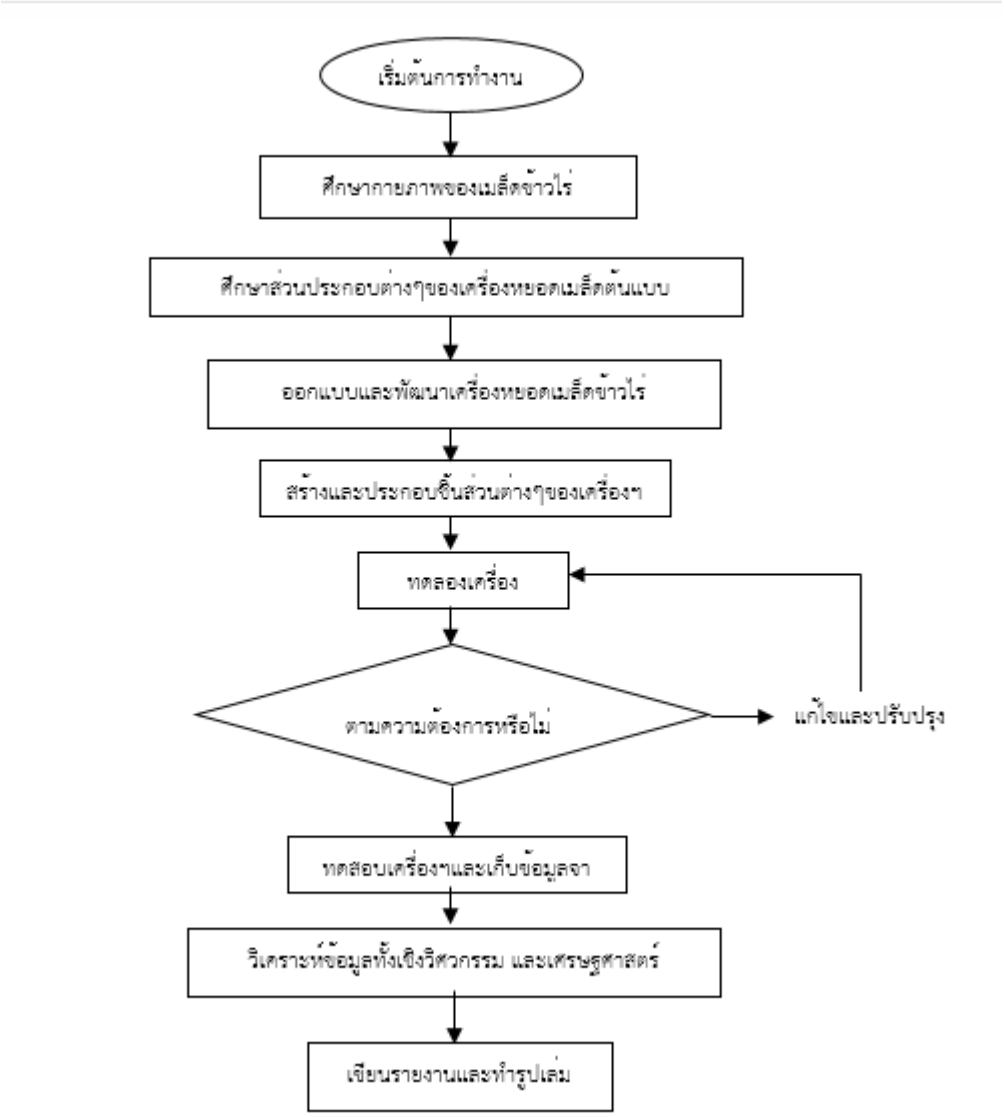
บทที่ 3

การออกแบบและการสร้างเครื่อง

3.1 แนวการออกแบบและสร้างเครื่องหยอดข้าวไร่

- วัสดุที่ใช้ในการผลิตสามารถหาซื้อได้ง่ายในท้องตลาด
- มีกลไกการทำงานง่ายไม่ยุ่งยากซับซ้อน
- มีต้นทุนในการผลิตไม่สูงมาก
- มีความคงทนแข็งแรง

3.2 ขั้นตอนการดำเนินโครงงาน



3.3 **การออกแบบชิ้นส่วนเครื่องหยอดเมล็ดข้าวไร่**

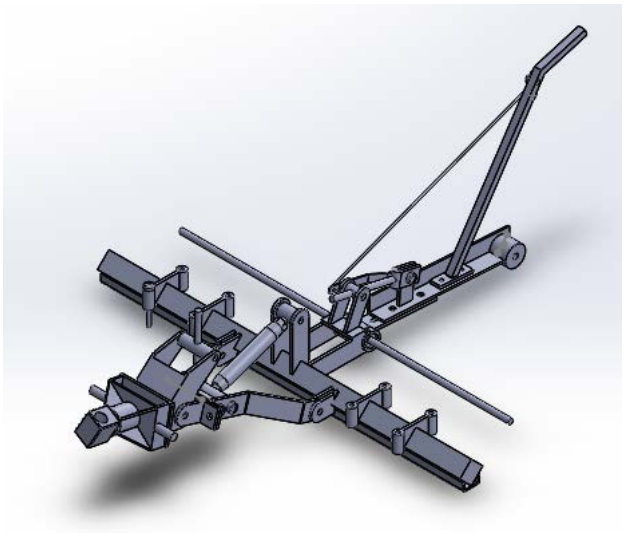
เครื่องหยอดเมล็ดข้าวไร่มีส่วนประกอบสำคัญๆ ได้แก่

1. โครงของเครื่อง
2. อุปกรณ์กำหนดเมล็ด
3. ล้อขับ
4. ถังบรรจุเมล็ด
5. ชุดสกี
6. อุปกรณ์เปิดร่อง
7. ตัวกลบเมล็ด
8. เฟืองทดรอบ

จากการศึกษาข้อมูล การทดลอง และการคำนวณเบื้องต้นที่ได้นำมาออกแบบเครื่องหยอดเมล็ดข้าวไร่ โดยใช้หลักการออกแบบตามขั้นตอนออกแบบ ดังนี้

3.3.1 การออกแบบชุดโครงสร้างของเครื่อง

โครงของเครื่องมีความสำคัญมากในการประกอบตัวเครื่องซึ่งจะต้องมีการออกแบบให้พอเหมาะพอดีกับส่วนประกอบต่างๆของเครื่องแสดงดังรูปที่ 3.2



รูปที่ 3.2 แสดงแบบจำลองโครงเครื่อง

เงื่อนไขการออกแบบที่สำคัญมีดังต่อไปนี้

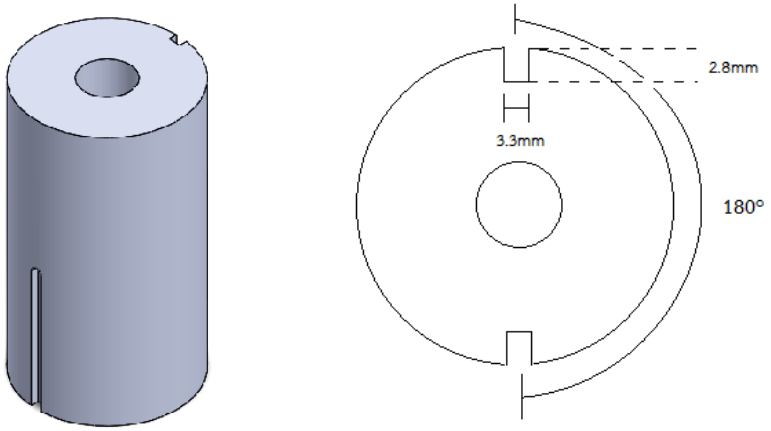
- โครงของเครื่องต้องมีความคงทนแข็งแรง ไม่หักหรืององ่าย มีน้ำหนักเบา
- ต้องสามารถติดตั้งชิ้นส่วนต่างๆ ได้อย่างสัมพันธ์กัน

หลักการในการออกแบบ

ในการออกแบบเครื่องนั้น อ้างอิงจากขนาดของรถไถเดินตามและต้องใช้ข้อมูลจากชิ้นส่วนต่างๆ ของเครื่องมาประกอบในการออกแบบด้วย ดังนั้นการออกแบบโครงเครื่องนั้นจะต้องออกแบบชิ้นส่วนอื่นๆ ของเครื่องเสร็จเสียก่อน จึงสามารถออกแบบโครงเครื่องได้ เช่น อุปกรณ์กำหนดเมล็ดแต่ละช่องจะต้องมีระยะห่าง 25 เซนติเมตร เพราะระยะห่างระหว่างแถวที่กำหนดเท่ากับ 25 เซนติเมตร โครงเครื่องจะต้องออกแบบให้สัมพันธ์กับอุปกรณ์ที่ติดตั้ง และสามารถติดตั้งชิ้นส่วนต่างๆได้และสามารถทำงานตามกลไกที่ตั้งไว้

3.3.2 การออกแบบอุปกรณ์กำหนดเมล็ด

อุปกรณ์กำหนดเมล็ด ทำมาจากแท่งเหล็กทรงกระบอก มีเส้นผ่านศูนย์กลางนอก 46.5 มิลลิเมตร เส้นผ่านศูนย์กลางใน 16.5 มิลลิเมตร มีความยาว 80 มิลลิเมตร ร่องหยอดเมล็ด กัดบริเวณตรงกลางของอุปกรณ์ มี 2 ช่อง ทำมุม 180 องศา มีขนาดความกว้าง 2.8 มิลลิเมตร และความยาว 375 มิลลิเมตร เพื่อให้กำหนดเมล็ดข้าวลงไปปลูกได้จำนวน 3-5 เมล็ดต่อหลุม แสดงดังรูปที่ 3.3 และมีตัวเรือนของตัวอุปกรณ์กำหนดจำนวนเมล็ดแสดงดังรูปที่ 3.4



รูปที่3.3 แสดงขนาดอุปกรณ์กำหนดจำนวนเมล็ด

เงื่อนไขการออกแบบที่สำคัญมีดังต่อไปนี้

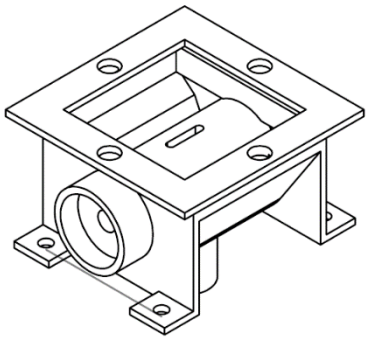
- ขนาดร่องและรูปร่างของอุปกรณ์กำหนดเมล็ดเป็นร่องรูปยาวตามลักษณะเมล็ดข้าวสามารถหยอดเมล็ดได้ตามต้องการ คือ 3-5 เมล็ด
- มีความแม่นยำในการกำหนดจำนวนเมล็ดต่อหลุม

หลักการในการออกแบบอุปกรณ์กำหนดเมล็ด

ในการออกแบบใช้เมล็ดข้าวไร่พันธุ์ 3 เดือน ซึ่งเป็นพันธุ์ที่นำมาจากจังหวัดชุมพรที่มีคุณสมบัติทางกายภาพ โดยการวัดความยาว ความกว้าง และความหนาของเมล็ดข้าวจำนวน 30 เมล็ดดังตารางที่ ก.1 และได้มีค่าเฉลี่ยของของเมล็ดข้าวไร่พันธุ์ 3 เดือนเฉลี่ย ดังตารางที่ 3.1

ตารางที่ 3.1 แสดงกายภาพของเมล็ดข้าวไร่พันธุ์ 3 เดือนเฉลี่ย

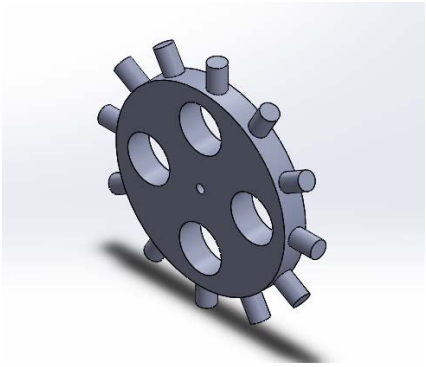
มิติ	ขนาดเมล็ดข้าวเฉลี่ย (มิลลิเมตร)
ความยาว	10.22
ความกว้าง	2.13
ความหนา	1.96



รูปที่ 3.4 แสดงอุปกรณ์กำหนดเมล็ด

3.3.3 การออกแบบชุดล้อขับ

ชุดล้อขับนี้เป็นส่วนสำคัญของกลไกการหยอดเมล็ด โดยจะส่งกำลังจากล้อขับไปยังชุดอุปกรณ์กำหนดจำนวนเมล็ดให้หยอดเมล็ดลงได้ตามที่กำหนดไว้ ชุดล้อขับซึ่งประกอบด้วย โครงทำจากเหล็กหนา 3 มิลลิเมตรกว้าง 25.4 มิลลิเมตร และยาว 1000 มิลลิเมตร ล้อจิกดินเส้นผ่านศูนย์ 300 มิลลิเมตร มีเส้นรอบวงเท่ากับ 1 เมตร มีแท่งทรงกระบอกที่จิกดิน ยาว 35 มิลลิเมตร เส้นผ่านศูนย์กลาง 15 มิลลิเมตร แสดงดังรูปที่ 3.5



รูปที่3.5 แบบจำลองชุดล้อขับ

เงื่อนไขการออกแบบ

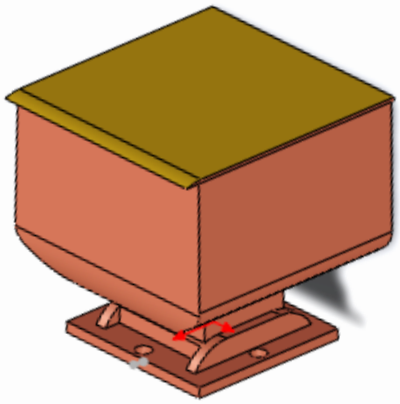
- ความเร็วใช้งานเท่ากับ 2, 3 และ4 กม./ชม. ซึ่งเป็นความเร็วของรถไถเดินตาม
- ใช้เป็นระบบถ่ายทอดกำลังในการทำงานของกลไกการหยอด
- ควรมีการลื่นไถลน้อยกว่า 5 %

หลักการในการออกแบบ

ล้อขับที่ใช้เป็นเหล็ก (Rigid steel) เนื่องจากเป็นแบบนิยมที่ใช้ ราคาถูก ดูแลรักษาง่าย และใช้งานได้นานและเนื่องจากเครื่องหยอดข้าวไร่ ใช้ล้อขับที่มีเส้นผ่านศูนย์กลางขนาด 30 ซม. มีจำนวนซี่ล้อ 14 ซี่

3.3.4 การออกแบบถังบรรจุเมล็ด

ถังบรรจุเมล็ดทำจาก GI sheets gage#18 มีปริมาตรเท่ากับ 7600 ลูกบาศก์เซนติเมตร สามารถบรรจุเมล็ดข้าวไร่ได้ 3 กิโลกรัม เพื่อให้สามารถใช้หยอดได้มากกว่า3-5 ไร่ ซึ่งจะช่วยลดเวลาในการเติมบ่อยๆ



รูปที่3.6 แบบจำลองถุงบรรจุเมล็ด

เงื่อนไขในการออกแบบ

- ข้าวมีอัตราการไหลที่ดี สม่ำเสมอ ที่ทุกระดับความสูงของถังบรรจุเมล็ด

แนวทางการออกแบบ

จะต้องออกแบบถังบรรจุเมล็ด ให้มีอัตราการไหลที่สม่ำเสมอ หลังจากการสร้างพบว่าถังบรรจุเมล็ดมีการไกลของเมล็ดได้ดี ไม่มีปัญหาการติดขัดของการไกลของเมล็ดข้าว เราจึงนำถังบรรจุเมล็ดของเครื่องนี้มาประกอบเข่ากับเครื่องได้เลย

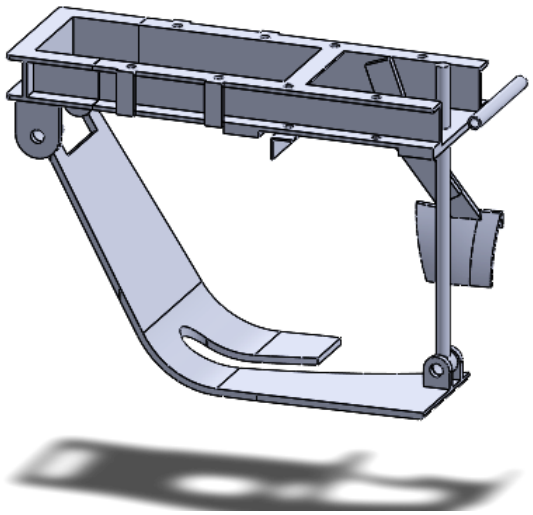
เครื่องปลูกข้าวไร่นี้มีจำนวน 2 แถว และกำหนดให้ระยะห่างระหว่างหลุมเท่ากับ 25 เซนติเมตร มีระยะระหว่างหลุม 25 เซนติเมตร แล้วกำหนดให้จำนวนเมล็ดแต่ละหลุมเท่ากับ 3-5 เมล็ด

- แปรงนามีลักษณะสี่เหลี่ยม ขนาด 1 ไร่ เท่ากับ 1600 ตารางเมตร

ที่ระยะห่างระหว่างแถว	25 เซนติเมตร
ใน 1 ไร่ เครื่องจะปลูกเป็นระยะ	6400 เมตร
ที่ระยะห่างระหว่างหลุม	25 เซนติเมตร
ใน 1 ไร่จะได้จำนวนหลุม	6400/0.25 = 25600 หลุม
กำหนดให้มีหลุมละ 5 เมล็ด	
ดังนั้น 1 ไร่ ใช้ข้าวจำนวน	25600 × 4(AVG) = 102400 เมล็ด
ข้าว 1 เมล็ดมีน้ำหนัก	= 0.036 กรัม
ปริมาตรจำเพาะ	= 2.26 มิลลิลิตรต่อกรัม
ข้าว 1 เมล็ดมีปริมาตร	= 2.26x0.036 = 0.08136 มิลลิลิตร
พื้นที่ 1 ไร่ ใช้ปริมาตร	= 102400 x 0.08136
	= 8331.264 มิลลิลิตร
	= 8.34 ลิตร
ถังสามารถบรรจุข้าวได้	3 กิโลกรัม

3.3.5 การออกแบบชุดสกี

ชุดสกีนี้จะต่อกับชุดโครงเครื่องออกแบบให้รับแรงกดที่ส่งมาจากโครงเครื่องฯทำให้ตัวเครื่องสมดุลกับตัวรถไถเดินตาม และสามารถปรับความสูงของสกีได้ก็เพื่อให้จานเปิดร่องสามารถปรับความลึกของดินได้ตามความต้องการ โครงสร้างนี้ทำจากเหล็กตัวU ขนาด 2.54 x2.54 0.4 ,เซนติเมตร ยาว 50 ,เซนติเมตร จำนวน 2 ชิ้น และยาว 15 ,เซนติเมตร เชื่อมต่อกันดังรูป ที่ 3.7 และสกีทำจากเหล็กหนา 4 มิลลิเมตร ยาว 50 ,เซนติเมตร กว้าง 20 ,เซนติเมตร ตัดให้เข้ารูปเว้ากับจานเปิดดินและต่อกับโครงสกีด้วยเหล็กเพลาขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง 20 มิลลิเมตร ดังรูป ที่ 3.7



รูปที่3.7 แบบจำลองชุดสกี

เงื่อนไขในการออกแบบ

- สกีต้องสามารถปรับระดับพื้นที่ให้เรียบก่อนที่เครื่องจะเป็นการหยอดเมล็ด
- ต้องสามารถพยุงเครื่องหยอดเมล็ดข้าวไร่ได้
- สกีต้องมีน้ำหนักเบา แข็งแรง ทนทาน

หลักการในการออกแบบ

- จากกฎ $\Sigma F = 0$

แรงที่กดลงบนสกีจะต้องมีค่าน้อยกดกว่าแรงลอยตัว

$$w \quad \leq \quad F_b$$

$$w = Mass(kg) \times Gravity\ (\frac{m}{s^2})$$

- สมมติน้ำหนักเครื่องทั้งหมดเท่ากับ 40 กิโลกรัม

$$W = 40 \times 9.81 = 324\ N$$

- หาแรงลอยตัวเนื่องจากดินเลน

$$F_b = S_m \gamma_w \forall_c$$

เมื่อ S_m = ความถ่วงจำเพาะของดินเลน

γ_w = ความเร่งเนื่องจากแรงโน้มถ่วงของโลก

$\forall_c$= ปริมาตรของสกี (ลูกบาศก์เมตร)

- จาก ΣF = 0

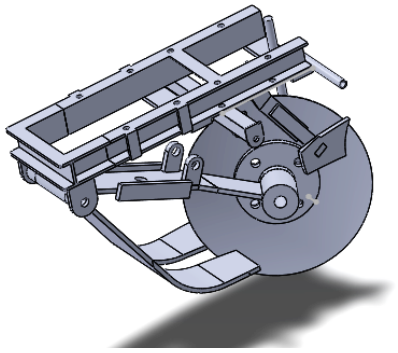
$$w = F_b$$

$$324\ N = 11.9 \times 9.81 \times \forall_c$$

$\forall_c = 0.29\ m^3$(ปริมาตรสกีที่ออกแบบต้องมีค่ามากกว่า *0.29* m^3)

3.3.6 การออกแบบอุปกรณ์เปิดร่อง

ตัวเปิดร่องเป็นแบบไถจานทำมาจากเหล็กคาร์บอนสูง มีเส้นผ่านศูนย์กลางขนาด 300 มิลลิเมตร และมีความหนา 0.65 มิลลิเมตร ประกอบกับโครงสกี แสดงดังรูป ที่ 3.8



รูปที่3.8 แบบจำลองอุปกรณ์เปิดร่อง

เงื่อนไขการออกแบบ

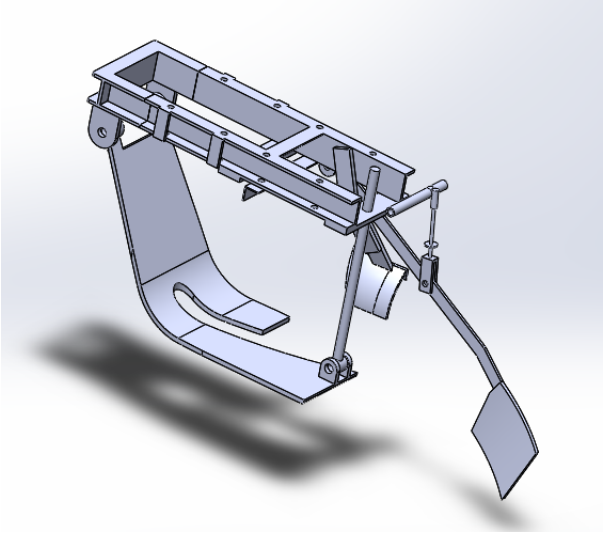
- สามารถเปิดร่องดินได้ลึกและความกว้างของร่องได้ตามต้องการ
- สามารถปรับความลึกของจานได้ตามต้องการ

หลักการในการออกแบบ

สามารถทำงานได้ดีภายใต้สภาพดินที่แตกต่างกัน ท่อนำเมล็ดจะต้องวางอยู่หลังจานหรือด้านข้างของจาน ในการปรับปรุงแรงกดของจานให้เพิ่มสปริงรับแรงกด

3.3.7 การออกแบบอุปกรณ์ตัวกลบเมล็ด

จะเป็นเหมือนแขนอยู่หลังท่อนำเมล็ด มีหน้าที่กลบดินหลังจากที่เมล็ดลงในหลุม แขนมีขนาดยาว 50เซนติเมตร ตัวที่กลบดินมีขนาดความกว้าง11.5เซนติเมตร และความยาวเท่ากับ16เซนติเมตรประกอบกับโครงของสกี แสดงดังรูป ที่ 3.9



รูปที่3.9 แบบจำลองอุปกรณ์ตัวกลบเมล็ด

เงื่อนไขในการออกแบบ

- ตัวกลบดินต้องมีความแข็งแรง สามารถต้านทานต่อแรงชนกันหินหรือดินก้อนใหญ่ได้

หลักการในการออกแบบ

วิธีการกดอัดดินขึ้นอยู่กับชนิดของอุปกรณ์กดและน้ำหนักที่ใช้ ในการออกแบบอุปกรณ์กลบและอัดดิน ในขณะที่เกิดการงอกของเมล็ดนั้นเมล็ดจะมีความสามารถที่จำกัด ในการทะลุออกจากเปลือก ดังนั้นควรพิจารณาสิ่งเหล่านี้ประกอบ คือ

ก) ค่าแรงเสียดทานสูงสุดของดินซึ่งเมล็ดพืชชนิดต่างๆยังสามารถงอกได้

ข) ความลึกของดินที่กลบเมล็ด

ค) ความชื้นและความหนาแน่นของดินที่อัด

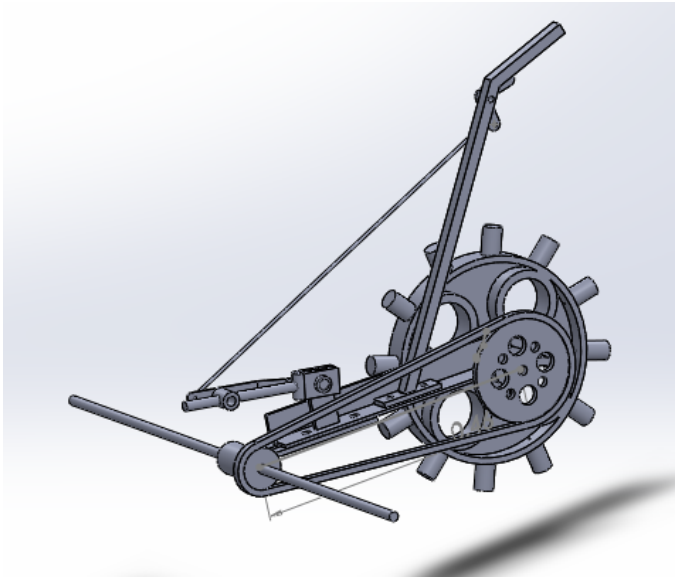
ง) รูปร่างของร่องรอยหรือการยกร่องขึ้นอยู่กับความต้องการพืชและสภาพภูมิอากาศ

จ) น้ำหนักของอุปกรณ์กลบดิน

ฉ) ความเร็วในการทำงาน

3.3.8 การออกแบบเฟืองทดรอบ

เฟืองและโซ่ เฟืองใช้แบบ 14 ฟัน และ 32 ฟัน โซ่มีความยาว 1280 มิลลิเมตร ล้อขับ เฟืองและโซ่และเพลาขับ มีเส้นผ่านศูนย์กลาง 12.7 มิลลิเมตร มีความยาว1000มิลลิเมตร เพื่อให้มีระยะการหยอดที่ 25 เซนติเมตร และสามารถรับแรงกดของสปริงให้เหมาะสมกับการทำงานในแต่ละพื้นที่แสดงดังรูป ที่ 3.9



รูปที่3.10 แบบจำลองเฟืองทดรอบ

เงื่อนไขการออกแบบ

- ต้องการให้ระยะห่างระหว่างหลุมเท่ากับ 25 เซนติเมตร

หลักการในการออกแบบ

ให้ R = ความเร็วของล้อขับเคลื่อน ต่อความเร็วอุปกรณ์กำหนด

เมื่อล้อขับเส้นผ่านศูนย์กลาง 30 เซนติเมตร เคลื่อนที่หมุน 1รอบได้ระยะทาง

$= 2\pi r$

$= \pi \times 30 = 94.2$ เซนติเมตร

สมมติ คิดว่า Slip 5% ทำให้ระยะทางการเคลื่อนที่เพิ่มขึ้น

$= 94.2 \times 1.05 = 98.91$ เซนติเมตร

จำนวนหลุมที่ต้องการเมื่อล้อขับเคลื่อน 1 รอบ

$= 98.91 \div 24.5 = 4.03$ หลุม

นั้นคือเมื่อล้อขับหมุน 1 รอบ อุปกรณ์กำหนดเมล็ด(มี2ร่อง)จะต้องหมุน

$= 4.03 \div 2 = 2.015$ รอบ

$R = 1 \div 2.015$

ฉะนั้น อัตราทดของล้อขับต่ออุปกรณ์ คือ 1 : 2

แสดงว่าเมื่อล้อขับหมุน 1 รอบ อุปกรณ์กำหนดเมล็ดจะต้องหมุน 2 รอบ

จาก R = จำนวนฟันเฟืองของเพลาตามต่อจำนวนฟันเฟืองของเพลาขับ

$$R = \frac{N_2}{N_1} = \frac{1}{12}$$

ฉะนั้น เลือกเฟืองที่เพลาล้อขับ มีขนาด 32 ซี่ ที่เพลงถ่ายกำลังและที่เพลาชุดหยอด มีขนาด 14 ซี่

$$R = \frac{N_2}{N_1} = \frac{32}{14} = \frac{1}{2}$$

3.4 ประสิทธิภาพของการหยอดเมล็ด

การประเมินประสิทธิภาพของการอุปกรณ์กำหนดการหยอดของเมล็ดทีออกแบบ โดยสุ่มเลือกเมล็ดจำนวนเมล็ดที่หยอดลงหลุม จากทีออแบบให้เมล็ดลงหลุมอยู่ระหว่าง 3-5เมล็ดต่อหลุม สามารถหาประสิทธิภาพของอุปกรณ์กำหนดการหยอดของเมล็ดข้าวไร่จากสมการ

$$SE = \left(1 - \frac{E - A}{E}\right) \times 100$$

โดยที่ SE = ประสิทธิภาพของอุปกรณ์กำหนดเมล็ด

E = จำนวนเมล็ดที่ลง

A = จำนวนเมล็ดจริง

3.5 ความสามารถในการทำงานของเครื่องหยอดเมล็ดข้าวไร่ทางทฤษฎี (Theoretical field capacity)

ความสามารถของเครื่องหยอดเมล็ดข้าวไร่ทางทฤษฎีคำนวณได้จากสมการ

$$C = SW/1.6$$

โดยที่ C = ความสามารถของเครื่องหยอดเมล็ดข้าวไร่ทางทฤษฎี (ไร่/ชั่วโมง)

S = ความเร็วของของเครื่องหยอดเมล็ดข้าวไร่ (กิโลเมตร/ชั่วโมง)

W = ความกว้างของเครื่องหยอดเมล็ดข้าวไร่ (เมตร)

3.6 ความสามารถของจริงในการทำงานเชิงพื้นที่ของเครื่องหยอดเมล็ดข้าวไร่ (Effective field capacity)

ความสามารถของจริงในการทำงานเชิงพื้นที่ของเครื่องหยอดเมล็ดข้าวไร่สามารถคำนวณได้จากสมการ

$$E_{fc} = A/T$$

โดยที่ Efc = ความสามารถจริงในการทำงานเชิงพื้นที่ (ไร่/ชั่วโมง)
A = พื้นที่ทีทำงาน (ไร่)
T = จำนวนเวลาที่ทำงานทั้งหมด (ชั่วโมง)

3.7 ความเสียของเมล็ดข้าวไร่ (Damage seeds)

ความเสียของเมล็ดข้าวไร่หาได้จากการสุ่มนับเมล็ดที่แตกหักหลังการหยอดทั้งจากการทดลองในห้องปฏิบัติการและในแปลงทดลองและทำการคิดเป็นเปอร์เซนต์ความเสียหาย