รายงานการวิจัยฉบับสมบูรณ์

อิทธิพลของปุ๋ยอินทรีย์ต่อความเป็นประโยชน์ของไนโตรเจน ในระบบการผลิตข้าวอินทรีย์

Effect of organic fertilizers on nitrogen availability in organic rice production

ดร. สุกัญญา แย้มประชา

นางสาว ภาสินี สืบสวน

ได้รับทุนสนับสนุนงานวิจัยจากงบประมาณรายได้ ประจำปีงบประมาณ พ.ศ. 2561

คณะเทคโนโลยีการเกษตร

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ชื่อโครงการ อิทธิพลของปุ๋ยอินทรีย์ต่อความเป็นประโยชน์ของไนโตรเจน
ในระบบการผลิตข้าวอินทรีย์
แหล่งเงิน ทุนสนับสนุนงานวิจัยจากงบประมาณรายได้
ประจำปีงบประมาณ 2561 จำนวนเงินที่ได้รับการสนับสนุน 70,000 บาท
ระยะเวลาการทำวิจัย 1 ปี ตั้งแต่ 1 ตุลาคม 2560 ถึง 30 กันยายน 2561
หัวหน้าโครงการ ดร.สุกัญญา แย้มประชา หน่วยงานต้นสังกัด คณะเทคโนโลยีการเกษตร
ผู้ร่วมโครงการวิจัย นางสาว ภาสินี สืบสวน หน่วยงานต้นสังกัด คณะเทคโนโลยีการเกษตร

บทคัดย่อ

ไนโตรเจนเป็นแร่ธาตุที่จำเป็นอย่างมากสำหรับการเจริญเติบโตและเพิ่มผลผลิตข้าว ไนโตรเจนในดินส่วนใหญ่อยู่ในรูปสารประกอบอินทรีย์ ความสามารถในการปลดปล่อยไนโตรเจนของวัสดุหรือปุ๋ยอินทรีย์ขึ้นอยู่กับชนิดของวัสดุหรือปุ๋ยอินทรีย์ ซึ่งองค์ประกอบของวัสดุอินทรีย์หรือปุ๋ยอินทรีย์ที่แตกต่างกันส่งผลต่อปริมาณไนโตรเจน และระยะเวลาที่ใช้ในการย่อยสลายไนโตรเจน วัตถุประสงค์ คือ เพื่อศึกษาอิทธิพลของสมบัติดินและปุ๋ยอินทรีย์ ต่อการเปลี่ยนแปลงไนโตรเจนในดินระบบปลูกข้าวอินทรีย์ และเพื่อศึกษาความเหมาะสมของการใช้ปุ๋ยอินทรีย์แต่ละชนิดในระบบปลูกข้าวอินทรีย์ โดยมีทั้งหมด 2 การทดลอง แบ่งเป็นการทดลองที่ 1. อิทธิพลของชนิดปุ๋ยอินทรีย์ต่อการเปลี่ยนรูปของไนโตรเจนจากปุ๋ยอินทรีย์ในสภาพขังน้ำ ซึ่งเก็บข้อมูล ตัวอย่างดินและตัวอย่างปุ๋ยอินทรีย์จากแปลงเกษตรอินทรีย์บริเวณเขตหนองจอก ทำการทดลองในห้องปฏิบัติการ จัดสิ่งทดลองแบบ 2x4 Factorial ปัจจัยที่ใช้ในการทดลอง มี 2 ปัจจัย โดยปัจจัยที่หนึ่ง คือ ดินที่ใช้ปลูกข้าว 2 แบบ ได้แก่ ดินที่ปลูกข้าวอินทรีย์ และดินที่ปลูกข้าวที่ปลูกข้าวโดยใช้ปุ๋ยเคมี ปัจจัยที่สองคือ ชนิดของปุ๋ยอินทรีย์มี 3 ชนิดและการไม่ใส่ปุ๋ยอินทรีย์ ได้แก่ ปุ๋ยมูลโค ปุ๋ยหมัก และปอเทือง การทดลองมีทั้งหมด 8 ทรีทเมนต์ ทำการทดลองทั้งหมด 3 ซ้ำ ประกอบด้วย 1. ดินที่ปลูกข้าวในระบบเกษตรอินทรีย์ ไม่ใส่ปุ๋ยอินทรีย์ (CT-O), 2. ดินที่ปลูกข้าวในระบบเกษตรอินทรีย์ ใส่ปุ๋ยมูลโค อัตรา 300 mg N/kg (CM-O), 3. ดินที่ปลูกข้าวในระบบเกษตรอินทรีย์ ใส่ปุ๋ยหมัก อัตรา 300 mg N/kg (CP-O), 4. ดินที่ปลูกข้าวในระบบเกษตรอินทรีย์ ใส่ปุ๋ยพืชสดปอเทือง อัตรา 300 mg N/kg (SH-O), 5. ดินที่ปลูกข้าวที่ไม่ใช่ระบบเกษตรอินทรีย์ ไม่ใส่ปุ๋ยอินทรีย์ (CT), 6. ดินที่ปลูกข้าวที่ไม่ใช่ระบบเกษตรอินทรีย์ ใส่ปุ๋ยมูลโค อัตรา 300 mg N/kg (CM), 7. ดินที่ปลูกข้าวที่ไม่ใช่ระบบเกษตรอินทรีย์ ใส่ปุ๋ยหมัก อัตรา 300 mg N/kg (CP)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

และ 8. ดินที่ปลูกข้าวที่ไม่ใช่ระบบเกษตรอินทรีย์ ใส่ปุ๋ยพืชสด อัตรา 300 mg N/kg (SH) ผลการทดลองของการบ่มดิน พบว่าทั้งสองดิน มีค่า pH เป็นกลาง หลังจากการขังน้ำ 14 วัน ปุ๋ยมูลโคมีสภาพการนำไฟฟ้าของสารละลายสูงสุดทั้งสองดิน (0.20 และ1.12 mS/cm) แต่อยู่ในระดับที่ไม่เป็นอันตรายต่อพืช ในขณะที่การใส่ปอเทืองส่งผลต่อการสะสมปริมาณแอมโมเนียมในดินสูงสุด ในแปลงอินทรีย์ (121.33 mg N/kg) แต่ในแปลงเคมี การใส่ปุ๋ยมูลโคสูงสุด (213.99 mg N/kg) และการใส่ปุ๋ยหมัก ส่งผลต่อปริมาณ Hydrolyzable nitrogen สูงที่สุด (412.04 mg/kg) ในแปลงปลูกข้าวโดยใช้ปุ๋ยเคมี

การทดลองที่ 2 อิทธิพลของชนิดปุ๋ยอินทรีย์และการจัดรูปแบบการใส่ปุ๋ยอินทรีย์ต่อการเจริญเติบโตของข้าว ทำการทดลองในกระถาง วางแผนการทดลองแบบ Randomized Complete Block Design ทำการทดลอง 4 ซ้ำโดยมีทรีทเมนต์ที่ใช้ในการทดลอง 5 ทรีทเมนต์ คือ 1. ไม่ใส่ปุ๋ยอินทรีย์ (Control), 2. ใส่ปุ๋ยหมัก ใส่ครั้งเดียวพร้อมปักดำ (Compost1), 3. ใส่ปุ๋ยหมัก แบ่งใส่ 2 ครั้งพร้อมปักดำและแตกกอสูงสุด 45 วัน (Compost2), 4. ใส่ปุ๋ยมูลโค ครั้งเดียวพร้อมปักดำ (Cow manure1) และ 5. ใส่ปุ๋ยมูลโค แบ่งใส่ 2 ครั้งพร้อมปักดำและแตกกอสูงสุด 45 วัน (Cow manure2) หลังจากปลูกข้าวอายุ 116 วัน ผลการทดลองพบว่า pH ในดินทุกทรีทเมนต์อยู่ในระดับเป็นกลาง การใส่ Cow manure1 มีการสะสมแอมโมเนียมในดิน, ปริมาณ Hydrolyzable nitrogen และส่งผลต่อความสูงของข้าวมากที่สุด (47.65 mg N/kg, 37.82 mg N/kg และ 128.05 cm ตามลำดับ) และในวันที่ 0 หลังการย้ายปลูก (ข้าวอายุ 27 วัน) Cow manure1 มีปริมาณคาร์บอนและไนโตรเจนทั้งหมด น้ำหนักแห้งของรวง จำนวนรวงต่อกระถางสูงสุด (25.48, 2.42 g/kg, 41.02 g/pot และ 20.75 panicle/pot ตามลำดับ) และในวันที่ 89 หลังการย้ายปลูก (ข้าวอายุ116 วัน) Compost1 มีปริมาณคาร์บอนและไนโตรเจนทั้งหมดสูงสุด (25.59 และ 2.40 g/kg ตามลำดับ) ในขณะที่ Cow manure2 ส่งผลต่อจำนวนหน่อต่อกอ น้ำหนักสดและแห้งของตอซัง น้ำหนักสดและแห้งทั้งหมด และน้ำหนัก 1,000 เมล็ดสูงที่สุด (22.00 หน่อต่อกอ, 154.53, 44.90, 208.40, 23.00, 21.85 g/pot ตามลำดับ) ดังนั้นการใส่ปุ๋ยมูลโค แบ่งใส่ 2 ครั้งพร้อมปักดำและแตกกอสูงสุดที่อายุ 45 วัน ให้ผลผลิตข้าวสูงที่สุด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Research Title: Effect of organic fertilizers on nitrogen availability in organic rice production

Researcher: Dr. Sukunya yampracha and Phasini Supsuan

Faculty: Agricultural Technology

Department Plant Production Technology

ABSTRACT

Nitrogen (N) is one of the essential macronutrients for rice growth and yield. Most of the nitrogen in the soil is in organic form. Nitrogen release depends on organic fertilizers type nitrogen content and nitrogen mineralization time. The objective of this research was to determine the effect of different types of organic fertilizer on the availability of nitrogen in paddy soil and application timing on growth and yield of rice. This study divided into 2 experiments, experiment 1: effect of organic fertilizer types on change of nitrogen forms from organic fertilizers in a flooded condition. The soil used in this study was collected from an organic rice field in Nongchok District, Bangkok and was incubated with three organic fertilizers in a laboratory. The experimental design was 2x4 factorial in completely randomized with 3 replications. Eight treatments were used consisting of 1) non-fertilizer application in organic rice soil (CN-O), 2) amended with cow manure in organic rice soil (CM-O), 3) amended with compost in organic rice soil (CP-O), 4) amended with green manure as sunn hemp in organic rice soil (SHO), 5) non-fertilizer application in chemical rice soil (CN), 6) amended with cow manure in chemical soil (CM), 7) amended with compost in chemical rice soil (CP) and amended with green manure as sunn hemp in chemical rice soil (SH) . Each organic fertilizer was amended at a rate of 300 mg N/kg. The result shows that pH in soil on chemical and organic rice soil was neutral after flooding 14 days. Cow manure was the highest electrical conductivity (0.20 and 1.12 mS/cm) and this did not affect plant growth. While sunn hemp was the highest cumulative ammonium in organic rice soil (121.33 mg N/kg), but cow manure was the highest cumulative ammonium in chemical rice soil (412.04 mg/kg).

Experiment 2: effect of organic fertilizer and organic fertilizer application pattern were investigated for rice growth and yield using randomized complete block design (RCBD) with 4-four

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

replications. Five treatments consisted of 1.) no fertilizer application (Control), 2.) compost application at transplanting (Compost1), 3.) split compost application at transplanting and maximum tillering stage (Compost2), 4.) cow manure application at transplanting (Cow manure1) and 5.) split cow manure application at transplanting and maximum tillering stage (Cow manure2). The result shows that pH in all treatment was neutral. Cow manure1 was highest of cumulative ammonium in soil, hydrolyzable nitrogen and height on rice (47.65 mg N/kg, 37.82 mg N/kg and 128.05 cm, respectively). Cow manure1 was highest total carbon and total nitrogen at 0 days after transplant, panicle dry weight and panicle number per pot (25.48, 2.42 g/kg, 41.02 g/pot and 20.75 panicle/pot, respectively). Cow manure2 was highest of tiller number per pot, total fresh and dry weight and 1000 grain weight (22.00 tiller/pot, 154.53, 44.90, 208.40, 23.00, 21.85 g/pot, respectively). Split application of cow manure at the transplanting stage and maximum tillering gave the highest rice yield.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

กิตติกรรมประกาศ

ในการวิจัยครั้งนี้ ข้าพเจ้าขอขอบคุณทุนสนับสนุนการวิจัยจากคณะเทคโนโลยีการเกษตร สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง จากแหล่งทุนงานวิจัยจากงบประมาณรายได้ ประจำปีงบประมาณ พ.ศ. 2561

ดร. สุกัญญา แย้มประชา

ภาสินี สืบสวน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญ

หน้า

บทคัดย่อภาษาไทย I

บทคัดย่อภาษาอังกฤษ III

กิตติกรรมประกาศ V

สารบัญ VI

สารบัญตาราง IX

สารบัญภาพ XI

บทที่ 1 บทนำ 1

1.1 ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา 1

1.2 วัตถุประสงค์ของการวิจัย 2

1.3 ขอบเขตของการวิจัย 2

บทที่ 2 ทฤษฎีและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

2.1 ข้าว 3

2.2 ข้าวอินทรีย์ 7

2.3 เทคนิคการผลิตข้าวอินทรีย์ 8

2.4 ปุ๋ยอินทรีย์ 10

2.5 ดินนา 15

2.6. ธาตุไนโตรเจน 17

2.7. อิทธิพลของปุ๋ยอินทรีย์ต่อการเปลี่ยนรูปไนโตรเจน 21

บทที่ 3 วิธีดำเนินการวิจัย

3.1 การทดลองที่ 1 อิทธิพลของชนิดปุ๋ยอินทรีย์ต่อการเปลี่ยนรูปของไนโตรเจน จากปุ๋ยอินทรีย์ในสภาพขังน้ำ ทำการทดลองในห้องปฏิบัติการ 22

3.1.1 ตัวอย่างดินที่ใช้ในการทดลอง 22

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญ (ต่อ)

หน้า

3.1.2 ปุ๋ยอินทรีย์ที่ใช้ในการทดลอง 22
3.1.3 การวิเคราะห์สมบัติดินทางเคมีก่อนการทดลอง 22
3.1.4 การวิเคราะห์สมบัติทางเคมีของปุ๋ยอินทรีย์ก่อนการทดลอง 23
3.1.5 การวางแผนการทดลอง 23
3.1.6 การบ่มดินในห้องปฏิบัติการ 24
3.2 การทดลองที่ 2 อิทธิพลของชนิดปุ๋ยอินทรีย์และการจัดรูปแบบการใส่ปุ๋ยอินทรีย์ต่อการเจริญเติบโตของข้าว ทำการทดลองในกระถาง 25
3.2.1 ตัวอย่างดินและปุ๋ยอินทรีย์ที่ใช้ในการทดลอง 25
3.2.2 การวางแผนการทดลอง 25
3.2.3 การเพาะกล้าข้าว 26
3.2.4 การเตรียมดินในการเพาะปลูกและการย้ายปลูก 26
3.2.5 การปลูกข้าวและการดูแล 27
3.2.6 การเก็บข้อมูล 27
3.2.7 การวิเคราะห์พืช 27
3.2.8 การวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติ 28

บทที่ 4 ผลการวิจัย

4.1 การทดลองที่ 1 อิทธิพลของชนิดปุ๋ยอินทรีย์ต่อการเปลี่ยนรูปของไนโตรเจนจากปุ๋ยอินทรีย์ในสภาพขังน้ำ ทำการทดลองในห้องปฏิบัติการ 29
4.1.1 สมบัติทางเคมีและทางกายภาพของดินก่อนบ่ม 29
4.1.2 สมบัติทางเคมีของปุ๋ยอินทรีย์ก่อนบ่ม 29
4.1.3 ค่าปฏิกิริยาของดิน 31
4.1.4 ค่าปฏิกิริยาของสารละลาย 33
4.1.5 ค่าสภาพการนำไฟฟ้าของดิน (Electrical Conductivity, mS/cm) 35
4.1.6 ค่าสภาพการนำไฟฟ้าของสารละลาย (Electrical Conductivity, mS/cm) 37
4.1.7 การสะสมปริมาณแอมโมเนียมในดิน 39
4.1.8 ปริมาณ Hydrolyzable nitrogen ในดิน 41

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญ (ต่อ)

หน้า

4.1.9 การสะสมของปริมาณ Carbon mineralization 43

4.1.10 ปริมาณ Total nitrogen และ Total carbon วันที่ 0 และ 120 วันของการบ่มดิน 45

4.2 การทดลองที่ 2 อิทธิพลของชนิดปุ๋ยอินทรีย์และการจัดรูปแบบการใส่ปุ๋ยอินทรีย์ต่อการเจริญเติบโตของข้าว ทำการทดลองในกระถาง 47

4.2.1 การเปลี่ยนแปลงปฏิกิริยาความเป็นกรด-ด่างของสารละลาย 47

4.2.2. การสะสมปริมาณแอมโมเนียมในดิน 48

4.2.3 การเปลี่ยนแปลงปริมาณ Hydrolyzable nitrogen ในดิน 49

4.2.4 ปริมาณ Total nitrogen และ Total carbon วันที่ 0 และ 89 หลังการย้ายปลูก 50

4.2.5 การเจริญเติบโตและผลผลิตของพืช 51

บทที่ 5 สรุปผลการวิจัยและข้อเสนอแนะ

5.1 การทดลองที่ 1 57

5.2 การทดลองที่ 2 57

บทที่ 6 สรุปผลผลิตงานวิจัย 58

บรรณานุกรม 59

ภาคผนวก

ภาคผนวก ก 63

ภาคผนวก ข 73

ภาคผนวก ค 78

ภาคผนวก ง 95

ประวัตินักวิจัย 97

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญตาราง

ตารางที่ **หน้า**

ตารางที่ 2.4 แสดงสมบัติปุ๋ยอินทรีย์ตามมาตรฐานปุ๋ยอินทรีย์ พ.ศ. 2551 11
ตารางที่ 2.4.1 แสดงปริมาณธาตุอาหารหลักในปุ๋ยคอก 12
ตารางที่ 2.4.3 แสดงปริมาณธาตุอาหารหลักในปุ๋ยพืชสด 15
ตารางที่ 3.1.5 ทรีทเมนต์ที่ใช้ในการทดลองทั้งหมด 8 ทรีทเมนต์ 24
ตารางที่ 3.2.2 ทรีทเมนต์ที่ใช้ในการปลูกข้าวในกระถาง มีทั้งหมด 5 ทรีทเมนต์ 26
ตารางที่ 4.1.1 แสดงสมบัติทางเคมีและทางกายภาพของดินก่อนบ่ม 30
ตารางที่ 4.1.2 สมบัติทางเคมีของปุ๋ยอินทรีย์ทั้ง 3 ชนิดก่อนบ่ม 30
ตารางที่ 4.1.10 ปริมาณ Total carbon และ Total nitrogen วันที่ 0 และ 120 วัน ของการบ่มดิน 46
ตารางที่ 4.2.4 ปริมาณ Total nitrogen และ Total carbon ในดินวันที่ 0 และ 89 หลังการย้ายปลูก (อายุข้าว 27 วันและ 116 วัน) 50
ตารางที่ 4.2.5.3 จำนวนกอต่อกระถาง จำนวนรวงต่อกระถาง น้ำหนักสดและ น้ำหนักแห้งของตอซังและรวง หลังจากเก็บเกี่ยวผลผลิต (อายุข้าว 116 วัน) 54
ตารางที่ 4.2.5.4 แสดงน้ำหนักหนักสดและน้ำหนักแห้งทั้งหมด น้ำหนักเมล็ดดี น้ำหนักเมล็ดลีบ และน้ำหนัก 1,000 เมล็ดหลังจากเก็บเกี่ยวผลผลิต (อายุข้าว 116 วัน) 55
ตารางที่ 4.2.5.5 แสดงปริมาณคาร์บอนและไนโตรเจนทั้งหมด ในตอซังและเมล็ด 56
ตารางภาคผนวกที่ 1 การเปลี่ยนแปลงค่า pH ของดินแปลงที่ปลูกข้าวโดยปุ๋ยอินทรีย์ ในวันที่ 0, 3, 5, 7, 14, 21, 28, 42, 56, 70, 98 และ 120 วันของการบ่ม 64
ตารางภาคผนวกที่ 2 การเปลี่ยนแปลงค่า pH ของดินแปลงปลูกข้าวโดยใช้ปุ๋ยเคมี ในวันที่ 0, 3, 5, 7, 14, 21, 28, 42, 56, 70, 98 และ 120 วันของการบ่ม 64
ตารางภาคผนวกที่ 3 การเปลี่ยนแปลงค่า pH ของสารละลายแปลงที่ปลูกข้าวโดยปุ๋ยอินทรีย์ ในวันที่ 0, 3, 5, 7, 14, 21, 28, 42, 56, 70, 98 และ 120 วันของการบ่ม 65
ตารางภาคผนวกที่ 4 การเปลี่ยนแปลงค่า pH ของสารละลายแปลงปลูกข้าวโดยใช้ปุ๋ยเคมี ในวันที่ 0, 3, 5, 7, 14, 21, 28, 42, 56, 70, 98 และ 120 วันของการบ่ม 65
ตารางภาคผนวกที่ 5 การเปลี่ยนแปลงของค่าสภาพการนำไฟฟ้าในดิน ของแปลงปลูกข้าว อินทรีย์ในวันที่ 0, 3, 5, 7, 14, 21, 28, 42, 56, 70, 98 และ 120 วันของการบ่ม 66

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญตาราง (ต่อ)

ตารางที่ **หน้า**

ตารางภาคผนวกที่ 6 การเปลี่ยนแปลงของค่าสภาพการนำไฟฟ้าในดิน ของแปลงปลูกข้าว โดยใช้ปุ๋ยเคมีในวันที่ 0, 3, 5, 7, 14, 21, 28, 42, 56, 70, 98 และ 120 วันของการบ่ม 66

ตารางภาคผนวกที่ 7 การสะสมปริมาณแอมโมเนียมในดิน ของแปลงที่ปลูกข้าวโดยปุ๋ยอินทรีย์ ในวันที่ 0, 3, 5, 7, 14, 21, 28, 42, 56, 70, 98 และ 120 วันของการบ่ม 67

ตารางภาคผนวกที่ 8 การสะสมปริมาณแอมโมเนียมในดิน ของแปลงปลูกข้าวโดยใช้ปุ๋ยเคมี ในวันที่ 0, 3, 5, 7,14, 21, 28, 42, 56, 70, 98 และ 120 วันของการบ่ม 68

ตารางภาคผนวกที่ 9 การสะสมปริมาณ Hydrolyzable nitrogen ในดินของแปลงที่ปลูกข้าวโดยปุ๋ยอินทรีย์ ในวันที่ 0, 3, 5, 7, 14, 21, 28, 42, 56, 70, 98 และ 120 วันของการบ่ม 69

ตารางภาคผนวกที่ 10 การสะสมปริมาณ Hydrolyzable nitrogen ในดินของแปลงปลูกข้าวโดยใช้ปุ๋ยเคมีในวันที่ 0, 3, 5, 7, 14, 21, 28, 42, 56, 70, 98 และ 120 วันของการบ่ม 70

ตารางภาคผนวกที่ 11 การสะสมปริมาณ Carbon mineralization ในดินของแปลงที่ปลูกข้าวโดยปุ๋ยอินทรีย์ ในวันที่ 5, 7, 14, 21, 28, 42, 56, 70, 98 และ 120 วันของการบ่ม 71

ตารางภาคผนวกที่ 12 การสะสมปริมาณ Carbon mineralization ในดินของแปลงปลูกข้าวโดยใช้ปุ๋ยเคมีในวันที่ 5, 7, 14, 21, 28, 42, 56, 70, 98 และ 120 วันของการบ่ม 72

ตารางภาคผนวกที่ 13 การเปลี่ยนแปลงปฏิกิริยาความเป็นกรด-ด่างของสารละลายในดินแปลงปลูกข้าวอินทรีย์ ตลอดระยะเวลา 70 วันหลังจากย้ายปลูก 74

ตารางภาคผนวกที่ 14 การสะสมปริมาณ Nitrogen mineralization ในดินแปลงที่ปลูกข้าวโดยปุ๋ยอินทรีย์ ตลอดระยะเวลา 89 วันหลังจากย้ายปลูก (อายุข้าว 116 วัน) 74

ตารางภาคผนวกที่ 15 การเปลี่ยนแปลงปริมาณ Hydrolyzable nitrogen ในดินแปลงปลูกข้าวอินทรีย์ ตลอดระยะเวลา 89 วันหลังจากย้ายปลูก (อายุข้าว 116 วัน) 75

ตารางภาคผนวกที่ 16 การเปลี่ยนแปลงความสูงของข้าว ในดินแปลงที่ปลูกข้าวโดยปุ๋ยอินทรีย์ ตลอดระยะเวลา 84 วัน หลังจากย้ายปลูก (อายุข้าว 111 วัน) 76

ตารางภาคผนวกที่ 17 จำนวนหน่อต่อกอของข้าว ในดินแปลงที่ปลูกข้าวโดยปุ๋ยอินทรีย์ ตลอดระยะเวลา 84 วันหลังจากย้ายปลูก (อายุข้าว 111 วัน) 77

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญภาพ

ภาพที่ **หน้า**

ภาพที่ 2.1.2 ระยะการเจริญการเติบโตของข้าว 4

ภาพที่ 2.5.1 การเปลี่ยนแปลงระหว่างดินนาและดินไร่ 17

ภาพที่ 2.6 การเปลี่ยนแปลงของไนโตรเจนในดินน้ำขัง 19

ภาพที่ 4.1.3a การเปลี่ยนแปลงค่า pH ของดินแปลงที่ปลูกข้าวโดยปุ๋ยอินทรีย์ ในวันที่ 0, 3, 5, 7, 14, 21, 28, 42, 56, 70, 98 และ 120 วันของการบ่ม 31

ภาพที่ 4.1.3b การเปลี่ยนแปลงค่า pH ของดินแปลงที่ปลูกข้าวโดยปุ๋ยเคมี ในวันที่ 0, 3, 5, 7, 14, 21, 28, 42, 56, 70, 98 และ 120 วันของการบ่ม 33

ภาพที่ 4.1.4a การเปลี่ยนแปลงค่า pH ของสารละลายแปลงที่ปลูกข้าวโดยปุ๋ยอินทรีย์ ในวันที่ 0, 3, 5, 7, 14, 21, 28, 42, 56, 70, 98 และ 120 วันของการบ่ม 34

ภาพที่ 4.1.4b การเปลี่ยนแปลงค่า pH ของสารละลายแปลงที่ปลูกข้าวโดยปุ๋ยเคมี ในวันที่ 0, 3, 5, 7, 14, 21, 28, 42, 56, 70, 98 และ 120 วันของการบ่ม 35

ภาพที่ 4.1.5a การเปลี่ยนแปลงของค่าสภาพการนำไฟฟ้าในดิน ของแปลงที่ปลูกข้าวโดยปุ๋ยอินทรีย์ ในวันที่ 0, 3, 5, 7, 14, 21, 28, 42, 56, 70, 98 และ 120 วันของการบ่ม 36

ภาพที่ 4.1.5b การเปลี่ยนแปลงของค่าสภาพการนำไฟฟ้าในดิน ของแปลงที่ปลูกข้าวโดยปุ๋ยเคมี ในวันที่ 0, 3, 5, 7, 14, 21, 28, 42, 56, 70, 98 และ 120 วันของการบ่ม 37

ภาพที่ 4.1.6a การเปลี่ยนแปลงของค่าสภาพการนำไฟฟ้าในสารละลาย ของแปลงปลูกข้าวอินทรีย์ในวันที่ 0, 3, 5, 7, 14, 21, 28, 42, 56, 70, 98 และ 120 วันของการบ่ม 38

ภาพที่ 4.1.6b การเปลี่ยนแปลงของค่าสภาพการนำไฟฟ้าในสารละลาย ของแปลงปลูกข้าวเคมีในวันที่ 0, 3, 5, 7, 14, 21, 28, 42, 56, 70, 98 และ 120 วันของการบ่ม 39

ภาพที่ 4.1.7a การสะสมปริมาณแอมโมเนียมในดิน ของแปลงที่ปลูกข้าวโดยปุ๋ยอินทรีย์ ในวันที่ 0, 3, 5, 7, 14, 21, 28, 42, 56, 70, 98 และ 120 วันของการบ่ม 40

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญภาพ (ต่อ)

ภาพที่ **หน้า**

ภาพที่ 4.1.7b การสะสมปริมาณแอมโมเนียมในดิน ของแปลงที่ปลูกข้าวโดยปุ๋ยเคมี ในวันที่ 0, 3, 5, 7, 14, 21, 28, 42, 56, 70, 98 และ 120 วันของการบ่ม 41

ภาพที่ 4.1.8a การสะสมปริมาณ Hydrolyzable nitrogen ในดินของแปลงที่ปลูกข้าวโดยปุ๋ยอินทรีย์ ในวันที่ 0, 3, 5, 7, 14, 21, 28, 42, 56, 70, 98 และ 120 วันของการบ่ม 42

ภาพที่ 4.1.8b การสะสมปริมาณ Hydrolyzable nitrogen ในดินของแปลงที่ปลูกข้าวโดยปุ๋ยเคมี ในวันที่ 0, 3, 5, 7, 14, 21, 28, 42, 56, 70, 98 และ 120 วันของการบ่ม 43

ภาพที่ 4.1.9a การสะสมปริมาณ Carbon mineralization ในดินของแปลงที่ปลูกข้าวโดยปุ๋ยอินทรีย์ ในวันที่ 0, 3, 5, 7, 14, 21, 28, 42, 56, 70, 98 และ 120 วันของการบ่ม 44

ภาพที่ 4.1.9b การสะสมปริมาณ Carbon mineralization ในดินของแปลงที่ปลูกข้าวโดยปุ๋ยเคมี ในวันที่ 0, 3, 5, 7, 14, 21, 28, 42, 56, 70, 98 และ 120 วันของการบ่ม 45

ภาพที่ 4.2.1 การเปลี่ยนแปลงปฏิกิริยาความเป็นกรด-ด่างของสารละลายในดินแปลงปลูกข้าวอินทรีย์ ตลอดระยะเวลา 70 วันหลังจากย้ายปลูก (อายุข้าว 97 วัน) 47

ภาพที่ 4.2.2 การสะสมปริมาณ Nitrogen mineralization ในดินแปลงที่ปลูกข้าวโดยปุ๋ยอินทรีย์ ตลอดระยะเวลา 89 วันหลังจากย้ายปลูก (อายุข้าว 116 วัน) 48

ภาพที่ 4.2.3 การเปลี่ยนแปลงปริมาณ Hydrolyzable nitrogen ในดินแปลงที่ปลูกข้าวโดยปุ๋ยอินทรีย์ ตลอดระยะเวลา 89 วันหลังจากย้ายปลูก (อายุข้าว 116 วัน) 49

ภาพที่ 4.2.5.1 การเปลี่ยนแปลงความสูงของข้าว ในดินแปลงที่ปลูกข้าวโดยปุ๋ยอินทรีย์ ตลอดระยะเวลา 84 วันหลังจากย้ายปลูก (อายุข้าว 111 วัน) 51

ภาพที่ 4.2.5.2 จำนวนหน่อต่อกอของข้าว ในดินแปลงที่ปลูกข้าวโดยปุ๋ยอินทรีย์ ตลอดระยะเวลา 84 วัน หลังจากย้ายปลูก (อายุข้าว 111 วัน) 53

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 1

บทนำ

1.1. ความเป็นมาและความสำคัญ

ข้าวเป็นอาหารหลักของประชากรโลก ในปี พ.ศ. 2561 ประเทศไทยเป็นประเทศที่มีผลผลิตข้าวสูงเป็นอันดับที่ 6 ของโลก รองจากประเทศจีน อินเดีย อินโดนีเซีย บังกลาเทศและเวียดนาม โดยประเทศไทยมีพื้นที่เพาะปลูก 70.89 ล้านไร่ มีเนื้อที่เก็บเกี่ยว 64.98 ล้านไร่ ให้ผลผลิตถึง 31.97 ล้านตัน (สำนักเศรษฐกิจการเกษตร, 2561) อย่างไรก็ตามการผลผลิตเฉลี่ยต่อไร่ของข้าวอินทรีย์อยู่ในระดับต่ำ ซึ่งการจัดการธาตุอาหารเป็นปัจจัยหนึ่งที่สามารถเพิ่มผลผลิตของข้าวอินทรีย์ได้ โดยเฉพาะอย่างยิ่งธาตุไนโตรเจนซึ่งส่งผลต่อการให้ผลผลิตข้าว

ไนโตรเจนเป็นแร่ธาตุที่จำเป็นอย่างมากสำหรับการเจริญเติบโตและเพิ่มผลผลิตข้าว มีหน้าที่สำคัญคือเป็นส่วนประกอบของกรดอะมิโน โปรตีน กรดนิวคลีอิค หรือนิวคลีโอไทด์ คลอโรฟิลล์ และเอนไซม์ ในเซลล์มีโปรตีนเป็นองค์ประกอบที่สำคัญ ซึ่งโปรตีนจำเป็นที่จะต้องมีไนโตรเจนเป็นองค์ประกอบและเป็นส่วนสำคัญในการแบ่งเซลล์ หรือเพิ่มการเจริญเติบโตของเซลล์ ดินที่ใช้เพื่อการเพาะปลูกโดยทั่วไปมักมีไนโตรเจนไม่เพียงพอ ต่อความต้องการของพืช นอกจากนี้พืชสามารถใช้ประโยชน์โดยตรงได้เฉพาะไนโตรเจนอยู่ในรูปแอมโมเนียม (NH_4^+) หรือไนเตรท (NO_3^-) เท่านั้น ในขณะที่ สำหรับยูเรียแม้ว่าพืชจะดูดไปใช้ได้โดยตรงแต่สารนี้มีอยู่ในธรรมชาติน้อย นอกจากนี้ส่วนหนึ่งระเหยไปกับอากาศ (volatilization) หรือเปลี่ยนรูปต่อไปเป็นไนเตรทและสูญเสียไปกับน้ำใต้ดิน รวมถึงเปลี่ยนรูปเป็นไนตรัสออกไซด์หรือก๊าซไนโตรเจนที่ปล่อยออกสู่บรรยากาศ ในขณะที่การทำเกษตรอินทรีย์แหล่งของไนโตรเจนที่สำคัญมาจากปุ๋ยอินทรีย์ ซึ่งสามารถปลดปล่อยและให้ไนโตรเจนได้อย่างช้าๆ จึงทำให้ไม่สามารถจัดการไนโตรเจนได้เพียงพอต่อความต้องการของข้าว

นอกจากนี้ปุ๋ยอินทรีย์แต่ละชนิดมีความสามารถในการปลดปล่อยไนโตรเจนได้แตกต่างกัน บางชนิดสามารถปลดปล่อยไนโตรเจนได้อย่างรวดเร็วตั้งแต่ระยะแรกของการใส่ปุ๋ย บางชนิดสามารถปลดปล่อยไนโตรเจนได้อย่างช้าๆ แต่มีความสม่ำเสมอ และบางชนิดต้องใช้ระยะเวลา 1-2 เดือน หลังจากใส่ลงดินจึงสามารถปลดปล่อยไนโตรเจนได้ ความสามารถในการปลดปล่อยไนโตรเจนของวัสดุหรือปุ๋ยอินทรีย์ขึ้นอยู่กับ ชนิดของวัสดุหรือปุ๋ยอินทรีย์ ซึ่งองค์ประกอบของวัสดุอินทรีย์หรือปุ๋ยอินทรีย์ที่แตกต่างกันส่งผลต่อปริมาณไนโตรเจน และระยะเวลาที่ใช้ในการย่อยสลายไนโตรเจน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

นอกจากนี้ชนิดของดิน และสภาพแวดล้อม ยังมีอิทธิพลอย่างมากทำให้อัตราและปริมาณการปลดปล่อยไนโตรเจนมีความแตกต่างกัน ดังนั้นในระบบการปลูกข้าวอินทรีย์ หากมีการคัดเลือกชนิดของวัสดุหรือปุ๋ยอินทรีย์ที่สามารถปลดปล่อยไนโตรเจนให้แก่พืชได้อย่างสม่ำเสมอ และเพียงพอต่ออายุการปลูกข้าว จึงอาจเป็นหนทางหนึ่งในการจัดการไนโตรเจน ดังนั้นการศึกษาอิทธิพลของสมบัติและชนิดของปุ๋ยอินทรีย์ต่อความเป็นประโยชน์ของไนโตรเจนและการเจริญเติบโตของข้าวจึงจะเป็นประโยชน์ต่อการนำข้อมูลเหล่านี้ไปใช้เพื่อวางแผนการจัดการปุ๋ยอินทรีย์ในระบบการผลิตข้าวอินทรีย์ได้อย่างมีประสิทธิภาพ

1.2. วัตถุประสงค์ของโครงการวิจัย

1.2.1 เพื่อศึกษาอิทธิพลของสมบัติดินและปุ๋ยอินทรีย์ ต่อการเปลี่ยนแปลงไนโตรเจนในดินระบบปลูกข้าวอินทรีย์

1.2.2 เพื่อศึกษาความเหมาะสมของการใช้ปุ๋ยอินทรีย์แต่ละชนิดในระบบปลูกข้าวอินทรีย์

1.3. ขอบเขตของโครงการวิจัย

โครงการวิจัยประกอบด้วย 2 การทดลอง

1.3.1 การทดลองที่ 1 อิทธิพลของชนิดปุ๋ยอินทรีย์ต่อการเปลี่ยนรูปของไนโตรเจนจากปุ๋ยอินทรีย์ในสภาพขังน้ำ ซึ่งเก็บข้อมูล ตัวอย่างดินและตัวอย่างปุ๋ยอินทรีย์จากแปลงเกษตรอินทรีย์บริเวณเขตหนองจอก ทำการทดลองในห้องปฏิบัติการ

1.3.2 การทดลองที่ 2 อิทธิพลของชนิดปุ๋ยอินทรีย์และการจัดรูปแบบการใส่ปุ๋ยอินทรีย์ต่อการเจริญเติบโตของข้าว ทำการทดลองในกระถาง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 2
ทฤษฎีและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

2.1 ข้าว

ข้าวเป็นพืชล้มลุกตระกูลหญ้าและจัดเป็นพืชใบเลี้ยงเดี่ยว ลำต้นมีความสูงประมาณ 50-150 cm มีระบบรากเป็นแบบรากฝอย ลำต้นมีรูปร่างเป็นทรงกระบอก ภายในกลวง ข้าวต้นหนึ่งๆ แตกหน่อได้ 5-15 หน่อ ใบข้าวมีลักษณะเรียวยาวเหมือนใบหญ้า ดอกของข้าวมีลักษณะเป็นช่อเกิดตรงส่วนปลายยอดสุดของลำต้น ประกอบด้วยดอกย่อย (spikelet) เป็นจำนวนมาก แต่ละดอกหลังจากผสมเกสรแล้วจะพัฒนาเป็นเมล็ดข้าว ซึ่งช่อดอกนี้ก็จะกลายเป็นรวงข้าว (สมัคร ยิ่งยง และคณะ, 2551)

2.1.1 พันธุ์ข้าว

ระยะความยาวของกลางวันมีอิทธิพลต่อการออกดอกของต้นข้าว ดังนั้น พันธุ์ข้าวจึงแบ่งออกได้เป็น 2 ชนิด ตามระยะความยาวของช่วงกลางวัน คือ ข้าวที่ไวต่อช่วงแสง และข้าวที่ไม่ไวต่อช่วงแสง โดยข้าวที่ไวต่อช่วงแสงจะออกดอก เฉพาะในเดือนที่มีความยาวของกลางวันสั้นเช่น พันธุ์พื้นเมือง การปลูกข้าวไวต่อช่วงแสงจะต้องปลูกในฤดูนาปี ส่วนข้าวที่ไม่ไวต่อช่วงแสงนั้นจะไม่ขึ้นอยู่กับความยาวของกลางวัน เมื่อต้นข้าวได้มีระยะเวลาการเจริญเติบโตครบตามกำหนด ต้นข้าวก็จะออกดอกทันที ปลูกได้ทั้งในฤดูนาปรังและนาปี (สารานุกรมไทยสำหรับเยาวชน, 2520)

1.) ข้าวที่ไวต่อแสง มักจะเริ่มสร้างช่อดอก และออกดอก ในเดือนที่มีความยาวของกลางวันประมาณ 11 ชั่วโมง 40 นาที หรือสั้นกว่านี้ ดังนั้น ข้าวที่ออกดอกได้ ในเดือนที่มีความยาวของกลางวัน 11 ชั่วโมง 40-50 นาทีจึงได้ชื่อว่า เป็นข้าวที่มีความไวน้อยต่อช่วงแสง (less sensitive to photoperiod) และพันธุ์ที่ออกดอกเฉพาะในเดือนที่มีความยาว ของกลางวันประมาณ 11 ชั่วโมง 10-20 นาที ก็ได้ชื่อว่าเป็นพันธุ์ที่มีความไวมากต่อช่วงแสง (strongly sensitive to photoperiod) ดังนั้น นักวิทยาศาสตร์ จึงเรียกข้าวว่า พืชวันสั้น (short-day plant) พันธุ์ข้าวในประเทศไทยที่เป็นพันธุ์พื้นเมือง ส่วนใหญ่เป็นพันธุ์ที่มีความไวต่อช่วงแสง โดยเฉพาะข้าวที่ปลูกเป็นข้าว นาเมือง หรือข้าวขึ้นน้ำ การปลูกข้าวพวกที่ไวต่อช่วงแสงจะต้องปลูกในฤดูนาปี

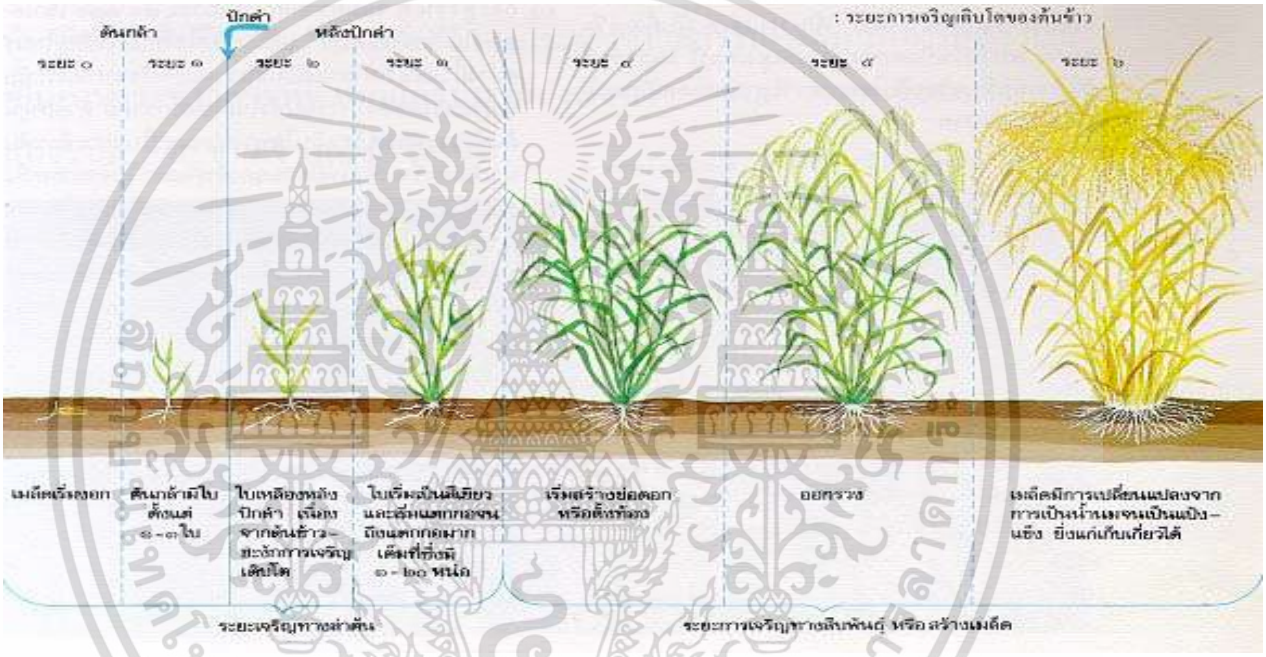
2.) ข้าวที่ไม่ไวต่อแสง การออกดอกของไม่ขึ้นอยู่กับความยาวของกลางวัน เมื่อต้นข้าวได้มีระยะเวลาการเจริญเติบโตครบตามกำหนด ต้นข้าวก็จะออกดอกทันที ไม่ว่าเดือนนั้นจะมีกลางวันสั้นหรือยาว พันธุ์ข้าว กข1 เป็นพันธุ์ที่ไม่ไวต่อช่วงแสง เมื่อมีอายุเจริญเติบโตนับจากวันตกกล้า ครบ 90-

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

100 วัน ต้นข้าวก็จะออกดอก ฉะนั้นพันธุ์ข้าวที่ไม่ไวต่อช่วงแสง จึงใช้ปลูกได้ผลดี ทั้งในฤดูนาปรังและนาปี อย่างไรก็ตาม พวกไม่ไวต่อช่วงแสงมักจะให้ผลิตผลสูง เมื่อปลูกในฤดูนาปรัง

2.1.2 ระยะการเจริญเติบโตของข้าว

การเจริญเติบโตของข้าวโดยทั่วไปจะแบ่งออกเป็นระยะต่าง ๆ เป็นช่วงการเจริญเติบโต 2 ระยะหลักคือ ระยะการเจริญเติบโตทางลำต้นและใบ (vegetative growth) และระยะการเจริญเติบโตทางด้านการสืบพันธุ์ (reproductive growth) (ภาพที่ 1)



ภาพที่ 2.1.2 ระยะการเจริญการเติบโตของข้าว

ที่มา : สารานุกรมไทยสำหรับเยาวชน, 2520

1.) ระยะการเจริญเติบโตทางลำต้นและใบ (vegetative growth)

เป็นระยะเวลานับตั้งแต่วันตกกล้า จนถึงวันที่แตกกอ และต้นสูงเต็มที่ ในระยะนี้ ต้นข้าวมีการเจริญเติบโตทางความสูง และแตกเป็นหน่อใหม่จำนวนมาก

ระยะ 1 เป็นระยะต้นกล้า (seedling stage) เป็นระยะข้าวงอกถึงระยะกล้า หลังจากหว่านแล้ว ข้าวจะใช้อาหารที่สะสมในเมล็ดตั้งแต่ข้าวเริ่มงอก จนถึงต้นกล้าอายุ 14-20 วัน ซึ่งระยะกล้า ต้นข้าวจะเริ่มใช้อาหารจากดิน โดยดูดธาตุอาหารผ่านราก (ภาพที่ 1) เป็นระยะที่ข้าวยังต้องการธาตุอาหารน้อย

ระยะ 2 เป็นระยะที่ใบเหลืองหลังการปักดำ เนื่องจากต้นข้าวชะงักการเจริญเติบโต

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ระยะ 3 ระยะแตกกอ (tillering stage) ใบเริ่มเป็นสีเขียว ข้าวเริ่มแตกกอจนถึงข้าวเริ่มสร้างช่อดอกอ่อน (panicle initiation) ใช้เวลาประมาณ 30-50 วันหลังจากระยะต้นกล้าขึ้นอยู่กับการตอบสนองต่อช่วงแสงของพันธุ์ข้าว เป็นระยะที่ข้าวต้องการธาตุอาหารเพื่อใช้ในการแตกกอ

2.) ระยะการเจริญเติบโตทางด้านการสืบพันธุ์ (reproductive growth)

เริ่มจากข้าวเริ่มสร้างช่อดอกอ่อน ผ่านระยะตั้งท้อง (booting stage) จนถึงโผล่ช่อดอกและผสมเกสร (heading, flowering, fertilization) โดยจะใช้ระยะเวลาช่วงนี้ประมาณ 30-35 วัน แบ่งเป็นระยะต่างๆคือ

ระยะ 4 เป็นระยะเริ่มสร้างช่อรวงอ่อน ช่วงก่อนเก็บเกี่ยวข้าว 2 เดือน หรือ 60 วัน หลังจากแตกกอเต็มที่แล้วก็จะเข้าสู่ระยะสร้างช่อรวงอ่อน (พันธุ์ที่ไวแสงจะต้องได้รับช่วงแสงที่เหมาะสมก่อนจึงจะก่อให้เกิดระยะนี้ได้) ข้าวจำเป็นต้องใช้อาหารเพื่อสร้างรวงให้สมบูรณ์แข็งแรง มีจำนวนเมล็ดต่อรวงและช่วง 60-90 วัน เป็นระยะข้าวตั้งท้อง เป็นระยะที่ข้าวกำลังจะออกรวงนับวันหลังจากระยะสร้างรวงอ่อน 5-7 วัน ลำต้นข้าวจะเปลี่ยนจากลักษณะแบน เป็นต้นกลม อวบ ระยะนี้ โดยทั่วไปข้าวจะมีการสะสมอาหารไว้ในลำต้นของแต่ละหน่อแล้ว ต้นข้าวสามารถดึงธาตุอาหารมาใช้ในการเจริญเติบโตของรวงได้ บางครั้งสำหรับพันธุ์ข้าวไม่ไวต่อช่วงแสง ที่มีการแตกกอมาก อาหารที่สะสมไว้อาจไม่เพียงพอ การขาดธาตุอาหารในระยะนี้จะส่งผลต่อผลผลิตข้าวโดยตรง

ระยะ 5 เป็นระยะออกรวง ช่วง 90 วัน หลังปลูก เป็นระยะการเจริญเติบโตเต็มที่ของต้นข้าว ซึ่งข้าวจะออกดอกก่อนเก็บเกี่ยวผลผลิต 30 วัน ช่วงนี้นาจะต้องมีน้ำอยู่ตลอดเวลา เพื่อให้ข้าวสร้างเมล็ดให้เต็ม ระยะนี้ข้าวจะดึงอาหารที่สะสมอยู่ที่ใบแก่ (ส่วนล่าง) มาใช้

ระยะ 6 เป็นระยะเก็บเกี่ยว 120 วันหลังปลูก เป็นระยะที่ข้าวสุกแก่เต็มที่ สามารถเก็บเกี่ยวผลผลิตได้ เรียกว่าระยะพลับพลึง นับได้หลังจากข้าวออกดอกแล้ว 28-30 วัน สามารถสังเกตได้จาก รวงข้าวสามส่วนจากปลายรวงจะมีสีเหลืองฟางข้าว และที่โคนรวงยังมีสีเขียวอ่อนอยู่ (กรมการข้าว, 2560)

การพัฒนาการของเมล็ด (grain development) ได้แก่ ระยะภายหลังการผสมเกสร ซึ่งรังไข่ที่ได้รับการผสมจะเจริญเติบโต อาหารที่ได้รับการสังเคราะห์แสงจะถูกสะสมในเมล็ดเป็นลำดับ ในหลายแห่งจึงเรียกระยะนี้ว่าระยะสะสมในเมล็ด (grain filling period) ในระยะแรกจะอยู่ในระยะน้ำนม (milky) เปลี่ยนเป็นแป้งอ่อน (dough) จนกระทั่งเมล็ดสุก (ripening) เป็นแป้งแข็งเป็นระยะสุกแก่หรือเก็บเกี่ยว (harvest maturity) จะใช้เวลาการพัฒนาการของเมล็ดทั้งหมดประมาณ 25-30 วัน ดังนั้นเมื่อรวมระยะต่าง ๆ แล้ว ข้าวจะมีอายุในระหว่าง 110-120 วัน สำหรับข้าวไม่ไวแสงและประมาณ 120-140 วัน สำหรับข้าวไวแสง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.1.3 ปัจจัยสำคัญที่ส่งผลต่อการเจริญเติบโตของข้าว

1.) ความสูงของพื้นที่ ความสูงของพื้นที่นั้นข้าวขึ้นได้ตั้งแต่ระดับน้ำทะเลปานกลางจนถึงที่สูง 2,500 เมตร สามารถเจริญเติบโตทั้งในที่ดอน (ข้าวไร่) และที่ลุ่มมีระดับน้ำตั้งแต่ 5 เซนติเมตร (ข้าวนาสวน) จนถึงหลายเมตร (ข้าวฟางลอย)

2.) ดิน ข้าวขึ้นได้ในดินเกือบทุกชนิดยกเว้นดินทรายที่การเจริญเติบโตอาจไม่ดีนัก ส่วนใหญ่ชอบขึ้นในดินเหนียวและเหนียวปนร่วน มีความเป็นกรดและด่าง (pH) ตั้งแต่ 3-10 ขึ้นได้แม้กระทั่งในดินที่มีความอุดมสมบูรณ์ต่ำ

3.) ปริมาณน้ำ ข้าวมีความต้องการน้ำตั้งแต่ 875 มิลลิเมตร (ข้าวไร่) จนถึง 2,000 มิลลิเมตร (ข้าวนาสวน) ต่อปี แต่ควรมีการกระจายฝนที่ดีในพื้นที่ที่ไม่ได้รับน้ำชลประทานหรือที่เรียกว่านาน้ำฝน ซึ่งส่วนใหญ่จะปลูกข้าวได้ในนาปีเท่านั้น และการตอบสนองต่อความต้องการน้ำยังขึ้นอยู่กับพันธุ์และช่วงของการเจริญเติบโตในช่วงเตรียมดิน ควรมีน้ำประมาณ 150-200 มิลลิเมตร ช่วงที่เป็นต้นกล้าต้องการน้ำประมาณ 250-400 มิลลิเมตรจนถึงต้นกล้าอายุ 30-40 วัน ส่วนในช่วงปักดำจนกระทั่งเก็บเกี่ยวนั้นควรมีน้ำอยู่ในช่วง 800-1,200 มิลลิเมตร

4.) แสงอาทิตย์ ปริมาณแสงมีความจำเป็นต่อการเจริญเติบโตโดยที่พืชใช้ใน กระบวนการสังเคราะห์แสง และช่วงเวลาสั้นยาวของ กลางวันกลางคืนยังมีผลต่อการเจริญทางการสืบพันธุ์ของข้าว ไวแสง ความเข้มของแสงในฤดูฝนซึ่งมีเมฆหมอกมากนั้นจะน้อยกว่าความเข้มแสงในฤดูร้อน ผลผลิตข้าวส่วนใหญ่จึงน้อยกว่าเมื่อปลูกในฤดูฝน แสงแดดมีความจำเป็นมากในช่วง เริ่มสร้างดอกจนกระทั่ง 10 วันก่อนเมล็ดแก่

5.) อุณหภูมิ ได้มีการศึกษาพบว่าอุณหภูมิมีอิทธิพลต่อการเจริญเติบโตของข้าวและการให้ผลผลิต พบว่าอุณหภูมิที่ เหมาะสมจะอยู่ในระหว่าง 25-33 องศาเซลเซียส อุณหภูมิที่ต่ำเกินไปหรือสูงเกินไป (ต่ำกว่า 15 องศาเซลเซียสหรือสูงกว่า 35 องศาเซลเซียส) จะมีผลต่อการงอกของเมล็ด การยืดของใบ การแตกกอ การสร้างดอกอ่อน การผสมเกสร เป็นต้น เช่น พบว่าอุณหภูมิที่สูงเกินไปและต่ำเกินไปช่วงที่มีการออก ดอกจะทำให้ดอกข้าวเป็นหมัน ซึ่งจะส่งผลทำให้ได้ผลผลิตต่ำกว่าปกติ เป็นต้น

6.) ความชื้นสัมพัทธ์ อิทธิพลของความชื้นสัมพัทธ์ของบรรยากาศต่อการเจริญเติบโตของข้าวนั้นมักจะไม่ชัดเจน เพราะจะมีปริมาณความเข้มแสงและอุณหภูมิในเชิงที่กลับกันคือเมื่อความเข้มของแสงมากและอุณหภูมิสูงมักทำให้ความชื้นสัมพัทธ์ต่ำ อุณหภูมิเย็นในเวลากลางคืนทำให้เกิดน้ำค้างสูงจะมีผลต่อการพัฒนาของเชื้อโรคของข้าวบางชนิด เช่น โรคใบไหม้ได้เหมาะสมยิ่งขึ้น เป็นต้น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

7.) ลม ลมอ่อนที่พัดถ่ายเทอยู่ตลอดเวลาจะช่วยให้มีการถ่ายเทก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ที่ใช้ในการสังเคราะห์แสงได้ดี ทำให้พืชสามารถสังเคราะห์แสงได้มากยิ่งขึ้น แต่ถ้าลมแรงจะมีผลโดยตรงทำให้ต้นข้าวหักล้ม เกิดความเสียหายแก่ผลผลิตได้

8.) ฤดูเพาะปลูก สามารถปลูกได้ตลอดปีแต่ควรหลีกเลี่ยงช่วงการปลูกที่ต้นข้าวจะออกดอกในช่วงอุณหภูมิต่ำกว่า 20 องศาเซลเซียส หรือสูงกว่า 33 องศาเซลเซียส และหลีกเลี่ยงการปลูกที่ต้องเก็บเกี่ยวในช่วงที่ฝนชุก เพื่อให้ได้ผลผลิตที่มีคุณภาพ จำเป็นต้องวางแผนการปลูกที่เหมาะสม (สำนักพัฒนาอุตุนิยมวิทยา, 2555)

2.2 ข้าวอินทรีย์

การผลิตข้าวอินทรีย์ เป็นระบบการผลิตข้าวที่ไม่ใช้สารเคมีทางการเกษตรทุกชนิดได้แก่ ปุ๋ยเคมี สารควบคุมการเจริญเติบโต สารควบคุมและกำจัดวัชพืช สารป้องกันกำจัดโรค แมลงและสัตว์ศัตรูข้าว ตลอดจนสารเคมีที่ใช้รมเพื่อป้องกันกำจัดแมลงศัตรูข้าวในโรงเก็บ การผลิตข้าวอินทรีย์นอกจากจะทำให้ได้ผลผลิตข้าวที่มีคุณภาพสูงและปลอดภัยจากสารพิษแล้ว ยังเป็นการอนุรักษ์ทรัพยากรธรรมชาติและเป็นการพัฒนาการเกษตรแบบยั่งยืนอีกด้วย

การผลิตข้าวอินทรีย์เป็นระบบการผลิตทางการเกษตรที่เน้นเรื่องของธรรมชาติเป็นสำคัญ ได้แก่ การอนุรักษ์ทรัพยากรธรรมชาติ การฟื้นฟูความอุดมสมบูรณ์ รักษาสมดุลธรรมชาติและการใช้ประโยชน์จากธรรมชาติ เพื่อการผลิตอย่างยั่งยืน เช่น ปรับปรุงความอุดมสมบูรณ์ของดินโดยการปลูกพืชหมุนเวียน การใช้ปุ๋ยอินทรีย์ในไร่นาหรือจากแหล่งอื่น ควบคุมโรค แมลงและสัตว์ศัตรูข้าวโดยวิธีผสมผสานที่ไม่ใช้สารเคมี การเลือกใช้พันธุ์ข้าวที่เหมาะสมมีความต้านทานโดยธรรมชาติ รักษาสมดุลของศัตรูธรรมชาติ การจัดการพืช ดิน และน้ำ ให้ถูกต้องเหมาะสมกับความต้องการของต้นข้าว เพื่อทำให้ต้นข้าวเจริญเติบโตได้ดี มีความสมบูรณ์แข็งแรงตามธรรมชาติ การจัดการสภาพแวดล้อมไม่ให้เหมาะสมต่อการระบาดของโรค แมลง และสัตว์ศัตรูข้าว เป็นต้น การปฏิบัติเช่นนี้ก็สามารถทำให้ต้นข้าวที่ปลูกให้ผลผลิตสูงในระดับที่น่าพอใจ (กรมการข้าว, 2560)

การผลิตข้าวอินทรีย์ในปัจจุบันส่วนใหญ่ใช้พันธุ์ขาวดอกมะลิ 105 และ กข15 ซึ่งทั้งสองพันธุ์เป็นข้าวที่มีคุณภาพเมล็ดดีเป็นพิเศษ (กรมการข้าว, 2560) และในพื้นที่ภาคกลางนิยมปลูกข้าวพันธุ์ปทุมธานี 1 ชัยนาท 1 และ กข47

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.2.1 พันธุ์ข้าวที่เลือกใช้

พันธุ์ข้าวที่เลือกใช้คือ ปทุมธานี 1 เป็นข้าวเจ้าหอมไม่ไวต่อช่วงแสง ปลูกได้ทั้งฤดูนาปีและนาปลัง อายุของการเก็บเกี่ยวนาดำ 113-126 วัน นาหว่านน้ำตม 104-114 วัน สูงประมาณ 104-133 เซนติเมตร ทรงกอตั้งใบสีเขียวมีขน ใบแก่ช้า กาบใบและปล้องสีเขียว ใบธงยาว ตั้งตรงปานกลางคอรวงสั้น รวงอยู่ใต้ใบธงเปลือกเมล็ดสีฟาง มีขน มีหาง กลีบรองดอกสีฟาง ให้ผลผลิตเฉลี่ย 650-774 กิโลกรัมต่อไร่

ลักษณะเด่น : คุณภาพของเมล็ดคล้ายพันธุ์ข้าวขาวดอกมะลิ 105 เมื่อเวลาข้าวสุกจะนุ่มเหนียว และมีกลิ่นที่หอมมาก สามารถต้านเพลี้ยกระโดดสีน้ำตาล, เพลี้ยกระโดดหลังขาวได้, ต้านโรคไหม้และโรคขอบใบแห้ง

ข้อควรระวัง : ข้าวพันธุ์ปทุมธานี 1 ค่อนข้างไม่ต้านทานเพลี้ยจักจั่นสีเขียว โรคใบหงิก และโรคใบสีส้มไม่ควรใช้ปุ๋ยในอัตราสูงมากจนเกินไป โดยเฉพาะปุ๋ยไนโตรเจน ถ้าใส่มากเกินไปอาจจะทำให้ฟางอ่อน ต้นข้าวล้มและผลิตลดลงได้ (กรมการข้าว, 2560)

2.3 เทคนิคการผลิตข้าวอินทรีย์

มีขั้นตอนการปฏิบัติ เช่นเดียวกับการผลิตข้าวโดยทั่วไปจะแตกต่างที่ต้องหลีกเลี่ยงการใช้สารเคมีสังเคราะห์ในทุกขั้นตอนการผลิต จึงมีข้อควรปฏิบัติ ดังนี้

2.3.1 การเลือกพื้นที่ปลูกเลือก

พื้นที่ที่มีขนาดใหญ่ติดต่อกัน และมีความอุดมสมบูรณ์ของดินโดยธรรมชาติค่อนข้างสูง ประกอบด้วยธาตุอาหารที่จำเป็นต่อการเจริญเติบโตของข้าวอย่างเพียงพอ มีแหล่งน้ำสำหรับเพาะปลูก ไม่ควรเป็นพื้นที่ที่มีการใช้สารเคมีในปริมาณมากติดต่อกันเป็นเวลานาน หรือมีการปนเปื้อนของสารเคมีสูงและห่างจากพื้นที่ที่มีการใช้สารเคมีการเกษตร พื้นที่ที่จะใช้ในการผลิตข้าวโดยปกติมีการตรวจสอบหาสารตกค้างในดินหรือในน้ำ

2.3.2 การเลือกใช้พันธุ์ข้าว

พันธุ์ข้าวที่ใช้ปลูกควรมีคุณสมบัติด้านการเจริญเติบโตเหมาะสมกับสภาพแวดล้อมในพื้นที่ปลูก และให้ผลผลิตได้ดีแม้ในสภาพดินที่มีความอุดมสมบูรณ์ค่อนข้างต่ำ ต้านทานโรค แมลงที่สำคัญ และมีคุณภาพเมล็ดตรงกับความต้องการของผู้บริโภคข้าวอินทรีย์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.3.3 การเตรียมเมล็ดพันธุ์ข้าว

เลือกใช้เมล็ดพันธุ์ข้าวที่ได้มาตรฐานผลิตจากแปลงผลิตพันธุ์ข้าวที่ได้รับการดูแลอย่างดี มีอัตราการงอกสูง ที่ผ่านการเก็บรักษาโดยไม่ใช้สารเคมีสังเคราะห์ ปราศจากโรคแมลง และเมล็ดวัชพืช

2.3.4 การเตรียมดิน

วัตถุประสงค์หลักของการเตรียมดิน คือสร้างภาพที่เหมาะสมต่อการปลูกและการเจริญเติบโตของข้าว ช่วยควบคุมวัชพืช โรค แมลง และสัตว์ศัตรูข้าวบางชนิด การเตรียมดินมากหรือน้อยขึ้นอยู่กับคุณสมบัติดินและสภาพแวดล้อมในแปลงนาก่อนปลูกโดยการไถดะ ไถแปร คราด และทำเทือก

2.3.5 วิธีการปลูก

การปลูกข้าวแบบปักดำ จะเหมาะสมที่สุดกับการผลิตข้าวอินทรีย์ เพราะการเตรียมดิน ทำเทือกการรักษาระดับน้ำขังในนาจะช่วยควบคุมวัชพืชได้ และการปลูกกล้าข้าวลงดินจะช่วยให้ข้าวสามารถแข่งขันกับวัชพืชได้ ต้นกล้าที่ใช้ปักดำควรมีอายุประมาณ 30 วัน เลือกต้นกล้าที่เจริญเติบโตแข็งแรงดี ปราศจากโรคและแมลงทำลาย เนื่องจากในการผลิตข้าวอินทรีย์ต้องหลีกเลี่ยงการใช้สารสังเคราะห์ทุกชนิด โดยเฉพาะปุ๋ยเคมี จึงแนะนำให้ใช้ระยะปลูกถี่กว่าระยะปลูกที่แนะนำสำหรับการปลูกข้าวโดยทั่วไปเล็กน้อย คือ ประมาณ 20×20 เซนติเมตร จำนวนต้นกล้า 5 ต้นต่อกอ และใช้ระยะปลูกแคบกว่านี้ หากดินนามีความอุดมสมบูรณ์ค่อนข้างต่ำ ในกรณีที่ต้องปลูกล่าหรือปลูกหลังจากช่วงเวลาปลูกที่เหมาะสมของข้าวแต่ละพันธุ์

2.3.6 การจัดการความอุดมสมบูรณ์ของดิน

เนื่องจากการปลูกข้าวอินทรีย์ต้องหลีกเลี่ยงการใช้ปุ๋ยเคมี ดังนั้นการเลือกพื้นที่ปลูกที่ดินมีความอุดมสมบูรณ์สูงตามธรรมชาติ จึงเป็นการเริ่มต้นที่ได้เปรียบ เพื่อที่จะรักษาระดับผลผลิตให้อยู่ในเกณฑ์ที่น่าพอใจ นอกจากนี้เกษตรกรยังต้องรู้จักการจัดการดินที่ถูกต้อง และพยายามรักษาความอุดมสมบูรณ์ของดินให้เหมาะสมกับการปลูกข้าวอินทรีย์ให้ได้ผลดีและยั่งยืนมากที่สุดอีกด้วยคำแนะนำเกี่ยวกับการจัดการความอุดมสมบูรณ์ของดิน

2.3.7 ไม่เผาตอซัง ฟางข้าว และเศษวัสดุอินทรีย์ในแปลงนา เพราะเป็นการทำลายอินทรียวัตถุและจุลินทรีย์ดินที่มีประโยชน์

2.3.8 ไม่นำชิ้นส่วนของพืชที่ไม่ใช้ประโยชน์โดยตรงออกจากแปลงนา แต่ควรนำวัสดุอินทรีย์จากแหล่งใกล้เคียงใส่แปลงนา ให้สม่ำเสมอทีละน้อย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.3.9 เพิ่มอินทรียวัตถุให้กับดินโดยการปลูกพืชโดยเฉพาะพืชตระกูลถั่วในที่ว่างในบริเวณพื้นที่นาตามความเหมาะสม แล้วใช้อินทรียวัตถุที่เกิดขึ้นในระบบไร่นาให้เกิดประโยชน์ต่อการปลูกข้าว

2.3.10 ไม่ควรปล่อยที่ดินให้ว่างเปล่าก่อนการปลูกข้าวและหลังจากการเก็บเกี่ยวข้าว แต่ควรปลูกพืชคลุมดินโดยเฉพาะพืชตระกูลถั่ว เช่น ถั่วเขียว ถั่วพร้า โสน เป็นต้น

2.3.11 ควรวิเคราะห์ดินนาทุกปี เพื่อแก้ไขภาวะความเป็นกรดเป็นด่างของดิน ให้เหมาะสมกับการเจริญเติบโตของต้นข้าว (ประมาณ 5.5-6.5) ถ้าพบว่าดินมีความเป็นกรดสูงแนะนำให้ใช้ปูนมาร์ล ปูนขาว หรือขี้เถ้าไม้ปรับปรุงสภาพดิน

2.4 ปุ๋ยอินทรีย์

คือ สารประกอบอินทรีย์ที่มีธาตุอาหารพืชเป็นองค์ประกอบและเป็นสารปรับปรุงดิน ทำให้ดินมีคุณสมบัติทางกายภาพดีขึ้น มีแหล่งกำเนิดมาจากสารอินทรีย์เช่น ปุ๋ยคอก ปุ๋ยหมัก และปุ๋ยพืชสด เป็นต้น การใส่ปุ๋ยอินทรีย์ ต้องใส่ระยะเตรียมดิน คือไถกลบลงในดินก่อนปลูกข้าว 2-3 สัปดาห์ เพื่อให้เวลาปุ๋ยอินทรีย์ย่อยสลายลงในดินก่อนการหว่านข้าวหรือปักดำ ปุ๋ยอินทรีย์มีปริมาณธาตุอาหารหลักค่อนข้างน้อย การใช้ปุ๋ยอินทรีย์เพื่อเพิ่มผลผลิตข้าวจึงต้องใช้ในปริมาณมาก และมักไม่เห็นผลในระยะสั้น แต่ถ้าใช้ติดต่อกันระยะยาวจะช่วยปรับปรุงคุณสมบัติทางเคมีและทางกายภาพของดินดีขึ้น เนื่องจากอินทรียสารทำให้ดินโปร่ง ร่วนซุย มีการอุ้มน้ำ และการถ่ายเทอากาศดีขึ้น นอกจากอินทรียสารยังช่วยเพิ่มกิจกรรมต่างๆ ของจุลินทรีย์ในน้ำ ทำให้สมบัติทางชีวะของดินดีขึ้น เนื่องจากจุลินทรีย์เหล่านี้ได้รับธาตุอาหารจากปุ๋ยอินทรีย์ทำให้เจริญเติบโตและเพิ่มจำนวนได้อย่างรวดเร็ว การใส่ปุ๋ยอินทรีย์ยังช่วยลดการสูญเสียธาตุอาหารจากดิน อีกทั้งยังช่วยเพิ่มจุลธาตุในดินได้อีกด้วย (ศุภวรรณ์ ใจแสน, 2551)

ปุ๋ยอินทรีย์ที่นิยมใช้ ทั้งปุ๋ยคอก ปุ๋ยหมัก สำหรับปุ๋ยพืชสดซึ่งแนะนำให้ปลูกพืชตระกูลถั่ว ได้แก่ ถั่วพุ่ม ถั่วเขียว หรือ โสน ได้แก่ โสนอัฟริกัน โสนอินเดีย ปลูกและไถกลบก่อนเตรียมดินปลูกข้าว แหล่งที่มาของปุ๋ยอินทรีย์มีความหลากหลายค่อนข้างมาก ดังนั้นกรมวิชาการเกษตร จึงได้กำหนดมาตรฐานของปุ๋ยอินทรีย์ ดังตารางที่ 2.4

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 2.4 แสดงสมบัติปุ๋ยอินทรีย์ตามมาตรฐานปุ๋ยอินทรีย์ พ.ศ. 2551

1.ปริมาณอินทรียวัตถุ	ไม่น้อยกว่า 20 % โดยน้ำหนัก
2.ค่าความเป็นกรด-ด่าง (pH)	5.5 – 8.5
3.อัตราส่วนคาร์บอนต่อไนโตรเจน (C/N)	ไม่เกิน 20 / 1
4.ค่าการนำไฟฟ้า (EC : Electrical Conductivity)	ไม่เกิน 10 เดซิซีเมน/เมตร
5.ปริมาณธาตุอาหารหลัก	N ไม่น้อยกว่า 1.0 % โดยน้ำหนัก P ไม่น้อยกว่า 0.5 % โดยน้ำหนัก K ไม่น้อยกว่า 0.5 % โดยน้ำหนัก
6.การย่อยสลายสลายที่สมบูรณ์	มากกว่า 80 %
7.ปริมาณความชื้นและสิ่งที่ระเหยได้	ไม่เกิน 30 % โดยน้ำหนัก
8.ปริมาณเกลือ	ไม่เกิน 1 เปอร์เซ็นต์

ที่มา : กรมวิชาการเกษตร, 2557

การปลูกข้าวอินทรีย์ต้องหลีกเลี่ยงการใช้ปุ๋ยเคมี จึงต้องใส่ปุ๋ยอินทรีย์จากธรรมชาติอย่างสม่ำเสมอ แต่เนื่องจากปุ๋ยอินทรีย์ธรรมชาติแทบทุกชนิดมีความเข้มข้นของธาตุอาหารค่อนข้างต่ำ จึงต้องใช้ในปริมาณที่สูงมาก และอาจมีไม่พอเพียงสำหรับการปลูกข้าวอินทรีย์และถ้าหากมีการจัดการที่ไม่เหมาะสมก็จะเป็นการเพิ่มต้นทุนการผลิต ปุ๋ยอินทรีย์จากธรรมชาติที่ควรใช้ ได้แก่

2.4.1 ปุ๋ยคอกหรือปุ๋ยมูลสัตว์

เป็นปุ๋ยอินทรีย์ที่ได้จากมูลสัตว์ต่างๆ เช่น มูลหมู มูลเป็ด มูลไก่ และมูลวัว เป็นปุ๋ยที่นิยมใช้กันอย่างแพร่หลายในบรรดาสวนผักสวนผลไม้ มูลสัตว์เหล่านี้จะประกอบด้วยอุจจาระและปัสสาวะของสัตว์ ซึ่งเป็นส่วนของซากพืชซากสัตว์จากอาหารสัตว์ที่ผ่านกระบวนการย่อยสลายจากระบบย่อยอาหารสัตว์มาแล้วจึงเป็นแหล่งของธาตุอาหารพืช (นรีลักษณ์ ชูวรเวช, 2548) โดยแสดงปริมาณธาตุอาหารหลักในปุ๋ยคอกดังตารางที่ 2.4.1

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ข้อดีของปุ๋ยคอกได้แก่

1.) เพิ่มธาตุอาหารให้แก่พืช ปุ๋ยคอกในส่วนที่เป็นองค์ประกอบที่เป็นของแข็งมีลักษณะคล้ายคลึงกับอาหารที่สัตว์นั้นบริโภค

2.) ช่วยปรับปรุงดินให้โปร่งและร่วนซุย ทำให้การเตรียมดินง่าย

ข้อเสียของปุ๋ยคอกได้แก่

1.) ปุ๋ยคอกแม้ว่าจะมีปริมาณธาตุอาหารอยู่สูงเมื่อเทียบกับปุ๋ยอินทรีย์ชนิดอื่น แต่เป็นอินทรียวัตถุที่ถูกจุลินทรีย์เข้าย่อยสลายให้เกิดเป็นก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์สูญเสียไปกับน้ำหรือระเหยไปได้ง่าย ธาตุอาหารพืชในปุ๋ยคอกจะสามารถเปลี่ยนเป็นก๊าซและสูญเสียไปโดยการระเหยได้ สำหรับธาตุที่ไม่เปลี่ยนเป็นก๊าซจะสูญเสียโดยการละลายในน้ำได้ เช่น ธาตุไนโตรเจนที่มักอยู่ในรูปของก๊าซแอมโมเนีย (อานัฐ ตันโช, 2560)

2.) ในการใช้ปุ๋ยคอก หากเป็นปุ๋ยคอกใหม่ๆ เมื่อนำใส่ลงดินชิดหรือสัมผัสกับรากหรือต้นพืชอาจเป็นอันตรายได้ เนื่องจากมีความเค็มและมีความร้อนขณะย่อยสลาย

3.) อาจมีปัญหาเรื่องเมล็ดวัชพืช โรคหรือแมลงที่ปนมากับปุ๋ยคอก หารกนำมาหมักหรือปล่อยให้มีการย่อยสลายก่อนก็จะสามารถใช้ได้อย่างปลอดภัยมากขึ้น (ศุภวรรณ์ ใจแสน, 2551)

ตารางที่ 2.4.1 แสดงปริมาณธาตุอาหารหลักในปุ๋ยคอก

ชนิดปุ๋ย	N (%)	P_2O_5 (%)	K_2O (%)
มูลวัว	1.10	0.40	1.60
มูลควาย	0.97	0.60	1.66
มูลสุกร	0.60	0.50	1.00
มูลเป็ด	1.02	1.84	0.52
มูลค้างคาว	1.54	14.28	0.60

ที่มา : กลุ่มงานวิจัยความอุดมสมบูรณ์ของดินและปุ๋ยข้าวและธัญพืชเมืองหนาว, 2543

2.4.2. ปุ๋ยหมัก

เป็นปุ๋ยอินทรีย์อีกชนิดหนึ่งที่ได้มาจากการหมักวัสดุเหลือทิ้งที่เป็นสารอินทรีย์บางชนิดโดยนำสารอินทรีย์เหล่านั้นมากองรวมกัน รดน้ำให้ชื้น แล้วปล่อยทิ้งไว้ให้เกิดการย่อยสลายกิจกรรม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ของจุลินทรีย์และเมื่อเกิดการย่อยสลายจากกิจกรรมของจุลินทรีย์ในสภาพที่ชื้นและสภาพแวดล้อมที่เหมาะสม จึงนำไปใช้ในการปรับปรุงดิน (มุกดา สุขสวัสดิ์, 2548) ควรจัดทำในพื้นที่นาหรือบริเวณที่อยู่ไม่ห่างจากแปลงนามากนักเพื่อความสะดวกในการใช้ ควรใช้เชื้อจุลินทรีย์ในการทำปุ๋ยหมักเพื่อช่วยการย่อยสลายได้เร็วขึ้น และเก็บรักษาให้ถูกต้องเพื่อลดการสูญเสียธาตุอาหาร

ข้อดีของการใช้ปุ๋ยหมักได้แก่

1.) ทำได้ง่าย มีขั้นตอนน้อย

2.) เป็นการใช้วัสดุที่เหลือทิ้งจากการเกษตรให้เกิดประโยชน์ ช่วยเพิ่มปริมาณอินทรียวัตถุให้แก่ดิน ทำให้ดินอุดมสมบูรณ์

3.) ทำให้ดินมีการถ่ายเทอากาศได้ดี

4.) ช่วยเปลี่ยนสภาพของดินจากดินเหนียวหรือดินทรายให้เป็นดินร่วน ทำให้สะดวกในการไถพรวน

5.) ช่วยรักษาความชุ่มชื้นในดินได้ดีขึ้น

6.) ช่วยกระตุ้นสารบางอย่างในดินที่ละลายน้ำยาก ให้ละลายน้ำได้ง่าย เป็นอาหารของพืชได้ดีขึ้น ไม่เป็นอันตรายต่อดินแม้จะใช้ในปริมาณมาก ๆ และเป็นเวลานาน ๆ

7.) ช่วยลดปริมาณขยะมูลฝอย และวัชพืช

ข้อเสียของการใช้ปุ๋ยหมักได้แก่

1.) ถ้าดูแลรักษากองปุ๋ยหมักไม่ถูกต้อง จะทำให้กองวัสดุสลายตัวช้า

2.) ชนิดของเศษชิ้นส่วนของวัสดุอินทรีย์ มีความสำคัญต่อระยะเวลาในการย่อยสลายของปุ๋ยหมัก

3.) ถ้ามีการใส่ปุ๋ยหมัก ที่ยังไม่ย่อยสลายตัวอย่างสมบูรณ์ลงในดินแล้วกลบจะส่งผลเสียต่อระบบรากพืช เช่น เกิดการแย่งอากาศในดิน เกิดก๊าซที่เป็นอันตรายต่อรากพืช

4.) ใช้ในปริมาณมากเมื่อเทียบกับปุ๋ยเคมี

2.4.3 ปุ๋ยพืชสด

หมายถึง ปุ๋ยที่ได้จากการปุ๋ยอินทรีย์ชนิดหนึ่ง ที่ได้จากการไถกลบหรือตัด สับ ต้น ใบและส่วนต่างๆ ของพืชในขณะที่ยังสด ปกตินิยมใช้พืชตระกูลถั่ว เพื่อเจริญเติบโตเร็ว ขึ้นได้ในดินหลายชนิด ที่สำคัญคือ พืชตระกูลถั่วสามารถจับหรือตรึงธาตุไนโตรเจน (ที่เป็นธาตุอาหารหลักของพืช จากอากาศได้) โดยไถกลบในช่วงออกดอกซึ่งเป็นช่วงที่มี ธาตุอาหารและน้ำหนักสูงสุด ทิ้งไว้ให้ย่อยสลายผุพังแล้วปลดปล่อยธาตุอาหารให้แก่พืชที่จะปลูกตามมา พืชที่ใช้ปลูกเป็นปุ๋ยพืชสด ได้แก่ ปอเทือง ถั่วพร้า ถั่วพุ่ม โสนอัฟริกัน ถั่วมะแฮะ พืชตระกูลถั่วต่างๆ เป็นต้น โดยแสดงปริมาณธาตุอาหารหลักในปุ๋ยพืชสดแต่ละชนิด ดังตารางที่ 2.4.3

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ลักษณะของพืชที่เหมาะกับการใช้เป็นปุ๋ยพืชสด

1.) ทนทานต่อสภาพแวดล้อมต่างๆ ได้ดี สามารถปลูกได้ทุกฤดูกาล

2.) เมล็ดพืชมีความงอกได้ดีและสามารถงอกได้เร็ว แม้อยู่ในสภาวะของความชื้นในดินต่ำ

3.) เป็นพืชที่ขยายพันธุ์ได้ง่าย เพื่อประโยชน์ในการผลิตเมล็ดพันธุ์และเก็บเมล็ดพันธุ์

4.) เป็นพืชที่มีการเจริญเติบโตได้อย่างรวดเร็ว ออกดอกในระยะเวลาอันสั้น ประมาณ 30-60 วัน

5.) สามารถให้น้ำหนักพืชสดสูง ตั้งแต่ 2,000-7,000 กิโลกรัมต่อไร่

6.) มีความต้านทานต่อโรคและแมลง

ข้อดีของการใช้ปุ๋ยพืชสดได้แก่

1.) เพิ่มอินทรียวัตถุในดิน และเป็นการทดแทนอินทรียวัตถุในดินที่สูญเสียไปเนื่องจากการเพาะปลูก โดยช่วยส่งเสริมและสนับสนุนกิจกรรมการย่อยสลายซากพืชของจุลินทรีย์ในดิน อินทรียวัตถุที่ได้จากการไถกลบซากพืชและย่อยสลายแล้ว จะแทรกอยู่ระหว่างเม็ดดิน ทำให้ดินร่วนซุยและอุ้มน้ำได้ดี จึงเป็นการช่วยปรับปรุงโครงสร้างของดินให้เหมาะสมต่อการเจริญเติบโตของพืช

2.) เพิ่มไนโตรเจนในดิน การไถกลบปุ๋ยพืชสดที่เป็นพืชตระกูลถั่ว ซึ่งจะมีแบคทีเรียที่ชื่อ *Rhozobium* spp.อาศัยอยู่ในรากพืชตระกูลถั่ว สามารถตรึงธาตุไนโตรเจนจากอากาศมาใช้เมื่อพืชสลายตัวสามารถเพิ่มธาตุไนโตรเจนและอินทรียวัตถุให้แก่ดินได้

3.) รักษาปริมาณธาตุอาหารพืชในดิน เมื่อไถกลบพืช ปริมาณธาตุอาหารก็จะกลับลงไปสู่ดินใหม่อีกครั้ง อีกทั้งรากของพืชที่ชอนไชอยู่ในดิน จะทำให้มีการระบายน้ำและถ่ายเทอากาศในดินมากขึ้น

4.) ช่วยในการจัดการอนุรักษ์ดินและน้ำ ที่ปลูกเป็นพืชคลุมดินจะช่วยให้ลดอัตราการสูญเสียดินอันเกิดจากการชะล้าง การคลุมดินจะช่วยลดปริมาณวัชพืชได้และเพิ่มผลผลิตของพืชให้สูงขึ้น (มุกดา สุขสวัสดิ์, 2548)

ข้อเสียของการใช้ปุ๋ยพืชสดได้แก่

1.) อาจเป็นแหล่งที่พักอาศัยและสะสมของโรคแมลงของพืชปลูก

2.) เมื่อไถกลบพืชตระกูลถั่วแล้ว ควรทิ้งไว้เพื่อให้ย่อยสลายอย่างสมบูรณ์ก่อนที่จะปลูกพืชอื่น ช่วงที่มีการย่อยสลายเศษซากพืชนั้นจะเกิดความร้อนและอาจมีสารพิษที่สร้างโดยจุลินทรีย์ดิน ซึ่งอาจเป็นพิษต่อเมล็ดหรือต้นกล้าพืชที่ปลูกทำให้ตายได้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 2.4.3 แสดงปริมาณธาตุอาหารหลักในปุ๋ยพืชสด

ชนิดพืช	Total N (%)	Total P_2O_5 (%)	Total K_2O (%)
โสนอัฟริกัน	2.87	0.22	2.40
โสนจีนแดง	2.85	0.34	2.10
โสนอินเดีย	2.85	0.46	2.68
ปอเทือง	2.76	0.22	2.40
ถั่วพุ่ม	2.68	0.39	2.46
ถั่วพร้า	2.71	0.54	3.14
มะแฮะ	1.92	0.05	0.90

ที่มา : กรมพัฒนาที่ดิน, 2550

2.5 ดินนา

ดินที่ใช้ปลูกข้าวหรือดินนา (Paddy soil) ดินที่ใช้ปลูกข้าวจะแตกต่างจากดินที่ใช้ปลูกพืชไร่ก็คือลักษณะการที่มีน้ำขัง ประมาณ 80% ของพื้นที่ ที่ปลูกข้าวในโลกจะปลูกในสภาพน้ำขัง ถึงแม้ว่าจะมีพันธุ์ข้าวที่ปลูกได้ตั้งแต่ข้าวขึ้นน้ำจนถึงข้าวไร่ แต่เนื่องจากข้าวไร่ให้ผลผลิตต่ำ ดังนั้นการปลูกข้าวไร่จึงกระทำในพื้นที่ที่ไม่สามารถขังน้ำได้ การปลูกข้าวในสภาพขังน้ำไม่เพียงต้องการให้น้ำแก่ข้าวเพื่อใช้ประโยชน์เหมือนพืชอื่นๆ เท่านั้น แต่สภาพของการที่มีน้ำขังมีประโยชน์ต่อข้าวดังนี้

1.) ธาตุอาหารต่างๆ ที่ละลายอยู่ในน้ำชลประทานที่ให้แก่ข้าวถึงแม้ว่าจะมีปริมาณเพียงเล็กน้อย แต่เนื่องจากข้าวเป็นพืชที่ใช้น้ำมากต่อ 1 ฤดูการปลูกเมื่อเปรียบเทียบกับพืชไร่อื่นๆ ดังนั้นจึงทำให้ข้าวที่ปลูกในสภาพขังน้ำได้รับธาตุอาหารจากน้ำในปริมาณที่สูง เมื่อเปรียบเทียบกับข้าวที่ปลูกในพื้นที่ที่ลาดชัน

2.) การขังน้ำช่วยปรับอุณหภูมิให้กับข้าวที่จะประสบความเสียหาย เนื่องจากร้อนหรือหนาวเกินไป

3.) การขังน้ำช่วยกำจัดวัชพืช

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.) การเกิดรีดักชัน เนื่องจากสภาพที่มีน้ำขังทำให้ฟอสเฟตและเหล็กละลายออกมาเป็นประโยชน์ต่อพืชมากขึ้น ไนโตรเจนจะอยู่ในรูปของแอมโมเนียมและดูดซับอยู่ที่อนุภาคของดินเหนียว ซึ่งข้าวสามารถไปใช้ประโยชน์อย่างมีประสิทธิภาพมากขึ้น และไม่ก่อให้เกิดการปนเปื้อนของไนเตรตในน้ำใต้ดิน

5.) แบคทีเรียที่ก่อให้เกิดโรคและ nematode ไม่สามารถมีชีวิตอยู่ได้ในสภาพน้ำขัง ดังนั้นการปลูกข้าวติดต่อกันก็จะไม่มีปัญหาในเรื่องของโรคข้าวที่เกิดจากสาเหตุเหล่านี้

6.) ธาตุอาหารที่ละลายอยู่ในน้ำสามารถเคลื่อนที่ไปยังรากข้าวและทำให้ข้าวดูดไปใช้ได้ดี ดังนั้นมักพบว่าข้าวเจริญเติบโตได้ดีถึงแม้ว่าจะปลูกในดินที่มีความอุดมสมบูรณ์ต่ำ

7.) จุลินทรีย์ที่ตรึงไนโตรเจนที่อยู่ในสภาพขังน้ำเจริญเติบโตและทำงานได้ดีในนาข้าว โดยเฉพาะอย่างยิ่งในเขตร้อนชุ่มชื้น (ทัศนีย์ อัตตะนันทน์, 2550)

2.5.1 การเปลี่ยนแปลงที่เกิดขึ้นในสภาพน้ำขัง

เมื่อดินมีน้ำขัง การแลกเปลี่ยนก๊าซระหว่างอากาศในดินและบรรยากาศจะถูกยับยั้งอย่างรุนแรงออกซิเจนในบรรยากาศเข้าไปสู่ดินได้โดยการแพร่กระจาย (Diffusion) ผ่านชั้นของน้ำที่ขังอยู่เหนือดิน อัตราการแพร่กระจายของออกซิเจนผ่านน้ำช้ามาก (1/10,000 เท่าของในบรรยากาศ) ดินจะอยู่ในสภาพที่ไม่มีออกซิเจน ออกซิเจนที่มีอยู่เดิมจะถูกจุลินทรีย์ในดินนำไปใช้ในการหายใจ เมื่อเกิดสภาพรีดักชัน ปฏิกิริยาต่อไปนี้จะเกิดขึ้นต่อเนื่องกันจากบนไปล่าง

$O_2 \longrightarrow H_2O$

$NO_3 \longrightarrow NO_2 \longrightarrow N_2$ (Denitrification)

$Mn^{4+} \longrightarrow Mn^{2+}$ (Manganese reduction)

$Fe^{3+} \longrightarrow Fe^{2+}$ (Iron reduction)

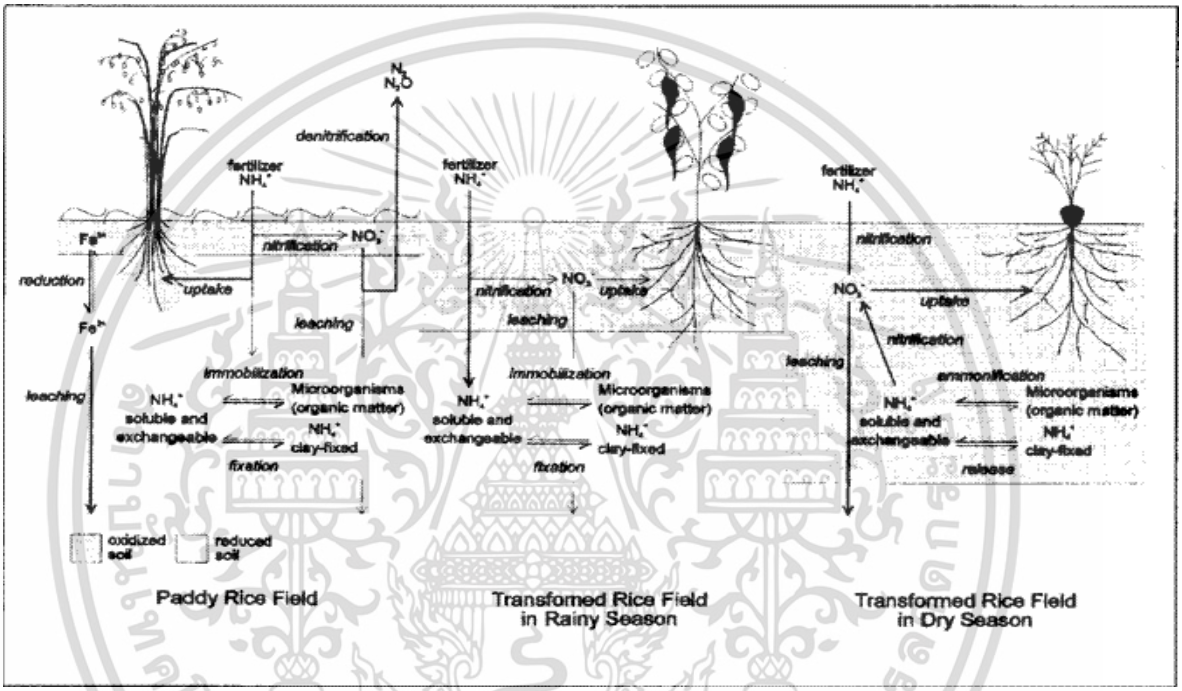
$SO_4^{2-} \longrightarrow S^{2-}$ (Sulfate reduction)

$CO_2 \longrightarrow CH_4$ (Methane fermentation)

ธรรมชาติของดินนามีการเปลี่ยนสลับกัน ระหว่างสภาพน้ำขังและสภาพดินแห้ง (ภาพที่ 2.5.1) ซึ่งเป็นการเปลี่ยนแปลงในสภาพที่มีออกซิเจน (สภาพแห้ง) และสภาพที่ไม่มีออกซิเจน (สภาพน้ำขัง) การเปลี่ยนแปลงจึงมีทั้งทางเคมี ชีวะ และกายภาพ กล่าวคือ เมื่อดินมีน้ำขัง การแลกเปลี่ยนก๊าซระหว่างอากาศในดินและบรรยากาศจึงหยุดทันที ทำให้ดินอยู่ในสภาพที่ไม่มีออกซิเจน เพราะออกซิเจน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ที่มีอยู่เดิมจะถูกจุลินทรีย์ในดินนำไปใช้ในการหายใจจนหมด ถ้าดินอยู่ในสภาพที่มีอากาศ ออกซิเจนจะทำหน้าที่เป็นตัวรับอิเล็กตรอน สำหรับการหายใจของจุลินทรีย์ของดิน เมื่อไม่มีออกซิเจน สารประกอบอื่นๆ จะทำหน้าที่เป็นตัวรับอิเล็กตรอน ในดินที่มีน้ำขัง จุลินทรีย์ที่อยู่ได้ทั้งในสภาพที่มีและไม่มีออกซิเจน รวมทั้งจุลินทรีย์ที่อยู่ได้เฉพาะสภาพที่ไม่มีออกซิเจน จะใช้ NO_3^-, Mn^{4+}, Fe^{3+}, SO_4^{2-}, CO_2, และ H^+ เป็นตัวรับอิเล็กตรอน และเปลี่ยนรูปอนุมูลของสารประกอบเหล่านี้เป็น N_2, Mn^{2+}, Fe^{2+}, S^{2-}, CH_4 และ H_2 ตามลำดับ (ยงยุทธ โอสถสภา, 2558)



ภาพที่ 2.5.1 การเปลี่ยนแปลงระหว่างดินนาและดินไร่

ที่มา : Kleinhenz *et al*. (1996)

2.6 ธาตุไนโตรเจน

ธาตุไนโตรเจนเป็นส่วนประกอบสำคัญในโปรตีนที่มีความจำเป็นต่อการเจริญเติบโตของข้าว ข้าวดูดธาตุไนโตรเจนในรูปแอมโมเนียมในช่วงระยะของการเจริญเติบโต ตั้งแต่ปักดำถึงแตกกอสูงสุด ไนโตรเจนถูกนำไปใช้ในการสร้างใบ ลำต้น และราก เพื่อเพิ่มพื้นที่ใบ จำนวนหน่อ และขนาดของกอและรากให้มากขึ้น หลังจากนั้น เมื่อเข้าสู่ระยะสืบพันธุ์ไนโตรเจนถูกนำไปใช้ในการสร้างช่อดอกและรวง เพิ่มจำนวนเมล็ดต่อรวง น้ำหนัก 1,000 เมล็ด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ธาตุไนโตรเจนมีความสัมพันธ์ต่อการเจริญเติบโตของข้าว ดังต่อไปนี้

1.) การเกิดและพัฒนาของราก ขึ้นอยู่กับความเข้มข้นของไนโตรเจนในส่วนเหนือดิน เมื่อส่วนเหนือดินมีไนโตรเจนมากกว่า 1%N ทำให้มีการแตกรากและยืดตัวของรากได้ดี หลังจากนั้นรากจะยาวช้าลง จนยาวที่สุดเมื่อถึงช่วงการสร้างเมล็ด

2.) การแตกแขนง ความเข้มข้นของไนโตรเจนในต้นและใบมีความสัมพันธ์ต่อการแตกแขนงดังนี้ ในระยะที่ 12-17 วัน ข้าวเริ่มแตกแขนงเมื่อมี 4-5 ใบ โดยส่วนเหนือดินมี 3.5%N แตกแขนงดี 2.5%N หยุดแตกแขนง และต่ำกว่า 1.5%N แขนงตาย

3.) การเจริญเติบโตของใบ ไนโตรเจนและฟอสฟอรัสสัมพันธ์ต่อการเจริญเติบโตของใบ โดยไนโตรเจนและฟอสฟอรัสช่วยเพิ่มดัชนีพื้นที่ใบ จำนวนแขนงและใบ

4.) ผลผลิตเมล็ด ข้าวที่จะให้ผลผลิตสูงนั้น ในระยะสร้างเมล็ด ไนโตรเจนในส่วนเหนือดินยังคงมีความเข้มข้นอยู่ในเกณฑ์สูง เพราะส่วนเหนือดินและรากช่วง กระตุ้นซึ่งกันและกัน เพื่อรักษาดุลยภาพของไนโตรเจนในส่วนเหนือดิน ดังนี้

4.1) กิจกรรมการดูดธาตุอาหารของรากในช่วงนี้ยังสูง เพราะได้รับคาร์โบไฮเดรตจากส่วนเหนือดินอย่างต่อเนื่อง จึงดูดธาตุอาหารเช่นไนโตรเจนได้ดีมาก

4.2) ไนโตรเจนที่ใบได้รับจากราก ช่วยให้ใบสามารถสังเคราะห์แสงและสร้างคาร์โบไฮเดรตได้มากและอย่างต่อเนื่อง จึงส่งลงมาเลี้ยงรากเพื่อเป็นแหล่งอาหารอย่างสม่ำเสมอ

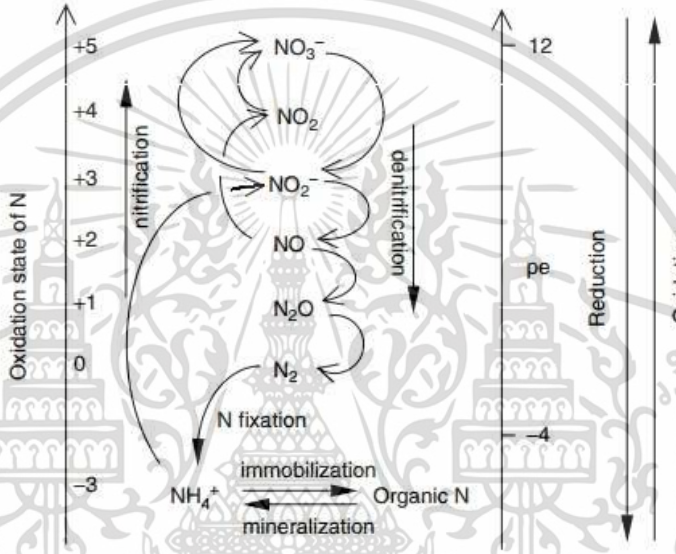
4.3) ในช่วงเมล็ดใกล้จะสุกแก่ 70% ของไนโตรเจนที่รากดูดได้ ไปสะสมในเมล็ดแล้วหากการดูดไนโตรเจนในช่วงก่อนออกดอกน้อยลง ทำให้เปอร์เซ็นต์เมล็ดลีบสูงขึ้น (ยงยุทธ โอสถสภา, 2558)

ธาตุไนโตรเจนเป็นธาตุอาหารที่สำคัญที่สุดในการปลูกข้าว การเปลี่ยนแปลงของไนโตรเจนในดินนามักเกิดจากการย่อยสลายของสารอินทรีย์ได้เป็นแอมโมเนียม (NH_4^+) ซึ่ง NH_4^+ จะสะสมในสารละลายดินและบริเวณผิวของคอลลอยด์ดินเกิดการแลกเปลี่ยนได้ การเกิดการย่อยสลายของไนโตรเจนในดินเพื่อเป็น NH_4^+ จะเกิดขึ้นภายในเวลา 2 สัปดาห์ภายในสภาพอุณหภูมิที่เหมาะสมและไม่เป็นกรดมากเกินไป ความเข้มข้นของ NH_4^+ ในสารละลายจะเพิ่มขึ้น 5-20 เท่าและเกิดการสะสม NH_4^+ ในสารละลายดินและถูกดูดซับที่ผิวของแร่ดินเหนียว เกิดการแลกเปลี่ยนออกมาเป็นประโยชน์ต่อข้าวได้ภายหลัง

การสูญเสียไนโตรเจนในนาข้าวเกิดจากกระบวนการดีไนตริฟิเคชัน (Denitrification) เป็นการสูญเสียไนโตรเจนในรูปก๊าซ (ภาพที่ 2.6) ซึ่งเป็นการเกิดรีดักชันของ NO_3^- เปลี่ยนเป็น N_2 หรือ N_2O โดย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

กิจกรรมของจุลินทรีย์ โดยลำดับ การเกิดการรับอิเล็กตรอนเมื่อออกซิเจนหมดจะเกิดจาก $NO_3^- > NO_2^- > NO > N_2O$ เมื่อเกิดดีไนตริฟิเคชัน ไนโตรเจนจะถูกเปลี่ยนเป็นก๊าซไนโตรเจน (N_2) ทำให้เกิดการสูญเสียไนโตรเจนในดินนาที่สำคัญ ซึ่งกลไกนี้พบได้ในดินนาหรือในสภาพที่มีดินชื้นแฉะ อัตราการสูญเสียก๊าซไนโตรเจนโดยดีไนตริฟิเคชัน 0.003-1.02 กรัม N./ตร.ม./วัน ดังนั้นปุ๋ยไนเทรตจึงไม่เหมะสมที่จะนำมาใช้ในดินนา เพราะจะเกิดการสูญเสียไปเป็นก๊าซไนโตรเจนได้อย่างรวดเร็ว (ยงยุทธ โอสถสภา, 2558)



ภาพที่ 2.6 การเปลี่ยนแปลงของไนโตรเจนในดินน้ำขัง

ที่มา : Kirk, 2004

สารประกอบอินทรีย์ไนโตรเจนในดินนาน้ำขัง มีอยู่ 2 ประเภท คือสารอินทรีย์และสารอนินทรีย์

2.6.1 สารอินทรีย์ไนโตรเจน มีอยู่ในอินทรียวัตถุของดิน ไนโตรเจนส่วนนี้เป็นประโยชน์ต่อพืชอย่างช้าๆ โดยกิจกรรมของจุลินทรีย์ดินต่อไปนี้

1.) สารประกอบอินทรีย์ไนโตรเจนโมเลกุลใหญ่ เช่น โปรตีน ถูกจุลินทรีย์ย่อยสลายให้มีโมเลกุลเล็กลง เช่น กรดอะมิโนและอะมีน

2.) กรดอะมิโนและสารประกอบอินทรีย์ไนโตรเจนโมเลกุลเล็กอื่นๆ ถูกจุลินทรีย์ดินแปรสภาพต่อไปเป็นแอมโมเนียมไอออน (NH_4^+) การเปลี่ยนแปลงจากสารประกอบอินทรีย์ (กรดอะมิโนหรืออะมีน) มาเป็นสารประกอบอนินทรีย์ (แอมโมเนียและแอมโมเนียมไอออน) เรียกว่ากระบวนการ mineralization

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.) แอมโมเนียมไอออนในชั้นออกซิไดซ์ (oxidized layer) ของดินนาน้ำขังหรือบริเวณไรโซสเฟียร์ (rhizosphere) ซึ่งมีออกซิเจนเพียงพอ จะมีการเปลี่ยนแปลงจากแอมโมเนียมไอออนเป็นไนไทรต์ไอออน (NO_2^-) และไนเทรตไอออน (NO_3^-) ตามลำดับ โดยกระบวนการออกซิเดชันโดยกิจกรรมของจุลินทรีย์ดินซึ่งเรียกว่ากระบวนการ nitrification แต่ในชั้นดินซึ่งขาดออกซิเจนคือชั้นรีดิวซ์ (reduced layer) การเปลี่ยนแปลงจะหยุดเพียงขั้นตอนแรกที่ได้แอมโมเนียมไอออนเท่านั้น

2.6.2 สารอนินทรีย์ไนโตรเจน ในดินนาที่สำคัญ

1.) แอมโมเนียมไอออน ซึ่งส่วนมากดูดซับอยู่กับอนุภาคดินเหนียวและฮิวมัส ที่อยู่ในสารละลายของดินเพียงเล็กน้อย แอมโมเนียมไอออนทั้งสองส่วนนี้เป็นประโยชน์ต่อข้าว อย่างไรก็ตามแอมโมเนียมไอออนบางส่วนถูกตรึงไว้ในหลืบของแร่ดินเหนียวบางชนิด และไม่เป็นประโยชน์ต่อข้าว นอกจากนั้นแอมโมเนียมไอออนบางส่วนถูกจุลินทรีย์ดูดไปใช้แล้วอยู่ในเซลล์ของจุลินทรีย์ ซึ่งจะปลดปล่อยออกมาสู่ดินอีกครั้งหนึ่ง เมื่อจุลินทรีย์ตายและสลายตัว การที่จุลินทรีย์ดูดแล้วแปรสภาพสารประกอบอนินทรีย์ที่ดูดได้ (แอมโมเนียมไอออน) ไปเป็นสารประกอบอินทรีย์ภายในเซลล์สิ่งมีชีวิตเรียกว่ากระบวนการ immobilization

2.) ไนเทรตไอออนในดินนาชั้นออกซิไดส์ (oxidized layer) เป็นประโยชน์ต่อข้าวและจุลินทรีย์หากไนเทรตไอออนเคลื่อนย้ายมาลงชั้นรีดิวซ์ซึ่งขาดออกซิเจน (anaerobic) ไนเทรตจะถูกรีดิวซ์ให้กลายเป็นแก๊ส (NO, N_2O, N_2) โดยกระบวนการดีไนทริฟิเคชัน (denitrification) แล้วระเหยไป

รากข้าวดูดไนโตรเจนได้ 3 รูป คือ แอมโมเนียม ยูเรียและไนเทรต โดยทั่วไปข้าวชอบแอมโมเนียมไอออนมากกกว่าไนเทรตไอออน การดูดไนเทรตไอออนของเซลล์รากนั้น เซลล์ต้องใช้พลังงานมากกว่าการดูดแอมโมเนียมไอออน ประกอบกับการใช้ประโยชน์แอมโมเนียมไอออน ในการสังเคราะห์สารอินทรีย์ในเซลล์ มีขั้นตอนของเมแทบอลิซึมสั้นกว่า และใช้พลังงานน้อยกว่าการดูดและใช้ไนเทรต ข้าวในแต่ละระยะการเติบโตมีความชอบไอออนแต่ละชนิดไม่เท่ากัน ในระยะการเติบโตไม่อาศัยเพศ รากดูดแอมโมเนียมไอออนได้มากกว่าไนเทรต ส่วนในระยะเจริญพันธุ์รากข้าวดูดไนเทรตมากกว่าแอมโมเนียม และการปลูกข้าวในสารละลายธาตุอาหารที่มีไนโตรเจนรูปแอมโมเนียมอย่างเดียวได้น้ำหนักแห้งของส่วนเหนือดินและราก มากกว่าสารละลายธาตุอาหารที่มีไนเทรตเพียงอย่างเดียว (ยงยุทธ โอสถสภา, 2558)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.7 อิทธิพลของปุ๋ยอินทรีย์ต่อการเปลี่ยนรูปไนโตรเจน

จารุวรรณี เตรียมวิจารณ์กุล (2559) ได้ทำการศึกษา การใช้พืชตระกูลถั่วทั้ง 4 ชนิดคือถั่วมะแฮะ, ปอเทือง, ถั่วเขียวและถั่วพุ่มดำ เป็นพืชปุ๋ยสดในการปลูกข้าวนาดำ พบว่าหลังการทดลอง 3 ปี ทำให้ดินมีค่าความเป็นกรดเป็นด่างลดลง จากสภาพเป็นกรดจัดมาก (pH 4.6-4.8) เป็นกรดรุนแรงมาก (pH 4.5-4.6) และมีปริมาณอินทรียวัตถุในดินและฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์ในดินมีค่าสูงขึ้น การใช้ปอเทืองและถั่วพุ่มดำเป็นพืชปุ๋ยสด จะให้ผลตอบแทนกำไรสูงสุดและให้ปริมาณการสะสมไนโตรเจนสูงสุดอยู่ที่ 2.54%

ภัทราพร กังวานเจษฎา (2555) ได้ทำการศึกษาเรื่องการศึกษาการเปลี่ยนแปลงไนโตรเจนเพื่อเป็นดัชนีชี้วัดในการเจริญเต็มที่ของปุ๋ยหมัก พบว่าอัตราส่วนคาร์บอนต่อไนโตรเจนมีอิทธิพลต่อการเปลี่ยนแปลงปริมาณไนโตรเจนทั้งหมดและสารอินทรีย์ไนโตรเจนในมูลหมู ในขณะที่ปุ๋ยมูลไก่ มีอัตราส่วนคาร์บอนต่อไนโตรเจนมีอิทธิพลต่อการเปลี่ยนแปลงปริมาณไนโตรเจนทั้งหมดเพียงอย่างเดียว เนื่องมาจากปุ๋ยมูลไก่มีแกลบเป็นองค์ประกอบสูง ทำให้กระบวนการสลายย่อยได้ยาก แม้จะผ่านกระบวนการหมักก็ยังมีอินทรียวัตถุสูง อย่างไรก็ตามความเป็นประโยชน์ของปุ๋ยไนโตรเจนจากปุ๋ยอินทรีย์ไม่ได้มีเพียงอิทธิพลจากวัสดุอินทรีย์เพียงอย่างเดียว แต่ยังได้รับอิทธิพลมาจากสมบัติของดิน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 3

วิธีดำเนินการวิจัย

ในการศึกษาครั้งนี้ประกอบด้วย 2 การทดลองหลัก คือ

การทดลองที่ 1 อิทธิพลของชนิดปุ๋ยอินทรีย์ต่อการเปลี่ยนรูปของไนโตรเจนจากปุ๋ยอินทรีย์ในสภาพขังน้ำ ซึ่งเก็บข้อมูล ตัวอย่างดินและตัวอย่างปุ๋ยอินทรีย์จากแปลงเกษตรอินทรีย์บริเวณเขตลาดกระบัง หนองจอก และมีนบุรี ทำการทดลองในห้องปฏิบัติการ

การทดลองที่ 2 อิทธิพลของชนิดปุ๋ยอินทรีย์และการจัดรูปแบบการใส่ปุ๋ยอินทรีย์ต่อการเจริญเติบโตของข้าว ทำการทดลองในกระถาง

3.1 การทดลองที่ 1 อิทธิพลของชนิดปุ๋ยอินทรีย์ต่อการเปลี่ยนรูปของไนโตรเจนจากปุ๋ยอินทรีย์ในสภาพขังน้ำ ทำการทดลองในห้องปฏิบัติการ

3.1.1 ตัวอย่างดินที่ใช้ในการทดลอง

ทำการเก็บตัวอย่างดินจากแปลงปลูกข้าวที่ทำเกษตรอินทรีย์ เป็นระยะเวลาประมาณ 10 ปี และแปลงข้างเคียงที่ไม่ใช่เกษตรอินทรีย์ โดยตั้งอยู่ที่ เขตหนองจอก จังหวัดกรุงเทพฯ เป็นชุดดินบางกอก หลังจากเก็บตัวอย่างดินมาแล้ว นำตัวอย่างดินมาผึ่งให้แห้งในที่ร่ม ย่อยและผสมตัวอย่างให้เข้ากัน และทำการร่อนผ่านตะแกรงขนาด 2 มิลลิเมตร เพื่อใช้ในวิเคราะห์ทางเคมีและทางกายภาพต่อไป

3.1.2 ปุ๋ยอินทรีย์ที่ใช้ในการทดลอง

ปุ๋ยอินทรีย์ที่ใช้มีทั้งหมด 3 ปุ๋ยอินทรีย์ ได้แก่ ปุ๋ยมูลโค ปุ๋ยหมัก ได้มาจากการหมักระหว่างมูลโคและฟางข้าว ในอัตราส่วน 3:1 หมักเป็นระยะเวลา 60 วัน โดยที่ปุ๋ยมูลโคและปุ๋ยหมัก ได้มาจากภายในแปลงเกษตรกรที่เก็บตัวอย่างดิน และปุ๋ยพืชสด คือ ปอเทือง ได้มาจากแปลงเกษตรภายในคณะเทคโนโลยีการเกษตร สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง ปอเทืองที่ใช้ เก็บปอเทืองที่ระยะออกดอกประมาณ 50% โดยปุ๋ยอินทรีย์ทั้ง 3 ชนิดที่ได้ นำมาร่อนผ่านตะแกรงขนาด 2 มิลลิเมตร เพื่อทำการวิเคราะห์ทางเคมีและใช้ผสมกับตัวอย่างดินในแต่ละทรีทเมนต์

3.1.3 การวิเคราะห์สมบัติดินทางเคมีก่อนทดลอง

ตัวอย่างดินก่อนการทดลอง นำไปวิเคราะห์ในห้องปฏิบัติการ โดยทำการวิเคราะห์ความเป็นกรด-ด่างของดิน (pH) วัดด้วยเครื่อง pH meter ในอัตราส่วนดินต่อน้ำเท่ากับ 1:1 Electrical Conductivity (EC) วัดด้วย EC meter อัตราส่วนดินต่อน้ำ 1:5 (Richards, 1954) Cation exchange capacity (CEC) โดย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

วิธี NH_4Oac pH 7.0 replacement method , Total Carbon และ Total Nitrogen วัดด้วยเครื่อง CNS analyzer (LECO Corporation, 2016), Available Phosphorus ใช้น้ำยาสกัด Bray II วัดด้วยวิธี colorimetric method (Bray and Kurtz, 1945), Exchangeable Potassium (K), Calcium (Ca) และ Magnesium (Mg) สกัดด้วย NH_4Oac pH 7.0 และวัดด้วยเครื่อง Inductively coupled plasma - optical emission spectrometry (ICP-OES) และ Extractable Iron (Fe), Zinc (Zn), Manganese (Mn) และ Copper (Cu) สกัดด้วย Diethylenetriaminepenta-acetic acid (DTPA) (นงลักษณ์ วิบูลสุข, 2544) และวัดความเข้มข้นด้วยเครื่อง Inductively coupled plasma - optical emission spectrometry (ICP-OES) และ Texture ใช้ Calgon solution 5% วัดโดยใช้ Hydrometer method

3.1.4 การวิเคราะห์สมบัติทางเคมีของปุ๋ยอินทรีย์ก่อนการทดลอง

ทำการวิเคราะห์สมบัติทางเคมีของปุ๋ยก่อนปลูก ได้แก่ ค่า pH วัดด้วย pH meter อัตราส่วนปุ๋ยต่อน้ำ 1:5 , Total Carbon และ Total Nitrogen วัดด้วยเครื่อง CNS analyzer (LECO Corporation, 2016) , Total P_2O_5, Total K_2O, Total Ca, และ Total Mg ย่อยสลายด้วยกรด $HClO_4$:HNO_3 อัตราส่วน2:1 และวัดด้วยเครื่อง ICP-OES

3.1.5 การวางแผนการทดลอง

จัดสิ่งทดลองแบบ 2*4 Factorial ปัจจัยที่ใช้ในการทดลอง มี 2 ปัจจัย โดยปัจจัยที่หนึ่ง คือ ดินที่ใช้ปลูกข้าว 2 แบบ ได้แก่ดินที่ปลูกข้าวอินทรีย์ และดินที่ปลูกข้าวที่ไม่ใช่อินทรีย์ ปัจจัยที่สองคือ ชนิดของปุ๋ยอินทรีย์มี 3 ชนิดและการไม่ใส่ปุ๋ยอินทรีย์ ได้แก่ปุ๋ยมูลโค ปุ๋ยหมักและปอเทือง การทดลองมีทั้งหมด 8 ทรีทเมนต์ ทำการทดลองทั้งหมด 3 ซ้ำ ดังนี้

1. ดินที่ปลูกข้าวในระบบเกษตรอินทรีย์ ไม่ใส่ปุ๋ยอินทรีย์ (CT-O)
2. ดินที่ปลูกข้าวในระบบเกษตรอินทรีย์ ใส่ปุ๋ยมูลโค อัตรา 300 mg N/kg (CM-O)
3. ดินที่ปลูกข้าวในระบบเกษตรอินทรีย์ ใส่ปุ๋ยหมัก อัตรา 300 mg N/kg (CP-O)
4. ดินที่ปลูกข้าวในระบบเกษตรอินทรีย์ ใส่ปุ๋ยพืชสดปอเทือง อัตรา 300 mg N/kg (SH-O)
5. ดินที่ปลูกข้าวที่ไม่ใช่ระบบเกษตรอินทรีย์ ไม่ใส่ปุ๋ยอินทรีย์ (CT)
6. ดินที่ปลูกข้าวที่ไม่ใช่ระบบเกษตรอินทรีย์ ใส่ปุ๋ยมูลโค อัตรา 300 mg N/kg (CM)
7. ดินที่ปลูกข้าวที่ไม่ใช่ระบบเกษตรอินทรีย์ ใส่ปุ๋ยหมัก อัตรา 300 mg N/kg (CP)
8. ดินที่ปลูกข้าวที่ไม่ใช่ระบบเกษตรอินทรีย์ ใส่ปุ๋ยพืชสด อัตรา 300 mg N/kg (SH)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 3.1.5 ทรีทเมนต์ที่ใช้ในการทดลองทั้งหมด 8 ทรีทเมนต์

ทรีทเมนต์	ชนิดดิน	ชนิดปุ๋ยอินทรีย์*		
		ปุ๋ยมูลโค	ปุ๋ยหมัก	ปุ๋ยพืชสด ปอเทือง
1	ดินจากแปลงปลูกข้าว	-	-	-
2	อินทรีย์	✓	-	-
3		-	✓	-
4		-	-	✓
5	ดินจากแปลงปลูกข้าว	-	-	-
6	โดยใช้ปุ๋ยเคมี	✓	-	-
7		-	✓	-
8		-	-	✓

* อัตรา 300 mg N/kg

3.1.6 การบ่มดินในห้องปฏิบัติการ

ชั่งตัวอย่างดิน 100 กรัม ใส่ขวดแก้วขนาด 250 มิลลิลิตร และใส่ปุ๋ยอินทรีย์แต่ละชนิดในอัตรา 300 mg N/kg ผสมตามทรีทเมนต์ที่กล่าวไปข้างต้น ผสมให้เข้ากัน และเติมน้ำลงไป 200 มิลลิลิตร หลังจากนั้นคนผสมตัวอย่างอีกครั้ง โดยให้ระดับน้ำท่วมขังเลยผิวดินประมาณ 10 เซนติเมตร จากนั้นบ่มดินที่อุณหภูมิ 30 ºC เป็นระยะเวลา 120 วัน และเก็บตัวอย่างดินและน้ำในวันที่ 0, 3, 5, 7, 14, 21, 28, 42, 56, 70, 98 และ 120 วัน นำตัวอย่างดินที่เก็บได้ในแต่ละครั้งทำการวิเคราะห์ pH ในดินและน้ำ วัดด้วย pH meter อัตราส่วน 1:1, Electrical Conductivity วัดด้วย EC meter , ปริมาณแอมโมเนียม (NH_4^+) สกัดด้วย 2*N* KCl และวัดด้วยวิธี stream distillation (Miegroet, 1995), Hydrolyzable nitrogen วิเคราะห์โดยใช้วิธีของ Khan *et al*. (2001) and Bushong *et al*. (2008) , Carbon mineralization (Hopkins, 2006)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.2 การทดลองที่ 2 อิทธิพลของชนิดปุ๋ยอินทรีย์และการจัดรูปแบบการใส่ปุ๋ยอินทรีย์ต่อการเจริญเติบโตของข้าว ทำการทดลองในกระถาง

นำข้อมูลจากการทดลองที่ 1 ทำการทดลองในกระถาง โดยคาดว่าจากการทดลองที่จะพบในรูปแบบของการปลดปล่อยไนโตรเจนจากปุ๋ยอินทรีย์เป็น 2 รูปแบบ คือ ปุ๋ยอินทรีย์สลายตัวปลดปล่อยไนโตรเจนอย่างรวดเร็ว (ปุ๋ยมูลโค) และปุ๋ยอินทรีย์ที่สลายตัวปลดปล่อยไนโตรเจนอย่างช้าๆ (ปุ๋ยหมัก) ก่อนการทดลองทำการเก็บตัวอย่างดินจากพื้นที่เกษตรอินทรีย์และคำนวณความต้องการของธาตุไนโตรเจนของข้าว

3.2.1 ตัวอย่างดินและปุ๋ยอินทรีย์ที่ใช้ในการทดลอง

ดินที่ใช้เป็นตัวอย่างดินแปลงปลูกข้าวอินทรีย์ และปุ๋ยอินทรีย์ที่ใช้มีทั้งหมด 2 ชนิด ได้แก่ ปุ๋ยมูลโคและปุ๋ยหมัก ได้มาจากการหมักระหว่างมูลโคและฟางข้าว ในอัตราส่วน 3:1 หมักเป็นระยะเวลา 60 วัน โดยที่ปุ๋ยมูลโคและปุ๋ยหมัก ได้มาจากภายในแปลงเกษตรกรที่เก็บตัวอย่างดิน

3.2.2 การวางแผนการทดลอง

วางแผนการทดลองแบบ Randomized Complete Block Design ทำการทดลอง 4 ซ้ำ โดยมีทรีทเมนต์ที่ใช้ในการทดลอง 5 ทรีทเมนต์ คือ

1. ไม่ใส่ปุ๋ยอินทรีย์ (Control)
2. ใส่ปุ๋ยหมัก ใส่ครั้งเดียวพร้อมปักดำ (Compost1)
3. ใส่ปุ๋ยหมัก แบ่งใส่ 2 ครั้งพร้อมปักดำและแตกกอสูงสุด 45 วัน (Compost2)
4. ใส่ปุ๋ยมูลโค ใส่ครั้งเดียวพร้อมปักดำ (Cow manure1)
5. ใส่ปุ๋ยมูลโค แบ่งใส่ 2 ครั้งพร้อมปักดำและแตกกอสูงสุด 45 วัน (Cow manure2)

โดยทุกทรีทเมนต์ยกเว้น Control จะได้รับปุ๋ยไนโตรเจนเท่าๆกัน ในอัตรา 300 มิลลิกรัมไนโตรเจนต่อกิโลกรัมต่อกระถาง (อัตรา 12 กิโลกรัมต่อไร่) โดยทรีทเมนต์ใส่ปุ๋ยหมักครั้งเดียวพร้อมปักดำ (Compost1) และทรีทเมนต์ใส่ปุ๋ยหมัก แบ่งใส่ 2 ครั้งพร้อมปักดำและแตกกอสูงสุด 45 วัน (Compost2) ใช้ปุ๋ยหมักอัตรา 157.42 กรัมต่อกระถาง ในขณะที่ทรีทเมนต์ใส่ปุ๋ยมูลโค แบ่งใส่ 2 ครั้งพร้อมปักดำและแตกกอสูงสุด 45 วัน (Cow manure2) ใช้มูลโคอัตรา 118.46 กรัมต่อกระถาง (ตารางที่ 3.2.2)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 3.2.2 ทรีทเมนต์ที่ใช้ในในการปลูกข้าวในกระถาง มีทั้งหมด 5 ทรีทเมนต์

ทรีทเมนต์	ความต้องการไนโตรเจนของข้าว (100%)*	
	ระยะปักดำ (27 วัน)	ระยะแตกกอสูงสุด (45 วัน)
1. ไม่ใส่ปุ๋ยอินทรีย์ใดๆ (Control)	-	-
2. ใส่ปุ๋ยหมักเพียงครั้งเดียว ในระยะปักดำ 100% (Compost1)	100%	-
3.ใส่ปุ๋ยหมัก 2 ครั้ง ในระยะปักดำ 50% และระยะแตกกอสูงสุด 50% (Compost2)	50%	50%
4.ใส่ปุ๋ยมูลโคเพียงครั้งเดียว ในระยะปักดำ 100% (Cow manure1)	100%	-
5.ใส่ปุ๋ยปุ๋ยมูลโค 2 ครั้ง ในระยะปักดำ 50% และระยะแตกกอสูงสุด 50% (Cow manure2)	50%	50%

3.2.3 การเพาะกล้าข้าว

ใช้พันธุ์ข้าว ปทุมธานี 1 ในการเพาะปลูก โดยใช้เมล็ดพันธุ์ข้าวห่อด้วยผ้า แล้วแช่น้ำเป็นเวลา 24 ชั่วโมง จากนั้นเอาผ้าที่หุ้มเมล็ดข้าวไว้ยกออก ทิ้งไว้เป็นเวลา 24 ชั่วโมง โดยพรมน้ำที่ผ้าให้ชุ่มชื้นไว้ จากนั้นนำเมล็ดข้าวที่เริ่มงอก นำไปหว่านในดินที่เตรียมไว้ในการเพาะกล้า เมื่อกล้าข้าวอายุ 25-30 วัน และนำไปปักดำข้าวได้

3.2.4 การเตรียมดินในการเพาะปลูกและการย้ายปลูก

นำตัวอย่างดินที่เก็บมา ทำการผึ่งให้แห้ง ย่อยและคลุกเคล้าดินให้เข้ากันและร่อนผ่านตะแกรงขนาด 2 มิลลิเมตร ชั่งดินน้ำหนัก 10 กิโลกรัม ใส่ในกระถางขนาด 15 นิ้ว และใส่ปุ๋ยอินทรีย์ตามทรีทเมนต์ ดังตารางที่ 3.2.2 1 โดยทำการย้ายปลูกเมื่อข้าวอายุ 27 วัน ใส่ปุ๋ยครั้งที่ 1 วันปักดำข้าว (0 DAT) ครั้งที่ 2 เมื่อข้าวอายุ 45 วัน (ระยะแตกกอสูงสุด) (15 DAT) ในวันที่ 28 เดือนกุมภาพันธ์ พ.ศ. 2561

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.2.5 การปลูกข้าวและการดูแล

ปลูกข้าวพันธุ์ปทุมธานี 1 เมื่อวันที่ 12 เดือนกุมภาพันธ์ พ.ศ. 2561 โดยทำการปักดำข้าว 3 ต้นต่อกระถาง และขังน้ำให้อยู่เหนือผิวดินประมาณ 10-15 เซนติเมตร เมื่อข้าวอายุ 7 วัน ทำการถอนต้นแยกจนเหลือเพียง 1 ต้นต่อกระถาง กำจัดวัชพืชโดยการถอนด้วยมือตลอดการเจริญเติบโตของข้าว และในระหว่างการปลูกข้าวทำการฉีดพ่นจุลินทรีย์ชีวภาพ เพื่อป้องกันโรคและแมลงศัตรูพืช ก่อนการเก็บเกี่ยวผลผลิต 1 สัปดาห์จะหยุดการให้น้ำ และทำการเก็บเกี่ยวผลผลิตเมื่ออายุครบ 120 วัน

3.2.6 การเก็บข้อมูล

3.2.6.1 การเก็บตัวอย่างดิน

เก็บตัวอย่างดินในวันที่ 0, 7, 14, 21, 28, 42, 56, 70, 98 และ 120 วันข้าว แบ่งเป็น 2 ส่วน ส่วนที่ 1 คือ ดินสด วัดค่าปฏิกิริยาของดิน (pH) วัดด้วย pH meter , วัดปริมาณแอมโมเนียม สกัดด้วย 2*N* KCl วัดด้วยวิธี Stream distillation (Miegroet, 1995) และส่วนที่ 2 นำดินมาผึ่งในที่ร่ม เพื่อวิเคราะห์ปริมาณอินทรีย์คาร์บอนและปริมาณไนโตรเจนทั้งหมด วัดด้วยเครื่อง CNS analyzer (LECO Corporation, 2016) ทำเฉพาะวันที่ 0 และ 120 วันของการปลูกข้าว

3.2.6.2 การเก็บตัวอย่างสารละลาย

เก็บตัวอย่างสารละลายตามระยะเวลาวันที่ 0, 7, 14, 21, 28, 42, 56, 98 และ 120 วันของการปลูกข้าว โดยสารละลายที่ใช้วัดคือน้ำขังเหนือผิวดินที่มีการปลูกข้าวในกระถาง วิเคราะห์ pH ด้วยเครื่อง pH meter, Electrical Conductivity (EC) ด้วยเครื่อง EC meter

3.2.6.3 การเจริญเติบโตของข้าว

ทำการเก็บข้อมูลความสูงและนับจำนวนการแตกกอของข้าวในทุกๆสัปดาห์หลังจากการย้ายปลูก จนถึงสิ้นสุดการทดลอง และเมื่อถึงระยะเวลาเก็บเกี่ยวของข้าว ทำการเก็บข้อมูลจำนวนหน่อ จำนวนรวง ชั่งน้ำหนักสดของรวงและตอซัง และทำการย่อยตัวอย่างพืชและนำไปอบให้แห้ง เมื่อตัวอย่างพืชแห้งแล้วนำมาชั่งน้ำหนักแห้งของรวงและตอซัง ชั่งน้ำหนักรวมของเมล็ด จำนวนเมล็ดดี จำนวนเมล็ดลีบ จำนวน 1000 เมล็ด

3.2.7 การวิเคราะห์พืช

นำตัวอย่างพืชที่ผ่านการอบแห้งและบดแล้ว ทั้งตอซังและเมล็ด ร่อนผ่านตะแกรงขนาด 0.1 มิลลิเมตร จากนั้นชั่งตัวอย่างพืช 0.1xxx กรัม วิเคราะห์ Total N และ Total C ด้วยเครื่อง CNS analyzer (LECO Corporation, 2016)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.2.8 การวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติ

วิเคราะห์ความแปรปรวนของข้อมูลโดยใช้ Analysis of Variance (ANOVA) ประเมินความแตกต่างของค่าเฉลี่ยระหว่างทรีทเม้นต์โดยวิธี Ducan's multiple range test ที่ระดับความเชื่อมั่น 95%

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 4

ผลการวิจัย

4.1 การทดลองที่ 1 อิทธิพลของชนิดปุ๋ยอินทรีย์ต่อการเปลี่ยนรูปของไนโตรเจนจากปุ๋ยอินทรีย์ในสภาพขังน้ำ ทำการทดลองในห้องปฏิบัติการ

4.1.1 สมบัติทางเคมีและทางกายภาพของดินก่อนบ่ม

จากผลการทดลองในดินก่อนทำบ่มดังตารางที่ 4.1.1 พบว่า ดินจากแปลงปลูกข้าวอินทรีย์และเคมี มีเนื้อดินเป็นดินเหนียว โดยในแปลงปลูกข้าวโดยใช้ปุ๋ยเคมีนั้นมี pH สูงกว่าแปลงปลูกข้าวอินทรีย์ เท่ากับ 6.1 (กรดเล็กน้อย) ในขณะที่แปลงปลูกข้าวอินทรีย์มี pH เท่ากับ 5.3 (กรดจัด) และดินในแปลงปลูกข้าวโดยใช้ปุ๋ยเคมีนั้นมีความสามารถในการแลกเปลี่ยนประจุบวกของดิน (CEC), ปริมาณไนโตรเจนทั้งหมด, ปริมาณคาร์บอนทั้งหมด, ปริมาณโพแทสเซียม แคลเซียม แมกนีเซียมที่แลกเปลี่ยนได้สูงกว่าดินในแปลงปลูกข้าวอินทรีย์ ซึ่งมีค่าเท่ากับ 30.33 cmol/kg, 2.90 และ 27.26 g/kg, 84.59 mg/kg, 2,316.02 mg/kg และ 519.39 mg/kg ตามลำดับ ในขณะที่ดินในแปลงปลูกข้าวอินทรีย์มีความสามารถในการแลกเปลี่ยนประจุบวกของดิน (CEC) เท่ากับ 26.85 cmol/kg, ปริมาณไนโตรเจนและคาร์บอนทั้งหมดเท่ากับ 2.41 และ 23.90 g/kg ตามลำดับ, มีปริมาณโพแทสเซียม แคลเซียม แมกนีเซียมที่แลกเปลี่ยนได้เท่ากับ 251.33, 2,998.79 และ 661.96 mg/kg ตามลำดับ

4.1.2 สมบัติทางเคมีของปุ๋ยอินทรีย์ก่อนบ่ม

จากผลการทดลองพบว่า ค่าปฏิกิริยาความเป็นกรดด่างของปุ๋ยมูลโคมีค่าสูงกว่าปุ๋ยอินทรีย์ชนิดอื่น โดยปุ๋ยมูลโค มีค่า pH เท่ากับ 8.2 (เบสปานกลาง) ในขณะที่ปุ๋ยหมักและปุ๋ยพืชสดปอเทือง มีค่า pH เท่ากับ 6.3 (กรดเล็กน้อย) และ 5.1 (กรดจัด) ตามลำดับ ในขณะที่สภาพการนำไฟฟ้าของปุ๋ยมูลโค (11.61 mS/cm) และปุ๋ยพืชสดปอเทือง (10.22 mS/cm) มีความเค็มปานกลาง แต่ในปุ๋ยหมักมีความเค็มน้อย (2.94 mS/cm) ปุ๋ยพืชสดปอเทืองมีปริมาณไนโตรเจน คาร์บอนทั้งหมดและ Alkaline hydrolysable N สูงที่สุด (23.20 , 432.90 และ 273.67 mg/kg ตามลำดับ) ในขณะที่ C:N ratio ของปุ๋ยอินทรีย์ทั้ง 3 ชนิด มีค่าต่ำกว่า 20 โดยปุ๋ยพืชสดปอเทืองมีอัตรา C:N ratio สูงที่สุด (18.66) รองลงมาคือ ปุ๋ยมูลโค (15.76) และ ปุ๋ยหมัก (13.44) ดังตารางที่ 4.1.2

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 4.1.1 แสดงสมบัติทางเคมีและทางกายภาพของดินก่อนบ่ม

Soil property	**Organic rice paddy soil (Bangkok soil series)**	**Chemical rice paddy soil (Bangkok soil series)**
Soil texture	Clay	Clay
Sand (%)	25.96	29.96
Silt (%)	24.72	22.72
Clay (%)	49.32	47.32
Soil pH (water: soil; 1:1)	5.3	6.1
Electrical Conductivity (water: soil; 1:5) (mS/cm)	0.23	0.40
Cation exchange capacity (cmol (+)/kg)	26.85	30.33
Total Nitrogen (g/kg)	2.41	2.90
Total Carbon (g/kg)	23.90	27.26
C:N ratio	9.92	9.40
Available Phosphorus (mg/kg)	35.47	63.85
Exchangeable Potassium (mg/kg)	251.53	84.59
Exchangeable Calcium (mg/kg)	2,998.79	2,316.02
Exchangeable Magnesium (mg/kg)	661.96	519.39

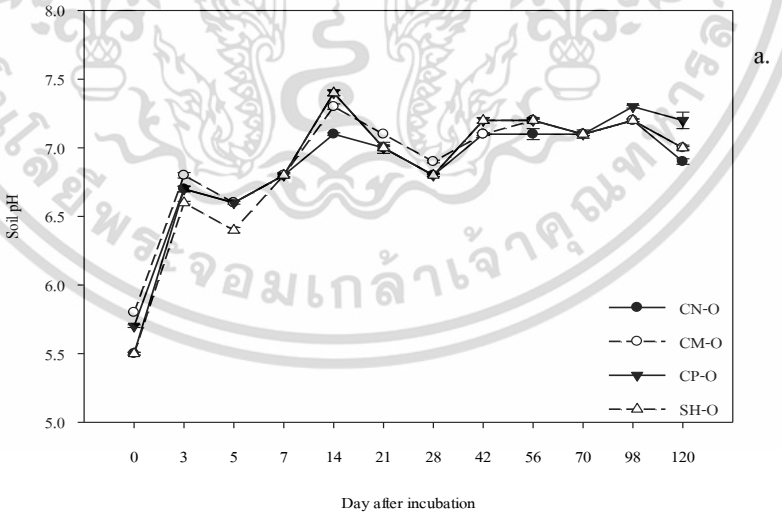
ตารางที่ 4.1.2 สมบัติทางเคมีของปุ๋ยอินทรีย์ทั้ง 3 ชนิดก่อนบ่ม

Chemical property	Cow manure	Compost	Sunn hemp
pH (organic fertilizer: water; 1:5)	8.2	6.3	5.1
Electrical Conductivity (organic fertilizer: water; 1:5) (mS/cm)	11.61	2.94	10.22
Total N (g/kg)	7.80	19.40	23.20
Total C (g/kg)	122.90	260.70	432.90
C:N ratio	15.76	13.44	18.66
Alkaline hydrolysable N (mg/kg)	217.48	95.61	273.67
Total P_2O_5 (g/kg)	0.48	0.23	0.25
Total K_2O (g/kg)	34.35	6.39	19.23
Total Mg (g/kg)	4.82	3.04	5.18
Total Ca (g/kg)	23.46	7.09	7.53

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.1.3 ค่าปฏิกิริยาของดิน

จากผลการศึกษาพบว่าในดินบ่มจากแปลงปลูกข้าวอินทรีย์ ในช่วงเริ่มต้นของการบ่ม (วันที่ 0) ค่า pH จาก CM-O สูงสุดที่สุดซึ่งมี pH เป็นกรดเล็กน้อย (5.8) ซึ่งมีความแตกต่างทางสถิติอย่างมีระดับนัยสำคัญกับในทุกทรีทเมนต์ ในขณะที่ CP-O, SH-O และ CN-O มี pH เท่ากับ 5.7, 5.5 และ 5.5 ตามลำดับ (ภาพที่ 4.1.3) หลังจากวันที่ 3 ค่า pH ในทุกทรีทเมนต์มีค่าเพิ่มสูงขึ้นอย่างมาก โดยในช่วงระหว่างวันที่ 3-14 ของการบ่มดิน ค่า pH ของดินในทุกทรีทเมนต์ค่อยๆ เพิ่มสูงขึ้น และในวันที่ 14 ของการบ่มดิน พบว่า ค่า pH ของดินในทุกทรีทเมนต์ มีค่าสูงที่สุด ตลอดระยะของการบ่มดิน โดยที่การใส่ปุ๋ยอินทรีย์ทั้งสามทรีทเมนต์ (CM-O, CP-O และ SH-O) ส่งผลไม่แตกต่างกัน ซึ่งมี pH เท่ากับ 7.4, 7.4 และ 7.3 ตามลำดับ ในขณะที่ทุกทรีทเมนต์แตกต่างกันทางสถิติกับทรีทเมนต์ control (CN-O) และมีค่า pH เท่ากับ 7.1 หลังจากวันที่ 14 ของการบ่มดินพบว่า ค่า pH ของดินค่อยๆ ลดลงและเริ่มคงที่ โดยมีค่า pH อยู่ระหว่าง 6.9-7.3 จนถึงวันที่สิ้นสุดการทดลองการบ่มดิน (120 วัน) อย่างไรก็ตามพบว่าค่า pH ของดินในทุกทรีทเมนต์ของวันที่ 21-120 วันของการบ่มดิน ไม่แตกต่างกันทางสถิติ โดยที่ในวันที่สิ้นสุดการทดลอง CP-O มีแนวโน้ม pH เพิ่มขึ้นสูงสุด (7.2) รองลงมาคือ CM-O, SH-O และ CN-O (7.0, 7.0 และ 6.9 ตามลำดับ) และเมื่อเทียบกับ pH ในวันที่ 0 พบว่า ค่า pH ของดินแปลงปลูกข้าวอินทรีย์ เพิ่มขึ้นในทุกทรีทเมนต์ (pH เท่ากับ 5.5-5.8 เป็น 6.9-7.2)



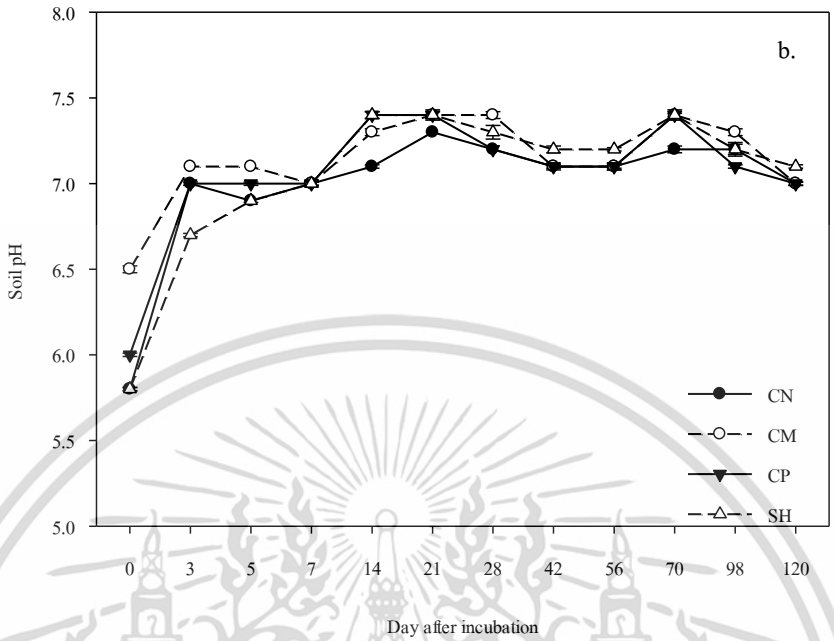
ภาพที่ 4.1.3a การเปลี่ยนแปลงค่า pH ของดินแปลงปลูกข้าวอินทรีย์ ในวันที่ 0, 3, 5, 7, 14, 21, 28, 42, 56, 70, 98 และ 120 วันของการบ่ม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ดินบ่มแปลงปลูกข้าวโดยใช้ปุ๋ยเคมี พบว่าในช่วงเริ่มต้นของการบ่มดิน ทรีทเมนต์ CM มีค่า pH สูงที่สุด ซึ่งมีค่า pH เป็นกลาง (6.5) และมีความแตกต่างกันทางสถิติอย่างมีระดับนัยสำคัญกับทุกทรีทเมนต์ โดยที่ CP, CN และ SH มีค่า pH เท่ากับ 6.3, 6.2 และ 5.9 ตามลำดับ หลังจากวันที่ 3 ของการบ่มดินมีแนวโน้มเช่นเดียวดินบ่มอินทรีย์ แต่หลังจากวันที่ 14 ของการบ่มดิน pH ในทุกทรีทเมนต์เพิ่มขึ้นเล็กน้อย และพบว่าการใส่ปุ๋ยอินทรีย์ CP, CM และ SH ไม่แตกต่างกันทางสถิติ แต่แตกต่างทางสถิตกับ CN โดยมีแนวโน้มพบว่า CP และ SH มีค่า pH สูงสุด (7.4) ในขณะที่ CM และ CN มีค่า pH เท่ากับ 7.3 และ 7.1 ตามลำดับ หลังจากวันที่ 28 ของการบ่มดินพบว่า pH ในทุกทรีทเมนต์ค่อยๆ ลดลง และเริ่มคงที่จนถึงวันที่ 120 โดย pH ในทุกทรีทเมนต์ระหว่างวันที่ 21-120 ของการบ่มดิน ไม่พบความแตกต่างกันทางสถิติ และในวันที่ 120 ของการบ่มดิน พบว่า SH มีแนวโน้ม pH เพิ่มขึ้นสูงที่สุด (7.1) ในขณะที่ CN, CM และ CP มีค่า pH เท่ากับ 7.0 เมื่อเทียบกับ pH ในทุกทรีทเมนต์ของวันที่ 0 ค่า pH เพิ่มสูงขึ้นจากเดิมอยู่ระหว่าง 5.9-6.5 เป็น 7.0-7.1

จะเห็นได้ว่าทุกทรีทเมนต์ได้รับอิทธิพลจากการขังน้ำทำให้ค่า pH หลังจากการขังน้ำ 14 วัน อยู่ในช่วงเป็นกลาง แสดงให้เห็นว่าทุกทรีทเมนต์อยู่ในสภาพรีดักชั่นอย่างสมบูรณ์ หลังการบ่มดิน14 วัน การใส่ปุ๋ยอินทรีย์ส่งผลต่อค่า pH ในดินเป็นกลาง ซึ่งเป็นผลมาจากกระบวนการ reduction (Kyuma, 2004; Attanandana, 2007). ในสภาวะน้ำท่วมขัง ส่งผลทำให้ pH เพิ่มขึ้นอย่างรวดเร็วในช่วงต้น เป็นผลมาจากดินและปุ๋ยอินทรีย์ ซึ่งมีปริมาณอินทรีย์คาร์บอนที่สูง (Attanandana, 2007).

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

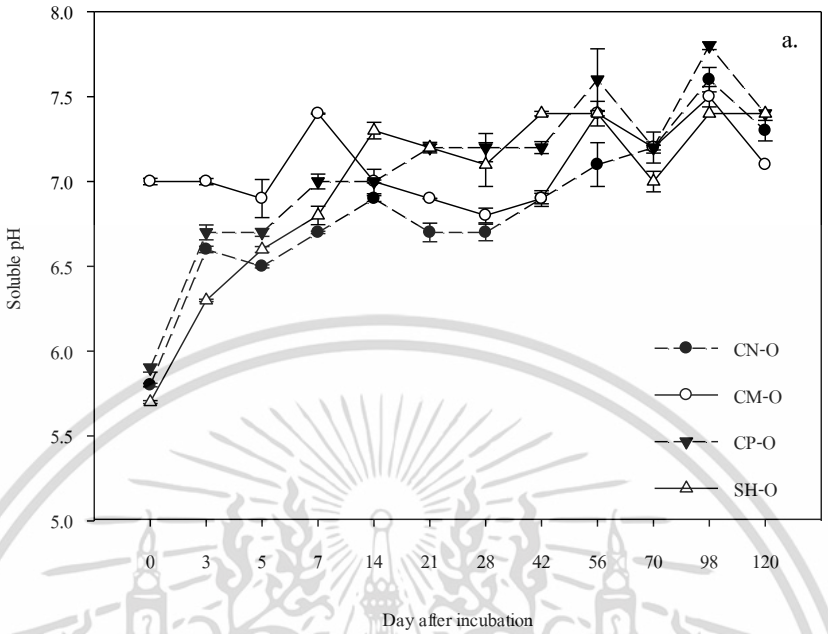


ภาพที่ 4.1.3b การเปลี่ยนแปลงค่า pH ของดินแปลงปลูกข้าวโดยใช้ปุ๋ยเคมี ในวันที่ 0, 3, 5, 7, 14, 21, 28, 42, 56, 70, 98 และ 120 วันของการบ่ม

4.1.4 ค่าปฏิกิริยาของสารละลาย

จากการศึกษาพบว่าในวันที่ 0 ของการบ่มดินของแปลงข้าวอินทรีย์ CM-O มีค่า pH ของสารละลายเท่ากับ 7.0 (เป็นกลาง) ซึ่งแตกต่างทางสถิติกับทุกทรีทเมนต์ (ภาพที่ 4.1.2a)โดย CP-O, CN-O และ SH-O มีค่า pH ของสารละลายเท่ากับ 5.9, 5.8 และ 5.7 ตามลำดับ ซึ่งมีค่า pH เป็นกรดปานกลาง หลังจากวันที่ 3 ของการบ่มดินพบว่า pH ทุกทรีทเมนต์ค่อยๆ เพิ่มสูงขึ้น จนถึงวันที่ 14 โดยพบว่า pH ของสารละลายใน SH-O มีค่า pH เพิ่มสูงสุด (7.3) และมีความแตกต่างทางสถิติอย่างมีระดับนัยสำคัญกับทุกทรีทเมนต์ ในขณะที่การใส่ปุ๋ยอินทรีย์ทั้งสองชนิดไม่แตกต่างกันทางสถิติกับการไม่ใส่ปุ๋ยอินทรีย์ ในช่วงวันที่ 14-42 ของการบ่มดินพบว่าระดับ pH ค่อนข้างคงที่ในทุกทรีทเมนต์ อยู่ในช่วงระหว่าง pH เท่ากับ 6.9-7.4 (เป็นกลาง) โดย SH-O มีค่า pH สูงที่สุด (7.4) และหลังจากวันที่ 42 pH ในทุกทรีทเมนต์เพิ่มสูงขึ้นเล็กน้อย และลดลงอีกครั้งในวันที่ 70 และในช่วงวันที่ 56-120 ของการบ่มดินพบว่า ทุกทรีทเมนต์ไม่แตกต่างกันทางสถิติ แต่มีแนวโน้มพบว่า pH สารละลายของ CP-O และ SH-O มีค่า pH สูงที่สุด รองลงมาคือ CN-O และ CM-O

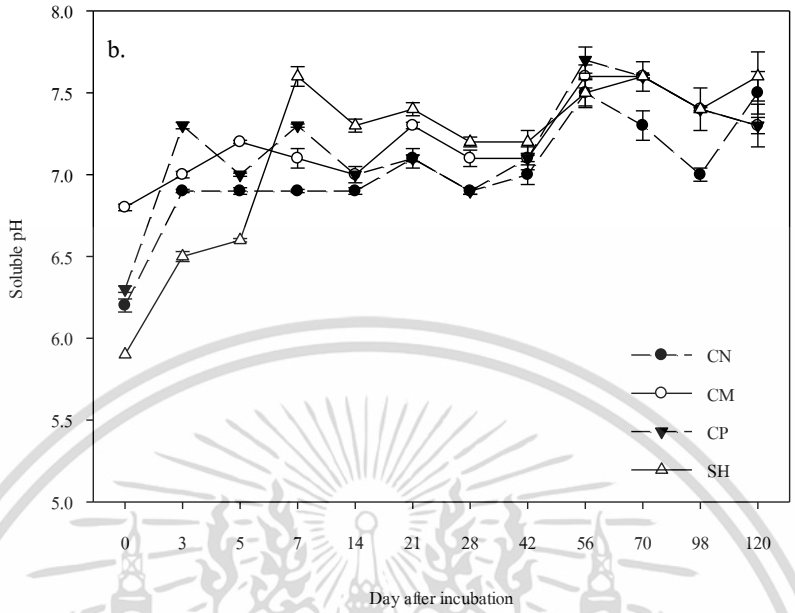
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ภาพที่ 4.1.4a การเปลี่ยนแปลงค่า pH ของสารละลายแปลงปลูกข้าวอินทรีย์ในวันที่ 0, 3, 5, 7, 14, 21, 28, 42, 56, 70, 98 และ 120 วันของการบ่ม

ในวันที่ 0 ของการบ่มดินแปลงข้าวเคมีพบว่า pH ของ CM มีค่าสูงที่สุด (6.8) ซึ่งแตกต่างกับทุกทรีทเมนต์ (ภาพที่ 4.1.2b) ในขณะที่ CP และ CN ไม่แตกต่างกันทางสถิติ มีค่า pH เท่ากับ 6.3 ซึ่งเป็นกรดเล็กน้อย แต่ใน SH พบว่า pH เท่ากับ 5.9 ซึ่งเป็นกรดปานกลาง หลังจากวันที่ 3 pH ของทุกทรีทเมนต์ค่อยๆเพิ่มสูงขึ้น และเพิ่มขึ้นอย่างชัดเจนหลังจากวันที่ 7 ของการบ่มดิน โดยพบว่า SH มีความแตกต่างทางสถิติอย่างมีระดับนัยสำคัญกับทุกทรีทเมนต์ และมีค่า pH สูงที่สุด (7.7) เป็นด่างเล็กน้อย รองลงมาคือ CP, CM และ CN (7.3, 7.1 และ 6.9 ตามลำดับ) ในวันที่ 7 ของการบ่มดินพบว่าทุกทรีทเมนต์มี pH ค่อยๆ ลดลง และค่อนข้างคงที่ในช่วงวันที่ 14-42 ของการบ่มดิน โดยมีแนวโน้มพบว่า SH มีค่า pH สูงที่สุด รองลงมาคือ CM, CP และ CN ตามลำดับ และในวันที่ 120 ของการบ่มดินพบว่าทุกทรีทเมนต์ไม่แตกต่างกันทางสถิติ และมีแนวโน้มพบว่า SH มีค่า pH สูงที่สุด (7.6) ซึ่งเป็นด่างเล็กน้อย รองลงมาคือ CN, CM และ CP (7.5, 7.3 และ 7.3 ตามลำดับ) ค่า pH ของสารละลายมีความสัมพันธ์กับค่า pH ของดินที่เพิ่มขึ้น ซึ่งได้รับอิทธิพลจากการขังน้ำ ทำให้สภาพของดินระหว่างการทดลองอยู่ในระดับ pH ที่เป็นกลาง – ด่างเล็กน้อย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

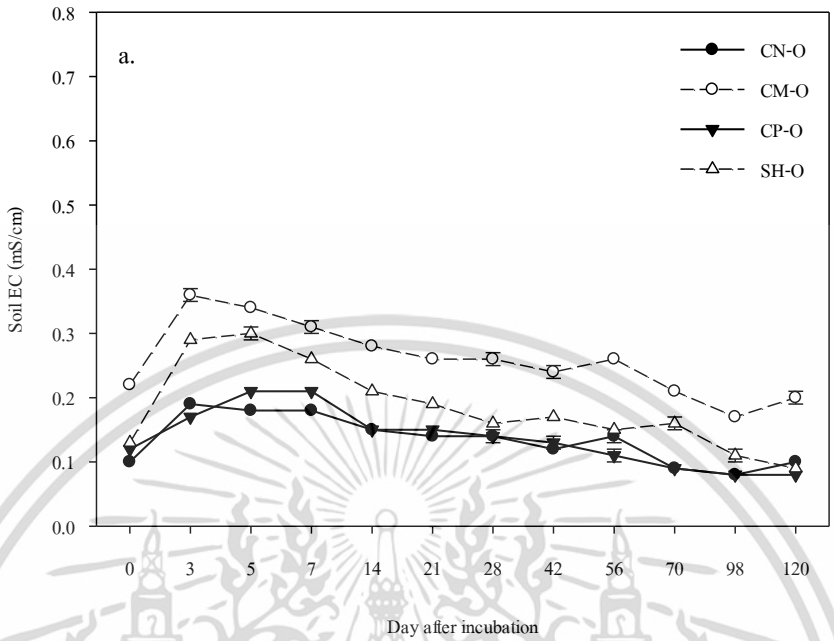


ภาพที่ 4.1.4b การเปลี่ยนแปลงค่า pH ของสารละลายแปลงปลูกข้าวโดยใช้ปุ๋ยเคมีในวันที่ 0, 3, 5, 7, 14, 21, 28, 42, 56, 70, 98 และ 120 วันของการบ่ม

4.1.5 ค่าสภาพการนำไฟฟ้าของดิน (Electrical Conductivity, mS/cm)

การบ่มดินแปลงข้าวอินทรีย์ ในวันที่ 0 ของการบ่มดินพบว่า CP-O มีค่าสภาพการนำไฟฟ้าของดินแตกต่างกันทางสถิติกับทุกทรีทเมนต์ (ภาพที่ 4.1.3a) โดยวันที่ 0 มีค่าสภาพการนำไฟฟ้าของดินเท่ากับ 0.22 mS/cm รองลงมาคือ SH-O, CM-O และ CN-O (0.14, 0.12 และ 0.10 mS/cm ตามลำดับ) ซึ่งอยู่ในระดับไม่เป็นอันตรายต่อพืช (0-2 mS/cm) และหลังจากวันที่ 3 ของการบ่มดิน พบว่าในทุกทรีทเมนต์มีค่าสภาพการนำไฟฟ้าของดินเพิ่มขึ้นเล็กน้อย และเริ่มคงที่ในช่วงวันที่ 5-56 ของการบ่มดิน และหลังจากวันที่ 70 ของการบ่มดินในทุกทรีทเมนต์ มีค่าสภาพการนำไฟฟ้าของดินลดลงเล็กน้อย และในวันที่ 120 ของการบ่มดินพบว่า CP-O มีค่าสภาพการนำไฟฟ้าของดินแตกต่างกันทางสถิติกับทุกทรีทเมนต์ และมีค่าสภาพการนำไฟฟ้าของดินสูงที่สุด (0.20 mS/cm) รองลงมาคือ CN-O, SH-O และ CM-O ค่าสภาพการนำไฟฟ้าของดินเท่ากับ 0.10, 0.09 และ 0.08 mS/cm ตามลำดับ โดยพบว่าเมื่อเทียบกับวันที่ 0 ของการบ่มดิน การใส่ปุ๋ยอินทรีย์ของทั้งสามชนิด มีค่าการนำไฟฟ้าของดินลดลงเล็กน้อย จาก 0.10-0.22 เป็น 0.08-0.20 mS/cm อย่างไรก็ตามค่าการนำไฟฟ้าของทุกทรีทเมนต์อยู่ในระดับที่ไม่อันตรายต่อข้าว

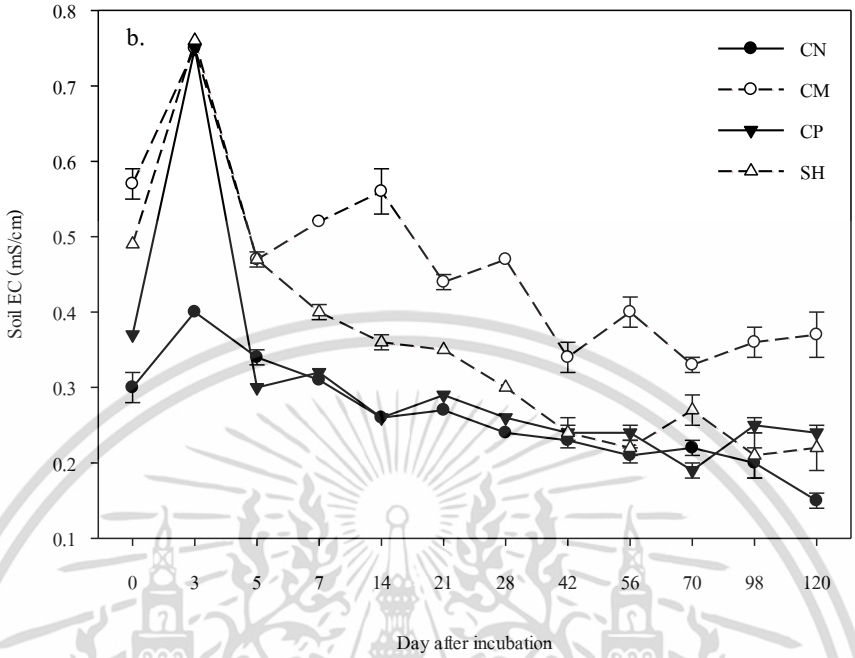
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ภาพที่ 4.1.5a การเปลี่ยนแปลงของค่าสภาพการนำไฟฟ้าในดิน ของแปลงปลูกข้าวอินทรีย์ในวันที่ 0, 3, 5, 7, 14, 21, 28, 42, 56, 70, 98 และ 120 วันของการบ่ม

การบ่มดินแปลงข้าวเคมี (ภาพที่ 4.1.3b) พบว่ามีแนวโน้มเช่นเดียวกับการบ่มดินแปลงข้าวอินทรีย์ แต่มีค่าสภาพการนำไฟฟ้าของดินสูงกว่าเล็กน้อย (ภาพที่ 4.1.3a) โดยในวันที่ 120 พบว่า CP-O มีค่าสภาพการนำไฟฟ้าของดินเท่ากับ 0.37 mS/cm ซึ่งไม่แตกต่างทางสถิติกับการใส่ปุ๋ยอินทรีย์อีก 2 ชนิด ยกเว้น CNโดย CM และ SH มีค่าสภาพการนำไฟฟ้าของดินเท่ากับ 0.24 และ 0.22 mS/cm ตามลำดับ ในขณะที่ CN มีค่าสภาพการนำไฟฟ้าของดินเท่ากับ 0.15 mS/cm) ซึ่งทุกทรีทเมนต์อยู่ในระดับไม่เป็นอันตรายต่อพืช (0-2 mS/cm) และเมื่อเทียบกับวันที่ 0 ของการเริ่มต้นบ่มดินพบว่ามีค่าสภาพการนำไฟฟ้าของดินลดลงเล็กน้อย จาก 0.30-0.57 เป็น 0.15-0.37 mS/cm โดยค่าการนำไฟฟ้าของดินจากแปลงข้าวเคมีสูงกว่าแปลงข้าวอินทรีย์ เนื่องจากสมบัติดินก่อนบ่มของดินแปลงปลูกข้าวโดยใช้ปุ๋ยเคมี มีค่าสภาพการนำไฟฟ้าของดินเท่ากับ 0.40 mS/cm ซึ่งสูงกว่าดินแปลงปลูกข้าวอินทรีย์ (ตารางที่ 4.1.1)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



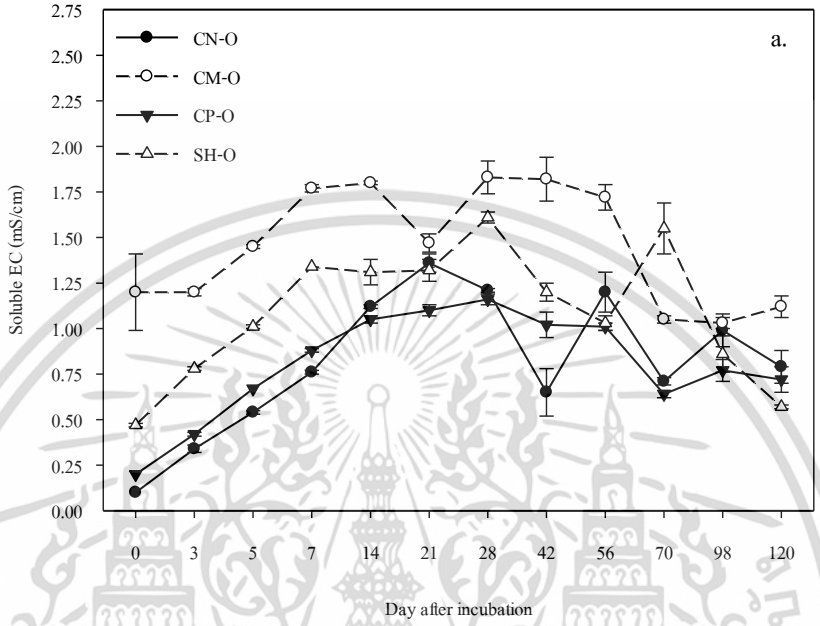
ภาพที่ 4.1.5b การเปลี่ยนแปลงของค่าสภาพการนำไฟฟ้าในดิน ของแปลงปลูกข้าวโดยใช้ปุ๋ยเคมีในวันที่ 0, 3, 5, 7, 14, 21, 28, 42, 56, 70, 98 และ 120 วันของการบ่ม

4.1.6 ค่าสภาพการนำไฟฟ้าของสารละลาย (Electrical Conductivity, mS/cm)

ในวันที่ 0 ของการบ่มดินแปลงข้าวอินทรีย์พบว่า CM-O มีค่าสภาพการนำไฟฟ้าของสารละลายสูงที่สุด (1.20 mS/cm) ซึ่งแตกต่างทางสถิติกับทุกทรีทเมนต์ โดย SH-O มีค่าสภาพการนำไฟฟ้าของสารละลายเท่ากับ 0.47 mS/cm รองลงมาคือ CP-O และ CN-O (0.20 และ 0.10 mS/cm ตามลำดับ) ซึ่งทุกทรีทเมนต์อยู่ในระดับไม่เป็นอันตรายต่อพืช หลังจากวันที่ 3 ของการบ่มดินพบว่าทุกทรีทเมนต์มีค่าสภาพการนำไฟฟ้าของสารละลายค่อยๆ เพิ่มสูงขึ้น โดย CM-O มีค่าสภาพการนำไฟฟ้าของสารละลายสูงที่สุด และค่อยๆ เริ่มลดลงหลังจากวันที่ 42 ของการบ่มดิน และเมื่อสิ้นสุดการทดลองในวันที่ 120 พบว่าทุกทรีทเมนต์ไม่แตกต่างกันทางสถิติ โดยมีแนวโน้มพบว่า CM-O มีค่าสภาพการนำไฟฟ้าของสารละลายสูงที่สุด (1.12 mS/cm) รองลงมาคือ CN-O, CP-O และ SH-O มีค่าสภาพการนำไฟฟ้าของสารละลายเท่ากับ 0.79, 0.72 และ 0.57 mS/cm ตามลำดับ และเมื่อเทียบกับวันที่เริ่มต้นการบ่มดินพบว่า ค่าสภาพการนำไฟฟ้าของสารละลายในวันที่ 120 เพิ่มขึ้นเล็กน้อย จาก 0.10-1.20 mS/cm

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ในวันที่ 0 ของการบ่มดินเป็น 0.57-1.12 mS/cm ในวันที่ 120 อย่างไรก็ตามค่าการนำไฟฟ้าของทุกทรีทเมนต์อยู่ในระดับที่ไม่เป็นอันตรายต่อข้าว

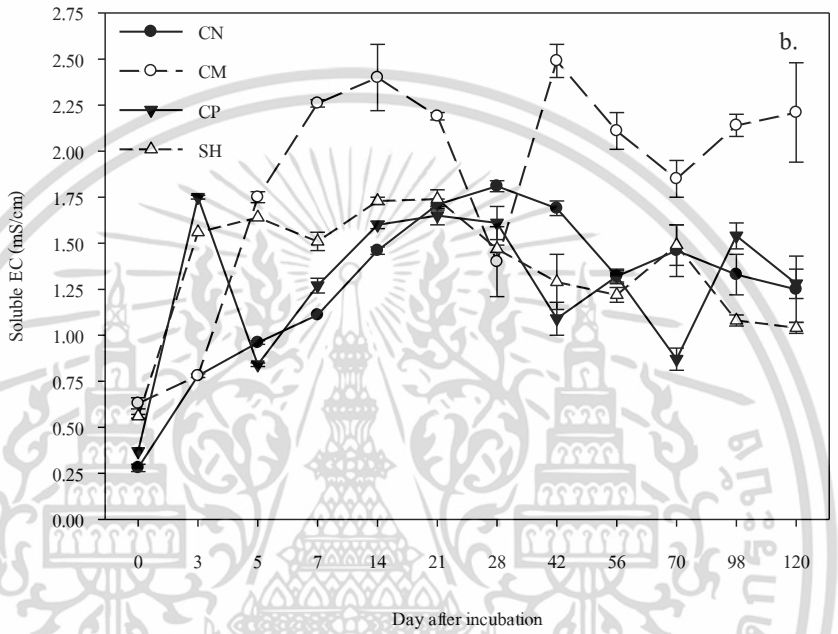


ภาพที่ 4.1.6a การเปลี่ยนแปลงของค่าสภาพการนำไฟฟ้าในสารละลาย ของแปลงปลูกข้าวอินทรีย์ในวันที่ 0, 3, 5, 7, 14, 21, 28, 42, 56, 70, 98 และ 120 วันของการบ่ม

การบ่มดินแปลงข้าวเคมี (ภาพที่ 4.1.6b) พบว่าวันที่ 0 ของการบ่มดิน CM มีค่าสภาพการนำไฟฟ้าของสารละลายสูงที่สุด (0.63 mS/cm) ซึ่งแตกต่างทางสถิติกับ CP และ CN (0.37 และ 0.28 mS/cm) แต่ไม่แตกต่างกันทางสถิติกับ SH (0.56 mS/cm) ซึ่งทุกทรีทเมนต์อยู่ในระดับไม่เป็นอันตรายต่อพืช ในวันที่ 3 ของการบ่มดิน ทุกทรีทเมนต์มีค่าสภาพการนำไฟฟ้าของสารละลายเพิ่มสูงขึ้นอย่างชัดเจน และเริ่มลดลงในวันที่ 5 ของการบ่มดิน จนถึงวันที่ 120 ของการบ่มดิน พบว่าทุกทรีทเมนต์ไม่แตกต่างกันทางสถิติ แต่มีแนวโน้มพบว่า CM มีค่าสภาพการนำไฟฟ้าของสารละลายสูงที่สุด (2.21 mS/cm) ซึ่งอยู่ในระดับมีความเค็มน้อยมาก พืชที่ไวต่อความเค็มเท่านั้นที่ปัญหา เช่น ถั่วและส้ม (2-4 mS/cm) รองลงมาคือ CP, CN และ SH (1.28, 1.25 และ 1.04 mS/cm ตามลำดับ) โดยมีค่าสภาพการนำไฟฟ้าของสารละลายอยู่ในระดับไม่มีความเค็ม ไม่ส่งผลกระทบต่อพืช โดยพบว่าวันที่ 120 ของการบ่มดิน ในทุกทรีทเมนต์ค่าสภาพการนำไฟฟ้าของสารละลายเพิ่มสูงขึ้นเมื่อเทียบกับวันที่ 0 ของการบ่มดิน จาก 0.28-0.63 mS/cm เป็น 1.04-2.21 mS/cm และพบว่าสภาพการนำไฟฟ้าของสารละลายในแปลงข้าว

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เคมีสูงกว่าแปลงข้าวอินทรีย์ ค่าการนำไฟฟ้าอยู่ในระดับที่ไม่อันตรายต่อข้าว แต่มีความเสี่ยงที่จะเป็นอันตรายในทรีทเมนต์ที่ใส่ปุ๋ยคอก สภาพการนำไฟฟ้าของสารละลาย ทุกทรีทเมนต์มีค่าสูงกว่าค่าการนำไฟฟ้าของดินทุกทรีทเมนต์ เนื่องจากธาตุอาหารหรือเกลือที่ละลายน้ำได้ เช่นในเกลือโซเดียม แคลเซียม แมกนีเซียม ละลายออกมาในสารละลาย



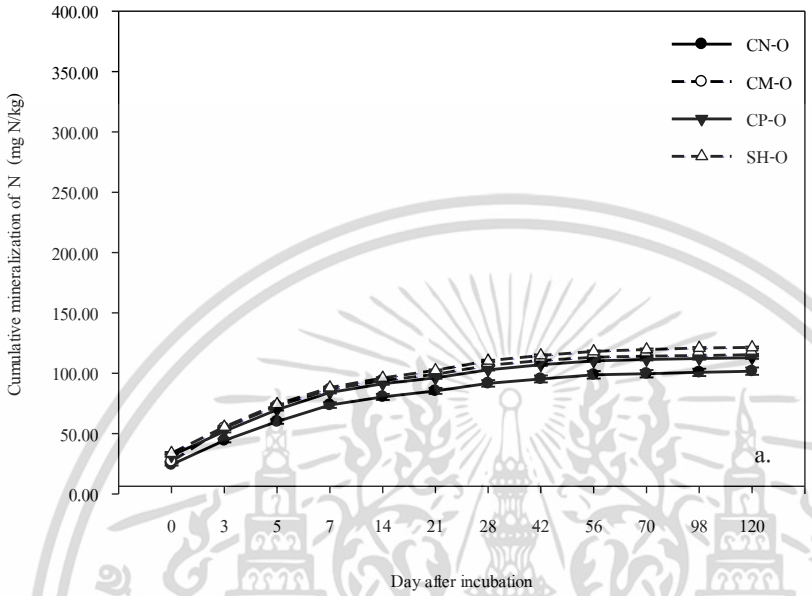
ภาพที่ 4.1.6b การเปลี่ยนแปลงของค่าสภาพการนำไฟฟ้าในสารละลาย ของแปลงปลูกข้าวโดยใช้ปุ๋ยเคมี ในวันที่ 0, 3, 5, 7, 14, 21, 28, 42, 56, 70, 98 และ 120 วันของการบ่ม

4.1.7 การสะสมปริมาณแอมโมเนียมในดิน

การบ่มดินแปลงข้าวอินทรีย์ พบว่าในวันที่ 0 SH-O มีปริมาณแอมโมเนียมสะสมสูงที่สุด (33.79 mg N/kg) ซึ่งแตกต่างกันทางสถิติกับ CM-O และ CN-O (26.77 และ 24.33 mg N/kg ตามลำดับ) ยกเว้น CP-O (31.75 mg N/kg) และในทุกทรีทเมนต์มีการสะสมปริมาณแอมโมเนียมในดินเพิ่มสูงขึ้นตามระยะเวลาการบ่มดินที่เพิ่มขึ้น โดยพบว่า CN-O มีการสะสมปริมาณแอมโมเนียมในดินต่ำที่สุดตลอดระยะเวลาการบ่ม ซึ่งแตกต่างกันทางสถิติกับการใส่ปุ๋ยอินทรีย์ทั้ง 3 ชนิด (ภาพที่ 4.1.7a) ทรีทเมนต์ SH-O การสะสมปริมาณแอมโมเนียมในดินสูงที่สุด (121.33 mg N/kg) รองลงมาคือ CM-O, CP-O และ CN-O (115.21, 112.83 และ 101.71 mg N/kg ตามลำดับ) โดยการใส่ปุ๋ยพืชสดปอเทืองมีปริมาณการสะสมปริมาณแอมโมเนียมในดินสูงกว่าการใส่ปุ๋ยอินทรีย์อีก 2 ชนิด อัตราการย่อยสลาย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ของอินทรีย์ไนโตรเจนที่แตกต่างกัน ขึ้นอยู่กับคุณลักษณะเฉพาะของสารอินทรีย์ (organic materials) (Zhang *et al*., 2012).

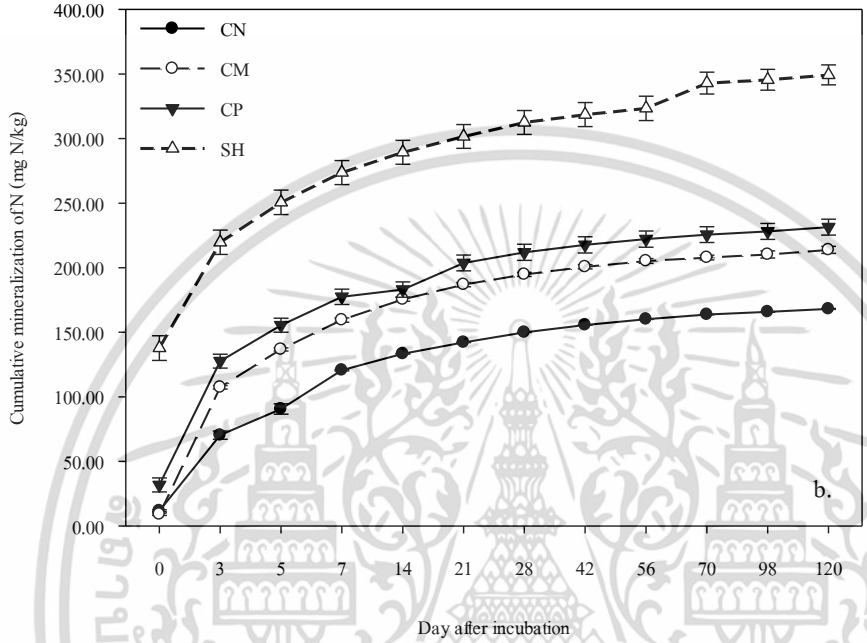


ภาพที่ 4.1.7a การสะสมปริมาณแอมโมเนียมในดิน ของแปลงปลูกข้าวอินทรีย์ในวันที่ 0, 3, 5, 7, 14, 21, 28, 42, 56, 70, 98 และ 120 วันของการบ่ม

การบ่มดินแปลงข้าวเคมี (ภาพที่ 4.1.7b) พบว่าในวันที่ 0 มีแนวโน้มเช่นเดียวกับแปลงข้าวอินทรีย์ และหลังจากวันที่ 3 ของการบ่มดินพบว่าทุกทรีทเมนต์มีการสะสมปริมาณแอมโมเนียมในดินเพิ่มสูงขึ้นอย่างมาก โดยพบว่า SH มีการสะสมปริมาณแอมโมเนียมในดินสูงที่สุด (219.74 mg N/kg) ซึ่งแตกต่างทางสถิติกับทุกทรีทเมนต์ รองลงมาคือ CP, CM และ CN (127.60, 107.40 และ 70.36 mg N/kg ตามลำดับ) และหลังจากวันที่ 56 ของการบ่มดินพบว่าทุกทรีทเมนต์มีการสะสมปริมาณแอมโมเนียมในดินเริ่มคงที่ และในวันที่ 120 ของการบ่มดิน พบว่า SH การสะสมปริมาณแอมโมเนียมในดินสูงสุด (349.35 mg N/kg) ซึ่งแตกต่างทางสถิติกับทุกทรีทเมนต์ รองลงมาคือ CM, CP และ CN (231.49, 213.89 และ 168.09 mg N/kg ตามลำดับ) และพบว่าการสะสมปริมาณแอมโมเนียมในดินแปลงข้าวเคมีสูงกว่าข้าวอินทรีย์ และพบว่าการใส่ปุ๋ยพืชสดปอเทืองส่งผลต่อการสะสมปริมาณแอมโมเนียมในดินทั้งสองแปลงสูงที่สุด อัตราการ mineralization ของไนโตรเจนในดินเหนียวและดินทรายแป้งที่มีมาก เกี่ยวข้องกับกับปริมาณอินทรีย์คาร์บอนในดินและปริมาณไนโตรเจนทั้งหมด ดังนั้นปริมาณและ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ลักษณะเนื้อดินเหนียวส่งผลต่อกระบวนการ mineralization ของไนโตรเจน (Najmadeen, 2011; Nieder *et al.*, 2011; Ramírez *et al*., 2016). และอัตราการย่อยสลายของ organic-N mineralization ที่แตกต่างกันขึ้นอยู่กับคุณสมบัติจำเพาะของ organic materials (Zhang *et al*., 2012).



ภาพที่ 4.1.7b การสะสมปริมาณแอมโมเนียมในดิน ของแปลงปลูกข้าวอินทรีย์ในวันที่ 0, 3, 5, 7, 14, 21, 28, 42, 56, 70, 98 และ 120 วันของการบ่ม

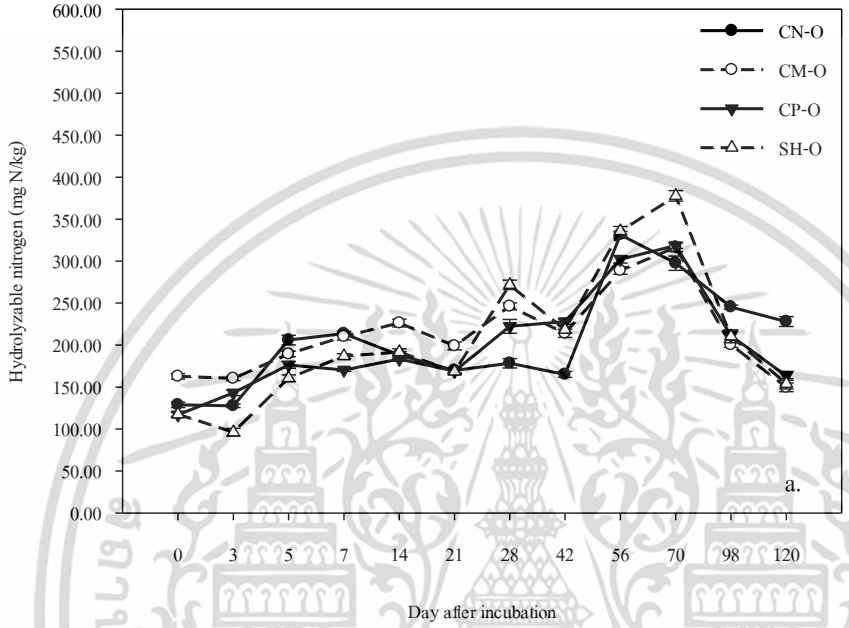
4.1.8 ปริมาณ Hydrolyzable nitrogen ในดิน

จากผลการทดลองพบว่า ในวันที่ 0 ของการบ่มดินแปลงปลูกข้าวอินทรีย์ ทรีตเมนต์ใส่มูลโคมีความเข้มข้นของ Hydrolyzable nitrogen สูงที่สุด เท่ากับ 162.78 mg N/kg ซึ่งมีความแตกต่างกันทางสถิติกับทุกทรีตเมนต์ รองลงมาคือทรีตเมนต์ควบคุม ปอเทืองและปุ๋ยหมัก มีความเข้มข้นของ Hydrolyzable nitrogen เท่ากับ 128.78, 117.55. และ 117.02 mg N/kg ตามลำดับ หลังจากวันที่ 5 ของการบ่มดิน ทุกทรีตเมนต์มีความเข้มข้นของ Hydrolyzable nitrogen เพิ่มสูงขึ้น โดยทุกทรีตเมนต์ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ แต่มีแนวโน้มพบว่าทรีตเมนต์ควบคุม มีความเข้มข้นของ Hydrolyzable nitrogen เพิ่มสูงสุด เท่ากับ 205.94 mg N/kg รองลงมาคือทรีตเมนต์การใส่มูลโค ปุ๋ยหมักและปอเทือง (189.28, 176.35 และ 154.20 ตามลำดับ) และในวันที่ 120 ของการบ่มดิน พบว่าทรีตเมนต์ควบคุม มี

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ความเข้มข้นของ Hydrolyzable nitrogen สูงสุดเท่ากับ 227.97 mg N/kg รองลงมาคือปุ๋ยหมัก ปอเทือง และมูลโค (163.32, 153.82 และ 149.51 mg N/kg ตามลำดับ) (ภาพที่ 4.1.6)

Hartz *et al.* (1996); Hartz and Giannini, (1998) รายงานว่าปุ๋ยหมักจะมีอัตราการย่อยสลายช้า



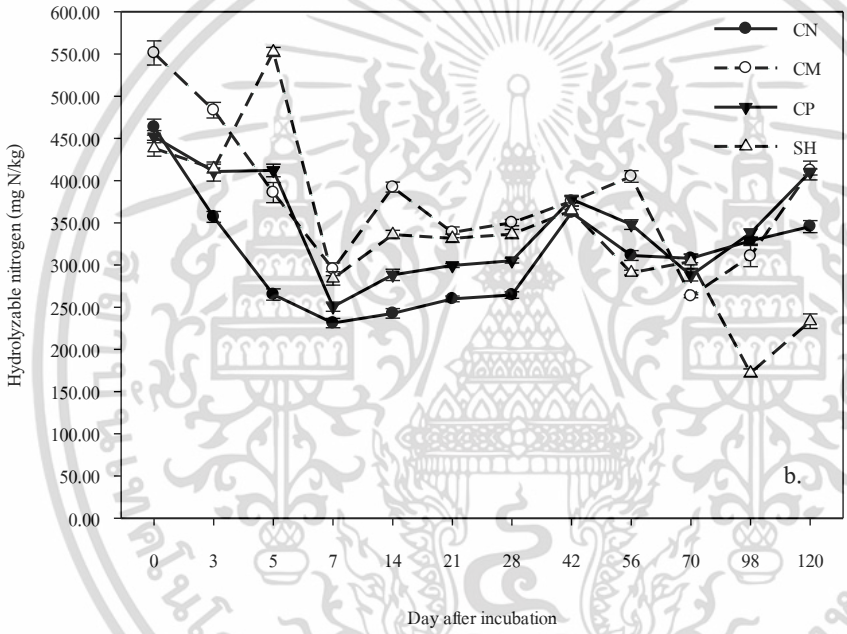
ภาพที่ 4.1.8a การสะสมปริมาณ Hydrolyzable nitrogen ในดิน ของแปลงปลูกข้าวอินทรีย์ในวันที่ 0, 3, 5, 7, 14, 21, 28, 42, 56, 70, 98 และ 120 วันของการบ่ม

ในขณะที่ดินจากแปลงปลูกข้าวโดยใช้ปุ๋ยเคมีพบว่า การเปลี่ยนแปลงของ Hydrolyzable nitrogen ในดินจากแปลงปลูกข้าวโดยใช้ปุ๋ยเคมี วันที่ 0 ซึ่งเป็นช่วงแรกของการบ่มดิน มีความเข้มข้นของ Hydrolyzable nitrogen สูงที่สุด โดยการใส่มูลโค ทำให้มีความเข้มข้นของ Hydrolyzable nitrogen สูงที่สุด เท่ากับ 551.28 mg N/kg ซึ่งมีความแตกต่างกันทางสถิติกับทุกทรีตเมนต์ รองลงมาคือทรีตเมนต์ควบคุม การใส่ปุ๋ยหมักและปอเทือง ทำให้มีความเข้มข้นของ Hydrolyzable nitrogen เท่ากับ 463.42, 452.17 และ 438.44 mg N/kg ตามลำดับ และค่อยๆ ลดลงตามระยะเวลาการบ่มที่เพิ่มขึ้น โดยในวันที่ 120 หลังจากการบ่ม ในทุกทรีตเมนต์ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ แต่การใส่ปุ๋ยหมักทำให้มีความเข้มข้นของ Hydrolyzable nitrogen สูงที่สุด (410.31 mg N/kg) รองลงมาคือ ทรีตเมนต์ที่ใส่มูลโค ทรีตเมนต์ควบคุมและปอเทือง เท่ากับ 401.75, 345.60 และ 301.94 mg N/kg ตามลำดับ ซึ่งทุกทรีตเมนต์มี

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ความเข้มข้นของ Hydrolyzable nitrogen ลดลงจากวันที่ 0 เท่ากับ 438.44-551.38 mg N/kg เป็น 301.94-410.31 mg N/kg (Fig4a)

ทุกทรีตเมนต์ในดินจากแปลงปลูกข้าวโดยใช้ปุ๋ยเคมี มีปริมาณความเข้มข้นของ Hydrolyzable nitrogen สูงกว่าในดินอินทรีย์เป็น 2 เท่า โดยในดินจากแปลงปลูกข้าวโดยใช้ปุ๋ยเคมี ทรีตเมนต์ปุ๋ยหมักมีความเข้มข้นของ Hydrolyzable nitrogen สูงที่สุด ขณะที่ดินอินทรีย์ทรีตเมนต์ควบคุมมีความเข้มข้นของ Hydrolyzable nitrogen สูงที่สุด



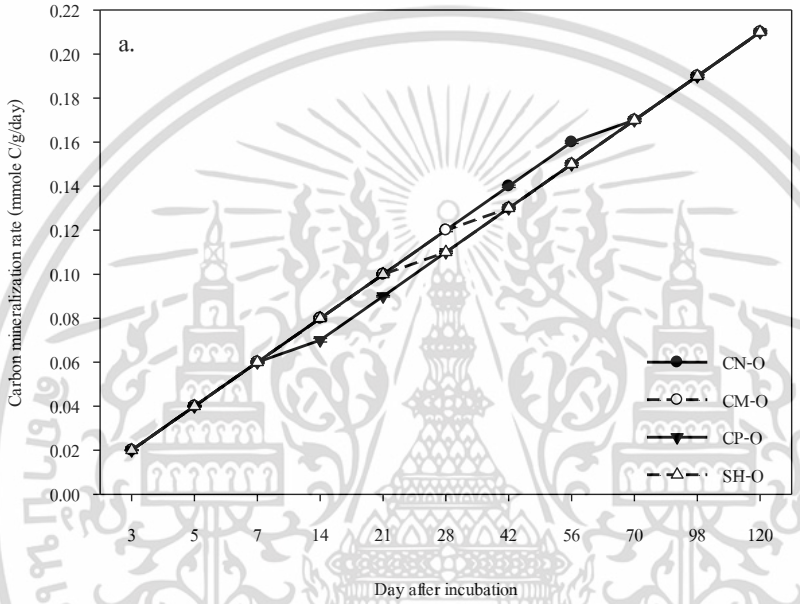
ภาพที่ 4.1.8b การสะสมปริมาณ Hydrolyzable nitrogen ในดินของแปลงปลูกข้าวโดยใช้ปุ๋ยเคมีในวันที่ 0, 3, 5, 7, 14, 21, 28, 42, 56, 70, 98 และ 120 วันของการบ่ม

4.1.9 การสะสมของปริมาณ Carbon mineralization

จากผลการทดลองพบว่า อัตราการสะสม Carbon mineralization ในดินแปลงข้าวอินทรีย์เพิ่มสูงขึ้นตามระยะเวลาการบ่ม โดยในวันที่ 3 หลังจากการบ่ม มีอัตราการสะสม Carbon mineralization เท่ากับ 0.03 mmole C/g/day และค่อยๆ เพิ่มสูงขึ้นตามระยะเวลาการบ่มดิน และในวันที่ 120 หลังจากการบ่ม มีอัตราการสะสม Carbon mineralization เท่ากับ 0.21 mmole C/g/day และทุกทรีตเมนต์ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ และอัตราการสะสม Carbon mineralization ในดินจากแปลงปลูกข้าวโดยใช้

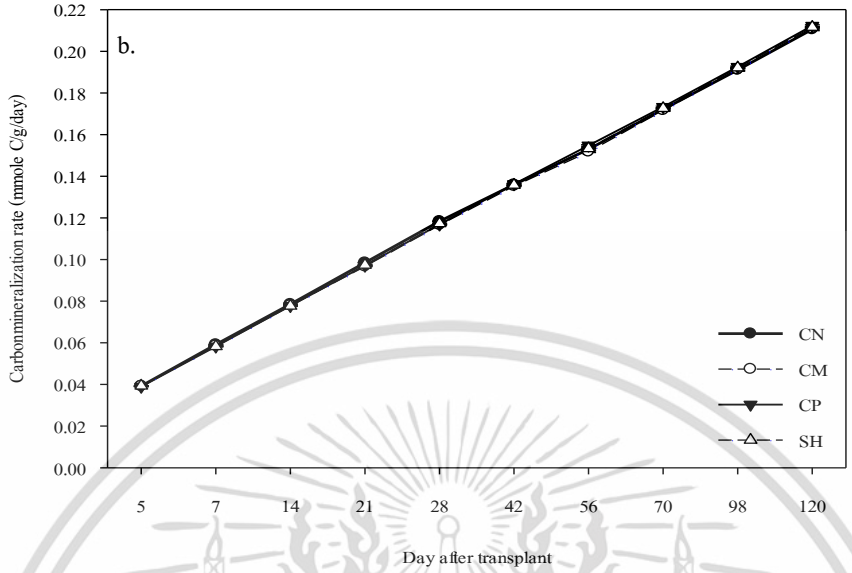
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ปุ๋ยเคมีเพิ่มสูงขึ้นตามระยะเวลาการบ่ม โดยในวันที่ 3 หลังจากการบ่ม มีอัตราการสะสม Carbon mineralization เท่ากับ 0.03 mmole C/g/day ในทุกทรีตเมนต์ และผลเป็นไปเช่นเดียวกับแปลงข้าวอินทรีย์ เมื่อสิ้นสุดในวันที่ 120 หลังจากการบ่ม พบว่าอัตราการสะสม Carbon mineralization เพิ่มขึ้นเพียงเล็กน้อยจากช่วงแรกในการบ่มดิน (ภาพที่ 4.1.9a และ 4.1.9b) ซึ่งอัตราการสะสม Carbon mineralization ของทั้งสองดินไม่แตกต่างกัน



ภาพที่ 4.1.9a การสะสมปริมาณ Carbon mineralization ในดินของแปลงปลูกข้าวอินทรีย์ในวันที่ 0, 3, 5, 7, 14, 21, 28, 42, 56, 70, 98 และ 120 วันของการบ่ม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ภาพที่ 4.1.9b การสะสมปริมาณ Carbon mineralization ในดินของแปลงปลูกข้าวโดยใช้ปุ๋ยเคมี ในวันที่ 0, 3, 5, 7, 14, 21, 28, 42, 56, 70, 98 และ 120 วันของการบ่ม

4.1.10 ปริมาณ Total carbon และ Total nitrogen วันที่ 0 และ 120 วันของการบ่มดิน

ดินอินทรีย์

จากผลการทดลองพบว่า CM-O มีปริมาณ Total carbon และ Total nitrogen ในวันที่ 0 และ 120 วันของการบ่มดินสูงที่สุด (2.55, 2.58, 0.25 และ 0.30 g/kg ตามลำดับ) และแตกต่างกันทางสถิติกับทุกทรีทเมนต์ โดยในวันที่ 120 ของการบ่มดินมีปริมาณ Total carbon และ Total nitrogen อยู่ในช่วง 2.32-2.58 และ 0.27-0.30 g/kg ตามลำดับ ซึ่งเพิ่มขึ้นจากวันที่ 0 เล็กน้อย และทุกทรีทเมนต์พบปริมาณ Total carbon สูงกว่า Total nitrogen

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 4.1.10 ปริมาณ Total carbon และ Total nitrogen วันที่ 0 และ 120 วันของการบ่มดิน ดินบ่มอินทรีย์

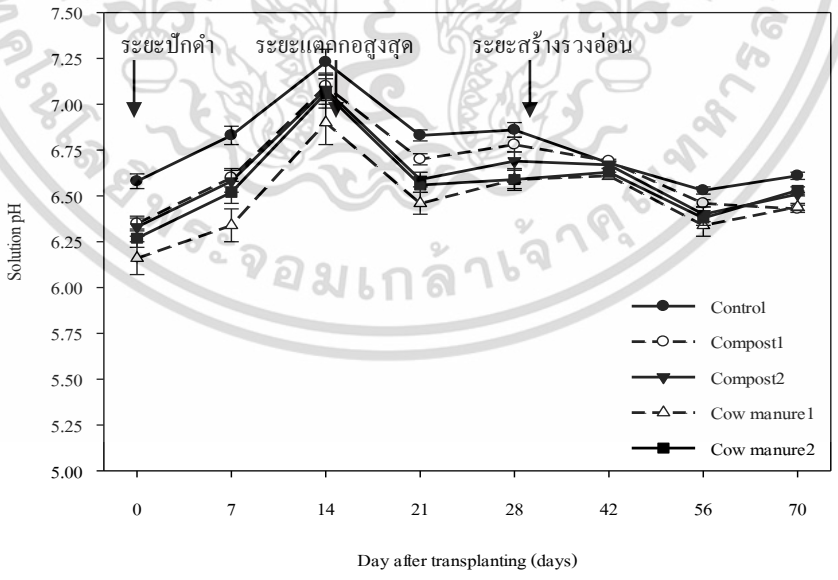
TRT	Total C (g/kg)		Total N (g/kg)	
	0	120	0	120
CN-O	2.40b	2.32b	0.24ab	0.28b
CM-O	2.55a	2.58a	0.25a	0.30a
CP-O	2.33b	2.34b	0.23c	0.27b
SH-O	2.35b	2.33b	0.23bc	0.27b
C.V. (%)	2.32	1.79	2.1	2.56
F-test	*	*	*	*

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.2 การทดลองที่ 2 อิทธิพลของชนิดปุ๋ยอินทรีย์และการจัดรูปแบบการใส่ปุ๋ยอินทรีย์ต่อการเจริญเติบโตของข้าว ทำการทดลองในกระถาง

4.2.1 การเปลี่ยนแปลงปฏิกิริยาความเป็นกรด-ด่างของสารละลาย

พบว่าผลการทดลองมีถึงวันที่ 70 หลังการย้ายปลูก เนื่องจากเริ่มงดให้น้ำกับข้าวตั้งแต่วันที่ 70 ทำให้ในวันที่ 89 หลังการย้ายปลูก (ข้าวอายุ 116 วัน) น้ำในกระถางแห้งหมด จึงไม่ได้วัดการเปลี่ยนแปลงปฏิกิริยาความเป็นกรด-ด่างของสารละลาย ในวันที่ 0 ของการเริ่มต้นการปักดำ (ข้าวอายุ 28 วัน) ทุกทรีทเมนต์ไม่แตกต่างกันทางสถิติ โดยมีแนวโน้มพบว่าปฏิกิริยาความเป็นกรด-ด่างของสารละลายใน Control สูงสุด (6.6) ต่ำสุดเป็น Cow manure1 (6.2) ซึ่งอยู่ในช่วงเป็นกรดเล็กน้อย (6.1-6.5) หลังจากวันที่ 7 ของการปักดำ พบว่า ปฏิกิริยาความเป็นกรด-ด่างของสารละลายในทุกทรีทเมนต์ค่อยๆ เพิ่มสูงขึ้น อยู่ระหว่าง 6.3-6.8 ซึ่งเป็นกลาง และค่อยๆ ลดลง หลังจากวันที่ 14 (อายุข้าว 42 วัน) ในช่วงท้ายของการปลูกพืช วันที่ 56-70 ปฏิกิริยาความเป็นกรด-ด่างเริ่มคงที่ในทุกทรีทเมนต์ โดยในวันที่ 70 หลังการย้ายปลูก (ข้าวอายุ 98 วัน) พบว่าทุกทรีทเมนต์ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ โดย Control มีปฏิกิริยาความเป็นกรด-ด่างของสารละลายสูงที่สุด (6.6) และมี pH เป็นกลาง รองลงมาคือ Cow manure2, Compost2, Cow manure1 และ Compost1 (6.53, 6.51, 6.44 และ 6.43 ตามลำดับ) และมีปฏิกิริยาความเป็นกรด-ด่างของสารละลายเป็นกรดเล็กน้อย

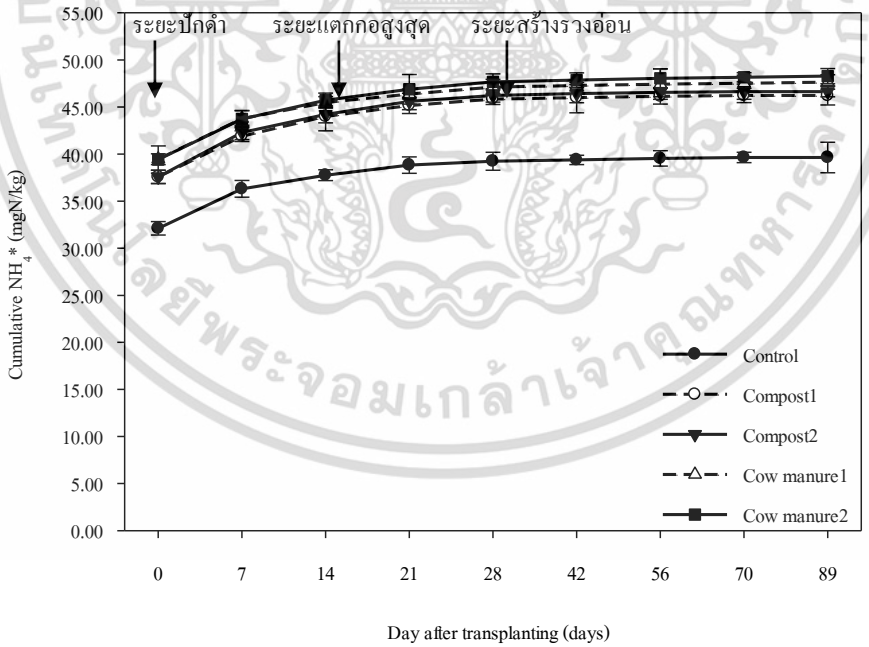


ภาพที่ 4.2.1 การเปลี่ยนแปลงปฏิกิริยาความเป็นกรด-ด่างของสารละลายในดินแปลงปลูกข้าวอินทรีย์ตลอดระยะเวลา 70 วันหลังจากย้ายปลูก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.2.2. การสะสมปริมาณแอมโมเนียมในดิน

พบว่า ในวันที่ 0 ของการเริ่มต้นปักดำข้าว (อายุข้าว 28 วัน) ทุกทรีทเมนต์ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ แต่มีแนวโน้มพบว่า Cow manure1 มีปริมาณแอมโมเนียมสูงสุด (39.46 mg N/kg) รองลงมาคือ Compost1, Compost2, Cow manure2 และ Control (37.58, 37.58, 34.82 และ 32.12 mg N/kg ตามลำดับ) หลังจากวันที่ 7 หลังการย้ายปลูก (อายุข้าว) ทุกทรีทเมนต์มีการสะสมปริมาณแอมโมเนียมในดินเพิ่มสูงขึ้นอย่างเห็นได้ชัด โดยมีแนวโน้มพบว่า Cow manure1 มีการสะสมปริมาณแอมโมเนียมสูงสุด (43.77 mg N/kg) ในขณะที่ Control มีการสะสมปริมาณแอมโมเนียมต่ำสุด (36.31 mg N/kg) และหลังจากวันที่ 28 ของการปักดำข้าว (อายุข้าว 55 วัน) พบว่าทุกทรีทเมนต์มีการสะสมปริมาณแอมโมเนียมเริ่มคงที่ และในวันที่ 89 หลังการย้ายปลูก (อายุข้าว 116 วัน) ทุกทรีทเมนต์ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ แต่มีแนวโน้มพบว่า Cow manure1 มีปริมาณแอมโมเนียมสูงสุด (47.65 mg N/kg) รองลงมาคือ Compost2, Compost1, Cow manure2 และ Control (46.74, 46.33, 44.14 และ 39.70 mg N/kg ตามลำดับ) และตลอดระยะการปลูกข้าวตั้งแต่วันที่ 0-89 หลังการย้ายปลูก ทุกทรีทเมนต์ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ (ภาพที่ 4.2.2)



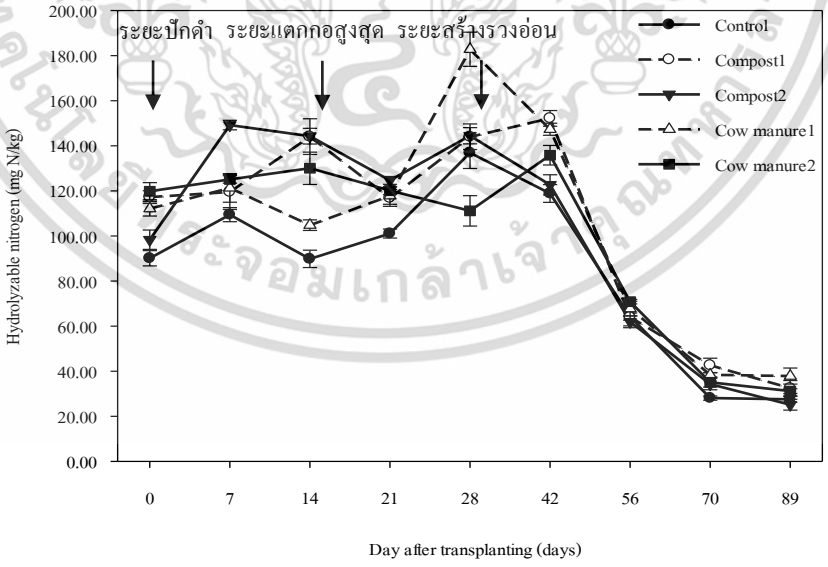
ภาพที่ 4.2.2 การสะสมปริมาณ Nitrogen mineralization ในดินแปลงปลูกข้าวอินทรีย์ตลอดระยะเวลา 89 วันหลังจากย้ายปลูก (อายุข้าว 116 วัน)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.2.3 การเปลี่ยนแปลงปริมาณ Hydrolyzable nitrogen ในดิน

พบว่าระหว่างวันที่ 0 - 89 หลังการย้ายปลูก ทุกทรีทเมนต์ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ โดยในวันที่ 0 หลังการย้ายปลูกพบว่า Cow manure2 มีแนวโน้มมีปริมาณ Hydrolyzable nitrogen ในดินสูงสุด (120.41 mg N/kg) รองลงมาคือ Compost1, Cow manure1, Compost2 และ Control (117.31, 112.16, 98.38 และ 90.14 mg N/kg ตามลำดับ) หลังจากวันที่ 7 ของการย้ายปลูก ทุกทรีทเมนต์มีปริมาณ Hydrolyzable nitrogen ในดิน ค่อยๆ เพิ่มสูงขึ้น และเริ่มลดลงหลังจากวันที่ 42 ของการย้ายปลูก (อายุข้าว 69 วัน) โดยมีแนวโน้มพบว่า Compost1 มีปริมาณ Hydrolyzable nitrogen ในดินสูงสุด (155.21 mg N/kg) รองลงมาคือ Cow manure1 (147.37 mg N/kg) และในระยะสุดท้ายของการย้ายปลูกในวันที่ 70-89 (อายุข้าว 97-116 วัน) พบว่าทุกทรีทเมนต์มีปริมาณ Hydrolyzable nitrogen ในดิน เริ่มคงที่ โดยในวันที่ 89 ของการย้ายปลูก (อายุข้าว 116 วัน) พบว่าการใส่ปุ๋ยอินทรีย์ทั้งสองชนิดไม่แตกต่างกัน แต่มีแนวโน้มพบว่า Cow manure1 มีปริมาณ Hydrolyzable nitrogen ในดินสูงสุด (37.82 mg N/kg) รองลงมาคือ Compost1, Cow manure2, Control และ Compost2 (32.45, 31.15, 27.50 และ 25.13 mg N/kg ตามลำดับ) (ภาพที่ 4.2.3)

การใส่ปุ๋ยอินทรีย์เป็นการกระตุ้นการย่อยสลายของอินทรีย์ในโตรเจนในรูปที่เคลื่อนที่ได้ง่ายในดิน (labile organic N) (Zhang *et al*., 2012)



ภาพที่ 4.2.3 การเปลี่ยนแปลงปริมาณ Hydrolyzable nitrogen ในดินแปลงปลูกข้าวอินทรีย์ตลอดระยะเวลา 89 วันหลังจากย้ายปลูก (อายุข้าว 116 วัน)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.2.4 ปริมาณ Total nitrogen และ Total carbon วันที่ 0 และ 89 หลังการย้ายปลูก

พบว่า ในวันที่ 0 หลังการย้ายปลูก (อายุข้าว 27 วัน) Cow manure1 มีปริมาณคาร์บอนและไนโตรเจนทั้งหมดสูงสุด (25.28 และ 2.42 g/kg ตามลำดับ) ซึ่งทุกทรีทเมนต์ไม่มีความแตกต่างกัน ยกเว้น Control โดยปริมาณคาร์บอนทั้งหมดรองลงมาคือ Compost1, Compost2, Cow manure2 และ Control เท่ากับ 25.47, 25.15, 24.44 และ 22.75 g/kg ตามลำดับ เช่นเดียวกับปริมาณไนโตรเจนทั้งหมดเท่ากับ 2.39, 2.39, 2.31 และ 2.15 g/kg ตามลำดับ แต่ในวันที่ 89 หลังการย้ายปลูก (อายุข้าว 116 วัน) พบว่า Compost1 มีปริมาณคาร์บอนและไนโตรเจนทั้งหมดสูงสุด (25.59 และ 2.40 g/kg ตามลำดับ)) ซึ่งทุกทรีทเมนต์ไม่มีความแตกต่างกัน ยกเว้น Control รองลงมาคือ Cow manure1, Cow manure2, Compost2 และ Control โดยมีปริมาณคาร์บอนทั้งหมดเท่ากับ 25.50, 25.02, 24.65 และ 22.26 g/kg ตามลำดับ และมีปริมาณไนโตรเจนทั้งหมดเท่ากับ 2.38, 2.33, 2.22 และ 2.05 g/kg ตามลำดับ (ตารางที่ 4.2.4)

ตารางที่ 4.2.4 ปริมาณ Total nitrogen และ Total carbon ในดินวันที่ 0 และ 89 หลังการย้ายปลูก (อายุข้าว 27 วันและ 116 วัน)

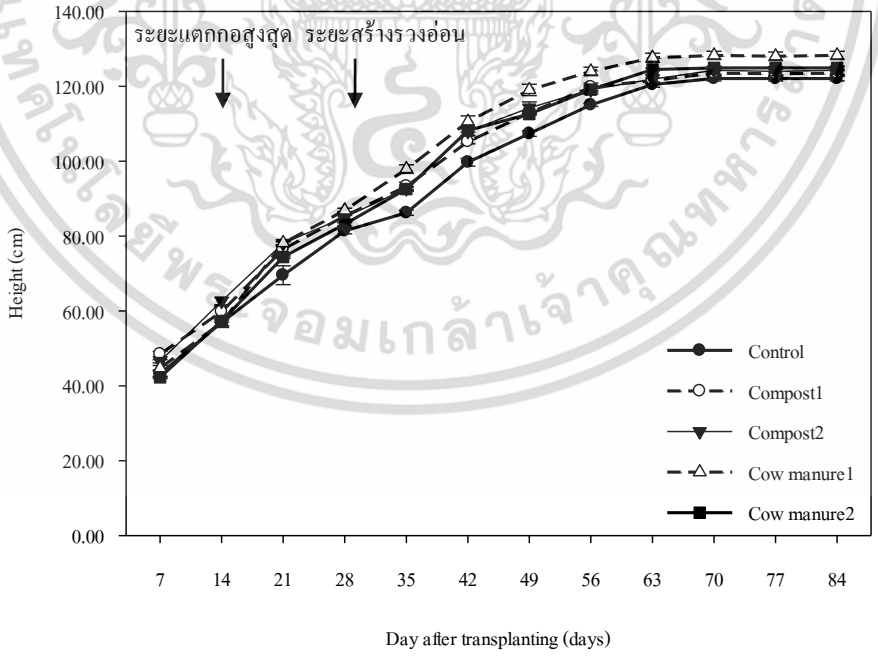
TRT	Total C (g/kg)		Total N (g/kg)	
	0 DAT	89 DAT	0 DAT	89 DAT
Control	22.75b	22.10b	2.15b	2.05b
Compost1	25.47a	25.59a	2.39a	2.40a
Compost2	25.15a	24.65a	2.39a	2.32a
Cow manure1	25.48a	25.50a	2.42a	2.38a
Cow manure2	24.44ab	25.02a	2.31ab	2.33a
C.V. (%)	4.85	4.15	4.57	5.41
F-test	*	**	*	*

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.2.5 การเจริญเติบโตและผลผลิตของพืช

4.2.5.1 ความสูง

จากผลการทดลองพบว่าในวันที่ 7 หลังการย้ายปลูก (อายุข้าว 34 วัน) ทุกทรีทเมนต์ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ โดยมีแนวโน้มพบว่า Compost1 มีความสูงสูงที่สุด (48.45 cm) รองลงมาคือ Compost2, Cow manure1, Control และ Cow manure2 (46.55, 44.70, 43.28 และ 42.25 cm ตามลำดับ) และหลังจากวันที่ 7 ของการย้ายปลูก (ภาพที่ 4.2.5.1) ทุกทรีทเมนต์มีความสูงเพิ่มขึ้นตามระยะเวลาการเจริญเติบโต และช่วงวันที่ 21-28 ของการย้ายปลูก ทุกทรีทเมนต์ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ และหลังจากวันที่ 35 ของการย้ายปลูก (อายุข้าว 62 วัน) เป็นช่วงเวลาที่ข้าวสร้างรวงอ่อน โดยพบว่า Cow manure1 มีความสูงมากที่สุด (97.93 cm) และแตกต่างกันทางสถิติกับ Control (80.18 cm) แต่ไม่แตกต่างกับ Compost1, Cow manure2 และ Compost2 (93.33, 89.75 และ 85.50 cm ตามลำดับ) และหลังจากวันที่ 63 ของการย้ายปลูก พบว่าทุกทรีทเมนต์มีความสูงเริ่มคงที่ เนื่องจากเป็นช่วงที่พืชเริ่มออกรวงข้าวแล้ว และในวันที่ 84 หลังการย้ายปลูกพบว่า ทุกทรีทเมนต์ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ แต่มีแนวโน้มพบว่า Cow manure1 ส่งผลต่อความสูงสูงที่สุด (128.05 cm) รองลงมาคือ Cow manure2, Compost2, Compost1 และ Control (124.93, 124.00, 123.38 และ 122.08 cm ตามลำดับ)



ภาพที่ 4.2.5.1 การเปลี่ยนแปลงความสูงของข้าว ในดินแปลงปลูกข้าวอินทรีย์ตลอดระยะเวลา 84 วัน หลังจากย้ายปลูก (อายุข้าว 111 วัน)

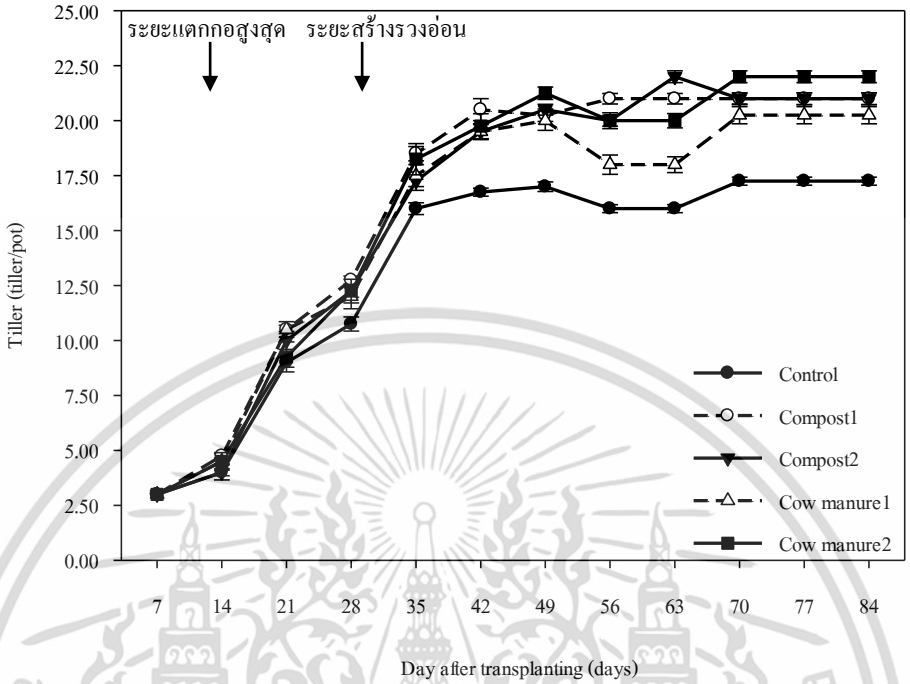
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.2.5.2 จำนวนหน่อต่อกอ

จากผลการทดลองพบว่าในวันที่ 7 หลังการย้ายปลูก มีจำนวนหน่อ 3 หน่อต่อกอ เท่ากับวันที่เริ่มปักดำข้าวในทุกทรีทเมนต์ แต่หลังจากวันที่ 14 ของการย้ายปลูก ทุกทรีทเมนต์มีจำนวนหน่อต่อกอค่อยๆ เพิ่มขึ้น อยู่ระหว่าง 4.00-4.75 หน่อต่อกอ และตั้งแต่วันที่ 35 หลังการย้ายปลูก ทุกทรีทเมนต์มีจำนวนหน่อต่อหน่อต่อกอเพิ่มขึ้นอย่างชัดเจน ในทุกทรีทเมนต์ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ แต่มีแนวโน้มพบว่า Compost1 มีจำนวนหน่อต่อกอเพิ่มขึ้นสูงที่สุด (18.50 หน่อต่อกอ) รองลงมาคือ Cow manure2, Cow manure1, Compost2 และ Control (18.25, 17.50, 17.25 และ 16.00 หน่อต่อกอ ตามลำดับ) โดยหลังจากวันที่ 56 ของการย้ายปลูก จำนวนหน่อต่อกอในทุกทรีทเมนต์เริ่มคงที่ และช่วงวันที่ 76-104 หลังการย้ายปลูก Cow manure2 มีจำนวนหน่อต่อกอสูงสุด และแตกต่างกันทางสถิติกับ Cow manure1 และ Control ในช่วงสุดท้ายของการเจริญเติบโต วันที่ 84 หลังการย้ายปลูก (111 วัน) พบว่า Cow manure2 มีจำนวนหน่อต่อกอสูงสุด รองลงมาคือ Compost 1 และ Compost2 (21.00 กอ) และแตกต่างกันทางสถิติกับ Cow manure1 และ Control (20.25, 17.25 หน่อต่อกอ ตามลำดับ)

Mirza et al, 2010 รายงานว่าจำนวนกอของข้าวที่เพิ่มขึ้น เป็นผลมาจากอิทธิพลของการใส่ปุ๋ยร่วมกัน ไนโตรเจนเป็นธาตุอาหารที่เป็นปัจจัยสำคัญของการแตกกอ และการใส่ปุ๋ยอินทรีย์จะเป็นแหล่งไนโตรเจนที่พืชต้องการได้ ยิ่งไปกว่านั้นอินทรียวัตถุ จะช่วยสร้างสมดุลของธาตุอาหารในพืช โดยเฉพาะจุลธาตุต่างๆ ซึ่งจะส่งผลต่อการเพิ่มขึ้นของจำนวนกอ (Miller, 2007)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ภาพที่ 4.2.5.2 จำนวนหน่อต่อกอของข้าว ในดินแปลงปลูกข้าวอินทรีย์ ตลอดระยะเวลา 84 วัน หลังจากย้ายปลูก (อายุข้าว 111 วัน)

4.2.5.3 จำนวนกอต่อกระถาง, จำนวนรวงต่อกระถาง, น้ำหนักสดและน้ำหนักแห้งของตอซังและรวง

จากตารางที่ 4.2.5.3 พบว่าใน Cow manure1 มีจำนวนรวงสูงที่สุด (20.75 panicle/pot) รองลงมาคือ Compost1, Cow manure2, Compost2 และ Control (20.50, 20.25, 19.50 และ 14.00 panicle/pot ตามลำดับ) โดยทุกทรีทเมนต์ไม่แตกต่างกันทางสถิติ ยกเว้น Control ในขณะที่ Cow manure2 มีจำนวนกอต่อกระถางสูงที่สุด เท่ากับ 23.00 กอต่อกระถาง ซึ่งไม่แตกต่างกันทางสถิติกับทุกทรีทเมนต์ ยกเว้น Control อีกทั้งยังมีปริมาณน้ำหนักสดของตอซัง และน้ำหนักแห้งของตอซังสูงที่สุด (154.53, 44.90 g/pot ตามลำดับ) ซึ่งไม่แตกต่างกันทางสถิติกับการใส่ปุ๋ยหมักทั้งสองแบบ โดยมีปริมาณน้ำหนักสดของตอซังรองลงมาคือ Cow manure1, Compost1, Compost2 และ Control เท่ากับ 152.30, 128.23, 119.03 และ 84.28 g/pot ตามลำดับ และน้ำหนักแห้งของตอซังเท่ากับ 44.16, 38.86, 37.41 และ 28.51 g/pot ตามลำดับ และใน Compost 1 พบว่ามีปริมาณน้ำหนักสดและแห้งของรวงสูงที่สุด (57.60 และ 41.02 g/pot ตามลำดับ) ซึ่งไม่แตกต่างกันทางสถิติกับทุกทรีทเมนต์ ยกเว้น Control

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

โดยมีปริมาณน้ำหนักสดของรวงรองลงมาคือ Cow manure1, Cow manure2, Compost2 และ Control เท่ากับ 55.05, 53.87, 53.28 และ 34.28 g/pot ตามลำดับ ในขณะที่น้ำหนักแห้งของรวงรองลงมาคือ Compost2, Cow manure1, Cow manure2 และ Control เท่ากับ 38.98, 38.06, 37.89 และ 26.23 g/pot ตามลำดับ

ไนโตรเจนมีบทบาทต่อการเจริญเติบโตของข้าวเป็นอย่างมาก การใส่ปุ๋ยอินทรีย์อัตราสูง ทำให้พืชดูดซับไนโตรเจนได้มากขึ้น จึงมีผลทำให้การเจริญเติบโตและผลผลิตมากขึ้น ตรงกันข้ามกับการใส่ปุ๋ยอินทรีย์อัตราต่ำทำให้พืชได้รับไนโตรเจนน้อย จึงมีการเจริญเติบโตและผลผลิตน้อยไปด้วย ทั้งนี้เนื่องจากปุ๋ยอินทรีย์มีอัตราการปลดปล่อยธาตุอาหารอย่างช้า ๆ ซึ่งสอดคล้องกับกิจกรรมการย่อยสลายของจุลินทรีย์ดิน (พักตร์เพ็ญ และคณะ, 2560)

ตารางที่ 4.2.5.3 จำนวนกอต่อกระถาง จำนวนรวงต่อกระถาง น้ำหนักสดและน้ำหนักแห้งของตอซังและรวง หลังจากเก็บเกี่ยวผลผลิต (อายุข้าว 116 วัน)

ทรีทเมนต์	จำนวนกอต่อกระถาง	จำนวนรวงต่อกระถาง	ตอซัง		รวง	
			น้ำหนักสด (g/pot)	น้ำหนักแห้ง (g/pot)	น้ำหนักสด (g/pot)	น้ำหนักแห้ง (g/pot)
Control	16.75b	14.00b	84.28b	28.51b	34.28b	26.23b
Compost1	21.00a	20.50a	128.23ab	38.86a	57.60a	41.02a
Compost2	22.25a	19.50a	119.03ab	37.41a	53.28a	38.98a
Cow manure1	21.00a	20.75a	152.30a	44.16a	55.05a	38.06a
Cow manure2	23.00a	20.25a	154.53a	44.90a	53.87a	37.89a
CV (%)	8.29	11.64	23.72	14.95	15.63	10.12
F-test	**	**	*	**	**	**

4.2.5.4 น้ำหนักสดและน้ำหนักแห้งทั้งหมด น้ำหนักเมล็ดดี น้ำหนักเมล็ดลีบและน้ำหนัก 1,000 เมล็ด

Cow manure2 มีปริมาณน้ำหนักสดและน้ำหนักแห้งทั้งหมดสูงที่สุด (208.40 และ 23.00 g/pot ตามลำดับ) ซึ่งไม่แตกต่างกันทางสถิติกับการใส่ปุ๋ยหมักทั้งสองแบบ ส่วนจำนวนเมล็ดดีพบว่า Compost1 ส่งผลต่อน้ำหนักเมล็ดดีสูงที่สุด (34.41 g/pot) รองลงมาคือ Compost2, Cow manure2,

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Cow manure1 และ Control (30.68, 29.82, 29.64 และ 20.39 g/pot ตามลำดับ) และในน้ำหนักเมล็ดลีบและน้ำหนัก 1000 เมล็ด พบว่า ทุกทรีทเมนต์ไม่แตกต่างกันทางสถิติ แต่มีแนวโน้มพบว่า Compost1 ส่งผลต่อน้ำหนักเมล็ดลีบและน้ำหนัก 1000 เมล็ดสูงที่สุด (34.41 และ 38.86 g/pot ตามลำดับ) โดย Compost2, Cow manure2, Cow manure1 และ Control มีปริมาณน้ำหนัก 1000 เมล็ดเท่ากับ 35.24, 35.23, 34.69 และ 24.22 g/pot ตามลำดับ

การที่ข้าวได้รับธาตุไนโตรเจน ในอัตราสูงทำให้ต้นข้าวมีการแตกกอมากจนเป็นสาเหตุให้ธาตุอาหารมีปริมาณไม่เพียงพอสำหรับการสร้างเมล็ด (ยงยุทธ และคณะ, 2551) สอดคล้องกับรายงานของ อุไรวรรณ ไอยสุวรรณ์ (2557) และ อุไรวรรณ ไอยสุวรรณ์ (2556) พบว่า เปอร์เซ็นต์เมล็ดลีบของข้าวมีปริมาณสูงขึ้นเมื่อเพิ่มระดับการใส่ปุ๋ยไนโตรเจน

ตารางที่ 4.2.5.4 แสดงน้ำหนักหนักสดและน้ำหนักแห้งทั้งหมด น้ำหนักเมล็ดดี น้ำหนักเมล็ดลีบ และน้ำหนัก 1,000 เมล็ดหลังจากเก็บเกี่ยวผลผลิต (อายุข้าว 116 วัน)

ทรีทเมนต์	น้ำหนักสดทั้งหมด (g/pot)	น้ำหนักแห้งทั้งหมด (g/pot)	น้ำหนักเมล็ดดี (g/pot)	น้ำหนักเมล็ดลีบ (g/pot)	น้ำหนัก 1000 เมล็ด (g/pot)
Control	118.56b	16.75b	20.39b	3.83	21.38
Compost1	185.83a	21.00a	34.41a	4.45	21.56
Compost2	172.30ab	22.25a	30.68a	4.56	21.29
Cow manure1	207.35a	21.00a	29.64a	5.05	21.45
Cow manure2	208.40a	23.00a	29.82a	5.41	21.85
CV (%)	19.64	8.56	14.82	28.32	3.42
F-test	*	**	**	ns	ns

4.2.5.5 ปริมาณคาร์บอนและไนโตรเจนทั้งหมด ในตอซังและเมล็ด

จากตารางที่ 4.2.5.5 พบว่า ทุกทรีทเมนต์ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ ต่อปริมาณคาร์บอนและไนโตรเจนทั้งหมด ทั้งในตอซังและเมล็ด แต่มีแนวโน้มพบว่า Cow manure2 มีปริมาณคาร์บอนทั้งหมดทั้งในตอซังและเมล็ดสูงที่สุด (384.22 และ 438.58 g/kg ตามลำดับ) ในขณะที่ Compost2 มีปริมาณไนโตรเจนทั้งหมดทั้งในเมล็ดและตอซังสูงที่สุด (3.64 และ 11.69 g/kg ตามลำดับ)\

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 4.2.5.5 แสดงปริมาณคาร์บอนและไนโตรเจนทั้งหมด ในตอซังและเมล็ด

ทรีทเมนต์	Total C (g/kg)		Total N (g/kg)	
	Straw	Grain	Straw	Grain
Control	380.19	438.21	3.20	11.02
Compost1 (100%)	381.15	436.22	3.20	10.84
Compost2 (50%)	383.64	433.58	3.64	11.69
Cow manure1 (100%)	375.90	434.63	3.17	11.32
Cow manure2 (50%)	384.22	438.58	3.46	11.27
C.V. (%)	1.96	0.71	18.21	5.09
F-test	ns	ns	ns	ns

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 5
สรุปผลการวิจัย

5.1 การทดลองที่ 1 อิทธิพลของชนิดปุ๋ยอินทรีย์ต่อการเปลี่ยนรูปของไนโตรเจนจากปุ๋ยอินทรีย์ในสภาพขังน้ำ ทำการทดลองในห้องปฏิบัติการ

การใส่ปุ๋ยอินทรีย์ส่งผลต่อ pH เพิ่มขึ้นจนอยู่ในระดับเป็นกลาง (6.9-7.2) จากดินก่อนปลูกในแปลงที่ปลูกข้าวโดยปุ๋ยอินทรีย์ (5.3) และแปลงที่ปลูกข้าวโดยปุ๋ยเคมี (6.0) การใส่ปุ๋ยปอเทืองส่งผลให้การสะสมไนโตรเจนในรูปแอมโมเนียมสูงสุด (121.33 mg N/kg) ในดินแปลงข้าวอินทรีย์ ในขณะที่ดินแปลงที่ปลูกข้าวโดยปุ๋ยเคมี การใส่ปุ๋ยหมักสูงสุด (231.49 mg N/kg) และการใส่ปุ๋ยหมัก ส่งผลต่อปริมาณ Hydrolyzable nitrogen ในดินสูงที่สุด (412.04 mg N/kg) และพบการเปลี่ยนรูปของไนโตรเจนของปุ๋ยมูลโคจะมีอัตราการปลดปล่อยไนโตรเจนอย่างรวดเร็ว ในขณะที่การใส่ปุ๋ยหมักและปอเทือง จะมีอัตราการปลดปล่อยไนโตรเจนอย่างช้าๆ

5.2 การทดลองที่ 2 อิทธิพลของชนิดปุ๋ยอินทรีย์และการจัดรูปแบบการใส่ปุ๋ยอินทรีย์ต่อการเจริญเติบโตของข้าว ทำการทดลองในกระถาง

การใส่ Cow manure1 มีการสะสมแอมโมเนียมในดิน ปริมาณ Hydrolyzable nitrogen และส่งผลต่อความสูงของข้าวมากที่สุด (47.65 mg N/kg, 37.82 mg N/kg และ 128.05 cm ตามลำดับ) และในวันที่ 0 หลังการย้ายปลูก (ข้าวอายุ 27 วัน) Cow manure1 มีปริมาณคาร์บอนและไนโตรเจนทั้งหมด น้ำหนักแห้งของรวง จำนวนรวงต่อกระถางสูงสุด (25.48, 2.42 g/kg, 41.02 g/pot และ 20.75 panicle/pot ตามลำดับ) และในวันที่ 89 หลังการย้ายปลูก (ข้าวอายุ116 วัน) Compost1 มีปริมาณคาร์บอนและไนโตรเจนทั้งหมดสูงสุด (25.59 และ 2.40 g/kg ตามลำดับ) ในขณะที่ Cow manure2 ส่งผลต่อจำนวนหน่อต่อกอ น้ำหนักสดและแห้งของตอซัง น้ำหนักสดและแห้งทั้งหมด และน้ำหนัก 1,000 เมล็ดสูงที่สุด (22.00 หน่อต่อกอ, 154.53, 44.90, 208.40, 23.00, 21.85 g/pot ตามลำดับ) ดังนั้นการใส่ปุ๋ยมูลโค แบ่งใส่ 2 ครั้งพร้อมปักดำและแตกกอสูงสุดที่อายุ 45 วัน ให้ผลผลิตข้าวสูงที่สุด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 6

สรุปผลผลิตงานวิจัย

ผลงาน	ระบุรายละเอียดให้ชัดเจนระบุรายละเอียดให้ชัดเจน เช่น ฐานข้อมูลที่จะเผยแพร่/ชื่อวารสาร/ประชุมวิชาการ/ชื่อผลงาน เป็นต้น	จำนวนที่คาดว่าจะได้	ปีที่คาดว่าจะสำเร็จ
1. การเผยแพร่ผลงานทางวิชาการ(Publications)			
ระดับนานาชาติ			
■ การประชุม / สัมมนา ระดับนานาชาติ (International Conference)			
■ วารสาร ระดับนานาชาติ (International Journal)	วารสารในฐาน Scopus	1	2561
ระดับชาติ			
■ วารสาร ระดับชาติ (National Journal)			
■ การประชุม / สัมมนา ระดับชาติ (National Conference)			
การผลิตบัณฑิต			
■ ป.ตรี/โท/เอก	ปริญญาโท	1	2562
ต้นแบบ กรุณาระบุระดับของต้นแบบ ดังนี้			
■ พร้อมใช้ (ผลิตภัณฑ์) (Product)			
■ ระดับภาคสนาม (Field Prototype)			
■ ระดับห้องปฏิบัติการ (Lab Prototype)			
ทรัพย์สินทางปัญญา (Intellectual Property)			
■ สิทธิบัตร (Patent)			
■ อนุสิทธิบัตร (Petty Patent)			
■ ลิขสิทธิ์ เช่น ซอฟต์แวร์			

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บรรณานุกรม

กรมการข้าว. 2560. การผลิตข้าวอินทรีย์ (ออนไลน์). แหล่งที่มา:
http://www.ricethailand.go.th/Rkb/organic%20rice/index.php-file=content.php&id=4.htm

กรมการข้าว. 2560. ข้าวพันธุ์ปทุมธานี 1 (ออนไลน์). แหล่งที่มา
:http://www.brrd.in.th/rvdb/index.php?option=com_content&view=article&id=77:pathum%20%20%20%20%20%20%20%20%20%20%20%20%20%20%20%20%20%20%20%20-thani-1&catid=34:non-photosensitive-lowland-rice&Itemid=55

กรมพัฒนาที่ดิน. 2550. ปริมาณธาตุอาหารในปุ๋ยพืชสด (ออนไลน์). แหล่งที่มา :
http://www.ldd.go.th/menu_Dataonline/G1/G1_02.pdf

กรมวิชาการเกษตร, 2557. กำหนดเกณฑ์ปุ๋ยอินทรีย์ (ออนไลน์). แหล่งที่มา :
http://www.doa.go.th/ard/FileUpload/Fertilizer/fertilizer_law/fertact20.pdf

กลุ่มงานวิจัยความอุดมสมบูรณ์ของดินและปุ๋ยข้าวและธัญพืชเมืองหนาว. 2543. ปริมาณธาตุอาหารหลักในปุ๋ยคอก. (ออนไลน์). แหล่งที่มา : http://www.brrd.in.th/rkb2/organic%20rice/index.php-file=content.php&id=12.htm

จารุวรรณี เตรียมวิจารณ์กุล. 2559. “ผลของชนิดปุ๋ยพืชสดในการปลูกข้าวนาดาต่อการเปลี่ยนแปลงทางเคมีของดิน ชุดดินสรรพยา (Sa) อำเภอเวียงป่าเป้า จังหวัดเชียงราย.” วารสารพืชศาสตร์สงขลานครินทร์ 3(3) : 30-43

ทัศนีย์ อัตตะนันทน์, 2550. ดินที่ใช้ปลูกข้าว. หนังสือประกอบการบรรยายวิชาดินนาของภาควิชาปฐพีวิทยา คณะเกษตร มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

นงลักษณ์ วิบูลสุข. 2544. การวิเคราะห์ทองแดง เหล็ก แมงกานีส และสังกะสีในดิน. ใน: คู่มือการวิเคราะห์ดินและพืช. กลุ่มงานวิจัยเคมีดิน กองปฐพีวิทยา กรมวิชาการเกษตร

นรีลักษณ์ ชูวรเวช. 2548. การใช้มูลสุกรร่วมกับวัสดุอินทรีย์เหลือใช้ในการผลิตปุ๋ยหมักมูลสุกรไร้กลิ่น. กรมวิชาการเกษตร กระทรวงเกษตรและสหกรณ์

พักตร์เพ็ญ ภูมิพันธ์, วรภัทร ลัคนทินวงศ์ และชวินทร์ ปลื้มเจริญ. 2560. ผลของปุ๋ยอินทรีย์คุณภาพสูงต่อการผลิตข้าวพันธุ์สุพรรณบุรี 1. วารสารวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์. 25(2): 248-259.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภัทราพร กังวานเจษฎา. 2555. “การศึกษาการเปลี่ยนแปลงไนโตรเจนเพื่อเป็นดัชนีการเจริญเต็มที่ของปุ๋ยหมัก.” วิทยานิพนธ์วิทยาศาสตร์มหาบัณฑิต สาขาวิชาวิทยาศาสตร์สิ่งแวดล้อม บัณฑิตวิทยาลัย, มหาวิทยาลัยศิลปากร.

มุกดา สุขสวัสดิ์. 2548. ชุดคู่มือการเกษตร ปุ๋ยอินทรีย์. กรุงเทพฯ : บริษัทอมรินทร์บุ๊คเซ็นเตอร์ จำกัด.

ยงยุทธ โอสถสภา. 2558. ดิน ธาตุอาหารและปุ๋ยข้าว. กรุงเทพฯ : สมาคมดินและปุ๋ยแห่งประเทศไทย.

ยงยุทธ โอสถสภา, อรรถศิษฐ์ วงศ์มณีโรจน์ และชวลิต ฮงประยูร. 2551. ปุ๋ยเพื่อการเกษตรยั่งยืน. กรุงเทพฯ: สำนักพิมพ์มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

ศุภวรรณ์ ใจแสน. 2551. ข้าวอินทรีย์ การผลิตข้าวต้นทุนต่ำให้ผลผลิตสูง. กรุงเทพฯ : บริษัทนาคาอินเตอร์มีเดีย จำกัด.

สมัคร ยิ่งยง, ลือชัย อารยะรังสฤษฎ์ และสมทรง โชติชื่น. 2551. สุดยอดข้าวไทย. บริษัท ข้าวรัชมงคล จำกัด.

สารานุกรมไทยสำหรับเยาวชน โดยพระราชประสงค์ในพระบาทสมเด็จพระเจ้าอยู่หัว. 2520. ลักษณะของข้าวที่สำคัญทางการเกษตร (ออนไลน์). แหล่งที่มา : http://kanchanapisek.or.th/kp6/sub/book/book.php?book=3&chap=1&page=t3-1-infodetail05.html

สำนักงานเศรษฐกิจการเกษตร, 2561. สถิติการเกษตรของประเทศไทย. (ออนไลน์). แหล่งที่มา : http://www.oae.go.th/assets/portals/1/files/jounal/2562/yearbook2561.pdf

สำนักพัฒนาอุตุนิยมวิทยา. 2555. ปัจจัยที่ส่งผลต่อการเจริญเติบโตของข้าว (ออนไลน์). กรมอุตุนิยมวิทยา แหล่งที่มา :: https://www.tmd.go.th/programs%5Cuploads%5Cweatherclimate%5C3%20Month%20Climate%20News%20(Vol.2.no3).pdf

อานัฐ ตันโช. 2560. ข้อเสียปุ๋ยคอก (ออนไลน์). แหล่งที่มา : http://oknation.nationtv.tv/blog/kontan/2008/03/17/entry-2

อุไรวรรณ ไอยสุวรรณ์. 2556. ผลของการใช้ปุ๋ยหมักร่วมกับปุ๋ยเคมี ไนโตรเจนที่มีต่อผลผลิตและประสิทธิภาพการใช้ธาตุไนโตรเจน ของข้าว. วารสารวิชาการเกษตร. 30: 270-281.

อุไรวรรณ ไอยสุวรรณ์. 2557. การจัดการปุ๋ยตามค่าวิเคราะห์ดินต่อการ เจริญเติบโตผลผลิตและประสิทธิภาพการใช้ไนโตรเจนของข้าวที่ ปลูกในชุดดินสรรพยา. วารสารเกษตร. 30:133-140.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Attanandana, T. 2007. Basic of chemical reaction in paddy soils. In: Paddy soil science, Department of Soil Science, Kasetsart University, Bangkok, pp. 29-46.

Bray, R.H. and Kurtz, L.T. 1945. Determination of total organic and available forms of phosphorus in soil. *Soil Science,* 59:39-45.

Bushong, J.T., Roberts, T.L., Ross, W.J., Slaton, N.A. and Wilson, C.E. (2008). Evaluation of distillation and diffusion techniques for estimating hydrolysable amino sugar-nitrogen as a means of predicting nitrogen mineralization. Soil Science Society of America 72(4):992-999.

Hartz, T.K., Costa, F.J and Schrader, W.L. 1996. Suitability of composted green waste for horticultural uses. HortScience 31:961–964.

Hartz, T.K., Mitchell, J.P. and Giannini C. 1998. Nitrogen and carbon mineralization dynamics of manures and composts. HortScience 35(2):209–212.

Hopkins, D.W. 2006. Carbon mineralization. In: Soil sampling and methods of analysis, Second edition, Canadian society of soil science, United States of America, pp. 589-598.

Khan, S.A., Mulvaney, R.L. and Hoeft, R.G. 2001. A Simple Soil Test for Detecting Sites that are Nonresponsive to Nitrogen Fertilization. Soil Science Society of America Journal 65:1751–1760.

Kirk, G. 2004. The Biogeochemistry of Submerged Soils. Chichester : John Wiley & Sons Ltd.

Kleinhenz, V. Schnitzler, W.H. Midmore, D.J. 1996. Diversification and transformation of Asian paddy rice fields to upland vegetable production. Entwicklung und Ländlicher Raum.

Kyuma, K. 2004. Paddy Soil Science. Kyoto, Kyoto University Press and Trans Pacific Press, 280 pp.

LECO Corporation. 2016. Operation. In: Trumac CNS/NS Carbon/Nitrogen/Sulfur Determinators Instruction Manual, U.S., LECO Europe B.V. pp. 1-56

Miegroet, H.V. 1995. Inorganic nitrogen determined by laboratory and field extractions of two forest soils. Soil Science Society of America Journal 59:549-553.

Miller, H. B. 2007. Poultry litter induces tillering in rice. *Journal of Sustainable Agriculture*, 31:1-12.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Mirza Hasanuzzaman, K. U., Ahamed, N. M., Rahmatullah, N., Akhter, K. N., and M. L. Rahman. 2010. Plant growth characters and productivity of wetland rice (Oryza sativa L.) as affected by application of different manures, *Emirates Journal of Food and Agriculture*, 22 (1): 46-58.

Najmadeen, H.H. 2011. Effects of soil organic matter, total nitrogen and texture on nitrogen mineralization process. Journal of Al-Nahrain University 14(2):144-151.

Nieder, R., Benbi, D. and Scherer, H. 2011. Fixation and defixation of ammonium in soils: a review. Biology and Fertility of Soils 47:1-14.

Ramírez, M.V., Rubilar, R.A., Montes, C., Stape, J.L., Fox, T.R. and Allen, H.L. 2016. Nitrogen availability and mineralization in Pinus radiata stands fertilized mid-rotation at three contrasting sites. Journal of Soil Science and Plant Nutrition 16(1):118-136.

Richards, L.A. 1954. Diagnosis and Improvement of Saline and Alkali Soil. USDA Agriculture. Handbook 60. Washington, D. C.

Zhang, J.B., Zhu, T.B., Cai, Z.C., Qin, S.W., and Muller, C. 2012. Effects of long-term repeated mineral and organic fertilizer applications on soil nitrogen transformations. European Journal of Soil Science 63: 75–85.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก ก

การทดลองที่ 1 อิทธิพลของชนิดปุ๋ยอินทรีย์ต่อการเปลี่ยนรูปของไนโตรเจนจากปุ๋ยอินทรีย์ในสภาพขังน้ำ ทำการทดลองในห้องปฏิบัติการ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางภาคผนวกที่ 1 การเปลี่ยนแปลงค่า pH ของดินแปลงปลูกข้าวอินทรีย์ ในวันที่ 0, 3, 5, 7, 14, 21, 28, 42, 56, 70, 98 และ 120 วันของการบ่ม

Trt	Day after incubation											
	0	3	5	7	14	21	28	42	56	70	98	120
CN-O	5.5c	6.7a	6.6a	6.8	7.1b	7.0	6.8	7.1	7.1	7.1	7.2b	6.9
CM-O	5.8a	6.8a	6.6a	6.8	7.3a	7.1	6.9	7.1	7.2	7.1	7.2c	7.0
CP-O	5.7b	6.7a	6.6a	6.8	7.4a	7.0	6.8	7.2	7.2	7.1	7.3a	7.2
SH-O	5.5c	6.6b	6.4b	6.8	7.4a	7.0	6.8	7.2	7.2	7.1	7.2bc	7.0
C.V. (%)	0.61	0.95	0.63	0.4	0.82	1.08	0.5	0.78	1.15	0.79	0.41	1.80
F-test	**	*	*	ns	*	ns	ns	ns	ns	ns	*	ns

ns = non significant, *Significant at $p \leq 0.05$, ** Significant at $p \leq 0.01$ value followed by the same lowercase letter in the same column are not significantly difference at $p \leq 0.05$.

ตารางภาคผนวกที่ 2 การเปลี่ยนแปลงค่า pH ของดินแปลงปลูกข้าวโดยใช้ปุ๋ยเคมี ในวันที่ 0, 3, 5, 7, 14, 21, 28, 42, 56, 70, 98 และ 120 วันของการบ่ม

Trt	Day after incubation											
	0	3	5	7	14	21	28	42	56	70	98	120
CN	6.2b	7.0b	6.9c	7.0	7.1b	7.3	7.2	7.1	7.1	7.2	7.2	7.0
CM	6.5a	7.1a	7.1a	7.0	7.3a	7.4	7.4	7.2	7.1	7.4	7.3	7.0
CP	6.3b	7.0b	7.0b	7.0	7.4a	7.4	7.2	7.1	7.1	7.4	7.1	7.0
SH	5.9c	6.7c	6.9c	7.0	7.4a	7.4	7.3	7.2	7.2	7.4	7.2	7.1
C.V. (%)	0.82	0.27	0.39	0.5	0.82	0.96	1.12	0.63	0.65	1.12	1.3	0.90
F-test	**	**	**	ns	*	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns

ns = non significant, *Significant at $p \leq 0.05$, ** Significant at $p \leq 0.01$ value followed by the same lowercase letter in the same column are not significantly difference at $p \leq 0.05$.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางภาคผนวกที่ 3 การเปลี่ยนแปลงค่า pH ของสารละลายแปลงปลูกข้าวอินทรีย์ในวันที่ 0, 3, 5, 7, 14, 21, 28, 42, 56, 70, 98 และ 120 วันของการบ่ม

Trt	Day after incubation											
	0	3	5	7	14	21	28	42	56	70	98	120
CN-O	5.8b	6.6c	6.5b	6.7ab	6.9b	6.7b	6.7b	6.9b	7.1	7.2	7.6	7.3
CM-O	7.0a	7.0a	6.9a	7.4a	7.0b	6.9ab	6.8b	6.9b	7.4	7.2	7.5	7.1
CP-O	5.9b	6.7b	6.7ab	7.0a	7.0b	7.2a	7.2a	7.2ab	7.6	7.2	7.8	7.4
SH-O	5.7b	6.3d	6.6b	6.8b	7.3a	7.2a	7.1a	7.4a	7.4	7.0	7.4	7.4
C.V. (%)	2.06	0.83	1.99	3.4	1.52	2.14	1.3	2.21	2.91	3.85	2.43	2.08
F-test	**	**	*	*	*	*	*	*	ns	ns	ns	ns

ns = non significant, *Significant at $p \leq 0.05$, ** Significant at $p \leq 0.01$ value followed by the same lowercase letter in the same column are not significantly difference at $p \leq 0.05$.

ตารางภาคผนวกที่ 4 การเปลี่ยนแปลงค่า pH ของสารละลายแปลงปลูกข้าวโดยใช้ปุ๋ยเคมีในวันที่ 0, 3, 5, 7, 14, 21, 28, 42, 56, 70, 98 และ 120 วันของการบ่ม

Trt	Day after incubation											
	0	3	5	7	14	21	28	42	56	70	98	120
CN	6.3b	6.9b	6.9c	6.9c	6.9b	7.1	6.9b	7.0	7.5	7.3	7.0	7.5
CM	6.8a	7.0b	7.2a	7.1bc	7.0b	7.3	7.1ab	7.1	7.6	7.6	7.4	7.3
CP	6.3b	7.3a	7.0b	7.3b	7.0b	7.1	6.9b	7.1	7.7	7.6	7.4	7.3
SH	5.9c	6.5c	6.6d	7.7a	7.3a	7.4	7.2a	7.2	7.5	7.6	7.4	7.6
C.V. (%)	1.44	0.96	0.58	2.01	1.52	1.88	1.59	2.95	3.74	2.93	3.34	5.64
F-test	**	**	**	*	*	ns	*	ns	ns	ns	ns	ns

ns = non significant, *Significant at $p \leq 0.05$, ** Significant at $p \leq 0.01$ value followed by the same lowercase letter in the same column are not significantly difference at $p \leq 0.05$.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางภาคผนวกที่ 5 การเปลี่ยนแปลงของค่าสภาพการนำไฟฟ้าในดิน (mS/cm) ของแปลงปลูกข้าวอินทรีย์ในวันที่ 0, 3, 5, 7, 14, 21, 28, 42, 56, 70, 98 และ 120 วันของการบ่ม

Trt	Day after incubation											
	0	3	5	7	14	21	28	42	56	70	98	120
CN-O	0.10d	0.19c	0.18c	0.18d	0.15c	0.14d	0.14b	0.12c	0.14b	0.09b	0.08b	0.10b
CM-O	0.22a	0.36a	0.34a	0.31a	0.28a	0.26a	0.26a	0.24a	0.26a	0.21a	0.17a	0.20a
CP-O	0.12c	0.17c	0.21c	0.21c	0.15c	0.15c	0.14b	0.13bc	0.11b	0.09b	0.08b	0.08b
SH-O	0.13b	0.29b	0.30b	0.26b	0.21b	0.19b	0.16b	0.17b	0.15b	0.16a	0.11b	0.09b
C.V. (%)	5.62	5.28	7.6	5.07	6.23	4.45	9.98	15.43	16.23	11.98	16.06	13.42
F-test	**	**	**	**	**	**	**	*	*	**	*	**

ns = non significant, *Significant at $p \leq 0.05$, ** Significant at $p \leq 0.01$ value followed by the same lowercase letter in the same column are not significantly difference at $p \leq 0.05$.

ตารางภาคผนวกที่ 6 การเปลี่ยนแปลงของค่าสภาพการนำไฟฟ้าในดิน (mS/cm) ของแปลงปลูกข้าวโดยใช้ปุ๋ยเคมีในวันที่ 0, 3, 5, 7, 14, 21, 28, 42, 56, 70, 98 และ 120 วันของการบ่ม

Trt	Day after incubation											
	0	3	5	7	14	21	28	42	56	70	98	120
CN	0.10b	0.34c	0.54d	0.76d	1.12bc	1.36ab	1.21b	0.65b	1.20b	0.71b	0.99	0.79
CM	1.20a	1.20a	1.45a	1.77a	1.80a	1.47a	1.83a	1.82a	1.72a	1.05b	1.03	1.12
CP	0.20b	0.42c	0.67c	0.88c	1.05c	1.10b	1.16b	1.02b	1.01b	0.64b	0.77	0.72
SH	0.47b	0.78b	1.01b	1.34b	1.31b	1.32ab	1.61a	1.20ab	1.03b	1.55a	0.86	0.57
C.V. (%)	73.96	7.81	2.66	3.82	9.66	12.69	12.49	29.18	18.8	25.34	27.81	28.2
F-test	*	**	**	**	*	ns	*	*	*	*	ns	ns

ns = non significant, *Significant at $p \leq 0.05$, ** Significant at $p \leq 0.01$ value followed by the same lowercase letter in the same column are not significantly difference at $p \leq 0.05$.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางภาคผนวกที่ 7 การสะสมปริมาณแอมโมเนียมในดิน (mg N/kg) ของแปลงปลูกข้าวอินทรีย์ในวันที่ 0, 3, 5, 7, 14, 21, 28, 42, 56, 70, 98 และ 120 วัน ของการบ่ม

Trt	Day after incubation											
	0	3	5	7	14	21	28	42	56	70	98	120
CN-O	24.33b	44.25b	59.99b	73.61b	80.43b	85.35b	91.57b	95.23b	98.69b	99.57b	100.70b	101.71b
CM-O	26.77b	54.54a	72.76a	86.42a	93.89a	99.07a	106.44a	110.42a	113.25a	114.17a	114.60a	115.21a
CP-O	31.75a	51.79a	69.79a	84.11a	91.26a	96.19a	102.85a	107.00a	110.19a	111.41a	112.16a	112.83a
SH-O	33.79a	55.47a	74.28a	88.03a	96.01a	102.40a	110.28a	114.66a	118.00a	119.61a	120.81a	121.33a
C.V. (%)	8.36	5.94	4.88	4.96	4.66	4.30	4.36	4.46	4.62	4.57	4.53	4.54
F-test	*	**	**	*	**	**	**	**	**	**	**	**

ns = non significant, *Significant at $p \leq 0.05$, ** Significant at $p \leq 0.01$ value followed by the same lowercase letter in the same column are not significantly difference at $p \leq 0.05$.

ตารางภาคผนวกที่ 8 การสะสมปริมาณแอมโมเนียมในดิน (mg N/kg) ของแปลงปลูกข้าวโดยใช้ปุ๋ยเคมีในวันที่ 0, 3, 5, 7,14, 21, 28, 42, 56, 70, 98 และ 120 วันของการบ่ม

Trt	Day after incubation											
	0	3	5	7	14	21	28	42	56	70	98	120
CN	11.75b	70.36c	90.56c	120.59c	133.29c	142.09c	149.94c	155.62c	160.11c	163.72c	165.73c	168.09c
CM	9.11b	107.40bc	136.69b	159.43bc	175.64bc	186.98bc	194.90bc	200.76bc	205.30bc	207.92b	210.35bc	213.89bc
CP	31.77b	127.60b	155.41b	177.57b	183.17b	203.77b	211.99b	217.76b	222.27b	225.67b	228.18b	231.49b
SH	137.73a	219.74a	250.68a	273.72a	289.44a	301.70a	312.52a	318.62a	323.43	343.00a	345.57a	349.35a
C.V. (%)	40.24	15.12	12.94	10.94	10.05	9.58	9.25	9.04	9.04	7.19	7.66	7.4
F-test	**	**	**	**	**	**	**	**	**	**	**	**

** Significant at $p \leq 0.01$ value followed by the same lowercase letter in the same column are not significantly difference at $p \leq 0.05$.

ตารางภาคผนวกที่ 9 การสะสมปริมาณ Hydrolyzable nitrogen (mg N/kg) ในดินของแปลงปลูกข้าวอินทรีย์ในวันที่ 0, 3, 5, 7, 14, 21, 28, 42, 56, 70, 98 และ 120 วันของการบ่ม

Trt	Day after incubation											
	0	3	5	7	14	21	28	42	56	70	98	120
CN-O	128.78b	122.44b	205.94	213.60a	187.96b	169.86	178.31c	165.04b	331.40	297.61	254.64a	227.97a
CM-O	162.78a	160.22a	189.28	210.70ab	226.23a	198.99	246.11ab	213.88a	292.85	316.72	200.37b	149.51b
CP-O	117.02b	142.99ab	176.35	170.23c	183.42b	168.86	212.63bc	227.87a	302.29	318.65	211.16b	163.32b
SH-O	117.55b	96.06c	160.51	186.84bc	191.49b	168.39	271.88a	218.11a	335.78	377.80	210.39b	153.82b
C.V. (%)	10.32	8.56	13.48	6.71	7.45	10.78	11.02	8.57	6.39	9.8	9.16	17.23
F-test	*	*	ns	*	*	ns	*	*	ns	ns	*	*

ns = non significant, *Significant at $p \leq 0.05$ value followed by the same lowercase letter in the same column are not significantly difference at $p \leq 0.05$.

ตารางภาคผนวกที่ 10 การสะสมปริมาณ Hydrolyzable nitrogen (mg N/kg) ในดินของแปลงปลูกข้าวโดยใช้ปุ๋ยเคมีในวันที่ 0, 3, 5, 7, 14, 21, 28, 42, 56, 70, 98 และ 120 วันของการบ่ม

Trt	Day after incubation											
	0	3	5	7	14	21	28	42	56	70	98	120
CN	463.42b	357.07b	265.16c	231.23b	242.69d	260.01c	264.57c	362.12	311.38c	308.02a	328.68a	345.60a
CM	551.28a	483.50a	385.87b	295.16a	392.37a	338.79a	350.30a	375.63	405.03a	263.17b	310.77a	412.04a
CP	452.17b	410.79b	412.14b	250.67ab	288.44c	299.51b	305.26b	378.08	348.05b	287.82ab	337.99a	410.31a
SH	438.44b	414.28b	552.56a	284.22a	33.58ab	331.77a	264.57c	364.72	291.08c	304.41a	171.96b	233.42b
C.V. (%)	8.31	7.16	9.2	8.72	5.33	4.89	4.09	3.99	5.05	4.56	12.61	13.75
F-test	*	**	**	*	**	**	**	ns	**	*	**	**

ns = non significant, *Significant at $p \leq 0.05$, ** Significant at $p \leq 0.01$ value followed by the same lowercase letter in the same column are not significantly difference at $p \leq 0.05$.

ตารางภาคผนวกที่ 11 การสะสมปริมาณ Carbon mineralization (mmole C/g/day) ในดินของแปลงปลูกข้าวอินทรีย์ในวันที่ 5, 7, 14, 21, 28, 42, 56, 70, 98 และ 120 วันของการบ่ม

Trt	Day after incubation									
	5	7	14	21	28	42	56	70	98	120
CN-O	0.04	0.06	0.08	0.10	0.12	0.14	0.16	0.17	0.19	0.21
CM-O	0.04	0.06	0.08	0.10	0.12	0.13	0.15	0.17	0.19	0.21
CP-O	0.04	0.06	0.07	0.09	0.11	0.13	0.15	0.17	0.19	0.21
SH-O	0.04	0.06	0.08	0.10	0.11	0.13	0.15	0.17	0.19	0.21
C.V. (%)	2.49	2.68	3.35	1.66	1.56	1.26	1.25	1.22	1.13	1.08
F-test	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns

ns = non significantvalue followed by the same lowercase letter in the same column are not significantly difference at $p \leq 0.05$.

ตารางภาคผนวกที่ 12 การสะสมปริมาณ Carbon mineralization (mmole C/g/day) ในดินของแปลงปลูกข้าวโดยใช้ปุ๋ยเคมีในวันที่ 5, 7, 14, 21, 28, 42, 56, 70, 98 และ 120 วันของการบ่ม

Trt	Day after incubation									
	5	7	14	21	28	42	56	70	98	120
CN	0.04	0.06	0.08	0.10a	0.12a	0.14	0.16	0.17	0.19	0.21
CM	0.04	0.06	0.08	0.10b	0.12b	0.14	0.15	0.17	0.19	0.21
CP	0.04	0.06	0.08	0.09b	0.11b	0.14	0.15	0.17	0.19	0.21
SH	0.04	0.06	0.08	0.10b	0.11b	0.14	0.15	0.17	0.19	0.21
C.V. (%)	0.49	0.53	0.47	0.34	0.34	0.41	0.38	0.43	0.41	0.41
F-test	ns	ns	ns	*	*	ns	ns	ns	ns	ns

ns = non significant, *Significant at $p \leq 0.05$ value followed by the same lowercase letter in the same column are not significantly difference at $p \leq 0.05$.

ภาคผนวก ข

การทดลองที่ 2 อิทธิพลของชนิดปุ๋ยอินทรีย์และการจัดรูปแบบการใส่ปุ๋ยอินทรีย์ต่อการเจริญเติบโตของข้าว ทำการทดลองในกระถาง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางภาคผนวกที่ 13 การเปลี่ยนแปลงปฏิกิริยาความเป็นกรด-ด่างของสารละลายในดินแปลงปลูกข้าวอินทรีย์ ตลอดระยะเวลา 70 วันหลังจากย้ายปลูก

Trt	Day after transplant (days)							
	0	7	14	21	28	42	56	70
Control	6.58	6.83	7.23	6.83	6.86	6.68	6.53	6.61
Compost1 (100%)	6.35	6.60	7.10	6.70	6.78	6.69	6.46	6.43
Compost2 (50%)	6.33	6.58	7.08	6.59	6.69	6.67	6.40	6.51
Cow manure1 (100%)	6.16	6.34	6.90	6.46	6.59	6.61	6.34	6.44
Cow manure2 (50%)	6.27	6.52	7.06	6.56	6.59	6.63	6.38	6.53
C.V. (%)	4.6	5.27	6.45	3.69	4.01	1.43	3.28	1.50
F-test	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns

ns = non significant value followed by the same lowercase letter in the same column are not significantly difference at $p \leq 0.05$.

ตารางภาคผนวกที่ 14 การสะสมปริมาณ Nitrogen mineralization (mg N/kg) ในดินแปลงปลูกข้าวอินทรีย์ ตลอดระยะเวลา 89 วันหลังจากย้ายปลูก (อายุข้าว 116 วัน)

Trt	Day after transplant (days)								
	0	7	14	21	28	42	56	70	93
Control	32.12	36.31	37.76	38.83	39.24	39.38	39.54	39.64	39.70
Compost1	37.58	41.90	44.01	45.17	45.84	46.00	46.15	46.23	46.33
Compost2	37.58	42.30	44.21	45.59	46.23	46.42	46.56	46.63	46.74
Cow manure1	39.46	43.77	45.49	46.38	47.12	47.29	47.44	47.53	47.65
Cow manure2	34.82	39.80	41.52	42.72	43.55	43.70	43.90	44.01	44.14
C.V. (%)	12.18	11.83	11.42	11.11	11.1	10.97	10.93	10.15	10.13
F-test	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns

ns = non significant value followed by the same lowercase letter in the same column are not significantly difference at $p \leq 0.05$

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางภาคผนวกที่ 15 การเปลี่ยนแปลงปริมาณ Hydrolyzable nitrogen (mg N/kg) ในดินแปลงปลูกข้าวอินทรีย์ ตลอดระยะเวลา 89 วันหลังจากย้ายปลูก (อายุข้าว 116 วัน)

Trt	Day after transplant (days)								
	0	7	14	21	28	42	56	70	89
Control	90.14	109.47	89.87	101.10	136.94	118.87	64.18	28.07	27.50
Compost1	117.31	119.55	144.09	116.90	144.05	152.21	63.96	42.59	32.45
Compost2	98.38	149.23	144.31	124.69	144.48	122.73	61.89	34.27	25.13
Cow manure1	112.16	121.33	104.84	117.87	182.84	147.37	67.77	38.37	37.82
Cow manure2	120.41	125.12	130.06	120.20	111.17	135.86	70.85	35.05	31.15
C.V. (%)	19.43	22.14	20.87	16.49	20.32	13.28	24.75	29.13	42.62
F-test	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns

ns = non significant value followed by the same lowercase letter in the same column are not significantly difference at $p \leq 0.05$

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางภาคผนวกที่ 16 การเปลี่ยนแปลงความสูงของข้าว (cm) ในดินแปลงปลูกข้าวอินทรีย์ตลอดระยะเวลา 84 วัน หลังจากย้ายปลูก (อายุข้าว 111 วัน)

Trt	Day after transplant (days)											
	7	14	21	28	35	42	49	56	63	70	77	84
Control	43.28	56.90b	69.58	81.43	80.18d	99.73d	107.38d	115.05c	120.48b	122.08	122.08	122.08
Compost1	48.45	59.83b	76.53	85.38	93.33b	105.25cd	112.93cd	119.88bc	121.60b	123.58	123.38	123.38
Compost2	46.55	62.65ab	78.10	85.00	85.50bc	108.00c	114.25bcd	119.13bc	121.93b	124.30	124.00	124.00
Cow manure1	44.70	61.10b	78.18	86.88	97.93ab	110.60bc	119.05abc	124.00ab	127.65ab	128.28	128.05	128.05
Cow manure2	42.25	57.25b	74.40	83.20	89.75ab	108.20c	112.63cd	119.13bc	124.50ab	124.93	124.93	124.93
C.V. (%)	9.49	8.98	7.98	4.46	4.17	4.48	4.43	4.02	3.66	3.51	3.57	3.57
F-test	ns	*	ns	ns	*	*	*	*	*	ns	ns	ns

ns = non significant, *Significant at $p \leq 0.05$ value followed by the same lowercase letter in the same column are not significantly difference at $p \leq 0.05$.

ตารางภาคผนวกที่ 17 จำนวนหน่อต่อกอของข้าว ในดินแปลงปลูกข้าวอินทรีย์ ตลอดระยะเวลา 84 วันหลังจากย้ายปลูก (อายุข้าว 111 วัน)

Trt	Day after transplant (days)										
	14	21	28	35	42	49	56	63	70	77	84
Control	4.00b	9.00	10.75	16.00	16.75	17.00c	17.25c	17.25c	17.25c	17.25c	17.25c
Compost1	4.75b	10.50	12.75	18.50	20.50	20.25b	20.75ab	20.75ab	21.00ab	21.00ab	21.00ab
Compost2	4.00b	10.00	12.25	17.25	19.50	20.50ab	20.50ab	21.00ab	21.00ab	21.00ab	21.00ab
Cow manure1	4.50b	10.50	12.00	17.50	19.50	20.00b	20.00b	19.50b	20.25b	20.25b	20.25b
Cow manure2	4.50b	9.25	12.25	18.25	19.75	21.25ab	21.50ab	21.75ab	22.00ab	22.00ab	22.00ab
C.V. (%)	29.02	21.16	17.33	11.96	10.27	7.19	7.12	6.76	6.70	6.7	6.7
F-test	*	ns	ns	ns	ns	*	*	*	*	*	*

ns = non significant, *Significant at $p \leq 0.05$ value followed by the same lowercase letter in the same column are not significantly difference at $p \leq 0.05$.

ภาคผนวก ค

หลักฐานเอกสารผลผลิตงานวิจัยที่ผลิตได้

1. หนังสือรับรองการนำเสนอผลงานในงาน The 7th International Conference on Integration of Science and Technology for Sustainable Development (7th ICIST)

The 7th International Conference on Integration of Science and Technology for Sustainable Development (7th ICIST)
in The Patra Bali Resort and Villas, Bali, Indonesia
November 26-29, 2018

This
CERTIFICATE OF MERIT
is hereby awarded to

Phasini Supsuan
as
ORAL PRESENTER

for presenting paper entitled
at The seventh International Conference on Integration of Science and Technology for Sustainable Development (7th ICIST 2018) held at The Patra Bali Resort and Villas, Bali, Indonesia
in November 26-29, 2018

KASEM SOYTONG, Ph.D.
Founder and President
AAISEA

NANIK SETYOWATI, Ph.D.
Chairman of local organizing committee

TIMO KORPELA, Ph.D.
Chairman of International Advisory

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2. ผลงานที่เผยแพร่ในวารสาร International Journal of Agricultural Technology ปีที่ 14 (ฉบับที่ 7) : 1999-2014

International Journal of Agricultural Technology 2018 Vol. 14(7): 1999-2014
Available online http://www.ijat-aatsea.com
ISSN: 2630-0613 (Print) 2630-0192 (Online)

Effects of organic fertilizer application on the transformation of nitrogen in paddy soil

Supsuan, P., Surin, P. and Yampracha, S. *

Department of Plant Production Technology, Faculty of Agricultural Technology, King Mongkut's Institute of Technology Ladkrabang, Bangkok, Thailand.

Supsuan, P., Surin, P. and Yampracha, S. (2018). Effects of organic fertilizer application on the transformation of nitrogen in paddy soil. International Journal of Agricultural Technology 14(7): 1999-2014.

Abstract The effect of different types of organic fertilizer on the availability of nitrogen in paddy soil was determined. The soil samples were collected from an organic rice field in Nongchok District, Bangkok. The results showed that the soil pH of all treatments increased from 5.3 to 6.9 and 7.2. The cumulative N mineralization of sunn hemp was the highest (121.33 mg N/kg), but no significant difference was compared to for other organic fertilizers. The change of AHN was increased at the start of incubation and decreased after 70 days of incubation. It indicated that the AHN changed to ammonium. The potential N mineralization of control, cow manure, compost and sunn hemp were 95.34, 109.90, 107.23 and 114.53 mg N/kg, respectively. The K values indicated the mineralization rate of control, cow manure, compost and sunn hemp which were 0.2095, 0.2075, 0.2053 and 0.1992 mg N/kg, respectively.

Keywords: Nitrogen, Organic fertilizers, Paddy soil

Introduction

Nitrogen (N) is one of the essential macronutrients that may limit rice growth and yield (Duan *et al.*, 2007). Organic fertilizers are organic compounds that contain plant nutrients and organic substances, which can improve the physical, chemical and biological properties of soil (Albiach *et al.*, 2000). Organic fertilizer is a significant source of N for organic farming systems. Organic rice systems have a high nitrogen shortage because of the N in organic fertilizers that can be utilized when the process is decomposed by microorganisms (Kyuma, 2004). The N availability content, pattern and rate of mineralization are different depending on organic fertilizer properties, soil properties and the environment (Masunga *et al.*, 2016). Usually, N mineralization of organic fertilizer in aerobic conditions must be higher than the anaerobic conditions, such as in paddy soil (Dahlin *et al.*, 2005). Under anaerobic conditions, the decomposition of organic N is dependent on the

*Coressponding Author: Yampracha, S.; Email: sukunya.ya@kmitl.ac.th

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

availability of alternate electron acceptors such as ferric iron and sulfate, which are far less efficient electron acceptors than O_2 in aerobic conditions (Sahrawat, 2004).

The dynamic change of nitrogen in paddy soil is mineralization of organic compound to ammonium (NH_4^+). NH_4^+ will accumulate in the soil solution and the surface of the soil colloids, which can exchange (Wang *et al*., 1993). Thus, the ammonium nitrogen produced in paddy soil can be used as an index of N availability (Waring and Bremner, 1964). A major key for successive use of organic fertilizers in soil requires knowing the amount of N applied and the rate of N mineralization (Mikkelsen and Hartz, 2008). The pattern and rate of nitrogen mineralization depend on organic fertilizer properties such as C:N ratio, total N and chemical composition (Myint *et al*., 2011).

Farmyard manure, compost and green manure are some of the major sources of N fertilizer for organic rice cultivation in Thailand. The application of organic fertilizers stimulates the mineralization of labile organic N in the soil (Zhang *et al*., 2012). Wen *et al*. (1995) reported that apparent N mineralization was approximately 10% from manure compost over a field in growing season. Hartz *et al*. (2000) reported that the average N mineralization rate during incubation gave average available N at 20%, 9%, 6%, and 2% for dried chicken manure, other manure, manure compost, and plant residue compost, respectively. Short-term N immobilization commonly occurred with slow mineralization organic fertilizer such as manure (Hartz *et al*., 1996; Hartz and Giannini, 1998). Low N mineralization rates suggested that very large amendment application rates would be required to significantly increase short-term soil N supply. This was particularly true of composts and may help to explain the crop N deficiency frequently encountered in fields during transition to organic management. Commonly, N release from legume residue is rapid in the tropics (Perin *et al*., 2006). Leguminous green manure crops may add N to crop systems through biological fixation, while the slow release of N from decomposing green manure residue may be well timed with plant uptake (Cline and Silvernail, 2002; Cherr *et al*., 2006). Cherr *et al*. (2006) reported that sunn hemp (*Crotalaria juncea* L.) produced 12.2 Mg/ha of fresh matter and added 172 kg N/ha in a 14-week period after being incorporated.

Various kinds of organic fertilizer may have different N mineralization in paddy soil, which means less mineralization than aerobic soil. Moreover, the estimation of N mineralization may be useful for N management and rice cultivation in organic systems. Usually, study of N mineralization was done in laboratory and transfer the results to the field by modeling (Sharifi *et al*., 2007; Griffin and Honeycutt, 2000; Griffin *et al*.,2005; Pereira *et al*., 2005 and Rao *et al*., 2009). Therefore, the objective of this research was to determine the

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

effects of different types of organic fertilizer on the availability of nitrogen in paddy soil as well as establish a model for estimating N mineralization from organic fertilizers.

Materials and methods

Soil and organic fertilizers

The soil samples were collected from an organic rice field in Nongchok District, Bangkok, Thailand (latitude 13°55′23.0″ N longitude 100°54′32.2″ E). The soil was classified into Bangkok soil series (very-fine, smectitic, nonacid, isohyperthermic Vertic Endoaquepts). The soil in this area has been used for rice cultivation for more than 30 years and transitioned to organic farming more than 10 years ago, with only farm yard manure, green manure and compost used. The surface soil was collected at a depth of 0-15 cm. Soil samples were air dried, ground to pass through a 2 mm sieve, and well mixed before analysis and incubation.

Soil and organic fertilizer analysis

The soil samples were analyzed for soil pH (soil: water, 1:1), electrical conductivity (EC soil: water, 1:5) (Richards, 1954) and total nitrogen (total N), which were determined using a CNS analyzer (LECO Coporation, 2016). Available phosphorus (P) was determined using a colorimetric method after extracting by the Bray II method (Bray and Kurtz, 1945). Exchangeable potassium (K), exchangeable calcium (Ca) and exchangeable magnesium (Mg) were extracted by 1*M* ammonium acetate pH 7 (Chongpraditnun, 2001). Exchangeable K, Ca and Mg were determined by inductively coupled plasma optical emission spectrophotometry (ICP-OES).

Three types of organic fertilizers consisting of cow manure, compost and sunn hemp (*Crotalaria juncea* L.) were used in this study. Cow manure and compost were collected from farm fields in Nongchok District, Bangkok. Compost was prepared from the decomposition of cow manure and rice straw at a ratio of 1:3 and decomposed for 60 days. Sunn hemp was collected at 50% of flowering stage from a paddy field in Ladkrabang District, Bangkok. All organic fertilizers were oven dried at 70 °C and sieved by passing through a 2 mm sieve. Organic fertilizers were analyzed for pH using a pH meter to measure the organic fertilizer to water ratio equal to 1:5, which usually should be measured at a ratio of 1:2. However, the organic fertilizers were saturated with water (Pan-in, 2008). Total nitrogen (total N) and total carbon (total C)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

were determined by CNS analyzer (LECO Coporation, 2016). Total phosphorus (total P_2O_5), total potassium (total K_2O), total magnesium (total Mg), total calcium (total Ca), were digested by $HClO_4$:HNO_3 (2:1) and concentration determined by ICP-OES.

Incubation experiment

The experiment was conducted in a laboratory. Organic rice soil was incubated with three organic fertilizers, i.e. cow manure, compost fertilizer and green manure, with a batch experiment. The experimental design was completely randomized with 3 replications. Four treatments consisted of 1) non-fertilizer application (control), 2) amended with cow manure, 3) amended with compost, and 4) amended with sunn hemp. Each organic fertilizer was amended at a rate of 300 mg N/kg. One hundred grams of soil sample was mixed with organic fertilizers and put in a 250 ml glass bottle. Subsequently, the 200 ml of distillation water was added to maintain the flooding condition. The bottles were then stored at a constant temperature of 30°C for 120 days. The soil samples in each batch were collected at 0, 3, 5, 7, 14, 21, 28, 42, 56, 70, 98 and 120 days after incubation. The soil samples were analyzed for pH, ammonium (NH_4^+) and alkaline hydrolysable nitrogen (AHN). Soil samples were collected for analysis of total nitrogen and organic carbon at 0 and 120 days. Soil pH was measured using a pH meter (soil: water, 1:1), while extractable ammonium (NH_4^+) was determined by 2*N* KCl extraction and stream distillation (Miegroet, 1995). Alkaline hydrolysable N was determined using the method described by Khan *et al.* (2001) and Bushong *et al.* (2008). Total C and total N concentration were determined using a CNS analyzer (LECO Coporation, 2016).

Nitrogen mineralization model

The kinetic model used for calculation of soil mineralizable nitrogen is shown in equation (1) as described by Dessureault-Rompre' *et al.* (2014):

$$Nt = N_0 \times (1 - e^{-kt}) \quad (1)$$

where Nt is the cumulative amount of nitrogen mineralization at time t, N_0 is potential mineralization nitrogen and k is the mineralization rate (Dessureault-Rompre' *et al.*, 2015, Thomas *et al.*, 2015, Wijanarko and Purwanto, 2016 and Wang *et al.*, 2017). N_0 and mineralization rate were calculated by non-linear regression model. The cumulative amount of nitrogen mineralization at the time

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

of each organic fertilizer was estimated to examine the index of agreement (Willmott *et al.*, 2012) and modeling efficiency (Mohanty *et al.*, 2011).

The index of agreement (d) and modeling efficiency (EF) were evaluated to verify the precision of the N mineralization model. Typically, prediction data is compared with observation data. The methods used to calculate the index of agreement and modeling efficiency are described in equations (2) and (3) below:

$$d = 1 - \frac{\sum_{i=0}^{n}(P_i - O_i)^2}{\sum_{i=0}^{n}(|P_i - \bar{O}| + |O_i - \bar{O}|)^2} \quad (2)$$

$$EF = 1 - \left[\frac{\sum_{i=1}^{n}(P_i - \bar{O})^2}{\sum_{i=1}^{n}(O_i - \bar{O})^2}\right] \quad (3)$$

where Pi = predicted value, Oi = observed value, $\bar{O}$ = mean of the observed values and n = number of observation.

Data analysis

The data were subjected to analysis of variance (ANOVA) and treatment means were compared by Duncan's multiple range test at $P \leq 0.05$.

Results

Soil properties before incubation

Soil properties before incubation were shown in Table 1. The soil texture was clay with strongly acidic (pH = 5.3). Electrical conductivity was 0.23 mS/cm. It was not affected plants growth (Table 1). Total nitrogen and total C were 2.41 and 23.90 g/kg, respectively. Available phosphorus, exchangeable potassium, exchangeable calcium, and exchangeable magnesium were 76.71, 251.53, 2998.79, and 661.96 mg/kg, respectively. The soil was high cation exchange capacity with 26.85 cmol/kg (Table 1).

Organic fertilizers properties before incubation

The pH of cow manure, compost, and sunn hemp were 8.20, 6.30 and 5.10, respectively (Table 2). Total N and total C of cow manure, compost, and sunn hemp were 7.80, 19.40 and 23.20 g/kg, respectively and 122.9, 260.70 and 432.90 g/kg, respectively for total C. Then, the C: N ratio of cow manure, compost, and sunn hemp were 15.76, 13.44 and 18.66, respectively. Alkaline hydrolysable N, easily N mineralization form, in cow manure, compost, and

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

sunn hemp were 217.48, 95.61 and 273.67 mg/kg, respectively. Total K_2O, Ca and Mg of cow manure and sunn hemp was higher than compost (Table 2).

Table 1. Soil properties before incubation

Soil property	Organic rice paddy soil (Bangkok soil series)
Soil texture	Clay
Sand (%)	25.96
Silk (%)	24.72
Clay (%)	49.32
Soil pH (water: soil, 1:1)	5.30
Electrical Conductivity (water: soil, 1:5) (mS/cm)	0.23
Cation exchange capacity (cmol/kg)	26.85
Total Nitrogen (g/kg)	2.41
Total Carbon (g/kg)	23.90
C:N ratio	9.92
Available Phosphorus (mg/kg)	35.47
Exchangeable Potassium (mg/kg)	251.53
Exchangeable Calcium (mg/kg)	2,998.79
Exchangeable Magnesium (mg/kg)	661.96

Table 2. Organic fertilizer properties before incubation

Chemical property	Cow manure	Compost	Sunn hemp
pH (organic fertilizer: water, 1:5)	8.20	6.30	5.10
Total N (g/kg)	7.80	19.40	23.20
Total C (g/kg)	122.90	260.70	432.90
C/N ratio	15.76	13.44	18.66
Alkaline hydrolysable N (mg/kg)	217.48	95.61	273.67
Total P_2O_5 (g/kg)	0.48	0.23	0.25
Total K_2O (g/kg)	34.35	6.39	19.23
Total Mg (g/kg)	4.82	3.04	5.18
Total Ca (g/kg)	23.46	7.69	7.53

Soil pH during incubation period

The results showed that at the initial day of incubation (day 0), soil pH of the soil amended with cow manure was highest with pH value 5.8 (moderately acid. Meanwhile, soil pH of the soil amended with compost, sunn hemp and control were 5.7, 5.5 and 5.5, respectively (Figure 1). Soil pH during initial until 14 days of incubation increased rapidly and at fourteen days of incubation pH was highest in all treatments (Figure 1). Soil pH of control was significantly different with soil pH of the soil amended with cow manure, compost and sunn hemp which pH values were 7.1, 7.3, 7.4 and 7.4, respectively. After 14 days

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

International Journal of Agricultural Technology 2018 Vol. 14(7): 1999-2014

of incubation, soil pH of all treatment slightly decreased and stable with soil pH values around 6.9-7.3 until the end of incubation. However, soil pH of all treatment from 21 -120 days after incubation was not significantly different.

pH	Day after incubation											
	0	3	5	7	14	21	28	42	56	70	98	120
P-value	<0.0001	0.0085	0.0060	0.0567	0.0035	0.9566	0.3555	0.2573	0.2966	0.4697	0.0037	0.1514
CV(%)	0.61	0.95	0.63	0.40	0.82	1.08	0.50	0.78	1.15	0.79	0.41	1.80

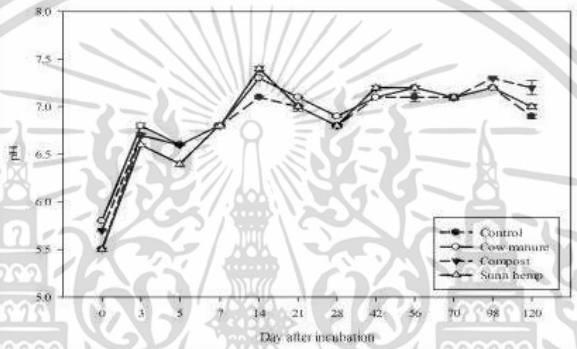


Figure 1. Change of soil pH during incubation period in paddy soil amended with and without different organic fertilizers (vertical bars indicate standard errors of means, n=3). The table above graph show analysis of variance of soil pH during incubation period

Change of alkaline hydrolysable nitrogen

The change of alkaline hydrolysable N during the incubation period was shown in Figure 2. At the initial day of incubation, alkaline hydrolysable N in the soil amended with cow manure was significantly differed with other treatments with the value 162.78 mg N/kg. Whereas, the soil in control and the soil amended with compost and sunn hemp were 128.78, 117.02 and 117.55 mg N/kg, respectively. After that, the concentration of alkaline hydrolysable nitrogen slowly increased unit 21 days after incubation. Moreover, on the third day of incubation alkaline hydrolysable nitrogen of sunn hemp was lowest and significant difference with control (Figure 2). Fifth and seven days of

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

incubation, alkaline hydrolysable N was higher than the soil amended with three organic fertilizers.

AHN	Day after incubation											
	0	3	5	7	14	21	28	42	56	70	98	120
P-value	0.0102	0.0006	0.1142	0.0111	0.0262	0.2145	0.0089	0.0101	0.0971	0.117	0.0428	0.0393
CV(%)	10.32	8.56	13.48	6.71	7.45	10.78	11.02	8.57	6.39	9.8	9.16	17.23

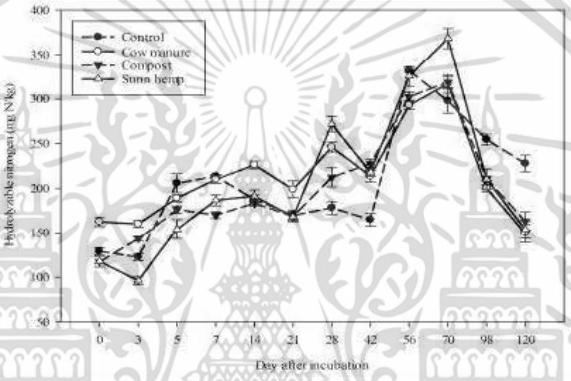


Figure 2. Change in alkaline hydrolysable nitrogen during incubation period in in paddy soil amended with and without different organic fertilizers (vertical bars indicate standard errors of means, n=3). The table above graph show analysis of variance of hydrolysable nitrogen during incubation period

After 21 days of incubation, alkaline hydrolysable N in control was significantly lower than other treatment until 56 days after incubation. After 56 days of incubation, alkaline hydrolysable N in control was fluctuation but it was clear significantly higher than the soil amended with three organic fertilizers (Figure 2). However, alkaline hydrolysable N in the soil amended with cow manure was higher than control until 56 days of incubation. Meanwhile, alkaline hydrolysable N in the soil amended with compost and sunn hemp at first seven days after incubation was lower than control. After 120 days after incubation, all amended soils were significantly differenced with control. Subsequently, the concentration of alkaline hydrolysable nitrogen in

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

International Journal of Agricultural Technology 2018 Vol. 14(7): 1999-2014

control, the soil amended with cow manure, compost, and sunn hemp were 227.97, 149.51, 163.32, and 153.82 mg N/kg, respectively (Figure 2).

Cumulative nitrogen mineralization

The cumulative N mineralization was calculated from extractable ammonium which releases each day of incubation. The cumulative N mineralization of all treatments is increased markedly with incubation time (Figure 3).

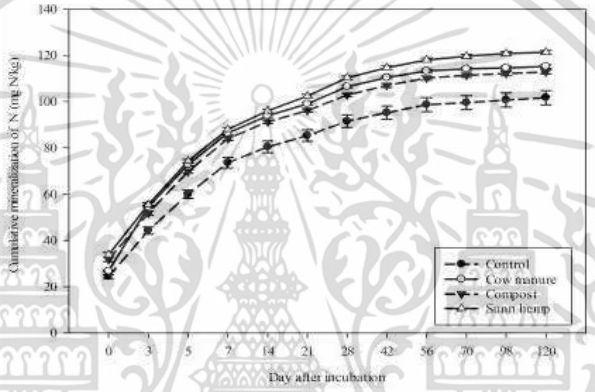


Figure 3. Cumulative N mineralized of nitrogen during incubation period in paddy soil with different organic fertilizers application (vertical bars indicate standard errors around means, n=3)

The cumulative N mineralization of control was lowest and significantly different from the soil amended with organic fertilizers throughout the incubation period (Figure 3 and Table 3). Nitrogen mineralization of soil amended with sunn hemp was highest but not significantly with another two organic fertilizers. Furthermore, cumulative N mineralization of cow manure was a little higher than compost (Figure 3). The cumulative N mineralization at the end of incubation period in control, cow manure, compost, and sunn hemp were 101.71, 115.21, 112.83 and 121.33 mg N/kg, respectively (Table 3). These results show that N in cow manure, compost, and sunn hemp mineralized 4.5, 3.71 and 6.54 percent of total N added, respectively.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Table 3. Effect of organic fertilizers on cumulative N mineralization during 120 days of incubation

Treatment	Days after incubation											
	0	3	5	7	14	21	28	42	56	70	98	120
Control	24.33a	44.25b	59.99b	73.61b	80.43b	85.35b	91.57b	95.27b	98.69b	99.57b	100.70b	101.71b
Cow manure	26.77b	54.54a	72.76a	86.42a	93.89a	96.07a	106.44a	110.42a	113.25a	114.17a	114.60a	115.21a
Compost	31.75a	51.79a	69.73a	84.10a	91.26a	96.19a	102.85a	107.00a	110.19a	111.41a	112.16a	112.83a
Sunn hemp	33.73a	55.47a	74.28a	88.03a	96.00a	102.40a	110.28a	114.66a	118.03a	119.61a	120.81a	121.33a
F-test	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*
CV(%)	8.35	5.94	4.88	4.96	4.65	4.30	4.35	4.45	4.62	4.57	4.53	4.54

*Significant at $p \leq 0.05$, value followed by the same lowercase letter in the same column are not significantly difference at $p \leq 0.05$

Nitrogen mineralization model

N mineralization potential and mineralization rate of soil with and without organic fertilizer amended were estimated using equation (1). The mineralization potential (N0) of control, cow manure, compost, and sunn hemp were 95.34, 109.90, 107.23 and 114.53 mg N/kg, respectively (Table 4). The N mineralization potential of control was significantly different with amended soils. The k values which indicated the mineralization rate of control, cow manure, compost, and sunn hemp were 0.2095, 0.2075, 0.2053 and 0.1992 mg N/kg, respectively (Table 4). The k value was not significantly different.

The predicted mineralization on the time was calculated from N0 and K value of each treatment. The index of agreement (d) and modeling efficiency were estimated from observed and predicted data. The index of agreement of the soil with and without organic fertilizer amended was close to 1 with the values 0.9859 - 0.9907 (Table 4). Meanwhile, modeling efficiency of control, the soil amended with cow manure, compost, and sunn hemp were 0.9591, 0.9631, 0.9424 and 0.9395, respectively (Table 4).

The 1:1 line between observed cumulative N mineralization and predicted cumulative N mineralization was indicated that the predicted cumulative N mineralization at low concentration was underestimated (Figure 4). The predicted cumulative N mineralization around 40 - 80 mg/kg seems to close the observed data (Figure 4). Whereas, the predicted cumulative N mineralization above 80 mg/kg was overestimated.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

International Journal of Agricultural Technology 2018 Vol. 14(7): 1999-2014

Table 4. Nitrogen mineralization potential and mineralization rate of soil with and without organic fertilizer amended, index of agreement and modelling efficiency

Treatment	N_0 (mg/kg)	k	Index of agreement	Modelling Efficiency
Control	95.34b	0.2095	0.9899	0.9591
Cow manure	109.90a	0.2074	0.9907	0.9631
Compost	107.23a	0.2053	0.9868	0.9424
Sunn hemp	114.53a	0.1992	0.9859	0.9395
F-test	*	ns		
CV (%)	4.42	7.55		

N_0 = N mineralization potential, k = mineralization rate.
*Significant at $p \leq 0.05$, ns = not significant, value followed by the same lowercase letter in the same column are not significantly difference at $p \leq 0.05$.

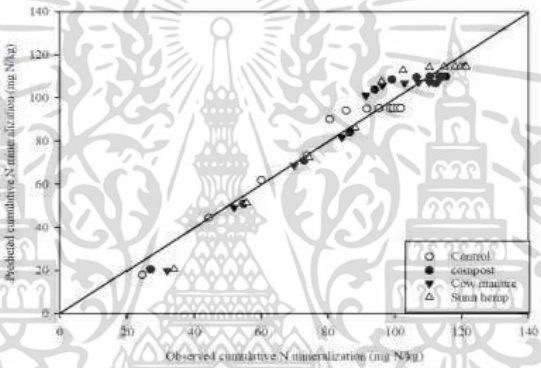


Figure 4. The 1:1 line between observed cumulative N mineralization and predicted cumulative N mineralization

Discussion

Effect of organic fertilizers on soil pH

The soil pH tended to increase and stability after 14 days of incubation. Soil pH of the soil with and without organic fertilizer amended become neutral after 14 days of incubation as the influence by the reduction reaction (Kyuma, 2004; Attanandana, 2007). In addition, the application of organic fertilizers could increase soil alkalinity (Dong *et al.*, 2012). The application of cow

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

manure showed that the soil pH at initial incubation was higher than compost and sunn hemp due to high pH of cow manure. Moreover, the change of soil pH to neutral may confirm that the soil with and without organic fertilizer amended during the incubation period under reduction condition. It might notice that the soil pH increased rapidly at the initial of flooding resulted by high organic carbon in soil and organic fertilizer (Attanandana, 2007). The optimum pH for ammonification reaction, the first step of N transformation from organic N to NH_4^+, was between 6.5 and 8.5 (Hopkinson and Giblin, 2008). So, the soil pH condition in this experiment was suitable for N transformation.

Effect of organic fertilizers on nitrogen mineralization

The application of organic fertilizers stimulated the mineralization of labile organic N in the soil (Zhang *et al*., 2012). Alkaline hydrolysable nitrogen may be an indicator for determined N transformation. The change of AHN fluctuated, for example, the initial day of incubation AHN in sunn hemp lower than control. It might be mentioned that N immobilization occurred. Short-term N immobilization was common with urban yard waste compost, with slow net mineralization thereafter (Hartz *et al*., 1996; Hartz and Giannini, 1998). Whereas, 7 – 70 days of incubation AHN in control was lower than other treatments. At the end of incubation AHN in control was higher and significantly different with the soil amended with organic fertilizer.

The cumulative N mineralization of control was significantly changed by the soil amended with organic fertilizers. Effect of organic fertilizers (cow manure, compost, and sunn hemp) on cumulative N mineralization was non-significant differences due to high clay and organic matter content in soil. At the end of incubation, nitrogen mineralization of three organic fertilizers was lower than 10 percent of total N added (300 mg/kg) (Table 3) as similar to the results of Wen *et al*. (1995). Chivenge *et al*. (2011) reported nitrogen transformation rates of added organic N sources are generally faster in coarse than fine-textured soils. Soil total N concentration was also higher in the clay than the sandy-loam soil, but soil available N was greater in the sandy-loam soil, (Luce *et al*., 2014). Mineralization rates of nitrogen in soil textures that are rich in silt and clay related to soil organic carbon and total N contents. Thus, the amount and type of clay in a soil affected N mineralization process (Najmadeen, 2011; Nieder *et al*., 2011; Ramirez *et al*., 2016). However, cumulative N mineralization of sunn hemp was higher than cow manure and compost and the sequence was sunn hemp > cow manure > compost. This sequence may relate to AHN content of organic fertilizer. Differences in organic-N mineralization

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

may be due to the specific characteristics of the organic materials (Zhang *et al*., 2012). Commonly N release from legume residues is rapid in the tropics (Perin *et al*., 2006).

Simulation of Nitrogen mineralization

Nitrogen mineralization potential found similar results as well as the cumulative N mineralization at the end of incubation. The N mineralization model fit well with observed data as indicated by an index of agreement and modeling efficiency. Nevertheless, the 1:1 line indicates that at low and high cumulative N mineralization was underestimate and overestimate, respectively. However, the N mineralization model helped to reduce N fertilization and N leaching, while saving considerable amount of N fertilizer (Heumann *et al*., 2013). The ability of laboratory incubation to predict N mineralization in the field could be better evaluated and more reliable results were obtained in the field (Delphin, 2000).

It concluded that the incubation experiment with 120 days indicated the soil pH increased from 5.3 (strongly acidic) to 6.9-7.2 (neutral). The cumulative N mineralization and potential N mineralization in the soil amended with green manure as sunn hemp was the highest. The effect of organic fertilizer properties was not affected cumulative N mineralization and potential N mineralization. It may be due to high clay content and organic carbon in the organic rice soil. Soil with high clay content and organic carbon was less mineralization. The model for predicting cumulative N mineralization can be used and field experiment is needed to evaluate the precision of the model

Acknowledgement

This research was supported by Graduate Research Fund Faculty of Agricultural Technology, King Mongkut's Institute of Technology Ladkrabang, Bangkok, Thailand.

References

Albiach, R., Canet, R., Pomares, F. and Ingelmo, F. (2000). Microbial biomass content and enzymatic activities after the application of organic amendments to a horticultural soil. Bioresource Technology. 75:43-48.

Attanandana, T. (2007). Basic of chemical reaction in paddy soils. In: Paddy soil science. Department of Soil Science, Kasetsart University, Bangkok. pp. 29-46.

Bray, R. H. and Kurtz, L. T. (1945). Determination of total organic and available forms of phosphorus in soil. Soil Science. 59:39-45.

Bushong, J. T., Roberts, T. L., Ross, W. J., Slaton, N. A. and Wilson, C. E. (2008). Evaluation of distillation and diffusion techniques for estimating hydrolysable amino sugar-nitrogen

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

as a means of predicting nitrogen mineralization. Soil Science Society of America. 72:992-999.

Cherr, C. M., Scholberg, J. M. S., and McSorley, R. (2006). Green manure as nitrogen source for sweet corn in a warm-temperature environment. Agronomy Journal. 98:1173-1180.

Chavenge, P., Vanlauwe, B., Gentile, R. and Six, J. (2011). Comparison of organic versus mineral resource effects on short-term aggregate carbon and nitrogen dynamics in a sandy soil versus a fine textured soil. Agriculture, Ecosystems and Environment. 140:361-371.

Chongpraditnun, P. (2001). Soil exchangeable base cation analysis. In: Department of Agricultural ed. Handbook of soil and plant analysis, Chatuchak, Bangkok, The Agricultural Co-operative Federation of Thailand LTD. pp 24-32.

Cline, G. R. and A. F. Silvernail. (2002). Effects of cover crops, nitrogen and tillage on sweet corn. HortTechnology. 12:118-125.

Dahlin, S., Kirchmann, H., Kätterer, T., Gunnarsson, S. and Bergström, L. (2005). Possibilities for improving nitrogen use from organic materials in agricultural cropping systems. Ambio: A Journal of the Human Environment. 34:288-294.

Delphin, J. E. (2000). Estimation of nitrogen mineralization in the field from an incubation test and from soil analysis. Agronomie. 20:349-361.

Dessureault-Rompre', J., Zebarth, B. J., Burton, D. L. and Georgallas, A. (2015). Predicting soil nitrogen supply from soil properties. Canadian Journal of Soil Science. 95:63-75.

Dong, W., Zhang, X., Wang, H., Dai, X., Sun, X., Qiu, W. and Yang, F. (2012). Effect of different fertilizer application on the soil fertility of paddy soils in red soil region of Southern China. PLOS ONE. 7: 1-8.

Duan, Y. H., Zhang, Y. L., Ye, L. T., Fan, X. R., Xu, G. H. and Shen, Q. R. (2007). Responses of rice cultivars with different nitrogen use efficiency to partial nitrate nutrition. Annals of Botany. 99:1153-1160.

Griffin, T. S., and Honeycutt, C. W. (2000). Using growing degree days to predict nitrogen availability from livestock manures. Soil Science Society of America Journal. 64:1876-1882.

Griffin, T. S., He, Z. and Honeycutt, C. W. (2005). Manure composition affects net transformation of nitrogen from dairy manures. Plant and Soil. 273:29-38.

Hartz, T. K. and Giannini, C. (1998). Duration of composting of yard wastes affects both physical and chemical characteristics of compost and plant growth. HortScience. 33:1192-1196.

Hartz, T. K., Costa, F. J and Schrader, W. L. (1996). Suitability of composted green waste for horticultural uses. HortScience. 31:961-964.

Hartz, T. K., Mitchell, J. P. and Giannini, C. (2000). Nitrogen and carbon mineralization dynamics of manures and composts. HortScience. 35:209-212.

Heumann, S., Fier, A., Hafidenteufel, M., Höper, H., Schäfer, W., Eder, T. and Böttcher, J. (2013). Minimizing nitrate leaching while maintaining crop yields: insights by simulating net N mineralization. Nutrient Cycling in Agroecosystems. 95:395-408.

Hopkinson, C. S. and Giblin, A. E. (2008). Nitrogen dynamics of coastal salt marshes. In: Capone, D. G., Bronk, D.A., Mulholland, M. R., and Carpenter, E.J. eds. Nitrogen in the Marine Environment (second edition). Academic Press. pp. 991-1036.

Khan, S. A., Mulvaney, R. L. and Hoeft, R. G. (2001). A Simple Soil Test for Detecting Sites that are Nonresponsive to Nitrogen Fertilization. Soil Science Society of America Journal. 65:1751-1760.

Kyuma, K. (2004). Paddy Soil Science. Kyoto, Kyoto University Press and Trans Pacific Press, 280 pp.

2012

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

LECO Corporation. (2016). Operation. In: Trumac CNS/NS Carbon/Nitrogen/Sulfur Determinators Instruction Manual, U.S., LECO Europe B.V. pp. 1-56.

Luce, M. S., Whalen, J. K., Ziadi, N. and Zebarth, B. J. (2014). Labile organic nitrogen transformations in clay and sandy-loam soils amended with 15N-labelled faba bean and wheat residues. Soil Biology and Biochemistry. 68:208-218.

Masunga, R. H., Uzokwe, V. N., Mlay, P. D., Odeh, I., Singh, A., Buchan, D. and Neve, S. D. (2016). Nitrogen mineralization dynamics of different valuable organic amendments commonly used in agriculture. Applied Soil Ecology. 101:185-193.

Miegroet, H. V. (1995). Inorganic nitrogen determined by laboratory and field extractions of two forest soils. Soil Science Society of America Journal. 59:549-553.

Mikkelsen, R. and Hartz, T. K. (2008). Nitrogen sources for organic crop production. Better Crops. 92:16-19.

Mohanty, M., Reddy, K. S., Probert, M. E., Dalal, R. C., Rao, A. S. and Menzies, N. W. (2011). Modelling N mineralization from green manure and farmyard manure from a laboratory incubation study. Ecological Modelling. 222:719-726.

Myint, A. K., Yamakawa, T., Zenmyo, T., Thiao, H. T. and Sarr, P. S. (2011). Effects of organic-manure application on growth, grain yield, and nitrogen, phosphorus, and potassium recoveries of rice variety Manawthuka in paddy soils of differing fertility. Communications in Soil Science and Plant Analysis. 42:457-474.

Najmadeen, H. H. (2011). Effects of soil organic matter, total nitrogen and texture on nitrogen mineralization process. Journal of Al-Nahrain University. 14:144-151.

Nieder, R., Benbi, D. and Scherer, H. (2011). Fixation and defixation of ammonium in soils: a review. Biology and Fertility of Soils. 47:1-14.

Pan-in, P. (2008). pH analysis. In: Department of Agricultural ed. Handbook of organic fertilizers Analysis, Ladprao, Bangkok, Quick Print Offset, pp. 5-6.

Pereira, J. M., Muniz, J. A. and Silva, C. A. (2005). Nonlinear models to predict nitrogen mineralization in an Oxisol. Scientia Agricola. 62:395-400.

Perin, A., Santos, R. H. S., Urquiaga, S. S., Cecon, P. R., Guerra, J. G. M. and Freitas, G. B. (2006). Sunnhemp and millet as green manure for tropical maize production. Scientia Agricola. 63:453-459.

Ramirez, M. V., Rubilar, R. A., Montes, C., Stape, J. L., Fox, T. R. and Allen, H. L. (2016). Nitrogen availability and mineralization in Pinus radiata stands fertilized mid-rotation at three contrasting sites. Journal of Soil Science and Plant Nutrition. 16:118-136.

Rao, L. E., Parker, D. R., Bytnerowicz, A. and Allen, E. B. (2009). Nitrogen mineralization across an atmospheric nitrogen deposition gradient in Southern California deserts. Journal of Arid Environments. 73:920-930.

Richards, L. A. (1954). Diagnosis and Improvement of Saline and Alkali Soil. USDA Agriculture. Handbook 60. Washington, D. C.

Sahrawat, K.L. (2004). Ammonium production in submerged soils and sediments: The role of reducible iron. Communications in Soil Science and Plant Analysis. 35:399-411.

Sharifi, M., Zebarth, B. J., Burton, D. L., Grant, C. A. and Cooper, J. M. (2007). Evaluation of some indices of potentially mineralizable nitrogen in soil. Soil Science Society of America Journal. 71:1233-1239.

Thomas, B. W., Sharifi, M., Whalen, J. K. and Chantigny, M. H. (2015). Mineralizable nitrogen responds differently to manure type in contrasting soil texture. Soil Science Society of America Journal. 79:1396-1405.

Wang, J., Zhuang, S. and Zhu, Z. (2017). Soil organic nitrogen composition and mineralization of paddy soils in a cultivation chronosequence in China. Journal of Soils and Sediments. 17:1588-1598.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Wang, M. Y., Siddeqi, M. Y., Ruth, T. J. and Glass, A. D. M. (1993). Ammonium uptake by rice roots. I. Kinetics of $^{13}NH_4^+$ influx across the plasmalemma. Plant Physiology. 103:1259-1267.

Waring, S. A., and Bremner, J. M. (1964). Ammonium production in soil under water logged conditions as an index of nitrogen availability. Nature. 201:951-952.

Wen, G., Thomas, E. and Voroney, R.P. (1995). Evalution of nitrogen availability in irradiated sewage sludge, sludge compost and manure compost. Journal of Environmental Quality. 24:527-534.

Wijanarko, A. and Purwanto, B. H. (2016). Comparison of two kinetics models for estimating N mineralization affected by different quality of organic matter in Typic Hapludults. Journal of Degraded and Mining Lands Management. 3:577-583.

Willmott, C. J., Robeson, S. M. and Matsura, K. (2012). Short Communication A refined index of model performance. International Journal of Climatology. 32: 2088-2094.

Zhang, J. B., Zhu, T. B., Cai, Z. C., Qin, S. W. and Müller, C. (2012). Effects of long-term repeated mineral and organic fertilizer applications on soil nitrogen transformations. European Journal of Soil Science. 63:75-85.

(Received: 12 September 2018, accepted: 31 October 2018)

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก ง

สรุปค่าใช้จ่ายการดำเนินงานโครงการวิจัย

รายงานในช่วงตั้งแต่วันที่ 26 เดือนธันวาคม พ.ศ. 2560 ถึงวันที่ เดือนกันยายน พ.ศ. 2561

หมวด	งบประมาณรวมทั้งโครงการ	ค่าใช้จ่ายจากรายงานครั้งก่อน	ค่าใช้จ่ายงวดปัจจุบัน	รวมค่าใช้จ่ายสะสมถึงปัจจุบัน	งบประมาณคงเหลือ
1. งบบุคลากร :ค่าจ้างชั่วคราว					
ค่าตอบแทนคณะนักวิจัย			0.00		
ค่าจ้างผู้ช่วยนักวิจัย	60,000.00			60,000.00	0.00
2. งบดำเนินงาน					
ค่าตอบแทน					
ค่าใช้สอย					
ค่าวัสดุ	10,000.00			10,000.00	
ค่าสาธารณูปโภค					
3. งบลงทุน: ค่าครุภัณฑ์					
รวม	**70,000.00**	**0.00**	**0.00**	**70,000.00**	**0.00**

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

รายละเอียด	งวดที่	จำนวน (บาท)	เมื่อวันที่
จำนวนเงินที่ได้รับจาก	1	59,500.00	18/12/60
	2	10,500.00	30/05/61
	ดอกเบี้ยธนาคาร	79.23	
	รวมรับทั้งสิ้น	70,079.23	
ค่าใช้จ่ายรายงวด	1	15,000.00	26/12/60
	2	11,965.00	31/01/61
	3	5,000.00	27/02/61
	4	5,000.00	27/03/61
	5	5,000.00	27/04/61
	6	5,000.00	30/05/61
	7	5,000.00	29/06/61
	8	7,940.00	31/07/61
	9	5,000.00	28/08/61
	10	5,095.00	27/09/61
	รวมจ่ายทั้งสิ้น	70,000.00	

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ข้อมูลประวัติคณะผู้วิจัย

1. ชื่อ-นามสกุล นางสาวสุกัญญา แย้มประชา

สถานที่ติดต่อ (ที่ทำงาน) ภาควิชาเทคโนโลยีการผลิตพืช
คณะเทคโนโลยีการเกษตร
สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหาร
ลาดกระบัง กรุงเทพฯ 10520

โทรศัพท์/โทรสาร 02-3298151

E-mail – address sukunya.ya@kmitl.ac.th

ประวัติการศึกษา

ปริญญาตรี วท.บ. (เคมีการเกษตร) สาขาเคมีการเกษตร
มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ปริญญาโท วท.ม. (เกษตรศาสตร์) สาขาปฐพีวิทยา มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ปริญญาเอก ปร.ด. (ปฐพีวิทยา) สาขาปฐพีวิทยา มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ผลงานวิจัย

ก. ผลงานวิจัยที่ตีพิมพ์ในวารสารระดับชาติและนานาชาติ

Supsuan, P., P. Surin, and **S. Yampracha**. 2018. Effects of organic fertilizer application on the transformation of nitrogen in paddy soil. International Journal of Agricultural Technology 14(7):1999-2014.

Thummanatsakun, V. and **S. Yampracha.** 2018. Effects of interaction between nitrogen and potassium on the growth and yield of cassava. International Journal of Agricultural Technology 14(7): 2137-2150.

Phakamas, N. and **S. Yampracha**. 2018. Application of soil test kit for evaluating nitrogen fertilizer requirement of Napier Pakchong 1 grass in Thailand. International Journal of Agricultural Technology 14(7): 1599-1610.

*Souliyavongsa, X., **S. Yampracha**, T. Attanandana, R. Yost and P. Kanghae. 2015. Phosphorus-sorption Characteristics and Phosphorus Buffer Coefficient of some Important Soils in Lao PDR. Communications in Soil Science and Plant Analysis, 46:666-681.*

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Kaweewong J., T. Kongkaew, S. Tawornprek, ***S. Yampracha****, R. Yost*. 2013. Nitrogen requirements of cassava in selected soils of Thailand. Journal of Agriculture and Rural Development in the Tropics and Subtropics. Vol. 114(1), 13-19.

Kaweewong J., S. Tawornpruek, **S. Yampracha**, R. Yost, S. Kongton, T. Kongkeaw. 2013. *Cassava Nitrogen Requirements in Thailand and Crop Simulation Model Predictions*; Journal: Soil Science. Vol. 178(5), 248-255.

Yampracha S., T. Attanandana, A.S. Diarra, A. Srivihok, and R.S. Yost. 2006. Predicting the dissolution of four rock phosphates in flooded acid sulfate soils of Thailand. Soil Science. 171(3):200-209.

Yampracha, S., T. Attanandana, A. Sidibe-Diarra and R.S. Yost, 2005. Predicting the dissolution of rock phosphates in flooded acid sulfate soils. Soil Sci. Soc. Am. J., 69: 2000-2011.

P. Surin, S. Pronkanung, K. Lachitavong and **S. Yampracha**. 2018. Effect of Limestone and Drainage on Ameliorate Acidity, Salinity and Toxicity of Aluminum, Iron and Manganese in Acid Sulfate Soil. King Mongkut's Agricultural Journal. Vol 36 (Supplement), 45 – 53 (In Thai).

Yampracha S. and P. Wathakiattikul. 2015. Effect of Organic Fertilizers on Soil Phosphorus Sorption Capacity. In Proceeding of 2nd International Symposium Agricultural Technology, 1-3 July 2015, A-One The Royal Cruise Hotel, Pattaya, Thailand

Yampracha S., S. Ratanasriwong, W. Amornpon, B. Khamsueb and A. Jintrawet. 2014. Effects of Phosphorus Fertilizer Rates on Changes of Soil Phosphorus Fractions in Cassava Growing Soils of Thailand. 20th World Congress of Soil Science, June 8-13, 2014 Jeju, Korea.

Yampracha, S., N. Boonplang and N. Phanchindawan. 2010. Nutrient Status of Asparagus (*Asparagus officinalis* L.) Leave and Soils in Western Thailand. In Proceeding of the 16th Asian Agricultural Symposium and 1st International Symposium Agricultural Technology, 25-27 August 2010, King Mongkut's Institute of Technology Ladkrabang, Bangkok, Thailand

Pornkanung, S., P. Surin, K. Lachitavong and **S. Yampracha**. 2018. Effects of limestone application and water drainage on nutrients availability in acid sulfate soils for rice cultivation. In

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Proceeding of the 5th King Mongkut's Agriculture Conference, 16 February, 2018. Chaokhunthahan building, King Mongkut's Institute of Technology Ladkrabang, Bangkok, Thailand.

Worphet, A., Y. Khamdee, W. Srithongnu, P. Teamkao and **S. Yampracha**. 2018. Purchasing chemical fertilizers behavior of farmers for field crops in Lopburi province. In Proceeding of the 5th King Mongkut's Agriculture Conference, 16 February 2018. Chaokhunthahan building, King Mongkut's Institute of Technology Ladkrabang, Bangkok, Thailand.

Nuamyakul, T., **S. Yampracha** and V. Udompetaikul. 2017. Measurement and Analysis of Soil Nutrient Content using Near-infrared Spectroscopy Technique. In Proceeding of the 18th TSAE National Conference and 10th TSAE International Conference. 7-9 September 2017, IMPACT Exhibition Center, Nonthaburi, Thailand (In Thai).

Thummanatsakun, V., N. Phumnuk, N. Tawinteung, W. Amornpon, S. Tancharoen and **S. Yampracha**. 2017. Effect of nitrogen, potassium and sulfur deficiency on growth and nutrients uptake in cassava (*Manihot esculenta* L. Crantz). In 5th Thailand National Conference of Soil Science and Fertilizers, 1-2 August 2017, Centra by Centrara Hotel, Bangkok, Thailand (In Thai).

Supsuan, P., S. Seubkrasair, S. Boonmee and **S. Yampracha**. 2017. Effects of leonardite and cow manure on growth and yield of marigold (*Tagetes erecta* L.) and change of soil properties after harvesting. In 5th Thailand National Conference of Soil Science and Fertilizers, 1-2 August 2017, Centra by Centrara Hotel, Bangkok, Thailand (In Thai).

Teemaungsong, K., **S. Yampracha** and N. Tawinteung. 2015. Changes in soil inorganic nitrogen and hydrolysable nitrogen of soil amended with animal manures. In Proceeding of 53rd Kasetsart University Annual Conference, 3-6 February 2015, Kasetsart University, Bangkok, Thailand (In Thai).

ข. ผลงานวิจัยที่สามารถนำไปใช้ประโยชน์ได้

Dissolution and availability of rock phosphates for rice cultivation in acid sulfate soils of Thailand. เป็นส่วนหนึ่งของสมการคำนวณอัตราปุ๋ยหินฟอสเฟตสำหรับนาข้าวใน โปรแกรมสำเร็จรูป PDSS

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ค. ผลงานอื่นๆ เช่น ตำรา บทความ สิทธิบัตร ฯลฯ

-

จ. รางวัลผลงานวิจัยที่เคยได้รับ

-

ฉ. สาขาวิชาที่เชี่ยวชาญ (สามารถตอบได้มากว่า 1 สาขา)

ความอุดมสมบูรณ์ของดิน เคมีดิน การจัดการธาตุอาหารเฉพาะพื้นที่

ช. ภาระงานในปัจจุบัน

1. งานประจำ อาจารย์ประจำภาควิชาเทคโนโลยีการผลิตพืช คณะเทคโนโลยีการเกษตร สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2. ชื่อ - นามสกุล (ภาษาไทย) นางสาว ภาสินี สืบสวน
ตำแหน่งปัจจุบัน นักศึกษาระดับบัณฑิตศึกษา
สถานที่ติดต่อ ภาควิชาเทคโนโลยีการผลิตพืช
คณะเทคโนโลยีการเกษตร
สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหาร
ลาดกระบัง กรุงเทพฯ 10520
โทรศัพท์ 080-619-3292
E-mail – address nunn_nlb@hotmail.com

ประวัติการศึกษา

ประวัติการศึกษา

ปริญญาตรี วท.บ. (เกษตรศาสตร์) สาขาเทคโนโลยีการผลิตพืช

ผลงานวิจัย

ก. ผลงานวิจัย/งานสร้างสรรค์ที่ตีพิมพ์เผยแพร่ (ระดับชาติและนานาชาติ)

Supsuan, P., Surin, P. and Yampracha, S. Effects of organic fertilizer application on the transformation of nitrogen in paddy soil. *International Journal of Agricultural Technology*. 14(7), 1999-2014.

ข. การเสนอผลงานวิชาการ

ภาสินี สืบสวน, ศรัณย์ สืบกระแสร์, ศตวรรษ บุญมี และสุกัญญา แย้มประชา. 2560. ผลของการใช้ลีโอนาร์ไดต์และปุ๋ยมูลโคต่อการเจริญเติบโต ผลผลิตของดอกดาวเรือง และการเปลี่ยนแปลงสมบัติของดินหลังปลูก. ใน เรื่องเต็มการประชุมวิชาการดินและปุ๋ยแห่งชาติ ครั้งที่ 5. 1-2 สิงหาคม 2560. โรงแรมเซ็นทรา บาย เซ็นทารา ศูนย์ราชการและคอนเวนชันเซ็นเตอร์ แจ้งวัฒนะ, กรุงเทพฯ.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้