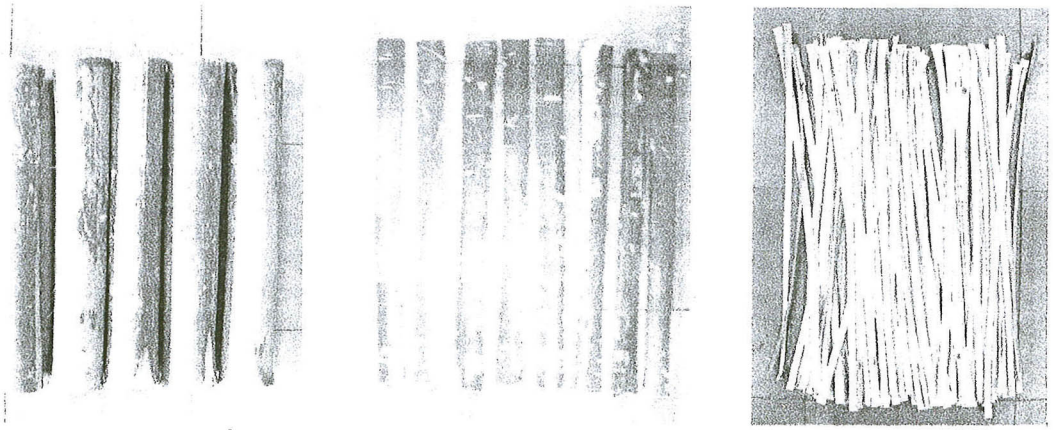
บทที่ 4
ผลการวิจัย

หลักทฤษฎีและการทบทวนวรรณกรรมข้อมูลที่ใช้ในการดำเนินการวิจัยได้กล่าวถึงในบทที่ 2 การออกแบบเครื่อง รวมถึงการออกแบบชิ้นส่วนต่างๆ เครื่องจักตอกเศษไม้ไผ่เหลือใช้จากการผลิตข้าวหลาม และวิธีการทดสอบประสิทธิภาพของเครื่องได้กล่าวถึงในบทที่ 3 ในบทนี้จะกล่าวถึงผลการทดลองที่ได้และการวิเคราะห์ผลการทดลอง

การทดสอบประสิทธิภาพของเครื่องจักตอกไม้ไผ่เหลือใช้จากไม้ไผ่เหลือใช้ จะดำเนินการโดยใช้เครื่องที่ได้ดำเนินการสร้างแล้ว ดังที่ได้กล่าวถึงในหัวข้อที่ 3.2 เครื่องใช้กำลังขับจากมอเตอร์ไฟฟ้าขนาด ½ แรงม้า (0.4 Kw) 50 Hz 4.8A และมีความเร็วรอบ 1,440 รอบต่อนาที ส่งกำลังขับเคลื่อนผ่านชุดพลูเล่และสายพานไปยังชุดกลไกของเครื่องจักตอก เมื่อใช้เครื่องมือวัดความเร็วรอบ Sinometer model DT5236B (Digital thermometer; Photo contact type) ทำการวัดตรวจสอบพบว่า เครื่องจักตอกมีความเร็วรอบเฉลี่ยเท่ากับ 183.3 รอบต่อนาที ซึ่งเป็นความเร็วรอบที่แท้จริงของเครื่องจักตอก และเป็นความเร็วรอบของการทดสอบประสิทธิภาพของเครื่อง

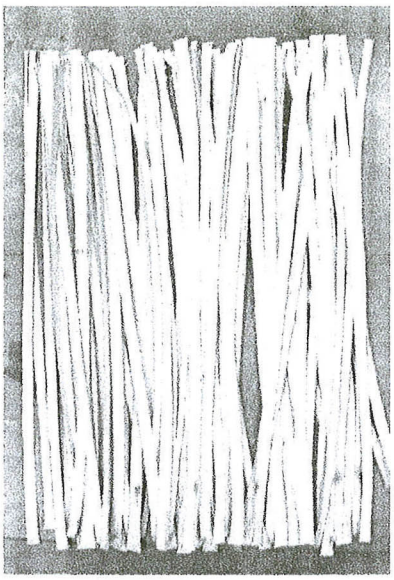
4.1 การทดสอบการจักตอกจากไม้ไผ่หนึ่งปล้อง

ไม้ไผ่แบบหนึ่งปล้อง เป็นชนิดของไม้ไผ่เหลือใช้จากการผลิตข้าวหลาม ซึ่งได้ทำการตัดแต่ละปล้องมีขนาดเท่ากัน 38 เซ็นติเมตร ทำการผ่าให้เป็นซีกด้วยเครื่องมือผ่า ดังที่ได้แสดงในรูปที่ 3.5 ทำการจักตอกไม้ไผ่ ดังที่ได้อธิบายวิธีการทดสอบในหัวข้อ 3.4.2 ผลการทดลองการจักตอกที่ได้จากการทดลองสำหรับไม้ไผ่หนึ่งปล้อง แสดงดังรูปที่ 4.1

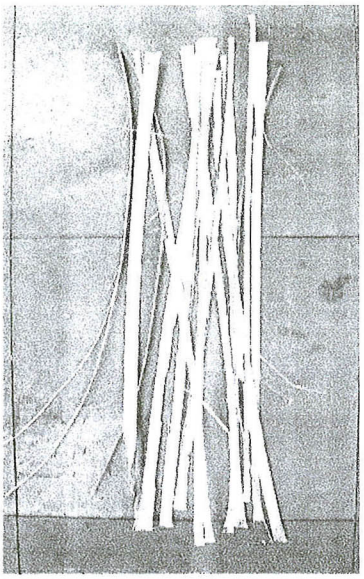


รูปที่ 4.1 แสดงผลการทดลองจักตอกจากไม้ไผ่หนึ่งปล้อง

ลักษณะของเส้นตอกไม้ไผ่ที่ดีและเสีย แสดงดังรูปที่ 4.2 ซึ่งใช้วิธีการตรวจสอบด้วยตาเปล่า แยกลักษณะของเส้นตอกที่ดีและเสีย ผลการทดลองโดยละเอียดดูได้จากภาคผนวก ข



a) เส้นตอกชนิดดี



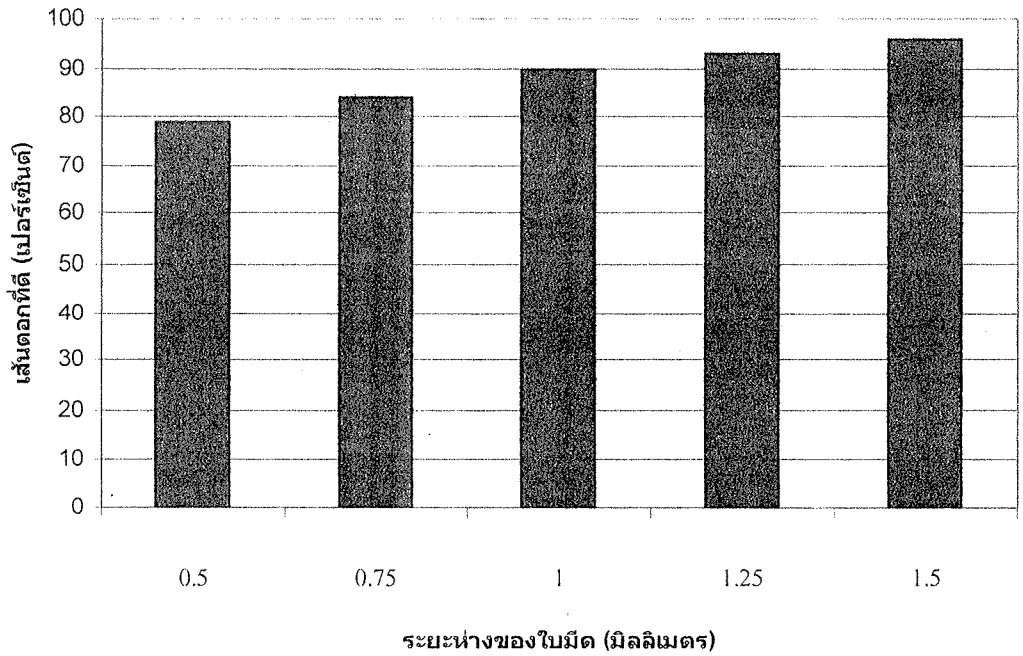
b) เส้นตอกชนิดไม่ดี

รูปที่ 4.2 แสดงลักษณะของลักษณะของตอกไม้ไผ่ที่ดี และเสียของเส้นตอกจากไม้ไผ่แบบหนึ่งปล้อง

ตารางที่ 4.1 แสดงจำนวนเส้นตอกที่เสียและดี จากการทดลองจักตอกไม้ไผ่ที่ระยะห่างของใบมีด 0.50, 0.75, 1.00, 1.25, 1.50 มิลลิเมตร โดยแต่ละกลุ่มจะใช้จำนวนตัวอย่าง 100 เส้น จากผลการทดลองจะพบว่า เมื่อทำการจัดตอกที่มีความบาง 0.5 มิลลิเมตร จำนวนเส้นตอกที่เสียจะมีจำนวน 21 เส้นจากตัวอย่างที่สุ่มมา 100 เส้น จากข้อมูลการทดลองในตารางจะพบว่าจำนวนเส้นตอกที่เสียมีค่าลดลงเมื่อระยะห่างของใบมีดมีค่าเพิ่มขึ้น เนื่องด้วยลักษณะทางกายภาพของไม้ไผ่จะประกอบไปด้วยโครงสร้างของเส้นใยที่เป็นองค์ประกอบของลำต้นอยู่ในลักษณะเส้นในแนวนอน เมื่อได้รับแรงเฉือนจากใบมีดและด้วยลักษณะของเส้นตอกที่มีความบางจะทำให้เกิดการเปลี่ยนรูปร่างของเส้นตอก ในลักษณะที่มีเนื้อไม้ไผ่หรือเส้นใยไม่เต็มตลอดความยาวเส้นตอก 38 เซ็นติเมตร ดังแสดงลักษณะของเส้นตอกที่เสียในรูปที่ 4.2 ในขณะที่ระยะห่างของใบมีดเพิ่มขึ้นจำนวนเส้นตอกที่เสียจะมีแนวโน้มลดลง เนื่องจากความหนาที่เพิ่มขึ้นจะทำให้การจักตอกด้วยเครื่องมีความสม่ำเสมอของเนื้อเยื่อไม้ไผ่เต็มตลอดเส้นตอก ในรูปที่ 4.3 แสดงเส้นกราฟแนวโน้มการเพิ่มขึ้นของเส้นตอกที่ดีเมื่อระยะห่างของใบมีดมีค่าเพิ่มขึ้น รายละเอียดข้อมูลการทดลองจักตอกจากไม้ไผ่แบบหนึ่งปล้องแสดงในภาคผนวก ข

ตารางที่ 4.1 แสดงจำนวนจำนวนเส้นตอกที่เสีย และดี จากการทดลองจักตอกไม้ไผ่แบบหนึ่งปล้อง

ระยะห่างของใบมีด (มิลลิเมตร)	ตอกไม้ไผ่จำนวน 100 เส้น	
	จำนวนเส้นตอกที่ดี (%)	จำนวนเส้นตอกที่เสีย (%)
0.50	79	21
0.75	84	16
1.00	90	10
1.25	93	7
1.50	96	4



รูปที่ 4.3 กราฟแสดงเปอร์เซ็นต์เส้นตอกที่ดีจากการทดลองจักตอกจากไม้ไผ่แบบหนึ่งปล้อง

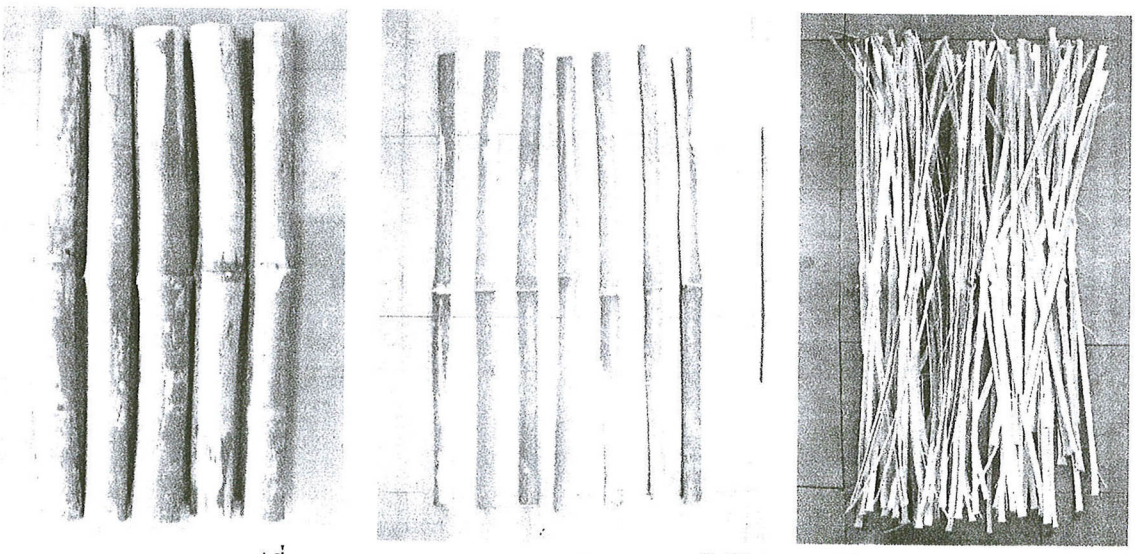
จากการทดลองจักตอกและวัดค่าเฉลี่ยเปอร์เซนต์ของเส้นตอกที่คุณภาพดี ได้ทำการสุ่มตัวอย่างจากเปอร์เซ็นต์ของดีจำนวน 20 เส้น และทำการวัดค่าความหนา 3 จุด ดังที่ได้แสดงรายละเอียดการวัดค่าเฉลี่ยเส้นวัดความหนาเฉลี่ยในหัวข้อ 3.4.2 ผลของค่าความหนาโดยเฉลี่ยแสดงดังตารางที่ 4.2 พบว่าค่าเฉลี่ยของเส้นตอกที่วัดได้อยู่ในช่วง ± 0.02 มิลลิเมตร

ตารางที่ 4.2 แสดงค่าความหนาเฉลี่ยของตอกไม้ไผ่จากการทดลองจักตอกไม้ไผ่แบบหนึ่งปล้อง

ระยะห่างของใบมีด (มิลลิเมตร)	ค่าความหนาเฉลี่ย (มิลลิเมตร)	ค่าแตกต่าง
0.50	0.52	0.02
0.75	0.74	0.01
1.00	1.01	0.01
1.25	1.23	0.02
1.50	1.51	0.01

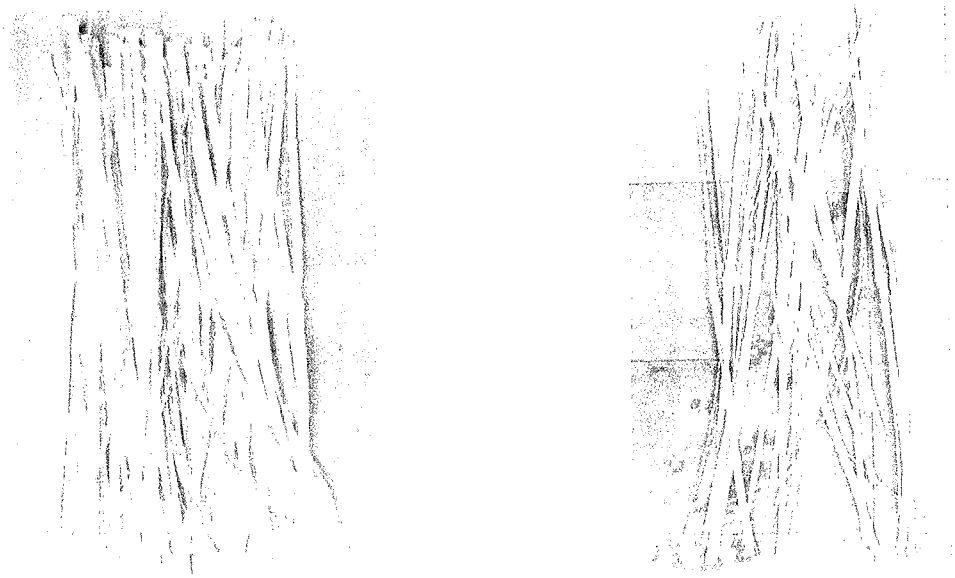
4.2 ผลการทดสอบการจักตอกจากไม้ไผ่สองปล้อง (แบบมีข้อไม้ไผ่)

ไม้ไผ่แบบสองปล้อง เป็นอีกรูปแบบหนึ่งของไม้ไผ่เหลือใช้จากการผลิตข้าวหลาม และเป็นลำปล้องไม้ไผ่ที่แตก หรือไม่สามารถนำไปผลิตข้าวหลามได้ ซึ่งได้ทำการตัดแต่งให้มีขนาดเท่ากันเท่ากับ 70 เซ็นติเมตร ทำการผ่าให้เป็นซีกด้วยเครื่องมือผ่า ดังที่ได้แสดงในรูปที่ 3.5 ทำการจัดตอกไม้ไผ่ ดังที่ได้อธิบายวิธีการทดสอบในหัวข้อ 3.4.2 ผลการทดลองการจักตอกที่ได้จากการทดลองสำหรับไม้ไผ่หนึ่งปล้อง แสดงดังรูปที่ 4.4



รูปที่ 4.4 แสดงผลการทดลองจักตอกจากไม้ไผ่สองปล้อง

ลักษณะของเส้นตอกไม้ไผ่ที่ดีและเสีย แสดงดังรูปที่ 4.5 ซึ่งใช้วิธีการตรวจสอบด้วยตาเปล่า แยกลักษณะของเส้นตอกที่ดีและเสีย ผลการทดลองโดยละเอียดดูได้จากภาคผนวก ข



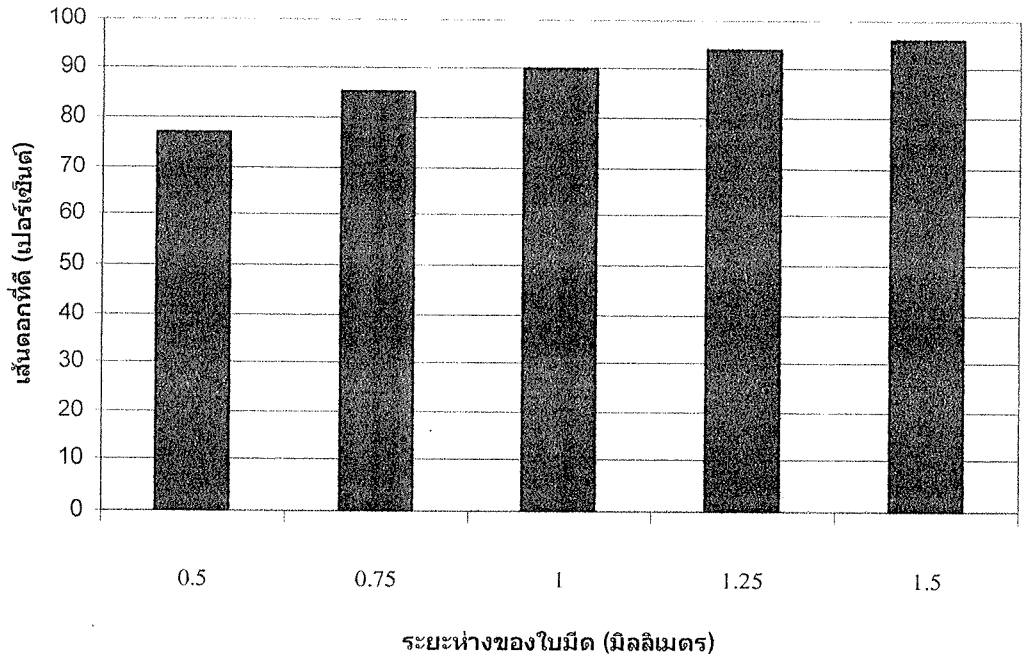
a) เส้นตอกชนิดดี b) เส้นตอกชนิดไม่ดี

รูปที่ 4.5 แสดงลักษณะของลักษณะของตอกไม้ไผ่ที่ดี และเสียของเส้นตอกจากไม้ไผ่แบบสองปล้อง

ตารางที่ 4.3 แสดงจำนวนจำนวนเส้นตอกที่เสียและดี จากการทดลองจักตอกไม้ไผ่ที่ระยะห่างของใบมีด 0.50, 0.75, 1.00, 1.25, 1.50 มิลลิเมตร โดยแต่ละกลุ่มจะใช้จำนวนตัวอย่าง 100 เส้น จากผลการทดลองจะพบว่า เมื่อทำการจักตอกที่มีความบาง 0.5 มิลลิเมตร จำนวนเส้นตอกที่เสียจะมีจำนวน 23 เส้นจากตัวอย่างที่สุ่มมา 100 เส้น จากข้อมูลการทดลองในตารางจะพบว่าจำนวนเส้นตอกที่เสียมีค่าลดลงเมื่อระยะห่างของใบมีดมีค่าเพิ่มขึ้น เนื่องด้วยลักษณะทางกายภาพของไม้ไผ่จะประกอบไปด้วยโครงสร้างของเส้นใยที่เป็นองค์ประกอบของลำต้นอยู่ในลักษณะเส้นในแนวนอน เมื่อได้รับแรงเฉือนจากใบมีด และด้วยลักษณะของเส้นตอกที่มีความบางจะทำให้เกิดการเปลี่ยนรูปร่างของเส้นตอกในลักษณะที่มีเนื้อไม้ไผ่หรือเส้นใยไม่เต็มตลอดความยาวเส้นตอก 70 เซ็นติเมตร อีกทั้งในตำแหน่งกลางของไม้ไผ่จะมีส่วนของข้อไม้ไผ่ที่มีความแข็งแตกต่างกับส่วนของเนื้อไม้ไผ่ในตำแหน่งปล้อง ทำให้การตัดเฉือนเกิดการเปลี่ยนทิศทางไปบ้าง ส่งผลให้มีเปอร์เซ็นต์ของเสียเพิ่มขึ้น ดังแสดงลักษณะของเส้นตอกที่เสียในรูปที่ 4.5 ในรูปที่ 4.6 แสดงเส้นกราฟแนวโน้มการเพิ่มขึ้นของเส้นตอกที่ดีเมื่อระยะห่างของใบมีดมีค่าเพิ่มขึ้น รายละเอียดข้อมูลการทดลองจักตอกจากไม้ไผ่แบบสองปล้องแสดงในภาคผนวก ข

ตารางที่ 4.3 แสดงจำนวนเปอร์เซ็นต์เส้นตอกที่เสีย และดี จากการทดลองจักตอกไม้ไผ่แบบสองปล้อง

ระยะห่างของใบมีด (มิลลิเมตร)	ตอกไม้ไผ่จำนวน 100 เส้น	
	จำนวนเส้นตอกที่ดี (%)	จำนวนเส้นตอกที่เสีย (%)
0.50	77	23
0.75	85	15
1.00	90	6
1.25	94	10
1.50	96	4



รูปที่ 4.6 กราฟแสดงเปอร์เซ็นต์เส้นตอกที่ดีจากการทดลองจักตอกจากไม้ไผ่แบบสองปล้อง

จากการทดลองจักตอกและวัดค่าเฉลี่ยเปอร์เซนต์ของเส้นตอกที่คุณภาพดี ได้ทำการสุ่มตัวอย่างจากเปอร์เซ็นต์ของดีจำนวน 20 เส้น และทำการวัดค่าความหนา 3 จุด ดังที่ได้แสดงรายละเอียดการวัดค่าเฉลี่ยเส้นวัดความหนาเฉลี่ยในหัวข้อ 3.4.2 ผลของค่าความหนาโดยเฉลี่ยแสดงดังตารางที่ 4.4 พบว่าค่าเฉลี่ยของเส้นตอกที่วัดได้อยู่ในช่วง $\pm$0.03 มิลลิเมตร

ตารางที่ 4.4 แสดงค่าความหนาเฉลี่ยของตอกไม้ไผ่จากการทดลองจักตอกไม้ไผ่แบบหนึ่งปล้อง

ระยะห่างของใบมีด (มิลลิเมตร)	ค่าความหนาเฉลี่ย (มิลลิเมตร)	ค่าแตกต่าง
0.50	0.53	0.03
0.75	0.75	0.00
1.00	1.02	0.02
1.25	1.24	0.01
1.50	1.50	0.00

4.3 การคำนวณต้นทุนในการจักตอก

จากการสำรวจข้อมูลในท้องตลาดพบว่ามีการจำหน่ายตอกไม้ไผ่ มีขนาดความหนาเฉลี่ย 0.75-1.00 มิลลิเมตร ความยาวเฉลี่ย 35 เซ็นติเมตร ซึ่งเป็นการจักตอกด้วยมือ โดยจำหน่ายเป็นมัดประกอบด้วยตอกจำนวน 50 เส้น และมีราคากำละ 5 บาท ดังนั้นในการคำนวณต้นทุนการจักตอก จะทำการใช้ผลการทดลองที่ได้จากการจักตอกจากไม้ไผ่แบบหนึ่งปล้อง และมีความหนาเฉลี่ย 1.00 มิลลิเมตร โดยมีรายละเอียดดังนี้

1) ความเร็วรอบในการจักตอกด้วยเครื่องที่ประสิทธิภาพ 100% (183.3 รอบต่อนาที)

ความเร็วตัดสามารถหาได้จากค่าความเร็วรอบ จากสูตร $V = \frac{\pi.d.n}{1000}$ เมตร/นาที

โดย V = ค่าความเร็วตัด

d = ขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางของลูกกลิ้งจักตอก 63 มิลลิเมตร

n = ความเร็วรอบของเครื่องจักตอก 183.3 รอบต่อนาที

ดังนั้น $V = \frac{3.14x63x183.3}{1000}$ เมตร/นาที

$= 36.26$ เมตร/นาที

≈ 36 เมตร/นาที

ในการจักตอกด้วยเครื่อง ผู้ปฏิบัติงานจะต้องหยิบไม้ไผ่มาใส่ในร่องป้อนไม้ไผ่ ดังนั้นความเร็วที่คำนวณได้จะต้องลดลงไปอีก 15% ในที่นี้จะได้ความเร็วในการจักตอกโดยประมาณเท่ากับ 30.6 เมตร/นาที

เส้นตอกที่ได้จากการจักตอกจากไม้ไผ่แบบหนึ่งปล้อง และมีความหนาเฉลี่ย 0.5 มิลลิเมตร มีความยาวของเส้นตอก 38 เซ็นติเมตร

ดังนั้น 1 นาทีจักตอกได้ = 30.6/0.38 เส้น

= 80.53 เส้น; ≈ 80 เส้น

สามารถจักตอกได้ 4,800 เส้นต่อชั่วโมง

ในการจักตอกที่ความหนา 1.00 มิลลิเมตรจะมีเปอร์เซ็นต์ของเสีย 10%

ดังนั้นจำนวนเส้นตอกที่มีคุณภาพดีจะเท่ากับ 4,320 เส้น

ใน 1 วัน (ทำงาน 6 ชั่วโมง) จะสามารถจักตอกได้ 25,920 เส้น/วัน

2) ไม้ไผ่หนึ่งลำมีจำนวนปล้องโดยเฉลี่ย 12 ปล้อง (ความยาวเฉลี่ย 38 เซ็นติเมตร)

ไม้ไผ่หนึ่งปล้องสามารถผ่าได้ 8 ซีก และหนึ่งซีกมีความหนาเฉลี่ย 8 มิลเมตร

หนึ่งซีกจักตอกได้เฉลี่ย 14 เส้น

หนึ่งปล้อง จักตอกได้ 112 เส้น (เปอร์เซ็นต์ของเสีย 10%)

ดังนั้นไม้ไผ่หนึ่งปล้องจะได้เส้นตอกคุณภาพดีโดยเฉลี่ย 100 เส้นต่อปล้อง

หนึ่งลำไม้ไผ่ จักตอกได้ 1,200 เส้น

ดังนั้นในหนึ่งวันต้องใช้ไม้ไผ่ = 25,920/1200 ปล้อง

= 21.6 ลำ; ≈ 22 ลำ

ราคาจำหน่ายไม้ไผ่ 1 ลำ = 20 บาท

ค่าวัตถุดิบไม้ไผ่ 1 วัน = 22 x 20 บาท; = 440 บาท

3) มอเตอร์ 0.4 kW

อัตราค่าใช้ไฟฟ้า 1 กิโลวัตต์ (หน่วย) 5 บาท

ค่าใช้ไฟฟ้า 2 บาทต่อชั่วโมง หรือ 12 บาทต่อวัน

4) ค่าแรงงาน 1 วัน = 210 บาท

5) ต้นทุนค่าใช้จ่ายการจักตอกหนึ่งวัน (25,920 เส้น/วัน)

ต้นทุนรวมทั้งหมด = 440 + 12 + 210 บาท

= 662 บาท

ต้นทุนเฉลี่ยต่อการจักตอก 50 เส้น = (662 x 50) / 25,920 บาท

= 1.27 บาท

ในขณะที่ราคาจำหน่ายในท้องตลาดอยู่ที่ กำละ 5 บาท จะเห็นได้ว่า เครื่องจักตอกสามารถสร้างกำไรให้เกิดขึ้นจากการผลิตตอกเพื่อจำหน่ายได้ แต่เมื่อตอกได้รับการเพิ่มมูลค่า ด้วยการสรรสร้างเป็นงานหัตถกรรมจะเพิ่มมูลค่าให้กับตอกไม้ไผ่ได้อีกหลายเท่า