

ผลของการใส่ปุ๋ยที่แตกต่างกันต่อการปลดปล่อยก๊าซมีเทนและผลผลิตข้าว Effects of Different Fertilizers on Methane Emission and Rice Yield

ยุทธศาสตร์ อนุลักติพันธุ์^{1,*} พงศ์ธร เพียรพิทักษ์¹ และ ปรากฏทิพย์ อุณจะนะนำ¹
Yuthasart Anuluxtipun^{1,*}, Phongthorn Phianphitak¹ and Prangtip Unjanam¹

¹ กรมพัฒนาที่ดิน กระทรวงเกษตรและสหกรณ์ กรุงเทพฯ 10900

¹ Land Development Department, Ministry of Agriculture and Cooperatives, Bangkok 10900

รับเรื่อง: 31 พฤษภาคม 2566 Received: 31 May 2023

ปรับแก้ไข: 12 ตุลาคม 2566 Revised: 12 October 2023

รับตีพิมพ์: 29 พฤศจิกายน 2566 Accepted: 29 November 2023

* Corresponding author: ayuthasart@gmail.com

บทคัดย่อ

ความเป็นมาและวัตถุประสงค์: การทำนามีความสำคัญต่อการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศโลก การขังน้ำตลอดฤดูปลูกข้าวเป็นสาเหตุให้เกิดปฏิกิริยารีดักชันในดินลดลงและเพิ่มการปลดปล่อยก๊าซมีเทน (CH₄) งานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาผลของการใส่ปุ๋ยที่แตกต่างกันต่อการปลดปล่อยก๊าซมีเทนและผลผลิตข้าว

วิธีดำเนินการวิจัย: ปักดำข้าวหอมมะลิ 105 ในแปลงนา จังหวัดสุพรรณบุรีและอ่างทอง จัดแผนการทดลองแบบบล็อกสุ่มบูรณ์เชิงสุ่ม ที่มี 6 ทรีตเมนต์ จำนวน 3 ซ้ำ ประกอบด้วย ทรีตเมนต์ที่ 1 ปุ๋ยอินทรีย์ร่วมกับน้ำหมักชีวภาพ ทรีตเมนต์ที่ 2 ถ่านชีวภาพร่วมกับปุ๋ยอินทรีย์และน้ำหมักชีวภาพ ทรีตเมนต์ที่ 3 ปุ๋ยอินทรีย์ในอัตราร้อยละ 50 ร่วมกับปุ๋ยเคมีตามคำแนะนำจากโปรแกรม TSFM และน้ำหมักชีวภาพ ทรีตเมนต์ที่ 4 ถ่านชีวภาพในอัตราร้อยละ 50 ร่วมกับปุ๋ยเคมีตามคำแนะนำจากโปรแกรม TSFM ทรีตเมนต์ที่ 5 ปุ๋ยเคมีตามคำแนะนำจากโปรแกรม TSFM และทรีตเมนต์ที่ 6 ปุ๋ยเคมีในอัตราร้อยละ 70 ตามคำแนะนำจากโปรแกรม TSFM

ผลการวิจัย: ในแปลงนาสุพรรณบุรี ทรีตเมนต์ที่ 3 มีแนวโน้มปลดปล่อยก๊าซมีเทนสูงที่สุด (เฉลี่ย 12.59 มิลลิกรัมต่อตารางเมตรต่อชั่วโมง) และทรีตเมนต์ที่ 6 มีแนวโน้มปลดปล่อยก๊าซมีเทนต่ำที่สุด (เฉลี่ย 9.55 มิลลิกรัมต่อตารางเมตรต่อชั่วโมง) ขณะที่ ในแปลงนาอ่างทอง ทรีตเมนต์ที่ 2 มีแนวโน้มปลดปล่อยก๊าซมีเทนสูงที่สุด (เฉลี่ย 16.56 มิลลิกรัมต่อตารางเมตรต่อชั่วโมง) ส่วนทรีตเมนต์ที่ 1 มีแนวโน้มปลดปล่อยก๊าซมีเทนต่ำที่สุด (เฉลี่ย 13.70 มิลลิกรัมต่อตารางเมตรต่อชั่วโมง) ระดับน้ำ ค่ารีดอกซ์โพเทนเชียล และอัตราการหายใจของจุลินทรีย์ในดินมีความสัมพันธ์กับการปลดปล่อยก๊าซมีเทนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P < 0.05$) ขณะที่ การใช้ปุ๋ยที่แตกต่างกันส่งผลให้การเจริญเติบโตของต้นข้าวและผลผลิตข้าวไม่แตกต่างกันทางสถิติ

สรุป: การใส่ปุ๋ยเคมีในอัตราร้อยละ 70 ในแปลงนาจังหวัดสุพรรณบุรี และการใส่ปุ๋ยอินทรีย์ร่วมกับน้ำหมักชีวภาพในแปลงนาจังหวัดอ่างทองปลดปล่อยก๊าซมีเทนน้อยที่สุด

คำสำคัญ: นาข้าว, ก๊าซเรือนกระจก, ปุ๋ยเคมี, ปุ๋ยอินทรีย์

ABSTRACT

Background and Objectives: Rice farming is critical to global climate change. Continuous flooding throughout the paddy rice cultivation causes reduction reactions in the soil and increases methane (CH₄) emissions. This research aimed to determine the effects of different types of fertilizers on soil methane emissions and rice production.

Methodology: Planting KDML 105 rice in rice fields in Suphan Buri and Ang Thong provinces. The experiment was arranged in a randomized complete block design with six treatments and three replications. The treatments included T1: Organic (Org.) + Organic liquid (OL.) fertilizers, T2: Biochar (Bc.) + Org. + OL., T3: 50% Org. + Chemical fertilizer (TSFM) + OL., T4) 50% Bc. + TSFM, T5: TSFM, and T6: 70% TSFM.

Main Results: In Suphan Buri province, T3 had the highest CH₄ emissions (Average 12.59 mg/m²/h) and T6 had the lowest CH₄ emissions (Average 9.55 mg/m²/h). For Ang Thong province, T2 had the highest CH₄ emissions (Average 16.56 mg/m²/h), while T1 had the lowest CH₄ emission (13.70 mg/m²/h). The water level, redox potential, and soil respiration rate were statistically correlated with CH₄ emission (P < 0.05). The use of different fertilizers had no statistical difference in plant growth and rice yield.

Conclusions: Using chemical fertilizer at a rate of 70% TSFM in Suphan Buri province and organic fertilizer combined with bio-fermented water in Ang Thong province released the least amount of methane emission.

Keywords: Paddy field, greenhouse gas, chemical fertilizer, organic fertilizer

Agric. Sci. Innov. J. (2024) Vol. 55(2): 108–121

ว. วิทย. นวัตกรรม. (2567) 55(2): 108–121

บทนำ

ข้าวเป็นพืชเศรษฐกิจที่สำคัญของประเทศไทย มีพื้นที่เพาะปลูก 63 ล้านไร่ ผลผลิตเฉลี่ย 425 กิโลกรัมต่อไร่ มีปริมาณการส่งออก 6.30 ล้านตัน คิดเป็นมูลค่า 1.09 แสนล้านบาท (Office of Agricultural Economics, 2021) อย่างไรก็ตาม การทำนาข้าวส่งผลกระทบต่อ การเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ เนื่องจากเป็นแหล่งปลดปล่อยก๊าซมีเทน ซึ่งเป็นก๊าซเรือนกระจกที่สำคัญ โดยก๊าซมีเทนในนาข้าวเกิดจากการที่ดินในนาข้าวมีน้ำขัง การแลกเปลี่ยนก๊าซออกซิเจนระหว่างดินและอากาศจึงถูกยับยั้งอย่าง

รุนแรง ประกอบกับจุลินทรีย์ในดินใช้ก๊าซออกซิเจนในการหายใจ ดินจึงอยู่ในสภาวะไม่มีออกซิเจน ส่งผลให้ปฏิกิริยารีดักชันของดินลดลงและเกิดเป็นก๊าซมีเทน (Attanan, 1999) นาข้าวเป็นแหล่งปลดปล่อยก๊าซมีเทนซึ่งคิดเป็นร้อยละ 10 ของการปล่อยก๊าซเรือนกระจกทั้งหมดของประเทศ (MGR Online, 2007) จากการสืบค้นข้อมูลในปี ค.ศ. 1990–1994 ประเทศไทยมีการปล่อยก๊าซมีเทนจากนาข้าวเฉลี่ย 9.04–15.48 มิลลิกรัมต่อตารางเมตรต่อชั่วโมง ซึ่งมีค่าสูงกว่าค่าเฉลี่ยจากฐานข้อมูลของ Intergovernmental Panel on Climate Change (1996) ที่ระบุว่านาข้าวมีการปล่อยก๊าซมีเทนเฉลี่ย 10–15 มิลลิกรัมต่อตารางเมตร

ต่อชั่วโมง และพบว่าในปี พ.ศ. 2559 มีปริมาณการปลดปล่อยก๊าซมีเทนเพิ่มขึ้นมากกว่า 100 Gg หรือเพิ่มขึ้นร้อยละ 5 จากปีที่ผ่านมา (FAO, 2012)

การปลดปล่อยก๊าซมีเทนจากนาข้าวมีหลายปัจจัย เช่น พันธุ์ข้าว การจัดการดินและน้ำ การใช้ปุ๋ยและการเติมอินทรีย์วัตถุในดิน เป็นต้น (Jaimun *et al.*, 2020) การเติมอินทรีย์วัตถุเพื่อปรับปรุงคุณภาพดินและส่งเสริมการเจริญเติบโตของพืช เช่น เศษซากพืช ปุ๋ยหมัก ปุ๋ยพืชสด และปุ๋ยคอก มักจะเกิดการย่อยสลายอย่างรวดเร็วโดยเฉพาะในเขตร้อนชื้นและในสภาพที่น้ำขัง ส่งผลให้ปลดปล่อยก๊าซเรือนกระจกเพิ่มขึ้น ในขณะที่การใส่ถ่านชีวภาพ นอกจากจะช่วยในการปรับปรุงดินแล้วยังช่วยการกักเก็บคาร์บอนในดิน เนื่องจากถ่านชีวภาพมีปริมาณคาร์บอนสูง และเป็นคาร์บอนที่มีศักยภาพในการคงทนอยู่ในดินได้เป็นระยะเวลานาน จุลินทรีย์ในดินไม่สามารถใช้คาร์บอนเหล่านี้เพื่อเป็นอาหารได้ อาหารของจุลินทรีย์จึงลดลง ส่งผลให้กิจกรรมของ methanogenic bacteria ลดลง การปลดปล่อยก๊าซเรือนกระจกจึงลดลง ดังนั้น การใส่ถ่านชีวภาพนอกจากจะช่วยปรับปรุงบำรุงดินแล้ว ยังช่วยลดการปลดปล่อยก๊าซเรือนกระจกในนาข้าวอีกด้วย (Hemwong, 2018) จากข้อมูลข้างต้น การจัดการธาตุอาหารที่เหมาะสมจึงอาจสามารถลดการเกิดก๊าซมีเทนที่ปลดปล่อยจากนาข้าวและช่วยเพิ่มผลผลิตได้ งานวิจัยนี้จึงมีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาผลของการใส่ปุ๋ยที่แตกต่างกัน (ปุ๋ยอินทรีย์ น้ำหมักชีวภาพ ถ่านชีวภาพ และปุ๋ยเคมี) ต่อการปลดปล่อยก๊าซมีเทนและผลผลิตข้าว ร่วมกับการใช้โปรแกรมสำเร็จรูป Thai Soil Fertility Management (TSFM) โดยศึกษาเรื่องระดับน้ำ ค่ารีดอกซ์โพเทนเชียล และการหายใจของจุลินทรีย์ดินต่อการปลดปล่อยก๊าซมีเทน รวมถึงศึกษาการเจริญเติบโตและผลผลิตข้าว เพื่อหาวิธีการปลูกข้าวที่เหมาะสมในการลดก๊าซเรือนกระจก และเกิดประโยชน์ต่อเกษตรกรในการทำเกษตรกรรมควบคู่กับการดูแลสิ่งแวดล้อมอย่างยั่งยืน โดยคัดเลือกพื้นที่ปลูกข้าวในจังหวัดสุพรรณบุรีและอ่างทอง ซึ่งมีพื้นที่ปลูกข้าวมากจึงใช้เป็นตัวแทนของพื้นที่ปลูกข้าวในภาคกลาง โดยในปี

2564 จังหวัดสุพรรณบุรีมีพื้นที่เพาะปลูกข้าว 100,828 ไร่ และจังหวัดอ่างทองมีพื้นที่เพาะปลูกข้าว 10,046 ไร่

อุปกรณ์และวิธีการ

การวางแผนการทดลอง

กำหนดพื้นที่สำหรับทำการทดลองจำนวน 2 พื้นที่ ได้แก่ จังหวัดสุพรรณบุรีและอ่างทอง ประกอบด้วย แปลงทดลองที่ 1 ตั้งอยู่ในพื้นที่ตำบลบ้านกร่าง อำเภอศรีประจันต์ จังหวัดสุพรรณบุรี เป็นชุดดินสระบุรี (Saraburi Series: Sb) การระบายน้ำค่อนข้างเร็วถึงเร็ว การไหลบ่าของน้ำบนผิวดินช้า สภาพซึมน้ำผ่านได้ของน้ำช้า ปฏิกริยาดินเป็นกรดปานกลาง (pH 6.0) และแปลงทดลองที่ 2 ตั้งอยู่ในพื้นที่ตำบลมงคลธรรมนิมิต อำเภอสามโก้ จังหวัดอ่างทอง เป็นชุดดินนครปฐม (Nakhon Pathom Series: Np) การระบายน้ำค่อนข้างเร็วถึงเร็ว การไหลบ่าของน้ำบนผิวดินช้า สภาพซึมน้ำผ่านได้ของน้ำช้า ปฏิกริยาดินเป็นกรดจัดถึงกรดเล็กน้อย (pH 5.0–6.5) จากนั้น วางแผนการทดลองแบบบล็อกสุ่มสมบูรณ์เชิงสุ่ม (Randomized complete block design: RCBD) โดยจัดทำแปลงขนาด 4 x 4 เมตร จำนวน 3 ซ้ำ ประกอบด้วย 6 ทริตเมนต์ ได้แก่ ทริตเมนต์ที่ 1 ปุ๋ยอินทรีย์ (ปุ๋ยคอกอัตรา 900 กิโลกรัมต่อไร่ และปุ๋ยหมักอัตรา 1,400 กิโลกรัมต่อไร่) ร่วมกับน้ำหมักชีวภาพ (อัตรา 5 ลิตรต่อไร่) ทริตเมนต์ที่ 2 ถ่านชีวภาพร่วมกับปุ๋ยอินทรีย์และน้ำหมักชีวภาพ ทริตเมนต์ที่ 3 ปุ๋ยอินทรีย์ในอัตราร้อยละ 50 ของทริตเมนต์ที่ 1 และทริตเมนต์ที่ 2 ร่วมกับปุ๋ยเคมีตามคำแนะนำจากโปรแกรม TSFM และน้ำหมักชีวภาพ ทริตเมนต์ที่ 4 ถ่านชีวภาพในอัตราร้อยละ 50 ของทริตเมนต์ที่ 2 ร่วมกับปุ๋ยเคมีตามคำแนะนำจากโปรแกรม TSFM ทริตเมนต์ที่ 5 ปุ๋ยเคมีตามคำแนะนำจากโปรแกรม TSFM และทริตเมนต์ที่ 6 ปุ๋ยเคมีในอัตราร้อยละ 70 ของคำแนะนำจากโปรแกรม TSFM เพื่อลดปริมาณการใช้ปุ๋ยเคมี รายละเอียดดัง Tables 1–2 โดยเริ่มทำการทดลองปลูกข้าวหอมมะลิ 105 ด้วยวิธีปักดำในเดือนสิงหาคมและเก็บเกี่ยวผลผลิตในเดือนธันวาคม ปี พ.ศ. 2562

Table 1 Types and rates of fertilizers applied to rice field in Suphan Buri province

Treatments	Rate of fertilizer applied (kg/rai)						
	Biochar	Organic fertilizers		Organic liquid fertilizer (L/rai)	Chemical fertilizers (TSFM)		
		Manure	Compost		46-0-0	18-46-0	60-0-0
T1: Org. + OL.	-	900	1,400	5.0	-	-	-
T2: Bc. + Org. + OL.	300	900	1,400	5.0	-	-	-
T3: 50% Org. + TSFM + OL.	-	450	700	2.5	4.72	1.30	1.00
T4: 50% Bc. + TSFM	150	-	-	-	4.72	1.30	1.00
T5: TSFM	-	-	-	-	4.72	1.30	1.00
T6: 70% TSFM	-	-	-	-	3.30	0.91	0.70

Org. = organic fertilizers, OL. = organic liquid fertilizer, Bc = biochar, TSFM = Thai Soil Fertility Management.

Table 2 Types and rates of fertilizers applied to rice field in Ang Thong province

Treatments	Rate of fertilizer applied (kg/rai)						
	Biochar	Organic fertilizers		Organic liquid fertilizer (L/rai)	Chemical fertilizers (TSFM)		
		Manure	Compost		46-0-0	18-46-0	60-0-0
T1: Org. + OL.	-	900	1,400	5.0	-	-	-
T2: Bc. + Org. + OL.	300	900	1,400	5.0	-	-	-
T3: 50% Org. + TSFM + OL.	-	450	700	2.5	9.63	8.70	2.50
T4: 50% Bc. + TSFM	150	-	-	-	9.63	8.70	2.50
T5: TSFM	-	-	-	-	9.63	8.70	2.50
T6: 70% TSFM	-	-	-	-	6.74	6.09	1.75

Org. = organic fertilizers, OL. = organic liquid fertilizer, Bc = biochar, TSFM = Thai Soil Fertility Management.

เตรียมปุ๋ยอินทรีย์โดยใช้เศษพืชแห้ง 1,000 กิโลกรัม มูลสัตว์ 200 กิโลกรัม ปุ๋ยไนโตรเจน 2 กิโลกรัม และสารเร่งซูปเปอร์ พด.1 จำนวน 1 ซอง และเตรียมน้ำหมักชีวภาพโดยใช้ผักหรือผลไม้ 40 กิโลกรัม กากน้ำตาล 10 กิโลกรัม น้ำ 10 ลิตร และสารเร่งซูปเปอร์ พด.2 จำนวน 1 ซอง สำหรับวิธีการใส่ปุ๋ยแบ่งออกเป็น 2 ช่วง ดังนี้ ช่วงที่ 1 ใส่ปุ๋ยก่อนปลูกข้าว ใส่เฉพาะปุ๋ยอินทรีย์และถ่านชีวภาพตามทริตเมนต์ที่ 1-4 ด้วยวิธีการหว่านให้ทั่วพื้นที่แล้วไถกลบ และช่วงที่ 2 ใส่ปุ๋ยหลังปลูกข้าว แบ่งออกเป็นวิธีการใส่น้ำหมักชีวภาพตามทริตเมนต์ที่ 1-3 ด้วยวิธีการเทน้ำหมักชีวภาพลงในนาข้าวเมื่อข้าวอายุ 30, 50 และ 60 วัน

และการใส่ปุ๋ยเคมีตามทริตเมนต์ที่ 3-6 โดยแบ่งใส่ปุ๋ย 2 ครั้ง ด้วยวิธีการหว่าน ครั้งแรกใส่หลังปักดำ 15 วัน และครั้งที่ 2 เมื่อข้าวตั้งท้องอายุ 85 วัน ทั้งนี้ ปริมาณปุ๋ยในแต่ละแปลงทดลองวิเคราะห์โดยใช้โปรแกรม TSFM ซึ่งเป็นโปรแกรมสำหรับหาสูตรปุ๋ยและปริมาณที่เหมาะสมกับพื้นที่ปลูก โดยวิเคราะห์จากฐานข้อมูลความอุดมสมบูรณ์ของดินและความต้องการธาตุอาหารของพืช จึงทำให้ปริมาณปุ๋ยในแปลงทดลองจังหวัดสุพรรณบุรีและอ่างทองมีความแตกต่างกัน สำหรับการเตรียมถ่านชีวภาพ ใช้กระบวนการเผาไหม้ด้วยความร้อนที่อุณหภูมิ 350-600 องศาเซลเซียส เผาในระบบปิด เป็นเวลา 1-2 ชั่วโมง และควบคุมระดับ

น้ำในช่วงอายุข้าว 35–45 วัน และช่วงอายุข้าว 60–65 วัน เป็นเวลา 14 วัน หรือจนกว่าระดับน้ำในแปลงนาจะลดลงต่ำกว่าผิวแปลง 10–15 เซนติเมตร หรือดินในแปลงนาแตกกระแหง แล้วจึงปล่อยน้ำเข้านา

การเก็บและวิเคราะห์ตัวอย่างก๊าซมีเทน

ดำเนินการเก็บตัวอย่างก๊าซมีเทนที่ปลดปล่อยจากนาข้าวทุกทริตเมนต์ ทริตเมนต์ละ 1 ซ้ำ (กลางแปลงทดลอง) เมื่อข้าวมีอายุ 30 วันหลังปลูก โดยการเก็บตัวอย่างก๊าซทุก 15 วัน ตลอดฤดูการเพาะปลูกจนถึงเก็บเกี่ยวผลผลิต จำนวน 7 ครั้ง 4 ระยะ ได้แก่ ครั้งที่ 1 ระยะตั้งท้อง (อายุ 85 วัน) ครั้งที่ 2, 3 และ 4 ระยะสุกแก่ (อายุ 100, 115 และ 130 วัน) ครั้งที่ 5 ระยะเก็บเกี่ยว (อายุ 145 วัน) ครั้งที่ 6 และ 7 หลังเก็บเกี่ยว (หลังเก็บเกี่ยว 7 และ 15 วัน) เก็บตัวอย่างก๊าซในช่วงเวลา 9.00–12.00 น. โดยวางกล่องครอบ (Chamber) ขนาด 60 × 60 × 120 ลูกบาศก์เซนติเมตร เป็นเวลา 24 ชั่วโมง วิเคราะห์ปริมาณก๊าซมีเทนด้วยเครื่องก๊าซโครมาโตกราฟี รุ่น Fison 9000 ดีเทคเตอร์ มีก๊าซไนโตรเจนเป็นก๊าซตัวพา (Carrier gas) มี Flame Ionization Detector หรือ FID เป็นตัวตรวจสอบ (Detector) และนำข้อมูลมาวิเคราะห์แนวโน้มปริมาณการปลดปล่อยก๊าซมีเทนในแต่ละทริตเมนต์ โดยคำนวณอัตราการปลดปล่อยก๊าซมีเทนตามวิธีการของ Anuluxtipun (2002) ด้วยสมการ $F = (V/A)(\Delta C/\Delta t)(298/(273+T))$ เมื่อ F คือ อัตราการปลดปล่อยก๊าซมีเทน (มิลลิกรัมต่อลูกบาศก์เมตรต่อชั่วโมง), V คือ ปริมาตรกล่องครอบ (ลูกบาศก์เมตร), A คือ พื้นที่หน้าตัดกล่องครอบ (ตารางเมตร), ΔC คือ ค่าการปลดปล่อยก๊าซมีเทนในช่วงเวลา t (มิลลิกรัมต่อลูกบาศก์เมตร), Δt คือ ระยะเวลาที่วัดการปล่อยก๊าซ

มีเทน (ชั่วโมง) และ T คือ อุณหภูมิอากาศภายในกล่องครอบ (องศาเซลเซียส)

การจัดเก็บข้อมูลและการวิเคราะห์ในห้องปฏิบัติการ

ดำเนินการวัดระดับน้ำทุกวันตั้งแต่ข้าวมีอายุ 30 วันหลังปลูก จนถึงระยะสุกแก่ (อายุ 120 วัน) ด้วยไม้บรรทัด วัดค่ารีดอกซ์โพเทนเชียลด้วย ORP meter ที่ระดับความลึก 7 เซนติเมตร จำนวน 7 ครั้ง ได้แก่ ครั้งที่ 1 ระยะตั้งท้อง (อายุ 85 วัน) ครั้งที่ 2, 3 และ 4 ระยะสุกแก่ (อายุ 100, 115 และ 130 วัน) ครั้งที่ 5 ระยะเก็บเกี่ยว (อายุ 145 วัน) และครั้งที่ 6 และ 7 หลังเก็บเกี่ยว (หลังเก็บเกี่ยว 7 และ 15 วัน) วัดอัตราการหายใจของจุลินทรีย์ในดินด้วยวิธี close dynamic chamber method หลังทำการทดลอง และวัดความสูงต้นข้าวทุก 15 วัน เมื่อข้าวมีอายุตั้งแต่ 30 วัน จนถึง 105 วัน โดยวัดจากโคนต้นจนถึงปลายยอดข้าว หลังเก็บเกี่ยวบันทึกน้ำหนักสดและน้ำหนักแห้งของผลผลิต เก็บตัวอย่างดินที่ระดับความลึก 15–30 เซนติเมตร และนำมาวิเคราะห์ลักษณะเนื้อดินด้วยวิธี pipette

การวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติ

ศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างปัจจัยต่าง ๆ และการปลดปล่อยก๊าซมีเทน ได้แก่ ระดับน้ำ ค่ารีดอกซ์โพเทนเชียล และอัตราการหายใจของจุลินทรีย์ดินด้วยการประมาณค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์เพียร์สัน (Pearson correlation coefficient, r) โดยใช้โปรแกรม SPSS และเปรียบเทียบความแตกต่างของค่าเฉลี่ยสำหรับการปลดปล่อยก๊าซมีเทน การเจริญเติบโตของต้นข้าว และผลผลิตข้าวแต่ละทริตเมนต์ด้วยวิธี Duncan's new multiple range test ที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95

ผลการทดลองและวิจารณ์

ก๊าซมีเทนในนาข้าว

จากการวิเคราะห์การปลดปล่อยก๊าซมีเทนในแปลงทดลองจังหวัดสุพรรณบุรีและอ่างทอง พบว่าแปลงทดลองจังหวัดสุพรรณบุรี ทริตเมนต์ที่ 3 ปุ๋ยอินทรีย์ร้อยละ 50 + ปุ๋ยเคมี + น้ำหมักชีวภาพ มีแนวโน้มการปลดปล่อยก๊าซมีเทนสูงที่สุด โดยมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 12.59 มิลลิกรัมต่อตารางเมตรต่อชั่วโมง และทริตเมนต์ที่ 6 ปุ๋ยเคมีร้อยละ 70 มีแนวโน้มการปลดปล่อยก๊าซมีเทนต่ำที่สุด โดยมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 9.55 มิลลิกรัมต่อตารางเมตรต่อชั่วโมง และจากการวิเคราะห์พบว่า การใช้ปุ๋ยที่แตกต่างกันทำให้การปลดปล่อยก๊าซมีเทนในนาข้าวอายุข้าว 85, 100 และ 145 วัน แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P < 0.05$; Table 3) เมื่อพิจารณาการปลดปล่อยก๊าซมีเทนจากแต่ละทริตเมนต์จะเห็นได้ว่า ทริตเมนต์ที่ใส่ปุ๋ยเคมีเพียงอย่างเดียว (ทริตเมนต์ที่ 5-6) ปลดปล่อยก๊าซมีเทนออกมาน้อยกว่าทริตเมนต์ที่มีการใส่ปุ๋ยอินทรีย์ (ทริตเมนต์ที่ 1-4) ทั้งนี้เนื่องจากการใส่วัสดุอินทรีย์ในนาข้าวส่งผลให้มีการปลดปล่อยก๊าซมีเทนเพิ่มขึ้น (Hemwong, 2018) ขณะที่ ในแปลงทดลองจังหวัดอ่างทอง ทริตเมนต์ที่ 2 ถ่านชีวภาพ + ปุ๋ยอินทรีย์ + น้ำหมักชีวภาพ มีแนวโน้มการปลดปล่อยก๊าซมีเทนสูงที่สุด โดยมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 16.56 มิลลิกรัมต่อตารางเมตรต่อชั่วโมง ส่วนทริตเมนต์ที่ 1 ปุ๋ยอินทรีย์ + น้ำหมักชีวภาพ มีแนวโน้มการปลดปล่อยก๊าซมีเทนต่ำที่สุด โดยมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 13.70 มิลลิกรัมต่อตารางเมตรต่อชั่วโมง จากการวิเคราะห์พบว่า การใช้ปุ๋ยที่แตกต่างกันทำให้การปลดปล่อยก๊าซมีเทนในนาข้าวอายุข้าว 85, 100, 130 และ 145 วัน แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P < 0.05$; Table 4) จะเห็นได้ว่า ในพื้นที่จังหวัดอ่างทอง ทริตเมนต์ที่ 2 ถ่านชีวภาพ + ปุ๋ยอินทรีย์ + น้ำหมักชีวภาพ มีแนวโน้มการปลดปล่อยก๊าซมีเทนสูง

ที่สุด ซึ่งอาจเนื่องมาจากถ่านชีวภาพมีสารระเหยหรือมีสารประกอบฟีนอลเป็นองค์ประกอบในปริมาณสูงที่อาจส่งผลต่อการงอก หรือกิจกรรมของจุลินทรีย์ในดิน หรือการเจริญเติบโตของพืชได้ (Warnock *et al.*, 2007) และเมื่อพิจารณาจะเห็นว่า ค่าการปลดปล่อยก๊าซมีเทนในนาข้าวจังหวัดอ่างทองมีค่าสูงกว่าจังหวัดสุพรรณบุรี อาจเนื่องมาจากลักษณะเนื้อดินที่แปลงทดลองจังหวัดอ่างทองมีลักษณะเป็นดินร่วนเหนียวปนทรายแข็ง ขณะที่ แปลงทดลองจังหวัดสุพรรณบุรีมีลักษณะเนื้อดินเป็นดินเหนียว สอดคล้องกับการศึกษาของ Sriboottha and Saengjan (2002) และ Saengjan *et al.* (2015) ที่พบว่า ดินเหนียวจะปล่อยก๊าซมีเทนออกมาได้น้อยกว่าดินร่วน ทั้งนี้เพราะดินร่วนมีเนื้อหยาบและมีช่องว่างระหว่างเม็ดดินใหญ่กว่า ทำให้ก๊าซมีเทนที่เกิดขึ้นถูกปล่อยออกมาได้ง่ายกว่า

ระดับน้ำในนาข้าว

จากการเก็บข้อมูลในแปลงทดลองจังหวัดสุพรรณบุรี พบระดับน้ำสูงสุดที่ 5 เซนติเมตร และต่ำสุดที่ 0 เซนติเมตร ในขณะที่ แปลงทดลองจังหวัดอ่างทอง พบระดับน้ำสูงสุดที่ 7 เซนติเมตร และต่ำสุดที่ 0 เซนติเมตร (Figure 1) ซึ่งการขังน้ำในนาข้าวเป็นปัจจัยหนึ่งในการเกิดก๊าซเรือนกระจกในนาข้าว เนื่องจากในดินน้ำขังจะเกิดสภาพไร้ออกซิเจน ซึ่งมีผลต่อสมบัติของดินรวมถึงการปลดปล่อยก๊าซเรือนกระจก (Aumtong, 2018) ระดับน้ำมีความสัมพันธ์ในทิศทางเดียวกันกับการปลดปล่อยก๊าซมีเทน ($r = 0.621$) ในแปลงทดลองจังหวัดสุพรรณบุรี (Table 6) หมายความว่า หากระดับน้ำขังสูง การปลดปล่อยก๊าซมีเทนจะมากขึ้นด้วย เช่นกันกับแปลงทดลองจังหวัดอ่างทองที่พบว่า ระดับน้ำมีความสัมพันธ์ต่อการปลดปล่อยก๊าซมีเทน โดยมีค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์เท่ากับ 0.320

Table 3 Methane emission on paddy rice in Suphan Buri province

Treatment	Methane emission (mg/m ² /h)							Total
	85 days	100 days	115 days	130 days	145 days	152 days	160 days	
T1: Org. + OL	12.31 ± 0.81 ^{ab}	21.89 ± 1.14 ^a	11.03 ± 1.48	10.61 ± 2.22	9.83 ± 0.63 ^{ab}	9.84 ± 0.21	9.18 ± 1.10	84.69
T2: Bc. + Org. + OL	15.92 ± 2.64 ^a	19.01 ± 2.03 ^a	11.07 ± 1.87	12.73 ± 2.19	10.46 ± 0.59 ^a	8.89 ± 0.15	8.09 ± 0.78	86.16
T3: 50% Org. + TSFM + OL	14.24 ± 2.92 ^{ab}	22.09 ± 3.76 ^a	10.22 ± 1.04	11.46 ± 1.52	9.69 ± 0.83 ^{ab}	11.18 ± 1.59	9.25 ± 1.76	88.13
T4: 50% Bc. + TSFM	16.05 ± 2.20 ^a	18.08 ± 2.40 ^a	9.64 ± 1.03	11.03 ± 1.21	9.37 ± 0.84 ^{ab}	9.53 ± 0.85	8.31 ± 1.03	82.01
T5: TSFM	11.54 ± 0.38 ^b	9.46 ± 2.11 ^b	10.16 ± 1.09	11.58 ± 1.40	8.49 ± 1.02 ^b	9.46 ± 1.13	9.88 ± 0.89	70.58
T6: 70% TSFM	7.62 ± 1.29 ^c	13.07 ± 1.67 ^b	10.42 ± 0.44	10.18 ± 0.49	6.53 ± 0.93 ^c	9.89 ± 0.97	9.15 ± 0.86	66.86
P-value	0.004	0.001	0.396	0.185	0.002	0.233	0.381	0.764
F-test	**	**	ns	ns	**	ns	ns	ns

** Significantly different according to F-test at P < 0.01. ns = not significant. Different letters in a column indicate significant differences among treatments. Org. = organic fertilizers, OL = organic liquid fertilizer, Bc = biochar, TSFM = Thai Soil Fertility Management.

Table 4 Methane emission on paddy rice in Ang Thong province

Treatment	Methane emission (mg/m ² /h)											Total
	85 days	100 days	115 days	130 days	145 days	152 days	160 days					
T1: Org. + Ol.	20.16 ± 0.52 ^a	18.79 ± 2.02 ^{bc}	15.59 ± 2.07	6.59 ± 2.58 ^b	14.58 ± 2.97 ^a	9.20 ± 1.16	11.02 ± 1.04					95.94
T2: Bc. + Org. + Ol.	20.53 ± 0.94 ^a	26.55 ± 0.23 ^a	21.40 ± 4.53	17.90 ± 2.76 ^a	8.52 ± 1.80 ^b	10.52 ± 2.24	10.49 ± 0.91					115.91
T3: 50% Org. + TSFM + Ol.	13.44 ± 0.01 ^c	22.20 ± 2.08 ^{ab}	18.34 ± 3.37	17.17 ± 3.18 ^a	13.29 ± 0.37 ^a	12.72 ± 1.55	11.81 ± 2.86					108.95
T4: 50% Bc. + TSFM	17.56 ± 0.78 ^b	15.55 ± 1.61 ^c	20.92 ± 5.06	13.13 ± 2.40 ^a	13.74 ± 0.38 ^a	11.67 ± 2.28	11.21 ± 1.08					103.79
T5: TSFM	19.53 ± 0.93 ^a	24.54 ± 3.67 ^a	12.68 ± 2.62	16.94 ± 1.52 ^a	13.76 ± 2.14 ^a	12.09 ± 1.77	10.25 ± 1.26					109.79
T6: 70% TSFM	16.19 ± 2.32 ^b	22.74 ± 2.11 ^{ab}	22.05 ± 3.34	17.20 ± 2.86 ^a	12.37 ± 3.45 ^a	11.50 ± 1.71	12.07 ± 1.63					114.12
P-value	0.000	0.002	0.092	0.004	0.020	0.356	0.765					0.321
F-test	**	**	ns	**	*	ns	ns					ns

*, ** Significantly different according to F-test at P < 0.05 and P < 0.01, respectively. ns = not significant. Different letters in a column indicate significant differences among treatments. Org. = organic fertilizers, Ol. = organic liquid fertilizer, Bc = biochar, TSFM = Thai Soil Fertility Management.

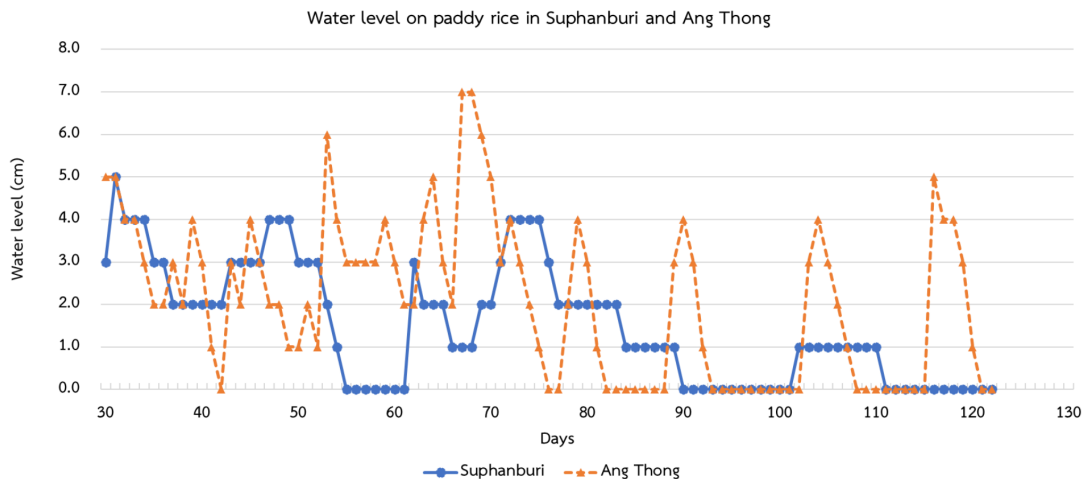


Figure 1 Water level on paddy rice in Suphan Buri and Ang Thong provinces

คาร์บอนไดออกไซด์โพเทนเชียลในนาข้าว

คาร์บอนไดออกไซด์โพเทนเชียลในแปลงทดลองจังหวัดสุพรรณบุรีมีค่าอยู่ในช่วง -256.4 ถึง $+51.3$ มิลลิโวลต์ (Figure 2A) และคาร์บอนไดออกไซด์โพเทนเชียลในแปลงทดลองจังหวัดอ่างทองมีค่าอยู่ในช่วง -278.3 ถึง $+11.7$ มิลลิโวลต์ (Figure 2B) เมื่อระดับน้ำลดลงคาร์บอนไดออกไซด์โพเทนเชียลจะเริ่มมีค่าเพิ่มขึ้นอย่างต่อเนื่องในระยะเก็บเกี่ยว คาร์บอนไดออกไซด์โพเทนเชียลเป็นปัจจัยที่บ่งบอกถึงความรุนแรงของการขาดออกซิเจน โดยมีความสำคัญต่อกระบวนการผลิตก๊าซมีเทน (Kato *et al.*, 1999) เมื่อ

วิเคราะห์ค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์เพียร์สันเพื่อศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างการปลดปล่อยก๊าซมีเทนกับคาร์บอนไดออกไซด์โพเทนเชียล พบว่า คาร์บอนไดออกไซด์โพเทนเชียลมีความสัมพันธ์กับการปลดปล่อยก๊าซมีเทนในทิศทางตรงกันข้ามอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P < 0.05$; Table 6) เนื่องจากเมื่อน้ำขังในดินจนเกิดสภาวะไร้ออกซิเจนจุลินทรีย์ที่ไม่ใช้ออกซิเจนจะมากขึ้นและเกิดการใช้ตัวรับอิเล็กตรอนชนิดอื่นแทน ซึ่งไม่ใช้ออกซิเจนที่มีสภาวะออกซิไดซ์สูง คาร์บอนไดออกไซด์โพเทนเชียลจึงลดลง (Cresser *et al.*, 1993)

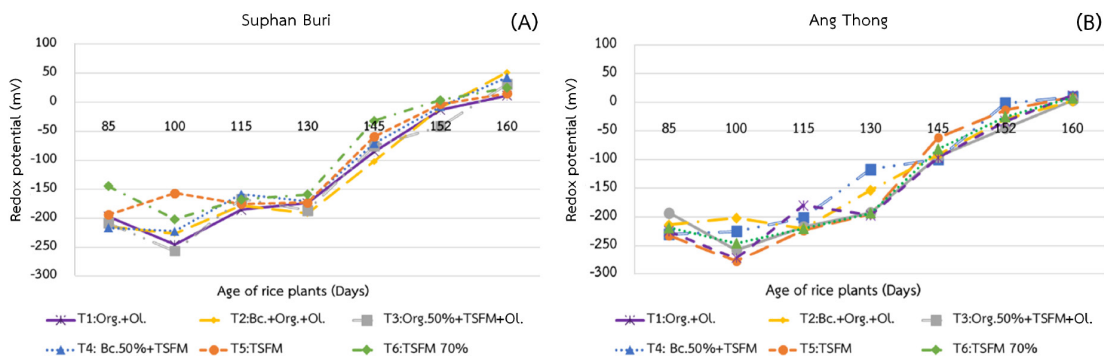


Figure 2 Redox potential in Suphan Buri (A) and Ang Thong (B) province. Org. = organic fertilizers, OL = organic liquid fertilizer, Bc = biochar, TSFM = Thai Soil Fertility Management.

อัตราการหายใจของจุลินทรีย์ดินในนาข้าว

จากการวัดค่าอัตราการหายใจของจุลินทรีย์ดินในนาข้าวหลังเก็บเกี่ยวผลผลิตในแปลงทดลอง จังหวัดสุพรรณบุรีและจังหวัดอ่างทอง พบว่า ทริตเมนต์ที่ 1 ปุ๋ยอินทรีย์ + น้ำหมักชีวภาพ มีอัตราการหายใจของจุลินทรีย์ดินสูงที่สุด เฉลี่ย 418.70 และ 427.04 ppm ตามลำดับ และทริตเมนต์ที่ 5 ปุ๋ยเคมี มีอัตราการหายใจของจุลินทรีย์ดินต่ำที่สุด เฉลี่ย 406.95 และ 419.69 ppm ตามลำดับ และจากการวิเคราะห์พบว่า การใช้ปุ๋ยที่แตกต่างกันทำให้อัตราการหายใจของจุลินทรีย์ดินในแต่ละทริตเมนต์แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P < 0.05$; Table 5) และยังพบว่าอัตราการหายใจของจุลินทรีย์ดิน

แปรผันตรงกับการปลดปล่อยก๊าซมีเทน ($P < 0.05$; Table 6) จะเห็นว่าในทริตเมนต์ที่ 1-4 ที่มีการใส่อินทรีย์วัตถุในดินมีปริมาณอัตราการหายใจของจุลินทรีย์ในดินสูงกว่าทริตเมนต์ที่ 5-6 ที่ใส่ปุ๋ยเคมีเพียงอย่างเดียว เนื่องจากเมื่อใส่อินทรีย์วัตถุลงในดิน จะเกิดกระบวนการย่อยสลายโดยจุลินทรีย์แบบไม่ใช้ออกซิเจนจะย่อยสลายอินทรีย์วัตถุแล้วปลดปล่อยก๊าซมีเทนออกมา ซึ่งเป็นผลิตภัณฑ์สุดท้ายของกระบวนการหายใจ Photytotin (2000) กล่าวว่า ปุ๋ยอินทรีย์มีอิทธิพลต่อการปลดปล่อยก๊าซมีเทนเนื่องจากเมื่อใส่ปุ๋ยอินทรีย์ลงในดินจะเกิดการสลายตัวของอินทรีย์วัตถุที่มีอยู่ในปุ๋ยทำให้ปลดปล่อยก๊าซมีเทนได้สูง

Table 5 Soil respiration rate on paddy rice in Suphan Buri and Ang Thong province

Treatments	Soil respiration rate (ppm)	
	Suphan Buri	Ang Thong
T1: Org. + OL.	418.70 ± 6.66 ^a	427.04 ± 1.75 ^a
T2: Bc. + Org. + OL.	415.29 ± 1.03 ^{ab}	424.24 ± 0.86 ^{bc}
T3: 50% Org. + TSFM + OL.	410.56 ± 1.25 ^{bc}	421.49 ± 1.10 ^c
T4: 50% Bc. + TSFM	409.48 ± 0.19 ^d	421.07 ± 0.31 ^c
T5: TSFM	406.95 ± 1.42 ^{cd}	419.69 ± 3.44 ^{bc}
T6: 70% TSFM	407.89 ± 1.47 ^{cd}	419.78 ± 3.07 ^{ab}
P-value	0.002	0.014
F-test	**	**

** Significantly different according to F-test at $P < 0.01$. Different letters in a column indicate significant differences among treatments. Org. = organic fertilizers, OL. = organic liquid fertilizer, Bc = biochar, TSFM = Thai Soil Fertility Management.

Table 6 The Pearson correlation (r) between gas emission and water level, redox potential, and soil respiration in Suphan Buri and Ang Thong province

r	Suphan Buri			Ang Thong		
	Water level (cm)	Redox potential (mV)	Soil respiration (ppm)	Water level (cm)	Redox potential (mV)	Soil respiration (ppm)
CH ₄	0.621**	-0.546**	0.929**	0.320*	-0.613**	0.983**
P-value	0.000	0.000	0.000	0.039	0.000	0.000

* Correlation is significant at $P < 0.05$, ** Correlation is significant at $P < 0.01$.

การเจริญเติบโตของต้นข้าว

จากการวัดความสูงของต้นข้าวเมื่ออายุ 30, 45, 60, 75, 90 และ 105 วันหลังปลูก ในแปลงทดลอง จังหวัดสุพรรณบุรี พบว่า ต้นข้าวมีความสูงเฉลี่ย 41.01, 56.51, 76.37, 93.52, 109.54 และ 123.72 เซนติเมตร ตามลำดับ (Figure 3A) และต้นข้าวในแปลงจังหวัด อ่างทองมีความสูงเฉลี่ย 41.22, 64.54, 87.28, 105.30, 110.01 และ 116.25 เซนติเมตร ตามลำดับ

(Figure 3B) โดยการใช้ปุ๋ยที่แตกต่างกันส่งผลให้การเจริญเติบโตของต้นข้าวในแต่ละทรีตเมนต์ไม่แตกต่างกันทางสถิติ ($P > 0.05$) ในทุกระยะการเจริญเติบโต ทั้งนี้ การเจริญเติบโตและการพัฒนาของข้าว นั้น มีปัจจัยทางพันธุกรรมเป็นตัวกำหนดอัตราการเจริญเติบโตและการพัฒนาการของข้าว จึงทำให้รูปแบบการเจริญเติบโตของข้าวในทุกทรีตเมนต์มีลักษณะที่สอดคล้องและเป็นไปในทิศทางเดียวกัน

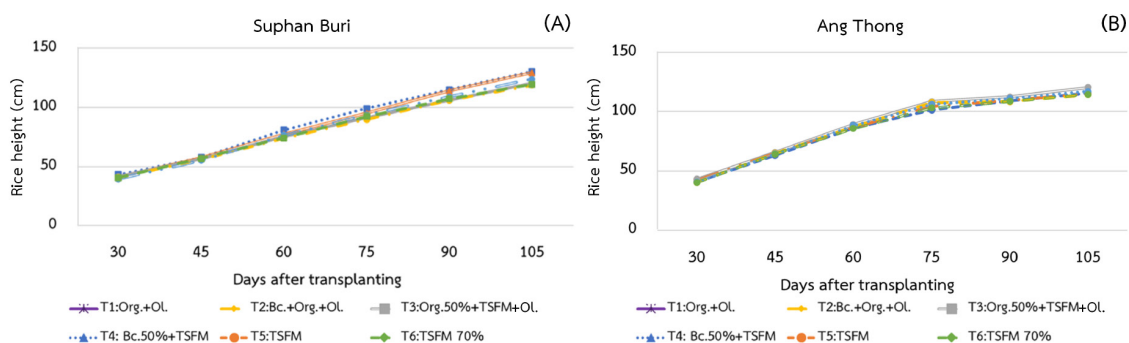


Figure 3 Rice growth in Suphan Buri (A) and Ang Thong (B) province. Org. = organic fertilizers, OL. = organic liquid fertilizer, Bc = biochar, TSFM = Thai Soil Fertility Management.

ผลผลิตข้าว

จากการทดลองในพื้นที่จังหวัดสุพรรณบุรี พบว่า ทรีตเมนต์ที่ 3 ปุ๋ยอินทรีย์ร้อยละ 50 + ปุ๋ยเคมี + น้ำหมักชีวภาพ ให้ผลผลิตข้าวน้ำหนักสด (485 กิโลกรัมต่อไร่) และน้ำหนักแห้ง (432 กิโลกรัมต่อไร่) โดยเฉลี่ยสูงที่สุด ส่วนการทดลองในพื้นที่จังหวัดอ่างทอง พบว่า ทรีตเมนต์ที่ 2 ถ่านชีวภาพ + ปุ๋ยอินทรีย์ + น้ำหมักชีวภาพ ให้ผลผลิตข้าวน้ำหนักสด (486 กิโลกรัมต่อไร่) และน้ำหนักแห้ง (429 กิโลกรัมต่อไร่) โดยเฉลี่ยสูงที่สุด ผลผลิตข้าวจากการทดลองมีค่าสูงกว่าผลผลิตข้าวเจ้า

หอมมะลิที่ปลูกในพื้นที่จังหวัดสุพรรณบุรีและอ่างทอง ปี พ.ศ. 2563 ซึ่งมีค่าเฉลี่ย 449 และ 437 กิโลกรัมต่อไร่ ตามลำดับ (Office of Agricultural Economics, 2022) อย่างไรก็ตาม การใช้ปุ๋ยที่แตกต่างกันในแต่ละทรีตเมนต์ทำให้ผลผลิตข้าวมีค่าเฉลี่ยไม่แตกต่างกันทางสถิติ ($P > 0.05$; Table 7) ซึ่งอาจเนื่องมาจากการเข้าทำลายของหนอนกอในช่วงระยะการแตกกอและช่วงเจริญพันธุ์ และในระยะการพัฒนาของเมล็ดที่พบเมล็ดลีบ มีลายสีน้ำตาล จึงทำให้การพัฒนาเป็นเมล็ดไม่สมบูรณ์ ส่งผลต่อผลผลิตข้าวที่ได้ไม่สม่ำเสมอ

Table 7 Rice yield in Suphan Buri and Ang Thong province

Treatments	Rice yield (kg/rai)			
	Wet weight		Dry weight	
	Suphan Buri	Ang Thong	Suphan Buri	Ang Thong
T1: Org. + OL.	411 ± 106.40	480 ± 43.20	389 ± 101.47	407 ± 24.94
T2: Bc. + Org. + OL.	427 ± 150.85	486 ± 56.92	384 ± 124.62	429 ± 55.29
T3: 50% Org. + TSFM + OL.	485 ± 165.42	460 ± 28.28	432 ± 141.31	393 ± 9.43
T4: 50% Bc. + TSFM	432 ± 47.10	413 ± 41.10	384 ± 47.10	353 ± 49.89
T5: TSFM	320 ± 13.60	467 ± 82.19	299 ± 37.71	380 ± 58.88
T6: 70% TSFM	368 ± 67.88	440 ± 48.99	331 ± 60.34	373 ± 33.99
P-value	0.777	0.091	0.786	0.669
F-test	ns	ns	ns	ns
CV (%)	30.03	13.08	28.81	12.94

CV = coefficient of variation, ns = not significant according to F-test at $P > 0.05$. Org. = organic fertilizers, OL. = organic liquid fertilizer, Bc = biochar, TSFM = Thai Soil Fertility Management.

สรุป

ทริตเมนต์ที่ 6 ที่ศึกษาในแปลงทดลอง จังหวัดสุพรรณบุรีที่ใส่ปุ๋ยเคมีในอัตราร้อยละ 70 ของคำแนะนำจากโปรแกรม TSFM (ปุ๋ยเคมีสูตร 46-0-0 อัตรา 3.30 กิโลกรัมต่อไร่ ปุ๋ยเคมีสูตร 18-46-0 อัตรา 0.91 กิโลกรัมต่อไร่ และปุ๋ยเคมีสูตร 60-0-0 อัตรา 0.70 กิโลกรัมต่อไร่) มีแนวโน้มการปลดปล่อยก๊าซมีเทนต่ำสุด โดยมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 9.55 มิลลิกรัมต่อตารางเมตรต่อชั่วโมง และในพื้นที่จังหวัดอ่างทองการใส่ปุ๋ยอินทรีย์ร่วมกับน้ำหมักชีวภาพ (ทริตเมนต์ที่ 1) มีแนวโน้มการปลดปล่อยก๊าซมีเทนต่ำที่สุด โดยมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 13.70 มิลลิกรัมต่อตารางเมตรต่อชั่วโมง นอกจากนี้ ระดับน้ำ ค่ารีดอกซ์โพเทนเชียล และอัตราการหายใจของดิน มีความสัมพันธ์กับการปลดปล่อยก๊าซมีเทนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P < 0.05$) สำหรับด้านผลผลิต ทริตเมนต์ที่ 3 ที่ศึกษาในแปลงทดลองจังหวัดสุพรรณบุรีโดยใช้ปุ๋ยอินทรีย์ในอัตรา

ร้อยละ 50 ร่วมกับปุ๋ยเคมีและน้ำหมักชีวภาพ ให้ผลผลิตข้าวน้ำหนักสดและน้ำหนักแห้งโดยเฉลี่ยสูงที่สุด เท่ากับ 485 และ 432 กิโลกรัมต่อไร่ ตามลำดับ ขณะที่ ทริตเมนต์ที่ 2 ที่ศึกษาในแปลงทดลองจังหวัดอ่างทองโดยใช้ถ่านชีวภาพร่วมกับปุ๋ยอินทรีย์และน้ำหมักชีวภาพ ให้ผลผลิตข้าวน้ำหนักสดและน้ำหนักแห้งโดยเฉลี่ยสูงที่สุด เท่ากับ 486 และ 429 กิโลกรัมต่อไร่ ตามลำดับ จะเห็นได้ว่า การจัดการธาตุอาหารที่เหมาะสมช่วยลดการปลดปล่อยก๊าซมีเทนและเพิ่มผลผลิตข้าวได้

กิตติกรรมประกาศ

คณะผู้วิจัยขอขอบคุณเกษตรกรที่ให้ความอนุเคราะห์พื้นที่ทำการทดลอง และขอขอบคุณศูนย์วิจัยข้าวชัยนาทสำหรับความช่วยเหลือในการวิเคราะห์ปริมาณความเข้มข้นของก๊าซมีเทน ทำให้งานวิจัยครั้งนี้สำเร็จลุล่วงด้วยดี

เอกสารอ้างอิง

- Attanan, T. 1999. Organic Carbon in Soil. Department of Soil Science, Faculty of Agriculture, Kasetsart University, Bangkok, Thailand. (in Thai)
- Aumtong, S. 2018. Paddy Soil and Management. Faculty of Agricultural Production, Maejo University, Chiang Mai, Thailand. 486 pp. (in Thai)
- Cresser, M., K. Killham and T. Edwards. 1993. Soil Chemistry and Its Applications. Cambridge University Press, Cambridge, UK.
- FAO (Food and Agriculture Organization of the United Nations). 2012. FAOSTAT. Available Source: <http://faostat3.fao.org/download/Q/QC/E>, May 1, 2021.
- Hemwong, S. 2018. Effects of rice husk charcoal under chemical and organic-chemical paddy filed on CH₄ emission, growth and yield of KDML 105 rice. Journal of Agri. Research & Extension. 35(1): 1–11. (in Thai)
- Intergovernmental Panel on Climate Change. 1996. Revised 1996 IPCC Guidelines for National Greenhouse Gas Inventories: Reference Manual. Available Source: <https://www.ipcc-nggip.iges.or.jp/public/gl/invs6.html>, May 1, 2021.
- Jaimun, C., S. Aumtong, T. Chaipimonplin and C. Chotamonsak. 2020. Affecting factors on greenhouse gas emission under rice cultivation with alternate wetting and drying water management. Journal of Agri. Research & Extension. 37(2): 47–59. (in Thai)
- Katoh, K., P. Chairroj, K. Yagi, H. Tsuruta, K. Minami and W. Cholikul. 1999. Methane emission from paddy fields in Northeast Thailand. JIRCAS J. 7: 87–96.
- MGR Online. 2007. Methane gas in rice fields small story of global warming recommend reducing global warming should start mainly in the energy sector. Available Source: <https://mgronline.com/science/detail/9500000088793>, May 1, 2021 (in Thai)
- Office of Agricultural Economics. 2021. Agricultural production data. Available Source: <https://www.oae.go.th/assets/portals/1/fileups/prcaidata/files/rice%20varieties%2064.pdf>, August 31, 2023. (in Thai)
- Office of Agricultural Economics. 2022. Agricultural Statistics of Thailand 2022. Available Source: https://www.oae.go.th/assets/portals/1/ebookcategory/95_yearbook2565/, August 31, 2023. (in Thai)

- Photyotin, W. 2000. Effect of Rice Varieties Diversity in Rajburi on Methane Emission using the Application of Geographic Information System. MS Thesis, King Mongkut's University of Technology Thonburi, Bangkok. (in Thai)
- Saengjan, P., S. Ro and P. Vityakon. 2015. Methane fluxes and rice yields as a function of sulfate fertilizer with incorporated rice stubble. *KKU Res. J.* 20(3): 337–345.
- Sriboottha, A. and P. Saengjan. 2002. Factors influencing methane formation and emission from paddy fields. *Academic Service Center Khon Kaen University J.* 10(3): 42–46. (in Thai)
- Warnock, D.D., J. Lehmann, T.W. Kuyper and M.C. Rillig. 2007. Mycorrhizal responses to biochar in soil – concepts and mechanisms. *Plant Soil.* 300: 9–20. <https://doi.org/10.1007/s11104-007-9391-5>.