การสร้างและออกแบบชุดใบมีดสำหรับเครื่องหั่นมันสำปะหลังแบบลูกเต๋า

Fabricate and Design of Blades for Cassava Cube Cutting Machine

ธัชพล อรรถประวิทย์

ธีรเดช ธัญญเจริญ

พชรพล ประภารัตน์

ปริญญานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรวิศวกรรมศาสตร์บัณฑิต

สาขาวิศวกรรมเกษตร คณะวิศวกรรมศาสตร์

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

ปีการศึกษา 2562

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การสร้างและออกแบบชุดใบมีดสำหรับเครื่องหั่นมันสำปะหลังแบบลูกเต๋า

Fabricate and Design of Blades for Cassava Cube Cutting Machine

ธัชพล อรรถประวิทย์

ธีรเดช ธัญญเจริญ

พชรพล ประภารัตน์

ปริญญานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรวิศวกรรมศาสตร์บัณฑิต

สาขาวิศวกรรมเกษตร คณะวิศวกรรมศาสตร์

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

ปีการศึกษา 2562

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

FABRICATE AND DESIGN OF BLADES FOR CASSAVA CUBE CUTTING MACHINE

Thaschapol Atthapravit

Theeradet Thanyajaroen

Phacharaphon Prapharat

A THESIS SUBMITTED IN PARTIAL FULFILMENT

OF THE REQUIREMENT FOR THE DEGREE OF

BACHELOR OF ENGINEERING IN AGRICULTURAL ENGINEERING

FACULTY OF ENGINEERING

KING MONGKUT'S INSTITUTE OF TECHNOLOGY LADKRABANG

ACADEMIC YEAR 2019

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

หัวข้อปริญญานิพนธ์ การสร้างและออกแบบชุดใบมีดสำหรับเครื่องหั่นมันสำปะหลังแบบลูกเต๋า

นักศึกษาผู้จัดทำ นายธัชพล อรรถประวิทย์ รหัสนักศึกษา 59010635

นายธีรเดช ธัญญเจริญ รหัสนักศึกษา 59010658

นายพชรพล ประภารัตน์ รหัสนักศึกษา 59010910

อาจารย์ที่ปรึกษา ผศ.ดร.ธีรพงศ์ ผลโพธิ์

ปีการศึกษา 2562

บทคัดย่อ

โครงงานนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาการออกแบบสร้างและประเมินประสิทธิภาพของชุดใบมีดสำหรับเครื่องนั่นมันสำปะหลังแบบลูกเต๋าโดยส่วนประกอบเครื่องนั่นมันสำปะหลังแบบลูกเต๋าแบ่งออกเป็นโครงสร้างของเครื่องชุดใบมีดนั่นมันสำปะหลังชุดตัวส่งกำลังและชุดลำเลียงโดยมีการออกแบบชุดใบมีดนั้นมันสำปะหลังในแนวนอนซึ่งใบมีดดัดแปลงมาจากใบเลื่อยตัดไม้หรือจิกซอมีการวางใบมีดในลักษณะวางสลับฟันปลามีใบมีดทั้งหมด 15 ใบโดยติดตั้งบนเพลาทั้ง 2 อันและมีซุปเปอร์ลีนหนีบใบมีดทั้ง 2 ด้านอุปกรณ์ของเครื่องหั่น มันสำปะหลังแบบลูกเต๋าประกอบด้วยอินเวอร์เตอร์เพื่อปรับความเร็วรอบของมอเตอร์โดยรางป้อนจะลำเลียงมันสำปะหลังไปยังชุดใบมีดนั่นมันสำปะหลังมีการหมุนความเร็วรอบที่ต่างกันมีทิศทางการหมุนเข้าหากันและมันสำปะหลังที่ถูกนั้นจะส่งไปยังสายพานลำเลียงต่อไปโดยใช้มันสำปะหลังในการทดลองครั้งละ 10 กิโลกรัมทดลองทั้งหมด 5 ซ้ำโดยใช้ความเร็วรอบของมอเตอร์ 5 ความเร็วรอบคือ 429 (15Hz), 572 (20Hz), 715 (25Hz), 858 (30Hz) และ 1001 (35Hz) รอบต่อนาทีผลจากการทดลองพบว่าที่ความเร็วรอบที่ดีที่สุดในการนั่นมันสำปะหลังเท่ากับ 715 รอบต่อนาทีมีความสามารถดีที่สุดในการนั่นมันสำปะหลัง 939.7 กิโลกรัมต่อชั่วโมงได้ผลผลิตมีประสิทธิภาพที่ดีที่สุดที่เป็นแผ่นมันสำปะหลังที่สมบูรณ์, มันสำปะหลังที่เป็นแผ่นไม่สมบูรณ์และเศษมันสำปะหลังเท่ากับ 78.9, 12.6, และ 8.5 เปอร์เซ็นตามลำดับ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Thesis Title Fabricate and Design of Blades for Cassava Cube Cutting Machine

Authors Thaschapol Atthapravit 59010635

Theeradet Thanyajaroen 59010658

Phacharaphon Prapharat 59010910

Thesis Advisor Assist. Prof. Dr. Teerapong Pholpo

Year 2019

Abstract

This project aimed to research, design, fabricate and assess efficiency of blades for cassava cube cutting machine. The components of cassava cube cutting machine were separated into structure, Cassava Blade Set, Power transmission set and the conveyor by designing cassava slicing in horizontal way. According to the blades, were modified from a Saw blade or Jig Saw blade and were placed in serrated position with 15 blades on both shafts between clamped super leans. The cassava cube cutting machine's equipment consists of an inverter which is able to adjust the motor speed. Feed rail conveyed the cassava to the cutting blades by different speed and converged rotations direction. The cassava which were cut would be transferred to the conveyor. There were 10 experiments and 20 kg cassava was used in each performs in 5 different speeds were 429 (15 Hz), 572 (20 Hz), 715 (25 Hz), 858 (30 Hz) and 1001 (35 Hz) rpm respectively. In conclusion, results showed that the best speed and efficiency to cut the cassava was 715 rpm and 937 kg/hr. respectively. In addition, the results presented the best productive of complete, incomplete cassava sheet and cassava chips test which were 78.9, 12.6, and 8.5% respectively.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

กิตติกรรมประกาศ

ปริญญานิพนธ์เรื่องการสร้างและออกแบบชุดใบมีดสำหรับเครื่องหั่นมันสำปะหลังแบบลูกเต๋า ฉบับนี้สำเร็จได้ด้วยดี เนื่องจากได้รับความอนุเคราะห์ช่วยเหลืออย่างดียิ่งจาก ผศ.ดร.ธีรพงศ์ ผลโพธิ์ ที่กรุณาให้คำปรึกษาปรับปรุงแก้ไขข้อบกพร่อง ตลอดจนให้ความรู้ เอาใจใส่ ให้คำแนะนำช่วยเหลือ ขอกราบขอบพระคุณอย่างสูง

ขอขอบพระคุณบิดา มารดา อันเป็นที่เคารพรักยิ่ง ที่ให้กำลังใจและกำลังทรัพย์สนับสนุนมาโดยตลอด

สุดท้ายนี้ขอขอบพระคุณผู้ที่เกี่ยวข้องทุกท่านและเพื่อนๆ ในภาควิชาวิศวกรรมเกษตร คณะวิศวกรรมศาสตร์ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง ทุกท่านที่ช่วยเหลือในการทำการทดลอง และให้กำลังใจเสมอมา

นายธัชพล อรรถประวิทย์ 59010635

นายธีรเดช ธัญญเจริญ 59010658

นายพชรพล ประภารัตน์ 59010910

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญ

		หน้า
บทคัดย่อ		ก
กิตติกรรมประกาศ		ค
สารบัญ		ง
สารบัญรูป		ช
สารบัญตาราง		ฌ
บทที่ 1	**บทนำ**	**1**
	1.1 ความเป็นมาและความสำคัญ	1
	1.2 วัตถุประสงค์	1
	1.3 ขอบเขตของโครงงาน	1
	1.4 ผลที่คาดว่าจะได้รับ	2
	1.5 ขั้นตอนการดำเนินงาน	2
	1.6 งบประมาณ	3
บทที่ 2	**ทฤษฎีและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง**	**4**
	2.1 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง	4
	2.2 ทฤษฎีและความรู้ที่เกี่ยวข้อง	5

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญ (ต่อ)

	2.2.1 มันสำปะหลัง	5
	2.2.2 ทฤษฎีการส่งถ่ายกำลัง	9
	2.2.3 ลักษณะของใบเลื่อยวงเดือน	12
บทที่ 3	**วิธีดำเนินโครงงาน**	**15**
	3.1 ศึกษาข้อมูลที่เกี่ยวข้องในการออกแบบชุดใบเลื่อย	16
	3.2 การออกแบบชิ้นส่วนเครื่องหั่นมันสำปะหลังแบบลูกเต๋า	16
	3.2.1 การออกแบบโครงสร้างเครื่อง	16
	3.2.2 การออกแบบชุดใบตัด	18
	3.2.3 การออกแบบชุดลำเลียง	19
	3.3 การคำนวณที่เกี่ยวข้องกับการออกแบบเครื่องหั่นมันสำปะหลัง	20
	3.3.1 การคำนวณหาอัตราความเร็วรอบของมอเตอร์	20
	3.4 การคำนวณที่เกี่ยวข้องกับการออกแบบชุดลำเลียง	22
	3.4.1 การคำนวณหาความเร็วของสายพาน	22
	3.4.2 การคำนวณหาอัตราทดกำลังของมอเตอร์	22
บทที่ 4	**อุปกรณ์ วิธีการทดลอง และผลการทดลอง**	**23**
	4.1 อุปกรณ์	23
	4.2 วิธีการทดลอง	23

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญ (ต่อ)

	4.2.1 ทดลองหาขนาดของหัวมันสำปะหลัง	23
	4.2.2 ทดลองหาความเร็วรอบของใบมีด	23
	4.2.3 ทดลองหาเวลาการผลิตของเครื่องหั่นมันสำปะหลัง	24
	4.2.4 ทดลองหาความสามารถในการเป็นแผ่นมันสำปะหลัง	24
	4.3 ผลการทดลอง	25
	4.3.1 ผลการทดลองการหาขนาดของหัวมัน	25
	4.3.2 ผลการทดลองการหาหาความเร็วรอบของใบมีด	27
	4.3.3 ผลการทดลองการหาเวลาการผลิตของเครื่องหั่นมันสำปะหลัง	30
	4.3.4 ผลการทดลองการหาประสิทธิภาพของมันสำปะหลัง	31
บทที่ 5	**สรุปผลการทดลองและข้อเสนอแนะ**	**32**
	5.1 สรุปผลการทดลอง	32
	5.2 การอภิปรายผล	32
	5.3 ข้อเสนอแนะ	32
บรรณานุกรม		33
ภาคผนวก ก		35
ภาคผนวก ข		37

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญรูป

หน้า

รูปที่

2.1 เครื่องหั่นมันสำปะหลังแบบลูกเต๋า 4

2.2 พื้นที่แสดงการแพร่กระจายของมันสำปะหลัง 5

2.3 ลักษณะลำต้นของมันสำปะหลัง 7

2.4 ลักษณะใบ 8

2.5 ลักษณะผล 8

2.6 ลักษณะหัว 9

2.7 แสดงลักษณะดึงของสายพาน 11

2.8 ฟันใบเลื่อย 12

2.9 ฟันใบเลื่อยแต่ละชนิดในมุมมองเดียวกัน 13

2.10 ฟันใบเลื่อยแต่ละชนิดในมุมมองเดียวกัน 14

3.1 แผนภูมิแสดงขั้นตอนการดำเนินโครงการ 15

3.2 โครงเครื่อง 16

3.3 กรวยป้องกันวัสดุไหลออก 17

3.4 กรวยป้อนวัสดุ 17

3.5 ใบตัด 18

3.6 เพลาขับ 18

3.7 วงจร Arduino 19

3.8 ชุดลำเลียงวัสดุ 19

3.9 การส่งกำลัง และอัตราการทดสอบ 21

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญรูป (ต่อ)

4.1	กราฟความยาวของมันสำปะหลัง	25
4.2	กราฟความกว้างของมันสำปะหลัง	26
4.3	กราฟความหนาของมันสำปะหลัง	26
4.4	กราฟเวลาการผลิตของเครื่องหั่นมันสำปะหลัง	30
4.5	กราฟแสดงน้ำหนักของแผ่นมันสำปะหลัง	31

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญตาราง

หน้า

ตารางที่

1.1 ขั้นตอนการดำเนินงาน 2

1.2 งบประมาณ 3

4.1 น้ำหนักของมันสำปะหลังที่หั่นด้วยความเร็ว 429 rpm 27

4.2 น้ำหนักของมันสำปะหลังที่หั่นด้วยความเร็ว 572 rpm 28

4.3 น้ำหนักของมันสำปะหลังที่หั่นด้วยความเร็ว 715 rpm 28

4.4 น้ำหนักของมันสำปะหลังที่หั่นด้วยความเร็ว 858 rpm 29

4.5 น้ำหนักของมันสำปะหลังที่หั่นด้วยความเร็ว 1001 rpm 29

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 1

บทนำ

1.1 ที่มาและความสำคัญ

ประเทศไทยเป็นประเทศเกษตรกรรม มีสินค้าทางการเกษตรในการผลิตและส่งออกอย่างมาก เช่น ข้าว มันสำปะหลัง โดยมันสำปะหลังนั้นเป็นพืชที่มีพื้นที่เพาะปลูกเป็นจำนวนมากในประเทศไทย ซึ่งมีพื้นที่เพาะปลูก 8,823,412 ไร่ โดยประมาณ และมีผลผลิต 31,079,966 ตัน มีตัวเลขการส่งออกของมันสำปะหลัง 6,332,634,900 กิโลกรัม คิดเป็นมูลค่า 79,785,692,223 บาท (สำนักงานเศรษฐกิจการเกษตร , 2562) ทำให้สร้างรายได้ให้กับประเทศได้เป็นจำนวนมาก โดยการแปรรูปของสินค้านั้นจะทำให้เพิ่มมูลค่าทางสินค้าได้อีกด้วย และยังเป็นพืชที่มีความหลากหลายทางผลิตภัณฑ์ เช่น แป้ง อาหาร อาหารสัตว์ แอลกอฮอล์ และพลังงานทดแทน เป็นต้น โดยสามารถปลูกได้ง่าย ทนทานต่อสภาพอากาศที่แปรปรวน มันสำปะหลังเป็นพืชที่เก็บสะสมอาหารในรูปของคาร์โบไฮเดรตหรือแป้งไว้ในรากโดยทั่วไปหัวมันที่มีอายุ 12 เดือนที่ได้รับปริมาณน้ำฝนเพียงพอและไม่มีฝนตกชุกขณะเก็บเกี่ยวจะมีองค์ประกอบส่วนใหญ่เป็นแป้งถึงร้อยละ 70-80 ดังนั้นมันสำปะหลังจึงเป็นพืชที่สำคัญชนิดหนึ่งที่เป็นแหล่งคาร์โบไฮเดรตที่ให้พลังงานแก่คนและสัตว์ได้ดีที่สุด แต่เนื่องจากเครื่องหั่นมันสำปะหลังแบบเดิมที่ใช้อยู่มีลักษณะเป็นชุดใบมีด 2 คม มีการหั่นมันสำปะหลังในแนวตั้ง และปัดเข้าสู่พื้นที่ในการอัด มีความสามารถในการผลิตมันสำปะหลังแบบลูกเต๋าที่ไม่เพียงพอต่อความต้องการ ดังนั้นทางคณะผู้จัดทำจึงได้เกิดแนวคิดในการพัฒนาชุดหั่นมันสำปะหลัง เพื่อเพิ่มประสิทธิภาพและกำลังการผลิตจากการแปรรูป โดยมีการออกแบบชุดใบมีดหั่นมันสำปะหลังในแนวนอน ซึ่งใบมีดดัดแปลงมาจากใบเลื่อยตัดไม้หรือจิกซอ มีการวางใบมีดในลักษณะวางสลับฟันปลา มีใบมีดทั้งหมด 15 ใบ โดยติดตั้งบนเพลาทั้ง 2 อัน และมีชุปเปอร์ลีนหนีบใบมีดทั้ง 2 ด้าน

1.2 วัตถุประสงค์

1.เพื่อศึกษา ออกแบบชุดใบมีดและชุดลำเลียงสำหรับเครื่องหั่นมันสำปะหลังแบบลูกเต๋า

2.เพื่อทดสอบประสิทธิภาพและความสามารถของชุดใบมีดสำหรับเครื่องหั่นมันสำปะหลังแบบลูกเต๋า

1.3 ขอบเขตการศึกษา

1.ศึกษาวิธีการหั่นมันสำปะหลังโดยใช้ใบเลื่อยแบบใบวงเดือน และลักษณะการหั่น

2.ศึกษาชุดลำเลียงมันสำปะหลังเข้ากับชุดหั่นเป็นลูกเต๋า

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

1.4 ผลที่คาดว่าจะได้รับ

1.เพิ่มความสามารถในการหั่นของชุดหั่นมันสำปะหลังแบบลูกเต๋า

2.ช่วยให้พนักงานมีความสะดวกในการทำงานมากขึ้น

3.สามารถใช้ได้ทั้งพันธ์ห้วยบง 60 และพันธ์ระยอง 9

1.5 ขั้นตอนการดำเนินงาน (แสดงดังตารางที่ 1.1)

ตารางที่ 1.1 ขั้นตอนการดำเนินงาน

ขั้นตอนดำเนินงาน	ปี / เดือน									
	พ.ศ.2562					พ.ศ.2563				
	ส.ค	ก.ย	ต.ค	พ.ย	ธ.ค	ม.ค	ก.พ	มี.ค	เม.ย	พ.ค
1.กำหนดขอบเขต และวัตถุประสงค์										
2.ศึกษาข้อมูลและค้นคว้างานวิจัยที่เกี่ยวข้อง										
3.ออกแบบชุดใบมีดและสายพานลำเลียง										
4.ดำเนินการทดลอง วิเคราะห์ปัญหาที่เกิดขึ้น										
5.ทดสอบเครื่องหั่นมันสำปะหลัง										
6.วิเคราะห์ข้อมูลที่ได้พร้อมสรุปผล										
7.เขียนรูปเล่มและวิทยานิพนธ์										

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

1.6 งบประมาณ

ตารางที่ 1.2 งบประมาณ

รายการ
เหล็กกล่อง ขนาด 1.5 × 1.5 นิ้ว หนา 1 มม.
แผ่นเหล็ก ขนาด 4 × 8 ฟุต หนา 3 มม.
เหล็กแป๊ปกลม ขนาด 1 นิ้ว
ใบมีดเส้นผ่านศูนย์กลางขนาด 10 นิ้ว
โรลเลอร์
ชุดควบคุมการลำเลียง
Arduino
สายพานลำเลียง
มอเตอร์หมุนสายพาน
รวมค่าใช้จ่ายประมาณ 11,245 บาท

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 2

ทฤษฎีและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

2.1 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

จากงานวิจัยการออกแบบและพัฒนาใบมีดสำหรับเครื่องหั่นมันสำปะหลังแบบลูกเต๋า โดยคณะวิศวกรรมศาสตร์ ภาควิชาวิศวกรรมเกษตร สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง ปีการศึกษา 2561 จากผลการทดสอบประสิทธิภาพของเครื่องหั่นมันสำปะหลังสำหรับเกษตรกรที่พัฒนาขึ้นมานี้ พบว่าสามารถหั่นมันสำปะหลังแบบลูกเต๋าได้ 852 กิโลกรัมต่อชั่วโมง และมีความสามารถในการหั่นชิ้นมันให้มีความสมบูรณ์ เท่ากับ 33.01 เปอร์เซ็นต์ โดยเป็นการทดลองใช้ใบมีด Steel และใบมีด Stainless ที่องศาคมมีดเท่ากับ 30 องศา เนื่องจากค่าแรงตัดเฉือนของใบมีดที่มุม 30 องศา จะเกิดแรงตัดเฉือนสูงสุด ความเค้นเฉือนสูงสุด และพลังงานตัดจำเพาะน้อยกว่าใบมีดที่ทำมุมอื่น และใช้จำนวนรอบการตัดเฉือนเป็นหนึ่งรอบต่อสองครั้ง ลักษณะของเครื่องแสดงดังรูปที่ 2.1

รูปที่ 2.1 เครื่องหั่นมันสำปะหลังแบบลูกเต๋า

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.2 ทฤษฎีและความรู้ที่เกี่ยวข้อง

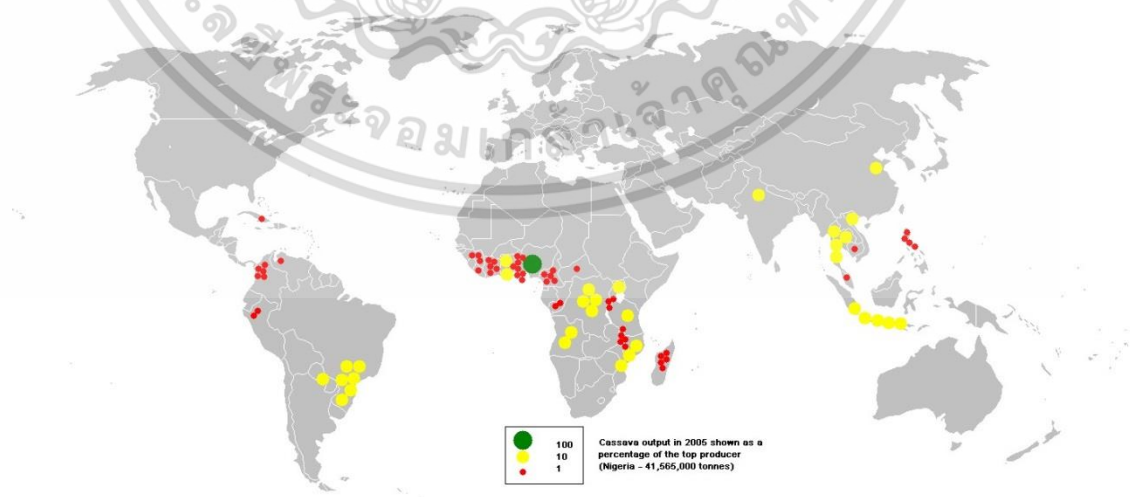
2.2.1 มันสำปะหลัง (Cassava)

ก) แหล่งกำเนิดและการแพร่กระจายของมันสำปะหลัง

มันสำปะหลังเป็นพืชดั้งเดิมของชาวพื้นเมืองในเขตร้อนของทวีปอเมริกาตอนกลาง และทางเหนือของทวีปอเมริกาใต้ จากหลักฐานทางโบราณคดีมีการค้นพบเครื่องปั้นดินเผารูปหัวมันสำปะหลังในประเทศเปรูซึ่งมีอายุประมาณ 2,500 ปี แสดงให้เห็นว่า มนุษย์รู้จักการเพาะปลูกมันสำปะหลังมาเป็นเวลานาน โดยแหล่งกาเนิดมันสำปะหลังมี 4 แห่ง คือ

1. แถบประเทศกัวเตมาลา และเม็กซิโก
2. ทางทิศตะวันตกเฉียงเหนือของทวีปอเมริกาใต้
3. ทางทิศตะวันออกของประเทศโบลิเวีย และทางทิศตะวันตกเฉียงเหนือของประเทศอาร์เจนตินา
4. ทางทิศตะวันออกของประเทศบราซิล

การแพร่กระจายของมันสำปะหลังเกิดในสมัยที่มีการล่าอาณานิคมในคริสต์ศตวรรษที่ 15 โดยพวกนักค้าทาสได้นำมันสำปะหลังจากประเทศบราซิลไปปลูกในทวีปแอฟริกา ต่อมา พ.ศ. 2282 มีชาวโปรตุเกสนำมันสำปะหลังไปปลูกที่เกาะรียูเนียน (Reunion) และแพร่กระจายไปยังมาดากสกา มีการนำมันสำปะหลังมาปลูกครั้งแรกในทวีปเอเชียที่ประเทศฟิ ลิปปินส์ในคริสต์ศตวรรษที่ 17 โดยชาวสเปนได้นำมาจากประเทศเม็กซิโก และในเวลาต่อมาก็มีการปลูกที่ประเทศอินโดนีเซีย นอกจากนี้ยังมีหลักฐานว่า เมื่อ พ.ศ. 2337 ได้มีการนำมันสำปะหลังจากทวีปแอฟริกามาปลูกที่ประเทศอินเดียเพื่อใช้ในการทดลอง (อนุชิต, 2560) ทำให้มันสำปะหลังแพร่กระจายไปทั่วในเขตเอเชีย มันสำปะหลังจึงมีชื่อเรียกตามภาษาท้องถิ่นหลายชื่อ คือภาษาโปรตุเกส เรียกว่า Mandioca ภาษาฝรั่งเศส เรียกว่า Manioc ภาษาสเปน เรียกวา Yuca และภาษาอังกฤษเรียกว่า Cassava หรือ Tapioca



รูปที่ 2.2 พื้นที่แสดงการแพร่กระจายของมันสำปะหลัง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ข) ความเป็นมาของมันสำปะหลังในประเทศไทย

สำหรับประเทศไทยยังไม่มีหลักฐานที่แน่นอนว่ามีการนำมันสำปะหลังเข้ามาปลูกเมื่อใด แต่สันนิษฐานว่าน่าจะเข้ามาในระยะเดียวกันกับการเข้าสู่ประเทศศรีลังกาและฟิลิปปินส์ คือ ประมาณปี พ.ศ. 2329-2383 และคาดว่ามีคนนำมันสำปะหลังจากมาลายูมาปลูกในภาคใต้ประมาณปี พ.ศ. 2329 มันสำปะหลังเดิมเรียกกันว่า มันสำโรง มันไม้ ทางภาคตะวันออกเฉียงเหนือเรียกว่า มันต้นเตี้ย ทางภาคใต้เรียกว่า มันเทศ (แต่เรียกมันเทศว่า มันหลา) คำว่า สำปะหลัง คล้ายกับคำในภาษาชวาตะวันตกที่เรียกมันสำปะหลังว่า สัมเปอ (Sampou) ซึ่งมีความหมายเหมือนคำในภาษามาเลย์ที่แปลว่า พืชที่มีรากขยายใหญ่ (สถาบันวิจัยและพัฒนาแห่งมหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, 2560) การปลูกมันสำปะหลังเป็นการค้าเพื่อใช้ทำแป้งและสาคูในภาคใต้ซึ่งปลูกระหว่างแถวของต้นยางพารากันมากว่า 70 ปี แล้ว โดยเฉพาะที่จังหวัดสงขลามีอุตสาหกรรมทำแป้งและสาคูจำหน่ายไปยังปีนังและประเทศสิงคโปร์ แต่การปลูกมันสำปะหลังทางภาคใต้ค่อยๆ ลดลงเมื่อมีการขยายการปลูกยางพารา ต่อมามีการปลูกมันสำปะหลังในภาคตะวันออก คือ จังหวัดชลบุรี ระยอง และจังหวัดใกล้เคียง และเมื่อความต้องการของตลาดในด้านผลิตภัณฑ์มันสำปะหลังเพื่อใช้ในการเลี้ยงสัตว์และอุตสาหกรรมมีเพิ่มมากขึ้น ทำให้พื้นที่ในภาคตะวันออกผลิตได้ไม่เพียงพอต่อความต้องการจึงมีการขยายพื้นที่ไปยังจังหวัดอื่นๆ โดยเฉพาะทางภาคตะวันออกเฉียงเหนือ จนในปัจจุบันภาคตะวันออกเฉียงเหนือเป็นพื้นที่ที่ปลูกมันสำปะหลังมากที่สุดของประเทศไทย

ค) ความรู้ทั่วไปเกี่ยวกับมันสำปะหลัง

มันสำปะหลังเป็นพืชหัวชนิดหนึ่งมีลักษณะเป็นไม้พุ่มขนาดเล็ก มีอายุอยู่ได้หลายปี ปลูกง่าย ทนทานต่อความแห้งแล้งและเป็นแหล่งคาร์โบไฮเดรตที่สำคัญ โดยมันสำปะหลังมีชื่อสามัญตามภาษาท้องถิ่นหลายชื่อดังที่กล่าวไปแล้วข้างต้น และมีชื่อวิทยาศาสตร์ว่า *Manihot esculenta Crantz* ซึ่งมีการจัดลำดับดังนี้วิธีจัดชั้นหมวดหมู่ของมันสำปะหลัง

การจัดหมวดหมู่ของมันสำปะหลัง มีดังนี้

ชั้น (Class)	: Angiospermae
ชั้นย่อย (Subclass)	: Dicotyledoneae
อันดับ (Order)	: Geraniales
วงศ์ (Family)	: Euphorbiaceae
สกุล (Genus)	: Manihot

1. ลำต้น มันสำปะหลังมีลำต้นตั้งตรง สูงประมาณ 2-4 เมตร มีขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง 3-6 เซนติเมตร สีของลำต้นแตกต่างกนไปตามพันธุ์ ส่วนที่อยู่ใกล้ยอดมักมีสีเขียวและส่วนที่ต่ำลงมามีสีแตกต่างกันออกไป เช่น สีน้ำ-เงินเขียว สีเทาเงิน สีเหลือง จนถึงสีน้ำตาล (รูปที่ 2.3 ข) โดยทุกส่วนของลำต้นมียางสีขาว การแตกกิ่งของมันสำปะหลังแตกต่างกันตามพันธุ์ ซึ่งมีตั้งแต่ไม่แตกกิ่ง(Unbranched) แตกกิ่ง 2 กิ่ง (Dichotomus branching) แตกกิ่ง 3 กิ่ง (Trichotomus branching) แต่ไม่เกิน 4 กิ่ง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

กิ่งที่แตกออกจากลำต้นหลักเรียกว่า Primary branch ส่วนกิ่งที่แตกออกจากPrimary branch เรียกว่า Secondary branch บนลำต้นหรือกิ่งของมันสำปะหลังจะเห็นรอยหลุดร่วงของก้านใบ เรียกว่า รอยแผลใบ (Leaf scar) โดยเป็นรอยต่อระหว่างก้านใบกับลำต้นหรือกิ่ง ระยะระหว่างรอยแผลใบ 2 รอยต่อกันเรียกว่า ความยาวชั้น (Storey length) ด้านบนเหนือรอยแผลใบจะมีตา (Bud) ซึ่งจะงอกเป็นต้นใหม่ เมื่อนำท่อนพันธุ์ไปปลูก

ก ข

รูปที่ 2.3 ลักษณะลำต้นของมันสำปะหลัง ก) ลักษณะในแปลงปลูก ข) ลักษณะลำต้น

2. ใบ ใบมันสำปะหลังเป็นแบบใบเดี่ยว (Simple leaf) การเกิดของใบจะหมุนเวียนรอบลำต้น (Spiral) (รูปที่ 2.4 ก) มีการจัดเรียงตัว (Phyllotaxy) ค่อนข้างคงที่แน่นอน คือ 2/5 ก้านใบ (Petiole) ต่อระหว่างลำต้นหรือกิ่งกับตัวแผนใบ ก้านใบอาจมีสีเขียว หรือสีแดง ตัวใบหรือแผ่นใบ (Lamina) จะเว้าเป็นหยักลึกเป็นแฉก (Palmately lobe) และบริเวณโคนก้านใบติดกับลำต้นมีหูใบ (Stipule) แสดงดังรูป 2.4 ก

3. ดอก มันสำปะหลังเป็นพืชที่มีช่อดอกแบบ Panicle คือ มีดอกตัวผู้และดอกตัวเมียอยู่บนต้นเดียวกัน(Monoeciousplant)ดอกตัวผู้และดอกตัวเมียอยู่แยกดอกกันแต่อยู่ในช่อดอก (Inflorescence) เดียวกัน (รูปที่ 2.4 ข) ช่อดอกจะเกิดตรงปลายยอดของลำต้นหรือกิ่งหรืออาจเกิดตรงรอยต่อที่เกิดการแตกกิ่ง ดอกตัวผู้มักเกิดบริเวณส่วนปลายหรือยอดของช่อดอก มีก้านดอกกลีบรองดอกหรือกลีบเลี้ยง 5 กลีบ แต่ไม่มีกลีบดอก ภายในดอกมีเกสรตัวผู้10 อัน แบ่งเป็น 2 วงๆละ 5 อัน ตรงกลางจะเป็นเกสรตัวเมีย รังไข่ (Ovary) มี 3 Carpel ภายในแต่ละ Carpel มีไข่ (Ovule) อยู่ 1 ใบ ในช่อดอกเดียวกันดอกตัวเมียจะบานก่อนดอกตัวผู้ 7-10 วัน แสดงดังรูป 2.4 ข

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ก ข

รูปที่ 2.4 ลักษณะใบ (ก) และดอก (ข) ของมันสำปะหลัง

4. ผลและเมล็ด หลังการผสมเกสรแล้วรังไข่ก็จะเจริญเติบโตขยายใหญ่กลายเป็นผลแบบ Capsule ผลขนาดโตเต็มที่จะมีเส้นผ่าศูนย์กลางประมาณครึ่งนิ้ว ยาว 1-1.5 เซนติเมตร แสดงดังรูป 2.5 ก ภายในมี 3 ช่อง แต่ละช่องมีเมล็ด 1 เมล็ด รูปร่างยาวรี มีสีน้ำตาล (รูปที่ 2.5 ข) เมื่อแก่จะแตกดีดเมล็ดกระเด็นออกไป

ก ข

รูปที่ 2.5 ลักษณะผล (ก) และเมล็ด (ข) ของมันสำปะหลัง

5. ราก หรือ หัว มันสำปะหลังมีระบบรากเป็นแบบ Adventitious root system แบ่งได้เป็น 2 ชนิด คือ รากจริง (True or wiry roots) และรากสะสม (Modified or storages roots) หรือที่เรียกกันทั่วไปว่า หัว (รูปที่ 2.6 ก) โดยรากจริงเป็นรากที่งอกจากท่อนพันธุ์สามารถงอกได้จาก 3 ส่วน คือ รากจากส่วนเนื้อเยื่อ รากจากส่วนตา และรากจากส่วนรอยหลุดร่วงของใบ ส่วนหัว (Tuber) ของมันสำปะหลัง คือ ส่วนรากที่ขยายใหญ่เพื่อสะสมอาหารที่เป็นคาร์โบไฮเดรตในส่วน Parenchyma cell รากสะสมอาหารมีปริมาณแป้งประมาณ 15-40 เปอร์เซ็นต์มีกรดไฮโดรไซยานิก (HCN) หรือกรดพรัสซิก (Prussic acid) ซึ่งมีพิษ จะมีอยู่มากในส่วนของเปลือกมากกว่าเนื้อของหัว

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ก ข

รูปที่ 2.6 ลักษณะหัว (ก) และราก (ข) ของมันสำปะหลัง

2.2.2 ทฤษฎีการส่งถ่ายกำลัง

การส่งกำลังโดยใช้สายพาน

Belts การส่งกำลังด้วยสายพานเป็นการส่งกำลังชนิดแบบอ่อนตัวได้ ซึ่งมีข้อดีข้อเสียหลายอย่าง เมื่อเปรียบเทียบระหว่างการส่งกาลังแบบเฟืองและการส่งกำลังแบบโซ่ ข้อดีคือ มีราคาถูกและ ใช้งานง่าย รับแรงกระตุกและการสั่นสะเทือนได้ดี ขณะใช้งานไม่มีเสียงดัง เหมาะสำหรับการส่งกำลัง ระหว่างเพลาที่อยู่ห่างกันมาก ๆ และค่าใช้จ่ายในการบำรุงรักษาค่อนข้างต่ำ อย่างไรก็ตามข้อเสียของการขับด้วยสายพานก็มี คือ อัตราการทดที่ไม่แน่นอน เนื่องจากการสลิป (Slip) และการครีฟ (Creep) ของสายพานและต้องมีการปรับระยะห่างระหว่างเพลาหรือปรับแรงดึงในสายพานระหว่างการใช้งาน นอกจากนั้นยังไม่อาจใช้งานที่มีอัตราทดสูงมากได้ โดยทั่วไปชนิดของสายพานสามารถแบ่ง ออกได้ 4 ชนิดตามลักษณะหน้าตัดของสายพาน มีดังนี้

1. สายพานแบน (Flat Belts)
2. สายพานวี (V – Belts)
3. สายพานกลม (Ropes Belts)
4. สายพานไทมิ่ง (Timing Belts)

ความหนามาตรฐานของสายพานแบนก็คือ 5, 6.5, 8, 10 และ 12 mm โดยจะมีความกว้างมาตรฐานที่แต่ละความหนาเป็นไปดังต่อไปนี้

1. ที่ความหนา 5 mm จะมีความกว้างระหว่าง 35–63 mm
2. ที่ความหนา 6.5 mm จะมีความกว้างระหว่าง 50–140 mm

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3. ที่ความหนา 8 mm จะมีความกว้างระหว่าง 90–224 mm

4. ที่ความหนา 10 mm จะมีความกว้างระหว่าง125–400 mm

5. ที่ความหนา 12 mm จะมีความกว้างระหว่าง 250–600 mm

การทำให้เกิดแรงดึงชั้นต้นในสายพาน การทำให้เกิดแรงดึงชั้นต้นจะสามารถช่วยให้สายพานมีประสิทธิภาพที่ดีและสามารถยืดอายุการใช้งานของสายพานได้ ถ้าออกแรงดึงชั้นต้นไม่เพียงพอจะ ส่งผลให้ส่งกาลังได้น้อยลง ประสิทธิภาพต่ำ ทำให้สายพานมีอายุการใช้งานลดลงเนื่องจากการครีฟ แต่ถ้าแรงดึงมากเกินก็จะทำให้สายพานยืดตัวมากเกินไป ด้วยเหตุนี้จึงต้องออกแรงดึงชั้นนอกให้เหมาะสมกับแรงภายนอกที่กระทำกับสายพาน แสดงดังรูปที่ 2.7

สมการแรงดึงในสายพานขณะส่งกำลังคือ

$$F = F_1 - F_2 = \frac{W_p}{V} \tag{2.1}$$

แรงหนีศูนย์กลางเนื่องจากน้ำหนักสายพาน

$$F_c = \frac{wAv^2}{g} \tag{2.2}$$

โดยที่ F คือ แรงดึงที่ทำให้ล้อสายพานหมุน มีหน่วยเป็น นิวตัน (N)

F_1 คือ แรงดึงของสายพานด้านตึง มีหน่วยเป็น นิวตัน (N)

F_2 คือ แรงดึงของสายพานด้านหย่อน มีหน่วยเป็น นิวตัน (N)

F_c คือ แรงเหวี่ยงหนีศูนย์กลาง มีหน่วยเป็น นิวตัน (N)

W_p คือ กำลังที่ต้องการส่ง มีหน่วยเป็น วัตต์ (W)

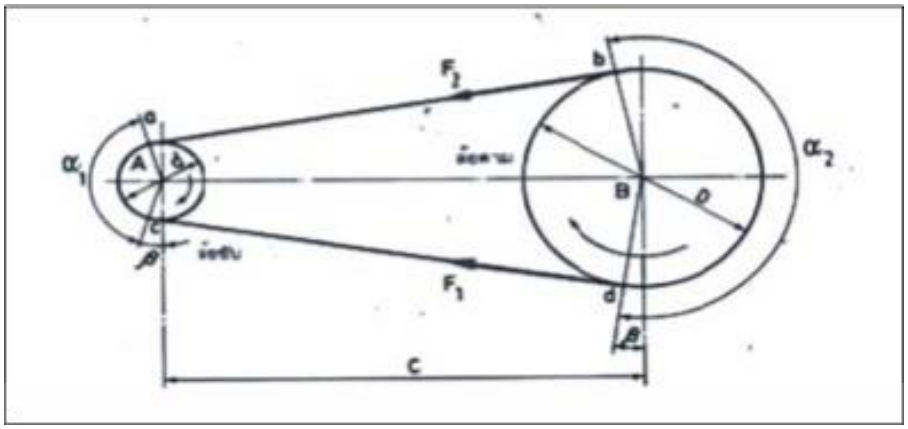
V คือ ความเร็วของสายพาน มีหน่วยเป็น เมตรต่อวินาที (m/s)

g คือ ความเร่งเนื่องจากแรงดึงดูดของโลก มีหน่วยเป็น เมตรต่อวินาทีกำลังสอง (m/s^2)

A คือ พื้นที่หน้าตัดสายพาน มีหน่วยเป็น ตารางเมตร (m^2)

w คือ น้ำหนักของสายพาน มีหน่วยเป็น นิวตันต่อเมตรกำลังสอง (N/m^2)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 2.7 แสดงลักษณะแรงดึงของสายพาน F_1 กับ F_2

การคำนวณหาอัตราทด

การคำนวณหาอัตราทด สามารถหาได้จาก

$$m_\omega = \frac{n_1}{n_2} \tag{2.3}$$

เมื่อ m_ω คือ อัตราทด

n_1 คือ ความเร็วรอบของเพลารอบสูง มีหน่วยเป็น รอบต่อนาที(rpm)

n_2 คือ ความเร็วรอบของเพลารอบต่ำ มีหน่วยเป็น รอบต่อนาที(rpm)

การคำนวณหาขนาดของโซ่ให้เหมาะสมกับการใช้งาน

1) แรงในแนวเส้นสัมผัส

ในการส่งกาลัง ถ้าสายพานได้รับแรงสม่ำเสมอและมูเล่ย์หมุนด้วยความเร็วคงที่ สายพานจะเคลื่อนที่ด้วยความเร็ว V และมีแรงในแนวเส้นสัมผัส F_t ซึ่งหาค่าได้จากกำลังที่ส่ง W_p หรือ โมเมนต์บิด ที่ต้องการส่ง T

ความเร็วของโซ่หาได้จาก $V = \pi dn$ (2.4)

ดังนั้นแรงในแนวเส้นสัมผัส $F_t = \frac{W_p}{V}$ (2.5)

$$F_t = \frac{2\pi nT}{V} \tag{2.6}$$

โดยที่ F_t คือ แรงในแนวเส้นสัมผัส มีหน่วยเป็นนิวตัน (N)

W_p คือ กำลังงาน มีหน่วยเป็น วัตต์ (Watt)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

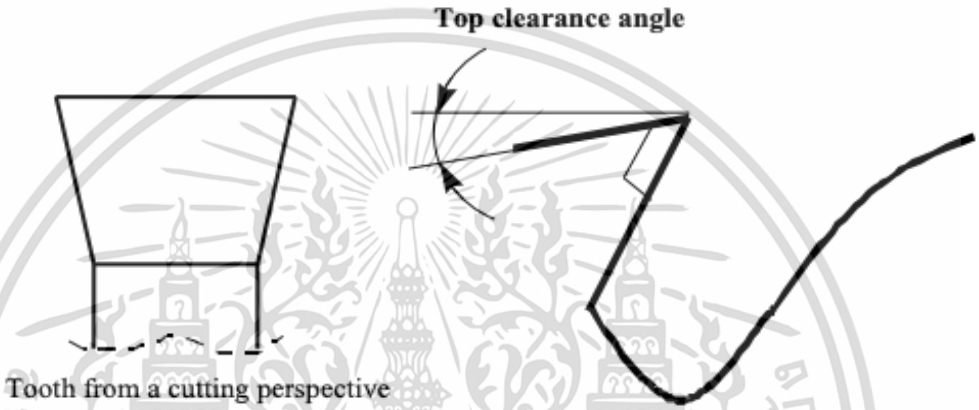
T คือ โมเมนต์บิด มีหน่วยเป็น นิวตัน-เมตร (N-m)

V คือ ความเร็วของมูเล่ย์ มีหน่วยเป็น เมตรต่อนาที (m/s)

n คือ ความเร็วรอบของเฟืองโซ่ มีหน่วยเป็น รอบต่อนาที (rpm)

2.2.3 ลักษณะของใบเลื่อยวงเดือน มีลักษณะดังต่อไปนี้

1) มุมของฟันใบเลื่อย



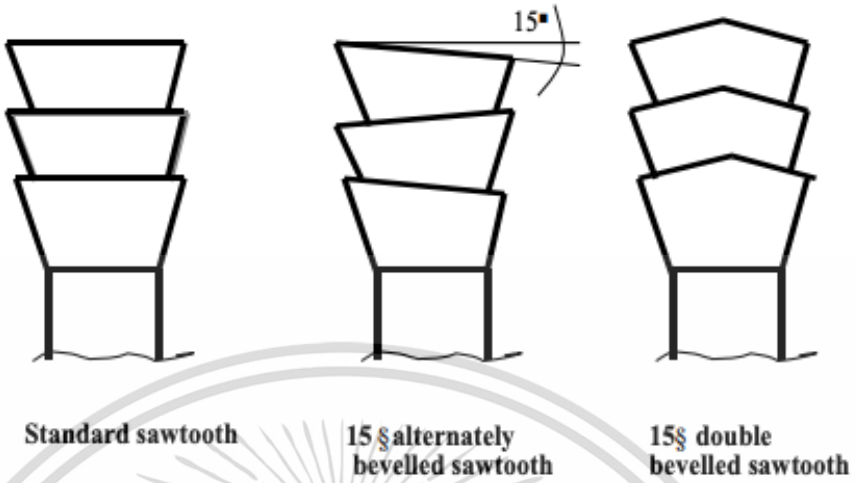
รูปที่ 2.8 ฟันใบเลื่อย

มุมของฟันใบเลื่อยนั้นมีความสำคัญต่อพิสัยในการกินเนื้อวัตถุของใบเลื่อย จากมุมมองของฟันใบเลื่อย แสดงดังรูป 2.8 ส่วนหนึ่งของฟันจะถูกตัดออกด้วยแรงในการกดที่สูงและมีความแม่นยำ ถ้าฟันมีการทำความเสียหายจะทำให้ประสิทธิภาพในการฉีกขาดเกิดขึ้น ความร้อนสูงที่ถูกปล่อยออกมาและแรงรบกวน จะทำให้เห็นถึงสาเหตุที่ทำให้ขนาดในการกินชิ้นงานใหญ่มากขึ้น

เมื่อฟันใบเลื่อยตัดไม้แรงจะถูกเพิ่มไปยังไม้ ทำให้เกิดการเสียหายเฉพาะที่ซึ่งเศษไม้จะกระเด็นออกมาทันที เพื่อหลีกเลี่ยงความร้อนที่เกิดขึ้นจากแรงเสียดทาน จึงเป็นสิ่งสำคัญที่ทำให้มี top clearance angle จากรูปที่ 2.8 มุมกับขนาดต้องมีความเหมาะสมกัน หากมุมเล็กเกินไปจะทำให้พื้นที่ของฟันมากขึ้น ซึ่งส่งผลให้ความคงทนแข็งแรงของฟันเลื่อยเพิ่มขึ้น และยังส่งผลทำให้มีแรงเสียดทานเพิ่มมากขึ้นอีกด้วย แต่ถ้าหากว่ามุมมีขนาดใหญ่เกินไป จะทำให้พื้นที่ของฟันน้อยลง ส่งผลให้ความแข็งแรงของฟันมีน้อย จุดอ่อนเหล่านี้จะส่งผลต่อความคมของใบเลื่อย และทำให้ประสิทธิภาพของฟันเลื่อยลดลง เพื่อให้ใบเลื่อยบางที่สุด ควรจะมี clearance angle ไม่เกินกว่า 10 องศา

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2) ฟันใบเลื่อยแต่ละชนิด



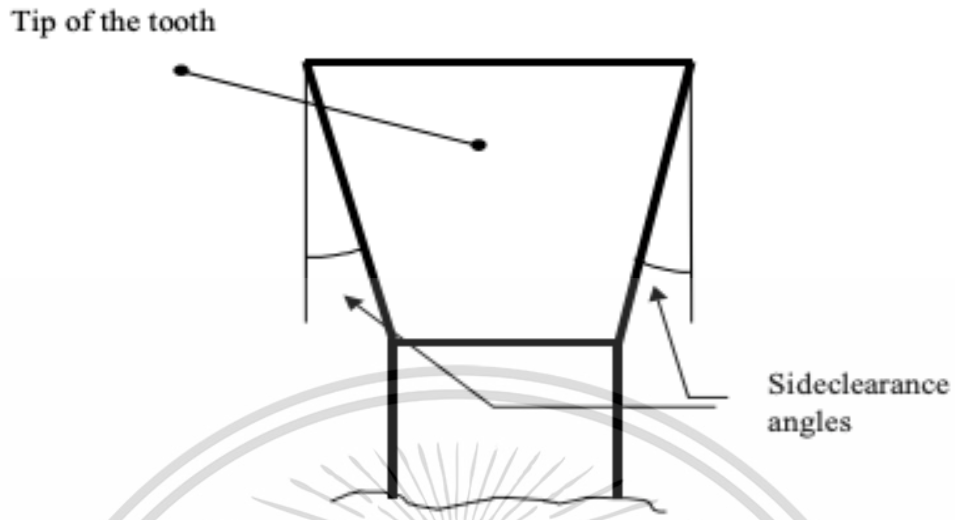
รูปที่ 2.9 ฟันใบเลื่อยแต่ละชนิดในมุมมองเดียวกัน

จากรูปด้านบนแสดงให้เห็นถึงพัฒนาการของใบเลื่อย วิธีนี้เรียกว่า beveling หรือการทำให้เป็นมุมเอียง และวิธีนี้เป็นการลดแรงในการตัดลง โดยฟันจะถูกตัดออกให้เป็นมุมเอียง ตามรูปที่ 2.9 หากมุมเอียงของฟันใบเลื่อยมีค่า 15 องศา ประสิทธิภาพของใบเลื่อยนั้นจะดีมากขึ้น มีลักษณะดังนี้

1. ความแม่นยำในการตัดที่คลาดเคลื่อนน้อยกว่า 0.3 มม. ซึ่งเป็นค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน
2. ลดการใช้พลังงาน
3. ความละเอียดของขี้เลื่อยมากขึ้น
4. ตัดปัญหาความหยาบบนผิวชิ้นงาน
5. ตัดปัญหาการติดที่ขอบของใบเลื่อย
6. มุมด้านข้างของฟันใบเลื่อย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3) มุมด้านข้างของฟันใบเลื่อย



รูปที่ 2.10 ฟันใบเลื่อยจากมุมมองด้านหนึ่ง

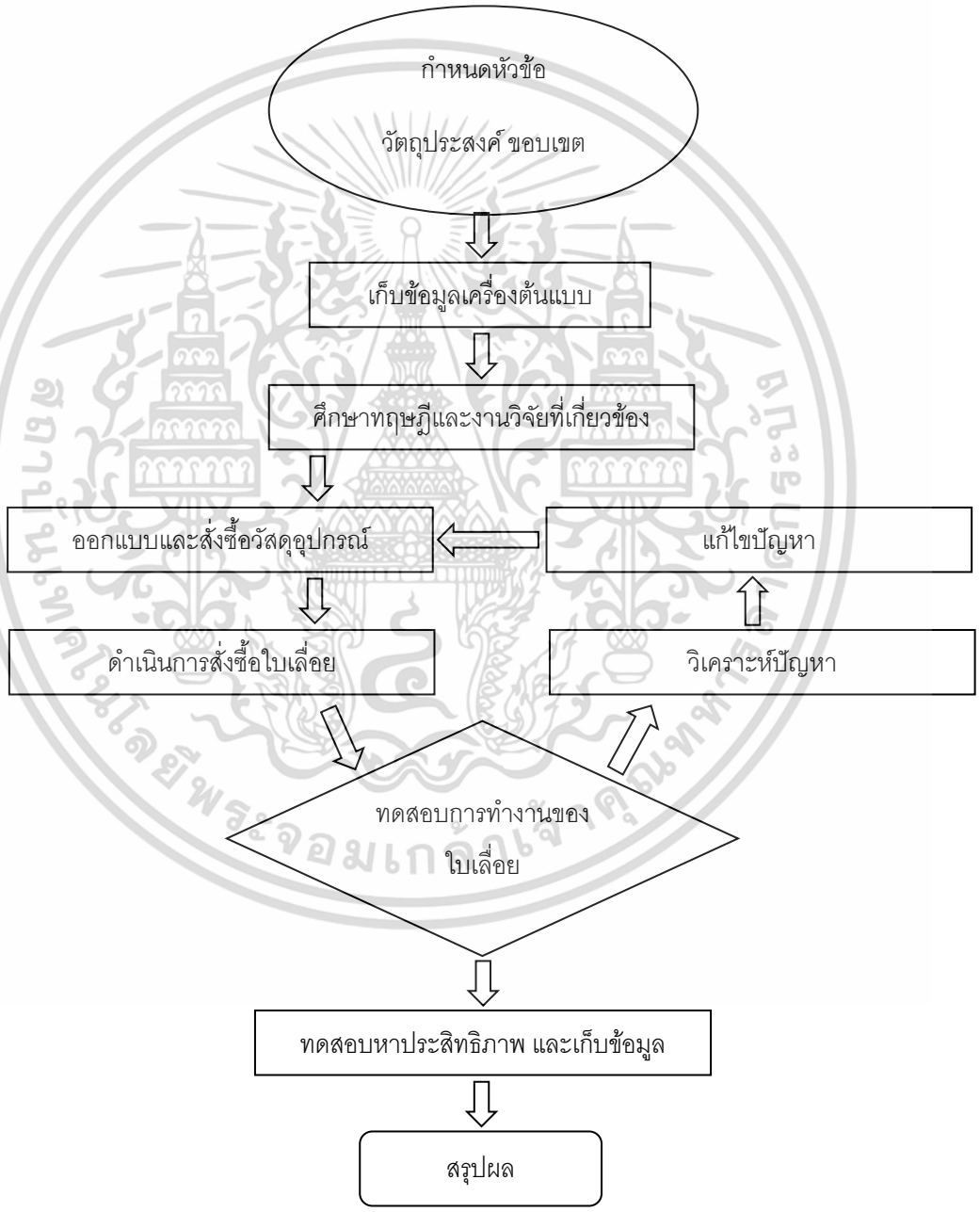
สิ่งสำคัญอีกหนึ่งอย่าง คือ มุมด้านข้างของใบเลื่อย (รูปที่ 2.10) เป็นการป้องกันใบเลื่อยสัมผัสกับชิ้นงานโดยตรง ซึ่งจากการพิสูจน์นั้นพบว่ามุมที่ต่ำสุดคือ 3 องศาเพื่อให้มีประสิทธิภาพที่เหมาะสมที่สุด แต่ การแช่แข็ง ความเค้นของตัววัตถุ และความหนาแน่นของตัววัตถุ จะมีผลต่อขนาดที่พอเหมาะของมุมด้านข้าง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 3

วิธีดำเนินโครงงาน

การออกแบบและสร้างชุดใบเลื่อยสำหรับเครื่องหั่นมันสำปะหลังแบบลูกเต๋า จะต้องศึกษาข้อมูลและทฤษฎีต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้อง เพื่อให้ทราบถึงความเป็นไปได้ในการสร้างชุดใบเลื่อยและชุดลำเลียง ตลอดจนการวางแผนการดำเนินการให้ชุดใบเลื่อยที่พัฒนาขึ้น ให้มีความสามารถในการทำงานตามขอบเขตที่ได้กำหนดไว้ ดังนั้นผู้จัดทำโครงงานจึงได้ดำเนินการออกแบบและสร้างชุดใบเลื่อยตามขั้นตอนดังรูปที่ 3.1



รูปที่ 3.1 แผนภูมิแสดงขั้นตอนการดำเนินโครงการ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.1 ศึกษาข้อมูลที่เกี่ยวข้องในการออกแบบชุดใบเลื่อยหั่นมันสำปะหลัง

ศึกษางานวิจัยและทฤษฎีที่เกี่ยวข้องกับโครงงาน การออกแบบและพัฒนาใบเลื่อยสำหรับเครื่องหั่นมันสำปะหลังแบบลูกเต๋า

ทฤษฎีและความรู้ที่เกี่ยวข้อง

- การจำแนกชนิดและสายพันธุ์มันสำปะหลัง
- ลักษณะทางพฤกษศาสตร์ของมันสำปะหลัง

ทฤษฎีในการออกแบบชุดใบเลื่อย

- การหมุน
- ความเค้น
- ลักษณะทางกายภาพของใบเลื่อยวงเดือน

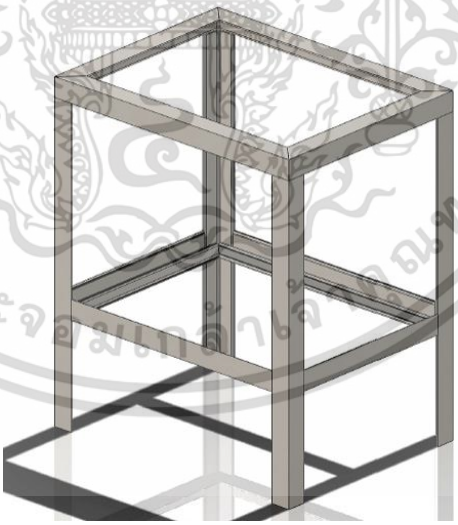
ทฤษฎีในการออกแบบชุดลำเลียง

- ความเร็ว

3.2 การออกแบบชิ้นส่วนเครื่องหั่นมันสำปะหลังแบบลูกเต๋าด้วยโปรแกรม Solid Work

3.2.1 การออกแบบโครงสร้างเครื่อง

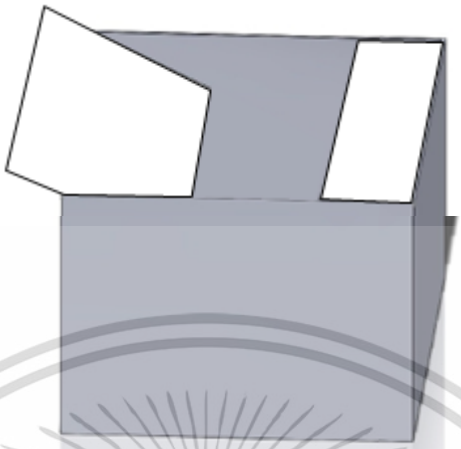
1) โครงเครื่องทำจากเหล็กฉากหนา 3 มิลลิเมตร ขนาด $1\frac{1}{2}$ นิ้ว x $1\frac{1}{2}$ นิ้ว เชื่อมต่อกัน ดังรูปที่ 3.2 จึงมีขนาด ยาว x กว้าง x สูง เท่ากับ 75x54x79 เซนติเมตร แสดงดังรูป 3.2



รูปที่ 3.2 โครงเครื่อง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2) รางป้อนวัสดุทำจากเหล็กชิงค์ มีความหนา 3 มิลลิเมตร มีขนาด กว้าง x ยาว x สูง เท่ากับ 75x45x40 เซนติเมตร แสดงดังรูปที่ 3.3



รูปที่ 3.3 รางป้อนวัสดุ

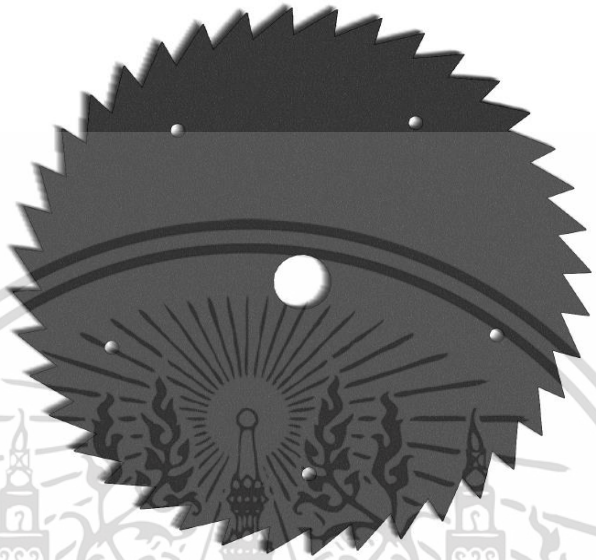
3) กรวยป้องกันวัสดุไหลออก ทำจากเหล็กชิงค์หนา 3 มิลลิเมตร มี ความกว้างด้านหน้า x ความกว้างด้านหลัง x ความยาว x ความสูง เท่ากับ 20x30x40x40 เซนติเมตร แสดงดังรูปที่ 3.4

รูปที่ 3.4 กรวยป้อนวัสดุ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.2.2 การออกแบบชุดใบตัด

1) ใบตัดหัวมันนี้ ดัดแปลงมาจากใบเลื่อยตัดไม้ หรือจิกซอ ซึ่งเป็นใบเหล็กชนิด Steel มีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 10 นิ้ว และมีฟันรอบใบเลื่อยจำนวน 30 ฟัน แสดงดังรูปที่ 3.5



รูปที่ 3.5 ใบตัดหัวมันสำปะหลัง

2) เพลาขับ เป็นเพลาตันทำจากเหล็กขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 1 นิ้ว (25.4 มิลลิเมตร) ยาว 90เซนติเมตร ใช้จำนวน 2 ท่อน ซึ่งเพลานี้จะเป็นส่วนที่นำเอาใบมีดตัดหัวมันสำปะหลังมาประกอบหรือ ติดตั้ง เพื่อรับแรงและส่งแรงให้กับใบมีดตัด แสดงดังรูป 3.6

รูปที 3.6 เพลาขับ

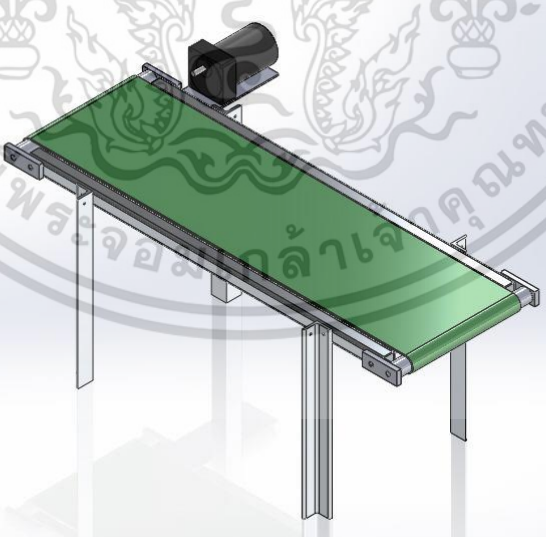
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.2.3 การออกแบบชุดลำเลียง

1) วงจร Arduino ประกอบกับมอเตอร์ เพื่อทำหน้าที่ควบคุมการทำงานของสายพานลำเลียง แสดงดังรูป 3.7

รูปที่ 3.7 วงจร Arduino

2) ชุดลำเลียงวัสดุ ทำจาก Aluminum Profile มีขนาด กว้าง 28 ซม. ยาว 100 ซม. สูง 36.5 ซม. และประกอบด้วยสายพานทำจาก PVC มีขนาด กว้าง 25 ซม. ยาว 200 ซม. หนา 3 มม. ทำหน้าที่ลำเลียงมันสำปะหลังไปยังชุดหั่นต่ำ แสดงดังรูป 3.8



รูปที่ 3.8 ชุดลำเลียงวัสดุ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.3 การคำนวณที่เกี่ยวข้องกับการออกแบบเครื่องหั่นมันสำปะหลัง

3.3.1 การคำนวณหาอัตราความเร็วรอบของมอเตอร์ ที่ความถี่ 50 เฮิรตซ์ (Hz)

จากสูตร $$i = \frac{n_1}{n_2} \quad (3.1)$$

$$i = \frac{d_1}{d_2} \quad (3.2)$$

$$d_1 n_1 = d_2 n_2 \quad (3.3)$$

การคำนวณหาความเร็วรอบของมูเล่ย์คู่ที่ 1

กำหนดให้ ความเร็วรอบของล้อขับ (n_1) = 1430 rpm

ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางของมูเล่ย์ตัวขับ (d_1) = 5 inch

ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางของมูเล่ย์ตัวตาม (d_2) = 4 inch

แทนค่า $$\frac{n_2}{1430\ \text{rpm}} = \frac{5\ \text{inch}}{4\ \text{inch}}$$

$$n_2 = 1{,}787.50 \text{ rpm}$$

ดังนั้นความเร็วรอบคู่ที่ 1 จะได้ n_2 = 1,787.50 rpm

การคำนวณหาความเร็วรอบของมูเล่ย์คู่ที่ 2

กำหนดให้ ความเร็วรอบของล้อขับ (n_1) = 1430 rpm

ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางของมูเล่ย์ตัวขับ (d_1) = 5 inch

ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางของมูเล่ย์ตัวตาม (d_3) = 6 inch

แทนค่า $$\frac{n_3}{1430\ \text{rpm}} = \frac{5\ \text{inch}}{6\ \text{inch}}$$

$$n_3 = 1{,}191.67 \text{ rpm}$$

ดังนั้นความเร็วรอบคู่ที่ 1 จะได้ n_3 = 1,191.67 rpm

เมื่อ i = อัตราทด

d_1 = เส้นผ่าศูนย์กลางของมูเลย์ตัวขับ

d_2 = เส้นผ่าศูนย์กลางของมูเลย์ตัวตาม (ตัวที่ 1)

d_3 = เส้นผ่าศูนย์กลางของมูเลย์ตัวตาม (ตัวที่ 2)

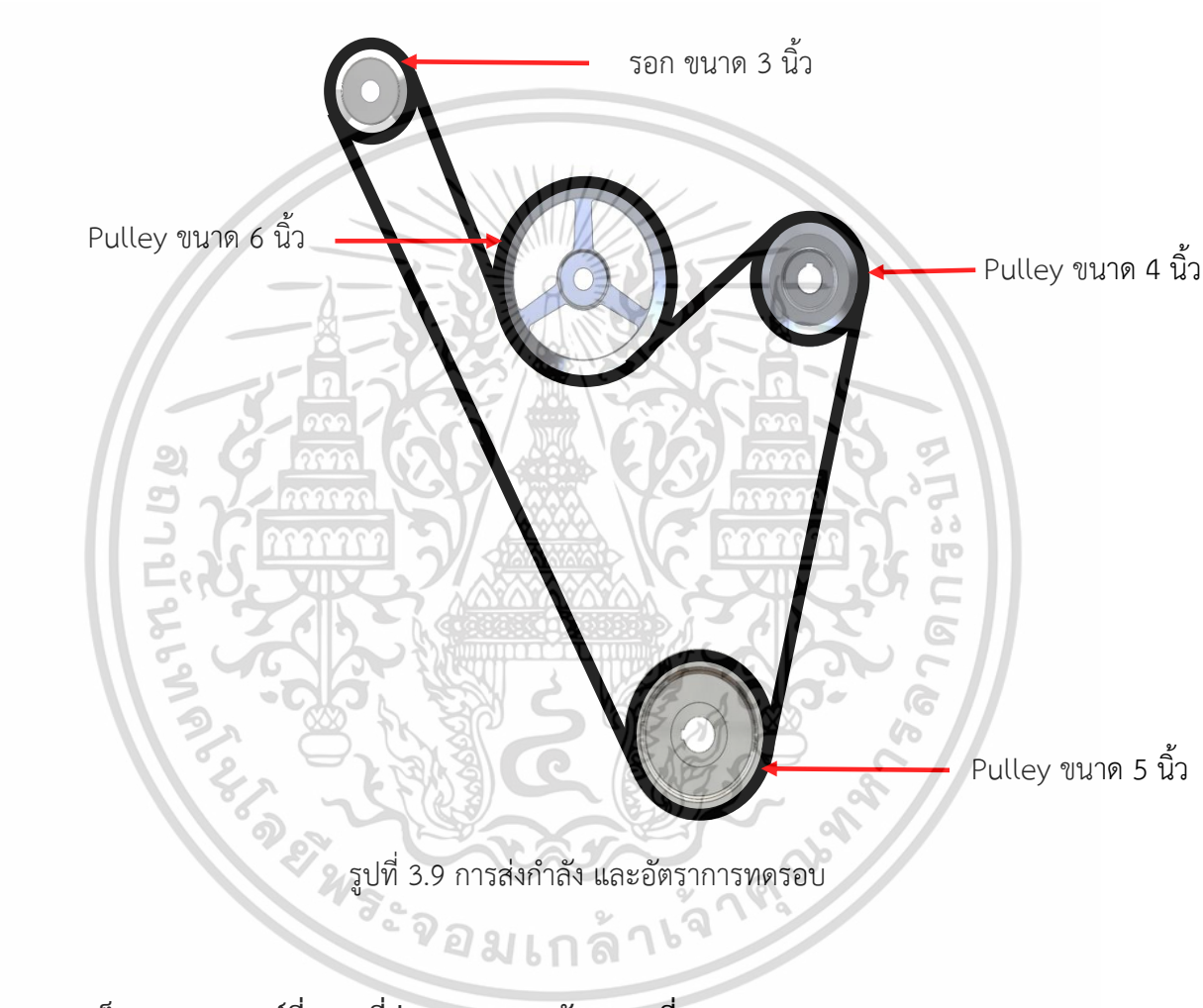
n_1 = ความเร็วรอบของตัวขับตัวที่ 1

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

n_2 = ความเร็วรอบของตัวตามตัวที่ 1

n_3 = ความเร็วรอบของตัวตามตัวที่ 2

จากการคำนวณมูเลย์คู่ที่ 1 และมูเลย์คู่ที่ 2 แสดงการส่งกำลัง และอัตราการทดรอบ ดังรูปที่ 3.9



รูปที่ 3.9 การส่งกำลัง และอัตราการทดรอบ

ความเร็วรอบของมูเลย์ที่ความถี่ต่าง ๆ (rpm) ดังตารางที่ 3.1

ความถี่ (Hz)	ความเร็วรอบของล้อขับ	ความเร็วรอบมูเลย์ ขนาด 4 นิ้ว	ความเร็วรอบมูเลย์ ขนาด 6 นิ้ว
15	429	514.80	356.07
20	572	686.40	474.76
25	715	858.00	593.45
30	858	1,029.60	712.14
35	1,001	1,201.20	830.83

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.4 การคำนวณที่เกี่ยวข้องกับการออกแบบชุดลำเลียง

3.4.1 การคำนวณหาความเร็วของสายพาน

จากสูตร $V = \frac{s}{t}$ (3.4)

แทนค่า $V = \frac{1}{2.3}$ m/s = 0.43 m/s

V = 1.56 km/hr

เมื่อ V = ความเร็วรอบ, Km/hr

S = ระยะทาง, Km

t = เวลา, hr

3.4.2 การคำนวณหาอัตราทดกำลังของมอเตอร์ ที่ความถี่ 50 เฮิรตซ์

จากสูตรที่ 3.3 $d_1 n_1 = d_2 n_2$

กำหนดให้ เส้นผ่านศูนย์กลางของล้อขับ (d_1) = 1.5 inch

เส้นผ่านศูนย์กลางของเฟืองตาม (d_2) = 1 inch

ความเร็วรอบของล้อขับ (n_1) = 156 rpm

แทนค่า 1.5 x 156 = 1 x n_2

n_2 = 234 rpm

ดังนั้น ความเร็วรอบของมอเตอร์ จะได้ (n_2) = 234 rpm

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 4

อุปกรณ์ วิธีการทดลอง และผลการทดลอง

4.1 อุปกรณ์

1. มันสำปะหลังพันธุ์ระยอง 9
2. เครื่องหั่นมันสำปะหลัง และชุดสายพานลำเลียง
3. อุปกรณ์จับเวลา
4. เครื่องชั่งน้ำหนักดิจิตอล
5. ภาชนะสำหรับคัดแยกเครื่องหั่นมันสำปะหลัง
6. อุปกรณ์ปรับความเร็วของมอเตอร์ (Inverter)

4.2 วิธีการทดลอง

4.2.1 ทดลองหาขนาดของหัวมันสำปะหลัง

1. เลือกสุ่มมันสำปะหลังจำนวน 100 หัว
2. ใช้เวอร์เนียคาลิปเปอร์ในการวัดหาขนาดของหัวมันสำปะหลังทั้งสามแนวแกน

4.2.2 ทดลองหาความเร็วรอบของใบมีดที่ใช้ในการหั่นมันสำปะหลัง เพื่อเลือกความเร็วรอบที่เหมาะสม

1. เตรียมมันสำปะหลังที่ใช้ในการทดลองครั้งละ 10 กิโลกรัม
2. ทำการทดลองโดยใช้ความเร็วรอบของมอเตอร์ที่ต่างกัน **5** ความเร็วรอบดังนี้ คือ 429, 572, 715, 858 และ1001 รอบต่อนาที
3. ทำการเดินเครื่องหั่นมันสำปะหลังแล้วนำมันสำปะหลังใส่ในเครื่อง และจับเวลาของการทดลอง ทำการทดลองซ้ำจำนวน 5 ครั้งต่อ 1 ความเร็วรอบของมอเตอร์
4. คัดแยกมันสำปะหลังที่ได้จากการหั่นโดยแบ่งเป็นมันสำปะหลังเป็นเป็น 3 ลักษณะ
   1.) สำปะหลังที่แผ่นสมบูรณ์
   2.) มันสำปะหลังที่เป็นแผ่นไม่สมบูรณ์
   3.) เศษมันสำปะหลัง
5. เก็บข้อมูลและบันทึกผล

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.2.3 ทดลองหาเวลาการผลิตของเครื่องหั่นมันสำปะหลัง

1. เตรียมมันสำปะหลังที่ใช้ในการทดลองครั้งละ 20 กิโลกรัม

2. ทำการเดินเครื่องหั่นมันสำปะหลังแล้วนำมันสำปะหลังใส่ในเครื่อง ทำการจับเวลา

3. ทดลองทำซ้ำจำนวน 10 ครั้ง จำนวนครั้งละ 20 กิโลกรัม

4. เก็บข้อมูลและบันทึกผล

4.2.4 ทดลองหาความสามารถในการเป็นแผ่นมันสำปะหลังที่สมบูรณ์,ไม่สมบูรณ์ และเศษของมันสำปะหลัง

1. คัดแยกมันสำปะหลังที่ได้จากการหั่นออกมาเป็น 3 ลักษณะ ได้แก่

1.) มันสำปะหลังที่เป็นแผ่นสมบูรณ์

2.) มันสำปะหลังที่ไม่สมบูรณ์

3.) เศษของมันสำปะหลัง

2. ชั่งหัวมันสำปะหลังที่ได้จากการหั่น (มันสำปะหลังที่เป็นแผ่นสมบูรณ์, ไม่สมบูรณ์, เศษของมันสำปะหลัง)

3. เก็บผลข้อมูลและบันทึกผล

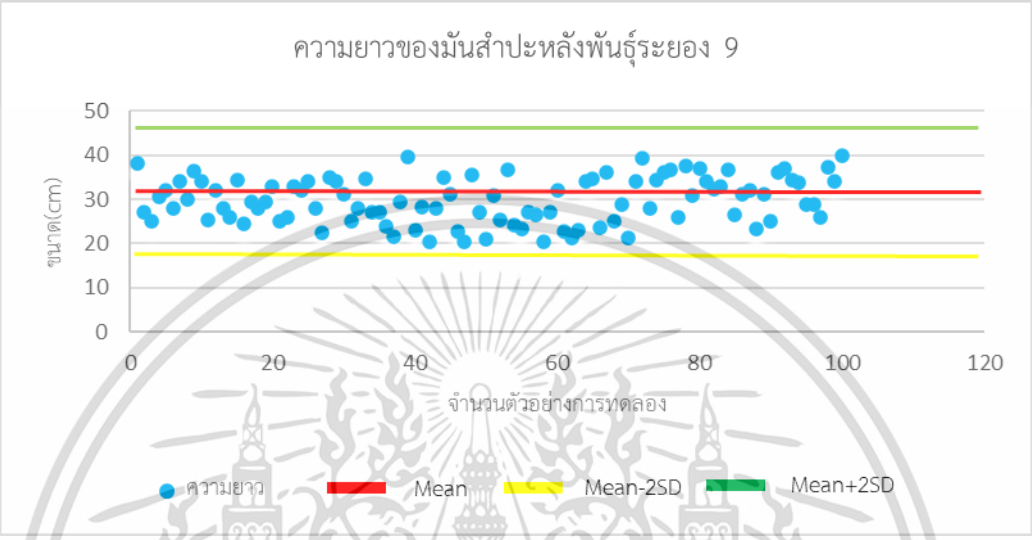
4. นำข้อมูลมาวิเคราะห์ผลตามข้อที่ 1

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.3 ผลการทดลอง

4.3.1 ผลการทดลองหาขนาดของหัวมันสำปะหลังพันธุ์ระยอง 9

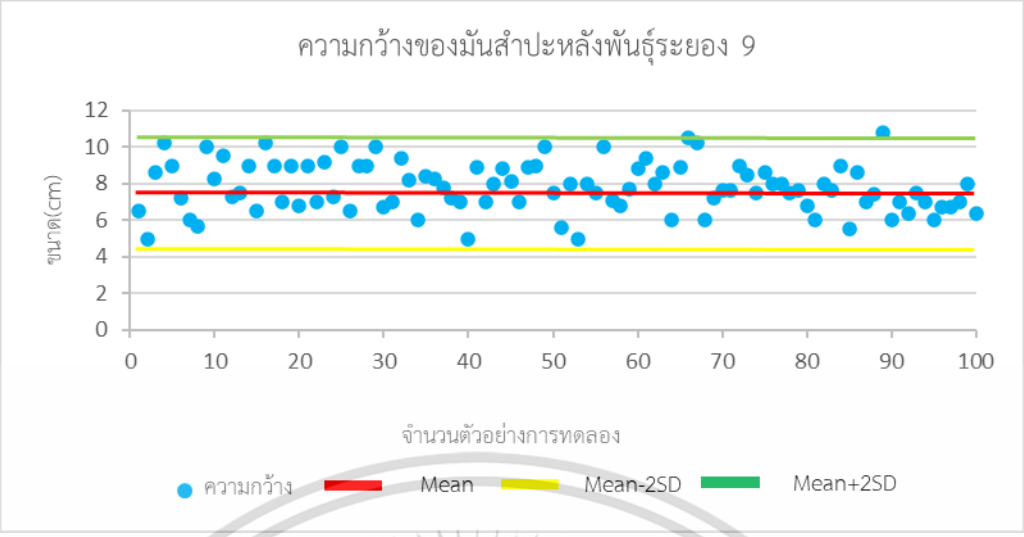
การทดลองการหาขนาดของหัวมันสำปะหลังพันธุ์ระยอง 9 เพื่อศึกษาขนาดของเส้นผ่านศูนย์กลางทั้ง 3 ด้าน ได้แก่ ด้านยาว ด้านกว้าง และด้านหนาตามลำดับ แสดงผลดังรูปที่ 4.1-4.3



รูปที่ 4.1 กราฟความยาวของมันสำปะหลังพันธุ์ระยอง 9

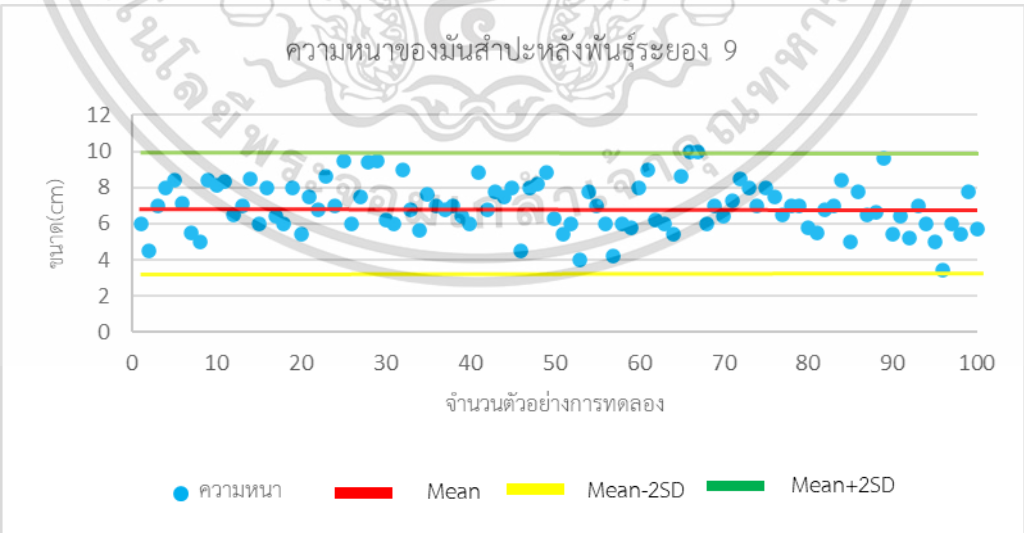
จากรูปที่ 4.1 พบว่า กราฟความสัมพันธ์ระหว่างจำนวนมันสำปะหลัง 100 หัวกับความยาวมันสำปะหลังพันธุ์ระยอง 9 ในแต่ละหัวโดยความยาวที่ได้จากรูปที่ 4.1 มีค่าดังนี้ 38.2, 27, 25.1, 30.5, 32.2, 28.0, 34.0, 30.0, 36.5, 34.0, 25.4, 32.0, 28.0, 29.5, 33.0, 25.0, 26.0, 33.0, 32.0, 34.0, 28.0, 22.5, 35.0, 34.0, 31.1, 25.2, 28.0, 34.6, 27.0, 27.0, 24.0, 21.5, 29.3, 39.5, 23.0, 28.2, 20.5, 28.0, 35.0, 31.2, 22.8, 20.4, 35.5, 27.0, 21.0, 31.0, 25.5, 36.6, 24.2, 23.4, 27.0, 26.4, 20.5, 27.2, 32.2, 22.7, 21.3, 23.0, 34.2, 34.8, 23.5, 36.0, 25.0, 28.9, 21.2, 34.2, 39.2, 28.0, 34.3, 36.2, 36.7, 26.0, 37.5, 31.0, 37.0, 34.0, 32.4, 33.0, 36.8, 26.5, 31.2, 25.0, 36.0, 37.0, 34.4, 33.8, 28.8, 29.0, 26.0, 37.4, 34.0, และ40 ตามลำดับ โดยหัวมันสำปะหลังพันธุ์ระยอง 9 มีความยาวเฉลี่ยเท่ากับ 29.82$\pm$5.16 เซนติเมตร

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 4.2 กราฟความกว้างของมันสำปะหลังพันธุ์ระยอง 9

จากรูปที่ 4.2 พบว่า กราฟความสัมพันธ์ระหว่างจำนวนมันสำปะหลัง 100 หัวกับความกว้างมันสำปะหลังพันธุ์ระยอง 9 ในแต่ละหัวโดยความกว้างที่ได้จากรูปที่ 4.2 มีค่าดังนี้ 6.5 , 5.0, 8.6, 10.2, 9.0, 8.4, 7.2, 6.0, 5.7, 10.0, 8.3, 9.5, 7.3, 7.5, 9, 6.8, 9.0, 7.0, 9.2, 7.3, 10.0, 6.5, 9.0, 9.0, 10.0, 6.7, 7.0, 9.4, 8.2, 6.0, 8.4, 8.3, 7.8, 7.2, 7.0, 5.0, 8.9, 7.0, 8.0, 8.8, 8.1, 7.0, 8.9, 9.0, 10.0, 7.5, 5.6, 8.0, 5.0, 8.0, 7.5, 10, 7.1, 6.8, 7.7, 8.8, 9.4, 8, 8.6, 6.0, 8.9, 10.5 , 10.2, 6.0, 7.2, 7.6, 7.6, 9.0, 8.5, 7.5, 8.6, 8.0, 8.0, 7.5, 7.6, 6.8, 6.0, 8.0, 7.6, 9.0, 5.5, 10.8, 6.0, 7.0, 6.4, 7.5, 7.0, 6.0, 6.7, 6.7, 7.0, 8.0 และ6.4 ตามลำดับ โดยหัวมันสำปะหลังพันธุ์ระยอง 9 มีความกว้างเฉลี่ยเท่ากับ 7.80$\pm$1.34 เซนติเมตร



รูปที่ 4.3 กราฟความหนาของมันสำปะหลังพันธุ์ระยอง 9

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

จากรูปที่ 4.3 พบว่า กราฟความสัมพันธ์ระหว่างจำนวนมันสำปะหลัง 100 หัวกับความหนามันสำปะหลังพันธุ์ระยอง 9 ในแต่ละหัวโดยความหนาที่ได้จากรูปที่ 4.3 มีค่าดังนี้ 4.5, 7.0, 8.0, 8.4, 7.1, 5.5, 5.0, 8.4, 8.1, 8.3, 6.5, 7.0, 6.4, 5.4, 7.5, 6.8, 8.6, 7.0, 9.5, 6.0, 7.5, 9.4, 9.5, 6.2, 6.0, 9.0, 6.8, 5.6, 7.6, 7.0, 6.8, 7.0, 6.4, 6.0, 8.8, 6.8, 7.8, 7.5, 8.04.5, 8.0, 8.2, 8.8, 6.3, 5.4, 6.0, 4.0, 7.8, 7.0, 6.0, 4.2, 6.0, 5.8, 8.0, 9.0, 6.2, 6.0, 5.4, 8.6, 10.0, 10.0, 6.0, 7.0, 6.4, 7.3, 8.5, 8.0, 7.0, 8.0, 7.5, 6.5, 7.0, 7.0, 5.8, 5.5, 6.8, 7.0, 8.4, 5.0, 9.6, 5.4, 6.4, 5.2, 7.0, 6.0, 5.0, 3.4, 6.0, 5.4, 7.8 และ5.7 ตามลำดับ โดยหัวมันสำปะหลังพันธุ์ระยอง 9 มีความหนาเฉลี่ยเท่ากับ 6.93±1.38 เซนติเมตร

จากการทดลองหาขนาดของหัวมันสำปะหลังพันธุ์ระยอง 9 แสดผลการทดลองดังรูปที่ 4.1-4.3 พบว่า มันสำปะหลังที่สุ่มนำมาทดลองจำนวน 100 หัว พบว่ามันสำปะหลังมีความยาวเฉลี่ยเท่ากับ 29.82±5.16 เซนติเมตร ความกว้างเฉลี่ยเท่ากับ 7.80±1.34 เซนติเมตร และความหนาเฉลี่ยเท่ากับ 6.93±1.38 เซนติเมตร

4.3.2 ผลการทดลองหาความเร็วรอบของใบมีดที่ใช้ในการหั่นมันสำปะหลัง เพื่อเลือกความเร็วรอบที่เหมาะสม

การทดลองหาความเร็วรอบที่เหมาะสมของใบมีดที่ใช้ในการหั่นมันสำปะหลัง ทดสอบโดยการใช้ความเร็วรอบของมอเตอร์ที่ต่างกัน 5 ความเร็วรอบ คือ 429, 572, 715, 858 และ1001 รอบต่อนาที ซึ่งได้ผลการทดลองหลังการหั่นมันสำปะหลังดังนี้

ตารางที่ 1 น้ำหนักของมันสำปะหลังที่ผ่านการหั่นที่ความเร็วรอบที่ 429 รอบต่อนาที

ความเร็วรอบของมอเตอร์ (รอบต่อนาที)	ความถี่ (Hz)	จำนวนซ้ำที่ทำการทดลอง	มันสำปะหลังมีลักษณะเป็นแผ่นสมบูรณ์ (กิโลกรัม)	มันสำปะหลังมีลักษณะเป็นแผ่นไม่สมบูรณ์ (กิโลกรัม)	เศษมันสำปะหลัง (กิโลกรัม)
429	15	1	6.92	1.66	1.42
		2	6.22	2.34	1.44
		3	5.56	2.72	1.72
		4	5.95	2.48	1.57
		5	5.70	3.42	0.88
		เฉลี่ย	6.07±0.54	2.52±0.64	1.41±0.32

จากตารางที่ 1 ผลการทดลองที่ความเร็วรอบเท่ากับ 429 รอบต่อนาที คัดแยกมันสำปะหลังที่ผ่านการหั่นเป็น 3 ประเภท 1.) มันสำปะหลังมีลักษณะเป็นแผ่นสมบูรณ์ 2.)มันสำปะหลังมีลักษณะเป็นแผ่นไม่สมบูรณ์ และ 3.)เศษมันสำปะหลัง น้ำหนักเฉลี่ยเท่ากับ 6.07±0.54, 2.52±0.64 และ 6.07±0.54 กิโลกรัม ตามลำดับ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 2 น้ำหนักของมันสำปะหลังที่ผ่านการหั่นที่ความเร็วรอบที่ 572 รอบต่อนาที

ความเร็วรอบของมอเตอร์ (รอบต่อนาที)	ความถี่ (Hz)	จำนวนซ้ำที่ทำการทดลอง	มันสำปะหลังมีลักษณะเป็นแผ่นสมบูรณ์ (กิโลกรัม)	มันสำปะหลังมีลักษณะเป็นแผ่นไม่สมบูรณ์ (กิโลกรัม)	เศษมันสำปะหลัง (กิโลกรัม)
572	20	1	6.40	2.78	0.82
		2	7.76	1.34	0.90
		3	7.88	1.84	0.28
		4	6.95	1.97	1.08
		5	7.62	1.44	0.94
		เฉลี่ย	7.32±0.63	1.87±0.57	0.81±0.31

จากตารางที่ 2 ผลการทดลองที่ความเร็วรอบเท่ากับ 572 รอบต่อนาที คัดแยกมันสำปะหลังที่ผ่านการหั่นเป็น 3 ประเภท 1.) มันสำปะหลังมีลักษณะเป็นแผ่นสมบูรณ์ 2.)มันสำปะหลังมีลักษณะเป็นแผ่นไม่สมบูรณ์ และ3.)เศษมันสำปะหลัง น้ำหนักเฉลี่ยเท่ากับ 7.32±0.63, 1.87±0.57 และ0.81±0.31 กิโลกรัม ตามลำดับ

ตารางที่ 3 น้ำหนักของมันสำปะหลังที่ผ่านการหั่นที่ความเร็วรอบที่ 715 รอบต่อนาที

ความเร็วรอบของมอเตอร์ (รอบต่อนาที)	ความถี่ (Hz)	จำนวนซ้ำที่ทำการทดลอง	มันสำปะหลังมีลักษณะเป็นแผ่นสมบูรณ์ (กิโลกรัม)	มันสำปะหลังมีลักษณะเป็นแผ่นไม่สมบูรณ์ (กิโลกรัม)	เศษมันสำปะหลัง (กิโลกรัม)
715	25	1	7.94	1.10	0.96
		2	7.81	1.52	0.67
		3	8.22	1.16	0.62
		4	7.89	1.14	0.97
		5	7.64	1.72	0.64
		เฉลี่ย	7.90±0.21	1.33±0.28	0.77±0.18

จากตารางที่ 3 ผลการทดลองที่ความเร็วรอบเท่ากับ 572 รอบต่อนาที คัดแยกมันสำปะหลังที่ผ่านการหั่นเป็น 3 ประเภท 1.) มันสำปะหลังมีลักษณะเป็นแผ่นสมบูรณ์ 2.)มันสำปะหลังมีลักษณะเป็นแผ่นไม่สมบูรณ์ และ3.)เศษมันสำปะหลัง น้ำหนักเฉลี่ยเท่ากับ 7.90±0.21, 1.33±0.28 และ 0.77±0.18 กิโลกรัม ตามลำดับ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 4 น้ำหนักของมันสำปะหลังที่ผ่านการหั่นที่ความเร็วรอบที่ 858 รอบต่อนาที

ความเร็วรอบของมอเตอร์ (รอบต่อนาที)	ความถี่ (Hz)	จำนวนซ้ำที่ทำการทดลอง	มันสำปะหลังมีลักษณะเป็นแผ่นสมบูรณ์ (กิโลกรัม)	มันสำปะหลังมีลักษณะเป็นแผ่นไม่สมบูรณ์ (กิโลกรัม)	เศษมันสำปะหลัง (กิโลกรัม)
858	30	1	7.16	2.0	0.84
		2	7.08	1.5	1.42
		3	7.50	1.46	1.04
		4	7.38	1.76	0.86
		5	7.52	1.84	0.64
		เฉลี่ย	7.33$\pm$0.20	1.71$\pm$0.23	0.96$\pm$0.30

จากตารางที่ 4 ผลการทดลองที่ความเร็วรอบเท่ากับ 572 รอบต่อนาที คัดแยกมันสำปะหลังที่ผ่านการหั่นเป็น 3 ประเภท 1.) มันสำปะหลังมีลักษณะเป็นแผ่นสมบูรณ์ 2.)มันสำปะหลังมีลักษณะเป็นแผ่นไม่สมบูรณ์ และ3.)เศษมันสำปะหลัง น้ำหนักเฉลี่ยเท่ากับ 7.33$\pm$0.20, 1.71$\pm$0.23 และ 0.96$\pm$0.30กิโลกรัม ตามลำดับ

ตารางที่ 5 น้ำหนักของมันสำปะหลังที่ผ่านการหั่นที่ความเร็วรอบที่ 1001 รอบต่อนาที

ความเร็วรอบของมอเตอร์ (รอบต่อนาที)	ความถี่ (Hz)	จำนวนซ้ำที่ทำการทดลอง	มันสำปะหลังมีลักษณะเป็นแผ่นสมบูรณ์ (กิโลกรัม)	มันสำปะหลังมีลักษณะเป็นแผ่นไม่สมบูรณ์ (กิโลกรัม)	เศษมันสำปะหลัง (กิโลกรัม)
1001	35	1	6.90	1.92	1.18
		2	7.32	1.52	1.16
		3	7.24	1.80	1.56
		4	6.71	1.96	1.33
		5	7.16	1.96	1.88
		เฉลี่ย	7.07$\pm$0.25	1.83$\pm$0.19	1.10$\pm$0.30

จากตารางที่ 5 ผลการทดลองที่ความเร็วรอบเท่ากับ 572 รอบต่อนาที คัดแยกมันสำปะหลังที่ผ่านการหั่นเป็น 3 ประเภท 1.) มันสำปะหลังมีลักษณะเป็นแผ่นสมบูรณ์ 2.)มันสำปะหลังมีลักษณะเป็นแผ่นไม่สมบูรณ์ และ3.)เศษมันสำปะหลัง น้ำหนักเฉลี่ยเท่ากับ 7.07$\pm$0.25, 1.83$\pm$0.19 และ1.10$\pm$0.30 กิโลกรัม ตามลำดับ

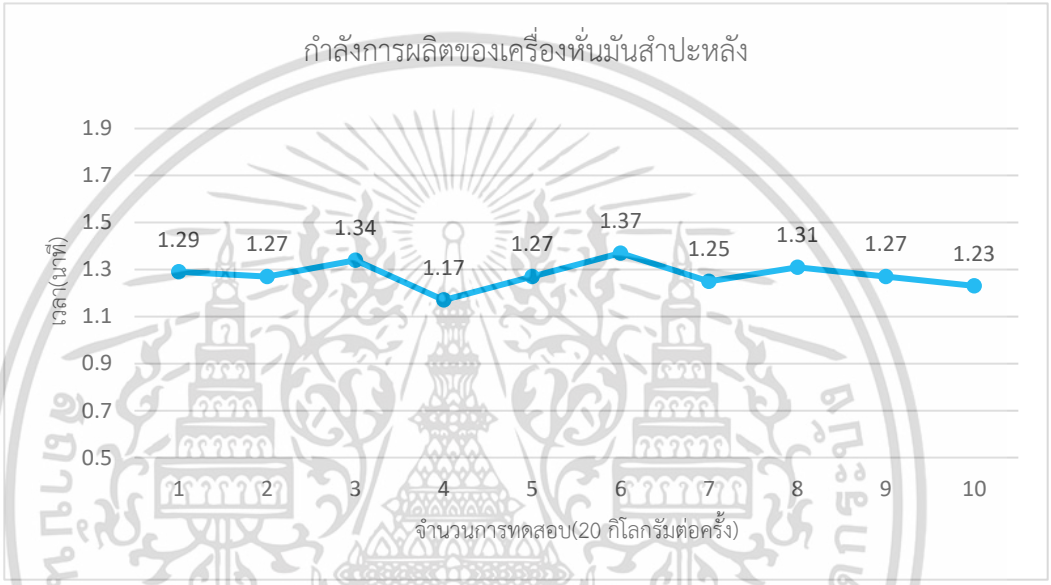
สรุปจากตารางที่1-5 พบว่าความเร็วรอบของมอเตอร์ที่ 715 รอบต่อนาที (25Hz)มีผลิตภัณฑ์หลังการหั่นมันสำปะหลังมีปริมาณแผ่นที่มีลักษณะสมบูรณ์มากกว่าในทุกความเร็วรอบเฉลี่ยที่ 7.90$\pm$0.21 กิโลกรัม และมีแผ่นมันสำปะหลังที่ไม่สมบูรณ์เฉลี่ยที่ 1.33$\pm$0.28 กิโลกรัมซึ่งเป็นปริมาณที่น้อยที่สุดใน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ทุกรอบความเร็ว จากมันสำปะหลัง 10 กิโลกรัม ซึ่งสามารถสรุปได้ว่ารอบความเร็วมอเตอร์ที่ 715 รอบต่อนาที เป็นรอบความเร็วที่เหมาะสมที่สุดในการนำมาใช้หั่นมันสำปะหลัง

4.3.3 ผลการทดลองหาเวลาการผลิตของเครื่องหั่นมันสำปะหลัง

การทดลองหากำลังการผลิตของเครื่องหั่นมันสำปะหลังของเครื่องที่ได้ทำการพัฒนา ซึ่งข้อมูลได้มาจากการทดสอบประสิทธิภาพของเครื่องหั่นมันสำปะหลัง ดังรูปที่ 4.4



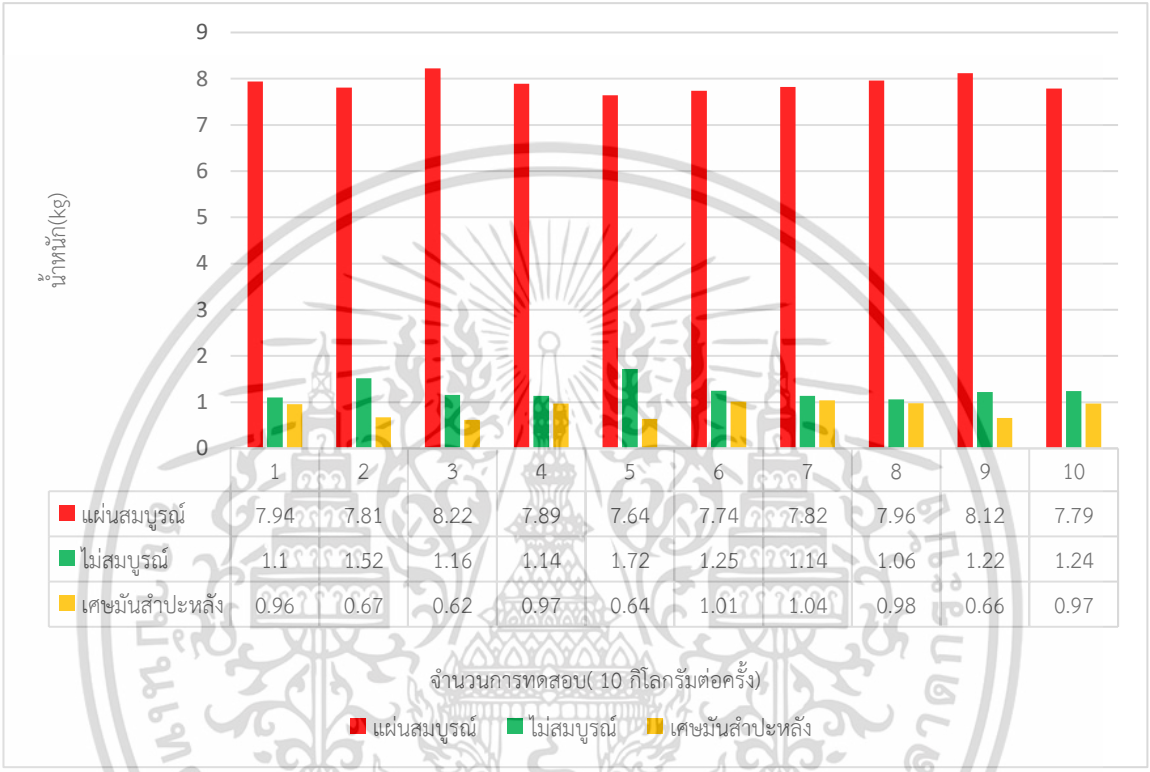
รูปที่ 4.4 แสดงกราฟเวลาการผลิตของเครื่องหั่นมันสำปะหลัง

จากรูปที่ 4.4 เป็นกราฟที่แสดงเวลาการผลิตของเครื่องหั่นมันสำปะหลัง ซึ่งได้ทำการทดลองทั้งหมด 10 ครั้งได้เวลาเท่ากับ 1.29, 1.27, 1.34, 1.17, 1.27, 1.37, 1.25, 1.31, 1.27 และ 1.23 นาที จากการหั่นมันสำปะหลังครั้งละ 20 กิโลกรัม ใช้เวลาเฉลี่ยเท่ากับ 1.277$\pm$0.06 นาที

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.3.4 ผลการทดลองหาประสิทธิภาพของมันสำปะหลังที่หั่น ได้แก่ มันสำปะหลังเป็นแผ่นสมบูรณ์, มันสำปะหลังเป็นแผ่นไม่สมบูรณ์ และเศษของมันสำปะหลัง

การทดลองหาประสิทธิภาพของมันสำปะหลังที่หั่น โดยแบ่งผลิตภัณฑ์เป็น 3 ประเภท ได้แก่ มันสำปะหลังเป็นแผ่นสมบูรณ์ , มันสำปะหลังเป็นแผ่นไม่สมบูรณ์ และเศษมันสำปะหลัง สามารถหาได้จากการเก็บข้อมูลเครื่องหั่นมันสำปะหลังที่พัฒนาขึ้นมา แสดงดังรูปที่ 4.5



	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
แผ่นสมบูรณ์	7.94	7.81	8.22	7.89	7.64	7.74	7.82	7.96	8.12	7.79
ไม่สมบูรณ์	1.1	1.52	1.16	1.14	1.72	1.25	1.14	1.06	1.22	1.24
เศษมันสำปะหลัง	0.96	0.67	0.62	0.97	0.64	1.01	1.04	0.98	0.66	0.97

รูปที่ 4.5 แสดงกราฟแสดงน้ำหนักของแผ่นมันสำปะหลังที่สมบูรณ์,ไม่สมบูรณ์ และเศษของมันสำปะหลัง

จากรูปที่ 4.5 แสดงน้ำหนักของแผ่นมันสำปะหลังเป็นแผ่นสมบูรณ์, แผ่นมันสำปะหลังไม่สมบูรณ์ และเศษของมันสำปะหลัง พบว่าน้ำหนักของมันสำปะหลังเป็นแผ่นสมบูรณ์เฉลี่ยเท่ากับ 7.89$\pm$0.17 กิโลกรัม น้ำหนักของมันสำปะหลังแบบแผ่นไม่สมบูรณ์เฉลี่ยเท่ากับ1.26$\pm$0.20 กิโลกรัม และเศษของมันสำปะหลังเฉลี่ยเท่ากับ 0.85$\pm$0.18 กิโลกรัม และเปรียบเทียบเป็นเปอร์เซ็นต์ความสามารถของการเป็นแผ่นสมบูรณ์, แผ่นไม่สมบูรณ์ และเศษของมันสำปะหลังเท่ากับ 78.9, 12.6, 8.5 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 5

สรุปผลการทดลองและข้อเสนอแนะ

5.1 สรุปผลการทดลอง

1. ขนาดของหัวมันสำปะหลังพันธุ์ระยอง 9 มีความยาวเฉลี่ยเท่ากับ 29.82 (±5.16) เซนติเมตร ความกว้างเฉลี่ยเท่ากับ 7.80 (±1.34) เซนติเมตร และความหนาเฉลี่ยเท่ากับ 6.93 (±1.38) เซนติเมตร

2. ความเร็วรอบที่เหมาะสมของใบมีดที่ใช้ในการหั่นมันสำปะหลังแบบลูกเต๋าของเครื่องที่ทำการพัฒนา เท่ากับ ความเร็วรอบของมอเตอร์ที่ 715 รอบต่อนาที

3. เวลาที่ใช้ในการหั่นมันสำปะหลัง 20 kg ของเครื่องหั่นมันสำปะหลังแบบลูกเต๋าของเครื่องที่ทำการพัฒนา เท่ากับ 1.277 (±0.06) นาที

4. ความสามารถของเครื่องหั่นมันสำปะหลังแบบลูกเต๋าของเครื่องที่ทำการพัฒนาชุดหั่น มีความสามารถในการผลิตอยู่ที่ 939.70 กิโลกรัมต่อชั่วโมง

5. ประสิทธิภาพความเป็นแผ่นมันสำปะหลังที่สมบูรณ์, ไม่สมบูรณ์ และเศษของมันสำปะหลังของเครื่องที่ทำการพัฒนา เท่ากับ 78.9, 12.6 และ 8.5 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ

5.2 การอภิปรายผล

เครื่องหั่นมันสำปะหลังแบบลูกเต๋าที่พัฒนาขึ้นมานี้สามารถตอบสนองความต้องการของผู้ประกอบการการแปรรูปมันสำปะหลังได้ ลดระยะเวลาในการหั่นมันสำปะหลังและเพิ่มกำลังการผลิต โดยการใช้เป็นชุดใบมีด 15 ใบ วางสลับฟันปลากัน และมีการหั่นมันสำปะหลังในแนวนอน ตัวเครื่องหั่นมันสำปะหลังออกแบบเป็นแบบถอดประกอบได้ เพื่อง่ายต่อการทำความสะอาดและบำรุงรักษา

5.3 ข้อเสนอแนะ

1. ควรลดขนาดของซุปเปอร์ลีนเพื่อที่จะสามารถหั่นมันสำปะหลังชิ้นที่มีขนาดใหญ่มาก
2. ควรเพิ่มอุปกรณ์ลดแรงกระแทกจากบริเวณที่หั่นมันสำปะหลังไปยังสายพาน
3. ควรลดขนาดของซุปเปอร์ลีนเพื่อเพิ่มระยะหั่นของใบมีด ทำให้สามารถหั่นหัวมันที่มีขนาดใหญ่มากได้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บรรณานุกรม

นายไชยวัฒน์ มณีอินทร์,อาทิพงศ์ รัชฎานนท์ และอาลีฟ กัลยามิตร. (2561) .**การออกแบบและพัฒนาชุดกดและชุดมีดสำหรับเครื่องหั่นมันสำปะหลังแบบลูกเต๋า**, ภาควิชาวิศวกรรมเกษตร คณะวิศวกรรมศาสตร์ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง.

นายวิรัตน์ หวังเขื่อนกลาง. (2558). **เครื่องหั่นชิ้นมันเส้น,สาขาวิชาวิศวกรรมเครื่องจักรกลเกษตร**, คณะวิศวกรรมศาสตร์ ศูนย์กลางมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลอีสาน.

Dan Olofsson. (2012). **Circular Saw Inspection System and Sawing Accuracy**, Cutting edge, 7-9.

การออกแบบและพัฒนาเครื่องตัดวางรายต้นพันธุ์มันสำปะหลัง. [Online]. Available: http://www.repository.rmutt.ac.th/handle/123456789/665. (วันที่สืบค้น 24 สิงหาคม 2562).

การแปรรูปมันสำปะหลังในประเทศไทย. [Online]. Available: http://kanchanapisek.or.th. (วันที่สืบค้น 27 สิงหาคม 2562).

มันสำปะหลังห้วยบง 60. [Online]. Available: https://www3.rdi.ku.ac.th/?p=18098. (วันที่สืบค้น 24 สิงหาคม 2562).

ใบเลื่อยวงเดือน. [Online]. Available: https://meplushobby.com/2016/11/02/circular-saw-blade. (วันที่สืบค้น 28 สิงหาคม 2562).

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก ก

ตารางที่ ก.1 การทดลองหาเวลาการผลิตของเครื่องหั่นมันสำปะหลัง

จำนวน	น้ำหนัก (กิโลกรัม)	เวลาที่ใช้ (นาที)
1	20	1.29
2	20	1.27
3	20	1.34
4	20	1.17
5	20	1.27
6	20	1.37
7	20	1.25
8	20	1.31
9	20	1.27
10	20	1.23
Average		1.277±0.06

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ ก.2 การทดลองหาความเร็วรอบของใบมีดที่เหมาะสมในการหั่นมันสำปะหลัง

ความเร็วรอบของมอเตอร์ (รอบต่อนาที)	ความถี่ (Hz)	จำนวนซ้ำที่ทำการทดลอง	มันสำปะหลังมีลักษณะเป็นแผ่นสมบูรณ์ (กิโลกรัม)	มันสำปะหลังมีลักษณะเป็นแผ่นไม่สมบูรณ์ (กิโลกรัม)	เศษมันสำปะหลัง (กิโลกรัม)
429	15	5	6.07±0.54	2.52±0.64	1.41±0.32
572	20	5	7.32±0.63	1.87±0.57	0.81±0.31
715	25	5	7.90±0.21	1.33±0.28	0.77±0.18
858	30	5	7.33±0.20	1.71±0.23	0.96±0.30
1001	35	5	7.07±0.25	1.83±0.19	1.10±0.30

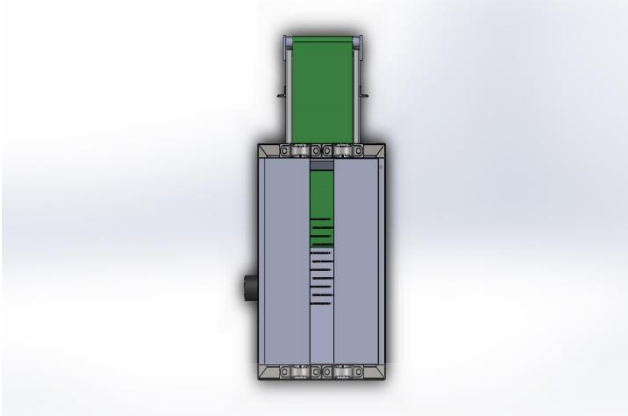
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก ข

รูปที่ ข.1 เครื่องหั่นมันสำปะหลังแบบลูกเต๋า

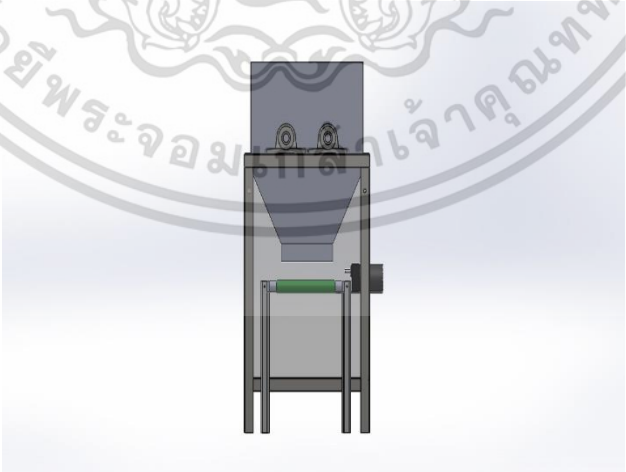
รูปที่ ข.2 ชุดใบมีดหั่นมันสำปะหลัง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ ข.3 ภาพฉายด้านบน

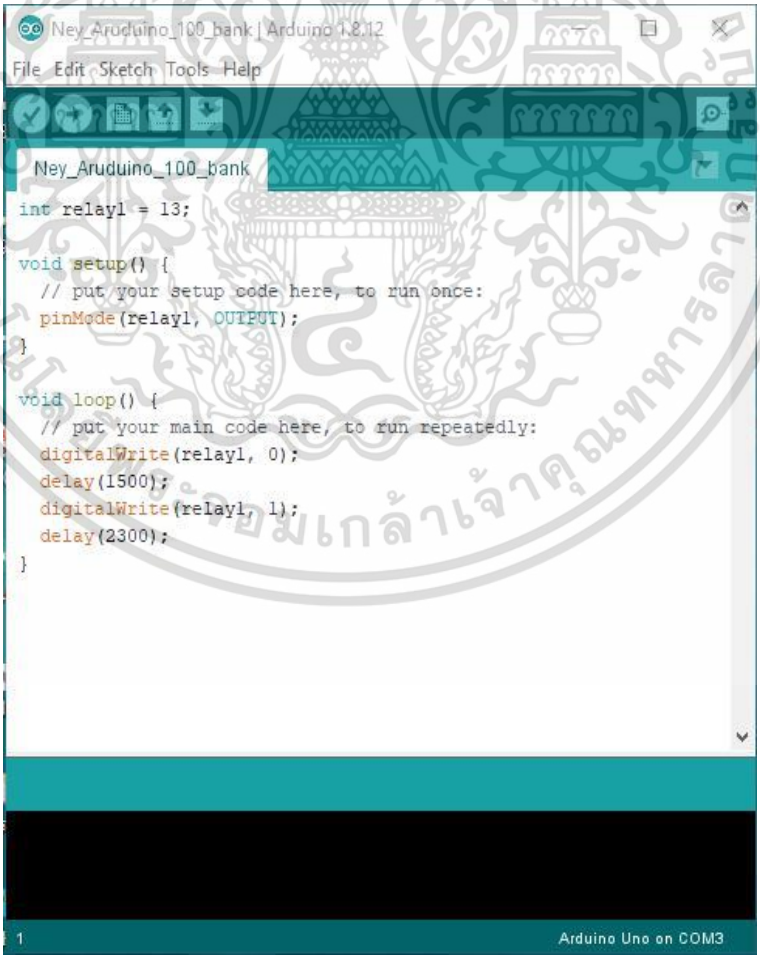
รูปที่ ข.4 ภาพฉายด้านหน้า



รูปที่ ข.5 ภาพฉายด้านข้าง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

รูปที่ ข.6 ชุดลำเลียงมันสำปะหลัง



รูปที่ ข.7 โค้ดการทำงานของชุดลำเลียงมันสำปะหลัง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

รูปที่ ข.8 ชุดหัวกดมันสำปะหลัง

รูปที่ ข.9 ชุดมีดหั่นย่อยเป็นลูกเต๋า

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้