

สำนักหอสมุดกลาง พระจอมเกล้าลาดกระบัง

การออกแบบและพัฒนาระบบลำเลียงกระเทียมลงสู่ดิน
ติดตั้งไถเดินตามขนาด 5 แรงม้า

Design and Development of Garlic Cloves Metering System
Installed on 5 HP Engine Power Tiller



1. นาย พิทักษ์ มะวีวงศ์
2. นาย อังกูร แซ่โจ้ว
3. นาย กิจจา กาสุดงค์

เลขหมู่.....
เลขทะเบียน..... 61385
วัน,เดือน,ปี 17 ก.ค. 2549

b.....
i.....

วิทยานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิศวกรรมศาสตรบัณฑิต
สาขาวิชาวิศวกรรมเกษตร
สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง
ปีการศึกษา พ.ศ.2547

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การออกแบบและพัฒนาระบบลำเลียงกระเทียมลงสู่ดิน
ติดตั้งไถเดินตามขนาด 5 แรงม้า

Design and Development of Garlic Cloves Metering System
Installed on 5 HP Engine Power Tiller



วิทยานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิศวกรรมศาสตรบัณฑิต
สาขาวิชาวิศวกรรมเกษตร
สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง
ปีการศึกษา พ.ศ.2547

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ปริญญาโทปีการศึกษา 2547

ภาควิชาวิศวกรรมเกษตร

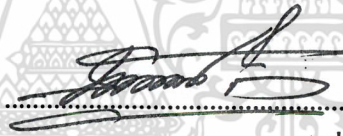
คณะวิศวกรรมศาสตร์ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหาร ลาดกระบัง

เรื่อง การออกแบบและพัฒนาระบบลำเลียงกระเทียมลงสู่ดินติดรถไถเดินตามขนาด 5 แรงม้า

Design and Development of Garlic Cloves Metering System Installed on 5 HP Engine Power
Tiller

ผู้จัดทำ

1. นายพิทักษ์ ฆะวีวงศ์ รหัสประจำตัว 44010776
2. นายอังกูร แซ่โจ้ว รหัสประจำตัว 44010894
3. นายกิจจา กาสูลงค์ รหัสประจำตัว 44015551



.....อาจารย์ที่ปรึกษา

(อ.สัตย์ลักษณ์ กิ่งทอง)



.....อาจารย์ที่ปรึกษา

(รศ.จิราภรณ์ เเบญจประกายรัตน์)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การออกแบบและพัฒนาระบบลำเลียงกระเทียมลงสู่ดินติดรถไถเดินตามขนาด 5 แรงม้า

นายพิทักษ์ ณะวีวงศ์ 44010776

นายอังกูร แซ่โจ้ว 44010894

นายกิจจา กาสุดงค์ 44015551

อ.สัณฐ์ลักษณ์ กิ่งทอง อาจารย์ที่ปรึกษา

รศ.จิราภรณ์ เบนญประกายรัตน์ อาจารย์ที่ปรึกษา

บทคัดย่อ

เครื่องปลูกกระเทียม ได้มีการออกแบบและพัฒนาอย่างต่อเนื่องตั้งแต่ปีพ.ศ.2542 โดยการปลูกของเครื่องปลูกกระเทียมนั้นจะใช้ระยะระหว่างต้นเท่ากับ 10×10 เซนติเมตร เป็นระยะที่เกษตรกรยอมรับ ทำให้ได้ผลผลิตดีที่สุด และได้มีการนำเครื่องปลูกกระเทียมไปทดลองใช้ในแปลงปลูกของเกษตรกร แต่ยังมีปัญหาที่ระยะระหว่างต้นของกระเทียมที่ปลูก 10 เซนติเมตรมีความแน่นย่ำต่ำกว่าการปลูกกระเทียมโดยเกษตรกรประมาณร้อยละ 38 จึงทำการศึกษาออกแบบและสร้างระบบปล่อยกระเทียมให้ได้ระยะปลูกระหว่างต้นให้ได้ใกล้เคียง 10 เซนติเมตร ปัจจัยที่มีอิทธิพลต่อความแน่นย่ำและได้ทำการศึกษาคือ ชนิดท่อนำเมล็ด เส้นผ่าศูนย์กลางและความยาวท่อมุมเอียงท่อนำเมล็ด วัสดุรับแรง ที่มีผลต่อ ร้อยละ ความผิดพลาดของความแน่นย่ำ(Precision)ของระยะระหว่างต้นตามมาตรฐาน ISO7256/1-1984 ผลจากการศึกษาและทดสอบชุดระบบลำเลียงกระเทียมใหม่บนเครื่องปลูกกระเทียมเดิมพบว่า ระบบลำเลียงกระเทียมที่ดี ใช้ท่อนำเมล็ดชนิดท่อสี่เหลี่ยม เส้นผ่าศูนย์กลางท่อ 1.5 นิ้ว ความยาวท่อแนวตั้ง 30 เซนติเมตร มุมเอียงท่อที่เหมาะสมคือเอียงหน้า 10 องศา มุมเอียงหลัง 15 องศา ติดวัสดุรับแรงที่บริเวณช่องเปิด ชนิด พรหม ซึ่งให้ค่า Precision ประมาณร้อยละ 21 ลดลงจากระบบลำเลียงเดิมร้อยละ 5 คิดเป็นสัดส่วนที่ลดลงร้อยละ 25 และทำการปลูกในแปลงจริงเพื่อดูผลผลิตต่อไป

Design and Development of Garlic Cloves Metering System

Installed on 5 HP Engine Power Tiller

Pitak Kawewong 44010776

Engkurn Chaengow 44010894

Kitja Kasulong 44015551

Sanyaluck Kingtong Advisor

Assoc. Prof. Jiraporn Benjaphragairat Advisor

Abstract

Garlic plant has been designed and developed since 1999. The garlic plantation is row and seed spacing 10×10 centimeter. These row and seed spacing are accepted by farmers that it was given the highest production. Until present time, there is still problem on seed spacing by garlic planter which is lower accuracy than human planting about 38 percent. At this point, the research was focused on design and development how to improve precision of seed spacing, 10 centimeter requirement. Factor influenced on the precision of seed spacing are material, diameter, length and angle of seed, tube and absorbed material. The results were analyzed following ISO7256/1-1984. The test results compared between original delivery system and a new delivery system, shown that seed tube is plastic, 1.5 inch diameter, 30 centimeter height, 10 degree forward angle and 15 degree backward angle of seed tube. The absorbed material is carpet. The precision value, 21 percent, was reduce 25 percent compared with human planting.

กิตติกรรมประกาศ

ปริญญานิพนธ์ฉบับนี้สำเร็จได้ด้วยความช่วยเหลือของบุคคลหลายท่าน ซึ่งอันได้แก่
 อ. ศัญลักษณ์ กิ่งทอง รศ.จิราภรณ์ เบญจประกายรัตน์ ซึ่งเป็นอาจารย์ ที่ปรึกษา ที่คอยให้คำแนะนำ
 คำปรึกษา ให้ความรู้ และความช่วยเหลือต่าง ๆ ตลอดจนให้ความสนใจใส่ดูแลอย่างสม่ำเสมอตลอด
 ระยะเวลาในการทำโครงการ คณะผู้จัดทำจึงขอขอบคุณอาจารย์ทั้ง 2 ท่านนี้เป็นอย่างสูง

ขอบคุณเพื่อนๆทุกคน ที่มาช่วยเหลือในการทำงานจนกระทั่งงานสำเร็จ

ขอบคุณพี่ตุ้ม พี่แอ้และพี่ซันต์ ๆ ที่ Shop ทุกคนที่ให้ความช่วยเหลือพวกข้าพเจ้าทำงาน
 จนกระทั่งสำเร็จ และขอขอบคุณสถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง ที่ได้เป็นที่
 ศึกษา

ขอขอบคุณคุณแม่พ่อคุณแม่ ตลอดจนครอบครัว ที่เป็นกำลังใจและให้ทุนการศึกษา ประกอบกับ
 คำแนะนำดี ๆ

ขอขอบคุณคณาจารย์ ข้าราชการ และลูกจ้าง ของภาควิชาวิศวกรรมเกษตร คณะ
 วิศวกรรมศาสตร์ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง ที่มีส่วนให้การดำเนินการ
 ทำวิทยานิพนธ์ครั้งนี้สำเร็จลุล่วงด้วยดี

นอกจากนี้ยังมีบุคคลที่เกี่ยวข้องอีกหลายท่าน ซึ่งไม่อาจกล่าวนามในที่นี้ได้ทั้งหมด คณะผู้จัดทำ
 จึงขอขอบคุณท่านทั้งหลายไว้ ณ โอกาสนี้

สมาชิกกลุ่ม

1. นายพิทักษ์ ณะวิวงศ์
2. นายอังกร แซ่โจ้ว
3. นายกิจจา กาสุลงค์

	หน้าที่
บทคัดย่อภาษาไทย	(ก)
บทคัดย่อภาษาอังกฤษ	(ข)
กิตติกรรมประกาศ	(ค)
สารบัญ	(ง)
สารบัญตาราง	(จ)
สารบัญภาพ	(ฉ)
บทที่ 1 บทนำ	1
1.1 ที่มาของโครงการนี้	1
1.2 วัตถุประสงค์	1
1.3 ขอบเขตการศึกษา	2
1.4 ผลที่คาดว่าจะได้รับ	2
1.5 นิยามศัพท์	2
1.6 กระเทียม	2
1.7 ผลผลิตของกระเทียมในอดีตถึงปัจจุบัน	5
1.8 แหล่งแรงงานและความต้องการเครื่องปลูก	7
บทที่ 2 ตรวจสอบเอกสาร	8
2.1 ทฤษฎีเครื่องปลูกที่เกี่ยวข้อง	8
2.2 เครื่องปลูกพืชที่มีใช้ในประเทศ	11
2.3 เครื่องปลูกพืชที่มีขายในต่างประเทศ	21
2.4 เครื่องปลูกกระเทียมที่มีขายในต่างประเทศ	24
2.5 ทฤษฎีที่ใช้ในการออกแบบท่อและราง	25
2.6 บทความต่างประเทศที่เกี่ยวข้อง	31
บทที่ 3 การออกแบบและการสร้าง	33
3.1 ปัญหาที่เกิดขึ้นกับระบบหยอด	33
3.2 การออกแบบและสร้างกลไกชุดหยอดกระเทียมใหม่	35
3.3 การแก้ปัญหาเพื่อเพิ่มความแม่นยำในการปลูก	37
3.4 แนวทางในการออกแบบท่อนำเมล็ด	38
3.5 แนวทางในการทำให้กระเทียมมีความเร็วในขณะที่ปล่อยมีค่าเข้าใกล้ศูนย์	39

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

หรือตกในแนวตั้ง	
บทที่ 4 ขั้นตอนการดำเนินงานและผลการทดลอง	40
4.1 การหาขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางของท่อลำเลียงและความยาวท่อที่เหมาะสม	41
4.2 การทดลองเพื่อหาชนิดของท่อลำเลียงที่เหมาะสม	42
4.3 การทดลองเพื่อหามุมเอียงท่อลำเลียงกระเทียมที่เหมาะสม	45
4.4 การทดสอบเพื่อดูอิทธิพลของชนิดวัสดุรับแรงที่เหมาะสม	48
4.5 การปรับปรุงชุดลำเลียงใหม่กับเครื่องปลูกกระเทียม	53
บทที่ 5 สรุปและข้อเสนอแนะ	55
5.1 บทสรุปผลการทดลอง	55
5.2. วิจารณ์ผลการทดลอง และข้อเสนอแนะ	57
ภาคผนวก	59
บรรณานุกรม	68



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญตาราง

หน้า

ตารางที่ 4.1 แสดง ค่า Precision ของระยะปลูกในช่วง 6-15 cm ที่คำนวณทางสถิติทดสอบ กับมุมเอียงหลัง ท่อนำเมล็ดชนิดที่อลม	43
ตารางที่ 4.2 แสดง ค่า Precision ของระยะปลูกในช่วง 6-15 cm ที่คำนวณทางสถิติทดสอบ กับมุมเอียงหน้า ท่อนำเมล็ดชนิดที่อลม	44
ตารางที่ 4.3 แสดง ค่า %Precision ของระยะปลูกที่มุมเอียงต่อเอียงหน้าของท่อ 2 ชนิด	46
ตารางที่ 4.4 แสดง ค่า % Precision ของระยะปลูกที่มุมเอียงต่อเอียงหลัง ของท่อ 2 ชนิด	47
ตารางที่ 4.5 แสดง ค่า %Precision ระยะปลูกติดวัสดุรับแรงต่างชนิดที่มุมเอียง 10 15 20 องศา	49
ตารางที่ 4.6 แสดง ค่า %Precision ระยะปลูกติดวัสดุรับแรงต่างชนิดที่มุมเอียง 10 15 20 องศา	50
ตารางที่ 4.7 แสดงค่าพารามิเตอร์และ Precision ระยะระหว่างเมล็ดกระเทียมของระบบ ลำเดียวกระเทียมแบบเก่าและใหม่บนแปลงปฏิบัติการ	53
ตารางที่ 5.1 เปรียบเทียบพารามิเตอร์ต่างๆที่แสดงความแม่นยำในแปลงปลูกแต่ละแบบ	54

สารบัญภาพ

หน้า

ภาพที่ 1.1 แสดงมูลค่าผลผลิตกระเทียมในประเทศไทยตั้งแต่ปี 1992-2002	6
ภาพที่ 1.2 ปริมาณการส่งออกกระเทียมของไทยตั้งแต่ปี 1997-2002	6
ภาพที่ 1.3 แสดงการปลูกกระเทียมของเกษตรกร จ.เชียงใหม่	7
ภาพที่ 2.1 ลักษณะการปลูกแบบต่างๆ	10
ภาพที่ 2.2 ส่วนประกอบหลักของเครื่องปลูกพีช	11
ภาพที่ 2.5 ถั่วลิสงพันธุ์ไทนาน9	10
ภาพที่ 2.3 เครื่องหยอดเมล็ดพีชกระทุ้งแบบเอไอที (หัวกลม)	12
ภาพที่ 2.4 เครื่องหยอดเมล็ดพีชแบบกดโยก	13
ภาพที่ 2.5 การทำงานของเครื่องหยอดเมล็ดพีชแบบเสียม	14
ภาพที่ 2.6 เครื่องหยอดเมล็ดพีชแบบล้อจิก 2 แถว	15
ภาพที่ 2.7 การทำงานของเครื่องหยอดเมล็ดพีชแบบล้อเอียง	16
ภาพที่ 2.8 ลักษณะอุปกรณ์หยอดแบบลูกหยอดทรงกระบอก	16
ภาพที่ 2.9 เครื่องหยอดเมล็ดพีชแบบตัวที่หัวกลับ	17
ภาพที่ 2.10 เครื่องหยอดเมล็ดพีชแบบพ่วงรถแทรกเตอร์(แบบแผ่นเอียง)	18
ภาพที่ 2.11 เครื่องหยอดเมล็ดพีชแบบพ่วงรถแทรกเตอร์(แบบแผ่นนอน)	18
ภาพที่ 2.12 เครื่องหยอดเมล็ดพีชแบบใช้ลม	19
ภาพที่ 2.13 เครื่องหว่านเมล็ดพีช	20
ภาพที่ 2.14 เครื่องหว่านเมล็ดพีชแบบพ่วงรถแทรกเตอร์	20
ภาพที่ 2.15 เครื่องปลูกแบบโรยใช้กับพีชที่มีระยะวางตัวแคบๆ	21
ภาพที่ 2.16 เครื่องปลูกแบบกลไกงานหยอดใช้ปลูกฟักทอง	21
ภาพที่ 2.17 เครื่องปลูกแบบสายพาน	22
ภาพที่ 2.18 เครื่องปลูกแบบสูญญากาศ	23
ภาพที่ 2.19 Spedo Potato Planter เป็นเครื่องปลูกมันฝรั่งที่ใช้กลไกแบบถ่วงตัด	24
ภาพที่ 2.20 เครื่องปลูกกระเทียมแบบแม่นยำที่ใช้กลไกสูญญากาศ	24
ภาพที่ 2.21 เครื่องปลูกกระเทียมแบบนิวเมติก PLP5	24
ภาพที่ 2.22 เครื่องปลูกกระเทียมที่ใช้ระบบทางกล	25
ภาพที่ 2.23 แสดงท่อนำเมล็ดแบบต่างๆ	27
ภาพที่ 2.24 แสดงการเคลื่อนที่ของวัสดุบนราง	30

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาพที่ 2.25 แสดงการเคลื่อนที่ของเมล็ดจากชุดหยอด	31
ภาพที่ 3.1 ด้านหน้าเครื่องปลูกกระเทียม ปี2546 และส่วนของชุดลำเลียงกระเทียม	34
ภาพที่ 3.2 ด้านข้างของเครื่องปลูกและส่วนที่จะทำการพัฒนาใหม่	34
ภาพที่ 3.3 แสดงตำแหน่งที่จะวางชุดหยอดเมล็ดใหม่	35
ภาพที่ 3.4 แสดงตำแหน่งติดตั้งชุดกรวยและท่อลำเลียงใหม่กับชุดหยอด	36
ภาพที่ 3.5 แสดงระยะปลูกของเครื่องปลูกแบบหยอด	36
ภาพที่ 3.6 แสดงการแรงกระทำต่อเมล็ดที่เหวียงจานกระพ้อ	37
ภาพที่ 3.7 แสดงวัสดุ รองรับ	39
ภาพที่ 4.1 กระพ้อของเดิม	41
ภาพที่ 4.2 แสดงการตกของกลีบกระเทียมจากภาพถ่ายวิดีโอ	41
ภาพที่ 4.3 แสดงชนิดท่อนำเมล็ด	42
ภาพที่ 4.4 แสดงการติดตั้งท่อนำเมล็ด	42
กราฟที่ 4.5 เปรียบเทียบค่า Precision ของท่อเอียงหน้าและหลัง	45
ภาพที่ 4.6 ทดลองมุมเอียงท่อนำเมล็ดบนรางเหนียว	45
กราฟที่ 4.7 เปรียบเทียบค่า Precision ของท่อนำเมล็ด 2 ชนิด	47
กราฟที่ 4.8 เปรียบเทียบค่า Precision โดยท่อมุมเอียงหน้า 2 ชนิดต่อ	48
ภาพที่ 4.9 แสดงตำแหน่งการติดตั้งและทดสอบชุดลำเลียงใหม่	49
กราฟที่ 4.10 การเปรียบเทียบค่า Precision โดยมุมเอียงท่อนำ ทิศวัสดุรับแรง 3 ชนิด	50
กราฟที่ 4.11 เปรียบเทียบค่า Precision ท่อผิวเรียบทิศวัสดุรับแรง 3 ชนิด	51
ภาพที่ 4.12 แสดงการติดตั้งชุดกรวยใหม่เข้ากับชุดกระพ้อใหม่	52
กราฟที่ 4.13 แสดงการกระจายของระยะระหว่างเมล็ดบนร่องปลูกของชุดระบบลำเลียง กระเทียมระบบเก่าและใหม่	53
กราฟที่ 5.1 แสดงค่า %Precisionของระยะปลูกเมื่อท่อนำเมล็ด 2 ชนิด	54
กราฟที่ 5.2 แสดงค่า %Precisionของระยะปลูกเมื่อทิศวัสดุรับแรง 3 ชนิด	54
กราฟที่ 5.3 เปรียบเทียบการกระจายตัวของระยะปลูกที่ออกแบบระบบลำเลียงใหม่กับ ของเดิม	56

บทที่ 1

บทนำ

1.1 ที่มาและความสำคัญ

ปัจจุบันกระเทียมถือเป็นพืชเศรษฐกิจที่มีความสำคัญ เพราะความต้องการในการบริโภคกระเทียมมีเพิ่มขึ้นทั้งในและต่างประเทศและมีแนวโน้มที่จะเพิ่มขึ้นในทุกๆปี เนื่องจากกระเทียมนอกจากจะใช้ในการปรุงอาหารแล้วยังมีสรรพคุณทางยาที่ใช้รักษาโรคได้ จึงทำให้มีการบริโภคที่เพิ่มมากขึ้น แต่ยังมีปัญหาเรื่องการขาดแคลนแรงงานในการปลูกกระเทียมอยู่ซึ่งการปลูกกระเทียมนั้นมีแต่แรงงานคนเท่านั้น และแรงงานคนที่มีนั้นเริ่มลดลง การใช้แรงงานคนในปลูกนั้นยังไม่เพียงพอในช่วงฤดูกาลปลูกและประสิทธิภาพในการปลูกก็ยังไม่ดี ดังนั้นจึงได้มีการออกแบบและพัฒนาเครื่องปลูกกระเทียมที่ติดตั้งกับรถไถเดินตามขนาด 5 แรงม้าขึ้นมาเพื่อลดปัญหาการขาดแคลนแรงงานและช่วยเพิ่มประสิทธิภาพในการปลูกให้เร็วขึ้นกว่าเดิม

เครื่องปลูกกระเทียมนี้ ได้มีการออกแบบและพัฒนาอย่างต่อเนื่อง โดยการปลูกของเครื่องปลูกกระเทียมนี้จะใช้ระยะระหว่างแถวและระยะระหว่างต้นเท่ากับ 10×10 เซนติเมตร ซึ่งเป็นไปตามที่เกษตรกรส่วนใหญ่ปลูกกัน และจะทำให้ได้ผลผลิตดีที่สุด และได้มีการนำเครื่องปลูกกระเทียมไปทดลองใช้ในแปลงปลูกของเกษตรกร แต่ยังมีปัญหาที่ระยะระหว่างต้นของกระเทียมที่ปลูก 10 เซนติเมตรมีความแน่นย่ำต่ำกว่าการปลูกกระเทียมโดยเกษตรกรประมาณร้อยละ 38 (จรัสชัย เข็นพยับ, 2547) ทำให้ผลผลิตที่ได้ยังไม่เท่ากับที่เกษตรกร เกษตรกรยังไม่มีความพอใจเครื่องปลูกกระเทียมเท่าที่ควร ส่วนหนึ่งในการพัฒนาความแน่นย่ำในการปลูก เวลาที่ใช้ในการเดินทางของเมล็ดพันธุ์จากถังบรรจุลงสู่ดินต้องใช้เวลาลำเลียงน้อยที่สุด(กัมปนาท วิเศษอุดมศักดิ์และคณะ, 2543) ดังนั้นจึงต้องมีการพัฒนาระบบลำเลียงกระเทียมลงสู่ร่องปลูกซึ่งจะทำให้ลดเวลาในเดินทางของกระเทียมและจะทำให้ได้ระยะปลูกกระเทียมในแต่ละแถวใกล้เคียง 10 เซนติเมตรมากที่สุด ได้ผลผลิตดีที่สุด (เกสร จักรกระโทกและคณะ, 2542)

1.2 วัตถุประสงค์

1. พัฒนาระบบปล่อยกระเทียมของเครื่องปลูกกระเทียมให้มีการไหลที่เร็วกว่าเดิม
2. ออกแบบและสร้างระบบปล่อยกระเทียมให้ได้ระยะปลูกระหว่างต้นให้ได้ใกล้เคียง 10 เซนติเมตร

3. ปรับแต่งระบบลำเลียงให้มีความเหมาะสมกับชิ้นส่วนอื่นๆเครื่องปลูกกระเทียม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า

ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

1.3 ขอบเขตของการดำเนินงาน

1. ศึกษาและสร้างชุดทดลองหาเวลาที่ใช้ในการเดินทางจากถังบรรจุเมล็ดลงสู่ดินของเครื่องต้นแบบ
2. ทดสอบและปรับปรุงระบบปล่อยกระเทียมให้ใช้เวลาในการเดินทางที่น้อยที่สุดและน้อยกว่าเครื่องต้นแบบ
3. ทดสอบเปรียบเทียบในแปลงปฏิบัติการภาควิชาและแปลงเกษตรกรเพื่อเก็บข้อมูลระยะปลูกของกระเทียม

1.4 ผลที่คาดว่าจะได้รับ

1. ได้ระยะปลูกที่ใกล้เคียง 10 เซนติเมตรมากขึ้น
2. ได้ต้นแบบของระบบปล่อยกระเทียมที่เหมาะสม
3. ได้ต้นแบบเครื่องปลูกกระเทียมที่เกษตรกรยอมรับที่จะนำไปใช้ในการปลูกกระเทียมแทนแรงงานคน

1.5 นิยามศัพท์

ในการทำโครงการครั้งนี้ผู้จัดทำได้ใช้ศัพท์บางคำที่เกี่ยวข้องกับการศึกษาซึ่งมีความหมายและขอบเขตดังนี้

1.5.1 ชุดลำเลียงกระเทียม คือ ส่วนที่ติดตั้งต่อจากชุดกระพ้อตักเมล็ด ได้แก่ รางลำเลียง กรวย และท่อนำเมล็ด

1.5.2 ระยะปลูก (spacing) คือ ระยะห่างระหว่างเมตรที่วัดจากการเรียงตัวของกลีบกระเทียมบนร่องปลูก

1.5.3 ค่าความแม่นยำ(Precision)ของระยะปลูก คือ ค่าที่บอกความสม่ำเสมอของระยะปลูกในช่วง 6 ถึง 15 เซนติเมตร

1.5.4 ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน (Standard deviation)ของระยะปลูก คือ ค่าการกระจายระยะปลูกของกระเทียม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

1.6 กระเทียม

กระเทียม มีชื่อเรียกหลายอย่าง เช่น กระเทียมจีน (ทั่วไป) , กระเทียมขาว , หอมขาว (อุดรธานี) , กระเทียมหัวเทียม (คาบสมุทร) และหอมเทียม (ภาคเหนือ) เป็นต้น เป็นพืชผักอายุหลายปี แต่นำมาปลูกเป็นผักอายุปีเดียว มีกำเนิดอยู่ แถวเอเชียกลาง สันนิษฐานว่าเป็นพืชดั้งเดิมของจีนและอินเดีย รู้จักนำมาใช้ประโยชน์ตั้งแต่ครั้งดึกดำบรรพ์

กระเทียมอยู่ในตระกูลเดียวกันกับหอมหัวใหญ่ หอมแดง หอมแบ่ง และกุยฉ่าย โดยกระเทียมจะสร้างกลีบหลายๆกลีบ และถูกห่อหุ้มรวมกันอยู่ภายใต้เปลือก ซึ่งมีลักษณะบางสีขาวหรือชมพู หุ้มให้เป็นตัวเดียว ใบเป็นใบเลี้ยงเดี่ยว และแบน สามารถออกดอกและให้เมล็ดได้นิยมขยายพันธุ์ด้วยกลีบ เพราะให้ผลดีกว่า กระเทียมมีคุณค่าทางอาหารต่ำ เมื่อเปรียบเทียบกับผักอื่นๆ แต่อาหารบางชนิดจะหมกโรคชาติ ถ้าหากขาดกระเทียม โดยเฉพาะผู้ที่นิยมรสและกลิ่นของกระเทียม นอกจากนี้ยังใช้เป็นยาสมุนไพรรักษาแผล หลอดลมอักเสบ ไอ ท้องอืด อาหารไม่ย่อย โรคผิวหนังบางประเภทและความดันโลหิตสูง

กระเทียมเป็นพืชผักประเภทเนื้ออ่อนขนาดเล็ก มีอายุ ประมาณ 75-180 วัน ปกติเจริญเติบโตได้ดีในอากาศเย็น อุณหภูมิที่เหมาะสมอยู่ระหว่าง 12-22 องศาเซลเซียส ช่วงแสงแดดยาวประมาณ 9-11 ชั่วโมงต่อวัน มีระยะการพักตัวเช่นเดียวกับพืชตระกูลหอม ประมาณ 5-6 เดือนถ้าหากเก็บไว้นานกว่านี้ จะเริ่มฝ่อหรือออก โดยในปีแรกจะฝ่อเสียหายประมาณ 60-70%

กระเทียมที่ใช้เป็นอาหารมีอยู่ 2 ประเภท คือ

1. กระเทียมต้น ไม่มีหัว ปลูกโดยใช้เมล็ดพันธุ์ เพื่อรับประทานลำต้นและใบเป็นพืชผักสดเท่านั้น
2. กระเทียมหัว ปลูกด้วยกลีบ หรือหัวพันธุ์ มีหลายพันธุ์ ซึ่งมาจากแหล่งต่างๆกัน มีอายุยาวนานกว่าประเภทแรก

1.6.1 ลักษณะทั่วไปของพืช

กระเทียมเป็นพืชล้มลุกมีลำต้นใต้ดิน เรียกว่า หัว หัวมีกลีบย่อยหลายกลีบติดกันแน่นเนื้อสีขาวมีกลิ่นฉุน การปลูกจะใช้กลีบกระเทียมเป็นพันธุ์ปลูกได้ดีในดินร่วนปนทราย ที่ระบายน้ำดี กระเทียมจะลงหัวในช่วงที่มีอากาศหนาว ดังนั้นจึงปลูกได้ดีเฉพาะในภาคเหนือและภาคตะวันออกเฉียงเหนือของประเทศไทย

1.6.2 พันธุ์ที่ใช้ปลูก

ภาคเหนือนิยมปลูกพันธุ์พื้นเมืองเชียงใหม่ เชียงราย และพม่า ส่วนภาคตะวันออกเฉียงเหนือ นิยมปลูกพันธุ์พื้นเมือง ศรีสะเกษ และภาคกลางนิยมปลูกพันธุ์บางช้าง และพันธุ์จีนหรือได้หัว

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

พันธุ์ที่ใช้ปลูกในบ้านเรา สามารถแบ่งได้ตามอายุการแก่ เก็บเกี่ยวได้ดังนี้

1. พันธุ์เบา หรือพันธุ์ชาวเมือง ลักษณะใบแหลม ลำต้นแข็งกลีบเท่าหัวแม่มือ กลีบและหัวสีขาวมีกลิ่นฉุนและรสจัด อายุแก่เก็บเกี่ยวประมาณ 75-90 วัน เช่นพันธุ์พื้นเมืองศรีสะเกษ เป็นต้น
2. พันธุ์กลาง ลักษณะใบเล็กและยาว ลำต้นใหญ่และแข็ง หัวขนาดกลาง หัวและกลีบสีม่วง อายุแก่เก็บเกี่ยวประมาณ 90-120 วันนิยมปลูกมากในภาคเหนือ เช่นพันธุ์พื้นเมืองเชียงใหม่ เป็นต้น
3. พันธุ์หนัก ลักษณะใบกว้างและยาวลำต้นเล็ก หัวใหญ่ กลีบใหญ่ เปลือกหุ้มสีชมพูน้ำหนักดี อายุแก่เก็บเกี่ยวประมาณ 150 วัน เช่นพันธุ์จีน หรือพันธุ์ไต้หวัน เป็นต้น

1.6.3 แหล่งเพาะปลูก

กระเทียมสามารถเพาะปลูกได้เกือบทุกภาคของประเทศ แต่เหมาะที่จะปลูกในแปลงที่เป็นดินร่วน หรือระบายน้ำได้ดีและอุดมภูมิอากาศค่อนข้างหนาวเย็น เป็นระยะเวลายาวนานหลายเดือน ดังนั้นบริเวณเพราะปลูกที่สำคัญของไทย ส่วนใหญ่จึงอยู่ทางภาคเหนือตอนบน ที่สำคัญได้แก่จังหวัดเชียงใหม่ ลำพูน เชียงราย แม่ฮ่องสอน พะเยา น่าน แพร่ ลำปางและอุตรดิตถ์ นอกจากนี้มีเพาะปลูกบ้างทางภาคตะวันออกเฉียงเหนือ เช่นศรีสะเกษ และ บุรีรัมย์

1.6.4 ระยะเวลาเพาะปลูก

การเพาะปลูกเทียมส่วนใหญ่ จะปลูก 2 ช่วงคือ

1. เพาะปลูกช่วงเดือนตุลาคมถึงช่วงเดือนพฤศจิกายน และ เก็บเกี่ยวช่วงเดือนมกราคมถึงกุมภาพันธ์ อายุแก่เก็บเกี่ยวประมาณ 75-90 วัน กระเทียมรุ่นนี้เรียกว่ากระเทียมดอง หรือกระเทียมเบานิยมใช้ทำกระเทียมดอง ไม่สามารถเก็บไว้ได้นาน เพราะฝ่อเร็ว
2. เพาะปลูกช่วงเดือนธันวาคมถึงช่วงเดือนมกราคม หลังการเก็บเกี่ยวข้าวและ เก็บเกี่ยวช่วงเดือนมีนาคมถึงเมษายนอายุแก่เก็บเกี่ยวประมาณ 90-120 วัน เรียกว่ากระเทียมปีใช้ทำกระเทียมแห้ง เพราะสามารถเก็บไว้ได้นาน

1.6.5 การเตรียมดินปลูก

ดินที่เหมาะสมสำหรับการปลูกกระเทียม ควรเป็นดินที่ร่วนซุย ระบายน้ำได้ดี ถ้าหากเป็นกรดจัดจะทำให้กระเทียมไม่เจริญ ควรใส่ปูนขาวก่อนปลูกอย่างน้อย 15 วันเพื่อปรับดินให้เป็นกรดอ่อนๆ (pH 5.5-6.8)

ก่อนไถควรใส่ปุ๋ยคอกก่อนประมาณ 4 ตันต่อไร่ ถ้าเป็นดินเหนียวควรใช้ไถบุกเบิกก่อนพรวน ถ้าเป็นดินร่วนใช้เฉพะพรวนและยกแปลงเพื่อทำการให้น้ำและระบายน้ำได้ดี

การเตรียมดินดีจะช่วยทำให้กระเทียมลงหัวดี และควรเตรียมแปลงปลูกขนาดกว้าง 1- 2.5 เมตร ความยาวต่อพื้นที่ ปลูกระยะห่างระหว่างแปลง (ทางเดินหรือร่องน้ำ) ควรกว้าง 50 ซม.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า

ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

1.6.6 การปลูก

กระเทียมปลูกโดยใช้กลีบซึ่งประกอบเป็นหัว นิยมใช้กลีบนอกปลูก เนื่องจากกลีบนอกมีขนาดใหญ่ จะให้กระเทียมที่มีหัวใหญ่และผลผลิตสูง การนำกระเทียมไปปลูกในฤดูฝนจะทำให้กระเทียมงอกไม่พร้อมกัน โดไม่สม่ำเสมอ

ขนาดของกลีบจะมีอิทธิพลหรือความสำคัญต่อการลงหัวกระเทียม จากการศึกษาพบว่าพันธุ์ที่มีกลีบใหญ่ ถ้าหากใช้กลีบขนาดกลางปลูกจะทำให้ได้ผลผลิตสูง พันธุ์ที่มีกลีบขนาดเล็กถ้าใช้กลีบใหญ่ที่สุดปลูกจะให้ผลผลิตสูง

ปกติกลีบที่มีน้ำหนัก 2 กรัม จะให้ผลผลิตสูง การปลูกอาจให้น้ำก่อน และใช้กลีบกระเทียมจุ่มลงไป โดยเอาส่วนรากลงลึกประมาณ 2 ใน 3 ส่วนของกลีบ เป็นแถวตามระยะปลูกที่กำหนด ในพื้นที่ 1 ไร่ ต้องใช้หัวพันธุ์ 100 กก. หรือกลีบ 75-80 กก. ปลูกโดยใช้ระยะปลูก 10*10 – 15 ซม. จะให้ผลผลิตสูงที่สุด สำหรับกระเทียมจีนใช้ระยะปลูก 12*12 ซม. และหัวพันธุ์ 300-350 กก. ต่อไร่ หลังปลูกจะใช้ฟางคลุมแปลงเพื่อควบคุมวัชพืช ที่จะมีขึ้นในระยะแรก เก็บความชื้นและลดความร้อนเวลากลางวัน

1.6.7 การให้น้ำ

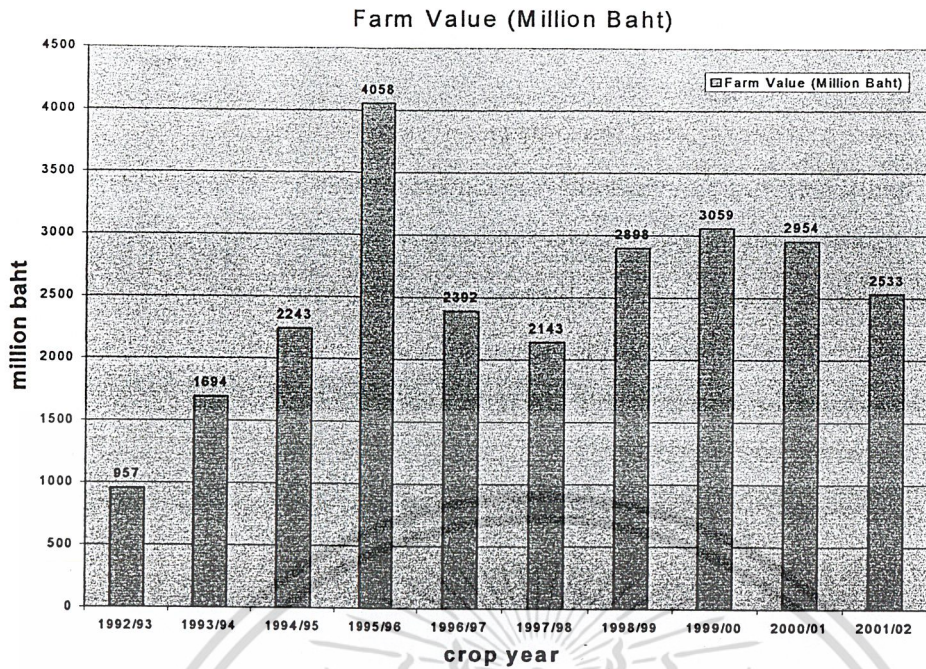
ควรให้น้ำก่อนปลูกและหลังปลูกกระเทียมควรได้รับน้ำอย่างเพียงพอ และสม่ำเสมอในช่วงระหว่างการเจริญเติบโต 7-10 วันต่อครั้ง สรุปแล้วจะให้น้ำประมาณ 10 ครั้งต่อฤดู ควรงดการให้น้ำเมื่อกระเทียมแก่จัด ก่อนเก็บเกี่ยว 2-3 สัปดาห์

1.6.8 การคลุมดิน

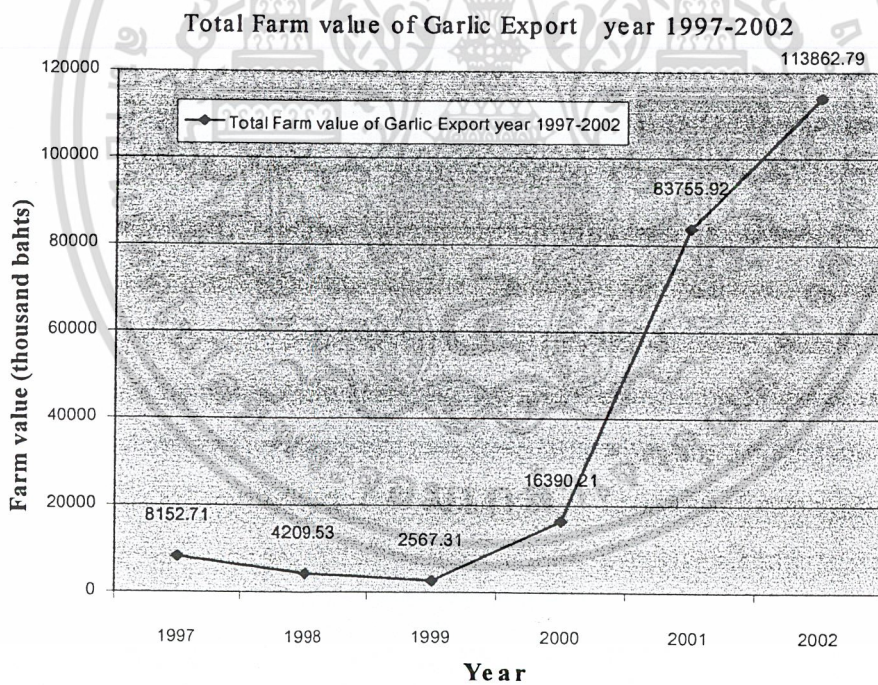
หลังปลูกกระเทียมควรคลุมดินด้วยฟางข้าวแห้ง เศษหญ้าแห้ง หรือเศษวัสดุที่สามารถผุพังเน่าเปื่อยอื่นๆ ทั้งนี้เพื่อควบคุมวัชพืชที่มีขึ้นในระยะแรก รักษาความชื้นในดิน ประหยัดในการให้น้ำและลดอุณหภูมิลงในเวลากลางวัน ทำให้กระเทียมสามารถเจริญเติบโตได้ดี

1.7 ผลผลิตของกระเทียมในอดีตถึงปัจจุบัน

ปริมาณผลผลิตกระเทียมในปี พ.ศ.2545(ค.ศ.2002) ประมาณ 126,423 ตัน คิดเป็นมูลค่ารวม 2,533 ล้านบาท ซึ่งถือได้ว่าเป็นพืชเศรษฐกิจที่มีความสำคัญชนิดหนึ่งของไทย นอกจากนั้นกระเทียมยังเป็นพืชที่มีแนวโน้มการส่งออกที่สูงขึ้นทุกปี



ภาพที่ 1.1 แสดงมูลค่าผลผลิตกระเทียมในประเทศไทยตั้งแต่ปี 1992-2005

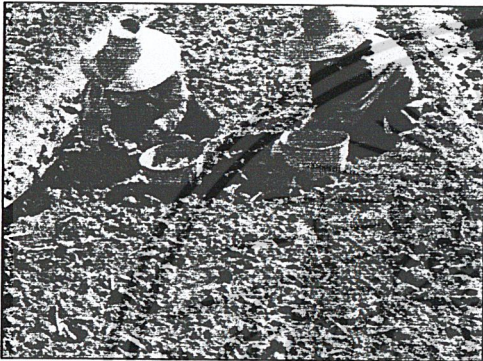


ภาพที่ 1.2 ปริมาณการส่งออกกระเทียมของไทยตั้งแต่ปี 1997-2005

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

1.8 แหล่งแรงงานและความต้องการเครื่องปลูก

การปลูกกระเทียมในปัจจุบัน เป็นการใช้แรงงานคนในการปลูก โดยจะทำการจิ้มกลีบกระเทียมลงบนแปลงปลูกที่เปียกชุ่ม ให้มีความลึกประมาณ 3/4 ของความสูงของกลีบกระเทียม และมีระยะปลูก 10*10 เซนติเมตร หรือ 15*15 เซนติเมตร แล้วจึงนำฟางมาคลุมเพื่อรักษาความชื้นและป้องกันวัชพืชขึ้นอีกด้วย ซึ่งในขั้นตอนการปลูกต้องใช้แรงงานคนจำนวนมาก โดยเฉลี่ยประมาณ 11 คน เสียค่าใช้จ่ายในการจ้างปลูกแบบเหมาจ่ายประมาณ 1,200-1,700 บาทต่อไร่ แรงงานคนมีความสามารถในการทำงานเพียง 0.29 ไร่/คน/วัน (จรีสชัย เย็บพยัพ, 2547)



ก) การปลูกด้วยมือ



ข) การคลุมฟาง

ภาพที่ 1.3 แสดงการปลูกกระเทียมของเกษตรกร จ.เชียงใหม่

ปัญหาที่พบในขั้นตอนการปลูกกระเทียมคือความสิ้นเปลืองแรงงานและค่าใช้จ่ายในการปลูก เนื่องจาก เกษตรกรจะต้องปลูกกระเทียมในพื้นที่ของตนให้เสร็จทันตามเวลาในขณะที่ดินยังคงมีความชื้นเพียงพอให้สามารถทำการปักดำได้ ดังนั้นจะต้องเตรียมแรงงานคนในการปักดำเป็นจำนวนมาก เพื่อให้สามารถปลูกได้ทันตามเวลาจากการสำรวจข้อมูลพบว่าแรงงานคนที่ใช้ในการปลูกแต่ละครั้งประมาณ 11 คน ซึ่งทำให้ต้องเสียค่าใช้จ่ายสูงมากคิดเป็นร้อยละ 11.9 ของค่าใช้จ่ายทั้งหมดในการปลูกกระเทียม การใช้แรงงานคนจำนวนมากทำให้พื้นที่การปลูกกระเทียมส่วนใหญ่มีขนาดไม่เกิน 6 ไร่ เนื่องจากข้อจำกัดทางด้านแรงงานในฤดูกาลเพาะปลูก

จากเหตุผลที่ได้กล่าวมาแล้วข้างต้นในเรื่องที่เกี่ยวกับความจำกัดในเรื่องของระยะเวลาที่ใช้ในการปลูกและแรงงานคนที่มีจำกัดจึงได้ริเริ่มที่จะสร้างเครื่องทุ่นแรงที่จะนำมาใช้ในการปลูกกระเทียม โดยเครื่องปลูกกระเทียมนี้จะต้องสามารถนำมาทดแทนแรงงานคนในกระบวนการปลูกได้ นั้นหมายถึงเครื่องปลูกกระเทียมจะต้องสามารถใช้งานได้ในพื้นที่จริงของเกษตรกรและมีต้นทุนในการใช้งานที่ไม่สูงมากนัก

ตรวจสอบเอกสาร

2.1 ทฤษฎีเครื่องปลูกที่เกี่ยวข้อง

การปลูกพืชเป็นกิจกรรมที่มีความสำคัญมากในการเกษตร เนื่องจากการปลูกที่ถูกวิธีจะทำให้พืชเจริญเติบโตดี การดูแลรักษาทำได้ง่ายและส่งผลให้ได้ผลผลิตที่มีปริมาณและคุณภาพสูง สมัยก่อนกิจกรรมการปลูกของเกษตรกร จะใช้แรงงานคนและแรงงานสัตว์เป็นหลัก จนปัจจุบันวิทยาการและเทคโนโลยีที่ก้าวหน้า ทำให้มีการศึกษาและพัฒนาเอาเครื่องจักรกลทางการเกษตรเข้ามาทดแทนกิจกรรมต่างๆในระบบการเกษตรรวมถึงการปลูกพืชด้วย

นอกจากเหตุผลของเทคโนโลยีที่ทันสมัยแล้วประเด็นหลักของการใช้เครื่องจักรกลทางการเกษตรก็คือ ในปัจจุบันแรงงานคน และสัตว์ในภาคเกษตรมีจำนวนลดลง ดังนั้นเครื่องจักรกลเกษตร เช่น เครื่องปลูกพืชจึงมีความสำคัญที่มีการศึกษาและพัฒนาอย่างต่อเนื่องจวบจนปัจจุบัน

2.1.1 ชนิดของเครื่องปลูกพืช

การปลูกพืช เป็นกิจกรรมที่กระทำต่อจากการเตรียมพื้นที่เพาะปลูก หรือ กระทำไปพร้อมกับการเตรียมดินเพาะปลูก และต้องกระทำกับช่วงเวลาที่เหมาะสม ขั้นตอนการทำงานของเครื่องปลูกพืชมีวิธีเช่นเดียวกันกับการปลูกพืชโดยคนดังนั้นเครื่องปลูกพืชที่ดีต้องมีลักษณะการทำงานดังต่อไปนี้

1. จะต้องเปิดหน้าดินให้มีความลึกตามต้องการที่จะวางตำแหน่งเมล็ดพืช
2. ปลดปล่อยเมล็ดพืชได้จำนวนที่ต้องการ
3. หยอดเมล็ดพืชลงในร่องปลูกตามความลึกและระยะที่กำหนด
4. กลบและอัดดินรอบ ๆ เมล็ดพืชให้แน่นตามชนิดของพืชที่ปลูก
5. ต้องไม่ทำลายเมล็ดพืชให้เสียหายจนไม่สามารถงอกได้ขณะที่หยอดเมล็ดพืช

นอกจากนี้ ประสิทธิภาพของเครื่องปลูกพืชจะ ขึ้นอยู่กับ คุณสมบัติทางกายภาพของเมล็ดพืชอีกด้วยเช่นขนาด รูปร่าง ความสม่ำเสมอของรูปร่างและขนาด ลักษณะผิวของเมล็ด ความหนาแน่นหรือน้ำหนักของเมล็ดต่อปริมาตรซึ่งจะมีผลต่อการไหลของเมล็ดพืชในเครื่องปลูก ลักษณะของถังบรรจุเมล็ดพืชและความเร็วของการปล่อยเมล็ดพืชเป็นต้น เครื่องปลูกสามารถแบ่งเป็นประเภทต่างๆได้ 4 ประเภทดังนี้

1. เครื่องปลูกพืชเป็นระยะ (Row – Crop planter) เป็นเครื่องปลูกที่ปลูกพืชเป็นแถวโดยมีระยะห่างระหว่างต้นค่อนข้างแน่นอน ทำหน้าที่ปล่อยเมล็ดพืชลงสู่ดิน และกลบเมล็ดด้วย การปลูก

เป็นแถวนี้จะช่วยให้สามารถใช้เครื่องจักรกลเกษตรเพื่อทำการกำจัดวัชพืชและเก็บเกี่ยวภายหลังได้สะดวก พืชที่ปลูกโดยใช้เครื่องปลูกพืชเป็นระยะได้แก่ ข้าวโพด, ถั่วเหลือง เป็นต้น

2. เครื่องหยอดเมล็ด (Seed drill) เป็นเครื่องปลูกสำหรับหยอดเมล็ดธัญพืชขนาดเล็กที่ต้องการปลูกเป็นแถว แต่มีจำนวนต้นในแต่ละแถวมาก และไม่จำเป็นต้องมีระยะระหว่างต้นที่แน่นอน และมีระยะแถวของเมล็ดพืชกว้างมากพอที่จะนำเครื่องจักรกลเข้าไปทำงานก่อนการเก็บเกี่ยวได้

3. เครื่องหว่าน (Broadcast seeder) เป็นเครื่องมือสำหรับปลูกพืชด้วยเมล็ดแบบง่ายที่สุดและเก่าแก่ที่สุด มักใช้กับเมล็ดขนาดเล็ก เช่น ข้าวบาร์เลย์, ข้าวโอ๊ต, ข้าวสาลี, ข้าว, ข้าวฟ่าง เมล็ดหญ้า, ถั่วบางชนิดซึ่งต้องการปลูกดินที่ผิวดิน การหว่านเมล็ดพืชด้วยเครื่องหว่านสามารถหว่านได้สม่ำเสมอและรวดเร็วกว่าการหว่านด้วยมือ จะหว่านเมล็ดพืชให้กระจายบนพื้นที่เพาะปลูกโดยมีรูปแบบการปลูกที่ไม่แน่นอน และไม่มีอุปกรณ์กลบเมล็ด ถ้าต้องการกลบจะต้องใช้พรวนซี่ (Tooth harrow) พรวนกลบอีกครั้งหนึ่ง

4. เครื่องปลูกเฉพาะงาน (Specialize planter) เป็นเครื่องปลูกที่ใช้เฉพาะงานเช่น เครื่องปลูกกล้า เครื่องดำนา เครื่องปลูกมันฝรั่ง เครื่องปลูกอ้อย และเครื่องปลูกผักต่าง ๆ เป็นต้น

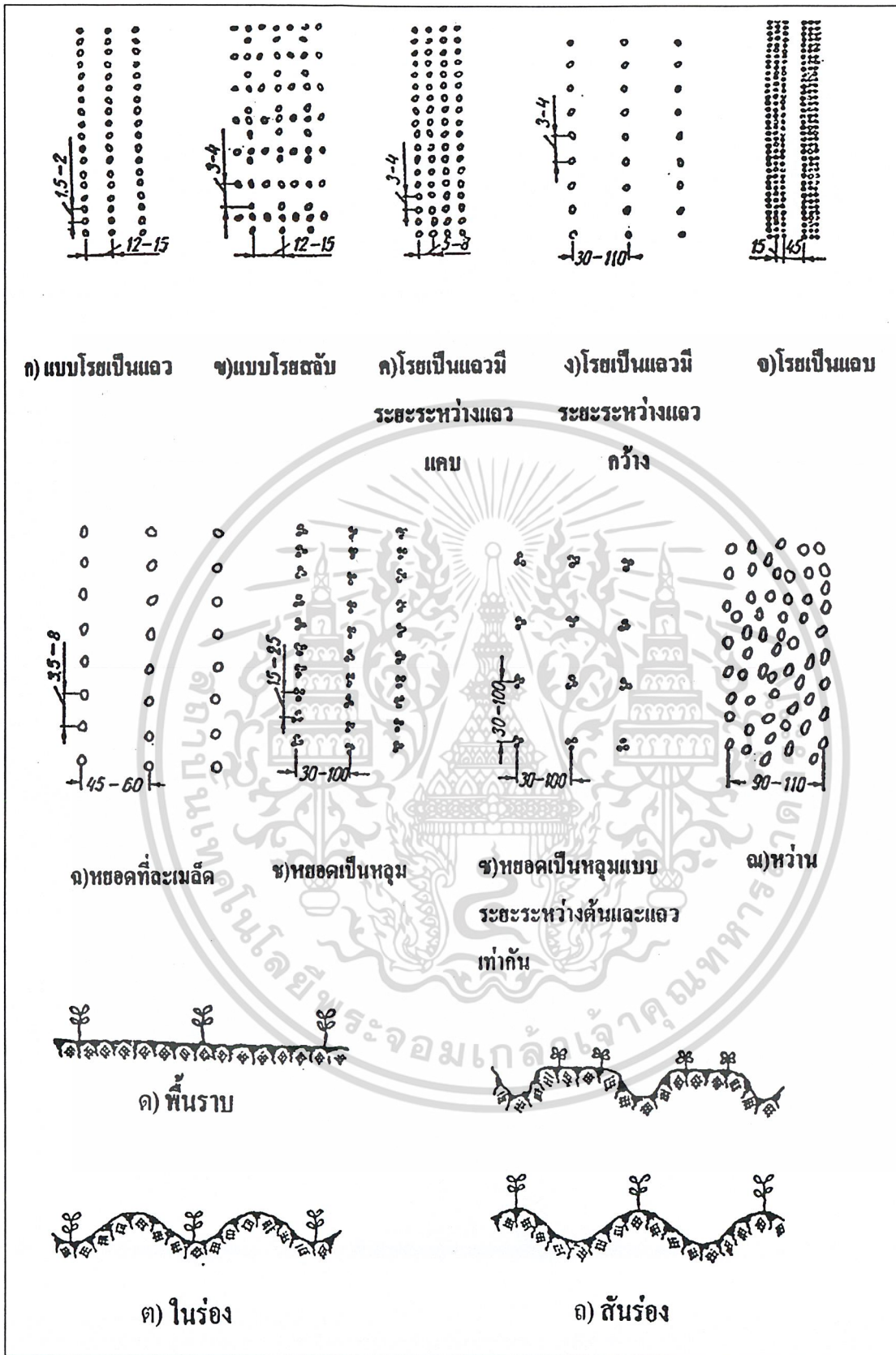
2.1.2 ลักษณะของการปลูกพืช

ลักษณะการหยอดเมล็ดปลูกพืชและการหว่านแสดงในภาพที่ 2.1 การปลูกพืชแบ่งได้ 3 ลักษณะคือ การปลูกบนพืชราบ การปลูกบนสันร่อง และการปลูกในร่อง ดังแสดงในรูปที่ 2.1 การเลือกวิธีการปลูกขึ้นกับปริมาณน้ำฝน อุณหภูมิ และสภาพของดินที่แตกต่างกันในแต่ละท้องถิ่น

การปลูกบนพื้นราบเหมาะสำหรับพื้นที่ซึ่งมีปริมาณน้ำฝนที่ตกเพียงพอต่อการปลูกพืชโดยไม่ต้องอาศัยน้ำชลประทาน

การปลูกบนสันร่องเหมาะสำหรับพื้นที่ซึ่งมีความชื้นในดินมากเกินไปก่อนการปลูก หรือพื้นที่ที่ต้องการน้ำชลประทานเข้าไปในร่อง

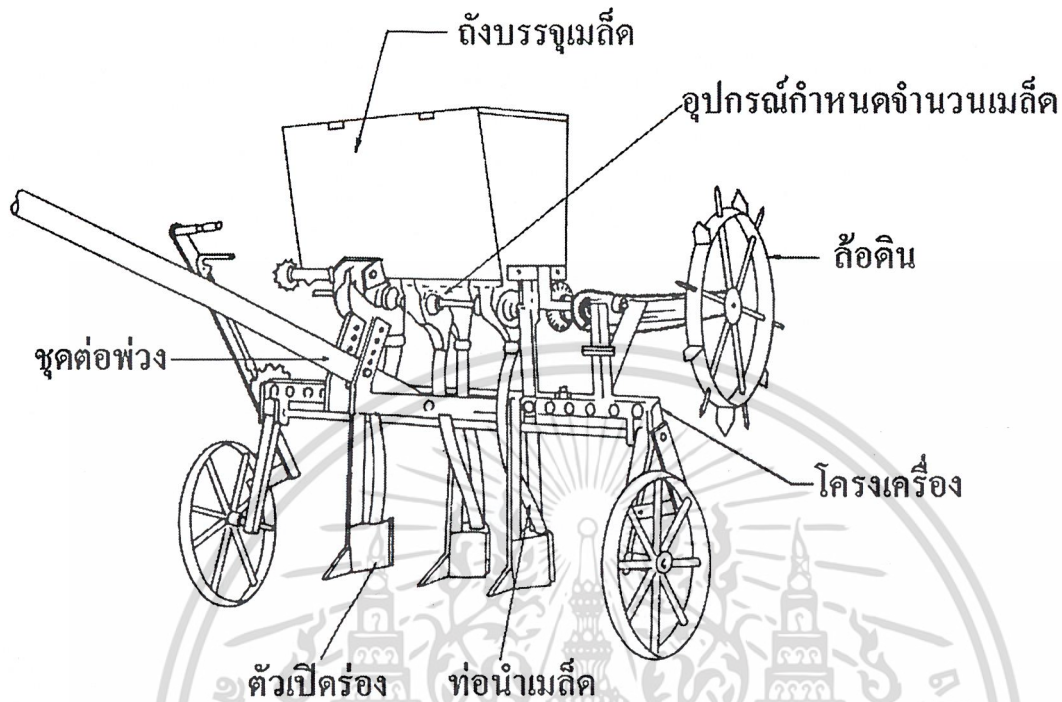
การปลูกในร่องเหมาะสำหรับพื้นที่ที่ปริมาณน้ำฝนที่ตกเป็นจำนวนจำกัดในช่วงของการเพาะปลูก การปลูกในร่องจะทำให้พืชได้รับความชื้นมากขึ้นเนื่องจากน้ำฝนจะไหลไปรวมกันในร่อง



รูปที่ 2.1 ลักษณะการปลูกแบบต่างๆ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ส่วนประกอบต่างๆของเครื่องปลูกพืช



รูปที่ 2.2 ส่วนประกอบหลักของเครื่องปลูกพืช

2.2 เครื่องปลูกพืชที่มีใช้ในประเทศ

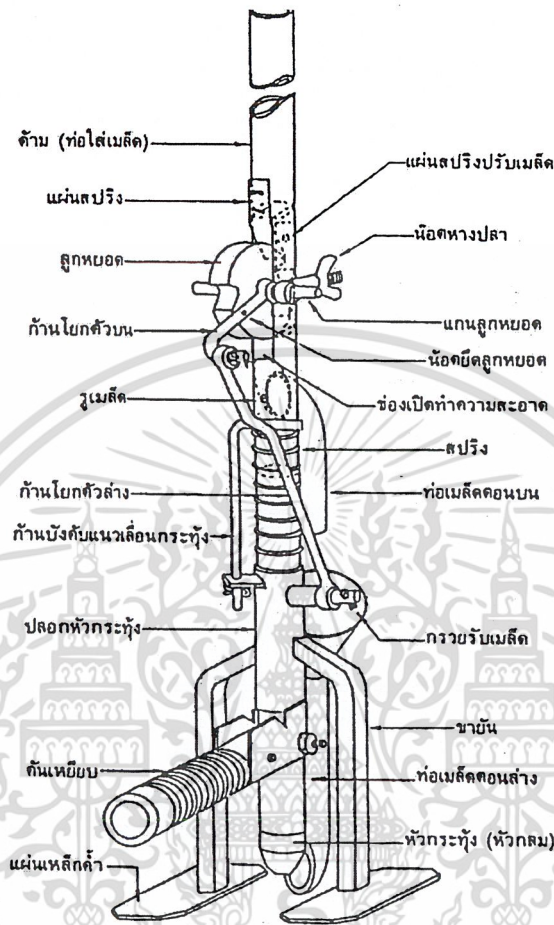
2.2.1 เครื่องหยอดเมล็ดพืชแบบใช้แรงคน

ก) เครื่องหยอดเมล็ดพืชแบบกระทุ้ง

เครื่องหยอดเมล็ดพืชแบบกระทุ้งเป็นเครื่องหยอดชนิดใช้แรงงานคนทำงาน ปลูกได้ครั้งละหนึ่งหลุม โดยจะรวมการเปิดหลุมและปล่อยเมล็ดต่อเนื่องกันสำหรับการกลบโดยใช้อุปกรณ์กลบหรือใช้เท้ากลบ เครื่องหยอดแบบกระทุ้งจะเหมาะสมสำหรับเกษตรกรที่มีพื้นที่ถือครองขนาดเล็ก (ต่ำกว่า 5 ไร่) ในสภาพพื้นที่ลาดชันซึ่งไม่เหมาะสมสำหรับการใช้เครื่องปลูกชนิดอื่นๆและมีการเตรียมดินไม่ดีนักเครื่องหยอดชนิดนี้ได้รับการออกแบบและพัฒนาโดยสถาบันเทคโนโลยีแห่งเอเชียร่วมกับกองเกษตรวิศวกรรม ความสามารถในการทำงานของเครื่องหยอดในสภาพดินไถพรวนประมาณ 0.13 ไร่ต่อชั่วโมงต่อคนเครื่องหยอดแบบกระทุ้งแบ่งออกเป็น 4 แบบ ตามลักษณะของหัวกระทุ้งคือ แบบหัวกลม, แบบปากเปิด, แบบปากเสียม และแบบหัวเหลี่ยมเครื่องหยอดแบบกระทุ้งทำงานได้ช้า ในกรณีที่ต้องการทำงานเร็ว ก็จะต้องซื้อเครื่องเพื่อให้ใช้คนละเครื่อง นอกจากนั้นการปลูกเป็นแถวก็ต้องอาศัยการขึง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

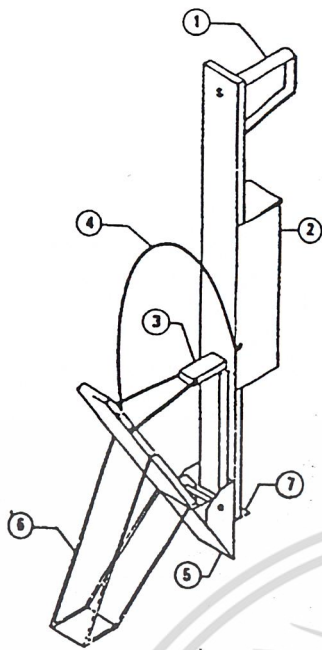
เชือกหรือกาแนว ตั้งนั้นจึงไม่เหมาะกับการใช้เครื่องปลูกกับพื้นที่ขนาดใหญ่เพราะจะไม่คุ้มค่า



รูปที่ 2.3 เครื่องหยอดเมล็ดพืชกระทุ้งแบบเอไอที (หัวกลม)

ข) เครื่องหยอดเมล็ดแบบกดโยก

เครื่องหยอดเมล็ดแบบกดโยก ใช้อุปกรณ์กำหนดเมล็ดแบบแผ่น ซึ่งการทำงานโดยการเลื่อนกลับไปกลับมา โดยการกดและโยกเครื่องหยอด

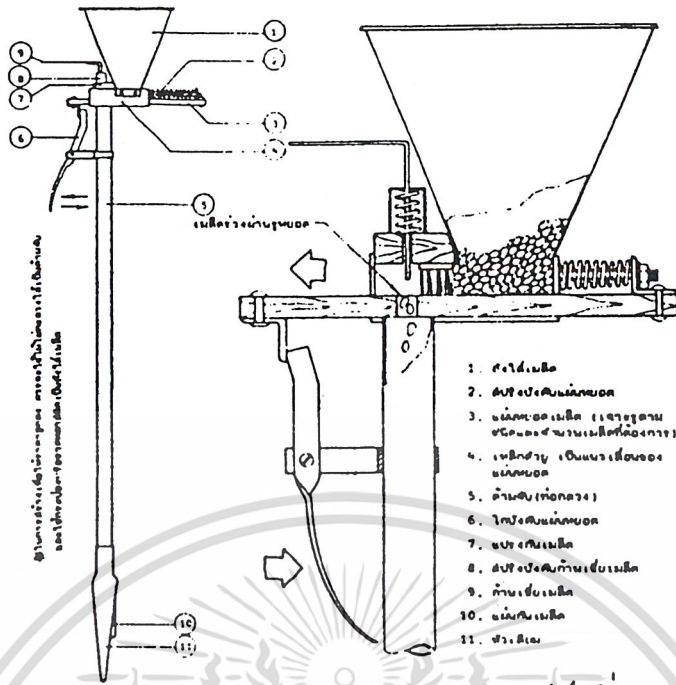


1. ค้ำจับ ไขยก กระแทกและกดผลัดแผ่นหยอด
2. ถังใส่เมล็ด
3. แผ่นหยอด เป็นแผ่นไม้หรือพลาสติกเจาะรูทะลุหนึ่งรู ขนาดความหนาของแผ่นและรูจะขึ้นอยู่กับจำนวนและขนาดของเมล็ดที่ใช้
4. ลวดสปริง ทำหน้าที่ยันปลายเปิดหลุมให้ปิด และควบคุมการเลื่อนไปมาของแผ่นหยอด
5. ปลายเปิดหลุม เป็นแผ่นเหล็ก 2 แผ่นประกบกันเป็นรูปลิ้น
6. ขายัน อยู่ตอนหน้าเครื่องหยอด ปลายล่างของขายันห่างจากปลายเปิดหลุมประมาณ 25 ซม.
7. แผ่นปรับความลึกในการหยอด อยู่ตอนบนปลายเปิดหลุม สามารถเลื่อนขึ้นลงได้เพื่อปรับความลึกของหลุมเมล็ด

รูปที่ 2.4 เครื่องหยอดเมล็ดพืชแบบกดโยก

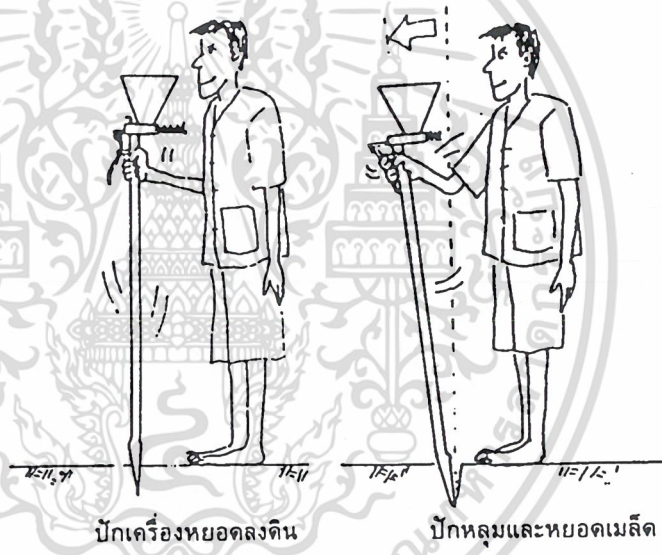
ค) เครื่องหยอดแบบเสียม

เครื่องหยอดแบบเสียม สามารถใช้หยอดเมล็ดข้าวหรือพืชไร่ เช่น ข้าวโพด ข้าวฟ่าง ถั่วเหลือง และอื่นๆ เครื่องหยอดเมล็ดชนิดนี้ทำงาน โดยใช้แรงงานคน ตอนบนมีถังเก็บเมล็ดและมีแผ่นหยอดซึ่งเจาะรูสำหรับหยอดเมล็ดอยู่ตอนล่างของถังกับเมล็ด แผ่นหยอดจะเลื่อนไปมาโดยการกดกลไกบังคับ และแรงดันของสปริง ความหนาแน่นของจำนวนแผ่นหยอดและขนาดรูหยอดขึ้นอยู่กับขนาดและจำนวนเมล็ดที่ต้องการใช้ ผู้ใช้สามารถเลือกใช้ขนาดโดยใช้เมล็ดที่จะหยอดใส่ลงไป ในรูหยอดแล้วใช้แปลงปิดเมล็ดที่ค้างตอนบนของรูหยอดจะเป็นจำนวนเมล็ดที่หยอดลงหลุมในแต่ละครั้ง ข้อเสียของเครื่องแบบนี้คือมีการไหลของเมล็ดยาวเกินไป ทำให้ทำงานได้ช้า และการใช้มือบีบแผ่นหยอดทำให้ผู้ทำงานเมื่อยล้า



การทำงาน

1. ใช้มือจับด้ามเครื่องหยอดคอนกรีต บังเครื่องหยอดลงดินแล้วผลักไปข้างหน้า เพื่อเปิดหลุม
2. เหนี่ยวไกบังคับแผ่นหยอดจนตะกั่วตามจับ เมล็ดจะร่วงลงจากรูหยอดผ่านท่อตามจับลงสู่หลุม
3. ดึงเครื่องหยอดขึ้นและใช้เท้ากลบหลุม



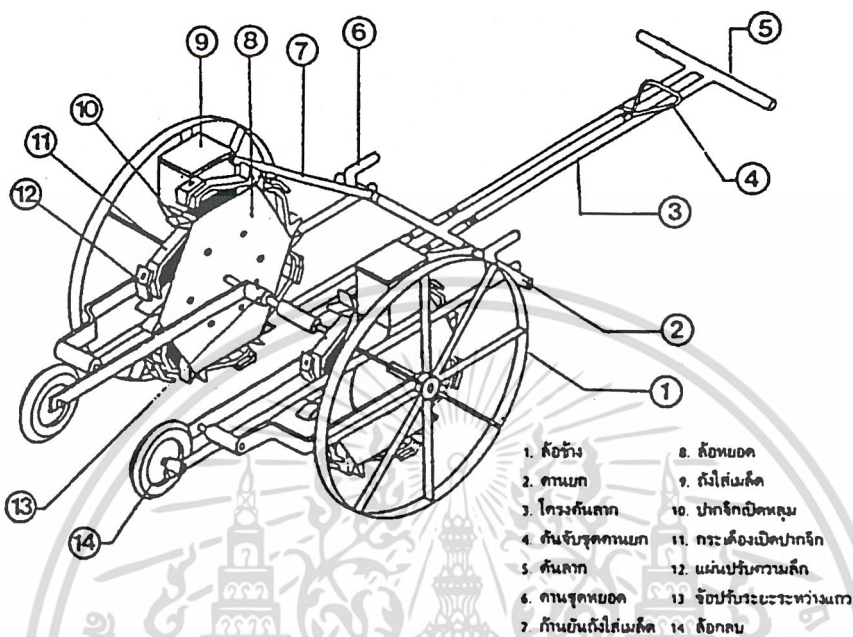
รูปที่ 2.5 การทำงานของเครื่องหยอดเมล็ดพืชแบบเสียม

ง) เครื่องหยอดเมล็ดพืชแบบล้อจิกสองแถว

เครื่องหยอดเมล็ดพืชแบบล้อจิกสองแถว เป็นเครื่องที่พัฒนามาจากเครื่องหยอดเมล็ดพืชแบบล้อจิกแถวเดียวข้อเด่นที่สำคัญของเครื่องหยอดแบบล้อจิก คือมีลักษณะอุปกรณ์เปิดหลุมแบบเป็นปากจิกดินและจะหมุนข้ามเศษพืชที่ค้างอยู่บนแปลง จึงทำให้สามารถทำงานได้ในพื้นที่ที่ไม่ต้องเตรียมดินดีมากและทำงานได้ดีแม้จะมีตอซังข้าวค้างบนแปลง และลดการสูญเสียความชื้นในดินเนื่องจากไม่มีการเปิดแนวร่อง สามารถปรับระยะระหว่างแถวได้ 20-60 เซนติเมตร โดยมีระยะระหว่างต้น 25 เซนติเมตร เลี้ยวกลับหัวงานได้สะดวกและสามารถหยอดเมล็ดพืชได้หลายชนิดโดยการเปลี่ยนแปลงขนาดของรูหยอด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

จากการทดสอบการปลูกข้าว ถั่วเหลือง และถั่วเขียว ในแปลงเกษตรกรพบว่าเครื่องสามารถทำงานได้ประมาณ 4-6ไร่ต่อวัน โดยใช้คนลากทำงาน 1-3 คนการทำงานของเครื่องสามารถทำงานได้ดีในดินที่มีการไถและสภาพดินแห้ง



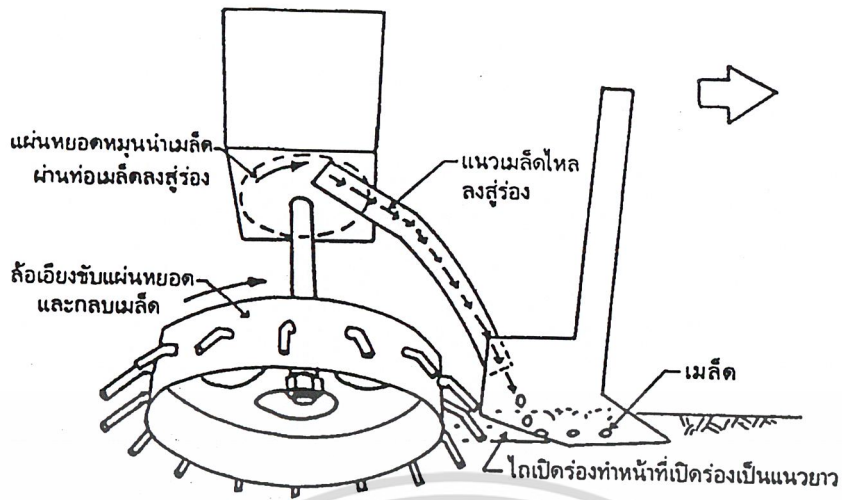
รูปที่ 2.6 เครื่องหยอดเมล็ดพืชแบบล้อจิก 2 แกว

2.2.2 เครื่องหยอดเมล็ดพืชแบบพ่วงรถไถเดินตาม

ก) เครื่องหยอดเมล็ดพืชแบบล้อเอียง

ข้อดีที่สำคัญของเครื่องหยอดแบบล้อเอียงคือใช้แผ่นหยอดแบบเอียง ซึ่งจะกำหนดเมล็ดโดยรูหยอด และ เมล็ดส่วนเกินจะไหลลงสู่ด้านล่างของถังใส่เมล็ด ซึ่งจะให้เมล็ดไม่แตกหัก เครื่องหยอดเมล็ดนี้มีล้อเอียงควบคุมการหยอดของแผ่นหยอดแบบเอียงสามารถใช้หยอดเมล็ดพืชได้หลายชนิดโดยการเปลี่ยนแปลงขนาดของรูหยอด หยอดได้ครั้งละ 2 แกว ทำงานโดยใช้รถไถเดินตามสามารถหยอดโดยไม่ต้องไถเตรียมดินในสภาพดินที่ไม่แข็งและแห้งเกินไป สภาพดินที่เหมาะสมคือดินร่วนและได้รับฝนมาแล้ว 1 ครั้ง สามารถทำงานได้ประมาณ 8 ไร่ต่อวัน ระยะระหว่างแถวปรับได้ 30-90 เซนติเมตรลักษณะการทำงาน คือ ในขณะที่ทำงานโดยการไถรถไถ 4 ล้อ ลากเครื่องหยอดไปข้างหน้า ไถเปิดร่องจะทำหน้าที่เบิกร่องเปิดดิน ในขณะที่เดียวกันล้อควบคุมการหยอดจะหมุนแผ่นหยอดให้นำเมล็ดก่อนนำเมล็ดลงสู่ร่องดิน ซึ่งจะถูกลบโดยล้อควบคุมการหยอด

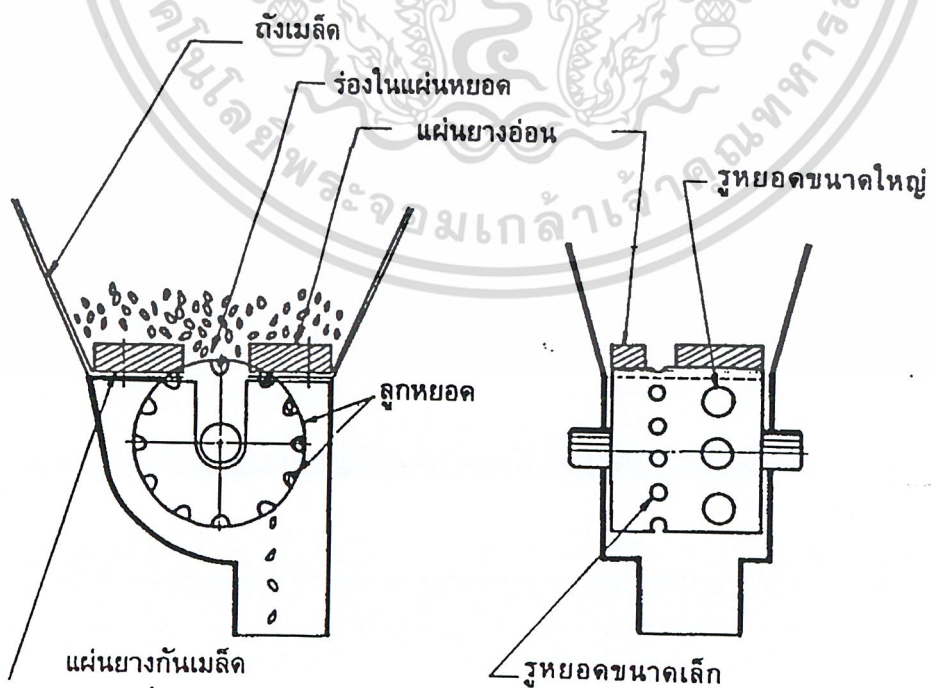
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 2.7 การทำงานของเครื่องหยอดเมล็ดพืชแบบล้อเอียง

ข) เครื่องหยอดเมล็ดแบบลูกหยอดทรงกระบอก

เครื่องหยอดชนิดนี้ใช้อุปกรณ์หยอดแบบลูกหยอดทรงกระบอกการใช้ลูกหยอดทรงกระบอกจะเปลี่ยนลูกหยอดเพื่อใช้ปลูกพืชชนิดอื่นได้ยาก และการใช้อุปกรณ์ปิดเมล็ดที่ไม่เหมาะสมหรือถี่มากเกินไป จะทำให้เมล็ดไหลลงมากเกินไปเครื่องหยอดบางแบบจะเจาะรูหยอดไว้ 2 แถว สำหรับรูหยอดเพื่อใช้ปลูกพืชต่างชนิด โดยการปิดรูหยอดด้านหนึ่ง แล้วใช้อีกด้านหนึ่ง

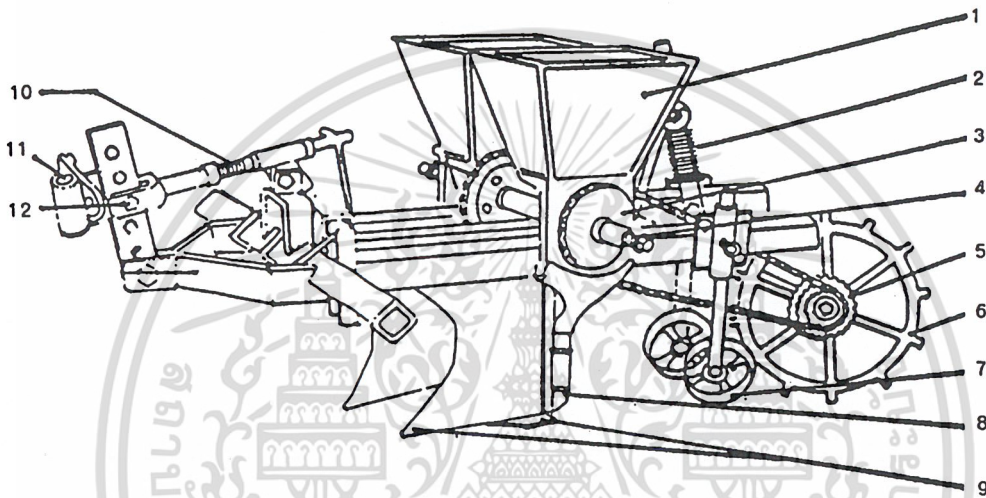


รูปที่ 2.8 ลักษณะอุปกรณ์หยอดแบบลูกหยอดทรงกระบอก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ค) เครื่องหยอดเมล็ดพืชแบบตัวที่หัวกลับ

เครื่องหยอดชนิดนี้เป็นเครื่องต้นแบบที่ได้รับมาจากสถาบันวิจัยข้าวระหว่างประเทศ (IRRI) ข้อดีของเครื่องหยอดชนิดนี้คือ อุปกรณ์เปิดร่องแบบตัวที่หัวกลับที่แข็งแรงสามารถใช้ปลูกในสภาพพื้นที่ที่ไม่ไถเตรียมดินและมีความชื้นที่เหมาะสมข้อเสียคือระบบลูกหยอดแบบพองน้ำ จะไม่สามารถควบคุมการหยอดของเมล็ดได้แน่นอนและในกรณีที่พองน้ำสีจะมีเมล็ดไหลเกินความต้องการผู้ใช้ควรหมั่นตรวจสอบอัตราการหยอดและการสึกของพองน้ำเครื่องหยอดแบบตัวที่หัวกลับสามารถทำงานได้ประมาณ 8-10 ไร่ต่อวัน โดยใช้ได้กับพื้นที่ไถเตรียมดินและไม่ไถ



- | | |
|--------------------------------------|----------------------------------------|
| 1. ดึงใส่เมล็ดข้างละ 5-6 กิโลกรัม | 7. ล้อกลบเมล็ด (ปรับระดับแรงกดได้) |
| 2. สปริงกันกระแทก | 8. ท่อเมล็ด |
| 3. อุปกรณ์กำหนดเมล็ดแบบพองน้ำ | 9. ชุดเปิดร่องรูปตัวที่หัวกลับ (∟) |
| 4. สปริงกดพองน้ำปรับอัตราเมล็ดพันธุ์ | 10. จุดปรับระดับโลก-ดิน |
| 5. ชุดเฟืองโซ่ | 11. จุดต่อพ่วงรถไถเดินตาม |
| 6. ล้อสำหรับหมุนขับเคลื่อนชุดหยอด | 12. จุดปรับระดับสูงต่ำของผู้ปฏิบัติงาน |

รูปที่ 2.9 เครื่องหยอดเมล็ดพืชแบบตัวที่หัวกลับ

2.2.3 เครื่องหยอดเมล็ดพืชแบบต่อพ่วงรถแทรกเตอร์

โครงสร้างของเครื่องหยอดเมล็ดจะสร้างแบบแข็งแรงโดยเฉพาะไถเปิดร่องเพื่อป้องกันเครื่องหยอดเสียหาย เนื่องจากชนตอไม้หรือหินขณะทำงาน ในอดีตอุปกรณ์หยอดของเครื่องหยอดพ่วงรถแทรกเตอร์ ส่วนใหญ่จะใช้แบบเพลากลมเจาะรูและมีแผ่นกั้นเมล็ดซึ่งจะมีข้อเสีย คือ การกำหนดจำนวนเมล็ดไม่แน่นอน และมีปัญหาเมล็ดแตกหักใน ปัจจุบันโรงงานผู้ผลิตส่วนใหญ่ได้เปลี่ยนอุปกรณ์หยอดมาเป็นแบบแผ่นนอนและแผ่นเอียง โดยแผ่นนอนจะต้องมีแผ่นกั้นเมล็ดสำหรับปิดเมล็ดเกิน ส่วนแผ่นเอียงไม่ต้องมีเพราะเมล็ดที่เกินจะไหลลงตามแนวเอียงของแผ่นกั้นเมล็ดสู่ถังด้านล่าง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า

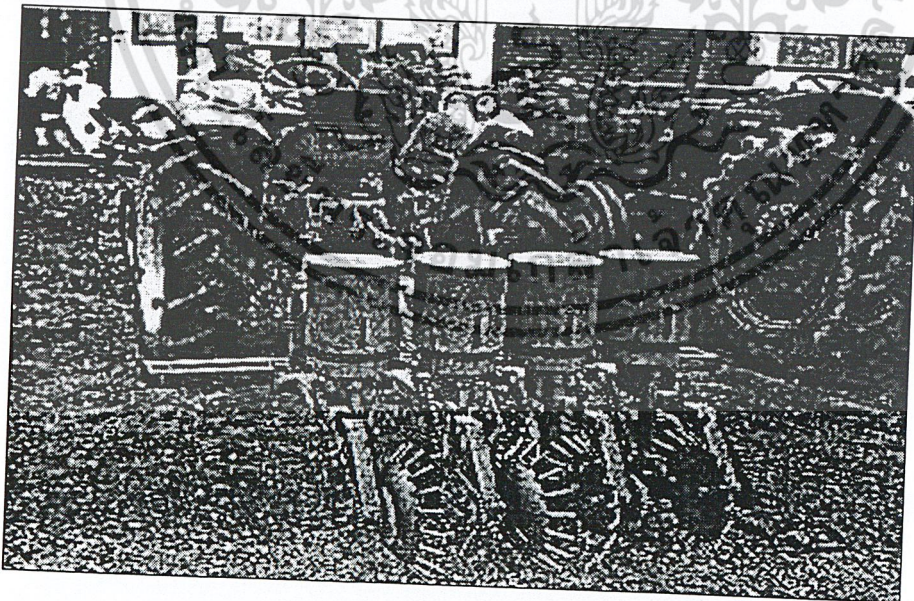
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ต้นแย่งสิ่งเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สำหรับการใช้แผ่นเอียง ก็มีปัญหาการหยอดในบางพื้นที่ที่ไม่สม่ำเสมอ เมื่อเครื่องหยอดเอียง หรือ กระจกขณะทำงานจะทำให้การไหลลงของเมล็ดไม่สม่ำเสมอ

เครื่องหยอดเมล็ดแบบพ่วงรถแทรกเตอร์สามารถใช้หยอดได้ครั้งละ 3-7 แถวขึ้นอยู่กับขนาดของรถ และแบบของเครื่องหยอด โดยบางเครื่องจะมีชุดของอุปกรณ์ใส่ปุ๋ยติดอยู่ด้วย ทำให้สามารถหยอดปุ๋ยพร้อมกับหยอดเมล็ดความสามารถในการทำงานอยู่ที่ วันละ 30-70 ไร่ ส่วนใหญ่จะเป็นการรับจ้าง



รูปที่ 2.10 เครื่องหยอดเมล็ดพืชแบบพ่วงรถแทรกเตอร์(แบบแผ่นเอียง)

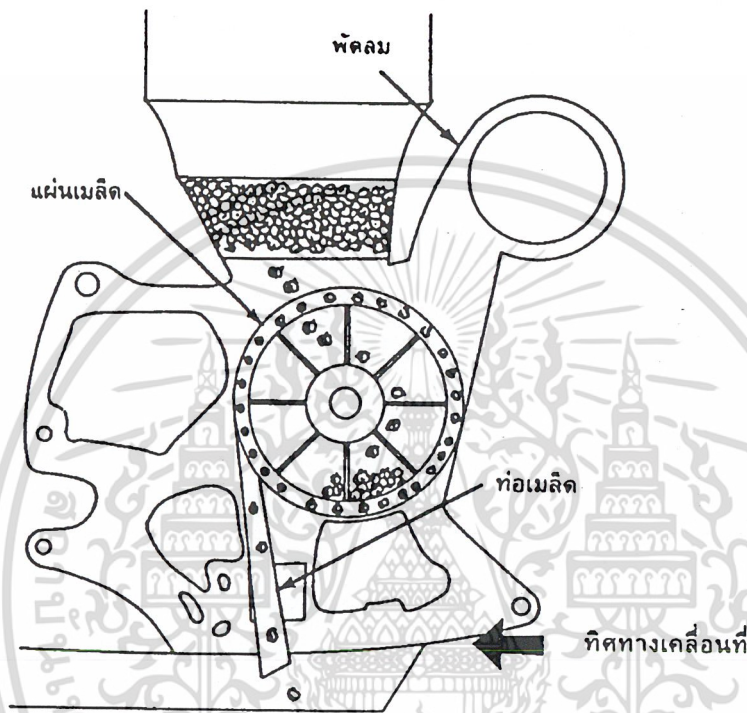


รูปที่ 2.11 เครื่องหยอดเมล็ดพืชแบบพ่วงรถแทรกเตอร์(แบบแผ่นนอน)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.2.4 เครื่องหยอดเมล็ดพืชแบบใช้ลม

เครื่องหยอดเมล็ดพืชแบบใช้ลม เป็นแบบที่ใช้อุปกรณ์หยอดเมล็ดแบบสูญญากาศหรือแรงอัดของอากาศ ซึ่งจะทำให้สามารถกำหนดเมล็ดได้แม่นยำ และมีความเสียหายของเมล็ดน้อยมากปัจจุบันยังมีการใช้ในเมืองไทยน้อยมากแต่ก็ได้เริ่มมีการนำมาใช้ และมีการพัฒนาสำหรับการใช้ในอนาคตอันใกล้



รูปที่ 2.12 เครื่องหยอดเมล็ดพืชแบบใช้ลม

2.2.5 เครื่องหว่านเมล็ดพืช

ก) เครื่องหว่านเมล็ดพืชแบบใช้แรงคน

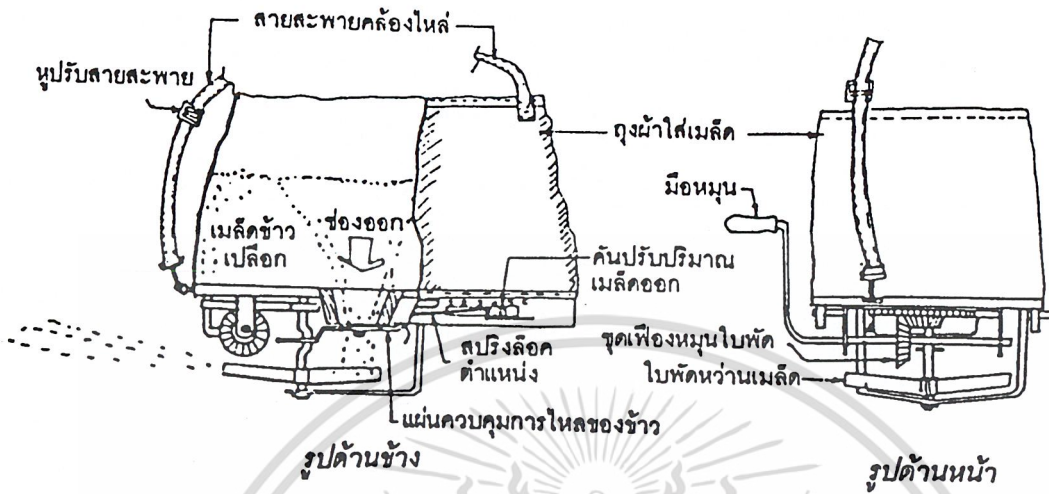
สามารถใช้หว่านเมล็ดได้หลายชนิด เช่นข้าว(ทั้งข้าวแห้งและข้าวอกในการทำนํ้าตม) ข้าวฟ่าง ถั่ว นอกจากนี้ยังสามารถใช้หว่านปุ๋ยชนิดที่เป็นเมล็ดได้อีกด้วย เครื่องหว่านเมล็ดพืชมีส่วนประกอบที่สำคัญคือถุงใส่เมล็ด ไบพัตหว่านเมล็ด มือหมุนและชุดเฟืองหมุนไบพัต

- ถุงใส่เมล็ดเป็นถุงผ้าและมีสายสะพายสำหรับคล้องไหล่ขณะทำงาน
- ไบพัตหว่านเมล็ดอยู่ตอนล่างของถุงผ้า ไบพัตหว่านเมล็ดจะหมุนขณะที่ผู้ปฏิบัติงานหมุนมือหมุน
- ชุดเฟืองหมุนไบพัตจะเป็นตัวส่งกำลังจากมือหมุนมาหมุนไบพัตหว่านเมล็ด

การทำงาน ในขณะที่เริ่มทำงานผู้ปฏิบัติงานจะต้องเปิดช่องเมล็ดซึ่งอยู่ตอนล่างของถุงพร้อมกับหมุนมือหมุน ในขณะที่เดียวกันก็ก้าวเดิน การปฏิบัติงานทั้งหมดจะต้องสัมพันธ์กันคือ ถ้าเปิดช่องให้ปล่อยเมล็ดลงมาก จะต้องหมุนไบพัตหว่านเมล็ดและก้าวเดินเร็วขึ้นในทางกลับกันถ้าผู้ปฏิบัติการเปิด

ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

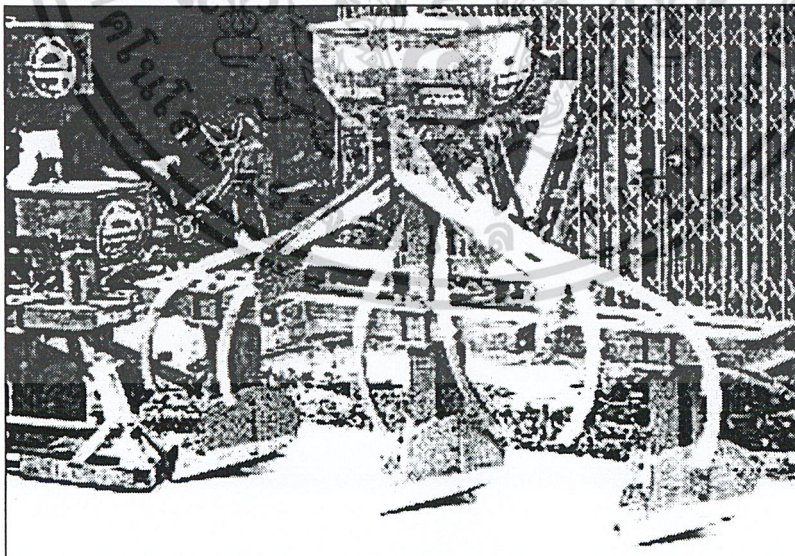
ช่องปล่อยเมล็ดน้อย การหมุนและการก้าวเดินจะช้าลงและต้องสม่ำเสมออัตราการหว่านโดยทั่วไปจะอยู่ระหว่าง 14-16 กก./ไร่ ในขณะที่ก้าวเดินปกติ



รูปที่ 2.13 เครื่องหว่านเมล็ดพืช

ข) เครื่องหว่านเมล็ดแบบพวงรถแทรกเตอร์

มีอุปกรณ์กำหนดจำนวนเมล็ดอยู่ด้านล่างของถังใส่เมล็ด โดยอุปกรณ์กำหนดเมล็ดจะกระจายเมล็ดลงตามท่อเมล็ดซึ่งอยู่เหนือพื้น ทำให้เมล็ดตกกระจายบนพื้นในลักษณะหว่านและไถกลับก็จะทำหน้าทีกวาดดินขึ้นให้กลบเมล็ด



รูปที่ 2.14 เครื่องหว่านเมล็ดพืชแบบพวงรถแทรกเตอร์

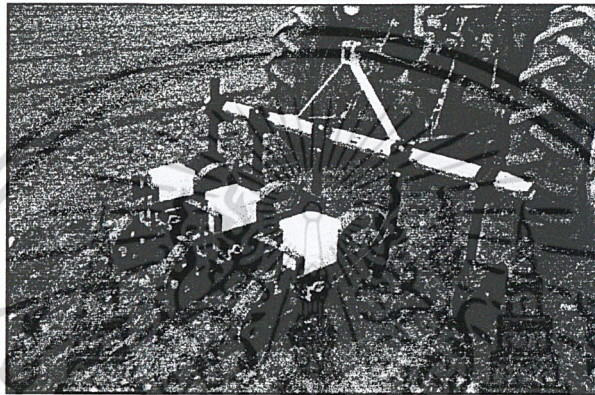
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.3 เครื่องปลูกพืชที่มีขายในต่างประเทศ

เครื่องปลูกพืช (Vegetables Seeders) ที่มีขายทั่วไปในต่างประเทศแบ่งได้เป็น 3 ประเภทใหญ่ๆ คือ

2.3.1 เครื่องปลูกแบบโรย(Drills)[24]

เป็นเครื่องปลูกที่สามารถทำการปลูกพืช ที่มีเมล็ดพันธุ์ขนาดเล็กจนถึงใหญ่ โดยมีระยะห่างระหว่างเมล็ดในแถวน้อย และมีความสามารถในการปรับระยะห่างระหว่างเมล็ดได้เล็กน้อยหรือไม่ได้เลย



รูปที่ 2.15 เครื่องปลูกแบบโรยใช้กับพืชที่มีระยะวางตัวแคบๆ

2.3.2 เครื่องปลูกแบบกลไกงานหยอด(Plate Planter)[24]

เป็นเครื่องปลูกที่ใช้อุปกรณ์กำหนดจำนวนเมล็ดแบบจานที่มีช่องวางเมล็ด (cell) ได้ที่ละเมล็ด และ ปลดปล่อยเมล็ดจากช่องวางเมล็ดลงสู่ร่องปลูก เครื่องปลูกประเภทนี้ จะใช้กับเมล็ดพันธุ์ขนาดกลางจนถึงขนาดใหญ่ และสามารถเพิ่มระยะห่างระหว่างเมล็ดได้โดยการเปลี่ยนเกียร์



รูปที่ 2.16 เครื่องปลูกแบบกลไกงานหยอดใช้ปลูกพืชทอง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.3.3 เครื่องปลูกแบบแม่นยำ(Precision Planters)[24]

เป็นเครื่องปลูกที่มีความเที่ยงตรงในการปลูกมากที่สุด และมีกลไกที่สามารถหยิบเมล็ดพันธุ์ได้ที่ละเมล็ด และมีระยะห่างในการปลูกสม่ำเสมอ จึงเป็นเครื่องปลูกที่มีราคาแพงกลไกที่ใช้ในเครื่องปลูกแบบแม่นยำได้แก่สายพาน, สูญญากาศ และถ้วยตัก

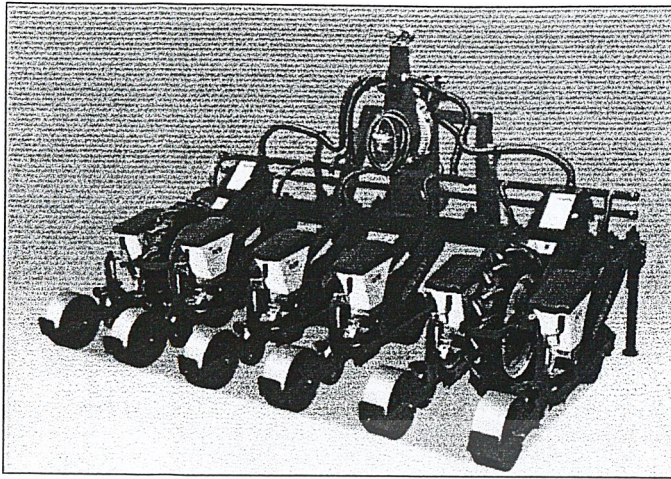


รูปที่ 2.17 เครื่องปลูกแบบสายพาน

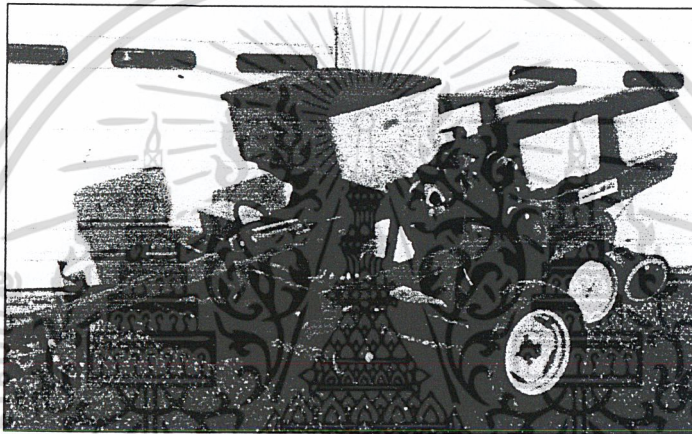


ก) MaterMacc ปลูกเมล็ดพันธุ์ได้ทุกขนาด

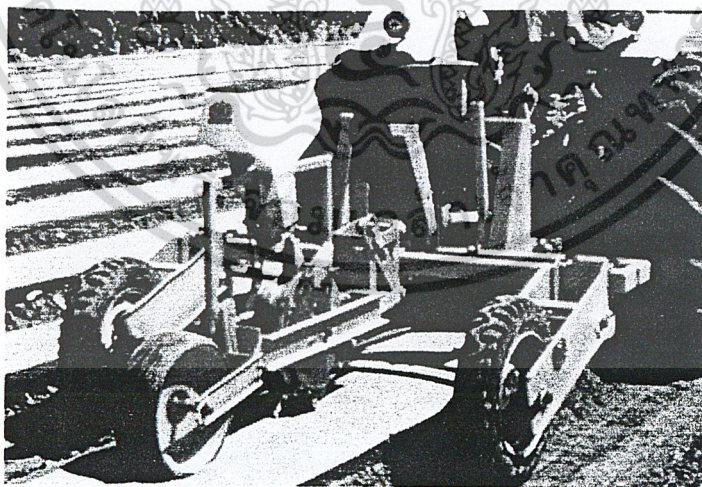
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ข) Gaspardo V20 ปลุกเมล็ดพันธุ์ขนาดเล็กถึงขนาดกลาง



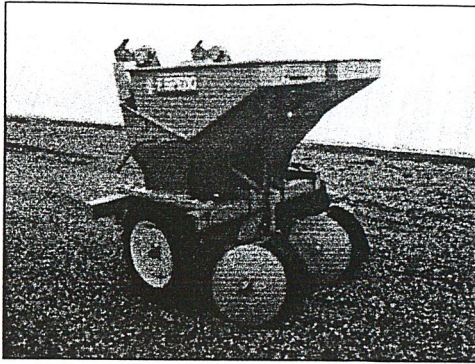
ค) Pequea Planter สำหรับปลูกข้าวโพดและถั่ว



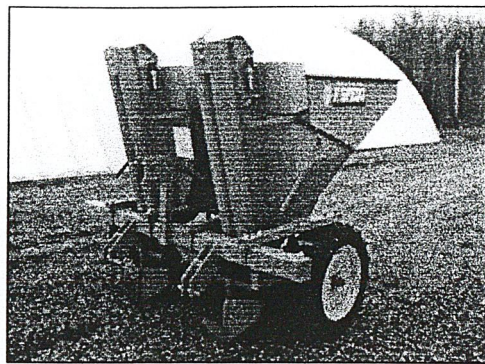
ง) Poly Planter เป็นการปลูกแบบคลุมพลาสติก

รูปที่ 2.18 เครื่องปลูกแบบสูญญากาศ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ก) ด้านหลัง

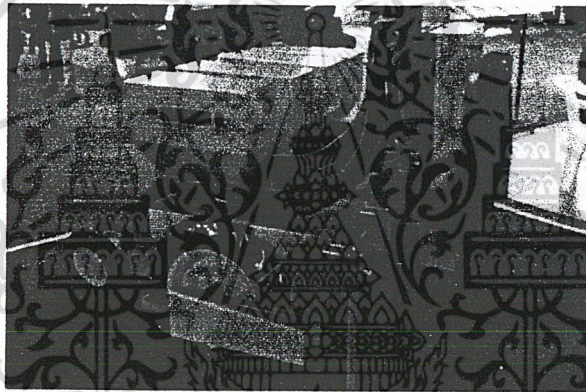


ข) ด้านหน้า

รูปที่ 2.19 Spedo Potato Planter เป็นเครื่องปลูกมันฝรั่งที่ใช้กลไกแบบถั่วตัด

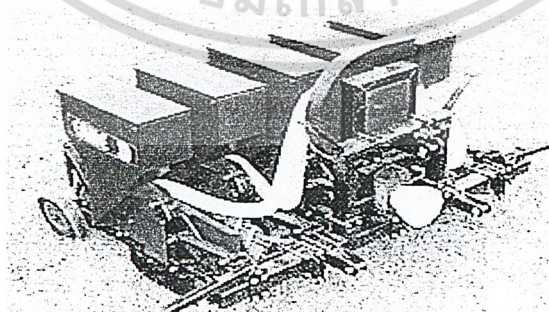
2.4 เครื่องปลูกกระเทียมที่มีขายในต่างประเทศ

เครื่องปลูกกระเทียมแบบใช้ระบบสุญญากาศ(Vacuum Planters)[24]



รูปที่ 2.20 เครื่องปลูกกระเทียมแบบแมนฮัตตันที่ใช้กลไกสุญญากาศ

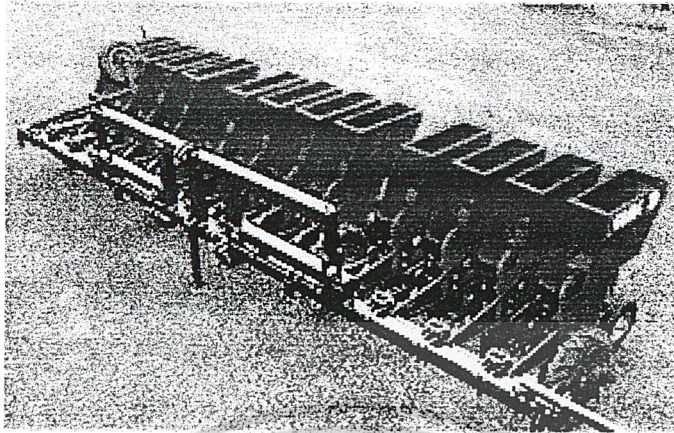
เครื่องปลูกกระเทียมแบบใช้ระบบนิวเมติก



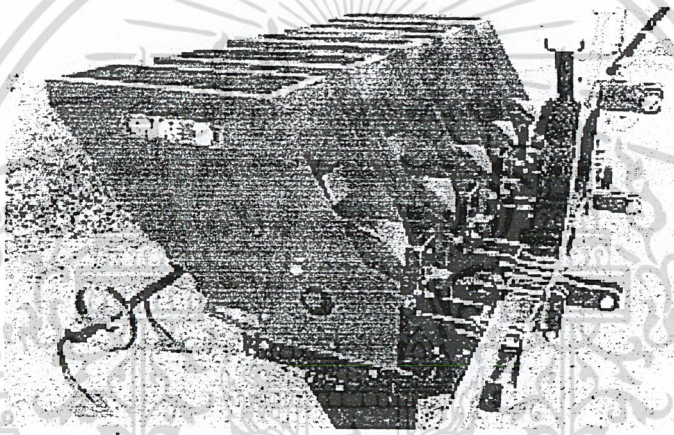
รูปที่ 2.21 เครื่องปลูกกระเทียมแบบนิวเมติก PLP5

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เครื่องปลูกกระเทียมแบบใช้ระบบทางกล(Mechanical Planters)[21]



ก) เครื่องปลูกกระเทียม PLP 12 ขนาด 12 แถว



ข) เครื่องปลูกกระเทียม PLP 5-3 ขนาด 3 , 4 หรือ 5 แถว
รูปที่ 2.22 เครื่องปลูกกระเทียมที่ใช้ระบบทางกล

2.5 ทฤษฎีที่ใช้ในการออกแบบท่อและราง

2.5.1 ท่อนำเมล็ด

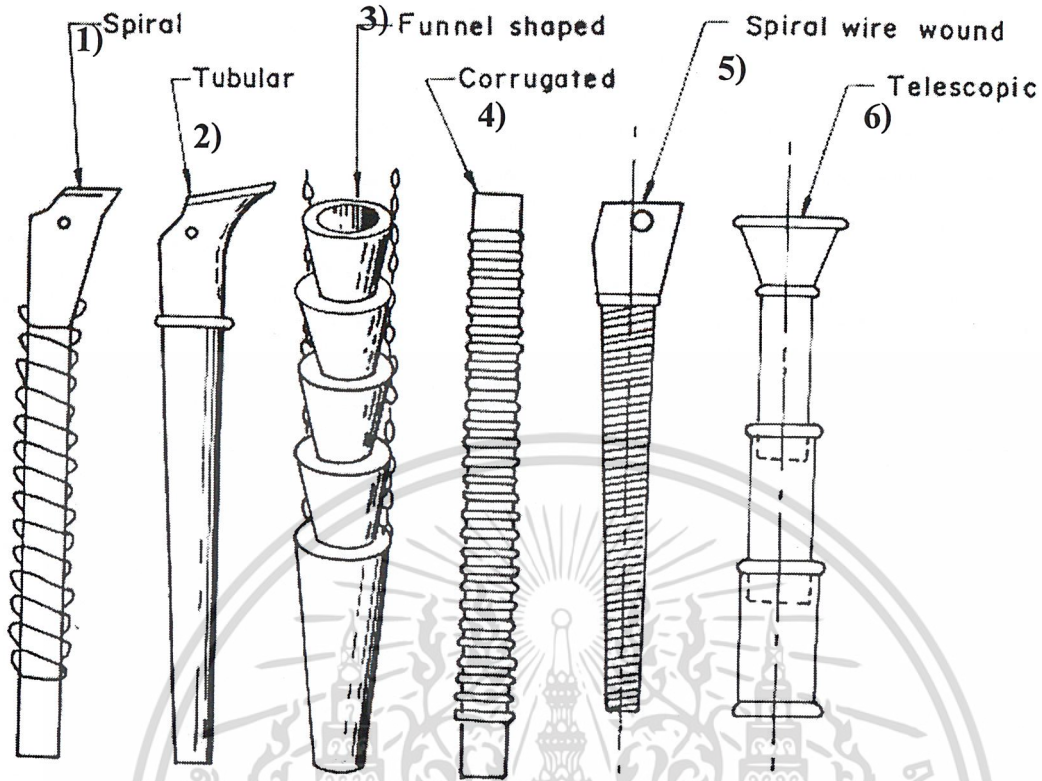
ทำหน้าที่นำเมล็ดที่ถูกปล่อยออกจากอุปกรณ์กำหนดจำนวนเมล็ด ลงไปในร่องดินที่เปิดไว้ โดยอุปกรณ์เปิดร่อง ท่อนำเมล็ดที่ใช้กันอยู่ทั้งแบบที่เป็นโลหะหรือพลาสติกและมีทั้งแบบที่ปล่อยให้เมล็ดตกลงโดยแรงโน้มถ่วงของโลก และแบบที่ใช้กำลังขับเคลื่อนสำหรับพืชที่มีรูปร่างของเมล็ดแปลก ๆ ผลของการกระทบของเมล็ดภายในท่อนำเมล็ดที่มีต่อระยะห่างระหว่างเมล็ดที่ปลูก ท่อลำเลียงมีอยู่หลายชนิด ในการเลือกใช้ต้องคำนึงถึงคุณสมบัติให้มีความเหมาะสมกับลักษณะการใช้งานและความแตกต่างของพื้นที่รวมไปถึงราคาของท่อให้มีความเหมาะสมด้วย เมล็ดพันธุ์จะร่วงโดย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

อิสระจากถังใส่เม็ลต์ผ่านท่อนำเม็ลต์ลงสู่ร่องเปิด (รูปที่ 2.22) ระยะระหว่างเม็ลต์จะมีค่าสม่ำเสมอเมื่อเมื่ออุปกรณ์กำหนดปุ๋ยที่ความสูงเดียวกันและความเร็วเดียวกัน สำหรับเครื่องปลูกที่มีหลายแถว ท่อนำเม็ลต์ควรแยกลงในแต่ละแถว ท่อนำเม็ลต์ควรเอียงจากแนวคิ่งน้อยกว่า 20 องศา และสูงเพียงพอที่เม็ลต์สามารถร่วง โดยที่เวลามีผลต่อการกระจายตัวของเม็ลต์ แบ่งเป็นประเภท(รูปที่2.23)ได้ดังนี้

1. **Spiral drill tube** นิยมใช้กันมากในการใช้ลำเลียงเม็ลต์ มีลักษณะเป็นเส้นเหล็กม้วนพันอยู่รอบๆท่อ สามารถบดงอได้ดีซึ่งจะเป็นประโยชน์ในการปรับแก้ปัญหาที่เกี่ยวกับระดับความสูงของร่องไถเปิด มีน้ำหนักเบาแต่มีราคาแพง ถ้ามีการเสียหายจะยากต่อการบำรุงรักษา
2. **Tubular drill tube** ทำจากผ้ายางหรือพลาสติกอย่างใดอย่างหนึ่ง จะมีอิสระในการบดงอสูง น้ำหนักเบาและมีราคาถูก แต่จะสึกหรอง่ายเมื่อโคนลิ่งกีดขวางภายในร่องเปิดที่มีลักษณะขรุขระไม่เรียบ
3. **Funnel shaped drill tube** ประกอบด้วยชุดกรวยเรียงต่อกันตามลำดับสัดส่วนโดยใช้โซ่ร้อยให้กรวยติดกัน ท่อชนิดนี้เหมาะสมกับวัตถุที่ต้องการลำเลียงที่มีลักษณะในการไหลไม่ค่อยสะดวก และสามารถประยุกต์ใช้ในการหยอดปุ๋ยได้ เหมาะสำหรับเครื่องหยอดที่มีการตั้ง และ เขย่าสูงในขณะลำเลียง ช่วยทำให้วัตถุที่มีขนาดเล็ก ที่มักจะเข้าไปติดอยู่ช่องว่างระหว่างกรวยทางด้านข้าง ไหลลงสู่พื้นได้อย่างสะดวกขึ้น แต่ท่อชนิดนี้ จะมีน้ำหนักมากกว่าสองแบบที่ได้กล่าวมาและไม่สามารถปรับตั้งระยะความสูงได้มากนัก
4. **Corrugated drill tube** ทำจากยางส่วนใหญ่จะใช้ในการลำเลียงปุ๋ย มีคุณสมบัติในการลำเลียงต่ำกว่าท่อชนิดอื่นๆที่ได้กล่าวมาก่อนหน้านี้
5. **Spiral wire wound drill tube** มีคุณสมบัติในการบดงอได้ดี แข็งแรง แต่มีน้ำหนักมาเมื่อมีการเคลื่อนที่ท่อจะมีการบดงอ และ มีการบีบตัวที่บริเวณปลายท่อ ทำให้เกิดความเสียหายกับเม็ลต์พันธุ์
6. **Telescopic drill tube** ท่อจะมีลักษณะต่อกันเป็นชั้นตามลำดับ สามารถปรับระดับความสูงในแนวคิ่งได้ แต่ไม่สามารถบดงอได้เมื่อเจอสิ่งกีดขวางในพื้นที่ใช้งาน และมักจะเกิดการอุดตันที่บริเวณข้อต่อของท่อ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 2.23 แสดงท่อนำเม็ล็ดแบบต่างๆ

2.5.2 ลักษณะของท่อนำเม็ล็ดกับการกระจายของเม็ล็ด

ชนิดของท่อจะมีผลต่อเวลาที่ใช้ในการร่ววงของเม็ล็ด เนื่องจากการชน การกระเด็น กระดอนของเม็ล็ดที่ผิวท่อ ในการออกแบบเครื่องปลูกท่อควรอยู่ในแนวตั้ง หรือเอียงจากแนวตั้งไม่เกิน 20 องศา ท่อควรควรมีเส้นผ่าศูนย์กลาง 25 มม. ความเร็วของเม็ล็ดที่ปลายสุดของท่อควรมีค่าความเร็วต่ำ เพื่อที่จะลดการกระเด็นกระดอนและการกลิ้งของเม็ล็ดลงสู่ร่องปลูกความเร็วในการไหลที่ระดับความสูง h สามารถอธิบายได้ดังนี้

$$V^2 = V_0^2 + 2gh$$

V = ความเร็วของเม็ล็ดที่ปลายท่อ เมตร/วินาที

V_0 = ความเร็วเริ่มต้นของเม็ล็ด เมตร/วินาที

g = แรงดึงดูดของโลก 9.81 m/s^2

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

h = ความสูงจากจุดปล่อยถึงพื้น m

ค่า $V_0 = 0$ ดังนั้น $t = 2h/g$

ความเร็วที่แท้จริงที่ใช้ในการร่วงของเมล็ดจะมีค่าน้อยกว่าการคำนวณเล็กน้อย คือ มีค่าเปลี่ยนแปลงประมาณ 5- 15 เปอร์เซ็นต์ จากค่าทางทฤษฎี ซึ่งเกิดจากแรงเสียดทานของอากาศ (air resistance) ที่มีอยู่ในท่อ เวลาที่เมล็ดตกลงในท่อนั้นอยู่กับค่าความหนาแน่นมวลของเมล็ด และค่าพื้นที่ที่ฉายในทิศการเคลื่อนที่ ถ้าคิดค่าแรงต้านของอากาศ ได้ศึกษาผลกระทบของรูปร่างเมล็ดที่มีผลต่อการตก ตัวแปรเนื่องจากรูปร่างเมล็ด อธิบายได้ด้วยค่า **ratio of geometric mean diameter of equivalent sphere** ความแปรปรวนของเวลาที่ใช้ในการตกของเมล็ดมีค่า 5- 15 เปอร์เซ็นต์ และเพิ่มขึ้นเมื่อความสูงในการตกของเมล็ดเพิ่มขึ้น (Wilson)

2.5.3 การเคลื่อนที่ของเมล็ดโดยอากาศ

แรงดันอากาศที่ใช้ในการเคลื่อนที่ของเมล็ด เพื่อให้เมล็ดพืชแต่ละเมล็ดตกลงสู่ร่องปลูกด้วยเวลาที่เท่ากัน แรงดันจะช่วยลดเวลาในการตกของเมล็ด ผลกระทบเนื่องจากขนาดท่อ ชนิดของเมล็ด ความเร็วของลม และการเอียงของท่อ จะมีผลต่อลักษณะการตกของเมล็ดในอากาศ เป็นตัวเคลื่อนที่เมล็ด จากการศึกษาของ Patterson , 1984 พบว่า

- ความเร็วอากาศ 6.6 เมตร/วินาที จะมีความแตกต่างในเรื่องของเวลาในการตกของเมล็ดเพียงเล็กน้อย เมื่อท่อมีขนาด 13 17.6 และ 21.6 มิลลิเมตร
- ความเร็วของเมล็ดเปลี่ยนตามความเร็วลมที่เพิ่มขึ้น โดยเฉพาะท่อที่มีขนาดแคบ
- ความเร็วต่ำสุด 5 เมตร/วินาที ปรากฏว่าเมล็ดจะลอยอยู่ในอากาศ
- ความเร็วของเมล็ดลดลง เมื่อเพิ่มความเอียงของท่อจากแนวตั้ง
- พันธุ์พืชและขนาดเมล็ดพืชมีผลเพียงเล็กน้อยต่อเวลาในการตกของเมล็ด

จากผลการทดลองแสดงว่า ระยะของเมล็ดที่เดินทางผ่านท่อนำเมล็ด ควรมีค่าน้อยที่สุด สำหรับความสูงในการตกของเมล็ดถ้าต่ำกว่า 200 มิลลิเมตร ความเร็วของอากาศหรือ ความเอียงท่อจะมีผลมากต่อเวลาที่เมล็ดตก ในเวลาการตกของเมล็ดจะเท่ากัน ถ้าความสูงมีค่าประมาณ 200 มิลลิเมตร และจะเพิ่มขึ้นเมื่อความสูงเพิ่มขึ้น

2.5.4 ตัวแปรอื่นๆ ที่มีผลต่อการกระจายของเมล็ด

ความแปรปรวนของการกระจายเมล็ดในร่องปลูกมีสาเหตุดังต่อไปนี้

- ความแปรปรวนที่ตำแหน่งปล่อยเมล็ด
- เส้นทางโคจรของเมล็ด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

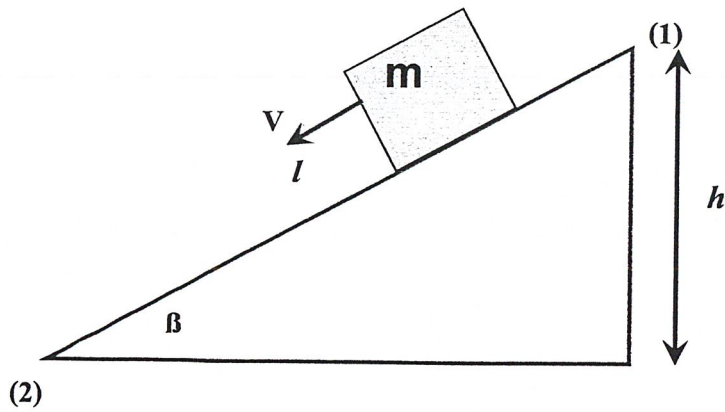
- การเคลื่อนที่ของเมล็ดจากตำแหน่งเดิม เนื่องจากแรงปะทะของดินที่เปิดเป็นร่อง หรือการกระเด็นกระดอนเมล็ดบนพื้น
- การเคลื่อนที่ของเมล็ดจากตำแหน่งเดิม เนื่องจากการเคลื่อนที่ของดินในร่อง

ทิศทางและความเร็วของเมล็ดที่ปล่องมาเป็นผลเนื่องจากความเร็วของอุปกรณ์กำหนดจำนวน เมล็ด ความเร็วในการทำงานของเครื่องและตำแหน่งในการปล่อยเมล็ดในทฤษฎีความเร็วของเมล็ดใน แนวระดับตอนปลายที่ตำแหน่งปล่อยเมล็ด ที่ปลายท่อควรมีค่าเป็นศูนย์ ดังนั้นเมล็ดจึงวิ่งเป็นแนวตั้ง เมล็ดที่มีความเร็วในแนวระดับสูงจะกระเด็นหรือกลิ้งลงในท่อ อุปกรณ์กลบดินจะทำหน้าที่กลบดิน และลื้ออัดดินเป็นสาเหตุหนึ่งที่ทำให้เกิดการเคลื่อนที่จากตำแหน่งเดิม ลื้ออัดดินจะทำหน้าที่อัดดิน ทันทึ หลังจากเมล็ดลงสู่พื้นซึ่งเมล็ดจะไม่เคลื่อนที่จากตำแหน่งเดิม ถ้าเมล็ดไม่เกาะติดกับลื้อ เมล็ดที่ เคลื่อนย้ายจากตำแหน่งเดิมในร่องปลูกหลังจากถูกปล่อยจากท่อนำเมล็ด ที่ตั้งในตำแหน่งที่ถูกต้อง สาเหตุเนื่องจาก

- ก) ความสูงในการปล่อยเมล็ดมีค่าต่ำ และปล่อยในตำแหน่งที่กำหนด
- ข) มุมในการตกของเมล็ดในร่องมีค่า 70 – 90 องศา จากแนวระดับ
- ค) ความเร็วในการตกของเมล็ดควรมีค่าต่ำ เพื่อป้องกันการกระเด็นหรือกลิ้งของเมล็ด
- ง) ลื้อกลบเมล็ดวิ่งทับทันทีหลังจากเมล็ดถูกปล่อยลง ซึ่งระยะระหว่างเมล็ดจะไม่เปลี่ยนแปลง
- จ) มุมตัวเปิดร่องที่ทำให้เกิดทิศทางการผลัดดิน ที่ไม่ทำให้เกิดการเคลื่อนย้ายของเมล็ด ควรมีใบเปิดเปิดร่องทำมุม 20 องศา กับทิศทางเคลื่อนที่
- ฉ) เมล็ดที่ไหลลงด้วยแรงดันอากาศ ความเร็วที่รับรองคือ 5 เมตร/วินาที
- ช) ท่อนำเมล็ดควรมีขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง 22-25 มิลลิเมตร และผิวท่อควรเรียบ

2.5.5 ทฤษฎีเกี่ยวกับรางลำเลียงกระเทียม

การคำนวณมุมเอียงของรางตรง และ การควบคุมความเร็วใช้หลักการกลศาสตร์ของวัตถุบน พื้นเอียงและกลดคงพลังงานถ้าให้วัตถุที่จะลำเลียงมีมวล m สัมประสิทธิ์แรงเสียดทาน μ มุมเอียงของ รางเป็น θ และรางมีความยาว l มีความสูงในการขนถ่าย h ความเร็วของวัตถุเริ่มต้น และสุดท้ายเป็น V_1 และ V_2 ตามลำดับ



รูปที่ 2.24 แสดงการเคลื่อนที่ของวัตถุบนราง

จากกฎของพลังงาน จะเห็นได้ว่าพลังงานของวัตถุที่ตำแหน่งที่ 1 เท่ากับ พลังงานในตำแหน่งที่ 2 บวกกับพลังงานที่สูญเสียไปในระหว่างที่เคลื่อนที่ พลังงานที่ตำแหน่งที่ 1 เท่ากับพลังงานศักย์บวกกับพลังงานจลน์เริ่มต้นที่ตำแหน่งที่ 1 พลังงานที่ตำแหน่งที่ 2 เท่ากับพลังงานจลน์ที่ตำแหน่งที่ 2 เมื่อพลังงานศักย์ในตำแหน่งที่ 2 เท่ากับศูนย์ เนื่องจากในเส้นอ้างอิงผ่านตำแหน่งที่ 2 พอดี ส่วนพลังงานที่สูญเสียไประหว่างการเคลื่อนที่ ได้แก่ พลังงานที่ใช้เอาชนะแรงเสียดทาน ดังนั้นจะได้

$$mgh = mgu\mu\cos\beta + m(V_2^2 + V_1^2)$$

มุมเอียงของราง

$$\tan\beta = 2gh\mu / (2gh + V_1^2 - V_2^2).$$

หากรู้ความเร็วเริ่มต้นของวัตถุ และมุมเอียงของ จะสามารถคำนวณหาความเร็วสุดท้ายของวัตถุได้จาก

$$V_2^2 = 2gh(1 - \mu\cot\beta) + V_1^2$$

เมื่อ $V_2 = V_1$ นั่นคือความเร็วของวัตถุคงที่

$$\tan\beta = \mu$$

ในสภาพบรรยากาศแห้งและมีอุณหภูมิสูง รางที่ทำด้วยโลหะชุบมักใช้มุมเอียง 20 องศา ถ้าทำด้วยโลหะรีดร้อน มุมเอียงควรเพิ่มขึ้นอีกเป็น 25 องศา ถ้าเป็นโลหะผิวเรียบควรเป็น 30 องศา หรือมากกว่านั้น แต่ถ้าสภาพบรรยากาศชื้นมาก มุมเอียงควรเพิ่มอีก 25 เปอร์เซ็นต์

2.6 บทความต่างประเทศที่เกี่ยวข้อง

บทความนี้เป็นบทความที่กล่าวถึง ผลของความผิดพลาดในการปล่อยและจุดปล่อยบนการออกแบบเครื่องหยอดเมล็ดที่มีความแม่นยำ (The Effect of Release Errors and the Release Point on the Design of Precision Seed Drills ของ J.M Wilson) ซึ่งแบ่งกลไกปล่อยเมล็ดออกเป็น 2 แบบ

2.6.1 ระบบกลไกปล่อยเมล็ดแบบวงล้อ(Circular mechanisms)

(i) ความเร็วเชิงเส้นของกลไกปล่อยเมล็ด(v) ควรมีค่าเท่ากับกับความเร็วทางตรงของรถหยอด (V) ที่ตำแหน่ง BDC ของระบบปล่อยในทิศทางตรงกันข้ามกันดังรูป เนื่องในนี้จะให้ตำแหน่งการตกของเมล็ดมีความผิดพลาดน้อยสุด ความสูงของการปล่อยมีผลต่อมุมตกกระทบที่ดีที่สุดและความเร็วตกกระทบที่น้อยที่สุด

(ii) ความสูงของจุดปล่อย มีผลน้อยมากต่อความผิดพลาดของตำแหน่งตก และมุมตกกระทบ เนื่องจากการปล่อยที่ผิดพลาด แต่ความเร็วตกกระทบทำให้มีค่าน้อยที่สุดเท่าที่จะเป็นไปได้ แล้วระบบกลไกการปล่อยนี้ควรอยู่ใกล้พื้นมากที่สุดเท่าที่จะเป็นไปได้

(iii) เมื่อความผิดพลาดในการปล่อยเกิดขึ้น การลดรัศมีของกลไกการปล่อยเป็นเหตุให้มุมกระทบเพิ่มขึ้น แนะนำให้รัศมีของกลไกนี้มีค่าระหว่าง 70 – 100 mm. ให้ค่าระยะปล่อยสม่ำเสมอที่ดีที่สุด

(iv) จุดปล่อยที่ดีที่สุดของระบบกลไกแบบนี้ ขึ้นอยู่กับความเร็วเชิงเส้นของระบบปล่อย ผลของความเร็วในการหยอด จุดที่ดีที่สุดควรจะอยู่ที่ 20 องศาจนถึง ศูนย์ตายล่างของวงล้อ(BDC) ดังรูปที่ 2.25

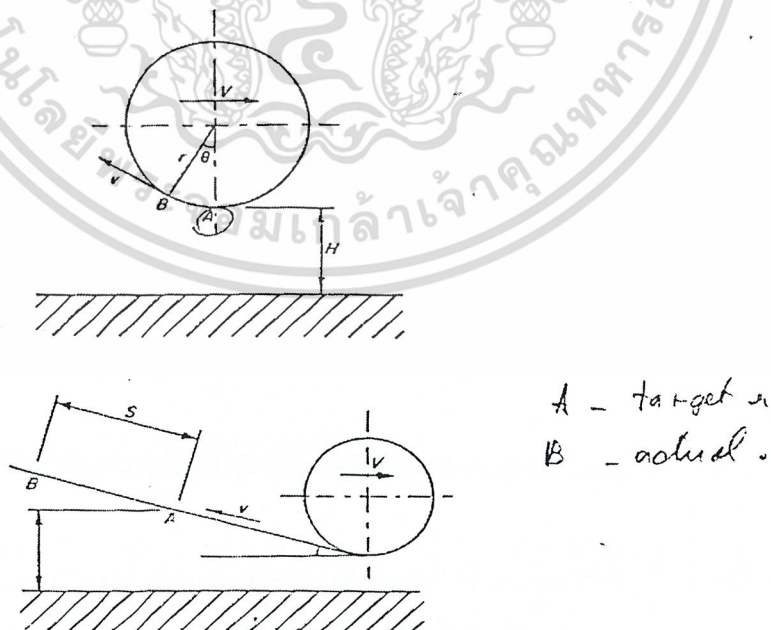


Fig. 1. Seed delivery mechanisms. Circular mechanism (wheel type) upper and linear mechanism (belt type) lower

รูปที่ 2.25 แสดงการเคลื่อนที่ของเมล็ดจากชุดหยอด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.6.2 กลไกการปล่อยแบบเชิงเส้น(Linear mechanisms)

(i) การวิเคราะห์ แนะนำว่าวิธีการจัดการที่ดีก็คือ ความเร็วสายพานจะเท่ากับความเร็วชุดหยอดในทิศทางตรงข้าม ที่ซึ่งสายพานเป็นแบบแนวนอน ถ้าไม่มีตัวแปรอื่นเกิดขึ้นในระหว่างการเดินทางเมล็ดสู่พื้น ทำให้ตำแหน่งผิดพลาดเป็น 0 เองใจนี้ไม่ขึ้นกับความผิดพลาดการปล่อย และความเร็วและมุมกระทบบมีค่าคงที่

(ii) การรักษาความเร็วในการตกกระทบบให้น้อยที่สุด สายพานควรอยู่ติดพื้น



บทที่ 3

การออกแบบและการสร้าง

การออกแบบและพัฒนา เครื่องปลูกกระเทียมต่อพวงรถไถดินตามขนาด 5 แรงม้า นี้เป็นงานวิจัยที่ได้ดำเนินการศึกษาอย่างต่อเนื่องมาจาก งานพัฒนาและออกแบบเครื่องปลูกกระเทียมของ รศ.จิราภรณ์ และคณะ ซึ่งเริ่มดำเนินการตั้งแต่ปี พ.ศ.2542 ได้ศึกษาถึงแนวทางในการออกแบบ โดยการสำรวจความต้องการเครื่องจักรกลของเกษตรกรผู้ปลูกกระเทียม และได้พัฒนาสร้างเครื่องปลูกกระเทียมออกมามีถึง 4 แบบ ได้แก่

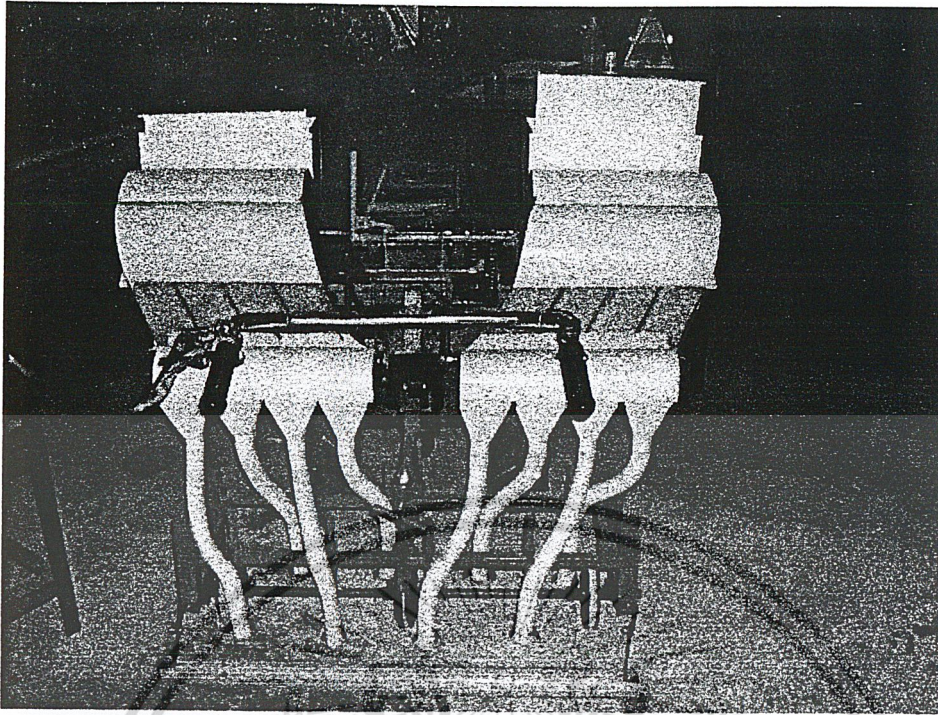
1. เครื่องปลูกกระเทียมแบบงานหยอดแนวนอน
2. เครื่องปลูกกระเทียมแบบงานหยอดแนวตั้ง
3. เครื่องปลูกกระเทียมแบบงานหยอดแนวนอน 4 แถว
4. เครื่องปลูกกระเทียมแบบชุดหยอดสปริง

3.1 ปัญหาที่เกิดขึ้นกับระบบหยอด

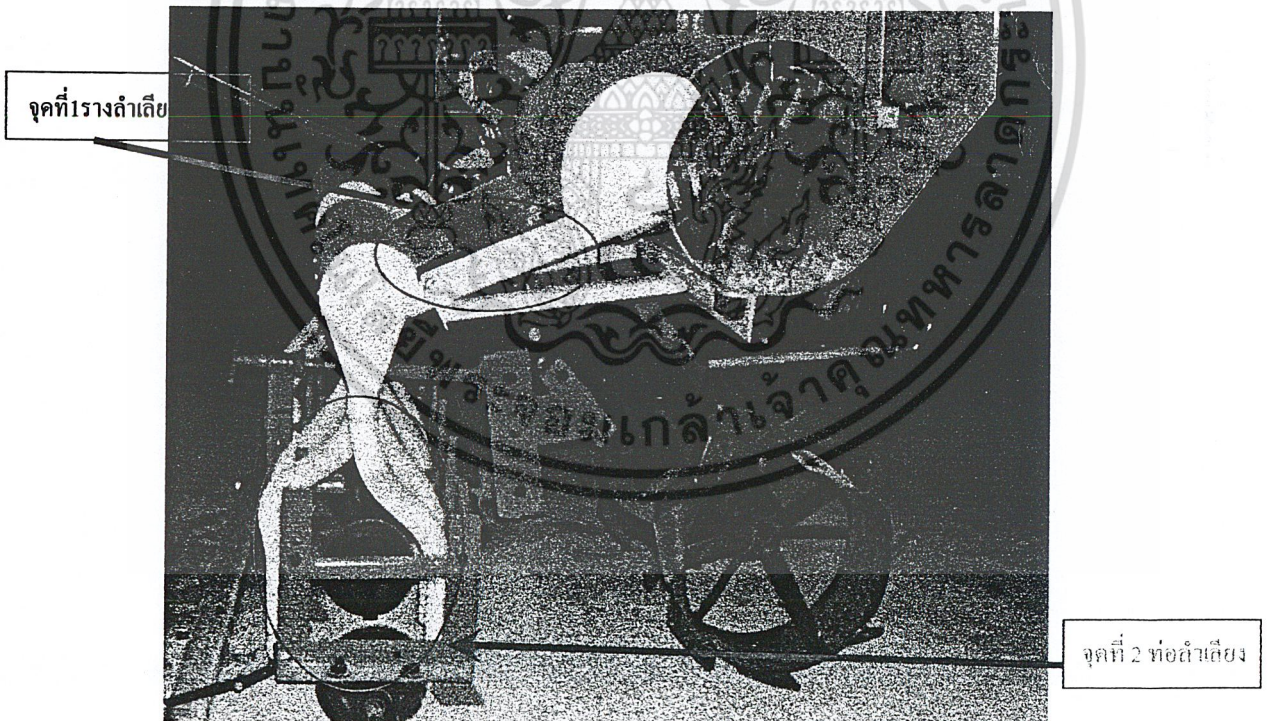
การสร้างและพัฒนาเครื่องปลูกกระเทียมได้ทำกันมาอย่างต่อเนื่อง แต่ยังคงไม่ประสบผลสำเร็จ เนื่องจากพบปัญหาที่เกิดขึ้นกับระบบหยอด คือ

1. อัตราการหยอดของกลไกชุดหยอดไม่สม่ำเสมอเนื่องจากขนาดและรูปร่างของกลีบกระเทียมที่มีความหลากหลายเกินกว่าความสามารถของกลไกการหยอด
2. เกิดความเสียหายกับกลีบกระเทียมในระบบหยอดทำให้กลไกการหยอดทำงานติดขัด
3. เกิดจากระบบลำเลียงไม่มีการศึกษาและออกแบบให้สามารถลำเลียงกลีบกระเทียมลงสู่พื้นได้อย่างสม่ำเสมอซึ่งมีปัจจัยตามทฤษฎีของระบบลำเลียงและท่อนำเมล็ดหลัก ๆ คือ
 - ความสูงของระบบลำเลียงกระเทียม วัดจากจุดปล่อยถึงร่องเปิดควรมีค่าน้อย
 - ปัจจัยในเรื่องคุณสมบัติของท่อนำเมล็ด ได้แก่ ขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางท่อ ชนิดของท่อมุมเอียงของท่อนำเมล็ดทั้ง 2 แถวที่ติดตั้งตามตำแหน่งของตัวเปิดร่อง สามารถลำเลียงเมล็ดกระเทียมได้อย่างสม่ำเสมอ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่3.1 ด้านหน้าเครื่องปลูกกระเทียม ปี2546 และส่วนของชุดลำเลียงกระเทียม

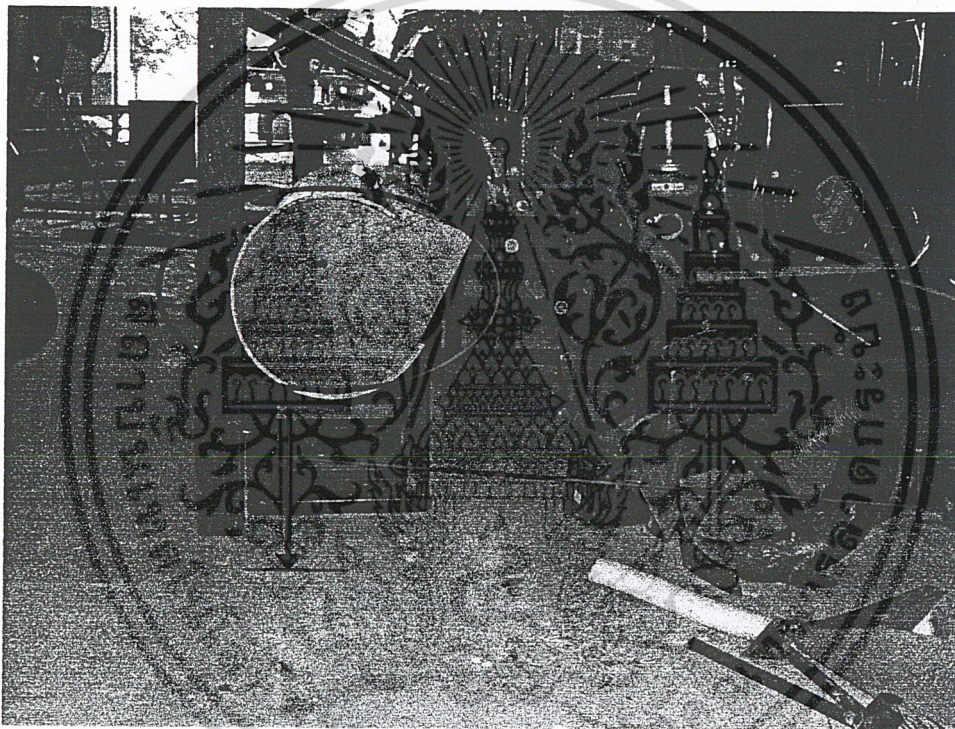


รูปที่3.2 ด้านข้างของเครื่องปลูกและส่วนที่จะทำการพัฒนาใหม่

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.2 การออกแบบและสร้างกลไกชุดหยอดกระเทียมใหม่

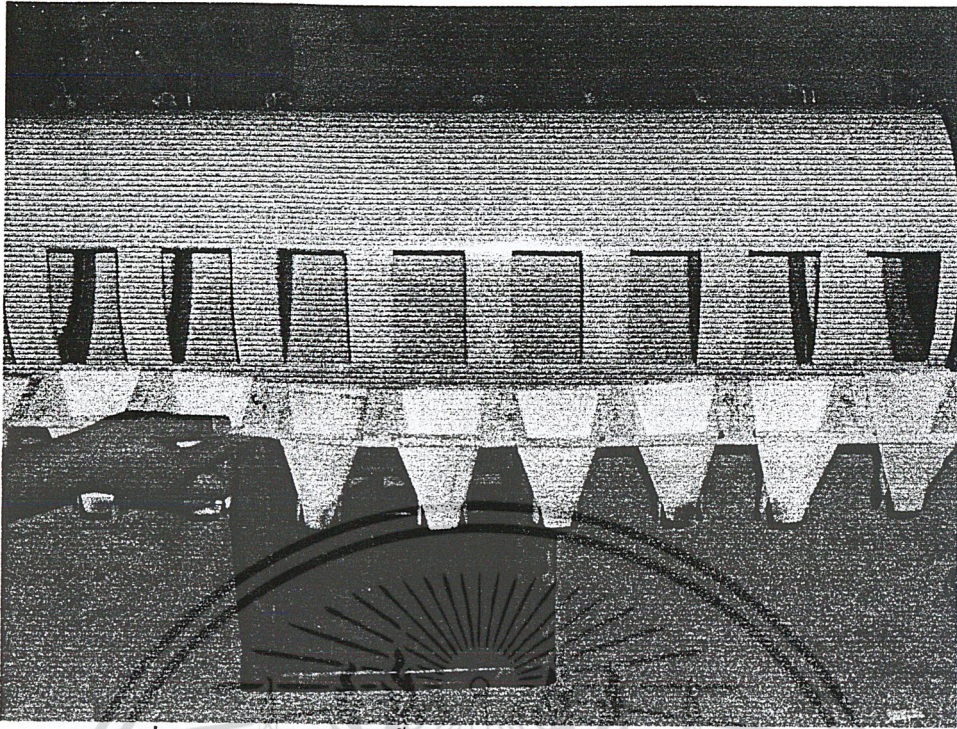
เนื่องจากการออกแบบระบบลำเลียงกระเทียมที่ดีต้องให้ชุดหยอดเมล็ดอยู่ในระดับต่ำหรือใกล้พื้นมากที่สุด เพื่อลดปัญหาเรื่องแรงกระแทกและการกระเด็นกระดอนของกลีบกระเทียมบนร่องปลูก เมื่อเมล็ดกระทบร่องดินทำให้เกิดการกลิ้งเปลี่ยนตำแหน่งของกลีบกระเทียม ประกอบกับการหาตำแหน่งวางชุดกระพ้อใหม่บนเครื่องรถไถเดินตามขนาด 5 แรงม้าเดิม ซึ่งได้ตำแหน่งที่อยู่ต่ำและใกล้กับพื้นดิน จากแนวคิดนี้ ทำให้มีการวางแนวทางในการออกแบบใหม่ โดยยกเลิกในส่วนของรางลำเลียง เนื่องจากระยะจากชุดหยอดถึงพื้นดินมีระยะน้อยลงเหลือเพียงประมาณ 20-30 เซนติเมตร ดังรูป



H=20-30 เซนติเมตร

รูปที่ 3.3 แสดงตำแหน่งที่จะวางชุดหยอดเมล็ดใหม่

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 3.4 แสดงตำแหน่งติดตั้งชุดกรวยและท่อลำเลียงใหม่กับชุดหยอด

จึงมีการออกแบบระบบลำเลียงกระเทียมใหม่ ยกเลิกรางลำเลียงนำท่อ นำเมล็ดใหม่ต่อเข้าช่องเปิดกระพ้อชุดหยอด โดยพิจารณาเรื่องมุมปล่อยและระยะปล่อยของเมล็ดจากกระพ้อให้อยู่ในตำแหน่งกึ่งกลางปากท่อนำเมล็ด เพื่อลดปัญหาแรงกระแทกที่เกิดขึ้นที่บริเวณปากท่อนำเมล็ด ทำให้เกิดการอุดตันและความไม่สม่ำเสมอในการไหล



รูปที่ 3.5 แสดงระยะปลุกของเครื่องปลูกแบบหยอด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

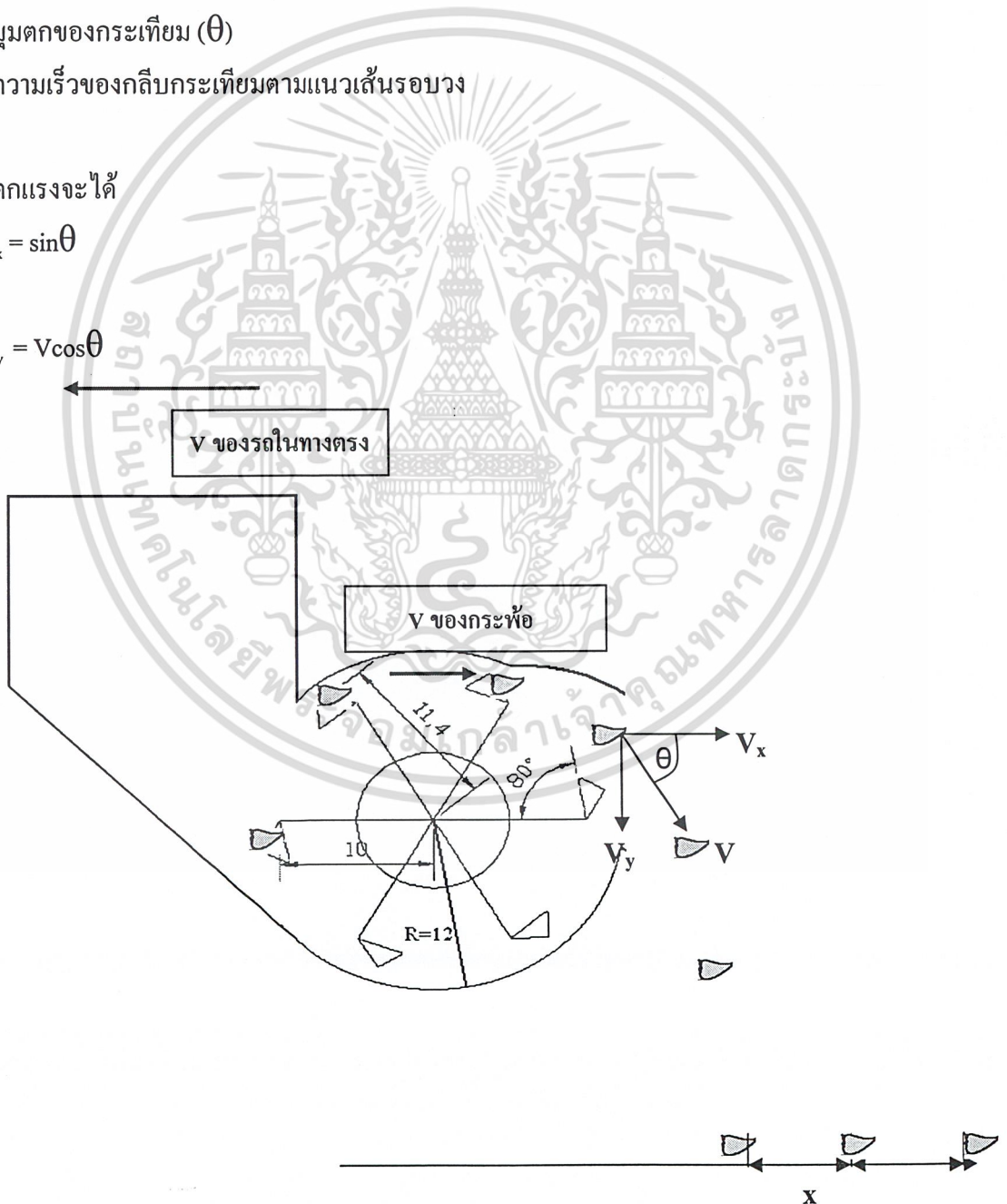
3.3 การแก้ปัญหาเพื่อเพิ่มความแม่นยำในการปลูก

1. ทำให้เมล็ดออกจากชุดหยอดใช้ระยะทางถึงร่องปลูกน้อยที่สุด
2. การตัดมุมรับการตกของเมล็ด(θ)ทำให้เมล็ดไหลผ่านท่อ นำเมล็ดลงสู่ร่องปลูกโดยไม่มีผลกระทบคอนในท่อนำเมล็ด
3. กลีบกระเทียมมีความเร็วสูงที่ร่องปลูกเนื่องจาก(ดังรูปที่ 3.6 X
 - ความเร็วจากการเหวี่ยงจากชุดหยอดด้วย $V = 2\pi nr$
 - มุมตกของกระเทียม (θ)
 - ความเร็วของกลีบกระเทียมตามแนวเส้นรอบวง

แตกแรงจะได้

$$V_x = \sin\theta$$

$$V_y = V\cos\theta$$



รูปที่ 3.6 แสดงการแรงกระทำต่อเมล็ดที่เหวี่ยงจากกระพ้อ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนลิขสิทธิ์ไว้สำหรับใช้เพื่อการศึกษาค้นคว้าเท่านั้น เมื่ออนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.4 แนวทางในการออกแบบท่อนำเมล็ด

จากทฤษฎี Wilson ความเร็วของเมล็ดที่ปล่อยออกจากกระพ้อมีค่าน้อยที่สุด เพื่อลดปัญหาการกระดอนของเมล็ดเมื่อตกลงสู่ร่องปลูก และทำให้ระยะปลูกมีความแม่นยำมากขึ้น

ก) $V_y = V \cos \theta$ โดยที่ θ จะเข้าใกล้ 90 องศาซึ่งเป็นไปได้ในทางปฏิบัติ

ข) $V_x = V \sin \theta$ ต้องให้ V_x เข้าใกล้ความเร็วของเครื่องปลูก เพื่อให้ความเร็วสัมพัทธ์ของเมล็ดตามแนว travel line เข้าใกล้ศูนย์

จากเงื่อนไข ก) และ ข) ที่กล่าวมาในทางปฏิบัติอาจทำเป็นไปได้อย่างดีถ้าไม่มีกระบวนการอื่นช่วยเหลือ

การไหลของกระเทียมจากท่อสู่ร่องปลูกต้องมีความเร็วที่น้อย เพื่อให้เป็นไปตามทฤษฎีการออกแบบท่อและชุดหอคอกของ Wilson และ ทฤษฎีอื่นๆที่เกี่ยวข้อง เป็นสิ่งที่ผู้ออกแบบต้องการมากที่สุด แต่ทั้งนี้ต้องพิจารณาประกอบเรื่องของความพร้อมเพียงในการเคลื่อนที่ของเมล็ดในแต่ละท่อ โดยมีขอบเขตและข้อจำกัดในการออกแบบ เพื่อติดกับรถไถเดินตามขนาด 5 แรงม้า คือ

1. ความสูงจากจุดปล่อยถึงร่องปลูกมีค่าน้อยที่สุดเท่าที่จะเป็นไปได้

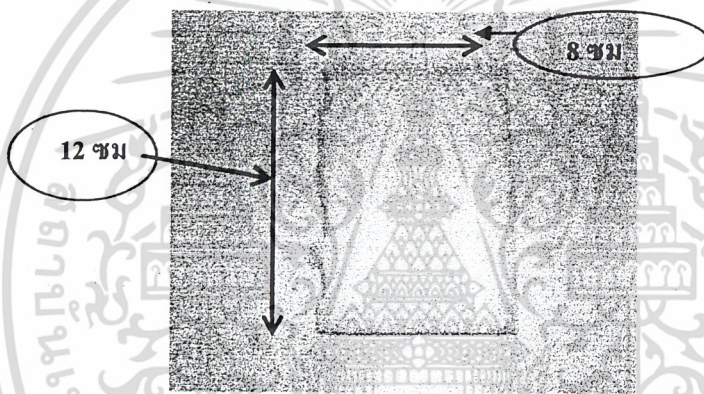
2. มีตัวเปิดร่อง 2 แถว จึงต้องมีการคัดท่อนำเมล็ด เป็น 2 แนวและต้องให้เมล็ดตกลงมาแล้วได้ระยะปลูกที่แม่นยำและสม่ำเสมอทุกแถว เรื่องความสูงจากจุดปล่อยถึง

ร่องปลูกของชุดกระพ้อใหม่ให้อยู่ในตำแหน่งที่เหมาะสมให้สูงจากพื้นประมาณ 20-30 ซม. ส่วนของมุมเอียงของท่อนำเมล็ด ทำการนำเอาท่อที่ได้เส้นผ่าศูนย์กลางที่แน่นอนจากการทดลอง มาทดสอบหามุมเอียงท่อที่ 5, 10, 15 และ 20 องศา ตามลำดับ (นำมาจากทฤษฎีท่อ) โดยพิจารณาถึงตัวเปิดร่อง 2 แถวไม่ให้ยุบชิดจนเกินไป ซึ่งอาจเกิดปัญหาดินติดตัวเปิดร่องขณะรถไถทำงาน

3.5 แนวทางในการทำให้กระเทียมมีความเร็วในขณะที่ปล่อยมีค่าเข้าใกล้ศูนย์หรือตกในแนวตั้ง

-ใช้วัสดุใดๆที่สามารถรับแรง มากั้นขวางทางเดินของกลีบกระเทียมในขณะที่ปล่อย เพื่อลดแรงและความเร็วของกลีบกระเทียมลงให้มีค่าใกล้ศูนย์ แล้วจึงส่งผ่านกลีบกระเทียมให้ตกลงไปในท่อนำเมล็ดด้วยแรงโน้มถ่วง โลกและวางตัวลงสู่ร่องเปิดได้

-แนวทางในการเลือกวัสดุกัน ต้องทำการเลือกวัสดุที่สามารถรองรับแรงได้ดี สังกะสีจากการปากกลีบกระเทียมลงสู่วัสดุแล้วดูการกระเด็น ในที่นี้ได้ทำการนำฟองน้ำชนิดบางมาใช้ทำเป็นวัสดุกัน เพื่อให้ รองรับแรงในจังหวะที่ปล่อยกระเทียม นอกจากนี้ยังได้เลือกวัสดุอื่นๆอีก ที่มีคุณสมบัติดังกล่าว เพื่อนำมาเลือกวัสดุที่ดีที่สุด



รูปที่ 3.7 แสดงวัสดุ รองรับ

ในการศึกษาการติดตั้งตัว Absorb แรงในตำแหน่งที่สามารถทำให้กลีบกระเทียมตกในแนวตั้ง โดยไม่กระเด็น (น้อยที่สุด) โดยดูผลจากภาพวิดีโอ

บทที่ 4

ขั้นตอนการดำเนินงานและผลการทดลอง

ในบทขั้นตอนการดำเนินการนี้จะแสดงผลการทดลองเรียงลำดับขั้นตอนการดำเนินการ ดังมีรายละเอียดการดำเนินงานดังนี้

4.1 การหาขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางของท่อลำเลียงและความยาวท่อที่เหมาะสม

4.1.1 วัตถุประสงค์

เพื่อหาเส้นผ่าศูนย์กลางท่อที่จะทำให้การลำเลียงเมล็ดคงร่องปลูก โดยที่ไม่ติดขัดในท่อ

4.1.2 อุปกรณ์ที่ใช้ในการทดลอง

- เครื่องปลูกกระเทียมต้นแบบ
- แผ่นใส มีเสกอลวีคระยะห่างจากแนวกลางกระพ้อ
- กล้องถ่ายวิดีโอ ยี่ห้อ ซัมซุง

4.1.3 ขั้นตอนในการทดลอง มีดังนี้

1).หาขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางท่อ โดยทำการถ่ายภาพวิดีโอ การเบี่ยงเบนของกลีบกระเทียมขณะตก โดยมีวัตถุประสงค์เพื่อ Absorb แรงจากแนวกลางของกระพ้อทางด้านหน้าเครื่อง และเลือกใช้ความเร็วรอบในการทำงานของเครื่องที่ดีที่สุด คือ 1200-1300 rpm (38-48 rpm ของชุดกระพ้อตามลำดับ) ทำการทดสอบกับทุกๆ แดว ความเร็วรอบละ 3 ชั่วโมง

2).ทำการเก็บค่าเบี่ยงเบนของกลีบกระเทียมที่ปล่อยจากกระพ้อ ที่ช่วงความสูง 30 ซม. ทำการเก็บผลการทดลองจากวิดีโอของแต่แแถวแล้ว

3).นำค่าเบี่ยงเบนมาวิเคราะห์ทางสถิติ เพื่อหาขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางท่อต่อไป ขอมูลค่าการเบี่ยงเบนของกลีบกระเทียมขณะตกในช่วงความสูง 30 ซม. อยู่ในภาคผนวก ตารางที่ ก1.

4.1.4 ผลการทดลอง

4.1.4.1 ความยาวของท่อนำเมล็ด ที่ความเร็วรอบชุดหยอด 40 – 50 rpm ที่ความสูง 20 30 และ 40 cm. วัดจากขอบถึงบรรจุ ค่าเบี่ยงเบนจากแนวนอนดังรูปที่ 4.2 ได้ค่า

ที่ระดับความสูง 30 cm. ได้ค่าเบี่ยงเบนน้อยที่สุดเท่ากับ 2.5cm

ที่ระดับความสูง 20 cm. ได้ค่าเบี่ยงเบน 3 cm.

ที่ระดับความสูง 40 cm. ได้ค่าเบี่ยงเบน 3.5 cm.

สรุป ได้ตำแหน่งความสูงท่อนำเมล็ดในแนวตั้งที่เหมาะสมสำหรับติดตั้งชุดหยอดใหม่ คือ 30

เอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.1.4.2 หาขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางของท่อนำเมล็ด ที่ความยาวท่อ 30 เซนติเมตร

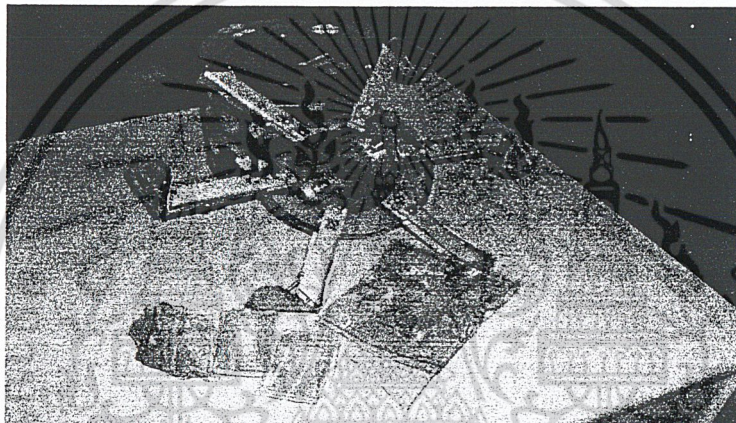
ค่าเฉลี่ยเบี่ยงเบนจากแนวกึ่งกลางรวม = $14.8 + 16 + 19 + 17.9 + 12 + 11 + 11.5 + 11.4 = 14.2$ มิลลิเมตร

ค่าเฉลี่ยความเบี่ยงเบนมากที่สุด = $40 + 35 + 40 + 40 + 20 + 30 + 20 + 25 = 31.5$ มิลลิเมตร

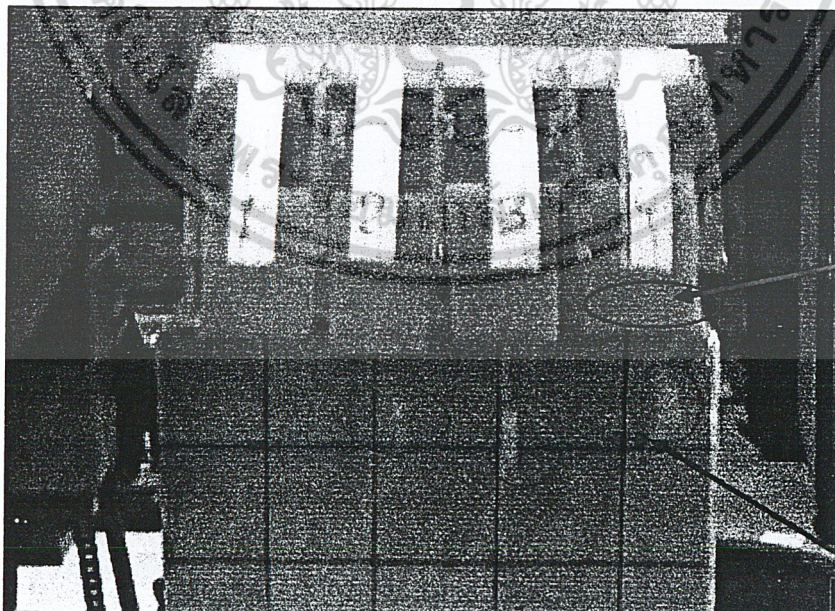
ค่าเฉลี่ยความเบี่ยงเบนน้อยสุด = 0 มิลลิเมตร

ขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางของท่อนำเมล็ดจากผลการทดลองคือ 28.4 มิลลิเมตร

ตรวจสอบการตกของกลีบกระเทียม ในแต่ละแถวว่าพร้อมกันหรือไม่ ซึ่งพบว่า การตกของกลีบกระเทียมไม่พร้อมกัน สาเหตุอาจเกิดจากชุดกระพ้อเดิมยังไม่ได้มาตรฐานเดียวกัน ต้องมีการปรับแก้



รูปที่ 4.1 กระพ้อของเดิม



ตำแหน่ง
ติดตั้งวัสดุ
กันเมล็ด

ระยะเบี่ยงเบน
ของกลีบจากแนว

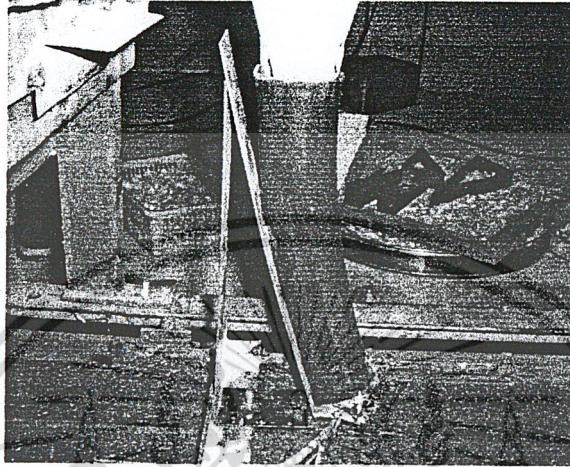
รูปที่ 4.2 แสดงการตกของกลีบกระเทียมจากภาพถ่ายวีดีโอ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.2 การทดลองเพื่อหามุมเอียงที่ล้าเลียงกระเทียมที่เหมาะสม

4.2.1 วัตถุประสงค์

เพื่อหามุมเอียงที่นำเมล็ดที่สามารถทำงานได้ Precision ระยะปลูกต่ำสุด ทั้งมุมเอียงหน้าและมุมเอียงหลัง โดยให้มุมเอียงวัดจากแนวตั้งอยู่ในช่วง 10 ถึง 30 องศา



รูปที่ 4.3 ทดลองมุมเอียงที่นำเมล็ดบนรางเหนียว

4.2.2 ขั้นตอนการดำเนินงาน

- 1) กำหนดขนาดของมุมที่จะใช้ในการทดลอง คือ 10 15 20 25 และ 30 องศา ดังแสดงการติดตั้งรูปที่ 4.3
- 2) ทำการทดสอบที่มุมเอียงที่นำเมล็ด 10 15 20 25 และ 30 องศา ทั้งเอียงหน้าและเอียงหลัง
- 3) เดินเครื่อง ที่ความเร็วรอบชุดหยอด 40 รอบต่อนาที และที่ความเร็วสายพานเหนียวเท่ากับความเร็วรถไถทางตรง 1.67 กิโลเมตรต่อชั่วโมง (ความเร็วรอบพลูเลย์ขับเคลื่อนสายพาน 37 รอบต่อนาที)
- 4) เมล็ดไหลลงบนสายพานเหนียว วัดระยะห่างระหว่างเมล็ดในแต่ละช่วงๆละ 1 เมตร จำนวน 6 ช่วง ทำการเก็บค่าเช่นนี้มุมละ 3 ซ้ำ
- 5) เดินเครื่อง ตามความเร็วรอบที่กำหนดไว้ขั้นต้น ทำการเก็บค่าระยะปลูกใน 6 ช่วงๆละ 1 เมตรจำนวน 3 ซ้ำ ทำเช่นนี้กับมุมเอียง 15 20 25 และ 30 องศาตามลำดับ
- 6) นำค่าที่ได้มาวิเคราะห์ทาง สถิติ ดูที่มุมเอียงใดค่า Precision ระยะปลูกที่มีค่าต่ำสุดและแปรปรวนน้อยสุด สรุปเลือกมุมเอียงที่ที่เหมาะสม

4.2.3 ผลการทดลอง

การทดสอบเปรียบเทียบค่า Precision ของระยะปลูกกระเทียมที่มุมเอียงที่ด้านหลังของที่นำเมล็ดที่ 10 15 20 25 และ 30 องศา ทางสถิติ แบบ CRD Test ที่ระดับนัยสำคัญ 0.1

4.2.3.1 ทดสอบกับมุมเอียงหลัง ที่นำเมล็ดชนิดที่อลม

25	21.53%	46.18%	10.27	8.78	29.63%
30	20.41%	47.81%	11.00	9.13	30.51%

ตารางที่ 4.1.1 การวิเคราะห์ทางสถิติ เปรียบเทียบค่า %Precision ของระยะปลูก ที่มุมเอียง 10 15 20 25 และ 30 องศา ANOVA (CRD Test)

Source of Variation	SS	df	MS	F	P-value	F ตาราง
Between degree	59.63	4	14.91	2.06	0.09	1.52
Error Within degree	848.33	117	7.25			
Total	907.96	121				

4.2.3.2 ทดสอบกับมุมเอียงหน้า ท่อนำเมล็ดชนิดต่อลม ตารางที่ 4.2 แสดง ค่า Precision ของระยะปลูกในช่วง 6-15 cm ที่คำนวณทางสถิติ

Degree of tube	Miss	Quality	Average	Variance	Precision %
10	19.45%	53.58%	9.33	5.66	23.80
15	17.63%	52.17%	9.36	6.44	25.37
20	18.15%	50.55%	9.56	6.04	24.60
25	21.53%	47.18%	10.10	7.42	27.20
30	20.41%	47%	10.25	8.07	28.40

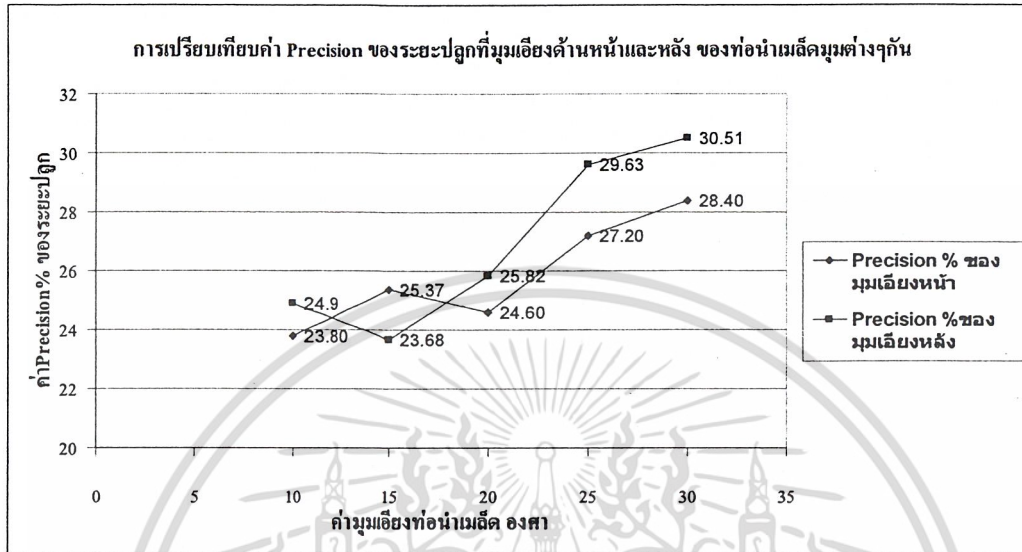
ตารางที่ 4.2.1 การวิเคราะห์ทางสถิติ เปรียบเทียบค่า %Precision ของระยะปลูก ที่มุมเอียง 10 15 20 25 และ 30 องศา ANOVA (CRD Test)

Source of Variation	SS	df	MS	F	P-value	F ตาราง
Between degree	120.77	4	30.19	4.50	0.001	2.38
Within degree	5506.22	820	6.71			
Total	5626.9	824				

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Within degree 5506.22 820 6.71

Total 5626.9 824



กราฟรูปที่ 4.4 เปรียบเทียบค่า Precision ของท่อเอียงหน้าและหลัง

ผลการทดลอง การทดสอบทางสถิติพบว่า F จำนวนมีค่ามากกว่า F ตาราง ดังนั้นมุมเอียงของท่อนำเมล็ดมีอิทธิพลให้ค่าความแปรปรวนและค่า Precision ของระยะปลุกมีความแตกต่างกันทางสถิติ ที่ระดับนัยสำคัญ 0.1 และจากกราฟรูปที่ 4.4 มุมเอียงหน้า ที่ให้ค่าความแปรปรวนน้อยคือมุม 10 15 และ 20 องศาตามลำดับ มุมเอียงหลังที่ให้ค่าความแปรปรวนน้อยคือมุม 15 10 และ 20 องศาตามลำดับ

4.3 การทดลองเพื่อหาชนิดของท่อลำเลียงที่เหมาะสม

4.3.1 วัตถุประสงค์

เพื่อหาว่า ชนิดท่อลำเลียงเมล็ดที่สามารถทำงานได้ Precision ระยะปลุกต่ำสุด โดยเลือกจากท่อที่มีอยู่ตามท้องตลาด ให้มุมเอียงวัดจากแนวตั้งอยู่ในช่วง 10 ถึง 30 องศา เลือกมา 2 ชนิด ดังรูปที่ 4.5

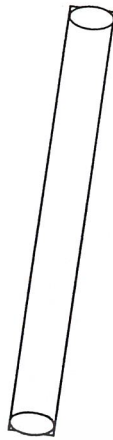
-Corrugated drill tube(ท่อลม)

-ท่อยางผิวเรียบ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ท่อแบบ Corrugated drill tube



ท่ออย่างผิวเรียบ

รูปที่ 4.5 แสดงชนิดท่อนำเม็ล็ด



รูปที่ 4.6 แสดงการติดตั้งท่อนำเม็ล็ด

4.3.2 อุปกรณ์ที่ใช้ในการทดลอง

- ชุดหยอดและชุดสายพานเหนียวที่พร้อมทำงาน
- ดลิบเมตร
- เครื่องวัดรอบ
- Inverter มอเตอร์ขนาด 5 แรง
- ท่อนำเม็ล็ด ชนิดท่อลม และท่อไอผิวเรียบ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.3.3 ขั้นตอนการดำเนินงาน

- 1). ติดตั้งชุด กระพ้อชุดหยอดบนรางทดสอบสายพานเหนียว เพื่อทำการทดสอบ
- 2). ทดสอบกับท่อ 2 ชนิด คือ ท่อลม ท่อยางใสผิวเรียบ นำมาติดตั้งกับชุดทดสอบบนรางเหนียวดังรูปที่ 4.6
- 3). ทำการทดสอบที่มุมเอียงท่อ นำเมล็ด 10 15 20 30 องศา ทั้งเอียงหน้าและเอียงหลัง
- 4). เดินเครื่อง ที่ความเร็วรอบชุดหยอด 40 รอบต่อนาที และที่ความเร็วรอบสายพานเหนียว 1.67 กิโลเมตรต่อชั่วโมง (37 รอบต่อนาที)
- 5). เมล็ดไหลลงบนสายพานเหนียว วัดระยะห่างระหว่างเมล็ดในแต่ละช่วงๆละ 1 เมตร. จำนวน 6 ช่วง ทำการเก็บค่าเช่นนี้มุมละ 3 ชั่วโมง
- 6). นำค่าที่วัดได้มาวิเคราะห์ทางสถิติเพื่อดูค่า Precision ระยะปลูกที่ดีที่สุดและมีความแปรปรวนของระยะปลูกน้อย เลือกชนิดท่อ

4.3.4 ผลการทดลอง ใช้วัสดุท่อ นำเมล็ดต่างชนิดกัน เพื่อทดสอบว่ามีอิทธิพลต่อค่า Precision ของระยะปลูกกระเทียม

4.3.4.1 ที่มุมเอียงหน้าของท่อ นำเมล็ดที่ 10 15 และ 20 องศาทางสถิติ แบบ RCBD Test ที่ระดับนัยสำคัญ 0.1

ตารางที่ 4.3 แสดง ค่า ร้อยละ Precision ของระยะปลูกที่มุมเอียงหน้าของท่อ 2 ชนิด

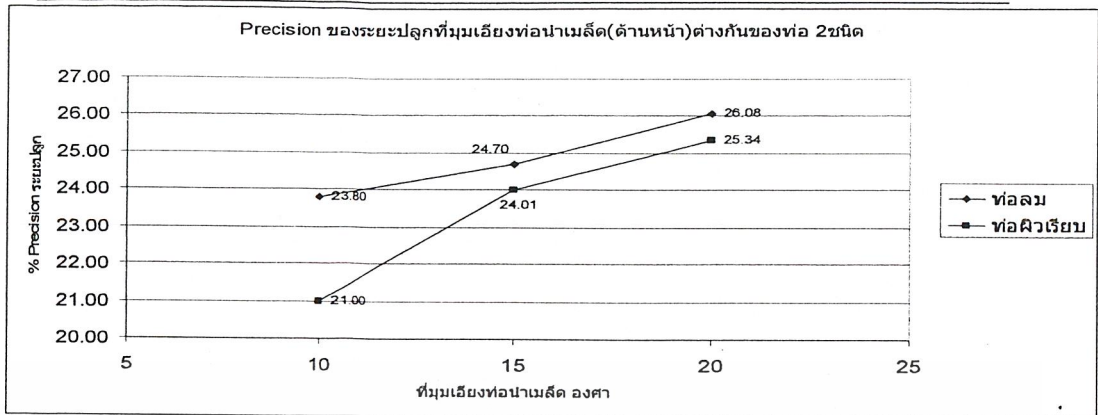
Degree of tube องศา			
ชนิดท่อ	10	15	20
ท่อลม	23.80%(precision)	24.70	26.08
ท่อผิวเรียบ	21.00	24.01	25.34

ตารางที่ 4.3.1 การวิเคราะห์ทางสถิติ เปรียบเทียบค่า %Precision ของระยะปลูก ใช้ท่อ นำเมล็ด 2 ชนิด ที่มุมเอียง 10 15 และ 20 องศา ANOVA (RCBD Test)

Source of Variation	SS	df	MS	F	P-value	F ตาราง
Rows (ชนิดท่อ)	2.98	1	2.98	4.11	0.18	3.56
Columns (มุมเอียง)	11.08	2	5.54	7.64	0.12	4.00
Error	1.45	2	0.72			
Total	15.51	5				

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Total 15.51 5



กราฟรูปที่ 4.7 เปรียบเทียบค่า Precision ของท่อนำเมล็ด 2 ชนิด

ผลการทดลอง ผลการทดสอบทางสถิติ พบว่าค่า F คำนวณมีค่ามากกว่า F ตารางในทางสถิติ สรุปว่าชนิดท่อนำเมล็ดและมุมเอียงท่อมีอิทธิพลทำให้ค่า Precision ระยะปลูกกระเทียมมีความแตกต่างกันในทางสถิติ และจากกราฟที่ 4.7 ท่อชนิดท่อผิวเรียบให้ค่า Precision ดีที่สุด ที่มุมเอียงท่อ 10 15 20 องศา ตามลำดับ

4.3.4.2 ที่มุมเอียงหลังของท่อนำเมล็ดที่ 10 15 และ 20 องศาทางสถิติ แบบ RCBD Test ที่ระดับนัยสำคัญ 0.1

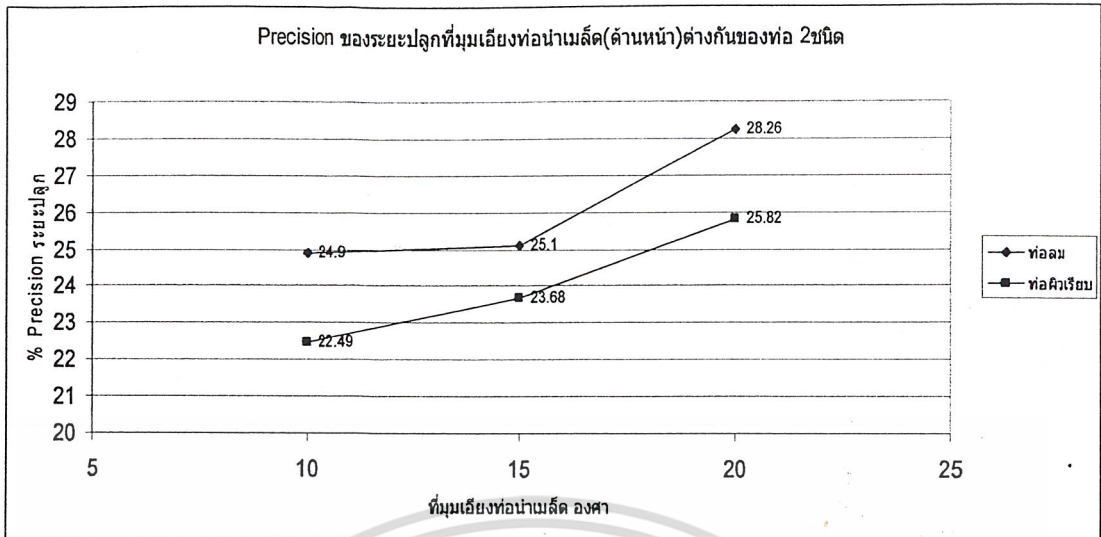
ตารางที่ 4.4 แสดง ร้อยละ Precision ของระยะปลูกที่มุมเอียงท่อมุมเอียงหลัง ของท่อ 2 ชนิด

ชนิดท่อ	มุมเอียงท่อด้านหลัง องศา		
	10	15	20
ท่อลม	24.90%	23.68%	25.82%
ท่อผิวเรียบ	22.49%	24.9%	28.26%

ตารางที่ 4.4.1 การวิเคราะห์ทางสถิติ เปรียบเทียบค่า %Precision ของระยะปลูก ใช้ท่อนำเมล็ด 2 ชนิด ที่มุมเอียง 10 15 และ 20 องศา ANOVA (RCBD Test)

Source of Variation	SS	df	MS	F	P-value	F ตาราง
Rows(ชนิดท่อ)	6.55	1	6.55	38.90	0.02	3.56
Columns(มุมเอียงท่อนำเมล็ด)	12.46	2	6.23	36.99	0.03	4.00
Error	0.34	2	0.17			

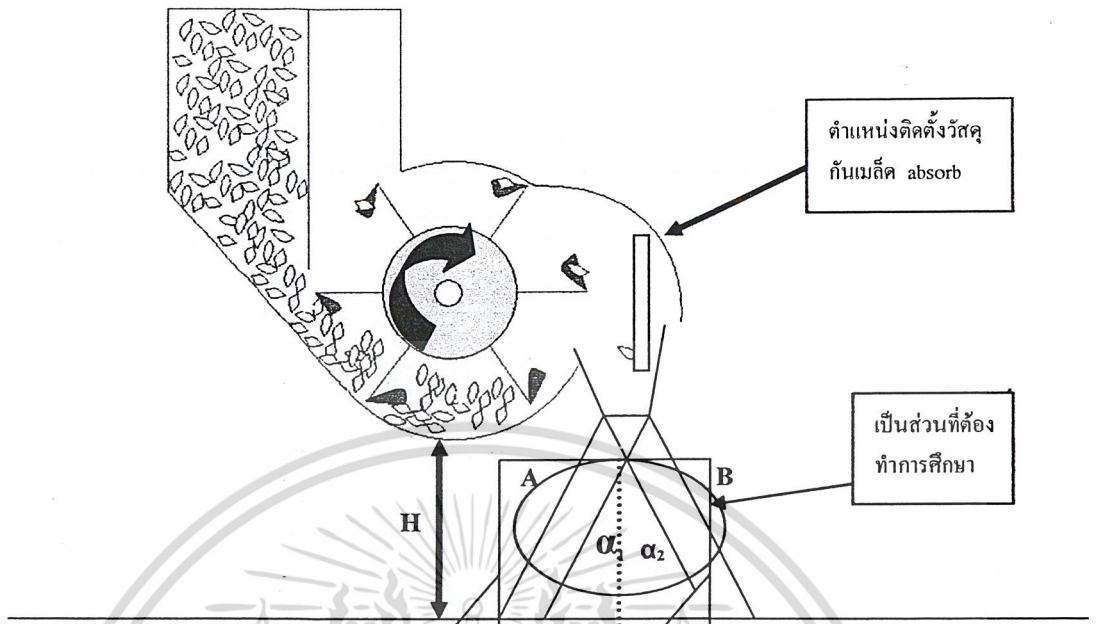
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



กราฟรูปที่ 4.8 เปรียบเทียบค่า Precision โดยท่อมุมเอียงหน้า 2 ชนิดท่อ

ผลการทดลอง ผลทดสอบทางสถิติ พบว่า F ที่คำนวณ ได้มีค่ามากกว่าค่า F จากตารางสถิติที่ เลขนัยสำคัญ 0.1 สรุปได้ว่าชนิดท่อและมุมเอียงด้านหลังของท่อนำเมล็ดมีอิทธิพลทำให้ค่า Precision ระยะปลูกมีความแตกต่างกันทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญ และจากกราฟที่ 4.8 ท่อผิวเรียบให้ค่า Precision ระยะปลูก ดีกว่า ท่อลม ที่มุม 10 15 และ 20 องศา

4.4 การทดสอบเพื่อดูอิทธิพลของชนิดวัสดุรับแรงที่เหมาะสม



รูปที่ 4.9 แสดงตำแหน่งการติดตั้งและทดสอบชุดลำเลียงใหม่

4.4.1 วัตถุประสงค์

เพื่อดูว่าการติดตั้งวัสดุรับแรงมีผลต่อค่า Precision ของระยะปลูกหรือไม่ และวัสดุชนิดใดให้ค่า Precision ของระยะปลูกต่ำที่สุด

4.4.2 ขั้นตอนการดำเนินงาน

- 1). เลือกวัสดุรับแรงที่จะนำมาใช้ในการติดตั้ง ได้แก่ ฟองน้ำ ฝอยเขียว(scotch byth)3M และ พรหม
- 2). นำวัสดุมาติดในตำแหน่งปากทางออกรูปที่ 4.9 เพื่อให้แมล็ดเคลื่อนที่มากกระทบปลายวัสดุ เป็นการลดความเร็วของแมล็ด แล้วตกลงในแนวตั้ง
- 3). ติดท่อนำแมล็ด ที่มุมเอียง 10 15 และ 20 องศา ดังรูปที่ 4.9 โดยทดสอบทั้งมุมเอียงหน้าและเอียงหลัง
- 4). เก็บค่าระยะห่างระหว่างแมล็ด วิเคราะห์ทางสถิติ ดูว่าที่วัสดุรับแรงชนิดใดมีค่า Precision ระยะปลูกและมีความแปรปรวนน้อยสุด

โดยต้องศึกษาว่ากลีบกระเทียมมีความเร็วเริ่มต้นเป็นศูนย์วิ่งไหลผ่านท่อที่เอียง 2 แบบ (ท่อ A,B) ดูจากกลีบกระเทียมต้องตกลงพื้นพร้อมกันหรือไม่ อย่างน้อยระยะปลูกในแต่ละแถวต้องสม่ำเสมอ

ในการทดสอบที่ A และ B จะทำการทดสอบที่มุม α_1 และ α_2 สมมาตรที่ 10,15 และ 20 องศาตามลำดับ และแบบ α_1 และ α_2 ไม่สมมาตรที่มุม 10,15 และ 20 องศาตามลำดับ

4.4.3 ผลการทดลอง เพื่อทดสอบว่าวัสดุรับแรงต่างชนิดกันมีอิทธิพลต่อการเปลี่ยนแปลงค่า Precision ของระยะปลูกของเครื่องโดยเลือกวัสดุรับแรง 3 ชนิด ทดสอบทางสถิติที่ระดับนัยสำคัญ 0.1 ที่ มุมเอียง 10 15 และ 20 องศา ตามลำดับ

4.4.3.1 ทดสอบที่มุมเอียงที่อนำเมล็ดด้านหน้า(ผิวเรียบ)

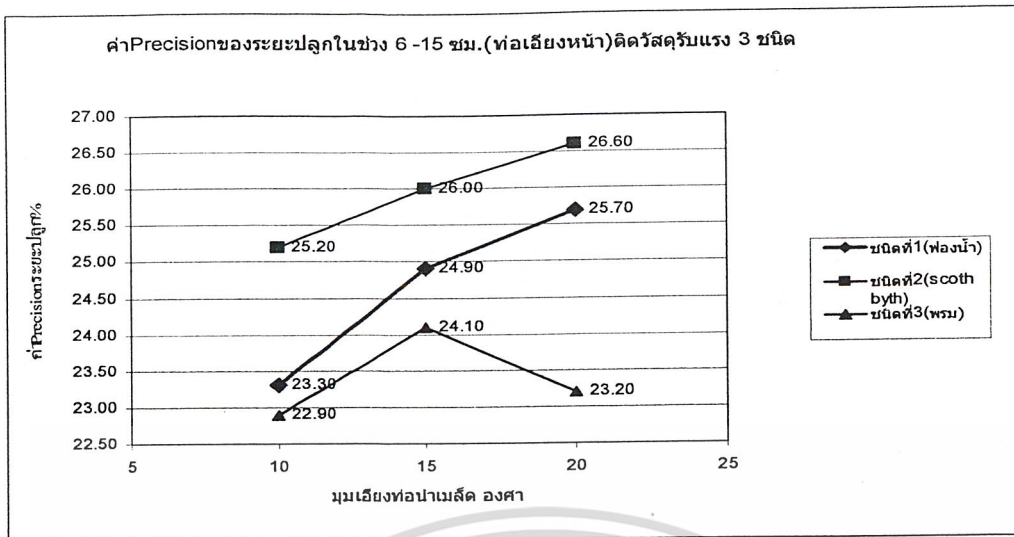
ตารางที่ 4.5 แสดง ค่าร้อยละ Precision ระยะปลูกที่วัสดุรับแรงต่างชนิดที่มุมเอียง 10 15 20 องศา

มุมเอียงที่ องศา	ชนิดที่1(พองน้ำ)	ชนิดที่2(ฝอยเขียว)	ชนิดที่3(พรม)
10	23.30%	25.20%	22.90%
15	24.90%	26.00%	24.10%
20	25.70%	26.60%	23.20%

ตารางที่ 4.5.1 การวิเคราะห์ทางสถิติ เปรียบเทียบค่า Precision ของระยะปลูก ใช้วัสดุรับแรง 3 ชนิด ที่มุมเอียง 10 15 และ 20 องศา

Source of Variation	SS	df	MS	F	P-value	F ตาราง
มุมเอียงที่	0.033	2	0.0167	4.71	0.088	2.47
ชนิดวัสดุรับแรง	0.096	2	0.048	13.58	0.016	2.47
Error	0.014	4	0.003			
Total	0.144	8				

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



กราฟรูปที่ 4.10 การเปรียบเทียบค่า Precision โดยมุมเอียงท่อน้ำ ติดวัสดุรับแรง 3 ชนิด

ผลการทดลอง พบว่าค่า F จำนวนมีค่ามากกว่า F ตาราง ดังนั้นแสดงว่าชนิดวัสดุรับแรงมีอิทธิพลต่อค่า Precision ของระยะปลูกทำให้มีความแตกต่างทางสถิติที่ระดับนัยสำคัญ 0.1 และจากกราฟรูปที่ 4.10 พรหมมีอิทธิพลทำให้ค่า Precision ต่ำที่มุมเอียง 10 20 และ 15 องศาตามลำดับ

4.4.3.2 ทดสอบที่มุมเอียงท่อน้ำเมล็ดด้านหลัง(ผิวเรียบ)

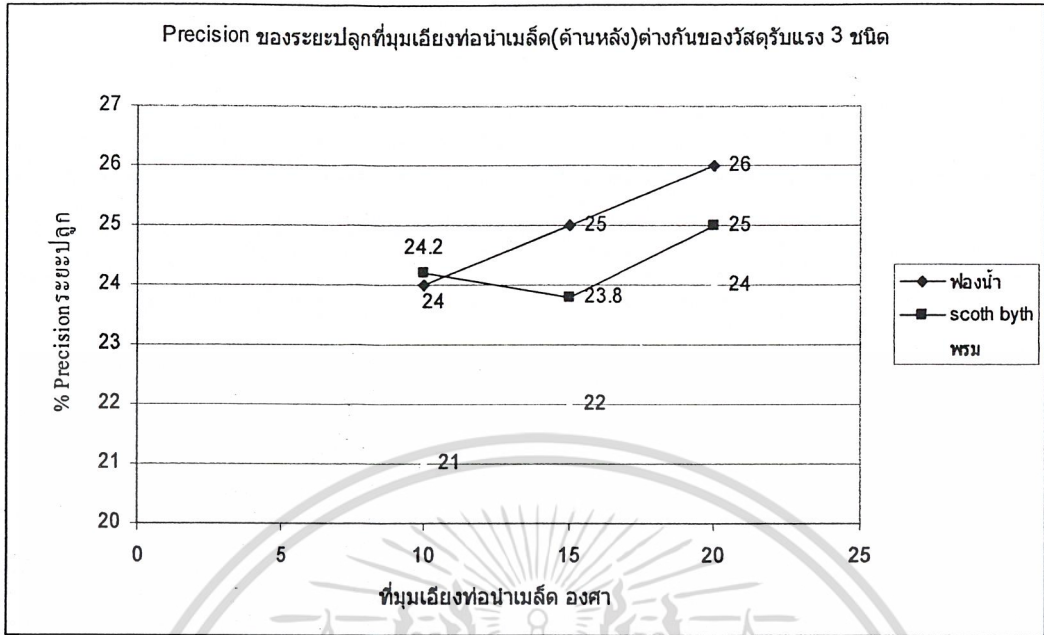
ตารางที่ 4.6 แสดง ค่า ร้อยละ Precision ระยะปลูกติดวัสดุรับแรงต่างชนิดที่มุมเอียง 10 15 20 องศา

มุมเอียงท่อน องศา	ชนิดวัสดุรับแรง		
	ฟองน้ำ	ฝอยเขียว(scoth byth)	พรหม
10	24.00%(Precision)	24.2%	21.0%
15	25.00%	23.8%	22.0%
20	26.00%	25.0%	24.0%

ตารางที่ 4.6.1 ANOVA(RCBD Test) (ท่อนผิวเรียบ) ติดวัสดุรับแรง 3 ชนิด

Source of Variation	SS	df	MS	F	P-value	F ตาราง
มุมเอียงท่อน	5.98	2	2.99	8.36	0.037	2.47
ชนิดวัสดุรับแรง	11.56	2	5.78	16.15	0.012	2.47
Error	1.43	4	0.357			
Total	18.97	8				

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



กราฟรูปที่ 4.11 เปรียบเทียบค่า Precision ท่อผิวเรียบตีควัสดุรับแรง 3 ชนิด

ผลการทดลอง พบว่า ค่า F คำนวณจากสูตรมีค่ามากกว่า F ตาราง จึงสรุปว่าที่มุมเอียงท่อ (ด้านหลัง) ชนิดวัสดุรับแรงมีผลทำให้ค่า Precision ระยะปลูกมีความแตกต่างกันทางสถิติที่ระดับนัยสำคัญ 0.1 และจากกราฟที่ 4.11 พบว่า พรหมเป็นวัสดุที่รับแรงที่ดี ทำให้ค่า Precision ต่ำกว่าชนิดอื่น

4.5 การปรับปรุงชุดลำเลียงใหม่กับเครื่องปลูกกระเทียม

4.5.1 วัตถุประสงค์

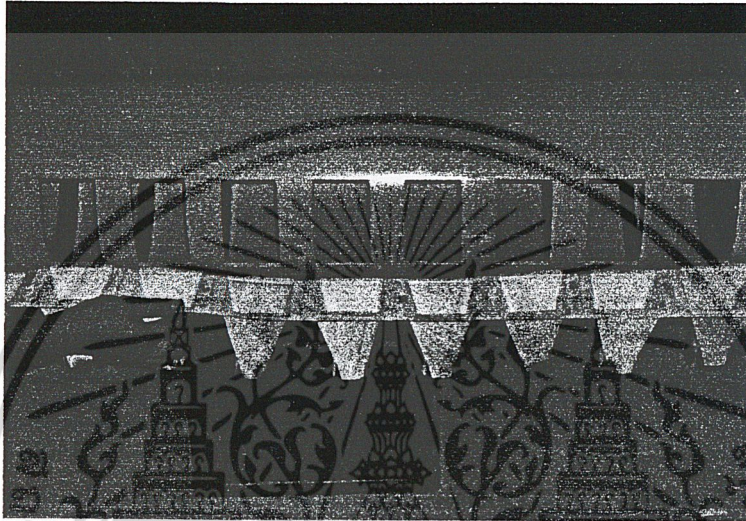
เพื่อนำผลการทดลองของปัจจัยทั้งหมดมาสร้างระบบลำเลียงใหม่ และนำไปทดสอบในแปลงเพื่อเปรียบเทียบกับเครื่องปลูกกระเทียมต้นแบบ

4.5.2 เครื่องมือและอุปกรณ์

- ท่อ นำเมล็ด ชนิดท่อ ไสผิวเรียบ
- วัสดุรับแรง ใช้พรหม
- ตลับเมตร
- เครื่องปลูกกระเทียมชุดใหม่
- แปลงทดลอง และราชทวารภาควิชา

4.5.3 ขั้นตอนการดำเนินงาน

- 1). สรุปรูปปัจจัยที่มีผล คือ ชนิดท่อ เส้นผ่าศูนย์กลางท่อ ความยาวท่อ มุมเอียงท่อหน้า หลัง การติดตั้งวัสดุรับแรง ต่อระบบลำเลียงเมล็ด
- 2). ทำการสร้างชุดลำเลียงใหม่ ติดตั้งบนเครื่องปลูกกระเทียม ดังรูปที่ 42
- 3). ทดสอบบนแปลงทดลอง
- 4). เปรียบเทียบกับข้อมูลเดิม ปรับแก้ให้ดีขึ้น ให้ค่า Precision ระยะปลูกที่ดีใกล้เคียงกับของเกษตรกร



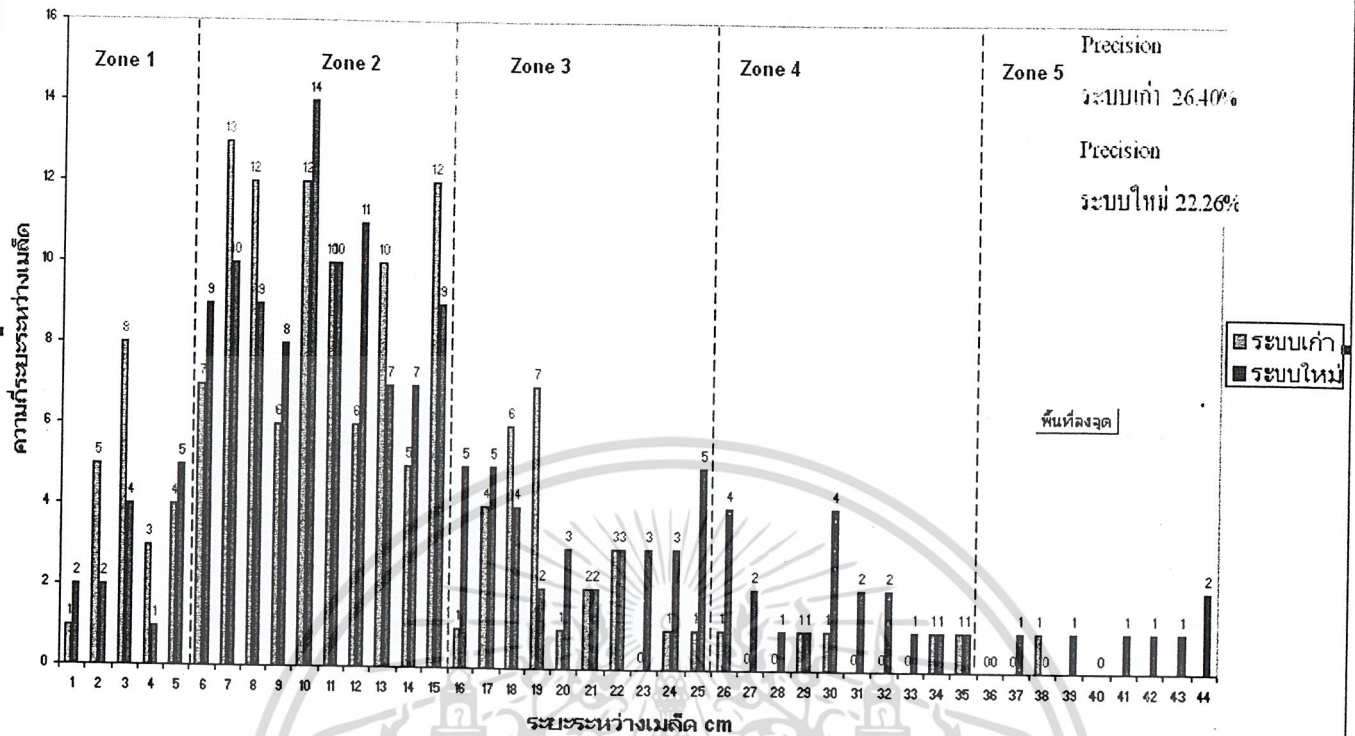
รูปที่ 4.12 แสดงการติดตั้งชุดกรวยใหม่เข้ากับชุดกระพ้อใหม่

ตารางที่ 4.7 แสดงค่าพารามิเตอร์และ Precision ระยะระหว่างเมล็ดกระเทียมของระบบลำเลียงกระเทียมแบบเก่าและใหม่บนแปลงปฏิบัติการ

ระบบลำเลียง	<i>N</i>	<i>n1</i>	<i>n2</i>	<i>n3</i>	<i>n4</i>	<i>n5</i>	<i>Average</i>	<i>Quality</i>	<i>Miss</i>	<i>Multiple</i>	<i>Variance</i>	เบี่ยงเบน	<i>Precision%</i>
								<i>feed index</i>	<i>index</i>	<i>index</i>		มาตรฐาน	
ระบบใหม่	170	15	94	35	17	9	9.40	55.29	35.88	8.82	5.14	2.26	22.6
ระบบเก่า	170	23	90	32	10	15	10.49	52.94	33.53	13.53	6.98	2.64	26.4

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เปรียบเทียบการกระจายตัวของระยะระหว่างเมล็ดของระบบลำเลียงใหม่และระบบเดิมบนแปลงปฏิบัติการ



กราฟรูปที่ 4.12 แสดงการกระจายของระยะระหว่างเมล็ดบนร่องปลูกของชุดระบบลำเลียงกระเทียมระบบเก่าและใหม่

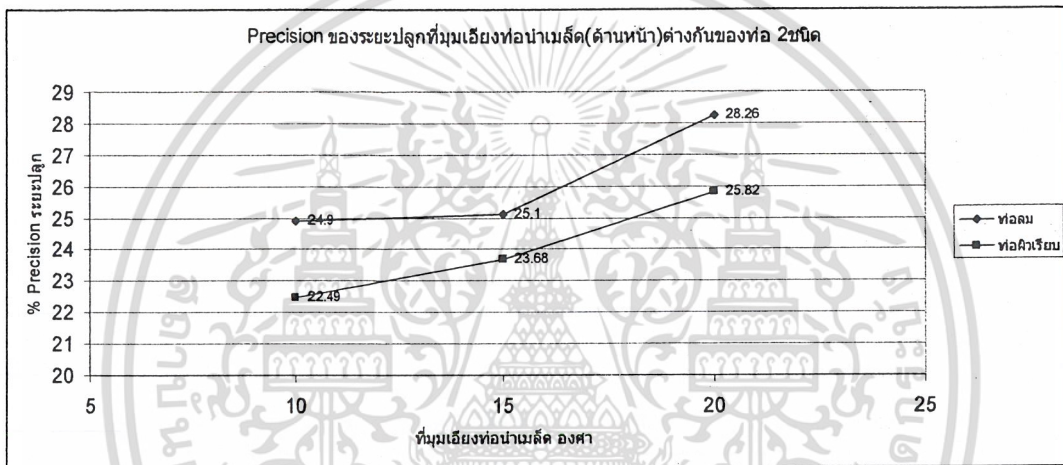
ผลจากการทดสอบ พบว่าประสิทธิภาพของระบบลำเลียงใหม่สูงขึ้น ให้ค่า Precision ระยะปลูกต่ำกว่าระบบลำเลียงเดิมประมาณ 4 เปอร์เซ็นต์ การกระจายระยะระหว่างเมล็ดอยู่ในช่วง 6 - 15 เซนติเมตร มากขึ้น ทำให้ค่าคุณภาพการหยอดสูงขึ้นประมาณ 3 เปอร์เซ็นต์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

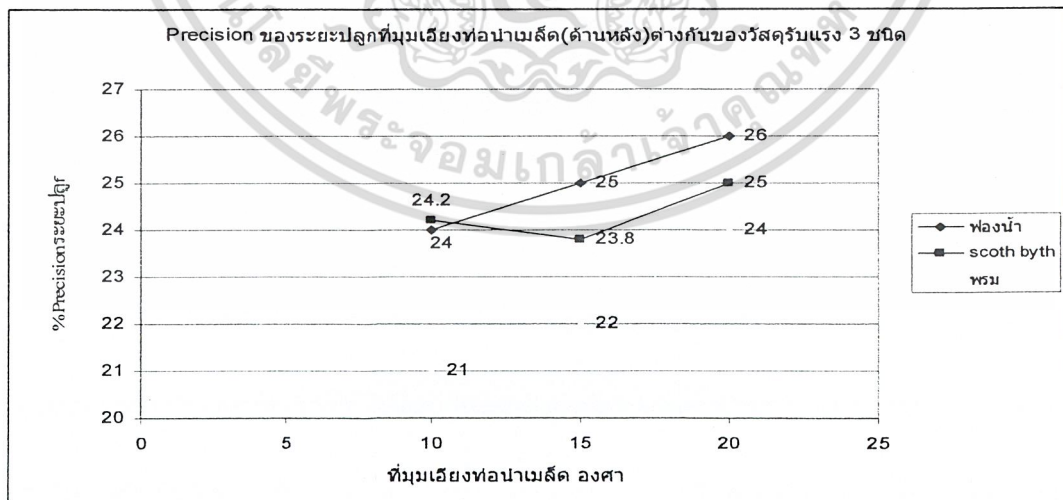
สรุปผลและวิจารณ์ผลการทดลอง

5.1 บทสรุปผลการทดลอง

จากการทดลองและทดสอบเก็บค่าในแปลงปฏิบัติการ เพื่อหาปัจจัยที่ทำให้ค่า Precision ของ ระบุผลมีค่าต่ำ เทียบเท่ากับของเกษตรกร และมีค่าน้อยกว่าค่าที่ยอมรับได้ คือ 29 เปอร์เซนต์ (ISO7256/1-1984)



กราฟรูปที่ 5.1 แสดงค่า ร้อยละ Precisionของระยะปลูกเมื่อท่อนาเมล็ด 2 ชนิด



กราฟรูปที่ 5.2 แสดงค่า ร้อยละ Precisionของระยะปลูกเมื่อติดวัสดุรับแรง 3 ชนิด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

พบว่า

1). มุมเอียงท่อนำเมล็ดที่เหมาะสม คือ 10 ถึง 20 องศา

-ที่มุมเอียงท่อนำเมล็ดด้านหน้าที่ดีที่สุดคือ 10 องศา

-ที่มุมเอียงท่อนำเมล็ดด้านหลังที่ดีที่สุดคือ 15 องศา

2). ชนิดท่อที่เหมาะสม จากท่อ 2 ชนิด คือ ท่อลมดำ กับ ท่อยางผิวเรียบ ดังกราฟรูปที่ 1

พบว่า ท่อยางผิวเรียบเป็นท่อที่ให้ค่า Precision ของระยะปลูกต่ำสุดที่ มุม 10 15 และ 20 องศา ตามลำดับ

3). การติดวัสดุรับแรง เพื่อลดความเร็วของกระเทียมขณะหนึ่ง และตกอย่างอิสระในแนวคิ่ง พบว่า พรหมเป็นวัสดุรับแรงที่มีผลทำให้ค่า Precision ของระยะปลูกมีค่าต่ำสุด 21.00 เปอร์เซ็นต์ รองลงมาคือ scotch byth และ ฟองน้ำ ดังกราฟรูปที่ 2

4). ทำการรวบรวมผลการทดลอง ไปพัฒนาและออกแบบระบบลำเลียงกระเทียมใหม่ เพื่อนำไปทดสอบบนรางดินและแปลงเกษตร เก็บผลวัดค่าปัจจัยต่างๆทางทฤษฎีที่มีผลต่อระยะปลูก ปรับปรับแก้ไขให้มีค่าระยะปลูกที่แม่นยำขึ้น

ตารางที่ 5.1 เปรียบเทียบพารามิเตอร์ต่างๆที่แสดงความแม่นยำในแปลงปลูกแต่ละแบบ

แปลงทดสอบ	จำนวนข้อมูล	ระยะปลูกเฉลี่ย	ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน	สปส. ความแปรปรวน	%ของระยะปลูกที่ต้องการ	Multiple index	Miss index	Quality of feed index	Precision
เกษตรกร	238	11.8	4.12	34.91%	71.78%	1.68%	14.71%	83.61%	20.93%
ไถ 1 ครั้ง	228	12.23	7.28	59.53%	32.90%	17.98%	26.75%	55.26%	28.86%
ไถ 2 ครั้ง	250	11.29	5.83	51.64%	39.20%	19.20%	24.40%	56.40%	26.93%
ไถ 3 ครั้ง(1)	237	11.68	5.72	48.97%	40.50%	14.77%	24.89%	60.34%	25.87%
(2)	152	9.48	4.56	21.0%	50.01%	12.50%	12.50%	75.00%	21.0%

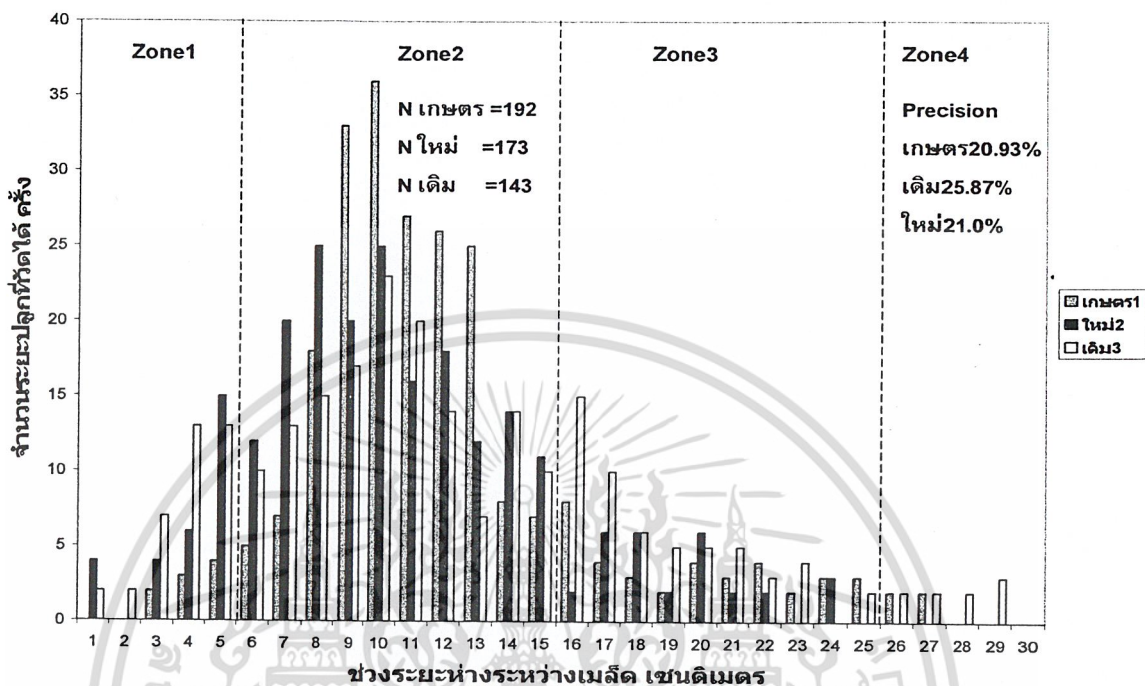
หมายเหตุ (1)ระบบลำเลียงแบบเดิม (2) ระบบลำเลียงใหม่ ที่มุมเอียงท่อนำเมล็ด 10 องศา ชนิดท่อใส่ผิวเรียบ ติดวัสดุรับแรง ชนิด พรหม ทดสอบบนชุดสายพานเหนียว ในลักษณะการใช้งานจริง โดยให้อัตราการหมุนของเพลาชับสายพานเหนียวเคลื่อนที่สมนัยกับความเร็วเชิงเส้นของเครื่องหยอด คือ 1.67 m/s และอัตราการหยอด 40 rpm

สรุป ค่า Precision ของระยะปลูกกระเทียมของการทดลองด้วยระบบลำเลียงที่ออกแบบใหม่ จากตารางที่ 6 พบว่าค่า Precision ระยะปลูกน้อยกว่าระบบลำเลียงเดิม 5 เปอร์เซ็นต์ และให้ค่า

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ใกล้เคียงกับของเกษตรกร ถือว่าระบบลำเลียงกระเทียมใหม่ให้ความแม่นยำระยะปลูกเฉลี่ย 9.48 เซนติเมตร ใกล้เคียง 10 เซนติเมตร ค่าคุณภาพการหยอดสูงขึ้น 8.61 เปอร์เซ็นต์

กราฟเปรียบเทียบการกระจายตัวของระยะปลูกแบบต่างๆ



กราฟรูปที่ 5.3 เปรียบเทียบการกระจายตัวของระยะปลูกที่ออกแบบระบบลำเลียงใหม่กับของเดิม

5.2. วิจัยรณผลการทดลอง และข้อเสนอแนะ

5.2.1 วิจัยรณผลการทดลอง

- 1). การเก็บข้อมูล ส่วนใหญ่เก็บโดยเครื่องต้นแบบบนชุดสายพานเหนียว ดังนั้นค่าระยะปลูกที่วัดได้จะมีโอกาสเกิดความคลาดเคลื่อนจากปัจจัยภายนอกที่ไม่สามารถควบคุมได้ เช่น slip ของสายพานเหนียว
- 2). ในระหว่างทดสอบต้องเก็บค่าระยะระหว่างเมล็ดจำนวนมากๆ อาจมีความผิดพลาดอันเนื่องมาจาก การวัด เครื่องมือวัด รวมถึงการวิเคราะห์ข้อมูล
- 3). เมื่อได้มีการทดลองในแปลงจริงจะสามารถแก้ปัญหาที่เกิดขึ้นในระหว่างดำเนินงานได้
- 4). ไม่สามารถหาเวลาที่แท้จริงที่เมล็ดกระเทียมใช้ในการเคลื่อนที่ลงสู่ร่องปลูก เพื่อหาทางลดเวลาที่ไถในการเดินทางของกลีบจากกระพ้อสู่ร่องปลูกตามทฤษฎี

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

5). ปัจจัยที่มีผลต่อ Precision ของระยะปลูกขึ้นอยู่กับปัจจัยอื่นที่ไม่ใช่ระบบลำเลียง เช่น ชุดกระพ้อตักเมล็ดสามารถตักได้ทุกกระพ้อหรือไม่

6). ควรมีการทำชุดวงจรอิเล็กทรอนิกส์ (sensor) เพื่อจับเวลาที่กระเทียบใช้ในการตกลงสู่พื้นว่าแต่ละเมล็ดห่างกันเท่าไร เท่ากันหรือไม่

5.2.2 ข้อเสนอแนะ

1). ควรมีการศึกษาตำแหน่งตกกระทบของกระเทียบกับวัสดุรับแรงว่ามีผลต่อ ความแม่นยำ และสม่ำเสมอของระยะปลูก

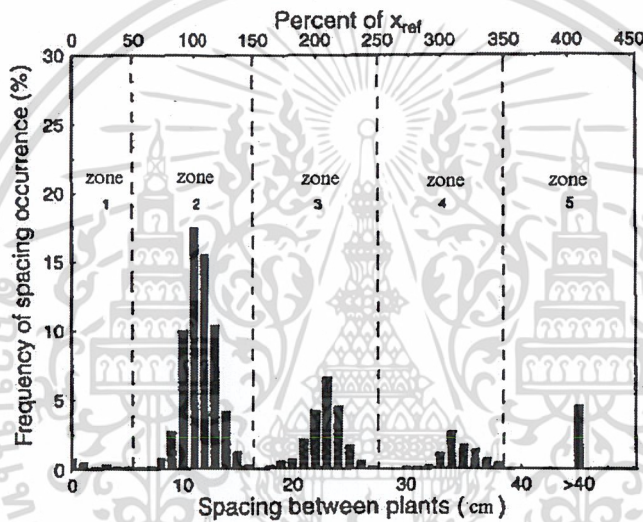
2).ควรมีการเก็บผลการทดลองเพิ่มเติมในแปลงทดลองเกษตรกรและดูผลการเจริญเติบโต



ภาคผนวก

1. การประเมินความแม่นยำของกลไกการหยอดของเครื่องปลูกเมล็ดเดี่ยวตามมาตรฐาน ISO 7256/1-1984 (Theoretical spacing , X_{ref}) ([22];[23])

เป็นวิธีการหนึ่งที่น่าสนใจใช้พิจารณาความแม่นยำโดยใช้กราฟแท่งของระยะระหว่างต้นซึ่งรูปแบบกราฟจะมีหลายลักษณะ ได้แก่ Large peak อยู่ใกล้กับระยะที่ต้องการ, Small peak หลายช่วงวางอยู่ที่ระยะต่างๆ และ กลุ่มกราฟที่แสดงระยะที่สั้นมากๆ และเนื่องจากการที่ลักษณะกราฟแต่ละอย่างมีความหมายต่างกันจึงมีวิธีการที่ใช้ในการแปลความหมายจากกราฟแท่งมีรายละเอียดดังนี้



รูปที่ 3.15 แสดงการแบ่งกราฟแท่งออกเป็น 5 ช่วง

1.1 แบ่งช่วงกราฟออกเป็น 5 ช่วงดังนี้

$$\text{Zone 1} = [0, 0.5 X_{ref}]$$

$$\text{Zone 2} = (0.5 X_{ref}, 1.5 X_{ref}]$$

$$\text{Zone 3} = (1.5 X_{ref}, 2.5 X_{ref}]$$

$$\text{Zone 4} = (2.5 X_{ref}, 3.5 X_{ref}]$$

$$\text{Zone 5} = (3.5 X_{ref}, \infty]$$

เมื่อ (a,b] หมายถึง ระยะที่มากกว่า a (แต่ไม่นับรวม a) จนถึง b (นับรวม b ด้วย)

โดย X_{ref} เป็นระยะปลูกทางทฤษฎี

n_1 = จำนวนของระยะระหว่างต้นที่อยู่ใน Zone 1

n_2 = จำนวนของระยะระหว่างต้นที่อยู่ใน Zone 2

n_3 = จำนวนของระยะระหว่างต้นที่อยู่ใน Zone 3

n_4 = จำนวนของระยะระหว่างต้นที่อยู่ใน Zone 4

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า

ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

n_5 = จำนวนของระยะระหว่างต้นที่อยู่ใน Zone 5

$N = n_1 + n_2 + n_3 + n_4 + n_5$ = จำนวนของระยะระหว่างต้นทั้งหมดที่บันทึก

1.2 การนำค่าที่ได้ไปแทนในสูตรต่างๆคือ

1) ดัชนีแสดงคุณภาพการหยอด(Quality of feed index ,A)

คือร้อยละของจำนวนของระยะระหว่างต้นที่มากกว่า 0.5 เท่า และไม่เกิน 1.5 เท่าของระยะต้นทางทฤษฎี(อยู่ใน Zone 2) เป็นตัววัดว่าเกิดระยะทางทฤษฎีบ่อยแค่ไหน

$$A = \frac{n_2}{N} \times 100 \quad (3.20)$$

ดังนั้นค่า A ยิ่งมากแสดงว่าคุณภาพในการหยอดยิ่งสูง

2) ดัชนีแสดงการหยอดหลายเมล็ด(Multiple index ,D)

เป็นดัชนีบ่งบอกลักษณะการปลูกที่ชิดติดกัน(หยอดที่ละหลายเมล็ด) คือร้อยละของจำนวนของระยะระหว่างต้นที่น้อยกว่าหรือเท่ากับครึ่งหนึ่งของระยะทางทฤษฎี

$$D = \frac{n_1}{N} \times 100 \quad (3.21)$$

ดังนั้นถ้าค่า D น้อยแสดงว่าคุณภาพการหยอดมีสูง

3) ดัชนีแสดงการเว้น(Miss index ,M)

ดัชนีการเว้นคือ ร้อยละของจำนวนของระยะระหว่างต้นที่มากกว่า 1.5 เท่าของระยะทางทฤษฎี

$$M = \frac{n_3 + n_4 + n_5}{N} \times 100 \quad (3.22)$$

ดังนั้นถ้าค่า M น้อยแสดงว่าคุณภาพการหยอดมีสูง

4) ความแม่นยำในการหยอด(Precision ,C)

ความแม่นยำเป็นดัชนีวัดความแปรปรวนของระยะห่างระหว่างต้นซึ่งได้ผลกระทบจากการเกิด การลงหลายเมล็ด(Multiple) และการเว้น (Miss) ความแม่นยำเป็นสัมประสิทธิ์ของการแปรปรวนที่เกิดขึ้นในช่วงของระยะต้นที่ใกล้กับระยะทางทฤษฎี(Zone 2)

$$C = \frac{S_2}{X_{ref}} \times 100 \quad (3.23)$$

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

โดย S_2 เป็นค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานของข้อมูลในช่วง Zone 2

ค่าความแม่นยำต่างจากค่าสัมประสิทธิ์การแปรปรวน(CV) ตรงที่ใช้ระยะทางทฤษฎีเป็น
ตัวหาร และการพิจารณาค่าความแม่นยำที่ยอมรับได้ในทางปฏิบัติต้องไม่เกิน ร้อยละ 29

2. ข้อมูลดิบในการทดลองเพื่อการออกแบบและพัฒนาระบบลำเลียงกระเทียม

ก1. ทดสอบหาขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางท่อนำเมล็ด โดยดูการเบี่ยงเบนของเมล็ดจากแนวคิ่ง ตรงกลาง
ของช่องเปิด

ตารางที่ ก1 ค่าการเบี่ยงเบนของกลีบกระเทียมขณะตกที่ช่วงความสูง 30 ซม.

ความเร็วรอบของชุดหยอดเป็น 38 รอบ/นาที, เกียร์ 1					ความเร็วรอบชุดหยอดเป็น 48 รอบ/นาที, เกียร์ 1				
ค่าการ เบี่ยงเบน ของเมล็ด	ช่องที่ 1(mm)	ช่องที่ 2	ช่องที่ 3	ช่องที่ 4	ค่าการ เบี่ยงเบน ของเมล็ด	ช่องที่ 1(mm)	ช่องที่ 2	ช่องที่ 3	ช่องที่ 4
1	20	10	30	40	1	15	10	15	10
2	10	20	15	10	2	20	10	10	10
3	10	20	10	0	3	10	10	10	20
4	30	40	20	5	4	10	0	20	5
5	0	0	20	10	5	10	10	10	0
6	20	20	40	20	6	20	10	0	0
7	20	5	40	20	7	10	10	20	10
8	20	10	30	40	8	10	10	20	10
9	15	10	20	20	9	10	0	10	10
10	5	10	30	10	10	10	10	0	15
11	0	20	10	30	11	30	20	0	10
12	0	20	10	25	12	0	10	10	15
13	14	10	10	10	13	15	15	10	10
14	0	10	10	0	14	20	20	15	15
15	15	30	25	20	15	0	0	0	15
16	0	10	10	35	16	0	0	0	0

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น เมื่ออนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า

ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

17	20	30	25	20	17	20	0	20	0
18	20	20	0	20	18	20	25	15	20
19	20	15	10	10	19	20	10	10	25
20	15	10	10	10	20	10	10	10	10
21	20	10	10	10	21	20	10	0	12
22	0	0	40	15	22	10	0	10	10
23	15	5	10	0	23	10	15	15	11
24	20	10	30	40	24	20	20	15	5

ก2. การทดสอบหามุมเอียงที่หน้าเมล็ด ด้านหน้า และหลัง

โดยเปรียบเทียบค่า Precision ของระยะปลูกกระเทียมที่มุมเอียงของท่อนำเมล็ดที่ 10 15 20 25 และ 30 องศา ทางสถิติ แบบ CRD Test ที่ระดับนัยสำคัญ 0.1

ตาราง ก2.1 แสดงค่าข้อมูลระยะห่างระหว่างเมล็ดในช่วง Zone ต่างๆ ตามมาตรฐาน ISO ที่ วัดที่มุมเอียงหน้า

มุมเอียงหน้า	N	n1	n2	n3	n4	n5	x เฉลี่ย	Multiple	Miss	Quality	S2	Precision
มุมเอียง 10	329	92	173	49	13	2	10.4	27.96%	19.45%	52.58%	2.76	27.60%
มุมเอียง 15	363	107	193	55	8	1	9.74	29.48%	17.63%	53.17%	2.92	29.20%
มุมเอียง 20	336	83	190	48	11	2	10.3	24.70%	18.15%	56.55%	2.74	27.40%
มุมเอียง 25	353	112	163	65	10	1	9.8	31.73%	21.53%	46.18%	2.72	27.20%
มุมเอียง 30	343	108	164	60	8	2	10.1	31.49%	20.41%	47.81%	2.83	28.30%

ก2.2 การทดสอบหามุมเอียงที่หน้าเมล็ด ด้านหลังที่หาค่า Precision ระยะปลูกต่ำสุด

ตาราง ก2.2 ระยะห่างระหว่างเมล็ดบนสายพานเหนียว ที่มุมเอียงหลัง

มุมเอียงหลัง	N	n1	n2	n3	n4	n5	X เฉลี่ย	Multiple	Miss	Quality	S2	Precision
มุมเอียง 10	433	188	181	56	7	1	10	43.42%	19.45%	52.28%	2.49	24.90%
มุมเอียง 15	401	175	149	58	17	2	8.77	43.64%	17.63%	53.17%	2.39	23.90%
มุมเอียง 20	420	188	169	52	11	0	9.82	44.76%	18.15%	56.55%	2.58	25.80%
มุมเอียง 25	484	231	202	48	2	1	10.27	47.73%	21.53%	46.18%	2.96	29.60%
มุมเอียง 30	356	112	173	55	14	2	11.00	31.46%	20.41%	47.81%	3.02	30.20%

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ก.3.ทดสอบว่าหาท่อหน้าเมล็ดชนิดใดให้ค่า Precision ระยะปลูกต่ำสุดที่มุมเอียงหน้า และหลัง

ก.3.1 ทดสอบกับมุมเอียงหน้า (ใช้ท่อลม กับท่อผิวเรียบ)

ตาราง ก3.1.1 แสดง (ท่อลม) ค่า Precision ของระยะปลูกในช่วง 6-15 cm ที่คำนวณได้ทางสถิติ

Groups	Miss	Quality	Average	Variance	Precision %
มุมเอียงท่อ 10 องศา	19.45%	50.10%	9.33	5.66	23.80
15	17.63%	52.30%	9.36	6.10	24.70
20	18.15%	50.01%	9.56	6.44	25.37

ตาราง ก3.1.1 แสดง(ท่อผิวเรียบ) ค่า Precision ของระยะปลูกในช่วง 6-15 cm ที่คำนวณทางสถิติ

Groups	Miss	Quality	Average	Variance	Precision %
มุมเอียงท่อ10 องศา	19.45%	52.58%	9.13	4.37	21
15	17.63%	53.17%	9.66	5.76	24.01
20	18.15%	56.55%	9.56	6.42	25.34

ก.3.2ทดสอบกับมุมเอียงหลัง (ใช้ท่อลม กับท่อผิวเรียบ)

ตาราง ก3.2.1 แสดง(ท่อลม) ค่า Precision ของระยะปลูกในช่วง 6-15 cm ที่ได้จากการคำนวณทางสถิติ

Groups	Miss	Quality	Average	Variance	Precision %
มุมเอียงท่อ10องศา	19.45%	51.00%	10.00	6.24	24.90%
15	17.63%	51.02%	8.77	5.61	23.68%
20	18.15%	50.55%	9.82	6.67	25.82%

ตาราง ก3.2.2 แสดง(ท่อผิวเรียบ) ค่า Precision ของระยะปลูกในช่วง 6-15 cm ที่ได้จากการคำนวณทางสถิติ

Groups	Miss	Quality	Average	Variance	Precision %
มุมเอียงท่อ10 องศา	19.45%	58.22%	10.00	5.07	22.49%
15	17.63%	55.00%	9.77	6.25	24.90%
20	18.15%	57.50%	11.48	7.99	28.26%

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ก 4.ทดสอบว่าหาวัสดุรับแรงที่เหมาะสมให้ค่า Precision ระยะปลูกต่ำสุดที่มุมเอียงหน้า และหลัง ได้แก่ ฟองน้ำ scothbyth(ฝอยเขียว)และ พรหม

ก4.1 ทดสอบกับมุมเอียงหน้า (ท่อผิวเรียบ)

ตาราง ก4.1.1 แสดง (ฟองน้ำ) ค่า Precision ของระยะปลูก ที่คำนวณตามมาตรฐาน ISO ได้

มุมเอียงต่อหน้า	N	n1	n2	n3	n4	n5	xเฉลี่ย	Multiple	Miss	Quality	S2	Precision	x min	x max
มุมเอียง10	149	28	105	16	0	0	9.75	18.79%	10.74%	70.47%	2.33	23.30%	0	24
มุมเอียง15	149	32	99	17	1	0	9.88	21.48%	12.08%	66.44%	2.49	24.90%	1	26
มุมเอียง20	140	20	108	12	0	0	9.62	14.29%	8.57%	77.14%	2.57	25.70%	1	25

ตาราง ก4.1.2 แสดง (scothbyth) ค่า Precision ของระยะปลูก ที่คำนวณตามมาตรฐาน ISO ได้

มุมเอียงต่อหน้า	N	n1	n2	n3	n4	n5	Xเฉลี่ย	Multiple	Miss	Quality	S2	Precision	x min	x max
มุมเอียง10	133	17	88	23	5	0	11.6	12.78%	21.05%	66.17%	2.52	25.20%	1	32
มุมเอียง15	141	12	101	23	5	0	13	8.51%	19.86%	71.63%	2.60	26.00%	2	33
มุมเอียง20	150	15	110	23	1	1	11	10.00%	16.67%	73.33%	2.66	26.60%	3	27

ตาราง ก4.1.3 แสดง (พรหม) ค่า Precision ของระยะปลูก ที่คำนวณตามมาตรฐาน ISO ได้

มุมเอียงต่อหน้า	N	n1	n2	n3	n4	n5	xเฉลี่ย	Multiple	Miss	Quality	S2	Precision	x min	x max
มุมเอียง10	152	19	114	19	0	0	9.48	12.50%	12.50%	75.00%	2.13	21.30%	1	24
มุมเอียง15	150	18	115	16	1	0	9.55	12.00%	11.33%	76.67%	2.20	22.00%	1	30
มุมเอียง20	150	24	105	21	0	0	10.27	16.00%	14.00%	70.00%	2.40	24.00%	0	22

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ก4.2 ทดสอบกับมุมมองหลัง (ท่อผิวเรียบ)

ตาราง ก4.2.1 แสดง (ฟองน้ำ) ค่า Precision ของระยะปลูก ที่คำนวณตามมาตรฐาน ISO ได้

มุมมองหลังท่อ	N	n1	n2	n3	n4	n5	xเฉลี่ย	Multiple	Miss	Quality	S2	Precision	x min	x max
มุมมอง10	150	19	102	29	0	0	11.39	12.67%	19.33%	68.00%	2.44	24.40%	0	24
มุมมอง15	150	21	104	23	2	0	11.18	14.00%	16.67%	69.33%	2.51	25.10%	1	27
มุมมอง20	150	28	98	23	1	0	10.65	18.67%	16.00%	65.33%	2.55	25.50%	0	26

ตาราง ก4.2.2 แสดง (scotchbyth) ค่า Precision ของระยะปลูก ที่คำนวณตามมาตรฐาน ISO ได้

มุมมองหลังท่อ	N	n1	n2	n3	n4	n5	xเฉลี่ย	Multiple	Miss	Quality	S2	Precision	x min	x max
มุมมอง10	150	13	112	25	0	0	11.2	8.67%	16.67%	74.67%	2.42	24.20%	2	23
มุมมอง15	150	23	97	28	2	0	11	15.33%	20.00%	64.67%	2.38	23.80%	2	29
มุมมอง20	150	11	104	34	1	0	12	7.33%	23.33%	69.33%	2.50	25.00%	2	27

ตาราง ก4.2.3 แสดง (พรม) ค่า Precision ของระยะปลูก ที่คำนวณตามมาตรฐาน ISO ได้

มุมมองหลังท่อ	N	n1	n2	n3	n4	n5	xเฉลี่ย	Multiple	Miss	Quality	S2	Precision	x min	x max
มุมมอง10	150	13	112	25	0	0	9.43	10.67%	16.90%	75.00%	2.13	21.31%	2	25
มุมมอง15	150	23	97	28	2	0	9.45	15.33%	20.00%	65.00%	2.25	22.45%	2	29
มุมมอง20	150	11	104	34	1	0	9.34	10.33%	23.45%	69.00%	2.43	24.37%	2	30

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้