สำนักหอสมุดกลาง พระจอมเกล้าลาดกระบัง

การพัฒนาเครื่องปลูกกระเทียมให้เป็นเครื่องปลูกเอนกประสงค์

DEVELOPMENT THE GARLIC PLANTER TO THE MULTIPLE PLANTER

ประณิธิ บัวทอง
ปัญญาพล คงทอง
เอกลักษณ์ เกิดโภคา

เลขหมู่.....
เลขทะเบียน.....62383
วัน,เดือน,ปี.....16 ส.ค. 2549

b.....11/12/2015.....
i.....

ปริญญานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิศวกรรมศาสตรบัณฑิต
สาขาวิชาวิศวกรรมเกษตร คณะวิศวกรรมศาสตร์
สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง
ปีการศึกษา 2548

การพัฒนาเครื่องปลูกกระเทียมให้เป็นเครื่องปลูกเอนกประสงค์

DEVELOPMENT THE GARLIC PLANTER TO THE MULTIPLE PLANTER

ประณิธิ บัวทอง
ปัญญาพล คงทอง
เอกลักษณ์ เกิดโภคา

ปริญญานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิศวกรรมศาสตรบัณฑิต
สาขาวิชาวิศวกรรมเกษตร คณะวิศวกรรมศาสตร์
สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง
ปีการศึกษา 2548

ปริญญานิพนธ์ปีการศึกษา 2548

ภาควิชาวิศวกรรมเกษตร

คณะวิศวกรรมศาสตร์ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

เรื่อง การพัฒนาเครื่องปลูกกระเทียมให้เป็นเครื่องปลูกเอนกประสงค์

ผู้จัดทำ

1. นาย ประณิธิ บัวทอง
2. นาย ปัญญาพล คงทอง
3. นาย เอกลักษณ์ เกิดโภคา

.....อาจารย์ที่ปรึกษา

(อ. สัญลักษณ์ กิ่งทอง)

.....อาจารย์ที่ปรึกษา

(อ.ปรีชานันท์ ศรีแก้ว)

.....อาจารย์ที่ปรึกษา

(อ.วันพุทธ แซ่ฉั่ว)

การพัฒนาเครื่องปลูกกระเทียมให้เป็นเครื่องปลูกเอนกประสงค์

นายประณิธิ บัวทอง
นายปัญญาพล คงทอง
นายเอกลักษณ์ เกิดโภคา
อ. สัญลักษณ์ กิ่งทอง อาจารย์ที่ปรึกษา
อ. วันพุทธ แซ่ฉั่ว อาจารย์ที่ปรึกษา
อ. ปรีชานันท์ ศรีแก้ว อาจารย์ที่ปรึกษา
ปีการศึกษา 2548

บทคัดย่อ

การศึกษานี้มีเป้าหมาย เพื่อพัฒนาเครื่องปลูกกระเทียมให้สามารถปลูกถั่วเหลืองฝักสดได้ โดยเครื่องปลูกจะทำการปลูกแบบหยอด ให้มีระยะห่างระหว่างหลุม 20 ซม. และระยะห่างระหว่างแถวเป็น 40 ซม. และทำการศึกษาต่อเนื่องจากเครื่องปลูกกระเทียมที่มีมาทำการดัดแปลงและทำการออกแบบให้สามารถปลูกถั่วเหลืองฝักสด การศึกษานี้แบ่งการดำเนินงานเป็น 3 ช่วง ช่วงที่ 1 เป็นการเก็บข้อมูลของพืชชนิดต่างๆ โดยจะพิจารณาชนิดพืชที่จะใช้ปลูกกับเครื่องปลูกกระเทียมจากราคา พื้นที่เพาะปลูกและความเหมาะสมแล้วจึงทำการออกแบบชุดหยอดและระบบชุดหยอด ช่วงที่ 2 เป็นการทดลองชนิดพืชที่เลือกกับสายพานเพื่อหาระยะระหว่างหลุมจำนวนเมล็ดต่อหลุม โดยทดสอบที่มุมตักของกะพ้อที่มุมต่างๆและความเร็วของชุดหยอดที่ความเร็วต่างๆเพื่อให้ได้จำนวนเมล็ดต่อหลุมและระยะระหว่างหลุมที่เหมาะสม และช่วงสุดท้ายเป็นการออกแบบเครื่องปลูกให้สามารถทำงานได้จริง จากขั้นตอนการศึกษาดังกล่าวสามารถเลือกชนิดพืชเป็นถั่วเหลืองฝักสดโดยสร้างเป็นเครื่องปลูกขนาด 2 แถว ติดตั้งบนรถไถเดินตามขนาด 5 แรงม้า ใช้กลไกการหยอดแบบจานกะพ้อ ที่ติดตั้งกะพ้อพลาสติกรูปสามเหลี่ยมที่มีมุมตัก 80 องศา จำนวน 2 อันรอบจานหยอด กลไกการหยอดหมุนสวนทางกับทิศทางการเคลื่อนที่ของเครื่องปลูก โดยทดรอบเพลาขับชุดหยอดมาจากล้อรถไถเดินตาม ทำการปล่อยเมล็ดถั่วเหลืองฝักสดครั้งละ 4-5 เมล็ดต่อหลุมลงสู่ร่องปลูก ที่เกิดจากตัวเปิดร่องแบบ Shovel จำนวน 2 ตัวที่วางเรียงเป็น 1 แถวแต่ละแถววางห่างกัน 40 ซม. ความเร็วรอบเครื่องยนต์ที่ใช้งาน 1,100 รอบต่อนาทีและ 1,700 รอบต่อนาที ความเร็วรอบเครื่องยนต์ที่ใช้งานจะต้องสัมพันธ์กับความเร็วชุดหยอด โดยความเร็วชุดหยอดจะคงที่ที่ 30 รอบต่อนาที โดยค่าร้อยละความแปรผันระหว่างแถวของเครื่องจะอยู่ที่ -2.64 ถึง 1.93 ที่ 1100 รอบต่อนาที และ -4.39 ถึง 4.39 ที่ 1700 รอบต่อนาที

DEVELOPMENT THE GARLIC PLANTER TO THE MULTIPLE PLANTER

Praniti Bauthong
Panyapol Khongthong
Eakluck Kirdpoka
Mr. Sanyaluck Kingthong Advisor
Miss Wanput Seachua Advisor
Mr. Prechanan Srikaew Advisor
2006

Abstract

The studying are target to develop a garlic planter which can cultivate green soy bean. The planter will perform metering system , which determine space per a pit is 20 centimeters and space per a row is 40 centimeters. However, the garlic planter's studying continuously bring about design that can cultivate green soy bean. The studying has devided three processes' parts. First, collection information of many plants to consider kind of plant which will be plant with the garlic planter from price, cultivatable ground and suitable involve to create metering device and metering system. Second, kind of plant's experiment which had been already chosen with conveyor to search for seeds space per a pit. By means of test at scoop angle of bucket and metering device revolution which are different speed and suitable for seed amounts per a pit and space per a pit. Third, planter design can truly function. From these processions can choose kind of plant as green soy bean to create the planter around 2 row and locate at the engine power tiller which are 5 hp involve use the peripheral disk. By this peripheral disk was setted up to be triangle plastic bucket that has 80 degree scoop angle about 2 items degree scoop angle. The reverse rotate with drive direction of the planter by cloves were delivered from the motoring mechanism. Then, the cloves were laid down green soy bean 4-5 seeds per a time on shovel type opener. These 2 openers were put to be a row and each row puts 40 centimeters of space. The appropriate speed of power tiller engine is 1,100 and 1,700 round per minute. Besides, the speed of power tiller engine need to relate with speed of the peripheral disk's speed will be constant around 30 row per minute. By and large that the planter can discover seed rate and efficiency are -2,64 to 1.93 at 1100 rpm and -4.39 to 4.39 at 1700 rpm.

สารบัญ

หน้าที่

บทคัดย่อภาษาไทย ก

บทคัดย่อภาษาอังกฤษ ข

สารบัญ ค

สารบัญตาราง ฉ

สารบัญภาพ ช

บทที่ 1 บทนำ 1

1.1 ที่มาและความสำคัญ 1

1.2 วัตถุประสงค์ของการศึกษา 1

1.3 ขอบเขตการศึกษา 1

1.4 ขั้นตอนการดำเนินงาน 2

1.5 ผลที่คาดว่าจะได้รับ 2

บทที่ 2 ทฤษฎีและหลักการ 3

2.1 ทฤษฎีเครื่องปลูกพืช 3

2.1.1 ชนิดของเครื่องปลูกพืช 3

2.1.2 ลักษณะของการปลูกพืช 4

2.1.3 ส่วนประกอบต่างๆของเครื่องปลูกพืช 6

2.2 เครื่องปลูกถั่วเหลืองที่ใช้ในปัจจุบัน 15

2.2.1 ส่วนประกอบของเครื่องหยอดเมล็ดแบบล้อเอียง 16

2.2.2 หลักการทำงาน 17

2.2.3 การเตรียมดิน 17

2.2.4 การเตรียมการก่อนใช้งาน 17

2.2.5 การใช้งาน 17

2.2.6 การบำรุงรักษา 18

2.3 หลักการในการออกแบบกลไกการหยอด 18

2.4 การประเมินความแม่นยำของกลไกการหยอดของเครื่องปลูกเมล็ดเดี่ยว ตามมาตรฐาน ISO 7256/1-1984 (Theoretical spacing, X_{ref}) 22

2.4.1 การแบ่งช่วงกราฟ 23

2.4.2 การนำค่าที่ได้ไปแทนค่า 23

สารบัญ(ต่อ)

หน้าที่

บทที่ 3 การออกแบบและสร้างชุดหยอดถั่วเหลืองฝักสด 25

3.1 ลักษณะทางกายภาพถั่วเหลืองฝักสด 25

3.2 การออกกะพ้อ 26

3.3 การออกแบบจำนวนแขนกะพ้อและความเร็ว 26

3.3.1 หาจำนวนแขนของชุดหยอด 27

3.3.2 การคำนวณความเร็วรอบของกลไกชุดหยอด 28

บทที่ 4 การทดลองและผลการทดลอง 30

4.1 ทดสอบหารูปแบบการลำเลียงที่เหมาะสม 30

4.1.1 จุดประสงค์การทดลอง 30

4.1.2 อุปกรณ์และเครื่องมือ 30

4.1.3 วิธีการทดลอง 30

4.1.4 ผลการทดลอง 30

4.1.5 สรุปผลการทดลอง 33

4.2 ทดสอบการใช้งานเครื่องปลูกในห้องปฏิบัติการเพื่อหาอัตราการหยอด 33

4.2.1 จุดประสงค์การทดลอง 33

4.2.2 อุปกรณ์และเครื่องมือ 33

4.2.3 วิธีการทดลอง 35

4.2.4 ผลการทดลอง 35

4.3 ทดสอบการใช้งานเครื่องปลูกในห้องปฏิบัติการบนรางดิน 35

4.3.1 จุดประสงค์การทดลอง 35

4.3.2 อุปกรณ์และเครื่องมือ 35

4.3.3 วิธีการทดลอง 35

4.3.4 ผลการทดลอง 36

4.4 ทดสอบการใช้งานเครื่องปลูกในแปลงภาควิชาเกษตรกรรม 37

4.4.1 จุดประสงค์การทดลอง 37

4.4.2 อุปกรณ์และเครื่องมือ 37

4.4.3 วิธีการทดลอง 37

4.4.4 ผลการทดลอง 37

4.4.5 สรุปผลการทดลอง 38

สารบัญ(ต่อ)

หน้าที่

บทที่ 5 สรุปผลการทดลองและวิจารณ์ผลการทดลอง 40

5.1 การออกแบบกลไกที่ใช้ในเครื่องปลูก 40

5.1.1 การทำงานของกลไกการหยอด 40

5.1.2 การใช้งานเครื่องปลูก 40

5.2 สร้างเครื่องปลูกที่มีประสิทธิภาพในการใช้งาน 42

5.2.1 ทดสอบหาความแปรผันระหว่างแถว 42

5.3 สร้างเครื่องปลูกที่สามารถทำการปลูกได้อย่างแม่นยำ 42

5.4 ข้อเสนอแนะในการปรับปรุงเครื่องปลูก 43

เอกสารอ้างอิง 44

ภาคผนวก ก 45

ภาคผนวก ข 46

ภาคผนวก ค 48

ภาคผนวก ง 49

ภาคผนวก จ 50

ภาคผนวก ฉ 57

ภาคผนวก ช 58

ภาคผนวก ซ 62

ภาคผนวก ฌ 63

ภาคผนวก ญ 64

สารบัญตาราง

หน้าที่

ตารางที่ 3.1 ขนาดของเมล็ดถั่วเหลืองฝักสด 25
ตารางที่ 3.2 แสดงขนาดของกระพ้อของถั่วเหลืองฝักสด 26
ตารางที่ 3.3 แสดงผลการคำนวณ 29
ตารางที่ 4.1 ผลของจำนวนเมล็ดที่จำนวนเมล็ดเต็มถัง 1/2ของถัง และ1/5ของถัง 35
ตารางที่ 4.2 ผลการทดลองหาระยะการวางตัวของถั่วเหลืองฝักสดในรางดิน 36
ตารางที่ 4.3 ผลการทดลองหาระยะการวางของถั่วเหลืองฝักสดในแปลงภาควิชา 37
ตารางที่ 4.4 ผลการทดลองหาอัตราการหยอดในแปลงภาควิชาที่ความเร็ว 1.5 km/hr 38
ตารางที่ 4.5 ผลการทดลองหาอัตราการหยอดในแปลงภาควิชาที่ความเร็ว 2.5 km/hr 38
ตารางที่ 5.1 การพิจารณาการทดสอบความแปรผันระหว่างแถวของเครื่องปลูก 42

สารบัญรูปภาพ

หน้าที่

รูปที่ 2.1 ลักษณะการปลูกแบบต่างๆ 5
รูปที่ 2.2 ส่วนประกอบหลักของเครื่องปลูกพืช 6
รูปที่ 2.3 ถังบรรจุเมล็ดที่มีรูปร่างของฝาครอบถังที่แตกต่างกัน 7
รูปที่ 2.4 อุปกรณ์กำหนดจำนวนเมล็ดแบบต่างๆ 7
รูปที่ 2.4 อุปกรณ์กำหนดจำนวนเมล็ดแบบต่างๆ (ต่อ) 8
รูปที่ 2.5 ชนิดอุปกรณ์เปิดร่องสำหรับเครื่องหยอดเมล็ดพืช 10
รูปที่ 2.6 ลักษณะของร่องปลูกสำหรับอุปกรณ์เปิดร่องแบบต่างๆ 11
รูปที่ 2.7 ตัวกลบแบบต่างๆ 12
รูปที่ 2.8 ล้อกลบและอัดดินแบบต่างๆ 12
รูปที่ 2.9 ท่อนำเมล็ดแบบต่างๆ 14
รูปที่ 2.10 ชนิดของล้อขับเครื่องปลูกพืชแบบต่างๆ 14
รูปที่ 2.11 ลักษณะการทำงานของลูกหยอดแบบทรงกระบอก 19
รูปที่ 2.12 การตกของเมล็ดจากร่องหยอดรูปครึ่งวงกลม 20
รูปที่ 2.13 รูปร่างของร่องหยอดรูปสามเหลี่ยม 21
รูปที่ 2.14 การแบ่งกราฟแท่งออกเป็น 5 ช่วง 23
รูปที่ 3.1 ลักษณะทางกายภาพของถั่วเหลืองฝักสด 25
รูปที่ 3.2 แบบจำลองของกะพ้อที่ใช้ตักถั่วเลืองฝักสด 26
รูปที่ 3.3 ขนาดกลไกจานกะพ้อให้ได้ความเร็วเชิงเส้นตามที่ออกแบบ 27
รูปที่ 3.4 กำหนดขนาดจานยึดกะพ้อและความยาวแขนกะพ้อ 28
รูปที่ 3.5 จำนวนแขนกะพ้อที่ติดตั้งบนจานยึดกะพ้อตามที่ออกแบบ 28
รูปที่ 3.6 แสดงภาพการต่อเฟืองทดรอบ 29
รูปที่ 4.1 กราฟแสดงร้อยละระยะห่างระหว่างหลุม ที่มุมกะพ้อ 60 องศา ความเร็วรอบชุดหยอด 30-50 rpm 31
รูปที่ 4.2 กราฟแสดงร้อยละระยะห่างระหว่างหลุม ที่มุมกะพ้อ 70 องศา ความเร็วรอบชุดหยอด 30-50 rpm 31

สารบัญรูปภาพ (ต่อ)

หน้าที่

รูปที่ 4.3 กราฟแสดงร้อยละระยะห่างระหว่างหลุม ที่มุมกะพ้อ 80 องศา ความเร็วรอบชุดหยอด 30-50 rpm 32

รูปที่ 4.4 กราฟแสดงการเปรียบเทียบที่ความเร็ว 30 rpm 32

รูปที่ 4.5 แสดงร้อยละการตักของกระพ้อ 33

รูปที่ 4.6 ชุดที่ใช้ในการทดลองหาร้อยละการตัก 34

รูปที่ 4.7 เครื่องปลูกถั่วเหลืองที่สร้างขึ้น 34

รูปที่ 4.8 แสดงระยะห่างระหว่างหลุมที่ทำการทดลองบนรางทราย 36

รูปที่ 4.9 แสดงการโรยตัวของเมล็ดถั่วเหลือง 36

รูปที่ 4.10 แสดงทดสอบการใช้งานเครื่องปลูกในแปลงภาควิชา 38

รูปที่ 4.11 แสดงพื้นที่แปลงภาควิชาที่ใช้ทำการทดลอง 39

รูปที่ 5.1 เมล็ดถั่วเหลืองฝักสดที่คลุกไรโซเบียม 41

รูปที่ 5.2 ตัวเปิดร่องที่ใช้กับเครื่องปลูก 41

บทที่ 1

บทนำ

1.1 ที่มาและความสำคัญ

การปลูกกระเทียมเกษตรกรจะปลูกในช่วงฤดูหนึ่ง ทำให้ช่วงเวลาที่เหลือน่าจะใช้เครื่องปลูกกระเทียมให้เกิดประโยชน์ โดยการพัฒนาและปรับปรุงเครื่องปลูกกระเทียมให้สามารถปลูกพืชชนิดอื่นได้ เช่น ถั่วเหลือง หอมแดง เป็นต้น โดยเกษตรกรไม่ต้องเสียค่าใช้จ่ายเพิ่มและสามารถเพิ่มรายได้แก่เกษตรกร และเนื่องจากภาควิชาได้มีการสร้างเครื่องปลูกกระเทียมตั้งแต่ปี 2542 แต่ก็ยังคงประสบปัญหาการแตกหักของกระเทียม และควบคุมอัตราหยอดของเมล็ดได้ยาก และในปี 2543 ได้มีการพัฒนาสร้างเครื่องปลูกแบบจานหยอดแนวตั้ง มีการหยอดกระเทียมค่อนข้างแม่นยำ และมีการแตกหักของกระเทียมน้อย แต่ยังมีปัญหาการอุดตันของกระเทียมที่ท่อนำเมล็ด ต่อมาปี 2545 ได้มีการออกแบบและพัฒนาเครื่องหยอดแบบแนวตั้งต่อพ่วงเครื่องต้นกำลังขนาด 5 แรงม้า และปี 2546 มีการพัฒนาและออกแบบเครื่องปลูกกระเทียมติดตั้งรถไถเดินตามขนาด 5 แรงม้า เมื่อได้ทำการศึกษาจึงมีความคิดที่จะทำโครงงานนี้

1.2 วัตถุประสงค์ของการศึกษา

1.2.1 นำรูปแบบกลไกการลำเลียงของเครื่องปลูกกระเทียม มาประยุกต์ใช้ให้สามารถปลูกพืชชนิดอื่นและเป็นการเพิ่มประสิทธิภาพของเครื่องปลูกกระเทียม

1.2.2 เพื่อพัฒนาเครื่องปลูกพืชให้เกษตรกรสามารใช้งานได้จริง

1.2.3 ลดการใช้แรงงานคน และค่าจ้างแรงงานในการปลูก

1.3 ขอบเขตการศึกษา

1.3.1 กระพ้อสามารถตักจำนวนเมล็ดต่อหลุมได้ตามต้องการ

1.3.2 ระยะระหว่างหลุมได้ระยะตามต้องการ

1.3.3 สามารถหาความเร็วที่เหมาะสมของชุดหยอดและเครื่องปลูกได้

1.4 ขั้นตอนการดำเนินงาน

1.4.1 รวบรวมข้อมูลของชนิดพืชที่ต้องการปลูก

1.4.2 ออกแบบของส่วนต่างๆของเครื่องต้นแบบ 1หัว เช่น ขนาดและความเร็วของกะพ้อ

1.4.3 สร้างเครื่องต้นแบบ 1 หัว

1.4.4 ทดสอบ พร้อมเก็บข้อมูล

1.4.5 วิเคราะห์ ปรับปรุง และแก้ไขเครื่อง

1.4.6 สร้างเครื่องปลูกและทดสอบ

1.5 ผลที่คาดว่าจะได้รับ

เครื่องปลูกกระเทียมสามารถปลูกพืชชนิดอื่นได้ ทำงานได้อย่างมีประสิทธิภาพ สามารถหยอดเมล็ดได้ตามระยะที่ต้องการและสามารถเพิ่มรายได้ให้แก่เกษตรกร

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

บทที่ 2

ทฤษฎีและหลักการ

ในการออกแบบและพัฒนาเครื่องปลูกกระเทียมติดรถไถเดินตามขนาด 5 แรงม้าให้สามารถปลูกถั่วเหลืองฝักสด ต้องทำการศึกษาตั้งแต่ทฤษฎีของเครื่องปลูกพืชทั่วไป เพื่อรู้จักและทำความเข้าใจเบื้องต้นเกี่ยวกับเครื่องจักรที่นำมาใช้ในการปลูกพืช ทฤษฎีและหลักการที่นำมาใช้ในการออกแบบกลไกการหยอดและส่วนประกอบอื่นๆ ของเครื่องปลูก หลักการในการทดสอบและประเมินผลเครื่องปลูกพืช และการหาประสิทธิภาพในการทำงานของเครื่องปลูก รวมทั้งศึกษาถึงสภาพพื้นที่เพาะปลูกถั่วเหลืองฝักสด แสดงรายละเอียดดังต่อไปนี้

2.1 ทฤษฎีเครื่องปลูกพืช

การปลูกพืชเป็นกิจกรรมที่มีความสำคัญมากในการเกษตร เนื่องจากการปลูกที่ถูกวิธี จะทำให้พืชเจริญเติบโตดี การดูแลรักษาทำได้ง่าย และส่งผลให้ได้ผลผลิตที่มีปริมาณและคุณภาพสูง สมัยก่อนกิจกรรมการปลูกของเกษตรกรจะใช้แรงงานคนและแรงงานสัตว์ในการเพาะปลูกเป็นหลัก จนปัจจุบันวิทยาการและเทคโนโลยีที่ก้าวหน้า ทำให้มีการศึกษาและพัฒนานำเอาเครื่องจักรกลทางการเกษตรเข้ามาทดแทนกิจกรรมต่างๆ ในระบบการเกษตรรวมถึงการปลูกพืชด้วย

นอกจากเหตุผลของเทคโนโลยีที่ทันสมัยแล้ว ประเด็นหลักของการใช้เครื่องจักรกลทางการเกษตรก็คือในปัจจุบันแรงงานคนและสัตว์ในภาคเกษตรกรรมมีลดลง และไม่สามารถสร้างผลผลิตได้เพียงพอกับความต้องการที่เพิ่มขึ้นตามจำนวนประชากรที่เพิ่มมากขึ้น ดังนั้นเครื่องปลูกพืชจึงเป็นเครื่องจักรกลทางการเกษตรที่มีความสำคัญ ที่มีการศึกษาและพัฒนามาอย่างต่อเนื่องจวบจนปัจจุบัน

2.1.1 ชนิดของเครื่องปลูกพืช

การปลูกพืชเป็นกิจกรรมที่กระทำต่อจากการเตรียมพื้นที่เพาะปลูก หรือกระทำไปพร้อมกับการเตรียมดินเพาะปลูก และต้องกระทำกับช่วงเวลาที่เหมาะสม ขั้นตอนการทำงานของเครื่องปลูกพืช มีวิธีการเช่นเดียวกันกับการปลูกพืชโดยคน ดังนั้นเครื่องปลูกพืชที่ดีต้องมีลักษณะการทำงานดังต่อไปนี้

ก) จะต้องเปิดหน้าดินให้มีความลึกตามต้องการที่จะวางตำแหน่งเมล็ดพืช

ข) ปล่อยเมล็ดพืชได้จำนวนที่ต้องการ

ค) หยอดเมล็ดพืชลงในร่องปลูกตามความลึกและระยะที่กำหนด

ง) กลบและอัดดินรอบ ๆ เมล็ดพืชให้แน่นตามชนิดของพืชที่ปลูก

จ) ต้องไม่ทำลายเมล็ดพืชให้เสียหายจนไม่สามารถงอกได้ขณะที่หยอดเมล็ดพืช

นอกจากนี้ประสิทธิภาพของเครื่องปลูกพืชจะขึ้นอยู่กับ คุณสมบัติทางกายภาพของเมล็ดพืช อีกด้วย เช่น ขนาด รูปร่าง ความสม่ำเสมอของรูปร่างและขนาด ลักษณะผิวของเมล็ด ความหนาแน่น หรือน้ำหนักของเมล็ดต่อปริมาตร ซึ่งจะมีผลต่อการไหลของเมล็ดพืชในเครื่องปลูก ลักษณะของถังบรรจุเมล็ดพืช และความเร็วของการปล่อยเมล็ดพืช เป็นต้น เครื่องปลูกพืชสามารถแบ่งเป็นประเภทต่างๆได้ 4 ประเภทดังนี้

(1) เครื่องปลูกพืชเป็นระยะ (Row – Crop Planter) เป็นเครื่องปลูกที่ปลูกพืชเป็นแถวโดยมีระยะห่างระหว่างต้นค่อนข้างแน่นอน ทำหน้าที่ปล่อยเมล็ดพืชลงสู่ดิน และกลบเมล็ดด้วย การปลูกเป็นแถวนี้จะช่วยให้สามารถใช้เครื่องจักรกลเกษตรเพื่อทำการกำจัดวัชพืช และเก็บเกี่ยวภายหลังได้สะดวก พืชที่ปลูกโดยใช้เครื่องปลูกพืชเป็นระยะได้แก่ ข้าวโพด ถั่วเหลือง เป็นต้น

(2) เครื่องหยอดเมล็ด (Seed Drill) เป็นเครื่องปลูกสำหรับหยอดเมล็ดธัญพืชขนาดเล็กที่ต้องการปลูกเป็นแถว แต่มีจำนวนต้นในแต่ละแถวมากและไม่จำเป็นต้องมีระยะห่างระหว่างต้นที่แน่นอน และมีระยะแถวของเมล็ดพืชกว้างมากพอที่จะนำเครื่องจักรกลเข้าไปทำงานก่อนการเก็บเกี่ยวได้

(3) เครื่องหว่าน (Broadcast Seeder) เป็นเครื่องมือสำหรับปลูกพืชด้วยเมล็ดแบบง่ายที่สุดและเก่าแก่ที่สุด มักใช้กับเมล็ดพืชขนาดเล็ก เช่น ข้าวบาร์เล่ย์ ข้าวโอ๊ต ข้าวสาลี ข้าวฟ่าง เมล็ดหญ้า ถั่วบางชนิดซึ่งต้องการปลูกตื้นๆที่ผิวดิน การหว่านเมล็ดพืชด้วยเครื่องหว่านสามารถหว่านได้สม่ำเสมอและรวดเร็วกว่าการหว่านด้วยมือจะหว่านเมล็ดพืชให้กระจายบนพื้นที่เพาะปลูก โดยมีรูปแบบการปลูกที่ไม่แน่นอน และไม่มีอุปกรณ์กลบเมล็ด ถ้าต้องการกลบจะต้องใช้พรวนซี่ (Tooth Harrow) พรวนกลบอีกครั้งหนึ่ง

(4) เครื่องปลูกเฉพาะงาน (Specialize Planter) เป็นเครื่องปลูกที่ใช้เฉพาะงาน เช่น เครื่องปลูกกล้า เครื่องดำนา เครื่องปลูกมันฝรั่ง เครื่องปลูกอ้อย และเครื่องปลูกผักต่าง ๆ เป็นต้น

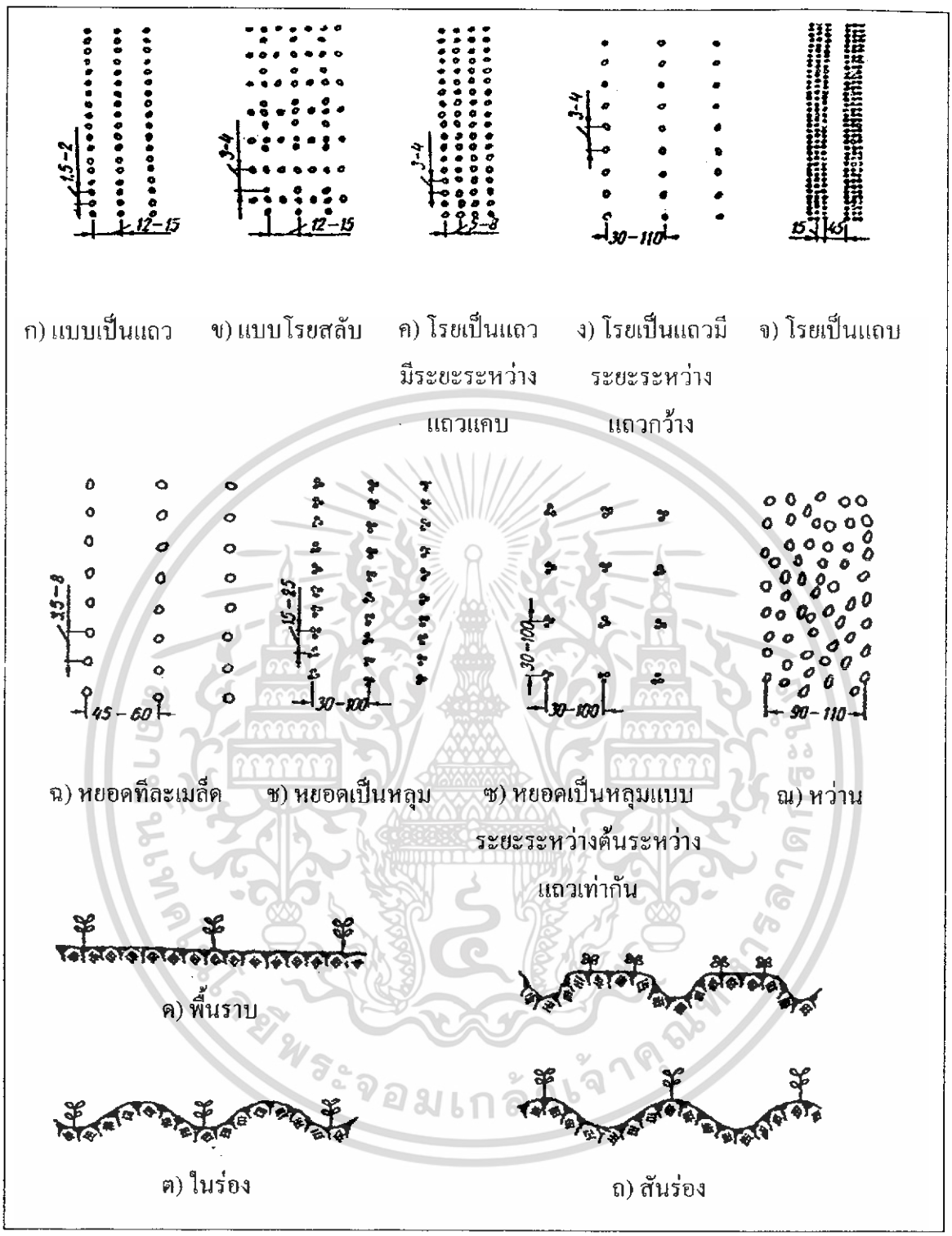
2.1.2 ลักษณะของการปลูกพืช

ลักษณะการหยอดเมล็ดพืช และการหว่านแสดงในภาพที่ 2.1(ค-ต) การปลูกพืชแบ่งได้ 3 ลักษณะคือ การปลูกบนพื้นราบ การปลูกบนสันร่อง และการปลูกในร่อง ดังแสดงในรูปที่2.1 (ก-ฌ) การเลือกวิธีการปลูกขึ้นกันปริมาณน้ำฝน อุณหภูมิ และสภาพของดินที่แตกต่างกันในแต่ละท้องที่

การปลูกบนพื้นราบเหมาะสำหรับพื้นที่ที่ซึ่งมีปริมาณน้ำฝนที่ตกเพียงพอต่อการปลูกพืชโดยไม่ต้องอาศัยน้ำชลประทาน

การปลูกบนสันร่องเหมาะสำหรับพื้นที่ซึ่งมีความชื้นในดินมากเกินไปก่อนการปลูก หรือพื้นที่ที่ต้องการน้ำชลประทานเข้าไปในร่อง

การปลูกในร่องเป็นการปลูกที่เหมาะสำหรับพื้นที่ที่มีปริมาณน้ำฝนที่ตกในปริมาณที่จำกัดในช่วงของการเพาะปลูก การปลูกในร่องจะทำให้พืชได้รับความชื้นมากขึ้น เนื่องจากน้ำฝนจะไหลไปรวมกันในร่อง ทำให้น้ำขังในบริเวณนั้น



ก) แบบเป็นแถว ข) แบบโรยสลับ ค) โรยเป็นแถวมีระยะระหว่างแถวแคบ ง) โรยเป็นแถวมีระยะระหว่างแถวกว้าง จ) โรยเป็นแถบ

ฉ) หยอดทีละเมล็ด ช) หยอดเป็นหลุม ซ) หยอดเป็นหลุมแบบระยะระหว่างต้นระหว่างแถวเท่ากัน ฌ) หว่าน

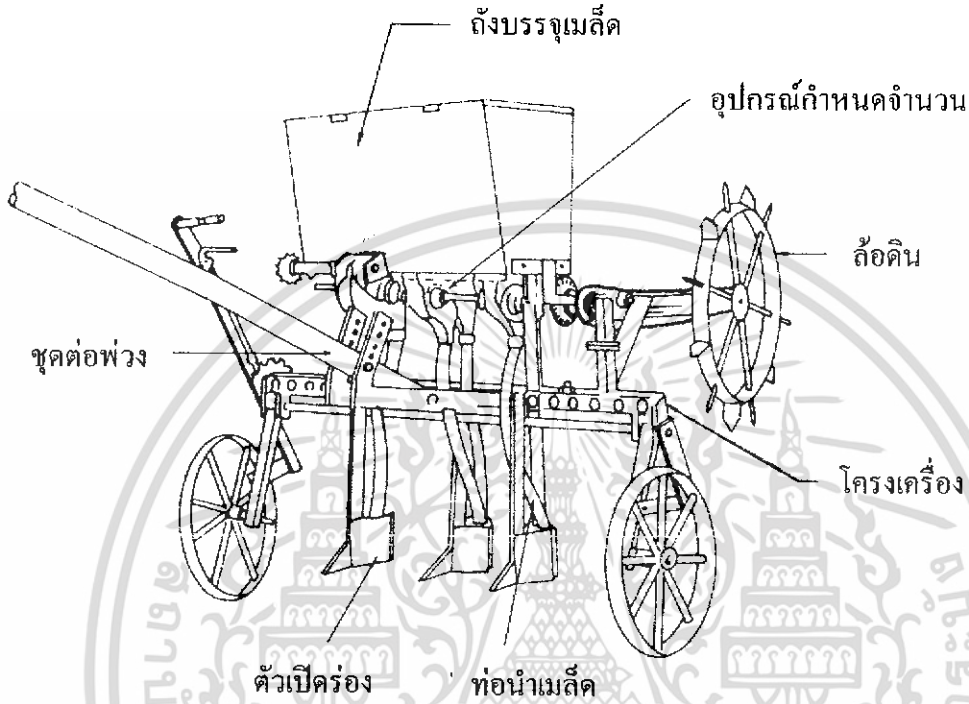
ด) พื้นราบ

ต) ในร่อง ถ) สันร่อง

รูปที่ 2.1 ลักษณะการปลูกแบบต่างๆ

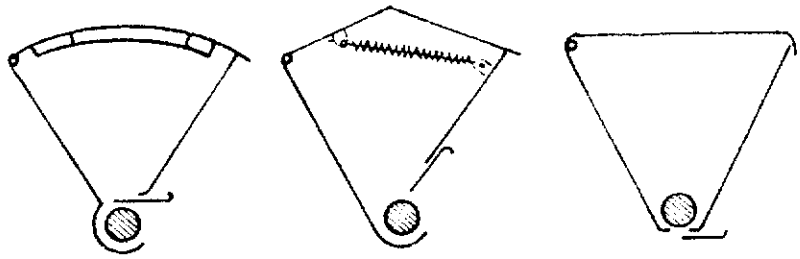
2.1.3 ส่วนประกอบต่างๆของเครื่องปลูกพืช

ในส่วนประกอบของเครื่องปลูกพืช สามารถแบ่งออกเป็นส่วนๆ ได้ดังรูปที่ 2.2 โดยที่แต่ละส่วนจะมีหน้าที่แตกต่างกัน โดยสามารถแบ่งออกได้ดังนี้



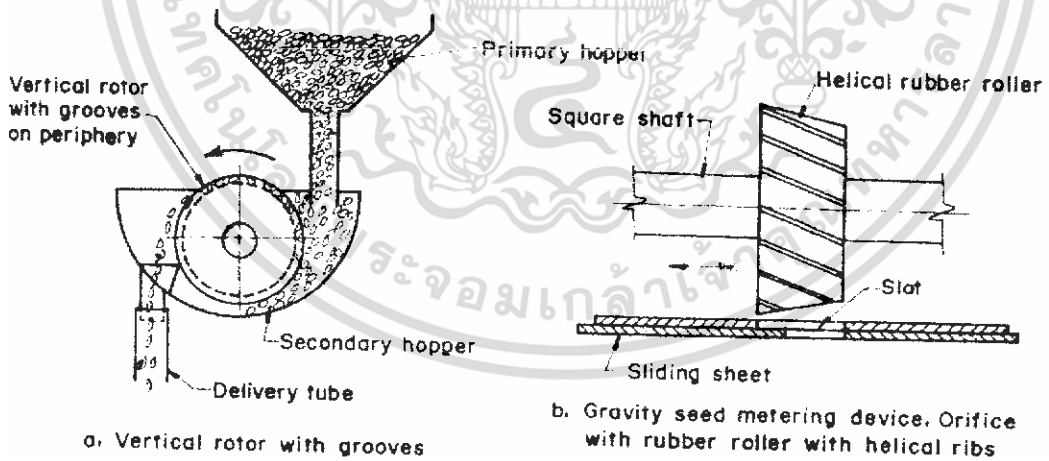
รูปที่ 2.2 ส่วนประกอบหลักของเครื่องปลูกพืช

(1) ถังบรรจุเมล็ด โดยทั่วไปทำด้วยโลหะหรือพลาสติก ซึ่งอาจเป็นถังเดี่ยว เรียงกันเป็นแถว หรือเป็นถังยาวถังเดียวที่มีอุปกรณ์กำหนดจำนวนเมล็ดพืชที่ปล่อยออกมากกว่าหนึ่งชิ้น ทั้งนี้แล้วแต่ชนิดของเครื่องปลูกว่าเป็นแบบเครื่องปลูกขนาดเล็กหรือขนาดใหญ่ เครื่องปลูกบางชนิดมีถังเก็บสำหรับปลูกเมล็ดพืชเพียงอย่างเดียว บางชนิดมีทั้งถังเก็บที่ใช้สำหรับปลูกเมล็ดพืชและมีถังเก็บเมล็ดปุ๋ยด้วย โดยหยอดหรือปล่อยปุ๋ยลงไปพร้อมเมล็ดพืชด้วย ถังบรรจุเมล็ดของเครื่องปลูกควรอยู่ใกล้ผิวดินเพื่อลดเวลาการเดินทางของเมล็ดจากอุปกรณ์กำหนดจำนวนเมล็ดลงสู่ร่องปลูกตามรูปที่ 2.3 เมล็ดควรมีความเร็วต่ำสุดที่ความสูงของถังบรรจุเหนือพื้นดินตั้งแต่ 30-50 ซม. ความจุของถังบรรจุเมล็ดหาโดยความสัมพันธ์ของน้ำหนักของวัสดุที่บรรจุลงในถัง และ ประสิทธิภาพการทำงานของเครื่องปลูก อัตราปลูก และความสามารถในการทำงานของเครื่องปลูก ต้องนำมาพิจารณาประกอบ



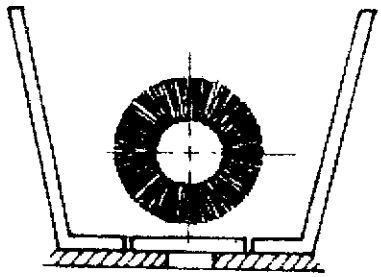
รูปที่ 2.3 ถังบรรจุเมล็ดที่มีรูปร่างของฝาครอบถังที่แตกต่างกัน

(2) อุปกรณ์กำหนดจำนวนเมล็ด เครื่องปลูกพืชประเภทที่ให้เมล็ดพืชลงครั้งละเมล็ด หรือประเภทที่ต้องการความแม่นยำและแน่นอนในการปลูกเมล็ดพืช อุปกรณ์กำหนดจำนวนเมล็ดส่วนใหญ่จะเป็นจานปล่อยเมล็ดที่เคลื่อนที่อยู่ภายในถังเก็บเมล็ด จานปล่อยเมล็ดจะมีช่องจับเมล็ด สำหรับนำเมล็ดพืชจากถังเก็บไปปล่อยลงในท่อนำเมล็ดเพื่อให้เมล็ดลงสู่ร่องที่เตรียมสำหรับปลูก อุปกรณ์กำหนดจำนวนเมล็ดมีหน้าที่กำหนดอัตราการปลูก และระยะห่างระหว่างเมล็ด ที่ไหลจากถังบรรจุเมล็ดเข้าสู่อุปกรณ์กำหนดจำนวนเมล็ดและผ่านลงสู่ท่อนำเมล็ด อุปกรณ์กำหนดจำนวนเมล็ดที่ดีไม่ควรทำให้เมล็ดพันธุ์เสียหาย เพราะขนาดและรูปร่างของเมล็ดพันธุ์มีอิทธิพลต่ออัตราการปลูกพืชรวมถึงความแปรปรวนของอัตราการปลูกพืชต่างๆ และค่าอัตราการปลูกก็อาจเปลี่ยนแปลงได้ โดยที่อุปกรณ์กำหนดจำนวนเมล็ดแสดงในรูปที่ 2.4 (ก-ฉ)

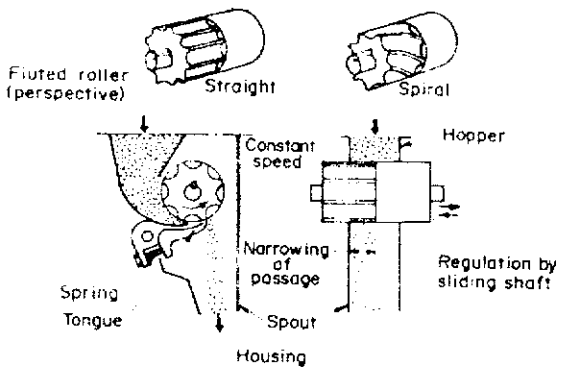


ก) ลูกหยอดในแนวดิ่งพร้อมร่องหยอดเมล็ด ข) ลูกหยอดรางเอียงไหลออกด้วยแรงโน้มถ่วงโลก

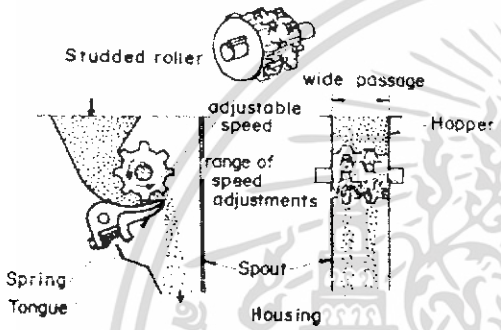
รูปที่ 2.4 อุปกรณ์กำหนดจำนวนเมล็ดแบบต่างๆ



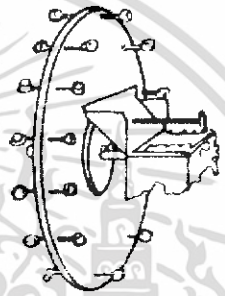
ค) ลูกหยอดทรงกระบอกทำด้วยแปรง
สำหรับปรับขนาดช่องทางออก



ง) ลูกหยอดรางตรงและรางเกลียว



จ) ลูกหยอดแบบปุ่ม



ฉ) ลูกหยอดแบบถ้วย

รูปที่ 2.4 อุปกรณ์กำหนดจำนวนเมล็ดแบบต่างๆ (ต่อ)

(3) ตัวเปิดร่อง ตัวเปิดร่องจะทำหน้าที่เปิดหน้าดินเพื่อหยอดเมล็ดพืชลงไปตามร่อง เครื่องหยอดและเครื่องปลูกพืชจะมีอุปกรณ์เปิดร่อง สำหรับให้เมล็ดร่วงลงในร่องด้วยความลึกและระยะห่างที่สม่ำเสมอ ความลึกในการปลูกขึ้นอยู่กับชนิดของพืช และระดับความชื้นในดิน อุปกรณ์เปิดร่องที่ดีควรเปิดร่องได้เรียบร้อย โดยมีการกระทบกระเทือนดินที่ผิวหน้าบนน้อยที่สุด การเตรียมดินที่ดีจะช่วยลดการอุดตันที่อุปกรณ์เปิดร่อง ตัวเปิดร่องมีอิทธิพลอย่างมากต่อการกระจายตัวของเมล็ดพืชในแถว และความสม่ำเสมอของความลึกในการเปิดดินถ้าจะกล่าวถึงเฉพาะบางส่วนของตัวเปิดร่องที่เกี่ยวกับการพังทลายของดินที่ลงมากองด้านข้าง อนุภาคของดินจะถูกพลิกขึ้นมาด้วยปีก แล้วพังทลายลงเมื่อตัวเปิดร่องเคลื่อนที่ไป และดินจะตกลงมากองด้วยมุมกองพื้นค่าหนึ่ง เมล็ดพืชที่ตกลงไปในร่อง อาจตกที่ความลึกต่างกัน ตัวเปิดร่องแบ่งเป็นประเภทต่างๆได้ดังนี้

(3.1) แบบหมุน (Rotating Type) สำหรับเครื่องหยอดธัญพืช จะนิยมใช้อุปกรณ์เปิดร่องแบบหมุน ซึ่งเป็นแบบจานเปิดร่องเดี่ยว (Single Disc Furrow Openers) และจานเปิดร่องคู่ (Double Disc Furrow Openers)

(ก) จานเปิดร่องแบบเดี่ยว เป็นตัวเปิดร่องจะที่ทำหน้าที่ตัดดิน และดันดินให้เป็นแผ่นไปด้านข้าง ซึ่งเป็นสาเหตุให้มีการกระทบกระเทือนที่ผิวหน้าดิน จานเปิดร่องสามารถทำงานได้

ดีภายใต้สภาพดินที่แตกต่างกัน ท่อนำเมล็ดจะต้องวางอยู่หลังจานหรือด้านข้างของจาน ในการปรับปรุงแรงกดของจานให้เพิ่มสปริงรับแรงกด

(ข) จานเปิดร่องแบบร่องคู่ ประกอบด้วยแผ่นจานเรียบ 2 ใบ วางเอียงจากแนวดิ่ง ซึ่งจะทำให้เกิดร่องตัววีในดิน ท่อนำเมล็ดจะวางอยู่ระหว่างจานตัวเปิดร่อง จะผลักดินลงและเปิดดินด้านข้างเป็นร่องรูปตัววี การรับแรงกดของจานเปิดร่องจะใช้สปริงและกระบอกไฮโดรลิค จานเปิดร่องแบบคู่ สามารถทำงานดีภายใต้สภาพดินหลายรูปแบบ ดินจะถูกผลักไปด้านข้างน้อยกว่าจานเปิดร่องแบบเดี่ยว แต่จะสามารถตัดวัชพืชบนผิวดินได้

(3.2) แบบอยู่กับที่ (Fixed Type Openers)

(ก) Suffolk Coulter คืออุปกรณ์เปิดร่องแบบรองเท้า (Shoe - Type Opener) มีการเปิดร่องเป็นรูปตัววี ตัวตัดดิน (Shoe Coulter) ทำจากเหล็กหล่อและสามารถเปลี่ยนได้ ซึ่งขอบมีลักษณะเป็นมุมเอียง และโค้งไปด้านหลัง ไม่สามารถกินดินได้ลึกเหมาะสมกับการปลูกพืชในระดับตื้นๆ มีความลึกในการปลูกสม่ำเสมอและสามารถทำงานได้ดีในสภาพดินปกติ ท่อนำเมล็ดมักจะอุดตันเมื่อทำงานในดินเหนียว อุปกรณ์เปิดร่องแบบนี้นิยมใช้กันอย่างกว้างขวางสำหรับเครื่องหยอดเมล็ดพืช

(ข) แบบจอบ (Hoe Type) ลักษณะการเปิดดินของอุปกรณ์เปิดร่องแบบจอบขึ้นอยู่กับชุดของตัวเปิดร่องมีการยกและผลักหน้าดินไปด้านหน้าและด้านข้างทำให้เกิดร่องรูปตัววี ใบมีดจอบขนาดมาตรฐานติดตั้งอยู่บนโครงหรือสปริงที่ติดอยู่บนโครงเครื่อง อุปกรณ์เปิดร่องแบบจอบทำงานได้ดีในดินแทบทุกชนิดแต่ไม่สามารถทำงานได้ในพื้นที่ ที่มีฟางข้าวมาก

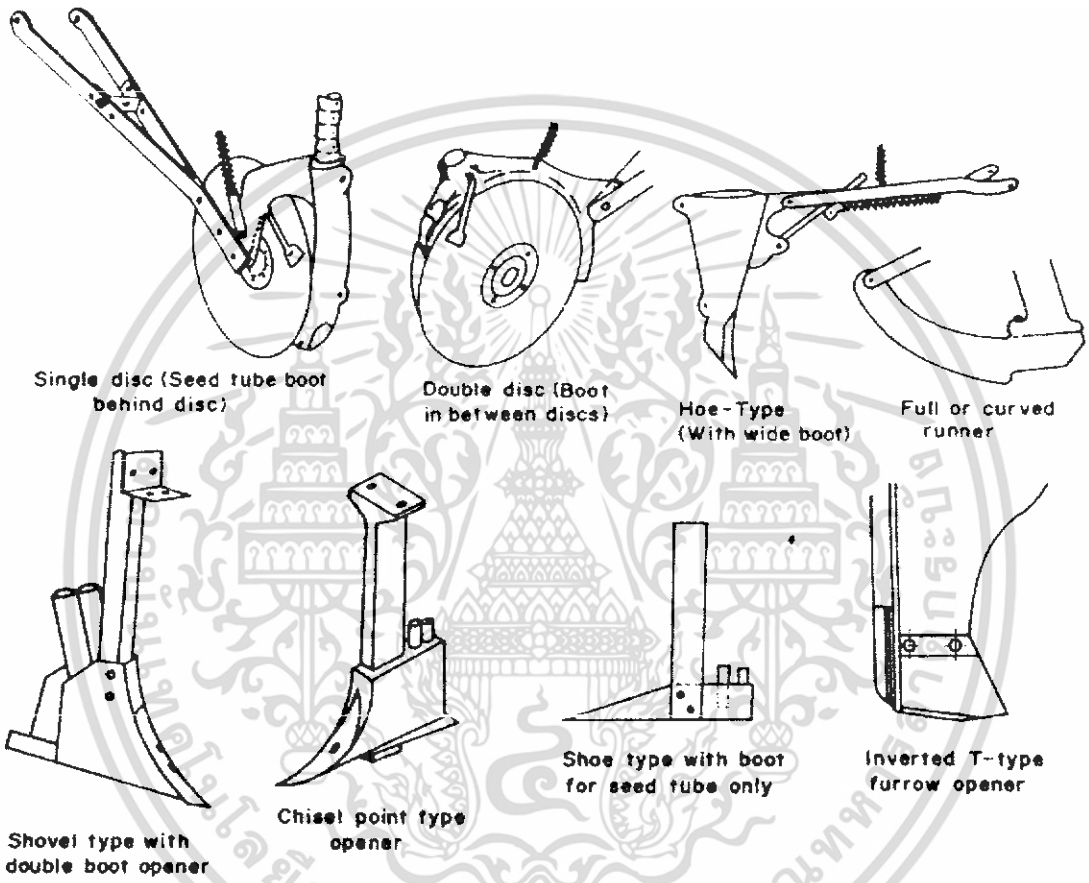
(ค) แบบ Runner เป็นอุปกรณ์เปิดร่องที่มีลักษณะเป็นใบมีดยาว มีขอบคมสำหรับตัดดิน โดยมีการรบกวนผิวหน้าดินน้อยที่สุดสามารถทำงานได้ดีในแปลงที่มีการเตรียมดินดี และเหมาะสำหรับการปลูกในระดับตื้น เนื่องจากอุปกรณ์เปิดร่องมีความยาว ดังนั้นจึงมีการอัดตัวที่ก้นร่อง ใบมีดแบบ Runner จะเอียงไปด้านหลัง นิยมใช้ปลูกกันมากกับข้าวโพดและพืชอื่น ๆ ที่มีการปลูกในระดับตื้น

(ง) แบบพลั่วหรือเสียม (Shovel Type) เป็นอุปกรณ์เปิดร่องที่มีลักษณะแคบขนาด 100 มม. ใช้กับแรงงานสัตว์ มุมของอุปกรณ์เปิดร่องทำจากวัสดุคมและเป็นรูปสามเหลี่ยม สามารถถอดเปลี่ยนได้ง่าย ด้านหลังตัวเปิดร่องประกอบด้วย ท่อนำเมล็ด และท่อใส่ปุ๋ย ความยาวของพลั่วมีค่าตั้งแต่ 100-250 มม. ด้านหลังของฝาครอบจะมีร่องสำหรับป้องกันดินแห้งไหลย้อนมากลบเมล็ด อุปกรณ์เปิดร่องแบบพลั่วสร้างได้ง่ายเปรียบเทียบกับอุปกรณ์เปิดร่องแบบจาน

(จ) แบบรองเท้า (Shoe Type) สามารถหยอดเมล็ดพืช และปุ๋ยได้อย่างต่อเนื่องในแต่ละแถบที่ความลึกเดียวกันช่องป้องกันการอุดตันของดินที่ด้านบนและด้านล่าง ซึ่งใช้เหล็กแผ่นเอียงเป็นตัวนำปุ๋ยและเมล็ดไปยังด้านข้างของร่อง เมล็ดและปุ๋ยจะหยอดห่างกัน 50 มม. ในช่องป้องกันการอุดตันของดินถูกแบ่งเป็น 2 ห้อง ห้องหนึ่งสำหรับปุ๋ย ส่วนอีกห้องสำหรับเมล็ด ดินเปียกสามารถติดไปกับด้านข้างของช่องป้องกันการอุดตันของดิน แต่ไม่ติดที่ปลายท่อนำเมล็ด และท่อใส่ปุ๋ย โดยปกติปุ๋ยจะไหล

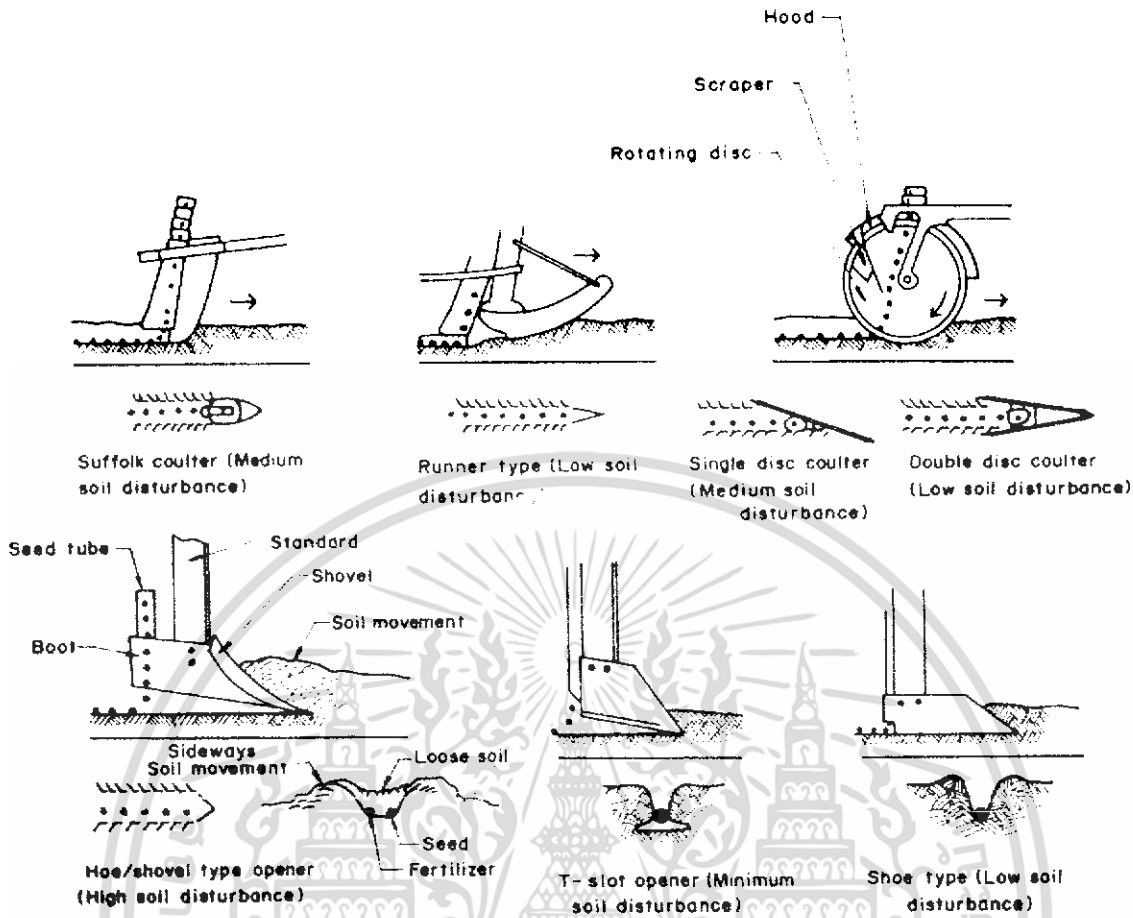
ลงดินเป็นแถบวางอยู่ข้างเมล็ดที่ความลึกเท่ากัน ตัวเปิดร่องเปิดดินเป็นร่องแคบ ความยาวของตัวเปิดร่องช่วยในการกดอัดดินในร่อง

(ฉ) แบบตัวทีกลับหัว (Inverted - T Furrow Opener) ได้รับการออกแบบและพัฒนาโดย Choudhary (1988) สำหรับใช้ในการหยอดเมล็ดข้าวในสภาพดินไร่ที่ไม่มีการเตรียมดิน ตัวเปิดร่องเปิดดินเป็นร่องเล็กๆ มีการกระทบกระเทือนดินน้อยช่วยให้พืชเจริญเติบโตได้อย่างรวดเร็ว



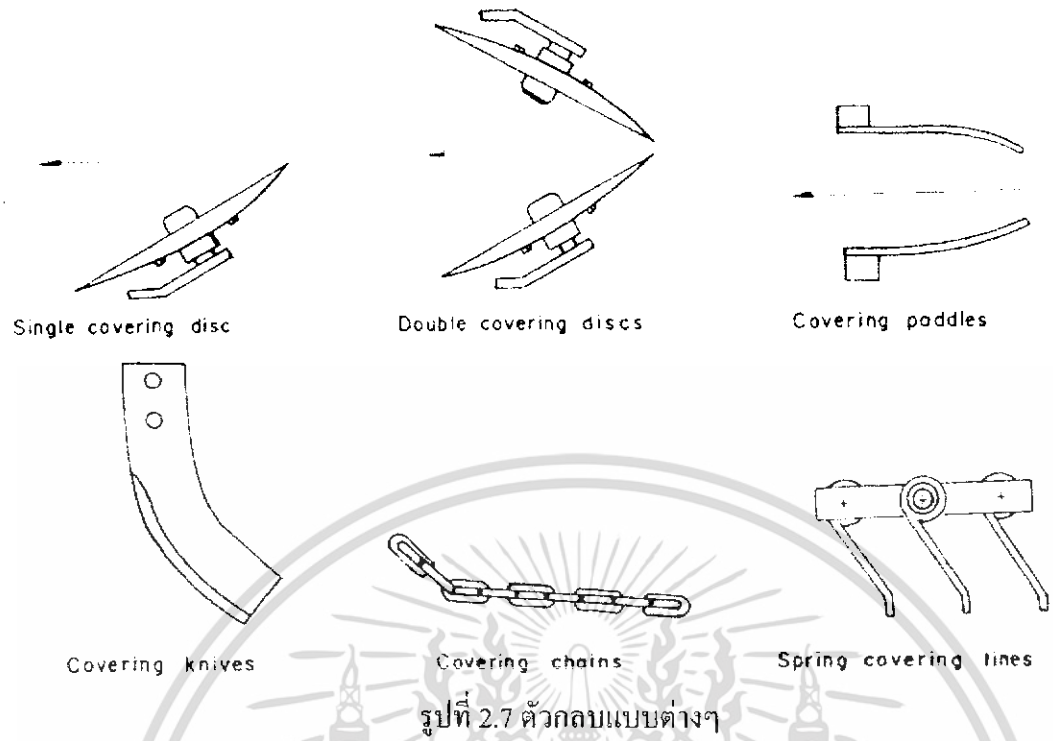
รูปที่ 2.5 ชนิดอุปกรณ์เปิดร่องสำหรับเครื่องหยอดเมล็ดพืช

โดยที่รูปที่ 2.5 แสดงถึงตัวเปิดร่องชนิดต่างที่ได้กล่าวไว้ในข้างต้น และรูปที่ 2.6 แสดงถึงลักษณะของการเปิดร่องตามชนิดของตัวเปิดร่องแบบต่างๆ

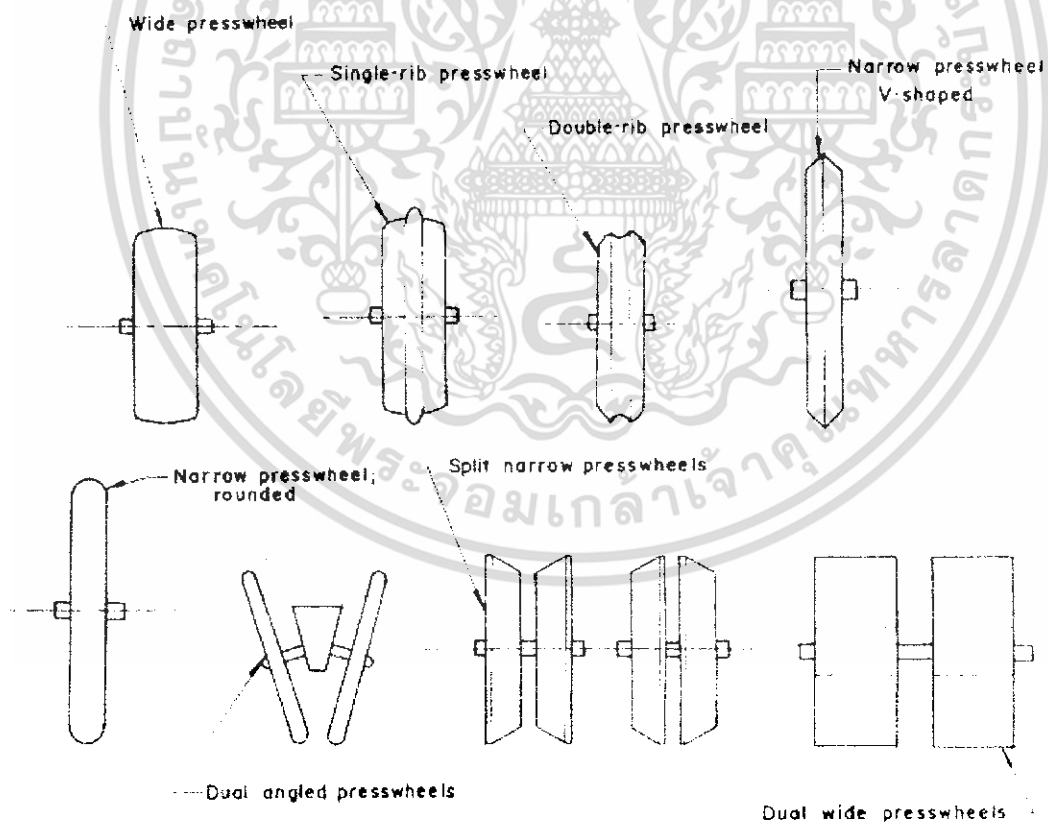


รูปที่ 2.6 ลักษณะของร่องปลูกสำหรับอุปกรณ์เปิดร่องแบบต่างๆ

(4) เครื่องกลบและอัดดินเป็นส่วนประกอบของเครื่องปลูกที่ทำหน้าที่กลบดินให้ฝังเมล็ดพืช และอัดดินให้เมล็ดพืชได้สัมผัสกับเมล็ดดิน และรักษาความชื้นในดินเพื่อการงอกและเจริญเป็นต้นต่อไป อุปกรณ์กลบร่องและอัดดินต้องเลือกใช้ให้เหมาะสม เพื่อให้เมล็ดสามารถอยู่ในดินในสภาพที่เหมาะสมที่จะรับความชื้นและงอกได้อย่างมีประสิทธิภาพ สำหรับเครื่องหยอดในประเทศไทยส่วนใหญ่จะไม่มีอุปกรณ์อัดดิน อุปกรณ์กลบร่องและอัดดินแบบต่างๆ แสดงดังรูปที่ 2.7 และ 2.8



รูปที่ 2.7 ตัวกลบแบบต่างๆ



รูปที่ 2.8 ล้อกลบและอัดดินแบบต่างๆ

(5) ท่อนำเมล็ด ทำหน้าที่นำเมล็ดที่ถูกปล่อยออกจากอุปกรณ์กำหนดจำนวนเมล็ด ลงไปในร่องดินที่เปิดไว้โดยอุปกรณ์เปิดร่อง ท่อนำเมล็ดที่ใช้กันอยู่ที่ทั้งแบบที่เป็นโลหะหรือพลาสติก และมีทั้งแบบที่ปล่อยให้เมล็ดตกลงโดยแรงโน้มถ่วงของโลก และแบบที่ใช้กำลังขับเคลื่อน สำหรับพืชที่มีรูปร่างของเมล็ดแปลกๆ จะทำให้เกิดการกระทบของเมล็ดภายในท่อนำเมล็ดซึ่งจะมีผลต่อระยะห่างระหว่างเมล็ดที่ปลูก ท่อลำเลียงมีอยู่หลายชนิด ดังรูปที่ 2.9 ในการเลือกใช้ต้องคำนึงถึงคุณสมบัติให้มีความเหมาะสมกับลักษณะการใช้งาน และความแตกต่างของพื้นที่รวมไปถึงราคาของท่อให้มีความเหมาะสมด้วย แบ่งเป็นประเภทได้ดังนี้

(5.1) Spiral Drill Tube นิยมใช้กันมากในการใช้ลำเลียงเมล็ดมีลักษณะเป็นเส้นเหล็กม้วนพันอยู่รอบๆท่อ สามารถบิดงอได้ดีซึ่งจะเป็นประโยชน์ในการปรับแก้ไขปัญหาที่เกี่ยวกับระดับความสูงของร่องไถเปิด มีน้ำหนักเบาแต่มีราคาแพง ถ้ามีการเสียหายจะยากต่อการบำรุงรักษา

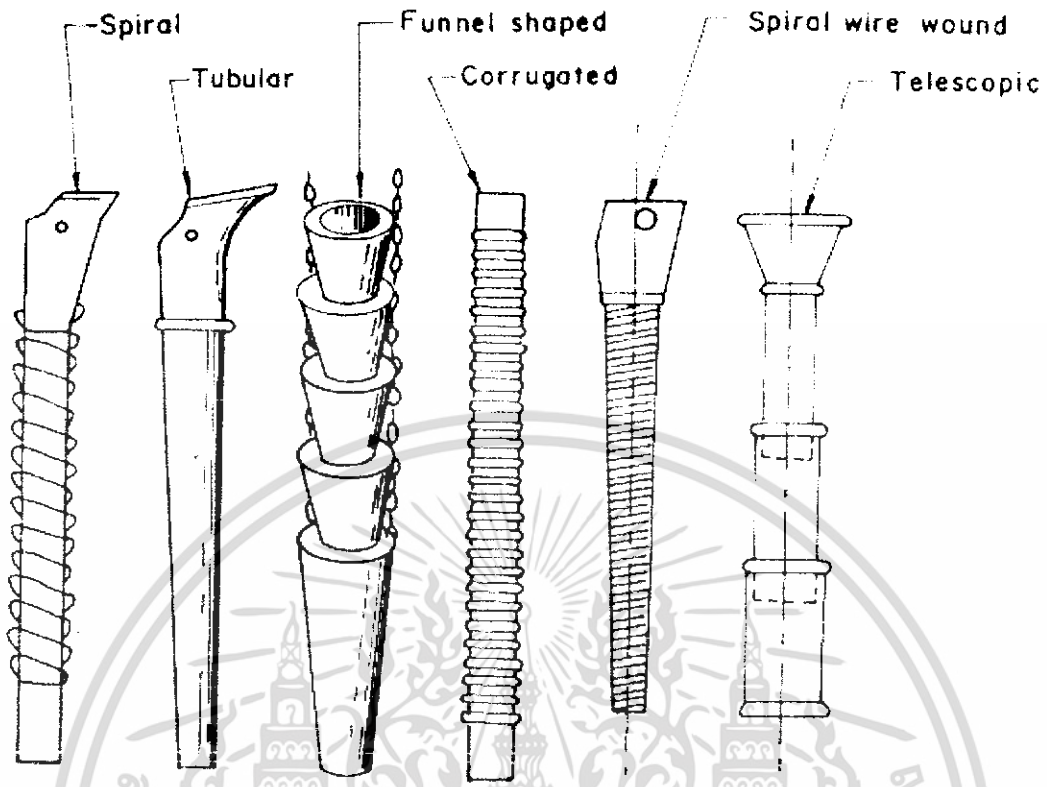
(5.2) Tubular Drill Tube ทำจากผ้า ยางหรือพลาสติกอย่างใดอย่างหนึ่ง จะมีอิสระในการบิดงอสูง น้ำหนักเบา และมีราคาถูก แต่จะสึกหรอง่ายเมื่อโดนสิ่งกีดขวางภายในร่องเปิดที่มีลักษณะขรุขระไม่เรียบ

(5.3) Funnel Shaped Drill Tube ประกอบด้วยชุดกรวยเรียงต่อกันตามลำดับสัดส่วนโดยใช้โซ่ร้อยให้กรวยติดกัน ท่อชนิดนี้เหมาะสมกับวัตถุดิบที่ต้องการลำเลียงที่มีลักษณะในการไหลไม่ค่อยสะดวก และสามารถประยุกต์ใช้ในการหยอดปุ๋ยได้ เหมาะสำหรับเครื่องหยอดที่มีการสั่นและเขย่าสูงในขณะลำเลียง ช่วยทำให้วัตถุที่มีขนาดเล็กที่มักจะเข้าไปติดอยู่ในช่องว่างระหว่างกรวยทางด้านข้างไหลลงสู่พื้นได้อย่างสะดวกขึ้นแต่ท่อชนิดนี้จะมีน้ำหนักมากกว่าสองแบบที่ได้กล่าวมาและไม่สามารถปรับตั้งระยะความสูงได้มากนัก

(5.4) Corrugated Drill Tube ทำจากยางส่วนใหญ่จะใช้ในการลำเลียงปุ๋ย มีคุณสมบัติในการลำเลียงต่ำกว่าท่อชนิดอื่นๆที่ได้กล่าวมาก่อนหน้านี้

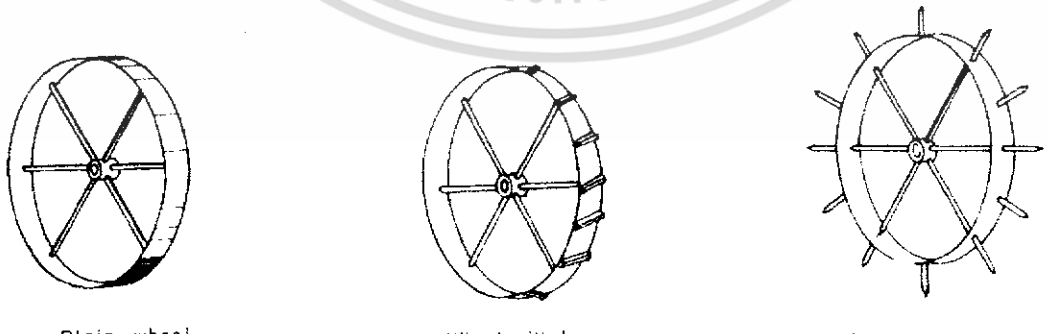
(5.5) Spiral Wire Wound Drill Tube มีคุณสมบัติในการบิดงอได้ดี แข็งแรงแต่มีน้ำหนักมากเมื่อมีการเคลื่อน ที่ท่อจะมีการบิดงอและมีการบีบตัวที่บริเวณปลายท่อ ทำให้เกิดความเสียหายกับเมล็ดพันธุ์

(5.6) Telescopic drill tube ท่อจะมีลักษณะต่อกัน เป็นขั้นตามลำดับ สามารถปรับระดับความสูงในแนวดิ่งได้ แต่ไม่สามารถบิดงอได้เมื่อเจอสิ่งกีดขวางในพื้นที่ใช้งาน และมักจะเกิดการอุดตันที่บริเวณข้อต่อของท่อ



รูปที่ 2.9 ท่อนำเมล็ดแบบต่างๆ

(6) ระบบขับเครื่องปลูกพืช(ล้อดิน) เครื่องปลูกโดยทั่วไปมีระบบขับ 2 แบบ คือ ขับโดยล้อขับของเครื่องปลูก(ล้อดิน) และขับโดยเพลาอำนวยกำลังของแทรกเตอร์ การขับโดยล้อขับเคลื่อนของเครื่องปลูกเป็นระบบขับแบบง่ายๆและนิยมใช้กันมากที่สุดดังรูปที่ 2.10 ทั้งนี้เนื่องจากการเปลี่ยนแปลงความเร็วในช่วงความเร็วที่ใช้ในการทำงานไม่มีผลกระทบต่ออัตราการปลูกมากนัก การเปลี่ยนแปลงอัตราการปลูกของเครื่องปลูกซึ่งกลไกการปล่อยเมล็ดถูกขับเคลื่อนโดยล้อของเครื่องปลูก สามารถกระทำได้โดยการเปลี่ยนอัตราการทดของเฟืองระหว่างกลไกปล่อยเมล็ดและล้อขับเคลื่อน



รูปที่ 2.10 ชนิดของล้อขับเครื่องปลูกพืชแบบต่างๆ

อัตราการปลูกของเครื่องปลูก ที่มีกลไกการขับเคลื่อน โดยเพลาอำนวยกำลังของแทรกเตอร์จะไม่เปลี่ยนแปลงเมื่อใช้เกียร์หนึ่งของแทรกเตอร์ในการขับเคลื่อน แต่การเปลี่ยนแปลงอัตราการปลูกสามารถทำได้โดยการเปลี่ยนเกียร์ของแทรกเตอร์ หรือเปลี่ยนการทดเฟืองที่ใช้ในการขับเคลื่อนกลไกปล่อยเมล็ด

(7) การถ่ายทอดกำลังทางกล ระบบถ่ายทอดกำลังเป็นองค์ประกอบที่สำคัญมากส่วนหนึ่งของเครื่องจักรกล การทำงานของเครื่องจักรกล และประสิทธิภาพของเครื่องจักรกลจะสูงมากน้อยเพียงใดขึ้นอยู่กับการถ่ายทอดกำลังในระบบถ่ายทอดกำลังของเครื่องจักรกล ผู้ออกแบบเครื่องจักรกลโดยเฉพาะเครื่องจักรกลทางการเกษตรจะต้องคำนึงถึงและพิจารณาอย่างรอบคอบในการออกแบบ และเลือกใช้ระบบถ่ายทอดกำลังให้ถูกต้องและเหมาะสม เครื่องจักรทางกลทางการเกษตรส่วนมากเป็นเครื่องจักรกลที่ต้องทำงานหนัก และทำงานอยู่ในสภาพสมบุกสมบัน เพราะฉะนั้นระบบถ่ายทอดกำลังในเครื่องจักรกลทางการเกษตรจึงต้องเป็นระบบที่ง่าย ทนต่อสภาพของภูมิอากาศ และสิ่งแวดล้อมที่รุนแรงและสะดวกต่อการซ่อมและบำรุงรักษา และมีราคาไม่สูง

การถ่ายทอดกำลังจากแหล่งให้กำลังไปยังแหล่งใช้กำลังโดยทางกลในเครื่องจักรกลทางการเกษตรมีหลายวิธีด้วยกันคือ

(ก) การถ่ายทอดกำลังโดยตรง
(ข) การถ่ายทอดกำลังโดยล้อและสายพาน
(ค) การถ่ายทอดโดยใช้ล้อและเฟืองโซ่
(ง) การถ่ายทอดกำลังโดยเฟือง
(จ) การถ่ายทอดกำลังโดยเพลาและข้อต่ออ่อน
(ฉ) การถ่ายทอดกำลังโดยเพลา
(ช) การถ่ายทอดกำลังด้วยระบบโซ่

2.2 เครื่องปลูกถั่วเหลืองที่ใช้ในปัจจุบัน

ในปัจจุบันเกษตรกรได้หันมาใช้เครื่องปลูกหรือเครื่องหยอดเมล็ดพืชกันอย่างกว้างขวาง เครื่องหยอดที่ใช้กันอยู่ทั่วไปจะเป็นแบบใช้พ่วงกับรถไถ 4 ล้อ รถไถ 2 ล้อหรือรถไถเดินตาม สาเหตุการใช้เครื่องหยอดเป็นผลเนื่องจากการปลูกแบบเดิมซึ่งใช้แรงงานคนปลูกได้ช้า ปลูกได้ไม่เป็นแถว และในบางครั้งจะเกิดการขาดแรงงานในช่วงเวลาการปลูก การใช้เครื่องหยอดเมล็ดจะช่วยให้เกษตรกรสามารถทำงานได้เร็วขึ้น ทำให้ปลูกได้เป็นแถว และมีอัตราการหยอดที่สม่ำเสมอทำให้ผลผลิตดีขึ้น และลดค่าใช้จ่าย โดยที่จะกล่าวถึงจะเป็นเครื่องหยอดเมล็ดแบบล้อเอียง คุณลักษณะพิเศษคือ

(ก) ทำงานได้รวดเร็ว สามารถหยอดเมล็ดได้ประมาณ 6-8 ไร่/วัน
(ข) ปลูกพืชได้หลายชนิดโดยการเปลี่ยนแผ่นยอด

(ค) ปลูกได้เป็นแถว ปลูกได้ครั้งละ 2 แถว และปรับระยะระหว่างแถวได้ตามต้องการ

(ง) ปรับอัตราการหยอดเมล็ดได้ตามต้องการ โดยการปรับเปลี่ยนแผ่นหยอดที่เหมาะสมซึ่งสามารถปรับระยะระหว่างต้นได้

(จ) ปรับความลึกในการปลูกได้สะดวก

(ฉ) ใช้พ่วงต่อกับรถไถเดินตามได้ทุกชนิด

(ช) เคลื่อนย้ายสะดวก ซ่อมแซมและบำรุงรักษาง่าย

2.2.1 ส่วนประกอบของเครื่องหยอดเมล็ดแบบล้อเอียง

(1) ไถเปิดร่อง

ไถเปิดร่องยึดติดกับคานพ่วงโดยน็อตตัวย ทำหน้าที่เปิดร่องดินสำหรับหยอดเมล็ด ขาไถสามารถปรับขึ้นลงเพื่อปรับความลึกหรือเลื่อนไปมาเพื่อปรับระยะระหว่างแถวได้ โดยการคลายคลายน็อตตัวยู ส่วนของหางไถเปิดร่องจะเป็นช่องสวมท่อเมล็ดเพื่อเมล็ดไหลจากถังผ่านท่อเมล็ดสู่ร่อง ตอนบนของหางไถจะมีแผ่นเหล็กปิดเพื่อกันดินเข้าไปอุด

(2) ท่อเมล็ด

เป็นท่อพลาสติกใสต่อระหว่างช่องทางออกของเมล็ดจากถังและหางไถ ท่อเมล็ดมีเส้นผ่านศูนย์กลาง 42 มม. เพื่อให้เมล็ดไหลผ่านสะดวก สำหรับพืชชนิดที่มีเมล็ดเล็ก ท่อนำเมล็ดมีเส้นผ่านศูนย์กลาง 30 มม.

(3) ถังใส่เมล็ด

ถังใส่เมล็ดยึดติดกับคานพ่วง โดยน็อตตัวยูสามารถขยับไปตามแนวคานพ่วงภายในถัง ช่วงล่างเป็นผนังเอียง ประกอบด้วยแผ่นกั้นเมล็ดและแผ่นหยอด ช่องทางออกของเมล็ดจะอยู่ทางตอนบนของผนังเอียง ด้านล่างของถังใส่เมล็ดมีช่องเปิดสำหรับถ่ายเมล็ดออกเมื่อเลิกใช้งาน

(4) แผ่นหยอดเมล็ด

แผ่นหยอดเมล็ดมีลักษณะเป็นแผ่นเหล็กกลมเส้นผ่านศูนย์กลาง 16.6 ซม. ความหนาและขนาดของรูหยอดขึ้นกับชนิดและอัตราการหยอดของเมล็ดที่ต้องการ แผ่นหยอดเมล็ดสวมบนเพลาขับแผ่นหยอดซึ่งเป็นเพลาเดียวกับเพลาล้อเอียง ทำมุม 45 องศากับแนวระดับ และมีสปริงสำหรับดีดเมล็ดเพื่อป้องกันเมล็ดติดในรู

(5) ล้อเอียง

ล้อเอียงมีลักษณะเป็นล้อเหล็กแผ่นมีซี่เหล็กแผ่นขอบเพื่อใช้ตะกุยดิน แนวแผ่นขอบจะขนานกับแผ่นหยอด และเพลาของล้อเอียงจะขับแผ่นหยอดให้หมุนตาม หน้าที่อีกอย่าง คือ กลบเมล็ด โดยขณะหมุน ล้อจะตะกุยดินกลบเมล็ด ขณะทำงานล้อจะขยับได้เล็กน้อยโดยการปรับน็อตที่ก้านพยุงล้อ

(6) คันปรับความลึกในการหยอด

คันปรับนี้จะปรับความลึกในการหยอดอย่างละเอียด โดยการหมุนเกลียวเข้าออก

(7) คานต่อปรับคันจับรถไถเดินตาม

สำนักหอสมุดกลาง พระจอมเกล้าลาดกระบัง

คานต่อปรับคันจับรถไถเดินตามจะเป็นคานตั้ง การปรับเปลี่ยนรูต่อเครื่องหยอดจะทำให้ความสูงของคันขับรถไถเดินตามพอดีกับความถนัดของผู้ปฏิบัติงาน

2.2.2 หลักการทำงาน

ในขณะทำการหยอด ไถเปิดร่องซึ่งอยู่ด้านหน้าจะทำการเปิดร่องเป็นแนวยาวเอียงจะหมุนขับแผ่นหยอดให้หมุนนำเมล็ดให้ไหลลงผ่านท่อนำเมล็ดลงสู่ร่อง และขณะเดียวกันล้อเอียงจะตะกุยดินกลบเมล็ด ข้อดีคือ อุปกรณ์หยอดแบบแผ่นเอียง ในขณะหมุนจะนำเมล็ดขึ้นไปตามรูในแผ่น เมล็ดส่วนเกินจะไหลลงสู่ด้านล่าง ซึ่งมีอัตราการแตกหักน้อยมาก

2.2.3 การเตรียมดิน

ไถพื้นที่เพาะปลูกครั้งที่หนึ่งแล้วพรวนด้วยผานพรว หรือจอบหมุน แล้วใช้คราดปรับระดับดินและเก็บเศษต้นพืชออก ข้อควรระวัง ไม่ควรมีก้อนดินขนาดใหญ่หรือเศษพืชอยู่ในแปลง เพราะทำให้เครื่องทำงานไม่สะดวกและประสิทธิภาพการหยอดไม่ดี และเครื่องหยอดนี้สามารถใช้ในพื้นที่ที่ไม่ไถพรวนได้แต่ต้องไม่มีเศษพืชในแปลง และในขณะทำการหยอดหน้าดินต้องไม่แข็งหรือเปียกชื้นเกินไป

2.2.4 การเตรียมการก่อนใช้งาน

(1) ตรวจสอบว่าข้อต่อพ่วงของเครื่องหยอดสวมเข้ากับคานพ่วงของรถไถเดินตามได้พอดีหรือไม่

(2) หลังต่อพ่วงเข้ากับรถไถแล้ว ขันน็อตยันคาน ตรวจสอบส่วนต่างๆ และทำความสะอาด

(3) ปรับระยะระหว่างแถวและความลึก

(4) เลื่อนถังใส่เมล็ดและล้อเอียงให้อยู่ในตำแหน่งที่เหมาะสม ระวังอย่าให้ท่อนำเมล็ดงอในดินทรายควรปรับแนวขอบของล้อเอียงห่างจากแนวของไถเปิดร่องประมาณ2 -3 ซม.

(5) ปรับน็อตที่ปลายก้านพยุงล้อเอียงให้ล้อเอียงสามารถปรับตัวขึ้นลงได้ประมาณ 3 -4 ซม.

(6) เลือกขนาดแผ่นหยอดให้เหมาะสมกับชนิดของเมล็ด และอัตราการใช้เมล็ดที่ต้องการแล้วประกอบแผ่นหยอดเข้ากับถังใส่เมล็ด

(7) ตรวจสอบและอัดจารบีที่เพลาล้อเอียง หมุนเพื่อตรวจสอบความคล่องตัวในการหมุน

2.2.5 การใช้งาน

(1) ใส่เมล็ดลงถังประมาณ 2 กำมือ ปรับช่องของแผ่นกั้นเมล็ดที่พอเหมาะ ไม่ให้เมล็ดไหลเข้าไปท่วมแผ่นหยอดมากเกินไป

(2) ตรวจการไหลของเมล็ดโดยการยกล้อเอียงให้ลอยขึ้น แล้วหมุนล้อเอียงและใช้มือรองรับเมล็ด ตรวจสอบและปรับให้ได้จำนวนเมล็ดที่ต้องการ โดยเปลี่ยนขนาดแผ่นหยอดที่เหมาะสม

(3) ใส่เมล็ดพืชลงในถังทั้ง 2 ข้าง

(4) ปรับน็อตกันแกว่งให้หลวมออก เพื่อให้เครื่องหยอดแกว่งไปมาด้านข้างให้พอเหมาะ

(5) เริ่มปลูกจากขอบแปลงโดยเว้นระยะหัวแปลงและท้ายแปลงประม1.5 -2.0 เมตร สำหรับการเลี้ยวกลับควรปลูกตามแนวยาวของแปลง

62383

(6) ในกรณีคันจับรถสูงหรือต่ำเกินไป ก็ให้ทำการปรับเปลี่ยนรูที่คานต่อปรับคันจับรถไถให้เหมาะสมกับผู้ปฏิบัติงาน

(7) การหยอดแถวแรกควรเริ่มที่ความเร็วต่ำๆก่อน เพื่อให้แนวการหยอดแถวแรกตรงที่สุด

(8) ปรับคันปรับความลึกให้ได้ตามต้องการ

(9) ในระหว่างการหยอด ให้หมั่นสังเกตดังนี้

- การหมุนล้อเอียง
- ความลึกของไถเปิดร่อง
- การกลบเมล็ดของล้อเอียง
- การไหลของเมล็ดที่ท่อเมล็ด
- ระดับเมล็ดที่ลดลงในถังควรจะใกล้เคียงกัน

(10) ในขณะเลี้ยวกลับหัวงาน ให้ยกล้อเอียงให้พ้นจากพื้นดิน เพื่อหยุดการไหลของเมล็ด

(11) เมื่อหยอดแถวสุดท้ายแล้ว ให้ทำการหยอดที่หัวแปลงและท้ายแปลงที่เว้นไว้สำหรับเลี้ยวกลับด้วย

2.2.6 การบำรุงรักษา

(1) หลังการใช้งานทุกครั้งให้ทำการนำเมล็ดออกทุกครั้ง โดยการเปิดช่องถ่ายเมล็ดด้านล่างของถังใส่เมล็ด

(2) ล้างดินและสิ่งสกปรกที่ติดตามเครื่องหยอดและรถไถ

(3) หยอดน้ำมันเครื่องบริเวณจุดต่อหรือเกลียวทุกจุด

(4) หมั่นทำการอัดจารบีที่เพลาล้อเอียงเสมอ

(5) หลังเสร็จสิ้นฤดูการใช้งานถอดแผ่นหยอดออกจากถังใส่เมล็ด แล้วทำความสะอาดแผ่นหยอด ถังใส่เมล็ด และส่วนต่างๆของเครื่อง แล้วเก็บในที่ร่ม

(6) ควรทำการพ่นหรือทาสีใหม่ตามความเหมาะสม

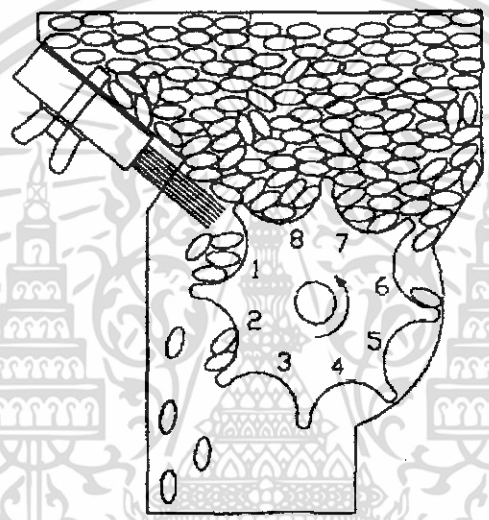
2.3 หลักการในการออกแบบกลไกการหยอด

การออกแบบกลไกชุดหยอดได้นำหลักการมาจากรายงานวิจัยเรื่อง "การออกแบบอุปกรณ์กำหนดจำนวนเมล็ดแบบทรงกระบอกสำหรับการปลูกแบบแม่นยำ (Design of Roller Type Metering Device for Precision Planting)" เป็นรายงานที่กล่าวถึงวิธีการออกแบบกลไกการหยอดอย่างละเอียด และมีหลักการที่สามารถนำไปปรับใช้กับการออกแบบเครื่องปลูกแบบโรยได้ดังนี้

อุปกรณ์กำหนดจำนวนเมล็ดแบบทรงกระบอกจะถ่ายเทเมล็ดออกจากถังบรรจุ และขนถ่ายลงสู่ท่อนำเมล็ดดังรูปที่ 2.11 แสดงภาพอุปกรณ์กำหนดจำนวนเมล็ดทรงกระบอกที่ทำใช้ในการหยอดเมล็ดธัญพืชและถั่วต่างๆ เครื่องปลูกข้าวก็ใช้อุปกรณ์กำหนดจำนวนเมล็ดแบบทรงกระบอกเช่นเดียวกัน

ขณะที่อุปกรณ์กำหนดจำนวนเมล็ดหมุนไป เมล็ดจะถูกป้อนไปยังร่องบนลูกหยอด โดยน้ำหนักและแปรงก็จะกวาดเมล็ดส่วนที่เกินจากร่องออก ปล่อยให้เมล็ดที่อยู่ในร่องเท่านั้นที่ผ่านไปได้

เพื่อการทำงานของอุปกรณ์กำหนดจำนวนเมล็ดได้ปล่อยอย่างแม่นยำ เริ่มจากบรรจุเมล็ดจำนวนที่ต้องการลงไปในร่องแล้วปล่อยเมล็ดออกจากร่องพร้อมกัน ถ้ามีการปล่อยไม่พร้อมกันก็จะเกิดการกระจายตัวของเมล็ดขึ้น การไหลทับกันของเมล็ดในร่องที่อยู่ใกล้ๆกันทำให้เกิดการกระจายตัว อย่างไรก็ตามร่องแบบครึ่งวงกลมก็ไม่สามารถปล่อยเมล็ดไปพร้อมกันได้ โดยเฉพาะเมล็ดที่ไม่เรียบก็ยิ่งค้างอยู่ในร่องนานกว่า ดังนั้นรูปร่างของร่องจึงเป็นตัวแปรสำคัญที่ต้องพิจารณาอันดับแรกในการปล่อยเมล็ดออกจากร่องหยอด น้ำหนักของเมล็ดและความหนาแน่นก็อาจมีผลต่อการหยอดได้



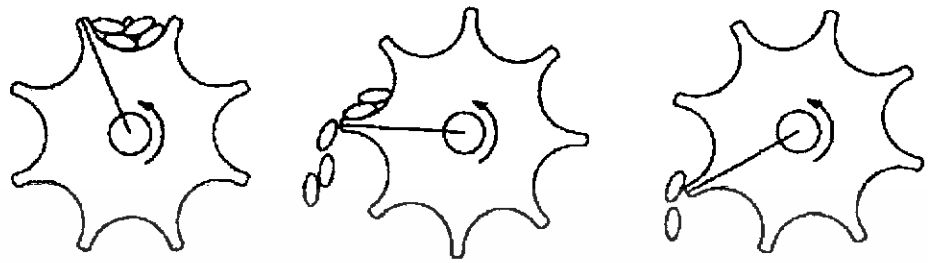
รูปที่ 2.11 ลักษณะการทำงานของลูกหยอดแบบทรงกระบอก

สำหรับการปลูกแบบแม่นยำเมล็ดทั้งหมดต่อ 1 หลุมต้องตกลงไปในร่องปลูกพร้อมกันทีเดียว ไม่มี การแตกต่างกันของเวลาในแต่ละเมล็ด ขณะที่ไหลผ่านท่อนำเมล็ดการชนกันของเมล็ดและชนท่อนำเมล็ดต้องน้อยที่สุด แต่ถึงแม้ว่าเราจะทำเงื่อนไขที่กล่าวมาแล้วทั้งหมดได้ ก็ยังอาจมีการเกิดการกระจายตัวของเมล็ดได้ขณะที่เมล็ดตกกระทบดิน จากการสังเกตอย่างใกล้ชิด พบว่า การเคลื่อนไหวของเมล็ดที่หล่นลงมาจากร่องพบตัวแปร 2 ตัวที่มีผลอย่างเห็นได้ชัดต่อการเกิดการกระจายของเมล็ด คือ

(1) จำนวนร่องบนลูกหยอด ถ้าจำนวนร่องมากเกินความจำเป็น ก็ยากที่จะควบคุมช่วงเวลาในการตกของเมล็ดแต่ละร่องดังนั้นจำนวนร่องที่เหมาะสมควรจะดูจากช่วงระยะห่างของแต่ละหลุมที่ต้องการ

(2) *รูปร่างของร่องถ้าร่องมีรูปร่างไม่เหมาะสำหรับการปล่อยเมล็ดพร้อมกันทีเดียว* ก็จะเกิดปัญหาเมล็ดค้างในร่องและตกไม่พร้อมกัน สามารถสังเกตเมล็ดที่อยู่ในร่องรูปครึ่งวงกลมว่าถูกแยกออกเป็น 2 ส่วน และตกในช่วงเวลาต่างกันเมื่ออุปกรณ์กำหนดจำนวนเมล็ดหมุนไปดังแสดงในรูปที่ 2.12 (เมล็ดกลุ่มที่1 เริ่มไหลและหล่นลงเมื่อร่องเอียงมากกว่ามุมกองพื้นของเมล็ด ขณะที่เมล็ดกลุ่มที่2 รอที่จะหล่นเมื่ออุปกรณ์กำหนดจำนวนเมล็ดหมุนไปแล้ว องค์ประกอบเนื่องจากน้ำหนักเมล็ดในทิศทางทำมุมสัมผัสกับ

ผิวของร่องนั้นมีค่ามากกว่า แรงเสียดทานของผิวร่องกับเมล็ด) เพื่อที่จะหลีกเลี่ยงการเกิดปัญหาการแตกเป็น 2 กลุ่มของเมล็ด ร่องหยอดควรปรับปรุงให้พื้นผิวของร่องส่วนใหญ่เป็นเส้นตรงมากกว่าเส้นโค้ง



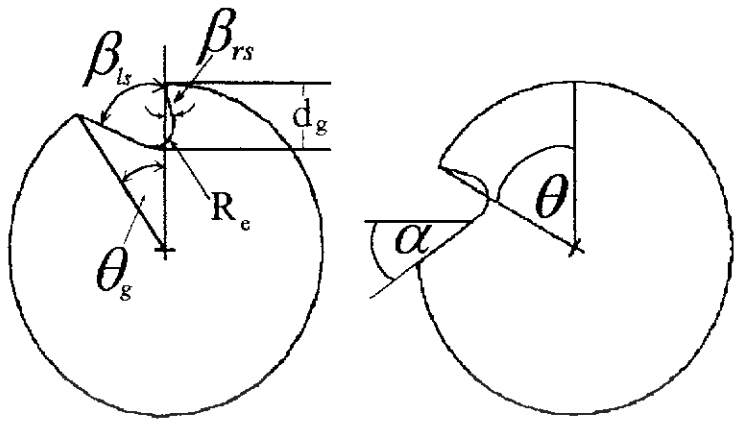
(a) Loading (b) Fall by repose angle (c) Fall by friction angle

รูปที่ 2.12 การตกของเมล็ดจากร่องหยอดรูปครึ่งวงกลม

ดังนั้นร่องหยอดรูปสามเหลี่ยมจึงถูกนำมาพิจารณาดังแสดงในรูปที่ 2.13 ว่าอาจจะปล่อยเมล็ดพร้อมกันทีเดียวได้ และเมล็ดควรจะถูกบรรจุลงไปในร่องตามปริมาณที่ต้องการเมื่อหมุนผ่านแปรงไปแล้ว โดยทั่วไปของมุมความชันของร่องต้องมากกว่าเพื่อจะได้เกิดการปล่อยเมล็ดแบบพร้อมกันทีเดียว มุมด้านซ้าย(β_L) ของร่องตามรูปที่ 2.13 ควรมีขนาดใหญ่เพื่อความชันของร่องที่ตำแหน่งหยอดเอียงมากพอที่จะหยอดเมล็ด อย่างไรก็ตามมุมทางด้านขวาของร่องควรจะเอียงเล็กน้อย โดยเอียงไปทางเดียงกับมุมทางด้านซ้ายของร่องเพื่อให้เมล็ดไหลลงไปในร่องได้ง่าย จำนวนเมล็ดที่ออกแบบไว้ขณะรับและถ่ายเทเมล็ด เป็นสิ่งสำคัญที่อุปกรณ์กำหนดจำนวนเมล็ดแบบทรงกระบอกต้องคำนึงถึง หลังจากที่ทำการเปรียบเทียบประสิทธิภาพการหยอดของร่องรูปครึ่งวงกลม กับ ร่องรูปสามเหลี่ยม ก็สามารถสรุปได้ว่าร่องแบบสามเหลี่ยมเหมาะที่จะนำไปใช้ออกแบบเครื่องปลูกแบบหลุมที่มีความแม่นยำ

วิธีการออกแบบอุปกรณ์กำหนดจำนวนเมล็ดแบบทรงกระบอก อุปกรณ์กำหนดจำนวนเมล็ดควรจะกำหนดปริมาณเมล็ดได้อย่างเที่ยงตรง ดังนั้นขนาดและรูปร่างของเมล็ดจึงจำเป็นต้องนำมาพิจารณา ในการออกแบบร่องในอุปกรณ์กำหนดจำนวนเมล็ดแบบทรงกระบอก โดยรูปร่างของเปลือกข้าว ข้าวบาเล่ย์ และข้าวสาลี เป็นรูปทรงวงรี ในขณะที่ ข้าวโพดและถั่ว เป็นทรงกลม อุปกรณ์กำหนดจำนวนเมล็ดแบบทรงกระบอกไม่เหมาะกับเมล็ดพืชที่ผอมและบาง

ในการออกแบบอุปกรณ์กำหนดจำนวนเมล็ดแบบทรงกระบอก ขนาดของร่องและจำนวนของร่องเป็นตัวแปรที่มีความสำคัญมาก ในการออกแบบขนาดของร่องพิจารณาโดยขนาดของเมล็ดและจำนวนของเมล็ดใน 1 หลุมมีสิ่งที่ต้องพิจารณาคือ ตัวแปรในการออกแบบรูปร่างของร่องหยอดมี 5 ค่าและตำแหน่งของอุปกรณ์กำหนดจำนวนเมล็ดเมื่อหมุนไป 2 ตำแหน่งดังแสดงในรูปที่2.13



(ก)ตัวแปรในการออกแบบร่องหยอด (ข)ตัวแปรในการกำหนดตำแหน่งหยอด

รูปที่ 2.13 รูปร่างของร่องหยอดรูปสามเหลี่ยม

d_g :เป็นความลึกของร่องหยอดซึ่งควรจะมากกว่าความยาวของเมล็ดเล็กน้อย เพราะเมื่อ d_g มีค่าน้อยกว่าแล้วพบว่าจะเกิดความเสียหายกับเมล็ด และทำให้ต้องใช้กำลังในการขับเพลาชุดหยอดมากขึ้น

θ_g :แทนมุมเปิดของร่องคือมุมระหว่างเส้นตรง 2 เส้นที่ต่อเนื่องกันคือเส้นที่ลากจากจุดเริ่มต้นไปที่จุดศูนย์กลางและเส้นที่ลากจากจุดปลายร่องหยอดไปที่จุดศูนย์กลาง มุมเปิดของร่องที่น้อยๆจะให้ความแม่นยำกว่า แต่ถ้าน้อยเกินไปก็จะทำให้ประสิทธิภาพการป้อนและการหยอดไม่ดี

β_{ls} :แทนมุมด้านซ้ายของร่องเป็นตัวแปรที่มีความสำคัญที่สุดสำหรับการออกแบบอุปกรณ์กำหนดจำนวนเมล็ดแบบทรงกระบอกของเครื่องปลูกแบบแม่นยำ เพราะมีผลกับการเกิดความคลาด เคลื่อนของเวลาระหว่างเมล็ดที่ปล่อยออกมาจากร่องหยอดพร้อมกันเวลาที่คลาดเคลื่อน จะลดลงเมื่อมุมด้านซ้ายของร่องมากขึ้น อย่างไรก็ตามเมื่อมุมด้านซ้ายของร่องยิ่งมากขึ้นร่องหยอดก็จะมีความจุลดลง ถ้า θ_g คงที่ ความเหมาะสมระหว่างความคลาดเคลื่อนของเวลากับความจุของร่องหยอด ควรใช้ประกอบพิจารณาในการออกแบบมุมด้านซ้ายของร่อง

β_{rs} :แทนมุมทางด้านขวาของร่อง เป็นมุมที่กำหนด ความจุของร่องหยอดและขบวนการถ่ายเมล็ดลงร่องหยอด มุมนี้ควรน้อยกว่า ถ้ามุมทางด้านขวาของร่องมากกว่าแล้ว การป้อนเมล็ดลงร่อง และการหยอดจะมีประสิทธิภาพต่ำ ถ้าต้องการให้เมล็ดถูกป้อนเข้าร่องหยอดได้สะดวก มุมทางด้านขวาต้องมีขนาดไม่ใหญ่มาก

R_e :แทนรัศมีของส่วนโค้งที่ก้นร่อง เหตุที่ก้นร่องต้องมีส่วนโค้งเพื่อป้องกันเมล็ดติดขัดหรือมีสิ่งอื่นๆมาติดก้นร่อง และรัศมีส่วนโค้งต้องใหญ่กว่าส่วนโค้งของผิวเมล็ด

ขั้นตอนในการออกแบบร่องหยอดสรุปเป็นข้อๆได้ดังนี้

(1) หา d_g จากขนาดของเมล็ด

(2) หา β_{ls} ใหญ่ที่สุดเท่าที่จะเป็นไปได้จากการกำหนด θ_g

(3) หา β_{rs} ที่เหมาะสม

(4) หา R_r ตามความกลมของเมล็ด

สามารถหาได้ในกรณีที่เมล็ดเป็นรูปวงรี ลักษณะการวางตัวในร่องหยอดของเมล็ดควรวางในทิศทางเดียว ดังนั้นเมล็ดจะหล่นไปตามทิศทางเดียวกันและพร้อมๆกัน การวิเคราะห์ความสัมพันธ์ของอุปกรณ์กำหนดจำนวนเมล็ดแบบทรงกระบอกกับตำแหน่งของร่องหยอดทั้ง 2 ที่เราใช้พิจารณาดูได้จากรูปที่ 2.13

θ คือระยะทางเชิงมุมของอุปกรณ์กำหนดจำนวนเมล็ดแบบทรงกระบอกที่วัดทวนเข็มนาฬิกา โดยวัดจากแกนตั้งมุมนี้ใช้เป็นตัวกำหนดตำแหน่งของร่องหยอดเมื่อเทียบกับแกนตั้ง α คือมุมความชันทางด้านซ้ายของร่องหยอดวัดจากแกนนอน ดังนั้นถ้าอุปกรณ์กำหนดจำนวนเมล็ดอยู่นิ่งมุม α สามารถอธิบายได้ดังนี้

$$\alpha = \theta + \beta_{r} - 90 \qquad (2.1)$$

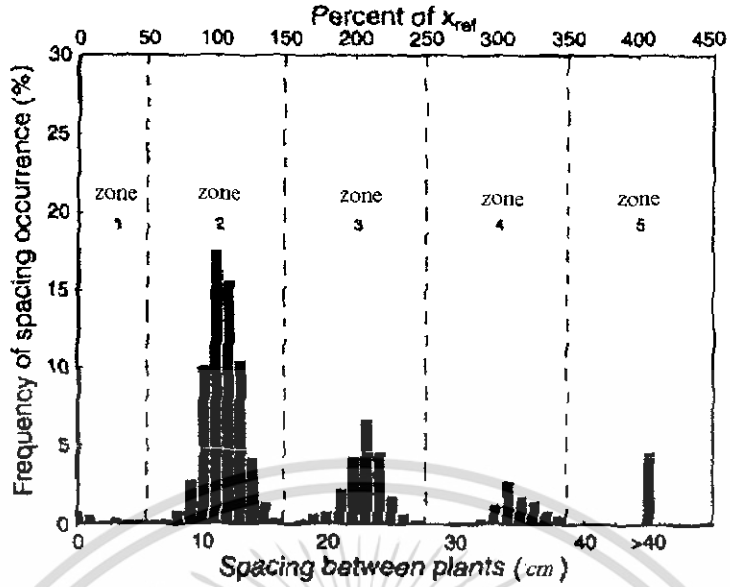
เมื่อ α มีค่าเท่ากับมุมเสียดทาน(ϕ_r) ระหว่างเมล็ดกับพื้นผิวในร่องมุมที่เมล็ดในร่องเริ่มไถลให้ θ_s เป็นตำแหน่งของร่องเมื่อเมล็ดเริ่มเคลื่อนที่ลงสามารถอธิบายได้ดังนี้

$$\theta_s = \phi_r - \beta_r + 90 \qquad (2.2)$$

จำนวนร่องในอุปกรณ์กำหนดจำนวนเมล็ดแบบทรงกระบอก มีอิทธิพลอย่างมากกับการกระจายตัวของเมล็ด ถ้ามีจำนวนร่องมากเกินไปก็เป็นการยากที่จะแยกกลุ่มของเมล็ดในแต่ละร่องหยอดออกเป็นหลุม การที่จะต้องลดจำนวนร่องหยอดความเร็วรอบลูกหยอดจะต้องเพิ่มขึ้นตาม เพื่อให้ระยะห่างระหว่างหลุมคงที่ อย่างไรก็ตามเมื่อความเร็วรอบสูงๆก็อาจเป็นสาเหตุทำให้เกิดความเสียหายกับเมล็ด และทำให้เวลาในการลำเลียงเมล็ดลงสู่ร่องหยอดไม่เพียงพอ ในการกำหนดระดับการกระจายของเมล็ด อัตราส่วนของมุมเปิดของร่องต่อ360องศา พื้นที่ผิวของลูกหยอดทรงกระบอกทั้งหมดต้องพิจารณา

2.4 การประเมินความแม่นยำของกลไกการหยอดของเครื่องปลูกเมล็ดเดี่ยวตามมาตรฐาน ISO 7256/1-1984 (Theoretical spacing, X_{ref})

เป็นวิธีการหนึ่งที่นำมาใช้พิจารณาความแม่นยำ โดยใช้กราฟแท่งของระยะระหว่างต้นซึ่งรูปแบบกราฟจะมีหลายลักษณะ ได้แก่ Large peakอยู่ใกล้กับระยะที่ต้องการ, Small peak หลายช่วงวางอยู่ที่ระยะต่างๆ และ กลุ่มกราฟที่แสดงระยะที่สั้นมากๆ และเนื่องจากการที่ลักษณะกราฟแต่ละอย่างมีความหมายต่างกัน จึงมีวิธีการที่ใช้ในการแปลความหมายจากกราฟแท่งมีรายละเอียดดังนี้



รูปที่ 2.14 การแบ่งกราฟแท่งออกเป็น 5 ช่วง

2.4.1 แบ่งช่วงกราฟออกเป็น 5ช่วงดังนี้

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

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

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

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

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

เมื่อ [b,a)หมายถึง ระยะที่มากกว่า a แต่ไม่นับรวม a จนถึง b นับรวม b ด้วยโดย X_{ref} เป็นระยะปลูกทางทฤษฎี

n_1 = จำนวนของระยะระหว่างต้นที่อยู่ใน Zone 1

n_2 = จำนวนของระยะระหว่างต้นที่อยู่ใน Zone 2

n_3 = จำนวนของระยะระหว่างต้นที่อยู่ใน Zone 3

n_4 = จำนวนของระยะระหว่างต้นที่อยู่ใน Zone 4

n_5 = จำนวนของระยะระหว่างต้นที่อยู่ใน Zone 5

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

2.4.2 การนำค่าที่ได้ไปแทนในสูตรต่างๆคือ

(1) ดัชนีแสดงคุณภาพการหยอด (Quality of feed index ,A) คือ ร้อยละของจำนวนของระยะห่างระหว่างต้นที่มากกว่า 0.5เท่า และไม่เกิน 1.5เท่าของระยะต้นทางทฤษฎี)อยู่ใน Zone 2 (เป็นตัววัดว่าเกิดระยะทางทฤษฎีบ่อยแค่ไหน

$$A = \frac{n_2}{N} \times 100 \qquad (2.3)$$

ดังนั้นค่า A ยิ่งมากแสดงว่าคุณภาพในการหยอดยิ่งสูง

(2) ดัชนีแสดงการหยอดหลายเมล็ด (Multiple index ,**D**) เป็นดัชนีบ่งบอกลักษณะการปลูกที่ชิดติดกัน)หยอดทีละหลายเมล็ด) คือ ร้อยละของจำนวนของระยะระหว่างต้นที่น้อยกว่าหรือเท่ากับครึ่งหนึ่งของระยะทางทฤษฎี

$$D = \frac{n_1}{N} \times 100 \qquad (2.4)$$

ดังนั้นถ้าค่า D น้อย แสดงว่าคุณภาพการหยอดมีสูง

(3) ดัชนีแสดงการเว้น (Miss index , **M**) ดัชนีการเว้นคือ ร้อยละของจำนวนของระยะระหว่างต้นที่มากกว่า 1.5เท่าของระยะทางทฤษฎี

$$M = \frac{n_3 + n_4 + n_5}{N} \times 100 \qquad (2.5)$$

ดังนั้นถ้าค่า M น้อยแสดงว่าคุณภาพการหยอดมีสูง

(4) ความแม่นยำในการหยอด (Precision,**C**) ความแม่นยำ เป็นดัชนีวัดความแปรปรวนของระยะห่างระหว่างต้น ซึ่งได้ผลกระทบจากการเกิดการลงหลายเมล็ด (Multiple) และการเว้น (Miss) ความแม่นยำเป็นสัมประสิทธิ์ของการแปรปรวนที่เกิดขึ้นในช่วงของระยะต้นที่ใกล้กับระยะทางทฤษฎี(Zone 2)

$$C = \frac{S_2}{X_{ref}} \times 100 \qquad (2.6)$$

โดย S_2 เป็นค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานของข้อมูลในช่วง Zone 2

ค่าความแม่นยำต่างจากค่าสัมประสิทธิ์การแปรปรวน (CV) ตรงที่ใช้ระยะทางทฤษฎีเป็นตัวหาร และการพิจารณาค่าความแม่นยำที่ยอมรับได้ในทางปฏิบัติต้องไม่เกิน ร้อยละ 29

บทที่ 3

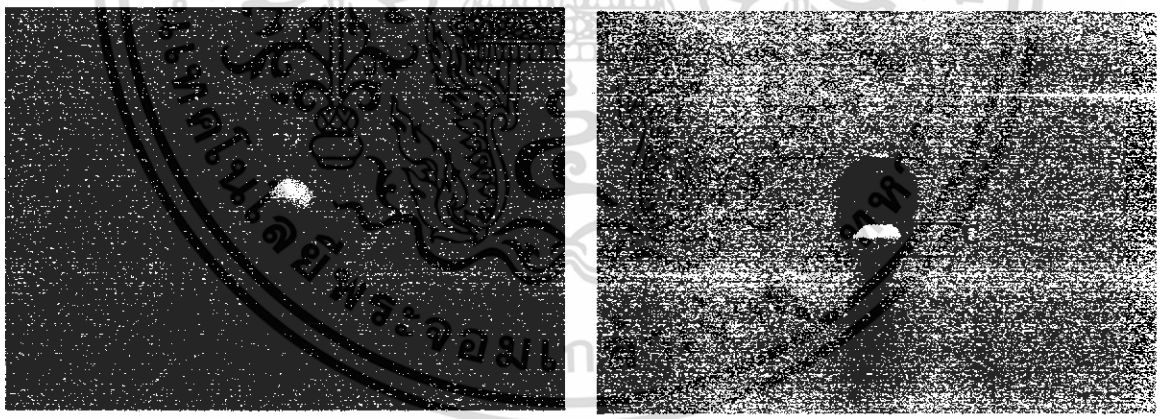
การออกแบบและสร้างชุดหยอดถั่วเหลืองฝักสด

3.1 ลักษณะทางกายภาพของถั่วเหลืองฝักสด

ในการวัดค่าลักษณะทางกายภาพของถั่วเหลืองฝักสดและหอมแดงประมาณตัวอย่างละ 200 เมล็ด ทำให้ได้ค่าเฉลี่ยลักษณะทางกายภาพของถั่วเหลืองฝักสดและหอมแดง ดังตารางที่ 3.1 และ รูปที่ 3.1

ตารางที่ 3.1 ขนาดของเมล็ดถั่วเหลืองฝักสด

	ขนาดเมล็ด (mm)			GMD (mm)
	a	b	c	
Max	12.00	9.96	9.05	9.87
Mean	10.00	8.98	7.59	8.82
Min	8.50	7.90	6.25	7.75



รูปที่ 3.1 ลักษณะทางกายภาพของถั่วเหลืองฝักสด

3.2 การออกแบบกะพ้อ

การออกแบบกะพ้อจะดูจากลักษณะทางกายภาพของเมล็ด เมื่อทำการหาขนาดโดยเฉลี่ยของพืชแล้ว ก็สามารถทำการกำหนดขนาดของกระพ้อเพื่อทำการทดสอบได้ดังตารางที่ 3.2

ตารางที่ 3.2 แสดงขนาดของกระพ้อของถั่วเหลืองฝักสด

กว้าง(มม.)	20.00
ยาว(มม.)	20.00
สูง(มม.)	14.00

การทำแบบสำหรับการสร้างกะพ้อ เมื่อทำการออกแบบขนาดกะพ้อสำหรับการหยอดเมล็ดทั้ง 2 ชนิด แล้วจะทำการสร้างแบบจำลองและสร้างแบบเพื่อทำการสร้างกะพ้อซึ่งจะทำจากอะคิลิก และในส่วนของแบบจำลองของกระพ้อจะทำจากกระดาษแข็งเพื่อที่จะทำการทดสอบการใช้งานดังรูปที่ 3.2

รูปที่ 3.2 แบบจำลองของกะพ้อที่ใช้ตักถั่วเลืองฝักสด

3.3 การออกแบบจำนวนแขนกะพ้อและความเร็วกะพ้อ

จากทฤษฎีของ I.H.Ryu และ K.U.Kim นำมาใช้ในการออกแบบอุปกรณ์กำหนดจำนวนเมล็ด ซึ่งเราสามารถใช้ในการกำหนดจำนวนหลุมของการหยอดของกลุ่มเมล็ดถั่วเหลืองฝักสด และหอมแดงได้ โดยให้มีระยะห่างเท่า ๆ กันในแต่ละหลุม แต่จากทฤษฎีการออกแบบร่องหยอดรูปสามเหลี่ยมนี้เมื่อนำไปสร้างและใช้งานจริงพบว่ายังมีปัญหาอยู่ จึงดัดแปลงให้ร่องหยอดแยกออกมาจากจานหยอดเป็นลักษณะกะพ้อลำเลียงแทนได้ลักษณะดังนี้

(ก) ลักษณะตัวลำเลียงจะเป็นแบบกะพ้อลำเลียงแยกออกมาจากจานหยอด

(ข) เปลี่ยนจากการลำเลียงแบบปล่อยให้ถั่วเหลืองฝักสดตกลงในร่องหยอด เป็นการลำเลียงถั่วเหลืองฝักสดแบบการตักเมล็ดถั่วเหลืองฝักสดแทน

3.3.1 หาจำนวนแขนของชุดหยอด

จากทฤษฎีของ Wilson J.M. คือ ให้ความเร็วเชิงเส้นของชุดหยอดเท่ากับความเร็วทางตรงของเครื่องปลูก

(1) จากการทดสอบรถไถเดินตามพบว่า ได้ ความเร็วใช้งาน 1.229 km./hr.

(2) กำหนดความเร็วรอบจานหยอด 30 - 50 rpm.

หารัศมีจานหยอด จาก $(V\times10^{3})/3600 = (2\pi n\, r)/60$

V = ความเร็วความเร็วเชิงเส้นทางตรง (km/hr)

r = รัศมีของชุดหยอด (m.)

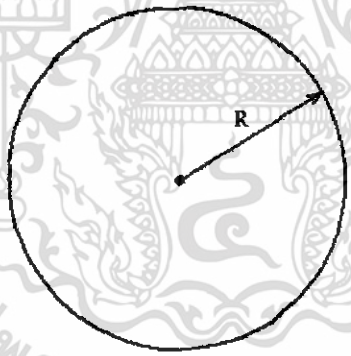
n = ความเร็วรอบของจานหยอด (rpm)

(3) กำหนด การลำเลียง 6 หลุม ในระยะทาง 1.5 m. จะได้ = 4916 หลุม/hr

จานหยอดหมุน = 40×60 = 2400 รอบ/hr

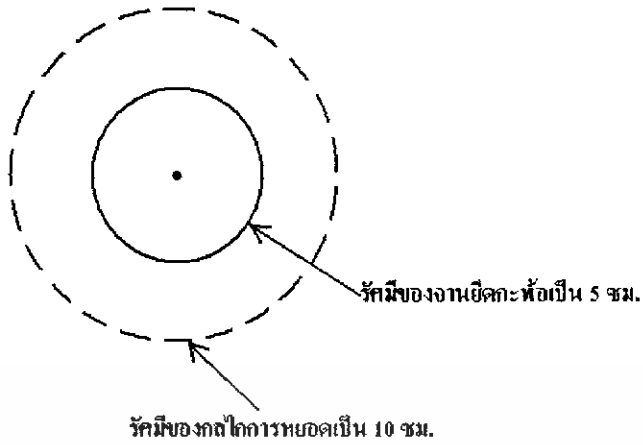
จะได้ 1 รอบจานหยอดจะมีปริมาณการหยอด = 2.048 ประมาณ 2 หลุม/รอบ

จะได้ว่า 1 จานหยอด มี แขน 2 แขนตามรูปที่ 3.3 ถึง รูปที่ 3.5

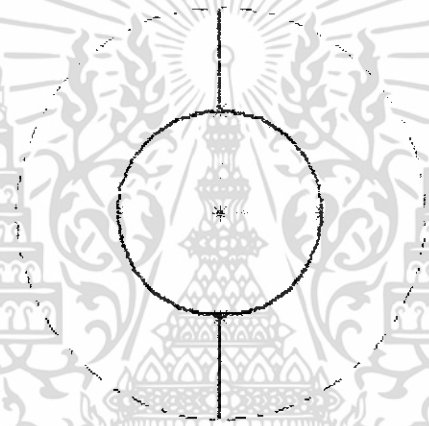


รัศมีของกลไกการหยอดเป็น 10 ซม.

รูปที่ 3.3 ขนาดกลไกจานกะพ้อให้ได้ความเร็วเชิงเส้นตามที่ออกแบบ



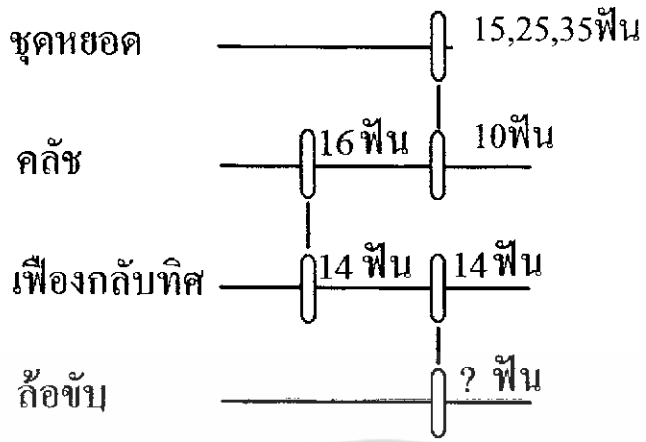
รูปที่ 3.4 กำหนดขนาดจานยึดกะพ้อและความยาวแขนกะพ้อ



รูปที่ 3.5 จำนวนแขนกะพ้อที่ติดตั้งบนจานยึดกะพ้อตามที่ออกแบบ

3.3.2 การคำนวณความเร็วรอบของกลไกชุดหยอด

การออกแบบการทดรอบในกลไกการทำงานของเครื่องปลูกโดยมีชุดเฟืองกลับทิศเพื่อเปลี่ยนทิศทางของกลไกการหยอดให้เป็นทิศทางตรงข้ามกับทิศทางของเครื่องปลูก และมีเพลาชุดคลัชเพื่อให้สามารถตัดต่อการทดรอบได้สะดวก ในส่วนของการกำหนดจำนวนฟันเฟืองในการทดรอบพิจารณาจาก ความเร็วทางตรงปกติของรถไถเดินตามขนาด 5แรงม้าพบว่ามีค่า 1.5กม/.ชม.คิดเป็นความเร็วรอบเพลาล้อขับ 22.1รอบต่อนาที ส่วนความเร็วรอบในการทำงานของชุดหยอดที่เหมาะสมเท่ากับ 40รอบต่อนาที แล้วจึงทดรอบดังรูปที่ 3.20 เพื่อให้ความเร็วรอบล้อขับสัมพันธ์กับความเร็วรอบชุดหยอดตามเงื่อนไขดังกล่าว



รูปที่ 3.6 แสดงภาพการต่อเฟืองทดรอบ

สามารถคำนวณความเร็วรอบของกลไกชุดหยอดดังนี้

กำหนดค่าต่าง ๆ ดังนี้

ความเร็วทางทฤษฎีอยู่ในช่วง 1.5 – 3.5 กม/.ชม.

ร้อยละการลื่นไถล = 10 (จากรางทราย)

ความเร็วรอบออกแบบ = 0.9×ความเร็วทางทฤษฎี

ความเร็วรอบล้อขับ = (ความเร็วรอบออกแบบ×1000/60)/(2×3.1416×r) , r = 16.75 cm.

ความเร็วรอบจากชุดกลับทิศ = ความเร็วรอบล้อขับ× (32/14)

เมื่อใช้ล้อเหล็กเป็นล้อขับจะใช้เฟืองขนาด 32 ฟัน จะได้ผลของความเร็วรอบของชุดหยอด ดังตารางที่ 3.3

ตารางที่ 3.3 แสดงผลการคำนวณ

ความเร็วทางทฤษฎี (km/hr)	ความเร็วในการออกแบบ (km/hr)	ล้อเหล็กรัศมี 16.75 ซม.			
		รอบล้อขับ rpm	รอบเฟืองกลับทิศ rpm	รอบคลัช rpm	รอบชุดหยอด rpm
1.5	1.350	21.388	48.886	55.870	37.247
2.5	2.250	35.646	81.477	93.117	37.247
3.5	3.150	49.905	114.068	130.364	37.247

บทที่ 4

การทดลองและผลการทดลอง

เมื่อได้ทำการออกแบบและสร้างเครื่องปลูกถั่วเหลืองฝักสดแล้ว ในบทนี้จะกล่าวถึงการทดลองและการวิเคราะห์ผลการทดลอง เพื่อประเมินผลหาประสิทธิภาพของเครื่องปลูก โดยมีขั้นตอนการดำเนินงานดังนี้

4.1 ทดสอบหารูปแบบการลำเลียงที่เหมาะสม

4.1.1 จุดประสงค์การทดลอง

(1) เพื่อหารูปแบบชุดหยอดเพื่อทำให้การลำเลียงถั่วเหลืองฝักสดเป็นไปตามปริมาณการหยอดและระยะห่างระหว่างหลุมที่ได้คำนวณไว้ตามทฤษฎี

(2) เพื่อหาความเร็วรอบและมุมตักที่เหมาะสมในการลำเลียงถั่วเหลืองฝักสด

4.1.2 อุปกรณ์และเครื่องมือ

(1) ชุดทดสอบประกอบด้วย ถังบรรจุและอุปกรณ์ลำเลียงกลีบกระเทียม

(2) มอเตอร์

(3) อินเวอร์เตอร์

(4) นาฬิกาจับเวลา

(5) เมล็ดถั่วเหลืองฝักสด

4.1.3 วิธีการทดลอง

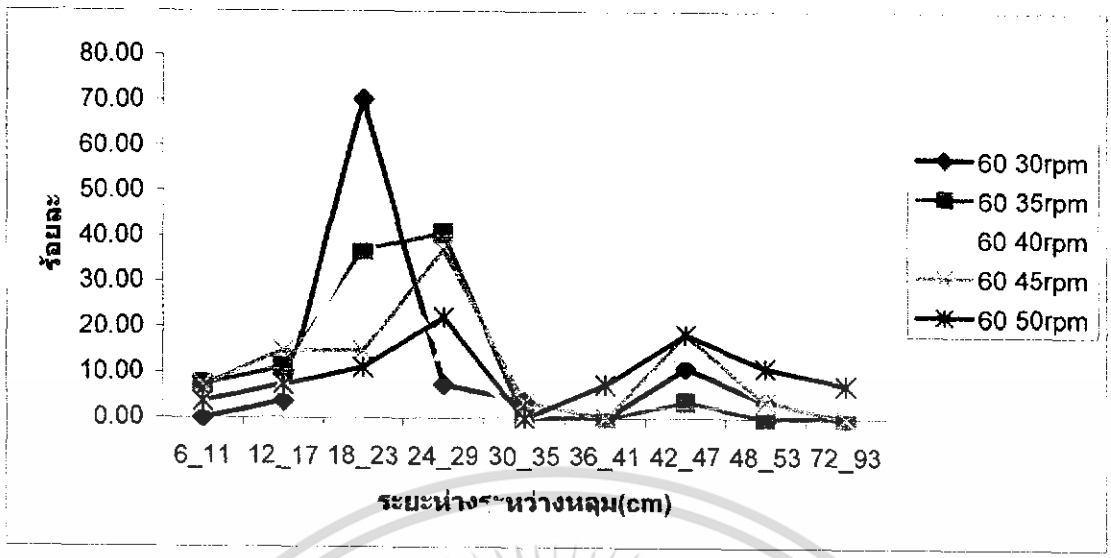
(1) ทดสอบรูปแบบของการลำเลียงทั้ง 3 แบบได้แก่

- แบบกะพ้อที่มีมุมตัก 80 องศาทำกับแขนของจานหยอด
- แบบกะพ้อที่มีมุมตัก 70 องศาทำกับแขนของจานหยอด
- แบบกะพ้อที่มีมุมตัก 60 องศาทำกับแขนของจานหยอด

(2) ทดสอบในช่วงความเร็วรอบ 30 ถึง 50 rpm

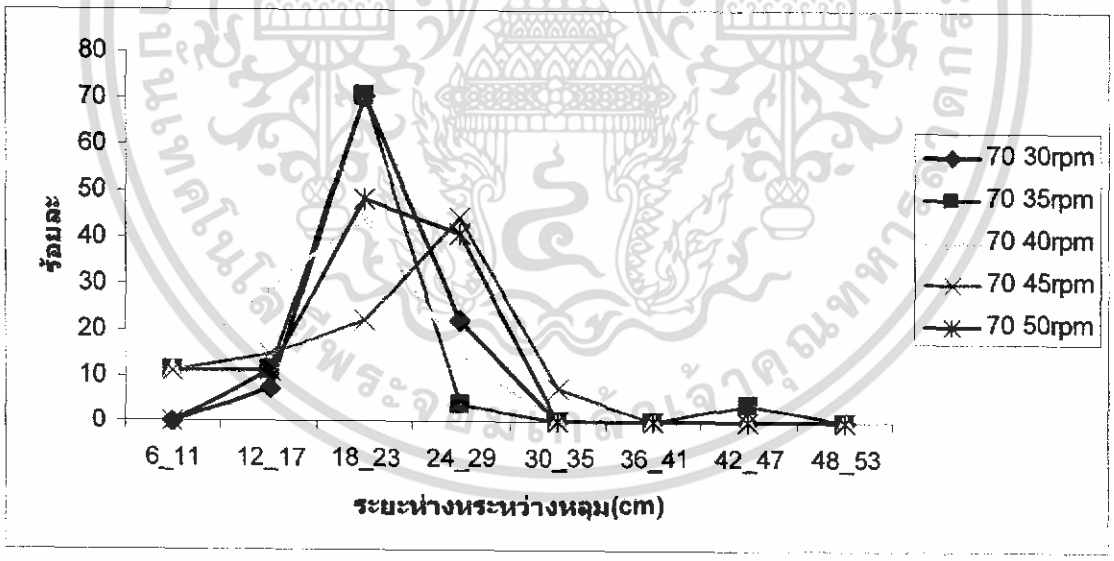
4.1.4 ผลการทดลอง

ผลการทดลองที่ได้เป็นไปดังรูปที่ 4.1 ถึงรูปที่ 4.3



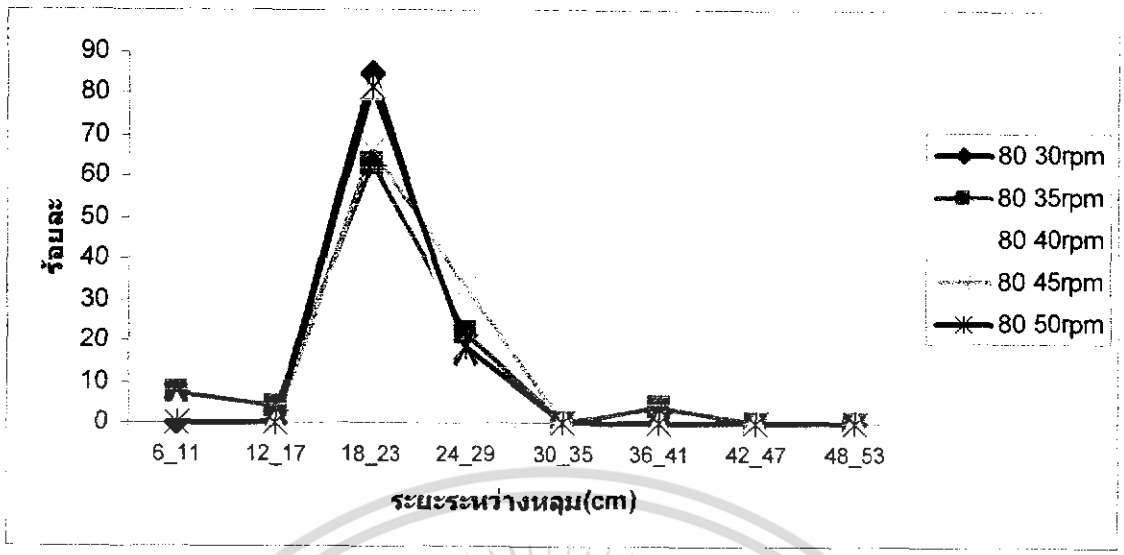
รูปที่ 4.1 กราฟแสดงร้อยละระยะห่างระหว่างหลุม

ที่มุมกะพ้อ 60 องศา ความเร็วรอบชุดหยอด 30-50 rpm



รูปที่ 4.2 กราฟแสดงร้อยละระยะห่างระหว่างหลุม

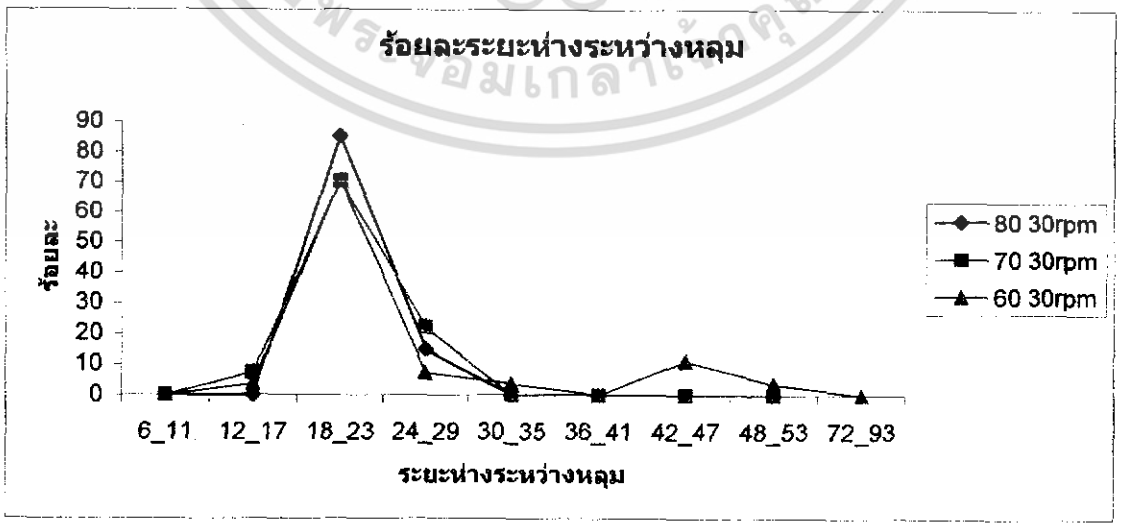
ที่มุมกะพ้อ 70 องศา ความเร็วรอบชุดหยอด 30-50 rpm



รูปที่ 4.3 กราฟแสดงร้อยละระยะห่างระหว่างหลุม

ที่มุมกะพ้อ 80 องศา ความเร็วรอบชุดหยอด 30-50 rpm

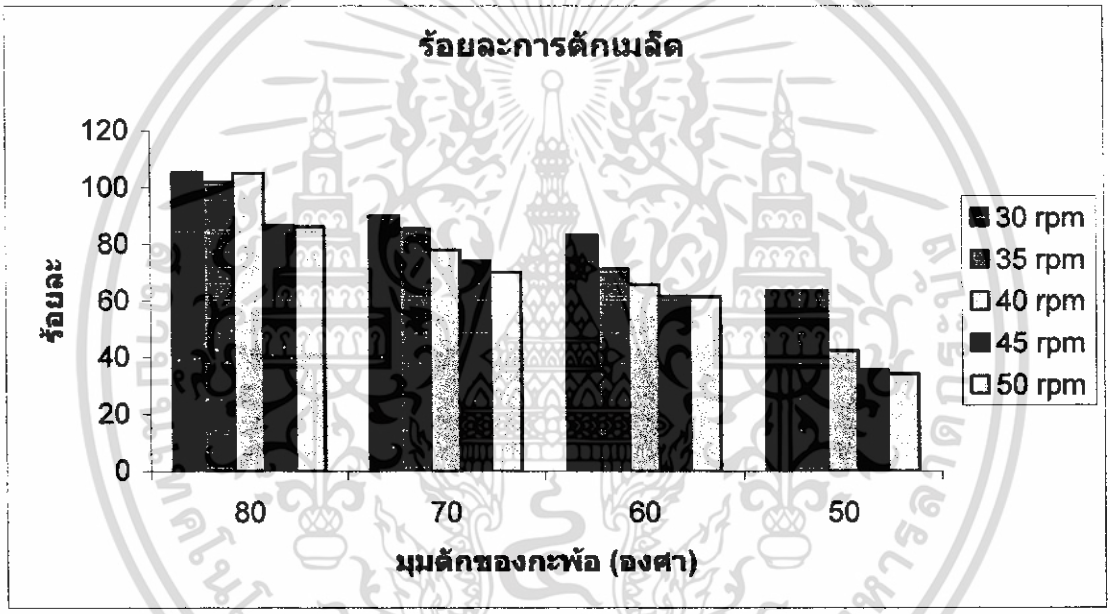
จากการทดสอบที่ความเร็วชุดหยอด 30 ถึง 50 rpm ทำให้สามารถทราบความเร็วที่เหมาะสมกับการหยอด คือ ที่ความเร็ว 30 rpm เนื่องจากประหยัดเชื้อเพลิงในการทำงานแล้วยังไม่มีผลกระทบเนื่องจากการสั่นสะเทือนของมอเตอร์ด้วย และเนื่องจากเป็นความเร็วรอบที่ต่ำจึงไม่ก่อให้เกิดการเสียหายของเมล็ด และเมื่อสังเกตร้อยละการตักเมื่อเทียบกับการเปลี่ยนแปลงของมุมตักของกระพ้อจะเห็นว่าที่มุม 80 องศา มีประสิทธภาพการตักมากที่สุดโดยที่ 80 องศา ความเร็วรอบ 30 rpm มีประสิทธิภาพในการตักถึงร้อยละ 85.19 และเมื่อนำมาเปรียบเทียบกับมุมตัก 60 และ 70 องศา ก็จะเป็นไปตามรูปที่ 4.4



รูปที่ 4.4 กราฟแสดงการเปรียบเทียบที่ความเร็ว 30 rpm

4.1.5 สรุปผลการทดลอง

เมื่อพิจารณาจากรูปที่ 4.1-4.3 จะเห็นว่า แบบกะพ้อลำเลียงที่มีมุมตัก 60-80 องศาที่ความเร็ว 30 rpm จะมีความเหมาะสมที่ให้ระยะหยอดของถั่วเหลืองฝักสดที่ต้องการที่ระยะ 18-23 cm. จากรูปที่ 4.4 เมื่อทดสอบหาระยะหยอดของถั่วเหลืองฝักสดที่ความเร็ว 30 rpm โดยมีมุมตัก 60-80 องศา จะได้มุมตักที่มีความเหมาะสมกับระยะหยอดที่มีมุมตัก 80 องศา จากรูปที่ 4.5 เป็นการหาเปอร์เซ็นการตักที่มุมตัก50-80 องศาที่ความเร็ว 30-50 rpm โดยที่มุม 80 องศา จะมีเปอร์เซ็นการตักที่มีประสิทธิภาพ จากผลการทดลองบนสายพานทำให้สามารถสรุปได้ว่ามุมตักของกะพ้อและความเร็วของชุดหยอดที่มีความเหมาะสมกับระยะหยอดของถั่วเหลืองฝักสดที่ระยะ 18-23 cm. ได้ที่มุมตัก 80 องศาและความเร็วของชุดหยอด 30 rpm



รูปที่ 4.5 แสดงร้อยละการตักของกระพ้อ

4.2 ทดสอบการใช้งานเครื่องปลูกในห้องปฏิบัติการเพื่อหาอัตราการหยอด

4.2.1 จุดประสงค์การทดลอง

(1) เพื่อหาอัตราการหยอดของเครื่องปลูก

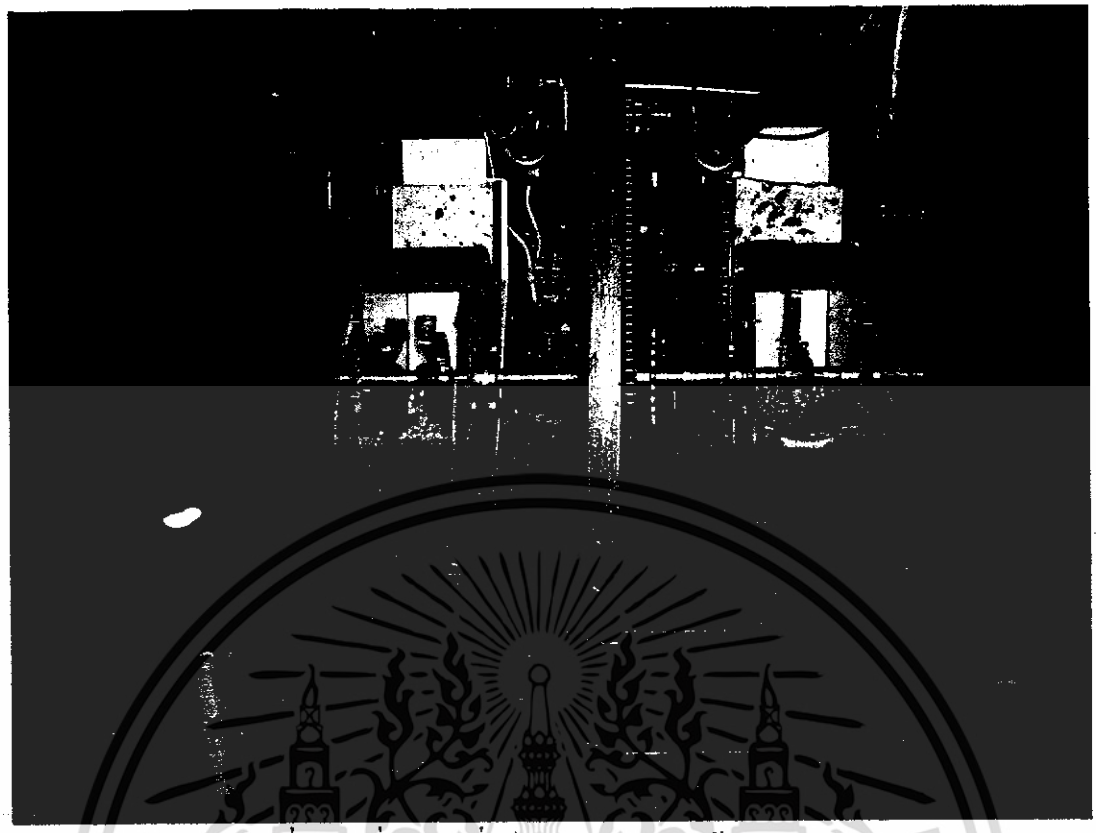
4.2.2 อุปกรณ์และเครื่องมือ

(1) เครื่องปลูกถั่วเหลืองที่สร้างขึ้นดังรูปที่ 4.6 ถึงรูปที่ 4.7

(2) อินเวอร์เตอร์

(3) นาฬิกาจับเวลา

(4) เมล็ดถั่วเหลืองฝักสด



รูปที่ 4.6 เครื่องปลูกที่ใช้ในการทดลองหาร้อยละการตัก

รูปที่ 4.7 เครื่องปลูกถั่วเหลืองที่สร้างขึ้น

4.2.3 วิธีการทดลอง

(1) ใช้ความเร็วรอบของเครื่อง 1100 รอบ หรือที่ความเร็ว 1.5 km/hr

(2) ใช้ความเร็วรอบชุดหยอดอยู่ในช่วง 30 rpm

4.2.4 ผลการทดลอง

จากการทดลองได้ผลดังตารางที่ 4.1 ซึ่งจะเห็นว่าการตักเมล็ดถั่วเหลืองของกระพ้อนั้นอยู่ในเกณฑ์ตามทฤษฎี และเมื่อเปรียบเทียบจากค่าเฉลี่ยในช่วงของทฤษฎีคือ 135 เมล็ด คิดเป็น 100 % ก็พบว่าค่าที่ได้มีความแตกต่างจากค่าเฉลี่ยไม่เกิน 7 % ซึ่งอยู่ในเกณฑ์ตามมาตรฐาน

ตารางที่ 4.1 ผลของจำนวนเมล็ดที่จำนวนเมล็ดเต็มถัง 1/2ของถัง และ1/5ของถัง

หน่วย : เมล็ด

		เต็มถัง		1/2ของถัง		1/5ของถัง	
ครั้งที่	ทฤษฎี	ซ้าย	ขวา	ซ้าย	ขวา	ซ้าย	ขวา
1	120-150	130	135	120	123	127	132
2	120-150	136	129	118	116	125	128
3	120-150	132	134	122	128	131	126

4.3 ทดสอบการใช้งานเครื่องปลูกในห้องปฏิบัติการบนรางดิน

4.3.1 จุดประสงค์การทดลอง

(1) เพื่อหาระยะห่างระหว่างหลุม

(2) เพื่อหาความเร็วทางตรงในการใช้งาน , ร้อยละการลื่นไถล และร้อยละความชื้นดิน

4.3.2 อุปกรณ์และเครื่องมือ

(1) เครื่องปลูกถั่วเหลือง

(2) นาฬิกาจับเวลา

(3) รางดินในห้องปฏิบัติการ (ดินเป็นลักษณะดินทราย)

(4) ตลับเมตร

4.3.3 วิธีการทดลอง

(1) นำเครื่องปลูกที่สร้างวิ่งบนรางทรายที่ความเร็ว 1100 rpm

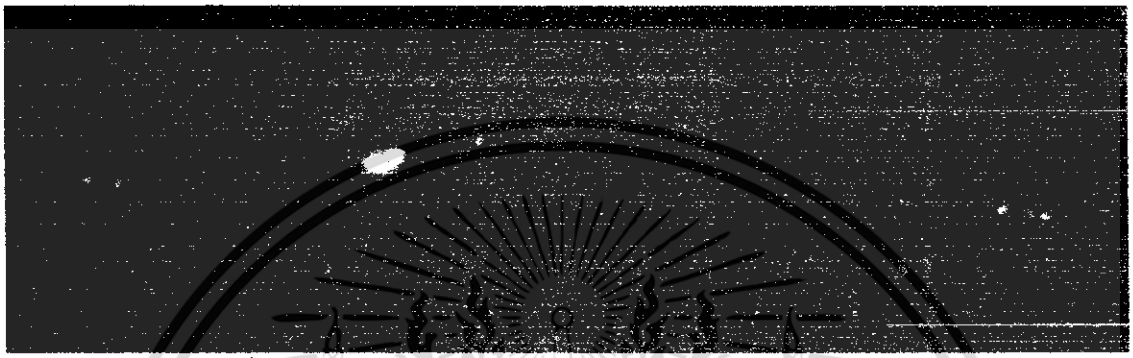
(2) วัดระยะห่างระหว่างเมล็ดและจำนวนเมล็ดต่อหลุม

(3) วัดความชื้นของดิน(MC)

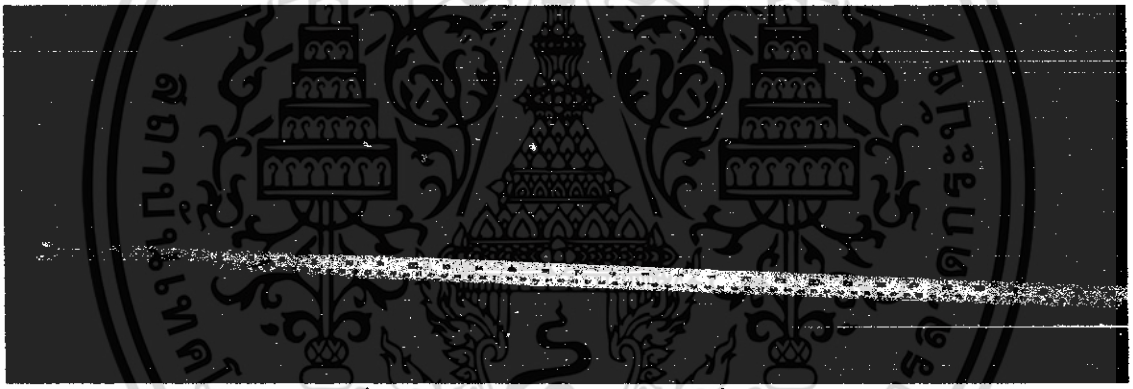
(4) วัดระยะทางในการวิ่งพร้อมทั้งจับเวลาเพื่อหาร้อยละการลื่นไถล

4.3.4 ผลการทดลอง

จากการทดลองบนรางดินเราพบปัญหาว่า การหยอดเมล็ดถั่วเหลืองไม่เป็นไปตามเครื่องต้นแบบที่เราทำการทดลองกับสายพาน ได้แก่ ระยะห่างระหว่างเมล็ดไม่เป็นไปตามทฤษฎีดังรูปที่ 4.8 และเมล็ดที่หยอดออกมาก็ไม่ได้ปริมาณตามที่ต้องการ ดังรูปที่ 4.9 ซึ่งทำให้ไม่สามารถวิเคราะห์ผลการทดลองได้อย่างมีประสิทธิภาพ และไม่สามารถวัดระยะห่างระหว่างหลุมได้อย่างแม่นยำ ซึ่งผลการทดลองที่ได้ เป็นไปดังตารางที่ 4.2



รูปที่ 4.8 แสดงระยะห่างระหว่างหลุมที่ทำการทดลองบนรางทราย



รูปที่ 4.9 แสดงการโรยตัวของเมล็ดถั่วเหลือง

ตารางที่ 4.2 ผลการทดลองหาระยะการวางตัวของถั่วเหลืองฝักสดในรางดิน

ความเร็วรอบ	ความเร็วรอบชุดหยอด(rpm)	ความเร็วทางตรง (km/h)	ร้อยละการลื่นไถล (%)	ระยะการวางตัวเฉลี่ย (cm)
เกียร์ 1, ที่ 1100 rpm	30	1.35	10.18	37.21
ร้อยละความชื้นดิน (dry basis)	3.5			

4.4 ทดสอบการใช้งานเครื่องปลูกในแปลงภาควิชาวิศวกรรมเกษตร

4.4.1 จุดประสงค์การทดลอง

(1) เพื่อหาอัตราการหยอด

(2) เพื่อหา ความเร็วทางตรง และร้อยละการลื่นไถล รวมถึงประสิทธิภาพของเครื่อง

4.4.2 อุปกรณ์และเครื่องมือ

(1) เครื่องปลูกถั่วเหลือง

(2) นาฬิกาจับเวลา

(3) แปลงภาควิชาวิศวกรรมเกษตร

(4) ตลับเมตร

4.4.3 วิธีการทดลอง

(1) นำเครื่องปลูกที่สร้างวิ่งบนรางทรายที่ความเร็ว 1100 rpm และ 1700 rpm

(2) วัดระยะห่างระหว่างเมล็ดและจำนวนเมล็ดต่อหลุม

(3) วัดความชื้นของดิน (MC)

(4) วัดระยะทางในการวิ่งพร้อมทั้งจับเวลาเพื่อหาร้อยละการลื่นไถล

(5) วัดขนาดเม็ดดินเฉลี่ย (MMD)

4.4.4 ผลการทดลอง

การทดลองในแปลงภาควิชาก็เพื่อหาอัตราการหยอดในแปลงปลูกจริงโดยเทียบกับทฤษฎี เมื่อได้ทำการทดลองผลการทดลองก็เป็นไปตามตารางที่ 4.3 ส่วนปริมาณการหยอดของเมล็ดเป็นไปดังตารางที่ 4.4 และ 4.5

ตารางที่ 4.3 ผลการทดลองหาระยะการวางของถั่วเหลืองฝักสดในแปลงภาควิชา

ความเร็วรอบ	ความเร็วรอบชุดหยอด (rpm)	ความเร็วทางตรง (km/h)	ร้อยละการลื่นไถล	ระยะวางตัวเฉลี่ย(cm)
เกียร์ 1, ที่ 1100 rpm	30	1.56	5.06	-
เกียร์ 1, ที่ 1700 rpm	30	2.41	3.29	-
ร้อยละความชื้นดิน (%)	2.13			
ชนิดดิน	ดินร่วนปนทราย			
ขนาดก้อนดิน (MMD),(mm)	11.93			
ค่าความแข็งดิน (cone index)	ระดับ 5 -25 cm = 240-880 N/cm^2			

ตารางที่ 4.4 ผลการทดลองหาอัตราการหยอดในแปลงภาควิชาที่ความเร็ว 1.5 km/hr

หน่วย : เมล็ด/30วินาที

ครั้งที่	ทฤษฎี	เต็มถัง		ครึ่งถัง		1/5ของถัง	
		ซ้าย	ขวา	ซ้าย	ขวา	ซ้าย	ขวา
1	120-150	198	190	153	210	129	134
2	120-150	178	194	169	178	133	132
3	120-150	157	165	173	200	130	128

ตารางที่ 4.5 ผลการทดลองหาอัตราการหยอดในแปลงภาควิชาที่ความเร็ว 2.5 km/hr

หน่วย : เมล็ด/30วินาที

ครั้งที่	ทฤษฎี	เต็มถัง		ครึ่งถัง		1/5ของถัง	
		ซ้าย	ขวา	ซ้าย	ขวา	ซ้าย	ขวา
1	120-150	47	43	64	121	29	40
2	120-150	89	74	76	114	22	40
3	120-150	65	58	73	116	23	37

4.4.5 สรุปผลการทดลอง

จากผลการทดลองจะเห็นว่า ที่เกียร์ 1, ที่ 1100 rpm มีอัตราการหยอดดังตารางที่ 4.4 มีอัตราการหยอดที่ไม่แน่นอน ซึ่งเมื่อความเร็วทางตรงเพิ่มขึ้นร้อยละการลื่นไถลกลับลดลง เนื่องจากก้อนดินมีขนาดใหญ่ไม่สม่ำเสมอกัน และจากรูปที่ 4.10 และ 4.11 แสดงให้เห็นว่า ดิน มีความแข็งและมีลักษณะแห้ง โดยมีลักษณะเป็นดินร่วนปนทราย

รูปที่ 4.10 แสดงทดสอบการใช้งานเครื่องปลูกในแปลงภาควิชา

รูปที่ 4.11 พื้นที่แปลงภาควิชาที่ใช้ทำการทดลอง

บทที่5

สรุปผลการทดลองและวิจารณ์ผลการทดลอง

จากการศึกษาที่ผ่านมา ตั้งแต่การเริ่มต้นศึกษากลไกของเครื่องปลูกกระเทียมจนถึงขั้นตอนการพัฒนาและออกแบบ เพื่อให้สามารถทำการหยอดถั่วเหลืองฝักสดได้จริงนั้น ผ่านขั้นตอนและกระบวนการต่างๆมากมาย กว่าจะออกมาเป็นต้นแบบเครื่องปลูกกระเทียมที่สามารถปลูกพืชชนิดอื่นได้แบบกลไกจานหยอดกะพ้อติดตั้งบนรถไถเดินตามขนาด 5 แรงม้า ดังนั้นเพื่อให้ง่ายต่อการสรุปสาระสำคัญ ผู้วิจัยจะขอสรุปตามวัตถุประสงค์ที่ได้กล่าวไว้ในบทที่ 1 ดังนี้

5.1 การออกแบบกลไกที่ใช้ในเครื่องปลูก

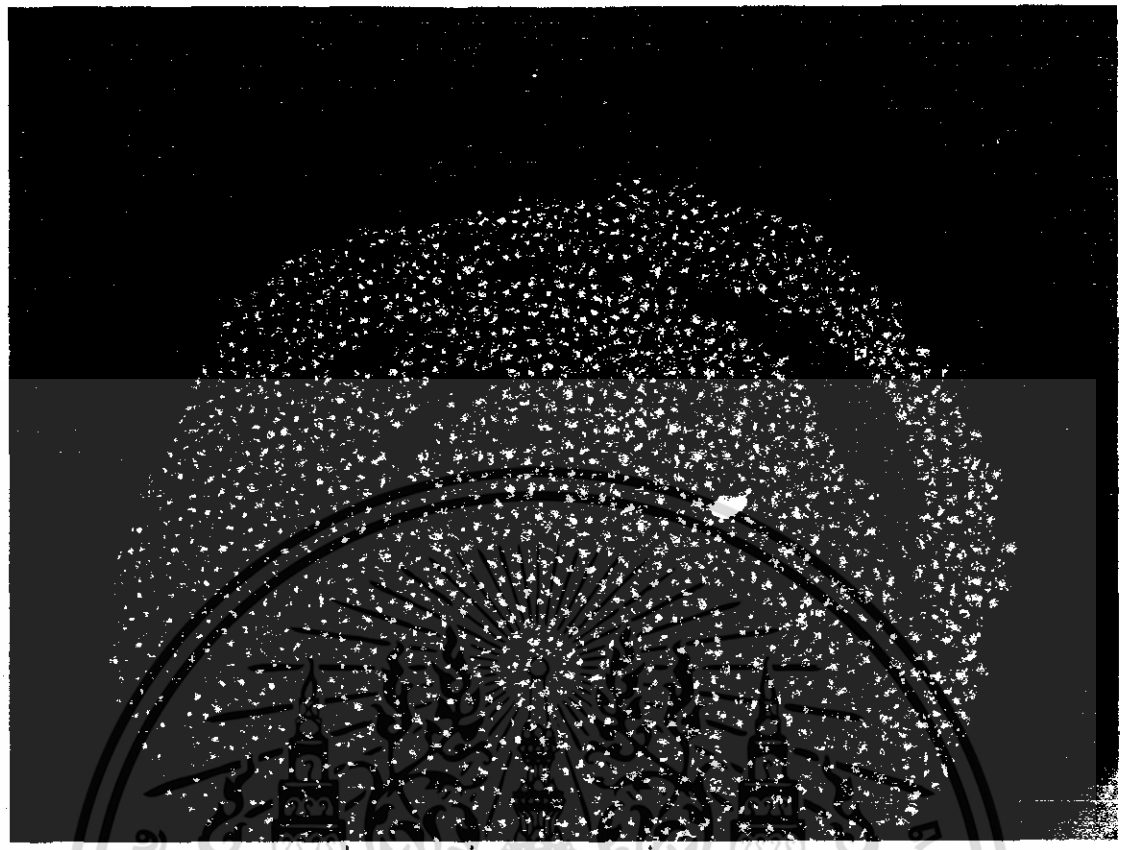
5.1.1 การทำงานของกลไกการหยอด

ลักษณะการทำงานของกลไกการหยอด ในเครื่องปลูกขนาด 2 แถว ใช้กลไกแบบจานกะพ้อในการลำเลียงถั่วเหลืองฝักสดทีละ 4-5 เมล็ด จากด้านล่างของถังบรรจุหมุนขึ้นมาจนถึงจุดปล่อย ซึ่งตำแหน่งในการปล่อยถูกออกแบบมาให้สัมพันธ์กับมุมเสียดทานของเมล็ดพันธุ์กับผิววัสดุ แล้วเมล็ดพันธุ์จะถูกปล่อยด้วยแรงเหวี่ยง เข้าไปสู่รางเอียง แล้วไหลผ่านกรวยรับ เพื่อนำถั่วเหลืองฝักสดไหลลงสู่ท่อนำเมล็ดเพื่อไปวางตัวอยู่บนร่องหยอด ให้มีระยะห่างระหว่างเมล็ด 20 ซ.ม. จากกระบวนการหยอดที่ได้อธิบายไปแล้วจะพบว่า กลไกหลักที่ใช้ในการหยอดมีเพียง จานหยอด(แบบจานกะพ้อ) และถังบรรจุเท่านั้น ลักษณะการทำงานก็เป็นการหมุนในทิศทางตรงกันข้ามกับการเคลื่อนที่ของเครื่องปลูก ทำการทดรอบโดยใช้เฟืองโซ่ ที่ประยุกต์จากอะไหล่เก่าของรถจักรยานยนต์ ดังนั้นจะเห็นได้ว่ากลการทำงานของเครื่องปลูกกระเทียมนั้นง่ายมาก สามารถซ่อมแซมและบำรุงรักษาไม่ยาก

5.1.2 การใช้งานเครื่องปลูก

การปลูกโดยใช้เครื่องปลูกนั้นมีขั้นตอนแนะนำดังนี้

(1) การเตรียมเมล็ดก่อนการปลูก ก่อนการทำการปลูกต้องทำการคลุกเมล็ดถั่วเหลืองฝักสดด้วยน้ำมันและไรโซเบียม ดังรูปที่ 5.1 เพื่อเพิ่มประสิทธิภาพการงอกของเมล็ดถั่วเหลืองฝักสด



รูปที่ 5.1 เมล็ดถั่วเหลืองฝักสดที่คลุกไรโซเบียม

(2) การปลูก ความเร็วที่เหมาะสม ในการใช้งานเครื่องปลูกขนาด 2 แถว โดยใช้รอบเครื่องยนต์ที่ 1100 และ 1700 รอบต่อนาที (ประมาณ 80% ของความเร็วรอบสูงสุด) โดยปรับตัวเปิดร่องให้กินดินลึก 3 ซ.ม. ดังรูปที่ 5.2 ส่วนอุปกรณ์ที่ใช้กลบร่องแนะนำให้ใช้ตัวกลบแบบใบกวาด

รูปที่ 5.2 ตัวเปิดร่องที่ใช้กับเครื่องปลูก

5.2 สร้างเครื่องปลูกที่มีประสิทธิภาพในการใช้งาน

ในขั้นตอนการพัฒนาต้นแบบเครื่องปลูก ให้ได้ใกล้เคียงมากที่สุดเท่าที่จะทำได้ จนสามารถสร้างเป็นต้นแบบเครื่องปลูกขนาด 2 แถว แล้วจึงได้นำมาทดสอบประสิทธิภาพการทำงานทั้งในห้องปฏิบัติการและในแปลงทดลอง สามารถสรุปผลการทดสอบ

5.2.1 การทดสอบความแปรผันระหว่างแถว

เกณฑ์ในการพิจารณา " น้ำหนักของเมล็ดตลอดระยะทาง 80 เมตรในแต่ละแถวมาเปรียบเทียบจะได้ค่าความแตกต่างจากค่าเฉลี่ยไม่เกิน±ร้อยละ7" โดยการทดสอบจะทำการทดสอบทั้งในห้องทดลองในภาควิชาและแปลงภาควิชา

ตารางที่ 5.1 การพิจารณาการทดสอบความแปรผันระหว่างแถวของเครื่องปลูก

การทดลอง	ค่าร้อยละความแตกต่างจากค่าเฉลี่ย	
	แถว1	แถว2
ความเร็วที่เหมาะสม (เครื่องเปล่า)		
รอบเครื่อง 1100 rpm	0.75-2.4	0.75-2.4
รอบเครื่อง 1700 rpm	-	-
การพิจารณา	ผ่าน	ผ่าน
ความเร็วที่เหมาะสม(แปลงภาค)		
รอบเครื่อง 1100 rpm	1.5-46	0.7-55
รอบเครื่อง 1700 rpm	34-83	10-72
การพิจารณา	ไม่ผ่าน	ไม่ผ่าน

5.3 สร้างเครื่องปลูกที่สามารถทำการปลูกได้อย่างแม่นยำ

คือทำการหยอดเมล็ดพันธุ์ให้มีระยะห่างระหว่างเมล็ด 20 ซม. และ ระยะห่างระหว่างแถว 40 ซม.เพื่อเพิ่มความสามารถในการทำงานให้เกษตรกร ช่วยลดค่าใช้จ่ายในการจ้างแรงงานและเป็นการเพิ่มรายได้ จึงทำการพัฒนาได้เป็นกลไกแบบกะพ้อลำเลียง และหลังจากนั้นก็ได้พัฒนาโดยมุ่งความสนใจมาที่ความแม่นยำของกลไกการหยอดจนได้มาเป็นกลไกแบบจานกะพ้อที่กะพ้อทำมา

จากพลาสติก และในขั้นตอนของการพัฒนานี้ก็ได้ทำการทดสอบและปรับปรุงจนได้ลักษณะของกลไกที่สามารถทำการหยอดได้ดังจะพิจารณาได้จากผลการทดลองต่อไปนี้

5.4 ข้อเสนอแนะในการปรับปรุงเครื่องปลูก

ในการพัฒนาเครื่องปลูก จนสามารถสร้างเป็นต้นแบบเครื่องปลูกขนาด 2 แถวที่สามารถใช้งานได้นั้น ต้องยอมรับว่าสำหรับเครื่องต้นแบบในปัจจุบันเมื่อเปรียบเทียบความสามารถในด้านความแม่นยำในการปลูก รวมถึงปริมาณผลผลิตพบว่ายังไม่ดีเท่ากับการใช้คนปลูก ดังนั้นในการพัฒนาขั้นต่อไปจึงเป็นการพัฒนาที่มุ่งเน้นไปในเรื่องของความแม่นยำในการปลูกจะอธิบายในรายละเอียดดังนี้

การปรับปรุงระบบหยอดให้สามารถทำการหยอดได้แม่นยำมากขึ้น

(1) พิจารณาแก้ไขในส่วนของการลำเลียงจากกลไกการหยอดไปยังร่องปลูก การลำเลียงจากกลไกการหยอดไปยังร่องปลูกเป็นการทำงานร่วมกันของ รางเอียง, กรวยรับ และท่อนำเมล็ด ควรมีการปรับปรุงดังนี้ รางเอียงควรมีระยะทางสั้นที่สุดเท่าที่จะเป็นไปได้ และมีความลาดชันเพิ่มขึ้นทั้งนี้เพื่อลดระยะเวลาในการลำเลียง จากตำแหน่งปล่อยเมล็ด ลงสู่ท่อนำเมล็ดให้เหลือน้อยที่สุด ส่วนกรวยรับควรทำช่องปล่อยให้ใหญ่ขึ้นเพื่อป้องกันการอุดตันในกรวย และสุดท้ายส่วนของท่อนำเมล็ด ควรมีขนาดใหญ่ขึ้นแต่ต้องมีคุณสมบัติสำคัญคือไม่พับลีบหากมีการโค้งงอ

(2) พิจารณาแก้ไขในส่วนกลไกการหยอด กลไกการหยอด เป็นการทำงานร่วมกันของจานหยอด(แบบจานกะพ้อ)และถังบรรจุซึ่งเป็นตัวกำหนดจุดปล่อยและกำหนดจุดตักเมล็ด ควรทำการปรับปรุงดังนี้ การลดขนาดของถังก่อนถึงท่อลำเลียง ควรทำการออกแบบถังบรรจุให้บริเวณที่ทำการตักมีระยะทางสั้นที่สุด เพื่อเมล็ดสามารถลงไปสู่ท่อลำเลียงโดยไม่มีการติดกับขอบของถังบรรจุ

เอกสารอ้างอิง

1. สำนักงานเศรษฐกิจการเกษตร. 2547. **สถิติการเกษตรประเทศไทย.**

Available : http://www.oae.go.th/statistic.

2. จิราภรณ์ เบญจประกายรัตน์. 2544. " **การออกแบบเครื่องจักรกลการเกษตร(เครื่องหยอดและเครื่องปลูกพืช)**" กรุงเทพฯ : ภาควิชาวิศวกรรมเกษตร คณะวิศวกรรมศาสตร์ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง. เอกสารอัดสำเนา.

3. Ryu I.H. and Kim K.U. 1998. "Design of Roller Type Metering Device for Precision Planting." **Transactions of The ASAE**. 41(4) : 923-930.

4. จิราภรณ์ เบญจประกายรัตน์. 2542. **เครื่องจักรกลเกษตรเพื่อการเตรียมดิน เล่ม 1**. กรุงเทพฯ : คณะวิศวกรรมศาสตร์ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง.

5. จิราภรณ์ เบญจประกายรัตน์. 2543. **เครื่องจักรกลการเกษตร เล่ม 2.** กรุงเทพฯ : คณะวิศวกรรมศาสตร์ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง.

6. Wilson J.M. 1980. "The Effect of Release Errors and the Release Point on the Design of Precision Seed Drills." **J. agric Engng Res**. 25 : 407-419.

7. สมชัย ประดิษฐ์สุวรรณ และคณะ. 2546. " การออกแบบและพัฒนาเครื่องปลูกกระเทียมติดตั้งรถไถเดินตามขนาด 5 แรงม้า" ปริญญานิพนธ์วิศวกรรมศาสตร์บัณฑิต ภาควิชาวิศวกรรมเกษตร สาขาวิศวกรรมเกษตร คณะวิศวกรรมศาสตร์, สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง.

ภาคผนวก ก

พื้นที่เพาะปลูกของถั่วเหลืองฝักสด

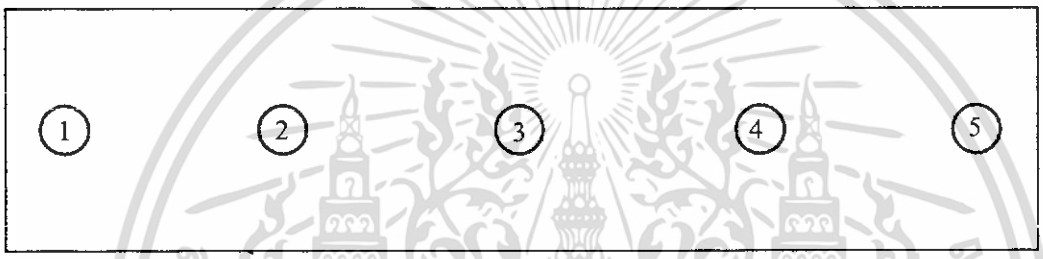
ปี	เนื้อที่เพาะปลูก (ไร่)	ผลผลิต (ตัน)	ผลผลิต/ไร่ (กก.)	
			ปลูก	เก็บ
2537	2,723,979	527,580	194	213
2538	1,880,848	385,560	205	224
2539	1,695,938	359,094	212	225
2540	1,547,756	337,790	218	229
2541	1,467,460	321,235	219	234
2542	1,451,238	319,015	220	227
2543	1,396,088	312,432	224	232
2544	1,154,383	260,696	226	236
2545	1,130,047	259,863	230	238
2546	1,009,734	240,001	238	242
2547	1,023,562	244,968	239	244

ภาคผนวก ข

การหาแรงดึงความชื้น (Cone Index)

การหาแรงดึงความชื้นนั้น จะต้องใช้อุปกรณ์ที่เรียกว่า Penetrometer โดยทำการนำอุปกรณ์ชนิดนี้มากดลงไปในดินหรือพื้นที่ที่จะทำการทดสอบ โดยเราจะต้องกดลงไปในดินทั้งหมด 5 ระดับคือ 5 10 15 20และ25 เซนติเมตร จากนั้นก็ทำการอ่านค่าที่อยู่บน Penetrometer และก็ต้องกดทั้งหมด 5 จุด ด้วยกันดังนี้

- ในรางทรายจุดที่กดเป็นไปดังรูป เนื่องจากรางทรายมีลักษณะเป็นรูปสี่เหลี่ยมผืนผ้า



-ในแปลงภาควิชาจุดที่กดเป็นไปดังรูป

การทดสอบหาแรงดึงความชื้นของพื้นที่ที่จะทำการทดลองคือในแปลงทดสอบและแปลงภาควิชาได้ค่าดังตารางที่ ข1 และตารางที่ ข2

ตารางที่ ข1 ค่าแรงดึงความชื้นในรางทราย(N/mm^2)

ระดับความลึกของการกด	1	2	3	4	5
5 cm.	390	390	470	570	640
10 cm.	930	970	910	810	800
15 cm.	--	--	--	--	--
20 cm.	--	--	--	--	--
25 cm.	--	--	--	--	--

ตารางที่ ข2 ค่าแรงดึงความชื้นในแปลงภาควิชา(N/mm^2)

ระดับความลึกของการกด	1	2	3	4	5
5 cm.	240	440	400	340	320
10 cm.	580	620	520	520	480
15 cm.	580	620	640	840	680
20 cm.	580	620	880	840	700
25 cm.	580	620	880	840	700

ภาคผนวก ค

การหาความชื้นของดิน (Moisture Content)

การหาความชื้นในดิน สามารถทำได้โดยนำเอาดินที่บริเวณผิวดินนำมาอบที่อุณหภูมิ 105 องศา เป็นเวลา 8 ชั่วโมง โดยเราจะทำการชั่งน้ำหนักทั้งก่อนและหลังเข้าตู้อบแล้วนำมาชั่งหาน้ำหนัก เพื่อหาความชื้นในดินที่เปลี่ยนแปลง จากการทดสอบเราจะเก็บดินไปอบ ทั้งในรางทรายและแปลงภาควิชา

ตารางที่ ค1 น้ำหนักของดิน

กระป๋อง	รางทราย		แปลงภาควิชา	
	ก่อนอบ กรัม	หลังอบ กรัม	ก่อนอบ กรัม	หลังอบ กรัม
1	117.24	113.09	101.56	99.37
2	124.89	120.96	115.44	112.94
3	103.51	99.7	125.84	123.52
4	115.82	111..39	119.01	115.85
5	119.34	115.16	116.94	115.01

ภาคผนวก ง

การหาขนาดของเม็ดดิน (MMD)

ใช้เครื่องแยกขนาดดินทำการแยกดินแต่ละขนาด โดยการเก็บตัวอย่างที่ดินที่ผิวแปลงมาร่อนผ่านเครื่องคัดแยกขนาดดินที่ใช้คนเขย่าไม่ต้องแรงมากพอแค่ให้ดินหล่นไปตามแต่ละชั้น เขย่าประมาณ 5 นาที แล้วจึงนำดินแต่ละชั้นไปชั่งน้ำหนัก

ตารางที่ ง1 แสดงรายละเอียดที่ใช้ในการคำนวณขนาดเม็ดดินเฉลี่ย

ขนาดรูตะแกรง (มม.)	ขนาดเม็ดดินที่ผ่านช่อง (มม.)	ขนาดเม็ดดินเฉลี่ย (มม.)	น้ำหนักดิน (kg)			
				1	2	3
6	<6	3	A	0.6	0.65	0.65
10	6-10	8	B	0.4	0.35	0.35
13	10-13	11.5	C	0.25	0.25	0.4
19	13-19	16	D	0.45	0.45	0.35
25	19-25	22	E	0.25	0.3	0.3
38	25-38	31.5	F	0.1	0.05	0.1
50	38-50	44	G	0	0.1	0
75	50-75	62.5	H	0	0	0
	75>	N	I	0	0	0
			W	2.05	2.15	2.15
			MMD	11.6	12.7	11.5

$$W = A + B + C + DE + F + G + H + I$$

$$MMD = \frac{1}{W}\left(3A + 8B + 11.5C + 16D + 22E + 31.5F + 44G + 62.5H + NI\right)$$

N = เส้นผ่านศูนย์กลางของก้อนดินที่ค้างอยู่บนถาดบนสุด (มม.)

MMD ที่ได้มีหน่วย มิลลิเมตร

จากการทดสอบหาขนาดเม็ดดิน ก่อนการทดสอบดินที่นำมามีลักษณะแห้งและเม็ดใหญ่ และเมื่อนำดินที่จะทดสอบมาทำการร่อนหาค่า MMD ผลการทดลองที่ได้เป็นไปตามตารางที่ 1 โดยที่ค่า N = 0 เนื่องจากไม่มีดินติดอยู่ที่ตะแกรงร่อนชั้นบนสุด

ภาคผนวก จ

ข้อมูลการทดลองบนสายพาน

ตารางที่ จ1 ผลการทดลองบนสายพานที่ความเร็ว 30 rpm มุมกะพ้อ 80 องศา

ครั้งที่	ระยะห่างระหว่างเมล็ด(cm)									จำนวนเมล็ดต่อหลุม									
	1_2	2_3	3_4	4_5	5_6	6_7	7_8	8_9	9_10	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
1	21	22	23	22	23	21	23	24	19	4	6	4	4	6	5	5	4	3	3
2	23	20	19	23	19	20	7	14	21	5	3	4	5	3	4	2	3	3	4
3	20	22	26	20	19	21	23	18	21	3	4	5	3	3	3	4	2	6	4
4	24	21	20	19	21	19	17	24	19	4	4	5	4	5	5	3	3	4	3
5	21	23	22	20	19	17	23	22	19	5	5	4	6	4	5	6	3	4	4
6	18	26	22	19	24	22	19	22	23	3	2	3	2	4	4	5	2	6	4
7	17	20	19	18	21	22	23	23	20	4	3	2	5	4	4	4	3	5	5
8	20	21	17	26	22	20	23	20	22	5	4	4	5	2	5	3	4	6	5
9	20	18	18	17	24	19	23	22	21	4	3	2	5	4	4	3	4	6	4
10	18	19	20	22	21	22	18	20	22	6	4	4	3	5	4	4	5	5	6
11	21	18	25	21	16	20	19	18	21	5	5	5	3	4	4	6	4	5	5
12	23	20	21	23	22	20	21	19	18	5	2	3	4	6	4	3	1	3	4
13	22	19	17	20	23	25	23	20	21	4	4	3	5	2	3	4	4	3	3
14	18	23	21	22	24	22	21	18	20	4	6	6	5	4	3	3	4	4	4
15	19	21	20	23	21	18	19	21	18	4	4	5	4	4	5	4	2	4	3
16	22	21	22	21	18	18	19	21	24	5	5	6	5	5	4	6	2	3	4
17	20	21	18	21	20	17	21	23	23	3	4	2	3	4	3	3	5	3	3
18	18	20	21	21	22	23	18	22	21	4	2	5	5	4	4	3	3	4	4
19	20	19	20	21	20	23	21	19	21	4	3	3	2	4	6	5	4	3	3
20	19	24	23	19	23	22	18	24	18	4	5	5	5	6	6	3	3	4	2
21	23	18	21	19	21	23	20	18	22	4	5	3	2	4	4	4	5	4	4
22	23	23	21	23	21	23	22	20	23	3	5	4	5	4	5	3	3	4	5
23	19	24	23	22	25	23	19	24	23	5	4	4	2	6	5	4	3	4	4

ตารางที่ จ2 ผลการทดลองบนสายพานที่ความเร็ว 35 rpm มุมกะพ้อ 80 องศา

ครั้งที่	ระยะห่างระหว่างเมล็ด(cm)									จำนวนเมล็ดต่อหลุม									
	1_2	2_3	3_4	4_5	5_6	6_7	7_8	8_9	9_10	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
1	26	22	21	22	23	25	19	21	23	5	5	6	6	4	3	5	6	4	3
2	20	21	21	25	23	29	36	21	22	4	6	5	4	2	3	4	5	6	4
3	21	24	20	13	11	24	7	19	20	5	3	3	6	4	4	2	1	5	4
4	18	20	22	19	23	21	19	17	20	4	3	4	4	2	3	2	4	4	3
5	23	21	24	19	23	17	25	23	19	4	3	2	5	4	6	3	5	5	6
6	19	27	23	16	23	18	17	14	25	5	6	6	5	5	4	3	2	2	3
7	23	25	20	24	19	22	21	20	19	5	3	2	4	4	5	5	6	5	5
8	21	20	21	26	17	22	23	18	19	4	4	3	4	5	4	3	5	6	3
9	22	19	18	23	21	23	24	23	20	4	5	5	5	4	4	3	6	3	3
10	20	19	25	23	23	24	21	23	20	5	3	3	2	5	5	4	3	4	5
11	21	20	24	23	22	21	25	21	20	5	3	3	4	5	2	3	1	4	2
12	22	21	23	21	19	20	23	26	23	6	6	5	5	5	3	4	4	2	4
13	19	21	16	16	21	20	18	21	19	4	3	4	4	5	6	5	4	3	3
14	23	21	22	21	22	18	21	23	22	3	4	4	2	5	4	4	5	5	6
15	23	20	18	19	20	15	15	21	23	5	4	4	4	5	6	5	4	4	3
16	22	24	20	23	21	18	21	20	18	5	5	4	4	4	3	4	5	5	4
17	23	18	23	24	25	18	21	20	21	4	3	3	5	4	2	4	4	6	5
18	18	19	17	22	23	22	21	23	20	5	4	3	2	4	4	3	3	4	5
19	20	19	21	25	23	22	17	21	23	5	5	5	4	3	3	6	3	4	4
20	19	20	21	22	19	21	19	24	20	4	5	5	6	6	4	4	5	3	2
21	20	21	20	16	20	23	19	18	18	3	6	1	2	4	4	3	3	4	6
22	20	23	21	26	19	20	18	19	21	5	4	6	5	6	5	1	6	3	5
23	21	19	19	21	18	20	23	27	22	4	3	4	4	6	6	5	2	4	4

ตารางที่ จ3 ผลการทดลองบนสายพานที่ความเร็ว 40 rpm มุมกะล้อ 80 องศา

ครั้งที่	ระยะห่างระหว่างเมล็ด(cm)									จำนวนเมล็ดต่อหลุม									
	1_2	2_3	3_4	4_5	5_6	6_7	7_8	8_9	9_10	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
1	20	23	24	20	24	22	22	20	22	3	4	4	6	3	7	2	6	4	4
2	20	26	22	20	20	22	21	22	9	3	4	5	2	4	5	6	3	2	2
3	19	23	24	22	22	21	23	20	22	4	2	3	4	3	2	3	4	3	4
4	23	18	18	17	18	17	18	20	17	6	6	8	6	5	5	6	6	5	4
5	20	21	22	24	21	21	20	21	22	2	3	5	3	5	3	2	5	5	4
6	21	25	23	21	41	20	21	20	22	5	5	4	4	5	5	3	5	5	2
7	19	23	22	20	22	16	24	9	19	6	5	4	4	5	3	4	6	4	5
8	20	13	21	21	21	11	17	16	23	5	6	4	6	3	4	3	4	1	1
9	21	24	23	23	20	19	18	25	17	4	3	3	5	5	3	3	2	2	3
10	23	18	19	15	22	24	21	20	21	3	4	4	3	5	6	3	4	4	5
11	19	16	21	25	21	23	16	19	18	4	3	3	5	4	3	5	2	4	4
12	20	18	19	17	19	19	23	20	23	5	5	4	5	4	6	5	4	5	3
13	19	17	21	20	26	20	22	14	21	6	5	4	4	2	4	5	4	4	4
14	23	21	24	29	23	22	17	19	19	5	4	3	3	5	4	4	5	5	6
15	18	18	21	22	23	28	18	21	20	5	4	4	2	4	5	4	4	3	4
16	19	21	20	25	23	22	23	27	21	4	4	3	4	3	3	3	5	6	4
17	21	19	26	18	20	16	20	18	18	5	2	2	4	5	4	3	3	4	5
18	20	21	23	21	24	15	18	20	21	3	4	5	4	4	2	5	4	3	3
19	22	18	15	23	23	19	20	27	20	4	3	4	5	5	4	5	4	4	4
20	19	21	21	11	18	24	20	15	19	6	5	5	6	6	4	3	4	3	2
21	20	19	18	19	27	21	12	20	22	4	4	3	2	3	5	6	4	3	4
22	19	22	25	19	21	28	23	22	22	3	5	2	4	4	5	4	3	3	3
23	21	20	20	21	15	21	16	23	23	4	4	3	5	5	4	4	4	3	4

ตารางที่ จ4 ผลการทดลองบนสายพานที่ความเร็ว 45 rpm มุมกะพ้อ 80 องศา

ครั้งที่	ระยะห่างระหว่างเมล็ด(cm)									จำนวนเมล็ดต่อหลุม									
	1_2	2_3	3_4	4_5	5_6	6_7	7_8	8_9	9_10	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
1	22	23	21	24	21	21	21	22	21	2	4	3	4	2	5	4	3	2	4
2	25	19	25	24	21	27	22	23	28	2	5	2	4	3	2	4	3	4	3
3	23	22	28	20	24	23	24	22	22	1	5	1	4	5	2	2	4	2	3
4	22	23	20	26	27	20	20	21	21	5	3	6	5	4	5	6	6	4	2
5	19	18	21	20	21	23	16	18	25	3	4	4	4	3	6	3	5	5	4
6	21	23	24	28	21	20	21	28	22	5	4	3	3	2	4	1	5	3	4
7	22	24	23	28	21	20	26	24	18	4	2	3	4	4	5	6	3	1	3
8	24	25	18	23	22	19	20	20	19	4	4	5	3	3	1	4	5	2	4
9	21	22	15	23	22	20	17	7	21	3	4	4	3	2	6	3	3	1	3
10	21	26	19	16	26	18	18	14	20	3	4	5	4	4	5	5	4	3	3
11	20	23	21	29	18	18	20	28	20	3	4	6	4	3	3	2	3	4	3
12	19	18	20	13	16	21	17	22	23	4	3	5	5	6	3	4	2	2	4
13	19	24	20	18	19	25	18	18	29	6	4	4	4	3	4	3	3	4	5
14	17	19	21	14	22	20	23	19	20	4	3	5	5	2	3	4	4	5	4
15	18	22	17	20	16	19	31	20	22	3	5	5	6	4	3	2	2	4	1
16	22	24	23	22	21	9	24	23	21	4	4	4	4	5	5	3	4	6	4
17	20	20	21	19	15	22	27	23	23	5	5	4	3	2	4	3	4	4	4
18	21	22	20	19	18	26	19	18	15	5	4	5	5	3	2	4	3	1	2
19	19	19	20	16	21	22	23	25	18	2	4	3	3	3	4	2	2	3	3
20	18	19	19	17	28	20	24	20	23	4	5	5	3	4	5	5	6	2	4
21	22	21	21	23	20	27	23	15	19	4	3	3	2	5	4	3	4	4	4
22	18	21	19	15	21	11	24	19	20	3	5	4	5	5	4	3	3	2	3
23	20	19	21	29	20	18	17	21	21	5	5	4	5	6	4	3	3	4	3

ตารางที่ จ5 ผลการทดลองบนสายพานที่ความเร็ว 50 rpm มุมกะพ้อ 80 องศา

ครั้งที่	ระยะห่างระหว่างเมล็ด(cm)									จำนวนเมล็ดต่อหลุม									
	1_2	2_3	3_4	4_5	5_6	6_7	7_8	8_9	9_10	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
1	27	22	10	14	29	17	30	20	28	4	5	6	1	4	5	4	5	4	3
2	19	21	6	18	11	19	15	9	15	2	3	2	3	3	3	1	2	1	2
3	17	13	19	22	17	11	19	11	12	5	2	2	4	2	3	1	2	4	1
4	22	32	15	10	13	8	13	25	23	4	4	1	4	1	2	1	3	6	5
5	19	22	18	12	13	27	18	20	8	2	5	5	3	1	5	5	5	2	1
6	20	23	20	9	14	6	21	19	7	3	4	3	2	1	2	2	6	2	4
7	16	8	12	9	16	9	12	23	19	2	2	1	2	2	2	2	2	6	3
8	15	21	21	30	17	21	23	10	18	3	1	3	3	4	2	2	1	3	6
9	32	25	16	25	23	19	22	17	19	2	1	1	3	4	5	6	3	4	2
10	27	23	20	26	22	20	21	17	9	3	1	5	5	3	4	1	4	1	2
11	12	14	12	18	16	30	15	7	14	3	2	2	1	3	2	3	3	2	1
12	15	21	22	26	13	10	12	7	21	3	4	4	3	2	2	2	2	3	2
13	18	11	21	9	15	26	31	28	14	3	2	3	1	3	4	2	2	3	4
14	19	12	22	28	23	17	15	26	24	3	2	2	3	1	2	2	4	3	2
15	25	18	24	27	21	30	16	18	23	2	2	1	2	4	2	5	2	3	3
16	17	27	25	28	19	15	11	21	23	2	1	3	1	2	3	2	3	4	1
17	13	17	19	25	27	22	18	24	11	3	2	2	1	2	1	1	2	2	2
18	15	21	25	31	28	19	8	22	23	2	2	4	2	5	3	2	3	2	2
19	24	27	23	21	15	19	11	29	8	4	1	2	2	2	4	3	3	2	4
20	15	19	28	26	31	11	21	19	23	4	1	4	4	2	2	3	2	3	1
21	17	21	29	15	11	23	18	25	14	2	3	2	4	2	5	2	6	2	3
22	19	22	25	12	24	16	23	27	17	3	3	2	2	2	2	4	1	3	2
23	14	11	18	14	25	21	27	23	11	2	3	2	2	1	3	2	3	1	2

ตารางที่ จ6 ผลการทดลองการหาร้อยละการตัก

หน่วย : เมล็ด

ความเร็วกระพ้อ	มุมกระพ้อ (องศา)					จำนวนเมล็ดที่ควรจะเป็น	
rpm	90	80	70	60	50	4/หลุม	5/หลุม
60	516	526	362	255	233	480	600
55	575	462	370	350	180	440	550
50	475	430	350	306	171	400	500
45	460	390	333	277	160	360	450
40	440	420	312	262	170	320	400
35	380	356	299	249	222	280	350
30	348	316	270	250	190	240	300

ภาคผนวก ฉ

ผลการทดลองในห้องปฏิบัติการภาควิชา

ตารางที่ ฉ1 ผลของจำนวนเมล็ดที่จำนวนเมล็ดเต็มถัง 1/2ของถัง และ1/5ของถัง ที่ความเร็ว 1.5 km/hr

หน่วย : เมล็ด

ครั้งที่	ทฤษฎี	เต็มถัง		1/2ของถัง		1/5ของถัง	
		ซ้าย	ขวา	ซ้าย	ขวา	ซ้าย	ขวา
1	120-150	130	135	120	123	127	132
2	120-150	136	129	118	116	125	128
3	120-150	132	134	122	128	131	126

ตารางที่ ฉ2 ผลของจำนวนเมล็ดที่จำนวนเมล็ดเต็มถัง 1/2ของถัง และ1/5ของถัง ที่ความเร็ว 2.5 km/hr

หน่วย : เมล็ด

ครั้งที่	ทฤษฎี	เต็มถัง		ครึ่งถัง		1/5ของถัง	
		ซ้าย	ขวา	ซ้าย	ขวา	ซ้าย	ขวา
1	120-150	95	87	108	110	112	108
2	120-150	102	98	105	102	109	115
3	120-150	107	109	97	103	124	119

ภาคผนวก ช

ผลการทดลองบนรางดิน

ตารางที่ ช1 ผลการทดลองบนรางทรายที่ความเร็ว 1.5 km/hr ปริมาณเมล็ดที่ 1/5 ของถัง

หลุมที่	ระยะห่างระหว่างหลุม (cm.)						จำนวนเมล็ดต่อหลุม (เมล็ด)					
	ครั้งที่ 1		ครั้งที่ 2		ครั้งที่ 3		ครั้งที่ 1		ครั้งที่ 2		ครั้งที่ 3	
	ถัง 1	ถัง 2	ถัง 1	ถัง 2	ถัง 1	ถัง 2	ถัง 1	ถัง 2	ถัง 1	ถัง 2	ถัง 1	ถัง 2
1	35	29	32	11	43	34	1	1	1	2	2	1
2	29	38	49	75	55	45	1	1	3	1	1	1
3	48	51	60	61	36	59	1	1	1	2	1	1
4	51	56	41	48	49	61	2	1	1	1	2	2
5	39	32	47	51	51	57	1	1	1	1	2	1
6	45	40	36	38	7	39	2	2	2	1	1	1
7	36	11	9	45	47	48	1	1	1	1	1	2
8	52	45	75	27	53	43	2	1	1	1	1	1
9					47	51					2	1
10						11						1
11												
12												
13												
14												
15												
16												
17												
18												
19												
20												

สถาบันวิทยบริการ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตารางที่ ช2 ผลการทดลองบนรางทรายที่ความเร็ว 1.5 km/hr ปริมาณเมล็ดที่ 1/2 ของถัง

หลุมที่	ระยะห่างระหว่างหลุม (cm.)						จำนวนเมล็ดต่อหลุม (เมล็ด)					
	ครั้งที่ 1		ครั้งที่ 2		ครั้งที่ 3		ครั้งที่ 1		ครั้งที่ 2		ครั้งที่ 3	
	ถัง 1	ถัง 2	ถัง 1	ถัง 2	ถัง 1	ถัง 2	ถัง 1	ถัง 2	ถัง 1	ถัง 2	ถัง 1	ถัง 2
1	36	43	22	18	40	14	2	2	1	1	3	1
2	23	50	18	44	19	14	2	5	1	4	1	1
3	18	45	56	54	58	19	1	1	1	4	1	2
4	20	40	50	36	26	14	1	2	1	2	1	1
5	38	40	37	17	47	34	1	3	2	3	1	1
6	44	18	50	47	45	45	5	4	2	1	2	5
7	40	16	45	38	16	30	2	3	2	2	3	4
8	35	17	43	26	34	23	2	1	5	1	3	1
9	30	23	45	61	31	47	1	1	1	4	1	1
10	24	25	47	40	42	19	1	1	2	2	3	3
11	18	15	30	11	13	37	3	4	2	1	2	1
12	36	18	15	33	39	62	1	2	2	1	3	1
13	15	20	27	46	42	38	4	3	2	1	1	1
14	30	19	25	32	14	63	1	3	2	2	4	2
15	25	30			44	44	2	3	1	3	3	2
16	35	15			29	51	3	2			1	1
17	40	47			16		1	1			2	2
18	32	40					4	2				
19												
20												

ตารางที่ ช3 ผลการทดลองบนรางทรายที่ความเร็ว 1.5 km/hr ปริมาณเมล็ดที่เต็มถัง

หลุมที่	ระยะห่างระหว่างหลุม (cm.)						(เมล็ด)					
	ครั้งที่ 1		ครั้งที่ 2		ครั้งที่ 3		ครั้งที่ 1		ครั้งที่ 2		ครั้งที่ 3	
	ถัง 1	ถัง 2	ถัง 1	ถัง 2	ถัง 1	ถัง 2	ถัง 1	ถัง 2	ถัง 1	ถัง 2	ถัง 1	ถัง 2
1	40	60	84	33	42	35	1	2	3	2	3	1
2	70	33	45	50	20	28	2	2	3	1	1	2
3	60	52	49	50	23	19	3	2	3	1	3	2
4	28	33	16	35	23	41	1	1	1	1	5	2
5	26	15	28	41	44	17	2	1	1	1	3	3
6	38	36	50	42	40	46	3	2	1	1	1	1
7	29	46	37	9	48	38	1	1	2	2	3	4
8	20	20	34	34	40	47	1	2	2	1	5	1
9	25	24	62	35	24	32	1	1	1	1	4	1
10	52	33	50	59	19	23	1	1	2	2	1	2
11	64	14	67	16	37	49	3	2	2	1	4	2
12	46	10	12	33	24	31	2	2	1	1	2	3
13		49	18	38	48	39	2	2	2	2	2	2
14		39	26	32	22	21		1	2	3	4	1
15					40	41			2		2	1
16					19	47					2	2
17					20	44					5	3
18												
19												
20												

ภาคผนวก ซ

ผลการทดลองบนแปลงภาควิชา

ตารางที่ ซ1 ผลของจำนวนเมล็ดที่จำนวนเมล็ดเต็มถัง 1/2ของถัง และ1/5ของถัง ที่ความเร็ว 1.5 km/hr

หน่วย : เมล็ด

ครั้งที่	ทฤษฎี	เต็มถัง		ครึ่งถัง		1/5ของถัง	
		ซ้าย	ขวา	ซ้าย	ขวา	ซ้าย	ขวา
1	120-150	198	190	153	210	129	134
2	120-150	178	194	169	178	133	132
3	120-150	157	165	173	200	130	128

ตารางที่ ซ2 ผลของจำนวนเมล็ดที่จำนวนเมล็ดเต็มถัง 1/2ของถัง และ1/5ของถัง ที่ความเร็ว 1.5 km/hr

หน่วย : เมล็ด

ครั้งที่	ทฤษฎี	เต็มถัง		ครึ่งถัง		1/5ของถัง	
		ซ้าย	ขวา	ซ้าย	ขวา	ซ้าย	ขวา
1	120-150	47	43	64	121	29	40
2	120-150	89	74	76	114	22	40
3	120-150	65	58	73	116	23	37

ภาคผนวก ฌ

ผลการทดลองหาร้อยละการลื่นไถล

ตารางที่ ฌ1 แสดงร้อยละการลื่นไถลของเครื่องปลูกที่ความเร็ว 1.5 km/hr บนแปลงภาควิชา

ที่ความเร็ว 1.5km/hr	รอบล้อ 20 รอบ ได้ระยะทาง (m.)	ระยะทาง 20 m. ใช้เวลา(sec)	Slip (%)	ความเร็วรถ (km/hr)
1/5ของถัง	21.82	48.8	3.71	1.47
	20.60	49.372	-2.08	1.45
	22.60	56.7	7.42	1.26
1/2ถัง	21.90	41.2	4.09	1.74
	22.30	49	5.99	1.46
	21.50	42.2	2.19	1.70
เต็มถัง	22.20	41	5.52	1.75
	23.40	44.5	11.22	1.61
	22.60	44.2	7.42	1.62

ตารางที่ ฌ2 แสดงร้อยละการลื่นไถลของเครื่องปลูกที่ความเร็ว 2.5 km/hr บนแปลงภาควิชา

ที่ความเร็ว 2.5km/hr	รอบล้อ 20 รอบ ได้ระยะทาง (m.)	ระยะทาง 20 m. ใช้เวลา(sec)	Slip (%)	ความเร็วรถ (km/hr)
1/5ของถัง	21.85	29.4	3.85	2.44
	21.68	29	3.05	2.48
	22.70	28	7.89	2.57
1/2ถัง	22.10	29	5.04	2.48
	22.90	29.6	8.85	2.43
	22.60	31.2	7.42	2.30
เต็มถัง	19.80	30	-5.88	2.40
	21.36	31	1.53	2.32
	20.56	31	-2.17	2.32

ตารางที่ ฌ3 แสดงร้อยละการลื่นไถลของเครื่องปลูกที่ความเร็ว 2.5 km/hr บนรางดิน

ล้อหมุน 5 รอบได้ระยะทาง (m.) ทฤษฎี 5.2595 m.	5.79	5.72	5.62	5.81	5.73	6.1
slip (%)	10.09	8.76	6.85	10.47	8.95	15.98

ภาคผนวก ญ

มาตรฐานที่ใช้อ้างอิงในการทดสอบเครื่องปลูกกระเทียม

1. มาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม(Thai Industrial Standard) มอก.1236-2537 " เครื่องหยอดเมล็ดพืช (Seeders)" ของสำนักงานมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม กระทรวงอุตสาหกรรม
2. International Standard ISO 7256/1-1984 " Sowing equipment – Test methods – Part 1 : Single seed drills (precision drills)" International Organization for Standardization.

มาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม

THAI INDUSTRIAL STANDARD

มอก. 1236–2537

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

สถาบันวิทยบริการ

เครื่องหยอดเมล็ดพืช

SEEDERS

สำนักงานมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม

กระทรวงอุตสาหกรรม

UDC 631.33.024

ISBN 974-606-660-9

มาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม
เครื่องหยอดเมล็ดพืช

มอก. 1236 – 2537

สำนักงานมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม
กระทรวงอุตสาหกรรม ถนนพระรามที่ 6 กรุงเทพฯ 10400
โทรศัพท์ 2461175

ประกาศในราชกิจจานุเบกษา ฉบับประกาศทั่วไป เล่ม 111 ตอนที่ 73 ง
วันที่ 13 กันยายน พุทธศักราช 2537

คณะกรรมการวิชาการคณะที่ 663
มาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรมเครื่องหยอดเมล็ดพืช

ประธานกรรมการ

นายพินัย ทองสวัสดิ์วงศ์	ผู้แทนสมาคมวิศวกรรมเกษตรแห่งประเทศไทย

กรรมการ

นายสันธาร นาควัฒนานุกูล	ผู้แทนกรมวิชาการเกษตร
นายวีระ พิริยพันธุ์	ผู้แทนกรมส่งเสริมการเกษตร
นางคาเรศร์ กิตติโยภาส	
นายเจริญ วัฒน์หนู	ผู้แทนกรมส่งเสริมอุตสาหกรรม
นายวิวัฒน์ ตันติยจรโกสล	(สถาบันพัฒนาอุตสาหกรรมเครื่องจักรกลและโลหะการ)
นายสุทธิพร เนียมหอม	ผู้แทนมหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์
นายอนุพันธ์ เทอดวงศ์วรกุล	(ศูนย์เครื่องจักรกลการเกษตรแห่งชาติ)
นางจิราภรณ์ เบญจประกายรัตน์	ผู้แทนสมาคมวิศวกรรมเกษตรแห่งประเทศไทย
นายสุวิทย์ เทอดเทพพิทักษ์	ผู้แทนสภาอุตสาหกรรมแห่งประเทศไทย
นายวินัย ศิริเลิศ	ผู้แทนธนาคารเพื่อการเกษตรและสหกรณ์การเกษตร
นายไพบูลย์ นิลอุบล	
นายวัชรินทร์ ชื่วพฤกษ์	ผู้แทนบริษัท เจริญโภคภัณฑ์วิศวกรรม จำกัด

กรรมการและเลขานุการ

นายสุรจิตร วันแพ	ผู้แทนสำนักงานมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม

ปัจจุบันมีการใช้เครื่องหยอดเมล็ดพืชอย่างแพร่หลาย และมีผู้ทำเครื่องจักรกลการเกษตรนี้ภายในประเทศ เพื่อเป็นการช่วยเหลือเกษตรกร และเพื่อเป็นการส่งเสริมอุตสาหกรรมเครื่องจักรกลการเกษตรประเภทเครื่องปลูก จึงกำหนดมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม เครื่องหยอดเมล็ดพืช ขึ้น

มาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรมนี้กำหนดขึ้นโดยอาศัยข้อมูลจากกองเกษตรวิศวกรรม กรมวิชาการเกษตร ผู้ทำและเอกสารต่อไปนี้เป็นแนวทาง

มอก. 983-2533 มิลชุดห่วงแบบสามจุดสำหรับรถแทรกเตอร์ล้อยางเพื่อการเกษตร

คณะกรรมการมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรมได้พิจารณามาตรฐานนี้แล้ว เห็นสมควรเสนอรัฐมนตรีประกาศตามมาตรา 15 แห่งพระราชบัญญัติมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม พ.ศ. 2511

ประกาศกระทรวงอุตสาหกรรม

ฉบับที่ 1985 (พ.ศ. 2537)

ออกตามความในพระราชบัญญัติมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม

พ.ศ.2511

เรื่อง กำหนดมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม

เครื่องหยอดเมล็ดพืช

อาศัยอำนาจตามความในมาตรา 15 แห่งพระราชบัญญัติมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม พ.ศ.2511 รัฐมนตรีว่าการกระทรวงอุตสาหกรรมออกประกาศกำหนดมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม เครื่องหยอดเมล็ดพืช มาตรฐานเลขที่ มอก.1236-2537 ไว้ ดังมีรายการละเอียดต่อท้ายประกาศนี้

ประกาศ ณ วันที่ 3 สิงหาคม พ.ศ.2537

พลตรี สนั่น ขจรประศาสน์

รัฐมนตรีว่าการกระทรวงอุตสาหกรรม

มาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม
เครื่องหยอดเมล็ดพืช

1. ขอบข่าย

1.1 มาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรมนี้กำหนด ประเภท มิติ คุณลักษณะที่ต้องการ เครื่องหมายและฉลาก การชักตัวอย่างและเกณฑ์ตัดสิน และการทดสอบเครื่องหยอดเมล็ดพืช

2. บทนิยาม

ความหมายของคำที่ใช้ในมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรมนี้ มีดังต่อไปนี้

2.1 เครื่องหยอดเมล็ดพืช ซึ่งต่อไปในมาตรฐานนี้จะเรียกว่า "เครื่องหยอด" หมายถึง เครื่องจักรกลการเกษตรที่ทำหน้าที่หยอดเมล็ดลงไปในดินตามจำนวนเมล็ดที่กำหนดไว้แล้วอย่างต่อเนื่อง โดยทั่วไปมีส่วนประกอบหลักดังนี้

2.1.1 อุปกรณ์กำหนดจำนวนเมล็ด (seed metering device)

2.1.2 ถังบรรจุเมล็ด (hopper)

2.1.3 ท่อส่งเมล็ด (delivery tube)

2.1.4 ตัวเปิดร่อง (furrow opener)

2.1.5 อุปกรณ์กลบเมล็ด (covering device)

2.1.6 ล้อขับ (driving wheel)

2.2 อุปกรณ์กำหนดจำนวนเมล็ด หมายถึง อุปกรณ์ที่ทำหน้าที่กำหนดจำนวนเมล็ดและระยะระหว่างเมล็ดหรือกลุ่มเมล็ดที่จะหยอดลงในดินแต่ละครั้ง เพื่อให้ได้อัตราหยอดที่เหมาะสมกับพืชแต่ละชนิด

2.3 ท่อส่งเมล็ด หมายถึง อุปกรณ์ที่ทำหน้าที่ส่งเมล็ดที่ปล่อยจากอุปกรณ์กำหนดจำนวนเมล็ดลงไปในร่องดินที่เปิดไว้โดยตัวเปิดร่อง

2.4 ตัวเปิดร่อง หมายถึง อุปกรณ์ที่ทำหน้าที่เปิดหน้าดินให้เป็นร่องสำหรับรับเมล็ด

2.5 ล้อขับ หมายถึง อุปกรณ์ที่ทำหน้าที่ขับอุปกรณ์กำหนดจำนวนเมล็ด

2.6 สายพานเหนียว (sticky belt) หมายถึง อุปกรณ์ในห้องปฏิบัติการสำหรับใช้ในการประเมินผลความแม่นยำของอุปกรณ์กำหนดจำนวนเมล็ด

3. ประเภท

3.1 เครื่องหยอดแบ่งตามต้นกำลังที่ใช้ออกเป็น 2 ประเภท คือ

3.1.1 ประเภทติดรถไถเดินตาม

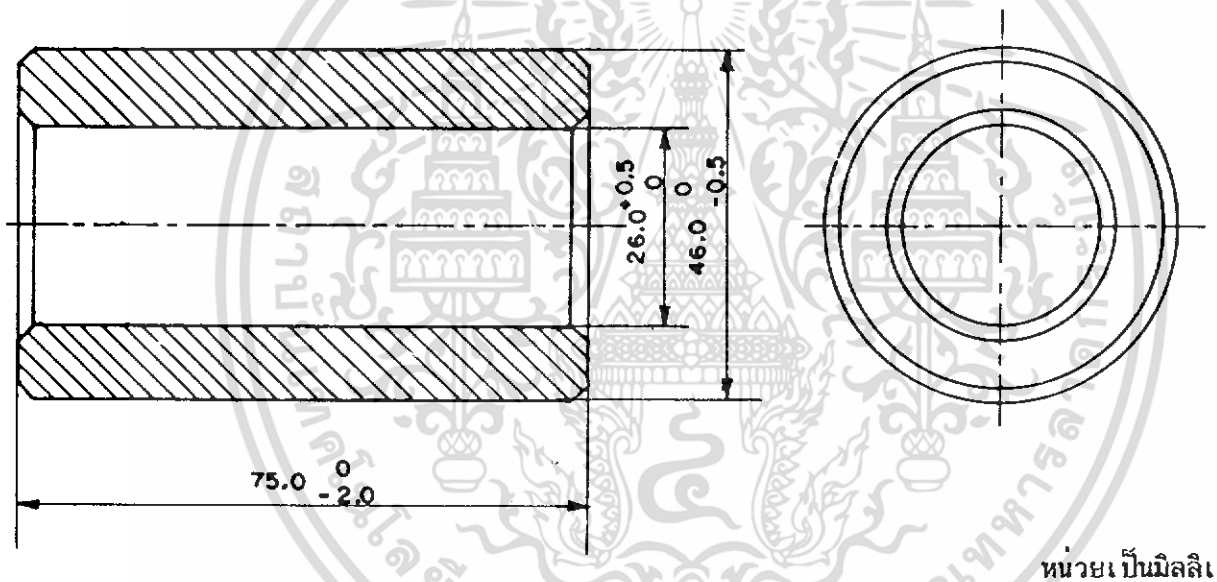
3.1.2 ประเภทติดรถแทรกเตอร์

4. มิติ

4.1 ประเภทติดรถไถเดินตาม

มิติหูอุปกรณ์ที่ใช้เป็นจุดพ่วง ต้องเป็นไปตามรูปที่ 1

การทดสอบให้ทำโดยการวัดด้วยเครื่องวัดที่วัดได้ละเอียดถึง 0.5 มิลลิเมตร



หน่วยเป็นมิลลิเมตร

รูปที่ 1 มิติหูอุปกรณ์ที่ใช้เป็นจุดพ่วง
(ข้อ 4.1)

4.2 ประเภทติดรถแทรกเตอร์

มิติของชุดพ่วงส่วนที่ติดอุปกรณ์ต้องเป็นไปตาม มอก.983

5. คุณลักษณะที่ต้องการ

5.1 ลักษณะทั่วไป

5.1.1 ถังบรรจุเมล็ด

ต้องมีฝาปิดและสามารถหรายปริมาณเมล็ดในถังได้โดยไม่ต้องเปิดฝา

5.1.2 อุปกรณ์กำหนดจำนวนเมล็ด

ต้องสามารถปรับอัตราหยอดได้

5.1.3 ตัวเปิดร่อง

ต้องสามารถปรับความลึกในการเปิดร่องได้

5.1.4 เครื่องหยอด

ต้องสามารถปรับระยะห่างระหว่างต้นได้ และในกรณีที่เครื่องหยอดสามารถหยอดเมล็ดได้มากกว่า 1 แถว ต้องสามารถปรับระยะห่างระหว่างแถวได้

การทดสอบให้ทำโดยการตรวจพินิจ

5.2 ความแม่นยำของอุปกรณ์กำหนดจำนวนเมล็ด ร้อยละของเมล็ดแตกหักก่อนและหลังผ่านเครื่องหยอด และร้อยละของความงอกก่อนและหลังผ่านเครื่องหยอด

5.2.1 ความแม่นยำของอุปกรณ์กำหนดจำนวนเมล็ด

5.2.1.1 กรณีหยอดเป็นหลุม

เมื่อทดสอบตามข้อ 8.2 แล้ว

(1) เครื่องหยอดที่หยอดเมล็ดได้ไม่เกิน 3 เมล็ดต่อหลุม จำนวนหลุมที่มีเมล็ด $x \pm 1$ เมล็ด ต้องไม่น้อยกว่า 27 หลุม และจำนวนหลุมที่ไม่มีเมล็ดเลยต้องไม่เกิน 1 หลุม

(2) เครื่องหยอดที่หยอดเมล็ดได้มากกว่า 3 เมล็ดต่อหลุม จำนวนหลุมที่มีเมล็ด $x \begin{smallmatrix}+2\\-1\end{smallmatrix}$ เมล็ด ต้องไม่น้อยกว่า 27 หลุม และจำนวนหลุมที่ไม่มีเมล็ดเลยต้องไม่เกิน 1 หลุม

เมื่อ x คือ จำนวนเมล็ดต่อหลุมที่ผู้ทำระบุ

5.2.1.2 กรณีโรยเป็นแถว

เมื่อทดสอบตามข้อ 8.2 แล้ว จำนวนเมล็ดในระยะทางทุกๆ 1 เมตร ต้องเป็นไปตามตารางที่ 1

5.2.2 ร้อยละของเมล็ดแตกหักก่อนและหลังผ่านเครื่องหยอด

เมื่อทดสอบตามข้อ 8.2 แล้ว ร้อยละของเมล็ดแตกหักหลังผ่านเครื่องหยอดจะมากกว่าร้อยละของเมล็ดแตกหักก่อนผ่านเครื่องหยอดได้ไม่เกิน 5

5.2.3 ร้อยละของความงอกก่อนและหลังผ่านเครื่องหยอด

เมื่อทดสอบตามข้อ 8.2 แล้ว ร้อยละของความงอกหลังผ่านเครื่องหยอดจะน้อยกว่าร้อยละของความงอกก่อนผ่านเครื่องหยอดได้ไม่เกิน 5

ตารางที่ 1 ความแม่นยำของอุปกรณ์กำหนดจำนวนเมล็ด (กรณีโรยเป็นแถว)

(ข้อ 5.2.1.2)

จำนวนเมล็ดที่กำหนดโดยอุปกรณ์กำหนดจำนวนเมล็ดต่อระยะทาง 1 เมตร	จำนวนเมล็ดในระยะทางทุก ๆ 1 เมตร
10 ถึง 20	R^{+3}_{-2}
21 ถึง 40	R^{+6}_{-3}
41 ถึง 80	R^{+12}_{-6}
มากกว่า 80	R^{+16}_{-8}

หมายเหตุ R คือ ค่าเฉลี่ยของจำนวนเมล็ดต่อระยะทาง 1 เมตรที่ผู้ทำระบุ

.3 การแปรผันระหว่างแถว (กรณีหยอดเมล็ดได้มากกว่า 1 แถว)

เมื่อทดสอบตามข้อ 8.3 แล้ว น้ำหนักเมล็ดตลอดระยะทางที่ล้อขับหมุนได้ 80 เมตร ในแต่ละแถว (W_1 W_2 ... W_n) จะแตกต่างจากค่าเฉลี่ยของน้ำหนักเมล็ดตลอดระยะทางที่ล้อขับหมุนได้ 80 เมตร($\bar{W}$) ได้ไม่เกิน $\pm$ ร้อยละ 7

.4 ความสามารถในการทำงานบนพื้นที่ลาดเท

เครื่องหยอดต้องสามารถทำงานบนพื้นที่ลาดเททั้งในลักษณะลาดเทขึ้น 11 องศา ลาดเทลง 11 องศา ลาดเทซ้าย 11 องศา และลาดเทขวา 11 องศา โดยความแม่นยำของอุปกรณ์กำหนดจำนวนเมล็ด และการแปรผันระหว่างแถว ยังคงเป็นไปตามข้อ 5.2 และข้อ 5.3

การทดสอบให้ปฏิบัติตามข้อ 8.4

.5 ความทนทานในการใช้งาน

5.5.1 หลังการทำงานทุก ๆ 10 ชั่วโมง

เมื่อทดสอบตามข้อ 8.5 แล้ว เครื่องหยอดต้องไม่มีชิ้นส่วนใดเสียหาย

5.5.2 หลังการทำงาน 50 ชั่วโมง

เมื่อทดสอบตามข้อ 8.5 แล้ว การทำงานของเครื่องหยอดยังต้องเป็นไปตามข้อ 5.2 และข้อ 5.3

5.6 การทำงานภาคสนาม

เครื่องหยอดห้องมีการทดสอบการทำงานภาคสนามตามรายการต่าง ๆ ที่แสดงในแบบรายงานผลการทดสอบ ตามภาคผนวก ก.

การทดสอบให้ปฏิบัติตามข้อ 8.6

6. เครื่องหมายและฉลาก

6.1 ที่เครื่องหยอดทุกเครื่อง อย่างน้อยต้องมีเลข อักษร หรือเครื่องหมายแจ้งรายละเอียดต่อไปนี้ให้เห็นได้ง่าย ชัดเจน และถาวร

(1) ชื่อผลิตภัณฑ์

(2) แบบ (model)

(3) เดือน ปีที่ทำ หรือรหัสรุ่นที่ทำ

(4) ชื่อผู้ทำหรือโรงงานที่ทำ หรือเครื่องหมายการค้าที่จดทะเบียน

6.2 เครื่องหยอดทุกเครื่อง ต้องมีคู่มือการใช้งานซึ่งอย่างน้อยต้องมีรายละเอียดดังต่อไปนี้

(1) ข้อกำหนดรายละเอียดของเครื่องหยอด เช่น แบบ น้ำหนัก มิติ ความสามารถในการทำงาน ระยะห่างระหว่างแถว ระยะห่างระหว่างต้น ความจุของถังบรรจุเมล็ด ความลึกของหลุม แบบ (type) ของอุปกรณ์กำหนดจำนวนเมล็ด จำนวนเมล็ดต่อหลุมหรือต่อระยะทาง 1 เมตร

(2) ประเภทของเครื่องหยอดพร้อมทั้งวิธีติดตั้งกับต้นกำลัง และวิธีปรับตั้งชิ้นส่วนต่าง ๆ

(3) การบำรุงรักษา

(4) รูปแสดงชิ้นส่วนประกอบ พร้อมทั้งรายชื่อและหมายเลขชิ้นส่วน

(5) รายงานผลการทดสอบการทำงานภาคสนาม (ตามข้อ 5.6)

6.3 ในกรณีที่ใช้ภาษาต่างประเทศ ต้องมีความหมายตรงกับภาษาไทยที่กำหนดไว้ข้างต้น

6.4 ผู้ทำผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรมที่เป็นไปตามมาตรฐานนี้ จะแสดงเครื่องหมายมาตรฐานกับผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรมนั้นได้ ต่อเมื่อได้รับใบอนุญาตจากคณะกรรมการมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรมแล้ว

7. การชักตัวอย่างและเกณฑ์ตัดสิน

7.1 รุ่น ในที่นี้ หมายถึง เครื่องหยอดประเภทและแบบเดียวกัน มีข้อกำหนดรายละเอียดเหมือนกัน สามารถหยอดเมล็ดได้จำนวนแถวเท่ากัน ที่ทำหรือส่งมอบหรือซื้อขายในระยะเวลาเดียวกัน

7.2 การชักตัวอย่างและเกณฑ์ตัดสิน ให้เป็นไปตามแผนการชักตัวอย่างที่กำหนดต่อไปนี้ หรืออาจใช้แผนการชักตัวอย่างอื่นที่เทียบเท่ากันทางวิชาการกับแผนที่กำหนดไว้

7.2.1 การชักตัวอย่าง

ชักตัวอย่างโดยวิธีสุ่มจากรุ่นเดียวกันจำนวน 1 เครื่อง

7.2.2 เกณฑ์ตัดสิน

ตัวอย่างเครื่องหยอดต้องเป็นไปตามข้อ 4. ข้อ 5. และข้อ 6. ทุกข้อ จึงจะถือว่าเครื่องหยอดรุ่นนั้นเป็นไปตามมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรมนี้

8. การทดสอบ

8.1 เมล็ดที่ใช้ทดสอบ

ผู้ทำต้องจัดเตรียมเมล็ดที่ใช้ทดสอบตามความสามารถของเครื่องหยอดตามที่ผู้ทำระบุโดยเมล็ดที่ใช้ทดสอบต้องเป็นไปตามมาตรฐานเมล็ดพันธุ์ของสถาบันวิจัยพืชไร่ กรมวิชาการเกษตร ซึ่งมีร้อยละของความงอกไม่น้อยกว่า 80 (ใช้เป็นร้อยละของความงอกก่อนผ่านเครื่องหยอด) และให้รายงานรายละเอียดของเมล็ดที่ใช้ทดสอบตามภาคผนวก ข.

8.2 ความแม่นยำของอุปกรณ์กำหนดจำนวนเมล็ด ร้อยละของเมล็ดแตกหักก่อนและหลังผ่านเครื่องหยอด และร้อยละของความงอกก่อนและหลังผ่านเครื่องหยอด

8.2.1 สุ่มตัวอย่างเมล็ด จำนวน 100 กรัม แยกเมล็ดแตกหัก นำไปชั่งเพื่อหาเป็นร้อยละของเมล็ดแตกหักก่อนผ่านเครื่องหยอด

8.2.2 ติดตั้งเครื่องหยอดตัวอย่างบนที่ตั้งเหนือสายพานเหนียวในลักษณะการใช้งานจริง โดยให้ระดับสายพานเหนียวแหนระดับพื้นร่อง บรรจุเมล็ดลงในถังบรรจุเมล็ดให้เต็มถัง

8.2.3 ขับอุปกรณ์กำหนดจำนวนเมล็ด โดยให้อัตราการหมุนของเพลาขับอุปกรณ์กำหนดจำนวนเมล็ดเคลื่อนที่สมนัยกับความเร็วเชิงเส้นในการทำงานของเครื่องหยอดตามที่กำหนดในตารางที่ 2 โดยให้ทดสอบที่ค่าต่ำสุด ค่ากลาง และค่าสูงสุด

ตารางที่ 2 ความเร็วเชิงเส้นในการทำงานของเครื่องหยอด

(ข้อ 8.2.3 ข้อ 8.3.2 และข้อ 8.6.3.1)

เครื่องหยอด ประเภท	ความเร็วเชิงเส้น กิโลเมตรต่อชั่วโมง		
	ค่าต่ำสุด	ค่ากลาง	ค่าสูงสุด
ติดรถไถเดินตาม	1.5	2.5	3.5
ติดรถแทรกเตอร์	3.5	5.0	8.0

8.2.4 หยอดเมล็ดบนสายพานเหนียวจำนวน 30 หลุม กรณีหยอดเป็นหลุม หรือเป็นระยะทาง 10 เมตร กรณีโรยเป็นแถว

8.2.5 นับจำนวนเมล็ดเต็มในแต่ละหลุม กรณีหยอดเป็นหลุม หรือนับจำนวนเมล็ดเต็มที่โรยในระยะทางแต่ละเมตร กรณีโรยเป็นแถว

8.2.6 หยอดเมล็ดต่อโดยใช้ภาชนะรองรับเพื่อเก็บตัวอย่างเมล็ดไว้หาร้อยละของเมล็ดแตกหัก และร้อยละของความงอกหลังผ่านเครื่องหยอด

8.2.7 ทดสอบซ้ำตั้งแต่ข้อ 8.2.2 ถึงข้อ 8.2.6 โดยบรรจุเมล็ดลงในถังบรรจุเมล็ด 1/5 ถังโดยปริมาตร

8.2.8 บันทึกผลการทดสอบตามภาคผนวก ค.

8.3 การแปรผันระหว่างแถว (กรณีหยอดเมล็ดได้มากกว่า 1 แถว)

8.3.1 ติดตั้งเครื่องหยอดตัวอย่างบนชุดทดสอบการแปรผันระหว่างแถว บรรจุเมล็ดลงในถังบรรจุเมล็ดให้เต็มทุกถัง

8.3.2 ขับอุปกรณ์กำหนดจำนวนเมล็ด โดยให้อัตราการหมุนของเพลาขับอุปกรณ์กำหนดจำนวนเมล็ดเคลื่อนที่สมนัยกับความเร็วเชิงเส้นที่ค่าสูงสุดตามตารางที่ 2 เก็บเมล็ดตัวอย่างที่ปล่อยออกมาจากเครื่องหยอดในแต่ละแถวตลอดระยะทางที่ล้อขับหมุนได้ 80 เมตร นำไปชั่งเพื่อหาน้ำหนักเมล็ดตลอดระยะทางที่ล้อขับหมุนได้ 80 เมตร ในแต่ละแถว ทดสอบซ้ำ 5 ครั้ง หาค่าเฉลี่ยเป็นน้ำหนักเมล็ดในแต่ละแถว (W_1 W_2 ... W_n)

8.3.3 หาค่าเฉลี่ยของน้ำหนักเมล็ดตลอดระยะทางที่ล้อขับหมุนได้ 80 เมตร จากสูตร

$$\bar{W} = \frac{W_1 + W_2 + \ldots + W_n}{n}$$

เมื่อ W_1 คือ น้ำหนักเมล็ดตลอดระยะทางที่ล้อขับหมุนได้ 80 เมตร ในแถวที่ 1

W_2 คือ น้ำหนักเมล็ดตลอดระยะทางที่ล้อขับหมุนได้ 80 เมตร ในแถวที่ 2

.

.

.

W_n คือ น้ำหนักเมล็ดตลอดระยะทางที่ล้อขับหมุนได้ 80 เมตร ในแถวที่ n

n คือ จำนวนแถว

8.3.4 บันทึกผลการทดสอบตามภาคผนวก ง.

8.4 ความสามารถในการทำงานบนพื้นที่ลาดเท

8.4.1 ทดสอบตามวิธีทดสอบในข้อ 8.2 และข้อ 8.3 โดยติดตั้งเครื่องหยอดให้อยู่ในลักษณะเหมือนกับการทำงานบนพื้นที่ลาดเทขึ้น 11 องศา ใส่เมล็ดลงในถังบรรจุเมล็ด 1/2 ถังโดยปริมาตร และอัตราการหมุนของเพลาขับอุปกรณ์กำหนดจำนวนเมล็ด เคลื่อนที่สมนัยกับความเร็วเชิงเส้นในการทำงานของเครื่องหยอดที่ค่ากลางตามตารางที่ 2 แล้วบันทึกผลการทดสอบ

8.4.2 ทดสอบซ้ำตามข้อ 8.4.1 แต่ติดตั้งเครื่องหยอดให้อยู่ในลักษณะเหมือนกับการทำงานบนพื้นที่ลาดเทลง 11 องศา ลาดเทซ้าย 11 องศา และลาดเทขวา 11 องศา ตามลำดับ แล้วบันทึกผลการทดสอบ

8.5 ความทนทานในการใช้งาน

8.5.1 หลังการทำงานทุก ๆ 10 ชั่วโมง

8.5.1.1 ติดตั้งเครื่องหยอดหัวอย่างบนชุดทดสอบความทนทานในการใช้งาน บรรจุเมล็ดลงในถังบรรจุเมล็ดให้เต็มถัง และขับเคลื่อนให้เครื่องหยอดทำงานด้วยความเร็วเชิงเส้น 2.5 $\pm$ 0.5 กิโลเมตรต่อชั่วโมงสำหรับเครื่องหยอดประเภทติดรถไถเดินตาม และ 5.0$\pm$1.0 กิโลเมตรต่อชั่วโมงสำหรับเครื่องหยอดประเภทติดรถแทรกเตอร์ โดยให้เมล็ดที่ปล่อยจากเครื่องหยอดหมุนเวียนกลับถังบรรจุเมล็ดเป็นเวลา 10 ชั่วโมง จึงหยุดการทดสอบ แล้วตรวจพินิจ

8.5.1.2 ทดสอบตามข้อ 8.5.1.1 อีก 3 ครั้ง

8.5.2 หลังการทำงาน 50 ชั่วโมง

8.5.2.1 ทดสอบตามข้อ 8.5.1.1 ซ้ำอีก 1 ครั้ง

8.5.2.2 นำเครื่องหยอดไปทดสอบตามข้อ 8.2 และข้อ 8.3

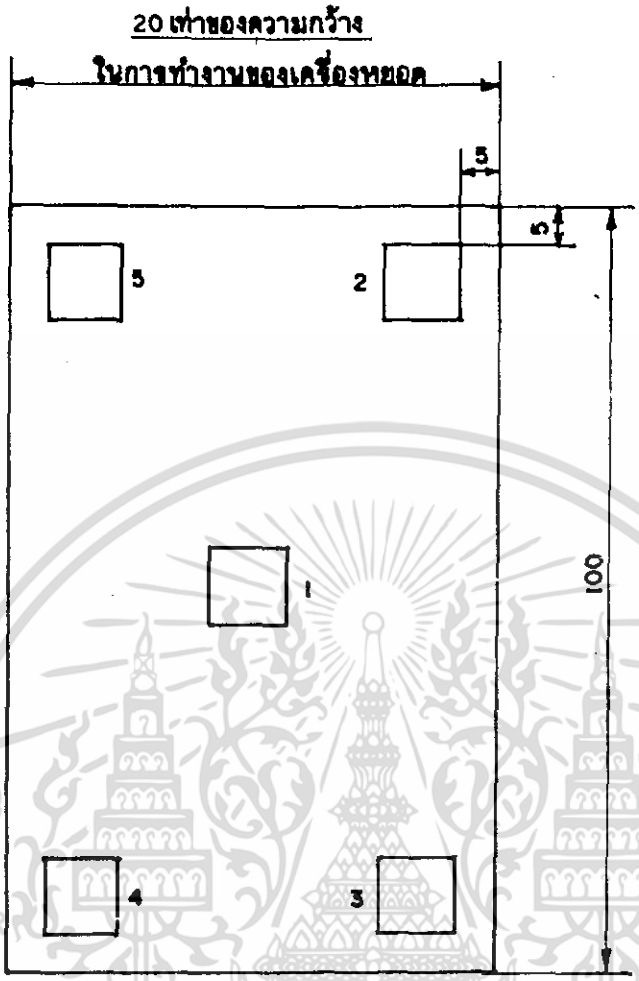
8.6 การทำงานภาคสนาม

8.6.1 ทั่วไป

8.6.1.1 ผู้ทำสามารถปรับแต่งชิ้นส่วนต่าง ๆ ได้

8.6.1.2 พื้นที่ทดสอบต้องเป็นพื้นที่การเกษตรที่เคยปลูกพืชมาแล้วไม่น้อยกว่า 1 ปี โดยพื้นที่ทดสอบมีขนาดเท่ากับ 20 เท่าของความกว้างในการทำงานของเครื่องหยอด เมตร x 100 เมตร

8.6.1.3 ผู้ทำต้องเป็นผู้เตรียมดินก่อนการทดสอบ และตำแหน่งที่เก็บข้อมูลของดินให้เป็นไปตามรูปที่ 2 และให้บันทึกรายละเอียดข้อมูลของดินตามภาคผนวก ก.



□ 1 2 3 4 และ 5 หมายถึง ตำแหน่งที่เก็บข้อมูลของดิน ประมาณ 1 ตารางเมตร

หน่วยเป็นเมตร

รูปที่ 2 ตำแหน่งที่เก็บข้อมูลของดิน

(ข้อ 8.6.1.3)

8.6.2 ความแม่นยำในการทำงานของเครื่องหยอด

8.6.2.1 ให้เครื่องหยอดทำงานในลักษณะการใช้งานจริง โดยหยอดเมล็ดในทิศทางตามความยาวพื้นที่ทดสอบด้วยความเร็วเชิงเส้น 2.5 ± 0.5 กิโลเมตรต่อชั่วโมงสำหรับเครื่องหยอดประเภทติดรถไถเดินตาม และ 5.0 ± 1.0 กิโลเมตรต่อชั่วโมงสำหรับเครื่องหยอดประเภทติดรถแทรกเตอร์

8.6.2.2 ทำการหยอด 15 เที่ยว โดยเมื่อตั้งต้นเที่ยวที่ 5 8 และ 11 ต้องมีเมล็ดอยู่ในถังบรรจุเมล็ด 1/5 ถัง โดยปริมาตร และเมื่อตั้งต้นเที่ยวที่ 7 10 และ 13 ต้องมีเมล็ดอยู่เต็มถังบรรจุเมล็ด

8.6.2.3 ดูแล บำรุงรักษาเมล็ดในเที่ยวที่ 5 7 8 10 11 และ 13 เป็นเวลา 10 วัน หลังจากนั้นกรณีหยอดเป็นหลุมนับจำนวนเมล็ดที่งอกในแต่ละหลุมเป็นจำนวนเมล็ดที่หยอด จำนวน 30 หลุม หรือกรณีโรยเป็นแถวนับจำนวนเมล็ดที่งอกต่อระยะทางแต่ละเมตร เป็นระยะทางรวม 10 เมตร

8.6.2.4 บันทึกผลการทดสอบตามภาคผนวก ก.

8.6.3 การแปรผันระหว่างแถว (กรณีหยอดเมล็ดได้มากกว่า 1 แถว)

8.6.3.1 ให้เครื่องหยอดทำงานในลักษณะการใช้งานจริง โดยหยอดเมล็ดในทิศทางตามความยาวของพื้นที่ทดสอบด้วยความเร็วเชิงเส้นที่ค่าสูงสุดตามตารางที่ 2

8.6.3.2 ทำการหยอด 15 เที่ยว โดยเมื่อตั้งต้นเที่ยวที่ 6 7 8 9 และ 10 ต้องมีเมล็ดอยู่เต็มถังบรรจุเมล็ด และก่อนทดสอบให้ใช้ถุงพลาสติกสวมท่อส่งเมล็ดทุกท่อเพื่อเก็บตัวอย่างเมล็ดที่ปล่อยออกมาจากเครื่องหยอดในแต่ละแถวตลอดระยะทางที่ล้อขับหมุนได้ 80 เมตร แล้วหาค่าเฉลี่ยของแต่ละแถวเป็นน้ำหนักเมล็ดในแต่ละแถว (W_1 W_2 ... W_n)

8.6.3.3 หาค่าเฉลี่ยของน้ำหนักเมล็ดตลอดระยะทางที่ล้อขับหมุนได้ 80 เมตรเช่นเดียวกับข้อ 8.3.3

8.6.3.4 บันทึกผลการทดสอบตามภาคผนวก ก.

ภาคผนวก ก.

การทำงานภาคสนาม

(ข้อ 5.6 ข้อ 8.6.1.3 ข้อ 8.6.2.4 และข้อ 8.6.3.4)

ก.1 รายละเอียดข้อมูลของดิน

ก.1.1 วิธีการเตรียมดิน.....

.....

(รวมทั้งภาพถ่ายพื้นที่เมื่อเวลาทดสอบ)

ก.1.2 ความลาดเทของพื้นที่ตามแนวการทำงานของเครื่องหยอด

และตามแนวตั้งฉากกับแนวการทำงานของเครื่องหยอด.....องศา

ก.1.3 ขนาดของพื้นที่ทดสอบ.....เมตร x เมตร

ก.1.4 ชนิดของดิน

☐ เหนียว ☐ ร่วน ☐ ร่วนปนทราย ☐ ทราย

ก.1.5 ความชื้นของดิน

ตำแหน่งที่เก็บข้อมูล	1	2	3	4	5	ค่าเฉลี่ย
ความชื้น ร้อยละ						

ก.2 ความแม่นยำในการทำงานของเครื่องหยอด

ก.2.1 ตารางบันทึกข้อมูลการทดสอบ

ก.2.1.1 กรณีหยอดเป็นหลุม

หลุมที่	จำนวนเมล็ดที่งอก					
	เมล็ด 1/5 ถัง			เมล็ดเต็มถัง		
	เที่ยวที่ 5	เที่ยวที่ 8	เที่ยวที่ 11	เที่ยวที่ 7	เที่ยวที่ 10	เที่ยวที่ 13
1						
2						
3						
4						
5						
6						
7						
8						
9						
10						
11						
12						
13						
14						
15						
16						
17						
18						
19						
20						
21						
22						
23						
24						
25						
26						
27						
28						
29						
30						

ก.2.1.2 กรณีโรยเป็นแถว

ช่วงระยะทาง	จำนวนเมล็ดที่งอก					
	เมล็ด 1/5 ถัง			เมล็ดเต็มถัง		
เมตร	เที่ยวที่ 5	เที่ยวที่ 8	เที่ยวที่ 11	เที่ยวที่ 7	เที่ยวที่ 10	เที่ยวที่ 13
0 ถึง 1						
1 ถึง 2						
2 ถึง 3						
3 ถึง 4						
4 ถึง 5						
5 ถึง 6						
6 ถึง 7						
7 ถึง 8						
8 ถึง 9						
9 ถึง 10						

ก.3 การแปรผันระหว่างแถว (กรณีหยอดเมล็ดได้มากกว่า 1 แถว)

ก.3.1 ตารางบันทึกผลการทดสอบ

เที่ยวที่	น้ำหนักเมล็ดตลอดระยะทางที่ล้อขับหมุนได้ 80 เมตร ในแต่ละแถว กรัม						
	แถวที่ 1	แถวที่ 2	แถวที่ 3	แถวที่ 4	แถวที่ 5	แถวที่ 6	แถวที่...
6							
7							
8							
9							
10							
ค่าเฉลี่ย							
ค่าความเบี่ยงเบนมาตรฐาน							
ค่าสัมประสิทธิ์การแปรผัน							

ก.3.2 ค่าเฉลี่ยของน้ำหนักเมล็ดตลอดระยะทางที่ล้อขับหมุนได้ 80 เมตร.....กรัม

ภาคผนวก ข.

รายละเอียดของเมล็ดที่ใช้ทดสอบ

(ข้อ 8.1)

ข.1 ชนิดและพันธุ์ของเมล็ด.....

ข.2 ความชื้น ร้อยละ.....

ข.3 ความงอกก่อนผ่านเครื่องหยอด ร้อยละ.....

ข.4 น้ำหนักต่อปริมาตร.....กิโลกรัมต่อลูกบาศก์เมตร

ข.5 น้ำหนัก 1 000 เมล็ด.....กรัม

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

ภาคผนวก ค.

ความแม่นยำของอุปกรณ์กำหนดจำนวนเมล็ด ร้อยละของเมล็ดแตกหักก่อนและหลังผ่านเครื่องหยอด และร้อยละของความงอกก่อนและหลังผ่านเครื่องหยอด

(ข้อ 8.2.8)

ค.1 ความแม่นยำของอุปกรณ์กำหนดจำนวนเมล็ด

ค.1.1 ตารางบันทึกข้อมูลการทดสอบ

ค.1.1.1 กรณีหยอดเป็นหลุม

หลุมที่	จำนวนเมล็ด					
	เมล็ดเต็มถัง			เมล็ด 1/5 ถัง		
	ความเร็วเชิงเส้น			ความเร็วเชิงเส้น		
	ค่าต่ำสุด	ค่ากลาง	ค่าสูงสุด	ค่าต่ำสุด	ค่ากลาง	ค่าสูงสุด
1						
2						
3						
4						
5						
6						
7						
8						
9						
10						
11						
12						
13						
14						
15						
16						
17						
18						
19						
20						
21						
22						
23						
24						
25						
26						
27						
28						
29						
30						

ค.1.1.2 กรณีโรยเป็นแถว

ช่วงระยะทาง	จำนวนเมล็ด					
	เมล็ดเต็มถัง			เมล็ด 1/5 ถัง		
	ความเร็วเชิงเส้น			ความเร็วเชิงเส้น		
เมตร	ค่าต่ำสุด	ค่ากลาง	ค่าสูงสุด	ค่าต่ำสุด	ค่ากลาง	ค่าสูงสุด
0 ถึง 1						
1 ถึง 2						
2 ถึง 3						
3 ถึง 4						
4 ถึง 5						
5 ถึง 6						
6 ถึง 7						
7 ถึง 8						
8 ถึง 9						
9 ถึง 10						

ค.2 ร้อยละของเมล็ดแตกหักก่อนและหลังผ่านเครื่องหยอด

ค.2.1 ร้อยละของเมล็ดแตกหักก่อนผ่านเครื่องหยอด

- เมล็ดเต็มถัง.....
- เมล็ด 1/5 ถัง.....

ค.2.2 ร้อยละของเมล็ดแตกหักหลังผ่านเครื่องหยอด

- เมล็ดเต็มถัง.....
- เมล็ด 1/5 ถัง.....

ค.3 ร้อยละของความงอกก่อนและหลังผ่านเครื่องหยอด

ค.3.1 ร้อยละของความงอกก่อนผ่านเครื่องหยอด

- เมล็ดเต็มถัง.....
- เมล็ด 1/5 ถัง.....

ค.3.2 ร้อยละของความงอกหลังผ่านเครื่องหยอด

- เมล็ดเต็มถัง.....
- เมล็ด 1/5 ถัง.....

ภาคผนวก ง.
การแปรผันระหว่างแถว (กรณีหยอดเมล็ดได้มากกว่า 1 แถว)

(ข้อ 8.3.4)

.1 อัตราหมุนของเพลาขับอุปกรณ์กำหนดจำนวนเมล็ด(สมนัยกับความเร็วเชิงเส้นที่ค่าสูงสุด).... รอบต่อนาที

.2 ตารางบันทึกข้อมูลการทดสอบ

การทดสอบ ครั้งที่	น้ำหนักเมล็ดตลอดระยะทางที่ล้อขับหมุนได้ 80 เมตร ในแต่ละแถว กรัม						
	แถวที่ 1	แถวที่ 2	แถวที่ 3	แถวที่ 4	แถวที่ 5	แถวที่ 6	แถวที่...
1							
2							
3							
4							
5							
ค่าเฉลี่ย							
ค่าความเบี่ยงเบนมาตรฐาน							
ค่าสัมประสิทธิ์การแปรผัน							

.3 ค่าเฉลี่ยของน้ำหนักเมล็ดตลอดระยะทางล้อขับหมุนได้ 80 เมตร .....กรัม

มอก.
สำนักงานมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม

Sowing equipment — Test methods — Part 1: Single seed drills (precision drills)

เอกสารนี้มีลิขสิทธิ์
ห้ามคัดถ่ายโดยไม่ได้รับอนุญาต

0 Introduction

The aim of this part of ISO 7256 is to make available to test offices and other interested organizations a standardized test method permitting reproducibility of tests when they are carried out in geographically remote areas and/or in different climatic conditions; the main objective being comparability for any one model of equipment.

This condition of reproducibility limits the number of mandatory tests which can be used and eliminates mandatory tests in the field. However, these tests may be carried out optionally at the instigation of the test office or at the request of the manufacturer.

1 Scope and field of application

This part of ISO 7256 specifies test methods for single seed drills (precision drills).

2 Reference

ISO 7424, *Agricultural equipment — Matching of wheeled tractors and rear mounted implements — Code numbering system.*

NOTE — A future International Standard will deal with classification and terminology of equipment for sowing and planting.

3 Definitions

For the purpose of this part of ISO 7256 the following definitions apply.

3.1 **single seed drills (precision drills)**: Drills whose metering mechanism distributes seeds singly by means of a burying device at predetermined intervals to form a sowing line.

NOTE — As the great majority of sowing equipment has equidistant spacings, the tests refer only to this type of equipment.

3.2 **sowing unit (for seed)**: Unit generally comprising the metering mechanism and the burying device.

3.3 **metering mechanism (for seed)**: Mechanism which takes seeds from a batch leaving the hopper individually or in groups and deposits them in a line (or row).

3.4 **burying device**: Device generally comprising a coulter, a device to regulate the ground penetration depth of the coulter and a unit that covers the seed.

3.5 **coulter**: Device for opening a furrow in the ground in which the seeds leaving the metering mechanism are placed.

3.6 **flow rate**: Amount of seed distributed, expressed as a number, mass or volume of seed per unit of time.[1]

3.7 **application rate**: Amount of seed distributed, expressed as a number, mass or volume of seed per unit of length or surface.[1]

3.8 **spacing**: The distance between two successive seeds in the row.

theoretical spacing: Spacing set on the control mechanism and stated by the manufacturer.

3.9 **miss**: For a single seed drill, the absence of a seed where there should be one theoretically. In practice, by analogy with statistical evaluation of results, all spaces larger than 1,5 times the theoretical seed spacing are considered to be misses (see 6.1.1).

3.10 **multiples**: For a single seed drill, the presence of two seeds or more where there should only be one. In practice, by analogy with statistical evaluation of results, all spacings less than 0,5 times the theoretical seed spacing are considered to be multiples (see 6.1.1).

1) For precision drills, only the number is to be taken into consideration for flow rate and application rate measurements.

เอกสารนี้สงวนลิขสิทธิ์
ห้ามคัดถ่ายโดยไม่ได้รับอนุญาต

eneral test conditions

Seed drill

Selection

eed drill to undergo testing may be selected by the entative of the test office in agreement with the manufac-

eed drill shall, in all respects, conform strictly to the cations, which the manufacturer is required to send to st office in writing.

est report (see annex F) shall specify how the drill to be was chosen.

Manufacturer's instructions

ne drill in accordance with the manufacturer's instruc- which shall specify, among other things

the maximum forward speed and, if appropriate, the nimum forward speed, expressed in metres per second;

the maximum, and if appropriate, the minimum number revolutions, expressed in minutes to the power of minus ie (min^{-1}), and/or peripheral speed, expressed in metres r second, of the metering mechanism;

the species and types of seed which may be sown;

the metering mechanisms suited to each seed species.

Checking of specifications

echnical characteristics supplied by the manufacturer shall dicated in the test report and shall be checked.

Seed

Types

tests shall be carried out taking into account the manufac- 's specifications.

1.1 Single-purpose drill

e seed drill is stated to be specifically for one or more types eed and/or distribution methods, the test shall be carried exclusively with the seeds indicated by the manufacturer, , as appropriate, of the size specified.

1.2 Multipurpose drill

ne drill is stated to be multipurpose, the tests shall be carried with the following four types of seed:

— type a: a medium size round seed 3 ± 0,75 mm in diameter (for example, pea or a coated seed the coating of which shall be smooth and of a regular shape);

— type b: a small seed of regular shape (for example, cabbage) of diameter less than 3 mm;

— type c: a large irregular seed (for example, bean or flat maize seeds) of diameter greater than 6 mm;

— type d: the most difficult seed permitted by the manufacturer (for example unpelleted genetically monogerm beet seed, carrot, etc.).

NOTE — The seeds shall not have been subjected to any treatment which could change their physical properties, except that incorporated in the coatings.

4.2.2 Characteristics

The dimensional characteristics (scale and granulometric profile), purity (percentage of foreign bodies, bad seeds and broken seeds) and water content of the batch of seeds used shall be noted in the test report.

4.3 Ambient conditions

The hygrometric levels shall be observed and noted in the test report.

5 Mandatory tests[1)]

5.1 Nature of test (see annex A)

The mandatory tests deal essentially with the precision of seed planting and the efficiency of metering.

Each test shall be carried out with three different units, either three units on one multirow drill or three independent sowing units if each one has a metering mechanism.

Tests 1, 2, 3 and 6 (see annex A) shall be carried out with the sowing unit either static or mobile.

Test 4 (see annex A) shall be carried out with the sowing unit mobile.

Test 5 (see annex A) shall be carried out with the sowing unit moving over a bed of sand.

5.1.1 Static tests

With the sowing unit stationary, the metering mechanism shall be driven at a rotary speed equal to that which it would have for actual work, i.e. taking into account the theoretical forward speed and the adjustment of the ratio between the metering mechanism and the driving wheel speeds. In order to simulate the relative movement of the drill above the ground, an

เอกสารนี้มีลิขสิทธิ์
ห้ามคัดถ่ายโดยไม่ได้รับอนุญาต

descending a slope: incline the sowing unit 11° wards the front;

slope to the right: incline the sowing unit 11° to the ght;

slope to the left: incline the sowing unit 11° to the left.

Duration of the tests

number of runs may vary according to the length of the bench. They shall cover a total workable distance cor- onding to a minimum of 250 seeds *in situ*.

ach run on the test bench (*mobile test*) or each run on a le strip (static test), disregard an appropriate length to el out irregularities resulting from initial acceleration.

re each test for which the hopper is filled, rotate the meter- echanism sufficiently to allow the seed flow to fill the feed ber of the distributing mechanism.

Measuring procedure

measurements relate solely to the distance between the s, both in the static and mobile tests. The unit of measure- shall be the millimetre, the spacing between two seeds measured from the geometric centres of two consecutive s.

Test procedure (see annex A)

1 Effect of the level of seeds in the hopper (test 1)

ermine whether the level of seeds in the hopper has an ct on the feeding of the metering mechanism.

2 Effect of the adjustment of the speed of the ering mechanism (test 2)

ermine whether this speed has an effect on the feeding of metering mechanism.

3 Effect of the position of the apparatus working on pes (test 3)

3.1 Ascending and descending slopes

ermine whether these slopes have an effect on the feeding he metering mechanism.

3.2 Lateral slopes

ermine whether these slopes have an effect on the feeding the metering mechanism and the spacing precision (re- ding from the axis of travel).

5.3.4 Effect of the forward speed of the seed drill (test 4)

Determine whether this speed has an effect on the feeding of the metering mechanism and on the spacing precision.

5.3.5 Effect of the unwanted movements of seeds (test 5)

Check whether such movements exist (rotation of the seed) and whether they have an effect on planting accuracy.

5.3.6 Effect of the separation of the seeds (test 6)

Check if there is any seed separation in the hopper and whether it has an effect on the feeding.

NOTE — Before the test the metering mechanism should be rotated for 30 min feeding it constantly with new seeds from the batch to be tested and never letting the level in the hopper fall to below 1/8 of its capacity. The test is then carried out with the seeds remaining in the bottom of the hopper (filled to 1/8 capacity).

6 Test results

6.1 Results of mandatory tests

Add the figures for each run to obtain one result per test; thus tests on three sowing elements shall give three results for each test (one per unit).

6.1.1 Processing of data

6.1.1.1 The adjustment of the seed drill in accordance with the manufacturer's instructions gives the theoretical seed spacing x_{ref}. This theoretical spacing shall be verified by the testing office.

6.1.1.2 The measurement check gives the different values x for the spacing between successive seeds during the test.

6.1.1.3 These different values of x are divided up into segments equal to 0,1 x_{ref} distributed on either side of x_{ref}. Thus the intervals obtained around x_{ref} are as follows:

$$[0{,}9\ x_{ref},\ x_{ref}]\ ;\ [x_{ref},\ 1{,}1\ x_{ref}] \text{ etc.}$$

6.1.1.4 Each segment is allocated the variable

$$X_i = \frac{x_i}{x_{ref}}$$

where x_i is the median of the segment.

6.1.1.5 The following are then drawn up:

a) a frequency table (see annex C) showing the different values of X_i and the number of times, n_i, that each value of X_i has been plotted.

เอกสารนี้เป็นของ
ห้ามคัดลอกโดยไม่ได้รับอนุญาต

dhesive strip moving at the relative forward speed of the drill when travelling without slipping may be run underneath the eed drill.

OTE — This recording on to an adhesive strip may be replaced by any ther recording method, such as an acoustic or optical method. The ıethod used shall be noted in the test report.

.1.2 *Mobile test*

The sowing unit shall be fixed to a mobile trolley moving at a onstant speed and without jolting over a stationary adhesive trip.

IOTE — Recording by means of an adhesive strip may be replaced by ny other recording method, such as an acoustic or optical method. he method used shall be noted in the test report.

i.1.3 **Test on a bed of sand**

The sowing unit shall move over a bed of sand of specified characteristics (see the note) at a constant speed and without olting.

The coulter shall penetrate this sand to a depth at least equal to the minimum working depth.

For this test, the coulter may be equipped with deflectors which, without interfering with the placing of the seeds, prevent the sand from falling back. It shall be maintained at a constant depth.

The forward speed shall be equal to the actual speed of the seed drill at work.

NOTE — Characteristics of the sand may be as follows:

a) foundry sand:
- granulometry of 85 to 120 µm,
- clay content intended to provide a binding agent (20 to 25 %),
- water content between 4 and 6 %;

b) a pure sand (such as Fontainebleau sand to which a low-viscosity oil is added in the proportion of 1 %).

5.2 Adjustments and procedure

5.2.1 Position of the coulters (see annex A)

Tests 1, 2 and 6 (see annex A) may be carried out with the coulters raised, on the recommendation of the manufacturer. The distance between the metering mechanism seed outlet and the impact surface shall be as close as possible to that in actual practice between the seed outlet and the bottom of the furrow.

Test 3 (see annex A) shall be carried out partially with the coulter in position so as to check whether there is any seed rebound against the coulter wings. If so, the distance between the metering mechanism outlet and the impact surface shall be slightly greater, but still as close as possible to the actual distance so as not to extend the seed fall distance unduly. This distance shall be noted in the test report.

Tests 4 and 5 (see annex A) shall be carried out with the coulter in position.

5.2.2 Filling the hoppers

The hoppers shall be filled at the time of the test, avoiding any abnormal compaction of the seed.

For the tests with the hopper full, half full and one eighth full, these volumes correspond to 100, 50 and 12,5 % of the total volume of the hopper plus the usable volume of the metering mechanism feed chamber.

5.2.3 Forward speed

Three relative drill/ground speeds shall be chosen corresponding to the forward speeds from the range 1; 1,50; 2; 2,50 and 3 m/s in accordance with the manufacturer's instructions.

For static tests, if the driving wheel is mounted on tyres, the rotary speed ω is given by the equation

$$\omega = \frac{v}{2 \pi R}$$

where

v is the relative forward speed;

R is the radius of the tyre under average load.

5.2.4 Adjustment of the metering

The tests shall be carried out with the average spacings currently used in agriculture for these types of seeds. These metering amounts shall be recorded in the test report.

5.2.5 Speed adjustment of the metering mechanism

As the seed spacing control is obtained by a combination of the number of the holes or cells of the metering mechanism and its rotary (or linear) speed, the tests shall be carried out at maximum and minimum speeds and at the intermediate speed closest to the mean arithmetical speed between the maximum and minimum speeds specified by the manufacturer for the type of seed to be tested, adjusting the metering member (drum, disc or belt) on the sowing unit for the particular spacings.

If there is only one means of adjusting the spacing, the test shall only be carried out with this one setting.

5.2.6 Slope test

The slope tests shall be as follows:

a) ascending a slope: incline the sowing unit 11° towards the rear (corresponding to a 20 % slope);

เอกสารนี้สงวนลิขสิทธิ์
ห้ามคัดถ่ายโดยไม่ได้รับอนุญาต

b) a frequency histogram (see annex D) with the abscissa giving the values of X_i and the ordinate values of $F_i = \frac{n_i}{N}$, where N is the number of seeds recorded during the test.

6.1.1.6 The frequency table shall be divided up in accordance with the following intervals:

$\{0 \text{ to } <0,5\}$
$\{>0,5 \text{ to } <1,5\}$
$\{>1,5 \text{ to } <2,5\}$
$\{>2,5 \text{ to } <3,5\}$
$\{>3,5 \text{ to } +\infty\}$

if:

$n'_1 = \Sigma n_i \, (X_i \in \{0 \text{ to } 0,5\})$
$n'_2 = \Sigma n_i \, (X_i \in \{>0,5 \text{ to } < 1,5\})$
$n'_3 = \Sigma n_i \, (X_i \in \{>1,5 \text{ to } < 2,5\})$
$n'_4 = \Sigma n_i \, (X_i \in \{>2,5 \text{ to } < 3,5\})$
$n'_5 = \Sigma n_i \, (X_i \in \{>3,5 \text{ to } +\infty\})$

then:

$N = n'_1 + n'_2 + n'_3 + n'_4 + n'_5$

6.1.1.7 The following are established:

— number of multiples: $n_2 = n'_1$

— number of seeds normally sown: $n_1 = N - 2n_2$

— number of misses: $n_0 = n'_3 + 2n'_4 + 3n'_5$

— number of intervals: $N' = n'_2 + 2n'_3 + 3n'_4 + 4n'_5$

— average spacing of normally sown seeds:

$$\bar{X} = \frac{\Sigma n_i X_i}{n'_2} \text{ with } X_i \in \{>0,5 \text{ to } <1,5\}$$

6.1.2 Evaluating the results

6.1.2.1 Feed

Quality of feed index: $A = \frac{n_1}{N'} \times 100$

Multiples index: $D = \frac{n_2}{N'} \times 100$

Miss index: $M = \frac{n_0}{N'} \times 100$

6.1.2.2 Precision

Standard deviation: $\sigma = \sqrt{\frac{\Sigma n_i X_i^2}{n'_2} - \bar{X}^2}$

with $X_i \in \{>0,5 \text{ to } <1,5\}$

Coefficient of variation: $C = \sigma \times 100$

6.2 Results of optional tests

See annex E, clause E.4.

7 Test report

See details in annex F.

เอกสารนี้สงวนลิขสิทธิ์
ห้ามคัดถ่ายโดยไม่ได้รับอนุญาต

Annex A

Performance of bench tests

Table 1

Description of test	Type of test	No. of test	Slope	Hopper level	Theoretical forward speed	Metering mechanism spead	Type of seed
Mandatory							
fect of the level eds in the er	Static or mobile Without coulter if appropriate	101	none	1/1	high	average	c
		102		1/8	low	average	c
		103		1/1	high	average	d
		104		1/8	low	average	d
fect of the speed e metering anism	Static or mobile Without coulter if appropriate	201	none	1/2	low	minimum	b
		202			high	maximum	b
		203			low	minimum	c
		204			high	maximum	c
		205			low	minimum	d
		206			high	maximum	d
ffect of the slope	Static or mobile Without coulter if appropriate	301	20 % when descending	1/2	average	average	a
		302					c
		303	20 % when ascending				c
		304					a
	With coulter	305	20 % slope to right				a
		306					c
		307	20 % slope to left				c
		308					a
		309	none				a
		310					c
ffect of the ard speed	Mobile or static With coulter	401	none	1/2	low	maximum	a
		402			average	average	a
		403			high	minimum	a
		404			low	maximum	b
		405			average	average	b
		406			high	minimum	b
		407			low	maximum	c
		408			average	average	c
		409			high	minimum	c
		410			low	maximum	d
		411			average	average	d
		412			high	minimum	d
Effect of unwanted vements of the t	Mobile on bed of sand With coulter	501	none	1/2	average	maximum	a
		502			average	maximum	b
		503			average	maximum	c
Effect of separation	Fixed or mobile Without coulter if appropriate	601	none	1/8	average	average	a
		602			average	average	c
		603			average	average	d
Optional tests							
Effect of seed ssings	Fixed or mobile Without coulter if appropriate	701	none	1/2	average	average	optional
		702			average	average	
		703			average	average	

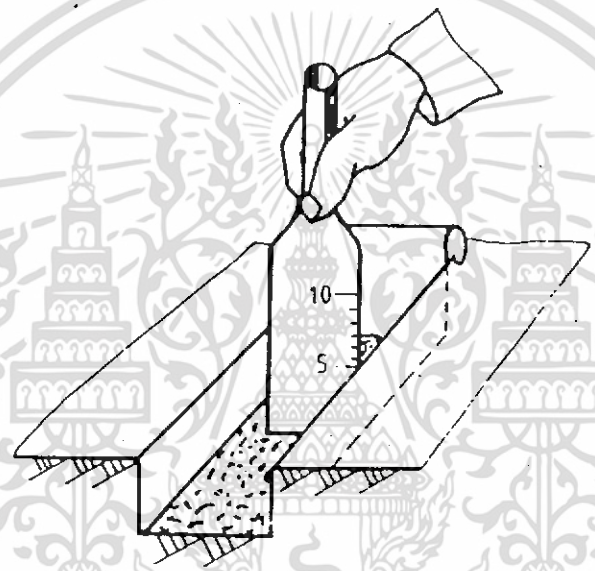
เอกสารนี้มีลิขสิทธิ์
ห้ามคัดง่ายโดยไม่ได้รับอนุญาต

Annex B

Device for measuring the depth of sowing

The depth of sowing measuring device is pushed into the soil across the seed row so that the upper edge of the box is at the same level as the soil surface.

The earth is removed in layers by a flat scraper graduated in millimetres so that the seed is visible. The depth of sowing is measured with the flat scraper against the side of the box (see the figure).



Figure

สำนักงานมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม

เอกสารนี้มีลิขสิทธิ์
ห้ามคัดถ่ายโดยไม่ได้รับอนุญาต

Annex C

Frequency — Test No. ...

Table 2

X_i	n_i	F_i		
0,05			$n'_1 = n_2 = \Sigma n_i$	$N = n'_1 + n'_2 + n'_3 + n'_4 + n'_5$ $N' = n'_2 + 2n'_3 + 3n'_4 + 4n'_5$ $n_2 = n'_1$ $n_1 = N - 2n_2$ $n_0 = n'_3 + 2n'_4 + 3n'_5$
0,15				
0,25				
0,35				
0,45				
0,55			$n'_2 = \Sigma n_i$ $\bar{X} = \frac{\Sigma n_i X_i}{n'_2}$ $\sigma^2 = \frac{\Sigma n_i X_i^2}{n'_2} - \bar{X}^2$	$A = \frac{n_1}{N'} \times 100$ $D = \frac{n_2}{N'} \times 100$ $M = \frac{n_0}{N'} \times 100$ $C = 100\,\sigma$
0,65				
0,75				
0,85				
0,95				
1,05				
1,15				
1,25				
1,35				
1,45				
1,55			$n'_3 = \Sigma n_i$	
1,65				
1,75				
1,85				
1,95				
2,05				
2,15				
2,25				
2,35				
2,45				
2,55			$n'_4 = \Sigma n_i$	
2,65				
2,75				
2,85				
2,95				
3,05				
3,15				
3,25				
3,35				
3,45				
			$n'_5 = \Sigma n_i$ $\quad (X_i > 3,5)$	

เอกสารนี้มีลิขสิทธิ์
ห้ามคัดลอกโดยไม่ได้รับอนุญาต

Annex E

Optional tests

Bench tests (see annex A)

Nature of the test

of seed dressings on the feed.

Test conditions

st shall be carried out using a type of seed selected by the ffice (preferably with a rough surface to retain a maxi- mount of the dressing product); the impregnation shall ried out with the dressing most used at the time for this f seed.

Test procedure (Static test or mobile bench

the metering mechanism at maximum speed for approx- 30 min, constantly filling the hopper with new dressed

this period carry out three tests:

one at the beginning of the period (test No. 701);

one in the middle of the period (test No. 702);

one at the end of the period (test No. 703).

Field tests

Nature of the tests

hall cover:

the actual spacing of the seed on cultivated land;

the uniformity of the furrow depth;

the uniformity of the depth of the seed in the ground.

Test conditions

st site shall be relatively level cultivated land of uniform and structure.

pth of the previous crop, the nature of the ground, its re (size and position of the clods of earth as they appear tical cut) and its water content shall be noted in the test

The structure of the plot may be shown in a sketch attached to the test report.

If possible use a soil penetrometer to measure the hardness of the soil for the first 30 cm.

The duration of the test shall be sufficient to obtain meaningful results.

The machine shall operate under normal working conditions, from start-up until the end of the test, i.e. it shall not stop except for the half turns normally made at the ends of the plot.

The checks shall be made on at least five rows of a length giving at least 250 seeds sown.

The first check shall commence 20 m after the start, the last shall end 20 m before the end.

The test office shall determine the seed to use in accordance with the manufacturer's instructions.

If only one test is carried out, it shall be performed at a forward speed of 2 m/s, or at the average rotary speed of the metering mechanism as defined for the mandatory tests (see 5.1).

The theoretical quantity shall be that deemed to be normal for the type of crop.

The depth of sowing shall be that which is most suitable to the type of crop and shall be noted in the test report.

NOTE — This test should include a uniformity test after the seedlings emerge.

E.3 Measuring conditions

For each row checked, the following shall be measured:

a) the space between successive seeds or plants taken from centre to centre;

b) the average depth of the furrow obtained by several sections through the plot;

c) the depth of the seed in relation to the level of the ground. This depth may be determined for example in accordance with annex B.

E.4 Results of optional tests

E.4.1 Results of the test of the effect of seed dressings

The presentation shall be identical to that adopted for the mandatory tests (see 6.1).

The types of seed and the characteristics of the seed dressings (make, nature and, if possible, physical characteristics) shall be noted in the test report.

E.4.2 Results of tests in the field

For the spacing, the presentation shall be as defined in 6.1 for the mandatory tests.

E.5 Test report

See annex F.

เอกสารนี้ลิขสิทธิ์
ห้ามคัดลอกโดยไม่ได้รับอนุญาต

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

Annex F

Example of test report on precision drills

Name and address of seed drill manufacturer: .....

Tests carried out on seed drill by: .....

The specimen undergoing the tests was selected by the manufacturer with the agreement of the test office.

เอกสารนี้มีลิขสิทธิ์
ห้ามคัดถ่ายโดยไม่ได้รับอนุญาต

A Specifications of the seed drill

Characteristics

Brand name: .....

Type: .....

Serial No.: .....

Towed, semi-mounted or mounted equipment: .....

Distributor and type of drive: .....

Number of gear ratios (speeds) and type of selection: .....

Maximum and minimum forward speeds: ..... km/h

Maximum and minimum rotary speeds of the metering mechanism: ..... min^{-1}

Species and types of seeds sown: .....

Overall dimensions

Width
- when ready to operate: ..... m
- when travelling on the road: ..... m

Height when travelling on the road: ..... m

Length when travelling on the road: ..... m

Other specifications

Load height: ..... mm

Hopper(s) capacity: l

No-load mass: ..... kg

Loaded mass (state the type of seed): ..... kg

Tyre dimensions: .....

Radius of the tyres at half-load: ..... m

Tyre pressure: ..... kPa

Instrument numerical code (in accordance with ISO 7424): .....

เอกสารนี้มีลิขสิทธิ์
ห้ามคัดถ่ายโดยไม่ได้รับอนุญาต

B Test conditions

Date and place: .....

Species and type of seed: .....

Ground slope: ..... degrees

Adjustments to the seed drill:

- level of seed in the hopper: .....
- forward speed: ..... m/s
- adjustment of the flow: .....kg/h or l/h
- rotary speed of the metering mechanism: ..... min^{-1}

Seeds:

- *dimensions*: ..... mm
- commercial analysis: .....
- water content: ..... %

Atmospheric conditions:

- hygrometry: .....

C Test results

Mandatory tests

Test No. 1: Effect of the level of seeds in the hopper

Test No. 2: Effect of adjusting the speed of the metering mechanism

See table 3 for test No. 1, "Sowing unit No. 1".

Test No. 3: Effect of the position of the apparatus working on slopes

See table 3 for test No. 1, "Sowing unit No. 1".

Test No. 4: Effect of the forward speed of the seed drill

See table 3 for test No. 1, "Sowing unit No. 1".

Test No. 5: Effect of unwanted movements of seeds

See table 3 for test No. 1, "Sowing unit No. 1".

Test No. 6: Effect of the separation of the seeds

See table 3 for test No. 1, "Sowing unit No. 1".

The same tables are used for each type of seed tested.

Compile a histogram of the spacings for each test condition.

Optional tests

Test No. 7: Effect of seed dressings

In addition to presenting the test results as for mandatory tests, state the physical characteristics of the seed dressing.

Test in the field:

Same presentation as for the mandatory tests.

Histogram of the varying depths obtained for the different adjustments.

Table 3 — Sowing unit No. 1

Test No.: ..... Sowing unit No.: ..... Type of seed: ..... Slope:	Speed of the metering mechanism																										
	Maximum									Average									Minimum								
Results	Hopper full			Hopper half full			Hopper 1/8 full			Hopper full			Hopper half full			Hopper 1/8 full			Hopper full			Hopper half full			Hopper 1/8 full		
	Forward speed m/s			Forward speed m/s			Forward speed m/s			Forward speed m/s			Forward speed m/s			Forward speed m/s			Forward speed m/s			Forward speed m/s			Forward speed m/s		
	high	aver-age	low	high	aver-age	low	high	aver-age	low	high	aver-age	low	high	aver-age	low	high	aver-age	low	high	aver-age	low	high	aver-age	low	high	aver-age	low
Theoretical adjustment spacing, mm																											
Average spacing recorded for normally distributed seeds, mm																											
Feed quality																											
— feed quality index																											
— multiples index																											
— miss index																											
Placing precision Coefficient of variation																											

NOTE — The above table is also applicable for units No. 2 and No. 3.

เอกสารหมายเลข
ห้ามจำหน่าย