สำนักหอสมุดกลาง พระจอมเกล้าลาดกระบัง

การออกแบบและพัฒนาเครื่องย้ายกล้า

DESIGN AND DEVELOPMENT OF TRANSPLANTER

นายชลกร พงษ์จันทร์
นายปรีดา พิมพิสาร
นายศิริ มาฉาภรณ์

วศ
ส2191 ก
2549

เลขหมู่.....
เลขทะเบียน.....71958
วัน,เดือน,ปี.....6 มิ.ย. 2550

.b.....11760904
.i.....

ปริญญานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรวิศวกรรมศาสตรบัณฑิต
สาขาวิศวกรรมการเกษตร คณะวิศวกรรมศาสตร์
สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง
ปีการศึกษา2549

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การออกแบบและพัฒนาเครื่องย้ายกล้า

DESIGN AND DEVELOPMENT OF TRANSPLANTER

โดย

นายชฉกร พงษ์จันทร์

นายปรีดา พิมพิสาร

นายศิริ มาฉาภรณ์

ปริญญานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรวิศวกรรมศาสตรบัณฑิต

สาขาวิศวกรรมการเกษตร คณะวิศวกรรมศาสตร์

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

ปีการศึกษา2549

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ปริญญานิพนธ์ปีการศึกษา 2549

ภาควิชาวิศวกรรมเกษตร

คณะวิศวกรรมศาสตร์ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง เรื่อง

การออกแบบและพัฒนาเครื่องย้ายกล้า

DESIGN AND DEVELOPMENT OF TRANSPLANTERS

ผู้จัดทำ

1. นายชลกร พงษ์จันทร์ รหัส 46010151
2. นายปรีดา พิมพิสาร รหัส 46010433
3. นายศิริ มาลาภรณ์ รหัส 46010779

.....อาจารย์ที่ปรึกษา

(อาจารย์สัญลักษณ์ กิ่งทอง)

.....อาจารย์ที่ปรึกษา

(รองศาสตราจารย์จิราภรณ์ เบญจประกายรัตน์)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การออกแบบและพัฒนาเครื่องย้ายกล้า

นายชลกร พงษ์จันทร์
นายปรีดา พิมพิสาร
นายศิริ มาลาภรณ์
อาจารย์สัญลักษณ์ กิ่งทอง อาจารย์ที่ปรึกษาหลัก
รศ.จิราภรณ์ เบญจประกายรัตน์ อาจารย์ที่ปรึกษา
ปีการศึกษา 2549

บทคัดย่อ

การออกแบบและพัฒนาส่วนลำเลียงต้นกล้าลงสู่ดินรูปแบบใหม่ของเครื่องย้ายกล้าทำให้ได้ส่วนลำเลียงต้นกล้าที่มีลักษณะเฉพาะตัว และสามารถใช้งานกับถาดเพาะกล้าหลุมที่เกษตรกรนิยมใช้กันทั่วไปได้ ส่วนประกอบสำคัญประกอบด้วย 1. แผ่นพากล้า 2. ถาดร่องรูปขดก้นหอย 3. กลไกกำหนดจังหวะการปลูกซึ่งมีล้อจิกดินเป็นตัวส่งกำลังและเป็นตัวกำหนดระยะห่างระหว่างต้น โดยหลักการทำงานส่วนลำเลียงต้นกล้า คือ เมื่อบรรจุต้นกล้าใส่ในช่องของแผ่นพากล้าและถาดร่องรูปขดก้นหอยซึ่งสามารถบรรจุต้นกล้าได้ 30 ต้น เมื่อเริ่มการทำงานแผ่นพากล้าจะเคลื่อนที่พาต้นกล้าเคลื่อนที่ไปยังช่องปล่อยกล้าตามขดร่องรูปก้นหอยซึ่งใช้ล้อจิกดินเป็นตัวกำหนดระยะการปลูก ต้นกล้าจะตกลงสู่ร่องที่ได้ทำการเปิดด้วยอุปกรณ์เปิดร่องและดินจะกลบส่วนรากของต้นกล้าด้วยอุปกรณ์กลบดิน จากการทดสอบการทำงานของเครื่องย้ายกล้าด้วยต้นกล้าที่เพาะด้วยดินจริงบนรางทรายภาควิชา สามารถหาค่าความเร็วที่ทำให้ต้นกล้าเคลื่อนที่ลงได้อย่างเหมาะสม อยู่ที่ 0.9 กิโลเมตร/ชั่วโมง ระยะห่างระหว่างต้นที่เครื่องย้ายกล้าสามารถปล่อยต้นกล้าได้ระยะที่ใกล้เคียงกันเฉลี่ยที่ 70 เซนติเมตร ความสามารถในการปลูกของเครื่องย้ายกล้า 21.42 ต้น / นาที มีค่าการลื่นไถลของล้อจิกดิน 2.69 % ที่ความเร็ว 0.9 กิโลเมตร/ชั่วโมง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

THE DESIGN AND DEVELOPMENT OF TRANSPLANTERS

Mr. Chonlakorn Pongjan
Mr. Preeda Pimpisarn
Mr. Siri Malaporn
Mr. Sanyaluck Kingthong Main Adisor
Assoc. Prof. Jirapron Benjapragairat Advisor

ABSTRACT

This paper pertains to the design and development of new type of transplanter that identical and can use with Seedling tray , Thai agriculturist popularly use. Three major components of the machine are (1) transplanter conveying unit (2) spiral-shaped tray and (3) mechanism in controlling rhythm and distance between the plants of transplanter by power from the ground wheel. The operation is assumed to start with young plants are brought through the rotating spiral disk that can contained upto 30 plants, it brought the plants into the spiral-shaped tray that regulates the distance between young plants by the ground wheel, young plants are fed into the outlet-pipe and fell down onto the provided furrow, the supporting soil would be covered and pressed properly by the machine. The test was conducted at the department's demonstrating plot and revealed the results as follows. The best efficacy of machine was performed at the tractor's speed of 0.9 km/hr. The most average distance between the plants that the machine can do was 70 cm. The damage of young plants estimated at 47.5 % and rate of planter is 21.42 tree per minute and slip of ground wheel 2.69 % at the tractor's speed of 0.9 km/hr.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

กิตติกรรมประกาศ

ปริญญานิพนธ์เล่มนี้จะสำเร็จเป็นรูปเล่มได้ ทางผู้จัดทำต้องอาศัยทั้งความอดทน ความพยายาม และความวิริยะอุสาหะเป็นอย่างมาก คณะผู้จัดทำใคร่ขอขอบคุณท่านอาจารย์สัญลักษณ์ กิ่งทอง รศ.จิราภรณ์ เบญจประกายรัตน์ และอาจารย์ปรีชานันท์ ศรีแก้ว ที่คอยให้คำแนะนำ สั่งสอน ช่วยแก้ไขปัญหา และคอยให้กำลังใจในเวลาที่เราหมดกำลังใจ และยามที่เราท้อแท้

ขอขอบคุณท่านอาจารย์ทุกๆ ท่านเป็นอย่างยิ่งที่คอยให้ความช่วยเหลือ และคอยให้คำแนะนำที่ดีๆ ให้กับพวกกระผมอย่างดีตลอดมา

ขอขอบคุณพี่ๆ เจ้าหน้าที่ ที่คอยเปิดปิด shop ให้พวกกระผมได้ทำงานนอกเวลาราชการ

ขอขอบคุณทุกๆ ท่านที่ไม่ได้กล่าวถึงไว้ ณ ที่นี้ ที่ได้มีส่วนร่วมทำให้โครงงานนี้สำเร็จได้ด้วยดี และขอบคุณทุกๆ ท่านที่ให้กำลังใจ และความหวังดีที่มีให้กันตลอดมา

และสุดท้ายนี้ต้องขอกราบขอบพระคุณบุคคลสำคัญที่สุดที่ทำให้ข้าพเจ้ามีวันนี้ก็คือ บิดามารดา อันเป็นที่เคารพรักยิ่ง ซึ่งได้เลี้ยงดูผู้จัดทำโครงงานนี้มาเป็นอย่างดี พร้อมทั้งให้โอกาสในการศึกษาอย่างเต็มที่ และยังให้กำลังใจ เอาใจใส่เสมอมา ในทุก ๆ ด้านอันหาที่เปรียบมิได้ ข้าพเจ้าจะขอระลึกในพระคุณอันสุดประมาณนี้ไว้และขอกราบขอบพระคุณมา ณ ที่นี้

นายชลกร พงษ์จันทร์
นายปรีดา พิมพิสาร
นายศิริ มาลาภรณ์
คณะผู้จัดทำ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญ

	หน้า
บทคัดย่อภาษาไทย	ก
บทคัดย่อภาษาอังกฤษ	ข
กิตติกรรมประกาศ	ค
สารบัญ	ง
สารบัญรูปภาพ	ช
สารบัญตาราง	ญ
บทที่ 1 บทนำ	1
1.1 ความสำคัญและที่มาของโครงงาน	1
1.2 วัตถุประสงค์	1
1.3 ขอบเขตการศึกษา	2
1.4 ผลที่คาดว่าจะได้รับ	2
บทที่ 2 การตรวจเอกสาร	3
2.1 ทฤษฎีเกี่ยวกับเครื่องย้ายกล้า	3
2.1.1 ชนิดของเครื่องย้ายกล้า	3
2.1.2 ส่วนประกอบหลักของเครื่องย้ายกล้า	3
1. ส่วนลำเลียงต้นกล้าลงสู่ดิน	3
2. อุปกรณ์เปิดร่อง	4
3. อุปกรณ์กลบและอัดดิน	6
4. อุปกรณ์ชุดกำหนดระยะปลูก	7
2.2 ตัวอย่างเครื่องย้ายกล้าที่มีใช้งานทั่วไป	8
2.2.1 เครื่องย้ายกล้าแบบ Row 580 Bed Planter	8
2.2.2 เครื่องย้ายกล้าแบบญี่ปุ่น	9
2.2.3 เครื่องย้ายปลูกต้นกล้าแบบกึ่งอัตโนมัติ รุ่น RTME2-1102	10
2.2.4 เครื่องย้ายกล้าแบบถาดร่องรูปก้นหอย	11
2.3 ต้นกล้าที่ใช้กับเครื่องย้ายกล้า	11
2.3.1 ชนิดของอุปกรณ์ที่ใช้เพาะกล้า	12
2.3.2 ลักษณะทางกายภาพของต้นกล้า	14

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญ(ต่อ)

	หน้า
บทที่ 3 การออกแบบเครื่องย้ายกล้าเฉพาะส่วนลำเลียงต้นกล้าลงสู่ดิน	16
3.1 จุดประสงค์ของการออกแบบเครื่องย้ายกล้า	16
3.1.1 การออกแบบส่วนลำเลียงต้นกล้าลงสู่ดินของเครื่องย้ายกล้าครั้งที่ 1	19
3.1.2 การออกแบบส่วนลำเลียงต้นกล้าลงสู่ดินของเครื่องย้ายกล้าครั้งที่ 2	20
3.1.3 การออกแบบส่วนลำเลียงต้นกล้าลงสู่ดินของเครื่องย้ายกล้าครั้งที่ 3	22
3.1.4 การคำนวณการหาจุด Center of Gravity (C.G.)	23
3.2 ส่วนประกอบหลักของเครื่องย้ายกล้า	24
3.3 หลักการคำนวณกลไกเครื่องย้ายกล้า	26
3.3.1 การคำนวณการทดกำลังของเครื่องย้ายกล้าและคำนวณรัศมีล้อจิกดิน	26
3.4.2 การคำนวณหาระยะห่างของแต่ละช่องรอบรูปวงกลมแผ่นพากล้า	27
3.4.3 การคำนวณกลไกและจำนวนฟันเฟืองขับ	28
บทที่ 4 การทดสอบและการปรับปรุง	30
4.1 การทดสอบและการปรับปรุงส่วนพากล้า	30
4.1.1 อุปกรณ์และวิธีการทดลอง	30
4.1.2 ผลการทดสอบและบันทึกค่าความสูงการพาของส่วนพากล้า	37
4.2 การทดสอบส่วนลำเลียงต้นกล้าลงสู่ดินของเครื่องย้ายกล้า	38
4.3 การทดสอบการทำงานเครื่องย้ายกล้าบนรางทรายของภาควิชา	40
4.3.1 อุปกรณ์และวิธีการทดลอง	41
4.3.2 สรุปผลการทดสอบเครื่องย้ายกล้าบนรางทรายของภาควิชา	48
4.3.3 อัตราการทำงานเครื่องย้ายกล้า	48
4.3.4 การคำนวณหาเปอร์เซ็นต์การลื่นไถลของล้อจิกดิน	50
บทที่ 5 บทสรุปและวิจารณ์	52
5.1 สรุปผลการดำเนินการโครงงาน	52
5.2 วิจารณ์ผลการดำเนินงานโครงงาน	53
5.3 ข้อเสนอแนะ	53
ภาคผนวก	54
ก) สูตรที่ใช้ในการคำนวณหาค่า Center of Gravity (C.G.)	55
ข) ตารางระยะระหว่างต้นและระยะระหว่างแถวของการปลูกพืชแต่ละชนิด	56
เอกสารอ้างอิง	57

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญรูปภาพ

	หน้า
รูปที่2.1 ชุดเคลื่อนต้นกล้าแบบหมุนปล่อยกล้าลงร่องปลูกด้วยการเปิดตัวประคองกล้า	3
รูปที่2.2 ชุดเคลื่อนต้นกล้าแบบหมุนในขดก้นหอยก่อนออกสู่ชุดกำหนดจังหวะปลูก	4
รูปที่2.3 อุปกรณ์เปิดร่อง(Furrow opener)	6
รูปที่2.4 อุปกรณ์กลบและอัดดิน(Covering and Compressing Devices)	7
รูปที่2.5 ล้อแบบมีซี่	8
รูปที่2.6 เครื่องย้ายกล้าแบบ 3 Row 580 Bed Planter	8
รูปที่2.7 เครื่องย้ายกล้าแบบญี่ปุ่น	9
รูปที่2.8 แสดงถาดเพาะต้นกล้าแบบญี่ปุ่น JAPANESE TRAYS	9
รูปที่2.9 เครื่องย้ายกล้าแบบกึ่งอัตโนมัติ รุ่น RTME2-1102	10
รูปที่2.10 เครื่องย้ายกล้าแบบถาดร่องรูปก้นหอย	11
รูปที่2.11 ถุงดำที่ใช้เพาะกล้า	12
รูปที่2.12 เครื่องย้ายกล้าและถาดเพาะกล้าแบบญี่ปุ่น	12
รูปที่2.13 ถาดเพาะกล้าหลุมขนาดเล็ก	13
รูปที่3.1 ถาดเพาะกล้า 12x24 หลุม ขนาด 52x27 เซนติเมตร	16
รูปที่3.2 ต้นกล้าที่มีการผลิตและจำหน่ายที่ใช้สำหรับออกแบบเครื่องย้ายกล้า	17
รูปที่3.3 รูปการหล่อแบบโดยปูนปลาสเตอร์เพื่อใช้ทดสอบเครื่อง	17
รูปที่3.4 รูปการหล่อแบบโดยปูนปลาสเตอร์เพื่อใช้ทดสอบเครื่อง	18
รูปที่3.5 การออกแบบส่วนลำเลียงต้นกล้าลงสู่ดินของเครื่องย้ายกล้า ครั้งที่ 1	19
รูปที่ 3.6 (ก) ส่วนเคลื่อนที่ของถาดวงกลม	20
รูปที่ 3.6 (ข)ส่วนอยู่นิ่งของถาดวงกลม	20
รูปที่3.7 เมื่อนำทั้งสองส่วนมาประกอบติดกัน	21
รูปที่3.8 แผ่นพากล้า	22
รูปที่3.9 ถาดร่องรูปขดก้นหอย	22
รูปที่3.10 ชุดกำหนดจังหวะการเคลื่อนที่ของแผ่นพากล้า	24
รูปที่3.11 ล้อจิกดิน	24
รูปที่3.12 อุปกรณ์เปิดร่องและกลบอัดดิน	25
รูปที่3.13 ส่วนประกอบของชุดกำหนดจังกวะการเคลื่อนที่ของแผ่นพากล้า	25

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญรูปภาพ(ต่อ)

	หน้า
รูปที่3.14 ล้อจิกดิน	26
รูปที่3.15 แผ่นพากล้า	27
รูปที่3.16 ส่วนประกอบกลไกการเคลื่อนที่ของเครื่องย้ายกล้า	28
รูปที่3.17 เฟืองพา และ เฟืองกำหนดจังหวะการปลูก	28
รูปที่4.1 แสดงตัวอย่างปัญหาการเอียงของแท่งกล้าปูนปลาสเตอร์จำลอง	33
รูปที่4.2 แสดงความเสียหายที่เกิดจากการพาที่ระดับสูงเกินไป	33
รูปที่4.3 แสดงความเสียหายที่เกิดจากการพาที่ระดับต่ำเกินไป	34
รูปที่4.4 แสดงตัวอย่างการวัดความกว้างร่องขดก้นหอยเพื่อหาค่าความกว้างที่พอดีกับการต้นกล้า	36
รูปที่4.5 แสดงความเสียหายที่เกิดขึ้นกับต้นกล้าที่หล่อจากปูนปลาสเตอร์เมื่อความกว้างของร่องขดก้นหอยน้อยเกินไป	36
รูปที่4.6 แสดงความเสียหายที่เกิดขึ้นกับต้นกล้าที่หล่อจากปูนปลาสเตอร์เมื่อความกว้างของร่องขดก้นหอยน้อยเกินไป	36
รูปที่4.7 การเสริมแผ่นสังกะสีที่แผ่นพากล้าทำให้ต้นกล้าไม่เอียงจนเกิดการขัดการเคลื่อนที่	37
รูปที่4.8 การทดสอบส่วนลำเลียงต้นกล้าลงสู่ดินด้วยต้นกล้าปูนปลาสเตอร์	38
รูปที่4.9 การทดสอบส่วนลำเลียงต้นกล้าลงสู่ดินจริง	39
รูปที่4.10 เครื่องย้ายกล้าที่ใช้ในการทดสอบ	40
รูปที่4.11 รางทรายของภาควิชา	40
รูปที่4.12 การทดสอบเครื่องย้ายกล้าด้วยต้นกล้าที่ใช้ดินที่หล่อจากปูนปลาสเตอร์	43
รูปที่4.13 การวัดระยะระหว่างต้น	44
รูปที่4.14 ความเอียงของต้นกล้าที่ปลูก	44
รูปที่4.15 การทดสอบเครื่องย้ายกล้าด้วยต้นกล้าพริกที่ปลูกด้วยดินจริง	47
รูปที่4.16 การวัดระยะระหว่างต้น	47
รูปที่4.17 ลักษณะการเอียงของต้นกล้าที่ปลูกลงดิน	48
รูปที่4.18 ความเสียหายที่เกิดขึ้นกับต้นกล้าที่ใช้ดินจริง	49

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญตาราง

หน้า

ตารางบันทึกผลการทดลองที่ 1 ผลการปรับความสูงของถาดวงกลมรูปขดก้นหอยเมื่อทดลองใช้ต้นกล้าที่หล่อจากปูนปลาสเตอร์ 31
ตารางบันทึกผลการทดลองที่ 2 ความกว้างของถาดร่องรูปก้นหอยที่มีผลต่อการเคลื่อนที่ของต้นกล้า 35
ตารางบันทึกผลการทดลองที่ 3 การทดสอบการทำงานส่วนลำเลียงด้วยต้นกล้าที่ใช้ดินจากการหล่อปูนปลาสเตอร์ 38
ตารางบันทึกผลการทดลองที่4 การทดสอบการทำงานส่วนลำเลียงด้วย ต้นกล้าจริง 39
ตารางบันทึกผลการทดลองที่ 5 การชั่งน้ำหนักต้นกล้าและวัดความสูงต้นกล้าดินพริกที่ใช้ในการทดสอบ 41
ตารางบันทึกผลการทดลองที่7 การทดสอบใช้งานเครื่องย้ายกล้ากับต้นกล้าที่ใช้ดินที่หล่อจากปูนปลาสเตอร์ 42
ตารางบันทึกผลการทดลองที่8 ผลการทดสอบใช้งานเครื่องย้ายกล้ากับต้นกล้าจริง 45
ตารางบันทึกผลการทดลองที่9 กล้าที่สามารถเคลื่อนที่ลงได้ของต้นกล้าที่ใช้ดินหล่อจากปูนปลาสเตอร์ 49
ตารางบันทึกผลการทดลองที่10 กล้าที่สามารถเคลื่อนที่ลงได้ของต้นกล้าที่ใช้ดินจริง 50
ตารางที่ 1 ระยะห่างระหว่างต้นและระหว่างแถวของพืชแต่ละชนิด 57

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 1

บทนำ

1. ที่มาและความสำคัญ

ประเทศไทยถือเป็นประเทศที่มีการส่งออกผลผลิตทางการเกษตรมากติดอันดับต้นๆ ของโลก ในด้านการเพาะปลูกผลิตผลเหล่านั้น จำเป็นต้องมีการคิดค้นและออกแบบสิ่งประดิษฐ์ใหม่ๆเพื่อให้สามารถเพิ่มผลผลิต และลดอัตราการใช้แรงงานคนที่นับวันค่าแรงงานมีแต่จะสูงขึ้น อีกทั้งแรงงานก็ยังหายากขึ้นอีกด้วย

การปลูกพืชเริ่มตั้งแต่การเพาะกล้า การย้ายกล้า การดูแลรักษา ตลอดจนการเก็บเกี่ยว ทุกกระบวนการล้วนแล้วแต่มีความสำคัญทั้งสิ้น จึงจำเป็นต้องมีเครื่องมือที่ทันสมัยและเหมาะสมกับสภาพพื้นที่เข้ามาช่วยในการเพาะปลูก เพื่อลดเวลา ลดแรงงานคนที่ใช้ในการเพาะปลูก อีกทั้งยังสามารถที่จะควบคุมวิธีการทำงานให้เป็นไปตามต้องการได้อย่างสม่ำเสมอ ซึ่งเป็นปัจจัยที่ทำให้ประสิทธิภาพผลผลิตต่อพื้นที่สูงขึ้น ดังนั้นจึงได้มีการคิดประดิษฐ์เครื่องย้ายกล้าเพื่อเป็นทางหนึ่งให้เกษตรกรได้ใช้ในการลดต้นทุน ลดค่าใช้จ่าย ตลอดจนลดความเหนื่อยล้าในการทำงานของตัวเกษตรกรเอง ปัญหาหลักของการย้ายกล้าโดยใช้แรงงานคนมีอยู่หลายประการ เช่น ขีดจำกัดของอัตราการปลูกพืชด้วยมือของแรงงานคนต่อวัน ความไม่สม่ำเสมอในการปลูก จะเห็นได้ว่าถ้าต้องการปลูกพืชให้ได้พื้นที่มากขึ้นในระยะเวลาที่จำกัดจำเป็นต้องจ้างแรงงานคนเพิ่มขึ้น ก็จะไปกระทบกับปัญหาของต้นทุนที่ต้องสูงขึ้นตามไปด้วย ดังนั้นการออกแบบและพัฒนาเครื่องย้ายกล้าให้สามารถทดแทนแรงงานคนและสามารถทำงานได้มากกว่าการใช้แรงงานคนถือเป็นสิ่งสำคัญเพื่อให้เกษตรกรสามารถลดต้นทุนและลดค่าใช้จ่ายลงได้

2. วัตถุประสงค์

1) ออกแบบและพัฒนาเครื่องย้ายกล้าเฉพาะส่วนลำเลียงต้นกล้าลงสู่ดิน ให้สามารถใช้งานได้กับพืชที่เพาะในถาดเพาะกล้าหลุมขนาดเล็ก จำนวน 12 x 24 ช่องปลูก ขนาดต่อหลุม กว้าง 1.8 เซนติเมตร ยาว 1.8 เซนติเมตร ลึก 3.5 เซนติเมตร ต้นกล้าที่เพาะมีความสูงประมาณ 10-12 เซนติเมตร

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3. ขอบเขตการศึกษา

1) เก็บข้อมูลและวิเคราะห์ผลการศึกษางานวิจัยต่างๆเพื่อพัฒนาและออกแบบเครื่องย้ายกล้าที่เหมาะสมกับการใช้งานในสภาพพื้นที่จริงได้
2) ออกแบบและสร้างระบบลำเลียงต้นกล้าลงสู่ดิน โดยเครื่องย้ายกล้า ต้องสามารถใช้งานร่วมกับรถไถเดินตามขนาด 5 แรงม้าได้
3) ทดสอบและดำเนินการแก้ไขในส่วนที่บกพร่องของระบบลำเลียงต้นกล้าลงสู่ดินเพื่อให้มีประสิทธิภาพในการทำงานสูงสุด
4) สร้างต้นแบบเครื่องย้ายกล้าต่อพ่วงรถไถเดินตามขนาด 5 แรงม้า ทำการทดสอบจริงในอ่างร่างดินและแปลงภาควิชาวิศวกรรมเกษตร เพื่อวิเคราะห์ผลการทำงานของเครื่อง

4. ผลที่คาดว่าจะได้รับ

1) เครื่องย้ายกล้าต้องมีประสิทธิภาพในการปลูกมากกว่าการใช้แรงงานคนประมาณ 2 เท่าขึ้นไป
2) กลไกในการออกแบบไม่ยุ่งยากซับซ้อน สามารถใช้เทคโนโลยีการผลิตภายในประเทศ
3) ตัวเครื่องมีน้ำหนักเบา แข็งแรง และการดูแลรักษาทำได้ง่าย
4) ออกแบบและพัฒนาเครื่องย้ายกล้าให้มีน้ำหนักเบา และกลไกการทำงานไม่ซับซ้อน สามารถใช้งานโดยต่อพ่วงกับรถไถเดินตามขนาดเล็กได้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 2
การตรวจเอกสาร

2.1 ทฤษฎีเกี่ยวกับเครื่องย้ายกล้า

2.1.1 ชนิดของเครื่องปลูก

เครื่องปลูกพืชสามารถแยกออกเป็น 4 ชนิดใหญ่ๆ ดังต่อไปนี้

1. เครื่องปลูกเป็นระยะ (Row-crop planter)

เป็นเครื่องปลูกที่มีระยะห่างระหว่างต้นที่ค่อนข้างแน่นอน การปลูกเป็นแถวนี้จะช่วยให้สามารถใช้เครื่องจักรกลเกษตรเพื่อทำการกำจัดวัชพืชและเก็บเกี่ยวได้สะดวกในภายหลัง พืชที่ปลูกโดยใช้เครื่องปลูกเป็นระยะได้แก่ ข้าวโพด ถั่วเหลือง เป็นต้น

2. เครื่องหยอดเมล็ด (Seed Drill)

เป็นเครื่องปลูกสำหรับหยอดเมล็ดธัญพืชขนาดเล็กที่ต้องการปลูกเป็นแถวแต่มีจำนวนต้นในแต่ละแถวมากและไม่จำเป็นที่จะต้องมีระยะระหว่างแถวที่แน่นอน

3. เครื่องหว่าน (Broadcast seeder)

เป็นเครื่องมือสำหรับหว่านเมล็ดพืชให้กระจายบนพื้นดิน โดยมีรูปแบบการปลูกที่ไม่แน่นอน

4. เครื่องปลูกเฉพาะงาน (Specialized Planter)

เป็นเครื่องปลูกที่ใช้เฉพาะงาน เช่น **เครื่องย้ายกล้า** เครื่องดำนา เครื่องปลูกมันฝรั่ง เครื่องปลูกอ้อย และเครื่องปลูกผักต่างๆ

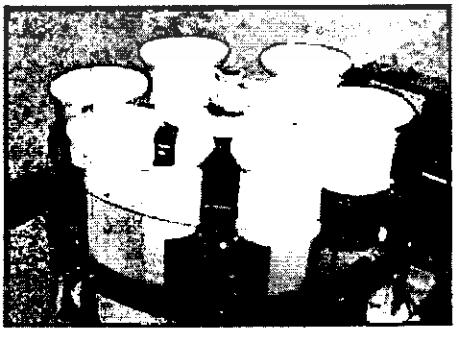
2.1.2 ส่วนประกอบหลักของเครื่องย้ายกล้า

ส่วนประกอบของเครื่องย้ายกล้าที่สำคัญมีดังนี้

1. ส่วนลำเลียงต้นกล้าลงสู่ดิน

ส่วนลำเลียงต้นกล้าลงสู่ดินทำหน้าที่เคลื่อนต้นกล้าจากตำแหน่งการวางให้เคลื่อนที่ไปยังช่องปล่อยต้นกล้าตามจังหวะการเคลื่อนที่และระยะทางที่กำหนดไว้ ส่วนลำเลียงต้นกล้าลงสู่ดินมีอยู่ด้วยกันหลายแบบ ตัวอย่างอาทิเช่น

1.1 ส่วนเคลื่อนต้นกล้าแบบหมุนปล่อยกล้าลงร่องปลูกด้วยการเปิดตัวประคองกล้า



รูป 2.1 ชุดเคลื่อนต้นกล้าแบบหมุนปล่อยกล้าลงร่องปลูกด้วยการเปิดตัวประคองกล้า [1]

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การทำงานจะเริ่มจาก เมื่อเครื่องทำงานผู้ควบคุมจะทำการหยอดต้นกล้าที่ทำการเพาะไว้เสร็จเรียบร้อยแล้ว ลงไปยังกระบอกที่ชุดของหัวปลูก จากนั้นหัวของชุดปลุกจะทำการหมุนตัวด้วยชุดของลูกเบี้ยว ซึ่งจะทำให้ต้นกล้าถูกพามาที่ตำแหน่งของช่องปล่อยเพื่อที่จะทำการย้ายปลูกลงในร่องปลูกต่อไป และเครื่องจะทำการย้ายปลูกได้มากกว่า 60 ต้นต่อนาที ซึ่งในส่วนของระยะห่างระหว่างต้นนี้สามารถที่จะปรับได้ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับชนิดของพันธุ์พืชที่จะนำมาทำการปลูก

1.2 ส่วนลำเลียงต้นกล้าไปยังช่องปลูกด้วยถาดหมุนรูปก้นหอย

รูป 2.2 ชุดเคลื่อนต้นกล้าแบบหมุนในขดก้นหอยก่อนออกสู่ชุดกำหนดจังหวะปลูก

2. อุปกรณ์เปิดร่อง(Furrow opener)

อุปกรณ์เปิดร่องทำหน้าที่เปิดหน้าดินให้เป็นร่องสำหรับให้รากของต้นกล้าลงในดินเพื่อให้ต้นกล้าสามารถตั้งอยู่ได้ อุปกรณ์เปิดร่องที่ใช้กันมีอยู่หลายชนิดดังนี้

ก) แบบหมุน(Rotating type)

สำหรับเครื่องหยอดธัญพืช จะนิยมใช้อุปกรณ์เปิดร่องแบบหมุน ซึ่งเป็นแบบจานเปิดร่องเดี่ยว)single disc furrow openers) และจานเปิดร่องคู่) double disc furrow openers)เหมาะสำหรับใช้กับพื้นที่ซึ่งดินอยู่ในสภาพค่อนข้างแข็งหรือดินแข็ง

- *จานเปิดร่องเดี่ยว)single disc furrow openers)* จานเปิดร่องเดี่ยวเป็นตัวเปิดร่องที่จะทำหน้าที่ตัดดิน และดันดินให้เป็นแผ่นไปข้าง ซึ่งเป็นสาเหตุให้มีการกระทบกระเทือนที่ผิวหน้าดิน จานเปิดร่องสามารถทำงานได้ดีภายใต้สภาพดินที่แตกต่างกัน ท่อนำเมล็ดจะต้องวางอยู่หลังหรือด้างข้างจานเปิดร่อง

- *จานเปิดร่องคู่) double disc furrow openers)* จานแผ่นร่องคู่ประกอบด้วยแผ่นจานเรียบ 2 ใบ วางเอียงจากแนวดิ่ง ซึ่งจะทำให้เกิดร่องรูปตัวVในดิน ท่อนำเมล็ดจะวางอยู่ระหว่างจานตัวเปิดร่อง จะผลักดินลงและเปิดดินออกด้านข้าง จานเปิดร่องคู่สามารถทำงานได้ดีภายใต้สภาพดินหลายรูปแบบ ดินจะถูกผลักไปด้านข้างน้อยกว่าจานเปิดร่องเดี่ยวแต่สามารถตัดวัชพืชบนผิวดินได้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ข (แบบอยู่กับที่(Fixed type openers)

- *Suffolk coulter* คืออุปกรณ์เปิดร่องรูปรองเท้า(shoe-type opener)มีการเปิดร่องเป็นรูปตัวV ตัวตัดดิน(shoe coulter)ทำจากเหล็กหล่อและสามารถเปลี่ยนได้ ซึ่งขอบมีลักษณะเป็นมุมเอียงและโค้งไปด้านหลัง เหมาะสมกับการปลูกพืชในระดับตื้นๆ มีความลึกในการปลูกสม่ำเสมอและสามารถทำงานได้ดีในดินปกติ ท่อนำเมล็ดมักอุดตันเมื่อทำงานในดินเหนียว อุปกรณ์เปิดร่องแบบนี้นิยมใช้กับเครื่องหยอดเมล็ดพืช

- *แบบ จอบ hoe type* ลักษณะการเปิดดินของอุปกรณ์เปิดร่องแบบจอบขึ้นอยู่กับชุดของตัวเปิดร่องมีการยกและผลักดินไปข้างหน้าและข้างๆทำให้เกิดร่องรูปตัววี ใบมีดจอบขนาดมาตรฐานติดตั้งอยู่บนโครงตายตัว หรือสปริง ทำงานได้ดีในดินหลายสภาพแต่ไม่สามารถทำงานได้ในที่มีฟางข้าวมาก

- *แบบ runner* เป็นอุปกรณ์เปิดร่องที่มีลักษณะเป็นใบมีดยาวมีขอบคมสำหรับตัดดิน โดยมีการรบกวนผิวหน้าดินน้อยที่สุดสามารถทำงานได้ดี ในแปลงที่มีการเตรียมดินดีและเหมาะสำหรับการปลูกในระดับตื้น เนื่องจากอุปกรณ์เปิดร่องมีความยาว ดังนั้นจึงมีการอัดตัวที่ก้นร่อง ใบมีดแบบrunner จะเอียงไปด้านหลังนิยมปลูกพืชที่ปลูกในระดับตื้นเช่น ข้าวโพด

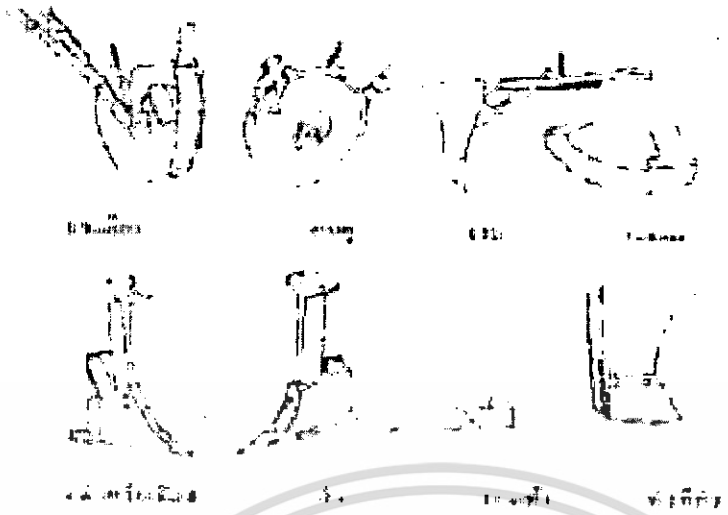
- *แบบ พลั่วหรือเสียม (shovel type)* เป็นอุปกรณ์เปิดร่องที่มีลักษณะแคบขนาด100มิลลิเมตรมุมเปิดดินเป็นวัสดุคมและเป็นรูปสามเหลี่ยมและสามารถถอดเปลี่ยนได้ง่ายด้านหลังประกอบด้วยท่อนำเมล็ดและท่อใส่ปุ๋ย อุปกรณ์เปิดร่องแบบพลั่วสร้างได้ง่ายเปรียบเทียบกับอุปกรณ์กับอุปกรณ์เปิดร่องแบบจาน

- *แบบรองเท้า(shoe type)* สามารถหยอดเมล็ดพืชและปุ๋ยที่ความลึกเดียวกันเมล็ดและปุ๋ยจะหยอดห่างกัน 50 มิลลิเมตร ในช่องป้องกันการอุดตันของดิน ดินเปียกสามารถติดไปข้างของช่องป้องกันการอุดตันของดินแต่ไม่ติดที่ปลายท่อนำเมล็ด

- *แบบตัวทีหัวกลับ(Inverse-T furrow opener)* ใช้สำหรับหยอดเมล็ดข้าวในสภาพดินไร่ที่ไม่มีการเตรียมดิน เปิดดินเป็นร่องเล็กๆซึ่งมีการกระทบกระเทือนดินน้อยช่วยให้พืชเจริญเติบโตได้อย่างรวดเร็ว

การแยกอุปกรณ์เปิดร่องสำหรับเมล็ดพืชและปุ๋ยเป็นการเพิ่มต้นทุนของเครื่องปลูกและเป็นการเพิ่มแรงฉุดลาก แก้ไขได้ด้วยการให้ช่องปล่อยเมล็ดและช่องปุ๋ยอยู่ห่างกัน 5 เซนติเมตรที่ความลึกเดียวกัน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูป 2.3 อุปกรณ์เปิดร่อง(Furrow opener) [2]

3. อุปกรณ์กลบและอัดดิน(Covering and Compressing Devices)

การที่พืชเจริญเติบโตได้ดีขึ้นอยู่กับการกดอัดของดินเหนือเมล็ด การงอกของต้นกล้าขึ้นอยู่กับความชื้นในดินที่ระดับความลึกในการปลูก ชุดอุปกรณ์กลบอัดดินมี 2 ประเภทดังนี้

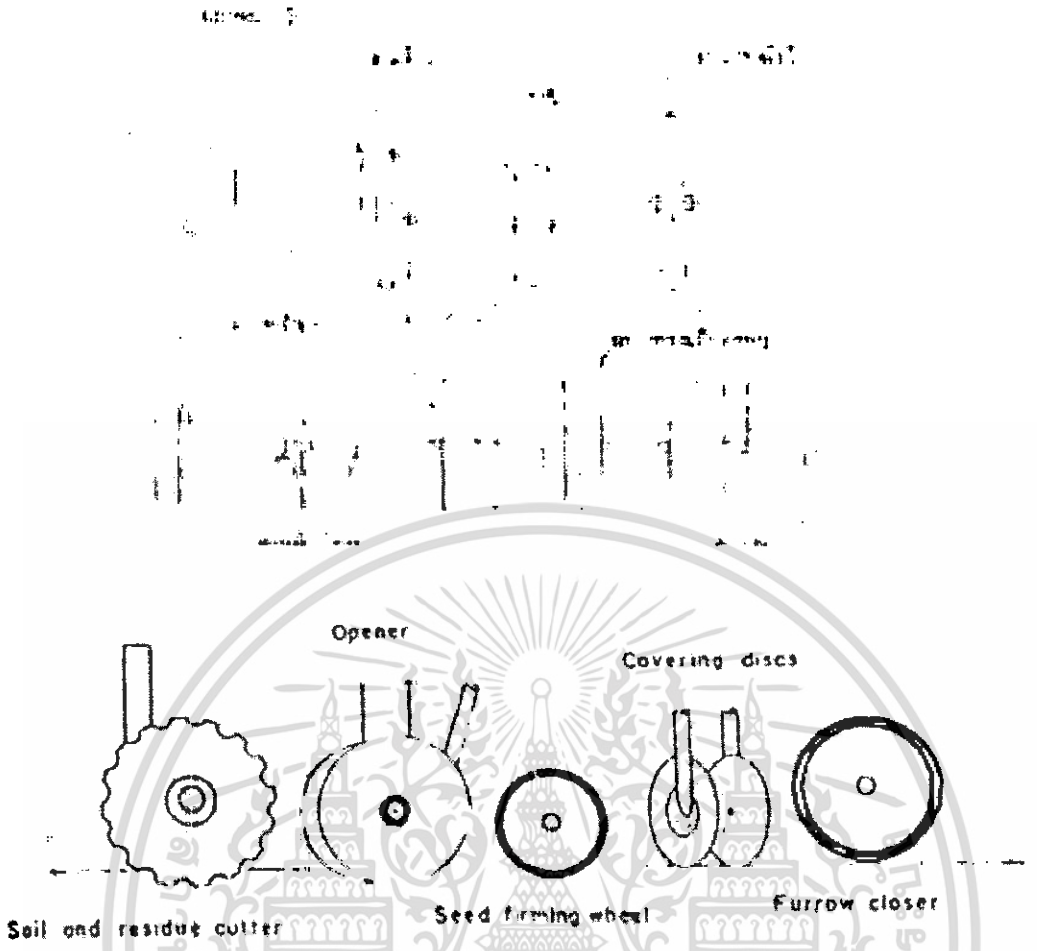
ก) แบบลากหรือแบบอยู่กับที่(Drag type or fixed type covering unit)

อุปกรณ์กลบแบบนี้ทำให้เมล็ดงอกเป็นที่น่าพอใจ อุปกรณ์แบบลากสามารถกลบดินได้ด้วยความลึกสม่ำเสมอ โดยไม่มีการกดอัดดิน ดินจะยังคงร่วนซุยนอกจากนั้นจะช่วยลดความขรุขระของดิน

ข) แบบหมุน (Rotating type)

นิยมใช้กันอย่างกว้างขวางกับเครื่องหยอดและเครื่องปลูกซึ่งจะกดอัดดินได้ดี การทดลองปรากฏว่า ล้อกลบดิบมีผลดีต่อการงอกของเมล็ด ล้อกลบดินมีรูปร่างแตกต่างกัน เช่น ผิวเรียบ ผิวมัน ล้อยาง แข็ง ล้อลม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูป 2.4 อุปกรณ์กลบและอัดดิน(Covering and Compressing Devices) [2]

4. อุปกรณ์ชุดกำหนดระยะปลูกและการถ่ายทอดกำลัง

ต้นกำลังของเครื่องย้ายกล้าสามารถจำแนกได้ 3 ชนิดตามสภาพพื้นที่และการใช้งานดังนี้

- รถแทรกเตอร์ โดยรับกำลังจากรถแทรกเตอร์ผ่านทางเพลาPTO
- รถไถเดินตาม โดยรับกำลังจากเครื่องยนต์ที่ติดตั้งกับรถไถเดินตาม
- รถไถเดินตาม รับกำลังจากการเคลื่อนที่ของล้อดินที่ใช้เป็นตัวกำหนดระยะการปลูก

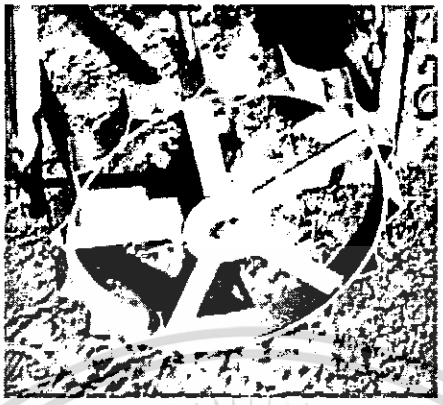
สำหรับเครื่องย้ายกล้าที่ใช้ล้อดิน(ground wheel) เป็นตัวกำหนดระยะการปลูก รับน้ำหนักของเครื่องน้ำหนักจะลงที่ล้อมากเพียงพอที่จะถ่ายทอดกำลังจากล้อไปยังอุปกรณ์ ล้อขับที่ใช้กันอยู่มี 2 แบบ คือ แบบล้อลม และแบบล้อเหล็ก แบบล้อเหล็กสามารถแบ่งได้เป็น 3 ชนิด คือ

ก) ล้อเรียบ (plain wheel) ล้อแบบนี้จะวิ่งเรียบและสัมผัสกับผิวดินได้ดีมีแรงฉุดลากที่พอเหมาะกับกลไกการเคลื่อนที่นิยมใช้กับดินร่วน นิยมใช้กับดินร่วนไม่เหมาะกับดินเหนียวแฉะ

ข) ล้อมีครีบ (lugged wheel) มีแรงฉุดลากและการจับยึดดีกว่า เป็นครีบเล็กอยู่บริเวณขอบนอกของล้อ เพื่อลดการลื่นไถล

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ค) ล้อแบบมีซี่ (Pegged type wheel) เหมาะจะใช้กับดินเปียกหรือดินเหนียวในขณะที่ล้ออื่นไม่สามารถทำงานได้ การเคลื่อนที่ของล้อซี่ล้อจะจิ้มลงดินในแนวดิ่ง และเคลื่อนที่ขึ้นซึ่งเป็นการผลักดินลงไม่ใช่ตะกรุยดินขึ้น



รูป2.5 ล้อแบบมีซี่

2.2 ตัวอย่างเครื่องย้ายกล้าที่มีใช้งานทั่วไป

เครื่องย้ายกล้ามีใช้งานกันทั่วไปและหลากหลายรูปแบบหลักการในการออกแบบเครื่องย้ายกล้าไม่มีหลักการที่ตายตัวแน่นอนขึ้นกับสภาพการใช้งาน สภาพพื้นที่ปลูกพืชนั้นๆและชนิดของต้นกล้านั้นๆเป็นหลักการเลือกใช้งานจึงต้องให้สอดคล้องและเหมาะสม ตัวอย่างของเครื่องย้ายกล้าที่มีกลไกส่วนลำเลียงต้นกล้าในหลายรูปแบบมีดังนี้ เช่น

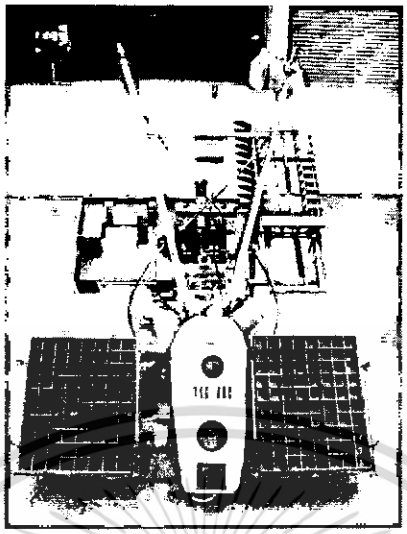
2.2.1. เครื่องย้ายกล้าแบบ 3 Row 580 Bed Planter

รูป 2.6 เครื่องย้ายกล้าแบบ 3 Row 580 Bed Planter [3]

เครื่องย้ายกล้ารุ่น 580 Bed Planter จะทำงานโดยต่อพ่วงกับรถแทรกเตอร์ เกษตรกรจะนั่งคอยป้อนต้นกล้าใส่ชุดเคลื่อนย้ายกล้า โดยเมื่อรถแทรกเตอร์เคลื่อนที่อุปกรณ์เปิดร่องจะทำการเปิดร่อง และมีล้อดินเป็นตัวกำหนดระยะห่างของต้นกล้า ล้อดินจะขับชุดกลไกให้กระบอกบรรจุต้นกล้าที่เกษตรกรใช้มือในการป้อนต้นกล้าพาต้นกล้ามายังจุดปล่อย เมื่อต้นกล้าตกลงในร่อง ล้อกลบและล้ออัดดินจะทำการกลบและอัดดินให้แน่น โดยการปลูกครั้งละ 3 แถว

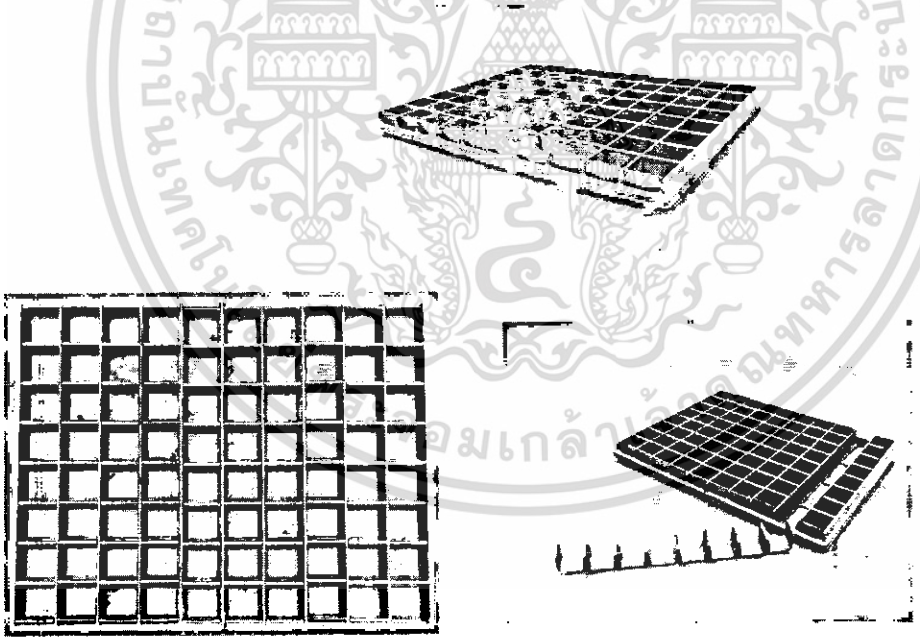
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.2.2. เครื่องย้ายกล้าแบบญี่ปุ่น



รูป 2.7 เครื่องย้ายกล้าแบบญี่ปุ่น

เครื่องย้ายกล้าชนิดนี้จะมีถาดเพาะกล้าที่เป็นลักษณะเฉพาะ ซึ่งสามารถนำต้นกล้าออกจากถาดได้ง่าย

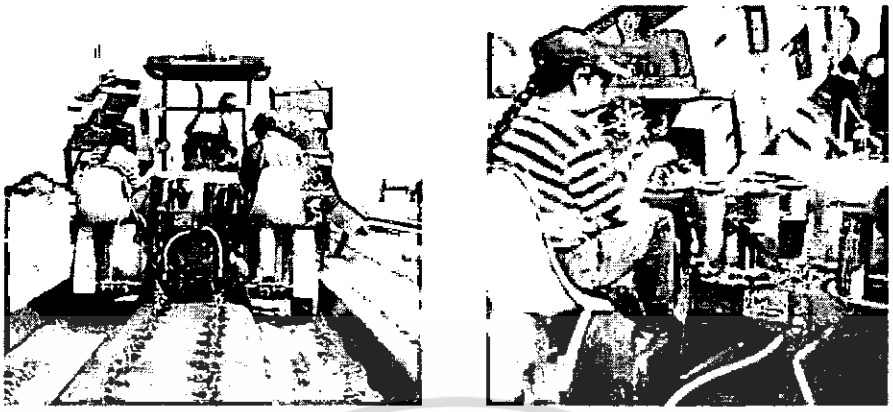


รูป 2.8 แสดงถาดเพาะต้นกล้าแบบญี่ปุ่น JAPANESE TRAYS

การทำงานของเครื่องเริ่มแรกรางปลูกที่มีต้นกล้าอยู่จะถูกแยกออกจากตัวถาดโดยตะแกรงยกที่อยู่บนที่พักถาด จากนั้นรางปลูกจะถูกป้อนเข้าสู่ชุดลำเลียงทีละแถว เมื่อตำแหน่งของต้นกล้าตรงกับก้านกระทุ้ง ชุดลำเลียงจะหยุดชั่วขณะเพื่อให้ก้านกระทุ้ง กระทุ้งต้นกล้าออกจากรางปลูก ต้นกล้าจะหล่นลงไปตามท่อปล่อยไปยังร่องปลูกที่ถูกเปิดร่องไว้โดยตัวเปิดร่อง จากนั้นตัวกลบจะทำการกลบดินเป็นการสิ้นสุด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.2.3. เครื่องย้ายกล้าแบบกึ่งอัตโนมัติ รุ่น RTME2-1102



รูป 2.9 เครื่องย้ายกล้าแบบกึ่งอัตโนมัติ รุ่น RTME2-1102 [3]

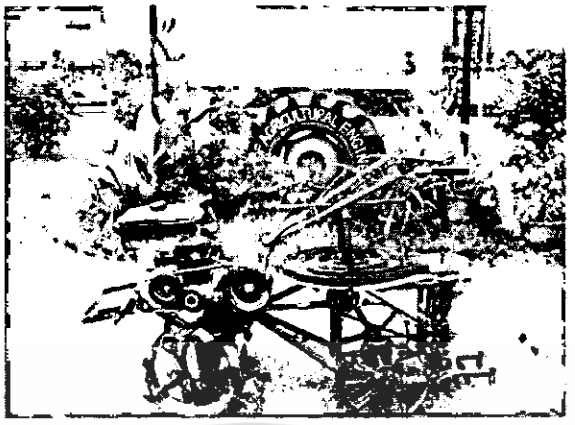
เครื่องย้ายกล้าแบบนี้จะเป็นเครื่องย้ายปลูกต้นกล้าผักที่มีผ้าใบหรือพลาสติกคลุมอยู่บนร่องปลูก และเครื่องสามารถทำการย้ายปลูกได้ 1 ต้น ต่อวินาทีต่อชุดของหัวปลูกหนึ่งหัวและในแต่ละหัวของชุดปลูกกล้านี้จะใช้ผู้ควบคุมจำนวน 1 คนเท่านั้น และเครื่องสามารถที่จะทำการย้ายปลูกลงไปในดินได้ประมาณ 3600-3000 ต้นต่อชั่วโมงต่อหนึ่งแถว

เครื่องย้ายกล้าผักแบบนี้หัวเจาะจะทำการเปิดรูที่ผ้าใบออกและทำการหยอดต้นกล้าลงไปในหลุมปลูก และเมื่อทำการย้ายปลูกจนเสร็จในแต่ละหัวแล้ว ที่เครื่องย้ายปลูกแบบนี้จะมีชุดให้น้ำและให้ปุ๋ยโดยอัตโนมัติ

เครื่องย้ายปลูกรุ่น RTME2-110 2นี้จะเป็นเครื่องย้ายปลูกชนิดแบบ 2 แถว และมีที่นั่งของผู้ควบคุมชุดปลูกจำนวน 2 คนซึ่งจออยู่ในตอนท้ายของรถแทรกเตอร์ และระยะห่างระหว่างต้นสามารถที่จะปรับได้ตามชนิดแต่ของพืชที่ทำการย้ายปลูก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.2.4. เครื่องย้ายกล้าแบบถาดร่องรูปก้นหอย



รูป 2.10 เครื่องย้ายกล้าแบบถาดร่องรูปก้นหอย

เมื่อวางต้นกล้าลงในชุดลำเลียงกล้าและทำการเดินเครื่อง ล้อจิกจะหมุนและส่งกำลังไปให้กับชุดส่งกำลัง กำลังส่วนหนึ่งจะส่งไปหมุนชุดลำเลียงต้นกล้าแบบถาด ซึ่งจะหมุนอยู่ตลอดเวลาเพื่อส่งต้นกล้าไปรออยู่ที่ทางเข้าชุดพาต้นกล้าลงปลูก กำลังอีกส่วนที่ได้จะนำมาขับเพื่อให้ชุดพาต้นกล้าลงปลูกหมุน โดยการกำหนดจังหวะๆ ละ 1 ต้น เพื่อพาต้นกล้าลงสู่จุดปล่อย เมื่อถึงจุดปล่อยต้นกล้าจะตกลงในร่อง ซึ่งตัวเปิดร่องได้ทำการเปิดร่องรอไว้ก่อนแล้ว จากนั้นเมื่อรถเคลื่อนที่ต่อไปตัวกลบก็จะกลบดินไปที่โคนต้นกล้าและตัวอัดดินจะทำการอัดดินที่ให้แน่นอีกครั้ง และทำการปลูกต่อไป

2.3 ต้นกล้าที่ใช้กับเครื่องย้ายกล้า

ต้นกล้าที่ใช้กับเครื่องย้ายกล้าจะต้องมีการเพาะให้เป็นต้นก่อนที่จะทำการปลูก ข้อดีของการเพาะกล้าก่อนการปลูกมีดังนี้

- เมื่อเปรียบเทียบกับการปลูกด้วยเมล็ดบนพื้นที่เพาะปลูก การปลูกด้วยเมล็ดไม่สามารถกำหนดกำหนดอัตราการงอกได้ ถ้าปลูกในลักษณะแถวเมล็ดที่ไม่งอกจะทำให้เสียพื้นที่ในการปลูกเป็นการสิ้นเปลืองเมล็ดพันธุ์ที่มีราคาแพง และต้องทำการปลูกซ่อมแซมทำให้สิ้นเปลืองค่าใช้จ่าย แต่ถ้าปลูกในลักษณะการย้ายกล้าจะสามารถได้ต้นที่เป็นต้นสม่ำเสมอไม่มีการเสียพื้นที่ในการเพาะปลูก
- ลดการใช้เมล็ดพันธุ์ในการปลูกและลดต้นทุนในการดูแลรักษาลงได้มาก
- การปลูกพืชแบบย้ายกล้าเป็นการปลูกที่ต้องการระยะห่างระหว่างแถวและระยะห่างระหว่างต้นของต้นกล้าที่แน่นอนผลเพื่อการเจริญเติบโตของพืชเหล่านั้น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

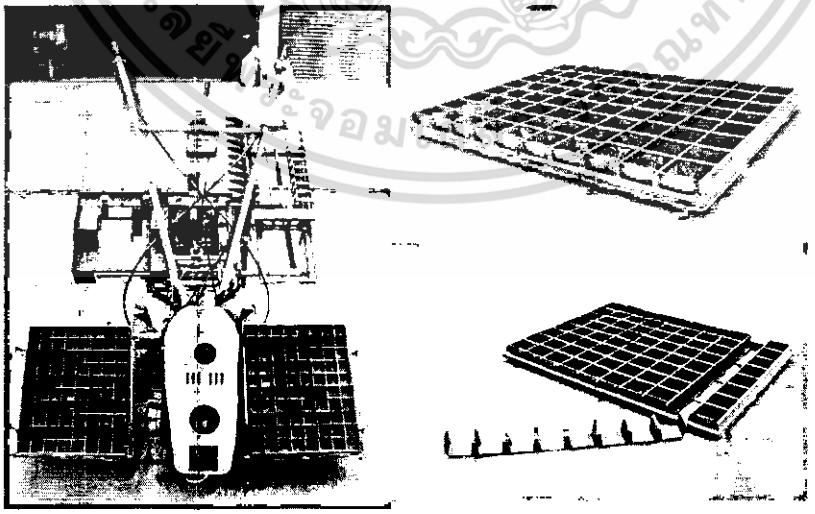
2.3.1. ชนิดของอุปกรณ์ที่ใช้ในการเพาะกล้า

อุปกรณ์ที่ใช้ในการเพาะต้นกล้าก่อนการปลูกด้วยเครื่องย้ายกล้ามีอยู่ด้วยกันหลายรูปแบบ ตามขนาดและความต้องการดินของต้นกล้านั้นๆ ตัวอย่างเช่น การเพาะกล้าด้วยถุงดำ เพาะในถาดเพาะกล้าเฉพาะเครื่องย้ายกล้านั้นๆ เพาะในถาดเพาะกล้าหลุมขนาดเล็ก เพาะในแปลงกล้า เป็นต้น

- *การเพาะกล้าด้วยถุงดำ* เหมาะสำหรับต้นกล้าที่ต้องการดินมากมีอายุในการเพาะกล้ามากต้นกล้าก่อนการย้ายมีความสูงมากพอสมควรจึงต้องมีดินในการยึดต้นกล้าอยู่มาก เช่น พริก มะเขือยาว มะเขือเทศ เป็นต้น

รูป 2.11 ถุงดำที่ใช้เพาะกล้า

- *การเพาะในถาดเพาะกล้าที่ใช้เฉพาะเครื่องย้ายกล้านั้นๆ* เป็นถาดเพาะกล้าที่สร้างขึ้นมาเพื่อใช้กับเครื่องย้ายกล้านั้นๆโดยเฉพาะ การปลูกกล้าจะปลูกในถาดเพาะกล้าชนิดนี้และเครื่องสามารถย้ายกล้าออกจากถาดเพาะกล้านี้ได้โดยอัตโนมัติ ตัวอย่างเช่น เครื่องย้ายกล้าแบบของญี่ปุ่นจะถูกออกแบบให้ใช้กับถาดเพาะกล้าชนิดนี้เท่านั้น ไม่สามารถใช้กับถาดเพาะกล้าอื่นได้

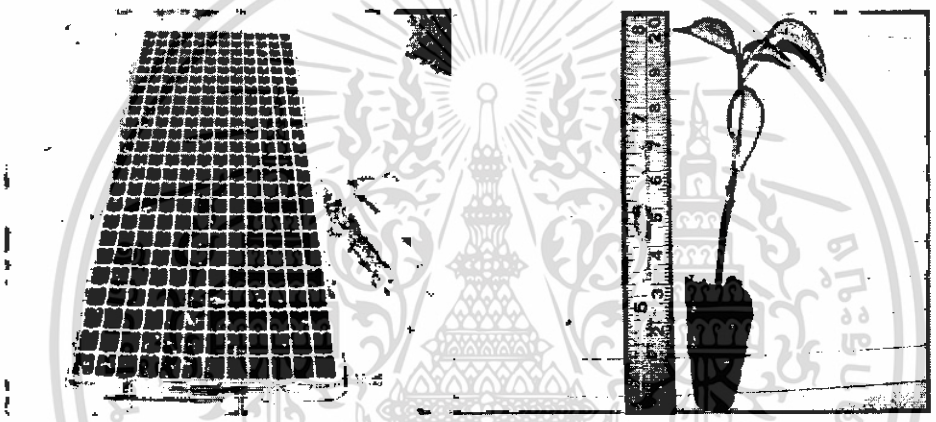


รูป 2.12 เครื่องย้ายกล้าและถาดเพาะกล้าแบบญี่ปุ่น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

- *การเพาะในถาดเพาะกล้าหลุมขนาดเล็ก* เป็นถาดที่มีการใช้กันอย่างแพร่หลายกับเกษตรกรในประเทศไทยที่นิยมปลูกพืชด้วยวิธีการย้ายกล้า เพราะเป็นถาดขนาดเล็กที่มีน้ำหนักเบาเพาะกล้าพืชได้คราวละมากๆ มีขนาดกะทัดรัดสามารถเคลื่อนย้ายไปในแปลงที่จะทำการปลูกได้ง่าย ทั้งยังเป็นถาดที่มีราคาค่อนข้างต่ำเนื่องจากทำจากพลาสติก จึงเป็นที่นิยมของเกษตรกร และบริษัทที่ทำการเพาะกล้าขายให้เกษตรกรจะใช้ถาดชนิดนี้ส่วนใหญ่

ถาดเพาะกล้าหลุมขนาดเล็กมีอยู่ด้วยกันหลายขนาด เช่น ขนาดความลึกที่ 30 ,35 และ 40 มิลลิเมตร ขนาดความกว้างปากหลุมแต่ละหลุม 20 และ 25 มิลลิเมตร ขนาดจำนวนหลุมปลูกในแต่ละถาด 200 หรือ 288 หลุม จะมีการเรียกถาดเพาะกล้าแต่ละชนิดเป็นเบอร์ เช่น เบอร์ 6 เบอร์ 7 เป็นต้น



รูป2.13 ถาดเพาะกล้าหลุมขนาดเล็ก

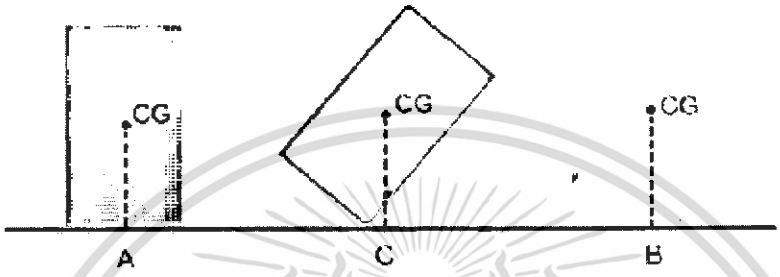
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2. ลักษณะทางกายภาพของต้นกล้า

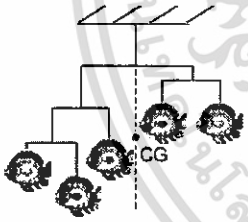
การคำนวณหาจุดศูนย์ถ่วง (Center of Gravity : CG)

หากสังเกตวัตถุต่าง ๆ ที่เป็นของแข็งและมีรูปทรง การวางวัตถุบนพื้นระนาบจะมีลักษณะสมดุลย์ได้ขึ้นอยู่กับตำแหน่งและแนวของจุดศูนย์ถ่วง

จุดศูนย์ถ่วง คือจุดที่เหมือนตำแหน่งที่รวมของน้ำหนักของวัตถุทั้งก้อน เช่นตุ๊กตาล้มลุกมีตำแหน่งจุดศูนย์ถ่วงต่ำ การโยกตุ๊กตาจึงไม่ล้มและจะกลับมาตั้งตามเดิม



วัตถุในรูป A วางอยู่ในลักษณะสมดุลย์ เพราะแนวของ CG ที่ตั้งดิ่งลงสู่พื้นโลก อยู่ในกรอบฐาน ถ้าโยกวัตถุรูป A ให้อยู่ในตำแหน่ง B มีแนวของจุดศูนย์ถ่วง CG ยังอยู่ในฐาน วัตถุจะกลับมาตำแหน่งเดิมตามรูป A ถ้าโยกวัตถุรูป A ให้อยู่ในตำแหน่ง C มีแนวจุดศูนย์ถ่วง CG เลยออกจากฐานวัตถุจะล้ม



ในโมบายที่จัดวางในแนวระนาบได้ เพราะตำแหน่งของ CG รวมของวัตถุทั้งหมดอยู่ในตำแหน่งของเส้นเชือกในแนวดิ่ง

การผูกเชือกกับวัตถุและปล่อยวัตถุห้อยลง แนวของ CG ของวัตถุจะอยู่สมดุลย์ได้ในแนวระดับตรงกับเชือกในแนวดิ่ง

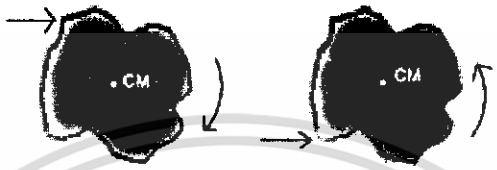
สรุปได้ว่าวัตถุรูปร่างใดก็ตาม ถ้าแขวนแล้ววัตถุหยุดนิ่งสมดุลย์ของวัตถุนั้นจะเกิดขึ้นได้ต้องให้แนว CG อยู่ในแนวเดียวกับเชือก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

<u>จุดศูนย์กลางมวล</u> (Center of Mass : CM)

เป็นจุดที่เสมือนเป็นที่รวมมวลของวัตถุทั้งก้อนนั้น โดยที่ CM อาจอยู่นอกเนื้อวัตถุนั้นได้ เช่น รูปโดนัท

โดยปกติวัตถุบางชนิดมีมวลภายในหนาแน่นไม่เท่ากันตลอดทั้งเนื้อสาร CM จึงเป็นเสมือนที่เป็นจุดรวมมวลของวัตถุทั้งก้อน



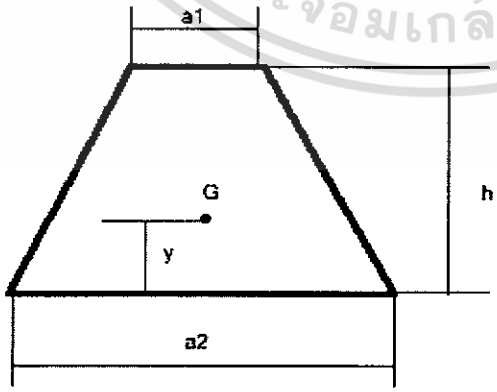
วัตถุหมุน

วัตถุไม่หมุน

ถ้าหากใช้แรงกระทำต่อวัตถุ โดยให้แนวตรงผ่านจุด CM จะทำให้วัตถุนั้นไม่หมุน แต่ถ้าหากแรงที่กระทำไม่ผ่าน CM วัตถุจะหมุนในทิศทางตามแรงนั้น

สูตรที่ใช้ในการคำนวณหาค่าจุดศูนย์ถ่วง (Center of Gravity ,CG)

TRAPEZOIDAL AREA



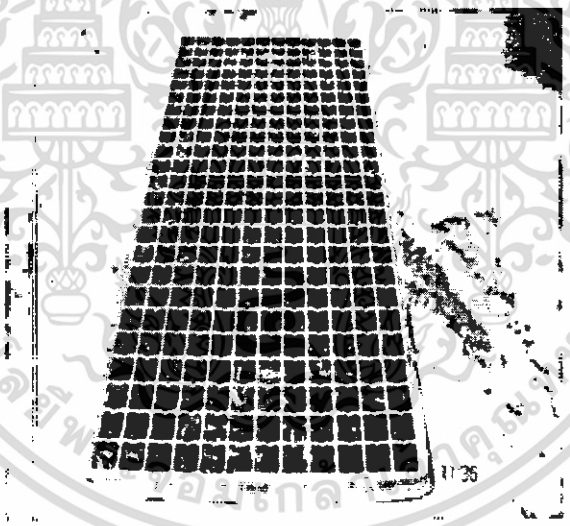
$$y = \frac{1}{3}\frac{2a1 + a2}{a1 + a2}h$$

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 3
การออกแบบเครื่องย้ายกล้าเฉพาะส่วนลำเลียงต้นกล้าลงสู่ดิน

3.1 จุดประสงค์ของการออกแบบเครื่องย้ายกล้า

ความจำเป็นที่จะต้องมีการออกแบบเครื่องย้ายกล้าเฉพาะส่วนลำเลียงต้นกล้าลงสู่ดินใหม่ เนื่องจากการออกแบบเครื่องเพาะกล้าที่เคยมีการออกแบบมาเป็นการออกแบบให้เหมาะสมกับถาดหรือถุงเพาะกล้าในแต่ละแบบ ดังนั้นจึงมีผู้ออกแบบส่วนลำเลียงของต้นกล้าออกมาหลายแบบ เช่น การออกแบบเครื่องให้เหมาะสมกับถุงเพาะกล้าทรงกระบอก ถาดเพาะกล้าทรงสี่เหลี่ยมลูกบาศก์ และถาดเพาะกล้าทรงกระบอก ทุกเครื่องล้วนมีข้อแตกต่างกันในกรรมวิธีและในรายละเอียดของการทำงานของเครื่อง และก็เช่นกันได้มีการคิดถาดเพาะกล้าในรูปแบบใหม่ๆขึ้นมาอยู่เสมอ เพื่อให้สามารถปลูกต้นกล้าได้มากขึ้น ลดปริมาณของดิน และลดระยะเวลาในการเตรียมกล้าลง จากการศึกษาวิธีการเตรียมกล้าของเกษตรกร โดยดูความเหมาะสมกับเครื่องย้ายกล้าที่จะออกแบบ ดังนั้น ถาดเพาะกล้าจำนวน 12x24 หลุม ขนาด 52x27 เซนติเมตร ดังรูปที่3.1 จึงถูกเลือกมาใช้เป็นต้นแบบสำหรับการออกแบบเครื่องย้ายกล้า

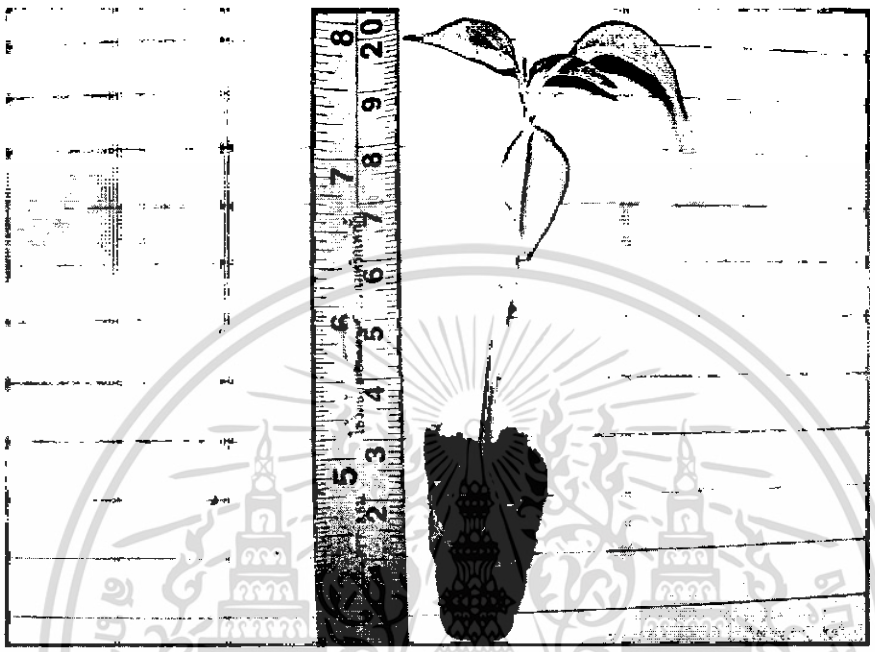


รูป 3.1 ถาดเพาะกล้า 12x24 หลุม ขนาด 52x27 เซนติเมตร

ถาดเพาะกล้าชนิดนี้ เป็นถาดเพาะกล้าของบริษัทที่บริหารงานเกี่ยวกับการเพาะกล้าพันธุ์ไม้ดอกไม้ และผักขายให้เกษตรกรที่ต้องการต้นกล้าที่มีประสิทธิภาพดีในการปลูก เมื่อเกษตรกรต้องการปลูกต้นกล้าจำนวนมากจึงจำเป็นต้องมีเครื่องช่วยทุนแรงในการปลูก และเท่าที่มีการสำรวจและตรวจสอบมายังคงไม่มีที่ใดหรือบริษัทใดได้ทำการออกแบบเครื่องย้ายกล้าที่เหมาะสมกับถาดเพาะกล้าตัวนี้ จึงเป็นเหตุให้มีแนวความคิดที่จะออกแบบและพัฒนาส่วนลำเลียงต้นกล้าลงสู่ดินของเครื่องย้ายกล้าให้เหมาะสมกับถาดเพาะกล้าและเพื่อให้เกษตรกรได้มีทางเลือกในการใช้งานมากยิ่งขึ้น

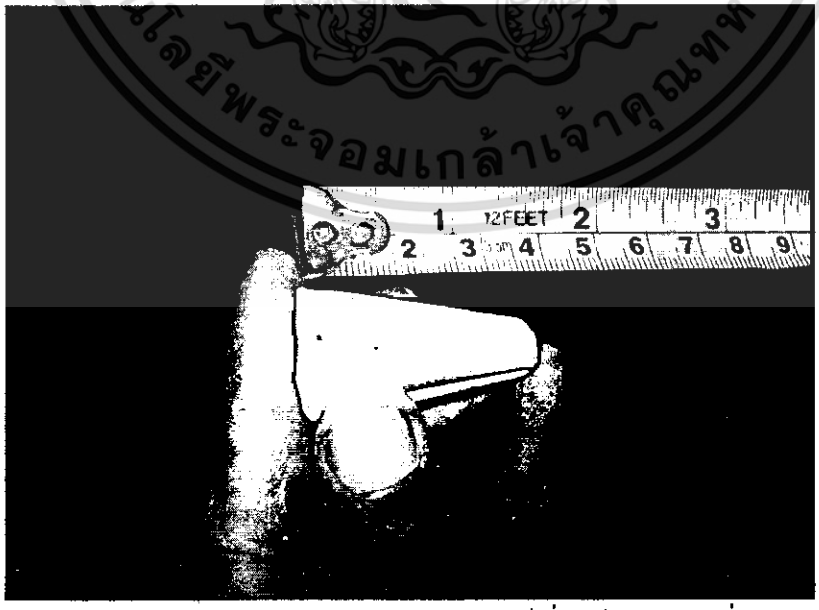
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ต้นกล้าที่นำมาทำการออกแบบระบบลำเลียงต้นกล้าลงสู่ดินมีลักษณะที่พิเศษคือ ด้านบนใหญ่ ด้านล่างเล็กลักษณะเป็นทรงปิรามิดฐานสี่เหลี่ยมดังรูปที่3.2 การออกแบบระบบลำเลียงจึงต้องคำนึงถึงความเอียง การพาที่ไม่ทำให้ต้นล้มและการปล่อยลงดินโดยที่ไม่ให้ต้นกล้าล้มเป็นปัจจัยสำคัญ ดังนั้นการออกแบบจึงต้องพิถีพิถันในทุกขั้นตอนรายละเอียดเพื่อให้ได้ระบบลำเลียงที่มีประสิทธิภาพสูงสุด



รูป 3.2 ต้นกล้าที่มีการผลิตและจำหน่ายที่ใช้สำหรับออกแบบเครื่องย้ายกล้า

ในการออกแบบเครื่องย้ายกล้าได้มีการหล่อแบบต้นกล้าขึ้นมาเพื่อใช้ในการทดสอบเครื่องย้ายกล้าเพราะปูนปลาสเตอร์สามารถนำมาใช้งานได้หลายครั้ง รูปแบบของการหล่อปูนปลาสเตอร์เป็นดังรูปที่3.3



รูป 3.3 รูปการหล่อแบบโดยปูนปลาสเตอร์เพื่อใช้ทดสอบเครื่อง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้
71958

รูป 3.4 รูปการหล่อแบบโดยปูนปลาสเตอร์เพื่อใช้ทดสอบเครื่อง

การออกแบบส่วนลำเลียงต้นกล้าได้ดำเนินการในการคิดและออกแบบตามหลักเกณฑ์ดังนี้

1. ออกแบบให้สามารถเคลื่อนกล้าที่อยู่บนถาดวางของตัวเครื่องให้ตกลงสู่ร่องปลูกได้
2. ขณะเคลื่อนกล้าต้องไม่ล้มหรือขัดการเคลื่อนที่ของกล้าต้นอื่นๆ
3. สามารถบรรจุกล้าได้ครั้งละมากๆเพียงพอที่จะไม่ต้องเติมกล้าบ่อย
4. มีระบบการทำงานแบบกึ่งอัตโนมัติต่อพ่วงกับรถไถเดินตามขนาด 5 แรงม้าขับเคลื่อนด้วยกลไกผ่านล้อจิกดิน

แนวทางการออกแบบเครื่องย้ายกล้า

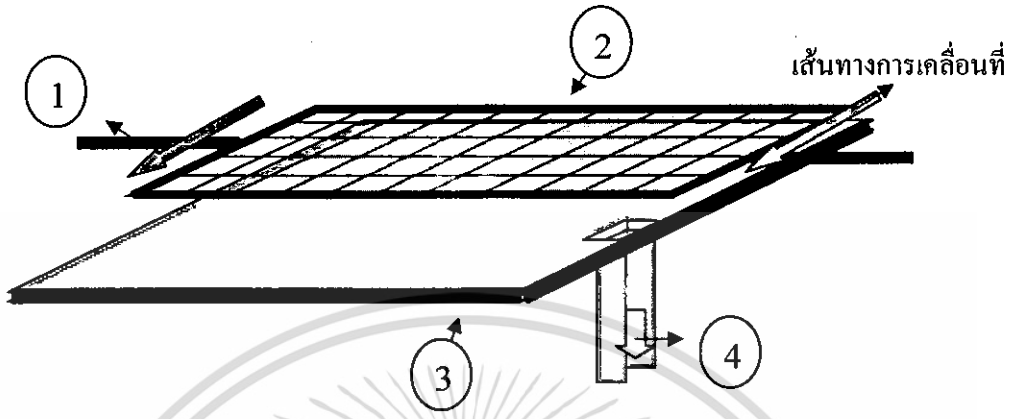
1. วัสดุที่ใช้ในการผลิตสามารถหาซื้อได้ง่าย
2. เครื่องย้ายกล้ามีกลไกการทำงานไม่ซับซ้อนยุ่งยาก
3. มีความแข็งแรงทนทาน
4. ต้นทุนในการผลิตต่ำ

และด้วยการกำหนดหลักเกณฑ์และแนวทางทั้งหมดจึงนำไปสู่การออกแบบส่วนลำเลียงต้นกล้าลงสู่ดินของเครื่องย้ายกล้า ดังนี้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.1.1 การออกแบบส่วนลำเลียงต้นกล้าลงสู่ดินของเครื่องย้ายกล้า ครั้งที่ 1

ลักษณะการออกแบบเครื่องย้ายกล้าครั้งแรก เป็นการออกแบบตามรูปลักษณะของถาดเพาะกล้า คือมีลักษณะเป็นตะแกรงรูปสี่เหลี่ยมผืนผ้า ดังรูปที่ 3.5



รูปที่ 3.5 การออกแบบส่วนลำเลียงต้นกล้าลงสู่ดินของเครื่องย้ายกล้า ครั้งที่ 1

อุปกรณ์ของส่วนลำเลียง ประกอบด้วย

1. **แขนกล** เป็นตัวกำหนดจังหวะการเคลื่อนที่ของตะแกรงที่บรรจุต้นกล้าให้สามารถเคลื่อนที่มายังร่องเพื่อปล่อยลงสู่ช่องทางออก
2. **แผ่นตะแกรง** ใช้สำหรับบรรจุต้นกล้าขนาดเท่ากับถาดเพาะกล้า คือ 12x24 ช่อง
3. **แผ่นอะคิลิกรองด้านล่าง** เป็นแผ่นที่ใช้รองรับก้นของต้นกล้าที่นำมาใส่ในตะแกรง ต้องเป็นแผ่นที่ลื่นไม่มีความหนืดต้นกล้าจึงจะสามารถเคลื่อนที่ไปได้โดยไม่ติดขัด
4. **ช่องทางปล่อยกล้า** เป็นการตัดแผ่นอะคิลิกที่ใช้รองให้เป็นร่องกว้างพอดีสำหรับให้ต้นกล้าสามารถเคลื่อนที่ลงได้เพียงต้นเดียวเท่านั้น

จากการศึกษาและวิเคราะห์การเคลื่อนที่สามารถสรุปปัญหาที่ควรจะเกิดขึ้นกับการออกแบบครั้งที่ 1 ได้ดังนี้

1. ตะแกรงที่ใช้บรรจุต้นกล้ามีขนาดเดียวกับถาดเพาะกล้า คือ 52x27 เซนติเมตร ดังนั้นเมื่อใช้งานเครื่องนี้จะต้องมีพื้นที่ให้สำหรับตะแกรงเคลื่อนที่เป็น 4 เท่าของขนาดตะแกรง เพราะตะแกรงจะเคลื่อนที่พาต้นกล้าให้มาลงช่องปล่อยจาก ล่างขวาไปจนบนซ้าย หรือมีขนาดเท่ากับ 208x108 เซนติเมตร ซึ่งเมื่อไปติดกับรถไถเดินตามขนาดเล็กแล้ว จะเพิ่มเนื้อที่ปฏิบัติงานสำหรับเกษตรกรผู้บังคับรถและเกะกะเวลาปฏิบัติงาน
2. จังหวะที่ทำการเลื่อนต้นกล้าลงสู่ช่องปล่อยจนสุดต้นสุดท้ายแล้วการสั่งให้กลไกเคลื่อนที่กลับไปยังจุดเริ่มต้นทำได้ยาก อีกทั้งกลไกแบบแขนกลยังไม่เหมาะสมกับการใช้ที่เป็นแบบกึ่งอัตโนมัติ เพราะกลไกในการสั่งงานแขนกลมีความซับซ้อนและยุ่งยาก

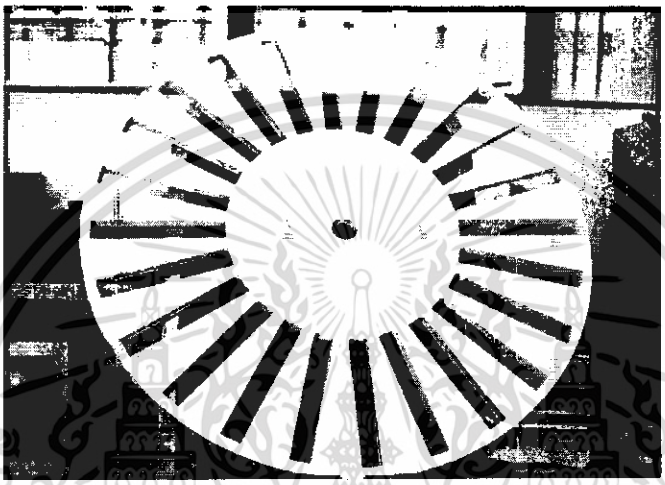
การแก้ปัญหากับการออกแบบทำได้ดังนี้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ปัญหาในเรื่องของพื้นที่และการเคลื่อนที่กลับของกลไกสามารถแก้ไขได้ด้วยการออกแบบถาดจากรูปสี่เหลี่ยมเป็นถาดรูปวงกลมเพื่อไม่เปลืองเนื้อที่และยังสามารถเคลื่อนที่วนกลับมาที่เดิมได้ด้วยกลไกในการออกแบบไม่ซับซ้อนยุ่งยากมากนัก

3.1.2 การออกแบบส่วนลำเลียงต้นกล้าฉงู่ดินของเครื่องย้ายกล้า ครั้งที่2

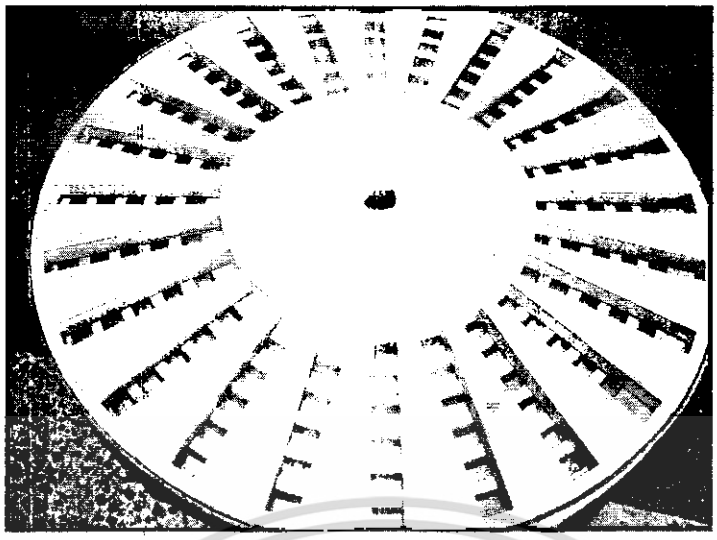
จากปัญหาของการออกแบบส่วนลำเลียงเป็นสี่เหลี่ยมนำไปสู่การออกแบบส่วนลำเลียงเป็นถาดวงกลม ดังรูปที่3.6



รูป 3.6 (ก)ส่วนเคลื่อนที่ของถาดวงกลม

รูป 3.6 (ข)ส่วนอยู่นิ่งของถาดวงกลม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูป 3.7 เมื่อนำทั้งสองส่วนมาประกอบติดกัน

กลไกการทำงานของอุปกรณ์ส่วนลำเลียงแบบถาดวงกลม

- **ส่วนเคลื่อนที่ด้านบน** มีลักษณะเป็นวงกลมเจาะช่องทางออกเป็นรูปสี่เหลี่ยมผืนผ้า จำนวน 24ช่อง ตามแนวรัศมีของวงกลมเพื่อใช้วางต้นกล้าใส่ในร่อง
- **ส่วนอยู่นิ่งด้านล่าง** มีลักษณะเป็นวงกลมภายในเป็นรูปก้นหอยขดรอบ 6 วงใช้สำหรับเป็นตัวพาให้ต้นกล้าเคลื่อนที่มายังจุดปล่อย จุดปล่อยกล้าอยู่ด้านนอกสุดของวงก้นหอยเป็นสี่เหลี่ยมสำหรับให้ต้นกล้าตกได้เฉพาะ 1 ต้นสำหรับการเคลื่อนที่ 1 จังหวะ
  - ถาดวงกลมมีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 600 มิลลิเมตร
  - สามารถบรรจุต้นกล้าได้ 24x5 = 120 ต้น

ปัญหาที่เกิดขึ้นกับการออกแบบส่วนลำเลียงกล้าครั้งที่ 2

1. พบปัญหาว่าเมื่อลำเลียงต้นกล้าไปเรื่อยๆจะเกิดการแตกของดิน ทำให้ไปอุดตันร่องของก้นหอยทำให้การลำเลียงไม่สะดวก
2. ขนาดของส่วนที่เป็นก้นหอยมีระยะทางที่ยาว ต้นกล้าส่วนที่อยู่ในสุดเคลื่อนที่เป็นระยะทางที่ยาวมากเมื่อเกิดการเสียดสีมากขึ้นทำให้ดินเสียรูปทรงและไปข้างการเคลื่อนที่ของต้นอื่นๆ

การแก้ไขจึงจำเป็นต้องมีการออกแบบชุดลำเลียงใหม่โดยคงรูปแบบเดิม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.1.3 การออกแบบส่วนลำเลียงต้นกล้าลงสู่ดินของเครื่องย้ายกล้า ครั้งที่ 3

การออกแบบส่วนลำเลียงต้นกล้าลงสู่ดินในครั้งที่ 3 เป็นการออกแบบโดยคงรูปแบบเดิมแต่มีการปรับขนาดต่างๆให้เล็กลงเพื่อให้การทำงานของอุปกรณ์มีประสิทธิภาพขึ้น

ขนาดที่ใช้ในการออกแบบ

- เส้นผ่านศูนย์กลางรอบถาดวงกลม 400 มิลลิเมตร
- สามารถบรรจุต้นกล้าได้ 45 ต้น

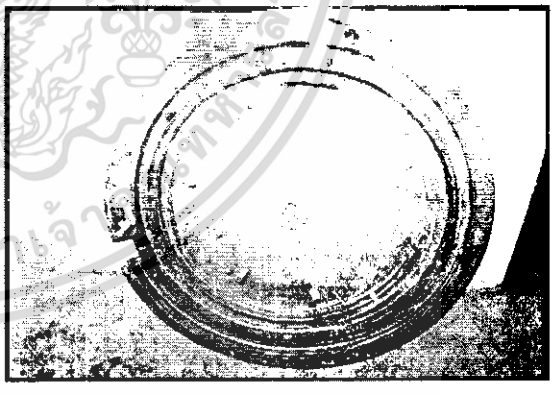
แผ่นพากล้า (รูปที่ 3.8)

- ทำด้วยแผ่นอะคิลิก หนา 6 มิลลิเมตร
- มีช่องสำหรับวางต้นกล้า เป็นสี่เหลี่ยมผืนผ้าขนาด 22x100 มิลลิเมตร จำนวน 18 ช่องตามแนวรัศมีวงกลม โดยแต่ละช่องห่างกัน 20 องศา

รูปที่ 3.8 แผ่นพากล้า

ถาดร่องรูปขดก้นหอย (รูปที่ 3.9)

- เป็นรูปก้นหอยสร้างด้วยอะคิลิกหนา 6 มิลลิเมตร
- ก้นหอยมีระยะพิช เท่ากับ 24 มิลลิเมตร จำนวน 3 ขด
- ความหนาของตัวร่อง 14 มิลลิเมตร
- ความหนาของตัวสันร่อง 10 มิลลิเมตร
- ความสูงของตัวสันร่องหาได้จากการคำนวณค่าการคำนวณหาจุด Center of Gravity (C.G.) ของตัวฐานดินของต้นกล้าดังค่าต่อไปนี้

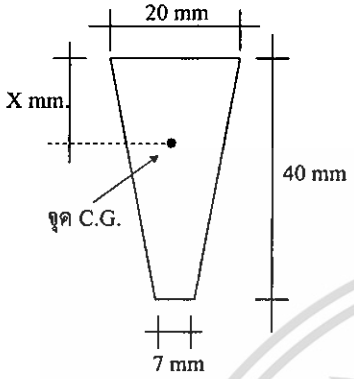


รูปที่ 3.9 ถาดร่องรูปขดก้นหอย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.1.4 การคำนวณหาจุด Center of Gravity (C.G.)

ฐานของต้นกล้าที่นำมาเป็นโจทย์ในการออกแบบเครื่องมีลักษณะเป็นรูปสี่เหลี่ยมคางหมู ด้านบนเป็นรูปสี่เหลี่ยมจตุรัส ขนาด 20x20 มิลลิเมตร และด้านล่างเป็นรูปสี่เหลียมจตุรัส ขนาด 7x7 มิลลิเมตร



จากสูตร

$$X = 1/3[(2a1 + a2)/(a1+a2)]h$$

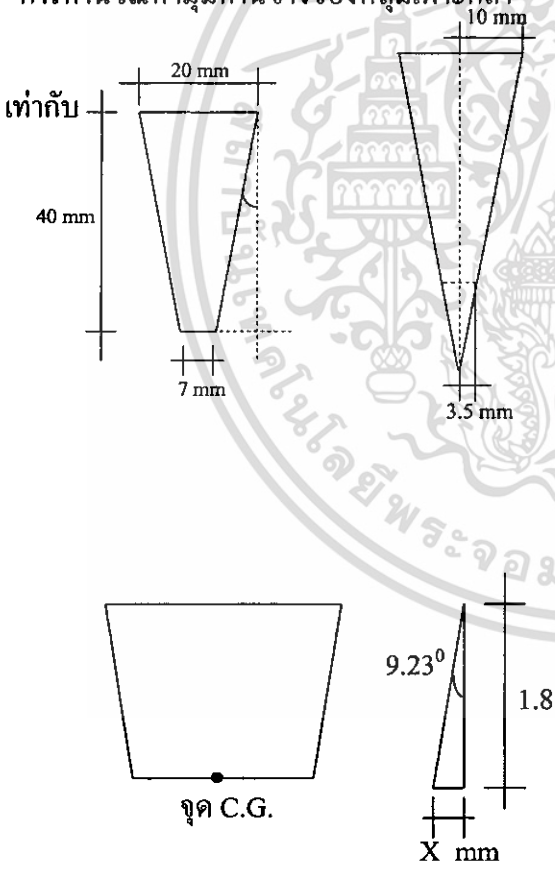
ดังนั้น

$$X = 1/3[(2x7 + 20)/(7+20)]40$$

$$= 18 \text{ มิลลิเมตร}$$

ลักษณะทางกายภาพของหลุมถาดเพาะกล้าแต่ละหลุม

การคำนวณหามุมด้านข้างของหลุมเพาะกล้า

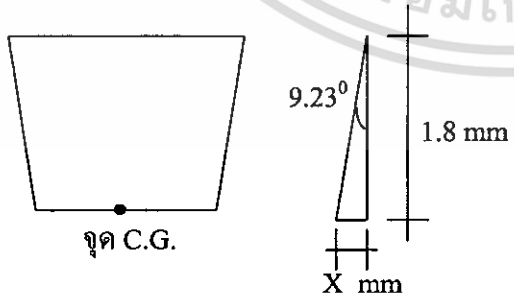


ในส่วนฐานด้านล่างพื้นที่ที่เหลือ

$10 - 3.5 = 6.5$ มิลลิเมตร

จาก $\tan\theta = 6.5/40$

ดังนั้น $\theta = 9.23$



จุด C.G.

จาก $\tan 9.23 = X / 18$

ดังนั้น $X = 3$ มิลลิเมตร

การคิดคำนวณมุมเพื่อหาความเอียงของหลุมเพาะกล้า นำไปใช้ในการทำมุมลาดของแผ่นพากล้า (รูปที่ 3.8)ที่เหนือจุด C.G.

เพราะการเคลื่อนที่ของแผ่นเคลื่อนที่ด้านบนมีการเคลื่อนที่ตามแนวเส้นรอบวงจะไปดันให้ต้นกล้าเกิดการเอียงและล้มหากไม่มีการทำมุมเอียงไปรับกับร่องหลุมต้นกล้า

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

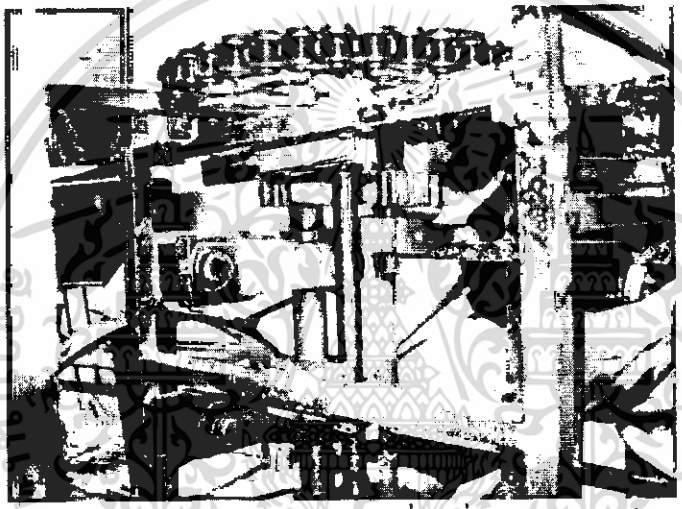
3.2 ส่วนประกอบหลักของเครื่องย้ายกล้า

เครื่องย้ายกล้าแบบช่องก้นหอย ประกอบด้วย 5 ส่วนประกอบหลักๆ คือ

-แผ่นวงกลมที่เป็นส่วนที่เคลื่อนที่ (แผ่นพากล้า) (รูปที่ 3.8)

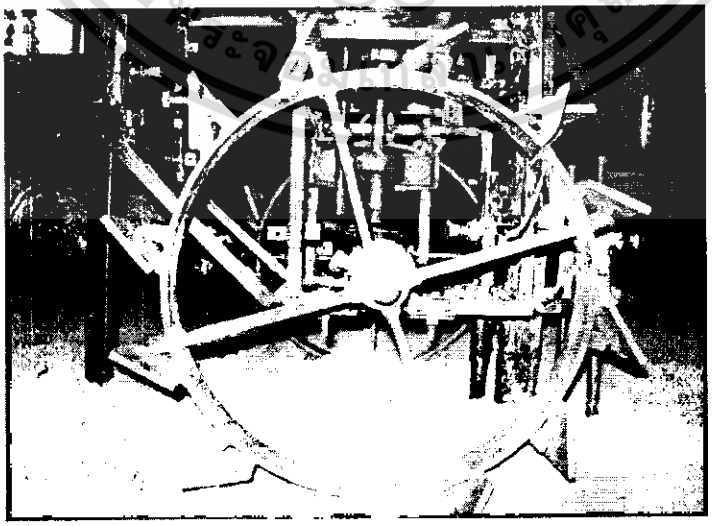
- ถาดร่องรูปก้นหอยส่วนที่ยึดติดกับตัวเครื่อง (ถาดร่องรูปขดก้นหอย)(รูปที่ 3.9)
- ชุดกำหนดจังหวะการเคลื่อนที่ของแผ่นพากล้า(รูปที่ 3.10)
- ล้อจิกดิน (รูปที่ 3.11)
- อุปกรณ์เปิดร่องและอุปกรณ์กลบดิน (รูปที่ 3.12)

- ชุดกำหนดจังหวะการเคลื่อนที่ของแผ่นพากล้า



รูป 3.10 ชุดกำหนดจังหวะการเคลื่อนที่ของแผ่นพากล้า

- ล้อจิกดิน



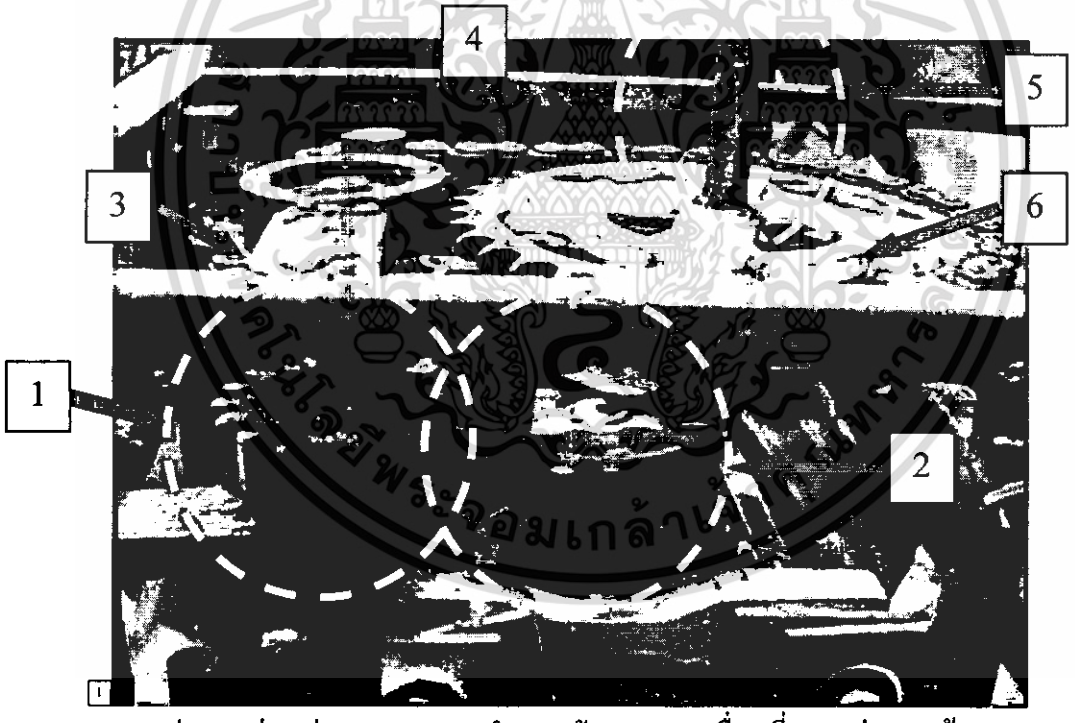
รูป 3.11 ล้อจิกดิน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

- ชุดอุปกรณ์เปิดร่องและกลบอัดดิน

รูป3.12 อุปกรณ์เปิดร่องและกลบอัดดิน

ส่วนประกอบของชุดกำหนดจังหวะการเคลื่อนที่ของแผ่นพากล้า



รูป 3.13 ส่วนประกอบของชุดกำหนดจังกวะการเคลื่อนที่ของแผ่นพากล้า

1. เฟืองพา (เฟืองเต็ม 18 ฟัน) 2. เฟืองกำหนดจังหวะปลูก 3. สเตอร์โซ่ 12 ฟัน

4. โซ่ขับ 5. เพลาต่อแผ่นพากล้า 6. สเตอร์ 36 ฟัน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

กลไกการทำงาน ส่วนลำเลียงต้นกล้าลงสู่ดิน

การทำงานโดยอาศัยการเคลื่อนที่ของแผ่นพากล้ามีลักษณะเป็นช่องตามแนวรัศมีของวงกลม เมื่อล้อจิกดินเคลื่อนที่ 1/2 รอบ กลไกเฟืองกำหนดจังหวะปลูกที่เป็นเฟืองเจียรเคลื่อนที่ 1 /2 รอบส่งให้แผ่นพากล้าด้านบนเคลื่อนที่ไป 1 จังหวะ โดยร่องบนแผ่นพากล้าตรงกับช่องปล่อยกล้าของถาดร่องรูปก้นหอย ทำให้ต้นกล้าตกลงมาในจังหวะละ 1 ต้นเท่าๆกัน โดยมีร่องรูปก้นหอยของถาดร่องรูปก้นหอยเป็นตัวดันให้ต้นกล้าเคลื่อนที่ออกมาจากวงในออกมาสู่วงนอก ต้นกล้าที่อยู่ในร่องถัดๆไปก็จะเคลื่อนที่ออกตามขดก้นหอยเช่นกัน เพื่อที่จะรอจังหวะการเคลื่อนที่ของเครื่องให้ปล่อยกล้าออกมาที่ละต้น

3.3 หลักการคำนวณกลไกเครื่องย้ายกล้า

3.3.1 การคำนวณการทดกำลังของเครื่องย้ายกล้าและการคำนวณรัศมีล้อจิกดิน

ระยะระหว่างต้นในการปลูกพริก เท่ากับ 60x6 0เซนติเมตร

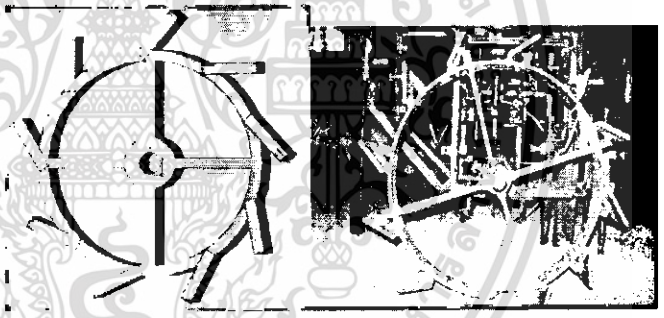
กำหนดให้ ล้อจิกดินหมุน 1รอบ ต้นกล้าลง 2 ต้น

ดังนั้น เส้นรอบวงล้อ จะมีค่าเท่ากับ 1 2 0เซนติเมตร

คำนวณหารัศมีของวงล้อ (R)

$R = 120/2\pi$

$= 19.1$ เซนติเมตร



รูป3.14 ล้อจิกดิน

การคำนวณอัตราการปลูกทางทฤษฎี

ความเร็วในการทำงานของเครื่องขึ้นอยู่กับ ความเร็วของตัวฉุดลาก

รถไถเดินตามขนาด 5 แรงม้า กำหนดความเร็วของการทำงานอยู่ที่ประมาณ 1 กิโลเมตร/ชั่วโมง

เท่ากับ 16.6 เมตร / นาที

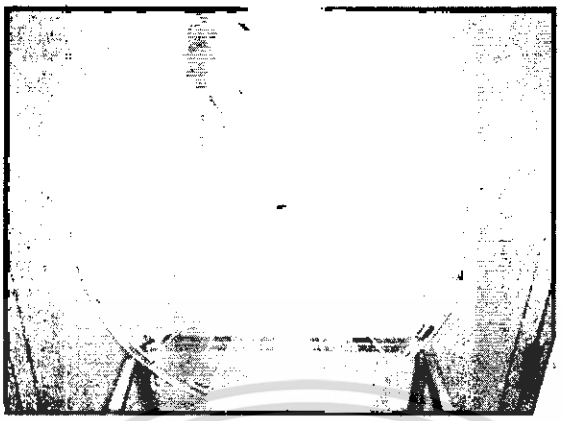
จากการกำหนดขนาดล้อ 2 ต้น ได้ระยะทางเท่ากับ1. 4 เมตร

ดังนั้นอัตราการปลูก จึงเท่ากับ) 16.6x1./(22 = 27.6

หรือ ประมาณ 27 ต้น / นาที

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.3.2 การคำนวณระยะความห่างของแต่ละช่องรอบรูปวงกลมแผ่นพากล้า



รูป3.15 แผ่นพากล้า

การคำนวณเฟืองที่ใช้ในการกำหนดจังหวะการปลูกเป็นผลมาจากการกำหนดให้แผ่นวางกล้าด้านบนมีจำนวนช่องทั้งหมด 18 ช่องดังรูปที่ 3.16

ด้วยวิธีการคำนวณ คือ วงของส่วนลำเลียงต้นกล้าที่ออกแบบกำหนดให้เป็น 400 มิลลิเมตร ลบในส่วนที่เป็นขอบด้านนอก 20 มิลลิเมตร ลบออกด้วยความยาวของส่วนที่เป็นช่องใส่กล้า 200 มิลลิเมตร

ดังนั้นเหลือในส่วนที่เป็นรัศมีภายใน 20-200-400 = 180 มิลลิเมตร

รัศมีวงใน เท่ากับ 180 มิลลิเมตร หาเส้นรอบวง ได้เท่ากับ2 $x\pi x180$ = 1130.4 มิลลิเมตร ความกว้างต่อช่องใส่ต้นกล้า เท่ากับ 22 มิลลิเมตร คูณด้วย จำนวนช่องที่ต้องการรอบวงกลมสมมุติให้เป็น 18 , 20 , 24มิลลิเมตร ตามลำดับ

จากการคำนวณ ใช้เป็น 18 มิลลิเมตร22 x18 = 396 มิลลิเมตร

หาพื้นที่ที่เหลือจากเส้นรอบวง 1130.4 – 396 = 733.6 มิลลิเมตร

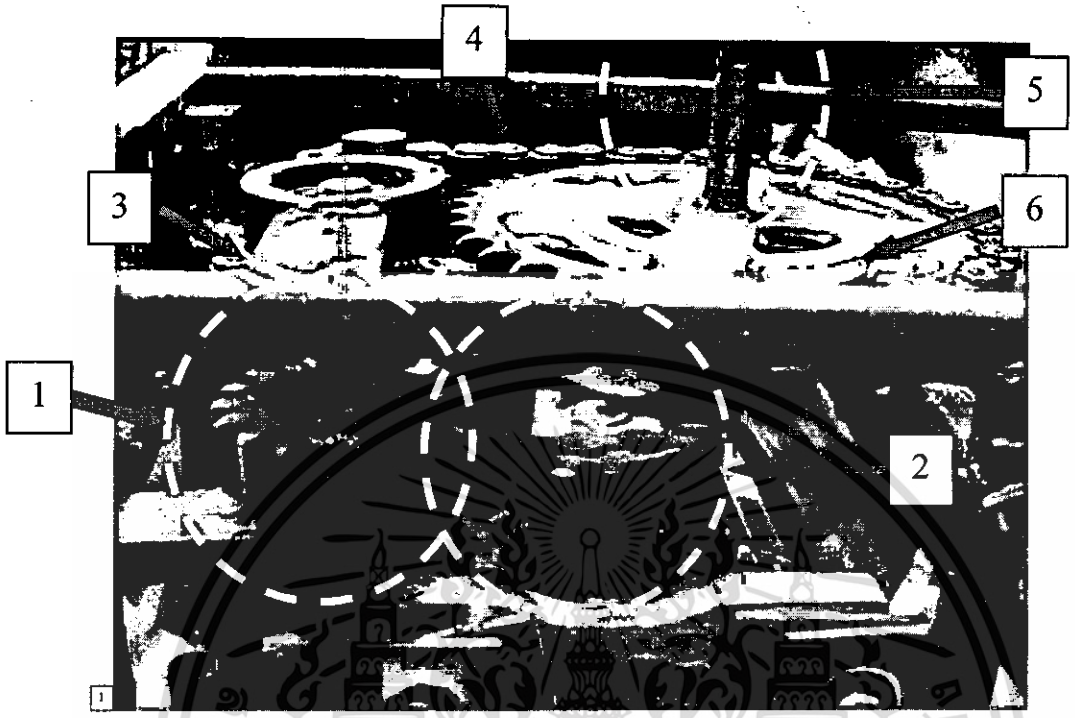
ระยะห่างในแต่ละอัน 18 / 733.6 = 40 มิลลิเมตร

หรือเท่ากับ 4 เซนติเมตร

เหตุผลที่ต้องเหลือไว้มากเพราะว่า ตรงตำแหน่งนั้นเป็นจุดที่เคบที่สุดและเป็นจุดที่รับแรงบิดหากเกิดการขัดของตัวต้นกล้า และแผ่นที่ใช้ทำเป็นแผ่นอะคิลิกความหนาเพียง 6 มิลลิเมตรอาจทำให้เกิดการแตกหรือหักได้

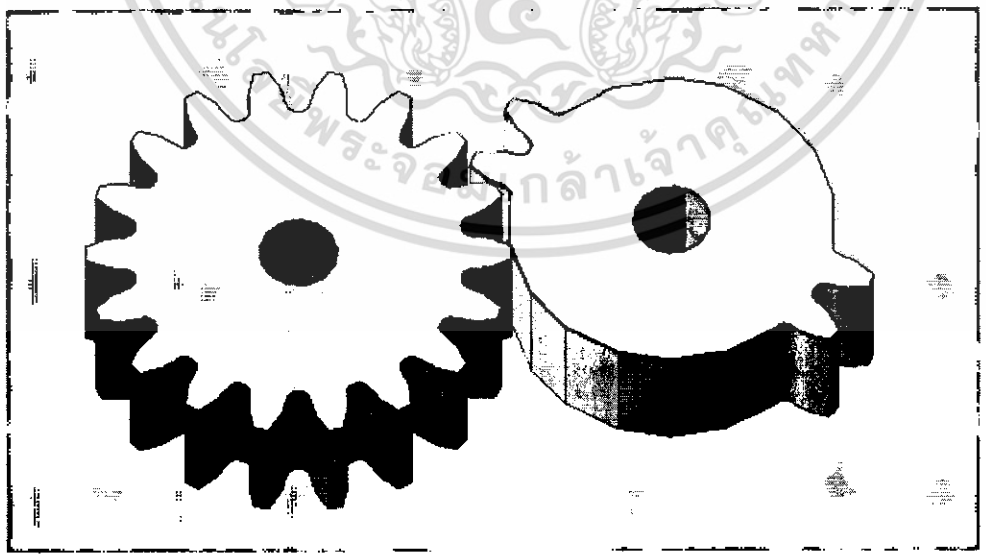
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.3.3 การคำนวณกลไกและจำนวนฟันเฟืองขับ



รูป 3.16 ส่วนประกอบกลไกการเคลื่อนที่ของเครื่องย้ายกล้า

1. เฟืองพา (เฟืองเต็ม 18 ฟัน) 2. เฟืองกำหนดจังหวะปลูก 3. สเตอร์โซ่ 12 ฟัน 4. โซ่ขับ 5. เพลาต่อแผ่นพากล้า 6. สเตอร์ 36 ฟัน



รูป 3.17 เฟืองพา และ เฟืองกำหนดจังหวะการปลูก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

อุปกรณ์สำคัญของกลไกการเคลื่อนที่แผ่นพากล้ามีอุปกรณ์ดังนี้

- เฟืองกำหนดจังหวะการปลูก และเฟืองพาเชื่อมต่อแผ่นพากล้าเป็นเฟืองที่มีจำนวนฟัน 18 ฟัน
- สเตอร์ต่อแกนเพลาจากแกนเพลาเฟืองพาไปยังแกนเพลาแผ่นพากล้าเป็นสเตอร์2 ตัวที่มีขนาดต่างกัน คือ สเตอร์ 12 ซี่และสเตอร์ 36 ซี่
- โซ่ขับ
- เฟืองดอกจอกเปลี่ยนทิศการเคลื่อนที่จากเพลาล้อสู่เพลาเฟืองเจียร

จากการคำนวณแผ่นพากล้ามีจำนวนช่อง 18 ช่อง รอบรูปวงกลม ดังนั้น แต่ละช่องมีมุมห่างกัน 20องศา เฟืองที่จะนำมาติดเข้ากับแกนเพลาตัวแผ่นพากล้านี้มีจำนวนฟันเฟืองทั้งหมด 18 ซี่ และเฟืองส่งกำลังจากล้อเป็นเฟืองชนิดเดียวกัน ทำการเจียรเฟืองเพื่อให้เป็นตัวกำหนดจังหวะการเคลื่อนที่และสามารถเคลื่อนที่และหยุดเป็นจังหวะได้ โดยการเจียร เจียรออกตรงข้ามกันให้เหลือข้างละ 2 ฟัน โดยอยู่ตรงข้ามกัน เฟืองตัวนี้จะเป็นเฟืองที่ใช้ในการกำหนดจังหวะการเคลื่อนที่

เมื่อนำเฟืองที่เจียรออกมาขบกับเฟืองเต็มจะทำให้เฟืองเต็มเคลื่อนที่ไป 3 ฟันต่อ 1 จังหวะการเคลื่อนที่ ดังนั้นเมื่อแบ่งการเคลื่อนที่ของเฟืองเต็มเป็นรอบ จะแบ่งได้ 6 ส่วนเท่า ๆ กัน แสดงว่า 1 รอบเฟืองเต็มต้นกล้าสามารถเคลื่อนที่ลงหลุมได้จำนวน 6 ต้น

เมื่อแบ่งเฟืองเต็มออกเป็น 6 ส่วนสเตอร์ที่ติดกับเพลาเฟืองจะต้องแบ่งออกเป็น 6 ส่วนเช่นเดียวกัน กำหนดให้สเตอร์ที่ติดเพลาเฟืองดึงให้สเตอร์ที่ติดเพลาเคลื่อนแผ่นกล้าเคลื่อนที่ไปจำนวนซี่ 2 ซี่ ดังนั้น สเตอร์ที่ติดเพลาเฟืองต้องมีจำนวนซี่ทั้งหมดเท่ากับ 6 x 2 = 12 ซี่

เมื่อแผ่นพากล้ามีจำนวนช่องทั้งหมด 18 ช่อง และใน 1 จังหวะการเคลื่อนที่ สเตอร์ต้องเคลื่อนที่ไป 2 ซี่ ดังนั้น สเตอร์ที่ติดกับเพลาแผ่นพากล้าต้องมีจำนวนซี่ทั้งหมดเท่ากับ 18 x 2 = 36 ซี่

สรุปการทำงาน เมื่อมีการส่งกำลังมาจากล้อจิกดิน ล้อหมุน1 /2 รอบ เฟืองเจียรเคลื่อนที่ 1/ 2 รอบ ขบให้เฟืองเต็มเคลื่อนที่3ฟันหรือเท่ากับ 1 ใน 6 ของรอบเฟือง ดึงให้สเตอร์เคลื่อนที่ 2 ฟัน พาแผ่นพากล้าเคลื่อนที่ 1 จังหวะ และสามารถส่งต้นกล้าลงได้ 1 ต้น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 4
การทดสอบและการปรับปรุง

4.1 การทดสอบและการปรับปรุงส่วนพากล้า

ส่วนพากล้าประกอบด้วยกัน 2 ส่วน คือ แผ่นพากล้า และ ถาดร่องรูปขดก้นหอยทั้งสองส่วนนี้ เป็นส่วนที่สำคัญในการพากล้าไปยังจุดปล่อยกล้าจึงต้องมีการทดลองหาค่าความสูงของแผ่นพากล้า ค่ามุมเอียงของกล้าที่แน่นอน จึงจะทำให้กล้าสามารถเคลื่อนที่ไปได้อย่างไม่ติดขัด โดยวิธีการทดลองดังนี้

4.1.1 อุปกรณ์และวิธีการทดลอง

วัสดุที่ใช้ทำการทดลอง :

- ต้นกล้า ขนาดกว้างด้านบน 20x20 มิลลิเมตร
  ขนาดกว้างด้านล่าง 7x7 มิลลิเมตร
  ความสูง 35 มิลลิเมตร
  หล่อแบบด้วยปูนปลาสเตอร์ น้ำหนักเฉลี่ยต่ออัน 20.47 กรัม

- ถาดร่องรูปขดก้นหอย
  ทำจากวัสดุอะคิลิก ความหนาแผ่นอะคิลิก 5 มิลลิเมตร
  เป็นรูปวงกลมเส้นผ่านศูนย์กลาง 40 เซนติเมตร

- แผ่นพากล้า
  ทำจากวัสดุอะคิลิก ความหนาแผ่นอะคิลิก 5 มิลลิเมตร
  ขนาดช่องใส่ต้นกล้าความกว้างด้านใน 18 มิลลิเมตร
  ความกว้างด้านนอก 22 มิลลิเมตร
  ความยาว 90 มิลลิเมตร

- ชุดกลไกกำหนดจังหวะการเคลื่อนที่
- ไม้บรรทัด
- ครึ่งวงกลมวัดมุม

วิธีการทดลอง :

1. วัดความสูงถาดร่องรูปขดก้นหอย บันทึกค่า
2. ใส่ต้นกล้าลงในช่องแผ่นพากล้าให้รอบทุกจุดจำนวน 20 ต้น
3. หมุนแผ่นพากล้าให้เคลื่อนที่ สังเกตการเคลื่อนที่ มุมความเอียงของต้นกล้า บันทึกค่า
4. ทำซ้ำแช่นเดิมที่ความสูงต่าง พร้อมบันทึกค่า
5. กำหนดค่าความสูงถาดร่องรูปขดก้นหอยที่เหมาะสมในการเคลื่อนที่ ใช้หาความกว้างที่เหมาะสมในการพากล้า

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

6. ทดสอบการเคลื่อนที่ที่ความกว้างต่างๆเช่น 20,16,14,12 มิลลิเมตร สังเกตการเคลื่อนที่พร้อมบันทึกค่า สรุปผลความกว้างและความสูงที่เหมาะสม

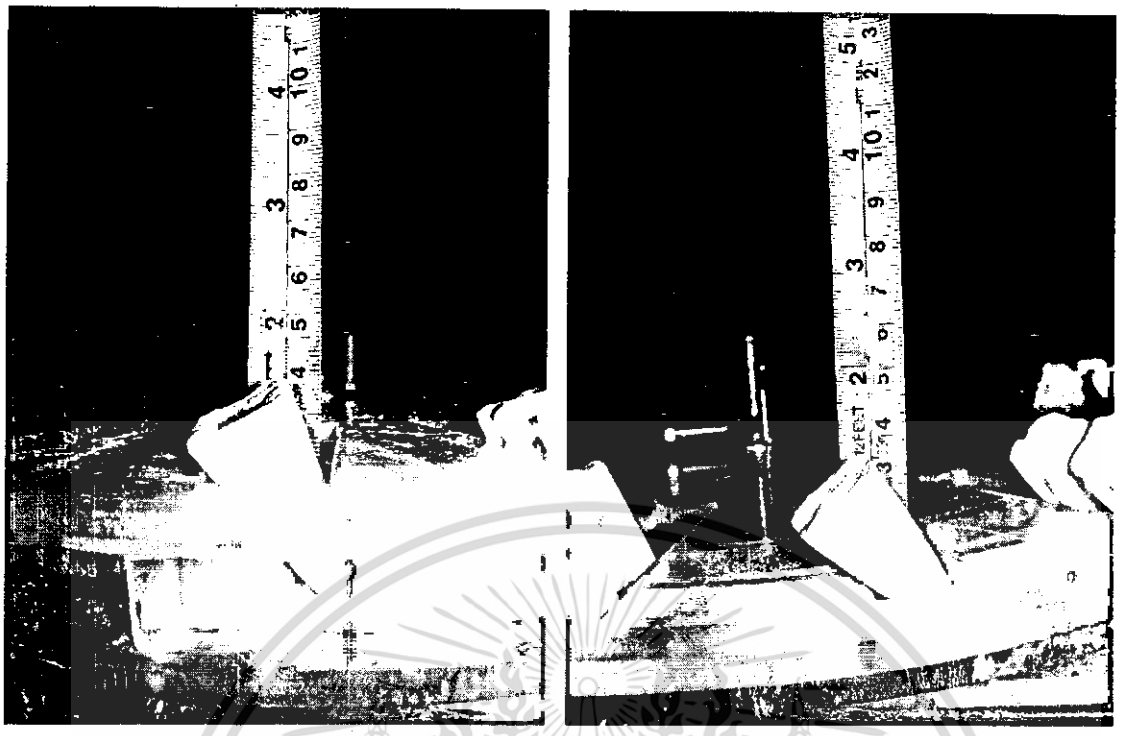
ตารางบันทึกผลการทดลองที่ 1 ผลการปรับความสูงของถาดวงกลมรูปขดก้นหอย เมื่อทดลองใช้ต้นกล้าที่หล่อจากปูนปลาสเตอร์

ความลึกของขดก้นหอย (มิลลิเมตร)	ลักษณะการเอียงเมื่อเกิดการพาต้นกล้าตามการเคลื่อนที่ของชุดกำหนดจังหวะการหมุน	มุมความเอียงที่เกิดขึ้นกับต้นกล้า (องศา)
25	- ขณะยังไม่เกิดการพา ความสูงต้นกล้าอยู่เกือบจะในระดับเดียวกับแผ่นพาด้านบนตัวฐานดินตั้งตรง - ขณะเกิดการพา ระยะแรกต้นกล้าเอียงตัวไปทางทิศทางการเคลื่อนที่ เกิดความฝืดเนื่องจากขอบของถาดก้นหอยมีความกว้างน้อยกว่าขอบต้นกล้าจึงเกิดการฝืด เมื่อเคลื่อนที่ได้สักระยะต้นกล้าจะเอนตัวลงใต้แผ่นหมุนด้านบน และขัดการเคลื่อนที่ดังรูปที่ 4.2	ประมาณ 20 องศา จากด้านบน
20	- ขณะยังไม่เกิดการพา ความสูงต้นกล้าอยู่เหนือแผ่นพาด้านบนประมาณ 10 มิลลิเมตร ตัวฐานดินตั้งตรง - ขณะเกิดการพา ต้นกล้าเอียงตัวไปทางทิศทางการเคลื่อนที่ เกิดความฝืดเนื่องจากขอบร่องของถาดก้นหอยมีความกว้างน้อย เกิดไปทำให้ต้นกล้าถูกับขอบร่อง เมื่อเคลื่อนที่ได้สักระยะต้นกล้าจะเอนตัวขัดการเคลื่อนที่	ประมาณ 30 องศา จากด้านบน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ความลึกของขดก้นหอย (มิลลิเมตร)	ลักษณะการเอียงเมื่อเกิดการพาต้นกล้าตามการเคลื่อนที่ของชุดกำหนดจังหวะการหมุน	มุมความเอียงที่เกิดขึ้นกับต้นกล้า (องศา)
17	- ขณะยังไม่เกิดการพา ความสูงต้นกล้าอยู่เหนือแผ่นพาด้านบนประมาณ 13 มิลลิเมตร ตัวฐานดินตั้งตรง - ขณะเกิดการพา ระยะแรกต้นกล้าเอียงตัวไปทางทิศทางการเคลื่อนที่ เมื่อเคลื่อนที่ได้สักระยะต้นกล้าจะเอนตัวขัดการเคลื่อนที่	ประมาณ 35 องศา จากด้านบน
14	- ขณะยังไม่เกิดการพา ความสูงต้นกล้าอยู่เหนือแผ่นพาด้านบนประมาณ 18 มิลลิเมตร ตัวฐานดินมีการเอียงตัวออกด้านข้างเล็กน้อย - ขณะเกิดการพา ระยะแรกต้นกล้าเอียงตัวไปทางทิศทางการเคลื่อนที่ ระดับความสูงของถาดก้นหอยทำให้ต้นกล้าเคลื่อนที่ได้สะดวก แต่มีบางจังหวะต้นกล้าเข้าไปขัดในร่องคายดิน จึงต้องมีการเสริมความหนาของร่องคายดินเพื่อให้ต้นกล้าเคลื่อนที่ได้อย่างสะดวกยิ่งขึ้น	ประมาณ 45 องศา จากด้านบน
5	- ขณะยังไม่เกิดการพา ความสูงต้นกล้าอยู่เหนือแผ่นพาด้านบนประมาณ มิลลิเมตร ตัวฐานดินต้นกล้าเอียงตัวทางด้านข้างเนื่องจากตัวบังคับการเอียงตัวด้านข้างอยู่ต่ำเกินไป - ขณะเกิดการพา ระยะแรกต้นกล้าเอียงตัวไปทางทิศทางการเคลื่อนที่และเกิดการเอียงตัวออกทางด้านข้างด้วย ต้นกล้าไม่อยู่ในเส้นทางการเคลื่อนที่มีการเคลื่อนที่อย่างระเกะระกะดังรูปที่ 4.3	ประมาณ 55 องศา จากด้านบน

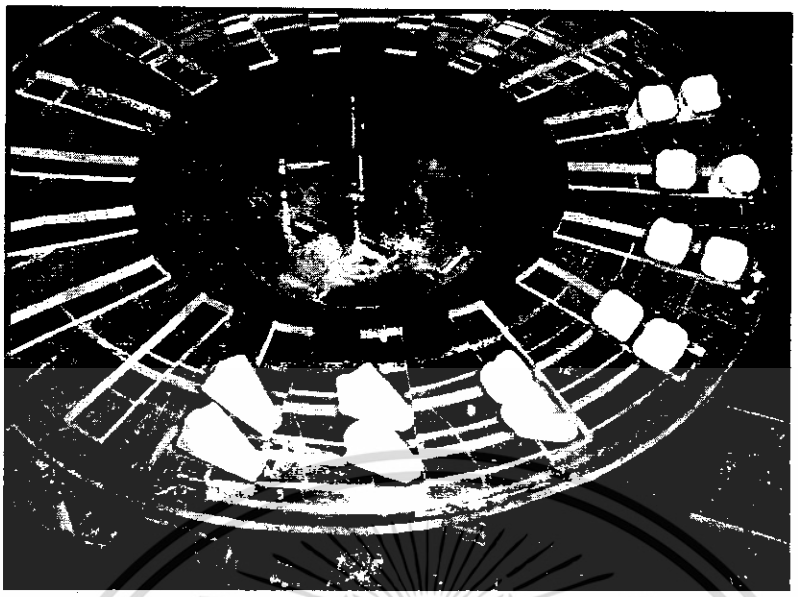
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูป 4.1 แสดงตัวอย่างปัญหาการเอียงของแท่งกล้าปูนปลาสเตอร์จำลอง
ขณะพากล้าของแผ่นพากล้าและถาดร่องรูปก้นหอยที่ความสูงต่างๆ

รูป 4.2 แสดงความเสียหายที่เกิดจากการพาที่ระดับสูงเกินไป
ในรูปตัวอย่างมีการพาที่สูงเกินไปทำให้ต้นกล้าเอียงมุดร่องแผ่นพากล้าและขัดการเคลื่อนที่

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูป 4.3 แสดงความเสียหายที่เกิดจากการพาที่ระดับต่ำเกินไป

ในรูปตัวอย่างมีการพาที่ต่ำเกินไปต้นกล้าเอียงลงมามากและไม่สามารถควบคุมการเอนตัวด้านข้างได้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

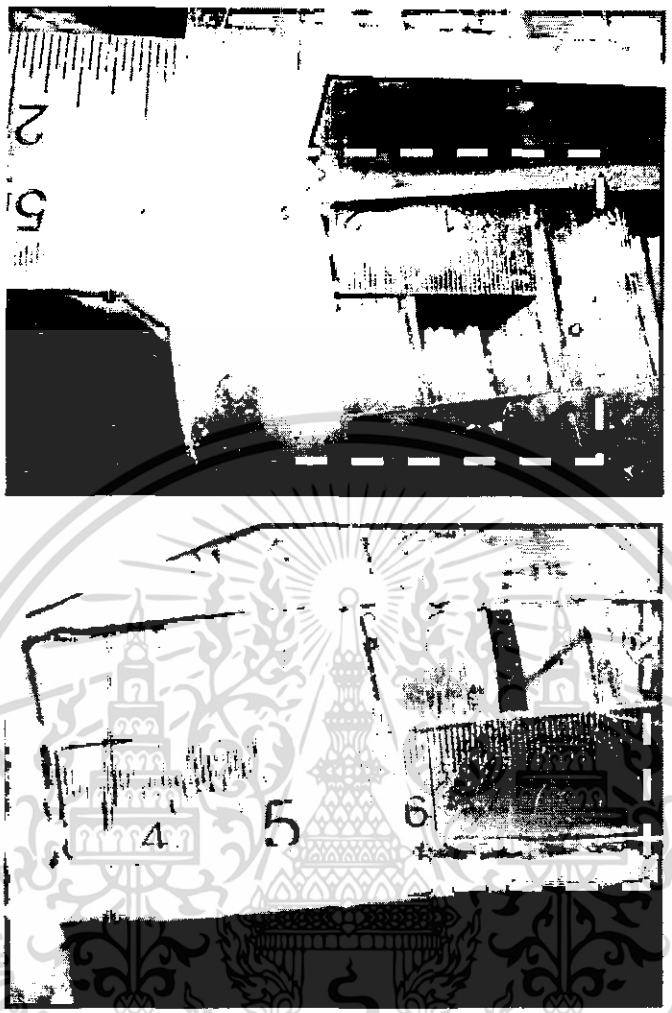
จากการทดลองหาความสูงของร่องขดก้นหอยในตารางผลการทดลองที่ 1 ค่าที่ทำให้ต้นกล้าสามารถเคลื่อนที่ด้วยแผ่นพากล้าดีที่สุด คือที่ความสูง 14 มิลลิเมตร จึงนำมาหาความกว้างของร่องที่เหมาะสม

ตารางบันทึกผลการทดลองที่ 2 ความกว้างของถาดร่องรูปก้นหอยที่มีผลต่อการเคลื่อนที่ของต้นกล้า

กำหนดให้ : ความลึกของตัวร่องรูปก้นหอยอยู่ที่ 14 มิลลิเมตร

ความกว้างร่องขดก้นหอย)มิลลิเมตร(	ลักษณะที่เกิดขึ้น เมื่อมีการเคลื่อนที่
20	ความกว้างของร่องมีมากเกินไป การเคลื่อนที่ทำให้ต้นเอียงไปทางด้านข้าง และตัวต้นกล้าไปขัดการเคลื่อนที่ของแผ่นบน ทำให้ตัวแผ่นเคลื่อนที่ฝืด
18	ความกว้างของร่องมีมากเกินไป การเคลื่อนที่ทำให้ต้นเอียงไปทางด้านข้าง และตัวต้นกล้าไปขัดการเคลื่อนที่ของแผ่นบน ทำให้ตัวแผ่นเคลื่อนที่ฝืด
16	ความกว้างของร่องทำให้ต้นกล้าเคลื่อนที่ไปได้โดยไม่เกิดการขัดตัวของต้นกล้า และการเอียงตัวของต้นกล้าออกทางด้านข้างมีเพียงเล็กน้อย สามารถพาต้นกล้าให้เคลื่อนที่ไปลงหลุมได้
14	ความกว้างของร่องทำให้ต้นกล้าเคลื่อนที่ไปได้โดยไม่เกิดการขัดตัวของต้นกล้า และการเอียงตัวของต้นกล้าออกทางด้านข้างมีเพียงเล็กน้อย สามารถพาต้นกล้าให้เคลื่อนที่ไปลงหลุมได้
12	ความกว้างของร่องน้อยเกินไป การเคลื่อนที่ของแผ่นตัวบนทำให้ต้นกล้าเคลื่อนที่สีกับขอบของร่องก้นหอย ดินเกิดการเสียรูปทรง และในบางจังหวะเกิดการขัดของต้นกล้าและร่องทำให้การเคลื่อนที่หยุดชะงัก

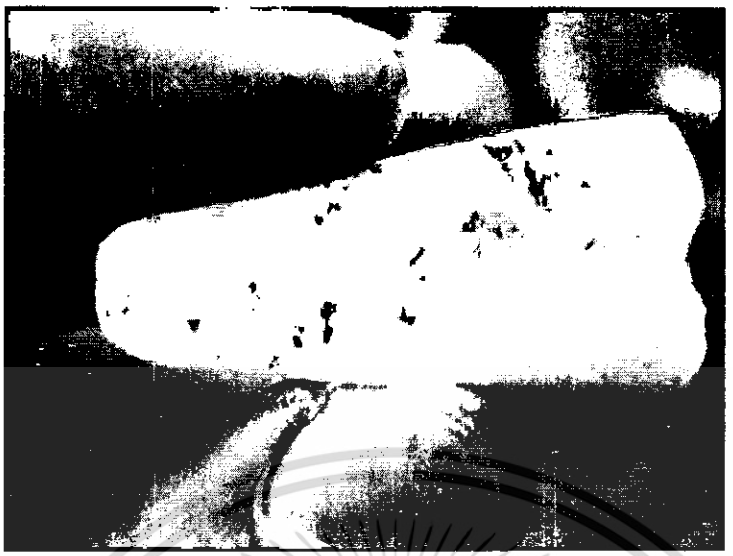
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูป4.4 แสดงตัวอย่างการวัดความกว้างร่องขดก้นหอยเพื่อหาค่าความกว้างที่พอดีกับการต้นกล้า

รูป4.5 แสดงการเคลื่อนต้นกล้าผ่านร่องขดก้นหอยที่มีความกว้างมากเกินไปทำให้ต้นเอียง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูป 4.6 แสดงความเสียหายที่เกิดขึ้นกับต้นกล้าที่หล่อจากปูนปลาสเตอร์เมื่อความกว้างของร่องขดก้นหอยน้อยเกินไป

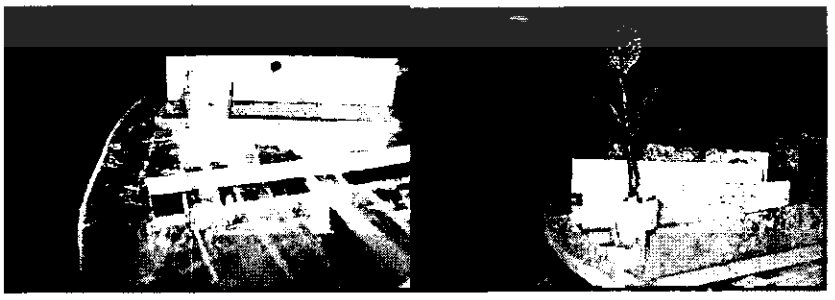
4.1.2 สรุปผลจากการบันทึกและหาค่าความสูงของการพาที่แน่นอน

จากการศึกษาผลการเคลื่อนที่ของต้นกล้าที่หล่อแบบด้วยปูนปลาสเตอร์ สามารถสร้างชุดการลำเลียงต้นกล้าที่เหมาะสมในการพาต้นกล้าไปยังหลุมปลูกได้ ดังนี้

- ถาดร่องรูปก้นหอย ความลึกของร่อง เท่ากับ 14 มิลลิเมตร
  ความกว้างของร่อง เท่ากับ 13 - 14 มิลลิเมตร

** เนื่องจากความหนาของผ่านอะคิลิกเพียง 5 มิลลิเมตร จึงต้องใส่แผ่นกั้นสังกะสีเพื่อป้องกันไม่ให้ต้นกล้าด้านเล็กลอดออกด้านข้างตัวร่องไปขัดการเคลื่อนที่ **

- แผ่นช่องหมุนตัวพาการเคลื่อนที่ ติดตั้งแผ่นสังกะสีเพื่อรับมุมในการเอียงตัวของต้นกล้าขณะมีการเคลื่อนที่ด้วยมุม 90 องศาจากด้านบน เพื่อทรงตัวต้นไม่ให้ต้นเอียงนอนจนไปขัดการเคลื่อน



รูป4.7 การเสริมแผ่นสังกะสีที่แผ่นพากล้าทำให้ต้นกล้าไม่เอียงจนเกิดการขัดการเคลื่อนที่

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.2 การทดสอบการทำงานส่วนลำเลียงต้นกล้าลงสู่ดิน

การทดสอบการทำงานของส่วนลำเลียงต้นกล้าลงสู่ดินก่อนการใช้งานจริงเพื่อทดสอบประสิทธิภาพการทำงานและแก้ไขส่วนผิดพลาดก่อนนำติดตั้งกับเครื่องย้ายกล้า ต้นกล้าที่ใช้ในการทดสอบมี 2 ชนิด คือ - ต้นกล้าที่ใช้ดินจากการหล่อปูนปลาสเตอร์

- ต้นกล้าจริง

ผลการทดสอบเป็นดังนี้

ตารางบันทึกผลการทดลองที่ 3 การทดสอบการทำงานส่วนลำเลียงด้วย

ต้นกล้าที่ใช้ดินจากการหล่อปูนปลาสเตอร์

การทดลองครั้งที่	จำนวนรอบล้อ (รอบ)	ระยะทาง (เมตร)	เวลาที่ใช้ (วินาที)	ความเร็ว (กิโลเมตร/ชั่วโมง)	จำนวนต้น
1	**5**	**3**	**34**	**1.47**	**10**
2	**5**	**3**	**27**	**1.85**	**10**
3	**5**	**3**	**42**	**1.19**	**10**
4	**5**	**3**	**18**	**2.27**	**10**
5	**5**	**3**	**35**	**1.43**	**10**

รูป4.8 การทดสอบส่วนลำเลียงต้นกล้าลงสู่ดินด้วยต้นกล้าปูนปลาสเตอร์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

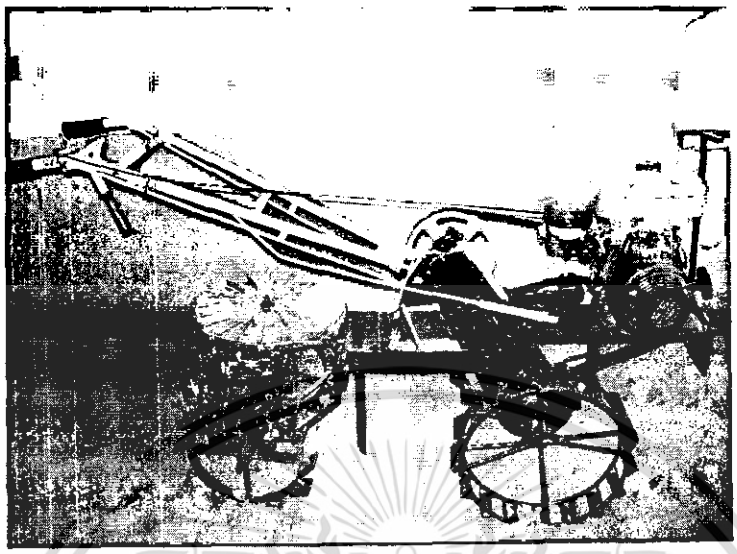
ตารางบันทึกผลการทดลองที่4 การทดสอบการทำงานส่วนลำเลียงด้วยต้นกล้าจริง

การทดลองครั้งที่	จำนวนรอบล้อ (รอบ)	ระยะทาง (เมตร)	เวลาที่ใช้ (วินาที)	ความเร็ว (กิโลเมตร/ชั่วโมง)	จำนวนต้น
1	**5**	**3**	**41**	**1.22**	**10**
2	**5**	**3**	**34**	**1.47**	**10**
3	**5**	**3**	**38**	**1.32**	**10**
4	**5**	**3**	**45**	**1.11**	**10**
5	**5**	**3**	**42**	**1.19**	**10**

รูป 4.9 การทดสอบส่วนลำเลียงต้นกล้าลงสู่ดินจริง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.3 การทดสอบการทำงานเครื่องย้ายกล้าบนรางทรายของภาควิชา



รูป 4.10 เครื่องย้ายกล้าที่ใช้ในการทดสอบ

รูป 4.11 รางทรายของภาควิชา

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.3.1 อุปกรณ์และวิธีการทดลอง

อุปกรณ์ที่ใช้ในการทดลอง

1. นาฬิกาจับเวลา
2. ตลับเมตร
3. ต้นกล้าที่ใช้ในการทดสอบ 2 ชนิด คือ - ต้นกล้าที่ใช้ดินที่หล่อจากปูนปลาสเตอร์
   - ต้นกล้าจริง
4. ตาชั่งดิจิตอล

วิธีการทดลอง

1. ชั่งน้ำหนักของต้นกล้าที่ใช้ดินจริง และ ต้นกล้าที่หล่อแบบจากปูนปลาสเตอร์ จำนวน 20 ต้น บันทึกค่าและหาน้ำหนักเฉลี่ย
2. นำต้นกล้าที่ใช้ดินที่หล่อจากปูนปลาสเตอร์บรรจุลงเครื่องย้ายกล้าบนแปลงทราย ทำการจับเวลาการเคลื่อนที่ วัดระยะวงล้อการเคลื่อนที่ จำนวนรอบและวัดระยะระหว่างต้น บันทึกค่า
3. ทำซ้ำ10 ครั้ง
4. ทำการทดลองซ้ำโดยใช้ต้นกล้าที่ใช้ดินจริง

ตารางบันทึกผลการทดลองที่ 5

การชั่งน้ำหนักต้นกล้าและวัดความสูงต้นกล้าดินพริกที่ใช้ในการทดสอบ

ต้นที่	น้ำหนักต้น (กรัม)	ความสูงต้นกล้า (เซนติเมตร)	ต้นที่	น้ำหนักต้น (กรัม)	ความสูงต้นกล้า (เซนติเมตร)
1	**2.16**	**10.2**	**11**	**1.39**	**9.7**
2	**1.82**	**9.8**	**12**	**2.15**	**8.8**
3	**2.13**	**10.5**	**13**	**3.04**	**11.1**
4	**2.05**	**8.4**	**14**	**2.18**	**10.5**
5	**3.03**	**10.3**	**15**	**2.10**	**10.2**
6	**2.05**	**10.2**	**16**	**2.35**	**10.4**
7	**3.12**	**9.7**	**17**	**1.72**	**9.7**
8	**3.40**	**10.3**	**18**	**1.07**	**10.6**
9	**2.28**	**10.5**	**19**	**2.39**	**10.4**
10	**2.05**	**10.3**	**20**	**2.30**	**10.7**
			เฉลี่ย	**2.24**	**10.15**

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางบันทึกผลการทดลองที่7

การทดสอบใช้งานเครื่องย้ายกล้ากับต้นกล้าที่ใช้ดินที่หล่อจากปูนปลาสเตอร์

การทดสอบครั้งที่	ระยะทาง (เมตร)	เวลาที่ใช้ในการเคลื่อนที่ (วินาที)	ความเร็วที่ใช้ในการเคลื่อนที่ (กิโลเมตร/ชั่วโมง)
1	7.7	19.0	1.459
2	6.4	16.0	1.440
3	7.5	20.0	1.350
4	7.7	27.0	1.027
5	5.8	19.0	1.099
6	8.1	22.0	1.325
7	7.9	32.0	0.889
8	8.0	25.0	1.152
9	4.9	8.0	2.205
10	4.6	12.0	1.380

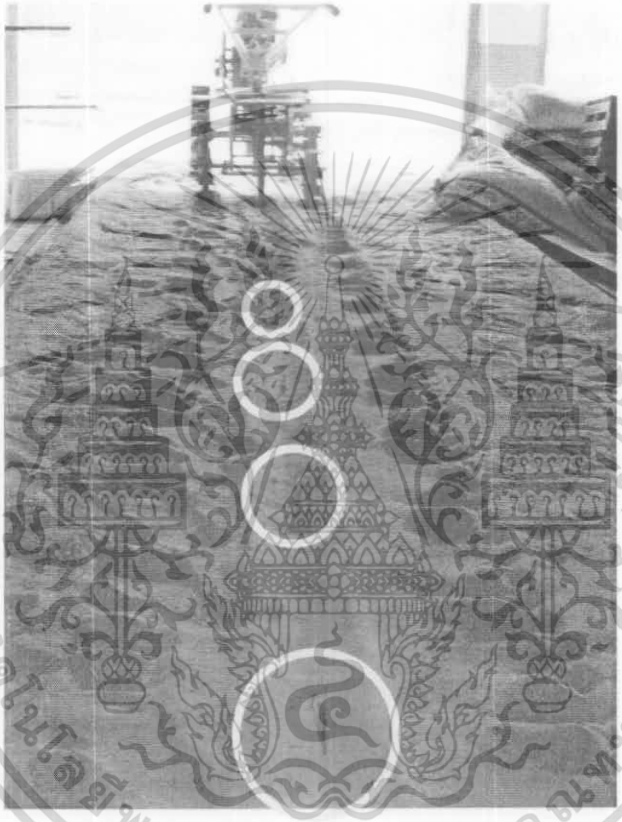
การทดสอบ	ช่วงระยะห่างระหว่างต้น (เมตร)										
ครั้งที่	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
1	0.6	1.4	1.4	0.9	0.7	0.7	0.7	1.1	-	-	-
2	0.4	0.8	0.8	0.7	0.7	1.2	-	-	-	-	-
3	0.6	0.8	0.7	0.7	0.7	0.8	0.7	0.8	0.8	0.7	0.7
4	0.6	0.6	0.8	0.7	0.7	0.7	0.7	0.7	0.8	-	-
5	0.5	0.7	0.8	0.7	0.7	0.7	0.7	-	-	-	-
6	0.9	0.8	0.7	0.7	0.7	0.7	0.7	0.7	0.8	-	-
7	0.5	0.6	0.7	0.7	0.8	1.0	0.7	0.6	0.8	0.7	0.8
8	0.9	0.7	0.7	0.8	0.8	0.7	0.7	0.7	0.7	1.0	-
9	0.9	0.7	0.7	0.6	0.8	0.8	-	-	-	-	-
10	0.5	0.95	0.75	0.65	0.7	0.7	-	-	-	-	-

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

จากข้อมูลที่บันทึกได้ แสดงความสัมพันธ์ของระยะระหว่างต้นกล้าแต่ละต้นในการทดลองแต่ละครั้ง รวมทั้งหมด 10 การทดลองเพื่อต้องการทราบว่าที่การทดลองใดความเร็วเท่าใด สามารถปล่อยกล้าได้ระยะระหว่างต้นที่เท่ากันมากที่สุด

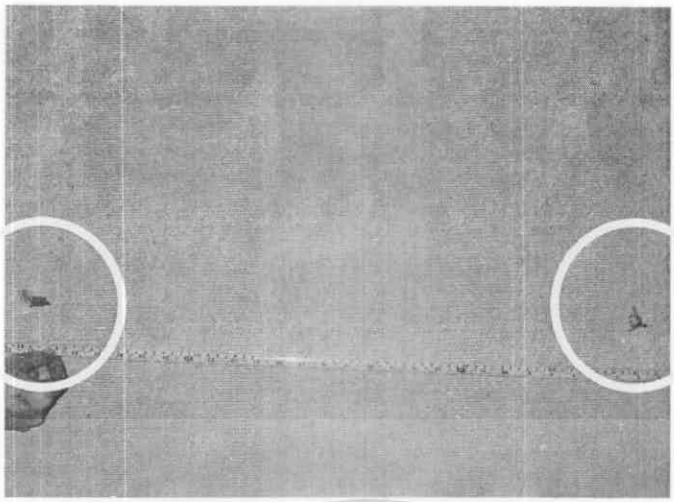
สรุปค่าจากกราฟสามารถสรุปได้ว่าที่ความเร็ว 1.35 กิโลเมตร/ ชั่วโมง

สามารถปล่อยกล้าได้ระยะระหว่างต้นได้ใกล้เคียงกันมากสุดที่ประมาณ 70 เซนติเมตร



รูป 4.12 การทดสอบเครื่องย้ายกล้าด้วยต้นกล้าที่ใช้ดินที่หล่อจากปูนปลาสเตอร์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูป 4.13 การวัดระยะระหว่างต้น

รูป4.14 ความเอียงของต้นกล้าที่ปลูก

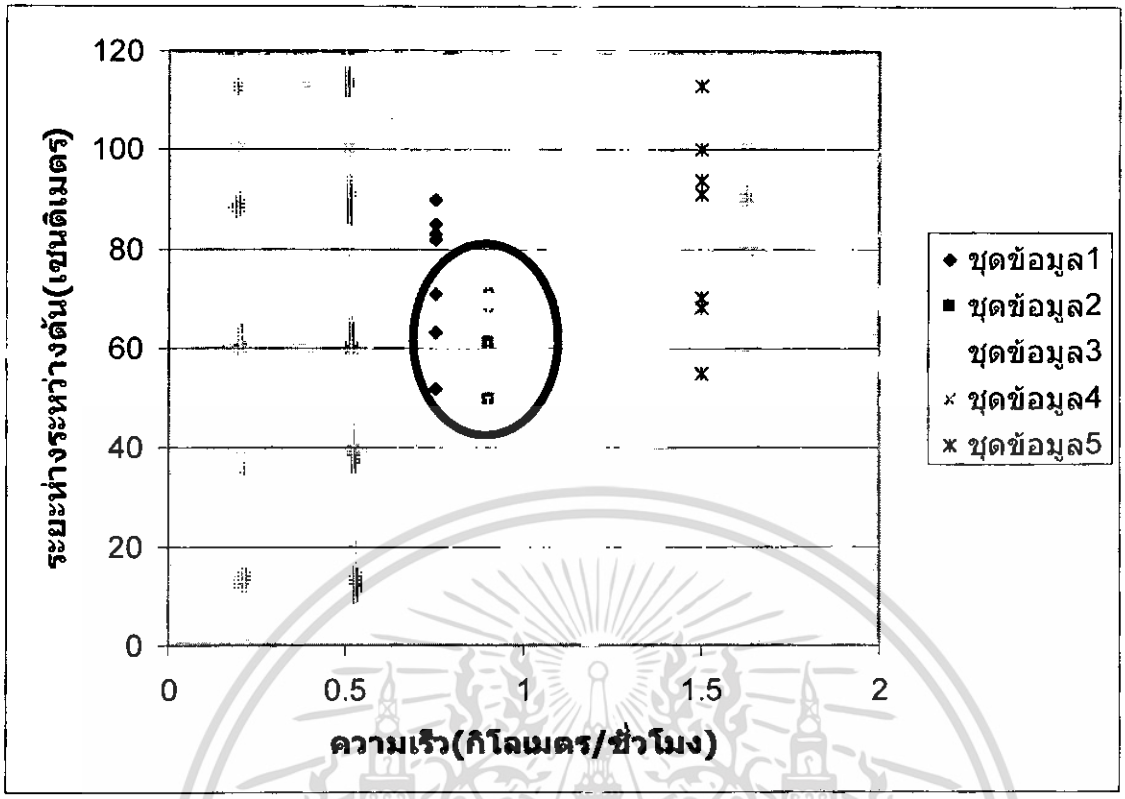
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางบันทึกผลการทดลองที่ 8 การทดสอบการทำงานเครื่องย้ายกล้า ด้วยดินจริง

ค่าความเร็ว	เวลาที่ใช้	ต้นที่1		ต้นที่2		ต้นที่3		ต้นที่4	
(km/hr)	(วินาที)	มุม	ระยะต้น	มุม	ระยะต้น	มุม	ระยะต้น	มุม	ระยะต้น
0.75	30.72	ตรง	52	ตรง	63	45	82	45	82
0.9	24	ตรง	50	ตรง	61	15	71	15	71
1.05	20.46	ตรง	51	ตรง	69	45	60	45	95
1.25	17.08	ตรง	50	ตรง	70	30	110	30	98
1.5	14.9	ตรง	55	ตรง	68	25	100	25	91

ความเร็ว	ต้นที่5		ต้นที่6		ต้นที่7		ต้นที่8		ระยะทางทั้งหมด
(km/hr)	มุม	ระยะต้น	มุม	ระยะต้น	มุม	ระยะต้น	มุม	ระยะต้น	(เซนติเมตร)
0.75	30	71	ตรง	83	ตรง	90	15	85	640
0.9	ตรง	70	10	68	ตรง	70	ตรง	71	600
1.05	ตรง	82	30	90	15	85	10	110	597
1.25	15	105	ตรง	60	15	70	15	90	593
1.5	20	94	40	55	ตรง	70	ตรง	113	587

บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ ไม่สงวนลิขสิทธิ์ในการใช้งานเพื่อการศึกษา ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ในเชิงพาณิชย์ ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของผลงานทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

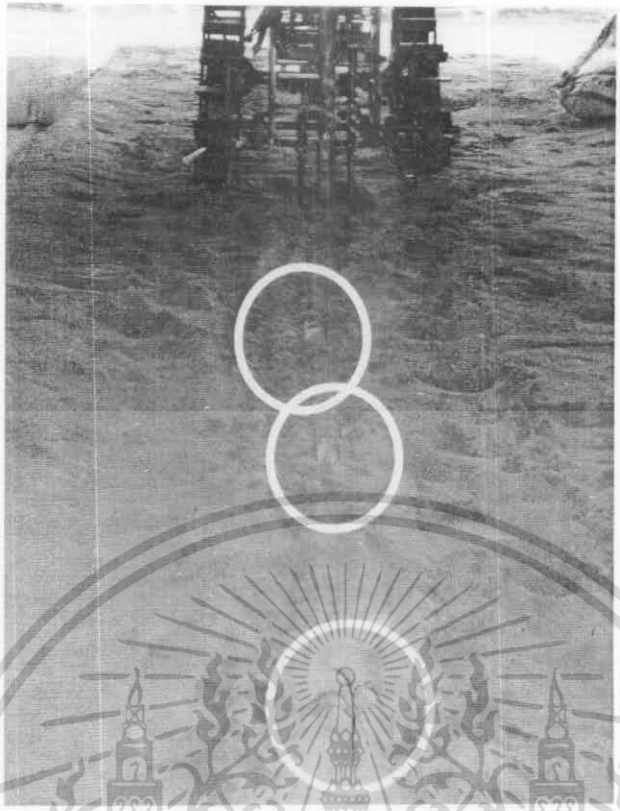


<u>กราฟ</u> แสดงความเร็วและระยะห่างระหว่างต้นจากการทำงานของเครื่องย้ายกล้าด้วยต้นจริง

จากกราฟ แสดงความสัมพันธ์ของระยะระหว่างต้นกล้าแต่ละต้นในการทดลองแต่ละครั้ง รวมทั้งหมด 5 การทดลองเพื่อต้องการทราบว่าที่การทดลองใดความเร็วเท่าใด สามารถปล่อยกล้าได้ระยะระหว่างต้นที่เท่ากันมากที่สุด

จากกราฟสามารถสรุปได้ว่าที่ความเร็ว 0.9 กิโลเมตร/ ชั่วโมง สามารถปล่อยกล้าได้ระยะระหว่างต้นได้ใกล้เคียงกันมากสุดที่ประมาณ 70 เซนติเมตร

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูป 4.15 การทดสอบเครื่องย้ายกล้าด้วยต้นกล้าพริกที่ปลูกด้วยดินจริง

รูป 4.16 การวัดระยะระหว่างต้น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

รูป4.17 ลักษณะการเอียงของต้นกล้าที่ปลูกลงดิน

4.3.2 สรุปผลการทดสอบเครื่องย้ายกล้าบนรางทรายของภาควิชา

ความเร็วที่ใช้ในการทดสอบการทำงานของเครื่องย้ายสำหรับต้นกล้าที่ดินหล่อจากปูนปลาสเตอร์ ได้ค่าความเร็วที่ทำให้ต้นกล้าเคลื่อนที่ลงได้อย่างเหมาะสม เท่ากับ 1.35 กิโลเมตร/ชั่วโมง

ระยะห่างระหว่างต้นกล้าที่เครื่องย้ายกล้าสามารถปล่อยกล้าได้ระยะที่ใกล้เคียงกันมากสุดเฉลี่ยอยู่ที่ 70 เซนติเมตร

ความเร็วที่ใช้ในการทดสอบการทำงานของเครื่องย้ายสำหรับต้นกล้าจริงได้ค่าความเร็วที่ทำให้ต้นกล้าเคลื่อนที่ลงได้อย่างเหมาะสม อยู่ที่ 0.9 กิโลเมตร/ชั่วโมง

ระยะห่างระหว่างต้นกล้าที่เครื่องย้ายกล้าสามารถปล่อยกล้าได้ระยะที่ใกล้เคียงกันมากสุดเฉลี่ยอยู่ที่ 70 เซนติเมตร

4.3.3 อัตราการทำงานของเครื่องย้ายกล้า ที่ใช้ต้นกล้าที่เป็นดินจริง

กำหนดให้ : ระยะห่างระหว่างต้น 70 เซนติเมตร

ความเร็วเครื่องย้ายกล้า 0.9 กิโลเมตร/ชั่วโมง

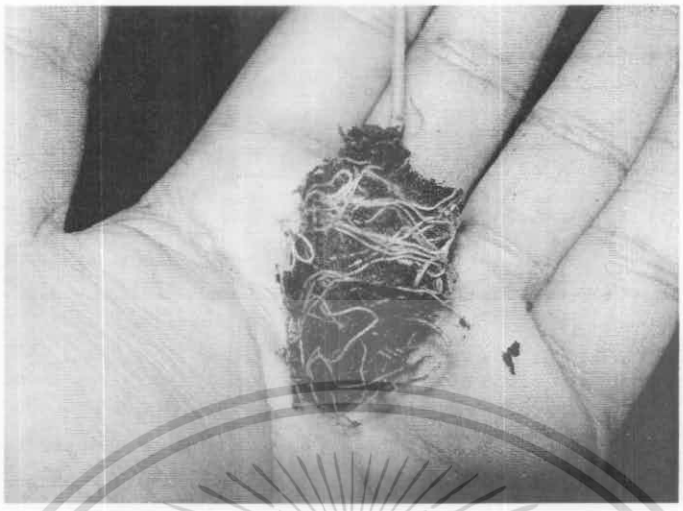
หรือ เท่ากับ 15 เมตร/ นาที

ระยะทาง 15 เมตร ระยะระหว่างต้น 0.7 เมตร

ได้จำนวนต้นเท่ากับ 21.42 ต้น หรือ เท่ากับ 21.42 ต้น / นาที

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ความเสียหายของการใช้ต้นกล้าที่เป็นดินจริงเมื่อเทียบกับต้นกล้าที่ใช้ดินหล่อจากปูนปลาสเตอร์



รูป 4.18 ความเสียหายที่เกิดขึ้นกับต้นกล้าที่ใช้ดินจริง

ดินของต้นกล้าที่นำมาทดลองอยู่ในลักษณะอ่อนตัวมากเกินไป ดังนั้นความเสียหายของดินที่เกิดขึ้นจากการพาของแผ่นพากล้าทำให้ดินของต้นกล้าเสียรูปทรงและไม่สามารถเคลื่อนพากล้าให้ตกลงสู่จุดปล่อยได้ ดังรูป 4.18

การนำมาคิดเปอร์เซ็นต์ความเสียหายที่เกิดขึ้นเมื่อเทียบกันระหว่างต้นกล้าดินจริงและต้นกล้าดินหล่อจากปูนปลาสเตอร์ สามารถสรุปได้ดังนี้

การเคลื่อนต้นกล้าไปสู่จุดปล่อยของต้นกล้าทั้งสองเมื่อบรรจุกล้าครบ 1 รอบ เท่ากับ 18 ต้น

<u>ตารางบันทึกผลการทดลองที่9</u>

กล้าที่สามารถเคลื่อนที่ลงได้ของต้นกล้าที่ใช้ดินหล่อจากปูนปลาสเตอร์

ครั้งที่	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18
1	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/
2	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/
3	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/
4	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/
5	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางบันทึกผลการทดลองที่10

กล้าที่สามารถเคลื่อนที่ลงได้ของต้นกล้าที่ใช้ดินจริง

ครั้งที่	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18
1	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	-	-	-	-
2	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	-	-	-	-	-	-
3	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	-	-	-	-	-	-
4	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	-	-	-	-	-
5	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	-	-

หมายเหตุ.. ใช้มือช่วยประคองต้นกล้าในบางช่วงเพื่อให้ต้นกล้าลงได้ เมื่อเกิดการขัดของกล้าแล้วเครื่องไม่สามารถทำงานต่อไปได้

ความเสียหายที่เกิดขึ้นกับต้นกล้าจริงจากการทดลองเมื่อบรรจุกล้าครบวงรอบจำนวน18 ต้น มีการเคลื่อนพากล้าอย่างต่อเนื่องในช่วงต้นที่ 13เป็นต้นไปจากผลการทดลองไม่สามารถปล่อยกล้าลงช่องปลูกได้ทันก่อนที่จังหวะการพากล้าต่อไปจะเริ่มทำให้เกิดความเสียหายแก่ต้นกล้าและกลไกการทำงานของเครื่องย้ายกล้า

4.3.4 การคำนวณหาเปอร์เซ็นต์การลื่นไถลของล้อจิกดิน

การคำนวณหาเปอร์เซ็นต์การลื่นไถลของล้อจิกดิน หาได้ด้วยวิธีการเปรียบเทียบการเคลื่อนที่ของล้อจิกดินเมื่อการเคลื่อนที่แบบไม่มีแรงฉุด(no load) และการเคลื่อนที่แบบมีแรงฉุด เพื่อทำการหาเปอร์เซ็นต์ความแตกต่างของทั้ง 2 การเคลื่อนที่

ค่าความเร็วและระยะทางต่างๆในขณะที่ไม่มีแรงมากระทำ (No load)

ความเร็วที่ 0.75 m/s ได้ระยะทาง 6.30 เมตร
ความเร็วที่ 0.9 m/s ได้ระยะทาง 5.83 เมตร
ความเร็วที่ 1.05 m/s ได้ระยะทาง 5.78 เมตร
ความเร็วที่ 1.25 m/s ได้ระยะทาง 5 .75 เมตร
ความเร็วที่ 1.5 m/s ได้ระยะทาง 5.60 เมตร

ค่าความเร็วและระยะทางต่างๆในขณะที่มีแรงมากระทำ

ความเร็วที่ 0.75 m/s ได้ระยะทาง 6.50 เมตร
ความเร็วที่ 0.9 m/s ได้ระยะทาง 6.00 เมตร
ความเร็วที่ 1.05 m/s ได้ระยะทาง 5.97 เมตร
ความเร็วที่ 1.25 m/s ได้ระยะทาง 5.93 เมตร
ความเร็วที่ 1.5 m/s ได้ระยะทาง 5.87 เมตร

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เปอร์เซ็นต์การลื่นไถลที่ความเร็วต่างๆ

ความเร็วที่ 0.75 m/s เปอร์เซ็นต์การลื่นไถล = (6.3-6.5)x100/6.3 = -3.17 %

ความเร็วที่ 0.9 m/s เปอร์เซ็นต์การลื่นไถล = (5.83-6.0)x100/5.83 = -2.69 %

ความเร็วที่ 1.05 m/s เปอร์เซ็นต์การลื่นไถล = (5.78-5.97)x100/5.78 = -3.28 %

ความเร็วที่ 1.25 m/s เปอร์เซ็นต์การลื่นไถล = (5.75-5.93)x100/5.93 = -3.13 %

ความเร็วที่ 1.5 m/s เปอร์เซ็นต์การลื่นไถล = (5.60-5.87)x100/5.60 = -4.82 %

ค่าเปอร์เซ็นต์การลื่นไถลที่มีค่าติดลบหมายถึงการเคลื่อนที่ในขณะมีโหลดมีการลื่นไถลมากกว่าในขณะที่ไม่มีโหลด

การทำการคำนวณหาเปอร์เซ็นต์การลื่นไถลของล้อบนพื้นที่ที่ทำการทดสอบ คือ รางทรายภาควิชาเพื่อหาระยะในการเคลื่อนที่ที่ผิดพลาดไปจากการเคลื่อนที่ขณะไม่มีแรงฉุดผลที่ได้ออกมาจากการทดลองเดินเครื่องที่ในความเร็วต่างกัน 5 ความเร็ว แสดงให้เห็นว่าความเร็วที่มีเปอร์เซ็นต์อัตราการลื่นไถลน้อยสุด คือ 0.9 กิโลเมตร/ชั่งโมง และความเร็วที่ทำให้เปอร์เซ็นต์การลื่นไถลมากสุด 1.5 กิโลเมตร/ชั่งโมง แนวโน้มที่ความเร็วมากขึ้นค่าการลื่นไถลจะเพิ่มขึ้น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 5
สรุปผลและวิจารณ์

สรุปผลการดำเนินการโครงงาน

ผลการศึกษา ออกแบบ และพัฒนาส่วนลำเลียงต้นกล้าลงสู่ดินรูปแบบใหม่ของเครื่องย้ายกล้าทำให้ได้ส่วนลำเลียงต้นกล้าที่มีลักษณะเฉพาะตัว สามารถใช้งานกับถาดเพาะกล้าหลุมที่เกษตรกรนิยมใช้ได้ ส่วนประกอบสำคัญ ประกอบด้วย 1. แผ่นพากล้า 2. ถาดร่องรูปขดก้นหอย 3. กลไกกำหนดจังหวะการปลูกซึ่งมีล้อจิกดินเป็นตัวส่งกำลัง และเป็นตัวกำหนดระยะห่างระหว่างต้น

การออกแบบส่วนลำเลียงต้นกล้าลงสู่ดินเริ่มต้นจากการหล่อโมเดลหลุมดินของต้นกล้าด้วยปูนปลาสเตอร์เพื่อใช้ในการออกแบบและการทดสอบก่อน และหลังจากสร้างส่วนลำเลียงต้นกล้าเสร็จเรียบร้อยแล้วจึงมีการทดสอบกับต้นกล้าที่ปลูกในถาดเพาะกล้าที่ใช้ดินจริง การทดสอบและการบันทึกผลที่เกิดขึ้นจึงออกมาใน 2 ส่วน คือ การทดสอบกับต้นกล้าที่ใช้ดินหล่อจากปูนปลาสเตอร์และการทดสอบกับต้นกล้าที่เพาะด้วยดินจริง ผลจากการทดสอบมีค่าเป็นดังนี้

1. การทดสอบการพาต้นกล้าลงช่องปล่อยกล้าก่อนนำเครื่องลงทดสอบจริงบนรางทราย

- ต้นกล้าที่ใช้ดินหล่อจากปูนปลาสเตอร์ สามารถเคลื่อนที่พากล้าลงช่องปล่อยกล้าได้ทั้งหมดโดยไม่ต้องใช้มือช่วยประคอง ที่ความเร็วในระดับ 2 – 3 กิโลเมตร/ ชั่วโมง
- ต้นกล้าที่เพาะด้วยดินจริง สามารถเคลื่อนที่พากล้าลงช่องปล่อยกล้าได้เกือบทั้งหมดแต่ต้องอาศัยมือช่วยในการประคองต้นกล้า ความเร็วในการพากล้าอยู่ที่ระดับต่ำเพราะต้องใช้มือในการประคองและให้ต้นกล้าเคลื่อนลงจนสุดก่อนแผ่นพากล้าจะเคลื่อนที่ตัดต้นกล้า

2. การทดสอบการพาต้นกล้าลงช่องปล่อยกล้าและทดสอบการทำงานของเครื่องบนรางทรายภาควิชา

- ต้นกล้าที่ใช้ดินหล่อจากปูนปลาสเตอร์ ความเร็วที่ทำให้ต้นกล้าเคลื่อนที่ลงได้อย่างเหมาะสมเท่ากับ 1.35 กิโลเมตร/ชั่วโมงระยะห่างระหว่างต้นกล้าที่เครื่องย้ายกล้าสามารถปล่อยกล้าได้ระยะที่ใกล้เคียงกันมากสุดอยู่ที่ 70 เซนติเมตร
- ต้นกล้าที่เพาะด้วยดินจริง ความเร็วที่ทำให้ต้นกล้าเคลื่อนที่ลงได้อย่างเหมาะสม อยู่ที่ 0.9 กิโลเมตร/ชั่วโมง ระยะห่างระหว่างต้นกล้าที่เครื่องย้ายกล้าสามารถปล่อยกล้าได้ระยะที่ใกล้เคียงกันมากสุดอยู่ที่ 70 เซนติเมตร

3. การทดสอบเปอร์เซ็นต์การลื่นไถลของล้อจิกดินที่ความเร็วใช้งานที่เหมาะสม ความเร็วใช้งานที่เหมาะสมของเครื่องย้ายกล้าอยู่ที่ 0.9 กิโลเมตร/ชั่วโมง เปอร์เซ็นต์การลื่นไถลของล้อจิกดินที่ทดสอบบนรางทราย เท่ากับ 2.69 %

4.อัตราการปลูกของเครื่องย้ายกล้า ที่ความเร็ว0.9 กิโลเมตร/ชั่วโมง อัตราการปลูกที่เหมาะสมของเครื่องย้ายกล้า เท่ากับ 21.42 ต้น/นาที

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

วิจารณ์ผลการดำเนินงานโครงงาน

จากการออกแบบและการสร้างส่วนลำเลียงต้นกล้าลงสู่ดินที่เป็นเครื่องต้นแบบสำหรับเครื่องย้ายกล้านั้นส่วนสำคัญคือต้องสามารถเคลื่อนที่กล้าได้โดยที่กล้าไม่เกิดความเสียหายมากนัก แต่ความจำกัดของเครื่องย้ายกล้าเครื่องนี้ คือ ถาดเพาะกล้ามีขนาดที่เล็กและรูปทรงไม่สามารถทรงตัวเองได้จึงได้ออกแบบให้เป็นช่องรับต้นกล้าแต่ละอันและมีการเคลื่อนที่พาต้นกล้าไปยังช่องปล่อยกล้า เริ่มแรกการออกแบบมีการสร้างโมเดลต้นกล้าหล่อจากปูนปลาสเตอร์เพื่อใช้ในการออกแบบและสร้างจนกระทั่งสร้างเครื่องเสร็จจึงไปนำต้นกล้าที่เพาะด้วยดินจริงมาทำการทดสอบ ปัญหาความแตกต่างระหว่างต้นกล้าที่หล่อจากปูนปลาสเตอร์และต้นกล้าที่เพาะจากดินจริง คือความอ่อนตัวของดินและการทรงตัวของต้นกล้า จึงเป็นปัญหาที่ทำให้เกิดค่าความผิดพลาดและความเสียหายในการทดสอบการทำงานของเครื่องหากต้นกล้าที่นำมาทำการทดสอบมีการเปลี่ยนแปลงดินที่ใช้ปลูกหรือมีการอัดดินที่ใช้ปลูกเพื่อให้แข็งพอที่จะทรงตัวอยู่ได้ จะสามารถใช้งานเครื่องนี้ได้ประสิทธิภาพดีมากขึ้น

ข้อเสนอแนะ

1. เช่นที่กล่าวเบื้องต้นการอัดดินในการเพาะต้นกล้าเพื่อใช้งานกับเครื่องย้ายกล้าแบบขดร่องรูปก้นหอยนี้ควรมีการอัดดินให้แน่นพอสมควรเพื่อป้องกันการอ่อนตัวของต้นกล้าและทำให้เครื่องสามารถทำงานได้ประสิทธิภาพดีไม่มีการขัดของต้นกล้า
2. ส่วนลำเลียงต้นกล้าของเครื่องย้ายกล้าที่ทำจากแผ่นอะคิลิกนี้มีขนาดความกว้าง ความยาวในหน่วยมิลลิเมตร การใช้เลื่อยในการตัดจึงทำให้ไม่ได้ขนาดที่แน่นอน จึงสมควรใช้เครื่องกัดอะคิลิกโดยเฉพาะเพื่อให้ได้ขนาดตามที่ออกแบบไว้อย่างแม่นยำ
3. การพัฒนาเครื่องย้ายกล้าในรูปแบบขดร่องรูปก้นหอยในระดับต่อไปควรขยายขนาดถาดให้กว้างกว่าเดิมและออกแบบกลไกกำหนดการเคลื่อนที่ต้นกล้าให้มีการหยุดรอจังหวะการเคลื่อนที่ครั้งต่อไปให้ช้าลงเพื่อป้องกันการเคลื่อนที่ของแผ่นพากล้าตัดต้นกล้า เมื่อใช้ความเร็วในการเคลื่อนที่ที่มากขึ้น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เอกสารอ้างอิง

[1] เจริญ ก้อมณี, ชัยณรงค์ นิยมพล, ภูวนาท มาศยคง, ทักษ์คนัย เกื้อปัญญา. 2547. "เครื่องย้ายกล้าผัก." ปริญญานิพนธ์วิศวกรรมศาสตร์บัณฑิต สาขาวิศวกรรมเกษตร, สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง.

[2] รศ.จิราภรณ์ เบญจประกายรัตน์ ,เครื่องจักรกลเกษตร เล่ม 2 ,ภาควิชาวิศวกรรมเกษตร คณะวิศวกรรมศาสตร์ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง ,กรุงเทพ,2544, หน้า1-30

[3] กิตติศักดิ์ เนียมนิล, ชนะ พะนะกานา, ปรัชญา สืบศรีทอง. 2548. "การพัฒนาเครื่องย้าย." ปริญญานิพนธ์วิศวกรรมศาสตร์บัณฑิต สาขาวิศวกรรมเกษตร, สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง.

[4] ภาควิชาวิศวกรรมโยธา คณะวิศวกรรมศาสตร์ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง ,จุดศูนย์ถ่วง,(15 กันยายน 2549)
http://www.kmitl.ac.th/engineer/civil/civilhandbook/HTML/data/basic_properties/page06.htm

[5] สำนักบริการคอมพิวเตอร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ ,จุดศูนย์ถ่วง,(15 กันยายน 2549)
http://web.ku.ac.th/schoolnet/snet3/kung/cg&cm/cg.htm

[6] ฐานความรู้ด้านพืช กรมวิชาการเกษตร DOA Plant knowledge Base ,การปลูกพืชต่างๆ ,(12 มกราคม 2550) http://www.doa.go.th/pl_data/02_LOCAL/oard4/chili/body.html

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก

ก. สูตรที่ใช้ในการคำนวณหาค่า Center of Gravity (C.G.)

ข. ตารางระยะระหว่างต้นและระยะระหว่างแถวของการปลูกพืชแต่ละชนิด

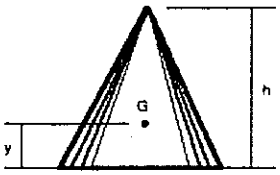
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก ก.

จุดศูนย์ถ่วง

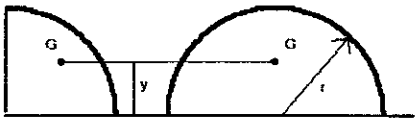
THE CENTROIDS

LATERAL AREA OF CONE



$$y = \frac{h}{3}$$

QUARTER & SEMICIRCULAR ARCE

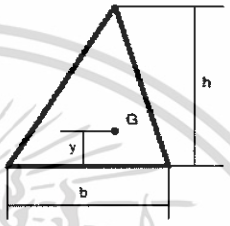


$$y = \frac{2r}{\pi}$$

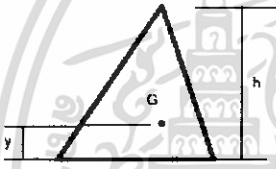
AREA OFHEMISPHERE

$$\bar{r} = \frac{r}{3}$$

TRIANGULAR AREA

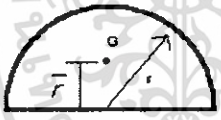


$$y = \frac{h}{3}$$

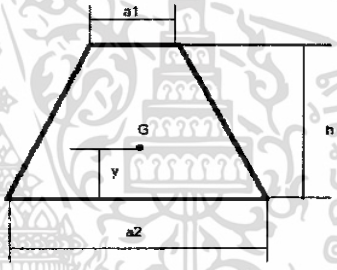


$$y = \frac{h}{4}$$

HEMISPHERICAL VOLUM



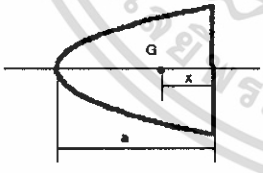
$$\bar{r} = \frac{3}{8}r$$



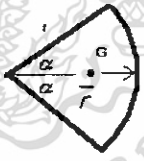
$$y = \frac{1}{3}\,\frac{2a1 + a2}{a1 + a2}\,h$$

AREA OF CIRCULAR SECTOR

VOLUME OF PARABOLOID



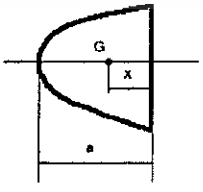
$$x = \frac{a}{3}$$



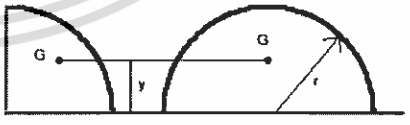
$$\bar{r} = \frac{2}{3}\,\frac{r \sin\alpha}{\alpha}$$

QUARTER & SEMICIRCULAR AREA

VOLUME OF HALF ELLIPSOID

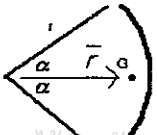


$$x = \frac{3}{8}a$$



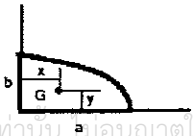
$$y = \frac{4r}{3\pi}$$

ARC SEGMENT



$$\bar{r} = \frac{r \sin\alpha}{\alpha}$$

AREA OF ELLIPTICAL QUADRANT



$$x = \frac{4a}{3\pi}$$

$$y = \frac{4b}{3\pi}$$

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก ข.

ตารางที่ 1 ระยะห่างระหว่างต้นและระหว่างแถวของพืชแต่ละชนิด

พืช	ระยะห่างระหว่างต้น(เมตร)	ระยะระหว่างแถว(เมตร)
พริก	0.5-0.7	0.5-0.7
ผักต่างๆ เช่น คะน้า กวางตุ้ง ผักกาด	0.2-0.25	0.2-0.25
ผักสวนครัว เช่น กระเพาะ โหรพา แมงลัก	0.2-0.3	0.2-0.3
มะเขือเทศ	0.3-0.5	0.3-0.5
มะเขือยาว	0.7-0.8	0.7-0.8
กะหล่ำปลี	0.4-0.5	0.4-0.5
แตงกวา	0.6-0.8	1.0
แตงโม	0.7-1.0	5.0-6.0
แครอท	8-15 เซนติเมตร	8-15 เซนติเมตร
ฟักทอง	3	3

ที่มา : ฐานความรู้ด้านพืช กรมวิชาการเกษตร DOA Plant knowledge Base

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้