



ใบรับรองวิทยานิพนธ์  
บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

วิทยาศาสตร์มหาบัณฑิต (เกษตรศาสตร์)

ปริญญา

ปฐพีวิทยา

สาขา

ปฐพีวิทยา

ภาควิชา

เรื่อง ผลของการใส่มูลสัตว์ร่วมกับปุ๋ยเคมีต่อการเจริญเติบโตและผลผลิตของข้าวโพดเลี้ยง  
สัตว์พันธุ์สุวรรณ 4452

Effects of Combined of Manure and Chemical Fertilizer Application on the Growth and  
Yields of Field Corn cv. Suwan 4452

نامผู้วิจัย นายกริช สิทธิโชคธรรม

ได้พิจารณาเห็นชอบโดย

อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์หลัก

( ผู้ช่วยศาสตราจารย์อรุณศิริ กำลั้ง, D.Agr. )

อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ร่วม

( รองศาสตราจารย์รังสฤษฎ์ กาวิต๊ะ, Ph.D. )

อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ร่วม

( อาจารย์สุรียา สาสนรักกิจ, วท.ด. )

หัวหน้าภาควิชา

( ผู้ช่วยศาสตราจารย์อรรถศิษฐ์ วงศ์มณีโรจน์, วท.ม. )

บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์รับรองแล้ว

( รองศาสตราจารย์กัญญา ธีระกุล, D.Agr. )

คณบดีบัณฑิตวิทยาลัย

วันที่ ..... เดือน ..... พ.ศ. ....

วิทยานิพนธ์

เรื่อง

ผลของการใส่มูลสัตว์ร่วมกับปุ๋ยเคมีต่อการเจริญเติบโตและผลผลิตของข้าวโพดเลี้ยงสัตว์  
พันธุ์สุวรรณ 4452

Effects of Combined of Manure and Chemical Fertilizer Application on the Growth and Yields of  
Field Corn cv. Suwan 4452

โดย

นายกริช สิริโชคธรรม

เสนอ

บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์  
เพื่อความสมบูรณ์แห่งปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต (เกษตรศาสตร์)

พ.ศ. 2552

กริช ลิทธิโชคธรรม 2552: ผลของการใส่มูลสัตว์ร่วมกับปุ๋ยเคมีต่อการเจริญเติบโตและ  
ผลผลิตของข้าวโพดเลี้ยงสัตว์พันธุ์สุวรรณ 4452 ปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต  
(เกษตรศาสตร์) สาขาปฐพีวิทยา ภาควิชาปฐพีวิทยา อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์หลัก:  
ผู้ช่วยศาสตราจารย์อรุณศิริ กำลัง, D.Agr. 118 หน้า

ผลของการใส่มูลสัตว์ร่วมกับปุ๋ยเคมีต่อการเจริญเติบโต และผลผลิตของข้าวโพดเลี้ยงสัตว์  
พันธุ์สุวรรณ 4452 ใน 3 ฤดูปลูก ดำเนินการในแปลงทดลองของภาควิชาปฐพีวิทยา มหาวิทยาลัย  
เกษตรศาสตร์ วิทยาเขตกำแพงแสน (ชุดดินกำแพงแสน) มูลสัตว์ที่ใช้ คือ มูลโค และ มูลไก่ วาง  
แผนการทดลองแบบสุ่มสมบูรณ์ภายในบล็อก (Randomized Complete Block Design, RCBD)  
ประกอบด้วย 10 ดำรับการทดลอง จำนวน 4 ซ้ำ โดยกำหนดอัตราไนโตรเจนเป็นปุ๋ยรองพื้นตาม  
คำแนะนำการใช้ปุ๋ยของกรมวิชาการเกษตรสำหรับข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ คือ 8 กก./ไร่ (ปุ๋ยเคมีสูตร  
16-16-8 อัตรา 50 กก./ไร่) เป็น 1N ดำรับการทดลอง 10 ดำรับ คือ ดำรับที่ 1 เป็นดำรับควบคุม  
ดำรับที่ 2 ใส่ปุ๋ยเคมี 1 N ดำรับที่ 3 ใส่มูลโค 1N ดำรับที่ 4 ใส่มูลไก่ 1N ดำรับที่ 5 ใส่มูลโค 1/2N  
ร่วมกับปุ๋ยเคมี 1/2N ดำรับที่ 6 ใส่มูลโค 3/4N ร่วมกับปุ๋ยเคมี 1/4N ดำรับที่ 7 ใส่มูลโค 1N ร่วมกับ  
ปุ๋ยเคมี 1/2N ดำรับที่ 8-10 เป็นกลุ่มดำรับที่ใส่มูลไก่ที่มีปริมาณไนโตรเจนและสัดส่วนการใส่  
เหมือนกับดำรับที่ 5-7 และใส่ปุ๋ยยูเรียแต่งหน้าอัตรา 10 กก./ไร่ ในทุกดำรับการทดลอง

จากผลการทดลองทั้ง 3 ฤดูปลูกพบว่า ดำรับควบคุมมีการเจริญเติบโตและผลผลิตเมล็ด  
ของข้าวโพดต่ำกว่าทุกดำรับที่มีการใส่ปุ๋ย ดำรับที่ใส่มูลไก่ 1N ให้ผลผลิตสูงกว่าดำรับที่ใส่มูลวัว  
1N ในทุกฤดูปลูกและสูงกว่าดำรับที่ใส่ปุ๋ยเคมี 1N ในฤดูปลูกที่ 1 ส่วนในฤดูปลูกที่ 2 และ 3 นั้น  
ดำรับที่ใส่มูลไก่และปุ๋ยเคมีให้ผลผลิตใกล้เคียงกัน การเพิ่มขึ้นของสัดส่วนปุ๋ยเคมีจาก 1/4N เป็น  
1/2N ต่อผลผลิตของกลุ่มดำรับที่ใส่มูลสัตว์ร่วมกับปุ๋ยเคมีอัตรา 1N พบว่า มีค่าเพิ่มขึ้นในกลุ่ม  
ดำรับมูลโคในทุกฤดูปลูกและในกลุ่มดำรับมูลไก่ในฤดูปลูกที่ 3 ส่วนในฤดูปลูกที่ 2 มีค่าใกล้เคียง  
กัน และในฤดูปลูกที่ 1 มีค่าลดลง ดำรับที่ใส่มูลไก่ 1N ดำรับที่ใส่ปุ๋ยเคมี 1N และดำรับที่ใส่มูลไก่  
1N ร่วมกับปุ๋ยเคมี 1/2N ให้ผลผลิตสูงที่สุดในฤดูปลูกที่ 1, 2 และ 3 ตามลำดับ

Krich Sittichoketram 2009: Effects of Combined of Manure and Chemical Fertilizer Application on the Growth and Yields of Field Corn cv. Suwan 4452. Master of Science (Agriculture), Major Field: Soil Science, Department of Soil Science. Thesis Advisor: Assistant Professor Arunsiri Kumlung, D.Agr. 118 pages.

The effects of cow and chicken manures applied in various combinations with chemical fertilizer on the vegetative growth and yields of field grown Suwan 4452 corn variety were studied at the experimental field of Soil Science Department, Kasetsart University, Kamphaeng Saen Campus (Kamphaeng Saen soil series). Based on general farmer recommendation, the application of N-fertilizer was 8 kgN/rai (using 16-16-8 compound fertilizer at the rate of 50 kg/rai). This rate was identified as 1N. The experimental design was RCBD with 10 treatments and 4 replications. The treatments are 1) control 2) 1N from chemical fertilizer 3) 1N from cow manure 4) 1N from chicken manure 5) 1/2N from cow manure+1/2N from chemical fertilizer 6) 3/4N from cow manure+1/4N from chemical fertilizer 7) 1N from cow manure+1/2N from chemical fertilizer. Treatments 8-10 were the same as treatments 5-7 except the organic N-sources were the chicken manure. Urea was top dressed at the rate of 10 kgN/rai to every treatment.

The results drawn from 3 successive growing season revealed that growth and grain yield of control treatment was lower than every treatment containing fertilizer. The 1N chicken manure treatment gave higher grain yield compared to cow manure applied at the same rate for every growing season and higher than the 1N chemical fertilizer treatment for the first season. For the 2nd and 3rd seasons the chicken manure and chemical treatments were found equally performed. Increase in application rate of chemical fertilizer from 1/4N to 1/2N in the treatments containing animal manures at 1N plus chemical fertilizer resulted increases in yield for the group of cow manure in every growing season and for the group of chicken manure in the 3rd season. Such application was found to have comparable effects in the 2nd season and resulted decreases in yield in the 1st season. It was also found that treatments containing 1N of chicken manure, 1N of chemical fertilizer, and 1N of chicken manure plus 1/2N of chemical fertilizer produced highest yield in the 1st, 2nd, and 3rd season, respectively.

---

Student's signature

---

Thesis Advisor's signature

\_\_\_\_ / \_\_\_\_ / \_\_\_\_

## กิตติกรรมประกาศ

ข้าพเจ้าขอกราบขอบพระคุณ ผศ.ดร.อรุณศิริ กำลิ่ง ประธานกรรมการที่ปรึกษา และ  
อาจารย์จันทร์จรัส วีรสาร ที่ให้ความรู้ คำปรึกษา และคำแนะนำในการศึกษาและวิจัย ตลอดจนการ  
ตรวจแก้ไขวิทยานิพนธ์ฉบับนี้จนเสร็จสมบูรณ์ ขอกราบขอบพระคุณ รศ.ดร.รังสฤษฎ์ กาวิด๊ะ และ  
ดร.สุริยา ศาสนรักกิจ คณะกรรมการร่วม และขอกราบขอบพระคุณ รศ.ดร.ขงยุทธ โอสดสภา  
ประธานการสอบ และ ดร.วิสุทธิ วีรสาร ผู้ทรงคุณวุฒิภายนอก ที่กรุณาให้คำแนะนำ และช่วยเหลือ  
ในการทำวิทยานิพนธ์ให้สำเร็จลุล่วงไปด้วยดี

ขอกราบขอบพระคุณคุณพ่อ คุณแม่ และคุณย่าที่ได้อบรมสั่งสอนเลี้ยงดู ให้กำลังใจและ  
โอกาสทางการศึกษาแก่ข้าพเจ้าจนสำเร็จการศึกษา และคณาจารย์ทุกท่านที่เมตตาอบรมสั่งสอนให้  
ความรู้แก่ข้าพเจ้าจนกระทั่งปัจจุบัน

ขอขอบคุณเจ้าหน้าที่แปลงทดลอง ห้องปฏิบัติการทางฟิสิกส์ของดินและห้องปฏิบัติการ  
เคมีและความอุดมสมบูรณ์ของดิน ภาควิชาปฐพีวิทยา ที่ได้อนุเคราะห์ให้ใช้สถานที่ อุปกรณ์ใน  
ห้องปฏิบัติการและช่วยเหลือในการทำงานต่างๆ ให้สำเร็จลุล่วงไปด้วยดี ขอขอบคุณสำหรับพี่ ๆ  
เพื่อนๆ และน้อง ๆ ในภาควิชาปฐพีวิทยา ที่ได้ให้ความช่วยเหลือและเป็นกำลังใจแก่ข้าพเจ้าด้วยดี  
ตลอดมา

กริช ลิทธิโชคธรรม

มกราคม 2552

## สารบัญ

## หน้า

|                        |     |
|------------------------|-----|
| สารบัญ                 | (1) |
| สารบัญตาราง            | (2) |
| สารบัญภาพ              | (6) |
| คำนำ                   | 1   |
| วัตถุประสงค์           | 3   |
| การตรวจเอกสาร          | 4   |
| อุปกรณ์และวิธีการทดลอง | 25  |
| อุปกรณ์                | 25  |
| วิธีการทดลอง           | 26  |
| ผลและวิจารณ์           | 34  |
| สรุปผลการทดลอง         | 104 |
| เอกสารและสิ่งอ้างอิง   | 105 |
| ภาคผนวก                | 112 |

## สารบัญตาราง

| ตารางที่                                                                                                           | หน้า |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------|
| 1 สมบัติทางฟิสิกส์และเคมีของดินในแปลงทดลอง                                                                         | 34   |
| 2 สมบัติและองค์ประกอบทางเคมีของมูลโคและมูลไก่                                                                      | 35   |
| 3 ผลของการดำรับการทดลองต่อความสูง (ซม.) ของข้าวโพดในการปลูกครั้งที่ 1                                              | 39   |
| 4 ผลของการดำรับการทดลองต่อความสูง (ซม.) ของข้าวโพดในการปลูกครั้งที่ 2                                              | 41   |
| 5 ผลของการดำรับการทดลองต่อความสูง (ซม.) ของข้าวโพดในการปลูกครั้งที่ 3                                              | 43   |
| 6 ผลของการดำรับการทดลองต่อน้ำหนักแห้งของต้นข้าวโพด (กก./ไร่) ของแต่ละดำรับ<br>การทดลองในการปลูกครั้งที่ 1, 2 และ 3 | 48   |
| 7 ผลของการดำรับการทดลองต่อผลผลิตฝักข้าวโพด (กก./ไร่) ในการปลูกครั้งที่ 1, 2<br>และ 3                               | 55   |
| 8 ของดำรับการทดลองต่อผลผลิตเมล็ดข้าวโพด (กก./ไร่) ในการปลูกครั้งที่ 1, 2<br>และ 3                                  | 63   |
| 9 ผลของการดำรับการทดลองต่อปริมาณสะสมธาตุไนโตรเจนในลำต้นข้าวโพด (กก./ไร่)<br>ในการปลูกครั้งที่ 1, 2 และ 3           | 69   |
| 10 ผลของการดำรับการทดลองต่อปริมาณสะสมธาตุฟอสฟอรัสในลำต้นข้าวโพด (กก./ไร่)<br>ในการปลูกครั้งที่ 1, 2 และ 3          | 71   |
| 11 ผลของการดำรับการทดลองต่อปริมาณสะสมธาตุโพแทสเซียมในลำต้นข้าวโพด<br>(กก./ไร่) ในการปลูกครั้งที่ 1, 2 และ 3        | 74   |
| 12 ผลของการดำรับการทดลองต่อปริมาณสะสมธาตุไนโตรเจนในเมล็ดข้าวโพด (กก./ไร่)<br>ในการปลูกครั้งที่ 1, 2 และ 3          | 77   |
| 13 ผลของการดำรับการทดลองต่อปริมาณสะสมธาตุฟอสฟอรัสในเมล็ดข้าวโพด (กก./ไร่)<br>ในการปลูกครั้งที่ 1, 2 และ 3          | 80   |
| 14 ผลของการดำรับการทดลองต่อปริมาณสะสมธาตุโพแทสเซียมในเมล็ดข้าวโพด<br>(กก./ไร่) ในการปลูกครั้งที่ 1, 2 และ 3        | 83   |
| 15 ผลของการดำรับการทดลองต่อสัดส่วนของน้ำหนักเมล็ดแห้งต่อต้นของการปลูก<br>ครั้งที่ 1, 2 และ 3                       | 85   |

### สารบัญตาราง (ต่อ)

| ตารางที่                                                                                                | หน้า |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------------|------|
| 16 ผลของการดำรับการทดลองต่อสัดส่วนของปริมาณสะสมธาตุไนโตรเจนในเมล็ดต่อต้นของการปลูกครั้งที่ 1, 2 และ 3   | 86   |
| 17 ผลของการดำรับการทดลองต่อสัดส่วนของปริมาณสะสมธาตุฟอสฟอรัสในเมล็ดต่อต้นของการปลูกครั้งที่ 1, 2 และ 3   | 89   |
| 18 ผลของการดำรับการทดลองต่อสัดส่วนของปริมาณสะสมธาตุโพแทสเซียมในเมล็ดต่อต้นของการปลูกครั้งที่ 1, 2 และ 3 | 91   |
| 19 ผลของการดำรับการทดลองต่อสมบัติทางเคมีของดินหลังการปลูกครั้งที่ 1                                     | 95   |
| 19 ผลของการดำรับการทดลองต่อสมบัติทางเคมีของดินหลังการปลูกครั้งที่ 1 (ต่อ)                               | 96   |
| 20 ผลของการดำรับการทดลองต่อสมบัติทางเคมีของดินหลังการปลูกครั้งที่ 2                                     | 97   |
| 20 ผลของการดำรับการทดลองต่อสมบัติทางเคมีของดินหลังการปลูกครั้งที่ 2 (ต่อ)                               | 98   |
| 21 ผลของการดำรับการทดลองต่อสมบัติทางเคมีของดินหลังการปลูกครั้งที่ 3                                     | 99   |
| 21 ผลของการดำรับการทดลองต่อสมบัติทางเคมีของดินหลังการปลูกครั้งที่ 3 (ต่อ)                               | 100  |

### ตารางผนวกที่

|                                                                            |     |
|----------------------------------------------------------------------------|-----|
| 1 ระดับความอุดมสมบูรณ์ของดินโดยการประเมินจากผลการวิเคราะห์ดิน              | 113 |
| 2 ขึ้นมาตรฐานของค่าการนำไฟฟ้าของสารละลายดินอิ่มตัวด้วยน้ำ ( $EC_e$ , dS/m) | 113 |
| 3 ขึ้นมาตรฐานระดับปฏิกิริยาของดิน (pH) ดิน : น้ำ 1:1                       | 114 |
| 4 ปริมาณธาตุไนโตรเจนทั้งหมดในเมล็ด (%) ในการปลูกครั้งที่ 1, 2 และ 3        | 114 |
| 5 ปริมาณธาตุไนโตรเจนทั้งหมดในลำต้น (%) ในการปลูกครั้งที่ 1, 2 และ 3        | 115 |
| 6 ปริมาณธาตุฟอสฟอรัสทั้งหมดในเมล็ด (%) ในการปลูกครั้งที่ 1, 2 และ 3        | 115 |
| 7 ปริมาณธาตุฟอสฟอรัสทั้งหมดในลำต้น (%) ในการปลูกครั้งที่ 1, 2 และ 3        | 116 |
| 8 ปริมาณธาตุโพแทสเซียมทั้งหมดในเมล็ด (%) ในการปลูกครั้งที่ 1, 2 และ 3      | 116 |
| 9 ปริมาณธาตุโพแทสเซียมทั้งหมดในลำต้น (%) ในการปลูกครั้งที่ 1, 2 และ 3      | 117 |
| 10 การประเมินความอุดมสมบูรณ์ของดินทั้งแปลง หลังการปลูกครั้งที่ 1, 2 และ 3  | 117 |
| 11 ปริมาณและราคา ของปุ๋ยเคมีและมูลสัตว์ที่ใส่ในแต่ละดำรับการทดลอง          | 118 |

## สารบัญตาราง (ต่อ)

| ตารางผนวกที่                                                       | หน้า |
|--------------------------------------------------------------------|------|
| 12 ผลของการหมักต่อเปลี่ยนแปลงธาตุอาหารในมูลสัตว์ที่เวลา 0 - 90 วัน | 118  |

## สารบัญภาพ

| ภาพที่                                                                                                                                    | หน้า |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------|
| 1 ความสูงของข้าวโพดอายุ 110 วัน ที่ได้รับปุ๋ยในอัตราต่างๆ ตามดำรับการทดลองในการปลูกครั้งที่ 1                                             | 40   |
| 2 ความสูงของข้าวโพดอายุ 110 วัน ที่ได้รับปุ๋ยในอัตราต่างๆ ตามดำรับการทดลองในการปลูกครั้งที่ 2                                             | 42   |
| 3 ความสูงของข้าวโพดอายุ 110 วัน ที่ได้รับปุ๋ยในอัตราต่างๆ ตามดำรับการทดลองในการปลูกครั้งที่ 3                                             | 44   |
| 4 น้ำหนักแห้งของต้นข้าวโพดที่ได้รับปุ๋ยในอัตราต่างๆ ตามดำรับการทดลองในการปลูกครั้งที่ 1                                                   | 49   |
| 5 น้ำหนักแห้งของต้นข้าวโพดที่ได้รับปุ๋ยในอัตราต่างๆ ตามดำรับการทดลองในการปลูกครั้งที่ 2                                                   | 50   |
| 6 น้ำหนักแห้งของต้นข้าวโพดที่ได้รับปุ๋ยในอัตราต่างๆ ตามดำรับการทดลองในการปลูกครั้งที่ 3                                                   | 51   |
| 7 ผลผลิตฝักข้าวโพดที่ได้รับปุ๋ยในอัตราต่างๆตามดำรับการทดลองในการปลูกครั้งที่ 1                                                            | 56   |
| 8 ผลผลิตฝักข้าวโพดที่ได้รับปุ๋ยในอัตราต่างๆตามดำรับการทดลองในการปลูกครั้งที่ 2                                                            | 57   |
| 9 ผลผลิตฝักข้าวโพดที่ได้รับปุ๋ยในอัตราต่างๆตามดำรับการทดลองในการปลูกครั้งที่ 3                                                            | 58   |
| 10 ผลผลิตเมล็ดข้าวโพดที่ได้รับปุ๋ยในอัตราต่างๆ ตามดำรับการทดลองในการปลูกครั้งที่ 1                                                        | 64   |
| 11 ผลผลิตเมล็ดข้าวโพดที่ได้รับปุ๋ยในอัตราต่างๆ ตามดำรับการทดลองในการปลูกครั้งที่ 2                                                        | 65   |
| 12 ผลผลิตเมล็ดข้าวโพดที่ได้รับปุ๋ยในอัตราต่างๆ ตามดำรับการทดลองในการปลูกครั้งที่ 3                                                        | 66   |
| 13 ผลของการใส่มูลสัตว์ร่วมกับปุ๋ยเคมีที่มีต่อสัดส่วนสัมพัทธ์ของการสะสมธาตุไนโตรเจนในเมล็ด และตอซังของข้าวโพด ในการปลูกครั้งที่ 1, 2 และ 3 | 87   |

### สารบัญภาพ (ต่อ)

| ภาพที่ |                                                                                                                                                                                                             | หน้า |
|--------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------|
| 14     | ผลของการใส่มูลสัตว์ร่วมกับปุ๋ยเคมีที่มีต่อสัดส่วนสัมพัทธ์ของการสะสมธาตุฟอสฟอรัสในเมล็ด และต่อช่วงของข้าวโพด ในการปลูกครั้งที่ 1, 2 และ 3                                                                    | 90   |
| 15     | ผลของการใส่มูลสัตว์ร่วมกับปุ๋ยเคมีที่มีต่อสัดส่วนสัมพัทธ์ของการสะสมธาตุโพแทสเซียมในเมล็ด และต่อช่วงของข้าวโพด ในการปลูกครั้งที่ 1, 2 และ 3                                                                  | 92   |
| 16     | ผลผลิตเมล็ด น้ำหนักแห้งต่อช่วง ปริมาณธาตุปุ๋ย (N, P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> , K <sub>2</sub> O) ที่พืชได้รับและปริมาณธาตุปุ๋ยในดินหลังเก็บเกี่ยวผลผลิตในแต่ละดำรับการทดลองของการปลูกครั้งที่ 1, 2 และ 3 | 103  |

## ผลของการใส่มูลสัตว์ร่วมกับปุ๋ยเคมีต่อการเจริญเติบโตและผลผลิต ของข้าวโพดเลี้ยงสัตว์พันธุ์สุวรรณ 4452

### Effects of Combined of Manure and Chemical Fertilizer Application on the Growth and Yields of Field Corn cv. Suwan 4452

#### คำนำ

ระบบการเกษตรของไทยได้มีการพัฒนามาจากระบบเกษตรแบบดั้งเดิม โดยเน้นการผลิตเพื่อการยังชีพเท่านั้น จึงมีความสมดุลของระบบนิเวศ ต่อมาระบบเกษตรได้ค่อยๆ เปลี่ยนมาเป็นระบบเกษตรเชิงพาณิชย์ ซึ่งหวังผลกำไรสูงสุดจากการผลิต จึงเป็นระบบที่เหมาะสมกับสถานการณ์ที่ต้องเร่งการผลิตเพื่อตอบสนองให้ทันต่อความต้องการในระยะสั้น เกษตรกรจึงมีการใช้สารเคมีต่างๆ ในการผลิต ซึ่งรวมถึงปุ๋ยเคมีด้วย ระบบการปลูกพืชเช่นนี้ หากขาดการจัดการที่ดีจะส่งผลเสียต่อสิ่งแวดล้อม จากการที่สารเคมีตกค้างในดินหรือการถูกชะละลายลงสู่แหล่งน้ำ ซึ่งจะนำสารพิษเข้าสู่ตัวมนุษย์ นอกจากนี้การใช้ปุ๋ยเคมีเป็นเวลานาน มีแนวโน้มว่าผลผลิตของพืชจะตอบสนองต่อปุ๋ยเคมีลดลงและยังมีผลต่อสมบัติของดินด้วย (พิทยากร และคณะ, 2530)

ปัจจุบันจึงได้มีระบบเกษตรทางเลือกหลายรูปแบบให้เกษตรกรได้เลือกปฏิบัติให้เหมาะสมกับสภาพของตน เช่น เกษตรทฤษฎีใหม่ เกษตรผสมผสาน ซึ่งระบบเหล่านี้จะมีการเลี้ยงสัตว์อยู่ในระบบด้วย สัตว์เลี้ยงที่นิยมเลี้ยงในระบบเกษตรเหล่านี้ ได้แก่ โค และไก่ เป็นที่ทราบกันอยู่แล้วว่ามูลสัตว์เหล่านี้สามารถนำมาใช้ปรับปรุงบำรุงดินได้ เมื่อใส่ร่วมกับปุ๋ยเคมีจะช่วยลดปริมาณการใช้ปุ๋ยเคมีได้ด้วยข้อดีของทั้งวัสดุอินทรีย์ (มูลสัตว์) และปุ๋ยเคมี กล่าวคือ การใส่วัสดุอินทรีย์ลงไปเพื่อเพิ่มปริมาณอินทรีย์วัตถุ และปรับปรุงสมบัติทางกายภาพต่าง ๆ ของดิน ทำให้โครงสร้างของดินดีขึ้นและส่งผลให้การใช้น้ำมีประสิทธิภาพดีขึ้น แต่วัสดุอินทรีย์ ยังไม่สามารถเพิ่มธาตุอาหารในดินให้เพียงพอต่อการปลูกพืชได้ ส่วนปุ๋ยเคมีใช้เพื่อเพิ่มธาตุอาหารให้แก่พืชโดยตรง ปุ๋ยเคมีสามารถช่วยเพิ่มธาตุอาหารในดินได้แต่ไม่สามารถปรับโครงสร้างของดินให้เหมาะสมต่อการเจริญเติบโตของพืชได้

งานวิจัยนี้จึงมีแนวคิดที่จะนำปุ๋ยเคมีและวัสดุอินทรีย์มาใช้ร่วมกัน เพื่อช่วยลดปริมาณการใช้ปุ๋ยเคมี และแก้ปัญหาเรื่องความอุดมสมบูรณ์ของดิน เพิ่มธาตุอาหารให้เพียงพอต่อความต้องการของพืช และช่วยให้ดินมีสมบัติต่างๆที่ดีขึ้น สามารถใช้ที่ดินนั้นได้อย่างยั่งยืน ดังนั้นการวิจัยนี้จึงน่าจะเป็นประโยชน์และเกษตรกรสามารถนำไปประยุกต์ใช้ได้

### วัตถุประสงค์

1. เพื่อเปรียบเทียบผลของการใส่มูลสัตว์กับปุ๋ยเคมี ในปริมาณของไนโตรเจนที่เท่ากัน
2. เพื่อศึกษาถึงสัดส่วนที่เหมาะสมของมูลสัตว์ร่วมกับปุ๋ยเคมีที่มีต่อการเจริญเติบโต และผลผลิตของข้าวโพดเลี้ยงสัตว์พันธุ์สุวรรณ 4452
3. เพื่อศึกษาถึงผลของการใส่มูลสัตว์ร่วมกับปุ๋ยเคมีที่มีต่อการเปลี่ยนแปลงสมบัติของดิน

## การตรวจเอกสาร

### 1. ความรู้ทั่วไปเกี่ยวกับปุ๋ยอินทรีย์

#### 1.1 ความหมายของปุ๋ยอินทรีย์

ปุ๋ยอินทรีย์ (organic fertilizer) หมายถึง ปุ๋ยที่มีองค์ประกอบหลักเป็นสารอินทรีย์ต่างๆ ซึ่งได้มาจากซากพืช ซากสัตว์ รวมทั้งสิ่งขับถ่ายจากสัตว์ เศษเหลือของสารอินทรีย์ต่างๆ เซลล์ จุลินทรีย์และผลิตภัณฑ์ จะเป็นประโยชน์ต่อพืชเมื่อผ่านกระบวนการโดยกิจกรรมของจุลินทรีย์ เสียก่อน ปุ๋ยอินทรีย์ที่ใช้กันอย่างแพร่หลายได้แก่ ปุ๋ยคอก ปุ๋ยพืชสด และปุ๋ยหมักชนิดต่างๆ (ธงชัย, 2546) ซึ่งสอดคล้องกับ ขงยุทธ (2528) ที่กล่าวว่า ปุ๋ยอินทรีย์ คือ ปุ๋ยที่ได้จากอินทรีย์สารซึ่งผลิต โดยกรรมวิธีต่างๆ ต้องผ่านกระบวนการเปลี่ยนแปลงทางชีวภาพก่อนถึงจะเป็นประโยชน์ต่อพืช ปุ๋ยอินทรีย์ที่สำคัญมี 4 ชนิดคือ ปุ๋ยคอก ปุ๋ยหมัก ปุ๋ยพืชสด และผลพลอยได้จากการแปรรูป ผลผลิตทางการเกษตร ปุ๋ยอินทรีย์เป็นที่นิยมใช้ของเกษตรกรมาแต่โบราณ แต่ส่วนใหญ่จะ ใช้ในรูปปุ๋ยคอก ปัจจุบันมีการพัฒนาปุ๋ยเคมีให้มีการปลดปล่อยธาตุอาหารให้ช้าลงเพื่อลดการ สูญเสียธาตุของธาตุอาหารไปอย่างรวดเร็ว ซึ่งปุ๋ยอินทรีย์ก็จัดเป็นปุ๋ยที่ให้ธาตุอาหารอย่างช้าๆ ได้ (Chen และ Avnimelech, 1986) นอกจากนี้ กรมวิชาการเกษตร (2548) ได้ให้ความหมายของปุ๋ย อินทรีย์ไว้ว่า ปุ๋ยอินทรีย์ คือ สารประกอบอินทรีย์ที่มีธาตุอาหารพืชเป็นองค์ประกอบและเป็นสาร ปรับปรุงดิน ทำให้ดินมีสมบัติทางกายภาพดีขึ้น ปุ๋ยอินทรีย์ที่สำคัญมี 3 ชนิด ได้แก่ ปุ๋ยคอก ปุ๋ยหมัก และปุ๋ยพืชสด

#### 1.2 ความสำคัญของปุ๋ยอินทรีย์

การใช้ปุ๋ยอินทรีย์จะก่อให้เกิดผลดีในการช่วยปรับปรุงสมบัติทางกายภาพของดินให้ดีขึ้น และช่วยบำรุงความอุดมสมบูรณ์และสมบัติทางเคมีของดินให้ดีขึ้น สามารถสรุปได้ดังนี้

ปุ๋ยอินทรีย์จะช่วยเพิ่มธาตุอาหารหลัก ธาตุอาหารรอง และจุลินทรีย์ให้แก่พืชโดยเป็น แหล่งของธาตุไนโตรเจน ฟอสฟอรัส และกำมะถันที่สำคัญ ธาตุอาหารเหล่านั้นจะถูกปลดปล่อย ออกมาอย่างช้าๆ ให้พืชสามารถนำไปใช้ได้ตลอดระยะเวลาการเจริญเติบโต (สุกมาส, 2527) นอกจากนี้ปุ๋ยอินทรีย์จะช่วยเพิ่มความสามารถในการดูดซับธาตุอาหารพืชที่มีประจุบวกให้พืชได้

ใช้มากขึ้น โดยเฉพาะในดินเนื้อหยาบเช่น ดินทราย เนื่องจากเมื่อปุ๋ยอินทรีย์ถูกจุลินทรีย์ดินย่อยสลาย จะปลดปล่อยธาตุต่างๆออกมาในรูปอนินทรีย์ เหลือแต่ฮิวมัสซึ่งเป็นสารอินทรีย์ที่มีโครงสร้างซับซ้อน คงทนต่อการสลายตัวและเป็นคอลลอยด์ซึ่งมีประจุ ผลดีด้านนี้จะช่วยให้การใช้ปุ๋ยเคมีมีประสิทธิภาพดีขึ้น กล่าวคือ คอลลอยด์ดินดูดซับไอออนของธาตุอาหารพืชที่ละลายออกมาจากปุ๋ยเคมีบางส่วนที่ยังไม่ได้ถูกพืชดูดไปใช้ (วิโรจ, 2528) และปุ๋ยอินทรีย์ช่วยทำให้ดินมีความต้านทานต่อการเปลี่ยนแปลงความเป็นกรดเป็นด่างของดินได้มากขึ้น (ยงยุทธ, 2528) และปุ๋ยอินทรีย์ยังส่งเสริมให้อนุภาคของดินจับตัวกันเป็นก้อน หรือเป็นเม็ดดินทำให้ดินไม่อัดตัวกันแน่น มีการถ่ายเทอากาศดี การอุ้มน้ำและการไหลซึมของน้ำในดินดีขึ้น อีกทั้งปุ๋ยอินทรีย์ส่งเสริมการเจริญเติบโตของจุลินทรีย์ที่มีประโยชน์ในดิน จุลินทรีย์ส่วนใหญ่ที่มีประโยชน์ในดินเป็นพวกเห็ดราไมโครฟ ซึ่งต้องใช้สารอินทรีย์จากดินเป็นแหล่งของอาหาร การเติมปุ๋ยอินทรีย์ลงไปในดินจึงเป็นการเพิ่มปริมาณของจุลินทรีย์ที่มีประโยชน์ต่อความอุดมสมบูรณ์ของดินด้วย (ธงชัย, 2546)

### 1.3 บทบาทของปุ๋ยอินทรีย์ (ธงชัย, 2546)

การใส่ปุ๋ยอินทรีย์ลงไปในดิน เป็นแนวทางหนึ่งที่จะเพิ่มปริมาณอินทรียสารให้กับดิน ทำให้ดินมีคุณสมบัติที่เหมาะสมต่อการเจริญเติบโตและให้ผลผลิตของพืช นอกจากนั้น ปุ๋ยอินทรีย์ยังมีบทบาทที่สำคัญต่อสิ่งแวดล้อม การจำแนกบทบาทของปุ๋ยอินทรีย์มีดังนี้

#### 1.3.1 บทบาทของปุ๋ยอินทรีย์ต่อดิน

ปุ๋ยอินทรีย์ที่ใส่ลงไปในดินจะช่วยปรับปรุงสมบัติของดินทั้งทางกายภาพ เคมี และชีวภาพ ทำให้ดินเนื้อหยาบสามารถอุ้มน้ำได้ดี ดินเนื้อละเอียดโปร่งนวดได้ง่ายขึ้น มีการถ่ายเทอากาศและการระบายน้ำที่ดีขึ้น ดินสามารถดูดซับธาตุอาหารต่างๆที่ละลายน้ำได้มากขึ้น และปลดปล่อยธาตุอาหารออกมาให้พืชใช้ในการเจริญเติบโต ตลอดจนช่วยให้กิจกรรมของจุลินทรีย์ดินเป็นไปด้วยดี เป็นผลทำให้ธาตุอาหารพืชถูกจุลินทรีย์ดินเปลี่ยนจากรูปที่พืชนำไปใช้ไม่ได้ ให้มาอยู่ในรูปที่เป็นประโยชน์ต่อพืชมากขึ้น

#### 1.3.2 บทบาทของปุ๋ยอินทรีย์ต่อพืช

ปุ๋ยอินทรีย์มีประโยชน์ต่อการเจริญเติบโตและการให้ผลผลิตของพืชทั้งทางอ้อมและทางตรง บทบาททางอ้อมคือ สารฮิวมัสที่ได้จากปุ๋ยอินทรีย์ต่างๆ ช่วยปรับปรุงสมบัติทางกายภาพและเคมีของดินให้เหมาะต่อการเจริญเติบโตและการเพิ่มผลผลิตของพืช สำหรับบทบาททางตรงคือ สารฟีนอลิก (phenolic compounds) ซึ่งมาจากกิจกรรมของจุลินทรีย์ดินที่ช่วยให้พืชสามารถทนต่อสภาพที่ไม่เหมาะสมต่อการเจริญเติบโต เช่น สภาพฝนทิ้งช่วงหรืออากาศหนาวเป็นต้น และช่วยเพิ่มผลผลิตของพืชด้วย นอกจากนี้ สารฮิวมัสยังช่วยทำให้การดูดไนโตรเจน ฟอสเฟต โพแทสเซียม แคลเซียม แมกนีเซียม เหล็ก ทองแดง และซิลิเกตของพืชเพิ่มสูงขึ้น

### 1.3.3 บทบาทของปุ๋ยอินทรีย์ต่อสิ่งแวดล้อม

การนำอินทรีย์วัตถุต่างๆ มาทำเป็นปุ๋ยอินทรีย์ เป็นการรักษาสภาพแวดล้อมด้านต่างๆ ดังนี้คือ 1) ลดแหล่งศัตรูพืช การนำเศษเหลือของพืชในไร่นาและวัชพืชต่างๆ มาทำ ปุ๋ยหมักเป็นการทำลายแหล่งที่อยู่อาศัยของโรคและแมลงศัตรูพืช ไม่ให้แพร่ระบาดจนทำความเสียหายต่อพืชที่ปลูก 2) ลดขยะมูลฝอย บริเวณบ้านเรือนที่อยู่อาศัยทั่วไป จะมีขยะมูลฝอยและสิ่งปฏิกูลต่างๆ การนำขยะมูลฝอยตามบ้านเรือนมาทำเป็นปุ๋ยอินทรีย์ นอกจากจะได้ปุ๋ยไปปรับปรุงบำรุงดินแล้วยังทำให้บ้านเรือนสะอาดและเป็นระเบียบด้วย 3) ลดวัชพืชน้ำ แหล่งน้ำต่างๆ ที่มีวัชพืช เช่น จอก แหน ผักตบชวา ฯลฯ ขึ้นอย่างหนาแน่น มักจะทำให้เกิดสภาพที่ขาดออกซิเจน ไม่เหมาะต่อการดำรงชีพของสัตว์น้ำที่อาศัยอยู่ และเมื่อวัชพืชตายไปก็จะเกิดการเน่าเปื่อยเป็นผลต่อระดับของออกซิเจนและคาร์บอนไดออกไซด์ในน้ำ ซึ่งทำให้สัตว์น้ำไม่สามารถเจริญเติบโตหรือตายได้ การกำจัดวัชพืชน้ำเพื่อนำไปทำปุ๋ยอินทรีย์จะทำให้การคมนาคมทางน้ำสะดวกขึ้น และทำให้ผู้คนบริเวณนั้นสามารถใช้น้ำที่สะอาดได้ 4) ลดอุบัติเหตุและภัยธรรมชาติ เกษตรกรบางพื้นที่มักจะเผาเศษพืชที่เหลือทิ้งในไร่นาบริเวณข้างทางหลวง เป็นเหตุให้เกิดควันไฟเป็นบริเวณกว้าง ทำให้ทัศนวิสัยในการขับขี่ยานพาหนะบนท้องถนนไม่ดี อาจเป็นสาเหตุของอุบัติเหตุอย่างรุนแรง

## 1.4 ชนิดของปุ๋ยอินทรีย์

### 1.4.1 ปุ๋ยคอก (farmyard manure)

ธงชัย (2546) ได้กล่าวถึงความหมายของปุ๋ยคอกว่าเป็นปุ๋ยอินทรีย์ที่อยู่ในรูปของเหลวและของแข็งซึ่งประกอบด้วยอุจจาระ ปัสสาวะ ของสัตว์เลี้ยงต่างๆ เช่น โค กระบือ สุกร

เปิด ไก่ และสัตว์อื่นๆ ซึ่งเป็นส่วนของเศษซากพืชและสัตว์ที่นำมาใช้เป็นอาหารสัตว์ เมื่อสัตว์ที่เลี้ยงกินเข้าไป อาหารเหล่านี้ก็จะผ่านกระบวนการย่อยสลายจากระบบย่อยอาหารของสัตว์แล้วก็ขับถ่ายออกมา ปัสสาวะก็จะเป็นส่วนประกอบของเกล็ดและสารอินทรีย์ที่ละลายน้ำได้ ซึ่งเป็นแหล่งธาตุอาหารพืช ธาตุอาหารพืชจากปุ๋ยคอกจะมีปริมาณน้อยและอยู่ในรูปที่เป็นประโยชน์ต่อพืชแตกต่างกัน ส่วนคณาจารย์ภาควิชาปฐพีวิทยา (2544) กล่าวถึง ปุ๋ยคอกว่าเป็น มูลสัตว์ที่รวบรวมมาได้ ซึ่งส่วนใหญ่จะได้จากคอกสัตว์เลี้ยง ซึ่งได้แก่ มูลสุกร มูลโค มูลกระบือ ฯลฯ ปุ๋ยมูลสัตว์บางชนิดอาจได้มาจากสัตว์ที่ไม่ได้เลี้ยงแต่อาศัยอยู่รวมกันเป็นกลุ่มใหญ่ตามเกาะหรือถ้ำ ได้แก่ มูลนกและมูลค้างคาว (guano) ฯลฯ ซึ่งปุ๋ยมูลสัตว์จะประกอบด้วยส่วนของแข็งที่มาจากอุจจาระ ซึ่งเป็นเศษซากของพืชและสัตว์ที่ผ่านกระบวนการย่อยสลายไปบางส่วนระหว่างทางของระบบย่อยของสัตว์และส่วนที่เป็นปัสสาวะที่อุคมไปด้วยเกล็ดและสารอินทรีย์ที่ละลายน้ำได้ชนิดต่างๆ ซึ่งเมื่อรวมกันเข้าก็จะมีองค์ประกอบที่สมบูรณ์ไปด้วยธาตุอาหารพืช

#### ก. ประโยชน์ของปุ๋ยคอก

1) เพิ่มธาตุอาหารพืช ปุ๋ยคอกในส่วนที่เป็นองค์ประกอบที่เป็นของแข็งมีลักษณะคล้ายคลึงกับอาหารที่สัตว์นั้นบริโภค เมื่อสัตว์กินอาหารเข้าไป ธาตุอาหารที่อยู่ในอาหารจะถูกนำไปใช้เพียงบางส่วนดังนั้นในสิ่งที่ขับถ่ายหรือมูลสัตว์จะคงเหลือธาตุอาหารอยู่ ปุ๋ยคอกจึงเป็นแหล่งธาตุอาหารหลัก และธาตุอาหารรองที่สำคัญแหล่งหนึ่ง

2) ให้ธาตุอาหารพืชในลักษณะต่อเนื่อง มีประสิทธิภาพในระยะเวลาที่ยาวนานกว่าปุ๋ยเคมี

3) ช่วยปรับปรุงดิน การใช้ปุ๋ยคอกในอัตราที่เหมาะสมต่อเนื่องติดต่อกันเป็นเวลานานๆ จะช่วยปรับปรุงคุณสมบัติทางกายภาพของดินบางประการได้

4) ช่วยกระตุ้นให้สาหร่ายและแพลงตอนพืช ซึ่งเป็นอาหารของปลาในบ่อสามารถเจริญเติบโตได้ดี นอกจากปุ๋ยคอกจะมีธาตุอาหารต่างๆแล้ว ยังมีวิตามินหลายชนิดที่ส่งเสริมการเจริญเติบโตของสาหร่าย

## ข. ปัจจัยที่ควบคุมความเป็นประโยชน์ของธาตุอาหารพืชจากปุ๋ยคอก ได้แก่

1) ชนิดของอาหารที่บริโภค สัตว์ที่บริโภคสัตว์เป็นอาหาร เช่น แมลง ปลา และหอยจะมีธาตุอาหารในมูลที่ขับถ่ายออกมามากกว่ามูลสัตว์ที่ได้จากสัตว์ที่บริโภคพืชเป็นอาหาร เช่น มูลนกและมูลค้างคาว จะมีธาตุอาหารมากกว่ามูลโคหรือมูลสุกร และมูลสัตว์เลี้ยงที่เป็นสัตว์ปีก ได้แก่ มูลไก่และมูลเป็ด จะมีธาตุอาหารเป็นองค์ประกอบมากกว่ามูลจากสุกร วัว เป็นต้น

2) สัดส่วนคาร์บอนต่อไนโตรเจนของปุ๋ยคอก จะเป็นสมบัติของปุ๋ยคอกที่บอกถึงองค์ประกอบทางเคมี ปุ๋ยคอกที่มาจากสัตว์ที่บริโภคพืชเป็นอาหารจะมีคาร์บอนต่อไนโตรเจนสัดส่วนที่กว้าง แสดงว่ามีปริมาณธาตุไนโตรเจนน้อย แต่มูลค้างคาว และมูลนก มีไนโตรเจนและฟอสฟอรัสในปริมาณที่สูง จึงพบว่ามีสัดส่วนของคาร์บอนต่อไนโตรเจนที่แคบกว่า

3) อายุสัตว์ สัตว์ที่มีอายุน้อยจะมีการย่อยสลายและการดูดซึมธาตุอาหารไปใช้ในการเสริมสร้างการเจริญเติบโต จึงทำให้มูลสัตว์มีธาตุอาหารน้อย แต่ในสัตว์อายุมาก การย่อยสลายและการดูดซึมธาตุอาหารจะมีน้อย จึงทำให้มูลสัตว์อายุมากมีธาตุอาหารติดมามาก

4) วัสดุรองพื้นคอก การเลือกวัสดุรองพื้นคอกที่มีสัดส่วนของคาร์บอนต่อไนโตรเจนที่แตกต่างกัน จะมีผลต่อสัดส่วนของคาร์บอนต่อไนโตรเจนของปุ๋ยคอกที่แตกต่างกัน

5) การเก็บรักษาปุ๋ยคอก การสลายตัวของปุ๋ยคอกจะเกิดขึ้นในเวลาที่สูงกว่าปุ๋ยอินทรีย์ชนิดอื่นๆ ซึ่งจะมีผลทำให้เกิดการสูญเสียธาตุอาหารได้ง่าย เช่น ถ้าเก็บปุ๋ยคอกในที่ที่มีความชื้นสูงจะเกิดการย่อยสลายแบบไม่มีอากาศ จะเกิดการสูญเสียธาตุอาหารในรูป  $\text{CO}_2$  และ  $\text{NH}_3$  ทำให้ปริมาณไนโตรเจนในปุ๋ยคอกลดลง

## ค. ชนิดของมูลสัตว์ที่นำมาทำเป็นปุ๋ยคอก

1) มูลโค ในแต่ละปี โค กระบือ แต่ละตัวจะขับถ่ายออกมาคิดเป็นปริมาณไนโตรเจน ฟอสฟอรัส และโพแทสเซียม 45 , 9 และ 90 กิโลกรัม ตามลำดับ ปริมาณนี้ถือว่ามากและเพียงพอต่อการกสิกรรม ปริมาณธาตุอาหารในมูลโคจะแตกต่างกันไปขึ้นอยู่กับอาหารที่เลี้ยงและอายุของสัตว์ โดยทั่วไปแล้วไม่แตกต่างกันมากนักโดยปริมาณธาตุอาหาร (เปอร์เซ็นต์โดย

น้ำหนักแห้ง) ในมูลโคประกอบด้วย ปริมาณคาร์บอนประมาณ 12.20 – 18.60 เปอร์เซ็นต์ ปริมาณไนโตรเจนประมาณ 0.86 – 1.32 เปอร์เซ็นต์ ปริมาณฟอสฟอรัส ประมาณ 0.32 – 0.58 เปอร์เซ็นต์ ปริมาณโพแทสเซียมประมาณ 0.80 - 2.21 เปอร์เซ็นต์ และค่า pH ประมาณ 7.40 – 8.30 (ธงชัย, 2546)

2) มูลไก่ ในปัจจุบันในประเทศไทยมีการเลี้ยงไก่เพิ่มมากขึ้นในทุกปี ธงชัย (2546) อ้างถึงข้อมูลของสำนักงานเศรษฐกิจการเกษตร (2541–2542) พบว่าในปี 2540 มีมูลไก่กว่า 4.3 ล้านตัน อีกทั้งมูลไก่เป็นปุ๋ยคอกชนิดหนึ่งที่มีปริมาณธาตุอาหารหลักที่เป็นประโยชน์ต่อพืชโดยเฉลี่ยสูงกว่าปุ๋ยมูลหมู มูลวัว มูลควายตามลำดับ ปุ๋ยคอกที่ได้จากไก่มีปริมาณธาตุอาหารหลักค่อนข้างสูง โดยในมูลไก่มีธาตุอาหารไนโตรเจนร้อยละ 1.2–4.9 N ฟอสฟอรัสร้อยละ 1.2–9.4 P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> และโพแทสเซียมร้อยละ 0.5–4.2 K<sub>2</sub>O (สมศักดิ์, 2521)

#### 1.4.2 ปุ๋ยหมัก (compost)

ปุ๋ยหมัก หมายถึง ปุ๋ยอินทรีย์ชนิดหนึ่งที่ได้จากการนำวัสดุอินทรีย์เหลือใช้ต่างๆ มาหมักรวมกัน แล้วปรับสภาพให้เกิดกระบวนการย่อยสลายโดยกิจกรรมของจุลินทรีย์ จนได้วัสดุที่มีความคงทนต่อการย่อยสลาย สีนํ้าตาลปนดำ ปุ๋ยหมักมีความสำคัญและมีคุณค่าสูงทางการเกษตร (ธงชัย และ อรรถศิษฐ์, 2541) นอกจากนี้ กรมวิชาการเกษตร (2548) กล่าวว่า ปุ๋ยหมัก เป็นปุ๋ยที่ได้จากการนำเศษซากพืช ซากสัตว์ และวัสดุต่างๆ ที่มนุษย์นำไปทิ้งเป็นขยะ โดยผ่านการหมักและการสลายตัวของอินทรียสารเหล่านี้ไปบางส่วน และคณาจารย์ภาควิชาปฐพีวิทยา (2544) กล่าวถึงปุ๋ยหมัก ว่าเป็น ปุ๋ยที่ได้จากอินทรียสารที่ผ่านการหมักให้สลายตัวบางส่วน แต่การที่จะสลายตัวไปเท่าใดนั้นก็ขึ้นอยู่กับระยะเวลาที่ใช้ ชนิดของวัสดุที่ใช้ และกรรมวิธีในการหมัก ตลอดจนความต้องการของผู้ใช้ โดยปกติจะหมักให้อินทรียสารเหล่านั้นเปื่อยยุ่ยจนเป็นสีกดำหรือดำก็เป็นอันใช้ได้ ส่วนธงชัย (2546) กล่าวถึง ปุ๋ยหมัก ว่าเป็นการหมักสลายตัวของซากพืชแปรสภาพเป็นชิ้นส่วนขนาดเล็กและมีรูปร่างเปลี่ยนแปลงสภาพจากเดิมอย่างสิ้นเชิงโดยกิจกรรมของจุลินทรีย์ ตามหลักวิชาการแล้วปุ๋ยหมักที่สมบูรณ์จะมีสมบัติคล้ายอินทรีย์วัตถุ ส่วนพิทยากร (2536) กล่าวว่า ปุ๋ยหมักเป็นปุ๋ยอินทรีย์ชนิดหนึ่งที่ได้จากการย่อยสลายของเศษซากพืชและวัสดุเหลือใช้โดยกิจกรรมของจุลินทรีย์ จนกระทั่งได้วัสดุที่มีความทนทานต่อการย่อยสลาย (humus) ปุ๋ยหมักจึงเป็นผลจากการแปรสภาพของวัสดุเหลือใช้ให้เป็นทรัพยากรที่มีประโยชน์ต่อการปรับปรุงบำรุงดิน อีกทั้งยังเป็นการช่วยลดปัญหาของวัสดุเหลือใช้ที่อาจมีผลกระทบต่อสภาพแวดล้อมอีกด้วย

ปุ๋ยหมักที่ทำจากเศษเหลือใช้ต่างๆมีคุณสมบัติบางประการแตกต่างกัน กรมวิชาการเกษตร (2548) จึงได้กำหนดคุณภาพและมาตรฐานของปุ๋ยหมักไว้ดังนี้

- 1) อัตราส่วนของสารประกอบคาร์บอนต่อไนโตรเจน (C/N ratio) ไม่เกิน 20:1
- 2) เกรดปุ๋ยไม่ควรต่ำกว่า 1.0 - 0.5 - 0.5 (% ของ N, P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>, K<sub>2</sub>O ตามลำดับ)
- 3) ปริมาณความชื้นไม่เกิน 35 % โดยน้ำหนัก
- 4) ปริมาณอินทรียวัตถุ ไม่น้อยกว่า 30 % โดยน้ำหนัก
- 5) ค่าความเป็นกรดเป็นด่าง (pH) ประมาณ 5.5-8.5
- 6) ค่าการนำไฟฟ้า (EC) ไม่เกิน 6 dS/m
- 7) ไม่ควรมีวัตถุอื่นเจือปน

#### ก. ปัจจัยที่มีผลต่อการทำปุ๋ยหมัก

1) สัดส่วนคาร์บอนต่อไนโตรเจน (C/N ratio) ใช้บ่งบอกถึงความยากหรือง่ายต่อการย่อยสลาย และใช้เป็นตัวกำหนดระดับความสำเร็จสมบูรณ์ของปุ๋ยหมัก กล่าวคือ ถ้าวัสดุที่ใช้ทำปุ๋ยหมักมีค่า C/N ratio สูงมากๆ อัตราการย่อยสลายจะเกิดช้า (Bertoldi *et al*, 1983) ส่วน Martins and Dewes (1992) กล่าวว่า C/N ratio มีค่าอยู่ในช่วง 25-35 การหมักจะดีที่สุด แต่ถ้า C/N ratio มีค่าสูงกว่า 35 กระบวนการหมักจะลดลง

2) การระบายอากาศ การระบายอากาศหรือการเพิ่มปริมาณออกซิเจนให้แก่กองปุ๋ย อาจทำได้โดยการพลิกกลับกองปุ๋ย นอกจากจะมีผลดีในการระบายอากาศแล้ว ยังช่วยคลุกเคล้าเศษวัสดุต่างๆ ให้เข้ากันอย่างสม่ำเสมอ การพลิกกลับกองในระยะเวลาที่เหมาะสมจะทำให้กิจกรรมของเชื้อจุลินทรีย์ดำเนินไปอย่างต่อเนื่อง ส่วนพิทยากร และคณะ (2534) ศึกษาวิธีการระบายอากาศต่อกิจกรรมของเชื้อจุลินทรีย์ในกองปุ๋ยหมักฟางข้าว พบว่าการพลิกกลับกองปุ๋ยหมักทุกๆ 10 วัน ทำให้ปริมาณจุลินทรีย์เพิ่มขึ้นอย่างรวดเร็วในช่วง 30 วันแรกของการหมัก

3) ความเป็นกรดด่าง (pH) ในกระบวนการหมักแบบใช้ออกซิเจน pH มีค่าใกล้เคียงความเป็นกลาง และไม่บ่อยนักที่จะพบการลดลงหรือเพิ่มขึ้นอย่างรุนแรง โดยปกติเมื่อเริ่มการหมัก pH ลดลงเล็กน้อยในช่วงหนึ่งถึงสองวันแรก เนื่องจากเกิดกระบวนการหมักแบบไม่ใช้ออกซิเจน ซึ่งผลิตกรดไขมัน (volatile fatty acid) หลังจากช่วงเวลานี้ pH จะเพิ่มขึ้นกลับมาเป็น

กลางอีกครั้ง เมื่อกรดไขมันที่ผลิตถูกเปลี่ยนรูปให้เป็นมีเทนและคาร์บอนไดออกไซด์ โดยปฏิกิริยาจากแบคทีเรีย methane-forming bacteria (Polprasert, 1996)

4) ความชื้น ความชื้นเป็นปัจจัยที่มีความสำคัญต่อการดำรงชีวิต และเจริญเติบโตของจุลินทรีย์ในกระบวนการหมัก เนื่องจากเป็นตัวกลางในการส่งผ่านอาหาร และออกซิเจนจากวัสดุที่ใช้หมัก และอากาศสู่จุลินทรีย์ ตลอดจนเป็นตัวกลางในการส่งผ่านเอนไซม์เข้าไปย่อยสลายวัสดุที่ใช้หมักอีกด้วย (Tengerdy, 1985) ส่วน Gaur *et al.* (1982) พบว่าการย่อยสลายในสภาพที่มีอากาศจะเกิดขึ้นได้ระหว่างความชื้น 30-100 % ถ้าความชื้นในการหมักต่ำกว่า 40 % การย่อยจะเกิดอย่างช้า ๆ ความชื้นที่พอเหมาะอยู่ในช่วง 40-80 % ขึ้นอยู่กับสภาพของปุ๋ยหมัก การย่อยสลายวัสดุที่มีเส้นใย และความหนาแน่นต่ำ เช่น ฟางข้าวควรรักษาระดับความชื้นให้อยู่ในช่วง 80-85 % ในสภาพที่มีการระบายอากาศ

5) อุณหภูมิ อุณหภูมิที่เพิ่มขึ้นของกองปุ๋ยหมักเกิดจากกระบวนการย่อยสลายสารอินทรีย์ของจุลินทรีย์ที่ต้องการออกซิเจน จะเกิดก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ และพลังงาน ซึ่งพลังงานส่วนหนึ่งถูกนำไปใช้ในการสังเคราะห์ภายในเซลล์ และอีกส่วนหนึ่งจะถูกปลดปล่อยออกมาในรูปความร้อน ซึ่งอุณหภูมิเป็นตัวกำหนดชนิดของจุลินทรีย์ และอัตราการย่อยสลายที่เกิดขึ้น (Miller, 1992; Polprasert, 1996) โดยอุณหภูมิที่สูงกว่า 55 องศาเซลเซียส จะสามารถทำลายเชื้อโรคได้ ส่วนอุณหภูมิตั้งแต่ 45-55 องศาเซลเซียส อัตราการแตกตัวของสารอินทรีย์จะมีค่าสูงสุด ขณะที่อุณหภูมิตั้งแต่ 35-45 องศาเซลเซียส จุลินทรีย์มีความหลากหลายสูงสุด (Stentiford, 1996)

#### ข. การใช้ประโยชน์ปุ๋ยหมัก

ธงชัย (2546) กล่าวว่า ประโยชน์ของปุ๋ยหมักอาจแบ่งออกได้เป็น 3 ลักษณะใหญ่ คือ 1) ประโยชน์ในด้านการปรับปรุงคุณสมบัติต่างๆ ของดินให้มีความเหมาะสมต่อการเจริญเติบโตของพืช 2) ประโยชน์ในด้านการปรับปรุงความอุดมสมบูรณ์ของดิน 3) ประโยชน์ในด้านการปรับปรุงสภาพแวดล้อม ส่วน ธงชัย (2546) ได้กล่าวว่า ในด้านการปรับปรุงบำรุงดิน การใช้ปุ๋ยหมักจะช่วยรักษาความอุดมสมบูรณ์ของดินได้ ทางเคมี ปุ๋ยหมักที่ได้จากเศษพืช มูลสัตว์ องค์กรประกอบของเศษพืชและมูลสัตว์นั้น จะมีแร่ธาตุอาหารที่เป็นประโยชน์ต่อพืชอยู่อย่างครบถ้วน แต่จะมีในปริมาณน้อย ในการใช้ปุ๋ยชนิดนี้จึงจำเป็นต้องใช้ปุ๋ยเคมีร่วมด้วยเพื่อชดเชยในส่วนที่ขาด

หมักที่มีไม่เพียงพอ ในด้านทางกายภาพของดิน ปุ๋ยหมักที่ใส่ลงไปดินจะช่วยให้นดินเหนียวมีเนื้อดินที่ร่วนซุยขึ้น สำหรับดินทรายจะทำให้มีความสามารถในการอุ้มน้ำได้มากขึ้น เพราะปุ๋ยหมักสามารถผลิตสารปรับปรุงดินขึ้นมาที่เรียกว่า ฮิวมัส ซึ่งเป็นประโยชน์ต่อดิน ในด้านชีวภาพ ปุ๋ยหมักสร้างธาตุอาหารพืช สร้างสารปรับปรุงดิน จึงช่วยให้จุลินทรีย์และสัตว์เล็กๆ ที่เป็นประโยชน์ต่อพืชในดินเจริญเติบโตขยายพันธุ์ได้อย่างรวดเร็วก่อให้เกิดกิจกรรมต่างๆ ที่เป็นประโยชน์ต่อพืช เช่น การตรึงธาตุอาหารพืช การสลายเศษซากพืช การสร้างสารต่อต้านศัตรูพืชจากจุลินทรีย์ในดิน ช่วยให้ดินอยู่ในสภาพที่เหมาะสมต่อการเพาะปลูกพืชมากขึ้น

#### 1.4.3 ปุ๋ยพืชสด (green manure)

กรมวิชาการเกษตร (2548) กล่าวว่า ปุ๋ยพืชสด หมายถึง ปุ๋ยที่ได้จากการไถกลบพืชและคลุกเคล้าลงสู่ดิน เพื่อปรับปรุงสมบัติของดินให้ดีขึ้น โดยได้จากการปลูกพืชบางชนิดเมื่อเจริญเติบโตถึงระยะที่พืชเริ่มออกดอกถึงระยะดอกบาน จะไถกลบลงในดิน หรือได้จากการไถกลบเศษซากพืชจากต้นพืชที่เหลือทิ้งในไร่ นา หลังจากซากพืชย่อยสลายโดยสมบูรณ์จึงปลูกพืชหลักหรือพืชเศรษฐกิจต่อไป ส่วนคณาจารย์ภาควิชาปฐพีวิทยา (2544) ได้กล่าวถึง ปุ๋ยพืชสด ว่าเป็นปุ๋ยที่ได้จากการใช้พืชสดชนิดต่างๆ ที่คาดว่าจะให้ประโยชน์ในแง่ของการเป็นปุ๋ยต่อพืชที่ได้รับการใส่พืชสดนั้นๆ พืชที่ใช้เป็นปุ๋ยอาจเป็นพืชตระกูลถั่ว ตระกูลหญ้า หรือพืชชนิดอื่นๆ ซึ่งส่วนใหญ่จะเป็นพืชโตเร็วที่มีลักษณะง่ายต่อการตัดหรือการไถกลบ ซึ่งเมื่อปล่อยให้เจริญเติบโตมาระยะหนึ่งจะได้อินทรียสารมากพอและมีธาตุอาหารพืชธาตุต่างๆ สะสมในส่วนของดินในปริมาณสูง โดยทั่วไปมักนิยมใช้พืชตระกูลถั่วในระบบการปลูกพืชต่างๆ แต่ถ้าเป็นการปลูกพืชหัว เช่น มันเทศ มันสำปะหลัง และพืชหัวอื่นๆ การใช้พืชตระกูลหญ้าและอื่นๆ จะทำให้พืชหัวนั้นลงหัวดีกว่าการใช้พืชตระกูลถั่วที่มีปริมาณไนโตรเจนมากเกินไป สำหรับในสวนไม้ผลต่างๆ เช่น สวนส้ม อาจใช้หญ้าต่างๆ เช่น หญ้าคา ไปจนกระทั่งต้นแห้วหมู แทนการใช้พืชตระกูลถั่วซึ่งอาจทำให้เกิดปัญหาแทรกซ้อนทำให้ไม้ผลอ่อนแอได้ภายหลัง และธงชัย (2546) ให้ความหมายของปุ๋ยพืชสดว่าเป็นปุ๋ยอินทรีย์ที่เป็นพืชที่ถูกไถกลบหรือคลุกกลงไปในดินในขณะที่พืชนั้นเจริญเติบโต และยังคงอยู่ก่อนที่จะมีการปลูกพืชหลัก โดยปกติแล้วจะไถกลบพืชในระยะเริ่มออกดอก เมื่อพืชที่ถูกไถกลบย่อยสลายไปโดยกิจกรรมของจุลินทรีย์ในดินแล้ว จึงปลูกพืชหลักตามมา

ก. ลักษณะของพืชที่นำมาใช้เป็นปุ๋ยพืชสด

พืชที่จะใช้เป็นปุ๋ยพืชสดได้นั้นมีอยู่เป็นจำนวนมาก แต่ชนิดที่ดีที่สุดควรมีคุณสมบัติดังต่อไปนี้

- 1) เจริญเติบโตได้ดีแม้ในดินที่มีความอุดมสมบูรณ์ต่ำ
- 2) เป็นพืชที่ไม่ต้องการธาตุอาหารพืชอย่างเฉพาะเจาะจง และใช้ธาตุอาหารจากดินในปริมาณน้อย
- 3) เมล็ดไม่แพงจนเกินไป เก็บรักษาได้ง่าย หาได้สะดวกและมีอย่างเพียงพอเมื่อมีความต้องการ
- 4) สะสมธาตุอาหารไว้ในดินได้มาก โดยเฉพาะอย่างยิ่งธาตุไนโตรเจน
- 5) เจริญเติบโตข้ามวัชพืชได้ สามารถไถกลบขณะออกดอก 50 เปอร์เซ็นต์ได้ในช่วงอายุ 30 ถึง 60 วัน โดยให้น้ำหนักสดสูงพอ
- 6) ควรเป็นพืชที่สามารถจัดเข้าระบบการปลูกพืชหมุนเวียนและพืชแซมได้
- 7) ควรเป็นพืชที่มีระบบราก ใบ และลำต้นเจริญแผ่กว้างใหญ่พอสมควร เมื่อรากถูกย่อยสลายไปจะเกิดช่องว่างในดินล่าง ช่วยให้มีการระบายน้ำ และระบายอากาศดีขึ้น รวมถึงการดูดธาตุอาหารจากดินชั้นล่างมาสะสมที่ใบและลำต้น เมื่อไถกลบ ธาตุอาหารนั้นก็จะมีอยู่ในดินชั้นบน
- 8) ควรเป็นพืชที่ทนแล้งได้ดี สามารถเจริญเติบโตได้แทบทุกฤดูกาล
- 9) ควรเป็นพืชที่ปลูกได้ง่าย และทนทานต่อการทำลายของศัตรูพืช
- 10) ควรเป็นพืชที่ไถกลบลงดินได้ง่าย

## 11) ควรเป็นพืชที่ไม่เป็นพิษต่อพืชหลักที่จะปลูกตามมา

### ข. ประโยชน์จากการใช้ปุ๋ยพืชสด (มุกดา, 2548)

1) เพิ่มอินทรีย์วัตถุในดิน และเป็นการทดแทนอินทรีย์วัตถุในดินที่สูญเสียไปจากการเพาะปลูก โดยช่วยสนับสนุนและส่งเสริมกิจกรรมการย่อยสลายซากพืชของจุลินทรีย์ในดิน อินทรีย์วัตถุที่ได้จากการไถกลบซากและย่อยสลายแล้วแล้วนี้จะแทรกอยู่ระหว่างเม็ดดินทำให้ดินร่วนซุยและอุ้มน้ำได้ดี จึงเป็นการช่วยปรับปรุงโครงสร้างของดินให้เหมาะสมต่อการเจริญเติบโตของพืช

2) เพิ่มไนโตรเจนให้แก่ดิน การไถกลบปุ๋ยพืชสดที่เป็นพืชตระกูลถั่ว จะมีแบคทีเรียที่สามารถตรึงไนโตรเจนจากอากาศมาสะสมในเซลล์พืช เมื่อไถกลบซากพืชเหล่านั้นก็จะมีการปลดปล่อยไนโตรเจนลงสู่ดิน

3) รักษาปริมาณธาตุอาหารพืชในดิน เมื่อไถกลบพืชนั้นแล้ว ปริมาณธาตุอาหารก็จะกลับลงไปสู่ดินอีกครั้งเพื่อให้พืชหลักในฤดูถัดไปใช้ประโยชน์ได้

4) ช่วยในการจัดการดินอนุรักษ์ดินและน้ำ ที่ปลูกเป็นพืชคลุมดินเพื่อจะช่วยให้หน้าดินเกิดการชะล้างพังทลายที่เกิดจากน้ำและลม และเมื่อซากใบหรือกิ่งของพืชคลุมดินนั้นร่วงลงทับถมลงในหน้าดิน และต่อมาจะสลายตัวเพิ่มอินทรีย์วัตถุให้แก่ดินอีกด้วย

## 2. ความรู้ทั่วไปเกี่ยวกับปุ๋ยเคมี

### 2.1 ความหมายของปุ๋ยเคมี

คณาจารย์ภาควิชาปฐพีวิทยา (2544) ได้กล่าวว่า ปุ๋ยเคมี หมายถึง ปุ๋ยที่ได้จากสารอนินทรีย์ รวมถึงปุ๋ยเชิงเดี่ยว ปุ๋ยเชิงผสม และปุ๋ยเชิงประกอบ และหมายความตลอดถึงปุ๋ยอินทรีย์ที่มีปุ๋ยเคมีผสมอยู่ด้วยแต่ไม่รวมถึงปุ๋ยขี้วัว ดินมาร์ล ปุ๋ยพลาสเตอร์ หรือยิปซัม

## 2.2 ความสำคัญของปุ๋ยเคมี

ความสามารถในการให้ผลผลิตพืชของดินที่ใช้ในการเกษตรจะมีมากหรือน้อยส่วนใหญ่มักเป็นผลมาจากปริมาณความเป็นประโยชน์ของธาตุอาหารพืชในดินมากกว่าที่จะเป็นผลเนื่องจากปัจจัยของดินอื่นๆ ซึ่งในการปรับปรุงความสามารถนี้สามารถทำได้โดยการใช้ปุ๋ยเคมี ซึ่งนอกจากช่วยเพิ่มปริมาณธาตุอาหารพืชแล้ว ปุ๋ยเคมียังมีความสำคัญอื่นๆ อีกดังนี้

### 2.2.1 ความสำคัญต่อการเพิ่มผลผลิตพืช

การเพิ่มผลผลิตพืชที่ปลูกในดินที่มีความอุดมสมบูรณ์ต่ำนั้น การใช้ปุ๋ยเคมีเป็นวิธีการที่มีความสำคัญโดยเฉพาะอย่างยิ่งการผลิตพืชเศรษฐกิจอายุสั้นเช่น ข้าว, ข้าวโพด ฯลฯ เพื่อให้ได้ผลผลิตสูงหรือในระดับที่จะให้ผลคุ้มค่าในเชิงพาณิชย์ (ปิยะ, 2538) การปลูกพืชไร่บางชนิด เช่น ข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ในดินที่มีความอุดมสมบูรณ์ต่ำ โดยไม่มีการใช้ปุ๋ยเคมี อาจให้ผลผลิตเมล็ดเพียงประมาณ 100–200 กิโลกรัมต่อไร่ ในขณะที่การปลูกข้าวโพดในพื้นที่เดียวกันโดยมีการใช้ปุ๋ยเคมีและมีการปฏิบัติบำรุงรักษาพืชที่ปลูกเหมือนกัน อาจทำให้ผลผลิตเมล็ดเพิ่มขึ้นถึงประมาณ 8 เท่าตัว (ชัยโรจน์, 2535)

### 2.2.2 ความสำคัญต่อสุขภาพพืช (ปิยะ, 2538)

ก. ความต้านทานศัตรูพืช จากรายงานผลการวิจัยต่างๆ พบว่า การใช้ปุ๋ยเคมีที่เหมาะสมมีผลทำให้พืชที่ปลูกมีความต้านทานต่อการเกิดและการทำลายของศัตรูพืชต่างๆ มากขึ้น หรืออย่างน้อยมีส่วนช่วยลดความเสียหายต่อการทำลายของศัตรูพืชได้

ข. ความทนทานต่อสภาวะสิ่งแวดล้อมที่ไม่เหมาะสม ผลต่อสุขภาพพืชทางด้านนี้เป็นผลที่ได้มาทางอ้อม เมื่อพืชได้รับปุ๋ยแล้วที่เหมาะสมแล้วสามารถเจริญเติบโตได้ดี ได้ผลผลิตที่สูงก็แสดงว่าพืชสามารถทนทานอยู่ในสภาพแวดล้อมนั้นๆ ได้ จากผลศึกษาและการวิจัยโดยทั่วไป พบว่า ธาตุอาหารพืชที่มีอยู่ในปุ๋ยเคมีหลายชนิดมีคุณค่าอย่างเด่นชัดต่อการเสริมสร้างสุขภาพหรือความทนทานของพืชต่อสภาวะสิ่งแวดล้อมที่ไม่เหมาะสม

### 2.2.3 ความสำคัญต่อคุณภาพผลผลิต

การใช้ปุ๋ยเคมีเพื่อให้ธาตุอาหารพืชชนิดที่ขาดในดิน หรือเพื่อให้พืชได้รับธาตุอาหารชนิดต่างๆในสัดส่วนที่เหมาะสม การใช้ปุ๋ยเคมีนอกจากจะช่วยเพิ่มการเจริญเติบโตและผลผลิตของพืชแล้วยังมีส่วนช่วยควบคุมหรือปรับปรุงคุณภาพของผลผลิตด้วย ซึ่งคุณภาพของผลผลิตก็มีทั้งภายนอกและภายในผลผลิต คุณภาพภายในที่สำคัญได้แก่ รสชาติของผลผลิต และคุณค่าทางโภชนาการ เช่น ปริมาณโปรตีนในพืชอาหารสัตว์หรือในเมล็ดธัญพืชฯ ชนิดหรือปริมาณวิตามินต่างๆในพืชหรือผลไม้ เช่น ปริมาณวิตามินซีในส้มฯ คุณค่าในเชิงอุตสาหกรรม เช่น ปริมาณความหวานในอ้อย ปริมาณแป้งในพืชหัวเป็นต้น สำหรับคุณภาพผลผลิตที่เห็นได้ภายนอกที่สำคัญได้แก่ ขนาดและรูปร่างของผลผลิต เช่น เมล็ด ผล หัว หรือสีของผลผลิต

## 2.3 ชนิดของปุ๋ยเคมี (ปิยะ, 2538)

### 2.3.1 ปุ๋ยเชิงเดี่ยว (straight fertilizer)

เป็นปุ๋ยเคมีที่มีธาตุปุ๋ยเพียงธาตุเดียวได้แก่ ไนโตรเจน ฟอสฟอรัส หรือโพแทสเซียม ยกตัวอย่างเช่น ปุ๋ยแอมโมเนียมซัลเฟตจัดว่าเป็นปุ๋ยเชิงเดี่ยวเพราะมีธาตุไนโตรเจนอยู่ธาตุเดียว

### 2.3.2 ปุ๋ยเชิงผสม (mixed fertilizer)

เป็นปุ๋ยเคมีที่ได้จากการผสมปุ๋ยเคมีชนิดหรือประเภทต่างๆ เข้าด้วยกัน เพื่อให้ได้ธาตุอาหารตามที่ต้องการ

### 2.3.3 ปุ๋ยเชิงประกอบ (compound fertilizer)

เป็นปุ๋ยเคมีที่ผลิตขึ้นจากกระบวนการทางเคมีเพื่อให้มีธาตุปุ๋ยตั้งแต่สองธาตุขึ้นไปและอยู่รวมกันเป็นสารประกอบชนิดเดียวกัน เช่น สารประกอบหรือแม่ปุ๋ยประเภทโพแทสเซียมไนเตรต ( $\text{KNO}_3$ ) ไดแอมโมเนียมฟอสเฟต  $[(\text{NH}_4)_2\text{HPO}_4]$  และโพแทสเซียมเมตาฟอสเฟต ( $\text{KPO}_3$ ) เป็นต้น

### 2.3.4 ปุ๋ยธาตุรอง

ปุ๋ยธาตุรอง เป็นปุ๋ยเคมีที่มีธาตุรองไม่น้อยกว่าหนึ่งธาตุเป็นองค์ประกอบหลัก ในปริมาณมากพอที่จะใช้เป็นปุ๋ยเพื่อแก้ปัญหาการขาดธาตุรองได้ หรือไม่ก็เพื่อให้พืชได้รับธาตุรองมากยิ่งขึ้น

## 2.4 การจำแนกประเภทปุ๋ยโดยถือเอาชนิดธาตุปุ๋ยที่เป็นองค์ประกอบหลัก (ปิยะ, 2538)

### 2.4.1 ปุ๋ยไนโตรเจน (nitrogen carrier or nitrogenous fertilizer)

ได้แก่ปุ๋ยที่ให้ธาตุไนโตรเจนเป็นสำคัญ เช่น ปุ๋ยแอมโมเนียมไนเตรด (ammonium nitrate) (35%N), ปุ๋ยแอมโมเนียมซัลเฟต (ammonium sulfate) (21%N), ปุ๋ยแอนไฮดรัสแอมโมเนีย (anhydrous ammonia) (82%N), ปุ๋ยยูเรีย (urea) (46%N) เป็นต้น

### 2.4.2 ปุ๋ยฟอสฟอรัส (phosphorus carrier or phosphatic fertilizer)

ได้แก่ปุ๋ยที่ให้ธาตุฟอสฟอรัสเป็นสำคัญ เช่น ปุ๋ยหินฟอสเฟต (rock phosphate) อยู่ในรูปของแร่แต่จัดว่าเป็นปุ๋ยฟอสฟอรัสชนิดหนึ่ง, ปุ๋ยซูเปอร์ฟอสเฟต (superphosphate) ทั้งชนิดธรรมดา (20%P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>) หรือชนิดเข้มข้น (40-46%P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>) เป็นต้น

### 2.4.3 ปุ๋ยโพแทสเซียม (potassium carrier or potassic fertilizer or potash fertilizer)

ได้แก่ปุ๋ยที่ให้ธาตุโพแทสเซียมเป็นสำคัญ เช่น โพแทสเซียมคลอไรด์ (potassium chloride) (60%K<sub>2</sub>O) เป็นปุ๋ยโพแทสเซียมที่นิยมใช้มากที่สุด ทั้งใส่โดยตรงหรือใช้เป็นแม่ปุ๋ยโพแทสเซียม, ปุ๋ยโพแทสเซียมซัลเฟต (sulfate of potash) (50%K<sub>2</sub>O) นิยมใช้กับพืชที่มีราคาผลผลิตค่อนข้างสูง หรือใช้กับพืชที่ไม่ควรรับธาตุคลอรีน เป็นต้น

### 3. เปรียบเทียบข้อดีและข้อเสียระหว่างปุ๋ยอินทรีย์และปุ๋ยเคมี

ปุ๋ยทั้งสองชนิดนี้ต่างก็มีทั้งข้อดีและข้อเสียอยู่ร่วมกัน ถ้ามีการนำมาใช้อย่างไม่ถูกต้องตามหลักการ ผลเสียก็จะปรากฏออกมาอย่างเด่นชัด (กรมวิชาการเกษตร, 2541)

ตารางเปรียบเทียบข้อดีและข้อเสียระหว่างปุ๋ยอินทรีย์และปุ๋ยเคมี

| ปุ๋ยอินทรีย์                                                             | ปุ๋ยเคมี                                                       |
|--------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------|
| 1) ไม่มีข้อจำกัดในการใช้มากนัก                                           | 1) ต้องใช้อย่างถูกต้องเหมาะสมกับพืช                            |
| 2) มีธาตุอาหารพืชในปริมาณน้อย ต้องใช้ในปริมาณมาก                         | 2) มีธาตุอาหารพืชมากน้อยตามชนิดของปุ๋ยเคมี ใช้ในปริมาณที่แนะนำ |
| 3) มีจุดประสงค์ที่จะใช้เพื่อการอนุรักษ์หรือปรับปรุงสมบัติทางกายภาพของดิน | 3) มีจุดประสงค์ที่จะเพิ่มความอุดมสมบูรณ์ของดิน                 |
| 4) เป็นแหล่งอาหารของสิ่งมีชีวิตในดิน                                     | 4) ให้ธาตุอาหารพืชโดยตรง                                       |

### 4. งานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการใช้ปุ๋ยอินทรีย์ร่วมกับปุ๋ยเคมี

#### 4.1 งานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการใช้ปุ๋ยอินทรีย์ร่วมกับปุ๋ยเคมีที่มีผลต่อการเจริญเติบโตของพืช

งานวิจัยการใช้ปุ๋ยอินทรีย์ร่วมกับปุ๋ยเคมีที่มีผลต่อการเจริญเติบโตของพืช โดยมีงานวิจัยที่ใช้ข้าวโพดเป็นพืชทดลองซึ่ง กฤษณา (2546) และ ศิริเนตร (2545) ได้ศึกษาการใส่ปุ๋ยมูลไก่อาร่วมกับปุ๋ยเคมีฟอสฟอรัส พบว่า การใส่ปุ๋ยมูลไก่อาร่วมกับปุ๋ยเคมีฟอสฟอรัส มีผลต่อการเจริญเติบโต ผลผลิต และการดูดใช้ธาตุอาหารฟอสฟอรัสของข้าวและข้าวโพด ใกล้เคียงหรือดีกว่าการใส่ปุ๋ยเคมีฟอสฟอรัสเพียงอย่างเดียว ในขณะที่ มณฑา (2533) ได้ศึกษาการใช้ปุ๋ยอินทรีย์ร่วมกับปุ๋ยยูเรีย ซึ่งมีผลต่อการเจริญเติบโตของข้าวโพดหวานดังนี้ คือ ใช้กากละหุ่งอัตรา 320 กก./ไร่ ทำให้น้ำหนักแห้งของต้นและผลผลิตของข้าวโพดไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติกับการใช้มูลเป็ด 1.6 ตัน/ไร่ และปุ๋ยยูเรีย 16 กก./ไร่ แต่การใช้กากละหุ่งอัตรา 320 กก./ไร่ ทำให้น้ำหนักแห้งของต้นและผลผลิตของข้าวโพดมากที่สุด และการเพิ่มอัตราปุ๋ยยูเรียทุกค่ารับการทดลองมีแนวโน้มทำให้น้ำหนักแห้งต้นลดลง สำหรับผลผลิตนั้นการเพิ่มอัตราปุ๋ยยูเรียในแปลงที่ใส่มูลเป็ดและไม่ใส่ปุ๋ยอินทรีย์ทำให้ผลผลิตเพิ่มขึ้น แต่ในแปลงที่ใส่กากละหุ่งการใส่ปุ๋ยยูเรียเพิ่มในอัตรา 4 กก./ไร่ ช่วยให้ผลผลิต

สูงขึ้น แต่ถ้าเพิ่มอัตราปุ๋ยยูเรียที่ใช้ให้สูงขึ้นผลผลิตของข้าวโพดก็จะลดลง นอกจากนี้ หรั่ง และคณะ (2539) ได้ศึกษาการใช้ปุ๋ยมูลไก่และปุ๋ยเคมีต่อผลผลิตข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ ในแหล่งชลประทานแม่กลองใหญ่ จังหวัดนครปฐม ซึ่งเป็นชุดดินกำแพงแสนติดต่อกัน 2 ปี โดยใช้ปุ๋ยมูลไก่อัตรา 200, 400 และ 800 กก./ไร่ ร่วมกับปุ๋ยเคมีสูตร 28-28-0 อัตรา 20, 40 และ 80 กก./ไร่ พบว่าการใช้ปุ๋ยมูลไก่ร่วมกับปุ๋ยเคมีทำให้ผลผลิตข้าวโพดเพิ่มขึ้นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติและ Hakim (2002) ได้ศึกษาการใช้อินทรีย์วัตถุในการเพิ่มประสิทธิภาพการใช้ปุ๋ยฟอสฟอรัสของข้าวโพดในดินอุลติโซลส์ ทำการทดลองในกระถางโดยใช้ปุ๋ยคอกและปุ๋ยพืชสดให้มีอินทรีย์วัตถุในดิน 0, 0.5, 1, 1.5, 2 และ 2.5 เปอร์เซ็นต์ ซึ่งคิดเป็นอัตรา 0, 25, 50, 75, 100 และ 125 กรัมปุ๋ยคอก หรือปุ๋ยพืชสดต่อกระถาง ตามลำดับ เก็บเกี่ยวข้าวโพดเมื่อเจริญได้ 6 สัปดาห์ พบว่าการใช้ปุ๋ยคอกอัตรา 75 กรัมต่อกระถาง ให้ผลผลิตน้ำหนักแห้งสูงสุด การดูดใช้ฟอสเฟตจากปริมาณฟอสฟอรัสที่ได้มาจากปุ๋ยของข้าวโพดมีประสิทธิภาพสูงสุด นอกจากนี้ยังมีงานวิจัยที่ใช้พืชชนิดอื่นๆ มาเป็นพืชทดลองเช่น ข้าว ซึ่งหรรษา และคณะ (2540) ได้ทำการศึกษาการใช้ปุ๋ยโพแทสเซียมอัตราต่าง ๆ ร่วมกับปุ๋ยอินทรีย์ที่มีผลต่อผลผลิตข้าวพันธุ์ กข 23 และปริมาณโพแทสเซียมในเมล็ดข้าวในจังหวัดนครราชสีมา พบว่าเมื่อข้าวพันธุ์ กข 23 ได้รับปุ๋ยโพแทสเซียมเป็น 16 กก.  $K_2O$ /ไร่ จะทำให้ผลผลิตข้าวสูงมากกว่ากรรมวิธีที่ไม่ใส่โพแทสเซียม แต่จะไม่แตกต่างกันทางสถิติจากกรรมวิธีที่ใส่โพแทสเซียม 4 และ 8 กก.  $K_2O$ /ไร่ ทั้งที่ใส่อย่างเดียวและที่ใส่ร่วมกับปุ๋ยอินทรีย์ ส่วนจักรินทร์ และคณะ (2530) ได้ทดลองใช้ปุ๋ยหมักกากอ้อยร่วมกับปุ๋ยเคมีสำหรับอ้อยที่ปลูกในชุดดินกำแพงแสน พบว่าการใช้ปุ๋ยหมักกากอ้อย อัตรา 1 ตัน/ไร่ร่วมกับปุ๋ยเคมี (12-10-15) อัตรา 50 กก./ไร่ ทำให้น้ำหนักลำอ้อยต่อไร่สูงสุด นอกจากนี้ อุดม (2545) ยังได้ศึกษาการจัดการปุ๋ยมูลไก่และปุ๋ยเคมีเพื่อปรับปรุงผลผลิตถั่วเหลืองพันธุ์เชียงใหม่ 60 ที่ปลูกในชุดดินกบินทร์บุรีที่มีฟอสฟอรัสต่ำในแปลงทดลอง อำเภอน้ำเย็น จังหวัดสระแก้ว โดยใช้ปุ๋ยมูลไก่อัตรา 0, 0.5 และ 1 ตัน/ไร่ และปุ๋ยเคมีสูตร 15-15-15 อัตรา 20 และ 40 กก./ไร่ และสูตร 12-24-12 อัตรา 12.5 และ 25 กก./ไร่ พบว่า การใช้ปุ๋ยมูลไก่ร่วมกับปุ๋ยเคมีให้ผลผลิตสูงกว่าการใช้ปุ๋ยมูลไก่และปุ๋ยเคมีเพียงอย่างเดียว โดยการใส่ปุ๋ยมูลไก่ อัตรา 1 ตัน/ไร่ ร่วมกับปุ๋ยเคมีสูตร 15-15-15 อัตรา 40 กก./ไร่ ให้ผลผลิตสูงสุดอยู่ในช่วง 472.89-508.33 กก./ไร่ และวิโรจน์และรังสรรค์ (2527) ได้ทดลองใช้ปุ๋ยหมักมูลสัตว์และแกลบในอัตรา 4 ตัน/ไร่ ใช้แกลบร่วมกับมูลสัตว์ และแกลบร่วมกับปุ๋ยหมักอย่างละ 2 ตัน/ไร่ เมื่อปลูกคะน้าในดินชุดสมุทรปราการ พบว่าการใช้ปุ๋ยหมักมูลสัตว์และแกลบดังกล่าวมีแนวโน้มทำให้น้ำหนักสดของคะน้าเพิ่มขึ้น

#### 4.2 งานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการใช้ปุ๋ยอินทรีย์ร่วมกับปุ๋ยเคมีที่มีผลต่อการเปลี่ยนแปลงสมบัติของดิน

งานวิจัยการใช้ปุ๋ยอินทรีย์ร่วมกับปุ๋ยเคมีที่มีผลต่อการเปลี่ยนแปลงสมบัติของดิน ในด้านการเปลี่ยนแปลงสมบัติทางเคมีของดิน พบว่า Aroon และคณะ (1978) ทดลองใช้ปุ๋ยหมักเทศบาล มูลสัตว์ และปุ๋ยเคมี ในชุดดินรังสิตและชุดดินกำแพงแสนติดต่อกันเป็นระยะเวลา 4 ปี พบว่าปริมาณอินทรีย์วัตถุ และค่า pH ของดินไม่เปลี่ยนแปลง แต่มีแนวโน้มว่าการใช้ปุ๋ยหมักเทศบาลอย่างเดียว หรือใช้ร่วมกับปุ๋ยเคมีเป็นเวลาทำให้ปริมาณโพแทสเซียมและฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์เพิ่มขึ้น ในด้านของธาตุอาหารพืชมีการศึกษาโดย Tuivavalagi and Silva (1996) ซึ่งใช้ปุ๋ยมูลไก่และปุ๋ยเคมีกับข้าวโพด โดยปลูกในดินออกซิโซลส์ ที่ Hawii โดยใช้ปุ๋ยเคมี (200 kgN, 200 kgP, 100 kgK, 15 kgZn, 5 kgB และ 2.5 kgCu/ha) อย่างเดียว และใช้ร่วมกับมูลไก่สดอัตรา 16.82 ตัน/เฮกตาร์ พบว่าการเพิ่มปุ๋ยมูลไก่ให้ผลแตกต่างทางสถิติ โดยเพิ่มผลผลิตเมล็ด ความสูงของข้าวโพด น้ำหนักของใบรองฝัก และส่วนเหนือดิน จากการวิเคราะห์ใบรองฝักในระยะออกไหม แสดงให้เห็นว่าการใส่ปุ๋ยมูลไก่เพิ่มการดูดใช้ในไนโตรเจน ฟอสฟอรัส แมกนีเซียม ซัลเฟต คลอรีน และสังกะสี การวิเคราะห์ดินหลังการเก็บเกี่ยวแสดงให้เห็นว่า การใส่ปุ๋ยมูลไก่เพิ่มความเข้มข้นของไนโตรเจน ไนโตรเจน แอมโมเนีย และแคลเซียมในดิน ส่วน Oniani และคณะ (1973) รายงานว่าการใส่ปุ๋ยคอกร่วมกับปุ๋ยซูเปอร์ฟอสเฟต ทำให้ดินมีอินทรีย์ฟอสฟอรัสในรูป inositol pentaphosphate และ inositol hexaphosphate เพิ่มขึ้น ทำให้ความเป็นประโยชน์ของฟอสฟอรัสในดินเพิ่มขึ้น สูงกว่าดินที่ได้รับการใส่ปุ๋ยเคมีเพียงอย่างเดียว และ Zhang และคณะ (1994) พบว่าการใส่ปุ๋ยคอกร่วมกับปุ๋ยอินทรีย์ฟอสฟอรัสเป็นวิธีที่ทำให้เกิดประสิทธิภาพในการป้องกันการดูดซับฟอสฟอรัสของดิน นอกจากนี้ยังได้มีการศึกษาผลการใช้ปุ๋ยอินทรีย์ร่วมกับปุ๋ยเคมีที่มีต่อจุลินทรีย์ดินโดย วรรณลดา และคณะ (2534) พบว่า การใส่ปุ๋ยหมัก 4 และ 6 ตันต่อไร่ ร่วมกับปุ๋ยเคมี 16-20-0 อัตรา 50 กิโลกรัมต่อไร่ ในชุดดินปากช่อง มีผลทำให้ปริมาณจุลินทรีย์ โดยเฉพาะแอกติโนไมซีตเพิ่มขึ้นจาก 0.99 เป็น 4.6 และ 5.39 log No. ต่อกรัมของดิน ตามลำดับ ในขณะที่ปริมาณเชื้อโรคพืช *Macrophonima phaseolina* ลดปริมาณลงจาก 4.2 เป็น 1.8 และ 0.38 log No. ต่อกรัมของดิน ตามลำดับ ซึ่งมีผลให้อาการโรคลำต้นเน่าดำของข้าวโพดลดอาการจาก 5.33 เป็น 2.66 และ 2 ตามลำดับ

## 5. ลักษณะบางประการของข้าวโพดลูกผสมเดี่ยวพันธุ์สุวรรณ 4452 (ศูนย์วิจัยข้าวโพดและข้าวฟ่างแห่งชาติ, 2549)

ข้าวโพดลูกผสมเดี่ยวพันธุ์สุวรรณ 4452 ได้มาจากการผสมระหว่างสายพันธุ์แท้ Ki 47 กับ Kei 0102 ในปี 2543 ทำการทดสอบพันธุ์ในแหล่งปลูกข้าวโพดต่างๆ จนกระทั่งในปี 2546 ศูนย์วิจัยข้าวโพดและข้าวฟ่างแห่งชาติได้แนะนำพันธุ์นี้สู่เกษตรกรภาครัฐและเอกชนต่างๆ

### 5.1. ลักษณะประจำพันธุ์

สุวรรณ 4452 เป็นข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ลูกผสมเดี่ยวพันธุ์ใหม่ที่พัฒนาขึ้นโดยนักวิชาการของศูนย์วิจัยข้าวโพดและข้าวฟ่างแห่งชาติ สถาบันอินทรีจันทร์สถิตย์เพื่อการค้นคว้าและพัฒนาพืชศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ ให้ผลผลิตสูงเฉลี่ย 1,187-1,454 กิโลกรัมต่อไร่ สามารถปลูกได้ในสภาพแวดล้อมที่กว้างขวาง ทั้งที่เป็นช่วงต้นฝนและปลายฤดูฝน

สุวรรณ 4452 เกิดจากการนำสายพันธุ์แท้ “เกษตรศาสตร์ 47 (Ki 47)” ผสมกับสายพันธุ์แท้ “Kei 0102” ผลจากการทดสอบพันธุ์ในแหล่งปลูกข้าวโพดในพื้นที่ต่าง ๆ ช่วง 3 ปี (พ.ศ. 2543-2545) พบว่ามีผลผลิตสูงกว่าพันธุ์เปรียบเทียบกับอย่างน้อยร้อยละ 10 มีเสถียรภาพสูงในการให้ผลผลิตในสภาพแวดล้อมต่าง ๆ สามารถปรับตัวได้ดีในสภาพแวดล้อมที่เลวถึงดี มีลักษณะทางเกษตรส่วนใหญ่ดีกว่าพันธุ์เปรียบเทียบกับ มีอายุวันสลัดละอองเกสร 50% ใน 53 วัน วันออกไหม 50% ใน 54 วัน ความสูงของต้น 214 ซม. ความสูงที่ออกฝักอยู่ระดับ 128 ซม. การต้านทานโรคราน้ำค้าง และต้านทานโรคทางใบได้ดี โดยเฉพาะโรคราน้ำค้าง มีเปอร์เซ็นต์กะเทาะเมล็ด 81.9% ลักษณะใบของข้าวโพดพันธุ์นี้ ใบตั้ง สีเขียวเข้ม ลำต้นและช่อดอกตัวผู้มีสีม่วง มีระบบรากและลำต้นแข็งแรง มีเปลือกหุ้มฝักปิดมิดชิด เมล็ดสีส้มเหลืองหัวแข็ง ตรงความต้องการของตลาด ปลูกได้ในดินดำและดินแดง ในต้นฤดูฝนและปลายฤดูฝน

### 5.2. ลักษณะเด่นประจำพันธุ์

เป็นพันธุ์ที่ปรับตัวได้ดีในสภาพแวดล้อมที่เลวถึงดี มีระบบรากและลำต้นแข็งแรง ไม่หักล้มง่าย มีความสูงต้น 214 ซม. ใบตั้ง สีเขียวเข้ม ลำต้น และช่อดอกสีม่วง ฝัก ความสูงฝัก 128 ซม. มีอายุวันสลัดละอองเกสร 50 % 53 วัน วันออกไหม 50 % 54 วัน มีเปลือกหุ้มฝักมิดชิด เมล็ด

สีส้มเหลืองหัวแข็งมี 16 แฉก จำนวน 38 เมล็ด/แฉก ซึ่งมีสีขาว ด้านทานต่อโรคราน้ำค้างและโรคทางใบ ให้ผลผลิตเฉลี่ย 1,187 - 1,454 กก./ไร่ มีเปอร์เซ็นต์กะเทาะเมล็ด 81.9 % น้ำหนัก 1,000 เมล็ดเท่ากับ 310.14 กรัม

### 5.3 การปลูก และการดูแลรักษา (กรมวิชาการเกษตร, 2547)

#### 5.3.1 การเตรียมดินสำหรับปลูก

การเตรียมดินปลูกข้าวโพดที่ดีควรมีการปฏิบัติเมื่อดินมีความชื้นเพียงพอ กล่าวคือ หลังจากที่มีฝนตกจนกระทั่งดินมีความชื้นพอเหมาะ การเตรียมดินสำหรับปลูกข้าวโพดสามารถปฏิบัติได้ดังนี้

การไถดะ (primary tillage) เป็นการไถครั้งแรกเพื่อเปิดหน้าดิน ส่วนใหญ่ใช้ผาน 3 ผาน 4 หรือไถหัวหมู ดัดท้ายรถแทรกเตอร์ เพื่อพลิกหน้าดินและเก็บวัชพืช โดยกำหนดให้ความลึกในการไถประมาณ 30 เซนติเมตร ตากดินไว้ 7-10 วัน

การไถแปรและการพรวน (secondary tillage and harrowing) เป็นการไถขวาง แนวการไถดะเพื่อย่อยดินให้แตกและคลุกเคล้าเศษซากพืชและอินทรีย์วัตถุได้อย่างสม่ำเสมอ หากการไถแปรยังทำให้ดินละเอียดไม่เพียงพอ กำหนดให้มีการไถอีก 1-2 ครั้ง ในกรณีที่การไถดะแล้วดินร่วนพอสวย อาจยกเว้นการไถแปร คงเหลือแต่การไถพรวนอย่างเดียวได้ การไถแปรมักจะใช้ผาน 3 หรือผาน 4 ส่วนการพรวนมักจะใช้ผาน 7 ดัดท้ายรถแทรกเตอร์

การขักร่องระหว่างแถวข้าวโพด เป็นการทำดินหลังข้าวโพดงอกแล้ว ประมาณ 4-6 สัปดาห์ (post emergence cultivation) มีวัตถุประสงค์เพื่อการกำจัดวัชพืชและเป็นการกลบปุ๋ยเสริมที่ใส่ให้กับข้าวโพดในขณะเดียวกัน รวมทั้งเป็นการพูนโคนให้กับข้าวโพดเสริมสร้างความแข็งแรง ไม่ให้มีการหักล้มได้ง่ายอีกด้วย

#### 5.3.2 อัตราปลูกที่เหมาะสมสำหรับข้าวโพด

นักปรับปรุงพันธุ์ได้มีการพัฒนาพันธุ์ข้าวโพดให้มีอายุเก็บเกี่ยวปานกลาง (100-110 วัน) คำนวณสำหรับการปลูกข้าวโพดพันธุ์ส่งเสริม รวมทั้งการปลูกเพื่อทดสอบพันธุ์

จะแนะนำให้ใช้อัตราปลูก 8,500 ต้น/ไร่ โดยใช้ระยะระหว่างแถวมาตรฐาน 75 เซนติเมตร ส่วนระยะระหว่างหลุมและจำนวนต้นต่อหลุม จะผันแปรตามความสะดวกในการปลูกของเกษตรกร ดังนี้

- 1) ระยะระหว่างหลุม 75 เซนติเมตร จะใช้จำนวนต้นต่อหลุม 3 ต้น
- 2) ระยะระหว่างหลุม 50 เซนติเมตร จะใช้จำนวนต้นต่อหลุม 2 ต้น
- 3) ระยะระหว่างหลุม 25 เซนติเมตร จะใช้จำนวนต้นต่อหลุม 1 ต้น

### 5.3.3 การใส่ปุ๋ย

ชนิดของปุ๋ย เลือกใช้ปุ๋ยอินทรีย์หรือชนิดของปุ๋ยเคมีให้มีความเหมาะสมกับสมบัติของดิน รวมทั้งระยะการเจริญเติบโตของข้าวโพด โดยทั่วไปปุ๋ยเคมีที่เหมาะสมกับข้าวโพด เช่น ปุ๋ยสูตร 46-0-0, 16-20-0, 20-20-0, 15-15-15, 12-12-6 และ 16-16-8 เป็นต้น ส่วนปุ๋ยอินทรีย์ ได้แก่ ปุ๋ยคอก และปุ๋ยพืชสด แม้ว่าจะมีปริมาณธาตุอาหารไม่สูงเท่ากับปุ๋ยเคมี แต่จะช่วยให้ดินมีสมบัติ ทั้งทางกายภาพ, ทางฟิสิกส์ และทางเคมีดีขึ้น

อัตราปุ๋ย ได้แก่ ปริมาณของปุ๋ยที่จะใส่ต่อพื้นที่ ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับความอุดมสมบูรณ์ของดิน สมบัติของดิน ฤดูกาล และระยะการเจริญเติบโตของข้าวโพด

เวลาการใส่ปุ๋ย ระยะวิกฤตที่ข้าวโพดต้องการปุ๋ยเพื่อใช้ในการสร้างเสริมการเจริญเติบโตและผลผลิต ได้แก่ ระยะการเจริญเติบโตทางลำต้น และระยะการสร้างเมล็ด ดังนั้น การใส่ปุ๋ยที่เหมาะสมควรมีการใส่ในระยะที่ข้าวโพดต้องการมากที่สุด

วิธีใส่ปุ๋ย การใส่ปุ๋ยครั้งแรกมักจะใส่พร้อมการเตรียมดิน อาจหว่านก่อนการพรวนครั้งสุดท้ายหรือใส่พร้อมปลูกเมื่อมีการ โดยใช้เครื่องปลูก ส่วนการใส่ปุ๋ยครั้งที่ 2 ซึ่งเป็นการใส่ปุ๋ยเสริม (top dressing) ควรใส่ในระยะที่ข้าวโพดมีอายุ 4-6 สัปดาห์ ซึ่งเป็นระยะที่ข้าวโพดกำลังสร้างช่อดอก โดยการใส่บริเวณโคนต้น (side dressing) หรือโรยเป็นแถว (banding) นอกจากนี้ ในสภาพที่ดินมีธาตุอาหารที่เป็นประโยชน์ในปริมาณที่ต่ำ หรือดินชั้นบนแห้งจัดเนื่องจากการขาดน้ำ หรือระบบรากข้าวโพดไม่สมบูรณ์ การให้ปุ๋ยทางใบ (foliar application) จะเป็นแนวทางในการเพิ่มผลผลิตให้กับข้าวโพดได้

#### 5.3.4 การป้องกันกำจัดโรค และแมลงศัตรูข้าวโพด

โรคที่สำคัญของข้าวโพดในประเทศไทยคือ โรคราน้ำค้าง (downy mildew) หรือ โรคใบลาย โรคนี้สามารถป้องกันกำจัดได้โดยใช้สารเคมีคลุกเมล็ด และที่ดีที่สุดคือการสร้างพันธุ์ให้ต้านทาน โดยให้ข้าวโพดมีพันธุกรรมที่ต้านทานต่อโรคหรือที่เรียกว่า (downy mildew resistant, DMR) การระบาดของแมลงศัตรูข้าวโพด ส่วนใหญ่จะเกิดจากแมลงพวกปากดูดและปากกัด ส่วนศัตรูที่สำคัญได้แก่ หนอน และนก

## อุปกรณ์และวิธีการทดลอง

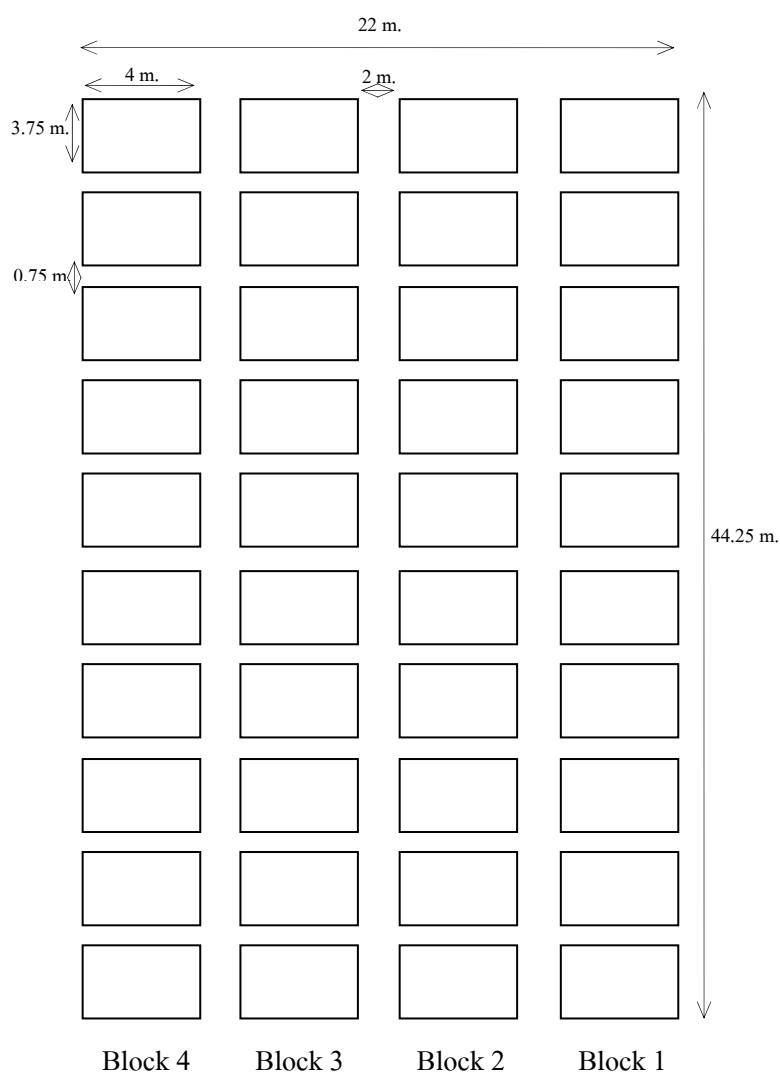
### อุปกรณ์

1. แปลงทดลองพื้นที่ประมาณ 1,000 ตารางเมตรของภาควิชาปฐพีวิทยา คณะเกษตร กำแพงแสน มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ วิทยาเขตกำแพงแสน ซึ่งเป็นชุดดินกำแพงแสน (Fine-silty, mixed, semiactive, isohyperthermic Typic Haplustalfs)
2. ข้าวโพดลูกผสมเดี่ยวพันธุ์สุวรรณ 4452
3. มูลโค จากฟาร์มโคเนื้อ ภาควิชาสัตวบาล มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ วิทยาเขตกำแพงแสน
4. มูลไก่ จากฟาร์มไก่ไข่ อำเภอกำแพงแสน จังหวัดนครปฐม
5. ปุ๋ยเคมีสูตร 46-0-0 และ ปุ๋ยเคมีสูตร 16-16-8
6. สารเคมีที่ใช้ป้องกันกำจัดโรคและแมลงในแปลงทดลอง
7. อุปกรณ์อื่นๆที่ใช้ในแปลงทดลอง
8. อุปกรณ์และเครื่องมือที่ใช้วิเคราะห์ตัวอย่างดินและพืช ในห้องปฏิบัติการ
9. เคมีภัณฑ์ (analytical reagent grade) ที่จำเป็นสำหรับการวิเคราะห์ตัวอย่างดินและพืช

## วิธีการทดลอง

### 1. เลือกพื้นที่ กำหนดขนาดและวางแบบแปลงทดลอง

เลือกพื้นที่ซึ่งเป็นตัวแทนของดินไร่ในพื้นที่ของภาควิชาปฐพีวิทยา คณะเกษตร กำแพงแสน มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ วิทยาเขตกำแพงแสน โดยกำหนดพื้นที่ปลูกทั้งหมด ประมาณ 1,000 ตารางเมตร แบ่งพื้นที่เป็น 4 ซ้ำ แต่ละซ้ำมีทางเดินห่างกัน 2 เมตร ขนาดของแต่ละ ซ้ำ คือ 177 ตารางเมตร ในแต่ละซ้ำประกอบด้วย 10 แปลงย่อย แต่ละแปลงย่อยมีขนาด  $3.75 \times 4$  เมตร แปลงย่อยมีทางเดินห่างกัน 0.75 เมตร



ภาพแสดงแบบแปลงทดลอง

## 2. แผนการทดลอง

วางแผนการทดลองแบบสุ่มอย่างสมบูรณ์ภายในบล็อก (Randomized Complete Block Design, RCBD) กำหนดปริมาณไนโตรเจนเป็นปุ๋ยรองพื้นตามคำแนะนำการใช้ปุ๋ยของกรมวิชาการเกษตรสำหรับข้าวโพดเลี้ยงสัตว์เท่ากับ 8 กก./ไร่ (ใช้ปุ๋ยเคมีสูตร 16-16-8 อัตรา 50 กก./ไร่) โดยคิดเป็น 1N โดยกำหนดดำรับการทดลอง 10 ดำรับ จำนวน 4 ซ้ำ และหลังจากปลูกไปแล้ว 25-30 วันใส่ปุ๋ยยูเรีย (โรยข้างแถวปลูก) อัตรา 10 กก./ไร่ ในทุกดำรับการทดลอง

ดำรับที่ 1 ดำรับควบคุม(ไม่ใส่ปุ๋ยเคมีสูตร 16-16-8 และมูลสัตว์)

ดำรับที่ 2 ใส่ปุ๋ยเคมีอัตราเทียบเท่า 1 N โดยใส่ปุ๋ยเคมีสูตร 16-16-8 อัตรา 50 กก./ไร่

ดำรับที่ 3 ใส่มูลโคอัตราเทียบเท่า 1 N

ดำรับที่ 4 ใส่มูลไก่อัตราเทียบเท่า 1 N

ดำรับที่ 5 ใส่มูลโคอัตราเทียบเท่า  $1/2$  N + ปุ๋ยเคมี  $1/2$  N

ดำรับที่ 6 ใส่มูลโคอัตราเทียบเท่า  $3/4$  N + ปุ๋ยเคมี  $1/4$  N

ดำรับที่ 7 ใส่มูลโคอัตราเทียบเท่า 1 N + ปุ๋ยเคมี  $1/2$  N

ดำรับที่ 8 ใส่มูลไก่อัตราเทียบเท่า  $1/2$  N + ปุ๋ยเคมี  $1/2$  N

ดำรับที่ 9 ใส่มูลไก่อัตราเทียบเท่า  $3/4$  N + ปุ๋ยเคมี  $1/4$  N

ดำรับที่ 10 ใส่มูลไก่อัตราเทียบเท่า 1 N + ปุ๋ยเคมี  $1/2$  N

ตารางแสดงปริมาณธาตุปุ๋ยที่ใส่ตามดำรับการทดลอง

| ดำรับ<br>ที่ | ปุ๋ยเคมี     |                               |                  | มูลโค        |                               |                  | มูลไก่       |                               |                  | รวม          |                               |                  |
|--------------|--------------|-------------------------------|------------------|--------------|-------------------------------|------------------|--------------|-------------------------------|------------------|--------------|-------------------------------|------------------|
|              | กก. ธาตุ/ไร่ |                               |                  | กก. ธาตุ/ไร่ |                               |                  | กก. ธาตุ/ไร่ |                               |                  | กก. ธาตุ/ไร่ |                               |                  |
|              | N            | P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> | K <sub>2</sub> O | N            | P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> | K <sub>2</sub> O | N            | P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> | K <sub>2</sub> O | N            | P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> | K <sub>2</sub> O |
| 1            | -            | -                             | -                | -            | -                             | -                | -            | -                             | -                |              |                               |                  |
| 2            | 8            | 8                             | 4                | -            | -                             | -                | -            | -                             | -                | 8            | 8                             | 4                |
| 3            | -            | -                             | -                | 8            | 4.08                          | 16.36            | -            | -                             | -                | 8            | 4.08                          | 16.36            |
| 4            | -            | -                             | -                | -            | -                             | -                | 8            | 17.63                         | 21.74            | 8            | 17.63                         | 21.74            |
| 5            | 4            | 4                             | 2                | 4            | 2.04                          | 8.18             | -            | -                             | -                | 8            | 6.04                          | 10.18            |
| 6            | 2            | 2                             | 1                | 6            | 3.06                          | 12.27            | -            | -                             | -                | 8            | 5.06                          | 13.27            |
| 7            | 4            | 4                             | 2                | 8            | 4.08                          | 16.36            | -            | -                             | -                | 12           | 8.08                          | 18.36            |
| 8            | 4            | 4                             | 2                | -            | -                             | -                | 4            | 8.81                          | 10.87            | 8            | 12.81                         | 12.87            |
| 9            | 2            | 2                             | 1                | -            | -                             | -                | 6            | 13.22                         | 16.30            | 8            | 15.22                         | 17.30            |
| 10           | 4            | 4                             | 2                | -            | -                             | -                | 8            | 17.63                         | 21.74            | 12           | 21.63                         | 23.74            |

### 3. การเตรียมดิน การปลูก และการปฏิบัติบำรุงรักษาข้าวโพด

3.1 ทำการไถเปิดหน้าดิน 1 ครั้ง และไถพรวน 1 ครั้ง หลังจากนั้นปรับแต่งพื้นที่ให้มีความราบเรียบสม่ำเสมอ วัตถุประสงค์แบ่งแปลงทดลองตามขนาดที่กำหนด

3.2 ปลูกข้าวโพด โดยใส่ปุ๋ยตามดำรับการทดลองต่างๆ แล้วหยอดเมล็ดข้าวโพดหลุมละ 5-6 เมล็ด โดยใช้ระยะปลูกระหว่างหลุม และแถวห่างกัน 25 และ 75 เซนติเมตร ตามลำดับ หลังจากนั้น 14 วัน ปลูกซ่อมและถอนแยก เหลือต้นที่แข็งแรงจำนวน 1 ต้นต่อหลุม

3.3 หมั่นตรวจดูศัตรูข้าวโพด โรคต่างๆ และป้องกันกำจัดตามความเหมาะสม

### 4. การเก็บข้อมูล

#### 4.1 การเก็บข้อมูลของดิน

#### 4.1.1 การศึกษาสมบัติของดินในแปลงทดลองก่อนปลูก

##### ก. การเตรียมตัวอย่างดิน

นำดินที่เก็บจากแปลงทดลอง ในช่วงความลึก 0–30 เซนติเมตร นำมาผึ่งแห้งในที่ร่ม จากนั้นทุบให้ละเอียดและเลือกเศษซากพืชออกให้มากที่สุด จากนั้นผสมคลุกเคล้าดินให้มีความสม่ำเสมอ นำดินส่วนหนึ่งมาบดแล้วร่อนผ่านตะแกรงขนาด 2 และ 0.5 มิลลิเมตร เพื่อใช้ในการวัด, วิเคราะห์สมบัติทางเคมีและฟิสิกส์ในห้องปฏิบัติการ

##### ข. การวิเคราะห์สมบัติทางฟิสิกส์และเคมีของดิน

- 1) texture โดยวิธี pipet method (Sheldrick and Wang, 1993)
- 2) ความเป็นกรดด่าง (pH) วัดโดยใช้ pH meter อัตราส่วนระหว่างดินต่อน้ำเท่ากับ 1:1 (ทัศนีย์ และจรงักษ์, 2542)
- 3) ค่าการนำไฟฟ้า ( $EC_e$ ) โดยวัดค่าการนำไฟฟ้าของสารละลายดินที่สกัดจากดินที่อิ่มตัวด้วยน้ำ (saturated extract) วัดที่อุณหภูมิ 25 องศาเซลเซียสด้วยเครื่อง Electrical conductivity meter (ทัศนีย์ และจรงักษ์, 2542)
- 4) Organic matter โดยวิธี Walkley and Black Titration (Walkley and Black, 1934)
- 5) Cation exchange capacity (CEC) สกัดโดยใช้ 1N.  $NH_4CH_3COO$  pH 7 (ทัศนีย์ และจรงักษ์, 2542)
- 6) Exchangeable K, Ca, Mg, Na สกัดดินด้วยสารละลาย 1N.  $NH_4CH_3COO$  pH 7 แล้วนำไปวัดปริมาณด้วยเครื่อง Atomic Absorption Spectrophotometer (ทัศนีย์ และจรงักษ์, 2542)

7) Available P สกัดดินด้วยสารละลาย Bray II และวิเคราะห์ปริมาณโดยวิธีการเทียบสี (colorimetic method) (ทัศนีย์ และจรงค์, 2542)

#### 4.1.2 การศึกษาสมบัติของดินในแปลงทดลองหลังการเก็บเกี่ยว

ทำการวัดและวิเคราะห์ สมบัติทางเคมีและสมบัติทางฟิสิกส์ ตามที่ได้อธิบายไว้ในข้อ 4.1.1

### 4.2 การเก็บข้อมูลของมูลสัตว์

ทำการวัด,วิเคราะห์สมบัติทางเคมีของมูลโคและมูลไก่ ดังนี้

4.2.1 ค่าความเป็นกรดด่าง (pH) ของมูลโคและมูลไก่ วัดโดยใช้ pH meter อัตราส่วนระหว่างมูลสัตว์ ต่อน้ำ เท่ากับ 1:5

4.2.2 ค่าการนำไฟฟ้า (EC) โดยวัดค่าการนำไฟฟ้าของสารละลายที่สกัดจากมูลโคและมูลไก่ โดยใช้อัตราส่วนระหว่างมูลสัตว์ ต่อน้ำ เท่ากับ 1:5 วัดด้วยเครื่อง Electrical conductivity meter (ทัศนีย์ และจรงค์, 2542)

4.2.3 ความจุแลกเปลี่ยนแคตไอออน (CEC) สกัดด้วย 0.05M.HCl และ 0.5M.Ba(CH<sub>3</sub>COO)<sub>2</sub> pH 7 (Faithfull, 2002)

4.2.4 ปริมาณอินทรีย์วัตถุด้วยวิธี Walkley and Black Titration (Walkley and Black, 1934)

4.2.5 ปริมาณไนโตรเจน ฟอสฟอรัส และโพแทสเซียมทั้งหมด โดยการย่อยตัวอย่างด้วยสารละลาย digestion mixture (H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> – Na<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> – Se mixture) แล้วนำไปวิเคราะห์ปริมาณไนโตรเจนโดยการกลั่นด้วยอุปกรณ์ (N-determination apparatus) ส่วนปริมาณฟอสฟอรัสทั้งหมดโดยวิธีการเทียบสี (colorimetic method) และวัดปริมาณโพแทสเซียมทั้งหมดด้วยเครื่อง Atomic Absorption spectrophotometer (ทัศนีย์ และจรงค์, 2542)

### 4.3 การเก็บข้อมูลของข้าวโพด

#### 4.3.1 เก็บข้อมูลการเจริญเติบโต และผลผลิตของข้าวโพด

ก. เก็บข้อมูลความสูงของต้นข้าวโพด ทุกๆ 30 วัน จนถึงวันเก็บเกี่ยว โดยแต่ละตำรับการทดลองจะสุ่มเก็บข้อมูลความสูงจากตัวอย่างจำนวน 10 ต้น และมีการทำสัญลักษณ์ไว้เพื่อใช้ต้นเดิมเก็บข้อมูลความสูงในช่วงอายุต่างๆ สำหรับวิธีการเก็บข้อมูลความสูงจะวัดตั้งแต่โคนของต้นไปจนถึงปลายกาบใบของใบธง

ข. น้ำหนักสดของต้นข้าวโพด (ต้น+ใบ) ในวันเก็บเกี่ยว และนำไปอบหาน้ำหนักแห้ง

ค. น้ำหนักสดของฝักข้าวโพดในวันเก็บเกี่ยว

ง. น้ำหนักสดของเมล็ดข้าวโพด และนำไปอบหาน้ำหนักแห้ง ค่าที่ได้ใช้คำนวณหาผลผลิตเมล็ดที่ความชื้น 14%

4.3.2. วิเคราะห์ความเข้มข้นของธาตุอาหารหลัก แล้วคำนวณหาปริมาณสะสมของธาตุอาหารหลักในลำต้นและเมล็ด หาสัดส่วนของปริมาณสะสมธาตุหลักในเมล็ดต่อต้น และสัดส่วนสัมพัทธ์ของปริมาณสะสมธาตุหลักในเมล็ด และในต้นข้าวโพด

นำตัวอย่างลำต้นและเมล็ดไปอบให้แห้งที่อุณหภูมิ 70 องศาเซลเซียส จนกระทั่งน้ำหนักคงที่ บดตัวอย่างแล้วนำไปวิเคราะห์

ก. หาความเข้มข้นของปริมาณไนโตรเจน ฟอสฟอรัส และโพแทสเซียมทั้งหมด โดยการย่อยลำต้นและเมล็ดด้วยสารละลาย digestion mixture ( $\text{H}_2\text{SO}_4\text{--Na}_2\text{SO}_4\text{--Se}$  mixture) แล้วนำไปวิเคราะห์ปริมาณไนโตรเจนด้วยอุปกรณ์ (N-determination apparatus) ส่วนปริมาณฟอสฟอรัสทั้งหมด โดยวิธีการเทียบสี (colorimetric method) และวัดปริมาณโพแทสเซียมทั้งหมดด้วยเครื่อง Atomic Absorption spectrophotometer (ทัศนีย์ และจงรักษ์, 2542)

ข. ปริมาณสะสมธาตุอาหารหลักในดินและในเมล็ดของข้าวโพด เช่น ปริมาณสะสมธาตุไนโตรเจนในเมล็ด คำนวณได้จากสูตร

$$A = \frac{c}{100} \times w$$

เมื่อ A = ปริมาณสะสมธาตุไนโตรเจนในเมล็ด (กก./ไร่)

c = ความเข้มข้นของไนโตรเจนทั้งหมดในเมล็ด (%)

w = น้ำหนักแห้งของเมล็ด (กก./ไร่)

ค. สัดส่วนของปริมาณสะสมธาตุหลักในเมล็ดต่อดิน เช่น สัดส่วนปริมาณสะสมธาตุไนโตรเจนในเมล็ดต่อดิน คำนวณได้จากสูตร

$$R = \frac{a}{b}$$

เมื่อ R = สัดส่วนของปริมาณสะสมธาตุไนโตรเจนในเมล็ดต่อดิน

a = ปริมาณสะสมธาตุไนโตรเจนในเมล็ด (กก./ไร่)

b = ปริมาณสะสมธาตุไนโตรเจนในดิน (กก./ไร่)

ง. สัดส่วนสัมพัทธ์ของปริมาณสะสมธาตุหลักในเมล็ด และในดิน คิดเป็นร้อยละของปริมาณสะสมธาตุอาหารนั้นๆทั้งหมด เช่น สัดส่วนสัมพัทธ์ของปริมาณสะสมธาตุไนโตรเจนในเมล็ดคำนวณได้จากสูตร

$$P = \frac{a}{a + b} \times 100$$

เมื่อ P = สัดส่วนสัมพัทธ์ของปริมาณสะสมธาตุไนโตรเจนในเมล็ด (%)

a = ปริมาณสะสมธาตุไนโตรเจนในเมล็ด (กก./ไร่)

b = ปริมาณสะสมธาตุไนโตรเจนในดิน (กก./ไร่)

### สถานที่ทำการวิจัย

ห้องปฏิบัติการเคมีและความอุดมสมบูรณ์ของดิน ภาควิชาปฐพีวิทยา คณะเกษตร  
กำแพงแสน มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ วิทยาเขตกำแพงแสน

ห้องปฏิบัติการทางฟิสิกส์ของดิน ภาควิชาปฐพีวิทยา คณะเกษตร กำแพงแสน  
มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ วิทยาเขตกำแพงแสน

แปลงทดลองภาควิชาปฐพีวิทยา คณะเกษตร กำแพงแสน มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ วิทยา  
เขตกำแพงแสน

### ระยะเวลาทำการทดลอง

เดือน มกราคม 2550-มิถุนายน 2551

## ผลและวิจารณ์

### ผล

#### 1. สมบัติของดินในแปลงทดลอง

ผลการวิเคราะห์สมบัติพื้นฐานของดินในแปลงทดลองแสดงไว้ในตารางที่ 1 เมื่อนำสมบัติดังกล่าวมาประเมินตามเกณฑ์การประเมินคุณภาพดิน พบว่า ค่าพีเอช (pH) เป็นค่าเล็กน้อย ค่าการนำไฟฟ้าของสารละลายดิน (EC<sub>e</sub>) อยู่ในระดับไม่เต็ม ปริมาณอินทรีย์วัตถุ (OM) และความจุในการแลกเปลี่ยนแคตไอออน (CEC) ต่ำ ปริมาณฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์ (available P) สูงมาก โพแทสเซียมที่แลกเปลี่ยนได้ (exchangeable K) อยู่ในระดับปานกลาง และร้อยละการอิ่มตัวด้วยประจุที่เป็นด่าง (%BS) อยู่ในระดับสูง จากสมบัติพื้นฐานดังกล่าวสามารถสรุปได้ว่าดินที่ใช้ทดลองนี้มีความอุดมสมบูรณ์อยู่ในระดับปานกลาง (Land Classification Division and FAO Project Staff, 1973)

ตารางที่ 1 สมบัติทางฟิสิกส์และเคมีของดินในแปลงทดลอง

| สมบัติของดิน                             | ค่าวิเคราะห์     | ประเมินค่าวิเคราะห์ <sup>1/</sup> |
|------------------------------------------|------------------|-----------------------------------|
| เนื้อดิน (Texture)                       | ร่วนเหนียวปนทราย | -                                 |
| ความเป็นกรดด่าง (ดิน : น้ำ = 1:1)        | 7.62             | ด่างเล็กน้อย                      |
| การนำไฟฟ้าของสารละลายดิน (dS/m)          | 0.30             | ไม่เต็ม                           |
| ปริมาณอินทรีย์วัตถุ (%)                  | 0.77             | ต่ำ                               |
| ความจุแลกเปลี่ยนแคตไอออน (cmol/kg)       | 6.69             | ต่ำ                               |
| ฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์ต่อพืช (mg/kg)    | 51.77            | สูงมาก                            |
| โพแทสเซียมที่แลกเปลี่ยนได้ (mg/kg)       | 84.77            | ปานกลาง                           |
| ร้อยละการอิ่มตัวด้วยประจุที่เป็นด่าง (%) | 158.20           | สูง                               |

<sup>1/</sup> ตารางภาคผนวกที่ 1, 2 และ 3

## 2. สมบัติของมูลสัตว์

ผลการวิเคราะห์สมบัติทางเคมีและธาตุอาหารของมูลโค และมูลไก่แสดงไว้ในตารางที่ 2 มูลสัตว์ทั้ง 2 ชนิดมีค่าความเป็นกรดต่างใกล้เคียงกันเฉลี่ยเท่ากับ 8.14 และค่าสัดส่วนของคาร์บอนต่อไนโตรเจนน้อยกว่า 20/1 ซึ่งเหมาะสมต่อการใส่ให้กับพืช (ธงชัย, 2546) ค่าการนำไฟฟ้า (EC) ปริมาณอินทรีย์วัตถุ (OM) และความจุแลกเปลี่ยนแคตไอออน (CEC) ของมูลโคมีปริมาณสูงกว่ามูลไก่ มูลโคมีปริมาณไนโตรเจนทั้งหมดและปริมาณโพแทสเซียมทั้งหมดมากกว่ามูลไก่ แต่มูลไก่มีปริมาณฟอสฟอรัสทั้งหมดมากกว่ามูลโค

ตารางที่ 2 สมบัติและองค์ประกอบทางเคมีของมูลโคและมูลไก่

| สมบัติทางเคมี<br>และธาตุอาหาร          | ชนิดมูลสัตว์ |        |
|----------------------------------------|--------------|--------|
|                                        | มูลโค        | มูลไก่ |
| ความเป็นกรดต่าง (มูลสัตว์ : น้ำ = 1:5) | 8.25         | 8.03   |
| ค่าการนำไฟฟ้า (มูลสัตว์ : น้ำ = 1:5)   | 11.26        | 5.68   |
| สัดส่วนคาร์บอนต่อไนโตรเจน              | 15.95        | 10.49  |
| ปริมาณอินทรีย์วัตถุ (%)                | 60.72        | 19.21  |
| ความจุแลกเปลี่ยนแคตไอออน (cmol/kg)     | 88.53        | 33.70  |
| ไนโตรเจนทั้งหมด (%)                    | 2.20         | 1.06   |
| ฟอสฟอรัสทั้งหมด (%)                    | 0.49         | 1.20   |
| โพแทสเซียมทั้งหมด (%)                  | 3.75         | 2.40   |

### 3. ผลของการใส่มูลสัตว์ร่วมกับปุ๋ยเคมีต่อการเจริญเติบโตของข้าวโพดเลี้ยงสัตว์พันธุ์สุวรรณ 4452

#### 3.1 การเจริญเติบโตทางด้านความสูงของข้าวโพด

##### 3.1.1 การเจริญเติบโตทางด้านความสูงของข้าวโพดในการปลูกครั้งที่ 1

ผลของดำรับการทดลองต่อความสูงของข้าวโพดในการปลูกครั้งที่ 1 (ตารางที่ 3) พบว่ามีความแตกต่างทางสถิติของดำรับการทดลองต่อความสูงของข้าวโพดตั้งแต่ข้าวโพดอายุ 30 วัน โดยดำรับควบคุมมีความสูงน้อยที่สุดในทุกอายุที่ทำการตรวจวัด ส่วนดำรับการทดลองที่เหลือซึ่งเป็นกลุ่มดำรับการทดลองที่มีการใส่ปุ๋ย ทั้งในรูปของปุ๋ยเคมีและมูลสัตว์นั้น พบว่า ข้าวโพดอายุ 30 วัน กลุ่มดำรับการทดลองที่มีการใส่ปุ๋ยเคมีเพียงอย่างเดียวและใส่ร่วมกับมูลสัตว์ มีความสูงมากกว่ากลุ่มดำรับการทดลองที่ใส่มูลสัตว์ 1 N เพียงอย่างเดียว แต่เมื่อข้าวโพดมีอายุ 60, 90 และ 110 วัน พบว่า ดำรับการทดลองที่ใส่มูลไก่ 1N ร่วมกับปุ๋ยเคมี 1/2N ให้ความสูงของข้าวโพดมากที่สุด โดยที่อายุ 110 วันมีความสูงเท่ากับ 225.8 ซม. และดำรับที่เหลือ (ดำรับที่ 2-9) มีความสูงใกล้เคียงกันเฉลี่ยเท่ากับ 222.7 ซม. (ภาพที่ 1)

##### 3.1.2 การเจริญเติบโตทางด้านความสูงของข้าวโพดในการปลูกครั้งที่ 2

ผลของดำรับการทดลองต่อความสูงของข้าวโพดในการปลูกครั้งที่ 2 (ตารางที่ 4) พบว่ามีความแตกต่างทางสถิติของดำรับการทดลองต่อความสูงข้าวโพดตั้งแต่ข้าวโพดอายุ 30 วัน โดยดำรับควบคุมมีความสูงน้อยที่สุดในทุกอายุที่ทำการตรวจวัด ส่วนดำรับการทดลองที่เหลือพบว่า ที่ข้าวโพดอายุ 30 วัน ดำรับปุ๋ยเคมีมีความสูงมากที่สุด ดำรับมูลโค 1N มีความสูงต่ำที่สุด แต่เมื่อข้าวโพดมีอายุ 60, 90 และ 110 วัน พบว่า ดำรับปุ๋ยเคมีและดำรับที่ใส่มูลโค 1/2N ร่วมกับปุ๋ยเคมี 1/2N มีความสูงมากที่สุด ดำรับที่ใส่มูลโค 1N มีความสูงต่ำที่สุด

เมื่อพิจารณาความสูงของข้าวโพดที่อายุ 110 วันในกลุ่มดำรับที่ใส่มูลสัตว์เพียงอย่างเดียวในอัตรา 1N เปรียบเทียบกับ ดำรับที่ใส่ปุ๋ยเคมี 1N (ภาพที่ 2) พบว่า ดำรับปุ๋ยเคมี ให้ความสูงของข้าวโพด (162.3 ซม.) มากที่สุด รองลงมาคือ ดำรับมูลไก่ (147.2 ซม.) และดำรับมูลโค (127.7 ซม.)

เมื่อพิจารณาความสูงของข้าวโพดที่อายุ 110 วัน ในกลุ่มดำรับที่มีการใส่มูลสัตว์ร่วมกับปุ๋ยเคมีในอัตรา 1N พบว่า กลุ่มดำรับที่มีการใส่มูลโคและมูลไก่มีความสูงเฉลี่ย 148.2 ซม. และ 141.2 ซม. ตามลำดับ การเพิ่มสัดส่วนของปุ๋ยเคมีจาก 1/4N เป็น 1/2N มีผลให้ข้าวโพดในกลุ่มดำรับที่ใส่มูลโคและในกลุ่มดำรับที่ใส่มูลไก่มีความสูงมากขึ้นจาก 138.5 ซม. เป็น 157.8 ซม. และจาก 139.1 ซม. เป็น 143.4 ซม. ตามลำดับ

เมื่อพิจารณาความสูงของข้าวโพดที่อายุ 110 วัน ในกลุ่มดำรับที่มีสัดส่วนของการใส่มูลสัตว์ 1/2N ถึง 1N ร่วมกับปุ๋ยเคมี 1/2N พบว่า การเพิ่มสัดส่วนของมูลสัตว์จาก 1/2N เป็น 1N มีผลให้ข้าวโพดในกลุ่มดำรับที่มีการใส่มูลโค (ดำรับที่ 5 และ 7) มีความสูงไม่แตกต่างกันมาก (157.8 ซม. และ 152.9 ซม.ตามลำดับ) ในขณะที่ในกลุ่มดำรับที่มีการใส่มูลไก่ (ดำรับที่ 8 และ 10) เพิ่มขึ้นอย่างแตกต่างจาก 143.4 ซม.เป็น 154.3 ซม.

### 3.1.3 การเจริญเติบโตทางด้านความสูงของข้าวโพดในการปลูกครั้งที่ 3

ผลของดำรับการทดลองต่อความสูงของข้าวโพดในการปลูกครั้งที่ 3 (ตารางที่ 5) พบว่ามีความแตกต่างทางสถิติของดำรับการทดลองต่อความสูงข้าวโพดตั้งแต่ข้าวโพดอายุ 30 วัน โดยดำรับควบคุมมีความสูงน้อยที่สุดในทุกอายุที่ทำการตรวจวัด ส่วนดำรับการทดลองที่เหลือพบว่าที่ข้าวโพดอายุ 30 วัน ดำรับที่ใส่มูลไก่ 1N ร่วมกับปุ๋ยเคมี 1/2N มีความสูงมากที่สุด ดำรับมูลโค 1N มีความสูงต่ำที่สุด แต่เมื่อข้าวโพดมีอายุ 60, 90 และ 110 วัน พบว่า ดำรับที่ใส่มูลไก่ 1/2N ร่วมกับปุ๋ยเคมี 1/2N และดำรับที่ใส่มูลไก่ 1N ร่วมกับปุ๋ยเคมี 1/2N มีความสูงมากที่สุด ดำรับมูลโค 1N ความสูงต่ำที่สุด

เมื่อพิจารณาความสูงของข้าวโพดที่อายุ 110 วันในกลุ่มดำรับที่ใส่มูลสัตว์เพียงอย่างเดียวในอัตรา 1N เปรียบเทียบกับ ดำรับที่ใส่ปุ๋ยเคมี 1N (ภาพที่ 3) พบว่า ดำรับปุ๋ยเคมี และดำรับมูลไก่ให้ความสูงใกล้เคียงกัน (204.3 และ 196.3 ซม.ตามลำดับ) และสูงกว่าดำรับมูลโค (183.5 ซม.)

เมื่อพิจารณาความสูงของข้าวโพดที่อายุ 110 วัน ในกลุ่มดำรับที่มีสัดส่วนของการใส่มูลสัตว์ร่วมกับปุ๋ยเคมีในอัตรา 1N ถึง 1.5N (ดำรับที่ 5 ถึง 10) พบว่า ในกลุ่มดำรับที่ใส่มูลโค ข้าวโพดมีความสูงแตกต่างกันโดยมีความสูงเฉลี่ย 196 ซม. ส่วนในดำรับที่ใส่มูลไก่ พบว่า ดำรับที่มี

สัดส่วนของปุ๋ยเคมี  $1/4N$  (ดำรับที่ 9) มีความสูง (194.4 ซม.) น้อยกว่ากลุ่มดำรับที่มีสัดส่วนของปุ๋ยเคมี  $1/2N$  (ดำรับที่ 8 และ 10) ซึ่งมีความสูงใกล้เคียงกันคือ เฉลี่ย 209.2 ซม.

### 3.1.4 การเจริญเติบโตทางด้านความสูงของข้าวโพดในการปลูกครั้งที่ 1, 2 และ 3

เมื่อเปรียบเทียบความสูงของข้าวโพดทั้ง 3 ครั้งของการปลูก พบว่า มีความแตกต่างทางสถิติตั้งแต่ข้าวโพดมีอายุ 30 วัน ทั้ง 3 ครั้งของการปลูกโดยดำรับควบคุม มีความสูงต่ำที่สุดเท่ากับ 206.4, 116.3 และ 168.1 ซม. ของการปลูกครั้งที่ 1, 2 และ 3 ตามลำดับ โดยความสูงของข้าวโพดในกลุ่มดำรับที่มีการใส่ปุ๋ยที่อายุ 110 วัน ในการปลูกครั้งที่ 1 ดำรับการทดลองที่ใส่มูลไก่  $1N$  ร่วมกับปุ๋ยเคมี  $1/2N$  มีความสูงมากที่สุดเท่ากับ 225.8 ซม. และสูงกว่าดำรับปุ๋ยเคมี (221.7 ซม.) ส่วนการปลูกครั้งที่ 2 ดำรับการทดลองที่ใส่ปุ๋ยเคมีเพียงอย่างเดียว และดำรับการทดลองที่ใส่มูลโค  $1/2N$  ร่วมกับปุ๋ยเคมี  $1/2N$  มีความสูงมากที่สุดเฉลี่ยเท่ากับ 160.1 ซม. รองลงมาคือดำรับที่ใส่มูลไก่  $1N$  ร่วมกับปุ๋ยเคมี  $1/2N$  (154.3 ซม.) และการปลูกครั้งที่ 3 ดำรับการทดลองที่ใส่มูลไก่  $1/2N$  ร่วมกับปุ๋ยเคมี  $1/2N$  และดำรับการทดลองที่ใส่มูลไก่  $1N$  ร่วมกับปุ๋ยเคมี  $1/2N$  มีความสูงมากที่สุดเฉลี่ยเท่ากับ 209.2 ซม. และสูงกว่าดำรับปุ๋ยเคมี (204.3 ซม.) ผลของการใส่มูลไก่ร่วมกับปุ๋ยเคมี มีนำเสนอไว้ในงานทดลองของ Tuivavalagi and Silva (1996) ที่ศึกษาผลของการใช้ปุ๋ยมูลไก่ และปุ๋ยเคมีต่อการเจริญเติบโต และผลผลิตของข้าวโพดที่ปลูกในดินออกซิโซลส์ ที่ Hawii โดยใช้ปุ๋ยเคมี (200 kgN, 200 kgP, 100 kgK, 15 kgZn, 5 kgB และ 2.5 kgCu/ha) เพียงอย่างเดียว และใช้ร่วมกับมูลไก่สดอัตรา 16.82 ตันต่อเฮกตาร์ พบว่าการเพิ่มปุ๋ยมูลไก่ให้ผลแตกต่างทางสถิติ โดยทำให้ความสูงของข้าวโพดเพิ่มมากขึ้น

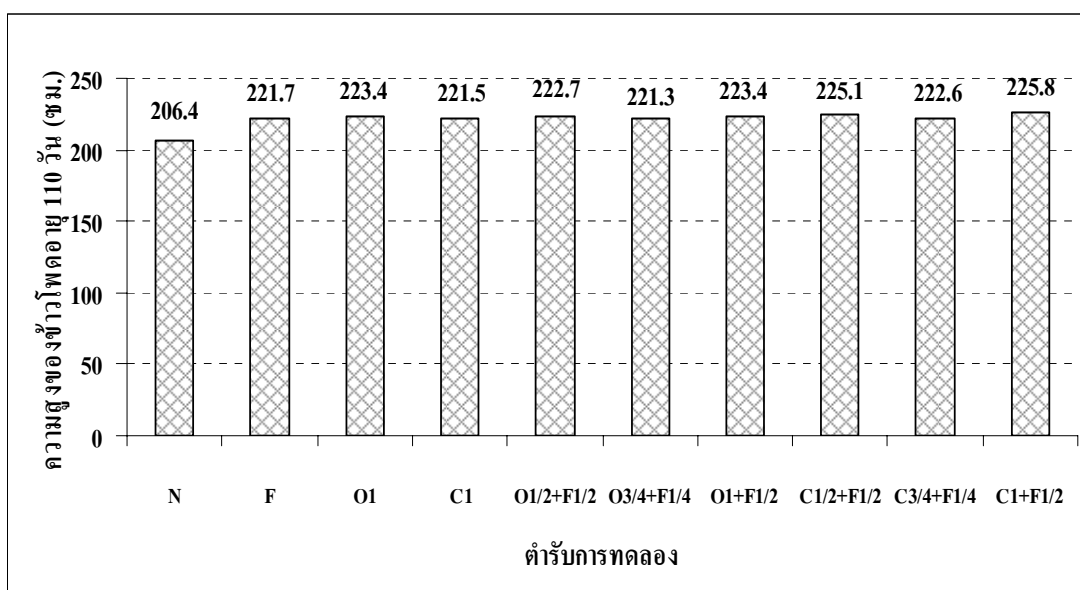
จากผลการทดลองแสดงให้เห็นว่าการใส่ปุ๋ยรองพื้นทั้งในรูปปุ๋ยเคมีหรือปุ๋ยอินทรีย์ ส่งผลที่ดีต่อการเจริญเติบโตด้านความสูงของข้าวโพดและการใส่มูลสัตว์ร่วมกับปุ๋ยเคมีในสัดส่วนที่เหมาะสมสามารถส่งเสริมการเจริญเติบโตด้านความสูงของข้าวโพดได้ทัดเทียมหรือดีกว่าการใส่ปุ๋ยเคมี แต่ทั้งนี้จำเป็นต้องพิจารณาปัจจัยอื่นๆที่มีผลกระทบต่อ การเจริญเติบโตในแต่ละครั้งของการปลูกด้วย

ตารางที่ 3 ผลของดำรับการทดลองต่อความสูง (ซม.) ของข้าวโพดในการปลูกครั้งที่ 1

| ดำรับการทดลอง |           | ความสูง (ซม.)        |                       |                       |                       |
|---------------|-----------|----------------------|-----------------------|-----------------------|-----------------------|
|               |           | อายุ 30 วัน          | อายุ 60 วัน           | อายุ 90 วัน           | อายุ 110 วัน          |
| 1             | N         | 60.0 b <sup>1/</sup> | 202.2 b <sup>1/</sup> | 205.7 b <sup>1/</sup> | 206.4 b <sup>1/</sup> |
| 2             | F         | 71.7 a               | 218.6 ab              | 221.3 ab              | 221.7 ab              |
| 3             | O1        | 68.5 ab              | 220.6 ab              | 222.8 ab              | 223.4 ab              |
| 4             | C1        | 68.8 ab              | 218.1 ab              | 220.9 ab              | 221.5 ab              |
| 5             | O1/2+F1/2 | 72.5 a               | 218.1 ab              | 222.1 ab              | 222.7 ab              |
| 6             | O3/4+F1/4 | 71.2 a               | 218.6 ab              | 220.8 ab              | 221.3 ab              |
| 7             | O1+F1/2   | 71.3 a               | 219.9 ab              | 222.7 ab              | 223.4 ab              |
| 8             | C1/2+F1/2 | 77.4 a               | 222.0 ab              | 224.7 ab              | 225.1 ab              |
| 9             | C3/4+F1/4 | 73.6 a               | 218.5 ab              | 221.9 ab              | 222.6 ab              |
| 10            | C1+F1/2   | 77.0 a               | 223.4 a               | 225.3 a               | 225.8 a               |
| F-test        |           | *                    | *                     | *                     | *                     |
| CV (%)        |           | 10.39                | 5.59                  | 5.28                  | 5.16                  |

หมายเหตุ \* แสดงต่างกันทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 %

<sup>1/</sup> ค่าเฉลี่ยที่ตามด้วยอักษรที่เหมือนกันในแนวตั้งไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 % โดยวิธี DMRT



ภาพที่ 1 ความสูงของข้าวโพดอายุ 110 วัน ที่ได้รับปุ๋ยในอัตราต่างๆ ตามตำรับการทดลองในการปลูกครั้งที่ 1

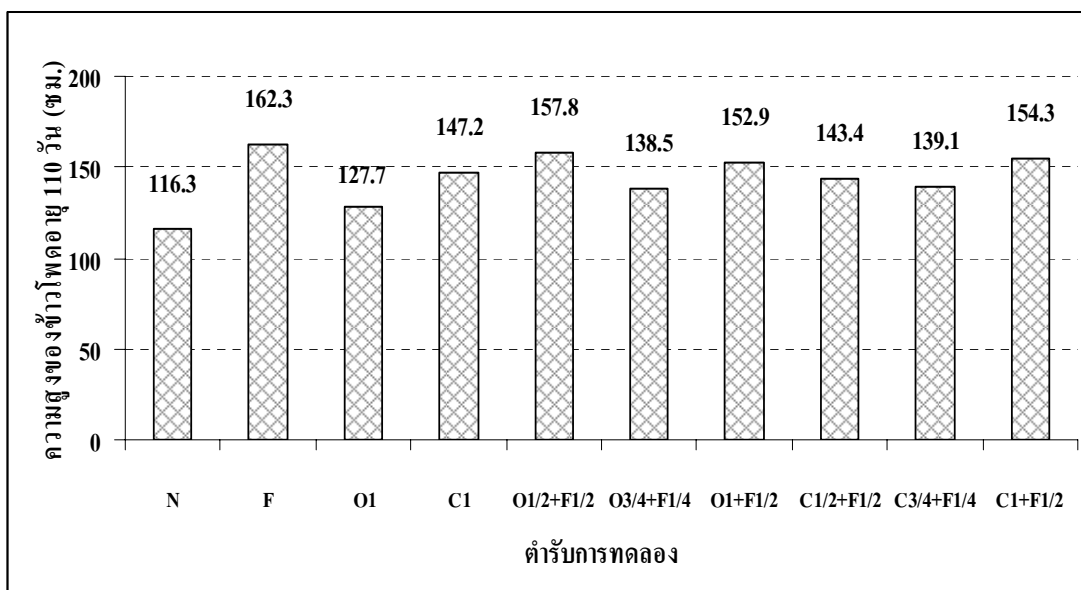
|            |                                                        |
|------------|--------------------------------------------------------|
| หมายเหตุ N | = ดำริบควบคุม (ไม่ใส่ปุ๋ยเคมีสูตร 16-16-8 และมูลสัตว์) |
| F          | = ใส่ปุ๋ยเคมี 1N                                       |
| O1         | = ใส่มูลโค 1N                                          |
| C1         | = ใส่มูลไก่ 1N                                         |
| O1/2+F1/2  | = ใส่มูลโค 1/2N + ปุ๋ยเคมี 1/2N                        |
| O3/4+F1/4  | = ใส่มูลโค 3/4N + ปุ๋ยเคมี 1/4N                        |
| O1+F1/2    | = ใส่มูลโค 1N + ปุ๋ยเคมี 1/2N                          |
| C1/2+F1/2  | = ใส่มูลไก่ 1/2N + ปุ๋ยเคมี 1/2N                       |
| C3/4+F1/4  | = ใส่มูลไก่ 3/4N + ปุ๋ยเคมี 1/4N                       |
| C1+F1/2    | = ใส่มูลไก่ 1N + ปุ๋ยเคมี 1/2N                         |

ตารางที่ 4 ผลของการดำรับการทดลองต่อความสูง (ซม.) ของข้าวโพดในการปลูกครั้งที่ 2

| ดำรับการทดลอง |           | ความสูง (ซม.)        |                       |                       |                       |
|---------------|-----------|----------------------|-----------------------|-----------------------|-----------------------|
|               |           | อายุ 30 วัน          | อายุ 60 วัน           | อายุ 90 วัน           | อายุ 110 วัน          |
| 1             | N         | 55.2 g <sup>1/</sup> | 107.2 f <sup>1/</sup> | 116.3 f <sup>1/</sup> | 116.3 f <sup>1/</sup> |
| 2             | F         | 112.2 a              | 161.8 a               | 162.3 a               | 162.3 a               |
| 3             | O1        | 64.5 fg              | 123.1 e               | 127.7 e               | 127.7 e               |
| 4             | C1        | 79.0 de              | 145.9 bcd             | 147.2 bcd             | 147.2 bcd             |
| 5             | O1/2+F1/2 | 94.4 bc              | 157.3 a               | 157.8 a               | 157.8 a               |
| 6             | O3/4+F1/4 | 75.6 ef              | 137.3 d               | 138.5 d               | 138.5 d               |
| 7             | O1+F1/2   | 91.2 bcd             | 151.1 abc             | 152.9 abc             | 152.9 abc             |
| 8             | C1/2+F1/2 | 84.8 cde             | 141.9 cd              | 143.4 cd              | 143.4 cd              |
| 9             | C3/4+F1/4 | 79.5 de              | 138.2 d               | 139.1 d               | 139.1 d               |
| 10            | C1+F1/2   | 100.8 ab             | 153.4 ab              | 154.3 ab              | 154.3 ab              |
| F-test        |           | *                    | *                     | *                     | *                     |
| CV (%)        |           | 21.44                | 12.24                 | 10.52                 | 10.52                 |

หมายเหตุ \* แสดงต่างกันทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 %

<sup>1/</sup> ค่าเฉลี่ยที่ตามด้วยอักษรที่เหมือนกันในแนวตั้งไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 % โดยวิธี DMRT



ภาพที่ 2 ความสูงของข้าวโพดอายุ 110 วัน ที่ได้รับปุ๋ยในอัตราต่างๆ ตามการทดลองในการปลูกครั้งที่ 2

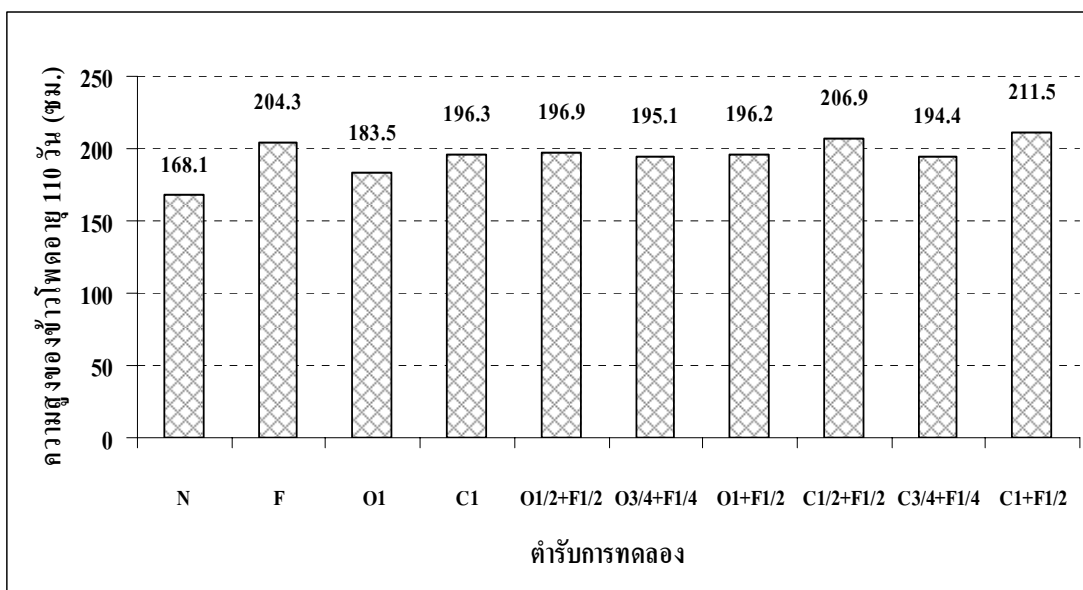
|            |                                                         |
|------------|---------------------------------------------------------|
| หมายเหตุ N | = ดำริบควบคุม (ไมไ่ใส่ปุ๋ยเคมีสูตร 16-16-8 และมูลสัตว์) |
| F          | = ใส่ปุ๋ยเคมี 1N                                        |
| O1         | = ใส่มูลโค 1N                                           |
| C1         | = ใส่มูลไก่ 1N                                          |
| O1/2+F1/2  | = ใส่มูลโค 1/2N + ปุ๋ยเคมี 1/2N                         |
| O3/4+F1/4  | = ใส่มูลโค 3/4N + ปุ๋ยเคมี 1/4N                         |
| O1+F1/2    | = ใส่มูลโค 1N + ปุ๋ยเคมี 1/2N                           |
| C1/2+F1/2  | = ใส่มูลไก่ 1/2N + ปุ๋ยเคมี 1/2N                        |
| C3/4+F1/4  | = ใส่มูลไก่ 3/4N + ปุ๋ยเคมี 1/4N                        |
| C1+F1/2    | = ใส่มูลไก่ 1N + ปุ๋ยเคมี 1/2N                          |

ตารางที่ 5 ผลของการจัดการทดลองต่อความสูง (ซม.) ของข้าวโพดในการปลูกครั้งที่ 3

| การรับการทดลอง |           | ความสูง (ซม.)        |                       |                       |                       |
|----------------|-----------|----------------------|-----------------------|-----------------------|-----------------------|
|                |           | อายุ 30 วัน          | อายุ 60 วัน           | อายุ 90 วัน           | อายุ 110 วัน          |
| 1              | N         | 64.4 f <sup>1/</sup> | 166.3 c <sup>1/</sup> | 168.1 c <sup>1/</sup> | 168.1 c <sup>1/</sup> |
| 2              | F         | 96.2 b               | 202.4 ab              | 204.3 ab              | 204.3 ab              |
| 3              | O1        | 73.0 e               | 182.2 bc              | 183.5 bc              | 183.5 bc              |
| 4              | C1        | 80.4 d               | 194.0 ab              | 196.3 ab              | 196.3 ab              |
| 5              | O1/2+F1/2 | 86.8 c               | 196.0 ab              | 196.9 ab              | 196.9 ab              |
| 6              | O3/4+F1/4 | 87.8 c               | 193.4 ab              | 195.1 ab              | 195.1 ab              |
| 7              | O1+F1/2   | 91.4 bc              | 194.8 ab              | 196.2 ab              | 196.2 ab              |
| 8              | C1/2+F1/2 | 92.8 bc              | 205.5 a               | 206.9 a               | 206.9 a               |
| 9              | C3/4+F1/4 | 91.8 bc              | 192.6 ab              | 194.4 ab              | 194.4 ab              |
| 10             | C1+F1/2   | 105.2 a              | 210.1 a               | 211.5 a               | 211.5 a               |
| F-test         |           | *                    | *                     | *                     | *                     |
| CV (%)         |           | 13.72                | 8.59                  | 8.46                  | 8.46                  |

หมายเหตุ \* แตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 %

<sup>1/</sup> ค่าเฉลี่ยที่ตามด้วยอักษรที่เหมือนกันในแนวตั้งไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 % โดยวิธี DMRT



ภาพที่ 3 ความสูงของข้าวโพดอายุ 110 วัน ที่ได้รับปุ๋ยในอัตราต่างๆ ตามดำรับการทดลองในการปลูกครั้งที่ 3

|            |                                                           |
|------------|-----------------------------------------------------------|
| หมายเหตุ N | = ดำรับควบคุม (ไม่ได้ใส่ปุ๋ยเคมีสูตร 16-16-8 และมูลสัตว์) |
| F          | = ใส่ปุ๋ยเคมี 1N                                          |
| O1         | = ใส่มูลโค 1N                                             |
| C1         | = ใส่มูลไก่ 1N                                            |
| O1/2+F1/2  | = ใส่มูลโค 1/2N + ปุ๋ยเคมี 1/2N                           |
| O3/4+F1/4  | = ใส่มูลโค 3/4N + ปุ๋ยเคมี 1/4N                           |
| O1+F1/2    | = ใส่มูลโค 1N + ปุ๋ยเคมี 1/2N                             |
| C1/2+F1/2  | = ใส่มูลไก่ 1/2N + ปุ๋ยเคมี 1/2N                          |
| C3/4+F1/4  | = ใส่มูลไก่ 3/4N + ปุ๋ยเคมี 1/4N                          |
| C1+F1/2    | = ใส่มูลไก่ 1N + ปุ๋ยเคมี 1/2N                            |

### 3.2 น้ำหนักแห้งของต้นข้าวโพด

#### 3.2.1 น้ำหนักแห้งของต้นข้าวโพดในการปลูกครั้งที่ 1

ผลของการจัดการทดลองต่อน้ำหนักแห้งของต้นข้าวโพดในการปลูกครั้งที่ 1 (ตารางที่ 6) พบว่ามีความแตกต่างทางสถิติของการจัดการทดลองต่อน้ำหนักแห้งของต้นข้าวโพด โดยการควบคุมมีน้ำหนักแห้งของต้นน้อยที่สุด ส่วนการจัดการทดลองที่เหลือพบว่า การใส่ปุ๋ย 1N มีน้ำหนักแห้งของต้นมากที่สุด การใส่ปุ๋ย 1N มีน้ำหนักแห้งของต้นน้อยที่สุด

เมื่อพิจารณาน้ำหนักแห้งของต้นข้าวโพดในกลุ่มการใส่ปุ๋ยที่ 1N เพียงอย่างเดียวในอัตรา 1N เปรียบเทียบกับ การใส่ปุ๋ย 1N (ภาพที่ 4) พบว่า การใส่ปุ๋ย 1N ให้มีน้ำหนักแห้งของต้นข้าวโพด (3,919.4 กก./ไร่) มากที่สุด รองลงมาคือ การใส่ปุ๋ย (3,631.5 กก./ไร่) และการใส่ปุ๋ย 1N (3,563.9 กก./ไร่)

เมื่อพิจารณาน้ำหนักแห้งของต้นข้าวโพด ในกลุ่มการใส่ปุ๋ยที่มีการใส่ปุ๋ยร่วมกับปุ๋ยเคมีในอัตรา 1N พบว่า กลุ่มการใส่ปุ๋ยที่มีการใส่ปุ๋ยเคมีและปุ๋ย 1N มีน้ำหนักแห้งของต้นข้าวโพดเฉลี่ย 3,696.7 กก./ไร่ และ 3,713.0 กก./ไร่ ตามลำดับ การเพิ่มสัดส่วนของปุ๋ยเคมีจาก 1/4N เป็น 1/2N มีผลให้ข้าวโพดในกลุ่มการใส่ปุ๋ย (การใส่ปุ๋ย 5 และ 6) มีน้ำหนักแห้งของต้นมากขึ้นจาก 3,544.6 กก./ไร่ เป็น 3,848.8 กก./ไร่ แต่ในกลุ่มการใส่ปุ๋ย (การใส่ปุ๋ย 8 และ 9) การเพิ่มสัดส่วนของปุ๋ยเคมีไม่มีผลให้น้ำหนักแห้งของต้นเพิ่มขึ้นแต่อย่างใด

เมื่อพิจารณาน้ำหนักแห้งของต้นข้าวโพด ในกลุ่มการใส่ปุ๋ยที่มีการใส่ปุ๋ยเคมี 1/2N ถึง 1N ร่วมกับปุ๋ยเคมี 1/2N พบว่า การเพิ่มสัดส่วนของปุ๋ยเคมีจาก 1/2N เป็น 1N มีผลให้ข้าวโพดในกลุ่มการใส่ปุ๋ย (การใส่ปุ๋ย 5 และ 7) มีน้ำหนักแห้งของต้นไม่แตกต่างกันมาก (3,848.8 กก./ไร่ และ 3,877.4 กก./ไร่ ตามลำดับ) ในขณะที่ในกลุ่มการใส่ปุ๋ย (การใส่ปุ๋ย 8 และ 10) เพิ่มขึ้นอย่างแตกต่างจาก 3,652.6 กก./ไร่ เป็น 3,829.4 กก./ไร่

### 3.2.2 น้ำหนักแห้งของต้นข้าวโพดในการปลูกครั้งที่ 2

ผลของการจัดการทดลองต่อน้ำหนักแห้งของต้นข้าวโพดในการปลูกครั้งที่ 2 (ตารางที่ 6) พบว่ามีความแตกต่างทางสถิติของการจัดการทดลองต่อน้ำหนักแห้งของต้นข้าวโพด โดย การควบคุมให้น้ำหนักแห้งของต้นน้อยที่สุด ส่วนการจัดการทดลองที่เหลือพบว่า การปุ๋ยเคมี ให้น้ำหนักแห้งของต้นมากที่สุด การมูลโค 1N ให้น้ำหนักแห้งของต้นน้อยที่สุด

เมื่อพิจารณาน้ำหนักแห้งของต้นข้าวโพดในกลุ่มการใส่ปุ๋ยเคมีเพียงอย่างเดียวในอัตรา 1N เปรียบเทียบกับ การใส่ปุ๋ยเคมี 1N (ภาพที่ 5) พบว่า การปุ๋ยเคมี ให้น้ำหนักแห้งของต้นข้าวโพด (565.5 กก./ไร่) มากที่สุด รองลงมาคือ การมูลไก่ (551.7 กก./ไร่) และการมูลโค (351.9 กก./ไร่)

เมื่อพิจารณาน้ำหนักแห้งของต้นข้าวโพด ในกลุ่มการที่มีการใส่มูลสัตว์ ร่วมกับปุ๋ยเคมีในอัตรา 1N พบว่า กลุ่มการที่มีการใส่มูลโคและมูลไก่ให้น้ำหนักแห้งของต้นข้าวโพดเฉลี่ย 479.5 กก./ไร่ และ 440.3 กก./ไร่ ตามลำดับ การเพิ่มสัดส่วนของปุ๋ยเคมีจาก 1/4N เป็น 1/2N มีผลให้ข้าวโพดในกลุ่มการใส่มูลโค (การที่ 5 และ 6) มีน้ำหนักแห้งของต้นมากขึ้นจาก 410.2 กก./ไร่ เป็น 548.8 กก./ไร่ แต่ในกลุ่มการใส่มูลไก่ (การที่ 8 และ 9) การเพิ่มสัดส่วนของปุ๋ยเคมีมีผลให้น้ำหนักแห้งของต้นไม่แตกต่างกัน (431.7 กก./ไร่ และ 448.8 กก./ไร่ ตามลำดับ)

เมื่อพิจารณาน้ำหนักแห้งของต้นข้าวโพด ในกลุ่มการที่มีสัดส่วนของการใส่ มูลสัตว์ 1/2N ถึง 1N ร่วมกับปุ๋ยเคมี 1/2N พบว่า การเพิ่มสัดส่วนของมูลสัตว์จาก 1/2N เป็น 1N มีผลให้ข้าวโพดในกลุ่มการใส่มูลโค (การที่ 5 และ 7) มีน้ำหนักแห้งของต้นไม่เพิ่มขึ้น (548.8 กก./ไร่ และ 466.8 กก./ไร่ ตามลำดับ) ในขณะที่ในกลุ่มการใส่มูลไก่ (การที่ 8 และ 10) เพิ่มขึ้นอย่างแตกต่างจาก 431.7 กก./ไร่ เป็น 498.1 กก./ไร่

### 3.2.3 น้ำหนักแห้งของต้นข้าวโพดในการปลูกครั้งที่ 3

ผลของการจัดการทดลองต่อน้ำหนักแห้งของต้นข้าวโพดในการปลูกครั้งที่ 3 (ตารางที่ 6) พบว่ามีความแตกต่างทางสถิติของการจัดการทดลองต่อน้ำหนักแห้งของต้นข้าวโพด โดย การควบคุมมีน้ำหนักแห้งของต้นน้อยที่สุด ส่วนการจัดการทดลองที่เหลือพบว่า การใส่มูลไก่

1N ร่วมกับปุ๋ยเคมี 1/2N ให้น้ำหนักแห้งของต้นมากที่สุด ดำรับมูลโค 1N ให้น้ำหนักแห้งของต้นน้อยที่สุด

เมื่อพิจารณาน้ำหนักแห้งของต้นข้าวโพดในกลุ่มดำรับที่ใส่มูลสัตว์เพียงอย่างเดียวในอัตรา 1N เปรียบเทียบกับ ดำรับที่ใส่ปุ๋ยเคมี 1N (ภาพที่ 6) พบว่า ดำรับปุ๋ยเคมี ให้น้ำหนักแห้งของต้นข้าวโพด (905.7 กก./ไร่) มากที่สุด ส่วนดำรับมูลโค และดำรับมูลไก่ ให้น้ำหนักแห้งของต้นข้าวโพดใกล้เคียงกัน (848.0 กก./ไร่ และ 843.7 กก./ไร่ ตามลำดับ)

เมื่อพิจารณาน้ำหนักแห้งของต้นข้าวโพด ในกลุ่มดำรับที่มีการใส่มูลสัตว์ร่วมกับปุ๋ยเคมีในอัตรา 1N ถึง 1.5N (ดำรับที่ 5 ถึง 10) พบว่า ในกลุ่มดำรับที่มีการใส่มูลโคและกลุ่มดำรับที่มีการใส่มูลไก่ การเพิ่มสัดส่วนของมูลโคจาก 1/2N เป็น 1N ร่วมกับปุ๋ยเคมี 1/2N มีผลให้น้ำหนักแห้งของต้นข้าวโพดเพิ่มมากขึ้นจาก 862.6 กก./ไร่ เป็น 998.4 กก./ไร่ และ 1,018.5 กก./ไร่ เป็น 1,243.4 กก./ไร่ ตามลำดับ

### 3.2.4 น้ำหนักแห้งของต้นข้าวโพดในการปลูกครั้งที่ 1, 2 และ 3

เมื่อพิจารณาน้ำหนักแห้งของต้นข้าวโพดในการปลูกทั้ง 3 ครั้งพบว่า ดำรับที่ให้ น้ำหนักแห้งของต้นข้าวโพดต่ำที่สุดคือดำรับควบคุม (2,682.8, 340.3 และ 716.2 กก./ไร่ ของการปลูกครั้งที่ 1, 2 และ 3 ตามลำดับ) ส่วนดำรับที่ให้น้ำหนักแห้งของต้นข้าวโพดสูงที่สุดจะแตกต่างกันในแต่ละครั้งที่ปลูก กล่าวคือ ในการปลูกครั้งที่ 1 ดำรับการทดลองที่ใส่มูลไก่ 1N ให้น้ำหนักแห้งของต้นข้าวโพดมากที่สุดเท่ากับ 3,919.4 กก./ไร่ และมากกว่าดำรับปุ๋ยเคมี (3,631.5 กก./ไร่) ส่วนการปลูกครั้งที่ 2 ดำรับการทดลองที่ใส่ปุ๋ยเคมีเพียงอย่างเดียว ให้น้ำหนักแห้งของต้นข้าวโพดมากที่สุดเท่ากับ 565.5 กก./ไร่ และการปลูกครั้งที่ 3 ดำรับการทดลองที่ใส่มูลไก่ 1N ร่วมกับปุ๋ยเคมี 1/2N ให้น้ำหนักแห้งของต้นข้าวโพดมากที่สุดเท่ากับ 1,243.4 กก./ไร่ และสูงกว่าดำรับปุ๋ยเคมี (905.7 กก./ไร่) ผลของการใส่มูลสัตว์มีนำเสนอไว้ในงานทดลองของ Hakim (2002) ซึ่งศึกษาการใช้อินทรีย์วัตถุในการเพิ่มประสิทธิภาพการใช้ปุ๋ยฟอสฟอรัสของข้าวโพดในดินอุลติโซลส์ ทำการทดลองในกระถางโดยใช้ปุ๋ยคอกและปุ๋ยพืชสดให้มีอินทรีย์วัตถุในดิน 0, 0.5, 1, 1.5, 2 และ 2.5 เปอร์เซ็นต์ ซึ่งคิดเป็นอัตรา 0, 25, 50, 75, 100 และ 125 กรัมปุ๋ยคอกหรือปุ๋ยพืชสดต่อกระถางตามลำดับ เก็บเกี่ยวข้าวโพดเมื่อเจริญได้ 6 สัปดาห์ พบว่า การใช้ปุ๋ยคอกอัตรา 75 กรัมต่อกระถาง

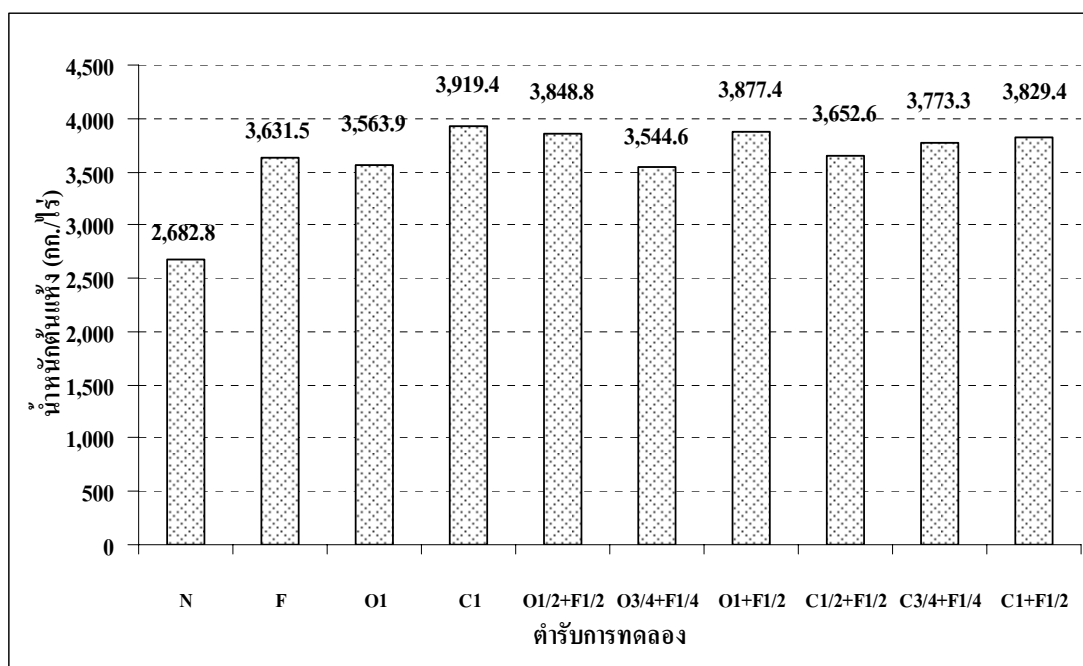
ให้ผลผลิตน้ำหนักรากแห้งสูงสุด การดูใช้ฟอสเฟตจากปริมาณฟอสฟอรัสที่ได้มาจากปุ๋ยของข้าวโพด มีประสิทธิภาพสูงสุด

ตารางที่ 6 ผลของดำรับการทดลองต่อน้ำหนักแห้งของต้นข้าวโพด (กก./ไร่) ของแต่ละดำรับการทดลองในการปลูกครั้งที่ 1, 2 และ 3

| ดำรับการทดลอง |           | น้ำหนักต้นแห้ง (กก./ไร่) |                       |                       |
|---------------|-----------|--------------------------|-----------------------|-----------------------|
|               |           | การปลูกครั้งที่ 1        | การปลูกครั้งที่ 2     | การปลูกครั้งที่ 3     |
| 1             | N         | 2,682.8 b <sup>1/</sup>  | 340.3 c <sup>1/</sup> | 716.2 b <sup>1/</sup> |
| 2             | F         | 3,631.5 ab               | 565.5 a               | 905.7 ab              |
| 3             | O1        | 3,563.9 ab               | 351.9 c               | 848.0 b               |
| 4             | C1        | 3,919.4 a                | 551.7 ab              | 843.7 b               |
| 5             | O1/2+F1/2 | 3,848.8 a                | 548.8 ab              | 862.6 b               |
| 6             | O3/4+F1/4 | 3,544.6 ab               | 410.2 bc              | 823.6 b               |
| 7             | O1+F1/2   | 3,877.4 a                | 466.8 abc             | 998.4 ab              |
| 8             | C1/2+F1/2 | 3,652.6 ab               | 431.7 abc             | 1,018.5 ab            |
| 9             | C3/4+F1/4 | 3,773.3 a                | 448.8 abc             | 903.8 ab              |
| 10            | C1+F1/2   | 3,829.4 a                | 498.1 ab              | 1,243.4 a             |
| F-test        |           | *                        | *                     | *                     |
| CV (%)        |           | 18.10                    | 23.23                 | 26.17                 |

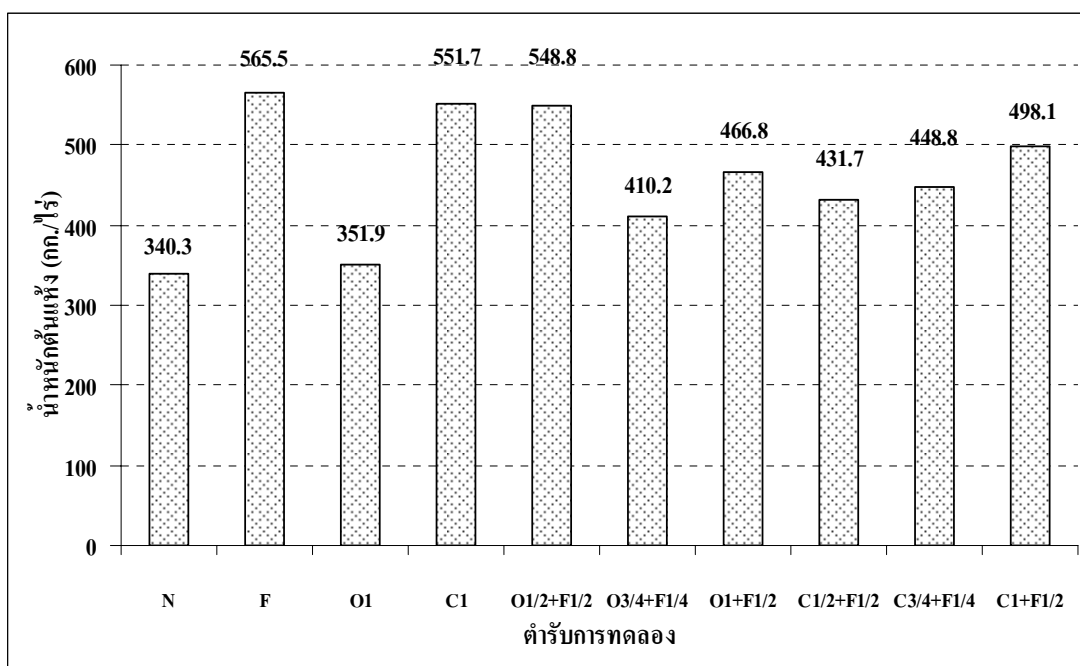
หมายเหตุ \* แดกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 %

<sup>1/</sup> ค่าเฉลี่ยที่ตามด้วยอักษรที่เหมือนกันในแนวตั้งไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 % โดยวิธี DMRT



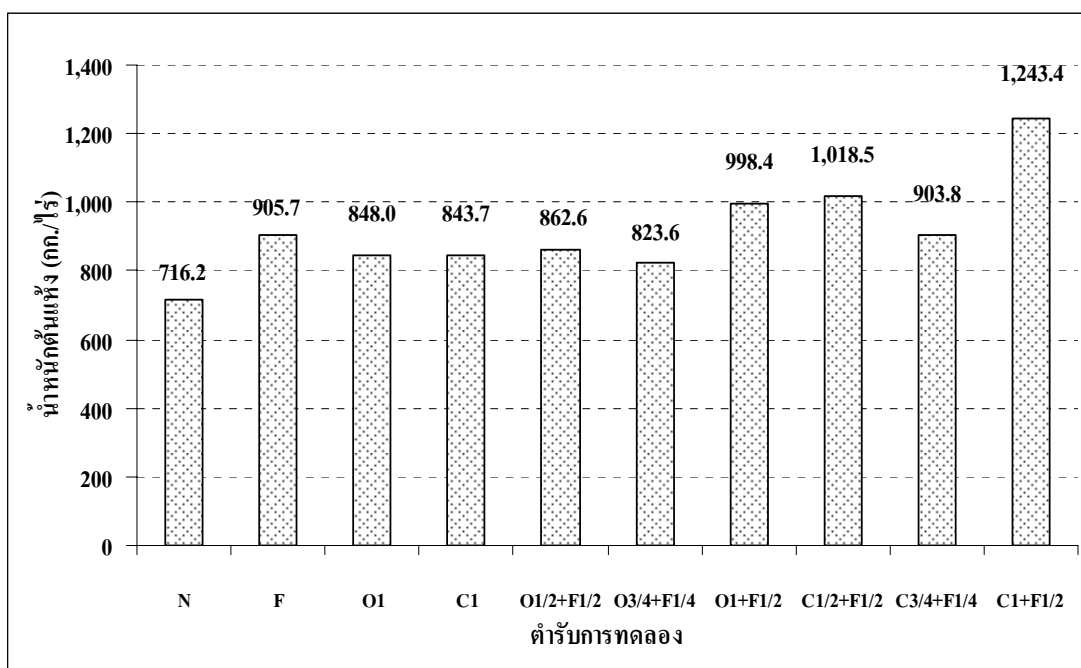
ภาพที่ 4 น้ำหนักแห้งของต้นข้าวโพดที่ได้รับปุ๋ยในอัตราต่างๆ ตามการทำการทดลอง ในการปลูกครั้งที่ 1

|            |                                                        |
|------------|--------------------------------------------------------|
| หมายเหตุ N | = ดำริบควบคุม (ไม่ใส่ปุ๋ยเคมีสูตร 16-16-8 และมูลสัตว์) |
| F          | = ใส่ปุ๋ยเคมี 1N                                       |
| O1         | = ใส่มูลโค 1N                                          |
| C1         | = ใส่มูลไก่ 1N                                         |
| O1/2+F1/2  | = ใส่มูลโค 1/2N + ปุ๋ยเคมี 1/2N                        |
| O3/4+F1/4  | = ใส่มูลโค 3/4N + ปุ๋ยเคมี 1/4N                        |
| O1+F1/2    | = ใส่มูลโค 1N + ปุ๋ยเคมี 1/2N                          |
| C1/2+F1/2  | = ใส่มูลไก่ 1/2N + ปุ๋ยเคมี 1/2N                       |
| C3/4+F1/4  | = ใส่มูลไก่ 3/4N + ปุ๋ยเคมี 1/4N                       |
| C1+F1/2    | = ใส่มูลไก่ 1N + ปุ๋ยเคมี 1/2N                         |



ภาพที่ 5 น้ำหนักแห้งของต้นข้าวโพดที่ได้รับปุ๋ยในอัตราต่างๆ ตามตำรับการทดลอง ในการปลูกครั้งที่ 2

|            |                                                        |
|------------|--------------------------------------------------------|
| หมายเหตุ N | = ดำริบควบคุม (ไม่ใส่ปุ๋ยเคมีสูตร 16-16-8 และมูลสัตว์) |
| F          | = ใส่ปุ๋ยเคมี 1N                                       |
| O1         | = ใส่มูลโค 1N                                          |
| C1         | = ใส่มูลไก่ 1N                                         |
| O1/2+F1/2  | = ใส่มูลโค 1/2N + ปุ๋ยเคมี 1/2N                        |
| O3/4+F1/4  | = ใส่มูลโค 3/4N + ปุ๋ยเคมี 1/4N                        |
| O1+F1/2    | = ใส่มูลโค 1N + ปุ๋ยเคมี 1/2N                          |
| C1/2+F1/2  | = ใส่มูลไก่ 1/2N + ปุ๋ยเคมี 1/2N                       |
| C3/4+F1/4  | = ใส่มูลไก่ 3/4N + ปุ๋ยเคมี 1/4N                       |
| C1+F1/2    | = ใส่มูลไก่ 1N + ปุ๋ยเคมี 1/2N                         |



ภาพที่ 6 น้ำหนักแห้งของต้นข้าวโพดที่ได้รับปุ๋ยในอัตราต่างๆ ตามการทดลอง ในการปลูกครั้งที่ 3

|            |                                                        |
|------------|--------------------------------------------------------|
| หมายเหตุ N | = ดำริบควบคุม (ไม่ใส่ปุ๋ยเคมีสูตร 16-16-8 และมูลสัตว์) |
| F          | = ใส่ปุ๋ยเคมี 1N                                       |
| O1         | = ใส่มูลโค 1N                                          |
| C1         | = ใส่มูลไก่ 1N                                         |
| O1/2+F1/2  | = ใส่มูลโค 1/2N + ปุ๋ยเคมี 1/2N                        |
| O3/4+F1/4  | = ใส่มูลโค 3/4N + ปุ๋ยเคมี 1/4N                        |
| O1+F1/2    | = ใส่มูลโค 1N + ปุ๋ยเคมี 1/2N                          |
| C1/2+F1/2  | = ใส่มูลไก่ 1/2N + ปุ๋ยเคมี 1/2N                       |
| C3/4+F1/4  | = ใส่มูลไก่ 3/4N + ปุ๋ยเคมี 1/4N                       |
| C1+F1/2    | = ใส่มูลไก่ 1N + ปุ๋ยเคมี 1/2N                         |

#### 4. ผลของการใส่มูลสัตว์ร่วมกับปุ๋ยเคมีต่อผลผลิตของข้าวโพดเลี้ยงสัตว์พันธุ์สุวรรณ 4452

##### 4.1 ผลผลิตฝักข้าวโพด

##### 4.1.1 ผลผลิตฝักข้าวโพดในการปลูกครั้งที่ 1

ผลของดำรับการทดลองต่อผลผลิตฝักข้าวโพดในการปลูกครั้งที่ 1 (ตารางที่ 7) พบว่ามีความแตกต่างทางสถิติของดำรับการทดลองต่อผลผลิตฝักข้าวโพด โดยดำรับควบคุมมีผลผลิตฝักข้าวโพदन้อยที่สุด ส่วนดำรับการทดลองที่เหลือ พบว่า ดำรับมูลไก่ 1N มีผลผลิตฝักข้าวโพดมากที่สุด ดำรับมูลโค 3/4N ร่วมกับปุ๋ยเคมี 1/2N มีผลผลิตฝักข้าวโพदन้อยที่สุด

เมื่อพิจารณาผลผลิตฝักข้าวโพดในกลุ่มดำรับที่ใส่มูลสัตว์เพียงอย่างเดียวในอัตรา 1N เปรียบเทียบกับ ดำรับที่ใส่ปุ๋ยเคมี 1N (ภาพที่ 7) พบว่า ดำรับมูลไก่ ให้ผลผลิตฝักข้าวโพด (2,054.5 กก./ไร่) มากที่สุด รองลงมาคือ ดำรับมูลโค (1,827.1 กก./ไร่) และดำรับปุ๋ยเคมี (1,826.3 กก./ไร่)

เมื่อพิจารณาผลผลิตฝักข้าวโพดในกลุ่มดำรับที่มีการใส่มูลสัตว์ร่วมกับปุ๋ยเคมีในอัตรา 1N พบว่า กลุ่มดำรับที่มีการใส่มูลโคและมูลไก่มีผลผลิตฝักข้าวโพดเฉลี่ย 1,877.8 กก./ไร่ และ 1,916.2 กก./ไร่ ตามลำดับ การเพิ่มสัดส่วนของปุ๋ยเคมีจาก 1/4N เป็น 1/2N มีผลให้ข้าวโพดในกลุ่มดำรับที่ใส่มูลโค (ดำรับที่ 5 และ 6) มีผลผลิตฝักข้าวโพดมากขึ้นจาก 1,709.9 กก./ไร่ เป็น 1,964.6 กก./ไร่ ส่วนในกลุ่มดำรับที่ใส่มูลไก่ (ดำรับที่ 8 และ 9) การเพิ่มสัดส่วนของปุ๋ยเคมีจาก 1/4N เป็น 1/2N ไม่ทำให้ผลผลิตฝักข้าวโพดเพิ่มขึ้น แต่การเพิ่มสัดส่วนของมูลไก่จาก 1/2N เป็น 3/4N มีผลทำให้ผลผลิตฝักข้าวโพดเพิ่มขึ้นจาก 1,888.1 กก./ไร่ เป็น 1,944.3 กก./ไร่

เมื่อพิจารณาผลผลิตฝักข้าวโพดในกลุ่มดำรับที่มีสัดส่วนของการใส่มูลสัตว์ 1/2N ถึง 1N ร่วมกับปุ๋ยเคมี 1/2N พบว่า การเพิ่มสัดส่วนของมูลสัตว์จาก 1/2N เป็น 1N มีผลให้ข้าวโพดในกลุ่มดำรับที่มีการใส่มูลโค (ดำรับที่ 5 และ 7) มีผลผลิตฝักข้าวโพดไม่แตกต่างกันมาก (1,964.6 กก./ไร่ และ 1,968.1 กก./ไร่ ตามลำดับ) ในขณะที่ในกลุ่มดำรับที่มีการใส่มูลไก่ (ดำรับที่ 8 และ 10) เพิ่มขึ้นอย่างแตกต่างจาก 1,888.1 กก./ไร่ เป็น 1,998.5 กก./ไร่

#### 4.1.2 ผลผลิตฝักข้าวโพดในการปลูกครั้งที่ 2

ผลของการจัดการทดลองต่อผลผลิตฝักข้าวโพดในการปลูกครั้งที่ 2 (ตารางที่ 7) พบว่ามีความแตกต่างทางสถิติของการจัดการทดลองต่อผลผลิตฝักข้าวโพด โดยค่าความควบคุมให้ผลผลิตฝักข้าวโพดน้อยที่สุด ส่วนการจัดการทดลองที่เหลือ พบว่า ค่ารับปุ๋ยเคมี ให้ผลผลิตฝักข้าวโพดมากที่สุด ซึ่งใกล้เคียงกับค่ารับที่ใส่มูลไก่ 1N, ค่ารับที่ใส่มูลไก่ 1N ร่วมกับปุ๋ยเคมี 1/2N, ค่ารับ มูลโค 1/2N ร่วมกับปุ๋ยเคมี 1/2N และค่ารับที่ใส่มูลโค 1N ร่วมกับปุ๋ยเคมี 1/2N ส่วนค่ารับมูลโค 1N ให้ผลผลิตฝักข้าวโพดน้อยที่สุด

เมื่อพิจารณาผลผลิตฝักข้าวโพดในกลุ่มค่ารับที่ใส่มูลสัตว์เพียงอย่างเดียวในอัตรา 1N เปรียบเทียบกับ ค่ารับที่ใส่ปุ๋ยเคมี 1N (ภาพที่ 8) พบว่า ค่ารับปุ๋ยเคมี ให้ผลผลิตฝักข้าวโพด (791.9 กก./ไร่) มากที่สุด ซึ่งใกล้เคียงกับค่ารับมูลไก่ (698.1 กก./ไร่) และค่ารับโคให้ผลผลิตฝักข้าวโพดน้อยที่สุด (475.0 กก./ไร่)

เมื่อพิจารณาผลผลิตฝักข้าวโพดในกลุ่มค่ารับที่มีการใส่มูลสัตว์ร่วมกับปุ๋ยเคมีในอัตรา 1N พบว่า กลุ่มค่ารับที่มีการใส่มูลโคและมูลไก่ให้ผลผลิตฝักข้าวโพดเฉลี่ย 687.3 กก./ไร่ และ 622.1 กก./ไร่ ตามลำดับ การเพิ่มสัดส่วนของปุ๋ยเคมีจาก 1/4N เป็น 1/2N มีผลให้ข้าวโพดในกลุ่มค่ารับที่ใส่มูลโค (ค่ารับที่ 5 และ 6) มีผลผลิตฝักข้าวโพดมากขึ้นจาก 608.5 กก./ไร่ เป็น 766.1 กก./ไร่ ส่วนในกลุ่มค่ารับที่ใส่มูลไก่ (ค่ารับที่ 8 และ 9) มีผลให้ผลผลิตฝักข้าวโพดไม่แตกต่างกันมาก (617.9 กก./ไร่ และ 626.3 กก./ไร่ ตามลำดับ)

เมื่อพิจารณาผลผลิตฝักข้าวโพดในกลุ่มค่ารับที่มีสัดส่วนของการใส่มูลสัตว์ 1/2N ถึง 1N ร่วมกับปุ๋ยเคมี 1/2N พบว่า การเพิ่มสัดส่วนของมูลสัตว์จาก 1/2N เป็น 1N มีผลให้ข้าวโพดในกลุ่มค่ารับที่มีการใส่มูลโค (ค่ารับที่ 5 และ 7) มีผลผลิตฝักข้าวโพดไม่แตกต่างกันมาก (766.1 กก./ไร่ และ 712.5 กก./ไร่ ตามลำดับ) ในขณะที่ในกลุ่มค่ารับที่มีการใส่มูลไก่ (ค่ารับที่ 8 และ 10) ให้ผลผลิตฝักเพิ่มขึ้นอย่างแตกต่างจาก 617.9 กก./ไร่ เป็น 718.0 กก./ไร่

#### 4.1.3 ผลผลิตฝักข้าวโพดในการปลูกครั้งที่ 3

ผลของการจัดการทดลองต่อผลผลิตฝักข้าวโพดในการปลูกครั้งที่ 3 (ตารางที่ 7) พบว่ามีความแตกต่างทางสถิติของการจัดการทดลองต่อผลผลิตฝักข้าวโพด โดยได้รับความคุ้มครองให้ผลผลิตฝักข้าวโพดน้อยที่สุด ส่วนการจัดการทดลองที่เหลือ พบว่า มูลไก่ 1N ร่วมกับปุ๋ยเคมี 1/2N ให้ผลผลิตฝักข้าวโพดมากที่สุด ส่วนการใส่มูลโค 1N ให้ผลผลิตฝักข้าวโพดน้อยที่สุด

เมื่อพิจารณาผลผลิตฝักข้าวโพดในกลุ่มการใส่มูลสัตว์เพียงอย่างเดียวในอัตรา 1N เปรียบเทียบกับ การใส่ปุ๋ยเคมี 1N (ภาพที่ 9) พบว่า การใส่ปุ๋ยเคมี และการใส่มูลไก่ให้ผลผลิตฝักข้าวโพดสูงใกล้เคียงกัน (1,138.8 กก./ไร่ และ 1,132.7 กก./ไร่ ตามลำดับ) และสูงกว่าการใส่มูลโค (832.0 กก./ไร่)

เมื่อพิจารณาผลผลิตฝักข้าวโพดในกลุ่มการใส่มูลสัตว์ร่วมกับปุ๋ยเคมีในอัตรา 1N พบว่า กลุ่มการใส่มูลโคและมูลไก่ให้ผลผลิตฝักข้าวโพดเฉลี่ย 910.1 กก./ไร่ และ 1,046.4 กก./ไร่ ตามลำดับ การเพิ่มสัดส่วนของปุ๋ยเคมีจาก 1/4N เป็น 1/2N มีผลให้ข้าวโพดในกลุ่มการใส่มูลโค (การใส่ที่ 5 และ 6) และกลุ่มการใส่มูลไก่ (การใส่ที่ 8 และ 9) มีผลผลิตฝักข้าวโพดมากขึ้นจาก 870.3 กก./ไร่ เป็น 949.9 กก./ไร่ และ 985.6 กก./ไร่ เป็น 1,107.2 กก./ไร่ ตามลำดับ

เมื่อพิจารณาผลผลิตฝักข้าวโพดในกลุ่มการใส่สัดส่วนของการใส่มูลสัตว์ 1/2N ถึง 1N ร่วมกับปุ๋ยเคมี 1/2N พบว่า การเพิ่มสัดส่วนของมูลสัตว์จาก 1/2N เป็น 1N มีผลให้ข้าวโพดในกลุ่มการใส่มูลโค (การใส่ที่ 5 และ 7) และกลุ่มการใส่มูลไก่ (การใส่ที่ 8 และ 10) มีผลผลิตฝักข้าวโพดเพิ่มขึ้นอย่างแตกต่างจาก 949.9 กก./ไร่ เป็น 1,006.6 กก./ไร่ และ 1,107.2 กก./ไร่ เป็น 1,304.5 กก./ไร่ ตามลำดับ

#### 4.1.4 ผลผลิตฝักข้าวโพดในการปลูกทั้ง 3 ครั้ง

เมื่อพิจารณาผลผลิตฝักข้าวโพดในการปลูกทั้ง 3 ครั้งพบว่า การใส่ปุ๋ยที่ให้ผลผลิตฝักข้าวโพดต่ำที่สุดคือการใส่ปุ๋ยเคมี (1,591.4, 413.6 และ 617.8 กก./ไร่ ของการปลูกครั้งที่ 1, 2 และ 3 ตามลำดับ) ส่วนการใส่ปุ๋ยที่ให้ผลผลิตฝักข้าวโพดสูงที่สุดจะแตกต่างกันในแต่ละครั้งที่ปลูก กล่าวคือในการปลูกครั้งที่ 1 การจัดการทดลองที่ใส่มูลไก่ 1N ให้ผลผลิตฝักข้าวโพดมากที่สุดเท่ากับ 2,054.5 กก./ไร่ และมากกว่าการใส่ปุ๋ยเคมี 1N (1,826.3 กก./ไร่) ส่วนการปลูกครั้งที่ 2 การจัดการทดลองที่ใส่ปุ๋ยเคมี 1N มีผลผลิตฝักข้าวโพดมากที่สุดเท่ากับ 791.9 กก./ไร่ รองลงมาคือการใส่มูลโค 1/2N

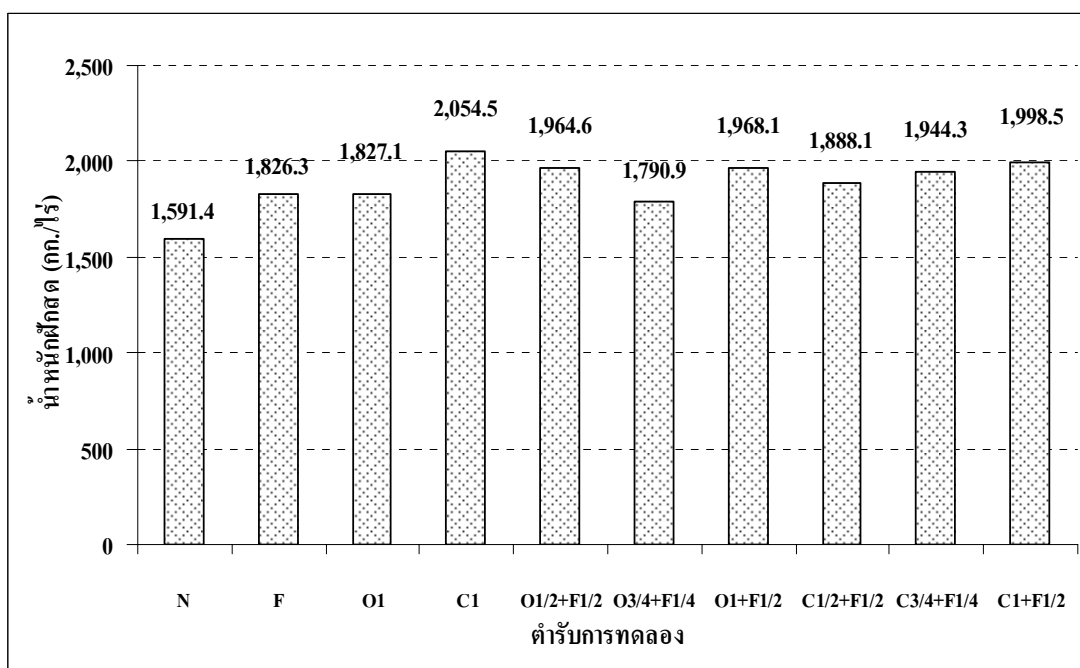
ร่วมกับปุ๋ยเคมี 1/2N (766.1 กก./ไร่) และในการปลูกครั้งที่ 3 ดำรับการทดลองที่ใส่มูลไก่ 1N ร่วมกับปุ๋ยเคมี 1/2N มีผลผลิตฝักข้าวโพดมากที่สุดเท่ากับ 1,304.5 กก./ไร่ และสูงกว่าดำรับปุ๋ยเคมี (1,138.8 กก./ไร่)

ตารางที่ 7 ผลของดำรับการทดลองต่อผลผลิตฝักข้าวโพด (กก./ไร่) ในการปลูกครั้งที่ 1, 2 และ 3

| ดำรับการทดลอง |           | ผลผลิตฝัก (กก./ไร่)     |                       |                       |
|---------------|-----------|-------------------------|-----------------------|-----------------------|
|               |           | การปลูกครั้งที่ 1       | การปลูกครั้งที่ 2     | การปลูกครั้งที่ 3     |
| 1             | N         | 1,591.4 b <sup>1/</sup> | 413.6 c <sup>1/</sup> | 617.8 c <sup>1/</sup> |
| 2             | F         | 1,826.3 ab              | 791.9 a               | 1,138.8 ab            |
| 3             | O1        | 1,827.1 ab              | 475.0 bc              | 832.0 bc              |
| 4             | C1        | 2,054.5 a               | 698.1 a               | 1,132.7 ab            |
| 5             | O1/2+F1/2 | 1,964.6 a               | 766.1 a               | 949.9 abc             |
| 6             | O3/4+F1/4 | 1,790.9 ab              | 608.5 ab              | 870.3 bc              |
| 7             | O1+F1/2   | 1,968.1 a               | 712.5 a               | 1,006.6 ab            |
| 8             | C1/2+F1/2 | 1,888.1 ab              | 617.9 ab              | 1,107.2 ab            |
| 9             | C3/4+F1/4 | 1,944.3 a               | 626.3 ab              | 985.6 ab              |
| 10            | C1+F1/2   | 1,998.5 a               | 718.0 a               | 1,304.5 a             |
| F-test        |           | *                       | *                     | *                     |
| CV (%)        |           | 11.01                   | 24.44                 | 26.60                 |

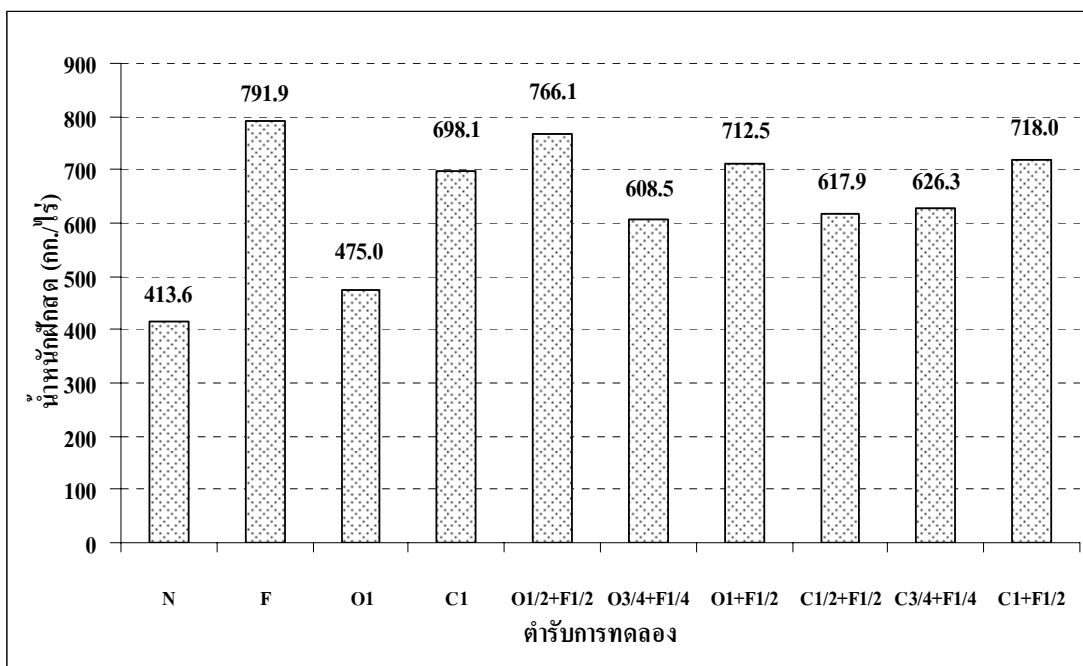
หมายเหตุ \* แสดงต่างกันทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 %

<sup>1/</sup> ค่าเฉลี่ยที่ตามด้วยอักษรที่เหมือนกันในแนวตั้งไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 % โดยวิธี DMRT



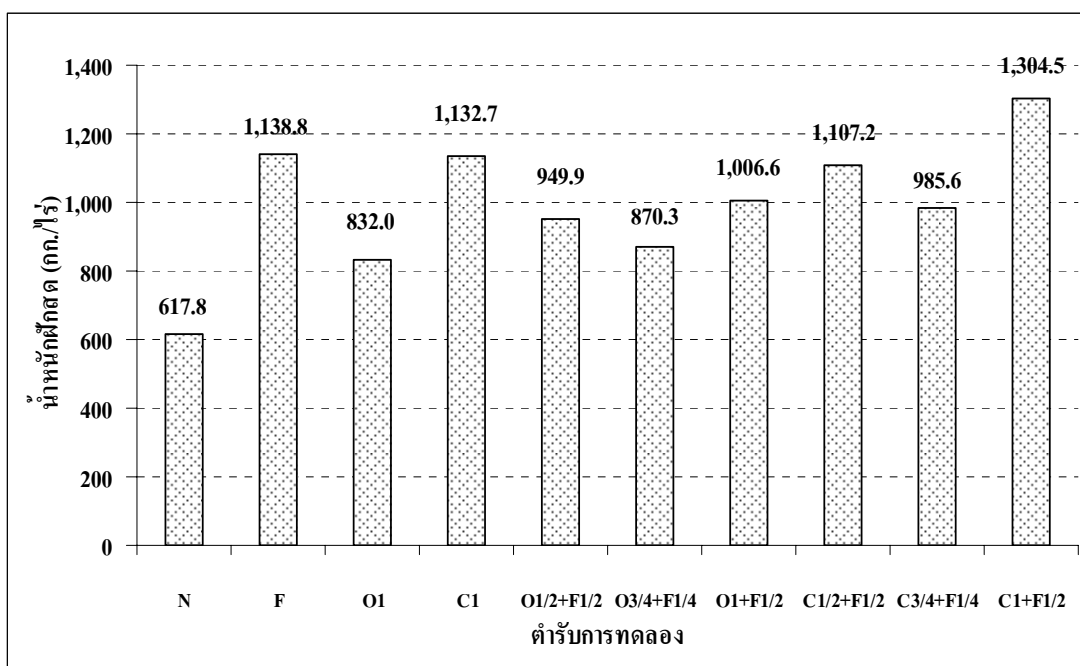
ภาพที่ 7 ผลผลิตฟักข้าวโพดที่ได้รับปุ๋ยในอัตราต่างๆ ตามการทำการทดลองในการปลูกครั้งที่ 1

|            |                                                        |
|------------|--------------------------------------------------------|
| หมายเหตุ N | = ดำริบควบคุม (ไม่ใส่ปุ๋ยเคมีสูตร 16-16-8 และมูลสัตว์) |
| F          | = ใส่ปุ๋ยเคมี 1N                                       |
| O1         | = ใส่มูลโค 1N                                          |
| C1         | = ใส่มูลไก่ 1N                                         |
| O1/2+F1/2  | = ใส่มูลโค 1/2N + ปุ๋ยเคมี 1/2N                        |
| O3/4+F1/4  | = ใส่มูลโค 3/4N + ปุ๋ยเคมี 1/4N                        |
| O1+F1/2    | = ใส่มูลโค 1N + ปุ๋ยเคมี 1/2N                          |
| C1/2+F1/2  | = ใส่มูลไก่ 1/2N + ปุ๋ยเคมี 1/2N                       |
| C3/4+F1/4  | = ใส่มูลไก่ 3/4N + ปุ๋ยเคมี 1/4N                       |
| C1+F1/2    | = ใส่มูลไก่ 1N + ปุ๋ยเคมี 1/2N                         |



ภาพที่ 8 ผลผลิตฝักข้าวโพดที่ได้รับปุ๋ยในอัตราต่างๆ ตามตำรับการทดลองในการปลูกครั้งที่ 2

|            |                                                        |
|------------|--------------------------------------------------------|
| หมายเหตุ N | = ดำริบควบคุม (ไม่ใส่ปุ๋ยเคมีสูตร 16-16-8 และมูลสัตว์) |
| F          | = ใส่ปุ๋ยเคมี 1N                                       |
| O1         | = ใส่มูลโค 1N                                          |
| C1         | = ใส่มูลไก่ 1N                                         |
| O1/2+F1/2  | = ใส่มูลโค 1/2N + ปุ๋ยเคมี 1/2N                        |
| O3/4+F1/4  | = ใส่มูลโค 3/4N + ปุ๋ยเคมี 1/4N                        |
| O1+F1/2    | = ใส่มูลโค 1N + ปุ๋ยเคมี 1/2N                          |
| C1/2+F1/2  | = ใส่มูลไก่ 1/2N + ปุ๋ยเคมี 1/2N                       |
| C3/4+F1/4  | = ใส่มูลไก่ 3/4N + ปุ๋ยเคมี 1/4N                       |
| C1+F1/2    | = ใส่มูลไก่ 1N + ปุ๋ยเคมี 1/2N                         |



ภาพที่ 9 ผลผลิตข้าวโพดที่ได้รับปุ๋ยในอัตราต่างๆ ตามการทดลองในการปลูกครั้งที่ 3

|            |                                                       |
|------------|-------------------------------------------------------|
| หมายเหตุ N | = ดำริควบคุม (ไม่ใส่ปุ๋ยเคมีสูตร 16-16-8 และมูลสัตว์) |
| F          | = ใส่ปุ๋ยเคมี 1N                                      |
| O1         | = ใส่มูลโค 1N                                         |
| C1         | = ใส่มูลไก่ 1N                                        |
| O1/2+F1/2  | = ใส่มูลโค 1/2N + ปุ๋ยเคมี 1/2N                       |
| O3/4+F1/4  | = ใส่มูลโค 3/4N + ปุ๋ยเคมี 1/4N                       |
| O1+F1/2    | = ใส่มูลโค 1N + ปุ๋ยเคมี 1/2N                         |
| C1/2+F1/2  | = ใส่มูลไก่ 1/2N + ปุ๋ยเคมี 1/2N                      |
| C3/4+F1/4  | = ใส่มูลไก่ 3/4N + ปุ๋ยเคมี 1/4N                      |
| C1+F1/2    | = ใส่มูลไก่ 1N + ปุ๋ยเคมี 1/2N                        |

## 4.2 ผลผลิตเมล็ดข้าวโพด

### 4.2.1 ผลผลิตเมล็ดข้าวโพดในการปลูกครั้งที่ 1

ผลของการดำรับการทดลองต่อผลผลิตเมล็ดข้าวโพดในการปลูกครั้งที่ 1 (ตารางที่ 8) พบว่า มีความแตกต่างทางสถิติของการดำรับการทดลองต่อผลผลิตเมล็ด โดยดำรับควบคุมให้ผลผลิตเมล็ดข้าวโพดน้อยที่สุด ส่วนดำรับการทดลองที่เหลือ พบว่า ดำรับมูลไก่ 1N ให้ผลผลิตเมล็ดข้าวโพดมากที่สุด ดำรับมูลโค 3/4N ร่วมกับปุ๋ยเคมี 1/2N ให้ผลผลิตเมล็ดข้าวโพดน้อยที่สุด

เมื่อพิจารณาผลผลิตเมล็ดข้าวโพดในกลุ่มดำรับที่ใส่มูลสัตว์เพียงอย่างเดียวในอัตรา 1N เปรียบเทียบกับ ดำรับที่ใส่ปุ๋ยเคมี 1N (ภาพที่ 10) พบว่า ดำรับมูลไก่ ให้ผลผลิตเมล็ดข้าวโพด (1,828.3 กก./ไร่) มากที่สุด รองลงมาคือ ดำรับมูลโค และดำรับปุ๋ยเคมี (1,633.4 กก./ไร่ และ 1,623.4 กก./ไร่)

เมื่อพิจารณาผลผลิตเมล็ดข้าวโพดในกลุ่มดำรับที่มีการใส่มูลสัตว์ร่วมกับปุ๋ยเคมี ในอัตรา 1N พบว่า กลุ่มดำรับที่มีการใส่มูลโคและมูลไก่ ให้ผลผลิตเมล็ดข้าวโพดเฉลี่ย 1,668.6 กก./ไร่ และ 1,699.6 กก./ไร่ ตามลำดับ การเพิ่มสัดส่วนของปุ๋ยเคมีจาก 1/4N เป็น 1/2N มีผลให้ข้าวโพดในกลุ่มดำรับที่ใส่มูลโค (ดำรับที่ 5 และ 6) มีผลผลิตเมล็ดข้าวโพดเพิ่มมากขึ้นจาก 1,592.2 กก./ไร่ เป็น 1,745.0 กก./ไร่ ส่วนในกลุ่มดำรับที่ใส่มูลไก่ (ดำรับที่ 8 และ 9) การเพิ่มสัดส่วนของปุ๋ยเคมีจาก 1/4N เป็น 1/2N ไม่ทำให้ผลผลิตเมล็ดข้าวโพดเพิ่มมากขึ้น (1,687.5 กก./ไร่ และ 1,711.7 กก./ไร่ ตามลำดับ)

เมื่อพิจารณาผลผลิตเมล็ดข้าวโพดในกลุ่มดำรับที่มีสัดส่วนของการใส่มูลสัตว์ 1/2N ถึง 1N ร่วมกับปุ๋ยเคมี 1/2N พบว่า การเพิ่มสัดส่วนของมูลสัตว์จาก 1/2N เป็น 1N มีผลให้ข้าวโพดในกลุ่มดำรับที่มีการใส่มูลโค (ดำรับที่ 5 และ 7) มีผลผลิตเมล็ดข้าวโพดไม่แตกต่างกัน (1,745.0 กก./ไร่ และ 1,766.2 กก./ไร่ ตามลำดับ) แต่กลุ่มดำรับที่มีการใส่มูลไก่ (ดำรับที่ 8 และ 10) มีผลผลิตเมล็ดข้าวโพดเพิ่มขึ้นอย่างแตกต่างจาก 1,687.5 กก./ไร่ เป็น 1,776.2 กก./ไร่

#### 4.2.2 ผลผลิตเมล็ดข้าวโพดในการปลูกครั้งที่ 2

ผลของการจัดการทดลองต่อผลผลิตเมล็ดข้าวโพดในการปลูกครั้งที่ 2 (ตารางที่ 8) พบว่า มีความแตกต่างทางสถิติของการจัดการทดลอง โดยค่าควบคุมให้ผลผลิตเมล็ดข้าวโพดน้อยที่สุด ส่วนการจัดการทดลองที่เหลือพบว่า ค่าปุ๋ยเคมี ให้ผลผลิตเมล็ดข้าวโพดมากที่สุด ค่าปุ๋ยมูลโค 1N ให้ผลผลิตเมล็ดข้าวโพดน้อยที่สุด

เมื่อพิจารณาผลผลิตเมล็ดข้าวโพดในกลุ่มค่ารับที่ใส่เมล็ดข้าวโพดเพียงอย่างเดียวในอัตรา 1N เปรียบเทียบกับ ค่ารับที่ใส่ปุ๋ยเคมี 1N (ภาพที่ 11) พบว่า ค่าปุ๋ยเคมี และค่าปุ๋ยมูลไก่ ให้น้ำหนักแห้งของเมล็ดข้าวโพด (611.6 กก./ไร่ และ 550.4 กก./ไร่) มากที่สุด และค่าปุ๋ยมูลโค น้อยที่สุด (374.0 กก./ไร่)

เมื่อพิจารณาผลผลิตเมล็ดข้าวโพดในกลุ่มค่ารับที่มีการใส่เมล็ดข้าวโพดร่วมกับปุ๋ยเคมี ในอัตรา 1N พบว่า กลุ่มค่ารับที่มีการใส่เมล็ดโคและมูลไก่ มีผลผลิตเมล็ดข้าวโพดเฉลี่ย 574.4 กก./ไร่ และ 490.6 กก./ไร่ ตามลำดับ การเพิ่มสัดส่วนของปุ๋ยเคมีจาก 1/4N เป็น 1/2N มีผลให้ข้าวโพดในกลุ่มค่ารับที่ใส่เมล็ดโค (ค่ารับที่ 5 และ 6) มีผลผลิตเมล็ดข้าวโพดเพิ่มมากขึ้นจาก 484.3 กก./ไร่ เป็น 594.5 กก./ไร่ ส่วนในกลุ่มค่ารับที่ใส่เมล็ดไก่ (ค่ารับที่ 8 และ 9) การเพิ่มสัดส่วนของปุ๋ยเคมีจาก 1/4N เป็น 1/2N ทำให้ผลผลิตเมล็ดข้าวโพดใกล้เคียงกัน (493.4 กก./ไร่ และ 487.7 กก./ไร่ ตามลำดับ)

เมื่อพิจารณาผลผลิตเมล็ดข้าวโพดในกลุ่มค่ารับที่มีสัดส่วนของการใส่เมล็ดข้าวโพด 1/2N ถึง 1N ร่วมกับปุ๋ยเคมี 1/2N พบว่า การเพิ่มสัดส่วนของเมล็ดข้าวโพดจาก 1/2N เป็น 1N มีผลให้ข้าวโพดในกลุ่มค่ารับที่มีการใส่เมล็ดโค (ค่ารับที่ 5 และ 7) มีผลผลิตเมล็ดข้าวโพดไม่แตกต่างกัน (594.5 กก./ไร่ และ 554.3 กก./ไร่ ตามลำดับ) แต่กลุ่มค่ารับที่มีการใส่เมล็ดไก่ (ค่ารับที่ 8 และ 10) มีผลผลิตเมล็ดข้าวโพดเพิ่มขึ้นอย่างแตกต่างจาก 493.4 กก./ไร่ เป็น 570.8 กก./ไร่

#### 4.2.3 ผลผลิตเมล็ดข้าวโพดในการปลูกครั้งที่ 3

ผลของการจัดการทดลองต่อผลผลิตเมล็ดข้าวโพดในการปลูกครั้งที่ 3 (ตารางที่ 8) พบว่ามีความแตกต่างทางสถิติของการจัดการทดลองต่อผลผลิตเมล็ดข้าวโพด โดยค่าควบคุมให้ผลผลิตเมล็ดข้าวโพดน้อยที่สุด ส่วนการจัดการทดลองที่เหลือพบว่า ค่ารับที่ใส่เมล็ดไก่ 1N ร่วมกับ

ปุ๋ยเคมี 1/2N ให้ผลผลิตเมล็ดข้าวโพดมากที่สุด ดำรับมูลโค 1N และดำรับมูลโค 3/4N ร่วมกับปุ๋ยเคมี 1/2N ให้ผลผลิตเมล็ดข้าวโพดน้อยที่สุด

เมื่อพิจารณาผลผลิตเมล็ดข้าวโพดในกลุ่มดำรับที่ใส่มูลสัตว์เพียงอย่างเดียวในอัตรา 1N เปรียบเทียบกับ ดำรับที่ใส่ปุ๋ยเคมี 1N (ภาพที่ 14) พบว่า ดำรับปุ๋ยเคมี และดำรับมูลไก่ ให้ผลผลิตเมล็ดข้าวโพด (940.5 กก./ไร่ และ 896.6 กก./ไร่) มากที่สุด และดำรับมูลโค น้อยที่สุด (655.7 กก./ไร่)

เมื่อพิจารณาผลผลิตเมล็ดข้าวโพดในกลุ่มดำรับที่มีการใส่มูลสัตว์ร่วมกับปุ๋ยเคมีในอัตรา 1N พบว่า กลุ่มดำรับที่มีการใส่มูลโคและมูลไก่ ให้ผลผลิตเมล็ดข้าวโพดเฉลี่ย 716.9 กก./ไร่ และ 843.8 กก./ไร่ ตามลำดับ การเพิ่มสัดส่วนของปุ๋ยเคมีจาก 1/4N เป็น 1/2N มีผลให้ข้าวโพดในกลุ่มดำรับที่ใส่มูลโค (ดำรับที่ 5 และ 6) และกลุ่มดำรับที่ใส่มูลไก่ (ดำรับที่ 8 และ 9) มีผลผลิตเมล็ดข้าวโพดเพิ่มมากขึ้นจาก 671.2 กก./ไร่ เป็น 762.5 กก./ไร่ และ 772.1 กก./ไร่ เป็น 906.4 กก./ไร่ ตามลำดับ

เมื่อพิจารณาผลผลิตเมล็ดข้าวโพดในกลุ่มดำรับที่มีสัดส่วนของการใส่มูลสัตว์ 1/2N ถึง 1N ร่วมกับปุ๋ยเคมี 1/2N พบว่า การเพิ่มสัดส่วนของมูลสัตว์จาก 1/2N เป็น 1N มีผลให้ข้าวโพดในกลุ่มดำรับที่มีการใส่มูลโค (ดำรับที่ 5 และ 7) มีผลผลิตเมล็ดข้าวโพดไม่แตกต่างกัน (762.5 กก./ไร่ และ 794.4 กก./ไร่ ตามลำดับ) แต่กลุ่มดำรับที่มีการใส่มูลไก่ (ดำรับที่ 8 และ 10) มีผลผลิตเมล็ดข้าวโพดเพิ่มขึ้นอย่างแตกต่างจาก 906.4 กก./ไร่ เป็น 1,038.0 กก./ไร่

#### 4.2.4 ผลผลิตเมล็ดข้าวโพดในการปลูกทั้ง 3 ครั้ง

เมื่อพิจารณาผลผลิตเมล็ดข้าวโพดในการปลูกทั้ง 3 ครั้งพบว่า ดำรับที่ให้ผลผลิตเมล็ดข้าวโพดต่ำที่สุด คือ ดำรับควบคุม (1,418.3, 329.6 และ 492.4 กก./ไร่ ของการปลูกครั้งที่ 1, 2 และ 3 ตามลำดับ) ส่วนดำรับที่ให้ผลผลิตเมล็ดข้าวโพดสูงที่สุดจะแตกต่างกันในแต่ละครั้งที่ปลูก กล่าวคือ ในการปลูกครั้งที่ 1 ดำรับการทดลองที่ใส่มูลไก่ 1N มีผลผลิตเมล็ดข้าวโพดมากที่สุดเท่ากับ 1,828.3 กก./ไร่ และมากกว่าดำรับปุ๋ยเคมี (1,623.4 กก./ไร่) ส่วนการปลูกครั้งที่ 2 ดำรับการทดลองที่ใส่ปุ๋ยเคมีเพียงอย่างเดียว มีผลผลิตเมล็ดข้าวโพดมากที่สุดเท่ากับ 611.6 กก./ไร่ และการปลูกครั้งที่ 3 ดำรับการทดลองที่ใส่มูลไก่ 1N ร่วมกับปุ๋ยเคมี 1/2N มีผลผลิตเมล็ดข้าวโพดมากที่สุดเท่ากับ 1,038.0

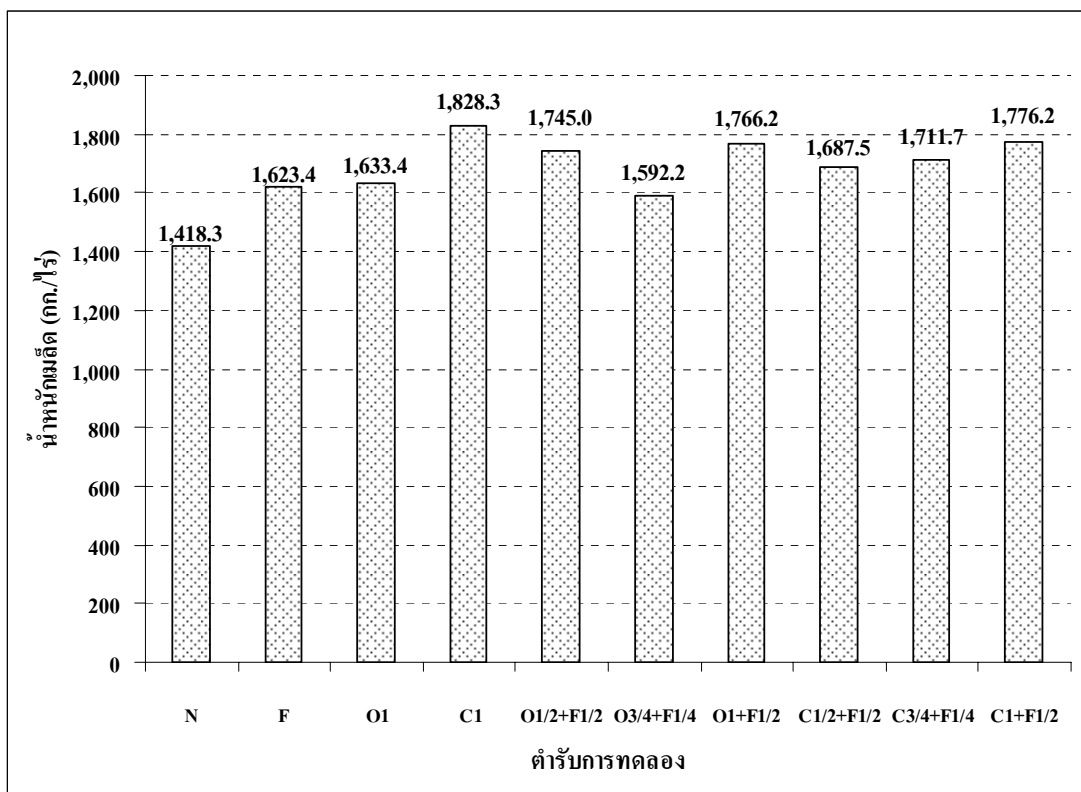
กก./ไร่ และสูงกว่าค่ารับปุ๋ยเคมี (940.5 กก./ไร่) ซึ่งผลของการใส่มูลไก่ร่วมกับปุ๋ยเคมีมีนำเสนอไว้ในงานการทดลองของภุชญา (2546) ได้ศึกษาการใส่ปุ๋ยมูลไก่ร่วมกับปุ๋ยเคมีฟอสฟอรัส พบว่า การใส่ปุ๋ยมูลไก่ร่วมกับปุ๋ยเคมีฟอสฟอรัส มีผลต่อการเจริญเติบโต ผลผลิต และการดูดใช้ธาตุอาหารฟอสฟอรัสของข้าวและข้าวโพด ใกล้เกี่ยวกับการใส่ปุ๋ยเคมีฟอสฟอรัสเพียงอย่างเดียว ส่วน Warman (1986) ซึ่งศึกษาผลของปุ๋ยเคมี ปุ๋ยคอกที่ได้จากมูลไก่ และมูลวัวต่อผลผลิตของหญ้าที่ใช้เลี้ยงสัตว์และความอุดมสมบูรณ์ของดิน พบว่า การใช้มูลไก่ อัตรา 33.6 ตันต่อเฮกตาร์ ให้ผลผลิตของหญ้าและการดูดใช้ธาตุอาหารหลักสูงที่สุด และงานทดลองของนันทพร (2547) ที่ศึกษาผลของการใส่ฟอสฟอรัสในรูปมูลไก่ ปุ๋ยเคมีฟอสฟอรัส และฟอสฟอรัสร่วมกับซิลิกอนต่อผลผลิตและการดูดใช้ฟอสฟอรัสของข้าวโพดที่ปลูกในชุดดินปากช่อง พบว่า ข้าวโพดที่ได้รับการใส่ฟอสฟอรัสในรูปมูลไก่ และในรูปปุ๋ยเคมีฟอสฟอรัสร่วมกับมูลไก่ มีเปอร์เซ็นต์ผลผลิตเพิ่มสูงกว่าข้าวโพดที่ได้รับการใส่ปุ๋ยเคมีฟอสฟอรัส โดยข้าวโพดที่ได้รับการใส่ปุ๋ยเคมีฟอสฟอรัสร่วมกับมูลไก่มีเปอร์เซ็นต์ผลผลิตเพิ่มมากที่สุด นอกจากนี้ยังมีงานทดลองของ อุดม (2545) ที่ศึกษาการจัดการปุ๋ยมูลไก่และปุ๋ยเคมีเพื่อปรับปรุงผลผลิตถั่วเหลืองพันธุ์เชียงใหม่ 60 ที่ปลูกในชุดดินกบินทร์บุรีที่มีฟอสฟอรัสต่ำในแปลงทดลองอำเภอวังน้ำเย็น จังหวัดสระแก้ว โดยใช้ปุ๋ยมูลไก่อัตรา 0, 0.5 และ 1 ตันต่อไร่ และปุ๋ยเคมีสูตร 15-15-15 อัตรา 20 และ 40 กก./ไร่ และสูตร 12-24-12 อัตรา 12.5 และ 25 กก./ไร่ พบว่า การใส่ปุ๋ยมูลไก่ร่วมกับปุ๋ยเคมีให้ผลผลิตสูงกว่าการใส่ปุ๋ยมูลไก่และปุ๋ยเคมีเพียงอย่างเดียว โดยการใส่ปุ๋ยมูลไก่อัตรา 1 ตันต่อไร่ ร่วมกับปุ๋ยเคมีสูตร 15-15-15 อัตรา 40 กก./ไร่ ให้ผลผลิตสูงสุดอยู่ในช่วง 472.89 – 508.33 กก./ไร่ และงานทดลองของ ศิริเนตร (2545) ที่พบว่า การใส่ปุ๋ยมูลไก่ร่วมกับปุ๋ยเคมีฟอสฟอรัสทำให้ข้าวโพดมีการเจริญเติบโตและผลผลิตดีกว่าการใส่ปุ๋ยเคมีฟอสฟอรัสเพียงอย่างเดียว และงานทดลองของทวิช (2548) ซึ่งศึกษาผลกระทบของปุ๋ยอินทรีย์-เคมีที่มีผลต่อการเปลี่ยนแปลงสมบัติของดินและการเจริญเติบโตของข้าวโพด พบว่า เมื่อใช้ปุ๋ยอินทรีย์ทั้ง 3 ชนิด (มูลโค มูลไก่ กากตะกอนอ้อย) ในอัตรา 1 เท่าของปริมาณไนโตรเจนในปุ๋ยเคมีร่วมกับ 1/2 เท่าของปริมาณไนโตรเจนในปุ๋ยเคมี 16-16-8 อัตรา 50 กิโลกรัมต่อไร่ การเจริญเติบโตและผลผลิตของข้าวโพดที่ปลูกทั้งในชุดดินปากช่องและชุดดินโคราช มีการเจริญเติบโตและผลผลิตสูงสุดเมื่อเทียบค่ารับควบคุมและค่ารับที่มีการใช้ปุ๋ยเคมีเพียงอย่างเดียว

ตารางที่ 8 ผลของตำรับการทดลองต่อผลผลิตเมล็ดข้าวโพด (กก./ไร่) ในการปลูกครั้งที่ 1, 2 และ 3

| ตำรับการทดลอง |           | ผลผลิตเมล็ด (กก./ไร่)   |                       |                       |
|---------------|-----------|-------------------------|-----------------------|-----------------------|
|               |           | การปลูกครั้งที่ 1       | การปลูกครั้งที่ 2     | การปลูกครั้งที่ 3     |
| 1             | N         | 1,418.3 b <sup>1/</sup> | 329.6 c <sup>1/</sup> | 492.4 c <sup>1/</sup> |
| 2             | F         | 1,623.4 ab              | 611.6 a               | 940.5 ab              |
| 3             | O1        | 1,633.4 ab              | 374.0 bc              | 655.7 bc              |
| 4             | C1        | 1,828.3 a               | 550.4 a               | 896.6 ab              |
| 5             | O1/2+F1/2 | 1,745.0 a               | 594.5 a               | 762.5 abc             |
| 6             | O3/4+F1/4 | 1,592.2 ab              | 484.3 ab              | 671.2 bc              |
| 7             | O1+F1/2   | 1,766.2 a               | 554.3 a               | 794.4 abc             |
| 8             | C1/2+F1/2 | 1,687.5 ab              | 493.4 ab              | 906.4 ab              |
| 9             | C3/4+F1/4 | 1,711.7 a               | 487.7 ab              | 772.1 abc             |
| 10            | C1+F1/2   | 1,776.2 a               | 570.8 a               | 1,038.0 a             |
| F-test        |           | *                       | *                     | *                     |
| CV (%)        |           | 10.82                   | 23.68                 | 27.53                 |

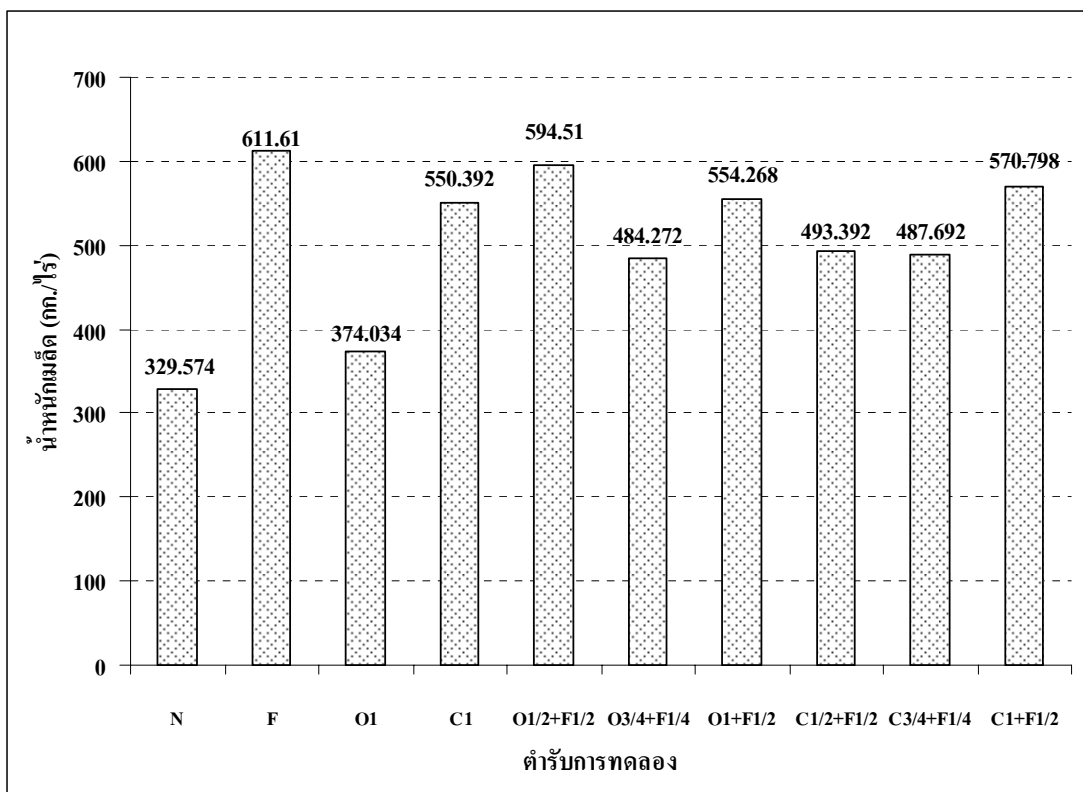
หมายเหตุ \* แตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 %

<sup>1/</sup> ค่าเฉลี่ยที่ตามด้วยอักษรที่เหมือนกันในแนวตั้งไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 % โดยวิธี DMRT



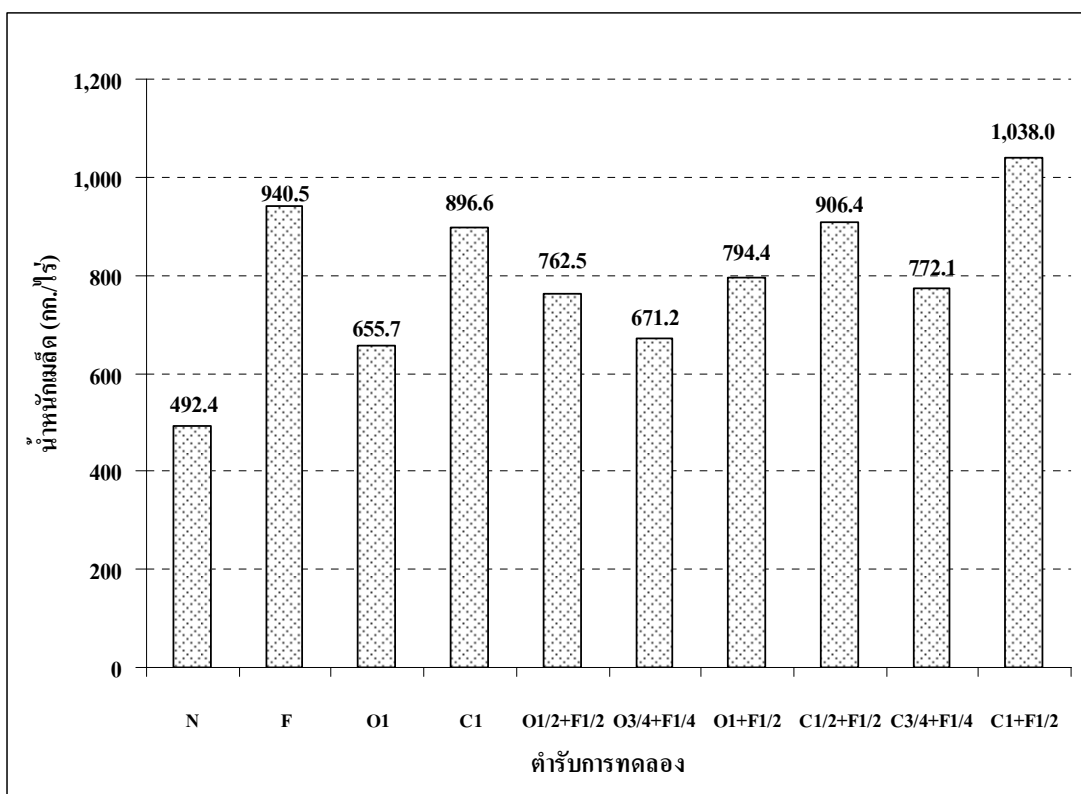
ภาพที่ 10 ผลผลิตเมล็ดข้าวโพดที่ได้รับปุ๋ยในอัตราต่างๆ ตามการทดลองในการปลูกครั้งที่ 1

- หมายเหตุ N = ดำรับควบคุม (ไม่ได้ใส่ปุ๋ยเคมีสูตร 16-16-8 และมูลสัตว์)
- F = ใส่ปุ๋ยเคมี 1N
- O1 = ใส่มูลโค 1N
- C1 = ใส่มูลไก่ 1N
- O1/2+F1/2 = ใส่มูลโค 1/2N + ปุ๋ยเคมี 1/2N
- O3/4+F1/4 = ใส่มูลโค 3/4N + ปุ๋ยเคมี 1/4N
- O1+F1/2 = ใส่มูลโค 1N + ปุ๋ยเคมี 1/2N
- C1/2+F1/2 = ใส่มูลไก่ 1/2N + ปุ๋ยเคมี 1/2N
- C3/4+F1/4 = ใส่มูลไก่ 3/4N + ปุ๋ยเคมี 1/4N
- C1+F1/2 = ใส่มูลไก่ 1N + ปุ๋ยเคมี 1/2N



ภาพที่ 11 ผลผลิตเมล็ดข้าวโพดที่ได้รับปุ๋ยในอัตราต่างๆ ตามตำรับการทดลองในการปลูกครั้งที่ 2

- หมายเหตุ N = ตำรับควบคุม (ไม่ใส่ปุ๋ยเคมีสูตร 16-16-8 และมูลสัตว์)
- F = ใส่ปุ๋ยเคมี 1N
- O1 = ใส่มูลโค 1N
- C1 = ใส่มูลไก่ 1N
- O1/2+F1/2 = ใส่มูลโค 1/2N + ปุ๋ยเคมี 1/2N
- O3/4+F1/4 = ใส่มูลโค 3/4N + ปุ๋ยเคมี 1/4N
- O1+F1/2 = ใส่มูลโค 1N + ปุ๋ยเคมี 1/2N
- C1/2+F1/2 = ใส่มูลไก่ 1/2N + ปุ๋ยเคมี 1/2N
- C3/4+F1/4 = ใส่มูลไก่ 3/4N + ปุ๋ยเคมี 1/4N
- C1+F1/2 = ใส่มูลไก่ 1N + ปุ๋ยเคมี 1/2N



ภาพที่ 12 ผลผลิตเมล็ดข้าวโพดที่ได้รับปุ๋ยในอัตราต่างๆ ตามตำรับการทดลองในการปลูกครั้งที่ 3

|            |                                                        |
|------------|--------------------------------------------------------|
| หมายเหตุ N | = ตำรับควบคุม (ไม่ใส่ปุ๋ยเคมีสูตร 16-16-8 และมูลสัตว์) |
| F          | = ใส่ปุ๋ยเคมี 1N                                       |
| O1         | = ใส่มูลโค 1N                                          |
| C1         | = ใส่มูลไก่ 1N                                         |
| O1/2+F1/2  | = ใส่มูลโค 1/2N + ปุ๋ยเคมี 1/2N                        |
| O3/4+F1/4  | = ใส่มูลโค 3/4N + ปุ๋ยเคมี 1/4N                        |
| O1+F1/2    | = ใส่มูลโค 1N + ปุ๋ยเคมี 1/2N                          |
| C1/2+F1/2  | = ใส่มูลไก่ 1/2N + ปุ๋ยเคมี 1/2N                       |
| C3/4+F1/4  | = ใส่มูลไก่ 3/4N + ปุ๋ยเคมี 1/4N                       |
| C1+F1/2    | = ใส่มูลไก่ 1N + ปุ๋ยเคมี 1/2N                         |

## 5. ผลของการใส่มูลสัตว์ร่วมกับปุ๋ยเคมีต่อปริมาณสะสมของธาตุไนโตรเจน ฟอสฟอรัส และ โพแทสเซียมของลำต้น และเมล็ดข้าวโพดเลี้ยงสัตว์พันธุ์สุวรรณ 4452

### 5.1 ปริมาณสะสมของธาตุไนโตรเจนในลำต้นข้าวโพด (กก./ไร่)

#### 5.1.1 ปริมาณสะสมธาตุไนโตรเจนในลำต้นข้าวโพดของการปลูกครั้งที่ 1

ผลของดำรับการทดลองต่อปริมาณสะสมธาตุไนโตรเจนในลำต้นข้าวโพดในการปลูกครั้งที่ 1 (ตารางที่ 9) พบว่า มีความแตกต่างทางสถิติของดำรับการทดลองต่อปริมาณสะสมธาตุไนโตรเจนในลำต้นข้าวโพด โดยดำรับควบคุมมีปริมาณสะสมไนโตรเจนในลำต้นน้อยที่สุด ส่วนดำรับการทดลองที่เหลือซึ่งเป็นกลุ่มดำรับการทดลองที่มีการใส่ปุ๋ย ทั้งในรูปของปุ๋ยเคมีและมูลสัตว์นั้น พบว่า ดำรับการทดลองที่ใส่มูลไก่เพียงอย่างเดียว 1N และดำรับการทดลองที่ใส่มูลไก่ 1N ร่วมกับปุ๋ยเคมี 1/2N มีปริมาณสะสมไนโตรเจนในลำต้นใกล้เคียงกัน เฉลี่ยเท่ากับ 25.45 กก./ไร่ และมากกว่าดำรับที่เหลือที่มีปริมาณสะสมไนโตรเจนในลำต้นใกล้เคียงกันเฉลี่ยเท่ากับ 20.73 กก./ไร่

#### 5.1.2 ปริมาณสะสมธาตุไนโตรเจนในลำต้นข้าวโพดของการปลูกครั้งที่ 2

ผลของดำรับการทดลองต่อปริมาณสะสมธาตุไนโตรเจนในลำต้นข้าวโพดในการปลูกครั้งที่ 2 (ตารางที่ 9) พบว่า มีความแตกต่างทางสถิติของดำรับการทดลองต่อปริมาณสะสมธาตุไนโตรเจนในลำต้นข้าวโพด โดยดำรับควบคุมมีปริมาณสะสมไนโตรเจนในลำต้นน้อยที่สุด และดำรับที่ใส่มูลโค 1/2N ร่วมกับปุ๋ยเคมี 1/2N มีปริมาณสะสมธาตุไนโตรเจนในลำต้นมากที่สุด

เมื่อพิจารณาปริมาณสะสมธาตุไนโตรเจนในลำต้นของกลุ่มดำรับที่ใส่มูลสัตว์เพียงอย่างเดียวในอัตรา 1N เปรียบเทียบกับดำรับปุ๋ยเคมี 1N พบว่า ดำรับปุ๋ยเคมี และดำรับมูลไก่ มีปริมาณสะสมธาตุไนโตรเจนในลำต้นใกล้เคียงกัน (1.96 กก./ไร่ และ 1.95 กก./ไร่ ตามลำดับ) ซึ่งมากกว่าดำรับมูลโค (1.20 กก./ไร่)

เมื่อพิจารณาปริมาณสะสมธาตุไนโตรเจนในลำต้นของกลุ่มดำรับที่มีการใส่มูลสัตว์ร่วมกับปุ๋ยเคมีในอัตรา 1N พบว่า การเพิ่มสัดส่วนของปุ๋ยเคมีจาก 1/4N เป็น 1/2N มีผลให้

ข้าวโพดในกลุ่มดำรับที่ใส่มูลโค (ดำรับที่ 5 และ 6) มีปริมาณสะสมธาตุไนโตรเจนในลำต้นเพิ่มจาก 1.38 กก./ไร่ เป็น 2.06 กก./ไร่ แต่ในกลุ่มดำรับที่ใส่มูลไก่ (ดำรับที่ 8 และ 9) มีค่าใกล้เคียงกัน (1.61 กก./ไร่ และ 1.57 กก./ไร่ ตามลำดับ)

เมื่อพิจารณาปริมาณสะสมธาตุไนโตรเจนในลำต้นของกลุ่มดำรับที่มีสัดส่วนของการใส่มูลสัตว์ 1/2N ถึง 1N ร่วมกับปุ๋ยเคมี 1/2N พบว่า การเพิ่มสัดส่วนของมูลสัตว์จาก 1/2N เป็น 1N มีผลให้ข้าวโพดในกลุ่มดำรับที่มีการใส่มูลโค (ดำรับที่ 5 และ 7) มีปริมาณสะสมธาตุไนโตรเจนในลำต้นลดลง (2.06 กก./ไร่ และ 1.55 กก./ไร่ ตามลำดับ) และในกลุ่มดำรับที่มีการใส่มูลไก่ (ดำรับที่ 8 และ 10) มีปริมาณเพิ่มขึ้นจาก 1.61 กก./ไร่ เป็น 1.77 กก./ไร่.

### 5.1.3 ปริมาณสะสมธาตุไนโตรเจนในลำต้นข้าวโพดของการปลูกครั้งที่ 3

ผลของดำรับการทดลองต่อปริมาณสะสมธาตุไนโตรเจนในลำต้นข้าวโพดในการปลูกครั้งที่ 3 (ตารางที่ 9) พบว่า มีความแตกต่างทางสถิติของดำรับการทดลองต่อปริมาณสะสมธาตุไนโตรเจนในลำต้นข้าวโพด โดยดำรับควบคุมมีปริมาณสะสมไนโตรเจนในลำต้นน้อยที่สุด (2.20 กก./ไร่) โดยมีค่าใกล้เคียงกับดำรับการทดลองที่ใส่มูลโคเพียงอย่างเดียวและดำรับที่ใส่มูลโค 3/4 N ร่วมกับปุ๋ยเคมี 1/4N (2.31 กก./ไร่ และ 2.29 กก./ไร่ ตามลำดับ) ดำรับการทดลองที่ใส่มูลไก่ 1N ร่วมกับปุ๋ยเคมี 1/2N มีปริมาณสะสมไนโตรเจนในลำต้นมากที่สุด เท่ากับ 3.52 กก./ไร่ และดำรับที่เหลือมีปริมาณสะสมไนโตรเจนในลำต้นใกล้เคียงกันเฉลี่ยเท่ากับ 2.73 กก./ไร่

ตารางที่ 9 ผลของการดำรับการทดลองต่อปริมาณสะสมธาตุไนโตรเจนในลำต้นข้าวโพด (กก./ไร่)  
ในการปลูกครั้งที่ 1, 2 และ 3

| ดำรับการทดลอง |           | ปริมาณสะสมธาตุไนโตรเจนในลำต้นข้าวโพด (กก./ไร่) |                      |                      |
|---------------|-----------|------------------------------------------------|----------------------|----------------------|
|               |           | การปลูกครั้งที่ 1                              | การปลูกครั้งที่ 2    | การปลูกครั้งที่ 3    |
| 1             | N         | 11.37 b <sup>1/</sup>                          | 1.08 d <sup>1/</sup> | 2.20 b <sup>1/</sup> |
| 2             | F         | 17.09 ab                                       | 1.96 ab              | 2.69 ab              |
| 3             | O1        | 19.40 ab                                       | 1.20 cd              | 2.31 b               |
| 4             | C1        | 26.18 a                                        | 1.95 ab              | 2.42 ab              |
| 5             | O1/2+F1/2 | 22.84 ab                                       | 2.06 a               | 2.49 ab              |
| 6             | O3/4+F1/4 | 19.28 ab                                       | 1.38 bcd             | 2.29 b               |
| 7             | O1+F1/2   | 23.60 ab                                       | 1.55 abcd            | 3.32 ab              |
| 8             | C1/2+F1/2 | 21.86 ab                                       | 1.61 abcd            | 2.94 ab              |
| 9             | C3/4+F1/4 | 21.06 ab                                       | 1.57 abcd            | 2.54 ab              |
| 10            | C1+F1/2   | 24.71 a                                        | 1.77 abc             | 3.52 a               |
| F-test        |           | *                                              | *                    | *                    |
| CV (%)        |           | 38.27                                          | 27.63                | 28.04                |

หมายเหตุ \* แตกต่างกันอย่างสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 %

<sup>1/</sup> ค่าเฉลี่ยที่ตามด้วยอักษรที่เหมือนกันในแนวดังไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 % โดยวิธี DMRT

## 5.2 ปริมาณสะสมของธาตุฟอสฟอรัสในลำต้นข้าวโพด

### 5.2.1 ปริมาณสะสมของธาตุฟอสฟอรัสในลำต้นข้าวโพดของการปลูกครั้งที่ 1

ผลของการจัดการทดลองต่อปริมาณสะสมธาตุฟอสฟอรัสในลำต้นข้าวโพดของการปลูกครั้งที่ 1 (ตารางที่ 10) พบว่า ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ โดยมีปริมาณสะสมธาตุฟอสฟอรัสในลำต้นข้าวโพดอยู่ในช่วง 27.02 – 50.68 กก./ไร่

### 5.2.2 ปริมาณสะสมของธาตุฟอสฟอรัสในลำต้นข้าวโพดของการปลูกครั้งที่ 2

ผลของการจัดการทดลองต่อปริมาณสะสมของธาตุฟอสฟอรัสในลำต้นข้าวโพดในการปลูกครั้งที่ 2 (ตารางที่ 10) พบว่า มีความแตกต่างทางสถิติของการจัดการทดลองต่อปริมาณสะสมของธาตุฟอสฟอรัสในลำต้นข้าวโพด โดยค่าควบคุมมีปริมาณสะสมของธาตุฟอสฟอรัสในลำต้นน้อยที่สุด ส่วนการจัดการทดลองที่เหลือซึ่งเป็นกลุ่มการจัดการทดลองที่มีการใส่ปุ๋ย ทั้งในรูปของปุ๋ยเคมีและมูลสัตว์นั้น พบว่า ค่าการจัดการทดลองที่ใส่มูลไก่ 1N ร่วมกับปุ๋ยเคมี 1/2N มีปริมาณสะสมของธาตุฟอสฟอรัสในลำต้นมากที่สุดเท่ากับ 12.49 กก./ไร่ และมากกว่าค่ารับที่เหลือที่มีปริมาณสะสมของธาตุฟอสฟอรัสในลำต้นใกล้เคียงกันเฉลี่ยเท่ากับ 7.69 กก./ไร่

### 5.2.3 ปริมาณสะสมของธาตุฟอสฟอรัสในลำต้นข้าวโพดของการปลูกครั้งที่ 3

ผลของการจัดการทดลองต่อปริมาณสะสมธาตุฟอสฟอรัสในลำต้นข้าวโพดของการปลูกครั้งที่ 3 (ตารางที่ 10) พบว่า ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ โดยมีปริมาณสะสมธาตุฟอสฟอรัสในลำต้นข้าวโพดอยู่ในช่วง 11.92 – 20.67 กก./ไร่

ตารางที่ 10 ผลของการดำรับการทดลองต่อปริมาณสะสมธาตุฟอสฟอรัสในลำต้นข้าวโพด (กก./ไร่)  
ในการปลูกครั้งที่ 1, 2 และ 3

| ดำรับการทดลอง |           | ปริมาณสะสมธาตุฟอสฟอรัสในลำต้นข้าวโพด (กก./ไร่) |                      |                   |
|---------------|-----------|------------------------------------------------|----------------------|-------------------|
|               |           | การปลูกครั้งที่ 1                              | การปลูกครั้งที่ 2    | การปลูกครั้งที่ 3 |
| 1             | N         | 27.02                                          | 4.83 b <sup>1/</sup> | 16.40             |
| 2             | F         | 40.54                                          | 6.69 ab              | 15.92             |
| 3             | O1        | 42.15                                          | 7.66 ab              | 16.43             |
| 4             | C1        | 44.49                                          | 8.94 ab              | 17.55             |
| 5             | O1/2+F1/2 | 36.75                                          | 9.38 ab              | 11.92             |
| 6             | O3/4+F1/4 | 50.68                                          | 8.85 ab              | 14.83             |
| 7             | O1+F1/2   | 41.26                                          | 9.29 ab              | 15.74             |
| 8             | C1/2+F1/2 | 42.85                                          | 6.38 ab              | 16.88             |
| 9             | C3/4+F1/4 | 44.99                                          | 7.16 ab              | 16.23             |
| 10            | C1+F1/2   | 44.93                                          | 12.49 a              | 20.67             |
| F-test        |           | ns                                             | *                    | ns                |
| CV (%)        |           | 34.50                                          | 32.23                | 25.65             |

หมายเหตุ \* แตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 %

ns ไม่มีความแตกต่างทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่นที่ 95 %

<sup>1/</sup> ค่าเฉลี่ยที่ตามด้วยอักษรที่เหมือนกันในแนวดังไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 % โดยวิธี DMRT

### 5.3 ปริมาณสะสมของธาตุโพแทสเซียมในลำต้นข้าวโพด

#### 5.3.1 ปริมาณสะสมของธาตุโพแทสเซียมในลำต้นข้าวโพดของการปลูกครั้งที่ 1

ผลของการดำรับการทดลองต่อปริมาณสะสมของธาตุโพแทสเซียมในลำต้นข้าวโพดในการปลูกครั้งที่ 1 (ตารางที่ 11) พบว่า มีความแตกต่างทางสถิติของการดำรับการทดลองต่อปริมาณสะสมของธาตุโพแทสเซียมในลำต้นข้าวโพด โดยดำรับควบคุมมีปริมาณสะสมของธาตุโพแทสเซียมในลำต้นน้อยที่สุด ส่วนดำรับการทดลองที่เหลือซึ่งเป็นกลุ่มดำรับการทดลองที่มีการใส่ปุ๋ย ทั้งในรูปของปุ๋ยเคมีและมูลสัตว์นั้น พบว่า ดำรับการทดลองที่ใส่มูลโค 1N ร่วมกับปุ๋ยเคมี 1/2N มีปริมาณสะสมของธาตุโพแทสเซียมในลำต้นมากที่สุดเท่ากับ 52.95 กก./ไร่ และดำรับที่เหลือมีปริมาณสะสมของธาตุโพแทสเซียมในลำต้นใกล้เคียงกันเฉลี่ยเท่ากับ 44.63 กก./ไร่

#### 5.3.2 ปริมาณสะสมของธาตุโพแทสเซียมในลำต้นข้าวโพดของการปลูกครั้งที่ 2

ผลของการดำรับการทดลองต่อปริมาณสะสมของธาตุโพแทสเซียมในลำต้นข้าวโพดในการปลูกครั้งที่ 2 (ตารางที่ 11) พบว่า มีความแตกต่างทางสถิติของการดำรับการทดลองต่อปริมาณสะสมของธาตุโพแทสเซียมในลำต้นข้าวโพด โดยดำรับควบคุมมีปริมาณสะสมของธาตุโพแทสเซียมในลำต้นน้อยที่สุด และดำรับที่ใส่มูลโค 1/2N ร่วมกับปุ๋ยเคมี 1/2N มีปริมาณสะสมของธาตุโพแทสเซียมในลำต้นมากที่สุด

เมื่อพิจารณาปริมาณสะสมของธาตุโพแทสเซียมในลำต้นของกลุ่มดำรับที่ใส่มูลสัตว์เพียงอย่างเดียวในอัตรา 1N เปรียบเทียบกับ ดำรับปุ๋ยเคมี 1N พบว่า ดำรับปุ๋ยเคมี และดำรับมูลไก่ มีปริมาณสะสมของธาตุโพแทสเซียมในลำต้นใกล้เคียงกัน (8.36 กก./ไร่ และ 8.40 กก./ไร่ ตามลำดับ) ซึ่งมากกว่าดำรับมูลโค (5.27 กก./ไร่)

เมื่อพิจารณาปริมาณสะสมของธาตุโพแทสเซียมในลำต้นของกลุ่มดำรับที่มีการใส่มูลสัตว์ร่วมกับปุ๋ยเคมีในอัตรา 1N พบว่า การเพิ่มสัดส่วนของปุ๋ยเคมีจาก 1/4N เป็น 1/2N มีผลให้ข้าวโพดในกลุ่มดำรับที่ใส่มูลโค (ดำรับที่ 5 และ 6) และกลุ่มดำรับที่ใส่มูลไก่ (ดำรับที่ 8 และ 9) มีปริมาณสะสมของธาตุโพแทสเซียมในลำต้นเพิ่มจาก 6.29 กก./ไร่ เป็น 8.91 กก./ไร่ และ 6.79 กก./ไร่ เป็น 7.03 กก./ไร่ ตามลำดับ

เมื่อปริมาณสะสมของธาตุโพแทสเซียมในลำต้นของกลุ่มดำรับที่มีสัดส่วนของการใส่มูลสัตว์  $1/2N$  ถึง  $1N$  ร่วมกับปุ๋ยเคมี  $1/2N$  พบว่า การเพิ่มสัดส่วนของมูลสัตว์จาก  $1/2N$  เป็น  $1N$  มีผลให้ข้าวโพดในกลุ่มดำรับที่มีการใส่มูลโค (ดำรับที่ 5 และ 7) มีปริมาณสะสมของธาตุโพแทสเซียมในลำต้นที่ไม่แตกต่างกัน (8.91 กก./ไร่ และ 8.45 กก./ไร่ ตามลำดับ) เช่นเดียวกันกับกลุ่มดำรับที่มีการใส่มูลไก่ (ดำรับที่ 8 และ 10) ที่มีค่าเท่ากับ 7.03 กก./ไร่ และ 7.50 กก./ไร่ ตามลำดับ

### 5.3.3 ปริมาณสะสมของธาตุโพแทสเซียมในลำต้นข้าวโพดของการปลูกครั้งที่ 3

ผลของดำรับการทดลองต่อปริมาณสะสมของธาตุโพแทสเซียมในลำต้นข้าวโพดในการปลูกครั้งที่ 3 (ตารางที่ 11) พบว่ามีความแตกต่างทางสถิติของดำรับการทดลองต่อปริมาณสะสมของธาตุโพแทสเซียมในลำต้นข้าวโพด โดยดำรับควบคุม มีปริมาณสะสมของธาตุโพแทสเซียมในลำต้นน้อยที่สุด และดำรับที่ใส่มูลไก่  $1N$  ร่วมกับปุ๋ยเคมี  $1/2N$  มีปริมาณสะสมของธาตุโพแทสเซียมในลำต้นมากที่สุด

เมื่อพิจารณาปริมาณสะสมของธาตุโพแทสเซียมในลำต้นของกลุ่มดำรับที่ใส่มูลสัตว์เพียงอย่างเดียวในอัตรา  $1N$  เปรียบเทียบกับ ดำรับที่ใส่ปุ๋ยเคมี  $1N$  พบว่า ดำรับปุ๋ยเคมี ดำรับใส่มูลโค และดำรับที่ใส่มูลไก่ มีปริมาณสะสมของธาตุโพแทสเซียมในลำต้นใกล้เคียงกัน (9.31 กก./ไร่, 9.23 กก./ไร่ และ 9.54 กก./ไร่ ตามลำดับ)

เมื่อพิจารณาปริมาณสะสมของธาตุโพแทสเซียมในลำต้นของกลุ่มดำรับที่มีการใส่มูลสัตว์ร่วมกับปุ๋ยเคมีในอัตรา  $1N$  พบว่า การเพิ่มสัดส่วนของปุ๋ยเคมีจาก  $1/4N$  เป็น  $1/2N$  มีผลให้ข้าวโพดในกลุ่มดำรับที่ใส่มูลโค (ดำรับที่ 5 และ 6) และกลุ่มดำรับที่ใส่มูลไก่ (ดำรับที่ 8 และ 9) มีปริมาณสะสมของธาตุโพแทสเซียมในลำต้นเพิ่มจาก 7.39 กก./ไร่ เป็น 8.92 กก./ไร่ และ 9.54 กก./ไร่ เป็น 10.96 กก./ไร่ ตามลำดับ

เมื่อพิจารณาปริมาณสะสมของธาตุโพแทสเซียมในลำต้นของกลุ่มดำรับที่มีสัดส่วนของการใส่มูลสัตว์  $1/2N$  ถึง  $1N$  ร่วมกับปุ๋ยเคมี  $1/2N$  พบว่า การเพิ่มสัดส่วนของมูลสัตว์จาก  $1/2N$  เป็น  $1N$  มีผลให้ข้าวโพดในกลุ่มดำรับที่มีการใส่มูลโค (ดำรับที่ 5 และ 7) และกลุ่มดำรับที่มี

การใส่มูลไก่ (ดำรับที่ 8 และ 10) มีปริมาณสะสมของธาตุโพแทสเซียมในลำต้นเพิ่มจาก 8.92 กก./ไร่ เป็น 10.38 กก./ไร่ และ 10.96 กก./ไร่ เป็น 12.35 กก./ไร่. ตามลำดับ

**ตารางที่ 11** ผลของการดำรับการทดลองต่อปริมาณสะสมธาตุโพแทสเซียมในลำต้นข้าวโพด (กก./ไร่) ในการปลูกครั้งที่ 1, 2 และ 3

| ดำรับการทดลอง |           | ปริมาณสะสมธาตุโพแทสเซียมในลำต้นข้าวโพด (กก./ไร่) |                      |                      |
|---------------|-----------|--------------------------------------------------|----------------------|----------------------|
|               |           | การปลูกครั้งที่ 1                                | การปลูกครั้งที่ 2    | การปลูกครั้งที่ 3    |
| 1             | N         | 28.67 b <sup>1/</sup>                            | 4.21 c <sup>1/</sup> | 7.07 c <sup>1/</sup> |
| 2             | F         | 45.00 ab                                         | 8.36 a               | 9.31 abc             |
| 3             | O1        | 44.24 ab                                         | 5.27 bc              | 9.23 abc             |
| 4             | C1        | 47.05 ab                                         | 8.40 a               | 9.54 abc             |
| 5             | O1/2+F1/2 | 46.19 ab                                         | 8.91 a               | 8.92 bc              |
| 6             | O3/4+F1/4 | 42.35 ab                                         | 6.29 abc             | 7.39 c               |
| 7             | O1+F1/2   | 52.95 a                                          | 8.45 a               | 10.38 abc            |
| 8             | C1/2+F1/2 | 38.03 ab                                         | 7.03 ab              | 10.96 ab             |
| 9             | C3/4+F1/4 | 46.17 ab                                         | 6.79 abc             | 9.54 abc             |
| 10            | C1+F1/2   | 48.00 ab                                         | 7.50 ab              | 12.35 a              |
| F-test        |           | *                                                | *                    | *                    |
| CV (%)        |           | 27.83                                            | 28.96                | 24.46                |

หมายเหตุ \* แสดงถึงความแตกต่างทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 %

<sup>1/</sup> ค่าเฉลี่ยที่ตามด้วยอักษรที่เหมือนกันในแนวตั้งไม่มีความแตกต่างทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 % โดยวิธี DMRT

#### 5.4 ปริมาณสะสมของธาตุไนโตรเจนในเมล็ดข้าวโพด

##### 5.4.1 ปริมาณสะสมของธาตุไนโตรเจนในเมล็ดข้าวโพดของการปลูกครั้งที่ 1

ผลของการจัดการทดลองต่อปริมาณสะสมธาตุไนโตรเจนในเมล็ดข้าวโพดในการปลูกครั้งที่ 1 (ตารางที่ 12) พบว่า มีความแตกต่างทางสถิติของการจัดการทดลองต่อปริมาณสะสมธาตุไนโตรเจนในเมล็ดข้าวโพด โดยค่ารับควบคุมมีปริมาณสะสมไนโตรเจนในเมล็ดน้อยที่สุด ส่วนการจัดการทดลองที่เหลือซึ่งเป็นกลุ่มค่ารับที่มีการใส่ปุ๋ย ทั้งในรูปของปุ๋ยเคมีและมูลสัตว์นั้น พบว่า ค่ารับการทดลองที่ใส่มูลไก่เพียงอย่างเดียว 1N, ค่ารับการทดลองที่ใส่มูลโค 1/2N ร่วมกับปุ๋ยเคมี 1/2N, ค่ารับการทดลองที่ใส่มูลไก่ 1N ร่วมกับปุ๋ยเคมี 1/2N และค่ารับการทดลองที่ใส่มูลไก่ 1N ร่วมกับปุ๋ยเคมี 1/2N มีปริมาณสะสมไนโตรเจนในเมล็ดใกล้เคียงกัน เฉลี่ยเท่ากับ 22.94 กก./ไร่ และมากกว่าค่ารับที่เหลือที่มีปริมาณสะสมไนโตรเจนในเมล็ดใกล้เคียงกัน เฉลี่ยเท่ากับ 20.21 กก./ไร่

##### 5.4.2 ปริมาณสะสมของธาตุไนโตรเจนในเมล็ดข้าวโพดของการปลูกครั้งที่ 2

ผลของการจัดการทดลองต่อปริมาณสะสมธาตุไนโตรเจนในเมล็ดข้าวโพดในการปลูกครั้งที่ 2 (ตารางที่ 12) พบว่า มีความแตกต่างทางสถิติของการจัดการทดลองต่อปริมาณสะสมธาตุไนโตรเจนในเมล็ดข้าวโพด โดยค่ารับควบคุมมีปริมาณสะสมไนโตรเจนในเมล็ดน้อยที่สุด และค่ารับที่ใส่มูลโค 1N ร่วมกับปุ๋ยเคมี 1/2N มีปริมาณสะสมธาตุไนโตรเจนในเมล็ดมากที่สุด

เมื่อพิจารณาปริมาณสะสมธาตุไนโตรเจนในเมล็ดของกลุ่มค่ารับที่ใส่มูลสัตว์เพียงอย่างเดียวในอัตรา 1N เปรียบเทียบกับ ค่ารับที่ใส่ปุ๋ยเคมี 1N พบว่า ค่ารับปุ๋ยเคมีมีปริมาณสะสมธาตุไนโตรเจนในเมล็ด (4.88 กก./ไร่) มากที่สุด รองลงมาคือ ค่ารับที่ใส่มูลไก่ (4.40 กก./ไร่) และค่ารับมูลโค (2.90 กก./ไร่)

เมื่อพิจารณาปริมาณสะสมธาตุไนโตรเจนในเมล็ดของกลุ่มค่ารับที่มีการใส่มูลสัตว์ร่วมกับปุ๋ยเคมีในอัตรา 1N พบว่า การเพิ่มสัดส่วนของปุ๋ยเคมีจาก 1/4N เป็น 1/2N มีผลให้ข้าวโพดในกลุ่มค่ารับที่ใส่มูลโค (ค่ารับที่ 5 และ 6) มีปริมาณสะสมธาตุไนโตรเจนในเมล็ดลดลง

จาก 5.02 กก./ไร่ เป็น 3.94 กก./ไร่ และในกลุ่มดำรับที่ใส่มูลไก่(ดำรับที่ 8 และ 9) มีปริมาณเพิ่มจาก 3.97 กก./ไร่ เป็น 4.19 กก./ไร่

เมื่อพิจารณาปริมาณสะสมธาตุไนโตรเจนในเมล็ดของกลุ่มดำรับที่มีสัดส่วนของการใส่มูลสัตว์ 1/2N ถึง 1 N ร่วมกับปุ๋ยเคมี 1/2N พบว่า การเพิ่มสัดส่วนของมูลสัตว์จาก 1/2N เป็น 1N มีผลให้ข้าวโพดในกลุ่มดำรับที่มีการใส่มูลโค (ดำรับที่ 5 และ 7) มีปริมาณสะสมธาตุไนโตรเจนในเมล็ดใกล้เคียงกัน (5.02 กก./ไร่ และ 4.73 กก./ไร่ ตามลำดับ) และในกลุ่มดำรับที่มีการใส่มูลไก่ (ดำรับที่ 8 และ 10) มีปริมาณเพิ่มจาก 4.19 กก./ไร่ เป็น 4.56 กก./ไร่.

#### 5.4.3 ปริมาณสะสมของธาตุไนโตรเจนในเมล็ดข้าวโพดของการปลูกครั้งที่ 3

ผลของดำรับการทดลองต่อปริมาณสะสมธาตุไนโตรเจนในเมล็ดข้าวโพดในการปลูกครั้งที่ 3 (ตารางที่ 12) พบว่า มีความแตกต่างทางสถิติของดำรับการทดลองต่อปริมาณสะสมธาตุไนโตรเจนในเมล็ดข้าวโพด โดยดำรับควบคุมมีปริมาณสะสมไนโตรเจนในเมล็ดน้อยที่สุด และดำรับที่ใส่มูลไก่ 1N ร่วมกับปุ๋ยเคมี 1/2N มีปริมาณสะสมธาตุไนโตรเจนในเมล็ดมากที่สุด

เมื่อพิจารณาปริมาณสะสมธาตุไนโตรเจนในเมล็ดของกลุ่มดำรับที่ใส่มูลสัตว์เพียงอย่างเดียวในอัตรา 1N เปรียบเทียบกับ ดำรับที่ใส่ปุ๋ยเคมี 1N พบว่า ดำรับปุ๋ยเคมีและดำรับที่ใส่มูลไก่ มีปริมาณสะสมธาตุไนโตรเจนในเมล็ดใกล้เคียงกัน (8.62 กก./ไร่ และ 8.36 กก./ไร่ ตามลำดับ) และมากกว่าดำรับมูลโค (5.97 กก./ไร่)

เมื่อพิจารณาปริมาณสะสมธาตุไนโตรเจนในเมล็ดของกลุ่มดำรับที่มีการใส่มูลสัตว์ร่วมกับปุ๋ยเคมีในอัตรา 1N พบว่า การเพิ่มสัดส่วนของปุ๋ยเคมีจาก 1/4N เป็น 1/2N มีผลให้ข้าวโพดในกลุ่มดำรับที่ใส่มูลโค (ดำรับที่ 5 และ 6) มีปริมาณสะสมธาตุไนโตรเจนในเมล็ดเพิ่มจาก 6.08 กก./ไร่ เป็น 7.15 กก./ไร่ และในกลุ่มดำรับที่ใส่มูลไก่(ดำรับที่ 8 และ 9) มีปริมาณใกล้เคียงกัน (8.08 กก./ไร่ และ 7.18 กก./ไร่ ตามลำดับ)

เมื่อพิจารณาปริมาณสะสมธาตุไนโตรเจนในเมล็ดของกลุ่มดำรับที่มีสัดส่วนของการใส่มูลสัตว์ 1/2N ถึง 1N ร่วมกับปุ๋ยเคมี 1/2N พบว่า การเพิ่มสัดส่วนของมูลสัตว์จาก 1/2N เป็น 1N มีผลให้ข้าวโพดในกลุ่มดำรับที่มีการใส่มูลโค (ดำรับที่ 5 และ 7) มีปริมาณสะสมธาตุ

ไนโตรเจนในเมล็ดใกล้เคียงกัน (7.15 กก./ไร่ และ 7.60 กก./ไร่ ตามลำดับ) และในกลุ่มดำรับที่มีการใส่มูลไก่ (ดำรับที่ 8 และ 10) มีปริมาณเพิ่มจาก 8.08 กก./ไร่ เป็น 9.36 กก./ไร่.

**ตารางที่ 12** ผลของดำรับการทดลองต่อปริมาณสะสมธาตุไนโตรเจนในเมล็ดข้าวโพด (กก./ไร่) ในการปลูกครั้งที่ 1, 2 และ 3

| ดำรับการทดลอง |           | ปริมาณสะสมธาตุไนโตรเจนในเมล็ดข้าวโพด (กก./ไร่) |                      |                      |
|---------------|-----------|------------------------------------------------|----------------------|----------------------|
|               |           | การปลูกครั้งที่ 1                              | การปลูกครั้งที่ 2    | การปลูกครั้งที่ 3    |
| 1             | N         | 16.19 b <sup>1/</sup>                          | 2.50 c <sup>1/</sup> | 4.74 c <sup>1/</sup> |
| 2             | F         | 19.79 ab                                       | 4.88 a               | 8.62 a               |
| 3             | O1        | 19.95 ab                                       | 2.90 bc              | 5.97 bc              |
| 4             | C1        | 23.77 a                                        | 4.40 ab              | 8.36 a               |
| 5             | O1/2+F1/2 | 22.50 a                                        | 5.02 a               | 7.15 ab              |
| 6             | O3/4+F1/4 | 20.16 ab                                       | 3.94 abc             | 6.08 bc              |
| 7             | O1+F1/2   | 22.42 a                                        | 4.73 a               | 7.60 ab              |
| 8             | C1/2+F1/2 | 20.78 ab                                       | 4.19 ab              | 8.08 ab              |
| 9             | C3/4+F1/4 | 20.38 ab                                       | 3.97 abc             | 7.18 ab              |
| 10            | C1+F1/2   | 23.07 a                                        | 4.56 a               | 9.36 a               |
| F-test        |           | *                                              | *                    | *                    |
| CV (%)        |           | 16.95                                          | 28.37                | 24.34                |

หมายเหตุ \* แสดงถึงความแตกต่างทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 %

<sup>1/</sup> ค่าเฉลี่ยที่ตามด้วยอักษรที่เหมือนกันในแนวดิ่งไม่มีความแตกต่างทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 % โดยวิธี DMRT

## 5.5 ปริมาณสะสมของธาตุฟอสฟอรัสในเมล็ดข้าวโพด

### 5.5.1 ปริมาณสะสมของธาตุฟอสฟอรัสในเมล็ดข้าวโพดของการปลูกครั้งที่ 1

ผลของการทำการทดลองต่อปริมาณสะสมธาตุฟอสฟอรัสในเมล็ดข้าวโพดในการปลูกครั้งที่ 1 (ตารางที่ 13) พบว่า มีความแตกต่างทางสถิติของการทำการทดลองต่อปริมาณสะสมธาตุฟอสฟอรัสในเมล็ดข้าวโพด โดยค่ารับควบคุมมีปริมาณสะสมฟอสฟอรัสในเมล็ดน้อยที่สุด ส่วนการทำการทดลองที่เหลือซึ่งเป็นกลุ่มการทำการทดลองที่มีการใส่ปุ๋ย ทั้งในรูปของปุ๋ยเคมีและมูลสัตว์นั้น พบว่า ค่ารับมูลไก่เพียงอย่างเดียว 1N การทำการทดลองที่ใส่มูลโค 1/2N ร่วมกับปุ๋ยเคมี 1/2N และการทำการทดลองที่ใส่มูลไก่ 1N ร่วมกับปุ๋ยเคมี 1/2N มีปริมาณสะสมฟอสฟอรัสในเมล็ดใกล้เคียงกันเฉลี่ยเท่ากับ 4.52 กก./ไร่ และมากกว่าค่ารับที่เหลือที่มีปริมาณสะสมฟอสฟอรัสในเมล็ดใกล้เคียงกันเฉลี่ยเท่ากับ 4.00 กก./ไร่

### 5.5.2 ปริมาณสะสมของธาตุฟอสฟอรัสในเมล็ดข้าวโพดของการปลูกครั้งที่ 2

ผลของการทำการทดลองต่อปริมาณสะสมธาตุฟอสฟอรัสในเมล็ดข้าวโพดในการปลูกครั้งที่ 2 (ตารางที่ 13) พบว่า มีความแตกต่างทางสถิติของการทำการทดลองต่อปริมาณสะสมธาตุฟอสฟอรัสในเมล็ดข้าวโพด โดยค่ารับควบคุมมีปริมาณสะสมฟอสฟอรัสในเมล็ดน้อยที่สุด และค่ารับมูลไก่ 1N ร่วมกับปุ๋ยเคมี 1/2N มีปริมาณสะสมธาตุฟอสฟอรัสในเมล็ดมากที่สุด

เมื่อพิจารณาปริมาณสะสมธาตุฟอสฟอรัสในเมล็ดของกลุ่มค่ารับที่ใส่มูลสัตว์เพียงอย่างเดียวในอัตรา 1N เปรียบเทียบกับ ค่ารับที่ใส่ปุ๋ยเคมี 1N พบว่า ค่ารับปุ๋ยเคมีและค่ารับที่ใส่มูลไก่ มีปริมาณสะสมธาตุฟอสฟอรัสในเมล็ดใกล้เคียงกัน (1.71 กก./ไร่ และ 1.44 กก./ไร่ ตามลำดับ) และมากกว่าค่ารับมูลโค (0.91 กก./ไร่)

เมื่อพิจารณาปริมาณสะสมธาตุฟอสฟอรัสในเมล็ดของกลุ่มค่ารับที่มีการใส่มูลสัตว์ร่วมกับปุ๋ยเคมีในอัตรา 1N พบว่า การเพิ่มสัดส่วนของปุ๋ยเคมีจาก 1/4N เป็น 1/2N มีผลให้ข้าวโพดในกลุ่มค่ารับที่ใส่มูลโค (ค่ารับที่ 5 และ 6) มีปริมาณสะสมธาตุฟอสฟอรัสในเมล็ดเพิ่มจาก 1.34 กก./ไร่ เป็น 1.64 กก./ไร่ และในกลุ่มค่ารับที่ใส่มูลไก่ (ค่ารับที่ 8 และ 9) มีปริมาณสะสมธาตุฟอสฟอรัสในเมล็ดใกล้เคียงกัน 1.33 กก./ไร่ เป็น 1.35 กก./ไร่ ตามลำดับ

เมื่อพิจารณาปริมาณสะสมธาตุฟอสฟอรัสในเมล็ดของกลุ่มดำรับที่มีสัดส่วนของการใส่มูลสัตว์ 1/2N ถึง 1N ร่วมกับปุ๋ยเคมี 1/2N พบว่า การเพิ่มสัดส่วนของมูลสัตว์จาก 1/2N เป็น 1N มีผลให้ข้าวโพดในกลุ่มดำรับที่มีการใส่มูลโค (ดำรับที่ 5 และ 7) มีปริมาณสะสมธาตุฟอสฟอรัสในเมล็ดใกล้เคียงกัน (1.64 กก./ไร่ และ 1.51 กก./ไร่ ตามลำดับ) และในกลุ่มดำรับที่มีการใส่มูลไก่ (ดำรับที่ 8 และ 10) มีปริมาณสะสมธาตุฟอสฟอรัสในเมล็ดเพิ่มจาก 1.33 กก./ไร่ เป็น 1.76 กก./ไร่.)

### 5.5.3 ปริมาณสะสมของธาตุฟอสฟอรัสในเมล็ดข้าวโพดของการปลูกครั้งที่ 3

ผลของดำรับการทดลองต่อปริมาณสะสมธาตุฟอสฟอรัสในเมล็ดข้าวโพดในการปลูกครั้งที่ 3 (ตารางที่ 13) พบว่า มีความแตกต่างทางสถิติของดำรับการทดลองต่อปริมาณสะสมธาตุฟอสฟอรัสในเมล็ดข้าวโพด โดยดำรับควบคุมมีปริมาณสะสมฟอสฟอรัสในเมล็ดน้อยที่สุด และดำรับที่ใส่มูลไก่ 1N ร่วมกับปุ๋ยเคมี 1/2N มีปริมาณสะสมธาตุฟอสฟอรัสในเมล็ดมากที่สุด

เมื่อพิจารณาปริมาณสะสมธาตุฟอสฟอรัสในเมล็ดของกลุ่มดำรับที่ใส่มูลสัตว์เพียงอย่างเดียวในอัตรา 1N เปรียบเทียบกับ ดำรับที่ใส่ปุ๋ยเคมี 1N พบว่า ดำรับปุ๋ยเคมีและดำรับที่ใส่มูลไก่ มีปริมาณสะสมธาตุฟอสฟอรัสในเมล็ดใกล้เคียงกัน (2.73 กก./ไร่ และ 2.64 กก./ไร่ ตามลำดับ) และมากกว่าดำรับมูลโค (1.94 กก./ไร่)

เมื่อพิจารณาปริมาณสะสมธาตุฟอสฟอรัสในเมล็ดของกลุ่มดำรับที่มีการใส่มูลสัตว์ร่วมกับปุ๋ยเคมีในอัตรา 1N พบว่า การเพิ่มสัดส่วนของปุ๋ยเคมีจาก 1/4N เป็น 1/2N มีผลให้ข้าวโพดในกลุ่มดำรับที่ใส่มูลโค (ดำรับที่ 5 และ 6) มีปริมาณสะสมธาตุฟอสฟอรัสในเมล็ดเพิ่มจาก 1.98 กก./ไร่ เป็น 2.33 กก./ไร่ และในกลุ่มดำรับที่ใส่มูลไก่ (ดำรับที่ 8 และ 9) มีปริมาณสะสมธาตุฟอสฟอรัสในเมล็ดใกล้เคียงกัน (2.72 กก./ไร่ และ 2.56 กก./ไร่ ตามลำดับ)

เมื่อพิจารณาปริมาณสะสมธาตุฟอสฟอรัสในเมล็ดของกลุ่มดำรับที่มีสัดส่วนของการใส่มูลสัตว์ 1/2N ถึง 1N ร่วมกับปุ๋ยเคมี 1/2N พบว่า การเพิ่มสัดส่วนของมูลสัตว์จาก 1/2N เป็น 1N มีผลให้ข้าวโพดในกลุ่มดำรับที่มีการใส่มูลโค (ดำรับที่ 5 และ 7) มีปริมาณสะสมธาตุฟอสฟอรัสในเมล็ดใกล้เคียงกัน (2.33 กก./ไร่ และ 2.49 กก./ไร่ ตามลำดับ) และกลุ่มดำรับที่มีการ

ใส่มูลไก่ (ดำรับที่ 8 และ 10) มีปริมาณสะสมธาตุฟอสฟอรัสในเมล็ดเพิ่มจาก 2.72 กก./ไร่ เป็น 3.21 กก./ไร่

**ตารางที่ 13** ผลของการดำรับการทดลองต่อปริมาณสะสมธาตุฟอสฟอรัสในเมล็ดข้าวโพด (กก./ไร่) ในการปลูกครั้งที่ 1, 2 และ 3

| ดำรับการทดลอง |           | ปริมาณสะสมธาตุฟอสฟอรัสในเมล็ดข้าวโพด (กก./ไร่) |                      |                      |
|---------------|-----------|------------------------------------------------|----------------------|----------------------|
|               |           | การปลูกครั้งที่ 1                              | การปลูกครั้งที่ 2    | การปลูกครั้งที่ 3    |
| 1             | N         | 0.82 b <sup>1/</sup>                           | 0.20 c <sup>1/</sup> | 0.34 d <sup>1/</sup> |
| 2             | F         | 1.00 ab                                        | 0.42 a               | 0.65 abc             |
| 3             | O1        | 1.04 ab                                        | 0.22 bc              | 0.47 cd              |
| 4             | C1        | 1.15 a                                         | 0.35 a               | 0.64 abc             |
| 5             | O1/2+F1/2 | 0.95 ab                                        | 0.40 a               | 0.56 bc              |
| 6             | O3/4+F1/4 | 0.97 ab                                        | 0.32 ab              | 0.48 cd              |
| 7             | O1+F1/2   | 1.08 ab                                        | 0.36 a               | 0.60 abc             |
| 8             | C1/2+F1/2 | 0.94 ab                                        | 0.37 a               | 0.67 ab              |
| 9             | C3/4+F1/4 | 0.99 ab                                        | 0.33 ab              | 0.61 abc             |
| 10            | C1+F1/2   | 1.09 a                                         | 0.38 a               | 0.77 a               |
| F-test        |           | *                                              | *                    | *                    |
| CV (%)        |           | 16.40                                          | 28.87                | 28.30                |

หมายเหตุ \* แสดงความแตกต่างทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 %

<sup>1/</sup> ค่าเฉลี่ยที่ตามด้วยอักษรที่เหมือนกันในแนวดิ่งไม่มีความแตกต่างทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 % โดยวิธี DMRT

## 5.6 ปริมาณสะสมของธาตุโพแทสเซียมในเมล็ดข้าวโพด

### 5.6.1 ปริมาณสะสมของธาตุโพแทสเซียมในเมล็ดข้าวโพดของการปลูกครั้งที่ 1

ผลของการจัดการทดลองต่อปริมาณสะสมธาตุโพแทสเซียมในเมล็ดข้าวโพดในการปลูกครั้งที่ 1 (ตารางที่ 14) พบว่า มีความแตกต่างทางสถิติของการจัดการทดลองต่อปริมาณสะสมธาตุโพแทสเซียมในเมล็ดข้าวโพด โดยค่ารับควบคุมมีปริมาณสะสมโพแทสเซียมในเมล็ดน้อยที่สุด ส่วนการจัดการทดลองที่เหลือซึ่งเป็นกลุ่มค่ารับที่มีการใส่ปุ๋ย ทั้งในรูปของปุ๋ยเคมีและมูลสัตว์นั้น พบว่า ค่ารับที่ใส่มูลไก่ 1N, ค่ารับที่ใส่มูลโค 1/2N ร่วมกับปุ๋ยเคมี 1/2N และค่ารับที่ใส่มูลโค 1N ร่วมกับปุ๋ยเคมี 1/2N มีปริมาณสะสมธาตุโพแทสเซียมในเมล็ดใกล้เคียงกันเฉลี่ยเท่ากับ 9.31 กก./ไร่ และมากกว่าค่ารับที่เหลือที่มีปริมาณสะสมธาตุโพแทสเซียมในเมล็ดใกล้เคียงกันเฉลี่ยเท่ากับ 8.24 กก./ไร่

### 5.6.2 ปริมาณสะสมของธาตุโพแทสเซียมในเมล็ดข้าวโพดของการปลูกครั้งที่ 2

ผลของการจัดการทดลองต่อปริมาณสะสมธาตุโพแทสเซียมในเมล็ดข้าวโพดในการปลูกครั้งที่ 2 (ตารางที่ 14) พบว่า มีความแตกต่างทางสถิติของการจัดการทดลองต่อปริมาณสะสมธาตุโพแทสเซียมในเมล็ดข้าวโพด โดยค่ารับมูลโค 1N มีปริมาณสะสมโพแทสเซียมในเมล็ดน้อยที่สุด และ ค่ารับปุ๋ยเคมี 1N มีปริมาณสะสมธาตุโพแทสเซียมในเมล็ดมากที่สุด

เมื่อพิจารณาปริมาณสะสมธาตุโพแทสเซียมในเมล็ดของกลุ่มค่ารับที่ใส่มูลสัตว์เพียงอย่างเดียวในอัตรา 1N เปรียบเทียบกับ ค่ารับปุ๋ยเคมี 1N พบว่า ค่ารับปุ๋ยเคมี มีปริมาณสะสมธาตุโพแทสเซียมในเมล็ด (4.46 กก./ไร่) มากที่สุด รองลงมาคือ ค่ารับที่ใส่มูลไก่ (3.80 กก./ไร่) และค่ารับมูลโค (2.51 กก./ไร่)

เมื่อพิจารณาปริมาณสะสมธาตุโพแทสเซียมในเมล็ดของกลุ่มค่ารับที่มีการใส่มูลสัตว์ร่วมกับปุ๋ยเคมีในอัตรา 1N พบว่า การเพิ่มสัดส่วนของปุ๋ยเคมีจาก 1/4N เป็น 1/2N มีผลให้ข้าวโพดในกลุ่มค่ารับที่ใส่มูลโค (ค่ารับที่ 5 และ 6) และในกลุ่มค่ารับที่ใส่มูลไก่ (ค่ารับที่ 8 และ 9) มีปริมาณสะสมธาตุโพแทสเซียมในเมล็ดเพิ่มจาก 3.29 กก./ไร่ เป็น 4.22 กก./ไร่ และ 3.27 กก./ไร่ เป็น 3.48 กก./ไร่ ตามลำดับ

เมื่อพิจารณาปริมาณสะสมธาตุโพแทสเซียมในเมล็ดของกลุ่มดำรับที่มีสัดส่วนของการใส่มูลสัตว์ 1/2N ถึง 1N ร่วมกับปุ๋ยเคมี 1/2N พบว่า การเพิ่มสัดส่วนของมูลสัตว์จาก 1/2N เป็น 1N มีผลให้ข้าวโพดในกลุ่มดำรับที่มีการใส่มูลโค (ดำรับที่ 5 และ 7) มีปริมาณสะสมธาตุโพแทสเซียมในเมล็ดที่ลดลง (4.22 กก./ไร่ และ 3.61 กก./ไร่ตามลำดับ) และในกลุ่มดำรับที่มีการใส่มูลไก่ (ดำรับที่ 8 และ 10) มีปริมาณเพิ่มจาก 3.48 กก./ไร่ เป็น 3.72 กก./ไร่

### 5.6.3 ปริมาณสะสมของธาตุโพแทสเซียมในเมล็ดข้าวโพดของการปลูกครั้งที่ 3

ผลของดำรับการทดลองต่อปริมาณสะสมธาตุโพแทสเซียมในเมล็ดข้าวโพดในการปลูกครั้งที่ 3 (ตารางที่ 14) พบว่า มีความแตกต่างทางสถิติของดำรับการทดลองต่อปริมาณสะสมธาตุโพแทสเซียมในเมล็ดข้าวโพด โดยดำรับควบคุมมีปริมาณสะสมโพแทสเซียมในเมล็ดน้อยที่สุด และดำรับที่ใส่มูลไก่ 1N ร่วมกับปุ๋ยเคมี 1/2N มีปริมาณสะสมธาตุโพแทสเซียมในเมล็ดมากที่สุด

เมื่อพิจารณาปริมาณสะสมธาตุโพแทสเซียมในเมล็ดของกลุ่มดำรับที่ใส่มูลสัตว์เพียงอย่างเดียวในอัตรา 1N เปรียบเทียบกับดำรับปุ๋ยเคมี 1N พบว่า ดำรับปุ๋ยเคมี และดำรับที่ใส่มูลไก่ มีปริมาณสะสมธาตุโพแทสเซียมในเมล็ดใกล้เคียงกัน (7.26 กก./ไร่ และ 7.12 กก./ไร่ตามลำดับ) ซึ่งมากกว่าดำรับที่ใส่มูลโค (5.12 กก./ไร่)

เมื่อพิจารณาปริมาณสะสมธาตุโพแทสเซียมในเมล็ดของกลุ่มดำรับที่มีการใส่มูลสัตว์ร่วมกับปุ๋ยเคมีในอัตรา 1N พบว่า การเพิ่มสัดส่วนของปุ๋ยเคมีจาก 1/4N เป็น 1/2N มีผลให้ข้าวโพดในกลุ่มดำรับที่ใส่มูลโค (ดำรับที่ 5 และ 6) มีปริมาณสะสมธาตุโพแทสเซียมในเมล็ดเพิ่มจาก 5.34 กก./ไร่ เป็น 6.38 กก./ไร่ และในกลุ่มดำรับที่ใส่มูลไก่ (ดำรับที่ 8 และ 9) มีค่าใกล้เคียงกัน (6.73 กก./ไร่ และ 6.30 กก./ไร่ ตามลำดับ)

เมื่อพิจารณาปริมาณสะสมธาตุโพแทสเซียมในเมล็ดของกลุ่มดำรับที่มีสัดส่วนของการใส่มูลสัตว์ 1/2N ถึง 1N ร่วมกับปุ๋ยเคมี 1/2N พบว่า การเพิ่มสัดส่วนของมูลสัตว์จาก 1/2N เป็น 1N มีผลให้ข้าวโพดในกลุ่มดำรับที่มีการใส่มูลโค (ดำรับที่ 5 และ 7) มีปริมาณสะสมธาตุโพแทสเซียมในเมล็ดลดลง (6.38 กก./ไร่ และ 5.97 กก./ไร่ตามลำดับ) และในกลุ่มดำรับที่มีการใส่มูลไก่ (ดำรับที่ 8 และ 10) มีปริมาณเพิ่มจาก 6.73 กก./ไร่ เป็น 8.42 กก./ไร่

**ตารางที่ 14** ผลของการดำรับการทดลองต่อปริมาณสะสมธาตุโพแทสเซียมในเมล็ดข้าวโพด (กก./ไร่)  
ในการปลูกครั้งที่ 1, 2 และ 3

| ดำรับการทดลอง |           | ปริมาณสะสมธาตุโพแทสเซียมในเมล็ดข้าวโพด (กก./ไร่) |                       |                      |
|---------------|-----------|--------------------------------------------------|-----------------------|----------------------|
|               |           | การปลูกครั้งที่ 1                                | การปลูกครั้งที่ 2     | การปลูกครั้งที่ 3    |
| 1             | N         | 7.08 b <sup>1/</sup>                             | 2.64 cd <sup>1/</sup> | 3.87 c <sup>1/</sup> |
| 2             | F         | 8.29 ab                                          | 4.46 a                | 7.26 ab              |
| 3             | O1        | 8.64 ab                                          | 2.51 d                | 5.12 bc              |
| 4             | C1        | 9.55 a                                           | 3.80 abc              | 7.12 ab              |
| 5             | O1/2+F1/2 | 9.43 a                                           | 4.22 ab               | 6.38 ab              |
| 6             | O3/4+F1/4 | 8.11 ab                                          | 3.29 bcd              | 5.34 bc              |
| 7             | O1+F1/2   | 8.95 a                                           | 3.61 abcd             | 5.97 bc              |
| 8             | C1/2+F1/2 | 7.86 ab                                          | 3.48 abcd             | 6.73 ab              |
| 9             | C3/4+F1/4 | 8.45 ab                                          | 3.27 bcd              | 6.30 ab              |
| 10            | C1+F1/2   | 8.09 ab                                          | 3.72 abc              | 8.42 a               |
| F-test        |           | *                                                | *                     | *                    |
| CV (%)        |           | 14.77                                            | 23.94                 | 27.40                |

หมายเหตุ \* แสดงความแตกต่างทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 %

<sup>1/</sup> ค่าเฉลี่ยที่ตามด้วยอักษรที่เหมือนกันในแนวตั้งไม่มีความแตกต่างทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 % โดยวิธี DMRT

### 5.7 สัดส่วนของน้ำหนักแห้งเมล็ดต่อต้น ของการปลูกครั้งที่ 1, 2 และ 3

สัดส่วนของน้ำหนักแห้งเมล็ดต่อต้น ของการปลูกครั้งที่ 1, 2 และ 3 แสดงไว้ในตารางที่ 15 ข้าวโพดในการปลูกครั้งที่ 1 ซึ่งมีการเจริญเติบโตและให้ผลผลิตสูงที่สุด รองลงมาคือข้าวโพดที่ปลูกครั้งที่ 3 และ 2 นั้น มีสัดส่วนของน้ำหนักแห้งเมล็ดต่อต้นซึ่งเป็นตัวบ่งชี้ถึงประสิทธิภาพในการสร้างผลผลิตของพืช ของการปลูกครั้งที่ 2 ดีที่สุด (เฉลี่ย 1) รองลงมาคือการปลูกครั้งที่ 3 (เฉลี่ย 0.8) และครั้งที่ 1 (เฉลี่ย 0.4) ตามลำดับ

### 5.8 สัดส่วนของปริมาณการสะสมธาตุอาหารในเมล็ดต่อต้น ของการปลูกครั้งที่ 1, 2 และ 3

#### 5.8.1 สัดส่วนของปริมาณการสะสมธาตุไนโตรเจนในเมล็ดต่อต้น ของการปลูกครั้งที่ 1, 2 และ 3

สัดส่วนของปริมาณการสะสมธาตุไนโตรเจนในเมล็ด และต้น ของการปลูกครั้งที่ 1, 2 และ 3 แสดงไว้ในตารางที่ 16 และสัดส่วนสัมพัทธ์ของปริมาณสะสมธาตุไนโตรเจนในเมล็ด และในต้น ของการปลูกครั้งที่ 1, 2 และ 3 แสดงไว้ในภาพที่ 13 พบว่า ในการปลูกครั้งที่ 1, 2 และ 3 มีค่าสัดส่วนของปริมาณการสะสมธาตุไนโตรเจนในเมล็ด และต้น อยู่ระหว่าง 0.93-1.44, 2.27-3.04 และ 2.14-3.54 ตามลำดับ โดยมีสัดส่วนสัมพัทธ์ของเมล็ด ซึ่งปริมาณสะสมธาตุไนโตรเจนในเมล็ดเฉลี่ยเท่ากับ 48.98, 71.65 และ 73.15% ตามลำดับ และในต้นเฉลี่ยเท่ากับ 51.02, 28.35 และ 26.85% ตามลำดับ เห็นได้ว่าการปลูกครั้งที่ 1 ซึ่งพืชมีการเจริญเติบโตและให้ผลผลิตสูงนั้นมีการดูดใช้ธาตุไนโตรเจนมาสะสมในต้นสูงใกล้เคียงกับเมล็ด ซึ่งให้เห็นว่าสภาพดินในการปลูกข้าวโพดครั้งที่ 1 มีปริมาณไนโตรเจนสูงกว่าครั้งอื่น ซึ่ง Thomas (1998) กล่าวว่าพืชที่ปลูกในสภาพที่มีไนโตรเจนจำกัดมีความต้องการไนโตรเจนสำหรับการสร้างต้นใบน้อยกว่าการสร้างเมล็ด

ตารางที่ 15 ผลของการทดลองต่อสัดส่วนของน้ำหนักเมล็ดแห้งต่อต้น ของการปลูก  
ครั้งที่ 1, 2 และ 3

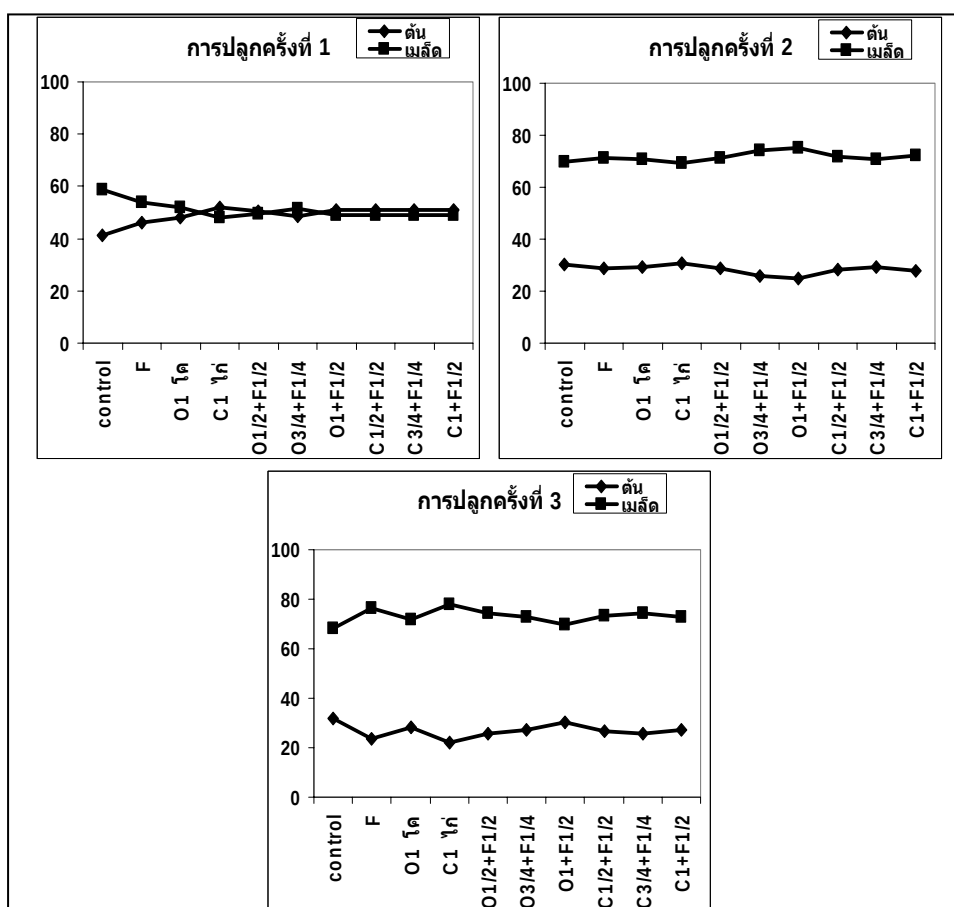
| ดำรับการทดลอง |           | สัดส่วนของน้ำหนักเมล็ดแห้ง/ต้น (กก./ไร่) |                   |                   |
|---------------|-----------|------------------------------------------|-------------------|-------------------|
|               |           | การปลูกครั้งที่ 1                        | การปลูกครั้งที่ 2 | การปลูกครั้งที่ 3 |
| 1             | N         | 0.5                                      | 0.8               | 0.6               |
| 2             | F         | 0.4                                      | 0.9               | 0.9               |
| 3             | O1        | 0.4                                      | 0.9               | 0.7               |
| 4             | C1        | 0.4                                      | 0.9               | 0.9               |
| 5             | O1/2+F1/2 | 0.4                                      | 1.0               | 0.8               |
| 6             | O3/4+F1/4 | 0.4                                      | 1.0               | 0.7               |
| 7             | O1+F1/2   | 0.4                                      | 1.0               | 0.7               |
| 8             | C1/2+F1/2 | 0.4                                      | 1.0               | 0.8               |
| 9             | C3/4+F1/4 | 0.4                                      | 1.0               | 0.7               |
| 10            | C1+F1/2   | 0.4                                      | 1.0               | 0.7               |
| F-test        |           | ns                                       | ns                | ns                |
| CV (%)        |           | 13.16                                    | 15.67             | 24.71             |

หมายเหตุ ns ไม่มีความแตกต่างทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่นที่ 95 % โดยวิธี DMRT

ตารางที่ 16 ผลของการดำรับการทดลองต่อสัดส่วนของปริมาณสะสมธาตุไนโตรเจนในเมล็ดต่อต้น  
ของการปลูกครั้งที่ 1, 2 และ 3

| ดำรับการทดลอง |           | สัดส่วนของปริมาณสะสมธาตุไนโตรเจนในเมล็ด/ต้น |                   |                   |
|---------------|-----------|---------------------------------------------|-------------------|-------------------|
|               |           | การปลูกครั้งที่ 1                           | การปลูกครั้งที่ 2 | การปลูกครั้งที่ 3 |
| 1             | N         | 1.44                                        | 2.29              | 2.14              |
| 2             | F         | 1.17                                        | 2.50              | 3.25              |
| 3             | O1        | 1.08                                        | 2.43              | 2.57              |
| 4             | C1        | 0.93                                        | 2.27              | 3.54              |
| 5             | O1/2+F1/2 | 0.99                                        | 2.45              | 2.88              |
| 6             | O3/4+F1/4 | 1.06                                        | 2.84              | 2.65              |
| 7             | O1+F1/2   | 0.96                                        | 3.04              | 2.32              |
| 8             | C1/2+F1/2 | 0.96                                        | 2.55              | 2.73              |
| 9             | C3/4+F1/4 | 0.97                                        | 2.44              | 2.91              |
| 10            | C1+F1/2   | 0.96                                        | 2.61              | 2.65              |
| F-test        |           | ns                                          | ns                | ns                |
| CV (%)        |           | 31.25                                       | 20.99             | 27.19             |

หมายเหตุ ns ไม่มีความแตกต่างทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่นที่ 95 % โดยวิธี DMRT



ภาพที่ 13 ผลของการใส่มูลสัตว์ร่วมกับปุ๋ยเคมีที่มีต่อสัดส่วนสัมพัทธ์ของการสะสมธาตุไนโตรเจนในเมล็ด และต้นของข้าวโพด ในการปลูกครั้งที่ 1, 2 และ 3

- หมายเหตุ N = ดำรับควบคุม (ไม่ใส่ปุ๋ยเคมีสูตร 16-16-8 และมูลสัตว์)
- F = ใส่ปุ๋ยเคมี 1N
- O1 = ใส่มูลโค 1N
- C1 = ใส่มูลไก่ 1N
- O1/2+F1/2 = ใส่มูลโค 1/2N + ปุ๋ยเคมี 1/2N
- O3/4+F1/4 = ใส่มูลโค 3/4N + ปุ๋ยเคมี 1/4N
- O1+F1/2 = ใส่มูลโค 1N + ปุ๋ยเคมี 1/2N
- C1/2+F1/2 = ใส่มูลไก่ 1/2N + ปุ๋ยเคมี 1/2N
- C3/4+F1/4 = ใส่มูลไก่ 3/4N + ปุ๋ยเคมี 1/4N
- C1+F1/2 = ใส่มูลไก่ 1N + ปุ๋ยเคมี 1/2N

### 5.8.2 สัดส่วนของปริมาณสะสมธาตุฟอสฟอรัสในเมล็ดต่อต้น ของการปลูกครั้งที่ 1, 2 และ 3

สัดส่วนของปริมาณสะสมธาตุฟอสฟอรัสในเมล็ดต่อต้น ของการปลูกครั้งที่ 1, 2 และ 3 แสดงไว้ในตารางที่ 17 และ สัดส่วนสัมพัทธ์ของปริมาณสะสมธาตุฟอสฟอรัสในเมล็ดและในต้น ของการปลูกครั้งที่ 1, 2 และ 3 แสดงไว้ในภาพที่ 14 พบว่า ในการปลูกครั้งที่ 1, 2 และ 3 มีค่าสัดส่วนของปริมาณสะสมธาตุฟอสฟอรัสในเมล็ดต่อต้น อยู่ระหว่าง 0.08–0.12, 0.12–0.26 และ 0.09 - 0.20 ตามลำดับ โดยมีสัดส่วนสัมพัทธ์ของปริมาณสะสม เฉลี่ยเท่ากับ 9.23, 14.68 และ 12.89% ตามลำดับ และน้อยกว่าในต้นซึ่งมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 90.77, 85.32 และ 87.112% ตามลำดับ เห็นได้ว่าแม้ข้าวโพดมีการเจริญเติบโตและให้ผลผลิตต่างกัน แต่มีการดูดใช้ธาตุฟอสฟอรัสมาสะสมในเมล็ดและในต้นใกล้เคียงกัน

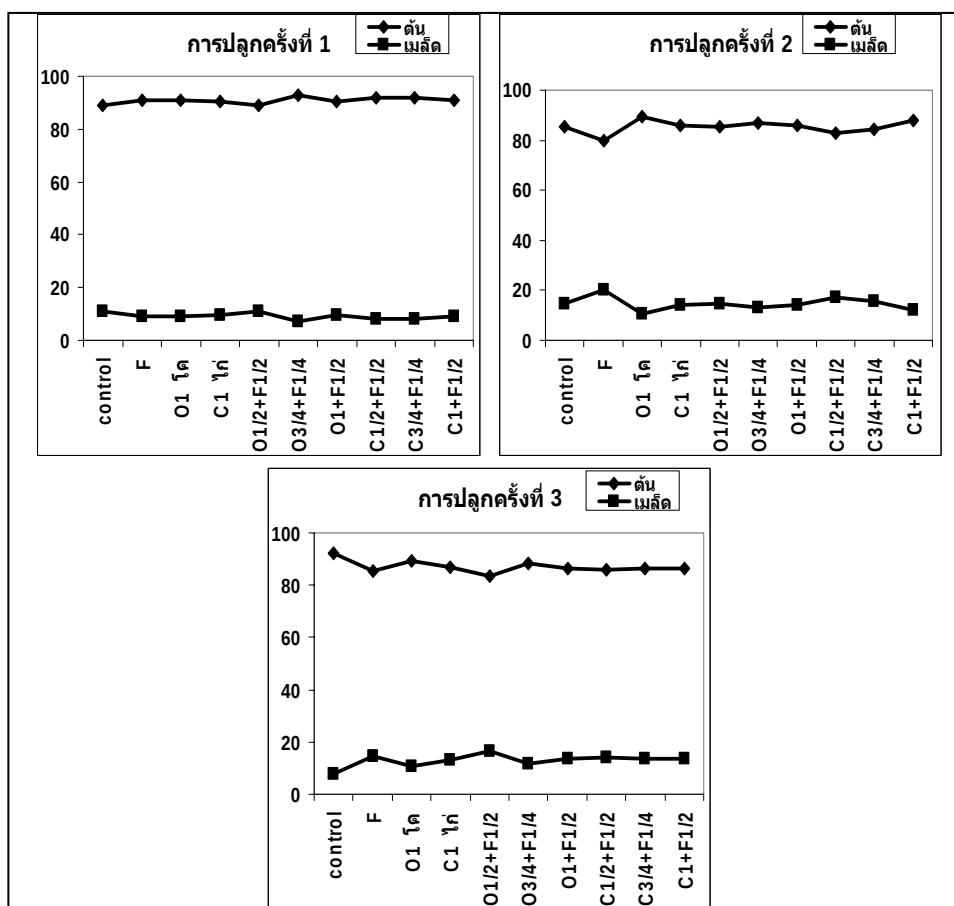
### 5.8.3 สัดส่วนของปริมาณสะสมธาตุโพแทสเซียมในเมล็ดต่อต้นของการปลูกครั้งที่ 1, 2 และ 3

สัดส่วนของปริมาณสะสมธาตุโพแทสเซียมในเมล็ดต่อต้น ของการปลูกครั้งที่ 1, 2 และ 3 แสดงไว้ในตารางที่ 18 และ สัดส่วนสัมพัทธ์ของปริมาณสะสมธาตุโพแทสเซียมในเมล็ดและในต้น ของการปลูกครั้งที่ 1, 2 และ 3 แสดงไว้ในภาพที่ 15 พบว่า ในการปลูกครั้งที่ 1, 2 และ 3 มีค่าสัดส่วนของปริมาณสะสมธาตุโพแทสเซียมในเมล็ดต่อต้น อยู่ระหว่าง 0.17-0.25, 0.40-0.63 และ 0.53-0.78 ตามลำดับ โดยมีสัดส่วนสัมพัทธ์ของและต้น ปริมาณสะสมธาตุโพแทสเซียมในเมล็ดเฉลี่ยเท่ากับ 16.41, 32.93 และ 39.28% ตามลำดับ และ ในต้นเฉลี่ยเท่ากับ 83.59, 67.07 และ 60.72% ตามลำดับ เห็นได้ว่าการปลูกครั้งที่ 1 ซึ่งพืชมีการเจริญเติบโตและให้ผลผลิตสูงนั้น มีการดูดใช้ธาตุโพแทสเซียมมาสะสมในต้นสูงกว่าเมล็ดมากเมื่อ เทียบกับการปลูกครั้งที่ 2 และ 3

ตารางที่ 17 ผลของการดำรับการทดลองต่อสัดส่วนของปริมาณสะสมธาตุฟอสฟอรัสในเมล็ด/ต้น  
ของการปลูกครั้งที่ 1, 2 และ 3

| ดำรับการทดลอง |           | สัดส่วนของปริมาณสะสมธาตุฟอสฟอรัสในเมล็ด/ต้น |                   |                   |
|---------------|-----------|---------------------------------------------|-------------------|-------------------|
|               |           | การปลูกครั้งที่ 1                           | การปลูกครั้งที่ 2 | การปลูกครั้งที่ 3 |
| 1             | N         | 0.12                                        | 0.17              | 0.09              |
| 2             | F         | 0.10                                        | 0.26              | 0.17              |
| 3             | O1        | 0.10                                        | 0.12              | 0.12              |
| 4             | C1        | 0.10                                        | 0.16              | 0.15              |
| 5             | O1/2+F1/2 | 0.12                                        | 0.18              | 0.20              |
| 6             | O3/4+F1/4 | 0.08                                        | 0.15              | 0.13              |
| 7             | O1+F1/2   | 0.11                                        | 0.16              | 0.16              |
| 8             | C1/2+F1/2 | 0.09                                        | 0.21              | 0.16              |
| 9             | C3/4+F1/4 | 0.09                                        | 0.19              | 0.16              |
| 10            | C1+F1/2   | 0.10                                        | 0.14              | 0.16              |
| F-test        |           | ns                                          | ns                | ns                |
| CV (%)        |           | 37.25                                       | 38.62             | 35.80             |

หมายเหตุ ns ไม่มีความแตกต่างทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่นที่ 95 % โดยวิธี DMRT



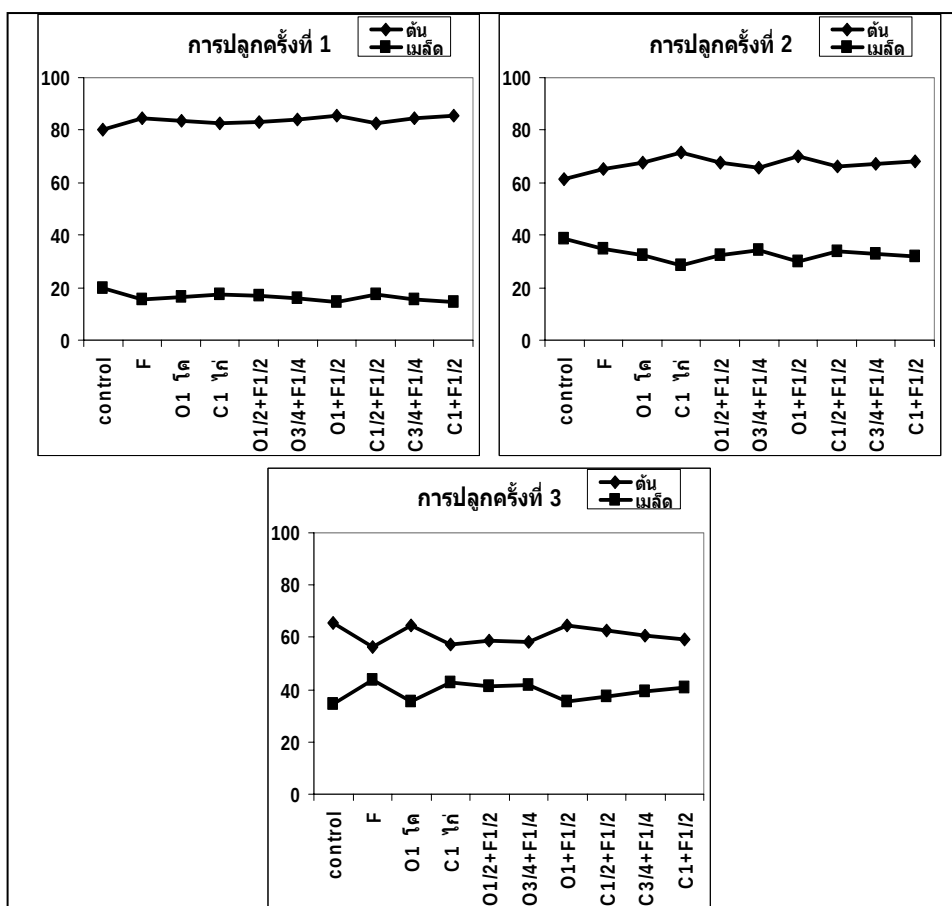
ภาพที่ 14 ผลของการใส่มูลสัตว์ร่วมกับปุ๋ยเคมีที่มีต่อสัดส่วนสัมพัทธ์ของการสะสมธาตุฟอสฟอรัสในเมล็ด และต้นของข้าวโพด ในการปลูกครั้งที่ 1, 2 และ 3

- หมายเหตุ N = ดำริบควบคุม (ไม่ใส่ปุ๋ยเคมีสูตร 16-16-8 และมูลสัตว์)
- F = ใส่ปุ๋ยเคมี 1N
- O1 = ใส่มูลโค 1N
- C1 = ใส่มูลไก่ 1N
- O1/2+F1/2 = ใส่มูลโค 1/2N + ปุ๋ยเคมี 1/2N
- O3/4+F1/4 = ใส่มูลโค 3/4N + ปุ๋ยเคมี 1/4N
- O1+F1/2 = ใส่มูลโค 1N + ปุ๋ยเคมี 1/2N
- C1/2+F1/2 = ใส่มูลไก่ 1/2N + ปุ๋ยเคมี 1/2N
- C3/4+F1/4 = ใส่มูลไก่ 3/4N + ปุ๋ยเคมี 1/4N
- C1+F1/2 = ใส่มูลไก่ 1N + ปุ๋ยเคมี 1/2N

**ตารางที่ 18** ผลของการดำรับการทดลองต่อสัดส่วนของปริมาณสะสมธาตุโพแทสเซียมในเมล็ดต่อต้น  
ของการปลูกครั้งที่ 1, 2 และ 3

| ดำรับการทดลอง |           | สัดส่วนของปริมาณสะสมธาตุโพแทสเซียมในเมล็ด/ต้น |                   |                   |
|---------------|-----------|-----------------------------------------------|-------------------|-------------------|
|               |           | การปลูกครั้งที่ 1                             | การปลูกครั้งที่ 2 | การปลูกครั้งที่ 3 |
| 1             | N         | 0.25                                          | 0.63              | 0.53              |
| 2             | F         | 0.18                                          | 0.54              | 0.78              |
| 3             | O1        | 0.20                                          | 0.48              | 0.55              |
| 4             | C1        | 0.21                                          | 0.40              | 0.75              |
| 5             | O1/2+F1/2 | 0.20                                          | 0.48              | 0.71              |
| 6             | O3/4+F1/4 | 0.19                                          | 0.52              | 0.71              |
| 7             | O1+F1/2   | 0.17                                          | 0.43              | 0.55              |
| 8             | C1/2+F1/2 | 0.21                                          | 0.52              | 0.59              |
| 9             | C3/4+F1/4 | 0.19                                          | 0.48              | 0.65              |
| 10            | C1+F1/2   | 0.17                                          | 0.46              | 0.69              |
| F-test        |           | ns                                            | ns                | ns                |
| CV (%)        |           | 21.78                                         | 18.97             | 25.51             |

หมายเหตุ ns ไม่มีความแตกต่างทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่นที่ 95 % โดยวิธี DMRT



ภาพที่ 15 ผลของการใส่มูลสัตว์ร่วมกับปุ๋ยเคมีที่มีต่อสัดส่วนสัมพัทธ์ของการสะสมธาตุโพแทสเซียมในเมล็ด และต้นของข้าวโพด ในการปลูกครั้งที่ 1, 2 และ 3

- หมายเหตุ N = ดำรับควบคุม (ไม่ใส่ปุ๋ยเคมีสูตร 16-16-8 และมูลสัตว์)
- F = ใส่ปุ๋ยเคมี 1N
- O1 = ใส่มูลโค 1N
- C1 = ใส่มูลไก่ 1N
- O1/2+F1/2 = ใส่มูลโค 1/2N + ปุ๋ยเคมี 1/2N
- O3/4+F1/4 = ใส่มูลโค 3/4N + ปุ๋ยเคมี 1/4N
- O1+F1/2 = ใส่มูลโค 1N + ปุ๋ยเคมี 1/2N
- C1/2+F1/2 = ใส่มูลไก่ 1/2N + ปุ๋ยเคมี 1/2N
- C3/4+F1/4 = ใส่มูลไก่ 3/4N + ปุ๋ยเคมี 1/4N
- C1+F1/2 = ใส่มูลไก่ 1N + ปุ๋ยเคมี 1/2N

## 6. ผลของการใส่มูลสัตว์ร่วมกับปุ๋ยเคมีต่อสมบัติของดินหลังปลูกข้าวโพดเลี้ยงสัตว์พันธุ์สุวรรณ 4452

### 6.1 สมบัติของดินหลังปลูกข้าวโพดในการปลูกครั้งที่ 1

จากตารางที่ 19 แสดงให้เห็นว่าค่าความเป็นกรดเป็นด่างของดิน ค่าการนำไฟฟ้าของสารละลายดิน ปริมาณฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์ ร้อยละของการอิ่มตัวด้วยประจุที่เป็นด่างของดิน และปริมาณโพแทสเซียมที่แลกเปลี่ยนได้ของดินหลังปลูกในแต่ละดำรับการทดลอง มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ โดยที่ ค่า pH ของดิน โดยเฉลี่ยในกลุ่มดำรับการทดลองที่ใส่มูลสัตว์สูงกว่าดำรับควบคุมและดำรับที่ใส่ปุ๋ยเคมี ค่าการนำไฟฟ้าของสารละลายดินในกลุ่มดำรับการทดลองที่ใส่มูลสัตว์ต่ำกว่าดำรับที่ใส่ปุ๋ยเคมี ซึ่งสอดคล้องกับงานทดลองของสิริสุข (2549) ซึ่งพบว่าการใส่มูลสัตว์จะทำให้ค่าการนำไฟฟ้าของสารละลายดินสูงขึ้น ปริมาณฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์ในกลุ่มดำรับการทดลองที่มีใส่มูลไก่จะมีค่าสูงกว่าดำรับการทดลองอื่นๆ และปริมาณโพแทสเซียมที่แลกเปลี่ยนได้ในดำรับการทดลองที่ใส่มูลโค 1.5N (1N+1/2N) ให้ค่าสูงที่สุด ส่วนปริมาณอินทรีย์วัตถุ ความจุแลกเปลี่ยนแคตไอออน ในทุกดำรับการทดลองไม่แตกต่างกันทางสถิติ

### 6.2 สมบัติของดินหลังปลูกข้าวโพดในการปลูกครั้งที่ 2

จากตารางที่ 20 แสดงให้เห็นว่าค่าความเป็นกรดเป็นด่างของดิน ค่าการนำไฟฟ้าของสารละลายดิน ปริมาณฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์ ร้อยละของการอิ่มตัวด้วยประจุที่เป็นด่างของดิน และปริมาณโพแทสเซียมที่แลกเปลี่ยนได้ในแต่ละดำรับการทดลอง มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ โดยที่ ค่า pH ของดิน ค่าการนำไฟฟ้าของสารละลายดิน โดยเฉลี่ยในกลุ่มดำรับการทดลองที่ใส่มูลสัตว์สูงกว่าดำรับควบคุมและดำรับที่ใส่ปุ๋ยเคมี ปริมาณฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์โดยเฉลี่ยในกลุ่มดำรับการทดลองที่มีใส่มูลไก่จะมีค่าสูงกว่าดำรับการทดลองอื่นๆ และปริมาณโพแทสเซียมที่แลกเปลี่ยนได้ในดำรับการทดลองที่ใส่มูลเพียงอย่างเดียวให้ค่าสูงที่สุด ส่วนปริมาณอินทรีย์วัตถุ ความจุแลกเปลี่ยนแคตไอออน ในทุกดำรับการทดลองไม่แตกต่างกันทางสถิติ

### 6.3 สมบัติของดินหลังปลูกข้าวโพดในการปลูกครั้งที่ 3

จากตารางที่ 21 แสดงให้เห็นว่าค่าความเป็นกรดเป็นด่างของดิน ค่าการนำไฟฟ้าของสารละลายดิน ร้อยละของการอิ่มตัวด้วยประจุที่เป็นด่างของดินและปริมาณฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์ของดินหลังปลูกในแต่ละดำรับการทดลองมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ โดยที่ ค่า pH ของดิน โดยเฉลี่ยในกลุ่มดำรับการทดลองที่ใส่มูลสัตว์สูงกว่าดำรับควบคุมและดำรับที่ใส่ปุ๋ยเคมี ค่าการนำไฟฟ้าของสารละลายดินในกลุ่มดำรับการทดลองที่ใส่มูลสัตว์ต่ำกว่าดำรับที่ใส่ปุ๋ยเคมี และปริมาณฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์ในกลุ่มดำรับการทดลองที่มีใส่มูลไก่จะมีค่าสูงกว่าดำรับการทดลองอื่นๆ ส่วนปริมาณอินทรีย์วัตถุ ความจุแลกเปลี่ยนแคตไอออน และปริมาณโพแทสเซียมที่แลกเปลี่ยนได้ของดินในทุกดำรับการทดลองไม่แตกต่างกันทางสถิติ

### 6.4 การเปรียบเทียบสมบัติของดินหลังปลูกข้าวโพดในการปลูกครั้งที่ 1, 2 และ 3

จากผลการทดลองของสมบัติดินหลังปลูกข้าวโพดในการปลูกครั้งที่ 1, 2 และ 3 เมื่อนำสมบัติต่างๆของดินหลังปลูกมาประเมินความอุดมสมบูรณ์ของดินพบว่า ดินหลังปลูกทั้ง 3 ครั้งมีความอุดมสมบูรณ์ปานกลางเหมือนกัน (ตารางผนวกที่10) โดยที่ค่า pH ของดิน ปริมาณอินทรีย์วัตถุ โดยเฉลี่ยในกลุ่มดำรับการทดลองที่ใส่มูลสัตว์เพียงอย่างเดียว และการใส่ใส่มูลสัตว์ร่วมกับปุ๋ยเคมีในทุกสัดส่วน สูงกว่าดำรับควบคุมและดำรับที่ใส่ปุ๋ยเคมี แต่ค่าการนำไฟฟ้าของสารละลายดินโดยเฉลี่ยในกลุ่มดำรับการทดลองที่ใส่มูลสัตว์เพียงอย่างเดียว และการใส่ใส่มูลสัตว์ร่วมกับปุ๋ยเคมีในทุกสัดส่วน ซึ่งสอดคล้องกับการทดลองของ ลิริสุข (2549) ที่กล่าวว่ากลุ่มดำรับที่มีการใส่ปุ๋ยอินทรีย์อย่างเดียว และใส่ปุ๋ยอินทรีย์ร่วมกับปุ๋ยเคมีจะมีผลให้ค่า pH ปริมาณอินทรีย์วัตถุ ความจุแลกเปลี่ยนแคตไอออน ปริมาณฟอสฟอรัสและโพแทสเซียมที่เป็นประโยชน์ของดินหลังปลูกข้าวสูงกว่าดำรับที่ไม่ใส่ปุ๋ยและใส่ปุ๋ยเคมี 1 N แต่ค่าการนำไฟฟ้า จะต่ำกว่าดำรับที่ไม่ใส่ปุ๋ยและใส่ปุ๋ยเคมี 1 N ส่วน ธรรมบุญ (2543) ได้ศึกษาสมบัติทางเคมีและฟิสิกส์ของดินปากช่องที่มีการปลูกข้าวโพดโดยมีการไถและไม่ไถพรวนและใส่ปุ๋ยในโตรเจนในอัตราต่างๆ ปีที่ 14 พบว่า ค่า pH ของดินมีค่าลดลงอย่างเห็นได้ชัด เมื่อมีการใส่ปุ๋ยในโตรเจนอัตราสูง ทั้งที่มีการไถพรวน และไม่ไถพรวน

ตารางที่ 19 ผลของดำรับการทดลองต่อสมบัติทางเคมีของดินหลังการปลูกครั้งที่ 1

| ดำรับการทดลอง |           | pH<br>ดิน:น้ำ = 1:1    | EC <sub>e</sub><br>(dS/m) | OM<br>(%) | CEC<br>(me/100g soil) |
|---------------|-----------|------------------------|---------------------------|-----------|-----------------------|
| 1             | N         | 7.60 abc <sup>1/</sup> | 0.41 c <sup>1/</sup>      | 0.75      | 6.13                  |
| 2             | F         | 7.39 c                 | 0.62 a                    | 0.78      | 6.19                  |
| 3             | O1        | 7.63 abc               | 0.45 bc                   | 0.91      | 6.19                  |
| 4             | C1        | 7.68 ab                | 0.52 abc                  | 0.83      | 5.94                  |
| 5             | O1/2+F1/2 | 7.77 ab                | 0.48 abc                  | 0.80      | 6.07                  |
| 6             | O3/4+F1/4 | 7.60 abc               | 0.51 abc                  | 0.98      | 6.19                  |
| 7             | O1+F1/2   | 7.79 ab                | 0.58 ab                   | 0.96      | 7.00                  |
| 8             | C1/2+F1/2 | 7.73 ab                | 0.53 abc                  | 0.76      | 5.75                  |
| 9             | C3/4+F1/4 | 7.82 a                 | 0.50 abc                  | 0.83      | 6.38                  |
| 10            | C1+F1/2   | 7.56 bc                | 0.51 abc                  | 0.87      | 5.88                  |
| F-test        |           | *                      | *                         | ns        | ns                    |
| CV (%)        |           | 2.34                   | 19.06                     | 20.68     | 14.32                 |

หมายเหตุ \* แตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 %

ns ไม่มีความแตกต่างทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่นที่ 95 %

<sup>1/</sup> ค่าเฉลี่ยที่ตามด้วยอักษรที่เหมือนกันในแนวตั้งไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 % โดยวิธี DMRT

ตารางที่ 19 (ต่อ)

| ตำรับการทดลอง |           | BS<br>(%)             | Avai.P<br>(mg/kg)      | Exch. K<br>(mg/kg)     |
|---------------|-----------|-----------------------|------------------------|------------------------|
| 1             | N         | 68.39 d <sup>1/</sup> | 71.69 de <sup>1/</sup> | 29.46 de <sup>1/</sup> |
| 2             | F         | 91.86 bcd             | 112.45 b               | 72.40 ab               |
| 3             | O1        | 83.39 d               | 67.06 de               | 59.57 bc               |
| 4             | C1        | 79.86 d               | 162.11 a               | 64.60 b                |
| 5             | O1/2+F1/2 | 155.07 a              | 52.51 e                | 67.93 b                |
| 6             | O3/4+F1/4 | 108.98 bc             | 79.82 cde              | 43.42 cd               |
| 7             | O1+F1/2   | 110.44 bc             | 88.32 bcd              | 77.55 ab               |
| 8             | C1/2+F1/2 | 113.56 b              | 69.98 de               | 44.72 cd               |
| 9             | C3/4+F1/4 | 166.28 a              | 108.53 bc              | 22.39 e                |
| 10            | C1+F1/2   | 86.16 cd              | 152.72 a               | 89.98 a                |
| F-test        |           | *                     | *                      | *                      |
| CV (%)        |           | 27.37                 | 34.04                  | 38.18                  |

หมายเหตุ \* แตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 %

<sup>1/</sup> ค่าเฉลี่ยที่ตามด้วยอักษรที่เหมือนกันในแนวดิ่งไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 % โดยวิธี DMRT

ตารางที่ 20 ผลของการจัดการทดลองต่อสมบัติทางเคมีของดินหลังการปลูกครั้งที่ 2

| การจัดการทดลอง |           | pH<br>ดิน:น้ำ = 1:1   | EC <sub>e</sub><br>(dS/m) | OM<br>(%) | CEC<br>(me/100g soil) |
|----------------|-----------|-----------------------|---------------------------|-----------|-----------------------|
| 1              | N         | 7.39 cd <sup>1/</sup> | 0.34 c <sup>1/</sup>      | 0.70      | 5.00                  |
| 2              | F         | 7.23 d                | 0.58 a                    | 0.79      | 5.44                  |
| 3              | O1        | 7.78 ab               | 0.44 bc                   | 1.06      | 5.44                  |
| 4              | C1        | 7.71 abc              | 0.50 ab                   | 0.77      | 4.75                  |
| 5              | O1/2+F1/2 | 7.90 ab               | 0.44 bc                   | 0.78      | 5.38                  |
| 6              | O3/4+F1/4 | 7.67 bc               | 0.46 b                    | 0.97      | 4.75                  |
| 7              | O1+F1/2   | 7.77 ab               | 0.50 ab                   | 0.96      | 5.25                  |
| 8              | C1/2+F1/2 | 7.85 ab               | 0.43 bc                   | 0.69      | 5.25                  |
| 9              | C3/4+F1/4 | 8.05 a                | 0.46 b                    | 0.86      | 5.50                  |
| 10             | C1+F1/2   | 7.54 bcd              | 0.51 ab                   | 0.85      | 5.19                  |
| F-test         |           | *                     | *                         | ns        | ns                    |
| CV (%)         |           | 5.71                  | 20.89                     | 24.16     | 11.04                 |

หมายเหตุ \* แตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 %

ns ไม่มีความแตกต่างทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่นที่ 95 %

<sup>1/</sup> ค่าเฉลี่ยที่ตามด้วยอักษรที่เหมือนกันในแนวดังนี้ไม่มีความแตกต่างทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 % โดยวิธี DMRT

ตารางที่ 20 (ต่อ)

| ดำรับการทดลอง |           | BS<br>(%)             | Avai.P<br>(mg/kg)     | Exch. K<br>(mg/kg)    |
|---------------|-----------|-----------------------|-----------------------|-----------------------|
| 1             | N         | 82.67 d <sup>1/</sup> | 60.39 e <sup>1/</sup> | 74.71 d <sup>1/</sup> |
| 2             | F         | 149.97 b              | 83.92 c               | 117.38 bc             |
| 3             | O1        | 115.78 bcd            | 80.20 cd              | 140.93 ab             |
| 4             | C1        | 98.10 cd              | 88.83 c               | 155.87 a              |
| 5             | O1/2+F1/2 | 103.05 cd             | 78.99 cd              | 105.40 c              |
| 6             | O3/4+F1/4 | 78.69 d               | 65.37 de              | 159.01 a              |
| 7             | O1+F1/2   | 123.84 bc             | 114.24 b              | 144.30 a              |
| 8             | C1/2+F1/2 | 101.42 cd             | 77.15 cd              | 108.49 c              |
| 9             | C3/4+F1/4 | 208.65 a              | 115.97 b              | 97.87 cd              |
| 10            | C1+F1/2   | 97.04 cd              | 165.50 a              | 139.02 ab             |
| F-test        |           | *                     | *                     | *                     |
| CV (%)        |           | 22.89                 | 27.26                 | 24.19                 |

หมายเหตุ \* แตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 %

<sup>1/</sup> ค่าเฉลี่ยที่ตามด้วยอักษรที่เหมือนกันในแนวตั้งไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 % โดยวิธี DMRT

ตารางที่ 21 ผลของการจัดการทดลองต่อสมบัติทางเคมีของดินหลังการปลูกครั้งที่ 3

| การจัดการทดลอง |           | pH<br>ดิน:น้ำ = 1:1   | EC <sub>e</sub><br>(dS/m) | OM<br>(%) | CEC<br>(me/100g soil) |
|----------------|-----------|-----------------------|---------------------------|-----------|-----------------------|
| 1              | N         | 7.85 ab <sup>1/</sup> | 0.39 c <sup>1/</sup>      | 0.97      | 5.27                  |
| 2              | F         | 7.55 b                | 0.63 a                    | 0.94      | 5.14                  |
| 3              | O1        | 7.92 a                | 0.45 bc                   | 0.93      | 5.14                  |
| 4              | C1        | 7.67 ab               | 0.51 abc                  | 0.88      | 5.40                  |
| 5              | O1/2+F1/2 | 7.90 a                | 0.49 abc                  | 0.86      | 5.47                  |
| 6              | O3/4+F1/4 | 7.75 ab               | 0.44 bc                   | 0.88      | 5.27                  |
| 7              | O1+F1/2   | 7.80 ab               | 0.61 ab                   | 1.04      | 5.73                  |
| 8              | C1/2+F1/2 | 7.84 ab               | 0.47 abc                  | 0.92      | 5.14                  |
| 9              | C3/4+F1/4 | 7.76 ab               | 0.44 bc                   | 0.89      | 5.66                  |
| 10             | C1+F1/2   | 7.62 ab               | 0.46 abc                  | 0.93      | 5.08                  |
| F-test         |           | *                     | *                         | ns        | ns                    |
| CV (%)         |           | 2.66                  | 23.57                     | 16.80     | 10.32                 |

หมายเหตุ \* แสดงถึงความแตกต่างทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 %

ns ไม่มีความแตกต่างทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 %

<sup>1/</sup> ค่าเฉลี่ยที่ตามด้วยอักษรที่เหมือนกันในแนวดังนี้ไม่มีความแตกต่างทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 % โดยวิธี DMRT

ตารางที่ 21 (ต่อ)

| ตำรับการทดลอง |           | BS<br>(%)              | Avai.P<br>(mg/kg)     | Exch. K<br>(mg/kg) |
|---------------|-----------|------------------------|-----------------------|--------------------|
| 1             | N         | 115.40 b <sup>1/</sup> | 63.32 d <sup>1/</sup> | 87.09              |
| 2             | F         | 85.45 de               | 93.42 b               | 107.50             |
| 3             | O1        | 94.93 cd               | 57.54 d               | 101.08             |
| 4             | C1        | 113.64 b               | 150.36 a              | 112.64             |
| 5             | O1/2+F1/2 | 97.03 cd               | 55.33 d               | 119.16             |
| 6             | O3/4+F1/4 | 79.59 e                | 55.62 d               | 105.26             |
| 7             | O1+F1/2   | 106.04 bc              | 86.40 bc              | 125.82             |
| 8             | C1/2+F1/2 | 104.89 bc              | 78.54 c               | 101.92             |
| 9             | C3/4+F1/4 | 130.25 a               | 79.69 c               | 109.15             |
| 10            | C1+F1/2   | 92.71 cde              | 92.66 b               | 115.27             |
| F-test        |           | *                      | *                     | ns                 |
| CV (%)        |           | 15.84                  | 31.63                 | 23.38              |

หมายเหตุ \* แตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 %

ns ไม่มีความแตกต่างทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่นที่ 95 %

<sup>1/</sup> ค่าเฉลี่ยที่ตามด้วยอักษรที่เหมือนกันในแนวดังไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 % โดยวิธี DMRT

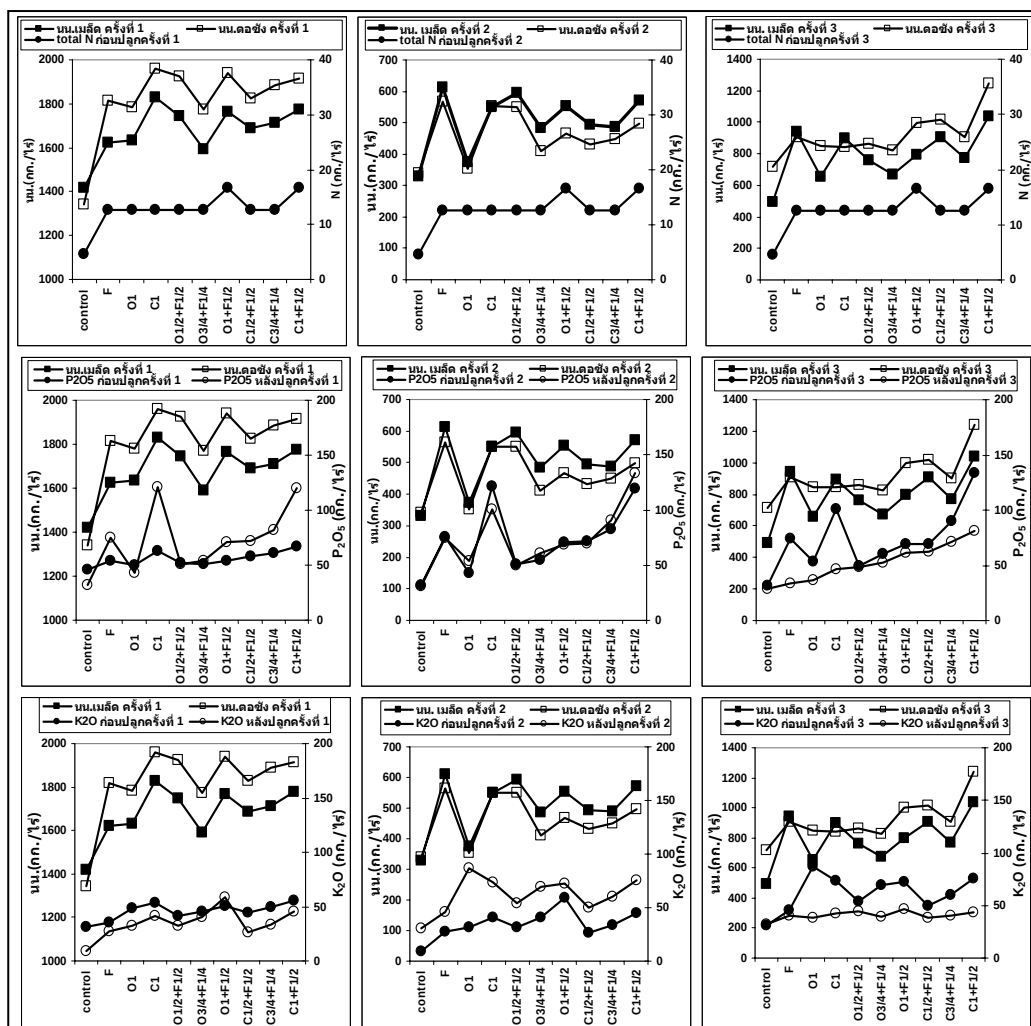
### วิจารณ์

ผลผลิตเมล็ดของการปลูกครั้งที่ 1, 2 และ 3 เฉลี่ยเท่ากับ 1,678.2, 505.1 และ 793 กิโลกรัม/ไร่ตามลำดับ ส่วนน้ำหนักแห้งต่อชั่งของการปลูกครั้งที่ 1, 2 และ 3 เฉลี่ยเท่ากับ 3,632.4, 461.4 และ 916.4 กิโลกรัม/ไร่ ตามลำดับ เห็นได้ว่าการปลูกครั้งที่ 1 ให้ผลผลิตเมล็ดและน้ำหนักแห้งต่อชั่งมากที่สุด รองลงมาคือการปลูกครั้งที่ 3 และครั้งที่ 2 ตามลำดับ อาจเป็นเพราะแปลงทดลองที่ใช้ศึกษานี้เคยใช้ปลูกอ้อยมาเป็นเวลา 6 ปี โดยมีการบำรุงดินด้วยปุ๋ยอินทรีย์และปุ๋ยเคมีอย่างสม่ำเสมอ หลังจากนั้นมีการพักดินเป็นเวลา 3 เดือน จึงเริ่มทำการทดลองปลูกข้าวโพด ทำให้ดินมีปริมาณอินทรียสารหรือมวลชีวภาพที่เป็นแหล่งปลดปล่อยธาตุอาหารให้แก่ข้าวโพดที่ปลูกครั้งที่ 1 ในปริมาณสูง อีกทั้งยังในการปลูกครั้งที่ 1 มีการเตรียมดินที่ดีกว่าการปลูกครั้งที่ 2 และ 3 คือ ในการปลูกครั้งที่ 1 มีการไถพรวนดินก่อนการปลูกทำให้ดินมีสมบัติทางกายภาพที่ดี มีความร่วนซุย แต่ในการปลูกครั้งที่ 2 และ 3 ไม่มีการไถพรวนดินมีแต่เพียงการยกร่องปลูกเท่านั้น เนื่องจากในการปลูกครั้งที่ 2 และ 3 ทำการปลูกข้าวโพดในตำแหน่งเดิมเหมือนกับการปลูกครั้งที่ 1 ดังนั้นจึงไม่มีการไถพรวนดินเพราะการไถพรวนจะทำให้ดินในแต่ละดำรับการทดลองผสมกัน ซึ่งข้าวโพดพันธุ์สุวรรณ 4452 ที่นำมาใช้ทดลองเป็นพันธุ์ลูกผสมที่มีการตอบสนองต่อการจัดการดินที่เด่นชัด ซึ่งไพโรจน์ (2549) และ กรมวิชาการเกษตร (2547) กล่าวว่า ถ้ามีการเตรียมดินที่ดีก่อนการปลูกข้าวโพดก็จะให้ผลผลิตเมล็ดที่ดี แต่ถ้ามีการเตรียมดินที่ไม่ดีข้าวโพดก็จะให้ผลผลิตเมล็ดลดต่ำลง ส่วนในการปลูกครั้งที่ 2 และการปลูกครั้งที่ 3 ทั้งที่มีการเตรียมดินที่เหมือนกัน (ไม่มีการไถพรวน) แต่การปลูกครั้งที่ 2 ให้ผลผลิตเมล็ดน้อยกว่าการปลูกครั้งที่ 3 ทั้งนี้อาจเป็นเพราะปัจจัยที่เกิดจากสภาพแวดล้อมในการปลูกครั้งที่ 2 เป็นช่วงเวลาที่ปริมาณน้ำฝนมากจนอาจเกิดสภาพที่ดินอิ่มตัวด้วยน้ำ ซึ่งส่งผลต่อการดูดใช้ธาตุอาหารและการเจริญเติบโตและผลผลิตของข้าวโพด (Ahmad, 1991 ; McDaniel, 1995) ทำให้ผลผลิตเมล็ดที่ได้ในการปลูกครั้งที่ 2 น้อยกว่าการปลูกครั้งที่ 3

การใส่ปุ๋ยในโตรเจนที่เพิ่มขึ้น ทำให้ผลผลิตเมล็ดและน้ำหนักแห้งต่อชั่งที่ได้เพิ่มขึ้นด้วย โดยผลผลิตเมล็ดในดำรับควบคุม กลุ่มดำรับที่ได้รับปุ๋ยในโตรเจน ในอัตรา 1N และกลุ่มดำรับที่ได้รับปุ๋ยในโตรเจน ในอัตรา 1½N ของการปลูกครั้งที่ 1 เฉลี่ยเท่ากับ 1,418.3, 1,688.8 และ 1,771.2 กิโลกรัม/ไร่ตามลำดับ ของการปลูกครั้งที่ 2 เฉลี่ยเท่ากับ 329.6, 513.7 และ 562.5 กิโลกรัม/ไร่ตามลำดับ และของการปลูกครั้งที่ 3 เฉลี่ย เท่ากับ 492.4, 800.7 และ 916.2 กิโลกรัม/ไร่ตามลำดับ ส่วนน้ำหนักแห้งต่อชั่งในดำรับควบคุม กลุ่มดำรับที่ได้รับปุ๋ยในโตรเจน ในอัตรา 1N และกลุ่มดำรับที่ได้รับปุ๋ยในโตรเจน ในอัตรา 1½N ของการปลูกครั้งที่ 1 เฉลี่ยเท่ากับ 2,682.8, 3,704.9 และ

3,853.4 กิโลกรัม/ไร่ ตามลำดับ ของการปลูกครั้งที่ 2 เฉลี่ยเท่ากับ 340.3, 472.7 และ 482.5 กิโลกรัม/ไร่ ตามลำดับ และของการปลูกครั้งที่ 3 เฉลี่ย เท่ากับ 716.2, 886.6 และ 1,120.9 กิโลกรัม/ไร่ ตามลำดับ

ข้าวโพดในกลุ่มดำรับที่ได้รับปุ๋ยไนโตรเจนที่เท่ากัน ก็มีความแตกต่างของผลผลิตเมล็ด และน้ำหนักแห้งต่อซังด้วย ภาพที่ 16 แสดงให้เห็นการเปลี่ยนแปลงผลผลิตเมล็ด น้ำหนักแห้งต่อซัง ปริมาณธาตุปุ๋ย (N, P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>, K<sub>2</sub>O) ที่พืชได้รับ (การปลูกครั้งที่ 1 เป็นผลรวมของธาตุปุ๋ยจากดำรับการ ทดลองกับปริมาณที่เป็นประโยชน์ในดินเฉลี่ยก่อนการปลูก ส่วนการปลูกครั้งที่ 2 และ 3 เป็น ผลรวมของธาตุปุ๋ยจากดำรับการทดลองกับปริมาณที่เป็นประโยชน์ในดินหลังเก็บเกี่ยวผลผลิตของ การปลูกครั้งก่อน) และปริมาณธาตุปุ๋ยในดินหลังเก็บเกี่ยวผลผลิตในแต่ละดำรับการทดลองของการ ปลูกครั้งที่ 1, 2 และ 3 จากภาพเห็นได้ว่าการปลูกครั้งที่ 1 ดำรับมูลไก่ 1N เป็นดำรับที่ให้ผลผลิต และน้ำหนักแห้งต่อซังสูงสุด อาจเป็นเพราะสมบัติที่เป็นอินทรีย์สารของมูลไก่ส่งเสริมกิจกรรม ของจุลินทรีย์ได้ดีกว่าปุ๋ยเคมี และมูลโค (มีค่า EC สูง) ทำให้มีการย่อยสลายมวลชีวภาพและ ปลดปล่อยปริมาณธาตุอาหารให้พืชได้ใช้สูง และคงเหลือในดินหลังเก็บเกี่ยวสูงกว่าดำรับอื่นและ มากกว่าปริมาณที่พืชได้รับ เมื่อพิจารณาการผันแปรแตกต่างของผลผลิตและน้ำหนักแห้งต่อซังใน กลุ่มดำรับที่ได้รับปุ๋ยไนโตรเจนเท่ากัน พบว่า สอดคล้องกับปริมาณการผันแปรของปุ๋ยฟอสฟอรัสที่ พืชได้รับ และเป็นที่สังเกตว่าการที่ผลผลิตและน้ำหนักแห้งต่อซังของดำรับมูลไก่ 1N ซึ่งมีค่าสูงกว่า ดำรับปุ๋ยเคมีในการปลูกครั้งที่ 1 แต่ในการปลูกครั้งที่ 2 และ 3 นั้นมีค่าใกล้เคียงกับดำรับปุ๋ยเคมีอาจ เนื่องมาจากปริมาณปุ๋ยฟอสฟอรัส ที่พืชในดำรับมูลไก่ได้รับมีค่าสูงมากจนส่งผลให้เกิดการกีดกัน ความเป็นประโยชน์ของธาตุอาหารอื่น (Loneragan *et al.*, 1979 ; Wang and Harrell, 2005)



ภาพที่ 16 ผลผลิตเมล็ด น้ำหนักแห้งต่อชั่ง ปริมาณธาตุปุ๋ย (N, P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>, K<sub>2</sub>O) ที่พืชได้รับ และปริมาณธาตุปุ๋ยในดินหลังเก็บเกี่ยวผลผลิตในแต่ละตำรับการทดลองของการปลูกครั้งที่ 1, 2 และ 3

หมายเหตุ N = ตำรับควบคุม (ไม่ใส่ปุ๋ยเคมีสูตร 16-16-8 และมูลสัตว์)  
 F = ใส่ปุ๋ยเคมี 1N O1 = ใส่มูลโค 1N C1 = ใส่มูลไก่ 1N  
 O1/2+F1/2 = ใส่มูลโค 1/2N + ปุ๋ยเคมี 1/2N  
 O3/4+F1/4 = ใส่มูลโค 3/4N + ปุ๋ยเคมี 1/4N  
 O1+F1/2 = ใส่มูลโค 1N + ปุ๋ยเคมี 1/2N  
 C1/2+F1/2 = ใส่มูลไก่ 1/2N + ปุ๋ยเคมี 1/2N  
 C3/4+F1/4 = ใส่มูลไก่ 3/4N + ปุ๋ยเคมี 1/4N  
 C1+F1/2 = ใส่มูลไก่ 1N + ปุ๋ยเคมี 1/2N

## สรุปผลการทดลอง

การศึกษาผลของการใส่มูลสัตว์ร่วมกับปุ๋ยเคมีต่อการเจริญเติบโตและผลผลิตของข้าวโพดเลี้ยงสัตว์พันธุ์สุวรรณ 4452 สามารถสรุปได้ดังนี้

1. ในการเปรียบเทียบผลของการใส่มูลสัตว์กับปุ๋ยเคมีในปริมาณไนโตรเจนที่เท่ากัน พบว่า การทำการทดลองที่มีการใส่มูลสัตว์ทำให้การเจริญเติบโต และผลผลิตของข้าวโพดใกล้เคียงกับการทำการทดลองที่ใส่ปุ๋ยเคมีในปริมาณไนโตรเจนที่เท่ากัน โดยในดำรับที่ใส่มูลไก่เพียงอย่างเดียว ทำให้การเจริญเติบโต และผลผลิตของข้าวโพด ดีกว่าการใส่มูลโคเพียงอย่างเดียว
2. สัดส่วนของการใส่มูลสัตว์ร่วมกับปุ๋ยเคมี พบว่า การใส่มูลไก่หรือมูลโค  $1/2N$  จนถึง  $1N$  ร่วมกับปุ๋ยเคมีในสัดส่วนต่างๆทำให้การเจริญเติบโต และผลผลิตข้าวโพดที่ใกล้เคียงกับการใส่ปุ๋ยเคมีเพียงอย่างเดียว โดยในดำรับที่มีการใส่มูลไก่  $1N$  ร่วมกับปุ๋ยเคมี  $1/2N$  จะให้การเจริญเติบโต และผลผลิตข้าวโพดสูงที่สุด
3. กลุ่มดำรับที่มีการใส่มูลสัตว์อย่างเดียว และใส่มูลสัตว์ร่วมกับปุ๋ยเคมีจะทำให้สมบัติทางเคมีของดินหลังปลูกเปลี่ยนแปลง กล่าวคือ ทำให้ค่า pH ปริมาณอินทรีย์วัตถุ ของดินหลังปลูก ข้าวโพดสูงกว่าดำรับที่ไม่ใส่ปุ๋ยและใส่ปุ๋ยเคมี  $1N$  แต่ค่าการนำไฟฟ้า จะต่ำกว่าดำรับที่ไม่ใส่ปุ๋ยและใส่ปุ๋ยเคมี  $1N$

## เอกสารและสิ่งอ้างอิง

กฤษฎา ทิวาตรี. 2546. อิทธิพลของปุ๋ยมูลไก่ต่อปริมาณฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์ในดินและผลผลิตของข้าวและข้าวโพดที่ปลูกในชุดดินร้อยเอ็ด. วิทยานิพนธ์ปริญญาโท. มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพฯ. 81 น.

กรมวิชาการเกษตร. 2541. การใช้ปุ๋ยอินทรีย์กับพืชไร่เศรษฐกิจ. พิมพ์ครั้งที่ 2. โรงพิมพ์ชุมนุมสหกรณ์การเกษตรแห่งประเทศไทยจำกัด, กรุงเทพฯ.

กรมวิชาการเกษตร. 2547. ข้าวโพดเลี้ยงสัตว์. พิมพ์ครั้งที่ 1. โรงพิมพ์ชุมนุมสหกรณ์การเกษตรแห่งประเทศไทยจำกัด, กรุงเทพฯ.

กรมวิชาการเกษตร. 2548. คู่มือปุ๋ยอินทรีย์ (ฉบับผู้บริหาร). พิมพ์ครั้งที่ 1. โรงพิมพ์ชุมนุมสหกรณ์การเกษตรแห่งประเทศไทยจำกัด, กรุงเทพฯ.

คณาจารย์ภาควิชาปฐพีวิทยา. 2544. ปฐพีวิทยาเบื้องต้น. พิมพ์ครั้งที่ 10. สำนักพิมพ์มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพฯ.

จักรินทร์ ศรีท้าวพร, สุรวิทย์ สุริยพันธ์, มนัส ปทุมทอง และสุนทร แสงศิลา. 2530. การใช้ปุ๋ยหมักจากกากอ้อยบำรุงดินเพื่อปลูกอ้อย, น. 372-375 ใน รายงานผลงานวิจัยปี 2527. กรมวิชาการเกษตร, กรุงเทพฯ.

ชัยโรจน์ วงศ์วิวัฒน์ชัย. 2535. การศึกษาผลปัจจุบันและผลค้างของปุ๋ยฟอสเฟตชนิดต่างๆที่มีผลต่อการเจริญเติบโตและผลผลิตของถั่วเหลืองและข้าวโพด. วิทยานิพนธ์ปริญญาเอก, ภาควิชาปฐพีวิทยา คณะเกษตร มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพฯ.

ทวิช ทำนาเมือง. 2548. ผลกระทบของปุ๋ยอินทรีย์-เคมีที่มีผลต่อการเปลี่ยนแปลงสมบัติของดินและการเจริญเติบโตของข้าวโพด. วิทยานิพนธ์ปริญญาโท. มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพฯ. 148 น.

ทัศนีย์ อัดตะนันท์ และ จงรักษ์ จันทร์เจริญสุข. 2542. แบบฝึกหัดและคู่มือปฏิบัติการวิเคราะห์ดิน และพืช. ภาควิชาปฐพีวิทยา คณะเกษตร มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพฯ.

ธงชัย มาลา. 2546. ปุ๋ยอินทรีย์และปุ๋ยชีวภาพ : เทคนิคการผลิตและการใช้ประโยชน์. ภาควิชา ปฐพีวิทยา มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ (วิทยาเขตกำแพงแสน), นครปฐม. 450 น.

ธงชัย มาลา และ อรรถศิษฐ์ วงศ์ณีโรจน์. 2541. การปรับปรุงบำรุงดินโดยใช้ปุ๋ยหมัก. เอกสาร เผยแพร่ทางวิชาการ. ภาควิชาปฐพีวิทยา คณะเกษตร มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ วิทยาเขต กำแพงแสน, นครปฐม. 15น.

ธรรมบุญ แก้วคงคา. 2543. สมบัติทางเคมีและฟิสิกส์ของดินปากช่องที่มีการปลูกข้าวโพดโดยมี การไถและไม่ไถพรวน และใส่ปุ๋ยไนโตรเจนในอัตราต่างๆ ปีที่ 14. วิทยานิพนธ์ปริญญาโท. มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพฯ. 76 น.

นันทพร แสงเดช. 2547. ผลการใส่ฟอสฟอรัสในรูปมูลไก่ ปุ๋ยเคมีฟอสฟอรัส และฟอสฟอรัส ร่วมกับซิลิกอนต่อผลผลิตและการดูดใช้ฟอสฟอรัสของข้าวโพดที่ปลูกในชุดดินปากช่อง. วิทยานิพนธ์ปริญญาโท. มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพฯ. 75 น.

ปิยะ ดวงพัตรา. 2538. หลักการและวิธีการใช้ปุ๋ยเคมี. ภาควิชาปฐพีวิทยา คณะเกษตร มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพฯ. 300 น.

พิทยากร ลิ้มทอง, วรณลดา สุนันทพงศ์ศักดิ์ และ เสียงแจ้ว พิริยพจน์ต์. 2530. การใช้ปุ๋ยหมัก เพื่อการปรับปรุงบำรุงดิน. กองอนุรักษ์ดินและน้ำ กรมพัฒนาที่ดิน, กรุงเทพฯ.

พิทยากร ลิ้มทอง, วรณลดา สุนันทพงศ์ศักดิ์, เสียงแจ้ว พิริยพจน์ต์, ประโสด ธรรมเขต, ชุศรี ยสินทร และ ปรัชญา รัชญาคี. 2534. ผลของวิธีการระบายอากาศต่อกิจกรรมของ จุลินทรีย์ในกองปุ๋ยหมักจากฟางข้าว. ใน รายงานผลการวิจัยการปรับปรุงบำรุงดินด้วย อินทรีย์วัตถุ. กรมพัฒนาที่ดิน กระทรวงเกษตรและสหกรณ์, กรุงเทพฯ.

- พิทยากร ลิ่มทอง. 2536. การศึกษาวิเคราะห์สถานภาพและศักยภาพการผลิตปุ๋ยหมักระดับ  
อุตสาหกรรมจากวัสดุเหลือใช้บางชนิดในประเทศไทย. กองอนุรักษ์ดินและน้ำ กรมพัฒนา  
ที่ดิน, กรุงเทพฯ. 165 น.
- ไพโรจน์ พันธุ์พุกภัย, ธรรมบุญ แก้วคงคา และ การุณ จิตวิโชติ. 2549. การใช้ปุ๋ยมูลไก่ และปุ๋ย  
ในโตรเจนในระบบปลูกพืช ข้าวโพดฝักสด-ถั่วเขียว โดยไม่ไถพรวนในชุดดินปากช่อง.  
วารสารดินและปุ๋ย. 28(1) : 7-15
- มณฑา สุริยะไชยากร. 2533. อิทธิพลของปุ๋ยอินทรีย์และปุ๋ยเคมีบางชนิดต่อการเจริญเติบโต และ  
ผลผลิตของข้าวโพดหวาน. วิทยานิพนธ์ปริญญาโท. มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์,  
กรุงเทพฯ, 115 น.
- ขงยุทธ โอสธสภ. 2528. หลักการผลิตและการใช้ปุ๋ย. ไทยวัฒนาพานิช, กรุงเทพฯ. 274 น.
- แววตา วาสนานุกูล, อภิรดี โกมลศิริ และ ปรัชญา ชาญญาติ. 2532. ปุ๋ยคอก. โครงการปรับปรุง  
บำรุงดินด้วยอินทรีย์วัตถุ. กองอนุรักษ์ดินและน้ำ กรมพัฒนาที่ดิน, กรุงเทพฯ.
- วรรณลดา สุนันทพงศ์ศักดิ์, พิทยากร ลิ่มทอง, เสียงแจ้ว พิริยพจน์ต์, ปรัชญา ชาญญาติ, อุดม ภู  
พิพัฒน์, ประชุม จุฑาวรรณธนะ และ เทิดศักดิ์ สุภสารัมภ์. 2534. ผลของปุ๋ยหมักต่อเชื้อ  
รา *Macrophomina phaseolina* และผลผลิตของข้าวโพด. น. 107-113. ใน รายงานผลวิจัย  
การปรับปรุงดินด้วยอินทรีย์วัตถุ (2526-2532). กองอนุรักษ์ดินและน้ำ กรมพัฒนาที่ดิน,  
กรุงเทพฯ.
- วิโรจน์ สุธนเสวภาคย์ และ รังสรรค์ อิมเอิบ. 2527. การใช้วัสดุเหลือใช้ปรับปรุงดินเค็มเพื่อปลูก  
คะน้า. น. 495-499 ใน รายงานวิชาการประจำปี 2524. กองอนุรักษ์ดินและน้ำ, กรมพัฒนา  
ที่ดิน, กรุงเทพฯ.
- วิโรจ อัมพิทักษ์. 2528. ความเหมาะสมในการผลิตและการใช้ปุ๋ยหมัก. วารสารดินและปุ๋ย 7(2) :



อำนวยศิลป์ สุขศรี, สุรศักดิ์ เสรีพงษ์ และสุวัฒน์ ชีรพงษ์ธนากร. 2534. อิทธิพลของปุ๋ยพืชสด  
ปุ๋ยคอก และปุ๋ยเคมีต่อการเจริญเติบโตและผลผลิตข้าวโพดพันธุ์รังสิต 1 ปลูกในดิน  
ยโสธร. วารสารเกษตร. 7(1): 1-8.

Ahmad, N. 1991. **Monitoring high water table effects on corn growth and water quality in growth chambers and field lysimeters.** Ph.D. Thesis, Iowa State University.

Aroon, J., S. Glaewiggram and J. Takanashi. 1978. Effect of organic manure on chemical changes in soil. Organic recycling in Asia. **FAO Soil Bull.** 36: 239 – 247.

Bertoldi, M.,G. Villini and A. Pera. 1983. The biology of composting: **A Review Waste Manage and Pest.** 1: 157-176.

Chen, Y. and Y. Avnimelech. 1986. **Role of Organic Matter in Modern Agriculture.** Martinus Nijhoff Publishers, Netherland. 360 p.

Faithfull, N.T. 2002. **Methods in agricultural chemical analysis.** CAB International, Wallingford, UK. 206 p.

Gaur, A.C., K.V. Sadasivam, R.S. Mathur and S.P. Magu. 1982. Role of mesophilic fungi in composting. **Agr. Wastes** 4(6): 453-468.

Hakim, N.2002. Organic matter for increasing p – fertilizers use efficiency of maize in Ultisols by using 32p technique, 221: 1 – 8. **World Congress of Soil Science, 17th Thailand.**

Land Classification Division and FAO Project Staff. 1973. **Soil Interpretation Handbook for Thailand.** Def. of Land Development. Ministry of Agri and Coop, Bangkok. 135 p.

- Loneragan, J.F., T.S. Grove, A.D. Robson and K. Snowball. 1979. Phosphorus toxicity as a factor in zinc – phosphorus interactions in plants. **Soil Science Society of America**. 43: 966-972
- Martin, O. and T. Dewes. 1992. Loss of Nitrogenous Compounds during Composting of Animal Wastes. **Bioresource Tech**. 42: 103-111.
- McDaniel, V. 1995. **Effects of shallow water tables on corn roots crop yield and hydrology**. Ph.D. Thesis, North Carolina State University.
- Miller, F.C. 1992. Compost as a process based on the control of ecologically selective factor, pp. 515-544. In F.C. Miller, eds. **Soil Microbiology**. NJ: Marcel Dekker.
- Onaini, O.G., M. Chater and G.E.G Matingey. 1973. Some effect of fertilizer and farmyard manure on the organic phosphorus in soil. **J. of Soil Sci**. 24: 1-9
- Polprasert, C. 1996. **Organic Waste Recycling and Management**. John Wiley & Sons Ltd., England. pp. 90-99.
- Sheldrick, B.H. and C. Wang. 1993. Particle size distribution, pp. 499-511. In M.R. Carter, eds. **Soil Sampling and Methods of Analysis**. Lewis Publishers
- Stentiford, E.T. 1996. **Composting control: Principles and practice**, pp. 49-59. In M. de Bertoldi, P. Sequi, B. Lemmes, T. Papi, eds. **The Science of Composting**. Chapman Hall.
- Tengerdy, R.P. 1985. Solid substrate fermentation. **Trends in Biotech**. 3(4): 96-99.
- Thomas, R.S. 1998. Historical changes in harvest index and crop nitrogen accumulation. **Crop Science**. 38: 638-643

- Tuivavalagi, N.S. and J.A. Silva. 1996. The effect of chicken manure and inorganic fertilizers on soil properties and the growth and yield of maize (*Zea mays*) grown on Hawaiian Oxisol. **Journal of South Pacific Agriculture**. 3: 1 – 2.
- Walkley, A and I.A. Black. 1934. An examination of the Degtjareff method for determining soil organic matter and a proposed modification of the chromic acid titration method. **Soil Science**. 37: 29 – 38.
- Wang, J.J. and D.L. Harrel. 2005. Effect of Ammonium, Potassium, and Sodium Cations and Phosphate, Nitrate, and Chloride Anions on Zinc Sorption and Lability in Selected Acid and Calcareous Soil. **Soil Science Society of America**. 69: 1036-1046
- Warman, P.R. 1986. The effect of fertilizer, chicken manure and dairy manure on timothy yield, tissue composition and soil fertility. **Agricultural Wastes**. 18(4): 289-298
- Zhang, Y.S., W.Werner, H.W. Scherer and X.Sun. 1994. Effect of organic manure on organic phosphorus fraction in to paddy soil. **Biology and Fertility of soil**. 17(1): 64-68.

ภาคผนวก

**ตารางผนวกที่ 1** ระดับความอุดมสมบูรณ์ของดินโดยการประเมินจากผลการวิเคราะห์ดิน  
(กรมพัฒนาที่ดิน, 2542)

| ระดับความ<br>อุดมสมบูรณ์<br>ของดิน | ปริมาณ<br>อินทรีย์วัตถุ<br>(%) | การอิ่มตัว<br>ด้วยประจุที่<br>เป็นค่า<br>(%) | ความจุในการ<br>แลกเปลี่ยน<br>ประจุบวก<br>(cmol/kg) | ปริมาณ<br>ฟอสฟอรัสที่เป็น<br>ประโยชน์<br>(mg/kg) | ปริมาณ<br>โพแทสเซียมที่<br>แลกเปลี่ยนได้<br>(mg/kg) |
|------------------------------------|--------------------------------|----------------------------------------------|----------------------------------------------------|--------------------------------------------------|-----------------------------------------------------|
| ต่ำ                                | <1.5<br>(1)                    | <35<br>(1)                                   | <10<br>(1)                                         | <10<br>(1)                                       | <60<br>(1)                                          |
| ปานกลาง                            | 1.5-3.5<br>(2)                 | 35-75<br>(2)                                 | 10-20<br>(2)                                       | 10-25<br>(2)                                     | 60-90<br>(2)                                        |
| สูง                                | >3.5<br>(3)                    | >75<br>(3)                                   | >20<br>(3)                                         | >25<br>(3)                                       | >90<br>(3)                                          |

**หมายเหตุ** วิธีคิดระดับความอุดมสมบูรณ์ของดิน ใช้วิธีให้คะแนน (ตัวเลขคะแนนอยู่ในวงเล็บในตารางผนวกที่ 1) ถ้ามีคะแนนน้อยกว่าหรือเท่ากับ 8 ถือว่า ดินมีความอุดมสมบูรณ์ต่ำ ถ้ามีคะแนนอยู่ระหว่าง 8 ถึง 12 ถือว่าดินมีความอุดมสมบูรณ์ปานกลาง ถ้ามีคะแนนมากกว่าหรือเท่ากับ 13 ถือว่าดินมีความอุดมสมบูรณ์สูง

**ตารางผนวกที่ 2** ขั้นตอนมาตรฐานของค่าการนำไฟฟ้าของสารละลายดินอิ่มตัวด้วยน้ำ (EC<sub>e</sub>, dS/m)  
(Land Classification Division and FAO Project Staff, 1973)

| ระดับ   | ความเค็ม      | EC <sub>e</sub> , dS/m |
|---------|---------------|------------------------|
| ต่ำมาก  | ไม่เค็ม       | > 0-2                  |
| ต่ำ     | เค็ม          | > 2-4                  |
| ปานกลาง | เค็มปานกลาง   | > 4-8                  |
| สูง     | เค็มมาก       | > 8-16                 |
| สูงมาก  | เค็มมากที่สุด | > 16                   |

**ตารางผนวกที่ 3** <sup>๓</sup>ชั้นมาตรฐานระดับปฏิกิริยาของดิน (Soil reaction, pH) ดิน : น้ำ 1:1  
(Land Classification Division and FAO Project Staff, 1973)

| ระดับ                               | pH      |
|-------------------------------------|---------|
| กรดรุนแรงมาก (Very extremely acid)  | < 4.0   |
| กรดรุนแรง (Extremely acid)          | 4.0-4.4 |
| กรดจัดมาก (Very stongly acid)       | 4.6-5.0 |
| กรดจัด (Stongly acid)               | 5.1-5.5 |
| กรดปานกลาง (Medium acid)            | 5.6-6.0 |
| กรดเล็กน้อย (Slightly acid)         | 6.1-6.5 |
| กลาง (Neutral)                      | 6.6-7.3 |
| ด่างเล็กน้อย (Midly alkaline)       | 7.4-7.8 |
| ด่างปานกลาง (Moderately alkaline)   | 7.9-8.4 |
| ด่างจัด (Strongly alkaline)         | 8.5-9.0 |
| ด่างจัดมาก (Very Strongly alkaline) | > 9.0   |

**ตารางผนวกที่ 4** ปริมาณธาตุไนโตรเจนทั้งหมดในเมล็ด (%) ในการปลูกครั้งที่ 1, 2 และ 3

| คำรับ<br>การทดลอง | ไนโตรเจนทั้งหมดในเมล็ด (%) |                   |                   |
|-------------------|----------------------------|-------------------|-------------------|
|                   | การปลูกครั้งที่ 1          | การปลูกครั้งที่ 2 | การปลูกครั้งที่ 3 |
| N                 | 1.30                       | 0.86              | 1.12              |
| F                 | 1.39                       | 0.91              | 1.07              |
| O1                | 1.38                       | 0.88              | 1.02              |
| C1                | 1.48                       | 0.91              | 1.09              |
| O1/2+F1/2         | 1.46                       | 0.96              | 1.07              |
| O3/4+F1/4         | 1.45                       | 0.92              | 1.03              |
| O1+F1/2           | 1.45                       | 0.97              | 1.10              |
| C1/2+F1/2         | 1.40                       | 0.91              | 1.02              |
| C3/4+F1/4         | 1.35                       | 0.90              | 1.08              |
| C1+F1/2           | 1.48                       | 0.97              | 1.04              |

ตารางผนวกที่ 5 ปริมาณธาตุไนโตรเจนทั้งหมดในลำต้น (%) ในการปลูกครั้งที่ 1, 2 และ 3

| การทดลอง  | ไนโตรเจนทั้งหมดในลำต้น (%) |                   |                   |
|-----------|----------------------------|-------------------|-------------------|
|           | การปลูกครั้งที่ 1          | การปลูกครั้งที่ 2 | การปลูกครั้งที่ 3 |
| N         | 0.42                       | 0.47              | 0.32              |
| F         | 0.47                       | 0.51              | 0.30              |
| O1        | 0.51                       | 0.50              | 0.27              |
| C1        | 0.65                       | 0.50              | 0.29              |
| O1/2+F1/2 | 0.59                       | 0.54              | 0.29              |
| O3/4+F1/4 | 0.54                       | 0.49              | 0.28              |
| O1+F1/2   | 0.60                       | 0.46              | 0.33              |
| C1/2+F1/2 | 0.60                       | 0.53              | 0.29              |
| C3/4+F1/4 | 0.55                       | 0.52              | 0.28              |
| C1+F1/2   | 0.63                       | 0.55              | 0.29              |

ตารางผนวกที่ 6 ปริมาณธาตุฟอสฟอรัสทั้งหมดในเมล็ด (%) ในการปลูกครั้งที่ 1, 2 และ 3

| การทดลอง  | ฟอสฟอรัสทั้งหมดในเมล็ด (%) |                   |                   |
|-----------|----------------------------|-------------------|-------------------|
|           | การปลูกครั้งที่ 1          | การปลูกครั้งที่ 2 | การปลูกครั้งที่ 3 |
| N         | 0.066                      | 0.069             | 0.079             |
| F         | 0.071                      | 0.078             | 0.081             |
| O1        | 0.071                      | 0.068             | 0.083             |
| C1        | 0.071                      | 0.073             | 0.082             |
| O1/2+F1/2 | 0.072                      | 0.077             | 0.085             |
| O3/4+F1/4 | 0.070                      | 0.077             | 0.082             |
| O1+F1/2   | 0.070                      | 0.076             | 0.088             |
| C1/2+F1/2 | 0.064                      | 0.075             | 0.084             |
| C3/4+F1/4 | 0.067                      | 0.077             | 0.093             |
| C1+F1/2   | 0.070                      | 0.086             | 0.086             |

ตารางผนวกที่ 7 ปริมาณธาตุฟอสฟอรัสทั้งหมดในลำต้น (%) ในการปลูกครั้งที่ 1, 2 และ 3

| การทดลอง  | ฟอสฟอรัสทั้งหมดในลำต้น (%) |                   |                   |
|-----------|----------------------------|-------------------|-------------------|
|           | การปลูกครั้งที่ 1          | การปลูกครั้งที่ 2 | การปลูกครั้งที่ 3 |
| N         | 0.027                      | 0.037             | 0.060             |
| F         | 0.029                      | 0.031             | 0.046             |
| O1        | 0.031                      | 0.057             | 0.051             |
| C1        | 0.030                      | 0.043             | 0.055             |
| O1/2+F1/2 | 0.025                      | 0.045             | 0.036             |
| O3/4+F1/4 | 0.038                      | 0.057             | 0.047             |
| O1+F1/2   | 0.028                      | 0.052             | 0.042             |
| C1/2+F1/2 | 0.031                      | 0.039             | 0.044             |
| C3/4+F1/4 | 0.031                      | 0.042             | 0.047             |
| C1+F1/2   | 0.031                      | 0.066             | 0.044             |

ตารางผนวกที่ 8 ปริมาณธาตุโพแทสเซียมทั้งหมดในเมล็ด (%) ในการปลูกครั้งที่ 1, 2 และ 3

| การทดลอง  | โพแทสเซียมทั้งหมดในเมล็ด (%) |                   |                   |
|-----------|------------------------------|-------------------|-------------------|
|           | การปลูกครั้งที่ 1            | การปลูกครั้งที่ 2 | การปลูกครั้งที่ 3 |
| N         | 0.58                         | 0.92              | 0.89              |
| F         | 0.58                         | 0.83              | 0.88              |
| O1        | 0.60                         | 0.77              | 0.89              |
| C1        | 0.60                         | 0.80              | 0.92              |
| O1/2+F1/2 | 0.61                         | 0.82              | 0.95              |
| O3/4+F1/4 | 0.58                         | 0.77              | 0.90              |
| O1+F1/2   | 0.58                         | 0.74              | 0.86              |
| C1/2+F1/2 | 0.54                         | 0.74              | 0.85              |
| C3/4+F1/4 | 0.57                         | 0.77              | 0.93              |
| C1+F1/2   | 0.52                         | 0.80              | 0.93              |

ตารางผนวกที่ 9 ปริมาณธาตุโพแทสเซียมทั้งหมดในลำต้น (%) ในการปลูกครั้งที่ 1, 2 และ 3

| การทดลอง  | โพแทสเซียมทั้งหมดในลำต้น (%) |                   |                   |
|-----------|------------------------------|-------------------|-------------------|
|           | การปลูกครั้งที่ 1            | การปลูกครั้งที่ 2 | การปลูกครั้งที่ 3 |
| N         | 1.07                         | 1.24              | 1.02              |
| F         | 1.25                         | 1.47              | 1.03              |
| O1        | 1.22                         | 1.50              | 1.09              |
| C1        | 1.17                         | 1.76              | 1.15              |
| O1/2+F1/2 | 1.20                         | 1.64              | 1.04              |
| O3/4+F1/4 | 1.19                         | 1.53              | 0.90              |
| O1+F1/2   | 1.35                         | 1.81              | 1.09              |
| C1/2+F1/2 | 1.03                         | 1.44              | 1.12              |
| C3/4+F1/4 | 1.22                         | 1.52              | 1.07              |
| C1+F1/2   | 1.24                         | 1.73              | 0.99              |

ตารางผนวกที่ 10 การประเมินความอุดมสมบูรณ์ของดินที่เปลี่ยนแปลงหลังการปลูกครั้งที่ 1, 2 และ 3

| การปลูกครั้งที่ | ปริมาณอินทรีย์วัตถุ (%) | การอิ่มตัวด้วยประจุที่เป็นค่า (%) | ความจุในการแลกเปลี่ยนประจุบวก (cmol/kg) | ปริมาณฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์ (mg/kg) | ปริมาณโพแทสเซียมที่แลกเปลี่ยนได้ (mg/kg) | ระดับความอุดมสมบูรณ์ของดิน |
|-----------------|-------------------------|-----------------------------------|-----------------------------------------|---------------------------------------|------------------------------------------|----------------------------|
| 1               | 0.85<br>(1)             | 106.40<br>(3)                     | 6.17<br>(1)                             | 96.52<br>(3)                          | 57.20<br>(1)                             | ปานกลาง<br>(9)             |
| 2               | 0.84<br>(1)             | 115.92<br>(3)                     | 5.19<br>(1)                             | 93.06<br>(3)                          | 124.30<br>(3)                            | ปานกลาง<br>(11)            |
| 3               | 0.92<br>(1)             | 101.99<br>(3)                     | 5.33<br>(1)                             | 81.29<br>(3)                          | 108.49<br>(3)                            | ปานกลาง<br>(11)            |

หมายเหตุ วิธีวัดระดับความอุดมสมบูรณ์ของดิน ใช้วิธีให้คะแนน (ตัวเลขคะแนนอยู่ในวงเล็บ คิดโดยใช้เกณฑ์จากตารางผนวกที่ 1)

**ตารางผนวกที่ 11** ปริมาณและราคา ของปุ๋ยเคมีและมูลสัตว์ที่ใส่ในแต่ละดำรับการทดลอง

| ดำรับที่ | ปุ๋ยเคมี (กก./ไร่ (บาท)) |          | มูลโค<br>กก./ไร่ (บาท) | มูลไก่<br>กก./ไร่ (บาท) | ราคารวม<br>บาท/ไร่ |
|----------|--------------------------|----------|------------------------|-------------------------|--------------------|
|          | (16-16-8)                | (46-0-0) |                        |                         |                    |
| 1        | -                        | 10 (150) | -                      | -                       | 150                |
| 2        | 50 (750)                 | 10 (150) | -                      | -                       | 900                |
| 3        | -                        | 10 (150) | 364 (364)              | -                       | 514                |
| 4        | -                        | 10 (150) | -                      | 755 (755)               | 905                |
| 5        | 25 (375)                 | 10 (150) | 182 (182)              | -                       | 707                |
| 6        | 12.5 (188)               | 10 (150) | 273 (273)              | -                       | 611                |
| 7        | 25 (375)                 | 10 (150) | 364 (364)              | -                       | 889                |
| 8        | 25 (375)                 | 10 (150) | -                      | 378 (378)               | 903                |
| 9        | 12.5 (188)               | 10 (150) | -                      | 567 (567)               | 905                |
| 10       | 25 (375)                 | 10 (150) | -                      | 755 (755)               | 1,280              |

**หมายเหตุ** ราคาปุ๋ยเคมี และมูลสัตว์ ณ วันที่ 30 มกราคม 2552

ตัวเลขที่อยู่ในวงเล็บคือ ราคาค่าปุ๋ยเคมีหรือมูลสัตว์ที่ใส่ในแต่ละดำรับการทดลอง

**ตารางผนวกที่ 12** ผลของการหมักต่อเปลี่ยนแปลงธาตุอาหารในมูลสัตว์ที่เวลา 0 - 90 วัน  
(สิริสุข, 2549)

| มูลสัตว์ | ไนโตรเจนทั้งหมด (%) |        |        | ฟอสฟอรัสทั้งหมด (%) |        |        | โพแทสเซียมทั้งหมด (%) |        |        |
|----------|---------------------|--------|--------|---------------------|--------|--------|-----------------------|--------|--------|
|          | 0 วัน               | 30 วัน | 90 วัน | 0 วัน               | 30 วัน | 90 วัน | 0 วัน                 | 30 วัน | 90 วัน |
| โค       | 2.04                | 2.47   | 2.06   | 1.04                | 1.17   | 1.25   | 2.34                  | 3.56   | 3.67   |
| ไก่      | 2.10                | 1.90   | 2.00   | 1.68                | 1.66   | 1.44   | 1.64                  | 1.76   | 1.97   |