

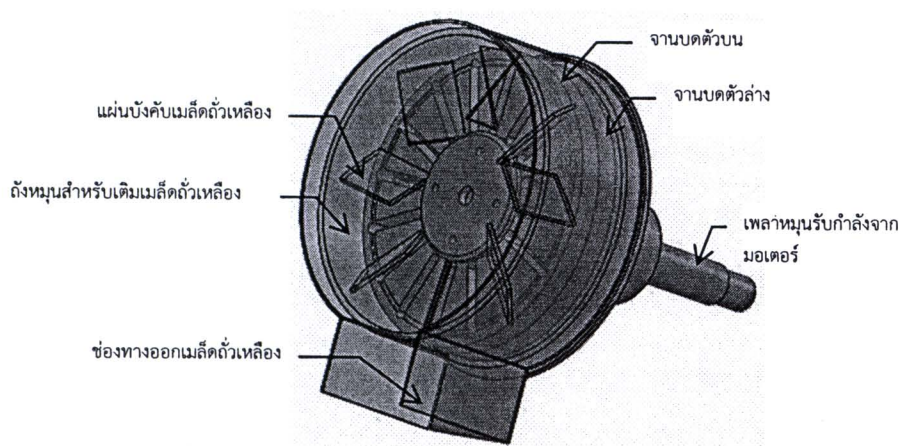
บทที่ 3

การออกแบบและการคำนวณ

3.1 แนวคิดและการออกแบบ

เครื่องบดถั่วเหลืองในงานวิจัยนี้จะทำการศึกษาวิธีการบดร่วมกัน 2 แบบ คือ การบดแบบใช้จานและการบดโดยใช้ลูกกลิ้ง โดยวางกรอบแนวคิดไว้คือ จะใช้ชุดบดแบบจานเป็นตัวบดชุดแรกทำหน้าที่บดหยาบโดยการบดเมล็ดถั่วเหลืองให้แตกออกจากกันเป็นชิ้นเล็กๆ วัตถุประสงค์ของการบดในขั้นแรกนี้เพื่อนำไปใช้สำหรับการทำอาหารสัตว์ และการบดละเอียดในชุดที่ 2 จะใช้ชุดลูกกลิ้งเป็นตัวบดให้ถั่วเหลืองที่ผ่านการบดหยาบด้วยชุดจานบดแล้วมีขนาดเล็กลงเป็นผงมีขนาดไม่เกิน 100 ไมโครเมตร

การออกแบบชุดบดทั้ง 2 ชุด นี้จะใช้ชุดต้นกำลังแยกอิสระจากกัน โดยใช้มอเตอร์ไฟฟ้าชนิด 1 เฟส ขนาด 2 แรงม้า เป็นตัวขับเคลื่อนชุดบดแต่ละชุด ส่งกำลังโดยใช้สายพานร่วมกับล้อสายพานจากแนวคิดดังกล่าวนี้จึงออกแบบชุดบดทั้งสองชุดได้ดังรูปที่ 3.1 และ 3.2

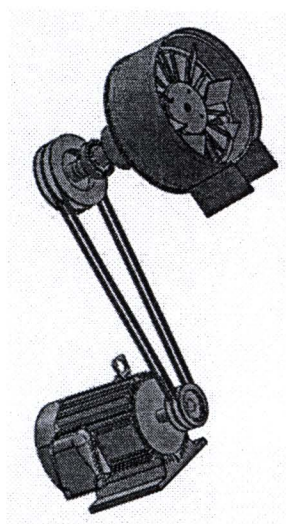


รูปที่ 3.1 แนวคิดการออกแบบชุดบดแบบจาน

จากรูปแนวคิดการออกแบบจานบดนั้นประกอบด้วยจาน 2 แผ่น คือ จานตัวล่างและตัวบน โดยที่จานตัวล่างจะอยู่กับที่ เสารองรับตามแนวรัศมีของจานความกว้างประมาณเมล็ดถั่วเหลืองจำนวน 16 ร่อง ภายในร่องติดใบมีดสำหรับฉีกเมล็ดถั่วเหลืองให้แตกออกเป็นชิ้นเล็กๆ เมล็ดถั่วเหลืองที่แตกแล้วจะไหลลงด้านล่างของจาน ส่วนจานตัวบน จะเป็นตัวหมุนตามรอบการขับของมอเตอร์ไฟฟ้า

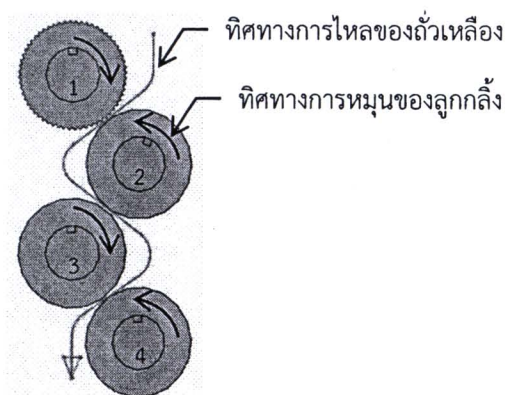


เขาระื่องตามแนวรัศมีของจานเหมือนจานตุ๋นลง บนมานจะยึดถึงสำหรับใส่เมล็ดถั่วเหลืองและหมูน
ไปด้วยกันทำให้เมล็ดถั่วเหลืองถูกรีดด้วยแผ่นบังคับซึ่งติดอยู่กับถึงให้ไหลผ่านร่องจานตุ๋นลงไปหา
จานตุ๋นล่าง การหมุนของจานตุ๋นบนจะกวาดเอาเมล็ดถั่วเหลืองไปปะทะกับใบมีดซึ่งติดอยู่ในร่องของ
จานตุ๋นล่างทำให้เมล็ดถั่วเหลืองแตกออกแล้วไหลลงผ่านจานตุ๋นล่างและถูกบังคับให้ไหลออกมาที่
ช่องทางออกด้วยแรงโน้มถ่วง



รูปที่ 3.2 แบบชุดจานบด

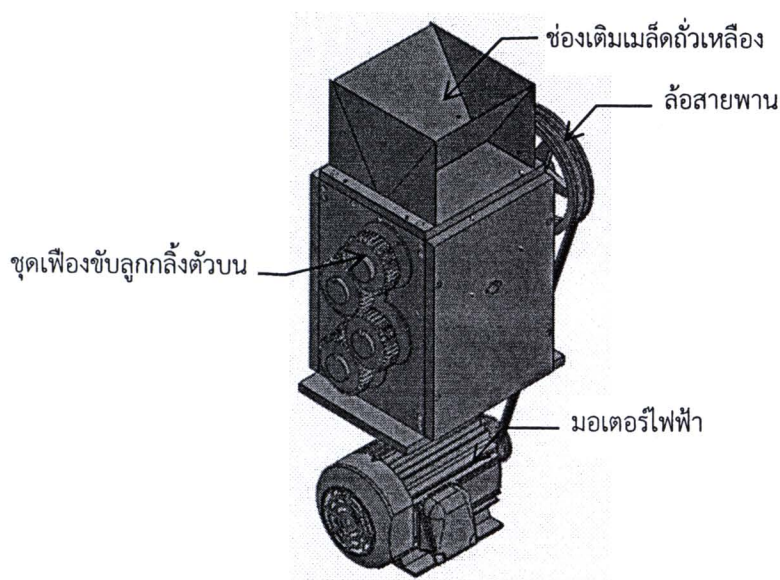
การออกแบบชุดจานบดเพื่อทำหน้าที่เป็นชุดบดหยาบนั้นจะวางทำมุมเอียง 45 องศา กับแนว
ระนาบเพื่อให้เมล็ดถั่วเหลืองที่ผ่านการบดแล้วสามารถไหลลงด้านล่างได้ง่าย การหมุนของชุดบดนี้ใช้
มอเตอร์ไฟฟ้า 1 เฟส ขนาด 2 แรงม้า เป็นต้นกำลังขับ ส่งกำลังผ่านสายพานจำนวน 2 เส้น ร่วมกับ
ล้อสายพานตัวขับ ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 2 นิ้ว และตัวตามขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 6 นิ้ว



รูปที่ 3.3 แนวคิดการออกแบบชุดบดแบบลูกกลิ้ง



จากรูปแนวความคิดการออกแบบชุดบดแบบลูกกลิ้ง ต้องการให้การบดเกิดขึ้น 3 ครั้งจึงต้องใช้ลูกกลิ้ง 3 คู่ จำนวน 4 ตัว โดยคู่แรกลูกกลิ้งตัวบนสุดจะเซาะร่องคล้ายฟันเฟืองเพื่อช่วยในการป้อนและย่อยถั่วเหลืองให้เป็นชิ้นเล็กๆ ทำงานร่วมกับลูกกลิ้งตัวที่ 2 ซึ่งมีผิวเรียบ (เหมือนกับตัวที่ 3 และ 4) ระยะห่างระหว่างลูกกลิ้ง มากกว่า อีก 2 คู่ ถั่วเหลืองเมื่อถูกย่อยเป็นชิ้นเล็กแล้วจะตกลงและไหลเข้าหาลูกกลิ้งคู่ที่ 2 คือ หมายเลข 2 และ 3 ลูกกลิ้งคู่นี้จะทำหน้าที่บดให้ชิ้นถั่วเหลืองมีขนาดเล็กลง โดยกำหนดระยะห่างระหว่างลูกกลิ้งน้อยกว่าลูกกลิ้งคู่แรก และลูกกลิ้งคู่สุดท้ายหมายเลข 3 และ 4 มีระยะช่องว่างน้อยที่สุดทำหน้าที่บดชิ้นถั่วเหลืองให้เป็นผงแบ่งต่อไป

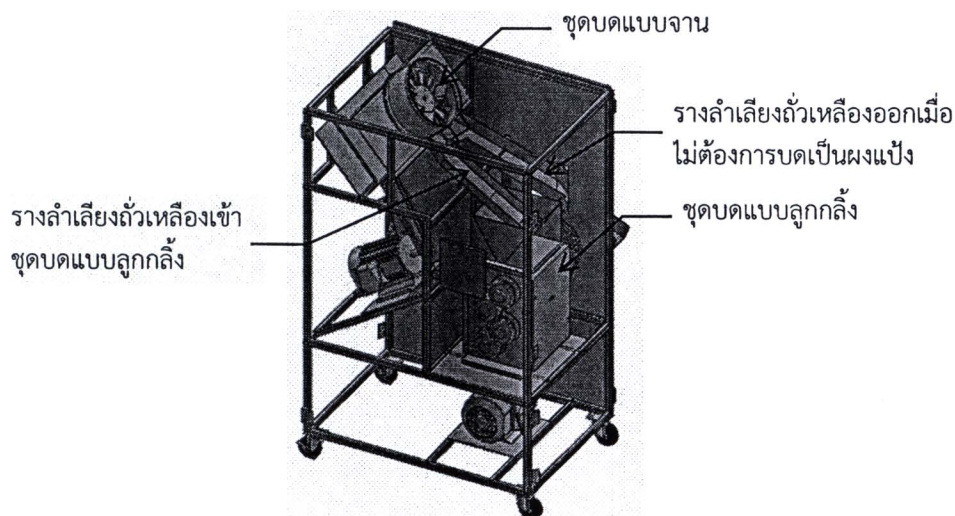


รูปที่ 3.4 แบบชุดลูกกลิ้งบด

การออกแบบชุดลูกกลิ้งบดเพื่อทำหน้าที่เป็นชุดบดละเอียดโดยรับถั่วเหลืองที่ผ่านการบดด้วยชุดบดหยาบมาแล้วนั้น ต้นกำลังขับเคลื่อน ใช้มอเตอร์ไฟฟ้า 1 เฟส ขนาด 2 แรงม้า เช่นเดียวกันกับชุดบดแบบจาน ส่งกำลังผ่านสายพานจำนวน 2 เส้น ร่วมกับล้อยสายพานตัวขับ ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 4 นิ้ว และตัวตามขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 8 นิ้ว

การนำชุดบดทั้งสองชุดมาทำงานร่วมกันนั้นต้องออกแบบชุดโครงสร้างเพื่อทำการติดตั้งชุดบดทั้งสองก่อน จากนั้นจึงวางตำแหน่งชุดบดทั้งสองบนโครงสร้างให้สามารถทำงานร่วมกันได้ โดยติดตั้งชุดบดแบบจานไว้ด้านบนเนื่องจากเป็นชุดบดชุดแรก และติดตั้งชุดบดแบบลูกกลิ้งให้ต่ำกว่าเพื่อให้เมล็ดถั่วเหลืองสามารถไหลลงมาได้เมื่อผ่านการบดจากชุดแรกแล้ว จากนั้นทำการออกแบบราง

ลำเลียงเมล็ดถั่วเหลืองจากชุดบดทั้งสองเข้าหากัน และออกแบบรางลำเลียงอีกหนึ่งรางไว้สำหรับกรณีที่ต้องการบดหยาบอย่างเดียว รายละเอียดการออกแบบแสดงไว้ในรูปที่ 3.5



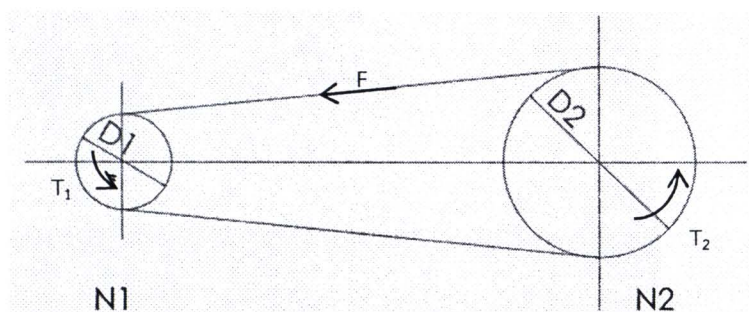
รูปที่ 3.5 แบบเครื่องบดเมล็ดถั่วเหลืองประกอบร่วมกันทั้ง 2 ชุด

3.2 การคำนวณ

การคำนวณออกแบบเครื่องบดถั่วเหลืองนี้จะไม่พิจารณาเกี่ยวกับเรื่องความแข็งแรงของชิ้นส่วนและโครงสร้าง เนื่องจากงานวิจัยนี้เป็นการศึกษาถึงวิธีการบดโดยใช้จานร่วมกับลูกกลิ้ง เพื่อดูลักษณะของผงแป้งที่ได้ ดังนั้นจึงคำนวณเฉพาะระบบส่งถ่ายกำลังเท่านั้น

3.2.1 การส่งถ่ายกำลังของชุดบดแบบจาน

จากข้อกำหนดการออกแบบ ไซมอเตอร์ไฟฟ้าขนาด 2 แรงม้า ความเร็ว 1450 RPM ล้อสายพานตัวขับขนาด 2 นิ้ว และล้อสายพานตัวตามขนาด 6 นิ้ว



รูปที่ 3.6 การส่งกำลังของล้อสายพานขับและล้อสายพานตาม

จากสมการที่ 2.1 สามารถคำนวณความเร็วรอบของชุดจานบดได้คือ

$$\frac{N_1}{N_2} = \frac{D_2}{D_1}$$

ได้ $N_2 = \frac{N_1 D_1}{D_2}$

ดังนั้นความเร็วรอบการหมุนของชุดจานบด คือ

$$N_2 = \frac{1450 \times 2}{6} = 483 \text{ RPM}$$

จากสมการที่ 2.2 และ 2.3 คำนวณหาแรงบิดที่เพลลาของชุดจานบดได้ดังนี้

$$P = \frac{2\pi \times T \times N}{60}$$

ได้ $T_1 = \frac{60 \times P}{2\pi \times N}$

$$T_1 = \frac{60 \times 2 \times 746}{2\pi \times 1450} = 9.83 \text{ N-m}$$

แรงตึงในสายพาน

$$F = \frac{T}{r_1}$$

ได้ $F = \frac{9.83}{(2 \times 2.54 \times \frac{1}{2} \times \frac{1}{1000})} = 3870 \text{ N}$

ดังนั้นแรงบิดที่เพลลาของชุดจานบด คือ

$$T_2 = Fr_2$$

ได้ $T_2 = 3870 \times (6 \times 2.54 \times \frac{1}{2} \times \frac{1}{1000})$

$$T_2 = 29.5 \text{ N-m}$$

3.2.2 การส่งถ่ายกำลังของชุดบดแบบลูกกลิ้ง

จากข้อกำหนดการออกแบบ ใช้มอเตอร์ไฟฟ้าขนาด 2 แรงม้า ความเร็ว 1450 RPM ล้อสายพานตัวขับเคลื่อนขนาด 4 นิ้ว และล้อสายพานตัวตามขนาด 8 นิ้ว

จากสมการที่ 2.1 สามารถคำนวณความเร็วรอบของชุดลูกกลิ้งบดได้คือ

$$\frac{N_1}{N_2} = \frac{D_2}{D_1}$$



$$\text{ได้} \quad N_2 = \frac{N_1 D_1}{D_2}$$

ดังนั้นความเร็วรอบการหมุนของชุดลูกกลิ้งบด คือ

$$N_2 = \frac{1450 \times 4}{8} = 725 \text{ RPM}$$

จากสมการที่ 2.2 และ 2.3 คำนวณหาแรงบิดที่เพลลาของชุดลูกกลิ้งบดได้ดังนี้

$$P = \frac{2\pi \times T \times N}{60}$$

$$\text{ได้} \quad T_1 = \frac{60 \times P}{2\pi \times N}$$

$$T_1 = \frac{60 \times 2 \times 746}{2\pi \times 1450} = 9.83 \text{ N-m}$$

แรงดึงในสายพาน

$$F = \frac{T}{r_1}$$

$$\text{ได้} \quad F = \frac{9.83}{(4 \times 2.54 \times \frac{1}{2} \times \frac{1}{1000})} = 1935 \text{ N}$$

ดังนั้นแรงบิดที่เพลลาของชุดลูกกลิ้งบด คือ

$$T_2 = Fr_2$$

$$\text{ได้} \quad T_2 = 1935 \times (8 \times 2.54 \times \frac{1}{2} \times \frac{1}{1000})$$

$$T_2 = 19.66 \text{ N-m}$$

3.3 ขั้นตอนการสร้างเครื่องบดถั่วเหลือง

การสร้างเครื่องบดถั่วเหลืองเป็นผงบดแบบจานร่วมกับลูกกลิ้งนี้ แบ่งการสร้างออกเป็น 3 ส่วน คือ สร้างชุดจานบด ชุดลูกกลิ้งบด และส่วนโครงสร้างสำหรับติดตั้งชุดบดทั้งสอง โดยมีลำดับขั้นตอนดังนี้

1. ออกแบบชุดจานบดและกำหนดขนาด
2. ออกแบบชุดลูกกลิ้งบดและกำหนดขนาด
3. จัดหาวัสดุและอุปกรณ์

4. ผลิตชิ้นส่วนตามแบบ
5. ประกอบชุดจานบดและชุดลูกกลิ้งบด
6. ออกแบบโครงสร้างสำหรับติดตั้งชุดบดและกำหนดขนาด
7. ประกอบชุดโครงสร้างสำหรับติดตั้งชุดบด
8. นำชุดบดทั้งสองชุดติดตั้งเข้ากับชุดโครงสร้าง
9. ติดตั้งมอเตอร์ไฟฟ้าพร้อมเดินระบบไฟฟ้าควบคุม
10. ทดสอบการทำงานของเครื่อง
11. ปรับปรุงแก้ไขชิ้นส่วนและอุปกรณ์ต่างๆ ให้เหมาะสม



รูปที่ 3.7 เครื่องบดถั่วเหลืองที่ประกอบและติดตั้งแล้ว