รายงานผลงานเรื่องเต็มการทดลองที่สิ้นสุด ปีงบประมาณ 2563

---

1. แผนงานวิจัย วิจัยและพัฒนาระบบการผลิตพืชสู่เกษตรที่เป็นมิตรกับสภาพภูมิอากาศ

2. โครงการวิจัย การศึกษาผลของการจัดการดิน ปุ๋ย และน้ำ ในระบบการผลิตข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ อ้อย มันสำปะหลังถั่วเหลืองและถั่วเขียว ต่อการเปลี่ยนแปลงคุณภาพดินและการปล่อยก๊าซเรือนกระจก

กิจกรรม การจัดการดินและปุ๋ยในพื้นที่ปลูกข้าวโพดเลี้ยงสัตว์

กิจกรรมย่อย -

3. ชื่อการทดลอง (ภาษาไทย) การศึกษาการจัดการปุ๋ยและระบบปลูกพืชอย่างต่อเนื่องระยะยาวต่อการเปลี่ยนแปลงคุณภาพดินและการปล่อยก๊าซเรือนกระจกในระบบการผลิตข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ จ. นครสวรรค์

ชื่อการทดลอง (ภาษาอังกฤษ) Long-term Study of Fertilizer Management and Cropping System on Soil Quality Change and Greenhouse Gas Emissions in Corn Farming System, Nakhon Sawan Province

4. คณะผู้ดำเนินงาน

หัวหน้าการทดลอง	นางสาวการิตา จงเจือกลาง	ศูนย์วิจัยพืชไร่นครสวรรค์
ผู้ร่วมงาน	นางสาวศุภกาญจน์ ล้วนมณี	กองวิจัยพัฒนาปัจจัยการผลิตทางการเกษตร
	นายสามัคคี จงฐิตินนท์	ศูนย์วิจัยพืชไร่นครสวรรค์

กรมวิชาการเกษตร

5. บทคัดย่อ

ศึกษาการจัดการปุ๋ยและระบบปลูกพืชอย่างต่อเนื่องระยะยาวต่อการเปลี่ยนแปลงคุณภาพดินและการปล่อยก๊าซเรือนกระจกในระบบการผลิตข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ในดินเหนียวชุดดินสมอทอด ณ ศูนย์วิจัยพืชไร่นครสวรรค์ ซึ่งได้ดำเนินการมาตั้งแต่ปี พ.ศ. 2524 ซึ่งเป็นแปลงทดลองกึ่งสาธิตไม่มีซ้ำ กรรมวิธีประกอบด้วยระบบการปลูกพืช 3 ระบบ ได้แก่ 1) ข้าวโพด-ข้าวฟ่าง 2) ข้าวโพด-ถั่วเขียว และ 3) ข้าวโพด-ถั่วแปบ ซึ่งในแต่ละระบบมีการจัดการปุ๋ยสำหรับข้าวโพด 4 วิธี ได้แก่ 1) ไม่ใส่ปุ๋ย 2) ใส่ปุ๋ยเคมี 10-5-5 กิโลกรัม N-P_2O_5-K_2O ต่อไร่ 3) ใส่ปุ๋ยมูลไก่ผสมแกลบ 1,000 กิโลกรัมต่อไร่ และ 4) ใส่ปุ๋ยเคมี 10-5-5 กิโลกรัม N-P_2O_5-K_2O ต่อไร่ ร่วมกับมูลไก่ผสมแกลบ 1,000 กิโลกรัมต่อไร่ สำหรับผลการทดลองในปี 36-39 พบว่า การปลูกถั่วแปบเป็นพืชตามหลังจาก

เก็บเกี่ยวข้าวโพด ทำให้ดินมีการสะสมอินทรีย์วัตถุ และอินทรียคาร์บอนสูงกว่าระบบที่ปลูกข้าวฟ่างและถั่วเขียวเป็นพืชตาม เมื่อเปรียบเทียบระหว่างวิธีการจัดการปุ๋ยต่อสมบัติของดินพบว่าวิธีการใส่มูลไก่ทำให้ดินมีอินทรียวัตถุลดน้อยลงที่สุด อีกทั้งทำให้ดินมีค่าฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์และโพแทสเซียมที่แลกเปลี่ยนได้สะสมอยู่ในปริมาณสูง ส่วนการใส่ปุ๋ยเคมีเพียงอย่างเดียวทำให้อินทรียวัตถุในดินลดลงมากกว่าการใส่ปุ๋ยมูลไก่ แต่ดีกว่ากรรมวิธีที่ไม่ใส่ปุ๋ยซึ่งมีอินทรียวัตถุ ฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์ และโพแทสเซียมที่แลกเปลี่ยนได้ลดลงมากที่สุด สำหรับการปลดปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์จากผิวดินในระบบปลูกพืชทั้ง 3 พบว่ามีค่าใกล้เคียงกัน โดยมีการปลดปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์เฉลี่ย 1.94-2.02 กิโลกรัม CO_2 ต่อตารางเมตรต่อปี ส่วนการจัดการปุ๋ย พบว่าการใส่ปุ๋ยมูลไก่ หรือการใส่ปุ๋ยมูลไก่ร่วมกับปุ๋ยเคมี มีการปลดปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์เฉลี่ย 2.05 และ 2.18 กิโลกรัม CO_2 ต่อตารางเมตรต่อปี ตามลำดับ ซึ่งมากกว่ากรรมวิธีที่ใส่ปุ๋ยเคมีตามค่าวิเคราะห์ดิน และกรรมวิธีที่ไม่ใส่ปุ๋ย ที่มีการปลดปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์เฉลี่ย 1.84 และ 1.63 กิโลกรัม CO_2 ต่อตารางเมตรต่อปี ตามลำดับ แต่เมื่อพิจารณาการปลดปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ต่อหน่วยน้ำหนักของผลผลิตกลับพบว่าการปลูกข้าวโพดโดยไม่ใส่ปุ๋ยมีการปลดปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ต่อหน่วยผลผลิตในปริมาณที่สูงกว่าการใส่ปุ๋ยเคมีตามค่าวิเคราะห์ดินและการใช้ปุ๋ยมูลไก่

คำสำคัญ: การจัดการปุ๋ย ระบบปลูกพืช ก๊าซเรือนกระจก ข้าวโพดเลี้ยงสัตว์

Abstract

Long term study of fertilizer management and cropping system on soil quality change and greenhouse gas emissions in corn farming system. This experiment was conducted on Samo Thod soils at Nakhonsawan field Crops Research Center since 1981 as a long term semi-demonstration plot. It consists of three cropping systems with maize as the main crop, and 1) sorghum 2) mung bean and 3) lablab bean as second crops. Among those three cropping system, there were four level of fertilizer management for maize which are 1) without fertilization 2) chemical fertilizer application at nutrients level of 10-5-5 kg N-P_2O_5-K_2O 3) chicken manure application at a rate of 1,000 kg/rai and 4) application of combination of chemical fertilizer at nutrients level of 10-5-5 kg N-P_2O_5-K_2O and chicken manure application at a rate of 1,000 kg/rai.The result during the 36^{th}-39^{th} years of operations showed that the soil organic matter and organic carbon in maize-lablab bean cropping system remained at a higher level than the maize-sorghum and the maize-mung bean cropping systems. A comparison between four methods of fertilizer management on soil properties showed that application of chicken manure caused the lowest depletion of soil organic matter and the highest accumulation of phosphorus and potassium. Whereas, application of chemical fertilizer caused higher depletion of soil organic matter than the application of chicken manure but less than the treatment without fertilizer application which soil organic matter, phosphorus and potassium highly

กรมวิชาการเกษตร

declined. The CO_2 emission from the soil surface under the different maize cropping system were similar. With an average CO_2 emission of 1.94-2.02 kg CO_2 /m^2/ year. Fertilizer management showed that application of chicken manure or application of combination of chemical fertilizer and chicken manure an average carbon dioxide emissions of 2.05 and 2.18 kg CO_2 /m^2/ year, respectively, were greater than chemical fertilizer application and the treatment without fertilizer application which emitted an average of 1.84 and 1.63 kg CO_2 /m^2/ year, respectively. However, when considering the CO_2 emission per unit weight of product, it was found that growing maize without fertilizers had higher amounts of CO_2 emission per unit of yield than with chemical fertilizers and chicken manure application.

Keywords: Fertilizer management, Cropping system, Greenhouse gas emissions, Maize

6. คำนำ

ภาวะโลกร้อนมีสาเหตุมาจากการปล่อยก๊าซเรือนกระจกทั้งจากภาคอุตสาหกรรมและการเกษตรอันเนื่องมาจากกิจกรรมความต้องการของมนุษย์ซึ่งเพิ่มขึ้นตามจำนวนประชากรโลก โดยปัจจุบันความเข้มข้นของก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์เพิ่มขึ้นเป็น 380 ส่วนในล้านส่วน จากเดิมเมื่อ 150 ปีก่อนที่มีเพียง 280 ส่วนในล้านส่วนภาคเกษตรกรรมมีบทบาท ในเรื่องโลกร้อนสองด้านคือเป็นผู้ปล่อยก๊าซเรือนกระจก พร้อมๆกับทำหน้าที่ดูดซับก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์จากอากาศมาเก็บกักไว้ในมวลชีวภาพก๊าซเรือนกระจก 3 ชนิด ที่ถูกปล่อยจากภาคเกษตรกรรม ซึ่งเกิดจากกิจกรรมการจัดการดิน พืชและการใช้ปุ๋ย ได้แก่ ก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ ก๊าซมีเทนและก๊าซไนตรัสออกไซด์ ซึ่งการปล่อยก๊าซมีเทนมีสาเหตุจากการทำนาข้าวในสภาพขังน้ำ ในขณะที่การปล่อยก๊าซไนตรัสออกไซด์เกิดจากการใช้ปุ๋ยไนโตรเจน และการเผาเศษวัสดุเหลือใช้จากภาคเกษตรกรรม วัชพืชและการย่อยสลายของอินทรีย์คาร์บอนในดิน เป็นสาเหตุในการปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์

การกักเก็บคาร์บอน (carbon storage) ในพื้นที่เกษตรเป็นแนวทางหนึ่งที่หลายประเทศนำไปใช้เพื่อประโยชน์ในการลดปริมาณก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ในบรรยากาศซึ่งอาศัยการสังเคราะห์แสง (Photosynthesis) ของพืชในการตรึงคาร์บอนไดออกไซด์ไปเก็บสะสมไว้ในส่วนของเนื้อเยื่อพืช (ลำต้นใบผลและราก) และเมื่อเศษซากพืชเหล่านี้หลุดร่วงหรือตายลงสารอินทรีย์เหล่านั้นจึงถูกย่อยสลายและส่วนที่ย่อยสลายยากจะเหลือตกค้างอยู่ในดินในรูปของฮิวมัสซึ่งเป็นองค์ประกอบหลักของอินทรียวัตถุ โดยเรียกกระบวนการดังกล่าวนี้ว่า “Soil carbon sequestration” (Lal, 2004; Lal et al., 2007; Yonekura et al., 2010) ปริมาณคาร์บอนที่ถูกกักเก็บไว้ในดินมีการเปลี่ยนแปลงตลอดเวลาขึ้นอยู่กับหลายปัจจัยแต่ปัจจัยหลักๆได้แก่การใช้ประโยชน์ที่ดินสภาพภูมิอากาศและการทำการเกษตรทำให้มีการย่อยสลายของอินทรียวัตถุในดินและปลดปล่อยคาร์บอนสู่บรรยากาศในทางกลับกันหากมีการจัดการดิน-ปุ๋ย-น้ำและพืชอย่างเหมาะสมและมีประสิทธิภาพกับพื้นที่ปลูก พื้นที่ทำการเกษตรก็จะเป็นแหล่งกักเก็บคาร์บอนที่สำคัญแหล่งหนึ่ง

แต่ประเด็นปัญหาคือประเทศไทยตั้งอยู่ในเขตร้อนชื้น ซึ่งดินไร่ทั่วๆไปสามารถเก็บกักคาร์บอนไว้ในดินได้น้อยกว่าเขตอบอุ่นเนื่องจากการสลายตัวของวัสดุอินทรีย์เกิดขึ้นเร็ว ทำให้มีการปลดปล่อยออกมา CO_2 นอกจากนี้

กรมวิชาการเกษตร

การกัดกร่อนผิวดินก็เป็นตัวเร่งให้เกิดการสูญเสียอินทรีย์คาร์บอนออกไปจากพื้นที่ ดังนั้นจึงควรมีการศึกษาวิจัยระบบการจัดการดินปุ๋ยน้ำและพืชอย่างเหมาะสม เพื่อลดการปล่อยก๊าซเรือนกระจกและเพิ่มการกักเก็บคาร์บอนไว้ในดิน เพื่อรักษาคุณภาพดินในการผลิตพืชให้ยั่งยืน และลดผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อม

7. วิธีดำเนินการ

- อุปกรณ์

1) เมล็ดพันธุ์ ได้แก่ เมล็ดพันธุ์ข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ พันธุ์นครสวรรค์ 3 เมล็ดข้าวฟ่าง พันธุ์แปซิฟิค 99 เมล็ดถั่วเขียว พันธุ์ชัยนาท 36 เมล็ดถั่วแปบ (พันธุ์พื้นเมือง เมล็ดดำ)

2) ปุ๋ยเคมี ได้แก่ แอมโมเนียมซัลเฟต (21-0-0) และปุ๋ยเคมี 15-15-15

3) ปุ๋ยอินทรีย์ ได้แก่ มูลไก่ผสมแกลบ

4) สารเคมีป้องกันและกำจัดวัชพืช

5) เครื่องมือวิทยาศาสตร์ เครื่องแก้ว สารเคมีสำหรับวิเคราะห์ดินและพืช

6) สว่านเก็บตัวอย่างดิน และอุปกรณ์เก็บตัวอย่างดินแบบ Undisturbed core sample

7) อุปกรณ์สำหรับดักจับก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ ได้แก่ กระป๋องพลาสติก ขวดแก้ว และฐานรองที่เป็นตะแกรง

8) อุปกรณ์สำหรับดักจับก๊าซไนตรัสออกไซด์ ได้แก่ static chamber เข็มฉีดยา หลอดเก็บก๊าซไนตรัสออกไซด์

- วิธีการ

ดำเนินการในแปลงทดลองข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ระยะยาว ณ ศูนย์วิจัยพืชไร่นครสวรรค์ ดำเนินการทดลองมาตั้งแต่ปี พ.ศ. 2524 มีระบบปลูกพืชและการจัดการปุ๋ยแตกต่างกัน โดยระบบปลูกพืชมีข้าวโพดเลี้ยงสัตว์เป็นพืชหลัก และปลูกพืชตามหลังจากเก็บเกี่ยวข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ ดำเนินการในลักษณะแปลงทดลองกึ่งสาธิต ไม่มีซ้ำ ประกอบด้วยระบบปลูกพืช 3 ระบบ ที่มีข้าวโพดเลี้ยงสัตว์เป็นพืชหลัก และปลูกพืชตามหลังจากเก็บเกี่ยวข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ คือ 1) ข้าวโพดเลี้ยงสัตว์-ข้าวฟ่าง 2) ข้าวโพดเลี้ยงสัตว์-ถั่วเขียว 3) ข้าวโพดเลี้ยงสัตว์-ถั่วแปบ ในแต่ละระบบปลูกพืชมีการจัดการปุ๋ยสำหรับข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ 4 วิธี คือ 1) ไม่ใส่ปุ๋ย 2) ใส่ปุ๋ยเคมีตามค่าวิเคราะห์ดิน อัตรา 10-5-5 กิโลกรัม N-P_2O_2-K_2O ต่อไร่ 3) ใส่ปุ๋ยมูลไก่ผสมแกลบ อัตรา 1,000 กิโลกรัมต่อไร่ 4) ใส่ปุ๋ยเคมีตามค่าวิเคราะห์ดินอัตรา 10-5-5 กิโลกรัม N-P_2O_2-K_2O ต่อไร่ ร่วมกับปุ๋ยมูลไก่ผสมแกลบ อัตรา 1,000 กิโลกรัมต่อไร่

วิธีปฏิบัติการทดลอง

1) รวบรวมข้อมูลพื้นฐาน ได้แก่ สภาพภูมิอากาศ เช่น อุณหภูมิสูงสุด-ต่ำสุด ปริมาณน้ำฝน ความชื้นสัมพัทธ์ สมบัติของดินได้แก่ เนื้อดิน ความลึกของชั้นดิน ความหนาแน่นรวม ความสามารถในการอุ้มน้ำของดิน ความเป็นกรด-ด่าง และปริมาณอินทรียวัตถุ

2) สุ่มเก็บตัวอย่างดิน วิเคราะห์ปริมาณธาตุอาหารพืชและอินทรีย์คาร์บอนในดินก่อนปลูกพืชในแต่ละปี ที่ระดับความลึก 0-15 15-30 30-50 และ 50-100 เซนติเมตร

กรมวิชาการเกษตร

3) ขนาดแปลงทดลองย่อย 18 x 40 เมตร ปลูกข้าวโพดโดยใช้ระยะปลูก 75 x 20 เซนติเมตร วิธีปฏิบัติในการใส่ปุ๋ย สำหรับการใส่ปุ๋ยมูลไก่จะทำการหว่านให้ทั่วแปลงก่อนปลูกและไถคลุกเคล้าให้เข้ากันกับดิน ทำการปลูกข้าวฟ่าง ถั่วเขียว และถั่วแปบ โดยข้าวฟ่างใช้ระยะปลูก 60 x 10 เซนติเมตร ถั่วเขียว และถั่วแปบ ใช้ระยะปลูก 50 x 10 เซนติเมตร พื้นที่เก็บเกี่ยวข้าวฟ่าง ถั่วเขียว และถั่วแปบ 9 ตารางเมตร จำนวน 4 ซ้ำ/กรรมวิธีหลังเก็บเกี่ยวข้าวฟ่าง ถั่วเขียว และถั่วแปบ ปลูกข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ ใส่ปุ๋ยเคมี แบ่งใส่ 2 ครั้ง ครั้งแรกใส่ปุ๋ยรองพื้นพร้อมปลูก โดยใช้ปุ๋ยไนโตรเจน ½ อัตราที่แนะนำร่วมกับปุ๋ยฟอสเฟตและปุ๋ยโพแทชตามอัตราที่แนะนำ และใส่ปุ๋ยครั้งที่ 2 ใส่ปุ๋ยไนโตรเจนครึ่งอัตราที่แนะนำ หลังปลูก 21-30 วัน เมื่อดินมีความชื้นพอเหมาะ เก็บเกี่ยวข้าวโพดที่อายุ 110-120 วัน พื้นที่เก็บเกี่ยวข้าวโพด 9 ตารางเมตร จำนวน 4 ซ้ำ/กรรมวิธี

4) วิเคราะห์ดินก่อนปลูกและหลังเก็บเกี่ยว โดยสุ่มเก็บตัวอย่างดินทุกแปลงย่อย วิเคราะห์ความเป็นกรด-ด่างของดิน ค่าการนำไฟฟ้า ปริมาณอินทรียวัตถุ ฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์ โพแทสเซียมที่แลกเปลี่ยนได้

5) วิเคราะห์ปริมาณคาร์บอนและไนโตรเจนในส่วนต่าง ๆ ของข้าวโพด ได้แก่ ต้น ใบ กาบฝัก เมล็ด และซัง

6) วิเคราะห์สมดุลของคาร์บอนและไนโตรเจนในพื้นที่ จากปริมาณคาร์บอนและไนโตรเจนที่ใส่ลงไปในพื้นที่โดยปุ๋ยเคมี ปุ๋ยอินทรีย์ และการไถกลบเศษซากพืชในพื้นที่ หักลบด้วยปริมาณคาร์บอนและไนโตรเจนที่สูญหายออกไปจากพื้นที่โดยผลผลิตและส่วนต่างๆ ของพืช (ข้าวโพด ข้าวฟ่าง ถั่วเขียว และถั่วแปบ)

7) วิเคราะห์ปริมาณก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ที่ปล่อยจากผิวดิน ประยุกต์จากวิธีของ Anderson (1982) โดยใช้โซเดียมไฮดรอกไซด์ในการดักจับก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ที่ปล่อยออกมาจากพื้นผิวดินภายใน 1 รอบวัน ทุกๆ 3 สัปดาห์ และทุกครั้งที่มีกิจกรรมเกิดขึ้นในแปลงทดลอง เช่น ไถพรวน ใส่ปุ๋ยอินทรีย์ ใส่ปุ๋ยเคมี และเก็บดินมาวิเคราะห์ความชื้น วัดอุณหภูมิดินที่ระดับความลึก 5-10 เซนติเมตร และอุณหภูมิอากาศ ด้วยทุกครั้ง

8) วิเคราะห์ปริมาณก๊าซไนตรัสออกไซด์ที่ปล่อยจากผิวดิน โดยใช้ soil chamber method (Klein and Harvey, 2015) ดักจับก๊าซไนตรัสออกไซด์ที่ปล่อยออกมาจากผิวดินในช่วงเวลา 10.00-12.00 ทุกครั้งที่มีกิจกรรมเกิดขึ้นในแปลงทดลอง เช่น ไถพรวน ใส่ปุ๋ยอินทรีย์ ใส่ปุ๋ยเคมี หรือให้น้ำ หลังจากนั้นดักจับก๊าซทุกๆ 3 สัปดาห์ และเก็บดินมาวิเคราะห์ความชื้น วัดอุณหภูมิดินที่ระดับความลึก 5-10 เซนติเมตร และอุณหภูมิอากาศ ด้วยทุกครั้ง

9) ประเมินคุณภาพดิน (soil quality assessment) โดยใช้เกณฑ์การประเมินเป็น ค่าสูง ปานกลาง และ ต่ำ (Soil quality index, SIQ) ที่แปรผลจากค่าวิเคราะห์ดินมาใช้ในการกำหนดคะแนน เพื่อประเมินการเปลี่ยนแปลงคุณภาพดิน ที่เป็นผลมาจากการจัดการระบบการผลิตพืช เพื่อนำมาปรับปรุงวิธีการจัดการในแต่ละระบบการผลิตพืชให้เหมาะสม

กรมวิชาการเกษตร

การบันทึกข้อมูล

1) ข้อมูลปริมาณก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์และไนตรัสออกไซด์ที่ปล่อยออกมาจาก ผิวดินที่ระยะต่างๆ

2) ข้อมูลการปฏิบัติในแปลงทดลอง ได้แก่ วันที่ทำการไถพรวน วันปลูก วันใส่ปุ๋ยเคมี วันเก็บเกี่ยว วันปลูกพืชตาม และวันเก็บเกี่ยวพืชตาม

3) ข้อมูลการเจริญเติบโตของข้าวโพด ได้แก่ วันงอก ความสูงที่อายุ 30 และ 60 วัน

4) ข้อมูลผลผลิตและองค์ประกอบผลผลิตของข้าวโพด ข้าวฟ่าง ถั่วเขียว และถั่วแปบ ได้แก่ เปอร์เซ็นต์กะเทาะ ความชื้นเมล็ด ผลผลิตต่อพื้นที่เก็บเกี่ยว น้ำหนักสดและน้ำหนักแห้งของต้น ใบ กาบฝัก เมล็ด และซัง

5) ข้อมูลผลการวิเคราะห์ดิน ได้แก่ เนื้อดิน ค่าการนำไฟฟ้า ความเป็นกรด-ด่างของดิน ปริมาณอินทรียวัตถุฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์ โพแทสเซียม แคลเซียม และแมกนีเซียมที่แลกเปลี่ยนได้

6) ข้อมูลผลการวิเคราะห์พืช ได้แก่ ปริมาณคาร์บอนทั้งหมด และปริมาณไนโตรเจนทั้งหมด ในส่วนต่างๆ ของข้าวโพด (ต้น ใบ กาบฝัก เมล็ด และซัง)

7) ข้อมูลสภาพภูมิอากาศ เช่น อุณหภูมิสูงสุด-ต่ำสุด ปริมาณน้ำฝน ความชื้นสัมพัทธ์

- เวลาและสถานที่ ตุลาคม 2559 ถึง กันยายน 2563 ที่ศูนย์วิจัยพืชไร่นครสวรรค์ จังหวัดนครสวรรค์

8. ผลการทดลองและวิจารณ์

สภาพภูมิอากาศ

ในฤดูปลูกปี 2560 ปลูกข้าวโพดวันที่ 15 พฤษภาคม 2560 ฝนมีการกระจายตัวอย่างสม่ำเสมอตลอดฤดูปลูก (ภาพที่ 1) และมีปริมาณฝนรวมตั้งแต่ปลูกจนกระทั่งเก็บเกี่ยวข้าวโพดเท่ากับ 909 มิลลิเมตร ทำให้ข้าวโพดได้รับน้ำเพียงพอตลอดฤดูปลูก หลังจากเก็บเกี่ยวข้าวโพดในวันที่ 10 กันยายน 2560 ได้ดำเนินการปลูกข้าวฟ่าง ถั่วเขียว ถั่วแปบ โดยไม่มีการไถเตรียมดิน ในวันที่ 17 ตุลาคม 2560 หลังจากปลูกพืชตามประมาณ 1 สัปดาห์ ไม่มีฝนตกเป็นระยะเวลายาวนาน 23 วัน (ภาพที่ 1) จึงทำให้ถั่วเขียวที่ปลูกในช่วงเวลาดังกล่าวเกิดความเสียหายจึงไม่สามารถเก็บเกี่ยวผลผลิตได้

ในฤดูปลูกปี 2561 ปลูกข้าวโพดวันที่ 9 พฤษภาคม 2561 ในช่วง 1-2 เดือนหลังปลูกข้าวโพดถึงแม้ปริมาณน้ำฝนจะมีน้อย แต่ค่อนข้างมีการกระจายตัว (ภาพที่ 2) โดยตลอดช่วงฤดูปลูกข้าวโพดได้รับปริมาณน้ำฝนรวม 545 มิลลิเมตร หลังจากเก็บเกี่ยวข้าวโพดในวันที่ 4 กันยายน 2561 ได้ดำเนินการปลูกข้าวฟ่าง ถั่วเขียว ถั่วแปบ โดยไม่มีการไถเตรียมดิน ในวันที่ 20 กันยายน 2561 หลังจากปลูกพืชตามจนถึงเก็บเกี่ยวไม่มีฝนตกเป็นเวลายาวนาน 34 วัน (ภาพที่ 2) ส่งผลกระทบต่อลผลิตพืชตามทำให้มีผลผลิตค่อนข้างต่ำ

ในฤดูปลูกปี 2562 ปลูกข้าวโพดวันที่ 13 พฤษภาคม 2562 ในช่วง 1 เดือนหลังปลูกข้าวโพดได้รับน้ำฝนอย่างสม่ำเสมอแต่หลังจากนั้น เกิดฝนทิ้งช่วงประมาณ 2 สัปดาห์ หลังจากนั้นมีฝนตกต่อเนื่องอีกครั้งประมาณ และฝนทิ้งช่วงอีกครั้ง (ภาพที่ 3) ซึ่งตรงกับช่วงที่ข้าวโพดออกดอก ทำให้ส่งผลกระทบต่อผลผลิตข้าวโพด หลังจากเก็บเกี่ยวข้าวโพดในวันที่ 4 กันยายน 2562 ได้ดำเนินการปลูกข้าวฟ่าง ถั่วเขียว ถั่วแปบ โดยไม่มีการไถเตรียมดิน ในวันที่ 26 กันยายน 2562 โดยหลังจากปลูกพืชตามจนถึงวันเก็บเกี่ยวในวันที่ 8 มกราคม 2563 มีฝนตกค่อนข้างน้อย ส่งผลกระทบต่อผลผลิตพืชตามเช่นเดียวกับฤดูปลูกปี 2561 และ 2562

กรมวิชาการเกษตร

ในฤดูปลูกปี 2563 ปลูกข้าวโพดวันที่ 8 มิถุนายน 2563 โดยในฤดูปลูกดังกล่าวเกิดสภาวะแห้งแล้งยาวนาน (ภาพที่ 4) ส่งผลกระทบต่อการเจริญเติบโต และการสร้างผลผลิตของข้าวโพด หลังจากเก็บเกี่ยวข้าวโพดในวันที่ 9 ตุลาคม 2563 ได้ดำเนินการปลูกข้าวฟ่าง ถั่วเขียว ถั่วแปบ โดยไม่มีการไถเตรียมดิน ในวันที่ 9 พฤศจิกายน 2563 จะดำเนินเก็บเกี่ยวพืชตามในเดือนมีนาคม 2564

การให้ผลผลิตข้าวโพด

จากการทดลองในปี 2560-2563 พบว่าในปี 2560 และ 2561 ระบบปลูกพืชที่มีข้าวโพดเป็นพืชหลักตามด้วยถั่วแปบให้ผลผลิตข้าวโพดสูงกว่าอีก 2 ระบบ (ตารางที่ 1) ส่วนในฤดูปลูกปี 2562 และ 2563 ระบบปลูกพืชที่มีข้าวโพดเป็นพืชหลักตามด้วยถั่วเขียวให้ผลผลิตข้าวโพดสูงกว่าอีก 2 ระบบ (ตารางที่ 1) แต่ทั้งนี้พบว่าข้าวโพดให้ผลผลผลิตค่อนข้างต่ำ ซึ่งเป็นผลมาจากสภาพอากาศที่กล่าวมาข้าวต้น สำหรับด้านการจัดการปุ๋ยพบว่า ในปี 2560-2562 กรรมวิธีที่ใช้ปุ๋ยเคมี ร่วมกับการใช้ปุ๋ยมูลไก่ ให้ผลผลิตข้าวโพดสูงกว่าทุกกรรมวิธี โดยกรรมวิธีที่ไม่ใส่ปุ๋ยให้ผลผลิตข้าวโพดน้อยที่สุด (ตารางที่ 1) ส่วนในปี 2563 การจัดการปุ๋ยโดยกรรมวิธีใช้ปุ๋ยเคมี ให้ผลผลิตข้าวโพดสูงกว่าทุกกรรมวิธี แต่ให้ผลผลิตใกล้เคียงกับใช้ปุ๋ยมูลไก่ และการใช้ปุ๋ยเคมี ร่วมกับการใช้ปุ๋ยมูลไก่ โดยทุกกรรมวิธีการจัดการปุ๋ยให้ผลผลิตข้าวโพดค่อนข้างต่ำ (ตารางที่ 1) เนื่องจากในฤดูปลูกดังกล่าวมีสภาพแห้งแล้งและฝนทิ้งช่วงเป็นระยะเวลายาวนาน

การให้ผลผลิตพืชตาม

จากสภาพภูมิอากาศที่กล่าวมา พบว่าตลอดฤดูปลูกพืชตามในทุกฤดูปลูกมีปริมาณน้ำฝนค่อนข้างน้อย ส่งผลให้พืชตามทั้งสามชนิดมีผลผลิตค่อนข้างต่ำ ในข้าวฟ่าง พบว่าในฤดูปลูก การปลูกข้าวฟ่างตามข้าวโพดในกรรมวิธีใส่ปุ๋ยเคมีร่วมกับปุ๋ยมูลไก่ ให้ผลผลิตสูงกว่าทุกกรรมวิธี โดยกรรรมวิธีไม่ใส่ปุ๋ยให้ผลผลิตข้าวฟ่างน้อยที่สุด (ตารางที่ 2) สำหรับถั่วเขียวนั้น ในฤดูปลูกปี 2560 ถั่วเขียวเกิดความเสียหายจากสภาพฝนทิ้งช่วงเป็นเวลานานทำให้ไม่สามารถเก็บเกี่ยวผลผลิตได้ ในฤดูปลูกปี 2561 ถั่วเขียวที่ปลูกตามข้าวโพดในกรรมวิธีใส่มูลไก่ให้ผลผลิตน้อยที่สุด ส่วนในฤดูปลูกปี 2562 พบว่าถั่วเขียวที่ปลูกตามข้าวโพดในกรรมวิธีใส่ปุ๋ยมูลไก่ หรือใส่ปุ๋ยเคมีร่วมกับปุ๋ยมูลไก่ ให้ผลผลิตเท่ากัน ซึ่งสูงกว่ากรรมวิธีใส่ปุ๋ยเคมีอย่างเดียว และกรรมวิธีที่ไม่ใส่ปุ๋ย (ตารางที่ 2) สำหรับถั่วแปบ พบว่า ในฤดูปลูกปี 2560 และ 2561 การปลูกถั่วแปบตามข้าวโพดในกรรมวิธีใส่ปุ๋ยเคมีร่วมกับปุ๋ยมูลไก่ ให้ผลผลิตสูงกว่าทุกกรรมวิธี โดยกรรรมวิธีไม่ใส่ปุ๋ยให้ผลผลิตถั่วแปบน้อยที่สุด (ตารางที่ 2) ในฤดูปลูกปี 2562 ถั่วแปบที่ปลูกตามข้าวโพดในกรรมวิธีใส่ปุ๋ยมูลไก่ ให้ผลผลิตสูงกว่าทุกกรรมวิธี โดยกรรรมวิธีไม่ใส่ปุ๋ยให้ผลผลิตถั่วแปบน้อยที่สุด (ตารางที่ 2)

การกักเก็บคาร์บอนในส่วนต่างๆของข้าวโพดเลี้ยงสัตว์

จากการศึกษาพบว่าข้าวโพดมีการสะสมคาร์บอนในส่วนของเมล็ดมากกว่าทุกส่วน รองลงมาคือสะสมไว้ในส่วนของใบและต้น ตามลำดับ เมื่อพิจารณาการจัดการปุ๋ย พบว่าการใส่ปุ๋ยทุกกรรมวิธีทำให้ข้าวโพดมีการสะสมในส่วนต่างๆ เพิ่มมากขึ้นกว่ากรรมวิธีที่ไม่ใส่ปุ๋ย (ตารางที่ 3 4 และ 5) สอดคล้องกับการศึกษาของ Bot and Benites (2005) ที่ได้รายงานว่าการใช้ปุ๋ยทำให้พืชมีการกักเก็บคาร์บอนไว้ในพืชเพิ่มมากขึ้น โดยคาร์บอนไดออกไซด์ที่พืชดูดใช้จะถูกเก็บไว้ใน เมล็ด ซัง ต้นใบ และราก คาร์บอนที่เป็นองค์ประกอบในส่วนของ

กรมวิชาการเกษตร

เมล็ดและซังเป็นส่วนที่มักสูญหายไปจากพื้นที่โดยการเก็บเกี่ยว ส่วนคาร์บอนที่เป็นองค์ประกอบในส่วนของต้นใบและรากโดยทั่วไปจะไถกลบลงไปในพื้นที่

การกักเก็บคาร์บอนไว้ในดิน

พิจารณาปริมาณการกักเก็บคาร์บอนไว้ในดินพบว่ามีค่าติดลบทุกกรรมวิธี โดยกรรมวิธีที่ไม่ใส่ปุ๋ยทำให้อินทรีย์คาร์บอนลดลงสูงสุดเฉลี่ย 128 กิโลกรัม C ต่อไร่ต่อปี ในขณะที่กรรมวิธีใส่ปุ๋ยเคมีทำให้อินทรีย์คาร์บอนลดลงเฉลี่ย 117 กิโลกรัม C ต่อไร่ต่อปี ส่วนกรรมวิธีใส่ปุ๋ยมูลไก่ และการใช้ปุ๋ยเคมีร่วมกับปุ๋ยมูลไก่ทำให้อินทรีย์คาร์บอนลดลงเฉลี่ย 79 และ 100 กิโลกรัม C ต่อไร่ต่อปี (ตารางที่ 6)

การปลดปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์จากดินในพื้นที่ปลูกข้าวโพดเลี้ยงสัตว์

จากการติดตามการปลดปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ในพื้นที่ปลูกข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ภายใต้ระบบปลูกพืชและจัดการปุ๋ยสำหรับข้าวโพดที่แตกต่างกัน พบว่าการปลดปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์จากผิวดินเกิดขึ้นมากในพื้นที่ที่มีพืชปลูก (ภาพที่ 5 6 และ 7) ทั้งนี้เนื่องจากเกิดกิจกรรมของรากพืช รากพืชมีการหายใจ ก็จะการปลดปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ออกมา เมื่อสังเกตรูปแบบการปลดปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์กับความชื้นดิน (ภาพที่ 8) พบว่ามีรูปแบบคล้ายกัน ซึ่งหากดินมีความชื้นพอเหมาะก็จะทำให้เกิดกิจกรรมของสิ่งมีชีวิตในดินและวัสดุอินทรีย์ต่างๆ ก็จะเกิดการสลายตัว เมื่อพิจารณาการปลดปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์จากผิวดินในระบบปลูกพืชทั้ง 3 ระบบ พบว่ามีค่าใกล้เคียงกัน โดยมีการปลดปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์เฉลี่ย 1.94-2.02 กิโลกรัม CO_2 ต่อตารางเมตรต่อปี ในขณะที่พื้นที่ว่างเปล่ามีก๊าซคาร์บอนไดอออกไซด์ปลดปล่อยออกมาจากผิวดินเฉลี่ย 1.92 กิโลกรัม CO_2 ต่อตารางเมตรต่อปี สำหรับการจัดการปุ๋ย พบว่าการใส่ปุ๋ยมูลไก่ หรือการใส่ปุ๋ยเคมีร่วมกับปุ๋ยมูลไก่ มีการปลดปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์เฉลี่ย 2.05 และ 2.18 กิโลกรัม CO_2 ต่อตารางเมตรต่อปี ตามลำดับ มากกว่ากรรมวิธีที่ใส่ปุ๋ยเคมีเพียงอย่างเดียว และกรรมวิธีที่ไม่ใส่ปุ๋ย ซึ่งมีการปลดปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์เฉลี่ย 1.84 และ 1.63 กิโลกรัม CO_2 ต่อตารางเมตรต่อปี ตามลำดับ (ตารางที่ 7)

อย่างไรก็ตาม เมื่อพิจารณาจากข้อมูลการให้ผลผลิตของข้าวโพดและการปลดปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ กลับพบว่ากรรมวิธีที่ไม่ใส่ปุ๋ยมีการปลดปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ต่อหน่วยผลผลผลิตสูงที่สุด 2.15 กิโลกรัม CO_2 ต่อผลผลิตข้าวโพด 1 กิโลกรัม ในขณะที่กรรมวิธีที่ใส่ปุ๋ยเคมีร่วมกับปุ๋ยมูลไก่ มีการปลดปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ต่อหน่วยผลผลผลิตต่ำสุด 0.88 กิโลกรัม CO_2 ต่อผลผลิตข้าวโพด 1 กิโลกรัม (ตารางที่ 8)

สมดุลคาร์บอนในพื้นที่ปลูกข้าวโพดเลี้ยงสัตว์

เมื่อวิเคราะห์สมดุลคาร์บอนในพื้นที่ในปีที่ 36-39 พบว่ามีค่าติดลบทุกกรรมวิธี โดยพบว่าระบบที่ปลูกข้าวโพดตามด้วยข้าวฟ่างสูญเสียคาร์บอนมากที่สุด เฉลี่ย 555 กิโลกรัม C ต่อไร่ ทั้งนี้เนื่องจากข้าวฟ่างมีการสร้างชีวมวลและน้ำหนักแห้งผลผลิตมากกว่าถั่วเขียวและถั่วแปบ เมื่อนำผลผลิตออกไปจากพื้นที่จึงทำให้คาร์บอนสูญหายออกไปมากกว่าถั่วเขียวและถั่วแปบ โดยระบบที่ปลูกข้าวโพดตามด้วยถั่วเขียว และตามด้วยถั่วแปบมีการสูญเสียคาร์บอน เฉลี่ย 371 และ 352 กิโลกรัม C ต่อไร่ ตามลำดับ สำหรับผลการจัดการปุ๋ยต่อสมดุลคาร์บอน พบว่า กรรมวิธีที่ใส่ปุ๋ยเคมีร่วมกับปุ๋ยมูลไก่ทำให้คาร์บอนสูญหายมากที่สุดเฉลี่ย 488 กิโลกรัม C ต่อไร่ รองลงมา

กรมวิชาการเกษตร

เป็นกรรมวิธีที่ใส่ปุ๋ยเคมี คาร์บอนสูญหายเฉลี่ย 461 กิโลกรัม C ต่อไร่ ในขณะที่กรรมวิธีไม่ใส่ปุ๋ย และใส่ปุ๋ยมูลไก่เพียงอย่างเดียวคาร์บอนสูญหายเฉลี่ย 378 และ 377 กิโลกรัม C ต่อไร่ ตามลำดับ (ตารางที่ 9)

การเปลี่ยนแปลงสมบัติของดิน

ในระบบที่ปลูกข้าวโพดเลี้ยงสัตว์เป็นพืชหลักและปลูกข้าวฟ่าง ถั่วเขียว และถั่วแปบ เป็นพืชตาม พบว่าระบบที่ปลูกข้าวโพดตามด้วยถั่วแปบดินมีค่าความเป็นกรด-เป็นด่างต่ำกว่าในระบบที่ปลูกข้าวฟ่างและถั่วเขียวเป็นพืชตามเล็กน้อย (ภาพที่ 9) แต่การจัดการปุ๋ยมีผลต่อการเปลี่ยนแปลงค่าความเป็นกรด-ด่างมากกว่าระบบปลูกพืช โดยพบว่ากรรมวิธีที่ใส่ปุ๋ยเคมีร่วมกับปุ๋ยมูลไก่ทำให้ดินมีค่าความเป็นกรดเป็นด่างสูงกว่าการจัดการปุ๋ยในกรรมวิธีอื่นๆ ทั้งนี้เป็นเพราะมูลไก่มีปฏิกิริยาเป็นด่าง เมื่อใส่ร่วมกับปุ๋ยยูเรียซึ่งให้ปฏิกิริยาเป็นด่างต่อเนื่องเป็นระยะเวลายาวนาน จึงทำให้ดินมีค่าความเป็นกรด-ด่างสูงขึ้น (ภาพที่ 9)

การปลูกข้าวโพดในดินที่มีความอุดมสมบูรณ์สูงอย่างต่อเนื่องเป็นเวลายาวนานทำให้อินทรียวัตถุและอินทรียคาร์บอนในดินมีแนวโน้มลดลง ทั้งนี้เนื่องจากมีสภาพอากาศร้อนชื้นการย่อยสลายของวัสดุอินทรีย์ในดินเกิดการย่อยสลายได้มากและเร็ว จากการศึกษาในปีที่ 36-39 พบว่าระบบที่ปลูกข้าวโพดตามด้วยถั่วแปบมีค่าเฉลี่ยของอินทรียวัตถุ และอินทรียคาร์บอนสูงกว่าระบบที่ปลูกข้าวโพดตามด้วยข้าวฟ่างและถั่วเขียว ในขณะที่การจัดการปุ๋ยมีผลต่อการเปลี่ยนแปลงอินทรียวัตถุ และอินทรียคาร์บอนในดินอย่างชัดเจนกว่าระบบปลูก โดยพบว่ากรรมวิธีที่ใส่ปุ๋ยมูลไก่ และการใส่ปุ๋ยเคมีร่วมกับปุ๋ยมูลไก่ ดินมีอินทรียวัตถุและอินทรียคาร์บอนสูงกว่ากรรมวิธีที่ใส่ปุ๋ยเคมีเพียงอย่างเดียว และไม่ใส่ปุ๋ย ตามลำดับ (ภาพที่10 และ 11) ทั้งนี้เป็นเพราะการใส่ปุ๋ยมูลไก่เป็นการเติมอินทรียวัตถุให้กับดินโดยตรง และการใส่ปุ๋ยเคมีทำให้ข้าวโพดมีการเจริญเติบโตดี ดังนั้นเมื่อไถกลบเศษซากข้าวโพดกลับลงไปในดินจึงเป็นการเพิ่มอินทรียวัตถุให้ดิน ทำให้กรรมวิธีที่ใส่ปุ๋ยเคมีจึงมีอินทรียวัตถุสูงกว่าในดินที่ไม่ใส่ปุ๋ย

ระบบปลูกพืชมีผลต่อการเปลี่ยนแปลงฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์ และโพแทสเซียมที่แลกเปลี่ยนได้ในดินน้อยมาก โดยทั้ง 3 ระบบมีค่าฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์ และโพแทสเซียมที่แลกเปลี่ยนได้ไม่แตกต่างกัน แต่สำหรับการจัดการปุ๋ย พบว่ามีผลต่อการเปลี่ยนแปลงฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์ และโพแทสเซียมที่แลกเปลี่ยนได้อย่างชัดเจน โดยพบว่ากรรมวิธีที่ใส่ปุ๋ยเคมีร่วมกับปุ๋ยมูลไก่ และกรรมวิธีที่ใส่ปุ๋ยมูลไก่ทำให้ดินมีฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์ และโพแทสเซียมที่แลกเปลี่ยนได้สะสมในปริมาณสูงกว่า การใส่ปุ๋ยเคมีเพียงอย่างเดียว และไม่ใส่ปุ๋ย ตามลำดับ (ภาพที่ 12 และ 13) สอดคล้องกับการศึกษาของ ศุภกาญจน์ และคณะ (2556) ที่ได้รายงานว่า การใส่ปุ๋ยมูลไก่ต่อเนื่องทุกปีทำให้มีฟอสฟอรัสและโพแทสเซียมสะสมในดินในปริมาณมาก ทั้งนี้เพราะปุ๋ยมูลไก่มีฟอสฟอรัสและโพเทียสเซียมเป็นองค์ประกอบปริมาณมาก เมื่อใส่ไปในดินจึงเกินความต้องการใช้ของข้าวโพดจึงทำให้เกิดการตกค้างภายในดิน

9. สรุปผลการทดลองและข้อเสนอแนะ

1. ระบบปลูกพืช และการจัดการปุ๋ยในการผลิตข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ในชุดดินสมอทอดต่อเนื่องเป็นเวลานานมีผลต่อการเปลี่ยนแปลงคุณภาพดิน โดยการปลูกถั่วแปบเป็นพืชตามหลังจากเก็บเกี่ยวข้าวโพด ทำให้ดินมีการสะสมอินทรียวัตถุ และอินทรีย์คาร์บอนสูงกว่าระบบที่ปลูกข้าวฟ่างและถั่วเขียวเป็นพืชตาม และการใส่มูลไก่ทำให้ดินมีอินทรียวัตถุในดินลดน้อยลงที่สุด ทำให้ดินมีค่าฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์และโพแทสเซียมที่แลกเปลี่ยนได้

ศรีชาการเกษตร

สะสมอยู่ในปริมาณสูง ส่วนการใส่ปุ๋ยเคมีเพียงอย่างเดียวทำให้อินทรียวัตถุในดินลดลงมากกว่าการใส่ปุ๋ยมูลไก่ แต่ดีกรรมวิธีที่ไม่ใส่ปุ๋ยซึ่งมีอินทรียวัตถุ ฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์ และโพแทสเซียมที่แลกเปลี่ยนได้ลดลงมากที่สุด

2. ระบบปลูกพืชทั้ง 3 มีการปลดปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์จากผิวดินเฉลี่ย 1.94-2.02 กิโลกรัม CO_2 ต่อตารางเมตรต่อปี ซึ่งมีค่าใกล้เคียงกัน ส่วนการจัดการปุ๋ยมีผลต่อการปลดปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์จากผิวดินสู่บรรยากาศมากกว่าการจัดการระบบปลูกพืช พบว่าการใส่ปุ๋ยมูลไก่ หรือการใส่ปุ๋ยมูลไก่ร่วมกับปุ๋ยเคมี มีการปลดปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์เฉลี่ย 2.05 และ 2.18 กิโลกรัม CO_2 ต่อตารางเมตรต่อปี ตามลำดับ มากกว่ากรรมวิธีที่ใส่ปุ๋ยเคมีตามค่าวิเคราะห์ดิน (10-5-5 กิโลกรัม N-P_2O_5-K_2O ต่อไร่) และกรรมวิธีที่ไม่ใส่ปุ๋ย ซึ่งมีการปลดปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์เฉลี่ย 1.84 และ 1.63 กิโลกรัม CO_2 ต่อตารางเมตรต่อปี แต่อย่างไรก็ตาม การไม่ใส่ปุ๋ยเคมีถึงแม้จะมีปริมาณการปลดปล่อยก๊าซคาร์บไดออกไซด์บนผิวดินต่ำกว่าทุกกรรมวิธี แต่เมื่อพิจารณาการปลดปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ต่อหน่วยน้ำหนักของผลผลิตกลับพบว่าการปลูกข้าวโพดโดยไม่ใส่ปุ๋ยมีการปลดปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ต่อหน่วยผลผลิตในปริมาณที่สูงกว่าการใส่ปุ๋ยเคมีตามค่าวิเคราะห์ดิน และการใช้ปุ๋ยอินทรีย์ ดังนั้นเพื่อใช้ที่ดินในการผลิตพืชให้มีประสิทธิภาพควรพิจารณาประสิทธิภาพการผลิตพืชควบคู่ไปกับการลดการปลดปล่อยก๊าซเรือนกระจกรวมทั้งการรักษาคุณภาพของดินให้มีความยั่งยืน เพื่อก่อให้เกิดการผลิตที่ไม่ส่งผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมและไม่ทำลายทรัพยากรธรรมชาติ

10. การนำผลงานวิจัยไปใช้ประโยชน์:

นำข้อมูลไปใช้เป็นแนวทางในการผลิตพืชที่เป็นมิตรกับสิ่งแวดล้อม โดยเฉพาะด้านการจัดการดิน ปุ๋ย และระบบปลูกพืชที่เหมาะสมต่อการเพิ่มประสิทธิภาพการผลิตข้าวโพดเลี้ยงสัตว์

11. คำขอบคุณ

ขอขอบคุณ ทีมนักวิจัย พนักงานราชการ และคนงานทดลองทางการเกษตรจากกลุ่มปรับปรุงการผลิต ศูนย์วิจัยพืชไร่นครสวรรค์ ที่ให้ความอนุเคราะห์ช่วยเหลือในการปฏิบัติงานแปลงทดลอง การเก็บตัวอย่างดินและตัวอย่างพืช รวมถึงการวิเคราะห์ตัวอย่างในห้องปฏิบัติการ

12. เอกสารอ้างอิง

ศุภกาญจน์ ล้วนมณี, ดาวรุ่ง คงเทียน, ชลวุฒิ ละเอียด, สาธิต อารีรักษ์ และพิเชษฐ์ กรุดลอยมา. 2556. ผลระยะยาวของการจัดการปุ๋ยและระบบปลูกพืชต่อการผลิตข้าวโพดเลี้ยงสัตว์. น. 90-108. ใน: เอกสารประกอบการประชุมวิชาการข้าวโพดและข้าวฟ่างแห่งชาติ ครั้งที่ 36 5-7 มิถุนายน 2556 ณ โรงแรมอัศวรรณ, หนองคาย.

Anderson, JPE. 1982. Soil respiration, pp 831-871 in A. L. Page, R. H. Miller, and DR Keeney, (Eds), Methods of soil analysis: 2. Chemical and microbiological properties. American Society of Agronomy Inc. Publisher.

Bot, A. and J. Benites. 2005. The Importance of Soil Orgamic Matter. Key to Drought-Resistant Soil and Sustained Food and Production. *FAO Soil Bulletin 80.* Food and Agriculture Organization of the United Nations. Rome. 80 p.

Froning, B.E., K.D. Thelen. and D. Min. 2008. Use of manure, compost, and cover crops to

กรมวิชาการเกษตร

Supplant crop residue carbon in corn Stover removed cropping systems. Argon J 100: 1703-10

Lal, R. 2004b. Soil carbon sequestration to mitigate climate change. *Geoderma* 123: 1-22.

Lai, R., R.F. Foilett, 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.

Yonekura Y, Ohta S., Kiyono Y., Aksa D., Morisada K., Tanaka N. and Kanzaki M. 2010. Changes in soil carbon stock after deforestation and subsequent establishment of Imperata grassland in the Asian humid tropics. Plant and Soil 329: 495-507.

ตารางที่ 1 การให้ผลผลิตข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ภายใต้การจัดการปุ๋ยและระบบปลูกพืชที่แตกต่างกัน

Treatments	Yield grain moisture 15% of maize (kg./rai)			
	2017	2018	2019	2020
1. Maize (No fertilizer) - sorghum	214	279	290	180
2. Maize (CF) - sorghum	788	671	487	411
3. Maize (CM) - sorghum	1,048	728	596	389
4. Maize (CF+CM) - sorghum	1,252	925	569	332
5. Maize (No fertilizer) - mung bean	331	458	352	283
6. Maize (CF) - mung bean	880	839	540	466
7. Maize (CM) - mung bean	1,181	903	645	400
8. Maize (CF+CM) - mung bean	1,169	1,005	764	469
9. Maize (No fertilizer) - lablab bean	556	396	283	148
10. Maize (CF) - lablab bean	1,290	803	501	360
11. Maize (CM) - lablab bean	1,352	1,111	500	338
12. Maize (CF+CM) - lablab bean	1,464	973	491	341
Cropping system				
Av. Maize- Sorghum	825	651	486	328
Av. Maize- Mung bean	890	801	576	405
Av. Maize- Lablab bean	1165	821	444	267
Fertilizer management				
Av. No Fertilizer	367	378	308	204
Av. Chemical fertilizer	986	771	510	412
Av. Chicken manure	1194	914	581	376
Av. CF+CM	1295	968	608	341

- CF=Chemical fertilizer 10-5-5 N-P_2O_5-K_2O Kg./rai

กรมวิชาการเกษตร

- CM=Chicken manure 1,000 Kg./rai
- CF+CM : 10-5-5 N-P_2O_5-K_2O Kg./rai + CM 1,000 Kg./rai

ตารางที่ 2 การให้ผลผลิตของพืชตามภายใต้การจัดการปุ๋ยและระบบปลูกพืชที่แตกต่างกัน

Treatments	Yield of 2nd crop (kg./rai)		
	2017	2018	2019
1. Maize (No fertilizer) - sorghum	91	23	118
2. Maize (CF) - sorghum	180	44	167
3. Maize (CM) - sorghum	296	106	314
4. Maize (CF+CM) - sorghum	396	242	391
5. Maize (No fertilizer) - mung bean	-	15	5
6. Maize (CF) - mung bean	-	13	14
7. Maize (CM) - mung bean	-	7	20
8. Maize (CF+CM) - mung bean	-	13	20
9. Maize (No fertilizer) - lablab bean	3	17	5
10. Maize (CF) - lablab bean	4	40	14
11. Maize (CM) - lablab bean	14	47	19
12. Maize (CF+CM) - lablab bean	38	57	11

- CF=Chemical fertilizer 10-5-5 N-P_2O_5-K_2O Kg./rai
- CM=Chicken manure 1,000 Kg./rai
- CF+CM : 10-5-5 N-P_2O_5-K_2O Kg./rai + CM 1,000 Kg./rai

กรมวิชาการเกษตร

ตารางที่ 3 ปริมาณการกักเก็บคาร์บอน (กก.C/ไร่) ในส่วนต่างๆของข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ภายใต้การจัดการปุ๋ยและระบบปลูกพืชที่แตกต่างกัน (ปี 2561)

Treatments	Carbon in plant part (kg C./rai)				
	Stalk	Leaves	Husks	Cob	Grain
1. Maize (No fertilizer) - sorghum	135.88	212.66	57.43	67.48	286.03
2. Maize (CF) - sorghum	240.71	275.71	151.85	115.08	769.60
3. Maize (CM) - sorghum	265.96	281.91	154.20	121.44	715.92
4. Maize (CF+CM) - sorghum	278.74	299.84	205.53	132.34	885.81
5. Maize (No fertilizer) - mung bean	258.12	223.20	89.26	83.82	520.25
6. Maize (CF) - mung bean	208.06	240.45	92.37	91.71	583.67
7. Maize (CM) - mung bean	325.21	364.07	179.49	147.58	958.70
8. Maize (CF+CM) - mung bean	393.03	318.57	167.01	159.72	869.19

9. Maize (No fertilizer) - lablab bean	155.03	233.71	92.35	104.99	605.31
10. Maize (CF) - lablab bean	250.38	263.12	133.40	120.71	643.01
11. Maize (CM) - lablab bean	388.98	323.78	174.83	135.65	832.47
12. Maize (CF+CM) - lablab bean	403.19	349.68	205.10	169.84	915.16
Cropping system					
Av. Maize- Sorghum	230.32	267.53	142.25	109.09	664.34
Av. Maize- Mung bean	296.10	286.57	132.04	121.46	732.95
Av. Maize- Lablab bean	299.49	292.57	151.42	132.80	748.99
Fertilizer management					
Av. No Fertilizer	183.13	233.19	79.68	86.43	470.53
Av. Chemical fertilizer	233.05	259.76	125.88	109.17	665.43
Av. Chicken manure	326.72	323.25	169.51	134.89	835.70
Av. CF+CM	358.32	322.70	192.55	153.97	890.05

- CF=Chemical fertilizer 10-5-5 N-P_2O_5-K_2O Kg./rai
- CM=Chicken manure 1,000 Kg./rai
- CF+CM : 10-5-5 N-P_2O_5-K_2O Kg./rai + CM 1,000 Kg./rai

ตารางที่ 4 ปริมาณการกักเก็บคาร์บอน (กก.C/ไร่) ในส่วนต่างๆของข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ภายใต้การจัดการปุ๋ยและระบบปลูกพืชที่แตกต่างกัน (ปี 2562)

Treatments	Carbon in plant part (kg C./rai)				
	Stalk	Leaves	Husks	Cob	Grain
1. Maize (No fertilizer) - sorghum	96.34	201.76	78.27	71.32	337.94
2. Maize (CF) - sorghum	190.51	297.77	165.97	122.95	651.32
3. Maize (CM) - sorghum	226.54	378.18	223.66	122.35	690.91
4. Maize (CF+CM) - sorghum	214.76	312.22	157.51	113.10	650.46
5. Maize (No fertilizer) - mung bean	136.11	237.29	99.87	83.16	438.31
6. Maize (CF) - mung bean	210.86	304.49	154.39	107.95	623.10
7. Maize (CM) - mung bean	287.35	317.38	214.07	136.70	678.35
8. Maize (CF+CM) - mung bean	361.12	375.28	190.65	134.38	827.71
9. Maize (No fertilizer) - lablab bean	153.72	249.10	124.62	99.41	580.74
10. Maize (CF) - lablab bean	164.57	238.07	96.54	68.62	502.02
11. Maize (CM) - lablab bean	273.75	328.11	226.94	153.43	786.71
12. Maize (CF+CM) - lablab bean	274.10	258.59	226.94	118.03	625.36
Cropping system					

กรมวิชาการเกษตร

Av. Maize- Sorghum	182.04	287.23	156.35	107.43	582.66
Av. Maize- Mung bean	223.86	308.61	164.74	115.55	641.87
Av. Maize- Lablab bean	216.54	268.47	168.76	109.87	623.71
Fertilizer management					
Av. No Fertilizer	128.73	229.39	100.92	84.63	452.33
Av. Chemical fertilizer	188.65	280.11	138.97	99.84	592.15
Av. Chicken manure	262.55	327.56	221.56	137.49	718.18
Av. CF+CM	249.99	315.36	191.70	121.84	701.18

- CF=Chemical fertilizer 10-5-5 N-P_2O_5-K_2O Kg./rai
- CM=Chicken manure 1,000 Kg./rai
- CF+CM : 10-5-5 N-P_2O_5-K_2O Kg./rai + CM 1,000 Kg./rai

ตารางที่ 5 ปริมาณการกักเก็บคาร์บอน (กก.C/ไร่) ในส่วนต่างๆของข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ภายใต้การจัดการปุ๋ยและระบบปลูกพืชที่แตกต่างกัน (ปี 2563)

Treatments	Carbon in plant part (kg C./rai)				
	Stalk	Leaves	Husks	Cob	Grain
1. Maize (No fertilizer) - sorghum	138.12	220.72	79.02	64.51	339.12
2. Maize (CF) - sorghum	189.63	237.23	99.86	61.82	403.83
3. Maize (CM) - sorghum	161.21	180.80	82.73	59.68	349.94
4. Maize (CF+CM) - sorghum	161.27	177.86	97.03	69.67	422.72
5. Maize (No fertilizer) - mung bean	120.64	202.94	85.03	60.62	390.61
6. Maize (CF) - mung bean	180.17	188.12	105.25	65.59	374.99
7. Maize (CM) - mung bean	196.42	207.90	109.28	76.03	464.82
8. Maize (CF+CM) - mung bean	216.83	190.43	120.87	86.44	392.82
9. Maize (No fertilizer) - lablab bean	117.45	214.74	82.01	60.63	349.07
10. Maize (CF) - lablab bean	169.45	200.10	102.58	65.69	438.17
11. Maize (CM) - lablab bean	226.81	179.19	119.56	63.25	374.05
12. Maize (CF+CM) - lablab bean	177.10	214.98	141.55	64.15	406.55
Cropping system					
Av. Maize- Sorghum	164.06	204.15	89.66	63.92	378.91
Av. Maize- Mung bean	178.52	197.35	105.11	72.17	405.81
Av. Maize- Lablab bean	172.70	202.25	111.43	64.18	391.96
Fertilizer management					
Av. No Fertilizer	125.40	212.80	82.02	61.92	359.60

ศรีบัวการเกษตร

Av. Chemical fertilizer	179.75	208.49	102.56	64.37	405.67
Av. Chicken manure	194.81	189.30	103.86	66.32	396.27
Av. CF+CM	187.07	194.42	119.82	74.42	407.36

- CF=Chemical fertilizer 10-5-5 N-P_2O_5-K_2O Kg./rai
- CM=Chicken manure 1,000 Kg./rai
- CF+CM : 10-5-5 N-P_2O_5-K_2O Kg./rai + CM 1,000 Kg./rai

ตารางที่ 6 อัตราการสะสมอินทรีย์คาร์บอนในดินภายใต้การจัดการปุ๋ยและระบบปลูกพืชที่แตกต่างกัน

Treatments	2527	2560	2561	2562	2563	C storage rate (kg C/rai/y)
1. Maize (No fertilizer) - sorghum	6,273	2,263	2,234	1,985	2,154	-114
2. Maize (CF) - sorghum	6,734	2,285	2,510	2,269	2,371	-121
3. Maize (CM) - sorghum	5,283	2,663	3,155	2,280	2,713	-71
4. Maize (CF+CM) - sorghum	6,223	2,674	2,947	2,484	2,553	-102
5. Maize (No fertilizer) - mung bean	6,782	2,137	2,211	1,962	2,109	-130
6. Maize (CF) - mung bean	5,954	2,091	2,464	2,042	2,496	-96
7. Maize (CM) - mung bean	4,923	2,628	3,086	3,165	3,032	-53
8. Maize (CF+CM) - mung bean	6,587	2,663	2,993	2,427	2,998	-100
9. Maize (No fertilizer) - lablab bean	7,322	2,206	2,418	2,098	2,325	-139
10. Maize (CF) - lablab bean	7,483	2,308	2,740	2,189	2,633	-135
11. Maize (CM) - lablab bean	6,831	2,788	2,993	2,561	2,793	-112
12. Maize (CF+CM) - lablab bean	6,365	2,777	3,155	2,666	2,873	-97
Cropping system						
Av. Maize- Sorghum	6,128	2,471	2,711	2,254	2,488	-102
Av. Maize- Mung bean	6,061	2,380	2,688	2,399	2,659	-95
Av. Maize- Lablab bean	7,000	2,520	2,826	2,367	2,656	-121
Fertilizer management						
Av. No Fertilizer	6,792	2,202	2,287	2,015	2,196	-128
Av. Chemical fertilizer	6,724	2,228	2,571	2,167	2,500	-117
Av. Chicken manure	5,679	2,693	3,078	2,653	2,846	-79
Av. CF+CM	6,391	2,705	3,032	2,526	2,808	-100

หมายเหตุ: อัตราการกักเก็บคาร์บอนไว้ในดิน (Froning *et al*. 2008)

=(ปริมาณคาร์บอนในปีปัจจุบัน-ปริมาณคาร์บอนในปีเริ่มต้น)/จำนวนปี

กรมวิชาการเกษตร

ตารางที่ 7 ปริมาณการปลดปล่อยก๊าคาร์บอนไดออกไซด์ (CO_2) จากผิวดินภายใต้การจัดการปุ๋ยและระบบปลูกพืชที่แตกต่างกัน

Treatments	2017-2018		2018-2019		2019-2020		Average 3 years	
	Kg $CO_2/m^2/y$	t CO_2/rai/y	Kg $CO_2/m^2/y$	t CO_2/rai/y	Kg $CO_2/m^2/y$	t CO_2/rai/y	Kg $CO_2/m^2/y$	t CO_2/rai/y
1. Maize (No fertilizer) - sorghum	1.55	2.49	2.07	3.31	1.54	2.47	1.72	2.76
2. Maize (CF) - sorghum	2.10	3.36	1.83	2.92	1.8	2.99	1.91	3.09
3. Maize (CM) - sorghum	1.97	3.15	2.35	3.76	2.27	3.63	2.20	3.51
4. Maize (CF+CM) - sorghum	2.09	3.35	2.55	4.08	2.02	3.24	2.22	3.56
5. Maize (No fertilizer) - mung bean	1.38	2.20	1.67	2.68	1.55	2.48	1.53	2.45
6. Maize (CF) - mung bean	1.44	2.31	1.98	3.16	1.65	2.64	1.69	2.70
7. Maize (CM) - mung bean	1.88	3.01	2.10	3.36	1.84	2.95	1.94	3.11
8. Maize (CF+CM) - mung bean	1.90	3.04	2.33	3.74	2.12	3.39	2.12	3.39
9. Maize (No fertilizer) - lablab bean	1.42	2.28	1.86	2.98	1.62	2.59	1.63	2.62
10. Maize (CF) - lablab bean	1.64	2.62	2.22	3.55	1.78	2.85	1.88	3.01
11. Maize (CM) - lablab bean	1.80	2.89	2.26	3.61	2.04	3.27	2.03	3.26
12. Maize (CF+CM) - lablab bean	1.94	3.11	2.58	4.13	2.13	3.40	2.22	3.55
Cropping system								
Av. Maize- Sorghum	1.93	2.97	2.20	3.52	1.93	3.08	2.02	3.19
Av. Maize- Mung bean	1.65	2.59	2.02	3.23	1.79	2.86	1.82	2.89
Av. Maize- Lablab bean	1.70	2.71	2.23	3.57	1.89	3.03	1.94	3.10
Fertilizer management								
No Fertilizer	1.45	2.30	1.87	2.99	1.57	2.51	1.63	2.60
Chemical fertilizer	1.73	2.74	2.01	3.21	1.77	2.83	1.84	2.93
Chicken manure	1.88	2.94	2.23	2.58	2.05	3.28	2.05	2.93
CF+CM	1.97	3.04	2.49	3.98	2.09	3.34	2.18	3.45
Bare soil	1.30	2.08	1.31	2.10	3.15	2.16	1.92	2.11

- CF=Chemical fertilizer 10-5-5 N-P_2O_5-K_2O Kg./rai
- CM=Chicken manure 1,000 Kg./rai
- CF+CM : 10-5-5 N-P_2O_5-K_2O Kg./rai + CM 1,000 Kg./rai

กรมวิชาการเกษตร

ตารางที่ 8 ปริมาณการปลดปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ (CO_2) ต่อหน่วยผลผลิตของข้าวโพด ในฤดูปลูก 2560

Treatments	CO_2 emission (kg CO_2/rai)	Yield moisture 15% (kg/rai)	kg CO_2 emission /kg yield
1. Maize (No fertilizer) - sorghum	821*	214	3.84
2. Maize (CF) - sorghum	1,340	788	1.70
3. Maize (CM) - sorghum	1,131	1,048	1.08
4. Maize (CF+CM) - sorghum	1,126	1,252	0.9
5. Maize (No fertilizer) - mung bean	764	331	2.31
6. Maize (CF) - mung bean	784	880	0.89
7. Maize (CM) - mung bean	1,240	1,181	1.05
8. Maize (CF+CM) - mung bean	1,191	1,169	1.02
9. Maize (No fertilizer) - lablab bean	784	556	1.41
10. Maize (CF) - lablab bean	986	1,290	0.76
11. Maize (CM) - lablab bean	1,170	1,352	0.87
12. Maize (CF+CM) - lablab bean	1,121	1,464	0.77
Cropping system			
Maize- Sorghum	1,105	825	1.34
Maize- Mung bean	995	890	1.12
Maize- Lablab bean	1,015	1,165	0.87
Fertilizer management			
No Fertilizer	790	367	2.15
Chemical fertilizer	1,037	986	1.05
Chicken manure	1,180	1,194	0.99
CF+CM	1,146	1,295	0.88

หมายเหตุ *ปริมาณการปดปล่อยคาร์บอนไดออกไซด์ ตั้งแต่ปลูกข้าวโพดจนถึงเก็บเกี่ยว

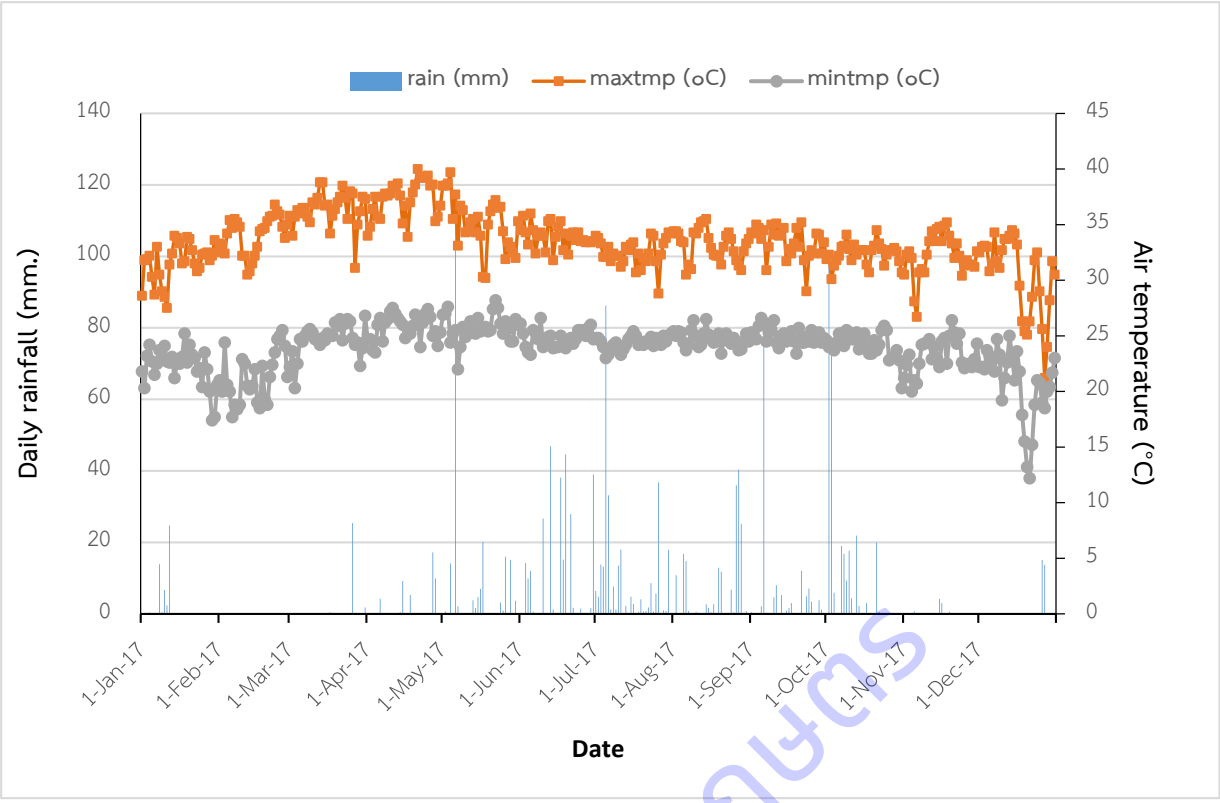
กรมวิชาการเกษตร

ตารางที่ 9 สมดุลคาร์บอนในพื้นที่ปลูกข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ในชุดดินสมอทอด จ. นครสวรรค์ (ปี 2561)

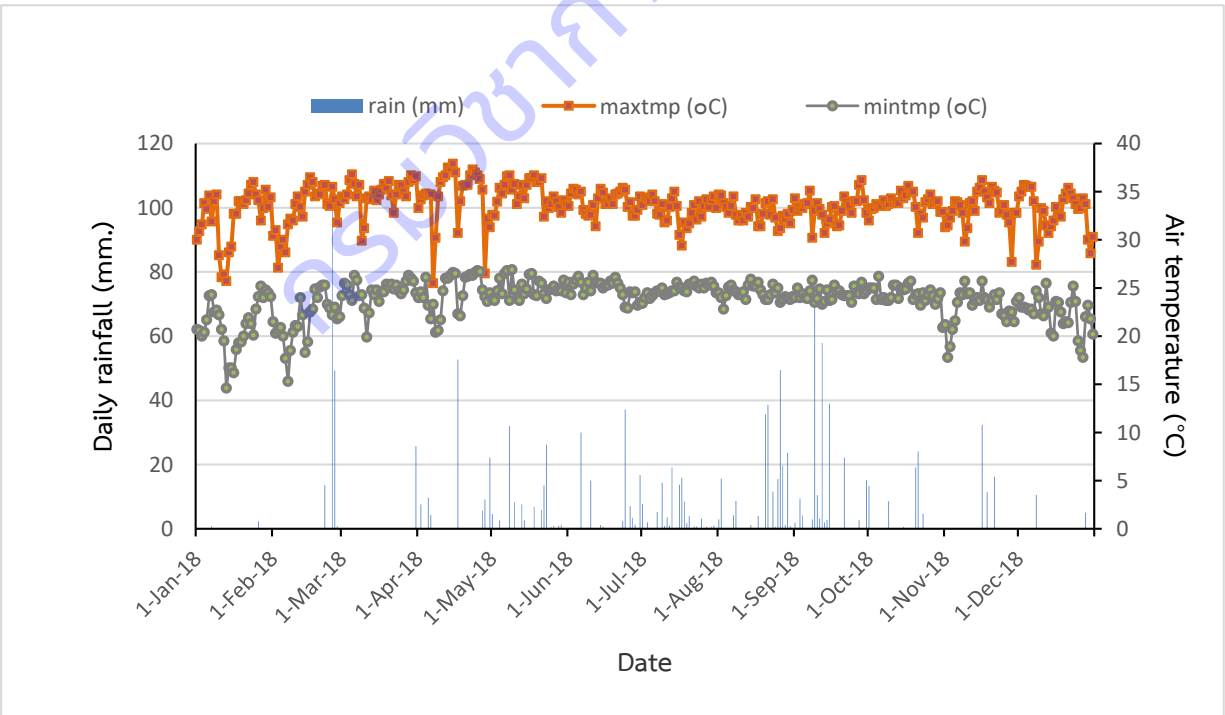
Treatments	Chicken manure	Crops' residues	Crops' removed	CO2 emitted	C input	C loss	C balance
			(kg C/rai)				
1. Maize (No fertilizer) - sorghum	0	934	798	710	934	1,153	-574
2. Maize (CF) - sorghum	0	1,453	1,337	838	1,453	1,756	-722
3. Maize (CM) - sorghum	246	1,747	1,314	1,060	1,992	1,844	-381
4. Maize (CF+CM) - sorghum	246	1,844	1,669	962	2,090	2,150	-542
5. Maize (No fertilizer) - mung bean	0	811	584	711	1,056	940	-239
6. Maize (CF) - mung bean	0	769	805	761	1,260	1,186	-306
7. Maize (CM) - mung bean	246	1,015	927	864	1,448	1,359	-343
8. Maize (CF+CM) - mung bean	246	1,202	1,038	1,001	1,442	1,539	-597
9.Maize (No fertilizer) - lablab bean	0	1,196	861	715	1,254	1,219	-322
10. Maize (CF) - lablab bean	0	1,001	790	811	1,247	1,196	-354
11. Maize (CM) - lablab bean	146	1,506	1,224	933	1,751	1,691	-406
12. Maize (CF+CM) - lablab bean	121	1,338	922	987	1,584	1,416	-325
Cropping system							
Av. Maize- Sorghum	123	1,495	1,279	893	1,617	1,726	-555
Av. Maize- Mung bean	123	1,056	839	834	1,302	1,256	-371
Av. Maize- Lablab bean	123	1,213	949	861	1,459	1,380	-352
Fertilizer management							
No Fertilizer	0	918	748	712	1,082	1,104	-378
Chemical fertilizer	0	1,156	977	803	1,320	1,379	-461
Chicken manure	246	1,485	1,155	952	1,731	1,631	-377
CF+CM	246	1,459	1,210	983	170	1,702	-488

- CF=Chemical fertilizer 10-5-5 N-P_2O_5-K_2O Kg./rai
- CM=Chicken manure 1,000 Kg./rai
- CF+CM : 10-5-5 N-P_2O_5-K_2O Kg./rai + CM 1,000 Kg./rai

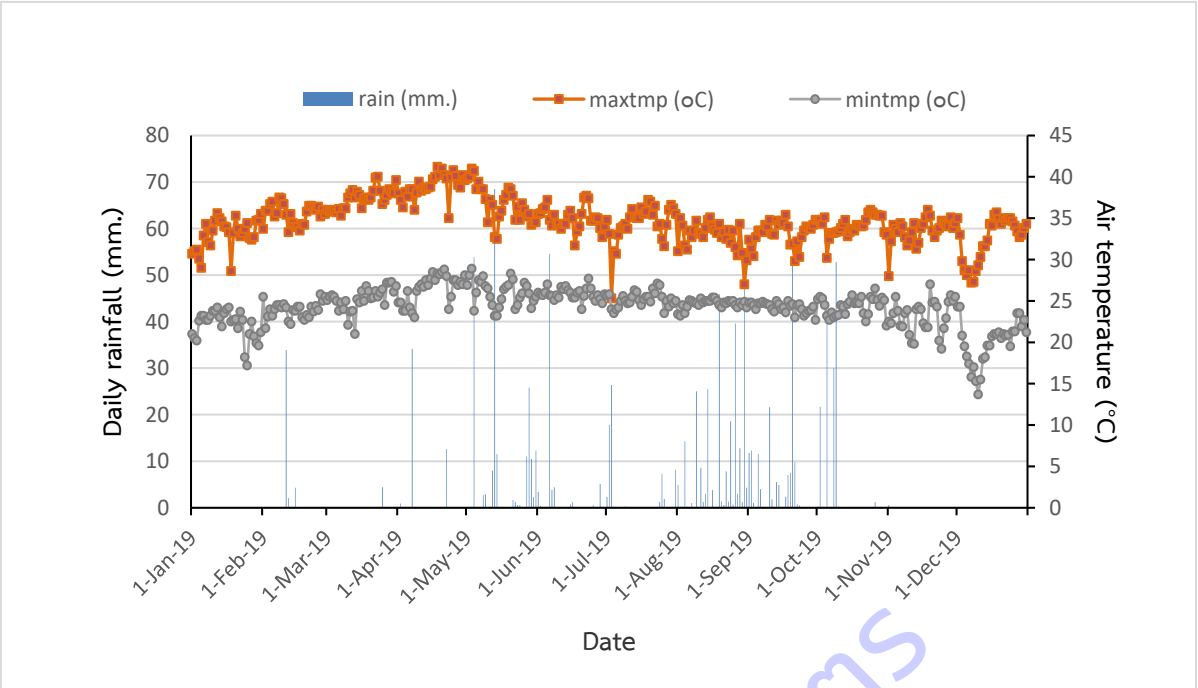
กรมวิชาการเกษตร



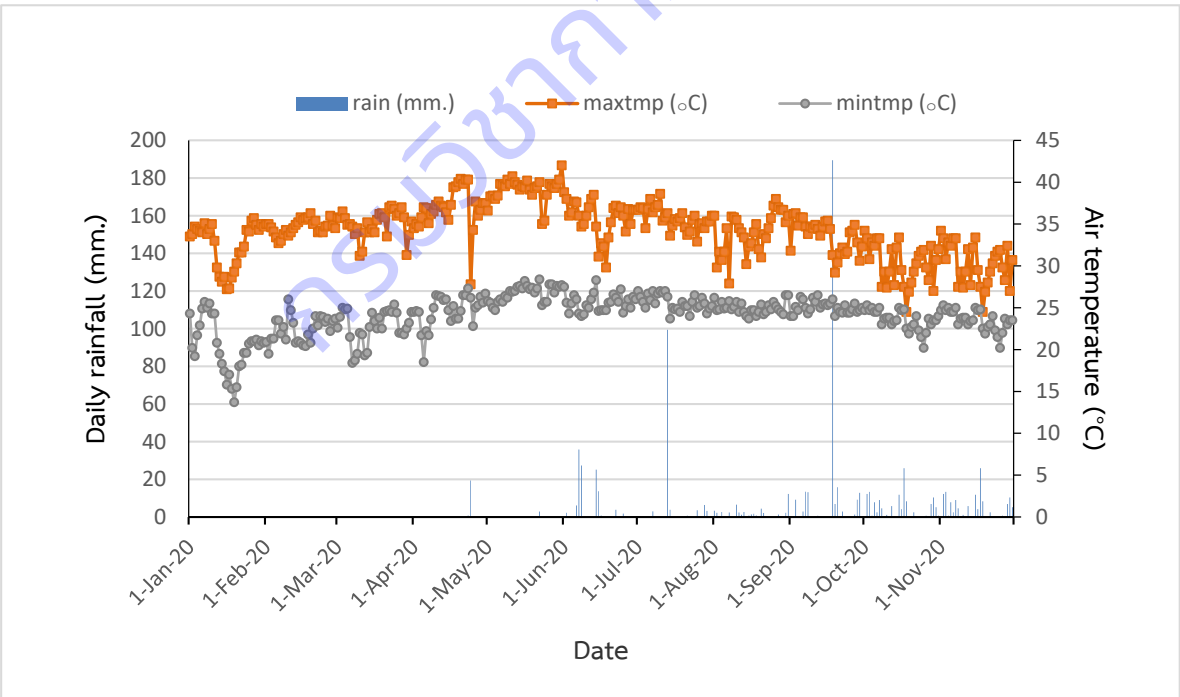
ภาพที่ 1 ปริมาณน้ำฝนรายวันและอุณหภูมิอากาศ ณ สถานีอุตุนิยมวิทยานครสวรรค์ (ตากฟ้า) ระหว่าง มกราคม 2560-ธันวาคม 2560



ภาพที่ 2 ปริมาณน้ำฝนรายวันและอุณหภูมิอากาศ ณ สถานีอุตุนิยมวิทยานครสวรรค์ (ตากฟ้า) ระหว่าง มกราคม 2561-ธันวาคม 2561

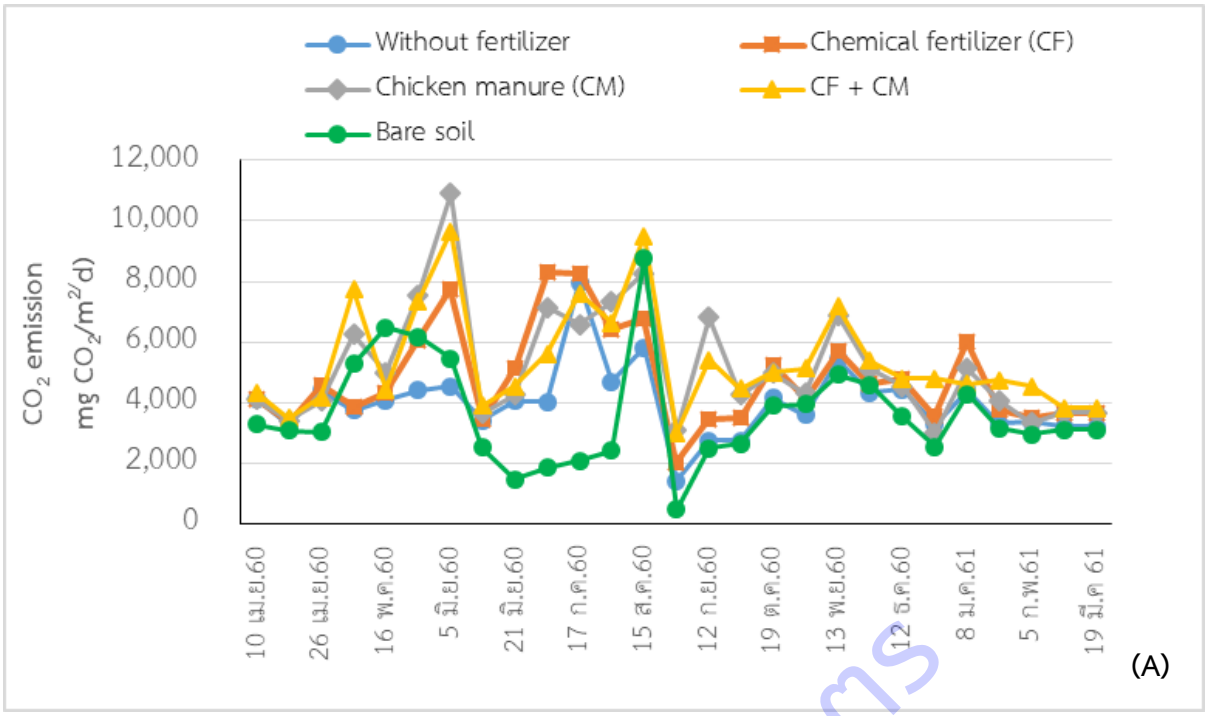


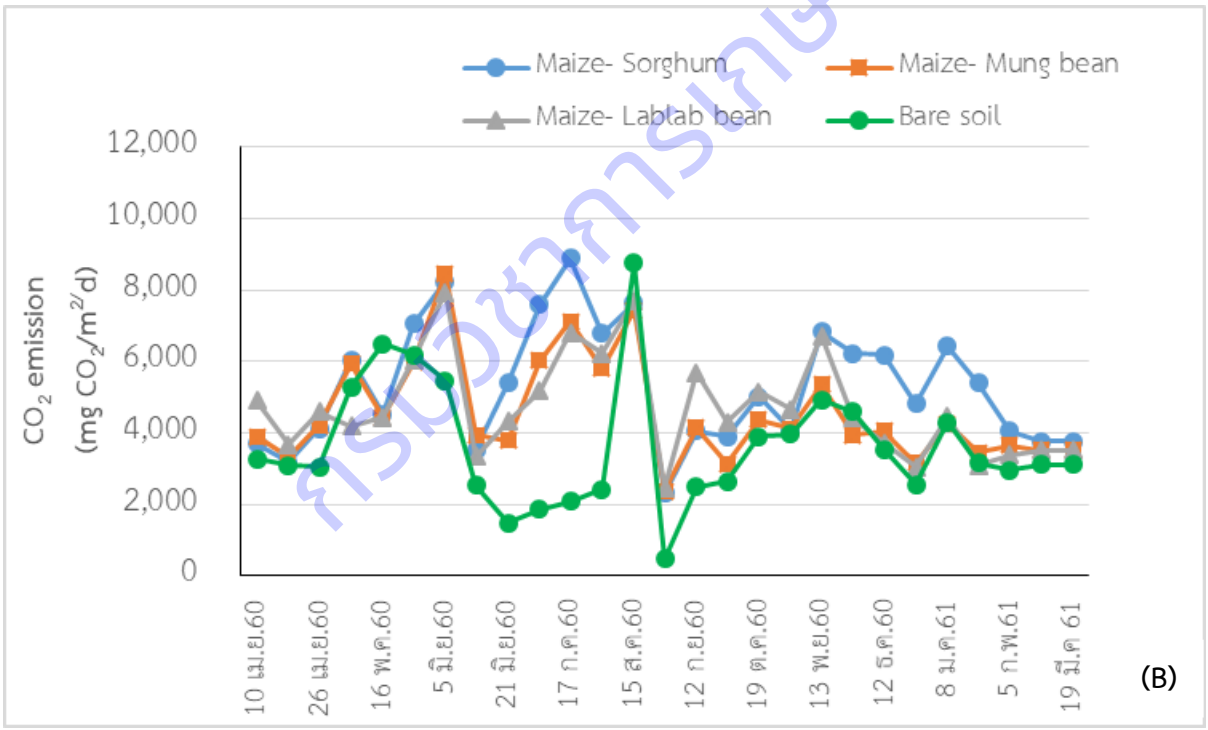
ภาพที่ 3 ปริมาณน้ำฝนรายวันและอุณหภูมิอากาศ ณ สถานีอุตุนิยมวิทยานครสวรรค์ (ตากฟ้า) ระหว่าง มกราคม 2562-ธันวาคม 2562



ภาพที่ 4 ปริมาณน้ำฝนรายวันและอุณหภูมิอากาศ ณ สถานีอุตุนิยมวิทยานครสวรรค์ (ตากฟ้า) ระหว่าง มกราคม 2563-พฤศจิกายน 2563

กรมวิชาการเกษตร

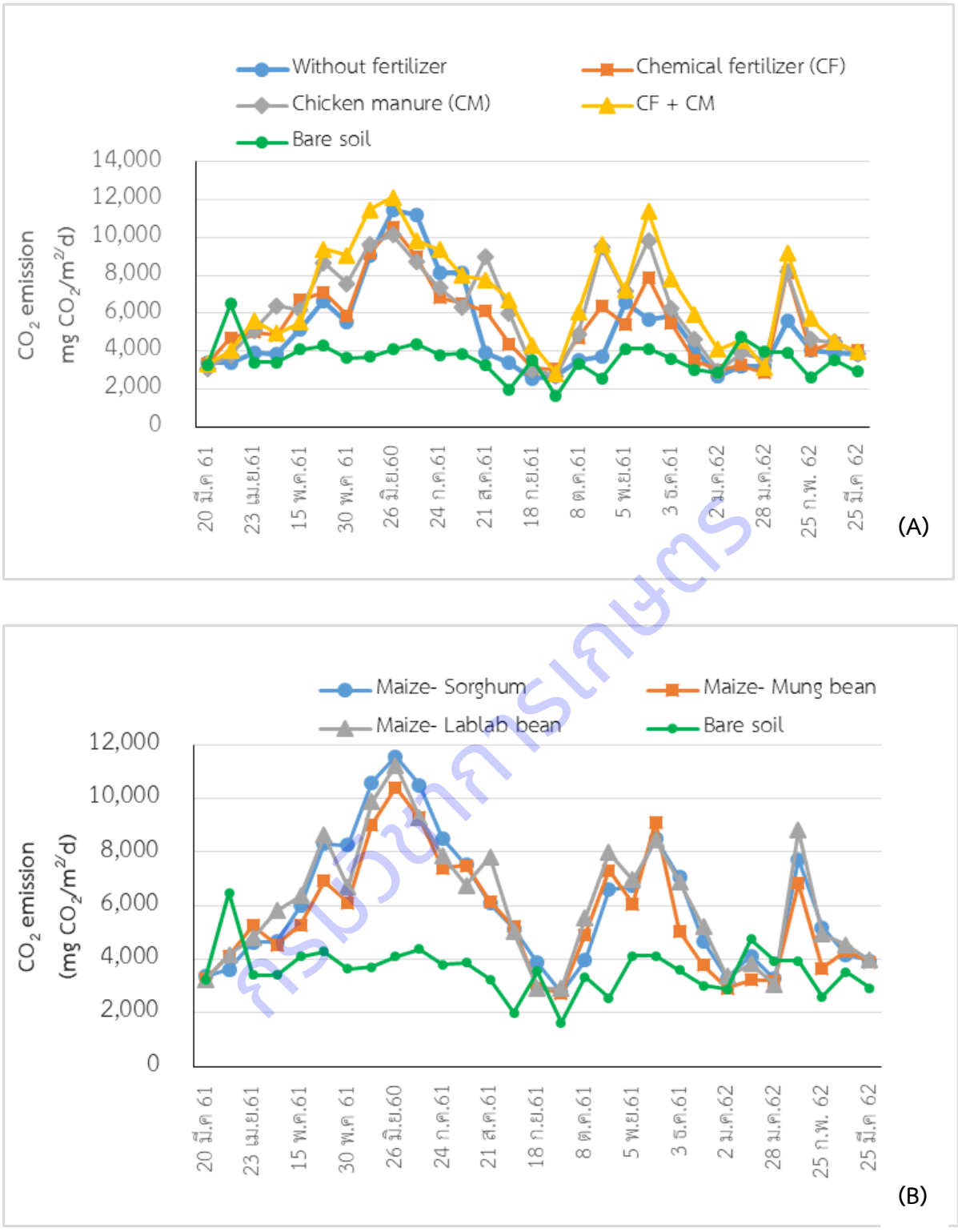




ศูนย์วิทยทรัพยากร

ภาพที่ 5 ปริมาณการปลดปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ (CO_2) ภายใต้การจัดการปุ๋ย (A) และระบบปลูกพืช (B) ที่แตกต่างกัน (2560/2561)

24th Apr. 2017 Appyling chicken manure
15th May 2017 Planting maize
22nd May. 2017 1st applying fertilizer
6th Jun. 2017 2nd applying fertilizer
10th Sep. 2017 Harvesting maize
17th Oct. 2017 Planting 2nd crops
17th Feb. 2018 Harvesting the 2nd crops



ศูนย์วิทยทรัพยากร

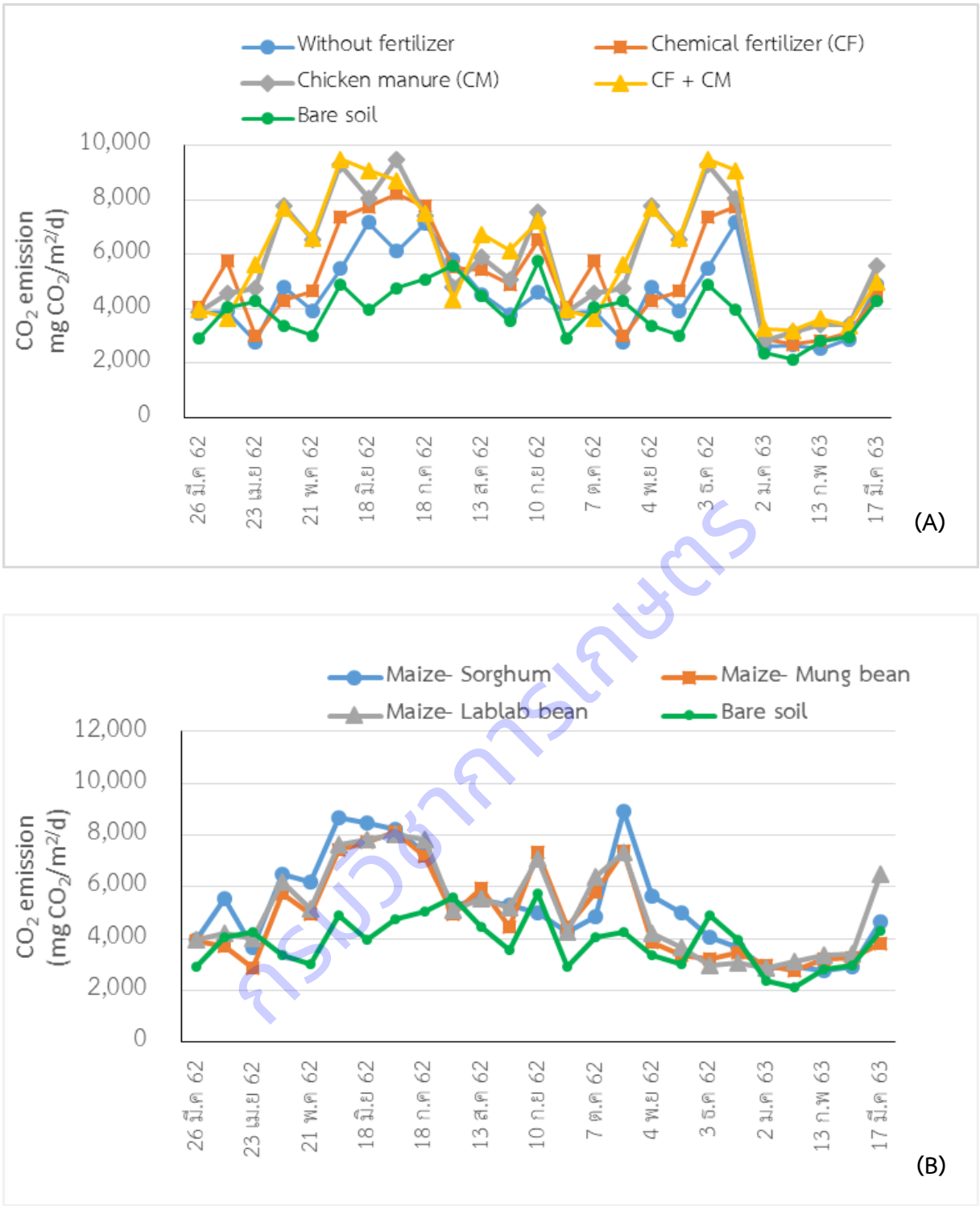
ภาพที่ 6 ปริมาณการปลดปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ (CO_2) ภายใต้การจัดการปุ๋ย (A) และระบบปลูกพืช (B) ที่แตกต่างกัน (2561/2562)

27th Apr. 2018 Appyling chicken manure 9th May 2018 Planting maize

16nd May. 2018 1st applying fertilizer 28th Jun. 2018 2nd applying fertilizer

4th Sep. 2018 Harvesting maize 20th Sep. 2018 Planting 2nd crops

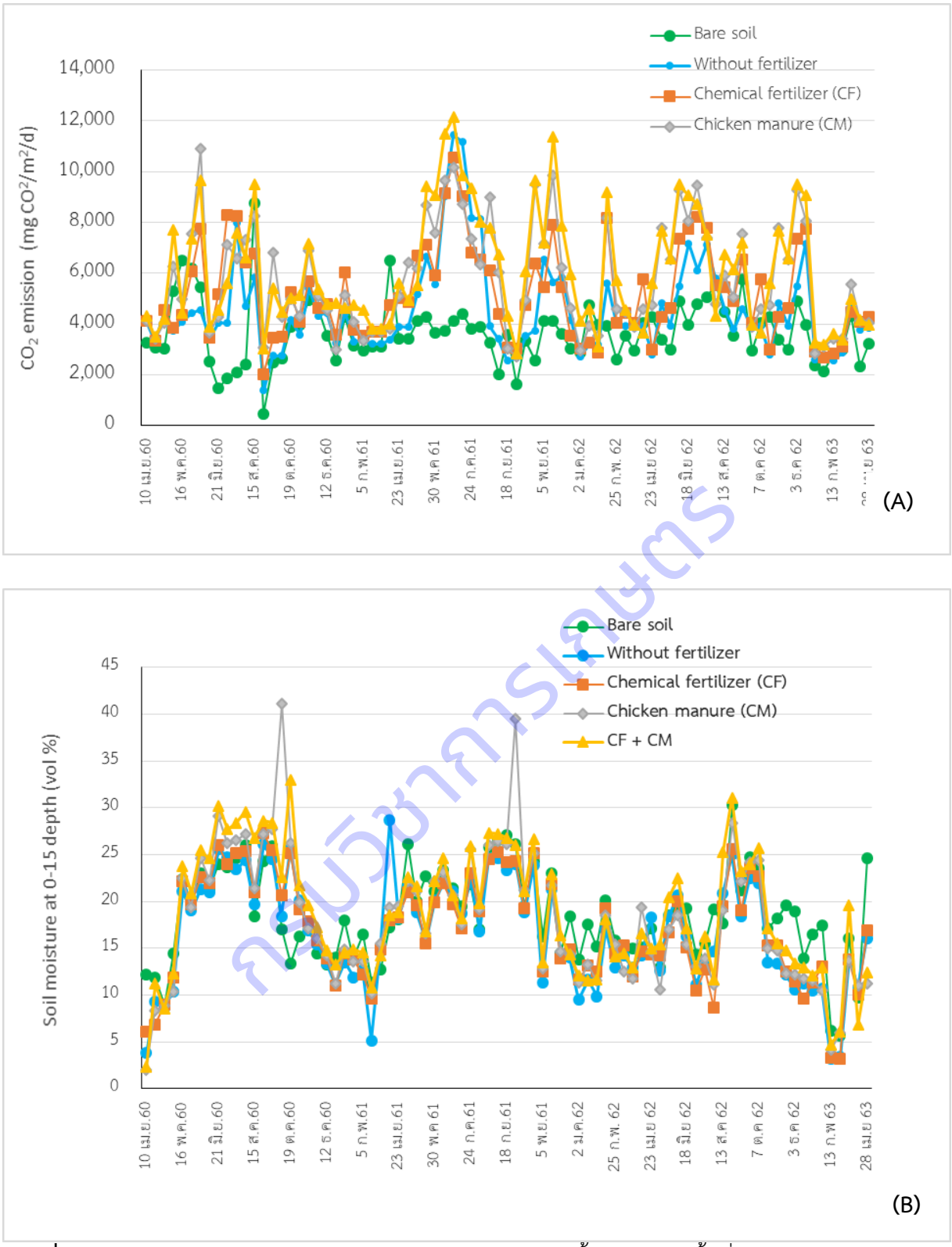
29th Nov. 2018 Harvesting mung bean 26th Jan. 2018 Harvesting sorghum and lablab bean



ศูนย์วิทยการเกษตร

ภาพที่ 7 ปริมาณการปลดปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ (CO_2) ภายใต้การจัดการปุ๋ย (A) และระบบปลูกพืช (B) ที่แตกต่างกัน (2562/2563)

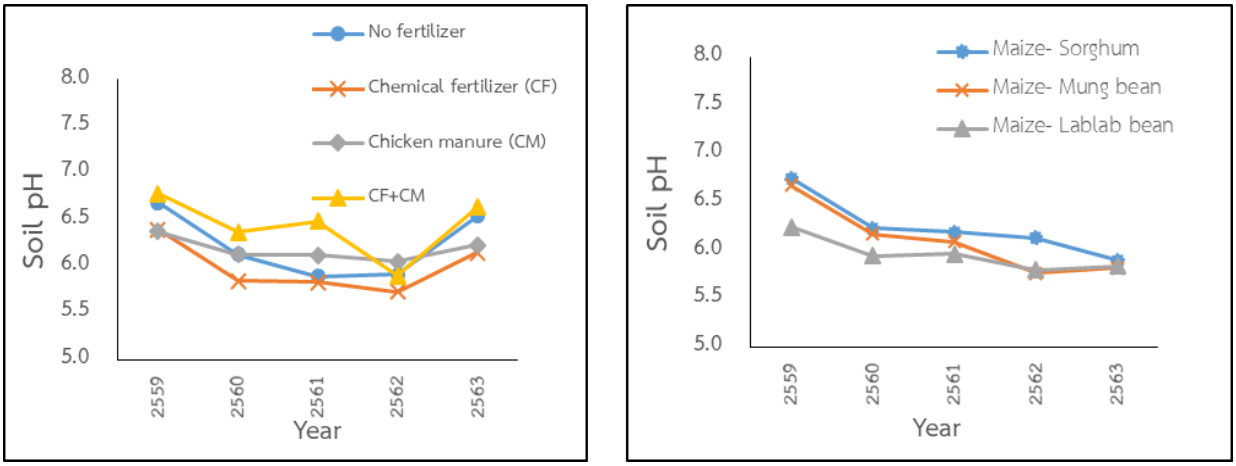
22th Apr. 2019 Appyling chicken manure
13th May 2019 Planting maize
20nd May. 2019 1st applying fertilizer
4th Jun. 2019 2nd applying fertilizer
9th Sep. 2019 Harvesting maize
19th Sep. 2019 Planting 2nd crops
8th Jan. 2019 Harvesting the 2nd crops



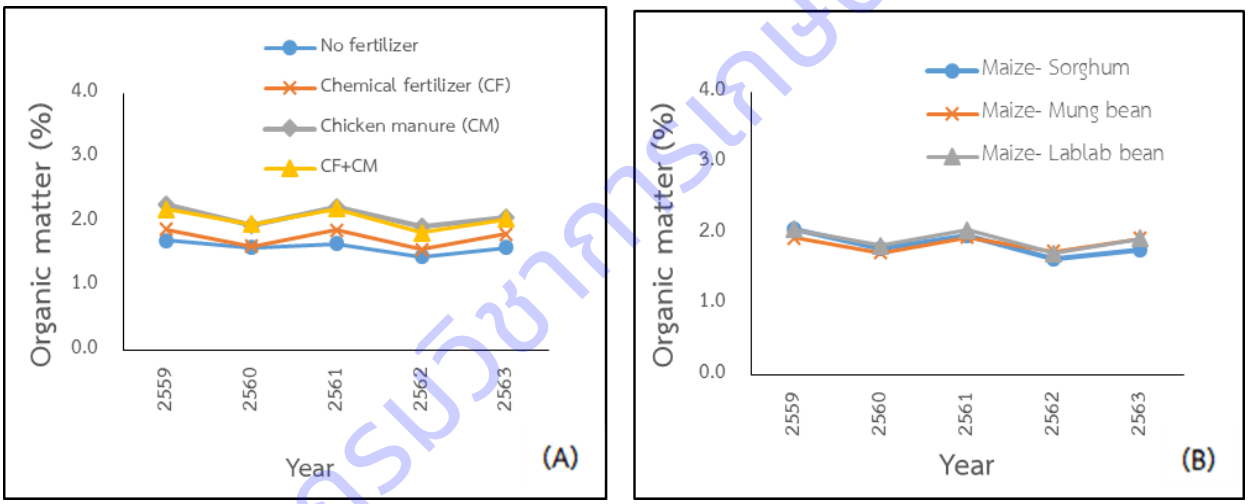
ภาพที่ 8 ปริมาณการปลดปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ (A) ความชื้นดิน (B) ในพื้นที่ปลูกข้าวโพดเลี้ยงสัตว์

ระหว่างเมษายน 2560 - เมษายน 2563

กองวิชาการเกษตร

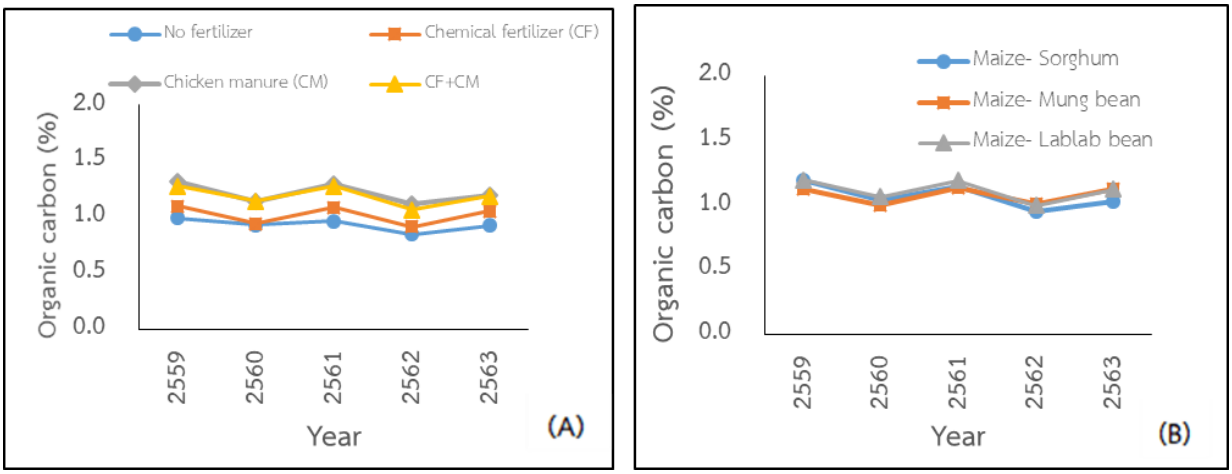


ภาพที่ 9 การเปลี่ยนแปลงค่าความเป็นกรด-ด่างของดินในพื้นที่ปลูกข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ภายใต้การจัดการปุ๋ย (A) และระบบปลูกพืช (B) ที่แตกต่างกัน

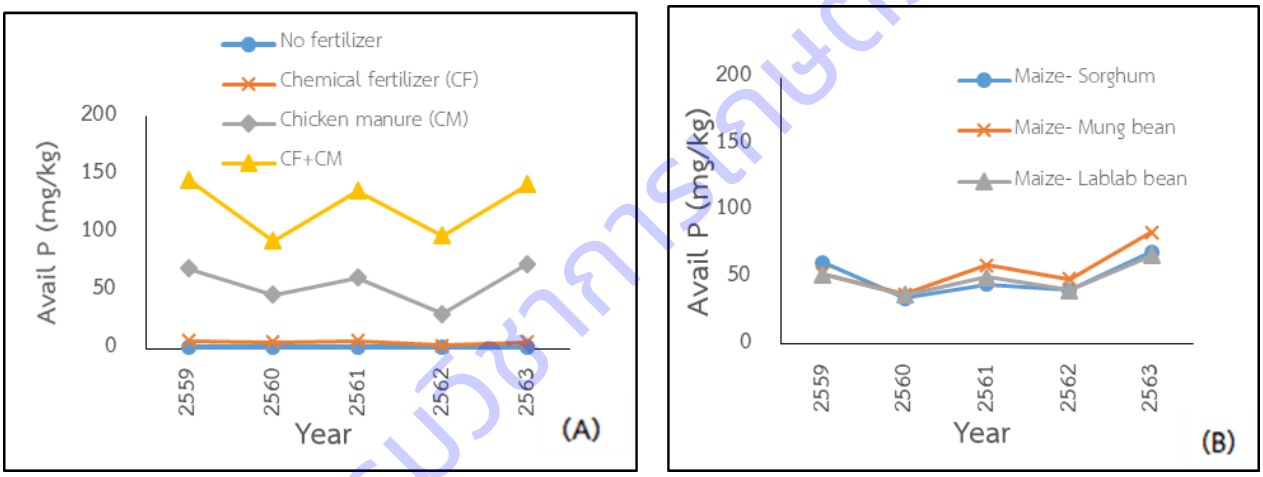


กรมวิชาการเกษตร

ภาพที่ 10 การเปลี่ยนแปลงอินทรียวัตถุในพื้นที่ปลูกข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ภายใต้การจัดการปุ๋ย (A) และระบบปลูกพืช (B) ที่แตกต่างกัน

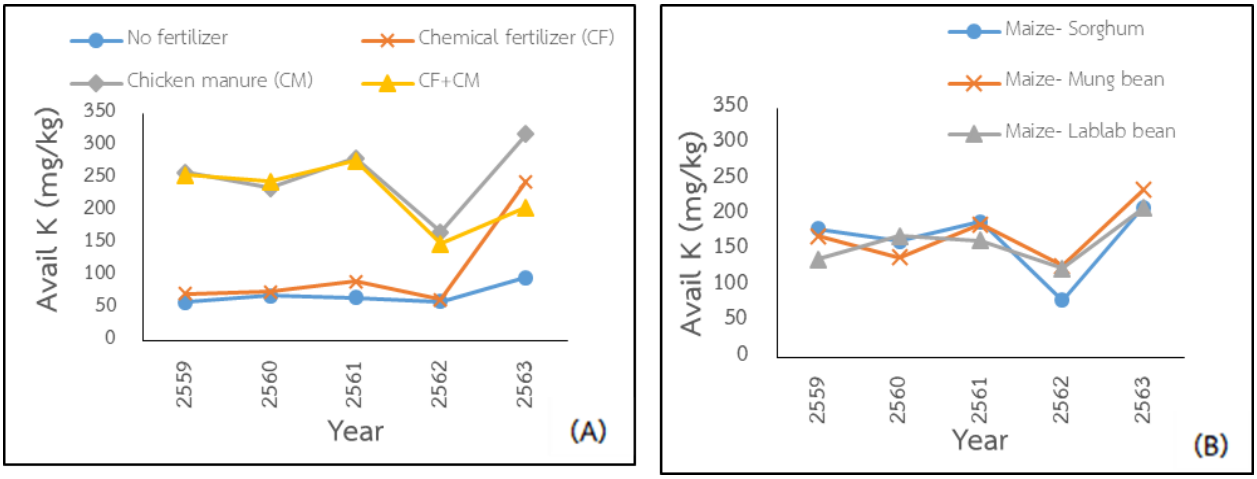


ภาพที่ 11 การเปลี่ยนแปลงอินทรีย์คาร์บอนของดินในพื้นที่ปลูกข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ภายใต้การจัดการปุ๋ย (A) และระบบปลูกพืช (B) ที่แตกต่างกัน



ภาพที่ 12 การเปลี่ยนแปลงฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์ของดินในพื้นที่ปลูกข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ภายใต้การจัดการปุ๋ย (A) และระบบปลูกพืช (B) ที่แตกต่างกัน

กรมวิชาการเกษตร



ภาพที่13 การเปลี่ยนแปลงโพแทสเซียมที่แลกเปลี่ยนได้ของดินในพื้นที่ปลูกข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ภายใต้การจัดการปุ๋ย (A) และระบบปลูกพืช (B) ที่แตกต่างกัน

กรมวิชาการเกษตร