

# อิทธิพลของการเตรียมดินและปุ๋ยหมักฟางข้าวต่อความหนาแน่นรวม ของดิน ผลผลิตข้าวและการปลดปล่อยก๊าซมีเทน

## Influence of Tillage and Compost on Soil Bulk Density, Rice Yield and Methane Emission.

อัจฉราวดี เครือภักดี (Ajcharawadee Kruapukdee)<sup>1</sup>

พัชรี แสนจันทร์ (Patcharee Saenjan)<sup>2\*</sup>

ดวงสมร ตูลาพิทักษ์ (Doungsamorn Tulaphitak)<sup>3</sup>

สุรศักดิ์ เสรีพงษ์ (Surasak Seripong)<sup>2</sup>

### บทคัดย่อ

การทำนาข้าวในพื้นที่ชลประทานจัดเป็นแหล่งปลดปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์และก๊าซมีเทน ซึ่งเป็นก๊าซเรือนกระจกที่มีส่วนทำให้โลกร้อน ในการผลิตข้าวมีการเตรียมดิน เช่น การใส่ปุ๋ยหมักฟางข้าว การไถกลบตอซัง ไถแปรและทำเทือก ซึ่งเหล่านี้มีอิทธิพลต่อความหนาแน่นรวมของดิน การสลายตัวของอินทรีย์วัตถุในนาและต่ออัตราการเกิดก๊าซมีเทน ทำการทดลองในนาดินร่วนเหนียวปนทราย วางแผนการทดลองแบบ split plot in CRD มีการไม่ใส่ปุ๋ยหมักฟางข้าวและการใส่ปุ๋ยหมักฟางข้าว (C:N 26) อัตรา 350 กก./ไร่ เป็น main plot และ มีการไถ 3 แบบเป็น sub plot ได้แก่ 1) ไถพลิกหน้าดิน 2) ไถพลิกหน้าดินตามด้วยไถแปร 3) ไถพลิกหน้าดินตามด้วยไถแปร และทำเทือก ประกอบด้วย 6 คำรับๆ ละ 3 ซ้ำ พบว่าการไถกลบตอซัง ไถแปรและทำเทือกทำให้ ความหนาแน่นรวมของดินสูงกว่าการไถกลบตอซัง การไถเตรียมดินส่งผลให้มีจำนวนต้นข้าวต่อพื้นที่เพิ่มขึ้น แต่ไม่มีผลต่อผลผลิตข้าว การใส่ปุ๋ยหมักฟางข้าวในอัตรา 350 กก./ไร่ ทำให้ผลผลิตเพิ่มขึ้น 19-27% เมื่อเทียบกับการไม่ใส่ปุ๋ยหมักฟางข้าว การไถกลบตอซังตามด้วยไถแปรและทำเทือกส่งผลให้มีการปล่อยก๊าซมีเทนทั้งหมดตลอดฤดูปลูก 794-990 กรัม CH<sub>4</sub>/ตร.เมตร เพิ่มขึ้น 633-642% เมื่อเทียบกับการไถกลบตอซัง ส่วนของการใส่ปุ๋ยหมักฟางข้าวร่วมกับการไถทั้ง 3 คำรับส่งผลให้มีการปล่อยก๊าซมีเทนทั้งหมดตลอดฤดูปลูก 135-990 กรัม CH<sub>4</sub>/ตร.เมตร เพิ่มขึ้น 25-61% เมื่อเทียบกับที่ไม่ได้ใส่ปุ๋ยหมักฟางข้าว การใส่ปุ๋ยหมักฟางข้าวร่วมกับการไถกลบตอซังตามด้วยไถแปรและทำเทือกส่งผลให้มีการปล่อยก๊าซมีเทนต่อหน่วยผลผลิตของข้าว 2,519-2,680 กรัม CH<sub>4</sub>/กก. ผลผลิตซึ่งสูงกว่าของการไถกลบตอซัง 391-395 กรัม CH<sub>4</sub>/กก. ดังนั้นการลดการไถพรวนและการไม่ทำเทือกนอกจากจะช่วยลดการปล่อยก๊าซมีเทนจากนาข้าวแล้วยังไม่มีผลกระทบต่อผลผลิตข้าว

<sup>1</sup>ภาควิชาพืชศาสตร์และทรัพยากรการเกษตร คณะเกษตรศาสตร์ และบัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยขอนแก่น 40002

<sup>2</sup>รองศาสตราจารย์ ภาควิชาพืชศาสตร์และทรัพยากรการเกษตร คณะเกษตรศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น 40002

<sup>3</sup>นักวิทยาศาสตร์ คณะเกษตรศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น 40002

\*corresponding author, e-mail: patsae1@kku.ac.th

## Abstract

An irrigated rice field is one of the main sources of carbon dioxide and methane emissions, which are greenhouse gases contributing to global warming. Soil preparations for rice cultivation such as application of rice straw compost, incorporation of rice stubble, harrowing and puddling, have an influence on soil bulk density, organic matter decomposition and methane emission. An experiment was carried out on a paddy field with sandy clay loam soil. The experimental design was a split plot in CRD, main plots were without and with rice straw compost (C:N 26) at 350 kg / rai, and subplots were 3 types of tillage: 1) incorporation of rice stubble, 2) incorporation of rice stubble and harrowing, and 3) incorporation of rice stubble, harrowing and puddling. A total of six treatments with 3 replications were conducted. It was found that incorporation of rice stubble, harrowing and then puddling caused higher soil bulk density compared with sole incorporation of rice stubble. Soil tillage promoted a higher number of rice plants per unit area, but gave no response to rice yield. The addition of rice straw compost, at 350 kg/rai, led to an additional rice yield by 19 - 27 % compared with no rice straw compost. Incorporation of rice stubble, followed by harrowing and puddling emitted total methane emission of 794 - 990 g CH<sub>4</sub>/m<sup>2</sup>, increased by 633 - 641 % compared with sole incorporation of rice stubble. Rice straw compost combined with each type of tillage contributed to total methane emission of 135 - 990 g CH<sub>4</sub>/m<sup>2</sup>, enhanced by 25 - 61 %. Rice straw compost with incorporation of rice stubble, harrowing and puddling emitted 2,519 - 2,680 g CH<sub>4</sub>/kg grain which was higher than that of sole incorporation of rice stubble at 391 - 395 g CH<sub>4</sub>/kg grain. The results suggest that reduction of paddy soil tillage could mitigate methane emission and have no effect on grain yield.

**คำสำคัญ:** การไถ ความหนาแน่นรวมของดิน, ปุ๋ยหมักฟางข้าว, ผลผลิตข้าว, มีเทน

**Keywords:** tillage, bulk density, rice straw compost, rice yield, methane

## คำนำ

ภาวะโลกร้อน (global warming) หรือสภาวะภูมิอากาศเปลี่ยนแปลง (climate change) กำลังเป็นปัญหาที่สำคัญของโลกโดยมีสาเหตุหลักจากการดำเนินกิจกรรมต่างๆ ของมนุษย์ ภาคเกษตรกรรมก็เป็นแหล่งหนึ่งที่สำคัญในการปลดปล่อยก๊าซเรือนกระจกซึ่งเป็นสาเหตุทำให้เกิดภาวะโลกร้อน นักวิทยาศาสตร์รายงานว่า การสูญเสียคาร์บอนจากดินเป็นก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ (CO<sub>2</sub>) และก๊าซมีเทน (CH<sub>4</sub>) มีผลทำให้เกิดภาวะโลกร้อน (Wu et al., 2003) การทำนาข้าวในพื้นที่ชลประทานเป็นแหล่งปลดปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์และก๊าซมีเทน โดยเฉพาะการไถอินทรีย์วัตถุ

ในนาข้าวส่งเสริมให้เกิดการปลดปล่อยก๊าซดังกล่าว

ประเทศไทยมีความมั่นคงด้านอาหาร (food security) และขณะเดียวกันสร้างความมั่นคงด้านอาหารให้แก่โลก โดยส่งออกข้าวเป็นอันดับหนึ่งของโลกมาอย่างต่อเนื่อง ขณะเดียวกันสถาบันวิจัยข้าวนานาชาติได้ประเมินความต้องการข้าวของประชากรโลกเพิ่มเป็น 760 ล้านตัน/ปี ใน ค.ศ.2020 (IRRI, 1996) นั้นหมายความว่าประเทศไทยจะมีศักยภาพในการส่งออกข้าวมากขึ้นจึงควรรหาแนวทางเพิ่มผลผลิตข้าว และขณะเดียวกันควรศึกษาวิจัยเกี่ยวกับการลดผลกระทบของการผลิตข้าวต่อการปลดปล่อยก๊าซเรือนกระจก ประเทศไทยได้ลงสัตยาบรรณในพิธีสารเกียวโต (Kyoto Protocol) ซึ่งเป็นพิธีสารที่ให้ความสำคัญในการควบคุมปริมาณ

ก๊าซเรือนกระจกในบรรยากาศ

สำนักงานเศรษฐกิจการเกษตร (2550) ได้รายงานสถิติการเพาะปลูกปี 2549 ว่าประเทศไทยมีพื้นที่เพาะปลูกข้าวรวม 67 ล้านไร่ได้ผลผลิตรวม 30 ล้านตัน ปัจจุบันรัฐบาลมีนโยบายฟื้นฟูทรัพยากรดินและสิ่งแวดล้อมโดยสนับสนุนให้เกษตรกรทำเกษตรอินทรีย์ (แผนการบริหารราชการแผ่นดิน, 2548-2551) ซึ่งในกระบวนการผลิตข้าวอินทรีย์มีการใส่อินทรีย์วัตถุเพิ่มให้กับดินนาร่วมกับการไถกลบตอซังและขังน้ำทำให้เกิดการปลดปล่อยก๊าซเรือนกระจกสู่บรรยากาศ

โดยทั่วไปการทำนาของเกษตรกรมีการไถเตรียมดินโดยการไถพลิกหน้าดิน ไถแปรและทำเทือกซึ่งจำนวนการไถเป็นกระบวนการที่สำคัญและมีอิทธิพลในการปลดปล่อยก๊าซเรือนกระจกจากการผลิตพืช (Paustian et al., 2004) นักวิจัยหลายท่านได้รายงานว่า การใส่ตอซังลงไปบนดินนาทำให้การปลดปล่อยก๊าซมีเทนเพิ่มขึ้น (พัชรีและคณะ, 2549 ; พัทรีและคณะ, 2551) นีวัตติและคณะ (2542) ได้ทำการวิจัยแล้วพบว่า ก๊าซมีเทนเกิดขึ้นได้มากในแปลงที่มีการไถกลบฟางข้าวตามด้วยแปลงที่ใส่ปุ๋ยหมักฟางข้าวและพบน้อยที่สุดในแปลงที่ไม่มีการเตรียมดินและแปลงที่เผาตอซังข้าวสำหรับประเทศไทยการวิจัยเกี่ยวกับผลกระทบของการไถเตรียมดินและการใช้ปุ๋ยหมักฟางข้าวต่อผลผลิตข้าวและการปลดปล่อยก๊าซเรือนกระจกมีข้อมูลน้อยมาก การทดลองนี้จึงมีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาอิทธิพลของการไถเตรียมดินและการใช้ปุ๋ยหมักฟางข้าวต่อความหนาแน่นรวมของดิน ผลผลิตข้าว และการปลดปล่อยก๊าซมีเทนสู่บรรยากาศ

## อุปกรณ์และวิธีการ

### แผนการทดลอง

ทำการทดลองในนาชลประทานที่บ้านหนองคู หมู่ที่ 3 ต.หนองคู อ.เมือง จ.ขอนแก่น ในฤดูนาปรัง ปี พ.ศ.2550 เนื้อดินเป็นดินร่วนเหนียวปนทราย (sandy clay loam) ประกอบด้วย sand 52% silt 30% และ clay 18% วางแผนการทดลองแบบ split plot design in CRD โดยให้การใส่และไม่ใส่ปุ๋ยหมักฟาง

ข้าวเป็นแปลงหลัก (main plot) ปุ๋ยหมักฟางข้าวที่ใช้ผ่านการสลายตัวมาแล้วเป็นอย่างดี มีลักษณะเป็นชิ้นเล็กสี่เหลี่ยมและเบา ใช้ในอัตรา 350 กก./ไร่ (หรือเทียบได้ปริมาณไนโตรเจน 3.2 กก./ไร่) และให้การไถเตรียมดินเป็นแปลงย่อย (subplot) มี 3 แบบคือ 1) ไถพลิกหน้าดิน (disk plow) หรือไถกลบตอซัง 2) ไถพลิกหน้าดินแล้วไถแปร (disk harrow) 3) ไถพลิกหน้าดิน ไถแปร และทำเทือก (puddling) การทดลองประกอบด้วย 6 ตำบลๆ ละ 3 ซ้ำ รวม 18 แปลงย่อย ปริมาณตอซังเฉลี่ยก่อนการทดลอง 1,500 กิโลกรัม/ไร่ ทำนาหว่านโดยใช้ข้าวพันธุ์ปทุมธานี 1 ในอัตรา 10 กิโลกรัม/ไร่

### การเก็บตัวอย่าง

ใช้ soil core ขนาดยาว 15 cm เก็บตัวอย่างดินก่อนการทดลอง ระหว่างฤดูปลูก 2 ครั้งและหลังการเก็บเกี่ยวเพื่อหาความหนาแน่นรวมของดิน (bulk density) เก็บตัวอย่างก๊าซด้วยวิธี closed chamber โดยใช้กล่องเก็บตัวอย่างก๊าซทำด้วยอะคริลิก (acrylic) เก็บในช่วงเวลา 9.00-11.00 นาฬิกา สัปดาห์ละ 1 ครั้ง โดยใช้กระบอกฉีดยา (syringe) ดูดก๊าซออกจากกล่องเก็บตัวอย่างก๊าซทุก 5 นาที (0, 5, 10, 15 และ 20 นาที) แล้ววิเคราะห์หาความเข้มข้นของก๊าซมีเทนโดยใช้เครื่อง GC (พัชรี และคณะ, 2545) คำนวณอัตราการปลดปล่อยก๊าซมีเทน ( $\text{CH}_4$  emission rate หน่วยเป็น  $\text{g CH}_4/\text{m}^2/\text{day}$ ) แสดงกราฟอัตราการปลดปล่อยก๊าซมีเทนตลอดฤดูปลูก และคำนวณผลรวมของปริมาณก๊าซมีเทนที่ปล่อยตลอดฤดูปลูก (total methane emission, TME หน่วยเป็น  $\text{g CH}_4/\text{m}^2$ ) โดยรวมพื้นที่ได้กราฟจากวันที่เก็บตัวอย่างก๊าซวันแรกจนถึงวันสุดท้าย (Saenjan et al., 2002) สุ่มนับจำนวนต้นข้าวต่อพื้นที่เมื่อต้นข้าวอายุ 60 วันหลังหว่าน สุ่มเก็บเกี่ยวตัวอย่างผลผลิตข้าวในพื้นที่ 2 x 3 เมตร ทำ 3 ซ้ำต่อตำบล ทดลอง นวด และตากในที่ร่ม และสุ่มเก็บตัวอย่างผลผลิตข้าวคำนวณหาหน้าหนักเมล็ดแห้งที่ความชื้น 14%

### วิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติ

วิเคราะห์ความแปรปรวนทางสถิติ (analysis

of variance) ของความหนาแน่นรวมของดิน จำนวนต้นข้าวต่อพื้นที่ ผลผลิตข้าว ปริมาณก๊าซมีเทนที่ปล่อยตลอดฤดู ตามแผนการทดลอง split plot design in CRD และมีการเปรียบเทียบค่ารับการทดลองโดยวิธี duncan's multiple rang test (DMRT) โดยใช้โปรแกรม MSTAT-C

## ผลการทดลอง

### อิทธิพลของการไถเตรียมดินและการใส่ปุ๋ยหมักฟางข้าวต่อความหนาแน่นรวมของดิน

ความหนาแน่นรวมของดินก่อนการทดลองมีค่า 1.34 กรัมต่อลูกบาศก์เซนติเมตร ความหนาแน่นรวมของดินทั้งการทดลองตลอดฤดูปลูกอยู่ในช่วง 1.25-1.59 กรัมต่อลูกบาศก์เซนติเมตร (Table 1) หลังการเตรียมดิน 40 วัน ดำรับที่ไถกลบตอซังอย่างเดียว (I, CI) ให้ความหนาแน่นรวมของดินต่ำลง เมื่อเทียบกับก่อนเตรียมดิน และดำรับที่ไถ 2 ครั้ง (IH, CIH) และทำเทือก (IHP, CIHP) มีความหนาแน่นรวมของดินสูงกว่าเมื่อเทียบกับดำรับที่ไถกลบตอซังเพียงอย่างเดียว ในขณะที่การทำเทือก (IHP, CIHP) ให้ความหนาแน่นรวมของดินสูงกว่าดำรับที่ไถกลบตอซังอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติ และพบว่าความสัมพันธ์ระหว่างความหนาแน่นรวมของดินเพิ่มขึ้นตามเวลาตลอดฤดูปลูกข้าว (Figure 1) โดยมีค่าสหสัมพันธ์สูง  $r$  เท่ากับ 0.91 หลังการทดลอง (หลังเก็บเกี่ยวข้าว) ความหนาแน่นรวมของดินทั้งการทดลองสูงขึ้นอยู่ในช่วง 1.50-1.59 กรัมต่อลูกบาศก์เซนติเมตร ส่วนการใส่ปุ๋ยหมักฟางข้าว (CI, CIH, CIHP) ไม่มีผลต่อความหนาแน่นรวมของดิน

### อิทธิพลของการไถเตรียมดินและการใส่ปุ๋ยหมักฟางข้าวต่อจำนวนต้นข้าวและผลผลิตข้าว

จำนวนต้นข้าวต่อพื้นที่ (นับเมื่ออายุ 60 วัน หลังหว่าน) ของการทดลองอยู่ในช่วง 112-225 ต้นต่อตารางเมตร (Table 2) โดยพบว่าดำรับที่ทำเทือก (IHP, CIHP) ให้จำนวนต้นข้าวต่อพื้นที่มากกว่าดำรับที่ไม่ได้ทำเทือกอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติ ในขณะที่การใส่ปุ๋ยหมักฟางข้าวไม่มีผลต่อจำนวนต้นข้าวต่อพื้นที่

ในการทดลองนี้การใส่ปุ๋ยหมักฟางข้าวแม้ว่าจะใส่ในปริมาณที่ต่ำ 350 กก/ไร่ แต่ก็ทำให้ผลผลิตข้าว 551-591 กก/ไร่ มากกว่าที่ไม่ใส่ปุ๋ยหมักฟางข้าว 434-490 กก/ไร่ หรือเพิ่มขึ้น 19-27% อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ทั้งนี้เพราะปุ๋ยหมักฟางข้าวเป็นแหล่งให้ธาตุอาหารแก่ต้นข้าว ในขณะที่การไถเตรียมดินไม่มีอิทธิพลต่อผลผลิตข้าว

### อิทธิพลของการไถเตรียมดินและการใส่ปุ๋ยหมักฟางข้าวต่อการปล่อยก๊าซมีเทนและปริมาณการปล่อยก๊าซมีเทนต่อหน่วยผลผลิตข้าว

จากการทดลองพบว่า การไถเตรียมดินและการใส่ปุ๋ยหมักฟางข้าวส่งผลให้การปล่อยก๊าซมีเทนคล้ายคลึงกันทุกดำรับ โดยมีอัตราการปล่อยก๊าซมีเทนสูงสามช่วง คือ ช่วงแรก (0-19 วันหลังหว่าน) มีอัตราการปล่อยก๊าซมีเทนอยู่ในช่วง 4.48-389.12 กรัม  $\text{CH}_4$ /ตร.เมตร/วัน (Figure 2) โดยพบว่าดำรับที่ใส่ปุ๋ยหมักฟางข้าว ไถกลบตอซัง ไถแปร และทำเทือก (CIHP) มีอัตราปล่อยก๊าซมีเทนสูงที่สุดระยะการทดลองที่ 7 วันหลังหว่าน 389 กรัม  $\text{CH}_4$ /ตร.เมตร/วัน ซึ่งเป็นช่วงที่อยู่ภายใต้อิทธิพลจากการไถกลบตอซังและปุ๋ยหมักฟางข้าว ช่วงที่สองเป็นระยะที่ต้นข้าวแตกกอสูงสุด (26-46 วันหลังหว่าน) อัตราการปล่อยก๊าซมีเทนอยู่ในช่วง 6-67 กรัม  $\text{CH}_4$ /ตร.เมตร/วัน และในช่วงที่สามระยะกำเนิดรวงอ่อนจนถึงระยะพลับพลึง (68-96 วันหลังหว่าน) มีอัตราการปล่อยก๊าซมีเทนอยู่ในช่วง 3-24 กรัม  $\text{CH}_4$ /ตร.เมตร/วัน

การปล่อยก๊าซมีเทนทั้งหมดตลอดฤดูปลูก (TME) อยู่ในช่วง 107-990 กรัม  $\text{CH}_4$ /ตร.เมตร (Table 3) โดยพบว่าดำรับที่ใส่ปุ๋ยหมักฟางข้าว ไถกลบตอซัง ไถแปร และทำเทือก (CIHP) ให้ค่าเฉลี่ยของการปล่อยก๊าซมีเทนทั้งหมดตลอดฤดูปลูกสูงที่สุด 990 กรัม  $\text{CH}_4$ /ตร.เมตร การไถกลบตอซังตามด้วยไถแปรและทำเทือกส่งผลให้การปล่อยก๊าซมีเทนทั้งหมดตลอดฤดูปลูกเพิ่มขึ้น 85-641% เมื่อเทียบกับดำรับที่ไถกลบตอซัง (I, CI) โดยที่การใส่ปุ๋ยหมักฟางข้าวส่งผลให้การปล่อยก๊าซมีเทนทั้งหมดตลอดฤดูปลูกเพิ่มขึ้น 25-61% เมื่อเทียบกับดำรับที่ไม่ได้ใส่ปุ๋ยหมักฟางข้าว

จากการทดลองพบว่า ปริมาณการปล่อยก๊าซมีเทนต่อการผลิตข้าว (MPG) มีค่าเฉลี่ยอยู่ในช่วง 390-2,519 กรัม  $\text{CH}_4$ /กก. ผลผลิต โดยพบว่าค่ารับที่ทำเทือก (IHP, CIHP) ปล่อยก๊าซมีเทนต่อหน่วยผลผลิตข้าว 1 กก. สูงที่สุดคือ 2,532 และ 2,519 กรัม  $\text{CH}_4$ /กก. ผลผลิตอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติเมื่อเทียบกับค่ารับที่ไถกลบตอซังเพียงอย่างเดียว (I, CI) และค่ารับที่ไถกลบตอซังตามด้วยไถแปร (IH, CIH) (Table 3)

## บทวิจารณ์

ผลของการทำเทือกทำให้ความหนาแน่นรวมของดินทดลองสูงขึ้นนั้นสอดคล้องกับการทดลองของ Bodman and Rubin (1948) ที่ได้รายงานว่า การทำเทือกทำให้จำนวนรูใหญ่ (ขนาด noncapillary) ในดินลดลงประมาณ 90-100% จากเหตุผลนี้สามารถอธิบายได้ว่า การทำเทือกทำให้ความหนาแน่นรวมของดินสูงขึ้น และการที่ดินนาถูกขังน้ำนานเกือบตลอดการทดลองส่งผลให้ความหนาแน่นรวมของดินทั้งการทดลองสูงขึ้นตามเวลาตลอดฤดูปลูก Sharma and De Datta (1985) อธิบายว่าการทำเทือกทำให้อนุภาคของดินฟุ้งกระจาย (reflocculation) โดยเฉพาะกับดินที่มี kaolinite (dispersed clay) เป็นองค์ประกอบ ส่งผลให้อนุภาคดินแตกตัวและเกาะกันแน่นขึ้น (consolidate) เนื่องจากมี active Fe, Mn และอินทรีย์วัตถุเป็นสารเชื่อม (cementing agents) ซึ่งเป็นองค์ประกอบของดินนาที่ขังลักษณะดังกล่าวพบได้กับดินร่วนเหนียวปนทรายและดินเหนียว การทำเทือกส่งผลให้จำนวนดินข้าวต่อพื้นที่เพิ่มขึ้น เพราะการทำเทือกเป็นการปรับระดับพื้นที่ให้เรียบเหมาะกับการกระจายของเมล็ดข้าวที่หว่านและเหมาะกับการงอกของเมล็ดข้าว ในขณะที่การไถกลบตอซังอย่างเดียวทำให้หน้าดินไม่เรียบและความชื้นที่ผิวดินไม่สม่ำเสมอทำให้การกระจายของเมล็ดข้าวและการงอกไม่ดี (กรมการข้าว, 2551) และส่งผลให้ผลผลิตข้าวต่ำ 434 กก./ไร่ มีรายงานการทดลองที่คล้ายกันของ Surekna et al. (2006) ที่พบว่า การไถกลบฟางข้าว (ในรายงานไม่ได้บอกปริมาณฟางข้าว) ให้ผลผลิตข้าว 575 กก./ไร่ ในการทดลองนี้ได้ใส่ปุ๋ย

หมักฟางข้าวในอัตราค่า 350 กก./ไร่ แต่ให้ผลผลิตข้าวอยู่ในช่วง 551-591 กก./ไร่ มากกว่าค่ารับที่ไม่ได้ใส่ปุ๋ยในช่วง 434-490 กก./ไร่ อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ซึ่งเพิ่มขึ้น 19-27% ที่ประเทศญี่ปุ่นมีการแนะนำให้ใส่ปุ๋ยหมักฟางข้าวเพื่อคงไว้ซึ่งความอุดมสมบูรณ์ของดินและเพิ่มผลผลิตข้าวในดินนา Andosol (Takeda and Hirota, 1971)

ในนาข้าวการใส่ปุ๋ยอินทรีย์หรืออินทรีย์วัตถุ (ปุ๋ยหมักฟางข้าวหรือตอซัง) ลงไปในดินจะเป็นแหล่งคาร์บอนให้กับจุลินทรีย์ดินที่ผลิตก๊าซมีเทน (Le Mer and Roger, 2001) จุลินทรีย์ดินที่ผลิตก๊าซมีเทนสามารถใช้ซากอินทรีย์ในดินเป็นสารอาหารภายใต้สภาพที่ขาดออกซิเจน และเกิดการสลายตัวของซากอินทรีย์ให้ผลิตภัณฑ์สุดท้ายคือก๊าซมีเทน (Conrad, 1989) นั่นคือการปลดปล่อยก๊าซมีเทนจากนาข้าวขึ้นอยู่กับปริมาณอินทรีย์วัตถุที่ใส่และปริมาณอินทรีย์คาร์บอนในดินนา (Saenjan et al. 2001) แต่อย่างไรก็ตามการสูญเสียปริมาณคาร์บอนในดินขึ้นอยู่กับการไถเตรียมดิน (Reicosky et al., 2005) การไถกลบตอซังและจำนวนครั้งของการไถเตรียมดินที่เพิ่มขึ้น (ไถแปรและทำเทือก) ส่งผลให้การปล่อยก๊าซมีเทนทั้งหมดตลอดฤดูปลูกเพิ่มขึ้น 85-641% เมื่อเทียบกับค่ารับที่ไถกลบตอซัง Reicosky et al. (2005) รายงานว่าคาร์บอนในดินจะสูญเสียจากดินง่ายขึ้นหลังการไถ Jackson et al. (2003) สังเกตเห็นก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ออกจากดินทันทีหลังการไถ ข้อมูลเกี่ยวกับผลของการไถพรุนต่อการปลดปล่อยก๊าซมีเทนจากดินนาไม่พบว่ามีตีพิมพ์ที่ใดมาก่อน การใส่ปุ๋ยหมักฟางข้าวส่งผลให้การปล่อยก๊าซมีเทนทั้งหมดตลอดฤดูปลูกเพิ่มขึ้น 25-61% เมื่อเทียบกับค่ารับที่ไม่ได้ใส่ปุ๋ยหมักฟางข้าว Corton et al. (2000) ได้ทำการทดลองในดินนาที่มีการใส่และไม่ใส่ปุ๋ยหมักฟางข้าวและพบว่า การปล่อยก๊าซมีเทนเพิ่มขึ้น 23-30% ในขณะที่การใส่ฟางข้าวปลดปล่อยก๊าซมีเทนเพิ่มขึ้นถึง 162-250%

ในการทดลองนี้พบว่า การผลิตข้าว 1 กก. จากแปลงที่ไถกลบตอซัง 1,500 กก./ไร่ ปล่อยมีเทนอยู่ในช่วง 391-395 กรัม  $\text{CH}_4$  จากแปลงที่มีการไถกลบตอซังตามด้วยไถแปรพบว่าปล่อยมีเทนสูงขึ้นในช่วง

663-901 กรัม  $\text{CH}_4$  ส่วนจากแปลงที่มีการไถกลบต่อซังตามด้วยไถแปรและทำเพื่อปล่อยก๊าซมีเทนสูงกว่าอยู่ในช่วง 2,519-2,680 กรัม  $\text{CH}_4$  งานวิจัยในลักษณะเดียวกันที่ทดลองกับนาข้าวที่มีการใส่ปุ๋ยเคมีชนิดต่างๆ ร่วมกับการจัดการน้ำ พบว่าปล่อยก๊าซมีเทนต่ำอยู่ในช่วง 14-45 กรัม  $\text{CH}_4$ /กก.ผลผลิต (พัชรีและชนะ, 2547) จากนาข้าวที่มีการใส่ปุ๋ยเคมีร่วมกับการใส่ปุ๋ยอินทรีย์ปล่อยก๊าซมีเทนอยู่ในช่วง 37-113 กรัม  $\text{CH}_4$ /กก.ผลผลิต (พัชรีและศิริธร, 2549) ส่วนนาข้าวอินทรีย์ในชุดดินพินายพบว่าปล่อยก๊าซมีเทนสูงอยู่ในช่วง 441-1,355 กรัม  $\text{CH}_4$ /กก.ผลผลิต และนาข้าวอินทรีย์ในชุดดินราชบุรีมีการปล่อยก๊าซมีเทนสูงอยู่ในช่วง 866-3,292 กรัม  $\text{CH}_4$ /กก.ผลผลิต ซึ่งโดยทั่วไปการปล่อยก๊าซมีเทนต่อผลผลิตข้าว 1 กก. ในนาข้าวอินทรีย์จะสูงกว่านาข้าวเคมีอย่างชัดเจน (พัชรี และคณะ, 2550 ; 2551) ในการทดลองนี้เป็นนาข้าวอินทรีย์ที่มีการปล่อยก๊าซมีเทนสูงอยู่ในช่วง 391-2,680 กรัม  $\text{CH}_4$ /กก.ผลผลิต ซึ่งพบว่าในช่วงการปล่อยก๊าซมีเทนคล้ายกับของพัชรีและคณะที่ได้ทดลองกับข้าวอินทรีย์

จากการทดลองนี้พบว่า การไถเตรียมดินส่งเสริมให้เกิดก๊าซมีเทน โดยที่จำนวนครั้งของการไถเตรียมดินที่เพิ่มขึ้น (ไถแปรและทำเทือก) ส่งเสริมให้เกิดก๊าซมีเทนมากขึ้น โดยผ่านกระบวนการสลายตัวของอินทรีย์วัตถุในดินน้ำแข็ง กล่าวคือในสภาพที่ดินไม่ถูกรบกวนอินทรีย์วัตถุที่อยู่ในเม็ดดิน (aggregates) หรือในช่องว่างขนาดเล็ก (small pores) ที่ถูกปกป้องทางฟิสิกส์ส่งผลให้จุลินทรีย์ดินไม่สามารถใช้อินทรีย์วัตถุได้ (Sollins et al., 1996) แต่การไถเตรียมดินรวมทั้งการทำเทือกเป็นการรบกวนดินอย่างมากก่อให้เกิดการทำลายโครงสร้างดิน (เม็ดดินแตก) ส่งผลให้จุลินทรีย์ดินสามารถใช้อินทรีย์วัตถุที่อยู่ในเม็ดดินและในช่องว่างดินได้ง่ายขึ้น การไถเตรียมดินหลายครั้งจะส่งเสริมการสลายตัวของอินทรีย์วัตถุในดินเพราะเกิดการเปลี่ยนแปลงสภาพของ microclimate ในดินให้เอื้อต่อกิจกรรมของจุลินทรีย์ดิน (Parton et al., 1996)

ผลจากการทดลองนี้สามารถกล่าวได้ว่าการลดการไถพรวนและไม่ทำเทือกจะทำให้ผลผลิตข้าวลด

ลงแต่ลดการปลดปล่อยก๊าซมีเทนจากนาข้าว ดังนั้นควรระมัดระวังการเขตรกรรมและการใช้อินทรีย์วัตถุในนาข้าวให้ได้ประโยชน์มากที่สุดในการเพิ่มผลผลิตข้าวควรให้ความสำคัญเป็นอันดับหนึ่ง ส่วนการลดการปล่อยก๊าซมีเทนซึ่งเป็นก๊าซเรือนกระจกที่ก่อให้เกิดภาวะโลกร้อนหากเป็นไปได้ให้เป็นแค่ผลพลอยได้จากการผลิตข้าว

## สรุป

ความหนาแน่นรวมของดินสูงขึ้นตามจำนวนครั้งของการไถและตามเวลาตลอดฤดูปลูก การใส่ปุ๋ยหมักฟางข้าว (C:N 26) ในอัตรา 350 กก./ไร่ไม่มีผลต่อความหนาแน่นรวมของดิน การไถกลบต่อซังตามด้วยไถแปรและการทำเทือกทำให้จำนวนดินข้าวต่อพื้นที่เพิ่มขึ้นแต่ไม่มีอิทธิพลต่อผลผลิตข้าว การใส่ปุ๋ยหมักฟางข้าวในอัตรา 350 กก./ไร่ทำให้ผลผลิตเพิ่มขึ้น 19-27% การไถกลบต่อซังตามด้วยไถแปรและการทำเทือกส่งผลให้การปล่อยก๊าซมีเทนทั้งหมดตลอดฤดูปลูกเพิ่มขึ้น 85-641% เมื่อเทียบกับการไถกลบต่อซังส่วนของการใส่ปุ๋ยหมักฟางข้าวส่งผลให้การปล่อยก๊าซมีเทนทั้งหมดตลอดฤดูปลูกเพิ่มขึ้น 25-61% การใส่ปุ๋ยหมักฟางข้าวร่วมกับการไถกลบต่อซังตามด้วยไถแปรและทำเทือกส่งผลให้มีการปล่อยก๊าซมีเทน 2,519-2,680 กรัม  $\text{CH}_4$ /กก. ผลผลิตและสูงกว่าของการไถกลบต่อซัง 391-395 กรัม  $\text{CH}_4$ /กก. ดังนั้นการลดการไถพรวนและการไม่ทำเทือกนอกจากจะช่วยลดการปล่อยก๊าซมีเทนจากนาข้าวแล้วยังไม่ส่งผลกระทบต่อผลผลิตข้าว

## คำขอขอบคุณ

คณะวิจัยขอขอบคุณ บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยขอนแก่น ที่ได้จัดสรรทุนอุดหนุนและส่งเสริมการทำวิทยานิพนธ์ และขอขอบพระคุณ มหาวิทยาลัยขอนแก่นที่ได้จัดสรรทุนอุดหนุนโครงการวิจัยประเภททุนหนุนทั่วไปปีงบประมาณ 2550

## เอกสารอ้างอิง

- กรมการข้าว กระทรวงเกษตรและสหกรณ์. การเตรียมแปลงปลูกข้าว. แหล่งที่มา: [http://www.ricethailand.go.th/rkb/data\\_006/ricexx206\\_NEWweedriceA03.html](http://www.ricethailand.go.th/rkb/data_006/ricexx206_NEWweedriceA03.html). (สืบค้นข้อมูล 13 กุมภาพันธ์ 2551)
- นิวัติ เจริญศิลป์, ชัยณัฐา บุคาบุญ, พิสิฐ พรหมนารถ, ลัดดาวัลย์ วรรณนุช และประโยชน์ เจริญธรรม. 2542.โครงการวิจัยการปลดปล่อยก๊าซมีเทนจากนาข้าวในเอกสารประกอบการประชุมทางวิชาการข้าวและธัญพืชเมืองหนาวปี 2542. กรมวิชาการเกษตร กระทรวงเกษตรและสหกรณ์ ณ โรงแรมคุ้มสุพรรณ จ. สุพรรณบุรี วันที่ 3-5 มีนาคม 2542.
- พัชรี แสนจันทร์, ดวงสมร ตูลาพิทักษ์, เทพฤทธิ์ ตูลาพิทักษ์ และ ศุภชัย ตั้งชูพงศ์. 2545. ปริมาณการปลดปล่อยก๊าซมีเทนจากนาข้าวเกษตรกรในภาคตะวันออกเฉียงเหนือ. รายงานการวิจัยฉบับสมบูรณ์. สำนักงานกองทุนสนับสนุนการวิจัย.
- พัชรี แสนจันทร์ และ ชนะ ศรีสมภาร. 2547. ผลตอบแทนการผลิตข้าวจากนาที่มีการลดการปล่อยก๊าซมีเทน. วารสารเกษตร 20(3): 259-271.
- พัชรี แสนจันทร์, มนตรี แสนวงศ์, กัลยากร โปร่งจันทิก. 2549. การลดการก๊าซมีเทนในนาดำและนาหว่านน้ำตม ที่มีการจัดการปุ๋ยภายใต้สภาพน้ำขังสลับกับดินแห้ง. ว.สงขลานครินทร์ วทท. 28: 655-667.
- พัชรี แสนจันทร์, กัลยากร โปร่งจันทิก, อรัญญ์ ชันดิวิชย์ และดวงสมร ตูลาพิทักษ์. 2550. ปริมาณการปล่อยก๊าซมีเทนจากนาข้าวอินทรีย์. ในการประชุมวิชาการเกษตร เรื่อง ความก้าวหน้าเทคโนโลยีการผลิตข้าวอินทรีย์. 13-14 กันยายน 2550. คณะเกษตรศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น.
- พัชรี แสนจันทร์, กัลยากร โปร่งจันทิก, ดวงสมร ตูลาพิทักษ์. 2551. การใช้วัสดุอินทรีย์ในนาข้าวอินทรีย์ที่มีการลดก๊าซมีเทน. วารสารวิจัย มข. 13: 114 - 125.
- แผนบริหารราชการแผ่นดิน พ.ศ. 2548-2555. แหล่งที่มา: [http://www.rtaf.mi.th/news/n05/gov\\_masterplan.pdf](http://www.rtaf.mi.th/news/n05/gov_masterplan.pdf). (สืบค้นข้อมูลเมื่อ 10 พฤศจิกายน 2549)
- สำนักงานเศรษฐกิจการเกษตร. สถิติการเกษตรแห่งประเทศไทยปี 49. แหล่งที่มา: <http://www.oae.go.th/ststistic/yearbook49/section1/sec1table1.pdf>. (สืบค้นข้อมูลเมื่อ 25 พฤศจิกายน 2550)
- Bodman, G.B. and J. Rubin. 1984. **Soil Puddling**. Soil Sci. Soc. Am. Proc. 13: 27-36.
- Chidthaisong, A. and I Watanabe, 1997. **Methane formation and emission from flooded rice soil incorporated with 13 C-labeled rice straw**. Soil.Biol. Biochem. 29: 1173-1181.
- Conrad, R. 1989. **Soil microorganisms as controllers of atmospheric trace gases (H<sub>2</sub>, CO, CH<sub>4</sub>, OCS, N<sub>2</sub>O, and NO)**. Microbiological Reviews 60: 609-640.
- Corton, T.M., J. Bajita, F. Grospe, R. Pamplona, C. Asis Jr., R. Wassmann, R.S. Lantin and L.V. Buendia. 2000. **Methane emission from irrigated and intensively managed rice fields in Central Luzon (Philippines)**. Nutr Cycling. Agroecosyst. 58: 37 - 53.
- International Rice Research Institute (IRRI). 1996. **Measurement of methane emissions from rice fields, principles and operation of GC techniques**, Soil and Water Science Division and Training Center (SWSD). pp. 1-13.

- Jackson, L.E., F.J. Calderon, K.L. Steenwerth, K.M. Scow and D.E. Rolston. 2003. **Responses of soil microbial processes and community structure to tillage events and implications for soil quality.** *Geoderma* 114: 305-317.
- Le Mer, J. and P. Roger. 2001. **Production, oxidation, emission and consumption of methane by soil: A Review.** *Euro. J. Soil Bio.* 37: 25-50.
- Parton, W.J., D.S. Ojima and D.S. Schimel. 1996. **Models to evaluate soil organic matter storage and dynamics.** In: **Carter, M.R., Stewart, B.A. (Eds.), Structure and Organic Matter Storage in Soils,** Lewis Publ., CRC Press, Boca Raton, FL. pp. 421-448.
- Paustian, K., B. Babcock, C. Kling, J.L. Hatfield, R. Lal, B. McCarl, S. McLaughlin, W.M. Post, A.R. Mosier, C. Rice, G.P. Robertson, N.J. Rosenberg, C. Rosenzweig, W.H. Schlesinger and D. Zilberman. 2004. **Climate change and greenhouse gas mitigation: challenges and opportunities for agriculture.** Council for Agricultural Science and Technology. Task Force Report No. 141: 1-120.
- Reicosky, D.C., M.J. Lindstrom, T.E. Schumacher, D.E. Lobb and D.D., Malo. 2005. **Tillage-induced CO<sub>2</sub> loss across an eroded landscape.** *Soil Tillage Res.* 81: 183-194.
- Saenjan. P., D. Tulaphitak, T. Tulaphitak, S. Tangchupong and S. Jearakongman. 2001., **Methane emission from Thai farmer's paddy fields in Khon Kaen.** KKU annual agricultural seminar for year 2001. 26-27 february. 2001. faculty of agriculture. Khon Kaen University. pp 1-22.
- Saenjan. P., D. Tulaphitak, T. Tulaphitak, S. Tangchupong and S. Jearakongman. 2002., **Methane emission from Thai farmer's paddy fields as s basis for appropriate mitigation technologies.** Transactions of Soil Science: Confronting New Realities in the 21<sup>st</sup> Century. In: 17<sup>th</sup> World Congress of Soil Science, 14-21 August 2002, Bangkok, Thailand.
- Sharma, P.K. and A.K. De Datta. 1985. **Puddling influence on soil rice development and yield.** *Soil. Sci. Am. J.* 49: 1451-1457.
- Sollins, P., P. Homann and B.K. Caldwell. 1996. **Stabilization and destabilization of soil organic matter: mechanisms and controls.** *Geoderma* 74: 65-105.
- Surekha K., K. Pavan Chandra Reddy, A.P. Padma Kumari, and P.C. Sta Cruz. 2006. **Effect of straw on yield components of rice (*Oryza sativa L.*) under rice-rice cropping system.** *J. Agronomy&Crop Science.* 192: 92-101.
- Takeda, T. and O. Hirota. 1971. **Relationship between spacing and grain yield of rice plant.** *Proc. Crop Sci. Soc. Japan* 40: 381-385.
- Wu H.B., Z.T. Guo and C.H. Peng. 2003. **Land use induced changes of organic carbon storage in soils of China.** *Global Change Biology* 9: 305-315.



**Table 1.** Change in bulk density of paddy soil as influenced by compost adding and tillage systems.

Treatments No.	Agricultural practice	Bulk density ( g/cm <sup>3</sup> )			
		Prior exper.	40 DAI	87 DAI	Post exper.
1	I	1.34	1.28 bc	1.40 cd	1.50 ns
2	IH	1.34	1.35 ab	1.49 ab	1.55 ns
3	IHP	1.34	1.37 a	1.51 a	1.56 ns
4	CI	1.34	1.25 c	1.36 d	1.52 ns
5	CIH	1.34	1.42 a	1.43 bcd	1.55 ns
6	CIHP	1.34	1.43 a	1.45 abc	1.59 ns
	f-test	-	**	*	ns
	CV %	-	3.38	3.71	3.46

Average values (n = 3) with the same letters in a column showed non significant differences at 95% (\*) and 99% (\*\*) confidence by DMRT. I = incorporation of rice stubble; IH = incorporation of rice stubble and harrowing; IHP = incorporation of rice stubble, harrowing and puddling; CI = compost and rice stubble incorporation; CIH = compost and rice stubble incorporation and harrowing; CIHP = compost and rice stubble incorporation harrowing and puddling; DAI = days after organic matter incorporation.

**Table 2.** Number of plants (at 60 DAS) and grain yield as influenced by compost added and tillage system at 60 days after sowing (DAS).

Agricultural practice	Number of plant plant/m <sup>2</sup>	Relative change of number of plant (%)		Grain yield kg/rai	Relative change of grain yield (%)	
		Tillage <sup>1/</sup>	Compost <sup>2/</sup>		Tillage <sup>1/</sup>	Compost <sup>2/</sup>
I	119 b	-	-	434 c	-	-
IH	135 b	13	-	477 b	10	-
IHP	224 a	88	-	490 b	13	-
CI	112 b	-	- 6	551 a	-	27
CIH	161 ab	44	19	566 a	3	19
CIHP	225 a	101	0	591 a	7	21
f-test	**	-	-	*	-	-
CV %	22.8	-	-	7.34	-	-

<sup>1/</sup> Comparison between tillage treatments was calculated by using I or CI as baseline.

<sup>2/</sup> Comparison between treatment without compost and with compost was calculated by using I, IH or IHP as baseline.

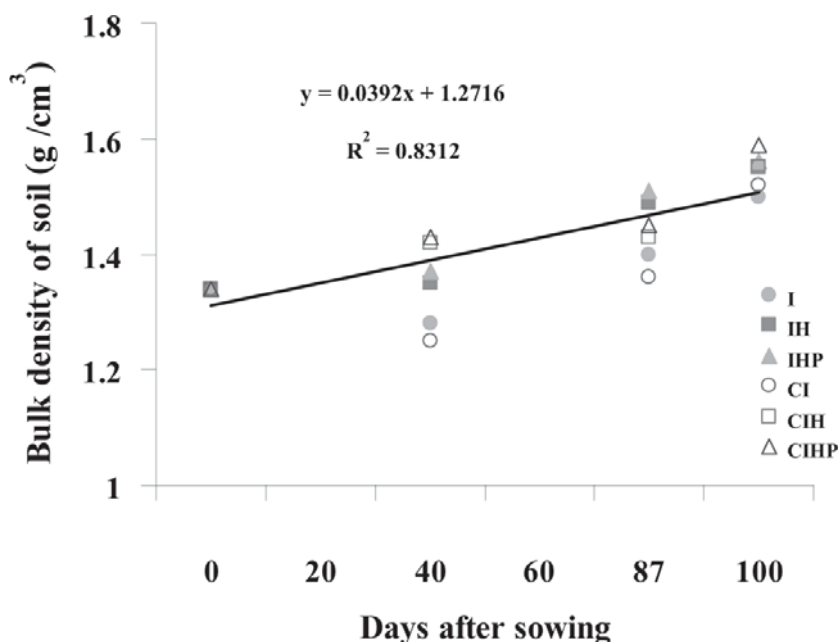
Average values (n = 3) with the same letters in a column showed non significant differences at 95% (\*) and 99% (\*\*) confidence by DMRT. I = incorporation of rice stubble; IH = incorporation of rice stubble and harrowing; IHP = incorporation of rice stubble, harrowing and puddling; CI = compost and rice stubble incorporation; CIH = compost and rice stubble incorporation and harrowing; CIHP = compost and rice stubble incorporation harrowing and puddling.

**Table 3.** Relative change of total methane emission (TME) and methane emission per unit grain (MPG).

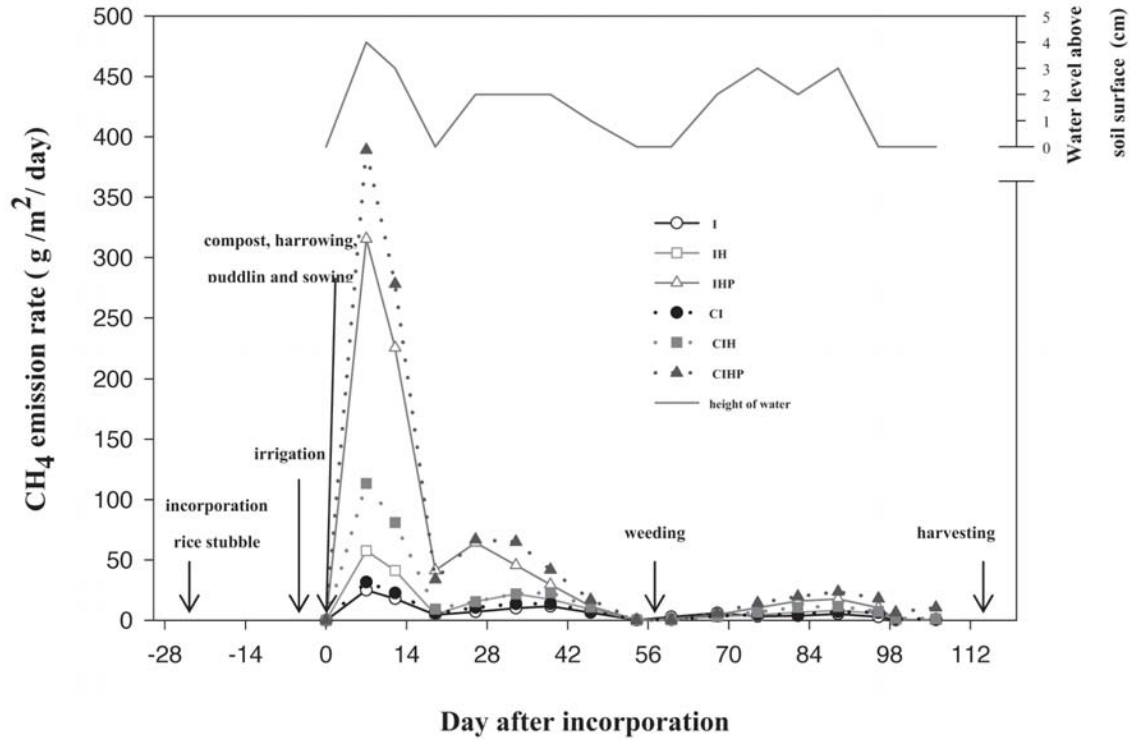
Agricultural practice	TME (g CH <sub>4</sub> / m <sup>2</sup> )	Relative change of TME (%)		Grain yield (kg/ rai)	MPG (g CH <sub>4</sub> / kg grain)
		Tillage <sup>1/</sup>	Compost <sup>2/</sup>		
I	107 b	-	-	434 c	395 b
IH	198 b	85	-	477 b	663 ab
IHP	794 ab	642	-	490 b	2,591 a
CI	135 b	-	26	551 a	391 b
CIH	319 ab	136	61	566 a	901 ab
CIHP	990 a	633	25	591 a	2,680 a
f-test	*	-	-	*	**
CV %	8.3	-	-	7	5.8

<sup>1/</sup> Comparison between tillage treatments was calculated by using I or CI as baseline.

<sup>2/</sup> Comparison between treatment without compost and with compost was calculated by using I, IH or IHP as baseline. Average values (n = 3) with the same letters in a column showed non significant differences at 95 %(\*) and 99 % (\*\*) confidence by DMRT. I = incorporation of rice stubble; IH = incorporation of rice stubble and harrowing; IHP = incorporation of rice stubble, harrowing and puddling; CI = compost and rice stubble incorporation; CIH = compost and rice stubble incorporation and harrowing; CIHP = compost and rice stubble incorporation harrowing and puddling.



**Figure 1.** Relationship between bulk density of paddy soil, compost added and tillage system during the growing season.



**Figure 2.** Change in methane emission rate during rice the growing season.

I = incorporation of rice stubble; IH = incorporation of rice stubble and harrowing; IHP = incorporation of rice stubble, harrowing and puddling; CI = compost and rice stubble incorporation; CIH = compost and rice stubble incorporation and harrowing; CIHP = compost and rice stubble incorporation, harrowing and puddling.