

ผลของการไถพรวนที่มีต่อปริมาณคาร์บอนที่เก็บสะสมในดินและ  
ผลผลิตข้าวโพด กรณีศึกษาพื้นที่เกษตรกรรม จังหวัดลพบุรี

สุนิสา จันสารี

วิทยานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตร  
วิทยาศาสตรมหาบัณฑิต (การจัดการสิ่งแวดล้อม)  
คณะบริหารการพัฒนาสิ่งแวดล้อม  
สถาบันบัณฑิตพัฒนบริหารศาสตร์

ผลของการไถพรวนที่มีต่อปริมาณคาร์บอนที่เก็บสะสมในดินและ  
ผลผลิตข้าวโพด กรณีศึกษาพื้นที่เกษตรกรรม จังหวัดลพบุรี

สุนิสา จันสารี

คณะบริหารการพัฒนาสิ่งแวดล้อม

ศาสตราจารย์.....



.....อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์หลัก

(ดร.รัชชัย สุภดิษฐ์)

คณะกรรมการสอบวิทยานิพนธ์ได้พิจารณาแล้วเห็นสมควรอนุมัติให้เป็นส่วนหนึ่งของการ  
ศึกษาตามหลักสูตรวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต (การจัดการสิ่งแวดล้อม)

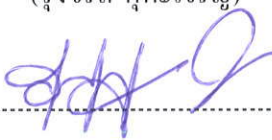
รองศาสตราจารย์.....



.....ประธานกรรมการ

(รุ่งจรัส หุตะเจริญ)

ศาสตราจารย์.....



.....กรรมการ

(ดร.รัชชัย สุภดิษฐ์)

รองศาสตราจารย์.....



.....กรรมการ

(ดร.วิสาชา ภูจินดา)

รองศาสตราจารย์.....



.....คณบดี

(ดร.จำลอง โพธิ์บุญ)

ตุลาคม 2560

## บทคัดย่อ

|                 |                                                                                                             |
|-----------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| ชื่อวิทยานิพนธ์ | ผลของการไถพรวนที่มีต่อปริมาณคาร์บอนที่เก็บสะสมในดินและผลผลิตข้าวโพด ฤกษ์ศึกษาพื้นที่เกษตรกรรม จังหวัดลพบุรี |
| ชื่อผู้เขียน    | นางสาวสุนิสา จันสารี                                                                                        |
| ชื่อปริญญา      | วิทยาศาสตรมหาบัณฑิต (การจัดการสิ่งแวดล้อม)                                                                  |
| ปีการศึกษา      | 2560                                                                                                        |

การศึกษาผลของการไถพรวนที่มีต่อปริมาณคาร์บอนที่เก็บสะสมในดินและผลผลิตข้าวโพด ในพื้นที่ที่มีการทำเกษตรกรรม จังหวัดลพบุรี วางแผนการทดลองแบบ 2 x 4 Factorial Arrangement in CRD ที่ระดับความลึก 0 – 15.0 และ 15.0 – 30.0 ซม. โดยใช้รูปแบบการไถพรวนที่แตกต่างกัน 4 รูปแบบ คือ 1) การไม่ไถพรวนดิน ( $T_1$ ) 2) การไถแปรครั้งเดียว (ไถพลิกดินด้วยพาดสามแล้วพรวนดินพาดเจ็ด;  $T_2$ ) 3) การพรวนซ้ำ 1 ครั้ง (ไถพลิกดินด้วยพาดสามแล้วพรวนดินพาดเจ็ดแล้วใช้กำลังคนพรวนซ้ำหนึ่งครั้ง;  $T_3$ ) 4) การพรวนซ้ำ 2 ครั้ง (ไถพลิกดินด้วยพาดสามแล้วพรวนดินพาดเจ็ด แล้วใช้กำลังคนพรวนซ้ำสองครั้ง;  $T_4$ )

ผลการศึกษา พบว่า ค่าความหนาแน่นรวมและปริมาณคาร์บอนสะสมในดินภายใต้รูปแบบไม่มีการไถพรวนที่ระดับความลึก 15.0 – 30.0 ซม. มีค่าสูงสุด เท่ากับ 1.09 กรัมต่อลูกบาศก์เซนติเมตร และ 3.86 ตัน/ไร่ ตามลำดับ ส่วนอินทรีย์วัตถุและปริมาณอินทรีย์คาร์บอนในดินภายใต้รูปแบบไม่มีการไถพรวนที่ระดับความลึก 0 – 15.0 ซม. มีค่าสูงสุดเท่ากับ ร้อยละ 1.48 และร้อยละ 0.860 ตามลำดับ สำหรับผลการศึกษาในรูปแบบการไถพรวนที่มีต่อพืช พบว่า มวลชีวภาพและปริมาณคาร์บอนในพืชภายใต้รูปแบบการไถแปรครั้งเดียว ( $T_2$ ) มีค่าสูงสุดเท่ากับ ร้อยละ 29.2 และ 0.530 ตัน/ไร่ ตามลำดับ ซึ่งสามารถสรุปได้ว่า ปฏิสัมพันธ์ระหว่างความลึกของชั้นดินและรูปแบบการไถพรวนส่งผลต่อมวลชีวภาพของพืชอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ( $p < 0.05$ ) โดยรูปแบบการไถแปรครั้งเดียวเป็นวิธีการที่ดีที่สุด

## ABSTRACT

|                        |                                                                                                                      |
|------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <b>Title of Thesis</b> | The Effect of Tillage on Soil Carbon Stock and Corn Yield:<br>A Case Study of Agricultural Area in Lopburi Province. |
| <b>Author</b>          | Miss Sunisa Chansaree                                                                                                |
| <b>Degree</b>          | Master of Science (Environmental Management)                                                                         |
| <b>Year</b>            | 2017                                                                                                                 |

---

A study on the effect of tillage on carbon sequestration in soil and corn yield, in areas where there was a agriculture in Lopburi province. The experimental design was 2 x 4 factorial arrangement in CRD model using a depth of 0 – 15.0 and 15.0 – 30.0 cm. and plowing four different formats at as follow; 1) no – tillage ( $T_1$ ), 2) plowing tillage (using 3 – disc followed by 7 – disc plough;  $T_2$ ), 3) plowing tillage and shoveling one times (using 3 – disc followed by 7 – disc plough and shoveling one times;  $T_3$ ), 4) plowing tillage and shoveling two times (using 3 – disc followed by 7 – disc plough and shoveling two times;  $T_4$ ).

The results showed that the influence of the model on the depth of tillage that affect soil that the bulk density and the amount of carbon storage in the soil under a no – tillage to a depth of 15.0 – 30.0 cm. with a maximum value of  $1.09 \text{ g/cm}^3$  and 3.86 tonnes/rai. respectively, and organic matter and organic carbon in soil under no – tillage to a depth of 0 – 15.0 cm., a maximum of 1.48 % and 0.86 %, respectively. For the influence of the form of tillage on crops that biomass and carbon in the plants of the plowing tillage, the most maximum was 29.2 % and 0.530 tonnes/rai. Which concluded that the interaction between the depth of the soil layer and format plowing affected to plant biomass with significant difference ( $P < 0.05$ ). From this study, the format of plowing tillage was the best method.

## กิตติกรรมประกาศ

วิทยานิพนธ์เล่มนี้สำเร็จลุล่วงได้ด้วยดี เนื่องจากได้รับคำปรึกษา คำแนะนำ ข้อชี้แนะ รวมถึงความช่วยเหลืออย่างดียิ่งจากบุคคล และหน่วยงาน ดังจะกล่าวต่อไปนี้

ขอขอบพระคุณ ศาสตราจารย์ ดร.ธวัชชัย สุภดิษฐ์ อาจารย์ที่ปรึกษาเป็นอย่างสูง ที่กรุณาให้คำปรึกษา คำแนะนำ และข้อเสนอแนะในการแก้ไขปัญหา ตลอดจนให้ความช่วยเหลือในทุก ๆ ด้าน อันเป็นประโยชน์อย่างยิ่งต่อความสำเร็จในครั้งนี้

ขอขอบพระคุณ คณะอาจารย์คณะสิ่งแวดล้อมและทรัพยากรศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหิดล ที่ให้คำปรึกษา คำแนะนำ รวมถึงความอนุเคราะห์ในการให้ใช้ห้องปฏิบัติการเพื่อทำการทดลองครั้งนี้

ขอขอบพระคุณ คณะอาจารย์หลักสูตรการจัดการสิ่งแวดล้อมทุกท่าน ที่อบรม สั่งสอน รวมถึงให้ความรู้ ตลอดจนคำแนะนำที่เป็นประโยชน์แก่ข้าพเจ้าให้มีความรู้ความสามารถในการทำวิทยานิพนธ์เล่มนี้จนสำเร็จลุล่วงไปได้ด้วยดี และขอขอบคุณเจ้าหน้าที่คณะบริหารการพัฒนาสิ่งแวดล้อมทุกท่าน ที่ได้ดำเนินการให้ความช่วยเหลือในเรื่องต่าง ๆ ตลอดจนการทิวิจัยในครั้งนี้ และขอขอบคุณพี่ ๆ เพื่อน ๆ นักศึกษาหลักสูตรการจัดการสิ่งแวดล้อมทุกท่าน ที่ได้ให้ความช่วยเหลือในระหว่างการศึกษา พร้อมทั้งเป็นที่ปรึกษาและให้กำลังใจแก่ข้าพเจ้า

สุดท้ายนี้ ขอขอบพระคุณ บิดา มารดา ที่คอยเลี้ยงดู อบรมสั่งสอน ให้การสนับสนุน และความช่วยเหลือรวมทั้งกำลังใจที่มีให้ข้าพเจ้าเสมอมา จนทำให้วิทยานิพนธ์เล่มนี้สำเร็จลุล่วงได้ด้วยดี ทั้งนี้ คุณประโยชน์ที่เกิดจากวิทยานิพนธ์เล่มนี้ ข้าพเจ้าขอมอบความดีทั้งหมดแก่ บิดา มารดา และคณะอาจารย์ ตลอดจนผู้ที่คอยช่วยเหลือข้าพเจ้าทุกท่านด้วยความเคารพอย่างสูง

สุนิสา จันสารี

มีนาคม 2560

## สารบัญ

|                                                            | หน้า |
|------------------------------------------------------------|------|
| บทคัดย่อ                                                   | (3)  |
| ABSTRACT                                                   | (4)  |
| กิตติกรรมประกาศ                                            | (5)  |
| สารบัญ                                                     | (6)  |
| สารบัญตาราง                                                | (8)  |
| สารบัญภาพ                                                  | (9)  |
| <br>                                                       |      |
| บทที่ 1 บทนำ                                               | 1    |
| 1.1 ที่มาและความสำคัญของปัญหา                              | 1    |
| 1.2 วัตถุประสงค์ของการวิจัย                                | 3    |
| 1.3 ขอบเขตการวิจัย                                         | 4    |
| 1.4 กรอบแนวคิดในการวิจัย                                   | 4    |
| 1.5 สมมติฐานการวิจัย                                       | 5    |
| 1.6 นิยามศัพท์เฉพาะ                                        | 6    |
| 1.7 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ                              | 6    |
| บทที่ 2 ทบทวนวรรณกรรม                                      | 7    |
| 2.1 แนวคิดและทฤษฎีเกี่ยวกับภาวะเรือนกระจกและก๊าซเรือนกระจก | 7    |
| 2.2 ความสัมพันธ์ระหว่างก๊าซเรือนกระจกกับวงจรคาร์บอนในโลก   | 3    |
| 2.3 แนวทางการกักเก็บคาร์บอนในภาคเกษตรกรรม                  | 15   |
| 2.4 ข้อมูลพื้นฐานการปลูกข้าวโพดหวาน                        | 16   |
| 2.5 ข้อมูลพื้นฐานทรัพยากรดิน                               | 22   |
| 2.6 ข้อมูลเกี่ยวกับการเตรียมดินโดยการไถพรวน                | 24   |
| 2.7 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง                                  | 32   |

|                                                      |            |
|------------------------------------------------------|------------|
| <b>บทที่ 3 วัสดุ อุปกรณ์ และวิธีการวิจัย</b>         | <b>38</b>  |
| 3.1 รูปแบบการไถพรวนและผลผลิต                         | 38         |
| 3.2 วัสดุ อุปกรณ์ และสารเคมีที่ใช้ในการทดลอง         | 39         |
| 3.3 กรอบแนวคิดในการวิจัย                             | 40         |
| 3.4 วิธีการทดลอง                                     | 41         |
| 3.5 วิธีการแปรผล                                     | 54         |
| <b>บทที่ 4 ผลทดลองและการอภิปรายผล</b>                | <b>55</b>  |
| 4.1 ผลการวิเคราะห์คุณสมบัติของดินก่อนการทดลอง        | 55         |
| 4.2 อิทธิพลของความลึกและรูปแบบการไถพรวนที่มีต่อดิน   | 57         |
| 4.3 อิทธิพลของรูปแบบการไถพรวนที่มีต่อพืช             | 75         |
| 4.4 มวลชีวภาพและปริมาณคาร์บอนตามโครงสร้างของพืช      | 79         |
| <b>บทที่ 5 สรุปผลการทดลองและข้อเสนอแนะ</b>           | <b>81</b>  |
| 5.1 สรุปผลการทดลอง                                   | 81         |
| 5.2 ข้อเสนอแนะ                                       | 86         |
| <b>บรรณานุกรม</b>                                    | <b>88</b>  |
| <b>ภาคผนวก</b>                                       | <b>95</b>  |
| ภาคผนวก ก การเตรียมสารเคมีและตารางการแปรผล           | 96         |
| ภาคผนวก ข ข้อมูลการทดลอง                             | 102        |
| ภาคผนวก ค การวิเคราะห์ความแปรปรวนทางสถิติ            | 116        |
| ภาคผนวก ง ภาพการเก็บข้อมูลและอุปกรณ์ที่ใช้ในการทดลอง | 136        |
| <b>ประวัติผู้เขียน</b>                               | <b>141</b> |

## สารบัญตาราง

| ตารางที่                                                                                                                                                                  | หน้า |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------|
| 2.1 ปริมาณการปล่อยก๊าซเรือนกระจกของประเทศไทย ปี พ.ศ. 2546                                                                                                                 | 11   |
| 2.2 พื้นที่ ผลผลิต และการส่งออกข้าวโพดหวาน ปี พ.ศ. 2551 – 2556                                                                                                            | 22   |
| 3.1 วิธีการวิเคราะห์ที่ใช้ในการศึกษาทรัพยากรดินในเบื้องต้น                                                                                                                | 47   |
| 4.1 คุณสมบัติสำคัญของดินก่อนการทดลอง                                                                                                                                      | 56   |
| 4.2 ผลการวิเคราะห์ความหนาแน่นรวม (Soil Bulk Density) และปริมาณ<br>การกักเก็บคาร์บอนในดิน (Soil Carbon Stock) ก่อนการทดลอง                                                 | 57   |
| 4.3 ผลการวิเคราะห์ความเป็นกรด – ด่างของดิน (pH) และธาตุอาหารหลัก<br>ของพืช (N – P – K) หลังการเก็บเกี่ยว                                                                  | 57   |
| 4.4 ความหนาแน่น ปริมาณอินทรีย์วัตถุ ปริมาณอินทรีย์คาร์บอน และปริมาณ<br>การกักเก็บคาร์บอนในดินในระดับความลึกดินที่แตกต่างกัน                                               | 59   |
| 4.5 ความหนาแน่น ปริมาณอินทรีย์วัตถุ ปริมาณอินทรีย์คาร์บอน และปริมาณ<br>การกักเก็บคาร์บอนในดินในรูปแบบการไถพรวนทั้ง 4 รูปแบบ                                               | 63   |
| 4.6 ความสัมพันธ์ระหว่างความหนาแน่น ปริมาณอินทรีย์วัตถุ ปริมาณอินทรีย์<br>คาร์บอน และปริมาณการกักเก็บคาร์บอนในดินภายใต้รูปแบบการไถพรวน<br>ต่าง ๆ ที่ระดับความลึกแตกต่างกัน | 74   |
| 4.7 มวลชีวภาพและปริมาณคาร์บอนตามโครงสร้างของพืชภายใต้รูปแบบการ<br>ไถพรวน                                                                                                  | 75   |
| 4.8 มวลชีวภาพและปริมาณคาร์บอนตามโครงสร้างของพืช                                                                                                                           | 79   |



## สารบัญภาพ

| ภาพที่ | หน้า                                                                                |    |
|--------|-------------------------------------------------------------------------------------|----|
| 1.1    | กรอบแนวคิดในการวิจัย                                                                | 5  |
| 2.1    | ปริมาณและสัดส่วนการปล่อยก๊าซกระจกหลักของประเทศไทยใน<br>ปี พ.ศ. 2543                 | 11 |
| 2.2    | วัฏจักรคาร์บอน                                                                      | 14 |
| 2.3    | กระบวนการ Photosynthesis                                                            | 15 |
| 2.4    | ลักษณะทั่วไปของข้าวโพดหวาน                                                          | 19 |
| 2.5    | ส่วนประกอบของดินในรูปแบบตารางสามเหลี่ยมไดอะแกรม                                     | 24 |
| 2.6    | ไถหัวหมู (ก) และไถจาน (ข)                                                           | 28 |
| 2.7    | อุปกรณ์การพรวนชนิดต่าง ๆ                                                            | 31 |
| 3.1    | กรอบแนวคิดในการศึกษา                                                                | 40 |
| 3.2    | รูปแบบการทดลองเพื่อศึกษาผลของการไถพรวนต่อการกักเก็บคาร์บอน<br>ในดินและผลผลิตข้าวโพด | 42 |
| 3.3    | ผังการวางแปลง (Lay Out)                                                             | 43 |
| 3.4    | รูปแบบการศึกษาผลของการไถพรวนที่มีต่อปริมาณคาร์บอนในผลผลิต<br>ข้าวโพด                | 44 |
| 4.1    | ค่าความหนาแน่นรวมของดินในระดับความลึกดินที่แตกต่างกัน                               | 60 |
| 4.2    | ค่าปริมาณอินทรีย์วัตถุในดินในระดับความลึกดินที่แตกต่างกัน                           | 61 |
| 4.3    | ค่าปริมาณอินทรีย์คาร์บอนในดินในระดับความลึกดินที่แตกต่างกัน                         | 62 |
| 4.4    | ค่าการกักเก็บคาร์บอนในดินในระดับความลึกดินที่แตกต่างกัน                             | 63 |
| 4.5    | ค่าความหนาแน่นของดินภายใต้การไถพรวน 4 รูปแบบ                                        | 64 |
| 4.6    | ค่าปริมาณอินทรีย์วัตถุในดินภายใต้การไถพรวน 4 รูปแบบ                                 | 65 |
| 4.7    | ค่าปริมาณอินทรีย์คาร์บอนในดินภายใต้การไถพรวน 4 รูปแบบ                               | 66 |
| 4.8    | ค่าปริมาณการกักเก็บคาร์บอนในดินภายใต้การไถพรวน 4 รูปแบบ                             | 67 |

|                                                                                                                                                            |    |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| 4.9 ความสัมพันธ์ของความหนาแน่นรวมระหว่างความลึกของดินและรูปแบบการไถพรวน                                                                                    | 68 |
| 4.10 ความสัมพันธ์ของปริมาณอินทรีย์วัตถุระหว่างระดับความลึกของดินและรูปแบบการไถพรวน                                                                         | 69 |
| 4.11 ความสัมพันธ์ของปริมาณอินทรีย์คาร์บอนระหว่างระดับความลึกของดินและรูปแบบการไถพรวน                                                                       | 70 |
| 4.12 ความสัมพันธ์ของปริมาณคาร์บอนที่เก็บสะสมระหว่างระดับความลึกของดินและรูปแบบการไถพรวน                                                                    | 72 |
| 4.13 ความหนาแน่น ปริมาณอินทรีย์วัตถุ ปริมาณอินทรีย์คาร์บอน และปริมาณการกักเก็บคาร์บอนในดิน ระหว่างระดับความลึกของดินที่ 0 – 15.0 ซม. และรูปแบบการไถพรวน    | 72 |
| 4.14 ความหนาแน่น ปริมาณอินทรีย์วัตถุ ปริมาณอินทรีย์คาร์บอน และปริมาณการกักเก็บคาร์บอนในดิน ระหว่างระดับความลึกของดินที่ 15.0 – 30.0 ซม. และรูปแบบการไถพรวน | 73 |
| 4.15 มวลชีวภาพบริเวณลำต้น ใบ ราก และฝัก                                                                                                                    | 77 |
| 4.16 ค่าปริมาณคาร์บอนบริเวณลำต้น ใบ ราก และฝัก                                                                                                             | 78 |
| 4.17 ค่าร้อยละมวลชีวภาพตามโครงสร้างของพืช                                                                                                                  | 80 |
| 4.18 ค่าปริมาณคาร์บอนตามโครงสร้างของพืช                                                                                                                    | 80 |

## บทที่ 1

### บทนำ

#### 1.1 ที่มาและความสำคัญของปัญหา

เป็นที่ทราบกันดีว่าประเทศไทยได้มีการขยายตัวทางด้านเกษตรกรรมเพิ่มขึ้นอย่างมาก ในช่วงหลังคงจะเห็นได้จากปริมาณการส่งออกและพืชเศรษฐกิจต่างๆที่ประเทศไทยเราสามารถทำการผลิตได้ เช่น ข้าว ข้าวโพด มันสำปะหลัง อ้อยสับปะรด ยางพารา ทูเรียนและกล้วยไม้ เป็นต้นซึ่งกระจายการผลิตอยู่ในภาคต่างๆทั้งนี้เป็นเพราะว่าเรามีปัจจัยพื้นฐานทั้งพื้นที่ดิน น้ำและอากาศที่เหมาะสมต่อการผลิตพืชเหล่านั้น ประกอบกับรัฐบาลมีนโยบายส่งเสริมการเกษตรอย่างต่อเนื่อง และที่สำคัญอีกประการหนึ่งคือความต้องการในการบริโภคและตลาดของสินค้าเกษตรเพิ่มขึ้นตามการเพิ่มของประชากรโลก (กฤษฎา สัมพันธ์รักษ์, 2531: 10)

ซึ่งทำให้ภาคเกษตรกรรมนั้นมีบทบาทในเรื่องโลกร้อนสองด้านคือเป็นผู้ปลดปล่อยก๊าซเรือนกระจกพร้อม ๆ กับทำหน้าที่ดูดซับก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์จากอากาศมากักเก็บในมวลชีวภาพ เช่น ในต้นไม้ ในดินและในซากสัตว์ ก๊าซสามประเภทที่ถูกปลดปล่อยออกจากภาคเกษตรกรรม ได้แก่ ก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ ก๊าซมีเทนและก๊าซไนตรัสออกไซด์ เกิดจากกิจกรรมการจัดการดิน พืช สัตว์ น้ำ การใช้ปุ๋ยและอาหารสัตว์ในกระบวนการผลิต การปลดปล่อยก๊าซมีเทนมีสาเหตุจากการทำนาข้าวในสภาพขังน้ำ การขาดการจัดการอาหารและของเสียจากการปศุสัตว์และการเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำอย่างเหมาะสม ในขณะที่การปลดปล่อยก๊าซไนตรัสออกไซด์เกิดจากการใช้ปุ๋ยไนโตรเจนรวมทั้งการให้อาหารสัตว์บกและสัตว์น้ำมากเกินไปจนเหลือตกค้างและเกิดกระบวนการแปรสภาพเป็นก๊าซไนตรัสออกไซด์ หรือจากกระบวนการหมักและย่อยสลายปัสสาวะและอุจจาระสัตว์และการเผาเศษวัสดุเหลือใช้จากภาคเกษตรกรรมและวัชพืชเป็นสาเหตุในการปลดปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ แม้ในปัจจุบันภาคเกษตรจะไม่ใช่อะไรใหญ่ของการเกิดก๊าซเรือนกระจกเมื่อเทียบกับภาคพลังงานและภาคอุตสาหกรรม (ระหว่างปี พ.ศ. 2513 ถึง พ.ศ. 2533 การปลดปล่อยจากภาคเกษตรเพิ่มขึ้น ร้อยละ 27.0 เปรียบเทียบกับภาคพลังงานเพิ่มขึ้น ร้อยละ 145 และการขนส่ง ร้อยละ 120) แต่ในอนาคตเมื่อประชากรเพิ่มมากขึ้น ภาคเกษตรจะทวีความสำคัญมากขึ้นเรื่อยๆ

เนื่องจากเป็นผู้ผลิตอาหารและเป็นผู้ให้ความมั่นคงด้านอาหารแก่ประชากรโลก (สำนักนโยบายและแผนทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม, 2553)

การเปลี่ยนแปลงของสภาวะอากาศโลกเนื่องมาจากการเพิ่มขึ้นของก๊าซเรือนกระจก ได้แก่ ก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์มีเทนและไนตรัสออกไซด์ในปัจจุบันนี้จะทวีความรุนแรงมากขึ้นการหมุนเวียนคาร์บอนในดินมีความสำคัญต่อปริมาณก๊าซเรือนกระจกในบรรยากาศทำให้เกิดการเปลี่ยนแปลงของสภาวะอากาศโลก โดยเฉพาะก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ที่ปลดปล่อยจากดินออกสู่บรรยากาศซึ่งเกิดจากกิจกรรมการใช้ประโยชน์ทรัพยากรดินของมนุษย์ปริมาณคาร์บอนที่ถูกกักเก็บไว้ในดินมีการเปลี่ยนแปลงตลอดเวลาขึ้นอยู่กับหลายปัจจัยแต่ปัจจัยหลัก ๆ ได้แก่ การใช้ประโยชน์ที่ดินสภาพภูมิอากาศและการทำการเกษตรซึ่ง โดยทั่วไปจะส่งผลต่อปริมาณคาร์บอนในดินเนื่องจากพืชที่ปลูกเป็นกลไกสำคัญในการกักเก็บหรือดูดซับก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ผ่านกระบวนการสังเคราะห์แสงเพื่อนำมาเก็บไว้ในรูปของมวลชีวภาพทั้งในส่วนเหนือดินและส่วนใต้ดินเมื่อพืชตายลงหรือถูกเก็บเกี่ยวไปบางส่วนยังคงเหลือเศษซากไว้ในดินทำให้ปริมาณคาร์บอนในดินเพิ่มสูงขึ้น แต่การจัดการดินอันเนื่องมาจากการใช้ประโยชน์ที่ดินทำให้มีการย่อยสลายของอินทรีย์วัตถุในดินและปลดปล่อยคาร์บอนสู่บรรยากาศ ฉะนั้นการจัดการดินที่เหมาะสมจะทำให้ปริมาณคาร์บอนในดินเพิ่มขึ้นและลดการปลดปล่อยคาร์บอนออกสู่บรรยากาศซึ่งน่าจะลดอัตราการเพิ่มขึ้นของปริมาณก๊าซเรือนกระจกในบรรยากาศได้

อีกทั้งกรมพัฒนาที่ดินก็ได้มีนโยบายและเป้าหมายในการลดปัญหาภาวะโลกร้อนโดยมีมาตรการในการกักเก็บคาร์บอนลงสู่ดิน (Carbon Sequestration) และลดปริมาณการปลดปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ในภาคเกษตรกรรม (กรมพัฒนาที่ดิน, 2556: 246) ซึ่งหลักในการบริหารจัดการทรัพยากรดินมีความจำเป็นต้องตระหนักถึงผลกระทบของการใช้ทรัพยากรดินต่อภาวะโลกร้อนโดยเฉพาะก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ที่ปลดปล่อยจากดินออกสู่บรรยากาศจากกิจกรรมการใช้ประโยชน์ทรัพยากรดินของมนุษย์ ปริมาณคาร์บอนที่ถูกเก็บไว้ในดินมีการเปลี่ยนแปลงตลอดเวลาขึ้นอยู่กับปัจจัยต่างๆ เช่น สภาพภูมิอากาศการใช้ประโยชน์ที่ดินทำการเกษตรโดยทั่วไปจะส่งผลให้มีการย่อยสลายของอินทรีย์วัตถุและปลดปล่อยก๊าซคาร์บอนสู่บรรยากาศมากกว่าดินตามธรรมชาติที่ไม่มีการรบกวน แต่การเกษตรกรรมที่เหมาะสมจะทำให้ปริมาณคาร์บอนในดินเพิ่มขึ้นและการป้องกันการเกิดปฏิกิริยาออกซิเดชันของดินจะทำให้ลดการปลดปล่อยคาร์บอนออกสู่บรรยากาศ การเกิดปฏิกิริยาออกซิเดชันส่วนใหญ่จะเกิดขึ้นเมื่อดินถูกรบกวน โดยเฉพาะการไถพรวน ซึ่งการไถพรวนมากเกินไปจนจะเป็นการเร่งให้อินทรีย์วัตถุในดินสลายตัวอย่างรวดเร็ว ก่อให้เกิดแผ่นแข็งที่ผิวหน้าดิน (Soil Crust) และชั้นดานไถพรวน (Plow Pan) ส่งผลให้ดินเกิดเสื่อมโทรมลงทั้งทางด้านกายภาพและความอุดมสมบูรณ์ ผลผลิตพืชในครั้งต่อ ๆ มาก็ลดน้อยลง (Pagliaiet al., 2004:

131 – 143) วิธีการป้องกันคือการจัดการด้านการไถพรวนดินในพื้นที่การเกษตรโดยเฉพาะในพื้นที่เพาะปลูกพืชที่มีการไถพรวนซึ่งเกิดจากกิจกรรมการใช้ประโยชน์ทรัพยากรดินของมนุษย์และดินจะมีบทบาทที่สำคัญในการลดปริมาณคาร์บอนไดออกไซด์ ปัจจุบันจึงได้มีการส่งเสริมให้ทำการเกษตรแบบไม่มีการไถพรวน (No Tillage) หรือการไถพรวนเพียงเล็กน้อย (Minimum Tillage) ซึ่งนอกจากจะช่วยลดระยะเวลาในการเตรียมดินและประหยัดค่าใช้จ่ายได้แล้ว ยังทำให้ดินมีความคงทน และสามารถกักเก็บคาร์บอนไดออกไซด์ไว้ได้อีกด้วย เพราะคาร์บอนในดินส่วนใหญ่จะอยู่ในรูปอินทรีย์คาร์บอนและจะมีความเสถียรมากกว่ารูปมวลชีวภาพของป่าไม้ (พจนีย์ มอญเจริญ และ ทวีศักดิ์ เวียรศิลป์, 2544: 145)

จากปัญหาข้างต้นที่ภาคเกษตรกรรมของประเทศไทยมีการขยายตัวเป็นอย่างมาก หลาย ๆ หน่วยงานจึงได้มีการวิจัยหาวิธีการจัดการดินที่จะทำให้เกิดก๊าซเรือนกระจกจากภาคเกษตรกรรมให้น้อยที่สุด ในขณะที่ผลผลิตที่ได้ก็จะต้องไม่ได้รับผลกระทบจากการจัดการดินนั้นมากนักผู้ศึกษาจึงได้ศึกษาวิธีการไถพรวนที่ส่งผลต่อปริมาณคาร์บอนที่เก็บสะสมในดิน (Soil Carbon Stock) และมวลชีวภาพในพืช โดยผู้ศึกษาได้ให้ความสนใจกับการปลูกข้าวโพดหวานที่มีแนวโน้มเพิ่มมากขึ้น ในปี พ.ศ. 2556 จำนวน 247,136 ไร่ ซึ่งจังหวัดลพบุรีเป็นหนึ่งในจังหวัดเพาะปลูกสำคัญ (กระทรวงเกษตรและสหกรณ์, 2556) จึงได้ทดลองวิธีการไถพรวนในรูปแบบต่าง ๆ เพื่อเปรียบเทียบปริมาณคาร์บอนที่สะสมในดินและมวลชีวภาพ เพื่อติดตามผลและศึกษาหาแนวทางที่เหมาะสมในการจัดการดินในการทำเกษตรกรรมต่อไป

## 1.2 วัตถุประสงค์ของการวิจัย

- 1) เพื่อศึกษาลักษณะและคุณสมบัติของดินจากการไถพรวนทั้ง 4 รูปแบบ
- 2) เพื่อศึกษาอิทธิพลระดับความลึกและรูปแบบการไถพรวนที่มีต่อดิน
- 3) เพื่อศึกษาอิทธิพลรูปแบบการไถพรวนที่มีต่อมวลชีวภาพของพืช

### 1.3 ขอบเขตการวิจัย

#### 1.3.1 ขอบเขตด้านเนื้อหา

ศึกษาผลของการไถพรวนที่มีต่อปริมาณคาร์บอนที่เก็บสะสมในดินและผลผลิตข้าวโพดที่ระดับความลึกดินแตกต่างกัน 2 ระดับ ได้แก่ 0 – 15.0 และ 15.0 – 30.0 เซนติเมตร โดยใช้รูปแบบการไถพรวน 4 รูปแบบ ได้แก่ ไม่มีการไถพรวน การไถแปรครั้งเดียว การพรวนซ้า 1 ครั้ง และการพรวนซ้า 2 ครั้ง

#### 1.3.2 ขอบเขตด้านเมล็ดพันธุ์

ใช้เมล็ดพันธุ์ข้าวโพดหวานลูกผสม (F1 Hybrid Yellow Sweet Corn) ที่สามารถหาซื้อได้ตามท้องตลาดทั่วไป

#### 1.3.3 ขอบเขตด้านพื้นที่

พื้นที่ที่ใช้ในการทดลอง คือ พื้นที่ที่เคยมีการทำเกษตรกรรม ตั้งอยู่ที่ บ้านเลขที่ 56/2 หมู่ 1 เทศบาลเมืองเขาสามขยด อำเภอมืองลพบุรี จังหวัดลพบุรี

#### 1.3.4 ขอบเขตด้านเวลา

ระยะเวลาที่ใช้ในการทดลองและเก็บข้อมูลประมาณ 4 เดือน ตั้งแต่เดือนพฤษภาคมถึงเดือนกันยายน พ.ศ. 2558

### 1.4 กรอบแนวคิดในการวิจัย

#### 1.4.1 ตัวแปรอิสระ

1) ระดับความลึกของดิน (เซนติเมตร)

(1) 0 – 15.0

(2) 15.0 – 30.0

2) รูปแบบการไถพรวน 4 รูปแบบ

(1) การไม่ไถพรวน

(2) การไถแปรครั้งเดียว

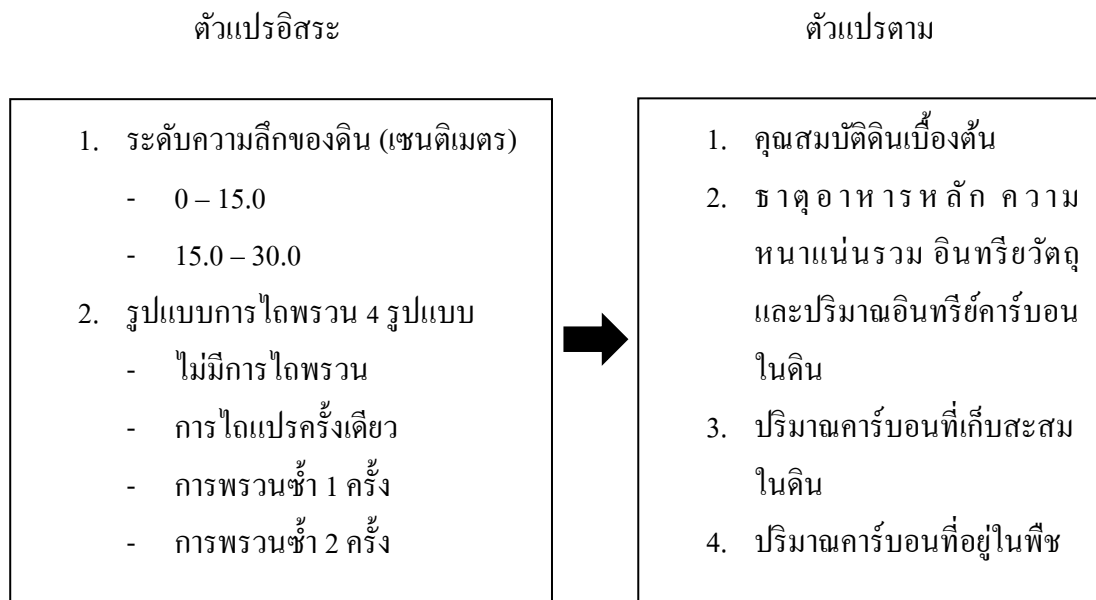
(3) การพรวนซ้า 1 ครั้ง

## (4) การพรวนซ้ำ 2 ครั้ง

## 1.4.2 ตัวแปรตาม

- 1) คุณสมบัติดินเบื้องต้นตามดัชนีต่างๆ
- 2) ปริมาณคาร์บอนที่กักเก็บในดิน
- 3) ปริมาณคาร์บอนที่อยู่ในพืช

ดังกรอบแนวคิดในภาพที่ 1.1



ภาพที่ 1.1 กรอบแนวคิดในการวิจัย

## 1.5 สมมติฐานการวิจัย

ที่ระดับความลึกของดินในแต่ละรูปแบบการไถพรวนที่แตกต่างกันส่งผลต่อปริมาณคาร์บอนที่เก็บสะสมในดินและมวลชีวภาพของพืช โดยการไถพรวนซ้ำจำนวนมากครั้งจะทำให้การกักเก็บคาร์บอนในดินและมวลชีวภาพของพืชลดลง

## 1.6 นิยามศัพท์เฉพาะ

- 1) การกักเก็บคาร์บอนในดิน (Soil Carbon Stock) หมายถึง ปริมาณของคาร์บอนที่เก็บสะสมในแหล่งกักเก็บคาร์บอนใดแหล่งหนึ่ง ซึ่งในการศึกษาใช้แหล่งเก็บคือดิน
- 2) มวลชีวภาพของพืช (Biomass) หมายถึง ปริมาณน้ำหนักแห้งของพืช ซึ่งในการทดลองนี้ศึกษามวลชีวภาพของข้าวโพดในแต่ละส่วน ได้แก่ ลำต้น ใบ ราก และฝัก

## 1.7 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

- 1) ได้ทราบถึงปริมาณคาร์บอนที่เก็บสะสมในดินในระดับความลึกที่แตกต่างกันจากการไถพรวนทั้ง 4 รูปแบบ
- 2) ได้ทราบถึงลักษณะและคุณสมบัติของดินในเบื้องต้น
- 3) ได้ทราบถึงอิทธิพลรูปแบบการไถพรวนที่มีต่อมวลชีวภาพของพืช
- 4) ผลการศึกษานี้จะเป็นประโยชน์ต่อหน่วยงานที่เกี่ยวข้อง เพื่อนำไปเป็นแนวทางในการปรับปรุงหรือพัฒนาศักยภาพของเกษตรกรที่ทำการเกษตรต่อไป



## บทที่ 2

### ทบทวนวรรณกรรม

การวิจัยครั้งนี้ได้ศึกษาเกี่ยวกับอิทธิพลของระดับความลึกดินที่ 0 – 15.0 และ 15.0 – 30.0 เซนติเมตร และรูปแบบการไถพรวนที่แตกต่างกันทั้ง 4 รูปแบบ ที่มีผลต่อปริมาณคาร์บอนที่สะสมในดินและพืช ซึ่งผู้ศึกษาได้รวบรวมแนวคิดและทฤษฎีตลอดจนผลงานวิจัยอื่น ๆ ที่เกี่ยวข้องกับการทดลองเพื่อเป็นแนวทางในการศึกษาวิจัย โดยแบ่งออกเป็น 7 ประเด็น ดังนี้

- 2.1 แนวคิดและทฤษฎีเกี่ยวกับภาวะเรือนกระจกและก๊าซเรือนกระจก
- 2.2 ความสัมพันธ์ระหว่างก๊าซเรือนกระจกกับวงจรคาร์บอนของโลก
- 2.3 แนวทางการกักเก็บคาร์บอนในภาคเกษตรกรรม
- 2.4 ข้อมูลพื้นฐานการปลูกข้าวโพดหวาน
- 2.5 ข้อมูลพื้นฐานทรัพยากรดิน
- 2.6 ข้อมูลเกี่ยวกับการเตรียมดินโดยการไถพรวน
- 2.7 ผลงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

### 2.1 แนวคิดและทฤษฎีเกี่ยวกับภาวะเรือนกระจกและก๊าซเรือนกระจก

#### 2.1.1 ภาวะเรือนกระจก

ภาวะที่ชั้นบรรยากาศของโลกกระทำตัวเสมือนกระจกที่ยอมให้รังสีคลื่นสั้นผ่านลงมายังผิวโลกได้ แต่จะดูดกลืนรังสีคลื่นยาวช่วงอินฟราเรดที่แผ่ออกจากพื้นผิวโลกเอาไว้ จากนั้นก็จะคายพลังงานความร้อนให้กระจายอยู่ภายในชั้นบรรยากาศและพื้นผิวโลก จึงเปรียบเสมือนกระจกที่ปกคลุมผิวโลกให้มีภาวะสมดุลทางอุณหภูมิ และเหมาะสมต่อสิ่งมีชีวิตบนผิวโลก แต่ในปัจจุบันมีก๊าซบางชนิดสะสมอยู่ในชั้นบรรยากาศมากเกินไปจนสมดุล ซึ่งก๊าซเหล่านี้สามารถดูดกลืนรังสีคลื่นยาวช่วงอินฟราเรดและคายพลังงานความร้อนได้ดีพื้นผิวโลกและชั้นบรรยากาศ จึงมีอุณหภูมิสูงขึ้นส่งผลกระทบต่อสภาพภูมิอากาศของโลก และสิ่งมีชีวิตพื้นผิวโลกอย่างมากมาย

ก๊าซเรือนกระจก คือ ก๊าซที่มีอยู่ในบรรยากาศที่ทำให้การสูญเสียความร้อนสู่ห้วงอวกาศลดลง จึงมีผลต่ออุณหภูมิในบรรยากาศผ่านปรากฏการณ์เรือนกระจก ก๊าซเรือนกระจกมีความจำเป็นและมีความสำคัญต่อการรักษาระดับอุณหภูมิของโลก หากปราศจากก๊าซเรือนกระจก โลกจะหนาวเย็นจนสิ่งมีชีวิตอยู่อาศัยไม่ได้ แต่การมีก๊าซเรือนกระจกมากเกินไปก็เป็นเหตุให้อุณหภูมิสูงขึ้นถึงระดับเป็นอันตรายต่อสิ่งมีชีวิต ซึ่งในชั้นบรรยากาศของโลกประกอบด้วยก๊าซต่าง ๆ หลายชนิด แต่ละชนิดมีการเปลี่ยนแปลงเพิ่มขึ้นและลดลงตามคุณสมบัติทางเคมีของก๊าซแต่ละชนิด ดังนั้น ก๊าซที่มีมากเกินสมดุลของชั้นบรรยากาศจะสะสมอยู่ในชั้นบรรยากาศ ก๊าซบางชนิดสามารถสะสมอยู่ในชั้นบรรยากาศได้นานหลายร้อยปี บางชนิดสะสมอยู่ได้ในเวลาเพียงไม่กี่ปีก็สลายไป ก๊าซเรือนกระจกที่กล่าวถึงนี้ก็เช่นกัน เนื่องจากมันมีปริมาณที่มากเกินไปเกินสมดุลในชั้นบรรยากาศมันจึงสะสมอยู่ในชั้นบรรยากาศและสะสมอยู่ได้เป็นเวลานานหลายปี เราอาจแบ่งก๊าซเรือนกระจกได้เป็นสองพวกตามอายุการสะสมอยู่ในชั้นบรรยากาศ คือ พวกที่มีอายุการสะสมอยู่ในชั้นบรรยากาศไม่นาน เนื่องจากก๊าซเหล่านี้สามารถทำปฏิกิริยาได้ดีกับไอน้ำ หรือก๊าซอื่น ๆ จึงทำให้มันมีอายุสะสมเฉลี่ยสั้น ส่วนอีกพวกหนึ่งเป็นก๊าซเรือนกระจกซึ่งมีอายุสะสมเฉลี่ยยาวนานหลายปี เช่น ก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ ก๊าซมีเทน ก๊าซไนตรัสออกไซด์ และก๊าซคลอโรฟลูออโรคาร์บอน เป็นต้น ก๊าซเหล่านี้นับเป็นก๊าซที่เป็นตัวการหลักของการเกิดภาวะเรือนกระจก เนื่องจากมีอายุสะสมเฉลี่ยยาวนาน และสามารถดูดกลืนรังสีอินฟราเรดได้ดีกว่าก๊าซเรือนกระจกอื่น ๆ ทั้งยังส่งผลกระทบต่อผิวโลกมีอุณหภูมิสูงขึ้นโดยทางอ้อมได้ด้วย แม้ว่าจะมีการณรงค์เพื่อลดการปลดปล่อยก๊าซเรือนกระจกกันอย่างกว้างขวาง แต่อัตราการเพิ่มปริมาณก๊าซเรือนกระจก ก็ยังมีมากขึ้นซึ่งการเพิ่มขึ้นนี้เป็นผลมาจากฝีมือมนุษย์ทั้งสิ้น ดังนั้น เราควรทราบถึงแหล่งที่มา และความสำคัญของก๊าซเรือนกระจกแต่ละชนิดโดยสังเขป (กรมอุตุฯ ม.ป.ป.) ดังนี้

#### 2.1.1.1 ก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ (Carbon Dioxide – CO<sub>2</sub>)

ในชั้นบรรยากาศเกิดจากธรรมชาติ และเกิดจากฝีมือมนุษย์ เช่น การเผาไหม้เชื้อเพลิง เกิดจากโรงงานอุตสาหกรรมต่าง ๆ และการตัดไม้ทำลายป่าเพื่อใช้เป็นที่อยู่อาศัยหรือการเกษตรกรรม โดยเฉพาะอย่างยิ่งการตัดไม้ทำลายป่านั้นนับว่าเป็นตัวการสำคัญที่สุด ในการปลดปล่อยคาร์บอนไดออกไซด์ขึ้นสู่ชั้นบรรยากาศ ทั้งนี้ เนื่องจากต้นไม้และป่าไม้มีคุณสมบัติที่ดี คือ มันสามารถดูดซับก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ไว้ก่อนที่จะลอยขึ้นสู่ชั้นบรรยากาศ ดังนั้น เมื่อพื้นที่ป่าลดน้อยลง ปริมาณก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์จึงขึ้นไปสะสมอยู่ในชั้นบรรยากาศได้มากขึ้น จากผลการศึกษาปริมาณก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์โดยหน่วยงาน IPCC (Intergovernmental Panel on Climate Change, 2014: 59 – 64) ประมาณตั้งแต่ปี ค.ศ. 1980 เป็นต้นมา รายงานว่า มีปริมาณคาร์บอนไดออกไซด์ที่เกิดจากการตัดไม้ทำลายป่า เพื่อใช้เป็นพื้นที่เมือง หรือการเกษตรมีประมาณ

1.60 Gtc ในขณะที่ปริมาณคาร์บอนไดออกไซด์จากการเผาไหม้ และแหล่งอื่นที่เป็นผลมาจากฝีมือมนุษย์กำลังมีปริมาณเพิ่มขึ้นอย่างต่อเนื่อง นอกจากนี้ ผลการศึกษาของ IPCC ยังระบุว่า ก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์เป็นก๊าซเรือนกระจกที่ทำให้เกิดพลังงานความร้อนสะสมในบรรยากาศของโลกมากที่สุด ในบรรดาก๊าซเรือนกระจกชนิดอื่น ๆ ทั้งยังมีแนวโน้มเพิ่มมากขึ้นกว่าก๊าซชนิดอื่น ๆ อีกด้วย ซึ่งหมายถึงผลกระทบโดยตรงต่ออุณหภูมิของผิวโลกและชั้นบรรยากาศจะยิ่งทวีความรุนแรงมากขึ้นต่อไปอีก ปริมาณก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ที่เพิ่มขึ้นโดยฝีมือมนุษย์นี้ ทำให้พลังงานรังสีความร้อนสะสมบนผิวโลกและชั้นบรรยากาศเพิ่มขึ้นประมาณ 1.56 วัตต์/ตารางเมตร ในปริมาณนี้ยังไม่คิดรวมผลกระทบที่เกิดขึ้นทางอ้อมของก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์

#### 2.1.1.2 ก๊าซมีเทน (Methane – CH<sub>4</sub>)

แหล่งกำเนิดของก๊าซมีเทนมีอยู่มากมายทั้งในธรรมชาติ และที่เกิดจากฝีมือมนุษย์ เช่น จากแหล่งนาข้าวสลายซากสิ่งมีชีวิต จากการเผาไหม้เชื้อเพลิงประเภทถ่านหิน น้ำมัน และก๊าซธรรมชาติ โดยเฉพาะการเผาไหม้ที่เกิดจากธรรมชาติ และเกิดจากการเผาไหม้เชื้อเพลิงต่าง ๆ สามารถทำให้เกิดก๊าซมีเทนในบรรยากาศสูงถึงร้อยละ 20.0 ของก๊าซมีเทนในชั้นบรรยากาศทั้งหมด พื้นที่การเกษตรประเภทนาข้าวในประเทศแถบเอเชีย และออสเตรเลีย มีการปลดปล่อยก๊าซมีเทนสู่ชั้นบรรยากาศในปริมาณที่มาก และมีปริมาณแตกต่างกันในแต่ละบริเวณ ขึ้นกับชนิดและคุณภาพของดินในแต่ละพื้นที่ แม้ว่าการปลดปล่อยก๊าซมีเทนสู่ชั้นบรรยากาศ จะมีมากกว่ากรณีของก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ แต่ก๊าซมีเทนมีอายุสะสมเฉลี่ยประมาณ 11 ปี นับว่าน้อยมากเมื่อเทียบกับคาร์บอนไดออกไซด์ จึงเป็นสาเหตุให้ผลกระทบโดยตรง อันเนื่องมาจากภาวะเรือนกระจก โดยก๊าซมีเทนมีน้อยกว่าผลกระทบ อันเกิดจากก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ แต่ก็มีผลกระทบมากเป็นอันดับสองรองจากก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ โดยมีรายงานว่าพลังงานเฉลี่ยรวม ที่เกิดจากผลกระทบโดยตรงของก๊าซมีเทนประมาณ 0.470 วัตต์/ตารางเมตร

#### 2.1.1.3 ก๊าซไนตรัสออกไซด์ (Nitrous Oxide – N<sub>2</sub>O)

แหล่งกำเนิดก๊าซไนตรัสออกไซด์ คือ อุตสาหกรรมที่ใช้กรดไนตริกในกระบวนการผลิต ตัวอย่างเช่น อุตสาหกรรมผลิตเส้นใยไนลอน อุตสาหกรรมเคมี หรืออุตสาหกรรมพลาสติกบางชนิด เป็นต้น แม้ว่าก๊าซไนตรัสออกไซด์ที่เกิดจากธรรมชาติจะมีอยู่มากในภาวะปกติก็ตาม แต่อัตราการเพิ่มปริมาณดังกล่าวก็จัดอยู่ในภาวะที่สมดุลในธรรมชาติ ส่วนก๊าซไนตรัสออกไซด์ที่เกิดขึ้นจากฝีมือมนุษย์นั้นมีปริมาณเพิ่มขึ้นอย่างรวดเร็ว และส่งผลกระทบโดยตรงต่อการเพิ่มพลังงานความร้อนสะสมบนพื้นผิวโลกประมาณ 0.140 วัตต์/ตารางเมตร นับตั้งแต่เริ่มมีอุตสาหกรรมเกิดขึ้นถึงปัจจุบัน

#### 2.1.1.4 ก๊าซที่มีสารประกอบคลอโรฟลูออโรคาร์บอน (Chlorofluorocarbon – CFC)

ก๊าซที่มีสารประกอบพวกคลอโรฟลูออโรคาร์บอนมีแหล่งกำเนิดจากโรงงานอุตสาหกรรม และอุปกรณ์เครื่องใช้ในชีวิตประจำวันต่าง ๆ แม้ว่าก๊าซประเภทนี้จะมีปริมาณลดลงร้อยละ 40.0 เมื่อเทียบกับสิบกว่าปีก่อนหน้านี้ตามมาตรการควบคุมโดยสนธิสัญญามอนทรีออล (Montreal Protocol) แต่ปริมาณก๊าซคลอโรฟลูออโรคาร์บอนที่ยังมีสะสมอยู่ในชั้นบรรยากาศโดยฝีมือมนุษย์ ยังคงเป็นต้นเหตุที่ทำให้มีพลังงานความร้อนสะสมบนพื้นผิวโลกประมาณ 0.280 วัตต์/ตารางเมตร และยิ่งไปกว่านั้นผลกระทบทางอ้อมของก๊าซชนิดนี้ ทำให้เกิดอันตรายต่อบรรยากาศและสิ่งมีชีวิตบนพื้นโลกมากมาย กล่าวคือ ก๊าซประเภทนี้สามารถรวมตัวทางเคมีได้ดีกับโอโซน จึงทำให้โอโซนในชั้นบรรยากาศลดน้อยลง หรือเกิดรูรั่วในชั้นโอโซนอันเป็นสาเหตุให้รังสีคลื่นสั้นที่เป็นอันตรายต่อสิ่งมีชีวิตบนพื้นโลกส่องผ่านลงมายังพื้นโลกได้มากขึ้น ทั้งยังทำให้รังสีคลื่นสั้นผ่านมาตกกระทบผิวโลกในสัดส่วนที่มากเกินไปจนเกิดภาวะสมดุล นับเป็นการทำให้ผิวโลกและบรรยากาศร้อนขึ้นโดยทางอ้อม ซึ่งจากการศึกษาของ IPCC ได้ชี้ให้เห็นว่า ปริมาณก๊าซเรือนกระจกที่สำคัญในบรรยากาศ ทั้งคาร์บอนไดออกไซด์ ( $\text{CO}_2$ ) มีเทน ( $\text{CH}_4$ ) และไนตรัสออกไซด์ ( $\text{N}_2\text{O}$ ) ได้เพิ่มปริมาณขึ้นอย่างรวดเร็วในช่วงระยะเวลาเพียง 200 ปีที่ผ่านมา นับตั้งแต่มีการปฏิวัติอุตสาหกรรมในยุโรป โดยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ เพิ่มปริมาณขึ้นจาก 280 ส่วนในล้านส่วน (ppm) ในปี ค.ศ. 1800 เพิ่มขึ้นเป็น 360 ppm ในปี ค.ศ. 2000 เช่นเดียวกับก๊าซมีเทน ซึ่งเพิ่มขึ้นกว่าเท่าตัวนับตั้งแต่ปี ค.ศ. 1800 จาก 750 ส่วนในพันล้านส่วน (ppb) เป็น 1,750 ppb ในปี ค.ศ. 2000 ส่วนก๊าซไนตรัสออกไซด์นั้นเริ่มมีแนวโน้มเพิ่มสูงขึ้นตั้งแต่มีการปฏิวัติการทำเกษตรกรรม แต่อัตราการเพิ่มขึ้นนั้นน้อยมากเมื่อเทียบกับช่วงหลังปฏิวัติอุตสาหกรรม ทำให้ความเข้มข้นของก๊าซไนตรัสออกไซด์เพิ่มขึ้นจาก 270 ppm ในราวปี ค.ศ. 1800 เป็น 310 ppm ในปี ค.ศ. 2000 (องค์การบริหารจัดการก๊าซเรือนกระจก, ม.ป.ป.)

#### 2.1.2 สถานการณ์แนวโน้มการปล่อยก๊าซเรือนกระจกของประเทศไทย

ในปี พ.ศ. 2543 สำนักงานนโยบายและแผนทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อมได้แสดงปริมาณก๊าซเรือนกระจกรวมของประเทศ (National Total Emission) มีค่าเท่ากับ 229 ล้านตันคาร์บอนไดออกไซด์เทียบเท่า มีทั้งส่วนที่เป็นปริมาณที่ปล่อยออก (Emission by Sources) คือ 277 ล้านตันคาร์บอนไดออกไซด์เทียบเท่า และค่าดูดกลืน (Removal by Sink) มีค่าเท่ากับ 50.2 ล้านตันคาร์บอนไดออกไซด์เทียบเท่า ซึ่งปริมาณการปล่อยคาร์บอนไดออกไซด์ ( $\text{CO}_2$ ) ของประเทศทั้งหมดคิดเป็น 158 ล้านตันคาร์บอนไดออกไซด์เทียบเท่า ก๊าซมีเทน ( $\text{CH}_4$ ) 58.8 ล้านตันคาร์บอนไดออกไซด์เทียบเท่า และก๊าซไนตรัสออกไซด์ ( $\text{N}_2\text{O}$ ) 12.4 ล้านตันคาร์บอนไดออกไซด์

เทียบเท่า คิดเป็นร้อยละ 68.9, 25.7 และ 5.40 ตามลำดับ ดังภาพที่ 2.1 และปริมาณการปล่อยก๊าซเรือนกระจกในแต่ละภาคส่วนของประเทศไทย ดังตารางที่ 2.1



ภาพที่ 2.1 ปริมาณและสัดส่วนการปล่อยก๊าซเรือนกระจกหลักของประเทศไทยใน ปี พ.ศ. 2543

แหล่งที่มา: สำนักงานนโยบายและแผนทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม, ม.ป.ป.

ตารางที่ 2.1 ปริมาณการปล่อยก๊าซเรือนกระจกของประเทศไทย ปี พ.ศ. 2546

| ปี<br>(พ.ศ.)                                                    | จำนวน<br>ประชากร | การปล่อยก๊าซเรือนกระจก |            |                 | ภาคการป่าไม้<br>และการใช้<br>ประโยชน์<br>ที่ดิน |
|-----------------------------------------------------------------|------------------|------------------------|------------|-----------------|-------------------------------------------------|
|                                                                 |                  | ภาค<br>พลังงาน         | ภาคของเสีย | ภาค<br>การเกษตร |                                                 |
| 2537                                                            | 56,887,831       | 193                    | 0.740      | 77.4            | 61.8                                            |
| 2546                                                            | 62,126,510       | 193                    | 26.9       | 82.8            | 22.6                                            |
| ร้อยละอัตรา<br>เพิ่ม                                            | 28.7             | 9.23                   | 3,533      | 7.00            | - 63.4                                          |
| การเพิ่มของการปล่อยก๊าซ<br>เรือนกระจกต่อการเติบโต<br>ของประชากร |                  | 5.29                   | 383        | 0.760           | - 6.88                                          |

แหล่งที่มา: สำนักงานนโยบายและแผนทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม, 2553.

### 2.1.3 ผลกระทบจากปรากฏการณ์เรือนกระจก

#### 2.1.3.1 ผลกระทบต่อภูมิอากาศ

เกิดการเปลี่ยนแปลงของภูมิอากาศซึ่งมีความรุนแรงและบ่อยมากขึ้น เช่น ทำให้เกิดอุทกภัย ส่วนบริเวณอื่น ๆ ก็เกิดปัญหาแล้ง เนื่องจากฝนตกน้อยลง กล่าวคือ พื้นที่ภาคใต้จะมีฝนตกชุก และเกิดอุทกภัยบ่อยครั้งขึ้น ในขณะที่ภาคเหนือและตะวันออกเฉียงเหนือต้องเผชิญกับภัยแล้งมากขึ้น รูปแบบของฝนและอุณหภูมิที่เปลี่ยนแปลงไปทำให้วัฏจักรของน้ำเปลี่ยนแปลงไปด้วย

#### 2.1.3.2 ผลกระทบต่อระดับน้ำทะเลและพื้นที่ชายฝั่ง

เมื่ออุณหภูมิเฉลี่ยของโลกเพิ่มสูงขึ้น ระดับน้ำทะเลก็จะสูงขึ้นด้วย เนื่องจากเกิดการขยายตัวของผิวน้ำทะเล และการละลายของภูเขาน้ำแข็งบริเวณขั้วโลก และส่งผลกระทบโดยตรงต่อการตั้งถิ่นฐานของมนุษย์บริเวณชายฝั่งทะเล โดยพื้นที่บริเวณชายฝั่งจะถูกน้ำท่วมและถูกกัดเซาะมากขึ้น ทำให้เกิดการสูญเสียที่ดิน

#### 2.1.3.3 ผลกระทบต่อสุขภาพอนามัย

อุณหภูมิเฉลี่ยของโลกที่เพิ่มสูงขึ้นและเหตุการณ์ตามธรรมชาติที่รุนแรงและเกิดบ่อยครั้งส่งผลกระทบโดยตรงต่อสุขภาพและอนามัยของคนไทย โรคระบาดที่สัมพันธ์กับการบริโภคอาหารและน้ำดื่ม มีแนวโน้มว่าจะเพิ่มสูงมากขึ้น โดยภัยธรรมชาติ เช่น ภาวะน้ำท่วมทำให้เกิดการปนเปื้อนของเชื้อโรคในแหล่งน้ำ ไม่ว่าจะเป็น โรคบิด ท้องร่วง และอหิวาตกโรค เป็นต้น โรคติดต่อในเขตร้อนก็มีแนวโน้มว่าจะเพิ่มขึ้น และจะคร่าชีวิตผู้คนเป็นจำนวนมากเช่นเดียวกัน

#### 2.1.3.4 ผลกระทบต่อเกษตรกรรม

การศึกษาของสถาบันสิ่งแวดล้อมไทย (2554: 2 – 3) ระบุว่าในประเทศไทยมีแนวโน้มว่าการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศจะทำให้ปริมาณน้ำลดลง (ประมาณ ร้อยละ 5.00 – 10.0) ซึ่งจะมีผลต่อผลผลิตด้านการเกษตร โดยเฉพาะข้าว ซึ่งเป็นพืชเศรษฐกิจที่สำคัญ และต้องอาศัยปริมาณน้ำฝนและแสงแดดที่แน่นอน รวมถึงความชื้นของดินและอุณหภูมิเฉลี่ยที่พอเหมาะด้วย

#### 2.1.3.5 ผลกระทบต่อแหล่งน้ำ

เนื่องจากการประเมินกันว่า หากโลกร้อนขึ้น 1.50 – 4.50 องศาเซลเซียส ปริมาณน้ำฝนและหิมะจะเพิ่มร้อยละ 7.00 – 15.0 แต่ไม่กระจายทั่วโลกทำให้บางบริเวณเกิดน้ำท่วมบางบริเวณเกิดความแห้งแล้งและเกิดแหล่งน้ำใหม่ ทำให้เสียสภาพความอุดมสมบูรณ์ของแหล่งน้ำ

#### 2.1.3.6 ผลกระทบต่อสภาพเศรษฐกิจและสังคม

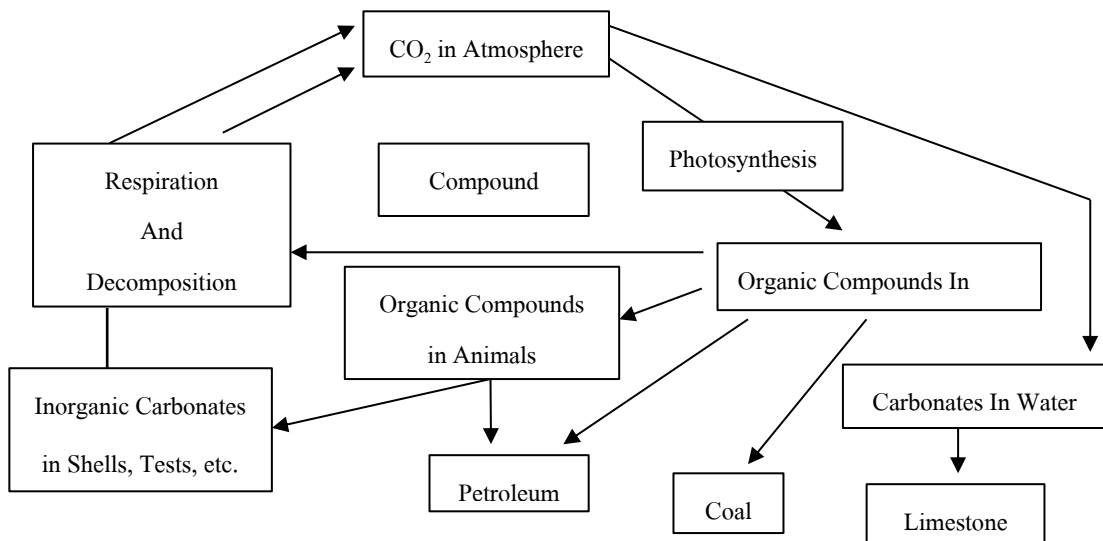
การที่อุณหภูมิโลกเพิ่มสูงขึ้น จะมีผลโดยตรงต่อสุขภาพจิตและอารมณ์ มีผลกระทบทำให้เกิดพฤติกรรมก้าวร้าว ก่อให้เกิดปัญหาอาชญากรรม และอุบัติเหตุสูงขึ้น การอพยพย้ายถิ่นจากที่

อยู่เดิม เนื่องจากการเปลี่ยนแปลงสภาพแวดล้อมและภูมิอากาศ ส่งผลต่อการเปลี่ยนแปลงและสูญหายของวัฒนธรรม ผลกระทบทางด้านเศรษฐกิจ เกิดจากการต้องเสียค่าใช้จ่ายในการศึกษาวิจัยการเปลี่ยนแปลงของโลก เพื่อป้องกันผลกระทบที่เกิดขึ้น (วิศรา ไชยวงศ์, 2539: 16; เทวา หมั่นจันทร์, 2555: 20)

## 2.2 ความสัมพันธ์ระหว่างก๊าซเรือนกระจกกับวงจรคาร์บอนในโลก

### 2.2.1 วัฏจักรคาร์บอน

คาร์บอนเป็นธาตุหนึ่งที่สำคัญและเป็นองค์ประกอบหลักในสิ่งมีชีวิตในธรรมชาตินั้น พืชและจุลินทรีย์ ถือเป็นผู้มีบทบาทสำคัญในระบบนิเวศที่เกี่ยวข้องกับการเปลี่ยนแปลงวงจรคาร์บอนในโลก พืชทำหน้าที่เปลี่ยนก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์มาเก็บไว้ในรูปสารประกอบอินทรีย์ในส่วนต่าง ๆ ของพืช โดยผ่านกระบวนการที่เรียกว่า การสังเคราะห์แสง (Photosynthesis) และจุลินทรีย์ในดินทำหน้าที่ย่อยสลายเพื่อเปลี่ยนรูปคาร์บอนอินทรีย์ในซากพืชและสัตว์ที่ตายลงให้กลายเป็นก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ ปล่อยคืนกลับสู่ชั้นบรรยากาศ ทำให้คาร์บอนเข้าสู่วงจรคาร์บอน (Carbon Cycle) อีกครั้ง นอกจากนี้ คาร์บอนบางส่วนที่ไม่ถูกย่อยสลายโดยจุลินทรีย์ในดิน ก็จะถูกเก็บสะสมไว้ในดินในรูปสารประกอบอินทรีย์ที่ย่อยสลายได้ยาก เช่น ฮิวมัส (Humus) สารประกอบคาร์บอนนี้ รวมถึงในรูปของแหล่งพลังงานฟอสซิล (น้ำมัน ถ่านหิน) (สิริกานดา วัชรไทย, 2551: 73) วัฏจักรคาร์บอน มีองค์ประกอบอยู่ 3 ส่วนด้วยกัน คือ 1) ส่วนอากาศ 2) ส่วนมหาสมุทร และ 3) ส่วนระบบนิเวศวิทยาพื้นพิภพ ซึ่งปริมาณการหมุนเวียนของคาร์บอนโดยมีการแลกเปลี่ยนระหว่างการเก็บกัก การปลดปล่อย โดยมีการแลกเปลี่ยนระหว่างการเก็บกักและการปลดปล่อย มีความแตกต่างกันมากขึ้นอยู่กับปัจจัยต่าง ๆ ในแต่ละเวลาตั้งแต่รายวันถึงรายปีไปจนถึงหลาย ๆ ปี สำหรับการแลกเปลี่ยนคาร์บอนระหว่างพื้นดินและบรรยากาศนั้น ดินจะมีการปลดปล่อยคาร์บอนสู่บรรยากาศในปริมาณเท่ากับที่พืชใช้ในการสังเคราะห์แสง และถ้าเป็นการเปลี่ยนแปลงปริมาณคาร์บอนในดินเนื่องมาจากการกร่อนดินจะทำให้ปริมาณคาร์บอนในดินลดลง (ภาพที่ 2.2)



ภาพที่ 2.2 วัฏจักรคาร์บอน

แหล่งที่มา: ชีระ เล็กชลยุทธ, 2535: 165.

### 2.2.2 อินทรีย์คาร์บอน

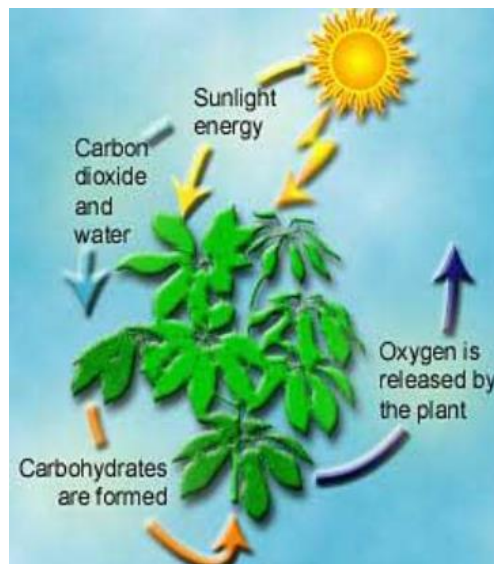
แหล่งสะสมคาร์บอนบนโลกหลักๆ ได้แก่ ดิน บรรยากาศ และน้ำ คาร์บอนที่อยู่บนพื้นโลก มีประมาณ 2.00 เท่าของคาร์บอนที่อยู่ในบรรยากาศ หรือ 3.00 เท่าของคาร์บอนในพื้นดินที่มีสิ่งมีชีวิตอาศัยอยู่ 1.00 ใน 3.00 ของคาร์บอนเป็นเชื้อเพลิงฟอสซิลซึ่งพบใต้ดิน และ 1.00 ใน 25.0 ของคาร์บอนจะอยู่ในน้ำ สำหรับการแลกเปลี่ยนคาร์บอนระหว่างพื้นดินและบรรยากาศนั้น ดินจะมีการปลดปล่อยคาร์บอนสู่บรรยากาศในปริมาณเท่ากับที่พืชใช้ในการสังเคราะห์แสงและถ้าเป็นการเปลี่ยนแปลงปริมาณคาร์บอนในดินเนื่องมาจากการกร่อนดินจะทำให้ปริมาณคาร์บอนในดินลดลง การสะสมอินทรีย์คาร์บอนมีต้นกำเนิดมาจากการย่อยสลายของอินทรีย์วัตถุซึ่งเป็นการย่อยสลายของพืชและสัตว์ด้วยจุลินทรีย์ (Wayne, Daniel and Jessica, 2013) การย่อยสลายของพืชหรือลำต้นที่ถูกไถกลบลงไปในดินหลังจากเก็บเกี่ยวแล้วจะมีลักษณะเช่นเดียวกับการย่อยสลายของสัตว์ที่ตายลง ปุ๋ยคอกที่เติมลงไปในดินเพื่อช่วยยกระดับความอุดมสมบูรณ์ของดิน หลังจากสิ่งต่าง ๆ เหล่านี้เข้าสู่ดินแล้ว อินทรีย์คาร์บอนจะส่งผลต่อโครงสร้างของดิน โดยเริ่มจากมวลชีวภาพถูกเปลี่ยนแปลงในกระบวนการย่อยสลาย พร้อมทั้งมีจุลินทรีย์ในดินมาช่วยสลายมวลชีวภาพอินทรีย์คาร์บอนที่มาจากแต่ละขั้นตอนนั้นมีองค์ประกอบและคุณสมบัติแตกต่างกัน บางครั้งการแตกตัวของอินทรีย์คาร์บอนจะเป็นอินทรีย์คาร์บอนชนิดเนื่องต่อการทำปฏิกิริยาซึ่งมาจากจุลินทรีย์ที่อยู่ใต้ดิน และอาศัยอยู่ใต้ดินมาเป็นเวลาพันปี (Tippayachan, 2006: 169)



## 2.3 แนวทางการกักเก็บคาร์บอนในภาคเกษตรกรรม

### 2.3.1 การกักเก็บคาร์บอน

การกักเก็บคาร์บอนมีอยู่สองวิธีหลัก คือ 1) การกักเก็บทางอ้อม (Indirect Storage) คือ การใช้ต้นไม้ในการกักเก็บ  $\text{CO}_2$  โดยผ่านกระบวนการ Photosynthesis (ภาพที่ 2.3) ซึ่งจะเปลี่ยน  $\text{CO}_2$  เป็นกลูโคส และปล่อย  $\text{O}_2$  แทน ซึ่งกระบวนการ Photosynthesis จะใช้พลังงาน  $9.47 \times 10^{-19} \text{ J}$  ในการเปลี่ยน  $\text{CO}_2$  จำนวน 1 โมเลกุล ไปเป็นกลูโคส และ 2) การกักเก็บทางตรง (Direct Storage) คือ การดึงเอาคาร์บอนกลับสู่ใต้ชั้นผิวโลก



ภาพที่ 2.3 กระบวนการ Photosynthesis

แหล่งที่มา: Francis and Louis, 2008: 168.

### 2.3.2 การกักเก็บคาร์บอนในพื้นที่การเกษตร

ซึ่งจากผลการศึกษาการลดการปล่อยก๊าซเรือนกระจกมีความแตกต่างกันไปในแต่ละพื้นที่เกษตรกรรม การจัดการทางการเกษตรส่งผลต่อการกักเก็บคาร์บอนในดินและการปลดปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์สู่บรรยากาศ ซึ่งพื้นที่เกษตรส่วนใหญ่เป็นแหล่งกักเก็บคาร์บอนได้เป็นอย่างดีและมีศักยภาพในการกักเก็บได้ปริมาณที่สูงถ้ามีเทคโนโลยีและการจัดการที่เหมาะสม ปัจจุบันแนวคิดเรื่องการพัฒนาการเกษตรแบบยั่งยืน (Sustainable Agricultural Development) ถูกนำมาใช้อย่างกว้างขวางทางการเกษตร ดังนั้น การจัดการเกี่ยวกับคาร์บอนในดิน ไม่ว่าจะเป็นการใส่ปุ๋ยหมัก

การปลูกพืชตระกูลถั่วเพื่อปรับปรุงดิน รวมทั้งมาตรการในการอนุรักษ์ดินและน้ำ ล้วนเป็นการพัฒนาการเกษตรแบบยั่งยืน (คณะสิ่งแวดล้อมและทรัพยากรศาสตร์, 2545: 168)

### 2.3.3 การกักเก็บคาร์บอนในดิน

การกักเก็บคาร์บอนในดินเป็นมาตรการอย่างหนึ่งในการลดผลกระทบการเปลี่ยนแปลงภูมิอากาศโดยการเคลื่อนที่ของคาร์บอน อัตราการเปลี่ยนแปลงของคาร์บอนจากอากาศไปสู่ดินซึ่งทำให้คาร์บอนในดินเพิ่มขึ้น และลดการปลดปล่อยคาร์บอนจากดินกลับสู่ชั้นบรรยากาศ นอกจากนี้ การเคลื่อนย้ายคาร์บอนจากแหล่งที่ปลดปล่อยคาร์บอน (Carbon Emissions) ไปยังแหล่งดูดซับคาร์บอน (Carbon Absorptions) การเปลี่ยนแปลงที่เกิดขึ้นจะมีศักยภาพในการลดการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ (United State Geological Survey, 2006) ในขณะเดียวกัน การกักเก็บคาร์บอนสามารถนำไปสู่การเพิ่มความอุดมสมบูรณ์ของดิน การเพิ่มขึ้นของผลผลิต ซึ่งช่วยประชากรท้องถิ่นทางด้านเศรษฐกิจ สิ่งแวดล้อม และสังคม (อรรถชัย จินตะเวช, 2547: 63)

การดูดซับก๊าซเรือนกระจกของดิน เพราะดินที่อุดมสมบูรณ์จากการทำเกษตรอินทรีย์ พลังชีวภาพจะเป็นที่อยู่ของจุลินทรีย์มีประโยชน์จำนวนมาก จุลินทรีย์เหล่านี้นอกจากจะช่วยลดการปล่อยก๊าซเรือนกระจกต่าง ๆ จากดิน ทั้งคาร์บอนไดออกไซด์ ( $\text{CO}_2$ ) ไนตรัสออกไซด์ ( $\text{N}_2\text{O}$ ) และมีเทน ( $\text{CH}_4$ ) แล้ว ยังช่วยดูดซับก๊าซเรือนกระจกเหล่านี้กลับมาเก็บไว้ในดินได้อย่างมีประสิทธิภาพอีกด้วย ประมาณว่าดินที่มีอยู่ทั่วโลกสามารถดูดคาร์บอนจากอากาศได้ถึง 1,000 ล้านตัน/ปี

ดินเป็นแหล่งที่มีประสิทธิภาพและสามารถจะดูดซับคาร์บอนไดออกไซด์ได้มากกว่าพื้นที่ป่าไม้และสามารถอยู่ในดินได้นานกว่ามวลชีวภาพ เนื่องจากการสลายตัวได้ช้ากว่า จากการศึกษาการประเมินอายุด้วยคาร์บอน - 14 ( $^{14}\text{C}$ ) ซึ่งให้เห็นว่า คาร์บอนสามารถสะสมอยู่ในดินได้นานกว่า 6,000 ปี (พจนีย์ มอญเจริญ, 2547: 21 – 22)

## 2.4 ข้อมูลพื้นฐานการปลูกข้าวโพดหวาน

### 2.4.1 ข้าวโพดหวาน

ข้าวโพดหวานจัดอยู่ในตระกูล Gramineae ซึ่งเป็นตระกูลเดียวกับหญ้าหรือข้าวมีชื่อวิทยาศาสตร์ว่า Zeamays Line Var. Rugosa หรือ Saccharata เป็นข้าวโพดที่ปลูกรับประทานฝักสด โดยเฉพาะ เมล็ดอ่อนอยู่จะมีลักษณะใสโปร่ง และมีรสหวาน เนื่องจากมีน้ำตาลมาก แต่เมล็ดแก่จะหดรัดและเหนียว การเก็บข้าวโพดหวานจะเลือกเก็บในระยะที่ฝักมีน้ำตาลมากที่สุด ไม่อ่อนหรือแก่เกินไป น้ำตาลในเมล็ดข้าวโพดหวานนี้จะเปลี่ยนสภาพเป็นแป้งไปได้โดยง่ายเมื่อได้รับอากาศ

ร้อน ดังนั้น การปลูกข้าวโพดหวานในบ้านเราจะปลูกได้ดีในฤดูกาลที่มีอากาศหนาว และเมื่อเก็บจากต้นแล้วควรจะต้องรีบรับประทานทันที หรือไม่เกิน 2.00 ชั่วโมง มิฉะนั้นน้ำตาลภายในเมล็ดจะแปรสภาพเป็นแป้งทำให้รสจืดชืดไป การหุงต้มก็เช่นกันไม่ควรให้ความร้อนมากเกินไป เพราะจะทำให้เสียรสหวาน การปลูกข้าวโพดหวานในฤดูร้อนนั้น อาจจะปลูกได้ถ้ามีน้ำเพียงพอ แต่อากาศร้อนจะทำให้เมล็ดแก่เร็ว ข้าวโพดหวานเป็นพืชที่มีความสำคัญทางเศรษฐกิจ มีการบริโภคทั้งภายในและส่งออกไปยังต่างประเทศ นอกจากบริโภคสดแล้ว ยังมีการแปรรูปเป็นผลิตภัณฑ์ต่าง ๆ ได้อีกด้วย (เครือวัลย์ บุญเงิน, 2551: 34 – 35)

#### 2.4.1.1 ลักษณะทางพฤกษศาสตร์ของข้าวโพดหวาน

1) ราก เมื่อนำเมล็ดข้าวโพดไปเพาะ จะพบว่า รากจะงอกออกมาก่อนส่วนอื่น ๆ จากจุดกำเนิดของเมล็ดหรือที่เรียกว่า “คัพพะ” (Embryo) และต่อไปหน่อหรือลำต้นจะงอกขึ้นมาในด้านตรงข้ามกับราก และในระหว่างนี้ก็จะมีการงอกที่สองที่สามตามลำดับ รากดังกล่าวนี้เป็นรากชั่วคราว หรือรากขั้นต้น (Primary or Seminal Root) หลังจากข้าวโพดเจริญเติบโตได้หนึ่งสัปดาห์ถึง 10 วัน รากถาวร (Adventitious Root หรือ Permanent Root) ก็จะงอกขึ้นรอบ ๆ ข้อ ในระดับใต้พื้นดินประมาณ 3.00 – 5.00 เซนติเมตร รากอากาศ (Aerial หรือ Brace Roots) จัดรวมอยู่ในพวกรากถาวรนี้ รากของข้าวโพดหวานจะมีระบบที่เรียกว่า ระบบรากฝอย (Fibrous Root System) ซึ่งแบ่งออกเป็นหลายชนิด เช่น รากขั้นต้น (Primary Root) รากยึดเหนี่ยว (Brace Root) รากด้านข้าง (Lateral Root) และรากฝอย (Root Hair) แต่ไม่มีรากแก้ว (Tap Root) รากขั้นต้นที่งอกมาครั้งแรกจะมีจำนวน 20.0 – 30.0 ราก ส่วนรากยึดเหนี่ยวนั้นมีจำนวนไม่จำกัดและอาจจะแยกออกมาเป็นรากยึดเหนี่ยวย่อย ๆ อีกเป็นจำนวนมากก็ได้ อาจจะมีจำนวนถึงร้อยและยาว 30.0 – 60.0 เซนติเมตร ส่วนรากฝอยนั้นย่อมเล็กมากและมีอายุหรือความเป็นอยู่เพียงชั่วคราว เคยมีผู้ค้นหาน้ำหนักของรากว่าหนักประมาณร้อยละ 12.0 – 15.0 ของน้ำหนักทั้งหมด ปริมาณของรากข้าวโพดแต่ละต้นแต่ละพันธุ์ จะมีมากน้อยต่างกันออกไปแล้วแต่ลักษณะทางกรรมพันธุ์และสิ่งแวดล้อมที่ปลูก ข้าวโพดที่มีรากมากก็ย่อมมีความแข็งแรง และการยึดเหนี่ยวในดินดี จึงมีจำนวนต้นล้มน้อยกว่าพวกที่มีปริมาณรากน้อย

2) ลำต้น ข้าวโพดมีลำต้นแข็ง ใสน้ำหนักไม่กลวงเหมือนพืชอื่น ส่วนความสูงของลำต้นมีตั้งแต่ 60.0 เซนติเมตร จนถึงกว่า 6.00 เมตร แล้วแต่ชนิดของพันธุ์ ข้อของข้าวโพดนอกจากจะมีความสำคัญในแง่ที่เป็นข้อต่อของปล้องแล้วยังเป็นที่เกิดของราก ลำต้นใหม่ และฝักอีกด้วย ปล้องที่โคนต้นจะสั้นและหนา แต่จะค่อย ๆ ยาวขึ้นไปทางด้านปลาย ปล้องเหนือพื้นดินจะมีจำนวนตั้งแต่ 8.00 – 20.0 ปล้อง เมื่อผ่าลำต้นดูตามขวางจะเห็นเปลือกอยู่เป็นวงรอบนอก ซึ่งด้านนอกประกอบไปด้วยเซลล์ที่กั้นน้ำได้ ส่วนด้านในเป็นหมู่เซลล์แข็งของพวกท่อน้ำและท่ออาหาร

ปัจจุบันมีผู้พบว่าความหนาของเปลือกส่วนนี้ของต้นข้าวโพดมีความสัมพันธ์โดยตรงกับจำนวนต้นลำภายในเปลือก เป็นหมู่เซลล์สีขาวของไส้ (Pith) และมีท่อน้ำท่ออาหาร (Vascular Bundles) กระจายอยู่ทั่วไป การแตกกอของต้นข้าวโพด ข้าวโพดแตกกอไม่มากนักหรือไม่แตกกอเลยก็ได้ ทั้งนี้ แล้วแต่ชนิดพันธุ์และความอุดมสมบูรณ์ของดิน โดยปกติข้าวโพดประเภทหัวแข็ง (Flint) มักแตกกอได้ง่ายกว่าข้าวโพดหัวบุบ (Dent) ต้นที่แตกออกมาใหม่นั้นอาจจะมีจำนวน 3.00 – 4.00 ต้นก็ได้ จะมีลักษณะไม่แตกต่างจากต้นแม่เลย และทุกต้นอาจให้ฝักที่สมบูรณ์ด้วย

3) ใบ ใบของข้าวโพดมีลักษณะคล้ายใบพวกพืชตระกูลหญ้าทั่ว ๆ ไป ประกอบด้วยตัวใบ กาบใบ และหูใบ (Ligule) ลักษณะของใบข้าวโพดก็มีแตกต่างกันไปมากมายแล้วแต่พันธุ์ จำนวนใบก็เช่นเดียวกัน มีตั้งแต่ 8.00 – 48.0 ใบ พวกที่มีอายุสั้นจะมีจำนวนใบน้อยกว่าพวกที่มีอายุยาว ใบทำหน้าที่ปรุงอาหารและเป็นที่ระเหยของน้ำให้น้อยลง

4) ดอก ข้าวโพดมีดอกตัวผู้ และดอกตัวเมียอยู่แยกกัน แต่อยู่ในลำต้นเดียวกัน (Monoecious) ดอกตัวผู้รวมกันอยู่เป็นช่อ เรียกว่า ช่อดอกตัวผู้ (Tassel) และอยู่ตอนบนสุดของลำต้นเกษตรกรมักจะเรียก “ดอกหัว” ดอกตัวผู้ดอกหนึ่งจะมีอับเกสร (Anther) 3.00 อัน แต่ละอับยาวประมาณ 6.00 มิลลิเมตร และมีเรณูเกสร (Pollen Grain) ประมาณอับละ 25,000 เมล็ด การสักระยะของเกสรจะเริ่มขึ้นก่อนการออกไหม 1 – 3 วัน บนข้าวโพดต้นเดียวกัน การบานของดอกตัวผู้จะอยู่ติดต่อกันไปหลายวันหลังจากที่ไหมโผล่ออกจากฝัก อากาศที่ร้อนและแห้งแล้งหรือลมแรงจะช่วยเร่งการสักระยะของเกสรให้หมดเร็วขึ้น ส่วนดอกตัวเมียนั้นอยู่รวมกันเป็นช่อหรือฝักตอนข้างกลาง ๆ ลำต้น ดอกตัวเมียแต่ละดอกประกอบด้วยรังไข่ (Ovary) และเส้นไหม (Silk Style) ซึ่งมีความยาวประมาณ 5.00 – 15.0 เซนติเมตร และยื่นปลายโผล่ออกไปรวมกันเป็นกระจุกอยู่ตรงปลายช่อดอก ซึ่งมีเปลือกหุ้มอยู่ และพร้อมที่จะผสมพันธุ์ทันทีที่งอกพ้นเปลือก เส้นไหมนี้จะมีลักษณะเป็นยางเหนียว ๆ สำหรับคอยรับละอองเกสรที่ปลิวมาสัมผัสเพื่อเข้าผสมกับไข่ และจะจับละอองเกสรได้ตลอดความยาวของเส้นไหม และจะมีลักษณะดังนี้นานประมาณ 2 สัปดาห์ ต่อจากนั้นก็ค่อย ๆ แห้งตายไป เมื่อรังไข่ได้รับการผสมจากละอองเกสร และรังไข่ก็จะเติบโตเป็นเมล็ด ช่อดอกตัวเมียที่รับการผสมแล้วนี้ เรียกว่า ฝัก (Ear) ข้าวโพดต้นหนึ่งอาจมีมากกว่าหนึ่งฝักขึ้นไป และฝักหนึ่งอาจมีมากถึง 1,000 เมล็ด หรือมากกว่านั้น แกนกลางของฝักเรียกว่าซัง (Cob) จากนั้นจะมีการผสมเกสรโดยละอองเกสรของข้าวโพดจะปลิวไปตามกระแสลมหรือตามแรงดึงดูดของโลก เมื่อเส้นไหมได้รับละอองเกสรต่าง ๆ ก็จะขยายตัวทันทีโดยส่งท่อ (Tube) ไปตามเส้นไหมจะถึงรังไข่ ซึ่งอยู่ปลายสุดของเส้นไหมเพื่อทำการผสม การผสมระหว่างเกสรกับไข่โดยปกติจะเสร็จภายในเวลา 12.0 – 28.0 ชั่วโมง นับตั้งแต่ละอองเกสรเริ่มสัมผัสกับเส้นไหม ภายใต้สภาวะที่เหมาะสม ละอองเกสรอาจจะมีชีวิตอยู่ได้นาน 18.0 – 24.0 ชั่วโมง แต่อาจจะตายในเวลา 2.00 – 3.00 ชั่วโมง

ด้วยความร้อนหรือความแห้ง ความร้อนหรือลมที่แห้งแล้ง อาจจะเป็นอันตรายต่อดอกตัวผู้ (Tassel) ดังนั้น จึงไม่มีการสกัดละอองเกสร หรือไม่ก็จะไปลดความชื้นที่ไหม และทำให้เกสรไม่สามารถจะงอกออกไปได้ หลังจากผสมแล้วประมาณ 18 – 20 วัน ภายในเมล็ดข้าวโพดจะมีน้ำนมขาว ๆ มีปริมาณน้ำตาลสูง และเริ่มมีแป้งบ้างเล็กน้อย ซึ่งเป็นช่วงที่เหมาะสมสำหรับการเก็บเกี่ยวข้าวโพดหวาน (ภาพที่ 2.4)



ภาพที่ 2.4 ลักษณะทั่วไปของข้าวโพดหวาน

แหล่งที่มา: โอเคเนชั่นออนไลน์, 2554.

#### 2.4.1.2 ระยะการเจริญเติบโตและการพัฒนาของข้าวโพดหวาน

ข้าวโพดหวาน จะใช้เวลาในการพัฒนาตั้งแต่ระยะการงอก (Emergence) จนถึงระยะเก็บเกี่ยว ประมาณ 75 – 80 วัน ข้าวโพดที่เติบโตสมบูรณ์จะมีใบ 16.0 – 18.0 ใบ และออกไหมเมื่ออายุประมาณ 55 – 60 วัน นับจากวันงอก ความแตกต่างของเวลาแต่ละช่วงของการเจริญเติบโต มีข้อพิจารณาดังนี้

- 1) พันธุ์อายุสั้นจะมีจำนวนใบน้อยกว่าพันธุ์อายุยาว และมีการพัฒนาใบแต่ละใบรวดเร็วกว่า
- 2) การพัฒนาของข้าวโพดในแต่ละระยะการเจริญเติบโต จะตอบสนองกับความร้อนสะสม (Heat Unit) ที่ข้าวโพดได้รับเป็นสำคัญ
- 3) ความยาวนานของช่วงแสงจะมีผลทำให้จำนวนใบต่อต้นของข้าวโพดเพิ่มขึ้นและทำให้ระยะการออกดอกยืดยาวออกไป

4) การขาดธาตุอาหารพืชหรือการขาดน้ำหรือในสภาพ Stress ใด ๆ จะทำให้ระยะเวลาการเจริญเติบโตของข้าวโพดในระยะ Vegetative ยืดยาวออกไป

5) ในสภาพที่มีธาตุอาหารและความชื้นของดินพอเพียง จำนวนเมล็ดต่อฝัก ขนาด เมล็ด และอัตราการสะสมน้ำหนักเมล็ด จะขึ้นอยู่กับระยะ Grain Filling กล่าวคือ ช่วงเวลาดังแต่วันออกไหม ถึงวันเก็บเกี่ยว

#### 2.4.1.3 การจำแนกระยะการเจริญเติบโตของข้าวโพด

ในการพัฒนาของข้าวโพดตั้งแต่ระยะเริ่มงอกจนถึงระยะเก็บเกี่ยว จะมีปรากฏการณ์ให้เห็นถึงการเพิ่มจำนวนใบ การเพิ่มจำนวนราก การออกดอก การพัฒนาของเมล็ด และการสุกแก่ ปรากฏการณ์เหล่านี้สามารถจำแนกระยะการเจริญเติบโตได้ ดังนี้

1) ระยะการเจริญเติบโตทางลำต้นและใบ (Vegetative Stage) เป็นระยะเริ่มตั้งแต่ที่ Coleoptile โผล่พ้นผิวดินจนถึงระยะออกดอกตัวผู้ ระยะนี้ใช้เวลาประมาณ 45 – 55 วัน ขึ้นอยู่กับพันธุ์กรรมของข้าวโพดและสภาพแวดล้อมของการเจริญเติบโต

2) ระยะออกดอก (Flowering Stage) เป็นระยะตั้งแต่ดอกตัวผู้บานจนถึงระยะที่ไหมโผล่พ้นกาบหุ้มฝัก ตลอดจนระยะผสมเกสร ใช้เวลาทั้งสิ้นประมาณ 5 – 15 วัน

3) ระยะการสะสมน้ำหนักเมล็ด (Grain Filling) เป็นระยะที่เมล็ดมีการสะสมแป้งในเมล็ด จนถึงระยะที่เมล็ดหยุดการพัฒนา ใช้เวลาทั้งสิ้นประมาณ 35 – 45 วัน

### 2.4.2 แนวโน้มและสถานการณ์ทางการเกษตรของประเทศไทย

#### 2.4.2.1 ขนาดพื้นที่ และสภาพพื้นที่

ภาคกลางและภาคตะวันตก ซึ่งอยู่ในความรับผิดชอบของสำนักวิจัยและพัฒนาการเกษตรเขตที่ 5 ประกอบด้วย 19 จังหวัด ได้แก่ จังหวัดนครสวรรค์ อุทัยธานี ลพบุรี สระบุรี ชัยนาท นครนายก นครปฐม นนทบุรี ปทุมธานี พระนครศรีอยุธยา สิงห์บุรี สุพรรณบุรี อ่างทอง กาญจนบุรี เพชรบุรี ราชบุรี สมุทรปราการ สมุทรสาคร และสมุทรสงคราม มีเนื้อที่ทั้งหมด 48,697,367 ไร่ เป็นพื้นที่ถือครองทางการเกษตร 21,259,675 ไร่ หรือ ร้อยละ 43.7 ของพื้นที่ทั้งหมด พื้นที่ป่าไม้ 11,732,812 ไร่ หรือร้อยละ 24.1 ของพื้นที่ทั้งหมด ส่วนพื้นที่ที่เหลือเป็นพื้นที่ไม่ได้จำแนก จังหวัดกาญจนบุรีมีเนื้อที่กว้างขวางที่สุด 12,176,968 ไร่ โดยมากกว่าครึ่งเป็นพื้นที่ป่าไม้ รองลงมา ได้แก่ นครสวรรค์ อุทัยธานี เพชรบุรี ลพบุรี มีเนื้อที่ 5,998,548, 4,206,404, 3,890,711 และ 3,874,846 ล้านไร่ ตามลำดับ จังหวัดสมุทรสงครามมีเนื้อที่น้อยที่สุด 260,442 ไร่ ในพื้นที่ถือครองทางการเกษตรมีพื้นที่ทำนามากที่สุดประมาณ 11.5 ล้านไร่ รองลงมา ได้แก่ พืชไร่ประมาณ 6.90 ล้านไร่ ไม้ผลและไม้ยืนต้นประมาณ 1.47 ล้านไร่ จังหวัดนครสวรรค์มีพื้นที่ถือครองทางการเกษตรมากที่สุด

4,096,708 ไร่ รองลงมา ได้แก่ ลพบุรี สุพรรณบุรี กาญจนบุรี และอุทัยธานี มีเนื้อที่ 2,381,075, 2,344,964, 2,070,424 และ 1,344,404 ไร่ ตามลำดับ (เครือวัลย์ บุญเงิน, 2551: 5 – 7)

#### 2.4.2.2 ความสำคัญของการปลูกข้าวโพดหวาน

ข้าวโพดหวานเป็นพืชอาหารเศรษฐกิจที่มีความสำคัญของประเทศ เพราะนอกจากจะเป็นพืชอายุสั้นให้ผลตอบแทนค่อนข้างสูง ปลูกได้ตลอดทั้งปี และปลูกได้ทั่วทุกภูมิภาค จึงสามารถจำหน่ายได้ทั้งตลาดบริโภคสดและส่งโรงงานอุตสาหกรรมเพื่อแปรรูปเป็นผลิตภัณฑ์อื่น ซึ่งผลิตภัณฑ์เหล่านี้สามารถส่งไปจำหน่ายยังตลาดต่างประเทศ เช่น ญี่ปุ่น เกาหลี จีน และกลุ่มประเทศในแถบยุโรป เป็นต้น ซึ่งเนื้อที่เพาะปลูกข้าวโพดหวานในปี พ.ศ. 2556 เพิ่มขึ้นจากปี พ.ศ. 2551 หรือเพิ่มขึ้นในช่วง 6 ปีที่ผ่านมาประมาณร้อยละ 23.0 ทำให้ในปี พ.ศ. 2556 มีมูลค่าการส่งออกคิดเป็นมูลค่า 5,400 ล้านบาท แสดงในตารางที่ 2.2 ซึ่งจังหวัดที่เป็นแหล่งเพาะปลูกที่สำคัญคือ

ภาคเหนือ ได้แก่ จังหวัดนครสวรรค์ อุทัยธานี พะเยา ลำปาง แพร่ เชียงราย เชียงใหม่ และลำพูน

ภาคตะวันออกเฉียงเหนือ ได้แก่ ทุกจังหวัดยกเว้นจังหวัดเลย

ภาคกลาง ได้แก่ จังหวัดพระนครศรีอยุธยา ชัยนาท สระบุรี และลพบุรี

ภาคตะวันตก ได้แก่ จังหวัดสุพรรณบุรี ราชบุรี กาญจนบุรี เพชรบุรี และประจวบคีรีขันธ์ (กระทรวงเกษตรและสหกรณ์, 2556)

ตารางที่ 2.2 พื้นที่ ผลผลิต และการส่งออกข้าวโพดหวาน ปี พ.ศ. 2551 – 2556

| รายการ                                                                    | พ.ศ.    |         |         |         |         |         | อัตราการ<br>เติบโต<br>(ร้อยละ) |
|---------------------------------------------------------------------------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|--------------------------------|
|                                                                           | 2551    | 2552    | 2553    | 2554    | 2555    | 2556    |                                |
| 1) พื้นที่เพาะปลูก<br>(ไร่)                                               | 200,965 | 206,748 | 228,377 | 272,294 | 298,193 | 247,136 | 23.0                           |
| 2) ผลผลิตฝักสด<br>(ตัน)                                                   | 336,427 | 376,871 | 331,639 | 388,997 | 429,256 | 365,061 | 8.51                           |
| 3) ปริมาณการส่งออก<br>ข้าวโพดปรุงแต่ง<br>หรือข้าวโพดหวาน<br>กระป๋อง (ตัน) | 153,384 | 160,384 | 173,170 | 184,178 | 172,188 | 167,011 | 8.88                           |
| 4) มูลค่าการส่งออก<br>(ล้านบาท)                                           | 4,843   | 5,105   | 5,108   | 5,701   | 5,684   | 5,400   | 11.5                           |

แหล่งที่มา: วรวัจน์ อัครนิธิ และศศิธร ชิมประเสริฐ, 2557: 14.

## 2.5 ข้อมูลพื้นฐานทรัพยากรดิน

ดิน เกิดจากกระบวนการสลายตัวของหินและแร่ธาตุเป็นชั้นเล็ก ๆ เรียกว่า วัตถุต้นกำเนิดดิน แล้วคลุกเคล้ารวมกับอินทรียสาร เช่น ซากพืช ซากสัตว์ และมูลสัตว์ต่าง ๆ เป็นต้น อินทรียสารเหล่านี้จะถูกย่อยสลายโดยผู้ย่อยสลายตามธรรมชาติ (จุลินทรีย์) และจะกลายเป็นฮิวมัส เมื่อวัตถุต้นกำเนิดดินผสมคลุกเคล้ากับฮิวมัส โดยมีพืชและสัตว์ต่าง ๆ ช่วย จนกลายเป็นดินในที่สุด ดินที่เหมาะสมต่อการเจริญเติบโตของพืชควรจะต้องมีองค์ประกอบของดิน 4 ส่วน คือ ส่วนที่เป็นหินแร่หรืออนินทรีย์วัตถุอยู่ประมาณร้อยละ 45.0 โดยปริมาตร ส่วนที่เป็นอินทรีย์วัตถุซึ่งเกิดจากการเน่าเปื่อยผุพังหรือการสลายตัวของซากพืชและสัตว์ ประมาณร้อยละ 5.00 โดยปริมาตรส่วนที่เป็นช่องว่างขนาดใหญ่ในดินซึ่งมีอากาศอยู่ประมาณร้อยละ 25.0 โดยปริมาตร และส่วนที่เป็นช่องว่างขนาดเล็กในดินซึ่งช่วยเก็บรักษาน้ำประมาณร้อยละ 25.0 โดยปริมาตร อย่างไรก็ตาม ดินโดยสภาพธรรมชาติทั่ว ๆ ไปจะมีความแตกต่างกันในสัดส่วนขององค์ประกอบข้างต้น ทำให้ดินแต่ละแห่งมี



ความเหมาะสมต่อการเจริญเติบโตของพืชได้ไม่เท่ากัน ทั้งนี้ ขึ้นอยู่กับวัตถุดิบกำเนิดและพัฒนาการของดิน แต่อย่างไรก็ตาม สามารถแบ่งสภาพดินที่เกี่ยวข้องกับการเตรียมดินให้กับพืช 3 ด้านด้วยกัน คือ สภาพทางเคมี สภาพทางฟิสิกส์ และสภาพทางชีวของดิน ดังนั้น โดยความหมายของหลักการเตรียมดิน จึงหมายถึงการปรับปรุงดินให้สภาพทางฟิสิกส์ สภาพทางเคมี และสภาพทางชีวภาพของดินให้เหมาะสมต่อการเจริญเติบโตของพืช (กรมพัฒนาที่ดิน, 2533: 5)

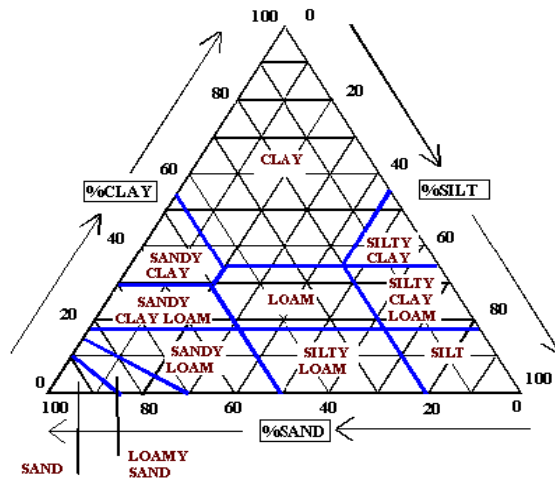
### 2.5.1 ชนิดของดิน

อนุภาคของดินจะมีขนาดไม่เท่ากัน ขนาดเล็กที่สุด คือ อนุภาคดินเหนียว อนุภาคขนาดกลาง เรียกว่า อนุภาคทรายแป้ง อนุภาคขนาดใหญ่ เรียกว่า อนุภาคทราย เนื้อดินจะมีอนุภาคทั้ง 3 กลุ่มนี้ผสมกันอยู่ในสัดส่วนที่ไม่เท่ากัน ทำให้เกิดลักษณะของดิน 3 ชนิดใหญ่ ๆ คือ ดินเหนียว ดินทราย และดินร่วน (บุญชุม เปี้ยแดง และคณะ, 2526: 87 – 88)

1) ดินเหนียว เป็นดินที่เมื่อเปียกแล้วมีความยืดหยุ่น อาจปั้นเป็นก้อนหรือคลึงเป็นเส้นยาวได้ เหนียวเหนอะหนะติดมือเป็นดินที่มีการระบายน้ำและอากาศไม่ดี มีความสามารถในการอุ้มน้ำได้ดี มีความสามารถในการจับยึดและแลกเปลี่ยนธาตุอาหารพืชได้สูง หรือค่อนข้างสูง เป็นดินที่มีก้อนเนื้อละเอียดเหมาะที่จะใช้เพาะปลูกหรือทำนาปลูกข้าว เพราะเก็บน้ำได้นาน

2) ดินทราย เป็นดินที่มีการระบายน้ำและอากาศดีมาก มีความสามารถในการอุ้มน้ำต่ำ มีความอุดมสมบูรณ์ต่ำ เพราะความสามารถในการจับยึดธาตุอาหารพืชน้อย พืชที่ขึ้นบนดินทรายจึงมักขาดทั้งอาหารและน้ำ เป็นดินที่มีเนื้อดินทราย เพราะมีปริมาณอนุภาคทรายมาก

3) ดินร่วน เป็นดินที่มีเนื้อดินค่อนข้างละเอียดนุ่ม ยืดหยุ่นได้บ้าง มีการระบายน้ำได้ดีปานกลาง จัดเป็นเนื้อดินที่เหมาะสมสำหรับการเพาะปลูกในธรรมชาติมักไม่ค่อยพบ แต่จะพบดินที่มีเนื้อดินใกล้เคียงกันมากกว่า สีของดินจะทำให้เราทราบถึงความอุดมสมบูรณ์ปริมาณอินทรีย์วัตถุที่ปะปนอยู่และแปรสภาพเป็นฮิวมัสในดิน ทำให้สีของดินต่างกัน ถ้ามีฮิวมัสน้อยสีจะจางลงมีความอุดมสมบูรณ์น้อย (ภาพที่ 2.5)



ภาพที่ 2.5 ส่วนประกอบของดินในรูปแบบตารางสามเหลี่ยมไดอะแกรม  
แหล่งที่มา: บุญชุม เปียแดง และคณะ, 2526: 89.

### 2.5.2 ลักษณะข้อจำกัดของดินเกี่ยวกับการปลูกพืช

อนุภาคโครงสร้างของดินเหนียวมีลักษณะเป็นแผ่นแบน (Plate – like Particles) และมีขนาดเล็กมาก คือ มีขนาดไม่เกิน  $1/12,500$  นิ้ว ดินพวกนี้โดยทั่วไปหากไม่มีอินทรีย์วัตถุ (Organic Matter) ปะปนอยู่เลย ตัวอนุภาคก็จะจับตัวกันแน่นจนแทบไม่มีช่องอากาศเหลืออยู่เลย และเมื่อดินได้รับน้ำ หรือฝนตก การระบายน้ำออกจากตัวจะทำให้ยาก ช่องว่างระหว่างอนุภาคดินมีน้อยและเล็กมาก จึงมีอากาศโดยเฉพาะออกซิเจนอยู่น้อยตามไปด้วย สภาพเช่นนี้มีผลทำให้รากพืชเจริญเติบโตไม่ได้หรือโตได้จำกัด รากที่เจริญเติบโตในดินเหนียว จะมีลักษณะกุดสั้น หรือเจริญเติบโตอยู่ได้เฉพาะชั้นผิวดินบนเท่านั้น อย่างไรก็ตาม ในส่วนดีของดินเหนียวก็คือสภาพทางเคมีของดินที่มีความสามารถดูดซับประจุแร่ธาตุอาหารต่าง ๆ ไว้ได้สูง จึงมีความอุดมสมบูรณ์ในตัวเองที่เป็นแหล่งให้แร่ธาตุต่าง ๆ กับพืชได้ดี

## 2.6 ข้อมูลเกี่ยวกับการเตรียมดินโดยการไถพรวน

### 2.6.1 ความหมายของการเตรียมดิน

จากข้างต้นดังที่กล่าวไว้ว่าการเตรียมดินเป็นการปรับปรุงสภาพทางฟิสิกส์ สภาพทางเคมี และสภาพทางชีวภาพของดินให้เหมาะต่อการเจริญเติบโตของพืชนั้น โดยแนวทางของวิธีการ

ปฏิบัติในการเตรียมแปลงปลูกพืชโดยทั่วไปนั้น ผู้ปฏิบัติควรกำหนดวัตถุประสงค์ในการดำเนินการแต่ละครั้งไว้ (กลุ่มวิจัยและพัฒนาอินทรีย์วัตถุเพื่อการเกษตร, 2555: 23) ดังนี้

1) เพื่อกำจัดวัชพืชให้หมดไปจากพื้นที่ปลูก ทั้งนี้ เพื่อลดการแก่งแย่งแข่งขันปัจจัยการผลิตพืชต่าง ๆ ไม่ว่าจะเป็น แสง น้ำ และแร่ธาตุอาหารต่าง ๆ ระหว่างวัชพืชกับพืชปลูก ทำให้พืชปลูกสามารถเจริญเติบโตงอกงามได้รวดเร็วขึ้นโดยไม่มีคู่แข่ง

2) เพื่อปรับปรุงโครงสร้างสมบัติทางฟิสิกส์ของดินในทุก ๆ ด้านให้ดีขึ้น สมบัติดังกล่าวได้แก่ การมีช่องว่างอากาศในเม็ดดินเพิ่มขึ้น การเพิ่มความสามารถการเก็บรักษาความชื้นของดินและการระบายน้ำของดิน ตลอดจนการย่อยดินให้แตกมีขนาดเหมาะสมต่อการงอกของเมล็ดและการเจริญเติบโตของรากต้นกล้า

3) เพื่อเป็นการจัดเตรียมแปลงปลูก เตรียมแถวปลูกให้เหมาะสมกับพืชที่จะปลูกตลอดทั้งเพื่อการปฏิบัติการใช้เครื่องมือ เครื่องทุ่นแรงต่าง ๆ หลังจากที่ได้ฟุ้งออกแล้ว การปฏิบัติตามข้างต้นนั้นจะเริ่มตั้งแต่การขุดกลบวัชพืช หรือปฏิบัติการไถ การคราดกำจัดวัชพืช การเก็บวัชพืชออก การย่อยพรวนดินให้มีขนาดเล็กลง การยกแปลงปลูก ทั้งนี้อาจใช้แรงคน สัตว์ต่าง ๆ หรือเครื่องจักร เครื่องทุ่นแรงต่าง ๆ หลายชนิด อีกทั้งเพื่อให้เกิดกระบวนการย่อยสลายในดินซึ่งจะกลายเป็นแหล่งของอินทรีย์วัตถุ และธาตุอาหารพืช แล้วจึงปลูกพืชหลักตามที่ต้องการต่อไป

## 2.6.2 ประโยชน์จากการเตรียมดิน

การเตรียมดินที่ดีก่อนการปลูกพืชนั้น มีความจำเป็นอย่างมากนอกจากจะเพื่อการงอกของเมล็ดตั้งแต่เริ่มการปลูก การลดจำนวนคู่แข่ง คือ วัชพืชที่ไปแก่งแย่งปัจจัยการผลิต การปรับปรุงสมบัติทางฟิสิกส์ของดินในด้านต่าง ๆ และการจัดเตรียมแปลงปลูกให้เหมาะสมแล้ว กิจกรรมต่าง ๆ หลังการเตรียมดินจะเป็นประโยชน์ต่อดินและพืชต่อไป (วิรัตน์ ขวาลกุล และเกศินี รมิงศ์วงศ์, 2522: 64 – 65) ดังนี้

1) สามารถเก็บความชื้นในดินได้สูง นับว่ามีความสำคัญต่อพืชที่ปลูกในแถบค่อนข้างแห้งแล้งมาก ทั้งนี้ เพราะเหตุว่าพื้นที่ดังกล่าวมักไม่ได้รับน้ำฝนอย่างพอเพียงในฤดูกาลปลูก พื้นที่ลักษณะนี้หากจะไถทิ้งไว้สักปีหนึ่งก็สามารถจะปลูกได้อย่างดี เพราะจากการที่เราไถทิ้งไว้นั้น จำนวนน้ำฝนจะถูกเก็บกักไว้ในดิน และความชื้นอันนี้เองเมื่อรวมกับความชื้นในระหว่างฤดูกาลเพาะปลูกพืชจะทำให้พอเพียงต่อการเจริญเติบโตของพืช การสงวนความชื้นในลักษณะนี้อาจนำไปใช้กับพื้นที่อื่น ๆ ได้ แม้ในเขตที่มีความชื้นแล้วก็ตาม

2) การทำลายวัชพืช วัชพืชใช้น้ำ และอาหารพืชในดินเป็นปริมาณมากการทำลายวัชพืชจึงเป็นปัจจัยสำคัญอันหนึ่งในการสงวนความชื้น

3) การถ่ายเทอากาศของดิน แปลงเพาะปลูกพืชที่ได้เตรียมไว้อย่างดีนั้นจะทำให้อาหารพืชต่าง ๆ พร้อมทั้งจะถูกพืชนำไปใช้ได้ทันที ความจริงอันนี้สืบเนื่องมาจากการถ่ายเทของอากาศได้อย่างทั่วถึงเป็นประการสำคัญ ทั้งนี้ เพราะเหตุว่าอากาศมีความจำเป็นต่อกิจกรรมทางเคมีและชีวในดินอย่างมาก การเตรียมดินเท่ากับทำให้ดินได้ถูกอากาศ อันจะทำให้พวกแร่ธาตุอาหารพืชถูกนำเอาไปใช้ได้ดีขึ้น โดยผ่านกระบวนการทำปฏิกิริยากับออกซิเจน เช่น การเกิดไนเตรทในดิน เป็นต้น

4) ทำให้อินทรีย์วัตถุเกิดประโยชน์แก่ดิน ในดินที่เตรียมไว้อย่างดีนั้นพวกอินทรีย์วัตถุซึ่งไถกลบหรือเพิ่มให้แก่ดินหรือให้ทั้ง 2 อย่างนั้นจะถูกกลบอยู่ภายใต้ผิวดิน วัตถุต่าง ๆ เหล่านั้นรวมกับแร่ธาตุอาหารพืชที่ให้ ทำให้เกิดการเพิ่มจุลินทรีย์ในดิน ทำให้ดินมีความสามารถในการอุ้มน้ำไว้ดีขึ้น และยังปรับปรุงคุณภาพของดินให้ดียิ่งด้วย

5) ช่วยให้ดินย่อยและร่วนซุย พวกดินเหนียวจะทำให้เกิดแน่นตัวไม่เหมาะสมต่อการเจริญเติบโตของพืชได้ดี ทั้งนี้ เพราะจุลินทรีย์ในดินและรากพืชไม่สามารถจะทนทานต่อสภาพดินเช่นนี้ได้ ดินควรได้รับการไถพรวนเพื่อให้เกิดการร่วนซุยได้ดีก่อนการหว่านเมล็ดพืชหรือก่อนการปลูกพืช ในดินบางชนิดที่ร่วนซุยมากการปลูกพืชที่มีลำต้นสูงบางชนิด ตัวอย่างเช่น ข้าวโพด ต้นกล้า จะตั้งตัวได้ไม่ดี โดยเฉพาะหากมีลมจัดหรือฝนตกหนักมาก ลำต้นจะหักล้มได้ง่าย การเตรียมดินประเภทนี้ควรทำให้แน่นตัวมากพอสมควร

### 2.6.3 วิธีการและเครื่องมือในการเตรียมดิน

วิธีการที่มนุษย์ใช้ในการเตรียมดินตั้งแต่อดีตจนถึงปัจจุบันมี 3 ชนิดใหญ่ ๆ (มงคล กวางวโรภาส, 2530: 34) คือ

#### 2.6.3.1 การใช้แรงคน

เป็นวิธีการที่ใช้มาตั้งแต่โบราณ และใช้มาจนถึงปัจจุบัน เครื่องมือที่ใช้ ได้แก่ จอบ ขุด จอบถาก จอบชี คราด เสียม เป็นต้น เครื่องมือเหล่านี้มักจะใช้ในการเตรียมพื้นที่ดินขนาดเล็ก เช่น สวนครัวหลังบ้าน หรือไร่นาที่ปลูกพืชเป็นหลุม มีขนาดพื้นที่ไม่เกิน 5.00 ไร่ต่อครอบครัว เป็นต้น

#### 2.6.3.2 การใช้แรงสัตว์

เป็นวิธีการที่มนุษย์ใช้มาตั้งแต่อดีตเช่นกันและยังเป็นที่ยอมรับกันอยู่ในหลายประเทศที่ทำกสิกรรมเป็นอาชีพหลัก เครื่องมือที่ใช้ ได้แก่ ไถหัวหมู เครื่องมือยกทรงคราดนาดำ

เป็นต้น เครื่องมือเหล่านี้จะใช้แรงสัตว์พวก โค กระบือ หรือม้า เป็นตัวลากจูง ช่วยผ่อนแรงคนทำให้มนุษย์ทำงานได้มากขึ้น

#### 2.6.3.3 การใช้แรงเครื่องยนต์

เป็นวิธีการที่มนุษย์พัฒนานำเอาเครื่องยนต์มาเป็นต้นกำลังทดแทนแรงคนและสัตว์ มีกำลังจุลลามาก สามารถติดตั้งอุปกรณ์แบบต่าง ๆ เข้ากับต้นกำลังจุลลากทำให้ทำงานได้อย่างกว้างขวางต่อเนื่องยาวนาน สามารถเตรียมดินในพื้นที่ใหญ่ ๆ ได้ในเวลาอันรวดเร็ว เครื่องยนต์ที่ใช้มีให้เลือกหลายขนาดแล้ว แต่ขนาดพื้นที่และกิจกรรมในการเตรียมดิน และงานที่เกี่ยวข้องตั้งแต่เริ่มการปลูกจนถึงเก็บเกี่ยว

### 2.6.4 การเตรียมดิน

รูปแบบตามปกตินั้นจะใช้การไถ 3 ลักษณะในการเตรียมดินก่อนการเพาะปลูก โดยใช้ต้นกำลังเป็นรถไถหรือกำลังคน (จักร จักรกะพาล และยาซุมะสะ โคจะ, 2526: 29) ดังนี้

#### 2.6.4.1 ไถดะ (Primary Tillage)

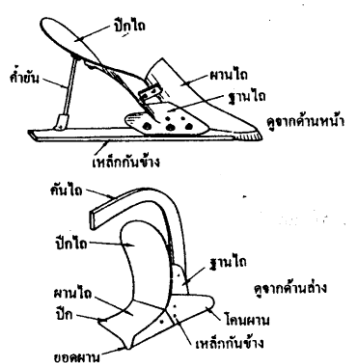
ไถบุกเบิกหรือไถดะ ทั้งนี้ เพื่อพลิกดินและตากแดด และเพื่อทำลายส่วนของรากวัชพืช โดยใช้อุปกรณ์ไถแบบต่าง ๆ ได้แก่ ไถหัวหมู (Moldboard Plough) ไถจานหรือไถกระเทาะ (Disk Plough) และอุปกรณ์เตรียมดินประเภท Times ซึ่งได้แก่ ไถดินดาน (Subsoilers) และไถสั่ว (Chisel Plough) โดยไถตามแนวยาวของพื้นที่ การไถดะจะช่วยพลิกดินเพื่อให้ดินชั้นล่างได้ขึ้นมาสัมผัสอากาศรับออกซิเจน และเป็นการตากดินเพื่อทำลายวัชพืช โรคพืชบางชนิด การไถดะในบางพื้นที่จะไถหลังฝนตกเพื่อให้ดินเกิดความชุ่มชื้น หลังจากไถดะจะตากดินเอาไว้ประมาณ 1 – 2 สัปดาห์ เพื่อกระตุ้นให้วัชพืชงอกเงยขึ้นมาจะได้ฆ่าทำลายในกระบวนการถัดไป ในยุคแรกของการปลูกพืชมนุษย์ใช้แรงตัวเองและครอบครัวและกลุ่มชน ในการเตรียมดินโดยใช้เครื่องมือง่าย ๆ โดยเฉพาะจอบ เพื่อพลิกดินสำหรับปลูกพืช เป็นหลัก ต่อมา เมื่อมนุษย์รู้จักนำสัตว์เข้ามาเลี้ยง ก็ได้พัฒนาเครื่องมือ อุปกรณ์ใช้อย่างจอบคราดเพื่อให้สัตว์ช่วยแรงทำให้ทำงานได้มากขึ้น เรียกอุปกรณ์นี้ว่า ไถ ซึ่งมีพัฒนาการรูปร่างไปหลายแบบดังภาพประกอบชนิดของไถต่าง ๆ การพลิกดินโดยใช้ไถช่วยแรง เราเรียกว่า การไถ ปัจจุบันประเทศที่พัฒนาแล้วมักใช้เครื่องยนต์มาเป็นต้นกำลังแทนแรงงานสัตว์เพราะเครื่องยนต์ให้กำลังมากกว่า ทำงานได้ยาวนานกว่า ทำให้การไถมีประสิทธิภาพมากขึ้นกว่าเดิม ชนิดของไถที่นิยมใช้กันมาก ได้แก่ ไถหัวหมูและไถจาน

1) ไถหัวหมู เป็นไถหลักของการเตรียมดินครั้งที่ 1 มีคุณสมบัติเด่น เช่น สามารถไถพลิกดินตื้นได้ และไถพลิกดินลึกได้ถึง 60.0 – 100 เซนติเมตร (ภาพที่ 2.6 ก) จึงช่วยคลุกผสมดินตื้นและลึกเข้าด้วยกันขณะไถได้ดีกว่าไถชนิดอื่น ๆ อย่างไรก็ตามไถหัวหมูเหมาะสมที่จะใช้

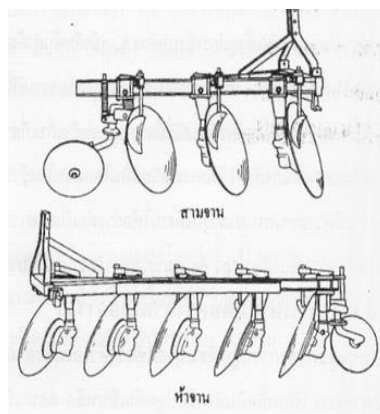
กับพื้นที่ได้รับการปรับปรุงแล้ว ไม่มีก้อนหินรากไม้หรือเศษของไม้อยู่ในดิน ซึ่งจะเป็นอุปสรรคแก่การทำงานของไถหัวหมู ดังนั้น ไถชนิดนี้จึงเหมาะกับสภาพดินทุ่งหญ้า ที่ดินนาทั่วไป ไม่เหมาะสมกับดินเปิดใหม่ที่มีรากไม้ ต่อไม่มาก ดินที่เป็นทุ่งหญ้าควรใช้ไถหัวหมูชนิดที่ปักปิดเพื่อพลิกดินกลับหญ้า การติดตั้งผานไถสามารถติดตั้งได้ 1 – 8 ผาน จำนวนผานที่ติดตั้งขึ้นกับกำลังของแทร็คเตอร์ ความแข็งของดิน และความลึกของดินที่ต้องการไถ

2) ไถจาน เป็นเครื่องมือเตรียมดินครั้งแรกเช่นเดียวกับไถหัวหมู แต่มีความเหมาะสมและขอบเขตการใช้งานที่แตกต่างกัน จานที่ประกอบขึ้นในชุดไถจานครั้งที่ 1 นี้ จะมีจำนวนผาน 2 ผาน 3 ผาน ถึง 4 ผาน (ภาพที่ 2.6 ข) ขึ้นอยู่กับความลึกที่ต้องการไถ

ไถจานสามารถใช้ในพื้นที่ที่ไถหัวหมูไม่อาจจะใช้งานได้ดีนัก เช่น ดินแข็ง แข็งมาก หรือดินเหนียวมากจนกระทั่งไม่อาจใช้ไถหัวหมูได้ หรือกรณีพื้นที่ดินเป็นป่าเปิดใหม่ ซึ่งมักมีก้อนหินหรือเศษรากไม้ปะปนอยู่มากหากใช้ไถหัวหมู จะทำให้การลากจูงได้ของเครื่องยนต์สะดุดเพราะติดสิ่งกีดขวางเหล่านี้ แต่ถ้าใช้ไถจานจะสามารถกลิ้งข้ามสิ่งกีดขวางเหล่านี้ได้ ข้อเสียประการสำคัญของไถจาน คือ ไม่สามารถพลิกชีไถได้อย่างเรียบร้อยเหมือนไถหัวหมู ทำให้วัชพืชงอกขึ้นภายหลัง โดยเฉพาะตรงบริเวณรอยซ้อนกันของแนวชีไถ ดังนั้น หากสภาพพื้นที่เหมาะสม ความชื้นพอดี การใช้ไถหัวหมูจะให้ผลในการเตรียมดินปราบวัชพืชได้ในระยะยาวดีกว่า อย่างไรก็ตาม ในประเทศไทย เกษตรกรส่วนใหญ่นิยมใช้ไถจานสำหรับงานไร่ ซึ่งต่างกับประเทศในยุโรป และอเมริกาซึ่งการใช้งานส่วนใหญ่ นิยมใช้ไถหัวหมูถึงมากกว่าร้อยละ 90.0



(ก)



(ข)

ภาพที่ 2.6 ไถหัวหมู (ก) และไถจาน (ข)

แหล่งที่มา: จักร จักกะพาล และยาชุมมะสะ โคชะ, 2526: 30.

#### 2.6.4.2 ไถแปร (Second Tillage)

มักเรียกการเตรียมดินโดยการไถครั้งที่ 2 นี้ว่า ไถแปร ไถพรวน ทั้งนี้ เพื่อย่อยดินที่ได้จากการไถครั้งแรกให้ก้อนดินเล็กลงเหมาะสมต่อการหว่านเมล็ดและการงอกของต้นกล้า นอกจากนี้ การไถครั้งที่ 2 ยังช่วยเกลี่ยดินให้ผิวดินราบเรียบขึ้น หรือในบางครั้งจะมีอุปกรณ์ที่เป็นลักษณะลูกกลิ้งเล็ก ๆ ตามอีกครึ่งหนึ่งเพื่อบดอัดผิวดินเล็กน้อย ทำให้เมล็ดที่หยอดตามภายหลังมีจุดสัมผัสกับเนื้อดิน สามารถรับความชื้นจากดิน งอกได้ดีและเร็วขึ้น อุปกรณ์ที่ใช้ ได้แก่ จานพรวน (Disk Harrow) ไถพรวนจาน (Disk Tiller) พรวนจอบหมุน (Rotary Cultivator) และไถพรวนเหล็กแหลม (Tooth Harrow หรือ Spike Harrow) เป็นต้น โดยหลังจากที่ตากดินเอาไว้พอสมควรแล้ว การไถแปรจะช่วยพลิกดินที่กลบไว้เอาขึ้นมาอีกครั้งเพื่อทำลายวัชพืชที่ขึ้นใหม่ และเป็นการย่อยดินให้มีขนาดเล็กลง จำนวนครั้งของการไถแปรจึงขึ้นอยู่กับชนิดและปริมาณของวัชพืช ลักษณะดินและระดับน้ำ หลังจากการไถครั้งที่ 1 มาแล้ว ซึ่งโดยปกติจะเป็นการไถดินลึก และพลิกก้อนดินส่วนรากพืชขึ้นตากแดดเพื่อทำลายวัชพืชให้ตายทั้งหมด จีไถที่ถูกพลิกขึ้นมาจะใหญ่มาก ไม่เหมาะต่อการงอกของเมล็ดพืช ดังนั้น เพื่อย่อยจีไถที่ใหญ่จากการไถครั้งที่ 1 ให้เล็กและละเอียดเพียงพอ เหมาะสมต่อการงอกและเจริญเติบโตของเมล็ดและต้นกล้า จำเป็นต้องมีปฏิบัติการทางดินครั้งที่สองในการปลูกพืชบางชนิด หรือดินบางชนิดอาจไม่จำเป็นต้องใช้ไถบุกเบิกเพื่อไถพลิกดินก่อนทุกครั้งเสมอไป แต่สามารถที่จะใช้เครื่องมือเตรียมดินขั้นที่สองได้โดยตรงทันที ซึ่งลักษณะปฏิบัติการเช่นนี้ควรต้องใช้ในแปลงที่ไม่มีปัญหาในเรื่องวัชพืชมามากนัก เช่น การเตรียมดินแปลงผัก แปลงนาที่ปลูกพืชตลอดปี อย่างไรก็ตาม มักพบเสมอว่าการประหยัดค่าใช้จ่ายในการเตรียมดินน้อยกว่า 2 ครั้ง กลับต้องเสียค่าใช้จ่ายสำหรับค่าสารเคมีในการกำจัดวัชพืชมากขึ้น เครื่องมือเตรียมดินครั้งที่สองมีหลายชนิด ซึ่งส่วนใหญ่ได้แก่ พรวนชนิดต่าง ๆ (ภาพที่ 2.7) ดังนี้

1) จานพรวน (ภาพที่ 2.7 ก) เป็นอุปกรณ์เตรียมดินที่นิยมใช้มากที่สุดชนิดหนึ่ง ชุดของจานพรวนจะมีจานหลายลูกบนเพลาดียวกัน การหมุน ความคม และน้ำหนักของจานจะเป็นตัวสับดินหรือจีไถแล้วเหวี่ยงดินที่ถูกย่อยแล้วให้ออกเฉียงไปข้างหลัง เพื่อให้ดินเกิดการคลุกเคล้ากัน จานพรวนบางชนิดจะมีขอบหนา ความคมของหยักบริเวณขอบนี้จะสับหญ้าหรือเศษรากพืชให้ขาดและย่อยให้เกิดการคลุกเคล้าได้ดีขึ้น

2) ไถพรวนจาน เครื่องมือเตรียมดินชนิดนี้มีบางท่านใช้คำว่า ผานพรวน (ภาพที่ 2.7 ข) หรือบางครั้งเรียกว่า ผานเจ็ด เพราะจานพรวนรุ่นแรก ๆ ที่สั่งเข้ามา 7 ผานในหนึ่งชุด โดยลักษณะการทำงานเป็นเครื่องมือที่อยู่ระหว่างไถกับพรวน กล่าวคือ จะนับเป็นการไถครั้งแรกก็ได้ ถ้าใช้เป็นไถบุกเบิกแต่ให้ผลไม่ดีเท่าไถจานหรือจะเป็นการไถครั้งที่ 2 ก็ได้ ถ้าใช้พรวนย่อยจีไถ จานพรวนนี้สามารถไถดินได้ระดับดิน คือ ไถได้ดีที่ความลึกประมาณ 17.0 เซนติเมตร เท่านั้น

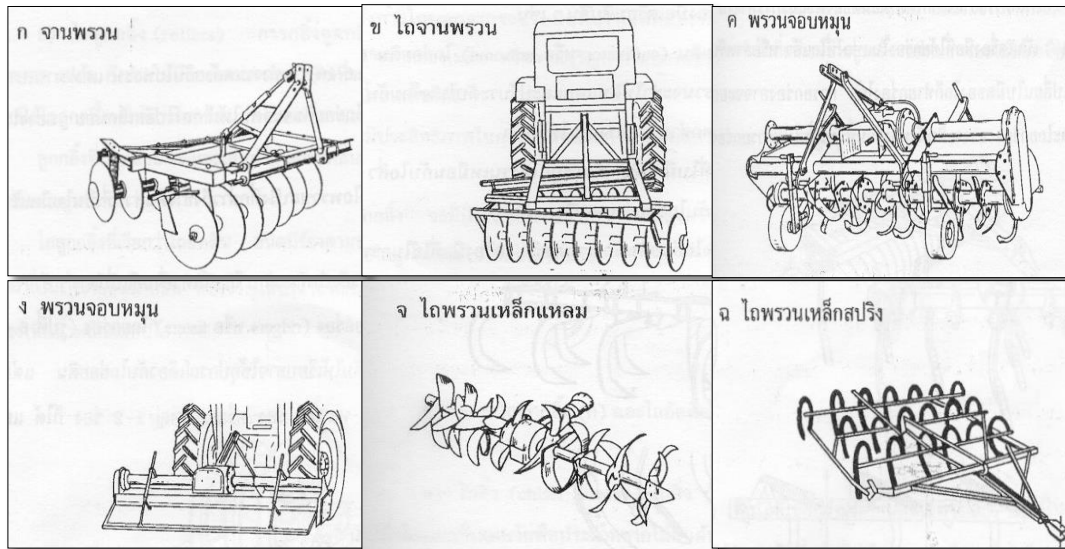
ดังนั้น จึงไม่แนะนำให้ใช้จานพรวนแบบนี้ต่อเนื่องในทุก ๆ ครั้ง ของการไถเตรียมดินเพื่อปลูกพืช ไร่ ทั้งนี้ เพราะการไถดินที่ตื้นอาจมีปัญหาวัชพืช ตลอดจนการเกิดชั้นดินดานในระดับตื้นขึ้นได้ ภายหลัง อย่างไรก็ตาม เพื่อลดงานเตรียมดินในบางครั้ง หรือช่วงเวลาการเตรียมดินสั้น (หรือที่ เรียกว่า Minimum Tillage) วิธีการไถโดยใช้จานพรวนแบบนี้ก็ยังเป็นที่นิยมใช้อยู่มาก

3) พรวนจอบหมุน มีลักษณะ (ภาพที่ 2.7 ค และ ง) จอบหมุนจะขุดดินได้ ไม่ลึกเท่ากับไถจาน คือจะไถได้ลึกเพียง 10.0 – 25.0 เซนติเมตร แต่ชนิดที่พิเศษที่ใช้กับแทรกเตอร์ที่ วิ่งเข้ามาสามารถขุดดินได้ลึกถึง 60.0 เซนติเมตร จอบหมุนเป็นเครื่องมือเตรียมดินที่มี ประสิทธิภาพดี เพราะสามารถจะไถและพรวนในขณะเดียวกันโดยไม่พลิกดินไปข้างผานหรือจาน เหมือนไถแบบอื่น ดังนั้น การใช้งานจึงง่าย ไม่จำเป็นต้องมีความชำนาญมากนัก นอกจากนี้ จอบ หมุนยังใช้ได้ในพื้นที่ที่มีน้ำขัง ซึ่งไถแบบอื่นทำงานลำบาก เพราะจอบหมุนมีแรงขับเคลื่อนดี

4) ไถพรวนเหล็กแหลม ประสิทธิภาพการพรวนดินของไถชนิดนี้จะด้อย กว่าสำหรับดินแข็ง แต่จะสามารถปรับระดับได้ดีกว่าไถพรวนจาน (ภาพที่ 2.7 จ) ไถพรวนเหล็ก แหลมมีหลายแบบ ซึ่งแบ่งตามรูปร่างของโครงไถ

5) ไถพรวนเหล็กสปริง ไถแบบนี้สามารถจะจิกลงไปดินถึง 10.0 – 15.0 เซนติเมตร ซึ่งลึกกว่าไถพรวนเหล็กแหลม และเนื่องจากใบมีดสั้นสะท้อนจากการทำงานสปริงทำ ให้ดินถูกแรงกระเทือนและแตกเป็นก้อนเล็ก ๆ ดี่ขึ้น นอกจากนี้ ใบมีดยังสามารถหลบการกระทบ กับสิ่งกีดขวางได้ ใบมีดจึงไม่หักง่าย ไถพรวนสปริงที่ใช้แทรกเตอร์ขนาดใหญ่มักจะแข็งแรง และมี ลักษณะคล้ายกับไถย่อยดิน เนื่องจากไถพรวนแบบนี้ไม่มีประสิทธิภาพในการเกลี่ยปรับระดับดิน จึงมักนิยมใช้ไถพรวนปรับระดับ (Knife Harrows หรือ Levelling Harrows) ติดตั้งเพิ่มเติมเพื่อการ เกลี่ย โดยการลากตามไถพรวนสปริง (ภาพที่ 2.7 ฉ)





ภาพที่ 2.7 อุปกรณ์การพรวนชนิดต่าง ๆ

แหล่งที่มา: จักร จักรกะพาล และยาชุมมะสะ โคจร, 2526: 31 – 32 .

#### 2.6.5 ผลเสียจากการเผาต่อซังที่มีต่อดิน

เกษตรกรที่เตรียมพื้นที่สำหรับปลูกพืชโดยทำการเผาต่อซังที่เหลือเพื่อให้เกิดความสะดวกในการไถเตรียมดิน หรือเพื่อต้องการกำจัดวัชพืชและแมลงศัตรูพืชนั้นจะมีผลกระทบต่อเปลี่ยนแปลงสมบัติของดินทั้งทางด้านกายภาพ เคมี และชีวภาพ เนื่องจากความร้อนจากการเผาต่อซัง (กลุ่มวิจัยและพัฒนาอินทรีย์วัตถุเพื่อการเกษตร, 2555: 41) กล่าวคือ

1) ทำให้โครงสร้างของดินเปลี่ยนแปลงไป อนุภาคของดินจับตัวกันแน่นและแข็ง ทำให้รากพืชแคะแสร้ง ไม่สมบูรณ์และอ่อนแอ การหาอาหารลดลงรวมทั้งเชื้อโรคพืชสามารถเข้าทำลายได้ง่าย

2) สูญเสียอินทรีย์วัตถุและธาตุอาหารในดิน คาร์บอนและอินทรีย์วัตถุในดินเมื่อถูกเผาจะกลายเป็นก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์สูญเสียไปในบรรยากาศ ส่วนธาตุอาหารจะแปรสภาพให้อยู่ในรูปที่สามารถสูญเสียไปจากดินได้ง่าย

3) ทำลายจุลินทรีย์และแมลงที่เป็นประโยชน์ในดิน ทำให้ปริมาณและกิจกรรมของจุลินทรีย์ดินลดลง เช่น กิจกรรมการเปลี่ยนก๊าซไนโตรเจนจากบรรยากาศให้อยู่ในรูปของสารประกอบไนโตรเจนที่พืชใช้ประโยชน์ได้ การแปรสภาพอนินทรีย์ฟอสฟอรัสให้อยู่ในรูปของฟอสเฟตที่ละลายน้ำได้ และการย่อยสลายอินทรีย์สารเป็นการเพิ่มธาตุอาหารให้แก่ดิน นอกจากนั้น

ตัวอ่อนของแมลงศัตรูพืช เช่น ตัวห้ำ ตัวเบียน ที่อาศัยอยู่ในดินหรือต่อช่วงพืชรวมทั้งจุลินทรีย์ที่สามารถควบคุมโรคพืชถูกเผาทำลายไป ซึ่งหากระบบนิเวศของดินไม่สมดุลจะทำให้การแพร่ระบาดของโรคเกิดได้ง่ายขึ้น

4) สูญเสียน้ำในดิน การเผาต่อช่วงพืชทำให้ผิวดินมีอุณหภูมิสูงถึง 90.0 องศาเซลเซียส น้ำในดินจะระเหยสู่บรรยากาศอย่างรวดเร็วให้ความชื้นของดินลดลง

## 2.7 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

สาธิต อารีรักษ์ (2531: บทคัดย่อ) ทำการศึกษาผลของการจัดการดินและการใช้ปุ๋ยที่มีผลต่อผลผลิตของข้าวโพดที่ปลูกบนดินชุดดินลพบุรี รายงานว่า ค่าความหนาแน่นรวมของดินเฉลี่ยในแต่ละวิธีการเตรียมดิน มีแนวโน้มแตกต่างกัน การไม่ไถพรวนมีค่าความหนาแน่นรวมของดินสูงที่สุดเท่ากับ 1.40 กรัม/ลูกบาศก์เซนติเมตร และการไถพรวนปกติมีค่าความหนาแน่นรวมน้อยที่สุดเท่ากับ 1.37 กรัม/ลูกบาศก์เซนติเมตร สำหรับผลผลิตข้าวโพดนั้น ระบบการไถพรวนดินแบบปกติจะส่งผลให้ผลผลิตข้าวโพดสูงสุด และการไม่ไถพรวนต่ำที่สุด เท่ากับ 558 และ 505 กิโลกรัม/ไร่ ตามลำดับ

สถาพร ใจอารีย์ (2550: 11) ได้รายงานผลการวิจัย โดยพบว่า อินทรีย์คาร์บอนในดิน แหล่งสะสมคาร์บอนบนโลกหลัก ๆ ได้แก่ ดิน บรรยากาศ และน้ำ ดินเป็นแหล่งเก็บกักที่มีบทบาทสำคัญของวัฏจักรคาร์บอนในโลก โดยพบว่า มีอินทรีย์คาร์บอนเก็บกักอยู่ประมาณ 1,550 เพนตากรัมคาร์บอน และมีอนินทรีย์คาร์บอนเก็บกักอยู่ 750 เพนตากรัมคาร์บอน ที่ความลึก 1.00 เมตร ซึ่งรวมแล้วดินเก็บ กักคาร์บอนทั้งหมด 2,300 เพนตากรัมคาร์บอน ถึง 3.00 เทา และมากกว่าพืชพรรณบนผิวโลกที่มี 610 เพนตากรัมคาร์บอน ถึง 3.80 เทา 1.00 ใน 3.00 ของคาร์บอนเป็นเชื้อเพลิงฟอสซิล ซึ่งพบใต้ดิน และ 1.00 ใน 25.0 ของคาร์บอนจะอยู่ในน้ำ สำหรับการแลกเปลี่ยนคาร์บอนระหว่างพื้นดินและบรรยากาศนั้น ดินจะมีการปลดปล่อยคาร์บอนสู่บรรยากาศในปริมาณเท่ากับที่พืชใช้ในการสังเคราะห์แสง และถ้าเป็นการเปลี่ยนแปลงปริมาณคาร์บอนในดินเนื่องมาจากการชะล้างพังทลายของดินจะทำให้ปริมาณคาร์บอนในดินลดลงได้ การสะสมอินทรีย์คาร์บอนมีต้นกำเนิดมาจากการย่อยสลายของอินทรีย์วัตถุซึ่งเป็นการย่อยสลาย ของพืชและสัตว์ด้วยจุลินทรีย์การย่อยสลายของพืชหรือลำต้นที่ถูกไถกลบลงไปในดินหลังจากเก็บเกี่ยวแล้ว จะมีลักษณะเช่นเดียวกับการย่อยสลายของสัตว์ที่ตายลง ปุ๋ยคอกที่เติมลงไปในดินเพื่อช่วยยกระดับความอุดมสมบูรณ์ของดินหลังจากสิ่งต่าง ๆ เหล่านั้นเข้าสู่ดินแล้ว อินทรีย์คาร์บอนจะส่งผลต่อโครงสร้างของดิน โดยเริ่มจากมวลชีวภาพถูกเปลี่ยนสภาพในกระบวนการย่อยสลายพร้อมทั้งมีจุลินทรีย์ในดินมาช่วยสลายมวล

ชีวภาพ อินทรีย์คาร์บอนที่มาจากแต่ละขั้นตอนนั้นมียอดประกอบและคุณสมบัติแตกต่างกัน บางครั้งการแตกตัวของอินทรีย์คาร์บอนจะเป็นอินทรีย์คาร์บอนชนิดเดียวต่อการทำปฏิกิริยาซึ่งมาจากจุลินทรีย์ที่อยู่ใต้ดิน และอาศัยอยู่ใต้ดินมาเป็นเวลาพันปี

เอกอนงค์ พึ่งลัดดา (2552: 123) กล่าวว่า คาร์บอนเข้าสู่ดินโดยพืชสีเขียวดูดซับก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์โดยกระบวนการสังเคราะห์แสงเปลี่ยนให้เป็นสารประกอบในรูปคาร์บอนต่าง ๆ เช่น เซลลูโลส และลิกนิน จากนั้นคาร์บอนในพืชจะเข้าสู่แหล่งสะสมอินทรีย์คาร์บอนในดินโดยเศษซากพืชซากสัตว์ รากพืช และสารที่ซึมออกมาจากรากพืช หรือย่อยสลายโดยสัตว์ต่าง ๆ สารที่ได้จากการที่สัตว์ย่อยสลายขนาดของเศษซากพืชที่มีขนาดเล็กลง ซึ่งกระบวนการเหล่านี้ส่วนมากจะเกิดขึ้นใกล้กับผิวดิน ดังนั้นคาร์บอนจึงมีการสะสมในดินได้ง่ายและสูญเสียได้ง่ายเช่นกันถ้าเกิดการกัดกร่อนของหน้าดิน ในบางครั้งคาร์บอนและธาตุที่จำเป็นต่อการเจริญเติบโตพืช (Essential Elements) ได้กลายเป็นแหล่งอาหารของสัตว์ที่อาศัยอยู่ในดินรวมถึงแบคทีเรีย เชื้อรา และสัตว์ที่อาศัยอยู่ในดิน

ภัทรา ประเสริฐสมบัติ และคณะ (2554: 13 – 24) ได้รายงานผลการวิจัยว่า ปริมาณอินทรีย์วัตถุไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติภายใต้รูปแบบการไถพรวนแบบต่าง ๆ โดยมีค่าอยู่ในพิสัย 3.50 – 6.20 กรัม/กิโลกรัม และมีแนวโน้มลดลงตามความลึก อย่างไรก็ตาม การไถพรวนแบบอนุรักษ์ ได้แก่ การลดการไถพรวน การไถพรวนแบบทิ้งเศษเหลือ และการไม่ไถพรวนดิน จะส่งผลให้มีเศษซากพืชเหลืออยู่มากกว่าการไถพรวนแบบปกติ ซึ่งจะเป็แหล่งของอินทรีย์วัตถุในดิน โดยภายใต้การไถพรวนแบบทิ้งเศษเหลือ หรือการไม่ไถพรวนดิน จะมีเศษซากพืชปกคลุมอยู่เฉพาะที่ผิวดิน ซากพืชส่วนใหญ่ไม่ได้มีการคลุกเคล้าลงไปดิน จึงทำให้อัตราการสลายตัวของซากพืชไปเป็นอินทรีย์วัตถุเกิดขึ้นได้ช้ากว่าการลดการไถพรวนที่มีการคลุกเคล้าของเศษซากพืชลงไปดิน เนื่องจากสภาพความชื้นในดินและอุณหภูมิที่เหมาะสม จึงส่งเสริมกิจกรรมของจุลินทรีย์ในการย่อยสลายเศษซากพืชไปเป็นอินทรีย์วัตถุได้เร็วกว่า อีกทั้งผลผลิตเมล็ดข้าวโพดที่มีความชื้นร้อยละ 15.0 ภายใต้วิธีการไถพรวนทุกแบบไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ อย่างไรก็ตาม อิทธิพลของการไถพรวนเห็นผลไม่ชัดเจนในระยะแรก ทั้งนี้ อาจเป็นผลที่ตกค้างมาจากการปฏิบัติงานในอดีต การไถพรวนแบบปกติ (CT) โดยการไถพลิกดินด้วยพาน 3 ตามด้วยพาน 7 มีแนวโน้มให้ผลผลิตเมล็ดข้าวโพดสูงสุด เท่ากับ 566 กิโลกรัม/ไร่ รองลงมา ได้แก่ การไถพรวนแบบทิ้งเศษซากพืช 557 กิโลกรัม/ไร่ การลดการไถพรวน 542 กิโลกรัม/ไร่ และการไม่ไถพรวนดินจะให้ผลผลิตเมล็ดข้าวโพดต่ำที่สุดเท่ากับ 479 กิโลกรัม/ไร่

กันยารัตน์ บัวราษฎร์ และคณะ (2555: 1266 – 1270) ทำการศึกษาผลของระบบการไถพรวนร่วมกับการใส่อินทรีย์วัตถุในดินต่อการเจริญเติบโต ผลผลิต และการกักเก็บคาร์บอนในดิน

ของการปลูกข้าวพันธุ์ปทุมธานี 80 พบว่า ผลของระบบการไถพรวนร่วมกับการใส่อินทรีย์วัตถุในดินต่อปริมาณการกักเก็บคาร์บอนในดิน (กิโลกรัม/ไร่) การลดการไถพรวนส่งผลให้การกักเก็บคาร์บอนในดินมากกว่าการไถพรวนปกติและแตกต่างกันทางสถิติ อาจเนื่องจากการลดการไถพรวนอาจส่งผลกระทบต่อการทำงานของกิจกรรมของจุลินทรีย์ในดินลดลง ทำให้กิจกรรมการย่อยสลายเป็นไปตามกลไกทางธรรมชาติส่งผลให้ดินมีปริมาณอินทรีย์วัตถุในดินเพิ่มขึ้น ในขณะที่การเพิ่มอินทรีย์วัตถุในดินด้วยโสนให้การกักเก็บคาร์บอนได้มากกว่าพืชชนิดอื่น อาจเนื่องมาจากเมื่อทำการไถกลบโสนเพื่อเพิ่มอินทรีย์วัตถุในดิน ทำให้สมบัติทางกายภาพของดินดีขึ้น เช่น ดินร่วนซุย และทำให้ดินเกาะจับตัวกันได้ดีส่งผลให้โครงสร้างของดินดีขึ้น ทำให้รากพืชดูดธาตุอาหารได้ดียิ่งขึ้น จึงส่งผลให้ปัจจัยการลดการไถพรวนร่วมกับการเพิ่มอินทรีย์วัตถุในดินด้วยโสนมีการกักเก็บคาร์บอนสูง รองลงมา คือ การลดการไถพรวน ร่วมกับการเพิ่มอินทรีย์วัตถุในดินด้วยปอเทือง และการลดการไถพรวนร่วมกับการเพิ่มอินทรีย์วัตถุในดินด้วยถั่วเขียว

ลิขิต พลยศ (2555: 12) ได้ศึกษาว่า การปลดปล่อยคาร์บอนสุทธิที่วัดได้ตลอดระยะเวลาการทดลอง คำนวณเป็นปริมาณการปลดปล่อยคาร์บอนสุทธิเฉลี่ยต่อปี ได้มาจากค่าความต่างของปริมาณคาร์บอนที่ปลดปล่อยออกจากดินต่อปีกับปริมาณคาร์บอนที่ถูกกักเก็บในดินในรูปของมวลชีวภาพของข้าวโพดต่อปี พบว่า ปริมาณคาร์บอนสุทธิจะถูกปลดปล่อยออกจากระบบในแปลงไถพรวนปกติและแปลงไถพรวนครั้งเดียวมากกว่าในแปลงไม่ไถพรวน เฉลี่ย 4.80, 4.80 และ 3.99 ตันคาร์บอน/ไร่/ปี ตามลำดับ และการเปลี่ยนแปลงปริมาณอินทรีย์คาร์บอนในดินตลอดระยะเวลาการทดลอง พบว่า มีการเพิ่มขึ้นของปริมาณอินทรีย์คาร์บอนในดินหลังจากเก็บเกี่ยวข้าวโพดซึ่งมีมากกว่าช่วงก่อนปลูกข้าวโพด แต่ปริมาณอินทรีย์คาร์บอนในดินที่วัดได้ต่อปีมีแนวโน้มลดลงทุก ๆ ปี

สถาพร ใจอารีย์ (2556: 30) ได้ทำการศึกษา เรื่อง พลวัตรของคาร์บอนในดินภายใต้การไถกลบตอซังข้าวโพดในประเทศไทย ผลการศึกษา คือ ค่าสมดุลของคาร์บอนที่เกิดขึ้นนี้สามารถอธิบายในรูปของการปลดปล่อยคาร์บอนสุทธิในดิน โดยผลการทดลองจากแปลงทดลองทั้งสามแห่ง คือ จังหวัดชลบุรี จังหวัดลพบุรี และจังหวัดนครราชสีมา พบว่า แปลงไถกลบตอซัง มีค่าการปลดปล่อยสุทธิลดลงเมื่อเทียบกับแปลงควบคุม (การถอนตอซังออก หรือการไถโดยไม่มียอดซัง) มีค่าเฉลี่ย + 0.727, + 0.130 และ + 0.146 ตันคาร์บอน/ไร่ เมื่อเทียบกับแปลงควบคุม ซึ่งมีค่า + 0.899, + 0.543 และ + 0.550 ตันคาร์บอน/ไร่ ในจังหวัดชลบุรี จังหวัดลพบุรี และจังหวัดนครราชสีมา ตามลำดับ อย่างไรก็ตาม พบว่า ค่าการปลดปล่อยสุทธิของคาร์บอนจากแปลงเผตอซังมีค่าสูงกว่าแปลงควบคุม โดยพบว่า แปลงทดลองจังหวัดชลบุรี จังหวัดลพบุรี และจังหวัดนครราชสีมา ให้ค่าการปลดปล่อยสุทธิโดยเฉลี่ยสูงกว่าแปลงควบคุม โดยมีค่า + 1.021, + 0.833 และ + 0.779 ตัน

คาร์บอน/ไร่ ในพื้นที่ทั้ง 3 แห่ง ตามลำดับ ผลของการทดลองนี้ แสดงให้เห็นว่า การไถกลบตอซัง มีผลต่อการกักเก็บคาร์บอนในดิน จากการลดการปลดปล่อยคาร์บอนสุทธิเมื่อเทียบกับแปลงควบคุม อย่างไรก็ตาม วิธีการเผาตอซัง พบว่า เป็นการเพิ่มการปลดปล่อยคาร์บอนในดินในพื้นที่ทั้ง 3 แห่งเช่นกัน อรรถนพ พุทธโส (2559: 26) รายงานว่า ชุดดินจตุรัส (Ct) ซึ่งมีเนื้อดินเป็นดินร่วนปนดินเหนียว (Clay Loam) ที่มีปริมาณอนุภาคขนาดดินเหนียวสูง ร้อยละ 33.9 และอนุภาคขนาดทรายต่ำ ร้อยละ 29.0 มีปริมาณคาร์บอนที่ผันแปรไปตามการใช้ประโยชน์ที่ดินได้ต่ำกว่าเมื่อเทียบกับชุดดินบ้านไผ่และชุดดินโพธิ์พิสัย โดยมีปริมาณการเปลี่ยนแปลงอยู่ในช่วง ร้อยละ 0.0300 – 0.0400 ผลนี้สะท้อนให้เห็นว่า ดินที่มีเนื้อทรายมักมีปริมาณคาร์บอนที่ผันแปรไปตามการใช้ประโยชน์ที่ดินได้ง่ายกว่าดินที่มีเนื้อดินเหนียว จากการศึกษาครั้งนี้ชี้ว่า การใช้ประโยชน์ที่ดินส่งผลให้ดินมีปริมาณอินทรีย์คาร์บอนแตกต่างกัน โดยดินที่มีการปลูกพืชที่ให้ปริมาณหรือมวลชีวภาพซากพืช ใบไม้ร่วง (Leaf Litter Fall) คืนสู่ดินสูงจะส่งเสริมให้ดินมีปริมาณอินทรีย์คาร์บอนสะสมเพิ่มขึ้น นอกจากนี้ปริมาณมวลชีวภาพที่ทำให้ปริมาณคาร์บอนเพิ่มขึ้นแล้ว ยังขึ้นอยู่กับปัจจัยขององค์ประกอบทางเคมีของเศษซากพืช โดยเศษซากพืชที่มีปริมาณคาร์บอนเป็นองค์ประกอบสูงส่งผลให้ดินมีปริมาณคาร์บอนสูง ในขณะที่เศษซากพืชที่มีปริมาณไนโตรเจน อัตราส่วน C/N ต่ำ และปริมาณเซลล์ลูโลส (เช่น ฟางข้าว) สูงส่งผลทำให้มีปริมาณการสะสมคาร์บอนในดินต่ำ ซึ่งปัจจัย ดังกล่าวมีความสัมพันธ์ใกล้ชิดกับอัตราการสลายตัวของเศษซากพืชนั้น

อุเทน จันละบุตร (2559: บทคัดย่อ) จากการศึกษาปริมาณคาร์บอนสะสมในดินในพื้นที่เกษตรกรรมในกลุ่มน้ำชีตอนกลาง จังหวัดมหาสารคาม พบว่า พื้นที่การใช้ประโยชน์ที่ดินทางการเกษตรแต่ละประเภทมีปัจจัยที่มีอิทธิพลต่อปริมาณคาร์บอนอินทรีย์ในดินที่แตกต่างกัน และมีค่าประสิทธิภาพในการตัดสินใจ ( $R^2$ ) ที่แตกต่างกัน ในพื้นที่ใช้ประโยชน์ทางการเกษตรทั้งหมด พบว่ามีสมบัตินดิน 3 ประการที่มีอิทธิพลต่อปริมาณคาร์บอน ได้แก่ ค่าความสามารถในการแลกเปลี่ยนประจุบวก อนุภาคทราย และอนุภาคดินเหนียว ปัจจัยเหล่านี้มีอิทธิพลต่อการสะสมคาร์บอนในดิน ร้อยละ 68.5 ( $R^2 = 0.685$ ) ในพื้นที่ปลูกอ้อย (SU) มีสมบัตินดิน 1 ประการที่มีอิทธิพลต่อคาร์บอนในดิน คือ ไนโตรเจนทั้งหมดในดิน โดยมีอิทธิพลต่อการสะสมคาร์บอนในดิน ร้อยละ 39.1 ( $R^2 = 0.391$ ) ในพื้นที่นาข้าว (PF) มีสมบัตินดิน 3 ประการที่มีอิทธิพลต่อปริมาณคาร์บอนในดิน ได้แก่ ความหนาแน่นของดิน ค่าความสามารถในการแลกเปลี่ยนประจุบวก และอนุภาคดินเหนียว สมบัตินดินเหล่านี้มีอิทธิพลต่อการสะสมคาร์บอนในดิน ร้อยละ 74.8 ( $R^2 = 0.784$ ) ในพื้นที่ปลูกมันสำปะหลัง มีสมบัตินดิน 2 ประการที่มีอิทธิพลต่อปริมาณคาร์บอนในดิน ค่าความสามารถในการแลกเปลี่ยนประจุบวก และอนุภาคดินเหนียว โดยมีอิทธิพลต่อการสะสมคาร์บอนในดิน ร้อยละ 49.1 ( $R^2 = 0.491$ ) และในพื้นที่ปลูกมันแกว มีสมบัตินดิน 2 ประการ ได้แก่ ไนโตรเจนทั้งหมดในดิน

และอนุภาคทราย มีอิทธิพลต่อการสะสมคาร์บอนในดิน ร้อยละ 44.3 จากการวิเคราะห์การถดถอยทั้งหมด พบว่า สมบัติดินต่าง ๆ สามารถอธิบายถึงการคาร์บอนในดินได้ในระดับหนึ่ง ส่วนที่เหลือมีอิทธิพลมาจากปัจจัยอื่น ๆ การปฏิบัติในแปลงเกษตร โดยเฉพาะการไถพรวนเพื่อเพิ่มผลผลิตทางการเกษตรอาจส่งผลให้ดินเกิดการเสื่อมโทรมและสูญเสียคาร์บอนในดิน อย่างไรก็ตาม การใส่ปุ๋ยสด การลดการไถพรวน หรือแม้กระทั่งไม่ไถพรวนในแปลงเกษตรเป็นวิธีที่ช่วยเพิ่มคาร์บอนอินทรีย์ในดินได้

Randall and Iragavarapu (1995: 360 – 366) ที่รายงานไว้ว่า ข้าวโพดที่ปลูกในระบบที่มีการไถพรวนจะมีการเจริญเติบโตดีกว่าเมื่อเปรียบเทียบกับการไม่ไถพรวน โดยเฉพาะในช่วงแรกของการเจริญเติบโต เนื่องจากในระบบที่ไม่ไถพรวนดินนั้นมีเศษพืชคลุมดินจึงส่งผลให้อุณหภูมิที่ผิวดินต่ำกว่า ในโตรเจนมีแนวโน้มไม่เพียงพอต่อความต้องการของข้าวโพดเนื่องจากถูกไปใช้ในกิจกรรมของจุลินทรีย์ ดินบนมีความแข็งมากกว่า และมีความชื้นดินมากกว่าทำให้ปริมาณออกซิเจนมีจำกัด จากเหตุผลดังกล่าวจึงส่งผลให้การกระจายของราก และการเจริญเติบโตของข้าวโพดในช่วงแรกช้ากว่าปกติเมื่อเปรียบเทียบกับการไถพรวนดิน ผลผลิตที่ได้จึงต่ำกว่า

Chidthaisong, Wachrinrat, Harvey and Lichaikul (2004: 839) ได้ศึกษาปริมาณคาร์บอนสะสมและการปลดปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์สุทธิในดินเขตร้อนที่มีการใช้ประโยชน์ที่ดินแตกต่างกัน พบว่า พื้นที่ป่าธรรมชาติมีปริมาณการสะสมคาร์บอนสูงสุด รองลงมา เป็นพื้นที่ป่าปลูก และพื้นที่เกษตรกรรม ตามลำดับ และพบว่า ทุกพื้นที่จะมีปริมาณคาร์บอนและไนโตรเจนมากที่ระดับความลึก 0 – 20.0 เซนติเมตร

Matsumoto, Paisanchoen and Hakamoto (2008: Abstract) ศึกษาการสะสมคาร์บอนในดินในพื้นที่ปลูกข้าวโพดโดยมีพื้นที่ที่มีการไถพรวนแบบดั้งเดิม พื้นที่ที่มีการมูลโคจำนวน 1.00 กิโลกรัม/ตารางเมตร และพื้นที่ที่ไม่มีการไถพรวน มีปริมาณการสะสมคาร์บอนในดินเท่ากับ + 256, + 912 และ + 736 กิโลกรัม/ไร่ ตามลำดับ และมีการปลดปล่อยก๊าซเรือนกระจกคาร์บอนไดออกไซด์จากผิวดินในช่วงเวลาเดียวกันนี้เท่ากับ 1,904, 1,680 และ 1,504 กิโลกรัม/ไร่ ตามลำดับ ในช่วงระหว่างเดือนกรกฎาคม พ.ศ. 2542 ถึงเดือนมิถุนายน พ.ศ. 2543

Soil Science Society of America (2008: 250) กล่าวถึงการกักเก็บคาร์บอน หมายถึง การสะสมคาร์บอนในรูปที่เป็นของแข็งที่มีความเสถียร โดยผ่านทั้งทางตรงและทางอ้อมจากการตรึงก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ในบรรยากาศ การกักเก็บคาร์บอนทางตรงเกิดขึ้นโดยปฏิกิริยาของอนินทรีย์เคมีซึ่งเป็นผันกลับของก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์เป็นสารประกอบอนินทรีย์คาร์บอนในดิน เช่น แคลเซียมคาร์บอเนตและแมกนีเซียมคาร์บอเนต การกักเก็บคาร์บอนทางตรงอีกทางเกิดขึ้นโดยการสังเคราะห์แสงของพืชโดยการดูดซับก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์เข้าสู่มวลชีวภาพ ดังนั้น มวล

ชีวภาพของพืชจะเป็นการกักเก็บคาร์บอนทางอ้อมของอินทรีย์คาร์บอนดิน โดยผ่านกระบวนการย่อยสลาย ปริมาณคาร์บอนที่ถูกกักเก็บในแต่ละพื้นที่สะท้อนถึงความสมดุลในระยะยาวระหว่างกลไกการดูดซับ และการปลดปล่อยคาร์บอนในทางเกษตรกรรม ป่าไม้ และการปฏิบัติเชิงอนุรักษ์ รวมถึงการจัดการดินที่ดีจะนำไปสู่การตรึงคาร์บอนในดินที่ดีเช่นเดียวกัน

## บทที่ 3

### วัสดุ อุปกรณ์ และวิธีการวิจัย

การวิจัยครั้งนี้เป็นการวิจัยเชิงทดลอง (Experimental Research) โดยมุ่งเน้นศึกษาผลของการไถพรวนที่มีต่อปริมาณคาร์บอนที่เก็บสะสมในดินและผลผลิตข้าวโพดที่ระดับความลึกดินแตกต่างกัน 2 ระดับ คือ 0 – 15.0 และ 15.0 – 30.0 เซนติเมตร ซึ่งมีรูปแบบการไถพรวน 4 รูปแบบ คือ ไม่มีการไถพรวน การไถแปรครั้งเดียว การพรวนซ้ำ 1 ครั้ง และการพรวนซ้ำ 2 ครั้ง

#### 3.1 รูปแบบการไถพรวนและผลผลิต

การทดลองนี้จะใช้รูปแบบการไถพรวนที่ระดับความลึก 0 – 15.0 และ 15.0 – 30.0 เซนติเมตร ซึ่งมีรูปแบบการไถพรวน 4 รูปแบบ ในพื้นที่ตั้งอยู่เลขที่ 56/2 หมู่ 1 เทศบาลเมืองเขาสามขุขันธ์ อำเภอเมือง จังหวัดลพบุรี รหัสไปรษณีย์ 15000 โดยมีรายละเอียด ดังนี้

##### 3.1.1 รูปแบบการไถพรวน

เป็นการไถพรวนในพื้นที่ที่มีทำการเกษตรกรรม โดยใช้รถไถขนาดเล็ก และกำลังคนในการพรวนซึ่งสามารถแบ่งออกเป็น 4 รูปแบบ ได้แก่ การไม่ไถพรวน การไถแปรครั้งเดียว การพรวนซ้ำ 1 ครั้ง และการพรวนซ้ำ 2 ครั้ง

##### 3.1.2 ข้าวโพดหวาน

ข้าวโพดหวานลูกผสม ( F1 Hybrid Yellow Sweet Corn) ที่สามารถหาซื้อได้ตามท้องตลาดทั่วไป



### 3.2 วัสดุ อุปกรณ์ และสารเคมีที่ใช้ในการทดลอง

#### 3.2.1 วัสดุอุปกรณ์

- 1) เมล็ดพันธุ์ข้าวโพดหวานลูกผสม (F1 Hybrid Yellow Sweet Corn)
- 2) ปุ๋ยอินทรีย์
- 3) ปุ๋ยเคมี สูตร 15.0 – 15.0 – 15.0
- 4) อุปกรณ์เก็บดิน ได้แก่ Auger แบบต่างๆ
- 5) กระบอกลบดิน (Core และ Can)
- 6) อุปกรณ์สำหรับขุดดิน ได้แก่ จอบ เสียมพลั่ว
- 7) อุปกรณ์สำหรับวัดซัง ได้แก่ สายวัด เครื่องชั่ง ไม้บรรทัด
- 8) เครื่องวัด pH Meter
- 9) ตู้อบลมร้อน (Oven)
- 10) เครื่องชั่ง (Precision Balance)
- 11) เตาเผา (Muffle Furnace)
- 12) ถ้วยสำหรับเผา (Porcelain Dish)
- 13) เครื่องแก้วที่ใช้ในห้องปฏิบัติการ
- 14) เครื่องสเปกโตรโฟโตมิเตอร์

#### 3.2.2 สารเคมี

- 1) น้ำกลั่น (Distilled Water)
- 2) กรดซัลฟูริก อะซิด (Conc.H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>)
- 3) โพแทสเซียมไดโครเมต (Potassium Dichromate: (K<sub>2</sub>Cr<sub>2</sub>O<sub>7</sub>))
- 4) เฟอรัสแอมโมเนียมซัลเฟต (Ferrous Ammonium Sulphate)
- 5) เฟอรัสซัลเฟตเฮปตะไฮเดรต (Ferrous Sulphate Heptahydrate (FeSO<sub>4</sub>·7H<sub>2</sub>O))
- 6) Ammonium Iron (II) Sulfate Hexahydrate [(NH<sub>4</sub>)<sub>2</sub>Fe(SO<sub>4</sub>)<sub>6</sub>·6H<sub>2</sub>O]
- 7) O – phenanthroline

### 3.3 กรอบแนวคิดในการวิจัย

#### 3.3.1 ตัวแปรอิสระ

3.3.1.1 ระดับความลึก

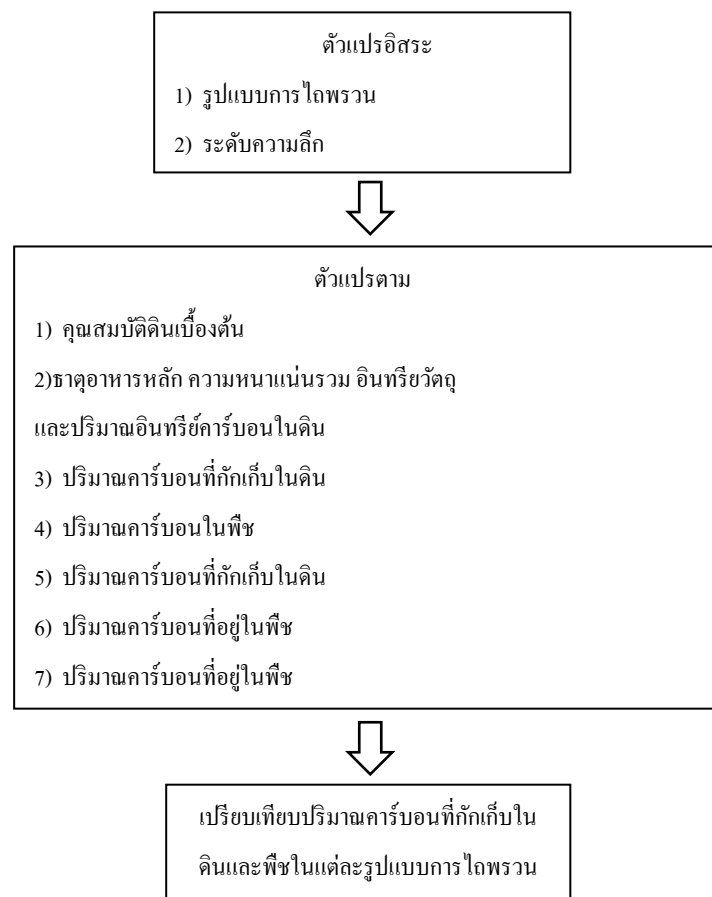
3.3.1.2 รูปแบบการไถพรวน

#### 3.3.2 ตัวแปรตาม

3.1.2.1 คุณสมบัติดินเบื้องต้นตามดัชนีต่างๆ

3.1.2.2 ปริมาณคาร์บอนที่กักเก็บในดิน

3.1.2.3 ปริมาณคาร์บอนที่อยู่ในพืช



ภาพที่ 3.1 กรอบแนวคิดในการศึกษา

### 3.4 วิธีการทดลอง

การศึกษาผลของการไถพรวน ที่มีต่อปริมาณ คาร์บอน ที่เก็บสะสม ในดินและผลผลิตข้าวโพด โดยแยกศึกษาตามระดับความลึก 0 – 15.0 และ 15.0 – 30.0 เซนติเมตร โดยมีการปฏิบัติทั้ง 4 รูปแบบ คือ ไม่มีการไถพรวน การไถแปรครั้งเดียว การพรวนซ้ำ 1 ครั้ง และการพรวนซ้ำ 2 ครั้ง ซึ่งเป็นการศึกษาแบบทดลอง (Experiment) จากนั้นจึงนำผลที่ได้มาทำการวิเคราะห์และแปลผล เพื่อหาข้อสรุปให้บรรลู่วัตถุประสงค์ของการศึกษา โดยมีรูปแบบการทดลองและวิธีการศึกษา ดังนี้

#### 3.4.1 วางแผนการทดลอง

##### 3.4.1.1 ศึกษาอิทธิพลของระดับความลึกและรูปแบบการไถพรวน

โดยศึกษาระดับความลึก และ รูปแบบการไถพรวน ทำแผนการทดลองแบบ Completely Randomized Design (CRD) แบ่งแปลงเป็น 2 แปลงใหญ่เพื่อทดสอบในระดับความลึกที่แตกต่างกัน และแบ่งเป็นแปลงย่อยขนาด 2.00 x 2.00 เมตร จำนวน 16 แปลง รูปแบบการทดลอง 2 x 4 Factorial Arrangement แสดงดังภาพที่ 3.2 จำนวน 4 ซ้ำทุกคำรับการทดลองได้ปฏิบัติตามคำแนะนำสำหรับการปลูกข้าวโพด โดยแบ่งเป็น 2 ปัจจัย ดังนี้

1) ปัจจัยที่ 1: ระดับความลึกของดินแบ่งเป็น 2 ระดับ คือ 0 – 15.0 และ 15 – 30.0 เซนติเมตร

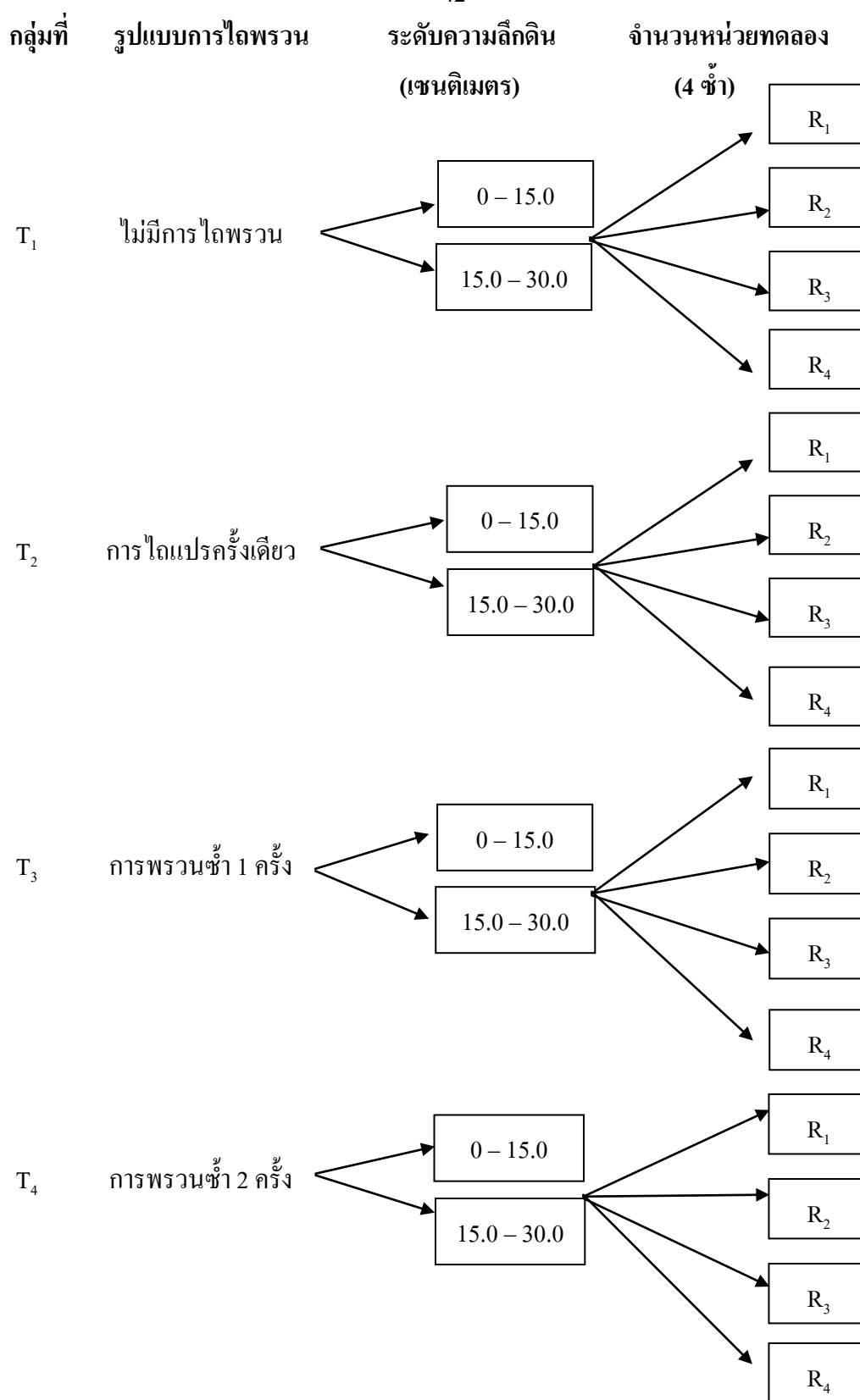
2) ปัจจัยที่ 2: รูปแบบของการไถพรวน ได้แก่ ไม่มีการไถพรวน การไถแปรครั้งเดียว การพรวนซ้ำ 1 ครั้ง และการพรวนซ้ำ 2 ครั้ง

คำรับการทดลองที่ 1 ( $T_1$ ): แปลงไม่มีการไถพรวน (ถอนวัชพืช ขุดหลุมปลูก ข้าวโพด)

คำรับการทดลองที่ 2 ( $T_2$ ): แปลงปลูกข้าวโพดแบบไถแปรครั้งเดียวหรือไถพรวนปกติ (ไถตะ + ไถแปร 1 ครั้ง)

คำรับการทดลองที่ 3 ( $T_3$ ): แปลงปลูกข้าวโพดแบบไถพรวนซ้ำ 1 ครั้ง (ไถตะ + ไถแปร 1 ครั้ง + พรวน 1 ครั้ง)

คำรับการทดลองที่ 4 ( $T_4$ ): แปลงปลูกข้าวโพดแบบไถพรวนซ้ำ 2 ครั้ง (ไถตะ + ไถแปร 1 ครั้ง + พรวน 2 ครั้ง)



ภาพที่ 3.2 รูปแบบการทดลองเพื่อศึกษาผลของการไถพรวนต่อการกักเก็บคาร์บอนในดินและผลผลิตข้าวโพด

### 3.4.1.2 หน่วยทดลอง

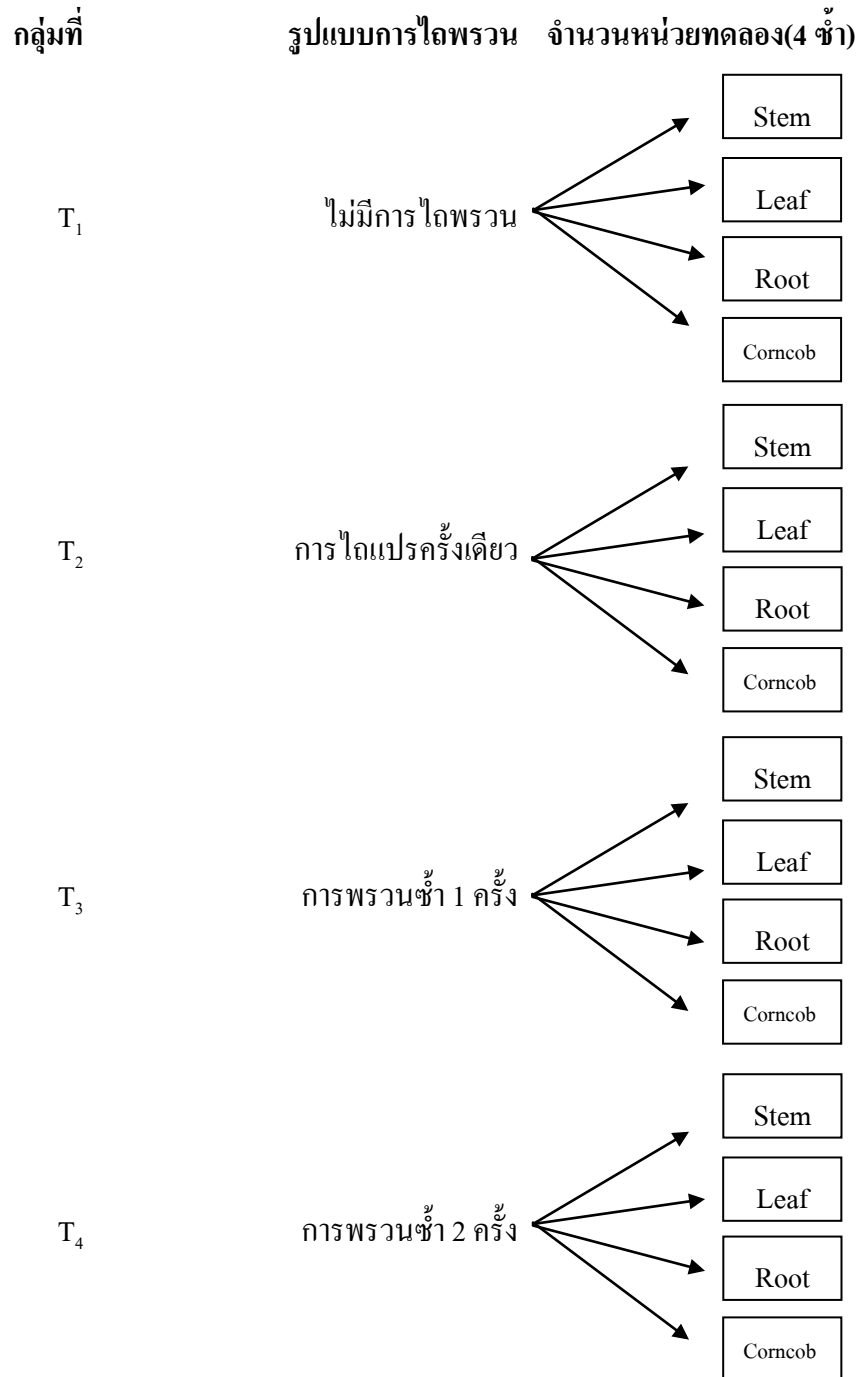
ในการทดลองประกอบไปด้วย 2 หน่วยทดลอง (Treatment) และทำซ้ำเป็นจำนวน 4 ซ้ำ (Replication) ซึ่งแต่ละหน่วยทดลองมีรูปแบบการไถพรวนที่แตกต่างกัน ดังนี้

- 1) หน่วยทดลองที่ 1: ที่ระดับความลึก 0 – 15.0 เซนติเมตร รูปแบบไม่มีการไถพรวน ( $T_1$ ) การไถแปรครั้งเดียว ( $T_2$ ) การพรวนซ้ำ 1 ครั้ง ( $T_3$ ) และการพรวนซ้ำ 2 ครั้ง ( $T_4$ )
- 2) หน่วยทดลองที่ 2: ที่ระดับความลึก 15.0 – 30.0 เซนติเมตร รูปแบบไม่มีการไถพรวน ( $T_1$ ) การไถแปรครั้งเดียว ( $T_2$ ) การพรวนซ้ำ 1 ครั้ง ( $T_3$ ) และการพรวนซ้ำ 2 ครั้ง ( $T_4$ ) ดังภาพที่ 3.3 และ 3.4

#### แผนภาพแสดงผังการวางแปลง (Lay Out)

|                       |          |          |          |          |          |          |          |          |                     |
|-----------------------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|---------------------|
| 0 – 15.0<br>เซนติเมตร | $T_1R_1$ | $T_2R_1$ | $T_3R_2$ | $T_4R_4$ | $T_1R_1$ | $T_2R_1$ | $T_3R_2$ | $T_4R_4$ | – 30.0<br>เซนติเมตร |
|                       | $T_1R_2$ | $T_3R_3$ | $T_4R_1$ | $T_2R_2$ | $T_1R_2$ | $T_3R_3$ | $T_4R_1$ | $T_2R_2$ |                     |
|                       | $T_1R_3$ | $T_4R_2$ | $T_2R_3$ | $T_3R_1$ | $T_1R_3$ | $T_4R_2$ | $T_2R_3$ | $T_3R_1$ |                     |
|                       | $T_1R_4$ | $T_2R_4$ | $T_4R_3$ | $T_3R_4$ | $T_1R_4$ | $T_2R_4$ | $T_4R_3$ | $T_3R_4$ |                     |

ภาพที่ 3.3 ผังการวางแปลง (Lay Out)



ภาพที่ 3.4 รูปแบบการศึกษาผลของการไถพรวนที่มีต่อปริมาณคาร์บอนในผลผลิตข้าวโพด

### 3.4.2 วิธีการทดลอง

#### 3.4.2.1 ขั้นตอนการดำเนินงาน

คัดเลือกพื้นที่ในอำเภอเมืองจังหวัดลพบุรี

#### 3.4.2.2 เก็บตัวอย่างดินแบบรวมก่อนการทดลอง (Composite)

- 1) พื้นที่นี้ยังไม่มีมีการปลูกพืช เดินสุ่มเก็บตัวอย่างดินให้ทั่วแปลงในแต่ละแปลง แปลงละประมาณ 15 จุด
- 2) การเก็บดินแต่ละจุดให้ใช้พลั่วขุดดินเป็นรูปสี่เหลี่ยมประมาณ 15.0 และ 30.0 เซนติเมตร หลังจากนั้นเก็บดินโดยใช้พลั่วแซะข้างหลุม (ด้านเรียบ) ให้ได้ดินเป็นแผ่นหนาประมาณ 2.00 – 3.00 เซนติเมตร จนถึงก้นหลุม ดินที่ได้เก็บรวบรวมใส่ถุงหรือถังพลาสติก
- 3) คลุกเคล้าดินแต่ละแปลงที่เก็บมาให้เข้ากันแล้วเทลงผ้าพลาสติก ทำการคลุกเคล้าอีกครั้ง โดยยกมุมผ้าพลาสติกทีละ 2 มุม ที่อยู่ตรงข้ามกัน ทำสลับมุมกัน 3 – 4 ครั้ง หลังจากนั้นทำการกองดินแล้วแบ่งดินออกเป็น 4 ส่วน (Quartering) เลือกออกมาเพียงหนึ่งส่วนใส่ถุงพลาสติกเพื่อเตรียมวิเคราะห์
- 4) Label ป้ายเบอร์แปลง พร้อมรายละเอียดต่าง ๆ เกี่ยวกับตัวอย่างดิน

#### 3.4.2.3 เตรียมแปลงสำหรับการดำเนินการทดลอง

- 1) ไม่มีการไถพรวน ( $T_1$ ): โดยใช้จอบถากหญ้าและขุดหลุมเพื่อปลูกข้าวโพดโดยไม่มีการไถพรวน
- 2) การไถแปรครั้งเดียว ( $T_2$ ): โดยไถตะ 1 ครั้ง (ตากดิน 7-15 วัน) ไถแปร 1 ครั้ง ก่อนปลูกข้าวโพด
- 3) การไถพรวนซ้ำ 2 ครั้ง ( $T_3$ ): โดยไถตะ 1 ครั้ง ไถแปร 1 ครั้ง และพรวนดิน 1 ครั้ง ก่อนปลูกข้าวโพด
- 4) การไถพรวนซ้ำ 2 ครั้ง ( $T_4$ ): โดยไถตะหนึ่งครั้ง ไถแปร 1 ครั้ง และพรวนดิน 2 ครั้ง ก่อนปลูกข้าวโพด

โดยขั้นตอนการไถตะนั้นใช้รถไถขนาดเล็กทำการเปิดหน้าดิน หลังจากนั้น 1 – 2 สัปดาห์จึงตามด้วยการไถแปรส่วนขั้นตอนการไถพรวนใช้กำลังคนในการพรวน เนื่องจากแปลงทดลองเป็นแปลงทดลองขนาดเล็ก แบ่งแปลงออกเป็น 2 แปลงใหญ่เพื่อทดสอบการไถพรวนในระดับความลึกที่แตกต่างกัน 0 – 15.0 และ 15.0 -30.0 ซม. โดยในแปลงใหญ่นั้นแบ่งเป็นแปลงย่อยขนาดกว้าง 2.00 เมตร ยาว 2.00 เมตร จำนวน 16 แปลง

#### 3.4.2.4 ปลุกข้าวโพด

ทำการปลูกเมล็ดพันธุ์ข้าวโพดหวานลูกผสม (F1 Hybrid Yellow Sweet Corn) หลังจากปลุกข้าวโพดแล้ว 1 เดือน โดยถอนให้เหลือ 1 – 2 ต้นต่อหลุม แต่ละแปลงมีการจัดการดิน และพืชตามความจำเป็น เช่น การใส่ปุ๋ยมี 2 ระยะ คือ รองพื้นด้วยปุ๋ยคอกหรือปุ๋ยอินทรีย์ตามความเหมาะสม และใส่ปุ๋ยแต่งหน้า 2 ครั้ง เมื่ออายุ 25 – 30 วัน และ 40 – 45 วัน โดยปฏิบัติตามคำแนะนำของ ทวีศักดิ์ ภู่อ่ำ (2540: 188) เหมือนกันทุกแปลง

#### 3.4.2.5 การเก็บข้อมูล

ทำการเก็บตัวอย่างดิน พืช โดยสุ่มเก็บในแต่ละแปลงทดลอง มีรายละเอียด ดังนี้

1) ข้อมูลดินเก็บตัวอย่างดินแบบรวมโดยใช้กระบอกลูก (Core) ที่ระดับความลึก 0 – 15.0 และ 15.0 – 30.0 เซนติเมตร ก่อนที่จะทำการปลุกข้าวโพด และหลังจากปลุกข้าวโพดแล้วจึงทำการสุ่มแต่ละแปลงย่อยเพื่อวิเคราะห์ อาทิ ค่าความเป็นกรด – ด่าง (pH) ธาตุอาหารหลัก (Macro Nutrient) ค่าความหนาแน่นรวมของดิน (Bulk Density) อินทรีย์วัตถุ (Organic Matter: OM) ปริมาณอินทรีย์คาร์บอน (Organic Carbon) และปริมาณคาร์บอนที่ถูกสะสมในดิน (Soil Carbon Stock)

(1) ความหนาแน่นรวมของดิน โดยการเก็บตัวอย่างดินแบบไม่ทำลาย โครงสร้างโดยใช้กระบอกลูกเก็บตัวอย่างดิน (Soil Core) ตามวิธีของ Blake and Hartge (1986: 363 – 375) เก็บตัวอย่างดินในแต่ละจุดศึกษาโดยใช้จอบขุดหลุมเป็นรูปตัว V ลึกประมาณ 0 – 15.0 และ 15.0 – 30.0 เซนติเมตร แล้วตอก Core ลงไปจนกระบอกลูกเก็บตัวอย่างดินเต็มและอัดแน่นดิ่งกระบอกลูกเก็บตัวอย่างออกใช้มีดปาดดินส่วนที่เกินออก แล้วปิดด้วยฝาพลาสติกและใช้เทปกาวยาวพันบริเวณฝา โดยรอบใส่กระบอกลูกเก็บตัวอย่างในถุงเก็บตัวอย่าง ดังแสดงในภาพที่ ภาคผนวก ง.

(2) อินทรีย์วัตถุในดิน โดยทำการเก็บรวบรวมตัวอย่างดินบริเวณจุดศึกษา จากนั้นทำการสุ่มตัวอย่างดิน โดยใช้วิธีสุ่มตัวอย่างดินด้วยการเก็บตัวอย่างดินจากแต่ละจุดมาแบ่งเป็นส่วนแล้วเลือกเอาเฉพาะส่วนใดส่วนหนึ่งมาใช้เพื่อให้ได้ตัวแทนที่ดี (วิธีการ Quartering) ในการศึกษาครั้งนี้เก็บตัวอย่างดิน 4 จุด ในแต่ละรูปแบบการไถพรวน ที่ระดับความลึกที่ 0 – 15.0 และ 15.0 – 30.0 เซนติเมตร ในปริมาณที่เท่ากันทั้ง 4 จุด จากนั้นนำมาผสมให้เข้ากันแล้วจึงสุ่มตัวอย่างไปทำการทดสอบ

2) ข้อมูลพืช เก็บผลผลิตเมื่อหลังข้าวโพดออกไหม ซึ่งข้าวโพดมีอายุการเก็บเกี่ยวที่ประมาณ 90 – 120 วัน สุ่มเก็บตัวอย่างข้าวโพดในแปลงที่มีการไถพรวนที่ระดับความลึก 0 – 15.0 และ 15.0 – 30.0 เซนติเมตร แยกวัดหาน้ำหนักสด ต้นใบ รากและฝัก และนำไปอบเพื่อหา



น้ำหนักแห้ง และผลผลิตข้าวโพด โดยสุ่มเก็บพืชตัวอย่างในแต่ละบล็อก ชั่งน้ำหนักสดเป็นกรัมของน้ำหนักสด

#### 3.4.2.6 วิธีการวิเคราะห์

1) ข้อมูลดิน วิธีการวิเคราะห์ตัวอย่างดิน เพื่อหาความเป็นกรด – ด่าง (pH) ธาตุอาหารหลักของพืช (Macro Nutrient) ความหนาแน่นรวมของดิน ( Bulk Density) ปริมาณอินทรีย์คาร์บอน (Organic Carbon) และปริมาณคาร์บอนที่กักเก็บในดิน (Soil Carbon Stock) โดยใช้วิธีวิเคราะห์ดังแสดงตารางที่ 3.1

ตารางที่ 3.1 วิธีการวิเคราะห์ที่ใช้ในการศึกษาทรัพยากรดินในเบื้องต้น

| พารามิเตอร์ที่ใช้ในการตรวจวัด                       | วิธีการวิเคราะห์                                                                                                                   |
|-----------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 1) ความเป็นกรด – ด่าง (pH)                          | การตรวจสอบความเป็นกรด – ด่างของดิน                                                                                                 |
| 2) ธาตุอาหารหลักของพืช (Macro Nutrient)             | การตรวจสอบค่า NPK ของดิน ที่ระดับความลึก 0 – 15.0 และ 15.0 – 30.0 เซนติเมตร (ศิริพร กาทอง และ เฉลิม เรืองวิริยะชัย, 2557: 61 – 63) |
| 3) ความหนาแน่นรวมของดิน (Bulk Density)              | ใช้การศึกษาวิธี Core Method (Blake and Hartge, 1986: 374)                                                                          |
| 4) อินทรีย์วัตถุในดิน (Organic Matter)              | เป็นการวิเคราะห์ปริมาณอินทรีย์วัตถุด้วยวิธีของ Walkley and Black (1974: 257)                                                       |
| 5) ปริมาณอินทรีย์คาร์บอน                            | คิดคำนวณจากสูตร ระดับอินทรีย์วัตถุ<br>(Organic Matter) = % Organic Carbon x 1.724                                                  |
| 6) ปริมาณคาร์บอนที่กักเก็บในดิน (Soil Carbon Stock) | จากสมการของ Walkley and Black (1974: 257) และ Frances (2013: 11)                                                                   |

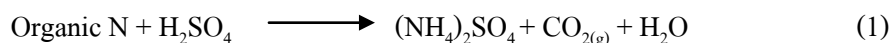
#### 1) วิธีการวิเคราะห์ประกอบด้วย

(1) ความเป็นกรด – ด่างใช้เครื่องตรวจวัดค่าความเป็นกรด – ด่างแบบพกพา รุ่น Rapitest

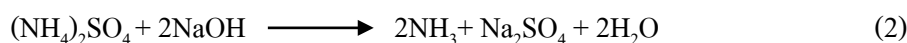
#### (2) ธาตุอาหารหลักของพืช

ก) ไนโตรเจน โดยวิธี Kjeldahl Method เป็นวิธีที่สะดวกและได้รับความนิยม วิธีนี้มี 3 ขั้นตอน ได้แก่ ขั้นตอนการย่อยการกลั่นและการไทเทรต

(ก) ขั้นตอนที่ 1 การย่อย (Digestion Step) เป็นการเปลี่ยนสารประกอบอินทรีย์ในโตรเจนไปเป็น  $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$  ขึ้นโดยใช้ตัวเร่งปฏิกิริยา  $\text{K}_2\text{SO}_4:\text{CuSO}_4\cdot 5\text{H}_2\text{O}:\text{Se}$  ในอัตราส่วน 100 : 10.0 : 1.00 โดยมวลหนัก 1.00 กรัมต่อปุ๋ยน้ำ 5.00 มิลลิลิตร แสดงปฏิกิริยา ดังสมการที่ 1



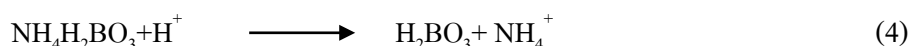
(ข) ขั้นตอนที่ 2 การกลั่น (Distillation Step) ขั้นตอนนี้เป็นการเปลี่ยน  $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$  ที่เกิดจากการย่อยในขั้นตอนแรกไปเป็นแก๊ส  $\text{NH}_3$  โดยเติม  $\text{NaOH}$  ลงไป สามารถแสดงปฏิกิริยาดังสมการที่ 2 และ 3



( Ammonium Borate)

สีเขียว

(ค) ขั้นตอนที่ 3 การไทเทรต (Titration Step) ขั้นตอนนี้เป็นการไทเทรตหา  $\text{NH}_4\text{H}_2\text{BO}_3$  ที่เกิดขึ้น โดยใช้กรด  $\text{HCl}$  หรือ  $\text{H}_2\text{SO}_4$  สามารถแสดงปฏิกิริยา ดังสมการที่ 4



(Ammonium Borate) ( Boric Acid)

สีเขียว

สีม่วงแดง

ข) ฟอสฟอรัส (Phosphorus: P) หลักการวิเคราะห์หาปริมาณฟอสฟอรัส โดยวิธีวานาโดมอลิบเดต ใช้กรดเข้มข้นผสม  $\text{HClO}_4:\text{HNO}_3$  ในอัตราส่วน 1.00 : 2.00 โดยปริมาตรในการย่อยตัวอย่างให้อยู่ในรูปสารละลายฟอสเฟตจากนั้นทำให้เกิดสีกับ Vanadomolybdate Reagent เกิดเป็นสารเชิงซ้อนวานาโดมอลิบโดฟอสเฟต ซึ่งมีสีเหลืองวัดหาปริมาณฟอสเฟตด้วยเครื่องสเปกโตรโฟโตมิเตอร์ ที่ความยาวคลื่น 420 นาโนเมตร แล้วเปรียบเทียบกับกราฟของสารละลายมาตรฐานฟอสฟอรัส

ค) โพแทสเซียม (Potassium: K) ใช้กรดผสมเช่นเดียวกับการวิเคราะห์หาฟอสฟอรัส และใช้เทคนิคอะตอมมิกอิมมูนิสชันสเปกโตรโฟโตเมตรี โดยโพแทสเซียมที่อยู่ในรูปของสารละลายจะถูกความร้อนจากเปลวไฟทำให้เปลี่ยนเป็นอะตอม อะตอมของ

โพแทสเซียมนี้จะปลดปล่อยพลังงานแสงออกมาเป็นปฏิกิริยาโดยตรงกับจำนวนอะตอมของโพแทสเซียมที่มีอยู่ในสารละลายตัวอย่าง ซึ่งสามารถวัดพลังงานแสงที่ปล่อยออกมาได้ด้วยเครื่องอะตอมมิคิมิสชันสเปกโทรโฟโตมิเตอร์ ที่ความยาวคลื่น 766.5 นาโนเมตร

(3) ความหนาแน่นรวมของดิน (Bulk Density) เป็นการวิเคราะห์สัดส่วนระหว่างมวลของดินขณะที่มวลแห้งสนิทต่อหนึ่งหน่วยปริมาตรรวมของดิน (ปริมาตรของอนุภาคดินและช่องว่างในดิน) ค่าความหนาแน่นรวมมีหน่วยเป็นน้ำหนักต่อหน่วยปริมาตร (กรัม/ลูกบาศก์เซนติเมตร) โดยการศึกษาครั้งนี้ใช้การวิเคราะห์ด้วยวิธี Core Method (Blake and Hartge, 1986: 374) ขั้นตอนการวิเคราะห์ความหนาแน่นรวมของดิน มีขั้นตอน 3 ขั้นตอน ดังนี้คือ

ก) ขั้นตอนที่ 1 ชั่งน้ำหนักของกระบอก โลหะ ที่มีดินบรรจุอยู่ ( $W_{sw} + W_a$ ) การชั่งน้ำหนักในขั้นนี้เพื่อประโยชน์ในการหาความชื้นของดิน

ข) ขั้นตอนที่ 2 นำกระบอกโลหะที่มีดินเข้าตู้อบซึ่งมีอุณหภูมิ 105 องศาเซลเซียส จนกระทั่งได้น้ำหนักคงที่ก่อนชั่งน้ำหนักควรปล่อยให้ดินและกระบอกเย็นลงก่อน ( $W_s + W_a$ ) ใน Desiccator

ค) ขั้นตอนที่ 3 ชั่งน้ำหนักและกระบอกโลหะเปล่า ( $W_a$ ) พร้อมทั้งวัดเส้นผ่านศูนย์กลางและความยาวของกระบอก แล้วคำนวณหาปริมาตรภายในของกระบอก ( $V_s$ ) ดังสมการสูตรการคำนวณ

$$\rho_b = \frac{(W_s + W_a) - W_a}{V_s} \quad (1)$$

$W_s$  = กระบอกที่มีดินบรรจุอยู่

$W_a$  = กระบอกโลหะเปล่า

$V_s$  = ปริมาตรภายในกระบอก (เซนติเมตร)

$\rho_b$  = ความหนาแน่นรวมของดิน

$\rho_w$  และ  $\rho_p$  = ความหนาแน่นของน้ำและ Paraffin ตามลำดับ

$\rho_w$  = 1.00 กรัม/ลูกบาศก์เซนติเมตร

$\rho_p$  = 0.900 กรัม/ลูกบาศก์เซนติเมตร

( 4) อินทรีย์วัตถุในดิน อินทรีย์คาร์บอน และการกักเก็บคาร์บอนในดิน เป็นการวิเคราะห์ปริมาณอินทรีย์วัตถุด้วยวิธีของ Walkley and Black (1974: 257) และ Frances (2013: 11) โดยมีขั้นตอน ดังนี้

ก) ขั้นตอนที่

1 เตรียมสารละลายดังแสดงในภาคผนวก ก.

ข) ขั้นตอนที่ 2 การวิเคราะห์ปริมาณสารคาร์บอนและอินทรีย์วัตถุ

(ก) ชั่งตัวอย่างดิน 1.00 กรัม ใส่ในขวดชมพู ขนาด 250

มิลลิลิตร

(ข) ปิเปตสารละลายโพแทสเซียมไดโครเมท 1.00 นอร์มัล 10.0

มิลลิลิตร

(ค) เติมกรดซัลฟิวริกเข้มข้น 15.0 มิลลิลิตร เขย่าขวดแก้วเบา ๆ

เป็นเวลา 1 – 2 นาที ตั้งทิ้งไว้เป็นเวลา 30 นาที

(ง) เติมน้ำกลั่นประมาณ 50.0 มิลลิลิตร ทิ้งไว้ให้เย็น

(จ) หยดอินดิเคเตอร์ออร์โทฟอสโฟรีน 5 หยด

(ฉ)ไทเทรตด้วยสารละลายเฟอร์รัสแอมโมเนียมซัลเฟต 0.500

นอร์มัล เพื่อหาปริมาณโพแทสเซียมไดโครเมทที่เหลือจากปฏิกิริยาจนกระทั่งสีของสารละลายดิน เปลี่ยนจากสีเขียวเป็นสีน้ำตาลแดงที่จุดยุติ

(ซ) บันทึกปริมาณโพแทสเซียมไดโครเมียมไดโครเมียม และ เฟอร์รัสแอมโมเนียมซัลเฟตที่ใช้

(ซ) ทำ Blank เช่นเดียวกันกับวิธีวิเคราะห์ดิน

(ณ) คำนวณปริมาณอินทรีย์คาร์บอน และอินทรีย์วัตถุ

ค) ขั้นตอนที่ 3 คำนวณปริมาณอินทรีย์คาร์บอน และอินทรีย์วัตถุ

คำนวณได้จากสมการที่ 1 สมการที่ 2 และสมการที่ 3 และเมื่อได้ค่าระดับอินทรีย์วัตถุจากนั้นนำไป แปลผลระดับอินทรีย์วัตถุในสมการที่ 4 มีรายละเอียด ดังนี้

$$\text{Organic Carbon} = \frac{(B-T)N}{B} \times \frac{100}{77} \times 3 \times \frac{100}{10^3} \times \frac{10}{W} \quad (2)$$

$$\text{Organic Matter} = \% \text{ Organic Carbon} \times 1.724 \quad (3)$$

เมื่อ

|   |   |                                                                              |
|---|---|------------------------------------------------------------------------------|
| N | = | ความเข้มข้นของโพแทสเซียมไดโครเมท (นอร์มัล)                                   |
| B | = | ปริมาตรของสารละลายฟอร์รัสแอมโมเนียมซัลเฟตไทเทรตกับ Blank (มิลลิลิตร)         |
| T | = | ปริมาตรของสารละลายฟอร์รัสแอมโมเนียมซัลเฟตที่ไทเทรตกับตัวอย่างดิน (มิลลิลิตร) |
| W | = | น้ำหนักดิน (กรัม)                                                            |

(5) ปริมาณการกักเก็บคาร์บอนในดิน (Soil Carbon Stock) สามารถคำนวณได้ดังสมการที่ 1 (Walkley and Black, 1974: 263) และสามารถคำนวณ Soil Carbon Stock (Tonnes/Ha) เป็น (Tonnes/Rai) ด้วยการหาร 6.25 (Frances, 2013: 11)

$$\text{Soil Carbon Stock (Tonnes/Ha)} = \%OC \times \text{Bulk Density} \times \text{Depth (m)} \times 10,000 \text{ m}^2(1)$$

นอกจากนี้ยังสามารถคำนวณผลรวมปริมาณคาร์บอนในดินแต่ละชั้นดินตามที่ระดับความลึก 0 – 15.0 และ 15.0 – 30.0 เซนติเมตรโดยนำความเข้มข้นของอินทรีย์คาร์บอนคูณด้วยความหนาแน่นดินและปริมาตรดินแต่ละชั้นดิน (ลิขิตพลยศ, 2555: 12) ตามสูตรการคำนวณดังนี้

$$\begin{aligned} C_{0-15.0} &= \%OC_{0-15.0} \times D_{0-15.0} \times V_{0-15.0} \\ C_{15.0-30.0} &= \%OC_{15.0-30.0} \times D_{15.0-30.0} \times V_{15.0-30.0} \\ C_{\text{soil}} &= C_{0-15.0} + C_{15.0-30.0} \end{aligned}$$

|                   |                                                       |
|-------------------|-------------------------------------------------------|
| $C_{\text{soil}}$ | คือปริมาณคาร์บอนในดิน (กรัมคาร์บอน/ตารางเมตร)         |
| $\%OC$            | คือความเข้มข้นของคาร์บอน (ร้อยละ)                     |
| D                 | คือความหนาแน่นดิน (กรัมคาร์บอน/กรัมดิน)               |
| V                 | คือปริมาตรดินต่อหน่วยพื้นที่ (ลูกบาศก์เมตร/ตารางเมตร) |

#### ( 6) ข้อมูลพืช

วิธีการวิเคราะห์พืชเพื่อหาปริมาณมวลชีวภาพ (Biomass) และปริมาณคาร์บอนที่อยู่ในแต่ละส่วนของพืช โดยมีขั้นตอน (นาฏสุดา ภูมิจำนงค์, 2550: 115) ดังนี้

ก) การประเมินหาค่ามวลชีวภาพ สุ่มเก็บพืชตัวอย่างในแต่ละบล็อก ชั่งน้ำหนักสดเป็นกรัมของน้ำหนักสด เพื่อคำนวณน้ำหนักแห้งโดยนำตัวอย่างอบที่อุณหภูมิ 80.0°C เป็นเวลา 48 ชั่วโมง หรืออบจนน้ำหนักคงที่และหาร้อยละความชื้นจากสูตร หลังจากได้

ข้อมูลน้ำหนักอบแห้งของตัวอย่างแล้วนำมาคำนวณหาร้อยละความชื้น (Moisture Content; MC) ในแต่ละส่วนของแต่ละต้น (นฤภัทร ตั้งมั่นคงวรกุล, 2557: 70 – 71) ซึ่งวิธีของ ASTM D 3173 (American Society for Testing and Materials, 1987a: 91) มีดังนี้

#### อุปกรณ์

- 1) เครื่องชั่ง
- 2) เตาอบ (Moisture Oven)
- 3) โถดูดความชื้น (Desiccators)
- 4) ถ้วย (Crucible)

#### วิธีการ

(ก) นำถ้วย (Crucible) ที่สะอาดไปอบ 30 นาทีที่อุณหภูมิ 105 องศาเซลเซียส แล้วนำไปทำให้เย็นโดยใส่ในโถดูดความชื้น (Desiccators) 15 นาที แล้วจึงนำไปชั่งน้ำหนัก

(ข) ใส่ตัวอย่างประมาณ 1.00 กรัม จากนั้นนำไปชั่งน้ำหนัก

( $W_1$ )

(ค) นำไปอบในเตาอบที่อุณหภูมิ 105 องศาเซลเซียส ประมาณ 2 – 3 ชั่วโมง แล้วทำให้เย็นในโถดูดความชื้น (Desiccators) 20 นาที จึงนำไปชั่งน้ำหนัก

( $W_2$ )

#### สูตรการคำนวณ

|                             |   |                                                          |
|-----------------------------|---|----------------------------------------------------------|
| ร้อยละความชื้น (M)          | = | $\frac{W_1 - W_2}{W} \times 100$                         |
| M                           | = | ร้อยละของปริมาณความชื้น                                  |
| $W_1$                       | = | น้ำหนักถ้วยและตัวอย่างก่อนอบ (กรัม)                      |
| $W_2$                       | = | น้ำหนักถ้วยและตัวอย่างหลังอบ (กรัม)                      |
| W                           | = | น้ำหนักตัวอย่าง (กรัม)                                   |
| มวลชีวภาพแห้ง (เปอร์เซ็นต์) | = | $\frac{\text{น้ำหนักแห้ง} \times 100}{\text{น้ำหนักสด}}$ |

ข) การวิเคราะห์หาปริมาณเถ้า (Ash) เถ้า คือ ร้อยละของปริมาณสารที่เหลือจากการเผาไหม้น้ำหนักคงที่ที่อุณหภูมิ 700 – 750 องศาเซลเซียส ตามวิธีของ ASTM D 3174 (American Society for Testing and Materials, 1987b: 120) และ Jones and Case (1990: 389 – 427) ดังนี้

### อุปกรณ์

- 1) เครื่องชั่ง
- 2) เตาอบ (Moisture Oven)
- 3) ถ้วย (Muffle Furnace)
- 4) โถดูดความชื้น (Desiccators)
- 5) เตาเผา (Muffer Furnace)

### วิธีการ

(ก) นำถ้วย (Crucible) ที่สะอาดไปอบ 30 นาทีที่อุณหภูมิ 105 องศาเซลเซียส แล้วนำไปทำให้เย็นโดยใส่ในโถดูดความชื้น (Desiccators) 15 นาที จึงนำไปชั่งน้ำหนัก ใส่ตัวอย่างประมาณ 1.00 กรัม จากนั้น นำไปชั่งน้ำหนัก

(ข) นำไปอบในเตาอบที่อุณหภูมิ 750 องศาเซลเซียส ประมาณ 4 ชั่วโมง แล้วทำให้เย็นในโถดูดความชื้น (Desiccators) 20 นาที จึงนำไปชั่งน้ำหนัก

(ค) เตา Crucible พร้อมฝาที่อุณหภูมิ 950 องศาเซลเซียส ประมาณ 30 นาที แล้วนำไปทำให้เย็นโดยนำไปใส่ในโถดูดความชื้น (Desiccators) เป็นเวลา 15 นาที จึงนำไปชั่งน้ำหนักด้วยเครื่องชั่ง ( $W_3$ )

(ง) ใส่ตัวอย่างประมาณ 1.00 กรัม จากนั้นนำไปชั่งน้ำหนักด้วยเครื่องชั่ง

(จ) นำไปใส่ในเตาเผาที่อุณหภูมิ 700 – 750 องศาเซลเซียส ประมาณ 7 – 10 นาที แล้วปล่อยให้เย็นในเตา 7 นาที

(ฉ) นำออกจากเตาเผา ทิ้งให้เย็นในโถดูดความชื้น ประมาณ 30 นาที แล้วนำไปชั่งน้ำหนัก ( $W_4$ )

สูตรการคำนวณ

ร้อยละ

=

$$\frac{W_3 - W_4}{W} \times 100$$

$W_3$

=

น้ำหนักถ้วย พร้อมฝาและตัวอย่างก่อนเผา (กรัม)

$W_4$

=

น้ำหนักถ้วย พร้อมฝาและตัวอย่างหลังเผา (กรัม)

$W$

=

น้ำหนักตัวอย่าง (กรัม)

ก ) การประเมินค่าคาร์บอนในพืช (Wattanaprapatet al., 2015: 145) ตามวิธี ASTM D3172 (American Society for Testing and Materials, 1987c: 75) โดยทำการคำนวณตามสมการต่อไปนี้

$$\begin{aligned}\text{ร้อยละคาร์บอนคงตัว} &= 100 - (\% \text{ ความชื้น}) - (\% \text{ เถ้า}) \\ C &= OC \times \text{Biomass}\end{aligned}$$

### 3.5 วิธีการแปรผล

#### 3.5.1 ค่าพารามิเตอร์

เมื่อคำนวณค่าตามพารามิเตอร์ต่าง ๆ แล้วจึงนำไปเทียบกับตารางมาตรฐาน ดังแสดงในตารางภาคผนวก ก. เพื่อแปรผล

#### 3.5.2 การวิเคราะห์ข้อมูล

การศึกษานี้ใช้โปรแกรมสำเร็จรูป Sirichai Statistics Version 7.00 เพื่อวิเคราะห์ความแปรปรวนของค่าเฉลี่ย (ANOVA) ผลของการไถพรวนที่มีต่อการกักเก็บคาร์บอนในดินและผลผลิตข้าวโพด เพื่อเปรียบเทียบความแตกต่างระหว่างหน่วยการทดลองโดยใช้สถิติ Duncan's New Multiple Range Test (DNMRT) ที่ระดับนัยสำคัญทางสถิติ 0.05



## บทที่ 4

### ผลการทดลองและการอภิปรายผล

ผลของการไถพรวนที่มีต่อปริมาณคาร์บอนที่เก็บสะสมในดินและผลผลิตข้าวโพด โดยใช้พื้นที่ที่มีการทำเกษตรกรรมในจังหวัดลพบุรี ศึกษารูปแบบและระดับความลึกของรูปแบบการไถพรวน วางแผนการทดลอง 2 x 4 Factorial Arrangement in CRD แบ่งแปลงเป็น 2 แปลงใหญ่เพื่อทดสอบในระดับความลึกที่แตกต่างกันคือ 0 – 15.0 และ 15.0 – 30.0 ซม. (Factor A) และแบ่งเป็นแปลงย่อยอย่างละ 16 แปลงขนาด 2.00 x 2.00 ม. การจัดเตรียมแปลงทดลองโดยการกำจัดวัชพืชทิ้งไว้ประมาณ 7 วันแล้วจึงทำการเก็บตัวอย่างดินแบบรวมก่อนการทดลอง (Composite) เพื่อวิเคราะห์คุณสมบัติดินเบื้องต้นหลังจากนั้นจึงเริ่มการทดลองโดยวิธีการที่ 1 ไม่ต้องมีการไถพรวน ( $T_1$ ) วิธีการที่ 2 การไถแปรครั้งเดียว ( $T_2$ ) โดยไถพรวนดินด้วยการพลิกดินด้วยรถไถติดจานพาด 3 (ไถตะ) ตามด้วยพาด 7 (ไถแปร) วิธีการที่ 3 การพรวนซ้ำ 1 ครั้ง ( $T_3$ ) โดยทำเหมือนวิธีการที่ 2 แต่มีการพรวนดินเพิ่มอีก 1 ครั้งและวิธีการที่ 4 การพรวนซ้ำ 2 ครั้ง ( $T_4$ ) โดยทำเหมือนวิธีการที่ 2 แต่เพิ่มการพรวนดินเป็น 2 ครั้ง (Factor B) จากนั้นทำการปลูกเมล็ดพันธุ์ข้าวโพดหวานลูกผสม (F1 Hybrid Yellow Sweet Corn) โดยใช้จอบทำเป็นแนวและขุดสำหรับปลูกหลังจากปลูกข้าวโพดแล้ว 1 เดือนถอนให้เหลือ 1 – 2 ต้นต่อหลุมใส่ปุ๋ยสูตร 15.0 – 15.0 – 15.0 เพื่อรองพื้นและครั้งที่ 2 เมื่อข้าวโพดอายุ 40 – 45 วันอัตราส่วนประมาณ 20.0 – 30.0 กิโลกรัม/ไร่ เมื่อข้าวโพดมีอายุการเก็บเกี่ยวจึงทำการเก็บข้อมูลและตัวอย่างดินเพื่อนำไปวิเคราะห์คุณสมบัติ ซึ่งผลการศึกษาคุณสมบัติต่างๆแสดงได้ดังนี้

#### 4.1 ผลการวิเคราะห์คุณสมบัติของดินก่อนการทดลอง

ก่อนการทดลองได้มีการเก็บตัวอย่างดินเพื่อนำไปวิเคราะห์คุณสมบัติของดินที่จำเป็น คือ ความเป็นกรด – ด่าง ขนาดอนุภาคของดิน ธาตุอาหารหลักพืช ได้แก่ ไนโตรเจน (N) ฟอสฟอรัส (P) และโพแทสเซียม (K) โดยมีรายละเอียดผลการทดลองดังนี้

#### 4.1.1 คุณสมบัติทางเคมีทั่วไป

จากตารางที่ 4.1 ผลวิเคราะห์คุณสมบัติของดินก่อนการทดลอง โดยวิธีการเก็บดินแบบรวม (Composite) นั้น พบว่า ดินมีร้อยละอนุภาคประกอบด้วยทราย ร้อยละ 32.0 ทรายแป้ง ร้อยละ 31.0 และดินเหนียว ร้อยละ 37.0 ซึ่งตามคุณสมบัติองค์ประกอบของเนื้อดิน พบว่าเป็นดินเหนียว ความเป็นกรด – ด่าง (pH) เท่ากับ 7.90 ให้ค่าเป็นด่างปานกลาง สำหรับระดับธาตุอาหารที่เป็นประโยชน์ในดิน พบว่า ร้อยละไนโตรเจน (ด้วยวิธี Kjeldahl Method (Bremner, 1965: 1,150)) และฟอสฟอรัส อยู่ในระดับต่ำมาก เท่ากับร้อยละ 0.0600 และ 4.00 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม โพแทสเซียมและแมกนีเซียมอยู่ในระดับปานกลาง เท่ากับ 72.0 และ 268 มิลลิกรัม/กิโลกรัม และแคลเซียม เท่ากับ 8,793 มิลลิกรัม/กิโลกรัม อยู่ในระดับสูงมาก (บรรเจิด พลาญกูร, 2543: 74)

ตารางที่ 4.1 คุณสมบัติสำคัญของดินก่อนการทดลอง

| pH   | % Particle Size |      |      | Type | N<br>(%) | P<br>(mg/kg) | K<br>(mg/kg) | Ca<br>(mg/kg) | Mg<br>(mg/kg) |
|------|-----------------|------|------|------|----------|--------------|--------------|---------------|---------------|
|      | Sandy           | Silt | Clay |      |          |              |              |               |               |
| 7.90 | 32.0            | 31.0 | 37.0 | Clay | 0.0600   | 4.00         | 72.0         | 8,793         | 268           |

#### 4.1.2 ผลการวิเคราะห์ความหนาแน่นรวมและปริมาณการสะสมคาร์บอนในดินก่อนการทดลอง

ผลค่าความหนาแน่นรวมของดินก่อนการทดลองโดยวิเคราะห์ตามวิธีของ Blake and Hartge (1986: 366) พบว่า ความหนาแน่นรวมของดินจากการเก็บตัวอย่าง 3 จุด ที่ระดับความลึก 0 – 15.0 เซนติเมตร คิดเป็นค่าเฉลี่ย 1.03 กรัม/ลูกบาศก์เซนติเมตร ซึ่งต่ำกว่าที่ระดับความลึก 15.0 – 30.0 เซนติเมตร ที่มีความหนาแน่นรวม คิดเป็นค่าเฉลี่ย 1.11 กรัม/ลูกบาศก์เซนติเมตร ซึ่งจากการประเมินตามเกณฑ์ของ นงคราญ กาญจนประเสริฐ (2529: 112) แล้วนั้น ค่าความหนาแน่นรวมของดินทั้งสองชั้นอยู่ในระดับต่ำ สำหรับการคำนวณค่า Organic Matter หรือปริมาณอินทรีย์วัตถุในดิน ด้วยวิธี Walkley and Black (1974: 257) พบว่า ที่ระดับความลึก 0 – 15.0 เซนติเมตร มีปริมาณร้อยละ 1.45 ซึ่งสูงกว่าระดับความลึก 15.0 – 30.0 เซนติเมตร ที่มีปริมาณร้อยละ 1.25 ซึ่งทำให้ปริมาณการเก็บสะสมคาร์บอนในดินที่ระดับความลึก 0 – 15.0 เซนติเมตร มีปริมาณการกักเก็บคาร์บอน เท่ากับ 2.08 ตัน/ไร่ และที่ระดับความลึก 15.0 – 30.0 เซนติเมตร เท่ากับ 3.89 ตัน/ไร่ ดังตารางที่ 4.2

**ตารางที่ 4.2** ผลการวิเคราะห์ความหนาแน่นรวม(Soil Bulk Density) และปริมาณการกักเก็บคาร์บอนในดิน (Soil Carbon Stock) ก่อนการทดลอง

| Depth<br>(cm) | (Soil Bulk Density)<br>(g/cm <sup>3</sup> ) |      |      |      | (Organic Matter)<br>(%) | (Soil Carbon<br>Stock)<br>(Tonnes/Rai) |
|---------------|---------------------------------------------|------|------|------|-------------------------|----------------------------------------|
|               | P 1                                         | P 2  | P 3  | Avg. |                         |                                        |
| 0 – 15.0      | 0.980                                       | 1.10 | 1.02 | 1.03 | 1.45                    | 2.08                                   |
| 15.0 – 30.0   | 1.10                                        | 1.13 | 1.10 | 1.11 | 1.25                    | 3.89                                   |

#### 4.2 อิทธิพลของความลึกและรูปแบบการไถพรวนที่มีต่อดิน

หลังจากการทดลองเสร็จสิ้นจึงทำการเก็บตัวอย่างดินที่ระดับความลึกแตกต่างกันสองระดับ คือ 0 – 15.0 และ 15.0 – 30.0 เซนติเมตร ในแต่ละรูปแบบการไถพรวน ได้แก่ ไม่มีการไถพรวน (T<sub>1</sub>) การไถแปรครั้งเดียว (T<sub>2</sub>) การพรวนซ้า 1 ครั้ง (T<sub>3</sub>) และการพรวนซ้า 2 ครั้ง (T<sub>4</sub>) เพื่อนำไปวิเคราะห์หาคุณสมบัติของดินที่สำคัญ ได้แก่ ค่าความเป็นกรด – ด่าง ไนโตรเจน ฟอสฟอรัส และโพแทสเซียม โดยมีรายละเอียดแสดงดังตารางที่ 4.3 ดังนี้

**ตารางที่ 4.3** ผลการวิเคราะห์ความเป็นกรด – ด่างของดิน (pH) และธาตุอาหารหลักของพืช (N – P – K) หลังการเก็บเกี่ยว

| Tillage<br>Method | Analysis and Interpretation |       |                 |                       |                      |
|-------------------|-----------------------------|-------|-----------------|-----------------------|----------------------|
|                   | pH                          |       | N – P – K       |                       |                      |
|                   | pH                          | Level | Nitrogen<br>(%) | Phosphorus<br>(mg/kg) | Potassium<br>(mg/kg) |
| T <sub>1</sub>    | 7.10                        | กลาง  | 0.0770          | 29.0                  | 210                  |
| T <sub>2</sub>    | 7.20                        | กลาง  | 0.0710          | 20.0                  | 208                  |
| T <sub>3</sub>    | 7.20                        | กลาง  | 0.0610          | 13.0                  | 145                  |
| T <sub>4</sub>    | 7.20                        | กลาง  | 0.0570          | 11.0                  | 124                  |

#### 4.2.1 ธาตุอาหารหลัก

สำหรับธาตุอาหารหลักได้ทำการเก็บตัวอย่างแบบรวม จึงไม่ได้ทำการศึกษาในระดับของความลึก ซึ่งจากผลการทดลอง พบว่า ค่าความเป็นกรด – ด่างในแต่ละรูปแบบการไถพรวนมีค่าอยู่ในช่วง 7.10 – 7.20 หรืออยู่ในระดับปานกลาง (กรมพัฒนาที่ดิน, 2548: 27) ส่วนการวิเคราะห์ธาตุอาหารหลักของพืชนั้น พบว่า ปริมาณไนโตรเจนที่ไม่มีการไถพรวนสูงสุด เท่ากับ ร้อยละ 0.0770 รองลงมาคือ การไถแปรครั้งเดียว เท่ากับ ร้อยละ 0.0710 การพรวนซ้ำ 1 ครั้ง เท่ากับ ร้อยละ 0.0610 และการพรวนซ้ำ 2 ครั้ง เท่ากับ ร้อยละ 0.0570 ซึ่งทั้ง 4 วิธีการมีค่าไนโตรเจนอยู่ในระดับต่ำมากที่  $\text{pH} < 0.100$

สำหรับระดับฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์ในดิน พบว่า รูปแบบไม่มีการไถพรวนมีค่าเท่ากับ 29.0 มิลลิกรัม/กิโลกรัม อยู่ในระดับสูง  $\text{pH} 25.0 - 45.0$  รองลงมา คือ การไถแปรครั้งเดียว เท่ากับ 20.0 มิลลิกรัม/กิโลกรัม มีค่าอยู่ในระดับค่อนข้างสูงอยู่ใน  $\text{pH} 15.0 - 25.0$  การพรวนซ้ำ 1 ครั้ง เท่ากับ 13.0 มิลลิกรัม/กิโลกรัม และการพรวนซ้ำ 2 ครั้ง เท่ากับ 11.0 มิลลิกรัม/กิโลกรัม ซึ่งมีค่าอยู่ในระดับปานกลางอยู่ใน  $\text{pH} 10.0 - 15.0$  สอดคล้องกับระดับโพแทสเซียมที่เป็นประโยชน์ในดิน พบว่า รูปแบบไม่มีการไถพรวน การไถแปรครั้งเดียว การพรวนซ้ำ 1 ครั้ง และการพรวนซ้ำ 2 ครั้ง มีค่าเท่ากับ 210, 208, 145 และ 124 มิลลิกรัม/กิโลกรัม ตามลำดับ ซึ่งทั้ง 4 วิธีการมีค่าโพแทสเซียมอยู่ในระดับสูงมาก ซึ่งการศึกษาของ Elder and Lal (2007: 208) ที่รายงานว่า การไถพรวนบ่อยครั้งมากเกินไปจะทำให้โครงสร้างและอนุภาคของดินถูกทำลาย ซึ่งอาจส่งผลให้อัตราการซึมซับน้ำของดินลดลง น้ำไหลบ่าหน้าผิวดินเพิ่มขึ้น จึงทำให้เกิดการสูญเสียธาตุอาหารไปกับตะกอนดินอีกทั้ง ปฏิภาณ สุทธิกุลบุตร (2555: บทคัดย่อ) ที่ศึกษาการพัฒนาเทคโนโลยีที่เหมาะสมในการจัดการธาตุอาหาร ได้รายงานว่า ปริมาณธาตุอาหารในดินชั้นล่างหรือที่ระดับความลึก 15.0 – 30.0 ซม. จะมีปริมาณธาตุอาหารสะสมน้อยกว่าดินชั้นบนอาจเนื่องมาจากธาตุอาหารหลักส่วนใหญ่ในดินชั้นบนมาจากการจัดการของมนุษย์มากกว่าธาตุอาหารจากวัฏศุนย์กำเนิดดิน

#### 4.2.2 อิทธิพลของระดับความลึกดินที่มีผลต่อความหนาแน่น ปริมาณอินทรีย์วัตถุ ปริมาณอินทรีย์คาร์บอน และปริมาณการกักเก็บคาร์บอนในดิน

คุณสมบัติของดินแต่ละระดับความลึกที่ 0 – 15.0 และ 15.0 – 30.0 เซนติเมตร แสดงในตารางที่ 4.4 ส่วนการวิเคราะห์ความแปรปรวนทางสถิติแสดงในตารางภาคผนวก ก. ตารางที่ 1

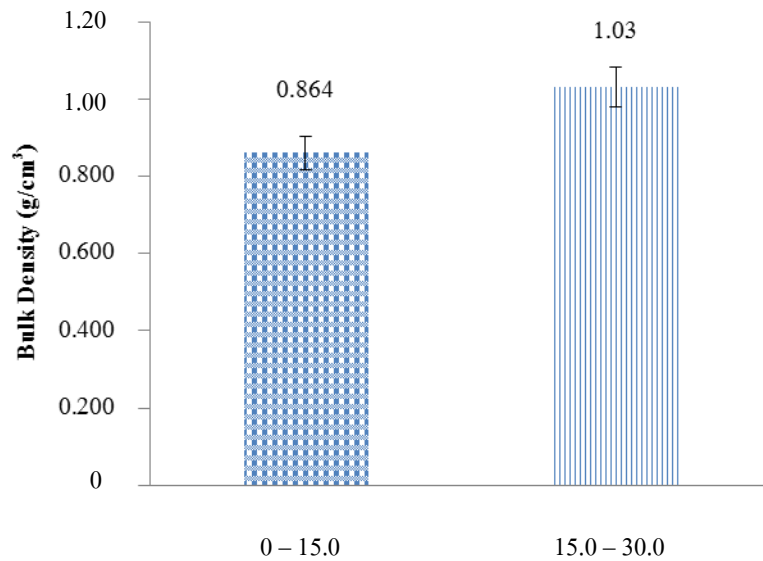
**ตารางที่ 4.4** ความหนาแน่น ปริมาณอินทรีย์วัตถุ ปริมาณอินทรีย์คาร์บอน และปริมาณการกักเก็บคาร์บอนในดินในระดับความลึกดินที่แตกต่างกัน

| Indicators                        | Depth (cm)         |                    | CV<br>(ร้อยละ) |
|-----------------------------------|--------------------|--------------------|----------------|
|                                   | 0 – 15.0           | 15.0 – 30.0        |                |
| Bulk Density (g/cm <sup>3</sup> ) | 0.864 <sup>b</sup> | 1.03 <sup>a</sup>  | 12.8           |
| Organic Matter (ร้อยละ)           | 1.42 <sup>a</sup>  | 1.22 <sup>b</sup>  | 15.8           |
| Organic Carbon(ร้อยละ)            | 0.823 <sup>a</sup> | 0.711 <sup>b</sup> | 15.7           |
| Soil Carbon Stock (Tonnes/Rai)    | 1.71 <sup>b</sup>  | 3.53 <sup>a</sup>  | 23.1           |

หมายเหตุ: <sup>ab</sup> = ตัวอักษรที่แตกต่างกันในแนวนอนแสดงว่ามีความแตกต่างกันที่ระดับนัยสำคัญทางสถิติ ( $p < 0.05$ )

#### 4.2.2.1 ค่าความหนาแน่นรวมของดิน

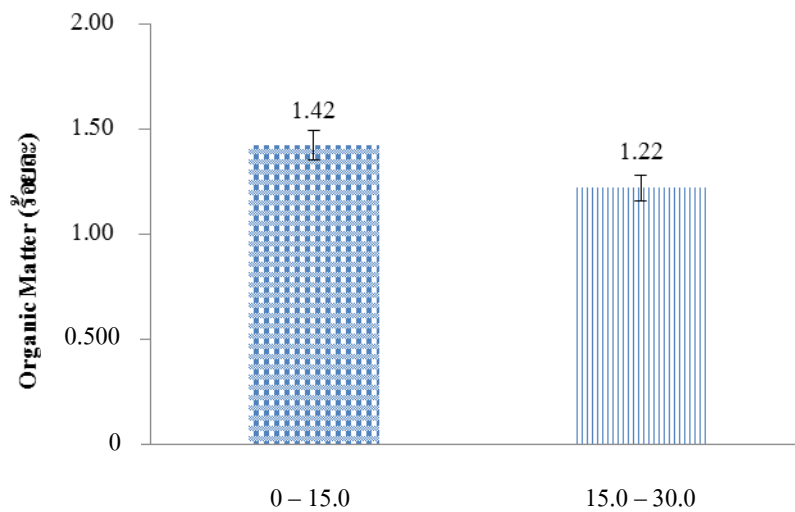
จากการทดลอง พบว่า ค่าความหนาแน่นรวมของดินที่ระดับความลึกของดิน 0 – 15.0 และ 15.0 – 30.0 เซนติเมตร มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ( $p < 0.05$ ) ที่ระดับความลึก 15.0 – 30.0 เซนติเมตร มีค่าความหนาแน่นรวมของดินสูงสุด เท่ากับ 1.03 กรัม/ลูกบาศก์เซนติเมตร และที่ระดับความลึก 0 – 15.0 เซนติเมตร มีค่าความหนาแน่นรวมของดินน้อยที่สุด เท่ากับ 0.864 กรัม/ลูกบาศก์เซนติเมตร ดังภาพที่ 4.1 ทั้งนี้อาจเนื่องมาจากการไถพรวนซ้ำอาจส่งผลให้ดินบริเวณชั้นบนและดินบริเวณเขตรากเกิดการเปลี่ยนแปลงโครงสร้างอนุภาคดินถูกทำลาย ดังที่ Hassan, Ahmad, Ahmad and Abbasi (2007: 361) กล่าวว่าความหนาแน่นรวมของดินมีแนวโน้มเพิ่มขึ้นตามความลึกในทุกวิธีการไถพรวนดินซึ่งอาจเป็นผลมาจากน้ำหนักที่กดทับเนื่องมาจากการเตรียมดิน การใช้รถไถพรวนจะทำให้เกิดการอัดแน่นของดินตั้งแต่ผิวดินจนถึงชั้นดินล่าง โดยอนุภาคขนาดเล็กจะเคลื่อนย้ายลงไปอัดแน่นในดินชั้นล่าง ความพรุนรวมของดินจึงลดลง แต่ชั้นดินบนมักถูกรบกวนจากการปฏิบัติงานต่าง ๆ จึงทำให้ร่วนซุย แต่ดินที่อยู่ด้านล่างเกินกว่าที่พาลจะปฏิบัติงานถึง นอกจากนี้การทดลองได้ใช้กำลังคนในการพรวนซ้ำ จึงอาจทำให้ดินการอัดตัวแน่นส่งผลให้ดินที่ระดับความลึกประมาณ 30.0 เซนติเมตร มีความหนาแน่นรวมสูงกว่าดินชั้นบน



ภาพที่ 4.1 ค่าความหนาแน่นรวมของดินในระดับความลึกดินที่แตกต่างกัน

#### 4.2.2.2 อินทรีย์วัตถุในดิน

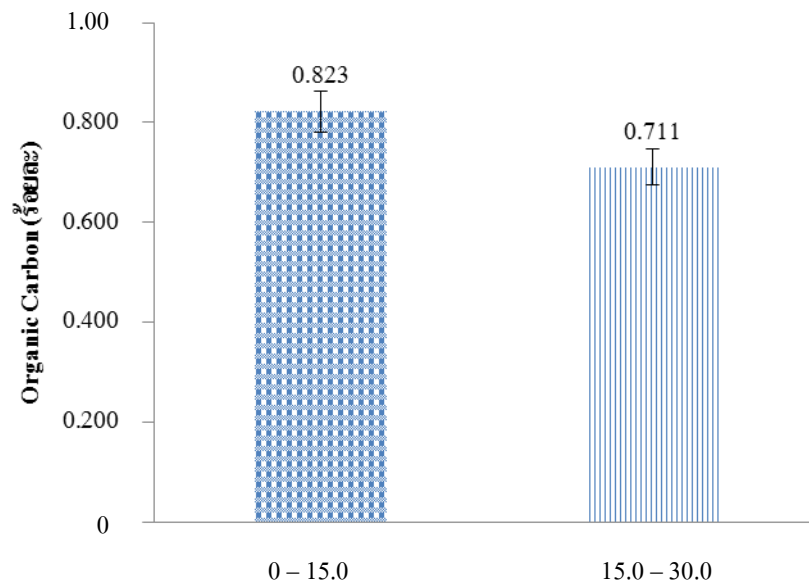
จากการทดลอง พบว่า ปริมาณอินทรีย์วัตถุในดินที่ระดับความลึกของดิน 0 – 15.0 และ 15.0 – 30.0 เซนติเมตรมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ( $p < 0.05$ ) ที่ระดับความลึก 0 – 15.0 เซนติเมตร มีปริมาณอินทรีย์วัตถุสูงสุด เท่ากับ ร้อยละ 1.42 และที่ระดับความลึก 15.0 – 30.0 เซนติเมตร มีปริมาณอินทรีย์วัตถุน้อยที่สุด เท่ากับ ร้อยละ 1.22 ดังภาพที่ 4.2 ทั้งนี้อาจเนื่องมาจากอินทรีย์วัตถุ (Organic Matter) คือสิ่งที่ได้จากการย่อยสลายของสารอินทรีย์ ซากพืช ซากสัตว์ รวมถึงสิ่งขับถ่ายต่าง ๆ เซลล์ของจุลินทรีย์ที่ตายแล้ว จึงทำให้เกิดการทับถมและสะสมอยู่บริเวณดินบนมากกว่าดินชั้นล่าง คาร์บอนในพืชจะเข้าสู่แหล่งสะสมอินทรีย์คาร์บอนในดินโดยเศษซากพืชซากสัตว์ รากพืช และสารที่ซึมออกมาจากรากพืช หรือย่อยสลายโดยสัตว์ต่าง ๆ สารที่ได้จากการที่สัตว์ย่อยสลายขนาดของเศษซากพืชที่มีขนาดเล็กลง ซึ่งกระบวนการเหล่านี้ส่วนมากจะเกิดขึ้นใกล้กับผิวดิน ดังนั้นคาร์บอนจึงมีการสะสมในดินได้ง่ายและสูญเสียได้ง่ายเช่นกันถ้าเกิดการกัดกร่อนของหน้าดิน ซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยของ ภัทธา ประเสริฐสมบัติ และคณะ (2554: 13) ที่กล่าวว่า ปริมาณอินทรีย์วัตถุมีค่าแนวโน้มลดลงตามความลึกที่ระดับ 0 – 10.0, 10.0 – 20.0 และ 20.0 – 30.0 เซนติเมตร ตามลำดับ



ภาพที่ 4.2 ค่าปริมาณอินทรีย์วัตถุในดินในระดับความลึกดินที่แตกต่างกัน

#### 4.2.2.3 ปริมาณอินทรีย์คาร์บอนในดิน

จากการทดลอง พบว่า ปริมาณอินทรีย์คาร์บอนในดินในระดับความลึกที่แตกต่างกัน 2 ระดับมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ( $p < 0.05$ ) ซึ่งปริมาณอินทรีย์คาร์บอนในดินที่ระดับความลึก 0 – 15.0 เซนติเมตร มีค่าสูงที่สุดคือ ร้อยละ 0.823 และที่ระดับความลึก 15.0 – 30.0 เซนติเมตร มีปริมาณอินทรีย์คาร์บอนในดินเท่ากับร้อยละ 0.711 ดังภาพที่ 4.3 ทั้งนี้อาจเนื่องมาจากการสะสมอินทรีย์คาร์บอนมีต้นกำเนิดมาจากการย่อยสลายของอินทรีย์วัตถุซึ่งเป็นการย่อยสลายของพืชและสัตว์ด้วยจุลินทรีย์ อีกทั้ง คาร์บอนเข้าสู่ดิน โดยพืชสีเขียวดูดซับก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์โดยกระบวนการสังเคราะห์แสงเปลี่ยนให้เป็นสารประกอบในรูปคาร์บอนต่าง ๆ เช่น เซลลูโลส และลิกนิน จากนั้นคาร์บอนในพืชจะเข้าสู่แหล่งสะสมอินทรีย์คาร์บอนในดินโดยเศษซากพืชซากสัตว์ รากพืช และสารที่ซึมออกมาจากรากพืช หรือย่อยสลายโดยสัตว์ต่าง ๆ สารที่ได้จากการที่สัตว์ย่อยสลายขนาดของเศษซากพืชที่มีขนาดเล็กลง ซึ่งกระบวนการเหล่านี้ส่วนมากจะเกิดขึ้นใกล้กับผิวดิน (เอกอนงค์ พึ่งลัดดา, 2552: 123) ดังนั้นคาร์บอนจึงมีการสะสมในดินได้ง่าย และสูญเสียได้ง่ายเช่นกันถ้าเกิดการกัดกร่อนของหน้าดินจึงอาจส่งผลให้ที่ระดับความลึก 0 – 15.0 เซนติเมตร มีปริมาณอินทรีย์คาร์บอนมากกว่าที่ระดับความลึก 15.0 – 30.0 เซนติเมตร (Follent, 2001: 77)

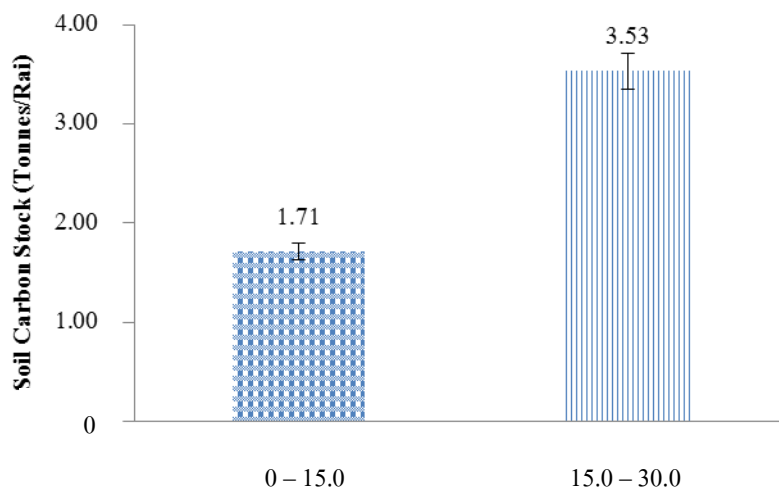


ภาพที่ 4.3 ค่าปริมาณอินทรีย์คาร์บอนในดินในระดับความลึกดินที่แตกต่างกัน

#### 4.2.2.4 การกักเก็บคาร์บอนในดิน

จากการทดลอง พบว่า การกักเก็บคาร์บอนในดินในระดับความลึกที่แตกต่างกัน 2 ระดับมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ( $p < 0.05$ ) ซึ่งการกักเก็บคาร์บอนในดินที่ระดับความลึก 15.0 – 30.0 เซนติเมตร มีค่าสูงที่สุดคือ 3.53 ตัน/ไร่ และที่ระดับความลึก 0 – 15.0 เซนติเมตร มีการกักเก็บคาร์บอนในดินเท่ากับ 1.71 ตัน/ไร่ ตามลำดับ ดังภาพที่ 4.4 ทั้งนี้อาจเนื่องมาจากสมการของ Walkley and Black (1974: 257) ที่สามารถประมาณค่าการกักเก็บคาร์บอนในดินได้จาก ความหนาแน่นรวมของดิน ปริมาณอินทรีย์คาร์บอนที่ระดับความลึกแตกต่างกัน ซึ่งค่าที่ได้แสดงให้เห็นว่าดินที่ระดับความลึกมากกว่าจะสามารถกักเก็บคาร์บอนได้มากกว่า เพราะเนื่องจากไม่มีการใช้ประโยชน์จากเขตรากหรือดินชั้นล่างถูกรบกวนจากการเตรียมดินน้อยกว่าดินชั้นบน อีกทั้งประกอบกับโครงสร้างของดินเป็นดินเหนียวสูงถึง ร้อยละ 37.0 ทำให้ปริมาณคาร์บอนที่ผันแปรไปตามการใช้ประโยชน์ที่ดินได้น้อย (อรรณพ พุทธโส, 2559: 17) จึงทำให้ความสามารถในการกักเก็บคาร์บอนในดินในระดับที่ลึกกว่ามีค่ามากกว่าดินด้านบน





ภาพที่ 4.4 ค่าการกักเก็บคาร์บอนในดินในระดับความลึกดินที่แตกต่างกัน

#### 4.2.3 อิทธิพลของรูปแบบการไถพรวนที่มีผลต่อความหนาแน่น ปริมาณอินทรีย์วัตถุ

##### ปริมาณอินทรีย์คาร์บอน และปริมาณการกักเก็บคาร์บอนในดิน

คุณสมบัติของดินแต่ละรูปแบบการไถพรวน แสดงในตารางที่ 4.5 ส่วนการวิเคราะห์ความแปรปรวนทางสถิติแสดงในตารางภาคผนวก ค. ตารางที่ 2

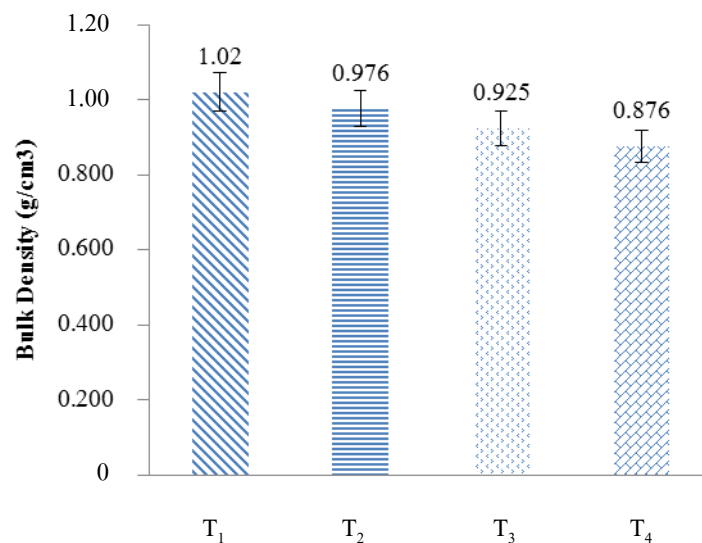
ตารางที่ 4.5 ความหนาแน่น ปริมาณอินทรีย์วัตถุ ปริมาณอินทรีย์คาร์บอน และปริมาณการกักเก็บคาร์บอนในดินในรูปแบบการไถพรวนทั้ง 4 รูปแบบ

| Indicators                                      | Tillage Method |                |                |                | CV<br>(ร้อยละ) |
|-------------------------------------------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|
|                                                 | T <sub>1</sub> | T <sub>2</sub> | T <sub>3</sub> | T <sub>4</sub> |                |
| Bulk Density <sup>ns</sup> (g/cm <sup>3</sup> ) | 1.02           | 0.976          | 0.925          | 0.876          | 12.8           |
| Organic Matter <sup>ns</sup> (ร้อยละ)           | 1.37           | 1.33           | 1.30           | 1.28           | 15.8           |
| Organic Carbon <sup>ns</sup> (ร้อยละ)           | 0.794          | 0.773          | 0.756          | 0.745          | 15.7           |
| Soil Carbon<br>Stock <sup>ns</sup> (Tonnes/Rai) | 2.89           | 2.73           | 2.53           | 2.34           | 23.1           |

หมายเหตุ: ns = No Statistical Difference ไม่มีความแตกต่างกันในแนวนอนที่ระดับนัยสำคัญทางสถิติ( $p < 0.05$ )

#### 4.2.3.1 ความหนาแน่นรวมของดิน

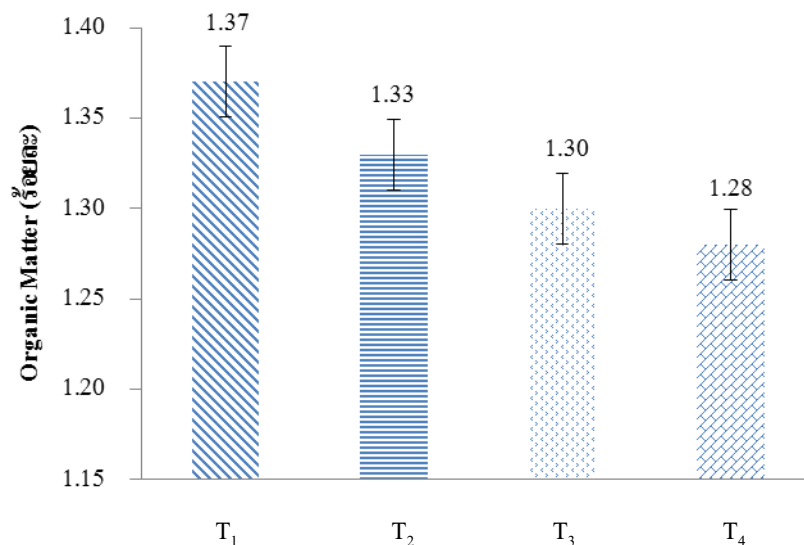
จากการทดลอง พบว่า ความหนาแน่นรวมของดินภายใต้รูปแบบการไถพรวนทั้ง 4 รูปแบบไม่มีความแตกต่างกันที่ระดับนัยสำคัญทางสถิติ ( $p < 0.05$ ) ซึ่งค่าความหนาแน่นรวมของดินของรูปแบบไม่มีการไถพรวน ( $T_1$ ) มีค่าสูงสุด คือ 1.02 กรัม/ลูกบาศก์เซนติเมตร รองลงมา ได้แก่ การไถแปรครั้งเดียว ( $T_2$ ) การพรวนซ้า 1 ครั้ง ( $T_3$ ) และการพรวนซ้า 2 ครั้ง ( $T_4$ ) ซึ่งมีค่าความหนาแน่นรวมของดินเท่ากับ 0.976, 0.925 และ 0.876 กรัม/ลูกบาศก์เซนติเมตร ตามลำดับ ดังภาพที่ 4.5 ทั้งนี้อาจเนื่องมาจากสภาพทางกายภาพของพื้นที่ที่เป็นดินเหนียวและไม่ค่อยมีการเปลี่ยนแปลงสภาพการใช้ที่ดิน จึงทำให้ค่าความหนาแน่นรวมของดินภายใต้รูปแบบไม่มีการไถพรวน ( $T_1$ ) มีค่าสูงสุด เนื่องจากไม่มีการทำลายโครงสร้างหรืออนุภาคที่จะก่อให้เกิดช่องว่างในดิน ในขณะที่การไถพรวนครั้งเดียว ( $T_2$ ) การไถพรวนซ้า 1 ครั้ง ( $T_3$ ) และการไถพรวนซ้า 2 ครั้ง ( $T_4$ ) ก็สามารถอธิบายได้ว่า เมื่อมีการรบกวนโครงสร้างและอนุภาคของดินด้วยเครื่องจักรกลขนาดเล็กและการใช้กำลังคนในการพรวนซ้าทำให้ชั้นดินบริเวณรากของพืชร่วนซุยขึ้นช่องว่างในดินเพิ่มขึ้น ค่าความหนาแน่นรวมของดินจึงลดต่ำลงตามลำดับ แต่ในทางตรงกันข้ามการใช้เครื่องจักรกลเกษตรขนาดใหญ่เตรียมดินหลายครั้งเป็นเวลานาน น้ำหนักจากเครื่องจักรกลที่ทับบนผิวดินอย่างต่อเนื่อง ทำให้เกิดการอัดเรียงตัวใหม่ของอนุภาคดินให้ใกล้ชิดและแน่นมากยิ่งขึ้นจึงทำให้เกิดชั้นดานไถพรวนขึ้นในดิน ส่งผลให้ความหนาแน่นรวมเพิ่มมากขึ้นตามไปด้วย (กันยารัตน์ บัวราษฎร์, ศุภชัย อำคา, ชัยสิทธิ์ ทองจู และนวรรตน์ อุดมประเสริฐ, 2555: 1,268)



ภาพที่ 4.5 ค่าความหนาแน่นของดินภายใต้การไถพรวน 4 รูปแบบ

#### 4.2.3.2 อินทรีย์วัตถุในดิน

จากการทดลอง พบว่า อินทรีย์วัตถุในดินภายใต้รูปแบบการไถพรวนทั้ง 4 รูปแบบ ไม่มีความแตกต่างกันที่ระดับนัยสำคัญทางสถิติ ( $p < 0.05$ ) ซึ่งค่าปริมาณอินทรีย์วัตถุในดินของรูปแบบไม่มีการไถพรวน ( $T_1$ ) มีค่ามากที่สุด เท่ากับร้อยละ 1.37 รองลงมา ได้แก่ การไถแปรครั้งเดียว ( $T_2$ ) การพรวนซ้ำ 1 ครั้ง ( $T_3$ ) และการพรวนซ้ำ 2 ครั้ง ( $T_4$ ) ซึ่งมีค่าปริมาณอินทรีย์วัตถุในดิน เท่ากับร้อยละ 1.33, 1.30 และ 1.28 ตามลำดับ ดังภาพที่ 4.6 ทั้งนี้อาจเนื่องมาจากการไถพรวน จำนวนมากครั้งเป็นการเร่งให้อินทรีย์วัตถุในดินสลายตัวอย่างรวดเร็ว เพราะการไถพรวนคือการเพิ่มอากาศเข้าไปในดินเป็นผลให้อินทรีย์ที่ใช้ก๊าซออกซิเจนในการหายใจมีกิจกรรมการย่อยสลายอินทรีย์วัตถุมากขึ้น โดย Balesdent, Mariotti and Boissgoncier (1990: 587) กล่าวว่าชั้นผิวดินภายใต้สภาพไม่มีการไถพรวนหรือลดการไถพรวนเป็นระยะเวลานานมีปริมาณอินทรีย์วัตถุและอินทรีย์คาร์บอนสูงกว่าภายใต้การไถพรวนหลายครั้ง ซึ่งในการทดลองนี้เป็นเพียงการศึกษาในระยะเวลา 1 ฤดูกาลปลูกจึงอาจทำให้ปริมาณอินทรีย์วัตถุไม่มีความแตกต่างกันภายใต้การไถพรวนทั้ง 4 รูปแบบ

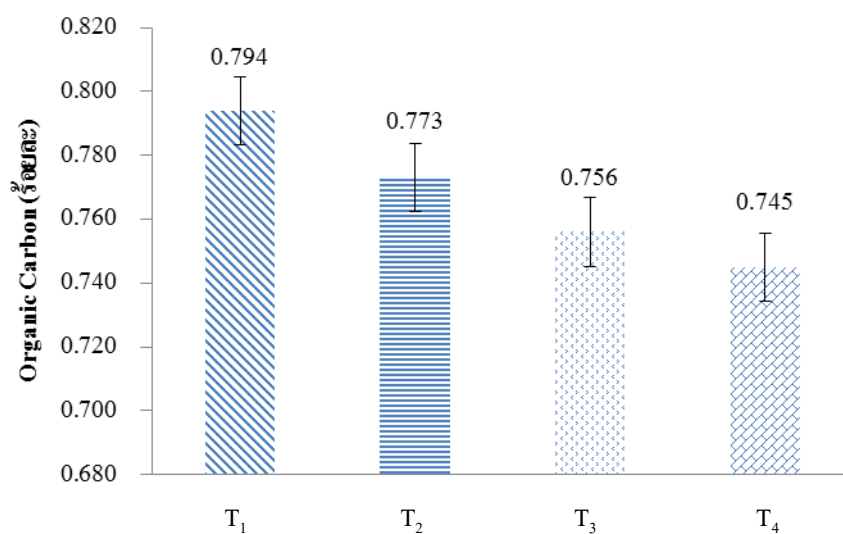


ภาพที่ 4.6 ค่าปริมาณอินทรีย์วัตถุในดินภายใต้การไถพรวน 4 รูปแบบ

#### 4.2.3.3 ปริมาณอินทรีย์คาร์บอนในดิน

จากการทดลอง พบว่า ปริมาณอินทรีย์คาร์บอนในดินภายใต้รูปแบบการไถพรวนทั้ง 4 รูปแบบ ไม่มีความแตกต่างกันที่ระดับนัยสำคัญทางสถิติ ( $p < 0.05$ ) ซึ่งค่าปริมาณอินทรีย์คาร์บอนในดินของรูปแบบไม่มีการไถพรวน ( $T_1$ ) มีค่าสูงที่สุดคือ ร้อยละ 0.794 รองลงมา ได้แก่ การไถแปร

ครั้งเดียว ( $T_2$ ) การพรวนซ้ำ 1 ครั้ง ( $T_3$ ) และการพรวนซ้ำ 2 ครั้ง ( $T_4$ ) ซึ่งมีค่าปริมาณอินทรีย์คาร์บอนในดิน เท่ากับร้อยละ 0.773, 0.756 และ 0.745 ตามลำดับ ดังภาพที่ 4.7 โดยการคำนวณหาปริมาณสารอินทรีย์คาร์บอนนั้นสามารถคำนวณได้จากสมการของ Walkley and Black (1974: 257) ซึ่งเป็นค่าที่แปรผันตรงกับปริมาณอินทรีย์วัตถุในดิน เพราะการสะสมอินทรีย์คาร์บอนมีต้นกำเนิดมาจากการย่อยสลายของอินทรีย์วัตถุซึ่งเป็นการย่อยสลายของซากพืชและซากสัตว์ด้วยจุลินทรีย์เป็นเวลานาน (สถาพร ไชอารีย์, 2556: 20)

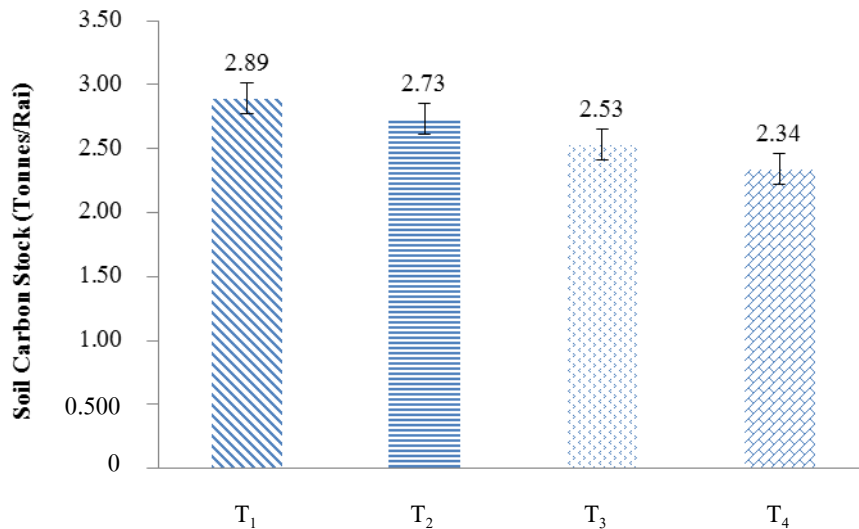


ภาพที่ 4.7 ค่าปริมาณอินทรีย์คาร์บอนในดินภายใต้การไถพรวน 4 รูปแบบ

#### 4.2.2.4 ปริมาณการกักเก็บคาร์บอนในดิน

จากการทดลอง พบว่า ปริมาณการกักเก็บคาร์บอนในดินภายใต้รูปแบบการไถพรวนทั้ง 4 รูปแบบ ไม่มีความแตกต่างกันที่ระดับนัยสำคัญทางสถิติ ( $p < 0.05$ ) ซึ่งค่าปริมาณการกักเก็บคาร์บอนในดินของรูปแบบไม่มีการไถพรวน ( $T_1$ ) มีค่าสูงที่สุดคือ 2.89 ตัน/ไร่ รองลงมา ได้แก่ การไถแปรครั้งเดียว ( $T_2$ ) การพรวนซ้ำ 1 ครั้ง ( $T_3$ ) และการพรวนซ้ำ 2 ครั้ง ( $T_4$ ) ซึ่งมีค่าปริมาณการกักเก็บคาร์บอนในดินเท่ากับร้อยละ 2.73, 2.53 และ 2.34 ตามลำดับ ดังภาพที่ 4.8 โดยการคำนวณหาปริมาณการกักเก็บคาร์บอนในดินนั้นสามารถคำนวณได้จากสมการของ Walkley and Black (1974: 257) ซึ่งได้จากค่าปริมาณอินทรีย์คาร์บอนคูณกับค่าความหนาแน่น ทั้งนี้จะเห็นได้ว่ารูปแบบไม่มีการไถพรวน ( $T_1$ ) มีค่าปริมาณอินทรีย์คาร์บอนและค่าความหนาแน่นรวมของดินสูงที่สุด จึงส่งผลให้ค่าปริมาณการกักเก็บคาร์บอนในดินสูงตามไปด้วย นอกจากนี้ค่าปริมาณการกักเก็บคาร์บอนของรูปแบบการไถพรวนอื่น ๆ ได้แก่ การไถแปรครั้งเดียว ( $T_2$ ) การพรวนซ้ำ 1 ครั้ง ( $T_3$ ) และการพรวน

ซ้ำ 2 ครั้ง ( $T_4$ ) มีค่าปริมาณอินทรีย์คาร์บอนและค่าความหนาแน่นรวมของดินลดต่ำลงตามลำดับ จึงทำให้ค่าปริมาณการกักเก็บคาร์บอนในดินลดต่ำลงตามลำดับเช่นกัน



ภาพที่ 4.8 ค่าปริมาณการกักเก็บคาร์บอนในดินภายใต้การไถพรวน 4 รูปแบบ

#### 4.2.4 อิทธิพลร่วมระหว่างระดับความลึกดินและรูปแบบการไถพรวนที่มีผลต่อความ

หนาแน่น ปริมาณอินทรีย์วัตถุ ปริมาณอินทรีย์คาร์บอน และปริมาณการกักเก็บคาร์บอนในดิน

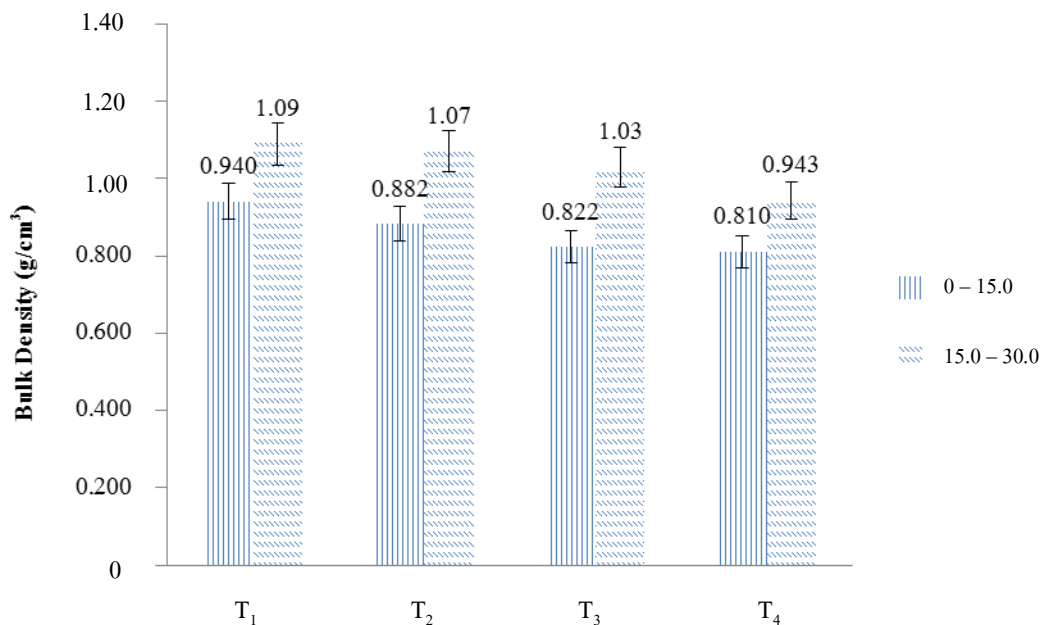
การศึกษาอิทธิพลร่วมระหว่างรูปแบบการไถพรวนทั้ง 4 รูปแบบ ได้แก่ ไม่มีการไถพรวน ( $T_1$ ) การไถแปรครั้งเดียว ( $T_2$ ) การพรวนซ้ำ 1 ครั้ง ( $T_3$ ) และการพรวนซ้ำ 2 ครั้ง ( $T_4$ ) กับความลึกของดินที่ระดับ 0 – 15.0 และ 15.0 – 30.0 เซนติเมตร ที่มีผลต่อความหนาแน่นรวมปริมาณอินทรีย์วัตถุ ปริมาณอินทรีย์คาร์บอน และการกักเก็บคาร์บอนในดินเพื่อเปรียบเทียบความแตกต่างระหว่างหน่วยการทดลอง มีรายละเอียดของผลการศึกษา ดังนี้

##### 4.2.4.1 ค่าความหนาแน่นรวมของดิน

ค่าความหนาแน่นรวมของดินในรูปแบบการไถพรวนที่แตกต่างกันทั้ง 4 รูปแบบ ได้แก่ ไม่มีการไถพรวน ( $T_1$ ) การไถแปรครั้งเดียว ( $T_2$ ) การพรวนซ้ำ 1 ครั้ง ( $T_3$ ) และการพรวนซ้ำ 2 ครั้ง ( $T_4$ ) กับความลึกของดินที่ระดับ 0 – 15.0 และ 15.0 – 30.0 เซนติเมตร แสดงในตารางที่ 4.6 และภาพที่ 4.9 ส่วนการวิเคราะห์ความแปรปรวนทางสถิติแสดงในภาคผนวก ก. ตารางที่ 3

จากการทดลอง พบว่า ความหนาแน่นรวมของดินภายใต้รูปแบบการไถพรวนที่แตกต่างกันทั้ง 4 รูปแบบ ได้แก่ ไม่มีการไถพรวน ( $T_1$ ) การไถแปรครั้งเดียว ( $T_2$ ) การพรวนซ้ำ 1

ครั้ง ( $T_3$ ) และการพรวนซ้ำ 2 ครั้ง ( $T_4$ ) กับความลึกของดินที่ระดับ 0 – 15.0 และ 15.0 – 30.0 เซนติเมตร มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ( $p < 0.05$ ) โดยรูปแบบไม่มีการไถพรวน ( $T_1$ ) ที่ระดับความลึก 15.0 – 30.0 มีค่าความหนาแน่นรวมของดินสูงสุด เท่ากับ 1.09 กรัม/ลูกบาศก์เซนติเมตรและการพรวนซ้ำ 2 ครั้ง ( $T_4$ ) ที่ระดับความลึก 0 – 15.0 เซนติเมตร มีค่าความหนาแน่นรวมของดินน้อยที่สุด เท่ากับ 0.810 กรัม/ลูกบาศก์เซนติเมตร ซึ่งการมีปฏิสัมพันธ์ (Interaction) ระหว่างรูปแบบการไถพรวนกับระดับความลึกที่แตกต่างกันตามลำดับนี้ แสดงให้เห็นว่า การไถพรวนที่เพิ่มมากขึ้นในแต่ละระดับความลึกนั้นส่งผลให้ค่าความหนาแน่นรวมของดินลดน้อยลงไปในทิศทางเดียวกัน ทั้งนี้อาจเนื่องมาจากการไถพรวนซ้ำส่งผลให้โครงสร้างดินถูกทำลายจึงก่อให้เกิดช่องว่างในดินทำให้อนุภาคขนาดเล็กเคลื่อนย้ายลงไปอัดแน่นในดินชั้นล่าง ความพรุน (Porosity) รวมของดินจึงลดลง แต่ชั้นดินบนมักถูกรบกวนจากการปฏิบัติงานต่าง ๆ จึงทำให้ค่าความหนาแน่นรวมในดินชั้นบนน้อยกว่าดินชั้นล่างแตกต่างกันตามลำดับ



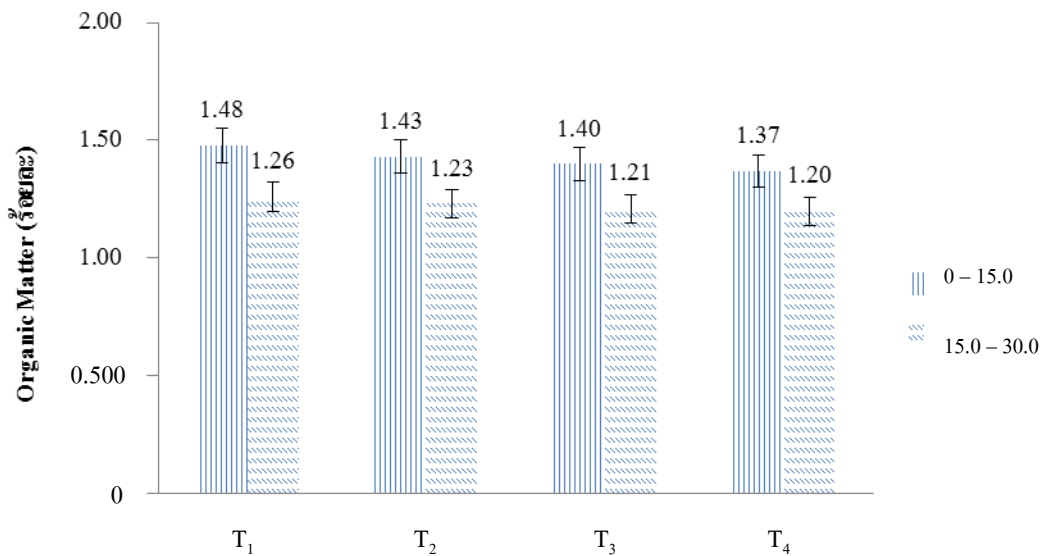
ภาพที่ 4.9 ความสัมพันธ์ของความหนาแน่นรวมระหว่างความลึกของดินและรูปแบบการไถพรวน

#### 4.2.4.2 ปริมาณอินทรีย์วัตถุในดิน

ปริมาณอินทรีย์วัตถุในดินภายใต้รูปแบบการไถพรวนที่แตกต่างกันทั้ง 4 รูปแบบ ได้แก่ ไม่มีการไถพรวน ( $T_1$ ) การไถแปรครั้งเดียว ( $T_2$ ) การพรวนซ้ำ 1 ครั้ง ( $T_3$ ) และการพรวนซ้ำ 2

ครั้ง ( $T_4$ ) กับความลึกของดินที่ระดับ 0 – 15.0 และ 15.0 – 30.0 เซนติเมตร แสดงในตารางที่ 4.6 และภาพที่ 4.10 ส่วนการวิเคราะห์ความแปรปรวนทางสถิติแสดงในภาคผนวก ค. ตารางที่ 3

จากการทดลอง พบว่า ปริมาณอินทรีย์วัตถุในดินภายใต้รูปแบบการไถพรวนที่แตกต่างกันทั้ง 4 รูปแบบ ได้แก่ ไม่มีการไถพรวน ( $T_1$ ) การไถแปรครั้งเดียว ( $T_2$ ) การพรวนซ้ำ 1 ครั้ง ( $T_3$ ) และการพรวนซ้ำ 2 ครั้ง ( $T_4$ ) กับความลึกของดินที่ระดับ 0 – 15.0 และ 15.0 – 30.0 เซนติเมตร มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ( $p < 0.05$ ) โดยรูปแบบไม่มีการไถพรวน ( $T_1$ ) ที่ระดับความลึก 0 – 15.0 เซนติเมตร มีปริมาณอินทรีย์วัตถุสูงสุด เท่ากับร้อยละ 1.48 และการพรวนซ้ำ 2 ครั้ง ( $T_4$ ) ที่ระดับความลึก 15.0 – 30.0 เซนติเมตร มีปริมาณอินทรีย์วัตถุน้อยที่สุด เท่ากับร้อยละ 1.20 โดยการไถพรวนที่เพิ่มมากขึ้นในแต่ละระดับความลึกนั้นส่งผลให้ปริมาณอินทรีย์วัตถุลดน้อยลงไปทิศทางเดียวกัน ทั้งนี้อาจเนื่องมาจากการไถพรวนจำนวนมากครั้งเป็นการเร่งให้อินทรีย์วัตถุในดินสลายตัวอย่างรวดเร็ว อีกทั้งสิ่งขับถ่ายต่าง ๆ เชลล์ของจุลินทรีย์ที่ตายแล้วเกิดการทับถมและสะสมอยู่บริเวณดินบนมากกว่าดินชั้นล่างแตกต่างกันตามลำดับ

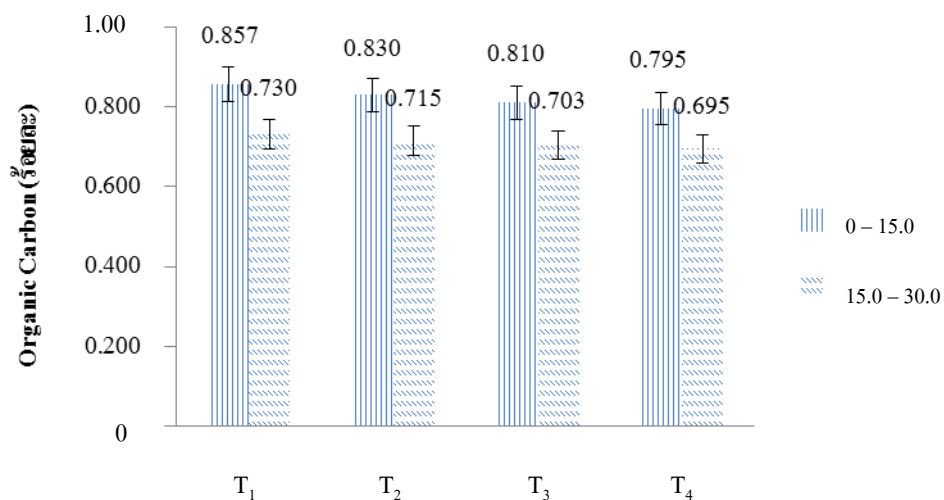


ภาพที่ 4.10 ความสัมพันธ์ของปริมาณอินทรีย์วัตถุระหว่างระดับความลึกของดินและรูปแบบการไถพรวน

#### 4.2.4.3 ปริมาณอินทรีย์คาร์บอน

ปริมาณอินทรีย์คาร์บอนในดินภายใต้รูปแบบการไถพรวนที่แตกต่างกันทั้ง 4 รูปแบบ ได้แก่ ไม่มีการไถพรวน ( $T_1$ ) การไถแปรครั้งเดียว ( $T_2$ ) การพรวนซ้ำ 1 ครั้ง ( $T_3$ ) และการพรวนซ้ำ 2 ครั้ง ( $T_4$ ) กับความลึกของดินที่ระดับ 0 – 15.0 และ 15.0 – 30.0 เซนติเมตร แสดงในตารางที่ 4.6 และภาพที่ 4.11 ส่วนการวิเคราะห์ความแปรปรวนทางสถิติแสดงในภาคผนวก ค. ตารางที่ 3

จากการทดลอง พบว่า ปริมาณอินทรีย์คาร์บอนในดินภายใต้รูปแบบการไถพรวนที่แตกต่างกันทั้ง 4 รูปแบบ ได้แก่ ไม่มีการไถพรวน ( $T_1$ ) การไถแปรครั้งเดียว ( $T_2$ ) การพรวนซ้ำ 1 ครั้ง ( $T_3$ ) และการพรวนซ้ำ 2 ครั้ง ( $T_4$ ) กับความลึกของดินที่ระดับ 0 – 15.0 และ 15.0 – 30.0 เซนติเมตร มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ( $p < 0.05$ ) โดยรูปแบบไม่มีการไถพรวน ( $T_1$ ) ที่ระดับความลึก 0 – 15.0 เซนติเมตร มีปริมาณอินทรีย์คาร์บอนสูงสุด เท่ากับ ร้อยละ 0.857 และการพรวนซ้ำ 2 ครั้ง ( $T_4$ ) ที่ระดับความลึก 15.0 – 30.0 มีปริมาณอินทรีย์คาร์บอนน้อยที่สุด เท่ากับ ร้อยละ 0.695 โดยการไถพรวนที่เพิ่มมากขึ้นในแต่ละระดับความลึกนั้นส่งผลให้ปริมาณอินทรีย์คาร์บอนลดน้อยลงไปในทิศทางเดียวกัน ทั้งนี้อาจเนื่องมาจากการสะสมอินทรีย์คาร์บอนมีต้นกำเนิดมาจากการย่อยสลายของอินทรีย์วัตถุซึ่งเป็นค่าที่แปรผันตรงกับปริมาณอินทรีย์คาร์บอน จึงอาจเป็นสาเหตุให้การไถพรวนมากครั้งอินทรีย์คาร์บอนจึงถูกย่อยสลายได้ง่ายจึงส่งผลให้ปริมาณอินทรีย์คาร์บอนลดน้อยลงด้วย (สถาพร ใจอารีย์, 2550: 22)



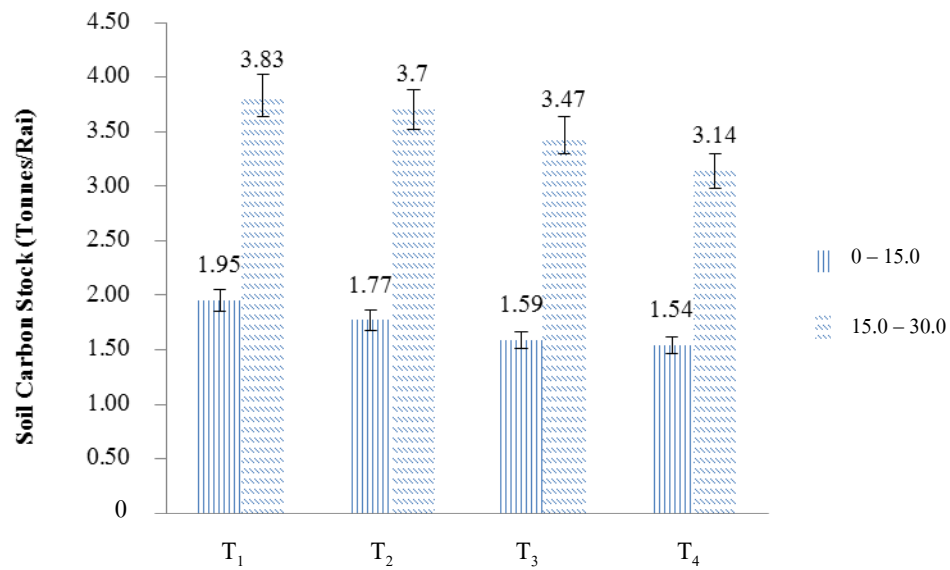
ภาพที่ 4.11 ความสัมพันธ์ของปริมาณอินทรีย์คาร์บอนระหว่างระดับความลึกของดินและรูปแบบการไถพรวน



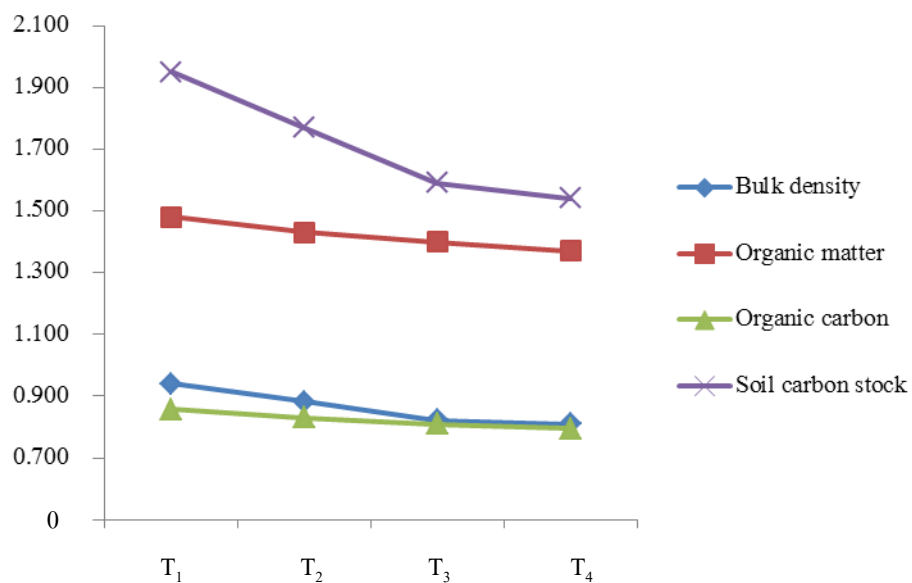
#### 4.2.4.4 การกักเก็บคาร์บอนในดิน

การกักเก็บคาร์บอนในดินภายใต้รูปแบบการไถพรวนที่แตกต่างกันทั้ง 4 รูปแบบ ได้แก่ ไม่มีการไถพรวน ( $T_1$ ) การไถแปรครั้งเดียว ( $T_2$ ) การพรวนซ้า 1 ครั้ง ( $T_3$ ) และการพรวนซ้า 2 ครั้ง ( $T_4$ ) กับความลึกของดินที่ระดับ 0 – 15.0 และ 15.0 – 30.0 เซนติเมตร แสดงในตารางที่ 4.6 และภาพที่ 4.12 ส่วนการวิเคราะห์ความแปรปรวนทางสถิติแสดงในภาคผนวก ค. ตารางที่ 3

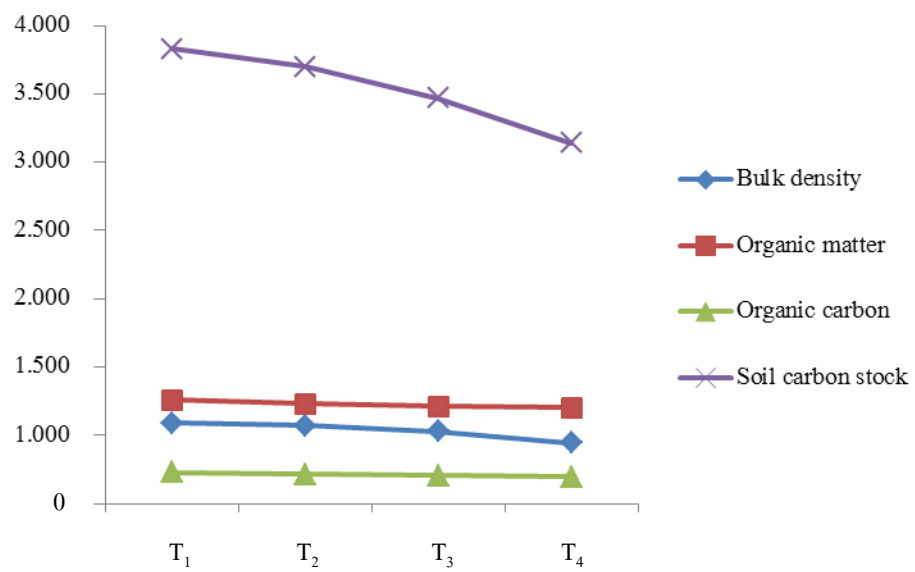
จากการทดลอง พบว่า การกักเก็บคาร์บอนในดินภายใต้รูปแบบการไถพรวนที่แตกต่างกันทั้ง 4 รูปแบบ ได้แก่ ไม่มีการไถพรวน ( $T_1$ ) การไถแปรครั้งเดียว ( $T_2$ ) การพรวนซ้า 1 ครั้ง ( $T_3$ ) และการพรวนซ้า 2 ครั้ง ( $T_4$ ) กับความลึกของดินที่ระดับ 0 – 15.0 และ 15.0 – 30.0 เซนติเมตร มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ( $p < 0.05$ ) โดยรูปแบบไม่มีการไถพรวน ( $T_1$ ) การไถแปรครั้งเดียว ( $T_2$ ) การพรวนซ้า 1 ครั้ง ( $T_3$ ) และการพรวนซ้า 2 ครั้ง ( $T_4$ ) กับความลึกของดินที่ระดับ 15.0 – 30.0 เซนติเมตร มีการกักเก็บคาร์บอนสูงสุด เท่ากับ 3.83, 3.70, 3.47 และ 3.14 ตัน/ไร่ ตามลำดับ ในขณะที่ไม่มีการไถพรวน ( $T_1$ ) การไถแปรครั้งเดียว ( $T_2$ ) การพรวนซ้า 1 ครั้ง ( $T_3$ ) และการพรวนซ้า 2 ครั้ง ( $T_4$ ) กับความลึกของดินที่ระดับ 0 – 15.0 เซนติเมตร มีการกักเก็บคาร์บอนน้อยที่สุด เท่ากับ 1.95, 1.77, 1.59 และ 1.54 ตัน/ไร่ ตามลำดับ ทั้งนี้อาจเนื่องมาจากการคำนวณหาปริมาณการกักเก็บคาร์บอนในดินนั้นสามารถคำนวณได้จากสมการของ Walkley and Black (1974: 257) ซึ่งได้จากค่าปริมาณอินทรีย์คาร์บอนคูณกับค่าความหนาแน่นคูณกับระดับความลึก อีกทั้งประกอบกับโครงสร้างของดินเป็นดินเหนียวสูงถึงร้อยละ 37.0 ทำให้ปริมาณคาร์บอนที่ผันแปรไปตามการใช้ประโยชน์ที่ดินได้น้อย ซึ่ง Galdos, Cerri and Cerri (2009: 347) และ อุเทน จันละบุตร (2559: 68) ที่เคยทำการศึกษาพบว่า สัดส่วนอนุภาคดินเหนียวอาจเป็นปัจจัยสำคัญที่ส่งผลให้มีความเข้มข้นของคาร์บอน ค่าที่ได้แสดงจึงให้เห็นว่าดินที่ระดับความลึกมากกว่าจะสามารถกักเก็บคาร์บอนได้มากกว่าดินชั้นบน



ภาพที่ 4.12 ความสัมพันธ์ของปริมาณคาร์บอนที่เก็บสะสมระหว่างระดับความลึกของดินและรูปแบบการไถพรวน



ภาพที่ 4.13 ความหนาแน่น ปริมาณอินทรีย์วัตถุ ปริมาณอินทรีย์คาร์บอน และปริมาณการกักเก็บคาร์บอนในดินระหว่างระดับความลึกของดินที่ 0 – 15.0 ซม. และรูปแบบการไถพรวน



**ภาพที่ 4.14** ความหนาแน่น ปริมาณอินทรีย์วัตถุ ปริมาณอินทรีย์คาร์บอน และปริมาณการกักเก็บคาร์บอนในดิน ระหว่างระดับความลึกของดินที่ 15.0 – 30.0 ซม. และรูปแบบการไถพรวน

**ตารางที่ 4.6** ความสัมพันธ์ระหว่างความหนาแน่น ปริมาณอินทรีย์วัตถุ ปริมาณอินทรีย์คาร์บอน และปริมาณการกักเก็บคาร์บอนในดินภายใต้รูปแบบการไถพรวนต่าง ๆ ที่ระดับความลึกแตกต่างกัน

| Indicators                        | Interaction | T <sub>1</sub>      | T <sub>2</sub>      | T <sub>3</sub>      | T <sub>4</sub>     | CV                 |                    |                     |                     |      |
|-----------------------------------|-------------|---------------------|---------------------|---------------------|--------------------|--------------------|--------------------|---------------------|---------------------|------|
|                                   |             | 0 – 15.0            | 15.0 – 30.0         | 0 – 15.0            | 15.0 – 30.0        | 0 – 15.0           | 15.0 – 30.0        | (%)                 |                     |      |
| Bulk Density (g/cm <sup>3</sup> ) | I           | 0.940 <sup>ab</sup> | 1.09 <sup>a</sup>   | 0.882 <sup>ab</sup> | 1.07 <sup>a</sup>  | 0.822 <sup>b</sup> | 1.03 <sup>ab</sup> | 0.810 <sup>b</sup>  | 0.943 <sup>ab</sup> | 12.8 |
| Organic Matter (ร้อยละ)           | I           | 1.48 <sup>a</sup>   | 1.26 <sup>bc</sup>  | 1.43 <sup>a</sup>   | 1.23 <sup>c</sup>  | 1.40 <sup>a</sup>  | 1.21 <sup>c</sup>  | 1.37 <sup>ab</sup>  | 1.20 <sup>c</sup>   | 15.8 |
| Organic Carbon (ร้อยละ)           | I           | 0.857 <sup>a</sup>  | 0.730 <sup>bc</sup> | 0.830 <sup>a</sup>  | 0.715 <sup>c</sup> | 0.810 <sup>a</sup> | 0.703 <sup>c</sup> | 0.795 <sup>ab</sup> | 0.695 <sup>c</sup>  | 15.7 |
| Soil Carbon Stock (Tonnes/Rai)    | I           | 1.95 <sup>b</sup>   | 3.83 <sup>a</sup>   | 1.77 <sup>b</sup>   | 3.70 <sup>a</sup>  | 1.59 <sup>b</sup>  | 3.47 <sup>a</sup>  | 1.54 <sup>b</sup>   | 3.14 <sup>a</sup>   | 23.1 |

**หมายเหตุ:** <sup>abc</sup> = ตัวอักษรที่แตกต่างกันในแนวนอน แสดงว่า มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ( $p<0.05$ )

I = Interaction คือ มีความสัมพันธ์ระหว่างรูปแบบการไถพรวนกับระดับความลึกในดินที่แตกต่างกัน ตามลำดับรูปแบบการไถพรวน: T<sub>1</sub> = ไม่มีการไถพรวน; T<sub>2</sub> = ไถแปรครั้งเดียว; T<sub>3</sub> = ไถพรวนซ้ำหนึ่งครั้ง; T<sub>4</sub> = ไถพรวนซ้ำสองครั้ง

#### 4.3 อิทธิพลของรูปแบบการไถพรวนที่มีต่อพืช

น้ำหนักแห้งมวลชีวภาพและปริมาณคาร์บอนตามโครงสร้างของพืช ต้น ใบ ราก และฝัก แต่ละรูปแบบการไถพรวน แสดงในตารางที่ 4.7 ภาพที่ 4.15 และ 4.16 ส่วนการวิเคราะห์ความแปรปรวนทางสถิติแสดงในภาคผนวก ก. ตารางที่ 4 ทั้งนี้ตัวอย่างข้าวโพดจากส่วนต่าง ๆ ได้ถูกทำการวิเคราะห์หาปริมาณธาตุอาหาร และอินทรีย์คาร์บอนในรูปแบบร้อยละ ผลที่ได้ถูกนำไปคำนวณค่าปริมาณการกักเก็บคาร์บอนจากมวลชีวภาพที่ลงสู่ดินจากส่วนต่างๆของพืช โดยมีรายละเอียดดังนี้

ตารางที่ 4.7 มวลชีวภาพและปริมาณคาร์บอนตามโครงสร้างของพืชภายใต้รูปแบบการไถพรวน

| Indicators                      | Tillage Method     |                    |                    |                    | Avg   | CV (ร้อยละ) |
|---------------------------------|--------------------|--------------------|--------------------|--------------------|-------|-------------|
|                                 | T <sub>1</sub>     | T <sub>2</sub>     | T <sub>3</sub>     | T <sub>4</sub>     |       |             |
| Biomass (ร้อยละ)                |                    |                    |                    |                    |       |             |
| Stem                            | 23.1               | 25.9               | 24.6               | 24.3               | 24.5  |             |
| Leaf                            | 31.9               | 35.4               | 32.9               | 32.7               | 33.2  |             |
| Root                            | 22.7               | 26.0               | 24.4               | 24.0               | 24.3  |             |
| Corn cob                        | 24.6               | 29.6               | 27.9               | 26.5               | 27.2  |             |
| Avg                             | 25.6 <sup>b</sup>  | 29.2 <sup>a</sup>  | 27.4 <sup>ab</sup> | 26.8 <sup>ab</sup> |       | 12.5        |
| Carbon in Plant<br>(Tonnes/Rai) |                    |                    |                    |                    |       |             |
| Stem                            | 0.250              | 0.570              | 0.360              | 0.320              | 0.375 |             |
| Leaf                            | 0.250              | 0.470              | 0.380              | 0.350              | 0.363 |             |
| Root                            | 0.250              | 0.550              | 0.470              | 0.370              | 0.410 |             |
| Corn cob                        | 0.250              | 0.530              | 0.350              | 0.330              | 0.365 |             |
| Avg                             | 0.250 <sup>d</sup> | 0.530 <sup>a</sup> | 0.390 <sup>b</sup> | 0.340 <sup>c</sup> |       | 14.4        |

หมายเหตุ: <sup>abcd</sup> = ตัวอักษรที่แตกต่างกันในแนวนอนแสดงว่ามีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ( $p < 0.05$ )

### 4.3.1 ร้อยละมวลชีวภาพ

#### 4.3.1.1 ลำต้น

จากการทดลอง พบว่า ส่วนของลำต้นภายใต้รูปแบบการไถแปรครั้งเดียว ( $T_2$ ) มีมวลชีวภาพสูงสุด เท่ากับ ร้อยละ 25.9 รองลงมาคือ การพรวนซ้ำ 1 ครั้ง ( $T_3$ ) การพรวนซ้ำ 2 ครั้ง ( $T_4$ ) และไม่มีการไถพรวน ( $T_1$ ) มีมวลชีวภาพ เท่ากับร้อยละ 24.6, 24.3 และ 23.1 ตามลำดับ

#### 4.3.1.2 ใบ

จากการทดลอง พบว่า ส่วนของใบภายใต้รูปแบบการไถแปรครั้งเดียว ( $T_2$ ) มีมวลชีวภาพสูงสุด เท่ากับ ร้อยละ 35.4 รองลงมาคือ การพรวนซ้ำ 1 ครั้ง ( $T_3$ ) การพรวนซ้ำ 2 ครั้ง ( $T_4$ ) และไม่มีการไถพรวน ( $T_1$ ) มีมวลชีวภาพ เท่ากับร้อยละ 32.9, 32.7 และ 31.9 ตามลำดับ

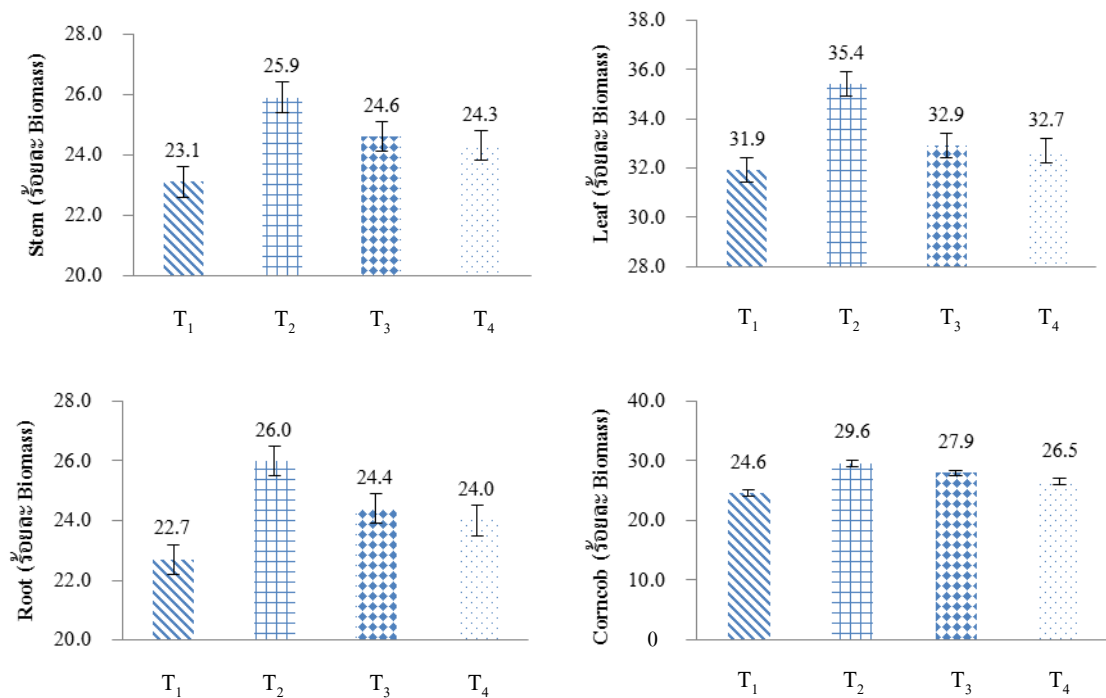
#### 4.3.1.3 ราก

จากการทดลอง พบว่า ส่วนของรากภายใต้รูปแบบการไถแปรครั้งเดียว ( $T_2$ ) มีมวลชีวภาพสูงสุด เท่ากับ ร้อยละ 26.0 รองลงมาคือ การพรวนซ้ำ 1 ครั้ง ( $T_3$ ) การพรวนซ้ำ 2 ครั้ง ( $T_4$ ) และไม่มีการไถพรวน ( $T_1$ ) มีมวลชีวภาพ เท่ากับร้อยละ 24.4, 24.0 และ 22.7 ตามลำดับ

#### 4.3.1.4 ผัก

จากการทดลอง พบว่า ส่วนของผักภายใต้รูปแบบการไถแปรครั้งเดียว ( $T_2$ ) มีมวลชีวภาพสูงสุด เท่ากับ ร้อยละ 29.6 รองลงมาคือ การพรวนซ้ำ 1 ครั้ง ( $T_3$ ) การพรวนซ้ำ 2 ครั้ง ( $T_4$ ) และไม่มีการไถพรวน ( $T_1$ ) มีมวลชีวภาพ เท่ากับร้อยละ 27.9, 26.5 และ 24.6 ตามลำดับ

ซึ่งจากผลการทดลองพบว่า มวลชีวภาพของพืชภายใต้รูปแบบการไถพรวนที่แตกต่างกันได้แก่ ไม่มีการไถพรวน ( $T_1$ ) และการไถแปรครั้งเดียว ( $T_2$ ) มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ( $p < 0.05$ ) โดยรูปแบบการไถแปรครั้งเดียว ( $T_2$ ) มีมวลชีวภาพสูงสุด เท่ากับ ร้อยละ 29.2 รองลงมาคือ การพรวนซ้ำ 1 ครั้ง ( $T_3$ ) การพรวนซ้ำ 2 ครั้ง ( $T_4$ ) และไม่มีการไถพรวน ( $T_1$ ) มีมวลชีวภาพ เท่ากับ ร้อยละ 27.4, 26.8 และ 25.6ตามลำดับ โดย ลิจิตพลยศ (2555: 11) ที่ทำการทดลอง เรื่องพลวัตรของคาร์บอนในดินภายใต้การไถพรวนดินแบบต่างๆของข้าวโพดในชุดดินปากช่อง พบว่าน้ำหนักแห้งในส่วนของซังและเมล็ดข้าวโพดในแปลงไถพรวนปกติและแปลงไถพรวนครั้งเดียวมีการสะสมน้ำหนักแห้งมากกว่าในแปลงไม่ไถพรวน ซึ่งสอดคล้องกับสภาพไรอาร์รี่(2556: 30 – 31) ที่ได้ทำการทดลอง เรื่องพลวัตรของคาร์บอนในดินภายใต้การไถกลบตอซังข้าวโพดในประเทศไทย โดยใช้ 1) การถอนตอซัง 2) การไถกลบตอซัง 3) การเผาตอซัง พบว่า น้ำหนักแห้งในแต่ละส่วนของพืชภายใต้รูปแบบที่ไม่มีการไถพรวนมีค่าน้อยที่สุดจากการทดลองทั้ง 3 รูปแบบ



ภาพที่ 4.15 ค่ามวลชีวภาพบริเวณลำต้น ใบ ราก และฝัก

#### 4.3.2 ปริมาณคาร์บอนในพืช

##### 4.3.2.1 ลำต้น

จากการทดลอง พบว่า ส่วนของลำต้นภายใต้รูปแบบการไถแปรครั้งเดียว (T<sub>2</sub>) มีปริมาณคาร์บอนสูงสุด เท่ากับ 0.570 ตัน/ไร่ รองลงมาคือ การพรวนซ้า 1 ครั้ง (T<sub>3</sub>) การพรวนซ้า 2 ครั้ง (T<sub>4</sub>) และไม่มีการไถพรวน (T<sub>1</sub>) มีปริมาณคาร์บอน เท่ากับ 0.360, 0.320 และ 0.250 ตัน/ไร่ ตามลำดับ

##### 4.3.2.2 ใบ

จากการทดลอง พบว่า ส่วนของใบภายใต้รูปแบบการไถแปรครั้งเดียว (T<sub>2</sub>) มีปริมาณคาร์บอนสูงสุด เท่ากับ 0.470 ตัน/ไร่ รองลงมาคือ การพรวนซ้า 1 ครั้ง (T<sub>3</sub>) การพรวนซ้า 2 ครั้ง (T<sub>4</sub>) และไม่มีการไถพรวน (T<sub>1</sub>) มีปริมาณคาร์บอน เท่ากับ 0.380, 0.350 และ 0.250 ตัน/ไร่ ตามลำดับ

##### 4.3.2.3 ราก

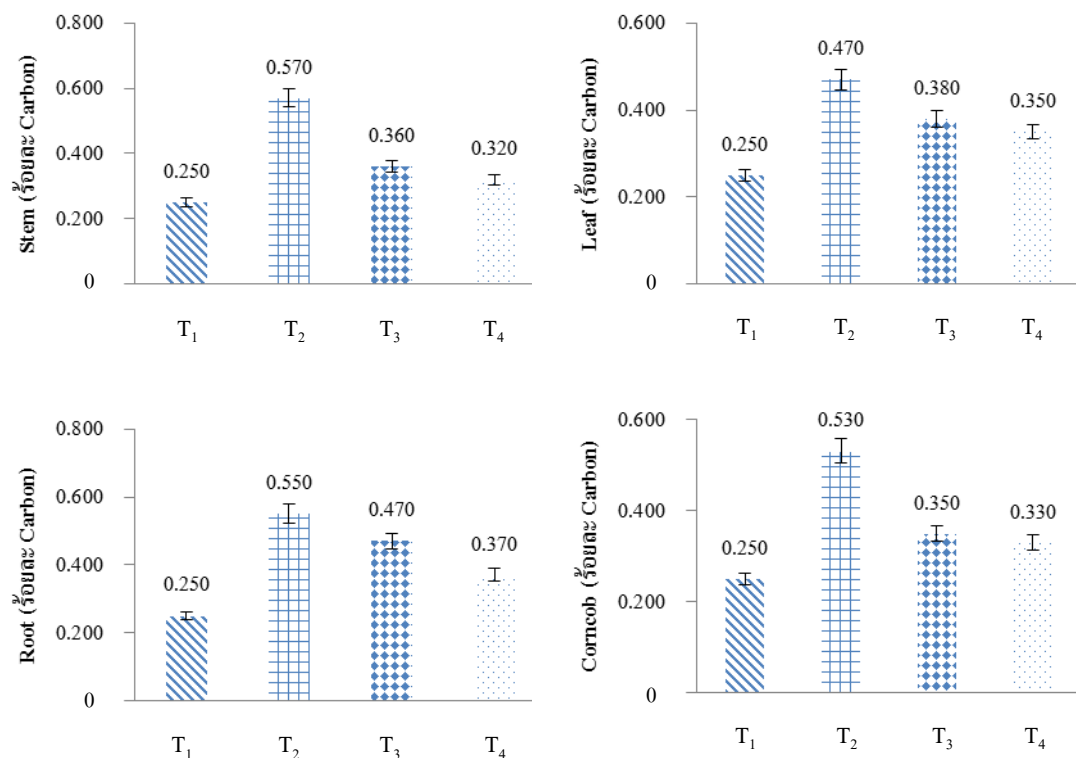
จากการทดลอง พบว่า ส่วนของรากภายใต้รูปแบบการไถแปรครั้งเดียว (T<sub>2</sub>) มีปริมาณคาร์บอนสูงสุด เท่ากับ 0.550 ตัน/ไร่ รองลงมาคือ การพรวนซ้า 1 ครั้ง (T<sub>3</sub>) การพรวนซ้า 2

ครั้ง ( $T_4$ ) และไม่มีการไถพรวน ( $T_1$ ) มีปริมาณคาร์บอน เท่ากับ 0.470, 0.370 และ 0.250 ตัน/ไร่ ตามลำดับ

#### 4.3.2.4 ฟัก

จากการทดลอง พบว่า ส่วนของฟักภายใต้รูปแบบการไถแปรครั้งเดียว ( $T_2$ ) มีปริมาณคาร์บอนสูงสุด เท่ากับ 0.530 ตัน/ไร่ รองลงมาคือ การพรวนซ้ำ 1 ครั้ง ( $T_3$ ) การพรวนซ้ำ 2 ครั้ง ( $T_4$ ) และไม่มีการไถพรวน ( $T_1$ ) มีปริมาณคาร์บอน เท่ากับ 0.350, 0.330 และ 0.250 ตัน/ไร่ ตามลำดับ

ซึ่งจากผลการทดลอง พบว่า ปริมาณคาร์บอนของพืชภายใต้รูปแบบการไถพรวนที่แตกต่างกันทั้ง 4 รูปแบบ ได้แก่ ไม่มีการไถพรวน ( $T_1$ ) การไถแปรครั้งเดียว ( $T_2$ ) การพรวนซ้ำ 1 ครั้ง ( $T_3$ ) และการพรวนซ้ำ 2 ครั้ง ( $T_4$ ) มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ( $p < 0.05$ ) โดยรูปแบบการไถแปรครั้งเดียว ( $T_2$ ) มีปริมาณคาร์บอนสูงสุด เท่ากับ 0.530 ตัน/ไร่ รองลงมาคือ การพรวนซ้ำ 1 ครั้ง ( $T_3$ ) การพรวนซ้ำ 2 ครั้ง ( $T_4$ ) และไม่มีการไถพรวน ( $T_1$ ) มีปริมาณคาร์บอน เท่ากับ 0.390, 0.343 และ 0.250 ตัน/ไร่ ตามลำดับ ทั้งนี้อาจเนื่องมาจากการลดการไถพรวนทำให้การย่อยสลายสารอินทรีย์เกิดขึ้นอย่างช้า ๆ ทำให้ปลดปล่อยธาตุอาหารให้แก่พืชอย่างช้า ๆ ทำให้พืชดูดธาตุอาหารที่ได้จากการย่อยสลายเก็บสะสมไว้ในพืชได้มาก Graham, Haynes and Meyer (2002: 93)



ภาพที่ 4.16 ค่าปริมาณคาร์บอนบริเวณลำต้นใบ ราก และฝัก



#### 4.4 มวลชีวภาพและปริมาณคาร์บอนตามโครงสร้างของพืช

มวลชีวภาพและปริมาณคาร์บอนตามโครงสร้างของพืช แสดงในตารางที่ 4.8 ภาพที่ 4.17 และ 4.18 ส่วนการวิเคราะห์ความแปรปรวนทางสถิติแสดงในภาคผนวก ก. ตารางที่ 5 โดยมีรายละเอียด ดังนี้

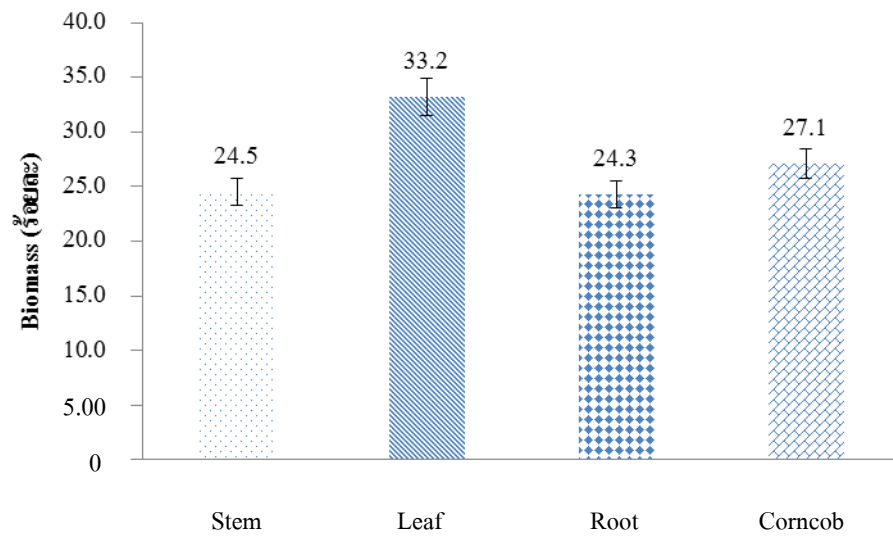
ตารางที่ 4.8 มวลชีวภาพและปริมาณคาร์บอนตามโครงสร้างของพืช

| Indicators                   | Parts of Plants    |                    |                    |                    | CV<br>(ร้อยละ) |
|------------------------------|--------------------|--------------------|--------------------|--------------------|----------------|
|                              | Stem               | Leaf               | Root               | Corn cob           |                |
| Biomass (ร้อยละ)             | 24.5 <sup>c</sup>  | 33.2 <sup>a</sup>  | 24.3 <sup>c</sup>  | 27.1 <sup>b</sup>  | 12.5           |
| Carbon in plant (Tonnes/Rai) | 0.375 <sup>a</sup> | 0.363 <sup>a</sup> | 0.406 <sup>a</sup> | 0.366 <sup>a</sup> | 14.4           |

หมายเหตุ: <sup>abc</sup> = ตัวอักษรที่แตกต่างกันในแนวนอนแสดงว่ามีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ( $p < 0.05$ )

##### 4.4.1 ร้อยละมวลชีวภาพตามโครงสร้างของพืช

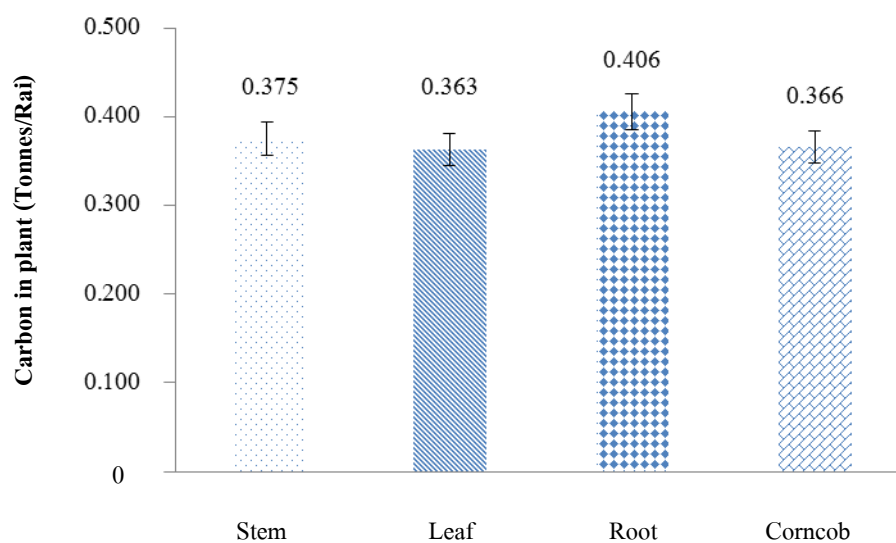
จากการทดลอง พบว่ามวลชีวภาพตามโครงสร้างของพืชทั้ง 4 ส่วน ได้แก่ ลำต้น ใบ ราก และฝัก มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ( $p < 0.05$ ) โดยส่วนที่เป็นใบพบมวลชีวภาพสูงสุด เท่ากับ ร้อยละ 33.2 รองลงมาคือ ฝัก เท่ากับ ร้อยละ 27.1 ในขณะที่ลำต้นและรากไม่มีความแตกต่างกันและมีมวลชีวภาพ เท่ากับ ร้อยละ 24.5 และ 24.3 ตามลำดับ



ภาพที่ 4.17 ค่าร้อยละมวลชีวภาพตามโครงสร้างของพืช

#### 4.4.2 ปริมาณคาร์บอนภาพตามโครงสร้างของพืช

จากการทดลอง พบว่า ปริมาณคาร์บอนตามโครงสร้างของพืชทั้ง 4 ส่วน ได้แก่ ลำต้น ใบ ราก และฝัก ไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ( $p < 0.05$ ) โดยส่วนรากมีปริมาณคาร์บอนสูงสุด เท่ากับ 0.406 ตัน/ไร่ รองลงมา คือ ลำต้นฝัก และใบ มีปริมาณคาร์บอน เท่ากับ 0.375, 0.366 และ 0.363 ตัน/ไร่ ตามลำดับ



ภาพที่ 4.18 ค่าปริมาณคาร์บอนตามโครงสร้างของพืช

## บทที่ 5

### สรุปผลการทดลองและข้อเสนอแนะ

#### 5.1 สรุปผลการทดลอง

จากการศึกษาผลของการไถพรวนที่มีต่อปริมาณคาร์บอนที่เก็บสะสมในดินและผลผลิตข้าวโพด ที่ระดับความลึก 0 – 15.0 และ 15.0 – 30.0 เซนติเมตร โดยใช้รูปแบบการไถพรวนที่แตกต่างกัน 4 รูปแบบ ได้แก่ ไม่มีการไถพรวน ( $T_1$ ) ไถแปรครั้งเดียว (ไถพลิกดินหรือไถตะด้วยผานสามแล้วไถแปรด้วยผานเจ็ด;  $T_2$ ) ไถพรวนซ้ำ 1 ครั้ง (ไถพลิกดินหรือไถตะด้วยผานสามแล้วไถแปรด้วยผานเจ็ดตามด้วยพรวนดิน 1 ครั้ง;  $T_3$ ) และไถพรวนซ้ำ 2 ครั้ง (ไถพลิกดินหรือไถตะด้วยผานสามแล้วไถแปรด้วยผานเจ็ดตามด้วยพรวนดิน 2 ครั้ง;  $T_4$ ) โดยแต่ละแปลงมีการจัดการดินและพืชตามความจำเป็นเหมือนกันทุกแปลง และเมื่อข้าวโพดถึงอายุการเก็บเกี่ยวจึงทำการเก็บข้อมูลและตัวอย่างดินเพื่อนำไปวิเคราะห์คุณสมบัติ ปริมาณคาร์บอนที่เก็บสะสมในดินและผลผลิตข้าวโพด ซึ่งสามารถสรุปผลการทดลองได้ ดังนี้

##### 5.1.1 อิทธิพลของระดับความลึกดินที่มีต่อดิน

จากการศึกษาระดับความลึกดินทั้ง 2 ระดับ ได้แก่ ระดับความลึก 0 – 15.0 และ 15.0 – 30.0 เซนติเมตร ที่มีผลต่อความหนาแน่นรวม อินทรีย์วัตถุ ปริมาณอินทรีย์คาร์บอน และการกักเก็บคาร์บอนในดิน สามารถสรุปได้ ดังนี้

###### 5.1.1.1 ความหนาแน่นรวมของดิน (Bulk Density)

ผลการทดลอง พบว่า ที่ระดับความลึก 15.0 – 30.0 เซนติเมตร มีค่าความหนาแน่นรวมของดินสูงสุด เท่ากับ 1.03 กรัม/ลูกบาศก์เซนติเมตร และที่ระดับความลึก 0 – 15.0 เซนติเมตร มีค่าความหนาแน่นรวมของดิน เท่ากับ 0.864 กรัม/ลูกบาศก์เซนติเมตร ดังนั้น ระดับความลึกที่เหมาะสมต่อความหนาแน่นรวมของดิน ได้แก่ ระดับความลึก 15.0 – 30.0 เซนติเมตร

###### 5.1.1.2 อินทรีย์วัตถุในดิน (ร้อยละ Organic Matter)

ผลการทดลอง พบว่า ที่ระดับความลึก 0 – 15.0 เซนติเมตร มีค่าอินทรีย์วัตถุในดินสูงสุด เท่ากับ ร้อยละ 1.42 และที่ระดับความลึก 15.0 – 30.0 เซนติเมตร มีค่าอินทรีย์วัตถุในดิน

เท่ากับ ร้อยละ 1.22 ดังนั้น ระดับความลึกที่เหมาะสมต่ออินทรีย์วัตถุในดิน ได้แก่ ระดับความลึก 0 – 15.0 เซนติเมตร

#### 5.1.1.3 ปริมาณอินทรีย์คาร์บอนในดิน (ร้อยละ Organic Carbon)

ผลการทดลอง พบว่า ที่ระดับความลึก 0 – 15.0 เซนติเมตร มีค่าปริมาณอินทรีย์คาร์บอนในดินสูงสุด เท่ากับ ร้อยละ 0.823 และที่ระดับความลึก 15.0 – 30.0 เซนติเมตร มีค่าอินทรีย์วัตถุในดิน เท่ากับ ร้อยละ 0.711 ดังนั้น ระดับความลึกที่เหมาะสมต่อปริมาณอินทรีย์คาร์บอน ได้แก่ ระดับความลึก 0 – 15.0 เซนติเมตร

#### 5.1.1.4 ปริมาณการกักเก็บคาร์บอนในดิน (Soil Carbon Stock)

ผลการทดลอง พบว่า ที่ระดับความลึก 15.0 – 30.0 เซนติเมตร มีค่าปริมาณการกักเก็บคาร์บอนในดินสูงสุด เท่ากับ 3.53 ตัน/ไร่ และที่ระดับความลึก 0 – 15.0 เซนติเมตร มีค่าปริมาณการกักเก็บคาร์บอนในดิน เท่ากับ 1.71 ตัน/ไร่ ดังนั้น ระดับความลึกที่เหมาะสมต่อการกักเก็บคาร์บอนในดิน ได้แก่ ระดับความลึก 15.0 – 30.0 เซนติเมตร

### 5.1.2 อิทธิพลของรูปแบบการไถพรวนที่มีต่อดิน

จากการศึกษารูปแบบการไถพรวนทั้ง 4 รูปแบบ ได้แก่ ไม่มีการไถพรวน ( $T_1$ ) การไถแปรครั้งเดียว ( $T_2$ ) การพรวนซ้า 1 ครั้ง ( $T_3$ ) และการพรวนซ้า 2 ครั้ง ( $T_4$ ) ที่มีผลต่อ ธาตุอาหารหลัก ความหนาแน่นรวม อินทรีย์วัตถุ ปริมาณอินทรีย์คาร์บอน และการกักเก็บคาร์บอนในดิน สามารถสรุปได้ ดังนี้

#### 5.1.2.1 ธาตุอาหาร

ผลการทดลอง พบว่า รูปแบบไม่มีการไถพรวน ( $T_1$ ) มีค่าไนโตรเจนสูงสุด เท่ากับ ร้อยละ 0.0770 รองลงมา คือ การไถแปรครั้งเดียว เท่ากับ ร้อยละ 0.0710 การพรวนซ้า 1 ครั้ง เท่ากับ ร้อยละ 0.0610 และการพรวนซ้า 2 ครั้ง เท่ากับ ร้อยละ 0.0570 สำหรับฟอสฟอรัสและโพแทสเซียม พบว่า การไม่ไถพรวนมีค่าสูงสุด เท่ากับ 29.0 และ 210 มิลลิกรัม/กิโลกรัม รองลงมา คือ การไถแปรครั้งเดียว ( $T_2$ ) มีค่าเท่ากับ 20.0 และ 208 มิลลิกรัม/กิโลกรัม การพรวนซ้า 1 ครั้ง ( $T_3$ ) มีค่าเท่ากับ 13.0 และ 145 มิลลิกรัม/กิโลกรัม และการพรวนซ้า 2 ครั้ง ( $T_4$ ) มีค่าเท่ากับ 11.0 และ 124 มิลลิกรัม/กิโลกรัม ดังนั้น รูปแบบการไถพรวนที่เหมาะสมต่อการสะสมธาตุอาหารในดิน ได้แก่ ไม่มีการไถพรวน

#### 5.1.2.2 ความหนาแน่นรวมของดิน (Bulk Density)

ผลการทดลอง พบว่า รูปแบบไม่มีการไถพรวน ( $T_1$ ) มีค่าความหนาแน่นรวมของดินสูงสุด เท่ากับ 1.02 กรัม/ลูกบาศก์เซนติเมตร รองลงมา คือ การไถแปรครั้งเดียว ( $T_2$ ) การพรวนซ้า 1

ครั้ง ( $T_3$ ) และการพรวนซ้ำ 2 ครั้ง ( $T_4$ ) ซึ่งมีค่าความหนาแน่นรวมของดิน เท่ากับ 0.976, 0.925 และ 0.876 กรัม/ลูกบาศก์เซนติเมตร ตามลำดับ ดังนั้น รูปแบบการไถพรวนที่เหมาะสมต่อความหนาแน่นรวมของดิน ได้แก่ ไม่มีการไถพรวน

#### 5.1.2.3 อินทรีย์วัตถุในดิน (ร้อยละ Organic Matter)

ผลการทดลอง พบว่า รูปแบบไม่มีการไถพรวน ( $T_1$ ) มีค่าอินทรีย์วัตถุในดินสูงสุด เท่ากับ ร้อยละ 1.37 รองลงมา คือ การไถแปรครั้งเดียว ( $T_2$ ) การพรวนซ้ำ 1 ครั้ง ( $T_3$ ) และการพรวนซ้ำ 2 ครั้ง ( $T_4$ ) ซึ่งมีค่าอินทรีย์วัตถุในดิน เท่ากับ ร้อยละ 1.33, 1.30 และ 1.28 ตามลำดับ ดังนั้น รูปแบบการไถพรวนที่เหมาะสมต่ออินทรีย์วัตถุในดิน ได้แก่ ไม่มีการไถพรวน

#### 5.1.2.4 ปริมาณอินทรีย์คาร์บอนในดิน (ร้อยละ Organic Carbon)

ผลการทดลอง พบว่า รูปแบบไม่มีการไถพรวน ( $T_1$ ) มีค่าปริมาณอินทรีย์คาร์บอนในดินสูงสุด เท่ากับ ร้อยละ 0.794 รองลงมา คือ การไถแปรครั้งเดียว ( $T_2$ ) การพรวนซ้ำ 1 ครั้ง ( $T_3$ ) และการพรวนซ้ำ 2 ครั้ง ( $T_4$ ) ซึ่งมีปริมาณอินทรีย์คาร์บอนในดิน เท่ากับ ร้อยละ 0.773, 0.756 และ 0.745 ตามลำดับ ดังนั้น รูปแบบการไถพรวนที่เหมาะสมต่อปริมาณอินทรีย์คาร์บอนในดิน ได้แก่ ไม่มีการไถพรวน

#### 5.1.2.5 ปริมาณการกักเก็บคาร์บอนในดิน (Soil Carbon Stock)

ผลการทดลอง พบว่า รูปแบบไม่มีการไถพรวน ( $T_1$ ) มีค่าปริมาณการกักเก็บคาร์บอนในดินสูงสุด เท่ากับ 2.89 ตัน/ไร่ รองลงมา คือ การไถแปรครั้งเดียว ( $T_2$ ) การพรวนซ้ำ 1 ครั้ง ( $T_3$ ) และการพรวนซ้ำ 2 ครั้ง ( $T_4$ ) ซึ่งมีปริมาณอินทรีย์คาร์บอนในดิน เท่ากับ 2.73, 2.53 และ 2.34 ตัน/ไร่ ตามลำดับ ดังนั้น รูปแบบการไถพรวนที่เหมาะสมต่อปริมาณการกักเก็บคาร์บอนในดิน ได้แก่ ไม่มีการไถพรวน

### 5.1.3 อิทธิพลของระดับความลึกและรูปแบบการไถพรวนที่มีต่อดิน

จากการศึกษาระดับความลึกและรูปแบบการไถพรวนที่มีผลต่อความหนาแน่นรวมอินทรีย์วัตถุ ปริมาณอินทรีย์คาร์บอน และการกักเก็บคาร์บอนในดิน สามารถสรุปได้ ดังนี้

#### 5.1.3.1 ค่าความหนาแน่นรวมของดิน

ระดับความลึกและรูปแบบการไถพรวนที่เหมาะสมต่อความหนาแน่นรวมของดิน ได้แก่ ไม่มีการไถพรวนที่ระดับความลึกดิน 15.0 – 30.0 เซนติเมตร ซึ่งมีค่าความหนาแน่นรวมของดิน เท่ากับ 1.09 กรัม/ลูกบาศก์เซนติเมตร

#### 5.1.3.2 อินทรีย์วัตถุในดิน (ร้อยละ Organic Matter)

ระดับความลึกและรูปแบบการไถพรวนที่เหมาะสมต่ออินทรีย์วัตถุในดิน ได้แก่ ไม่มีการไถพรวนที่ระดับความลึกดิน 0 – 15.0 เซนติเมตร ซึ่งมีอินทรีย์วัตถุในดิน เท่ากับ ร้อยละ 1.48

#### 5.1.3.3 ปริมาณอินทรีย์คาร์บอนในดิน (ร้อยละ Organic Carbon)

ระดับความลึกและรูปแบบการไถพรวนที่เหมาะสมต่อปริมาณอินทรีย์คาร์บอนในดิน ได้แก่ ไม่มีการไถพรวนที่ระดับความลึกดิน 0 – 15.0 เซนติเมตร ซึ่งมีปริมาณอินทรีย์คาร์บอนในดิน เท่ากับ ร้อยละ 0.857

#### 5.1.3.4 ปริมาณการกักเก็บคาร์บอนในดิน (Soil Carbon Stock)

รูปแบบการไถพรวนและระดับความลึกที่เหมาะสมต่อปริมาณการกักเก็บคาร์บอนในดิน ได้แก่ ไม่มีการไถพรวนที่ระดับความลึกดิน 15.0 – 30.0 เซนติเมตร ซึ่งมีปริมาณอินทรีย์คาร์บอนในดิน เท่ากับ 3.83 ตัน/ไร่

### 5.1.4 อิทธิพลของรูปแบบการไถพรวนที่มีต่อพืช

จากการศึกษารูปแบบการไถพรวนทั้ง 4 รูปแบบ ได้แก่ ไม่มีการไถพรวน ( $T_1$ ) การไถแปรครั้งเดียว ( $T_2$ ) การพรวนซ้า 1 ครั้ง ( $T_3$ ) และการพรวนซ้า 2 ครั้ง ( $T_4$ ) ที่มีผลต่อมวลชีวภาพ (%) และปริมาณคาร์บอนในพืช (ตัน/ไร่) สามารถสรุปได้ ดังนี้

#### 5.1.4.1 มวลชีวภาพ (ร้อยละ Biomass)

ผลการทดลอง พบว่า รูปแบบการไถแปรครั้งเดียว ( $T_2$ ) มีมวลชีวภาพสูงสุด เท่ากับ ร้อยละ 29.2 รองลงมา คือ การพรวนซ้า 1 ครั้ง ( $T_3$ ) การพรวนซ้า 2 ครั้ง ( $T_4$ ) และ ไม่มีการไถพรวน ( $T_1$ ) มีมวลชีวภาพ เท่ากับ ร้อยละ 27.4, 26.8 และ 25.6 ตามลำดับ ดังนั้น รูปแบบการไถพรวนที่เหมาะสมต่อมวลชีวภาพของพืช ได้แก่ การไถแปรครั้งเดียว ( $T_2$ )

#### 5.1.4.2 ปริมาณคาร์บอนในพืช

ผลการทดลอง พบว่า รูปแบบการไถแปรครั้งเดียว ( $T_2$ ) มีปริมาณคาร์บอนสูงสุด เท่ากับ 0.530 ตัน/ไร่ รองลงมา คือ การพรวนซ้า 1 ครั้ง ( $T_3$ ) การพรวนซ้า 2 ครั้ง ( $T_4$ ) และ ไม่มีการไถพรวน ( $T_1$ ) มีปริมาณคาร์บอน เท่ากับ 0.390, 0.340 และ 0.250 ตัน/ไร่ ตามลำดับ ดังนั้น รูปแบบการไถพรวนที่เหมาะสมต่อปริมาณคาร์บอนในพืช ได้แก่ การไถแปรครั้งเดียว ( $T_2$ )

### 5.1.5 มวลชีวภาพและปริมาณคาร์บอนตามโครงสร้างของพืช

จากการศึกษารูปแบบการไถพรวนทั้ง 4 รูปแบบ ได้แก่ ไม่มีการไถพรวน ( $T_1$ ) การไถแปรครั้งเดียว ( $T_2$ ) การพรวนซ้า 1 ครั้ง ( $T_3$ ) และการพรวนซ้า 2 ครั้ง ( $T_4$ ) พบว่า มวลชีวภาพและปริมาณคาร์บอนตามโครงสร้างของพืช สามารถสรุปได้ ดังนี้

#### 5.1.5.1 มวลชีวภาพ (ร้อยละ Biomass)

ผลการทดลอง พบว่า มวลชีวภาพตามโครงสร้างของพืชทั้ง 4 ส่วน ได้แก่ ใบ พบมวลชีวภาพสูงสุด เท่ากับ ร้อยละ 33.2 รองลงมา คือ ฝัก ลำต้นและราก มีมวลชีวภาพ เท่ากับ ร้อยละ 27.2, 24.5 และ 24.3 ตามลำดับ

#### 5.1.5.2 ปริมาณคาร์บอนในพืช

ผลการทดลอง พบว่า ปริมาณคาร์บอนตามโครงสร้างของพืชทั้ง 4 ส่วน ได้แก่ ราก พบปริมาณคาร์บอนสูงสุด เท่ากับ 0.410 ตัน/ไร่ รองลงมา คือ ลำต้น ฝักและใบ มีปริมาณคาร์บอน เท่ากับ 0.375, 0.365 และ 0.363 ตามลำดับ

จากผลการศึกษาทั้งหมดที่กล่าวข้างต้น สามารถสรุปได้ว่า การไถพรวนส่งผลต่อสมบัติทางกายภาพ รวมถึงการกักเก็บคาร์บอนของดิน (ชุดดิน Lb) อำเภอเมือง จังหวัดลพบุรี โดยธาตุอาหารหลัก (N - P - K) ของดินมีปริมาณลดน้อยลง ซึ่งการไถพรวนบ่อยครั้งมากจนเกินไปจะทำให้โครงสร้างและอนุภาคของดินถูกทำลาย ส่งผลให้อัตราการซึมซับน้ำของดินลดลง น้ำไหลบ่าหน้าผิวดินเพิ่มขึ้น จึงทำให้เกิดการสูญเสียธาตุอาหารไปกับตะกอนดิน (Elder and Lal, 2007) ขณะที่ค่าความหนาแน่นรวมของดินจะเพิ่มขึ้นตามระดับความลึก เนื่องมาจากการไถพรวนซ้ำส่งผลให้โครงสร้างดินถูกทำลายจึงก่อให้เกิดช่องว่างในดินทำให้อนุภาคขนาดเล็กเคลื่อนย้ายลงไปอัดแน่นในดินชั้นล่าง ความพรุน (Porosity) รวมของดินจึงลดลง แต่ชั้นดินบนมักถูกรบกวนจากการปฏิบัติงานต่าง ๆ จึงทำให้ค่าความหนาแน่นรวมในดินชั้นบนน้อยกว่าดินชั้นล่าง (Hassan et al., 2007; ภัทรา ประเสริฐสมบัติ และคณะ, 2554) ส่วนปริมาณอินทรีย์วัตถุและปริมาณอินทรีย์คาร์บอนนั้นมีค่าแนวโน้มลดลงตามความลึกที่ระดับ 0 – 15.0 และ 15.0 – 30.0 ซม. เพราะการไถพรวนจำนวนมากครั้งเป็นการเร่งให้อินทรีย์วัตถุในดินสลายตัวอย่างรวดเร็ว อีกทั้งสิ่งขับถ่ายต่าง ๆ เชลล์ของจุลินทรีย์ที่ตายแล้ว มักเกิดการทับถมและสะสมอยู่บริเวณดินบนมากกว่าดินชั้นล่าง ซึ่งกระบวนการเหล่านี้ส่วนมากจะเกิดขึ้นใกล้กับผิวดิน ดังนั้นจึงส่งผลให้ปริมาณอินทรีย์คาร์บอนที่มาจากกร่อยสลายของอินทรีย์วัตถุซึ่งเป็นการย่อยสลายของพืชและสัตว์ด้วยจุลินทรีย์มีค่าแปรผันตรงกับอินทรีย์วัตถุ (เอกอนงค์ พึ่งศักดิ์, 2552; สลาพร ใจอารีย์, 2550, 2556) ในขณะที่ปริมาณคาร์บอนที่เก็บสะสมในดิน (Soil Carbon Stock) ที่ระดับความลึก 15.0 – 30.0 ซม. (3.83 ตัน/ไร่) มีค่าสูงกว่าปริมาณคาร์บอนที่เก็บสะสมในดิน ที่ระดับความลึก 0 – 15.0 ซม. (1.95 ตัน/ไร่) และที่สองระดับความลึกมีปริมาณคาร์บอนที่เก็บสะสมลดลงตามการไถพรวนที่เพิ่มขึ้น ทั้งนี้เนื่องจาก ปริมาณคาร์บอนที่เก็บสะสมในดินสามารถคำนวณได้จากปริมาณอินทรีย์คาร์บอนคูณกับค่าความหนาแน่นรวมของดินคูณกับระดับความลึก (Hoyle, 2013) อีกทั้งประกอบกับโครงสร้างของดินเป็นดินเหนียวสูงถึง ร้อยละ 37.0 ทำให้ปริมาณคาร์บอนที่ผันแปรไปตามการใช้ประโยชน์

ที่ดินได้น้อย สัดส่วนอนุภาคดินเหนียวจึงอาจเป็นปัจจัยสำคัญอีกอย่างหนึ่งที่ส่งผลต่อความเข้มข้นของคาร์บอน ค่าที่ได้จึงแสดงให้เห็นว่าดินที่ระดับความลึกมากกว่าจะสามารถกักเก็บคาร์บอนได้มากกว่าดินชั้นบน Galdos et al. (2009) ซึ่งจากผลการทดลอง พบว่า รูปแบบไม่มีการไถพรวน ( $T_1$ ) มีความเหมาะสมในการเตรียมดินมากที่สุด รองลงมา คือ การไถแปรครั้งเดียว ( $T_2$ ) การพรวนซ้ำ 1 ครั้ง ( $T_3$ ) และการพรวนซ้ำ 2 ครั้ง ( $T_4$ ) แต่ทั้งนี้ระดับความลึกก็ส่งผลต่อการจัดการดินเช่นกัน ดังนั้นจึงสามารถสรุปได้ว่ารูปแบบการไถพรวนกับระดับความลึกที่แตกต่างกันจึงมีปฏิสัมพันธ์ (Interaction) ต่อกันในการศึกษาครั้งนี้

สำหรับมวลชีวภาพและปริมาณคาร์บอนในพืชนั้น พบว่า รูปแบบไม่มีการไถพรวน ( $T_1$ ) มีมวลชีวภาพน้อยที่สุด เท่ากับ ร้อยละ 25.6 ทั้งนี้อาจเนื่องมาจากการไม่ไถพรวนไม่มีการเติมอากาศหรือเพิ่มช่องว่างในดินทำให้สภาวะไม่เหมาะสมต่อการเจริญเติบโตของพืช (ลิจิต พลยศ, 2555) ซึ่งส่งผลให้ปริมาณคาร์บอนในพืชของรูปแบบไม่มีการไถพรวนมีค่าน้อยที่สุดเช่นกัน เท่ากับ 0.250 ตัน/ไร่ ในขณะที่รูปแบบการไถแปรครั้งเดียว ( $T_2$ ) มีมวลชีวภาพและปริมาณคาร์บอนสูงสุด เท่ากับ ร้อยละ 29.2 และ 0.530 ตัน/ไร่ ทั้งนี้ การไถพรวนจำนวนมากครั้งคือการเร่งการย่อยสลายสารอินทรีย์ให้เกิดเร็วขึ้น และพืชไม่สามารถเก็บสะสมไว้ได้อย่างเต็มที่ ตรงข้ามกับการลดการไถพรวนที่สภาวะเหมาะสมจะทำให้การย่อยสลายสารอินทรีย์เกิดขึ้นอย่างช้า ๆ ซึ่งปฏิกิริยาที่เกิดขึ้นอย่างช้า ๆ นี้ ส่งผลให้พืชสามารถดูดธาตุอาหารที่ได้จากการย่อยสลายเก็บสะสมไว้ได้มากกว่า (Graham et al., 2002) ซึ่งทำให้การศึกษาในครั้งนี้จึงสามารถสรุปได้ว่า การลดการไถพรวนหรือการไถแปรครั้งเดียวนั้นจะส่งผลดีต่อคุณสมบัติดินและพืชอย่างเหมาะสมมากกว่าอีก 3 วิธี

## 5.2 ข้อเสนอแนะ

### 5.2.1 ข้อเสนอแนะจากงานวิจัย

หากต้องการนำรูปแบบการไถพรวนไปใช้ในการเพาะปลูกหรือการเตรียมดิน ควรศึกษาบริบท พื้นที่เชิงเศรษฐศาสตร์และสังคมเพิ่มเติม เพราะรูปแบบการไถพรวนที่ทำการทดลองนี้เหมาะสำหรับพื้นที่ทำการเกษตรแนวราบและไม่มีการเปลี่ยนแปลงการใช้ประโยชน์ที่ดิน

### 5.2.2 ข้อเสนอแนะสำหรับการทำวิจัยครั้งต่อไป

5.2.2.1 ควรศึกษาอิทธิพลของระดับความลึกต่าง ๆ เพิ่มเติม เช่น ที่ระดับความลึก 30.0 – 45.0 หรือ 45.0 – 60.0 เซนติเมตร เพื่อนำผลที่ได้ไปใช้เป็นแนวทางปฏิบัติในการเกษตร



5.2.2.2 ควรนำรูปแบบการไถพรวนที่เหมาะสม คือ การไถแปรครั้งเดียวหรือการลดการไถพรวนที่ได้จากงานวิจัยนี้ใช้ร่วมกับปุ๋ยพืชสด เช่น ปอเทือง หญ้าแฝก หรือถั่วมะแฮะ เพื่อเพิ่มประสิทธิภาพในการกักเก็บคาร์บอนในดินให้มากขึ้น

5.2.2.3 ควรทำการทดลองในพื้นที่ต่าง ๆ ที่มีลักษณะทางกายภาพใกล้เคียงกันเพื่อใช้ในการเปรียบเทียบผลการทดลอง

5.2.2.4 ควรทำการศึกษาทดลองเป็นระยะเวลาอย่างน้อย 1 ปี และตรงตามฤดูกาลเพื่อดูผลการทดลองอย่างต่อเนื่อง

## บรรณานุกรม

กรมพัฒนาที่ดิน. 2533. เอกสารคำแนะนำเรื่องดินที่มีปัญหาต่อการเกษตรกรรมในประเทศไทย.

กรุงเทพมหานคร: กระทรวงเกษตรและสหกรณ์.

กรมพัฒนาที่ดิน. 2548. คู่มือ งดเผาตอซัง สร้างดินยั่งยืน พื้นสิ่งแวดล้อม. เอกสารวิจัย กรมพัฒนา

ที่ดิน กระทรวงเกษตรและสหกรณ์.

กรมพัฒนาที่ดิน. 2556. ผลสำเร็จงานวิชาการกรมพัฒนาที่ดินในรอบทศวรรษ. กรุงเทพมหานคร:

กระทรวงเกษตรและสหกรณ์.

กรมอุตุนิยมวิทยา.ม.ป.ป. ภาวะเรือนกระจก (Greenhouse Gas). ค้นวันที่ 30 ตุลาคม 2557 จาก

<http://www.tmd.go.th/info/info.php?FileID=20>

กระทรวงเกษตรและสหกรณ์. 2556. พิธีเศรษฐกิจของประเทศไทย. ค้นวันที่ 2 ธันวาคม 2557 จาก

<http://www.moac.go.th>

กฤษฎา สัมพันธ์รักษ์. 2531. หลักการปรับปรุงพันธุ์พืช. กรุงเทพมหานคร:

มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

กลุ่มวิจัยและพัฒนาอินทรีย์วัตถุเพื่อการเกษตร. 2555. การไถกลบตอซังเพื่อปรับปรุงดินและเพิ่ม

ผลผลิตข้าว. เอกสารงานวิจัย สำนักวิจัยและพัฒนาการจัดการที่ดิน กระทรวงเกษตร  
และสหกรณ์.

กันยรัตน์ บัวราษฎร์; ศุภชัย อำคา; ชัยสิทธิ์ ทองจู และนวรรณ์ อุดมประเสริฐ. 2555. ผลของระบบ

การไถพรวนร่วมกับการใส่อินทรีย์วัตถุในดินต่อการเจริญเติบโตผลผลิต และการกัก

เก็บคาร์บอนในดินของการปลูกข้าวพันธุ์ปทุมธานี 80. ใน เอกสารวิจัยการประชุม

วิชาการแห่งชาติ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ วิทยาเขตกำแพงแสน ครั้งที่ 9. ค้นวันที่ 2

ธันวาคม 2557 จาก [http://researchconference.kps.ku.ac.th/article\\_9/pdf/o\\_plant21.pdf](http://researchconference.kps.ku.ac.th/article_9/pdf/o_plant21.pdf)

คณะสิ่งแวดล้อมและทรัพยากรศาสตร์. 2545. การศึกษาแหล่งกักเก็บก๊าซเรือนกระจกจากภาคป่าไม้

และกิจกรรมการเปลี่ยนแปลงการใช้ประโยชน์ที่ดิน เรื่อง การศึกษาและจัดทำรายงาน  
แห่งชาติว่าด้วยการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ. กรุงเทพมหานคร: เอส พี เอสพีรีน  
ติ้ง.

- เครือวัลย์ บุญเงิน. 2551. การปลูกข้าวโพดหวานในเขตภาคกลางและภาคตะวันตก.เอกสารงานวิจัย  
สำนักวิจัยและพัฒนาการเกษตรเขตที่ 5 กรมวิชาการเกษตร กระทรวงเกษตรและ  
สหกรณ์.
- จักร จักกะพาก และยาซุมะสะ โคยะ. 2526.เครื่องจักรกลเกษตร.กรุงเทพมหานคร: โรงพิมพ์คุรุ  
สภา.
- ทวีศักดิ์ ภู่อำ. 2540.ข้าวโพดหวาน หัวข้อ การปรับปรุงพันธุ์และการปลูกเพื่อการค้า.  
กรุงเทพมหานคร: โอ. เอส. พริ้นติ้งเฮาส์.
- เทวา หมื่นจันทร์. 2555.การปล่อยก๊าซเรือนกระจกจากการหมักในระบบย่อยอาหารสัตว์และการ  
จัดการมูลสัตว์ของฟาร์มปศุสัตว์ในจังหวัดพะเยา.วิทยานิพนธ์ปริญญาโทบริหาร  
มหาวิทยาลัยพะเยา.
- ธีระ เล็กชุลยพร. 2535. นิเวศวิทยาแหล่งน้ำ.กรุงเทพมหานคร: คณะประมง  
มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.
- นงคราญ กาญจนประเสริฐ. 2529. การศึกษาลักษณะวินิจฉัยที่สำคัญในการพัฒนาของดินและ  
ศักยภาพของดินอันดับแอลฟีซอลล์และอินเซปติซอลล์บริเวณลุ่มน้ำแม่กลอง.  
วิทยานิพนธ์ปริญญาโทบริหาร มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.
- นฤภัทร ตั้งมันคงวรกุล. 2557. การผลิตแท่งเชื้อเพลิงจากวัสดุเหลือใช้ในอุตสาหกรรมเกษตร  
และครัวเรือน. วารสารมหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ. 6 (มกราคม-มิถุนายน):  
70-71.
- นาฏสุดา ภูมิงานงค์. 2550. ปริมาณมวลชีวภาพเหนือพื้นดินในรากและคาร์บอนในดินของสวนป่า  
ไม้สัก. วารสารสิ่งแวดล้อมและทรัพยากรธรรมชาติ.5 (1-2): 109-121.
- บรรเจิด พลังกูร. 2543. ทรัพยากรดิน. กรุงเทพมหานคร: กรมพัฒนาที่ดิน กระทรวงเกษตรและ  
สหกรณ์.
- บุญชุม เปี้ยแดง;วรรณ จันทรัง; นารี สุทธิปริดา และเกษมศรี ชับซ้อน. 2526. ปฐพีวิทยา.  
กรุงเทพมหานคร: ศูนย์ฝึกอบรมวิศวกรรมเกษตรปทุมธานี.
- ปฎิภาณ สุทธิกุลบุตร. 2555. การพัฒนาเทคโนโลยีที่เหมาะสมในการจัดการธาตุอาหารลำไยอินทรีย์.  
รายงานการวิจัย เสนอต่อสำนักวิจัยและส่งเสริมวิชาการการเกษตร มหาวิทยาลัย  
แม่โจ้.
- พณีย์ มอญเจริญ และทวีศักดิ์ เวียรศิลป์. 2544. คาร์บอนในดินของประเทศไทย.เอกสารวิจัย กอง  
วิเคราะห์ดิน กรมพัฒนาที่ดิน กระทรวงเกษตรและสหกรณ์.

พจน์ย์ มอญเจริญ. 2547. การใช้ข้อมูลผลการวิเคราะห์ดินเพื่อการปรับปรุงบำรุงดินและการใช้ปุ๋ย.

เอกสารวิชาการ ศูนย์สารสนเทศ กรมพัฒนาที่ดิน กระทรวงเกษตรและสหกรณ์.

ภัทรา ประเสริฐสมบัติ;ศุภิมาชนะจิตต์; สมชัย อนุสนธิ์พรเพิ่ม และเอิบ เขียวรีนรมณ์. 2554. ผลของการไถพรวนต่อสมบัติของดินและผลิตข้าวโพดที่ปลูกบนดินชุดดินวาริน. วารสารแก่นเกษตร.39 (1): 13–24.

มงคล กวางวโรภาส. 2530.เครื่องทุ่นแรงในฟาร์ม. กรุงเทพมหานคร: บริษัท ประชาชน.

ลิขิต พลยศ. 2555. งานวิจัยพลวัตรของคาร์บอนในดินภายใต้การไถพรวนดินแบบต่าง ๆ ของข้าวโพดในชุดดินปากช่อง.กรุงเทพมหานคร: กรมพัฒนาที่ดิน กระทรวงเกษตรและสหกรณ์.

วรวัจน์ อัสครนธิ์ และศศิธร ชุ่มประเสริฐ. 2557. สถานการณ์การผลิตและการแข่งขันทางการค้าข้าวโพดหวานระหว่างประเทศ. ใน รายงานการสัมมนาวิชาการข้าวโพดฝักสด ครั้งที่ 7 ณ อาคารเฉลิมพระเกียรติสมเด็จพระเทพรัตนราชสุดา มหาวิทยาลัยแม่โจ้และศูนย์วิจัยพืชไร่เชียงใหม่ จังหวัดเชียงใหม่ วันที่ 26 – 28 กุมภาพันธ์ 2557.เชียงใหม่: มหาวิทยาลัยแม่โจ้.

วิศรา ไชยวงศ์. 2539. การวัดปริมาณการปล่อยก๊าซเรือนกระจกจากการผลิตถ่าน.วิทยานิพนธ์ปริญญาโทมหาบัณฑิต สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี.

วิรัตน์ ชวาลกุล และเกศินี ระมิงค์วงศ์. 2522. คู่มือปฏิบัติการหลักการพืชสวน. กรุงเทพมหานคร: ภาควิชาพืชสวน คณะเกษตรศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่.

ศิริพร กาทอง และเฉลิม เรืองวิริยะชัย. 2557. การหาปริมาณไนโตรเจน ฟอสฟอรัส และโพแทสเซียมในปุ๋ยอินทรีย์. วารสารวิจัยมหาวิทยาลัยขอนแก่น.14 (ตุลาคม–ธันวาคม): 61–63.

สถาบันสิ่งแวดล้อมไทย. 2554. สารปรับตัว รับมือ การเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ. วารสารสถาบันสิ่งแวดล้อมไทย. 1 (กันยายน–ตุลาคม): 2–3.

สถาพร ใจอารีย์. 2550. งานวิจัยผลกระทบของการเปลี่ยนแปลงการใช้ที่ดินที่มีต่ออินทรีย์คาร์บอนในดินของประเทศไทย.กรุงเทพมหานคร:สำนักงานพัฒนาที่ดินเขต 1 กรมพัฒนาที่ดิน กระทรวงเกษตรและสหกรณ์.

สถาพร ใจอารีย์. 2556. พลวัตรของคาร์บอนในดินภายใต้การไถกลบตอซังข้าวโพดในประเทศไทย. วารสารอนุรักษ์ดินและน้ำ.28 (3): 20–31.

- สาริต อารีรักษ์. 2531. ผลของการจัดการดินโดยใช้การเตรียมดินและการใช้ปุ๋ยที่มีต่อผลผลิตของข้าวโพดที่ปลูกบนชุดดินวารินลพบุรี.วิทยานิพนธ์ปริญญาโทบริหารบัณฑิตมหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.
- สำนักงานนโยบายและแผนทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม. 2553.การเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ. ค้นวันที่ 29 ตุลาคม 2557 จาก <http://www2.onep.go.th/CDM/>
- สำนักงานนโยบายและแผนทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม. ม.ป.ป. ประเด็นท้าทาย ข้อเสนอเชิงนโยบาย และการเจรจาของไทยเรื่องการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศโลก. ค้นวันที่ 30 ตุลาคม 2557 จาก <http://measwatch.org/sites/default/files/bookfile/3.pdf>.
- สำนักวิทยาศาสตร์เพื่อการพัฒนาที่ดิน. 2553. คู่มือการปฏิบัติงานกระบวนการวิเคราะห์ตรวจสอบดินทางเคมี. กรุงเทพมหานคร: กรมพัฒนาที่ดิน กระทรวงเกษตรและสหกรณ์.
- สิริกานดา วัชรไทย. 2551. การศึกษาสมดุลคาร์บอนและการกักเก็บคาร์บอนในดินของสปีดที่ปลูกในดินเหนียวและดินร่วนปนทราย. วิทยานิพนธ์ปริญญาโทบริหารบัณฑิตมหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.
- องค์การบริหารจัดการก๊าซเรือนกระจก. ม.ป.ป. สถานการณ์การเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศของโลก.ค้นวันที่ 14 ธันวาคม 2557 จาก <http://www.tgo.or.th/>.
- อรรถพร พุทธิโส. 2559. การกักเก็บคาร์บอนในดินตัวแทนหลักของภาคตะวันออกเฉียงเหนือ. เอกสารวิจัย การประชุมวิชาการกรมพัฒนาที่ดิน. กระทรวงเกษตรและสหกรณ์.
- อรรถชัย จินตะเวช. 2547. การสะสมคาร์บอน.กรุงเทพมหานคร: ศูนย์วนเกษตรโลก.
- อุเทน จันละบุตร. 2559. ปริมาณคาร์บอนสะสมในดินในพื้นที่เกษตรกรรมในลุ่มน้ำชีตอนกลาง จังหวัดมหาสารคาม.วิทยานิพนธ์ปริญญาโทบริหารบัณฑิต มหาวิทยาลัยสาร คม.
- เอกอนงค์ พึ่งลัดดา. 2552. การกักเก็บคาร์บอนในดินที่ปลูกมันสำปะหลังอินทรีย์ ณ ตำบลมะเกลือใหม่ อำเภอสว่างนิม จังหวัดนครราชสีมา.วิทยานิพนธ์ปริญญาโทบริหารบัณฑิตมหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์.
- เอิบ เขียวรินทร์. 2542. คู่มือปฏิบัติการ การสำรวจดิน.กรุงเทพมหานคร: ภาควิชาปฐพีวิทยา คณะเกษตรศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.
- โอเคเนชั่นออนไลน์. 2554 (20 กรกฎาคม). ข้าวโพดพันธุ์หวาน 55 ณ บ้านหนองสำน อำเภอกุพาน จังหวัดสกลนคร.ค้นวันที่ 11 พฤษภาคม 2557 จาก <http://www.oknation.net/blog/somchoke101/2011/07/20/entry-1>
- American Society for Testing and Materials. 1987a. **Standard Test Method for Moisture in the Analysis Sample (ASTM D3173)**. Pennsylvania, U.S.A.

- American Society for Testing and Materials. 1987b. **Standard Test Method for Ash in the Analysis Sample (ASTM D3174)**. Pennsylvania, U.S.A.
- American Society for Testing and Materials. 1987c. **Standard Practice for Proximate Analysis (ASTM D3172)**. Pennsylvania, U.S.A.
- Balesdent, J.; Mariotti, A. and Boissgonnier, D. 1990. Effect of Tillage on Soil Carbon Mineralization Estimated from C Abundance in Maize Fields. **Journal of Soil Science**. 41 (October): 587 – 96.
- Blake, G. R. and Hartge, K. H. 1986. Bulk Density. In **Methods of Soil Analysis Part I Physical and Mineralogical Methods**. A. Klute, ed. 2<sup>nd</sup> ed. Adison, Wis.: American Society of Agronomy: Crop Science Society of America: Soil Science Society of America. Pp. 363 – 375.
- Bremner, J. M. 1965. Total Nitrogen. In **Method of Soil Analysis, Part 2**. A. L. Page; R. H. Miller and D. R. Keeney, eds. 2<sup>nd</sup> ed. Adison, Wis.: American Society of Agronomy: Crop Science Society of America: Soil Science Society of America. Pp. 1149 – 1237.
- Chidthaisong, A.; Wachrinrat, C; Harvey, N. W. and Lichaikul, N. 2004. Carbon Stocks and CO<sub>2</sub> Exchange in Tropical Soils Under Different Land Use. In **The Joint International Conference on Sustainable Energy and Environment (SEE) Hua Hin Thailand (1 – 3 December 2004)**.
- Elder, J. W. and Lal, R. 2007. Tillage Effects on Physical Properties of Agricultural Organic Soils of North Central Ohio. **Soil and Tillage Research Journal**. 98 (June): 208 – 210.
- Follent, M. C. 2001. Soil Management Concepts and Carbon Sequestration in Cropland Soils. **Soil and Tillage Research Journal**. 6 (October): 77 – 92.
- Galdos, M. V.; Cerri, C. C. and Cerri, C. E. P. 2009. Soil Carbon Contents under Burned and Unburned Sugarcane in Brazil. **Geoderma**. 153 (3 – 4): 347 – 352.
- Graham, M. H.; Haynes, R. F. and Meyer, J. H. 2002. Soil Organic Matter Content and Quality: Effects of Fertilizer Applications, Burning and Trash Retention on a Long – Term Sugarcane Experiment in South Africa. **Soil Biology and Biochemistry**. 34 (March): 93 – 102.

- Hassan, F.U.; Ahmad, M.; Ahmad, N. and Abbasi, M.K. 2007. Effects of Subsoil Compaction on Yield and Yield Attributes of Wheat in the Sub-Humid Region of Pakistan. **Soil and Tillage Research Journal**. 96 (September): 361–366.
- Hoyle, Frances. 2013. **Managing Soil Organic Matter: A Practical Guide**. Kingston, Australia: Grains Research and Development Corporation.
- Intergovernmental Panel on Climate Change. 2014. **Climate Change 2014 Mitigation of Climate Change**. New York: Cambridge University Press.
- Jones, Jr. J.B. and Case, V.W. 1990. Sample, Handling, and Analyzing Plant Tissue Samples. **Journal of Natural Products**. 15 (September): 389–427.
- Matsumoto, N.; Paisancharoen, K. and Hakamoto, T. 2008. Carbon Balance in Maize Fields Under Cattle Manure Application and No-Tillage Cultivation in Northeast Thailand. **Soil Science and Plant Nutrition**. 54 (2): 277–88.
- Pagliai, M.; Vignozzi, N. and Pellegrini, S. 2004. Soil Structure and the Effect of Management Practices. **Soil and Tillage Research Journal**. 79 (February): 131–143.
- Randall, G.W. and Iragavarapu, T.K. 1995. Impact of long-Term Tillage Systems for Continuous Corn on Nitrate Leaching to Tile Drainage. **Journal of Environmental Quality**. 24 (July): 360 – 366.
- Soil Science Society of America. 2008. **What is Carbon Sequestration**. Retrieved June 10, 2015 from <https://dl.sciencesocieties.org/publications/sssaj/articles/78/2/348>
- Tippayachan, H. 2006. The Determination of Carbon Loss by Soil Erosion and Sediment Transport Process in Mea Thang Watershed, RongKwang District, Phrae Province. **Environment and Natural Resources Journal**. 2006 (1–2): 169–175.
- United State Geological Survey. 2006. **Carbon Sequestration (Workshop 1999)**. Retrieved December 2, 2015 from: <http://edcintl.cr.usgs.gov/carbonseq/workshop.html>
- Vanek, Francis M.; Albright, Louis D. and Angenent, Largus T. 2008. **Energy Systems Engineering Evaluation and Implementation**. New York: McGraw–Hill.
- Walkley, A and Black, I.A. 1974. A Critical Examination of a Rapid Method for Determining Organic Carbon in Soils: Effect of Variation in Digestion Conditions and of Inorganics Soil Constituents. **Journal of Soil Science**. 63 (January): 251–264.

- Wattanaprapat, K.; Meesing, I. and Nopmalai, P. 2015. Correlation between Vetiver Root Biomass with Soil Organic Carbon and Co<sub>2</sub> Emission in Agricultural Areas of the Southern Part of Thailand. In **The 6<sup>th</sup> International conference on Vetiver(ICV-6).Danang, Vietnam.**
- Wayne, P.; Daniel, M. and Jessica, S. 2013. **Organic Carbon.** Retrieved December 10, 2015 from <http://www.soilquality.org.au>



ภาคผนวก

ภาคผนวก ก

การเตรียมสารเคมีและตารางการแปรผล

## 1. การเตรียมสารละลายวิเคราะห์ปริมาณอินทรีย์วัตถุในดิน

ขั้นตอนที่ 1 เตรียมสารเคมี มีรายละเอียด ดังนี้

1.1) สารละลายโพแทสเซียมไดโครเมต (Potassium dicromate) 1.00 นอร์มัล โพแทสเซียมไดโครเมต ( $K_2Cr_2O_7$ ) อบที่ 105 องศาเซลเซียส 98.0 กรัม ละลายในน้ำกลั่น ทำให้มีปริมาตร 2.00 ลิตร

1.2) สารละลายเฟอร์รัสแอมโมเนียมซัลเฟต (Ferrous Ammonium Sulphate) 0.500 นอร์มัล เฟอร์รัสแอมโมเนียมซัลเฟต  $[Fe(NH_4)_2(SO_4)_2 \cdot 6H_2O]$  400 กรัม ละลายในน้ำกลั่น พอสมควร เติมกรดซัลฟิวริกเข้มข้นลงไป 50.0 มิลลิลิตร ทำให้มีปริมาตร 2.00 ลิตร

1.3) สารละลายออร์โทฟีแนนทรีนอินดิเคเตอร์ 0.0250 โมล เฟอร์รัสซัลเฟต ( $FeSO_4 \cdot 7H_2O$ ) 0.700 กรัม และออร์โทฟีแนนทรีน (O-phenanthroline) 1.48 กรัม ละลายในน้ำกลั่นทำให้มีปริมาตร 100 มิลลิลิตร

1.4) กรดซัลฟิวริกเข้มข้น (conc.  $H_2SO_4$ )

## 2. ตารางแสดงค่ามาตรฐาน

ตารางที่ ก. 1 ระดับความเป็นกรด – ด่าง (pH) (กรมพัฒนาที่ดิน, 2553: 27)

| ระดับ<br>(Rating)                   | ความเป็นกรด – ด่าง<br>(พิสัย) |
|-------------------------------------|-------------------------------|
| เป็นกรดจัดมาก (Extremely Acid)      | < 4.50                        |
| เป็นกรดจัด (Very Strong Acid)       | 4.50 – 4.80                   |
| เป็นกรดปานกลาง (Moderately Acid)    | 5.20 – 5.80                   |
| เป็นกรดเล็กน้อย (Slightly Acid)     | 6.10 – 6.40                   |
| เป็นกลาง (Near Neutral)             | 7.00                          |
| เป็นด่างอย่างอ่อน (Slightly Alkali) | 7.30 – 7.60                   |
| เป็นด่างปานกลาง (Moderately Alkali) | 8.00                          |

ตารางที่ ก. 2 ระดับอินทรีย์วัตถุ (Organic Matter) (กรมพัฒนาที่ดิน, 2553: 28)

| ระดับ<br>(Rating) | พิสัย<br>(ร้อยละ) | ผลกระทบ                                                                         |
|-------------------|-------------------|---------------------------------------------------------------------------------|
| ต่ำมาก (VL)       | < 0.500           | ธาตุอาหารไม่เพิ่มขึ้น                                                           |
| ต่ำ (L)           | 0.500 – 1.00      | ธาตุอาหารเพิ่มน้อยมาก                                                           |
| ค่อนข้างต่ำ (ML)  | 1.00 – 1.50       | –                                                                               |
| ปานกลาง (M)       | 1.50 – 2.50       | ดินจับตัวและจับธาตุอาหารได้บ้าง พืชดูด<br>ธาตุอาหารได้ง่ายแต่ธาตุอาหารเพิ่มน้อย |
| ค่อนข้างสูง (MH)  | 2.50 – 3.50       | เพิ่มธาตุอาหาร พืชดูดธาตุอาหารดินจับตัว<br>และธาตุอาหาร                         |
| สูง (H)           | 3.50 – 4.50       | ยังสมบัติทางเคมี                                                                |
| สูงมาก (VH)       | > 4.50            | ระว่างการมีไนโตรเจน สารพิษเพิ่มขึ้นและ<br>อาจสูงมากจนเป็นพิษต่อพืชได้           |

ตารางที่ ก. 3 ระดับฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์ในดิน (กรมพัฒนาที่ดิน, 2553: 114)

| ระดับ<br>(Rating) | ปริมาณฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์<br>(มิลลิกรัม/กิโลกรัม) |
|-------------------|-------------------------------------------------------|
| ต่ำมาก            | < 3.00                                                |
| ต่ำ               | 3.00 – 6.00                                           |
| ค่อนข้างต่ำ       | 6.00 – 10.0                                           |
| ปานกลาง           | 10.0 – 15.0                                           |
| ค่อนข้างสูง       | 15.0 – 25.0                                           |
| สูง               | 25.0 – 45.0                                           |
| สูงมาก            | > 45.0                                                |

ตารางที่ ก. 4 ระดับโพแทสเซียมที่เป็นประโยชน์ในดิน (กรมพัฒนาที่ดิน, 2553: 114)

| ระดับ<br>(Rating) | ปริมาณโพแทสเซียมที่เป็นประโยชน์<br>(มิลลิกรัม/กิโลกรัม) |
|-------------------|---------------------------------------------------------|
| ต่ำมาก            | < 30.0                                                  |
| ต่ำ               | 30.0 – 60.0                                             |
| ปานกลาง           | 60.0 – 90.0                                             |
| สูง               | 90.0 – 120                                              |
| สูงมาก            | > 120                                                   |

ตารางที่ ก. 5 ระดับแคลเซียมที่เป็นประโยชน์ในดิน (บรรเจิด พलगูร, 2543: 115)

| ระดับ<br>(Rating) | ปริมาณแคลเซียมที่เป็นประโยชน์<br>(มิลลิกรัม/กิโลกรัม) |
|-------------------|-------------------------------------------------------|
| ต่ำมาก            | < 400                                                 |
| ต่ำ               | 400 – 1,000                                           |
| ปานกลาง           | 1,000 – 2,000                                         |
| สูง               | 2,000 – 4,000                                         |
| สูงมาก            | > 4,000                                               |

ตารางที่ ก. 6 ระดับแมกนีเซียมที่เป็นประโยชน์ในดิน (บรรเจิด พलगูร, 2543: 115)

| ระดับ<br>(Rating) | ปริมาณแมกนีเซียมที่เป็นประโยชน์<br>(มิลลิกรัม/กิโลกรัม) |
|-------------------|---------------------------------------------------------|
| ต่ำมาก            | < 36.0                                                  |
| ต่ำ               | 36.0 – 120                                              |
| ปานกลาง           | 120 – 360                                               |
| สูง               | 360 – 960                                               |
| สูงมาก            | > 960                                                   |

ตารางที่ ก. 7 ระดับของไนโตรเจนในดินสามารถประเมินได้ดังตาราง Kjeldahl Method (บรรเจิด พลาญกูร, 2543: 116)

| ระดับ<br>(Rating) | ความเข้มข้น<br>(ร้อยละ) |
|-------------------|-------------------------|
| ต่ำมาก            | < 0.100                 |
| ต่ำ               | 0.100 – 0.300           |
| ปานกลาง           | 0.300 – 0.600           |
| สูง               | 0.600 – 1.00            |
| สูงมาก            | > 1.0                   |

ตารางที่ ก. 8 เกณฑ์แบ่งระดับความหนาแน่นรวมของดิน (นงคราญ กาญจนประเสริฐ, 2529: 94)

| ระดับ<br>(Rating) | ความหนาแน่นรวม<br>(กรัม/ลูกบาศก์เซนติเมตร) |
|-------------------|--------------------------------------------|
| ต่ำ               | < 1.20                                     |
| ค่อนข้างต่ำ       | 1.20 – 1.40                                |
| ปานกลาง           | 1.40 – 1.60                                |
| ค่อนข้างสูง       | 1.60 – 1.80                                |
| สูง               | 1.80 – 2.00                                |
| สูงมาก            | > 2.00                                     |

ตารางที่ ก. 9 แสดงเกณฑ์การแบ่งกลุ่มของเนื้อดิน (เอิบ เขียวรัตน์, 2542: 78)

| คำเรียกทั่วไป            | ลักษณะเนื้อดิน                 | ชั้นเนื้อดิน                                                                       |
|--------------------------|--------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------|
| ดินทราย<br>(Sandy Soils) | เนื้อหยาบ<br>(Coarse Textured) | ได้แก่ ทรายชนิดต่าง ๆ (ทราย<br>หยาบ ทราย ละเอียด ทราย<br>ละเอียดมาก) ทรายปนดินร่วน |

ตารางที่ ก. 9 (ต่อ)

| คำเรียกทั่วไป               | ลักษณะเนื้อดิน                                    | ชั้นเนื้อดิน                                                                                  |
|-----------------------------|---------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------|
| ดินร่วน<br>(Loamy Soils)    | เนื้อหยาบปานกลาง<br>(Moderately Coarse Textured)  | ชนิดต่าง ๆ (ทรายหยาบปนดินร่วน ทรายปน ดินร่วน ทรายละเอียดปนดินร่วน และทรายละเอียดมากปนดินร่วน) |
|                             | เนื้อปานกลาง<br>(Medium Textured)                 | ได้แก่ ดินร่วนปนทรายหยาบ ดินร่วนปนทราย ดินร่วนปนทรายละเอียด                                   |
|                             | เนื้อละเอียดปานกลาง<br>(Moderately Fine Textured) | ได้แก่ ดินร่วนปนทรายละเอียดมาก ดินร่วน ดินร่วนปนทรายแป้ง และทรายแป้ง                          |
| ดินเหนียว<br>(Clayey Soils) | เนื้อละเอียด<br>(Fine Textured)                   | ได้แก่ ดินร่วนเหนียว ดินร่วนเหนียวปนทราย ดินร่วนเหนียวปนทรายแป้ง                              |
|                             |                                                   | ได้แก่ ดินเหนียวปนทราย ดินเหนียวปนทรายแป้ง และดินเหนียว                                       |

ภาคผนวก ข  
ข้อมูลการทดลอง



ตารางที่ ข. 1 ผลการวิเคราะห์ความหนาแน่นรวมของดิน (Soil Bulk Density) ของแต่ละตำรับ

| จุดเก็บตัวอย่าง<br>(ตำรับ)              |                               | ระยะของชั้นดิน<br>(cm.) | ความหนาแน่นรวมของดิน<br>(Soil Bulk Density) (g/cm <sup>3</sup> ) |
|-----------------------------------------|-------------------------------|-------------------------|------------------------------------------------------------------|
| ไม่มีการไถ<br>พรวน<br>(T <sub>1</sub> ) | T <sub>1</sub> R <sub>1</sub> | 0 – 15.0                | 0.870                                                            |
|                                         |                               | 15.0 – 30.0             | 0.970                                                            |
|                                         | T <sub>1</sub> R <sub>2</sub> | 0 – 15.0                | 1.12                                                             |
|                                         |                               | 15.0 – 30.0             | 1.26                                                             |
|                                         | T <sub>1</sub> R <sub>3</sub> | 0 – 15.0                | 1.03                                                             |
|                                         |                               | 15.0 – 30.0             | 1.07                                                             |
|                                         | T <sub>1</sub> R <sub>4</sub> | 0 – 15.0                | 0.740                                                            |
|                                         |                               | 15.0 – 30.0             | 1.06                                                             |
|                                         | <b>ผลรวมเฉลี่ย</b>            |                         | <b>0 – 15.0</b>                                                  |
|                                         |                               |                         | <b>15 – 30.0</b>                                                 |
| ไถแปรครั้งเดียว<br>(T <sub>2</sub> )    | T <sub>2</sub> R <sub>1</sub> | 0 – 15.0                | 0.980                                                            |
|                                         |                               | 15.0 – 30.0             | 1.15                                                             |
|                                         | T <sub>2</sub> R <sub>2</sub> | 0 – 15.0                | 0.580                                                            |
|                                         |                               | 15.0 – 30.0             | 0.980                                                            |
|                                         | T <sub>2</sub> R <sub>3</sub> | 0 – 15.0                | 0.950                                                            |
|                                         |                               | 15.0 – 30.0             | 1.11                                                             |
|                                         | T <sub>2</sub> R <sub>4</sub> | 0 – 15.0                | 1.02                                                             |
|                                         |                               | 15.0 – 30.0             | 1.04                                                             |
|                                         | <b>ผลรวมเฉลี่ย</b>            |                         | <b>0 – 15.0</b>                                                  |
|                                         |                               |                         | <b>15 – 30.0</b>                                                 |
| พรวน 1 ครั้ง<br>(T <sub>3</sub> )       | T <sub>3</sub> R <sub>1</sub> | 0 – 15.0                | 0.750                                                            |
|                                         |                               | 15.0 – 30.0             | 1.17                                                             |
|                                         | T <sub>3</sub> R <sub>2</sub> | 0 – 15.0                | 0.740                                                            |
|                                         |                               | 15.0 – 30.0             | 0.990                                                            |
|                                         | T <sub>3</sub> R <sub>3</sub> | 0 – 15.0                | 0.840                                                            |
|                                         |                               | 15.0 – 30.0             | 0.970                                                            |
|                                         | T <sub>3</sub> R <sub>4</sub> | 0 – 15.0                | 0.960                                                            |

ตารางที่ ข. 1 (ต่อ)

| จุดเก็บตัวอย่าง<br>(ตำรับ)        |                               | ระยะของชั้นดิน<br>(cm.) | ความหนาแน่นรวมของดิน<br>(Soil Bulk Density) (g/cm <sup>3</sup> ) |
|-----------------------------------|-------------------------------|-------------------------|------------------------------------------------------------------|
| ผลรวมเฉลี่ย                       |                               | 15.0 – 30.0             | 0.980                                                            |
|                                   |                               | <b>0 – 15.0</b>         | <b>0.820</b>                                                     |
|                                   |                               | <b>15.0 – 30.0</b>      | <b>1.03</b>                                                      |
| พรวน 2 ครั้ง<br>(T <sub>4</sub> ) | T <sub>4</sub> R <sub>1</sub> | 0 – 15.0                | 0.830                                                            |
|                                   |                               | 15.0 – 30.0             | 0.970                                                            |
|                                   | T <sub>4</sub> R <sub>2</sub> | 0 – 15.0                | 0.780                                                            |
|                                   |                               | 15 – 30.0               | 0.870                                                            |
|                                   | T <sub>4</sub> R <sub>3</sub> | 0 – 15.0                | 0.900                                                            |
|                                   |                               | 15.0 – 30.0             | 0.980                                                            |
|                                   | T <sub>4</sub> R <sub>4</sub> | 0 – 15.0                | 0.730                                                            |
|                                   |                               | 15.0 – 30.0             | 0.950                                                            |
| ผลรวมเฉลี่ย                       |                               | <b>0 – 15.0</b>         | <b>0.810</b>                                                     |
|                                   |                               | <b>15.0 – 30.0</b>      | <b>0.940</b>                                                     |

ตารางที่ ข. 2 ผลการวิเคราะห์ปริมาณอินทรีย์วัตถุในดิน (Organic Matter: OM)

| จุดเก็บตัวอย่าง<br>(ตำรับ)              |                               | ระยะของชั้นดิน<br>(cm.) | ปริมาณที่วิเคราะห์ได้ (ร้อยละ) |       | อินทรีย์วัตถุในดิน |
|-----------------------------------------|-------------------------------|-------------------------|--------------------------------|-------|--------------------|
|                                         |                               |                         | OM                             | OC    |                    |
| ไม่มีการไถ<br>พรวน<br>(T <sub>1</sub> ) | T <sub>1</sub> R <sub>1</sub> | 0 – 15.0                | 1.35                           | 0.780 | ค่อนข้างต่ำ (ML)   |
|                                         |                               | 15.0 – 30.0             | 1.21                           | 0.700 | ค่อนข้างต่ำ (ML)   |
|                                         | T <sub>1</sub> R <sub>2</sub> | 0 – 15.0                | 1.55                           | 0.900 | ปานกลาง (M)        |
|                                         |                               | 15.0 – 30.0             | 1.27                           | 0.740 | ค่อนข้างต่ำ (ML)   |
|                                         | T <sub>1</sub> R <sub>3</sub> | 0 – 15.0                | 1.56                           | 0.900 | ปานกลาง (M)        |
|                                         |                               | 15.0 – 30.0             | 1.25                           | 0.730 | ค่อนข้างต่ำ (ML)   |
|                                         | T <sub>1</sub> R <sub>4</sub> | 0 – 15.0                | 1.46                           | 0.850 | ค่อนข้างต่ำ (ML)   |

ตารางที่ ข. 2 (ต่อ)

| จุดเก็บตัวอย่าง<br>(ตำรับ)               |                               | ระยะของชั้นดิน<br>(cm.) | ปริมาณที่วิเคราะห์ได้ (ร้อยละ) |              | อินทรีย์วัตถุในดิน      |
|------------------------------------------|-------------------------------|-------------------------|--------------------------------|--------------|-------------------------|
|                                          |                               |                         | OM                             | OC           |                         |
| ผลรวมเฉลี่ย                              |                               | 15.0 – 30.0             | 1.30                           | 0.750        | ค่อนข้างต่ำ (ML)        |
|                                          |                               | <b>0 – 15.0</b>         | <b>1.48</b>                    | <b>0.860</b> | <b>ค่อนข้างต่ำ (ML)</b> |
|                                          |                               | <b>15.0 – 30.0</b>      | <b>1.26</b>                    | <b>0.730</b> | <b>ค่อนข้างต่ำ (ML)</b> |
| ไถแปรครั้ง<br>เดียว<br>(T <sub>2</sub> ) | T <sub>2</sub> R <sub>1</sub> | 0 – 15.0                | 1.05                           | 0.610        | ค่อนข้างต่ำ (ML)        |
|                                          |                               | 15.0 – 30.0             | 1.03                           | 0.600        | ค่อนข้างต่ำ (ML)        |
|                                          | T <sub>2</sub> R <sub>2</sub> | 0 – 15.0                | 1.30                           | 0.750        | ค่อนข้างต่ำ (ML)        |
|                                          |                               | 15.0 – 30.0             | 1.01                           | 0.590        | ค่อนข้างต่ำ (ML)        |
|                                          | T <sub>2</sub> R <sub>3</sub> | 0 – 15.0                | 2.00                           | 1.16         | ปานกลาง (M)             |
|                                          |                               | 15.0 – 30.0             | 1.85                           | 1.07         | ปานกลาง (M)             |
|                                          | T <sub>2</sub> R <sub>4</sub> | 0 – 15.0                | 1.38                           | 0.800        | ค่อนข้างต่ำ (ML)        |
|                                          |                               | 15.0 – 30.0             | 1.04                           | 0.600        | ค่อนข้างต่ำ (ML)        |
|                                          | ผลรวมเฉลี่ย                   | <b>0 – 15.0</b>         | <b>1.43</b>                    | <b>0.830</b> | <b>ค่อนข้างต่ำ (ML)</b> |
|                                          |                               | <b>15.0 – 30.0</b>      | <b>1.23</b>                    | <b>0.710</b> | <b>ค่อนข้างต่ำ (ML)</b> |
| พรวน 1<br>ครั้ง<br>(T <sub>3</sub> )     | T <sub>3</sub> R <sub>1</sub> | 0 – 15.0                | 1.36                           | 0.790        | ค่อนข้างต่ำ (ML)        |
|                                          |                               | 15.0 – 30.0             | 1.21                           | 0.700        | ค่อนข้างต่ำ (ML)        |
|                                          | T <sub>3</sub> R <sub>2</sub> | 0 – 15.0                | 1.47                           | 0.850        | ค่อนข้างต่ำ (ML)        |
|                                          |                               | 15.0 – 30.0             | 1.19                           | 0.690        | ค่อนข้างต่ำ (ML)        |
|                                          | T <sub>3</sub> R <sub>3</sub> | 0 – 15.0                | 1.39                           | 0.810        | ค่อนข้างต่ำ (ML)        |
|                                          |                               | 15.0 – 30.0             | 1.20                           | 0.700        | ค่อนข้างต่ำ (ML)        |
|                                          | T <sub>3</sub> R <sub>4</sub> | 0 – 15.0                | 1.37                           | 0.790        | ค่อนข้างต่ำ (ML)        |
|                                          |                               | 15.0 – 30.0             | 1.24                           | 0.720        | ค่อนข้างต่ำ (ML)        |
|                                          | ผลรวมเฉลี่ย                   | <b>0 – 15.0</b>         | <b>1.39</b>                    | <b>0.810</b> | <b>ค่อนข้างต่ำ (ML)</b> |
|                                          |                               | <b>15.0 – 30.0</b>      | <b>1.21</b>                    | <b>0.700</b> | <b>ค่อนข้างต่ำ (ML)</b> |
| พรวน 2<br>ครั้ง<br>(T <sub>4</sub> )     | T <sub>4</sub> R <sub>1</sub> | 0 – 15.0                | 1.38                           | 0.800        | ค่อนข้างต่ำ (ML)        |
|                                          |                               | 15.0 – 30.0             | 1.20                           | 0.700        | ค่อนข้างต่ำ (ML)        |
|                                          | T <sub>4</sub> R <sub>2</sub> | 0 – 15.0                | 1.37                           | 0.790        | ค่อนข้างต่ำ (ML)        |
|                                          |                               | 15.0 – 30.0             | 1.19                           | 0.690        | ค่อนข้างต่ำ (ML)        |

ตารางที่ ข. 2 (ต่อ)

| จุดเก็บตัวอย่าง<br>(ตำรับ) | ระยะของชั้นดิน<br>(cm.)       | ปริมาณที่วิเคราะห์ได้ (ร้อยละ) |      | อินทรียวัตถุในดิน |                  |
|----------------------------|-------------------------------|--------------------------------|------|-------------------|------------------|
|                            |                               | OM                             | OC   |                   |                  |
| ผลรวมเฉลี่ย                | T <sub>4</sub> R <sub>3</sub> | 0 – 15.0                       | 1.35 | 0.780             | ค่อนข้างต่ำ (ML) |
|                            |                               | 15.0 – 30.0                    | 1.22 | 0.710             | ค่อนข้างต่ำ (ML) |
|                            | T <sub>4</sub> R <sub>4</sub> | 0 – 15.0                       | 1.39 | 0.810             | ค่อนข้างต่ำ (ML) |
|                            |                               | 15.0 – 30.0                    | 1.17 | 0.680             | ค่อนข้างต่ำ (ML) |
|                            |                               | 0 – 15.0                       | 1.37 | 0.800             | ค่อนข้างต่ำ (ML) |
|                            |                               | 15.0 – 30.0                    | 1.20 | 0.690             | ค่อนข้างต่ำ (ML) |
|                            |                               |                                |      |                   |                  |
|                            |                               |                                |      |                   |                  |

ตารางที่ ข. 3 ผลการเปรียบเทียบค่าปริมาณคาร์บอนสะสมในดินแต่ละตำรับ

| จุดเก็บตัวอย่าง<br>(ตำรับ)               |                               | ระยะของชั้น<br>ดิน<br>(cm.) | ความหนาแน่น<br>รวมของดิน<br>(Soil Bulk<br>Density) (g/cm <sup>3</sup> ) | ปริมาณอินทรีย์<br>คาร์บอน<br>(Organic Carbon)<br>(ร้อยละ) | Soil Carbon<br>Stock<br>(Tonnes/Rai) |      |
|------------------------------------------|-------------------------------|-----------------------------|-------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------|--------------------------------------|------|
| ไม่มีการไถ<br>พรวน<br>(T <sub>1</sub> )  | T <sub>1</sub> R <sub>1</sub> | 0 – 15.0                    | 0.870                                                                   | 0.780                                                     | 1.63                                 |      |
|                                          |                               | 15.0 – 30.0                 | 0.970                                                                   | 0.700                                                     | 3.26                                 |      |
|                                          | T <sub>1</sub> R <sub>2</sub> | 0 – 15.0                    | 1.12                                                                    | 0.900                                                     | 2.42                                 |      |
|                                          |                               | 15.0 – 30.0                 | 1.26                                                                    | 0.740                                                     | 4.48                                 |      |
|                                          | T <sub>1</sub> R <sub>3</sub> | 0 – 15.0                    | 1.03                                                                    | 0.900                                                     | 2.22                                 |      |
|                                          |                               | 15.0 – 30.0                 | 1.07                                                                    | 0.730                                                     | 3.75                                 |      |
|                                          | T <sub>1</sub> R <sub>4</sub> | 0 – 15.0                    | 0.740                                                                   | 0.850                                                     | 1.51                                 |      |
|                                          |                               | 15 – 30.0                   | 1.06                                                                    | 0.750                                                     | 3.82                                 |      |
|                                          | ผลรวมเฉลี่ย                   |                             | 0 – 15.0                                                                |                                                           |                                      | 1.95 |
|                                          |                               |                             | 15.0 – 30.0                                                             |                                                           |                                      | 3.83 |
| ไถแปรครั้ง<br>เดียว<br>(T <sub>2</sub> ) | T <sub>2</sub> R <sub>1</sub> | 0 – 15.0                    | 0.980                                                                   | 0.610                                                     | 1.43                                 |      |
|                                          |                               | 15.0 – 30.0                 | 1.15                                                                    | 0.600                                                     | 3.31                                 |      |
|                                          | T <sub>2</sub> R <sub>2</sub> | 0 – 15.0                    | 0.580                                                                   | 0.750                                                     | 1.04                                 |      |
|                                          |                               | 15.0 – 30.0                 | 0.980                                                                   | 0.590                                                     | 2.78                                 |      |

ตารางที่ ข. 3 (ต่อ)

| จุดเก็บตัวอย่าง<br>(ตำรับ)           | ระยะของชั้น<br>ดิน<br>(cm.)   | ความหนาแน่น<br>รวมของดิน<br>(Soil Bulk<br>Density) (g/cm <sup>3</sup> ) | ปริมาณอินทรีย์<br>คาร์บอน<br>(Organic Carbon)<br>(ร้อยละ) | Soil Carbon<br>Stock<br>(Tonnes/Rai) |
|--------------------------------------|-------------------------------|-------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------|--------------------------------------|
|                                      |                               |                                                                         |                                                           |                                      |
| ผลรวมเฉลี่ย                          | T <sub>2</sub> R <sub>3</sub> | 0 – 15.0                                                                | 0.950                                                     | 1.16                                 |
|                                      |                               | 15.0 – 30.0                                                             | 1.11                                                      | 1.07                                 |
|                                      | T <sub>2</sub> R <sub>4</sub> | 0 – 15.0                                                                | 1.02                                                      | 0.800                                |
|                                      |                               | 15.0 – 30.0                                                             | 1.04                                                      | 0.600                                |
|                                      |                               | <b>0 – 15.0</b>                                                         |                                                           | <b>1.77</b>                          |
|                                      |                               | <b>15.0 – 30.0</b>                                                      |                                                           | <b>3.70</b>                          |
|                                      |                               |                                                                         |                                                           |                                      |
|                                      |                               |                                                                         |                                                           |                                      |
|                                      |                               |                                                                         |                                                           |                                      |
|                                      |                               |                                                                         |                                                           |                                      |
| พรวน 1<br>ครั้ง<br>(T <sub>3</sub> ) | T <sub>3</sub> R <sub>1</sub> | 0 – 15.0                                                                | 0.750                                                     | 0.790                                |
|                                      |                               | 15.0 – 30.0                                                             | 1.17                                                      | 0.700                                |
|                                      | T <sub>3</sub> R <sub>2</sub> | 0 – 15.0                                                                | 0.740                                                     | 0.850                                |
|                                      |                               | 15.0 – 30.0                                                             | 0.990                                                     | 0.690                                |
|                                      | T <sub>3</sub> R <sub>3</sub> | 0 – 15.0                                                                | 0.840                                                     | 0.810                                |
|                                      |                               | 15.0 – 30.0                                                             | 0.970                                                     | 0.700                                |
|                                      | T <sub>3</sub> R <sub>4</sub> | 0 – 15.0                                                                | 0.960                                                     | 0.790                                |
|                                      |                               | 15.0 – 30.0                                                             | 0.980                                                     | 0.720                                |
|                                      |                               | <b>0 – 15.0</b>                                                         |                                                           | <b>1.60</b>                          |
|                                      |                               | <b>15.0 – 30.0</b>                                                      |                                                           | <b>3.47</b>                          |
| พรวน 2<br>ครั้ง<br>(T <sub>4</sub> ) | T <sub>4</sub> R <sub>1</sub> | 0 – 15.0                                                                | 0.830                                                     | 0.800                                |
|                                      |                               | 15.0 – 30.0                                                             | 0.970                                                     | 0.700                                |
|                                      | T <sub>4</sub> R <sub>2</sub> | 0 – 15.0                                                                | 0.780                                                     | 0.790                                |
|                                      |                               | 15.0 – 30.0                                                             | 0.870                                                     | 0.690                                |
|                                      | T <sub>4</sub> R <sub>3</sub> | 0 – 15.0                                                                | 0.900                                                     | 0.780                                |
|                                      |                               | 15.0 – 30.0                                                             | 0.980                                                     | 0.710                                |
|                                      | T <sub>4</sub> R <sub>4</sub> | 0 – 15.0                                                                | 0.730                                                     | 0.810                                |
|                                      |                               | 15.0 – 30.0                                                             | 0.950                                                     | 0.680                                |
|                                      |                               | <b>0 – 15.0</b>                                                         |                                                           | <b>1.54</b>                          |
|                                      |                               |                                                                         |                                                           |                                      |

ตารางที่ ข. 3 (ต่อ)

| จุดเก็บตัวอย่าง<br>(ตำรับ) | ระยะของชั้น<br>ดิน<br>(cm.) | ความหนาแน่น<br>รวมของดิน<br>(Soil Bulk<br>Density) (g/cm <sup>3</sup> ) | ปริมาณอินทรีย์<br>คาร์บอน<br>(Organic Carbon)<br>(ร้อยละ) | Soil Carbon<br>Stock<br>(Tonnes/Rai) |
|----------------------------|-----------------------------|-------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------|--------------------------------------|
|                            | 15.0 – 30.0                 |                                                                         |                                                           | 3.15                                 |

ตารางที่ ข. 4 น้ำหนักสดของ ดิน ใบ ราก และฝักของข้าวโพด

| จุดเก็บตัวอย่าง<br>(ตำรับ)           |                               | น้ำหนักสดของพืช (กรัมของน้ำหนักสด/ต้น) |      |       |       |
|--------------------------------------|-------------------------------|----------------------------------------|------|-------|-------|
|                                      |                               | ต้น                                    | ใบ   | ราก   | ฝัก   |
| ไม่มีการไถพรวน<br>(T <sub>1</sub> )  | T <sub>1</sub> R <sub>1</sub> | 18.6                                   | 4.87 | 10.4  | 126   |
|                                      | T <sub>1</sub> R <sub>2</sub> | 37.1                                   | 8.92 | 17.6  | 54.4  |
|                                      | T <sub>1</sub> R <sub>3</sub> | 35.0                                   | 8.00 | 8.93  | 56.7  |
|                                      | T <sub>1</sub> R <sub>4</sub> | 12.1                                   | 4.93 | 12.9  | 45.7  |
|                                      | ผลรวมเฉลี่ย                   | 25.7                                   | 6.68 | 12.5  | 70.7  |
| ไถแปรครั้งเดียว<br>(T <sub>2</sub> ) | T <sub>2</sub> R <sub>1</sub> | 30.4                                   | 12.9 | 16.4  | 86.7  |
|                                      | T <sub>2</sub> R <sub>2</sub> | 25.2                                   | 6.40 | 14.3  | 132.8 |
|                                      | T <sub>2</sub> R <sub>3</sub> | 58.9                                   | 19.6 | 26.5  | 87.1  |
|                                      | T <sub>2</sub> R <sub>4</sub> | 39.6                                   | 15.7 | 14.9  | 160.1 |
|                                      | ผลรวมเฉลี่ย                   | 38.6                                   | 13.7 | 18.0  | 116.7 |
| พรวน 1 ครั้ง<br>(T <sub>3</sub> )    | T <sub>3</sub> R <sub>1</sub> | 26.6                                   | 7.97 | 16.0  | 109.8 |
|                                      | T <sub>3</sub> R <sub>2</sub> | 30.1                                   | 14.1 | 25.3  | 90.9  |
|                                      | T <sub>3</sub> R <sub>3</sub> | 41.9                                   | 5.36 | 10.1  | 121   |
|                                      | T <sub>3</sub> R <sub>4</sub> | 34.4                                   | 13.8 | 8.64  | 61.2  |
|                                      | ผลรวมเฉลี่ย                   | 33.3                                   | 10.3 | 15.0  | 95.7  |
| พรวน 2 ครั้ง<br>(T <sub>4</sub> )    | T <sub>4</sub> R <sub>1</sub> | 32.8                                   | 8.28 | 18.7  | 75.7  |
|                                      | T <sub>4</sub> R <sub>2</sub> | 21.9                                   | 7.93 | 14.1  | 105   |
|                                      | T <sub>4</sub> R <sub>3</sub> | 47.7                                   | 5.51 | 9.72  | 81.2  |
|                                      | T <sub>4</sub> R <sub>4</sub> | 25.5                                   | 9.85 | 22.91 | 82.1  |

ตารางที่ ข. 4 (ต่อ)

| จุดเก็บตัวอย่าง<br>(ตำรับ) | น้ำหนักสดของพืช (กรัมของน้ำหนักสด/ต้น) |      |      |      |
|----------------------------|----------------------------------------|------|------|------|
|                            | ต้น                                    | ใบ   | ราก  | ฝัก  |
| ผลรวมเฉลี่ย                | 32.0                                   | 7.89 | 16.4 | 86.1 |

ตารางที่ ข. 5 น้ำหนักแห้งของ ต้น ใบ ราก และฝักของข้าวโพด

| จุดเก็บตัวอย่าง<br>(ตำรับ)           |                               | น้ำหนักแห้งของพืช (กรัมของน้ำหนักแห้ง/ต้น) |      |      |      |
|--------------------------------------|-------------------------------|--------------------------------------------|------|------|------|
|                                      |                               | ต้น                                        | ใบ   | ราก  | ฝัก  |
| ไม่มีการไถพรวน<br>(T <sub>1</sub> )  | T <sub>1</sub> R <sub>1</sub> | 4.47                                       | 1.59 | 2.41 | 25.9 |
|                                      | T <sub>1</sub> R <sub>2</sub> | 8.03                                       | 2.85 | 4.39 | 15.0 |
|                                      | T <sub>1</sub> R <sub>3</sub> | 8.66                                       | 2.43 | 1.78 | 12.9 |
|                                      | T <sub>1</sub> R <sub>4</sub> | 2.67                                       | 1.61 | 2.96 | 12.5 |
|                                      | ผลรวมเฉลี่ย                   | 5.96                                       | 2.12 | 2.89 | 16.6 |
| ไถแปรครั้งเดียว<br>(T <sub>2</sub> ) | T <sub>2</sub> R <sub>1</sub> | 7.71                                       | 4.82 | 5.20 | 26.4 |
|                                      | T <sub>2</sub> R <sub>2</sub> | 6.88                                       | 2.12 | 2.98 | 36.0 |
|                                      | T <sub>2</sub> R <sub>3</sub> | 15.9                                       | 7.32 | 6.75 | 26.6 |
|                                      | T <sub>2</sub> R <sub>4</sub> | 9.53                                       | 5.34 | 3.83 | 48.6 |
|                                      | ผลรวมเฉลี่ย                   | 10.0                                       | 5.43 | 4.69 | 34.4 |
| พรวน 1 ครั้ง<br>(T <sub>3</sub> )    | T <sub>3</sub> R <sub>1</sub> | 6.47                                       | 2.54 | 3.07 | 30.2 |
|                                      | T <sub>3</sub> R <sub>2</sub> | 8.07                                       | 4.13 | 7.58 | 25.4 |
|                                      | T <sub>3</sub> R <sub>3</sub> | 10.8                                       | 2.25 | 2.97 | 34.2 |
|                                      | T <sub>3</sub> R <sub>4</sub> | 7.37                                       | 3.92 | 1.65 | 17.0 |
|                                      | ผลรวมเฉลี่ย                   | 8.18                                       | 3.21 | 3.82 | 26.7 |
| พรวน 2 ครั้ง<br>(T <sub>4</sub> )    | T <sub>4</sub> R <sub>1</sub> | 7.12                                       | 2.91 | 4.11 | 15.9 |
|                                      | T <sub>4</sub> R <sub>2</sub> | 5.81                                       | 2.67 | 2.92 | 30.1 |
|                                      | T <sub>4</sub> R <sub>3</sub> | 10.8                                       | 2.01 | 2.60 | 22.5 |
|                                      | T <sub>4</sub> R <sub>4</sub> | 6.70                                       | 2.50 | 6.06 | 23.4 |
|                                      | ผลรวมเฉลี่ย                   | 7.60                                       | 2.52 | 3.38 | 23.0 |

ตารางที่ ข. 6 เปอร์เซ็นต์ความชื้นของต้น ใบ ราก และฝักของข้าวโพด

| จุดเก็บตัวอย่าง<br>(ตำรับ)            |                               | ร้อยละความชื้นของพืช<br>(Moisture Content) |      |      |      |
|---------------------------------------|-------------------------------|--------------------------------------------|------|------|------|
|                                       |                               | ต้น                                        | ใบ   | ราก  | ฝัก  |
|                                       |                               |                                            |      |      |      |
| ไม่มีการเถาพรวน<br>(T <sub>1</sub> )  | T <sub>1</sub> R <sub>1</sub> | 76.0                                       | 67.4 | 76.8 | 79.5 |
|                                       | T <sub>1</sub> R <sub>2</sub> | 78.4                                       | 68.0 | 75.1 | 72.4 |
|                                       | T <sub>1</sub> R <sub>3</sub> | 75.2                                       | 69.6 | 80.1 | 77.2 |
|                                       | T <sub>1</sub> R <sub>4</sub> | 77.9                                       | 67.3 | 77.1 | 72.6 |
|                                       | ผลรวมเฉลี่ย                   | 76.9                                       | 68.1 | 77.3 | 75.4 |
| เถาครั้งแรกเดียว<br>(T <sub>2</sub> ) | T <sub>2</sub> R <sub>1</sub> | 74.6                                       | 62.8 | 68.2 | 69.5 |
|                                       | T <sub>2</sub> R <sub>2</sub> | 72.8                                       | 66.9 | 79.2 | 72.9 |
|                                       | T <sub>2</sub> R <sub>3</sub> | 73.0                                       | 62.6 | 74.5 | 69.4 |
|                                       | T <sub>2</sub> R <sub>4</sub> | 75.9                                       | 66.0 | 74.2 | 69.6 |
|                                       | ผลรวมเฉลี่ย                   | 74.1                                       | 64.6 | 74.0 | 70.4 |
| พรวน 1 ครั้ง<br>(T <sub>3</sub> )     | T <sub>3</sub> R <sub>1</sub> | 75.7                                       | 68.1 | 80.8 | 72.5 |
|                                       | T <sub>3</sub> R <sub>2</sub> | 73.2                                       | 70.8 | 70.0 | 72.0 |
|                                       | T <sub>3</sub> R <sub>3</sub> | 74.2                                       | 58.0 | 70.5 | 71.7 |
|                                       | T <sub>3</sub> R <sub>4</sub> | 78.6                                       | 71.5 | 80.9 | 72.3 |
|                                       | ผลรวมเฉลี่ย                   | 75.4                                       | 67.1 | 75.6 | 72.1 |
| พรวน 2 ครั้ง<br>(T <sub>4</sub> )     | T <sub>4</sub> R <sub>1</sub> | 78.3                                       | 64.9 | 78.1 | 78.9 |
|                                       | T <sub>4</sub> R <sub>2</sub> | 73.5                                       | 66.3 | 79.3 | 71.4 |
|                                       | T <sub>4</sub> R <sub>3</sub> | 77.5                                       | 63.5 | 73.2 | 72.2 |
|                                       | T <sub>4</sub> R <sub>4</sub> | 73.7                                       | 74.6 | 73.6 | 71.5 |
|                                       | ผลรวมเฉลี่ย                   | 75.8                                       | 67.3 | 76.0 | 73.5 |



ตารางที่ ข. 7 มวลชีวภาพ (BIOMASS) ของต้น ใบ ราก และฝัก

| จุดเก็บตัวอย่าง<br>(ตำรับ)          |                               | ร้อยละมวลชีวภาพ<br>(Biomass) (กิโลกรัม/ไร่) |             |             |             |
|-------------------------------------|-------------------------------|---------------------------------------------|-------------|-------------|-------------|
|                                     |                               | ต้น                                         | ใบ          | ราก         | ฝัก         |
| ไม่มีการไถพรวน<br>(T <sub>1</sub> ) | T <sub>1</sub> R <sub>1</sub> | 24.0                                        | 32.6        | 23.2        | 20.5        |
|                                     | T <sub>1</sub> R <sub>2</sub> | 21.6                                        | 32.0        | 24.9        | 27.6        |
|                                     | T <sub>1</sub> R <sub>3</sub> | 24.8                                        | 30.4        | 19.9        | 22.8        |
|                                     | T <sub>1</sub> R <sub>4</sub> | 22.1                                        | 32.7        | 22.9        | 27.4        |
|                                     | ผลรวมเฉลี่ย                   | <b>23.1</b>                                 | <b>31.9</b> | <b>22.7</b> | <b>24.6</b> |
| ไถตะกรับเดียว<br>(T <sub>2</sub> )  | T <sub>2</sub> R <sub>1</sub> | 25.4                                        | 37.2        | 31.8        | 30.5        |
|                                     | T <sub>2</sub> R <sub>2</sub> | 27.2                                        | 33.1        | 20.8        | 27.1        |
|                                     | T <sub>2</sub> R <sub>3</sub> | 27.0                                        | 37.4        | 25.5        | 30.6        |
|                                     | T <sub>2</sub> R <sub>4</sub> | 24.1                                        | 34.0        | 25.8        | 30.4        |
|                                     | ผลรวมเฉลี่ย                   | <b>25.9</b>                                 | <b>35.4</b> | <b>26.0</b> | <b>29.6</b> |
| พรวน 1 ครั้ง<br>(T <sub>3</sub> )   | T <sub>3</sub> R <sub>1</sub> | 24.3                                        | 31.9        | 19.2        | 27.5        |
|                                     | T <sub>3</sub> R <sub>2</sub> | 26.8                                        | 29.2        | 29.9        | 28.0        |
|                                     | T <sub>3</sub> R <sub>3</sub> | 25.8                                        | 42.0        | 29.5        | 28.3        |
|                                     | T <sub>3</sub> R <sub>4</sub> | 21.4                                        | 28.5        | 19.1        | 27.7        |
|                                     | ผลรวมเฉลี่ย                   | <b>24.6</b>                                 | <b>32.9</b> | <b>24.4</b> | <b>27.9</b> |
| พรวน 2 ครั้ง<br>(T <sub>4</sub> )   | T <sub>4</sub> R <sub>1</sub> | 21.7                                        | 35.1        | 21.9        | 21.1        |
|                                     | T <sub>4</sub> R <sub>2</sub> | 26.5                                        | 33.7        | 20.7        | 28.6        |
|                                     | T <sub>4</sub> R <sub>3</sub> | 22.5                                        | 36.5        | 26.8        | 27.8        |
|                                     | T <sub>4</sub> R <sub>4</sub> | 26.3                                        | 25.4        | 26.4        | 28.5        |
|                                     | ผลรวมเฉลี่ย                   | <b>24.2</b>                                 | <b>32.7</b> | <b>24.0</b> | <b>26.5</b> |

ตารางที่ ข. 8 น้ำหนักก่อนเผาและหลังเผาของพืชในแต่ละส่วน

| จุดเก็บตัวอย่าง<br>(ตำรับ) |                   | น้ำหนักก่อนเผา (g)            |       |      |      | น้ำหนักหลังเผา (g) |       |        |        |       |
|----------------------------|-------------------|-------------------------------|-------|------|------|--------------------|-------|--------|--------|-------|
|                            |                   | ต้น                           | ใบ    | ราก  | ฝัก  | ต้น                | ใบ    | ราก    | ฝัก    |       |
| ไม่มีการไถพรวน             | (T <sub>1</sub> ) | T <sub>1</sub> R <sub>1</sub> | 1.71  | 1.12 | 1.10 | 1.30               | 0.270 | 0.200  | 0.180  | 0.170 |
|                            |                   | T <sub>1</sub> R <sub>2</sub> | 0.960 | 1.11 | 1.76 | 2.03               | 0.130 | 0.190  | 0.320  | 0.410 |
|                            |                   | T <sub>1</sub> R <sub>3</sub> | 1.96  | 1.01 | 1.60 | 1.63               | 0.330 | 0.150  | 0.210  | 0.250 |
|                            |                   | T <sub>1</sub> R <sub>4</sub> | 1.65  | 1.51 | 1.67 | 1.65               | 0.230 | 0.270  | 0.270  | 0.330 |
| ไถตะกรังเดียว              | (T <sub>2</sub> ) | T <sub>2</sub> R <sub>1</sub> | 1.91  | 1.11 | 2.25 | 1.79               | 0.170 | 0.160  | 0.360  | 0.260 |
|                            |                   | T <sub>2</sub> R <sub>2</sub> | 1.96  | 1.07 | 0.99 | 2.15               | 0.210 | 0.140  | 0.0500 | 0.240 |
|                            |                   | T <sub>2</sub> R <sub>3</sub> | 1.85  | 1.16 | 1.75 | 1.50               | 0.190 | 0.170  | 0.170  | 0.220 |
|                            |                   | T <sub>2</sub> R <sub>4</sub> | 1.44  | 0.86 | 1.50 | 1.94               | 0.110 | 0.0800 | 0.150  | 0.280 |
| พรวน 1 ครั้ง               | (T <sub>3</sub> ) | T <sub>3</sub> R <sub>1</sub> | 1.52  | 1.15 | 0.88 | 1.59               | 0.180 | 0.160  | 0.0600 | 0.240 |
|                            |                   | T <sub>3</sub> R <sub>2</sub> | 1.97  | 1.08 | 1.92 | 1.75               | 0.280 | 0.140  | 0.340  | 0.270 |
|                            |                   | T <sub>3</sub> R <sub>3</sub> | 1.80  | 1.27 | 2.03 | 1.63               | 0.240 | 0.280  | 0.350  | 0.260 |
|                            |                   | T <sub>3</sub> R <sub>4</sub> | 1.57  | 1.05 | 0.73 | 1.76               | 0.140 | 0.0900 | 0.0500 | 0.270 |
| พรวน 2 ครั้ง               | (T <sub>4</sub> ) | T <sub>4</sub> R <sub>1</sub> | 1.79  | 1.09 | 1.87 | 2.47               | 0.180 | 0.200  | 0.210  | 0.250 |
|                            |                   | T <sub>4</sub> R <sub>2</sub> | 1.67  | 1.08 | 2.78 | 1.53               | 0.250 | 0.190  | 0.280  | 0.270 |
|                            |                   | T <sub>4</sub> R <sub>3</sub> | 1.54  | 1.16 | 1.50 | 1.67               | 0.170 | 0.230  | 0.240  | 0.280 |
|                            |                   | T <sub>4</sub> R <sub>4</sub> | 1.84  | 1.01 | 1.52 | 1.81               | 0.270 | 0.0900 | 0.240  | 0.320 |

ตารางที่ ข.9 สารอนินทรีย์ที่อยู่ในพืชแต่ละส่วน

| จุดเก็บตัวอย่าง<br>(ตำรับ) |             | ร้อยละ (Ash) |             |             |             |
|----------------------------|-------------|--------------|-------------|-------------|-------------|
|                            |             | ต้น          | ใบ          | ราก         | ฝัก         |
| ไม่มีสารโพแทสเซียม         | $T_1R_1$    | 15.8         | 17.9        | 16.4        | 13.1        |
|                            | $T_1R_2$    | 13.5         | 17.1        | 18.2        | 20.2        |
|                            | $T_1R_3$    | 16.8         | 14.8        | 13.1        | 15.4        |
|                            | $T_1R_4$    | 13.9         | 17.9        | 16.2        | 20.0        |
|                            | ผลรวมเฉลี่ย | <b>15.0</b>  | <b>16.9</b> | <b>16.0</b> | <b>17.2</b> |
| โพแทสเซียมสูง              | $T_2R_1$    | 8.90         | 14.4        | 16.0        | 14.5        |
|                            | $T_2R_2$    | 10.7         | 13.1        | 5.04        | 11.2        |
|                            | $T_2R_3$    | 10.3         | 14.7        | 9.71        | 14.7        |
|                            | $T_2R_4$    | 7.6          | 9.30        | 10.0        | 14.4        |
|                            | ผลรวมเฉลี่ย | <b>9.38</b>  | <b>12.9</b> | <b>10.2</b> | <b>13.7</b> |
| พรวน 1 ครั้ง               | $T_3R_1$    | 11.8         | 13.9        | 6.82        | 15.1        |
|                            | $T_3R_2$    | 14.2         | 13.0        | 17.7        | 15.4        |
|                            | $T_3R_3$    | 13.3         | 22.0        | 17.2        | 16.0        |
|                            | $T_3R_4$    | 8.9          | 8.55        | 6.84        | 15.3        |
|                            | ผลรวมเฉลี่ย | <b>12.1</b>  | <b>14.4</b> | <b>12.2</b> | <b>15.4</b> |
| พรวน 2 ครั้ง               | $T_4R_1$    | 10.1         | 18.4        | 11.2        | 10.1        |
|                            | $T_4R_2$    | 15.0         | 17.6        | 10.1        | 17.6        |
|                            | $T_4R_3$    | 11.0         | 19.9        | 16.0        | 16.8        |
|                            | $T_4R_4$    | 14.7         | 8.90        | 15.8        | 17.7        |
|                            | ผลรวมเฉลี่ย | <b>12.7</b>  | <b>16.2</b> | <b>13.3</b> | <b>15.6</b> |

ตารางที่ ข. 10 ปริมาณอินทรีย์คาร์บอนในพืชแต่ละส่วน (% Organic Matter)

| จุดเก็บตัวอย่าง<br>(ตำรับ)          |                               | Organic Matter (%) |             |             |             |
|-------------------------------------|-------------------------------|--------------------|-------------|-------------|-------------|
|                                     |                               | ต้น                | ใบ          | ราก         | ฝัก         |
| ไม่มีการไถพรวน<br>(T <sub>1</sub> ) | T <sub>1</sub> R <sub>1</sub> | 8.24               | 14.8        | 6.81        | 7.45        |
|                                     | T <sub>1</sub> R <sub>2</sub> | 8.09               | 14.8        | 6.76        | 7.40        |
|                                     | T <sub>1</sub> R <sub>3</sub> | 7.91               | 15.5        | 6.81        | 7.46        |
|                                     | T <sub>1</sub> R <sub>4</sub> | 8.14               | 14.7        | 6.71        | 7.41        |
|                                     | ผลรวมเฉลี่ย                   | <b>8.10</b>        | <b>15.0</b> | <b>6.77</b> | <b>7.43</b> |
| ไถดะครั้งเดียว<br>(T <sub>2</sub> ) | T <sub>2</sub> R <sub>1</sub> | 16.5               | 22.8        | 15.8        | 15.9        |
|                                     | T <sub>2</sub> R <sub>2</sub> | 16.5               | 20.0        | 15.8        | 16.0        |
|                                     | T <sub>2</sub> R <sub>3</sub> | 16.7               | 22.7        | 15.8        | 15.9        |
|                                     | T <sub>2</sub> R <sub>4</sub> | 16.4               | 24.7        | 15.8        | 16.0        |
|                                     | ผลรวมเฉลี่ย                   | <b>16.5</b>        | <b>22.6</b> | <b>15.8</b> | <b>16.0</b> |
| พรวน 1 ครั้ง<br>(T <sub>3</sub> )   | T <sub>3</sub> R <sub>1</sub> | 12.5               | 18.0        | 12.3        | 12.4        |
|                                     | T <sub>3</sub> R <sub>2</sub> | 12.6               | 16.3        | 12.2        | 12.6        |
|                                     | T <sub>3</sub> R <sub>3</sub> | 12.4               | 19.9        | 12.3        | 12.4        |
|                                     | T <sub>3</sub> R <sub>4</sub> | 12.5               | 20.0        | 12.3        | 12.4        |
|                                     | ผลรวมเฉลี่ย                   | <b>12.5</b>        | <b>18.5</b> | <b>12.3</b> | <b>12.4</b> |
| พรวน 2 ครั้ง<br>(T <sub>4</sub> )   | T <sub>4</sub> R <sub>1</sub> | 11.6               | 16.8        | 10.7        | 11.0        |
|                                     | T <sub>4</sub> R <sub>2</sub> | 11.5               | 16.1        | 10.7        | 10.9        |
|                                     | T <sub>4</sub> R <sub>3</sub> | 11.5               | 16.6        | 10.7        | 11.0        |
|                                     | T <sub>4</sub> R <sub>4</sub> | 11.6               | 16.5        | 10.6        | 10.8        |
|                                     | ผลรวมเฉลี่ย                   | <b>11.6</b>        | <b>16.5</b> | <b>10.7</b> | <b>10.9</b> |

ตารางที่ ข. 11 ปริมาณคาร์บอนในส่วนต่าง ๆ ของพืช

| จุดเก็บตัวอย่าง<br>(ตำรับ)          |                               | ปริมาณคาร์บอน (ตัน/ไร่) |              |              |              |
|-------------------------------------|-------------------------------|-------------------------|--------------|--------------|--------------|
|                                     |                               | ต้น                     | ใบ           | ราก          | ฟัก          |
| ไม่มีการไถพรวน<br>(T <sub>1</sub> ) | T <sub>1</sub> R <sub>1</sub> | 0.200                   | 0.480        | 0.160        | 0.150        |
|                                     | T <sub>1</sub> R <sub>2</sub> | 0.170                   | 0.470        | 0.170        | 0.200        |
|                                     | T <sub>1</sub> R <sub>3</sub> | 0.200                   | 0.470        | 0.140        | 0.170        |
|                                     | T <sub>1</sub> R <sub>4</sub> | 0.180                   | 0.480        | 0.150        | 0.200        |
|                                     | ผลรวมเฉลี่ย                   | <b>0.190</b>            | <b>0.480</b> | <b>0.150</b> | <b>0.180</b> |
| ไถดะครั้งเดียว<br>(T <sub>2</sub> ) | T <sub>2</sub> R <sub>1</sub> | 0.420                   | 0.850        | 0.500        | 0.490        |
|                                     | T <sub>2</sub> R <sub>2</sub> | 0.450                   | 0.660        | 0.330        | 0.430        |
|                                     | T <sub>2</sub> R <sub>3</sub> | 0.450                   | 0.850        | 0.400        | 0.490        |
|                                     | T <sub>2</sub> R <sub>4</sub> | 0.400                   | 0.840        | 0.410        | 0.480        |
|                                     | ผลรวมเฉลี่ย                   | <b>0.430</b>            | <b>0.800</b> | <b>0.410</b> | <b>0.340</b> |
| พรวน 1 ครั้ง<br>(T <sub>3</sub> )   | T <sub>3</sub> R <sub>1</sub> | 0.300                   | 0.570        | 0.240        | 0.340        |
|                                     | T <sub>3</sub> R <sub>2</sub> | 0.340                   | 0.480        | 0.370        | 0.350        |
|                                     | T <sub>3</sub> R <sub>3</sub> | 0.320                   | 0.840        | 0.360        | 0.350        |
|                                     | T <sub>3</sub> R <sub>4</sub> | 0.270                   | 0.570        | 0.230        | 0.340        |
|                                     | ผลรวมเฉลี่ย                   | <b>0.310</b>            | <b>0.610</b> | <b>0.300</b> | <b>0.350</b> |
| พรวน 2 ครั้ง<br>(T <sub>4</sub> )   | T <sub>4</sub> R <sub>1</sub> | 0.250                   | 0.590        | 0.230        | 0.230        |
|                                     | T <sub>4</sub> R <sub>2</sub> | 0.310                   | 0.540        | 0.220        | 0.310        |
|                                     | T <sub>4</sub> R <sub>3</sub> | 0.260                   | 0.610        | 0.290        | 0.300        |
|                                     | T <sub>4</sub> R <sub>4</sub> | 0.300                   | 0.420        | 0.280        | 0.310        |
|                                     | ผลรวมเฉลี่ย                   | <b>0.280</b>            | <b>0.540</b> | <b>0.260</b> | <b>0.290</b> |

ภาคผนวก ค  
การวิเคราะห์ความแปรปรวนทางสถิติ

**ตารางที่ ค. 1** การวิเคราะห์ความแปรปรวนทางสถิติความหนาแน่น ปริมาณอินทรีย์วัตถุ ปริมาณอินทรีย์คาร์บอน และปริมาณคาร์บอนสะสมในดิน ในระดับความลึกของดินที่แตกต่างกัน ได้แก่ 0 – 15.0 เซนติเมตร และ 15.0 – 30.0 เซนติเมตร

## Bulk Density

| SOURCE    | df | SS     | MS     | F     | F.05 | F.01 |
|-----------|----|--------|--------|-------|------|------|
| Treatment | 7  | 0.3222 | 0.0460 | 3.13  | 2.42 | 3.50 |
| A         | 1  | 0.2278 | 0.2278 | 15.48 | 4.26 | 7.82 |
| B         | 3  | 0.0877 | 0.0292 | 1.99  | 3.01 | 4.71 |
| AxB       | 3  | 0.0067 | 0.0022 | 0.15  | 3.01 | 4.71 |
| ERROR     | 24 | 0.3533 | 0.0147 |       |      |      |
| TOTAL     | 31 | 0.6755 | 0.0218 |       |      |      |

Grand Mean = 0.9481 CV = 12.7968

FACTOR A (DEPTH) : D<sub>1</sub> D<sub>2</sub> FACTOR B (TREATMENT) : T<sub>1</sub> T<sub>2</sub> T<sub>3</sub> T<sub>4</sub>

## TWO WAYS TABLE

| A/B | B1   | B2   | B3   | B4   | AVG  |
|-----|------|------|------|------|------|
| A1  | 0.94 | 0.88 | 0.82 | 0.81 | 0.86 |
| A2  | 1.09 | 1.07 | 1.03 | 0.94 | 1.03 |
| AVG | 1.02 | 0.98 | 0.92 | 0.88 | 0.95 |

\*\*\*\*\*

\* DUNCAN'S MULTIPLE-RANGE TEST

\* PROBLEM IDENTIFICATION = FACTOR A

\* NUMBER OF MEANS = 2

\* ERROR DEGREE OF FREEDOM = 12

\* ERROR MEAN SQUARE = 6.0540213068497E-03

\* STANDARD ERROR OF MEAN = 1.94518978939873E-02

| NAME | ID | MEAN      | RANKED AT PROBABILITY LEVEL .01 |
|------|----|-----------|---------------------------------|
| A2   |    | 1.0325000 | A                               |
| A1   |    | .86374999 | B                               |

| NAME | ID | MEAN      | RANKED AT PROBABILITY LEVEL .05 |
|------|----|-----------|---------------------------------|
| A2   |    | 1.0325000 | A                               |
| A1   |    | .86374999 | B                               |

MEANS NOT SHARING LETTER IN COMMON DIFFER SIGNIFICANTLY  
BY DUNCAN'S MULTIPLE RANGE TEST.

#### Organic Matter

| SOURCE    | df | SS     | MS     | F    | F.05 | F.01 |
|-----------|----|--------|--------|------|------|------|
| Treatment | 7  | 0.3451 | 0.0493 | 1.14 | 2.42 | 3.50 |
| A         | 1  | 0.3101 | 0.3101 | 7.15 | 4.26 | 7.82 |
| B         | 3  | 0.0327 | 0.0109 | 0.25 | 3.01 | 4.71 |
| AxB       | 3  | 0.0023 | 0.0008 | 0.02 | 3.01 | 4.71 |
| ERROR     | 24 | 1.0415 | 0.0434 |      |      |      |
| TOTAL     | 31 | 1.3865 | 0.0447 |      |      |      |

Grand Mean = 1.3222      CV = 15.7553

FACTOR A (DEPTH) : D<sub>1</sub> D<sub>2</sub>      FACTOR B (TREATMENT) : T<sub>1</sub> T<sub>2</sub> T<sub>3</sub> T<sub>4</sub>

#### TWO WAYS TABLE

| A/B | B1   | B2   | B3   | B4   | AVG  |
|-----|------|------|------|------|------|
| A1  | 1.48 | 1.43 | 1.40 | 1.37 | 1.42 |
| A2  | 1.26 | 1.23 | 1.21 | 1.20 | 1.22 |
| AVG | 1.37 | 1.33 | 1.30 | 1.28 | 1.32 |



\*\*\*\*\*

```

*      DUNCAN'S MULTIPLE-RANGE TEST
*      PROBLEM IDENTIFICATION          =      FACTOR A
*      NUMBER OF MEANS                  =      2
*      ERROR DEGREE OF FREEDOM          =      12
*      ERROR MEAN SQUARE                 = 6.30296940510533E-03
*      STANDARD ERROR OF MEAN           = 1.98478106555631E-02

```

\*\*\*\*\*

NAME ID MEAN RANKED AT PROBABILITY LEVEL .01

A1 1.4206249 A

A2 1.2237500 B

NAME ID MEAN RANKED AT PROBABILITY LEVEL .05

A1 1.4206249 A

A2 1.2237500 B

MEANS NOT SHARING LETTER IN COMMON DIFFER SIGNIFICANTLY  
BY DUNCAN'S MULTIPLE RANGE TEST.

### Organic Carbon

| SOURCE    | df | SS     | MS     | F    | F.05 | F.01 |
|-----------|----|--------|--------|------|------|------|
| Treatment | 7  | 0.1128 | 0.0161 | 1.11 | 2.42 | 3.50 |
| A         | 1  | 0.1012 | 0.1012 | 6.99 | 4.26 | 7.82 |
| B         | 3  | 0.0108 | 0.0036 | 0.25 | 3.01 | 4.71 |
| AxB       | 3  | 0.0008 | 0.0003 | 0.02 | 3.01 | 4.71 |
| ERROR     | 24 | 0.3477 | 0.0145 |      |      |      |
| TOTAL     | 31 | 0.4605 | 0.0149 |      |      |      |

Grand Mean = 0.7669 CV = 15.6943

FACTOR A (DEPTH) : D<sub>1</sub> D<sub>2</sub> FACTOR B (TREATMENT) : T<sub>1</sub> T<sub>2</sub> T<sub>3</sub> T<sub>4</sub>

# TWO WAYS TABLE

| A/B | B1   | B2   | B3   | B4   | AVG  |
|-----|------|------|------|------|------|
| A1  | 0.86 | 0.83 | 0.81 | 0.80 | 0.82 |
| A2  | 0.73 | 0.72 | 0.70 | 0.69 | 0.71 |
| AVG | 0.79 | 0.77 | 0.76 | 0.74 | 0.77 |

\*\*\*\*\*

```

*      DUNCAN'S MULTIPLE-RANGE TEST
*      PROBLEM IDENTIFICATION           =      FACTOR A
*      NUMBER OF MEANS                   =      2
*      ERROR DEGREE OF FREEDOM           =      12
*      ERROR MEAN SQUARE                 = 2.01670126518394E-03
*      STANDARD ERROR OF MEAN            = 1.12269242926991E-02

```

\*\*\*\*\*

NAME ID MEAN RANKED AT PROBABILITY LEVEL .01

```

A1      .82312500  A
A2      .71062500  B

```

NAME ID MEAN RANKED AT PROBABILITY LEVEL .05

```

A1      .82312500  A
A2      .71062500  B

```

MEANS NOT SHARING LETTER IN COMMON DIFFER SIGNIFICANTLY  
BY DUNCAN'S MULTIPLE RANGE TEST.

## Soil Carbon Stock

| SOURCE    | df | SS      | MS      | F     | F.05 | F.01 |
|-----------|----|---------|---------|-------|------|------|
| Treatment | 7  | 28.0106 | 4.0015  | 10.88 | 2.42 | 3.50 |
| A         | 1  | 26.5356 | 26.5356 | 72.17 | 4.26 | 7.82 |
| B         | 3  | 1.3434  | 0.4478  | 1.22  | 3.01 | 4.71 |
| AxB       | 3  | 0.1316  | 0.0439  | 0.12  | 3.01 | 4.71 |
| ERROR     | 24 | 8.8249  | 0.3677  |       |      |      |
| TOTAL     | 31 | 36.8355 | 1.1882  |       |      |      |

Grand Mean = 2.6231      CV = 23.1169

FACTOR A (DEPTH) : D<sub>1</sub> D<sub>2</sub>      FACTOR B (TREATMENT) : T<sub>1</sub> T<sub>2</sub> T<sub>3</sub> T<sub>4</sub>

## TWO WAYS TABLE

| A/B | B1   | B2   | B3   | B4   | AVG  |
|-----|------|------|------|------|------|
| A1  | 1.95 | 1.77 | 1.59 | 1.54 | 1.71 |
| A2  | 3.83 | 3.70 | 3.47 | 3.14 | 3.53 |
| AVG | 2.89 | 2.73 | 2.53 | 2.34 | 2.62 |

\*\*\*\*\*

```

*      DUNCAN'S MULTIPLE-RANGE TEST
*      PROBLEM IDENTIFICATION           =      FACTOR A
*      NUMBER OF MEANS                   =      2
*      ERROR DEGREE OF FREEDOM           =      12
*      ERROR MEAN SQUARE                  = 4.52695329388841E-02
*      STANDARD ERROR OF MEAN             = .05319159528234

```

\*\*\*\*\*

NAME    ID    MEAN      RANKED AT PROBABILITY LEVEL .01

A2          3.5337499      A

A1            1.7125000        B

| NAME | ID | MEAN      | RANKED AT PROBABILITY LEVEL .05 |
|------|----|-----------|---------------------------------|
| A2   |    | 3.5337499 | A                               |
| A1   |    | 1.7125000 | B                               |

MEANS NOT SHARING LETTER IN COMMON DIFFER SIGNIFICANTLY  
BY DUNCAN'S MULTIPLE RANGE TEST.

**ตารางที่ ค. 2** การวิเคราะห์ความแปรปรวนทางสถิติความหนาแน่น ปริมาณอินทรีย์วัตถุ ปริมาณอินทรีย์คาร์บอน และปริมาณคาร์บอนสะสมในดินในรูปแบบการไถพรวนทั้ง 4 รูปแบบ ได้แก่ ไม่มีการไถพรวน ( $T_1$ ) การไถแปรครั้งเดียว ( $T_2$ ) การพรวนซ้ำ 1 ครั้ง ( $T_3$ ) และการพรวนซ้ำ 2 ครั้ง ( $T_4$ )

Bulk Density

\*\*\*\*\*

|   |                              |   |                      |
|---|------------------------------|---|----------------------|
| * | DUNCAN'S MULTIPLE-RANGE TEST |   |                      |
| * | PROBLEM IDENTIFICATION       | = | FACTOR B             |
| * | NUMBER OF MEANS              | = | 4                    |
| * | ERROR DEGREE OF FREEDOM      | = | 9                    |
| * | ERROR MEAN SQUARE            | = | 2.48736098455057E-02 |
| * | STANDARD ERROR OF MEAN       | = | 5.57602118960125E-02 |

\*\*\*\*\*

| NAME | ID | MEAN      | RANKED AT PROBABILITY LEVEL .01 |
|------|----|-----------|---------------------------------|
| B1   |    | 1.0150000 | A                               |
| B2   |    | .97624999 | A                               |
| B3   |    | .92499999 | A                               |
| B4   |    | .87624999 | A                               |

| NAME | ID | MEAN      | RANKED AT PROBABILITY LEVEL .05 |
|------|----|-----------|---------------------------------|
| B1   |    | 1.0150000 | A                               |
| B2   |    | .97624999 | A                               |
| B3   |    | .92499999 | A                               |
| B4   |    | .87624999 | A                               |

MEANS NOT SHARING LETTER IN COMMON DIFFER SIGNIFICANTLY  
BY DUNCAN'S MULTIPLE RANGE TEST.

#### Organic Matter

\*\*\*\*\*

|   |                              |   |                      |
|---|------------------------------|---|----------------------|
| * | DUNCAN'S MULTIPLE-RANGE TEST |   |                      |
| * | PROBLEM IDENTIFICATION       | = | FACTOR B             |
| * | NUMBER OF MEANS              | = | 4                    |
| * | ERROR DEGREE OF FREEDOM      | = | 9                    |
| * | ERROR MEAN SQUARE            | = | 7.85809117843728E-02 |
| * | STANDARD ERROR OF MEAN       | = | 9.91091013633289E-02 |

\*\*\*\*\*

| NAME | ID | MEAN      | RANKED AT PROBABILITY LEVEL .01 |
|------|----|-----------|---------------------------------|
| B1   |    | 1.3687499 | A                               |
| B2   |    | 1.3324999 | A                               |
| B3   |    | 1.3037500 | A                               |
| B4   |    | 1.2837500 | A                               |

| NAME      | ID | MEAN      | RANKED AT PROBABILITY LEVEL .05 |
|-----------|----|-----------|---------------------------------|
| B1        |    | 1.3687499 | A                               |
| B2        |    | 1.3324999 | A                               |
| B3        |    | 1.3037500 | A                               |
| <b>B4</b> |    | 1.2837500 | A                               |

MEANS NOT SHARING LETTER IN COMMON DIFFER SIGNIFICANTLY  
BY DUNCAN'S MULTIPLE RANGE TEST.

#### Organic Carbon

\*\*\*\*\*

|   |                              |   |                      |
|---|------------------------------|---|----------------------|
| * | DUNCAN'S MULTIPLE-RANGE TEST |   |                      |
| * | PROBLEM IDENTIFICATION       | = | FACTOR B             |
| * | NUMBER OF MEANS              | = | 4                    |
| * | ERROR DEGREE OF FREEDOM      | = | 9                    |
| * | ERROR MEAN SQUARE            | = | 2.61097241454655E-02 |
| * | STANDARD ERROR OF MEAN       | = | 5.71289376602015E-02 |

\*\*\*\*\*

| NAME | ID | MEAN | RANKED AT PROBABILITY LEVEL .01 |
|------|----|------|---------------------------------|
|------|----|------|---------------------------------|

|    |  |           |   |
|----|--|-----------|---|
| B1 |  | .79374999 | A |
| B2 |  | .77250000 | A |
| B3 |  | .75625000 | A |
| B4 |  | .74499999 | A |

| NAME | ID | MEAN | RANKED AT PROBABILITY LEVEL .05 |
|------|----|------|---------------------------------|
|------|----|------|---------------------------------|

|    |  |           |   |
|----|--|-----------|---|
| B1 |  | .79374999 | A |
| B2 |  | .77250000 | A |
| B3 |  | .75625000 | A |
| B4 |  | .74499999 | A |

MEANS NOT SHARING LETTER IN COMMON DIFFER SIGNIFICANTLY  
BY DUNCAN'S MULTIPLE RANGE TEST

## Soil Carbon Stock

\*\*\*\*\*

|   |                              |   |                  |
|---|------------------------------|---|------------------|
| * | DUNCAN'S MULTIPLE-RANGE TEST |   |                  |
| * | PROBLEM IDENTIFICATION       | = | FACTOR B         |
| * | NUMBER OF MEANS              | = | 4                |
| * | ERROR DEGREE OF FREEDOM      | = | 9                |
| * | ERROR MEAN SQUARE            | = | .612468082339234 |
| * | STANDARD ERROR OF MEAN       | = | .276692085706122 |

\*\*\*\*\*

| NAME | ID | MEAN | RANKED AT PROBABILITY LEVEL .01 |
|------|----|------|---------------------------------|
|------|----|------|---------------------------------|

|    |  |           |   |
|----|--|-----------|---|
| B1 |  | 2.8862500 | A |
|----|--|-----------|---|

|    |  |           |   |
|----|--|-----------|---|
| B2 |  | 2.7324999 | A |
|----|--|-----------|---|

|    |  |           |   |
|----|--|-----------|---|
| B3 |  | 2.5300000 | A |
|----|--|-----------|---|

|    |  |           |   |
|----|--|-----------|---|
| B4 |  | 2.3437499 | A |
|----|--|-----------|---|

| NAME | ID | MEAN | RANKED AT PROBABILITY LEVEL .05 |
|------|----|------|---------------------------------|
|------|----|------|---------------------------------|

|    |  |           |   |
|----|--|-----------|---|
| B1 |  | 2.8862500 | A |
|----|--|-----------|---|

|    |  |           |   |
|----|--|-----------|---|
| B2 |  | 2.7324999 | A |
|----|--|-----------|---|

|    |  |           |   |
|----|--|-----------|---|
| B3 |  | 2.5300000 | A |
|----|--|-----------|---|

|    |  |           |   |
|----|--|-----------|---|
| B4 |  | 2.3437499 | A |
|----|--|-----------|---|

MEANS NOT SHARING LETTER IN COMMON DIFFER SIGNIFICANTLY  
BY DUNCAN'S MULTIPLE RANGE TEST.

**ตารางที่ ค. 3** การวิเคราะห์ความแปรปรวนทางสถิติระหว่างระดับความลึกดินและรูปแบบการไถ  
พรวนที่มีผลต่อความหนาแน่น ปริมาณอินทรีย์วัตถุ ปริมาณอินทรีย์คาร์บอน และ  
ปริมาณคาร์บอนสะสมในดิน

#### Bulk Density

\*\*\*\*\*

```

*      DUNCAN'S MULTIPLE-RANGE TEST
*      PROBLEM IDENTIFICATION          = INTERACTION AB
*      NUMBER OF MEANS                  =      8
*      ERROR DEGREE OF FREEDOM          =      3
*      ERROR MEAN SQUARE                = 1.01069887452619E-02
*      STANDARD ERROR OF MEAN          = 5.02667602528298E-02

```

\*\*\*\*\*

| NAME | ID | MEAN      | RANKED AT PROBABILITY LEVEL .01 |
|------|----|-----------|---------------------------------|
| T1R2 |    | 1.0900000 | A                               |
| T2R2 |    | 1.0699999 | A                               |
| T3R2 |    | 1.0275000 | A                               |
| T4R2 |    | .94250001 | A                               |
| T1R1 |    | .93999999 | A                               |
| T2R1 |    | .88249999 | A                               |
| T3R1 |    | .82249999 | A                               |
| T4R1 |    | .80999998 | A                               |

| NAME | ID | MEAN      | RANKED AT PROBABILITY LEVEL .05 |
|------|----|-----------|---------------------------------|
| T1R2 |    | 1.0900000 | A                               |
| T2R2 |    | 1.0699999 | A                               |
| T3R2 |    | 1.0275000 | AB                              |
| T4R2 |    | .94250001 | AB                              |
| T1R1 |    | .93999999 | AB                              |
| T2R1 |    | .88249999 | AB                              |
| T3R1 |    | .82249999 | B                               |



T4R1 .80999998 B

MEANS NOT SHARING LETTER IN COMMON DIFFER SIGNIFICANTLY  
BY DUNCAN'S MULTIPLE RANGE TEST.

#### Organic Matter

\*\*\*\*\*

```

*      DUNCAN'S MULTIPLE-RANGE TEST
*      PROBLEM IDENTIFICATION          = INTERACTION AB
*      NUMBER OF MEANS                  =      8
*      ERROR DEGREE OF FREEDOM          =      3
*      ERROR MEAN SQUARE                 = 3.54484292896334E-03
*      STANDARD ERROR OF MEAN           = 2.97692917658589E-02

```

\*\*\*\*\*

NAME ID MEAN RANKED AT PROBABILITY LEVEL .01

|      |           |    |
|------|-----------|----|
| T1R1 | 1.4799999 | A  |
| T2R1 | 1.4324999 | AB |
| T3R1 | 1.3975000 | AB |
| T4R1 | 1.3725000 | AB |
| T1R2 | 1.2574999 | AB |
| T2R2 | 1.2324999 | AB |
| T3R2 | 1.2100000 | B  |
| T4R2 | 1.1950000 | B  |

NAME ID MEAN RANKED AT PROBABILITY LEVEL .05

|      |           |    |
|------|-----------|----|
| T1R1 | 1.4799999 | A  |
| T2R1 | 1.4324999 | A  |
| T3R1 | 1.3975000 | A  |
| T4R1 | 1.3725000 | AB |
| T1R2 | 1.2574999 | BC |

|      |           |   |
|------|-----------|---|
| T2R2 | 1.2324999 | C |
| T3R2 | 1.2100000 | C |
| T4R2 | 1.1950000 | C |

MEANS NOT SHARING LETTER IN COMMON DIFFER SIGNIFICANTLY  
BY DUNCAN'S MULTIPLE RANGE TEST.

#### Organic Carbon

\*\*\*\*\*

|   |                              |                        |
|---|------------------------------|------------------------|
| * | DUNCAN'S MULTIPLE-RANGE TEST |                        |
| * | PROBLEM IDENTIFICATION       | = INTERACTION AB       |
| * | NUMBER OF MEANS              | = 8                    |
| * | ERROR DEGREE OF FREEDOM      | = 3                    |
| * | ERROR MEAN SQUARE            | = 1.16387754612369E-03 |
| * | STANDARD ERROR OF MEAN       | = 1.70578247889619E-02 |

\*\*\*\*\*

| NAME | ID | MEAN      | RANKED AT PROBABILITY LEVEL .01 |
|------|----|-----------|---------------------------------|
| T1R1 |    | .85749998 | A                               |
| T2R1 |    | .82999999 | AB                              |
| T3R1 |    | .81000001 | AB                              |
| T4R1 |    | .79500000 | AB                              |
| T1R2 |    | .73000000 | AB                              |
| T2R2 |    | .71500001 | AB                              |
| T3R2 |    | .70250000 | B                               |
| T4R2 |    | .69499999 | B                               |

| NAME | ID | MEAN      | RANKED AT PROBABILITY LEVEL .05 |
|------|----|-----------|---------------------------------|
| T1R1 |    | .85749998 | A                               |

|      |           |    |
|------|-----------|----|
| T2R1 | .82999999 | A  |
| T3R1 | .81000001 | A  |
| T4R1 | .79500000 | AB |
| T1R2 | .73000000 | BC |
| T2R2 | .71500001 | C  |
| T3R2 | .70250000 | C  |
| T4R2 | .69499999 | C  |

MEANS NOT SHARING LETTER IN COMMON DIFFER SIGNIFICANTLY  
BY DUNCAN'S MULTIPLE RANGE TEST.

#### Soil Carbon Stock

\*\*\*\*\*

|   |                              |                    |
|---|------------------------------|--------------------|
| * | DUNCAN'S MULTIPLE-RANGE TEST |                    |
| * | PROBLEM IDENTIFICATION       | = INTERACTION AB   |
| * | NUMBER OF MEANS              | = 8                |
| * | ERROR DEGREE OF FREEDOM      | = 3                |
| * | ERROR MEAN SQUARE            | = .15890734505254  |
| * | STANDARD ERROR OF MEAN       | = .199315920746776 |

\*\*\*\*\*

| NAME | ID | MEAN      | RANKED AT PROBABILITY LEVEL .01 |
|------|----|-----------|---------------------------------|
| T1R2 |    | 3.8274999 | A                               |
| T2R2 |    | 3.6974999 | A                               |
| T3R2 |    | 3.4650000 | AB                              |
| T4R2 |    | 3.1449999 | ABC                             |
| T1R1 |    | 1.9450000 | BC                              |
| T2R1 |    | 1.7675000 | BC                              |
| T3R1 |    | 1.5949999 | C                               |
| T4R1 |    | 1.5424999 | C                               |

| NAME | ID | MEAN      | RANKED AT PROBABILITY LEVEL .05 |
|------|----|-----------|---------------------------------|
| T1R2 |    | 3.8274999 | A                               |
| T2R2 |    | 3.6974999 | A                               |
| T3R2 |    | 3.4650000 | A                               |
| T4R2 |    | 3.1449999 | A                               |
| T1R1 |    | 1.9450000 | B                               |
| T2R1 |    | 1.7675000 | B                               |
| T3R1 |    | 1.5949999 | B                               |
| T4R1 |    | 1.5424999 | B                               |

MEANS NOT SHARING LETTER IN COMMON DIFFER SIGNIFICANTLY  
BY DUNCAN'S MULTIPLE RANGE TEST.

**ตารางที่ ค. 4** การวิเคราะห์ความแปรปรวนทางสถิติมวลชีวภาพแห้งและปริมาณคาร์บอนในแต่ละ  
ส่วนของพืชภายใต้รูปแบบการไถพรวนทั้ง 4 รูปแบบ ได้แก่ ไม่มีการไถพรวน ( $T_1$ )  
ไถแปรครั้งเดียว ( $T_2$ ) พรวน 1 ครั้ง ( $T_3$ ) และพรวน 2 ครั้ง ( $T_4$ )

#### Biomass

| SOURCE    | df | SS        | MS       | F     | F.05 | F.01 |
|-----------|----|-----------|----------|-------|------|------|
| Treatment | 15 | 958.9594  | 63.9306  | 5.51  | 1.92 | 2.52 |
| A         | 3  | 110.8620  | 36.9540  | 3.19  | 2.84 | 4.31 |
| B         | 3  | 838.3457  | 279.4486 | 24.10 | 2.84 | 4.31 |
| AxB       | 9  | 9.7517    | 1.0835   | 0.09  | 2.11 | 2.89 |
| ERROR     | 48 | 556.6757  | 11.5974  |       |      |      |
| TOTAL     | 63 | 1515.6351 | 24.0577  |       |      |      |

Grand Mean = 27.2778 CV = 12.4845

FACTOR A (TREATMENT) : T<sub>1</sub> T<sub>2</sub> T<sub>3</sub> T<sub>4</sub>

FACTOR B (PLANTS) : B1(STEM) B2(LEAF) B3(ROOT) B4(CORNCOB)

#### TWO WAYS TABLE

| A/B | B1    | B2    | B3    | B4    | AVERAGE |
|-----|-------|-------|-------|-------|---------|
| A1  | 23.12 | 31.91 | 22.73 | 24.59 | 25.59   |
| A2  | 25.91 | 35.44 | 25.96 | 29.64 | 29.24   |
| A3  | 24.57 | 32.90 | 24.43 | 27.88 | 27.44   |
| A4  | 24.25 | 32.67 | 23.97 | 26.47 | 26.84   |
| AVG | 24.46 | 33.23 | 24.27 | 27.15 | 27.28   |

\*\*\*\*\*

```

*      DUNCAN'S MULTIPLE-RANGE TEST
*
*      PROBLEM IDENTIFICATION           =      FACTOR A
*
*      NUMBER OF MEANS                   =      4
*
*      ERROR DEGREE OF FREEDOM           =      48
*
*      ERROR MEAN SQUARE                 =      11.5974107743659
*
*      STANDARD ERROR OF MEAN            =      .851374285140132

```

\*\*\*\*\*

NAME ID MEAN RANKED AT PROBABILITY LEVEL .01

```

A2      29.240000  A
A3      27.444374  AB
A4      26.839999  AB
A1      25.586875  B

```

NAME ID MEAN RANKED AT PROBABILITY LEVEL .05

```

A2      29.240000  A
A3      27.444374  AB
A4      26.839999  AB

```

A1                      25.586875                      B

MEANS NOT SHARING LETTER IN COMMON DIFFER SIGNIFICANTLY  
BY DUNCAN'S MULTIPLE RANGE TEST.

ปริมาณคาร์บอนในพืช

| SOURCE    | df | SS     | MS     | F     | F.05 | F.01 |
|-----------|----|--------|--------|-------|------|------|
| Treatment | 15 | 0.7095 | 0.0473 | 15.98 | 1.92 | 2.52 |
| A         | 3  | 0.6507 | 0.2169 | 73.28 | 2.84 | 4.31 |
| B         | 3  | 0.0189 | 0.0063 | 2.13  | 2.84 | 4.31 |
| AxB       | 9  | 0.0398 | 0.0044 | 1.49  | 2.11 | 2.89 |
| ERROR     | 45 | 0.1332 | 0.0030 |       |      |      |
| TOTAL     | 63 | 1.9848 | 0.0315 |       |      |      |

Grand Mean    = 0.3775                      CV = 14.4121

FACTOR A (TREATMENT) : T<sub>1</sub> T<sub>2</sub> T<sub>3</sub> T<sub>4</sub>

FACTOR B (PLANTS) : B1(STEM) B2(LEAF) B3(ROOT) B4(CORNCOB)

TWO WAYS TABLE

| A/B | B1   | B2   | B3   | B4   | AVERAGE |
|-----|------|------|------|------|---------|
| A1  | 0.25 | 0.25 | 0.25 | 0.25 | 0.25    |
| A2  | 0.57 | 0.47 | 0.55 | 0.53 | 0.53    |
| A3  | 0.36 | 0.38 | 0.47 | 0.35 | 0.39    |
| A4  | 0.32 | 0.35 | 0.37 | 0.33 | 0.34    |
| AVG | 0.38 | 0.36 | 0.41 | 0.37 | 0.38    |

\*\*\*\*\*

```

*      DUNCAN'S MULTIPLE-RANGE TEST
*      PROBLEM IDENTIFICATION          =      FACTOR A
*      NUMBER OF MEANS                  =      4
*      ERROR DEGREE OF FREEDOM          =      45
*      ERROR MEAN SQUARE                = 2.95999293863708E-03
*      STANDARD ERROR OF MEAN           = 1.36014542849218E-02

```

\*\*\*\*\*

| NAME | ID | MEAN      | RANKED AT PROBABILITY LEVEL .01 |
|------|----|-----------|---------------------------------|
| A2   |    | .52812500 | A                               |
| A3   |    | .39187499 | B                               |
| A4   |    | .34062500 | B                               |
| A1   |    | .24937500 | C                               |

| NAME | ID | MEAN      | RANKED AT PROBABILITY LEVEL .05 |
|------|----|-----------|---------------------------------|
| A2   |    | .52812500 | A                               |
| A3   |    | .39187499 | B                               |
| A4   |    | .34062500 | C                               |
| A1   |    | .24937500 | D                               |

MEANS NOT SHARING LETTER IN COMMON DIFFER SIGNIFICANTLY  
BY DUNCAN'S MULTIPLE RANGE TEST.

ตารางที่ ค. 5 การวิเคราะห์ความแปรปรวนทางสถิติมวลชีวภาพแห้งและปริมาณคาร์บอนในแต่ละส่วนของพืช ได้แก่ ลำต้น ใบ ราก และฝัก

Biomass

\*\*\*\*\*

|   |                              |   |                  |
|---|------------------------------|---|------------------|
| * | DUNCAN'S MULTIPLE-RANGE TEST |   |                  |
| * | PROBLEM IDENTIFICATION       | = | FACTOR B         |
| * | NUMBER OF MEANS              | = | 4                |
| * | ERROR DEGREE OF FREEDOM      | = | 36               |
| * | ERROR MEAN SQUARE            | = | 10.8474508421762 |
| * | STANDARD ERROR OF MEAN       | = | .823386712083705 |

\*\*\*\*\*

| NAME | ID | MEAN      | RANKED AT PROBABILITY LEVEL .01 |
|------|----|-----------|---------------------------------|
| B2   |    | 33.229375 | A                               |
| B4   |    | 27.146874 | B                               |
| B1   |    | 24.463750 | B                               |
| B3   |    | 24.271250 | B                               |

| NAME | ID | MEAN      | RANKED AT PROBABILITY LEVEL .05 |
|------|----|-----------|---------------------------------|
| B2   |    | 33.229375 | A                               |
| B4   |    | 27.146874 | B                               |
| B1   |    | 24.463750 | C                               |
| B3   |    | 24.271250 | C                               |

MEANS NOT SHARING LETTER IN COMMON DIFFER SIGNIFICANTLY  
BY DUNCAN'S MULTIPLE RANGE TEST



## ปริมาณคาร์บอนในพืช

\*\*\*\*\*

```

*      DUNCAN'S MULTIPLE-RANGE TEST

*      PROBLEM IDENTIFICATION          =      FACTOR B
*      NUMBER OF MEANS                  =      4
*      ERROR DEGREE OF FREEDOM          =      36
*      ERROR MEAN SQUARE                 = 4.50001046558334E-03
*      STANDARD ERROR OF MEAN           = 1.67705293327002E-02

```

\*\*\*\*\*

| NAME | ID | MEAN | RANKED AT PROBABILITY LEVEL .01 |
|------|----|------|---------------------------------|
|------|----|------|---------------------------------|

|    |  |           |   |
|----|--|-----------|---|
| B3 |  | .40625000 | A |
|----|--|-----------|---|

|    |  |           |   |
|----|--|-----------|---|
| B1 |  | .37500000 | A |
|----|--|-----------|---|

|    |  |           |   |
|----|--|-----------|---|
| B4 |  | .36624999 | A |
|----|--|-----------|---|

|    |  |           |   |
|----|--|-----------|---|
| B2 |  | .36250000 | A |
|----|--|-----------|---|

| NAME | ID | MEAN | RANKED AT PROBABILITY LEVEL .05 |
|------|----|------|---------------------------------|
|------|----|------|---------------------------------|

|    |  |           |   |
|----|--|-----------|---|
| B3 |  | .40625000 | A |
|----|--|-----------|---|

|    |  |           |   |
|----|--|-----------|---|
| B1 |  | .37500000 | A |
|----|--|-----------|---|

|    |  |           |   |
|----|--|-----------|---|
| B4 |  | .36624999 | A |
|----|--|-----------|---|

|    |  |           |   |
|----|--|-----------|---|
| B2 |  | .36250000 | A |
|----|--|-----------|---|

MEANS NOT SHARING LETTER IN COMMON DIFFER SIGNIFICANTLY  
BY DUNCAN'S MULTIPLE RANGE TEST

ภาคผนวก ง

ภาพการเก็บข้อมูลและอุปกรณ์ที่ใช้ในการทดลอง



ภาพที่ ง. 1 การเตรียมแปลงโดยรถไถขนาดเล็กในพื้นที่ จังหวัดลพบุรี



ภาพที่ ง. 2 แบ่งเป็นแปลงย่อยจำนวน 16 แปลง ขนาด 2.00 x 2.00 ม.





ภาพที่ ง. 3 อุปกรณ์เก็บตัวอย่างดิน



ภาพที่ ง. 4 การเก็บตัวอย่างดินเพื่อนำไปวิเคราะห์



ภาพที่ ง.5 ตัวอย่างพืชในส่วน ลำต้น ใบ ราก และฝัก



ภาพที่ ง.6 การอบตัวอย่างในตู้อบที่อุณหภูมิ 80.0 °C เป็นเวลา 48 ชั่วโมง





ภาพที่ ง. 7 นำถ้วย (Crusible) ใส่ในโถดูดความชื้น และชั่งน้ำหนักตัวอย่างก่อนทำการเผา



ภาพที่ ง. 8 นำตัวอย่างใส่ เตาเผา (Muffer Furnace)

## ประวัติผู้เขียน

ชื่อ ชื่อสกุล

นางสาวสุนิสา จันสารี

ประวัติการศึกษา

วิทยาศาสตรบัณฑิต

มหาวิทยาลัยมหิดล

ปีสำเร็จการศึกษา พ.ศ. 2556

ประสบการณ์ทำงาน

พ.ศ. 2558 – ปัจจุบัน

นักวิชาการส่งเสริมการเกษตร

กรมส่งเสริมการเกษตร

กระทรวงเกษตรและสหกรณ์