โครงงานวิศวกรรมชลประทาน (02207499)

ภาควิชาวิศวกรรมชลประทาน

คณะวิศวกรรมศาสตร์ กำแพงแสน

มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ วิทยาเขตกำแพงแสน

เรื่อง

การประยุกต์เทคนิคการปลูกข้าวแบบประณีตด้วยระบบสปริงเกลอร์

Application of system of rice intensification technique with sprinkler irrigation

โดย

นายภัทรพล	แก้วพิกุล	5920500492
นางสาวกุลสินี	หิรัญวงศ์	5920503050
นายธฤต	ลิขิตภิญโญ	5920503122

พุทธศักราช 2563

เรื่อง การประยุกต์เทคนิคการปลูกข้าวแบบประณีตด้วยระบบสปริงเกลอร์

(Application of system of rice intensification technique with sprinkler irrigation)

โดย

นายภัทรพล	แก้วพิกุล	5920500492
นางสาวกุลสินี	หิรัญวงศ์	5920503050
นายธฤต	ลิขิตภิญโญ	5920503122

โครงงานวิศวกรรมชลประทาน (02207499)

ภาควิชาวิศวกรรมชลประทาน

คณะวิศวกรรมศาสตร์ กำแพงแสน

มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ วิทยาเขตกำแพงแสน

ตามหลักสูตรวิศวกรรมศาสตรบัณฑิต

สาขาวิศวกรรมชลประทาน

ได้รับการพิจารณาเห็นชอบโดย

ประธานกรรมการ..... วันที่.....เดือน.....พ.ศ. 2563

(ผศ. นิมิตร เฉิดฉันท์พิพัฒน์)

กรรมการ.....วันที่.....เดือน..... พ.ศ. 2563

(รศ.ดร. วราวุธ วุฒิวณิชย์)

กรรมการ.....วันที่.....เดือน..... พ.ศ. 2563

(ผศ. บุญมา ป้านประดิษฐ์)

หัวหน้าภาควิชา..... วันที่.....เดือน.....พ.ศ. 2563

(ผศ. นิมิตร เฉิดฉันท์พิพัฒน์

นายภัทรพล แก้วพิกุล ปีการศึกษา 2562

นางสาวกุลสินี หิรัญวงศ์ ปีการศึกษา 2562

นายธฤต ลิขิตภิญโญ ปีการศึกษา 2562

เรื่อง: การประยุกต์เทคนิคการปลูกข้าวแบบประณีตด้วยระบบสปริงเกลอร์

ปริญญาวิศวกรรมศาสตรบัณฑิต (สาขาวิศวกรรมชลประทาน) ภาควิชาวิศวกรรมชลประทาน คณะวิศวกรรมศาสตร์ กำแพงแสน มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ วิทยาเขตกำแพงแสน

บทคัดย่อ

โครงงานวิศวกรรมชลประทานเรื่อง การประยุกต์เทคนิคการปลูกข้าวแบบประณีตด้วยระบบสปริงเกลอร์ เป็นการศึกษาผลของระบบการให้น้ำด้วยระบบสปริงเกลอร์ จำนวนเมล็ดต่อหลุมที่เหมาะสมกับการเจริญเติบโตและผลผลิตของข้าวพันธุ์ กข. 43 ภายใต้ระบบการปลูกข้าวแบบประณีต (SRI) ณ แปลงทดลองภาควิชาวิศวกรรมชลประทาน มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ วิทยาเขตกำแพงแสน จังหวัดนครปฐม โดยวางแผนการทดลองแบบ CRD (Completely Randomized Design) ปัจจัยในการทดลองคือจำนวนเมล็ดต่อหลุม โดยแบ่งเป็น 3 สิ่งทดลอง (Treatments) คือ 3 เมล็ดต่อหลุม 4 เมล็ดต่อหลุม และ 5 เมล็ดต่อหลุม ทำซ้ำ 4 ครั้ง

จากการทดลองพบว่า จำนวนเมล็ดที่ทดลองปลูกต่อหลุมไม่เกิดความแตกต่างต่อความสูงของต้นข้าว จำนวนเมล็ดต่อรวง น้ำหนักเมล็ดต่อรวง น้ำหนักเมล็ดต่อหลุม จำนวนต้นต่อกอ จำนวนรวงต่อกอ และผลผลิตอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ กล่าวคือการปลูกข้าวจำนวน 3 เมล็ดต่อหลุม ทำให้ได้ค่าที่ดีที่สุดในทุกปัจจัย รองลงมาคือ การปลูกข้าวจำนวน 4 เมล็ดต่อหลุม และ 5 เมล็ดต่อหลุม โดยความสูงที่ได้เท่ากับ 41.08 ซม. 38.49 ซม. และ 41.48 ซม. ตามลำดับ จำนวนเมล็ดต่อรวงที่ได้เท่ากับ 82.78 เมล็ดต่อรวง 72.30 เมล็ดต่อรวง และ 72.41 เมล็ดต่อรวง ตามลำดับ น้ำหนักเมล็ดต่อรวงที่ได้เท่ากับ 1.66 กรัมต่อรวง 1.45 กรัมต่อรวง และ 1.45 กรัมต่อรวง ตามลำดับ น้ำหนักเมล็ดต่อหลุมที่ได้เท่ากับ 55.84 กรัมต่อหลุม 49.88 กรัมต่อหลุม และ 43.64 กรัมต่อหลุม ตามลำดับ จำนวนต้นต่อกอที่ได้เท่ากับ 9.40 ต้นต่อก่อ 8.00 ต้นต่อกอ และ 6.90 ต้นต่อก่อ ตามลำดับ จำนวนรวงต่อกอที่ได้เท่ากับ 8.46 รวงต่อกอ 6.91 รวงต่อกอ และ 5.61 รวงต่อกอ ตามลำดับ และผลผลิตที่ได้เท่ากับ 248.18 กิโลกรัมต่อไร่ 221.7 กิโลกรัมต่อไร่ และ 194.0 กิโลกรัมต่อไร่ ตามลำดับ

คำสำคัญ เทคนิคการปลูกข้าวแบบประณีต, การให้น้ำแบบสปริงเกลอร์

เลขที่เอกสารอ้างอิงภาควิชา 19/2562

Mr. Phattharaphon Keawphikul Academic Year 2019

Miss Kunsinee Hirunwong Academic Year 2019

Mr. Tarit Likhitpinyo Academic Year 2019

Title: Application of system of rice intensification technique with sprinkler

Bachelor Degree in Irrigation Engineering Department of Irrigation Engineering

Faculty of Engineering Kamphaengsaen, Kasetsart University Kamphaeng Saen Campus

Abstract

Irrigation engineering project on the topic Technique Application on System of rice intensification by using sprinkler irrigation was studied to the results of the sprinkler system. Number of seeds per hole that is suitable for growing. And the yield of RD43 rice varieties. Under the System of Rice Intensification (SRI). At the experimental field, Department of Irrigation Engineering Kasetsart University Kamphaeng Saen Campus Nakhon Pathom. By planning the CRD experiment (Completely Randomized Design), the factors in the experiment are the number of seeds per hole by 3 treatments: 3 seeds per hole, 4 seeds per hole and 5 seeds per hole, repeated 4 times

The experiments shown result as following; The number of seeds tested per hole, as a result, a difference in the height of rice plants. Number of seeds per ear Seed weight per spike Seed weight per hole Number of trees per clump Number of stalks per clump. With a no statistical significance. In conclusion, Planting 3 seeds per hole gives the best value for all factors, followed by planting 4 seeds per hole and 5 seeds per hole. The height is 41.08 cm, 38.49 cm and 41.48 cm respectively. The number of seeds per ear was equal to 82.78 seeds per ear, 72.30 seeds per ear and 72.41 seeds per ear respectively. The seed weight per spike was 1.66 grams per spike, 1.45 grams per spade and 1.45 grams per spike respectively. The seed weight per hole was 55.84 grams per hole, 49.88 grams per hole and 43.64 grams per hole respectively. The number of trees per clump was 9.40 trees per clump, 8.00 trees per clump and 6.90 trees per clump respectively. The number of spike per clump was 8.46 spike per clump 6.91 spike per clump and 5.61 spike

per clump respectively. And the yield is 221.7 kilograms per rai, 194.0 kilograms per rai and 234.7 kilograms per rai respectively.

Keywords: System of rice intensification, sprinkler irrigation

Department Reference No 19/2562

กิตติกรรมประกาศ

โครงงานวิศวกรรมชลประทานเล่มนี้เป็นการทดลองวิธีการปลูกข้าวแบบใหม่ด้วยวิธีประณีตโดยใช้ระบบให้น้ำแบบสปริงเกลอร์ สำเร็จลุล่วงไปด้วยดีด้วยการให้คำปรึกษาแนะนำและในการค้นคว้าหาข้อมูล จนโครงงานวิศวกรรมชลประทานเล่มนี้สำเร็จสมบูรณ์แบบที่สุด ผู้จัดทำขอกราบขอบพระคุณ ผศ.บุญมา ป้านประดิษฐ์ อาจารย์ที่ปรึกษาโครงการ รศ.ดร.วราวุธ วุฒิวณิชย์ อาจารย์ที่ปรึกษาโครงการ และ ผศ.นิมิตร เฉิดฉันท์พิพัฒน์ ประธานโครงการ

ขอกราบขอบพระคุณบุคลกรทุกท่านในภาควิชาวิศวกรรมชลประทานที่คอยให้การสนับสนุนด้านการให้คำแนะนำค้นคว้าหาข้อมูล อุปกรณ์ และการติดตั้งเครื่องมือต่าง ๆ

สุดท้ายนี้ ประโยชน์และความรู้ที่ได้รับจากโครงงานวิศวกรรมชลประทานเล่มนี้จะสามารถเผยแพร่เป็นประโยชน์ให้แก่ชาวนาที่กำลังหาแนวทางเลือกใหม่ในการปลูกข้าว คณะผู้จัดทำขอขอบพระคุณบิดา มารดาที่คอยสนับสนุนในทุก ๆ เรื่อง ตลอดผู้มีพระคุณที่คอยให้คำแนะนำและแก้ไขจนสามารถทำโครงงานวิศวกรรมเล่มนี้สำเร็จ

นายภัทรพล แก้วพิกุล

นางสาวกุลสินี หิรัญวงศ์

นายธฤต ลิขิตภิญโญ

คณะผู้จัดทำ

สารบัญ

บทคัดย่อ ก

Abstract ค

กิตติกรรมประกาศ จ

สารบัญภาพ ฌ

สารบัญตาราง ฎ

บทที่ 1 บทนำ 1

1.1. วัตถุประสงค์ของโครงงาน 1

1.2. ขอบเขตของโครงงาน 2

บทที่ 2 ทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง 3

2.1. ระบบการปลูกข้าวแบบประณีต 3

2.1.1. การพัฒนาศักยภาพของต้นข้าวขึ้นอยู่กับหลายปัจจัย 3

2.2. วิธีการให้น้ำแบบฉีดฝอย 6

2.2.1. ข้อดีของการชลประทานแบบฉีดฝอย 6

2.2.2. ข้อจำกัดของการชลประทานแบบฉีดฝอย 6

2.2.3. องค์ประกอบหลักของระบบชลประทานแบบฉีดฝอย 7

2.3. พันธุ์ข้าว กข. 43 8

2.4. ปุ๋ยที่ใช้ในการปลูกข้าว 10

2.4.1. ความสำคัญของธาตุอาหารหลักในพืช 10

2.4.2. ปุ๋ยโบกาฉิ(ปุ๋ยอินทรีย์ชีวภาพ) 10

2.4.3. คุณสมบัติของปุ๋ยโบกาฉิ 11

2.4.4. ประโยชน์ของปุ๋ยโบกาฉิ 11

2.4.4.1 ประโยชน์กับดิน สร้างอาหารให้พืช 11

2.4.4.2 ประโยชน์กับพืชและผลผลิต 11

2.4.4.3 ประโยชน์กับสิ่งแวดล้อม 12

2.5. การให้น้ำแก่ต้นข้าว 12

2.5.1. ความต้องการน้ำของพืช 12

2.5.1.1 การใช้น้ำของพืช (Crop evapotranspiration) 12

2.5.1.2 สัมประสิทธิ์การใช้น้ำของพืช (Crop Coefficients) 13

สารบัญ(ต่อ)

2.5.1.3 การใช้น้ำของพืชอ้างอิง (Reference crop evapotranspiration) 13
2.5.2. การคำนวณระบบท่อส่งน้ำ 14
2.5.2.1 เวลาในการให้น้ำ 14
2.5.2.2 การหาขนาดท่อส่งน้ำและขนาดเครื่องสูบน้ำ 14
2.5.2.3 การหาขนาดเครื่องสูบน้ำ 15
2.6. แผนการทดลอง 15
2.6.1 การวิเคราะห์ความแปรปรวน 17
2.6.2 สมมติฐาน 18
2.6.3 แผนการทดลองแบบสุ่มอย่างสมบูรณ์ 18
2.6.4 การวิเคราะห์ข้อมูลของแผนการทดลองแบบสุ่มอย่างสมบูรณ์ (CRD) 19
บทที่ 3 อุปกรณ์และวิธีการดำเนินงาน 21
3.1. วัสดุและอุปกรณ์ 21
3.1.1. อุปกรณ์สำหรับขั้นเตรียมแปลง 21
3.1.2. วัสดุสำหรับขั้นเตรียมปุ๋ยชีวภาพ 21
3.1.3. วัสดุสำหรับขั้นเตรียมเมล็ดพันธุ์ 21
3.1.4. อุปกรณ์สำหรับขั้นดำเนินการ 22
3.1.5. วัสดุสำหรับขั้นเตรียมน้ำหมักจุลินทรีย์หน่อกล้วย 22
3.1.6. วัสดุสำหรับขั้นเตรียมฮอร์โมนไข่สูตรพืช 22
3.2. วิธีการการทดลอง 22
3.2.1 . ขั้นการคำนวณการให้น้ำแก่พืช 22
3.2.2. ขั้นเตรียมแปลง 23
3.2.3. ขั้นเตรียมปุ๋ยชีวภาพ 24
3.2.4. ขั้นเตรียมเมล็ดพันธุ์ 25
3.2.5. ขั้นเตรียมน้ำหมักจุลินทรีย์หน่อกล้วย 27
3.2.6. ขั้นเตรียมฮอร์โมนไข่สูตรพืช 28
3.2.7. ขั้นดำเนินการ 29
บทที่ 4 ผลการดำเนินโครงงานและวิจารณ์ 34
4.1. ผลการวิเคราะห์ดินและปุ๋ยอินทรีย์ 34

สารบัญ(ต่อ)

4.2. ผลผลิต 40

4.2.1. แบบ 3 เมล็ดต่อหลุม 41

4.2.2. แบบ 4 เมล็ดต่อหลุม 41

4.2.3. แบบ 5 เมล็ดต่อหลุม 41

4.3. วิเคราะห์ผลและวิจารณ์ผลการทดลอง 50

บทที่ 5 สรุปผลการดำเนินงานและข้อเสนอแนะ 58

5.1. สรุปผลการดำเนินงาน 58

5.2. ข้อเสนอแนะ 58

เอกสารอ้างอิง 59

ภาคผนวก 61

สารบัญภาพ

รูปที่ 2.1 การแตกกอ 4
รูปที่ 2.2 การเจริญเติบโตของราก 4
รูปที่ 2.3 การกำจัดวัชพืช 5
รูปที่ 2.4 องค์ประกอบของระบบการให้น้ำแบบฉีดฝอย 8
รูปที่ 2.5 เมล็ดพันธุ์ข้าว กข. 43 9
รูปที่ 2.6 ต้นข้าวพันธุ์ กข. 43 9
รูปที่ 2.7 ตัวอย่างแผนการทดลอง 16
รูปที่ 2.8 ตัวอย่างแผนการทดลอง 17
รูปที่ 3.1 ขุดหลุม 23
รูปที่ 3.2 ระบบสปริงเกลอร์ 23
รูปที่ 3.3 หัวจ่ายน้ำชลประทาน 1 24
รูปที่ 3.4 มูลสัตว์แห้งย่อยละเอียด แกลบดำ แกลบขาว รำหยาบ รำละเอียด 24
รูปที่ 3.5 ผสมมูลสัตว์ รำละเอียด แกลบดำ แกลบขาว 25
รูปที่ 3.6 ผสมปุ๋ย ดิน ใบไม้ และน้ำ 25
รูปที่ 3.7 ผสมเกลือและน้ำเข้าด้วยกัน 26
รูปที่ 3.8 ไข่สามารถลอยเหนือน้ำขนาดเท่าเหรียญ 5 บาท 26
รูปที่ 3.9 ใส่เมล็ดข้าวในน้ำเกลือที่ผสม 26
รูปที่ 3.10 หน่อกล้วยสับ 27
รูปที่ 3.11 ผสมหน่อกล้วย กากน้ำตาล และน้ำสะอาดเข้าด้วยกัน 27
รูปที่ 3.12 ตีไข่ผสมกับแป้งข้าวหมาก 28
รูปที่ 3.13 ใส่เปลือกไข่ตำ นมเปรี้ยว และกากน้ำตาลลงไปผสม 28
รูปที่ 3.14 เทดินที่ผสมปุ๋ยลงหลุม 29
รูปที่ 3.15 ต้นกล้าที่เพาะในถาดเพาะ 29
รูปที่ 3.16 นำต้นกล้าในหลุม 30
รูปที่ 3.17 รูปแบบการวางเมล็ดต่อหลุม 30
รูปที่ 3.18 รดน้ำด้วยระบบสปริงเกลอร์ 30
รูปที่ 3.19 แปลงกรทดลอง 32
รูปที่ 3.20 แผนผังการดำเนินงาน 33

สารบัญภาพ(ต่อ)

รูปที่ 4.1 สัดส่วนของอนุภาคทราย ตะกอนทราย และดินเหนียว 35

รูปที่ 4.2 กราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณของน้ำโดยน้ำหนักในดินกับแรงดึงความชื้น 38

รูปที่ 4.3 แบบแปลนการทดลอง 40

รูปที่ 4.4 กราฟแสดงการเปรียบเทียบผลผลิต 57

สารบัญตาราง

ตารางที่ 2.1 การวิเคราะห์ความแปรปรวน 18

ตารางที่ 4.1 แสดงความถ่วงจำเพาะปรากฏของดินชนิดต่าง ๆ 36

ตารางที่ 4.2 แสดงคุณสมบัติทางกายภาพของดินที่เกี่ยวกับความชื้นที่พืชดูดเอาไปใช้ได้ 36

ตารางที่ 4.3 แสดงระดับความชื้นของดินที่ควรจะให้น้ำเพื่อได้ผลผลิตสูงสุด 38

ตารางที่ 4.4 แสดงความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณของน้ำโดยน้ำหนักในดินกับแรงดึงความชื้น 39

ตารางที่ 4.5 แสดงผลการวิเคราะห์ตัวอย่างดิน 40

ตารางที่ 4.6 สดงผลการวิเคราะห์ตัวอย่างวัสดุอินทรีย์ 40

ตารางที่ 4.7 แสดงผลผลิตเฉลี่ยของแถว A B C D 42

ตารางที่ 4.8 แสดงผลผลิตเฉลี่ยของแถว E F G H 42

ตารางที่ 4.9 แสดงผลผลิตเฉลี่ยของแถว I J K L 42

ตารางที่ 4.10 การวิเคราะห์ความแปรปรวนความสูงของข้าวของ CRD 43

ตารางที่ 4.11 การวิเคราะห์ความแปรปรวนจำนวนต้นต่อกอของ CRD 45

ตารางที่ 4.12 การวิเคราะห์ความแปรปรวนจำนวนรวงต่อกอของ CRD 47

ตารางที่ 4.13 การวิเคราะห์ความแปรปรวนจำนวนเมล็ดต่อรวงของ CRD 49

ตารางที่ 4.14 การวิเคราะห์ความแปรปรวนน้ำหนักเมล็ดต่อรวงของ CRD 51

ตารางที่ 4.15 การวิเคราะห์ความแปรปรวนน้ำหนักเมล็ดต่อหลุมของ CRD 53

ตารางที่ 4.16 การวิเคราะห์ความแปรปรวนผลผลิตของ CRD 55

ตารางที่ 4.17 แสดงผลของการให้น้ำด้วยระบบสปริงเกลอร์ของรูปแบบ 3 4 5 เมล็ดต่อหลุมที่วิเคราะห์ทางสถิติ 57

ตารางที่ 4.18 แสดงผลของการให้น้ำด้วยระบบน้ำหยดที่วิเคราะห์ทางสถิติ 58

บทที่ 1

บทนำ

ประเทศไทยเป็นประเทศเกษตรกรรม มีการผลิตข้าวในประเทศไทยเป็นส่วนสำคัญของเศรษฐกิจไทยมีที่ดินปลูกข้าวมากที่สุดเป็นอันดับที่ห้าของโลกและเป็นผู้ส่งออกข้าวอันดับต้น ๆ และยังเป็นอาหารหลักของคนไทยที่บริโภคกันโดยมากมาช้านาน

ประเทศไทยในช่วง 2 - 3 ปีที่ผ่านมาต้องเผชิญสภาพปัญหาการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ โดยเฉพาะภัยแล้งติดต่อกันยาวนาน และคาดการณ์กันว่าจะเกิดขึ้นอีกเรื่อย ๆ ส่งผลให้ปริมาณน้ำเพื่อการเกษตรขาดแคลนเป็นอย่างมาก (สภาบันสารสนเทศทรัพยากรน้ำและการเกษตร (องค์การมหาชน), 2558) ซึ่งจากข้อมูลของกระทรวงเกษตรและสหกรณ์ พบว่าน้ำเกินครึ่งที่ปล่อยจากเขื่อนในแต่ละปีถูกนำไปใช้เพื่อการปลูกข้าวนาปรัง ซึ่งการปลูกข้าวแบบดั้งเดิมใช้น้ำมากกว่าความต้องการของข้าวเพื่อป้องกันวัชพืชและรักษาระดับน้ำไว้ทำให้เกิดการสูญเสียน้ำจากการรั่วซึมของแปลงนาและจากการระบายน้ำทิ้ง รวมทั้งก่อให้เกิดแก๊สมีเทนสู่ชั้นบรรยากาศทำให้เกิดภาวะเรือนกระจกเป็นผลทำให้โลกร้อนขึ้น ดังนั้นจึงจำเป็นที่จะต้องมีการบริหารจัดการน้ำและหาวิธีการปลูกข้าวแบบใหม่ที่ต้องใช้น้ำให้น้อยและได้ประสิทธิภาพสูงสุด

ปัจจุบันในหลายประเทศเริ่มมีการใช้วิธีการปลูกข้าวแบบใหม่ซึ่งเป็นการปลูกข้าวที่ใช้น้ำน้อยและได้ผลผลิตมากหรือการปลูกข้าวด้วยระบบ SRI (SRI : System of Rice Intensification) ที่มีชื่อเรียกเป็นทางการว่า ระบบการปลูกข้าวแบบเข้มข้น หรือการปลูกข้าวแบบประณีต ซึ่งเป็นระบบการผลิตข้าวที่ใช้น้ำน้อยและพัฒนาเข้าหาศักยภาพที่แท้จริงของข้าว โดยการเอื้อปัจจัยแวดล้อมที่เกี่ยวข้องกับการเจริญเติบโตของข้าวให้สมบูรณ์ตาม หลักธรรมชาติมากที่สุดซึ่งถือว่าเป็นหัวใจของการปลูกข้าวในระบบ SRI (ทีมงานส่งเสริมการเกษตรสถาบันแมกเคนฯ, 2544)

1.1. วัตถุประสงค์ของโครงงาน

เพื่อประยุกต์วิธีการปลูกข้าวแบบประณีต (System of rice intensification) โดยใช้ระบบฉีดฝอยแรงดันต่ำให้เหมาะสมกับสภาพแวดล้อมและเพื่อเป็นแนวทางให้เกษตรกรที่ขาดแคลนน้ำมีทางเลือกในการปลูกข้าวเพื่อผลผลิตและการบริโภคอย่างต่อเนื่องที่ยั่งยืน

1.2. ขอบเขตของโครงงาน

- ทดลองในแปลงทดลองภาควิชาวิศวกรรมชลประทาน คณะวิศวกรรมศาสตร์กำแพงแสน มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ วิทยาเขตกำแพงแสน
- การปลูกข้าวแบบประณีต ด้วยระบบการให้น้ำแบบสปริงเกลอร์
- พันธุ์ข้าวที่ใช้ในการเพาะปลูกเป็นพันธุ์ข้าวกข.43 ปลูกในช่วงเดือน มกราคม ถึง มีนาคม

บทที่ 2

ทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง

2.1 ระบบการปลูกข้าวแบบประณีต

การปลูกข้าวระบบประณีต หรือระบบการเพิ่มผลผลิตข้าว (System of Rice Intensification, SRI) เป็นวิธีการที่ช่วยเพิ่มผลผลิตของข้าวที่ผลิตในการเกษตร เอส อาร ไอ (S.R.I.) ได้ถูกนำมาเผยแพร่โดย นอร์มัน อัพฮอฟ อดีตผู้อำนวยการสถาบันระหว่างประเทศคอร์เนลเพื่ออาหาร การเกษตรและการพัฒนา ที่มหาวิทยาลัยคอร์เนล นิวยอร์ก ซึ่งเขาได้ทำงานร่วมกับเกษตรกรและเพื่อนร่วมงานชาวมาลากาซี ในมาดากัสการ์ เพื่อทำการหาวิธีผลิตข้าวในประเทศที่จะสามารถช่วยให้ชาวมาลากาซีปลูกข้าวให้ได้ผลผลิตที่มากขึ้นพอจนทำให้เกษตรกรมีคุณภาพชีวิตที่ดีขึ้น ตอนนี้ระบบดังกล่าวได้รับการศึกษาและประเมินผลจากนักวิทยาศาสตรและเกษตรกรผู้ปลูกข้าวจากหลาย ๆ ประเทศ (ทีมงานส่งเสริมการเกษตรสถาบันแมกเคนฯ, 2544)

เอส อาร ไอ (S.R.I.) มีหลักการที่ว่าต้นข้าวจะต้องได้รับความดูแลเอาใจใส่เสมือนสิ่งมีชีวิตที่มีศักยภาพ ซึ่งการที่จะทำให้ต้นข้าวมีศักยภาพสูงได้นั้น ขึ้นอยู่กับการอำนวยสภาวะที่ดีที่สุดที่เอื้อต่อการเติบโตของข้าว ซึ่งจะใช้ต้นกล้าที่มีอายุ 8 - 12 วัน เป็นการปลูกต้นกล้าเดี่ยว ๆ เว้นระยะห่างและกำจัดวัชพืชตามแบบทั่วไป หากเราช่วยให้ข้าวเจริญเติบโตด้วยวิธีการใหม่ที่ดีกว่าซึ่งทำให้ข้าวมีศักยภาพในการผลิต ข้าวก็จะสามารถสร้างผลิตผลให้แก่เราได้มากขึ้น ดังนั้นเราจำเป็นที่จะต้องปฏิบัติต่อข้าวด้วยความเอาใจใส่และประณีต (ทีมงานส่งเสริมการเกษตรสถาบันแมกเคนฯ, 2544)

2.1.1 การพัฒนาศักยภาพของต้นข้าวขึ้นอยู่กับหลายปัจจัย

1) การพัฒนาของระบบรากและกระตุ้นการแตกกอ

ต้นกล้าที่มีอายุ 8 - 12 วัน หรือมีใบเล็ก ๆ สองใบแทงออกจากเมล็ดข้าวจะสามารถเกิดการแตกกอได้มากกว่า ต้นกล้าที่แก่กว่าหรืออายุ 3 - 6 สัปดาห์ที่สามารถจะแตกกอได้น้อยกว่า (ทีมงานส่งเสริมการเกษตรสถาบันแมกเคนฯ, 2544) การปลูกต้นกล้าทีละต้น จะทำให้ต้นข้าวมีอิสระในการเจริญเติบโต รากของต้นข้าวมีพื้นที่ในการเติบโตมากขึ้น และยังช่วยป้องกันไม่ให้เกิดการแย่งอาหารระหว่างต้นข้าวด้วยกัน เช่น น้ำ ปุ๋ย และแสงแดด ดังรูปที่ 2.1

รูปที่ 2.1 การแตกกอ

ที่มา: สถาบันวิจัยและพัฒนาพื้นที่สูง องค์การมหาชน, ม.ป.ป.

2) ธาตุอาหารสำหรับต้นข้าว

ในระบบ เอส อาร์ ไอ จะใช้ปุ๋ยอินทรีย์ (ทีมงานส่งเสริมการเกษตรสถาบันแมกเคนฯ, 2544) เนื่องจากข้าวมีการใช้สารอาหารที่สูงเพื่อที่จะให้ได้ผลผลิตที่สูงจึงจำเป็นต้องมีการทดแทนสารอาหารในดินที่ถูกใช้ไป ดินที่อุดมไปด้วยอินทรีย์วัตถุจะมีโครงสร้างที่ดีทำให้รากข้าวเจริญเติบโตได้ดี ซึ่งอินทรีย์วัตถุจะปล่อยสารอาหารได้ช้ากว่าปุ๋ยทั่วไปจึงทำให้ต้นข้าวได้รับประโยชน์จากแหล่งอาหารนี้มาก และรากต้นข้าวที่สมบูรณ์แข็งแรงจะสามารถดึงสารอาหารจากอินทรียวัตถุได้ดี ดังรูปที่ 2.2

รูปที่ 2.2 การเจริญเติบโตของราก

ที่มา: บริษัท โปรเจส จำกัด, ม.ป.ป.

3) การควบคุมน้ำ

การให้น้ำจะใช้วิธีการทำให้พื้นนาแห้งสลับกับเปียก แต่ผิวดินต้องมีความชื้นประมาณ 1 - 2 เซนติเมตรอย่างสม่ำเสมอ (ทีมงานส่งเสริมการเกษตรสถาบันแมกเคนฯ, 2544) เนื่องจากเมื่อข้าวไม่ได้อยู่ใต้น้ำจะสามารถเจริญเติบโตได้ดีกว่าการปล่อยน้ำท่วมขัง เพราะรากของข้าวสามารถดึงออกซิเจนจากอากาศได้ง่ายมากขึ้น

4) การกำจัดวัชพืช

ต้องทำการกำจัดวัชพืชครั้งแรกหลังปลูกไปแล้ว 10 – 12 วัน และอีก 14 วัน ต้องกำจัดวัชพืชอีกครั้ง (ทีมงานส่งเสริมการเกษตรสถาบันแมกเคนฯ, 2544) สิ่งสำคัญคือต้องทำการกำจัดวัชพืชอย่างน้อย 3 ครั้งก่อนที่ข้าวจะคุมพื้นที่ เนื่องจากวิธีการให้น้ำด้วยระบบสปริงเกอร์นั้นจะทำให้พื้นที่ปลูกเปียกทั่วบริเวณ ซึ่งจะทำให้เหล่าวัชพืชก็ได้น้ำเช่นเดียวกันและเจริญเติบโตขึ้นมาแย่งสารอาหารจากต้นข้าวของเราได้ ดังนั้นจึงต้องมีการกำจัดวัชพืชเพื่อไม่ให้เกิดการแย่งอาหารกับต้นข้าว และการพรวนดินจะช่วยเพิ่มอากาศในดินให้รากต้นข้าวดึงอากาศได้ง่ายขึ้น ดังรูปที่ 2.3

รูปที่ 2.3 การกำจัดวัชพืช

ที่มา: สุภชัย, 2554

ปัจจัยต่าง ๆ เหล่านี้เป็นปัจจัยที่สำคัญในการที่จะทำให้ข้าวนั้นสามารถเพิ่มประสิทธิภาพในการเจริญเติบโตและสร้างผลผลิตออกมาได้มากยิ่งขึ้น

2.2 วิธีการให้น้ำแบบฉีดฝอย

วิธีการให้น้ำแบบฉีดฝอย (Sprinkler Irrigation) เป็นวิธีการให้น้ำแก่พืช โดยน้ำจากแหล่งน้ำจะถูกสูบผ่านท่อไปยังพื้นที่เพาะปลูกด้วยแรงดันสูง และฉีดพ่นเป็นฝอยออกทางหัวฉีดแล้วทำให้น้ำแผ่กระจายตกลงมาบนพื้นที่เพาะปลูก โดยมีรูปทรงการกระจายน้ำสม่ำเสมอเป็นรูปสามเหลี่ยม เมื่อวางหัวจ่ายทับซ้อนแล้วจะได้อัตราของน้ำที่ตกลงบนพื้นที่สม่ำเสมอ อัตราของน้ำที่ไหลลงพื้นจะต้องน้อยกว่าอัตราการซึมของน้ำที่เข้าไปในดิน (บุญมา, 2546)

2.2.1 ข้อดีของการชลประทานแบบฉีดฝอย

1) การวัดปริมาณน้ำทำได้ง่ายและสะดวกกว่า จึงควบคุมการให้น้ำได้ถูกต้องยิ่งขึ้น มีประสิทธิภาพในการให้น้ำสูง

2) สามารถที่จะออกแบบระบบให้น้ำให้มีความกระทบกระเทือนต่อการปฏิบัติงานในพื้นที่เพาะปลูกได้น้อยกว่าการให้น้ำแบบผิวดิน

3) ในกรณีที่ต้องสูบน้ำขึ้นมาจากคลองส่งน้ำหรือบ่อน้ำบาดาลอยู่แล้ว การใช้การให้น้ำแบบฉีดฝอยจะไม่ต้องลงทุนเพื่อเพิ่มความดันของน้ำที่หัวฉีด และถ้าหากมีการใช้น้ำจากแหล่งน้ำแห่งเดียวกันเพื่อวัตถุประสงค์อย่างอื่นด้วย เช่น ใช้เลี้ยงสัตว์หรือใช้ในบ้าน ก็อาจจะใช้ท่อส่งน้ำร่วมกันได้ นอกจากนี้ ถ้าหากสามารถส่งน้ำซึ่งมีแรงดันสูงพอไปยังพื้นที่เพาะปลูกโดยอาศัยแรงดึงดูดของโลกได้ด้วยแล้ว การให้น้ำวิธีนี้ก็จะยิ่งน่าใช้มากขึ้น เพราะจะสามารถลดค่าเชื้อเพลิงลงได้มาก

4) การให้น้ำแบบฉีดฝอยสามารถให้น้ำครั้งละน้อย ๆ และบ่อยครั้งได้อย่างมีประสิทธิภาพ ทำให้เหมาะสมกับพืชที่มีรากตื้น เช่น พืชที่เริ่มงอก หรือพวกผักต่าง ๆ ซึ่งมีรากตื้น และต้องการให้ดินมีความชุ่มชื้นสูงอยู่เสมอ

5) ระบบใหน้ำแบบนี้อาจจะใช้ให้ปุ๋ยและสารเคมีแก่พืชในขณะเดียวกันที่กำลังให้น้ำได้อีกด้วย เหมาะที่จะใช้กับการเตรียมเพาะกล้า และใช้กับต้นกล้าที่ย้ายมาปลูกใหม่ได้เป็นอย่างดี

6) ประหยัดแรงงานหรือใช้แรงงานน้อยกว่าผิวดิน

2.2.2 ข้อจำกัดของการชลประทานแบบฉีดฝอย

1) ใช้อุปกรณ์ต่าง ๆ มาก ค่าลงทุนครั้งแรกสูงมาก และต้องระวังเรื่องการลักขโมยอุปกรณ์

2) ค่าใช้จ่ายในการดำเนินการมักจะสูงกว่าการให้น้ำทางผิวดิน น้ำที่ใช้ในระบบชลประทานแบบฉีดฝอยต้องมีความดันมากพอควร ซึ่งในการนี้ต้องใช้เครื่องสูบน้ำ ดังนั้นจะต้องเสียค่าเชื้อเพลิงหรือค่าไฟฟ้าในการให้น้ำทุกครั้ง และมีอุปกรณ์ซึ่งต้องบำรุงรักษาอยู่เป็นประจำอีกด้วย

3) การให้น้ำแก่พืชโดยให้เม็ดน้ำตกลงบนผิวดินอย่างทั่วถึงนั้น อาจทำให้เมล็ดของวัชพืชต่าง ๆ งอกงาม และจะต้องมีการกำจัดวัชพืชมากขึ้น

4) เนื่องจากว่าน้ำจะเปียกผิวดินตลอดจนกิ่ง ใบ และลำต้นของพืชจนทั่ว ดังนั้นการให้น้ำแบบนี้จะมีการสูญเสียน้ำไปโดยการระเหยมากกว่าแบบอื่น ๆ

5) การแผ่กระจายของเม็ดน้ำที่ตกลงบนผิวดิน จะไม่สม่ำเสมอหากมีลมพัดแรง ทำให้ประสิทธิภาพในการให้น้ำลดลง อาจจะต้องมีการออกแบบเป็นพิเศษ ถ้าจะเลือกใช้วิธีการให้น้ำแบบนี้ในเขตที่มีลมพัดแรงเป็นประจำ เช่น ปลูกต้นไม้ป้องกันลม (Wind Brake) และไม่ควรใช้เมื่อมีลมพัดแรงเกินกว่า 20 กิโลเมตรต่อชั่วโมง (บุญมา, 2546)

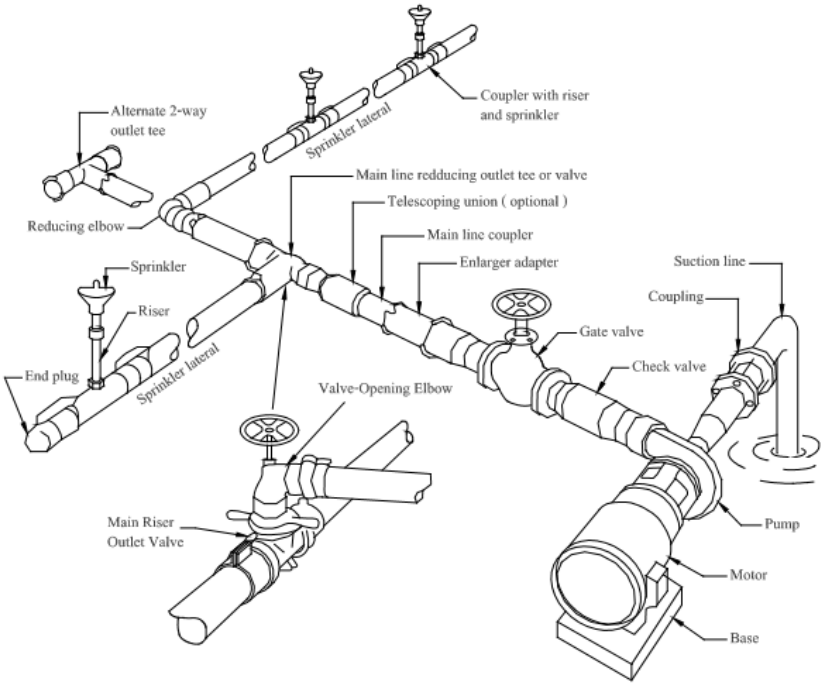
6) ความยุ่งยากเนื่องจากอุปกรณ์ต่าง ๆ ชำรุด เช่น หัวสปริงเกลอร์ไม่หมุน อุดตัน ข้อต่อท่ออาจรั่วเป็นต้น หรือเครื่องสูบน้ำต้องการความเอาใจใส่เป็นพิเศษ

2.2.3 องค์ประกอบหลักของระบบชลประทานแบบฉีดฝอย

ระบบให้น้ำแบบฉีดฝอยประกอบขึ้นด้วยอุปกรณ์ที่สำคัญสี่อย่างด้วยกัน คือ เครื่องสูบท่อประธาน (Mainline Pipe) ท่อแขนง (Lateral Pipe) และหัวจ่ายน้ำ (Sprinkler) ดังแสดงไว้ในรูปที่ 2.4

- เครื่องสูบน้ำ (Pumping Unit) ทำหน้าที่สูบน้ำจากแหล่งและเพิ่มความดันให้กับหัวจ่ายน้ำ (Sprinkler) เครื่องสูบน้ำอาจจะขับเคลื่อนยนต์หรือมอเตอร์ก็ได้
- ท่อประธาน (Mainline Pipe Unit) ทำหน้าที่ส่งน้ำจากเครื่องสูบน้ำไปสู่ท่อแขนง (Laterals) ท่อประธานนี้อาจจะเป็นท่ออ่อน (Flexible) ท่อโลหะที่ถอดออกได้เป็นท่อน ๆ หรือเป็นท่อนที่ติดต่ออยู่กับที่ก็ได้
- ท่อแขนง (Lateral Pipe Unit) ทำหน้าที่ส่งน้ำต่อจากท่อประธานให้กับหัวจ่ายน้ำ (Sprinkler) ท่อแขนงนี้มีสามแบบเช่นเดียวกันกับท่อประธาน แต่มีขนาดเล็กกว่า และมีอุปกรณ์สำหรับติดตั้งท่อ (Riser) เพื่อให้หัวฉีดจ่ายน้ำอยู่สูงกว่าระดับยอดของพืช
- หัวจ่ายน้ำ (Sprinkler Unit) ทำหน้าที่จ่ายน้ำซึ่งมีสองแบบด้วยกัน คือ แบบจ่ายน้ำโดยการหมุนหัวฉีดเป็นวงกลมในแนวราบ และแบบเป็นท่อ ซึ่งเจาะรูเล็ก ๆ ให้น้ำฉีดออกมาตลอดความยาวของ

ท่อนนั้น แต่แบบหลังนี้ไม่ค่อยได้รับความนิยมนัก เมื่อพูดถึงหัวจ่ายน้ำโดยทั่ว ๆ ไปจึงหมายถึงหัวจ่ายน้ำแบบหมุนฉีดเป็นวงกลมในแนวราบ ดังรูปที่ 2.4

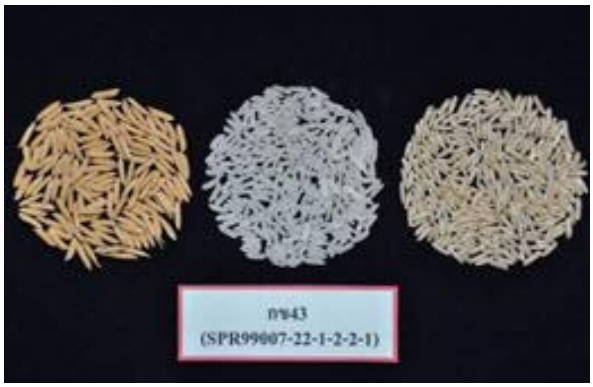


รูปที่ 2.4 องค์ประกอบของระบบการให้น้ำแบบฉีดฝอย

ที่มา : บุญมา, 2546

2.3 พันธุ์ข้าว กข. 43

ประวัติพันธุ์ ได้จากการผสมเดี่ยวระหว่างพันธุ์ข้าวเจ้าหอมสุพรรณบุรี และพันธุ์สุพรรณบุรี 1 ที่ศูนย์วิจัยข้าวสุพรรณบุรี ในฤดูนาปรัง และปลูกคัดเลือกจนได้สายพันธุ์ SPR99007-22-1-2-2-1 ปลูกทดสอบผลผลิตในสถานีระหว่างสถานีในนาราษฎร์ ทดสอบความต้านทานต่อโรคและแมลงศัตรูข้าว ดังรูปที่ 2.5 (กรมการข้าว, 2562)



รูปที่ 2.5 เมล็ดพันธุ์ข้าว กข. 43

ที่มา : กรมการข้าว, 2562

ลักษณะประจำพันธุ์ เป็นข้าวเจ้าไม่ไวต่อช่วงแสง สูงประมาณ 103 เซนติเมตร มีอายุเก็บเกี่ยว 90 วัน ถึง 95 วัน ทรงกอตั้ง ต้นค่อนข้างแข็ง ใบสีเขียวจาง ใบธงเอนปานกลาง เมล็ดข้าวเปลือกสีฟาง ข้าวกล้องสีขาว รูปร่างเรียว เมล็ดข้าวเปลือก ยาว x กว้าง x หนา เท่ากับ 10.9 x 2.6 x 2.1 มิลลิเมตร เมล็ดข้าวกล้อง 7.5 x 2.1 x 1.8 มิลลิเมตร ปริมาณอมิโลสต่ำอยู่ที่ (18.82%) ระยะพักตัวของเมล็ดพันธุ์ประมาณ 5 สัปดาห์ ค่อนข้างต้านทานต่อโรคไหม้และเพลี้ยกระโดดสีน้ำตาล ผลผลิตประมาณ 561 กิโลกรัมต่อไร่ ดังรูปที่ 2.6 (กรมการข้าว, 2562)

รูปที่ 2.6 ต้นข้าวพันธุ์ กข. 43

ที่มา : กรมการข้า, 2562

<u>ข้อควรระวัง</u> เนื่องจากเป็นข้าวอายุการเก็บเกี่ยวสั้น ไม่ควรปลูกร่วมกับข้าวที่มีอายุต่างกันมากอาจจะเสียหายจากการทำลายของนกและหนูได้ ข้าวพันธุ์นี้มีลำต้นเล็กการใส่ปุ๋ยอัตราสูงอาจทำให้ข้าวล้มได้

2.4 ปุ๋ยที่ใช้ในการปลูกข้าว

การปลูกข้าวในระบบ เอส อาร์ ไอ จะใช้ปุ๋ยอินทรีย์ในการให้สารอาหารแก่ต้นข้าว ซึ่งอินทรีย์วัตถุในดินเป็นปัจจัยอย่างหนึ่งที่สำคัญต่อการเจริญเติบโตและการนำไปใช้ประโยชน์สำหรับต้นข้าว ในที่นี่จะเลือกนำปุ๋ยโบกาฉิมาใช้ในการทำการทดลองการปลูกข้าวในระบบ เอส อาร์ ไอ

2.4.1 ความสำคัญของธาตุอาหารหลักในพืช

1) ไนโตรเจน (N)

ไนโตรเจนเป็นส่วนประกอบที่สำคัญของโปรตีนทุกชนิด การขาดไนโตรเจนส่วนใหญ่แล้วจะแสดงออกมาโดยการชะงักการเจริญเติบโตของพืช การเติบโตช้า หรือว่าแสดงอาการใบเหลือง (Chlorosis) ทั่วไปแล้วไนโตรเจนจะถูกดูดซึมเข้าทางดินในรูปของไนเตรต (บริษัท ทวีผลเกษตรธรรมชาติ จำกัด, ม.ป.ป.)

2) ฟอสฟอรัส (P)

ฟอสฟอรัสเป็นส่วนสำคัญในระบบพลังงานของพืช เป็นส่วนประกอบที่สำคัญของ ATP การขาดฟอสฟอรัสในพืชจะแสดงให้เห็นจากการที่ใบพืชมีสีเขียวเข้มจัด ถ้าขาดรุนแรงใบจะผิดรูปร่างและแสดงอาการตายเฉพาะส่วน

3) โพแทสเซียม (K)

โพแทสเซียมมีบทบาทในการควบคุมการเปิดปิดของรูสโตมา (Stoma) ดังนั้นโพแทสเซียมจึงช่วยลดการคายน้ำจากใบและเพิ่มความต้านทานสภาพแล้ง สภาพร้อน สภาพหนาวให้กับพืช โพแทสเซียมสามารถละลายน้ำได้ดีจึงทำให้อาจชะล้างออกไปจากดินได้โดยเฉพาะพื้นที่ลักษณะเป็นหินหรือทราย การขาดโพแทสเซียมอาจทำให้เกิดการตายเฉพาะส่วน หรือเกิดการเหลืองระหว่างเส้นใบ (Interveinal chlorosis) (บริษัท ทวีผลเกษตรธรรมชาติ จำกัด, ม.ป.ป.)

2.4.2 ปุ๋ยโบกาฉิ (ปุ๋ยอินทรีย์ชีวภาพ)

ผลิตจาก มูลวัว รำหยาบ รำละเอียด แกลบดำ และแกลบขาว ล้วนแต่เป็นอินทรียวัตถุที่นำมาหมักกับหัวเชื้อจุลินทรีย์ และกากน้ำตาล ไม่ผสมเคมี ทำให้ได้ปุ๋ยโบกาฉิชีวภาพคุณภาพดีมีธาตุอาหารครบถ้วนทั้งไนโตรเจน ฟอสฟอรัส โพแทสเซียมและธาตุอาหารรองอื่น ๆ ผ่านมาตรฐานกรมวิชาการเกษตร (บริษัท ออร์แกนิคโต๊ตโตะ จำกัด, ม.ป.ป.)

2.4.3 คุณสมบัติของปุ๋ยโบกาฉิ

คือปุ๋ยอินทรีย์อย่างดีไม่มีกลิ่นเหม็นเหมือนปุ๋ยคอกหรือปุ๋ยหมักอื่น ๆ ไม่มีเชื้อโรคตกค้างจากมูลสัตว์ รวมทั้งไม่มีไข่แมลงศัตรูพืชที่มักติดมากับปุ๋ยคอกทั่วไปเพราะจุลินทรีย์ย่อยสลายอินทรียวัตถุอย่างสมบูรณ์แล้วจึงเป็นอาหารที่ข้าวสามารถนำไปใช้ได้ทันที (บริษัท ออร์แกนิคโต๊ตโตะ จำกัด, ม.ป.ป.)

2.4.4 ประโยชน์ของปุ๋ยโบกาฉิ

2.4.4.1 ประโยชน์กับดิน สร้างอาหารให้พืช (บริษัท ออร์แกนิคโต๊ตโตะ จำกัด, ม.ป.ป.)

- ในปุ๋ยโบกาฉิมีจุลินทรีย์กลุ่มดีอยู่จำนวนมาก การใช้โบกาฉิเท่ากับการเติมจุลินทรีย์ที่ดีให้กับดิน จุลินทรีย์จะช่วยตรึงไนโตรเจนในอากาศให้แก่รากพืช ปลดปล่อยฟอสฟอรัสและโพแทสเซียมที่อยู่ในดินให้เป็นอาหารพร้อมใช้สำหรับพืช
- ช่วยย่อยสลายซากพืช เศษใบไม้ ซากแมลงหรือสัตว์ต่าง ๆ ในดินให้เป็นอาหารพืช
- ช่วยให้ดินเก็บความชื้น ซับน้ำอุ้มน้ำได้ดีขึ้น ช่วยแก้ดินเสีย ปรับปรุงโครงสร้างดินให้มีโพรงอากาศ เนื้อดินร่วนฟู ทำให้ดินมีชีวิต สร้างสิ่งมีชีวิตเล็ก ๆ เช่น ไส้เดือน ที่ช่วยพรวนดินให้ร่วนซุย เมื่อระบบนิเวศน์สมบูรณ์ก็จะมีแมลงตัวห้ำตัวเบียนกลับมาช่วยทำลายแมลงศัตรูพืช
- ฟื้นฟูดินเสีย แก้ปัญหาโครงสร้างของดินที่ถูกทำลายจากการเผา หรือใช้สารเคมีมานานแก้ดินเป็นกรด ดินที่มีคุณภาพต่ำให้กลายเป็นดินดีขึ้น ฟื้นฟูพืชที่โทรมให้กลับมาสมบูรณ์

2.4.4.2 ประโยชน์กับพืชและผลผลิต (บริษัท ออร์แกนิคโต๊ตโตะ จำกัด, ม.ป.ป.)

• แก้ปัญหาพืชไม่กินปุ๋ย โดยจุลินทรีย์จะช่วยสร้างรากฝอย ทำให้พืชหาอาหารเก่งขึ้น แข็งแรงและเจริญเติบโตได้ดี ให้ผลผลิตเพิ่มขึ้น

• ปุ๋ยโบกาฉิสามารถใช้เดี่ยว ๆ หรือจะใช้ร่วมกับปุ๋ยคอก/มูลสัตว์ อินทรียวัตถุอื่น ๆ ใช้ทำเกษตรอินทรีย์ทั้งระบบโดยที่ไม่ต้องพึ่งพาปุ๋ยเคมี สามารถทำผลผลิตอินทรีย์ได้อย่างยั่งยืน

• โบกาฉิมีธาตุไนโตรเจน ฟอสฟอรัส โพแทสเซียมและมีสารอาหารต่าง ๆ ที่ปุ๋ยเคมีไม่มี เช่น โปรตีน คาร์โบไฮเดรต วิตามิน แร่ธาตุ กรดอะมิโน ฮอร์โมน เอนไซม์ ซึ่งเป็นสารอาหารที่พืชต้องการ

• โบกาฉิช่วยปรับปรุงคุณภาพของผลผลิต ให้อร่อยขึ้น เก็บรักษาไว้ได้นานขึ้นเพราะเซลล์พืชแข็งแรง มีภูมิต้านทานจึงไม่เน่าเสียง่าย

2.4.4.3 ประโยชน์กับสิ่งแวดล้อม (บริษัท ออร์แกนิคโต๊ตโตะ จำกัด, ม.ป.ป.)

• โบกาฉิไม่ก่อให้เกิดสารพิษตกค้างในดิน ไม่มีการชะล้างเอาสารพิษไหลลงสู่แหล่งน้ำ เป็นมิตรกับสิ่งแวดล้อม

• นอกจากนี้ยังสามารถปรับสภาพน้ำ ฆ่าเชื้อโรคในดินก้นบ่อที่เลี้ยงสัตว์น้ำได้ อีกทั้งยังสร้างแพลงตอนซึ่งเป็นอาหารตามธรรมชาติของสัตว์น้ำได้อีกด้วย

2.5 การให้น้ำแก่ต้นข้าว

2.5.1 ความต้องการน้ำของพืช

2.5.1.1 การใช้น้ำของพืช (crop evapotranspiration) เขียนโดยย่อเป็น ETc เป็นการนำปัจจัยที่เกี่ยวข้องกับพืชมาพิจารณาทั้งชนิดของพืช และช่วงการเจริญเติบโต แต่ยังถือว่ามีปริมาณน้ำไม่จำกัด

การใช้น้ำของพืชสามารถคำนวณได้โดยทำการปรับค่าการใช้น้ำของ พืชอ้างอิง (ETo) ด้วยสัมประสิทธิ์การใช้น้ำของพืช (crop coefficient, Kc) ที่ช่วงระยะการเจริญเติบโตต่าง ๆ ดังสมการที่ 2.1 (เอกสิทธิ์, 2552)

$$ET_c = K_c ET_o \qquad (2.1)$$

เมื่อ ET_c = ปริมาณการใช้น้ำของพืช (mm/day)

Kc = ค่าสัมประสิทธิ์การใช้น้ำของพืช (Crop Coefficient)

ETo = ปริมาณการใช้น้ำของพืชอ้างอิง (mm/day)

2.5.1.2 สัมประสิทธิ์การใช้น้ำของพืช เป็นค่าที่ขึ้นอยู่กับชนิดและอายุของพืช หาได้จากการทดลองหาปริมาณการใช้น้ำจากถังวัดการใช้น้ำที่มีการปลูกหญ้า (พืชอ้างอิง) เปรียบเทียบกับปริมาณการใช้น้ำจากถังวัดการใช้น้ำของพืชที่ต้องการทราบค่าสัมประสิทธิ์ Kc ซึ่งตั้งในบริเวณเดียวกัน โดยค่าสัมประสิทธิ์การใช้น้ำของพืชในช่วงการเจริญเติบโตช่วงหนึ่ง จากสมการที่ 2.2 (เอกสิทธิ์, 2552)

$$K_c = \frac{ET_c}{ET_o} \qquad (2.2)$$

เมื่อ Kc = ค่าสัมประสิทธิ์การใช้น้ำของพืช (Crop Coefficient)

ET_c = ปริมาณการใช้น้ำของพืช (mm/day)

ETo = ปริมาณการใช้น้ำของพืชอ้างอิง (mm/day)

2.5.1.3 การใช้น้ำของพืชอ้างอิง (reference crop evapotranspiration) เขียนโดยย่อเป็น ETo หมายถึง ปริมาณการคายน้ำรวมกับการระเหยน้ำจากพืชอ้างอิง ซึ่งพืชอ้างอิงเป็นหญ้าที่มีความสูง 8 ถึง 15 ซม. ซึ่งต้องเป็นช่วงที่กำลังเจริญเติบโตและปกคลุมเต็มผิวดิน และอยู่ในสภาพไม่ขาดน้ำ ซึ่งได้ระบุคุณสมบัติเฉพาะของพืชที่เป็นพารามิเตอร์ในสมการของ Penman-Monteith สมการที่ 2.3 (เอกสิทธิ์, 2552)

$$ET_o = \frac{0.408\Delta(R_n - G) + \gamma\frac{900}{T+273}U_2(e_s - e_a)}{\Delta + \gamma(1 + 0.34U_2)} \qquad (2.3)$$

เมื่อ ET_o = ปริมาณการใช้น้ำของพืชอ้างอิง (mm/day)

R_n = ปริมาณรังสีของดวงอาทิตย์ทั้งหมดที่พืชได้รับ (MJ/m^2/d)

G = ฟลักซ์ค่าความร้อนของพื้นดิน (MJ/m^2/d)

T = อุณหภูมิของอากาศเฉลี่ย ($^\circ C$)

Δ = ค่าความลาดเทของเส้นโค้งแรงดันไอ (kPa/$^{\circ}$C)

γ = ค่าคงที่ของ Psychometrics (kPa/$^{\circ}$C)

U_2 = ค่าความเร็วลมที่ระดับความสูงจากพื้นดิน 2 ม. (m/s)

$(e_s - e_a)$ = ค่าความต่างของแรงดันไอ (kPa)

2.5.2 การคำนวณระบบท่อส่งน้ำ

2.5.2.1 เวลาในการให้น้ำ เวลาในการให้น้ำหาได้จากปริมาณน้ำที่ต้องให้แก่พืชหารด้วยอัตราการให้น้ำ ดังสมการที่ 2.4 (บุญมา, 2546)

$$\text{เวลาในการให้น้ำ(hr.)} = \frac{\text{ปริมาณน้ำที่ต้องให้แก่พืช (l.)}}{\text{อัตราการให้น้ำ (lph.)}} \quad (2.4)$$

2.5.2.2 การหาขนาดท่อส่งน้ำและขนาดเครื่องสูบน้ำ

จากสมการที่ 2.5 การสูญเสียความดันเนื่องจากความฝืดของผิวท่อของ Harzen-Williams (บุญมา, 2546)

จาก $H_f = 1.12(10^{10})(\frac{Q}{C})^{1.852}D^{-4.87}L$ (2.5)

เมื่อ H_f = ค่าการสูญเสียความดันเนื่องจากความฝืดของเส้นท่อ (m.)

Q = ปริมาณการไหลของน้ำในเส้นท่อ (lps.)

C = ค่าสัมประสิทธิ์ของความฝืดของผิวท่อชนิดต่าง ๆ

D = ขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางในเส้นท่อ (mm.)

L = ความยาวของท่อ (m.)

จากสมการที่ 2.6 การหาอัตราการไหล

จาก $Q = AV$ (2.6)

เมื่อ Q = ปริมาณการไหลของน้ำในเส้นท่อ (lps.)

A = พื้นที่หน้าตัดของการไหล (m^2)

V = ความเร็วของการไหล (m/s.)

2.5.2.3 การหาขนาดเครื่องสูบน้ำ

จากสมการที่ 2.7 การหากำลังของเครื่องสูบน้ำ (บุญมา, 2546)

จาก $BHP = \frac{Q*TDH}{273*\text{ประสิทธิภาพของเครื่องสูบน้ำ}}$ (2.7)

เมื่อ BHP = กำลังของเครื่องสูบน้ำ (HP)

Q = อัตราการไหลของระบบ (m^3/hr.)

TDH = พลังงานที่สูญเสียทั้งหมดของระบบ (m.)

2.6 แผนการทดลอง

แผนการทดลอง (experimental design) เป็นการวางแผนจัดลำดับหรือวางสิ่งทดลอง (treatment) ต่าง ๆ ลงในพื้นที่หน่วยทดลอง (experimental unit) โดยแต่ละสิ่งทดลองมีการทำซ้ำ (replication) การจัดวางแผนการทดลองเพื่อลดความคลาดเคลื่อนของการทดลอง (experimental error) ที่มีผลทำให้เกิดความแตกต่างระหว่างสิ่งทดลองเดียวกันที่เป็นผลมาจากความผันแปรจากสาเหตุที่ไม่ทราบแน่ชัด (unexplained varieations) จากความผันแปรที่เกิดภายในสิ่งทดลอง (inherent variability) หรือความผันแปรภายนอกสิ่งทดลอง (extraneous variability) โดยแต่ละแผลการทดลองนั้นจะมีปัจจัย (factor) ที่ต้องการศึกษาว่ามีผลกระทบต่อสิ่งทดลองหรือไม่ แต่ละปัจจัยสามารถแบ่งเป็นระดับย่อยประเภทต่าง ๆ เมื่อดำเนินการทดลองจะดำเนินการเก็บข้อมูลในแต่ละหน่วยทดลองอาจจะใช้ข้อมูลทั้งหมดของหน่วยทดลอง หรือการสุ่มตัวอย่าง

(sampling) เพื่อเป็นตัวแทนของหน่วยทดลอง (sampling unit) ได้ข้อมูลที่ได้จากแต่ละหน่วยทดลองนำมาใช้ในการเปรียบเทียบความแตกต่างระหว่างสิ่งทดลอง ซึ่งมีการเปรียบเทียบ 2 ขั้นตอนคือ

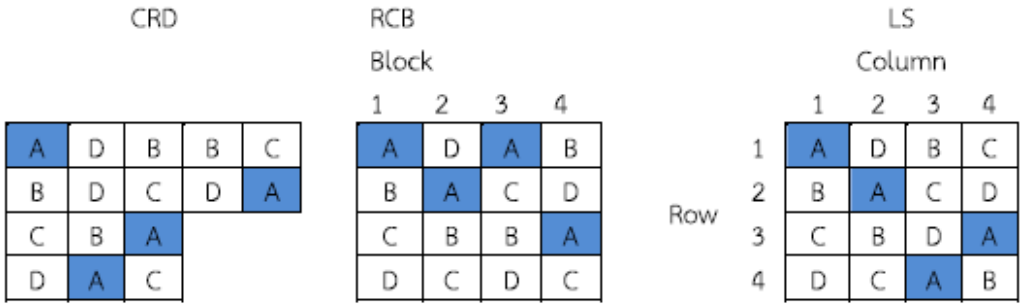
1. การเปรียบเทียบว่าสิ่งทอลองทั้งหมดมีค่าไม่แตกต่างกัน (ANOVA)
2. การเปรียบเทียบสิ่งทดลองทีละคู่ (t-test)

ภายหลังจากการวิเคราะห์ข้อมูลจะสามารถคำนวณได้ว่าแต่ละสิ่งทดลองแตกต่างกันหรือไม่อย่างไร โดยเกณฑ์มาตรฐานทางสถิติ (statistical level) ตามระดับของค่าความคาดเคลื่อนแบบที่ 1 (type I error) และคำนวณค่าสัมประสิทธิ์ของความแปรปรวนของการทดลองที่ไม่ทราบวาเหตุที่แน่นอน (coefficient of variation, C.V.) และจะต้องมีการสรุปผลการทดลองในรูปแบบที่เหมาะสม

แผนการทดลองพื้นฐานมี 3 แผนการทดลอง ได้แก่

1. แผนการทดลองแบบสุ่มอย่างสมบูรณ์ (completely randomized design, CRD)
2. แผนการทดลองแบบสุ่มในบล็อคสมบูรณ์ (randomized complete block design, RCB)
3. แผนการทดลองแบบละตินสแควร์ (latin square design, LS)

แผนการทดลอง



รูปที่ 2.7 ตัวอย่างแผนการทดลอง

พรเพ็ญ และธานี, ม.ป.ป.

CRD

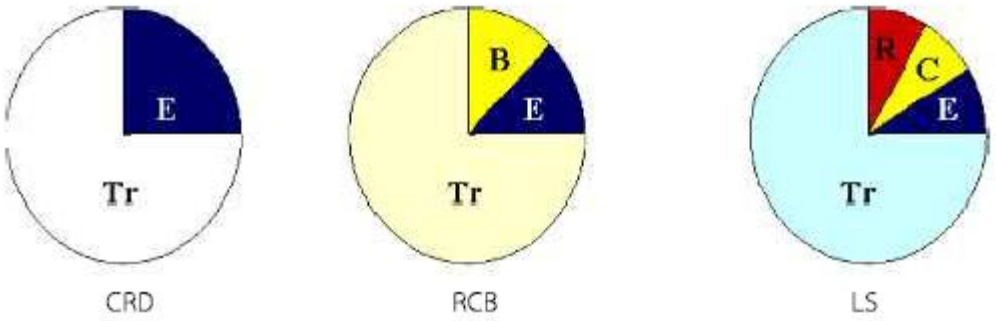
SOV	df
Treatment	t-1
Error	t(r-1)
Total	tr-1

RCB

SOV	df
Treatment	t-1
Block	r-1
Error	(t-1)(r-1)
Total	tr-1

LS

SOV	df
Treatment	t-1
Column	c-1
Row	r-1
Error	(t-1)(t-2)
Total	t^2-1



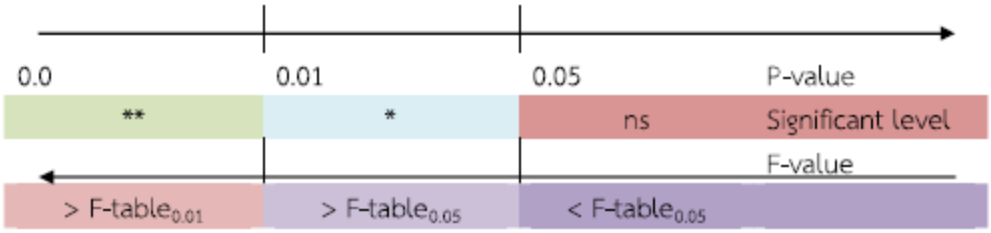
CRD RCB LS

รูปที่ 2.8 ตัวอย่างแผนการทดลอง

พรเพ็ญ และธานี, ม.ป.ป.

2.6.1 การวิเคราะห์ความแปรปรวน

การวิเคราะห์ความแปรปรวนเพื่อเปรียบเทียบค่าเฉลี่ย 3 ค่าขึ้นไปนั้นจะใช้ F-test โดยค่า F หาได้จากอัตราส่วนความแปรปรวนโดยหาจากความแปรปรวนระหว่างกลุ่ม (treatment) หารด้วยความแปรปรวนภายในกลุ่ม (error) เพื่อแสดงให้เห็นว่าอัตราส่วนที่ได้มากน้อยเท่าไหร่เมื่อเปรียบเทียบกับค่ามาตรฐาน (ค่าในตาราง) ถ้ามากกว่า (significant) แสดงว่าความแปรปรวนที่เกิดขึ้นระหว่างกลุ่มมีมากซึ่งเป็นผลจากมีความแตกต่างระหว่างกลุ่มเกิดขึ้นอย่างน้อยหนึ่งกลุ่ม แต่ถ้าอัตราส่วนดังกล่าวมีน้อยกว่า (non significant) แสดงว่าแต่ละกลุ่มไม่มีความแตกต่างกัน F-test : (F=t2)



Significant level	F	P-value
ns (ไม่แตกต่างทางสถิติ)	น้อยกว่า F ในตาราง ที่ 0.05 และ 0.01	ค่ามากกว่า 0.05
* (แตกต่างที่ระดับนัยสำคัญ 0.05)	มากว่ากว่า F ในตาราง ที่ 0.05 แต่ไม่เกิน 0.01	0.01 – 0.05
** (แตกต่างที่ระดับนัยสำคัญ 0.01)	มากกว่า F ในตาราง ที่ 0.05 และ 0.01	ค่าน้อยกว่า 0.01

ตารางที่ 2.1 การวิเคราะห์ความแปรปรวน

พรเพ็ญ และธานี, ม.ป.ป.

2.6.2 สมมติฐาน

การวิเคราะห์ความแปรปรวนนั้น สมมติฐานไร้นัยสำคัญ (Null hypothesis) จะกำหนดให้ค่าเฉลี่ยของประชากรแต่ละกลุ่ม มีค่าเท่ากัน ส่วนสมมติฐานทางเลือก (Alternative hypothesis) กำหนดให้ว่าจะมีค่าเฉลี่ยอย่างน้อย 1 คู่ ที่แตกต่างกัน เขียนเป็นสมมติฐานทางสถิติได้ดังนี้

$H_o : \sigma_1^2 = \sigma_2^2 = \cdots = \sigma_n^2 \longrightarrow \mu_1 = \mu_2 = \cdots = \mu_n$

H_A : มี σ_i^2 อย่างน้อย 2 ค่า ที่ไม่เท่ากัน

(หรือ $H_A : \mu_i \neq \mu_j$ เมื่อ i≠j)

2.6.3 แผนการทดลองแบบสุ่มอย่างสมบูรณ์

แผนการทดลองแบบสุ่มอย่างสมบูรณ์ (Completely Randomized Design; CRD) เป็นแผนการทดลองที่ใช้เมื่อหน่วยทดลองมีความสม่ำเสมอ คือ เป็นหน่วยทดลองที่มีความคล้านคลึงกัน (Homogeneous) หรือเหมือนกันมากที่สุด โดยจัดทรีทเมนต์ให้แก่หน่วยทดลองแบบสุ่ม นั่นคือหน่วย

ทดลองแต่ละหน่วยจะมีโอกาสที่จะได้รับทรีทเมนต์ใดทรีทเมนต์หนึ่งเท่า ๆ กันโดยมีจุดประสงค์เพื่อเปรียบเทียบว่าค่าเฉลี่ยของทรีทเมนต์ตั้งแต่ 2 ทรีทเมนต์ขึ้นไปเท่ากันหรือไม่

ข้อดีของแผนการทดลองแบบสุ่มอย่างสมบูรณ์ คือ เป็นแผนการทดลองที่มีความยืดหยุ่นต่อจำนวนทรีทเมนต์และจำนวนซ้ำ ซึ่งจำนวนซ้ำในแต่ละทรีทเมนต์จะขึ้นอยู่กับจำนวนหน่วยทดลองทั้งหมดที่มีอยู่และจำนวนทรีทเมนต์ที่ใช้ในการทดลอง ดังนั้นในแต่ละทรีทเมนต์อาจมีจำนวนซ้ำไม่เท่ากัน การวิเคราะห์ไม่ยุ่งยากซับซ้อน หากเกิดข้อมูลสูญหายจะมีผลกระทบน้อยกว่าแผนการทดลองแบบอื่น ๆ

ข้อเสียของแผนการทดลองแบบสุ่มอย่างสมบูรณ์ เนื่องจากแผนการทดลองแบบสุ่มอย่างสมบูรณ์ไม่มีการรวมกลุ่มของหน่วยทดลองที่เรียกว่า “ บล็อก ” จึงทำให้หน่วยทดลองมีความแตกต่างภายในกลุ่ม ความแตกต่างดังกล่าวนั้นจะไปรวมกับความคลาดเคลื่อนของการทดลอง ทำให้ประสิทธิภาพของแผนการทดลองไม่สูงเท่าที่ควร (พรเพ็ญ และ ธานี, ม.ป.ป.)

2.6.4 การวิเคราะห์ข้อมูลของแผนการทดลองแบบสุ่มอย่างสมบูรณ์ (CRD)

1. กำหนดสมมติฐาน

   H_o : $\mu_1 = \mu_2 = \cdots = \mu_t$

   H_1 : มีอย่างน้อย 2 ทรีทเมนต์ที่แตกต่างกัน

2. การวิเคราะห์ความแปรปรวน

   คำนวณตัวปรับค่า correction term (CT)

$$CT = \frac{(GT)^2}{n} \qquad (2.8)$$

   คำนวณค่า sum of squares (SS)

$$\text{Total SS} = \sum_{i=1}^{n} Y_i^2 - CT \qquad (2.9)$$

   คำนวณ Treatment SS

$$\text{Tr.SS} = \frac{\sum_{i=1}^{t} T_i^2}{r} - CT \qquad (2.10)$$

คำนวณ Error SS = Total SS – Tr.SS (2.11)

3. คำนวณความผันแปรเฉลี่ย

ความผันแปรเฉลี่ย (mean square) เป็นค่าที่ใช้วัดความผันแปรเฉลี่ยต่อ 1 หน่วย ซึ่งเป็นความแปรปรวน ดังนี้

$$\text{MST} = \frac{\boldsymbol{Tr.SS}}{\boldsymbol{t-1}} \text{ : Treatment Mean Square} \qquad (2.12)$$

$$\text{MSE} = \frac{\boldsymbol{Error.SS}}{\boldsymbol{(t)(r-1)}} \text{ : Error Mean Square} \qquad (2.13)$$

4. การทดสอบความแปรปรวน

$$\text{F} = \frac{\boldsymbol{MST}}{\boldsymbol{MSE}} \qquad (2.14)$$

ค่า F มี df เท่ากับ t-1 และ (t)(r-1) นำไปเปรียบเทียบกับค่า F จากตารางมาตรฐานที่ f1 =df ของทรีทเมนต์ และ f2 เป็น df ของ error

5. ตารางวิเคราะห์ความแปรปรวนของการทดลองแบบสุ่มอย่างสมบูรณ์

Source of Variation	d.f.	Sum of Squares	Mean Square	F
Treatments	t-1	$\frac{\sum_{i=1}^{t} T_i^2}{r} - \text{CT}$	$\frac{\boldsymbol{Tr.SS}}{\boldsymbol{t-1}} = \text{MST}$	$\frac{\boldsymbol{MST}}{\boldsymbol{MSE}}$
Error	(t)(r-1)	Total.SS – Tr.SS	$\frac{\boldsymbol{Error.SS}}{\boldsymbol{(t)(r-1)}} = \text{MSE}$	
Total	tr-1	$\sum_{i=1}^{n} Y_i^2 - \text{CT}$		

6. คำนวณค่าสัมประสิทธิ์ความแปรปรวน (Coefficient of Variation; C.V.)

$$\text{C.V.} = \frac{\sqrt{\boldsymbol{Error\ Ms}}}{\boldsymbol{GM}} \times 100 \qquad (2.15)$$

บทที่ 3

อุปกรณ์และวิธีการดำเนินงาน

3.1. วัสดุและอุปกรณ์

3.1.1. อุปกรณ์สำหรับขั้นเตรียมแปลง

- แปลงทดลอง พื้นที่ขนาด 8×12 ตารางเมตร

- ระบบสปริงเกลอร์โดยใช้ท่อส่งขนาด 0.5 นิ้ว ต่อกับหัวจ่ายน้ำชลประทาน 1 ซึ่งเป็นหัวจ่ายน้ำอเนกประสงค์ที่สามารถรับอัตราการไหล และรัศมีฉีดน้ำได้เหมาะกับพืชผักและผลไม้

- เครื่องเจาะดิน

3.1.2. วัสดุสำหรับขั้นเตรียมปุ๋ยชีวภาพ

- มูลสัตว์แห้งย่อยละเอียด 1 เข่งเล็ก

- แกลบดำ 1 เข่งเล็ก

- แกลบขาว 1 เข่งเล็ก

- รำหยาบ ครึ่งเข่งเล็ก

- รำละเอียด ครึ่งเข่งเล็ก

- หัวเชื้อจุนลินทรีย์ 10-20 ซีซี

- กากน้ำตาล 10-20 ซีซี

- ใบไม้ย่อยละเอียด

- น้ำ 5 ลิตร

3.1.3. วัสดุสำหรับขั้นเตรียมเมล็ดพันธุ์

- เมล็ดพันธุ์ข้าว กข. 43

- เกลือ

- ไข่ไก่ดิบ

- น้ำสะอาด

3.1.4. อุปกรณ์สำหรับขั้นดำเนินการ

- เครื่องผสมปุ๋ย

- ถาดเพาะต้นกล้า

- เสียมขุดดิน

- จอบ

- กระบอกฉีดพ่นยา

3.1.5. วัสดุสำหรับขั้นเตรียมน้ำหมักจุลินทรีย์หน่อกล้วย

- หน่อกล้วย 30 กิโลกรัม

- กากน้ำตาล 10 กิโลกรัม

- นมเปรี้ยวจุลินทรีย์สูง 1 ขวด

- น้ำสะอาด 100 ลิตร

3.1.6. วัสดุสำหรับขั้นเตรียมฮอร์โมนไข่สูตรพืช

- ไข่ไก่สด 1 กิโลกรัม

- นมเปรี้ยว 1 ขวด

- กากน้ำตาล 1 กิโลกรัม

- แป้งข้าวหมาก 1 ลูก

3.2. วิธีการการทดลอง

3.2.1. ขั้นการคำนวณการให้น้ำแก่พืช

- ปริมาณน้ำที่จะใช้ในการปลูกข้าว 6,000 ลิตร/วัน/ไร่

- ปริมาณน้ำที่จะให้ = $\frac{6000}{1600}$ = 3.75 ลิตร/ตารางเมตร หรือ 3.75 มม.

* ปริมาณน้ำที่จะใช้ในการปลูกข้าวพื้นที่ 96 ตารางเมตร = 360 ลิตร/วัน

- หัวจ่ายน้ำอัตราการไหล 360 ลิตร/ชม. ระยะหัว 4×4 ม. อัตราการไหลน้ำ = 22.5 มม./ชม.

- เวลาการให้น้ำ = 3.75 = 0.16 ชม. หรือ 10 นาที

3.2.2. ขั้นเตรียมแปลง

1. ใช้เครื่องเจาะ เจาะหลุมปลูกขนาด Ø 0.3 ม. ลึก 0.3 ม. ระยะปลูก 0.6×0.6 จำนวน 12 แถว แถวละ 20 หลุม ดังรูปที่ 3.1

2. ติดตั้งระบบสปริงเกลอร์โดยใช้หัวจ่ายน้ำชลประทาน 1 ดังรูปที่ 3.2 และรูปที่ 3.3

รูปที่ 3.1 ขุดหลุม

รูปที่ 3.2 ระบบสปริงเกลอร์

รูปที่ 3.3 หัวจ่ายน้ำชลประทาน 1

3.2.3. ขั้นเตรียมปุ๋ยชีวภาพ

1. ผสมมูลสัตว์แห้งย่อยละเอียด แกลบดำ แกลบขาว รำหยาบ รำละเอียด น้ำ อัตราส่วน 1:1:1:0.5:0.5 โดยปริมาตร และกากน้ำตาล 20 ซีซี หัวเชื้อจุนลินทรีย์ 20 ซีซี ต่อน้ำ 5 ลิตร เข้าเครื่องผสม เพื่อนำไปใช้เป็นปุ๋ยผสมกับดินในหลุม ดังรูปที่ 3.4 และรูปที่ 3.5

2. นำส่วนผสมปุ๋ย ดินในแปลงทดลอง ใบไม้ อัตราส่วน 1:1:0.2 โดยปริมาตร และน้ำ 30% เข้าเครื่องผสม เพื่อนำไปใส่หลุมในแปลงทดลอง ดังรูปที่ 3.6

รูปที่ 3.4 มูลสัตว์แห้งย่อยละเอียด แกลบดำ แกลบขาว รำหยาบ รำละเอียด

รูปที่ 3.5 ผสมมูลสัตว์ รำละเอียด แกลบดำ แกลบขาว

รูปที่ 3.6 ผสมปุ๋ย ดิน ใบไม้ และน้ำ

3.2.4. ขั้นเตรียมเมล็ดพันธุ์

1. ผสมเกลือและน้ำจนไข่ดิบสามารถลอยอยู่เหนือน้ำขนาดเท่าเหรียญ 10 บาท เพื่อแสดงว่าน้ำมีความถ่วงจำเพาะที่ทำให้เมล็ดข้าวที่ไม่สมบูรณ์ลอยขึ้นมา เมล็ดข้าวที่จมอยู่คือเมล็ดข้าวที่สมบูรณ์ ดังรูปที่ 3.7 และรูปที่ 3.8

2. ใส่เมล็ดข้าวในน้ำเกลือที่ผสมไว้แล้วคนให้ทั่ว โดยจะเลือกใช้เมล็ดข้าวที่จม เนื่องจากเป็นเมล็ดพันธุ์ดีไม่มีการฝ่อและมีความแข็งแรงต้านทานโรค เพื่อนำไปเพาะกล้า ดังรูปที่ 3.9

รูปที่ 3.7 ผสมเกลือและน้ำเข้าด้วยกัน

รูปที่ 3.8 ไข่สามารถลอยเหนือน้ำขนาดเท่าเหรียญ 5 บาท

รูปที่ 3.9 ใส่เมล็ดข้าวในน้ำเกลือที่ผสม

3.2.5. ขั้นเตรียมน้ำหมักจุลินทรีย์หน่อกล้วย

1. สับหน่อกล้วยให้ละเอียด โดยไม่ต้องล้าง จากนั้นใส่ในถังหมักทึบแสง ดังรูปที่ 3.10

2. ใส่กากน้ำตาลลงไปผสมกับหน่อกล้วยในถังหมัก

3. ใส่น้ำสะอาด แล้วคุกเคล้าให้เข้ากัน ดังรูปที่ 3.11

*หมักไว้ 7 วันในที่ร่ม ปิดฝาให้สนิท 2 วัน 2 คืน หลัง 48 ชั่วโมง ให้เปิดฝาคนทุกวัน และกดหน่อกล้วยให้จมน้ำเสมอ

รูปที่ 3.10 หน่อกล้วยสับ

รูปที่ 3.11 ผสมหน่อกล้วย กากน้ำตาล และน้ำสะอาดเข้าด้วยกัน

3.2.6. ขั้นเตรียมฮอร์โมนไข่สูตรพืช

1. ตีไข่ผสมกับแป้งข้าวหมากให้เข้ากัน ดังรูปที่ 3.12

2. ใส่นมเปรี้ยวและกากน้ำตาลลงไป

3. ตำเปลือกไข่ให้ละเอียดและนำไปผสม ดังรูปที่ 3.13

4. บรรจุใสขวดแล้วเขย่าให้เข้ากันวันละ 1 ครั้ง จากนั้นเปิดฝาให้มีอากาศถ่ายเทและปราศจากแสงแดด *หมักทิ้งไว้ 14 วัน ก่อนนำไปใช้

รูปที่ 3.12 ตีไข่ผสมกับแป้งข้าวหมาก

รูปที่ 3.13 ใส่เปลือกไข่ตำ นมเปรี้ยว และกากน้ำตาลลงไปผสม

3.2.7. ขั้นดำเนินการ

1. ใส่ดินที่ผสมปุ๋ยลงหลุมที่ขุดไว้ในแปลงทดลองเพื่อเตรียมการปลูกโดยอัดให้แน่นพอประมาณ ดังรูปที่ 3.14

รูปที่ 3.14 เทดินที่ผสมปุ๋ยลงหลุม

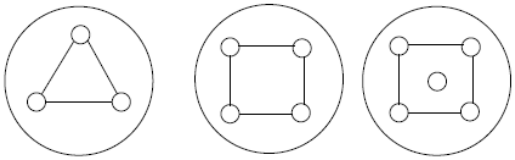
2. รดน้ำเตรียมแปลงประมาณ 30 นาที พักไว้ 1 สัปดาห์

3. เพาะเมล็ดพันธุ์ที่คัดไว้โดยนำเมล็ดพันธุ์แช่น้ำไว้อย่างน้อย 24 ชั่วโมง จากนั้นห่อด้วยผ้าเป็นเวลา 24 ชั่วโมง แล้วนำเมล็ดพันธุ์หยอดลงในถาดเพาะต้นกล้าหลุมละ 1 เมล็ด ระหว่างการเตรียมแปลง จนมีอายุ 15 วัน

4. ย้ายต้นกล้าอายุ 15 วันที่เพาะไว้ ลงดินในหลุมโดยแบ่งเป็น 3 ต้น/หลุม 4 ต้น/หลุม และ 5 ต้น/หลุม อย่างละ 4 แถว ดังรูปที่ 3.15 และรูปที่ 3.16

รูปที่ 3.15 ต้นกล้าที่เพาะในถาดเพาะ

รูปที่ 3.16 นำต้นกล้าในหลุม



รูปที่ 3.17 รูปแบบการวางเมล็ดต่อหลุม

5. ให้น้ำด้วยระบบสปริงเกลอร์ที่ติดตั้งไว้ วันละ 10 นาที ตามที่คำนวณไว้ ดังรูปที่ 3.18

รูปที่ 3.18 รดน้ำด้วยระบบสปริงเกลอร์

6. ดูแลกำจัดวัชพืชที่ขึ้นในแปลงทดลองและบริเวณโดยรอบ สัปดาห์ละครั้ง

7. รดน้ำหมักจุลินทรีย์บริเวณกอข้าว โดยผสมน้ำหมักจุลินทรีย์ 20 - 40 ซีซี ต่อน้ำ 20 ลิตร เดือนละครั้ง เพื่อช่วยป้องกันการระบาดของโรคและแมลงศัตรูพืชได้

8. ฉีดพ่นฮอร์โมนไข่สูตรพืชแก่ต้นข้าวระยะก่อนข้าวตั้งท้องและออกรวง เพื่อเปิดตาดอกเร่งดอก เร่งผลโตเร็ว เพิ่มน้ำหนักให้เมล็ดข้าว

9. เก็บตัวอย่างดินในแปลงทดลองด้วย soil core และนำไปอบ เพื่อในไปวิเคราะห์หาค่าความชื้นในดิน

10. บันทึกผลและนำไปวิเคราะห์ โดยผลที่บันทึกคือ จำนวนเมล็ดต่อหลุม ความสูงของต้นข้าว จำนวนต้นต่อกอ จำนวนรวงต่อกอ น้ำหนักต่อรวง และผลผลิตที่ได้ต่อไร่

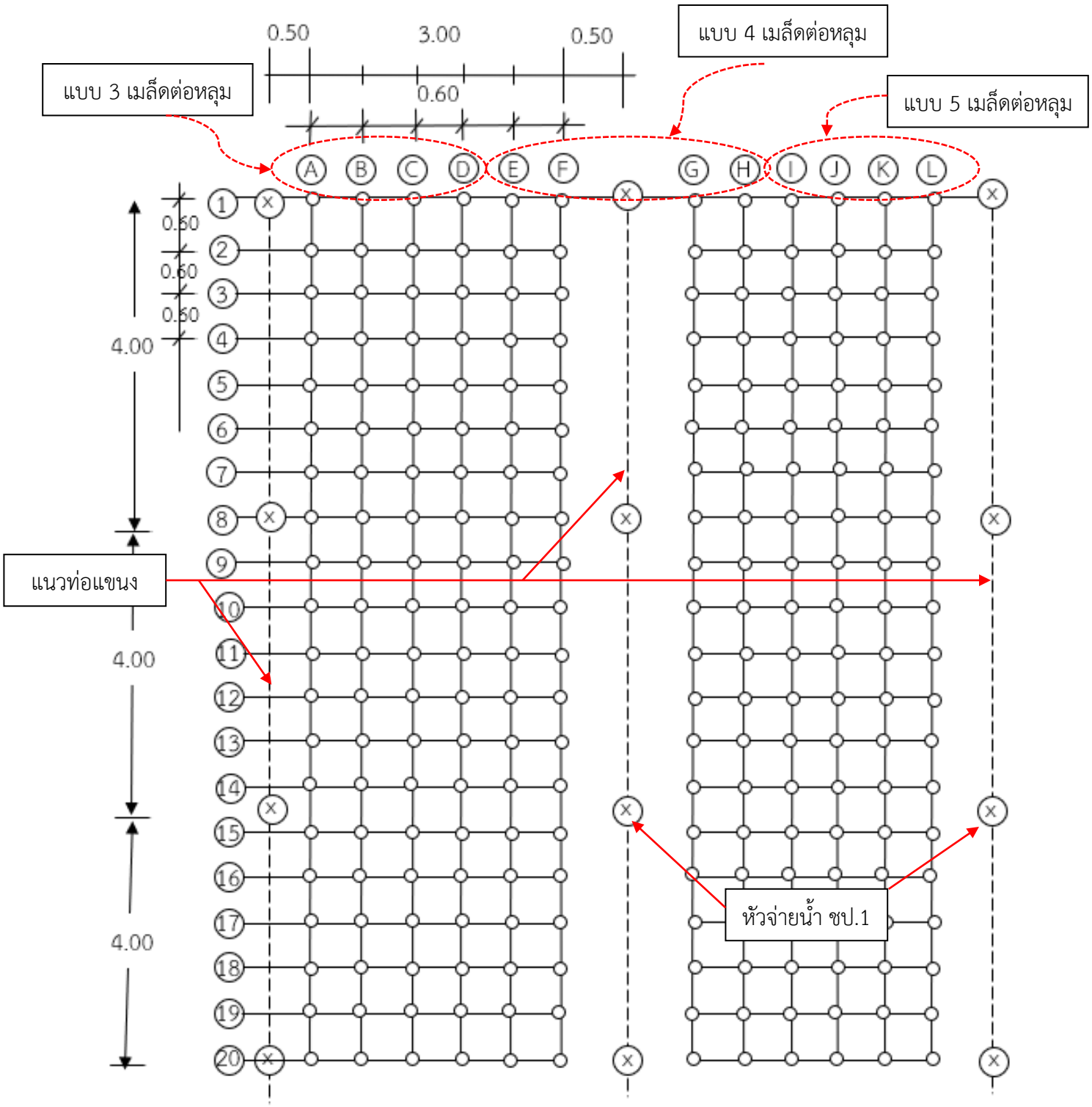
10.1 รูปแบบที่ 1 ปลูกข้าว 3 เมล็ด/หลุม วางแผนการทดลองแบบสุ่มอย่างสมบูรณ์ (CRD) จำนวน 4 ซ้ำ โดยทำการศึกษาแถว A-D คือ แถวของแต่ละซ้ำ โดย A คือซ้ำที่ 1, B คือซ้ำที่ 2, C คือซ้ำที่ 3 และ D คือซ้ำที่ 4 ดังรูปที่ 3.19

10.2 รูปแบบที่ 2 ปลูกข้าว 4 เมล็ด/หลุม วางแผนการทดลองแบบสุ่มอย่างสมบูรณ์ (CRD) จำนวน 4 ซ้ำ โดยทำการศึกษาแถว E-H คือ แถวของแต่ละซ้ำ โดย E คือซ้ำที่ 1, F คือซ้ำที่ 2, G คือซ้ำที่ 3 และ H คือซ้ำที่ 4 ดังรูปที่ 3.19

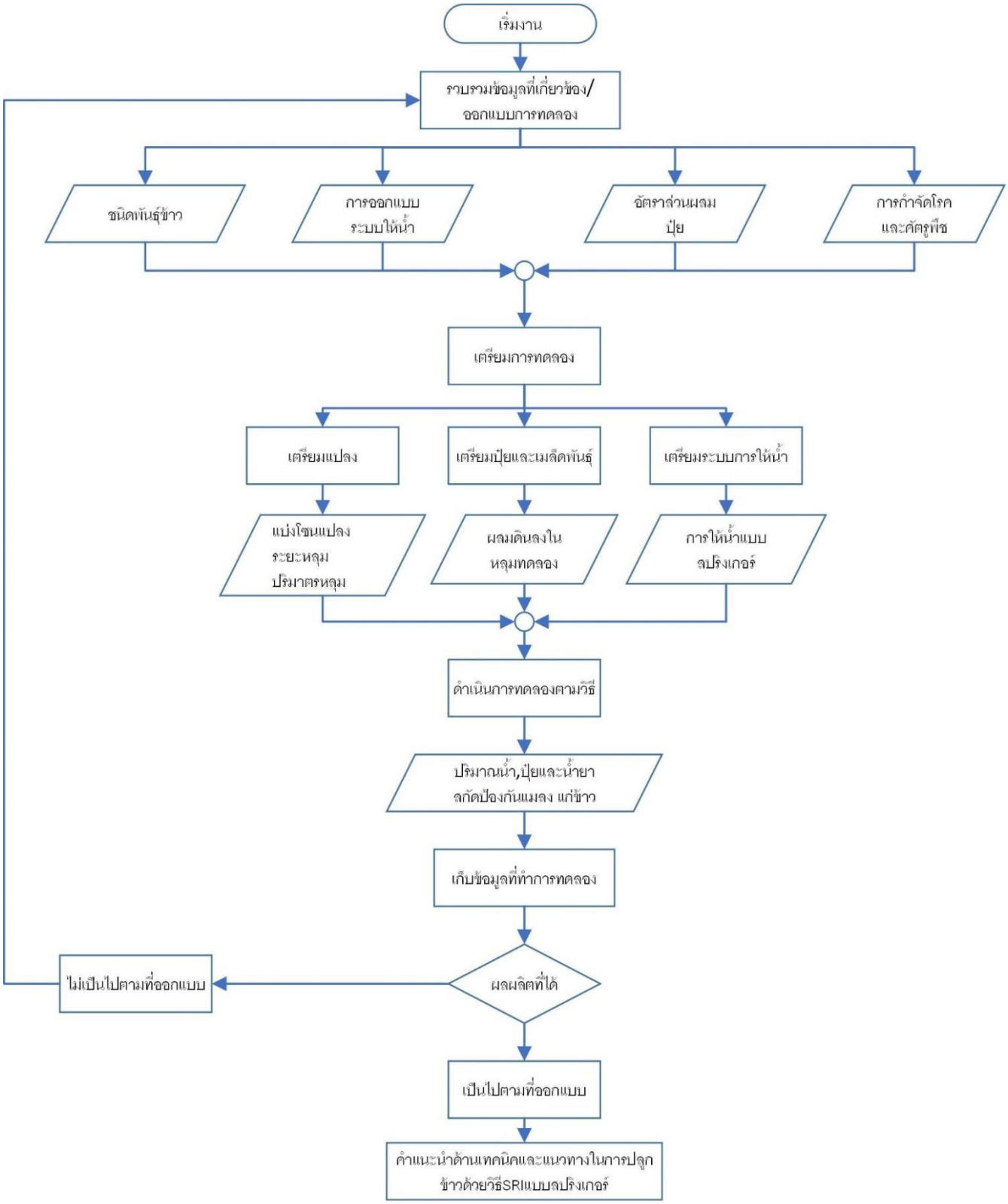
10.3 รูปแบบที่ 3 ปลูกข้าว 5 เมล็ด/หลุม วางแผนการทดลองแบบสุ่มอย่างสมบูรณ์ (CRD) จำนวน 4 ซ้ำ โดยทำการศึกษาแถว I-L คือ แถวของแต่ละซ้ำ โดย I คือซ้ำที่ 1, J คือซ้ำที่ 2, K คือซ้ำที่ 3 และ L คือซ้ำที่ 4 ดังรูปที่ 3.19

11. การวิเคราะห์ผลทางสถิติ

วิเคราะห์ความแปรปรวนทางสถิติตามแผนการทดลอง CRD จำนวน 4 ซ้ำ เพื่อหาค่า F-test หรือค่า P-value ที่ระดับนัยสำคัญ 0.05 เปรียบเทียบความแตกต่างของค่าเฉลี่ยที่ระดับความเชื่อมั่น 95% โดยโปรแกรม STAR 2.0.1 ของภาควิชาพืชไร่นา คณะเกษตร มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์



รูปที่ 3.19 แปลงกรทดลอง



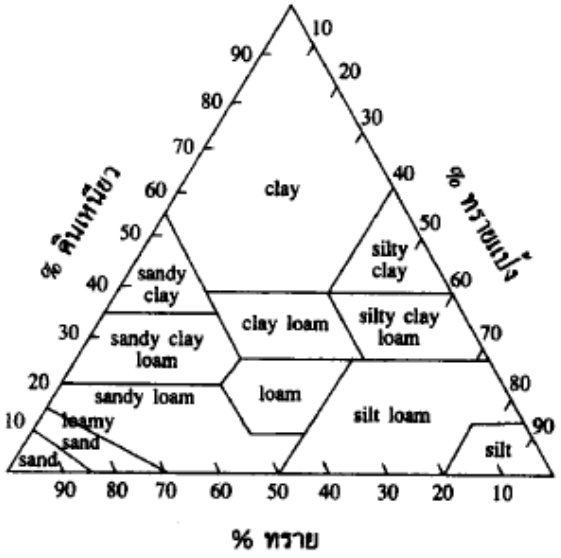
รูปที่ 3.20 แผนผังการดำเนินงาน

บทที่ 4

ผลการดำเนินโครงงานและวิจารณ์

4.1. การวิเคราะห์ดินและปุ๋ยอินทรีย์

ในส่วนของแปลงพื้นที่เพาะปลูกได้มีการเก็บตัวอย่างดิน และปุ๋ยที่ใช้ไปวิเคราะห์หาชนิดของดินและสารอาหารทั้งในดินและปุ๋ยเพื่อใช้พิจารณาดูผลในการเจริญเติบของข้าว โดยวิเคราะห์ดินวิธีการ Sieve Analysis และวิธี Hydrometer method จะพบเปอร์เซ็นต์ของดินเหนียว 18% ดินทราย 63% และดินตะกอนทราย 19% จากนั้นจึงนำไปหาชนิดดินจากรูปกราฟตามมาตรฐานกระทรวงเกษตรของสหรัฐที่ได้จัดทำระบบไว้ ดังรูปที่ 4.1



รูปที่ 4.1 สัดส่วนของอนุภาคทราย ตะกอนทราย และดินเหนียว ที่มา: บุญมา. (2546)

จากกราฟแสดงสัดส่วนการกระจายตัวของอนุภาคดินทราย ดินตะกอนทราย และดินเหนียวเมื่อเทียบตามเปอร์เซ็นต์ที่ได้มาจะได้ผลการวิเคราะห์ดินเป็นดินชนิดดินร่วนปนทราย (Sandy loam) และจากค่าความถ่วงจำเพาะปรากฏของดิน ที่ได้ทำการคำนวณหาค่าที่ระดับความลึก 10 20 30 40 มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 1.56 ซึ่งค่าดังกล่าวอยู่ในช่วง 1.4 - 1.6 เป็นช่วงของ ดินร่วนปนทราย

ตารางที่ 4.1 แสดงความถ่วงจำเพาะปรากฏของดินชนิดต่าง ๆ ที่มา: บุญมา (2546)

เนื้อดิน	ความถ่วงจำเพาะปรากฏ (A_s)	
	ช่วงค่าปกติ	ค่าเฉลี่ย
ดินทราย **(Sand)**	1.55 - 1.80	1.65
ดินร่วนปนทราย **(Sandy Loam)**	1.40 - 1.60	1.50
ดินร่วน **(Loam)**	1.35 - 1.50	1.40
ดินร่วนปนดินเหนียว **(Clay Loam)**	1.30 - 1.40	1.35
ดินเหนียวปนตะกอนทราย **(Silty Clay)**	1.25 - 1.35	1.30
ดินเหนียว **(Clay)**	1.20 - 1.30	1.25

ทำการเก็บตัวอย่างดินในแปลงทดลอง 3 จุดเพื่อนำไปหาปริมาณน้ำในดินและวิเคราะห์ถึงความสามารถที่พืชมีการดูดความชื้นไปใช้งานได้หรือไม่ เทียบผลจากการคำนวณค่า P_W และ P_V กับตารางความอุ้มน้ำของดินในแต่ละชนิดดังตารางที่ 4.2 หรือจะเทียบความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณน้ำในดินโดยน้ำหนักกับแรงดึงความชื้นดังตารางที่ 4.3 โดยนำเข้าเครื่องแยกความชื้นออกจากดินแล้วนำเข้าตู้อบได้ผล ดังตารางที่ 4.4

ตารางที่ 4.2 แสดงคุณสมบัติทางกายภาพของดินที่เกี่ยวกับความชื้นที่พืชดูดเอาไปใช้ได้ ที่มา: วราวุธ. (2558)

เนื้อดิน	ความถ่วงจำเพาะปรากฏ As	ความชื้นซลประทาน % นน.ดิน แห้ง FC	ความชื้นที่จุดเหี่ยวเฉาถาวร % นน.ดิน แห้ง PW P	ความชื้นที่พืชดูดเอาไปใช้ได้		
				% นน.ดินแห้ง P_W = FC-PWP	% โดยปริมาตร $P_V = P_W A_S$	มม. ต่อ ซม. ความลึกของน้ำ (มม.) ต่อความลึกของดิน 1 ซม. $d = \frac{P_W \cdot A_S \cdot D}{100}$
ดินทราย	1.65	9	4	5	8	0.8
	(1.55 – 1.80)	(6 - 12)	(2 - 6)	(4 - 6)	(6 - 10)	(0.6 – 1.0)
ดินร่วนปนทราย	1.5	14	6	8	12	1.2
	(1.40 – 1.60)	(10 - 18)	(4 - 8)	(6 - 10)	(9 - 15)	(0.9 – 1.5)
ดินร่วน	1.40	22	10	12	17	1.7
	(1.35 – 1.50)	(18 - 26)	(8 - 12)	(10 - 14)	(14 - 20)	(1.4 – 2.0)
ดินร่วนปนดิน	1.35	27	13	14	19	1.9
เหนียว	(1.30 – 1.40)	(23 - 31)	(11 – 15)	(12 - 16)	(16 - 22)	(1.6 – 2.2)
ดินเหนียวปน	1.30	31	15	16	21	2.1
ตะกอนทราย	(1.25 – 1.35)	(27 - 35)	(13 - 17)	(14 – 18)	(18 - 23)	(1.8 – 2.3)
ดินเหนียว	1.25	35	17	18	23	2.3
	(1.20 – 1.30)	(31 - 39)	(15 - 19)	(16 - 20)	(20 - 35)	(2.0 – 3.5)

โดยทำการสุ่มเก็บตัวอย่างดิน 4 ช่วงคือในวันที่ 5, 10 ,15 และ 20 มีนาคม 2563 จากผลความชื้นของดินในวันที่ 5 มี.ค. P_W 11.75% และP_V 18.33% ดังตารางภาคผนวกที่ 17 เมื่อดินเป็นดินร่วนปนทรายในดินลึก 1 cm จะมีความชื้น 0.183 cm ความชื้นของดินในวันที่ 10 มี.ค. P_W 16.89% และ P_V 26.35% ดังตารางภาคผนวกที่18 ในดินลึก 1 cm จะมีความชื้น 0.263 cm ความชื้นของดินในวันที่ 15 มี.ค. P_W 19.18% และ P_V 29.91% ดังตารางภาคผนวกที่19 ในดินลึก 1 cm จะมีความชื้น 0.299 cm ความชื้นของดินในวันที่ 20 มี.ค. P_W 23.15% และ P_V 36.12% ดังตารางภาคผนวกที่ 20 ในดินลึก 1 cm จะมีความชื้น 0.361 cm และความชื้นของดินในวันที่ 25 มี.ค. P_W 26.05% และ P_V 40.64% ดังตารางภาคผนวกที่ 21 ในดินลึก 1 cm จะมีความชื้น 0.406 cm จากตารางที่ 4.4 ความสามารถอุ้มน้ำของดินร่วนปนทรายโดยความชื้นที่พืชดูดเอาไปใช้ได้ %P_W (6-10) และ %P_V (9-15) เมื่อเทียบผลที่ได้ทำให้ค่าผ่านช่วงที่กำหนดพืชสามารถดูดความชื้นไปใช้ได้และอัตราส่วนความลึกน้ำต่อความลึกดินก็ผ่านช่วงที่กำหนด

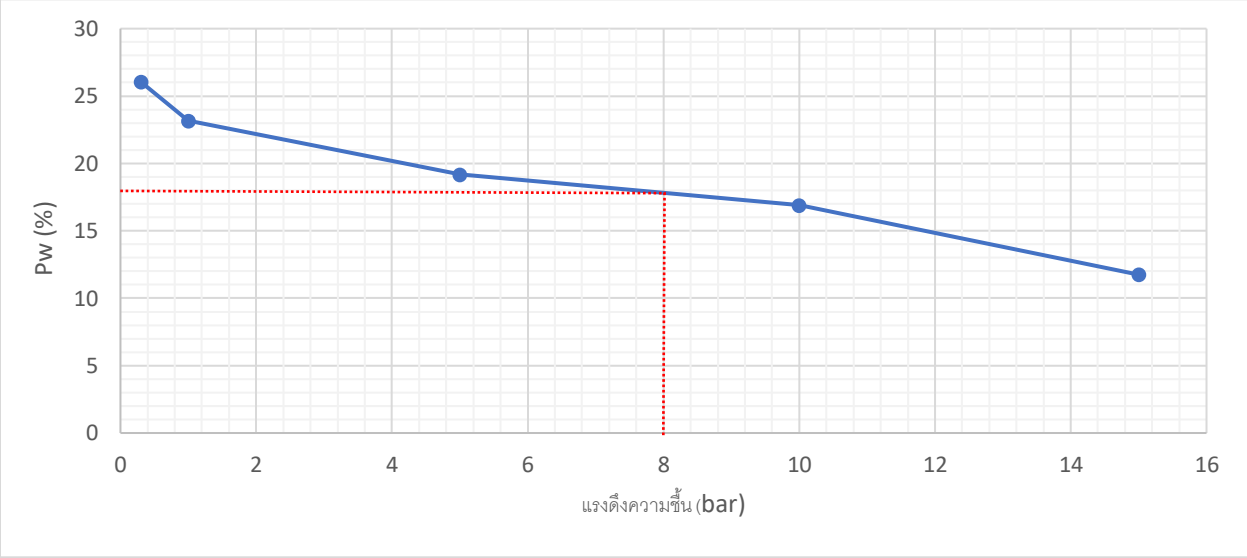
ตารางที่ 4.3 แสดงระดับความชื้นของดินที่ควรจะให้น้ำเพื่อได้ผลผลิตสูงสุด ที่มา: วราวุธ. (2558)

พืช	แรงดึงความชื้น (บาร์)
พืชผัก	
ถั่วต้น	0.75 – 2.00
กะหล่ำปลี	0.80 – 0.70
ถั่วเถา	0.30 – 0.50
ผักชี้นไช่ฝรั่ง	0.20 – 0.30
หญ้า	0.30 – 1.00
ผักกาดหอม	0.40 – 0.60
ยาสูบ	0.30 – 0.80
อ้อย	0.23 – 0.30
ข้าวโพดหวาน	0.80 – 1.00
พืชหัว	
หอมหัวใหญ่ (ช่วงเริ่มโต)	0.45 – 0.55
หอมหัวใหญ่ (ช่วงออกหัว)	0.55 – 0.65
มันฝรั่ง	0.30 – 0.50
แคร์รอท	0.55 – 0.65
บรอคโคลี่ (ช่วงเริ่มโต)	0.45 – 0.55
บรอคโคลี่ (ช่วงแตกหน่อ)	0.60 – 0.70
กะหล่ำดอก	0.60 – 0.70
พืชผลไม้	
มะนาว	0.40
ส้ม	0.20 – 1.00
ไม้ผลประะเภทผลัดใบ (แอปเปิล)	0.50 – 0.80
อโวกาโด	0.50
องุ่น (ช่วงเริ่มโต)	0.40 – 0.50
องุ่น (ช่วงโตเต็มที่)	1.00
สตรอเบอร์รี่	0.20 – 0.30
แคนตาลูป	0.35 – 0.40
มะเขือเทศ	0.60 – 1.50
กล้วย	0.30 – 1.50
ธัญพืช	
ข้าวโพด (ช่วงแตกใบ)	1.50
ข้าวโพด (ช่วงเมล็ดแก่)	8.00 – 12.00
ธัญพืช (ช่วงแตกใบ)	0.40 – 0.50
ธัญพืช (ช่วงเมล็ดแก่)	8.00 – 12.00
พืชเมล็ดพันธุ์	
แครอท (สูง 60 ซม.)	4.00 – 6.00
หอมหัวใหญ่ (สูง 7 ซม.)	4.00 – 6.00
หอมหัวใหญ่ (สูง 15 ซม.)	1.50
ผักกาดหอม (ช่วงเจริญเติบโตเต็มที่)	3.00

* ใช้ค่าน้อยเมื่อสภาพอากาศก่อให้เกิดการระเหยและการคายน้ำมาก และใช้ค่ามากเมื่อสภาพอากาศก่อให้เกิดการระเหยและการคายน้ำน้อย

ตารางที่ 4.4 แสดงความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณของน้ำโดยน้ำหนักในดินกับแรงดึงความชื้น

แรงดึงความชื้น (bar)	P_w (%)
0.3	26.050
1	23.153
5	19.176
10	16.888
15	11.750



รูปที่ 4.2 กราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณของน้ำโดยน้ำหนักในดินกับแรงดึงความชื้น

จากผลของความชื้นในช่วงข้าวออกรวงที่อายุ 80 วันเมื่อนำมาเทียบกับตารางที่ 4.4 แสดงระดับความชื้นของดินที่ควรจะให้น้ำเพื่อได้ผลผลิตสูงสุดในเชิงของธัญพืช(ข้าว) ช่วงเมล็ดแก่ค่าแรงดึงความชื้นที่ 8 - 12 bar เลือกค่าน้อยสุดที่สภาพอากาศร้อนพืชเกิดการระเหยและคายน้ำมากคือ 8 bar เมื่อนำมาเทียบกับกราฟความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณของน้ำโดยน้ำหนักในดินกับแรงดึงความชื้นรูปที่ 4.5 และคุณสมบัติทางกายภาพของดิน มีค่าความชื้นที่จุดวิกฤต 17.85%

นำตัวอย่างดินและวัสดุอินทรีย์ไปวิเคราะห์ตรวจหาสารอาหารในดินเพื่อวิเคราะห์ค่าสารอาหารจำเป็นต่อการเจริญเติบโตของข้าวว่ามีค่าเพียงพอต่อความต้องการของพืชมากน้อยเพียงใด ที่ภาควิชาปฐพีวิทยา คณะเกษตรศาสตร์ กำแพงแสน มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ วิทยาเขตกำแพงแสน ได้ดังตารางที่ 4.5 และ 4.6

ตารางที่ 4.5 แสดงผลการวิเคราะห์ตัวอย่างดิน

รายการวิเคราะห์	การวิเคราะห์
ค่าความเป็นกรด-ด่าง (PH1:5)	ด่างอ่อน
ค่าการนำไฟฟ้า (EC1:10;dS/m)	ไม่เค็ม
ไนโตรเจน (N; %)	ปานกลาง
ฟอสฟอรัส (P; %)	สูง
โพแทสเซียม (K; %)	ต่ำ

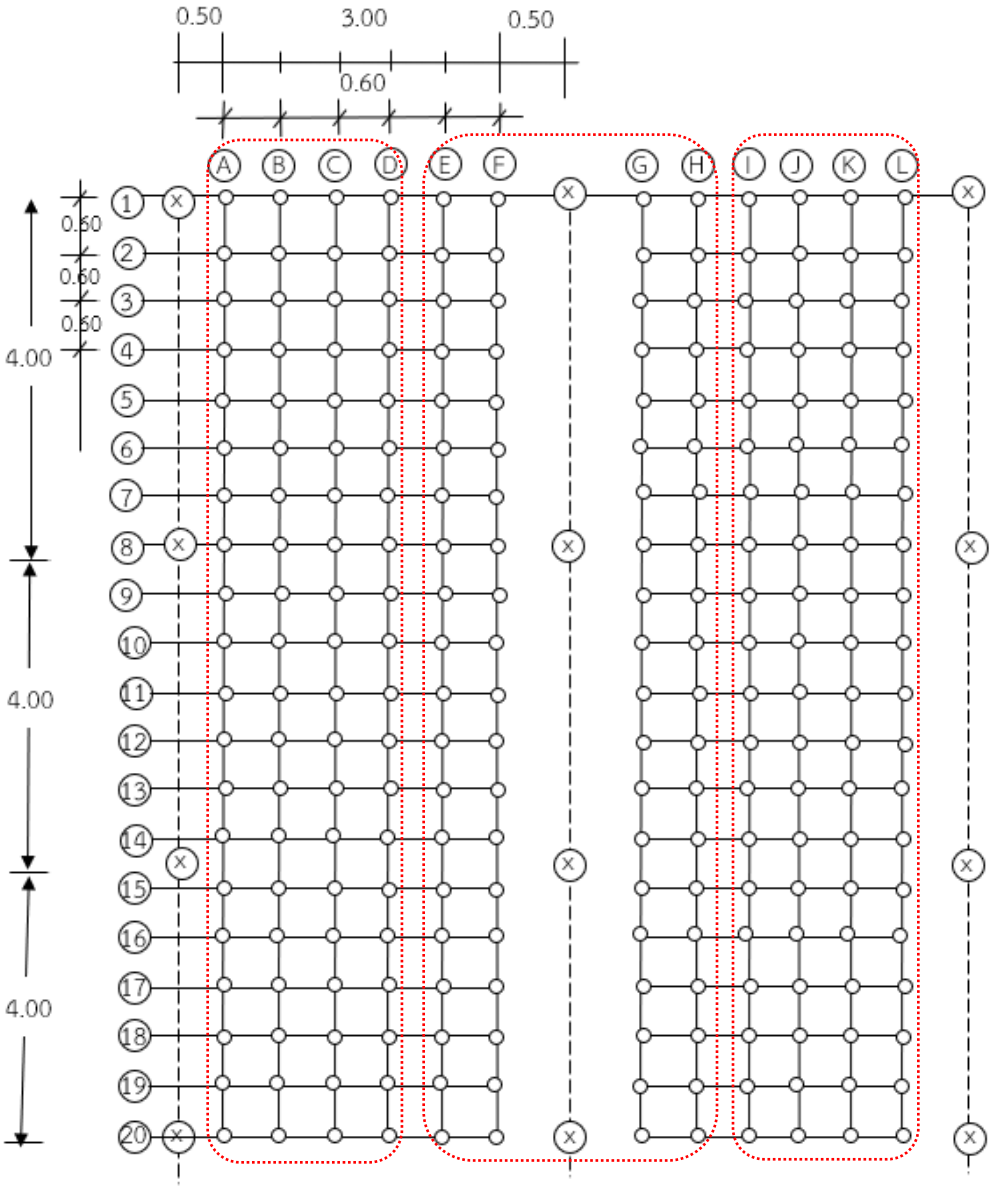
ตารางที่ 4.6 แสดงผลการวิเคราะห์ตัวอย่างวัสดุอินทรีย์

รายการวิเคราะห์	ค่าวิเคราะห์
ค่าความเป็นกรด-ด่าง (PH1:5)	7.78
ค่าการนำไฟฟ้า (EC1:10;dS/m)	2.99
ปริมาณอินทรียวัตถุ (Organic matter; %)	55.38
ไนโตรเจนทั้งหมด (Total N; %)	1.22
ฟอสเฟตทั้งหมด (Total P_2O_5; %)	1.63
โพแทสเซียมทั้งหมด (Total K_2O; %)	1.46

ค่าไนโตรเจน (N%) ฟอสฟอรัส (P%) มีค่าที่ดีมีสารอาหารปานกลางถึงสูง แต่ค่าของโพแทสเซียม (K%) มีค่าที่ไม่ค่อยดีมีสารอาหารต่ำ มีผลให้ต้นข้าวตายได้ในเฉพาะส่วนของต้นหรือเส้นใบเกิดการเหลืองขึ้นได้ทำให้ความสูงลำต้นไม่ได้มาตราฐาน เจริญเติบโตได้ไม่เต็มที่ จำนวนเมล็ดต่อรวงน้อย อาจเพิ่มสารอาหารให้ในดินโดยการทำน้ำหมักชีวภาพบำรุงดิน และในส่วนของวัสดุอินทรีย์มีค่าไนโตรเจน ฟอสเฟต โพแทสเซียมทั้งหมด เท่ากับ 1.22% 1.63% และ1.46% ตามลำดับ ค่าปริมาณสารอาหารอาจต่ำไปสำหรับให้พืชสมบูรณ์ทำให้น้ำหนักเมล็ดต่ำส่งผลให้ผลผลิตน้อย และค่าความเป็นกรด - ด่างในดินและวัสดุอินทรีย์มีค่าสูงอาจเป็นผลเสียต้นข้าวได้ เพราะข้าวมีการเจริญเติบโตได้ดี pH อยู่ในช่วง 5.5-6.5

4.2. ผลผลิต

โดยการบันทึกผลจะแบ่งการเก็บเป็น 3 Treatments คือ 3 เมล็ดต่อหลุม 4 เมล็ดต่อหลุม และ 5 เมล็ดต่อหลุม โดยรูปแบบการปลูกในแต่ละแบบจะปลูกซ้ำ 4 คือ 3 เมล็ดต่อหลุมจะอยู่ในแถว “A(ซ้ำ1) B(ซ้ำ2) C(ซ้ำ3) D(ซ้ำ4)” แบบ 4 เมล็ดต่อหลุมจะอยู่ในแถว “E(ซ้ำ1) F(ซ้ำ2) G(ซ้ำ3) H(ซ้ำ4)” และแบบ 5 เมล็ดต่อหลุมจะอยู่ในแถว “I(ซ้ำ1) J(ซ้ำ2) K(ซ้ำ3) L(ซ้ำ4)” ดังรูปที่ 4.4



รูปที่ 4.3 แบบแปลนการทดลอง

4.3.1 แบบ 3 เมล็ดต่อหลุม

ตารางที่ 4.7 แสดงผลผลิตเฉลี่ยของแถว A B C D

แถว	ความสูงของข้าว (cm)	จำนวนต้นต่อกอ	จำนวนรวงต่อกอ	จำนวนเมล็ดต่อรวง	น้ำหนักเมล็ดต่อรวง (g)	น้ำหนักเมล็ดต่อหลุม (g)	ผลผลิต (kg/rai)	ผลผลิตเฉลี่ย (kg/rai)
A(ซ้ำ1)	31.10	6.90	6.30	61.45	1.23	37.67	167.41	248.18
B(ซ้ำ2)	31.00	7.50	6.75	62.80	1.26	44.51	197.8	
C(ซ้ำ3)	48.45	11.15	9.90	98.75	1.98	67.49	300.0	
D(ซ้ำ4)	53.75	12.05	10.90	108.10	2.16	73.69	327.5	

4.3.2 แบบ 4 เมล็ดต่อหลุม

ตารางที่ 4.8 แสดงผลผลิตเฉลี่ยของแถว E F G H

แถว	ความสูงของข้าว (cm)	จำนวนต้นต่อกอ	จำนวนรวงต่อกอ	จำนวนเมล็ดต่อรวง	น้ำหนักเมล็ดต่อรวง (g)	น้ำหนักเมล็ดต่อหลุม (g)	ผลผลิต (kg/rai)	ผลผลิตเฉลี่ย (kg/rai)
E(ซ้ำ1)	46.95	10.35	8.90	87.65	1.75	64.70	287.56	221.69
F(ซ้ำ2)	43.90	9.65	8.40	82.20	1.64	58.84	261.5	
G(ซ้ำ3)	27.45	5.20	4.45	51.05	1.02	31.65	140.7	
H(ซ้ำ4)	35.65	6.80	5.90	68.30	1.37	44.33	197.0	

4.3.3 แบบ 5 เมล็ดต่อหลุม

ตารางที่ 4.9 แสดงผลผลิตเฉลี่ยของแถว I J K L

แถว	ความสูงของข้าว (cm)	จำนวนต้นต่อกอ	จำนวนรวงต่อกอ	จำนวนเมล็ดต่อรวง	น้ำหนักเมล็ดต่อรวง (g)	น้ำหนักเมล็ดต่อหลุม (g)	ผลผลิต (kg/rai)	ผลผลิตเฉลี่ย (kg/rai)
I(ซ้ำ1)	35.90	7.10	5.95	64.65	1.29	45.37	201.62	193.96
J(ซ้ำ2)	45.00	8.00	6.50	75.00	1.50	49.20	218.7	
K(ซ้ำ3)	42.00	6.00	5.00	75.00	1.50	39.75	176.7	
L(ซ้ำ4)	43.00	6.50	5.00	75.00	1.50	40.25	178.9	

โดยแบ่ง ความสูงของข้าว เป็น 3 Treatments คือแบบ 3 seed, 4 seed และ 5 seed และทำซ้ำการทดลองในแต่ละ Treatments 4 ครั้ง คือ ซ้ำ1 ซ้ำ2 ซ้ำ3 ซ้ำ4 ดังตารางที่ 4.10

ตารางที่ 4.10 การวิเคราะห์ความแปรปรวนความสูงของข้าวของ CRD

CRD	ความสูงของข้าว			รวม
	3 seed	4 seed	5 seed	
ซ้ำ1	31.10	46.95	35.90	
ซ้ำ2	31.00	43.90	45.00	
ซ้ำ3	48.45	27.45	42.00	
ซ้ำ4	53.75	35.65	43.00	
จำนวนทดลอง	4.00	4.00	4.00	12.00
ผลรวม	164.3	154	165.90	484.15
ค่าเฉลี่ย	41.08	38	41.48	40.35

โดย t=จำนวนวิธีที่ทำ r=จำนวนทำซ้ำ

Source of Variation	d.f.	SS	MS	F-ratio
Treatments	2	21.04	10.52	0.14
Error	9	692.95	77.0	
Total	11	713.99		

C.V.= 21.75% ค่าสัมประสิทธิ์ความแปรปรวน (Coefficient of Variation)

การวิเคราะห์ d.f.= 3-1 = 2 Error= 3*3 = 9

คำนวณตัวปรับค่า CT = $\frac{\mathbf{484.15^2}}{\mathbf{12}}$ = 19533.44

คำนวณ Treatments SS Tr.SS= $\frac{\mathbf{164.3^2+154^2+165.9^2}}{\mathbf{4}}$ – 19533.44 = 21.04

Total SS= $(31.10^2+31.00^2+48.45^2+\ldots+42.00^2+43.00^2)$-19533.44 = 713.99

Error SS= 713.95-21.04 = 692.95

ความผันแปรเฉลี่ย MST= $\frac{21.04}{2}$ = 10.52 MSE= $\frac{692.95}{9}$ = 77.0

การทดสอบความแปรปรวน F= $\frac{10.52}{77.0}$ = 0.14

*F=0.14<$F_{.05}$=4.26 แสดงว่า การปลูกข้าวในแต่ละTreatments ไม่ส่งผลต่อความแตกต่างของความสูงของข้าวทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญ (α=0.05)

C.V.= $\frac{\sqrt{77.0}}{40.35} x100$ = 21.75%

ผลการวิเคราะห์จากโปรแกรม

```
Statistical Tool for Agricultural Research (STAR)
Sat May 16 17:26:15 2020

Analysis of Variance
Completely Randomized Design

============================================
ANALYSIS FOR RESPONSE VARIABLE: results
============================================

Summary Information
---------------------------------
FACTOR   NO. OF LEVELS   LEVELS
---------------------------------
seed     3               3, 4, 5
---------------------------------
Number of Observations Read and Used: 12


ANOVA TABLE
Response Variable: results
-----------------------------------------------------------
Source    DF  Sum of Square  Mean Square  F Value Pr(> F)
-----------------------------------------------------------
seed       2        21.0404      10.5202     0.14  0.8741
Error      9       692.9469      76.9941
Total     11       713.9873
-----------------------------------------------------------

Summary Statistics
----------------------
  CV(%)   results Mean
----------------------
  21.75          40.35
----------------------
```

ค่า Pr.= 0.8741 > 0.05 Non significant (ns)

โดยแบ่งจำนวนต้นต่อกอเป็น 3 Treatments คือแบบ 3 seed, 4 seed และ 5 seed และทำซ้ำการทดลองในแต่ละ Treatments 4 ครั้ง คือ ซ้ำ1 ซ้ำ2 ซ้ำ3 ซ้ำ4 ดังตารางที่ 4.11

ตารางที่ 4.11 การวิเคราะห์ความแปรปรวนจำนวนต้นต่อกอของ CRD

CRD	จำนวนต้นต่อกอ			รวม
	3 seed	4 seed	5 seed	
ซ้ำ1	6.90	10.35	7.10	
ซ้ำ2	7.50	9.65	8.00	
ซ้ำ3	11.15	5.20	6.00	
ซ้ำ4	12.05	6.80	6.50	
จำนวนทดลอง	4.00	4.00	4.00	12.00
ผลรวม	37.6	32	27.60	97.20
ค่าเฉลี่ย	9.40	8	6.90	8.10

โดย t=จำนวนวิธีที่ทำ r=จำนวนทำซ้ำ

Source of Variation	d.f.	SS	MS	F-ratio
Treatments	2	12.56	6.28	1.42
Error	9	39.69	4.41	
Total	11	52.25		

C.V.= 25.93% ค่าสัมประสิทธิ์ความแปรปรวน (Coefficient of Variation)

การวิเคราะห์ d.f.= 3-1 = 2 Error= 3*3 = 9

คำนวณตัวปรับค่า CT = $\frac{\mathbf{97.20^2}}{\mathbf{12}}$ = 787.32

คำนวณ Treatments SS Tr.SS= $\frac{\mathbf{37.6^2+32^2+27.60^2}}{\mathbf{4}}$ – 787.32 = 12.56

Total SS= $(6.90^2+7.50^2+11.15^2+...+6.00^2+6.50^2)$-787.32 = 52.25

Error SS= 52.25-12.56 = 39.69

ความผันแปรเฉลี่ย MST= $\frac{12.56}{2}$ = 6.28 MSE= $\frac{39.69}{9}$ = 4.41

การทดสอบความแปรปรวน F= $\frac{6.28}{4.41}$ = 1.42

*F=1.42<$F_{.05}$=4.26 แสดงว่า การปลูกข้าวในแต่ละTreatments ไม่ส่งผลต่อความแตกต่างของจำนวนต้นต่อกอทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญ (α=0.05)

C.V.= $\frac{\sqrt{4.41}}{8.10} x100$ = 25.93 %

ผลการวิเคราะห์จากโปรแกรม

```
Statistical Tool for Agricultural Research (STAR)
Sat May 16 17:28:40 2020

Analysis of Variance
Completely Randomized Design

============================================
ANALYSIS FOR RESPONSE VARIABLE: results
============================================

Summary Information
---------------------------------
FACTOR   NO. OF LEVELS   LEVELS
---------------------------------
seed     3               3, 4, 5
---------------------------------
Number of Observations Read and Used: 12


ANOVA TABLE
Response Variable: results
-----------------------------------------------------------
Source    DF  Sum of Square  Mean Square  F Value Pr(> F)
-----------------------------------------------------------
seed       2        12.5600       6.2800     1.42  0.2902
Error      9        39.6900       4.4100
Total     11        52.2500
-----------------------------------------------------------

Summary Statistics
----------------------
  CV(%)   results Mean
----------------------
  25.93           8.10
----------------------
```

ค่า Pr.= 0.2902 > 0.05 Non significant (ns)

โดยแบ่งจำนวนรวงต่อกอเป็น 3 Treatments คือแบบ 3 seed, 4 seed และ 5 seed และทำซ้ำการทดลองในแต่ละ Treatments 4 ครั้ง คือ ซ้ำ1 ซ้ำ2 ซ้ำ3 ซ้ำ4 ดังตารางที่ 4.12

ตารางที่ 4.12 การวิเคราะห์ความแปรปรวนจำนวนรวงต่อกอของ CRD

CRD	จำนวนรวงต่อกอ			รวม
	3 seed	4 seed	5 seed	
ซ้ำ1	6.30	8.90	5.95	
ซ้ำ2	6.75	8.40	6.50	
ซ้ำ3	9.90	4.45	5.00	
ซ้ำ4	10.90	5.90	5.00	
จำนวนทดลอง	4.00	4.00	4.00	12.00
ผลรวม	33.9	28	22.45	83.95
ค่าเฉลี่ย	8.46	7	5.61	7.00

โดย t=จำนวนวิธีที่ทำ r=จำนวนทำซ้ำ

Source of Variation	d.f.	SS	MS	F-ratio
Treatments	2	16.29	8.14	2.40
Error	9	30.52	3.39	
Total	11	46.81		

C.V.= 26.32% ค่าสัมประสิทธิ์ความแปรปรวน (Coefficient of Variation)

การวิเคราะห์ d.f.= 3-1 = 2 Error= 3*3 = 9

คำนวณตัวปรับค่า CT = $\frac{\mathbf{83.95^2}}{\mathbf{12}}$ = 587.3

คำนวณ Treatments SS Tr.SS= $\frac{\mathbf{33.9^2+28^2+22.45^2}}{\mathbf{4}}$ – 587.3 = 16.29

Total SS= $(6.30^2+6.75^2+9.90^2+...+5.00^2+5.00^2)$-587.3 = 46.81

Error SS= 46.81-16.29 = 30.52

ความผันแปรเฉลี่ย MST= $\frac{16.29}{2}$ = 8.14 MSE= $\frac{30.52}{9}$ = 3.39

การทดสอบความแปรปรวน F= $\frac{8.14}{3.39}$ = 2.40

*F=2.40<$F_{.05}$=4.26 แสดงว่า การปลูกข้าวในแต่ละTreatments ไม่ส่งผลต่อความแตกต่างของจำนวนรวงต่อกอทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญ (α=0.05)

$$C.V.= \frac{\sqrt{3.39}}{7.00} x100 = 26.32\%$$

ผลการวิเคราะห์จากโปรแกรม

```
Statistical Tool for Agricultural Research (STAR)
Sat May 16 17:45:27 2020

Analysis of Variance
Completely Randomized Design

============================================
ANALYSIS FOR RESPONSE VARIABLE: results
============================================

Summary Information
---------------------------------
FACTOR   NO. OF LEVELS   LEVELS
---------------------------------
seed     3               3, 4, 5
---------------------------------
Number of Observations Read and Used: 12


ANOVA TABLE
Response Variable: results
-----------------------------------------------------------
Source    DF  Sum of Square  Mean Square  F Value Pr(> F)
-----------------------------------------------------------
seed       2        16.2867       8.1433     2.40  0.1460
Error      9        30.5206       3.3912
Total     11        46.8073
-----------------------------------------------------------

Summary Statistics
----------------------
  CV(%)   results Mean
----------------------
  26.32           7.00
----------------------
```

ค่า Pr.= 0.1460 > 0.05 Non significant (ns)

โดยแบ่งจำนวนเมล็ดต่อรวงเป็น 3 Treatments คือแบบ 3 seed, 4 seed และ 5 seed และทำซ้ำการทดลองในแต่ละ Treatments 4 ครั้ง คือ ซ้ำ1 ซ้ำ2 ซ้ำ3 ซ้ำ4 ดังตารางที่ 4.13

ตารางที่ 4.13 การวิเคราะห์ความแปรปรวนจำนวนเมล็ดต่อรวงของ CRD

CRD	จำนวนเมล็ดต่อรวง			รวม
	3 seed	4 seed	5 seed	
ซ้ำ1	61.45	87.65	64.65	
ซ้ำ2	62.80	82.20	75.00	
ซ้ำ3	98.75	51.05	75.00	
ซ้ำ4	108.10	68.30	75.00	
จำนวนทดลอง	4.00	4.00	4.00	12.00
ผลรวม	331.1	289	289.65	909.95
ค่าเฉลี่ย	82.78	72	72.41	75.83

โดย t=จำนวนวิธีที่ทำ r=จำนวนทำซ้ำ

Source of Variation	d.f.	SS	MS	F-ratio
Treatments	2	289.49	144.75	0.49
Error	9	2631.85	292.4	
Total	11	2921.34		

C.V.= 22.55 ค่าสัมประสิทธิ์ความแปรปรวน (Coefficient of Variation)

การวิเคราะห์ d.f.= 3-1 = 2 Error= 3*3 = 9

คำนวณตัวปรับค่า CT = $\frac{\mathbf{909.95^2}}{\mathbf{12}}$ = 69000.8

คำนวณ Treatments SS Tr.SS= $\frac{\mathbf{331.1^2+289^2+289.65^2}}{\mathbf{4}}$ – 69000.8 = 289.49

Total SS= $(61.45^2+62.80^2+98.75^2+\ldots+75.00^2+75.00^2)$-69000.8 = 2921.34

Error SS= 2921.34-289.49 = 2631.85

ความผันแปรเฉลี่ย MST= $\frac{289.49}{2}$ = 144.75 MSE= $\frac{2631.85}{9}$ = 292.4

การทดสอบความแปรปรวน F= $\frac{144.75}{292.4}$ = 0.49

*F=0.49<$F_{.05}$=4.26 แสดงว่า การปลูกข้าวในแต่ละTreatments ไม่ส่งผลต่อความแตกต่างของจำนวนเมล็ดต่อรวงทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญ (α=0.05)

C.V.= $\frac{\sqrt{292.4}}{75.83} x100$ = 22.55%

ผลการวิเคราะห์จากโปรแกรม

```
Statistical Tool for Agricultural Research (STAR)
Sat May 16 17:50:05 2020

Analysis of Variance
Completely Randomized Design

============================================
ANALYSIS FOR RESPONSE VARIABLE: results
============================================

Summary Information
---------------------------------
FACTOR   NO. OF LEVELS   LEVELS
---------------------------------
seed     3               3, 4, 5
---------------------------------
Number of Observations Read and Used: 12


ANOVA TABLE
Response Variable: results
-----------------------------------------------------------
Source    DF  Sum of Square  Mean Square  F Value Pr(> F)
-----------------------------------------------------------
seed       2       289.4929     144.7465     0.49  0.6252
Error      9      2631.8494     292.4277
Total     11      2921.3423
-----------------------------------------------------------

Summary Statistics
----------------------
  CV(%)   results Mean
----------------------
  22.55          75.83
----------------------
```

ค่า Pr.= 0.6252 > 0.05 Non significant (ns)

โดยแบ่งน้ำหนักเมล็ดต่อรวงเป็น 3 Treatments คือแบบ 3 seed, 4 seed และ 5 seed และทำซ้ำการทดลองในแต่ละ Treatments 4 ครั้ง คือ ซ้ำ1 ซ้ำ2 ซ้ำ3 ซ้ำ4 ดังตารางที่ 4.14

ตารางที่ 4.14 การวิเคราะห์ความแปรปรวนน้ำหนักเมล็ดต่อรวงของ CRD

CRD	น้ำหนักเมล็ดต่อรวง			รวม
	3 seed	4 seed	5 seed	
ซ้ำ1	1.23	1.75	1.29	
ซ้ำ2	1.26	1.64	1.50	
ซ้ำ3	1.98	1.02	1.50	
ซ้ำ4	2.16	1.37	1.50	
จำนวนทดลอง	4.00	4.00	4.00	12.00
ผลรวม	6.6	6	5.79	18.20
ค่าเฉลี่ย	1.66	1	1.45	1.52

โดย t=จำนวนวิธีที่ทำ r=จำนวนทำซ้ำ

Source of Variation	d.f.	SS	MS	F-ratio
Treatments	2	0.12	0.06	0.49
Error	9	1.05	0.12	
Total	11	1.17		

C.V.= 22.55 *ค่าสัมประสิทธิ์ความแปรปรวน (Coefficient of Variation)

การวิเคราะห์ d.f.= 3-1 = 2 Error= 3*3 = 9

คำนวณตัวปรับค่า CT = $\frac{\mathbf{18.20^2}}{\mathbf{12}}$ = 27.6

คำนวณ Treatments SS Tr.SS= $\frac{\mathbf{1.23^2+1.26^2+1.98^2}}{\mathbf{4}}$ – 27.6 = 0.12

Total SS= $(1.23^2+1.26^2+1.98^2+...+1.5^2+1.5^2)$-27.6 = 1.17

Error SS= 1.17-0.12 = 1.05

ความผันแปรเฉลี่ย MST= $\frac{0.12}{2}$ = 0.06 MSE= $\frac{1.05}{9}$ = 0.12

การทดสอบความแปรปรวน F= $\frac{0.06}{0.12}$ = 0.49

*F=0.49<$F_{.05}$=4.26 แสดงว่า การปลูกข้าวในแต่ละTreatments ไม่ส่งผลต่อความแตกต่างของน้ำหนักเมล็ดต่อรวงทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญ (α=0.05)

C.V.= $\frac{\sqrt{0.12}}{1.52} x100$ = 22.55%

ผลการวิเคราะห์จากโปรแกรม

```
Statistical Tool for Agricultural Research (STAR)
Sat May 16 18:09:52 2020

Analysis of Variance
Completely Randomized Design

============================================
ANALYSIS FOR RESPONSE VARIABLE: results
============================================

Summary Information
---------------------------------
FACTOR   NO. OF LEVELS   LEVELS
---------------------------------
seed     3               3, 4, 5
---------------------------------
Number of Observations Read and Used: 12


ANOVA TABLE
Response Variable: results
-----------------------------------------------------------
Source    DF  Sum of Square  Mean Square  F Value Pr(> F)
-----------------------------------------------------------
seed       2         0.1186       0.0593     0.51  0.6169
Error      9         1.0467       0.1163
Total     11         1.1653
-----------------------------------------------------------

Summary Statistics
----------------------
  CV(%)   results Mean
----------------------
  22.48           1.52
----------------------
```

ค่า Pr.= 0.6169 > 0.05 Non significant (ns)

โดยแบ่งน้ำหนักเมล็ดต่อหลุมเป็น 3 Treatments คือแบบ 3 seed, 4 seed และ 5 seed และทำซ้ำการทดลองในแต่ละ Treatments 4 ครั้ง คือ ซ้ำ1 ซ้ำ2 ซ้ำ3 ซ้ำ4 ดังตารางที่ 4.15

ตารางที่ 4.15 การวิเคราะห์ความแปรปรวนน้ำหนักเมล็ดต่อหลุมของ CRD

CRD	น้ำหนักเมล็ดต่อหลุม			รวม
	3 seed	4 seed	5 seed	
ซ้ำ1	37.67	64.70	45.37	
ซ้ำ2	44.51	58.84	49.20	
ซ้ำ3	67.49	31.65	39.75	
ซ้ำ4	73.69	44.33	40.25	
จำนวนทดลอง	4.00	4.00	4.00	12.00
ผลรวม	223.4	200	174.57	597.45
ค่าเฉลี่ย	55.84	50	43.64	49.79

โดย t=จำนวนวิธีที่ทำ r=จำนวนทำซ้ำ

Source of Variation	d.f.	SS	MS	F-ratio
Treatments	2	297.73	148.87	0.82
Error	9	1636.41	181.82	
Total	11	1934.14		

C.V.= 27.08 *ค่าสัมประสิทธิ์ความแปรปรวน (Coefficient of Variation)

การวิเคราะห์ d.f.= 3-1 = 2 Error= 3*3 = 9

คำนวณตัวปรับค่า CT = $\frac{\mathbf{597.45^2}}{\mathbf{12}}$ = 29746

คำนวณ Treatments SS Tr.SS= $\frac{\mathbf{223.4^2+200^2+174.57^2}}{\mathbf{4}}$ – 29746 = 297.73

Total SS= $(37.67^2+44.51^2+67.49^2+\ldots+39.75^2+40.25^2)$-29746 = 1934.14

Error SS= 1934.14-297.73 = 1636.41

ความผันแปรเฉลี่ย MST= $\frac{297.73}{2}$ = 148.87 MSE= $\frac{1636.41}{9}$ = 181.82

การทดสอบความแปรปรวน F= $\frac{148.87}{181.82}$ = 0.82

*F=0.82<$F_{.05}$=4.26 แสดงว่า การปลูกข้าวในแต่ละTreatments ไม่ส่งผลต่อความแตกต่างของน้ำหนักเมล็ดต่อหลุมทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญ (α=0.05)

C.V.= $\frac{\sqrt{181.82}}{49.79} x100$ = 27.08%

ผลการวิเคราะห์จากโปรแกรม

```
Statistical Tool for Agricultural Research (STAR)
Sun May 17 00:23:54 2020

Analysis of Variance
Completely Randomized Design

============================================
ANALYSIS FOR RESPONSE VARIABLE: results
============================================

Summary Information
---------------------------------
FACTOR   NO. OF LEVELS   LEVELS
---------------------------------
seed     3               3, 4, 5
---------------------------------
Number of Observations Read and Used: 12


ANOVA TABLE
Response Variable: results
-----------------------------------------------------------
Source    DF  Sum of Square  Mean Square  F Value Pr(> F)
-----------------------------------------------------------
seed       2       297.6093     148.8047     0.82  0.4715
Error      9      1636.4429     181.8270
Total     11      1934.0522
-----------------------------------------------------------

Summary Statistics
----------------------
  CV(%)   results Mean
----------------------
  27.08          49.79
----------------------
```

ค่า Pr.= 0.4715 > 0.05 Non significant (ns)

โดยแบ่งผลผลิตเป็น 3 Treatments คือแบบ 3 seed, 4 seed และ 5 seed และทำซ้ำการทดลองในแต่ละ Treatments 4 ครั้ง คือ ซ้ำ1 ซ้ำ2 ซ้ำ3 ซ้ำ4 ดังตารางที่ 4.16

ตารางที่ 4.16 การวิเคราะห์ความแปรปรวนผลผลิตของ CRD

CRD	ผลผลิต (kg/rai)			รวม
	3 seed	4 seed	5 seed	
ซ้ำ1	167.41	287.56	201.62	
ซ้ำ2	197.84	261.51	218.67	
ซ้ำ3	299.96	140.68	176.67	
ซ้ำ4	327.52	197.03	178.89	
จำนวนทดลอง	4.00	4.00	4.00	12.00
ผลรวม	992.7	887	775.84	2655.35
ค่าเฉลี่ย	248.18	222	193.96	221.28

โดย t=จำนวนวิธีที่ทำ r=จำนวนทำซ้ำ

Source of Variation	d.f.	SS	MS	F-ratio
Treatments	2	5881.13	2940.56	0.82
Error	9	32324.09	3591.6	
Total	11	38205.22		

C.V.= 27.08 *ค่าสัมประสิทธิ์ความแปรปรวน (Coefficient of Variation)

การวิเคราะห์ d.f.= 3-1 = 2 Error= 3*3 = 9

คำนวณตัวปรับค่า CT = $\frac{2655.35^2}{12}$ = 587574

คำนวณ Treatments SS Tr.SS= $\frac{992.7^2+887^2+775.84^2}{4}$ – 587574 = 5881.13

Total SS= $(167.41^2+197.84^2+299.96^2+\ldots+176.67^2+178.89^2)$-587574 = 38205.22

Error SS= 38205.22-5881.13 = 32324.09

ความผันแปรเฉลี่ย MST= $\frac{5881.13}{2}$ = 2940.56 MSE= $\frac{32324.09}{9}$ = 3591.6

การทดสอบความแปรปรวน F= $\frac{2940.56}{3591.6}$ = 0.82

*F=0.82<$F_{.05}$=4.26 แสดงว่า การปลูกข้าวในแต่ละTreatments ไม่ส่งผลต่อความแตกต่างของผลผลิตทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญ (α=0.05)

C.V.= $\frac{\sqrt{3591.6}}{221.28}x100$ = 27.08%

ผลการวิเคราะห์จากโปรแกรม

```
Statistical Tool for Agricultural Research (STAR)
Sun May 17 00:30:48 2020

Analysis of Variance
Completely Randomized Design

============================================
ANALYSIS FOR RESPONSE VARIABLE: results
============================================

Summary Information
---------------------------------
FACTOR   NO. OF LEVELS   LEVELS
---------------------------------
seed     3               3, 4, 5
---------------------------------
Number of Observations Read and Used: 12


ANOVA TABLE
Response Variable: results
-----------------------------------------------------------
Source    DF  Sum of Square  Mean Square  F Value Pr(> F)
-----------------------------------------------------------
seed       2      5880.6501    2940.3251     0.82  0.4714
Error      9     32324.4461    3591.6051
Total     11     38205.0962
-----------------------------------------------------------

Summary Statistics
----------------------
  CV(%)   results Mean
----------------------
  27.08         221.28
----------------------
```

ค่า Pr.= 0.4714 > 0.05 Non significant (ns)

4.3. วิจารณ์ผลการทดลอง

การวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติแบบ CRD จำนวนเมล็ดที่ทำการทดลองปลูกต่อหลุมในรูปแบบ 3 เมล็ด 4 เมล็ด และ 5 เมล็ด ไม่ส่งผลต่อความแตกต่างทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญที่ (α=0.05) ทุกปัจจัยทั้งในทางความสูงของข้าว จำนวนต้นต่อกอ จำนวนรวงต่อกอ จำนวนเมล็ดต่อรวง น้ำหนักเมล็ดต่อรวง น้ำหนักเมล็ดต่อหลุม และผลผลิต จากการทดสอบความแปรปรวน F-test มีค่าน้อยกว่า F ในตารางที่ 0.05 และค่าP-value จากการวิเคราะห์ด้วยโปรแกรมมีค่ามากกว่า 0.05 ทุกปัจจัย ได้สรุปผลทั้ง 3 Treatments ไว้ดังตารางที่ 4.17

ตารางที่ 4.17 แสดงผลของการให้น้ำด้วยระบบสปริงเกลอร์ของรูปแบบ 3 4 5 เมล็ดต่อหลุม ที่วิเคราะห์ทางสถิติ

รูปแบบ	ความสูงของข้าว (cm)	จำนวนต้นต่อกอ	จำนวนรวงต่อกอ	จำนวนเมล็ดต่อรวง	น้ำหนักเมล็ดต่อรวง (g)	น้ำหนักเมล็ดต่อหลุม (g)	ผลผลิตต่อไร่ (kg/rai)
3 seed	41.08	9.40	8.46	82.78	1.66	55.84	248.18
4 seed	38.49	8.00	6.91	72.30	1.45	49.88	221.69
5 seed	41.48	6.90	5.61	72.41	1.45	43.64	193.96
CV %	21.75	25.93	26.32	22.55	22.48	27.08	27.08
Significant Level	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns

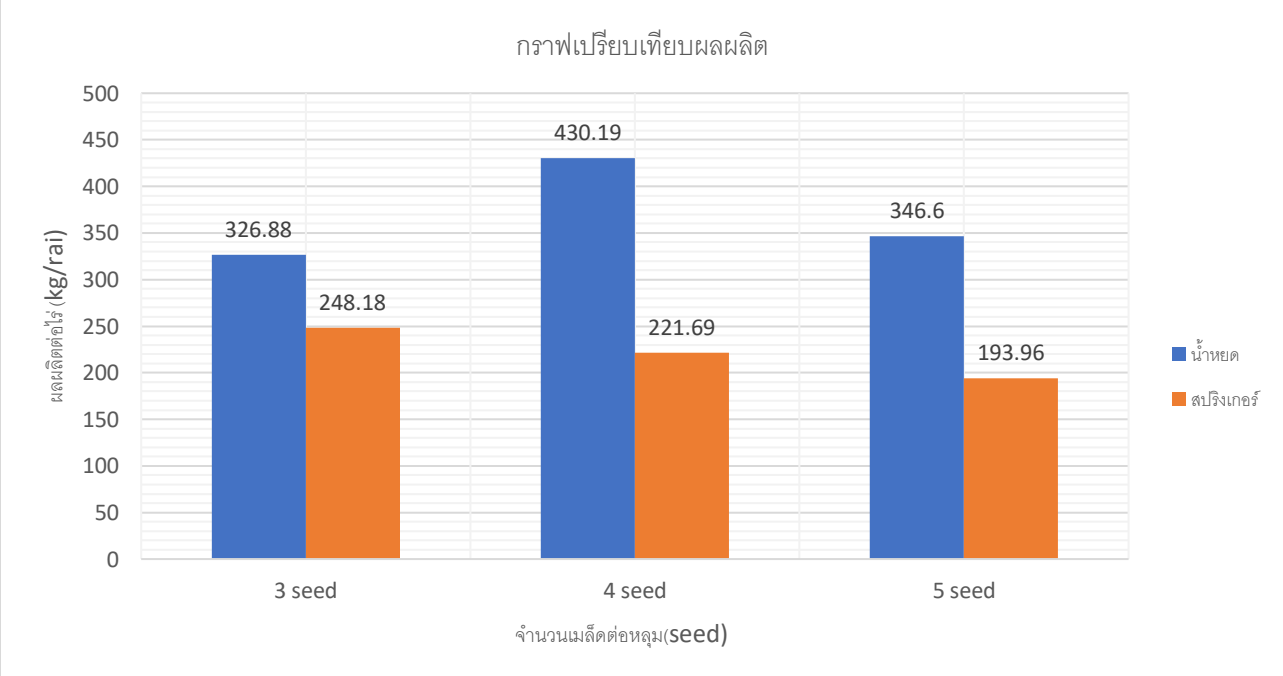
ตารางที่ 4.18 แสดงผลของการให้น้ำด้วยระบบน้ำหยดที่วิเคราะห์ทางสถิติ ที่มา: รวีพร. (2563)

วิธีการทดลอง	จำนวนเมล็ดต่อหลุม	ความสูงของต้นข้าว (เซนติเมตร)	จำนวนต้นต่อกอ	จำนวนรวงต่อกอ	จำนวนเมล็ดต่อรวง	น้ำหนักเมล็ดต่อรวง (กรัม)	น้ำหนักเมล็ดต่อหลุม (กรัม)	ผลผลิต (กก./ไร่)
1	3	67.85b	8.02	7.34	125.09	3.97	73.56b	326.88b
2	4	71.44a	8.67	7.94	133.48	4.19	96.80a	430.19a
3	5	66.32b	7.66	7.16	123.09	3.92	77.99ab	346.60ab
CV %		2.66	9.26	8.18	5.78	4.80	13.14	13.14
Significant Level		*	ns	ns	ns	ns	*	*

ns = ไม่แตกต่างกันทางสถิติ; * =แตกต่างทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซนต์

เมื่อนำตารางแสดงผลของการให้น้ำด้วยระบบน้ำหยดที่วิเคราะห์ทางสถิติดังตารางที่ 4.18 มาเทียบผลผลิตกับตารางแสดงผลของการให้น้ำด้วยระบบสปริงเกลอร์ การปลูกข้าวแบบน้ำหยดจะให้ผลผลิตที่แตกต่างกัน

ทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95% คือ 4 เมล็ดจะให้ผลผลิตที่มากที่สุด รองลงมาคือ 3 เมล็ดและ 5 เมล็ด แต่การปลูกข้าวแบบสปริงเกลอร์จะให้ผลผลิตที่ไม่แตกต่างกันทางสถิติ เมื่อนำผลเปรียบเทียบกันการให้น้ำด้วยระบบน้ำหยดมากกว่าการให้น้ำด้วยระบบสปริงเกลอร์ดังรูปที่ 4.4 และปริมาณการให้น้ำทั้ง 2 รูปแบบการปลูกทั้งสปริงเกลอร์และน้ำหยดให้น้ำเท่ากันอยู่ที่ 360 ลิตร/วัน สำหรับผลผลิตการให้น้ำด้วยระบบสปริงเกลอร์รูปแบบ 3 เมล็ด 4 เมล็ด และ 5 เมล็ด เป็น 248.18 กิโลกรัมต่อไร่ 221.69 กิโลกรัมต่อไร่ และ193.96 กิโลกรัมต่อไร่ ตามลำดับ ดังตารางที่ 4.17 เมื่อนำไปเปรียบเทียบกับข้อมูลผลผลิตข้าวของกรมการข้าวพันธุ์ กข. 43 ที่ผลผลิตโดยประมาณ 400 - 600 กิโลกรัมต่อไร่ ถือว่ามีผลต่ำกว่า เนื่องจากปริมาณน้ำที่ให้แก่ต้นข้าวเฉลี่ยนวันละ 360 ลิตรต่อวันหรือ 0.36 ลูกบาศก์เมตรต่อวัน อาจไม่เพียงพอต่อความต้องการน้ำของต้นข้าว ผลจากวัชพืชในพื้นที่ และโรคข้าวที่มาจากสายพันธุ์ชนิดข้าว กข.



รูปที่ 4.4 กราฟแสดงการเปรียบเทียบผลผลิต

บทที่ 5

สรุปผลการดำเนินงานและข้อเสนอแนะ

5.1. สรุปผลการดำเนินงาน

จากการประยุกต์เทคนิคการปลูกข้าวแบบประณีตด้วยระบบสปริงเกลอร์ พบว่าโดยทั่วไปการทำนาข้าวแบบปกติจะใช้ปริมาณน้ำในการเพาะปลูกตลอดการปลูกทั้งหมด 1200 ลูกบาศก์เมตรต่อไร่ แต่จากการทดลองปลูกข้าวแบบประณีตด้วยระบบสปริงเกลอร์นี้ใช้ปริมาณน้ำในการเพาะปลูกตลอดการปลูกทั้งหมด 600 ลูกบาศก์เมตรต่อไร่ หมายความว่าการประยุกต์เทคนิคการปลูกข้าวแบบประณีตด้วยระบบสปริงเกลอร์สามารถช่วยลดปริมาณการใช้น้ำในการทำนาข้าวได้ถึงร้อยละ 50 และปุ๋ยโบกาฉิหรือปุ๋ยอินทรีย์ชีวภาพนั้นสามารถใช้ได้ในการทดลองปลูกข้าวครั้งนี้ ซึ่งมีธาตุอาหารหลักครบตามที่ข้าวต้องการ และผลผลิตจากการทดลองปลูกข้าวแบบประณีตด้วยระบบสปริงเกลอร์ครั้งนี้ให้ผลผลิตไม่แตกต่างกัน พบว่าการปลูกทดลองแบบ 3 เมล็ดต่อหลุมให้ผลผลิตมีค่าเท่ากับ 248.18 กิโลกรัมต่อไร่หรือคิดเป็นร้อยละ 44.24 ของผลผลิตทั่วไปสำหรับข้าว กข.43 คือ 561 กิโลกรัมต่อไร่ การทดลองปลูกแบบ 4 เมล็ดต่อหลุมให้ผลผลิตมีค่าเท่ากับ 221.69 กิโลกรัมต่อไร่หรือคิดเป็นร้อยละ 39.52 และการทดลองปลูกแบบ 5 เมล็ดต่อหลุมมีผลผลิตมีค่าเท่ากับ 193.96 กิโลกรัมต่อไร่หรือคิดเป็นร้อยละ 34.57 ของผลผลิตทั่วไปสำหรับข้าว กข.43

5.2. ข้อเสนอแนะ

การประยุกต์เทคนิคการปลูกข้าวแบบประณีตด้วยระบบสปริงเกลอร์นั้นสามารถนำไปใช้ได้ ซึ่งช่วยในการประหยัดปริมาณน้ำต้นทุนสำหรับการทำนาปลูกข้าว หากแต่ว่าต้องหมั่นกำจัดวัชพืชให้บ่อยครั้ง เนื่องจากการให้น้ำด้วยระบบสปริงเกลอร์นั้นจะทำให้ดินเปียกทั้งแปลง ซึ่งทำให้วัชพืชต่าง ๆ สามารถเกิดได้มาก และการปลูกข้าวแบบประณีตนี้จะต้องบำรุงดินให้มีปริมาณอินทรีย์วัตถุให้มากพอสำหรับต้นข้าว เพื่อที่จะให้รากต้นข้าวนั้นสามารถเจริญเติบโตได้ดี

เอกสารอ้างอิง

เกริก มีมุ่งกิจ. (2560). **ทำนาปลูกข้าว 6 ตันต่อไร่ ทำอย่างไร**. แหล่งที่มา:

http://kasetklangthong.blogspot.com/2017/04/6.html, 15 กันยายน 2562

กรมการข้าว. 2562. **พันธุ์ข้าวกข43**. แหล่งที่มา:

http://www.ricethailand.go.th/Rkb/varieties/index.php-file=content.php&id=122.htm, 15 กันยายน 2562

ทีมงานส่งเสริมการเกษตรสถาบันแมคเคนฯ. 2544. **ระบบการเพิ่มผลผลิตข้าว (รพข) System of Rice Intensification (SRI).** สถาบันแมคเคนเพื่อการฟื้นฟูสภาพ, เชียงใหม่.

บริษัท ทวีผลเกษตรธรรมชาติ จำกัด. (ม.ป.ป.). **การขาดธาตุอาหารของข้าวและการจัดการ**. แหล่งที่มา: http://www.ktkrating.com/เกี่ยวกับข้าว/การขาดธาตุอาหารของข้าว.html, 10 พฤษภาคม 2563

บริษัท โปรเจส จำกัด. (ม.ป.ป.). **คุณสมบัติและประโยชน์.** แหล่งที่มา: http://projess.net/index.php/property, 10 พฤษภาคม 2563

บริษัท ออร์แกนิคโต๊ตโคะ จำกัด, (ม.ป.ป.). **ปุ๋ยอินทรีย์ชีวภาพสูตรญี่ปุ่น(ปุ๋ยโบกาฉิ)ตราโต๊ตโตะ**. แหล่งที่มา: https://www.organictotto.com/index.php?lay=show&ac=article&Id=538831962&Ntype=1, 10 พฤษภาคม 2563

บุญมา ป้านปะดิษฐ์. (2546). **หลักการชลประทาน**. ภาควิชาวิศวกรรมชลประทาน มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ วิทยาเขตกำแพงแสน, นครปฐม.

พรเพ็ญ สมจิตร์ และธานี ศรีวงศ์ชัย. (ม.ป.ป.). **เอกสารประกอบการใช้โปรแกรม START 2.0.1**. ภาควิชาพืชไร่นา คณะเกษตร มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ วิทยาเขตกำแพงแสน, นครปฐม.

รวีพร นฤดีศรีอุทัย, วงศพัทธ์ กิมน้อย และสุนันทา นิลสนธิ. (2563). **การประยุกต์เทคนิคการปลูกข้าวแบบประณีตด้วยระบบน้ำหยด**. ภาควิชาวิศวกรรมชลประทาน มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ วิทยาเขตกำแพงแสน, นครปฐม.

วราวุธ วุฒิวณิชย์, นิมิต เฉิดฉันท์พิพัฒน์ และพงศธร โสภาพันธ์. (2558). **วิศวกรรมชลประทานเบื้องต้น**. ภาควิชาวิศวกรรมชลประทาน มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ วิทยาเขตกำแพงแสน, นครปฐม.

สุภชัย ปิติวุฒิ. (2554). **ชาวนาวันหยุด ชวนไปพรวนหญ้าในนา**. แหล่งที่มา: https://www.facebook.com/WeekendFarmerNetworks, 10 พฤษภาคม 2563

สถาบันวิจัยและพัฒนาพื้นที่สูง องค์การมหาชน. (ม.ป.ป.). **การปลูกข้าวต้นเดียวและใช้น้ำน้อยบนพื้นที่สูง**. แหล่งที่มา: https://www.hrdi.or.th/Articles/Detail/17, 10 พฤษภาคม 2563

สภาบันสารสนเทศทรัพยากรน้ำและการเกษตร (องค์การมหาชน). (2558). **บันทึกเหตุการณ์ภัยแล้งปี 2558/2559**. แหล่งที่มา: http://www.thaiwater.net/current/2016/drought59/menu.html, 15 กันยายน 2562

เอกสิทธิ์ โฆสิตสกุลชัย. (2552). **การใช้น้ำของพืช ทฤษฎีและการประยุกต์**. ภาควิชาวิศวกรรมชลประทาน มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์วิทยาเขตกาแพงแสน, นครปฐม.

ภาคผนวก

ตารางภาคผนวกที่ 1 บันทึกผลผลิตแถว A

ตารางบันทึกการปลูกข้าวพันธ์ กข.43 ด้วยวิธีการให้น้ำแบบสปริงเกลอร์							
ชนิดดินที่ทำการปลูก ดินร่วนปนทราย							
ปุ๋ยหมักแบบ โบกาฉิ							
ความลึกของหลุมในการปลูก 30 cm							
ระยะระหว่างหลุม 60x60 cm							
หลุมที่	จำนวนเมล็ดต่อหลุม (seed)	ความสูงของข้าว (cm)	จำนวนต้นต่อกอ	จำนวนรวงต่อกอ	จำนวนเมล็ดต่อรวง	น้ำหนักเมล็ดต่อรวง (g)	น้ำหนักเมล็ดต่อหลุม (g)
1	3	45	8	7	94	1.88	39.48
2		-	-	-	-	-	-
3		43	8	7	78	1.56	32.76
4		47	11	10	97	1.94	58.2
5		45	10	9	83	1.66	44.82
6		40	7	6	75	1.5	27
7		-	-	-	-	-	-
8		-	-	-	-	-	-
9		-	-	-	-	-	-
10		39	6	5	69	1.38	20.7
11		50	12	12	107	2.14	77.04
12		55	14	12	114	2.28	82.08
13		60	15	14	120	2.4	100.8
14		65	16	15	124	2.48	111.6
15		-	-	-	-	-	-
16		40	10	9	76	1.52	41.04
17		43	8	8	85	1.7	40.8
18		-	-	-	-	-	-
19		-	-	-	-	-	-
20		50	13	12	107	2.14	77.04

ตารางภาคผนวกที่ 2 บันทึกผลผลิตแถว B

ตารางบันทึกการปลูกข้าวพันธ์ กข.43 ด้วยวิธีการให้น้ำแบบสปริงเกลอร์							
ชนิดดินที่ทำการปลูก ดินร่วนปนทราย							
ปุ๋ยหมักแบบ โบกาฉิ							
ความลึกของหลุมในการปลูก 30 cm							
ระยะระหว่างหลุม 60x60 cm							
หลุมที่	จำนวนเมล็ดต่อหลุม (seed)	ความสูงของข้าว (cm)	จำนวนต้นต่อกอ	จำนวนรวงต่อกอ	จำนวนเมล็ดต่อรวง	น้ำหนักเมล็ดต่อรวง (g)	น้ำหนักเมล็ดต่อหลุม (g)
1	3	-	-	-	-	-	-
2		-	-	-	-	-	-
3		47	11	10	96	1.92	57.6
4		45	10	8	87	1.74	41.76
5		40	7	7	78	1.56	32.76
6		38	6	5	70	1.4	21
7		-	-	-	-	-	-
8		-	-	-	-	-	-
9		45	10	9	92	1.84	49.68
10		50	13	11	105	2.1	69.3
11		60	17	15	125	2.5	112.5
12		55	16	15	114	2.28	102.6
13		60	16	14	121	2.42	101.64
14		65	15	14	132	2.64	110.88
15		60	14	13	128	2.56	99.84
16		-	-	-	-	-	-
17		-	-	-	-	-	-
18		-	-	-	-	-	-
19		-	-	-	-	-	-
20		55	15	14	108	2.16	90.72

ตารางภาคผนวกที่ 3 บันทึกผลผลิตแถว C

ตารางบันทึกการปลูกข้าวพันธ์ กข.43 ด้วยวิธีการให้น้ำแบบสปริงเกลอร์							
ชนิดดินที่ทำการปลูก ดินร่วนปนทราย							
ปุ๋ยหมักแบบ โบกาฉิ							
ความลึกของหลุมในการปลูก 30 cm							
ระยะระหว่างหลุม 60x60 cm							
หลุมที่	จำนวนเมล็ดต่อหลุม (seed)	ความสูงของข้าว (cm)	จำนวนต้นต่อกอ	จำนวนรวงต่อกอ	จำนวนเมล็ดต่อรวง	น้ำหนักเมล็ดต่อรวง (g)	น้ำหนักเมล็ดต่อหลุม (g)
1	3	53	12	11	120	2.4	79.2
2		50	10	10	117	2.34	70.2
3		35	8	7	70	1.4	29.4
4		-	-	-	-	-	-
5		37	9	7	73	1.46	30.66
6		45	10	10	85	1.7	51
7		30	7	6	68	1.36	24.48
8		-	-	-	-	-	-
9		55	14	12	104	2.08	74.88
10		60	16	14	118	2.36	99.12
11		58	11	9	109	2.18	58.86
12		60	14	13	124	2.48	96.72
13		60	13	12	127	2.54	91.44
14		65	16	14	135	2.7	113.4
15		65	12	11	138	2.76	91.08
16		60	14	12	125	2.5	90
17		58	13	12	107	2.14	77.04
18		63	17	15	128	2.56	115.2
19		55	12	11	105	2.1	69.3
20		60	15	12	122	2.44	87.84

ตารางภาคผนวกที่ 4 บันทึกผลผลิตแถว D

ตารางบันทึกการปลูกข้าวพันธ์ กข.43 ด้วยวิธีการให้น้ำแบบสปริงเกลอร์							
ชนิดดินที่ทำการปลูก ดินร่วนปนทราย							
ปุ๋ยหมักแบบ โบกาฉิ							
ความลึกของหลุมในการปลูก 30 cm							
ระยะระหว่างหลุม 60x60 cm							
หลุมที่	จำนวนเมล็ดต่อหลุม (seed)	ความสูงของข้าว (cm)	จำนวนต้นต่อกอ	จำนวนรวงต่อกอ	จำนวนเมล็ดต่อรวง	น้ำหนักเมล็ดต่อรวง (g)	น้ำหนักเมล็ดต่อหลุม (g)
1	3	65	15	14	124	2.48	104.16
2		65	16	15	127	2.54	114.3
3		43	8	7	81	1.62	34.02
4		35	8	6	70	1.4	25.2
5		45	11	10	83	1.66	49.8
6		40	9	8	78	1.56	37.44
7		35	7	7	68	1.36	28.56
8		60	15	14	123	2.46	103.32
9		58	12	11	118	2.36	77.88
10		55	10	9	112	2.24	60.48
11		60	15	13	120	2.4	93.6
12		57	14	12	108	2.16	77.76
13		60	16	15	129	2.58	116.1
14		60	13	12	126	2.52	90.72
15		60	12	11	133	2.66	87.78
16		60	11	10	125	2.5	75
17		47	8	6	93	1.86	33.48
18		55	15	14	106	2.12	89.04
19		65	16	14	135	2.7	113.4
20		50	10	10	103	2.06	61.8

ตารางภาคผนวกที่ 5 บันทึกผลผลิตแถว E

ตารางบันทึกการปลูกข้าวพันธ์ กข.43 ด้วยวิธีการให้น้ำแบบสปริงเกลอร์							
ชนิดดินที่ทำการปลูก ดินร่วนปนทราย							
ปุ๋ยหมักแบบ โบกาฉิ							
ความลึกของหลุมในการปลูก 30 cm							
ระยะระหว่างหลุม 60x60 cm							
หลุมที่	จำนวนเมล็ดต่อหลุม (seed)	ความสูงของข้าว (cm)	จำนวนต้นต่อกอ	จำนวนรวงต่อกอ	จำนวนเมล็ดต่อรวง	น้ำหนักเมล็ดต่อรวง (g)	น้ำหนักเมล็ดต่อหลุม (g)
1	4	45	10	10	74	1.48	59.2
2		48	12	10	86	1.72	68.8
3		50	14	13	102	2.04	106.08
4		43	7	5	74	1.48	29.6
5		42	9	8	71	1.42	45.44
6		44	8	7	76	1.52	42.56
7		50	13	11	107	2.14	94.16
8		44	12	10	85	1.7	68
9		50	11	10	96	1.92	76.8
10		43	8	6	80	1.6	38.4
11		50	13	12	108	2.16	103.68
12		55	13	11	112	2.24	98.56
13		52	12	10	100	2	80
14		53	13	12	105	2.1	100.8
15		47	10	9	88	1.76	63.36
16		40	7	5	75	1.5	30
17		45	8	7	71	1.42	39.76
18		42	6	4	70	1.4	22.4
19		46	10	8	75	1.5	48
20		50	11	10	98	1.96	78.4

ตารางภาคผนวกที่ 6 บันทึกผลผลิตแถว F

ตารางบันทึกการปลูกข้าวพันธ์ กข.43 ด้วยวิธีการให้น้ำแบบสปริงเกลอร์							
ชนิดดินที่ทำการปลูก ดินร่วนปนทราย							
ปุ๋ยหมักแบบ โบกาฉิ							
ความลึกของหลุมในการปลูก 30 cm							
ระยะระหว่างหลุม 60x60 cm							
หลุมที่	จำนวนเมล็ดต่อหลุม (seed)	ความสูงของข้าว (cm)	จำนวนต้นต่อกอ	จำนวนรวงต่อกอ	จำนวนเมล็ดต่อรวง	น้ำหนักเมล็ดต่อรวง (g)	น้ำหนักเมล็ดต่อหลุม (g)
1	4	52	12	10	105	2.1	84
2		43	8	7	75	1.5	42
3		50	10	8	106	2.12	67.84
4		38	7	7	68	1.36	38.08
5		45	10	9	81	1.62	58.32
6		53	16	14	95	1.9	106.4
7		47	11	10	84	1.68	67.2
8		40	8	9	73	1.46	52.56
9		42	8	7	88	1.76	49.28
10		45	7	5	83	1.66	33.2
11		48	11	9	96	1.92	69.12
12		50	12	10	102	2.04	81.6
13		48	15	13	76	1.52	79.04
14		51	13	11	110	2.2	96.8
15		-	-	-	-	-	-
16		40	7	5	70	1.4	28
17		45	8	8	73	1.46	46.72
18		46	12	10	77	1.54	61.6
19		50	8	7	100	2	56
20		45	10	9	82	1.64	59.04

ตารางภาคผนวกที่ 7 บันทึกผลผลิตแถว G

ตารางบันทึกการปลูกข้าวพันธ์ กข.43 ด้วยวิธีการให้น้ำแบบสปริงเกลอร์							
ชนิดดินที่ทำการปลูก ดินร่วนปนทราย							
ปุ๋ยหมักแบบ โบกาฉิ							
ความลึกของหลุมในการปลูก 30 cm							
ระยะระหว่างหลุม 60x60 cm							
หลุมที่	จำนวนเมล็ดต่อหลุม (seed)	ความสูงของข้าว (cm)	จำนวนต้นต่อกอ	จำนวนรวงต่อกอ	จำนวนเมล็ดต่อรวง	น้ำหนักเมล็ดต่อรวง (g)	น้ำหนักเมล็ดต่อหลุม (g)
1	4	50	12	9	90	1.8	64.8
2		53	10	10	105	2.1	84
3		51	15	13	100	2	104
4		43	8	8	82	1.64	52.48
5		-	-	-	-	-	-
6		44	7	6	75	1.5	36
7		46	8	7	85	1.7	47.6
8		-	-	-	-	-	-
9		45	6	5	83	1.66	33.2
10		-	-	-	-	-	-
11		41	5	4	70	1.4	22.4
12		-	-	-	-	-	-
13		50	12	10	103	2.06	82.4
14		48	10	8	85	1.7	54.4
15		-	-	-	-	-	-
16		40	5	5	75	1.5	30
17		38	6	4	68	1.36	21.76
18		-	-	-	-	-	-
19		-	-	-	-	-	-
20		-	-	-	-	-	-

ตารางภาคผนวกที่ 8 บันทึกผลผลิตแถว H

ตารางบันทึกการปลูกข้าวพันธ์ กข.43 ด้วยวิธีการให้น้ำแบบสปริงเกลอร์							
ชนิดดินที่ทำการปลูก ดินร่วนปนทราย							
ปุ๋ยหมักแบบ โบกาฉิ							
ความลึกของหลุมในการปลูก 30 cm							
ระยะระหว่างหลุม 60x60 cm							
หลุมที่	จำนวนเมล็ดต่อหลุม (seed)	ความสูงของข้าว (cm)	จำนวนต้นต่อกอ	จำนวนรวงต่อกอ	จำนวนเมล็ดต่อรวง	น้ำหนักเมล็ดต่อรวง (g)	น้ำหนักเมล็ดต่อหลุม (g)
1	4	45	7	6	84	1.68	40.32
2		48	9	8	86	1.72	55.04
3		50	10	10	97	1.94	77.6
4		43	5	5	75	1.5	30
5		40	6	4	78	1.56	24.96
6		44	8	6	76	1.52	36.48
7		50	10	8	96	1.92	61.44
8		51	13	11	105	2.1	92.4
9		-	-	-	-	-	-
10		47	10	8	80	1.6	51.2
11		50	11	10	95	1.9	76
12		52	14	12	107	2.14	102.72
13		55	10	10	117	2.34	93.6
14		53	8	7	108	2.16	60.48
15		-	-	-	-	-	-
16		40	6	6	79	1.58	37.92
17		45	9	7	83	1.66	46.48
18		-	-	-	-	-	-
19		-	-	-	-	-	-
20		-	-	-	-	-	-

ตารางภาคผนวกที่ 9 บันทึกผลผลิตแถว I

ตารางบันทึกการปลูกข้าวพันธ์ กข.43 ด้วยวิธีการให้น้ำแบบสปริงเกลอร์							
ชนิดดินที่ทำการปลูก ดินร่วนปนทราย							
ปุ๋ยหมักแบบ โบกาฉิ							
ความลึกของหลุมในการปลูก 30 cm							
ระยะระหว่างหลุม 60x60 cm							
หลุมที่	จำนวนเมล็ดต่อหลุม (seed)	ความสูงของข้าว (cm)	จำนวนต้นต่อกอ	จำนวนรวงต่อกอ	จำนวนเมล็ดต่อรวง	น้ำหนักเมล็ดต่อรวง (g)	น้ำหนักเมล็ดต่อหลุม (g)
1	5	43	7	6	73	1.46	43.8
2		45	6	5	76	1.52	38
3		48	10	9	86	1.72	77.4
4		50	12	10	93	1.86	93
5		46	8	6	80	1.6	48
6		38	8	7	70	1.4	49.0
7		35	10	8	68	1.36	54.4
8		30	11	10	65	1.3	65
9		33	7	6	72	1.44	43.2
10		41	9	7	75	1.5	52.5
11		-	-	-	-	-	-
12		45	8	7	76	1.52	53.2
13		47	8	6	79	1.58	47.4
14		45	6	5	80	1.6	40
15		-	-	-	-	-	-
16		44	7	6	74	1.48	44.4
17		40	9	8	71	1.42	56.8
18		40	8	6	73	1.46	43.8
19		-	-	-	-	-	-
20		48	8	7	82	1.64	57.4

ตารางภาคผนวกที่ 10 บันทึกผลผลิตแถว J

ตารางบันทึกการปลูกข้าวพันธ์ กข.43 ด้วยวิธีการให้น้ำแบบสปริงเกลอร์							
ชนิดดินที่ทำการปลูก ดินร่วนปนทราย							
ปุ๋ยหมักแบบ โบกาฉิ							
ความลึกของหลุมในการปลูก 30 cm							
ระยะระหว่างหลุม 60x60 cm							
หลุมที่	จำนวนเมล็ดต่อหลุม (seed)	ความสูงของข้าว (cm)	จำนวนต้นต่อกอ	จำนวนรวงต่อกอ	จำนวนเมล็ดต่อรวง	น้ำหนักเมล็ดต่อรวง (g)	น้ำหนักเมล็ดต่อหลุม (g)
1	5	48	12	10	78	1.56	78
2		45	10	7	74	1.48	51.8
3		47	7	5	76	1.52	38
4		53	10	8	106	2.12	84.8
5		-	-	-	-	-	-
6		47	6	5	80	1.6	40
7		45	9	8	75	1.5	60
8		40	8	7	72	1.44	50.4
9		40	7	4	70	1.4	28
10		42	8	8	73	1.46	58.4
11		43	12	10	76	1.52	76
12		48	10	9	83	1.66	74.7
13		46	9	7	81	1.62	56.7
14		-	-	-	-	-	-
15		51	11	8	100	2	80
16		-	-	-	-	-	-
17		-	-	-	-	-	-
18		47	8	6	80	1.6	48
19		42	5	4	69	1.38	27.6
20		45	6	5	75	1.5	37.5

ตารางภาคผนวกที่ 11 บันทึกผลผลิตแถว K

ตารางบันทึกการปลูกข้าวพันธ์ กข.43 ด้วยวิธีการให้น้ำแบบสปริงเกลอร์							
ชนิดดินที่ทำการปลูก ดินร่วนปนทราย							
ปุ๋ยหมักแบบ โบกาฉิ							
ความลึกของหลุมในการปลูก 30 cm							
ระยะระหว่างหลุม 60x60 cm							
หลุมที่	จำนวนเมล็ดต่อหลุม (seed)	ความสูงของข้าว (cm)	จำนวนต้นต่อกอ	จำนวนรวงต่อกอ	จำนวนเมล็ดต่อรวง	น้ำหนักเมล็ดต่อรวง (g)	น้ำหนักเมล็ดต่อหลุม (g)
1	5	-	-	-	-	-	-
2		-	-	-	-	-	-
3		-	-	-	-	-	-
4		48	8	7	80	1.6	56
5		53	10	8	102	2.04	81.6
6		-	-	-	-	-	-
7		50	12	10	97	1.94	97
8		55	10	8	105	2.1	84
9		45	10	9	82	1.64	73.8
10		43	6	6	77	1.54	46.2
11		47	8	7	85	1.7	59.5
12		45	6	5	79	1.58	39.5
13		-	-	-	-	-	-
14		-	-	-	-	-	-
15		46	8	7	83	1.66	58.1
16		41	6	5	71	1.42	35.5
17		44	7	5	80	1.6	40
18		40	6	6	70	1.4	42
19		40	5	4	73	1.46	29.2
20		38	4	3	66	1.32	19.8

ตารางภาคผนวกที่ 12 บันทึกผลผลิตแถว L

ตารางบันทึกการปลูกข้าวพันธ์ กข.43 ด้วยวิธีการให้น้ำแบบสปริงเกลอร์							
ชนิดดินที่ทำการปลูก ดินร่วนปนทราย							
ปุ๋ยหมักแบบ โบกาฉิ							
ความลึกของหลุมในการปลูก 30 cm							
ระยะระหว่างหลุม 60x60 cm							
หลุมที่	จำนวนเมล็ดต่อหลุม (seed)	ความสูงของข้าว (cm)	จำนวนต้นต่อกอ	จำนวนรวงต่อกอ	จำนวนเมล็ดต่อรวง	น้ำหนักเมล็ดต่อรวง (g)	น้ำหนักเมล็ดต่อหลุม (g)
1	5	45	10	9	76	1.52	68.4
2		-	-	-	-	-	-
3		48	7	5	85	1.7	42.5
4		-	-	-	-	-	-
5		-	-	-	-	-	-
6		42	6	5	72	1.44	36
7		44	8	7	75	1.5	52.5
8		-	-	-	-	-	-
9		-	-	-	-	-	-
10		-	-	-	-	-	-
11		-	-	-	-	-	-
12		46	9	8	84	1.68	67.2
13		47	9	7	82	1.64	57.4
14		45	7	6	80	1.6	48
15		45	6	5	76	1.52	38
16		48	10	8	86	1.72	68.8
17		51	13	11	101	2.02	111.1
18		50	10	9	98	1.96	88.2
19		42	7	6	75	1.5	45
20		40	6	5	70	1.4	35

ตารางภาคผนวกที่ 13 ปริมาณการใช้น้ำของพืชอ้างอิงโดยวิธี Penman-Monteith รายเดือน ภาคกลางและตะวันตก

Eto (mm/day)	เดือน											
	ม.ค.	ก.พ.	มี.ค.	เม.ย.	พ.ค.	มิ.ย.	ก.ค.	ส.ค.	ก.ย.	ต.ค.	พ.ย.	ธ.ค.
	3.7	4.35	5.15	5.12	4.02	4	3.63	3.16	3.44	3.69	3.92	3.66

ที่มา : กลุมงานวิจัยการใชน้ำชลประทาน สวนการใชน้ำชลประทาน สำนักอุทกวิทยาและบริหารน้ำ

ตารางภาคผนวกที่ 14 การคำนวณปริมาณความต้องการน้ำของข้าว กข. 43

เริ่มปลูก 11 ม.ค. 63 1-ก.พ. 1-มี.ค. 1-เม.ย.

Kc	สัปดาห์															SUM
	1	2	3	4	5	6	7	8		9	10	11	12		13	
	1.03	1.07	1.12	1.29	1.38	1.45	1.5	1.48		1.42	1.34	1.23	0.94		0.86	
เดือน	ม.ค.	ม.ค.	ม.ค.	ก.พ.	ก.พ.	ก.พ.	ก.พ.	ก.พ.	มี.ค.	มี.ค.	มี.ค.	มี.ค.	มี.ค.	เม.ย.	เม.ย.	
จำนวนวัน(day)	7	7	7	7	7	7	7	1	6	7	7	7	4	3	7	91
ETc(mm)	26.677	32.582	40.376	39.281	42.021	44.153	45.675	6.438	45.732	51.191	48.307	44.342	19.364	14.438	30.822	
ETc(m)	0.027	0.033	0.040	0.039	0.042	0.044	0.046	0.006	0.046	0.051	0.048	0.044	0.019	0.014	0.031	
พื้นที่(m^2)	96															
ปริมาณน้ำ(m^3)	2.561	3.128	3.876	3.771	4.034	4.239	4.385	0.618	4.390	4.914	4.637	4.257	1.859	1.386	2.959	51.014
ปริมาณน้ำ(m^3/day)	0.366	0.447	0.554	0.539	0.576	0.606	0.626	0.618	0.732	0.702	0.662	0.608	0.465	0.462	0.423	8.385
ปริมาณน้ำ(l/day)	365.856	446.832	553.728	538.704	576.288	605.520	626.400	618.048	731.712	702.048	662.496	608.112	464.736	462.029	422.707	8385.216

ตารางภาคผนวกที่ 15 การคำนวณเวลาในการให้น้ำแก่ต้นข้าว

กำหนดปริมาณน้ำที่จะให้ (l/day)	375	450	575	550	600	625	650	625	750	725	675	625	475	475	425	8600
ปริมาณน้ำที่จะให้(l/m^2)	3.906	4.688	5.990	5.729	6.250	6.510	6.771	6.510	7.813	7.552	7.031	6.510	4.948	4.948	4.427	
อัตราการจ่ายน้ำต่อหัว(mm/hr)	22.5															
เวลาในการให้น้ำ(hr)	0.174	0.208	0.266	0.255	0.278	0.289	0.301	0.289	0.347	0.336	0.313	0.289	0.220	0.220	0.197	
เวลาในการให้น้ำ(min)	10	13	16	15	17	17	18	17	21	20	19	17	13	13	12	

ตารางภาคผนวกที่ 16 ค่าสัมประสิทธิ์การใช้น้ำของข้าว กข.

สัปดาห์ที่	ค่าสัมประสิทธิ์พืช (Crop Coefficient ; Kc)						
	Modified Penman	Blaney-Criddle	Pan Method	Thornthwaite	Hargreaves	Radiation	Penman-Monteith
1	0.90	1.10	1.23	0.76	0.90	1.29	1.03
2	0.94	1.24	1.21	0.85	0.92	1.38	1.07
3	0.98	1.52	1.27	1.06	1.11	1.35	1.12
4	1.13	1.65	1.55	1.14	1.24	1.57	1.29
5	1.21	1.67	1.55	1.12	1.31	1.77	1.38
6	1.27	1.64	1.89	1.07	1.23	1.88	1.45
7	1.32	2.10	1.87	1.39	1.54	1.78	1.50
8	1.30	1.66	1.86	1.09	1.22	1.87	1.48
9	1.26	1.74	1.72	1.15	1.24	1.77	1.42
10	1.21	1.68	1.42	1.19	1.27	1.73	1.34
11	1.11	1.68	1.48	1.17	1.23	1.51	1.23
12	0.85	1.18	1.29	0.81	0.89	1.15	0.94
13	0.75	1.13	1.13	0.78	0.85	0.63	0.86
เฉลี่ย	1.09	1.54	1.49	1.05	1.15	1.53	1.24

ที่มา : กลุมงานวิจัยการใชน้ำชลประทาน สวนการใชน้ำชลประทาน สำนักอุทกวิทยาและบริหารน้ำ

ตารางภาคผนวกที่ 17 แสดงค่าเฉลี่ยปริมาณของน้ำในดินช่วงวันที่ 5 มีนาคม 2563

ปริมาณน้ำในดิน (WATER CONTENT DETERMINATION)			
วันที่ทำการทดสอบ	5-Mar-63		
ตัวอย่างที่	1	2	3
น้ำหนักกระป๋อง + ดินเปียก (กรัม)	207.580	198.930	207.580
น้ำหนักกระป๋อง + ดินแห้ง (กรัม)	196.020	183.750	195.080
น้ำหนักของน้ำ (กรัม)	11.560	15.180	12.500
น้ำหนักกระป๋อง (กรัม)	85.550	79.710	72.470
น้ำหนักของดินแห้ง (กรัม)	110.470	104.040	122.610
ปริมาณของน้ำในดิน (กรัม)	10.464	14.591	10.195
ค่าเฉลี่ยปริมาณของน้ำในดิน %	11.750		

ตารางภาคผนวกที่ 18 แสดงค่าเฉลี่ยปริมาณของน้ำในดินช่วงวันที่ 10 มีนาคม 2563

ปริมาณน้ำในดิน (WATER CONTENT DETERMINATION)			
วันที่ทำการทดสอบ	10-Mar-63		
ตัวอย่างที่	1	2	3
น้ำหนักกระป๋อง + ดินชื้น (กรัม)	207.130	204.900	204.010
น้ำหนักกระป๋อง + ดินแห้ง (กรัม)	188.870	188.450	184.360
น้ำหนักของน้ำ (กรัม)	18.260	16.450	19.650
น้ำหนักกระป๋อง (กรัม)	82.460	77.100	79.460
น้ำหนักของดินแห้ง (กรัม)	106.410	111.350	104.900
ปริมาณของน้ำในดิน (กรัม)	17.160	14.773	18.732
ค่าเฉลี่ยปริมาณของน้ำในดิน %	16.888		

ตารางภาคผนวกที่ 19 แสดงค่าเฉลี่ยปริมาณของน้ำในดินช่วงวันที่ 15 มีนาคม 2563

ปริมาณน้ำในดิน (WATER CONTENT DETERMINATION)			
วันที่ทำการทดสอบ	15-Mar-63		
ตัวอย่างที่	1	2	3
น้ำหนักกระป๋อง + ดินชื้น (กรัม)	224.460	208.160	215.780
น้ำหนักกระป๋อง + ดินแห้ง (กรัม)	208.130	180.240	195.530
น้ำหนักของน้ำ (กรัม)	16.330	27.920	20.250
น้ำหนักกระป๋อง (กรัม)	85.390	75.650	80.000
น้ำหนักของดินแห้ง (กรัม)	122.740	104.590	115.530
ปริมาณของน้ำในดิน (กรัม)	13.305	26.695	17.528
ค่าเฉลี่ยปริมาณของน้ำในดิน %	19.176		

ตารางภาคผนวกที่ 20 แสดงค่าเฉลี่ยปริมาณของน้ำในดินช่วงวันที่ 20 มีนาคม 2563

ปริมาณน้ำในดิน (WATER CONTENT DETERMINATION)			
วันที่ทำการทดสอบ	20-Mar-63		
ตัวอย่างที่	1	2	3
น้ำหนักกระป๋อง + ดินชื้น (กรัม)	228.560	212.360	219.870
น้ำหนักกระป๋อง + ดินแห้ง (กรัม)	202.630	185.580	194.350
น้ำหนักของน้ำ (กรัม)	25.930	26.780	25.520
น้ำหนักกระป๋อง (กรัม)	84.430	80.650	78.350
น้ำหนักของดินแห้ง (กรัม)	118.200	104.930	116.000
ปริมาณของน้ำในดิน (กรัม)	21.937	25.522	22.000
ค่าเฉลี่ยปริมาณของน้ำในดิน %	23.153		

ตารางภาคผนวกที่ 21 แสดงค่าเฉลี่ยปริมาณของน้ำในดินช่วงวันที่ 25 มีนาคม 2563

ปริมาณน้ำในดิน (WATER CONTENT DETERMINATION)			
วันที่ทำการทดสอบ	25-Mar-63		
ตัวอย่างที่	1	2	3
น้ำหนักกระป๋อง + ดินชื้น (กรัม)	230.730	215.320	223.470
น้ำหนักกระป๋อง + ดินแห้ง (กรัม)	206.410	182.870	191.550
น้ำหนักของน้ำ (กรัม)	24.320	32.450	31.920
น้ำหนักกระป๋อง (กรัม)	82.130	77.350	76.850
น้ำหนักของดินแห้ง (กรัม)	124.280	105.520	114.700
ปริมาณของน้ำในดิน (กรัม)	19.569	30.752	27.829
ค่าเฉลี่ยปริมาณของน้ำในดิน %	26.050		

รูปภาพภาคผนวกที่ 1 แปลงทดลอง

รูปภาพภาคผนวกที่ 2 การเจาะหลุมที่ออกแบบไว้

รูปภาพภาคผนวกที่ 3 การเจาะหลุมที่ออกแบบไว้

รูปภาพภาคผนวกที่ 4 ระบบสปริงเกอร์ที่ติดตั้งในแปลงทดลอง

รูปภาพภาคผนวกที่ 5 นำต้นกล้าลงหลุม

รูปภาพภาคผนวกที่ 6 กำจัดวัชพืช

รูปภาพภาคผนวกที่ 7 ให้น้ำด้วยระบบสปริงเกลอร์ที่อายุ 20

รูปภาพภาคผนวกที่ 7 ให้น้ำด้วยระบบสปริงเกลอร์ที่อายุ 35

รูปภาพภาคผนวกที่ 8 ให้น้ำด้วยระบบสปริงเกลอร์ที่อายุ 60

รูปภาพภาคผนวกที่ 9 ให้น้ำด้วยระบบสปริงเกลอร์ที่อายุ 60

รูปภาพภาคผนวกที่ 10 ต้นข้าวออกรวง

รูปภาพภาคผนวกที่ 11 วัดความสูงของต้นข้าว

รูปภาพภาคผนวกที่ 12 ต้นข้าวพร้อมเก็บผล