

รายงานผลงานเรื่องเต็มการทดลองที่สิ้นสุด ปีงบประมาณ 2561

1. แผนงานวิจัย -
2. โครงการวิจัย การศึกษาผลของการจัดการดิน ปุ๋ย และน้ำ ในระบบการผลิตข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ อ้อย มันสำปะหลัง ถั่วเหลืองและถั่วเขียว ต่อการเปลี่ยนแปลงคุณภาพดินและการปล่อยก๊าซเรือนกระจก
- กิจกรรมที่ 4 การจัดการดินและปุ๋ยในพื้นที่ปลูกถั่วเหลืองและถั่วเขียว
- กิจกรรมย่อยที่ -
3. ชื่อการทดลอง การศึกษาการจัดการดินและปุ๋ยต่อการเปลี่ยนแปลงคุณภาพดินและการปล่อยก๊าซเรือนกระจกในระบบการผลิตถั่วเหลืองในสภาพไร่
- Soil and Fertilizer Management Effect on Change in Soil Quality and Greenhouse Gas Emission for Soybean Cropping in the Upland Condition

4. คณะผู้ดำเนินงาน

หัวหน้าโครงการวิจัย	วนิดา โนบรรเทา	กลุ่มวิจัยปฐพีวิทยา กองวิจัยพัฒนาปัจจัยการผลิตทางการเกษตร
หัวหน้าการทดลอง	พรพรรณ สุทธิแย้ม	ศูนย์วิจัยพืชไร่เชียงใหม่
ผู้ร่วมงาน	นภาพร คำนวนทิพย์	ศูนย์วิจัยพืชไร่เชียงใหม่
	สุพรรณณี เป็งคำ	ศูนย์วิจัยพืชไร่เชียงใหม่
	ปัทมกร พงวาเรศ	ศูนย์วิจัยพืชไร่เชียงใหม่

5. บทคัดย่อ

การศึกษาทำขึ้นเพื่อหาปริมาณการปล่อยก๊าซเรือนกระจก (CO₂) จากการจัดการดินและปุ๋ยสำหรับการผลิตถั่วเหลืองในสภาพไร่ และประเมินการเปลี่ยนแปลงคุณภาพของดิน ทำการศึกษาในปี 2560-2561 โดยวางแผนการทดลองแบบ RCB 4 ซ้ำ 5 กรรมวิธี ประกอบด้วย

- 1) ไม่ใส่ปุ๋ยใดๆ (none)
- 2) ใช้ปุ๋ยชีวภาพไรโซเบียมคลุกเมล็ด (+ 0-3-6 กก./ไร่ ของ N-P₂O₅-K₂O) (R+PK)
- 3) ใช้ปุ๋ยชีวภาพไรโซเบียมคลุกเมล็ด (+ 0-3-6 กก./ไร่ ของ N-P₂O₅-K₂O) และปุ๋ยอินทรีย์ปรับปรุงดิน (ปุ๋ยหมัก 2 ตัน/ไร่) (C+R+PK)
- 4) ใช้ปุ๋ยเคมีตามค่าวิเคราะห์ดิน (3-3-6 กก./ไร่ ของ N-P₂O₅-K₂O) ร่วมกับปุ๋ยชีวภาพไรโซเบียม (R+NPK)

5) ใช้ปุ๋ยเคมีตามค่าวิเคราะห์ดิน (3-3-6 กก./ไร่ ของ N-P₂O₅- K₂O) ร่วมกับปุ๋ยชีวภาพไรโซเบียม และปุ๋ยอินทรีย์ปรับปรุงดิน (ปุ๋ยหมัก 2 ตัน/ไร่) (C+R+NPK)

ขนาดแปลงทดลองย่อย 3x5 ม. พื้นที่เก็บเกี่ยว 2x4 ม² ดำเนินการที่ศูนย์วิจัยพืชไร่เชียงใหม่ ใช้ถั่วเหลืองพันธุ์เชียงใหม่ 60 ระยะปลูก 50x20 ซม. ดูแลรักษาตามกรรมวิธี ทำการเก็บก๊าซ CO₂ เนื้อผิวดินในแปลงปลูกทุก 2 สัปดาห์ (ทุกระยะ ทุกเช้า และจากที่ว่างข้างแปลง) ด้วยสารละลาย NaOH 1 N ขวดละ 20 ml แล้วไตเตรทด้วย HCl 1 N พร้อมเก็บตัวอย่างดินที่ความลึก 20 50 และ 75 ซม. เพื่อหาความชื้น และบันทึกข้อมูล (1) สภาพภูมิอากาศระหว่างการทดลอง คุณสมบัติทางเคมี และฟิสิกส์ของดิน (2) ปริมาณการปล่อยก๊าซ CO₂ จากดินในแปลงปลูก ทุก 2 สัปดาห์ พร้อมความชื้นดิน และอุณหภูมิดิน (3) ปริมาณอินทรีย์คาร์บอนในดินที่ระดับ (4) ความสูงต้นถั่วเหลือง (5) น้ำหนักสดของต้น ใบ และฝักถั่วเหลือง (6) น้ำหนักสดและน้ำหนักแห้งของตัวอย่างสุ่มแยกเป็นส่วนของต้น ใบ เมล็ด และเปลือกฝัก (7) ปริมาณคาร์บอนในส่วนต่าง ๆ ของถั่วเหลือง (8) ผลผลิตถั่วเหลือง ผลการทดลอง 2 ปี สรุปได้ว่า การผลิตถั่วเหลืองในฤดูแล้ง (หรือหลังการทำนา) และในปลายฤดูฝน สภาพไรโซน้ำฝน มีการปล่อยก๊าซ CO₂ ตลอดฤดูปลูกใกล้เคียงกัน คือ 69.6-80.3 กิโลกรัมคาร์บอน/ไร่ในฤดูแล้ง และ 67.8-81.3 กิโลกรัมคาร์บอน/ไร่ในปลายฝน (กรณีปลูกในแปลงเดียวกัน) ส่วนการปล่อยก๊าซ CO₂ ในพื้นที่ว่างฤดูแล้ง (42 กิโลกรัมคาร์บอน/ไร่) มีน้อยกว่าในช่วงปลายฝน (168 กิโลกรัมคาร์บอน/ไร่) และการใช้ปุ๋ยหมัก 2 ตัน/ไร่ปรับปรุงดินก่อนปลูกร่วมกับการใช้ปุ๋ยชีวภาพไรโซเบียมคลุกเมล็ดและปุ๋ย P และ K (3 และ 6 กก./ไร่ของ P₂O₅ และ K₂O) หรือร่วมกับปุ๋ยตามค่าวิเคราะห์ดิน (3-3-6 กก./ไร่ของ N-P₂O₅- K₂O) ให้ค่า C-balance สูงกว่าไม่ใช้ปุ๋ยหมัก และทำให้เก็บกักคาร์บอนไว้ในดินได้มากขึ้น 74-106 กิโลกรัมคาร์บอน/ไร่ในฤดูแล้ง และ 35 กิโลกรัมคาร์บอน/ไร่ในปลายฤดูฝน แม้ว่าผลผลิตถั่วเหลืองจะไม่แตกต่างกันในทุกระยะวิธี (ฤดูแล้งเฉลี่ย 367.9 กก./ไร่ ปลายฝนเฉลี่ย 391.2 กก./ไร่)

คำสำคัญ: ถั่วเหลือง ปุ๋ยหมัก ปุ๋ยตามค่าวิเคราะห์ดิน การปล่อยก๊าซ CO₂

Abstract

The experiment was to find out the amount of carbon dioxide (CO₂) emission from the field in soybean plantation in the upland condition by integrating plant nutrient management and study the change in soil quality. The experiment was carried out at Chiang Mai Field Crops Research Center in 2017-2018. Randomized complete block with 5 treatments and 4 replications was applied. The treatments were composed of 1) no Rhizobium, no fertilizer (none) 2) Rhizobium (seed amendment) + PK (0-3-6 kg/rai N-P₂O₅-K₂O) (R+PK) 3) compost 2 tons/rai + Rhizobium + PK (C+R+PK) 4) Rhizobium + fertilizer according to soil analysis (3-3-6 kg/rai N-P₂O₅- K₂O) (R+NPK anal.) and 5) compost + Rhizobium + fertilizer according to soil analysis (3-3-6 kg/rai N-P₂O₅- K₂O) (C+R+NPK anal.). Plot size was 3 x 5 m² and plant spacing was 50 x 20 cm. CO₂ emission was harvested every 14 days from seedling stage to after harvesting

using 20 ml of 1 N NaOH (24 hours in each harvest) then titrate with 1 N HCl. Data collected consisted of soil moisture at 20, 50 and 75 cm depth, soil and air temperature, weather data, soil chemical and physical properties, CO₂ emission, soil organic carbon, fresh weight of soybean stem, leaves, pod and seed in the harvested area, fresh and dry weight of stem, leaves, pod cover and seed from 3 sampled plants, carbon content of different parts of soybean, seed yield, plant height, 100 seed dry weight. The experiment in late rainy season 2017 was not able to do the tillage because of continuing heavy rainfall so dry season growing had to be done instead. The conclusion was that growing soybean in the dry and late rainy seasons 2018 provided not different amount of CO₂ emission from soil in soybean growing period (69.6-80.3 kg C/rai for the dry and 67.8-81.3 kg C/rai in late rain) (in case of using the same plot). In contrast CO₂ emission from bare soil was lower in the dry (42 kg C/rai) than in late rainy season (168 kg C/rai). With soil improvement of 2 tons/rai compost + Rhizobium + PK (0-3-6 kg/rai N-P₂O₅-K₂O) and compost + Rhizobium + NPK (3-3-6 kg/rai N-P₂O₅- K₂O) gave higher C-balance than the without compost treatments and resulted in more carbon stock in the soil after harvesting soybean; soil organic carbon of 74-106 and 35 kg C/rai higher than before sowing in the dry and late rain, respectively. Soybean seed yield did not show significant difference due to treatments, averaged 367.9 and 391.2 kg/rai in both seasons.

Keywords: soybean, compost, fertilizer according to soil analysis, CO₂ emission

6. คำนำ

การกักเก็บคาร์บอน (carbon storage) ในพื้นที่เกษตร เป็นแนวทางหนึ่งที่หลายประเทศนำไปใช้เพื่อประโยชน์ในการลดปริมาณก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ในบรรยากาศ ซึ่งอาศัยการสังเคราะห์แสง (Photosynthesis) ของพืช ในการตรึงคาร์บอนไดออกไซด์ไปเก็บสะสมไว้ในส่วนของเนื้อเยื่อพืช (ลำต้น ใบ ผล และราก) และเมื่อเศษซากพืชเหล่านี้หลุดร่วงหรือตายลง สารอินทรีย์เหล่านั้นจึงถูกย่อยสลาย และส่วนที่ย่อยสลายยาก จะเหลือตกค้างอยู่ในดินในรูปของฮิวมัสซึ่งเป็นองค์ประกอบหลักของอินทรีย์วัตถุ โดยเรียกกระบวนการดังกล่าวนี้ว่า “Soil carbon sequestration” (Lal, 2004; Lal *et al.*, 2007; Yonekura *et al.*, 2010) ปริมาณคาร์บอนที่ถูกกักเก็บไว้ในดินมีการเปลี่ยนแปลงตลอดเวลาขึ้นอยู่กับหลายปัจจัย แต่ปัจจัยหลักๆ ได้แก่ การใช้ประโยชน์ที่ดิน สภาพภูมิอากาศ และการทำการเกษตร ทำให้มีการย่อยสลายของอินทรีย์วัตถุในดิน และปลดปล่อยคาร์บอนสู่บรรยากาศ ในทางกลับกันหากมีการจัดการดิน-ปุ๋ย-น้ำ และพืชอย่างเหมาะสมและมีประสิทธิภาพกับพื้นที่ปลูก พื้นที่ทำการเกษตรก็จะเป็นแหล่งกักเก็บคาร์บอนที่สำคัญแหล่งหนึ่ง แต่ประเด็นปัญหาคือประเทศไทยอยู่ในเขตร้อนชื้น ดินไร้ทั่ว ๆ ไปสามารถกักเก็บคาร์บอนไว้ในดินน้อยกว่าเขตอบอุ่น เนื่องจากการสลายตัวของวัสดุอินทรีย์เกิดขึ้นเร็ว ทำให้มี CO₂ ปลดปล่อยออกมา นอกจากนี้การกัดกร่อนผิวดินก็เป็นตัวเร่งให้เกิดการสูญเสียอินทรีย์

คาร์บอนออกไปจากพื้นที่อีกด้วย ดังนั้นจึงควรมีวิธีการจัดการดิน-ปุ๋ย-น้ำและพืชอย่างเหมาะสมและมีประสิทธิภาพ เพื่อลดการสูญเสีย และหรือสลายตัวของวัสดุอินทรีย์ในพื้นที่ ทำให้เกิดการกักเก็บคาร์บอนไว้ในดินได้มากขึ้น เพื่อให้ดินเป็นเสมือนธนาคารในการกักเก็บคาร์บอน จึงทำการศึกษาขึ้นเพื่อศึกษาปริมาณการกักเก็บคาร์บอนในการปลูกถั่วเหลืองในสภาพไร่ (ปลูกในเดือนกรกฎาคม-สิงหาคม) รวมทั้งเพื่อศึกษาวิธีการจัดการดิน ปุ๋ย และเศษซากพืชอย่างเหมาะสม เพื่อเพิ่มการกักเก็บคาร์บอนในระบบการผลิตถั่วเหลือง เพื่อประโยชน์ในการปรับปรุงการผลิตที่ลดการปล่อยก๊าซเรือนกระจก (คาร์บอนไดออกไซด์: CO₂)

7. วิธีดำเนินการ

- อุปกรณ์

- ปุ๋ยเคมี 13-13-21 0-0-60 และ 0-42-0
- ปุ๋ยชีวภาพโรโซเปียม
- เมล็ดพันธุ์ถั่วเหลืองพันธุ์เชียงใหม่ 60
- ส่วนเก็บตัวอย่างดิน และอุปกรณ์เก็บตัวอย่างดินแบบ Undisturbed core sample
- สารเคมีป้องกันกำจัดศัตรูพืช

- วิธีการ ทำการปลูกถั่วเหลืองในสภาพไร่ (เดือนกรกฎาคม-สิงหาคม) วางแผนการทดลองแบบ RCB มี 4 ซ้ำ 5 กรรมวิธีการจัดการปุ๋ย ประกอบด้วย

- 1) ไม่ใส่ปุ๋ยใดๆ (none)
- 2) ใช้ปุ๋ยชีวภาพโรโซเปียมคลุกเมล็ด (+ 0-3-6 กก./ไร่ ของ N-P₂O₅-K₂O) (R+PK)
- 3) ใช้ปุ๋ยชีวภาพโรโซเปียมคลุกเมล็ด (+ 0-3-6 กก./ไร่ ของ N-P₂O₅-K₂O) และปุ๋ยอินทรีย์ปรับปรุงดิน (ปุ๋ยหมัก 2 ตัน/ไร่) (C+R+PK)
- 4) ใช้ปุ๋ยเคมีตามค่าวิเคราะห์ดิน (3-3-6 กก./ไร่ ของ N-P₂O₅- K₂O) ร่วมกับปุ๋ยชีวภาพโรโซเปียม (R+NPK)
- 5) ใช้ปุ๋ยเคมีตามค่าวิเคราะห์ดิน (3-3-6 กก./ไร่ ของ N-P₂O₅- K₂O) ร่วมกับปุ๋ยชีวภาพโรโซเปียม และปุ๋ยอินทรีย์ปรับปรุงดิน (ปุ๋ยหมัก 2 ตัน/ไร่) (C+R+NPK)

เนื่องจากค่าวิเคราะห์ดินก่อนเริ่มการทดลองมีค่า %OM ต่ำกว่า 1% (0.51%) Available P สูงกว่า 12 mg/kg (102 mg/kg) และมีค่า Extractable K ต่ำกว่า 40 mg/kg (16 mg/kg) ตามค่าความเหมาะสมของดินสำหรับถั่วเหลือง จึงใช้ปุ๋ย 3-3-6 กก./ไร่ ของ N-P₂O₅- K₂O ตามคำแนะนำของกองวิจัยพัฒนาปัจจัยการผลิตทางการเกษตร (2561) ขนาดแปลงทดลองย่อย 3x5 ม. พื้นที่เก็บเกี่ยว 2x4 ม² ใช้ถั่วเหลืองพันธุ์เชียงใหม่ 60 ระยะปลูกถั่วเหลือง 50x20 ซม. กรรมวิธีที่ 3 และ 5 โกลบปุ๋ยหมักก่อนปลูก 20-30 วัน ดูแลรักษาตามกรรมวิธี กำจัดวัชพืช และถอนแยกเหลือ 3 ต้นต่อหลุมเมื่ออายุ 20-25 วันหลังปลูกพ่นสารป้องกันกำจัดแมลงศัตรูตามความจำเป็น ทำการเก็บก๊าซ CO₂ เหนือผิวดินในแปลงปลูก ทุก 2 สัปดาห์ (ทุกกรรมวิธี ทุกซ้ำ และจากที่ว่างข้างแปลง) ด้วยสารละลาย NaOH 1 N ขวดละ 20 ml แล้วไตเตรทด้วย HCl 1 N พร้อมเก็บตัวอย่างดินที่ความลึก 20 50

และ 75 ซม. เพื่อหาความชื้น เก็บเกี่ยวเมื่อฝักถั่วเหลืองเปลี่ยนเป็นสีน้ำตาล (อายุประมาณ 100 วัน) และบันทึกข้อมูล

- 1) สภาพภูมิอากาศระหว่างการทดลอง คุณสมบัติทางเคมี และฟิสิกส์ของดิน
- 2) ปริมาณการปล่อยก๊าซ CO₂ จากดินในแปลงปลูก ทุก 2 สัปดาห์ พร้อมความชื้นดิน และอุณหภูมิดิน
- 3) ปริมาณอินทรีย์คาร์บอนในดินที่ระดับความลึก 15 ซม.
- 4) ความสูงต้นถั่วเหลืองที่ระยะเก็บเกี่ยว
- 5) น้ำหนักสดของต้น ใบ และฝักถั่วเหลือง ในพื้นที่เก็บเกี่ยว
- 6) น้ำหนักสดและน้ำหนักแห้งของตัวอย่างสุ่ม แยกเป็นส่วนของต้น ใบ เมล็ด และเปลือกฝัก
- 7) ปริมาณคาร์บอนในส่วนต่าง ๆ ของถั่วเหลือง
- 8) ผลผลิตของถั่วเหลือง

- เวลาและสถานที่ - 2 ปี เริ่มต้น ตุลาคม 2559 - สิ้นสุด กันยายน 2561

สถานที่ทำการทดลอง - ศูนย์วิจัยพืชไร่เชียงใหม่ ต.หนองหาร อ.สันทราย จ.เชียงใหม่

8. ผลการทดลองและวิจารณ์

การทดลองในปี 2560 มีฝนตกหนักต่อเนื่องตลอดในช่วงที่ต้องเตรียมดินปลูกปลายฤดูฝน (เดือนมิถุนายน ถึงกันยายน มีฝนตกรวม 780.8 มม. จำนวนวันฝนตก 61 วัน) ทำให้เตรียมดินไม่ได้และรอมารจนดำเนินการปลูกได้ในปลายเดือนตุลาคมซึ่งเป็นช่วงฤดูแล้ง วันปลูก วันเก็บเกี่ยวถั่วเหลือง และสภาพภูมิอากาศในฤดูปลูก แสดงใน Table 1

Table 1 Planting and harvesting dates, number of CO₂ emission harvests, rainfall over cropping period and growing degree day (GDD) of soybean in the upland condition (dry and late rainy seasons 2018)

	D 2018	LR 2018
Planting date	Oct 30, 2017	Jul 6, 2018
Emergence date	Nov 4, 2017	Jul 12, 2018

	D 2018	LR 2018
Harvesting date	Jan 29, 2018 (91 DAS)	Oct 12-15, 2018 (98-101 DAS)
Rainfall (mm)	49.6 + irrigation	466.0
Rain days	9	40
Maximum temperature -°C	34.9	36.6
Minimum temperature -°C	7.5	21.6
Growing Degree Day (GDD -°C)	1,303.2	1,779.7
Number of CO ₂ emission harvests	8 harvests: Oct 24, 2017 – Jan 30, 2018	8 harvests: Jul 16, 2018 – Oct 18, 2018

การปล่อยก๊าซเรือนกระจก (คาร์บอนไดออกไซด์: CO₂)

การปล่อยก๊าซ CO₂ จากดินรวมตลอดฤดูปลูกจากแปลงถั่วเหลืองในกรรมวิธีการจัดการดินและการให้ปุ๋ยต่าง ๆ ในฤดูแล้ง (91 วัน) และปลายฝน (98 วัน) ปี 2561 ไม่แตกต่างกันมากนัก โดยกรรมวิธีที่ 1 (ไม่ใช้ปุ๋ยใดๆ) ปล่อยก๊าซ CO₂ รวม 77.39-78.65 กิโลกรัมคาร์บอน/ไร่ (kg C/rai) กรรมวิธีที่ 2 (ใช้ปุ๋ยชีวภาพไรโซเบียมคลุกเมล็ด+ 0-3-6 กก./ไร่ของ N-P₂O₅-K₂O) ปล่อยก๊าซ CO₂ รวม 76.92-77.70 kg C/rai และกรรมวิธีที่ 3 4 และ 5 (ปุ๋ยหมัก 2 ตัน/ไร่+ปุ๋ยชีวภาพไรโซเบียม+ 0-3-6 กก./ไร่ของ N-P₂O₅-K₂O ใช้ไรโซเบียม+ปุ๋ยตามค่าวิเคราะห์ดิน หรือ 3-3-6 กก./ไร่ของ N-P₂O₅-K₂O และ ใช้ปุ๋ยหมัก+ไรโซเบียม+ปุ๋ยตามค่าวิเคราะห์ดินหรือ 3-3-6 กก./ไร่ของ N-P₂O₅-K₂O) ปล่อยก๊าซ CO₂ รวม 73.62-81.26 69.64-74.28 และ 67.80-80.32 kg C/rai ตามลำดับ (Figure 1)

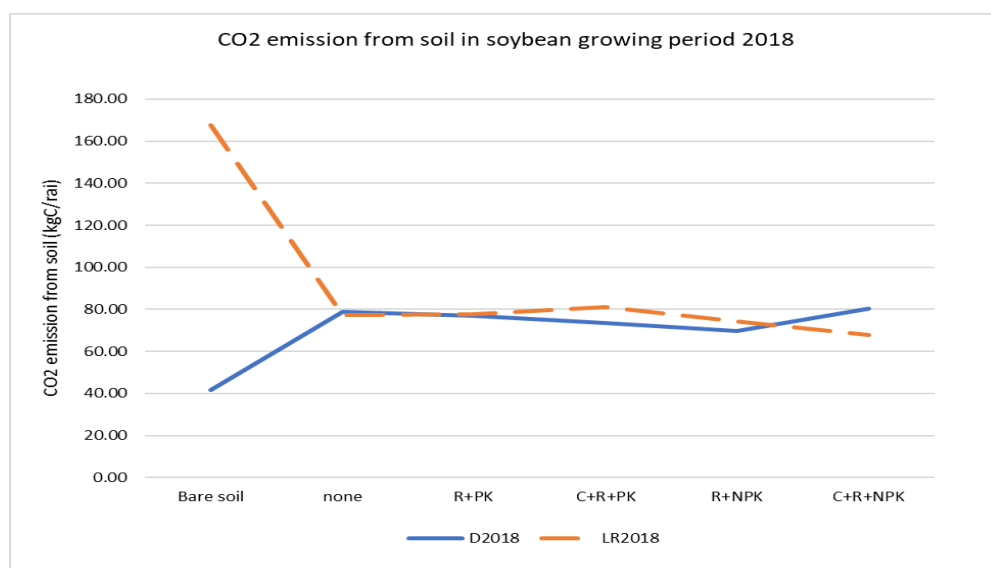


Figure 1 CO₂ emission from the soil in soybean (var. Chiang Mai 60) growing period in the dry and late rainy seasons 2018 (Chiang Mai Field Crops Research Center)

การปล่อยก๊าซ CO₂ ในระยะการเจริญเติบโตต่าง ๆ ของถั่วเหลืองทุกกรรมวิธี ในฤดูแล้ง เริ่มต้นจากช่วง 1,629-4,014 มิลลิกรัม CO₂/ตารางเมตร/วัน (mg CO₂/m²/d) เมื่ออายุ 8 วัน สูงที่สุดเมื่ออายุ 22 วัน (3,103-4,344 mg CO₂/m²/d) และลดลงเป็นลำดับจนถึงระยะเก็บเกี่ยว ซึ่งอยู่ในช่วง -504 – 843 mg CO₂/m²/d เมื่ออายุ 93 วัน (Figure 2) ความชื้นดินที่ระดับความลึก 20 ซม. ในช่วงตรวจวัดการปล่อยก๊าซ CO₂ เริ่มต้นที่ 19.2-28.7% เมื่ออายุ 8 วัน และอยู่ในช่วง 11.11-13.75% เมื่ออายุ 93 วัน (Figure 3) ส่วนในปลายฤดูฝน การปล่อยก๊าซ CO₂ อยู่ในช่วง 5,168-6,816 mg CO₂/m²/d เมื่ออายุ 10 วัน ซึ่งสูงที่สุด และลดลงเป็นลำดับจนถึง (-37) – (-388) mg CO₂/m²/d เมื่ออายุ 95 วัน (Figure 4) ความชื้นดินที่ระดับความลึก 20 ซม. ในช่วงตรวจวัดการปล่อยก๊าซ CO₂ เริ่มต้น 13.79-15.94% เมื่ออายุ 10 วัน และอยู่ในช่วง 16.19-17.56% เมื่ออายุ 95 วัน (Figure 5) หมายความว่าช่วงใกล้เก็บเกี่ยวมีการปล่อยก๊าซ CO₂ จากดินลดลง เนื่องจากมีกิจกรรมของจุลินทรีย์ดินและการเจริญเติบโตของพืชที่ลดลง

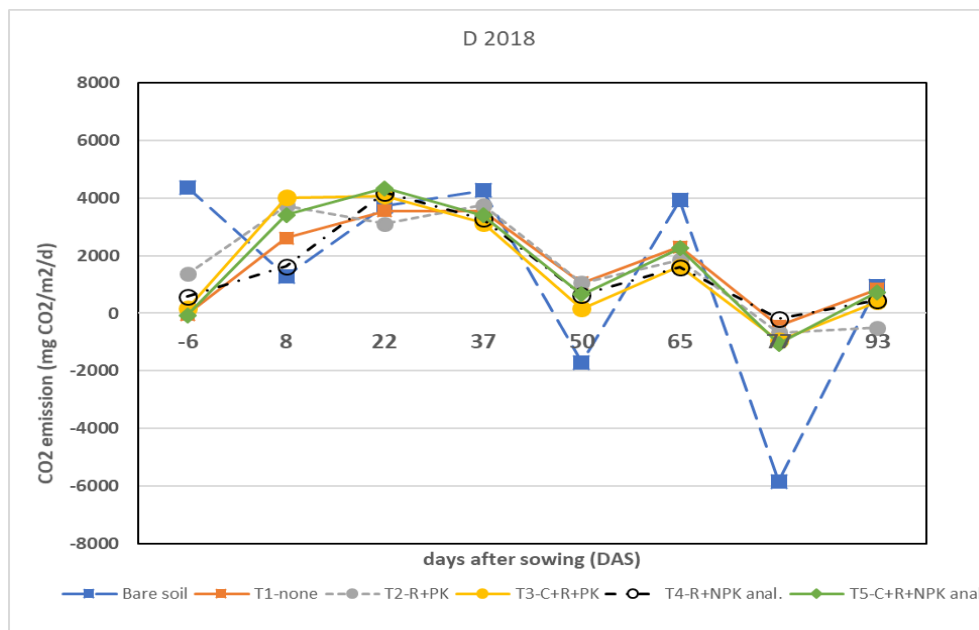


Figure 2 CO₂ emission of soybean cropping at each gas harvest from -6 to 93 days after sowing (DAS) in the dry season 2018 (Chiang Mai Field Crops Research Center)

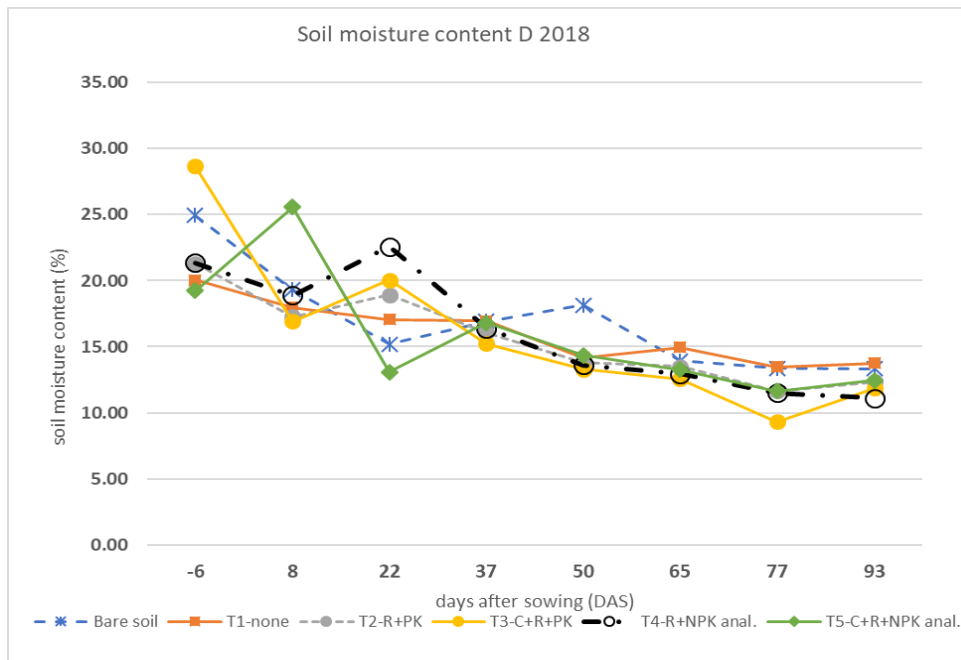


Figure 3 Soil moisture content at each gas harvest from -6 to 93 days after sowing (DAS) in the dry season 2018 (Chiang Mai Field Crops Research Center)

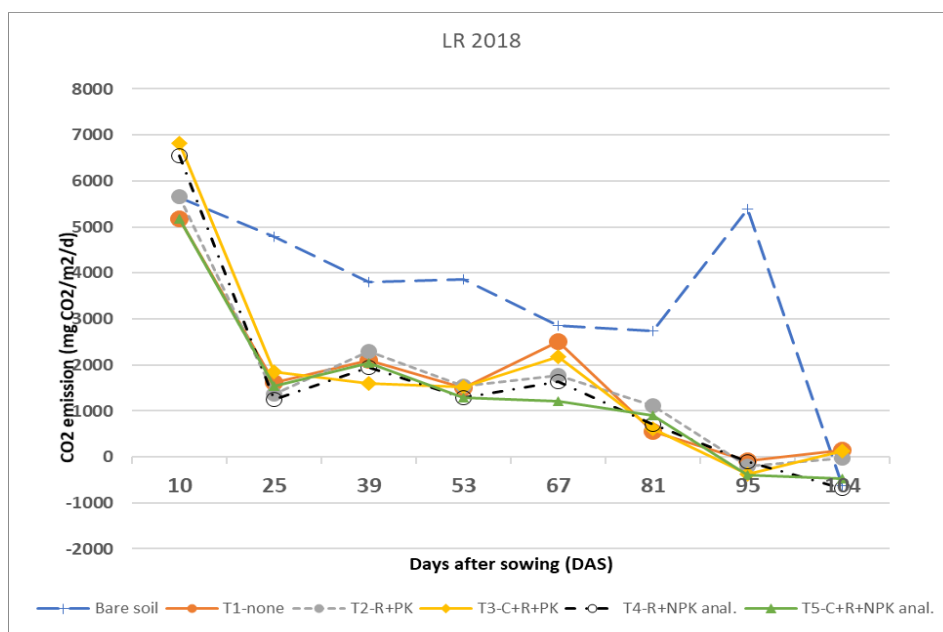


Figure 4 CO₂ emission of soybean cropping at each gas harvest from 10 to 104 days after sowing (DAS) in the late rainy season 2018 (Chiang Mai Field Crops Research Center)

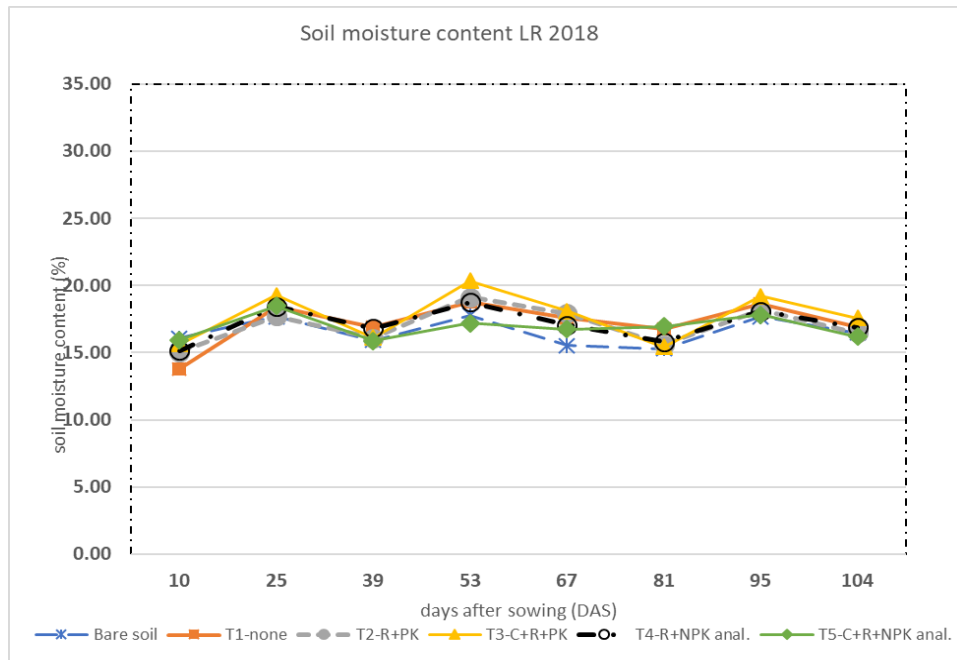


Figure 5 Soil moisture content at each gas harvest from 10 to 104 days after sowing (DAS) in the late rainy season 2018 (Chiang Mai Field Crops Research Center)

อินทรีย์คาร์บอนในดิน (Soil organic carbon)

พบว่า ทั้งในฤดูแล้งและปลายฝน ดินสะสมอินทรีย์คาร์บอนมากขึ้นหลังจากเก็บเกี่ยวแล้วเหลือทิ้งทุกกรรมวิธีการจัดการดินและการใช้ปุ๋ย ยกเว้นกรรมวิธีที่ 2 ใช้ปุ๋ยชีวภาพไรโซเบียมคลุกเมล็ด + 0-3-6 กก./ไร่ ของ N-P₂O₅-K₂O ที่มีค่าอินทรีย์คาร์บอนลดลงหลังเก็บเกี่ยว (Figure 6) เป็นไปได้ว่าเป็นเพราะการเจริญเติบโตเพื่อสร้างส่วนของพืชน้อย โดยพบว่าอินทรีย์คาร์บอนจากรากแล้วเหลือทิ้งในกรรมวิธีที่ 2 (12.0 kg C/rai) ต่ำกว่ากรรมวิธีอื่น ๆ (14.0-20.6 kg C/rai) ในฤดูแล้ง (Table 2) กรรมวิธีที่สะสมอินทรีย์คาร์บอนไว้ในดินได้สูง คือ กรรมวิธีที่ 4 (ใช้ไรโซเบียม+ 3-3-6 กก./ไร่ ของ N-P₂O₅- K₂O) (สูงขึ้นจากช่วงก่อนปลูก 115.2 kg C/rai หรือ 72%) กรรมวิธีที่ 3 (ปุ๋ยหมัก+ไรโซเบียม+ 0-3-6 กก./ไร่ ของ N-P₂O₅- K₂O) (สูงขึ้น 105.7 kg C/rai หรือ 66%) และกรรมวิธีที่ 5 (ปุ๋ยหมัก+ไรโซเบียม+ 3-3-6 กก./ไร่ ของ N-P₂O₅- K₂O) (สูงขึ้น 74.2 kg C/rai หรือ 47%) ในฤดูแล้ง และกรรมวิธีที่ 3 (สูงขึ้น 34.7 kg C/rai หรือ 16%) และ 1 (ไม่ใช้ปุ๋ยใด ๆ) (สูงขึ้น 46.5 kg C/rai หรือ 26%) ในปลายฤดูฝน จะเห็นว่าการใช้ปุ๋ยหมักเศษแล้วเหลือทิ้ง 2 ตัน/ไร่ มีส่วนช่วยเพิ่มอินทรีย์คาร์บอนในดินได้ รวมทั้งมีแนวโน้มปรับปรุงค่า avail. P extr. K Ca และ Mg ของดินด้วย (Table 3) Hepperly (2009) รายงานว่า การผลิตพืชอินทรีย์เพิ่มอินทรีย์คาร์บอนในดินขึ้นได้ 15-28% และเพิ่มไนโตรเจนในดิน 8-15% แต่ไม่พบว่าการผลิตพืชระบบ

เคมี (conventional system) มีการเพิ่มอินทรีย์คาร์บอน และไนโตรเจนในดินอย่างมีนัยสำคัญ จากการปลูกในเวลาเดียวกัน ทั้ง ๆ ที่มวลชีวภาพของพืชเท่ากัน เนื่องจากอัตราการย่อยสลายอินทรีย์วัตถุในดินแตกต่างกัน โดยใน conventional system ปุ๋ยไนโตรเจนที่ใส่ลงไปจะเร่งการย่อยสลายได้ดีกว่าและปลดปล่อยสู่บรรยากาศแทนที่จะค่อยๆเก็บไว้ในดิน

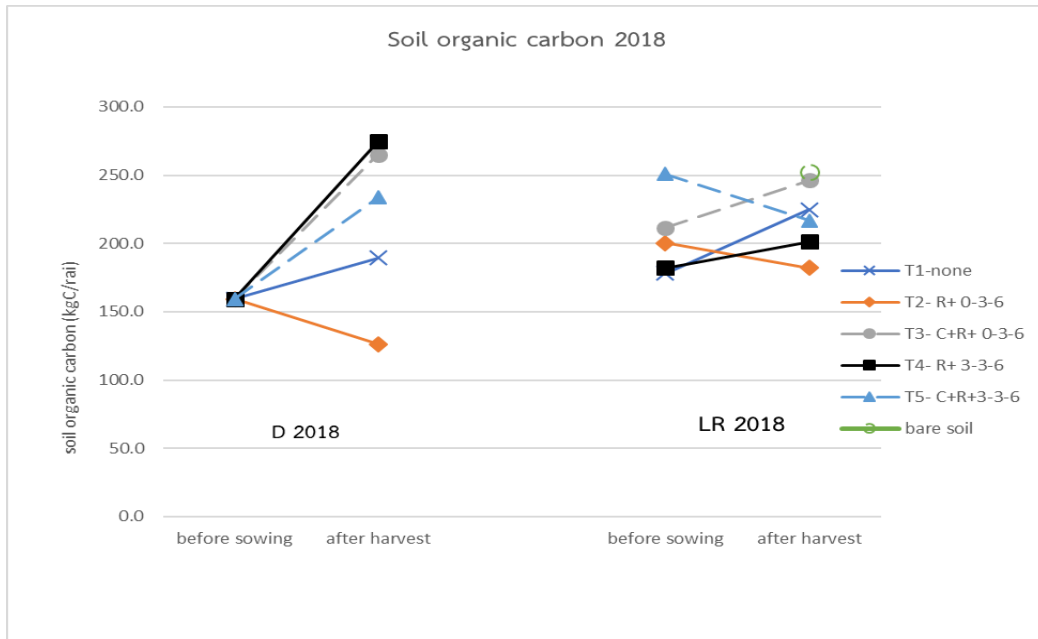


Figure 6 Soil organic carbon before sowing soybean and after harvesting in different treatments in the dry and late rainy seasons 2018 (Chiang Mai Field Crops Research Center)

สมดุลของคาร์บอน

สมดุลของคาร์บอน (carbon balance) จากกรรมวิธีต่าง ๆ คัดจากสมการ

$$C\text{-balance} = C\text{-input} - C\text{-loss}$$

C-input คือ คาร์บอนที่ใส่ลงไปในปลูกพืช ประกอบด้วย C จากปุ๋ยอินทรีย์ที่ใช้ และ C จากเศษซากพืชที่เหลือในแปลง (หลังเก็บเกี่ยว) ในกรณีนี้ ได้แก่ รากถั่วเหลือง และใบที่ร่วงลงดินในช่วงเก็บเกี่ยว

C-loss คือ คาร์บอนที่สูญเสียไปจากดินจากการปลูกพืช ประกอบด้วย C ที่ถูกปล่อยไปจากดินระหว่างการปลูกพืช และ C จากเศษซากพืชที่นำออกไปกับผลผลิต ในถั่วเหลืองมี ต้น ใบ เมล็ด และเปลือกฝัก

พบว่าสมดุลของคาร์บอนจากกรรมวิธีที่ใช้ปุ๋ยหมัก 2 ตัน/ไร่ปรับปรุงดิน คือ กรรมวิธีที่ 3 (ปุ๋ยหมัก+โรโซเปียม+ 0-3-6 กก./ไร่ ของ N-P₂O₅- K₂O) และ 5 (ปุ๋ยหมัก+โรโซเปียม+ 3-3-6 กก./ไร่ ของ N-P₂O₅- K₂O) มีค่าสูงกว่ากรรมวิธีที่ไม่ใช้ โดยในฤดูแล้ง ให้ C-balance เท่ากับ -89.9 และ -131.0 กิโลกรัมคาร์บอน/ไร่ ส่วนในปลายฤดูฝน ค่า C-balance เท่ากับ -225.5 และ -111.8 กิโลกรัมคาร์บอน/ไร่ ส่วนกรรมวิธีที่ 1 (ไม่ใช้ปุ๋ยใด ๆ)

2 (โรโซเปียม+ 0-3-6 กก./ไร่ ของ N-P₂O₅- K₂O) และ 4 (โรโซเปียม+ 3-3-6 กก./ไร่ ของ N-P₂O₅- K₂O) ค่า C-balance เท่ากับ -386.7 -385.0 และ -413.9 กิโลกรัมคาร์บอน/ไร่ ตามลำดับ ในฤดูแล้ง และเท่ากับ -437.0 -431.5 และ -407.8 กิโลกรัมคาร์บอน/ไร่ ตามลำดับ ในปลายฤดูฝน (Table 2) ดังนั้น การใช้ปุ๋ยหมักปรับปรุงดินก่อนปลูกถั่วเหลืองช่วยให้การกักเก็บ C ในดินมีมากกว่าการไม่ใช้ปุ๋ยหมัก นอกจากนี้ พบว่าการปล่อยก๊าซ CO₂ ทางดินจากแปลงปลูกถั่วเหลืองคิดเป็น 19.7 19.4 16.9 16.3 และ 16.7% ของการปล่อยก๊าซ CO₂ ทั้งหมดในกรรมวิธีที่ 1 2 3 4 และ 5 ตามลำดับ ในฤดูแล้ง ซึ่งมากกว่าในปลายฤดูฝน (ปล่อยก๊าซ 11.8 11.5 11.8 10.9 และ 11.5% ของการปล่อย CO₂ ทั้งหมด ตามลำดับ)

ผลผลิตถั่วเหลืองไม่แตกต่างกันทางสถิติในทั้ง 2 ฤดูปลูก โดยเฉลี่ย ทุกกรรมวิธี 367.9 และ 391.2 กก./ไร่ ในฤดูแล้ง และปลายฝน ตามลำดับ ความสูงต้นระยะเก็บเกี่ยว จำนวนต้นต่อไร่ และน้ำหนัก 100 เมล็ดไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติเช่นกัน เฉลี่ยแปลงฤดูแล้ง ให้ความสูงต้น 44.6 ซม. 39,470 ต้นต่อไร่ และ 18.1 กรัม/100 เมล็ด ส่วนแปลงปลายฝน ความสูงต้น 90.9 ซม. 34,750 ต้นต่อไร่ และ 15.3 กรัม/100 เมล็ด (Table 2)

Table 2 Carbon balance of the soil and fertilizer management treatments, yield, plant height, number of plants/rai and 100 seed dry weight of soybean (var. Chiang Mai 60) planting in the dry and late rainy seasons, 2018 (Chiang Mai Field Crops Research Center)

a)D 2018

Kg C /rai	Bare soil	T1 none	T2 R+PK	T3 C+R+PK	T4 R+NPK anal.	T5 C+R+NP K anal.	
C-input							
C from compost	0	0	0	330	0	330	
C from root left in soil		11.5	12.0	16.3	14.0	20.6	
C from fallen leaves		102.5	112.3	124.7	119.1	133.2	
total C-input	0.0	11.5	12.0	346.3	14.0	350.6	
C-loss							
C from CO ₂ emission (soybean)	41.5	78.7	76.9	73.6	69.6	80.3	
C from plant parts taken away		319.6	320.1	362.5	358.3	401.3	
-seed		75.2	94.5	102.1	109.2	134.7	
-stem		157.6	157.2	193.5	183.4	175.6	
-leaves		55.0	33.1	23.8	18.3	40.2	
-pod cover		31.8	35.4	43.2	47.2	50.9	
total C-loss	41.5	398.2	397.0	436.2	427.9	481.6	
C-balance (input-loss)	-41.5	-386.7	-385.0	-89.9	-413.9	-131.0	
seed yield (kg/rai) (CV = 12.4%)		331.6	355.2	399.7	370.4	382.5	367.9
plant height (cm) (CV = 7.2%)		44.5	43.9	45.7	43.7	45.2	44.6

Kg C /rai	Bare soil	T1 none	T2 R+PK	T3 C+R+PK	T4 R+NPK anal.	T5 C+R+NP K anal.	
plants/rai (CV = 4.9%)		38,400	39,550	39,700	38,250	41,450	39,470
100 seed DW (g) (CV = 3.5%)		17.3	18.1	18.2	18.1	18.6	18.1
% C-loss by emission		19.7	19.4	16.9	16.3	16.7	

b) LR 2018

Kg C /rai	Bare soil	T1 none	T2 R+PK	T3 C+R+PK	T4 R+NPK anal.	T5 C+R+NP K anal.	
C-input							
C from compost	0	0	0	219	0	219	
C from root left in soil		19.6	25.4	29.7	31.0	36.4	
C from fallen leaves		200.5	216.5	214.4	244.5	220.8	
total C-input	0.0	220.0	242.0	463.1	275.5	476.2	
C-loss							
C from CO ₂ emission (soybean)	167.5	77.4	77.7	81.3	74.3	67.8	
C from plant parts taken away		579.6	595.8	607.3	609.0	520.3	
-seed		320.0	320.1	334.2	337.7	274.0	
-stem		115.6	123.5	129.4	128.6	137.1	
-leaves		31.0	19.1	12.3	10.9	15.5	
-pod cover		113.1	133.0	131.5	131.9	93.7	
total C-loss	167.5	657.0	673.5	688.6	683.3	588.1	
C-balance (input-loss)	-167.5	-437.0	-431.5	-225.5	-407.8	-111.8	
seed yield (kg/rai) (CV = 12.4%)		392.7	394.1	415.0	411.3	342.7	391.2
plant height (cm) (CV = 7.2%)		88.3	89.5	89.0	93.8	93.8	90.9
plants/rai (CV = 4.9%)		32,450	33,300	36,050	34,700	37,250	34,750
100 seed DW (g) (CV = 3.5%)		15.7	15.4	15.3	14.9	15.2	15.3
% C-loss by emission		11.8	11.5	11.8	10.9	11.5	

Table 3 Soil chemical properties before planting and after harvesting soybean in the 5 treatment plots for the dry and late rainy seasons 2018
(Chiang Mai Field Crops Research Center)

Unit	D 2018						LR 2018									
	before planting	after harvesting					before planting					after harvesting				
		T1	T2	T3	T4	T5	T1	T2	T3	T4	T5	T1	T2	T3	T4	T5
pH	6.8	6.2	6.2	6.7	7.0	7.0	6.6	6.4	7.0	6.3	6.4	6.6	6.1	7.0	5.8	6.2
OM %	0.51	0.60	0.40	0.84	0.87	0.74	0.54	0.60	0.77	0.50	0.70	0.57	0.50	0.84	0.50	0.60
avail. P mg/kg	103	78	78	98	88	87	89	101	116	95	118	80	96	90	93	95
extr. K mg/kg	16	20	14	26	22	24	25	32	28	21	29	16	17	23	18	27
Ca mg/kg	370	383	296	578	633	441	339	354	465	205	277	500	355	573	300	368
Mg mg/kg	45.1	36.2	26.3	63.4	63.4	51.2	33.3	35.3	46.5	20	30.2	37	32.5	50.8	24.3	35.6
Fe mg/kg	68.0	95.3	97.1	69.4	63.5	59.3	58.6	89.5	60.6	97.4	89.2	62.0	82.1	53.1	104.0	84.1
Mn mg/kg	14.4	14.1	11.7	13.4	13.2	12.2	17.8	16.9	19.3	12.2	15.1	13.2	12.9	16.2	8.0	8.9
Zn mg/kg	1.41	1.72	1.96	1.86	1.56	1.47	1.51	1.84	1.87	2.10	2.06	2.07	1.41	1.67	1.95	1.80
Cu mg/kg	0.76	0.97	0.83	0.87	0.96	0.67	0.79	0.97	1.13	0.85	0.93	1.48	0.84	1.18	0.93	1.21
B mg/kg	0.59	0.28	0.30	1.03	0.82	1.38						1.66	1.14	0.51	0.51	0.59
EC msimen/cm	0.019	0.038	0.028	0.054	0.069	0.038						0.040	0.039	0.043	0.032	0.031

จากการคำนวณผลตอบแทน และต้นทุนที่ต่างกัน (Table 4) พบว่า ค่า Benefit-Cost ratio (BCR) ของกรรมวิธีที่ 1 (ไม่ใช้ปุ๋ยใด ๆ) สูงที่สุด (4.5) รองลงมา คือ กรรมวิธีที่ 4 เท่ากับ 3.4 ส่วนกรรมวิธีที่ 3 และ 5 ซึ่งใช้ปุ๋ยหมักปรับปรุงดิน ให้ค่า BCR ต่ำที่สุด เท่ากับ 0.7 อย่างไรก็ตาม ทั้งกรรมวิธีที่ 3 และ 5 ให้ค่าสมดุลของคาร์บอน (C-balance) สูงที่สุด และทำให้ดินมีการสะสมอินทรีย์คาร์บอนหลังเก็บเกี่ยวสูงกว่ากรรมวิธีที่ไม่ใช้ปุ๋ยหมัก

กล่าวโดยสรุป การใช้ปุ๋ยหมักปรับปรุงดินก่อนปลูกถั่วเหลืองให้ค่าสมดุลคาร์บอนสูงกว่าไม่ใช้ และช่วยเพิ่มการกักเก็บคาร์บอนไว้ในดินได้มากกว่า เช่นเดียวกับการศึกษาของพรพรรณ และคณะ (2559) ที่การใช้ปุ๋ยหมักร่วมกับปุ๋ยเคมีและไรโซเบียม หรือใช้ปรับปรุงดินในระบบการผลิตถั่วเหลืองอินทรีย์ให้ค่าสมดุลคาร์บอนสูงกว่าไม่ใช้ปุ๋ยหมักเช่นกัน ซึ่งจะช่วยลดการปล่อยก๊าซเรือนกระจกสู่บรรยากาศ เป็นแนวทางการพัฒนาความอุดมสมบูรณ์ของดินให้สามารถให้ผลผลิตแก่ถั่วเหลือง และนำไปสู่การผลิตที่ยั่งยืน

Table 4 Cost that different, benefit and Benefit-Cost ratio (BCR) from soybean sown in 5 treatments in the dry and late rainy seasons 2018

	Cost that different (Baht/rai)					D 2018			LR 2018			
	Compost	chemical fertilizer	Rhizobium	Tillage	Total Cost	Seed yield (kg/rai)	Income* (Baht/rai)	BCR	Seed yield (kg/rai)	Income* (Baht/rai)	BCR	BCR Averaged
T1 -none				1,600	1,600	331.6	6,632	4.1	392.7	7,854	4.9	4.5
T2 -R+ 0-3-6		2,632	25	1,600	4,257	355.2	7,104	1.7	394.1	7,882	1.9	1.8
T3 -C+R+ 0-3-6	8,000	2,632	25	1,600	12,25	399.7	7,994	0.7	415.0	8,300	0.7	0.7
T4 -R+ 3-3-6		643	25	1,600	2,268	370.4	7,408	3.3	411.3	8,226	3.6	3.4
T5 -C+R+ 3-3-6	8,000	643	25	1,600	10,26	382.5	7,650	0.7	342.7	6,854	0.7	0.7

*soybean farm price = 20 Baht/kg;

Cost:

1	compost+ labor	ปุ๋ยหมัก กก.ละ 4 บาท ใช้ 2,000 กก/ไร่	8,000	บาท/ไร่
2	chemical fertilizer	ปุ๋ย 13-13-21 อัตรา 25 กก/ไร่ กก. ละ 17.80 บาท	445	บาท/ไร่
			1,142	บาท/ไร่
		ปุ๋ย 0-42-0 อัตรา 7.1 กก/ไร่ กก. ละ 160 บาท		
		ปุ๋ย 0-0-60 อัตรา 10 กก/ไร่ กก. ละ 149 บาท	1,600	บาท/ไร่
3	rhizobium	ถุงละ 25 บาท ไร่ละ 1 ถุง	25	บาท/ไร่
4	tillage	ไถพรวน 2 ครั้ง ไร่ละ 800 บาท/ไร่	1,600	บาท/ไร่

9. สรุปผลการทดลองและข้อเสนอแนะ

9.1 การผลิตถั่วเหลืองในฤดูแล้ง (หรือหลังการทำนา) และในปลายฤดูฝน สภาพไร่ใช้น้ำฝน มีการปล่อยก๊าซ CO₂ ตลอดฤดูปลูกใกล้เคียงกัน คือ 69.6-80.3 กิโลกรัมคาร์บอน/ไร่ในฤดูแล้ง และ 67.8-81.3 กิโลกรัมคาร์บอน/ไร่ในปลายฝน (กรณีปลูกในแปลงเดียวกัน) ส่วนการปล่อยก๊าซ CO₂ ในพื้นที่ว่างฤดูแล้ง (42 กิโลกรัมคาร์บอน/ไร่) มีน้อยกว่าในช่วงปลายฝน (168 กิโลกรัมคาร์บอน/ไร่)

9.2 การใช้ปุ๋ยหมัก 2 ตัน/ไร่ปรับปรุงดินก่อนปลูก ร่วมกับ การใช้ปุ๋ยชีวภาพโรโซเปียมคลุกเมล็ดและปุ๋ย P และ K (3 และ 6 กก./ไร่ของ P₂O₅ และ K₂O) หรือร่วมกับปุ๋ยตามค่าวิเคราะห์ดิน (3-3-6 กก./ไร่ของ N-P₂O₅-K₂O) ให้ค่า C-balance สูงกว่าไม่ใช้ปุ๋ยหมัก และทำให้เก็บกักคาร์บอนไว้ในดินได้มากขึ้น 74-106 กิโลกรัมคาร์บอน/ไร่ในฤดูแล้ง และ 35 กิโลกรัมคาร์บอน/ไร่ในปลายฤดูฝน แม้ว่าผลผลิตถั่วเหลืองจะไม่แตกต่างกันในทุกกรรมวิธี (ฤดูแล้งเฉลี่ย 367.9 กก./ไร่ ปลายฝนเฉลี่ย 391.2 กก./ไร่)

10. การนำผลงานวิจัยไปใช้ประโยชน์

- จัดทำรายงานผลงานวิจัย รายงานประจำปี และนำเสนอผลงานวิจัยเพื่อเผยแพร่ความรู้แก่นักวิจัย เพื่อนำไปปรับใช้กับงานวิจัยด้านอื่นต่อไป

- พัฒนางานวิจัยเพื่อพิสูจน์คุณภาพของดินในระยะยาว และนำไปเผยแพร่และปฏิบัติงานในแปลงเกษตรกร เพื่อให้มีการเรียนรู้และรู้จักปรับใช้เทคโนโลยีการผลิตที่เป็นมิตรต่อสิ่งแวดล้อมมากขึ้น

- จัดทำเป็นข้อเสนอนโยบายการพัฒนาการเกษตรที่ช่วยบรรเทาปัญหาจากการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ

11. คำขอบคุณ

ขอขอบคุณศูนย์วิจัยพืชไร่นครสวรรค์ ที่ช่วยสนับสนุนทำการวิเคราะห์หาปริมาณคาร์บอน ในส่วนของพืชที่ทดลอง

12. เอกสารอ้างอิง

กองวิจัยพัฒนาปัจจัยการผลิตทางการเกษตร. 2561. การใช้ปุ๋ยตามค่าวิเคราะห์ดินในการผลิตพืชตระกูลถั่ว. ใน เอกสารประกอบการฝึกอบรม หลักสูตร การใช้ปุ๋ยตามค่าวิเคราะห์ดินในการผลิตพืชเศรษฐกิจและการจัดการธาตุอาหารพืชในการผลิตพืชอินทรีย์. กลุ่มวิจัยปฐพีวิทยา กองวิจัยพัฒนาปัจจัยการผลิตทางการเกษตร กรมวิชาการเกษตร 2561. หน้า 120-135.

พรพรรณ สุทธิแยม นภาพร คำนวณทิพย์ สุพรรณณี เป็งคำ และศุภกาญจน์ ล้วนมณี. 2559. การจัดการปุ๋ยต่อการกักเก็บคาร์บอนไว้ในดินในระบบการผลิตถั่วเหลืองในสภาพไร่. ใน การประชุมวิชาการพืชวงศ์ถั่วแห่งชาติ ครั้งที่ 6 วันที่ 23-25 สิงหาคม 2560 ณ หอประชุมมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลศรีวิชัย วิทยาเขตนครศรีธรรมราช (สไใหญ่) อ.ทุ่งสง จ.นครศรีธรรมราช. หน้า 109-116.

Hepperly, Paul. 2009. Organic Farming Sequesters Atmospheric Carbon and Nutrients in Soils.

- Available in <http://www.strauscom.com/rodale-whitepaper/>, searched on Sep 9, 2009.
- Lal, R. 2004. 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.
- Yonekura, Y.S.O, Y. Kiyono, D. Aksa, K. Morisada, N. Tanaka and M. Kanzaki. 2010. Changes in Soil Carbon Stock After Deforestation and Subsequent Establishment Of “Imperata” Grassland in The Asian Humid Tropics. *Plant Soil*. 329: 495-507.

13. ภาคผนวก

การคำนวณที่ใช้ ประกอบด้วย

- 1) ปริมาณคาร์บอนที่ปล่อยออกมาในรูปก๊าซจากผิวดิน (CO₂ emission) หน่วยเป็น mg CO₂ /m² ที่วัดได้
คำนวณเป็น ปริมาณ C โดยแปลงหน่วยเป็น mg CO₂ /ไร่ โดย x 1,600 แล้วเป็น kg CO₂ /ไร่ โดย x 10⁻⁶ และ
เป็น kg C /ไร่ โดย x 0.2727
- 2) ปริมาณอินทรีย์คาร์บอนของดิน (organic carbon: OC - %) = ปริมาณอินทรีย์วัตถุในดิน (organic matter: OM - %) / 1.724
- 3) ปริมาณอินทรีย์คาร์บอน (กก./ไร่) = ปริมาณอินทรีย์คาร์บอน (%) /100 x B.D. (g/cm³)/1000 x 1600 m² x ความหนาของชั้นดิน (cm)/100 *1,000,000 m³ หรือใช้
- 4) ปริมาณอินทรีย์คาร์บอน (กก./ไร่) = ปริมาณอินทรีย์คาร์บอน (%) /100 x B.D. (g/cm³) x 1600 m² x Depth (cm)/100 x 1000
- 5) ปริมาณคาร์บอนจากส่วนของพืช = น้ำหนักแห้งของพืช (กก./ไร่) x (%C ในส่วนของพืช /100)
- 6) ปริมาณคาร์บอนจากปุ๋ยอินทรีย์ = น้ำหนักปุ๋ยอินทรีย์ที่ใช้ (กก./ไร่) x (%OC ของปุ๋ยอินทรีย์ /100)
โดย %OC = %OM / 1.724 และ
ความชื้นของปุ๋ยหมักที่ 30% ถ้าใช้อัตรา 2,000 กก./ไร่ จะคิดเป็นปุ๋ยหมักแห้ง = (100-30)/100 x 2,000
= 1,400 กก./ไร่