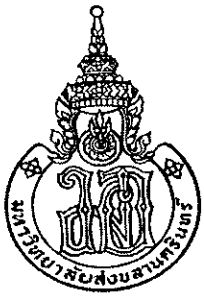


รายงานวิจัยฉบับสมบูรณ์

เครื่องผ่าผลปาล์มแบบไฟฟ้า

Electrical Palm fruit cutting machine

ผู้วิจัย

ดร. นงเยาว์ เมืองดี

คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีอุตสาหกรรม

มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ วิทยาเขตสุราษฎร์ธานี

บทคัดย่อ

การนำน้ำมันปาล์มมาใช้ประโยชน์อย่างมากมายส่งผลให้มีการปรับปรุงขยายพันธุ์ปาล์มต่างๆ เพิ่มขึ้นหลายชนิดพันธุ์ ซึ่งผลปาล์มแต่ละพันธุ์ก็แตกต่างกันในแต่ละสายพันธุ์ และบางพันธุ์ที่เพิ่งผ่านการผสมขึ้นมาใหม่จำเป็นต้องมีการวิจัยที่ดีและมีองค์ความรู้ในทุกๆ ด้านก่อนที่จะนำไปใช้ประโยชน์ ในปัจจุบันมีผลงานวิจัยที่เกิดขึ้นอย่างมากมายเกี่ยวกับปาล์มแต่เครื่องมือที่ใช้ในการผ่าผลปาล์มเพื่อที่จะนำไปใช้ในการศึกษาวิจัยนั้นยังไม่สามารถตอบสนองต่อความต้องการของนักวิจัยได้อย่างสูงสุด การศึกษาวิจัยในครั้งนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อที่จะประดิษฐ์เครื่องผ่าผลปาล์มแบบไฟฟ้าสำหรับห้องปฏิบัติการวิจัยปาล์ม ซึ่งเครื่องผ่าผลปาล์มแบบไฟฟ้าที่ได้ประดิษฐ์ขึ้นมีลักษณะที่ประกอบด้วย ส่วนขับดัน ส่วนแท่นเลื่อน ชุดตัด และชุดจับยึดผลปาล์ม

ในการทดสอบประสิทธิภาพเครื่องได้ใช้ใบเลื่อยทั้งหมด 3 ขนาดคือ 1) ใบเลื่อยขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 7.5 นิ้ว 40 ฟัน ความหนาของฟัน 2.5 มม. ซึ่งมีลักษณะฟันที่ห่างเกินไปทำให้ผลปาล์มที่ผ่าได้ในแต่ละพันธุ์มีจำนวนผลปาล์มที่ผ่าได้ไม่สมบูรณ์จำนวนมากประมาณ 30% ของจำนวนผลปาล์มทั้งหมด 2) ใบเลื่อยขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 7.5 นิ้ว 60 ฟัน ความหนาของฟัน 2.5 มิลลิเมตร ผลปรากฏว่าจำนวนผลปาล์มที่ผ่าไม่สมบูรณ์ลดลงเหลือประมาณ 8 % ของจำนวนผลปาล์มทั้งหมด และ 3) ใบเลื่อยขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 7.5 นิ้ว 60 ฟัน ความหนาของฟัน 2.0 มิลลิเมตร ซึ่งสามารถลดจำนวนผลปาล์มที่ผ่าไม่สมบูรณ์เหลือเพียง 1.2 % ของจำนวนผลปาล์มทั้งหมด

จากการทดสอบประสิทธิภาพเครื่องพบว่าใบเลื่อยขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 7.5 นิ้ว 60 ฟัน ความหนาของฟัน 2.0 มิลลิเมตรเป็นขนาดที่เหมาะสมที่สุด ซึ่งสามารถผ่าผลปาล์มได้ 10 ผล ในเวลาเฉลี่ย 43 วินาที และใช้พลังงานเฉลี่ยเพียง 0.00668 kWh และจากผลการทดลองพบว่าเครื่องผ่าผลปาล์มแบบไฟฟ้าสามารถนำไปใช้กับห้องปฏิบัติการวิจัยปาล์มได้เป็นอย่างดี

Abstract

Palm oil becomes very useful that provide the adaptation of various palm breed, which each has different characteristics. Now there are many researches about oil palm, but there is no suitable cutting tool for the researchers in order to study the physical characteristic of palm fruit. This research aimed to build the electrical palm fruit cutting machine. This machine has 4 parts: driving part, feeding part, cutting part, and palm fruits holding tool.

There are 3 sizes of saw blade were used in efficiency test: 1) saw blade with diameter of 7.5 inches 40 teeth and 2.5 millimeters thickness that having amount of imperfect split palm fruit about 30%; 2) saw blade with diameter of 7.5 inches 60 teeth and 2.5 millimeters thickness that could reduce the imperfect split palm fruit to 8%; and 3) saw blade with diameter of 7.5 inches 60 teeth and 2.0 millimeters thickness that could reduce the amount of imperfect split to 1.2 %.

The efficiency test results found that saw blade with diameter of 7.5 inches 60 teeth and 2.0 millimeters thickness is suitable for this electrical palm fruit cutting machine that could split 10 palm fruits in the average time of 43 second and used the average energy of 0.00668 kWh. The experimental results show that palm fruit cutting machine could apply well with the palm research laboratory.

สารบัญ

		หน้า
บทที่ 1	บทนำ	1
บทที่ 2	ตรวจเอกสาร	3
บทที่ 3	วิธีการวิจัย	
	3.1 การศึกษาลักษณะทางฟิสิกส์ของผลปาล์ม	9
	3.2 การออกแบบเครื่องผ่าผลปาล์มแบบไฟฟ้า	9
	3.3 การสร้างเครื่องผ่าผลปาล์มแบบไฟฟ้า	10
	3.4 การทดสอบประสิทธิภาพเครื่องผ่าผลปาล์ม	10
	3.5 การทดสอบการสิ้นเปลืองพลังงานของเครื่อง	10
บทที่ 4	ผลการทดลองและวิจารณ์	
	4.1 ลักษณะทางฟิสิกส์ของผลปาล์ม	11
	4.2 ผลการออกแบบและสร้างเครื่องผ่าผลปาล์มแบบไฟฟ้า	12
	4.3 ผลการทดสอบประสิทธิภาพเครื่องผ่าผลปาล์มและผลการทดสอบการสิ้นเปลืองพลังงานของเครื่องเมื่อใช้ใบเลื่อยขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 7.5 นิ้ว 40 ฟัน ความหนาของฟัน 2.5 มม.	15
	4.4 ผลการทดสอบประสิทธิภาพเครื่องผ่าผลปาล์มและผลการทดสอบการสิ้นเปลืองพลังงานของเครื่อง เมื่อใช้ใบเลื่อยขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 7.5 นิ้ว 60 ฟัน ความหนาของฟัน 2.5 มม.	29
	4.5 ผลการทดสอบประสิทธิภาพเครื่องผ่าผลปาล์มและผลการทดสอบการสิ้นเปลืองพลังงานของเครื่อง เมื่อใช้ใบเลื่อยขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 7.5 นิ้ว 60 ฟัน ความหนาของฟัน 2 มม.	43
บทที่ 5	สรุปผลการวิจัย	60
	เอกสารอ้างอิง	63

สารบัญตาราง

ตารางที่	ชื่อตาราง	หน้า
2.1	แสดงลักษณะพันธุ์ปาล์มน้ำมัน	4
2.2	ปริมาณการผลิตและการใช้น้ำมันปาล์มดิบในประเทศ ปี พ.ศ. 2536 – 2549	6
4.1	ตารางบันทึกผลการผ่าผลปาล์มด้วยเครื่องผ่าผลปาล์มแบบไฟฟ้า ปาล์มพันธุ์เทเนอรา ใบเลื่อยขนาด 7.5 นิ้ว 40 ฟัน ความหนาของฟัน 2.5 มม.	16
4.2	ตารางบันทึกผลการผ่าผลปาล์มด้วยเครื่องผ่าผลปาล์มแบบไฟฟ้า ปาล์มพันธุ์สุราษฎร์ธานี 1 ใบเลื่อยขนาด 7.5 นิ้ว 40 ฟัน ความหนาของฟัน 2.5 มม.	19
4.3	ตารางบันทึกผลการผ่าผลปาล์มด้วยเครื่องผ่าผลปาล์มแบบไฟฟ้า ปาล์มพันธุ์สุราษฎร์ธานี 2 ใบเลื่อยขนาด 7.5 นิ้ว 40 ฟัน ความหนาของฟัน 2.5 มม.	22
4.4	ตารางบันทึกผลการผ่าผลปาล์มด้วยเครื่องผ่าผลปาล์มแบบไฟฟ้า ปาล์มพันธุ์สุราษฎร์ธานี 3 ใบเลื่อยขนาด 7.5 นิ้ว 40 ฟัน ความหนาของฟัน 2.5 มม.	25
4.5	จำนวนผลปาล์มที่ผ่าได้ไม่สมบูรณ์เฉลี่ยของปาล์มแต่ละพันธุ์ที่ใช้ทดลองกับใบเลื่อยขนาด 7.5 นิ้ว 40 ฟัน ความหนาของฟัน 2.5 มม.	28
4.6	ผลการทดสอบประสิทธิภาพเครื่องผ่าผลปาล์มแบบไฟฟ้าเมื่อใช้ใบเลื่อยขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 7.5 นิ้ว 40 ฟัน ความหนาของฟัน 2.5 มม.	29
4.7	ตารางบันทึกผลการผ่าผลปาล์มด้วยเครื่องผ่าผลปาล์มแบบไฟฟ้า ปาล์มพันธุ์เทเนอรา ใบเลื่อยขนาด 7.5 นิ้ว 60 ฟัน ความหนาของฟัน 2.5 มม.	30
4.8	ตารางบันทึกผลการผ่าผลปาล์มด้วยเครื่องผ่าผลปาล์มแบบไฟฟ้า ปาล์มพันธุ์สุราษฎร์ธานี 1 ใบเลื่อยขนาด 7.5 นิ้ว 60 ฟัน ความหนาของฟัน 2.5 มม.	33
4.9	ตารางบันทึกผลการผ่าผลปาล์มด้วยเครื่องผ่าผลปาล์มแบบไฟฟ้า ปาล์มพันธุ์สุราษฎร์ธานี 2 ใบเลื่อยขนาด 7.5 นิ้ว 60 ฟัน ความหนาของฟัน 2.5 มม.	36
4.10	ตารางบันทึกผลการผ่าผลปาล์มด้วยเครื่องผ่าผลปาล์มแบบไฟฟ้า ปาล์มพันธุ์สุราษฎร์ธานี 3 ใบเลื่อยขนาด 7.5 นิ้ว 60 ฟัน ความหนาของฟัน 2.5 มม.	39
4.11	จำนวนผลปาล์มที่ผ่าได้ไม่สมบูรณ์เฉลี่ยของปาล์มแต่ละพันธุ์ที่ใช้ทดลองกับใบเลื่อยขนาด 7.5 นิ้ว 60 ฟัน ความหนาของฟัน 2.5 มม.	42

สารบัญตาราง (ต่อ)

ตารางที่	ชื่อตาราง	หน้า
4.12	ผลการทดสอบประสิทธิภาพเครื่องผ่าผลปาล์มแบบไฟฟ้าเมื่อใช้ใบเลื่อยขนาดเส้น ผ่านศูนย์กลาง 7.5 นิ้ว 60 ฟัน ความหนาของฟัน 2.5 มม.	43
4.13	ตารางบันทึกผลการผ่าผลปาล์มด้วยเครื่องผ่าผลปาล์มแบบไฟฟ้า ปาล์มพันธุ์เทเนอรา ใบเลื่อยขนาด 7.5 นิ้ว 60 ฟัน ความหนาของฟัน 2.0 มม.	44
4.14	ตารางบันทึกผลการผ่าเมล็ดปาล์มด้วยเครื่องผ่าปาล์มแบบไฟฟ้า ปาล์มพันธุ์สุราษฎร์ธานี 1 ใบเลื่อยขนาด 7.5 นิ้ว 60 ฟัน ความหนาของฟัน 2.0 มม.	47
4.15	ตารางบันทึกผลการผ่าผลปาล์มด้วยเครื่องผ่าผลปาล์มแบบไฟฟ้า ปาล์มพันธุ์สุราษฎร์ธานี 2 ใบเลื่อยขนาด 7.5 นิ้ว 60 ฟัน ความหนาของฟัน 2.0 มม.	50
4.16	ตารางบันทึกผลการผ่าผลปาล์มด้วยเครื่องผ่าผลปาล์มแบบไฟฟ้า ปาล์มพันธุ์สุราษฎร์ธานี 3 ใบเลื่อยขนาด 7.5 นิ้ว 60 ฟัน ความหนาของฟัน 2.0 มม.	53
4.17	จำนวนผลปาล์มที่ผ่าได้ไม่สมบูรณ์เฉลี่ยของปาล์มแต่ละพันธุ์ที่ใช้ทดลองกับใบเลื่อยขนาด 7.5 นิ้ว 60 ฟัน ความหนาของฟัน 2.0 มม.	56
4.18	ผลการทดสอบประสิทธิภาพเครื่องผ่าผลปาล์มแบบไฟฟ้าโดยใช้ใบเลื่อยขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 7.5 นิ้ว 60 ฟัน ความหนาของฟัน 2.0 มม.	57
4.19	สรุปพลังงานที่ใช้ในการผ่าผลปาล์มทั้ง 4 พันธุ์สำหรับใบเลื่อยทั้ง 3 ขนาด	58
4.20	จำนวนผลปาล์มที่ผ่าได้สมบูรณ์เฉลี่ยจากการใช้ใบเลื่อยทั้ง 3 ขนาดในการทดสอบ	59

สารบัญรูป

รูปที่	ชื่อรูป	หน้า
2.1	พันธุ์ปาล์มดูร่า	3
2.2	พันธุ์ปาล์มฟิสิเฟอร่า	4
2.3	พันธุ์ปาล์มลูกผสมเทเนอร่า	4
2.4	รูปผ่าตัดตามยาวและตามขวางของผลปาล์มน้ำมันพันธุ์ต่าง ๆ	5
3.1	แบบเครื่องผ่าผลปาล์มแบบไฟฟ้า	9
4.1	เครื่องผ่าผลปาล์มแบบไฟฟ้า	12
4.2	แบบภาพเขียนแสดงกลไกของเครื่องผ่าผลปาล์มแบบไฟฟ้า	13
4.3	แบบภาพเขียนแสดงภาพขยายของตัวจับยึดผลปาล์ม	13
4.4	แผนภูมิควบคุมคุณภาพ np-chart ของการผ่าผลปาล์มพันธุ์เทเนอร่า โดยใช้ใบเลื่อยขนาด 7.5นิ้ว 40 ฟัน ความหนาของฟัน 2.5 มม.	18
4.5	แผนภูมิควบคุมคุณภาพ np-chart ของการผ่าผลปาล์มพันธุ์สุราษฎร์ธานี 1 โดยใช้ใบเลื่อยขนาด 7.5 นิ้ว 40 ฟัน ความหนาของฟัน 2.5 มม.	21
4.6	แผนภูมิควบคุมคุณภาพ np-chart ของการผ่าผลปาล์มพันธุ์สุราษฎร์ธานี 2 โดยใช้ใบเลื่อยขนาด 7.5 นิ้ว 40 ฟัน ความหนาของฟัน 2.5 มม.	24
4.7	แผนภูมิควบคุมคุณภาพ np-chart ของการผ่าผลปาล์มพันธุ์สุราษฎร์ธานี 3 โดยใช้ใบเลื่อยขนาด 7.5 นิ้ว 40 ฟัน ความหนาของฟัน 2.5 มม.	27
4.8	แผนภูมิควบคุมคุณภาพ np-chart ของการผ่าผลปาล์มพันธุ์เทเนอรา โดยใช้ใบเลื่อยขนาด 7.5 นิ้ว 60 ฟัน ความหนาของฟัน 2.5 มม.	32
4.9	แผนภูมิควบคุมคุณภาพ np-chart ของการผ่าผลปาล์มพันธุ์สุราษฎร์ธานี 1 โดยใช้ใบเลื่อยขนาด 7.5 นิ้ว 60 ฟัน ความหนาของฟัน 2.5 มม.	35
4.10	แผนภูมิควบคุมคุณภาพ np-chart ของการผ่าผลปาล์มพันธุ์สุราษฎร์ธานี 2 โดยใช้ใบเลื่อยขนาด 7.5 นิ้ว 60 ฟัน ความหนาของฟัน 2.5 มม.	38
4.11	แผนภูมิควบคุมคุณภาพ np-chart ของการผ่าผลปาล์มพันธุ์สุราษฎร์ธานี 3 โดยใช้ใบเลื่อยขนาด 7.5 นิ้ว 60 ฟัน ความหนาของฟัน 2.5 มม.	41
4.12	แผนภูมิควบคุมคุณภาพ np-chart ของการผ่าผลปาล์ม พันธุ์เทเนอรา โดยใช้ใบเลื่อยขนาด 7.5 นิ้ว 60 ฟัน ความหนาของฟัน 2.0 มม.	46
4.13	แผนภูมิควบคุมคุณภาพ np-chart ของการผ่าผลปาล์ม พันธุ์สุราษฎร์ธานี 1 โดยใช้ใบเลื่อยขนาด 7.5 นิ้ว 60 ฟัน ความหนาของฟัน 2.0 มม.	49

สารบัญรูป (ต่อ)

รูปที่	ชื่อรูป	หน้า
4.14	แผนภูมิควบคุมคุณภาพ np-chart ของการผ่าผลปาล์มพันธุ์สุราษฎร์ธานี 2 โดยใช้ใบเลื่อยขนาด 7.5 นิ้ว 60 ฟัน ความหนาของฟัน 2.0 มม.	52
4.15	แผนภูมิควบคุมคุณภาพ np-chart ของการผ่าผลปาล์มพันธุ์สุราษฎร์ธานี 3 โดยใช้ใบเลื่อยขนาด 7.5 นิ้ว 60 ฟัน ความหนาของฟัน 2.0 มม.	55

กิตติกรรมประกาศ

งานวิจัยนี้ได้รับทุนอุดหนุนการวิจัยจากมหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ สัญญาเลขที่ S&T520164S ผู้วิจัยขอขอบคุณ กองทุนวิจัยมหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ ที่ให้การสนับสนุนทุนวิจัย และขอขอบคุณศูนย์ปฏิบัติการวิทยาศาสตร์และศูนย์เครื่องมือกลางที่ได้ให้ความอนุเคราะห์สถานที่ในการทำวิจัย

ขอขอบคุณนักวิทยาศาสตร์ ศูนย์ปฏิบัติการวิทยาศาสตร์และเครื่องมือกลางที่ช่วยอำนวยความสะดวกในการใช้เครื่องมือและยืมอุปกรณ์ในการทำวิจัย

ขอขอบคุณทุกๆ คนในครอบครัวที่คอยให้กำลังใจ ทำให้งานวิจัยนี้สำเร็จลุล่วงไปด้วยดี

ผู้วิจัย

บทที่ 1
บทนำ

ในปัจจุบันได้มีการใช้ประโยชน์จากผลปาล์มในปริมาณที่มากขึ้นในรูปของน้ำมันปาล์ม โดยสกัดมาจากผลปาล์ม ซึ่งปาล์มเป็นพืชน้ำมันที่ให้ปริมาณน้ำมันสูงถึง 0.6 - 0.8 ตัน/ไร่/ปี เมื่อเปรียบเทียบกับพืชน้ำมันชนิดอื่น ปาล์มน้ำมันจึงเป็นพืชเศรษฐกิจที่มีความสำคัญ น้ำมันปาล์มสามารถนำไปใช้ในในการประกอบอาหาร รวมถึงใช้ในอุตสาหกรรมผลิตภัณฑ์อาหาร เนื่องจากน้ำมันปาล์มมีคุณสมบัติทนความร้อนได้สูงไม่ทำให้เกิดสารก่อมะเร็ง อีกทั้งน้ำมันปาล์มมีราคาต่ำกว่าน้ำมันพืชชนิดอื่นๆ และปาล์มน้ำมันเป็นพืชที่ปลอดจากสารตัดแต่งพันธุกรรม (GMOs) การใช้ประโยชน์จากปาล์มน้ำมันจึงก่อให้เกิดมูลค่าเพิ่มและรายได้โดยรวมของประเทศ เนื่องจากน้ำมันปาล์มสามารถผลิตได้เองภายในประเทศ (บุษบา ล้อประเสริฐ, 2548) ปริมาณการผลิตน้ำมันปาล์มดิบในประเทศมีแนวโน้มเพิ่มขึ้นอย่างต่อเนื่อง แนวโน้มในปี 2551 ความต้องการใช้น้ำมันปาล์มเพื่อผลิตไบโอดีเซลจะมีมากขึ้นเนื่องจากกระทรวงพลังงานมีนโยบายส่งเสริมการใช้ไบโอดีเซลอย่างจริงจัง โดยจะบังคับผสมไบโอดีเซล 2 % ในน้ำมันดีเซลตามสถานีบริการทั้งประเทศ (กรมการค้าภายในกระทรวงพาณิชย์, 2550) เพื่อให้อุตสาหกรรมปาล์มน้ำมันสามารถแข่งขันได้และสนองนโยบายการพึ่งตนเองในด้านพลังงาน และด้วยสาเหตุนี้ประเทศไทยจึงได้มีงานวิจัยเกี่ยวกับปาล์มต่าง ๆ มากมาย เพื่อที่จะนำปาล์มไปใช้ประโยชน์อย่างคุ้มค่าที่สุด การนำน้ำมันปาล์มมาใช้ประโยชน์อย่างมากมายนั้นส่งผลให้มีการปรับปรุงขยายพันธุ์ปาล์มต่างๆ เพิ่มขึ้นหลายชนิดพันธุ์ ซึ่งผลปาล์มแต่ละพันธุ์ก็แตกต่างกันในแต่ละสายพันธุ์ และบางพันธุ์ที่เพิ่งผ่านการผสมขึ้นมาใหม่จำเป็นต้องมีการวิจัยที่ดีและมีองค์ความรู้ในทุก ๆ ด้านก่อนที่จะนำไปใช้ประโยชน์ เช่น การศึกษาลักษณะทางด้านกายภาพของผลปาล์มแต่ละสายพันธุ์ โดยอาจจะศึกษาเกี่ยวกับขนาดของผลปาล์ม ความหนาของผิวเปลือกนอก ความหนาของกะลา ขนาดของเมล็ด และลักษณะเนื้อในของปาล์มน้ำมัน เพื่อให้สามารถนำผลปาล์มไปใช้ประโยชน์อย่างคุ้มค่าที่สุด และเพื่อให้เกิดการคิดค้นการผสมพันธุ์ปาล์มสายพันธุ์ใหม่ ๆ ที่ให้ผลผลิตเพิ่มขึ้น ซึ่งในการศึกษาวิจัยปาล์มสายพันธุ์ใหม่ ๆ จำเป็นต้องผ่าผลปาล์มเพื่อศึกษาคุณสมบัติทางฟิสิกส์ของผลปาล์ม ศึกษาเกี่ยวกับลักษณะโครงสร้างผลปาล์มของพันธุ์ปาล์มชนิดต่าง ๆ แต่ในปัจจุบันยังไม่มีการผลิตเครื่องมือที่ใช้สำหรับผ่าผลปาล์มให้ได้พิกัดที่ถูกต้องแม่นยำเพื่อใช้ในห้องปฏิบัติการวิจัยปาล์มวางขายในท้องตลาด ปัจจุบันการผ่าผลปาล์มเพื่อวัดความหนาของชั้นเนื้อเยื่อเพื่อการวิจัยในห้องปฏิบัติการวิจัยปาล์มมักใช้การผ่าด้วยมีดธรรมดาหรือใช้กรรไกรผ่าหมาก ซึ่งต้องออกแรงในการผ่ามากและทำให้เนื้อเยื่อผลปาล์มได้รับความบอบช้ำมาก ในขณะเดียวกันก็มีโอกาสเกิดอุบัติเหตุสูง ไม่สะดวกและไม่ปลอดภัย ไม่สามารถผ่าผลปาล์มให้ได้พิกัดที่ถูกต้องแม่นยำตามต้องการ ดังนั้นเพื่อให้เกิดความ

สะดวกในการวิจัยปาล์มมากขึ้น งานวิจัยนี้จึงได้คิดค้นสิ่งประดิษฐ์และอุปกรณ์เครื่องมือกลสำหรับผ่าผลปาล์มที่สามารถทำการผ่าผลปาล์มได้แม่นยำ ปลอดภัย สะดวก รวดเร็ว และไม่ทำให้เนื้อเยื่อของผลปาล์มที่ได้รับการผ่าแล้วเกิดการบอบช้ำและเสียหายจนไม่สามารถยอมรับได้ สามารถผ่าผลปาล์มได้ถูกต้องแม่นยำตามพิกัดที่ต้องการ เนื้อเยื่อปาล์มอยู่ในสภาพที่สมบูรณ์ที่สุด และคุณสมบัติของผลปาล์มยังคงอยู่ครบถ้วนเพื่อที่จะสามารถทำการวิจัยได้อย่างมีประสิทธิภาพที่สุด สามารถนำไปใช้ในห้องปฏิบัติการวิจัยปาล์ม เพื่อการศึกษาเกี่ยวกับโครงสร้างของผลปาล์ม และช่วยในการพัฒนาพันธุ์ปาล์มได้อย่างมีประสิทธิภาพ

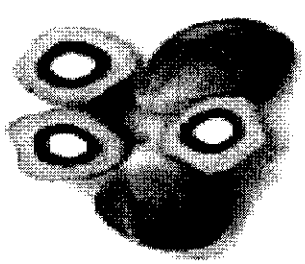
เครื่องเลื่อยที่มีจำหน่ายทั่วไปในท้องตลาดมีสองแบบ แบบแรกใช้ใบเลื่อยสายพาน ซึ่งจะมีราคาแพง แบบที่สองคือแบบใช้ใบเลื่อยวงเดือน ซึ่งมีราคาถูก ในกรณีของโครงการนี้ใช้หลักการทำงานของมอเตอร์ไฟฟ้าและเครื่องเลื่อยวงเดือนในการผ่าผลปาล์ม โดยจะเน้นงานวิจัยไปที่การออกแบบปากกาหรือมือจับผลปาล์มที่กระชับแน่นแต่ไม่กระด้างจนผลปาล์มชอกช้ำเสียหาย และเลือกใช้ใบเลื่อยที่มีขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางพอเหมาะ ความหนาพอเหมาะ ลักษณะฟันเลื่อยเหมาะสม รวมไปถึงการใช้ความเร็วรอบที่เหมาะสมด้วย ไม่ทำให้เนื้อเยื่อผลปาล์มฉีกขาดยับเยินเกินควร ซึ่งไม่มีทางอื่นที่จะคำนวณหาทางทฤษฎี นอกจากจะต้องทำการลงมือทดลองจริง

บทที่ 2

ตรวจเอกสาร

ปาล์มน้ำมันเป็นพืชที่มีศักยภาพในการผลิตน้ำมันต่อพื้นที่สูงสุด เมื่อเทียบกับพืชน้ำมันชนิดอื่น ปริมาณการผลิตน้ำมันเพื่อการบริโภคและอุปโภคของโลกเพิ่มขึ้นทุก ๆ ปี ตามจำนวนพื้นที่ปลูกที่เพิ่มขึ้น และคาดว่าในปี 2550 เป็นต้นไป การผลิตน้ำมันปาล์มและน้ำมันจากเมล็ดในปาล์ม จะผลิตได้สูงที่สุดเมื่อเปรียบเทียบกับน้ำมันที่ผลิตได้จากพืชอื่น และพบว่าน้ำมันปาล์มมีอัตราการขยายตัวการผลิตสูงที่สุด (กรมวิชาการเกษตร กระทรวงเกษตรและสหกรณ์, 2547) ปาล์มน้ำมันนับได้ว่าเป็นพืชยืนต้นเศรษฐกิจที่สำคัญของภาคใต้ ในระยะไม่กี่ปีที่ผ่านมานี้ พื้นที่ปลูกปาล์มน้ำมันได้ขยายตัวอย่างมาก ในด้านการผลิต ในปี 2540 ปาล์มน้ำมันมีเนื้อที่ให้ผลผลิต 1,047,612 ไร่ ผลผลิตปาล์มปาล์มสดทั้งทะลาย 2.78 ล้านตัน ส่วนปี 2541 คาดว่าพื้นที่ให้ผลผลิตเพิ่มขึ้นประมาณ 60,000 ไร่ เป็นพื้นที่ให้ผลผลิต 1,109,245 ไร่ ให้ผลผลิตประมาณ 2,794,367 ตัน ผลผลิตปาล์มน้ำมันดังกล่าวสามารถผลิตเป็นน้ำมันปาล์มได้ประมาณ 475,042 - 530,929 ตัน (คิดที่อัตราแปลง ร้อยละ 17 - 19) ปาล์มน้ำมันเป็นพืชที่ปลูกมากในจังหวัดภาคใต้ของไทย ซึ่งถือว่าเป็นเขตเศรษฐกิจปาล์มน้ำมัน ได้แก่ จังหวัดกระบี่ สุราษฎร์ธานี ชุมพร สตูล ตรัง ประจวบคีรีขันธ์ ระนอง นครศรีธรรมราช สงขลา และพังงา โดยมีพื้นที่ปลูกปาล์มน้ำมันทั้งสิ้น ประมาณ 1,364,332 ไร่ ปาล์มเป็นพืชที่ให้ปริมาณน้ำมันสูงถึง 0. 7- 0.8 ตันต่อไร่ต่อปีเมื่อเทียบกับพืชน้ำมันอื่น ๆ (บุษบา ล้อประเสริฐ, 2548) ในปัจจุบันพันธุ์ปาล์มน้ำมันที่มีความสำคัญทางเศรษฐกิจได้แก่

1. พันธุ์ดูร่า (Dura) เป็นพันธุ์ดั้งเดิมซึ่งปลูกกันมากตามสวนขนาดใหญ่ ปาล์มน้ำมันดูร่าที่ดีพบอยู่ในแถบตะวันออกไกล เรียกว่า เดลี่ดูร่า ซึ่งให้น้ำมันต่อทะลายประมาณ 18 – 19.5 เปอร์เซ็นต์ กะลาหนาปานกลาง 2 – 8 มิลลิเมตร มีเปลือกหนาระหว่างเนื้อนอกที่มีน้ำมันและเนื้อในหนา ปัจจุบันพันธุ์ดูร่า มักใช้เป็นต้นแม่สำหรับปรับปรุงพันธุ์เพื่อผลิตลูกผสมเป็นการค้า

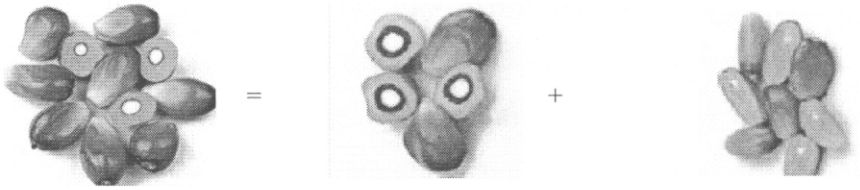


รูปที่ 2.1 พันธุ์ปาล์มดูร่า
ที่มา: พรชัย เหลืองอาภาพงษ์ (2532)

2. พันธุ์ฟิสิเฟอร่า (Pisifera) เป็นพันธุ์ที่มีกะลาบางมาก หรือบางครั้งไม่มีกะลา เมล็ดในเล็ก ขนาดผลเล็ก ช่อดอกตัวเมียมักเป็นหมัน ผลผลิตทะลายต่อต้นต่ำ ไม่เหมาะที่จะปลูกเป็นการค้า นิยมใช้พันธุ์ฟิสิเฟอร่าเป็นต้นพ่อสำหรับผลิตพันธุ์ลูกผสม

รูปที่ 2.2 พันธุ์ปาล์มฟิสิเฟอร่า
ที่มา: พรชัย เหลืองอาภาพงษ์ (2532)

3. พันธุ์เทเนอร่า (Tenera) เป็นลูกผสมระหว่างพันธุ์แม่ดูร่าและพันธุ์พ่อฟิสิเฟอร่า เป็นพันธุ์ที่มีกะลาบางประมาณ 0.5-4 มม. มีปริมาณของ mesocarp 60-90% ของน้ำหนักผล ผลผลิตทะลายสูง จึงนิยมปลูกเป็นการค้าในปัจจุบัน

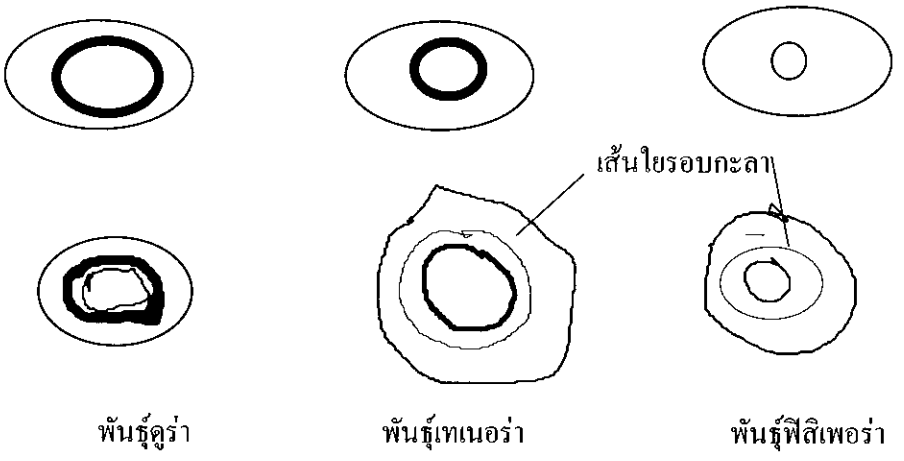


รูปที่ 2.3 พันธุ์ปาล์มลูกผสมเทเนอร่า
ที่มา: พรชัย เหลืองอาภาพงษ์ (2532)

ตารางที่ 2.1 แสดงลักษณะพันธุ์ปาล์มน้ำมัน

ลักษณะ	ดูร่า	เทเนอร่า	ฟิสิเฟอร่า
ความหนาของกะลาของผลปาล์ม (มม.)	2-8	3 (0.5-4)	บางมากหรือไม่มี
เส้นใยสีน้ำตาลรอบกะลา	ไม่มี	มี	รอบกะลาหรือเนื้อในเมล็ด
เนื้อปาล์ม (%)	30-70 (20-65)	60-95	มากกว่า 90

ที่มา: ธีรพงศ์ จันทรนิยม (2551)



รูปที่ 2.4 รูปผ่าตัดตามยาวและตามขวางของผลปาล์มน้ำมันพันธุ์ต่าง ๆ
ที่มา: พรชัย เหลืองอาภาพงษ์ (2532)

เมล็ดของปาล์มน้ำมันมีลักษณะแข็ง ซึ่งจะพบหลังจากลอกเปลือกนอกและส่วนที่ให้น้ำมันออก ผลปาล์มน้ำมันจะไม่มีก้านผล รูปร่างมีหลายแบบ ตั้งแต่รูปเรียวแหลมจนถึงรูปไข่ หรือรูปยาวรี ความยาวผลอยู่ระหว่าง 2- 5 เซนติเมตร น้ำหนักผลมีตั้งแต่ 3 กรัมจนมากกว่า 30 กรัม (บุษบา ล้อประเสริฐ, 2548) ผลปาล์มประกอบด้วยเปลือกชั้นนอก ซึ่งมีชั้นผิวเปลือกสีเขียวหรือดำเมื่อยังอ่อน และเปลี่ยนเป็นสีเหลืองอมแดงเมื่อสุกแล้ว เปลือกชั้นกลาง เป็นเนื้อเยื่อเส้นใยสีส้มแดงเมื่อสุก ซึ่งเป็นส่วนที่มีน้ำมันมาก ต่อจากนั้นเป็นกะลา ถัดจากกะลาเป็นเมล็ด ซึ่งประกอบด้วยเนื้อในเมล็ด มีน้ำมันและส่วนที่เป็นเอมบริโอ (เอกชัย พฤกษ์อำไพ, 2548)

ปาล์มน้ำมันจัดเป็นพืชน้ำมันอุตสาหกรรมที่มีความสำคัญทางเศรษฐกิจทั้งในระดับโลกและระดับประเทศของไทยทั้งทางด้านอุปโภคและบริโภคและน้ำมันปาล์มสามารถนำไปใช้ทำน้ำมันชีวภาพที่เรียกว่า ไบโอดีเซล ทดแทนน้ำมันปิโตรเลียมที่ต้องนำเข้าจากต่างประเทศและมีราคาแพง รัฐบาลจึงมีทางออกโดยการหาพลังงานทดแทน น้ำมันปาล์มเป็นน้ำมันจากพืชที่รัฐบาลมีการวางยุทธศาสตร์อย่างเป็นรูปธรรม เพราะปาล์มน้ำมันเป็นพืชน้ำมันที่มีศักยภาพมากที่สุดชนิดหนึ่ง (สุรเชษฐ์ ขวัญเมือง, 2549)

ตารางที่ 2.2 ปริมาณการผลิตและการใช้น้ำมันปาล์มดิบในประเทศ ปี พ.ศ. 2536 – 2549

ปี	ผลผลิตน้ำมันปาล์มดิบ	การใช้ในประเทศ (ในรูปน้ำมันปาล์มดิบ)	การบริโภคในประเทศ (ในรูปน้ำมันปาล์มบริสุทธิ์)
2536	339,959	272,639	181,795
2537	374,684	380,074	253,383
2537	347,684	380,074	253,383
2538	402,652	415,428	276,952
2539	479,605	478,314	318,876
2540	449,796	436,362	290,908

ที่มา: กรมการค้าภายใน (2550)

สิ่งประดิษฐ์ที่ใช้กลไกการผ่า

สิ่งประดิษฐ์ที่ใช้กลไกการผ่าที่มีในปัจจุบันได้แก่

1. เครื่องผ่าทุเรียนดิบเพื่อการแปรรูป โดยเสกสรร สีหวงษ์ และ กิตติเดช โพธิ์นิยม จากศูนย์เครื่องจักรกลการเกษตรแห่งชาติ สถาบันวิจัยและพัฒนาแห่งมหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ กำแพงแสน มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ ได้ทำการพัฒนาเครื่องผ่าทุเรียนดิบเพื่อการแปรรูปขึ้นมา เพื่อจะเป็นแนวทางหนึ่งที่จะช่วยแบ่งเบาภาระของกลุ่มแม่บ้านเกษตรกร ให้สามารถทำงานได้สะดวกรวดเร็วและมีประสิทธิภาพยิ่งขึ้น เครื่องผ่าทุเรียนดิบเพื่อการแปรรูป จะมีความสามารถในการทำงานผ่าผลทุเรียนดิบ 400 กิโลกรัมต่อชั่วโมง ใช้ผู้ปฏิบัติงาน 1 คน ความเสียหายของเนื้อทุเรียนที่ถูกผ่าติดไปกับเปลือกของพูอื่นน้อยกว่า 2 เปอร์เซ็นต์ และใช้แรงกดในการผ่าผลทุเรียนดิบสูงสุด 65 กิโลกรัม-แรง เครื่องผ่าทุเรียนดิบเพื่อการแปรรูป สามารถใช้ผ่าทุเรียนสุกเพื่อการบริโภคได้เป็นอย่างดี และเหมาะกับการผ่าทุเรียนสุกเพื่อบรรจุกล่องขายตามร้านค้าทั่ว ๆ ไป

2. เครื่องผ่าหมาก โดยสณหญา ชูค้ำ และ พีระพล คงสุข คิดค้นขึ้นเพื่อช่วยในการผ่อนแรงและลดอุบัติเหตุ โดยอาศัยหลักการของคานเป็นสำคัญ วัสดุอุปกรณ์ที่ใช้ในการประดิษฐ์ประกอบด้วย ท่อเหล็กยาว 58 เซนติเมตร มาต่อกับใบมีด ขนาด 20 เซนติเมตร นำคานที่ทำด้วยเหล็กยาว 58 เซนติเมตร ซึ่งปลายข้างหนึ่งนำมาเชื่อมต่อกับใบมีดขนาด 20 เซนติเมตร ส่วนใบมีดผ่าหมากที่เชื่อมต่อกับเหล็กปล้อง เพื่อที่จะยึดใบมีด ลักษณะเด่น คือ สามารถผ่อนแรงและลดอุบัติเหตุ และสามารถผ่าหมากได้ทุกขนาด

3. เครื่องผ่าและเหลาไม้ไผ่ โดยนายภานุมาศ สุขบางดำ นักศึกษาจากสาขาเกษตรกลวิธาน แผนกวิชาเครื่องจักรกล มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคล วิทยาเขตภาคใต้ จังหวัดสงขลา คิดค้น "เครื่องผ่าและเหลาไม้ไผ่" ขึ้น โดยมี ผศ. พงษ์เทพ เกิดเนตร เป็นอาจารย์ที่ปรึกษา โดยมีจุดมุ่งหมาย

หลักเพื่อลดการเสี่ยงจากอันตรายที่อาจเกิดขึ้นจากความคมของไม้ไผ่และมีด เครื่องผ่าและเหลาไม้ไผ่มีส่วนประกอบของเครื่องดังนี้ ต้นกำลังมอเตอร์ขนาด 0.5 แรงม้า ส่งกำลังด้วยสายพานร่องวี ทดรอบโดยใช้มู่เล่ ตัวเครื่องประกอบด้วยชุดผ่าและชุดเหลา ชุดผ่าสามารถผ่าไม้ไผ่ครั้งละ 1 ลำ ออกได้เป็น 8 ซี่ (ความกว้างประมาณ 1.5-2 เซนติเมตร) ส่วนชุดเหลาประกอบด้วยชุดเหลาชุดที่ 1 เพื่อลดความหนาของไม้ไผ่ และชุดเหลาชุดที่ 2 เพื่อเหลาไม้ไผ่ให้ได้ขนาดตามที่ต้องการ (ความหนาประมาณ 3.5-4 มิลลิเมตร) ขั้นตอนการทำงานของเครื่อง เริ่มต้นจากการนำไม้ไผ่แห้งขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 3 นิ้ว ยาว 2.5 เมตร เข้าชุดผ่าโดยใช้ค้อนตีจากด้านท้ายของลำไม้ไผ่ จนแตกออกเป็นซี่ และใช้แรงดันเข้าสู่ชุดผ่าแทนการใช้ค้อน จะได้ไม้ไผ่ 8 ซี่ (กว้างประมาณ 2 เซนติเมตร และหนาประมาณ 5-6 มิลลิเมตร ต่อมาให้นำซี่ไม้ไผ่ที่ใช้มีดปลิดข้อออกแล้วเข้าสู่ชุดเหลาที่ 1 เพื่อลดความหนาลงให้ได้ 1-2 มิลลิเมตร แล้วนำซี่ไม้ไผ่ที่เหลาโดยชุดแรก เข้าสู่ชุดเหลาที่ 2 ก็จะได้ความหนาของซี่ไม้ไผ่ตามต้องการ (หนาประมาณ 3.5-4 มิลลิเมตร) สำหรับประสิทธิภาพของเครื่องผ่าและเหลาไม้ไผ่นี้สามารถผ่าไม้ไผ่ได้ 30-35 ลำ ต่อชั่วโมง และเหลาไม้ไผ่ได้ประมาณ 35-40 ซี่ ต่อชั่วโมง ซึ่งจากการนำไปทดลองใช้กับกลุ่มเกษตรกรที่ทำผลิตภัณฑ์จักสานไม้ไผ่ ในเขตจังหวัดสงขลาและพัทลุงพบว่า กลุ่มเกษตรกรพอใจในประสิทธิภาพของเครื่อง โดยต้นทุนในการผลิตเครื่องนี้อยู่ที่ประมาณ 17,000-18,000 บาท เท่านั้น

เครื่องเลื่อยวงเดือน

เครื่องเลื่อยวงเดือน (Circular Saw, Table Saw) เป็นเครื่องเลื่อยที่ใบเลื่อยเป็นวงกลม มีฟันรอบ ๆ วง สามารถตัดชิ้นงานได้อย่างต่อเนื่อง มักเป็นชิ้นงานบาง ๆ เช่น อะลูมิเนียม สามารถตัดงานได้ทั้งลักษณะตรงและเอียงเป็นมุม โดยทั่วไปเครื่องเลื่อยวงเดือนจะมีหลายรูปแบบหลายขนาดแล้วแต่รุ่นที่แต่ละบริษัทผู้ผลิตได้ผลิตออกมา ลักษณะของการทำงานโดยทั่วๆ ไปของเครื่องแต่ละแบบจะคล้ายกัน จะมีต่างกันบ้างที่เทคนิคการทำงานหรืออุปกรณ์ช่วยที่ออกแบบมาให้สะดวกในการทำงานมากขึ้น โดยปกติเครื่องเลื่อยวงเดือนจะสร้างเป็นสองแบบ คือ แบบที่เอียงแนวเครื่องกับแบบที่เอียงใบมีด ซึ่งจะขึ้นอยู่กับขนาดของเครื่องว่าใหญ่เพียงใด ถ้าเป็นเครื่องขนาดใหญ่จะใช้วิธีการปรับเอียงที่ใบเลื่อย ซึ่งจะทำได้ง่ายเบาแรง ขนาดของเครื่องเลื่อยจะกำหนดจากขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางสูงสุดของใบเลื่อยที่ใช้กับเครื่องเลื่อยเป็นเกณฑ์ ซึ่งมีขนาดตั้งแต่ 6 นิ้ว (150 มม.) ถึง 10 นิ้ว (255 มม.) แต่ขนาดที่นิยมใช้กันโดยทั่วไป ได้แก่ ขนาด 8.5 นิ้ว (215 มม.) ที่ใช้มอเตอร์ขนาด 0.5 กำลังม้า (0.37 กิโลวัตต์) เครื่องเลื่อยประเภทนี้จะมีน้ำหนักเบาเพื่อสะดวกต่อการทำงานในทุกตำแหน่ง ทุกท่าทาง ตัวโครงจะทำจากเหล็กที่มีน้ำหนักเบาหรือทำจากอโลหะผสมอลูมิเนียม เป็นเครื่องเลื่อยที่สมรรถนะและประสิทธิภาพในการทำงานสูงมาก เครื่องเลื่อยประเภทนี้สามารถตัดไม้กระดานขนาดหนา 2 นิ้ว ได้เร็วกว่าการเลื่อยด้วยเลื่อยลันดาถึง 25 เท่า โดยใช้ความพยายามเพียง

1% และรอยตัดที่ได้จะเรียบกว่ามาก เครื่องเลื่อยประเภทนี้เนื่องจากขณะที่ทำการตัด ใบเลื่อยจะหมุนตัดจากทางด้านล่างขึ้นสู่ด้านบน จึงทำให้รอยตัดทางด้านล่างเรียบกว่าทางด้านบน ดังนั้นในการตัดไม้อัดจึงควรให้ด้านที่ดีที่สุดอยู่ทางด้านล่างเสมอ ใบมีดจะถูกติดตั้งทางด้านขวามือของตัวมอเตอร์ จึงทำให้สะดวกต่อการทำงานของผู้ที่ถนัดมือขวา (ชาญชัย พรศิริรุ่ง, 2549) ส่วนประกอบที่สำคัญของเครื่องเลื่อยประเภทนี้ได้แก่ มอเตอร์ (motor) มือจับ (handle) ฐานเครื่อง (baseplate) ฝาครอบ (guard) ที่มีทั้งแบบติดตายและแบบที่ปรับได้ สวิตช์ (switch) และใบเลื่อย (blade) (โกศล ดีศีลธรรม, 2547) ใบเลื่อยของเครื่องเลื่อยชนิดนี้จะเหมือนกับเครื่องเลื่อยวงเดือนชนิดตั้งพื้นและเครื่องเลื่อยรัศมี ขนาดของใบเลื่อยสำหรับที่ใช้ทั่ว ๆ ไปมีขนาดตั้งแต่ 7 นิ้ว - 10 นิ้ว ที่สามารถใช้ได้โดยไม่ต้องขออนุญาตจากกรมป่าไม้ ขนาดใบที่ใหญ่จะสามารถเลื่อยไม้ได้หนามากกว่าใบเลื่อยเล็ก ลักษณะฟันเลื่อยของเลื่อยวงเดือนจะมีความแตกต่างกันตามการใช้งาน เช่น ฟันเลื่อยสำหรับการผ่าไม้ ตามแนวยาวจะมีฟันที่ห่างลักษณะฟันที่สูงแต่ฟันเลื่อยที่ใช้ในการตัดไม้ตามแนวขวางจะมีฟันที่ถี่ละเอียดมากเพื่อป้องกันไม้แตกขณะตัด หากใช้งานไม่หนักมากอาจจะเลือกซื้อฟันที่ละเอียดเพื่อใช้งานได้กว้างขวางกว่า ความถี่ของฟัน ควรเลือกใบเลื่อยที่มีฟันถี่มาก ๆ หน่วยนับจะเป็นจำนวนฟัน/ใบ ซึ่งขนาดที่ละเอียดที่นิยมใช้คือขนาด 100 ฟัน/ใบ คมของใบเลื่อยวงเดือน ควรจะเป็นใบที่มีการใช้คมตัดเป็นเหล็กทังสแตนคาร์ไบด์ เพื่อที่จะใช้ได้นานโดยที่คมสึกน้อยกว่าใบเลื่อยเหล็กธรรมดา สำหรับการใช้ใบเลื่อยจะต้องแน่ใจว่าใบเลื่อยที่ใช้เป็นชนิดและขนาดที่ถูกต้อง รูที่ศูนย์กลางของใบเลื่อยจะต้องมีขนาดและรูปร่างที่ถูกต้องเช่นกัน ประกอบด้วย 3 แบบ คือรูสี่เหลี่ยมขนมเปียกปูน รูสี่เหลี่ยมจัตุรัส และรูกลม ใบเลื่อยของเครื่องเลื่อยประเภทนี้จำแนกออกได้เป็น 6 แบบด้วยกันคือ แบบตัด (cutoff or crosscut) แบบไส (hollow ground or planer) แบบซอย (ripsaw) แบบผสม (combination) แบบตัดหยาบ (easy-cut) และแบบตัดไม้อัด (plywood) (ประณต กุลประสูติ, 2547)

บทที่ 3
วิธีการวิจัย

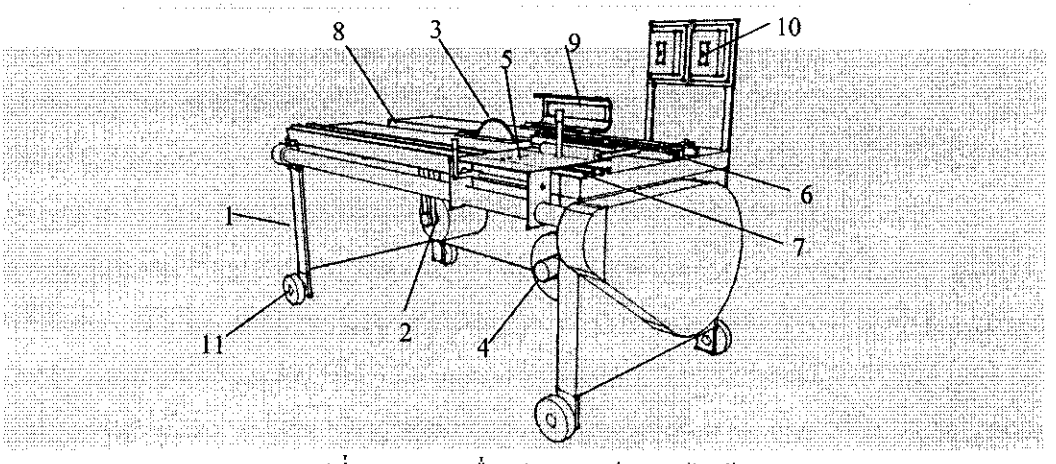
3. 1 การศึกษาลักษณะทางฟิสิกส์ของผลปาล์ม

โดยจะศึกษาลักษณะทางฟิสิกส์ของผลปาล์ม ได้แก่ ขนาดของผลปาล์ม ความหนาของผิวเปลือกนอก ความหนาของกะลา ความแข็งของกะลา ขนาดของเมล็ด และลักษณะเนื้อในของปาล์มน้ำมัน

3. 2 การออกแบบเครื่องผ่าผลปาล์มแบบไฟฟ้า

ดำเนินการออกแบบเครื่องผ่าผลปาล์มแบบไฟฟ้าดังรูปที่ 3.1 ซึ่งประกอบด้วยส่วนต่าง ๆ คือ

1. ตัวโครงโต๊ะเลื่อย
2. มอเตอร์สำหรับชุดตัด
3. ใบเลื่อยวงเดือน
4. มอเตอร์สำหรับชุดขับดัน
5. แท่นเลื่อน
6. ตัวจับยึดผลปาล์ม
7. รางยึดคู่
8. ร่องรับผลปาล์มจากการผ่า
9. การ์ดป้องกัน
10. สวิทช์ เปิด-ปิด เครื่อง
11. ล้อ



รูปที่ 3.1 แบบเครื่องผ่าผลปาล์มแบบไฟฟ้า

3. 3 การสร้างเครื่องผ่าผลปาล์มแบบไฟฟ้า

ดำเนินการสร้างเครื่องผ่าผลปาล์มแบบไฟฟ้าตามแบบ โดยมีขั้นตอนการสร้างดังนี้

1. สร้างโต๊ะเลื่อยทำจากเหล็ก
2. ติดตั้งใบเลื่อยวงเดือนกับโต๊ะเลื่อยโดยให้ใบเลื่อยบางส่วนโผล่พ้นขึ้นมาบนโต๊ะ
3. ที่ใต้โต๊ะ ใช้เหล็กแผ่นกั้นเป็นตู้เพื่อเก็บขี้เลื่อยและเสียง
4. ติดตั้งสวิทซ์ เปิด-ปิด เครื่องไว้ที่ด้านข้างของโต๊ะ ซึ่งจะทำให้สะดวกในการทำงานและไม่เป็นอันตราย
5. ด้านบนโต๊ะ ตรงส่วนที่ใบเลื่อยโผล่พ้นโต๊ะขึ้นมา จะทำฝาครอบใบเลื่อยเพื่อความปลอดภัยในการผ่า ด้วยแผ่นพลาสติกใสทนแรงกระแทก เพื่อไม่ให้ชิ้นส่วนจากการตัดกระเด็นถูกผู้ปฏิบัติงาน
6. ในแนวตัดทำมุม 90 องศากับแนวเลื่อยวงเดือน จะเป็นแนวเลื่อย ซึ่งเป็นระบบรางเลื่อนสำหรับป้อนผลปาล์มเข้าไปเพื่อทำการผ่า โดยจะใช้ตัวจับยึดผลปาล์มทำจากเหล็ก
7. ติดตั้งระบบรางเลื่อนสำหรับการป้อนผลปาล์มเข้าไปเพื่อทำการผ่า

3. 4 การทดสอบประสิทธิภาพเครื่องผ่าผลปาล์ม

โดยดูจากผลปาล์มที่ผ่าด้วยเครื่องผ่าผลปาล์มว่ามีความบอบช้ำ (ไม่มีผลปาล์มที่มีความบอบช้ำ และเสียหายรุนแรง) และการยุ่ยของเปลือก อยู่ในระดับที่จะยอมรับได้ (วัดจากค่าร้อยละของผลปาล์มที่เสียหายหลังการผ่าซึ่งไม่ควรเกินร้อยละ 5) โดยใช้แผนภูมิควบคุม (control chart) มาใช้ในการควบคุมจำนวนของเสียจากกระบวนการผ่าผลปาล์ม

3. 5 การทดสอบการสิ้นเปลืองพลังงานของเครื่อง

การคำนวณหาค่าพลังงานไฟฟ้าโดยใช้สูตร

$$W = Pt$$

เมื่อกำหนดให้ W = พลังงานไฟฟ้า หน่วยเป็นกิโลวัตต์/ชั่วโมง (kWh)

P = กำลังไฟฟ้า หน่วยเป็นกิโลวัตต์ (kW)

t = เวลา หน่วยเป็นชั่วโมง (h)

บทที่ 4
ผลการทดลองและวิจารณ์

4. 1 ลักษณะทางฟิสิกส์ของผลปาล์ม

ผลปาล์มที่ใช้ในการทดลองผ่ากับเครื่องผ่าผลปาล์มแบบไฟฟ้า เป็นผลปาล์มสุกมีทั้งหมด 4 พันธุ์ คือพันธุ์เทเนอรา พันธุ์สุราษฎร์ธานี 1 พันธุ์สุราษฎร์ธานี 2 และพันธุ์สุราษฎร์ธานี 3 ซึ่งจากการศึกษาลักษณะทางกายภาพของผลปาล์มในแต่ละสายพันธุ์ที่ใช้ในการทดลองมีลักษณะที่ศึกษาได้ดังนี้

1) พันธุ์เทเนอรา

- กะลาบางตั้งแต่ 0 -3.5 มิลลิเมตร
- เนื้อปาล์มชั้นนอกมาก หนาตั้งแต่ 5-13 มิลลิเมตร
- เนื้อเมล็ดในปาล์มหนา 12-17 มิลลิเมตร
- มีรูปร่างของผลตั้งแต่รูปไข่หรือรูปยาวรี จนถึงผลกลม
- มีสีผลเมื่อดิบเป็นสีดำ เมื่อสุกเป็นสีแดงส้ม
- เส้นผ่านศูนย์กลางอยู่ระหว่าง 2.7-3.3 ซ.ม.
- ความยาวผลอยู่ระหว่าง 4-4.5 ซ.ม.

2) พันธุ์สุราษฎร์ธานี 1

- กะลาบางตั้งแต่ 1 -2.5 มิลลิเมตร
- เนื้อปาล์มชั้นนอกมาก หนาตั้งแต่ 4-13 มิลลิเมตร
- เนื้อเมล็ดในปาล์มหนา 8-12 มิลลิเมตร
- มีรูปร่างของผลเรียวแหลมจนถึงรูปไข่หรือรูปยาวรี
- ผลเป็นสีเขียวเมื่อผลดิบแล้วจะเปลี่ยนเป็นสีเหลืองส้มเมื่อผลสุก
- เส้นผ่านศูนย์กลางอยู่ระหว่าง 2.3-2.8 ซ.ม.
- ความยาวผลอยู่ระหว่าง 3.2-3.8 ซ.ม.

3) พันธุ์สุราษฎร์ธานี 2

- กะลาหนาตั้งแต่ 1.5 -4 มิลลิเมตร
- เนื้อปาล์มชั้นนอก หนาตั้งแต่ 3-12 มิลลิเมตร
- เนื้อเมล็ดในปาล์มหนา 10-16 มิลลิเมตร
- มีรูปร่างของผลค่อนข้างยาว
- มีสีผลเมื่อดิบเป็นสีดำ เมื่อสุกเป็นสีแดงส้ม
- เส้นผ่านศูนย์กลางอยู่ระหว่าง 2.2-2.6 ซ.ม.

- ความยาวผลอยู่ระหว่าง 3.4-4.6 ซ.ม.

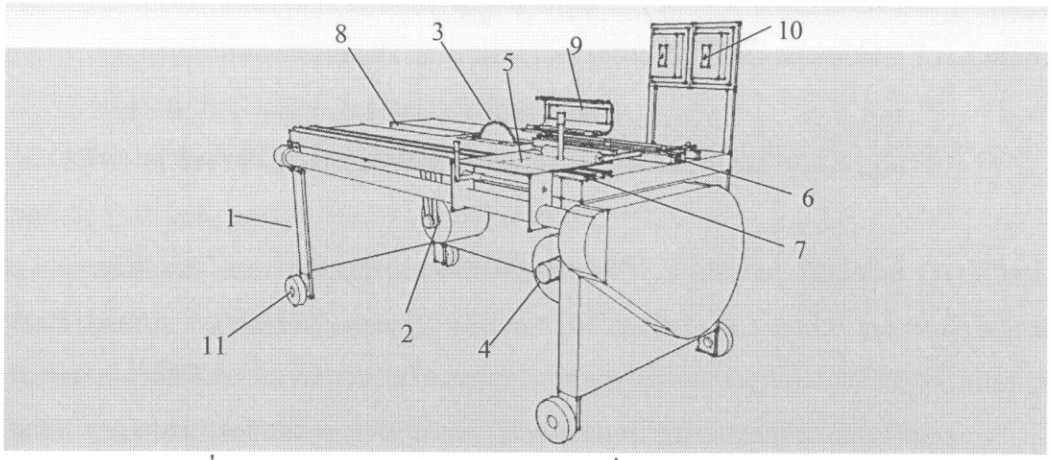
4) พันธุ์สุราษฎร์ธานี 3

- กะลาบางตั้งแต่ 1-3.5 มิลลิเมตร
- เนื้อปาล์มชั้นนอกมาก หนาตั้งแต่ 5-15 มิลลิเมตร
- เนื้อเมล็ดในปาล์มหนา 8-13 มิลลิเมตร
- มีรูปร่างของผลค่อนข้างยาวหรือรูปยาวรี
- มีสีผลเมื่อดิบเป็นสีดำ เมื่อสุกเป็นสีแดงส้ม
- เส้นผ่านศูนย์กลางอยู่ระหว่าง 2.1-2.5 ซ.ม.
- ความยาวผลอยู่ระหว่าง 3.5-4.4 ซ.ม.

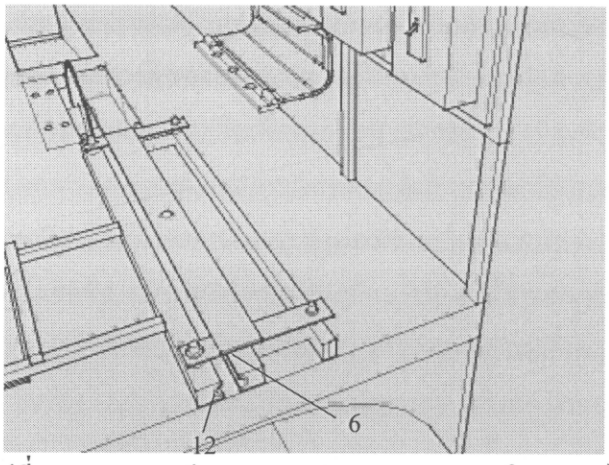
4. 2 ผลการออกแบบและสร้างเครื่องผ่าผลปาล์มแบบไฟฟ้า

เครื่องผ่าผลปาล์มแบบไฟฟ้าที่สร้างขึ้น ได้มีการปรับเปลี่ยนวัสดุที่ใช้เป็นเหล็กทั้งหมด และใช้ระบบรางเลื่อนแทนการใช้ไฮโดรลิกส์ในการป้อนชิ้นงานเข้าไปทำการตัด โดยมีลักษณะดังรูปที่ 4.1 - 4.3

รูปที่ 4.1 เครื่องผ่าผลปาล์มแบบไฟฟ้า



รูปที่ 4.2 แบบภาพเขียนแสดงกลไกของเครื่องผ่าผลปาล์มแบบไฟฟ้า



รูปที่ 4.3 แบบภาพเขียนแสดงภาพขยายของตัวจับยึดผลปาล์ม

เครื่องผ่าผลปาล์มแบบไฟฟ้ามีขั้นตอนการสร้าง ดังนี้

1. สร้างโต๊ะเลื่อย (1) ทำจากเหล็ก
2. ติดตั้งเลื่อยวงเดือน (3) กับโต๊ะเลื่อยโดยให้บางส่วนของใบเลื่อยโผล่ขึ้นมาบนโต๊ะ
3. ด้านล่างของโต๊ะ ใช้เหล็กแผ่นกั้นเป็นตู้เพื่อเก็บขี้เลื่อยและเสียง
4. ติดตั้งสวิทช์ เปิด-ปิด (10) เครื่องไว้ที่ด้านข้างของโต๊ะ ซึ่งจะทำให้สะดวกในการทำงานและไม่เป็นอันตราย
5. ด้านบนโต๊ะตรงส่วนที่ใบเลื่อยโผล่พ้นโต๊ะขึ้นมา จะทำฝาครอบใบเลื่อย (9) เพื่อความปลอดภัยในการผ่า ด้วยแผ่นพลาสติกใสทนแรงกระแทก เพื่อไม่ให้ชิ้นส่วนจากการตัดกระเด็นถูกผู้ปฏิบัติงาน

6. ในแนวตัดทำมุม 90 องศากับแนวเลื่อยวงเดือน จะเป็นแนวเลื่อย ซึ่งเป็นระบบรางเลื่อน (7) สำหรับป้อนผลปาล์มเข้าไปเพื่อทำการผ่า โดยจะใช้ตัวจับยึดผลปาล์ม (6) ทำจากเหล็ก
7. ติดตั้งระบบรางเลื่อน (7) สำหรับการป้อนผลปาล์ม
8. ส่วนล่างของตัวโครงจะเป็นล้อรถเข็น (11) ด้านหน้า 2 ล้อ และด้านหลัง 2 ล้อ

รูปที่ 4.2 แสดงให้เห็นเครื่องผ่าผลปาล์มแบบไฟฟ้า ซึ่งประกอบด้วยตัวโครง (1) ที่มีผนังด้านข้างทั้งสอง ผนังด้านหน้าและด้านหลังจะถูกปิดด้วยแผ่นโลหะ โดยส่วนล่างของตัวโครงจะประกอบด้วยล้อ 4 ล้อ ที่ภายในของเครื่องผ่าผลปาล์มแบบไฟฟ้าจะประกอบด้วยด้วยชุดขับดัน และชุดตัด ด้านบนจะประกอบด้วย ส่วนแท่นเลื่อนตัวจับยึดผลปาล์ม และตัวจับยึดผลปาล์ม

ชุดขับดันประกอบด้วยมอเตอร์ (4) เป็นตัวช่วยดันเพลาแท่นเลื่อนตัวจับยึดผลปาล์ม (6)

ส่วนแท่นเลื่อนตัวจับยึดผลปาล์ม โดยการตั้งแท่นเลื่อน (5) ไว้บนรางยึดคู่ (7) และแท่นเลื่อน (5) จะเชื่อมต่อกับชุดขับดัน เพื่อขับดันแท่นเลื่อนให้เลื่อนตัวจับยึดผลปาล์มไปตามเหล็กเกลียวเข้าไปหาใบเลื่อยเพื่อทำการผ่าผลปาล์ม

ชุดตัดประกอบด้วยมอเตอร์ (2) ใบเลื่อยวงเดือน (3) และการ์ดป้องกัน

ตัวจับยึดผลปาล์ม (6) ทำโดยการกัดเหล็กแท่งสี่เหลี่ยมให้มีลักษณะเป็นร่องตรงกลางจำนวน 2 ชิ้นมาประกบกัน เป็นที่วางปาล์มขณะทำการผ่าและใช้ยางรองบริเวณร่อง

โดยมีลักษณะพิเศษคือ ตัวช่วยดันเพลาแท่นเลื่อน (5) ตัวจับยึดผลปาล์ม (6) โดยการตั้งแท่นเลื่อนไว้บนรางยึดคู่ (7) ซึ่งเชื่อมต่อกับชุดขับดัน ที่ร่องตรงกลางที่เกิดจากการกัดเหล็กแท่งทั้งสองจะใช้ยางรองบริเวณร่อง (12) ที่วางผลปาล์มขณะทำการผ่า ตรงกลางระหว่างแท่งเหล็กทั้งสองจะเว้นระยะเพื่อเป็นร่องในแนวตั้งสำหรับเป็นร่องใบเลื่อยขณะทำการผ่าผลปาล์ม

การทำงานของเครื่องผ่าผลปาล์มแบบไฟฟ้าตามการประดิษฐ์นี้ จะทำการผ่าผลปาล์มทีละ 8-10 ผล โดยนำผลปาล์มวางเรียงตามแนวที่ต้องการผ่าในร่องสำหรับวางผลปาล์มของตัวจับยึดผลปาล์ม (6) แล้วเปิดสวิทซ์เครื่องเพื่อทำการผ่าผลปาล์ม ส่วนขับดันก็จะดันแท่นเลื่อน (5) ตัวจับยึดผลปาล์ม (6) ไปตามรางยึดคู่ (7) เข้าสู่ใบเลื่อย (3) เพื่อทำการผ่าผลปาล์มออกเป็น 2 ซีก จากนั้นผลปาล์มที่ผ่าแล้วจะตกลงสู่ร่องสำหรับรองรับผลปาล์มจากการผ่า (8) ซึ่งจะได้ผลปาล์มที่แบ่งออกเป็น 2 ซีก ตามแนวขวางหรือแนวยาวของผลปาล์มตามต้องการ โดยไม่ทำให้เนื้อเยื่อผลปาล์มบอบช้ำ

4. 3 ผลการทดสอบประสิทธิภาพเครื่องผ่าผลปาล์มและผลการทดสอบการสิ้นเปลืองพลังงานของเครื่องเมื่อใช้ใบเลื่อยขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 7.5 นิ้ว 40 ฟัน ความหนาของฟัน 2.5 มม.

การทดสอบประสิทธิภาพเครื่องผ่าผลปาล์มโดยดูจากผลปาล์มที่ผ่าด้วยเครื่องผ่าผลปาล์มแบบไฟฟ้าแล้วบันทึกจำนวนผลปาล์มที่ผ่าได้สมบูรณ์ (ไม่บอบช้ำ เปลือกไม่ยุ่ย กะลาไม่แตก และผ่าเข้ากลางผล) และจำนวนผลปาล์มที่ผ่าได้ไม่สมบูรณ์ ใช้แผนภูมิควบคุมคุณภาพจำนวนของเสีย (np-chart) มาใช้ในการควบคุมจำนวนของเสียจากกระบวนการผ่าผลปาล์ม พร้อมทั้งจับเวลาการทำงานของเครื่อง

การคำนวณหาค่าพลังงานไฟฟ้าโดยใช้สูตร

$$W = Pt$$

เมื่อกำหนดให้ W = พลังงานไฟฟ้า หน่วยเป็นกิโลวัตต์/ชั่วโมง (kWh)

P = กำลังไฟฟ้า หน่วยเป็นกิโลวัตต์ (kW)

t = เวลา หน่วยเป็นชั่วโมง (h)

การคำนวณค่ากำลังไฟฟ้า (P) สำหรับการทดลองนี้ มอเตอร์ที่ใช้กับเครื่องผ่าผลปาล์มแบบไฟฟ้ามี 2 ตัวคือ มอเตอร์ขนาด ¼ Hps และมอเตอร์ขนาด ½ Hps ซึ่งสามารถคำนวณค่ากำลังไฟฟ้าได้ดังนี้

1 Hps = 746 w

มอเตอร์ขนาด ¼ Hps = $\frac{1}{4} \times 746$ = 186.5 w

มอเตอร์ขนาด ½ Hps = $\frac{1}{2} \times 746$ = 373 w

รวมมีกำลังไฟฟ้า (P) = 186.5 + 373 = 559.5 w

ตารางที่ 4.1 ตารางบันทึกผลการผ่าผลปาล์มด้วยเครื่องผ่าผลปาล์มแบบไฟฟ้า ปาล์มพันธุ์เทเนอรา ใบเลื่อยขนาด 7.5 นิ้ว 40 ฟัน ความหนาของฟัน 2.5 มม.

การทดสอบครั้งที่	จำนวนผลที่ทดสอบ	จำนวนผลที่ผ่าได้สมบูรณ์ (ผล)	จำนวนผลที่ผ่าไม่สมบูรณ์ (ผล)	เปอร์เซ็นต์ของผลที่ผ่าสมบูรณ์	เปอร์เซ็นต์ของผลที่ผ่าไม่สมบูรณ์	เวลาที่ใช้ (วินาที)
1	10	8	2	80	20	49.56
2	10	7	3	70	30	49.48
3	10	6	4	60	40	49.64
4	10	7	3	70	30	49.18
5	10	7	3	70	30	49.23
6	10	7	3	70	30	48.89
7	10	8	2	80	20	49.56
8	10	7	3	70	30	49.20
9	10	6	4	60	40	49.50
10	10	7	3	70	30	49.45
11	10	7	3	70	30	49.34
12	10	8	2	80	20	48.76
13	10	7	3	70	30	49.88
14	10	7	3	70	30	49.23
15	10	6	4	60	40	50.04
16	10	8	2	80	20	48.60
17	10	6	4	60	40	49.18
18	10	7	3	70	30	49.15
19	10	7	3	70	30	49.13
20	10	7	3	70	30	50.12
21	10	7	3	70	30	49.24
22	10	7	3	70	30	49.25
23	10	6	4	60	40	49.34
24	10	8	2	80	20	49.23
25	10	7	3	70	30	49.47
ค่าสูงสุด	10	8	4	80	40	50.12
ค่าต่ำสุด	10	6	2	60	20	48.60
ค่าเฉลี่ย	10	7	3	70	30	49.35

การคำนวณหาพิกัด/ขีดจำกัดควบคุมของแผนภูมิควบคุม np chart

ให้ np_i = จำนวนผลปาล์มที่ผ่าไม่สมบูรณ์

$$\sum_{i=1}^{25} np_i = 75$$

$$\bar{p} = \frac{\sum_{i=1}^{25} np_i}{\sum_{i=1}^{25} n_i} = \frac{75}{250} = 0.3$$

n = 10

คำนวณขอบเขตการควบคุม

$$UCL_{np} = n\bar{p} + 3\sqrt{n\bar{p}(1-\bar{p})}$$

$$= 10(0.3) + 3\sqrt{10(0.3)(1-0.3)}$$

$$= 3 + 4.35$$

$$= 7.35$$

$$CL_{np} = n\bar{p} \quad = 10(0.3)$$

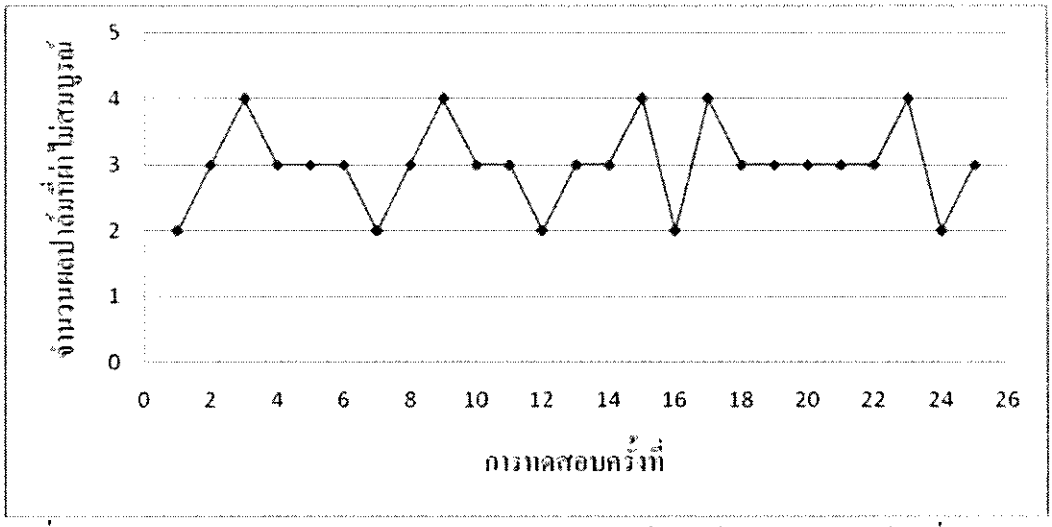
$$= 3$$

$$LCL_{np} = n\bar{p} - 3\sqrt{n\bar{p}(1-\bar{p})}$$

$$= 10(0.3) - 3\sqrt{10(0.3)(1-0.3)}$$

$$= 3 - 4.35$$

$$= -1.35 \approx 0$$



รูปที่ 4.4 แผนภูมิควบคุมคุณภาพ np-chart ของการผ่าผลปาล์มพันธุ์เทเนอร่า โดยใช้ใบเลื่อยขนาด 7.5นิ้ว 40 ฟัน ความหนาของฟัน 2.5 มม.

จากแผนภูมิควบคุมคุณภาพ np-chart จะสังเกตเห็นว่าผลปาล์มที่ผ่าได้ 25 กลุ่มย่อย ไม่มีกลุ่มย่อยใดตกอยู่นอกขอบเขตควบคุมคุณภาพ จึงถือได้ว่าผลปาล์มที่ผ่าได้ทั้ง 25 กลุ่มมีของเสียอยู่ในขอบเขตที่ยอมรับได้

การคำนวณหาค่าพลังงานไฟฟ้า

เมื่อ $P = 559.5$ w

$t = 1185.05$ s (เวลาที่ใช้รวม)

จะได้ $W = Pt = \frac{559.5}{1000} \times \frac{1185.05}{3600} = 0.184$ kWh

ดังนั้น การผ่าผลปาล์มพันธุ์เทเนอร่าโดยใช้เครื่องผ่าผลปาล์มแบบไฟฟ้าที่ใช้ใบเลื่อยขนาด 7.5 นิ้ว 40 ฟัน ความหนาของฟัน 2.5 มิลลิเมตร ใช้พลังงานไฟฟ้าในการผ่าทั้งหมดคือ 0.184 kWh

ตารางที่ 4.2 ตารางบันทึกผลการผ่าผลปาล์มด้วยเครื่องผ่าผลปาล์มแบบไฟฟ้า

ปาล์มพันธุ์สุราษฎร์ธานี 1 ใบเลื่อยขนาด 7.5 นิ้ว 40 ฟัน ความหนาของฟัน 2.5 มม.

การทดสอบครั้งที่	จำนวนผลที่ทดสอบ	จำนวนผลที่ผ่าได้สมบูรณ์ (ผล)	จำนวนผลที่ผ่าไม่สมบูรณ์(ผล)	เปอร์เซ็นต์ของผลที่ผ่าสมบูรณ์	เปอร์เซ็นต์ของผลที่ผ่าไม่สมบูรณ์	เวลาที่ใช้ (วินาที)
1	10	8	2	80	20	48.53
2	10	9	1	90	10	49.60
3	10	7	3	70	30	49.85
4	10	8	2	80	20	49.81
5	10	8	2	80	20	49.34
6	10	7	3	70	30	49.87
7	10	7	3	70	30	49.46
8	10	8	2	80	20	48.52
9	10	8	2	80	20	49.44
10	10	7	3	70	30	49.82
11	10	7	3	70	30	49.23
12	10	8	2	80	20	48.81
13	10	7	3	70	30	48.93
14	10	8	2	80	20	49.62
15	10	7	3	70	30	49.75
16	10	7	3	70	30	50.14
17	10	8	2	80	20	48.59
18	10	8	2	80	20	48.25
19	10	7	3	70	30	49.68
20	10	7	3	70	30	49.96
21	10	7	3	70	30	49.63
22	10	8	2	80	20	48.37
23	10	7	3	70	30	49.43
24	10	6	4	60	40	50.21
25	10	8	2	80	20	48.66
ค่าสูงสุด	10	9	4	90	40	50.21
ค่าต่ำสุด	10	6	1	60	10	48.25
ค่าเฉลี่ย	10	7.48	2.52	74.8	25.2	49.34

การคำนวณหาพิกัด/ขีดจำกัดควบคุมของแผนภูมิควบคุม np chart

ให้ np_i = จำนวนผลปาล์มที่ผ่าไม่สมบูรณ์

$\sum_{i=1}^{25} np_i = 63$

$$\bar{p} = \frac{\sum_{i=1}^{25} np_i}{\sum_{i=1}^{25} n_i} = \frac{63}{250} = 0.252$$

n = 10

คำนวณขอบเขตการควบคุม

$UCL_{np} = n\bar{p} + 3\sqrt{n\bar{p}(1-\bar{p})}$

$= 10(0.252) + 3\sqrt{10(0.252)(1-0.252)}$

$= 2.52 + 4.19$

$= 6.64$

$CL_{np} = n\bar{p}$ $= 10(0.252)$

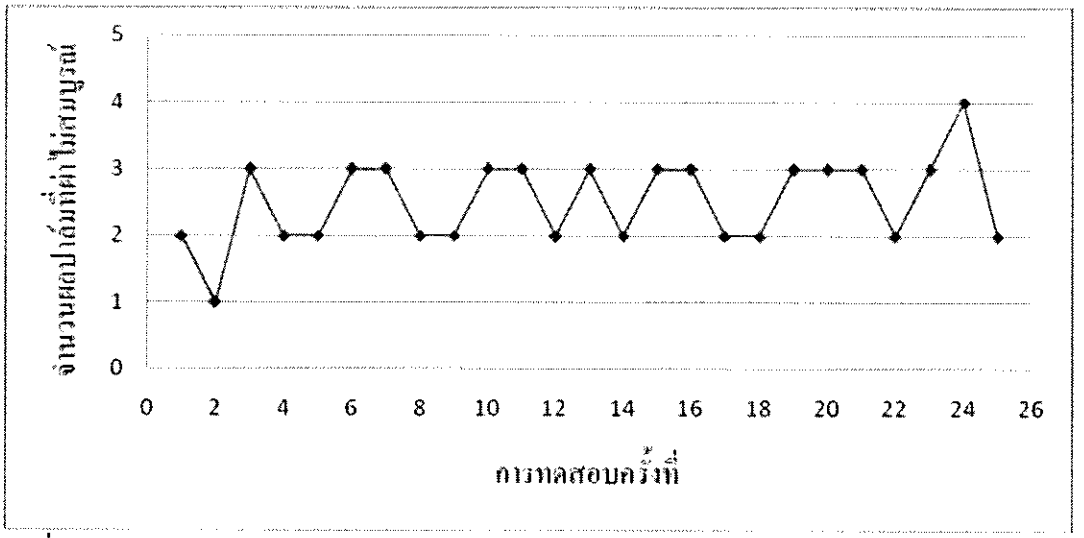
$= 2.52$

$LCL_{np} = n\bar{p} - 3\sqrt{n\bar{p}(1-\bar{p})}$

$= 10(0.252) - 3\sqrt{10(0.252)(1-0.252)}$

$= 2.52 - 4.19$

$= -1.67 \approx 0$



รูปที่ 4.5 แผนภูมิควบคุมคุณภาพ np-chart ของการผ่าผลปาล์มพันธุ์สุราษฎร์ธานี 1 โดยใช้ใบเลื่อย ขนาด 7.5 นิ้ว 40 ฟัน ความหนาของฟัน 2.5 มม.

จากแผนภูมิควบคุมคุณภาพ np-chart จะสังเกตเห็นว่าผลปาล์มที่ผ่าได้ 25 กลุ่มย่อย ไม่มีกลุ่มย่อยใดตกอยู่นอกขอบเขตควบคุมคุณภาพ จึงถือได้ว่าผลปาล์มที่ผ่าได้ทั้ง 25 กลุ่มมีของเสียอยู่ในขอบเขตที่ยอมรับได้หรือไม่มีผลิตภัณฑ์เสีย

การคำนวณหาค่าพลังงานไฟฟ้า

เมื่อ $P = 559.5$ w

$t = 1183.36$ s

จะได้ $W = Pt = \frac{559.5}{1000} \times \frac{1183.36}{3600} = 0.1839$ kWh

ดังนั้น การผ่าผลปาล์มพันธุ์สุราษฎร์ธานี 1 โดยใช้เครื่องผ่าผลปาล์มแบบไฟฟ้าที่ใช้ใบเลื่อย ขนาด 7.5 นิ้ว 40 ฟัน ความหนาของฟัน 2.5 มิลลิเมตร ใช้พลังงานไฟฟ้าในการผ่าทั้งหมดคือ 0.1839 kWh

ตารางที่ 4.3 ตารางบันทึกผลการผ่าผลปาล์มด้วยเครื่องผ่าผลปาล์มแบบไฟฟ้า

ปาล์มพันธุ์สุราษฎร์ธานี 2 ใบเลื่อยขนาด 7.5 นิ้ว 40 ฟัน ความหนาของฟัน 2.5 มม.

การทดสอบครั้งที่	จำนวนผลที่ทดสอบ	จำนวนผลที่ผ่าได้สมบูรณ์ (ผล)	จำนวนผลที่ผ่าไม่สมบูรณ์(ผล)	เปอร์เซ็นต์ของผลที่ผ่าสมบูรณ์	เปอร์เซ็นต์ของผลที่ผ่าไม่สมบูรณ์	เวลาที่ใช้ (วินาที)
1	10	7	3	70	30	49.30
2	10	7	3	70	30	48.20
3	10	6	4	60	40	50.12
4	10	7	3	70	30	49.47
5	10	8	2	80	20	49.21
6	10	7	3	70	30	49.50
7	10	7	3	70	30	48.83
8	10	6	4	60	40	49.18
9	10	7	3	70	30	49.34
10	10	7	3	80	20	49.48
11	10	8	2	80	20	48.82
12	10	7	3	70	30	50.02
13	10	6	4	60	40	50.10
14	10	7	3	70	30	49.72
15	10	8	2	80	20	49.89
16	10	8	2	80	20	49.57
17	10	7	3	70	30	48.92
18	10	7	3	70	30	49.54
19	10	9	1	80	20	49.61
20	10	7	3	70	30	49.33
21	10	8	2	80	20	49.57
22	10	6	4	60	40	48.88
23	10	7	3	70	30	49.43
24	10	7	3	70	30	50.05
25	10	7	3	70	30	49.63
ค่าสูงสุด	10	9	4	90	40	50.12
ค่าต่ำสุด	10	6	1	60	10	48.20
ค่าเฉลี่ย	10	7.12	2.88	71	29	49.43

การคำนวณหาพิกัด/ขีดจำกัดควบคุมของแผนภูมิควบคุม np chart

ให้ np_i = จำนวนผลปาล์มที่ผ่าไม่สมบูรณ์

$\sum_{i=1}^{25} np_i$ = 72

$$\bar{p} = \frac{\sum_{i=1}^{25} np_i}{\sum_{i=1}^{25} n_i} = \frac{72}{250} = 0.288$$

n = 10

คำนวณขอบเขตการควบคุม

$UCL_{np} = n\bar{p} + 3\sqrt{n\bar{p}(1-\bar{p})}$

$= 10(0.288) + 3\sqrt{10(0.288)(1-0.288)}$

$= 2.88 + 4.30$

$= 7.18$

$CL_{np} = n\bar{p}$ $= 10(0.288)$

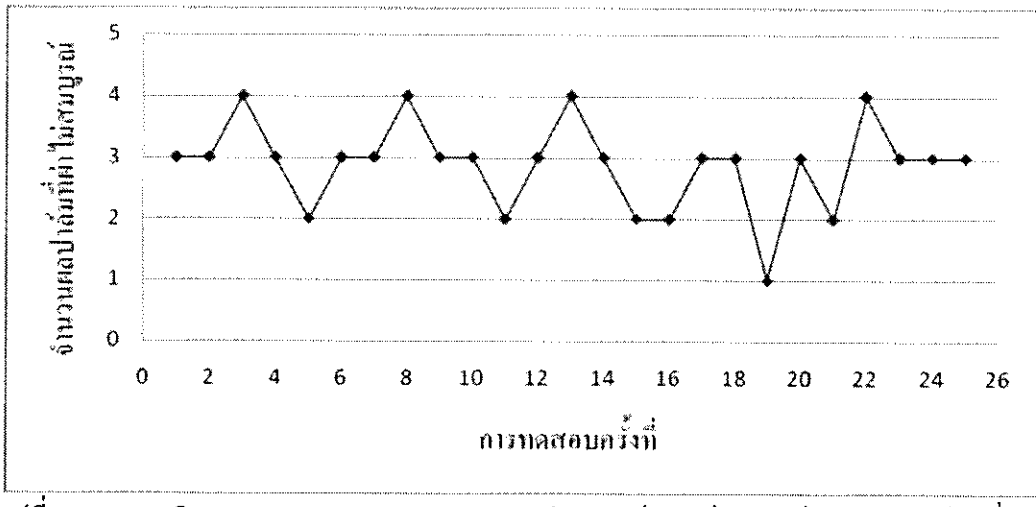
$= 2.88$

$LCL_{np} = n\bar{p} - 3\sqrt{n\bar{p}(1-\bar{p})}$

$= 10(0.288) - 3\sqrt{10(0.288)(1-0.288)}$

$= 2.88 - 4.30$

$= -1.42 \approx 0$



รูปที่ 4.6 แผนภูมิควบคุมคุณภาพ np-chart ของการผ่าผลปาล์มพันธุ์สุราษฎร์ธานี 2 โดยใช้ใบเลื่อยขนาด 7.5 นิ้ว 40 ฟัน ความหนาของฟัน 2.5 มม.

จากแผนภูมิควบคุมคุณภาพ np-chart จะสังเกตเห็นว่าผลปาล์มที่ผ่าได้ 25 กลุ่มย่อย ไม่มีกลุ่มย่อยใดตกอยู่นอกขอบเขตควบคุมคุณภาพ จึงถือได้ว่าผลปาล์มที่ผ่าได้ทั้ง 25 กลุ่มมีของเสียอยู่ในขอบเขตที่ยอมรับได้

การคำนวณหาค่าพลังงานไฟฟ้า

เมื่อ $P = 559.5$ w

$t = 1235.71$ s

จะได้ $W = Pt = \frac{559.5}{1000} \times \frac{1235.71}{3600} = 0.192$ kWh

ดังนั้น การผ่าผลปาล์มพันธุ์สุราษฎร์ธานี 2 โดยใช้เครื่องผ่าผลปาล์มแบบไฟฟ้าที่ใช้ใบเลื่อยขนาด 7.5 นิ้ว 40 ฟัน ความหนาของฟัน 2.5 มิลลิเมตร ใช้พลังงานไฟฟ้าในการผ่าทั้งหมดคือ 0.192 kWh

ตารางที่ 4.4 ตารางบันทึกผลการผ่าผลปาล์มด้วยเครื่องผ่าผลปาล์มแบบไฟฟ้า

ปาล์มพันธุ์สุราษฎร์ธานี 3 ใบเลื่อยขนาด 7.5 นิ้ว 40 ฟัน ความหนาของฟัน 2.5 มม.

การทดสอบครั้งที่	จำนวนผลที่ทดสอบ	จำนวนผลที่ผ่าได้สมบูรณ์ (ผล)	จำนวนผลที่ผ่าไม่สมบูรณ์(ผล)	เปอร์เซ็นต์ของผลที่ผ่าสมบูรณ์	เปอร์เซ็นต์ของผลที่ผ่าไม่สมบูรณ์	เวลาที่ใช้ (วินาที)
1	10	8	2	80	20	48.95
2	10	7	3	70	30	49.48
3	10	7	3	70	30	49.50
4	10	7	3	70	30	49.58
5	10	8	2	80	20	49.51
6	10	8	2	80	20	49.32
7	10	6	4	60	40	49.47
8	10	7	3	70	30	49.22
9	10	9	1	90	10	50.01
10	10	7	3	70	30	49.63
11	10	8	2	80	20	49.33
12	10	7	3	70	30	49.50
13	10	6	4	60	40	50.09
14	10	8	2	80	20	48.42
15	10	8	2	80	20	49.28
16	10	7	3	70	30	49.73
17	10	7	3	70	30	49.04
18	10	7	3	70	30	49.45
19	10	9	1	90	10	49.83
20	10	7	3	70	30	49.57
21	10	8	2	80	20	49.64
22	10	8	2	80	20	50.33
23	10	7	3	70	30	49.21
24	10	6	4	60	40	50.12
25	10	7	3	70	30	49.16
ค่าสูงสุด	10	9	4	90	40	50.33
ค่าต่ำสุด	10	6	1	60	10	48.42
ค่าเฉลี่ย	10	7.36	2.64	73.6	26.4	49.5

การคำนวณหาพิกัด/ขีดจำกัดควบคุมของแผนภูมิควบคุม np chart

ให้ np_i = จำนวนผลปาล์มที่ผ่าไม่สมบูรณ์

$\sum_{i=1}^{25} np_i = 66$

$$\bar{p} = \frac{\sum_{i=1}^{25} np_i}{\sum_{i=1}^{25} n_i} = \frac{66}{250} = 0.264$$

n = 10

คำนวณขอบเขตการควบคุม

$UCL_{np} = n\bar{p} + 3\sqrt{n\bar{p}(1-\bar{p})}$

$= 10(0.264) + 3\sqrt{10(0.264)(1-0.264)}$

$= 2.64 + 4.18$

$= 6.82$

$CL_{np} = n\bar{p}$ $= 10(0.264)$

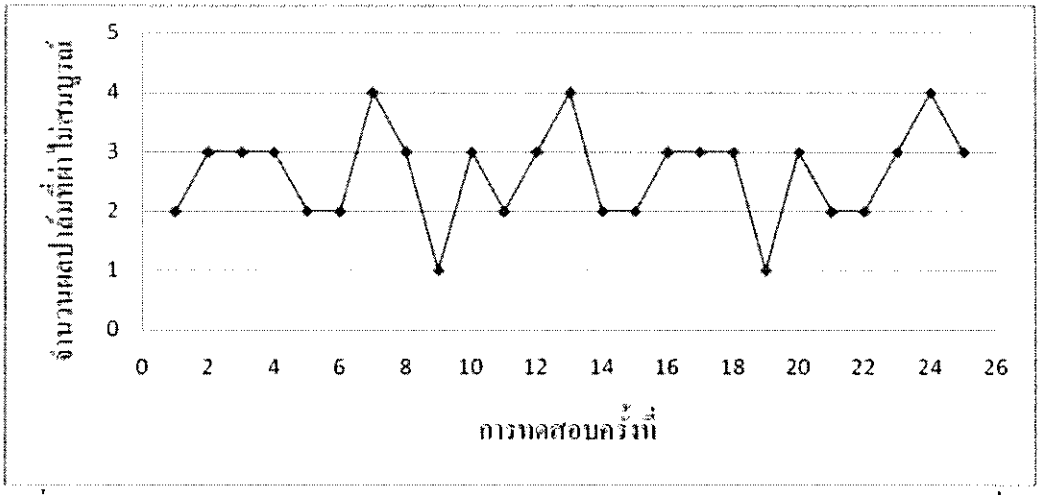
$= 2.64$

$LCL_{np} = n\bar{p} - 3\sqrt{n\bar{p}(1-\bar{p})}$

$= 10(0.264) - 3\sqrt{10(0.264)(1-0.264)}$

$= 2.64 - 4.18$

$= -1.54 \approx 0$



รูปที่ 4.7 แผนภูมิควบคุมคุณภาพ np-chart ของการผ่าผลปาล์มพันธุ์สุราษฎร์ธานี 3 โดยใช้ใบเลื่อยขนาด 7.5 นิ้ว 40 ฟัน ความหนาของฟัน 2.5 มม.

จากแผนภูมิควบคุมคุณภาพ np-chart จะสังเกตเห็นว่าผลปาล์มที่ผ่าได้ 25 กลุ่มย่อย ไม่มีกลุ่มย่อยใดตกอยู่นอกขอบเขตควบคุมคุณภาพ จึงถือได้ว่าผลปาล์มที่ผ่าได้ทั้ง 25 กลุ่มมีของเสียอยู่ในขอบเขตที่ยอมรับได้

การคำนวณหาค่าพลังงานไฟฟ้า

เมื่อ $P = 559.5$ w

$t = 1237.37$ s

จะได้ $W = \frac{559.5}{1000} \times \frac{1237.37}{3600} = 0.1923$ kWh

ดังนั้น การผ่าผลปาล์มพันธุ์สุราษฎร์ธานี 3 ด้วยเครื่องผ่าผลปาล์มแบบไฟฟ้าที่ใช้ใบเลื่อยขนาด 7.5 นิ้ว 40 ฟัน ความหนาของฟัน 2.5 มิลลิเมตร ใช้พลังงานไฟฟ้าในการผ่าทั้งหมดคือ 0.1923 kWh

การวิเคราะห์ความแปรปรวนของข้อมูลที่ได้จากการทดลองผ่าผลปาล์ม 4 พันธุ์ โดยใช้ใบเลื่อย ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 7.5 นิ้ว 40 ฟัน ความหนาของฟัน 2.5 มม.

พันธุ์ปาล์ม เป็นตัวแปรอิสระที่ใช้ในการแบ่งกลุ่ม
จำนวนผลปาล์มที่ผ่าได้ไม่สมบูรณ์ เป็นตัวแปรตามที่จะหาค่าเฉลี่ยว่าแตกต่างกันหรือไม่
กำหนดสมมติฐานทางสถิติ

สมมติฐานที่ 1 จำนวนผลปาล์มที่ผ่าได้ไม่สมบูรณ์ในแต่ละพันธุ์มีค่าไม่แตกต่างกัน

สมมติฐานที่ 2 จำนวนผลปาล์มที่ผ่าได้ไม่สมบูรณ์ในแต่ละพันธุ์มีค่าแตกต่างกัน

ตารางที่ 4.5 จำนวนผลปาล์มที่ผ่าได้ไม่สมบูรณ์เฉลี่ยของปาล์มแต่ละพันธุ์ที่ใช้ทดลองกับใบเลื่อย ขนาด 7.5 นิ้ว 40 ฟัน ความหนาของฟัน 2.5 มม.

พันธุ์ปาล์ม	จำนวนผลปาล์มที่ผ่าได้ไม่สมบูรณ์เฉลี่ย ($\bar{X}$)	Std.	F	Sig.
เทเนอร่า	3.000±.129	.646	2.368	.075
สุราษฎร์ธานี 1	2.520±.130	.653		
สุราษฎร์ธานี 2	2.880±.145	.726		
สุราษฎร์ธานี 3	2.640±.162	.810		

การตัดสินใจจะปฏิเสธสมมติฐานที่ 1 ถ้าค่า Sig. น้อยกว่าค่าระดับนัยสำคัญที่กำหนด (α=0.05)
เนื่องจากค่า Sig. ที่ได้ มีค่ามากกว่า 0.05 ดังนั้นจึงตัดสินใจ ยอมรับสมมติฐานที่ 1
สรุปผลได้ว่า ผลปาล์มที่ผ่าได้ไม่สมบูรณ์ในแต่ละพันธุ์มีค่าไม่แตกต่างกันที่ระดับนัยสำคัญ 0.05

ตารางที่ 4.6 ผลการทดสอบประสิทธิภาพเครื่องผ่าผลปาล์มแบบไฟฟ้าเมื่อใช้ใบเลื่อยขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 7.5 นิ้ว 40 ฟัน ความหนาของฟัน 2.5 มม.

พันธุ์ปาล์ม	จำนวนผลที่ผ่าได้สมบูรณ์ (ผล)	จำนวนผลที่ผ่าได้ไม่สมบูรณ์ (ผล)	เวลาที่ใช้ (วินาที)	พลังงานที่ใช้ (kWh)
เทเนอร่า	175	75	1185.05	0.1840
สุราษฎร์ธานี 1	187	63	1183.36	0.1839
สุราษฎร์ธานี 2	178	72	1235.71	0.1920
สุราษฎร์ธานี 3	184	66	1237.37	0.1923

จากผลการทดสอบประสิทธิภาพเครื่องผ่าผลปาล์มแบบไฟฟ้าซึ่งใช้ใบเลื่อยขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 7.5 นิ้ว 40 ฟัน ความหนาของฟัน 2.5 มม. จะเห็นได้ว่า ผลปาล์มที่ผ่าได้ไม่สมบูรณ์มีจำนวนมาก โดยพันธุ์เทเนอร่า มีจำนวนผลปาล์มที่ผ่าได้ไม่สมบูรณ์มากที่สุดคือ จำนวน 75 ผล คิดเป็นร้อยละ 30 ของผลปาล์มทั้งหมด และพันธุ์สุราษฎร์ธานี 1 มีจำนวนผลปาล์มที่ผ่าได้ไม่สมบูรณ์น้อยที่สุด คือ จำนวน 63 ผล คิดเป็นร้อยละ 25.2 ของผลปาล์มทั้งหมด

4. 4 ผลการทดสอบประสิทธิภาพเครื่องผ่าผลปาล์มและผลการทดสอบการสิ้นเปลืองพลังงานของเครื่อง เมื่อใช้ใบเลื่อยขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 7.5 นิ้ว 60 ฟัน ความหนาของฟัน 2.5 มม.

จากผลการทดสอบประสิทธิภาพเครื่องผ่าผลปาล์มแบบไฟฟ้าซึ่งใช้ใบเลื่อยขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 7.5 นิ้ว 40 ฟัน ความหนาของฟัน 2.5 มม. พบว่า ผลปาล์มที่ผ่าได้ไม่สมบูรณ์มีจำนวนมาก จึงเปลี่ยนไปใช้ใบเลื่อยขนาด 7.5 นิ้ว 60 ฟัน ความหนาของฟัน 2.5 มม. ซึ่งมีผลการทดลองดังนี้

ตารางที่ 4.7 ตารางบันทึกผลการผ่าผลปาล์มด้วยเครื่องผ่าผลปาล์มแบบไฟฟ้า

ปาล์มพันธุ์เทเนอรา ใบเลื่อยขนาด 7.5 นิ้ว 60 ฟัน ความหนาของฟัน 2.5 มม.

การทดสอบครั้งที่	จำนวนผลที่ทดสอบ	จำนวนผลที่ผ่าได้สมบูรณ์ (ผล)	จำนวนผลที่ผ่าไม่สมบูรณ์ (ผล)	เปอร์เซ็นต์ของผลที่ผ่าสมบูรณ์	เปอร์เซ็นต์ของผลที่ผ่าไม่สมบูรณ์	เวลาที่ใช้ (วินาที)
1	10	10	0	100	0	43.82
2	10	9	1	90	10	44.85
3	10	9	1	90	10	43.31
4	10	10	0	100	0	44.59
5	10	8	2	80	20	43.83
6	10	9	1	90	10	43.88
7	10	9	1	90	10	42.97
8	10	10	0	100	0	44.33
9	10	10	0	100	0	43.25
10	10	8	2	80	20	43.58
11	10	9	1	90	10	44.69
12	10	9	1	90	10	43.89
13	10	10	0	100	0	44.68
14	10	9	1	90	10	43.30
15	10	8	2	80	20	43.84
16	10	8	2	80	20	43.10
17	10	10	0	100	0	42.73
18	10	9	1	90	10	43.10
19	10	9	1	90	10	44.01
20	10	10	0	100	0	42.20
21	10	10	0	100	0	43.80
22	10	10	0	100	0	44.10
23	10	9	1	90	10	43.25
24	10	10	0	100	0	43.33
25	10	9	1	90	10	43.30
ค่าสูงสุด	10	10	2	100	20	44.85
ค่าต่ำสุด	10	9	0	80	0	42.73
ค่าเฉลี่ย	10	9.24	0.76	92.4	7.6	43.67

การคำนวณหาพิกัด/ขีดจำกัดควบคุมของแผนภูมิควบคุม np chart

ให้ np_i = จำนวนผลปาล์มที่ผ่าไม่สมบูรณ์

$\sum_{i=1}^{25} np_i = 19$

$$\bar{p} = \frac{\sum_{i=1}^{25} np_i}{\sum_{i=1}^{25} n_i} = \frac{19}{250} = 0.076$$

n = 10

คำนวณขอบเขตการควบคุม

$UCL_{np} = n\bar{p} + 3\sqrt{n\bar{p}(1-\bar{p})}$

$= 10(0.076) + 3\sqrt{10(0.076)(1-0.076)}$

$= 0.76 + 2.51$

$= 3.27$

$CL_{np} = n\bar{p}$ $= 10(0.076)$

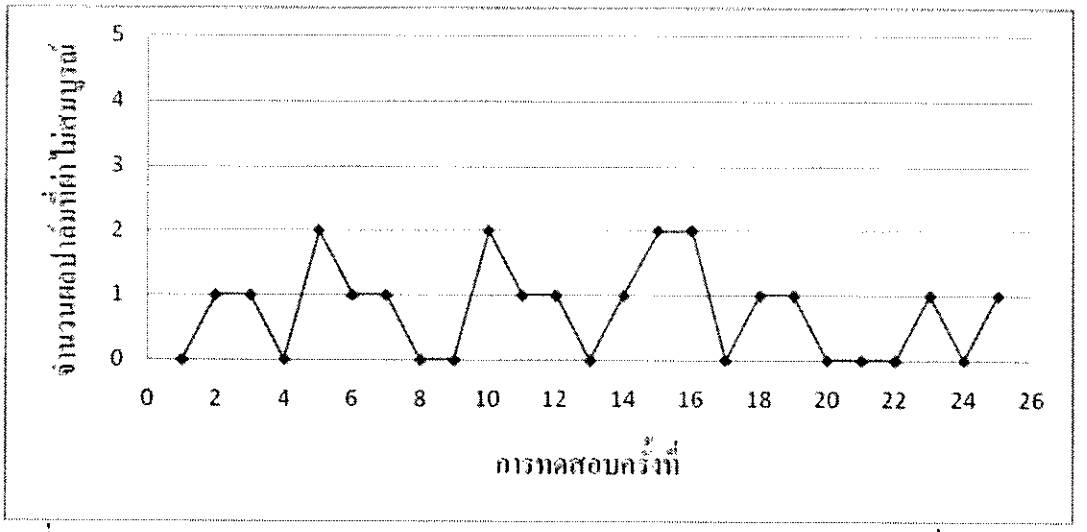
$= 0.76$

$LCL_{np} = n\bar{p} - 3\sqrt{n\bar{p}(1-\bar{p})}$

$= 10(0.076) - 3\sqrt{10(0.076)(1-0.076)}$

$= 0.76 - 2.51$

$= -1.75 \approx 0$



รูปที่ 4.8 แผนภูมิควบคุมคุณภาพ np-chart ของการผ่าผลปาล์มพันธุ์เทเนอรา โดยใช้ใบเลื่อยขนาด 7.5 นิ้ว 60 ฟัน ความหนาของฟัน 2.5 มม.

จากแผนภูมิควบคุมคุณภาพ np-chart จะสังเกตเห็นว่าผลปาล์มที่ผ่าได้ 25 กลุ่มย่อย ไม่มีกลุ่มย่อยใดตกอยู่นอกขอบเขตควบคุมคุณภาพ จึงถือได้ว่าผลปาล์มที่ผ่าได้ทั้ง 25 กลุ่มมีของเสียอยู่ในขอบเขตที่ยอมรับได้

การคำนวณหาค่าพลังงานไฟฟ้า

เมื่อ $P = 559.5$ w

$t = 1091.73$ s (เวลาที่ใช้รวม)

จะได้ $W = \frac{559.5}{1000} \times \frac{1091.73}{3600} = 0.1697$ kWh

ดังนั้น การผ่าผลปาล์มพันธุ์เทเนอร่าด้วยเครื่องผ่าผลปาล์มแบบไฟฟ้าที่ใช้ใบเลื่อยขนาด 7.5 นิ้ว 60 ฟัน ความหนาของฟัน 2.5 มิลลิเมตร ใช้พลังงานไฟฟ้าในการผ่าทั้งหมดคือ 0.1697 kWh

ตารางที่ 4.8 ตารางบันทึกผลการผ่าผลปาล์มด้วยเครื่องผ่าผลปาล์มแบบไฟฟ้า
ปาล์มพันธุ์สุราษฎร์ธานี 1 ใบเลื่อยขนาด 7.5 นิ้ว 60 ฟัน ความหนาของฟัน 2.5 มม.

การทดสอบครั้งที่	จำนวนผลที่ทดสอบ	จำนวนผลที่ผ่าได้สมบูรณ์ (ผล)	จำนวนผลที่ผ่าไม่สมบูรณ์(ผล)	เปอร์เซ็นต์ของผลที่ผ่าสมบูรณ์	เปอร์เซ็นต์ของผลที่ผ่าไม่สมบูรณ์	เวลาที่ใช้ (วินาที)
1	10	10	0	100	0	44.02
2	10	9	1	90	10	43.35
3	10	10	0	100	0	44.47
4	10	9	1	90	10	43.90
5	10	10	0	100	0	43.16
6	10	10	0	100	0	44.57
7	10	9	1	90	10	42.23
8	10	10	0	100	0	45.01
9	10	9	1	90	10	43.59
10	10	10	0	100	0	44.16
11	10	10	0	100	0	44.06
12	10	8	2	80	20	43.65
13	10	9	1	90	10	43.05
14	10	9	1	90	10	44.16
15	10	10	0	100	0	43.25
16	10	10	0	100	0	43.36
17	10	9	1	90	10	44.60
18	10	10	0	100	0	42.68
19	10	9	1	90	10	44.73
20	10	10	0	100	0	44.02
21	10	10	0	100	0	43.37
22	10	8	2	80	20	43.29
23	10	10	0	100	0	43.45
24	10	9	1	90	10	44.11
25	10	9	1	90	10	43.48
ค่าสูงสุด	10	10	2	100	20	45.01
ค่าต่ำสุด	10	8	0	80	0	42.23
ค่าเฉลี่ย	10	9.44	0.56	94.4	5.6	43.75

การคำนวณหาพิกัด/ขีดจำกัดควบคุมของแผนภูมิควบคุม np chart

ให้ np_i = จำนวนผลปาล์มที่ผ่าไม่สมบูรณ์

$\sum_{i=1}^{25} np_i = 14$

$$\bar{p} = \frac{\sum_{i=1}^{25} np_i}{\sum_{i=1}^{25} n_i} = \frac{14}{250} = 0.056$$

n = 10

คำนวณขอบเขตการควบคุม

$UCL_{np} = n\bar{p} + 3\sqrt{n\bar{p}(1-\bar{p})}$

$= 10(0.056) + 3\sqrt{10(0.056)(1-0.056)}$

$= 0.56 + 2.18$

$= 2.74$

$CL_{np} = n\bar{p}$ $= 10(0.056)$

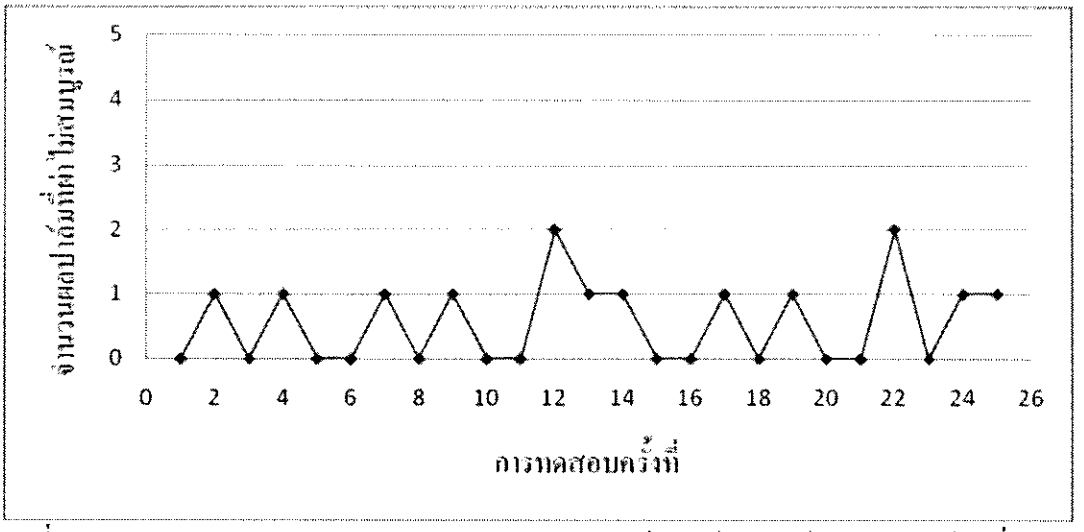
$= 0.56$

$LCL_{np} = n\bar{p} - 3\sqrt{n\bar{p}(1-\bar{p})}$

$= 10(0.056) - 3\sqrt{10(0.056)(1-0.056)}$

$= 0.56 - 2.18$

$= -1.62 \approx 0$



รูปที่ 4.9 แผนภูมิควบคุมคุณภาพ np-chart ของการผ่าผลปาล์มพันธุ์สุราษฎร์ธานี 1 โดยใช้ใบเลื่อย ขนาด 7.5 นิ้ว 60 ฟัน ความหนาของฟัน 2.5 มม.

จากแผนภูมิควบคุมคุณภาพ np-chart จะสังเกตเห็นว่าผลปาล์มที่ผ่าได้ 25 กลุ่มย่อย ไม่มีกลุ่มย่อยใดตกอยู่นอกขอบเขตควบคุมคุณภาพ จึงถือได้ว่าผลปาล์มที่ผ่าได้ทั้ง 25 กลุ่มมีของเสียอยู่ในขอบเขตที่ยอมรับได้

การคำนวณหาค่าพลังงานไฟฟ้า

เมื่อ $P = 559.5$ w

$t = 1093.72$ s (เวลาที่ใช้รวม)

จะได้ $W = \frac{559.5}{1000} \times \frac{1093.72}{3600} = 0.1699$ kWh

ดังนั้น การผ่าผลปาล์มพันธุ์สุราษฎร์ธานี 1 ด้วยเครื่องผ่าผลปาล์มแบบไฟฟ้าที่ใช้ใบเลื่อย ขนาด 7.5 นิ้ว 60 ฟัน ความหนาของฟัน 2.5 มิลลิเมตร ใช้พลังงานไฟฟ้าในการผ่าทั้งหมดคือ 0.1699 kWh

ตารางที่ 4.9 ตารางบันทึกผลการผ่าผลปาล์มด้วยเครื่องผ่าผลปาล์มแบบไฟฟ้า
ปาล์มพันธุ์สุราษฎร์ธานี 2 ใบเลื่อยขนาด 7.5 นิ้ว 60 ฟัน ความหนาของฟัน 2.5 มม.

การทดสอบครั้งที่	จำนวนผลที่ทดสอบ	จำนวนผลที่ผ่าได้สมบูรณ์ (ผล)	จำนวนผลที่ผ่าไม่สมบูรณ์ (ผล)	เปอร์เซ็นต์ของผลที่ผ่าสมบูรณ์	เปอร์เซ็นต์ของผลที่ผ่าไม่สมบูรณ์	เวลาที่ใช้ (วินาที)
1	10	8	2	80	20	43.51
2	10	9	1	90	10	44.22
3	10	10	0	100	0	43.68
4	10	9	1	90	10	43.88
5	10	9	1	90	10	43.41
6	10	10	0	100	0	43.57
7	10	9	1	90	10	43.64
8	10	9	1	90	10	43.89
9	10	10	0	100	0	43.18
10	10	10	0	100	0	43.25
11	10	9	1	90	10	42.73
12	10	9	1	90	10	44.16
13	10	10	0	100	0	44.26
14	10	9	1	90	10	44.32
15	10	8	2	80	20	43.69
16	10	10	0	100	0	44.77
17	10	9	1	90	10	42.93
18	10	8	2	80	20	43.76
19	10	9	1	90	10	44.21
20	10	10	0	100	0	43.85
21	10	9	1	90	10	42.98
22	10	10	0	100	0	43.75
23	10	9	1	90	10	44.58
24	10	8	2	80	20	44.23
25	10	9	1	90	10	43.68
ค่าสูงสุด	10	10	2	100	20	44.58
ค่าต่ำสุด	10	8	0	80	0	42.73
ค่าเฉลี่ย	10	9.16	0.84	91.6	8.4	43.77

การคำนวณหาพิกัด/ขีดจำกัดควบคุมของแผนภูมิควบคุม np chart

ให้ np_i = จำนวนผลปาล์มที่ผ่าไม่สมบูรณ์

$\sum_{i=1}^{25} np_i = 21$

$$\bar{p} = \frac{\sum_{i=1}^{25} np_i}{\sum_{i=1}^{25} n_i} = \frac{21}{250} = 0.084$$

n = 10

คำนวณขอบเขตการควบคุม

$UCL_{np} = n\bar{p} + 3\sqrt{n\bar{p}(1-\bar{p})}$

$= 10(0.084)+3\sqrt{10(0.084)(1-0.084)}$

$= 0.84 + 2.63$

$= 3.47$

$CL_{np} = n\bar{p}$ $=10(0.084)$

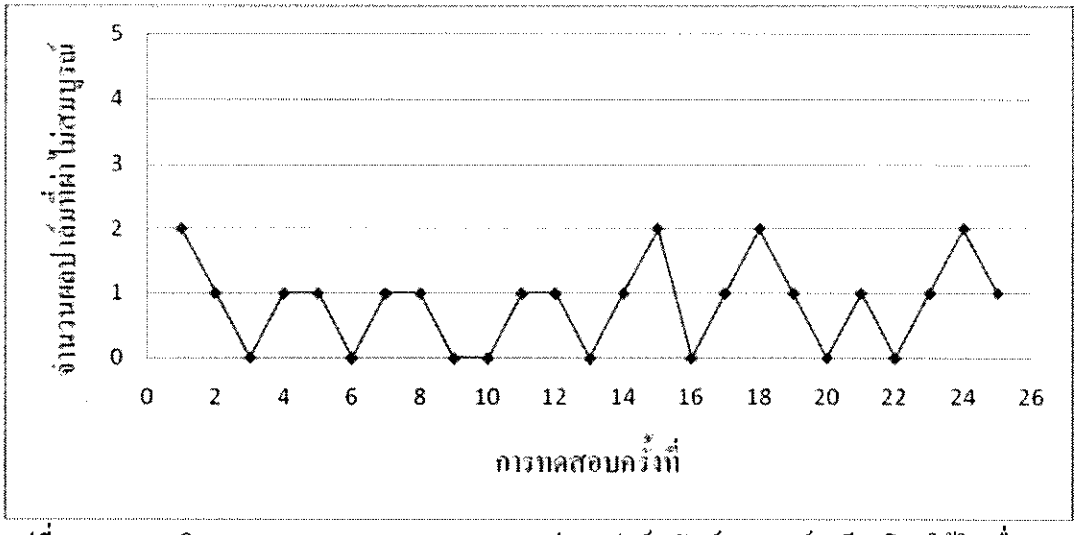
$= 0.84$

$LCL_{np} = n\bar{p} - 3\sqrt{n\bar{p}(1-\bar{p})}$

$= 10(0.084) - 3\sqrt{10(0.084)(1-0.084)}$

$= 0.84 - 2.63$

$= -1.79 \approx 0$



รูปที่ 4.10 แผนภูมิควบคุมคุณภาพ np-chart ของการผ่าผลปาล์มพันธุ์สุราษฎร์ธานี 2 โดยใช้ใบเลื่อย ขนาด 7.5 นิ้ว 60 ฟัน ความหนาของฟัน 2.5 มม.

จากแผนภูมิควบคุมคุณภาพ np-chart จะสังเกตเห็นว่าผลปาล์มที่ผ่าได้ 25 กลุ่มย่อย ไม่มีกลุ่มย่อยใดตกอยู่นอกขอบเขตควบคุมคุณภาพ จึงถือได้ว่าผลปาล์มที่ผ่าได้ทั้ง 25 กลุ่มมีของเสียอยู่ในขอบเขตที่ยอมรับได้

การคำนวณหาค่าพลังงานไฟฟ้า

เมื่อ $P = 559.5$ w

$t = 1094.13$ s (เวลาที่ใช้รวม)

จะได้ $W = \frac{559.5}{1000} \times \frac{1094.13}{3600} = 0.1700$ kWh

ดังนั้น การผ่าผลปาล์มพันธุ์สุราษฎร์ธานี 2 ด้วยเครื่องผ่าผลปาล์มแบบไฟฟ้าที่ใช้ใบเลื่อย ขนาด 7.5 นิ้ว 60 ฟัน ความหนาของฟัน 2.5 มิลลิเมตร ใช้พลังงานไฟฟ้าในการผ่าทั้งหมดคือ 0.1700 kWh

ตารางที่ 4.10 ตารางบันทึกผลการผ่าผลปาล์มด้วยเครื่องผ่าผลปาล์มแบบไฟฟ้า

ปาล์มพันธุ์สุราษฎร์ธานี 3 ใบเลื่อยขนาด 7.5 นิ้ว 60 ฟัน ความหนาของฟัน 2.5 มม.

การทดสอบครั้งที่	จำนวนผลที่ทดสอบ	จำนวนผลที่ผ่าได้สมบูรณ์ (ผล)	จำนวนผลที่ผ่าไม่สมบูรณ์ (ผล)	เปอร์เซ็นต์ของผลที่ผ่าสมบูรณ์	เปอร์เซ็นต์ของผลที่ผ่าไม่สมบูรณ์	เวลาที่ใช้ (วินาที)
1	10	9	1	90	10	44.52
2	10	8	2	80	20	44.93
3	10	10	0	100	0	43.85
4	10	10	0	100	0	44.10
5	10	9	1	90	10	43.75
6	10	8	2	80	20	43.60
7	10	9	1	90	10	44.30
8	10	9	1	90	10	45.35
9	10	8	2	80	20	43.67
10	10	10	0	100	0	44.18
11	10	10	0	100	0	43.65
12	10	9	1	90	10	44.85
13	10	8	2	80	20	44.20
14	10	8	2	80	20	44.28
15	10	9	1	90	10	43.10
16	10	9	1	90	10	43.22
17	10	9	1	90	10	43.30
18	10	10	0	100	0	43.85
19	10	10	0	100	0	44.20
20	10	10	0	100	0	43.35
21	10	9	1	90	10	44.85
22	10	8	2	80	20	45.02
23	10	9	1	90	10	43.18
24	10	10	0	100	0	43.26
25	10	9	1	90	10	43.17
ค่าสูงสุด	10	10	2	100	20	45.02
ค่าต่ำสุด	10	8	0	80	0	43.10
ค่าเฉลี่ย	10	9.08	0.92	90.8	9.2	43.99

การคำนวณหาพิกัด/ขีดจำกัดควบคุมของแผนภูมิควบคุม np chart

ให้ np_i = จำนวนผลปาล์มที่ผ่าไม่สมบูรณ์

$\sum_{i=1}^{25} np_i = 23$

$$\bar{p} = \frac{\sum_{i=1}^{25} np_i}{\sum_{i=1}^{25} n_i} = \frac{23}{250} = 0.092$$

n = 10

คำนวณขอบเขตการควบคุม

$UCL_{np} = n\bar{p} + 3\sqrt{n\bar{p}(1-\bar{p})}$

$= 10(0.092) + 3\sqrt{10(0.092)(1-0.092)}$

$= 0.92 + 2.74$

$= 3.66$

$CL_{np} = n\bar{p}$ $= 10(0.092)$

$= 0.92$

$LCL_{np} = n\bar{p} - 3\sqrt{n\bar{p}(1-\bar{p})}$

$= 10(0.092) - 3\sqrt{10(0.092)(1-0.092)}$

$= 0.92 - 2.74$

$= -1.82 \approx 0$

รูปที่ 4.11 แผนภูมิควบคุมคุณภาพ np-chart ของการผ่าผลปาล์มพันธุ์สุราษฎร์ธานี 3 โดยใช้ใบเลื่อย ขนาด 7.5 นิ้ว 60 ฟัน ความหนาของฟัน 2.5 มม.

จากแผนภูมิควบคุมคุณภาพ np-chart จะสังเกตเห็นว่าผลปาล์มที่ผ่าได้ 25 กลุ่มย่อย ไม่มีกลุ่มย่อยใดตกอยู่นอกขอบเขตควบคุมคุณภาพ จึงถือได้ว่าผลปาล์มที่ผ่าได้ทั้ง 25 กลุ่มมีของเสียอยู่ในขอบเขตที่ยอมรับได้

การคำนวณหาค่าพลังงานไฟฟ้า

เมื่อ $P = 559.5$ w

$t = 1099.73$ s (เวลาที่ใช้รวม)

จะได้ $W = \frac{559.5}{1000} \times \frac{1099.73}{3600} = 0.1709$ kWh

ดังนั้น การผ่าผลปาล์มพันธุ์สุราษฎร์ธานี 3 ด้วยเครื่องผ่าผลปาล์มแบบไฟฟ้าที่ใช้ใบเลื่อย ขนาด 7.5 นิ้ว 60 ฟัน ความหนาของฟัน 2.5 มิลลิเมตร ใช้พลังงานไฟฟ้าในการผ่าทั้งหมดคือ 0.1709 kWh

การวิเคราะห์ความแปรปรวนของข้อมูลที่ได้จากการทดลองผ่าผลปาล์ม 4 พันธุ์ โดยใช้ใบเลื่อย ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 7.5 นิ้ว 60 ฟัน ความหนาของฟัน 2.5 มม.

พันธุ์ปาล์ม เป็นตัวแปรอิสระที่ใช้ในการแบ่งกลุ่ม

จำนวนผลปาล์มที่ผ่าได้ไม่สมบูรณ์ เป็นตัวแปรตามที่จะหาค่าเฉลี่ยว่าแตกต่างกันหรือไม่

กำหนดสมมติฐานทางสถิติ

สมมติฐานที่ 1 จำนวนผลปาล์มที่ผ่าได้ไม่สมบูรณ์ในแต่ละพันธุ์มีค่าไม่แตกต่างกัน

สมมติฐานที่ 2 จำนวนผลปาล์มที่ผ่าได้ไม่สมบูรณ์ในแต่ละพันธุ์มีค่าแตกต่างกัน

ตารางที่ 4.11 จำนวนผลปาล์มที่ผ่าได้ไม่สมบูรณ์เฉลี่ยของปาล์มแต่ละพันธุ์ที่ใช้ทดลองกับใบเลื่อย ขนาด 7.5 นิ้ว 60 ฟัน ความหนาของฟัน 2.5 มม.

พันธุ์ปาล์ม	จำนวนผลปาล์มที่ผ่าไม่สมบูรณ์เฉลี่ย ($\overline{X}$)	Std.	F	Sig.
เทเนอร่า	.760 ±.145	.723	1.195	.316
สุราษฎร์ธานี 1	.560 ±.130	.651		
สุราษฎร์ธานี 2	.840 ±.138	.688		
สุราษฎร์ธานี 3	.920 ±.152	.759		

ค่า Sig. ที่ได้ มีค่ามากกว่าค่าระดับนัยสำคัญที่กำหนด (α=0.05)

การตัดสินใจ ยอมรับสมมติฐานที่ 1

สรุปผลได้ว่า ผลปาล์มที่ผ่าได้ไม่สมบูรณ์ในแต่ละพันธุ์มีค่าไม่แตกต่างกันที่ระดับนัยสำคัญ 0.05

ตารางที่ 4.12 ผลการทดสอบประสิทธิภาพเครื่องผ่าผลปาล์มแบบไฟฟ้าเมื่อใช้ใบเลื่อยขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 7.5 นิ้ว 60 ฟัน ความหนาของฟัน 2.5 มม.

พันธุ์ปาล์ม	จำนวนผลที่ผ่าได้สมบูรณ์ (ผล)	จำนวนผลที่ผ่าได้ไม่สมบูรณ์ (ผล)	เวลาที่ใช้ (วินาที)	พลังงานที่ใช้ (kWh)
เทเนอร่า	231	19	1091.73	0.1697
สุราษฎร์ธานี 1	236	14	1093.72	0.1699
สุราษฎร์ธานี 2	227	23	1094.13	0.1700
สุราษฎร์ธานี 3	229	21	1099.73	0.1709

จากผลการทดสอบประสิทธิภาพเครื่องผ่าผลปาล์มแบบไฟฟ้าซึ่งใช้ใบเลื่อยขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 7.5 นิ้ว 60 ฟัน ความหนาของฟัน 2.5 มม. จะเห็นได้ว่า ผลปาล์มที่ผ่าได้ไม่สมบูรณ์ เวลาที่ใช้ และพลังงานที่ใช้ลดลงกว่าการใช้ใบเลื่อยใบแรก (ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 7.5 นิ้ว 40 ฟัน ความหนาของฟัน 2.5 มม.) โดยพันธุ์สุราษฎร์ธานี 2 มีจำนวนผลปาล์มที่ผ่าได้ไม่สมบูรณ์มากที่สุด คือ จำนวน 23 ผล คิดเป็นร้อยละ 9.2 ของผลปาล์มทั้งหมด และพันธุ์สุราษฎร์ธานี 1 มีจำนวนผลปาล์มที่ผ่าได้ไม่สมบูรณ์น้อยที่สุด คือ จำนวน 14 ผล คิดเป็นร้อยละ 5.6 ของผลปาล์มทั้งหมด

4. 5 ผลการทดสอบประสิทธิภาพเครื่องผ่าผลปาล์มและผลการทดสอบการสิ้นเปลืองพลังงานของเครื่อง เมื่อใช้ใบเลื่อยขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 7.5 นิ้ว 60 ฟัน ความหนาของฟัน 2 มม.

จากผลการทดสอบประสิทธิภาพเครื่องผ่าผลปาล์มแบบไฟฟ้าโดยใช้ใบเลื่อยขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 7.5 นิ้ว 60 ฟัน ผลปรากฏว่าผลปาล์มที่ผ่าได้มีจำนวนผลที่ผ่าไม่สมบูรณ์ลดลงเหลือประมาณ 8 % ของผลปาล์มทั้งหมด ซึ่งผลการทดลองอยู่ในระดับที่น่าพึงพอใจ แต่หากความหนาของฟันเลื่อยลดลงน่าจะทำให้ผลปาล์มที่ผ่าได้มีจำนวนผลที่ผ่าไม่สมบูรณ์ลดลงอีก จึงได้ทำการทดลองโดยเปลี่ยนไปใช้ใบเลื่อยขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 7.5 นิ้ว 60 ฟัน ความหนาของฟัน 2.0 มิลลิเมตร โดยมีผลการทดลองดังนี้

ตารางที่ 4.13 ตารางบันทึกผลการผ่าผลปาล์มด้วยเครื่องผ่าผลปาล์มแบบไฟฟ้า

ปาล์มพันธุ์เทเนอรา ใบเลื่อยขนาด 7.5 นิ้ว 60 ฟัน ความหนาของฟัน 2.0 มม.

การทดสอบครั้งที่	จำนวนผลที่ทดสอบ	จำนวนผลที่ผ่าได้สมบูรณ์ (ผล)	จำนวนผลที่ผ่าไม่สมบูรณ์ (ผล)	เปอร์เซ็นต์ของผลที่ผ่าสมบูรณ์	เปอร์เซ็นต์ของผลที่ผ่าไม่สมบูรณ์	เวลาที่ใช้ (วินาที)
1	10	10	0	100	0	42.41
2	10	10	0	100	0	43.22
3	10	10	0	100	0	43.79
4	10	10	0	100	0	43.82
5	10	10	0	100	0	43.51
6	10	10	0	100	0	43.60
7	10	10	0	100	0	43.88
8	10	9	1	90	10	43.23
9	10	10	0	100	0	43.35
10	10	10	0	100	0	41.97
11	10	10	0	100	0	43.31
12	10	10	0	100	0	43.27
13	10	10	0	100	0	42.84
14	10	9	1	90	10	42.76
15	10	10	0	100	0	43.15
16	10	10	0	100	0	43.53
17	10	10	0	100	0	43.58
18	10	9	1	90	10	41.98
19	10	10	0	100	0	44.06
20	10	10	0	100	0	42.88
21	10	10	0	100	0	42.72
22	10	10	0	100	0	43.51
23	10	9	1	90	10	43.18
24	10	10	0	100	0	43.25
25	10	10	0	100	0	43.12
ค่าสูงสุด	10	10	1	100	10	44.06
ค่าต่ำสุด	10	9	0	90	0	41.97
ค่าเฉลี่ย	10	9.84	0.16	98.4	1.6	43.2

การคำนวณหาพิกัด/ขีดจำกัดควบคุมของแผนภูมิควบคุม np chart

ให้ np_i = จำนวนผลปาล์มที่ผ่าไม่สมบูรณ์

$\sum_{i=1}^{25} np_i = 4$

$$\bar{p} = \frac{\sum_{i=1}^{25} np_i}{\sum_{i=1}^{25} n_i} = \frac{4}{250} = 0.016$$

n = 10

คำนวณขอบเขตการควบคุม

$UCL_{np} = n\bar{p} + 3\sqrt{n\bar{p}(1-\bar{p})}$

$= 10(0.016) + 3\sqrt{10(0.016)(1-0.016)}$

$= 0.16 + 1.19$

$= 1.35$

$CL_{np} = n\bar{p}$ $= 10(0.016)$

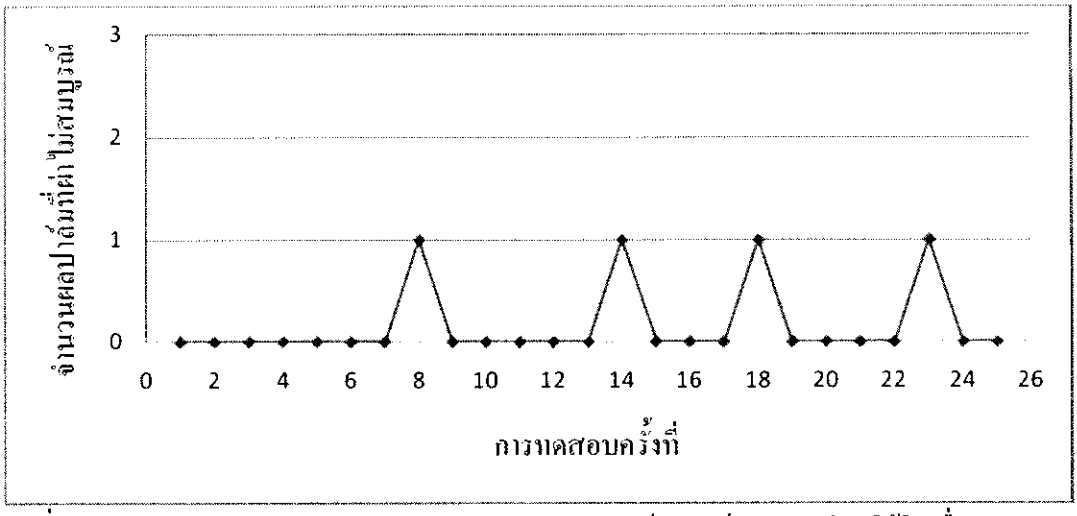
$= 0.16$

$LCL_{np} = n\bar{p} - 3\sqrt{n\bar{p}(1-\bar{p})}$

$= 10(0.016) - 3\sqrt{10(0.016)(1-0.016)}$

$= 0.16 - 1.19$

$= -1.03 \approx 0$



รูปที่ 4.12 แผนภูมิควบคุมคุณภาพ np-chart ของการผ่าผลปาล์ม พันธุ์เทเนอรา โดยใช้ใบเลื่อยขนาด 7.5 นิ้ว 60 ฟัน ความหนาของฟัน 2.0 มม.

จากแผนภูมิควบคุมคุณภาพ np-chart จะสังเกตเห็นว่าผลปาล์มที่ผ่าได้ 25 กลุ่มย่อย ไม่มีกลุ่มย่อยใดตกอยู่นอกขอบเขตควบคุมคุณภาพ จึงถือได้ว่าผลปาล์มที่ผ่าได้ทั้ง 25 กลุ่มมีของเสียอยู่ในขอบเขตที่ยอมรับได้

การคำนวณหาค่าพลังงานไฟฟ้า

เมื่อ $P = 559.5$ w

$t = 1079.92$ s (เวลาที่ใช้รวม)

จะได้ $W = \frac{559.5}{1000} \times \frac{1079.92}{3600} = 0.1678$ kWh

ดังนั้น การผ่าผลปาล์มพันธุ์เทเนอร่าด้วยเครื่องผ่าผลปาล์มแบบไฟฟ้าที่ใช้ใบเลื่อยขนาด 7.5 นิ้ว 60 ฟัน ความหนาของฟัน 2.0 มิลลิเมตร ใช้พลังงานไฟฟ้าในการผ่าทั้งหมดคือ 0.1678 kWh

ตารางที่ 4.14 ตารางบันทึกผลการผ่าเมล็ดปาล์มด้วยเครื่องผ่าปาล์มแบบไฟฟ้า

ปาล์มพันธุ์สุราษฎร์ธานี 1 ใบเลื่อยขนาด 7.5 นิ้ว 60 ฟัน ความหนาของฟัน 2.0 มม.

การทดสอบครั้งที่	จำนวนผลที่ทดสอบ	จำนวนผลที่ผ่าได้สมบูรณ์ (ผล)	จำนวนผลที่ผ่าไม่สมบูรณ์ (ผล)	เปอร์เซ็นต์ของผลที่ผ่าสมบูรณ์	เปอร์เซ็นต์ของผลที่ผ่าไม่สมบูรณ์	เวลาที่ใช้ (วินาที)
1	10	9	1	90	10	44.11
2	10	9	1	90	10	43.26
3	10	10	0	100	0	41.91
4	10	10	0	100	0	44.63
5	10	10	0	100	0	42.53
6	10	10	0	100	0	44.01
7	10	9	1	90	10	43.31
8	10	10	0	100	0	42.28
9	10	10	0	100	0	43.32
10	10	10	0	100	0	43.19
11	10	10	0	100	0	43.17
12	10	10	0	100	0	42.84
13	10	9	1	90	10	44.42
14	10	10	0	100	0	44.53
15	10	10	0	100	0	43.60
16	10	9	1	90	10	43.72
17	10	10	0	100	0	43.31
18	10	10	0	100	0	43.44
19	10	10	0	100	0	42.59
20	10	10	0	100	0	42.62
21	10	10	0	100	0	42.81
22	10	10	0	100	0	41.94
23	10	9	1	90	10	43.25
24	10	10	0	100	0	44.39
25	10	10	0	100	0	41.72
ค่าสูงสุด	10	10	1	100	10	44.63
ค่าต่ำสุด	10	9	0	90	0	41.72
ค่าเฉลี่ย	10	9.76	0.24	97.6	2.4	43.24

การคำนวณหาพิกัด/ขีดจำกัดควบคุมของแผนภูมิควบคุม np chart

ให้ np_i = จำนวนผลปาล์มที่ผ่าไม่สมบูรณ์

$\sum_{i=1}^{25} np_i = 6$

$$\bar{p} = \frac{\sum_{i=1}^{25} np_i}{\sum_{i=1}^{25} n_i} = \frac{6}{250} = 0.024$$

n = 10

คำนวณขอบเขตการควบคุม

$UCL_{np} = n\bar{p} + 3\sqrt{n\bar{p}(1-\bar{p})}$

$= 10(0.024) + 3\sqrt{10(0.024)(1-0.024)}$

$= 0.24 + 1.45$

$= 1.69$

$CL_{np} = n\bar{p}$ $= 10(0.024)$

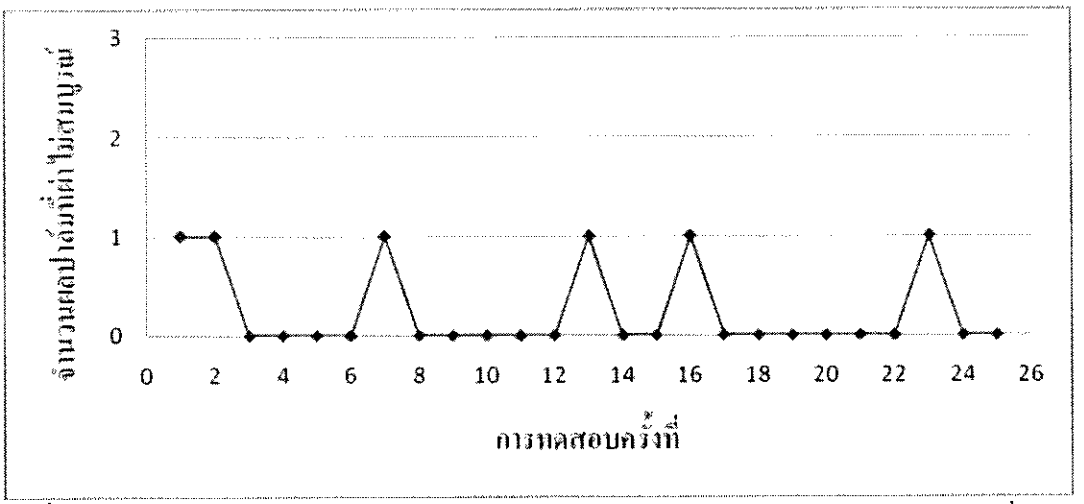
$= 0.24$

$LCL_{np} = n\bar{p} - 3\sqrt{n\bar{p}(1-\bar{p})}$

$= 10(0.024) - 3\sqrt{10(0.024)(1-0.024)}$

$= 0.24 - 1.45$

$= -1.21 \approx 0$



รูปที่ 4.13 แผนภูมิควบคุมคุณภาพ np-chart ของการผ่าผลปาล์ม พันธุ์สุราษฎร์ธานี 1 โดยใช้ใบเลื่อย ขนาด 7.5 นิ้ว 60 ฟัน ความหนาของฟัน 2.0 มม.

จากแผนภูมิควบคุมคุณภาพ np-chart จะสังเกตเห็นว่าผลปาล์มที่ผ่าได้ 25 กลุ่มย่อย ไม่มีกลุ่มย่อยใดตกอยู่นอกขอบเขตควบคุมคุณภาพ จึงถือได้ว่าผลปาล์มที่ผ่าได้ทั้ง 25 กลุ่มมีของเสียอยู่ในขอบเขตที่ยอมรับได้

การคำนวณหาค่าพลังงานไฟฟ้า

เมื่อ P = 559.5 w

t = 1080.9 s (เวลาที่ใช้รวม)

จะได้ $W = \frac{559.5}{1000} \times \frac{1080.9}{3600} = 0.1679$ kWh

ดังนั้น การผ่าผลปาล์มพันธุ์สุราษฎร์ธานี 1 ด้วยเครื่องผ่าผลปาล์มแบบไฟฟ้าที่ใช้ใบเลื่อย ขนาด 7.5 นิ้ว 60 ฟัน ความหนาของฟัน 2.0 มิลลิเมตร ใช้พลังงานไฟฟ้าในการผ่าทั้งหมดคือ 0.1679 kWh

ตารางที่ 4.15 ตารางบันทึกผลการผ่าผลปาล์มด้วยเครื่องผ่าผลปาล์มแบบไฟฟ้า

ปาล์มพันธุ์สุราษฎร์ธานี 2 ใบเลื่อยขนาด 7.5 นิ้ว 60 ฟัน ความหนาของฟัน 2.0 มม.

การทดสอบครั้งที่	จำนวนผลที่ทดสอบ	จำนวนผลที่ผ่าได้สมบูรณ์ (ผล)	จำนวนผลที่ผ่าไม่สมบูรณ์ (ผล)	เปอร์เซ็นต์ของผลที่ผ่าสมบูรณ์	เปอร์เซ็นต์ของผลที่ผ่าไม่สมบูรณ์	เวลาที่ใช้ (วินาที)
1	10	10	0	100	0	42.53
2	10	10	0	100	0	43.67
3	10	9	1	90	10	43.32
4	10	10	0	100	0	43.58
5	10	10	0	100	0	43.41
6	10	10	0	100	0	43.28
7	10	9	1	90	10	43.92
8	10	10	0	100	0	42.98
9	10	10	0	100	0	43.15
10	10	9	1	90	10	43.77
11	10	10	0	100	0	43.63
12	10	10	0	100	0	43.81
13	10	10	0	100	0	44.02
14	10	10	0	100	0	43.16
15	10	9	1	90	10	43.22
16	10	10	0	100	0	43.37
17	10	10	0	100	0	42.55
18	10	10	0	100	0	42.71
19	10	9	1	90	10	43.09
20	10	10	0	100	0	41.87
21	10	10	0	100	0	43.41
22	10	9	1	90	10	43.72
23	10	10	0	100	0	42.93
24	10	9	1	90	10	43.22
25	10	10	0	100	0	43.16
ค่าสูงสุด	10	10	1	100	10	44.02
ค่าต่ำสุด	10	9	0	90	0	41.87
ค่าเฉลี่ย	10	9.72	0.28	97.2	2.8	43.25

การคำนวณหาพิกัด/ขีดจำกัดควบคุมของแผนภูมิควบคุม np chart

ให้ np_i = จำนวนผลปาล์มที่ผ่าไม่สมบูรณ์

$\sum_{i=1}^{25} np_i = 7$

$$\bar{p} = \frac{\sum_{i=1}^{25} np_i}{\sum_{i=1}^{25} n_i} = \frac{7}{250} = 0.028$$

n = 10

คำนวณขอบเขตการควบคุม

$UCL_{np} = n\bar{p} + 3\sqrt{n\bar{p}(1-\bar{p})}$

$= 10(0.028)+3\sqrt{10(0.028)(1-0.028)}$

$= 0.28 + 1.565$

$= 1.845$

$CL_{np} = n\bar{p} = 10(0.028)$

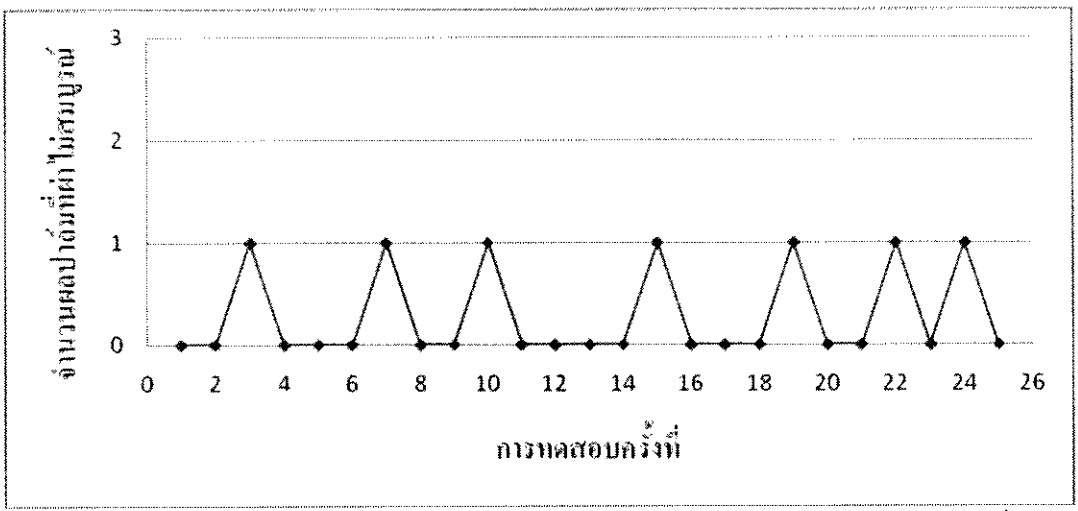
$= 0.28$

$LCL_{np} = n\bar{p} - 3\sqrt{n\bar{p}(1-\bar{p})}$

$= 10(0.028) - 3\sqrt{10(0.028)(1-0.028)}$

$= 0.28 - 1.565$

$= -1.285 \approx 0$



รูปที่ 4.14 แผนภูมิควบคุมคุณภาพ np-chart ของการผ่าผลปาล์มพันธุ์สุราษฎร์ธานี 2 โดยใช้ใบเลื่อย ขนาด 7.5 นิ้ว 60 ฟัน ความหนาของฟัน 2.0 มม.

จากแผนภูมิควบคุมคุณภาพ np-chart จะสังเกตเห็นว่าผลปาล์มที่ผ่าได้ 25 กลุ่มย่อย ไม่มีกลุ่มย่อยใดตกอยู่นอกขอบเขตควบคุมคุณภาพ จึงถือได้ว่าผลปาล์มที่ผ่าได้ทั้ง 25 กลุ่มมีของเสียอยู่ในขอบเขตที่ยอมรับได้

การคำนวณหาค่าพลังงานไฟฟ้า

เมื่อ $P = 559.5$ w

$t = 1081.48$ s (เวลาที่ใช้รวม)

จะได้ $W = \frac{559.5}{1000} \times \frac{1081.48}{3600} = 0.168$ kWh

ดังนั้น การผ่าผลปาล์มพันธุ์สุราษฎร์ธานี 2 ด้วยเครื่องผ่าผลปาล์มแบบไฟฟ้าที่ใช้ใบเลื่อย ขนาด 7.5 นิ้ว 60 ฟัน ความหนาของฟัน 2.0 มิลลิเมตร ใช้พลังงานไฟฟ้าในการผ่าทั้งหมดคือ 0.168 kWh

ตารางที่ 4.16 ตารางบันทึกผลการผ่าผลปาล์มด้วยเครื่องผ่าผลปาล์มแบบไฟฟ้า

ปาล์มพันธุ์สุราษฎร์ธานี 3 ใบเลื่อยขนาด 7.5 นิ้ว 60 ฟัน ความหนาของฟัน 2.0 มม.

การทดสอบครั้งที่	จำนวนผลที่ทดสอบ	จำนวนผลที่ผ่าได้สมบูรณ์ (ผล)	จำนวนผลที่ผ่าไม่สมบูรณ์ (ผล)	เปอร์เซ็นต์ของผลที่ผ่าสมบูรณ์	เปอร์เซ็นต์ของผลที่ผ่าไม่สมบูรณ์	เวลาที่ใช้ (วินาที)
1	10	10	0	100	0	43.87
2	10	10	0	100	0	43.71
3	10	10	0	100	0	42.89
4	10	10	0	100	0	42.68
5	10	10	0	100	0	43.67
6	10	10	0	100	0	43.44
7	10	10	0	100	0	42.81
8	10	10	0	100	0	42.55
9	10	10	0	100	0	43.63
10	10	9	1	90	10	41.97
11	10	10	0	100	0	42.81
12	10	10	0	100	0	42.76
13	10	10	0	100	0	43.54
14	10	10	0	100	0	43.83
15	10	10	0	100	0	43.44
16	10	9	1	90	1	42.56
17	10	10	0	100	0	43.76
18	10	10	0	100	0	43.27
19	10	10	0	100	0	42.48
20	10	10	0	100	0	42.25
21	10	10	0	100	0	44.06
22	10	9	1	90	10	41.89
23	10	10	0	100	0	42.33
24	10	10	0	100	0	42.47
25	10	10	0	100	0	43.51
ค่าสูงสุด	10	10	1	90	10	44.06
ค่าต่ำสุด	10	9	0	90	0	41.89
ค่าเฉลี่ย	10	9.88	0.12	98.8	1.2	43.05

การคำนวณหาพิกัด/ขีดจำกัดควบคุมของแผนภูมิควบคุม np chart

ให้ np_i = จำนวนผลปาล์มที่ผ่าไม่สมบูรณ์

$\sum_{i=1}^{25} np_i = 3$

$$\bar{p} = \frac{\sum_{i=1}^{25} np_i}{\sum_{i=1}^{25} n_i} = \frac{3}{250} = 0.012$$

n = 10

คำนวณขอบเขตการควบคุม

$UCL_{np} = n\bar{p} + 3\sqrt{n\bar{p}(1-\bar{p})}$

$= 10(0.012) + 3\sqrt{10(0.012)(1-0.012)}$

$= 0.12 + 1.03$

$= 1.15$

$CL_{np} = n\bar{p}$ $= 10(0.012)$

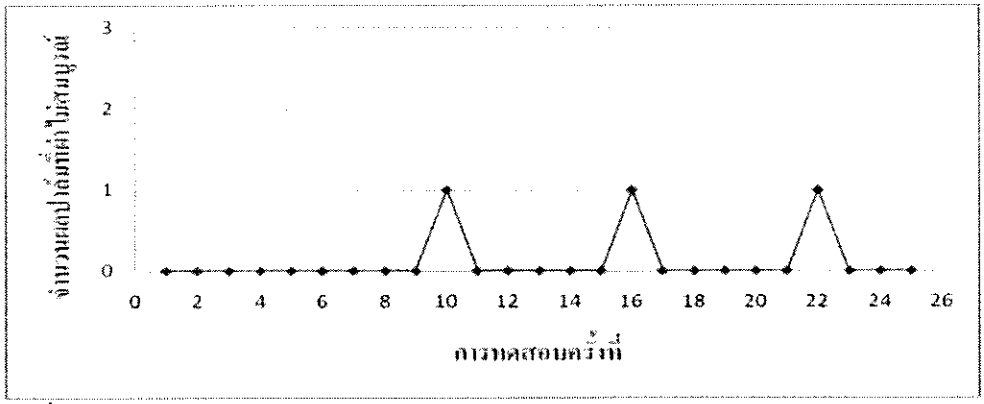
$= 0.12$

$LCL_{np} = n\bar{p} - 3\sqrt{n\bar{p}(1-\bar{p})}$

$= 10(0.012) - 3\sqrt{10(0.012)(1-0.012)}$

$= 0.12 - 1.03$

$= -0.91 \approx 0$



รูปที่ 4.15 แผนภูมิควบคุมคุณภาพ np-chart ของการผ่าผลปาล์มพันธุ์สุราษฎร์ธานี 3 โดยใช้ใบเลื่อย ขนาด 7.5 นิ้ว 60 ฟัน ความหนาของฟัน 2.0 มม.

จากแผนภูมิควบคุมคุณภาพ np-chart จะสังเกตเห็นว่าผลปาล์มที่ผ่าได้ 25 กลุ่มย่อย ไม่มีกลุ่มย่อยใดตกอยู่นอกขอบเขตควบคุมคุณภาพ จึงถือได้ว่าผลปาล์มที่ผ่าได้ทั้ง 25 กลุ่มมีของเสียอยู่ในขอบเขตที่ยอมรับได้

การคำนวณหาค่าพลังงานไฟฟ้า

เมื่อ $P = 559.5$ w

$t = 1076.18$ s (เวลาที่ใช้รวม)

จะได้ $W = \frac{559.5}{1000} \times \frac{1076.18}{3600} = 0.167$ kWh

ดังนั้น การผ่าผลปาล์มพันธุ์สุราษฎร์ธานี 3 ด้วยเครื่องผ่าผลปาล์มแบบไฟฟ้าที่ใช้ใบเลื่อย ขนาด 7.5 นิ้ว 60 ฟัน ความหนาของฟัน 2.0 มิลลิเมตร ใช้พลังงานไฟฟ้าในการผ่าทั้งหมดคือ 0.167 kWh

การวิเคราะห์ความแปรปรวนของข้อมูลที่ได้จากการทดลองผ่าผลปาล์ม 4 พันธุ์ โดยใช้ใบเลื่อย ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 7.5 นิ้ว 60 ฟัน ความหนาของฟัน 2.0 มม.

พันธุ์ปาล์ม เป็นตัวแปรอิสระที่ใช้ในการแบ่งกลุ่ม

จำนวนผลปาล์มที่ผ่าได้ไม่สมบูรณ์ เป็นตัวแปรตามที่จะหาค่าเฉลี่ยว่าแตกต่างกันหรือไม่

กำหนดสมมติฐานทางสถิติ

สมมติฐานที่ 1 จำนวนผลปาล์มที่ผ่าได้ไม่สมบูรณ์ในแต่ละพันธุ์มีค่าไม่แตกต่างกัน

สมมติฐานที่ 2 จำนวนผลปาล์มที่ผ่าได้ไม่สมบูรณ์ในแต่ละพันธุ์มีค่าแตกต่างกัน

ตารางที่ 4.17 จำนวนผลปาล์มที่ผ่าได้ไม่สมบูรณ์เฉลี่ยของปาล์มแต่ละพันธุ์ที่ใช้ทดลองกับใบเลื่อย ขนาด 7.5 นิ้ว 60 ฟัน ความหนาของฟัน 2.0 มม.

พันธุ์ปาล์ม	จำนวนผลปาล์มที่ผ่าไม่สมบูรณ์เฉลี่ย ($\overline{X}$)	Std.	F	Sig.
เทเนอร่า	.160 ±.075	.374	.821	.486
สุราษฎร์ธานี 1	.240 ±.087	.436		
สุราษฎร์ธานี 2	.280 ±.092	.458		
สุราษฎร์ธานี 3	.120 ±.663	.332		

ค่า Sig. ที่ได้ มีค่ามากกว่าค่าระดับนัยสำคัญที่กำหนด (α=0.05)

การตัดสินใจ ยอมรับสมมติฐานที่ 1

สรุปผลได้ว่า จำนวนผลปาล์มที่ผ่าได้ไม่สมบูรณ์ในแต่ละพันธุ์มีค่าไม่แตกต่างกันที่ระดับนัยสำคัญ 0.05

ตารางที่ 4.18 ผลการทดสอบประสิทธิภาพเครื่องผ่าผลปาล์มแบบไฟฟ้าโดยใช้ใบเลื่อยขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 7.5 นิ้ว 60 ฟัน ความหนาของฟัน 2.0 มม.

พันธุ์ปาล์ม	จำนวนผลที่ผ่าได้สมบูรณ์ (ผล)	จำนวนผลที่ผ่าได้ไม่สมบูรณ์ (ผล)	เวลาที่ใช้ (วินาที)	พลังงานที่ใช้(kWh)
เทเนอร่า	246	4	1079.92	0.168
สุราษฎร์ธานี 1	244	6	1080.90	0.168
สุราษฎร์ธานี 2	243	7	1081.48	0.168
สุราษฎร์ธานี 3	247	3	1076.18	0.167

จากผลการทดสอบประสิทธิภาพเครื่องผ่าผลปาล์มแบบไฟฟ้าซึ่งใช้ใบเลื่อยขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 7.5 นิ้ว 60 ฟัน ความหนาของฟัน 2.0 มม. จะเห็นได้ว่า ผลปาล์มที่ผ่าได้ไม่สมบูรณ์ เวลาที่ใช้ และพลังงานที่ใช้มีค่าน้อยที่สุดเมื่อเปรียบเทียบใบเลื่อยทั้ง 3 ใบ โดยพันธุ์สุราษฎร์ธานี 2 มีจำนวนผลปาล์มที่ผ่าได้ไม่สมบูรณ์มากที่สุด คือ จำนวน 7 ผล คิดเป็นร้อยละ 2.8 ของผลปาล์มทั้งหมด และพันธุ์สุราษฎร์ธานี 3 มีจำนวนผลปาล์มที่ผ่าได้ไม่สมบูรณ์น้อยที่สุด คือ จำนวน 3 ผล ซึ่งคิดเป็นร้อยละ 1.2 ของผลปาล์มทั้งหมด

สรุปพลังงานที่ใช้ในการผ่าผลปาล์มทั้ง 4 พันธุ์โดยใช้ใบเลื่อยทั้ง 3 ขนาด

การทดลองผ่าผลปาล์มทั้ง 4 พันธุ์โดยใช้ใบเลื่อย ทั้ง 3 ขนาด พบว่ามีการใช้พลังงานน้อยมากและมีค่าพลังงานที่ใช้ใกล้เคียงกัน ดังแสดงในตารางที่ 4.19

ตารางที่ 4.19 สรุปพลังงานที่ใช้ในการผ่าผลปาล์มทั้ง 4 พันธุ์สำหรับใบเลื่อยทั้ง 3 ขนาด

ขนาดใบเลื่อย	พลังงานที่ใช้ (กิโลวัตต์ต่อชั่วโมง)			
	พันธุ์เทเนอร่า	พันธุ์สุราษฎร์ธานี 1	พันธุ์สุราษฎร์ธานี 2	พันธุ์สุราษฎร์ธานี 3
เส้นผ่านศูนย์กลาง 7.5 นิ้ว 40 ฟัน ความหนาของฟัน 2.5 มม.	0.184	0.1839	0.192	0.1923
เส้นผ่านศูนย์กลาง 7.5 นิ้ว 60 ฟัน ความหนาของฟัน 2.5 มม.	0.1697	0.1699	0.1700	0.1709
เส้นผ่านศูนย์กลาง 7.5 นิ้ว 60 ฟัน ความหนาของฟัน 2.0 มม.	0.1678	0.1679	0.168	0.167

จากตารางพลังงานที่ใช้สำหรับใบเลื่อยทั้ง 3 ขนาดที่ใช้ในการทดลองจะเห็นได้ว่าค่าพลังงานที่ใช้จะอยู่ในช่วงระหว่าง 0.167-0.1923 kWh โดยใบเลื่อยขนาด 7.5 นิ้ว 40 ฟัน ความหนาของฟัน 2.5 มม. ผ่าผลปาล์มพันธุ์สุราษฎร์ธานี 3 ใช้พลังงานในการผ่าสูงสุดคือ 0.1923 kWh และใบเลื่อยขนาด 7.5 นิ้ว 60 ฟัน ความหนาของฟัน 2.0 มม. ผ่าผลปาล์มพันธุ์สุราษฎร์ธานี 3 ใช้พลังงานในการผ่าน้อยที่สุดคือ 0.167 kWh

การวิเคราะห์ความแปรปรวนของข้อมูลที่ได้จากการทดลองผ่าผลปาล์มโดยใช้ใบเลื่อยทั้ง 3 ขนาด

ขนาดใบเลื่อย เป็นตัวแปรอิสระที่ใช้ในการแบ่งกลุ่ม

จำนวนผลปาล์มที่ผ่าได้สมบูรณ์ เป็นตัวแปรตามที่จะหาค่าเฉลี่ยว่าแตกต่างกันหรือไม่

กำหนดสมมติฐานทางสถิติ

สมมติฐานที่ 1 จำนวนผลปาล์มที่ผ่าได้สมบูรณ์ในแต่ละใบเลื่อยมีค่าไม่แตกต่างกัน

สมมติฐานที่ 2 จำนวนผลปาล์มที่ผ่าได้สมบูรณ์ในแต่ละใบเลื่อยมีค่าแตกต่างกัน

ตารางที่ 4.20 จำนวนผลปาล์มที่ผ่าได้สมบูรณ์เฉลี่ยจากการใช้ใบเลื่อยทั้ง 3 ขนาดในการทดสอบ

ขนาดใบเลื่อย	จำนวนผลปาล์มที่ผ่าได้สมบูรณ์เฉลี่ย ($\bar{X}$)	Std.	F	Sig.
7.5 นิ้ว 40 ฟัน	$7.240 \pm .073^{a}$	.726	454.863	.000
7.5 นิ้ว 60 ฟัน 2.5 มม.	$9.230 \pm .071^{b}$	.709		
7.5 นิ้ว 60 ฟัน 2.0 มม.	$9.800 \pm .040^{c}$	.402		

^{a,b,c} Different letters in each column indicate significant different ($p<0.05$)

ค่า Sig. = 0.000 มีค่าน้อยกว่าค่าระดับนัยสำคัญที่กำหนด (α=0.05)

การตัดสินใจ ยอมรับสมมติฐานที่ 2

สรุปผลได้ว่า จำนวนผลปาล์มที่ผ่าได้สมบูรณ์จากการใช้ใบเลื่อยแต่ละขนาดมีค่าแตกต่างกันที่ระดับนัยสำคัญ 0.05 โดยที่ใบเลื่อยขนาด 7.5 นิ้ว 40 ฟันมีผลปาล์มที่ผ่าได้สมบูรณ์เฉลี่ยน้อยที่สุดคือประมาณ 7 ผลต่อการผ่าแต่ละครั้ง ใบเลื่อยขนาด 7.5 นิ้ว 60 ฟัน หนา 2.5 มม. มีผลปาล์มที่ผ่าได้สมบูรณ์เฉลี่ยประมาณ 9 ผล และใบเลื่อยขนาด 7.5 นิ้ว 60 ฟัน หนา 2.0 มม. มีผลปาล์มที่ผ่าได้สมบูรณ์เฉลี่ยสูงสุดคือประมาณ 10 ผลต่อการผ่าแต่ละครั้ง ซึ่งในการทดลองจะทำการผ่า 10 ผลต่อครั้ง

บทที่ 5
สรุปผลการวิจัย

จากการทดสอบประสิทธิภาพของเครื่องผ่าผลปาล์มแบบไฟฟ้าพบว่าในการผ่าผลปาล์มโดยใช้ ใบเลื่อยขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 7.5 นิ้ว จำนวนฟันเลื่อย 60 ฟัน ความหนาของฟัน 2.0 มม. เป็นขนาดที่เหมาะสมที่สุด และพบว่าสาเหตุที่ทำให้ผลปาล์มมีลักษณะบอบช้ำ เปลือกยุ่ย กะลาแตก มีสาเหตุมาจากใบเลื่อยโดยใบเลื่อยที่ใช้ในการทดสอบประสิทธิภาพของเครื่องใช้ใบเลื่อยขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 7.5 นิ้ว 40 ฟัน ซึ่งมีลักษณะฟันที่ห่างจนเกินไปทำให้ผลปาล์มที่ผ่าได้ในแต่ละพันธุ์มีจำนวนผลปาล์มที่ผ่าได้ไม่สมบูรณ์จำนวนมากประมาณ 30 % ของผลปาล์มทั้งหมด จึงได้มีการเปลี่ยนใบเลื่อยใหม่ให้มีจำนวนฟันที่ถี่ขึ้น โดยใช้ใบเลื่อยขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 7.5 นิ้ว 60 ฟัน ผลปรากฏว่าผลปาล์มที่ผ่าได้มีจำนวนผลที่ผ่าไม่สมบูรณ์ลดลงเหลือประมาณ 8 % ของผลปาล์มทั้งหมด ซึ่งผลการทดลองอยู่ในระดับที่น่าพึงพอใจ แต่หากความหนาของฟันเลื่อยลดลงน่าจะทำให้ผลปาล์มที่ผ่าได้มีจำนวนผลที่ผ่าไม่สมบูรณ์ลดลงอีก จึงได้ทำการทดลองโดยเปลี่ยนไปใช้ใบเลื่อยขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 7.5 นิ้ว 60 ฟัน ความหนาของฟัน 2.0 มิลลิเมตร โดยผลการทดลองอยู่ในระดับที่น่าพึงพอใจ ซึ่งสามารถลดจำนวนผลที่ผ่าไม่สมบูรณ์เหลือเพียงประมาณ 2 %

นอกจากนั้นยังพบว่าผลปาล์มที่ผ่าไม่สมบูรณ์มีสาเหตุมาจากการผ่าไม่เข้ากลางซึ่งเกิดจากการจัดวางผลปาล์มในตัวจับยึดและขนาดของผลปาล์มที่ใช้ผ่าด้วย โดยผลปาล์มที่มีลักษณะผลกลมและขนาดผลใหญ่จะสามารถจัดเรียงได้ง่ายทำให้ผ่าผลปาล์มได้เข้ากลาง ในส่วนของความบอบช้ำความยุ่ยของเปลือกที่เกิดจากการผ่าส่วนหนึ่งมาจากผลปาล์มที่นำมาใช้ในการทดลอง หากเป็นผลปาล์มที่ตัดมาเป็นระยะเวลาหลายวันหรือสุกจัด เมื่อนำมาใช้ในการทดลองจะทำให้ผลปาล์มนั้นบอบช้ำเกินกว่าที่จะยอมรับได้ ส่วนผลปาล์มที่มีขนาดผลเล็กเกินไปจะทำให้ตัวจับยึดจับยึดผลปาล์มได้ไม่แน่นผลปาล์มจะกระเด็นหลุดจากตัวจับยึด

ในส่วนของการเลือกใช้ใบเลื่อย เป็นข้อจำกัดของเครื่องผ่าผลปาล์มแบบไฟฟ้าที่สามารถใช้กับใบเลื่อยขนาด 7.5 - 8 นิ้ว เพราะถ้าหากใบเลื่อยที่นำมาใช้มีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางน้อยกว่า 7.5 นิ้ว จะทำให้ไม่สามารถผ่าผลปาล์มให้แยกออกจากกันได้ และถ้าหากใบเลื่อยที่นำมาใช้มีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางมากกว่า 8 นิ้ว ก็จะทำให้ไม่สามารถติดตั้งใบเลื่อยเข้ากับเครื่องผ่าผลปาล์มได้เนื่องจากใบเลื่อยมีขนาดใหญ่เกินไป

บทสรุป

จากการทดสอบประสิทธิภาพของเครื่องผ่าผลปาล์มแบบไฟฟ้าพบว่าในการผ่าผลปาล์มโดยใช้ใบเลื่อยขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 7.5 นิ้ว จำนวนฟันเลื่อย 60 ฟัน ความหนาของฟัน 2.0 มม. เป็นขนาดที่เหมาะสมที่สุด โดยสามารถผ่าผลปาล์มได้ 10 ผล ในเวลาเฉลี่ย 43 วินาที และใช้พลังงานเฉลี่ยเพียง 0.00668 kWh เครื่องผ่าผลปาล์มแบบไฟฟ้าที่ปะดิษฐ์ขึ้น สามารถนำไปใช้กับห้องปฏิบัติการวิจัยปาล์มได้ดี ผลปาล์มที่ผ่าด้วยเครื่องผ่าผลปาล์มแบบไฟฟ้าไม่มีความบอบช้ำ ประสิทธิภาพของเครื่องอยู่ในเกณฑ์ที่ยอมรับได้ ช่วยผ่อนแรงและลดเวลาในการผ่าผลปาล์ม

ข้อเสนอแนะในการใช้เครื่องผ่าผลปาล์มแบบไฟฟ้า

1.ก่อนใช้งานควรตรวจสอบฟันใบเลื่อยให้อยู่ในสภาพดี ให้ใช้เฉพาะใบเลื่อยที่ไม่มีตำหนิหรือรอยแตกร้าวเท่านั้น

2. หากใบเลื่อยวงเดือนแตกร้าวต้องเปลี่ยนใบใหม่ ห้ามนำใบเลื่อยไปซ่อมแซมและลับคมใหม่อีกครั้ง

3. หากต้องทำการเปลี่ยนใบเลื่อยวงเดือนใบใหม่ ขณะเปลี่ยนต้องระมัดระวังอย่าให้เครื่องผ่าผลปาล์มสตาร์ทขึ้นเองโดยไม่ตั้งใจ

4. ต้องยึดหนีบใบเลื่อยวงเดือนและชิ้นส่วนประกอบให้ถูกต้อง โดยไม่ให้หลวมหลุดออกมาขณะเครื่องทำงาน

5. ควรใช้ความระมัดระวังในการปฏิบัติงาน เพราะอาจจะได้รับบาดเจ็บจากใบเลื่อยได้

6. ควรปิดสวิตช์ และถอดปลั๊กออกทุกครั้งหลังการใช้งาน

การบำรุงรักษาเครื่องผ่าผลปาล์ม

1. ทำความสะอาดเครื่องผ่าผลปาล์มทุกครั้งหลังการใช้งาน

2. อัดจารบีในชุดเกียร์ ชุดจับยึดตัวป้อนเป็นประจำ

3. เปลี่ยนใบเลื่อยวงเดือน เมื่อทำการผ่าผลปาล์มแล้วมีผลปาล์มที่ผ่าได้ไม่สมบูรณ์เกินขอบเขตที่ยอมรับได้

4. ตรวจสอบสายพาน ดูความตึงหย่อนและความชำรุดของสายพานเป็นประจำ

5. ตรวจสอบยางรองตัวจับยึดก่อนการผ่าผลปาล์มทุกครั้ง

การจัดวางผลปาล์มในตัวจับยึด

การจัดวางผลปาล์มในตัวจับยึดก่อนทำการผ่ากับเครื่องผ่าผลปาล์มควรวางผลปาล์มในแนวนอนและมีลักษณะหัวชนท้ายสลับกันไปจนครบทั้ง 10 ผล เพราะจะทำให้เครื่องผ่าผลปาล์มทำงานได้อย่างสม่ำเสมอและมีประสิทธิภาพในการทำงานมากกว่า และขณะจัดวางในแต่ละผลควรตรวจเช็คให้เรียบร้อยว่าผลปาล์มอยู่ในแนวเดียวกันหรือไม่เอียง เพื่อให้ผลปาล์มที่ได้ผ่าเข้ากลางทุกผล ไม่เกิดเป็นของเสียหรือผลปาล์มที่ผ่าได้ไม่สมบูรณ์

การประยุกต์ใช้เครื่องผ่าผลปาล์ม

1. ใช้ในงานวิจัยเกี่ยวกับไม้ยางอัดโดยใช้ในการตัดแท่งไม้ยางอัดที่มีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางระหว่าง 2-5 เซนติเมตร
2. ใช้ในการตัดชิ้นงานไม้หรือวัสดุที่มีขนาดเล็กในโรงงานอุตสาหกรรมที่มีความเสี่ยงในการเกิดอุบัติเหตุในขณะทำการตัดชิ้นงาน

เอกสารอ้างอิง

กรรมมันต์ ชูประเสริฐ,อนันต์ อกนิษฐาชาติและทวี งามวิไลทร. 2539. การออกแบบเครื่องจักรกล. กรุงเทพฯ: แมคกรอ-ฮิล อินเตอร์เนชั่นแนล เอ็นเตอร์ไพรส์ อิงค์.

กรมการค้าภายใน กระทรวงพาณิชย์. 2550. การผลิต การตลาด ปาล์มน้ำมัน ปี 2550. นนทบุรี: กรมการค้าภายใน กระทรวงพาณิชย์.

กรมวิชาการเกษตร กระทวงเกษตรและสหกรณ์. 2547. ปาล์มน้ำมัน. สุราษฎร์ธานี: ศูนย์วิจัยปาล์มน้ำมันสุราษฎร์ธานี สำนักวิจัยและพัฒนาการเกษตรเขตที่ 7.

คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยทักษิณ. 2553. การวิเคราะห์ความแปรปรวน. (ออนไลน์). สืบค้นจาก : www.edu.tsu.ac.th[28 มีนาคม 2553].

จรัส บุญยธรรมา. 2552. หลักการทำงานของไฮโดรลิก. (ออนไลน์). สืบค้นจาก: http://www.rmutphysics.com/charud/howstuffwork/howstuff2/hydraulic/hydraulicthai1.htm [15 ธันวาคม 2552].

จรัส บุญยธรรมา. 2552. เครื่องผ่าไม้. (ออนไลน์). สืบค้นจาก: http://www.rmutphysics.com/charud/howstuffwork/howstuff2/hydraulic/hydraulicthai2.htm[15 ธันวาคม 2552].

ชัยยุทธ ชวลิตรนิธิกุล, มนต์ชัย สรพิพัฒน์เจริญและวิเลิศ เจติยานุวัตร. 2546. การ์ดป้องกันอันตรายจากเครื่องจักร (ออนไลน์). สืบค้นจาก: **http://www.shawpat.or.th/newweb/machineguard.pdf** [22 ตุลาคม 2552].

ธานี อ่วมอ้อ. 2547. การบำรุงทวีผลแบบทุกคนมีส่วนร่วม . กรุงเทพฯ : บริษัท พีค บลูส์ จำกัด

ธีระพงศ์ จันทรนิยม. 2551. ปาล์มน้ำมัน. กรุงเทพฯ: เอ็ม นอว์ลิจ สแตรททิจิค จำกัด.

บริษัท อีเอ็มกรุ๊ป จำกัด. 2552. มาตรการเพิ่มประสิทธิภาพเครื่องจักร. (ออนไลน์). สืบค้นจาก: **http://www.em-group.co.th/index.html** [19 ธันวาคม 2552].

บุษบา ล้อประเสริฐ. 2548. ปาล์มน้ำมัน. กรุงเทพฯ: ศูนย์ส่งเสริมและฝึกอบรมการเกษตร.

พูนศักดิ์ วัชรากร. 2548. ปาล์มและปรงในป่าไทย. กรุงเทพฯ: อมรินทร์บุ๊คเซ็นเตอร์ จำกัด.

พรชัย เหลืองอาภาพงษ์. 2532. ปาล์มน้ำมัน. ภาควิชาพืชศาสตร์ คณะทรัพยากรธรรมชาติ มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์.

ไพรินทร์ อินนุ่น,ยุทธนันท์ อังกูรสุทธิพันธ์ และธนากร เรืองทอง. 2545. เครื่องซอยหมาก (ออนไลน์). สืบค้นจาก: **http://library.kmutnb.ac.th/projects/ind/MDT/mdt0118t.html [18** มกราคม 2553].

ภาควิชาวิศวกรรมอุตสาหการ คณะวิศวกรรมศาสตร์ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้า พระนครเหนือ. 2553. การปรับปรุงประสิทธิภาพกระบวนการผลิต. (ออนไลน์). สืบค้นจาก: **http://www.kmitnbxmie8.com**[19 มีนาคม 2553].

ภานุมาศ สุขบางดำ. 2548. เครื่องผ่าและเหลาไม้ไผ่. (ออนไลน์). สืบค้นจาก: **http://www.ryt9.com/s/ryt9/30824** [15 ธันวาคม 2552].

เมธี ศรีประเสริฐทรัพย์ และธนา ชั่งจีน. 2546. การพัฒนาเครื่องซอยหมาก (ออนไลน์). สืบค้นจาก: http://library.kmutnb.ac.th/projects/ind/MDT/mdt0147t.html **[18** มกราคม 2553**].**

วันชัย ริจิรวนิช. 2543. การเพิ่มผลผลิตในอุตสาหกรรม. กรุงเทพฯ : สำนักพิมพ์จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

สารานุกรมเสรี. 2551. น้ำมันปาล์ม (ออนไลน์). สืบค้นจาก: **http://th.wikipedia.org** [1 พฤศจิกายน 2551].

สุไทโย เทรดดิ้ง จำกัด. 2553. เกียร์ (ออนไลน์). สืบค้นจาก: **http://www.sutaiyo.com/Gears.html** [3 มีนาคม 2553].

สุรเชษฐ์ ขวัญเมือง. 2549. การปลูกปาล์มน้ำมัน. กรุงเทพฯ: เกษตรสาส์น.

สุเมธ แสนประเสริฐ และสมหวัง วิทยาปัญญานนท์. 2549. การจับยึดชิ้นงานสำหรับงานเลื่อย (ออนไลน์). สืบค้นจาก: **http://www.atts.rtaf.mi.th/AIR002/know23.htm** [22 ตุลาคม 2552].

เสกสรร สีหวงษ์. 2550. เครื่องผ่าทุเรียนดิบโดยใช้ระบบไฮดรอลิก. นครปฐม: สถาบันวิจัยและพัฒนาแห่งมหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ วิทยาเขตกำแพงแสน.

สณฑญา ชูค้ำ และ พีระพล คงสุข. 2550. เครื่องผ่าลูกหมาก. (ออนไลน์). สืบค้นจาก: **http://www.pbj.ac.th/tawattidate/project/pro/pro3/pro3.5.htm** [20 ตุลาคม 2552].

สมพร เพชรสงค์. 2553. Best Practice. (ออนไลน์). สืบค้นจาก: **http://www.bpcd.net/content/admin/ceo_7.pdf** [1 มีนาคม 255**].**

สำนักงานส่งเสริมวิสาหกิจขนาดกลางและขนาดย่อม. 2552. การพัฒนาประสิทธิภาพเครื่องจักร. (ออนไลน์). สืบค้นจาก: **http://cms.sme.go.th/cms/c/portal/layout?p_l_id=22.250** [19 ธันวาคม 2552].

หน่วยเคลื่อนที่เพื่อความปลอดภัยด้านอาหาร กองควบคุมอาหาร สำนักงานคณะกรรมการอาหารและยา กระทรวงสาธารณสุข. 2553. คู่มือการปฏิบัติงาน (Standard Operating Procedure). (ออนไลน์). สืบค้นจาก: **www.foodsafetymobile.or** [1 มีนาคม 2552].

อดิศักดิ์ พงษ์พูลผลศักดิ์. 2535. การควบคุมคุณภาพ (Quality Control). กรุงเทพฯ : ศูนย์สื่อเสริม กรุงเทพฯ.

เอกชัย พฤกษ์อำไพ. 2548. คู่มือปาล์มน้ำมัน. กรุงเทพฯ: เพ็ท–แพล้น พับลิชชิ่ง.

Holz-Berufsgenossenschaft. 2002. Interner Untersuchungsbericht ''Auswertung derRisikoanalysen". Munich.