

บทที่ 4

ผลการทดลองและวิจารณ์ผลการทดลอง

การทดลองในงานวิจัยนี้จะทำการทดลอง 3 อย่างด้วยกัน คือ การทดลองหาความสามารถในการบดของชุดบดแบบจานและแบบลูกกลิ้ง จากการทดลองทั้งสองกรณีนี้จะได้ผลการทดลองมาทำการวิเคราะห์หาความเร็วที่สัมพันธ์กันของชุดบดทั้ง 2 แบบนี้ จากนั้นจึงทำการทดลองหาความสามารถในการบดของชุดบดทั้งสองชุดที่ทำงานแบบต่อเนื่องกัน

4.1 เครื่องมือและอุปกรณ์ที่ใช้ในการทดลอง

1. เครื่องวัดความเร็วรอบ สำหรับวัดรอบการหมุนของชุดบดทั้งสองชุด
2. อุปกรณ์ปรับความเร็วรอบมอเตอร์ (Inverter) สำหรับปรับรอบการหมุนของมอเตอร์ เพื่อทดสอบความสามารถในการบดของชุดบดทั้งสองที่ความเร็วรอบต่างๆ
3. มอเตอร์ไฟฟ้าขนาด 2 แรงม้า จำนวน 2 ตัว สำหรับเป็นต้นกำลังให้กับชุดบดทั้งสอง
4. ตาข่ายสำหรับซั้งเมล็ดถั่วเหลือง
5. นาฬิกาจับเวลาสำหรับจับเวลาเพื่อหาปริมาณที่เครื่องบดสามารถบดถั่วเหลืองได้ในหน่วยกิโลกรัมต่อนาที
6. ชุดบดถั่วเหลืองแบบจานและแบบลูกกลิ้ง
7. ตะแกรงร่อนผงแป้งขนาด 100 μm สำหรับคัดแยกขนาดผงแป้งที่ได้จากเครื่องบด

4.2 ขั้นตอนและวิธีการทดลอง

ดังได้กล่าวมาแล้วว่างานวิจัยนี้แบ่งการทดลองออกเป็น 3 การทดลองนั้น สามารถกำหนดขั้นตอนการทดลองได้ดังนี้

การทดลองที่ 1 เพื่อหาความสามารถหรือกำลังการผลิตของชุดบดแบบจาน

1. เตรียมวัตถุดิบ คือ เมล็ดถั่วเหลืองให้พร้อม
2. เปิดมอเตอร์ไฟฟ้าขับชุดบดแบบจานให้ทำงาน
3. ปรับความถี่ที่ตัวปรับความเร็วรอบมอเตอร์ไฟฟ้า พร้อมวัดความเร็วรอบการหมุนของชุดจานบดโดยใช้เครื่องมือวัดความเร็วรอบ ให้ได้ความเร็วที่ต้องการ คือ 350 RPM



4. เติมเมล็ดถั่วเหลืองลงในถังหมุน
5. เมื่อเมล็ดถั่วเหลืองตกลงในถาดรองรับ เริ่มจับเวลา จำนวน 1 นาที เมื่อครบแล้วดึงถาดรองรับออก
6. นำถั่วเหลืองที่ได้ตามข้อ 5 คัดแยกเมล็ดที่ยังไม่แตกออก
7. ชั่งน้ำหนักเมล็ดถั่วเหลืองที่คัดแยกแล้วตามข้อ 6 และบันทึกค่าลงในตารางบันทึกผลการทดลองโดยเมล็ดที่แตกออกจากกันบันทึกลงในช่อง บดสมบูรณ์ และเมล็ดถั่วเหลืองที่ไม่แตกบันทึกลงในช่อง บดไม่สมบูรณ์
8. ทำการทดลองตามข้อ 4 ถึงข้อ 7 เพิ่มอีกเป็นครั้งที่ 2 และ 3 ตามลำดับ
9. ทำการทดลองตามข้อ 3 ถึงข้อ 8 โดยเพิ่มความเร็วรอบการหมุนของชุดจานบดเป็น 420, 480, 560, 690 และ 760 ตามลำดับ

การทดลองที่ 2 เพื่อหาความสามารถหรือกำลังการผลิตของชุดบดแบบลูกกลิ้ง

1. เตรียมวัตถุดิบ คือ เมล็ดถั่วเหลืองให้พร้อม
2. เปิดมอเตอร์ไฟฟ้าขับเคลื่อนชุดบดแบบลูกกลิ้งให้ทำงาน
3. ปรับความถี่ที่ตัวปรับความเร็วรอบมอเตอร์ไฟฟ้า พร้อมวัดความเร็วรอบการหมุนของชุดลูกกลิ้งบดโดยใช้เครื่องมือวัดความเร็วรอบ ให้ได้ความเร็ว 300 RPM
4. นำเมล็ดถั่วเหลืองที่ผ่านการบดจากการทดลองที่ 1 ชนิดที่บดได้สมบูรณ์เติมลงในช่องเติมเมล็ดถั่วเหลือง
5. เมื่อเมล็ดถั่วเหลืองตกลงในถาดรองรับ เริ่มจับเวลา จำนวน 1 นาที เมื่อครบแล้วดึงถาดรองรับออก
6. นำแป้งถั่วเหลืองที่ได้ตามข้อ 5 ชั่งน้ำหนัก และบันทึกค่าลงในตารางบันทึกผลการทดลองในช่อง ถั่วเหลืองที่ผ่านการบดหยาบแบบสมบูรณ์
7. ทำการทดลองตามข้อ 4 ถึงข้อ 6 เพิ่มอีกเป็นครั้งที่ 2 และ 3 ตามลำดับ
8. ทำการทดลองตามข้อ 4 ถึงข้อ 7 โดยในข้อที่ 4 ให้ใช้ถั่วเหลืองคละกันทั้งบดได้สมบูรณ์และไม่สมบูรณ์จากการทดลองที่ 1 และในข้อที่ 6 ให้บันทึกผลการทดลองลงในช่องขนาดถั่วเหลืองทั้งหมดที่ผ่านการบดหยาบ
9. ทำการทดลองตามข้อ 3 ถึงข้อ 8 โดยเพิ่มความเร็วรอบการหมุนของชุดลูกกลิ้งบดเป็น 380, 460, 540, 630 และ 725 ตามลำดับ

การทดลองที่ 3 เพื่อหาความสามารถหรือกำลังการผลิตของการบดร่วมกันของชุดบดทั้ง 2 ชุด ทั้งนี้ การทดลองจะดำเนินการได้นั้นต้องทำการปรับปรุงเครื่องใหม่คือ ทำการติดตั้งอุปกรณ์ควบคุม ความเร็วรอบให้กับมอเตอร์ต้นกำลังของชุดบดแบบจานเพื่อให้สามารถควบคุมกำลังการผลิตได้ และ ให้เหมาะสมกับกำลังการผลิตของชุดบดแบบลูกกลิ้ง ส่วนชุดบดแบบลูกกลิ้งไม่ต้องติดตั้งอุปกรณ์ ควบคุมความเร็วรอบการทำงานของมอเตอร์ไฟฟ้า ลำดับขั้นตอนการทดลองมีดังนี้

- 1. เตรียมวัตถุดิบ คือ เมล็ดถั่วเหลืองให้พร้อม
- 2. เปิดมอเตอร์ไฟฟ้าขับเคลื่อนชุดบดทั้ง 2 ชุด ให้ทำงาน
- 3. ปรับความถี่ที่ตัวปรับความเร็วรอบมอเตอร์ไฟฟ้า พร้อมวัดความเร็วรอบการหมุนของชุด จานบดโดยใช้เครื่องมือวัดความเร็วรอบ ให้ได้ความเร็ว 300 RPM
- 4. นำเมล็ดถั่วเหลืองเติมลงในถังหมุนของชุดบดแบบจาน
- 5. เมื่อแป้งถั่วเหลืองตกลงในถาดรองรับของชุดบดแบบลูกกลิ้ง เริ่มจับเวลา จำนวน 1 นาที เมื่อครบแล้วดึงถาดรองรับออก
- 6. นำแป้งถั่วเหลืองที่ได้ตามข้อ 5 ชั่งน้ำหนัก และบันทึกค่าลงในตารางบันทึกผลการ ทดลอง
- 7. ทำการทดลองตามข้อ 4 ถึง 6 เพิ่มอีกเป็นครั้งที่ 2 และ 3 ตามลำดับ

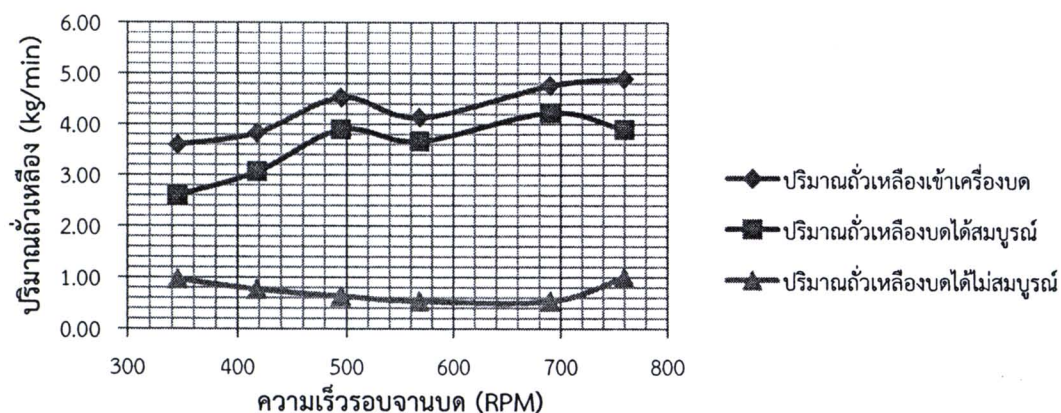
4.3 ผลการทดลอง

4.3.1 ผลการทดลองจากการทดลองที่ 1

ตารางที่ 4.1 ปริมาณถั่วเหลืองที่บดได้ด้วยชุดบดแบบจาน

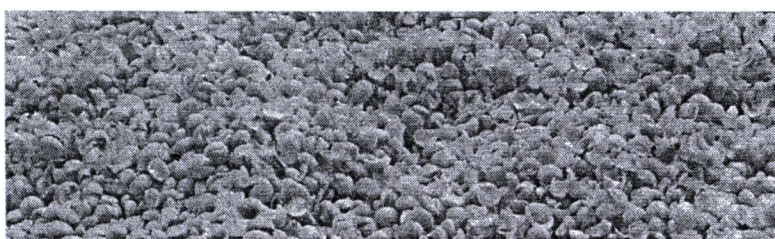
รอบ (RPM)	ปริมาณการบด (kg/min)				ผลการบด							
					บดสมบูรณ์ (kg/min)				บดไม่สมบูรณ์ (kg/min)			
	ครั้งที่				ครั้งที่				ครั้งที่			
	1	2	3	เฉลี่ย	1	2	3	เฉลี่ย	1	2	3	เฉลี่ย
350	3.50	3.60	3.70	3.60	2.40	2.70	2.70	2.60	1.10	0.90	0.90	0.97
420	3.80	3.90	3.80	3.83	2.90	3.10	3.20	3.07	0.90	0.80	0.60	0.77
480	4.60	4.50	4.50	4.53	3.80	3.90	4.00	3.90	0.80	0.60	0.50	0.63
560	4.20	4.10	4.10	4.13	3.70	3.70	3.60	3.67	0.50	0.60	0.50	0.53
690	4.70	4.90	4.70	4.77	4.10	4.30	4.30	4.23	0.60	0.60	0.40	0.53
760	4.90	4.80	4.80	4.90	3.90	3.70	3.80	3.80	1.00	1.10	1.00	1.03

จากตารางผลการทดลองที่ 4.1 นำค่าความเร็วรอบการหมุนของชุดบดแบบจานมาสร้างกราฟการกระจายแสดงความสัมพันธ์ กับค่าเฉลี่ยของปริมาณถั่วเหลืองที่บดได้ทั้งหมด, ค่าเฉลี่ยของปริมาณถั่วเหลืองที่บดได้สมบูรณ์และค่าเฉลี่ยของปริมาณถั่วเหลืองที่บดได้ไม่สมบูรณ์ ดังรูปที่ 4.1



รูปที่ 4.1 ผลการบดเมล็ดถั่วเหลืองด้วยชุดบดแบบจาน

จากกราฟแสดงผลในรูปที่ 4.1 พบว่าที่ความเร็วหมุนของชุดจานบด 480 RPM จะได้ปริมาณการบดที่ใกล้เคียงกับความเร็วรอบ 690 และ 760 RPM แต่จากการทดลองพบว่าที่ความเร็วรอบ 690 และ 760 RPM นั้นเมล็ดถั่วเหลืองจะเกิดการเสียดสีกับจานบดด้วยความเร็วที่สูงเกินไปทำให้เกิดมีกลิ่นไหม้ของเมล็ดถั่วเหลืองขึ้น ดังนั้นการทำงานของชุดบดแบบจานนี้จึงจำกัดความเร็วรอบการหมุนของชุดจานบดไว้ที่ 480 RPM และใช้ความเร็วนี้เป็นค่ากำหนดกำลังการผลิตเฉลี่ยของชุดบดแบบจาน คือ 4.53 กิโลกรัมต่อนาที หรือ 271.8 กิโลกรัมต่อชั่วโมง โดยมีเมล็ดถั่วเหลืองที่บดได้ไม่สมบูรณ์เฉลี่ยที่ 0.63 กิโลกรัมต่อนาที หรือ 37.8 กิโลกรัมต่อชั่วโมง หรือคิดเป็นร้อยละ 13.9 ของปริมาณถั่วเหลืองที่บดได้ทั้งหมด และลักษณะของเมล็ดถั่วเหลืองที่ผ่านการบดด้วยชุดบดแบบจานนี้แสดงไว้ในรูปที่ 4.2



รูปที่ 4.2 ลักษณะเมล็ดถั่วเหลืองที่ผ่านการบดด้วยชุดบดแบบจาน

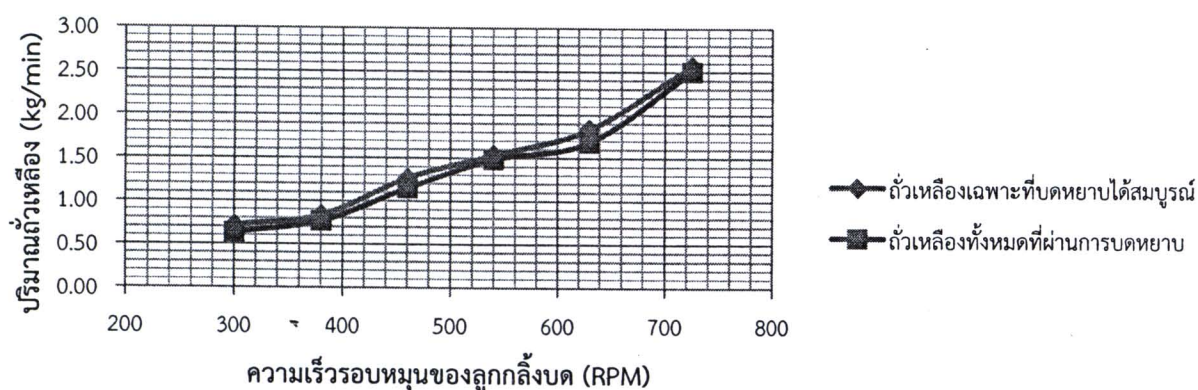


4.3.2 ผลการทดลองจากการทดลองที่ 2

ตารางที่ 4.2 ปริมาณถั่วเหลืองที่บดได้ด้วยชุดบดแบบลูกกลิ้ง

รอบ (RPM)	ปริมาณการบด							
	ถั่วเหลืองที่ผ่านการบดหยาบแบบ สมบูรณ์ (kg/min)				ถั่วเหลืองทุกขนาดที่ผ่านการบด หยาบ (kg/min)			
	ครั้งที่				ครั้งที่			
	1	2	3	เฉลี่ย	1	2	3	เฉลี่ย
300	0.70	0.75	0.70	0.72	0.65	0.60	0.65	0.63
380	0.80	0.85	0.85	0.83	0.75	0.80	0.75	0.77
460	1.25	1.30	1.25	1.27	1.20	1.10	1.15	1.15
540	1.50	1.60	1.50	1.53	1.50	1.45	1.50	1.48
630	1.90	1.80	1.80	1.83	1.60	1.65	1.80	1.68
725	2.55	2.60	2.55	2.57	2.50	2.45	2.55	2.50

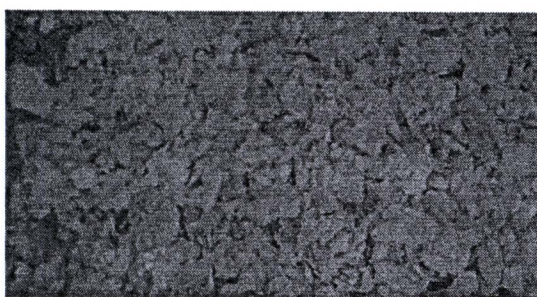
จากตารางผลการทดลองที่ 4.2 นำค่าความเร็วรอบการหมุนของชุดบดแบบลูกกลิ้งมาสร้างกราฟการกระจายแสดงความสัมพันธ์ กับค่าเฉลี่ยของปริมาณแป้งถั่วเหลืองที่บดได้เมื่อใช้ถั่วเหลืองที่ผ่านการบดหยาบมาแล้วโดยคัดเอาเฉพาะที่บดได้สมบูรณ์ และค่าเฉลี่ยของปริมาณแป้งถั่วเหลืองที่บดได้เมื่อเลือกใช้ถั่วเหลืองทุกขนาดที่ผ่านการบดหยาบแล้ว แสดงกราฟได้ดังรูปที่ 4.3



รูปที่ 4.3 ผลการบดเมล็ดถั่วเหลืองด้วยชุดบดแบบลูกกลิ้ง

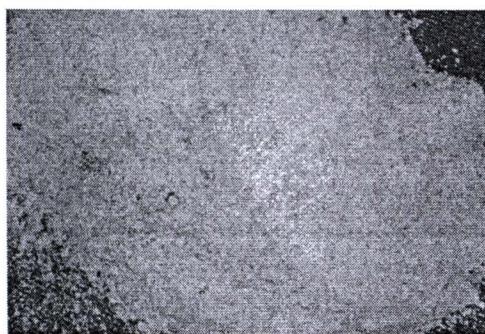
จากกราฟแสดงผลในรูปที่ 4.2 พบว่า ความเร็วรอบหมุนของลูกกลิ้งบดยิ่งสูงยิ่งได้ปริมาณแป้งถั่วเหลืองมาก แต่มีข้อจำกัดเนื่องจากการออกแบบคืออัตราทดของล้อสายพานระหว่างมอเตอร์

กับชุดลูกกลิ้งบดถูกกำหนดไว้ที่ 2 : 1 ดังนั้นความเร็วรอบสูงสุดของชุดลูกกลิ้งบดจึงถูกจำกัดไว้ที่ประมาณ 725 RPM เนื่องจากมอเตอร์หมุนด้วยความเร็วรอบ 1450 RPM ทางผู้วิจัยได้ทดลองเปลี่ยนอัตราทดให้น้อยกว่า 2 : 1 แล้ว เพื่อหวังว่าความเร็วรอบของชุดลูกกลิ้งบดจะได้สูงขึ้น แต่ผลปรากฏว่าชุดลูกกลิ้งบดไม่สามารถหมุนบดถั่วเหลืองได้เนื่องจากแรงบิดที่เพลลาของชุดลูกกลิ้งบดน้อยเกินไป ดังนั้นในงานวิจัยนี้จึงกำหนดความเร็วรอบหมุนสูงสุดไว้ที่ 725 RPM ตามที่ได้ออกแบบไว้เดิม และได้กำลังการผลิตเฉลี่ยที่ 2.5 กิโลกรัมต่อนาที หรือ 150 กิโลกรัมต่อชั่วโมง เมื่อใช้ถั่วเหลืองทุกขนาดที่ผ่านการบดหยาบ และกำลังการผลิตเฉลี่ยที่ 2.57 กิโลกรัมต่อนาที หรือ 154.2 กิโลกรัมต่อชั่วโมง เมื่อใช้ถั่วเหลืองที่ผ่านการบดหยาบแบบสมบูรณ์ และลักษณะของแป้งถั่วเหลืองที่ผ่านการบดด้วยชุดบดแบบลูกกลิ้งนี้แสดงไว้ดังรูปที่ 4.4



รูปที่ 4.4 ลักษณะแป้งถั่วเหลืองที่ผ่านการบดด้วยชุดบดแบบลูกกลิ้ง

จากลักษณะแป้งถั่วเหลืองที่ผ่านการบดด้วยชุดบดแบบลูกกลิ้งดังรูปที่ 4.4 นั้น พบว่าแป้งถั่วเหลืองไม่ได้มีลักษณะเป็นผง ทั้งนี้เนื่องจากเมล็ดถั่วเหลืองมีความชื้นและน้ำมันเป็นองค์ประกอบทำให้เมื่อถูกบดและรีดผ่านชุดลูกกลิ้งทำให้แป้งถั่วเหลืองจับตัวกันเป็นแผ่นบางๆ ดังนั้นทางคณะผู้ทำการวิจัยจึงจำเป็นต้องนำแป้งถั่วเหลืองที่ได้นี้ไปผ่านกระบวนการตีปั่นอีกครั้งหนึ่งจากนั้นนำไปร่อนผ่านตะแกรงขนาด 100 ไมโครเมตร ทำให้ได้เป็นผงแป้งถั่วเหลืองมีลักษณะดังรูปที่ 4.5



รูปที่ 4.5 ผงแป้งถั่วเหลืองที่ได้หลังจากการนำไปตีปั่น



4.3.3 ผลการทดลองจากการทดลองที่ 3

ตารางที่ 4.3 ปริมาณแป้งถั่วเหลืองที่บดได้ด้วยชุดบดแบบจานร่วมกับลูกกลิ้ง

ปริมาณแป้งถั่วเหลืองที่บดได้ (kg/min)			
ครั้งที่ 1	ครั้งที่ 2	ครั้งที่ 3	เฉลี่ย
2.45	2.50	2.55	2.5

จากผลการทดลองให้เครื่องบดถั่วเหลืองทั้งสองชุดทำงานร่วมกันอย่างต่อเนื่อง คือ ให้ถั่วเหลืองที่ผ่านการบดหยาบแล้วไหลเข้าสู่ชุดบดเป็นผงแป้งถั่วเหลืองแบบลูกกลิ้ง ดังตารางที่ 4.3 พบว่าเครื่องบดถั่วเหลือง สามารถบดเมล็ดถั่วเหลืองเป็นแป้งถั่วเหลืองได้ปริมาณเฉลี่ย 2.5 กิโลกรัมต่อนาที หรือ 150 กิโลกรัมต่อชั่วโมง แต่แป้งถั่วเหลืองที่ได้ไม่ได้มีลักษณะเป็นผงดังได้กล่าวไว้แล้วในการทดลองที่ 2 และจากการทดลองยังพบปัญหา คือ หากปรับตั้งความเร็วรอบการหมุนของชุดบดแบบจานมากเกินไปจะทำให้ถั่วเหลืองไหลไปกองสะสมอยู่ที่บริเวณทางเข้าชุดบดแบบลูกกลิ้งเป็นจำนวนมาก เนื่องจากชุดบดผงแป้งถั่วเหลืองแบบลูกกลิ้งสามารถบดได้ช้ากว่าชุดบดแบบจาน ดังนั้นในการใช้งานแล้วจำเป็นต้องปรับตั้งอุปกรณ์ปรับความเร็วรอบควบคุมการทำงานของชุดบดหยาบแบบจานให้มีกำลังการผลิตที่สัมพันธ์กับชุดบดผงแป้งแบบลูกกลิ้งเพื่อไม่ให้เกิดปัญหาดังกล่าว

4.4 การคำนวณหาปริมาณพลังงานไฟฟ้าที่ใช้

จากสมการที่ (2.5)

$$\text{ปริมาณพลังงานไฟฟ้า} = \frac{\text{จำนวนวัตต์} \times \text{จำนวนชั่วโมงใช้งาน}}{1000}$$

สำหรับงานวิจัยนี้ปริมาณพลังงานไฟฟ้าที่ใช้จะพิจารณาจากกำลังของมอเตอร์ไฟฟ้าของชุดบดหยาบและชุดบดละเอียดโดยมอเตอร์ไฟฟ้าของชุดบดทั้ง 2 ชุดนี้มีกำลังของมอเตอร์ไฟฟ้าเท่ากันที่ 2 แรงม้า หรือ 1,492 วัตต์ ดังนั้นปริมาณพลังงานไฟฟ้าที่ใช้ใน 1 ชั่วโมงมีค่า

$$\text{ปริมาณพลังงานไฟฟ้า} = \frac{(1,492 + 1,492) \times 1}{1000}$$

ดังนั้นปริมาณพลังงานไฟฟ้ารวมของชุดบดทั้งสองคือ 2.984 kW-hr หรือมีค่าเป็น 2.984 หน่วยต่อชั่วโมง

การคำนวณหาอัตราสิ้นเปลืองไฟฟ้า

จากสมการที่ (2.6)

อัตราสิ้นเปลืองไฟฟ้า = ปริมาณหน่วยไฟฟ้า × ค่าไฟฟ้าต่อหน่วย

อัตราสิ้นเปลืองไฟฟ้า = 2.984 × 2.978*

ดังนั้นอัตราสิ้นเปลืองไฟฟ้าในการใช้งานเครื่องบดถั่วเหลืองภายในเวลา 1 ชั่วโมง มีค่า 8.886 บาท

*ราคาต่อหน่วยไฟฟ้าประเภทบ้านพักอาศัยประเภท 1.1.2 หน่วยละ 2.978 บาท

4.5 การคำนวณทางเศรษฐศาสตร์วิศวกรรม

ในการคำนวณทางเศรษฐศาสตร์วิศวกรรมกรรมนั้นมีจุดมุ่งหมายในการพิจารณาปัจจัยในการลงทุน อย่างไรก็ตามเงื่อนไขการพิจารณาทางเศรษฐศาสตร์วิศวกรรมจะใช้ค่าที่ใกล้เคียงความจริงในสถานการณ์ปัจจุบันมากที่สุดเพื่อให้ผลที่แม่นยำมากที่สุดโดยรายละเอียดของตัวแปรต่างๆถูกแสดงไว้ดังตารางที่ 4.4

ตารางที่ 4.4 รายละเอียดของตัวแปรที่ใช้ในการพิจารณาทางเศรษฐศาสตร์วิศวกรรม

รายการ	จำนวน	หน่วย
ชั่วโมงทำงานต่อวัน	8	ชั่วโมง/วัน
วันทำงานต่อปี	300	วัน/ปี
อัตราการบดวัตถุดิบ	150	กิโลกรัม/ชั่วโมง
ราคาเครื่องบดถั่วเหลือง	250,000	บาท
อายุการใช้งานเครื่องบดถั่วเหลือง	5	ปี
ค่าไฟฟ้าต่อหน่วย	2.978	บาท/หน่วย
อัตราดอกเบี้ยเงินฝากประจำ12 เดือน	1.5	บาท/ปี
ค่าจ้างแรงงาน 8 ชั่วโมง	215	บาท/วัน
ราคาต้นทุนวัตถุดิบก่อนบด	30	บาท/กิโลกรัม
ราคาขายผลิตภัณฑ์ที่บดแล้ว	140	บาท/กิโลกรัม

หมายเหตุ :

- อัตราการบดวัตถุดิบอ้างอิงจากผลการทดสอบ
 - ราคาเครื่องบดถั่วเหลืองอ้างอิงจากต้นทุนการสร้างเครื่องบดถั่วเหลือง
 - อายุการใช้งานของเครื่องคัดแยกอยู่ในช่วงเวลา 5-7 ปี ดังนั้นจึงใช้เวลาดำสุดคือ 5 ปี
 - ค่าไฟฟ้าต่อหน่วยอ้างอิงจากการไฟฟ้าส่วนภูมิภาค ประเภท 1.1.2 (บ้านพักอาศัยที่ใช้ไฟฟ้าตั้งแต่ 401หน่วยขึ้นไป)
 - ค่าอัตราดอกเบี้ยเงินฝากประจำ 12 เดือนอ้างอิงจากธนาคารแห่งประเทศไทย
 - ชั่วโมงการทำงานต่อวันและค่าจ้างแรงงาน อ้างอิงจากประกาศคณะกรรมการค่าจ้าง เรื่อง อัตราค่าจ้างขั้นต่ำ (ฉบับที่ 5) ในเขตกรุงเทพมหานคร ลงวันที่ 24 ธันวาคม 2553
 - ราคาวัตถุดิบก่อนบด (ถั่วเหลืองเมล็ดเต็ม) อ้างอิงจากราคาขายปลีกเมล็ดถั่วเหลืองตามร้านค้าทั่วไปที่ทางคณะผู้วิจัยได้ทำการจัดซื้อมา
 - ราคาขายผงแบ่งถั่วเหลือง (วัตถุดิบที่บดแล้ว) อ้างอิงจากการสำรวจราคาขาย ซึ่งเป็นราคาขายที่รวมค่าขนส่งและค่าบรรจุภัณฑ์แล้ว ณ วันที่ 18 กรกฎาคม 2554
- ที่มา : <http://www.weloveshopping.com/template/w23/showproduct.php?>

การคำนวณหาลำโพงการผลิตต่อปี

จากสมการที่ (2.9)

หาลำโพงการผลิตต่อปี = อัตราการบดต่อชั่วโมง×ชั่วโมงการทำงานต่อวัน×วันทำงานต่อปี

$$\text{หาลำโพงการผลิตต่อปี} = 150 \times 8 \times 300$$

ดังนั้นหาลำโพงการผลิตต่อปีของการบดถั่วเหลืองมีค่าเป็น 360,000 กิโลกรัม/ปี

การคำนวณหาค่าเสื่อมราคาเครื่องจักรรายปี

จากสมการที่ (2.10)

$$\text{ค่าเสื่อมราคาเครื่องจักรรายปี} = \frac{\text{ราคาเครื่องจักร}}{\text{อายุการใช้งานเครื่องจักร} \times \text{หาลำโพงการผลิตต่อปี}}$$

$$\text{ค่าเสื่อมราคาเครื่องจักรรายปี} = \frac{250,000}{5 \times 360,000} = 0.139$$

ดังนั้นค่าเสื่อมราคาเครื่องจักรรายปีมีค่าเป็น 50,000 บาท/ปี หรือ 0.139 บาท/กิโลกรัม

การคำนวณหาค่าเสียโอกาสเงินฝากธนาคาร

จากสมการที่ (2.11)

$$\text{ค่าเสียโอกาสเงินฝากธนาคาร} = \frac{(\text{ราคาเครื่องจักร} \times \text{อัตราดอกเบี้ย 12 เดือน}) + \text{ราคาเครื่องจักร}}{\text{กำลังการผลิตต่อปี}}$$

$$\text{ค่าเสียโอกาสเงินฝากธนาคาร} = \frac{(250,000 \times 0.015) + 250,000}{360,000} = 0.705$$

ดังนั้นหากฝากธนาคารจะมีเงิน 253,750 บาท โดยมีผลต่างของค่าเสียโอกาสเงินฝากธนาคารคือ 3,750 บาท หรือ 0.705 บาท/กิโลกรัม

การคำนวณหาค่าต้นทุนคงที่

จากสมการที่ (2.8)

$$\Sigma \text{ ต้นทุนคงที่} = \text{ค่าเสื่อมราคาเครื่องจักรรายปี} + \text{ค่าเสียโอกาสเงินฝากธนาคาร}$$

$$\Sigma \text{ ต้นทุนคงที่} = 50,000 + 3,750$$

ดังนั้นค่าเสื่อมราคาเครื่องจักรรายปีมีค่าเป็น 53,750 บาท/ปี หรือ 0.149 บาท/กิโลกรัม

การคำนวณหาค่าจ้างแรงงาน

จากสมการที่ (2.13)

$$\text{ค่าจ้างแรงงาน} = \frac{\text{ราคาค่าจ้างแรงงานต่อวัน} \times \text{วันทำงานต่อปี}}{\text{กำลังการผลิตต่อปี}}$$

$$\text{ค่าจ้างแรงงาน} = \frac{215 \times 300}{360,000} = 0.179$$

ดังนั้นค่าไฟฟ้ามีค่าเป็น 64,500 บาท/ปี หรือ 0.179 บาท/กิโลกรัม

การคำนวณหาค่าไฟฟ้า

จากสมการที่ (2.14)

$$\text{ค่าไฟฟ้า} = \frac{\text{ค่าไฟฟ้าต่อหน่วย} \times \text{ชั่วโมงการทำงานต่อวัน} \times \text{วันทำงานต่อปี}}{\text{กำลังการผลิตต่อปี}}$$

$$\text{ค่าไฟฟ้า} = \frac{2.978 \times 8 \times 300}{360,000} = 0.02$$

ดังนั้นค่าไฟฟ้ามีค่าเป็น 7,147 บาท/ปี หรือ 0.02 บาท/กิโลกรัม

การคำนวณหาค่าซ่อมแซมเครื่องจักร

จากสมการที่ (2.15)

$$\text{ค่าซ่อมแซมเครื่องจักร} = \frac{\text{ราคาเครื่องจักร} \times \% \text{ค่าตัวประกอบอายุเครื่องจักรต่อปี}}{\text{กำลังการผลิตต่อปี}}$$

$$\text{ค่าซ่อมแซมเครื่องจักร} = \frac{250,000 \times 0.2}{360,000} = 0.139$$

สำหรับ % ค่าตัวประกอบอายุเครื่องจักรต่อปี นั้นจะพิจารณาเป็นแบบเส้นตรง โดยจะการใช้การลดลงของอายุการใช้งานเครื่องจักร ดังนั้นการลดลงของอายุเครื่องจักร คิดเป็นร้อยละ 20 ต่อปี เพราะฉะนั้น ค่าซ่อมแซมเครื่องจักรมีค่าเป็น 50,000 บาท/ปี หรือ 0.139 บาท/กิโลกรัม

การคำนวณหาค่าต้นทุนวัตถุดิบ

จากสมการที่ (2.16)

$$\text{ต้นทุนวัตถุดิบ} = \text{ราคาวัตถุดิบ} \times \text{กำลังการผลิตต่อปี}$$

$$\text{ต้นทุนวัตถุดิบ} = 30 \times 360,000 = 10,800,000$$

ดังนั้นค่าวัตถุดิบมีค่าเป็น 10,800,000 บาท/ปี หรือ 30 บาท/กิโลกรัม อย่างไรก็ตามการพิจารณาค่าขนส่งและค่าบรรจุภัณฑ์นั้นมีปัจจัยหลายประการเช่น น้ำหนักของวัตถุดิบ ระยะทางที่ทำการขนส่ง คุณภาพของหีบห่อที่ใช้รวมไปถึงการออกแบบบรรจุภัณฑ์ด้วย ดังนั้นจึงเป็นสิ่งที่ทำได้ยากสำหรับการประเมินค่าใช้จ่ายของทั้ง 2 กรณีนี้ ทางคณะผู้จัดทำได้ตั้งสมมุติฐานว่าค่าขนส่ง คิดเป็นร้อยละ 1.0 ของราคาขายผลิตภัณฑ์ที่บดแล้ว (จากการสำรวจราคาขาย) โดยมีค่าเป็น 1.40 บาท/กิโลกรัม หรือ คิดเป็น 504,000 บาท/ปี ซึ่งแตกต่างจากค่าบรรจุภัณฑ์ที่คิดค่าเฉลี่ยต่อ 1 ถุง (1 กิโลกรัม) เป็น 1.0 บาท/กิโลกรัม หรือคิดเป็น 360,000 บาท/ปี ค่าใช้จ่ายของทั้ง 2 กรณีนี้จะขึ้นอยู่กับกำลังการผลิตด้วย

การคำนวณหาค่าต้นทุนแปรผัน

จากสมการที่ (2.12)

$$\sum \text{ต้นทุนแปรผัน} = \text{ค่าจ้างแรงงาน} + \text{ค่าไฟฟ้า} + \text{ค่าซ่อมแซมเครื่องจักร} + \text{ต้นทุนวัตถุดิบ} + \text{ค่าขนส่ง} + \text{ค่าบรรจุภัณฑ์}$$

$$\sum \text{ต้นทุนแปรผัน} = 64,500 + 7,147 + 50,000 + 10,800,000 + 504,000 + 360,000$$

ดังนั้นต้นทุนแปรผันมีค่าเป็น 11,785,647 บาท/ปี หรือ 32.738 บาท/กิโลกรัม

การคำนวณหาค่าต้นทุนรวม

จากสมการที่ (2.7)

$$\text{ต้นทุนรวม} = \sum \text{ต้นทุนคงที่} + \sum \text{ต้นทุนแปรผัน}$$

$$\text{ต้นทุนรวม} = 53,750 + 11,785,647 = 11,839,397$$

ดังนั้นค่าต้นทุนรวมมีค่าเป็น 11,839,397 บาท/ปี หรือ 32.887 บาท/กิโลกรัม

การคำนวณหาจุดคุ้มทุน

จากสมการที่ (2.17)

$$\text{จุดคุ้มทุน} = \frac{\text{ต้นทุนรวม} \times \text{กำลังการผลิตต่อปี}}{(\text{ราคาขายผลิตภัณฑ์ที่บดแล้ว} - \text{ต้นทุนแปรผัน})}$$

$$\text{จุดคุ้มทุน} = \frac{32.887 \times 360,000}{(140 - 32.738)} = 110,378$$

ดังนั้นจุดคุ้มทุนมีค่าเป็น 110,378 กิโลกรัม

การคำนวณหาระยะเวลาการคืนทุน

จากสมการที่ (2.18)

$$\text{ระยะเวลาการคืนทุน} = \frac{\text{ราคาเครื่องจักร}}{\text{ผลกำไร} \times \text{กำลังการผลิตต่อปี}}$$

$$\text{ระยะเวลาการคืนทุน} = \frac{250,000}{107.3 \times 360,000} = 0.0067$$

ดังนั้นระยะเวลาการคืนทุนมีค่าเป็น 0.0067 ปี

ตารางที่ 4.5 สรุปผลการคำนวณที่ใช้ในการพิจารณาทางเศรษฐศาสตร์วิศวกรรม

รายการ	ปริมาณ (กิโลกรัม/ปี)	ต้นทุน	
		บาท/ปี	บาท/กิโลกรัม
กำลังการผลิตต่อปี	360,000	0	0
ค่าเสื่อมราคาเครื่องจักรรายปี		50,000	0.139
ค่าเสียโอกาสเงินฝากธนาคาร		3,750	0.705
ค่าต้นทุนคงที่		53,750	0.149
ค่าจ้างแรงงาน		64,500	0.179
ค่าไฟฟ้า		7,147	0.02
ค่าซ่อมแซมเครื่องจักร		50,000	0.139
ต้นทุนวัตถุดิบ		10,800,000	30.0
ค่าขนส่ง		504,000	1.40
ค่าบรรจุภัณฑ์		360,000	1.00
ค่าต้นทุนแปรผัน		11,785,647	32.738
ค่าต้นทุนรวม		11,839,397	32.887