บทที่ 6

การพัฒนาและปรับปรุงเครื่องกะเทาะถั่วลิสงแบบใบพัดไม้

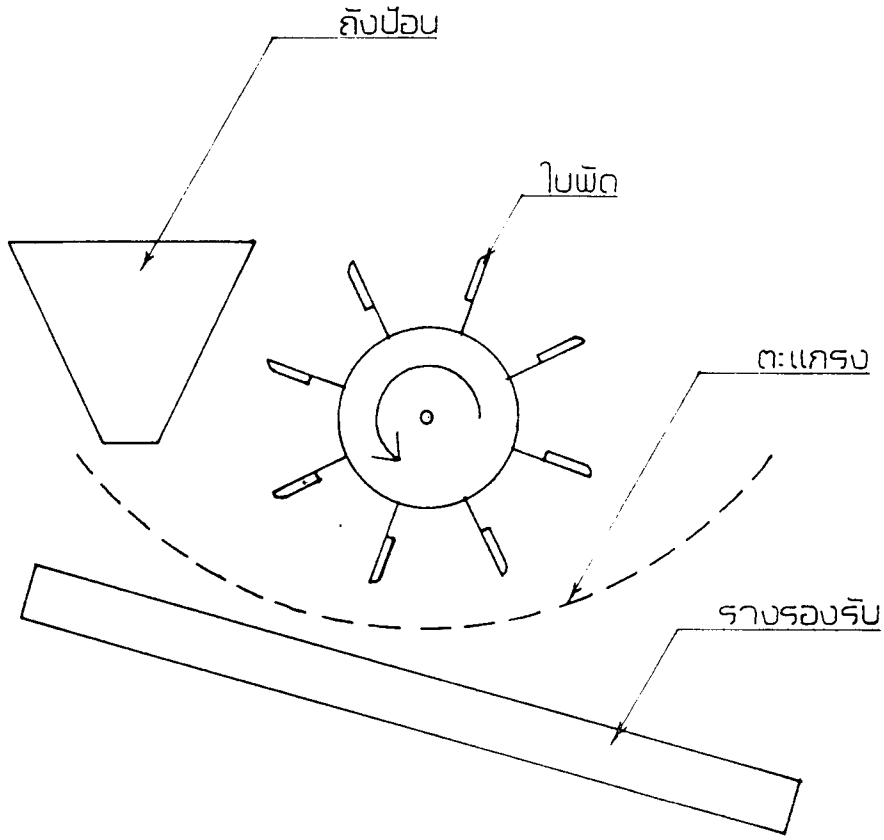
เครื่องกะเทาะถั่วลิสงแบบใบพัดไม้เป็นเครื่องกะเทาะถั่วลิสงซึ่งได้รับการพัฒนาและปรับปรุงควบคู่ไปกับการพัฒนาและปรับปรุงเครื่องกะเทาะถั่วลิสงแบบล้อยางดังที่ได้กล่าวมาแล้วในบทที่ 5 ในบทนี้จะกล่าวถึงการพัฒนาและปรับปรุงเครื่องกะเทาะถั่วลิสงแบบใบพัดไม้

ต้นแบบเครื่องกะเทาะถั่วลิสงแบบใบพัดไม้

เครื่องกะเทาะถั่วลิสงแบบใบพัดไม้ทำการกะเทาะเปลือกถั่วลิสงโดยการขัดสีระหว่างใบพัดและตะแกรง การออกแบบเครื่องต้นแบบเน้นในด้าน ความง่ายของกลไก ราคาถูก สามารถซ่อมแซมได้ง่าย สามารถทำงานได้โดยอาศัยแรงคน มีประสิทธิภาพดี และสามารถปรับปรุงเครื่องเพื่อศึกษาถึงตัวแปรต่างๆได้ง่าย เครื่องต้นแบบที่สร้างขึ้นประกอบด้วยส่วนที่สำคัญๆคือ ใบพัด ตะแกรง ถังป้อน และรางรองรับ ดังแสดงในรูปที่ 6.1

ใบพัดที่ใช้เป็นใบพัดไม้ 8 แฉก ปลายของใบพัดมีลักษณะโค้งมน ตะแกรงที่ใช้เป็นตะแกรงลวดซึ่งมีขนาดของตะแกรง 11 มม. X 11 มม. ตะแกรงมีความโค้งไปตามรัศมีการเคลื่อนที่ของปลายใบพัดโดยที่ระยะห่างระหว่างปลายใบพัดและตะแกรงจะแคบที่สุดเมื่อปลายใบพัดอยู่ที่ตำแหน่งต่ำสุด (ตำแหน่งกึ่งกลางของตะแกรง) และกว้างขึ้นที่ทางด้านเข้าและด้านออก

ในการทำงานของเครื่อง จะใส่ถั่วลิสงฝักลงในถังป้อนจนเต็ม ถังป้อนมีลิ้นสำหรับเปิดให้ถั่วลิสงฝักไหลลงไปในเครื่องกะเทาะ ลิ้นนี้สามารถเปิดให้กว้างมากน้อยได้ตามความต้องการ การป้อนถั่วลิสงจะทำในขณะที่ใบพัดหมุน ถั่วลิสงที่ตกลงมาจะถูกกะเทาะเปลือกออกโดยการขัดสีระหว่างใบพัดและตะแกรง เมล็ดถั่วลิสงซึ่งกะเทาะเปลือกออกแล้วรวมทั้งเปลือกจะตกผ่านรูของตะแกรงลงไปตามรางรองรับ ส่วนการแยกเปลือกถั่วออกจากเมล็ดทำโดยการฝัด



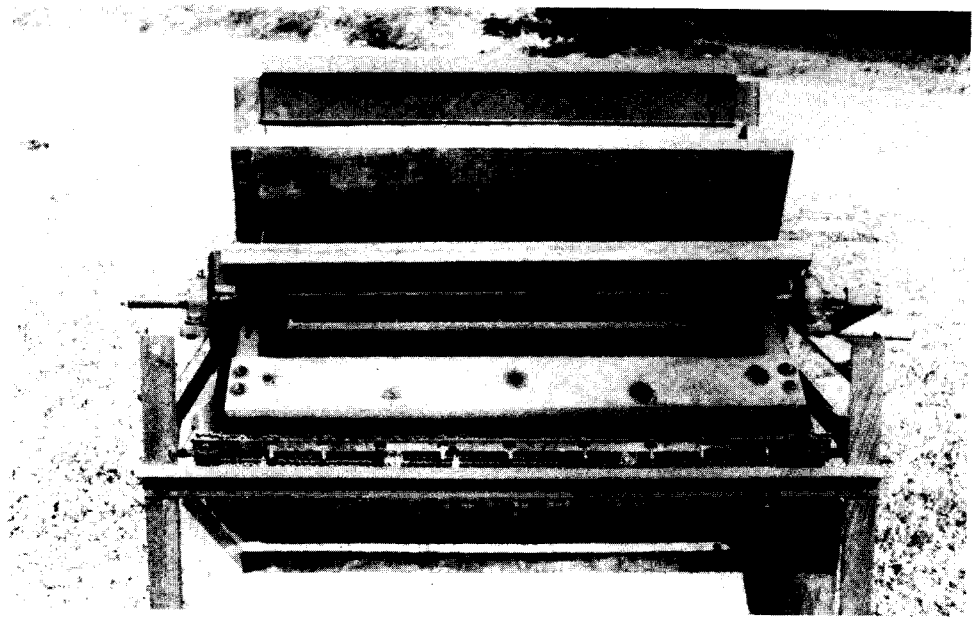
รูปที่ 6.1 ภาพแสดงส่วนประกอบที่สำคัญของต้นแบบเครื่องกะเทาะถั่วลิสงแบบใบพัดไม้

การทดสอบเครื่องต้นแบบและผลการทดสอบ

การทดสอบเครื่องต้นแบบมีวัตถุประสงค์เพื่อจะศึกษาถึงอิทธิพลของชนิดของใบพัด และระยะห่างระหว่างใบพัดและตะแกรงที่อาจจะมีผลต่อการทำงานของเครื่อง ทั้งนี้เพื่อจะนำเอาข้อมูลที่ได้ไปใช้ในการปรับปรุงและออกแบบเครื่องกะเทาะถั่วลิสงแบบใบพัดไม้สำหรับใช้งานจริงต่อไป ส่วนอัตราการป้อนและความเร็วในการกะเทาะของใบพัดไม่นับเข้าเป็นตัวแปรเพื่อศึกษา ทั้งนี้เพราะจากการศึกษาการกะเทาะถั่วลิสงโดยเครื่องกะเทาะถั่วลิสงแบบล้อยางพบว่าอัตราการป้อนถั่วลิสงฝัก 50-100 กิโลกรัมต่อชั่วโมงไม่มีผลต่อประสิทธิภาพในการกะเทาะและเปอร์เซ็นต์แตกหักที่ระดับนัยสำคัญ 5% เนื่องจากเครื่องกะเทาะแบบใบพัดไม้และแบบล้อยางเป็นเครื่องกะเทาะที่มีลักษณะการทำงานคล้ายคลึงกัน จึงไม่รวมอัตราการป้อนเข้าเป็นตัวแปรในการศึกษาเพื่อประหยัดเวลาในการทดสอบ อัตราการป้อนเฉลี่ยที่ใช้ทดสอบเท่ากับ 80 กิโลกรัมต่อชั่วโมง ส่วนความเร็วในการกะเทาะของปลายใบพัดนั้นเนื่องจากเครื่องต้นแบบถูกออกแบบให้ใช้แรงคน ดังนั้นความเร็วในการหมุนจึงขึ้นอยู่กับขีดความสามารถของผู้ใช้เครื่อง ความเร็วในการหมุนเฉลี่ยที่ใช้ทดสอบเท่ากับ 75 รอบต่อนาที (ความเร็วของปลายใบพัดเท่ากับ 1.81 เมตรต่อวินาที) ซึ่งเป็นความเร็วในการหมุนเฉลี่ยที่คนปกติสามารถทำงานได้อย่างสบาย

ชนิดของใบพัดที่ใช้ทดสอบมี 2 ชนิดคือ ใบพัดไม้ (รูปที่ 6.2) และใบพัดยาง (รูปที่ 6.3) ใบพัดไม้เป็นใบพัดซึ่งทำจากไม้เนื้อแข็ง ส่วนใบพัดยางทำจากการตัดยางนอกรถยนต์ติดเข้ากับใบพัดไม้ ระยะห่างระหว่างใบพัดและตะแกรงที่ตำแหน่งแคบที่สุดที่ใช้ในการทดสอบมี 7 ระดับคือ 4, 5, 6, 7, 8, 9 และ 10 มม.

ถั่วลิสงที่ใช้ทดสอบเป็นถั่วลิสงพันธุ์ไทนาน 9 ซึ่งตากแห้งแล้วและอยู่ในสภาพที่พร้อมจะขายให้แก่พ่อค้า ถั่วลิสงฝักมีความชื้นเฉลี่ย 9.1% และเมล็ดถั่วมีความชื้นเฉลี่ย 7.5% ในการทดสอบแต่ละครั้งใช้ถั่วลิสงฝัก 2.5 กิโลกรัมและทดสอบซ้ำ 3 ครั้ง ผลการทำงานของเครื่องกะเทาะวัดโดยใช้ประสิทธิภาพในการกะเทาะและเปอร์เซ็นต์แตกหักเป็นเครื่องชี้ ค่าทั้งสองนี้แสดงในสมการที่ 3.1 และ 3.2



รูปที่ 6.2 ใบพัดไม้

รูปที่ 6.3 ใบพัดยาง

ตารางที่ 6.1 และ 6.2 แสดงข้อมูลที่ได้รับจากการทดสอบ ตารางที่ 6.3 แสดงผลการวิเคราะห์ทางสถิติ รูปที่ 6.4 และ 6.5 แสดงความสัมพันธ์ระหว่างประสิทธิภาพในการกะเทาะระยะห่าง และเปอร์เซ็นต์แตกหัก-ระยะห่างสำหรับใบพัดไม้และใบพัดยางตามลำดับ แต่ละจุดในรูปที่ 6.4 และ 6.5 เป็นค่าเฉลี่ยของการทดสอบซ้ำ 3 ครั้ง

ตารางที่ 6.3 แสดงให้เห็นว่าชนิดของใบพัดและระยะห่างระหว่างใบพัดกับตะแกรงมีผลเป็นนัยสำคัญที่ระดับ 1% ต่อเปอร์เซ็นต์แตกหัก และประสิทธิภาพในการกะเทาะ ตารางที่ 6.2 แสดงให้เห็นว่าการใช้ใบพัดไม้จะให้เปอร์เซ็นต์แตกหักน้อยกว่าการใช้ใบพัดยางเป็นจำนวนมากที่ทุกๆ ระดับของระยะห่างโดยที่ประสิทธิภาพในการกะเทาะของใบพัดไม้น้อยกว่าประสิทธิภาพในการกะเทาะของใบพัดยางไม่มากนัก ผลดังกล่าวชี้ให้เห็นว่าใบพัดไม้ให้ผลการทำงานดีกว่าใบพัดยาง รูปที่ 6.4 และ 6.5 แสดงให้เห็นว่าเมื่อระยะห่างระหว่างใบพัดและตะแกรงเพิ่มขึ้นประสิทธิภาพในการกะเทาะและเปอร์เซ็นต์แตกหักจะลดลงสำหรับทั้งใบพัดไม้และใบพัดยาง สำหรับใบพัดไม้ซึ่งให้ผลการทำงานดีกว่า เปอร์เซ็นต์แตกหักจะลดลงอย่างรวดเร็วเมื่อเพิ่มระยะห่างจาก 3 มม. ถึง 7 มม. จากนั้นเปอร์เซ็นต์แตกหักจะค่อยๆลดลงอย่างช้าๆ ที่ระยะห่าง 9 มม. และ 10 มม. จะมีการแตกหักของเมล็ดถั่ว 6.6 และ 5.7 เปอร์เซ็นต์ตามลำดับโดยที่มีประสิทธิภาพในการกะเทาะ 94 เปอร์เซ็นต์

การปรับปรุงเครื่องต้นแบบ

จากผลการทดสอบต้นแบบเครื่องกะเทาะถั่วลิสงแบบใบพัดไม้ซึ่งแสดงให้เห็นว่าหลักการกะเทาะถั่วลิสงโดยใช้การขัดสีระหว่างใบพัดไม้และตะแกรงมีแนวโน้มสามารถใช้งานได้ดีในทางปฏิบัติ คือ สามารถให้ประสิทธิภาพในการกะเทาะ 94% โดยมีการแตกหัก 5.7% เมื่อใช้ระยะห่างแคบสุดระหว่างใบพัดไม้และตะแกรง 10 มม. จึงทำการปรับปรุงต้นแบบเพื่อให้เหมาะสมสำหรับการใช้งานจริงในสนาม ส่วนสำคัญที่ทำการปรับปรุงได้แก่ชุดใบพัดไม้และการปรับระยะห่างระหว่างใบพัดไม้กับตะแกรง รูปที่ 6.6 และ 6.7 แสดงภาพถ่ายของเครื่องกะเทาะถั่วลิสงแบบใบพัดไม้หลังจากการปรับปรุง ส่วนแบบแปลนและรายละเอียดในการสร้างแสดงในรูปที่ 6.8-6.12 ใบพัดไม้หลังจากการปรับปรุง (รูปที่ 6.10) มี 6 แฉกและทำจากไม้เนื้ออ่อน ส่วนการปรับระยะห่างระหว่างใบพัดและตะแกรงใช้หลักการเดียวกันกับการปรับระยะห่างของเครื่องกะเทาะถั่วลิสงแบบล้อยาง กล่าวคือปลายของโครงใบพัด (รูปที่ 6.10) ติดเข้ากับโครงเหล็ก (รูปที่ 6.9) แบบหมุนได้รูที่ปลายอีกด้านหนึ่งของโครง

ตารางที่ 6.1 ข้อมูลที่ได้รับจากการทดสอบการกะเทาะถั่วลิสงพันธุ์ไทนาน 9 โดยใช้ต้นแบบเครื่องกะเทาะถั่วลิสงแบบใบพัดไม้

ชนิดของใบพัด	ระยะห่างแคบสุด (มม.)	เปอร์เซ็นต์แตกหัก			ประสิทธิภาพในการกะเทาะ (%)		
		1	2	3	1	2	3
ไม้	4	31.1	30.5	30.8	98.1	97.4	97.5
	5	20.1	24.4	16.9	96.6	97.0	97.4
	6	14.0	12.0	15.5	94.3	96.6	98.0
	7	9.8	9.2	9.9	96.7	96.6	96.9
	8	6.9	7.5	7.7	95.9	93.8	94.5
	9	6.4	6.7	6.8	94.5	95.1	93.7
	10	6.3	5.7	5.1	94.0	94.1	94.3
ยาง	4	40.6	39.8	37.4	99.6	99.0	98.8
	5	29.5	27.0	28.2	99.1	99.1	98.4
	6	22.4	22.5	22.3	96.8	97.7	97.5
	7	22.0	19.1	20.6	97.5	97.4	97.7
	8	14.7	15.0	14.6	96.4	96.8	97.0
	9	10.6	12.8	11.6	96.4	95.3	94.0
	10	8.8	7.4	6.4	93.6	93.6	94.4

หมายเหตุ หลังจากการกะเทาะได้เมล็ดถั่ว 68.14% โดยเฉลี่ย

ตารางที่ 6.2 เปอร์เซ็นต์แตกหักและประสิทธิภาพในการกะเทาะเฉลี่ย

เปอร์เซ็นต์แตกหักเฉลี่ย

ชนิดของใบพัด	ระยะห่างแคบสุดระหว่างใบพัดและตะแกรง (มม.)						
	4	5	6	7	8	9	10
ไม้	30.8	20.5	13.8	9.6	7.4	6.6	5.7
ยาง	39.3	28.2	22.4	20.6	14.8	11.7	7.5

ประสิทธิภาพในการกะเทาะเฉลี่ย (%)

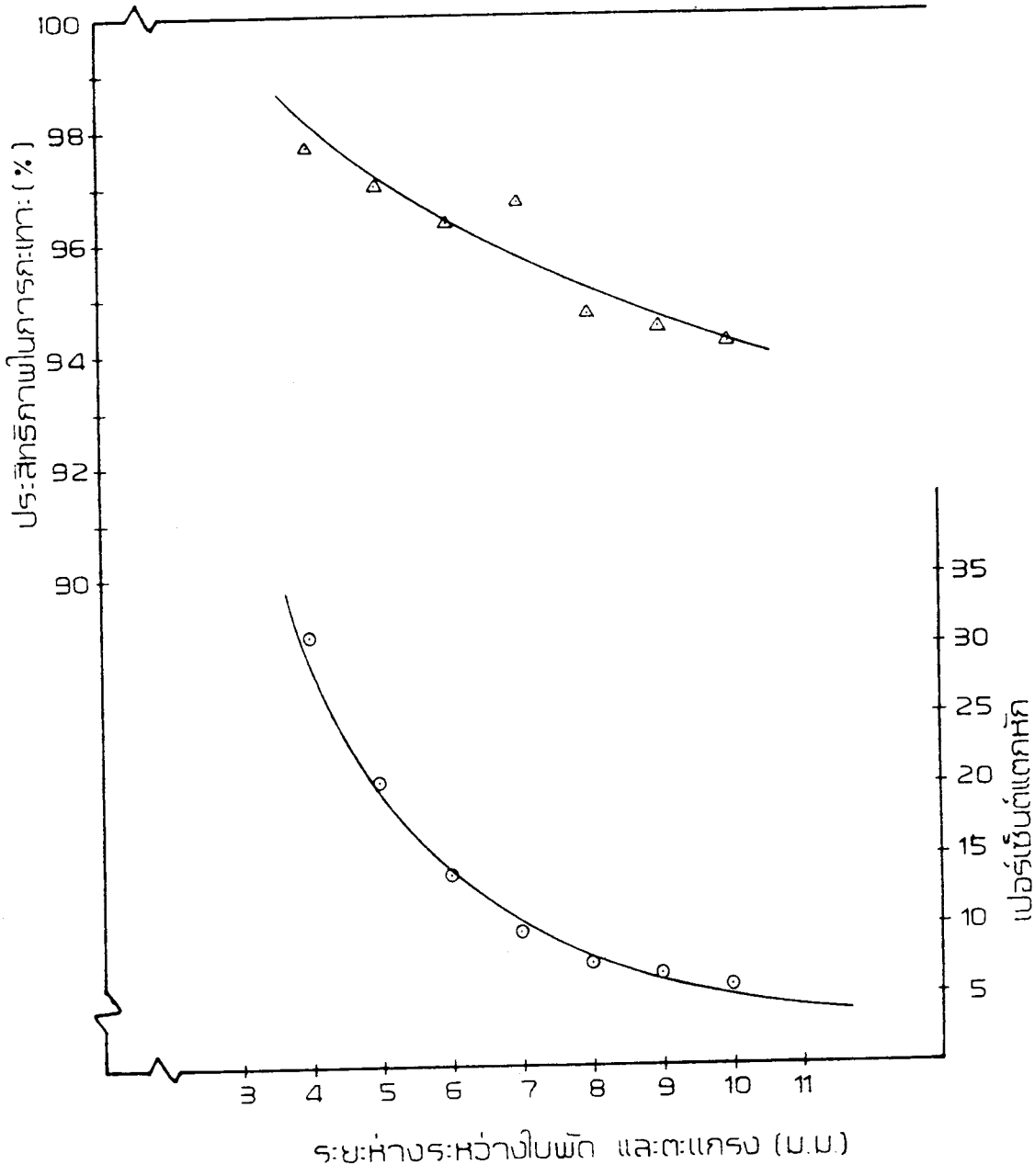
ชนิดของใบพัด	ระยะห่างแคบสุดระหว่างใบพัดและตะแกรง (มม.)						
	4	5	6	7	8	9	10
ไม้	97.7	97.0	96.3	96.7	94.7	94.4	94.1
ยาง	99.1	98.9	97.3	97.5	96.7	95.2	93.9

ตารางที่ 6.3 ผลการวิเคราะห์ทางสถิติของข้อมูลจากตารางที่ 6.1

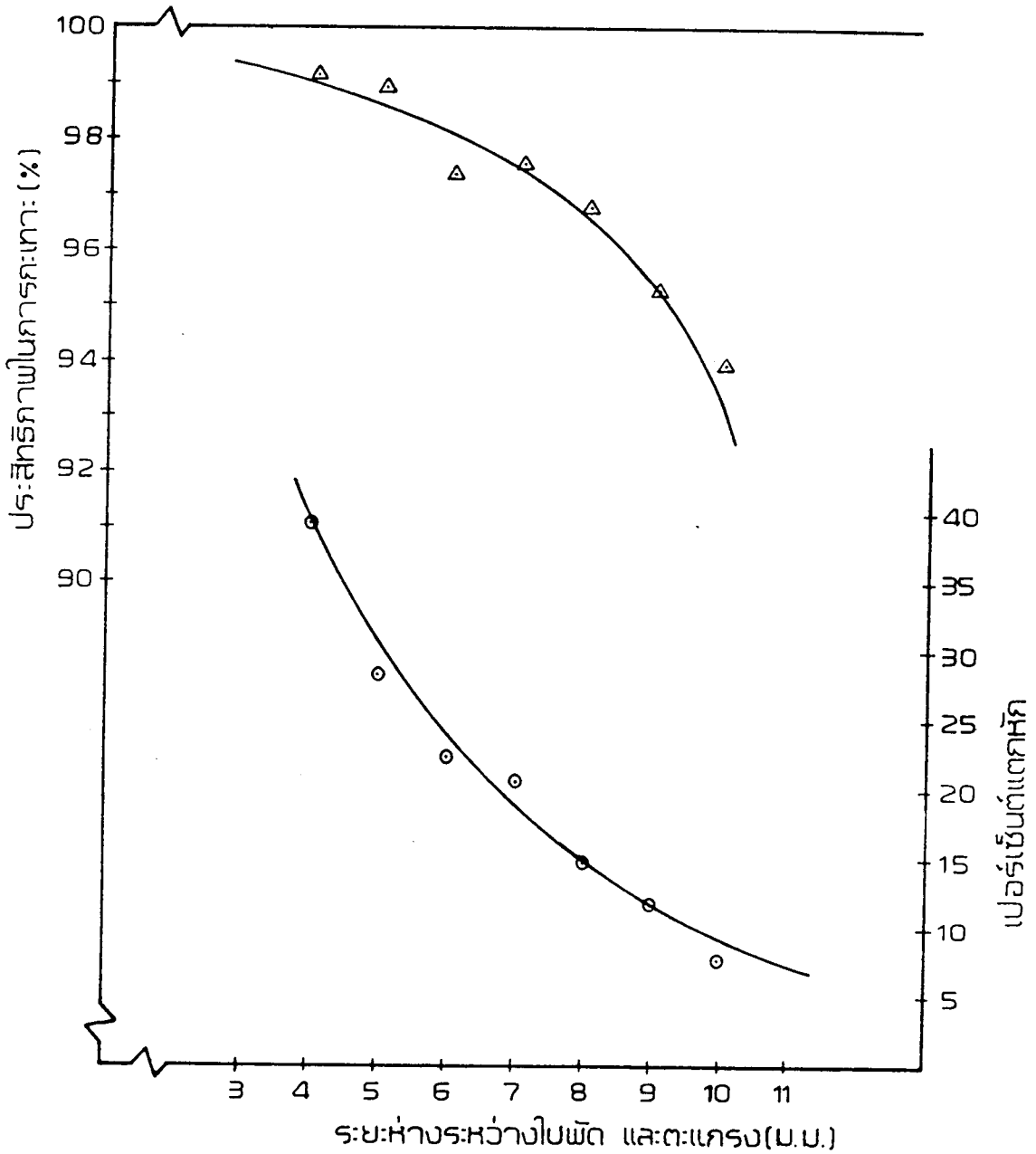
Analysis of Variance Table

Sources	df	เปอร์เซ็นต์แตกหัก			ประสิทธิภาพในการกะเทาะ		
		SS	MS	F	SS	MS	F
Replications	2	3.21			0.02		
ชนิดของใบพัด	1	535.71	535.71	271.93**	12.71	12.71	21.18**
ระยะห่าง	6	3532.16	588.69	298.83**	94.32	15.72	26.20**
Interaction	6	76.86	12.81	6.50**	5.38	0.90	1.50
Error	26	51.22	1.97		15.60	0.60	

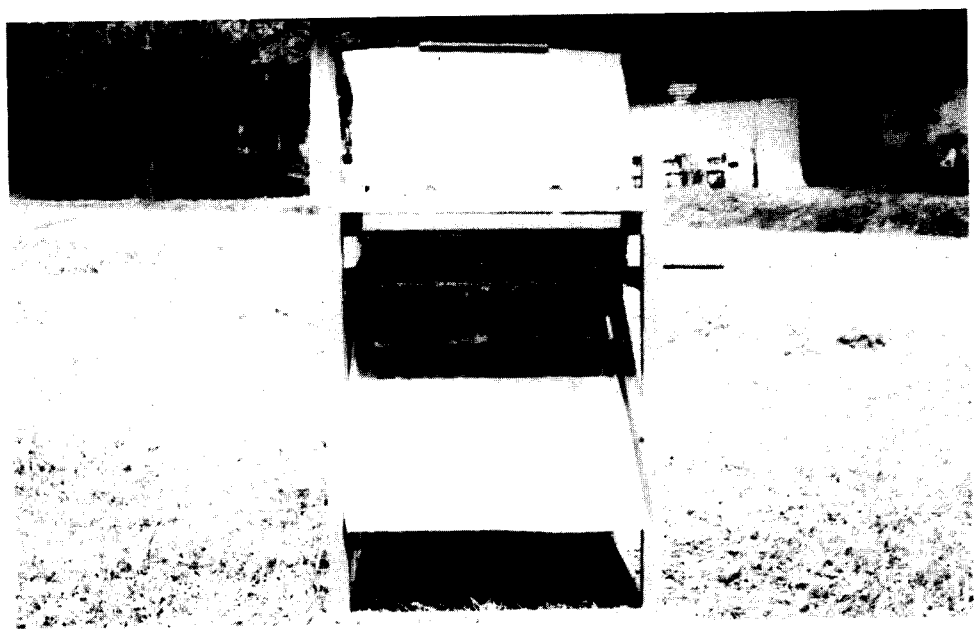
** มีนัยสำคัญที่ระดับ 1%



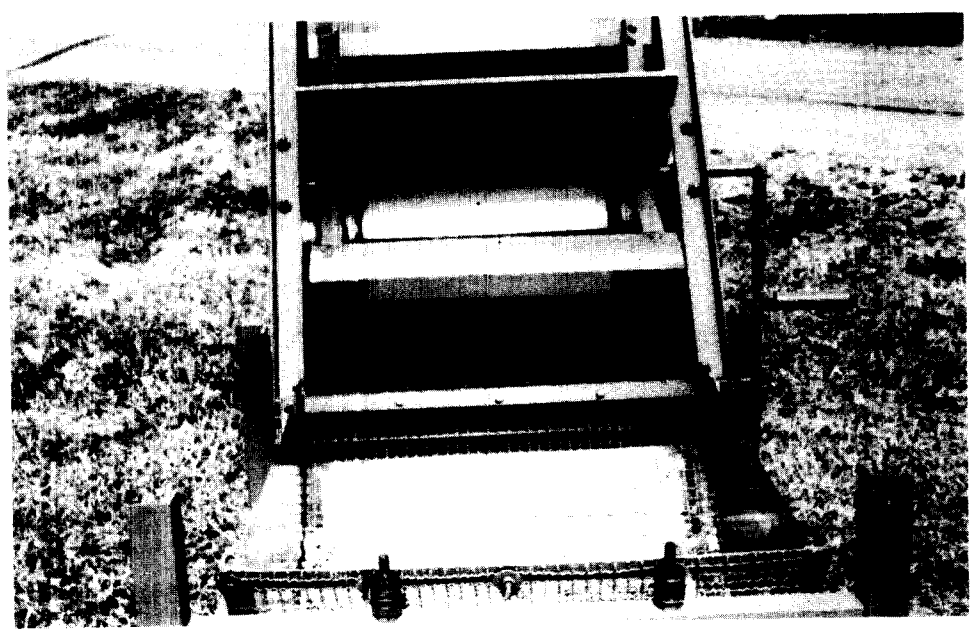
รูปที่ 6.4 ความสัมพันธ์ระหว่างประสิทธิภาพในการกะเทาะ-ระยะห่าง และ เปอร์เซ็นต์แตกหัก-ระยะห่าง สำหรับใบพัดไม้



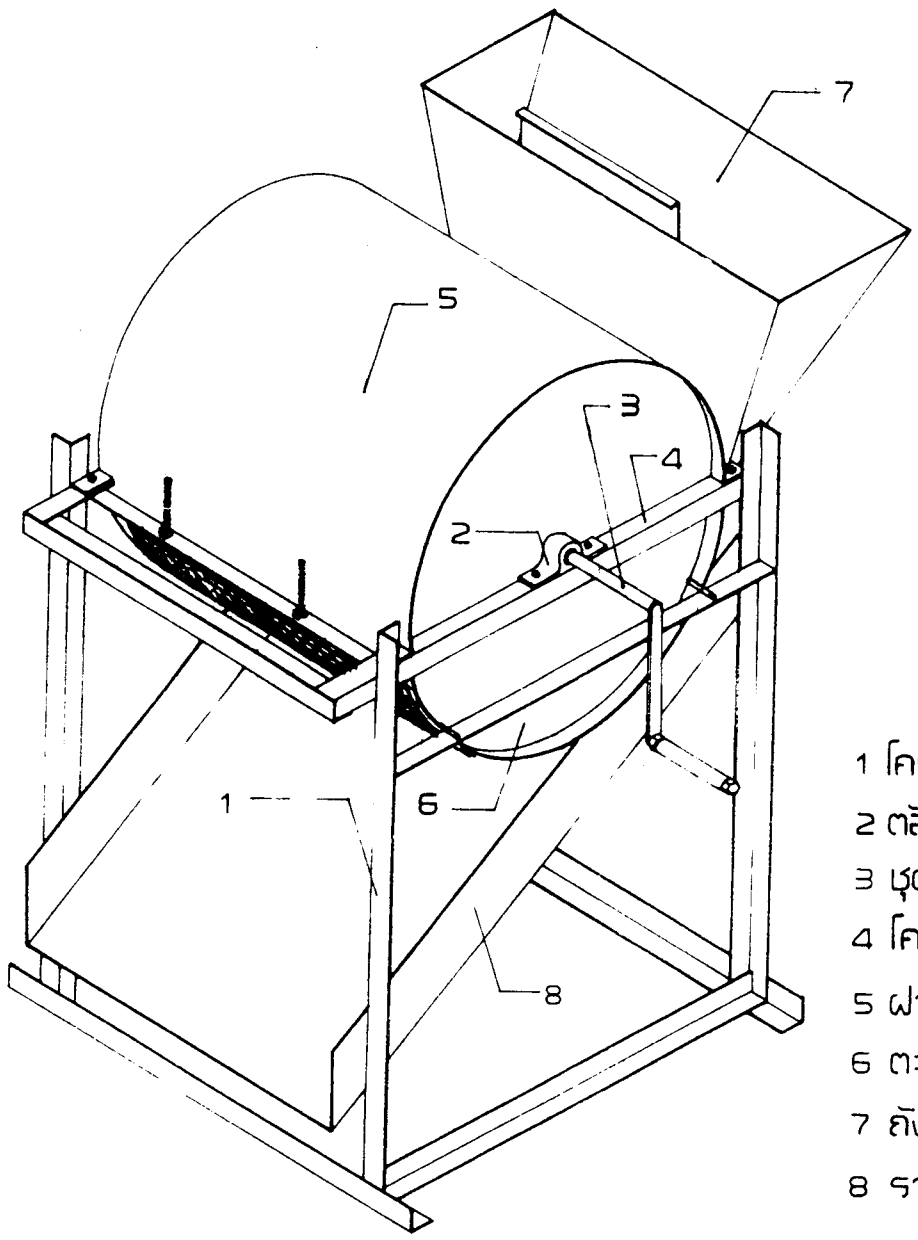
รูปที่ 6.5 ความสัมพันธ์ระหว่างประสิทธิภาพในการกะเทาะ-ระยะห่าง และ เปอร์เซ็นต์แตกหัก-ระยะห่าง สำหรับใบพัดยาง



รูปที่ 6.6 ภาพถ่ายเครื่องกะเทาะถั่วลิสงแบบใบพัดไม้หลังจากการปรับปรุง



รูปที่ 6.7 ภาพถ่ายแสดงใบพัดไม้และตะแกรง

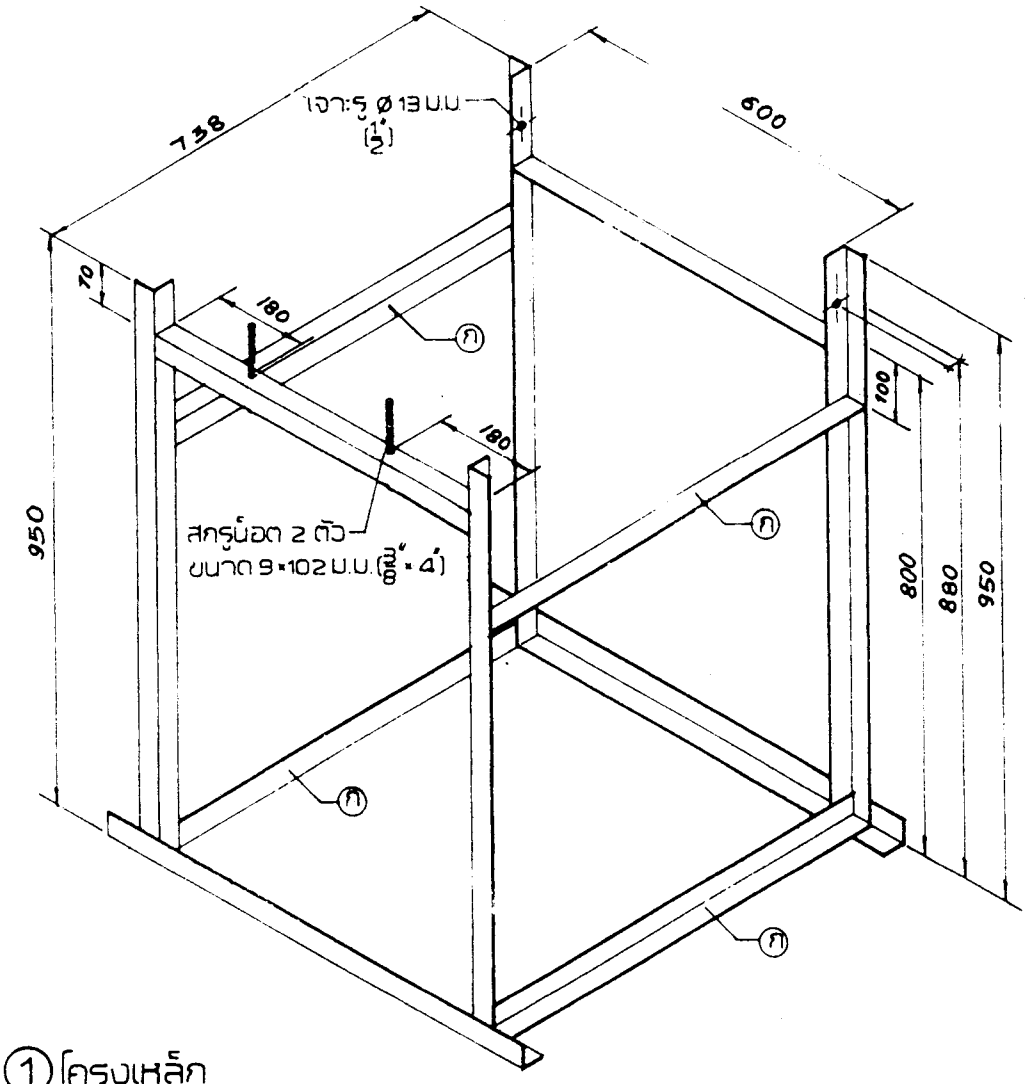


1 โครงเหล็ก
2 ตลับลูกปืน
3 ชุดใบผัดไม้
4 โครงใบผัด
5 ฝาครอบ
6 ตะแกรง
7 ถังป้อน
8 ราง

สกรู น็อต ยึดโครงฝาครอบ ยึดตะแกรง และยึดไม้
ใช้ขนาด 6 x 25 ม.ม. (¼" x 1")

มาตราส่วน	เครื่องกะเทาะถั่วลิสงแบบใบผัดไม้	แบบแผ่นที่ 1
1 : 12.5	แสดงส่วนประกอบเครื่อง	ก.ย. 25..

รูปที่ 6.8



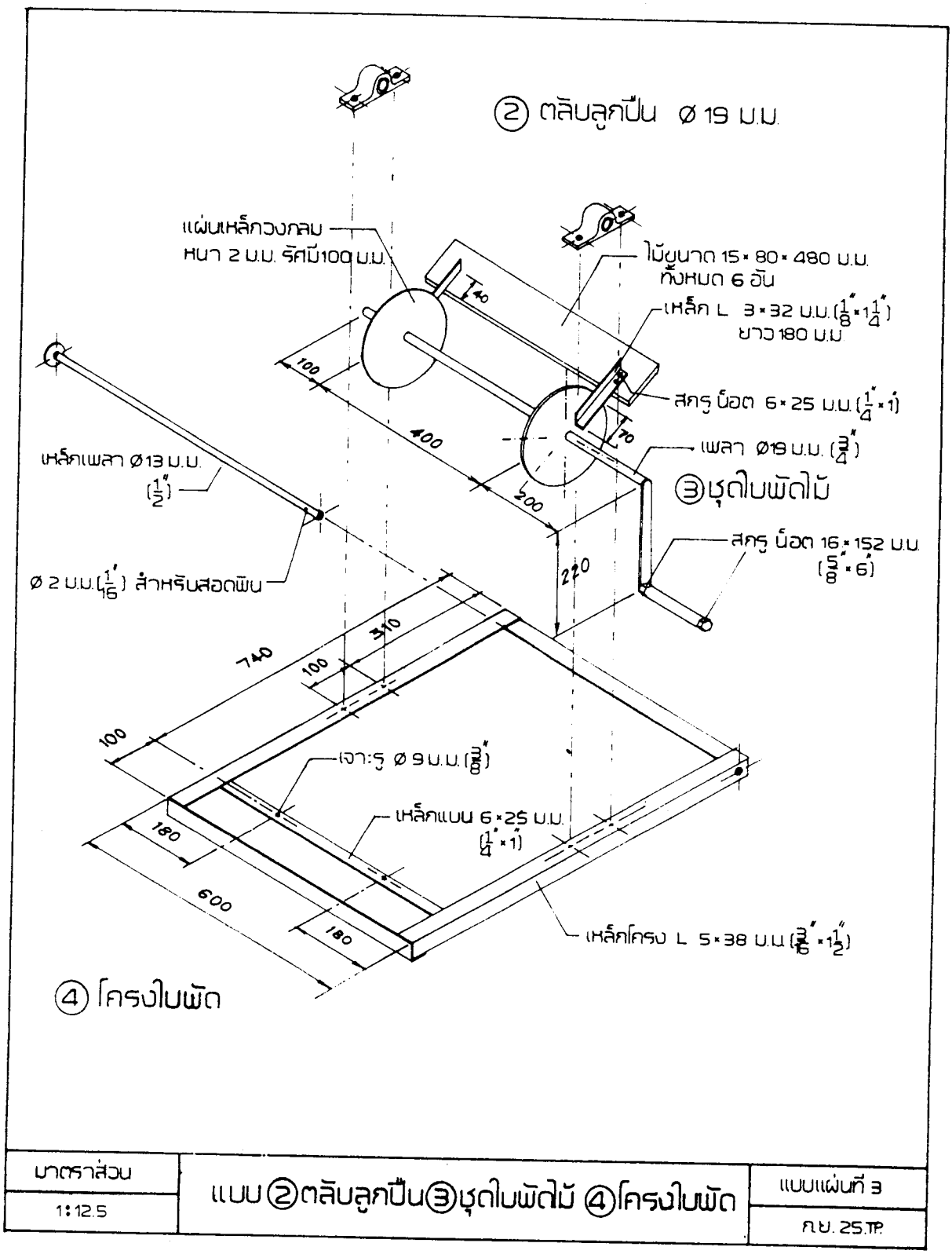
① โครงเหล็ก

เฉพาะ ก ใช้เหล็ก L 3×32 มม.(1/8"×1 1/4")

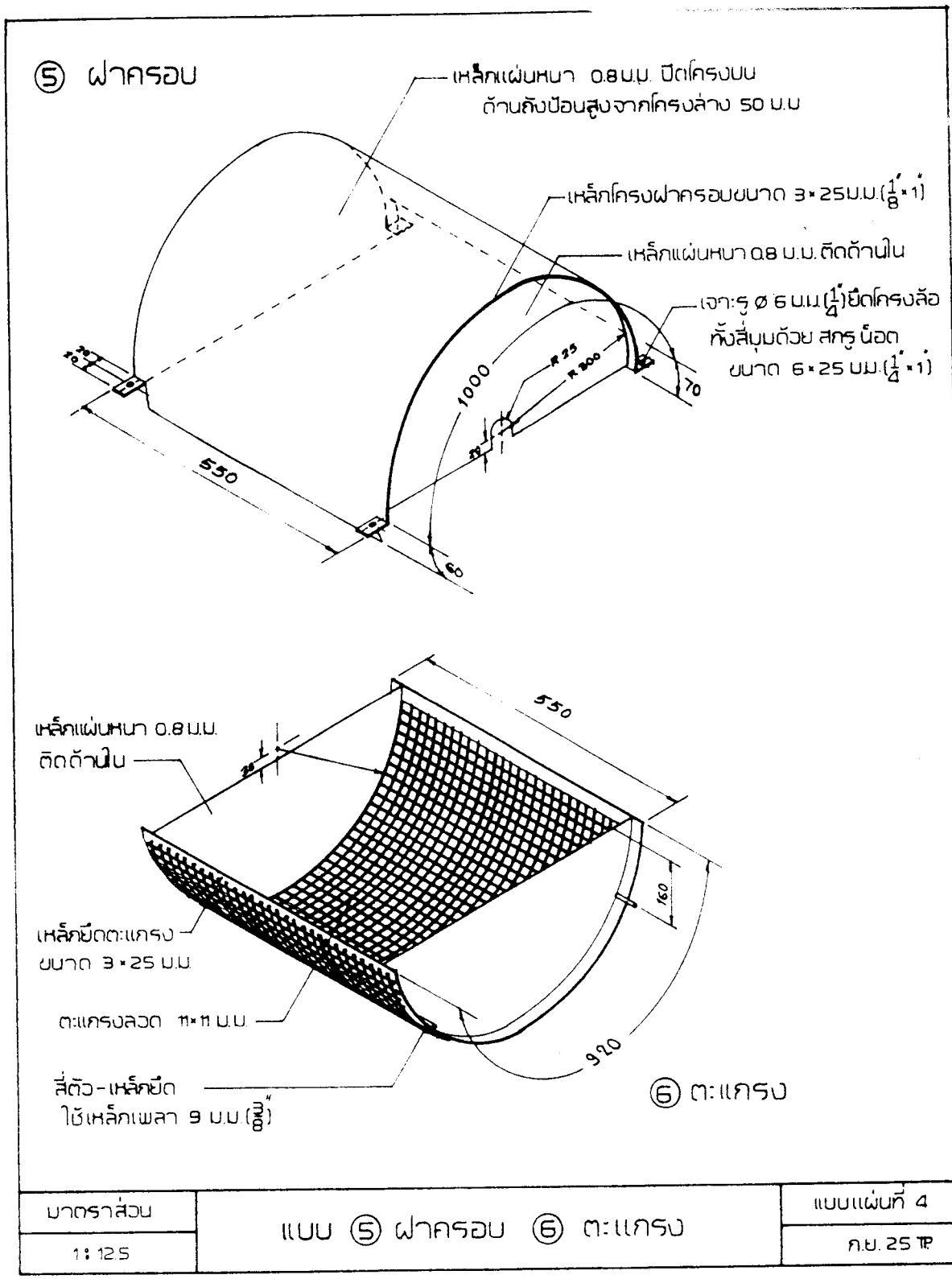
โครงส่วนอื่นเป็นเหล็ก L 5×38 มม.(3/16"×1 1/2")

มาตราส่วน	แบบ ① โครงเหล็ก	แบบแผ่นที่ 2
1 : 12.5		ก.ย. 25 TP.

รูปที่ 6.9

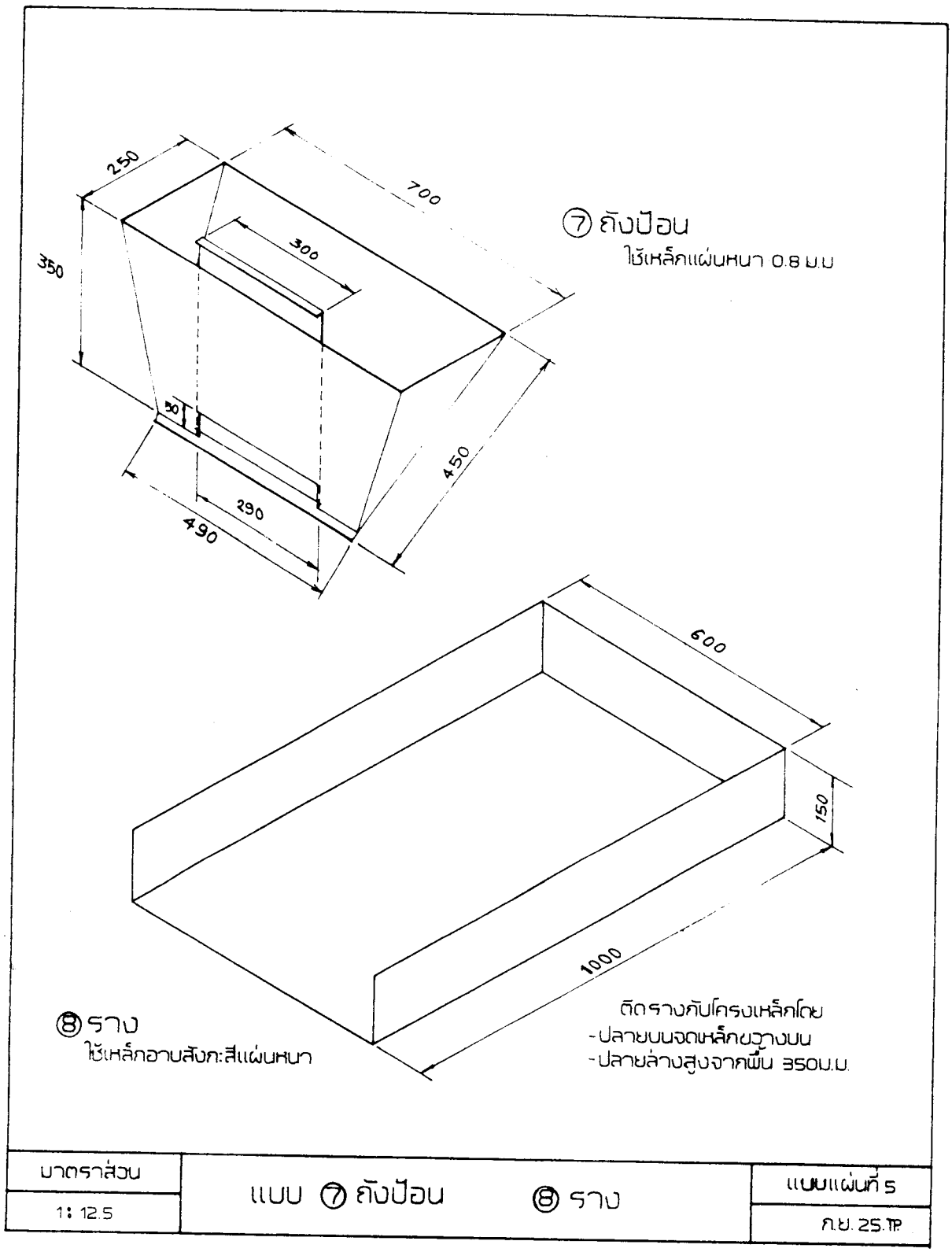

② ตลับลูกปืน Ø 19 มม.
แผ่นเหล็กวงกลม
หนา 2 มม. รัศมี100 มม.
ไม้ขนาด 15 × 80 × 480 มม.
ทั้งหมด 6 อัน
เหล็ก L 3 × 32 มม.(1/8" × 1 1/4")
ยาว 180 มม.
สกรู น็อต 6 × 25 มม.(1/4" × 1")
เพลา Ø19 มม. (3/4")
③ชุดใบพัดไม้
เหล็กเพลา Ø13 มม.
(1/2")
Ø 2 มม.(1/16") สำหรับสอดพิน
สกรู น็อต 16 × 152 มม.
(5/8" × 6")
740
100
310
100
เจาะรู Ø 9 มม.(3/8")
เหล็กแบน 6 × 25 มม.
(1/4" × 1")
180
600
180
เหล็กโครง L 5 × 38 มม.(3/16" × 1 1/2")
④ โครงใบพัด
มาตราส่วน
1:12.5
แบบ ②ตลับลูกปืน③ชุดใบพัดไม้ ④โครงใบพัด
แบบแผ่นที่ 3
ก.ย. 25.TP.

รูปที่ 6.10



มาตราส่วน	แบบ ⑤ ฝาครอบ ⑥ ตะแกรง	แบบแผ่นที่ 4
1 : 12.5		ก.ย. 25 TP

รูปที่ 6.11


250
700
350
300
30
290
490
450
⑦ ถังป้อน
ใช้เหล็กแผ่นหนา 0.8 ม.ม
600
150
1000
⑧ ราง
ใช้เหล็กอาบสังกะสีแผ่นหนา
ติดรางกับโครงเหล็กโดย
-ปลายบนจดเหล็กยึดวางบน
-ปลายล่างสูงจากพื้น 350ม.ม.
มาตราส่วน
1: 12.5
แบบ ⑦ ถังป้อน ⑧ ราง
แบบแผ่นที่ 5
ก.ย. 25.TP.

รูปที่ 6.12

ใบพัดจะส่วมเข้าพอดีกับน็อตของโครงเหล็ก การเพิ่มหรือลดระยะห่างระหว่างใบพัดและตะแกรงทำโดยการเพิ่มหรือลดจำนวนแหวนที่ส่วมเข้าไปที่น็อต หรืออาจทำโดยใช้น็อตตัวเมียเป็นตัวปรับ

การทดสอบภาคสนามและผลการทดสอบ

เครื่องกะเทาะถั่วลิสงแบบใบพัดไม้ซึ่งสร้างขึ้นตามแบบแปลนที่แสดงในรูปที่ 6.8-6.12 จำนวน 5 เครื่องได้รับการทดสอบการใช้งานในสนามในช่วงหลังจากการเก็บเกี่ยวถั่วลิสงในฤดูแล้ง ปี 2525 ณ บ้านเว่อ บ้านโพธิ์ศรี บ้านแดง บ้านโคกใหญ่ บ้านโนนแพง บ้านตูม บ้านโนนแดง บ้านเริงทุ่ม บ้านโป่งแค บ้านนาเยือกใต้ และบ้านนาเยือกเหนือ จังหวัดกาฬสินธุ์ ถั่วลิสงที่ใช้ทดสอบเป็นถั่วลิสงพันธุ์ไทนาน 9 ระยะห่างแคบสุดระหว่างใบพัดไม้และตะแกรงที่ใช้ทดสอบมี 3 ระดับ คือ 9, 10, และ 11 มม. ระยะห่างนี้จะปรับให้เหมาะสมกับขนาดของฝักถั่วลิสงในแต่ละท้องที่ก่อนทำการทดสอบ ส่วนความเร็วในการหมุนที่ใช้ทดสอบขึ้นอยู่กับความถนัดและความสามารถของเกษตรกรผู้ใช้เครื่อง

ตารางที่ 6.4 แสดงผลการทดสอบการกะเทาะในสนามโดยใช้เครื่องกะเทาะถั่วลิสงแบบใบพัดไม้ ผลการทดสอบนี้แสดงให้เห็นว่าเครื่องกะเทาะถั่วลิสงแบบใบพัดไม้สามารถกะเทาะถั่วลิสงฝักได้ 78 กิโลกรัมต่อชั่วโมงโดยเฉลี่ย ทั้งนี้โดยมีประสิทธิภาพในการกะเทาะประมาณ 95% และเปอร์เซ็นแตกหักของเมล็ดถั่ว 4.2-5.4% ถั่วลิสงที่ไม่ถูกกะเทาะเป็นถั่วลิสงที่มีขนาดเล็กซึ่งจะลอดผ่านรูตะแกรงในระหว่างการกะเทาะ ถั่วลิสงดังกล่าวนี้เมื่อกะเทาะเปลือกออกจะได้เมล็ดถั่วลิสงที่มีขนาดเล็กมากและไม่สมบูรณ์ซึ่งเป็นเมล็ดถั่วลิสงที่มีคุณค่าเชิงการค้าต่ำ

ตารางที่ 6.4 ผลการทดลอบการกะเทาะถั่วลิสงพันธุ์ไทนาน 9 ภาคสนามโดยใช้เครื่องกะเทาะถั่วลิสงแบบใบพัดไม้

สถานที่ทดลอบ	ประสิทธิภาพในการกะเทาะ (%)	%แตกหัก	ความสามารถในการกะเทาะ (กก./ชม.)
1. ระยะห่างแคบสุดระหว่างใบพัดไม้และตะแกรง 9 มม.			
บ้านเว่อ	95.7	3.4	75
บ้านโพธิ์ศรี	95.4	5.0	91
เฉลี่ย	95.6	4.2	
2. ระยะห่างแคบสุดระหว่างใบพัดไม้และตะแกรง 10 มม.			
บ้านแดง	99.3	4.3	71
บ้านโคกใหญ่	91.8	3.5	72
บ้านโนนแพง	93.3	2.6	65
บ้านตูม	92.4	2.7	57
บ้านโนนแดง	95.1	4.7	76
บ้านเริงทุ่ม	96.6	7.4	68
เฉลี่ย	94.8	4.2	
3. ระยะห่างแคบสุดระหว่างใบพัดไม้และตะแกรง 11 มม.			
บ้านโป่งแค	95.6	4.5	91
บ้านนาเยือกใต้	97.2	5.3	99
บ้านนาเยือกเหนือ	93.3	6.4	98
เฉลี่ย	95.4	5.4	78

หมายเหตุ 1. เปอร์เซ็นต์ความชื้นเฉลี่ยของถั่วฝัก = 9.10%(ช่วง 8.07-10.45%)

2. เปอร์เซ็นต์ความชื้นเฉลี่ยของเมล็ดถั่ว = 8.26%(ช่วง 7.16-13.72%)

3. เปอร์เซ็นต์ความชื้นเฉลี่ยของเปลือกถั่ว=13.89%(ช่วง 12.38-15.58%)

4. หลังจากกะเทาะแล้วจะได้เมล็ดถั่ว =67% โดยน้ำหนัก