การใช้วัสดุอินทรีย์ในนาข้าวอินทรีย์ที่มีการลดก๊าซมีเทน

Use of Organic Materials in Methane Mitigated Organic-rice Field

พัชรี แสนจันทร์ (Patcharee Saenjan)[1]*
กัลยกร โปร่งจันทึก (Kunlayakorn Prongjuntek)[2]
ดวงสมร ตุลาพิทักษ์ (Doungsamorn Tulaphittak)[3]

บทคัดย่อ

ประเทศไทยกำลังพัฒนาเพื่อเป็นศูนย์กลางการผลิตอาหารปลอดภัยของโลก ทำให้ข้าวอินทรีย์ของไทยเป็นที่ต้องการเพิ่มขึ้น แต่การผลิตข้าวก่อให้เกิดการปลดปล่อยก๊าซเรือนกระจก ได้แก่ ก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ (CO_2) ก๊าซมีเทน (CH_4) และก๊าซไนตรัสออกไซด์ (N_2O) ซึ่งส่งผลโดยตรงต่อการเกิดสภาวะโลกร้อน จึงทำการทดลองเทคโนโลยีที่เหมาะสมเพื่อเพิ่มผลผลิตข้าวอินทรีย์ และศึกษาปริมาณการปล่อยก๊าซมีเทนจากนาข้าวอินทรีย์ รวมถึงศึกษาพลวัตของวัสดุอินทรีย์ที่ใช้ปรับปรุงดิน โดยทำการทดลองในดินนาชุดดินคล้ายดินพิมาย ได้ใช้วัสดุอินทรีย์ร่วมกับการจัดการน้ำ รวม 6 ตำรับทดลอง ทั้งการทดลองใส่ พด.1 วางแผนการทดลองแบบ factorial in RCBD 3 ซ้ำ ผลการทดลองพบว่า ตำรับที่ไถกลบตอซัง และทำนาน้ำขังตลอดฤดูปลูก (F1) ให้ผลผลิตข้าวสูง 908 กิโลกรัม/ไร่ ได้ปล่อยก๊าซมีเทน 479 กรัม CH_4/กิโลกรัม ผลผลิต และปล่อยก๊าซมีเทนลดลง 64.4 เปอร์เซ็นต์ เมื่อเปรียบเทียบกับตำรับที่ไถกลบตอซังร่วมกับฟางข้าวอัตรา 800 กิโลกรัม/ไร่ และทำนาน้ำขังตลอดฤดูปลูก (F2) ตำรับนี้ให้กำไรสูงที่สุดในการทดลอง 4,331 บาท/ไร่ และได้ผลตอบแทนการลงทุนสูงที่สุด 3.14 ส่วนตำรับที่ให้ผลผลิตสูงที่สุดในการทดลอง 1,033 กิโลกรัม/ไร่ ได้แก่ ตำรับที่ไถกลบตอซัง ร่วมกับฟางข้าว 400 กิโลกรัม/ไร่ และ แกลบดำ 1,600 กิโลกรัม/ไร่ (F4) ได้ปล่อยก๊าซมีเทน 841 กรัม CH_4/กิโลกรัม ผลผลิต และปล่อยก๊าซมีเทนลดลง 29 เปอร์เซ็นต์ เมื่อเทียบกับตำรับ F2 ตำรับนี้ให้กำไร 3,191 บาท/ไร่ แต่ได้ผลตอบแทนการลงทุนต่ำ 1.79 เมื่อเปรียบเทียบกับงานทดลองที่ใช้ปุ๋ยเคมีของพัชรี และคณะ (2545) จึงพบว่าในการทดลองนี้ปล่อยก๊าซมีเทนตลอดฤดูปลูก (TME) มากกว่า 22 เท่า และก๊าซมีเทนต่อหน่วยผลผลิตข้าว (MPG) มากกว่า 20 เท่า ดังนั้นในการปลูกข้าวอินทรีย์ควรระมัดระวังในเรื่องการจัดการน้ำและวัสดุอินทรีย์เป็นสำคัญ

[1]*รองศาสตราจารย์ ภาควิชาพืชศาสตร์และทรัพยากรการเกษตร คณะเกษตรศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น*
[2]*มหาบัณฑิตสาขาวิชาปฐพีศาสตร์ คณะเกษตรศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น*
[3]*นักวิทยาศาสตร์ ศูนย์ศึกษาค้นคว้าและพัฒนาเกษตรกรรมภาคตะวันออกเฉียงเหนือ คณะเกษตรศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น*
**corresponding author, e-mail: patsae1@kku.ac.th*

Abstract

Thailand is implementing to be a world center of safe food production. The demand for Thai organic-rice is increasing in the foreign market. It is critically important to acquire environment-friendly technology for organic-rice production. Paddy fields are well known as a source of greenhouse gasses, i.e. carbon dioxide (CO_2), methane (CH_4) and nitrous oxide (N_2O), contributing to global warming. A field experiment was conducted on loamy soil. Various organic amendments and water managements encompassed with 6 treatments were designed, using factorial in RCBD with 3 replications. Stimulant LDD. 1 (Land Development Department) was applied to the whole experiment. The plot with incorporation of rice stubble residues (without external organic amendments) and kept in continuous flooding (F1) provided 908 kg/rai of rice; the methane emission per unit grain (MPG) 479 g CH_4/kg grain, and methane emission reduced by 64.4% when compared to the plot with incorporation of rice stubble residues and 800 kg/rai of rice straw and kept in continuous flooding (F2). Moreover, F1 gave high profit 4,331 baht/rai with 3.14 economic return. The maximum rice production from the present experiment was 1,033 kg/rai obtained from the plot with incorporation of 600 kg/rai rice stubble residues, 400 kg/rai rice straw and 1,600 kg/rai burn rice husk (F4); this treatment emitted 841 g CH_4/kg grain and reduced CH_4 by 29% when compared to F2. However, F4 gave 3,191 baht/rai with 1.79 economic return. Results revealed that total methane emission (TME) and methane emission per unit grain (MPG) of the present experiments were 22 and 10 times higher than those from previous experiments with chemical fertilizers. As a conclusion, emphasis on the management of organic materials and water is critically important for organic rice production.

คำสำคัญ: ข้าวอินทรีย์ การลดก๊าซมีเทน ดินนา

Keywords: organic rice, methane mitigation, paddy soil

บทนำ

รัฐบาลมีนโยบายทำให้ประเทศไทยเป็นศูนย์กลางการผลิตอาหารปลอดภัยของโลก ซึ่งจะทำให้ข้าวอินทรีย์จากประเทศไทยเป็นที่ต้องการของตลาดต่างประเทศเพิ่มขึ้นจึงควรศึกษาและวิจัยเพื่อยกระดับผลผลิตข้าวอินทรีย์ต่อพื้นที่ให้สูงขึ้น

อย่างไรก็ตามในการผลิตข้าวอินทรีย์นั้น การใช้วัสดุอินทรีย์ และปุ๋ยอินทรีย์ เป็นสาเหตุของการเกิดก๊าซมีเทนโดยเฉพาะกับนาข้าวในสภาพน้ำขัง ประเทศไทยผลิตข้าวได้มากและส่งออกข้าวเป็นอันดับหนึ่งของโลก ซึ่งพบว่าได้ปล่อยก๊าซมีเทนจากนาข้าว 1.748 ล้านตันต่อปี (42.82 ล้านตัน GWP) ประเทศไทยได้ลงสัตยาบันในอนุสัญญาว่าด้วยการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศโลก ทำให้มีข้อผูกพันที่จะต้องปฏิบัติตามอนุสัญญาโดยศึกษาวิจัยถึงปริมาณการปล่อยและการลดก๊าซเรือนกระจกที่ปล่อยจากภาคการผลิตต่าง ๆ (สำนักงานนโยบายและแผนสิ่งแวดล้อม, 2543)

ดังนั้นต่อไปนี้การผลิตข้าวรวมทั้งข้าวอินทรีย์นอกจากจะจัดการปัจจัยต่าง ๆ เพื่อเพิ่มผลผลิตข้าวแล้วควรที่จะต้องผนวกการศึกษาการลดก๊าซมีเทนเข้าไปด้วย โดยมิให้มีผลกระทบต่อชีวิตและความเป็นอยู่ของเกษตรกรผู้ปลูกข้าว

วัตถุประสงค์ของการวิจัย

เปรียบเทียบผลผลิตข้าวอินทรีย์ ปริมาณก๊าซมีเทนที่ปล่อยทั้งฤดู และปริมาณก๊าซมีเทนที่ปล่อยต่อข้าวอินทรีย์ 1 กิโลกรัม

เปรียบเทียบรายจ่ายและรายรับจากการผลิตข้าวอินทรีย์ข้างต้น

ให้ได้มาซึ่งเทคโนโลยีที่สามารถเพิ่มผลผลิตข้าวอินทรีย์แต่ขณะเดียวกันปล่อยก๊าซมีเทนต่ำ

วิธีการวิจัย

1. พื้นที่ศึกษา ทำการทดลองในฤดูนาปรัง ที่บ้านโกทา หมู่ 9 ตำบลศิลา อำเภอเมือง จังหวัดขอนแก่น ในเขตชลประทานหนองหวาย ชุดดินคล้ายดินพิมาย (Phimai soil variance) อยู่ในกลุ่มดิน Tropaquepts ดินประกอบด้วย ทราย (sand) ทรายแป้ง(silt) และดินเหนียว (clay) 47.5, 35.0 และ 17.5 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ เป็นเนื้อดินร่วน ดินมีปริมาณอินทรียวัตถุ 8.95 กรัมต่อกิโลกรัม ไนโตรเจนทั้งหมด 0.077 กรัมต่อกิโลกรัม ฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์ 4.90 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม และโพแทสเซียม 34.50 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม เป็นดินที่มีความอุดมสมบูรณ์ค่อนข้างต่ำ ซึ่งเป็นลักษณะทั่วไปของดินนาภาคตะวันออกเฉียงเหนือ

2. ตำรับทดลอง วางแผนการทดลองแบบ randomized complete block design (RCBD) โดยใช้วัสดุอินทรีย์ 6 ตำรับ (ตารางที่ 1) ได้ผสมผสานผลิตภัณฑ์ของกรมพัฒนาที่ดิน (พด.1) เข้ากับวิธีการปฏิบัติของเกษตรกรดังนี้

F1) ไถกลบตอซัง + ***พด.1****** ทำนาน้ำขังตลอดฤดูปลูก (ใช้เป็นฐานคำนวณการเพิ่มผลผลิตข้าว)

F2) ไถกลบตอซัง + ฟางข้าว* 800 กก./ไร่ + ***พด.1****** ทำนาน้ำขังตลอดฤดูปลูก (ใช้เป็นฐานคำนวณการลดก๊าซมีเทน)

F3) ไถกลบตอซัง + ฟางข้าว* 800 กก./ไร่ + ***พด.1****** จัดการน้ำเพื่อลดปริมาณน้ำชลประทาน**

F4) ไถกลบตอซัง + ฟางข้าว* 400 กก./ไร่ + แกลบดำ* 1,600 กก./ไร่ + ***พด.1****** จัดการน้ำเพื่อลดปริมาณน้ำชลประทาน**

F5) ไถกลบตอซัง + มูลวัว* 290 กก./ไร่ + ***พด.1****** จัดการน้ำเพื่อลดปริมาณน้ำชลประทาน**

F6) ไถกลบตอซัง + ปุ๋ยมูลไก่อัดเม็ด* 230 กก./ไร่ + ***พด.1****** จัดการน้ำเพื่อลดปริมาณน้ำชลประทาน**

* ในตำรับที่ใส่ฟางข้าว แกลบดำ มูลวัว และปุ๋ยมูลไก่อัดเม็ด แต่ละตำรับมีปริมาณไนโตรเจนเท่ากับปุ๋ยสูตร 16-16-8 อัตรา 20 กก./ไร่ (3.2 กก. N/ไร่) ซึ่งเป็นอัตราทั่วไปที่เกษตรกรใช้

** หลังหว่านข้าวจัดการให้ดินอยู่ในสภาพความชื้นที่ระดับความจุความชื้นสนาม (field capacity) ถึงระดับอิ่มตัวด้วยน้ำ (saturation percentage) เป็นเวลา 14 วัน แล้วจึงขังน้ำ เพื่อกำจัดวัชพืชในนา ทิ้งให้น้ำในนาคายระเหยจนดินแห้งลงประมาณความชื้นที่ระดับความจุความชื้นสนามแล้วจึงขังน้ำอีกครั้ง อนึ่งทำซ้ำเช่นนี้จนถึง 2 สัปดาห์ก่อนเก็บเกี่ยวโดยสิ่งที่ต้องระมัดระวัง คือ ต้นข้าวต้องไม่ขาดน้ำในระยะวิกฤติ (ระยะข้าวตั้งท้องและระยะดอกปฏิสนธิ)

*** ***พด.1*** คือ เป็นกลุ่มจุลินทรีย์ที่มีความสามารถในการย่อยสลายวัสดุอินทรีย์เพื่อผลิตปุ๋ยหมักในช่วงระยะเวลาอันสั้น พด.1 ประกอบด้วยเชื้อแบคทีเรียแอคติโนไมซีสและเชื้อรา

ทุกตำรับทำ 3 ซ้ำ โดยสุ่มลงในแปลงย่อยขนาด 5 x 5 เมตร เตรียมดินโดยทำการไถกลบตอซังและวัสดุอินทรีย์ก่อนปลูกข้าว 2 สัปดาห์ หลังจากนั้น คราดทำเทือก และปลูกข้าวโดยวิธีการหว่านน้ำตม ฉีดพ่น ***พด.5*** เพื่อกำจัดวัชพืช

3. การเก็บตัวอย่างดินและการวิเคราะห์ เก็บตัวอย่างดินก่อนเริ่มการทดลองสำหรับวิเคราะห์คุณสมบัติทางฟิสิกส์และเคมี

4. การเก็บตัวอย่างก๊าซ การวิเคราะห์ความเข้มข้นก๊าซมีเทน เก็บตัวอย่างก๊าซด้วยวิธี closed chamber โดยใช้กล่องสี่เหลี่ยม ทำด้วยแผ่นอะคริลิก (acrylic) ใส ทำการเก็บตัวอย่างก๊าซสัปดาห์ละ 2 ครั้ง วิเคราะห์ความเข้มข้นของก๊าซ CH_4 โดยใช้เครื่อง Gas Chromatography (GC14B) ติดตั้งด้วย Flame Ionization Detector (FID) วิเคราะห์ตัวอย่างก๊าซเสร็จ

ภายใน 6 ชั่วโมงหลังจากเก็บตัวอย่างจากแปลงนา (พัชรี และคณะ, 2545; พัชรี และสิริธร, 2549)

5. การวิเคราะห์ข้อมูลก๊าซมีเทน คำนวณอัตราการปล่อยก๊าซมีเทน (CH_4 emission rate) ตลอดฤดูปลูก (มิลลิกรัมมีเทนต่อตารางเมตรต่อวัน) สร้างกราฟแสดงการเปลี่ยนแปลงอัตราการปล่อยก๊าซมีเทนตลอดอายุข้าวของทุกแปลง และคำนวณผลรวมของปริมาณก๊าซมีเทนที่ปล่อยตลอดฤดูปลูก (total methane emission, TME, กรัมมีเทนต่อตารางเมตร) โดยรวมพื้นที่ใต้กราฟของทุกแปลง โดยเริ่มจากวันที่เก็บตัวอย่างก๊าซวันแรกจนถึงวันสุดท้าย (Saenjan et al., 2002)

6. การวิเคราะห์ข้อมูลผลผลิตข้าว คำนวณผลผลิตข้าวต่อหน่วยพื้นที่ (กิโลกรัมต่อไร่) และปริมาณการปล่อยก๊าซมีเทนต่อหน่วยผลผลิตข้าว (methane emission per unit grain, MPG) (กรัมมีเทนต่อข้าว 1 กิโลกรัม, g CH_4 kg^{-1} grain)

7. การวิเคราะห์ข้อมูลทางเศรษฐศาสตร์ โดยการศึกษาต้นทุน (รายจ่าย) รายรับ กำไร จากผลผลิตที่ได้ของแต่ละตำรับ และผลตอบแทนการลงทุน (income per unit cost)

ผลการทดลอง

ผลผลิตข้าว

จากการทดลองพบว่าในตำรับที่ไถกลบตอซังร่วมกับฟางข้าวอัตรา 400 กก./ไร่ และแกลบดำอัตรา 1,600 กก./ไร่ (F4) ให้ผลผลิตข้าวสูงที่สุด 1,033 กก./ไร่ (ตารางที่ 2) และตำรับทดลองที่ไถกลบตอซังและฟางข้าวอัตรา 800 กก./ไร่ (F3) ให้ผลผลิตข้าวต่ำที่สุด คือ 790 กก./ไร่ แต่ทั้งการทดลองผลผลิตข้าวที่ได้รับไม่แตกต่างกันทางสถิติ เฉลี่ยทั้งการทดลอง คือ 911 กก./ไร่

สภาพน้ำในแปลงนาและปริมาณน้ำที่ใช้ตลอดฤดูปลูก

สภาพน้ำในแปลงนาที่ออกแบบไว้ในตำรับทดลองมี 2 แบบ แต่มีน้ำขังในแปลงนาค่อนข้างนาน โดยมีปริมาณน้ำที่ใช้ตลอดฤดูปลูกอยู่ในช่วง 713-728 ลบ.ม./ไร่ และปริมาณน้ำที่ใช้ทั้งการทดลองเฉลี่ย 719 ลบ.ม./ไร่ (ตารางที่ 2)

อัตราการปล่อยก๊าซมีเทนตลอดฤดูปลูก

จาก รูปที่ 1 พบว่า ในการทดลองนี้ลักษณะของอัตราการปล่อยก๊าซมีเทนสูง 4 ช่วง คือ ระยะข้าวงอกถึงระยะข้าวแตกกอ (8-34 DAB) ปล่อยก๊าซมีเทน 660-19,626 mg CH_4 m^{-2} d^{-1} (มิลลิกรัม CH_4/ตารางเมตร/วัน) ระยะข้าวแตกกอถึงระยะกำเนิดรวงอ่อน (36-55 DAB) ปล่อยก๊าซมีเทน 1,518-17,943 mg CH_4 m^{-2} d^{-1} ระยะกำเนิดรวงอ่อนถึงระยะออกดอก (57-69 DAB) ปล่อยก๊าซมีเทน 953-15,893 mg CH_4 m^{-2} d^{-1} และระยะออกดอกถึงระยะพลับพลึง (71-92 DAB) ปล่อยก๊าซมีเทน 501-11,190 mg CH_4 m^{-2} d^{-1} ส่วนระยะก่อนเก็บเกี่ยว (99-105 DAB) ปล่อยก๊าซมีเทน 120-2,973 mg CH_4 m^{-2} d^{-1} (รูปที่ 1)

ปริมาณการปล่อยก๊าซมีเทนตลอดฤดูปลูก (TME)

จาก ตารางที่ 2 พบว่าในการทดลองนี้ TME จากทุกตำรับมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ทั้งนี้ TME ของตำรับที่ไถกลบตอซังร่วมกับมูลวัวอัตรา 290 กก./ไร่ (F5) ปล่อยต่ำที่สุด 257 กรัม CH_4/ตารางเมตร และตำรับที่ไถกลบตอซังร่วมกับฟางข้าวอัตรา 800 กก./ไร่ ทำนาน้ำขังตลอดฤดูปลูก (F2) ปล่อย TME สูงที่สุด 765 กรัม CH_4/ตารางเมตร ส่วนตำรับที่ไถกลบตอซังร่วมกับฟางข้าวอัตรา 800 กก./ไร่ (F3) และตำรับที่ไถกลบตอซังร่วมกับฟางข้าวอัตรา 400 กก./ไร่ และแกลบดำอัตรา 1,600 กก./ไร่ (F4) ปล่อยก๊าซมีเทนในระดับปานกลาง 542 และ 543 กรัม CH_4/ตารางเมตร

ปริมาณก๊าซมีเทนต่อหน่วยผลผลิตข้าว (MPG)

เนื่องจากปริมาณก๊าซมีเทนต่อหน่วยผลผลิตข้าว (MPG) เป็นดัชนีที่บ่งบอกถึงปริมาณการปล่อยก๊าซมีเทนต่อการผลิตข้าว 1 กก. ดังนั้นตำรับที่ให้ค่า MPG ต่ำ จึงจัดว่าดี จากตารางที่ 2 พบว่าตำรับที่ไถกลบตอซังร่วมกับมูลวัว 290 กก./ไร่ และจัดการน้ำ (F5) มี MPG ต่ำที่สุด คือ 441 กรัม CH_4/กิโลกรัม ผลผลิต และตำรับที่ไถกลบตอซังร่วมกับฟางข้าวอัตรา 800 กก./ไร่ ทำนาน้ำขังตลอดฤดูปลูก (F2) มี MPG สูงที่สุด 1,355 กรัม CH_4/กิโลกรัม ผลผลิต และแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ

ผลตอบแทนการลงทุน

ค่าใช้จ่ายที่เป็นเงินสดหรือต้นทุนผันแปรในการปฏิบัติจัดการนาข้าวนี้ แบ่งออกเป็น 2 ประเภท คือ ค่าแรงงานและค่าวัสดุการเกษตร โดยค่าแรงงานในท้องถิ่น (บ้านโกทา) อยู่ในอัตรา 150 บาท/คน/วัน ค่าเตรียมดินคิดเป็นค่าจ้างเหมารถไถเดินตาม อัตรา 450 บาท/ไร่ และค่าเก็บเกี่ยวเป็นค่าจ้างเหมาเครื่องเกี่ยวนวด อัตรา 400 บาท/ไร่ (ตารางที่ 3) เมื่อคำนวณต้นทุนการผลิตและผลกำไรที่ได้รับของการจัดการวัสดุอินทรีย์ทั้ง 6 ตำรับพบว่า ในชุดดินคล้ายพิมาย ตำรับที่ไถกลบตอซังและทำนาน้ำขังตลอดฤดูปลูก (F1) สามารถให้กำไรที่สูงที่สุด คือ 4,331 บาท/ไร่ ได้ผลตอบแทนการลงทุนเท่ากับ 3.14 (ตารางที่ 3)

วิจารณ์ผลการทดลอง

วัสดุอินทรีย์ที่สามารถหาได้ง่ายภายในท้องถิ่นสามารถช่วยเพิ่มผลผลิตข้าวได้แต่ไม่แตกต่างกันทางสถิติ (ตารางที่ 2) อย่างไรก็ตามทุกตำรับให้ผลผลิตข้าวค่อนข้างสูง 790–1,033 กก./ไร่ สูงกว่าผลผลิตข้าวนาปรังของจังหวัดขอนแก่นและภาคตะวันออกเฉียงเหนือที่ได้เพียง 472 และ 466 กก./ไร่ ตามลำดับ และยังพบว่าสูงกว่าผลผลิตข้าวเฉลี่ยของโลก 644 กก./ไร่ (สำนักงานเศรษฐกิจการเกษตร, 2548) ทั้งนี้อาจเป็นเพราะว่าที่นามีประวัติได้รับปุ๋ยเคมีในฤดูก่อน ซึ่งพบว่ามีธาตุฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์ตกค้างก่อนการทดลองสูง 53.2 มก./กก. และโพแทสเซียม 179.8 มก./กก. ที่น่าสังเกต คือ หากเป็นการใช้วัสดุอินทรีย์เป็นฤดูแรกหลังจากใช้ปุ๋ยเคมีติดต่อกันนานหลายปีนั้น แค่เพียงไถกลบตอซังที่เหลือจากการเก็บเกี่ยวนาปีร่วมกับผสมสารเร่งพด.1 เท่านั้นก็สามารถให้ผลผลิตข้าวสูงถึง 908 กก./ไร่ ทั้งนี้นอกจากจะได้รับประโยชน์จากธาตุอาหารตกค้างแล้ว ในทดลองนี้ข้าวได้น้ำพอเพียงตลอดฤดูปลูกจึงได้ผลผลิตสูง หากเป็นข้าวอินทรีย์ที่อาศัยน้ำฝนเพียงอย่างเดียวก็จะได้ผลผลิตต่อไร่ต่ำ มีรายงานว่าผลผลิตข้าวขาวดอกมะลิ 105 ที่รับปุ๋ยหมัก 1,000 กก./ไร่ ให้ผลผลิตเฉลี่ย 455 กก./ไร่ ตำรับที่ใส่ฟางข้าวในอัตราเดียวกันให้ผลผลิตเฉลี่ยไม่ต่างกัน คือ 445 กก./ไร่ ทั้งนี้ตำรับที่ไม่ได้ใส่ปุ๋ยให้ผลผลิตเฉลี่ย 422 กก./ไร่ (กรรณิกา และคณะ, 2527)

อย่างไรก็ตามจากที่ได้สังเกตการเจริญเติบโตของต้นข้าวในการทดลองตลอดฤดูปลูกโดยทั่วไปต้นข้าวเจริญเติบโตดีในทุกตำรับ ไม่มีโรคและแมลงรบกวน ซึ่งทั้งการทดลองได้ใส่สารเร่ง พด.1 เป็นที่น่าสังเกตว่าการใส่สารเร่ง พด.1 ให้ตอซัง (จากนาปี) แล้วไถกลบ หรือวัสดุอินทรีย์อื่น ๆ เช่น ฟางข้าว แกลบดำ มูลวัว หรือปุ๋ยมูลไก่อัดเม็ดนั้น คาดว่าสารเร่ง พด.1 มีส่วนเร่งการย่อยสลายวัสดุอินทรีย์ก่อให้ประโยชน์ต่อการเจริญเติบโตของต้นข้าว ส่งผลให้ผลผลิตข้าวค่อนข้างสูง 790 – 1,033 กก./ไร่ ทั้งนี้สารเร่ง พด.1 ประกอบด้วยกลุ่มจุลินทรีย์ที่ย่อยสลายเซลลูโลส โดยการผลิตเอนไซม์เซลลูเลสสำหรับย่อยสลายวัสดุอินทรีย์แปรสภาพเป็นปุ๋ยอินทรีย์ในดิน และช่วยเพิ่มความอุดมสมบูรณ์ให้แก่ดิน ซึ่งเห็นผลได้อย่างรวดเร็วภายในฤดูปลูก

อัตราการปลดปล่อยก๊าซมีเทนในช่วงระยะตั้งตัวถึงข้าวแตกกอได้รับอิทธิพลของการไถกลบตอซังจากการเตรียมดินก่อนปลูก น้ำหนักแห้งของตอซังที่ไถกลบประเมินได้ประมาณ 600 กก./ไร่ ซึ่งเป็นแหล่งสารอาหารคาร์บอนให้แก่จุลินทรีย์ดิน ประกอบกับมีน้ำขังในแปลงนาทำให้ดินอยู่ในสภาพขาดออกซิเจนซึ่งเป็นสภาพที่เหมาะสมกับการเจริญเติบโตของจุลินทรีย์ที่สร้างก๊าซมีเทน (methanogens) และพบว่าตำรับควบคุมที่ไถกลบตอซังอย่างเดียวและขังน้ำตลอดฤดูปลูก (F1) มี TME ต่ำ (273 กรัม CH_4/ตารางเมตร) เพราะได้รับปริมาณคาร์บอนทั้งหมด (total carbon, TC) ต่ำที่สุดในการทดลอง (201 กก./ไร่) ส่วนตำรับที่ไถกลบตอซังร่วมกับฟางข้าวอัตรา 800 กก./ไร่ ทำนาน้ำขังตลอดฤดูปลูก (F2) ปล่อย TME 765 กรัม CH_4/ตารางเมตร ซึ่งสูงที่สุดในการทดลองนี้

ตำรับที่ไถกลบตอซังร่วมกับฟางข้าวอัตรา 400 กก./ไร่ และแกลบดำ 1,600 กก./ไร่ (F4) มีอัตราการปล่อยก๊าซมีเทนเกิดขึ้นสูงที่สุดในการทดลอง 19,626 mg CH_4 m^{-2} d^{-1} ซึ่งเกิดขึ้นทันทีอย่างรวดเร็วหลังขังน้ำ

ทั้งนี้เพราะได้รับปริมาณคาร์บอนมากที่สุด 487.07 กก./ไร่ อย่างไรก็ตามปริมาณการปล่อย TME ตลอดฤดูปลูกของตำรับที่ไถกลบตอซังร่วมกับฟางข้าวอัตรา 800 กก./ไร่ (F3) และตำรับที่ไถกลบตอซังร่วมกับฟางข้าวอัตรา 400 กก./ไร่ และแกลบดำ 1,600 กก./ไร่ (F4) มี TME สูงปานกลาง 542.09 และ 543.03 กรัม CH_4/ตารางเมตร เนื่องจากมีปริมาณ TC สูง 467.82 และ 487.07 กก./ไร่ ในขณะเดียวกัน TME ของตำรับที่ไถกลบตอซังและมูลวัวอัตรา 290 กก./ไร่ (F5) และตำรับที่ไถกลบตอซังและปุ๋ยมูลไก่อัดเม็ดอัตรา 230 กก./ไร่ (F6) มีค่าต่ำ (257 – 269 กรัม CH_4/ตารางเมตร) ซึ่งมีปริมาณ TC ต่ำ คือ 298.55 และ 278.45 กก./ไร่ จะเห็นว่าปริมาณ TC ที่ใส่ลงไปในดินเป็นปัจจัยที่กำหนดปริมาณการปล่อยก๊าซมีเทน นอกจากปริมาณ TC แล้วคุณภาพของวัสดุอินทรีย์ (สัดส่วน C/N) ยังมีผลต่อปริมาณ TME คือ ค่า C/N ต่ำลงจะปล่อย TME น้อยกว่า และค่า C/N สูงจะปล่อย TME มากกว่า ทั้งนี้ปริมาณ C/N ของวัสดุอินทรีย์ที่เติมต้องน้อยกว่า 100 จึงจะเกิดปรากฏการณ์ดังกล่าว ในอนาคตหากได้ทำการทดสอบสัดส่วน C/N ของวัสดุอินทรีย์ต่อปริมาณการปล่อยก๊าซมีเทนโดยบ่มดินกับวัสดุอินทรีย์ในห้องปฏิบัติการก็จะเป็นการยืนยันปรากฏการณ์ข้างต้นได้

อย่างไรก็ตามปริมาณการปล่อยก๊าซมีเทนจะขึ้นอยู่กับชนิดของวัสดุอินทรีย์และการจัดการ (management practices) ในแปลงนาด้วย ดังนั้นหากมีการใช้อินทรียวัตถุในนาควรจัดการให้มีอัตราส่วนระหว่างคาร์บอนและไนโตรเจน (สัดส่วน C/N) ต่ำลงก่อน โดยการหมักในสภาพมีอากาศหรือการไถกลบเศษวัชพืชและตอซังข้าวที่ค้างในนาขณะดินแห้งทิ้งไว้ประมาณ 2 สัปดาห์ก่อนการเตรียมดินปลูก เพื่อให้อินทรียวัตถุย่อยสลายก่อน (ลดสัดส่วน C/N ลง) แล้วจึงนำไปใส่นาจะช่วยลดก๊าซมีเทนได้มาก (นิวัติ, 2540; พัชรี และคณะ, 2545) Le Mer and Roger (2001) ได้รวบรวมผลงานวิจัยและสรุปว่า การใส่ฟางข้าว 5–12 ตัน/เฮกแตร์ (800–1,920 กก./ไร่) มีสัดส่วน C/N 60 ทำให้มีการปล่อย CH_4 มากขึ้น 2–9 เท่าของแปลงที่ไม่ใส่ฟางข้าว ส่วนการใช้ปุ๋ยพืชสด (*Sesbania*) ที่มีสัดส่วน C/N ต่ำกว่าฟางข้าวพบว่ามีการปล่อย CH_4 เพิ่มขึ้น 2–5 เท่า เมื่อเทียบกับแปลงที่ไม่ใส่ และปริมาณการปล่อย CH_4 จะเพิ่มขึ้นตามปริมาณปุ๋ยพืชสด แต่ถ้าใส่ฟางข้าวหมักที่มีสัดส่วน C/N ต่ำลง จะพบการปล่อย CH_4 เพิ่มขึ้นน้อยกว่า 2 เท่าเมื่อเทียบกับแปลงที่ไม่ใส่

ส่วนช่วงที่สองถึงสี่เป็นช่วงที่มีน้ำขังในแปลงนาตลอดเวลาเนื่องจากทางเขื่อนน้ำพองมีการปล่อยน้ำชลประทานในฤดูนี้มากกว่าปกติและยังมีฝนตกบ้างในเดือนเมษายน–พฤษภาคม ทำให้มีน้ำขังในแปลงนาค่อนข้างนาน ปรากฏการณ์ดังกล่าวทำให้ดินอยู่ในสภาพขาดออกซิเจน (anaerobic) เหมาะสมต่อการเกิดก๊าซมีเทน (ทำให้มีปริมาณน้ำในนาเฉลี่ยทั้งการทดลอง 719 ลบ.ม./ไร่) ซึ่งปริมาณน้ำในดินนี้ส่งผลต่อปริมาณ TME เช่นเดียวกัน รายงานของ ปิยบุตร (2536) ที่รายงานว่าระดับน้ำที่สูงขึ้นจะส่งผลให้ปริมาณการปล่อยก๊าซมีเทนสูงขึ้นด้วยในขณะที่อัตราการปล่อยก๊าซมีเทนลดต่ำลงในช่วงที่มีการระบายน้ำออกเพราะดินมีการถ่ายเทอากาศที่ดีขึ้นนั้นเป็นสภาพที่ไม่เหมาะสมต่อการเจริญเติบโตของจุลินทรีย์ที่ทำให้เกิดก๊าซมีเทน (methanogens) เช่นเดียวกับที่ Liou et al. (2003) กล่าวว่าการจัดการน้ำเป็นปัจจัยสำคัญในการปลูกข้าวโดยการปล่อยให้ดินอยู่ในสภาพถ่ายเทอากาศได้ (aerobic) ช่วงสั้นในระยะข้าวแตกกอและก่อนเก็บเกี่ยวจะทำให้ผลผลิตข้าวเพิ่มขึ้น และลดการปลดปล่อย CH_4 ได้ ซึ่งสอดคล้องกับการทดลองเกี่ยวกับการจัดการน้ำที่ประเทศจีนในฤดูนาปรังปี 1995 ของ Buendia et al. (1997) ที่พบว่าการระบายน้ำออกเมื่อข้าวอายุได้ 10 และ 35 วันหลังปักดำ นาน 4 วัน และระบายน้ำออกนาน 8 วัน เมื่อข้าวอายุประมาณ 60 วันหลังปักดำ หรือในช่วงปลายของระยะข้าวแตกกอ (late tillering) จะทำให้การปล่อย CH_4 ลดลงถึง 55 เปอร์เซ็นต์ และให้ผลผลิตสูงกว่าเมื่อเทียบกับนาที่ขังน้ำตลอดฤดูปลูก ขณะที่ Singh et al. (2003) พบว่า เมื่อมีการระบายน้ำออกในช่วงสั้นที่ระยะช่อดอกโผล่ (heading stage) หรือประมาณ 56 วันหลังปลูก จะทำให้การปล่อย CH_4

ลดลงถึง 61 เปอร์เซ็นต์ เมื่อเปรียบเทียบกับแปลงที่มีการใส่ฟางข้าวร่วมกับปุ๋ยชีวภาพ (biofertilizer) ที่ขังน้ำ

จากการศึกษาและสำรวจผลของปัจจัยต่าง ๆ ในการผลิตข้าวของเกษตรกรที่จังหวัดขอนแก่นโดยพัชรี และคณะ ระหว่าง พ.ศ. 2542 – 2547 จำนวน 10 ฤดูปลูก รวม 91 แปลง พบว่าดัชนีที่ใช้ในการพิจารณาการปล่อยก๊าซมีเทน ได้แก่ ปริมาณก๊าซมีเทนตลอดฤดูปลูก (total methane emission, TME) และปริมาณก๊าซมีเทนต่อหน่วยผลผลิตข้าว (methane emission per unit grain, MPG) ของแปลงที่ให้ผลผลิตข้าวสูงกว่าค่าเฉลี่ยของโลก 619 กก./ไร่ (สำนักงานเศรษฐกิจการเกษตร 2548) นั้น TME มีค่า 19.90 กรัม/ตารางเมตร (~20 กรัม/ตารางเมตร) และ MPG มีค่า 39.79 กรัม CH_4/กิโลกรัม ผลผลิต (~40 กรัม CH_4/กิโลกรัม ผลผลิต) (พัชรี และคณะ, 2545) ข้างต้นเป็นการรวบรวมค่า TME และ MPG ที่ได้จากแปลงนาเกษรกรทั่วไปที่ใช้ปุ๋ยเคมีอัตราต่ำเป็นพื้นฐานในการผลิตข้าว ซึ่งในการทดลองนี้พบว่ามี TME เฉลี่ย 441.45 กรัม CH_4/ตารางเมตร และ MPG เฉลี่ย 783.52 กรัม CH_4/กิโลกรัม ผลผลิต ซึ่งสูงกว่าที่พัชรี และคณะ (2545) พบ เนื่องจากการทดลองผลิตข้าวอินทรีย์นี้ใส่วัสดุอินทรีย์ที่มีสัดส่วน C/N สูง และมี TC ในปริมาณสูง เมื่อเปรียบเทียบกับงานทดลองของพัชรี และคณะ (2545) จึงทำให้ปริมาณ TME สูงขึ้น 22 เท่า และ MPG สูงขึ้น 20 เท่า ดังนั้นในการปลูกข้าวอินทรีย์ควรระมัดระวังในเรื่องการจัดการน้ำและวัสดุอินทรีย์เป็นสำคัญ

ก๊าซมีเทนที่ปล่อยออกจากดินนาเป็นผลิตภัณฑ์ที่ได้จากอินทรีย์คาร์บอนในดินทั้งที่มีอยู่ในดินก่อนมีการปลูกข้าวและที่ใส่ให้ในรูปของวัสดุปรับปรุงดิน ซึ่งเป็นส่วนที่ย่อยสลายง่าย (easily decomposable organic carbon) หรือเป็นอินทรีย์คาร์บอนส่วนที่เปลี่ยนแปลงง่าย (labile) สลายตัวได้ทันทีในสภาพแวดล้อมที่เหมาะสม ที่ดินมีความชื้นสูงแบบอิ่มตัวในสภาพที่ขาดก๊าซออกซิเจน (anaerobic condition) โดยกิจกรรมของจุลินทรีย์ดิน methanogens ซึ่งเป็น heterotrophic archaeans

สรุปผลการทดลอง

ตำรับที่ไถกลบตอซังและทำนาน้ำขังตลอดฤดูปลูก (F1) ให้ผลผลิตข้าวสูง 908 กก./ไร่ โดยที่ในการผลิตข้าว 1 กก. นั้นปล่อยก๊าซมีเทน 479 กรัม CH_4/กิโลกรัม ผลผลิต และปล่อยก๊าซมีเทนลดลง 64.4 เปอร์เซ็นต์ เมื่อเทียบกับตำรับที่ไถกลบตอซังร่วมกับฟางข้าวอัตรา 800 กก./ไร่ และทำนาน้ำขังตลอดฤดูปลูก (F2) ซึ่งปล่อยก๊าซมีเทน 1,355 กรัม CH_4/กิโลกรัม ผลผลิต ตำรับที่ให้ผลผลิตสูงที่สุดในการทดลอง 1,033 กก./ไร่ (F4) โดยที่ในการผลิตข้าว 1 กก. นั้นปล่อยก๊าซมีเทน 841 กรัม CH_4/กิโลกรัม ผลผลิต และปล่อยก๊าซมีเทนลดลง 29 เปอร์เซ็นต์ เมื่อเทียบกับตำรับที่ไถกลบตอซังร่วมกับฟางข้าวอัตรา 800 กก./ไร่ และทำนาน้ำขังตลอดฤดูปลูก (F2) ตำรับที่ไถกลบตอซังและทำนาน้ำขังตลอดฤดูปลูก (F1) ให้กำไรสูงที่สุดในการทดลอง 4,331 บาท/ไร่ และได้ผลตอบแทนการลงทุนสูงที่สุดในการทดลองเช่นกัน 3.14 ในขณะที่ตำรับที่ไถกลบตอซัง ใส่ฟางข้าว 400 กก./ไร่ ร่วมกับแกลบดำ 1,600 กก./ไร่ (F4) ให้กำไร 3,191 บาท/ไร่ และได้ผลตอบแทนการลงทุนต่ำ 1.79 การใส่ พด.1 ร่วมกับวัสดุอินทรีย์ช่วยให้สภาพต่าง ๆ เอื้อต่อการผลิตข้าว

กิตติกรรมประกาศ

โครงการวิจัยนี้ได้รับการสนับสนุนทุนวิจัยภายใต้ข้อตกลงความร่วมมือทางวิชาการ ด้านการวิจัยพัฒนาและการจัดการทรัพยากรดิน ระหว่างกรมพัฒนาที่ดินและมหาวิทยาลัยขอนแก่น (พด-มข) และได้รับการสนับสนุนทุนวิจัยประเภททุนอุดหนุนทั่วไปปีงบประมาณ พ.ศ. 2549 ภายใต้ชุดโครงการวิจัยและพัฒนาข้าวหอมอินทรีย์ คณะวิจัยใคร่ขอขอบพระคุณมา ณ โอกาสนี้

เอกสารอ้างอิง

กรรณิกา นากลาง สว่าง โรจนสกุล และเบญจรัตน์ สวันตรัจฉ์. 2527. อิทธิพลของการใช้ปุ๋ยหมักปุ๋ยพืชสดและฟางข้าวติดต่อกันเป็นระยะนานต่อ

อินทรียวัตถุในดินและผลผลิตข้าว. ใน: **รายงานผลการค้นคว้าวิจัยดินและปุ๋ยข้าว,** หน้า 8-17. กรุงเทพฯ: กองปฐพีวิทยา กรมวิชาการเกษตร.

นิวัติ เจริญศิลป์. 2540. **การเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ: ก๊าซมีเทนจากนาข้าว.** กรุงเทพฯ: ศูนย์วิจัยข้าวปราจีนบุรี สถาบันวิจัยข้าว กรมวิชาการเกษตร.

ปิยบุตร วานิชพงษ์พันธุ์. 2536. **การปลดปล่อยและปัจจัยที่มีอิทธิพลต่อการปลดปล่อยก๊าซมีเทนจากนาข้าว.** วิทยานิพนธ์ปริญญาวิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาเทคโนโลยีสิ่งแวดล้อม สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี.

พัชรี แสนจันทร์ ดวงสมร ตุลาพิทักษ์ เทพฤทธิ์ ตุลาพิทักษ์ และศุภชัย ตั้งชูพงศ์. 2545. **ปริมาณการปลดปล่อยก๊าซมีเทนจากนาข้าวเกษตรกรในภาคตะวันออกเฉียงเหนือ.** รายงานการวิจัยฉบับสมบูรณ์. สำนักงานกองทุน 3 สนับสนุนการวิจัย.

พัชรี แสนจันทร์ และสิริธร คมน์ทิพยรัตน์. 2549. การจัดการปุ๋ยและน้ำเพื่อเพิ่มผลผลิตข้าวนาหว่านน้ำตมและลดการปล่อยก๊าซมีเทน. **วารสารสำนักงานคณะกรรมการวิจัยแห่งชาติ** 38(1): 13 -32.

สำนักงานนโยบายและแผนสิ่งแวดล้อม. 2543. **การเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ.** กรุงเทพฯ: กระทรวงวิทยาศาสตร์เทคโนโลยีและสิ่งแวดล้อม.

สำนักงานเศรษฐกิจการเกษตร. 2548. **สถิติการเกษตรของประเทศไทยปีเพาะปลูก 2546/2547.** กรุงเทพฯ: กระทรวงเกษตรและสหกรณ์.

Buendia, L.V., Neue, H.-U., Wassmann, R., Lantin, R.S. and Javellana, A.M. 1997. Understanding the Nature of Methane Emission from Rice Ecosystems as Basis of Mitigation Strategies. **Applied Energy** 56: 433-444.

Le Mer, J. and Roger, P. 2001. Production, oxidation, emission and consumption of methane by soil: A review. **Eur J Soil Biol** 37: 25-50.

Liou, R.-M., Huang, S.-N. and Lin., C.-W. 2003. Methane emission from fields with differences in nitrogen fertilizers and rice varieties in Taiwan paddy soils. **Chemosphere** 50: 237-246.

Saenjan, P., Tulaphitak, D., Tulaphitak, T., Tangchupong, S. and Jearakongman, S. 2002. Methane emission from Thai farmers' paddy fields as a basis for appropriate mitigation technologies. Transactions of Soil Science: Confronting New Realties in the 21st Century. In: **17th World Congress of Soil Science,** 14-21 August 2002, Bangkok, Thailand.

Singh, S.N., Verma, A. and Tyagi, L. 2003. Investigation options for attenuating methane emission from Indian rice fields. **Environment International** 29: 547-553.

ตารางที่ 1 ปริมาณคาร์บอนและไนโตรเจนทั้งหมด และสัดส่วนคาร์บอนและไนโตรเจนในวัสดุอินทรีย์ในตำรับทั้ง 6 ตำรับ

Treatment[1/]	Added organic amendments (กก./ไร่)	TC(กก./ไร่)	TN(กก./ไร่)	C:N ratio
F1	600	200.64	1.80	111.55
F2	1400	467.82	5.03	93.00
F3	1400	467.82	5.03	93.00
F4	3200	487.07	5.17	94.27
F5	890	298.55	5.02	59.43
F6	830	278.45	5.27	52.84

[1/] F1) ไถกลบตอซัง + พด.1 และทำนาน้ำขังตลอดฤดูปลูก
F2) ไถกลบตอซัง + ฟางข้าว 800 กก./ไร่ + พด.1
F3) ไถกลบตอซัง + ฟางข้าว 800 กก./ไร่ + พด.1
F4) ไถกลบตอซัง + ฟางข้าว 400 กก./ไร่ + แกลบดำ 1,600 กก./ไร่ + พด.1
F5) ไถกลบตอซัง + มูลวัว 290 กก./ไร่ + พด.1
F6) ไถกลบตอซัง + ปุ๋ยมูลไก่อัดเม็ด 230 กก./ไร่ + พด.1

ตารางที่ 2 ผลผลิตข้าวนาหว่านพันธุ์ชัยนาท 1 ปริมาณการปล่อยก๊าซมีเทนทั้งหมด (TME) ปริมาณการปล่อยก๊าซมีเทนต่อข้าวหนึ่งกิโลกรัม (MPG) และปริมาตรน้ำในแปลงนาที่ได้รับวัสดุอินทรีย์

Treatment[1/]	Yield(กิโลกรัม/ไร่)[2/]	TME (กรัม CH_4/ตารางเมตร)[2/]	MPG (กรัม CH_4/กิโลกรัม ผลผลิต)[2/]	Paddy-soil water (ลูกบาศก์เมตร/ไร่) [2/]
F1	908 + 152 ns	273 + 61 b (-64.4)[3/]	479 + 111 b	713 + 6 ns
F2	920 + 205 ns (+1.3)[3/]	765 + 291 a	1,355 + 514 a	718 + 5 ns
F3	790 + 39 ns (-12.9)[3/]	542 + 196 ab (-29.1)[3/]	1,097 + 397 a	719 + 6 ns
F4	1,033 + 204 ns (+13.8)[3/]	543 + 119 ab (-29.0)[3/]	841 + 184 ab	728 + 9 ns
F5	932 + 47 ns (+2.6)[3/]	257 + 69 b (-66.4)[3/]	441 + 119 b	717 + 7 ns
F6	882 + 41 ns (-2.8)[3/]	269 + 64 b (-64.3)[3/]	488 + 116 b	718 + 12 ns
Mean	911	441	784	719
CV (%)	16.5	35.9	36.2	1.2

[1/] F1) ไถกลบตอซัง + พด.1 และทำนาน้ำขังตลอดฤดูปลูก
F2) ไถกลบตอซัง + ฟางข้าว 800 กก./ไร่ + พด.1
F3) ไถกลบตอซัง + ฟางข้าว 800 กก./ไร่ + พด.1
F4) ไถกลบตอซัง + ฟางข้าว 400 กก./ไร่ + แกลบดำ 1,600 กก./ไร่ + พด.1
F5) ไถกลบตอซัง + มูลวัว 290 กก./ไร่ + พด.1
F6) ไถกลบตอซัง + ปุ๋ยมูลไก่อัดเม็ด 230 กก./ไร่ + พด.1

[2/] ข้อมูลในคอลลัมน์ที่กำกับด้วยอักษรเดียวกัน ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติที่ความเชื่อมั่น 95% โดยวิธี DMRT

ตารางที่ 3 ต้นทุน รายได้ กำไร และผลตอบแทน การผลิตข้าวนาหว่านพันธุ์ชัยนาท 1 ที่ได้รับวัสดุอินทรีย์และจัดการน้ำขังสลับกับดินแห้ง

ค่าใช้จ่าย	F1[1/]	F2[1/]	F3[1/]	F4[1/]	F5[1/]	F6[1/]
1. ค่าแรงงาน[2/]						
1.1 เตรียมดิน	1,350	1,350	1,350	1,350	1,350	1,350
1.2 หว่านเมล็ด	15	15	15	15	15	15
1.3 ค่ากำจัดแมลง	60	60	60	60	60	60
1.4 ค่าใส่วัสดุอินทรีย์	0	15	15	15	15	15
1.5 ค่าเก็บเกี่ยว	400	400	400	400	400	400
2. ค่าวัสดุการเกษตร[3/]						
2.1 เมล็ดพันธุ์	200	200	200	200	200	200
2.2 ฟางข้าว	0	800	800	400	0	0
2.3 แกลบดำ	0	0	0	1,600	0	0
2.4 มูลวัว	0	0	0	0	2,320	0
2.5 ปุ๋ยมูลไก่อัดเม็ด	0	0	0	0	0	1,380
ต้นทุนรวม[4/]	2,025	2,840	2,840	4,040	4,360	3,420
ผลผลิต (กก./ไร่)	908	920	790	1033	932	882
ราคาผลผลิต (บาท/กก.)[5/]	7	7	7	7	7	7
รายได้ (บาท/ไร่)[6/]	6,356	6,440	5,530	7,231	6,524	6,174
กำไร (บาท/ไร่)[7/]	4,331	3,600	2,690	3,191	2,164	2,754
ผลตอบแทนการลงทุน[8/]	3.14	2.27	1.95	1.79	1.50	1.81

[1/] F1) ไถกลบตอซัง + พด.1 และทำนาน้ำขังตลอดฤดูปลูก, F2) ไถกลบตอซัง + ฟางข้าว 800 กก./ไร่ + พด.1, F3) ไถกลบตอซัง + ฟางข้าว 800 กก./ไร่ + พด.1, F4) ไถกลบตอซัง + ฟางข้าว 400 กก./ไร่ + แกลบดำ 1,600 กก/ไร่ + พด.1, F5) ไถกลบตอซัง + มูลวัว 290 กก./ไร่ + พด.1, F6) ไถกลบตอซัง + ปุ๋ยมูลไก่อัดเม็ด 230 กก./ไร่ + พด.1

[2/] 1.1 = ค่าแรงงาน 450 บาท/ไร่ (ไถ 3 ครั้ง) 1.2 = ค่าหว่านข้าว 150 บาท/10 ไร่/วัน
1.3 = ค่ากำจัดแมลง 150 บาท/5 ไร่/วัน (2 ครั้ง/ฤดู) 1.4 = ค่าหว่านวัสดุอินทรีย์ 150 บาท/10 ไร่/วัน
1.5 = ค่าเก็บเกี่ยว 400 บาท/ไร่

[3/] 2.1 = เมล็ดพันธุ์ 10 บาท/กก. (ใช้อัตรา 20 กก./ไร่) 2.2 = ค่าฟางข้าว 1 บาท/กก.
2.3 = ค่าแกลบดำ 1 บาท/กก. 2.4 = ค่าปุ๋ยขี้วัว 8 บาท/กก. 2.5 = ค่าปุ๋ยมูลไก่อัดเม็ด 6 บาท/กก.

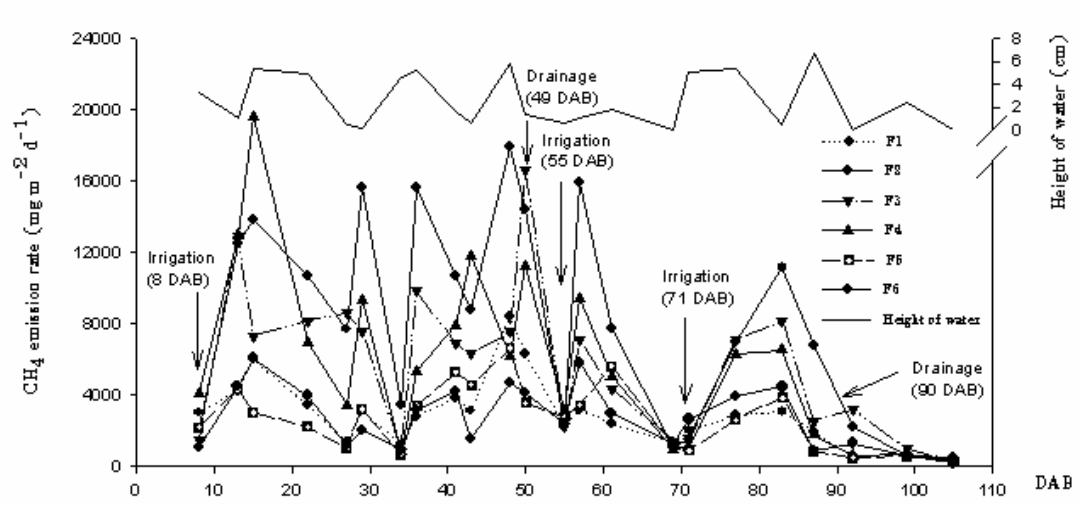
[4/] ต้นทุนรวม ได้จากผลรวมเฉพาะต้นทุนผันแปรที่เป็นเงินสด (ค่าแรงงานและค่าวัสดุอุปกรณ์)

[5/] ราคาผลผลิต (บาท/กก.) เป็นราคาข้าวที่เกษตรกรบ้านโกทา ต.ศิลา อ.เมือง จ.ขอนแก่น ขายได้ ณ ไร่นา

[6/] รายได้ (บาท/ไร่) เป็นผลคูณของผลผลิตข้าว (กก./ไร่) กับราคาผลผลิต (บาท/กก.)

[7/] กำไร (บาท/ไร่) ได้จากผลต่างระหว่างรายได้ (บาท/ไร่) กับต้นทุนรวม (บาท/ไร่)

[8/] ผลตอบแทนการลงทุน เป็นสัดส่วนระหว่างรายได้ (บาท/ไร่) กับต้นทุนรวม (บาท/ไร่)



รูปที่ 1 อัตราการปล่อยก๊าซมีเทนในนาหว่านข้าวพันธุ์ชัยนาท 1 ที่ได้รับวัสดุอินทรีย์ต่างชนิดกัน