การออกแบบและพัฒนาเครื่องปลูกข้าวแบบยกร่อง

นายภัทรพงศ์ จันทราษี

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

วิทยานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต
สาขาวิชาวิศวกรรมเครื่องกลและระบบกระบวนการ
มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี
ปีการศึกษา 2563

DESIGN AND DEVELOPMENT OF A RICE PLANTER WITH RIDGER

Phattharaphong Chantharasee

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

A Thesis Submitted in Partial Fulfillment of the Requirements for the Degree of Master of Engineering in Mechanical and Process System Engineering

Suranaree University of Technology

Academic Year 2020

การออกแบบและพัฒนาเครื่องปลูกข้าวแบบยกร่อง

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี อนุมัติให้นับวิทยานิพนธ์ฉบับนี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญามหาบัณฑิต

คณะกรรมการสอบวิทยานิพนธ์

(ผศ. ดร.เทวรัตน์ ตรีอำนรรค)
ประธานกรรมการ

(อ. ดร.สามารถ บุญอาจ)
กรรมการ (อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์)

(ผศ. ดร.ศุภกิตต์ สายสุนทร)
กรรมการ

(รศ. ร.อ. ดร.กนต์ธร ชำนิประศาสน์)
รองอธิการบดีฝ่ายวิชาการและพัฒนาความเป็นสากล

(รศ. ดร.พรศิริ จงกล)
คณบดีสำนักวิชาวิศกรรมศาสตร์

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

ภัทรพงศ์ จันทรายี : การออกแบบและพัฒนาเครื่องปลูกข้าวแบบยกร่อง (DESIGN AND DEVELOPMENT OF A RICE PLANTER WITH RIDGER) อาจารย์ที่ปรึกษา : อาจารย์ ดร.สามารถ บุญอาจ, 102 หน้า.

งานวิจัยนี้เป็นการออกแบบ สร้าง ทดสอบ และประเมินผล เครื่องปลูกข้าวแบบยกร่อง ใช้กับรถแทรกเตอร์ขนาด 46 แรงม้า ต่อพ่วงแบบ 3 จุด เพื่อแก้ปัญหาด้านการปลูกข้าวในพื้นที่ดินเค็ม เครื่องจะทำงานในลักษณะการยกร่องดิน หยอดเมล็ด และกลบดิน โดยการยกร่องจะสามารถจัดรูปแบบการเดินทางของเกลือในดินได้โดยเกลือจะไหลขึ้นสู่จุดสูงสุดของยอดตามทางเดินของอากาศ ทำให้สามารถลดผลกระทบจากความเค็มต่อเขตรากพืช ตัวเครื่องสามารถยกร่องได้ 3 ร่อง ปลูก 6 แถว

ผลการวิจัยพบว่า เครื่องต้นแบบ มีสภาวะการทำงานที่เหมาะสม คือเกียร์ 2-3 ความเร็วเฉลี่ย 1.70 กิโลเมตรต่อชั่วโมง ความสามารถในการทำงาน 0.882 ไร่ต่อชั่วโมง ประสิทธิภาพการทำงานร้อยละ 59 การสิ้นเปลืองน้ำมันเชื้อเพลิง 2.43 ลิตรต่อไร่ แรงลาก 6,827 นิวตัน ระยะห่างหลุมปลูก 22 เซนติเมตร ขนาดการยกร่อง สูงเฉลี่ย 25.7 เซนติเมตร ความกว้างเฉลี่ย 63.1 เซนติเมตร ความลึกในการปลูก 19 เซนติเมตร เทียบจากสันร่อง ระยะในแนวระนาบเมล็ดห่างจากจุดกึ่งกลางยอด 15 เซนติเมตร, ความลึกการปลูกเทียบจากผิวดิน 6 เซนติเมตร, การกระจายตัวของเมล็ดพันธุ์ 5 เซนติเมตร จำนวนเมล็ดพันธุ์ต่อหลุม 7 เมล็ด อัตราการสูญเสียเมล็ดพันธุ์ร้อยละ 5.4 ปริมาณเมล็ดที่ใช้ 9.18 กิโลกรัมต่อไร่ การยกร่อง พบว่าจุดสันร่องมีปริมาณค่าการนำไฟฟ้าเฉลี่ยอยู่ที่ 63.67 ไมโครซีเมนต่อเซนติเมตร ซึ่งมีแนวโน้มที่สูงกว่าบริเวณเนินหรือจุดที่ทำการเพาะปลูกที่มีค่าการนำไฟฟ้าเฉลี่ยอยู่ที่ 41.63 ไมโครซีเมนต่อเซนติเมตร ทำการทดสอบในดินร่วนปนทราย ผลวิเคราะห์ทางด้านเศรษฐศาสตร์ในการใช้เครื่องปลูกข้าวยกร่องเทียบกับแรงงานคน พบว่าจุดคุ้มทุนอยู่ที่ 29.18 ไร่ต่อปี ระยะเวลาคืนทุน 1.6 ปี โดยทำงาน 100 ไร่ต่อปี

สาขาวิชา วิศวกรรมเกษตร ลายมือชื่อนักศึกษา _____

ปีการศึกษา 2563 ลายมือชื่ออาจารย์ที่ปรึกษา _____

PHATTHARAPHONG CHANTHARASEE : DESIGN AND DEVELOPMENT OF A RICE PLANTER WITH RIDGER. THESIS ADVISOR : SAMART BUN-ART, Ph.D., 102 PP.

RICE/PLANTER/RICE PLANTER/SALTED SOIL/SALTY SOIL/RIDGER

This research is the design, creation, development, and evaluation of a rice planter with a ridge set, its 3 point attachments for a 46 hp tractor to solve the problem of salinity area that has sodium chloride in soil. The planter has a ridge set, seed metering, and a cover set. The various studies have shown that soil preparation can manipulate salinity in the soil, the salinity adversely affected the plants.

As the result showed, the appropriate speed was 1.70 km/h in 2-3 gear position, field capacity was 0.882 rai/h and field efficiency was 59%. The fuel consumption was 2.43 L/rai draft force requirement was 6,827 N, distance between planting point 22 cm. The ridge size height 25.7 cm width 63.1 cm, planting depth 6 cm, distance between seed to ridge peak in vertical 19 cm in horizontal 15 cm. The seed distribution 5 cm, quantity per point 7 seeds, loss 5.4 %, consumption rate 9.18 kg/rai, Electric Conductivity on top of ridge 63.67 uS/cm and on slope was 41.63 uS/cm tested in sandy loam field. While break-even analysis showed the operation should be 29.18 rai/year with a consequence of payback period within 1.6 year, working 100 rai/year.

School of Agricultural Engineering

Academic Year 2020

Student's Signature ภัทรพงษ์

Advisor's Signature

กิตติกรรมประกาศ

ผู้วิจัยขอขอบพระคุณบุคคลหลายๆ ท่าน ที่คอยให้ความช่วยเหลือ ทั้งในด้านเตรียมการ การดำเนินการวิจัย และให้คำปรึกษาในเรื่องต่างๆ จนทำให้สามารถดำเนินการวิจัยได้อย่างสะดวก และประสบผลสำเร็จตามที่คาดไว้

ขอขอบพระคุณ อาจารย์ ดร.สามารถ บุญอาจ อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ที่ให้โอกาสและคอยช่วยเหลือด้านต่างๆ ทั้งในด้านการวิจัย และในด้านของการใช้ชีวิต ให้สามารถดำเนินการวิจัยได้ลุล่วง และใช้ชีวิตอยู่ในกรอบวิถีที่เหมาะสม โดยหมั่นเสียสละเวลาส่วนตัวมาช่วยเหลืออยู่เสมอ

ขอขอบคุณ คุณกรรณิกา ประเสริฐสังข์ ที่คอยให้คำปรึกษาด้านการศึกษา การดำเนินงานต่างๆ และคอยให้กำลังใจอยู่เสมอ และขอขอบคุณกัลยาณมิตรท่านอื่นๆ ที่ไม่ได้กล่าวมาในที่นี้ ที่คอยให้ความช่วยเหลือเสมอมา

ภัทรพงศ์ จันทราษี

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

สารบัญ

หน้า

บทคัดย่อ (ภาษาไทย) ..... ก
บทคัดย่อ (ภาษาอังกฤษ) ..... ข
กิตติกรรมประกาศ ..... ค
สารบัญ ..... ง
สารบัญตาราง ..... ช
สารบัญรูป ..... ฌ
คำอธิบายสัญลักษณ์และคำย่อ ..... ฎ
บทที่
1 บทนำ 1
1.1 ความสำคัญและที่มาของปัญหา 1
1.2 วัตถุประสงค์ของการวิจัย 3
1.3 ขอบเขตของงานวิจัย 3
1.4 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ 3
2 ปริทัศน์วรรณกรรมและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง 4
2.1 บทนำ 4
2.2 ข้อมูลที่เกี่ยวข้องกับข้าว 4
2.2.1 การปลูกข้าวในประเทศไทย 6
2.2.2 พันธุ์ข้าว 6
2.2.3 ลักษณะของข้าวไร่ 7
2.2.4 สภาพแวดล้อมที่เหมาะสมกับการปลูกข้าวไร่ 9
2.2.5 แสงที่เหมาะสมต่อข้าว 10
2.2.6 พันธุ์ข้าวที่ทนเค็ม 11
2.2.7 การปลูกข้าวไร่ 12
2.2.8 รูปแบบการปลูกแบบอื่นๆ 12

สารบัญ (ต่อ)

หน้า

2.2.9 การปลูกข้าวยกร่อง 13

2.3 ดิน 14

2.3.1 การปรับปรุงดิน 14

2.3.2 ปัญหาในดิน 16

2.3.3 การปรับปรุงดิน 16

2.3.4 การสำรวจดิน 16

2.3.5 การเก็บตัวอย่างดิน 17

2.3.6 การเกิดดินเค็ม 17

2.3.7 ตัวอย่างพื้นที่ประสบปัญหา 22

2.4 ทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง 25

2.4.1 แนวคิดและทฤษฎีการออกแบบเครื่องปลูกข้าว 25

2.4.2 ประเภทของเครื่องปลูก 25

2.4.3 จานจ่ายเมล็ด 26

2.4.4 ไถยกร่อง 26

2.4.5 ค่านำไฟฟ้า Electrical Conductivity 28

2.5 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง 30

3 วิธีดำเนินการวิจัย 33

3.1 บทนำ 33

3.2 วิธีดำเนินการออกแบบเครื่องปลูกข้าว 33

3.2.1 ข้อมูลเบื้องต้นที่เกี่ยวกับการออกแบบ 33

3.2.2 การออกแบบเครื่องปลูกข้าวแบบยกร่อง 34

3.3 วิธีการสร้างเครื่องปลูกข้าว 37

3.3.1 วัสดุอุปกรณ์ในการสร้างเครื่อง 37

3.3.2 วัสดุชุดส่งกำลัง 37

3.3.3 วัสดุสำหรับจับยึดชิ้นงาน 37

3.3.4 วัสดุอื่นๆ 37

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

สารบัญ (ต่อ)

หน้า

3.5.5 เครื่องมือที่ใช้ในการสร้าง 37

3.4 วิธีการสร้างเครื่องปลูกข้าว 37

3.4.1 อุปกรณ์ที่ใช้ในการทดสอบสมรรถนะเครื่องปลูกข้าว 37

3.4.2 การทดสอบหาสภาวะที่เหมาะสม 44

3.4.3 ค่าชี้ผลของการทดสอบ 44

3.4.4 พันธุ์ข้าวที่ใช้ในการทดสอบ 45

3.4.5 การประเมินผลทางด้านเศรษฐศาสตร์ของเครื่องปลูกข้าว 46

3.4.6 แผนการทดสอบ 47

4 ผลการศึกษาและวิเคราะห์ผล 52

4.1 บทนำ 52

4.2 ผลการออกแบบเครื่องปลูกข้าวแบบยกร่อง 52

4.2.1 โครงสร้างเครื่อง 53

4.2.2 ชุดถังบรรจุ และจานจ่ายเมล็ดพันธุ์ 53

4.2.3 ชุดส่งกำลังกลไก 54

4.2.4 ชุดผาล 54

4.3 ผลการสร้างเครื่องปลูกข้าวแบบยกร่อง 54

4.4 ผลการทดสอบ 59

4.4.1 หาสภาวะการใช้งานที่เหมาะสม 59

4.4.2 ผลการทดสอบประเมินสมรรถนะและคุณภาพการปลูกในภาคสนาม 60

4.5 ผลการประเมินผลทางด้านเศรษฐศาสตร์ 64

4.5.1 ผลประเมินค่าใช้จ่าย 64

4.5.2 ผลการวิเคราะห์จุดคุ้มทุนของการใช้เครื่องปลูกข้าว 65

4.5.3 ผลการวิเคราะห์ระยะเวลาคืนทุนของการใช้เครื่องปลูกข้าว 65

5 ผลการศึกษาและวิเคราะห์ผล 66

5.1 สรุปผลการทดลอง 66

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

สารบัญ (ต่อ)

หน้า

5.2 ข้อเสนอแนะ 67
รายการอ้างอิง 68
ภาคผนวก
ภาคผนวก ก. ตารางผนวก 71
ภาคผนวก ข. ภาพผนวก 74
ภาคผนวก ค. ตัวอย่างการคำนวณ 78
ภาคผนวก ง. รายละเอียดเครื่องปลูกข้าวแบบยกร่อง 92
ประวัติผู้เขียน 95

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

สารบัญตาราง

ตารางที่ **หน้า**

2.1 แสดงผลผลิตธัญพืชต่างๆ ในรอบปี 2563 4
2.2 แสดงผลผลิตข้าว ประมาณการเดือน พฤศจิกายน 2563 5
2.3 แสดงข้อมูลผลผลิตข้าวในช่วงปี 2561 ถึง 2563 5
2.4 แสดงการส่งออกในช่วงปี 2561 ถึง 2563 6
2.5 แสดงขนาดและรูปทรงของเมล็ดพันธุ์ข้าวต่างๆ 7
2.6 แสดงอุณหภูมิที่เหมาะสมต่อข้าว 10
2.7 แสดงลำดับขั้นความเค็มดินและผลกระทบต่อพืช 20
2.8 แสดงลำดับขั้นความเค็มดินและผลกระทบต่อพืช 2 20
2.9 ตัวอย่างความทนเค็มในพืชต่างๆ 21
4.1 ผลการหาสภาวะที่เหมาะสม 60
4.2 ผลการทดสอบประเมินสมรรถนะและคุณภาพการปลูกภาคสนาม 61
4.3 แสดงค่าใช้จ่ายในการสร้างเครื่องปลูกข้าวแบบยกร่อง 64
ก1. ตัวประกอบการใช้งานสำหรับสิ่งแวดล้อมทำงาน Ns2 72
ก2. ค่าความปลอดภัย 72
ก3. ตัวประกอบความล้า Cm และ Ct 73
ก4. ผลการคำนวณต้นทุนการใช้เครื่องปลูกข้าว 73
ก5. ผลการคำนวณระยะเวลาคืนทุนในการใช้เครื่องปลูกข้าวต่อพื้นที่การทำงาน 73

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

สารบัญรูป

รูปที่ **หน้า**

2.1 แสดงลักษณะข้าวนาดำ(ซ้าย) ข้าวไร่(ขวา) 8
2.2 แสดงลักษณะข้าวการเจริญเติบโตของข้าวไร่ 9
2.3 แผนภูมิแสดงความต้องการของแสงเทียบกับช่วงอายุข้าว 11
2.4 แสดงรูปแบบการปลูกด้วยเมล็ดแบบต่างๆ 13
2.5 แสดงรูปแบบการปลูกยกร่องของข้าว 14
2.6 แสดงสัดส่วนของดินเพื่อจำแนกประเภท 15
2.7 การรุกคืบของน้ำใต้ดิน 18
2.8 การกระจายตัวของเกลือ 19
2.9 แสดงคราบเกลือบนผิวดิน 21
2.10 แผนภูมิแสดงผลผลิตสัมพัทธ์ กับปริมาณความเค็ม 22
2.11 แผนภูมิเปรียบเทียบการกระจายตัวของเกลือในเขตรากของฝ้าย 23
2.12 แผนภูมิแสดงค่าความความนำไฟฟ้าตามรูปแบบการเตรียมดิน 24
2.13 แสดงกลไกจ่ายเมล็ดพันธุ์ 26
2.14 ตัวอย่างไถหัวหมู 27
2.15 ตัวอย่างไถจาน 27
3.1 รูปแบบแนวการหยอดเมล็ด 33
3.2 ประมาณการรูปแบบการยกร่องที่ต้องการ 34
3.3 รถแทรกเตอร์ New holland TCR 47 Plus 39
3.4 นาฬิกาจับเวลา G-shock GA100 39
3.5 เครื่องชั่งน้ำหนัก TCS-TZ 40
3.6 เครื่องชั่งน้ำหนัก Sartorius 40
3.7 เตาอบลมร้อน Binder 41
3.8 เครื่องชั่ง Jadever JC-1000 41
3.9 Penetrometer ยี่ห้อ eijkelkamp 42
3.10 Vane Shear ยี่ห้อ eijkelkamp 42

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

สารบัญรูป (ต่อ)

รูปที่ **หน้า**

3.11 Shaker ยี่ห้อ Lab companion SK71 43
3.12 pH meter ยี่ห้อ WTW Inolab 720 43
3.13 เครื่องต้นแบบออกแบบผ่าน Solid work 1 46
3.14 พื้นที่ทดสอบเครื่องปลูกข้าว 47
3.15 การวัดตำแหน่งเมล็ดพันธุ์ที่หยอด 50
3.16 แผนผังลำดับขั้นการทดสอบ 51
4.1 แสดงส่วนประกอบของเครื่องปลูกข้าว 52
4.2 แสดงส่วนประกอบของเครื่องปลูกข้าว ด้านข้าง 53
4.3 เครื่องปลูกข้าวยกร่อง 55
4.4 ถังบรรจุเมล็ดพันธุ์และชุดจ่ายเมล็ด 55
4.5 ชุดส่งกำลังเครื่องปลูกข้าว 56
4.6 กลไกจากชุดส่งกำลังสู่ชุดจ่ายเมล็ดพันธุ์ 57
4.7 เครื่องปลูกข้าวยกร่อง ด้านข้าง 58
4.8 เครื่องปลูกข้าวยกร่อง ด้านหลัง 59
4.9 แสดงระยะเวลาคืนทุนของเครื่องปลูกข้าว 65
ข.1 เตรียมการทดสอบเครื่องปลูกข้าว 75
ข.2 การทำงานของเครื่องปลูกข้าวในแปลงทดสอบ 1 75
ข.3 การทำงานของเครื่องปลูกข้าวในแปลงทดสอบ 2 76
ข.4 การทำงานของเครื่องปลูกข้าวในแปลงทดสอบ 3 76
ข.5 ตัวอย่างแปลงทดสอบหลังผ่านการใช้เครื่องปลูกข้าว 77
ข.6 ตัวอย่างของกลุ่มเมล็ดพันธุ์ที่หยอดด้วยเครื่องปลูก 77
ค.1 แสดงความสัมพันธ์ระหว่างกลไกจ่ายเมล็ดพันธุ์ 79
ค.2 แสดงภาพโครงสร้างในรูปแบบ 2 มิติ 80
ค.3 แสดงรูปอุปกรณ์ที่ติดตั้งบนเพลา 83
ค.4 แสดงการกำหนดจุดการรับแรงต่างๆ บนเพลา 84

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

สารบัญรูป (ต่อ)

รูปที่ **หน้า**

ค.5 แสดงตำแหน่งแรงจากอุปกรณ์ที่ติดตั้งบนโครงสร้าง 87
ง.1 ภาพด้านข้าง 93
ง.2 ภาพมุมมองสามมิติ 93
ง.3 ภาพด้านหน้า 94
ง.4 ภาพด้านบน 94

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

คำอธิบายสัญลักษณ์และคำย่อ

A	=	พื้นที่ (ตารางมิลลิเมตร)
C	=	ระยะห่างศูนย์กลางเฟืองโซ่ (มิลลิเมตร)
C_a	=	ความสามารถในการทำงาน (ไร่ต่อชั่วโมง)
C_m	=	ตัวประกอบความล้าเนื่องจากการดัด
C_t	=	ตัวประกอบความล้าเนื่องจากการบิด
c	=	ค่าคงที่
D	=	เส้นผ่านศูนย์กลาง (มิลลิเมตร)
E	=	ประสิทธิภาพการขับโซ่
E_{ce}	=	ค่าการนำไฟฟ้าของดิน (ไมโครซีเมนต่อเซนติเมตร)
E_f	=	ประสิทธิภาพการทำงาน
F	=	แรงกระทำหรือแรงดึงขณะส่งกำลัง (นิวตัน)
F_b	=	แรงแตกหัก (นิวตัน)
F_c	=	แรงหนีศูนย์กลางข้อโซ่ (นิวตัน)
F_t	=	แรงดึงโซ่ในแนวสัมผัส (นิวตัน)
F_{ct}	=	แรงหนีศูนย์กลางในแนวข้อต่อโซ่ (นิวตัน)
g	=	ความเร่งเนื่องจากแรงโน้มถ่วง (m/s^2)
hp	=	แรงม้า (hp)
i	=	อัตราทด
L	=	ระยะความยาว (มิลลิเมตร)
M	=	โมเมนต์ (นิวตัน เมตร)
m	=	มวล (กิโลกรัม)
N	=	อัตราความเร็วรอบเฟืองโซ่ตัวใหญ่ (รอบต่อนาที)
N_b	=	ค่าความปลอดภัย
N_{s1}	=	ค่าตัวประกอบการใช้งานสำหรับแรงกระทำ
N_{s2}	=	ค่าตัวประกอบการใช้งานสำหรับสภาวะแวดล้อม

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

คำอธิบายสัญลักษณ์และคำย่อ (ต่อ)

n	=	ความเร็วรอบเฟือง, อายุการใช้งาน, รูจ่ายเมล็ด (รอบต่อนาที, รอบ, รู)
n_c	=	ความเร็ววิกฤตเพลา (รอบต่อนาที)
P	=	ระยะพิตช์ของโซ่ (มิลลิเมตร)
r	=	รัศมี (มิลลิเมตร)
rpm	=	ความเร็วรอบ (รอบต่อนาที)
S_u	=	ความต้านแรงดึง (นิวตันต่อตารางมิลลิเมตร)
S_{sy}	=	ความต้านแรงเฉือนคราก (นิวตันต่อตารางมิลลิเมตร)
S_y	=	ความต้านแรงดึงคราก (นิวตันต่อตารางมิลลิเมตร)
T	=	โมเมนต์บิด (นิวตัน เมตร)
V	=	ความเร็วเชิงเส้น (เมตรต่อวินาที)
Wp	=	กำลังที่ใช้งาน (วัตต์)
X	=	จำนวนข้อโซ่ (ข้อ)
x	=	ระยะห่างการปลูก (เซนติเมตร)
Z	=	จำนวนฟันของพิเนียน
z	=	จำนวนฟันของเฟืองโซ่
δ	=	ระยะโก่งของเพลา
θ	=	มุมบิดของเพลา (องศา)
σ	=	ความเค้นดัด (นิวตันต่อตารางมิลลิเมตร)
τ	=	ความแค้นเฉือน (นิวตันต่อตารางมิลลิเมตร)

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

บทที่ 1
บทนำ

1.1 ความสำคัญและที่มาของปัญหา

ข้าวเป็นอาหารหลักของคนไทย และนิยมบริโภคในหลายประเทศทั่วโลก ทั้งนี้ข้าวยังสามารถใช้แปรรูปสู่ผลิตภัณฑ์ต่างๆ และด้วยประเทศไทยเป็นประเทศที่มีการประกอบอาชีพด้านเกษตรกรรมมาก ข้าวเป็นหนึ่งในพืชหลักที่เกษตรกรไทยปลูก โดยผลผลิตจะมีทั้งจำหน่ายในประเทศและส่งออกขายสู่ตลาดโลก ข้าวจึงเป็นพืชเศรษฐกิจของไทย (สมาคมผู้ส่งออกข้าวไทย, 2563) ในประเทศไทยมีพื้นที่เพาะปลูกข้าว รอบปี 2563 เฉลี่ย 61.28 ล้านไร่ โดยข้าวที่ส่งออกสามอันดับแรกได้แก่ ข้าวขาว ข้าวนึ่ง ข้าวหอมมะลิ ตามลำดับ

ปัจจุบันไทยเป็นผู้ส่งออกข้าว อันดับ 3 ซึ่งมียอดการส่งออก 5.24 ล้านตัน ในปี 2563 และ 7.12 ล้านตัน ในปี 2562 เป็นผลสืบเนื่องมาจากค่าเงินบาทแข็งค่าและการแข่งขันทางด้านการปรับปรุงสายพันธุ์กับประเทศผู้ค้าข้าว เช่น เวียดนาม ที่เคยมียอดการส่งออกในอันดับสาม ต่อจากไทย ซึ่งในประเทศไทยนิยมปลูกข้าวในพื้นที่ภาคกลาง และภาคตะวันออกเฉียงเหนือ

ในการปลูกข้าว จะมีวิธีการและขั้นตอนในการปลูกแตกต่างกันออกไปโดยขึ้นอยู่กับ สภาพภูมิประเทศ อากาศ ปริมาณฝน และ ลักษณะของดิน โดยมีทั้งการปลูก แบบกักเก็บน้ำในคันนา และการปลูกแบบข้าวไร่ซึ่งปลูกในที่ดอน หรือที่ไร่

เกษตรกรในกลุ่มที่ปลูกข้าวไร่ จะมีวิธีการปลูกข้าวแบบดั้งเดิม โดยการหว่านเมล็ดพันธุ์ ซึ่งการหว่านเมล็ดพันธุ์ จะไม่สามารถควบคุมตำแหน่งและปริมาณการปลูกได้ดีนัก ทำให้ข้าวที่ทำการเพาะปลูกประสบปัญหาความสม่ำเสมอในการปลูก, วัชพืช, การเจริญเติบโตของต้นข้าว จึงได้เริ่มมีการนำเครื่องหยอดเมล็ดเข้ามาใช้ ซึ่งสามารถกำหนดระยะปลูก ปริมาณการปลูกที่แน่นอนได้ ซึ่งทำให้แปลงข้าวที่ได้นั้นมีข้าวที่เจริญเติบโตอย่างสม่ำเสมอ ลดปัญหาการกำจัดวัชพืช และให้ผลผลิตที่ดีกว่า

ในพื้นที่ภาคกลางและภาคตะวันออกเฉียงเหนือได้ประสบปัญหาดินมีความเค็ม ซึ่งดินที่มีความเค็มจะส่งผลต่อการเจริญเติบโตของพืชซึ่งจะส่งผลต่อผลผลิต โดยที่ยิ่งความเค็มสูงก็จะทำให้ผลผลิตลดลงตามความเค็มที่เพิ่มสูงขึ้น หรือในพืชสายพันธุ์ใดๆจะมีความสามารถทนความเค็มแตกต่างกันออกไป ซึ่งหากความเค็มของดินสูงเกินกว่าที่พืชจะรับไหว พืชก็จะไม่เจริญเติบโต หรืออาจเกิดการล้มตายก่อนที่จะให้ผลผลิต

โดยปัญหาดินเค็มนั้นเกิดขึ้นในหลายพื้นที่ในประเทศไทย และเป็นปัญหาที่สะสมและมีความรุนแรงขึ้น เช่นใน อ.โนนสูง จ.นครราชสีมา ก็ประสบปัญหาดินเค็มเป็นวงกว้างอันเนื่องมาจากในอดีตมีการประกอบธุรกิจด้านเกลือสินเธาว์ส่งผลต่อดินในบริเวณใกล้เคียงเรื่อยมาจนปัจจุบันไม่สามารถปลูกพืชได้อย่างปกติ หรือการรุกคืบของน้ำเค็มในเขตแม่น้ำที่อยู่ใกล้ทะเลนั้นจากน้ำเค็มที่หนุนสูงขึ้น ก็จะทำให้เกลือนั้นรุกคืบเข้าสู่ดินในบริเวณพื้นที่เพราะปลูกของเกษตรกรบริเวณใกล้ลำคลอง

พื้นที่ประสบปัญหาดินเค็มส่วนมากต้องหันไปปลูกพืชที่ทนเค็มทดแทน เช่น เลือกพันธุ์ข้าวทนเค็ม กข73 ข้าวขาวดอกมะลิ105 กข3 กข4 หรือบางพื้นที่เลือกใช้วิธีปรับปรุงดินในพื้นที่ เช่น ปรับลักษณะของพื้นที่ให้กว้างมีความสม่ำเสมอ หรืออาจทำการใช้อินทรียวัตถุ ใช้ปุ๋ยสด ไถกลบ เพื่อให้ยังสามารถทำการเพาะปลูกในพื้นที่ได้

การปลูกข้าวพันธุ์ปกติในพื้นที่ดินเค็ม จะส่งผลให้ผลผลิตลดน้อยลง อาจเห็นข้าวล้มตายได้ ในดินที่มีความเค็มน้อยอาจทำให้ผลผลิตลดลง การแก้ปัญหาดินเค็มอาจมีหลายวิธีการ ทั้งการชะล้างผิวดินด้วยน้ำ หรือ การใช้วัสดุอินทรีย์และวัสดุสังเคราะห์ต่างๆ ซึ่งอาจมีต้นทุนที่เพิ่มสูงขึ้นในการจัดหาวัสดุ และมีขั้นตอนการดำเนินการที่มากจึงใช้ต้องใช้เวลาในการปรับปรุงค่อนข้างนาน จึงจะสามารถทำการเพาะปลูกได้

โดยอีกวิธีในการลดผลกระทบ โดยใช้วิธีการอื่นๆ เช่นการเพาะปลูกพืชในพื้นที่ ที่มีการเตรียมดินในรูปแบบที่ลดผลกระทบจากดินเค็ม เช่น ในไทยจะมีการปลูกต้นปาล์มน้ำมัน ในพื้นที่ประสบปัญหาดินเค็ม ซึ่งเกษตรกรจะใช้วิธีการเตรียมดินและเพาะปลูกเฉพาะ ผู้วิจัยจึงเกิดความคิดที่หาแนวทางจะแก้ไขปัญหาที่มีความสะดวกสบายกว่า เพื่อลดผลกระทบจากสภาพดินเค็ม ทำได้ผลผลิตมากขึ้นในการเพาะปลูกที่สภาพดินเค็ม

จึงเป็นที่มาของแนวคิดที่จะแก้ไขปัญหาในส่วนของการเพาะปลูกข้าว โดยการยกร่องในพืชนั้นสามารถช่วยลดปัญหาดินเค็มได้ ซึ่งจะสามารถที่จะช่วยลดผลกระทบจากความเค็มของดินที่มีในพื้นที่ได้ ทำให้ได้ผลผลิตที่สูงขึ้น ด้วยการออกแบบและสร้างเครื่องปลูกข้าวแบบยกร่อง โดยออกแบบให้ทำการยกร่อง และหยอดเมล็ดลงบริเวณไหล่ของร่องที่ยกซึ่งเป็นจุดที่มีความเค็มต่ำกว่าจุดสันร่องเนื่องจากการเคลื่อนที่ของเกลือในดิน จากนั้นจะมีการกลบดินเพื่อความชุ่มชื้นและลดการไหลของเกลือในดินมายังบริเวณจุดที่เมล็ดอยู่ ตัวเครื่องจะออกแบบสำหรับรถแทรกเตอร์ขนาดกลาง 40-50 แรงม้า ใช้จุดต่อพ่วงแบบ 3 จุด ซึ่งจะอยู่ในลักษณะของเครื่องหยอดเมล็ดพันธุ์โดยเครื่องจะติดตั้งอุปกรณ์ในการเปิดหน้าดิน ยกร่อง หยอดเมล็ด ถังบรรจุเมล็ด และชุดกลบดิน ซึ่งรับแรงผ่านล้อขับ ตัวเครื่องออกแบบให้ใช้ผู้ปฏิบัติงานในการปลูก 1 คน

1.2 วัตถุประสงค์ของการวิจัย

1.1.1 เพื่อออกแบบและพัฒนาเครื่องปลูกข้าวแบบยกร่อง

1.1.2 เพื่อทดสอบสมรรถนะของเครื่องต้นแบบ

1.3 ขอบเขตของงานวิจัย

1.2.1 ออกแบบพัฒนาเครื่องปลูกข้าวแบบยกร่องสำหรับรถแทรกเตอร์ขนาด 46 แรงม้า

1.4 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

1.3.1 ได้เครื่องต้นแบบเครื่องปลูกข้าวแบบยกร่อง

1.3.2 ทราบสมรรถนะของเครื่องต้นแบบ

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

บทที่ 2
ปริทัศน์วรรณกรรมและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

2.1 บทนำ

ในบทนี้ จะกล่าวถึง ข้าว การปลูกข้าว ลักษณะต่างๆ ของข้าว และ ดิน คุณลักษณะของดิน ปัญหาดินเค็ม วิธีการปรับปรุง และการประยุกต์ใช้เครื่องปลูกข้าวหรือปลูกพืชที่มีความคล้ายคลึงกัน รวมถึงงานวิจัยและเนื้อหาที่เกี่ยวข้อง

2.2 ข้อมูลที่เกี่ยวข้องกับข้าว

ข้าว หรือชื่อทางวิทยาศาสตร์ Oryza sativa เป็นที่นิยมบริโภคทั่วโลก โดยมีบทบาทมากในส่วนภูมิภาค เอเชีย และแอฟริกัน เป็นแหล่งให้พลังงานแก่มนุษย์ โดยจากข้อมูลของ Food and Agriculture Organization of the United Nations ในปี 2563 พบว่า มีการผลิตข้าวในรอบ 2563/64 อยู่ที่ 508.4 ล้านตัน

ตารางที่ 2.1 แสดงผลผลิตธัญพืชต่างๆ ในรอบปี 2563

ชนิดผลผลิต	ผลผลิต (ล้านตัน)	การแลกเปลี่ยน(ล้านตัน)	สัดส่วน คงคลังที่สามารถใช้ได้ %
Rice	508.4	47.6	35.1
Cereal	2,741.7	454.6	30.7
Wheat	761.7	184.5	36.7
Coarse Grain	1,471.5	222.6	26.3

(FAO, 2020)

และในส่วนของประเทศไทย มีพื้นที่ประเทศประมาณ 320 ล้านไร่ มีการเนื้อที่ปลูกข้าวคิดเป็นสัดส่วน ประมาณ 19% ของพื้นที่ประเทศ

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

ตารางที่ 2.2 แสดงผลผลิตข้าว ประมาณการเดือน พฤศจิกายน 2563

ประเทศ	ปี 2559/60	ปี 2560/61	ปี 2561/62	ปี 2562/63	ปี 2563/64
จีน	147,766	148,873	148,490	146,730	147,000
อินเดีย	109,698	112,760	116,480	118,426	120,000
บังคลาเทศ	34,578	32,650	34,909	35,850	35,300
อินโดนีเซีย	36,858	37,000	34,200	34,000	34,900
เวียดนาม	27,400	27,657	27,344	27,150	27,000
ไทย	19,200	20,577	20,340	17,655	18,600
เมียนมา	12,650	13,200	13,200	12,700	12,900

(สำนักงานเศรษฐกิจการเกษตร, 2020)

ตารางที่ 2.3 แสดงข้อมูลผลผลิตข้าวในช่วงปี 2561 ถึง 2563

ปีเพาะปลูก	2561	2562	2563
ข้าวนาปี			
เนื้อที่ปลูก (ล้านไร่)	59.98	61.20	61.28
ผลผลิต (ล้านตัน)	25.18	24.06	25.52
ข้าวนาปรัง			
เนื้อที่ปลูก (ล้านไร่)	10.99	6.89	-
ผลผลิต (ล้านตัน)	7.17	4.10	-

(สมาคมผู้ส่งออกข้าวไทย, 2563)

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

ตารางที่ 2.4 แสดงการส่งออกในช่วงปี 2561 ถึง 2563

ประเทศผู้ส่งออก (ตัน)	2561	2562	2563
ไทย	11.23	7.58	5.24
อินเดีย	11.61	9.81	13.05
เวียดนาม	6.99	6.37	5.79
ปากีสถาน	3.26	3.98	3.33
สหรัฐอเมริกา	3.16	3.11	2.50
มูลค่าการส่งออกของไทย (ล้านบาท)	182,082	130,584	106,656

(สมาคมผู้ส่งออกข้าวไทย, 2563)

2.2.1 การปลูกข้าวในประเทศไทย

แบ่งออกได้เป็น 3 วิธี คือการปลูกแบบ ข้าวนาดำ ข้าวนาหว่าน และข้าวไร่ซึ่งการปลูกข้าวไร่จะเป็นการปลูกในพื้นที่น้ำน้อย หรือที่ดอน หรือที่เขตลาดชัน โดยจะเจริญเติบโตเองตามธรรมชาติเป็นหลัก คือพึ่งพิงน้ำฝน สามารถทำการเพาะปลูกได้ทุกภูมิภาคของประเทศ โดยนิยมปลูกที่ ภาคเหนือ และภาคตะวันออกเฉียงเหนือ ตัวอย่างจังหวัดที่ปลูกข้าวไร่ ได้แก่ จังหวัดน่าน ตาก เลย ขอนแก่น มหาสารคาม และนครราชสีมา เป็นต้น

2.2.2 พันธุ์ข้าว

พันธุ์ข้าวไร่ มีความหลากหลายทางสายพันธุ์ ตามแต่ละท้องที่ ทั้งข้าวเจ้าและข้าวเหนียว เช่น พันธุ์มะลิไร่ เล็บมือนาง ภูเขาทอง เป็นต้น โดยมีประมาณ 30 สายพันธุ์ แบ่งชนิดได้หลายแบบ เช่น ลักษณะการหุง ข้าวเจ้า ข้าวเหนียว

- ลักษณะการเก็บเกี่ยว ข้าวเบา ข้าวกลาง ข้าวหนัก (แบ่งตามอายุเก็บเกี่ยว 110-150วัน)
- ลักษณะการเพาะปลูกตามฤดู ข้าวไวต่อแสง ข้าวไม่ไวต่อแสง
- ลักษณะการเพราะปลูกตามพื้นที่ ที่ราบ ที่สูง
- ลักษณะทางด้านขนาดและรูปร่างของเมล็ดพันธุ์ข้าว

วิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

ตารางที่ 2.5 แสดงขนาดและรูปทรงของเมล็ดพันธุ์ข้าวต่างๆ

พันธุ์	สีเปลือก	รูปร่าง	ยาว	กว้าง	หนา	ระยะพักตัว	ลักษณะพิเศษ
			(มิลลิเมตร)			(สัปดาห์)	
ขาวดอกมะลิ 105	ฟาง	เรียว	10.53	2.51	2.00	8	ปลายเมล็ดงอน
ปทุมธานี 1	ฟาง	เรียว	10.52	2.47	1.95	4	ปลายเมล็ดมีหาง
ข้าวเจ้าหอมพิษณุโลก 1	ฟาง	เรียว	10.30	2.56	2.10	11	ปลายเมล็ดงอน
สุพรรณบุรี 1	ฟาง	เรียว	10.07	2.47	2.04	4	-
ชัยนาท 1	ฟาง	เรียว	10.43	2.57	1.96	8-9	-
พิษณุโลก 2	ฟาง	เรียว	10.52	2.55	1.96	8-9	ปลายเมล็ดงอน
พิษณุโลก 3	ฟาง	เรียว	10.55	2.65	2.04	9	-
กข29 (ชัยนาท80)	ฟาง	เรียว	9.50	2.64	2.11	4-6	-
กข31	ฟาง	เรียว	10.48	2.60	2.07	5	-
กข41	ฟาง	เรียว	10.40	2.53	2.05	9-10	ปลายเมล็ดงอน
กข47	ฟาง	เรียว	10.40	2.52	2.08	7-10	ปลายเมล็ดงอน
กข49	ฟาง	เรียว	10.44	2.65	2.10	7	-

(ร่วมจิตร, 2560)

2.2.3 ลักษณะของข้าวไร่

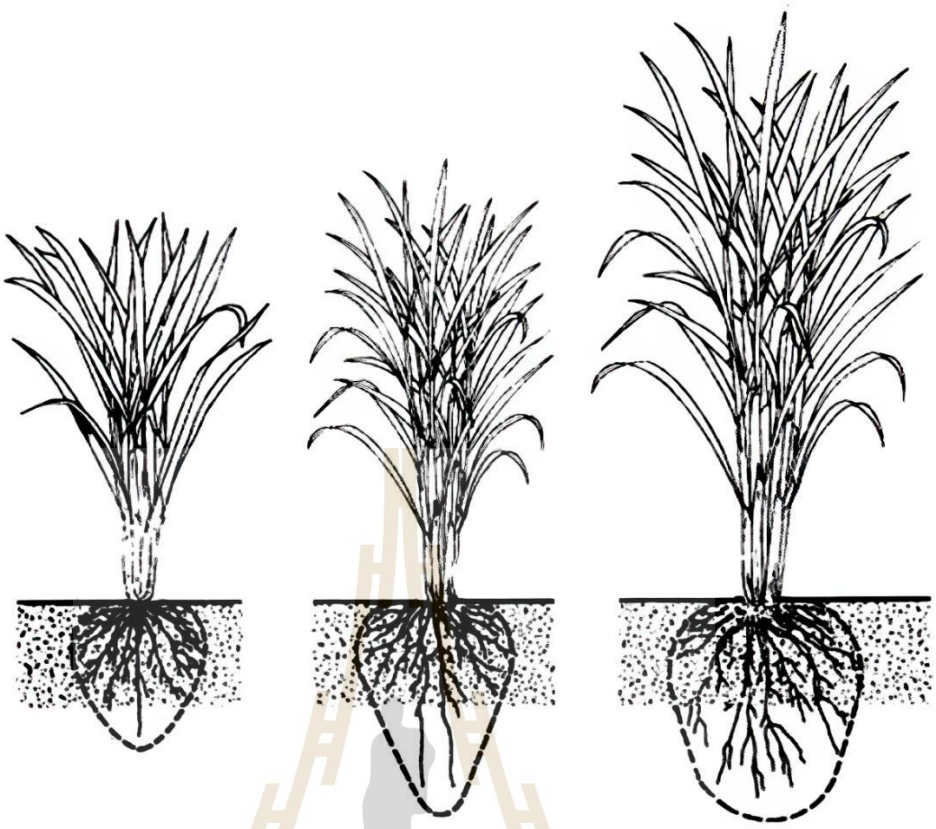
ข้าวไร่จะมีรากลึก และใหญ่ แต่มีจำนวนรากน้อยกว่าข้าวนา จะมีรากถาวร เป็นรากฝอยที่ผิวดินและรากหลักใต้ผิวดิน โดยขนาดจะขึ้นอยู่กับพันธุ์ ลำต้นมีความสูงที่ 50-180 เซนติเมตร ลำต้นมีสีสันตามพันธุ์ เช่น เขียว เหลือง เหลืองอมแดง โดยเมื่อเจริญเติบโตไประยะหนึ่งก็จะเริ่มแตกกอออก (ร่วมจิตร,2560)

ใบข้าวไร่ จะมีขนาดใหญ่กว่าข้าวนา ทั้งในมิติของ ความกว้าง ยาว และหนา แต่จะมีใบน้อยกว่า ใบตั้งตรง ทนต่อการขาดน้ำและทนอุณหภูมิสูงถึง 53 องศาเซลเซียส

รูปที่ 2.1 แสดงลักษณะข้าวนาดำ(ซ้าย) ข้าวไร่(ขวา) (ร่วมจิตร, 2560)

จากรูปที่ 2.1 เปรียบเทียบฝั่ง ซ้ายเป็นข้าวนา และขวาเป็นข้าวไร่ จะเห็นได้ว่ามีจำนวนรากที่น้อยกว่าแต่มีขนาดและความยาวมากกว่า ซึ่งข้าวนาโดยทั่วไปจะมีความลึกของรากอยู่ในระดับ 20-25 เซนติเมตร

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี



รูปที่ 2.2 แสดงลักษณะข้าวการเจริญเติบโตของข้าวไร่ (ร่วมจิตร, 2560)

จากรูปที่ 2.2 จะแสดงระยะเวลาการเจริญเติบโตของข้าวไร่ 3 ช่วง ในช่วง 40วัน 60วัน หลังปลูก และระยะออกรวง ตามลำดับ

ดอกข้าว จะมีเกสรตัวผู้และตัวเมีย อยู่ในดอกเดียวกัน โดยจะเริ่มบานจากปลายช่อมาถึงโคนช่อ ใช้เวลา 7 วัน ระยะเวลาบานของดอกข้าวขึ้นอยู่กับความชื้น อาจบาน ได้หลัก นาที หรือกินเวลาถึงหนึ่งชั่วโมง

เมล็ดข้าวไร่ แต่ละสายพันธุ์จะมีลักษณะที่แตกต่างกันออกไป เช่น ความใหญ่ ความยาว สัดส่วนความเรียว หรือบางสายพันธุ์อาจมีหางยาวที่ปลายเมล็ด

2.2.4 สภาพแวดล้อมที่เหมาะสมกับการปลูกข้าวไร่

น้ำฝน เป็นปัจจัยสำคัญต่อการเจริญเติบโตของข้าวไร่ ส่งผลต่อผลผลิต และคุณภาพที่จะได้ โดยการกระจายตัวของฝนจะสำคัญกว่าปริมาณน้ำฝน ข้าวไร่จำเป็นต้องได้รับปริมาณน้ำที่เพียงพอในระยะแตกกอถึงระยะออกดอก โดยต้องการปริมาณน้ำฝนเฉลี่ย เดือนละ 100-200 มิลลิเมตร

อุณหภูมิ โดยอุณหภูมิที่เหมาะสมกับข้าวไร่จะอยู่ในช่วง 20-35 องศาเซลเซียส แต่ในระยะช่วงอายุของการเจริญเติบโต จะมีอุณหภูมิแวดล้อมที่เหมาะสมแตกต่างกันออกไป เช่น ถ้าอุณหภูมิสูงในช่วงระยะเวลาออกรวงนาน ก็จะทำให้เมล็ดลีบ และเป็นหมัน ทำให้ผลผลิตต่ำ ในทางกลับกัน หากอุณหภูมิต่ำ ข้าวจะไม่งอก หรือเจริญเติบโตช้า

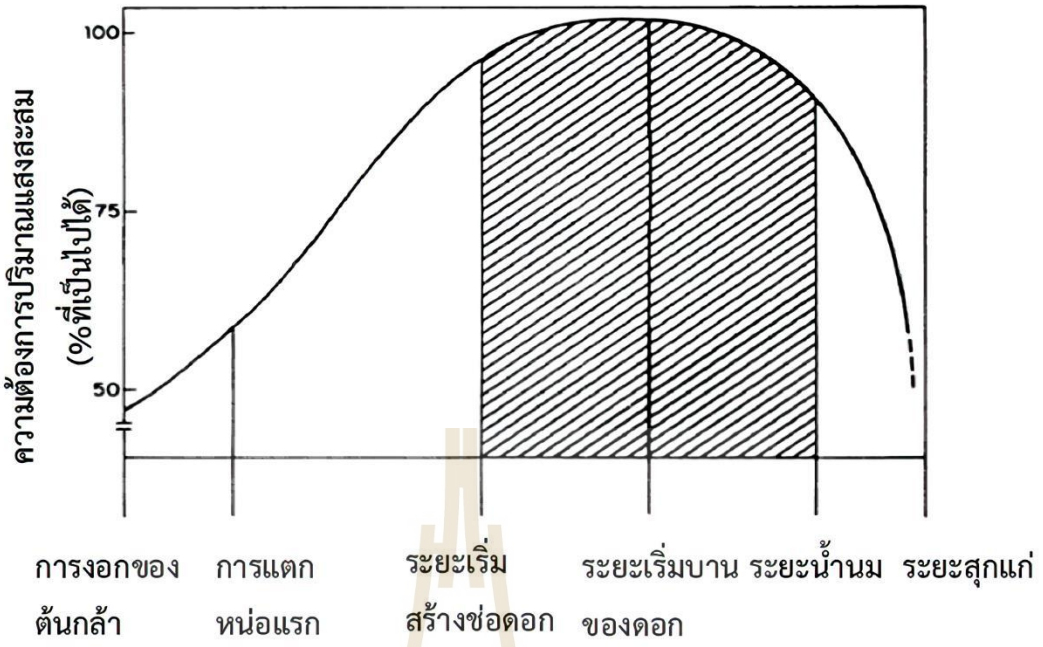
ตารางที่ 2.6 แสดงอุณหภูมิที่เหมาะสมต่อข้าวในช่วงอายุต่างๆ

ระยะการเติบโต	อุณหภูมิต่ำ°C	อุณหภูมิสูง°C	อุณหภูมิที่เหมาะสม°C
ช่วงงอก	10	45	20-35
ช่วงงอกจากลำต้น	12-13	35	25-30
ช่วงออกราก	16	35	25-28
ช่วงยืดตัว	7-12	45	31
ช่วงแตกกอ	9-16	33	25-31
ช่วงกำเนิดรวง	15	-	-
ช่วงรวงเจริญเติบโต	15-20	38	-
ช่วงออกดอก	22	35	30-33
ช่วงสุกของเมล็ด	12-18	30	20-25

(Gupta and O'Toole, 1986)

2.2.5 แสงที่เหมาะสมต่อข้าว

ข้าวต้องการพลังงานจากแสงอาทิตย์ ประมาณ 400-600 แคลอลรีต่อตารางเซนติเมตรต่อวัน โดยต้องการพลังงานสูงขึ้นเมื่อเข้าสู่ช่วงตั้งท้อง ข้าวไร่พันธุ์พื้นเมืองส่วนใหญ่เป็นข้าวไวต่อแสง ซึ่งต้องระมัดระวังเรื่องระยะเวลาของแสงในรอบวัน ที่อาจส่งผลให้ออกดอกช้าหรือไม่ออกดอก ทั้งนี้ลมที่พัดผ่านต้นข้าว หากมีความเร็วเกินไป ก็จะทำให้รวงข้าวแห้ง เมล็ดลีบหรือเป็นหมัน และอาจทำให้ต้นล้มได้ในระยะออกรวง



รูปที่ 2.3 แผนภูมิแสดงความต้องการของแสงเทียบกับช่วงอายุข้าว (De Datta,1981)

จากรูปที่ 2.3 แสดง ปริมาณแสงสะสมที่ต้องการในแต่ละช่วงอายุของข้าว โดยจะมีความต้องสูงสุดอยู่ในช่วงเริ่มสร้างช่อดอก จนถึง ช่วงระยะน้ำนม

2.2.6 พันธุ์ข้าวที่ทนเค็ม

มีอยู่ด้วยกันหลายสายพันธุ์ โดยสามารถเจริญเติบโตได้ใกล้เคียงกับสภาวะปกติ และให้ผลผลิตได้(สมศรี,2557)

กลุ่มทนเค็มน้อย ช่วง 14 dS/m เช่น กข.2 ขาวพวง ขาวตาอู่ ขาวปากหม้อ PSL(PG56) ฯ

กลุ่มทนเค็มปานกลาง ช่วง 20 dS/m เช่น ข้าวดอกมะลิ105 GZ1368-5-2 RP975-109-2 CR220-116 IR33461-39-3 ฯ

กลุ่มทนเค็มจัด ช่วง 25 dS/m เช่น กข.3 กข.4 เล็บมือนาง ฯ

2.2.7 การปลูกข้าวไร่

ข้าวไร่สามารถปลูกได้ในดินทุกชนิด ซึ่งจะให้ผลผลิตที่แตกต่างกันไปตามสายพันธุ์และความอุดมสมบูรณ์ของพื้นที่เพาะปลูก ซึ่งควรเลือกพื้นที่และพันธุ์ที่มีความเหมาะสมเพื่อผลลัพธ์ที่ได้

การเตรียมเมล็ดพันธุ์ นำเมล็ดพันธุ์แช่น้ำ เลือกเมล็ดที่ไม่ต้องการหรือเมล็ดที่ลอยน้ำออก จากนั้นเก็บเมล็ดพันธุ์ที่เหลือเตรียมสู่การปลูก

การเตรียมดิน ทำการไถดะลึก 20-30 เซนติเมตร ตากดินไว้ 2 สัปดาห์ จากนั้น ไถแปรและไถพรวน เพื่อให้ได้เนื้อดินที่ละเอียดโปร่ง

การปลูก การปลูกข้าวไร่จะมีอยู่ 3วิธี การหยอด โรยเป็นแถว และหว่าน

การหยอดเมล็ด จะหยอดที่ความลึก 3-5 เซนติเมตร ใช้ระยะห่าง 20-25 เซนติเมตร ทั้งระหว่างต้นและระหว่างแถว หยอดหลุมละ 4-5 เมล็ด จะใช้เมล็ดพันธุ์ไร่ละประมาณ 2 กิโลกรัม หรืออาจใช้ได้มากถึง 15 กิโลกรัมต่อไร่ โดยขึ้นอยู่กับ พันธุ์ ลักษณะการปลูก และปัจจัยแวดล้อมต่างๆ (ร่วมจิตร, 2560)

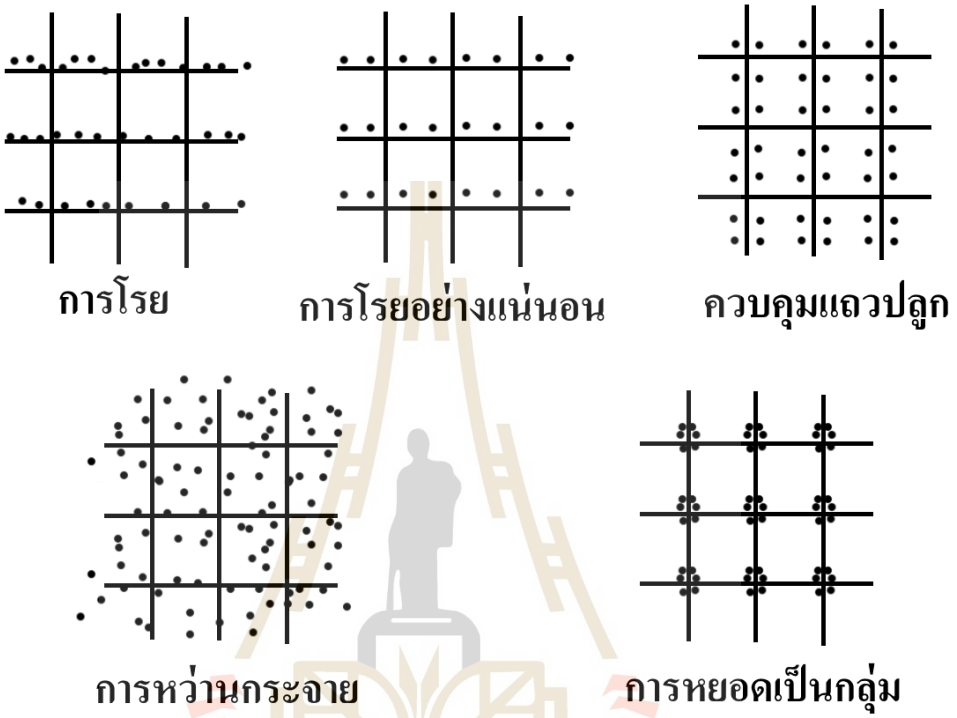
การให้น้ำ อาศัยน้ำฝน แต่หากฝนทิ้งช่วงก็ต้องมีการเสริมน้ำให้แปลงข้าว

การใส่ปุ๋ย หากพื้นที่ปลูกข้าวไร่มานานดินจะขาด ฟอสฟอรัส และโปแทสเซียม ต้องเติมไนโตเจน 9-13 กิโลกรัมต่อไร่ ฟอสฟอรัส และโพแทสเซียม 5 กิโลกรัมต่อไร่ หรือหากดินเป็นกรด ใส่ฟอสฟอรัส 10 กิโลกรัมต่อไร่ และปุ๋ยไนโตรเจน 46-0-0 ที่ 10 กิโลกรัมต่อไร่ โดยใส่ 2 ครั้ง ช่วง 3 สัปดาห์ หลังงอก และ 2 เดือน หลังงอก หลังจากนั้น อาจใช้ปุ๋ยคอกหรือปุ๋ยหมัก หรือเติมธาตุเหล็กที่มีกรดซิตริก 0.2 เปอร์เซ็นต์ ที่อัตราส่วน 1 ต่อ 80 ลิตร ต่อไร่ ตามสภาพของต้นข้าว

2.2.8 รูปแบบการปลูกแบบอื่นๆ

การปลูกข้าวปัจจุบันได้มีการใช้เครื่องจักรเข้ามาช่วยไม่ว่าจะเป็นการปลูกแบบดำนา หรือการปลูกข้าวไร่ ก็จะมีการใช้ เครื่องปักต้นกล้า เครื่องหว่านเมล็ด เครื่องหยอดเมล็ด โดยมีรูปแบบการปลูกที่แตกต่างกันออกไป ตามรูปที่ 2.4 โดยเครื่องปลูกเข้ามาช่วยทุ่นแรงและลดต้นทุนด้านการจ้างแรงงาน ทั้งยังสามารถลดเวลาที่ใช้ในการเพาะปลูกลงได้มาก ซึ่งเครื่องหยอดเมล็ดพันธุ์ข้าวนั้นเหมาะสมกับพื้นที่ลาดชันที่ปลูกข้าวแบบไม่ใช้คันนาเก็บน้ำ โดยขั้นตอนการปลูกของเครื่องหยอดเมล็ดข้าว โดยทั่วไปจะมีขั้นตอน 3ขั้นตอน คือ เปิดหน้าดิน หยอดเมล็ด และปิดหน้าดิน

เครื่องปลูกจะทำงานตามที่ได้ออกแบบกลไกไว้ โดยมากกลไกจะรับกำลังจากล้อขับ และอุปกรณ์ต่างๆ จะขึ้นอยู่กับพื้นที่ที่ใช้งาน เช่น มีอุปกรณ์เปิดหน้าดิน หรือกลบดิน มีจำนวนหัวหยอดและ จำนวนถังบรรจุเมล็ดพันธุ์แตกต่างกันออกไป ตามขนาดของพื้นที่ใช้งาน ต้นกำลังใช้ที่ หรือสภาพพื้นที่



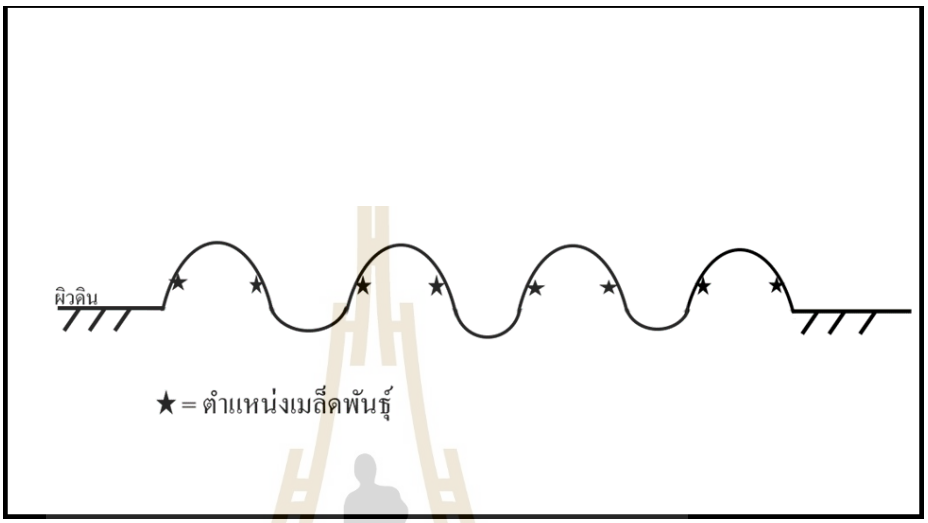
รูปที่ 2.4 แสดงรูปแบบการปลูกด้วยเมล็ดแบบต่างๆ

2.2.9 การปลูกข้าวยกร่อง

ในปัจจุบันมีเครื่องปลูกข้าวแบบหยอดเมล็ดจำหน่าย และมีการใช้งานอย่างแพร่หลาย ทำให้เกษตรกรสามารถทำการเพาะปลูกได้สะดวกรวดเร็วมากขึ้น แต่ในหลายๆ พื้นที่ก็ยังคงประสบปัญหาด้านอื่นๆ ซึ่งหนึ่งในนั้นคือ ปัญหาดินเค็ม

จากการศึกษาตัวอย่างต่างๆ เกี่ยวกับการเตรียมดินหรือลักษณะของพื้นผิวดินที่มีผลต่อการเดินทางของเกลือในดิน ทำให้คิดประยุกต์การปลูกข้าวโดยอาศัยการยกร่อง จะทำให้จุดที่ปลูกมีความเค็มของดินน้อยกว่าการปลูกราบขนานไปกับพื้น ทำให้ได้ผลผลิตที่มากขึ้น หรือเป็นการลดผลกระทบจากสภาวะค่าความเค็มที่สูง

โดยจะทำการออกแบบเครื่องปลูกข้าวที่สามารถยกร่องและหยอดได้ภายในเครื่องเดียวทั้งนี้ก็เพื่อลดขั้นตอนการทำงานลง ซึ่งเครื่องจะหยอดเมล็ดลงสู่ตำแหน่งไหล่ของสันร่องตามรูปที่ 2.5

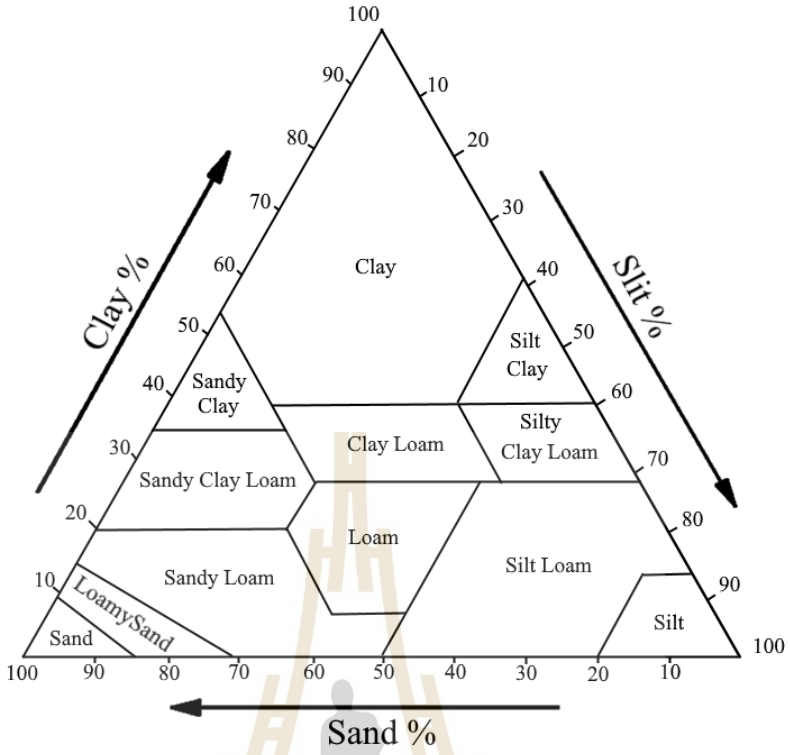


รูปที่ 2.5 แสดงรูปแบบการปลูกยกร่องของข้าว

2.3 ดิน

2.3.1 ดิน

เป็นวัตถุธรรมชาติ ที่เกิดจากการสลายทางกายภาพและเคมี ของหินหรือแร่ธาตุนำไปสู่การทับถมกันเป็นชั้นๆ โดยอาจมีซากพืชซากสัตว์เป็นส่วนประกอบ ซึ่งดินจะมีคุณสมบัติที่แตกต่างกันไปตามภูมิประเทศ อายุ ชั้นความลึก ที่ดินนั้นๆอยู่ ดินจะแบ่งออกได้เป็น 3 ประเภทใหญ่ๆ คือ ดินทราย ดินเหนียว และดินทรายแป้ง



รูปที่ 2.6 แสดงสัดส่วนของดินเพื่อจำแนกประเภท

โดยจะแบ่งประเภทดิน แบบละเอียดได้โดยอาศัยการดูส่วนประกอบของกลุ่มตัวอย่างดินนั้นๆ ว่ามีองค์ประกอบสัดส่วนของเนื้อดินเป็นอย่างไร โดยจำแนกได้ตาม รูปที่ 2.6

ลักษณะของดินที่เหมาะสมกับการเพาะปลูก

ดินที่เหมาะสำหรับการปลูกพืชนั้นจะต้องมีคุณสมบัติที่เหมาะสม คือ ทางกายภาพ ทางเคมี และทางชีวภาพ

คุณสมบัติทางกายภาพ เช่นความโปร่งของดิน ลักษณะของเม็ดดิน การกระจายตัวของดิน ความสามารถในการอุ้มน้ำ โดยจะขึ้นอยู่กับชนิดและสายพันธุ์ของพืช พืชจะแผ่ขยาย ชอนไชหาแร่ธาตุในดิน

คุณสมบัติทางเคมี เช่น แร่ธาตุอาหารที่พืชต้องการ อย่างธาตุอาหารหลักได้แก่ ไนโตรเจน ฟอสฟอรัส และ โพแทสเซียม หรือ ธาตุอาหารรองและธาตุเสริม ได้แก่ แคลเซียม แมกนีเซียม กำมะถัน สังกะสี แมงกานีส คลอรีน และโบรอน เป็นต้น

คุณสมบัติทางชีวภาพ คือดินที่มีจุลินทรีย์ และสิ่งมีชีวิตต่างๆ ในดินที่มีประโยชน์ต่อพืช เช่น จุลินทรีย์ที่ช่วยย่อยแร่ธาตุที่ไม่จำเป็นต่อพืช ตรึงธาตุอาหารพืชจากอากาศ สร้างสารกำจัดโรคหรือพิษต่างๆ

2.3.2 ปัญหาในดิน

ดินในแต่ละภูมิประเทศ จะมีลักษณะหรือคุณสมบัติที่แตกต่างกันออกไป ทั้งนี้ยังเกิดการเปลี่ยนแปลงทางธรรมชาติ และกิจกรรมของมนุษย์ ทำให้คุณสมบัติต่างๆในดินมีการเปลี่ยนแปลงจากเดิมอย่างรวดเร็ว ในบางพื้นที่ส่งผลให้การปลูกพืชทำได้ยากขึ้น หรือไม่สามารถทำได้เลย โดยประเทศไทยดินส่วนใหญ่จะมีความอุดมสมบูรณ์ต่ำโดยธรรมชาติ เนื่องจากตั้งอยู่ในจุดเส้นศูนย์สูตร เป็นเขตอุณหภูมิสูง และมีปริมาณฝนมาก ทำให้เกิดการสลายตัวของแร่ธาตุ

ปัญหาอื่นๆของดิน ดินเปรี้ยว หรือดินที่มีความเป็นกรด (pH) ต่ำกว่า 4 ดินที่มีความเปรี้ยวจัด จะไม่สามารถปลูกพืชได้ เนื่องจาก มีสารจำพวก เหล็ก อลูมินัมละลาย ซึ่งเป็นพิษต่อพืช และส่งผลให้แร่ธาตุอื่นไม่เกิดการละลาย เช่น ฟอสฟอรัสจะถูกตรึงไว้ พบมากในพื้นที่ภาคกลางตอนใต้ ภาคตะวันออก และ ภาคใต้ เป็นเขตที่น้ำทะเลเคยท่วมถึงมาก่อน

ดินเค็ม หรือดินที่มีเกลืออยู่สูง ส่งผลเสียต่อพืช ทำให้ผลผลิตต่ำ หรือไม่สามารถปลูกได้เลยหากพืชชนิดหรือพันธุ์นั้นๆไม่มีความสามารถในการทดความเค็ม โดยเกลือจะมีปริมาณสูงขึ้นในฤดูแล้ง ซึ่งเกลือจะเดินทางจากใต้ชั้นดินขึ้นสู่เขตรากของพืช หรือบริเวณผิวดินจนเกิดเป็นคราบขาว พบได้มากในภาคตะวันออกเฉียงเหนือ และบริเวณชายฝั่งทะเล โดยอาจยังใช้ประโยชน์ของพื้นที่ได้จากการปลูกพืชพันธุ์ทนเค็ม หรือทำนาเกลือ การเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำบริเวณชายฝั่งทะเล ทั้งนี้ยังมีปัญหาอื่นๆอีก เช่น ดินทรายจัด ดินปนกรวด ดินอินทรีย์ ดินเหมืองแร่ร้าง เป็นต้น ล้วนมีผลกระทบต่อการเพาะปลูกพืช

2.3.3 การปรับปรุงดิน

การแก้ปัญหาสามารถใช้วิธีการแก้ไขด้วยการใช้วัสดุธรรมชาติในการปรับปรุงดิน และการหลีกเลี่ยงใช้สารเคมี หรือสิ่งที่ส่งผลเสียต่อดินในการทำการเกษตร ตัวอย่างการปรับปรุงดิน ใช้การปลูกพืชผสมผสาน พืชหมุนเวียน พืชเป็นปุ๋ยสดเพื่อบำรุงดิน การปลูกพืชคลุมดิน การใช้ปุ๋ยคอก ปุ๋ยหมัก จุลินทรีย์ หรือใช้แร่ธรรมชาติ เช่น ปุ๋ยมาร์ล โดโลไมท์ หินฟอสเฟต การใช้ไถพรวนลึก ใช้น้ำฝน ใช้ไส้เดือน เป็นต้น

ในดินเค็มมักใช้ แร่ยิปซัมเพื่อลดความเค็ม และเพิ่มธาตุ แคลเซียม กำมะถันให้แก่ดิน หรือหากใช้วิธีทางวิศวกรรม จะใช้วิธีให้น้ำชะล้างดินแบบต่อเนื่อง และระบายน้ำออก หรือ การออกแบบพื้นที่เพาะปลูกให้ระบายน้ำเค็มและป้องกัน ด้วยการระบายที่หน้าดิน หรือใต้ดินตามสภาพพื้นที่

2.3.4 การสำรวจดิน

เพื่อให้ทราบคุณสมบัติของดิน จึงต้องมีการเก็บตัวอย่าง เพื่อนำไปวิเคราะห์หาคุณสมบัติของดิน เพื่อใช้ต่อไปในการ ก่อสร้าง หรือ การเพาะปลูก

การเจาะสำรวจ เป็นการสำรวจใต้ดินเพื่อหาขอบเขตของชั้นดิน ณ บริเวณใดๆ และเก็บตัวอย่างมาเพื่อหาคุณสมบัติ โดยจะทำการทดสอบในห้องปฏิบัติการ มีการเจาะสำรวจอยู่ 2 แบบ คือเจาะขั้นต้น เพื่อดูการเปลี่ยนแปลงของชั้นดิน และระดับน้ำใต้ดินแบบคร่าวๆ และการเจาะแบบละเอียด ที่จะเจาะโดยกำหนดความลึก เพื่อวิเคราะห์หาคุณสมบัติต่างๆ ของดิน เช่น การกระจายตัว ความชื้น ความสามารถต้านทานแรง การบีบอัด เป็นต้น

2.3.5 การเก็บตัวอย่างดิน

การเก็บตัวอย่างดิน แบ่งได้เป็น 2 แบบ คือ ตัวอย่างแบบคงสภาพ และตัวอย่างแบบไม่คงสภาพ

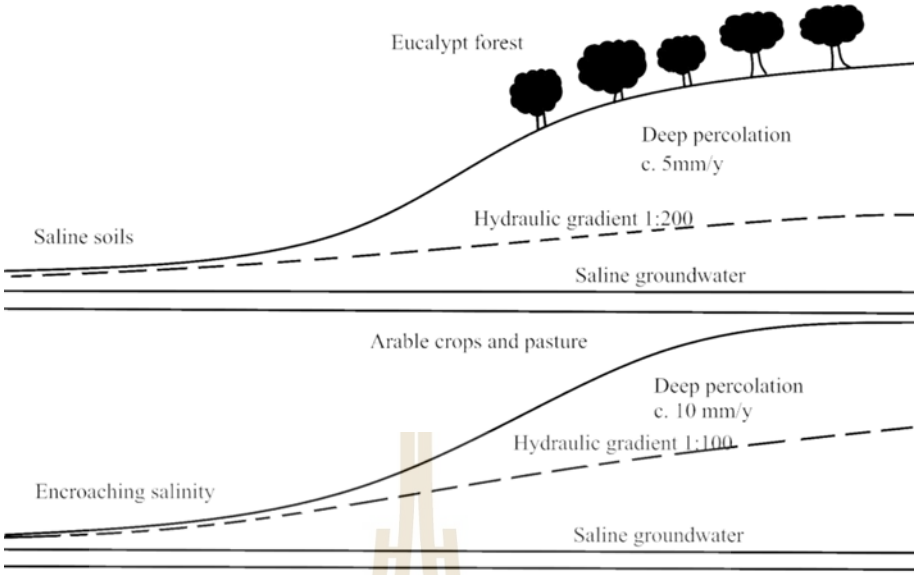
การเก็บตัวอย่างแบบคงสภาพ เพื่อให้ตัวอย่างได้รับผลกระทบจากการเก็บที่สุด เพื่อให้ได้คุณลักษณ์ที่ใกล้เคียงกับตอนที่ดินอยู่ในจุดเดิม ซึ่งจำเป็นสำหรับการทดสอบคุณสมบัติทางกายภาพ

การเก็บตัวอย่างแบบไม่คงสภาพ เป็นการเก็บตัวอย่างที่ตัวอย่างจะได้รับผลกระทบจากการเก็บตัวอย่างทางกายภาพ แต่ ส่วนประกอบ และคุณสมบัติด้านอื่นๆ ยังคงเดิม สามารถนำไปทดสอบ หาความชื้น การกระจายตัวของเม็ดดิน ขีดจำกัดอัตเทอร์เบิร์กได้

2.3.6 การเกิดดินเค็ม

ดินเค็ม สามารถเกิดได้เองโดยธรรมชาติอันเนื่องมาจากแร่ธาตุในชั้นดินที่มีการผุพัง และละลายรวมเข้ากับน้ำใต้ดิน หรือ การสูบน้ำใต้ดินมาใช้จนเกิดการรุกคืบของน้ำทะเล การขุดหน้าดินทำให้เกิดการแพร่ของเกลือที่ดินชั้นล่าง ฯ เป็นต้น และอาจเกิดการแพร่ของดินเค็มอันเนื่องมากจากกิจกรรมของมนุษย์ เช่น การทำนาเกลือ ทั้งเกลือทะเลในพื้นที่ติดชายฝั่ง หรือการทำเกลือสินเธาว์บนพื้นที่ปกติ

ดินเค็ม พบได้ในภาคตะวันออกเฉียงเหนือ ภาคกลาง และชายฝั่งทะเล โดยเหตุของการเกิดดินเค็มก็จะแตกต่างกันไปในแต่ละพื้นที่

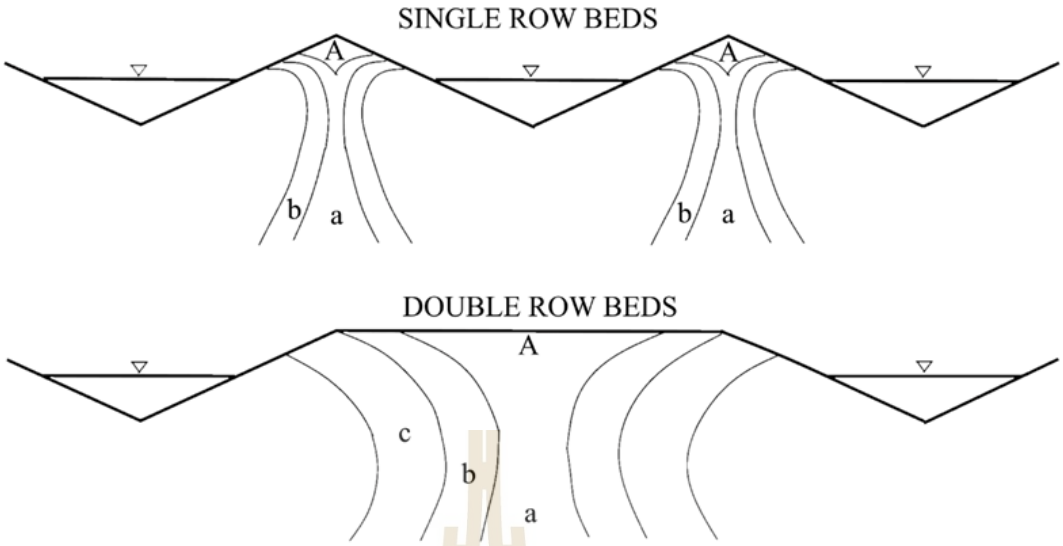


รูปที่ 2.7 การรุกคืบของน้ำใต้ดิน (สมศักดิ์, 2560)

ในรูปที่ 2.7 แสดงถึงการรุกคืบของน้ำใต้ดิน ในที่ราบลุ่มเมื่อไม่มีพืชที่มีรากใหญ่ก็จะทำให้น้ำใต้ดินหนุนตัวได้สูงกว่า ทำให้เกิดการแพร่ของเกลือสู่ชั้นดิน

ดินเค็มจะส่งผลต่อการเจริญเติบโตของพืช หากพืชไม่มีความสามาถในการทนความเค็ม ก็จะทำให้มีผลต่อการเจริญเติบโตที่ช้า ผลผลิตลดลง หรืออาจล้มตายได้ เหตุที่เป็นเช่นนี้ก็เพราะน้ำที่มีความเค็มจะมี Osmotic Pressure สูง พืชจะดูดไปใช้ไม่ได้ และไอออนบางชนิดที่พืชดูดไปสะสมนั้น เป็นพิษต่อพืชส่งผลให้ขาดแคลนธาตุบางตัว

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี



รูปที่ 2.8 การกระจายตัวของเกลือ (สมศักดิ์, 2560)

จากรูปที่ 2.8 แสดงความเค็มของดินที่จุดต่างๆ ในสภาพพื้นที่แบบคูน้ำขนาบแนวปลูก แบบหนึ่งและสองแถว โดยพื้นบริเวณกึ่งกลาง a หรือจุดยอด A จะเป็นบริเวณที่มีความเค็มสูงสุด

จากธรรมชาติของการระเหยน้ำใต้ดินจะระเหยขึ้นสู่บริเวณยอดสันหรือจากจุด a สู่จุด A ทำให้จุดนั้นมีเกลือขึ้นมาสะสมอยู่มาก และจากช่วงยอดสันถึงไหล่ของสันที่ติดกับคูน้ำจะมีความเค็มน้อยกว่าในจุด b และ c

พืชแต่ละชนิดแต่ละสายพันธุ์จะมีความสามารถในการทนเค็มที่แตกต่างกันออกไป ซึ่งบางชนิดอาจได้รับการปรับปรุงสายพันธุ์ขึ้นใหม่ให้สามารถทนต่อความเค็มได้ดียิ่งขึ้น ซึ่งค่าความเค็มของดิน จะใช้ตัวชี้วัดจากการนำไฟฟ้าของสารละลายดิน, Ec_e มีหน่วยวัดคือ เดซิซีเมนต่อเมตร (dS/m)

ตารางที่ 2.7 ลำดับขั้นความเค็มดินและผลกระทบต่อพืชโดยแบ่งตามค่าการนำไฟฟ้าของดิน

Ec_e (dS/m)	**ผลกระทบ**	**ความเค็ม**
ต่ำกว่า 2	ไม่มีผลต่อพืชส่วนใหญ่	ไม่เค็ม
2-4	มีผลต่อพืชทนเค็มน้อย	เค็มเล็กน้อย
4-8	มีผลต่อพืชหลายชนิด	เค็มปานกลาง
8-15	ปลูกได้เฉพาะพืชทนเค็ม	เค็มมาก
สูงกว่า15	ปลูกได้เฉพาะพืชทนเค็มจัด	เค็มจัด

ตารางที่ 2.8 ลำดับขั้นความเค็มดินและผลกระทบต่อพืชตามUSDA

USDA CLASS	**SATYRATION EXTRACT(dS/m)**	**SALT IN SOIL (g Salt/100 g SOIL)**	**OSMOTIC POTENTIAL**	**CROP TOLERANCE**	**EXAMPLE CROPS**
A	0-2	0-0.13	0 to -70	SENSITIVE	BEAN
B	2-4	0.13-0.26	-70 to -140	MODERATELY SENSITIVE	CORN
C	4-8	0.26-0.51	-140 to -280	MODERATELY SENSITIVE	WHEAT
D	8-16	0.51-1.02	-280 to -560	TOLOERANT	BARLEY

Richard,L.A. (Ed). 1954 Diagnosis and Improvement of Saline and Alkali Soils, USDA AG Handbook 60, Washington DC.

โดยความเค็มจะสามารถแบ่ง ได้เป็นระดับแสดงใน ตารางที่ 2.7 จะเป็นการแบ่งระดับความเค็มโดยแบ่งออกตามค่าการนำไฟฟ้าของดิน และจำแนกประเภทความเค็ม รวมถึงผลกระทบต่อพืชโดยรวม และในส่วนของ ตารางที่ 2.8 จะเป็นการจำแนก ระดับความเค็ม ปริมาณเกลือในดิน และความสามารถการออสโมติก ผลกระทบที่มีต่อพืชและตัวอย่างพืช โดยพืชแต่ละชนิดก็จะมีความสามารถในการทนเค็มที่แตกต่างกันออกไป แสดงอยู่ใน ตารางที่ 2.9 จะเห็นได้ว่ามีพืชที่ไม่สามารถทนเค็มได้เลยเช่น มะม่วง และพืชที่สามารถทนความได้สูงมาก เช่น มะพร้าว

ตารางที่ 2.9 ตัวอย่างความทนเค็มในพืชต่างๆ

ความสามารถในการทนเค็ม	ค่า EC_e (dS/m) ของดินที่ทนได้	ตัวอย่างพืช
ไม่ทนต่อดินเค็ม	ต่ำกว่า1.3	ส้ม, แอปเปิ้ล, มะม่วง
ทนต่อดินเค็มได้เล็กน้อย	1.3-3.0	พริกไทย, มันฝรั่ง, องุ่น
ทนต่อดินเค็มได้ปานกลาง	3.0-6.0	สับปะรด, มะละกอ, ถั่วเหลือง
ทนต่อดินเค็มมาก	6.0-10.0	บาร์เล่, ฝ้าย, มะพร้าว

และในพืชชนิดเดียวกันก็อาจมีความสามารถทนความเค็มแตกต่างกันตามสายพันธุ์ เช่นข้าวสายพันธุ์ต่างๆ ก็จะมีความสามารถในการทนเค็มที่แตกต่างกันออกไป และอาจมีการปรับแต่งสายพันธุ์ขึ้นใหม่เพื่อปรับปรุงลักษณะในบางด้านให้ดีขึ้น ทั้งนี้ยังอาจสามารถแบ่งตามความเข้มข้นของเกลือตามตารางที่ 2.9

หากดินมีเกลืออยู่ในปริมาณมากจะสามารถสังเกตได้จากดิน เช่นในรูปที่ 2.9 จะมีคราบสีขาวบริเวณผิวดิน คือเกลือที่ระเดินทางขึ้นมาจากใต้ดิน

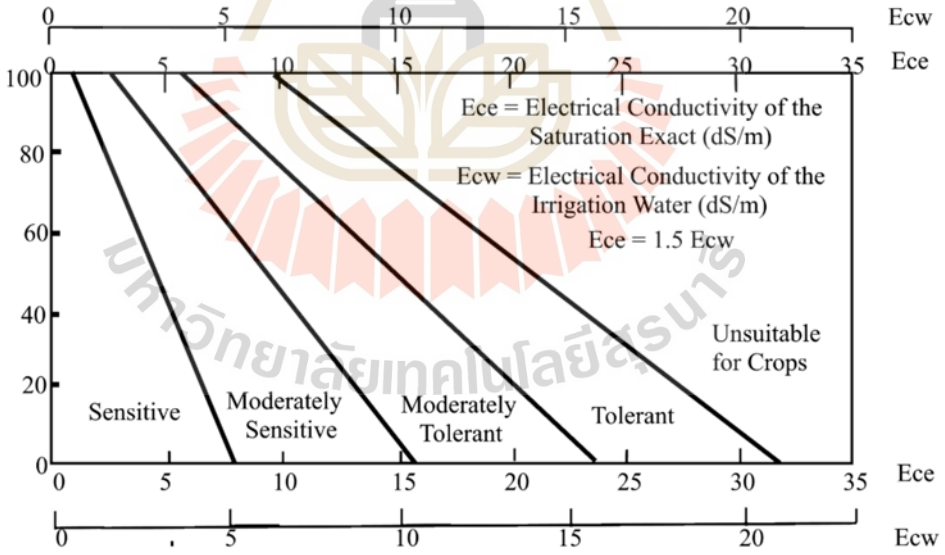
รูปที่ 2.9 แสดงคราบเกลือบนผิวดิน (saltfarmfoundation, 2020)

2.3.7 ตัวอย่างพื้นที่ประสบปัญหา

ในบางพื้นที่ที่ประสบปัญหาดินเค็ม เช่น จังหวัดนครราชสีมา ซึ่งเป็นจังหวัดที่พบดินเค็มมากที่สุดถึง 2.5 ล้านไร่ ประสบปัญหาดินเค็มทำให้ต้องจัดหาพันธุ์พืชทนเค็ม มาใช้ในการเพาะปลูก ซึ่งแม้ตัวพืชจะสามารถเจริญเติบโตได้ในพื้นที่นั้นๆ แต่ความเค็มของดินก็ส่งผลกระทบต่อผลผลิตที่ได้ทำให้มีผลผลิตลดลงกว่าที่ควรจะเป็น

ในประเทศไทยได้ประสบปัญหาดินเค็มเป็นจำนวนมาก ทำให้เกษตรกรส่วนหนึ่งจึงหันมาใช้พืชพันธุ์ทนเค็ม เช่น มะเขือเทศ ถั่วพุ่ม แคนตาลูป กระหล่ำ มันฝรั่ง ฯลฯ เป็นต้น และมีการประยุกต์ใช้วิธีการเตรียมดินในการพืชด้วยการยกร่องปลูกพืชบางประเภทเพื่อช่วยให้ได้ผลผลิตมากขึ้น เช่น การปลูกปาล์มน้ำมัน ซึ่งเป็นพืชที่ทนเค็มได้ปานกลางอยู่แล้ว ทำให้มีผลผลิตสูงขึ้น

โดยรูปแบบการปลูกที่สามารถลดผลกระทบจากดินเค็ม ดังตัวอย่างปาล์มน้ำมันข้างต้นนั้น จะใช้การยกร่อง และปลูกบริเวณด้านข้างของแนวร่อง ซึ่งบริเวณสันร่องจะมีความสามารถในการไหลของของไหลในดินได้ดี เนื่องจากความสูง และความแน่นของดิน ทำให้เกลือสะสมอยู่บริเวณสันร่อง(เป็นจุดที่มีความสูง มีความหนาแน่นดินต่ำการไหลจึงเกิดขึ้นสูง) ซึ่งเชื่อว่าให้ผลผลิตได้ดีกว่าการปลูกแบบพื้นราบปกติอยู่มาก

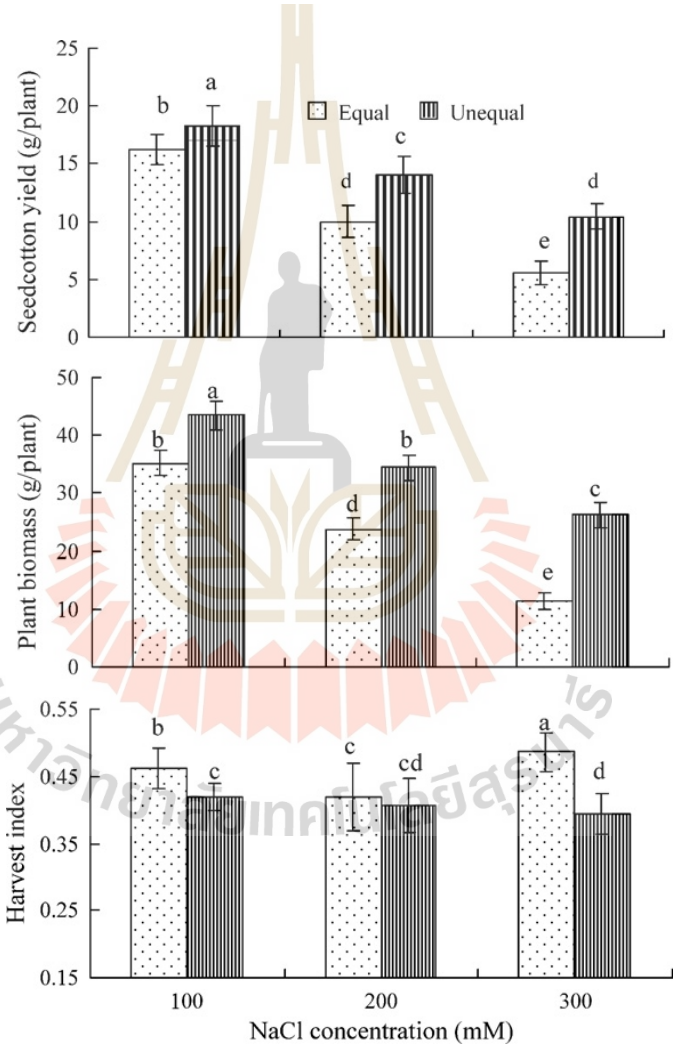


รูปที่ 2.10 แผนภูมิแสดงผลผลิตสัมพัทธ์ กับปริมาณความเค็ม (สมศักดิ์, 2560)

จากรูปที่ 2.10 จะเห็นได้ว่า ค่าการนำไฟฟ้าในดิน หรือ Ec นั้นมีผลต่อผลผลิตอย่างชัดเจน ทั้ง ค่าการนำไฟฟ้าของดิน และของน้ำที่ใช้ชลประทาน โดยค่า ทั้ง ค่าการนำไฟฟ้าที่สูงขึ้น

จะทำให้ผลผลิตลดลง แม้แต่ในพืชสายพันธุ์ที่ทนเค็มหากดินมีค่าการนำไฟฟ้ามากเกินความสามารถในการทนเค็มของพืชนั้นๆ ผลผลิตก็จะลดลงตาม ทั้ง ค่าการนำไฟฟ้าที่เพิ่มสูงขึ้น

การเกิดความเค็มในช่วงผิวดิน หรือรากพืชนั้น สืบเนื่องมาจากความเค็มในดินนั้นจะเคลื่อนตัวตามน้ำที่ระเหยขึ้นสู่ช่องว่างอากาศ โดยจะเคลื่อนที่ในแนวตั้งไปตามช่องว่างของดินที่สามารถเคลื่อนที่ได้สะดวก และขึ้นไปอยู่ที่บริเวณใดๆ ณ ผิวดินจะเกิดการระเหยของน้ำสู่อากาศและเหลือเกลือไว้ที่บริเวณหน้าดินและในตัวอย่าง การปลูกฝ้าย ในพื้นที่ ที่มีปริมาณเกลือในดินต่างกัน ก็จะให้ผลผลิตที่ต่างกันอย่างมีนัย

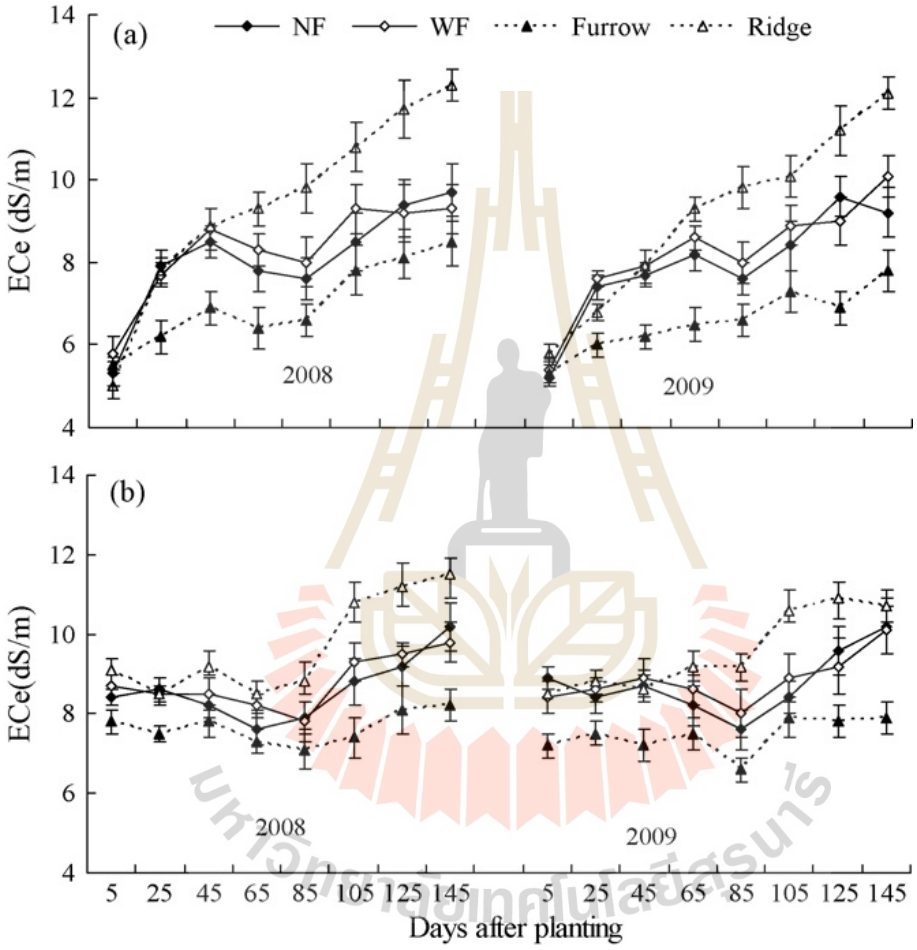


รูปที่ 2.11 แผนภูมิเปรียบเทียบการกระจายตัวของเกลือในเขตรากของฝ้าย (Hezhong, 2560)

จากรูปที่ 2.11 แสดงผลผลิต,มวล,ดัชนีการเก็บเกี่ยว ของฝ้าย เปรียบเทียบระหว่างข้อมูลแห่งจุดที่มีเกลือกระจายตัวในเขตรากอย่างสม่ำเสมอ(100/100, 200/200, 300/300 mm/mM

NaCl) และในส่วนของแท่งเส้นทึบ คือส่วนที่มีการปลูกโดยวางรูปแบบทำให้การกระจายตัวของเกลือนั้นไม่สม่ำเสมอ ในเขตราก (50/150, 100/300, 100/500 mm/mM NaCl) (Hezhong Dong, 2554)

และรูปแบบของการเตรียมดินในการปลูกก็ส่งผลต่อค่าการนำไฟฟ้าของดิน หรือความเค็มของดิน โดยมีการเก็บตัวอย่างของดินในแต่รูปแบบการเตรียมดินที่ต่างกัน



รูปที่ 2.12 แผนภูมิแสดงค่าความความนำไฟฟ้าตามรูปแบบการเตรียมดิน (Hezhong, 2560)

โดยเมื่อเปรียบเทียบจากการเก็บตัวอย่างดิน อยู่วิธีการปลูกต่างกัน ในช่วงความลึก 0-20 เซนติเมตร และวัดค่า EC_e ในการรูปแบบการเตรียมดินทั้ง 4 แบบ พบว่า ในหากเขตรากพืชมีการกระจายตัวของเกลือไม่สม่ำเสมอ (a) ค่า EC_e จะมีค่ามาก ในรูปแบบ Furrow Wide-Furrow Narrow-Furrow Ridge ตามลำดับ ดังรูปที่ 2.12 แต่หากเขตรากพืชมีความเค็มที่สม่ำเสมอ (b) ค่า EC_e จะมีค่ามากในรูปแบบ Ridge Wide-Furrow Narrow-Furrow Furrow ตามลำดับ

2.4 ทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง

2.4.1 แนวคิดและทฤษฎีการออกแบบเครื่องปลูกข้าว

เครื่องปลูกเป็นเครื่องมือที่ใช้ช่วยในการเพาะปลูกให้สามารถทำงานได้สะดวกรวดเร็วขึ้น จากที่ต้องใช้แรงงานมนุษย์ในการทำงาน ได้มีการสร้างและประยุกต์ นำอุปกรณ์เข้ามาช่วย ในขั้นตอนต่างๆของการปลูกพืช อาจเป็นการ หว่าน หยอด ปัก หรือวาง ตัวเมล็ดพันธุ์, ท่อนพันธุ์ และดำเนินการฝังกลบ หยอดปุ๋ย หรือ การทำงานอื่นๆร่วมด้วย โดยการพัฒนาเครื่องปลูกนั้นได้มีการปรับปรุงให้เครื่องมีความสามารถในการทำงานได้มากขึ้น มีความแม่นยำขึ้น ลดขั้นตอนในการเพาะพืชลง เป็นต้น การปลูกพืชแต่ละชนิดมักจะมีขั้นตอนและวิธีการแตกต่างกันไป ขึ้นกับชนิด สายพันธุ์ สภาพแวดล้อม แผนการควบคุมวัชพืช

2.4.2 ประเภทของเครื่องปลูก

อาจแบ่งได้เป็น 4 ประเภท

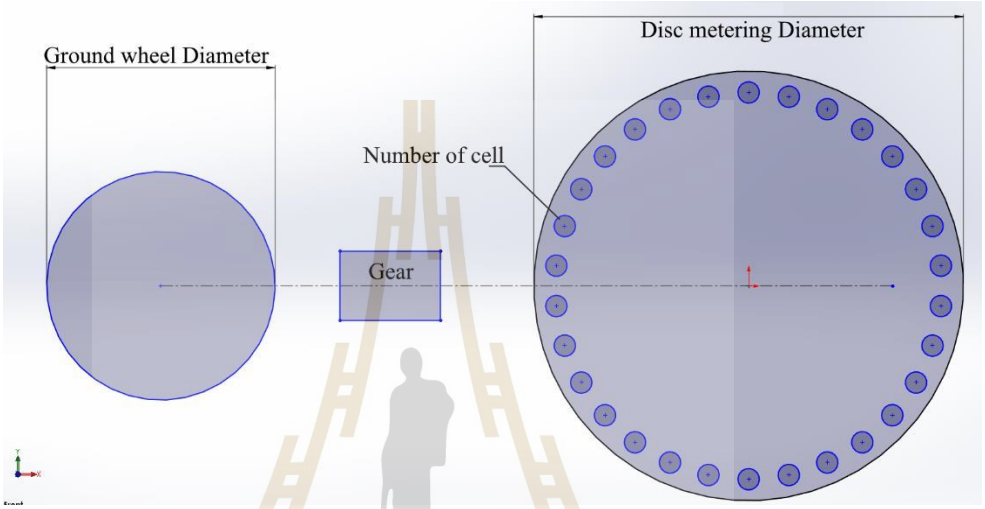
1. เครื่องปลูกชนิดเป็นแถว (Row-crop planter)
2. เครื่องโรยเมล็ด (Grain drill)
3. เครื่องหว่านเมล็ด (Broadcast seeder)
4. เครื่องปลูกพืชเฉพาะอย่าง (Specialized planters)

ตัวอย่างส่วนประกอบของเครื่องปลูกแบบหยอดเมล็ด

- โครง (Frame)
- ล้อขับ (Drive wheel)
- อุปกรณ์เปิดร่อง (Furrow opener)
- อุปกรณ์ปล่อยเมล็ด (Seed metering system)
- ถังบรรจุเมล็ด (Seed hopper)
- อุปกรณ์นำเมล็ด (Seed placement mechanism)
- อุปกรณ์กลบเมล็ด (Seed covering devices)

2.4.3 จานจ่ายเมล็ด

หรือชุดหยอดเมล็ดพันธุ์ มีเป็นลักษณะเป็นแผ่นกลม และเจาะรูรอบรัศมีของแผ่น เพื่อให้เมล็ดพันธุ์ถูกลำเลียงจากถังสู่ช่องว่างที่เจาะไว้ และเข้าสู่ส่วนถัดไปของกลไก โดยขนาดของรูที่เจาะ และความเร็วการหมุนของจาน จะส่งผลต่อ ปริมาณ และระยะห่างของจุดที่หยอด ดังที่แสดงในรูป 2.13



รูปที่ 2.13 แสดงกลไกจ่ายเมล็ดพันธุ์

โดยเมล็ดจะไหลลงสู่ช่องที่ถูกเจาะบนจานจ่าย จากนั้นเมื่อจานจ่ายเมล็ดหมุนตัวจะมีจังหวะการปล่อยเมื่อรูบนจ่ายเลื่อนไปถึงจุดที่ด้านล่างจานจ่ายถูกเจาะรูเพื่อลำเลียงเมล็ดและด้านบนมีอุปกรณ์ป้องกันการไหลเกินจากเมล็ดที่อยู่ด้านบน

2.4.4 ไถยกร่อง

การยกร่องดินสามารถทำได้หลากหลายแบบ มีลักษณะดินที่ผ่านการยกร่องอยู่หลากหลาย โดยอุปกรณ์ที่ใช้ยกร่องที่นิยมจะมีสองอย่างคือ ไถจาน ในรูปที่ 2.14 และ ไถหัวหมู รูปที่ 2.15

โดยการเลือกใช้จะขึ้นอยู่กับคุณสมบัติของดิน และลักษณะดินที่ต้องการ ไถจานมีความสามารถในการยกร่องได้ดี แม้จะเจอสิ่งกรีดขวางในดิน ในสภาพที่ดินแข็งหรือเหนียวมาก ในขณะที่ไถหัวหมูสามารถทำการยกร่องได้ดีกินดินได้ลึก พลิกขี้ไถได้เรียบร้อยและสามารถลอกท้องร่องได้ดี แต่จะต้องระวังเรื่องของสิ่งกีดขวางในดินที่อาจทำให้ตัวไถหัวหมูเสียหายได้

รูปที่ 2.14 ตัวอย่างไถหัวหมู

รูปที่ 2.15 ตัวอย่างไถจาน

การไถยกร่องปลูกพืช นิยมใช้กับพื้นที่ที่มีปริมาณฝนต่ำ หรือมีดินที่ค่อนข้างแห้ง โดยพืชจะปลูกอยู่จุดกึ่งกลางร่องเพื่อให้ได้รับความชื้น และได้รับผลกระทบจากลมน้อยลง แต่หากปริมาณน้ำมีมากเกินไปก็จะส่งผลต่อพืชได้เช่นกัน โดยการปลูกพืชบางชนิดจะปลูกบนสันร่องที่ยก

เพื่อป้องกันปัญหาน้ำที่มากเกินไป ทั้งนี้ในการยกร่องสมควรจะมีการเตรียมดินก่อนยกร่อง เพื่อให้คุณภาพของร่องที่ยกนั้นดี

2.4.5 ค่าการนำไฟฟ้า (Electric Conductivity)

เป็นค่าบางบอกการนำไฟฟ้าของน้ำ หรือสารละลายดิน ใช้ในทางปฐพีศาสตร์ สามารถบ่งบอกปริมาณเกลือที่ละลายได้ทั้งหมดในน้ำ การใช้ปุ๋ยในระยะแรกสามารถทำให้ค่าการนำไฟฟ้าสูงได้เช่นกัน เพราะมีส่วนประกอบของเกลือ โดยในส่วนของพืชที่มีปัญหากับเกลือนั้นจะเป็นเกลือโซเดียมดังนั้น หากในกรณีมีการใช้ปุ๋ยร่วมในการปลูก แล้วต้องการวัดค่าความเค็มที่มีผลมาจากเกลือโซเดียมต้องทดสอบโดยวิธีทางเคมี

นิยมวัดค่าการนำไฟฟ้าของสารละลายดิน ซึ่งบอกปริมาณมากน้อยของไอออนที่ปรากฏได้ ดินเป็นสารที่มีประจุลบตรึงอยู่ สามารถดูดจับไอออนบวกในสารละลายดินได้ เช่น แคลเซียม โพแทสเซียม แมกนีเซียม เป็นต้น เมื่อน้ำก้อนดินมาละลายน้ำไอออนบวกต่างๆที่เกาะตัวอยู่ก็จะหลุดออกมาสู่น้ำ ซึ่งมีส่วนทำให้สารละลายดินนำไฟฟ้าได้ แต่ยังมีค่าน้อยเมื่อเทียบกับสารละลายของเกลือ ดินที่มีการนำไฟฟ้ามากกล่าวได้ว่ามีไอออนรวมกันในดินมาก แต่ไม่ได้บอกอย่างชัดเจนว่าประกอบด้วยไอออนใด

ความเข้มข้นของตัวถูกละลายสูงทำให้พืชดูดใช้น้ำได้ยาก การที่ไอออนบางตัวสูงทำให้สัดส่วนเคมีไม่เหมาะแก่พืช เกลือที่ปรากฏในดินเค็ม อาจจะเป็นเกลืออื่นที่ไม่ใช่โซเดียม อาจเป็นเกลือแคลเซียมซึ่งมีผลกระทบต่ำหากความเข้มข้นไม่สูง โดยมักวัดปริมาณของโซเดียม แคลเซียม แมกนีเซียม และค่าความเป็นกรด-ด่าง ร่วม เพื่อพิจารณาค่าปริมาณโซเดียมที่ถูกดูดซับเทียบกับ แคลเซียมและแมกนีเซียม

ซึ่งเกลือที่ปรากฏในดินจะเป็นอันตรายต่อพืชทั้งหมด เช่นปุ๋ยเคมีส่วนใหญ่จะอยู่ในรูปของเกลือ เมื่อละลายน้ำจะเป็นธาตุอาหารให้แก่พืช ปุ๋ยให้ธาตุอาหารพืชในรูปของไอออน ดังนั้นจึงมีค่านำไฟฟ้าสูง

Electrical Conductivity (EC) วัดด้วยมาตรฐาน EC ของสารสกัดดินที่ความอิ่มตัวของน้ำที่ 25 องศาเซลเซียส และมีการวัดแบบ Electrical Conductivity Soil extracts at water saturation, ECe

ทั้งนี้ยังมีวิธีวัดอีกประเภท การวัดค่าการนำไฟฟ้าปรากฏ หรือ ECa ด้วย วิธีการวัด ECa มีความซับซ้อน โดยจะขึ้นอยู่กับ คุณสมบัติของดิน น้ำ และแร่ธาตุ

EC (σ) แสดงถึงสัดส่วนความสัมพันธ์ของ กระแสไฟฟ้าหรือพลังงาน ต่อหน่วยพื้นที่ และสนามไฟฟ้า (E, V/m): $J = \sigma E$, เป็นการวัดการเพิ่มขึ้นของกระแสไฟฟ้าที่ผ่านแต่ละหน่วยพื้นที่ ของพื้นผิวในแนวตั้งฉาก สู่สนามไฟฟ้าภายนอก

EC ของวัตถุ คือปริมาณทางกายภายที่บ่งบอกคุณสมบัติของการนำกระแสไฟฟ้า และเป็นยังเป็นการบอกถึงความต้านทานของวัตถุ (ρ): $\sigma = 1/\rho$, โดย อยู่ในหน่วย ซีเมนต์ต่อเมตร (S/m)

ผลกระทบของอุณหภูมิต่อค่า EC โดยทั่วไปจะวัดค่า EC ที่อุณหภูมิ 25 องศาเซลเซียส โดยหากวัดที่อุณหภูมิอื่น ค่า EC ที่ได้ ก็จะมีการเปลี่ยนแปลงไป โดยมีความสัมพันธ์กับอุณหภูมิ ในสมการด้านล่าง

$$\sigma_{25} = \frac{\sigma_T}{1 + 0.0191(T - 25)}$$

$$\sigma_{25} = \sigma_T \left(0.4470 + 1.4034e^{-\frac{T}{26.815}}\right)$$

วิธีการวัด แบ่งออกเป็น 3 ประเภทใหญ่ คือ ER EMI และ Relectometry (TDR, ADR or FDR)

Electrical resistivity (ER)

สนามไฟฟ้าถูกทำใช้เป็นส่วนของตัวนำ และระบุด้วยความต้านทาน R = l/(σ A) เมื่อ l เป็นความเส้น และ A เป็นพื้นที่หน้าตัดของวัตถุทดสอบ โดยปัจจุบันจะวัดผ่าน โอห์มมิเตอร์ โดยมีการปล่อยกระแสไฟฟ้าคงที่มาตรฐาน ออกมา (Istd) และ และวัดค่าความต่างศักดิ์ของสองจุด (ΔV)

$$R = \Delta V/Istd$$

$$s = \frac{klstd}{DV}$$; k = 1/A หรือค่าคงที่เซลล์องหัววัด

Electromagnetic induction (EMI)

วัดการวัดผ่านการเหนี่ยวนำของแม่เหล็กไฟฟ้า โดยมีตัวส่ง 1 ตัว และ ตัวรับอาจมีมากกว่า 1 ตัว โดยตัวส่งสัญญาณต่อผ่าน ออสซิโลสโคป ส่งสัญญาณในย่านความถี่ต่ำ ช่วง 1 ถึง 100 กิโลเฮิร์ต

Relectometry

เป็นผลกระทบของดินที่มีต่อกระแสของไฟฟ้ากระแสสลับ ที่ส่งผ่านดินด้วย electrodes การเปลี่ยนแปลงการตอบสนองต่อฉนวนของดิน โดยวัดสัญญาณ โดยความเร็ว ความแรงสัญญาณ และความถี่ (สุนทรี ยิ่งชัชวาลย์,2537)

2.5 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

สนอง อมฤกษ์ (2556) ได้ร่วมกันทดสอบและพัฒนาเครื่องหยอดเมล็ดพืช สำหรับ ถั่วเขียว ถั่วเหลืองฝักสด และข้าวโพดอ่อน ในพื้นที่หลังนาโดยใช้รถไถเดินตามเป็นต้นกำลังในเขตภาคเหนือ

โดยเครื่องหยอด หยอดเมล็ดได้ 2 ถึง 4 แถว และปรับระยะการปลูกได้ 30 ถึง 50 เซนติเมตร โดยใช้ตัวเปิดร่องแบบจาน อุปกรณ์หยอดเป็นแผ่นจานหยอด สามารถหยอดเมล็ดพันธุ์ได้ 3 ชนิด คือ ถั่วเขียว ถั่วเหลืองฝักสด และข้าวโพดอ่อน ผลการทดสอบ พบว่า สามารถทำงานได้ 1.7 2.0 และ 1.5 ไร่ต่อชั่วโมง ตามลำดับ อัตราการหยอด 11 5.1 และ 10 กิโลกรัมต่อไร่ ซึ่งอัตราการหยอดสามารถปรับได้ โดยเปลี่ยนแผ่นหยอดและปรับชุดทดรอบ มีประสิทธิภาพการทำงาน 85 เปอร์เซ็นต์

จันทิรา โพธิ์ถิน และคณะ (2562) ได้ร่วมกันออกแบบและพัฒนาเครื่องหยอดเมล็ดข้าวนาแห้งแบบพ่วงรถไถเดินตาม

โดยเครื่องหยอดเมล็ดพันธุ์ข้าวอยู่ที่ 3-7 เมล็ดต่อจุด และระยะห่างการปลูกที่ 25 เซนติเมตร และระยะระหว่างแถว 25 เซนติเมตร มีการหยอดปุ๋ยเคมีที่ช่องกลางระหว่างแถว ใช้ต้นกำลังเป็นรถไถเดินตามขนาด 10 แรงม้า มีส่วนประกอบสำคัญคือ ชุดเปิดร่อง ถังข้าว ถังปุ๋ยเคมี ชุดเปิดร่อง และชุดฝังกลบ ผลการทดสอบพบว่า ประสิทธิภาพในการหยอดเมล็ดพันธุ์ 98.6 เปอร์เซ็นต์ ปริมาณเมล็ดที่ใช้ 5.08 กิโลกรัมต่อไร่ ปริมาณปุ๋ยเคมีที่ใช้ 12.8 กิโลกรัมต่อไร่ ปริมาณเชื้อเพลิงที่ใช้ 472 มิลลิลิตรต่อไร่ เครื่องจะมีอายุคืนทุน 22 วัน

เกียรติศักดิ์ พงษ์ประสิทธิ์ และรุ่ง มูลสงวน (2543) ได้ร่วมกันออกแบบและสร้างเครื่องหยอดเมล็ดพันธุ์ผักแบบสุญญากาศ

ได้ทำการพัฒนาระบบลูกหยอดเมล็ดพันธุ์ผักแบบสุญญากาศ ซึ่งใช้ Vacuum Blower ซึ่งจะทำให้ความดันภายในลูกหยอดมีค่าต่ำกว่าความดันบรรยากาศ เมล็ดจะถูกดูดติดขึ้นมาตามรูที่เจาะไว้ในแนวเส้นรอบวงของตัวลูกหยอด และเมื่อเคลื่อนที่ผ่านถึงจุดที่จะปล่อยก็จะ มีลูกยางทำการปิดรูไว้เพื่อยกเลิกสภาพสุญญากาศ

โดยระบบจะมีค่า Vacuum ในการดูดที่ 3.5 ถึง 15 เซนติเมตรปรอท ความเร็วสายพาน 1 กิโลเมตรต่อชั่วโมง จำนวนเมล็ดต่อหลุม 1 ถึง 2 เมล็ด และระยะห่างระหว่างหลุม 4.5 เซนติเมตร

ธฎษธรรมช์ ลาโศภา และคณะ (2562) ได้ร่วมกันออกแบบและสร้างเครื่องหยอดข้าวนาแห้งแบบต่อพ่วงจอบหมุน

โดยเครื่องทำงานโดย เบิกร่อง หยอดเมล็ด และกลบดินในขั้นตอนเดียว เครื่องหยอดมีขนาด 150 x 120 x 110 เซนติเมตร ทำจากวัสดุ เหล็ก อลูมิเนียม และพลาสติก ตัวเครื่องมีน้ำหนัก

อยู่ที่ 120 กิโลกรัม ง่ายต่อการซ่อมบำรุง จากการทดสอบหยอดข้าว 10 ไร่ ใช้เวลา 5 ชั่วโมง ต่อพ่วงกับรถไถเดินตามขนาด 24 แรงม้า ใช้น้ำมันดีเซลทั้งหมด 10 ลิตร ใช้ข้าวเปลือก 5 กิโลกรัมต่อไร่ โดยกิโลกรัมละ 30 บาท ต้นทุน 900 บาทต่อไร่ เทียบจากการปลูกแบบเดิมที่เสียต้นทุน ค่าไถ ค่าตีดิน ค่าหยอด และค่าเมล็ดพันธุ์ ซึ่งใช้ต้นทุน 300 300 300 และ 900บาท ตามลำดับ

มัทนี สงวนเสริมศรี และคณะ (2557) ได้ร่วมกันพัฒนาเครื่องโรยเมล็ดข้าวงอกแบบแถว

โดยเครื่องใช้พ่วงรถไถเดินตาม สามารถปลูกข้าวงอกได้พร้อมกันครั้งละ 12 แถว สามารถปรับระยะห่างระหว่างแถวได้ 20 และ25 เซนติเมตร และใช้ระยะห่างระหว่างกอ 20 เซนติเมตร ใช้ถังบรรจุ 15 กิโลกรัม จำนวน 4 ถัง โดยใช้เพลาเซาะร่องในการปล่อยเมล็ดลงสู่ท่อ สามารถปรับความยาวร่องเปิดบนเพลาจ่ายเมล็ด 0-4 เซนติเมตร มีการใช้เมล็ดข้าวงอก 4.0, 5.0, 6.0, 6.6 กิโลกรัมต่อชั่วโมง ที่ระยะความยาวร่องเปิด 2.5, 3.0, 3.5, 4.0 เซนติเมตร และอัตราการใช้เมล็ดพันธุ์ต่อพื้นที่ โดยปลูกที่ระยะห่างแถว 20 เซนติเมตร จะมีอัตราการใช้เมล็ดที่ 8.9, 11.2, 13.6, 14.8 กิโลกรัมต่อไร่ (ขึ้นกับความยาวร่องเปิดของชุดจ่ายเมล็ด) และที่ระยะห่างแถว 25 เซนติเมตร จะมีอัตรา 7.1, 8.9, 10.8, 11.8 กิโลกรัมต่อไร่ โดยเครื่องมีสมรรถนะทางทฤษฎี 5 และ 6 ไร่ต่อชั่วโมง ที่ระยะ 20 และ 25 เซนติเมตร และมีสมรรถนะจริง 4.2 ไร่ต่อชั่วโมง โดยมีอัตราสิ้นเปลืองน้ำมันเชื้อเพลิง 0.15 ลิตรต่อไร่ มีจุดคุ้มทุน 105 ไร่ต่อปี.

ชาญชัย ปั้นนพศรี และคณะ (2556) ได้สร้างเครื่องหยอดเมล็ดข้าวสำหรับรถไถเดินตาม

โดยมีต้นกำลังเป็นรถไถเดินตามขนาด 675 ซีซี ส่งกำลังจากเพลาขับล้อรถไถไปสู่ชุดหยอดเมล็ดข้าว ทำงานที่ รอบเครื่องยนต์ 2,000 รอบต่อนาที โดยมีอัตราสิ้นเปลืองน้ำมันเชื้อเพลิงอยู่ที่ 0.8 ลิตรต่อไร่ ระยะห่างระหว่างแถว 25 เซนติเมตร และ ระยะห่างระหว่างกอ 20 เซนติเมตร โดยหยอดเมล็ดพันธุ์จำนวน 4-8 เมล็ดต่อจุด ใช้ปริมาณ 10.6 กิโลกรัมต่อไร่ พื้นที่ทดสอบเป็นนาตม

ปริชาติ คงสุวรรณ (2559) จัดการดำเนินโครงการ การใช้เครื่องจักรในการปลูกข้าวเพื่อเพิ่มประสิทธิภาพการผลิตในภาคตะวันออกเฉียงเหนือ ของศูนย์วิจัยข้าวนครราชสีมา

ในฤดูนาปี 2558 มีสาธิตการหยอดข้าวแห้ง ณ แปลงของเกษตรกร ต.จรเข้มาก อ.ประโคนชัย จ.บุรีรัมย์ ด้วยเครื่องหยอดข้าวแห้งติดรถแทรกเตอร์ขนาด 8 แถว โดยใช้เมล็ดพันธุ์ 8 กิโลกรัมต่อไร่ ได้ผลผลิตเฉลี่ย 493 กิโลกรัมต่อไร่ มีต้นทุนการผลิตที่ 3,113 บาทต่อไร่

ต่อมาในปี 2559 ได้ทำการสาธิต ที่ ต.เมืองยาง และต.จรเข้มาก จ.บุรีรัมย์ พื้นที่รวม 150 ไร่ โดยใช้เครื่องหยอดเมล็ด 8 แถว ติดรถแทรกเตอร์ ใช้เมล็ดพันธุ์ 8 กิโลกรัมต่อไร่ ได้ผลผลิตเฉลี่ย 630 กิโลกรัมต่อไร่ ต้นทุนการผลิต 1,294 บาทต่อไร่

จากการทดสอบข้างต้นเมื่อเทียบกับการหว่านด้วยแรงงานคน จะพบว่าเกษตรกรมีผลผลิตมากขึ้น ร้อยละ 12 ต้นทุนการผลิตลดลงร้อยละ 8-10 ทำให้มีรายได้เฉลี่ยเพิ่มขึ้น 800 บาทต่อไร่.

ชัชชัย ชัยสัตตปกรณ์ และคณะ (2550) โครงการทดสอบเครื่องหยอดข้าวและหว่านข้าวแห้ง

โดยได้นำเครื่องปลูกข้าวชนิดต่างๆ ไปดำเนินการศึกษาวิจัยเพิ่มเติม ในส่วนของการใช้งานจริง ทำการปรับปรุงแก้ไขจุดบกพร่องต่างๆ เครื่องหยอดข้าวที่ทำการทดสอบ เป็นเครื่องหยอดข้าวแบบ 10 แถว ติดรถแทรกเตอร์ ความจุถัง 105 ลิตร บรรจุเมล็ดได้ 50 กิโลกรัม มีความสามารถในการทำงาน 5 ไร่ต่อชั่วโมง ความสม่ำเสมอของการปลูก ร้อยละ 74 และอัตราการใช้น้ำมันเชื้อเพลิง 2-3 ลิตรต่อไร่ พบว่าตัวเครื่องหยอด มีปัญหาด้วยกัน 3 อย่าง คือ

1.เครื่องมีความสูงมากเกินไป ใช้งานได้ลำบากและถ่วงน้ำหนักทำให้บังคับรถยาก ได้แก้ไขโดยออกแบบชุดกรวยลำเลียงให้ยาวมากขึ้น แล้วจึงลดความสูงของถังบรรจุเมล็ด ลดความจุถังลง 2 ลิตร บรรจุเมล็ดได้ 50 กิโลกรัม เท่าเดิม ลดความสูงลงไปได้ 25 เซนติเมตร

2.ขาเปิดร่องเกิดการงอบ่อย โดยเดิมใช้เป็นเหล็กแผ่นตัน 50 x 19 มิลลิเมตร จึงเปลี่ยนเป็นเหล็กตัวยู ขนาด 50 x 25 เซนติเมตร เชื่อมปิดด้วยเหล็กหนา 6 มิลลิเมตร และออกแบบตัวจับยึดใหม่

3.ตัวยึดใบกลบชำรุดบ่อย เกิดการคดงอจึงทำการออกแบบเพิ่มความแข็งแรง

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

บทที่ 3
วิธีดำเนินการวิจัย

3.1 บทนำ

ในบทนี้กล่าวถึง การดำเนินการวิจัย เริ่มตั้งแต่ การออกแบบเครื่องปลูกข้าว การดำเนินการสร้างเครื่องต้นแบบและการปรับปรุง เครื่องมือที่ใช้เก็บข้อมูล การสุ่มและเก็บรวบรวมตัวอย่าง แผนการทดสอบภาคสนามและการวิเคราะห์ทางด้านเศรษฐศาสตร์

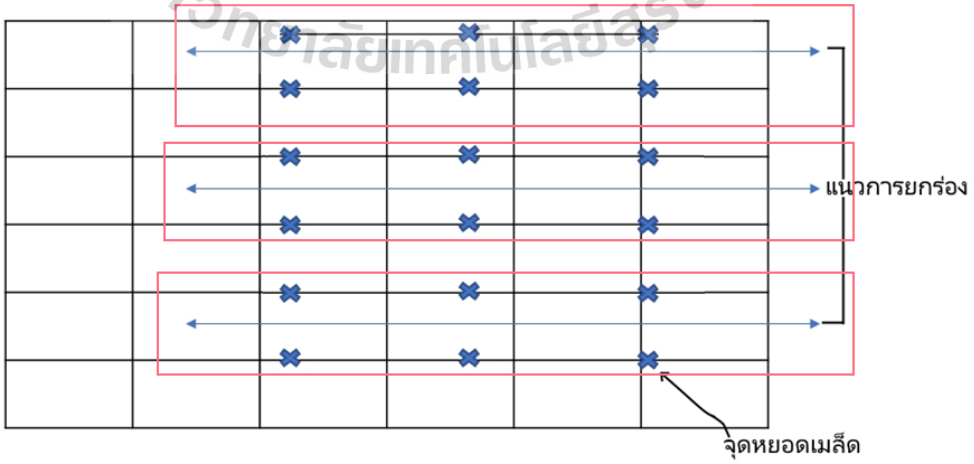
3.2 วิธีดำเนินการออกแบบเครื่องปลูกข้าว

3.2.1 ข้อมูลเบื้องต้นที่เกี่ยวกับการออกแบบ

ในการออกแบบเครื่องปลูกข้าวแบบยกร่องปลูก เป็นการนำการยกร่องมาประยุกต์เข้ากับการปลูกข้าวแบบหยอดเมล็ด โดยกำหนดให้มีขั้นตอนการทำงาน ดังนี้

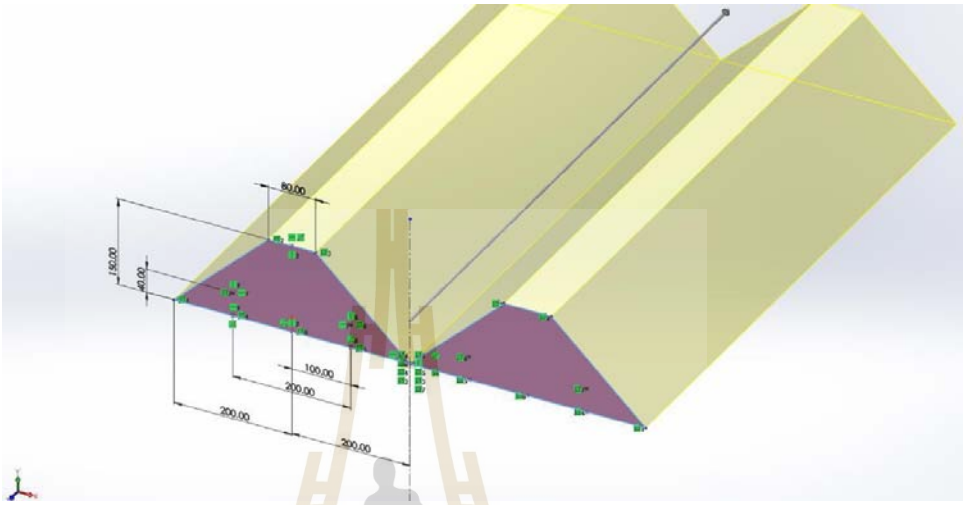
ยกร่องแนวการปลูก เปิดร่องเพื่อเตรียมหยอดเมล็ด หยอดเมล็ดตามปริมาณและระยะที่กำหนด และกลบดิน

ในจุดที่ทำการหยอดเมล็ดพันธุ์จะต้องอยู่บริเวณช่วงไหล่ของสันร่อง จะทำให้ได้รับผลกระทบจากความเค็มใต้ดินลดลง โดยมีการใช้การกลบอัดดินช่วยให้เกิดการไหลของอากาศต่ำกว่าบริเวณสันร่อง โดยตัวอย่างในแนวการปลูกแบบยกร่องแสดงในรูปที่ 3.1



รูปที่ 3.1 รูปแบบแนวการหยอดเมล็ด

โดยการยกร่องให้ได้ขนาดที่ต้องการนั้นได้ทำออกแบบลักษณะการยกร่องเพื่อเป็นส่วนในการออกแบบผาลที่จะใช้ยกร่องดิน โดยร่องที่ยกจะมีขนาด ความกว้าง 40-60 เซนติเมตร และความสูง 20-30 เซนติเมตร แสดงในรูปที่ 3.2



รูปที่ 3.2 ประมาณการรูปแบบการยกร่องที่ต้องการ

3.2.2 การออกแบบเครื่องปลูกข้าวแบบยกร่อง

1. ต้นกำลัง

ในส่วนของต้นกำลังจะใช้รถแทรกเตอร์ต่อพ่วงแบบ 3 จุด เป็นต้นกำลังและมีล้อขับทำหน้าที่ขับกลไกโดยรับแรงผ่านการแรงเสียดทานระหว่างล้อขับกับพื้นผิวดิน

- รถแทรกเตอร์ 46 แรงม้า
- ล้อขับ

2. เกณฑ์การออกแบบเครื่องปลูกข้าว

- สามารถหยอดเมล็ดลงในจุดที่ต้องการที่ความลึกเหมาะสม และทำการกลบดินได้
- การทำงานของเครื่องมีความง่าย ปลอดภัย และสามารถปรับปรุงภายหลังได้สะดวก
- สามารถปรับตำแหน่ง ระยะการปลูก และปรับการกลบดินได้
- ออกแบบให้ใช้สำหรับรถแทรกเตอร์
- ออกแบบให้มีผู้ปฏิบัติงาน 1 คน

3. การออกแบบเครื่องปลูกข้าว

- การออกแบบเครื่องปลูกข้าวจะมีส่วนประกอบหลัก ดังนี้
- โครงสร้าง
- ชุดเปิดหน้าดินและยกร่อง
- ถังบรรจุเมล็ดพันธุ์และกลไกจ่ายเมล็ด
- ชุดหัวหยอดเมล็ดพันธุ์
- ชุดกลบดิน
- ชุดส่งกำลัง

4. ขั้นตอนการออกแบบ

4.1 การออกแบบโครงเครื่อง

ให้มีความแข็งแรงพอที่จะสามารถรับแรงภายนอกและภาระของตัวอุปกรณ์เอง โดยคำนึงถึง น้ำหนักของอุปกรณ์, แรงที่ต้องรับภาระขณะทำงาน โดยทำการหาขนาดที่มีความเหมาะสมต่อภาระงานโดยหา

- น้ำหนักประมาณการที่ต้องรับ
- หาแรงที่กระทำต่อโครงสร้าง
- หาขนาดของโครงสร้างที่จะใช้งาน

4.2 ชุดเปิดหน้าดินและยกร่อง

ใช้ผาลยกร่องขนาดเล็กซึ่งมีหัวเปิดหน้าดินติดเข้าไปด้วย โดยกำหนดให้ร่องที่ยกมีความกว้างประมาณ 40-60 เซนติเมตร ความสูง 20-30 เซนติเมตร และสามารถปรับได้

4.3 ถังบรรจุเมล็ดและจ่ายเมล็ด

บรรจุเมล็ดพันธุ์ จะใช้ถังที่ขนาดพอเหมาะแก่การทดสอบ โดยมีการจ่ายเมล็ดออกจากถังในปริมาณ 5-10 เมล็ด ซึ่งสามารถกำหนดความเร็วได้จากจานจ่ายเมล็ดที่รับกำลังจากล้อขับผ่านเฟือง ซึ่งมีระยะปลูกที่ 20-30 เซนติเมตร ซึ่งจะสัมพันธ์กับ ขนาดของจานจ่ายเมล็ด ขนาดล้อขับ และขนาดเฟืองที่ใช้ โดยจะสามารถปรับระยะปลูกได้ จากสิ่งเหล่านี้ซึ่งในส่วนของการใช้งานจริงจะปรับที่จานจ่ายเมล็ดและจำนวนรูบนจาน เพื่อให้ได้ระยะและปริมาณที่ต้องการ

4.4 ชุดท่อส่งและตัวเปิดดิน

ใช้ลำเลียงเมล็ดพันธุ์ที่ปล่อยจากถังบรรจุพันธุ์ลงสู่ดิน โดยมีตัวเปิดดินขนาดเล็กเปิดร่องให้กลุ่มเมล็ดพันธุ์ที่หยอดลงมาไม่ไหลกระจัดกระจาย ซึ่งตัวเปิดดินต้องแข็งแรงพอที่จะสามารถรับแรงที่ลากผ่านดินได้

4.5 ชุดกลบดิน

ใช้ในการกลบดินเข้าสู่จุดเพาะปลูกเพื่อให้สามารถคงความชื้นในดินที่จุดปล่อยเมล็ดไว้ได้ โดยใช้แผ่นเหล็กดัดทำเป็นชุดผาลเพื่อกลบดินให้คลุมเล็ดพันธุ์

การออกแบบชุดส่งกำลัง ชุดส่งกำลังมีหน้าที่หลักคือขับเคลื่อนกลไกหัวจ่ายเมล็ดพันธุ์ ซึ่งจะรับกำลังจากล้อขับส่งผ่านโซ่ เฟือง และเพลา เพื่อขับเคลื่อนกลไกของเครื่องปลูก โดยออกแบบสามารถรับภาระงานได้

4.6 การออกแบบโซ่ส่งกำลัง

- กำหนดกำลังที่ต้องการ Wp
- อัตราเร็วเฟืองขับ N1 และเฟืองตาม N2
- ลักษณะการใช้งาน เพื่อเลือกใช้ตัวประกอบแรง Ns1 และตัวประกอบสภาพแวดล้อม
- กำหนดอัตราทดที่ใช้งาน mw
- เลือกขนาดโซ่ ใช้โซ่ที่มีระยะ Pitch น้อย
- หาค่าความปลอดภัย Nb
- หาจำนวนข้อโซ่ x
- ประมาณระยะห่างศูนย์กลางเฟืองโซ่ C

4.7 การออกแบบเพลาส่งกำลัง

- กำหนด กำลังที่ใช้ Wp และความเร็วรอบของเพลา Z
- กำลังที่ใช้ในการออกแบบเพลา P
- หาโมเมนต์บิดที่ใช้ในการออกแบบ T
- หาโมเมนต์ดัดที่ใช้ในการออกแบบ M
- หาความเค้นเฉือนใช้งาน Td
- เขียนแผนภาพแสดงภาระที่กระทำต่อเพลา
- หาภาระที่เกิดขึ้น
- หาแรงปฏิกิริยาที่จุดหมุน
- เขียนแผนภาพแสดงโมเมนต์ที่เกิดขึ้น
- จากแผนภาพจะสามารถดูภาระสูงสุดที่เกิดขึ้นได้เพื่อเลือกขนาดเพลา
- กำหนดตัวประกอบความล้าเนื่องจากการดัด Cm
- กำหนดตัวประกอบความล้อเนื่องจากการบิด Ct
- หาขนาดเพลา d
- ตรวจสอบมุมที่เพลาบิด ในหน่วยองศา
- หาอายุการใช้งานแบริ่ง ในหน่วยชั่วโมง

3.3 วิธีการสร้างเครื่องปลูกข้าว

การสร้างประกอบด้วย วัสดุ เครื่องมือและอุปกรณ์ และสร้างตามเกณฑ์ที่วางไว้

3.3.1 วัสดุอุปกรณ์ในการสร้างเครื่อง

- เหล็กรูปพรรณต่างๆ
- เหล็กกล่อง
- เหล็กฉาก
- เหล็กแผ่น

3.3.2 วัสดุชุดส่งกำลัง

- โซ่ และเฟือง
- เพลา
- ตลับลูกปืน
- เหล็กแผ่น (สำหรับล้อขับ ชุดยกร่อง ฝาครอบโซ่ และอื่นๆ)

3.3.3 วัสดุสำหรับจับยึดชิ้นงาน

- Nut Bolt ลิ่ม สลักต่างๆ

3.3.4 วัสดุอื่นๆ

- สายยางใส

3.3.5 เครื่องมือที่ใช้ในการสร้าง

- เครื่องเชื่อม
- เครื่องตัด
- เครื่องดัด
- เครื่องเจาะ
- เครื่องกลึง
- เครื่องมือวัด และอุปกรณ์อื่นๆ

3.4 การประเมินสมรรถนะของเครื่องปลูก

ทำการทดสอบด้วยอุปกรณ์ เกณฑ์ทดสอบ ด้านสมรรถนะต่างๆของเครื่องปลูกข้าว ดังนี้

3.4.1 อุปกรณ์ที่ใช้ในการทดสอบสมรรถนะเครื่องปลูกข้าว

โดยอุปกรณ์ต่างๆ จะแสดงอยู่ ในรูปที่ 3.3 จนไปถึง รูปที่ 3.10 ซึ่งมีดังต่อไปนี้

1. รถแทรกเตอร์ ขนาด 46 แรงม้า New holland TCR 47 Plus
2. รถแทรกเตอร์ ขนาด 60 แรงม้า Massey ferguson 4225
3. นาฬิกาจับเวลา G-shock GA100

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

4. เครื่องชั่งน้ำหนัก TCS-TZ พิกัด 150 กิโลกรัม

5. เครื่องชั่งน้ำหนัก Sartorius พิกัด 220 กรัม

6. เตาอบลมร้อน Binder

7. เครื่องชั่ง Jadever JC-1000

8. ถังบรรจุน้ำมัน

9. เทปวัด

10. เทปกาว

11. กระบอกตวงพลาสติก Vitlab พิกัด 50 มิลลิลิตร, 500 มิลลิลิตร

12. เสาหลักอ้างอิง

13. ตลับเมตร

14. Penetrometer ยี่ห้อ eijkelkamp

15. Vane Shear ยี่ห้อ eijkelkamp

16. Shaker ยี่ห้อ Lab companion SK71

17. pH meter ยี่ห้อ WTW Inolab 720

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

รูปที่ 3.3 รถแทรกเตอร์ New holland TCR 47 Plus

รูปที่ 3.4 นาฬิกาจับเวลา G-shock GA100

รูปที่ 3.5 เครื่องชั่งน้ำหนัก TCS-TZ

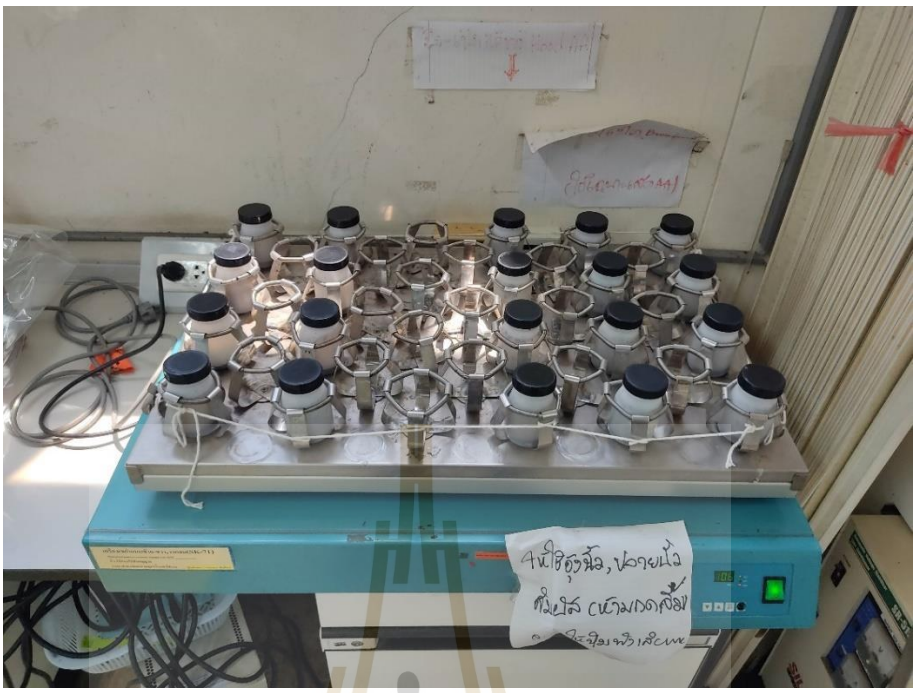
รูปที่ 3.6 เครื่องชั่งน้ำหนัก Sartorius

รูปที่ 3.7 เตาอบลมร้อน Binder

รูปที่ 3.8 เครื่องชั่ง Jadever JC-1000

รูปที่ 3.9 Penetrometer ยี่ห้อ eijkelkamp

รูปที่ 3.10 Vane Shear ยี่ห้อ eijkelkamp



รูปที่ 3.11 Shaker ยี่ห้อ Lab companion SK71

รูปที่ 3.12 pH meter ยี่ห้อ WTW Inolab 720

3.4.2 การทดสอบหาสภาวะที่เหมาะสม

หาสภาวะการณ์ใช้งาน ในระดับเกียร์ที่ต่างกัน ความเร็วที่ต่างกัน และดูผลคุณภาพการปลูกเบื้องต้น เพื่อหาความเร็วที่เหมาะสมต่อการทำงานโดยสามารถทำงานได้เร็วและให้คุณภาพการปลูกที่ยอมรับได้

เกียร์(หลัก-รอง)

ความเร็วเคลื่อนที่ (กิโลเมตรต่อชั่วโมง)

ระยะห่างหลุม (เซนติเมตร)

จำนวนเมล็ดพันธุ์ (เมล็ด)

การกระจายตัว (เซนติเมตร)

ความลึก,ระยะห่างจากสันร่อง (เซนติเมตร)

ขนาดร่องที่ยก (กว้าง,สูง)

โดยวิ่งทดสอบที่เกียร์ต่างๆ 3 เกียร์ ทำการวัด ขนาดร่อง และเริ่มตรวจหาตำแหน่งเมล็ดพันธุ์ เพื่อดู ตำแหน่งที่เมล็ดจับกลุ่ม การกระจายตัว จำนวนเมล็ด และระยะห่างระหว่างหลุม

3.4.3 ค่าชี้ผลของการทดสอบ

ใช้ในการชี้วัดสมรรถนะเครื่องปลูกข้าว

1. ความสามารถในการทำงานจริง

$$Ca = \frac{A}{T_t}$$

เมื่อ Ca = ความสามารถในการทำงานจริง ไร่/ชั่วโมง

A = พื้นที่ทำงาน ไร่

T_t = เวลาที่ใช้ในการทำงานทั้งหมด ชั่วโมง

2. ประสิทธิภาพการทำงาน Field Efficiency

$$E_r = \frac{T_e}{T_t} x100\%$$

เมื่อ E_r= ประสิทธิภาพการทำงาน

T_e = เวลาที่ใช้ในการปฏิบัติงานจริง

T_t = เวลาที่ใช้ในการปฏิบัติการทั้งหมด รวมทั้งเวลาที่สูญเสียจากการเลี้ยวรถ กลับรถ หยุดรถ และอื่นๆ

3. อัตราสิ้นเปลืองน้ำมันเชื้อเพลิง

$$\text{อัตราสิ้นเปลืองน้ำมันเชื้อเพลิง} = \frac{\text{ปริมาณเชื้อเพลิงทั้งหมด}}{\text{พื้นที่การทำงานจริง}} \text{ ลิตร/ไร่}$$

4. การลื่นไถล

$$\text{การลื่นไถล} = \frac{(\text{การเคลื่อนที่เมื่อไม่มีภาระ} - \text{การเคลื่อนที่เมื่อรับภาระ})}{\text{การเคลื่อนที่เมื่อไม่มีภาระ}}$$

3.4.4 พันธุ์ข้าวที่ใช้ในการทดสอบ

ข้อมูลลักษณะเมล็ดพันธุ์ข้าว (ศูนย์เมล็ดพันธุ์ข้าวขอนแก่น)

ข้าวขาวดอกมะลิ105

เป็นข้าวเจ้า สูงประมาณ 140 เซนติเมตร

ไวต่อช่วงแสง

ลำต้นสีเขียวจาง ใบสีเขียวยาวค่อนข้างแคบ ฟางอ่อน ใบธงทำมุมกับคอรวง

เมล็ดข้าวรูปร่างเรียวยาว

ข้าวเปลือกสีฟาง

อายุเก็บเกี่ยว ประมาณ ช่วงเดือน พฤศจิกายน

เมล็ดข้าวเปลือก ยาว x กว้าง x หนา = 10.6 x 2.5 x 1.9 มิลลิเมตร

เมล็ดข้าวกล้อง ยาว x กว้าง x หนา = 7.5 x 2.1 x 1.8 มิลลิเมตร

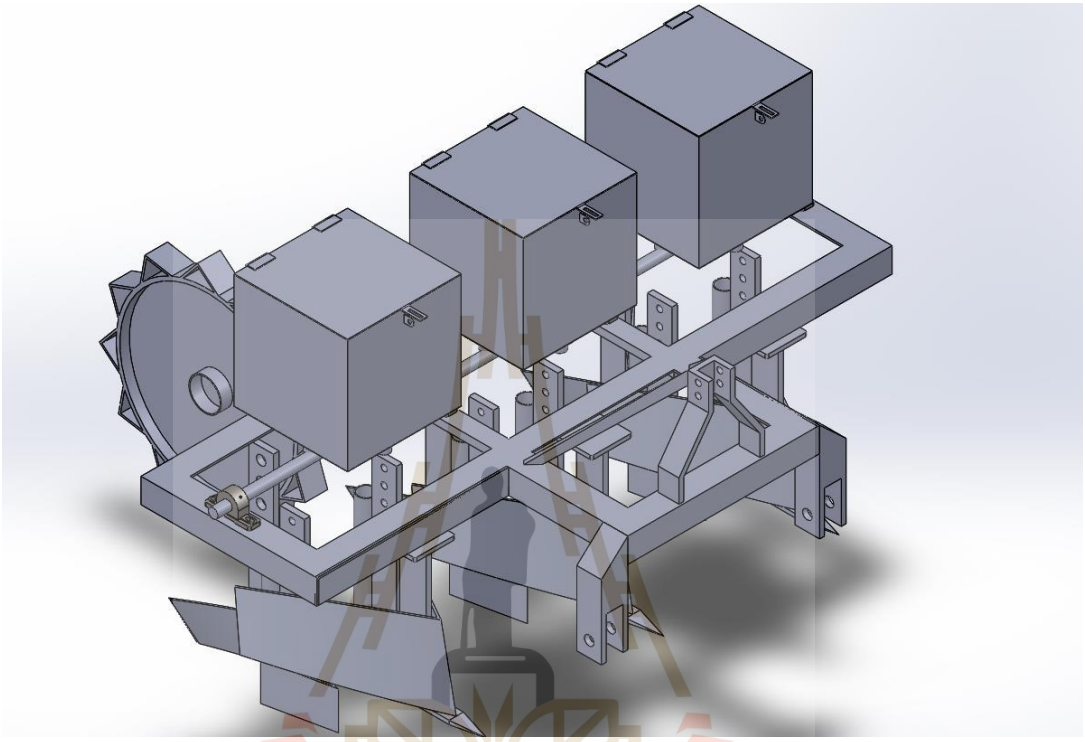
ปริมาณอมิโลส 12-17 %

คุณภาพข้าวสุก นุ่ม มีกลิ่นหอม

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

การออกแบบเครื่องต้นแบบ

ได้ทำการออกแบบโดยใช้โปรแกรม Solid work โดยเครื่องต้นแบบมีลักษณะตามที่แสดงในรูปที่ 3.11 ซึ่ง เป็นชุดปลูกแบบ 3 ถัง แต่ละถังจะมีหัวหยอดเมล็ด 2 หัว



รูปที่ 3.13 เครื่องต้นแบบออกแบบผ่าน Solid work 1

3.4.5 การประเมินผลทางด้านเศรษฐศาสตร์ของเครื่องปลูกข้าว

ทำการประเมินผลโดย เปรียบวิเคราะห์ผลประโยชน์ทางการเงินที่คาดว่าจะได้รับจากการนำเครื่องปลูกข้าวไปทำงานเทียบกับในส่วนของต้นทุนด้านต่างๆ เพื่อหาจุดคุ้มในการทำงานหรือระยะเวลาที่ต้องใช้ในการทำงานจึงจะสามารถคืนทุนค่าเครื่องจักรได้

การวิเคราะห์จุดคุ้มทุน

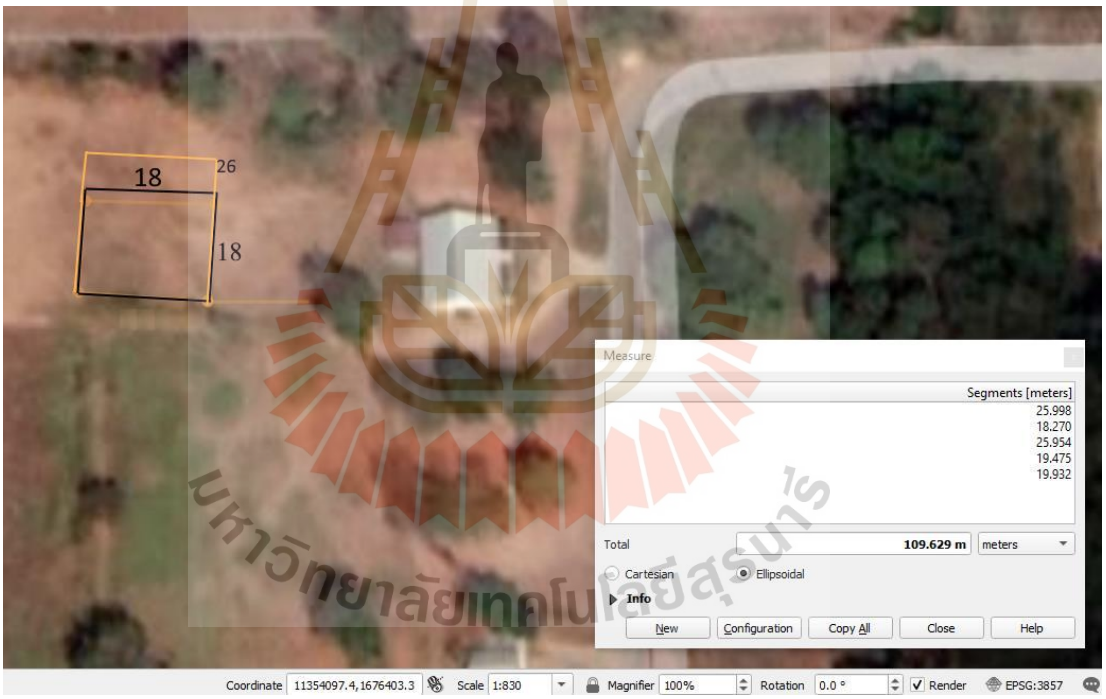
การวิเคราะห์ระยะเวลาคืนทุน

3.4.6 แผนการทดสอบ

โดยในการทดสอบ จะแบ่งการทดสอบออกเป็น 2 ครั้ง โดย ครั้งที่ 1 จะเป็นการทดสอบหาสภาวะที่เหมาะสมในการทำงาน โดยทำการวิ่งทดสอบที่ตำแหน่งเกียร์ต่างๆ เพื่อให้ทราบถึง ตำแหน่งเกียร์ที่ต้องใช้ ซึ่งนำไปสู่ตำแหน่งเกียร์ที่จะใช้งานในการทดสอบภาคสนามครั้งถัดไป ตำแหน่งเกียร์ที่เลือกใช้จะขึ้นอยู่กับ ความเร็วที่ทำได้ และยังคงคุณภาพการเพาะปลูกได้

ในส่วนของการทดสอบ ครั้งที่ 2 จะเป็นการทดสอบภาคสนาม ซึ่งมีการวัดสมรรถนะของเครื่องต้นแบบ และคุณภาพของการเพาะปลูกที่ได้

พื้นที่ทดสอบ ภายในฟาร์ม มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี ขนาดแปลงทดสอบ 18 x 18เมตร หรือ 0.2025 ไร่



รูปที่ 3.14 พื้นที่ทดสอบเครื่องปลูกข้าว

เตรียมแปลงทดสอบ

ใช้ปูนขาว ตีเส้นอ้างอิงตามแถวที่จะวิ่ง จำนวน 12 แถว เป็นหน้ากว้าง 18 เมตร วิ่งตามแนวยาว 18 เมตร

การทดสอบภาคสนาม (ตัวเครื่อง)

1) **ความเร็วการทำงาน** (แบ่งออกเป็น 3 ค่า) วิ่งหาความเร็ว 3 ค่า ดูเกียร์ หลัก-รอง และรอบเครื่องที่ใช้ (3ค่าความเร็ว เทียบ ค่าเฉลี่ยเมล็ด ระยะ - อื่นๆ)

วิธีการ ตั้งระยะทางการวิ่งขึ้นมา 1 ช่วง แล้วทำการจับเวลาที่แทรกเตอร์วิ่งผ่าน ระยะทาง/เวลา

จำนวนคน คนขับ 1 คน, ผู้ประจำตำแหน่งวัด-จับเวลา และจดบันทึก 2 คน

2) เปอร์เซ็นต์ลื่นไถล

วิธีการ ติดเทปกาวที่ล้อ ทำการเคลื่อนตัวจนล้อหมุนครบรอบ 5 รอบ แล้วทำการวัดระยะที่ได้ แล้วนำไปเทียบกับระยะรอบวงล้อ ที่ 5 รอบ

จำนวนคน คนขับ 1 คน, ผู้ประจำตำแหน่งเช็คเทปกาว 1 คน, ทำการวัดระยะและบันทึก 2 คน

3) แรงฉุดลาก

วิธีการ ติดตั้ง Load cell ระหว่างรถขับนำ และรถตาม(รถที่ติดเครื่องปลูก) จากนั้นทำการขับลากจนค่ามีความนิ่ง โดยทำเทียบ ระหว่างนำเครื่องปลูกลงดิน-ลอยเครื่อง

จำนวนคน คนขับ 2 คน, ผู้ประจำตำแหน่งอ่านLoad cell 1 คน, ผู้จดบันทึก 1 คน

4) อัตราสิ้นเปลืองเชื้อเพลิง

วิธีการ ทำการกำหนดจุดที่กรองถังน้ำมันเชื้อเพลิง จากนั้นเติมให้เต็มถังก่อนเริ่มทำงาน หลังวิ่งครบทั้งแปลงแล้ว กลับมาจอดยังที่เริ่มต้น ทำการตวงน้ำมันอย่างละเอียด และเติมกลับเข้าถังให้ถึงจุดที่กำหนดไว้

จำนวนคน ผู้ประจำตำแหน่งตวง-เติมน้ำมัน 1 คน, ผู้จดบันทึก 1 คน

5) ความสามารถในการทำงานเชิงพื้นที่

วิธีการ ทำการแบ่งตำแหน่งผู้จับเวลา 4 คน 1.คนขับจับเวลาการทำงานทั้งหมด 2.ผู้จับเวลากลับรถหัวแปลง 3.ผู้จับเวลากลับรถท้ายแปลง 4.ผู้จับเวลาสูญเสียอื่นๆ เช่น หยุดรถ ปรับแก้อุปกรณ์ อื่นๆ

จำนวนคน คนขับ 1 คน, ผู้จับเวลา 4 คน

6) ประสิทธิภาพการทำงาน

วิธีการ คำนวณจากความสามารถในการทำงานจริง เทียบกับ อุดมคติที่ควรจะเป็นของหน้ากว้าง ความเร็ว และขนาดพื้นที่

จำนวนคน 1 คน

7) อัตราการใช้เมล็ดพันธุ์

วิธีการ ชั่งเมล็ดพันธุ์ บรรจุลงแต่ละถัง เมื่อจบการทำงานนำเมล็ดพันธุ์ที่เหลือ ชั่งน้ำหนักเปรียบเทียบ

จำนวนคน 2 คน

การทดสอบภาคสนาม (พื้นที่)

ตัวอย่างดิน เพื่อหาความชื้น

วิธีการ ทำก่อนทำการทดสอบแปลง เก็บตัวอย่างดินโดยใช้ภาชนะปิดนำเข้าห้องปฏิบัติการ ทำการชั่งน้ำหนักดินก่อนเข้าอบ จากนั้นนำเข้าอบ 1 วัน แล้วทำการชั่งน้ำหนักหลังอบ

จำนวนคน ผู้ขับยานพาหนะและนำตัวอย่างเข้าเครื่องอบ 2 คน

ค่าการแทงทะลุ และแรงเฉือนของดิน (5 ระดับความลึก)

วิธีการ ใช้ Penetrometer และ Shear annulus วัดค่า **ก่อน และ หลัง** การทดสอบในแปลง โดย ค่าการแทงทะลุ วัดที่ 5 ระดับความลึก 5, 10, 15, 20, 25 เซนติเมตร และค่าแรงเฉือนวัด 1 ค่า ควรแทงที่ความเร็ว 1 นิ้ว ต่อ วินาที (สามารถนำค่าไปหา Cone index, Compaction rate)

จำนวนคน ผู้ใช้งานอุปกรณ์ 1 คน, ผู้อ่านค่าและจดบันทึก 1 คน

การทดสอบภาคสนาม (คุณภาพการปลูก)

1) ปริมาณเมล็ดพันธุ์ ต่อจุด

วิธีการ ทำการเก็บตัวอย่างเมล็ดพันธุ์ แต่ละจุดการปลูก

2) ระยะห่างระหว่างต้น และระหว่างแถว

วิธีการ ทำการวัดระยะการปลูก

3) การกระจายตัว

วิธีการ ดูการกระจายตัวของเมล็ดพันธุ์ ว่ามีรัศมีของกลุ่มที่หยอดอยู่ที่เท่าไหร่

4) ขนาด-รูปทรงร่องที่ยก

วิธีการ วัดขนาด ความสูง ความกว้าง ความลึก และดูลักษณะของร่องที่ได้

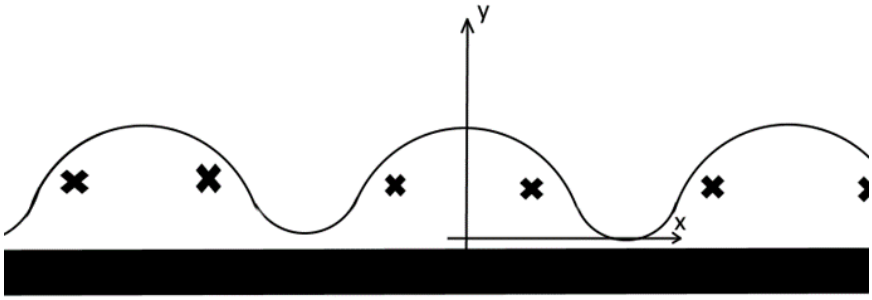
5) ตำแหน่งเมล็ดพันธุ์ถูกหยอด

วิธีการ ประเมินตำแหน่งที่เมล็ดพันธุ์ถูกหยอด ในรูปหน้าตัดตามขวางของร่องที่ยก

6) อัตราการสูญเสีย ของเมล็ดในการทำงาน

วิธีการ หาค่าเฉลี่ยของเมล็ดที่จะอยู่ในร่องจานจ่ายเมล็ด เทียบกับ ค่าเฉลี่ยเมล็ดที่อยู่ในหลุมที่หยอด

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี



✖ = ตำแหน่งที่เมล็ดพันธุ์ถูกหยอด

จุดอ้างอิง x = 0 จะอยู่ที่กึ่งกลางสันร่อง

จุดอ้างอิง y = 0 จะอยู่ที่จุดต่ำสุดของท้องร่องด้านข้าง

รูปที่ 3.15 การวัดตำแหน่งเมล็ดพันธุ์ที่หยอด

โดยในส่วนของตำแหน่งปลูกจะทำการเก็บข้อมูลความลึกการปลูกและ ระยะห่างจากสันร่อง ตามที่แสดงในรูปที่ 3.15

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

รูปที่ 3.16 แผนผังลำดับขั้นการทดสอบ

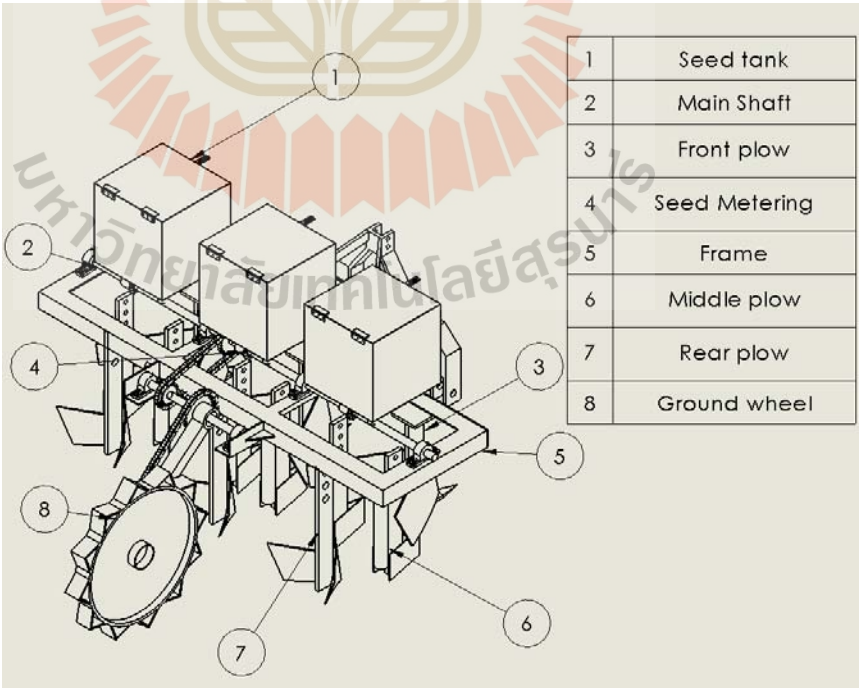
บทที่ 4
ผลการศึกษาและวิเคราะห์ผล

4.1 บทนำ

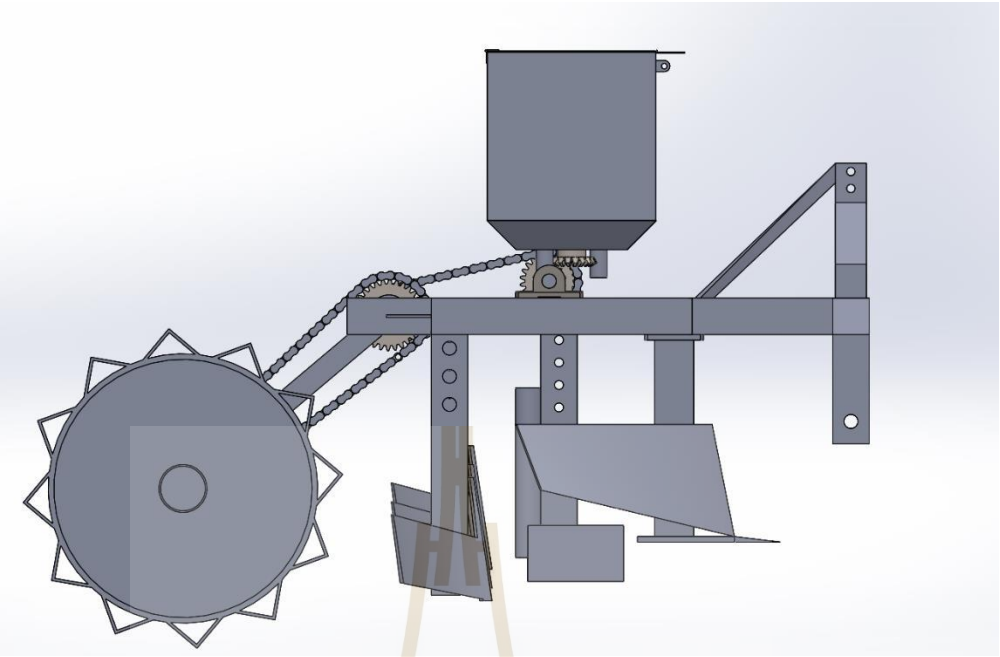
จะกล่าวถึงผลการดำเนินงาน ทั้งในด้านของการสร้างเครื่องปลูกข้าวยกร่องต้นแบบ การปรับปรุงเครื่องต้นแบบ การหาสภาวะการทำงานที่เหมาะสม และการทดสอบสมรรถนะของเครื่องต้นแบบ การตรวจสอบและวิเคราะห์คุณภาพการปลูก และการวิเคราะห์ผลทางด้านเศรษฐศาสตร์

4.2 ผลการออกแบบเครื่องปลูกข้าวแบบยกร่อง

จากรูปที่ 4.1 เครื่องต้นแบบจะประกอบด้วย ถังบรรจุเมล็ด เพลากลไกหลัก ผาลเปิดหน้าดินและยกร่อง ชุดกลไกจ่ายเมล็ด โครงสร้างเครื่อง ชุดเปิดร่องและท่อนำเมล็ด ผาลกลบดิน ล้อดิน ตามลำดับที่แสดงในรูป



รูปที่ 4.1 แสดงส่วนประกอบของเครื่องปลูกข้าว



รูปที่ 4.2 แสดงส่วนประกอบของเครื่องปลูกข้าว ด้านข้าง

โดยในส่วนของระดับความลึกของผาลจะสามารถปรับได้จากการเลื่อนรูจับยึดของขาผาลในแต่ละชิ้น ดังที่แสดงในรูป 4.2

4.2.1 โครงสร้างเครื่อง

ใช้เหล็กฉากขนาด 6.5 เซนติเมตร x 6.5 เซนติเมตร หนา 8 มิลลิเมตร

หน้ากว้างเครื่องขนาด 1.5 เมตร

ความยาวตัวเครื่อง ตั้งแต่จุดจับยึด3จุด ถึง ล้อขับ 1.4 เมตร

ความสูงจากพื้นสูงสุด 1.55 เมตร

4.2.2 ชุดถังบรรจุ และจานจ่ายเมล็ดพันธุ์

ใช้เหล็กแผ่นหนา 2 มิลลิเมตร โดยมีขนาด กว้าง 30 เซนติเมตร ยาว 30 เซนติเมตร สูง 35 เซนติเมตร โดยรองรับปริมาตรขั้นต่ำได้ 0.02430 ลูกบาศก์เมตร หรือ 24.3 ลิตร ต่อถัง โดยเมล็ดพันธุ์ข้าวขาวดอกมะลิ 105 จะมี Bulk density อยู่ประมาณ 0.53850 กิโลกรัมต่อลิตร หรือบรรจุได้ 13.08 กิโลกรัมต่อถังบรรจุ

จานจ่ายมีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 20.5 เซนติเมตร เจาะรูรอบรัศมีระยะ 8.75 เซนติเมตร มี 32 รู ขนาด 1 เซนติเมตร และ30 รู

4.2.3 ชุดส่งกำลังกลไก

ล้อขับขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 46 เซนติเมตร

เพลาที่ 1 เส้นผ่านศูนย์กลาง 25.4 มิลลิเมตร

เพลาที่ 2 เส้นผ่านศูนย์กลาง 25.4 มิลลิเมตร

เพลาที่ 3 เส้นผ่านศูนย์กลาง 25.4 มิลลิเมตร

โซ่1ชั้น เบอร์ 50 ANSI-50-1 จำนวน 2 เส้น

พิเนียน หรือเฟืองขับ ที่ล้อขับ เฟืองตรง 20 ฟัน

เพลาที่ 2 เฟืองตรง 30 และ 18 ฟัน

เพลาที่ 3 เฟืองตรง 24 เฟืองดอกจอก 12 ฟัน

เพลาที่กลไกจานจ่าย เฟืองดอกจอก 20 ฟัน

4.2.4 ชุดผาล

ประกอบไปด้วย ใบผาลเปิดหน้าดิน ใบผาลยกร่อง และใบผาลกลบดิน โดยผาลใบแรกทำมุมกำร่องอยู่ที่ ประมาณ 59 องศา ผาลใบหยอดเมล็ดทำมุมกับร่อง 24 องศา ผาลใบกลบดินทำมุมกับร่องประมาณ 86 องศา

4.3 ผลการสร้างเครื่องปลูกข้าวแบบยกร่อง

สามารถสร้างเครื่องต้นแบบได้ในขนาดและลักษณะที่ใกล้เคียงกับที่ออกแบบไว้ โดยมีการปรับแก้เล็กน้อยในบางส่วน เช่น รูปแบบและมุมของใบผาล ได้เลือกประยุกต์ปรับใช้ กลไกจานจ่ายเมล็ดพันธุ์ข้าวโพด มายังในเครื่องต้นแบบ โดยปรับปรุงให้เหมาะสมแก่เมล็ดพันธุ์ข้าว โดยมีขนาดรูที่เหมาะสมแก่ข้าว และ สามารถเลือกระยะการปลูก หรือจังหวะการหยอดได้จาก จำนวนรูบนจานจ่าย และอัตราทดของชุดส่งกำลัง ในส่วนของท่อนำเมล็ดใช้เป็นสายยางที่มีขายทั่วไป สามารถนำเมล็ดได้โดยไม่ติดขัด ส่วนของการยกร่องนั้น ออกสร้างให้สามารถยกร่องดิน และมีหัวหยอดเมล็ดลงสู่ตำแหน่งที่ต้องการได้ และมีการกลบดินซ้ำ โดยเครื่องต้นแบบที่สร้างแสดงในรูปที่ 4.3

รูปที่ 4.3 เครื่องปลูกข้าวยกร่อง

รูปที่ 4.4 ถังบรรจุเมล็ดพันธุ์และชุดจ่ายเมล็ด

ในรูปที่ 4.4 แสดงส่วนของภายในถังบรรจุ ซึ่งก้นถังได้ติดตั้งชุดจานจ่ายเมล็ดแบบจานเจาะรู โดยในส่วนของใต้จานจะมีตำแหน่งรูปล่อยเมล็ดจำนวน 2 จุด ซึ่งอยู่บริเวณหัวแปรงที่ทำหน้าที่เป็นตัวกันเมล็ดจากในถังไหลเกินเข้าสู่รู

รูปที่ 4.5 ชุดส่งกำลังเครื่องปลูกข้าว

ในส่วนของต้นกำลังได้ใช้ล้อขับ ซึ่งติดตั้งอยู่บริเวณท้ายเครื่องโดยส่งกำลังผ่านเฟืองและโซ่เข้าสู่ ชุดกลไกหลักของเครื่อง ดังที่แสดงในรูปที่ 4.5

รูปที่ 4.6 กลไกจากชุดส่งกำลังสู่ชุดจ่ายเมล็ดพันธุ์

ในส่วนของกลไกหลัก ซึ่งจะทำงานบนเพลายาวทอดผ่านถังบรรจุเมล็ดทั้ง 3 ถัง โดยในจุดกลางจะรับกำลังมาจากชุดล้อขับ ทำการขับเคลื่อนเพลาเข้าสู่คู่เฟืองดอกจอกระหว่างเพลาหลักและกลไกจ่ายเมล็ดพันธุ์ที่ติดตั้งอยู่ด้านใต้ถังบรรจุเมล็ด ตามที่แสดงในรูปที่ 4.6

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

รูปที่ 4.7 เครื่องปลูกข้าวยกร่อง ด้านข้าง

ในรูปที่ 4.7 แสดงมุมมองด้านข้างของเครื่องต้นแบบ โดยจะมีผาลอยู่ด้วยกัน 3 ชุด โดยผาลใบหน้า คือชุดเปิดร่องและยกร่องดิน ผาลชุดที่ 2 คือชุดเปิดร่องเพื่อหยอดเมล็ดซึ่งติดตั้งอยู่กับขาของ ผาลชุดที่ 1 และผาลชุดที่ 3 คือผาลที่ทำหน้าที่กลบดิน

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

รูปที่ 4.8 เครื่องปลูกข้าวยกร่อง ด้านหลัง

รูปที่ 4.8 แสดงภาพจากมุมมองด้านท้ายเครื่อง ซึ่งล้อดินจะเคลื่อนผ่านกลางท้องร่องที่ทำการยกร่อง

4.4 ผลการทดสอบ

4.4.1 หาสภาวะการใช้งานที่เหมาะสม

ทดสอบในระดับเกียร์ที่ต่างกัน ความเร็วที่ต่างกัน และดูผลคุณภาพการปลูก โดยได้ทำการทดสอบที่เกียร์ ต่างๆดังนี้ เกียร์หลัก (เลขหน้า) เกียร์รอง (เลขหลัง) ทดสอบที่เกียร์ 2-2, 2-3, และ 2-4 ตามลำดับ โดยการทำงานของเครื่องจะมีความเร็วในการเคลื่อนที่อยู่ที่ 1.35-1.54, 1.70-1.90, และ 2.31-2.45 กิโลเมตรต่อชั่วโมง

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

ตารางที่ 4.1 ผลการหาสภาวะที่เหมาะสม

เกียร์(หลัก-รอง)	2-2	2-3	2-4
ความเร็วเคลื่อนที่ (กิโลเมตรต่อชั่วโมง)	1.35-1.54	1.70-1.90	2.31-2.45
ระยะห่างหลุม (เซนติเมตร)	23.8	25.3	12.7
จำนวนเมล็ดพันธุ์ (เมล็ด)	7	6	4
การกระจายตัว (เซนติเมตร)	4.75	5.75	4.33
ความลึก,ระยะห่าง จากสันร่อง (เซนติเมตร)	19.5, 16.0	19.0, 16.0	16.0, 15.0
ขนาดร่องที่ยกกว้าง, สูง (เซนติเมตร)	63x26	63x26	63x25

ผลทดสอบ เกียร์ 2-3 จะทำความเร็วได้ที่ 1.70-1.90 กิโลเมตรต่อชั่วโมง และมีระยะห่างระหว่างหลุม 25.3 เซนติเมตร จำนวนเมล็ดพันธุ์ 6 เมล็ด การกระจายตัวของเมล็ดพันธุ์ 5.75 เซนติเมตร และความลึกกับระยะห่างของเมล็ดเทียบกับสันร่องจะอยู่ที่ 19.0 16.0 เซนติเมตร ตามลำดับ โดยคิดเป็นความลึกเมล็ดจากผิวดิน 6 เซนติเมตร ขนาดร่องที่ยก กว้าง 63 สูง 26 เซนติเมตร โดยคุณภาพการปลูกเทียบกับเกียร์อื่นๆแล้วจะเห็นได้ว่า ยังคงรักษาคุณภาพการปลูกที่ดีได้ โดยมีระยะห่างระหว่างจุดที่อยู่ในช่วง 25-30 เซนติเมตร และจำนวนเมล็ดอยู่ในช่วง 5-10 เมล็ด โดยเมื่อความเร็วสูงขึ้น หรือตำแหน่งเกียร์ 2-4 จะเห็นได้ว่า จำนวนเมล็ดจะลดลงและระยะห่างการปลูกจะสั้นลงอันเนื่องมาจากการหน่วงในการไหลของเมล็ดพันธุ์จากชุดจานจ่ายเมล็ดลงสู่ดิน ทำให้การตกนั้นช้ากว่าการเคลื่อนที่การปลูกจึงไม่สามารถคงรูปได้ตามต้องการ จึงเลือกใช้เกียร์ 2-3 ที่ความเร็วช่วง 1.70-1.90 กิโลเมตรต่อชั่วโมง จะมีความเหมาะสมในการใช้งาน

4.4.2 ผลการทดสอบประเมินสมรรถนะและคุณภาพการปลูกในภาคสนาม

การทดสอบประเมินสมรรถนะและคุณภาพการปลูกของเครื่องต้นแบบ ได้ทำการทดสอบที่แปลงทดสอบภายในมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี โดยเตรียมดินด้วยการ ไถดะลึก 20 ซ.ม. พลิกหน้าดินตากไว้ 1-2 สัปดาห์ และทำการไถแปร โดยจะใช้จอบหมุนตีดินก่อนทำการทดสอบ

โดยเครื่องต้นแบบจะทำการวิ่งแบบชิดแถว กลับรถที่หัว-ท้ายแปลง เพื่อป้องกันการผิดพลาดในการวางตำแหน่งขับของผู้ขับ โดยใช้รถแทรกเตอร์ New Holland ขนาด 46 แรงม้า ที่เกียร์ 2-3 ผลการทดสอบประเมินสมรรถนะและคุณภาพการปลูกในภาคสนามแสดงในตารางที่ 4.2

ตารางที่ 4.2 ผลการทดสอบประเมินสมรรถนะและคุณภาพการปลูกภาคสนาม

	รายการ	หน่วย	ข้อมูลการทำงาน
1.	พื้นที่ทดสอบ	ไร่	0.2025
2.	สมบัติของดิน		
	2.1 ชนิดของดิน		ร่วนปนทราย
	2.2 ความชื้นดิน	(% db)	9.92
	2.3 ค่าการแทงทะลุของดิน ก่อนทดสอบ	(kPa)	
	5 เซนติเมตร		45
	10 เซนติเมตร		150
	15 เซนติเมตร		200
	20 เซนติเมตร		420
	25 เซนติเมตร		505
	2.4 ค่าแรงเฉือนของดิน ก่อนทดสอบ	(kPa)	
	25 เซนติเมตร		54.67
	2.5 ค่าการแทงทะลุของดิน หลังทดสอบ	(kPa)	
	5 เซนติเมตร		130
	10 เซนติเมตร		230
	15 เซนติเมตร		255
	20 เซนติเมตร		330
	25 เซนติเมตร		395
	2.6 ค่าแรงเฉือนของดิน หลังทดสอบ	(kPa)	
	25 เซนติเมตร		63.33
3.	สมบัติของเมล็ดพันธุ์		
	3.1 พันธุ์		ข้าวขาวดอกมะลิ 105
	3.2 ขนาดข้าวเปลือก	(มิลลิเมตร)	10.46x2.42x1.96
	3.3 ความไวต่อช่วงแสง		ไวต่อแสง
	3.4 รูปร่าง		เรียวยาว
4.	ความกว้างหัวแปลง	(เมตร)	5

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

ตารางที่ 4.2 ผลการทดสอบประเมินสมรรถนะและคุณภาพการปลูกภาคสนาม (ต่อ)

	รายการ	หน่วย	ข้อมูลการทำงาน
5.	การลื่นไถล	(เปอร์เซ็นต์)	6.23
6.	ความเร็วในการเคลื่อนที่	(กิโลเมตรต่อชั่วโมง)	1.705
7.	เวลาทำงานจริง	(วินาที)	488.48
8.	เวลาปรับแต่งเครื่องมือ	(วินาที)	45
9.	เวลาที่ใช้กลับรถ	(วินาที)	292.52
10.	เวลาสูญเสียรวม	(วินาที)	337.52
11.	เวลาทำงานรวมทั้งหมด	(วินาที)	826.00
12.	ความสามารถในการทำงาน	(ไร่ต่อชั่วโมง)	0.8825
13.	ความสามารถในการทำงานเชิงทฤษฎี	(ไร่ต่อชั่วโมง)	1.4924
14.	ประสิทธิภาพการทำงาน	(เปอร์เซ็นต์)	59.13%
15.	อัตราการสิ้นเปลืองน้ำมันเชื้อเพลิง	(ลิตรต่อไร่)	2.43
16.	แรงลาก	(นิวตัน)	6,827
17.	อัตราการใช้เมล็ดพันธุ์	(กิโลกรัมต่อไร่)	9.18
18.	ลักษณะการปลูก		
	18.1 หน้ากว้างการทำงาน	(เมตร)	1.5
	18.2 ระยะห่างระหว่างแถวเฉลี่ย	(เซนติเมตร)	30
	18.3 ระยะห่างระหว่างต้นเฉลี่ย	(เซนติเมตร)	22
	18.4 ความกว้างของร่องเฉลี่ย	(เซนติเมตร)	63.15
	18.5 ความสูงของสันร่องเฉลี่ย	(เซนติเมตร)	25.71
19.	คุณภาพการปลูก		
	19.1 จำนวนเมล็ดพันธุ์	(เมล็ด)	7
	19.2 การกระจายตัว	(เซนติเมตร)	5
	19.3 ความลึกการปลูกและระยะห่างจากสันร่อง	(เซนติเมตร)	19,15
	19.4 ความลึกการปลูกเทียบจากผิวดิน	(เซนติเมตร)	6
	19.5 อัตราสูญเสียเมล็ดพันธุ์	(เปอร์เซ็นต์)	5.4

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

ตารางที่ 4.2 ผลการทดสอบประเมินสมรรถนะและคุณภาพการปลูกภาคสนาม (ต่อ)

	รายการ	หน่วย	ข้อมูลการทำงาน
20.	ค่าการนำไฟฟ้าของดินเฉลี่ยที่จุดต่างๆ		
	20.1 พื้นราบที่ไม่ผ่านการยกร่อง	(ไมโครซีเมนต่อเซนติเมตร)	40.00
	20.2 สันร่อง	(ไมโครซีเมนต่อเซนติเมตร)	63.67
	20.3 ช่วงเนินหรือบริเวณที่ปลูก	(ไมโครซีเมนต่อเซนติเมตร)	41.63
	20.4 ท้องร่อง	(ไมโครซีเมนต่อเซนติเมตร)	48.23

ผลการทดสอบภาคสนามพบว่าเครื่องปลูกข้าวแบบยกร่อง มีสมรรถนะในการทำงานที่ 0.88250 ไร่ต่อชั่วโมง และประสิทธิภาพการทำงานอยู่ที่ 59.13 เปอร์เซ็นต์ อัตราการสิ้นเปลืองเชื้อเพลิง 2.43 ลิตรต่อไร่ และมีคุณภาพการปลูกอยู่ในขอบเขตที่ยอมรับได้ จำนวนเมล็ดพันธุ์ 7 เมล็ด การกระจายตัว 5 เซนติเมตร ความลึกการปลูกและระยะห่างจากสันร่อง 19, 15 เซนติเมตร ตามลำดับ ความลึกการปลูกเทียบจากผิวดิน 6 เซนติเมตร อัตราสูญเสียเมล็ด 5.4%

ในส่วนของความสามารถการทำงานได้ที่ได้นั้นอยู่ในระดับที่ต่างจากความสามารถในการทำงานเชิงทฤษฎีอยู่มาก ทั้งนี้เป็นผลเนื่องมาจากเกิดเวลาสูญเสียมากในการทดสอบ ลำดับแรกคือวิธีการวิ่งของรถ ในการทดสอบได้เลือกใช้การวิ่งแบบชิดแถว ก็เพื่อให้ได้ความต่อเนื่องในการยกร่องของแถวถัดๆ ซึ่งหากเลือกวิธีการวิ่งแบบอื่นจะสามารถประหยัดเวลาในการกลับรถที่สูญเสียจากการวิ่งชิดแถวได้ แต่ก็มีความเสี่ยงที่จะเกิดการวิ่งไม่ตรงแถวหรือเกิดการคลาดเคลื่อนในการทำงาน ในลำดับที่สองตัวเครื่องได้มีการสูญเสียเวลาจากจากหยุดเครื่องเพื่อปรับตำแหน่งความสูงของแขนพ่วงท้ายโดยเกิดขึ้นเนื่องจากทำการตั้งตำแหน่งแขนพ่วงที่ต่ำเกินไปจนเกิดการกินดินที่มากกว่าที่ควร

อัตราสิ้นเปลืองน้ำมันเชื้อเพลิง อยู่ที่ 2.43 ลิตร โดยทำการวัดด้วยการตวงน้ำมันใส่คืนถังหลังเสร็จการทดสอบ โดยจากค่าที่ได้ พบว่าใกล้เคียงกับอัตราสิ้นเปลืองในการใช้เครื่องจักรต่อพ่วงแบบอื่น

แรงลากที่ใช้อยู่ที่ 6,827 นิวตัน ซึ่งมีค่าสูงเนื่องมีจากมีผาลยกร่องถึง 3 ชุด โดยจะเพิ่มขึ้นและลดลงได้ ตามขนาดของร่องที่ทำการยก

อัตราการใช้เมล็ดพันธุ์อยู่ที่ 9.18 กิโลกรัมต่อไร่ โดยถังสามารถบรรจุเมล็ดพันธุ์ได้ขั้นต่ำ 13.08 กิโลกรัมต่อถัง ซึ่งด้วยขนาดถังที่ทำการสร้างนั้น สามารถทำงานได้ต่อเนื่อง 4 ไร่ จากนั้นจึงต้องทำการเติมเมล็ดพันธุ์

คุณภาพการปลูกที่ได้นั้น จะมีระยะห่างระหว่างแถวเฉลี่ย 30 เซนติเมตร ระยะห่างระหว่างต้นเฉลี่ย 22 เซนติเมตร ซึ่งอยู่ค่านั้นอยู่ในช่วงระยะที่ทำการเพาะปลูกปกติ โดยจำนวนเมล็ดพันธุ์ต่อจุดเฉลี่ยอยู่ที่ 7 เมล็ด อยู่ในปริมาณที่เหมาะสมในการปลูก และการกระจายตัวที่ 5 เซนติเมตร ซึ่งอยู่รวมกลุ่มกันดี โดยมีอัตราสูญเสียเมล็ดอยู่ที่ 5.4% ซึ่งจากการตรวจสอบเบื้องต้นพบว่าส่วนหนึ่ง เกิดจากการที่เมล็ดพันธุ์ไหลไม่ราบเรียบนักในสายยางที่ใช้เป็นท่อส่งเมล็ด ทำให้ในบางเมล็ดเกิดการหน่วงในการเดินทางขึ้นส่งผลให้เมล็ดตกลงสู่ดินในจุดที่ห่างจากจุดปลูก

จากการวัดค่าการนำไฟฟ้าของดินที่จุดต่างๆ ของร่องที่ยก พบว่าที่จุดยอดมีแนวโน้มที่มีค่าการนำไฟฟ้าสูงมากกว่าจุดอื่น หรือก็คือมีความเค็มสะสมมาก มีค่าเฉลี่ยที่ 63.67 ไมโครซีเมนต่อเซนติเมตร และมีค่าลดลงในบริเวณเนิน หรือช่วงที่ทำการหยอดเมล็ด มีค่าเฉลี่ยที่ 41.63 ไมโครซีเมนต่อเซนติเมตร

4.5 ผลการประเมินผลทางด้านเศรษฐศาสตร์ของเครื่องปลูกข้าวยกร่อง

ผลการวิเคราะห์จุดคุ้มทุน ระยะเวลาคืนทุน ของเครื่องปลูกข้าวแบบยกร่อง โดยกำหนดให้ใช้แรงงาน 1 คน โดยประเมินค่า ใช้จ่าย หรือต้นทุน อยู่ในช่วงปี 2564 ซึ่งมี ค่าแรงอยู่ที่ 400 บาทต่อคน และค่าน้ำมันเชื้อเพลิงเฉลี่ยอยู่ที่ 26 บาทต่อลิตร

4.5.1 ผลการประเมินค่าใช้จ่าย

การสร้างเครื่องปลูกข้าวมีค่าใช้จ่ายโดยประมาณทั้งสิ้น 30,500 บาท โดยรวมค่าวัสดุอยู่ที่ 22,500 ค่าแรงการประกอบ และค่าใช้จ่ายอื่นๆ อีก 8,000 บาท แสดงในตารางที่ 4.3

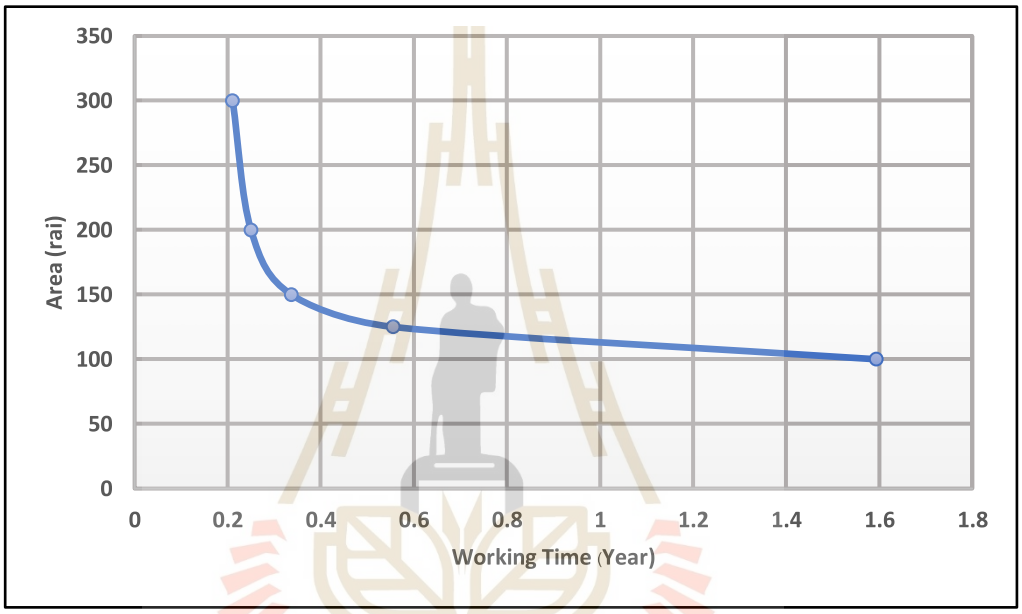
ตารางที่ 4.3 แสดงค่าใช้จ่ายในการสร้างเครื่องปลูกข้าวแบบยกร่อง

รายการ	จำนวนเงิน
1. ค่าวัสดุภัณฑ์	22,500
2. ค่าแรงและอื่นๆ	8,000

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

4.5.2 ผลการวิเคราะห์จุดคุ้มทุนของการใช้เครื่องปลูกข้าว

จากการวิเคราะห์หาจุดคุ้มทุนของเครื่องปลูกข้าวแบบยกร่อง เมื่อเทียบกับการใช้แรงงานในการหยอดด้วยแรงงานมนุษย์ โดยคิดค่าแรงงานปลูก 400 บาท ต่อคน ต่อวัน และค่าใช้จ่ายในการเตรียมดิน 250 บาท ต่อไร่ จุดคุ้มทุนของเครื่องปลูกข้าวเครื่องนี้จะอยู่ที่ 29.18 ไร่ต่อปี โดยจะแสดงผลการคำนวณในภาคผนวก ค. ทั้งนี้จุดคุ้มทุนจะขึ้นอยู่กับอัตราค่าจ้าง จุดคุ้มทุนจะลดลงได้หาก ณ ช่วงเวลานั้น ค่าจ้างแรงงานมีค่าสูงขึ้น



รูปที่ 4.9 แสดงระยะเวลาคืนทุนของเครื่องปลูกข้าว

4.5.3 ผลการวิเคราะห์ระยะเวลาคืนทุนของการใช้เครื่องปลูกข้าว

จากการวิเคราะห์หาระยะเวลาคืนทุนของเครื่องปลูกข้าวแบบยกร่อง โดยใช้ความสัมพันธ์ระหว่าง พื้นที่การปลูก และระยะเวลาคืนทุน โดยมีค่าบริการ 400 บาท ต่อไร่ แสดงในรูปที่ 4.9 จะเห็นได้ว่าพื้นที่ปลูกที่มาก จะสามารถลดระยะเวลาในการคืนทุนได้ เช่น ในระยะเวลา 1.6 ปี จะแบ่งช่วงการปลูกเป็น 2 ช่วง หากมีพื้นที่ 200 ไร่ จะใช้เวลาคืนทุนค่าตัวเครื่อง ใน 10 เดือน

บทที่ 5
สรุปผลการทดลองและข้อเสนอแนะ

5.1 สรุปผลการทดลอง

เครื่องปลูกข้าวแบบยกร่อง เพื่อหลักเลี่ยงปัญหาดินเค็มที่ในหลายๆพื้นที่ประสบภัย โดยจากงานวิจัยต่างๆ จะเห็นได้อย่างชัดเจนว่า การไหลของเกลือจะขึ้นสู่จุดสูงสุดของดิน ดังนั้นการเพิ่มกระบวนการยกร่องในเครื่องปลูกข้าวไร่แบบหยอดเมล็ดจึงเป็นหนึ่งในวิธีการลดผลการทบจากดินเค็ม

โดยเครื่องมีส่วนประกอบหลักคือ ชุดจ่ายเมล็ดพันธุ์ ชุดส่งกำลัง และ ชุดยกร่องดิน สามารถปรับลักษณะการปลูก เช่น ระยะห่างระหว่างหลุม หรือจำนวนเมล็ดได้จากการเปลี่ยนจานจ่ายเมล็ด และการปรับกลไกส่งกำลัง การทำงานที่เหมาะสมที่ระดับเกียร์ 2-3 ความเร็ว 1.70-1.90 กิโลเมตรต่อชั่วโมง สมรรถนะการทำงาน 0.88 ไร่ต่อชั่วโมง ประสิทธิภาพการทำงาน 59 เปอร์เซ็นต์ อัตราสิ้นเปลืองน้ำมันเชื้อเพลิง 2.4 ลิตรต่อไร่ ตัวเครื่องใช้แรงลากจูง 6,827 นิวตัน อัตราการใช้เมล็ดพันธุ์ 9.18 กิโลกรัมต่อไร่ ระยะห่างระหว่างแถว 30 เซนติเมตร ระยะห่างระหว่างต้น 22 เซนติเมตร คุณภาพในการปลูก ดังนี้ จำนวนเมล็ดพันธุ์ต่อหลุม 7 เมล็ด การกระจายตัวของเมล็ด 5 เซนติเมตร ความลึกการปลูก 19 เซนติเมตรจากสันร่อง และระยะห่างจากสันร่อง 16 เซนติเมตร ความลึกการปลูกจากผิวดิน 6 เซนติเมตร อัตราการสูญเสียของเมล็ดพันธุ์ 5.4 เปอร์เซ็นต์ การยกร่องพบว่าจุดสันร่องมีปริมาณค่าการนำไฟฟ้าเฉลี่ยอยู่ที่ 63.67 ไมโครซีเมนต่อเซนติเมตร ซึ่งมีแนวโน้มที่สูงกว่าบริเวณเนินหรือจุดที่ทำการเพาะปลูกที่มีค่าการนำไฟฟ้าเฉลี่ยอยู่ที่ 41.63 ไมโครซีเมนต่อเซนติเมตร และเมื่อวิเคราะห์ทางด้านเศรษฐศาสตร์ พบว่า จุดคุ้มทุนอยู่ที่ 29.18 ไร่ต่อปี ระยะเวลาคืนทุนภายใน 1.6 ปี โดยมีพื้นที่ทำงาน 100 ไร่ต่อปี

5.2 ข้อเสนอแนะ

1) ในการใช้งานจริง จำเป็นจะต้องทดสอบหาสภาวะที่เหมาะสมก่อน ที่ เกียร์ต่างๆ และดูความลึกในการใช้งานควบคู่ไปด้วย เนื่องจากความแตกต่างของตัวรถแทรกเตอร์ ของดินและสภาพภูมิประเทศ ซึ่งจะให้ผลในการปลูกที่แตกต่างกัน

2) ในส่วนของผาลยกร่องควรปรับปรุงให้เป็นแบบเปลี่ยนใบผาลได้อย่างสะดวก เพื่อปรับหาลักษณะการยกร่องได้ตามความเหมาะสมที่ต้องการได้

3) อาจทำการนำดินในแปลงเพาะปลูกเข้าทดสอบหาค่าความนำไฟฟ้าของดินซึ่งเป็นตัวบ่งชี้ระดับความเค็มของดิน เพื่อวิเคราะห์และปรับปรุงรูปแบบของการยกร่องและตำแหน่งของการปลูกต่อไป

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

รายการอ้างอิง

เกียรติศักดิ์ พงษ์ประสิทธิ์ รุ่ง มูลสงวน. (2543). **การออกแบบและสร้างเครื่องหยอดเมล็ดพันธุ์ผักแบบสุญญากาศ.** ภาควิชาวิศวกรรมเกษตร คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

กรมพัฒนาที่ดิน. **การจัดการแก้ไขปัญหาดินเค็ม.** สืบค้นเมื่อ วันที่ 17 กันยายน 2563, จาก http://r03.ldd.go.th/eBooks/1_คู่มือ%20การจัดการแก้ไขปัญหาดินเค็ม.pdf.

กรมพัฒนาที่ดิน. **การศึกษาเปรียบเทียบพันธุ์ข้าวทนเค็ม.** สืบค้นเมื่อ วันที่ 5 กันยายน 2563, จาก http://www.ldd.go.th/Lddwebsite/web_ord/Research/Full_Research_pdf/Full_Research_gr03/

กรมพัฒนาที่ดิน. พื้นที่ดินเค็ม. สืบค้นเมื่อ วันที่ 5 กันยายน 2563, จาก http://www.ldd.go.th/Web_Soil/Salty.htm/

กรมการข้าว. **บูรณาการหน่วยงาน เร่งแก้ปัญหาดินเค็ม ฟื้นฝืนดินบ้านแหลมเมืองเพชรให้ปลูกข้าวได้.** สืบค้นเมื่อ วันที่ 5 กันยายน 2563, จาก http://www.ricethailand.go.th/web/index.php/mactivities/8240-2020-05-25-15-49-55

จันทิรา โพธิ์ถิน อาริยา กุลวงศ์ ปฏิพัทธ์ อนุแก่นทราย อนันต์ นนท์ชนะ. (2562). **การออกแบบและพัฒนาเครื่องหยอดข้าวนาแห้งแบบพ่วงรถไถเดินตาม.** ภาควิชาวิศวกรรมการจัดการ คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม.

ชัชชัย ชัยสัตตปกรณ์ สันธาร นาควัฒนานุกูล วิชัย โอภานุกุล จารุวัฒน์ มงคลธนทรรศ. (2550). **โครงการทดสอบเครื่องหยอดข้าวและหว่านข้าวแห้ง.** สืบค้นเมื่อ วันที่ 2 พฤศจิกายน 2560, จาก www.doa.go.th/doaresearch/files/481_2550.pdf

ชาญชัย ปั้นนพศรี ธงชัย โนคำ ธนวัฒน์ อุตเจริญ. (2556). ออกแบบและสร้างเครื่องหยอดเมล็ดข้าวติดรถไถเดินตาม. สาขาวิชาเทคโนโลยีเครื่องกล คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลล้านนา.

ณัฐวุฒิ ใจกองคำ ภาณุพงศ์ โปธา อนุชา โพธาวรรณ์. (2557). **การออกแบบและสร้างเครื่องปลูกมันฝรั่งอัตโนมัติแบบ 2 แถว.** สาขาวิชาเทคโนโลยีเครื่องกล คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลล้านนา.

ธฏษธรรมช์ ลาโสภา สุวิพงษ์ เหมะธุลิน ณัฐดนย์ พรรณุเจริญวงษ์ ผดุงศักดิ์ รัตนเดโช. (2562). **เครื่องหยอดข้าวนาแห่งแบบต่อพ่วงจอบหมุน.** แก่นเกษตร 47 ฉบับพิเศษ 1. หน้า 39-46.

บุปผา โตภาคงาม. (2549). **การปรับปรุงพื้นที่ดินเค็มที่มีข้าวตายเป็นหย่อมๆ โดยใช้วัสดุอินทรีย์.** รายงานการวิจัย. ภาควิชาทรัพยากรที่ดินและสิ่งแวดล้อม คณะเกษตรศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น 19 น.

ปริชาติ คงสุวรรณ. (2559). **โครงการ การใช้เครื่องจักรในการปลูกข้าวเพื่อเพิ่มประสิทธิภาพการผลิตในภาคตะวันออกเฉียงเหนือ ของศูนย์วิจัยข้าวนครราชสีมา**. สืบค้นเมื่อ วันที่ 2 พฤศจิกายน 2560, จาก : http://nrm-rrc.ricethailand.go.th/images/pdf/12042560.pdf

พยุงศักดิ์ จุลยุเสน. (2552). **ออกแบบเครื่องจักรกลเกษตร.** มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี. 259 น.

มัทนี สงวนเสริมศรี รัตนา การุญบุญญานันท์ ศลิษา วีระพันธ์ เกดิษฐ์ กว้างตระกูล. (2557). **การพัฒนาเครื่องโรยเมล็ดข้าวงอกแบบแถว.** ภาควิชาวิศวกรรมเครื่องกล คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยนเรศวร.

ร่วมจิตร นกเขา ถิรายุทธ์ วิจิตรภาพ นราอร สว่างวงศ์. (2560). **คู่มือการผลิตเมล็ดพันธุ์ข้าวไร่เพื่อความมั่นคงด้านอาหารของชุมชน.** สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าคุณทหารลาดกระบัง. ชุมพร.

ศูนย์เมล็ดพันธุ์ข้าวขอนแก่น. **ข้าวขาวดอกมะลิ105**. สืบค้นเมื่อ วันที่ 5 พฤศจิกายน 2560, จาก http://kkn-rsc.ricethailand.go.th/index.php/e-library/varieties/321-khao-dawk-mali-105

สำนักงานเศรษฐกิจการเกษตร. ข้อมูลการผลิตสินค้าเกษตร. สืบค้นเมื่อ วันที่ 5 กันยายน 2563, จาก http://www.oae.go.th/view/1/ข้อมูลการผลิตสินค้าเกษตร/TH-TH

สนอง อมฤกษ์ (2556). **ทดสอบและพัฒนาเครื่องหยอดเมล็ดพืช สำหรับ ถั่วเขียว ถั่วเหลืองฝักสด และข้าวโพดฝักอ่อน ในพื้นที่หลังนาโดยใช้รถไถเดินตามเป็นต้นกำลังในเขตภาคเหนือ.** กรมวิชาการเกษตร.

สมาคมผู้ส่งออกข้าวไทย. **ผลพยากรณ์การผลิตข้าว ปี 2558-2563**.สืบค้นเมื่อ วันที่ 20 มกราคม 2564, จาก http://www.thairiceexporters.or.th/production.htm

สมศักดิ์ มณีพงศ์. (2560). **ปฐพีวิทยาเบื้องต้น.** สำนักวิชาเทคโนโลยีการเกษตร มหาวิทยาลัยวลัยลักษณ์. สืบค้นเมื่อ วันที่ 5 พฤศจิกายน 2560, จาก : http://agri.wu.ac.th/msomsak/Soil/Lecture/

สมศรี อรุณินท์. **การศึกษาเปรียบเทียบพันธุ์ข้าวทนเค็ม.** สืบค้นเมื่อ วันที่ 5 พฤศจิกายน 2560, จาก http://www.ldd.go.th/Lddwebsite/web_ord/Research/Full_Research_pdf/Full_Research_gr03/R2403F004.pdf

De Datta. (1981). Principles and Practices of Rice Production. International Rice Research Institute. 642 p.

FAO. (2020). **FAO Cereal Supply and Demand Brief.** สืบค้นเมื่อ วันที่ 2 มกราคม 2564, จาก http://www.fao.org/worldfoodsituation/csdb/en/

Gupta and O'Toole. (1986). **Upland Rice A Global Perspective.** International Rice Research Institute. 416 p.

Hehzong Dong Xiangqiang Kong Zhen Luo Weijiang Li Chengsong Xin. Unequal salt distribution in the root zone increases growth and yield of cotton. Shandong Provincial Key Lab for Cotton Culture and Physiology. Shandong Academy of Agricultural Sciences. สืบค้นเมื่อ วันที่ 5 กันยายน 2563,
จาก https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S1161030110000766

Hunt, D. (1977). **Farm Power and Machinery Management.** Iowa State University Press, Iowa, U.S.A. 365 p.

Richard,L.A. (1954) **Diagnosis and Improvement of Saline and Alkali Soils**, USDA AG Handbook No. 60, Washington DC. 166 p.

Salt farm foundation. Our approach – A proven method against climate change and for global food security.สืบค้นเมื่อ วันที่ 5 กันยายน 2563, จาก https://saltfarmfoundation.com/about-us/approach/

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

ภาคผนวก ก

ตารางผนวก

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

ก1. ตัวประกอบการใช้งานสำหรับสิ่งแวดล้อมทำงาน Ns2

สภาวะสิ่งแวดล้อม	Ns2
สะอาด และอยู่ในอุณหภูมิปกติ	1.0
สกปรกปานกลาง และอยู่ในอุณหภูมิปกติ	1.2
สกปรกมาก ใช้งานในที่โล่งแจ้ง มีการขัดสี การกัดกร่อนปานกลาง อุณหภูมิสูง	1.4

ที่มา : วริทธิ์และชาญ, (2556)

ก2. ค่าความปลอดภัย

สภาวะสิ่งแวดล้อม	เหล็กเหนียวและโลหะเหนียว		เหล็กหล่อและโลหะเปราะ
	Ny	Nu	Nu
แรงอยู่นิ่ง	1.5 – 2	3 - 4	5 - 6
แรงซ้ำทิศทางเดียวหรือกระแทกเล็กน้อย	3	6	7 – 8
แรงซ้ำสองทิศทางหรือกระแทกเล็กน้อย	4	8	10 – 12
แรงกระแทกอย่างหนัก	5 – 7	10 – 15	15 - 20

ที่มา : วริทธิ์และชาญ, (2556)

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

ก3. ตัวประกอบความล้า Cm และ Ct

ลักษณะเพลา	ชนิดของแรง	Cm	Ct
เพลาอยู่นิ่ง	แรงสม่ำเสมอหรือเพิ่มขึ้นช้าๆ	1.0	1.0
	แรงกระตุก	2.0	2.0
เพลาหมุน	แรงสม่ำเสมอหรือเพิ่มขึ้นช้าๆ	1.5	1.0
	แรงกระตุกอย่างเบา	2.0	1.5
	แรงกระตุกอย่างแรง	3.0	3.0

ที่มา : วริทธิ์และชาญ, (2556)

ก4. ผลการคำนวณต้นทุนการใช้เครื่องปลูกข้าว

พื้นที่ (ไร่)	ดอกเบี้ย (บาท/ปี)	ค่าซ่อมบำรุง (บาท/ปี)	ค่าน้ำมันเชื้อเพลิง (บาท/ปี)	ค่าน้ำมันหล่อลื่น (บาท/ปี)	ค่าแรงงาน (บาท/ปี)	รวมต้นทุน (บาท/ปี)
100	3812.5	415.6	276.1	27.6	5682	6401.3
125	3812.5	519.5	345.1	34.5	7102	8001.6
150	3812.5	623.4	414.1	41.4	8523	9602.0
200	3812.5	831.2	552.2	55.2	11364	12802.6
300	3812.5	1246.8	828.3	82.8	17046	19203.9

ก5. ผลการคำนวณระยะเวลาคืนทุนในการใช้เครื่องปลูกข้าวต่อพื้นที่การทำงาน

พื้นที่ (ไร่)	ผลประโยชน์ที่ได้รับ (บาท/ปี)	ต้นทุน (บาท/ปี)	ผลประโยชน์สุทธิ (บาท/ปี)	ระยะเวลาคืนทุน (ปี)
100	40000	6401.3	33598.7	1
125	50000	8001.6	41998.4	0.5
150	60000	9602.0	50398.0	0.5
200	80000	12802.6	67197.4	0.4
300	120000	19203.9	100796	0.3

ภาคผนวก ข

ภาพผนวก

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

รูปที่ ข.1 เตรียมการทดสอบเครื่องปลูกข้าว

รูปที่ ข.2 การทำงานของเครื่องปลูกข้าวในแปลงทดสอบ 1

รูปที่ ข.3 การทำงานของเครื่องปลูกข้าวในแปลงทดสอบ 2

รูปที่ ข.4 การทำงานของเครื่องปลูกข้าวในแปลงทดสอบ 3

รูปที่ ข.5 ตัวอย่างแปลงทดสอบหลังผ่านการใช้เครื่องปลูกข้าว

รูปที่ ข.6 ตัวอย่างของกลุ่มเมล็ดพันธุ์ที่หยอดด้วยเครื่องปลูก

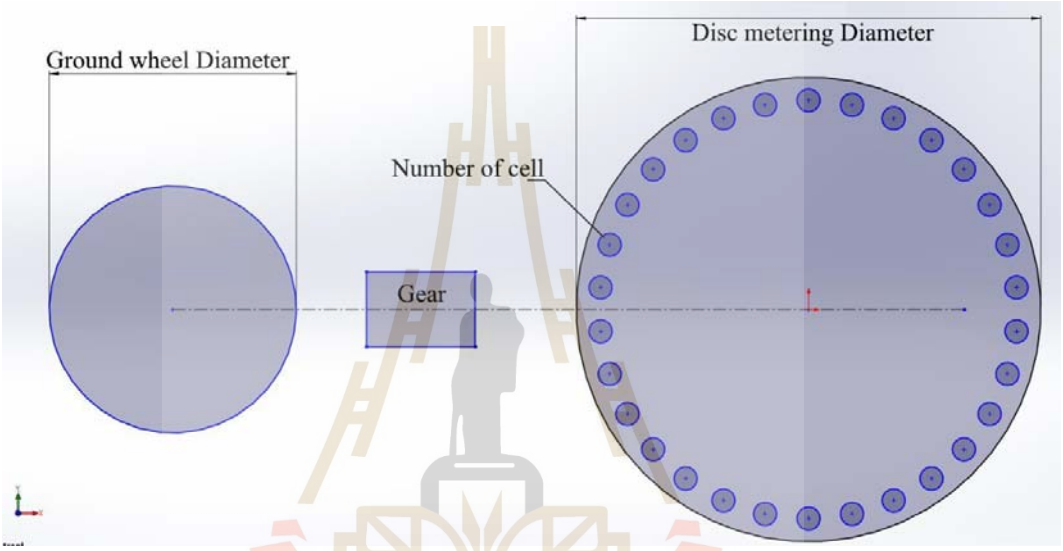
ภาคผนวก ค

ตัวอย่างการคำนวณ

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

ค1. คำนวณรูปแบบของจานจ่ายเมล็ดพันธุ์

โดยกลไกจานจ่ายเมล็ดจะมีความสัมพันธ์ระหว่าง ขนาดของต้นทางหรือ Ground wheel อัตราการทด และขนาดของปลายทาง ซึ่งการทำงานของจานจ่ายเป็นไปตามการหมุนของ Ground Wheel เช่น Ground Wheel หมุน 1 รอบ จานจ่ายหมุนไป 1 รอบ หากไม่มีการทดกำลัง และ จำนวนรูบนจ่ายจ่าย ก็ยังเป็นส่วนหนึ่งของการทดกำลังเช่นกัน ซึ่งปริมาณรูบนจานที่มากขึ้นในกรณีระยะห่างระหว่างรูเท่าๆ กัน จะทำให้ สามารถจ่ายเมล็ดในอัตราที่สูงขึ้น โดยมีความสัมพันธ์ดังนี้



รูปที่ ค.1 แสดงความสัมพันธ์ระหว่างกลไกจ่ายเมล็ดพันธุ์

$$n = \frac{\pi D}{ix}$$

เมื่อ n คือ จำนวนช่อง

D คือ เส้นผ่านศูนย์กลางของ Ground wheel

X คือ ระยะห่างการปลูก

I คือ อัตราทดเกียร์

เมื่อเลือกใช้ Ground wheel ขนาด 46 เซนติเมตร และระยะการปลูกที่ 25 เซนติเมตร

$$\mathrm{n} = \frac{\pi(46)}{0.25(25)} = 29 \text{ รู}$$

และขนาดของจานจ่ายเมล็ดสามารถคำนวณได้จากความสัมพันธุ์

$$d_r = \frac{V_r}{\pi N_r}$$

เมื่อ d_r คือ ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางของจานจ่ายเมล็ด

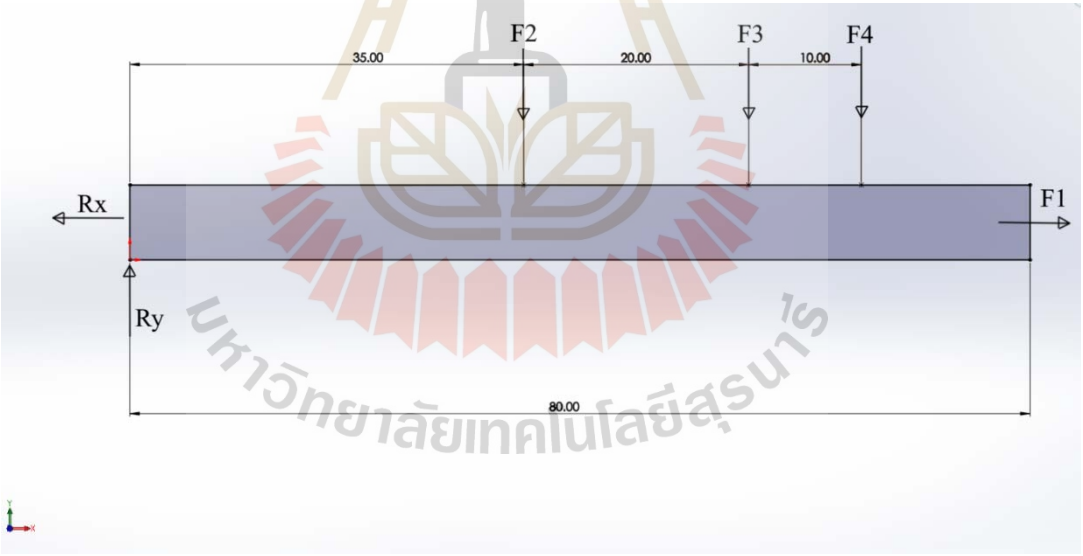
V_r คือ ความเร็วเชิงเส้นของจานจ่ายเมล็ด

N_r คือ ความเร็วรอบของเพลา

$$d_r = \frac{9x60}{\pi 10} = 17.18 \text{ เซนติเมตร}$$

ค2. การคำนวณโครงสร้าง

พิจารณา หนักหนักชิ้นส่วนที่ติดตั้ง และแรงฉุดลาก ออกแบบในรูปแบบ 2 มิติ โครงสร้างและอุปกรณ์ที่ติดตั้งอยู่ในสภาวะสมดุล



รูปที่ ค.2 แสดงภาพโครงสร้างในรูปแบบ 2 มิติ

F_1 แรงฉุดลาก $= \quad 2{,}700\ N$

F_2 ชุดยกร่องและกลบดิน $= 120\ kg \ = \ 1{,}177\ N$

F_3 ถังบรรจุเมล็ดพันธุ์และตัวเมล็ดพันธุ์ $= \ 45\ kg = \ 441\ N$

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

F_4 กลไกส่งกำลัง $= 20\ kg\ =\ 196\ N$

Rx แรงปฏิกริยาในแนวตั้ง

R_y แรงปฏิกิริยาในแนวนอน

รวมแรงในแนวแกนตั้ง

$$\Sigma F_y = 0\ ;\ F2 + F3 + F4\ =\ -R_y$$

$$R_y = 1{,}814.65\ N$$

รวมแรงในแนวแกนนอน

$$\Sigma F_x = 0\ ;\ F1\ =\ -R_x$$

$$R_x = 2700\ N$$

แรงลัพธ์กระทำต่อโครงสร้าง

$$R = \sqrt{{R_x}^2 + {R_y}^2}\ =\ \sqrt{1814.65^2 + 2700^2}$$

$$R = 3{,}253.14\ N$$

จาก $A\ =\ \frac{R}{\delta_a}$ เมื่อ $\delta_a\ =\ \frac{\delta}{SF}$

เมื่อใช้เหล็ก St 37 และ SF = 6.0 จากตารางความปลอดภัย ก.2

$$A = \frac{3253}{62} =\ 54.21\ mm^2$$

หรือ ต้องใช้เหล็กที่มีขนาดหน้าตัดไม่ต่ำกว่า 54.21 ตารางมิลลิเมตร

ค.3 การคำนวณโซ่ส่งกำลัง

โซ่ที่เพลาล้อขับถึงเพลาท้ายเครื่อง

แรงฉุดลากจากล้อขับ $F_r\ =\ 700\ N$

ความเร็วเฟืองโซ่ $V\ =\ \pi dn$

$$V\ =\ \pi 0.2\left(\frac{30}{60}\right)$$

$$V\ =\ 0.31\ m/s$$

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

กำลังที่ต้องการส่ง $W_p = \frac{F_r V}{E}$; E = ประสิทธิภาพการส่งกำลังโซ่ = 0.8

$$W_p = \frac{700(0.31)}{0.8} = 271.25\ W\ or\ 0.36\ hp$$

อัตราทด $m_w = \frac{n1}{n2} = \frac{30}{23} = 1.3$

เมื่อ n1 คือความเร็วรอบล้อขับ

n2 คือความเร็วรอบตาม

จำนวนฟันของเฟืองโซ่, $z = Pinion\ teeth\ x\ m_w = 20\ x\ 1.3 = 2$

$$P = W_p N_{s1} N_{s2} = 271.25(1.4)(1.2) = 455.7\ W\ or\ 0.611\ hp$$

เลือกใช้โซ่ ANSI-50-1 Pitch 15.875 mm หรือ โซ่เบอร์ 50

โซ่เบอร์ 50 มีแรงแตกหัก 26.16 kN มวลโซ่ 0.98 $\frac{kg}{m}$

$\rho = 12.70\ mm$

$V = \rho z n = 0.01587(26)\left(\frac{30}{60}\right) = 0.206\ \frac{m}{s}$

$$F_t = \frac{W_p}{V} = \frac{271.25}{0.206} = 1314.77\ N$$

$$F_c = mV^2 = (0.98)(10.206)^2 = 0.202\ N$$

$$F = F_t + F_c = 1314.97\ N\ or\ 1.314\ kN$$

แรงแตกหักที่คำนวณได้น้อยกว่าแรงแตกหักของโซ่ 1.314 kN < 26.16 kN สามารถใช้งานได้

จำนวนข้อโซ่ $X = \frac{2c}{p} + \frac{Z+z}{2}\left(\frac{Z-z}{2\pi}\right)^2 \frac{p}{c}$

จากตารางประมาณค่า C โดยค่า Pitch และขนาดโซ่ ได้ C = 750 mm

$$X = \frac{2(0.75)}{0.01587} + \frac{26+20}{2} + \left(\frac{26-20}{2\pi}\right)^2 \frac{0.01587}{0.48}$$

$$X = 118\ \text{ข้อ}$$

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

ระยะห่างระหว่างศูนย์กลางเฟืองโซ่

$$C = \frac{P}{4}\left\{X - \frac{Z+z}{2} + \sqrt{\left(x - \frac{Z+z}{2}\right)^2 - 2\left(\frac{Z-z}{\pi}\right)^2}\right\}$$

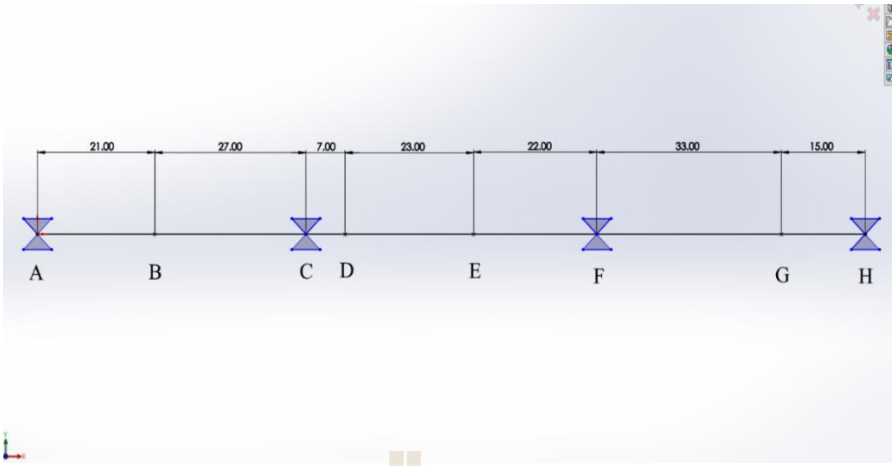
$$C = \frac{15.875}{4}\left\{118 - \frac{26+20}{2} + \sqrt{\left(118 - \frac{26+20}{2}\right)^2 - 2\left(\frac{26-20}{\pi}\right)^2}\right\}$$

$$C = 753.9\ mm$$

ค.4 การคำนวณออกแบบเพลา

โดยออกแบบตามหลัก ASME

รูปที่ ค.3 แสดงรูปอุปกรณ์ที่ติดตั้งบนเพลา



รูปที่ ค.4 แสดงการกำหนดจุดการรับแรงต่างๆ บนเพลา

โดยตัดจุดช่วงที่เพลารับแรงสูงสุดคือช่วงจุด C ถึง F

รับแรงผ่านเฟืองตรง D ขนาด 24t 200mm หนัก 100N หมุนด้วยความเร็ว 30 rpm

กำลังส่ง $Wp = 271.25\ W\ or\ 0.36\ hp$

$$T = \frac{271.25}{2\pi\left(\frac{30}{60}\right)} = 86.34\ Nm$$

FD แรงดึงโซ่ขับ = 1314 N

FD ในแนวระนาบ และแนวตั้งฉาก

$$FD_h = FD\ Cos\ 20° = 1{,}234\ N$$

$$FD_v = FD\ Sin\ 20° = 449.4\ N$$

$$FE_v = 400\ N \qquad FE_h = 400\ N$$

แรง Reaction ที่จุด C, F

$$RC_h = 1237\ N \qquad RC_v = 558\ N$$

$$RF_h = 397\ N \qquad RF_v = 291\ N$$

ทำการจัดโมเมนต์เพื่อหาแรงที่จุด C

$$MC_h;\ FD_h(70) + 800(300) = FF_h(520)$$
$$RC_h = 1{,}237\ N$$

$$MC_v;\ FD_v(70) + 800(300) = FF_v(520)$$
$$RC_h = 558\ N$$

ทำการหาโมเมนต์ดัดในแต่ละช่อง ในแนวตั้งฉาก

$$ME_v = -291(220) = -64{,}020$$
$$MD_v = -291(450) + 400(230) = -38{,}950$$
$$MD_v = -291(520) + 400(300) + 449(70) = 0$$

ทำการหาโมเมนต์ดัดในแต่ละช่อง ในแนวระนาบ

$$ME_h = -397(220) = -87{,}340$$
$$MD_h = -397(450) + 400(230) = -38{,}950$$
$$MD_h = -397(520) + 400(300) + 1{,}234(70) = 0$$

หาโมเมนต์ลัพธ์จากสองระนาบ

$$MB = \sqrt{(64020)^2 + (87340)^2} = 108{,}290.5\ Nmm\ \ or\ 108.3Nm$$

หากใช้เหล็ก St37

$$S_y = 370\ {}^{N}/_{mm^2} \quad = 0.75x0.3S_y = 83.25x10^6\ {}^{N}/_{m^2}$$

จากสภาวะการใช้งานของเครื่อง เลือกตัวประกอบความล้า $C_t = 1.5$ $C_m = 2.0$

$$d = \left[\frac{16}{\pi\tau \mathrm{d}}\left[(C_t T)^2 + (C_m M)^2\right]^{\frac{1}{2}}\right]^{\frac{1}{3}}$$

$$d = 24.899\ mm$$

เลือกใช้เพลาขนาด 1 นิ้ว

มุมบิดของเพลา θ

$$\theta = \frac{584TL}{Gd^4}$$

โดยค่า G ของเหล็ก St37 อยู่ที่ $G = 8.14x10^{10}\ {}^{N}/_{m^2}$

$$\theta = \frac{584(150)(1.48)}{8.14x10^{10}(0.256)^4} = 0.00037$$

สามารถใช้ได้โดยเกิดการบิดเพียงเล็กน้อย

ประเมินอายุแบริ่ง

ที่เพลา 1 นิ้ว แบริ่งรองรับ 2 จุด ที่จุด C, F

$$RC = \sqrt{RC_h{}^2 + RC_v{}^2} = 1357.03\ N$$

$$RF = \sqrt{RF_h{}^2 + RF_v{}^2} = 492.47\ N$$

อายุการใช้งานแบริ่ง $L = \left(\frac{C}{R_B}\right)^3$

ใช้แบริ่งอนุกรมมิติที่ 02 ที่ เส้นผ่านศูนย์กลาง 25.6 มิลลิเมตร จะได้ค่า c = 10.77 kN

$$L_c = \left(\frac{10.77}{1.357}\right)^3 = 499.92\ M\ round$$

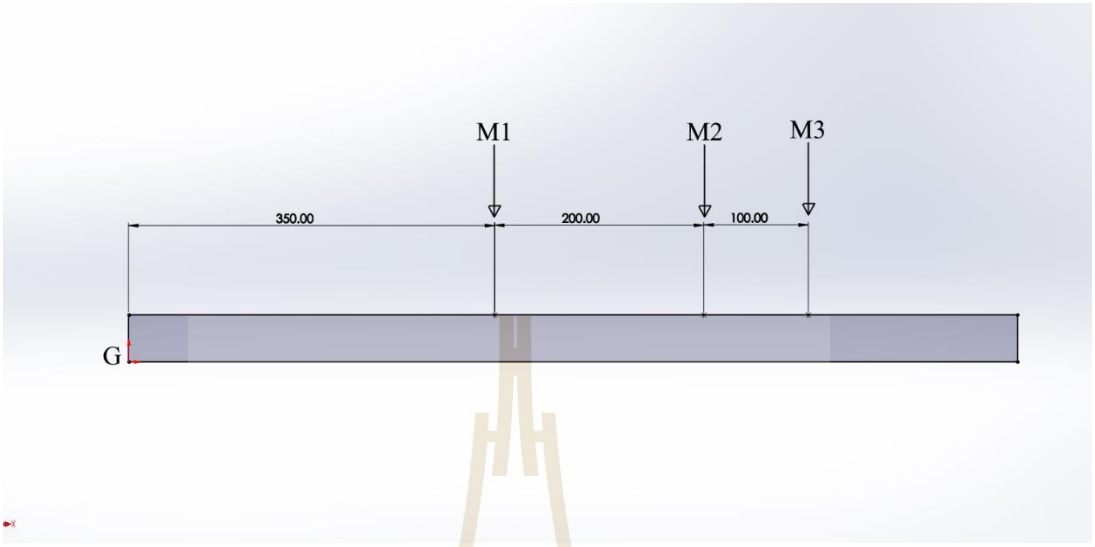
$$L_F = \left(\frac{10.77}{0.492}\right)^3 = 10{,}459.68\ M\ round$$

ที่ความเร็วเพลา 30 RPM

$$L_c = \left(\frac{499.92x10^6}{30x60}\right) = 277{,}737.84 \text{ ชั่วโมง}$$

$$L_F = \left(\frac{10459.68x10^6}{30x60}\right) = 5{,}810{,}932.74 \text{ ชั่วโมง}$$

ค.5 คำนวณจุดศูนย์ถ่วง (กรณียกลอยตัวเปล่า)



รูปที่ ค.5 แสดงตำแหน่งแรงจากอุปกรณ์ที่ติดตั้งบนโครงสร้าง

ชุดใบผาล $M_1 = 50\ kg$

ชุดถังบรรจุเมล็ด $M_2 = 17\ kg$

กลไกส่งกำลัง $M_3 = 40\ kg$

จุดต่อพ่วง G

จากความสัมพันธ์ของจุดศูนย์ถ่วง

$$X = \frac{\Sigma M x_m}{\Sigma M}$$

เมื่อ X = ระยะศูนย์ถ่วงจากจุดG

M = น้ำหนักแต่ละจุด

x_m = ระยะจากจุดรับน้ำหนักถึงจุดG

จะได้ว่า

$$X = \frac{50(0.35) + 17(0.55) + 40(0.65)}{50 + 17 + 40} = 0.4939\ m$$

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

ความสามารถการทำงานเชิงพื้นที่

$$Ca = \frac{A}{T_t} = \frac{0.2025}{826} x3600 = 0.8825 \text{ ไร่/ชั่วโมง}$$

เมื่อ Ca คือ ความสามารถการทำงานเชิงพื้นที่

A คือ ขนาดพื้นที่ทำงาน

T_t คือ เวลาในการทำงานทั้งหมดรวมการสูญเสีย

ประสิทธิภาพการทำงานเชิงพื้นที่

$$E_f = \frac{T_e}{T_t} x100 = \frac{488.48}{826} x100 = 59.13$$

เมื่อ E_f คือ ประสิทธิภาพการทำงานเชิงพื้นที่

T_e คือ เวลาในการทำงานโดยไม่คิดการสูญเสีย

T_t คือ เวลาในการทำงานทั้งหมดรวมการสูญเสีย

อัตราการสิ้นเปลืองน้ำมันเชื้อเพลิง

$$Fc = \frac{O}{A} = \frac{0.4921}{0.2025} = 2.43 \text{ ลิตร/ไร่}$$

เมื่อ Fc คือ อัตราการสิ้นเปลืองน้ำมันเชื้อเพลิง

O คือ ปริมาณเชื้อเพลิงที่ใช้

A คือ ขนาดพื้นที่ทำงาน

การลื่นไถล %Slip

$$Slip = \frac{Load\ Movement - No\ load\ Movement}{Load\ Movement} x100$$

$$Slip = \frac{1132 - 1061}{1132} x100 = 6.23\%$$

ค.6 *การคำนวณต้นทุน*

โดยใช้หลักของ Donnell Hunt (1976) *โดยคิดค่าเสื่อมแบบเส้นตรง* (Straight-Line Method)

ต้นทุนการใช้เครื่อง $$A_c = \left(\frac{F_c}{A}\right) + \left(\frac{R+F+O+L}{C_t}\right) \quad (1)$$

$$F_c = D + I \quad (2)$$

$$D = \left(\frac{P-S}{N}\right) \quad (3)$$

$$I = \left(\frac{P+S}{2}\right)\left(\frac{r}{100}\right) \quad (4)$$

เมื่อ D = ค่าเสื่อมราคาตามอายุใช้งาน (บาท/ปี)

I = ค่าเสื่อมราคาจากอัตราดอกเบี้ย (บาท/ปี)

P = ราคาแรกซื้อ (บาท)

S = มูลค่าซาก (บาท)

N = อายุการใช้งาน (ปี)

r = อัตราดอกเบี้ย (เปอร์เซ็นต์/ปี)

A_c = ต้นทุนการใช้เครื่อง (บาท/ไร่)

F_c = ต้นทุนคงที่ (บาท/ปี)

A = พื้นที่ปลูกใน 1 ปี (ไร่)

R = ค่าซ่อมบำรุง (บาท/ชั่วโมง)

F= ค่าน้ำมันเชื้อเพลิง (บาท/ชั่วโมง)

O= ค่าน้ำมันหล่อลื่น (บาท/ชั่วโมง)

L = ค่าแรงงาน (บาท/ชั่วโมง)

C_t = ความสามารถในการทำงาน (ไร่/ชั่วโมง)

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

ค.7 การวิเคราะห์จุดคุ้มทุน

ราคาแรกซื้อ P = 30,500

อายุใช้งาน N = 5 ปี

มูลค่าซาก S (10%P) = 3,050

อัตราดอกเบี้ย r (กรณีสูงสุดของ ธกส.) = 12.5%

ค่าซ่อมบำรุง R (1.2%P/100hr.) = 3.66 บาท/ชั่วโมง

ค่าน้ำมันเชื้อเพลิง F = 2.43 x 26 = 63.18 บาท/ชั่วโมง

ค่าน้ำมันหล่อลื่น O (10%F) = 6.32 บาท/ชั่วโมง

ค่าแรงงาน L = 50 บาท/ชั่วโมง หรือ 400 บาท/วัน

ความสามารถในการทำงาน C_t= 0.88 ไร่/ชั่วโมง

$$D = \left(\frac{30500-3050}{5}\right) = 5490 \text{ บาท/ปี}$$

$$I = \left(\frac{30500+3050}{2}\right) x \left(\frac{12.5}{100}\right) = 2097 \text{ บาท/ปี}$$

$$Fc = D + I = 7{,}587 \text{ บาท/ปี}$$

$$A_c = \left(\frac{7587}{A}\right) + \left(\frac{3.66 + 63.18 + 6.318 + 50}{0.88}\right)$$

คำนวณต้นทุนจ้างแรงงานปลูก โดยคิดอัตราค่าจ้าง 400บาท/คน

พื้นที่ 10 ไร่ ค่าแรงต่อไร่ อยู่ที่ 100 บาท/ไร่ หรือ 1,000 บาท

ค่าเตรียมดิน 300 บาท/ไร่ หรือ 3,000 บาท

โดยคิดเป็นค่าแรง 400 บาท/ไร่

ค.8 คำนวณหาจุดคุ้มทุน

$$A_c = \left(\frac{7587}{A}\right) + 140$$

$$A = \left(\frac{7587}{400-140}\right) = 29.18 \text{ ไร่/ปี}$$

ระยะเวลาคืนทุน, *Payback Period PBP*

$$\text{ระยะเวลาคืนทุน} = \frac{\text{จำนวนเงินที่ลงทุน}}{\text{รายรับสุทธิต่อปี}} \quad (1)$$

$$\text{รายรับสุทธิ} = \text{รายรับ} - \text{ต้นทุนการใช้เครื่องมือ(ไม่รวมค่าเสื่อมราคา)} \quad (2)$$

$$\text{รายรับ} = \text{พื้นที่ปลูก } x \text{ ค่าจ้างปลูก} \quad (3)$$

$$\text{ต้นทุนใช้เครื่องมือ} = \text{ดอกเบี้ย} + \text{ค่าซ่อมบำรุง} + \text{น้ำมันเชิงเพลิง} + \text{น้ำมันหล่อลื่น} + \text{ค่าแรง} \quad (4)$$

$$\text{ดอกเบี้ย} = 30500x\frac{12.5}{100} = 3812.5 \text{ บาท/ปี}$$

$$\text{ค่าซ่อมบำรุง} = \frac{3.66}{0.88} = 4.156 \text{ บาท/ไร่}$$

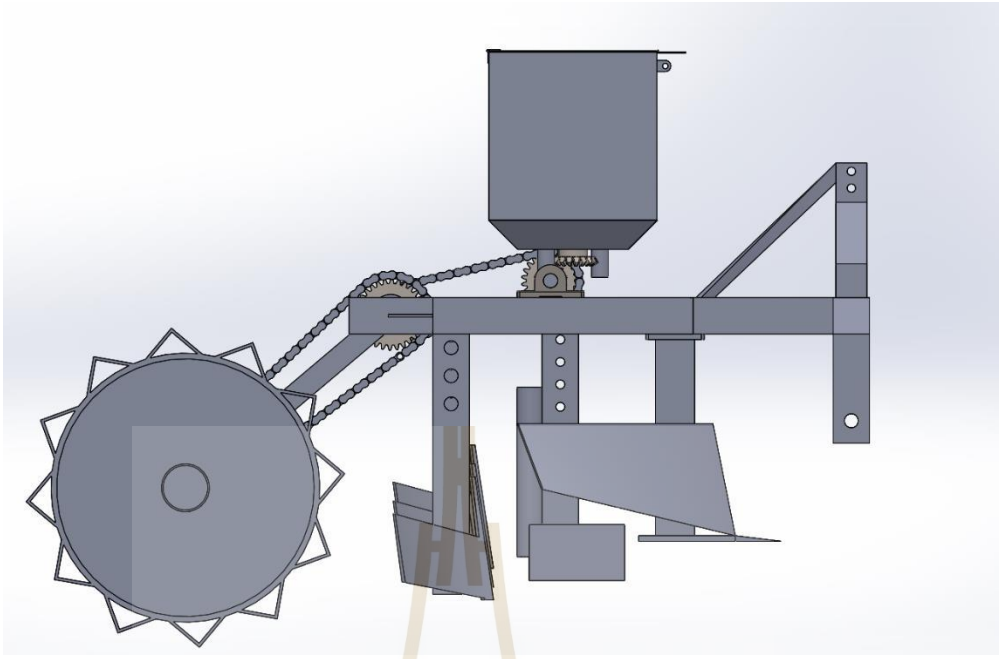
$$\text{ค่าเชื้อเพลิง} = \frac{2.43}{0.88} = 2.761 \text{ บาท/ไร่}$$

$$\text{ค่าซ่อมบำรุง} = \frac{50}{0.88} = 56.82 \text{ บาท/ไร่}$$

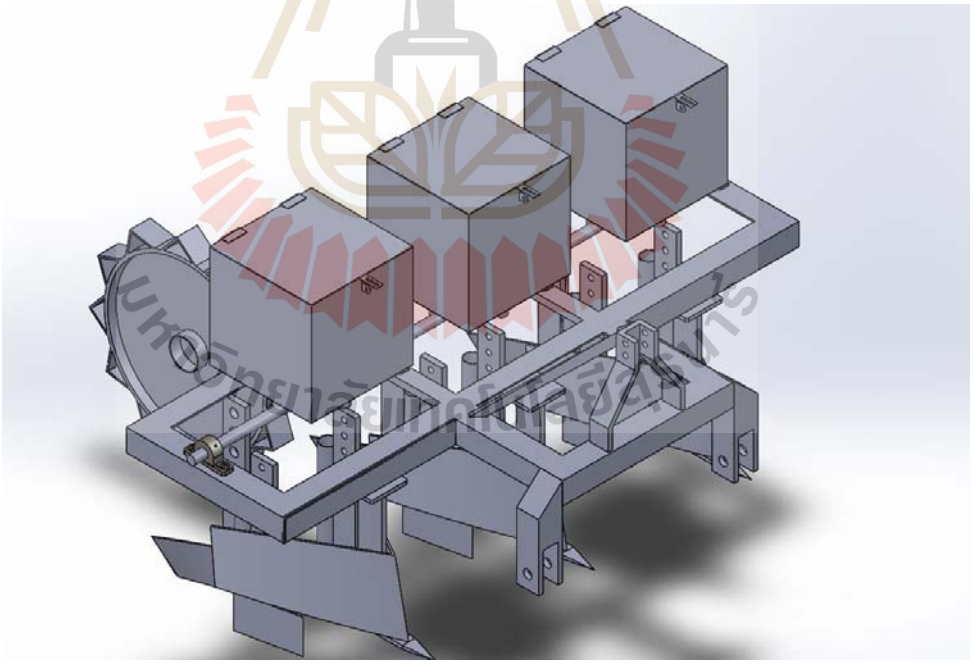
ภาคผนวก ง

รายละเอียดเครื่องปลูกข้าว

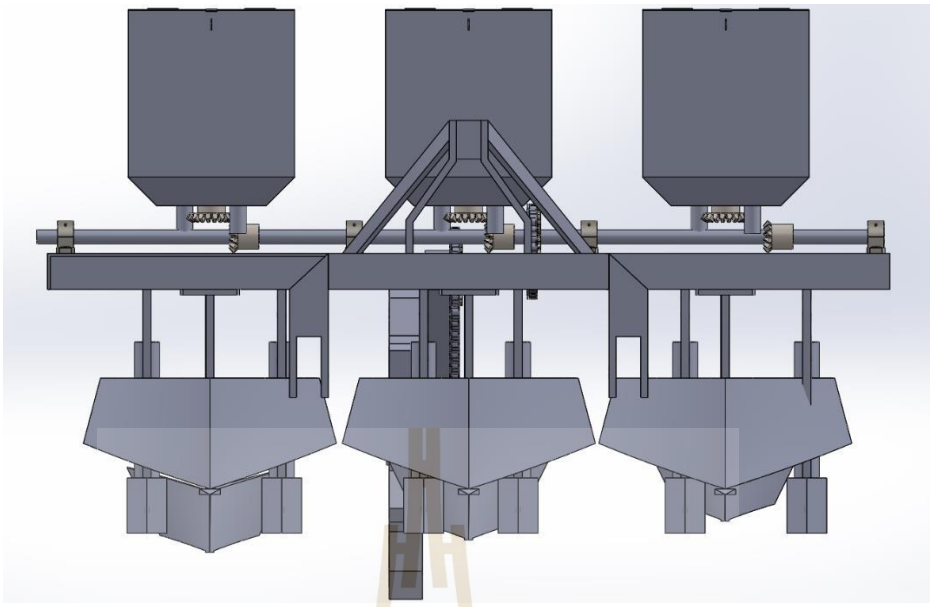
มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี



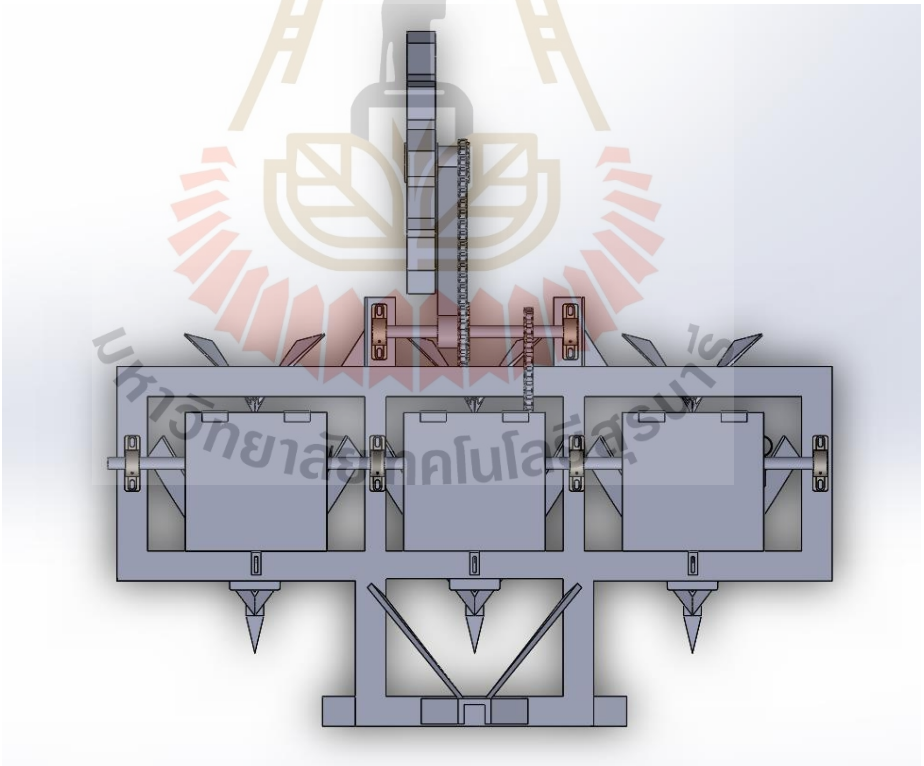
รูปที่ ง.1 ภาพด้านข้าง



รูปที่ ง.2 ภาพมุมมองสามมิติ



รูปที่ ง.3 ภาพด้านหน้า



รูปที่ ง.4 ภาพด้านบน

ประวัติผู้เขียน

นายภัทรพงศ์ จันทราษี เกิดเมื่อวันที่ 3 กุมภาพันธ์ พ.ศ. 2537 เข้าศึกษาในระดับปริญญาตรี สาขาวิชาวิศวกรรมเกษตรและอาหาร ที่มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี จังหวัดนครราชสีมา เมื่อปี พ.ศ. 2555 และได้สำเร็จการศึกษาในปี พ.ศ. 2559 โดยระหว่างศึกษาได้ประกอบธุรกิจส่วนตัวด้านค้าขาย และในปี พ.ศ. 2558 ได้เข้าศึกษาต่อในระดับปริญญาโท สาขาวิชา วิศวกรรมเกษตร หลักสูตร วิศวกรรมเครื่องกลและระบบกระบวนการ

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี