

ศึกษาวิธีการจัดการปุ๋ยและน้ำอย่างเหมาะสมเพื่อเพิ่มการกักเก็บคาร์บอนไว้ในดิน
ในระบบการผลิตข้าวโพดเลี้ยงสัตว์

Study on Appropriate Fertilizer and Water Management Practices to Increase
Carbon Sequestration in Soil on Maize Production System

ดาวรุ่ง คงเทียน^{1/} สุทัศน์ย์ วงศ์ศุภไทย^{1/} กอบเกียรติ ไพศาลเจริญ^{2/} ศุภกาญจน์ ล้วนมณี^{3/}
อภิชาติ สุพรรณรัตน์^{1/}
Daorung Kongtien^{1/} Sutatsane Vongsupathai^{1/} Kobkiet Paisancharoen^{2/}
Suphakarn Luanmanee^{3/} Apchat Suphumnat^{1/}

Abstract

Fertilizer and water management practices to increase carbon sequestration in soil on maize production system was studied on Lop Buri soil series at Nakhon Sawan Field Crops Research Center- Takfa, Nakhon Sawan in 2014-2016. The objective was to find out fertilizer and water management as appropriate to increase carbon sequestration in soil on maize production system. The experimental design was a split-plot with 2 treatment factors: five fertilizer management and two water management treatments, 4 replications was employed. The results in 2014 showed that water management significantly and the average of maximum maize productivity was obtained 1,073 kg/rai at the supplemental water requirements of the plant by drip irrigation treatment. Significantly different on maize productivity was not found among five fertilizer management and the average of maximum maize productivity was obtained 1,005 kg/rai at the application of combination of chemical fertilizer at a rate of 10-10-15 kg N-P₂O₅-K₂O/rai and chicken manure rate 1,000 kg/rai. The total carbon dioxide emission from the soil surface at 102 days showed different between no water (rain-fed condition as control) and Supplemental water requirements of the plant by drip irrigation were 616 and 575 g CO₂/m², respectively. The total CO₂ emission from the soil surface under the fertilizer management was high at 551 g CO₂/m². whilst, in bare soil outside the cropping area also showed that The CO₂ emission at 348 g CO₂/m². In 2015, The average of maximum maize productivity were found not significant differences in statistically in every water management. However, the supplemental water requirements of the plant by drip irrigation treatment gave the higher yield was 1,173 kg/rai. Significantly different on maize productivity was found among five fertilizer management and the average of maximum maize productivity was obtained 1,257 kg/rai at the application of combination of chemical fertilizer at a rate of 15-15-7.5 kg N-P₂O₅-K₂O/rai and chicken manure treatment at a rate

รหัสทะเบียนวิจัย 03-16-57-02-01-00-03-57

^{1/} ศูนย์วิจัยพืชไร่นครสวรรค์

^{1/} Nakhon Sawan Field Crops Research Center

^{2/} สถาบันวิจัยพืชไร่และพืชทดแทนพลังงาน

^{2/} Field and Renewable Energy Crops Research Institute

^{3/} สังกัดสำนักวิจัยพัฒนาปัจจัยการผลิตทางการเกษตร^{3/} Agricultural Production Sciences Research and Development Office

1,000 kg/rai. The total CO₂ dioxide emission from the soil surface at 154 days showed that between no water (rain-fed condition as control) and supplemental water requirements of the plant by drip irrigation treatment were 530 and 480 g CO₂/m², respectively. The fertilizer management gave total CO₂ emission from the soil surface between 479 to 520 g CO₂/m². whilst, in bare soil outside the cropping area also showed that The CO₂ emission at 334 g CO₂/m².

Key word : Lop Buri Soil Series, Nutrient Management, Water Management, Chicken Manure

บทคัดย่อ

การศึกษาวิธีการจัดการปุ๋ย และน้ำอย่างเหมาะสมเพื่อเพิ่มการกักเก็บคาร์บอนไว้ในดินในระบบการผลิตข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ เพื่อให้ได้วิธีการจัดการปุ๋ยเคมี และน้ำเพื่อเพิ่มการกักเก็บคาร์บอนไว้ในดินในระบบการผลิตข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ โดยดำเนินการทดลองในชุดดินลพบุรี ศูนย์วิจัยพืชไร่นครสวรรค์ อำเภอตากฟ้า จังหวัดนครสวรรค์ วางแผนการทดลองแบบ Split plot จำนวน 4 ซ้ำ ปัจจัยหลัก ได้แก่ อาศัยน้ำฝน และให้น้ำตามความต้องการของพืช (อ้างอิง FAO Blaney- Criddle) วิธีน้ำหยด ปัจจัยรอง ได้แก่ 1. ไม่ใส่ปุ๋ย 2. ใส่มูลไก่เกลบอัตรา 1,000 กิโลกรัมต่อไร่ (โดยน้ำหนักแห้ง) 3. ใส่ปุ๋ยเคมีตามคำแนะนำของค่าวิเคราะห์ดิน 4. ใส่ปุ๋ยเคมีตามคำแนะนำของค่าวิเคราะห์ร่วมกับมูลไก่เกลบอัตรา 1,000 กิโลกรัมต่อไร่ (โดยน้ำหนักแห้ง) 5. ใส่ปุ๋ยเคมีเพิ่ม 1.5 เท่าตามคำแนะนำของค่าวิเคราะห์ดิน ในปี 2557 ผลการทดลองพบว่า การจัดการน้ำให้ผลผลิตข้าวโพดเลี้ยงสัตว์แตกต่างกันทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญยิ่ง การให้น้ำชลประทานให้ผลผลิตสูงสุดเฉลี่ย 1,073 กิโลกรัมต่อไร่ และการจัดการปุ๋ยให้ผลผลิตข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ ใส่ปุ๋ยเคมีอัตรา 10-10-5 กิโลกรัม N-P₂O₅-K₂O ต่อไร่ ร่วมกับมูลไก่เกลบอัตรา 1,000 กิโลกรัมต่อไร่ ให้ผลผลิตสูงสุดเฉลี่ย 1,005 กิโลกรัมต่อไร่ การปลดปล่อยก๊าซ CO₂ แตกต่างกัน พื้นที่อาศัยน้ำฝนและให้น้ำชลประทานมีการปลดปล่อยก๊าซ CO₂ รวม 102 วัน เท่ากับ 616 และ 575 กรัม CO₂ ต่อตารางเมตร ตามลำดับ การจัดการปุ๋ยมีการปลดปล่อยก๊าซ CO₂ รวม 551-631 กรัม CO₂ ต่อตารางเมตร ในขณะที่พื้นที่ว่างเปล่าที่ไม่ได้ปลูกพืชปลดปล่อยก๊าซ CO₂ เพียง 348 กรัม CO₂ ต่อตารางเมตร ปี 2558 ผลการทดลองพบว่า การจัดการน้ำให้ผลผลิตข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ไม่แตกต่างกันทางสถิติ การให้น้ำชลประทานให้ผลผลิตสูงสุดเฉลี่ย 1,173 กิโลกรัมต่อไร่ การจัดการปุ๋ยให้ผลผลิตแตกต่างกันทางสถิติ ใส่ปุ๋ยเคมีอัตรา 15-15-7.5 กิโลกรัม N-P₂O₅-K₂O ต่อไร่ ร่วมกับมูลไก่เกลบอัตรา 1,000 กิโลกรัมต่อไร่ ให้ผลผลิตสูงสุดเฉลี่ย 1,257 กิโลกรัมต่อไร่ การปลดปล่อยก๊าซ CO₂ ที่มีการจัดการน้ำและปุ๋ยแตกต่างกัน พบว่าพื้นที่อาศัยน้ำฝน และที่มีการให้น้ำชลประทาน มีการปลดปล่อยก๊าซ CO₂ รวม 154 วัน เท่ากับ 530 และ 480 กรัม CO₂ ต่อตารางเมตร ตามลำดับ และการจัดการปุ๋ยมีการปลดปล่อยก๊าซ CO₂ รวม 479-520 กรัม CO₂ ต่อตารางเมตร ในขณะที่พื้นที่ว่างเปล่าที่ไม่ได้ปลูกพืช มีการปลดปล่อยก๊าซ CO₂ เพียง 334 กรัม CO₂ ต่อตารางเมตร

คำสำคัญ: ชุดดินลพบุรี การจัดการธาตุอาหาร การจัดการน้ำ มูลไก่เกลบ

คำนำ

ภาวะโลกร้อนมีสาเหตุมาจากการปลดปล่อยก๊าซเรือนกระจกทั้งจากภาคอุตสาหกรรมและการเกษตรอื่นเนื่องมาจากกิจกรรมความต้องการของมนุษย์ การเพิ่มขึ้นของจำนวนประชากรโลก ซึ่งปัจจุบันความเข้มข้นของคาร์บอนไดออกไซด์เพิ่มขึ้นเป็น 380 ส่วนในล้านส่วน จากเดิมเมื่อ 150 ปี

ก่อนที่มีเพียง 280 ส่วนในล้านส่วน การทำการเกษตรหากมีการจัดการดิน ปุ๋ย น้ำ และพืช ไม่ถูกต้อง และเหมาะสม ก็จะเป็นการเพิ่มหรือเร่งอัตราการปลดปล่อยก๊าซเรือนกระจกมากขึ้น เช่น การสลายตัวของปุ๋ยหรือวัสดุอินทรีย์ในสภาพที่มีอากาศก็จะเกิดก๊าซ CO₂ แต่ถ้าในสภาพน้ำขังก็จะเกิดก๊าซมีเทน (CH₄) ส่วนการใช้ปุ๋ยไนโตรเจนในสภาพดินไร่อย่างไม่เหมาะสม ไม่ถูกสูตร อัตรา ตำแหน่ง และเวลา อย่างถูกต้อง ก็เพิ่มการปลดปล่อยก๊าซไนตรัสออกไซด์ (N₂O) แต่ถ้าหากมีการจัดการดิน ปุ๋ย น้ำ และพืช อย่างเหมาะสมและมีประสิทธิภาพ พื้นที่ปลูกพืชก็จะเป็นแหล่งกักเก็บคาร์บอนที่สำคัญแหล่งใหญ่ ประเทศไทยอยู่ในเขตร้อน ดินไร่ทั่วไปสามารถกักเก็บคาร์บอนไว้ในดินได้น้อยกว่าเขตอบอุ่น เนื่องจากการสลายตัวของวัสดุอินทรีย์เกิดขึ้นเร็ว ทำให้มี CO₂ ปลดปล่อยออกมา นอกจากนี้การกัดกร่อนผิวดินก็เป็นตัวเร่งให้เกิดการสูญเสียอินทรีย์คาร์บอนออกจากพื้นที่อีกด้วย ดังนั้นจึงควรมีวิธีการจัดการดิน ปุ๋ย น้ำ และ พืช อย่างเหมาะสมและมีประสิทธิภาพ เพื่อลดการสูญเสียหรือการสลายตัวของวัสดุอินทรีย์ในพื้นที่ ทำให้เกิดการกักเก็บคาร์บอนไว้ในดินได้มากขึ้น เพื่อให้ดินเป็นเสมือนธนาคารในการกักเก็บคาร์บอน การลดปริมาณคาร์บอนไดออกไซด์ในบรรยากาศโดยการสร้าง “ธนาคารคาร์บอน” เป็นทางเลือกหนึ่งที่น่าสนใจ โดยใช้ดินเป็นเสมือนธนาคารในการรับฝากคาร์บอนผ่านทางระบบการปลูกพืช เพราะดินนอกจากจะเป็นแหล่งในการปลดปล่อยคาร์บอน (Carbon source) สู่อากาศตามธรรมชาติแล้ว ในทางกลับกัน ดินยังเป็นแหล่งสำคัญแหล่งใหญ่ที่ใช้ในการกักเก็บคาร์บอน (Carbon sink) อีกด้วย โดยการกักเก็บคาร์บอนของดินนั้น เป็นการกักเก็บไว้ในรูปของอินทรีย์วัตถุหรือสารอินทรีย์ในรูปต่างๆ การกักเก็บคาร์บอนไว้ในดินและการปลดปล่อยคาร์บอนสู่อากาศนั้นเป็นกิจกรรมที่เกิดขึ้นควบคู่กัน แต่จะเป็นไปในทิศทางใดมากกว่ากันนั้นขึ้นอยู่กับปัจจัยหลายประการ เช่น การจัดการดิน การใช้ปุ๋ย เนื้อดิน ความชื้น อุณหภูมิ สิ่งมีชีวิตในดิน และพืชที่ปลูก เป็นต้น

อุปกรณ์และวิธีการดำเนินการ

อุปกรณ์

1. เมล็ดพันธุ์ข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ลูกผสม พันธุ์นครสวรรค์ 3
2. ปุ๋ยเคมี ได้แก่ ปุ๋ยแอมโมเนียมซัลเฟต ปุ๋ยไดแอมโมเนียมฟอสเฟต และปุ๋ยโพแทสเซียมคลอไรด์
3. วัสดุปรับปรุงดิน ปุ๋ยมูลไก่แกลบ
4. อุปกรณ์ต่าง ๆ สำหรับเก็บตัวอย่างพืช เช่น ถังกระดาษสำหรับเก็บตัวอย่างพืช เครื่องชั่งน้ำหนัก
5. เครื่องมือต่าง ๆ สำหรับวิเคราะห์ดินและพืช ได้แก่ Spectrophotometer pH meter และ Flam Photometer
6. สารเคมีที่ใช้ในการวิเคราะห์ดินและพืช

วิธีการดำเนินการ

1. แผนการทดลอง

วางแผนการทดลองแบบ Split plot มี 4 ซ้ำ

ปัจจัยหลัก คือ การให้น้ำ มี 2 ระดับ ได้แก่

- 1) อาศัยน้ำฝน
- 2) ให้น้ำตามความต้องการของพืช (อ้างอิง FAO Blaney-Criddle) โดยวิธีนี้กำหนด

ปัจจัยรอง คือ การใช้ดินและปุ๋ยมี 5 ระดับ ได้แก่

- 1) ไม่ใส่ปุ๋ย
- 2) ใส่มูลไก่แกลบ 1,000 กิโลกรัมต่อไร่ (โดยน้ำหนักแห้ง)
- 3) ใส่ปุ๋ยเคมีตามอัตราที่แนะนำ

- 4) ใส่ปุ๋ยเคมีตามอัตราที่แนะนำ+มูลไก่แกลบ 1,000 กิโลกรัมต่อไร่ (โดยน้ำหนักแห้ง)
- 5) ใส่ปุ๋ยเคมี 1.5 เท่าของอัตราแนะนำ+ มูลไก่แกลบ 1,000 กิโลกรัมต่อไร่ (โดยน้ำหนักแห้ง)

2. วิธีปฏิบัติการทดลอง

- 1) รวบรวมข้อมูลพื้นฐาน ได้แก่ สภาพภูมิอากาศ เช่น อุณหภูมิสูงสุด-ต่ำสุด ปริมาณน้ำฝน ความชื้นสัมพัทธ์ สมบัติของดิน ได้แก่ เนื้อดิน ความลึกของชั้นดิน ความหนาแน่นรวม ความสามารถในการอุ้มน้ำของดิน ความเป็นกรดเป็นด่าง และปริมาณอินทรีย์วัตถุ
- 2) สุ่มเก็บตัวอย่างดิน วิเคราะห์ปริมาณธาตุอาหารพืชและอินทรีย์คาร์บอนในดินก่อนปลูกพืช ในแต่ละปี ที่ระดับความลึก 0-20 และ 20-50 เซนติเมตร หรือตามความหนาของชั้นหน้าตัดดิน จนกระทั่งถึง 1 เมตร หรือถึงระดับความลึกสูงสุดของหน้าตัดดิน
- 3) ดำเนินการในแปลงทดลองขนาดของแปลงย่อย 6x7 เมตร ปลูกข้าวโพดพันธุ์นครสวรรค์ 3 โดยใช้ระยะระหว่างแถว 75 เซนติเมตร ระยะระหว่างต้น 20 เซนติเมตร ปุ๋ยฟอสเฟตและปุ๋ยโพแทสเซียมใส่ ร่องกันร่องพร้อมปลูก ส่วนปุ๋ยไนโตรเจนแบ่งใส่ 2 ครั้ง ครั้งที่ 1 ร่องกันร่องพร้อมปลูกและครั้งที่ 2 หลังปลูก 3 สัปดาห์ พื้นที่เก็บเกี่ยว 3x5 เมตร
- 4) วิเคราะห์คาร์บอน ไนโตรเจน ฟอสฟอรัส และโพแทสเซียม ในมูลไก่แกลบ
- 5) คำนวณปริมาณน้ำที่จะต้องให้ โดยใช้สมการ

$$ET_c = K_c \times ET_o$$

$$ET_c = \text{ปริมาณความต้องการน้ำของข้าวโพด (มม./วัน)}$$

$$K_c = \text{สัมประสิทธิ์การใช้น้ำของข้าวโพด}$$

$$ET_o = \text{ปริมาณการใช้น้ำของพืชอ้างอิง (มม./วัน) จาก FAO Blaney-Criddle Method}$$

- 6) ดักจับการปลดปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์จากดินภายใต้การจัดการดินต่างกัน ในระยะเวลาต่างๆ ภายใน 1 รอบวัน ทุก ๆ 2 สัปดาห์ และทุกครั้งที่มีกิจกรรมเกิดขึ้นในแปลงทดลอง เช่น ไถพรวน ใส่ปุ๋ยอินทรีย์ ใส่ปุ๋ยเคมี เป็นต้น โดยใช้สารละลายโซเดียมไฮดรอกไซด์ความเข้มข้น 1 นอร์มัล พร้อมทั้งวัดอุณหภูมิดินและอากาศ และเก็บตัวอย่างดินมาวิเคราะห์ความชื้นในแต่ละครั้งที่ทำการดักจับก๊าซ

การบันทึกข้อมูล

1. ข้อมูลปริมาณอินทรีย์คาร์บอนในดินที่ระดับความลึกต่างๆ ก่อนปลูกและหลังเก็บเกี่ยว
2. ข้อมูลสภาพภูมิอากาศ เช่น ปริมาณน้ำฝน อุณหภูมิสูงสุด-ต่ำสุด ความชื้นสัมพัทธ์
3. ข้อมูลการเจริญเติบโต ได้แก่ ความสูงที่อายุ 30 และ 60 วัน
4. ข้อมูลผลผลิตของข้าวโพดเลี้ยงสัตว์

ระยะเวลาดำเนินการ ตุลาคม 2556 – กันยายน 2559

สถานที่ดำเนินการ แปลงทดลองของศูนย์วิจัยพืชไร่นครสวรรค์

ผลและวิจารณ์ผลการทดลอง

1. สมบัติของดิน และวัสดุปรับปรุงดิน

ในปี 2557 ผลการวิเคราะห์สมบัติของดินชุดดินลพบุรีก่อนทำการทดลอง ที่ระดับความลึก 0-20 เซนติเมตร และ 20-50 เซนติเมตร พบว่า ชุดดินลพบุรีมีเนื้อดินเป็นดินเหนียวสีดํา หน้าดินลึกพบชั้นปูนและเม็ดหินปูนกระจายที่ระดับความลึก 80 เซนติเมตรลงไป เมื่อดินแห้งจะแตกเป็นร่องกว้างประมาณ 1

เซนติเมตร หรือมากกว่า และร่องลึกประมาณ 50 เซนติเมตร เป็นระยะเวลาสั้น ดินมีปฏิกิริยาดินเป็นต่าง โดยดินบนและดินล่างมีค่าความเป็นกรดเป็นด่าง เท่ากับ 8.22 และ 8.30 ตามลำดับ และปริมาณอินทรีย์วัตถุอยู่ในระดับสูงเท่ากับ 2.48 เปอร์เซ็นต์ และ 2.13 เปอร์เซ็นต์ ปริมาณฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์ในดินบน และในดินล่างอยู่ในระดับต่ำ มีค่าเท่ากับ 4 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม และ 3 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม ตามลำดับ ปริมาณโพแทสเซียมที่แลกเปลี่ยนได้ในดินบนระดับสูง และในดินล่างอยู่ในระดับกลาง 115 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม 97 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม ตามลำดับ (Table 1) จากผลการวิเคราะห์ดินก่อนปลูกทำให้สามารถประเมินการใส่ปุ๋ยตามค่าวิเคราะห์ดินได้ โดยควรใส่ปุ๋ยตามค่าวิเคราะห์ดินเป็น 10-10-5 กิโลกรัม N-P₂O₅-K₂O ต่อไร่

ในปี 2558 ผลการวิเคราะห์สมบัติของดินชุดดินลพบุรีก่อนทำการทดลอง ที่ระดับความลึก 0-20 เซนติเมตร และ 20-50 เซนติเมตร พบว่า ชุดดินลพบุรีมีเนื้อดินเป็นดินเหนียวสีดำ หน้าดินลึกพบชั้นปูนและมีเม็ดหินปูนกระจายที่ระดับความลึก 80 เซนติเมตรลงไป เมื่อดินแห้งจะแตกเป็นร่องกว้างประมาณ 1 เซนติเมตร หรือมากกว่า และร่องลึกประมาณ 50 เซนติเมตร เป็นระยะเวลาสั้น ดินมีปฏิกิริยาดินเป็นต่างอ่อน ๆ โดยดินบนและดินล่างมีค่าความเป็นกรดเป็นด่าง เท่ากับ 7.80 และ 6.98 ตามลำดับ และปริมาณอินทรีย์วัตถุอยู่ในระดับสูงเท่ากับ 2.53 เปอร์เซ็นต์ และ 2.43 เปอร์เซ็นต์ ปริมาณฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์ในดินบนอยู่ในระดับปานกลาง และในดินล่างอยู่ในระดับสูง มีค่าเท่ากับ 12 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม และ 29 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม ตามลำดับ ปริมาณโพแทสเซียมที่แลกเปลี่ยนได้ในดินบนอยู่ในระดับสูง และในดินล่างอยู่ในระดับปานกลาง 124 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม 97 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม ตามลำดับ (Table 2) จากผลการวิเคราะห์ดินก่อนปลูกทำให้สามารถประเมินการใส่ปุ๋ยตามค่าวิเคราะห์ดินได้ โดยควรใส่ปุ๋ยตามค่าวิเคราะห์ดินเป็น 10-10-5 กิโลกรัม N-P₂O₅-K₂O ต่อไร่ (กอบเกียรติ, 2552)

วัสดุปรับปรุงดิน

คุณสมบัติของมูลไก่แกลบที่ใช้ในการปรับปรุงดิน จากการวิเคราะห์ธาตุอาหารพบว่า มีความชื้น 9.98 ปริมาณอินทรีย์วัตถุอยู่ในระดับสูงมากเท่ากับ 60.41 เปอร์เซ็นต์ ปริมาณอินทรีย์คาร์บอน 35.04 เปอร์เซ็นต์ อัตราส่วนคาร์บอนต่อไนโตรเจน 13:1 ปริมาณไนโตรเจนทั้งหมด 2.60 เปอร์เซ็นต์ ปริมาณฟอสฟอรัสทั้งหมด 3.17 เปอร์เซ็นต์ ปริมาณโพแทสเซียมทั้งหมด 2.06 เปอร์เซ็นต์ (Table 3)

2. การเจริญเติบโตและผลผลิตของข้าวโพดเลี้ยงสัตว์

2.1 ปี 2557/2558

ประสิทธิภาพการใช้น้ำของข้าวโพด การให้น้ำโดยอาศัยการคำนวณจากอัตราการคายระเหยน้ำของข้าวโพดโดยวิธีของ Blaney-Criddle พบว่า การให้น้ำเสริมตามความต้องการน้ำของข้าวโพด ทำให้ข้าวโพดได้รับปริมาณน้ำตั้งแต่อายุ 1-76 วันหลังปลูก รวมเท่ากับ 724 มิลลิเมตร ในขณะที่กรรมวิธีที่อาศัยน้ำฝน ข้าวโพดได้รับปริมาณน้ำรวม 385 มิลลิเมตร (Table 4)

คำนวณประสิทธิภาพการใช้น้ำของข้าวโพด จากสัดส่วนระหว่าง ปริมาณผลผลิต ต่อปริมาณน้ำที่ข้าวโพดได้รับ พบว่าข้าวโพดพันธุ์นครสวรรค์ 3 มีการประสิทธิผลการใช้น้ำในการสร้างผลผลิตได้แตกต่างกัน การปลูกโดยอาศัยน้ำฝน มีประสิทธิภาพการใช้น้ำมากเฉลี่ย 2.27 กิโลกรัมผลผลิตต่อปริมาณน้ำ 1 มิลลิเมตร และการให้น้ำตามความต้องการของข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ (อ้างอิง FAO Blaney-Criddle) โดยวิธีน้ำหยด มีประสิทธิภาพการใช้น้ำน้อยเฉลี่ย 1.48 กิโลกรัมผลผลิตต่อปริมาณน้ำ 1 มิลลิเมตร และการใส่ปุ๋ยเคมี 10-10-5 กิโลกรัม N-P₂O₅-K₂O ต่อไร่ร่วมกับใส่มูลไก่แกลบ 1,000 กิโลกรัม ต่อไร่ มีประสิทธิภาพการใช้น้ำมากเฉลี่ย 1.94 กิโลกรัมผลผลิตต่อปริมาณน้ำ 1 มิลลิเมตร (Table 5)

และการจัดการปุ๋ยให้จำนวนฝักที่เก็บเกี่ยว ไม่แตกต่างกันทางสถิติ ไม่ใส่ปุ๋ยเคมีให้จำนวนฝักที่เก็บเกี่ยวสูงเฉลี่ย 10,134 ฝักต่อไร่ ไม่พบปฏิสัมพันธ์ระหว่างการจัดน้ำกับการจัดการปุ๋ย (Table 10)

จำนวนฝักเสียหายที่เก็บเกี่ยว การจัดการน้ำและการจัดการปุ๋ยข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ในชุดดินลพบุรีเป็นดินเหนียวที่มีความอุดมสมบูรณ์ปานกลาง เมื่อทำการปลูกข้าวโพดเลี้ยงสัตว์โดยอาศัยน้ำฝน มีจำนวนฝักเสียหายที่เก็บเกี่ยวสูงเฉลี่ย 398 ฝักต่อไร่ และให้น้ำตามความต้องการของข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ (อ้างอิง FAO Blaney-Criddle) โดยวิธีน้ำหยด มีจำนวนฝักเสียหายที่เก็บเกี่ยวเฉลี่ย 174 ฝักต่อไร่ และการจัดการปุ๋ย ไม่ใส่ปุ๋ยมีจำนวนฝักเสียหายที่เก็บเกี่ยวต่ำเฉลี่ย 231 ฝักต่อไร่ และใส่ปุ๋ยเคมี 10-10-5 กิโลกรัม N-P₂O₅-K₂O ต่อไร่ร่วมกับมูลไก่แกลบ 1,000 กิโลกรัมต่อไร่ มีจำนวนฝักเสียหายที่เก็บเกี่ยวสูงเฉลี่ย 356 ฝักต่อไร่ (Table 11)

ความชื้นที่เก็บเกี่ยว การจัดการน้ำและการจัดการปุ๋ยข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ในชุดดินลพบุรีเป็นดินเหนียวที่มีความอุดมสมบูรณ์ปานกลาง เมื่อทำการปลูกข้าวโพดเลี้ยงสัตว์โดยอาศัยน้ำฝนและให้น้ำตามความต้องการของข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ (อ้างอิง FAO Blaney-Criddle) โดยวิธีน้ำหยด มีความชื้นที่เก็บเกี่ยว ไม่แตกต่างกันทางสถิติ มีความชื้นที่เก็บเกี่ยวเฉลี่ย 21.24 และ 21.37 เปอร์เซ็นต์ แต่เมื่อมีการจัดการปุ๋ยก็ให้ความชื้นที่เก็บเกี่ยว ไม่แตกต่างกันทางสถิติ ไม่ใส่ปุ๋ยเคมี ให้ความชื้นที่เก็บเกี่ยวต่ำเฉลี่ย 21.11 เปอร์เซ็นต์ ไม่พบปฏิสัมพันธ์ระหว่างการจัดน้ำกับการจัดการปุ๋ย (Table 12)

น้ำหนัก 100 เมล็ด การจัดการน้ำและการจัดการปุ๋ยข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ในชุดดินลพบุรีเป็นดินเหนียวที่มีความอุดมสมบูรณ์ปานกลาง เมื่อทำการปลูกข้าวโพดเลี้ยงสัตว์โดยอาศัยน้ำฝนและให้น้ำตามความต้องการของข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ (อ้างอิง FAO Blaney-Criddle) โดยวิธีน้ำหยด ให้น้ำหนัก 100 เมล็ด มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ให้น้ำตามความต้องการของข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ (อ้างอิง FAO Blaney-Criddle) โดยวิธีน้ำหยด ให้น้ำหนัก 100 เมล็ดสูงสุดเฉลี่ย 32.55 กรัม และการจัดการปุ๋ย ให้น้ำหนัก 100 เมล็ด มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ การใส่ปุ๋ยทุกอัตราให้น้ำหนัก 100 เมล็ดสูงกว่าการไม่ใส่ปุ๋ย ใส่ปุ๋ยเคมี 15-15-7.5 กิโลกรัม N-P₂O₅-K₂O ต่อไร่ร่วมกับมูลไก่แกลบ 1,000 กิโลกรัมต่อไร่ ให้น้ำหนัก 100 เมล็ด สูงสุดเฉลี่ย 32.65 กรัม ไม่พบปฏิสัมพันธ์ระหว่างการจัดน้ำกับการจัดการปุ๋ย (Table 13)

ผลผลิต การจัดการน้ำและการจัดการปุ๋ยข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ในชุดดินลพบุรีเป็นดินเหนียวที่มีความอุดมสมบูรณ์ปานกลาง เมื่อทำการปลูกข้าวโพดเลี้ยงสัตว์โดยอาศัยน้ำฝนและให้น้ำตามความต้องการของข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ (อ้างอิง FAO Blaney-Criddle) โดยวิธีน้ำหยด ให้ผลผลิตมีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ การให้น้ำตามความต้องการของข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ (อ้างอิง FAO Blaney-Criddle) โดยวิธีน้ำหยด ให้ผลผลิตสูงสุดเฉลี่ย 1,073 กิโลกรัมต่อไร่ และการจัดการปุ๋ยให้ผลผลิตข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ ไม่แตกต่างกันทางสถิติ ใส่ปุ๋ยเคมี 10-10-5 กิโลกรัม N-P₂O₅-K₂O ต่อไร่ร่วมกับมูลไก่แกลบ 1,000 กิโลกรัมต่อไร่ ให้ผลผลิตสูงเฉลี่ย 1,005 กิโลกรัมต่อไร่ ไม่พบปฏิสัมพันธ์ระหว่างการจัดน้ำกับการจัดการปุ๋ย (Table 14)

การปลดปล่อยก๊าซ CO₂ พื้นที่ปลูกข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ชุดดินลพบุรี ที่มีการจัดการน้ำและการจัดการปุ๋ยแตกต่างกัน โดยพบว่า พื้นที่อาศัยน้ำฝน และให้น้ำตามความต้องการของข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ (อ้างอิง FAO Blaney-Criddle) โดยวิธีน้ำหยด มีการปลดปล่อยก๊าซ CO₂ ตั้งแต่วันที่ 12 มิถุนายน 2557-วันที่ 25 กันยายน 2557 รวม 102 วัน เท่ากับ 616 และ 575 กรัม CO₂ ต่อตารางเมตร ตามลำดับ และการจัดการปุ๋ยโดยวิธีการต่างๆ มีการปลดปล่อยก๊าซ CO₂ รวมเท่ากับ 551 และ 631 กรัม CO₂ ต่อตารางเมตร ตามลำดับ ในขณะที่พื้นที่ว่างเปล่าที่ไม่ได้ปลูกพืช มีการปลดปล่อยก๊าซ CO₂ รวม 348 กรัม CO₂ ต่อตารางเมตร และการปลูกข้าวโพดเลี้ยงสัตว์โดยอาศัยน้ำฝน มีการปลดปล่อยก๊าซ

CO₂ สูงสุดเฉลี่ย 616 กรัม CO₂ ต่อตารางเมตร การใส่ปุ๋ยเคมี 15-15-7.5 กิโลกรัม N-P₂O₅-K₂O ต่อไร่ ร่วมกับมูลไก่แกลบ 1,000 กิโลกรัมต่อไร่ มีการปลดปล่อยก๊าซ CO₂ สูงสุดเฉลี่ย 631 กรัม CO₂ ต่อตารางเมตร (Table 15 และ Figure 1-4)

2.2 ปี 2558/2559

ประสิทธิภาพการใช้น้ำของข้าวโพด การให้น้ำโดยอาศัยการคำนวณจากอัตราการคายระเหยน้ำของข้าวโพดโดยวิธีของ Blaney-Criddle พบว่า การให้น้ำเสริมตามความต้องการน้ำของข้าวโพด ทำให้ข้าวโพดได้รับปริมาณน้ำตั้งแต่อายุ 1-90 วันหลังปลูก รวมเท่ากับ 924 มิลลิเมตร ตามลำดับ ในขณะที่กรรมวิธีที่อาศัยน้ำฝน ข้าวโพดได้รับปริมาณน้ำรวม 734 มิลลิเมตร (Table 16)

คำนวณประสิทธิภาพการใช้น้ำของข้าวโพด จากสัดส่วนระหว่าง ปริมาณผลผลิต ต่อปริมาณน้ำที่ข้าวโพดได้รับ พบว่าข้าวโพดพันธุ์นครสวรรค์ 3 มีการประสิทธิภาพการใช้น้ำในการสร้างผลผลิตได้แตกต่างกัน ปลูกโดยอาศัยน้ำฝน มีประสิทธิภาพการใช้น้ำมากเฉลี่ย 1.51 กิโลกรัมผลผลิตต่อปริมาณน้ำ 1 มิลลิเมตร และให้น้ำตามความต้องการของข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ (อ้างอิง FAO Blaney-Criddle) โดยวิธีน้ำหยด มีประสิทธิภาพการใช้น้ำน้อยเฉลี่ย 1.27 กิโลกรัมผลผลิตต่อปริมาณน้ำ 1 มิลลิเมตร และใส่ปุ๋ยเคมี 15-15-7.5 กิโลกรัม N-P₂O₅-K₂O ต่อไร่ร่วมกับมูลไก่แกลบ 1,000 กิโลกรัมต่อไร่ มีประสิทธิภาพการใช้น้ำมากเฉลี่ย 1.54 กิโลกรัมผลผลิตต่อปริมาณน้ำ 1 มิลลิเมตร (Table 17)

ความสูงต้นที่อายุ 30 วัน การจัดการน้ำและการจัดการปุ๋ยข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ในชุดดินลพบุรีเป็นดินเหนียวที่มีความอุดมสมบูรณ์ปานกลาง เมื่อทำการปลูกข้าวโพดเลี้ยงสัตว์โดยอาศัยน้ำฝน และให้น้ำตามความต้องการของข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ (อ้างอิง FAO Blaney-Criddle) โดยวิธีน้ำหยด ให้ความสูงต้นที่อายุ 30 วัน มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ อาศัยน้ำฝนให้ความสูงต้นที่อายุ 30 วันสูงสุดเฉลี่ย 56 เซนติเมตร และการจัดการปุ๋ยทำให้ความสูงข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ที่อายุ 30 วัน มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ใส่ปุ๋ยเคมี 15-15-7.5 กิโลกรัม N-P₂O₅-K₂O ต่อไร่ร่วมกับมูลไก่แกลบ 1,000 กิโลกรัมต่อไร่ ให้ความสูงข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ที่อายุ 30 วันสูงสุดเฉลี่ย 56 เซนติเมตร แต่ไม่แตกต่างกับการใส่ปุ๋ยเคมี 10-10-5 กิโลกรัม N-P₂O₅-K₂O ต่อไร่ร่วมกับใส่มูลไก่แกลบ 1,000 กิโลกรัมต่อไร่ ไม่พบปฏิสัมพันธ์ระหว่างการจัดการน้ำกับการจัดการปุ๋ย (Table 18)

ความสูงต้นที่เก็บเกี่ยว การจัดการน้ำและการจัดการปุ๋ยข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ในชุดดินลพบุรีเป็นดินเหนียวที่มีความอุดมสมบูรณ์ปานกลาง เมื่อทำการปลูกข้าวโพดเลี้ยงสัตว์โดยอาศัยน้ำฝนและให้น้ำตามความต้องการของข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ (อ้างอิง FAO Blaney-Criddle) โดยวิธีน้ำหยด ให้ความสูงต้นที่เก็บเกี่ยว ไม่แตกต่างกันทางสถิติ มีความสูงต้นเฉลี่ย 214 เซนติเมตร แต่เมื่อมีการจัดการปุ๋ยทำให้ความสูงต้นที่เก็บเกี่ยว มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ใส่ปุ๋ยเคมี 15-15-7.5 กิโลกรัม N-P₂O₅-K₂O ต่อไร่ร่วมกับมูลไก่แกลบ 1,000 กิโลกรัมต่อไร่ ให้ความสูงต้นที่เก็บเกี่ยวสูงสุดเฉลี่ย 223 เซนติเมตร แต่ไม่แตกต่างกับใส่ปุ๋ยเคมี 10-10-5 กิโลกรัม N-P₂O₅-K₂O ต่อไร่ร่วมกับมูลไก่แกลบ 1,000 กิโลกรัมต่อไร่ ไม่พบปฏิสัมพันธ์ระหว่างการจัดการน้ำกับการจัดการปุ๋ย (Table 19)

ความสูงฝักที่เก็บเกี่ยว การจัดการน้ำและการจัดการปุ๋ยข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ในชุดดินลพบุรีเป็นดินเหนียวที่มีความอุดมสมบูรณ์ปานกลาง เมื่อทำการปลูกข้าวโพดเลี้ยงสัตว์โดยอาศัยน้ำฝนและให้น้ำตามความต้องการของข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ (อ้างอิง FAO Blaney-Criddle) โดยวิธีน้ำหยด ให้ความสูงฝักที่เก็บเกี่ยว ไม่แตกต่างกันทางสถิติ มีความสูงฝักเฉลี่ย 129 และ 125 เซนติเมตร แต่เมื่อมีการจัดการปุ๋ยทำให้ความสูงฝักที่เก็บเกี่ยว มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ใส่ปุ๋ยเคมี 15-15-7.5 กิโลกรัม N-P₂O₅-K₂O ต่อไร่ร่วมกับมูลไก่แกลบ 1,000 กิโลกรัมต่อไร่ ให้ความสูงฝักที่เก็บเกี่ยวสูงสุดเฉลี่ย 133

การปลดปล่อยก๊าซ CO₂ พื้นที่ปลูกข้าวโพดเลี้ยงสัตว์เขตดินลพบุรี ที่มีการจัดการน้ำและการจัดการปุ๋ยแตกต่างกัน โดยพบว่า พื้นที่อาศัยน้ำฝน และให้น้ำตามความต้องการของข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ (อ้างอิง FAO Blaney-Criddle) โดยวิธีน้ำหยด มีการปลดปล่อยก๊าซ CO₂ ตั้งแต่วันที่ 4 เมษายน 2558- วันที่ 25 กันยายน 2558 รวม 154 วัน เท่ากับ 530 และ 480 กรัม CO₂ ต่อตารางเมตร ตามลำดับ และการจัดการปุ๋ยโดยวิธีการต่างๆ มีการปลดปล่อยก๊าซ CO₂ รวมเท่ากับ 479 และ 520 กรัม CO₂ ต่อตารางเมตร ตามลำดับ ในขณะที่พื้นที่ว่างเปล่าที่ไม่ได้ปลูกพืช มีการปลดปล่อยก๊าซ CO₂ รวม 334 กรัม CO₂ ต่อตารางเมตร และการปลูกข้าวโพดเลี้ยงสัตว์โดยอาศัยน้ำฝน มีการปลดปล่อยก๊าซ CO₂ สูงสุดเฉลี่ย 530 กรัม CO₂ ต่อตารางเมตร การไม่ใส่ปุ๋ยเคมี มีการปลดปล่อยก๊าซ CO₂ สูงสุดเฉลี่ย 520 กรัม CO₂ ต่อตารางเมตร (Table 26 และ Figure 6-11)

สรุปผลการทดลองและคำแนะนำ

การศึกษาวิธีการจัดการปุ๋ยและน้ำอย่างเหมาะสมเพื่อเพิ่มการกักเก็บคาร์บอนไว้ในดินในระบบการผลิตข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ ปี 2557 การจัดการน้ำโดยวิธีการให้น้ำตามความต้องการของข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ (อ้างอิงFAO Blaney-Criddle) โดยวิธีน้ำหยด ในเขตดินลพบุรี ให้ผลผลิตข้าวโพดเลี้ยงสัตว์พันธุ์นครสวรรค์ 3 สูงสุด 1,073 กิโลกรัมต่อไร่ และการจัดการปุ๋ยทั้ง 5 อัตรา ให้ผลผลิตข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ไม่แตกต่างกัน การใส่ปุ๋ยเคมีอัตรา 10-10-5 กิโลกรัม N-P₂O₅-K₂O ต่อไร่ ร่วมกับมูลไก่เกลบอัตรา 1,000 กิโลกรัมต่อไร่ ให้ผลผลิตสูงเฉลี่ย 1,005 กิโลกรัมต่อไร่ และการปลูกข้าวโพดเลี้ยงสัตว์การจัดการน้ำโดยวิธีการให้น้ำตามความต้องการของข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ (อ้างอิงFAO Blaney-Criddle) โดยวิธีน้ำหยด มีการปลดปล่อย CO₂ ต่ำ 575 กรัมต่อตารางเมตร และการใส่ปุ๋ยเคมีตามค่าวิเคราะห์ดินที่เกรด 10-10-5 กิโลกรัม N-P₂O₅-K₂O ต่อไร่ มีการปลดปล่อย CO₂ ต่ำ 551 กรัมต่อตารางเมตร

การศึกษาวิธีการจัดการปุ๋ยและน้ำอย่างเหมาะสมเพื่อเพิ่มการกักเก็บคาร์บอนไว้ในดินในระบบการผลิตข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ ปี 2558 การจัดการน้ำโดยวิธีการให้น้ำตามความต้องการของข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ (อ้างอิงFAO Blaney-Criddle) โดยวิธีน้ำหยด ในเขตดินลพบุรี ให้ผลผลิตข้าวโพดเลี้ยงสัตว์พันธุ์นครสวรรค์ 3 สูงสุด 1,173 กิโลกรัมต่อไร่ และการจัดการปุ๋ยทั้ง 5 อัตรา ให้ผลผลิตข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ไม่แตกต่างกัน การใส่ปุ๋ยเคมี 15-15-7.5 กิโลกรัม N-P₂O₅-K₂O ต่อไร่ ร่วมกับมูลไก่เกลบ 1,000 กิโลกรัมต่อไร่ ให้ผลผลิตสูงสุดเฉลี่ย 1,257 กิโลกรัมต่อไร่ และการปลูกข้าวโพดเลี้ยงสัตว์การจัดการน้ำโดยวิธีการให้น้ำตามความต้องการของข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ (อ้างอิงFAO Blaney-Criddle) โดยวิธีน้ำหยด มีการปลดปล่อย CO₂ ต่ำ 480 กรัมต่อตารางเมตร และการใส่ปุ๋ยเคมีตามค่าวิเคราะห์ดินที่เกรด 10-10-5 กิโลกรัม N-P₂O₅-K₂O ต่อไร่ มีการปลดปล่อย CO₂ ต่ำ 479 กรัมต่อตารางเมตร

เอกสารอ้างอิง

- นาฏสูดาภูมิจำนงค์. ผลกระทบของการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศต่อทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม.
http://www.navy.mi.th/navedu/acd/data_docu/navy_university/4_institues_no_12/dr_nathsuda_pumijumnong.pdf ค้นเมื่อ 15 ธันวาคม 2552.
- ศุภกาญจน์ ล้วนมณี เข้มพร เพชรภรณ์ สมฤทัย ตันเจริญ นงลักษณ์ ปั่นลาย ศิริขวัญ ภูंना. 2552. ผลการจัดการดินและปุ๋ยเคมีที่มีต่อผลผลิตข้าวโพดในระยะยาว,น.66-75,ใน ผลการปฏิบัติงานประจำปีงบประมาณ 2552 เล่มที่ 2 สำนักวิจัยพัฒนาปัจจัยการผลิตทางการเกษตร กรมวิชาการเกษตร
- สำนักหอสมุดและศูนย์สารสนเทศวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี กรมวิทยาศาสตร์บริการ.2553.ประมวลสารสนเทศพร้อมใช้วิกฤตการณ์การเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ (Climate change crisis).กรมวิทยาศาสตร์บริการ กระทรวงวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี. 17 หน้า
- Lal, R. 2004b. Soil Carbon Sequestration to Mitigate Climate Change. *Geoderma* 123: 1-22.
- Lal, R., R.F. Follett, B.A. Stewart and J.M. Kimble. 2007. Soil Carbon Sequestration to Mitigate Climate Change and Advance Food Security. *Soil Science* 172 (12): 943-956.
- Grant, R.F., N.G. Juma, J.A. Robertson, R.C. Izaurralde, and W.B. McGill. 2001. Long-Term Changes in Soil Carbon under Different Fertilizer, Manure, and Rotation: Testing the Mathematical Model Ecosystem with Data from the Breton Plots. *Soil Sci. Soc. Am. J.* 65: 205-214.
- Matsumoto, N., K. Paisancharoen, and T. Hakamata. 2008. Carbon Balance in Maize Fields under Cattle Manure Application and No-Tillage Cultivation in Northeast Thailand. *Soil Sci. Plant Nutr.* 54: 277-288.
- Rasmussen, P.E. and W.J. Parton. 1994. Long-Term Effects of Residue Management in Wheat-Fallow: I. Inputs, Yield, and Soil Organic Matter. *Soil Sci. Soc. Am. J.* 58: 523-530.
- Smith, P., D. Martino, Z. Cai, D. Gwary, H. Janzen, P. Kumar, B. McCarl, S. Ogle, F. O'Mara, C. Rice, B. Scholes, O. Sirotenko. 2007. Agriculture. In *Climate Change 2007: Mitigation*, in B. Metz, O.R. Davidson, P.R. Bosch, R. Dave, L.A. Meyer (eds), Contribution of Working Group III to the Fourth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change, Cambridge University Press, Cambridge, United Kingdom and New York, NY, USA.

Table 1 Characteristics of Lop Buri soil series at Nakhon Sawan Province Before planting corn in 2014.

Depth (cm)	pH _{1:1} water	OM (%)	Avai. P (mg/kg)	Exch. K (mg/kg)
0-20	8.22	2.48	4	115
20-50	8.30	2.13	3	97

^{1/} Peech (1965) soil : water = 1:1
^{3/} Bray and Kurtz (1945)

^{2/} Walkley and Black (1934)
^{4/} Thomas (1982)

Table 2 Characteristics of Lop Buri soil series at Nakhon Sawan Province Before planting corn in 2015.

Depth (cm)	pH _{1:1} water	OM (%)	Avai. P (mg/kg)	Exch. K (mg/kg)
0-20	7.80	2.53	12	124
20-50	6.98	2.43	29	97

^{1/} Peech (1965) soil : water = 1:1
^{3/} Bray and Kurtz (1945)

^{2/} Walkley and Black (1934)
^{4/} Thomas (1982)

Table 3 Properties of chicken manure

Organic material	Moisture (%)	pH _{1:1} water	Organic C (%)	Organic matter (%)	Total N (%)	Total P (%)	Total K (%)
Chicken manure	9.98	6.69	35.04	60.41	2.60	3.17	2.06

Table 4 Amount of water for maize at 1-76 day after planting in 2014.

Management	Total Rain (mm.)	Total Irrigated (mm.)	Total Water (mm.)
Rainfed	385	0	385
Irrigated	385	339	724

Table 5 Water use efficiency of hybrid maize under difference water management condition Lop Buri Soil Series Nakhon Sawan in 2014.

Management Fertilizer	Management water		Average
	Rainfed (385mm.)	Irrigated (724mm.)	
0 - 0 - 0	2.26	1.43	1.85
chicken manure 1,000 Kg./rai	2.14	1.42	1.78
10 - 10 - 5	2.32	1.48	1.90
10 - 10 - 5 + chicken manure 1,000 Kg./rai	2.33	1.54	1.94
15 - 15 - 7.5+ chicken manure 1,000 Kg./rai	2.32	1.53	1.93
Average	2.27	1.48	

Table 6 Plant height at 30 day (cm.) after planting under different water and fertilizer management for maize grown in Lop Buri Soil Series at Nakhon Sawan in 2014.

Management Fertilizer (b)	Management water (a)		Average (b)
	Rainfed	Irrigated	
0 - 0 - 0	36	35	36 b
chicken manure 1,000 Kg./rai	39	42	40 a
10 - 10 - 5	37	37	37 ab
10 - 10 - 5 + chicken manure 1,000 Kg./rai	40	40	40 a
15 - 15 - 7.5+ chicken manure 1,000 Kg./rai	38	38	38 ab
Average (a)	38	38	

CV (a) = 7.75 % CV (b) = 6.77 %

* : Significantly at 5% level of probability, ** : Significant at 1% level of probability, ns: Not significant

Table 7 Plant height harvested (cm.) management water and management fertilizer for maize of Lop Buri Soil Series Nakhon Sawan in 2014.

Management Fertilizer (b)	Management water (a)		Average (b)
	Rainfed	Irrigated	
0 - 0 - 0	214	220	217 b
chicken manure 1,000 Kg./rai	221	224	221 b
10 - 10 - 5	239	243	239 a
10 - 10 - 5 + chicken manure 1,000 Kg./rai	226	228	227 ab
15 - 15 - 7.5+ chicken manure 1,000 Kg./rai	225	230	226 ab
Average (a)	226	229	

CV (a) = 9.90 % CV (b) = 6.64 %

* : Significantly at 5% level of probability ** : Significant at 1% level of probability ns: Not significant

Table 8 Ear height harvested (cm.) management water and management fertilizer for maize of Lop Buri Soil Series Nakhon Sawan in 2014.

Management Fertilizer (b)	Management water (a)		Average (b)
	Rainfed	Irrigated	
0 - 0 - 0	130	132	131 b
chicken manure 1,000 Kg./rai	140	140	140 a
10 - 10 - 5	136	134	135 ab
10 - 10 - 5 + chicken manure 1,000 Kg./rai	137	140	139 a
15 - 15 - 7.5+ chicken manure 1,000 Kg./rai	138	139	138 a
Average (a)	136	137	

CV (a) = 8.13 % CV (b) = 3.38 %

* : Significantly at 5% level of probability ** : Significant at 1% level of probability ns: Not significant

Table 9 Stand count (plant/rai.) management water and management fertilizer for maize of Lop Buri Soil Series Nakhon Sawan in 2014.

Management Fertilizer (b)	Management water (a)		Average (b)
	Rainfed	Irrigated	
0 - 0 - 0	10,347	10,542	10,445
chicken manure 1,000 Kg./rai	10,524	10,648	10,586
10 - 10 - 5	10,293	10,595	10,444
10 - 10 - 5 + chicken manure 1,000 Kg./rai	10,436	10,524	10,480
15 - 15 - 7.5+ chicken manure 1,000 Kg./rai	10,595	10,631	10,613
Average (a)	10,439	10,588	

CV (a) = 2.67 % CV (b) = 1.36 %

* : Significantly at 5% level of probability ** : Significant at 1% level of probability ns: Not significant

Table 10 Ear count (ear/rai.) management water and management fertilizer for maize of Lop Buri Soil Series Nakhon Sawan in 2014.

Management Fertilizer (b)	Management water (a)		Average (b)
	Rainfed	Irrigated	
0 - 0 - 0	9,938	10,329	10,134
chicken manure 1,000 Kg./rai	9,938	10,133	10,036
10 - 10 - 5	9,760	10,400	10,080
10 - 10 - 5 + chicken manure 1,000 Kg./rai	10,00	10,187	10,098
15 - 15 - 7.5+ chicken manure 1,000 Kg./rai	9,778	10,258	10,018
Average (a)	9,885	10,261 a	

CV (a) = 4.21 % CV (b) = 2.62 %

* : Significantly at 5% level of probability ** : Significant at 1% level of probability ns: Not significant

Table 11 Ear rot (ear/rai.) management water and management fertilizer for maize of Lop Buri Soil Series Nakhon Sawan in 2014.

Management Fertilizer (b)	Management water (a)		Average (b)
	Rainfed	Irrigated	
0 - 0 - 0	231	231	231
chicken manure 1,000 Kg./rai	462	142	302
10 - 10 - 5	480	53	267
10 - 10 - 5 + chicken manure 1,000 Kg./rai	569	142	356
15 - 15 - 7.5+ chicken manure 1,000 Kg./rai	249	302	276
Average (a)	398	174	

Table 12 Grain moisture (%) management water and management fertilizer for maize of Lop Buri Soil Series Nakhon Sawan in 2014.

Management Fertilizer (b)	Management water (a)		Average (b)
	Rainfed	Irrigated	
0 - 0 - 0	21.09	21.13	21.11
chicken manure 1,000 Kg./rai	21.21	21.24	21.23
10 - 10 - 5	21.05	21.57	21.31
10 - 10 - 5 + chicken manure 1,000 Kg./rai	21.49	21.45	21.47
15 - 15 - 7.5+ chicken manure 1,000 Kg./rai	21.37	21.45	21.41
Average (a)	21.24	21.37	

CV (a) = 3.2 % CV (b) = 2.92 %

* : Significantly at 5% level of probability ** : Significant at 1% level of probability ns: Not significant

Table 13 Grain weight 100 seed (g.) management water and management fertilizer for maize of Lop Buri Soil Series Nakhon Sawan in 2014.

Management Fertilizer (b)	Management water (a)		Average (b)
	Rainfed	Irrigated	
0 - 0 - 0	29.56	31.45	30.51 b
chicken manure 1,000 Kg./rai	30.55	31.88	31.21 ab
10 - 10 - 5	30.65	31.81	31.23 ab
10 - 10 - 5 + chicken manure 1,000 Kg./rai	29.93	32.99	31.46 ab
15 - 15 - 7.5+ chicken manure 1,000 Kg./rai	30.69	34.61	32.65 a
Average (a)	30.28	32.55 a	

CV (a) = 7.23 % CV (b) = 4.54 %

* : Significantly at 5% level of probability ** : Significant at 1% level of probability ns: Not significant

Table 14 Yield grain moisture 15% (Kg./rai.) management water and management fertilizer for maize of Lop Buri Soil Series Nakhon Sawan in 2014.

Management Fertilizer (b)	Management water (a)		Average (b)
	Rainfed	Irrigated	
0 - 0 - 0	872	1,036	954
chicken manure 1,000 Kg./rai	823	1,031	927
10 - 10 - 5	895	1,075	985
10 - 10 - 5 + chicken manure 1,000 Kg./rai	898	1,112	1,005
15 - 15 - 7.5+ chicken manure 1,000 Kg./rai	893	1,111	975
Average (a)	865b	1,073a	

CV (a) = 7.94 % CV (b) = 7.63 %

* : Significantly at 5% level of probability ** : Significant at 1% level of probability ns: Not significant

Table 15 CO₂ (cm²) emission 102 day management water and management fertilizer for maize of Lop Buri Soil Series at NSFCRC in 2014.

Management Fertilizer (b)	Management water (a)		Average (b)
	Rainfed	Irrigated	
0 - 0 - 0	629	550	590
chicken manure 1,000 Kg./rai	600	598	599
10 - 10 - 5	595	507	551
10 - 10 - 5 + chicken manure 1,000 Kg./rai	659	557	608
15 - 15 - 7.5+ chicken manure 1,000 Kg./rai	598	664	631
Average (a)	616	575	

Table 16 Amount of water for maize at 1-90 day after planting in 2015.

Management	Total Rain (mm.)	Total Irrigated (mm.)	Total Water (mm.)
Rainfed	734	0	734
Irrigated	734	190	924

Table 17 Water use efficiency of hybrid maize under difference water management condition Lop Buri soil series Nakhon Sawan in 2015.

Management Fertilizer	Management water		Average
	Rainfed (385mm.)	Irrigated (724mm.)	
0 - 0 - 0	1.38	1.17	1.28
chicken manure 1,000 Kg./rai	1.38	1.23	1.31
10 - 10 - 5	1.53	1.26	1.40
10 - 10 - 5 + chicken manure 1,000 Kg./rai	1.54	1.31	1.43
15 - 15 - 7.5+ chicken manure 1,000 Kg./rai	1.70	1.37	1.54
Average	1.51	1.27	

Table 18 Plant height 30 day (cm.) management water and management Fertilizer for maize of Lop Buri soil series Nakhon Sawan in 2015.

Management Fertilizer (b)	Management water (a)		Average (b)
	Rainfed	Irrigated	
0 - 0 - 0	53	42	47c
chicken manure 1,000 Kg./rai	54	44	49bc
10 - 10 - 5	55	47	51abc
10 - 10 - 5 + chicken manure 1,000 Kg./rai	58	49	53ab
15 - 15 - 7.5+ chicken manure 1,000 Kg./rai	61	51	56a
Average (a)	56a	47b	

CV (a) = 11.21 % CV (b) = 6.87 %

* : Significantly at 5% level of probability ** : Significant at 1% level of probability ns: Not significant

Table 19 Plant height harvested (cm.) management water and management fertilizer for maize of Lop Buri soil series Nakhon Sawan in 2015.

Management Fertilizer (b)	Management water (a)		Average (b)
	Rainfed	Irrigated	
0 - 0 - 0	209	204	207c
chicken manure 1,000 Kg./rai	210	208	209cd
10 - 10 - 5	212	218	215bc
10 - 10 - 5 + chicken manure 1,000 Kg./rai	218	217	218ab
15 - 15 - 7.5+ chicken manure 1,000 Kg./rai	221	225	223a
Average (a)	214	214	

CV (a) = 11.28 % CV (b) = 2.42 %

* : Significantly at 5% level of probability ** : Significant at 1% level of probability ns: Not significant

Table 20 Ear height harvested (cm.) management water and management fertilizer for maize of Lop Buri soil series Nakhon Sawan in 2015.

Management Fertilizer (b)	Management water (a)		Average (b)
	Rainfed	Irrigated	
0 - 0 - 0	125	116	121c
chicken manure 1,000 Kg./rai	127	123	125bc
10 - 10 - 5	127	127	127b
10 - 10 - 5 + chicken manure 1,000 Kg./rai	131	126	129ab
15 - 15 - 7.5+ chicken manure 1,000 Kg./rai	134	131	133a
Average (a)	129	125	

CV (a) = 12.32 % CV (b) = 3.01 %

* : Significantly at 5% level of probability ** : Significant at 1% level of probability ns: Not significant

Table 21 Stand count (plant/rai.) management water and management fertilizer for maize of Lop Buri soil series Nakhon Sawan in 2015.

Management Fertilizer (b)	Management water (a)		Average (b)
	Rainfed	Irrigated	
0 - 0 - 0	10666	10609	10638
chicken manure 1,000 Kg./rai	10495	10666	10580
10 - 10 - 5	10609	10666	10639
10 - 10 - 5 + chicken manure 1,000 Kg./rai	10495	10666	10580
15 - 15 - 7.5+ chicken manure 1,000 Kg./rai	10666	10495	10581
Average (a)	10586	10621	

CV (a) = 1.01 % CV (b) = 0.98 %

* : Significantly at 5% level of probability ** : Significant at 1% level of probability ns: Not significant

Table 22 Ear count (ear/rai.) management water and management fertilizer for maize of Lop Buri soil series Nakhon Sawan in 2015.

Management Fertilizer (b)	Management water (a)		
	Rainfed	Irrigated	Average (b)
0 - 0 - 0	10781	10609	10695
chicken manure 1,000 Kg./rai	10839	10724	10781
10 - 10 - 5	10667	10667	10667
10 - 10 - 5 + chicken manure 1,000 Kg./rai	10552	10667	10609
15 - 15 - 7.5+ chicken manure 1,000 Kg./rai	10552	10495	10523
Average (a)	10678	10632	
CV (a) = 2.53 %	CV (b) = 1.49 %		

* : Significantly at 5% level of probability ** : Significant at 1% level of probability ns: Not significant

Table 23 Grain moisture (%) management water and management fertilizer for maize of Lop Buri soil series Nakhon Sawan in 2015.

Management Fertilizer (b)	Management water (a)		
	Rainfed	Irrigated	Average (b)
0 - 0 - 0	24.49	25.62	25.05
chicken manure 1,000 Kg./rai	24.32	25.46	24.89
10 - 10 - 5	24.56	25.31	24.94
10 - 10 - 5 + chicken manure 1,000 Kg./rai	24.89	24.66	24.78
15 - 15 - 7.5+ chicken manure 1,000 Kg./rai	24.93	24.73	24.83
Average (a)	24.64	25.16	
CV (a) = 4.63 %	CV (b) = 2.22 %		

* : Significantly at 5% level of probability ** : Significant at 1% level of probability ns: Not significant

Table 24 Grain weight 100 seed (g.) management water and management fertilizer for maize of Lop Buri soil series Nakhon Sawan in 2015.

Management Fertilizer (b)	Management water (a)		
	Rainfed	Irrigated	Average (b)
0 - 0 - 0	31.44	31.35	31.40c
chicken manure 1,000 Kg./rai	32.00	31.16	31.58bc
10 - 10 - 5	32.52	31.85	32.18abc
10 - 10 - 5 + chicken manure 1,000 Kg./rai	33.62	32.45	33.03ab
15 - 15 - 7.5+ chicken manure 1,000 Kg./rai	33.77	32.69	33.23a
Average (a)	32.67	31.90	
CV (a) = 6.24 %	CV (b) = 3.37 %		

* : Significantly at 5% level of probability ** : Significant at 1% level of probability ns: Not significant

Table 25 Yield grain moisture 15% (Kg./rai.) management water and management fertilizer for maize of Lop Buri soil series Nakhon Sawan in 2015.

Management Fertilizer (b)	Management water (a)		
	Rainfed	Irrigated	Average (b)
0 - 0 - 0	1,010	1,083	1,047c
chicken manure 1,000 Kg./rai	1,014	1,137	1,076bc
10 - 10 - 5	1,125	1,163	1,144b
10 - 10 - 5 + chicken manure 1,000 Kg./rai	1,132	1,214	1,173ab
15 - 15 - 7.5+ chicken manure 1,000 Kg./rai	1,247	1,267	1,257a
Average (a)	1,106	1,173	
CV (a) = 20.33 %	CV (b) = 5.83 %		

* : Significantly at 5% level of probability ** : Significant at 1% level of probability ns: Not significant

Table 26 CO₂ (cm²) emission 154 day management water and management fertilizer for maize of Lop Buri Soil Series at NSFRC in 2015.

Management Fertilizer (b)	Management water (a)		
	Rainfed	Irrigated	Average (b)
0 - 0 - 0	566	474	520
chicken manure 1,000 Kg./rai	560	454	507
10 - 10 - 5	474	483	479
10 - 10 - 5 + chicken manure 1,000 Kg./rai	510	495	503
15 - 15 - 7.5+ chicken manure 1,000 Kg./rai	541	494	518
Average (a)	530	480	

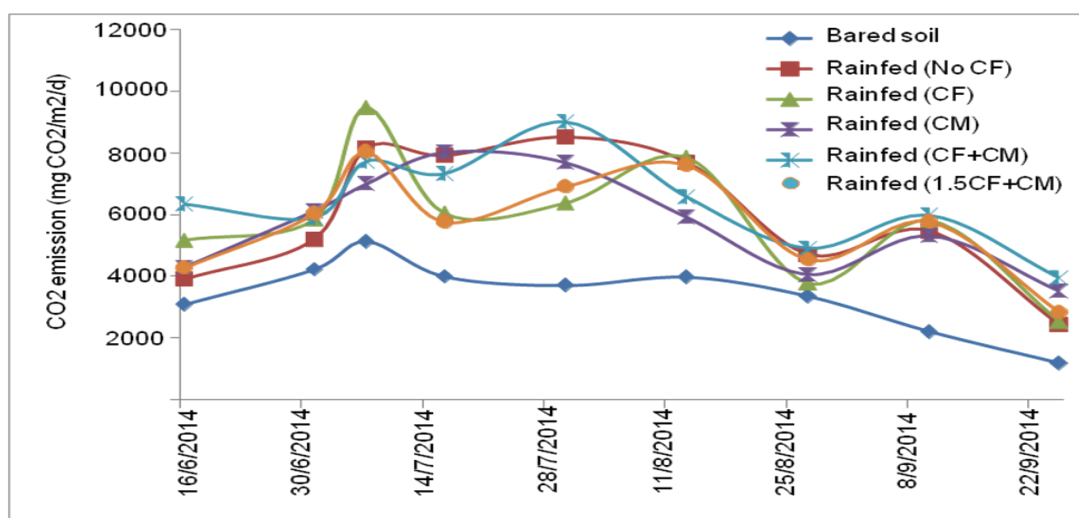


Figure 1 CO₂ emission from the soil in maize production at NSFRC in Lop Buri soil series under rainfed and different fertilizer management practices.

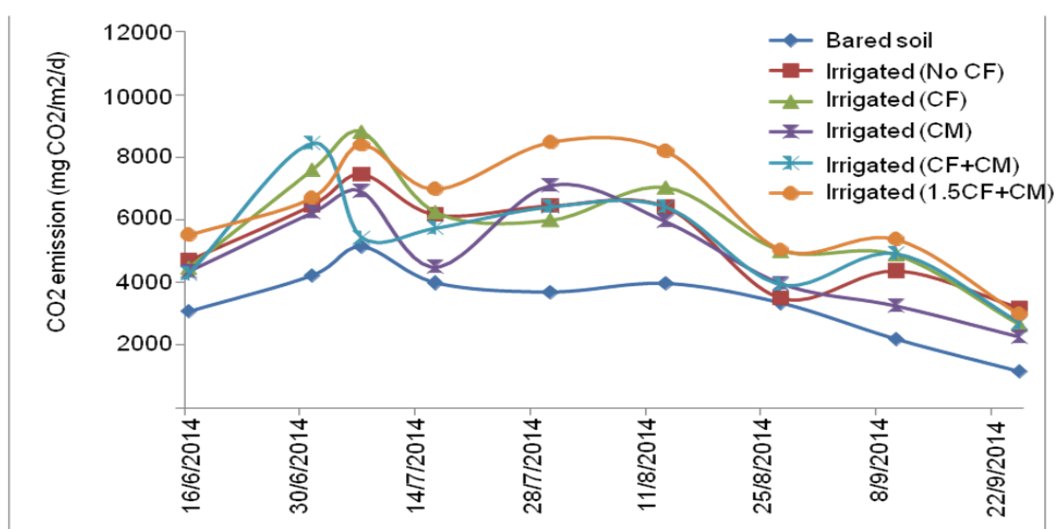


Figure 2 CO₂ emission from the soil in maize production at NSFRC in Lop Buri soil series under irrigation and different fertilizer management practices.

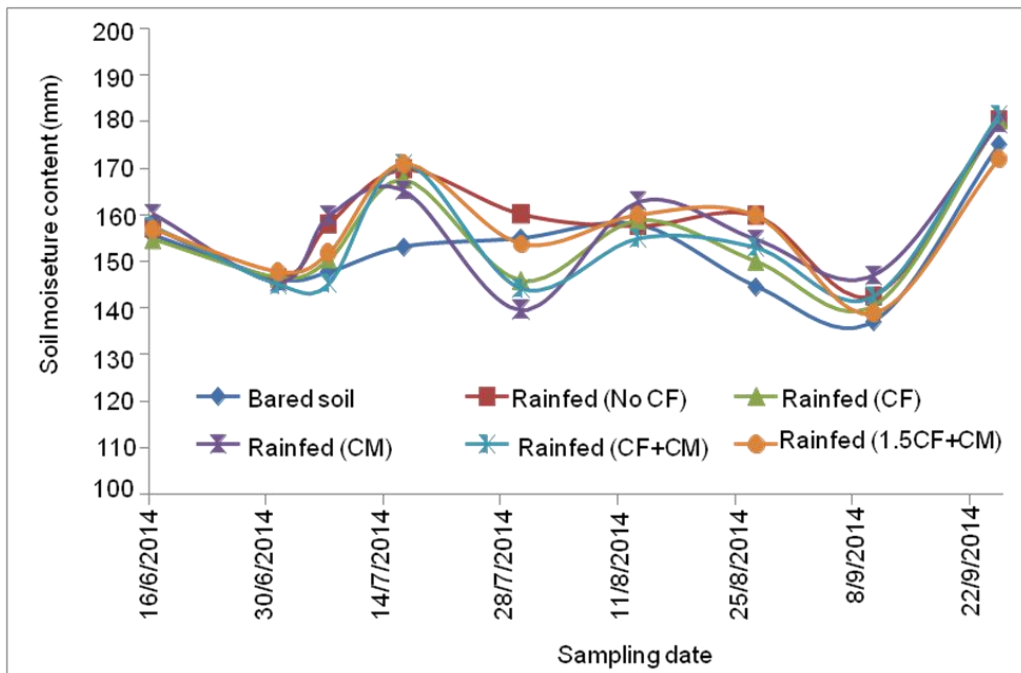


Figure 3 Soil moisture (depth 0-30 cm.) in maize production area on Lop Buri soil series under rainfed at NSFCRC

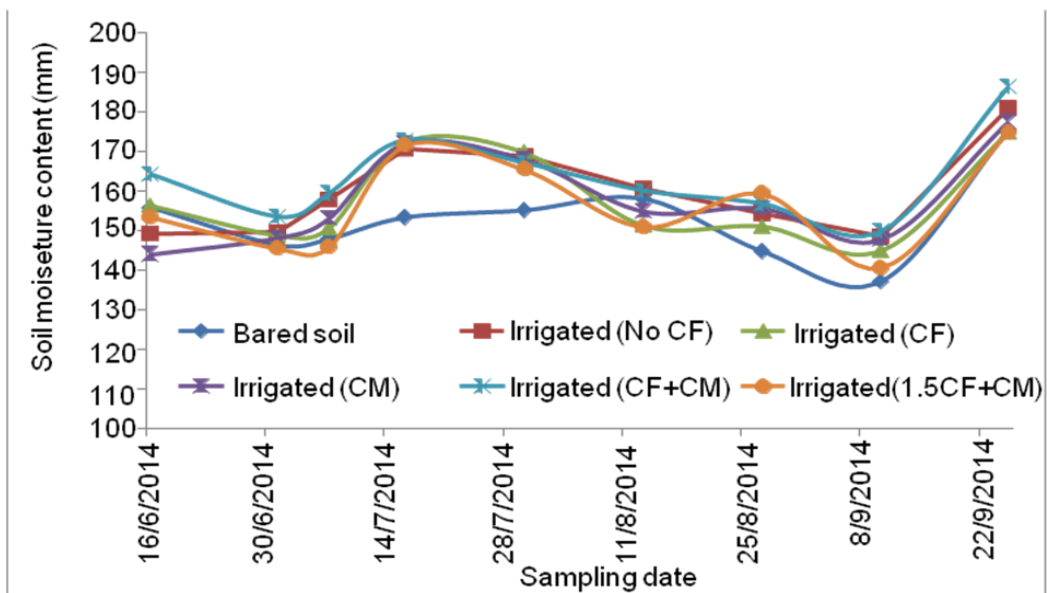


Figure 4 Soil moisture (depth 0-30 cm.) in maize production area on Lop Buri soil series under irrigated at NSFCRC

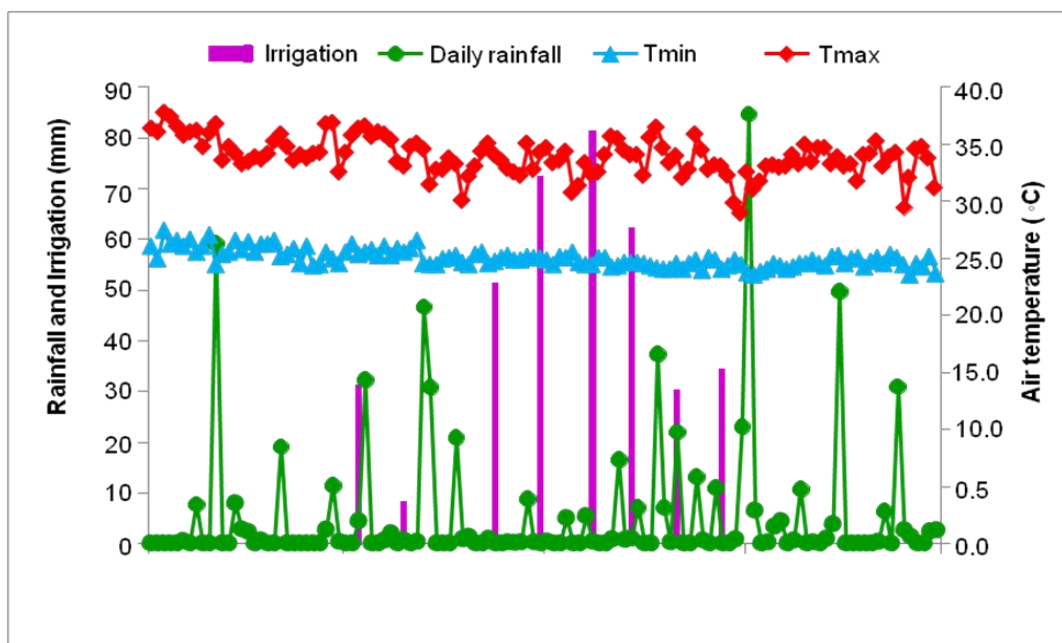


Figure 5 Daily rainfall (mm.), air temperature and amount of water supplyment during the growing season.

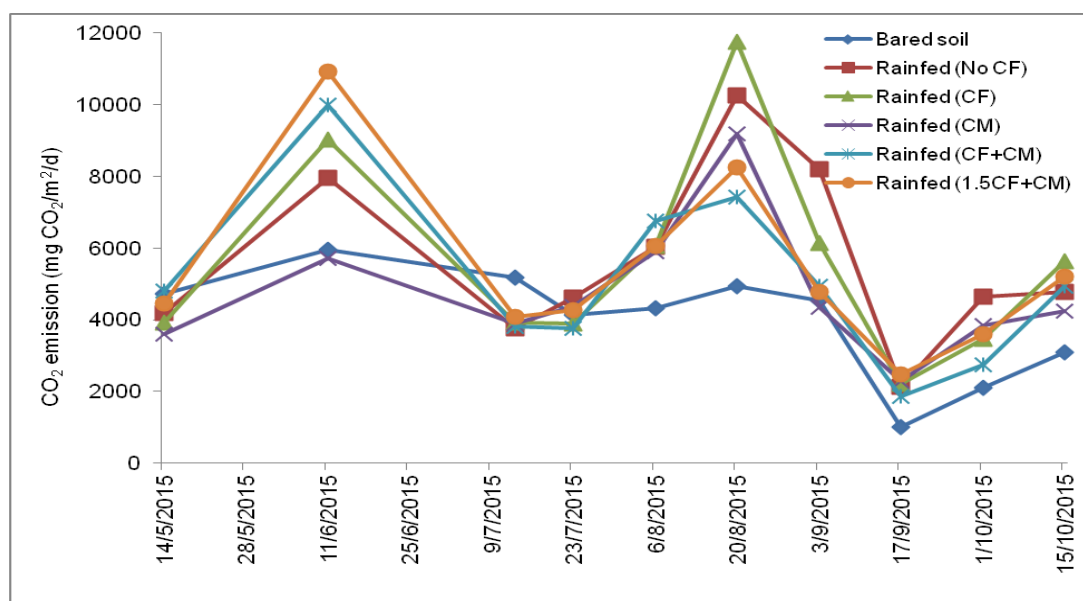


Figure 6 CO₂ emission from the soil in maize production at NSFRC in Lop Buri soil series under rainfed and different fertilizer management practices.

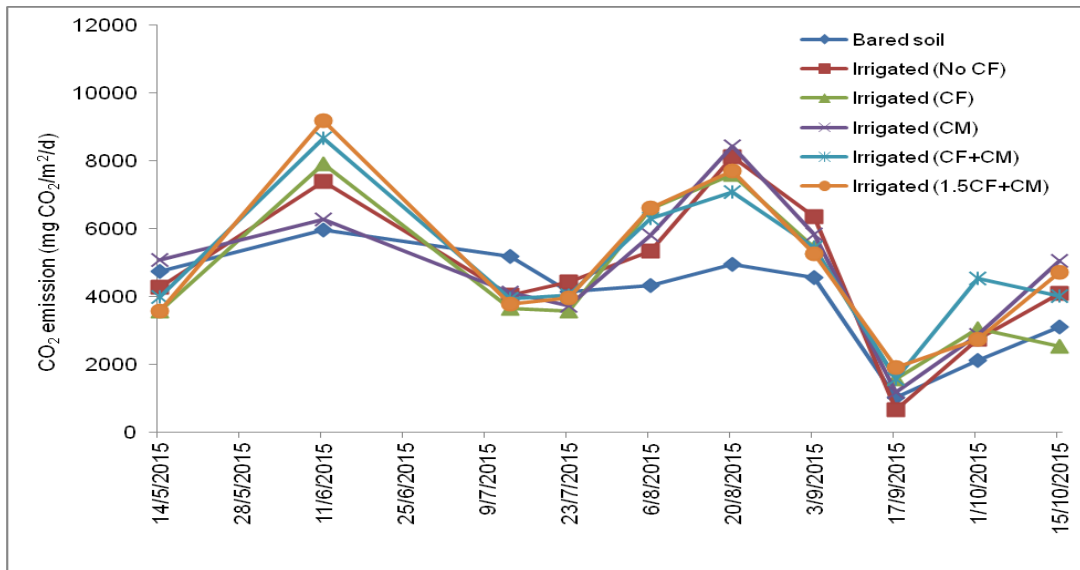


Figure 7 CO₂ emission from the soil in maize production at NSFCRC in Lop Buri soil series under irrigation and different fertilizer management practices.

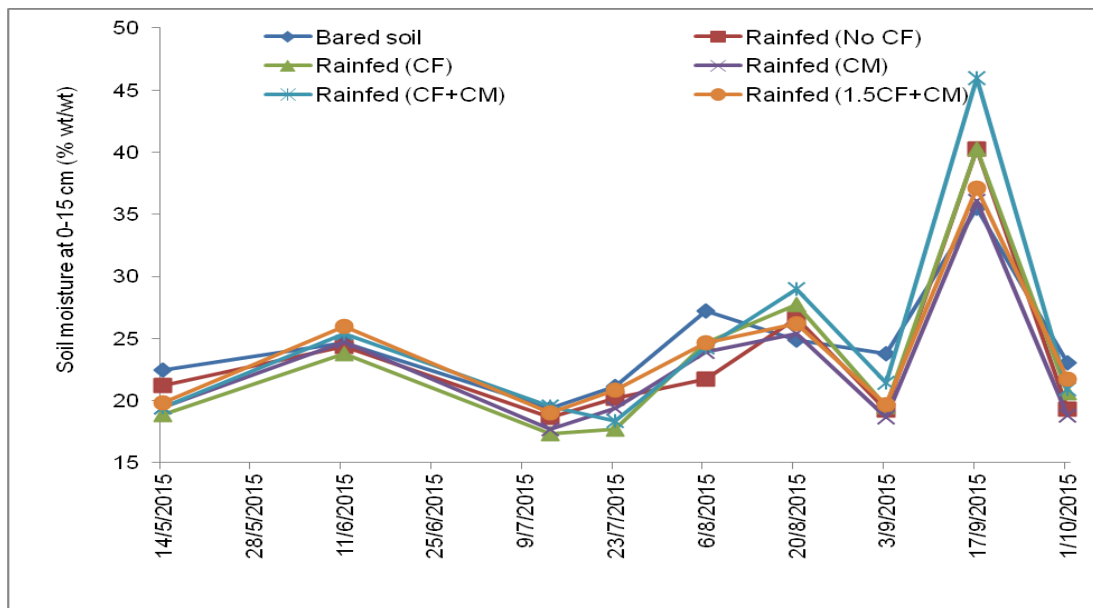


Figure 8 Soil moisture (depth 0-15 cm.) in maize production area on Lop Buri soil series under rainfed at NSFCRC

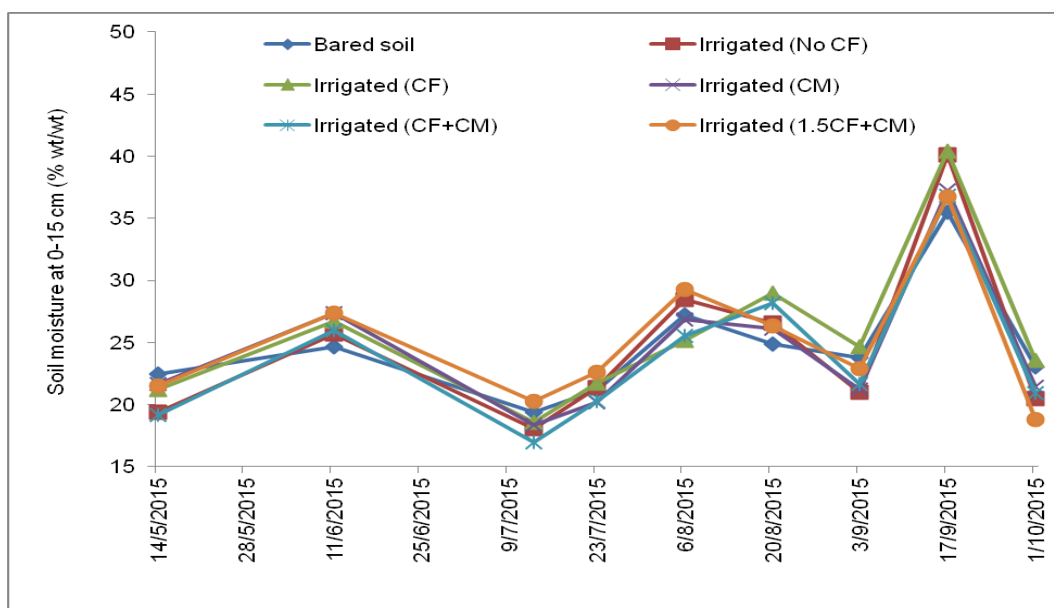


Figure 9 Soil moisture (depth 0-15 cm.) in maize production area on Lop Buri soil series under irrigated at NSFCRC in 2015

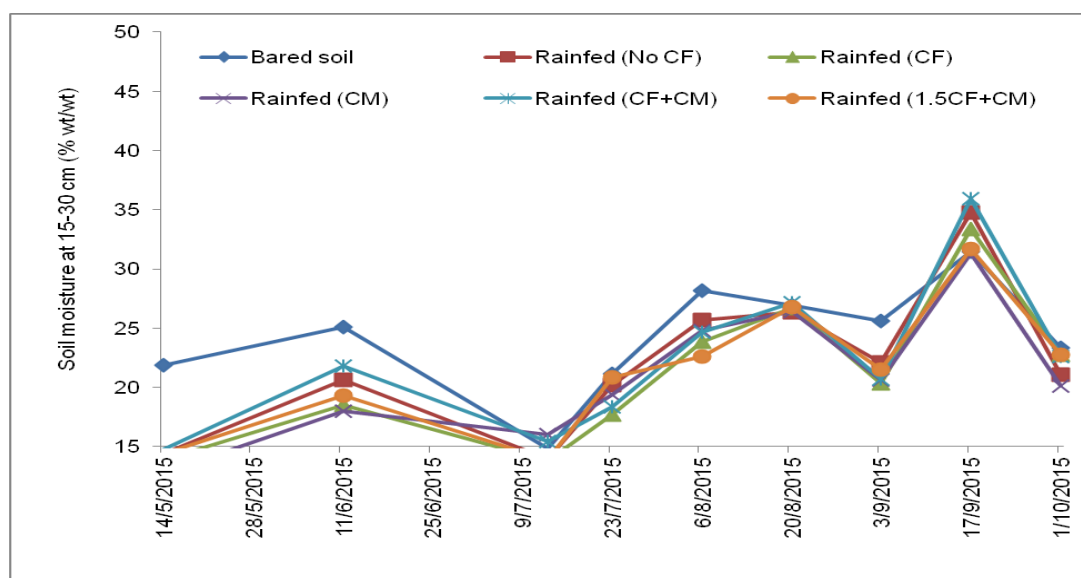


Figure 10 Soil moisture (depth 15-30 cm.) in maize production area on Lop Buri soil series under rainfed at NSFCRC in 2015

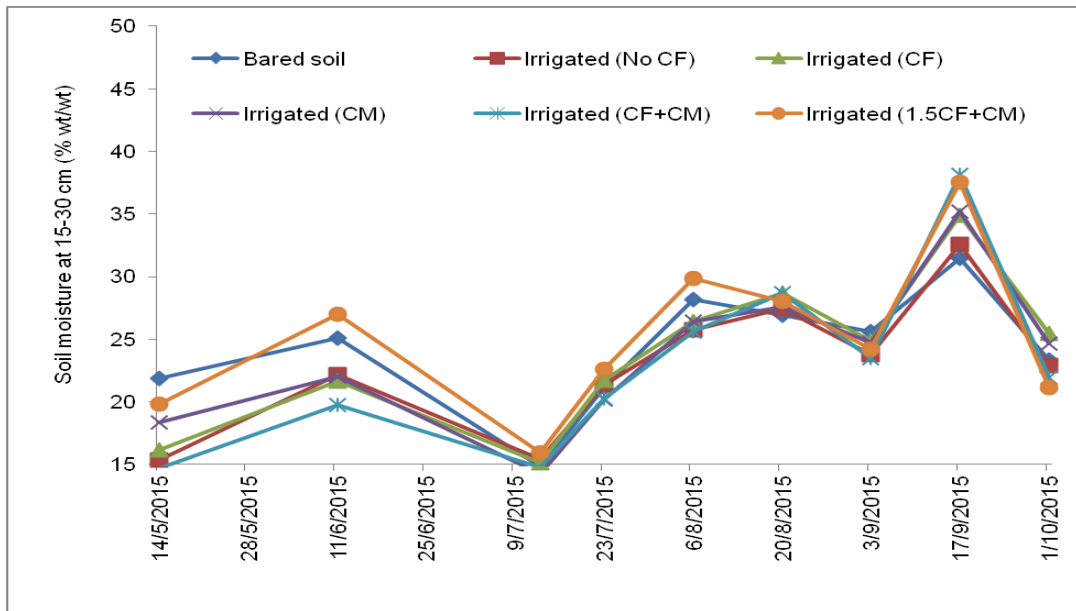


Figure 11 Soil moisture (depth 15-30 cm.) in maize production area on Lop Buri soil series under irrigated at NSFCRC in 2015