



รายงานวิจัยฉบับสมบูรณ์

โครงการ "การปล่อยออกของก๊าซมีเทนจากนาข้าวในประเทศไทยและการจัดทำฐานข้อมูล"

โดย นางพิมพ์พันธ์ เจิมสวัสดิพงษ์ และคณะ

28 กุมภาพันธ์ 2545

รายงานวิจัยฉบับสมบูรณ์

โครงการ “การปล่อยออกของก๊าซมีเทนจากนาข้าวในประเทศไทย และการจัดทำฐานข้อมูล”

คณะผู้วิจัย

นางพิมพ์พันธ์ เจิมสวัสดิพงษ์
นายอรรถศิษฐ์ วงศ์มณีโรจน์
นางลัดดาวัลย์ กรรณนุช

นายนิวัติ เจริญศิลป์

น.ส.ประไพ ชัยโรจน์

น.ส.हरรรษา คุณาไท

สังกัด

คณะเกษตร มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์
คณะเกษตร มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์
สถาบันข้าวกรมวิชาการเกษตร
กระทรวงเกษตรและสหกรณ์
สถาบันข้าวกรมวิชาการเกษตร
กระทรวงเกษตรและสหกรณ์
กองปฐพี กรมวิชาการเกษตร
กระทรวงเกษตรและสหกรณ์
กองปฐพี กรมวิชาการเกษตร
กระทรวงเกษตรและสหกรณ์

สนับสนุนโดยสำนักงานกองทุนสนับสนุนการวิจัย
ชุดโครงการ เพื่อการจัดการทรัพยากรธรรมชาติ ดุลยภาพสิ่งแวดล้อม
และสวัสดิการสาธารณะ

สัญญาเลขที่ RDG3/11/2542

โครงการ “การปล่อยออกของก๊าซมีเทนจากนาข้าวในประเทศไทยและการจัดทำฐานข้อมูล”

สรุปรายงานความก้าวหน้าครั้งที่ 1

รายงานในช่วงตั้งแต่ : วันที่ 1 พฤษภาคม 2542 ถึงวันที่ 1 พฤศจิกายน 2542

ชื่อหัวหน้าโครงการ : นางพิมพ์นธ์ เจิมสวัสดิพงษ์

หน่วยงาน : มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

นักวิจัยร่วมส่วนกลาง :

รายชื่อนักวิจัย	หน่วยงาน
1. นายอรรถศิษฐ์ วงศ์มณีโรจน์	ภาควิชาปฐพีวิทยา คณะเกษตร มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ วิทยาเขตกำแพงแสน นครปฐม
2. นางลัดดาวัลย์ กรรณนุช	ศูนย์วิจัยข้าวปทุมธานี จังหวัดปทุมธานี สถาบันวิจัยข้าวกรมวิชาการเกษตร กระทรวงเกษตรและสหกรณ์
3. นายนิวัติ เจริญศิลป์	ศูนย์วิจัยข้าวปราจีนบุรี จังหวัดปราจีนบุรี สถาบันวิจัยข้าว กรมวิชาการเกษตร กระทรวงเกษตรและสหกรณ์
4. น.ส.ประไพ ชัยโรจน์	กลุ่มงานวิจัยเคมีดิน กองปฐพีวิทยา กรมวิชาการเกษตร กระทรวงเกษตรและสหกรณ์
5. น.ส.हरรรษา คุณาไท	กลุ่มงานวิจัยปุ๋ยข้าว กองปฐพีวิทยา กรมวิชาการเกษตร กระทรวงเกษตรและสหกรณ์

นักวิจัยร่วมในพื้นที่ทดลอง : เป็นนักวิจัยจากสถาบันวิจัยข้าว กรมวิชาการเกษตร กระทรวงเกษตรและสหกรณ์ ซึ่งทำงานประจำตามศูนย์วิจัยและสถานีทดลองข้าวต่าง ๆ ดังนี้

รายชื่อนักวิจัย	หน่วยงาน
1. นางกิ่งแก้ว คุณเขต	ศูนย์วิจัยข้าวปทุมธานี จังหวัดปทุมธานี
2. นายจตุรงค์ พิพัฒน์พริยานนท์	สถานีทดลองข้าวโคกสำโรง จังหวัดลพบุรี
3. ดร.นิวัฒน์ นีรังก์	ศูนย์วิจัยข้าวพิษณุโลก จังหวัดพิษณุโลก
4. นายนพรัตน์ ม่วงประเสริฐ	ศูนย์วิจัยข้าวแพร่ จังหวัดแพร่
5. นายปัญญา ร่มเย็น	สถานีทดลองข้าวพิมาย จังหวัดนครราชสีมา
6. นายพิบูลวัฒน์ ยั่งสุข	สถานีทดลองข้าวสกลนคร จังหวัดสกลนคร
7. นายประเสริฐ ชัยวัฒน์	ศูนย์วิจัยข้าวอุบลราชธานี จังหวัดอุบลราชธานี
8. นายสุรพล จัตุพร	สถานีทดลองข้าวสุพรรณบุรี จังหวัดสุพรรณบุรี
9. นายอำพล อัสวโสภณกุล	สถานีทดลองข้าวบางเขน จังหวัดกรุงเทพฯ
10. นายอาทิตย์ กุคำอุ	ศูนย์วิจัยข้าวพิษณุโลก จังหวัดพิษณุโลก

สารบัญ

Executive Summary	3
บทคัดย่อ	8
Abstract	9
เนื้อหางานวิจัย	10
บทนำ	10
วัตถุประสงค์ของโครงการ	11
การดำเนินงานของโครงการ	11
โครงการที่ 1 เรื่อง การสำรวจข้อมูลพื้นที่และวิธีการทำนาในประเทศไทย	12
วัตถุประสงค์	12
อุปกรณ์และวิธีการ	12
ผลการวิจัย	13
โครงการที่ 2 เรื่อง การปลดปล่อยก๊าซมีเทนจากนาข้าวที่มีวิธีการทำนาแบบต่าง ๆ	28
1. การศึกษาผลกระทบของการใส่อินทรีย์วัตถุต่อการปลดปล่อยก๊าซมีเทนจากนาข้าว	29
1.1. การทดลองที่อำเภอโคกสำโรง จังหวัดลพบุรี	29
1.2. การทดลองที่อำเภอพิมาย จังหวัดนครราชสีมา	37
1.3. การทดลองที่จังหวัดอุบลราชธานี	44
1.4. การทดลองที่จังหวัดสกลนคร	51
2. การปลดปล่อยก๊าซมีเทนของข้าวสายพันธุ์ต่าง ๆ	55
2.1 การทดลองการปลดปล่อยก๊าซมีเทนจากข้าวสายพันธุ์ดี	55
2.2 การปลดปล่อยก๊าซมีเทนจากพันธุ์ข้าวขึ้นน้ำและข้าวทนน้ำลึก	61
3. ผลกระทบของการลดการไถพรวนดินและวิธีการปลูกต่อการปลดปล่อยก๊าซมีเทน	71
3.1 การศึกษาที่สถานีทดลองข้าวบางเขน กรุงเทพฯ	72
3.2 การศึกษาที่ศูนย์วิจัยข้าวพิษณุโลก	77
3.4 การทดลองที่ศูนย์วิจัยข้าวพัทลุง	90
โครงการที่ 3 เรื่อง การปลดปล่อยก๊าซมีเทนในการทำนาปรัง ที่มีการลดความชื้นดิน ในสภาพไร่นาและในเรือนทดลอง	95
การทดลองกลุ่มที่ 1 การปลดปล่อยก๊าซมีเทนในการทำนาปรัง ที่มีการควบคุมความชื้นดิน ในสภาพไร่นา	96
การทดลองกลุ่มที่ 2 การปลดปล่อยก๊าซมีเทนในสภาพเรือนทดลอง ที่มีการควบคุม ความชื้นดิน	104
1. การทดลองที่ศูนย์วิจัยข้าวปราจีนบุรี	105

2. การทดลองปลูกข้าวในกระถางที่ภาควิชาปฐพีวิทยา คณะเกษตร มหาวิทยาลัย

เกษตรศาสตร์.....	115
สรุปผลการศึกษา.....	129
เอกสารอ้างอิง.....	132
ภาคผนวกที่ 1	134
ภาคผนวกที่ 2	143
ภาคผนวกที่ 3	149
ภาคผนวกที่ 4	155
ภาคผนวกที่ 5	158

สัญญาเลขที่ RDG3/11/2542

โครงการ “การปล่อยออกของก๊าซมีเทนจากนาข้าวในประเทศไทยและการจัดทำฐานข้อมูล”

รายงานฉบับสมบูรณ์

ชื่อหัวหน้าโครงการ : นางพิมพ์พันธ์ เจริญสวัสดิพงษ์

หน่วยงาน : มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

Executive Summary

โครงการวิจัยนี้ได้รับเงินทุนสนับสนุนจากสำนักงานกองทุนสนับสนุนการวิจัย ฝ่ายสนับสนุนการวิจัยด้านวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีเพื่อการจัดการทรัพยากรธรรมชาติ ดุลยภาพสิ่งแวดล้อมและสวัสดิการสาธารณะ โดยเป็นโครงการวิจัยร่วมระหว่างมหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์และกรมวิชาการเกษตร กระทรวงเกษตรและสหกรณ์ มีวัตถุประสงค์เพื่อหาข้อมูลพื้นฐานสำหรับการประเมินปริมาณการปลดปล่อยก๊าซมีเทนจากนาข้าวในประเทศไทย โดยเฉพาะค่าสัมประสิทธิ์การปล่อยก๊าซมีเทนจากนาข้าว ซึ่งผันแปรเป็นอย่างมากกับสภาพแวดล้อม ระบายน้ำ (water regime) สมบัติของดิน วิธีการปลูก การจัดการดินและปุ๋ย การดำเนินงานของโครงการวิจัยนี้ แบ่งออกเป็น 3 กิจกรรมด้วยกัน คือ

1. การสำรวจข้อมูลพื้นที่และวิธีการทำนาในประเทศไทย
2. การปลดปล่อยก๊าซมีเทนจากนาข้าวที่มีวิธีการทำนาแบบต่าง ๆ
3. การปลดปล่อยก๊าซมีเทนในการทำนาปรังที่มีการควบคุมความชื้นของดิน

การสำรวจข้อมูลพื้นที่และวิธีการทำนาในประเทศไทย

ทางโครงการวิจัยได้ทำการสำรวจสภาพแวดล้อมและวิธีการทำนาของชาวนาโดยการสอบถามจากเกษตรกรโดยตรง ทั้งนี้เนื่องจากประเทศไทยยังขาดข้อมูลหลายอย่างที่ต้องใช้ในการประเมินปริมาณการปล่อยออกก๊าซมีเทนจากนาข้าวของประเทศ โดยเฉพาะพื้นที่นาภายใต้ระบบน้ำต่าง ๆ รวมทั้งวิธีการจัดการดินและปุ๋ยของเกษตรกร ซึ่งเป็นปัจจัยสำคัญต่ออัตราการปลดปล่อยก๊าซมีเทน จึงได้ทำการสำรวจพื้นที่ปลูกข้าวที่สำคัญทั้ง 4 ภูมิภาคของประเทศรวม 60 จังหวัด

พื้นที่นาภายใต้ระบบน้ำต่าง ๆ พื้นที่นาที่สำรวจส่วนใหญ่ของประเทศอยู่ในเขตเกษตรน้ำฝนแห้งแล้ง (Rainfed, drought prone) 47% เขตชลประทาน (Irrigated) 34% และเขตเกษตรน้ำฝนที่มีน้ำท่วม (Rainfed, flood prone) 18%

เนื้อดิน ดินนาส่วนใหญ่ในเขตชลประทานภาคกลางเป็นดินเนื้อละเอียด ภาคเหนือเป็นดินเนื้อปานกลางค่อนข้างหยาบ ภาคใต้เป็นดินเนื้อปานกลาง ส่วนภาคตะวันออกเฉียงเหนือเป็นดินเนื้อปานกลางค่อนข้างหยาบส่วนใหญ่ซึ่งพบกระจายอยู่ในเขตเกษตรน้ำฝนแห้งแล้ง

การใช้ปุ๋ยอินทรีย์ การใช้ปุ๋ยอินทรีย์ในการทำนาข้าวพบว่าการใส่ปุ๋ยอินทรีย์น้อยมากและใส่ในอัตราต่ำ โดยปุ๋ยที่นำมาใช้นั้นเป็นปุ๋ยที่หาได้ในพื้นที่ โดยเฉพาะปุ๋ยคอก มีการซื้อปุ๋ยอินทรีย์สำเร็จรูปใช้บ้างเล็กน้อย จากการสำรวจพบว่าพื้นที่นาในภาคตะวันออกเฉียงเหนือมีการใช้ปุ๋ยอินทรีย์สูงสุดถึง 40% ของพื้นที่ และส่วนใหญ่ใช้ในเขตเกษตรน้ำฝน ส่วนนาในภาคเหนือและภาคกลางพบว่าพื้นที่นาสูงถึง 98% ของพื้นที่ไม่มีการใช้ปุ๋ยอินทรีย์เลย ซึ่งสูงกว่าที่พบในภาคใต้ 10% การใช้ปุ๋ยอินทรีย์ส่วนใหญ่ใช้มากในเขตเกษตรน้ำฝนมากกว่าเขตชลประทาน

การใช้ปุ๋ยเคมี ชาวนาใช้ปุ๋ยเคมีในอัตราที่ต่ำกว่าอัตราที่ทางราชการแนะนำมาก ส่วนใหญ่แบ่งใส่ 2 ครั้ง ในอัตราเฉลี่ย 1-5 กก. ต่อไร่ สำหรับนาภาคกลางในเขตพื้นที่ชลประทานมีการใช้ปุ๋ยเคมีอัตราค่อนข้างสูงประมาณ 10-20 กก. ต่อไร่ ส่วนภาคตะวันออกเฉียงเหนือพบว่าส่วนใหญ่ใช้ในอัตราต่ำกว่า 1 กก. ต่อไร่

พันธุ์ข้าว ชาวนาไทยยังคงนิยมปลูกข้าวพันธุ์พื้นเมืองมาก โดยเฉพาะภาคใต้ที่ปลูกข้าวพันธุ์พื้นเมืองมากกว่า 80% ของพื้นที่ ภาคตะวันออกเฉียงเหนือปลูกข้าวพันธุ์พื้นเมืองลดลงเหลือ 12% ของพื้นที่ ส่วนใหญ่ปลูกข้าวขาวดอกมะลิ 105 และข้าวเหนียว กข.6 มากถึง 80% ภาคเหนือและภาคกลางนิยมปลูกข้าวพันธุ์ไม่ไวต่อช่วงแสงที่ทางราชการแนะนำ เช่น ชัยนาท1 และสุพรรณบุรี1 และข้าวพันธุ์พื้นเมืองที่ไวต่อช่วงแสงบ้างเล็กน้อย โดยมีการปลูกข้าวขาวดอกมะลิ 105 เพียง 4% ของพื้นที่

วิธีการทำนา มีการเปลี่ยนแปลงวิธีการปลูกข้าวจากการปลูกแบบปักดำซึ่งเป็นวิธีการปลูกแบบดั้งเดิมของชาวนาไทยมาเป็นวิธีหว่าน โดยหว่านเมล็ดข้าวที่งอกแล้วลงในนาหว่าน โดยเฉพาะในภาคเหนือและภาคกลางมีการปลูกแบบหว่านน้ำตมสูงถึง 76% ของพื้นที่ ภาคตะวันออกเฉียงเหนือและภาคใต้ยังคงนิยมวิธีปลูกแบบปักดำมากกว่า 90% ของพื้นที่สำรวจ

การจัดการดินและน้ำ ชาวนาทั้งหมดพยายามรักษาปริมาณน้ำในนาข้าวให้มากที่สุดและนานตลอดทั้งฤดูปลูก มีการระบายน้ำออกเพียงครั้งเดียวประมาณ 7-10 วัน ก่อนเก็บเกี่ยวข้าว ไม่พบว่าการระบายน้ำออกจากนาในช่วงการเจริญเติบโตของข้าว

เนื่องพื้นที่ปลูกข้าวในประเทศไทยสูงมากถึง 55 ล้านไร่ กระจายทั่วประเทศ ทำให้มีความแตกต่างกันทั้งสภาวะแวดล้อม สมบัติดิน พันธุ์ข้าวที่นิยมบริโภค วิธีการทำนา การจัดการดิน ปุ๋ยและน้ำ ซึ่งเป็นปัจจัยสำคัญที่ทำให้การปล่อยก๊าซมีเทนแตกต่างกัน ข้อมูลที่ได้

สำรวจได้นี้ สามารถนำไปใช้ประกอบการพิจารณาเลือกใช้ค่าสัมประสิทธิ์การปล่อยก๊าซก๊าซ มีเทนที่เหมาะสมในพื้นที่สำหรับการประเมินปริมาณการปล่อยออกก๊าซมีเทนจากนาข้าวของทั้ง ประเทศ ทำให้ได้ค่าที่ถูกต้องแม่นยำมากขึ้น

การปลดปล่อยก๊าซมีเทนจากนาข้าวที่มีวิธีการทำนาแบบต่าง ๆ

ได้ทำการวัดอัตราการปลดปล่อยก๊าซมีเทนจากพื้นที่ปลูกข้าวที่สำคัญของประเทศทุก ภูมิภาค ซึ่งมี การใช้ปุ๋ยเคมีและปุ๋ยอินทรีย์ พันธุ์ข้าว วิธีการเตรียมดิน วิธีปลูก และสภาพ ระบายน้ำที่มีน้ำชลประทาน (ท่วมขังตลอด)และเกษตรน้ำฝน

การใส่อินทรีย์วัตถุ การใส่อินทรีย์วัตถุในดินนามีผลดีทำให้ข้าวเจริญเติบโตดีและให้ผล ผลิตสูง โดยเฉพาะถ้าดินนั้นเป็นดินที่มีปัญหา เช่น ดินทราย ดินเค็ม ดินกรด หรือดินต่าง อินทรีย์วัตถุเป็นวัสดุที่สามารถหาได้ในท้องถิ่น และมีราคาถูก ใช้ได้ทั้งในรูปที่สด เช่น ใบไม้ ฟางข้าว และในรูปที่แห้ง เช่น มูลสัตว์ ฟางข้าวเก่า แกลบ หรือในรูปที่ผ่านการหมักแล้ว เช่น ปุ๋ยหมักจากเศษวัสดุอินทรีย์ชนิดต่างๆ แต่อินทรีย์วัตถุสลายย่อยสลายได้ง่ายในดิน และเมื่อย่อย สลายในสภาพน้ำท่วมขังทำให้เกิดก๊าซมีเทน อินทรีย์วัตถุที่ย่อยสลายง่ายจึงเป็นแหล่งให้ กำเนิดก๊าซมีเทนที่สำคัญในดินนา

การศึกษาทดลองที่สถานีทดลองข้าวโคกสำโรง จังหวัดลพบุรี ซึ่งเป็นดินเหนียวชุดบ้าน หมี่ การใส่ปุ๋ยคอกอัตรา1000 กก.ต่อไร่ ทำให้การปล่อยก๊าซมีเทนสูงสุดเมื่อเปรียบเทียบกับปุ๋ย หมักฟางข้าวและ filter cake การใส่โดยการหว่านที่ผิวดินโดยไม่ไถกลบทำให้การปลดปล่อย ก๊าซสูงกว่าเมื่อมีการไถกลบ ปุ๋ยหมักฟางข้าวและปุ๋ยคอกมีผลต่อการให้ผลผลิตข้าวใกล้เคียง กัน และสูงกว่า filter cake จึงทำให้อัตราการปล่อยออกก๊าซมีเทนต่อผลผลิตสูงเป็นลำดับจาก จากการใส่ปุ๋ยคอก ปุ๋ยหมักฟางข้าว และ filter cake การไถกลบอินทรีย์วัตถุทำให้อัตราการ ปล่อยออกต่อผลผลิตข้าวลดลงอย่างเด่นชัด การใส่ filter cake และปุ๋ยหมักฟางข้าวที่อัตรา 500, 1000 และ 1500 กก.ต่อไร่ มีผลกระทบทำให้การปลดปล่อยก๊าซมีเทนสูงขึ้น

การใส่ปุ๋ยหมักฟางข้าวร่วมกับปุ๋ยเคมีในดินเหนียวชุดพิมายที่สถานีทดลองข้าวพิมาย มีผลทำให้การปลดปล่อยก๊าซมีเทนจากนาข้าวและผลผลิตข้าวลดลงต่ำกว่าการใส่ปุ๋ยเคมีแต่ เพียงอย่างเดียว การใส่ปุ๋ยคอกมูลไก่ทำให้การปลดปล่อยก๊าซและผลผลิตข้าวสูงมากกว่าแกลบ การใส่ปุ๋ยคอกมูลไก่อัตรา 0, 100, 200 และ 300 กก.ต่อไร่ มีผลทำให้อัตราการปล่อยก๊าซมีเทน เพิ่มขึ้นตามลำดับ แต่อัตราใส่ที่ 0 และ 100 กก.ต่อไร่ มีผลต่อการให้ผลผลิตข้าวไม่แตกต่างกัน เช่นเดียวกันกับอัตราใส่ที่ 200 และ 300 กก.ต่อไร่

การศึกษาทดลองการใส่อินทรีย์วัตถุในดินร่วนปนทรายชุดร้อยเอ็ด ที่ศูนย์วิจัยข้าว อุบลราชธานี ซึ่งเป็นนาเกษตรน้ำฝน มีการให้น้ำท่วมขัง 1-2 วัน ก่อนการเก็บตัวอย่างก๊าซทุก สัปดาห์ ความชื้นดินในแต่ละแปลงทดลองผันแปรเป็นอย่างมาก โดยทั่วไปการใส่ฟางข้าวทำ

ให้การปล่อยออกก๊าซมีเทนสูงขึ้น และเมื่อใส่ไบโม่ที่หาได้ง่ายในพื้นที่ร่วมกับฟางข้าวยิ่งทำให้การปล่อยออกก๊าซสูงมากขึ้น การใส่ไบโกลินธรงค์ทำให้การปล่อยออกก๊าซมีเทนสูงเมื่อใส่ร่วมกับฟางข้าว แต่การใส่ไบเสียวแต่เพียงอย่างเดียวทำให้ก๊าซมีเทนปล่อยออกสูงสุดเมื่อเปรียบเทียบกับไบโกลินธรงค์และไบถั่วมะแฮะ การเพิ่มอัตราการใช้ปุ๋ยเคมีทำให้การปล่อยออกก๊าซมีเทนสูงขึ้น แต่ความแตกต่างของการปล่อยออกก๊าซมีเทนไม่ชัดเจนเมื่อมีการใส่ฟางข้าวร่วมด้วย

สำหรับการศึกษาทดลองในนาที่มีน้ำท่วมขังตลอดฤดูปลูก พบว่าอัตราการปล่อยออกก๊าซมีเทนและผลผลิตข้าวเพิ่มมากขึ้นตามอัตราการใช้ปุ๋ยเคมีที่เพิ่มมากขึ้น ทั้งเมื่อใส่ร่วมกับปุ๋ยคอกและแกลบ การใส่อินทรีย์วัตถุอัตรา 500 กก.ต่อไร่ทำให้การปล่อยออกก๊าซมีเทนเพิ่มมากขึ้นจากเมื่อใส่ในอัตรา 200 กก.ต่อไร่

การใส่ปุ๋ยคอกมูลไก่อาร่วมกับปุ๋ยเคมีอัตราแนะนำ (6-6-6 กก.ต่อไร่ $N-P_2O_5-K_2O$) มีผลทำให้การปล่อยออกก๊าซมีเทนเพิ่มมากขึ้นและเพิ่มมากขึ้นตามอัตราที่ใส่เพิ่มจาก 100, 200 และ 300 กก.ต่อไร่ แต่ที่อัตรา 100 กก.ต่อไร่ ให้ผลไม่แตกต่างกับเมื่อใส่แต่เพียงปุ๋ยเคมีอย่างเดียว การเจริญเติบโตและผลผลิตข้าวมีแนวโน้มเพิ่มมากขึ้นตามอัตราปุ๋ยคอกมูลไก่ที่ใส่เพิ่มมากขึ้น มีผลทำให้อัตราการปลดปล่อยก๊าซต่อผลผลิตข้าวเมื่อใส่ปุ๋ยคอกมูลไก่ที่อัตรา 100 กก.ต่อไร่ ต่ำสุด

พันธุ์ข้าว ได้ทำการวัดปริมาณการปล่อยก๊าซมีเทนจากข้าวพันธุ์หอมสายพันธุ์ต่าง ๆ ข้าวเจ้าพันธุ์ดี และข้าวสายพันธุ์ที่ปลูกในน้ำลึก

อัตราการปลดปล่อยก๊าซมีเทนจากข้าวหอมสายพันธุ์ต่าง ๆ เป็นลำดับจากสูงไปหาต่ำ คือ ข้าวเจ้าหอมคลองหลวง1 ข้าวขาวดอกมะลิ105 และข้าวเจ้าหอมสุพรรณบุรี โดยข้าวเจ้าหอมคลองหลวง1 ปล่อยออกก๊าซมีเทนในอัตราใกล้เคียงกับข้าวสายพันธุ์ กข.15 แต่เมื่อเปรียบเทียบกับอัตราการใช้ปุ๋ยคอกมูลไก่ต่อผลผลิตข้าวแล้ว พบว่า สายพันธุ์ กข.15 ปล่อยออกสูงสุด โดยมีข้าวขาวดอกมะลิ105 ข้าวหอมคลองหลวง1 และข้าวหอมสุพรรณบุรี ปล่อยออกในอัตราที่ลดลงเป็นลำดับ ในการศึกษาทดลองปีต่อมา พบว่าข้าวหอมปทุมธานี1 ซึ่งเป็นข้าวหอมสายพันธุ์ที่ไม่ไวต่อช่วงแสง ให้ผลผลิตสูงและทนต่อโรคและแมลงดีนั้น ปล่อยออกก๊าซมีเทนต่อผลผลิตต่ำกว่าข้าวขาวดอกมะลิ105 ส่วนข้าวสายพันธุ์ดีชัยนาท1 และสุพรรณบุรี1 ปล่อยออกก๊าซมีเทนต่อผลผลิตในอัตราใกล้เคียงกันและต่ำกว่าข้าวหอมทั้งสองสายพันธุ์

ข้าวสายพันธุ์ที่ปลูกในน้ำลึกภาคกลางมีการปล่อยออกก๊าซมีเทนทั้งฤดูปลูกก่อนข้างสูง ข้าวพันธุ์นี้สามารถยัดปล่องสูงตามระดับความลึกของน้ำ (ข้าวขึ้นน้ำ) หรือมีต้นสูงปลูกในน้ำลึกได้ (ข้าวทนน้ำลึก) จึงมีช่วงเวลาเจริญเติบโตยาวนานกว่าข้าวสายพันธุ์ทั่วไป อัตราการปล่อยก๊าซมีเทนผันแปรกับสายพันธุ์ข้าว ข้าวปลายงามปราจีนบุรี และข้าวปิ่นแก้ว56 ปล่อยออกก๊าซมีเทนต่อผลผลิตข้าวต่ำสุดในกลุ่มข้าวขึ้นน้ำ ข้าวสายพันธุ์ดี กข.19 และพันธุ์ปราจีนบุรี1 ปล่อยออกต่ำสุดในกลุ่มข้าวทนน้ำลึก การใส่ปุ๋ยเคมีและปุ๋ยมาร์ลมีผลต่อการปล่อยออกก๊าซมีเทน

การเจริญเติบโตและผลผลิตข้าว ปู๋ยไนโตรเจนอัตรา 6 กก. ต่อไร่ มีผลทำให้การปล่อยออกก๊าซ มีเทนต่อผลผลิตข้าวสูงขึ้นสำหรับข้าวขึ้นน้ำพันธุ์พลาจินบุรี แต่ไม่มีผลต่อข้าวทนนน้ำ ลีกลายพันธุ์พลาจินบุรี การใส่ปุ๋ยมาร์ลมีแนวโน้มทำให้ผลผลิตข้าวสูงขึ้น ทำให้อัตราการผลิต ออกก๊าซมีเทนต่อผลผลิตลดลง

วิธีการเตรียมดิน การเตรียมดินในการทำนามีหลายขั้นตอน มีการไถพรวน คราด และ ทำเทือก ซึ่งการไถพรวนดินนั้นสำหรับการทำนามันมีทั้งข้อดีและข้อเสีย ข้อดีคือกำจัดวัชพืช และทำให้ดินร่วนซุย อ่อนนุ่มปักดำข้าวได้ง่าย การไถพรวนเป็นการคลุกเคล้าวัชพืช เศษวัสดุ อินทรีย์จากใบและตอซังของข้าวที่ปลูกในฤดูที่ผ่านมาลงดิน การทำนาแบบดั้งเดิมโดยการปลูก แบบปักดำมีการไถพรวนดินหลายครั้งกว่าการทำนาหว่าน ซึ่งการทำนาแบบนาหว่านนี้นั้นยังต้อง ทำการไถพรวนเพื่อกำจัดวัชพืชและทำให้ผิวน้ำดินสม่ำเสมอ เมล็ดข้าวที่หว่านจะได้กระจาย สม่ำเสมอทั่วพื้นที่ การทำนาหว่านนํ้าตมไม่ต้องไถทำเทือกเหมือนการทำนาแบบปักดำ ส่วน การทำนาหว่านข้าวแห้งมีการไถดินเมื่อดินขึ้นเท่านั้น การไถพรวนดินมีข้อเสียคือทำให้สิ้น เปลืองแรงงานและเพิ่มต้นทุนการผลิต ดังนั้น จึงได้มีการศึกษาทดลองเพื่อลดขั้นตอนการไถ พรวนดินลงโดยทำการไถให้น้อยที่สุดหรือไม่ไถเลยและใช้สารเคมีในการกำจัดวัชพืช

โครงการวิจัยนี้ได้ได้ทำการศึกษาเปรียบเทียบการปลดปล่อยก๊าซมีเทนจากการปลูก ข้าวที่มีการเตรียมดินและวิธีปลูกแบบหว่านกับการปลูกวิธีดั้งเดิมแบบปักดำ ผลการทดลองพบ ว่า การลดการไถพรวนดินมีผลทำให้การปล่อยออกก๊าซมีเทนจากนาข้าวลดลงมากกว่าการ เตรียมดินและปลูกแบบดั้งเดิม และยังพบว่าการเตรียมดินแบบปกติและปลูกทั้งแบบปักดำและ หว่านให้ผลผลิตข้าวสูงทำให้มีผลตอบแทนสุทธิสูงกว่าการเตรียมดินที่มีการลดการไถพรวน

การจัดการน้ำ การลดความชื้นดินในนาข้าวทำให้อากาศถ่ายเทเข้าออกดินได้ ก๊าซ ออกซิเจนที่เคลื่อนที่เข้าสู่ดินทำให้กระบวนการผลิตก๊าซมีเทนภายในดินลดลง ได้ทำการ ศึกษาทดลองปลูกข้าวนาปรังที่ศูนย์วิจัยข้าวพิษณุโลก สุพรรณบุรี และปทุมธานี พบว่าการ รักษาระดับความชื้นดินที่ใกล้เคียงระดับอิ่มตัวด้วยน้ำและการให้น้ำเป็นครั้งคราวเมื่อผิวดินแห้งและ เริ่มแตกกระแหงเฉพาะในช่วงข้าวแตกกอทำให้การปลดปล่อยก๊าซมีเทนจากนาข้าวลดลงมากถึง ประมาณ 70% แต่มีผลทำให้ผลผลิตข้าวลดลงมากเช่นกัน โดยการรักษาความชื้นดินที่ใกล้ ระดับอิ่มตัวด้วยน้ำทำให้ผลผลิตข้าวลดลงมากที่สุดประมาณ 40% ที่พิษณุโลก การให้น้ำเป็น ครั้งคราวทำให้ผลผลิตข้าวลดลงเช่นกันแต่ในปริมาณต่ำกว่าเพียงเล็กน้อย การปลูกข้าวแบบนา หว่านทำให้การปล่อยออกก๊าซมีเทนลดลง โดยการปลูกแบบหว่านนํ้าตมทำให้การปล่อยออก ก๊าซมีเทนสูงกว่าการปลูกแบบหว่านข้าวแห้งทั้งเมื่อนาอยู่ในสภาพน้ำท่วมขังและให้น้ำเป็นครั้ง คราว

บทคัดย่อ

รหัสโครงการ : RDG3/11/2542

ชื่อโครงการ : การปล่อยออกก๊าซมีเทนจากนาข้าวในประเทศไทยและการจัดทำฐานข้อมูล

ชื่อนักวิจัย : พิมพันธ์ เจริญสวัสดิพงษ์¹, อรรถศิษฐ์ วงศ์มณีโรจน์¹, ลัดดาวัลย์ กรรณนุช², นิวัตติ เจริญศิลป์², ประไพ ชัยโรจน์², หรรษา คุณาไท²

Email address : agrppi@ku.ac.th

ระยะเวลาโครงการ : 1 พฤษภาคม 2542 – 28 กุมภาพันธ์ 2545

โครงการวิจัยนี้ มีวัตถุประสงค์เพื่อรวบรวมข้อมูลพื้นฐานสำหรับการประเมินปริมาณการปล่อยออกก๊าซมีเทนจากนาข้าวในประเทศไทย รวมถึงหาเทคโนโลยีที่เหมาะสมเพื่อช่วยลดการปล่อยออกของก๊าซ การศึกษาแบ่งออกเป็น 1) การสำรวจข้อมูลพื้นฐานด้านการทำนาในประเทศไทย โดยใช้แบบสอบถามและสัมภาษณ์ชาวนาโดยตรง 2) รวบรวมข้อมูลพื้นฐานของอัตราการปล่อยออกก๊าซมีเทนและปัจจัยที่เกี่ยวข้องจากนาข้าวที่มีวิธีการทำนาแบบต่างๆ โดยทำการศึกษาเปรียบเทียบอัตราการปล่อยออกก๊าซจากต้นข้าวโดยวิธี closed chamber จากพื้นที่ปลูกข้าวทุกภูมิภาคของประเทศ แบ่งออกเป็นการศึกษาผลกระทบของการใส่อินทรีย์วัตถุต่อการปลดปล่อยก๊าซมีเทนจากนาข้าว การศึกษาการปลดปล่อยก๊าซมีเทนจากนาข้าวสายพันธุ์ต่างๆ การศึกษาผลกระทบของการลดการไถพรวนดินและวิธีการปลูกข้าวต่อการปล่อยก๊าซมีเทน และ 3) การปลดปล่อยก๊าซมีเทนในการทำนาปรังที่มีการลดความชื้นดินในสภาพไร่เนาและในเรือนทดลอง

อัตราการปล่อยออกก๊าซมีเทนมีความผันแปรเป็นอย่างมาก โดยมีค่าสัมประสิทธิ์การปล่อยก๊าซมีเทนจากนาข้าวของทั้งประเทศอยู่ในช่วง 0.029-0.718 กรัม/ม²/วัน และมีค่าเฉลี่ย 0.265 กรัม/ม²/วัน การใส่อินทรีย์วัตถุ เช่น ฟางข้าว ใบพืชที่หาง่ายในท้องถิ่น มูลไก่ รวมทั้ง การปรับปรุงดินเปรี้ยวด้วยปูนมาร์ล และการใส่ปุ๋ยเคมี ต่างมีผลทำให้การปล่อยก๊าซมีเทนสูงขึ้น นอกจากนี้ การปลูกข้าวโดยการหว่านทั้งหว่านข้าววงอกและหว่านข้าวแห้งมีผลทำให้การปล่อยออกก๊าซมีเทนลดต่ำกว่าการปลูกข้าววิธีดั้งเดิม คือ ปักดำ แม้ว่าวิธีการดังกล่าวให้ผลผลิตข้าวสูงกว่า แต่สิ้นเปลืองแรงงาน การลดการไถพรวนดินสามารถลดการปล่อยออกก๊าซมีเทนได้

การปล่อยออกก๊าซมีเทนยังผันแปรกับสายพันธุ์ข้าว โดยข้าวหอมสายพันธุ์ต่างๆ ปล่อยออกก๊าซมีเทนในอัตราใกล้เคียงกัน ข้าวสายพันธุ์ดี เช่น กข.15 ปล่อยออกก๊าซมีเทนสูงกว่าข้าวหอม ในขณะที่พันธุ์ชัยนาท1 และสุพรรณบุรีปล่อยในอัตราที่ต่ำกว่า การลดความชื้นเพื่อให้ดินนามีการถ่ายเทอากาศในระยะก่อนข้าวออกดอก สามารถลดการปล่อยออกก๊าซมีเทนลงได้ ทั้งนี้ขึ้นกับประเภทของเนื้อดิน

คำหลัก : ก๊าซมีเทน นาข้าว การลดการไถพรวนดิน อินทรีย์วัตถุ พันธุ์ข้าว ประเทศไทย

¹ ภาควิชาปฐพีวิทยา คณะเกษตร มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

² กรมวิชาการเกษตร กระทรวงเกษตรและสหกรณ์

Abstract

Project Code : RDG3/11/2542

Project Title : Methane emission from paddy fields in Thailand and data base management

Investigators : Jermsawatdipong P.³, Vongmaneeroj A.¹, Kannuj L.⁴, Charoensilp N.², Chairoj P.², Khunathai H.²

Email address : agrpji@ku.ac.th

Project Duration : May, 1999 to February, 2002

The purposes of this research project are to collect basic data needed to determine the quantity of methane emitted from rice field in Thailand and to find the appropriate technology to reduce the emission of the gas. The study includes the followings; 1) The survey of basic data about rice cultivation practices in Thailand either by directly interviewing rice farmers or by questionnaires, 2) Collect basic data of methane emission rate and factors which related to various methods of rice farming. Methane emission rates of rice plant obtained by closed chamber method, from all rice farming regions in Thailand, are studied and compared. The effects and affects of adding organic matters, reduced tillage, farming methods and rice cultivars on methane emission are studied. 3) Methane emission from dry season rice farming in which soil aeration is induced are measured both in the field and in the green house.

Methane emission rate varies widely. The coefficient of methane emission from rice field in Thailand has a range of 0.029 – 0.718 gm/m²/day with an average of 0.265 gm/m²/day. Adding organic matters (such as rice straw, leaves, chicken manure) or marl (to improve acidic soil) or chemical fertilizers increase methane emission. Rice cultivation method either by wet seeding or dry seeding decreases methane emission compared to the conventional method (transplanting) which gives higher yield but requires more labors. Reduced tillage would reduce methane emission.

Methane emission varies with rice cultivars. Various aromatic rice strains have about the same methane emission rates. Good quality rice cultivars such as RD15 emit more methane than aromatic rice strains while Chainat1 and Supunburi rice cultivars have lower emission. The reduction of soil moisture to induce soil aeration during tillering period (before flowering) would reduce methane emission, depending on type of soil texture.

Key words : methane gas, rice farm, tillage reduction, organic matter, rice strain, Thailand

³ Soil Science Department, Faculty of Agriculture, Kasetsart University

⁴ Department of Agriculture, Ministry of Agriculture and Cooperatives

เนื้อหางานวิจัย

บทนำ

ประเทศไทยตระหนักถึงความสำคัญของการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ จึงได้ลงนามและให้สัตยาบันในอนุสัญญาสหประชาชาติว่าด้วยการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ (United Nations Framework Convention on Climate Change หรือ UNFCCC) มีภาระผูกพันต้องปฏิบัติตามเงื่อนไขต่าง ๆ และได้จัดทำบัญชีรายการแห่งชาติว่าด้วยปริมาณการปล่อยของก๊าซเรือนกระจกในปี 1990 และ 1994 ผลการประเมินการปล่อยออกก๊าซเรือนกระจกมีความสำคัญต่อการกำหนดแนวทางและนโยบายของประเทศเกี่ยวกับการปล่อยออกของก๊าซเรือนกระจกชนิดต่าง ๆ เพื่อให้สอดคล้องกับอนุสัญญาฯ

ผลการศึกษาที่สำนักงานนโยบายและแผนสิ่งแวดล้อม กระทรวงวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี ได้รายงานไว้ใน Thailand's National Greenhouse Gas Inventory, 1990 (Thailand Environmental Institute, 1997) และ Thailand's National Greenhouse Gas Inventory, 1994 (Center for Applied Economics, Faculty of Economics, Kasetsart University, 2000) นั้น ใช้วิธีการประเมินของ IPCC (Intergovernmental Panel on Climate Change) และข้อมูลการเพาะปลูกจากสถิติการเกษตรของประเทศไทยปี 1990 และ 1994 ซึ่งใช้เป็นฐานเช่นเดียวกับประเทศอื่น ๆ ทั่วโลก วิธีการประเมินของ IPCC ที่ใช้ข้อมูลปี 1994 นั้น ได้มีการพัฒนาวิธีการประเมินให้มีความละเอียดมากยิ่งขึ้นโดยกลุ่มผู้เชี่ยวชาญจากหลายประเทศ เป็นฉบับที่แนะนำให้ใช้ล่าสุด คือ Revised 1996 IPCC Guidelines for National Greenhouse Gas Inventory วิธีการในฉบับนี้เพิ่มความสำคัญของปัจจัยที่มีผลต่อการปล่อยก๊าซมีเทนจากนาข้าวมากขึ้น โดยเฉพาะระบอบน้ำ (water regime) ซึ่งได้แบ่งระบอบน้ำสำหรับการทำนาออกเป็น 4 ระบอบ ด้วยกัน (ตารางที่ 1) นอกจากนี้ยังให้ความสำคัญกับวิธีการจัดการดินและปุ๋ย พันธุ์ข้าว และวิธีการปลูก ซึ่งอาจแตกต่างกันแม้จะอยู่ภายใต้ระบอบน้ำเดียวกัน การประเมินปริมาณการปล่อยก๊าซมีเทนของประเทศจึงเป็นผลรวมของปริมาณการปล่อยออกของพื้นที่เล็ก ๆ

เนื่องจากอัตราการปลดปล่อยก๊าซมีเทนมีความผันแปรเป็นอย่างมากกับปัจจัยหลายอย่าง โดยเฉพาะผันแปรกับสมบัติของดินทางเคมี และฟิสิกส์ ชนิดและอัตราการใช้อินทรีย์วัตถุและปุ๋ยเคมี พันธุ์ข้าว และวิธีการปลูกข้าว (Yagi and Minami, 1990, Kimura et al. 1992, Nue and Roger, 1993) ปริมาณการปล่อยออกของทั้งประเทศจึงเป็นผลรวมของปริมาณการปล่อยออกก๊าซมีเทนจากพื้นที่ปลูกข้าวต่าง ๆ ซึ่งกระจายทั่วทั้งประเทศ เป็นพื้นที่ถึง 55 ล้านไร่ ดินที่ใช้ทำนาจึงมีลักษณะทางเคมีและกายภาพแตกต่างกัน มีภูมิอากาศโดยเฉพาะปริมาณน้ำฝนและฤดูปลูกที่แตกต่างกัน นอกจากนี้พื้นที่ปลูกข้าวส่วนใหญ่ยังต้องอาศัยน้ำจากน้ำฝนตามธรรมชาติ ซึ่งมีความแปรปรวนค่อนข้างสูง นาข้าวบางพื้นที่อาจมีสภาพดินแห้งเป็นครั้งคราวในช่วงเวลาของการเจริญเติบโตข้าวที่แตกต่างกัน การที่ดินแห้งทำให้การผลิตก๊าซมีเทนถูกจำกัดลง เวลาของการเกิดและความยาวนานของสภาวะดินแห้งในแต่ละปีและในแต่ละพื้นที่ปลูกข้าวมีความแตกต่างกัน ทำให้มีผลกระทบต่อการประเมินปริมาณการปล่อยออกรวมที่สำคัญเช่นกัน

การประเมินการปล่อยออกก๊าซมีเทนจากนาข้าวของประเทศในรายงานที่ผ่านมา ยังมีข้อมูลการปล่อยออกของก๊าซมีเทนจากนาข้าวในประเทศไทยไม่เพียงพอ แม้ได้มีการศึกษาและวัดอัตราการปล่อยก๊าซมีเทนจากนาข้าวในประเทศไทยตั้งแต่ปี 2534 แล้วก็ตาม (Jernsawatdipong, et al., 1992, Towprayoon, et al. 1993, Yagi, et al. 1994, Chairaj, et al. 1996) โดยเฉพาะวิธีการปฏิบัติในการทำนาของชาวนาในสภาพแวดล้อมและระบอบน้ำที่แตกต่างกันไม่เพียงพอ อันอาจทำให้ผลการประเมินมีความคลาดเคลื่อนมีความถูกต้องแม่นยำไม่เพียงพอ ผลการศึกษานี้ของโครงการนี้ ได้เพิ่มพื้นที่ในการวัดค่าสัมประสิทธิ์การปล่อยก๊าซมากขึ้น นอกจากนี้ยังได้ศึกษาถึงผลกระทบของปัจจัยอีกหลายชนิดที่มีต่อการปล่อยก๊าซมีเทน โดยเฉพาะปัจจัยที่เกิดจากการกระทำของมนุษย์ เช่น

กรรมวิธีการเตรียมดินและปลูก ชนิดและอัตราปุ๋ยที่ใช้ พันธุ์ข้าว รวมทั้งการจัดการน้ำ เป็นต้น ซึ่งปัจจัยเหล่านี้มีความผันแปร และมีแนวโน้มที่จะปรับเปลี่ยนตามความเหมาะสมทางวิชาการและด้านเศรษฐกิจ เช่น ปัจจุบันมีความขาดแคลนแรงงานทำให้ชาวนาหันมานิยมปลูกข้าวแบบหว่านมากขึ้นแทนการปลูกแบบปักดำที่ใช้แรงงานสูง ค่าที่วัดได้เหล่านี้ สามารถนำไปใช้ในการพัฒนาการประเมินการปล่อยก๊าซมีเทนจากนาข้าวของประเทศได้ในการจัดทำบัญชีการปล่อยออกก๊าซเรือนกระจกของประเทศในคราวต่อไป

วัตถุประสงค์ของโครงการ

1. เพื่อสำรวจและวัดการปล่อยออกของก๊าซมีเทนจากนาข้าวจากพื้นที่ปลูกข้าวสำคัญในประเทศไทยภายใต้สภาวะแวดล้อม การจัดการน้ำ ดินและปุ๋ย วิธีการปลูก แตกต่างกัน ที่ปลูกในสภาพนาข้าวในเขตชลประทาน ทั้งการทำนาปีและนาปรัง
2. เพื่อรวบรวมข้อมูลอัตราการปลดปล่อยก๊าซมีเทนจากนาข้าวในประเทศไทย สำหรับจัดทำฐานข้อมูลเพื่อใช้ในการประเมินปริมาณปลดปล่อยของทั้งประเทศ
3. เพื่อรวบรวมข้อมูลและเทคโนโลยีที่เหมาะสมในการลดการเกิดและการปล่อยออกของก๊าซมีเทนจากนาข้าว

การดำเนินงานของโครงการ

การรายงานผลการศึกษาของโครงการวิจัยนี้ ได้แยกรายงานตามหัวข้อโครงการวิจัยย่อย ซึ่งมีด้วยกัน 3 โครงการ คือ

1. การสำรวจข้อมูลพื้นที่และวิธีการทำนาในประเทศไทย
2. การปลดปล่อยก๊าซมีเทนจากนาข้าวที่มีวิธีการทำนาแบบต่าง ๆ
3. การปลดปล่อยก๊าซมีเทนในการทำนาปรัง ที่มีการลดความชื้นดิน ในสภาพไร่นาและในเรือนทดลอง

โครงการที่ 1 เรื่อง การสำรวจข้อมูลพื้นที่และวิธีการทำนาในประเทศไทย

คำนำ การประเมินการปลดปล่อยก๊าซมีเทนจากนาข้าวของพื้นที่หนึ่ง ๆ หรือของแต่ละประเทศ สามารถคำนวณได้ด้วยวิธีของ IPCC ที่ได้ปรับปรุงใหม่ (IPCC, 1997) โดยคำนึงถึงสภาวะแวดล้อม และปัจจัยที่มีผลต่อการปล่อยออกก๊าซมีเทน วิธีการประเมินแบบใหม่นี้ได้แบ่งพื้นที่ปลูกข้าวออกตาม ระบบความชื้นของดินซึ่งเป็นปัจจัยที่สำคัญมากอย่างหนึ่งต่อการปล่อยออกก๊าซมีเทน นอกจากนี้ยังสามารถเพิ่มปัจจัยจากวิธีการจัดการดิน น้ำและปุ๋ย รวมทั้งพันธุ์ข้าว และปัจจัยอื่นๆ ที่พบว่ามี ความสำคัญในพื้นที่ โดยแนะนำให้ใช้ข้อมูลที่วัดได้ในท้องถิ่นในการประเมิน ปริมาณการปลดปล่อยก๊าซ มีเทนจากนาข้าวของประเทศเป็นผลรวมของปริมาณการปล่อยออกแต่ละพื้นที่ ซึ่งคำนวณได้โดยสม การ

$$F_c = \sum_i \sum_j \sum_k EF_{ijk} \times A_{ijk} \times 10^{-12}$$

โดยที่ F_c คือค่าประเมินปริมาณการปล่อยออกก๊าซมีเทนต่อปีของพื้นที่หนึ่ง ๆ E คือ อัตราการปล่อย ออกก๊าซมีเทนในรอบฤดูปลูก ซึ่งเท่ากับผลคูณของค่าเฉลี่ยต่อวันของอัตราการปล่อยออกในฤดูปลูก ($g.m^{-2}.d^{-1}$) กับจำนวนวันในรอบฤดูปลูก A คือพื้นที่ปลูกข้าวในรอบปี ($m^2.year^{-1}$) i, j และ k คือ สภาวะแวดล้อมหรือปัจจัยอื่นๆ ที่มีผลกระทบต่อการปล่อยออกก๊าซมีเทน ซึ่งในอันดับแรกนั้นคือ ระบบน้ำ (water regime) ตามที่ IPCC (1997) จำแนกไว้ ตามตารางที่ 1 ซึ่งการแบ่งพื้นที่นาตาม ระบบน้ำของ IPCC ในประเทศไทยยังไม่มีข้อมูล เป็นการจำแนกที่แตกต่างกับการจำแนกของ International Rice Research Institute ซึ่งแบ่งพื้นที่นาที่ตาม rice ecosystem ซึ่งประเทศไทยมีข้อมูล แต่การเก็บข้อมูลเกี่ยวกับพื้นที่ปลูกและผลผลิตข้าวของประเทศในรายงานสถิติการเกษตรรายปีไม่ได้ แยกตามระบบน้ำ ดังนั้นทางโครงการวิจัยจึงได้ทำการสำรวจข้อมูลจากการสอบถามจากชาวนาโดย ตรง รวมทั้งข้อมูลวิธีการทำนาในแต่ละพื้นที่ภายใต้ระบบน้ำต่างๆ ด้วย ข้อมูลเหล่านี้สามารถนำมา ใช้ในการประเมินปริมาณการปล่อยออกก๊าซมีเทนจากนาข้าวในประเทศไทยได้ และยังสามารถใช้ประกอบ การพิจารณาเลือกใช้ค่าสัมประสิทธิ์การปลดปล่อยก๊าซมีเทนที่วัดได้จากพื้นที่ต่างๆ เพื่อให้สอดคล้อง กับสภาพความเป็นจริงมากที่สุด

วัตถุประสงค์ : เพื่อใช้เป็นข้อมูลพื้นฐานในการประเมินปริมาณการปลดปล่อยก๊าซมีเทนของประเทศ

อุปกรณ์และวิธีการ : ได้ทำการออกสำรวจภาคสนาม โดยส่งนักวิชาการออกไปสำรวจและสัมภาษณ์เกษตรกรโดยตรงในพื้นที่ปลูกข้าวที่สำคัญในระดับอำเภอทั่วประเทศรวม 60 จังหวัด คำถามในแบบสอบถามแสดงไว้ในภาคผนวกที่ 2 โดยมุ่งหาข้อมูลลักษณะของพื้นที่ทำนา วิธีการทำนาในพื้นที่ภายใต้ระบอบความชื้นต่าง ๆ คือ นาชลประทาน (มีน้ำท่วมขังตลอด) นาน้ำฝนในเขตน้ำท่วม เขตแห้งแล้ง และเขตน้ำท่วมลึก หัวข้อที่สำคัญในแบบสอบถามมีดังนี้

1. การจัดการเศษวัสดุพืชในไร่นาและอินทรีย์วัตถุ
2. การจัดการน้ำในการทำนาข้าว
3. การจัดการปุ๋ยเคมี

ตารางที่ 1.1 ระบอบความชื้นดินของนาข้าว จำแนกโดย IPCC (1997)

นาชลประทาน (Irrigated)	น้ำท่วมขังตลอดฤดูปลูก (Continuously Flooded)	
	น้ำท่วมขังเป็นครั้งคราว (Intermittently Flooded)	ระบายน้ำออก 1 ครั้ง (Single Aeration)
		ระบายน้ำออกมากกว่า 1 ครั้ง (Multiple Aeration)
นาน้ำฝน (Rainfed)	เขตนํ้าท่วม (Flood Prone)	
	เขตแห้งแล้ง (Drought Prone)	
นํ้าลึก (Deep Water)	ระดับน้ำท่วมขังลึก 50-100 ซม.	
	ระดับน้ำท่วมขังลึก >100 ซม.	

ผลการวิจัย

ได้ทำการสำรวจข้อมูลจากชาวนาทั้ง 4 ภาค รวม 60 จังหวัด จากเกษตรกรจำนวน 3,382 คน รวมพื้นที่นาที่ได้สำรวจ 64,370 ไร่ (ตารางที่ 2)

ลักษณะระบอบความชื้น พื้นที่นาแบ่งตามลักษณะระบอบความชื้นของ IPCC (1997) แสดงไว้ในตารางที่ 3 นาที่อยู่ในเขตพื้นที่เกษตรน้ำฝนมีพื้นที่มากที่สุดถึง 65% ของพื้นที่สำรวจ ส่วนนาชลประทานมีพื้นที่ 33.5% ภาคกลางมีพื้นที่นาชลประทานสูงสุด ส่วนภาคตะวันออกเฉียงเหนือมีพื้นที่นาเกษตรน้ำฝนสูงสุด โดยเฉพาะที่เป็นเขตแห้งแล้ง ส่วนภาคกลางมีนาเกษตรน้ำฝนน้อยที่สุด การทำนาในพื้นที่น้ำท่วมขังลึกทั้งนาข้าวขึ้นน้ำและนาข้าวน้ำลึกตามที่สำรวจพบว่ามีพื้นที่ 1.5 % ของพื้นที่สำรวจ โดยภาคกลางมีพื้นที่สูงสุด

ลักษณะของเนื้อดิน ดินที่ใช้ทำนาข้าวส่วนใหญ่เป็นดินเนื้อละเอียดถึงปานกลางค่อนข้างหยาบ (ตารางที่ 4) ดินนาในภาคเหนือมีเนื้อดินละเอียดและปานกลางค่อนข้างหยาบในปริมาณใกล้เคียงกัน ซึ่งเขตพื้นที่ชลประทานส่วนใหญ่เป็นดินเนื้อปานกลางค่อนข้างหยาบ ดินเนื้อละเอียดพบมากในพื้นที่เกษตรน้ำฝนแห้งแล้ง

ดินนาในภาคกลางส่วนใหญ่เป็นดินเนื้อละเอียดเช่นกัน พบในเขตพื้นที่ชลประทานสูงสุดกว่า 70% ของพื้นที่ มีเพียงเล็กน้อยในเขตเกษตรน้ำฝน ในเขตชลประทานมีดินเนื้อปานกลางค่อนข้างหยาบบ้างไม่ถึง 10% ของพื้นที่

ดินนาในภาคตะวันออกเฉียงเหนือซึ่งส่วนใหญ่อยู่ในเขตเกษตรน้ำฝน มีเนื้อดินประเภทปานกลางค่อนข้างหยาบเป็นส่วนใหญ่ โดยมีดินเนื้อละเอียดและเนื้อหยาบกระจายอยู่ประมาณ 20-30% ดินนาในเขตชลประทานส่วนใหญ่มีเนื้อดินประเภทปานกลางและปานกลางค่อนข้างหยาบ ดินเนื้อละเอียดพบน้อยมากในภาคนี้

ดินนาภาคใต้ส่วนใหญ่เป็นดินเนื้อปานกลางพบมากในเขตชลประทาน โดยมีดินเนื้อละเอียดในอันดับรองลงมา ซึ่งดินเนื้อละเอียดนี้พบมากในพื้นที่เขตเกษตรน้ำฝน

ตารางที่ 1.2 จำนวนข้อมูล พื้นที่ และจังหวัดที่ทำการสำรวจข้อมูล

Region	Province	Number of samples	Area (rais)
Northeast	19	1,796	20,114
North	11	584	11,620
Central	22	681	15,857
South	8	321	16,779
Total	60	3,382	64,370

ตารางที่ 1.3 พื้นที่นา (ไร่) ภายใต้ระบบน้ำต่างๆ ที่ทำการสำรวจในภาคต่าง ๆ ของประเทศ

Region	Water regime			
	Irrigated	Rainfed (drought prone)	Rainfed (flood prone)	Deep water
Investigated area (rais)				
North	1,791.5	5,924.9	644.0	131.0
Central	12,303.9	1,392.0	925.0	673.0
Northeast	182.0	15,460.4	4,437.0	27.0
South	4,555.0	3,851.0	3,903.3	
Total	18,832.4	26,628.3	9,909.3	831.0
Percentage of total area in each region				
North	21.1	69.8	7.6	1.5
Central	80.4	9.1	6.0	4.4
Northeast	0.9	76.9	22.1	0.1
South	37.0	31.3	31.7	0.0
Total	33.5	47.4	17.6	1.5

การใช้ปุ๋ยอินทรีย์ ผลการสำรวจแสดงไว้ในตารางที่ 5 พบว่า การทำนาในประเทศไทยมีการใช้ปุ๋ยอินทรีย์น้อยมากโดยเฉพาะในภาคเหนือและภาคกลาง ซึ่งพบว่ามากกว่า 95% ของพื้นที่สำรวจไม่มีการใส่ปุ๋ยอินทรีย์เลย พื้นที่นาที่มีการใช้ปุ๋ยอินทรีย์พบในภาคตะวันออกเฉียงเหนือและภาคใต้ ซึ่งมีการใช้ปุ๋ยอินทรีย์มากถึง 40% และ 13% ของพื้นที่สำรวจตามลำดับ ซึ่งปุ๋ยที่นิยมใช้ส่วนใหญ่เป็นปุ๋ยคอกจากโค กระบือ สุกร ไก่และเป็ด ทั้งนี้เนื่องจากชาวนาในภูมิภาคนี้ยังมีการใช้แรงงานโคและกระบือช่วยในการทำนาอยู่บ้าง ปุ๋ยอินทรีย์อื่นที่ชาวนาใช้คือเศษวัสดุพืช(crop residues) ปุ๋ยหมัก (compost) และปุ๋ยพืชสด (green manure) สำหรับนาในภาคกลางในเขตชลประทานพบว่ามีการใช้ปุ๋ยหมักจากมูลสุกร กากปลา สาหร่ายเกลียวทอง และปุ๋ยที่ผลิตขายเป็นการค้า อย่างไรก็ตามปริมาณที่ใช้ต่อพื้นที่ยังต่ำมาก

ตารางที่ 1.4 ผลการสำรวจพื้นที่ (ไร่) นาข้าวที่มีเนื้อดินกลุ่มประเภทต่าง ๆ ภายใต้ระบบน้ำทั้งสี่ประเภทในแต่ละภูมิภาคของประเทศ

Region	Soil Texture	Water regime				Total Area
		Irrigated	Rainfed (drought prone)	Rainfed (flood prone)	Deep water	
North	Fine	558.0	3,764.8	152.0	131.0	4605.8
	Coarse	60.0	34.0	-	-	94.0
	Medium	32.0	291.6	17.0	-	340.6
	Medium-Coarse	1,141.5	1,834.5	475.0	-	3,451.0
Central	Fine	11,120.0	650.0	455.0	673.0	11,694.0
	Coarse	407.8	174.0	-	-	581.8
	Medium	681.0	159.0	50.0	-	890.0
	Medium-Coarse	1,183.1	409.0	420.0	-	2,012.1
Northeast	Fine	23.5	2,972.3	814.0	-	3,809.8
	Coarse	23.0	2,291.0	651.0	-	2,965.0
	Medium	71.0	1,135.7	154.0	-	1,360.7
	Medium-Coarse	64.5	9,046.4	2,818.0	27.0	11,955.9
	Others	-	15.0	-	-	15.0
South	Fine	248.0	1,003.0	1,855.5	-	3,106.5
	Medium	4,297.0	1,175.0	1,863.0	-	7,335.0
	Medium-Coarse	10.0	1,673.0	184.8	-	1,867.8

ตารางที่ 1.5 การใช้ปุ๋ยอินทรีย์ในนาข้าวภายใต้สภาพระบอบน้ำต่าง ๆ แสดงค่าเป็นเปอร์เซ็นต์ของพื้นที่นาทั้งหมด (1 = irrigated, 2 = rainfed, drought prone, 3 = rainfed, flood prone, 4 = deep water, 5 = dry season cropping)

Region	Type of OM	Water Regime					%
		1	2	3	4	5	
North	None	94.8	99.4	86.3	100.0	100.0	98.1
	Crop residues	2.3	0.0	0.0	0.0	0.0	0.2
	Green manure	0.4	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
	Animal manure	1.9	0.2	7.1	0.0	0.0	0.8
	Compost	0.3	0.2	6.5	0.0	0.0	0.5
	Others	0.2	0.3	0.0	0.0	0.0	0.2
Central	None	99.1	94.7	91.7	100.0	100.0	98.4
	Crop residues	0.1	0.7	0.0	0.0	0.0	0.1
	Green manure	0.3	0.0	0.0	0.0	0.0	0.2
	Animal manure	0.2	4.6	7.7	0.0	0.0	1.0
	Compost	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
	Commercial products	0.2	0.0	0.0	0.0	0.0	0.2
	Others	0.1	0.0	0.6	0.0	0.0	0.1
Northeast	None	100.0	72.7	16.8	100.0	62.5	60.7
	Crop residues	0.0	0.9	0.2	0.0	0.0	0.8
	Animal manure	0.0	22.2	67.3	0.0	37.5	31.9
	Compost	0.0	0.0	0.2	0.0	0.0	0.0
South	None	92.3	86.8	83.8	0.0	93.8	87.1
	Crop residues	0.0	0.0	2.5	0.0	0.4	0.9
	Animal manure	7.7	13.2	13.4	0.0	5.8	11.9
	Green manure + Animal manure	0.0	0.0	0.4	0.0	0.0	0.1

การใช้ปุ๋ยเคมี ชาวนายังมีการใช้ปุ๋ยเคมีในการผลิตข้าวไม่มากนัก (ตารางที่ 6) เมื่อคิดเฉพาะปริมาณปุ๋ยไนโตรเจนที่ชาวนาใช้พบว่าภาคกลางมีการใช้ปุ๋ยเคมีมากกว่าภูมิภาคอื่นๆ ส่วนใหญ่ใส่ในอัตรา 1-5 กก/ไร่ ไนโตรเจน ต่อไร่ แต่มีถึง 17% ของพื้นที่สำรวจในภาคที่ใส่ในอัตรา 15-20% กก./ไร่ ไนโตรเจน ต่อไร่ นาในภาคเหนือ 60% ของพื้นที่สำรวจมีการใส่ปุ๋ยไนโตรเจนในอัตรา 1-10 กก. ต่อไร่ ส่วนภาคตะวันออกเฉียงเหนือ 53% ของพื้นที่ ใช้ปุ๋ยในอัตราต่ำกว่า 1 กก./ไร่ ไนโตรเจน ต่อไร่ และ 34% ใช้ในอัตรา 1-5 กก. ต่อไร่ นาในภาคใต้มีการใส่ปุ๋ยไนโตรเจนในอัตรา 1-5 กก. ต่อไร่ ถึง 80% การใช้ปุ๋ยในอัตราสูงส่วนใหญ่เป็นการใช้ในการผลิตข้าวนาปรัง

ปุ๋ยเคมีที่ชาวนาส่งส่วนใหญ่ใช้เป็นปุ๋ยผสม มีด้วยกันหลายสูตร ซึ่งสูตรที่ทางการแนะนำสำหรับใช้เป็นปุ๋ยรองพื้น คือ 16-20-0 สำหรับดินเหนียว และ 16-16-8 สำหรับดินเนื้อหยาบ และใช้ปุ๋ยยูเรีย (46-0-0) หรือ แอมโมเนียมซัลเฟต (21-0-0) เป็นปุ๋ยแต่งหน้า ซึ่งใส่ในระยะก่อนข้าวออกดอก การใช้ปุ๋ยของชาวนายังไม่แน่นอน ส่วนใหญ่ใส่ตามสูตรที่มีหรือหาได้ หรือเป็นปุ๋ยเหลือจากการปลูกพืชไร่ หรือพืชสวน ดังจะเห็นได้ว่าการใช้ปุ๋ยสูตร 15-15-15 กันอยู่บ้าง ข้อมูลที่พบสำหรับภาคเหนือ (ตารางที่ 7ก.) พบว่ามีการใช้ปุ๋ยสูตร 16-20-0 ควบคู่กับยูเรียมากที่สุด มีเพียงเล็กน้อยที่เข้าร่วมกับปุ๋ย 21-0-0 นอกจากนี้พบว่ามีการใช้ปุ๋ยสูตร 16-20-0 หรือยูเรียอย่างเดียวอย่างหนึ่งถึงประมาณ 20% ส่วนปุ๋ยสูตร 16-16-8 มีการใช้เพียงเล็กน้อยเท่านั้น

เช่นเดียวกัน นาในภาคกลางมีการใช้ปุ๋ยสูตร 16-20-0 ร่วมกับยูเรียเป็นพื้นที่ถึง 61% และใช้สูตร 16-20-0 อย่างเดียว 21% ของพื้นที่ ในภาคนี้พบว่ามีการใช้ปุ๋ยไนโตรเจนแต่เพียงอย่างเดียวจากยูเรียสูงถึง 12% (ตารางที่ 7ข.) ความนิยมปุ๋ยไนโตรเจนจากแอมโมเนียมซัลเฟตมีน้อยมาก

ชาวนาในภาคตะวันออกเฉียงเหนือนิยมใช้ปุ๋ยสูตร 15-15-15 มากที่สุดร่วม 50% ของพื้นที่ โดยใส่แต่เพียงอย่างเดียวสูงถึง 40% ส่วนปุ๋ยที่แนะนำสำหรับใช้กับดินเนื้อหยาบ สูตร 16-16-8 นั้น มีการใช้เพียง 28% โดยใส่ร่วมกับปุ๋ยสูตร 15-15-15 และ 16-20-0 ส่วนที่ใส่ร่วมกับยูเรียนั้นมีน้อยมาก (ตารางที่ 7ค.)

ชาวนาภาคใต้นิยมใส่ปุ๋ยยูเรียแต่เพียงอย่างเดียวถึง 68% และ ใช้สูตร 16-20-0 ร่วมกับ 15-15-15 เป็นพื้นที่ 17% ในภูมิภาคนี้ไม่พบการใช้ปุ๋ยแอมโมเนียมซัลเฟต (ตารางที่ 7ง.)

ตารางที่ 1.6 อัตราการใช้ปุ๋ยเคมีในนาข้าวในแต่ละภาคภายใต้สภาพระบอบน้ำต่าง ๆ (1 = irrigated, 2 = rainfed, drought prone, 3 = rainfed, flood prone, 4 = deep water, 5 = dry season cropping)

Region	N rate Kg N/rai	Water Regime					Total
		1	2	3	4	5	
North	0	3.2	1.5	3.6	0.0	0.0	1.4
	0 – 1	18.0	10.8	29.3	81.7	2.2	11.0
	1 – 5	36.3	24.7	40.9	18.3	34.5	30.0
	5 – 10	6.4	40.7	12.2	0.0	31.8	31.3
	10 – 15	15.9	14.6	7.8	0.0	18.0	15.3
	15 – 20	20.2	7.7	6.2	0.0	13.5	11.0
Central	0	3.2	6.9	7.9	10.8	0.0	4.0
	0 – 1	6.4	41.2	45.4	51.6	0.0	13.4
	1 – 5	29.4	28.6	35.4	16.8	22.0	28.9
	5 – 10	19.2	14.0	11.4	11.9	12.6	17.7
	10 – 15	22.8	5.0	0.0	0.0	33.4	19.3
	15 – 20	19.1	4.3	0.0	8.9	32.0	16.7
Northeast	0	0.0	4.0	0.9	0.0	0.0	3.3
	0 – 1	39.6	55.0	48.6	48.1	0.0	53.4
	1 – 5	43.6	33.1	38.6	0.0	37.5	34.4
	5 – 10	1.3	4.5	8.7	51.9	62.5	5.4
	10 – 15	15.4	1.8	3.2	0.0	0.0	2.3
	15 – 20	0.0	1.6	0.0	0.0	0.0	1.2
South	0	0.0	1.6	0.7		0.1	0.6
	0 – 1	16.8	3.6	10.0		3.7	8.7
	1 – 5	79.5	87.8	86.4		70.5	80.6
	5 – 10	0.0	4.0	2.2		22.6	7.4
	10 - 15	0.0	2.7	0.0		0.1	0.6
	15 - 20	3.7	0.4	0.8		3.1	2.1

ตารางที่ 1.7 ระดับความนิยม (% ของพื้นที่ทั้งหมด) ใช้ปุ๋ยเคมีสูตรต่าง ๆ ในการทำนา (1 = irrigated, 2 = rainfed, drought prone, 3 = rainfed, flood prone, 4 = deep water, 5 = dry season cropping)

(ก)ภาคเหนือ

Fertilizer grade	Water Regime					% of total
	1	2	3	4	5	
None	3.2	1.5	3.6	0.0	0.0	1.4
15-15-15	0.0	0.4	0.0	0.0	0.5	0.4
15-15-15 + 46-0-0	2.1	0.6	0.0	0.0	0.0	0.6
16-16-8	1.1	0.0	0.0	0.0	0.0	0.2
16-20-0	15.3	13.3	27.3	84.7	16.9	16.1
16-20-0 + others	1.1	0.7	0.0	0.0	0.5	0.6
16-20-0 + 15-15-15	1.7	0.2	0.0	0.0	0.0	0.3
16-20-0 + 21-0-0	0.2	1.5	0.8	0.0	4.9	2.3
16-20-0 + 46-0-0	42.6	61.2	56.6	15.3	60.6	57.6
21-0-0	0.0	0.1	0.0	0.0	0.0	0.0
21-0-0 + 46-0-0	0.0	0.7	0.0	0.0	0.9	0.6
46-0-0	32.0	19.9	11.7	0.0	15.6	19.7
46-0-0 + others	0.7	0.0	0.0	0.0	0.0	0.1
Grand Total	100	100	100	100	100	100

(ข) ภาคกลาง

Fertilizer grade	Water Regime					Total
	1	2	3	4	5	
Not applied	2.4	7.4	8.6	12.2	0.0	3.4
15-15 -15	0.0	2.8	11.5	0.0	0.0	0.9
15-15 -15 + others	0.0	3.5	3.4	0.0	0.0	0.5
15-15 -15 + 21-0-0	0.0	0.9	0.0	0.0	0.0	0.1
15-15 -15 + 46-0-0	0.3	5.4	0.0	0.0	0.0	0.7
16-20-0	18.5	38.3	34.9	29.7	15.5	21.4
16-20-0 + others	0.8	0.0	0.0	0.0	0.0	0.6
16-20-0 + 15-15-15	0.0	0.0	4.7	0.0	0.0	0.3
16-20-0 + 46-0-0	67.5	22.0	8.8	70.3	76.6	60.8
16-16-8	0.1	0.0	0.9	0.0	0.0	0.1
16-16-8 + others	0.0	0.0	5.9	0.0	0.0	0.3

16-16-8 + 46-0-0	0.8	0.0	0.0	0.0	0.0	0.7
21-0-0	0.1	0.0	0.0	0.0	0.0	0.1
21-0-0 + 46-0-0	0.1	0.0	0.0	0.0	0.0	0.1
46-0-0	11.8	18.7	9.4	0.0	8.0	11.7
46-0-0 + others	0.0	1.8	0.0	0.0	0.0	0.2
Others	0.0	6.6	20.5	0.0	0.0	1.7
Total	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0

(ค) ภาคตะวันออกเพียงเหนือ

Fertilizer grade	Water Regime					Total
	1	2	3	4	5	
Not applied	0.0	3.5	0.9	0.0	0.0	2.9
15-15-15	25.1	39.9	44.4	100.0	0.0	40.8
15-15-15 +	0.0	1.4	8.9	0.0	0.0	3.1
15-15-15 + 46 -0-0	7.9	4.2	8.1	0.0	0.0	5.1
16-16-8	0.0	0.3	9.4	0.0	0.0	2.3
16-16-8 +	0.0	0.0	0.7	0.0	0.0	0.2
16-16-8 + 15-15-15	6.6	9.1	22.0	0.0	0.0	11.9
16-16-8 + 16-20-0	28.2	15.6	2.0	0.0	0.0	12.7
16-16-8 + 46-0-0	0.0	1.4	0.0	0.0	37.5	1.1
16-20-0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
16-20-0 +	8.8	3.7	0.7	0.0	0.0	3.1
16-20-0 + 15-15-15	0.0	0.4	0.0	0.0	0.0	0.3
16-20-0 + 21-0-0	4.0	4.9	1.0	0.0	62.5	4.1
16-20-0 + 46-0-0	0.0	1.8	0.9	0.0	0.0	1.6
21-0-0 + 46-0-0	0.0	0.1	0.0	0.0	0.0	0.1
46-0-0	0.0	4.8	0.9	0.0	0.0	3.9
46-0-0 +	3.5	2.2	0.0	0.0	0.0	1.7
อื่นๆ	15.9	6.7	0.0	0.0	0.0	5.3
Grand Total	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0

(ง) ภาคใต้

ชนิดปุ๋ย	Water Regime				Total
	1	2	3	5	
ไม่ใส่	0.0	1.6	0.3	0.0	0.4
15-15-15	0.0	0.0	0.2	0.9	0.3
16-16-8	0.0	0.0	0.4	0.1	0.1
16-16-8 + 16-20-0	17.4	3.7	4.9	1.8	7.2
16-20-0	0.0	0.0	1.2	0.0	0.3
16-20-0 +	0.0	0.0	0.2	0.0	0.0
16-20-0 + 15-15-15	4.1	12.2	13.8	38.0	17.2
16-20-0 + 21-0-0	0.0	0.0	1.7	0.0	0.4
16-20-0 + 46-0-0	0.0	2.1	0.9	0.1	0.7
46-0-0	61.0	79.8	74.2	58.9	67.8
46-0-0 +	0.0	0.6	1.9	0.3	0.7
อื่น ๆ	17.6	0.1	0.6	0.0	4.9
Grand Total	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0

วิธีการใส่ปุ๋ยเคมี ทางกรรณน่นนำให้แบ่งใส่ 2-3 ครั้ง ช่วงที่ข้าวมีอายุประมาณ 45-60 วัน ทั้งนี้ขึ้นกับพันธุ์ข้าวและวิธีการปลูก โดยครั้งแรกนั้นใส่เมื่อปักดำ หรือเมื่อต้นข้าวมีอายุประมาณ 30 วัน ครั้งที่ 2 ใส่หลังปักดำประมาณ 45 วัน หรือเมื่อข้าวอายุได้ประมาณ 75 วัน สำหรับการใส่ 3 ครั้งนั้น ครั้งที่ 2 และ 3 ให้แบ่งใส่ช่วงระยะเวลาเท่า ๆ กัน จากปักดำถึงระยะข้าวตั้งท้อง จากการสำรวจพบว่าส่วนใหญ่แบ่งใส่ 2 ครั้ง มีการใส่ปุ๋ยครั้งเดียวในอันดับรองลงมา ส่วนการแบ่งใส่ 3 ครั้งนั้น มีบ้างเพียงประมาณ 8% ของพื้นที่ในภาคกลางและภาคตะวันออกเฉียงเหนือ (ตารางที่ 8)

สายพันธุ์ข้าว ลำดับความนิยมสายพันธุ์ข้าวที่ปลูกในภูมิภาคต่าง ๆ แตกต่างกัน ดังที่แสดงไว้ในตารางที่ 9 โดยความนิยมข้าวพันธุ์พื้นเมืองยังคงสูงอยู่ โดยเฉพาะในภาคใต้ ซึ่งมีการปลูกมากถึง 85% ของพื้นที่ และพันธุ์พื้นเมืองที่นิยมปลูกในภาคใต้คือพันธุ์เล็บนก พันธุ์ข้าวพื้นเมืองที่นิยมปลูกในภาคเหนือและภาคกลางคือข้าวพันธุ์พวงทองและเหลืองปะทิวตามลำดับ ภาคเหนือนิยมปลูกข้าวสายพันธุ์ต่าง ๆ ตามลำดับความนิยมคือ ชัยนาท1 (CNT1) พันธุ์พื้นเมือง สุพรรณบุรี1 กข.6 กข.35 และชาวดอกมะลิ105 สำหรับภาคกลาง พันธุ์ที่นิยมปลูกคือ สุพรรณบุรี1 มากกว่า ชัยนาท1 โดยมีพื้นที่ปลูกข้าวหอมชาวดอกมะลิ105 เป็นอันดับที่ 4 ซึ่งข้าวชาวดอกมะลิ105 นี้ นิยมปลูกมากที่สุดในภาคตะวันออกเฉียงเหนือ โดยมีข้าวเหนียวพันธุ์ กข.6 ปลูกในอันดับรองลงมา ส่วนภาคใต้นั้น นอกจากข้าวพันธุ์พื้นเมืองที่นิยมปลูกสูงสุดแล้ว มีการปลูกข้าวพันธุ์ชัยนาท1 ในอันดับรองลงมา และพบว่ามี การปลูกข้าวชาวดอกมะลิ105 ในนาชลประทานที่จังหวัดพัทลุงและพังงาบ้างเล็กน้อย

ตารางที่ 1.8 จำนวนครั้งของการใส่ปุ๋ยเคมีในนาข้าวจากผลการสำรวจ แสดงเป็นเปอร์เซ็นต์ของพื้นที่ทั้งหมด (1 = irrigated, 2 = rainfed, drought prone, 3 = rainfed, flood prone, 4 = deep water, 5 = dry season cropping)

Region	Numbers of application	Water Regime					%
		1	2	3	4	5	
North	None	3.2	1.5	3.6	0.0	-	1.4
	1	19.1	8.8	31.4	81.7	3.8	10.7
	2	77.6	89.4	59.9	18.3	96.2	87.5
	3	0.2	0.3	5.1	0.0	-	0.4
Central	None	2.5	6.9	7.9	10.8	-	3.4
	1	14.1	32.3	50.1	26.7	23.4	18.6
	2	73.3	60.8	42.1	55.0	76.6	69.7
	3	10.2	-	-	7.4	-	8.2
Northeast	None	0.0	4.1	0.9	-	-	3.4
	1	28.6	38.8	10.6	-	-	32.5
	2	71.4	49.9	75.7	100.0	37.5	55.8
	3	0.0	7.2	12.7	-	62.5	8.3
South	None	0.0	1.6	0.3	-	-	0.4
	1	34.4	3.5	3.1	-	2.6	11.5
	2	65.6	94.9	95.9	-	97.3	87.8
	3	-	-	0.8	-	0.1	0.2

ตารางที่ 1.9 พันธุ์ข้าว 6 สายพันธุ์ ที่นิยมปลูกสูงสุดในภาคต่าง ๆ

Region	Rice cultivars	% of total area	Total % of six cultivars
North	CNT1	25.8	84.5
	LOCAL	24.4	
	SPR1	14.4	
	RD6	8.7	
	RD35	6.9	
	KDML105	4.2	
Central	SPR1	33.9	90.0
	LOCAL	25.8	
	CNT1	12.6	
	KDML105	11.5	
	RD35	3.4	
	SPR50	2.8	
Northeast	KDML105	42.4	98.7
	RD6	37.4	
	LOCAL	12.8	
	RD15	4.4	
	RD8	0.9	
	RD4	0.7	
South	LOCAL	84.8	97.8
	CNT1	7.0	
	KL	3.0	
	SPR60	1.6	
	RD25	0.9	
	KDML105	0.5	

วิธีการปลูก วิธีปลูกที่ชาวนาใช้กันมาแต่ดั้งเดิมคือการปักดำ (transplanting) โดยปักดำต้นกล้าข้าวอายุประมาณ 30 วัน ลงในนาที่มีการไถ คราด และทำเทือกไว้เรียบร้อยแล้ว การทำนาโดยวิธีนี้มีข้อดีหลายประการ ทั้งลดปัญหาวัชพืช ต้นข้าวแตกกอได้ดี ทำให้ได้ผลผลิตสูงกว่าการปลูกโดยการหว่านเมล็ด แต่เนื่องจากต้องใช้แรงงานมาก ทั้งในการเตรียมดินและปักดำต้นกล้าข้าว จึงเริ่มนิยมการปลูกโดยการหว่านเมล็ดโดยตรงลงดิน (direct seeding) ซึ่งมีทั้งการหว่านเมล็ดข้าวงอกแล้ว (wet seeding) ลงในน่าน้ำตมที่ไถและคราดแล้ว และการหว่านเมล็ดข้าวแห้ง (dry

seeding) ลงบนดินชั้น (ไม่มีน้ำขัง) ตารางที่ 10 แสดงผลการสำรวจพบว่าความนิยมวิธีปักดำในภาคเหนือและภาคกลางลดลงอย่างมาก โดยชาวนานิยมปลูกข้าวโดยวิธีหว่านข้าวลงอกสูงมาก ส่วนการปักดำยังคงเป็นที่นิยมสูงสุดในภาคตะวันออกเฉียงเหนือและโดยเฉพาะในภาคใต้ การปลูกข้าวไร่ซึ่งมีวิธีปลูกแบบหยอด (drilling) นั้น พบในภาคตะวันออกเฉียงเหนือและภาคใต้ในเขตเกษตรน้ำฝนแห้งแล้งและโดยเฉพาะนาดอนหรือไร่

ตารางที่ 1.10 วิธีการปลูกข้าวในภูมิภาคต่าง ๆ แสดงผลเป็นเปอร์เซ็นต์ของพื้นที่ทั้งหมด (1 = irrigated, 2 = rainfed, drought prone, 3 = rainfed, flood prone, 4 = deep water, 5 = dry season cropping)

Region	Planting Method	Water regime					%
		1	2	3	4	5	
North	Transplanting	32.9	15.9	91.1	-	-	18.1
	Wet seeding	67.1	76.5	8.9	-	100.0	76.8
	Dry seeding	0.0	4.0	-	100.0	0.0	3.2
	Transplanting + Wet seeding	0.0	1.5	-	-	-	0.8
	Wet seeding + Dry seeding	0.0	2.2	-	-	-	1.1
Central	Transplanting	6.9	3.1	17.2	-	-	6.6
	Wet seeding	85.1	35.6	60.3	2.5	100.0	76.4
	Dry seeding	8.0	61.3	22.5	97.5	-	17.0
Northeast	Transplanting	100.0	82.1	74.1	51.9	37.5	80.4
	Wet seeding	-	2.4	5.4	-	-	3.0
	Dry seeding	-	10.1	20.5	48.1	62.5	12.4
	Upland	-	0.0	0.1	-	-	-
	Transplanting + Direct seeding	-	4.9	-	-	-	3.8
	Wet seeding + Dry seeding	-	0.3	-	-	-	0.2
	Upland + Drilling	-	0.2	-	-	-	0.1
South	Transplanting	97.7	80.4	86.3	-	95.0	90.4
	Wet seeding	1.4	4.5	9.6	-	5.0	5.0
	Dry seeding	0.2	13.4	3.1	-	-	3.9
	Upland	-	0.6	-	-	-	0.1
	Drilling	0.7	-	-	-	-	0.2
	Transplanting + Direct seeding	-	0.9	0.7	-	-	0.4
	Transplanting + Drilling	-	0.1	0.3	-	-	0.1

โครงการที่ 2 เรื่อง การปลดปล่อยก๊าซมีเทนจากนาข้าวที่มีวิธีการทำนาแบบต่าง ๆ

การศึกษาการปลดปล่อยก๊าซมีเทนจากนาข้าวที่มีการทำนาแบบต่าง ๆ มีด้วยกันทั้งหมด 10 พื้นที่ แบ่งออกเป็นกลุ่มตามหัวข้อวิจัย ดังนี้

1. การศึกษาผลกระทบของการใส่อินทรีย์วัตถุต่อการปลดปล่อยก๊าซมีเทนจากนาข้าว
 - 1.1 จังหวัดลพบุรี (อำเภอโคกสำโรง)
 - 1.2 จังหวัดนครราชสีมา (อำเภอ พิมาย)
 - 1.3 จังหวัดอุบลราชธานี
 - 1.4 จังหวัดสกลนคร
2. การศึกษาการปลดปล่อยก๊าซมีเทนจากข้าวสายพันธุ์ต่าง ๆ
 - 2.1 จังหวัดปทุมธานี
 - 2.2 จังหวัดสุพรรณบุรี
 - 2.3 จังหวัดปราจีนบุรี
3. การศึกษาผลกระทบของการลดการไถพรวนดินและวิธีการปลูกข้าวต่อการปลดปล่อยก๊าซมีเทน
 - 3.1 จังหวัด กทม. (อำเภอ บางเขน)
 - 3.2 จังหวัดพิษณุโลก
 - 3.3 จังหวัดแพร่
 - 3.4 จังหวัดพัทลุง

วิธีการ รายละเอียดวิธีการวัดการปลดปล่อยก๊าซมีเทนจากนาข้าว รวมทั้งอุปกรณ์ วิธีการวิเคราะห์ และตารางสำหรับบันทึกข้อมูล แสดงไว้ในภาคผนวกที่ 2.1

การทดลองนี้ มีหัวข้อการทดลองย่อยหลายหัวข้อด้วยกัน วิธีการทดลองและผลของการวิจัยแยกงานดังต่อไปนี้

1. การศึกษาผลกระทบของการใส่อินทรีย์วัตถุต่อการปลดปล่อยก๊าซมีเทนจากนาข้าว

การปรับปรุงดินนาเพื่อเพิ่มผลผลิตข้าวให้ได้ผลดีนั้น การใส่ปุ๋ยเคมีแต่เพียงอย่างเดียวไม่เพียงพอ จำเป็นต้องใส่ปุ๋ยอินทรีย์ร่วมด้วย แม้ว่าปริมาณธาตุอาหารในปุ๋ยอินทรีย์ส่วนใหญ่มีค่าต่ำ แต่ปุ๋ยอินทรีย์ช่วยเพิ่มความจุในการแลกเปลี่ยนประจุบวกของดินทำให้สามารถดูดซับปุ๋ยได้ดี ลดความรุนแรงของเกลือในสารละลายดิน และช่วยปรับปรุงสมบัติทางกายภาพของดินให้ดีขึ้น ทำให้ดินอ่อนนุ่ม บักดำข้าวได้ง่าย และรากข้าวเจริญเติบโตได้ดี วัสดุที่ใช้เป็นปุ๋ยอินทรีย์มักเป็นวัสดุที่หาได้ง่ายในไรนา เช่น ฟางข้าว แกลบ เศษใบไม้ที่หาได้ง่าย (พืชที่ปลูกตามคันนา) มูลวัว มูลควาย มูลไก่ และปุ๋ยพืชสด ซึ่งเป็นปุ๋ยอินทรีย์ที่ได้จากการไถกลบพืชที่ปลูกในนา ก่อนการปลูกข้าว พืชที่นิยมปลูกเป็นปุ๋ยพืชสดสำหรับนาข้าวได้แก่ พืชตระกูลถั่ว เช่น โสน และถั่วชนิดต่างๆ เป็นต้น นอกจากนี้ ยังมีการใช้วัสดุอินทรีย์เหลือทิ้งจากโรงงานอุตสาหกรรม เช่น สาเหล้า กากน้ำตาล อีเอ็มจากการผลิตผงชูรส เป็นต้น ซึ่งนอกจากจะช่วยลดมลพิษและต้นทุนในการกำจัดสารเหล่านั้นแล้ว วัสดุเหลือใช้บางชนิดยังอุดมไปด้วยธาตุอาหารที่พืชสามารถนำไปใช้ประโยชน์ได้ แต่จากการศึกษาวิจัยพบว่าการใส่อินทรีย์วัตถุในนาข้าวมักทำให้การผลิตก๊าซมีเทนเพิ่มขึ้น (Kimura, et al. 1992, Jernsawatdipong, et al. 1992, Yaki and Minami, 1990,) ทางโครงการวิจัยจึงได้ทำการศึกษาเปรียบเทียบผลของการใส่ปุ๋ยเคมี และปุ๋ยอินทรีย์หลายชนิดที่เกษตรกรใช้ทั่วไป คือ ปุ๋ยหมัก ปุ๋ยคอก เศษวัสดุพืช และวัสดุเหลือทิ้งจากโรงงาน ต่อการเกิดและปลดปล่อยก๊าซมีเทนจากนาข้าว

- 1.1. การทดลองที่อำเภอโคกสำโรง จังหวัดลพบุรี วางแผนการทดลองแบบ Completely Randomized Block มี 3 ซ้ำ แปลงทดลองมีขนาด 3 x 5 เมตร พันธุ์ข้าวที่ปลูกเป็นข้าวขาวดอกมะลิ 105 ปลูกโดยการปักดำต้นกล้าอายุประมาณ 30 วัน ระยะระหว่างต้นและแถว 20x20 ซม. กรรมวิธีในการวิจัยในปี 2542 มีวัตถุประสงค์เพื่อเปรียบเทียบชนิดของวัสดุอินทรีย์ คือ กากตะกอนจากการผลิตน้ำตาล (FC หรือ filter cake) ปุ๋ยหมักฟางข้าว (RSC) และปุ๋ยคอก (manure) ในอัตรา 1000 กก/ไร่ และวิธีการใส่แบบโรยที่ผิวดินโดยไม่ไถกลบ (broadcasting) และไถกลบ (incorporation) ส่วนการทดลองในปี 2543 เป็นการทดลองเพื่อหาอิทธิพลของปริมาณวัสดุอินทรีย์ FC และ RSC ที่อัตรา 500, 1000 และ 1500 กก/ไร่ กับปริมาณการปล่อยออกก๊าซมีเทน

ตารางที่ 2.1 สำหรับทดลอง (treatments) ที่ใช้ในการวิจัยที่อำเภอโคกสำโรง จังหวัดลพบุรี ในปี 2542 และ 2543 (FC = filter cake, RSC = ปุ๋ยหมักฟางข้าว, manure = ปุ๋ยคอก)

Treatment	2542	2543
1	6-6-6	No fertilizer
2	FC1000 + ไถกลบ (incorporation)	6-6-6
3	6-6-6 + FC1000 + หว่าน (broadcasting)	6-6-6 + FC500
4	6-6-6 + FC1000 + ไถกลบ	6-6-6 + FC1000
5	6-6-6 + RSC + หว่าน	6-6-6 + FC1500
6	6-6-6 + RSC + ไถกลบ	6-6-6 + RSC500
7	6-6-6 + Manure1000 + หว่าน	6-6-6 + RSC1000
8	6-6-6 + Manure1000 + ไถกลบ	6-6-6 + RSC1500

หมายเหตุ : 6-6-6 คือ ปุ๋ยเคมี อัตรา 6-6-6 กก ต่อไร่ของ N - P_2O_5 - K_2O ปุ๋ย N ใช้ ammonium sulfate (21% N), ปุ๋ย P ใช้ triple superphosphate (45% P_2O_5), ปุ๋ย K ใช้ potassium chloride (60% K_2O)

การศึกษาการปลดปล่อยก๊าซมีเทนจากนาข้าวนี้ได้ดำเนินการทดลองที่สถานีวิจัยข้าว อำเภอโคกสำโรง จังหวัดลพบุรี ในดินร่วนเหนียวปนทรายชุดโคกสำโรง ผลวิเคราะห์ดินจากแปลงทดลองแสดงไว้ในตารางที่ 2.2 ดินนี้จัดเป็นดินที่มีความอุดมสมบูรณ์ต่ำ และมีการระบายน้ำเร็ว พื้นที่ทดลองเป็นแปลงทดลองที่มีการปลูกข้าวนาปีต่อเนื่องมากกว่า 10 ปี ซึ่งหลังการเก็บเกี่ยวในแต่ละปี ได้ทิ้งตอซังไว้ในไรนา และเมื่อก่อนถึงฤดูปลูกในฤดูฝนของปีต่อไปเมื่อดินมีความชื้นพอสมควร ได้มีการไถกลบตอซังข้าวและเศษวัสดุพืช ซึ่งรวมวัชพืชต้นอ่อนที่ขึ้นในนาหลังฝนตก แล้วจึงทำการท่อน้ำเข้านา ทำเทือกและปักดำต้นกล้าข้าว ปกติแล้วระยะเวลาการเตรียมดินถึงปักดำใช้เวลาประมาณ 1-2 สัปดาห์ จากผลวิเคราะห์ดินก่อนปลูกพบว่าดินนี้มีความเป็นกรด มีอินทรีย์วัตถุต่ำกว่า 1% มีไนโตรเจนที่ย่อยสลายได้ (M-N หรือ mineralizable N) 36 mg/kg, มี Fe_2O_3 , ext.Mn และ ext. SO_4 -S ในปริมาณปานกลางค่อนข้างต่ำ

การปลดปล่อยก๊าซมีเทนจากนาข้าวตั้งแต่ปักดำถึงก่อนการเก็บเกี่ยวแสดงไว้ในรูปที่ 2.1 การปล่อยออกก๊าซมีเทนในการเก็บตัวอย่างก๊าซครั้งแรกจากตำหรับทดลองที่ใส่ปุ๋ยหมักฟางข้าวสูงกว่าตำหรับทดลองอื่น แต่ในสัปดาห์ต่อมา การปล่อยออกก๊าซมีเทนลดลงยกเว้นจากตำหรับที่ใส่ปุ๋ยคอกที่มีอัตราเพิ่มสูงขึ้น หลังจากใส่ปุ๋ยแต่งหน้าในวันที่ 36 หลังปักดำ การปล่อยออกก๊าซมีเทนสูงขึ้นและสูงขึ้นอย่างเด่นชัดในช่วงดอกข้าวบาน

ตารางที่ 2.4 แสดงอัตราการปลดปล่อยก๊าซมีเทนเฉลี่ยตั้งแต่ปักดำถึงวันที่ระบายน้ำออกจากนาก่อนเก็บเกี่ยวข้าว (1 สัปดาห์) พบว่าตำหรับที่ใส่ปุ๋ยเคมีแต่เพียงอย่างเดียวมีอัตราการปลดปล่อยใกล้เคียงกับเมื่อใส่แต่ filter cake อย่างเดียวในอัตรา 1000 กก.ต่อไร่ แต่เมื่อใส่วัสดุอินทรีย์ในอัตรา 1000 กก.ต่อไร่เท่ากัน ร่วมกับปุ๋ยเคมี พบว่ามีผลทำให้อัตราการปล่อยออกเพิ่มขึ้น ปุ๋ยคอกมีผลต่อการปล่อยออกก๊าซมีเทนสูงกว่าปุ๋ยหมักฟางข้าวและ Filter cake วิธีการใส่วัสดุอินทรีย์มีผลต่อการปล่อยออกก๊าซมีเทนเช่นกัน โดยการไถกลบอินทรีย์วัตถุทำให้อัตราการปลดปล่อยก๊าซมีเทนต่ำกว่าการโรยใส่ที่ผิวดินโดยไม่ไถกลบโดยเฉพาะฟางข้าว

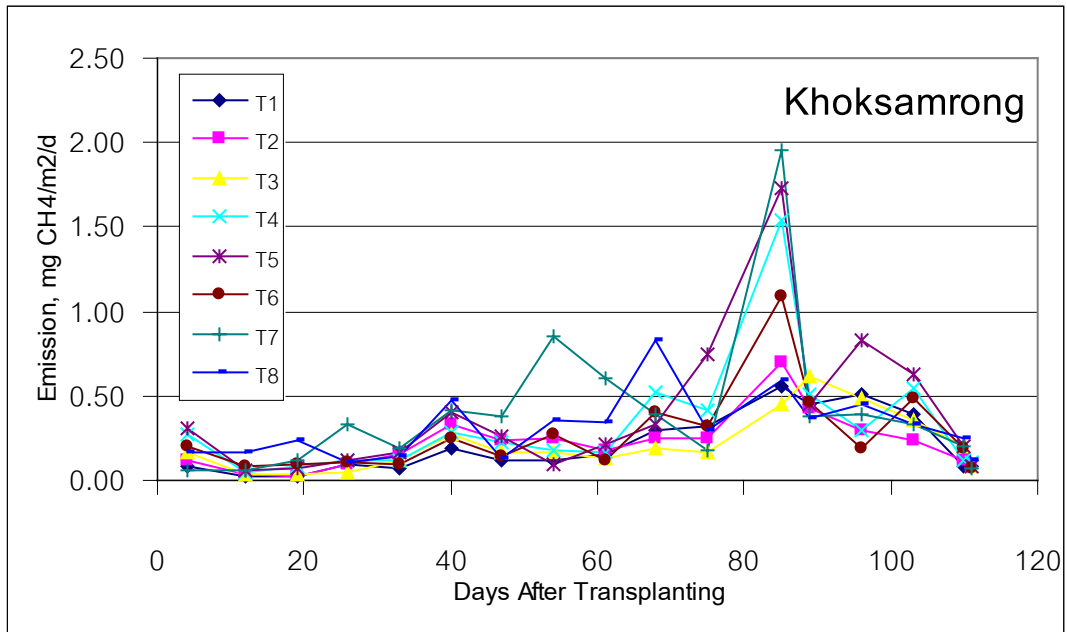
ตารางที่ 2.2 สมบัติดินทางเคมีของดินนาในแปลงทดลองที่สถานีทดลองข้าวโคกสำโรง อำเภโคกสำโรง จังหวัดลพบุรี

ชุดดิน (soil series)	บ้านหมี่ (Ban Mi, Bm)
Classification, USDA1975	Isohyperthermic, Vertic Tropaquepts
Soil Group (Thai)	18
เนื้อดิน	Sandy clay loam
pH H ₂ O (1:1)	5.43
Organic Matter (%)	0.87
Total N (%)	0.02
M-N (mg/kg)	34
Fe ₂ O ₃ (%)	0.17
Ext.Mn (mg/kg)	97
Ext. SO ₄ ⁻ S (mg/kg)	10
Avail.P (mg/kg)	10
Ext. K (mg/kg)	46
Ext.Ca (mg/kg)	805
Ext.Mg (mg/kg)	200

ผลวิเคราะห์ทางเคมีของอินทรีย์วัตถุที่ใช้ในการทดลองแสดงไว้ในตารางที่ 2.3

ตารางที่ 2.3 ผลวิเคราะห์ของปุ๋ยอินทรีย์ที่ใช้ในการทดลอง

ชนิดปุ๋ย	pH (1:5)	E.C. ds ⁻¹ m	% MC	% total N	% P ₂ O ₅	% K ₂ O	% OC	C/N
Filter cake	7.86	0.92	68.51	1.34	1.53	0.41	16.22	12
ปุ๋ยคอก	8.66	4.85	22.4	1.63	0.43	1.50	16.39	10
ปุ๋ยหมัก	8.72	3.65	67.89	1.28	0.25	1.34	22.56	18



รูปที่ 2.1 อัตราการปลดปล่อยก๊าซมีเทนจากนาข้าวที่มีการใส่ปุ๋ยเคมีและวัสดุอินทรีย์ต่างชนิดกัน โดยมีวิธีใส่แบบหว่านและไถกลบ ตั้งแต่ปักดำถึงเก็บเกี่ยวที่อำเภอโคกสำโรง จังหวัดลพบุรี ในปี 2542

ตารางที่ 2.4 ปริมาณการปล่อยออกก๊าซมีเทนจากนาข้าว ในฤดูปลูกข้าวนาปี ที่อำเภอโคกสำโรง จังหวัดลพบุรี ปี 2542

Treatment	Daily emission g CH ₄ m ⁻² d ⁻¹	Seasonal emission g CH ₄ m ⁻²
1	0.216	25.86
2	0.229	27.45
3	0.341	40.88
4	0.215	25.82
5	0.417	50.01
6	0.278	33.35
7	0.426	51.12
8	0.325	38.95

การเจริญเติบโตของต้นข้าวและผลผลิตเพิ่มขึ้นเมื่อมีการใส่ปุ๋ย ความสูงของต้นข้าวสูงสุดเมื่อมีการใส่ปุ๋ยคอก โดยปุ๋ยหมักฟางข้าวและ filter cake มีผลต่อความสูงของต้นข้าวในลำดับรองลงมา การใส่ปุ๋ยเคมีอัตรา 6-6-6 อย่างเดียวมีผลต่อความสูงของต้นข้าวมากกว่าการใส่ filter cake ในอัตรา 1000 กก.ต่อไร่ อย่างไรก็ตาม อิทธิพลของชนิดและวิธีการใส่วัสดุอินทรีย์ต่อผลผลิตข้าวไม่ชัดเจน แต่พบว่าการใส่ filter cake แต่เพียงอย่างเดียวให้ผลผลิตต่ำสุดและต่ำกว่าเมื่อใส่ปุ๋ยเคมีแต่เพียงอย่างเดียว ดังแสดงไว้ในตารางที่ 2.5 นอกจากนี้ เมื่อวิเคราะห์ปริมาณก๊าซมีเทนที่ปลดปล่อยต่อผลผลิตข้าว พบว่า การใส่ปุ๋ยเคมีแต่เพียงอย่างเดียว ทำให้การปล่อยออกก๊าซมีเทนต่อผลผลิตต่ำสุด แต่เมื่อมีการใส่ปุ๋ยเคมีร่วมกับวัสดุอินทรีย์ชนิดต่าง ๆ แล้ว พบว่า ปุ๋ยคอกมีผลต่อการปลดปล่อยก๊าซมีเทนมากที่สุด

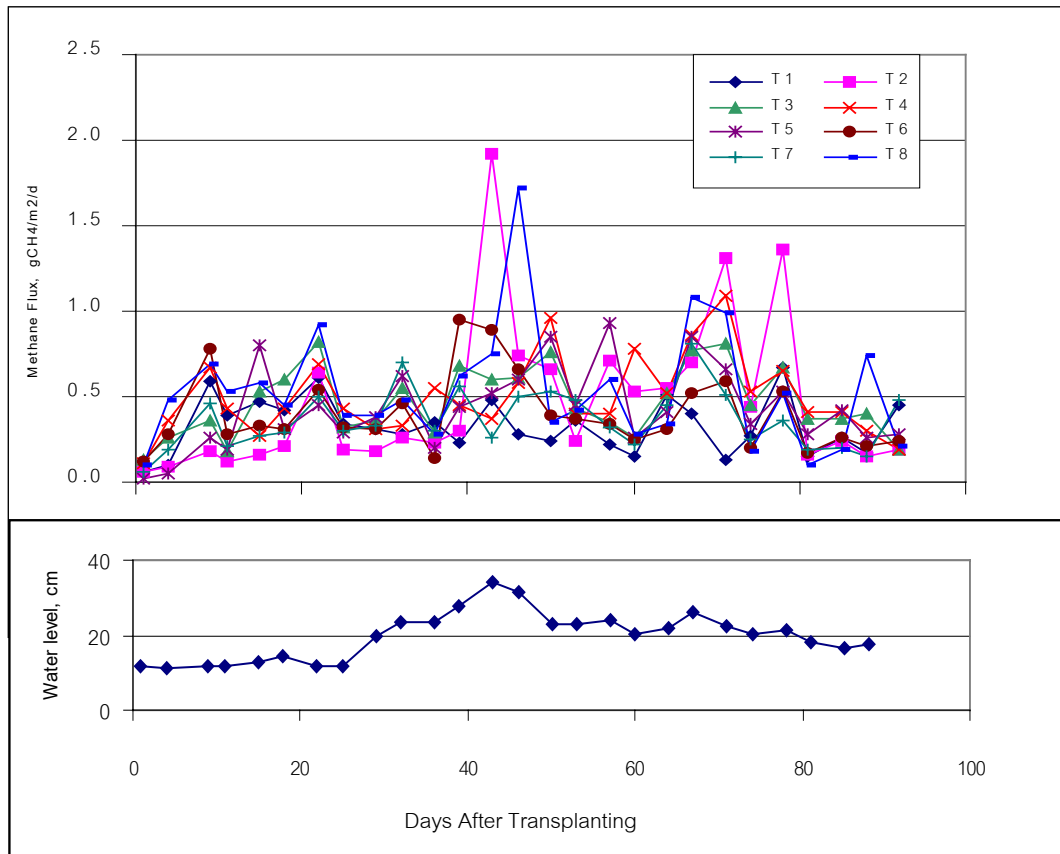
ตารางที่ 2.5 การเจริญเติบโตและผลผลิตข้าวปี 2542

Treatment	Grain yield kg rai ⁻¹	Plant height cm	Flux / grain yield mg CH ₄ per kg rice
1	574	123.0	0.072
2	448	121.4	0.098
3	600	126.6	0.109
4	597	130.9	0.069
5	646	132.2	0.123
6	637	137.8	0.084
7	594	132.8	0.138
8	664	137.8	0.094

การทดลองปลูกข้าวนาปีในปี 2543 ล่าช้ากว่าวันปลูกปกติ เนื่องจากช่วงเตรียมดินมีฝนตกชุกมาก ทำให้คันนาของแปลงทดลองเสียหาย ต้องบ้นและซ่อมหลายครั้ง ทำให้การปักดำนาล่าช้า ต้นกล้าข้าวที่เตรียมไว้จึงมีอายุมากกว่าปกติไปเล็กน้อย การปลดปล่อยก๊าซมีเทนจากนาข้าวปีที่สองนี้แสดงไว้ในรูปที่ 2.2 และตารางที่ 2.6 พบว่าการปล่อยออกก๊าซมีเทนจากนาข้าวที่มีการใส่ปุ๋ยเคมีและ

ปุ๋ยอินทรีย์ในอัตราต่างๆ มีความผันแปรระหว่างซ้ำและดำรับการทดลองสูง ซึ่งความผันแปรนี้เกิดขึ้นในทิศทางเดียวกันกับความผันแปรของผลผลิตข้าวและการเจริญเติบโต (ตารางที่ 2.7) ประกอบกับในช่วงเวลาทดลองปีนี้ ขณะที่ข้าวกำลังออกดอกนั้นแปลงทดลองมีน้ำท่วมระดับสูงเกิน 20 ซม. เป็นเวลานาน และยังท่วมสูงเกินระดับคันนาเป็นถึงเวลา 2 สัปดาห์ (รูปที่ 2.2) และน้ำที่ท่วมขังยังพัดพาตะกอนจากพื้นที่อื่นและแปลงทดลองใกล้เคียงมาปะปน ซึ่งมีผลต่อการปลดปล่อยก๊าซมีเทนได้

การใส่ปุ๋ยเคมี มีผลทำให้ผลผลิตข้าวสูงขึ้น และเมื่อใส่ร่วมกับปุ๋ยอินทรีย์ทั้งปุ๋ยหมักฟางข้าวและ filter cake มีผลทำให้ผลผลิต การเจริญเติบโต และการปลดปล่อยก๊าซมีเทนเพิ่มขึ้นอย่างชัดเจน โดยเฉพาะเมื่อใส่ร่วมกับปุ๋ยหมักฟางข้าวมีผลทำให้ผลผลิตข้าวสูงกว่า Filter cake ปริมาณของปุ๋ยอินทรีย์ที่ใส่ในอัตรา 500, 1000 และ 1500 kg/rai ไม่มีผลทำให้ผลผลิตข้าวแตกต่างกัน การใส่ปุ๋ยหมักฟางข้าว และ filter cake ร่วมกับปุ๋ยเคมีมีศักยภาพทำให้การปลดปล่อยก๊าซมีเทนเพิ่มมากขึ้น ทั้งนี้ขึ้นกับอัตรา การใส่ของวัสดุอินทรีย์ ซึ่งอัตราการใส่อินทรีย์วัตถุมีผลต่อปริมาณการปล่อยออกของก๊าซมีเทน การใส่ ที่อัตราต่ำ อาจไม่มีผลทำให้การปล่อยออกก๊าซมีเทนเพิ่มขึ้น (Sass, et al.,1991) การใส่อินทรีย์วัตถุที่ อัตรา 500 kg/rai ร่วมกับปุ๋ยเคมี มีผลทำให้ปริมาณการปล่อยออกก๊าซมีเทนไม่เพิ่มขึ้นจากเมื่อใส่แต่ เพียงปุ๋ยเคมี แต่เพิ่มสูงขึ้นจากเมื่อไม่มีการใส่ปุ๋ยใดๆ เลย นอกจากนี้ ปริมาณการปล่อยออกก๊าซมีเทน เมื่อใส่ filter cake ในอัตรา 1500 kg/rai ยังลดลงต่ำกว่าเมื่อใส่ที่อัตรา 1000 kg/rai ซึ่งแตกต่างกับปุ๋ย หมักฟางข้าว ที่ปริมาณการปล่อยออกก๊าซมีเทนสูงสุดเมื่อใส่ที่อัตรา 1500 kg/rai และยังทำให้การ ปล่อยออกก๊าซมีเทนต่อผลผลิตข้าวสูงสุดด้วย ส่วนการใส่ที่อัตรา 500 และ 1000 kg/rai กลับมีผลทำให้ การปล่อยออกก๊าซมีเทนต่อผลผลิตข้าวต่ำสุดและต่ำกว่าเมื่อไม่มีการใส่ปุ๋ยเลยหรือใส่แต่ปุ๋ยเคมีแต่เพียง อย่างเดียว การใส่ filter cake ที่อัตรา 1000 kg/rai มีผลทำให้การปล่อยออกก๊าซมีเทนต่อผลผลิตสูง กว่าใส่ที่อัตรา 500 และ 1500 kg/rai การศึกษาทดลองนี้ยังมีข้อมูลไม่เพียงพอสำหรับหาค่าปฏิ สัมพันธ์ระหว่างอัตราวัสดุอินทรีย์ที่ใช้กับปริมาณการปล่อยออกก๊าซมีเทนจากนาข้าวได้



รูปที่ 2.2 กราฟแสดงการปลดปล่อยก๊าซมีเทนจากนาข้าวที่มีการใส่ปุ๋ยแบบต่าง ๆ และระดับน้ำเฉลี่ยในแปลงทดลอง ที่อำเภอโคกสำโรง จังหวัดลพบุรี ปี 2543

ตารางที่ 2.6 อัตราการปลดปล่อยก๊าซมีเทนจากข้าวนาปีที่จังหวัดลพบุรี (อ.โคกสำโรง) ปีเพาะปลูก 2543

Treatment	Daily emission g CH ₄ m ⁻² d ⁻¹	Seasonal emission g CH ₄ m ⁻²
T1	0.328	39.392
T2	0.472	56.594
T3	0.476	57.061
T4	0.508	60.946
T5	0.438	52.566
T6	0.403	48.309
T7	0.366	43.907
T8	0.541	64.972

ตารางที่ 2.7 การเจริญเติบโตของข้าวและผลผลิตจากข้าวนาปีที่ อ.โคกสำโรง จังหวัดลพบุรี ปีเพาะปลูก 2543

Treatment	Grain yield kg/rai	Plant height, cm.	Tiller / Hill	Methane emission /grain yield kg CH ₄ /kg rice
T1	542	112	5.97	0.1162
T2	669	110	5.67	0.1353
T3	665	118	6.13	0.1373
T4	679	116	5.4	0.1437
T5	657	112	5.57	0.1280
T6	707	115	5.87	0.1093
T7	674	116	6.43	0.1043
T8	726	119	6.03	0.1432

สรุปผลการทดลอง

การศึกษาอิทธิพลของวัสดุอินทรีย์ต่อการปลดปล่อยก๊าซมีเทนจากนาข้าวในการทดลองที่อำเภอโคกสำโรง จังหวัดลพบุรีนี้ พบว่า อัตราการปลดปล่อยก๊าซมีเทนเพิ่มขึ้นเมื่อมีการใส่ปุ๋ยเคมีที่อัตรา 6-6-6 กก.ต่อไร่ ของ N - P₂O₅ - K₂O และอัตราการปลดปล่อยเพิ่มมากขึ้นเมื่อใส่ร่วมกับวัสดุอินทรีย์ โดยปุ๋ยคอกมีผลทำให้การปล่อยออกสูงสุด แต่เมื่อวิเคราะห์ร่วมกับผลผลิตข้าวแล้วกลับพบว่า ปุ๋ยคอกทำให้ปริมาณการปลดปล่อยต่อหน่วยของผลผลิตสูงสุด นอกจากนี้ อัตราการปลดปล่อยก๊าซมีเทนยังผันแปรตามปริมาณวัสดุอินทรีย์ที่ใส่ร่วมกับปุ๋ยเคมีในอัตรา 6-6-6 ทั้ง filter cake และปุ๋ยหมักฟางข้าว การใส่ที่อัตรา 500 kg/rai มีผลต่ออัตราการปลดปล่อยก๊าซมีเทนไม่ชัดเจน

- 1.1. การทดลองที่อำเภอพิมาย จังหวัดนครราชสีมา การศึกษาวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์ศึกษาอิทธิพลของวัสดุอินทรีย์ต่อการปลดปล่อยก๊าซมีเทนจากนาข้าวดินเค็ม ทั้งนี้เนื่องจากวิธีการปรับปรุงดินเค็มที่มีประสิทธิภาพสำหรับการทำนาข้าวนั้น คือการใส่วัสดุอินทรีย์ โดยเฉพาะที่หาได้ง่ายในท้องถิ่น เช่น แกลบ ฟางข้าว ปุ๋ยคอก และปุ๋ยพืชสด เป็นต้น ดังนั้น จึงได้เลือกพื้นที่วิจัยที่สถานีทดลองข้าวพิมาย จังหวัดนครราชสีมา โดยวางแผนการทดลองแบบ Randomized complete block มี 3 ซ้ำ แปลงทดลองมีขนาด 3 x 5 เมตร ปลูกรatoonข้าวดอกมะลิ 105 โดยวิธีปักดำต้นกล้าอายุ 30 วัน ลงในนา มีระยะระหว่างแถวและต้น 20 x 20 ซม. กรรมวิธีในการวิจัย ในปี 2542 และ 2543 มีดังนี้ :

ตารางที่ 2.7 กรรมวิธีทดลองในการศึกษาอิทธิพลของวัสดุอินทรีย์ต่อการปลดปล่อยก๊าซมีเทนจากนาข้าวที่สถานีทดลองข้าวพิมาย อำเภอพิมาย จังหวัดนครราชสีมา (RSC = ปุ๋ยหมักฟางข้าว หรือ rice straw compost, CM = ปุ๋ยคอกมูลไก่ หรือ chicken manure, RH = แกลบ หรือ rice husk)

Treatment	2542	2543
T1	6-6-6	6-6-6
T2	6-6-6 + RSC1000	6-6-6 + CM100
T3	6-6-6 + CM1000	6-6-6 + CM200
T4	6-6-6 + RH1000	6-6-6 + CM300

ผลและวิจารณ์

ดินที่ทำการทดลองวัดการปลดปล่อยก๊าซมีเทนจากนาข้าว เป็นดินเหนียว ชุดพิมาย จัดอยู่ในกลุ่มชุดดินที่ 3 เช่นเดียวกับดินชุดบางกอกและบางเขน มีการระบายน้ำเลวจึงมักมีปัญหาน้ำท่วมขังในฤดูฝน ส่วนใหญ่ใช้ทำนาข้าว ผลวิเคราะห์ดินจากแปลงทดลองแสดงไว้ในตารางที่ 2.8 ดินนี้มีความเป็นกรดจัด มีอินทรีย์วัตถุ 1.61% และปริมาณไนโตรเจนที่ย่อยสลายได้ 36 mg/kg มี Fe_2O_3 , ext. Mn และ $\text{SO}_4\text{-S}$ ในปริมาณที่สูงกว่าดินทรายร้อยเอ็ดในภาคตะวันออกเฉียงเหนือ (ตารางที่ 2.8)

ตารางที่ 2.8 สมบัติทางเคมีของดินนาที่แปลงทดลองในจังหวัดนครราชสีมา (อ.พิมาย)

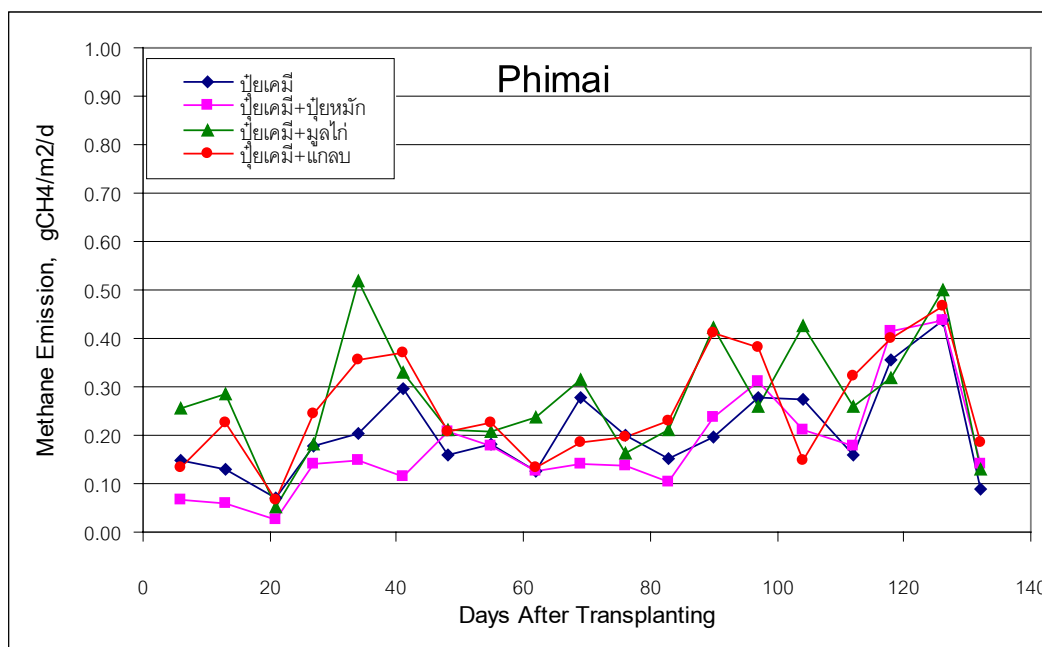
ชุดดิน (soil series)	พิมาย (Phimai, Pm)
Classification, USDA1975	Isohyperthermic, Vertic Tropaquepts
Soil Group (Thai)	3
Parent material	Alluvium
เนื้อดิน	Clay
pH H ₂ O (1:1)	5.17
EC (mS/cm)	1.2
Organic Matter (%)	1.61
Total N (%)	0.07
M-N (mg/kg)	36
Fe ₂ O ₃ (%)	0.24
Ext.Mn (mg/kg)	72
Ext. SO ₄ ⁴⁻ S (mg/kg)	74
Avail.P (mg/kg)	19
Ext. K (mg/kg)	106
Ext.Ca (mg/kg)	1511
Ext.Mg (mg/kg)	247

จากผลการวิเคราะห์ดิน พบว่าปีการทดลองนี้ ดินนาบริเวณแปลงทดลองมีค่า EC (electrical conductivity) วัดได้เพียง 1.2 mS/cm ต่ำกว่าเกณฑ์ขั้นต่ำของดินเค็ม ซึ่งหมายความว่า ดินนาในแปลงทดลองมีระดับความเค็มต่ำไม่จัดเป็นดินเค็ม ทั้งนี้เนื่องจากความเค็มของดินผันแปรและเปลี่ยนตำแหน่งได้ขึ้นกับการผันแปรของความชื้นดิน ระดับลึกและความเค็มของน้ำใต้ดิน

พื้นที่ทำการทดลองที่สถานีทดลองนี้ ใช้ปลูกข้าวเฉพาะข้าวนาปีต่อเนื่องเป็นเวลานาน เช่นเดียวกันกับพื้นที่ สถานีทดลองข้าวโคกสำโรง อินทรีวิทยุที่ย่อยสลายง่ายส่วนใหญ่มาจากวัชพืชที่ขึ้นในนา ก่อนการไถพรวนในการเตรียมดิน

ผลของการจัดการปลดปล่อยก๊าซมีเทนจากนาข้าวในช่วงฤดูปลูกตั้งแต่ปักดำถึงหลังเก็บเกี่ยว แสดงไว้ในรูปที่ 2.2 การปลดปล่อยก๊าซมีเทนที่วัดได้หลังการปักดำข้าว 1 สัปดาห์ มีปริมาณสูงกว่าในสัปดาห์ต่อมา และพบว่าอัตราการปลดปล่อยต่ำมากในสัปดาห์ที่สาม ทั้งนี้อาจเป็นเพราะแปลงนามีน้ำท่วมขังก่อนปลูกข้าวเป็นระยะเวลาหลายสัปดาห์เนื่องจากปีนี้มีฝนตกเร็วกว่าปกติ ซึ่งระยะเวลาที่น้ำท่วมขังนานเพียงพอที่ทำให้วัชพืชและเศษวัสดุพืชที่อยู่ในนาย่อยสลายและปลดปล่อยก๊าซมีเทนก่อนปักดำข้าว การปลดปล่อยก๊าซมีเทนค่อยๆ เพิ่มขึ้นเมื่อมีการใส่ปุ๋ยรองพื้นในวันที่ 21 หลังปักดำ โดยมูลไก่ที่ใส่ร่วมกับปุ๋ยเคมีมีผลต่ออัตราการปลดปล่อยก๊าซมีเทนสูงสุด แต่เกิดขึ้นในช่วงสั้นๆ เพียง 2-3 สัปดาห์ การปลดปล่อยก๊าซมีเทนเพิ่มขึ้นอีกครั้งหนึ่งหลังการใส่ปุ๋ยแต่งหน้าหลังปักดำกล้าข้าวได้ 55 วัน และเพิ่มขึ้นสูงสุดเมื่อข้าวออกดอกและติดเมล็ด การปลดปล่อยก๊าซมีเทนเพิ่มขึ้นอย่างเด่นชัดเมื่อข้าวออกดอกและสูงสุดเมื่อดอกบาน หลังทำการเก็บเกี่ยวข้าวแล้วได้ทำการเก็บตัวอย่างก๊าซต่อไปอีก

พบว่ามีก๊าซมีเทนปลดปล่อยออกในวันที่ 6 – 8 หลังเกี่ยวข้าวแล้วสูงกว่าเมื่อก่อนทำการเกี่ยวข้าว ทั้งนี้ อาจเป็นเพราะดินยังคงอยู่ในสภาพน้ำท่วมขังและการตัดต้นข้าวในการเกี่ยวข้าวทำให้การปล่อยออกก๊าซง่ายขึ้น นอกจากนี้ระยะทางการเคลื่อนของก๊าซผ่านลำต้นข้าวยังสั้นลงอีกด้วย ทำให้ก๊าซมีเทนเคลื่อนออกสู่บรรยากาศได้ง่ายและเร็วขึ้น แต่เกิดขึ้นเพียงระยะเวลานั้นๆ



รูปที่ 2.3 กราฟแสดงการปลดปล่อยก๊าซมีเทนจากนาข้าว ช่วงการทำนาปี ปี 2542 ที่ อ.พินาย จังหวัด นครราชสีมา

อัตราการปลดปล่อยก๊าซมีเทนเฉลี่ยตลอดระยะเวลาเก็บตัวอย่างก๊าซและปริมาณการปล่อยออกในฤดูปลูกแสดงไว้ในตารางที่ 2.9 ในการทดลองนี้ พบว่า กรรมวิธีที่ 2 ซึ่งมีการใช้ปุ๋ยเคมีร่วมกับปุ๋ยหมักฟางข้าวปลดปล่อยก๊าซมีเทนต่ำที่สุด ส่วนการใช้มูลไก่ร่วมกับปุ๋ยเคมีทำให้การปลดปล่อยก๊าซมีเทนเกิดขึ้นในอัตราสูงที่สุด และมีผลทำให้การเจริญเติบโตทั้งด้านความสูง การแตกกอและผลผลิตดีที่สุดในเช่นกัน (ตารางที่ 2.10) การปลดปล่อยก๊าซมีเทนต่อผลผลิตข้าว จากกรรมวิธีที่ใส่ปุ๋ยมูลไก่อันสูงถึง 73.86 กรัมมีเทน/กก.ข้าว ในขณะที่ปุ๋ยหมักฟางข้าวให้ผลต่ำสุด ซึ่งผลผลิตข้าวพบว่าไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติระหว่างกรรมวิธีที่ใช้ในการทดลองนี้

ตารางที่ 2.9 อัตราการปลดปล่อยก๊าซมีเทนจากข้าวนาปีที่จังหวัดนครราชสีมา (อ.พิมาย) ปีเพาะปลูก 2542

Treatment	Daily emission g CH ₄ m ⁻² d ⁻¹	Seasonal emission g CH ₄ m ⁻²
T1	0.201	24.17
T2	0.165	19.78
T3	0.283	33.97
T4	0.254	30.42

ตารางที่ 2.10 การเจริญเติบโตของข้าวและผลผลิตจากข้าวนาปีที่สถานีทดลองข้าวพิมาย อ.พิมาย จังหวัดนครราชสีมา ปีเพาะปลูก 2542

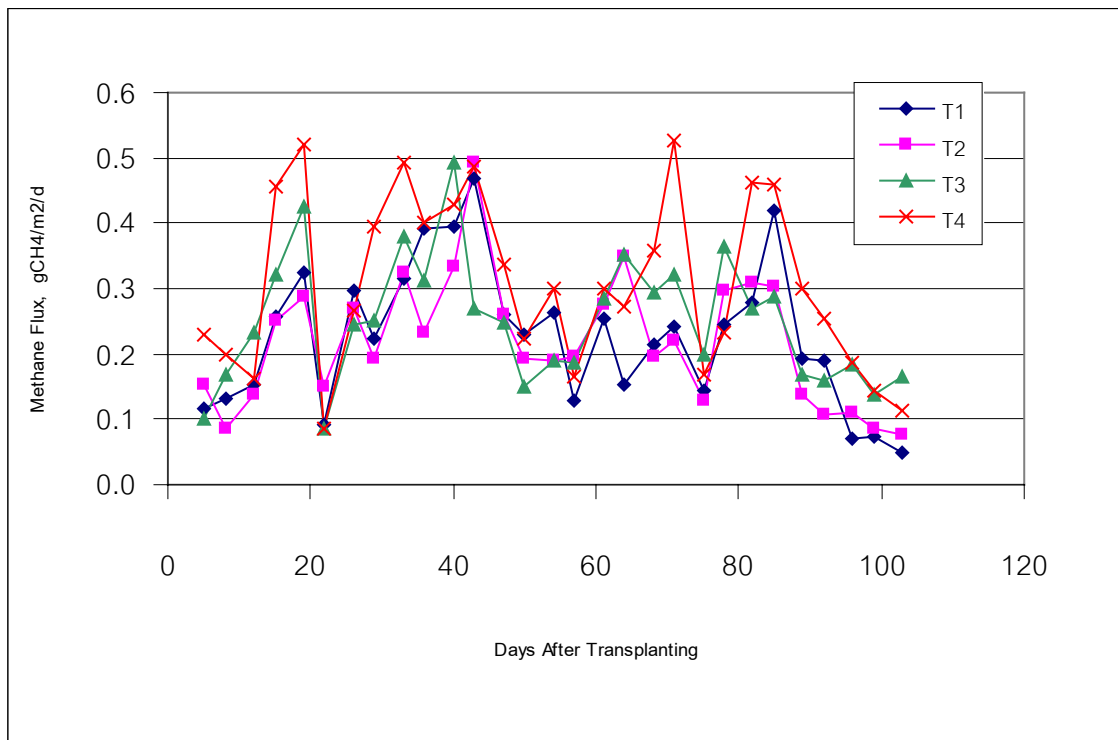
Treatment	Height cm	Tiller / Hill	Grain yield kg/rai	Methane emission / grain yield g CH ₄ /kg rice
T1	158.62	10.54	682.25	0.057
T2	155.53	9.70	668.40	0.047
T3	172.00	10.20	735.90	0.074
T4	158.06	9.87	680.14	0.072

ในปี 2543 ได้เปลี่ยนแปลงกรรมวิธีวิจัย โดยทำการศึกษาอิทธิพลของอัตราการใส่วัสดุอินทรีย์ต่อปริมาณการปล่อยออกก๊าซมีเทน (ตารางที่ 2.7) วัสดุอินทรีย์ที่เลือกใช้ คือ มูลไก่ ทั้งนี้ เนื่องจากปัจจุบันได้มีฟาร์มไก่เกิดขึ้นมากในภูมิภาคต่าง ๆ ทั่วประเทศ และโดยเฉพาะมีการผลิตปุ๋ยหมักมูลไก่อัดเม็ดออกจำหน่ายในภาคตะวันออกเฉียงเหนือ จึงคาดว่าในอนาคตอาจมีการใช้วัสดุอินทรีย์มูลไก่ในการผลิตข้าวเพิ่มมากขึ้น

เนื่องจากปีนี้ฝนเริ่มตกเร็วอีกเช่นกัน ทำให้น้ำข้าวมีน้ำแฉะและท่วมขังก่อนปลูกข้าวตั้งแต่เดือนพฤษภาคม หรือประมาณ 3 เดือนก่อนปลูกข้าว อินทรีย์วัตถุที่มีในนาจึงย่อยสลายภายใต้สภาพไร้ออกซิเจนก่อนทำการปลูกข้าว วัชพืชที่พบก่อนทำการปลูกข้าวเป็นชนิดที่ขึ้นในน้ำได้ แต่มีปริมาณเพียงเล็กน้อย ได้แก่ เช่น ผักปอดนา สันตวาใบพาย และสาหร่ายพวงกะโด วัชพืชเหล่านี้คลุมเคล้าลงดินเมื่อทำการไถพรวนดินในการเตรียมดิน ซึ่งมีช่วงเวลา 2 สัปดาห์ก่อนการปักดำและใส่ปุ๋ยมูลไก่ ดังนั้นเมื่อทำการปักดำกล้าข้าว การเหยียบย่ำดินทำให้ก๊าซมีเทนที่เกิดขึ้นแล้วในดินหลุดลอยผ่านน้ำออกสู่บรรยากาศได้

ผลของการจัดการปลดปล่อยก๊าซมีเทนจากนาข้าวในช่วงฤดูปลูกตั้งแต่ปักดำถึงหลังเก็บเกี่ยวแสดงไว้ในรูปที่ 2.4 การปลดปล่อยก๊าซมีเทนที่วัดได้หลังปักดำมีอัตราเพิ่มขึ้นและมีอัตราสูงสุดหลังปักดำประมาณ 20 วัน หรือหลังคลุกเคล้ามูลไก่ลงดิน 21 วัน หลังจากนั้นอัตราการปลดปล่อยก๊าซลดลงต่ำ

ลงแต่เป็นช่วงระยะเวลาสั้นๆ แล้วเพิ่มขึ้นตลอดระยะเวลาที่ข้าวแตกกอ จนถึงระดับสูงสุดอีกครั้งหนึ่งในระยะข้าวให้กำเนิดช่อดอก ดอกบานและระยะที่ข้าวเริ่มสุก แล้วลดลงเมื่อถึงเวลาเก็บเกี่ยว



รูปที่ 2.4 กราฟแสดงการปลดปล่อยก๊าซมีเทนจากนาข้าว ช่วงการทำนาปี ปี 2543 ที่ อ.พิมาย จังหวัด นครราชสีมา

อัตราการผลิตปล่อยก๊าซมีเทนเฉลี่ยตลอดระยะเวลาเก็บตัวอย่างก๊าซและปริมาณการปล่อยออกในฤดูปลูกแสดงไว้ในตารางที่ 2.11 ผลการทดลองนี้ พบว่า ปริมาณการผลิตปล่อยก๊าซมีเทนมีความสัมพันธ์อย่างเป็นเส้นตรงกับอัตรามูลไก่ที่ใส่ที่ 0, 100, 200 และ 300 kg/rai ($R^2 = 0.892$) การใช้มูลไก่เป็นปุ๋ยอินทรีย์นั้นพบว่ามีผลทำให้การเจริญเติบโตของข้าว ทั้งความสูง การแตกกอ และน้ำหนักต่อชั่งสูงขึ้น และมีผลทำให้ผลผลิตข้าวเพิ่มขึ้นสูงสุดเมื่อใส่ร่วมกับปุ๋ยเคมีอัตรา 6-6-6 kg/rai ของ N - P_2O_5 - K_2O ในอัตรา 300 kg/rai ส่วนอัตราที่ 100 และ 200 kg/rai นั้น มีผลต่อการปล่อยก๊าซมีเทนและผลผลิตข้าวไม่แตกต่างไปจากการใส่ปุ๋ยเคมีแต่เพียงอย่างเดียว

ตารางที่ 2.11 อัตราการผลิตปล่อยก๊าซมีเทนจากข้าวนาปีที่จังหวัดนครราชสีมา (อ.พิมาย) ปีเพาะปลูก 2543

Treatment	Daily emission $g\ CH_4\ m^{-2}\ d^{-1}$	Seasonal emission $g\ CH_4\ m^{-2}$
T1	0.223	26.788
T2	0.215	25.821
T3	0.245	29.341
T4	0.303	36.312

ตารางที่ 2.12 ผลผลิตและน้ำหนักต่อชั่งและรวงข้าวภายในกล่องเก็บตัวอย่างก๊าซจากข้าวนาปีที่ อ.พิมาย จังหวัดนครราชสีมา ปีเพาะปลูก 2543

Treatment	Height, cm	Tillers/plant	Biomass, g/m ²	Grain yield, kg/rai	kg CH_4 / kg grain yield
T1	163.30	5.10	1,503	426.63	0.1005
T2	164.45	5.25	1,771	395.63	0.1044
T3	168.10	6.16	1,953	423.31	0.1109
T4	167.83	6.60	1,881	450.67	0.1289

สรุปผลการทดลอง

ผลของการทดลองที่สถานีทดลองข้าวพิมายนี้ พบว่า การใช้มูลไก่และแกลบเป็นปุ๋ยอินทรีย์โดยใส่ร่วมกับปุ๋ยเคมีในอัตรา 6-6-6 กก ต่อไร่ ของ N_2O - P_2O_5 - K_2O ทำให้อัตราการผลิตปล่อยก๊าซมีเทนสูงกว่าใส่ปุ๋ยเคมีแต่เพียงอย่างเดียวและเมื่อใส่ร่วมกับปุ๋ยหมักฟางข้าว ปริมาณการผลิตปล่อยก๊าซมีเทนเพิ่มขึ้นตามอัตราปุ๋ยมูลไก่ที่ใช้ แต่อัตราของปุ๋ยมูลไก่ที่ใช้ในการทดลองนี้มีอิทธิพลต่อการเจริญเติบโตของข้าวไม่ชัดเจน

1.2. การทดลองที่จังหวัดอุบลราชธานี เนื่องจากดินปลูกข้าวในภาคตะวันออกเฉียงเหนือส่วนใหญ่เป็นดินทรายร่วน หรือดินร่วนปนทรายและมีความอุดมสมบูรณ์ต่ำ จึงได้มีการศึกษาวิจัยอย่างมากมายเพื่อเพิ่มความสามารถในการให้ผลผลิตของดิน โดยการปรับปรุงดินทั้งทางด้านกายภาพเพื่อให้ดินอุ้มน้ำดี มีความอ่อนนุ่ม ร่วนซุย และทางด้านเคมีโดยเฉพาะเพิ่มความสามารถในการดูดซับธาตุอาหาร ได้มีการทดลองศึกษาใช้วัสดุอินทรีย์ต่างชนิดกันใส่ลงในดินนา จากการศึกษาติดต่อกันเป็นระยะเวลานาน พบว่าการใส่วัสดุอินทรีย์ให้ผลดี แต่อย่างไรก็ตาม การใส่วัสดุอินทรีย์ในนาข้าวส่งผลให้การปลดปล่อยก๊าซมีเทนสู่บรรยากาศเพิ่มมากขึ้น แต่ในกรณีที่ดินมีความอุดมสมบูรณ์ต่ำและการเพิ่มผลผลิตข้าวเป็นสิ่งจำเป็น การใส่วัสดุอินทรีย์จึงเป็นทางเลือกที่ดี เนื่องจากทำให้ต้นทุนการผลิตต่ำ สะดวก สามารถหาได้ในท้องถิ่น และโดยเฉพาะอย่างยิ่งมีประสิทธิภาพในการเพิ่มผลผลิตได้ดี ดังนั้น จึงได้ทำการศึกษาอิทธิพลของวัสดุอินทรีย์ที่หาได้ง่ายในพื้นที่ต่อการปลดปล่อยก๊าซมีเทนจากนาข้าว จากการศึกษา โดย ประเสริฐ สองเมืองและคณะ (2531) พบว่าการใส่มูลสัตว์หรือปุ๋ยคอกในอัตรา 400-500 กก/ไร่ ร่วมกับปุ๋ยเคมีอัตราต่ำ (น้อยกว่า 3 กก ในโตรเจนต่อไร่) สามารถเพิ่มผลผลิตข้าวได้ถึง 50-100% การใส่แกลบในนาข้าวมีผลต่อผลผลิตข้าวต่ำกว่า โดยพบว่าการใส่แกลบติดต่อกันเป็นเวลา 6 ปี มีผลทำให้ผลผลิตข้าวเพิ่มเพียง 4.5-10%

การศึกษาวิจัยนี้ได้ทำการศึกษาที่ศูนย์วิจัยข้าวอุบลราชธานี โดยทำการศึกษา อิทธิพลของวัสดุอินทรีย์ที่หาได้ง่ายในนาข้าวต่อการปลดปล่อยก๊าซมีเทนจากนาข้าว ในปีแรกได้ทำการเปรียบเทียบชนิดของวัสดุอินทรีย์ ได้แก่ ต้นถั่วมะแฮะ (P), ใบกฐินณรงค์ (T) และใบต้นเสียว (S) โดยใส่ร่วมกับปุ๋ยเคมี 2 อัตรา อัตราสูง (HCF) และ อัตราต่ำ (LCF) ส่วนในปีที่สอง ได้ทำการศึกษาอัตราของวัสดุอินทรีย์ ปุ๋ยคอก (FM) และแกลบ (RSH) เมื่อใส่ร่วมกับปุ๋ยเคมีอัตราสูง และต่ำ ในอัตรา 200 และ 500 กก/ไร่ กรรมวิธีของการศึกษานี้แสดงไว้ในตารางที่ 2.13

การศึกษานี้ได้วางแผนการทดลองแบบ Randomized complete block มี 3 ซ้ำ แปลงทดลองในการศึกษาปีแรก (2542) นี้อยู่ในเขตเกษตรน้ำฝน มีการให้น้ำเป็นครั้งคราวเมื่อจำเป็น แปลงทดลองมีขนาด 3 x 5 เมตร ปลูกข้าวพันธุ์ข้าวขาวดอกมะลิ 105 โดยวิธีปักดำต้นกล้าอายุ 30 วัน มีระยะห่างระหว่างต้นและแถว 20 x 20 ซม.

ตารางที่ 2.13 กรรมวิธีทดลองที่จังหวัดอุบลราชธานี (RS= ฟางข้าว, P= ถั่วมะแฮะ, T= ไบโกลินณรงค์, S=ใบ
ต้นเสี้ยว, FM = ปุ๋ยคอก และ RH = แกลบ)

Treatment	2542	2543
T1	LCF/1+RS	Check
T2	LCF+RS+P	LCF ^{/3}
T3	LCF+RS+T	HCF ^{/4}
T4	LCF+RS+S	LCF + FM200
T5	HCF/2+RS+P	LCF + FM500
T6	LCF+P	HCF + FM200
T7	LCF+T	HCF + FM500
T8	LCF+S	LCF + RH200
T9	HCF+P	LCF + RH500
T10		HCF + RH200
T11		HCF + RH500

/1 ปุ๋ยเคมีอัตราต่ำ 2.5-2.5-1.25 กก/ไร่ ของ N-P₂O₅-K₂O

/2 ปุ๋ยเคมีอัตราสูง 5-5-2.5 กก/ไร่ ของ N-P₂O₅-K₂O

/3 ปุ๋ยเคมีอัตราต่ำ 3-3-3 กก/ไร่ ของ N-P₂O₅-K₂O

/4 ปุ๋ยเคมีอัตราสูง 6-6-6 กก/ไร่ ของ N-P₂O₅-K₂O

ผลและวิจารณ์

ดินในแปลงทดลองเป็นดินร่วนปนทรายซุตร้อยเอ็ด อยู่ในกลุ่มดินที่ 20 ผลวิเคราะห์ดินจาก
แปลงทดลองแสดงไว้ในตารางที่ 2.14 ดินเป็นกรด มี pH 4.93 มีอินทรีย์วัตถุต่ำเพียง 0.35% และมี
ปริมาณไนโตรเจนที่ย่อยสลายได้ ก่อนข้างต่ำ 20 mg/kg นอกจากนี้ยังมี Fe₂O₃ และ ext.Mn ในปริมาณ
ที่ต่ำมาก ซึ่งเป็นสาเหตุทำให้ดินนี้เกิดสภาวะรีดักชั่น (reduction) ได้รุนแรงและรวดเร็วเมื่อดินอยู่ใน
สภาพน้ำท่วมขัง จึงทำให้เกิดก๊าซมีเทนได้อย่างรวดเร็วเมื่อดินมีอินทรีย์วัตถุที่ย่อยสลายง่าย

สภาพโดยทั่วไปของแปลงทดลองนี้ เป็นนาแบบกึ่งนาข้าว มีการให้น้ำสัปดาห์ละครั้ง 1 วัน
ก่อนทำการเก็บตัวอย่างก๊าซ เนื่องจากเป็นดินเนื้อค่อนข้างหยาบ มีอัตราการซาดซึมน้ำเร็ว นาบริเวณ
หัวแปลงซึ่งอยู่ในที่สูงมักแห้งภายใน 2-3 วัน หลังให้น้ำ การที่ดินในนาข้าวแห้งสลับน้ำขังเช่นนี้ มีผล
ทำให้กระบวนการเกิดก๊าซมีเทนหยุดชะงักเป็นระยะๆ ปริมาณก๊าซมีเทนที่ปล่อยออกสู่บรรยากาศช่วงที่
ทำการเก็บตัวอย่างก๊าซมีปริมาณน้อยกว่าแปลงนาที่มีน้ำท่วมขังตลอดหรือเป็นระยะเวลานานกว่า

ตารางที่ 2.14 สมบัติทางเคมีของดินนาที่แปลงทดลองในจังหวัดอุบลราชธานี

ชุดดิน (soil series)	ร้อยเอ็ด (Roi-et, Rt)
Classification, USDA1975	Isohyperthermic, Vertic Tropaquepts
Soil Group (Thai)	20
Parent material	Alluvium
เนื้อดิน	Clay
pH H ₂ O (1:1)	5.17
EC (mS/cm)	1.2
Organic Matter (%)	1.61
Total N (%)	0.07
M-N (mg/kg)	36
Fe ₂ O ₃ (%)	0.24
Ext.Mn (mg/kg)	72
Ext. SO ₄ ⁴⁻ S (mg/kg)	74
Avail.P (mg/kg)	19
Ext. K (mg/kg)	106
Ext.Ca (mg/kg)	1511
Ext.Mg (mg/kg)	247

จากผลการวัดการปล่อยออกก๊าซมีเทน (รูปที่ 2.5) พบว่า อัตราการปลดปล่อยสูงขึ้นในสัปดาห์ที่ 3 หลังการปักดำ หรือ 5 สัปดาห์ หลังการไถกลบวัสดุอินทรีย์ การปลดปล่อยก๊าซมีเทนเพิ่มขึ้นสูงอีกครั้งหนึ่งประมาณสัปดาห์ที่ 5 หลังปักดำ หลังจากนั้นอัตราการปล่อยออกลดลงและเพิ่มอีกเมื่อมีการใส่ปุ๋ยแต่งหน้าในวันที่ 60 หลังปักดำ และเข้าสู่ระยะที่ข้าวให้กำเนิดช่อดอกและติดเมล็ด

อัตราการปลดปล่อยก๊าซมีเทนเฉลี่ยตลอดฤดูปลูกแสดงไว้ในตารางที่ 2.15 อัตราการปลดปล่อยผันแปรกับชนิดของอินทรีย์วัตถุและอัตราของปุ๋ยเคมี โดยมีค่าอยู่ในช่วง 9.2 – 27.5 g CH₄/m² ซึ่งมีค่าต่ำกว่าที่เคยวัดได้ในดินชุดเดียวกันที่จังหวัดสุรินทร์ภายใต้สภาพน้ำท่วมขังตลอดฤดูปลูก (Jermawatdipong et al. 1994) ซึ่งมีค่าอยู่ในช่วง 28.5-46.5 g CH₄/m²

ตารางที่ 2.15 อัตราการปลดปล่อยก๊าซมีเทนจากแปลงทดลองข้าวนาปีที่จังหวัดอุบลราชธานี ในปี 2542

Treatment	Daily emission g CH ₄ m ⁻² d ⁻¹	Seasonal emission g CH ₄ m ⁻²
T1	0.118	14.21
T2	0.077	9.20
T3	0.229	27.53
T4	0.084	10.09
T5	0.078	9.33
T6	0.103	12.40
T7	0.149	17.83
T8	0.212	25.45
T9	0.176	21.16

การใส่ใบกฐินธรงค์มีผลทำให้การปลดปล่อยก๊าซมีเทนสูงกว่าการใส่ใบเสียวและต้นมะแฮะ และเมื่อใส่ร่วมกับฟางข้าวยิ่งทำให้การปลดปล่อยก๊าซมีเทนเพิ่มมากขึ้น ซึ่งต่างกับนาที่ใส่ใบเสียวและต้นมะแฮะที่เมื่อใส่ร่วมกับฟางข้าวแล้วทำให้การปล่อยออกก๊าซมีเทนลดลง อย่างไรก็ตาม การที่นาในแปลงทดลองนี้ความชื้นดินผันแปรมาก มีช่วงเวลาน้ำท่วมขังและผิวดินแห้งสลับกัน ซึ่งช่วงที่ดินเริ่มแห้งก๊าซมีเทนในดินเคลื่อนออกสู่บรรยากาศโดยตรงได้และเมื่อก๊าซออกซิเจนแทรกเข้าสู่ดินกระบวนการผลิตก๊าซมีเทนหยุดลง วิธีการเก็บตัวอย่างก๊าซที่ใช้ในการทดลองนี้ไม่สามารถตรวจวัดการปล่อยออกก๊าซมีเทนเช่นนั้น ต้องใช้วิธีการเก็บตัวอย่างอัตโนมัติอย่างต่อเนื่อง (automatic chamber)

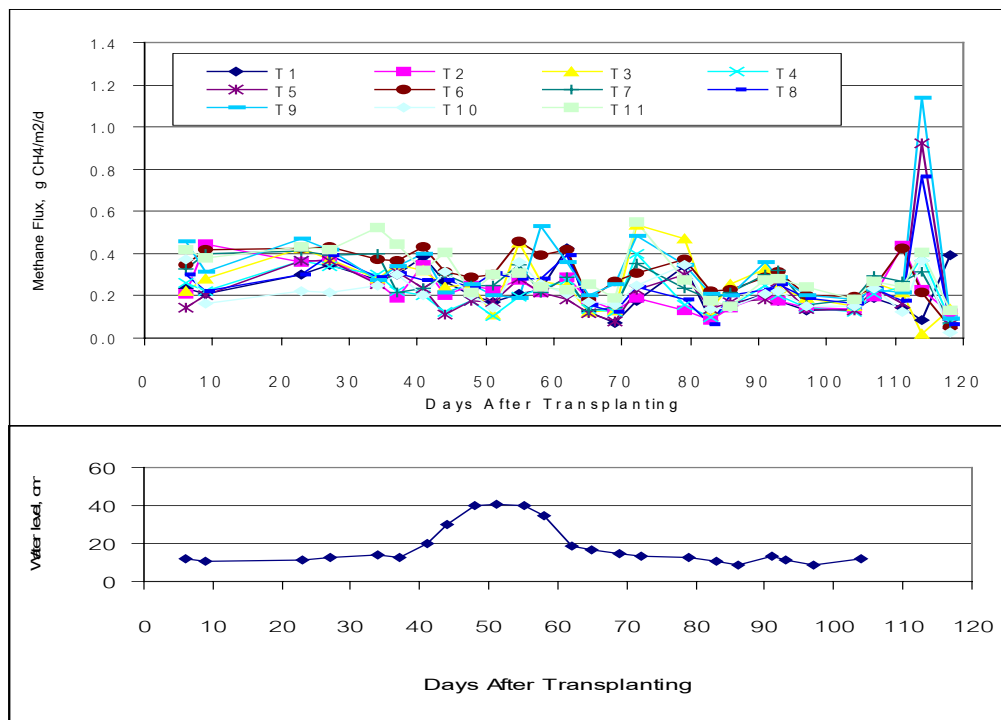
การเจริญเติบโตและผลผลิตของข้าวจากแปลงทดลองนี้ มีความผันแปรมาก ค่า standard deviation ของบางกรรมวิธีมีค่าสูงมาก (ตารางที่ 2.16) โดยทั่วไปแล้ว การใส่ปุ๋ยเคมีอัตราสูงร่วมกับต้นถั่วมะแฮะมีผลทำให้ผลผลิตข้าวและมวลตอซังเพิ่มขึ้นสูงและยิ่งเพิ่มมากขึ้นเมื่อใส่ฟางข้าวร่วมด้วย

ตารางที่ 2.16 การเจริญเติบโตของข้าวนาปีที่อุบลราชธานี ปี 2542

Treatment	Straw weight, kg/rai					Grain yield, kg/rai				
	Rep I	Rep II	Rep III	Avg	Std	Rep I	Rep II	Rep III	Avg	Std
T1	639.6	704.0	560.0	634.5	72.1	239.4	263.5	260.1	254.4	13.0
T2	392.0	884.8	1194.0	823.6	404.5	137.7	277.8	314.8	243.4	93.4
T3	868.0	790.0	1930.0	1196.0	636.9	281.0	260.0	315.4	285.4	28.0
T4	520.4	821.2	795.2	712.3	166.7	191.4	264.0	300.0	251.8	55.4
T5	1312.0	1113.2	1398.4	1274.5	146.2	312.1	296.8	350.7	319.9	27.8
T6	371.6	913.6	667.2	650.8	271.4	123.1	284.2	249.0	218.8	84.7
T7	762.8	909.2	662.6	778.2	124.0	244.7	279.9	273.1	265.9	18.7
T8	748.4	818.8	652.4	739.9	83.5	253.0	301.9	265.7	273.5	25.3
T9	1240.6	1457.2	1367.6	1355.1	108.8	305.9	358.1	328.5	330.8	26.2

การศึกษาการปลดปล่อยก๊าซมีเทนจากนาข้าวที่ศูนย์วิจัยข้าว จังหวัดอุบลราชธานี ในปีที่ 2 ได้ทำการศึกษาการปลดปล่อยก๊าซมีเทนจากนาชลประทาน ซึ่งควบคุมให้น้ำข้าวมีน้ำท่วมขังตลอดฤดูปลูก รูปที่ 2.6 แสดงการปลดปล่อยก๊าซมีเทนจากนาข้าวที่มีการใส่ปุ๋ยเคมีและปุ๋ยเคมีร่วมกับปุ๋ยอินทรีย์ โดยเปรียบเทียบวัสดุอินทรีย์ระหว่างปุ๋ยคอกและแกลบ ซึ่งปุ๋ยคอกนั้นเป็นอินทรีย์วัตถุที่ชาวนาในภาคตะวันออกเฉียงเหนือสามารถใช้ได้ เนื่องจากเกษตรกรยังใช้วัวและควายในการไถนา ส่วนแกลบนั้นเป็นวัสดุอินทรีย์ที่หาได้ง่ายเช่นกัน มีความคงทนต่อการย่อยสลายจึงช่วยปรับปรุงสมบัติทางกายภาพดินได้ดี อัตราการปลดปล่อยก๊าซมีเทนจากนาข้าวพบว่ามีปริมาณค่อนข้างสูงในระยะแรกของการเจริญเติบโตซึ่งมีอัตราสูงใกล้เคียงกับอัตราที่ปลดปล่อยในระยะหลังของการเจริญเติบโต อาจเป็นเพราะมีฝนตกชุกมากทำให้เกิดมีน้ำท่วมขังสูงในขณะที่ยังมีการแตกกอสูงสุดและช่วงให้กำเนิดช่อดอก ระดับน้ำเหนือผิวดินในแปลงทดลองสูงเกิน 20 ซม. และสูงสุดที่ 40 ซม. (รูปที่ 2.6) แรงกระแทกของเม็ดฝนอาจเป็นสาเหตุทำให้ฟองก๊าซมีเทนในน้ำระบายออกสู่บรรยากาศได้ ก๊าซมีเทนขณะที่ทำการวัดจึงมีอัตราการปลดปล่อยลดลงในช่วงนั้นได้ อัตราการปลดปล่อยก๊าซมีเทนเพิ่มขึ้นอย่างเด่นชัดจากทุกตำหรับการทดลองเมื่อมีการระบายน้ำออกจากนาข้าวได้เพียง 1 วัน (วันที่ 111 หลังปักดำ) หลังจากนั้นการปลดปล่อยก๊าซลดลงอย่างเด่นชัด

การปลดปล่อยก๊าซมีเทนจากนาข้าวที่ใส่ปุ๋ยเคมีเกิดขึ้นมากกว่าที่ไม่ใส่ปุ๋ยเลย (ตารางที่ 2.16) แต่ปริมาณการปลดปล่อยก๊าซมีเทนระหว่างนาข้าวที่ใส่ปุ๋ยเคมีอัตราสูง (6-6-6 kg/rai $N-P_2O_5-K_2O$) และอัตราต่ำ (3-3-3 kg/rai $N-P_2O_5-K_2O$) พบว่าไม่มีความแตกต่างกัน แต่เมื่อพิจารณาร่วมกับการเจริญเติบโตของข้าว พบว่าการใส่ปุ๋ยเคมีทำให้ต้นข้าวมีความสูง การแตกกอและผลผลิตสูงขึ้น (ตารางที่ 2.18) แต่เมื่อมีการใส่ปุ๋ยอินทรีย์ร่วมกับปุ๋ยเคมีแล้ว การใส่ปุ๋ยอินทรีย์ทั้ง 2 อัตรา (200 และ 500 kg/rai) มีผลทำให้การปลดปล่อยก๊าซมีเทนเพิ่มขึ้นเฉพาะเมื่อใส่ร่วมกับปุ๋ยเคมีอัตราสูง ความแตกต่างระหว่างแกลบและปุ๋ยคอกต่อการปลดปล่อยก๊าซมีเทนให้ผลไม่ชัดเจนสำหรับการทดลองในปีนี้ ซึ่งอาจเกิดจากการที่มีฝนตกหนักและเกิดน้ำท่วมแปลงทดลอง



รูปที่ 2.6 กราฟแสดงการปลดปล่อยก๊าซมีเทนจากนาข้าวที่ใส่ปุ๋ยอินทรีย์ต่างชนิดกัน ที่จังหวัดอุบลราชธานี

ตารางที่ 2.17 อัตราการปลดปล่อยก๊าซมีเทนจากข้าวนาปีจังหวัดอุบลราชธานี ปีเพาะปลูก 2543

Treatment	Daily emission g CH ₄ m ⁻² d ⁻¹	Seasonal emission g CH ₄ m ⁻²
T1	0.218	26.140
T2	0.276	33.155
T3	0.239	28.686
T4	0.219	26.223
T5	0.221	26.538
T6	0.326	39.072
T7	0.279	33.518
T8	0.246	29.496
T9	0.319	38.228
T10	0.315	37.796
T11	0.216	25.888

ตารางที่ 2.18 การเจริญเติบโต (เฉลี่ยจากต้นข้าวจำนวน 15 ต้น) ผลผลิตและอัตราการปลดปล่อยก๊าซมีเทนต่อผลผลิตข้าวนาปีที่จังหวัดอุบลราชธานี ปีเพาะปลูก 2543

Treatment	Height cm	Tiller/Hill	Grain yield kg/rai	CH ₄ emission / yield kg CH ₄ /kg grain yield
T1	124.2	4.4	176.46	0.237
T2	134.2	5.5	221.59	0.239
T3	138.7	5.4	248.13	0.185
T4	134.3	5.8	219.44	0.191
T5	137.2	5.8	247.07	0.172
T6	141.0	6.3	311.73	0.201
T7	144.6	5.6	291.05	0.184
T8	141.2	5.8	302.57	0.156
T9	136.6	5.5	253.70	0.241
T10	142.7	6.1	266.66	0.227
T11	141.4	6.3	334.37	0.124

สรุปผลการทดลอง

การศึกษาการปลดปล่อยก๊าซมีเทนจากนาข้าวดินร่วนปนทรายชุดร้อยละที่ศูนย์วิจัยข้าวอุบลราชธานี การปล่อยออกก๊าซมีเทนจากนาข้าวภายใต้สภาพแวดล้อมกึ่งเกษตรน้ำฝน การใส่ปุ๋ยเคมีและวัสดุอินทรีย์วัตถุต่อมีผลทำให้ปริมาณการปล่อยออกก๊าซมีเทนและการเจริญเติบโตข้าวมีเพิ่มขึ้น แต่มีความแปรปรวนระหว่างซ้ำและกรรมวิธีทดลอง ทั้งนี้เนื่องจากดินในแปลงทดลองมีความแปรปรวนของความชื้นดิน มีช่วงเวลาที่น้ำท่วมขังและดินแห้งสลับกัน ทำให้ค่าเฉลี่ยของอัตราการปลดปล่อยก๊าซมีเทนต่ำกว่าที่เคยวัดได้จากนาที่อยู่ภายใต้สภาพน้ำท่วมขังตลอดฤดูปลูกจากดินชุดเดียวกันที่จังหวัดสุรินทร์และที่บริเวณพื้นที่ใกล้เคียงในการทดลองปีถัดมา สำหรับการทดลองเมื่อนาข้าวอยู่ภายใต้สภาพน้ำท่วมขังตลอดฤดูปลูก พบว่าการใส่ปุ๋ยเคมีอัตราต่ำคือ 3 - 3 - 3 และอัตราสูงคือ 6 - 6 - 6 kg/rai ของ N-P₂O₅-K₂O แต่เพียงอย่างเดียวมีผลต่อปริมาณการปลดปล่อยก๊าซมีเทนไม่แตกต่างกัน แต่มีผลทำให้การเจริญเติบโตและการให้ผลผลิตของข้าวดีขึ้น การใส่แกลบร่วมกับปุ๋ยเคมีมีแนวโน้มทำให้การปล่อยออกก๊าซมีเทนสูงมากกว่าเมื่อใส่ร่วมกับปุ๋ยคอก และมีปริมาณการปลดปล่อยเพิ่มมากขึ้นเมื่อเพิ่มอัตราการใส่จาก 200 กก.ต่อไร่ เป็น 500 กก. ต่อไร่ เฉพาะสำหรับเมื่อใส่ร่วมกับปุ๋ยเคมีอัตราต่ำ เมื่อใส่ร่วมกับปุ๋ยเคมีอัตราสูงแล้ว พบว่าการปล่อยออกก๊าซมีเทนกลับลดลงเมื่อเพิ่มอัตราของปุ๋ยอินทรีย์ทั้งปุ๋ยคอกและแกลบ

- 1.3. การทดลองที่จังหวัดสกลนคร ภาคตะวันออกเฉียงเหนือเป็นแหล่งสำคัญในการผลิตข้าวของประเทศ โดยเฉพาะข้าวคุณภาพดี พันธุ์ข้าวที่สำคัญเป็นที่รู้จักกันทั่วไปคือข้าวขาวดอกมะลิ105 ซึ่งมีคุณภาพดีทั้งด้านความหอมและอ่อนนุ่มเมื่อสุกเมื่อปลูกในดินที่มีความอุดมสมบูรณ์ต่ำ ข้าวสายพันธุ์นี้สามารถปลูกได้ในดินเค็ม แต่ให้ผลผลิตต่อพื้นที่ในเกณฑ์ต่ำ อย่างไรก็ตามผลผลิตของข้าวสามารถปรับปรุงให้สูงเพิ่มขึ้นได้โดยการใส่อินทรีย์วัตถุและปุ๋ยเคมี พื้นที่ทดลองในสถานีทดลองข้าวสกลนครมีบางจุดที่เป็นดินเค็ม แต่ระดับความเค็มของดินมีความผันแปรเช่นเดียวกันกับแปลงทดลองที่สถานี

ทดลองข้าวพืมาย การปรับปรุงดินที่มีปัญหาความเค็มนั้น กรมพัฒนาที่ดินแนะนำให้ใส่อินทรีย์วัตถุลงในนาข้าว ทางโครงการวิจัยจึงได้ทำการตรวจสอบปริมาณการปล่อยออกก๊าซมีเทนจากนาในพื้นที่ดินเค็ม ซึ่งมีการปรับปรุงดินโดยการใส่ปุ๋ยคอกจากมูลไก่ (CM) ซึ่งเป็นปุ๋ยคอกที่มีคุณภาพ ปัจจุบันสามารถหาได้ง่าย โดยเปรียบเทียบระหว่างอัตราใส่ที่ 0, 100, 200 และ 300 kg/rai โดยใส่ร่วมกับปุ๋ยเคมีอัตรา 6-6-6 kg/rai ของ N-P₂O₅-K₂O (ตารางที่ 2.18)

การทดลอง มีการวางแผนการทดลองแบบ Randomized complete block มี 3 ซ้ำ นาข้าวมีน้ำท่วมขังตลอดฤดูปลูก แปลงทดลองมีขนาด 3x5 เมตร ปลูกข้าวขาวดอกมะลิ105 โดยการปักดำต้นกล้าอายุ 26 วัน 3 ต้นต่อจอบ ให้มีระยะห่างระหว่างต้นและแถว 20 x 20 ซม. ใส่ปุ๋ยเคมีโดยแบ่งใส่ 2 ครั้ง

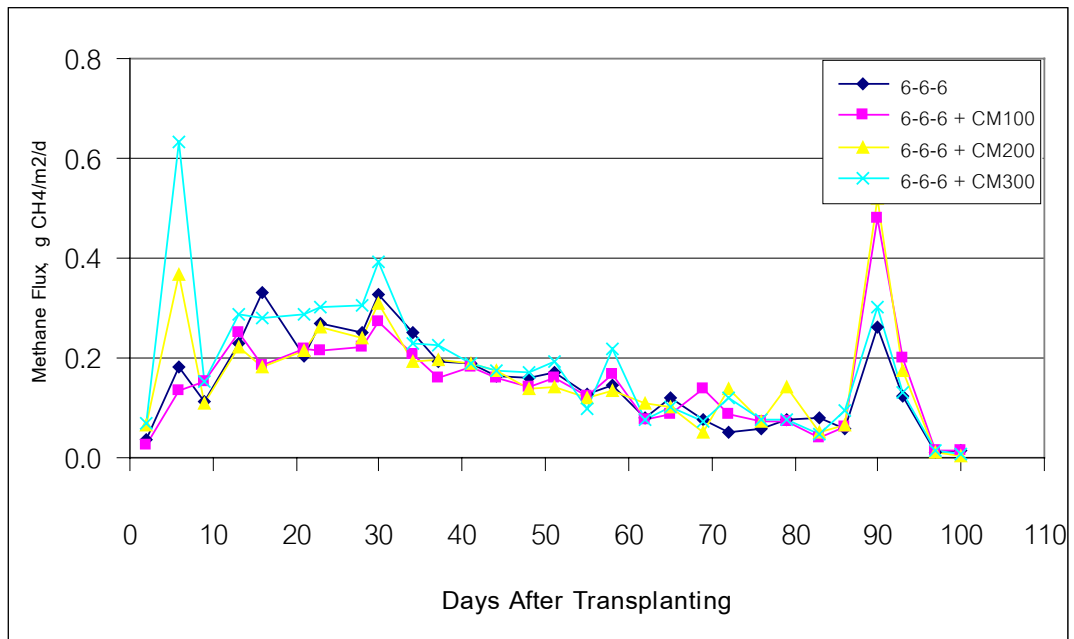
ตารางที่ 2.18 สำหรับทดลองที่สถานีทดลองข้าวสกลนคร ปี 2543

Treatment	2543
T1	6-6-6
T2	6-6-6 + CM100
T3	6-6-6 + CM200
T4	6-6-6 + CM300

ผลและวิจารณ์

อัตราการปลดปล่อยก๊าซมีเทนในช่วงข้าวเจริญเติบโตของทุกกรรมวิธีทดลองสูงเพิ่มขึ้นจนถึงประมาณวันที่ 30 หลังการปักดำ ซึ่งหลังจากนั้นอัตราการปลดปล่อยก๊าซมีเทนลดลงเป็นลำดับจนถึงเวลาเก็บเกี่ยว (รูปที่ 2.7) ซึ่งการใส่ปุ๋ยคอกในนาในวันที่ 35 หลังปักดำ ไม่มีผลทำให้อัตราการปลดปล่อยก๊าซมีเทนสูงขึ้นเหมือนที่พบในการทดลองที่พื้นที่ทดลองอื่น ๆ การปลดปล่อยก๊าซมีเทนแรกหลังการดำนา นั้นเกิดขึ้นในอัตราที่ต่ำมากใกล้เคียงกันในทุกตำหรับการทดลอง แต่หลังจากปักดำได้ 6 วัน ก๊าซที่ปล่อยออกจากนาที่ใส่มูลไก่เพิ่มมากขึ้น อิทธิพลจากมูลไก่ปรากฏในระยะแรกของการเจริญเติบโต ประมาณวันที่ 30-40 หลังการปักดำ อิทธิพลของมูลไก่หลังจากนั้นไม่ชัดเจน อย่างไรก็ตาม ตารางที่ 2.19 แสดงให้เห็นว่า อัตราการปลดปล่อยก๊าซมีเทนเฉลี่ยตลอดช่วงเวลาที่ข้าวเจริญเติบโตมีค่าสูงตามปริมาณมูลไก่ที่ใส่เพิ่มเมื่อใส่ร่วมกับปุ๋ยเคมีอัตรา 6-6-6 kg/rai ของ N-P₂O₅-K₂O โดยมีค่าสูงสุด 0.280 g CH₄/m²/d เมื่อใส่มูลไก่ในอัตรา 300 kg/rai การใส่มูลไก่อัตราต่ำที่ 100 kg/rai มีผลน้อยต่อการปลดปล่อยก๊าซมีเทน โดยมีปริมาณใกล้เคียงกับการใส่แต่ปุ๋ยเคมีอัตรา 6-6-6 kg/rai ของ N-P₂O₅-K₂O แต่เพียงอย่างเดียว

ตารางที่ 2.20 แสดงค่าเฉลี่ยจากแปลงทดลอง 3 ซ้ำ ของผลผลิตข้าวและน้ำหนักต่อซัง ซึ่งผลผลิตของข้าวและน้ำหนักต่อซังเพิ่มมากขึ้นเมื่อมีการใส่มูลไก่ร่วมกับปุ๋ยเคมี โดยมีผลผลิตสูงสุดเมื่อใส่มูลไก่อัตรา 300 kg/rai การใส่มูลไก่ที่อัตรา 100 และ 200 kg/rai มีผลต่อการให้ผลผลิตข้าวไม่แตกต่างกัน ค่าสัดส่วนการปลดปล่อยก๊าซมีเทนต่อผลผลิตข้าวของทุกตำหรับทดลองมีค่าใกล้เคียงกัน การใส่มูลไก่อัตรา 100 kg/rai ให้ผลผลิตข้าวสูงสุด และปลดปล่อยก๊าซมีเทนต่ำสุดที่ 0.107kg CH₄ /kg grain yield



รูปที่ 2.7 การปลดปล่อยก๊าซมีเทนจากข้าวพันธุ์ต่าง ๆ ที่สถานีทดลองข้าวสกลนคร ในฤดูการทำนาปี ในปี 2543

ตารางที่ 2.19 อัตราการปลดปล่อยก๊าซมีเทนจากข้าวนาปีที่จังหวัดสกลนคร ปีเพาะปลูก 2543

Treatment	Daily emission g CH ₄ m ⁻² d ⁻¹	Seasonal emission g CH ₄ m ⁻²
T1	0.227	27.281
T2	0.225	26.952
T3	0.247	29.630
T4	0.280	33.583

ตารางที่ 2.20 ผลผลิตและน้ำหนักต่อชั่งและรวงภายในกล่อ่งจากข้าวนาปีจังหวัดสกลนคร ปีเพาะปลูก 2543

Treatment	Grain yield kg/rai	Straw + รวงข้าว gm ⁻²	CH ₄ emission / yield kg CH ₄ /kg grain yield
T1	362.33	852.00	0.1205
T2	402.00	828.00	0.1073
T3	395.33	893.00	0.1199
T4	434.67	1062.00	0.1236

สรุปผลการทดลอง

จากผลการทดลองปลูกข้าวนาปีสายพันธุ์ข้าวขาวดอกมะลิ105 พบว่า การใช้มูลไก่ซึ่งเป็นปุ๋ยอินทรีย์ที่มีคุณภาพและหาง่ายในท้องถิ่นร่วมกับปุ๋ยเคมีอัตรา 6-6-6 กก/ไร่ N-P₂O₅-K₂O มีผลดีต่อการเจริญเติบโตและการให้ผลผลิตข้าว และทำให้ปลดปล่อยก๊าซมีเทนเพิ่มมากขึ้นด้วย โดยเฉพาะเมื่อใส่ที่อัตรา 300 kg/rai แต่การใส่ที่อัตรา 100 kg/rai มีผลทำให้การปล่อยออกก๊าซมีเทนต่อมวลของเมล็ดต่ำสุด

2. การปลดปล่อยก๊าซมีเทนของข้าวสายพันธุ์ต่าง ๆ

ความนิยมบริโภคข้าวของคนไทยแตกต่างกัน ข้าวที่นิยมบริโภคแบ่งออกได้เป็น 2 กลุ่มใหญ่ๆ คือ ข้าวเหนียว และข้าวเจ้า ในแต่ละกลุ่มยังมีลักษณะและคุณภาพในการบริโภคแตกต่างกันอีกมาก คนไทยส่วนใหญ่นิยมข้าวที่หุงแล้วมีความอ่อนนุ่ม ชุ่มมือ ซึ่งเป็นลักษณะของข้าวสายพันธุ์พื้นเมือง อย่างไรก็ตาม ยังมีข้าวสายพันธุ์ที่ปลูกได้เฉพาะบางท้องที่ เช่น ข้าวขึ้นน้ำ และข้าวทนน้ำลึก แม้ว่าข้าวสายพันธุ์เหล่านี้เป็นข้าวคุณภาพต่ำเหมาะสำหรับแปรรูปทำแป้งและเส้นหมี่ แต่สามารถขึ้นได้ในพื้นที่น้ำท่วมขังลึกซึ่งไม่สามารถปลูกพืชชนิดอื่นได้ พบปลูกมากในภาคกลาง ข้าวคุณภาพดีสำหรับการบริโภคที่นิยมปัจจุบันคือข้าวหอม และข้าวเหนียว ข้าวหอมเป็นข้าวที่มีความต้องการในการบริโภคสูงเพิ่มมากขึ้น ทั้งในประเทศและต่างประเทศ ประเทศไทยส่งออกข้าวคุณภาพดีโดยเฉพาะข้าวหอม ไปยังตลาดต่างประเทศมากที่สุดในโลก เนื่องจากมีคู่แข่งน้อยและความต้องการสูงทำให้ขายได้ราคาดี แต่ข้าวหอมที่ผลิตและส่งออกในปัจจุบันเป็นข้าวพันธุ์ที่ไวต่อช่วงแสง ทำให้ผลิตได้เฉพาะช่วงนาปีเท่านั้น ปัจจุบัน สถาบันข้าว กรมวิชาการเกษตรได้พัฒนาสายพันธุ์ข้าวหอมที่มีคุณสมบัติใกล้เคียงกับข้าวหอมสายพันธุ์ข้าวขาวดอกมะลิ105 ซึ่งเป็นสายพันธุ์ข้าวหอมที่มีคุณภาพดีที่สุดและมีความต้องการสูงมาก แต่สามารถผลิตได้เพียงปีละครั้ง และมีข้อจำกัดในการเพิ่มผลผลิตหลายอย่าง ทำให้การเพิ่มผลผลิตต่อพื้นที่ยาก สายพันธุ์ข้าวที่พัฒนาขึ้นมาใหม่ทดแทนข้าวขาวดอกมะลิ105 เป็นพันธุ์ที่ไม่ไวต่อช่วงแสง สามารถปลูกได้ตลอดทั้งปี เช่น ข้าวหอมสุพรรณบุรี ข้าวหอมคลองหลวง และโดยเฉพาะข้าวหอมปทุมธานี 1 ซึ่งมีคุณภาพใกล้เคียงกับข้าวขาวดอกมะลิ105 ทั้งยังให้ผลผลิตสูง ด้านทานต่อโรคและแมลง เป็นต้น จึงทำให้ประเทศไทยมีศักยภาพในการผลิตข้าวหอมจากการปลูกข้าวในฤดูข้าวนาปรังเพิ่มมากขึ้น ข้าวหอมสายพันธุ์ต่างๆ เหล่านี้ได้มาจากการพัฒนาสายพันธุ์ข้าวแตกต่างกัน จึงมีความแตกต่างกันทางสรีระ เช่น ความสูง การแตกกอ พื้นที่ใบ และลักษณะของ aerenchyma ซึ่งอาจมีผลต่อการปล่อยออกก๊าซมีเทนได้ (Neue, et al. 1994) ทางโครงการวิจัย จึงได้ทำการศึกษาการปล่อยออกของก๊าซมีเทนจากข้าวหอมสายพันธุ์ต่างๆ และข้าวสายพันธุ์อื่นที่นิยมบริโภค เพื่อใช้เป็นข้อมูลพื้นฐานสำหรับการประเมินปริมาณการปล่อยก๊าซมีเทนจากนาข้าวในประเทศไทย

2.1 การทดลองการปลดปล่อยก๊าซมีเทนจากข้าวสายพันธุ์ดี

การทดลองนี้ทำต่อเนื่องกัน 2 ปี ในปีแรกนั้นใช้พื้นที่ทดลองที่ศูนย์วิจัยข้าวปทุมธานี ส่วนในปีที่สองใช้พื้นที่ทดลองที่ศูนย์วิจัยข้าวสุพรรณบุรี มีการวางแผนการทดลองแบบ Randomized complete block มี 3 ซ้ำ เช่นกัน การปลูกในปีแรกนั้นใช้วิธีปลูกแบบหว่านน้ำตม โดยหว่านข้าวลงในนา ใช้เมล็ดพันธุ์อัตรา 20 kg/rai นาข้าวอยู่ภายใต้สภาพน้ำท่วมขังตลอดฤดูปลูก แปลงทดลองมีขนาด 5 x 7 m. ส่วนปีที่สองปลูกโดยวิธีปักดำ ระยะห่างระหว่างต้นและแถว 20 x 20 cm แปลงทดลองมีขนาด 3 x 5 m. กรรมวิธีในการวิจัยในปีเพาะปลูก 2542 และ 2543 แสดงไว้ในตารางที่ 2.21

ผลและวิจารณ์

ดินปลูกข้าวที่ศูนย์วิจัยข้าวปทุมธานี เป็นดินชุดรังสิต (Rangsit, Rs) ซึ่งเป็นดินกรดจัด (acid sulfate) จัดอยู่ในกลุ่มดินที่ 11 เช่นเดียวกับกับดินชุดเสนา รัษฎบุรี และดอนเมือง มีความเป็นกรดสูงเนื่องจากมีสารจาโรไซต์ (jarosite) ที่ระดับลึกจากผิวหน้าดิน ประมาณ 60-80 ซม. จึงมีสารละลายพวกเหล็ก อะลูมิเนียม และซัลเฟตเป็นปริมาณมาก ทำให้ดินนี้เกิดสภาพรีดักชันไม่รุนแรงเมื่ออยู่ในสภาพน้ำท่วมขังเหมือนดินชุดร้อยเอ็ด การเกิดก๊าซมีเทนในดินนี้จึงเกิดน้อย ผลวิเคราะห์ดินทางเคมีของดินบริเวณทดลองแสดงไว้ในตารางที่ 2.22

ดินที่ปลูกข้าวที่สถานีทดลองข้าวสุพรรณบุรีเป็นดินเหนียวชุดสระบุรี (Saraburi, Sb) จัดอยู่ในกลุ่มดินที่ 4 มีการระบายน้ำเลว โดยทั่วไปใช้ปลูกข้าวและพืชผัก อยู่ในกลุ่มเดียวกับดินชุดราชบุรีและชัยนาท

ตารางที่ 2.21 สำหรับทดลองในการศึกษาการปล่อยออกก๊าซมีเทนของข้าวหอมและข้าวสายพันธุ์ดีที่ศูนย์วิจัยข้าวปทุมธานี จังหวัดปทุมธานี ในปีเพาะปลูก 2542 และ 2543

Treatment	2542	2543
T1	ข้าวเจ้าหอมคลองหลวง 1	ข้าวปทุมธานี 1
T2	ข้าวเจ้าหอมสุพรรณบุรี	ข้าวขาวดอกมะลิ 105
T3	ข้าวขาวดอกมะลิ 105	ชัยนาท1
T4	ข้าวเจ้า กข.15	สุพรรณบุรี 1

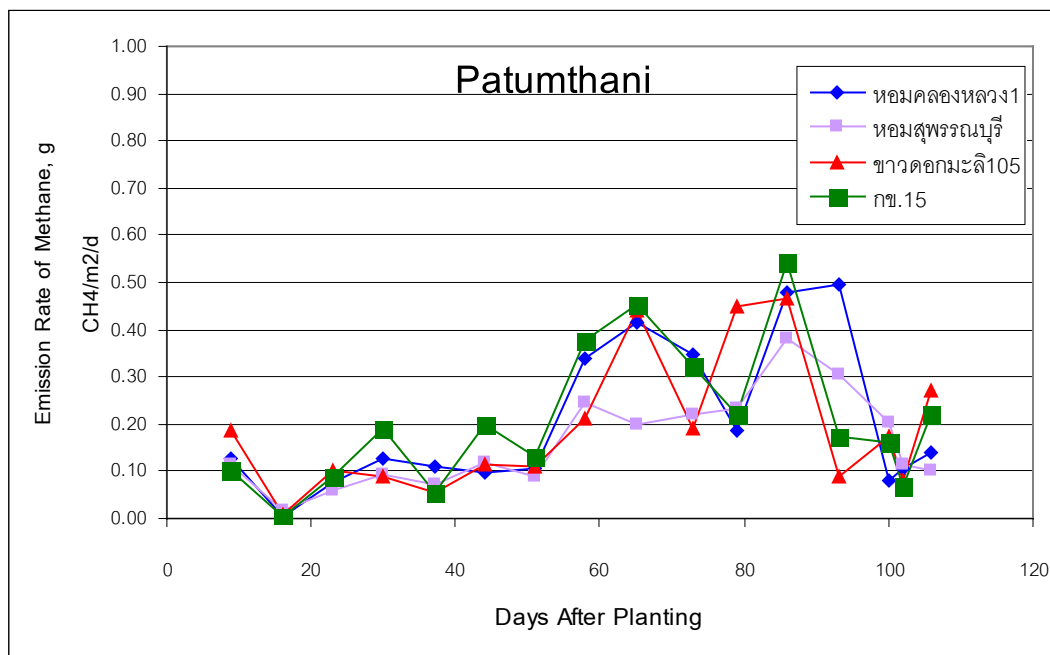
การปลดปล่อยก๊าซมีเทนจากข้าวหอมสายพันธุ์ใหม่ที่ไม่ไวต่อช่วงแสง หอมคลองหลวง 1 และหอมสุพรรณบุรี เปรียบเทียบกับข้าวเจ้า กข.15 และข้าวขาวดอกมะลิ 105 ซึ่งเป็นข้าวสายพันธุ์ไวต่อช่วงแสง ในช่วงเวลาต่างๆ หลังจากหว่านข้าวออกแล้ว 1 สัปดาห์ จนถึงเวลาเก็บเกี่ยว แสดงไว้ในรูปที่ 2.8 อัตราการปลดปล่อยก๊าซมีเทนของข้าวสายพันธุ์ข้าวเจ้าหอมคลองหลวง และข้าวเจ้า กข.15 ตลอดฤดูปลูกสูงกว่าข้าวสายพันธุ์อื่น โดยเฉพาะช่วงหลังข้าวออกดอก การปลดปล่อยก๊าซมีเทนในสัปดาห์แรกหลังหว่านข้าวสูงกว่าเมื่อทำการวัดในสัปดาห์ถัดมา เนื่องจากวิธีการปลูกแบบนาหว่านน้ำตมนี้ ขณะที่หว่านข้าว ในนาไม่มีน้ำขังหรือมีเพียงระดับตื้นๆ และยังไม่มีการให้น้ำจนกว่าต้นข้าวสูง 5-10 cm ดังนั้นความชื้นดินในนาจึงค่อยๆ ลดลงทำให้ผิวหน้าดินแห้ง อากาศสามารถแทรกเข้าสู่หน้าตัดดินได้ ทำให้ก๊าซมีเทนในดินบางส่วนระบายออกจากดินสู่บรรยากาศโดยตรงได้ อาจเป็นผลทำให้ตัวอย่างก๊าซที่เก็บในสัปดาห์ต่อมาลดต่ำลงมาก เมื่อให้น้ำแก่ดินจนท่วมและขังที่ผิวหน้าดินเมื่อต้นข้าวสูงขึ้นแล้ว การปล่อยก๊าซมีเทนออกสู่บรรยากาศส่วนใหญ่จึงเป็นการเคลื่อนที่ผ่านลำต้นข้าว ทำให้อัตราการปลดปล่อยก๊าซที่วัดได้สูงขึ้นเป็นลำดับเมื่อข้าวเจริญเติบโตขึ้น และเมื่อข้าวได้รับปุ๋ยในวันที่ 30 หลังจากปลูก การปลดปล่อยก๊าซมีเทนในสัปดาห์ต่อมายังไม่เพิ่มขึ้นแต่กลับลดลง แต่หลังจากนั้นอัตราการปลดปล่อยก๊าซมีเทนสูงเพิ่มขึ้นจนถึงระยะข้าวแตกกอสูงสุดหรือระยะข้าวให้กำเนิดช่อดอก และเมื่อมีการใส่ปุ๋ยแต่งหน้าในวันที่ 58 หลังการปลูก อัตราการปลดปล่อยก๊าซมีเทนสูงเพิ่มขึ้นอีกจนกระทั่งดอกข้าวบาน แต่เนื่องจากการขาดแคลนน้ำในช่วงปลายฤดูปลูก ทำให้ผิวหน้าดินค่อนข้างแห้ง การเกิดก๊าซมีเทนในระยะหลังดอกบานแล้วจึงลดลงอย่างต่อเนื่อง แต่เมื่อความชื้นดินลดลงถึงระดับหนึ่งพบว่าอัตราการปลดปล่อยก๊าซมีเทนสูงขึ้นอย่างเด่นชัด และเพิ่มขึ้นอีกครั้งหลังการเก็บเกี่ยว (การเก็บตัวอย่างก๊าซครั้งสุดท้าย ดังในรูปที่ 2.8)

ตารางที่ 2.22 สมบัติทางเคมีของดินนาที่แปลงทดลองในจังหวัดปทุมธานี (ดินชุดรังสิต) และสุพรรณบุรี (ดินชุดสระบุรี)

ชุดดิน (soil series)	รังสิต (Rangsit, Rs)	สระบุรี (Saraburi, Si)
Classification, USDA1975	Isohyperthermic, Sulfic Tropaquepts	Fine, mixed, isohyperthermic, Aeric Tropaquepts
Soil Group (Thai)	11	
เนื้อดิน	Clay	Clay
pH H ₂ O (1:1)	4.1	5.12
Organic Matter (%)	-	2.07
Total N (%)	-	0.08
M-N (mg/kg)	77	58
Fe ₂ O ₃ (%)	-	0.72
Ext.Mn (mg/kg)	-	37
Avail.P (mg/kg)	-	17
Ext. K (mg/kg)	-	230
Ext.Ca (mg/kg)	-	1398
Ext.Mg (mg/kg)	-	405

อัตราเฉลี่ยตลอดฤดูปลูกของการปลดปล่อยก๊าซมีเทนจากข้าวทั้ง 4 สายพันธุ์ แสดงไว้ในตารางที่ 2.23 ข้าวหอมคลองหลวง 1 และข้าวพันธุ์ กข.15 ปลดปล่อยก๊าซมีเทนสูงกว่าข้าวขาวดอกมะลิ105 ส่วนข้าวหอมสายพันธุ์ใหม่สุพรรณบุรีปลดปล่อยก๊าซมีเทนในอัตราต่ำที่สุด 0.1563 g CH₄/m²/d และเมื่อวิเคราะห์ร่วมกับผลผลิตข้าวแล้ว พบว่า ข้าวหอมสุพรรณบุรี และข้าวหอมคลองหลวง1 ซึ่งให้ผลผลิตข้าวสูงถึง 531 และ 606 kg/rai ตามลำดับนั้น ปลดปล่อยก๊าซมีเทนในอัตราต่ำ 0.057 และ 0.064 kg CH₄/kg rice ส่วนข้าวขาวดอกมะลิ105 และข้าว กข.15 ซึ่งให้ผลผลิตต่ำกว่า ปลดปล่อยก๊าซมีเทนในอัตรา 0.082 และ 0.115 kg CH₄/kg rice (ตารางที่ 2.24)

ในปี 2543 ได้ทำการทดสอบปริมาณการปล่อยออกก๊าซมีเทนจากข้าวสายพันธุ์ดีเพิ่ม เนื่องจากทางกรมวิชาการเกษตรได้เผยแพร่ข้าวหอมสายพันธุ์ใหม่และได้ส่งเสริมให้เกษตรกรปลูก คือ สายพันธุ์ข้าวปทุมธานี1 จึงได้นำมาศึกษาโดยเปรียบเทียบการปล่อยออกก๊าซมีเทนกับข้าวขาวดอกมะลิ105 ข้าวชัยนาท1 และข้าวสุพรรณบุรี1 ซึ่งเป็นข้าวเจ้าพันธุ์ดีนิยมปลูกในหลายๆ พื้นที่ในประเทศ โดยเฉพาะข้าวพันธุ์ชัยนาท1 นั้น นิยมใช้ผสมกับข้าวขาวดอกมะลิ105 ในการจำหน่ายในท้องตลาดทั่วไป



รูปที่ 2.8 กราฟแสดงอัตราการปลดปล่อยก๊าซมีเทนจากข้าวหอมสายพันธุ์ต่าง ๆ ที่จังหวัดปทุมธานี ปี 2542

ตารางที่ 2.23 อัตราการปลดปล่อยก๊าซมีเทนจากข้าวนาปี ที่จังหวัดปทุมธานี ปีเพาะปลูก 2542

Treatment	Daily emission g CH ₄ m ⁻² d ⁻¹	Seasonal emission g CH ₄ m ⁻²
ข้าวเจ้าหอมคลองหลวง 1	0.2034	24.410
ข้าวเจ้าหอมสุพรรณบุรี	0.1563	18.757
ขาวดอกมะลิ105	0.1824	21.883
กข.15	0.2040	24.476

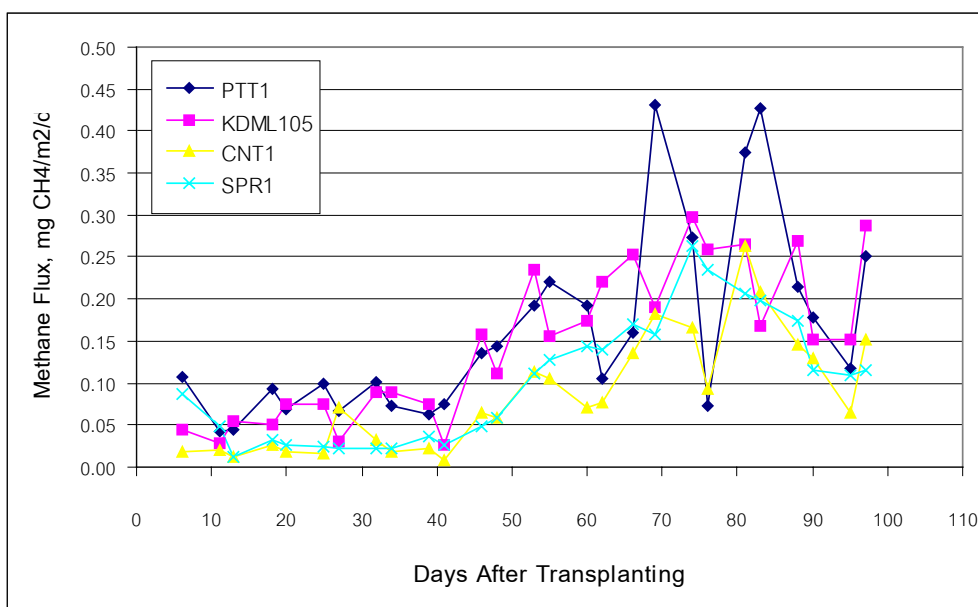
ตารางที่ 2.24 การเจริญเติบโตของข้าวและผลผลิตจากข้าวนาปี ที่จังหวัดปทุมธานี ปีเพาะปลูก 2542

Treatment	Grain yield kg/rai	Methane emission / grain yield Kg CH ₄ /kg grain yield
หอมคลองหลวง1	606.0c	0.064
หอมสุพรรณบุรี	531.3c	0.057
ขาวดอกมะลิ105	427.2b	0.082
กข15	340.7a	0.115

ผลและวิจารณ์

ลักษณะของการปล่อยออกก๊าซมีเทนจากการทดลองนี้คล้ายกับการทดลองในปีแรก โดยการปล่อยก๊าซมีเทนในสัปดาห์ที่สองลดลงต่ำกว่าการเก็บตัวอย่างก๊าซครั้งแรก หลังจากนั้นการปล่อยออกก๊าซเพิ่มมากขึ้นเป็นลำดับจนถึงระยะข้าวให้กำเนิดช่อดอกและให้ผลผลิต (รูปที่ 2.9) เช่นเดียวกัน เมื่อระบายน้ำออกจากนา ก่อนเก็บเกี่ยวข้าว 2-7 วัน พบว่าการปล่อยออกก๊าซมีเทนสูงขึ้น โดยทั่วไปแล้วพบว่าอัตราเฉลี่ยของการปลดปล่อยก๊าซมีเทนจากข้าวพันธุ์ชัยนาท1 และสุพรรณบุรี1 ต่ำกว่าการปล่อยออกจากข้าวขาวดอกมะลิ105 และปทุมธานี1 ซึ่งข้าวพันธุ์ปทุมธานี1 ปลดปล่อยก๊าซมีเทนในอัตราสูงสุด ทุกช่วงเวลาของการเจริญเติบโต และโดยเฉพาะในช่วงที่ข้าวให้กำเนิดช่อดอกมีการปล่อยออกก๊าซมีเทนในอัตราสูงสุด เมื่อเฉลี่ยอัตราการปลดปล่อยทั้งฤดูปลูก (ตารางที่ 2.25) พบว่า ข้าวพันธุ์ปทุมธานี1 ปลดปล่อยก๊าซมีเทนสูงสุดที่ $0.154 \text{ g CH}_4/\text{m}^2/\text{d}$ โดยข้าวขาวดอกมะลิ105 ปล่อยออกในอัตราที่ใกล้เคียงกัน ส่วนข้าวพันธุ์ชัยนาท1 และสุพรรณบุรี1 ปล่อยออกในอัตราใกล้เคียงกัน โดยลดลงประมาณ 50% ของข้าวหอมทั้ง 2 สายพันธุ์ การปลดปล่อยก๊าซมีเทนหลังการระบายน้ำออกจากดินก่อนเก็บเกี่ยวข้าว นั้น (วันที่ 95 หลังปักดำ) พบว่ามีอัตราสูงขึ้นอย่างเด่นชัดเมื่อวัดใน 2 วันต่อมา และลดลงเหลือน้อยมาก หลังจากเก็บเกี่ยวข้าวแล้ว สำหรับแปลงที่ระบายน้ำออกจากนาแต่ยังไม่ได้เกี่ยวข้าว (T1 และ T2) มีการปล่อยออกก๊าซมีเทนน้อยกว่าแปลงที่เก็บเกี่ยวข้าวแล้ว

ตารางที่ 2.26 แสดงผลผลิตข้าวและน้ำหนักตอซังและรวง ข้าวพันธุ์ปทุมธานี1 และพันธุ์สุพรรณบุรี1 ให้ผลผลิตสูงสุดที่ประมาณ 700 กก./ไร่ ในขณะที่พันธุ์ปทุมธานี1 มีน้ำหนักตอซังและรวงต่ำที่สุดด้วย ส่วนข้าวขาวดอกมะลิ105 ให้ผลผลิตต่ำสุดที่ 507 กก./ไร่ และยังเป็นพันธุ์ที่ให้น้ำหนักตอซังและรวงสูงที่สุด อัตราส่วนของก๊าซมีเทนที่ปลดปล่อยต่อผลผลิตข้าวของข้าวขาวดอกมะลิ105 สูงที่สุด โดยข้าวปทุมธานี1 มีค่ารองลงมา ส่วนข้าวชัยนาท1และสุพรรณบุรี1 ปลดปล่อยก๊าซมีเทนต่อผลผลิตข้าวไม่ถึงครึ่งหนึ่งของข้าวขาวดอกมะลิ105



รูปที่ 2.9 การปลดปล่อยก๊าซมีเทนจากข้าวพันธุ์ต่าง ๆ ที่ศูนย์วิจัยข้าวปทุมธานี ในการทำนาปีในปี 2543

ตารางที่ 2.25 อัตราการปลดปล่อยก๊าซมีเทนจากข้าวนาปีที่จังหวัดสุพรรณบุรี ปีเพาะปลูก 2542

Treatment	Daily emission g CH ₄ m ⁻² d ⁻¹	Seasonal emission g CH ₄ m ⁻²
ข้าวปทุมธานี 1	0.154	18.516
ข้าวขาวดอกมะลิ 105	0.141	16.880
ชัยนาท 1	0.080	9.586
สุพรรณบุรี 1	0.098	11.719

การปลดปล่อยก๊าซมีเทนจากนาข้าวจากข้าวขาวดอกมะลิ105 ที่สถานีทดลองข้าวสุพรรณบุรี ซึ่งปลูกโดยวิธีปักดำพบว่ามีปริมาณ 16.88 g/m² ต่ำกว่าจากการศึกษาในปีที่แล้วที่ศูนย์วิจัยข้าวปทุมธานีซึ่งวัดได้ 21.88 g/m² แต่การให้ผลผลิตในปีที่สอง, 507 kg/rai สูงกว่าผลผลิตที่ได้ในปีแรกที่ 427 kg/rai ทั้งนี้เนื่องจากปลูกในดินที่แตกต่างกัน และยังปลูกด้วยวิธีที่แตกต่างกันอีกด้วย

ตารางที่ 2.26 ผลผลิตและน้ำหนักต่อชั่งและรวงภายในแปลงจากข้าวนาปีที่จังหวัดสุพรรณบุรี ปีเพาะปลูก 2543

Treatment	Grain yield kg/rai	Straw + รวง g /m ²	Methane emission / grain yield kg CH ₄ /kg grain yield
ข้าวปทุมธานี 1	698.35	1,106.47	0.0424
ข้าวขาวดอกมะลิ 105	506.88	1,478.89	0.0533
ชัยนาท 1	545.53	1,150.36	0.0281
สุพรรณบุรี 1	704.38	1,446.19	0.0266

สรุปผลการทดลอง

ผลการวัดปริมาณการปลดปล่อยก๊าซมีเทนจากข้าวสายพันธุ์ดีต่าง ๆ นั้น พบว่าข้าวหอมคลองหลวง 1 และข้าว กข.15 ปลดปล่อยก๊าซมีเทนสูงที่สุด ส่วนข้าวหอมสุพรรณบุรีซึ่งเป็นข้าวหอมสายพันธุ์ใหม่ไม่ไวต่อช่วงแสงปลดปล่อยก๊าซมีเทนต่ำที่สุด แต่เนื่องจากข้าวหอมคลองหลวง 1 และข้าวหอมสุพรรณบุรี ให้ผลผลิตสูงกว่าข้าวขาวดอกมะลิและข้าวพันธุ์ กข.15 จึงทำให้มีอัตราการปลดปล่อยก๊าซมีเทนต่อผลผลิตข้าวต่ำกว่าข้าวขาวดอกมะลิ105 และข้าว กข.15

นอกจากนี้ปริมาณการปลดปล่อยก๊าซมีเทนจากข้าวสายพันธุ์ปทุมธานี1 เมื่อปลูกที่สุพรรณบุรี มีการปลดปล่อยก๊าซมีเทนสูงสุด โดยมีข้าวขาวดอกมะลิ105 ปลดปล่อยในอัตราที่ใกล้เคียงกัน ส่วนข้าว

พันธุ์ชัยนาท1 และสุพรรณบุรี1 นั้นมีการปลดปล่อยก๊าซมีเทนต่ำกว่าถึง 50% แต่เมื่อพิจารณาร่วมกับผลผลิตข้าวแล้ว พบว่า ข้าวขาวดอกมะลิ105 มีการปลดปล่อยก๊าซมีเทนต่อผลผลิตสูงกว่าข้าวปทุมธานี1

2.2 การปลดปล่อยก๊าซมีเทนจากพันธุ์ข้าวขึ้นน้ำและข้าวทนน้ำลึก

ข้าวที่ปลูกในพื้นที่ลุ่มภาคกลางในหลายจังหวัดนอกเขตชลประทาน ยังคงเป็นข้าวที่ปลูกในน้ำลึก ซึ่งแบ่งออกได้เป็น 2 ชนิด คือ ข้าวพันธุ์ขึ้นน้ำ¹ และข้าวพันธุ์ทนน้ำลึก² สายพันธุ์ที่นิยมปลูกมีด้วยกันหลายสายพันธุ์ ข้าวพันธุ์ต่าง ๆ เหล่านี้มีลำต้นสูง ยึดตามความลึกของน้ำ มีอายุการเก็บเกี่ยวค่อนข้างยาว ประมาณ 200-220 วัน แม้ว่าผลผลิตของข้าวสายพันธุ์เหล่านี้ค่อนข้างต่ำและเป็นข้าวที่คุณภาพไม่ดีนัก แต่เกษตรกรจำเป็นต้องปลูกเนื่องจากมีข้อจำกัดของสภาพพื้นที่ซึ่งเป็นที่ลุ่มมีน้ำท่วมลึกเป็นเวลานาน การศึกษาการปล่อยออกของข้าวที่ปลูกในพื้นที่น้ำท่วมขังลึกนี้ ได้มีการศึกษาที่ศูนย์วิจัยข้าวปทุมธานีต่อเนื่องเป็นเวลา 4 ปี โดย Chareonsilp, et al. (1998) แต่ยังไม่มีการเปรียบเทียบการปล่อยออกก๊าซมีเทนของข้าวสายพันธุ์ต่าง ๆ

พื้นที่วิจัยสำหรับข้าวสายพันธุ์เหล่านี้ คือศูนย์วิจัยข้าวปทุมธานี ซึ่งมีความพร้อมในการศึกษาวิจัยข้าวสายพันธุ์ข้าวขึ้นน้ำและข้าวทนน้ำลึก ดินในศูนย์วิจัยแห่งนี้เป็นชุดรังสิต มีความเป็นกรดจัด (pH ประมาณ 4.1)

การทดลองนี้อยู่ภายใต้ระบบน้ำแบบเกษตรน้ำฝนแบบน้ำท่วมขังลึก วางแผนการทดลองแบบ Randomized complete block มี 3 ซ้ำ แปลงทดลองมีขนาด 3x5 m ปลูกข้าวโดยวิธีปักดำเมื่อวันที่ 15 กค. 42 และเก็บเกี่ยวเมื่อวันที่ 9 ธค.42 การศึกษาแยกเป็น 2 การทดลอง คือ

การทดลองที่ 1 : การปล่อยออกก๊าซมีเทนจากข้าวสายพันธุ์ข้าวขึ้นน้ำ

การทดลองที่ 2 : การปล่อยออกก๊าซมีเทนจากข้าวสายพันธุ์ข้าวทนน้ำลึก

สำหรับทดลองในปี 2542 แสดงไว้ในตารางที่ 2.27

ตารางที่ 2.27 สำหรับทดลองการปลดปล่อยก๊าซมีเทนจากข้าวขึ้นน้ำและข้าวทนน้ำลึก ปีเพาะปลูก 2542

Treatment	Floating rice	Deep water rice
T1	พलयงามปทุมธานี(พันธุ์รัฐบาล)	หัตตรา60(พันธุ์รัฐบาล)
T2	เล็บมือนาง111(พันธุ์รัฐบาล)	กข.19(พันธุ์รัฐบาล)
T3	ปิ่นแก้ว56(พันธุ์รัฐบาล)	ปทุมธานี1(พันธุ์รัฐบาล)
T4	ตะเภาแก้ว161(พันธุ์รัฐบาล)	PCR93107-1-3-B (สายพันธุ์ดี)
T5	ซูไบเบา26(พันธุ์พื้นเมือง)	PCR89302-2-1-1-1 (สายพันธุ์ดี)
T6	มะลิลอย(พันธุ์พื้นเมือง)	HTAFR84047-3B-7-1(สายพันธุ์ดี)

¹ พันธุ์ข้าวขึ้นน้ำ เป็นพันธุ์ที่มีความสามารถยึดปล้องให้ลำต้นสูงขึ้นได้ตามระดับความลึกของน้ำ สามารถปลูกได้ในที่น้ำลึก 1-4 เมตร

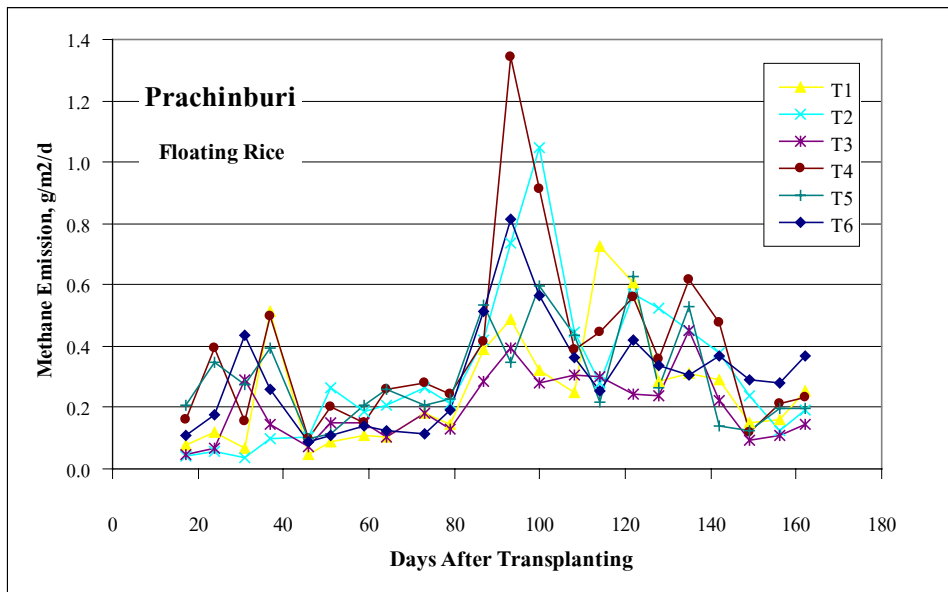
² พันธุ์ข้าวทนน้ำลึก เป็นพันธุ์ข้าวที่สามารถปลูกได้ที่น้ำลึก 0.5-1 เมตร ไม่สามารถยึดปล้องให้ต้นสูงได้ แต่เจริญเติบโตได้ในน้ำระดับลึก

ผลและวิจารณ์

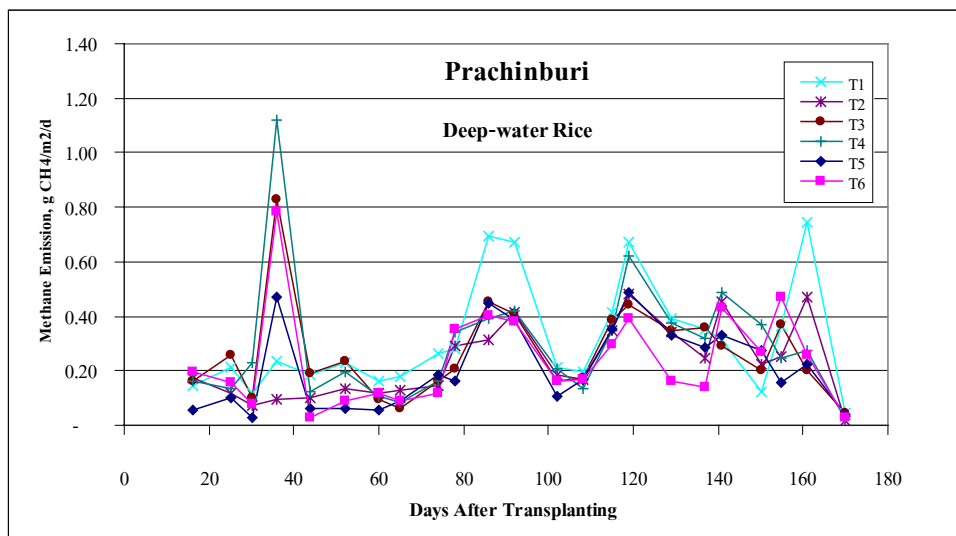
จากรูปที่ 2.10 อัตราการปลดปล่อยก๊าซมีเทนจากข้าวสาลีพันธุ์ขึ้นน้ำที่วัดในช่วงสัปดาห์ที่ 2 ถึง 5 หลังปักดำค่อนข้างสูงเมื่อเปรียบเทียบกับข้าวสาลีพันธุ์ที่ปลูกในดินชุดเดียวกันที่ศูนย์วิจัยข้าว ปทุมธานี ยกเว้นสายพันธุ์เล็บมือนาง 111 แต่เมื่อข้าวเจริญเติบโตพบว่าข้าวสาลีพันธุ์ปิ่นแก้ว 56 ปลดปล่อยก๊าซมีเทนต่ำกว่าสายพันธุ์อื่น ทำให้ค่าเฉลี่ยของอัตราการปลดปล่อยก๊าซมีเทนของข้าวสาลีพันธุ์นี้ต่ำที่สุดในสายพันธุ์ที่นำมาทดลอง (ตารางที่ 2.28) ทั้งๆที่มีความสูงและการแตกกอดีกว่าสายพันธุ์อื่น (ตารางที่ 2.29) อัตราการปลดปล่อยก๊าซมีเทนสูงสุดเมื่อข้าวอายุได้ประมาณ 100 วัน หลังปักดำ ซึ่งเป็นเวลาที่ต้นข้าวมีความสูงมากที่สุด หลังจากนั้นแล้วพบว่าการปล่อยออกก๊าซมีเทนของข้าวทุกสายพันธุ์ลดลงและเพิ่มมากขึ้นหลังการระบายน้ำออกจากนา

ปริมาณการปล่อยออกก๊าซมีเทนจากข้าวสาลีพันธุ์ข้าวขึ้นน้ำแสดงไว้ในตารางที่ 2.28 โดยค่าที่วัดได้อยู่ในช่วง $34.8-71.7 \text{ g/m}^2$ โดยข้าวพันธุ์ตะเภาแก้ว 161 (T4) ปล่อยออกก๊าซมีเทนสูงสุด สูงกว่าที่วัดได้จากข้าวสาลีพันธุ์ดีที่ปลูกที่สุพรรณบุรีเป็นอย่างมาก ข้าวสาลีพันธุ์พลาญงามปราจีนบุรี (T1) ให้ผลผลิตข้าวสูงสุด 383 kg/rai ทำให้ปริมาณการปล่อยออกก๊าซมีเทนต่อผลผลิตข้าวจากข้าวสาลีพันธุ์นี้มีค่าต่ำสุด (ตารางที่ 2.30)

การปล่อยออกก๊าซมีเทนจากข้าวสาลีพันธุ์ข้าวทนน้ำลึกต่างจากข้าวสาลีพันธุ์ข้าวขึ้นน้ำทั้งในระยะแรกและระยะหลังของการเจริญเติบโต โดยมีอัตราการปล่อยออกสูงมากในวันที่ 35 หลังปักดำ หลังจากนั้นอัตราการปล่อยออกลดลง และเพิ่มขึ้นสูงอีกประมาณวันที่ 90 หลังปักดำ แต่มีอัตราการปลดปล่อยต่ำกว่าข้าวสาลีพันธุ์ข้าวขึ้นน้ำ ปริมาณการปล่อยออกก๊าซมีเทนตลอดฤดูปลูกจากข้าวกลุ่มสายพันธุ์นี้ค่อนข้างสูงอยู่ในช่วง $40.0-60.1 \text{ g/m}^2$ โดยสายพันธุ์หันตรา 60 (T1) ปล่อยออกสูงสุด ทั้งๆที่มีความสูงและการแตกกอน้อยกว่าสายพันธุ์อื่นๆ แต่เมื่อพิจารณาพร้อมกับการให้ผลผลิตด้วยแล้ว พบว่า สายพันธุ์ กข.19 (T2) ซึ่งให้ผลผลิตสูงสุดปล่อยออกก๊าซมีเทนต่ำสุด 0.171 kg/kg ผลผลิตข้าว (ตารางที่ 2.29)



(ก) การปล่อยออกก๊าซมีเทนจากข้าวสายพันธุ์ข้าวขึ้นน้ำ (Floating rice)



(ข) การปล่อยออกก๊าซมีเทนจากข้าวสายพันธุ์ข้าวท่อน้ำลึก (Deep water rice)

รูปที่ 2.10 การปล่อยออกก๊าซมีเทนจากข้าวสายพันธุ์ข้าวขึ้นน้ำ และข้าวท่อน้ำลึกสายพันธุ์ต่าง ๆ

ตารางที่ 2.28 อัตราการปลดปล่อยก๊าซมีเทนจากข้าวสายพันธุ์ข้าวขึ้นน้ำและทนน้ำลึก ปลุกที่ศูนย์วิจัยข้าวปทุมธานี ปี 2542

Treatment	Floating rice		Deep water rice	
	Daily emission g CH ₄ m ⁻² d ⁻¹	Seasonal emission g CH ₄ m ⁻²	Daily emission g CH ₄ m ⁻² d ⁻¹	Seasonal emission g CH ₄ m ⁻²
T1	0.236	47.3	0.301	60.1
T2	0.282	56.5	0.222	44.5
T3	0.174	34.8	0.255	52.0
T4	0.359	71.7	0.286	57.2
T5	0.273	54.7	0.200	40.0
T6	0.272	54.3	0.229	45.8

ตารางที่ 2.29 การเจริญเติบโตของข้าวสายพันธุ์ข้าวขึ้นน้ำและทนน้ำลึก ปลุกที่ศูนย์วิจัยข้าวปทุมธานี ปี 2542 (ค่าเฉลี่ย 10 ต้น 4 ซ้ำ) ที่ 5 ระยะการเจริญเติบโต

ก. ข้าวขึ้นน้ำ

พันธุ์	ความสูงเฉลี่ย, ซม					จำนวนต้นตอก				
	16-Aug	15-Sep	13-Oct	15-Nov	9-Dec	16-Aug	15-Sep	13-Oct	15-Nov	9-Dec
1	56.9	123.3	157.9	193.1	196.1	5.0	6.0	5.4	5.4	5.4
2	58.8	125.1	173.8	203.5	203.2	4.7	5.1	4.6	4.6	4.6
3	56.4	120.7	170.6	202.3	206.0	6.0	6.1	6.0	5.5	5.5
4	62.7	123.0	170.3	206.8	205.9	5.6	5.3	5.3	4.9	4.9
5	53.5	113.0	148.7	195.3	195.1	4.0	5.5	5.6	5.2	5.0
6	56.2	128.5	164.3	205.3	204.7	4.4	5.2	5.0	5.0	5.0

ข้าวทนนํ้าลึก

พันธุ์	ความสูง, ซม					จำนวนต้นตอก				
	16-Aug	15-Sep	13-Oct	15-Nov	9-Dec	16-Aug	15-Sep	13-Oct	15-Nov	9-Dec
1	42.8	101.7	131.4	146.8	146.8	5.3	5.8	6.4	6.2	6.2
2	38.8	86.0	114.2	148.5	148.6	7.1	6.5	7.7	6.0	6.0
3	51.0	101.6	137.4	162.1	162.1	7.4	6.6	6.8	6.0	6.0
4	51.2	100.5	127.8	160.7	160.7	6.4	6.7	6.6	6.9	6.9
5	62.3	111.0	151.0	189.0	186.5	6.1	5.7	5.4	6.5	6.5
6	56.7	100.9	134.2	182.1	181.9	6.8	5.8	5.9	5.8	5.7

ตารางที่ 2.30 ผลผลิตและอัตราการปล่อยออกก๊าซมีเทนต่อผลผลิตข้าวสายพันธุ์ข้าวขึ้นน้ำและทนนํ้าลึก ปลูกที่ศูนย์วิจัยข้าวปราชญ์บุรี ปี 2542

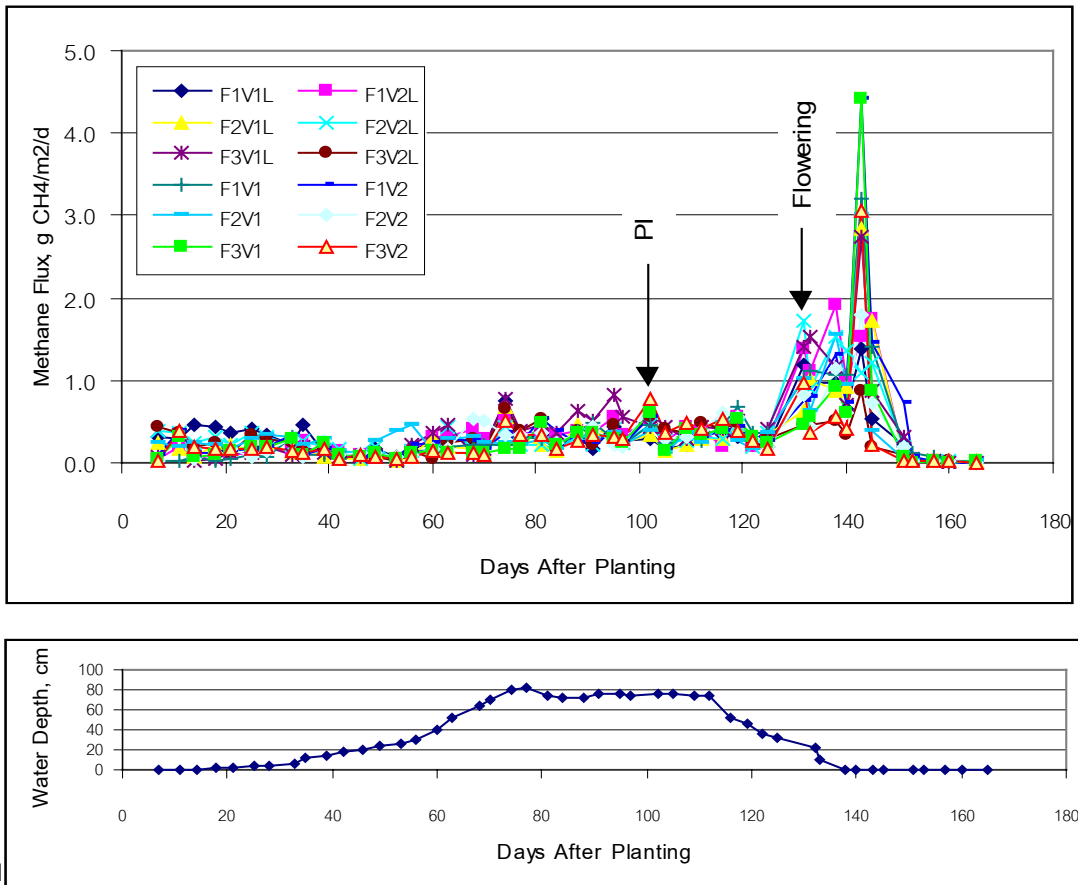
Treatment	Floating rice		Deep water rice	
	Yield kg /rai	Methane emission /grain yield kg CH ₄ /kg rice	Yield kg /rai	Methane emission /grain yield kg CH ₄ /kg rice
T1	383	0.198	285	0.337
T2	258	0.350	417	0.171
T3	261	0.214	312	0.262
T4	253	0.454	351	0.261
T5	304	0.288	197	0.325
T6	262	0.332	283	0.259

จากผลของการทดลองในปี 2542 ได้ทำการคัดเลือกเพื่อทดสอบการตอบสนองของปุ๋ยและวัสดุปรับปรุงดินโดยใช้ปูนมาร์ล (marl) และคัดเลือกสายพันธุ์ข้าวที่ปล่อยออกก๊าซมีเทนต่ำเหลือเพียง 2 สายพันธุ์ จากข้าวสายพันธุ์ข้าวขึ้นน้ำ คือ ข้าวพันธุ์พลาญงามปราชญ์บุรี (พันธุ์รัฐบาล) และ สายพันธุ์ข้าวทนนํ้าลึก คือ พันธุ์ปราชญ์บุรี1 (พันธุ์รัฐบาล)

การทดลองนี้ วางแผนการทดลองแบบ split plot design มี 3 ซ้ำ มี 2 การทดลอง คือใส่ปูนมาร์ลในอัตรา 2000 kg/rai และไม่ใส่ปูนมาร์ล โดย main plot ประกอบด้วย อัตราปุ๋ย 3 อัตรา (กก./ไร่ ของ N-P₂O₅- K₂O) คือ 0-0-0, 3-6-0 และ 6-6-0 ส่วน sub-plot ประกอบด้วย พันธุ์ข้าว 2 สายพันธุ์ คือ พลาญงามปราชญ์บุรี และปราชญ์บุรี 1

จากรูปที่ 2.11 แสดงการปลดปล่อยก๊าซมีเทนจากข้าวขึ้นน้ำและข้าวทนนํ้าลึกในดินนาชุดรังสิต อัตราการปล่อยออกก๊าซมีเทนค่อนข้างสูงตั้งแต่เริ่มปักดำ และเพิ่มมากขึ้นเป็นลำดับจนถึงระยะข้าวตั้งท้อง ขณะที่ระดับน้ำในนาข้าวสูงขึ้นเป็นลำดับถึงระดับสูงสุด 80 cm ในวันที่ 75 หลังปักดำ และคงที่ต่อเนื่องไปอีกประมาณ 50 วัน อัตราการปล่อยออกก๊าซมีเทนเพิ่มขึ้นอย่างเด่นชัดในระยะที่ข้าวให้กำเนิดช่อดอกและ

ติดเมล็ด ในระยะแรกของการเจริญเติบโตนั้น การใส่ปุ๋ยไนโตรเจนและปุ๋ยในอัตราต่าง ๆ ไม่มีผลต่อการปล่อยออกก๊าซมีเทนในทางสถิติจากข้าวทั้ง 2 สายพันธุ์ แต่มีแนวโน้มว่าการใส่ปุ๋ยมีผลทำให้การปลดปล่อยก๊าซมีเทนเพิ่มขึ้น แต่เมื่อเฉลี่ยการปลดปล่อยตลอดทั้งฤดูปลูก พบว่า การใส่ปุ๋ยมีผลต่อการปลดปล่อยก๊าซมีเทนเฉพาะเมื่อไม่มีการใส่ปุ๋ยไนโตรเจนสำหรับข้าวพันธุ์ปราจีนบุรี1 แต่การใส่ปุ๋ยไนโตรเจนทำให้การปลดปล่อยก๊าซมีเทนสูงขึ้นสำหรับข้าวพันธุ์พลายงามปราจีนบุรี (ตารางที่ 2.31)



รูปที่ 2.1

ปุ๋ยอัตราต่างกัน ในช่วงการทำนาปี ปี 2543 ที่ จังหวัดปราจีนบุรี แสดงพร้อมกับระดับน้ำในนา

ตารางที่ 2.31 อัตราการปลดปล่อยก๊าซมีเทนจากข้าวนาปีที่จังหวัดปราจีนบุรี ปีเพาะปลูก 2543

Fertilizer rate (kg/rai N-P ₂ O ₅ -K ₂ O)	Rice cultivar	Average daily emission g CH ₄ /m ² /d	
		+ marl	- marl
0-0-0	พลายงามฯ	0.405	0.431
	ปราจีนบุรี1	0.460	0.485
3-6-0	พลายงามฯ	0.409	0.435
	ปราจีนบุรี1	0.442	0.385
6-6-0	พลายงามฯ	0.493	0.402
	ปราจีนบุรี1	0.336	0.360

เมื่อพิจารณาถึงการเจริญเติบโตด้านความสูงและการแตกกอของข้าวทั้ง 2 พันธุ์ พบว่าการใส่ปุ๋ยมาร์ลทำให้การเจริญเติบโตของข้าวทั้ง 2 สายพันธุ์ดีขึ้น โดยมีผลต่อความสูงและการแตกกอต่างกัน การใส่ปุ๋ยมีผลทำให้ต้นข้าวสูงขึ้นเมื่อใส่ร่วมกับปุ๋ยไนโตรเจนอัตราสูง และมีผลทำให้ข้าวแตกกอดีขึ้นเมื่อใส่ร่วมกับปุ๋ยไนโตรเจนอัตราต่ำ (ตารางที่ 2.32)

การใส่ปุ๋ยมาร์ลพบว่าไม่ทำให้ผลผลิตของข้าวทั้งสองสายพันธุ์เพิ่มขึ้น แต่การใส่ร่วมกับปุ๋ยไนโตรเจนเฉพาะอัตราต่ำทำให้ผลผลิตข้าวสายพันธุ์ปราจีนบุรีเพิ่มขึ้น การใส่ปุ๋ยไนโตรเจนอัตรา 6 kg/rai สำหรับดินชุดรังสิตนี้ ไม่ทำให้การเจริญเติบโตและผลผลิตข้าวเพิ่มมากขึ้น แต่เมื่อพิจารณาการปล่อยออกก๊าซมีเทนร่วมกับการให้ผลผลิตของข้าวแล้ว พบว่า ข้าวพันธุ์ปราจีนบุรีปล่อยออกก๊าซมีเทนต่อมวลของผลผลิตข้าวต่ำสุดโดยเฉพาะเมื่อมีการใส่ปุ๋ยไนโตรเจน การใส่ปุ๋ยมาร์ลทำให้ผลผลิตข้าวปราจีนบุรีเพิ่มขึ้น 35-55 กก/ไร่

ตารางที่ 2.32 ผลผลิตและปริมาณการปล่อยออกก๊าซมีเทนต่อผลผลิตข้าว

Fertilizer rate (kg/rai N-P ₂ O ₅ -K ₂ O)	Rice cultivar	Grain Yield kg /rai		Methane emission/rgrain yield kg CH ₄ /kg rice	
		+ marl	- marl	+ marl	- marl
0-0-0	พลายงามฯ	565.65	577.52	0.229	0.239
	ปราจีนบุรี1	545.18	601.7	0.245	0.285
3-6-0	พลายงามฯ	571.63	569.05	0.229	0.245
	ปราจีนบุรี1	632.41	667.1	0.212	0.195
6-6-0	พลายงามฯ	541.05	556.93	0.292	0.231
	ปราจีนบุรี1	606.36	640.68	0.168	0.190

สรุปผลการทดลอง

การปลดปล่อยก๊าซมีเทนเฉลี่ยจากข้าวสายพันธุ์ข้าวขึ้นน้ำและสายพันธุ์ข้าวทนน้ำลึกอย่างละ 6 สายพันธุ์ ที่นำมาศึกษาในครั้งนี้ พบว่า ปล่อยออกก๊าซมีเทนในปริมาณใกล้เคียงกัน ข้าวพันธุ์ปิ่นแก้ว 56 และพลายงามปราจีนบุรี ซึ่งเป็นพันธุ์รัฐบาลมีการปล่อยออกก๊าซมีเทนต่ำสุดในกลุ่มสายพันธุ์ข้าวขึ้นน้ำ ส่วนสายพันธุ์ข้าวทนน้ำลึกนั้น ข้าวสายพันธุ์ดี PCR89302-2-1-1-1 และพันธุ์รัฐบาล กข.19 ปล่อยออกก๊าซมีเทนต่ำสุด แต่ปริมาณการปล่อยออกต่อมวลของผลผลิตข้าวของสายพันธุ์พลายงามปราจีนบุรี และสายพันธุ์ กข.19 วัดได้ต่ำสุดในกลุ่มสายพันธุ์ข้าวขึ้นน้ำและข้าวทนน้ำลึกตามลำดับ การใส่ปุ๋ยมาร์ลในอัตรา 2000 kg/rai ในดินนี้มีผลกระทบน้อยต่อการเจริญเติบโตและการให้ผลผลิตข้าวทั้งสายพันธุ์พลายงามปราจีนบุรีและปราจีนบุรี 1 โดยมีผลกระทบต่อข้าวพันธุ์ปราจีนบุรีมากกว่าพันธุ์พลายงาม แต่การใส่ปุ๋ยไนโตรเจนอัตรา 0, 3 และ 6 kg/rai พบว่าการใส่ที่อัตรา 3 kg/rai มีผลทำให้การปลดปล่อยก๊าซมีเทนและผลผลิตแตกต่างกัน ทั้งในกรณีที่มีการใส่ปุ๋ยหรือไม่ใส่ปุ๋ย

3. ผลกระทบของการลดการไถพรวนดินและวิธีการปลูกต่อการปลดปล่อยก๊าซมีเทน

ในการเตรียมดินเพื่อการเพาะปลูกนั้น การไถพรวนดินให้ผลดีในการกำจัดวัชพืช และทำให้ดินโปร่ง น้ำระบายผ่านดินได้ดี และทำให้ดินอุ้มน้ำได้ดีขึ้น นอกจากนี้ยังทำให้การถ่ายเทอากาศดีขึ้นอีกด้วย สำหรับการทำนาซึ่งปลูกข้าวในสภาพน้ำท่วมขัง มีการเตรียมดินหลายขั้นตอน มีการไถ คราด และทำเทือก หลายครั้ง ซึ่งส่วนใหญ่เป็นการกำจัดวัชพืชและโดยเฉพาะทำให้ดินอ่อนนุ่มเพื่อให้ปักดำข้าวได้ง่ายขึ้น แต่การไถพรวนดินทำให้สิ้นเปลืองแรงงานและใช้น้ำมาก ดังนั้นจึงได้มีการศึกษาหาวิธีปลูกข้าวโดยลดการไถพรวนดินและใช้วิธีปลูกข้าวโดยการหว่านเมล็ดโดยตรงลงในนา (direct seeding) ซึ่งเป็นวิธีการปลูกที่ได้รับความนิยมเพิ่มขึ้นมาก การปลูกแบบหว่านเมล็ดข้าวลงในนาที่ไถและคราดในขณะที่ดินชุ่มน้ำแบบน้ำตม กำลังได้รับความนิยมอย่างมากในภาคกลาง ซึ่งแรงงานหายากและมีราคาแพง เมื่อต้นข้าวตั้งตัวได้และสูงประมาณ 5-10 ซม. จึงทดน้ำเข้านา ข้าวที่ปลูกอยู่ภายใต้สภาพน้ำท่วมขังจนถึงเวลาใกล้เก็บเกี่ยวจึงมีการระบายน้ำออกจากนาเป็นครั้งสุดท้าย วิธีปลูกแบบนี้เรียกว่าวิธีหว่านน้ำตมหรือหว่านข้าวออก (wet seeding) อีกวิธีหนึ่งเป็นการหว่านเมล็ดข้าวแห้งลงในนาขณะที่ดินมีความชุ่มชื้น เมื่อเมล็ดข้าวงอกและตั้งตัวได้จึงค่อย ๆ ให้น้ำชลประทาน การปลูกโดยวิธีการหว่านเช่นนี้สามารถลดขั้นตอนการเตรียมดินและปริมาณน้ำที่ใช้ลงได้ โดยเฉพาะการหว่านข้าวแห้ง ซึ่งการหว่านน้ำตมยังต้องมีการไถพรวนและคราดดินขณะที่ดินมีน้ำขัง การไถพรวนดินหรือทำเทือกขณะที่ดินอยู่ในสภาพน้ำท่วมขัง นอกจากทำให้สิ้นเปลืองแรงงานแล้ว ยังทำให้ก๊าซมีเทนที่เกิดขึ้นแล้วภายในดินปลดปล่อยออกสู่บรรยากาศได้ ส่วนการหว่านข้าวแห้งนั้นสามารถลดการไถพรวนดินได้มากกว่า และอาจไม่ไถพรวนดินเลยก็ได้ถ้าผิวหน้าของดินนั้นมีระดับสม่ำเสมอ เพื่อให้เมล็ดข้าวที่หว่านลงดินกระจายได้อย่างสม่ำเสมอทั่วผิวดิน และที่สำคัญคือสามารถลดการไถพรวนขณะที่ดินมีน้ำท่วมขัง จึงอาจเป็นทางเลือกหนึ่งสำหรับใช้ในการลดการปลดปล่อยก๊าซมีเทนนอกจากนาข้าว แต่ก็มีข้อด้อยเนื่องจากมีปัญหาวัชพืชและศัตรูพืช ในหลายๆแห่งจึงจำเป็นต้องใช้สารเคมีกำจัดวัชพืชอันอาจมีผลกระทบต่อสภาพแวดล้อมได้ นอกจากนี้ยังมีปัญหาจากนกที่บินลงมากินข้าวเปลือกที่หว่านลงในนา

การลดการไถพรวนดินในการเตรียมดินสำหรับปลูกข้าวนั้น เป็นการลดต้นทุนการผลิตทางหนึ่งที่มีความสำคัญ เนื่องจากปัจจุบันค่าจ้างแรงงานในการไถพรวนดินและดำนา รวมทั้งน้ำมันเชื้อเพลิงสำหรับเครื่องทุ่นแรงเพิ่มสูงขึ้น นอกจากนี้แรงงานยังหายากอีกด้วย ดังนั้น การทดลองนี้จึงได้ทำการทดลองเพื่อหาวิธีการที่เหมาะสมเพื่อลดต้นทุนการผลิตข้าว ได้แก่ การลดการไถพรวน การทำนาหว่านน้ำตม และการหว่านข้าวแห้ง สำหรับผลที่อาจกระทบต่อการปลดปล่อยก๊าซมีเทนนั้น การไถพรวนดินทำให้มีการคลุกเคล้าของดินกับวัชพืชที่ขึ้นอยู่ในนา เมื่อเกิดสภาพน้ำท่วมขัง อินทรีย์สารที่ย่อยสลายและเป็นต้นกำเนิดก๊าซมีเทนนั้นอยู่ใกล้บริเวณรากมากกว่า ซึ่งสามารถเคลื่อนเข้าสู่รากและผ่านออกสู่บรรยากาศได้ง่ายเมื่อเปรียบเทียบกับกรณีพิเศษซากวัชพืชที่ค้างอยู่บริเวณผิวดิน ดังนั้นทางโครงการวิจัยจึงได้ทำการศึกษาเปรียบเทียบผลกระทบจากการไถพรวนดินต่อการปลดปล่อยก๊าซมีเทน ทั้งจากนาชลประทานและน่าน้ำฝน

วัตถุประสงค์ งานวิจัยนี้ได้ทำการศึกษาเปรียบเทียบการปลดปล่อยก๊าซมีเทนจากนาข้าวที่ปลูกโดยวิธีการปลูกแบบดั้งเดิมคือการปักดำ และการหว่านข้าวแบบน้ำตมที่มีการไถพรวนดินตามวิธีปกติและไถพรวนดินน้อย

3.1 การศึกษาที่สถานีทดลองข้าวบางเขน กรุงเทพฯ

แปลงทดลองที่สถานีวิจัยข้าวบางเขนเป็นแปลงขนาดใหญ่พื้นที่แปลงละประมาณ 1.5 ไร่ มีน้ำท่วมขังตลอดระยะเวลาปลูก พันธุ์ข้าวที่ใช้ทดลองเป็นข้าวสายพันธุ์ดี BKNGB89003-6 ปลูกโดยวิธีปักดำ ใช้ระยะระหว่างต้นและแถว 25 x 25 ซม. ส่วนการปลูกแบบหว่านน้ำตม ใช้อัตราเมล็ดพันธุ์ 15 kg/rai ใส่ปุ๋ยรองพื้นสูตร 16-20-0

อัตรา 30 kg/rai และปุ๋ยแต่งหน้า สูตร 46-0-0 อัตรา 10 kg/rai เก็บตัวอย่างก๊าซมีเทนสัปดาห์ละ 1 ครั้ง ในช่วงเวลา 9-12 น. จากกล่องครอบที่มีพื้นที่หน้าตัด 75 x 75 cm. (สามารถครอบต้นข้าวได้ 9 กอ สำหรับนาดำ) ทำการเก็บตัวอย่างก๊าซ 4 ซ้ำ ภายในแต่ละแปลงทดลอง แต่ละซ้ำอยู่ห่างกันประมาณ 10 เมตร งานทดลองนี้ปลูกข้าวทั้งฤดูการทำนาปีและนาปรัง

ตารางที่ 2.34 ดำหรับทดลองที่สถานีทดลองข้าวบางเขน กรุงเทพฯ ปีเพาะปลูก 2542 และ 2543

Treatment	Details
T1	หวานข้าวออก ไถพรวนน้อย
T2	หวานข้าวออก ไถพรวนปกติ
T3	ปักดำ

ผลและวิจารณ์

ดินนาที่สถานีวิจัยข้าวบางเขน เป็นดินเหนียวชุดบางเขน มีความเป็นกรดระดับปานกลาง มีความอุดมสมบูรณ์ดี อินทรีย์วัตถุและไนโตรเจนมีปริมาณค่อนข้างสูง โดยเฉพาะปริมาณไนโตรเจนที่ย่อยสลายได้มีสูงถึง 89 mg/kg ดิน ผลวิเคราะห์ตัวอย่างดินจากแปลงทดลองแสดงไว้ในตารางที่ 2.35

ตารางที่ 2.35 สมบัติทางเคมีของดินนาที่แปลงทดลองที่สถานีทดลองข้าวบางเขน จังหวัดกรุงเทพฯ

ชุดดิน (soil series)	บางเขน (Bang Khen, Bn)
Classification, USDA 1975	Isohyperthermic, Typic Tropaquepts
Soil Group (Thai)	2
Parent material	Brackish sediments
เนื้อดิน	Clay
pH H ₂ O (1:1)	5.53
Organic Matter (%)	2.51
Total N (%)	0.23
M-N (mg/kg)	89
Fe ₂ O ₃ (%)	0.76
Ext.Mn (mg/kg)	41
Ext.SO ₄ -S (mg/kg)	567
Avail.P (mg/kg)	43
Ext. K (mg/kg)	275
Ext.Ca (mg/kg)	1431
Ext.Mg (mg/kg)	1039

การปลดปล่อยก๊าซมีเทนจากนาข้าวตลอดระยะเวลาปลูกในฤดูข้าวนาปีและนาปรังแสดงไว้ในรูปที่ 2.12 ข้าวนาปีปลูกโดยการหว่านข้าวออกหรือการหว่านนาหว่านน้ำตมและปักดำเมื่อวันที่ 23 สค. และ 20 กย. 2542 ตามลำดับ การปลดปล่อยก๊าซมีเทนจากแปลงนาที่ไถพรวนน้อยเกิดขึ้นในอัตราที่ต่ำกว่าการไถพรวนดินตามปกติ แต่ในระยะหลังของการเจริญเติบโตมีการปลดปล่อยก๊าซออกจากทุกกรรมวิธีทดลองในอัตราใกล้เคียงกัน

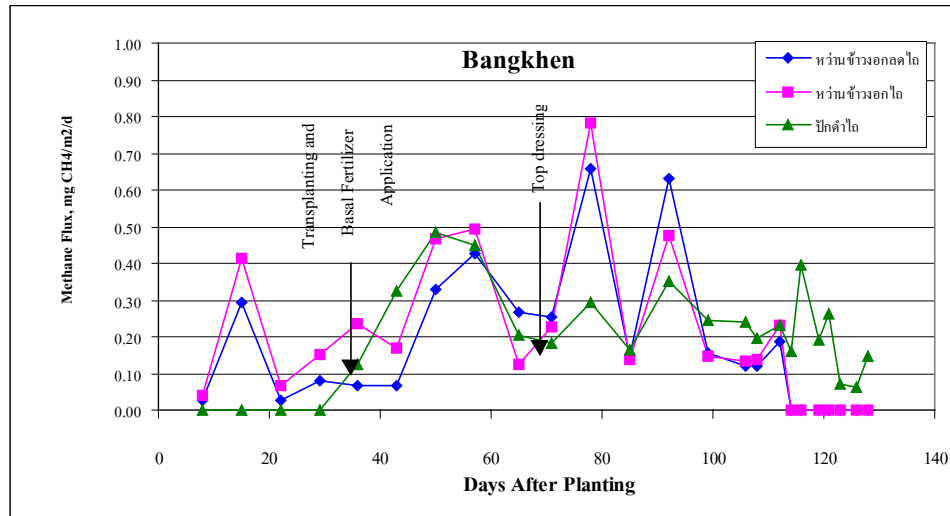
สำหรับการปลูกแบบปักดำในฤดูข้าวนาปี มีการปลดปล่อยก๊าซมีเทนคล้ายกับข้าวนาหว่าน แต่ในระยะหลังของการเจริญเติบโตมีการปลดปล่อยออกน้อยกว่า เมื่อประเมินอัตราการปล่อยออกเฉลี่ยต่อวันของทั้งช่วงที่ข้าวเจริญเติบโตแล้ว พบว่าอัตราการปลดปล่อยค่อนข้างต่ำ และมีค่าใกล้เคียงกันทั้ง 3 วิธี ในช่วง $0.229-0.262 \text{ g CH}_4/\text{m}^2/\text{d}$ ซึ่งการปลูกแบบปักดำปล่อยออกก๊าซมีเทนในปริมาณสูงสุด ส่วนการหว่านข้าวออกและไถพรวนน้อยปล่อยออกก๊าซมีเทนในปริมาณต่ำสุด ปริมาณการปล่อยออกก๊าซมีเทนจากดินชุดนี้เมื่อเทียบกับดินชุดอื่นๆ แล้ว ค่อนข้างต่ำ ทั้งๆ ที่ดินในแปลงทดลองมีอินทรีย์วัตถุและไนโตรเจนสูง โดยเฉพาะไนโตรเจนที่ย่อยสลายได้ในปริมาณที่สูงกว่าดินชุดอื่น แต่อาจเป็นเพราะดินชุดนี้มีซัลเฟตซัลเฟอร์ที่สกัดได้ปริมาณที่สูง ซึ่งเป็นอนุมูลที่มีส่วนในการยับยั้งการผลิตก๊าซมีเทนจากดินนา

ในฤดูการทำนาปรัง การปลูกแบบวิธีหว่านเริ่มตั้งแต่วันที่ 23 กพ. 2543 ก่อนการปักดำประมาณ 1 เดือน ซึ่งทำการปักดำเมื่อวันที่ 23 มีค. 2543 การปลดปล่อยก๊าซมีเทนเกิดขึ้นสูงมากในวันที่ 11 หลังการหว่านเมล็ดข้าว หลังจากนั้นอัตราการปลดปล่อยลดลงและค่อนข้างคงที่ไปจนถึงช่วงการเจริญเติบโตในระยะหลัง อัตราการปลดปล่อยก๊าซมีเทนจากข้าวที่ปักดำเกิดขึ้นต่ำกว่าการปลูกแบบหว่านข้าวออก ทำให้ค่าเฉลี่ยของการปลดปล่อยก๊าซมีเทน (ตารางที่ 2.36) ของข้าวนาปรังเมื่อปลูกแบบปักดำต่ำที่สุด โดยการปลูกแบบหว่านน้ำตมในนาที่ไถพรวนปกติปล่อยออกก๊าซออกสูงสุด ปริมาณก๊าซมีเทนที่ปล่อยออกจากการปลูกในฤดูข้าวนาปรังที่สถานีวิจัยข้าวบางเขนสูงกว่าเมื่อปลูกในช่วงนาปี

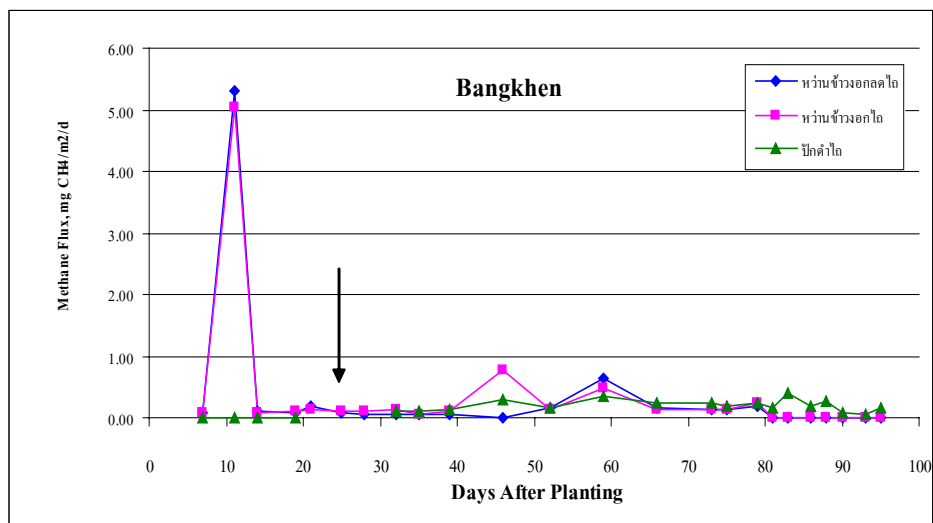
ดินบางเขนเป็นดินที่ให้ผลผลิตข้าวสูง การปลูกแบบปักดำ ซึ่งใช้ระยะปลูก 25×25 ซม. ให้ผลผลิตข้าวถึง 803 กก./ไร่ ส่วนการหว่านข้าวแห้งโดยหว่านเมล็ดพันธุ์ในอัตรา 15 กก./ไร่ ให้ผลผลิต 535–568 กก./ไร่ ทั้งนี้ส่วนหนึ่งเป็นเพราะมีปัญหาหนอนกลกินเมล็ดข้าวออกที่หว่าน ทำให้จำนวนต้นข้าวที่ขึ้นไม่สม่ำเสมอ แต่เมื่อพิจารณาปริมาณการปล่อยออกก๊าซมีเทนร่วมกับผลผลิตข้าวแล้ว พบว่า การปลูกแบบหว่านข้าวออกที่มีการไถพรวนปกตินั้น ปลดปล่อยก๊าซมีเทนต่อผลผลิตข้าว 1 kg สูงที่สุด 0.094 kg ในขณะที่การลดการไถพรวนปล่อยออกน้อยกว่าที่ 0.077 kg และการปลูกแบบปักดำปล่อยเพียง 0.060 kg (ตารางที่ 2.36)

เมื่อมีการวิเคราะห์ต้นทุนการผลิตข้าวของทั้งสามวิธีการปลูกแล้ว พบว่า การปลูกวิธีหว่านน้ำตมไถพรวนน้อยมีต้นทุนการเตรียมดินต่ำสุดที่ 115 บาท แต่สิ้นเปลืองค่าสารกำจัดวัชพืชเพิ่มมากกว่าวิธีปลูกอื่นอีก 100 บาท สำหรับการปลูกแบบปักดำและหว่านน้ำตม มีค่าใช้จ่ายในการเตรียมดินเท่ากัน แต่การปักดำสิ้นเปลืองค่าแรงในการปลูกมากกว่า เมื่อรวมค่าใช้จ่ายทั้งหมดแล้ว การปลูกแบบปักดำสิ้นเปลือง 755 บาท ในขณะที่การหว่านน้ำตมปกติและลดการไถพรวนสิ้นเปลือง 485 และ 335 บาท ตามลำดับ ผลผลิตข้าวที่ได้จากการปลูกแบบปักดำสูงสุดที่ 803 kg/rai โดยการหว่านน้ำตมแบบปกติและลดการไถพรวนมีผลผลิตใกล้เคียงกันที่ 535 และ 568 kg/rai ตามลำดับ ดังนั้นการปลูกแบบปักดำในการทดลองนี้ให้ผลตอบแทนสุทธิสูงกว่าการปลูกแบบหว่านน้ำตม ดังแสดงไว้ในตารางที่ 2.37

(ก) ฤดูข้าวนาปี



(อ) ฤดูข้าวนาปรัง



รูปที่ 2.12 การปลดปล่อยก๊าซมีเทนจากข้าวนาปีและนาปรัง ที่สถานีทดลองข้าวบางเขน ปี 2542

ตารางที่ 2.36 อัตราการปลดปล่อยก๊าซมีเทนจากข้าวนาปี (Major rice) และนาปรัง (Second rice) ที่สถานีทดลองข้าวบางเขน ปี 2542

Treatment	Average daily emission g CH ₄ /m ² /d	Seasonal emission g CH ₄ /m ²	Methane emission / grain yield kg CH ₄ / kg rice
<u>Major rice :</u>			
T1	0.229	27.48	0.077
T2	0.262	31.47	0.094
T3	0.251	30.15	0.060
<u>Second rice :</u>			
T1	0.371	44.48	
T2	0.420	50.37	
T3	0.205	24.56	

ตารางที่ 2.37 ค่าใช้จ่ายต่าง ๆ ในการผลิตข้าว ผลผลิต และรายได้ จากกรรมวิธีการปลูก 3 แบบ

Categories	T1	T2	T3
<u>1. ค่าใช้จ่ายในการเตรียมดิน</u>			
- ค่าใช้จ่ายเหมาสูบน้ำ	15	15	15
- ค่าไถดะ ไถแปร	0	250	250
- ค่าย่ำตอซังด้วยลูกทุบ	100	-	-
- ค่าคราดทำเทือก	-	100	100
<u>2. ค่าสารกำจัดวัชพืช</u>			
- ไกลโฟเสท (Glyphosate)	100	-	-
- เพทริลาคลอร์ (Petriaclore)	90	90	90
<u>3. ค่าแรงในการปลูก</u>	30	30	300
รวมค่าใช้จ่าย (บาท)	335	485	755
<u>4. ผลผลิต (กก/ไร่)</u>	568	535	803
<u>5. ราคาผลผลิต (บาท/เกวียน)</u>	7,093	7,093	7,093
รายได้จากการขายข้าว (บาท)	4,028.82	3,794.76	5,695.68
รายได้สุทธิ (บาท)	3,693.82	3,309.76	4,940.68

สรุปผลการทดลอง

จากการศึกษาพบว่า การปลูกข้าวในดินชุดบางเขน มีการปลดปล่อยก๊าซมีเทนค่อนข้างต่ำ เมื่อเทียบกับดินนาชุดอื่น ยกเว้นดินเปรี้ยวชุดรังสิต (Acid sulfate) แม้ว่าดินนี้จะมีอินทรีย์วัตถุอยู่มากกว่าดินชุดอื่นที่ศึกษาก็ตาม การปลูกข้าวแบบนาหว่านน้ำตมที่มีการไถพรวนดินน้อยปลดปล่อยก๊าซมีเทนต่ำที่สุดทั้งฤดูปลูกข้าวนาปีและนาปรัง แต่เมื่อเปรียบเทียบกับผลผลิตข้าวแล้ว การปลูกโดยวิธีปักดำทำให้มีการปล่อยออกก๊าซมีเทนต่อหน่วยของผลผลิตข้าวต่ำที่สุด นอกจากนี้ การปลูกข้าวในช่วงนาปรังปลดปล่อยก๊าซมีเทนสูงกว่าการปลูกในฤดูการทำนาปี

3.2 การศึกษาที่ศูนย์วิจัยข้าวพิษณุโลก

การศึกษาศูนย์วิจัยข้าวพิษณุโลก มีด้วยกัน 2 การทดลอง คือ ศึกษาผลกระทบของการไถพรวนดินและการจัดการปุ๋ยในสภาพนาชลประทาน (irrigated) และนาเกษตรน้ำฝน (rainfed) การศึกษาทดลองในสภาพนาชลประทานได้ทำการเปรียบเทียบผลกระทบที่เกิดขึ้นทั้งในข้าวนาปีและนาปรัง แปลงทดลองนาชลประทานเป็นดินชุดบุณฑริก ปลูกข้าวพันธุ์ชัยนาท1 แบบหว่านข้าวลงกลบในนาหว่านน้ำตม เมื่อวันที่ 15 กค. 2542 และ 11 มค.2543 ใช้อัตราเมล็ดพันธุ์ 20 kg/rai และใส่ปุ๋ยรองพื้นเมื่อข้าวมีอายุ 26 วัน ในอัตรา 6-6-6 และ 9-6-6 kg/rai N-P₂O₅-K₂O และใส่ปุ๋ยแต่งหน้าเมื่อข้าวอายุได้ 64 วัน ในอัตรา 6-0-0 และ 9-0-0 kg/rai N-P₂O₅-K₂O ส่วนนาเกษตรน้ำฝนเป็นดินชุดมหาโพธิ์ ปลูกข้าวพันธุ์ข้าวขาวดอกมะลิ105 โดยวิธีหว่านข้าวแห้งลงในนาขณะที่ดินมีความชื้นต่ำกว่าระดับอิ่มตัวด้วยน้ำ ในอัตรา 20 kg/rai เมื่อวันที่ 16 มิย.2542 ใส่ปุ๋ยรองพื้นอัตรา 3-6-6 และ 6-6-6 kg/rai N-P₂O₅-K₂O เมื่อข้าวอายุได้ 26 วัน และใส่ปุ๋ยแต่งหน้าในอัตรา 3-0-0 และ 6-0-0 kg/rai N-P₂O₅-K₂O เมื่อข้าวอายุได้ 93 วัน การทดลองทั้งสองนี้วางแผนการทดลองแบบ Randomized complete block การทดลองมี 3 ซ้ำ แปลงทดลองมีขนาด 6 x 8 m

ตารางที่ 2.38 สำหรับทดลองในการศึกษาผลกระทบของการไถพรวนดินและการจัดการปุ๋ยต่อการปลดปล่อยก๊าซมีเทนที่ศูนย์วิจัยข้าวพิษณุโลก ปี 2542-43

Treatment	Irrigated	Rainfed
T1	Normal Tillage + 12 kg N/rai	Normal Tillage + 6 kg N/rai
T2	Normal Tillage + 18 kg N/rai	Normal Tillage + 12 kg N/rai
T3	Minimum Tillage + 12 kg N/rai	Minimum Tillage + 6 kg N/rai
T4	Minimum Tillage + 18 kg N/rai	Minimum Tillage + 12 kg N/rai

ผลและวิจารณ์

แปลงทดลองนาชลประทานเป็นดินเหนียวชุดมหาโพธิ์ ซึ่งมีความเป็นกรดค่อนข้างรุนแรง มีอินทรีย์วัตถุ 1.7% มีไนโตรเจนในระดับต่ำ แต่มีไนโตรเจนที่ย่อยสลายได้ 57 mg/kg สูงกว่าดินชุดพิมายและร้อยเอ็ด ระดับความอุดมสมบูรณ์ทั่วไปค่อนข้างต่ำ ส่วนดินในแปลงทดลองเกษตรน้ำฝนเป็นดินทรายร่วนชุดบุณฑริก มีความเป็นกรดจัด และมีปริมาณไนโตรเจนที่ย่อยสลายได้ใกล้เคียงกับดินนาในแปลงที่มีน้ำชลประทาน แต่มีปริมาณฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์ได้สูงกว่า (ตารางที่ 2.39)

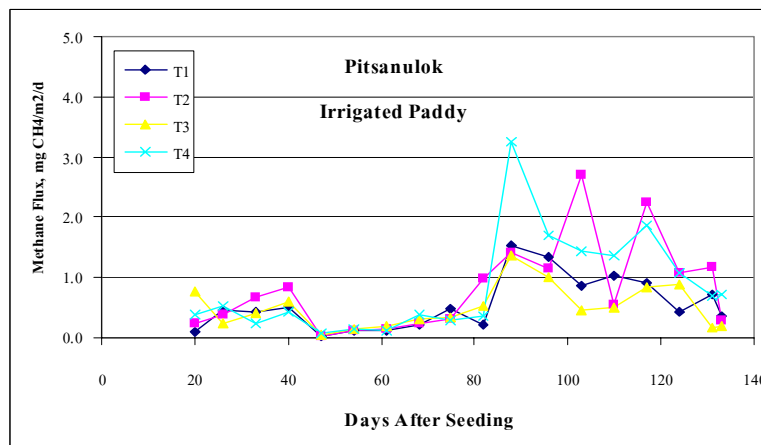
การปลดปล่อยก๊าซมีเทนจากนาชลประทานในฤดูข้าวนาปี ซึ่งปลูกข้าวพันธุ์ชัยนาท 1 พบว่า ในระยะแรกของการเจริญเติบโตของข้าว อัตราการปลดปล่อยก๊าซมีเทน จากนาที่ไถพรวนปกติสูงกว่านาที่ไถพรวนน้อย และการใส่ปุ๋ยไนโตรเจนระดับสูงทำให้การปล่อยออกก๊าซมีเทนสูงขึ้น และยังแสดงผลต่อการปล่อยออกก๊าซมีเทนมากขึ้นในระยะหลังของการเจริญเติบโตทั้งแปลงที่มีการไถพรวนปกติและไถพรวนน้อย (รูปที่ 2.12ก) สำหรับนาเกษตรน้ำฝน ซึ่งปลูกข้าวขาวดอกมะลิ 105 การปล่อยออกก๊าซมีเทนในระยะแรกของการเจริญเติบโตของข้าวมีอัตราการปลดปล่อยใกล้เคียงกัน แต่ในระยะหลังพบว่าอัตราการปลดปล่อยเพิ่มสูงขึ้นจากแปลงนาที่มีการไถพรวนปกติ (รูปที่ 2.12ค) ปริมาณปุ๋ยไนโตรเจนที่ใส่มีผลทำให้การปลดปล่อยก๊าซมีเทนเพิ่มขึ้น โดยเฉพาะจากนาที่มีการไถพรวนปกติ

ตารางที่ 2.39 ค่าวิเคราะห์ดินจากแปลงทดลองที่ศูนย์วิจัยข้าวพิษณุโลก

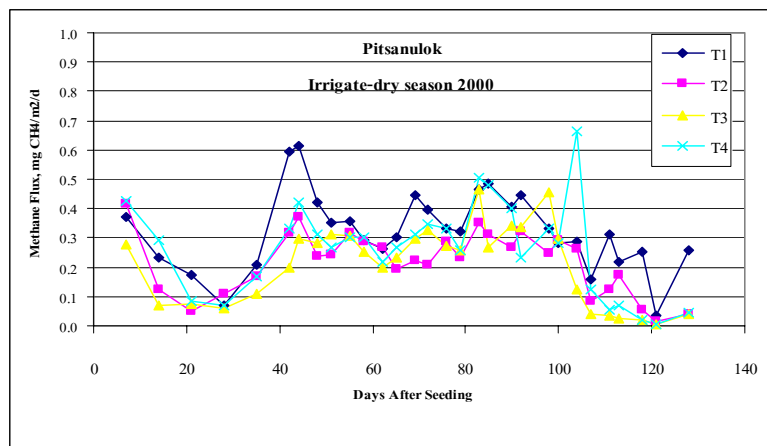
	Irrigated	Rainfed
ชุดดิน (soil series)	มหาโพธิ์ (Mahaphot, Ma)	บุณฑริก (Buntharik, Bt)
Classification, USDA 1975	Isohyperthermic, Typic Tropaquepts	Isohyperthermic, Aeric Paleaquults
Soil Group (Thai)	2	17
Parent material	River alluvium	Old alluvium
เนื้อดิน	Clay	Loamy sand
pH H ₂ O (1:1)	4.39	4.51
Organic Matter (%)	1.71	1.39
Total N (%)	0.07	0.05
M-N (mg/kg)	57	51
Fe ₂ O ₃ (%)	0.71	0.41
Ext.Mn (mg/kg)	93	72
Ext.SO ₄ -S (mg/kg)	39	39
Avail.P (mg/kg)	12	113
Ext. K (mg/kg)	174	41
Ext.Ca (mg/kg)	1060	317
Ext.Mg (mg/kg)	440	133

จากผลการศึกษาของทั้งสองการทดลอง พบว่าปริมาณก๊าซมีเทนที่ปลดปล่อยตลอดฤดูปลูกจากนาชลประทานสูงกว่าจากนาเกษตรน้ำฝน และนาที่มีการไถพรวนมีปริมาณการปลดปล่อยก๊าซสูงกว่านาที่ไถพรวนน้อย และปริมาณการปล่อยออกก๊าซยังมีอัตราเพิ่มมากขึ้นตามปริมาณปุ๋ยไนโตรเจนที่เพิ่มมากขึ้น (ตารางที่ 2.40)

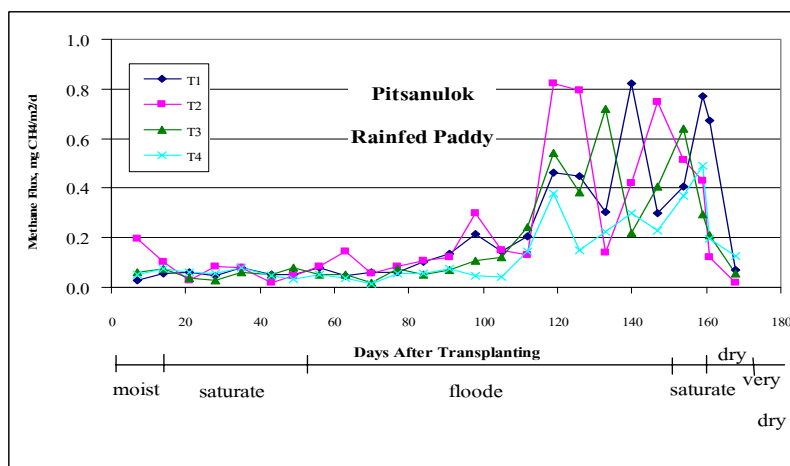
(ก) นาชลประทานฤดูข้าวนาปี



(ข) นาชลประทานฤดูข้าวนาปรัง



(ค) นาน้ำฝน



รูปที่ 2.12 การปลดปล่อยก๊าซมีเทนจากนาข้าวภายใต้ระบบน้ำแบบนาชลประทานและนาน้ำฝน

โดยทั่วไป การปลูกข้าวในนาชลประทานให้ผลผลิตสูงกว่านาเกษตรน้ำฝน ปริมาณก๊าซมีเทนที่ปลดปล่อยต่อหน่วยผลผลิตข้าวพบว่านาชลประทานมีปริมาณการปล่อยออกสูงกว่านาเกษตรน้ำฝนมากกว่าเท่าตัว ในนาชลประทาน พบว่าการไถพรวนปกติให้ผลผลิตข้าวใกล้เคียงกัน ยกเว้นนาที่ไถพรวนน้อย ซึ่งการใส่ปุ๋ยไนโตรเจนอัตราสูงกลับทำให้ผลผลิตข้าวต่ำกว่าเมื่อใส่ปุ๋ยไนโตรเจนต่ำ ส่วนผลผลิตข้าวขาวดอกมะลิ105 ในนาเกษตรน้ำฝน พบว่าผลผลิตข้าวจากนาที่ทำการไถพรวนปกติสูงกว่าจากนาที่ไม่ไถพรวนอย่างเด่นชัด แต่อัตราปุ๋ยไนโตรเจนที่ใช้ในการทดลองนี้ไม่พบว่าทำให้ผลผลิตข้าวแตกต่างกัน

อัตราการปลดปล่อยก๊าซมีเทนจากข้าวนาปรังแตกต่างจากฤดูปลูกข้าวนาปี โดยทั่วไปพบว่าอัตราการปล่อยออกต่ำกว่าข้าวนาปี และก๊าซมีเทนเกิดขึ้นเร็วเนื่องจากพบการปลดปล่อยก๊าซในอัตราที่สูงมากในการเก็บตัวอย่างก๊าซครั้งแรกหลังการหว่านข้าวได้เพียง 7 วัน หลังจากนั้นอัตราการปล่อยออกลดลง และเพิ่มขึ้นอีกหลังใส่ปุ๋ยรองพื้น อัตราการปลดปล่อยก๊าซหลังจากนั้นอยู่ในช่วง $0.2 - 0.4 \text{ mg CH}_4/\text{m}^2/\text{d}$ ต่ำกว่าฤดูข้าวนาปี ซึ่งอัตราการปลดปล่อยในระยะการเจริญเติบโตเดียวกันอยู่ในช่วง $0.4 - 0.8 \text{ mg CH}_4/\text{m}^2/\text{d}$

ค่าเฉลี่ยของอัตราการปลดปล่อยก๊าซมีเทนตลอดฤดูปลูกแสดงไว้ในตารางที่ 2.42 ซึ่งพบอีกเช่นเดียวกันว่าการเตรียมดินโดยการไถพรวนปกตินั้นทำให้การปล่อยออกก๊าซมีเทนเพิ่มขึ้น แต่การใส่ปุ๋ยไนโตรเจนอัตราต่ำทำให้การปล่อยออกก๊าซมีเทนสูงกว่าเมื่อใส่ในอัตราสูง ซึ่งต่างกับนาที่มีการไถพรวนน้อย

สรุปผลการทดลอง

การปลูกข้าวพันธุ์ไม่ไวต่อช่วงแสง ชัยนาท 1 ในนาที่มีระบบน้ำแบบนาชลประทาน หรือมีน้ำท่วมขังตลอดฤดูปลูกที่ศูนย์วิจัยข้าวพิษณุโลกในฤดูข้าวนาปี มีการปลดปล่อยก๊าซมีเทนสูงกว่าการปลูกในฤดูข้าวนาปรัง การเตรียมดินโดยการไถพรวนดินตามวิธีปกติมีผลทำให้การปล่อยออกก๊าซมีเทนสูงมากกว่าเมื่อมีการลดการไถพรวน นอกจากนี้การใส่ปุ๋ยไนโตรเจนมีส่วนทำให้การปล่อยออกก๊าซมีเทนเพิ่มขึ้นด้วยเช่นกัน การปลูกข้าวขาวดอกมะลิ105 ซึ่งเป็นข้าวสายพันธุ์ไวต่อช่วงแสงในแปลงที่มีระบบน้ำแบบเกษตรน้ำฝนในฤดูข้าวนาปี พบว่ามีการปลดปล่อยก๊าซมีเทนน้อยกว่านาชลประทานในพื้นที่ใกล้เคียง การไถพรวนดินและการใส่ปุ๋ยไนโตรเจนมีผลกระทบทำให้การปลดปล่อยก๊าซมีเทนเพิ่มมากขึ้น เช่นเดียวกับกับที่พบในนาชลประทาน

ตารางที่ 2.40 อัตราการปลดปล่อยก๊าซมีเทนจากการทดลองที่ศูนย์วิจัยข้าวพิษณุโลก ปี 2542

Treatment	Average daily emission g CH ₄ /m ² /d	Seasonal emission g CH ₄ /m ²
<u>Irrigated plots :</u>		
Major rice :		
T1	0.479	57.44
T2	0.662	79.48
T3	0.474	56.93
T4	0.718	86.12
Second rice :		
T1		
T2	0.309	37.09
T3	0.219	26.32
T4	0.203	24.32
	0.264	31.67
<u>Rainfed plots</u>		
T1		
T2	0.180	21.64
T3	0.224	26.82
T4	0.171	20.54
	0.109	13.07

ตารางที่ 2.41 ผลผลิตข้าวและปริมาณการปล่อยออกก๊าซมีเทนต่อผลผลิตข้าวจากการทดลองที่ศูนย์วิจัยข้าวพิษณุโลก ปี 2542

Treatment	Grain yield Kg /rai	Methane emission / grain yield kg CH ₄ /kg rice
<u>Irrigated plots</u>		
T1	472	0.195
T2	465	0.273
T3	498	0.183
T4	417	0.330
<u>Rainfed plots</u>		
T1	377	0.092
T2	372	0.115
T3	302	0.109
T4	311	0.067

3.3 การศึกษาที่ศูนย์วิจัยข้าวแพร่

พื้นที่ทดลองอยู่ในศูนย์วิจัยข้าวแพร่ จังหวัดแพร่ แปลงนาที่ใช้ทดลองมีน้ำท่วมขังตลอดฤดูปลูก มีการวางแผนการทดลองแบบ Randomized complete block มี 3 ซ้ำ แปลงทดลองมีขนาดใหญ่มีพื้นที่ประมาณ 1 ไร่ ปลูกข้าวขาวดอกมะลิ 105 ในปีแรก การปลูกแบบหว่านน้ำตม ใช้เมล็ดพันธุ์อัตรา 15 kg/rai เมื่อวันที่ 23 กค. 2542 และวันที่ 29 กค. 2543 การปลูกแบบปักดำ ใช้ต้นกล้าอายุ 25 วัน ปักดำที่ระยะระหว่างต้นและแถว 20 x 20 cm เมื่อวันที่ 6 สค. 2542 และ 20 กค. 2543 การใส่ปุ๋ยแบ่งออกเป็นสองระยะ โดยใส่ปุ๋ยรองพื้นอัตรา 4-6-6 kg/rai ของ N-P₂O₅-K₂O และใส่ปุ๋ยแต่งหน้า อัตรา 6 kg N/rai กรรมวิธีทดลองแสดงไว้ในตารางที่ 2.42

ตารางที่ 2.42 กรรมวิธีการทดลองในปี 2542-43

Treatment	
T1	No tillage + Transplanting
T2	No tillage + Wet seeding
T3	Minimum tillage + Transplanting
T4	Minimum tillage + Wet seeding
T5	Normal tillage + Transplanting
T6	Normal tillage + Wet seeding

ผลและวิจารณ์

ดินที่ปลูกข้าวในการทดลองนี้เป็นดินชุดลำปาง มีเนื้อดินร่วนปนทรายแบ่ง มีความเป็นกรดในระดับปานกลางถึงกรดจัด มีระดับความอุดมสมบูรณ์ต่ำ มีปริมาณธาตุไนโตรเจน ฟอสฟอรัสและโปแตสเซียมต่ำกว่าระดับค่าเฉลี่ยของดินนาทั่วประเทศ ผลวิเคราะห์ดินในตารางที่ 2.42 แสดงค่า pH 5.49 มีอินทรีย์วัตถุ 1.06% และมีปริมาณไนโตรเจนที่ย่อยสลายได้ในเกณฑ์ต่ำ

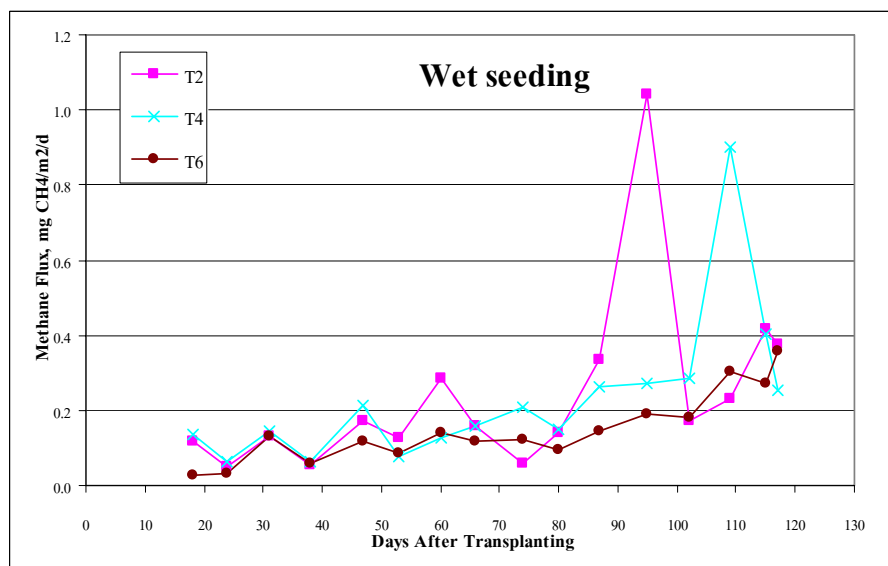
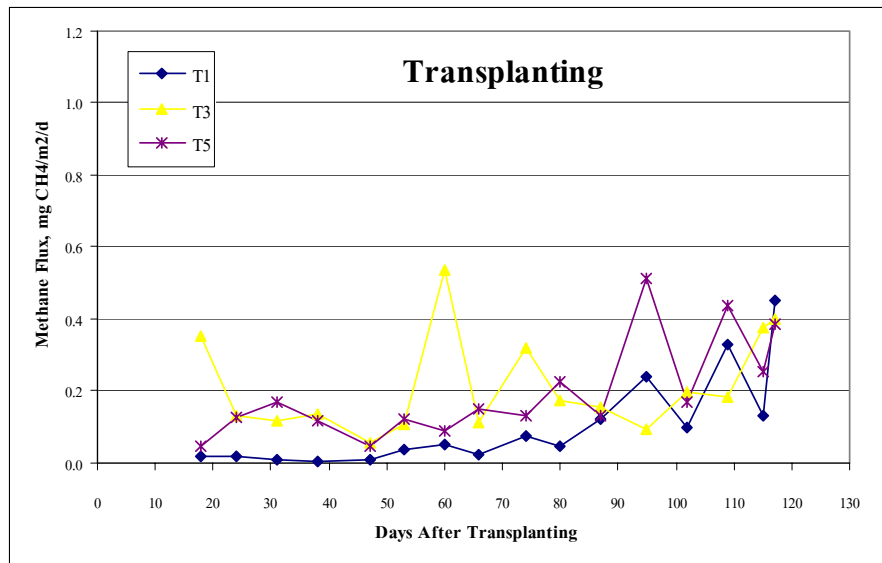
การปลดปล่อยก๊าซมีเทนจากดินชุดลำปางปีเพาะปลูก 2542 และ 2543 แสดงไว้ในรูปที่ 2.13 และ 2.14 ตามลำดับ การปลดปล่อยก๊าซมีเทนตลอดช่วงของการเจริญเติบโตเมื่อมีการปลูกทั้งแบบปักดำมีลำดับน้อยสุดจากนาที่ไม่ไถพรวนเลย ไถพรวนน้อย และไถพรวนปกติ ส่วนการปลูกแบบหว่านน้ำตมในปีแรกมีอัตราการปลดปล่อยในระยะแรกของการเจริญเติบโตใกล้เคียงกัน พบว่ามีความแตกต่างในช่วงหลังของการเจริญเติบโตมากกว่า เมื่อวิเคราะห์ปริมาณการปลดปล่อยก๊าซมีเทนตลอดฤดูปลูกทั้งสองปี (ตารางที่ 2.43) พบว่า การปลูกแบบปักดำมีผลทำให้การปลดปล่อยก๊าซมีเทนน้อยกว่าการปลูกแบบหว่านน้ำตม และการไถพรวนมีผลกระทบทำให้การปล่อยออกก๊าซมีเทนสูงขึ้น แต่มีความแตกต่างระหว่างปีที่ทดลอง โดยในปี 2542 การไถ

พรวนปกติมีแนวโน้มทำให้การปล่อยก๊าซมีเทนน้อยกว่าการไถพรวนน้อย ซึ่งต่างจากผลการทดลองในปี 2543 ที่การไถพรวนปกติทำให้การปล่อยออกก๊าซมีเทนสูงสุด

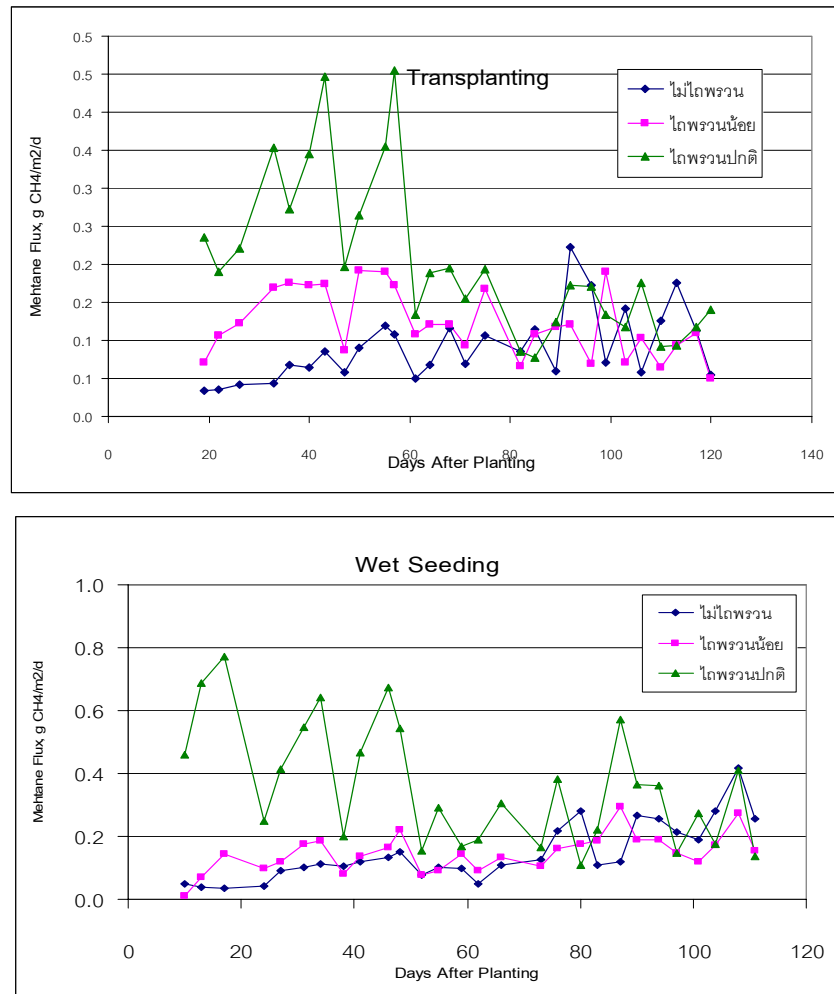
ตารางที่ 2.42 ค่าวิเคราะห์ดินจากศูนย์วิจัยข้าวแพร่

ชุดดิน (soil series)	ลำปาง (Lampang, Lp)
Classification, USDA 1975	Isohyperthermic, Typic Tropaqualfs
Soil Group (Thai)	
Parent material	
เนื้อดิน	Silt loam
pH H ₂ O (1:1)	5.49
Organic Matter (%)	1.06
Total N (%)	0.03
M-N (mg/kg)	36
Fe ₂ O ₃ (%)	0.21
Ext.Mn (mg/kg)	56
Ext.SO ₄ -S (mg/kg)	44
Avail.P (mg/kg)	8
Ext. K (mg/kg)	87
Ext.Ca (mg/kg)	580
Ext.Mg (mg/kg)	153

ผลผลิตข้าวเฉลี่ยจากการปลูกแบบปักดำสูงกว่าการปลูกแบบหว่านน้ำตม (ตารางที่ 2.34) แต่การปลูกแบบหว่านน้ำตมนั้นให้ผลตอบแทนทางเศรษฐกิจสูงกว่าเนื่องจากมีต้นทุนการผลิตต่ำกว่า การเตรียมดินโดยการไถพรวนดินวิธีปกติในการทดลองนี้มีผลทำให้ข้าวให้ผลผลิตสูง จากวิธีการปลูกทั้งสองวิธี ส่วนการไถพรวนน้อยให้ทั้งผลผลิตและผลตอบแทนต่ำสุด (ตารางที่ 2.45)



รูปที่ 2.13 อัตราการปลดปล่อยก๊าซมีเทนจากการทดลองปี 2542



รูปที่ 2.14 อัตราการปลดปล่อยก๊าซมีเทนจากการทดลองปี 2543

ตารางที่ 2.43 อัตราการปลดปล่อยก๊าซมีเทนจากข้าวนาปีที่จังหวัดแพร่ ปีเพาะปลูก 2542 และ 2543

Treatment	Average daily emission g CH ₄ /m ² /d	Seasonal emission g CH ₄ /m ²	Methane emission/grain yield Kg CH ₄ /kg rice
<u>ปี 2542</u>			
T1	0.083	9.92	0.024
T2	0.210	25.20	0.027
T3	0.191	22.92	0.054
T4	0.203	24.41	0.066
T5	0.181	21.67	0.076
T6	0.118	14.14	0.032
<u>ปี 2543</u>			
T1	0.080	9.547	0.027
T2	0.132	15.890	0.043
T3	0.111	13.305	0.067
T4	0.134	16.136	0.053
T5	0.190	22.828	0.058
T6	0.352	42.282	0.111

ความสูงของต้นข้าวเมื่อปลูกแบบปักดำมีความสูงมากกว่าเมื่อปลูกโดยการหว่านน้ำตมมากกว่า 10 ซม. การไถพรวนดินและไม่ไถพรวนดินมีผลต่อความสูงของต้นข้าวไม่แตกต่างกันทั้งเมื่อปลูกแบบปักดำและปลูกแบบหว่านน้ำตม การให้ผลผลิตข้าวเมื่อปลูกแบบปักดำพบว่าการไม่ไถพรวนดินทำให้ผลผลิตข้าวสูงที่สุดและการปล่อยออกก๊าซมีเทนต่อหน่วยของผลผลิตข้าวต่ำสุด การไถพรวนดินน้อยกลับทำให้ผลผลิตข้าวต่ำสุด สำหรับการปลูกข้าวแบบหว่านน้ำตมกลับให้ผลตรงกันข้าม คือ การไถพรวนตามปกติทำให้ผลผลิตข้าวสูงที่สุด (ตารางที่ 2.44)

ตารางที่ 2.44 การเจริญเติบโตและผลผลิตข้าวปี 2543

	Plant Height, cm	Grain yield, kg/rai
Transplanting :		
- no tillage	102.46	570
- minimum tillage	103.40	494
- normal tillage	103.74	545
Wet seeding :		
- no tillage	87.90	478
- minimum tillage	82.36	447
- normal tillage	89.63	609

สรุปผลการทดลอง :

การปลดปล่อยก๊าซมีเทนจากการศึกษาที่ศูนย์วิจัยข้าวแพร่นี้ การปลูกแบบปักดำและไม่ไถพรวนดินมีข้อดีหลายประการ คือ ทำให้การปลดปล่อยก๊าซมีเทนต่ำกว่าการปลูกแบบนาหว่านน้ำตม และยังให้ผลตอบแทนสุทธิทางเศรษฐกิจสูงอีกด้วย การปลูกข้าวโดยวิธีหว่านน้ำตม ให้ผลตอบแทนทางเศรษฐกิจสูงในกรณีที่มีการไถพรวนดินตามวิธีปกติและยังปล่อยออกก๊าซมีเทนต่อหน่วยของผลผลิตน้อยกว่าวิธีการปลูกแบบอื่นในการทดลองปีแรกเท่านั้น

ตารางที่ 2.45 ค่าใช้จ่ายในการปลูกข้าว ที่ศูนย์วิจัยข้าวแพร่ ปี 2542

Activity	Transplanting			Wet seeding		
	No tillage	Minimum tillage	Normal tillage	No tillage	Minimum tillage	Normal tillage
1. ค่าใช้จ่ายในการเตรียมดิน - ค่าเหมาสูบน้ำ - ค่าไถดะ ไถแปร - ค่าย่ำตอซังด้วยลูกทุบ - ค่าคราดทำเทือก		15 150	15 200 150		15 150	15 200 150
2. ค่าสารกำจัดวัชพืช - ไกลโฟเสท (Glyphosate) - สารกำจัดวัชพืช	100	100		100	100	
3. ค่าปุ๋ย	217	217	217	217	217	217
4. ค่าแรงในการปลูก - ค่าตกรกล้า - ค่าถอนกล้า - ค่าปักดำ - ค่าเก็บเกี่ยว		350 450 400	350 450 400	50 400	50 400	50 400
รวมค่าใช้จ่าย (บาท)	1517	1,682	1,782	917	1,082	1,182
5. ผลผลิต (กก/ไร่)	657	576	675	592	459	703
6. ราคาผลผลิต (บาท/เกวียน)	7,093	7,093	7,093	7,093	7,093	7,093
รายได้จากการขายข้าว (บาท)	4,660	4,086	4,788	4,162	3,256	4,986
รายได้สุทธิ (บาท)	3,143	2,404	3,006	3,245	2,174	3,804

3.4 การทดลองที่ศูนย์วิจัยข้าวพัทลุง

แปลงทดลองอยู่ในศูนย์วิจัยข้าวพัทลุง มีระบบน้ำแบบน้ำท่วมขังตลอดฤดูการปลูก การทดลองนี้มีการวางแผนการทดลองแบบ Randomized complete block มี 3 ซ้ำ ปลูกข้าวพันธุ์เจียงพัทลุง (พันธุ์ราชการ) ซึ่งเป็นข้าวเจ้าวนาสวน ไร่ต่อช่วงแสง ข้าวพันธุ์นี้พัฒนาจากข้าวพันธุ์พื้นเมือง เพื่อแก้ปัญหาผลผลิตต่ำจากภาวะแห้งแล้ง เป็นพันธุ์ข้าวที่นิยมปลูกในภาคใต้ การทดลองนี้ได้ทำการศึกษาเปรียบเทียบวิธีการเตรียมดินและวิธีการปลูกเพื่อลดค่าใช้จ่ายในการผลิตข้าว จึงได้ทำการศึกษาเปรียบเทียบวิธีการปลูกโดยการหว่านน้ำตม หรือหว่านข้างนอกและหว่านข้าวแห้ง และการหยอดด้วยมือ (drilling) ในวันที่ 15 กย. 2542 ในแปลงปลูกที่มีการลดการไถพรวนและไถพรวนปกติ อัตราเมล็ดพันธุ์ที่ใช้หว่าน 20 kg/rai ส่วนนาหยอด ทำการหยอดเมล็ดลงในหลุมเป็นแถว โดยมีระยะห่างระหว่างแถวและต้น 25 x 25 cm การใส่ปุ๋ยแบ่งออก 2 ครั้ง โดยใส่ปุ๋ยรองพื้นอัตรา 4.5-6-6 kg/rai และปุ๋ยแต่งหน้าอัตรา 4.5-0-0 kg/rai ของ N-P₂O₅-K₂O

ตารางที่ 2.46 กรรมวิธีการวิจัย

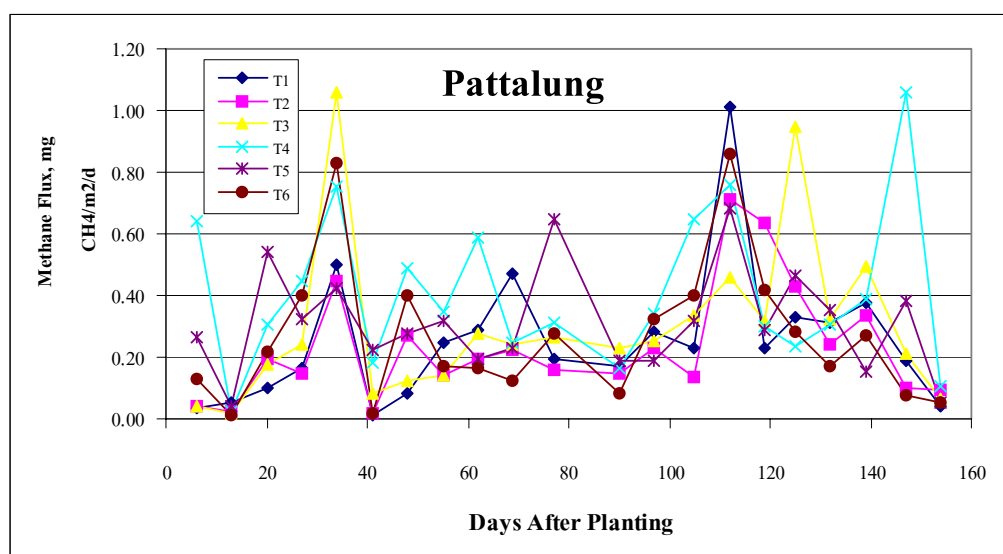
Treatment	
T1	Normal tillage ¹ + wet seeding
T2	Normal tillage + dry seeding
T3	Normal tillage + drilling
T4	Minimum tillage ² + wet seeding
T5	Minimum tillage + dry seeding
T6	Minimum tillage + drilling

ตารางที่ 2.47 สมบัติทางเคมีของดินนาที่แปลงทดลองในจังหวัดพัทลุง

ชุดดิน (soil series)	Kleang (KI)
Classification, USDA1975	Isohyperthermic Typic Plinthaquults
Soil Group (Thai)	
Parent material	Alluvium
เนื้อดิน	Clay loam
pH H ₂ O (1:1)	4.51
Organic Matter (%)	1.48
Total N (%)	0.07
M-N (mg/kg)	34
Fe ₂ O ₃ (%)	0.18
Ext.Mn (mg/kg)	6
Ext. SO ₄ -S (mg/kg)	19
Avail.P (mg/kg)	4
Ext. K (mg/kg)	13
Ext.Ca (mg/kg)	349
Ext.Mg (mg/kg)	16

¹ ไถพรวนปกติ หมายถึง การเตรียมดินในการทำนาปกติที่มีลำดับการไถพรวน คือ ไถตะ ไถแปร พรวน ทดน้ำเข้านา ตี และทำเทือก

² ไถพรวนน้อย หมายถึง การเตรียมดินที่มีการฉีดยากำจัดวัชพืช ทดน้ำเข้านา 7 วัน แล้วทุบดินให้วัชพืชและตอซังล้มแนบลงดิน



รูปที่ 2.15 กราฟแสดงการปลดปล่อยก๊าซมีเทนจากข้าวปีที่ศูนย์วิจัยข้าวพัทลุง ปี 2542

ผลและวิจารณ์

ดินในแปลงทดลองที่ศูนย์วิจัยข้าวพัทลุงเป็นดินชุดแกล้ง มีเนื้อดินร่วนเหนียว ดินมีความเป็นกรดสูงมาก มีอินทรีย์วัตถุ 1.48% และมีไนโตรเจนที่ย่อยสลายได้ 34 mg/kg ดินนี้จัดเป็นดินที่มีระดับความอุดมสมบูรณ์ต่ำ

การปลดปล่อยก๊าซมีเทนจากนาข้าวในช่วงการเจริญเติบโตตลอดฤดูปลูกแสดงไว้ในรูปที่ 2.15 ในระยะแรกประมาณ 2 สัปดาห์ หลังการหว่านเมล็ดพันธุ์ข้าว ดินนา还没有น้ำท่วมขัง แต่เป็นดินที่อึดตัวด้วยน้ำ (แฉะ) ดังนั้นก๊าซมีเทนที่เกิดขึ้นภายในดินจึงสามารถปลดปล่อยออกสู่บรรยากาศได้ง่าย ภายหลังเมื่อได้ทอนน้ำเข้านาเมื่อต้นข้าวสูงขึ้น การปลดปล่อยก๊าซมีเทนโดยตรงจากผิวดินจึงลดลง ก๊าซที่ปลดปล่อยออกสู่บรรยากาศส่วนใหญ่เคลื่อนผ่านรากและลำต้นข้าวออกสู่บรรยากาศที่โคนใบ ดังนั้นอัตราการปลดปล่อยก๊าซมีเทนโดยรวมจึงลดลง อัตราการปลดปล่อยก๊าซค่อย ๆ เพิ่มขึ้นจนถึงอัตราสูงสุดในวันที่ 35 หลังปลูก หลังจากใส่ปุ๋ยรองพื้นในวันที่ 23 หลังปลูก อัตราการปลดปล่อยก๊าซเพิ่มสูงขึ้นตามลำดับและเพิ่มสูงสุดอีกครั้งหนึ่งเมื่อข้าวเริ่มตั้งท้องและออกดอกในวันที่ 112 หลังปลูก

การเตรียมดินก่อนการปลูกข้าว มีผลต่อการปลดปล่อยก๊าซมีเทน จากผลการทดลองในตารางที่ 2.48 การไถพรวนดินแบบปกติทำให้การปลดปล่อยก๊าซมีเทนน้อยกว่านาที่มีการไถพรวนน้อยซึ่งมีการใช้สารเคมีกำจัดวัชพืชแล้วหว่านให้ตอซังและวัชพืชที่ตายแล้วล้มแนบลงดิน การปลูกโดยการหว่านข้าวแห้งพบว่าการปลดปล่อยก๊าซมีเทนสูงกว่าปลูกแบบหว่านนํ้าตม การปลูกโดยการหยอดด้วยมือมีการปล่อยออกก๊าซมีเทนสูงสุด ซึ่งให้ผลตรงกันข้ามกับผลผลิตข้าว โดยที่การไถพรวนดินแบบปกตินั้นทำให้ผลผลิตข้าวสูงกว่าการไถพรวนน้อยสำหรับวิธีการปลูกข้าวทั้ง 3

วิธี การปลูกโดยวิธีหว่านให้ผลผลิตข้าวใกล้เคียงกัน ส่วนการปลูกแบบนาหยอดนั้นให้ผลผลิตข้าวต่อพื้นที่ต่ำ (ตารางที่ 2.49) ดังนั้น เมื่อพิจารณาปริมาณการปลดปล่อยก๊าซมีเทนร่วมกับผลผลิตข้าวแล้ว พบว่า การไถพรวนแบบปกติทำให้เกิดการปลดปล่อยก๊าซมีเทนออกสู่บรรยากาศที่ต่อผลผลิตข้าวต่ำกว่าการปลูกที่มีการไถพรวนดินน้อย

ตารางที่ 2.48 อัตราการปลดปล่อยก๊าซมีเทนจากข้าวนาปีที่จังหวัดพัทลุง ปีเพาะปลูก 2542

Treatment	Average daily emission g CH ₄ /m ² /d	Seasonal emission g CH ₄ /m ²
T1	0.2573	36.02
T2	0.2350	32.91
T3	0.3005	42.06
T4	0.3788	53.04
T5	0.3240	45.36
T6	0.2823	39.52

ตารางที่ 2.49 ผลผลิตจากข้าวนาปีที่จังหวัดพัทลุง ปีเพาะปลูก 2542

Treatment	Grain yield Kg /rai	Methane emission / grain yield kg CH ₄ /kg rice
T1	443	0.130
T2	416	0.126
T3	336	0.200
T4	334	0.254
T5	335	0.217
T6	272	0.232

สรุปผลทดลอง

การปลูกข้าวโดยวิธีหว่านทั้งการหว่านข้าวแห้งและหว่านข้าวงอกที่มีการไถพรวนดินน้อยมีผลทำให้เกิดการปลดปล่อยก๊าซมีเทนสูงกว่าการปลูกข้าวที่มีการไถพรวนดินแบบปกติ แต่การปลูกแบบการหยอดในนาที่มีการเตรียมดินแบบปกติปลดปล่อยก๊าซมีเทนสูงกว่านาที่มีการไถพรวนดินน้อย ส่วนผลผลิตข้าวนั้นการปลูกข้าวทั้ง 3 วิธี ในนาที่มีการไถพรวนดินแบบปกติให้ผลผลิตสูงกว่าเมื่อมีการไถพรวนดินน้อย

โครงการที่ 3 เรื่อง การปลดปล่อยก๊าซมีเทนในการทำนาปรัง ที่มีการลดความชื้นดินในสภาพไร่นาและในเรือนทดลอง

การปลูกข้าวโดยทั่วไปปลูกในสภาพน้ำท่วมขัง มีเพียงข้าวบางสายพันธุ์เท่านั้นที่สามารถเจริญได้ในสภาพดินไร่ ข้าวจึงเป็นพืชที่ใช้น้ำอย่างเต็มที่ในการเจริญเติบโตและยังใช้น้ำมากในการเตรียมดินอีกด้วย ทำให้การผลิตข้าวสิ้นเปลืองน้ำมากและมักมีปัญหาเกี่ยวกับการปลูกข้าวนาปรังในเขตชลประทานบางพื้นที่ ซึ่งบางปีอาจประสบภาวะแห้งแล้งทำให้ขาดแคลนน้ำชลประทาน จึงได้มีการศึกษาทดลองความเป็นไปได้ในการลดความชื้นดินลงเป็นระยะๆ ในช่วงที่ข้าวเจริญเติบโตเพื่อเป็นการประหยัดน้ำโดยให้กระทบต่อผลผลิตน้อยที่สุด การขาดน้ำของข้าวมีผลกระทบต่อผลผลิตข้าวเพียงได้ขึ้นกับระดับความชื้นของดิน ระยะเวลายาวนานของการขาดน้ำ และระยะการเจริญเติบโตของต้นข้าว การขาดน้ำที่ระยะข้าวออกดอก พบว่ามีผลต่อผลผลิตข้าวมากที่สุด นอกจากนี้ยังมีผู้พบว่าความชื้นดินต้องไม่ต่ำกว่าความชื้นที่ระดับความชื้นภาคสนาม (field capacity) ที่ระยะก่อนข้าวให้กำเนิดช่อดอก สำหรับข้าวขาวดอกมะลิ 105 ต้นข้าวที่ขาดน้ำในช่วงแตกกอร่วมกับระยะกำเนิดช่อดอก และที่ระยะออกดอก มีผลทำให้ผลผลิตลดลงมากถึง 38% การขาดน้ำในระยะข้าวแตกกอนั้นมีผลต่อการเจริญเติบโตและการแตกกอของต้นข้าว แต่การขาดน้ำในระยะข้าวออกดอกนั้นทำให้เกิดเมล็ดไม่สมบูรณ์

ผลของการศึกษานี้นอกจากทำให้สามารถนำไปใช้ประโยชน์ในการลดการใช้น้ำในการผลิตข้าว โดยเฉพาะข้าวนาปรัง ซึ่งหลายพื้นที่ในประเทศมีความจำกัดในด้านน้ำชลประทาน แล้วยังสามารถลดการผลิตและปล่อยออกก๊าซมีเทนจากนาข้าวได้อีกด้วย การงดให้น้ำแก่ต้นข้าวจนกระทั่งผิวดินแห้งทำให้อากาศถ่ายเทเข้าสู่ดินได้ เมื่อดินนามีก๊าซออกซิเจนแทรกเข้าไป กิจกรรมการผลิตก๊าซมีเทนโดยจุลินทรีย์ถูกยับยั้งลง

การศึกษาในต่างประเทศพบว่าการลดความชื้นดินนาลงเพื่อให้ดินนามีอากาศถ่ายเทเป็นครั้งคราวเพียงระยะเวลา 2-3 วัน เมื่อข้าวมีอายุได้ 3, 6 และ 9 สัปดาห์ สามารถลดการปล่อยออกก๊าซมีเทนลงได้ถึง 88% โดยไม่กระทบต่อผลผลิตข้าว (Sass, et al. 1992) นอกจากนี้ ยังมีรายงานอีกว่า การทำให้ดินนามีการถ่ายเทอากาศระยะเวลานั้นๆ เพียงครั้งเดียวในช่วงกลางหรือช่วงปลายของการแตกกอ สามารถลดปริมาณการปล่อยออกก๊าซมีเทนได้มากกว่า 50% เมื่อเปรียบเทียบกับปลูกภายใต้สภาพน้ำท่วมขัง (Kimura, et al. 1992, Wang et al., 1992, Wassmann, et al. 1994, Javellana et al., 1995) อย่างไรก็ตาม การทดลองส่วนใหญ่ใช้วิธีระบายน้ำออกจากนาข้าว ซึ่งทำให้ใช้น้ำสิ้นเปลืองมากกว่าเมื่อปลูกในสภาพน้ำท่วมขัง จากการทดลองของ Sass et al. (1992) พบว่าทำให้มีการใช้น้ำเพิ่มขึ้นถึง 2.7 เท่า เมื่อเปรียบเทียบกับวิธีการปลูกในสภาพน้ำท่วมขัง

การศึกษาระดับความชื้นดินที่เหมาะสมต่อการลดการปลดปล่อยก๊าซมีเทนและผลผลิตข้าว รวมทั้งระยะเวลายาวนานของช่วงดินแห้ง ซึ่งมีผลต่อปริมาณร่องว่างอากาศในดินพบมีความแตกต่างกันระหว่างชุดดิน จึงต้องทำการศึกษาระดับความชื้นและพลังงานศักย์ของน้ำในดินนาที่เหมาะสม ซึ่งมีความผันแปรเป็นอย่างมากกับสมบัติของดินทางกายภาพ โดยเฉพาะเนื้อดิน การซาดซึมของดิน และสภาพภูมิอากาศที่เอื้อต่อการคายระเหยของน้ำ

การศึกษาและวิจัยดำเนินการในฤดูการทำนาปรัง แบ่งออกเป็น 2 การทดลอง คือ
 กลุ่มที่ 1 เป็นการทดลองในไร่นา มีการศึกษาใน 3 พื้นที่ทดลอง ได้แก่ ศูนย์
 วิจัยข้าวสุพรรณบุรี ศูนย์วิจัยข้าวพิษณุโลก และศูนย์วิจัยข้าวปทุมธานี
 กลุ่มที่ 2 เป็นการทดลองในสภาพเรือนทดลองโดยการปลูกข้าวในกระถาง มีการศึกษาที่ศูนย์วิจัย
 ข้าวปราจีนบุรี และภาควิชาปฐพีวิทยา คณะเกษตร มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ บางเขน กทม.

การทดลองกลุ่มที่ 1 การปลดปล่อยก๊าซมีเทนในการทำนาปรัง ที่มีการควบคุมความชื้นดิน ในสภาพไร่นา

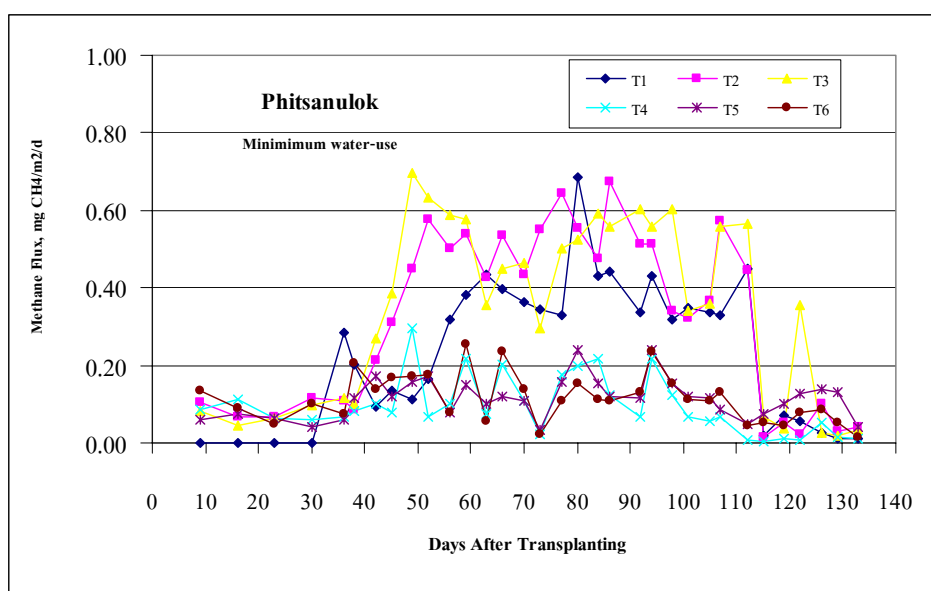
อุปกรณ์และวิธีการ การทดลองในทุกพื้นที่ มีแบบแผนและวิธีการวิจัย รวมทั้งอุปกรณ์วิจัยเหมือนกัน
 การทดลองเป็นแบบ Randomized complete block มี 3 ซ้ำ พันธุ์ข้าวที่ใช้แตกต่างกันขึ้นกับความ
 นิยมในพื้นที่ ที่ศูนย์วิจัยข้าวพิษณุโลก ใช้พันธุ์พิษณุโลก 2 สถานีทดลองข้าวสุพรรณบุรีและศูนย์วิจัยข้าว
 ปทุมธานี ใช้พันธุ์ สุพรรณบุรี 1 การปักดำต้นกล้าใช้ต้นกล้าอายุประมาณ 30 วัน ปักดำระยะห่างระหว่าง
 ต้นและแถว 20 x 20 cm การปลูกด้วยวิธีหว่าน ใช้เมล็ดพันธุ์ อัตรา 15 kg/rai การใส่ปุ๋ยแบ่งออกเป็น 2
 ครั้ง คือปุ๋ยรองพื้น และปุ๋ยแต่งหน้า ชนิดของปุ๋ยและ อัตราที่ใช้ผันแปรตามพื้นที่ทดลอง กรรมวิธีวิจัย
 แสดงไว้ในตารางที่ 3.1

ตารางที่ 3.1 กรรมวิธีทดลองสำหรับการศึกษาการปลดปล่อยก๊าซมีเทนจากนาข้าวที่มีการควบคุมความชื้น
ดินในสภาพไร่นา

Treatment	Descriptions
T1	Continuous flooding + Transplanting
T2	Continuous flooding + Wet seeding
T3	Continuous flooding + Dry seeding
T4	Saturation + Dry seeding
T5	Intermittent flooding + Dry seeding
T6	Intermittent flooding + Wet seeding

แปลงทดลองที่ศูนย์วิจัยข้าวพิษณุโลก เป็นดินชุดมหาโพธิ์ ผลวิเคราะห์ดิน (สมบัติของดินแสดงไว้ในตารางที่ 2.39) ปลูกข้าวพันธุ์พิษณุโลก 2 โดยวิธีหว่านข้าวแห้งเมื่อวันที่ 18 มค. 2543 หว่านน้ำตมวันที่ 21 มค.2543 และปักดำวันที่ 18 กพ.2543 เริ่มทำการเก็บตัวอย่างก๊าซหลังจากปลูกข้าวได้ประมาณ 7 วัน โดยเก็บตัวอย่างสัปดาห์ละ 2 ครั้ง ต่อเนื่องกันตลอดฤดูปลูก การศึกษาทดลองที่สถานีทดลองข้าวสุพรรณบุรีและศูนย์วิจัยข้าวปทุมธานี แปลงทดลองเป็นดินชุดสระบุรี และรังสิต ตามลำดับ (สมบัติของดินแสดงไว้ในตารางที่ 2.40 และ 2.22)

การปลดปล่อยก๊าซมีเทนจากนาข้าวที่มีการจัดการน้ำ พบว่าอัตราการปลดปล่อยก๊าซมีเทนใกล้เคียงกันทุกกรรมวิธีทดลองหลังจากหว่านเมล็ดจนถึงข้าวอายุได้ประมาณ 30 วัน หลังจากนั้น อัตราการปลดปล่อยก๊าซมีเทนจากข้าวที่ปลูกในสภาพน้ำท่วมขังสูงมากขึ้นกว่าการปลูกในสภาพที่ควบคุมความชื้นดินอย่างชัดเจน (รูปที่ 3.1) ค่าเฉลี่ยของอัตราการปลดปล่อยก๊าซมีเทนจากนาข้าวตลอดฤดูปลูกแสดงไว้ในตารางที่ 3.2 การลดการให้น้ำโดยการควบคุมความชื้นดินที่ระดับใกล้เคียงกับระดับอิมมิดเวตด้วยน้ำ (T4) สามารถลดการปลดปล่อยก๊าซมีเทนได้ถึง 72% เมื่อเปรียบเทียบกับ การปลูกโดยการหว่านข้าวแห้งที่ปลูกภายใต้สภาพน้ำท่วมขังตลอดฤดูปลูก การให้น้ำเป็นครั้งคราว (Intermittent flooding) โดยให้เมื่อผิวดินแห้งและเริ่มมีรอยแตกกระแหงในระยะข้าวแตกกอ 2 ครั้ง สามารถลดการปลดปล่อยก๊าซมีเทนได้ถึง 68% สำหรับการปลูกแบบหว่านข้าวแห้ง และลดได้ 65% สำหรับการปลูกแบบหว่านน้ำตม เมื่อข้าวปลูกในสภาพน้ำท่วมขังตลอด พบว่า การปลูกข้าวทั้ง 3 วิธี คือ การปลูกแบบปักดำ หว่านน้ำตม และหว่านข้าวแห้งปลดปล่อยก๊าซมีเทนในปริมาณใกล้เคียงกัน การทำนาหว่านข้าวแห้งปลดปล่อยก๊าซมีเทนน้อยกว่าการทำนาแบบน้ำตมเพียงเล็กน้อย



รูปที่ 3.1 การปลดปล่อยก๊าซมีเทนจากการทำนาปรังที่มีการควบคุมการใช้น้ำ

ตารางที่ 3.2 อัตราเฉลี่ยของการปลดปล่อยก๊าซมีเทนจากข้าวนาปรัง ปริมาณที่ปลดปล่อยออกทั้งฤดูปลูก และปริมาณก๊าซมีเทนที่ลดลงที่ศูนย์วิจัยข้าวพิษณุโลก ปี 2543

Treatment	Average daily emission g CH ₄ /m ² /d	Seasonal emission g/m ²	% emission reduction
T1= continuous flooding + Transplanting	0.317	38.0	0.00
T2 =continuous flooding + Wet seeding	0.329	36.2	4.79
T3 = continuous flooding + Dry seeding	0.336	36.9	2.89
T4 = Saturation + Dry seeding	0.093	10.3	73.04
T5 = Intermittent flooding + Dry seeding	0.106	11.6	69.48
T6 = Intermittent flooding + Wet seeding	0.113	12.5	67.24

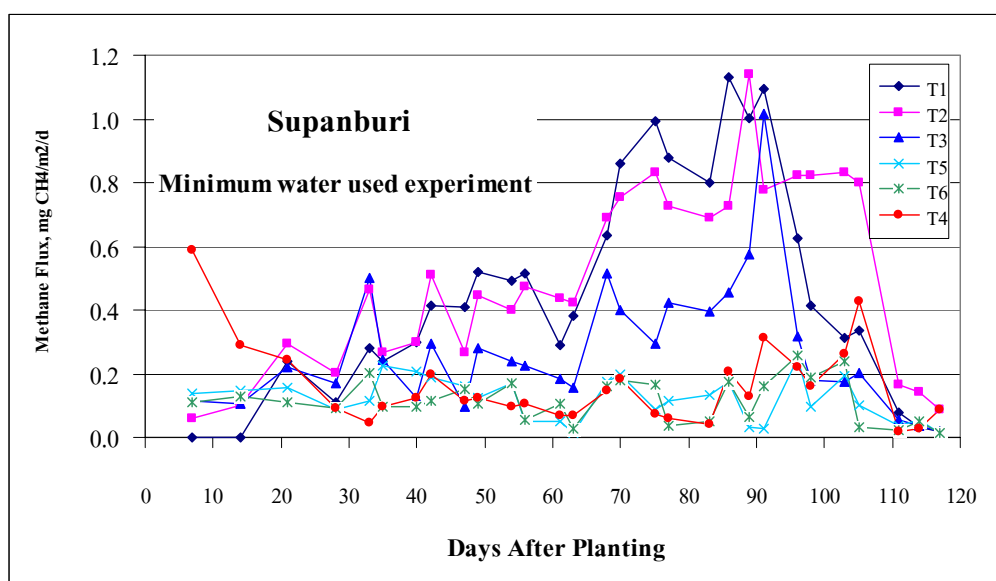
ผลผลิตข้าวจากแปลงทดลอง แสดงไว้ในตารางที่ 3.3 พบว่าการปลูกข้าวตามวิธีดั้งเดิม คือการปักดำและมีน้ำท่วมขังตลอดฤดูปลูกนั้นให้ผลผลิตข้าวสูงสุดถึง 703 กก/ไร่ ในขณะที่การปลูกโดยการหว่านน้ำตมและหว่านข้าวแห้งให้ผลผลิตลดลง 4% และ 12 % ตามลำดับ ส่วนการจัดการน้ำโดยการควบคุมความชื้นดินที่ระดับอิมตัว และการให้น้ำเป็นครั้งคราวในการปลูกแบบหว่านข้าวแห้งและหว่านน้ำตมในการทดลองนี้นั้น พบว่าทำให้ผลผลิตข้าวลดลงมากถึง 39, 34 และ 27% ตามลำดับ การที่ผลผลิตข้าวลดลงมากเช่นนี้ เป็นเพราะช่วงที่งดให้น้ำจนกระทั่งดินแห้งนั้น ใช้เวลานานถึง 22 วัน (วันที่ 42 ถึง 65 วันหลังปลูก) เนื่องจากปีนี้ มีฝนตกเป็นครั้งคราว ทำให้ดินแห้งช้า ดินมีสภาพชื้นแฉะ (อิมตัวด้วยน้ำ) อยู่หลายวัน ก่อนที่ผิวหน้าดินจะแห้งและแตกกระแหง ซึ่งเกิดขึ้นประมาณวันที่ 62-65 วันหลังปลูก ซึ่งไถล้งะยะข้าวสร้างรวงอ่อน และเมื่อให้น้ำแก่ดินแล้ว วันรุ่งขึ้นจึงทำการใส่ปุ๋ยครั้งที่ 2

ตารางที่ 3.3 ผลผลิตข้าวและอัตราการปลดปล่อยก๊าซมีเทนต่อผลผลิต ที่ศูนย์วิจัยข้าวพิษณุโลก

Treatment	Grain yield Kg/rai	% reduction
T1= continuous flooding + Transplanting	702.7	0.00
T2 =continuous flooding + Wet seeding	674.0	4.08
T3 = continuous flooding + Dry seeding	617.1	12.18
T4 = Saturation + Dry seeding	425.5	39.45
T5 = Intermittent flooding + Dry seeding	466.2	33.66
T6 = Intermittent flooding + Wet seeding	510.4	27.37

สำหรับผลการทดลองที่สถานีทดลองข้าวสุพรรณบุรีคล้ายกันกับที่พบที่ศูนย์วิจัยข้าวพิษณุโลก อัตราการปลดปล่อยก๊าซมีเทนในระยะ 2 สัปดาห์แรกหลังการหว่านคล้ายกันทุกกรรมวิธีทดลอง ยกเว้นกรรมวิธีที่ 6 ซึ่งเป็นการปลูกแบบหว่านน้ำตมที่พบก๊าซมีเทนปล่อยออกสูงมากในการเก็บตัวอย่างก๊าซครั้งแรก หลังจากปลูกได้ประมาณ 30-35 วัน อัตราการปลดปล่อยก๊าซมีเทนเริ่มแสดงความแตกต่างกันระหว่างกรรมวิธีทดลอง โดยเห็นได้ชัดเจนว่า การปลูกภายใต้สภาพน้ำท่วมขังตลอดฤดูปลูกปลดปล่อยก๊าซมีเทนสูงกว่ากรรมวิธีที่มีการควบคุมน้ำ และในระยะหลังของการเจริญเติบโต การปลูกแบบปักดำและหว่านน้ำตมมีอัตราการปล่อยออกก๊าซมีเทนสูงกว่าการปลูกแบบหว่านข้าวแห้ง และหลังจากให้น้ำในกรรมวิธีที่มีการควบคุมความชื้นดิน พบว่าอัตราการปล่อยออกก๊าซมีเทนตลอดฤดูการปลูกคล้ายกันทั้งสามกรรมวิธี (รูปที่ 3.2) การปลูกโดยควบคุมให้ความชื้นดินอยู่ที่ระดับดินอ้อมตัวด้วยน้ำ และการให้น้ำแบบเป็นครั้งคราวในช่วงข้าวแตกกอ สามารถลดการเกิดก๊าซมีเทนได้มากถึง 70% ของกรรมวิธีการปลูกแบบดั้งเดิม และการปลูกแบบหว่านข้าวแห้งในนาสภาพที่มีน้ำท่วมขังปลดปล่อยก๊าซมีเทนน้อยกว่าเมื่อปลูกแบบปักดำและหว่านน้ำตม (ตารางที่ 3.4)

การให้ผลผลิตข้าวจากการทดลองนี้ในตารางที่ 3.5 พบว่า การปลูกข้าวแบบดั้งเดิมและการปลูกแบบหว่านข้าวแห้งในนาที่มีน้ำท่วมขังให้ผลผลิตสูงสุด การควบคุมน้ำไว้ที่ระดับอ้อมตัวด้วยน้ำ และปลูกวิธีหว่านข้าวแห้งให้ผลผลิตข้าวต่ำสุดโดยลดลงประมาณ 27% ส่วนการให้น้ำแบบครั้งคราวทำให้ผลผลิตลดลง 18% สำหรับนาหว่านข้าวแห้ง และ 23% สำหรับนาหว่านน้ำตม



รูปที่ 3.2 การปลดปล่อยก๊าซมีเทนจากนาข้าวตลอดฤดูปลูก ที่ศูนย์วิจัยข้าวสุพรรณบุรี ในการทำนาปรัง ปี 2543

ตารางที่ 3.4 ตารางแสดงอัตราการปลดปล่อยก๊าซมีเทน ปริมาณการปลดปล่อยตลอดฤดูปลูก และปริมาณก๊าซมีเทนที่ลดลง ที่ศูนย์วิจัยข้าวสุพรรณบุรี

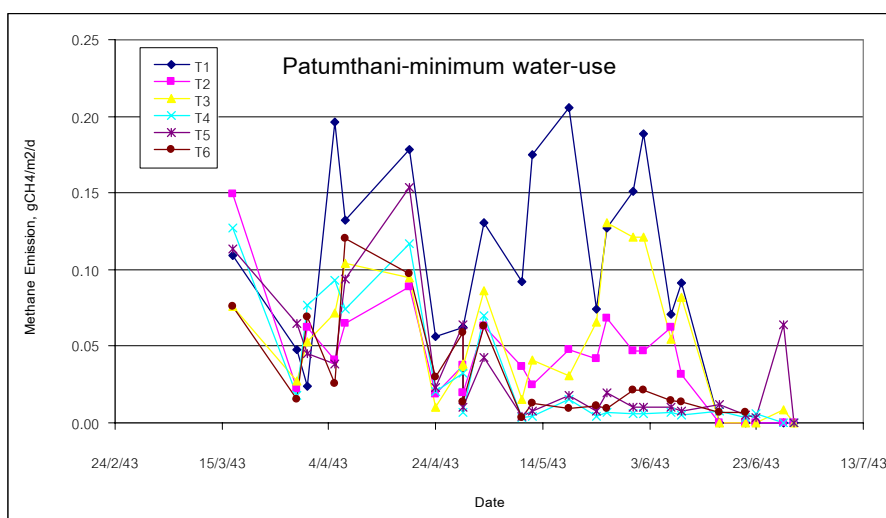
Treatment	Average daily emission g CH ₄ /m ² /d	Seasonal emission g/m ²	% emission reduction
T1= continuous flooding + Transplanting	0.465	55.84	0.00
T2 =continuous flooding + Wet seeding	0.455	54.59	2.24
T3 = continuous flooding + Dry seeding	0.256	30.70	45.02
T4 = Saturation + Dry seeding	0.121	14.50	74.04
T5 = Intermittent flooding + Dry seeding	0.113	13.51	75.81
T6 = Intermittent flooding + Wet seeding	0.172	20.70	62.93

ตารางที่ 3.5 ผลผลิตข้าวและอัตราการปลดปล่อยก๊าซมีเทนต่อผลผลิต ที่สถานีทดลองข้าวสุพรรณบุรี

Treatment	Grain yield kg/rai	% reduction
T1= continuous flooding + Transplanting	868	0
T2 =continuous flooding + Wet seeding	759	12.56
T3 = continuous flooding + Dry seeding	868	0.00
T4 = Saturation + Dry seeding	638	26.50
T5 = Intermittent flooding + Dry seeding	709	18.32
T6 = Intermittent flooding + Wet seeding	669	22.93

แปลงนาที่ทำการศึกษาทดลองที่ศูนย์วิจัยข้าวปทุมธานี เป็นดินชุดรังสิต ปลูกข้าวพันธุ์สุพรรณบุรี 1 โดยวิธีหว่านข้าวแห้งเมื่อวันที่ 25 กพ. 2543 หว่านน้ำตมวันที่ 28 กพ. 2543 และปักดำวันที่ 9 มีค. 2543 และเริ่มเก็บตัวอย่างก๊าซมีเทนวันที่ 17 มีค.2543 โดยเก็บตัวอย่างก๊าซเพื่อวิเคราะห์ปริมาณการปลดปล่อยทสัปดาห์ละ 2 ครั้ง

วันที่เริ่มเก็บตัวอย่างก๊าซครั้งแรกนั้น ต้นข้าวมีอายุแตกต่างกัน ข้าวที่ปลูกโดยวิธีปักดำ มีอายุ 8 วัน หลังการปักดำ ส่วนการปลูกโดยวิธีหว่านข้าวแห้งและหว่านน้ำตมนั้น ข้าวมีอายุ 21 และ 18 วัน ตามลำดับ และได้มีการใส่ปุ๋ยรองพื้นก่อนการเก็บตัวอย่างก๊าซครั้งแรก 1 วัน ตัวอย่างก๊าซที่เก็บครั้งแรกมีความเข้มข้นสูงและลดลงหลังจากนั้นเหมือนกันทุกกรรมวิธีทดลอง การเจริญเติบโตของข้าวในช่วงข้าวแตกกอขึ้นมีอัตราการปลดปล่อยก๊าซมีเทนสูง ซึ่ง การปลดปล่อยก๊าซในระยะ 2-3 สัปดาห์แรกมีลักษณะคล้ายกัน การปลดปล่อยก๊าซในระยะการเจริญเติบโตช่วงหลังจากการใส่ปุ๋ยครั้งที่สองเมื่อข้าวมีอายุได้ประมาณ 60 วันนั้น อัตราการปลดปล่อยก๊าซมีเทนสูงเพิ่มขึ้นจากกรรมวิธีที่มีน้ำท่วมขัง แต่สำหรับกรรมวิธีที่มีการควบคุมความชื้นดินมีอัตราการปลดปล่อยก๊าซมีเทนลดลง (รูปที่ 3.3) อัตราเฉลี่ยของการปลดปล่อยก๊าซมีเทนจากข้าวนาปรังที่ศูนย์วิจัยข้าวปทุมธานีในการทดลองครั้งนี้โดยทั่วไปสูงกว่าที่วัดได้ที่พิษณุโลกและสุพรรณบุรี การปลูกโดยวิธีปักดำในนาที่มีน้ำท่วมขังตลอดทำให้การปลดปล่อยก๊าซมีเทนเกิดขึ้นสูงสุด (ตารางที่ 3.6) วิธีการปลูกและการควบคุมความชื้นดินมีผลทำให้การปลดปล่อยก๊าซมีเทนลดลง โดยการควบคุมความชื้นดินที่ระดับอิมมิดิ้วยน้ำทำให้การปล่อยออกก๊าซมีเทนลดลงมากกว่า 70% การปลูกด้วยวิธีหว่านน้ำตมทำให้การปลดปล่อยก๊าซมีเทนสูงมากกว่าการปลูกด้วยวิธีหว่านข้าวแห้ง



รูปที่ 3.3 การปลดปล่อยก๊าซมีเทนจากข้าวนาปรังตลอดฤดูปลูก ที่ศูนย์วิจัยข้าวปทุมธานี ปี 2543

ตารางที่ 3.6 ตารางแสดงอัตราการปลดปล่อยก๊าซมีเทน ปริมาณการปลดปล่อยตลอดฤดูปลูก และปริมาณก๊าซมีเทนที่ลดลง ที่ศูนย์วิจัยข้าวปทุมธานี

Treatment	Daily emission $\text{mgCH}_4/\text{m}^2/\text{d}$	Seasonal emission g/m^2	% reduction
T1	1.388	166.60	0.00
T2	0.659	79.13	52.50
T3	0.979	117.54	29.45
T4	0.360	43.17	74.09
T5	0.486	58.27	65.02
T6	0.380	45.62	72.62

สรุปผลทดลอง :

การควบคุมความชื้นดินเพื่อลดการใช้น้ำในการปลูกข้าวนาปรังทุกพื้นที่ทดลอง พบว่ามีผลทำให้ทั้งปริมาณการปลดปล่อยก๊าซมีเทนและผลผลิตข้าวลดลง การควบคุมความชื้นดินที่ระดับอิมมัตัวด้วยน้ำนั้น มีผลทำให้การปลดปล่อยก๊าซมีเทนและผลผลิตข้าวลดลงมากที่สุดกว่า 70% ตามด้วยการปลูกแบบหว่านข้าวแห้งและหว่านนํ้าตามเมื่อมีการให้น้ำเป็นครั้งคราว การควบคุมความชื้นดินทำให้ผลผลิตข้าวลดลงประมาณ 20-30% ของเมื่อปลูกวิธีปักดำและมีน้ำท่วมขังตลอด ปริมาณน้ำที่ประหยัดได้จากการควบคุมความชื้นดินเช่นนี้ไม่ได้ทำการวิเคราะห์ แต่คาดว่าจะการปลูกข้าวโดยการให้น้ำเป็นครั้งคราวเมื่อดินแห้งอาจทำให้มีการประหยัดการใช้น้ำของข้าวได้ เนื่องจากข้าวดูดน้ำยากมากขึ้นเมื่อความชื้นดินลดลง แต่ปริมาณน้ำชลประทานที่ใส่ลงดินเพื่อทำให้ดินมีความชื้นเพิ่มขึ้นเท่าเดิมนั้นในแต่ละครั้งนั้น ควรมีปริมาณใกล้เคียงกับปริมาณน้ำที่ชลประทานให้เป็นระยะๆ ในนาที่มีน้ำท่วมขังตลอด ปริมาณน้ำที่คาดว่าจะประหยัดได้จึงเป็นน้ำที่ขังเหนือผิวดินเท่านั้น

เนื่องจากการทดลองนี้ เป็นการทดลองครั้งแรก ผลที่ได้จากการทดลองนี้ยังไม่สามารถนำไปขยายผลได้ เนื่องจากการรวมวิธีที่ใช้ทำให้ผลผลิตข้าวลดลงมากเกินไป จึงควรต้องทำการปรับปรุงและทดลองในโอกาสต่อไป

การทดลองกลุ่มที่ 2 การปลดปล่อยก๊าซมีเทนในสภาพเรือนทดลอง ที่มีการควบคุมความชื้นดิน

การจัดการน้ำเป็นวิธีการที่มีประสิทธิภาพวิธีหนึ่งที่สามารถใช้ลดการปลดปล่อยก๊าซมีเทนจากนาข้าว และเป็นวิธีที่ปฏิบัติได้ง่ายและสิ้นเปลืองค่าใช้จ่ายน้อย การทำนาในต่างประเทศ เช่น ประเทศญี่ปุ่น มีการระบายน้ำออกจากนาในระยะก่อนข้าวให้กำเนิดช่อดอกเพื่อระบายสารพิษที่เกิดขึ้นในดินเมื่ออยู่ภายใต้สภาพน้ำท่วมขังเป็นเวลานาน นาข้าวทั่วไปจึงมีระบบระบายน้ำ แต่นาข้าวในประเทศไทยไม่มีระบบระบายน้ำ และการติดตั้งระบบระบายน้ำมีค่าใช้จ่ายสูง นอกจากนี้การระบายน้ำออกทำให้สิ้นเปลืองน้ำ วิธีการระบายน้ำจึงไม่เหมาะสมสำหรับนาในประเทศไทย ความไม่แน่นอนของสภาพดินฟ้าอากาศทำให้ชาวนาพยายามรักษาปริมาณน้ำในนาข้าวให้มากและนานที่สุด เพราะไม่มั่นใจว่าจะมีน้ำชลประทานเพียงพอหรือไม่เมื่อต้องการ เพื่อให้การลดการปล่อยออกก๊าซมีเทนสามารถปฏิบัติได้ในประเทศไทย จึงได้ทำการวิจัยโดยการปล่อยให้นาแห่งเองตามธรรมชาติเป็นระยะๆ และได้ทำการทดลองเพื่อหาเวลาและความชื้นดินที่เหมาะสมในการทำให้ดินนาแห้ง จากผลการทดลองของโครงการในสภาพไร่นาในปี 2542 ซึ่งเป็นการศึกษาเกี่ยวกับการควบคุมความชื้นของดินนาครั้งแรก พบว่าวิธีการควบคุมความชื้นดินในการทำนาปรังทั้ง 3 แห่ง (พิษณุโลก ปทุมธานี และสุพรรณบุรี) สามารถลดการปล่อยก๊าซมีเทนโดยควบคุมความชื้นดินให้อยู่ใกล้กับระดับอิ่มตัวด้วยน้ำ และงดให้น้ำชลประทานเป็นระยะๆ แต่กรรมวิธีดังกล่าว พบว่ามีผลกระทบทำให้ผลผลิตข้าวลดลงมากถึง 30% ซึ่งสาเหตุที่ทำให้ผลผลิตข้าวลดลงนั้น คาดว่าเกิดจากความชื้นดินที่ลดลงมากเกินไป และระยะเวลาที่ดินแห้งอาจยาวนานเกินไป ทำให้ต้นข้าวมีอาการขาดน้ำซึ่งมีผลกระทบต่อการเจริญเติบโต

เพื่อเป็นการประหยัดงบประมาณ การวิจัยนี้จึงได้รับการทดลองในสภาพไร่นา โดยทำการทดลองในกระถางเพื่อทดสอบและคัดเลือกผลเพื่อนำไปศึกษาต่อในสภาพไร่นา การศึกษาจากหลายสถาบันเป็นเพียงการทดลองเพื่อหาวิธีการจัดการน้ำที่สามารถใช้ได้เฉพาะพื้นที่นั้นๆ ไม่สามารถขยายผลไปยังพื้นที่อื่นๆ เช่น การทำให้ดินนามีการถ่ายเทอากาศ 2 – 3 ครั้ง ในช่วงข้าวแตกกอ หรือการปล่อยให้นาแห้งนาน 2-3 วัน โดยไม่ระบุว่าคุณภาพดินที่ลดลงขณะที่ดินแห้งนั้นควรมีระดับเท่าไรและระยะเวลาที่ดินแห้งควรนานเท่าใด ซึ่งแตกต่างกันระหว่างดินที่มีเนื้อดินต่างกัน ระดับความชื้นที่ลดลงมีผลต่อปริมาณของน้ำในดินที่เหลือที่เป็นประโยชน์ต่อพืชได้และปริมาณของช่องว่างอากาศซึ่งก๊าซออกซิเจนแทรกผ่านเข้าดินได้ นอกจากนี้สภาวะแวดล้อมที่เอื้ออำนวยต่อการระเหยและการคายระเหยยังมีความแตกต่างกันในแต่ละพื้นที่ ดังนั้น จึงมีความจำเป็นที่ต้องศึกษาหาข้อมูลที่สามารถนำไปใช้ได้ทั่วไป การทดลองนี้ มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาหาระดับความชื้นและระดับศักย์ของน้ำในดินที่เหมาะสมในการลดความชื้นดินเพื่อให้ดินมีการถ่ายเทอากาศ

1. การทดลองที่ศูนย์วิจัยข้าวปทุมธานี

อุปกรณ์และวิธีการ เนื่องจากการทดลองนี้ต้องควบคุมความชื้นดิน และต้องใช้พื้นที่ทดลองขนาดใหญ่ ไม่สามารถวางกระถางทดลองในเรือนทดลองที่มีหลังคาคลุมกันฝนได้หมด จึงทำการทดลองได้เฉพาะช่วงฤดูแล้งซ้ำกัน 2 ปี การทดลองปี 2543 เริ่มปักดำข้าวเมื่อวันที่ 15 มค. 2543 และเก็บเกี่ยวเมื่อวันที่ 10 เมย. 2543 และใช้วิธีระบายน้ำออกจากดินทางกันกระถาง 2 ครั้ง และให้น้ำชลประทานเมื่อศักย์วัสดุพื้นเพิ่มขึ้นเป็น -50 และ -100 cm ส่วนการทดลองปี 2544 ซึ่งได้ปรับปรุงและขยายผลการศึกษาเพิ่ม ความชื้นดินในกระถางควบคุมโดยการงดให้น้ำชลประทานจนกระทั่งศักย์วัสดุพื้นของน้ำในดินเพิ่มขึ้นถึง -150 และ -200 cm การทดลองนี้เริ่มปักดำข้าวเมื่อวันที่ 15 มค. 2544 และเก็บเกี่ยวเมื่อวันที่ 10 เมย. 2544 ดินที่ใช้ทดลอง มีความแตกต่างกันของเนื้อดิน ชนิด คือ ดินนาเนื้อละเอียด (ดินชุดรังสิต ที่ศูนย์วิจัยข้าวปทุมธานี) และดินนาเนื้อหยาบ (ดินร่วนปนทรายชุดสีทัน ที่ศูนย์ศึกษาการพัฒนาเขาหินซ้อน อำเภอพนมสารคาม จังหวัดฉะเชิงเทรา) มีกรรมวิธีวิจัย ดังนี้

ตารางที่ 3.7 กรรมวิธีทดลองการปลดปล่อยก๊าซมีเทนจากการปลูกข้าวในกระถางที่มีการควบคุมการระดับความชื้นดิน ที่ศูนย์วิจัยข้าวปทุมธานี

Treatment		Description
2543	2544	
T1		Continuous flooding
T2		Drain at day 24 and 35 after transplanting until matric suction decreases to -50 cm H ₂ O
T3		Drain at day 24 and 35 after transplanting until matric suction decreases to -100 cm H ₂ O
	T1	Continuous flooding
	T2	Drain at day 24 and 35 after transplanting until matric suction decreases to -150 cm H ₂ O
	T3	Drain at day 24 and 35 after transplanting until matric suction decreases to -200 cm H ₂ O

กระถางที่ใช้ปลูกข้าวในการทดลองนี้เป็นถังซีเมนต์ขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง 100 cm. สูง 60 cm. บรรจุดินแห้งหนัก 400 kg หลังจากขังน้ำไว้ 5 วัน จึงได้ทำการปักดำต้นกล้าข้าวพันธุ์ขาวเจ้าหอม สุพรรณบุรี อายุประมาณ 26 วัน เมื่อวันที่ 15 กพ.43 ให้มีระยะห่าง 20 x 20 cm. ใส่ปุ๋ย 2 ครั้ง ครั้งแรกใส่ปุ๋ยรองพื้นหลังปักดำเสร็จ ในอัตรา 9-8-6 kg N-P₂O₅-K₂O /rai (สูตร 16-20-0, 46-0-0, 0-0-60) และใส่ปุ๋ยแต่งหน้าหลังปักดำ 38 วันหลังให้น้ำชลประทานในรอบที่สองระยะข้าวเริ่มสร้างรวงอ่อน ในอัตรา 9-0-0 kg N-P₂O₅-K₂O /rai (สูตร 46-0-0) หลังปักดำข้าวได้ 24 และ 35 วัน ได้ทำการระบายน้ำออกจากทางด้านล่างของกระถาง การระบายน้ำออกครั้งสุดท้ายทำเมื่อก่อนเก็บเกี่ยวข้าว 5 วัน

การทดลองปี 2544 เริ่มปักดำข้าวเมื่อวันที่ 15 มค.2544 และเริ่มรดให้น้ำชลประทานครั้งแรกวันที่ 17 หลังปักดำ เป็นเวลานาน 8 วัน และครั้งที่สองวันที่ 31 หลังปักดำ เป็นเวลานาน 3 วัน และทำการใส่ปุ๋ยแต่งหน้าหลังให้น้ำชลประทานในครั้งที่สองได้ 1 วัน ซึ่งเป็นระยะที่ข้าวเริ่มสร้างรวงอ่อน

ที่กระถางปลูกข้าว ได้ติดตั้งเทนซิโอมิเตอร์ (tensiometer) โดยฝังกระเปาะพรุนที่ระดับลึก 15 ซม. เพื่อใช้วัดศักย์วัสดุพื้น (matric potential) ของน้ำในดินหลังระบายน้ำออกจากดิน เมื่อค่าศักย์ของน้ำในดินลดลงถึงระดับที่ต้องการ เก็บตัวอย่างดินบริเวณใกล้เคียงกระเปาะพรุนเพื่อวัดหาความชื้นดินโดยมวลด้วยวิธี gravimetric method หลังจากนั้นเติมน้ำลงในกระถางให้สูงถึงระดับ 5 cm. เหนือผิวดินเป็นเวลา 5 วัน แล้วระบายน้ำออกจากดินอีกครั้ง เมื่อศักย์ของน้ำในดินลดลงเท่าระดับที่ต้องการ เติมน้ำลงในกระถางและรักษาระดับน้ำคงที่ๆ ความสูง 5 cm. เหนือผิวดินตลอดจนกระทั่งข้าวออกดอกและติดเมล็ดจึงระบายน้ำออกจากกระถางเป็นครั้งสุดท้าย

การเก็บตัวอย่างก๊าซมีเทน ได้ทำการเก็บตัวอย่างก๊าซสัปดาห์ละ 2 ครั้ง จากกล่องครอบต้นข้าว ขนาดพื้นที่หน้าตัด 60 x 60 cm. โดยค่อยๆ วางกล่องครอบต้นข้าวลงบนหมุดที่ปักไว้ก่อนปักดำข้าวเฉพาะในวันเก็บตัวอย่างก๊าซ โดยให้ขอบล่างของกล่องอยู่ใต้ระดับน้ำ ทั้งนี้เพื่อป้องกันไม่ให้ดินในกระถางถูกรบกวนอันเป็นสาเหตุทำให้ก๊าซมีเทนที่อยู่ในดินหลุดลอยออกสู่บรรยากาศ

ผลการทดลอง

ดินที่นำมาทดลองเป็นดินเหนียวชุดรังสิตและดินร่วนปนทรายชุดสีทัน ผลวิเคราะห์สมบัติทางเคมีของดิน แสดงไว้ในตารางที่ 3.8 ดินชุดรังสิตที่ศูนย์วิจัยข้าวปทุมธานี มีอินทรีย์วัตถุสูงถึง 3.66% ในขณะที่ดินร่วนปนทรายชุดสีทัน มี 1.28% แต่ดินชุดรังสิตมี Fe₂O₃ และ SO₄-S ซึ่งเป็น reducing agent ในปริมาณสูงกว่าดินชุดสีทัน

การปลดปล่อยก๊าซมีเทนจากต้นข้าวในกระถาง (เฉลี่ย 3 ซ้ำ) จากการทดลองปี 2543 แสดงไว้ในรูปที่ 3.4 (ก) สำหรับดินเหนียวชุดรังสิต และ 3.4 (ข) สำหรับดินร่วนปนทรายชุดสีทัน ในระยะแรกก่อนการระบายน้ำ การปลดปล่อยก๊าซมีเทนของแต่ละกรรมวิธีผันแปรกับสมบัติของดิน โดยทั่วไปการปล่อยออกก๊าซมีเทนจากดินเนื้อละเอียดที่ใช้ในการทดลองนี้เกิดขึ้นน้อยกว่าดินเนื้อหยาบเป็นอย่างมาก (ตารางที่ 3.9) โดยดินเหนียวชุดรังสิตปล่อยออก 3.465 g/m² ขณะที่ดินร่วนปนทรายชุดสีทันปล่อยออก 142.40 g/m² การปลดปล่อยก๊าซมีเทนเมื่อระบายน้ำออกจากดินจนกระทั่งศักย์ของน้ำในดินลดลงถึงประมาณ -50 cm นั้น มีผลทำให้การปล่อยออกก๊าซมีเทนทั้งช่วงฤดูปลูกลดลงเฉพาะดินเนื้อหยาบประมาณ 29% และที่ศักย์ของน้ำ

ในดิน -115 cm ลดลงมากขึ้นอีกเป็น 33% ผลผลิตข้าวได้รับผลกระทบจากการระบายน้ำออกจากดินเช่นกัน โดย ลดลง 17% และ 35% เมื่อศักย์ของน้ำในดินลดลงถึง -50 และ -110 cm (ตารางที่ 3.10) ส่วนดินเนื้อละเอียดนั้น การระบายน้ำออกจนศักย์ของน้ำในดินลดลงทั้ง 2 ระดับ ไม่มีผลทำให้การปลดปล่อยก๊าซมีเทนลดลง แต่ที่ศักย์ของน้ำในดิน -112 cm มีผลต่อผลผลิตข้าวซึ่งลดลง 8% การลดลงของการปลดปล่อยก๊าซมีเทนเกิดขึ้นอย่างเด่นชัดหลังการระบายน้ำช่วงที่สอง (วันที่ 34 หลังปักดำ เป็นเวลา 2 วัน) ก่อนการสร้างรวงอ่อน

ตารางที่ 3.8 สมบัติทางเคมีของดินนาที่ใช้ทดลองในกระถางที่ศูนย์วิจัยข้าวปทุมธานี

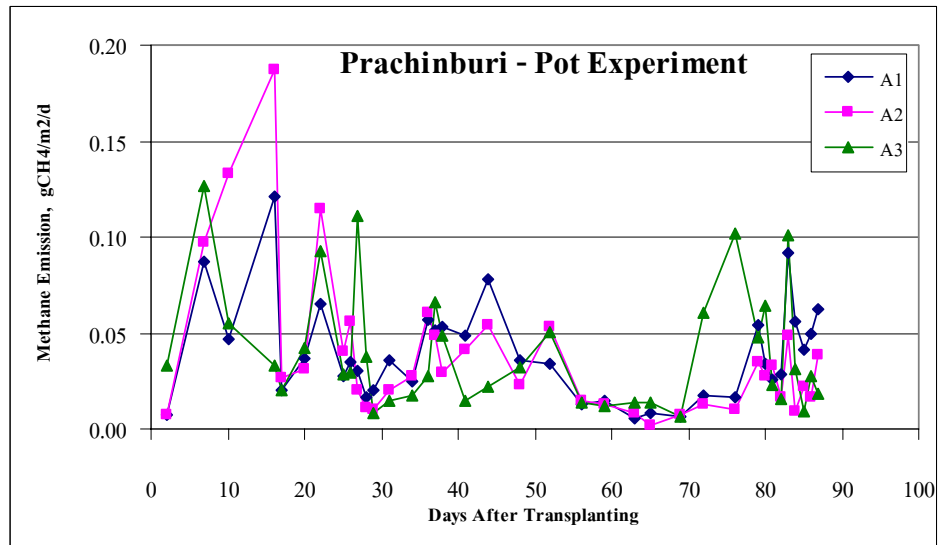
	ดินเนื้อละเอียด	ดินเนื้อหยาบ
ชุดดิน (soil series)	รังสิต (Rangsit, Rs)	สีทน (Si Thon, St)
Classification, USDA1975	Isohyperthermic, Sulfic Tropaquepts	Isohyperthermic, Aeric Tropaquepts
Soil Group, Thai	11	
เนื้อดิน	Clay	Sand loam
pH H ₂ O (1:1)	4.0	5.08
Organic Matter (%)	3.66	1.28
Total N (%)	0.16	0.06
M-N (mg/kg)		
Fe ₂ O ₃ (%)	0.49	0.23
Ext.Mn (mg/kg)	13	89
Ext.SO ₄ -S (mg/kg)	381	28
Avail.P (mg/kg)	4	40
Ext. K (mg/kg)	145	58
Ext.Ca (mg/kg)	582	252
Exch.Mg (mg/kg)	256	47

การระบายน้ำออกจากดินทำให้ความชื้นดินลดลงอย่างรวดเร็ว สารประกอบและก๊าซที่ละลายในน้ำ ระบายออกไปพร้อมกับน้ำ และทำให้ดินมีช่องว่างอากาศเพิ่มมากขึ้น (ตารางที่ 3.8) อากาศแทรกเข้าสู่ดิน ทางผิวหน้าดินได้ เกิดกระบวนการเติมออกซิเจนในดิน (oxidation) ก๊าซมีเทนที่อยู่ในดินเกิดออกซิไดซ์ นอกจากนี้กิจกรรมของจุลินทรีย์ดินที่ผลิตก๊าซมีเทนถูกยับยั้ง ทำให้ปริมาณก๊าซมีเทนที่เหลือในดินหลังการ ระบายน้ำลดลง ที่ศักย์ของน้ำในดิน -55 cm ช่องว่างอากาศทั้งของดินเหนียวชุดรังสิตและดินร่วนปนทราย ชุดสีทนมมีปริมาตรเพิ่มขึ้นเป็น 22-26% และ 22-23% ตามลำดับ และที่ศักย์ของน้ำในดิน -115 cm ช่องว่าง อากาศของทั้งสองดินเพิ่มขึ้นอีกเพียงเล็กน้อยเป็น 23-24% และ 23-28%

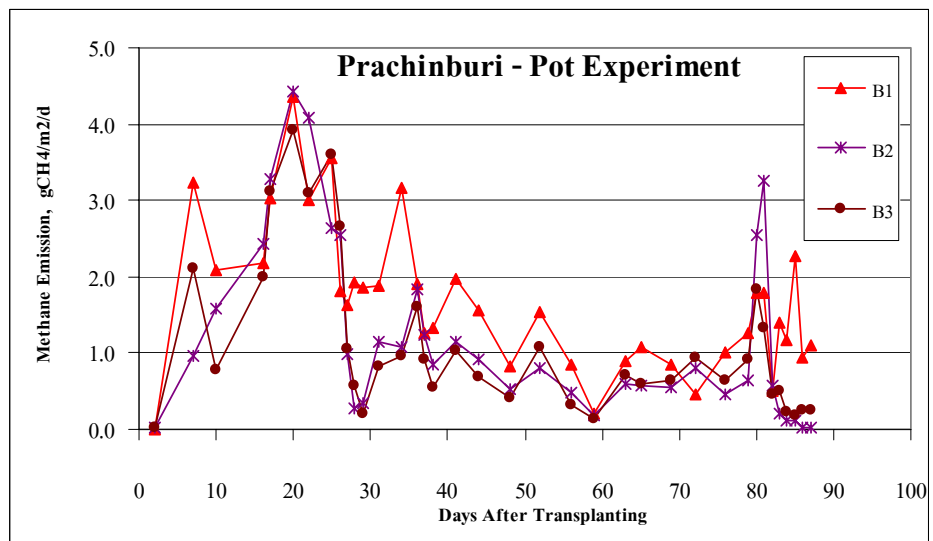
การทดลองในปี 2544 นั้น ตามกรรมวิธีที่กำหนดไว้คือ งดให้น้ำจนดินในกระถางแห้งและศักย์ของ น้ำในดินลดลงถึง -200 และ -250 cm นั้น ในทางปฏิบัติปรากฏว่า ความชื้นดินลดลงอย่างรวดเร็วในช่วง วันที่ 7-8 หลังจากงดการให้น้ำ ทำให้ศักย์ของน้ำในดินลดลงเกินกว่าระดับที่กำหนด โดยในรอบแรกของการ งดให้น้ำนั้น ศักย์ของน้ำในดินลดลงเป็น -290 และ -294 cm สำหรับดินเนื้อละเอียด และ -264 cm และ -221 cm สำหรับดินเนื้อหยาบ ส่วนรอบที่สองนั้น หลังงดให้น้ำเพียง 3 วัน ศักย์ของน้ำในดินของดินเนื้อ ละเอียดลดลงเป็น -202 และ -186 cm และใช้เวลา 4 วัน ทำให้ดินเนื้อหยาบมีศักย์ของน้ำในดินลดลงเป็น -230 และ -227 cm การงดให้น้ำชลประทานมีผลทำให้การปล่อยก๊าซมีเทนจากดินทั้งสองลดลง โดย ปริมาณที่ลดลงจากดินเนื้อละเอียดสูงถึง 70%ขณะที่ดินเนื้อหยาบลดลง 40-50% การปลดปล่อยก๊าซมีเทน เมื่อมีการงดให้น้ำชลประทานรอบแรกเมื่อข้าวอายุได้ 17 วันหลังปักดำนั้น พบว่าปริมาณที่ปล่อยออกจาก ดินเนื้อละเอียดเกิดขึ้นสูงกว่ากรรมวิธีที่มีน้ำท่วมขังตลอด ส่วนดินเนื้อหยาบมีการปลดปล่อยลดลงเพียง เล็กน้อย การปลดปล่อยก๊าซมีเทนลดลงอย่างเด่นชัดในรอบที่สองของการงดการให้น้ำชลประทานจากทั้ง ดินทั้งสองหลังปักดำข้าวได้ 31 วัน

หลังการให้น้ำชลประทานแก่ดินทั้งสองรอบ พบว่าทำให้การปลดปล่อยก๊าซมีเทนเพิ่มมากขึ้น และ เพิ่มมากขึ้นต่อเนื่องจนถึงระยะข้าวให้กำเนิดช่อดอก จนกระทั่งเก็บเกี่ยว การปลดปล่อยก๊าซมีเทนจากดิน เนื้อหยาบในการทดลองนี้สูงกว่าจากดินเนื้อละเอียดถึง 40 เท่า ทั้งนี้ เนื่องจากดินเนื้อหยาบมี F_2O_3 และ SO_4-S น้อยกว่าดินเนื้อละเอียด และดินเนื้อละเอียดนี้ เป็นดินเปรี้ยวชุดรังสิต มี SO_4-S ในปริมาณที่สูง จึง ทำให้ก๊าซมีเทนเกิดในดินเนื้อหยาบง่ายกว่าดินเนื้อละเอียด นอกจากนี้ ดินเนื้อหยาบยังมีความจุของประจุ บวกที่แลกเปลี่ยนที่ได้น้อย ทำให้ก๊าซมีเทนที่เกิดขึ้นอยู่ในสารละลายดินและเคลื่อนเข้าสู่รากข้าวได้จำนวน มากกว่า จึงปลดปล่อยออกสู่บรรยากาศได้มากกว่า

(ก) Fine textured soil

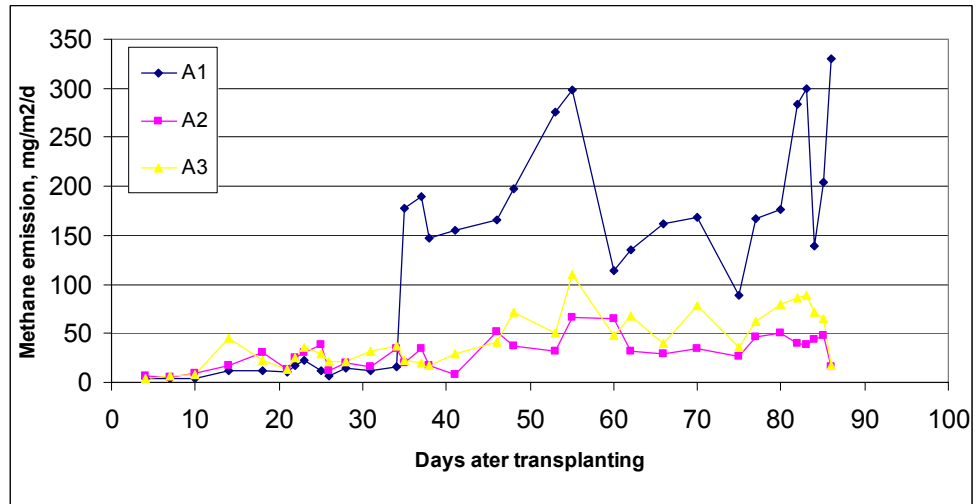


(ข) Coarse textured soil

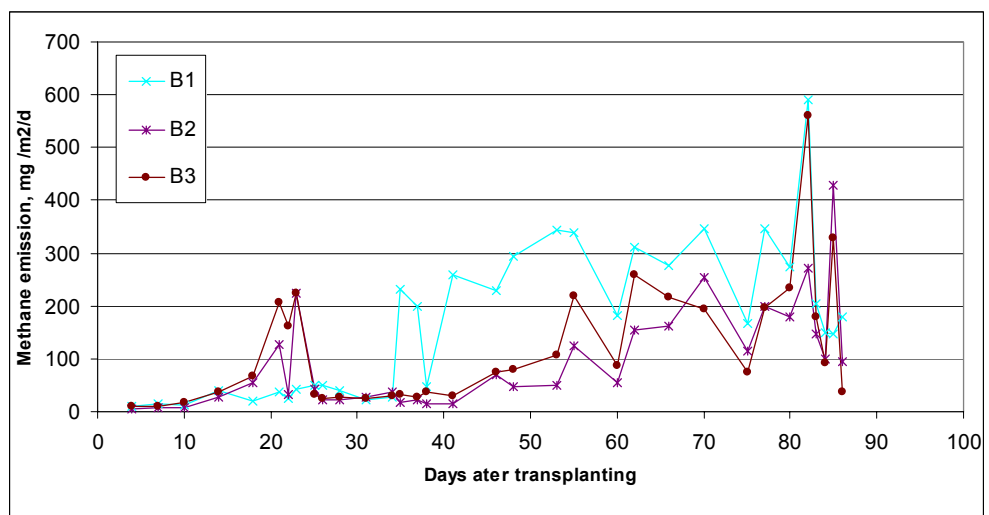


รูปที่ 3.4 กราฟแสดงการปลดปล่อยก๊าซมีเทนจากการทดลองในกระถางที่ศูนย์วิจัยข้าวปราจีนบุรี ปี 2543 (ก) ดินเนื้อละเอียด (ข) ดินเนื้อหยาบ

(ก) Fine textured soil



(ข) Coarse textured soil



รูปที่ 3.5 กราฟแสดงการปลดปล่อยก๊าซมีเทนจากการทดลองในกระถางที่มีการรดให้น้ำเป็นครั้งคราว ที่ ศูนย์วิจัยข้าวปทุมธานี ปี 2544 (ก) ดินเนื้อละเอียด (ข) ดินเนื้อหยาบ

เมื่อพิจารณาการเจริญเติบโตและผลผลิตของข้าวจากการทดลองนี้ (ตารางที่ 3.10) พบว่า ข้าวที่ปลูกในดินเหนียวมีการเจริญเติบโตและให้ผลผลิตสูงกว่าดินเหนียว และข้าวที่ปลูกในปีที่สองให้ผลผลิตสูงกว่าเมื่อปลูกในปีแรก การงดให้น้ำชลประทานจนกระทั่งดินแห้งมีผลทำให้ผลผลิตข้าวจากดินเหนียวลดลงเพียงเล็กน้อย ประมาณ 4% แต่สำหรับดินเหนียวกลับมีผลผลิตเพิ่มขึ้น ที่ศักย์ของน้ำในดิน -264 cm ผลผลิตข้าวเพิ่มขึ้นประมาณ 5%

การปล่อยให้ดินแห้งเองตามธรรมชาติมีผลทำให้ลดการปล่อยก๊าซมีเทนได้อย่างมีประสิทธิภาพและยังมีผลกระทบต่อผลผลิตข้าวน้อยมาก การปล่อยให้ดินแห้งเองตามธรรมชาติเมื่อข้าวอายุต่ำกว่า 24 วัน หลังปักดำไม่ผลทำให้การปลดปล่อยก๊าซมีเทนลดลง อายุข้าวที่เหมาะสมควรอยู่ประมาณ 30-34 วันหลังปักดำ ระดับศักย์ของน้ำในดินของดินเหนียวสามารถลดได้มากถึง -290 cm ในขณะที่ดินเหนียวศักย์ของน้ำในดินมีค่าสูงกว่าที่ประมาณ -250 cm ระดับศักย์ของน้ำในดินจากผลการทดลองในปีหลังนี้ต่ำมากกว่าจากผลการทดลองในปีแรกที่ใช้วิธีระบายน้ำออกจากดินทางด้านล่างของกระถาง ซึ่งทำให้ความชื้นและศักย์ของน้ำในดินลดลงอย่างรวดเร็ว

ตารางที่ 3.9 ปริมาณการปลดปล่อยก๊าซมีเทน ($\text{g CH}_4/\text{m}^2$) ตลอดฤดูปลูกและเฉพาะช่วงที่ดินแห้ง จาก การทดลองปลูกข้าวในกระถางที่ศูนย์วิจัยข้าวปทุมธานี ปี 2543 และ 2544

Soil texture	Total emission g/m ²	Cycle I		Cycle II	
		Matric suction, cm	Flux, g/m ²	Matric suction, cm	Flux, g/m ²
<u>2543</u>					
Fine	3.465	0	0.203	0	0.188
	3.785	-52	0.319	-65	0.143
	3.513	-112	0.280	-111	0.150
Coarse	142.397	0	14.266	0	7.950
	100.480	-56	14.457	-65	4.438
	95.198	-115	15.005	-118	4.567
<u>2544</u>					
Fine	9.689	0	0.103	0	0.988
	2.516	-298	0.163	-202	0.117
	3.617	-290	0.224	-230	0.131
Coarse	14.717	0	0.254	0	1.013
	7.390	-264	0.216	-186	0.102
	9.275	-221	0.211	-227	0.190

ตารางที่ 3.10 ผลผลิตข้าว การแตกกอ และความสูงเฉลี่ยของต้นข้าว 9 ต้น วัดทุก 2 สัปดาห์จากการทดลองที่มีน้ำท่วมขังตลอดฤดูปลูก และมีการระบายน้ำออก จากการทดลองปลูกข้าวในกระถางที่ศูนย์วิจัยข้าวปทุมธานี

Soil texture	Matric suction (cm H ₂ O)	Yield, g/pot	Tiller/hill	Height, cm
<u>2543</u>				
Fine texture	0	123.9	10.3	102.4
	-52	124.2	10.4	101.9
	-112	114.3	10.5	98.0
Coarse texture	0	117.0	7.4	100.3
	-56	97.5	8.2	99.7
	-115	76.6	9.2	99.2
<u>2544</u>				
Fine texture	0	285.3	10.8	95.5
	-298	273.6	11.8	103.6
	-290	288.2	11.4	95.6
Coarse texture	0	214.6	10.5	100.4
	-264	225.7	11.1	107.2
	-221	246.5	10.8	101.2

ตารางที่ 3.11 ความชื้นดินและปริมาตรช่องว่างอากาศในดิน (%) ในกระถางที่ปลูกข้าวขณะที่มีการลดความชื้นดินจากผิวดินถึงระดับลึก 15 cm จากการทดลองปลูกข้าวในกระถางที่ศูนย์วิจัยข้าวปราชญ์บุรี ปี 2543-44

Suction, cm	Cycle I		Cycle II	
	Fine texture	Coarse texture	Fine texture	Coarse texture
% soil moisture by weight				
0	33.75	24.42	33.75	24.42
-55	18.13	10.05	15.49	10.98
-115	17.02	6.77	16.43	10.03
-255	14.71	15.73	14.65	5.39
-280	13.20	15.34	14.45	5.79
% air space by volume				
0	0.00	0.00	0.00	0.00
-55	21.87	23.00	25.56	21.50
-115	23.42	28.24	24.25	23.03
-255	26.66	13.91	26.74	30.44
-280	28.76	14.53	27.02	29.80

สรุปผลการทดลอง :

จากผลการทดลองในกระถางที่ศูนย์วิจัยข้าวปราชญ์บุรีทั้งสองปีนี้ พบว่า การระบายน้ำออกจากดินในระยะข้าวแตกกอเมื่อข้าวอายุได้ประมาณ 24 วันหลังปักดำไม่มีผลทำให้การปลดปล่อยก๊าซมีเทนลดลง การปล่อยก๊าซลดลงอย่างเด่นชัดเมื่อระบายน้ำออกเมื่อข้าวอายุมากกว่า 30 วันหลังการปักดำ ระดับศักย์ของน้ำในดินที่เหมาะสมทำให้การปลดปล่อยก๊าซมีเทนลดลงสำหรับดินเนื้อหยาบเมื่อใช้วิธีระบายน้ำออกจากดินทางด้านล่างไม่ควรมีค่าต่ำกว่า -56 cm ซึ่งที่ระดับนี้ผลผลิตข้าวลดลง 29% แต่การงดให้น้ำชลประทานทำให้ดินแห้งอย่างช้าๆ ความชื้นดินและศักย์ของน้ำในดินสามารถลดลงได้ต่ำกว่าการระบายน้ำออกจากดิน ระดับศักย์ของน้ำในดินสำหรับดินเหนียวสามารถลดลงได้มากถึง -290 cm และ ดินเนื้อหยาบลดลงได้ถึง -250 cm และที่ระดับนี้พบว่ามีผลต่อผลผลิตข้าวน้อยมาก และยังทำให้ข้าวที่ปลูกในดินเนื้อหยาบมีการเจริญเติบโตและให้ผลผลิตสูงขึ้น

2. การทดลองปลูกข้าวในกระถางที่ภาควิชาปฐพีวิทยา คณะเกษตร มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

จากการศึกษาการลดการปลดปล่อยก๊าซมีเทนโดยทำให้ดินมีการระบายอากาศเป็นครั้งคราว ในช่วงข้าวเจริญเติบโตที่ศูนย์วิจัยข้าวปทุมธานีนั้น ระดับศักย์ของน้ำในดินที่มีผลต่อการลดการปลดปล่อยก๊าซมีเทนของดินเนื้อละเอียดมีค่าต่ำกว่าดินเนื้อหยาบ ทางโครงการวิจัยจึงได้ทำการศึกษาระดับศักย์ของน้ำในดินและความชื้นดินของดินนาที่มีประสิทธิภาพในการลดการปล่อยออกก๊าซมีเทน โดยเพิ่มตัวอย่างดินทดลองให้มีประเภทของเนื้อดินเพิ่มมากขึ้น

การดำเนินงานวิจัย : การดำเนินงานวิจัยเป็นการศึกษาทดลองในเรือนทดลองที่ภาควิชาปฐพีวิทยา คณะเกษตร มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ โดยทำการทดลองซ้ำ 2 ครั้ง เมื่อวันที่ 15 มิถุนายน 2544 และ 7 ธันวาคม 2545 การทดลองมีด้วยกัน 3 ซ้ำ โดยปักดำต้นกล้าข้าวพันธุ์ปทุมธานี 1 อายุประมาณ 30 วัน 3 ต้น ลงกลางกระถางที่มีขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง 25 ซม. สูง 30 ซม. ที่บรรจุดินแห้ง 15 กก. หลังจากใส่น้ำให้ท่วมขังผิวดินในกระถาง เป็นเวลา 1 วัน

การใส่ปุ๋ยแบ่งออกเป็น 2 ครั้ง คือใส่ปุ๋ยรองพื้น (basal fertilizer) โดยคลุกกับดินแห้งที่ซังเตรียมไว้ แล้วก่อนบรรจุดินลงกระถาง เติมน้ำให้ท่วมขังเป็นเวลา 1 วัน แล้วจึงปักดำข้าว ปุ๋ยที่ใช้ประกอบด้วย แอมโมเนียมซัลเฟต 3.3 กรัม ทริปเปิลซูเปอร์ฟอสเฟต 1.5 กรัม และโปแตสเซียมคลอไรด์ 1.2 กรัม ปุ๋ยแต่งหน้า (top dressing fertilizer) ใส่เมื่อข้าวอายุได้ 30-35 วัน โดยใส่เฉพาะปุ๋ยไนโตรเจนในรูปของยูเรีย 1.5 กรัม

ดินที่ใช้ในการศึกษานี้ประกอบด้วยดินชุดร้อยเอ็ด (Roi-et), บ้านหมี่ (Ban Mi), สระบุรี (Saraburi) และ ปากท่อ (Pak-tho) เมื่อบรรจุดินลงกระถางแล้ว วางกระถางเรียงในภาชนะที่ซังน้ำได้ รักษาระดับน้ำในกระถางปลูกข้าวที่ระดับ 5 ซม. เสมอ ยกเว้นเมื่อต้องการควบคุมความชื้นดิน

การเก็บตัวอย่างก๊าซมีเทน เก็บสัปดาห์ละ 2 ครั้ง ตั้งแต่ปักดำข้าวจนถึงเวลาเก็บเกี่ยว โดยวางกล่องเก็บตัวอย่างก๊าซครอบกระถางต้นข้าวที่วางเรียงอยู่ในภาชนะ ใส่ น้ำลงในภาชนะให้ท่วมขอบล่างของกล่อง เก็บตัวอย่างก๊าซเพื่อกันไม่ให้ก๊าซรั่วออกจากกล่อง (รูปที่ 3.6) เก็บตัวอย่างก๊าซในหลอดสูญญากาศ 4-5 หลอด อย่างต่อเนื่องทุก 5 นาที นำตัวอย่างก๊าซไปวิเคราะห์ปริมาณก๊าซมีเทนในห้องปฏิบัติการโดยเครื่อง Gas Chromatograph ที่มีหัวตรวจจับแบบ FID และใช้ก๊าซไนโตรเจนเป็น carrier gas (รายละเอียดของการเก็บตัวอย่างก๊าซมีเทนจากการปลูกข้าวแสดงไว้ในภาคผนวกที่ 2)

กรรมวิธีในการทดลอง (Treatment) มีด้วยกัน 5 กรรมวิธี ประกอบด้วย

กรรมวิธีที่ 1 (Treatment 1, T1) : น้ำท่วมขังระดับสูง 5 ซม. เหนือผิวดินตลอดฤดูปลูก

กรรมวิธีที่ 2 (Treatment 2, T2) : งดให้น้ำวันที่ 15 หลังปักดำ จนกระทั่งค่า tension ของ

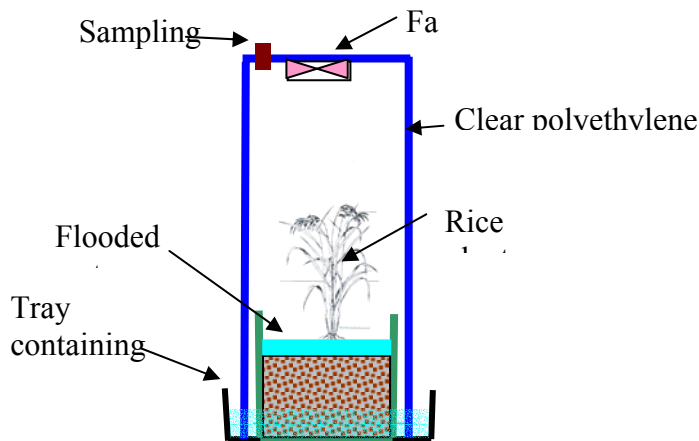
น้ำในดินลดลงเป็น -100 ซม. เติมน้ำถึงระดับปกติ แล้วงดให้น้ำอีกครั้งเมื่อข้าวอายุได้ 30 วัน

กรรมวิธีที่ 3 (Treatment 3, T3) : งดให้น้ำวันที่ 20 หลังปักดำ จนกระทั่งค่า tension ของ
น้ำในดินลดลงเป็น -150 ซม. เติมน้ำถึงระดับปกติ

กรรมวิธีที่ 4 (Treatment 4, T4) : งดให้น้ำวันที่ 20 หลังปักดำ จนกระทั่งค่า tension ของ
น้ำในดินลดลงเป็น -200 ซม. เติมน้ำถึงระดับปกติ

กรรมวิธีที่ 5 (Treatment 5, T5) : งดให้น้ำวันที่ 15 หลังปักดำ จนกระทั่งค่า tension ของ
น้ำในดินลดลงเป็น -250 ซม. เติมน้ำถึงระดับปกติ

ค่าศักย์ของน้ำในดิน วัดโดย tensiometer ที่มีปรอทเป็น manometer โดยฝังกระเปาะ
พรุนเล็ก 15 ซม. จากผิวดินในกระถางปลูกข้าว ค่าความชื้นดินที่ศักย์ของน้ำในดินระดับต่างๆ หา
ได้จากเส้นโค้งลักษณะความชื้นดิน (soil moisture characteristic curve) ซึ่งเป็นความสัมพันธ์
ระหว่างค่าศักย์ของน้ำในดินและค่าความชื้นดินของแต่ละตัวอย่างดิน



รูปที่ 3.6 ไคอะแกรมของการติดตั้งอุปกรณ์ในการเก็บตัวอย่างก๊าซมีเทนจากต้นข้าวที่ปลูกในกระถาง

ผลการทดลอง : ดินที่ใช้ทดลองเป็นดินนาจากพื้นที่ปลูกข้าวที่สำคัญในภาคกลางและภาค
ตะวันออกเฉียงเหนือ รวม 4 ชุดดิน ซึ่งมีเนื้อดินและสมบัติทางเคมีของดินแตกต่างกัน โดยดินร่อยเอ็ดเป็น
ดินร่วนปนทราย อนุภาคดินส่วนใหญ่เป็นทรายละเอียด มีความอุดมสมบูรณ์ต่ำ มี Fe_2O_3 ในปริมาณต่ำ
ตัวอย่างดินที่นำมาทดลองนี้มาจากสถานีทดลองข้าวสกลนคร มีอินทรีย์วัตถุสูงกว่าดินชุดร่อยเอ็ดทั่วไป
ดินชุดบ้านหมี่เป็นดินเหนียว มีแร่ดินเหนียวชนิด montmorillonite มี pH เป็นกรด ตัวอย่างดินที่ใช้ทดลอง
นำมาจากสถานีทดลองข้าวโคกสำโรง จังหวัดลพบุรี ดินชุดสระบุรีและปากท่อ นำมาจากจังหวัดนครปฐม
ดินทั้งสองชุดนี้เป็นดินนาปลูกข้าวที่สำคัญในภาคกลาง มีเนื้อดินแตกต่างกัน โดยดินชุดสระบุรีเป็นดิน
เหนียว ส่วนดินชุดปากท่อเป็นดินร่วน

ตารางที่ 3.10 ผลวิเคราะห์ดินที่นำมาทดลองปลูกข้าว

Soil series	Texture	% Sand	% Silt	% Clay	pH	% OM	ppm P	ppm Ca	ppm Mg	ppm S
Roi-et	Sandy loam	66.3	16.2	17.5	4.8	1.13	41	145	20	7
Ban Mi	Clay	3.1	27.8	69.1	4.7	0.85	12	1239	186	37
Saraburi	Clay	12.1	38.6	49.3	6.6	1.43	55	1392	331	782
Pak-tho	Loam	40.2	41.4	18.4	5.8	1.75	39	586	72	38

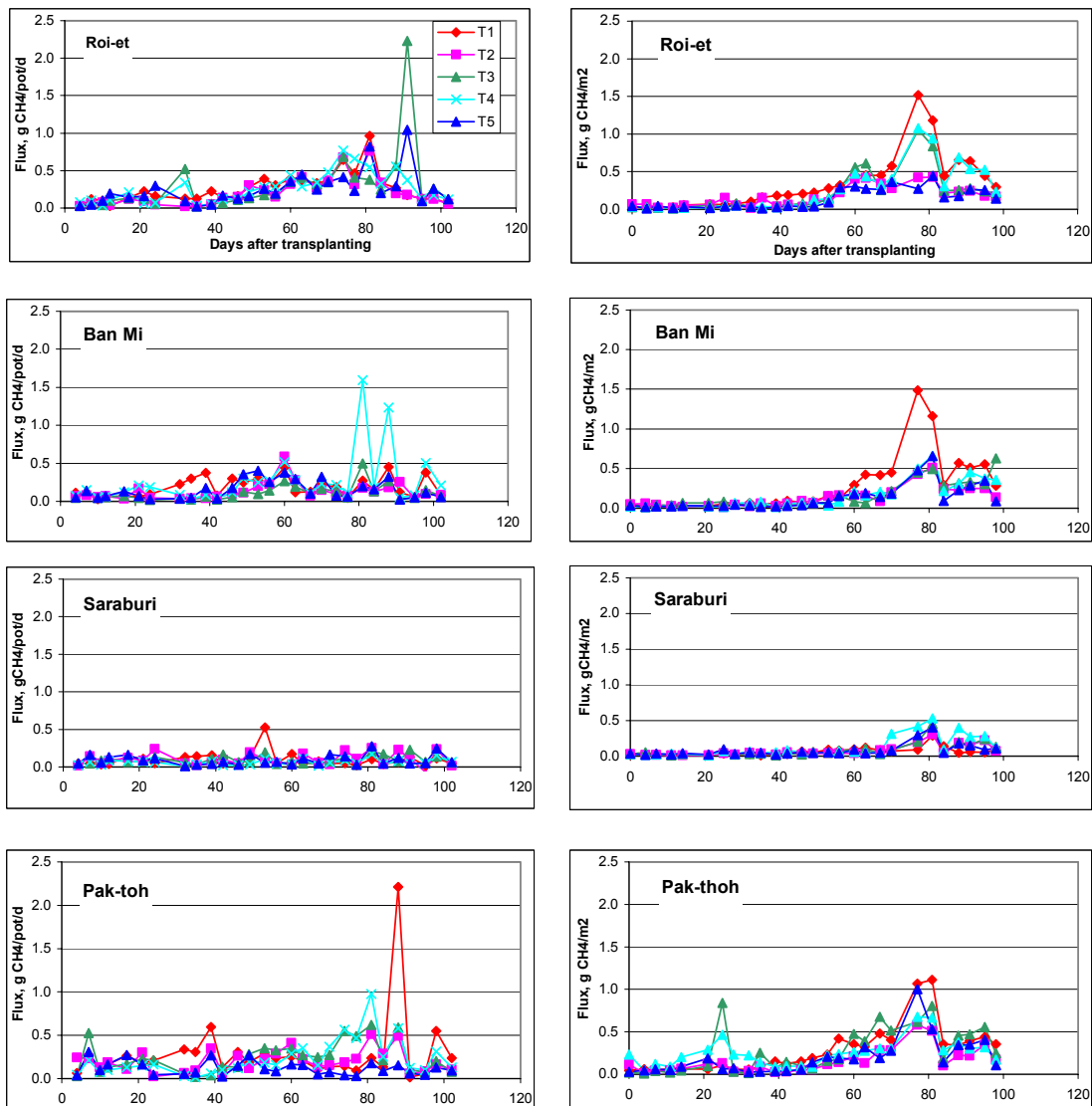
การปลดปล่อยก๊าซมีเทน

หลังจากปักดำข้าวแล้ว ได้ทำการวัดการปลดปล่อยก๊าซมีเทนต่อเนื่องจนกระทั่งเก็บเกี่ยวข้าว อัตราการปลดปล่อยก๊าซมีเทนแสดงไว้ในรูปที่ 3.7 กรรมวิธีที่ลดความชื้นดินโดยการปล่อยให้ดินแห้งเอง ตามธรรมชาติจนศักยภาพของน้ำในดินลดลงถึงระดับที่ต้องการ (กรรมวิธี 2-5) ทำให้การปล่อยออกก๊าซมีเทนลดลงต่ำกว่ากรรมวิธีที่มีน้ำท่วมขังตลอดจากทุกชุดดินที่นำมาทดลอง และการปลูกข้าวนาปีมีการปล่อยออกก๊าซมีเทนทั้งหมดน้อยกว่าข้าวนาปรังยกเว้นที่ปลูกในชุดดินปากท่อ (ตารางที่ 3.11) ซึ่งดินชุดนี้มีการปล่อยออกก๊าซมีเทนสูงมากกว่าดินชุดอื่น ในช่วงที่ข้าวแตกกอดินชุดสระบุรีมีการปลดปล่อยก๊าซมีเทนออกต่ำที่สุด ทั้งนี้เนื่องจากดินชุดนี้มีซัลเฟอร์ในปริมาณมาก อัตราการปลดปล่อยก๊าซมีเทนจากดินในกระถางลดลงอย่างเด่นชัดหลังให้น้ำชลประทานประมาณ 7-10 วัน ซึ่งเป็นระยะที่ผิวหน้าดินเริ่มแห้ง ระยะเวลาที่ให้น้ำชลประทานจนความชื้นดินลดลงถึงระดับศักยภาพวัสดุพื้นที่กำหนดแตกต่างกันภายในซ้ำ ระหว่างกรรมวิธีทดลอง และระหว่างชุดดินที่ปลูกข้าว ทั้งนี้เนื่องจากการเจริญเติบโตของข้าวแตกต่างกันทำให้มีการคายระเหยแตกต่างกัน ตัวอย่างเช่น กรรมวิธี 2 ใช้เวลาประมาณ 12-17 วัน ในรอบแรกให้น้ำ และ 8-11 วัน ในรอบที่สอง ส่วนกรรมวิธีที่ 3 ใช้เวลา 9-13 วัน กรรมวิธีที่ 4 ใช้เวลา 10-15 วัน และกรรมวิธีที่ 5 ใช้เวลา 13-18 วัน (ตารางที่ 3.12)

เมื่อศักยภาพของน้ำในดินลดลงถึงระดับที่ต้องการ ได้มีการให้น้ำชลประทาน และรักษาระดับน้ำคงที่ ๕ cm ระยะเวลาช่วงแรกๆ หลังการให้น้ำอัตราการปล่อยออกก๊าซมีเทนยังคงต่ำอยู่ แต่หลังจากนั้นอัตราการปลดปล่อยเพิ่มขึ้น และเพิ่มขึ้นมากในระยะข้าวออกดอกและให้ผลผลิตในช่วงเวลาประมาณวันที่ 60-80 หลังปักดำ ซึ่งอัตราการปล่อยออกก๊าซมีเทนสูงขึ้นอย่างเด่นชัด ส่วนใหญ่แล้วกรรมวิธีน้ำท่วมขังมีการปลดปล่อยก๊าซมีเทนออกในอัตราสูงสุด ยกเว้นการทดลองช่วงนาปี ซึ่งกรรมวิธีที่ 3 และ 4 มีการปล่อยออกก๊าซมีเทนจากดินชุดร้อยเอ็ดและบ้านหมี่ช่วงระยะการเจริญพันธุ์ในอัตราสูงอย่างเด่นชัดกว่ากรรมวิธีอื่นๆ ทำให้ปริมาณการปล่อยออกรวมทั้งฤดูปลูกสูงกว่ากรรมวิธีอื่น ๆ โดยเฉพาะกรรมวิธีน้ำท่วมขังตลอดโดยทั่วไปแล้ว กรรมวิธีต่างๆ ที่นำมาทดลองนี้ ให้ผลกับทุกชุดดินคล้ายกัน คือ กรรมวิธีที่ 2 และ 5 ทำให้ลดการปลดปล่อยก๊าซมีเทนดีที่สุด (ตารางที่ 3.13) แต่ดินเนื้อละเอียดมีแนวโน้มว่ากรรมวิธีที่ 5 ให้ผลดีที่สุด

นาปี

นาปรัง



รูปที่ 3.7 การปลดปล่อยก๊าซมีเทนจากข้าวที่ปลูกในกระถางช่วงการทำนาปีและนาปรัง
ที่ภาควิชาปฐพีวิทยา คณะเกษตร มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ตารางที่ 3.11 ปริมาณก๊าซมีเทนที่ปล่อยออกตลอดฤดูปลูกจากการทดลองปลูกข้าวในกระถางที่มีการควบคุมน้ำวิธีการต่าง ๆ (g CH₄/pot)

Soil series	T1	T2	T3	T4	T5
<u>Major rice:</u>					
Roi-et	25.55	19.92	29.72	24.76	24.79
Ban Mi	18.84	12.39	10.57	25.85	14.59
Saraburi	9.57	10.34	9.46	6.15	9.34
Pak-tho	28.94	20.02	23.98	22.57	11.91
<u>Second rice :</u>					
Roi-et	35.51	17.13	23.64	26.72	14.00
Ban Mi	29.06	13.36	14.91	15.79	13.38
Saraburi	6.15	8.75	8.60	11.03	8.30
Pak-tho	28.68	16.02	27.94	25.85	21.11

ตารางที่ 3.12 จำนวนวันหลังปักดำที่งดให้น้ำและเริ่มให้น้ำชลประทานของกรรมวิธีทดลองต่างๆ
ในการปลูกข้าวนาปรังในกระถาง ปี 2544-45

Treatment	Soil	Irrigation cycle I			Irrigation cycle II		
		Days after transplanting		No.days	Days after transplanting		No.days
		Stop	Start		Stop	Start	
2	Roi-et	12	26	14	32	41	9
	Ban Mi	12	24	12	32	41	9
	Saraburi	12	29	17	32	43	11
	Pak-tho	12	24	12	32	40	8
3	Roi-et	19	32	13			
	Ban Mi	19	28	9			
	Saraburi	19	30	11			
	Pak-tho	19	29	10			
4	Roi-et	19	34	15			
	Ban Mi	19	30	11			
	Saraburi	19	31	12			
	Pak-tho	19	29	10			
5	Roi-et	12	32	20			
	Ban Mi	12	27	15			
	Saraburi	12	29	17			
	Pak-tho	12	27	15			

ตารางที่ 3.13 ปริมาณก๊าซมีเทนที่ปล่อยออกลดลงจากการปลูกข้าวในกระถางที่มีการจัดการน้ำแบบต่างๆ แสดงค่าเป็นเปอร์เซ็นต์ของการปล่อยเปรียบเทียบกับกรรมวิธีน้ำท่วมขังตลอดฤดูปลูก

Soil series	T1	T2	T3	T4	T5
<u>นาปี</u>					
Roi-et	100	22.03	-16.31	3.11	2.96
Ban Mi	100	34.19	43.87	-37.24	22.55
Saraburi	100	-8.07	1.18	35.78	2.37
Pak-tho	100	30.84	17.15	22.01	58.85
<u>นาปรัง</u>					
Roi-et	100	48.55	34.14	23.86	58.70
Ban Mi	100	52.16	42.34	41.28	52.55
Saraburi	100	-32.57	-39.94	-129.91	-31.79
Pak-tho	100	44.21	-4.24	5.54	30.55

การเจริญเติบโตและผลผลิตข้าว

ผลผลิตข้าวแสดงไว้ในตารางที่ 3.14 การทำให้ดินแห้งเป็นครั้งคราวในช่วงข้าวแตกกอตามกรรมวิธี 5 ประมาณวันที่ 12 หลังปักดำ นาน 20 วัน ในการทดลองปลูกข้าวนาปี ซึ่งศักยภาพของน้ำในดินลดลงเป็น -250 cm. มีผลทำให้ผลผลิตข้าวสูงขึ้นเมื่อปลูกในดินซุตร้อยเอ็ดประมาณ 16% และมีการปล่อยออกก๊าซมีเทนต่ำสุดด้วย โดยลดถึง 59% ส่วนดินเหนียวละเอียดซุตรสะบุรีและบ้านหมี่มีผลผลิตลดลงเล็กน้อยทุกกรรมวิธีทดลอง โดยกรรมวิธี 3 และ 4 ทำให้การปล่อยออกก๊าซมีเทนลดลงดีที่สุดที่สุด ประมาณ 40% และทำให้ผลผลิตข้าวลดลงต่ำสุดไม่เกิน 10%

โดยทั่วไป ผลผลิตข้าวนาปรังในการทดลองนี้ต่ำกว่าข้าวนาปีมาก (ตารางที่ 3.14) กรรมวิธีลดความชื้นดินมีผลทำให้ผลผลิตข้าวลดลงมากกว่าเมื่อปลูกข้าวในสภาพน้ำท่วมขัง ยกเว้นดินซุตปากทอ ที่ทุกกรรมวิธีทำให้ผลผลิตข้าวสูงขึ้น สำหรับดินซุตร้อยเอ็ด กรรมวิธี 2, 3 และ 4 มีผลต่อการให้ผลผลิตข้าวไม่แตกต่างกับกรรมวิธี 1 แต่กรรมวิธี 2 มีผลทำให้การปล่อยก๊าซมีเทนลดลง เกือบ 50% ส่วนกรรมวิธี 5 มีผลทำให้ผลผลิตลดลง 13% ซึ่งกรรมวิธีนี้ทำให้การปล่อยออกก๊าซมีเทนลดลงต่ำสุดถึง 59%

ผลผลิตข้าวนาปรังจากดินเหนียวซุตบ้านหมี่ลดลงใกล้เคียงกันประมาณ 7-9% เมื่อใช้กรรมวิธี 2, 3 และ 5 ซึ่งทั้งสามกรรมวิธีมีผลทำให้การปล่อยออกก๊าซมีเทนลดลง 40 – 50% ส่วนดินซุตรสะบุรี กรรมวิธี 3 และ 4 มีผลทำให้ผลผลิตลดลงเพียง 2-7% แต่กลับมีผลทำให้การปล่อยออกก๊าซมีเทนสูงขึ้น

การทำให้ดินแห้งในระยะข้าวแตกกอมีผลดีต่อผลผลิตข้าวจากดินซุต โดยกรรมวิธี 2, 4 และ 5 มีผลทำให้ผลผลิตเพิ่มสูงถึง 50-60% และยังทำให้การปล่อยออกก๊าซมีเทนลดลงต่ำสุดประมาณ 30-40%

ความชื้นดินและช่องว่างอากาศ

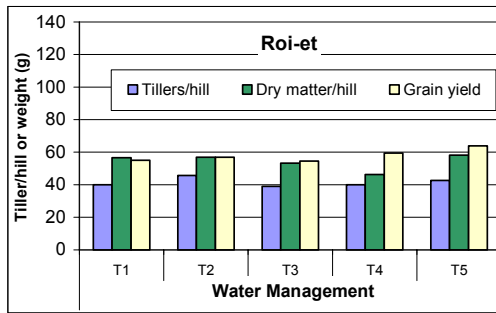
ความชื้นดินเมื่อมีการรดให้น้ำชลประทานที่ระดับศักย์วัสดุพื้นต่าง ๆ แสดงไว้ในตารางที่ 3.14 ที่ระดับศักย์วัสดุพื้น -100 cm ดินเนื้อหยาบสูญเสียความชื้นมากกว่าดินเนื้อละเอียด ทำให้อากาศแทรกเข้าได้มากกว่าดินเนื้อละเอียด ส่วนกรรมวิธีอื่นที่รดให้น้ำชลประทานจนศักย์วัสดุพื้นลดลงเป็น -150, -200 และ -250 cm นั้น ความชื้นโดยปริมาตรของดินทุกชุดดินที่นำมาทดลองลดลงจากเมื่อดินอิ่มตัวด้วยน้ำในระดับใกล้เคียงกัน ทำให้ปริมาตรช่องว่างอากาศมีขนาดใกล้เคียงกัน ยกเว้นดินเหนียวชุดบ้านหมี่ ที่มีช่องว่างอากาศน้อยเนื่องจากความชื้นดินลดลงน้อยกว่าดินชุดอื่น ๆ

การที่อากาศแทรกเข้าสู่ดินนั้น ทำให้กิจกรรมผลิตก๊าซมีเทนของจุลินทรีย์ในดินลดน้อยลง การรดให้น้ำชลประทานจนกระทั่งดินแห้ง 2 ครั้ง ทำให้ดินเนื้อหยาบมีช่องว่างอากาศเพิ่มขึ้นประมาณ 14-15% การปลดปล่อยก๊าซมีเทนลดลง 22-49 % จากดินชุดร้อยเอ็ด และ 31-44% จากดินชุดปากท่อ ส่วนดินเนื้อละเอียดที่ระดับศักย์ของน้ำในดินที่ใกล้เคียงกันทำให้มีช่องว่างอากาศเพิ่มขึ้นเพียง 6-8% การปลดปล่อยก๊าซมีเทนจากดินนี้น้อยกว่าดินเนื้อหยาบ ที่ระดับศักย์ของน้ำในดิน -250 cm การปล่อยออกก๊าซมีเทนจากดินทั้งเนื้อละเอียดและเนื้อหยาบลดลงเป็นอย่างมาก ซึ่งที่ศักย์ของน้ำในดินที่ระดับนี้ ต้องใช้เวลานานมากกว่าในการลดระดับความชื้นดิน กระบวนการเกิดก๊าซมีเทนถูกยับยั้งเป็นเวลานานกว่า จึงมีผลต่อผลผลิตข้าวมากกว่ากรรมวิธีอื่นด้วย

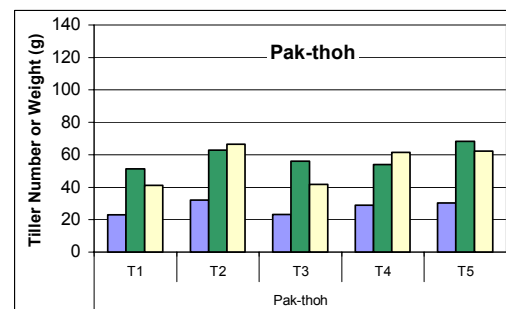
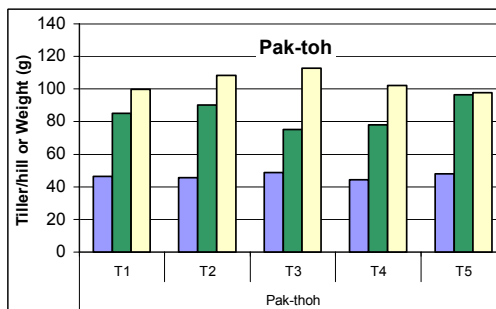
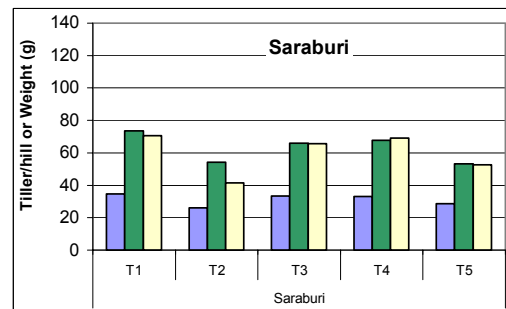
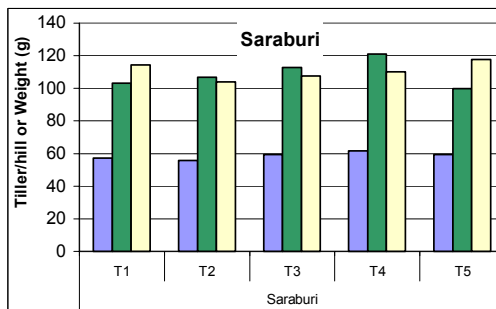
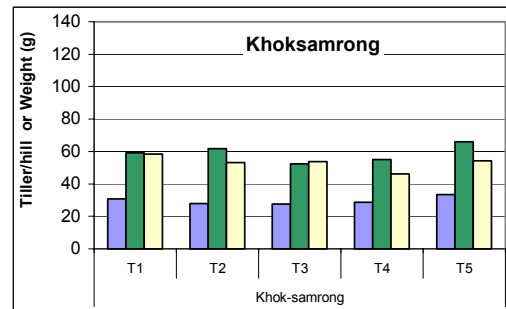
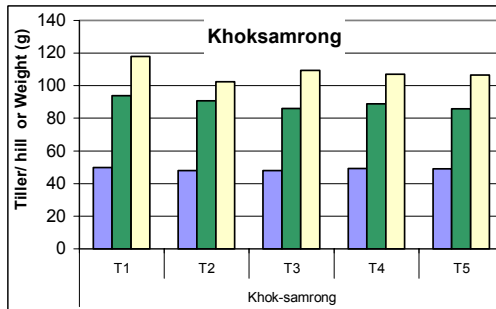
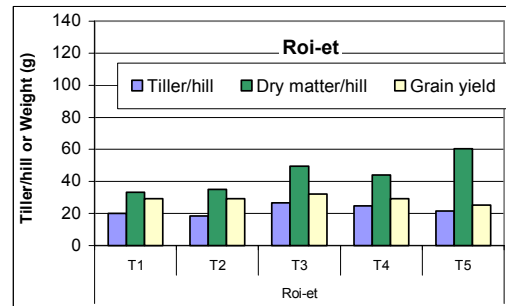
ตารางที่ 3.14 ผลผลิตข้าว (g/pot) และเปอร์เซ็นต์ผลผลิตที่ลดลงเมื่อเทียบกับกรรมวิธีที่มีน้ำท่วมขังตลอดฤดูปลูก (กรรมวิธีที่ 1)

Soil series	Treatment	Ma'or rice		Second rice	
		Grain yield	%reduction	Grain yield	%reduction
Roi-et	T1	55.00	0.00	29.27	0.00
	T2	57.01	-3.65	29.24	0.09
	T3	54.49	0.92	32.05	-9.52
	T4	59.51	-8.19	29.23	0.13
	T5	63.87	-16.12	25.39	13.26
Ban Mi	T1	117.94	0.00	58.31	0.00
	T2	102.33	13.23	53.13	8.89
	T3	109.43	7.21	53.82	7.70
	T4	107.01	9.26	46.18	20.80
	T5	106.65	9.57	54.19	7.08
Saraburi	T1	114.32	0.00	70.64	0.00
	T2	104.06	8.98	41.39	41.40
	T3	107.66	5.83	65.79	6.87
	T4	110.24	3.57	69.02	2.30
	T5	117.58	-2.85	52.72	25.36
Pak-thoh	T1	99.80	0.00	41.07	0.00
	T2	108.49	-8.70	66.53	-61.99
	T3	112.67	-12.90	41.66	-1.42
	T4	102.08	-2.28	61.64	-50.06
	T5	97.76	2.04	62.39	-51.91

นาปี



นาปรัง



รูปที่ 3.8 การเจริญเติบโตของข้าวปลูกในกระถางในฤดูทำนาปีและนาปรัง ที่ภาควิชาปฐพีวิทยา คณะเกษตร มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ตารางที่ 3.14 ความชื้นโดยปริมาตรของดินที่ระดับศักย์วัสดุพื้นต่างๆ

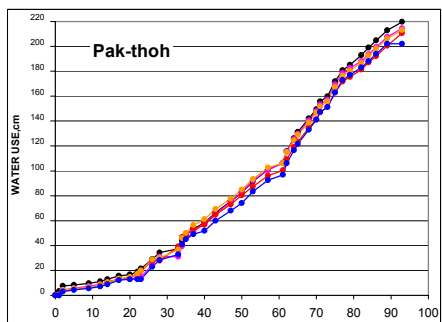
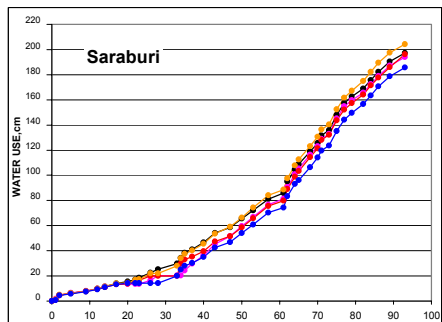
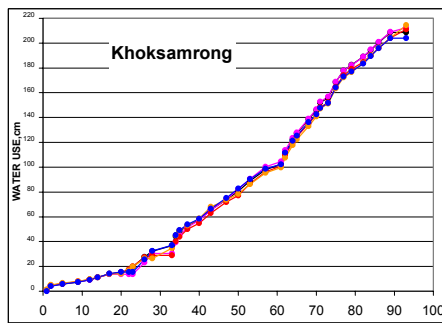
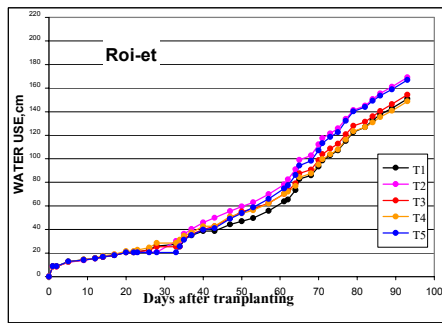
Soil	Matric suction, cm					
	0	-50	-100	-150	-200	-250
% volumetric water content						
Roi-et	36	25	22	20	18	17
Ban Mi	59	55	49	46	44	41
Saraburi	58	52	46	43	41	39
Pak-tho	41	32	26	24	22	21
% air filled porosity						
Roi-et	0	11	14	16	18	19
Ban Mi	0	4	6	13	15	18
Saraburi	0	6	8	15	17	19
Pak-tho	0	9	15	17	19	20

ปริมาณน้ำที่ใช้ในการผลิตข้าว

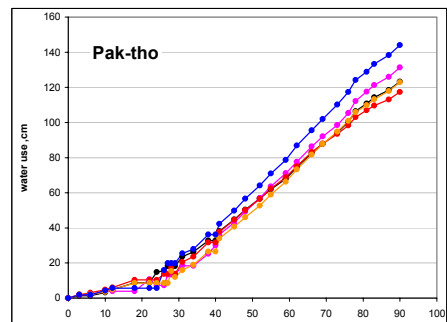
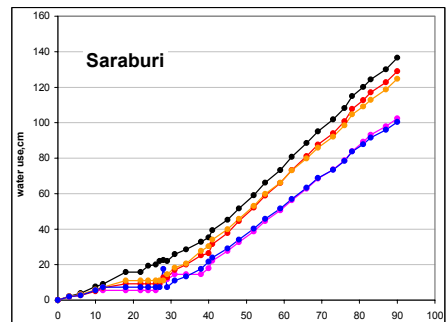
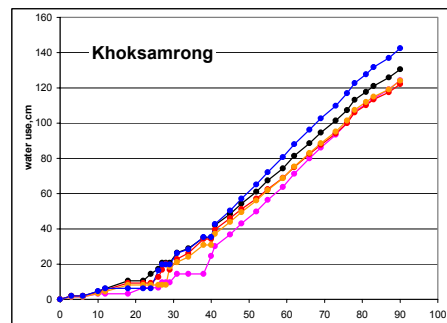
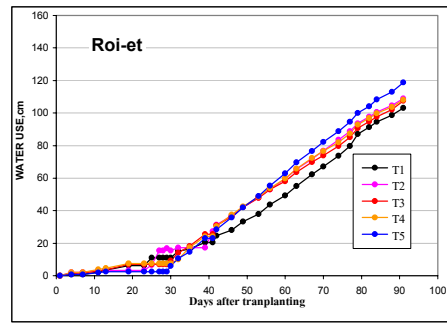
จากกราฟแสดงการใช้น้ำของต้นข้าวในการทดลองนี้ (รูปที่ 3.9) สามารถแบ่งการใช้น้ำออกได้เป็น 3 ระยะ ระยะแรกเกิดขึ้นในช่วงหลังปักดำถึงต้นข้าวมีอายุประมาณ 30 วัน ระยะนี้มีการใช้น้ำในอัตราต่ำสุด ระยะที่สองช่วงต้นข้าวอายุ 30-60 วัน ซึ่งเป็นระยะที่ข้าวแตกกอ มีการใช้น้ำในอัตราสูงขึ้น และระยะที่สามเป็นระยะเวลาที่ข้าวเจริญพันธุ์ สร้างรวง ออกดอกและให้ผลผลิต ระยะนี้เป็นระยะที่ต้นข้าวมีการใช้น้ำในอัตราสูงสุด การขาดน้ำในระยะนี้ทำให้เมล็ดลีบและผลผลิตข้าวลดลง

การปลูกข้าวนาปีมีการใช้น้ำมากกว่าข้าวนาปรัง ซึ่งพบในทุกชุดดิน และทุกกรรมวิธีทดลอง เมื่อมีการควบคุมความชื้นดินในการทดลองนี้ พบว่าการปล่อยให้ดินแห้งเองตามธรรมชาติจนกระทั่งศักย์วัสดุพื้นของดินลดลงถึงระดับต่างๆ ตามกรรมวิธีที่กำหนดไว้ แล้วให้น้ำชลประทานจนท่วมขังโดยรักษาระดับน้ำให้คงที่จนถึงระยะเก็บเกี่ยว ปริมาณการใช้น้ำของข้าวมีความผันแปรเพียงเล็กน้อย กรรมวิธีที่มีน้ำท่วมขังตลอดมีแนวโน้มใช้น้ำมากกว่ากรรมวิธีอื่นๆ ในช่วงเวลาที่ดินมีความชื้นต่ำ ข้าวดูดน้ำไปใช้ยากกว่าในช่วงที่ดินมีน้ำท่วมขัง ทำให้ปริมาณการใช้น้ำน้อยลงได้ แต่ช่วงเวลาดังกล่าวเกิดขึ้นเพียงระยะเวลานั้นๆ และความชื้นดินลดลงไม่มากจากระดับที่ดินอิ่มตัวด้วยน้ำ (ตารางที่ 3.15)

นาปี



นาปรัง



รูปที่ 3.9 ปริมาณน้ำที่ทำการชลประทานให้แก่ต้นข้าวที่ปลูกในกระถาง (cm) ตลอดฤดูปลูก

ตารางที่ 3.15 ปริมาณน้ำทั้งหมด (cm) ที่ต้นข้าวใช้ตั้งแต่ปักดำถึงเก็บเกี่ยว

Soil series	T1	T2	T3	T4	T5
<u>นาปี</u>					
Roi-et	161.0	179.2	164.5	158.9	177.1
Ban Mi	208.6	212.5	211.1	214.5	204.0
Saraburi	197.2	193.9	196.1	204.3	185.6
Pak Tho	219.7	214.4	210.6	213.2	202.1
<u>นาปรัง</u>					
Roi-et	214.8	109.0	107.5	108.2	118.8
Ban Mi	130.6	124.4	122.2	124.2	142.5
Saraburi	136.5	102.4	128.9	124.8	100.4
Pak Tho	123.2	131.4	117.3	123.0	144.0

สรุปผลการทดลอง

การทดลองปลูกพืชในกระถางเปรียบเทียบระหว่างดินปลูกข้าวที่สำคัญของประเทศ พบว่า การปลดปล่อยก๊าซมีเทนจากดินชุดร่อยเอ็ดและปากท่อมืดราใกล้เคียงกัน และสูงกว่าการปลดปล่อยจากดินเหนียวชุดบ้านหมี่และสระบุรี การปลูกข้าวนาปรังทำให้การปล่อยออกก๊าซมีเทนสูงกว่าข้าวนาปี แต่ให้ผลผลิตต่ำกว่าเป็นอย่างมาก

การปลดปล่อยก๊าซมีเทนลดลงจากดินทุกชุดดินที่นำมาทดลองเมื่อมีการรดให้น้ำชลประทาน จนกระทั่งดินแห้งในระยะข้าวแตกกอ การรดให้น้ำชลประทานมีผลทำให้ผลผลิตข้าวจากดินเหนียวชุดบ้านหมี่และสระบุรีลดลงแต่กลับทำให้ผลผลิตสูงขึ้นในดินทรายชุดร่อยเอ็ดและดินร่วนชุดปากท่อม การรดให้น้ำชลประทานโดยรักษาระดับศักย์ของน้ำในดินที่ -100 cm 2 ระยะ และ -250 cm ระยะเวลาเดียวมีผลทำให้ดินเหนียวขาดการปล่อยออกก๊าซมีเทนได้แต่กลับมีผลกระทบต่อการให้ผลผลิตข้าวน้อยหรือเพิ่มขึ้น ส่วนดินเนื้อละเอียดนั้น ระดับศักย์ของน้ำในดินที่เหมาะสมต่อการลดการปลดปล่อยก๊าซมีเทนคือ -150 ถึง -200 cm

การรดให้น้ำชลประทานแก่ข้าวจนกระทั่งดินแห้งแล้วให้น้ำชลประทานจนท่วมขัง พบว่าไม่เป็นการประหยัดน้ำแต่อย่างใด แต่กลับมีแนวโน้มทำให้ข้าวใช้น้ำเพิ่มมากขึ้น ทั้งนี้อาจเกิดขึ้นเพราะต้นข้าวเจริญเติบโตและให้ผลผลิตดีขึ้นกว่าการปลูกข้าวในสภาพน้ำท่วมขังตลอด

การทดลองที่ภาควิชาปฐพีวิทยา คณะเกษตร มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ และที่ศูนย์วิจัยข้าวปราจีนบุรีเป็นการทดลองปลูกข้าวในกระถาง ซึ่งมีดิน ธาตุอาหาร และน้ำ ในปริมาณที่จำกัด และมีสภาวะ

แวดล้อมต่างจากสภาพไร่นาตามธรรมชาติเป็นอย่างมาก ทำให้ไม่สามารถนำผลไปขยายใช้ในไร่นาโดยตรงได้ แต่อย่างไรก็ตาม ผลการทดลองสามารถชี้ให้เห็นถึงศักยภาพของกรรมวิธีที่ใช้ทดลอง ซึ่งสามารถคัดเลือกและนำไปทดลองในสภาพสนามต่อไป อีกประการหนึ่งการทำการทดลองในกระถางก่อนทำให้สามารถประหยัดงบประมาณวิจัยได้มาก

สรุปผลการศึกษา

ผลการศึกษานี้ แสดงให้เห็นว่า การปล่อยออกก๊าซมีเทนจากนาข้าว มีความผันแปรสูงมาก โดยปัจจัยสำคัญเป็นปัจจัยที่เกี่ยวกับการผลิตก๊าซมีเทน ได้แก่ สมบัติทางเคมีของดิน และปริมาณอินทรีย์วัตถุที่ย่อยสลายง่าย ซึ่งปัจจัยแรกเป็นปัจจัยที่ควบคุมได้ยาก ส่วนอินทรีย์วัตถุนั้น นอกจากนี้ ปัจจัยที่เกี่ยวข้องกับการปล่อยออกก๊าซที่สำคัญ ซึ่งได้แก่ ลักษณะทางสรีระของต้นข้าว สำหรับข้าวพันธุ์ดีที่นิยมปลูกในประเทศนั้น ปล่อยออกสูงกว่าข้าวสายพันธุ์ใหม่ที่ให้ผลผลิตสูง

ข้อเสนอแนะสำหรับศึกษาและวิจัยต่อ และแนวทางการจัดการเพื่อลดการปล่อยออกก๊าซมีเทนจากนาข้าว สรุปได้ดังนี้

1. การที่สมบัติดินเป็นปัจจัยสำคัญ ทำให้ปริมาณการผลิตและปล่อยออกก๊าซมีเทนจากนาข้าวในประเทศไทยมีความแตกต่างกันเป็นอย่างมาก เพื่อให้การประเมินปริมาณการปล่อยออกของทั้งประเทศมีความถูกต้องแม่นยำ จึงควรต้องทำการวัดอัตราการปล่อยออกจากพื้นที่ปลูกข้าวให้มากที่สุด ซึ่ง ต้องใช้งบประมาณและเวลามาก เพื่อเป็นการประหยัด สามารถทำได้โดยการรวมกลุ่มดินที่มีสมบัติคล้ายกันเข้าด้วยกัน แล้วทำการศึกษาเฉพาะดินที่เป็นตัวแทนของกลุ่ม
2. การวัดปริมาณการปล่อยออกก๊าซมีเทนที่ใช้ เป็นการเก็บตัวอย่างก๊าซที่ปล่อยออกจากต้นข้าว โดยการครอบต้นข้าวเป็นบริเวณเล็กๆ แล้วนำค่าที่วัดได้ไปขยายผลโดยการคำนวณให้เป็นปริมาณการปล่อยออกของพื้นที่ปลูกข้าวที่ใหญ่ขึ้น และของทั้งประเทศตามลำดับ ผลที่ได้ อาจไม่เป็นตัวแทนที่ดี หากพื้นที่ใกล้เคียง มีความแตกต่างด้านการจัดการดิน ปุ๋ย น้ำ ที่แตกต่างกัน ดังนั้น การวัดปริมาณการปล่อยออกจากพื้นที่ขนาดใหญ่ เช่น วิธี Eddy correlation จึงเป็นอีกวิธีหนึ่งที่ควรทำการศึกษาเปรียบเทียบ
3. นาข้าวในเขตเกษตรน้ำฝน (rainfed) มีบางระยะเวลาที่ดินนาแห้ง ความยาวนานและความรุนแรงในช่วงแห้งแล้งมีความผันแปรเป็นอย่างมาก ขึ้นกับสภาพดินฟ้าอากาศสมบัติดิน และสภาพพื้นที่ ทำให้ข้อมูลการปล่อยออกก๊าซมีเทนในพื้นที่เกษตรน้ำฝนมีความไม่แน่นอน การวัดปริมาณการปล่อยออกก๊าซมีเทนโดยวิธี closed chamber ที่ใช้กันในปัจจุบัน ไม่สามารถใช้เป็นตัวแทนเพื่อคำนวณปริมาณการปล่อยออกของก๊าซจากพื้นที่ขนาดใหญ่ได้
4. การจัดการดิน สมบัติทางเคมีของดินที่สำคัญต่อการผลิตก๊าซมีเทนในนาข้าว ได้แก่ ปริมาณ electron acceptor เช่น เหล็กและแมงกานีสออกไซด์ อนุมูลซัลเฟต ซึ่งถ้ามีปริมาณน้อย จะต้องระมัดระวังในการใช้อินทรีย์วัตถุเพื่อเพิ่มผลผลิตข้าว และทำการศึกษาเพิ่มเติมเกี่ยวกับการเพิ่มปริมาณของสารเหล่านี้ในดิน เช่น การเพิ่มปริมาณเหล็กในดินนาซุตร้อยเอ็ด เป็นต้น
5. การใช้อินทรีย์วัตถุ แม้ว่า ปัจจุบันชาวนาทั่วไปใช้อินทรีย์วัตถุในนาข้าวน้อยมาก การปลูกข้าวนาปีในเขตเกษตรน้ำฝน ดินมักได้รับอินทรีย์วัตถุจากวัชพืช แต่การปลูกข้าวนาปรัง ส่วนใหญ่เป็นการปลูกในเขตชลประทาน ดินนาได้รับอินทรีย์วัตถุจากตอซัง ฟางและรากจากต้นข้าวที่เพิ่งทำการเก็บเกี่ยว เพื่อลดปัญหา จึงควรเว้นช่วงให้เศษซากพืชแห้งที่ผิวดิน หรือผ่าน

การย่อยสลายสักระยะเวลาหนึ่ง แล้วจึงรดน้ำเข้านา และถ้าดินมีความอุดมสมบูรณ์ต่ำ การใส่อินทรีย์วัตถุในนาข้าวมีความสำคัญ สามารถเพิ่มผลผลิตข้าวได้อย่างมีนัยสำคัญ สำหรับพื้นที่เช่นนี้ ควรเลือกใส่อินทรีย์วัตถุที่ผ่านการหมักแล้ว

6. การใส่อินทรีย์วัตถุในนาข้าวแล้วทำการไถกลบ มีผลทำให้การปล่อยออกก๊าซมีเทนลดลงมากกว่าการใส่โดยหว่านที่ผิวดิน
7. การใส่ฟางข้าวมีผลทำให้ผลผลิตข้าวสูงขึ้นมากกว่ากากตะกอนน้ำตาล (filter cake) และการใส่ที่อัตรา 500 และ 1000 กก/ไร่ มีผลทำให้ปริมาณการปล่อยออกต่อผลผลิตข้าวต่ำกว่าที่อัตรา 1500 กก/ไร่
8. แกลบและมูลไก่มีผลทำให้การปล่อยออกก๊าซมีเทนสูงกว่าปุ๋ยหมักฟางข้าวมากกว่า 50% เมื่อใส่ในอัตราที่เท่ากัน ในขณะที่มูลไก่มีผลทำให้ผลผลิตข้าวสูงขึ้นอย่างเด่นชัด มีผลทำให้การปล่อยออกก๊าซมีเทนต่อผลผลิตข้าวสูงขึ้นด้วย
9. ผลผลิตข้าวและปริมาณการปล่อยออกก๊าซมีเทนสูงขึ้นตามอัตราปุ๋ยมูลไก่ที่ใส่ลงดิน ($R^2 = 0.886$) ในดินชุดพินาย แต่ผลการศึกษาที่สกลนคร พบว่า การใส่มูลไก่ที่อัตรา 100 กก/ไร่ ทำให้ผลผลิตข้าวเพิ่มขึ้นแต่ไม่แตกต่างจากอัตรา 200 กก/ไร่ ทำให้การปล่อยก๊าซมีเทนต่อผลผลิตต่ำสุดเมื่อใส่ที่อัตรา 100 กก/ไร่
10. การใส่ปุ๋ยเคมีทำให้ผลผลิตข้าวและการปล่อยออกก๊าซมีเทนสูงขึ้นตามอัตราปุ๋ยที่เพิ่มขึ้นในดินชุดร้อยเอ็ด และมีแนวโน้มทำให้ทั้งผลผลิตข้าวและการปล่อยออกก๊าซมีเทนสูงขึ้นเมื่อใส่ร่วมกับปุ๋ยคอกและแกลบ
11. การจัดการน้ำในนาข้าว เป็นวิธีการที่มีประสิทธิภาพมากในการลดการผลิตก๊าซมีเทน สามารถใช้ได้บริเวณที่ไม่มีปัญหาน้ำชลประทาน โดยการงดให้น้ำจนดินแห้งเป็นครั้งคราวในระยะก่อนข้าวออกดอก ระดับความชื้นของดินแห้งผันแปรกับเนื้อดิน อย่างไรก็ตาม ควรทำการศึกษาเพิ่มเติมถึงประสิทธิภาพของการจัดการน้ำกับปริมาณการปล่อยออกก๊าซเรือนกระจกสุทธิ เนื่องจากการปล่อยออกก๊าซมีเทนลดลงขณะที่ดินแห้ง แต่เป็นการส่งเสริมการผลิตก๊าซไนตรัสออกไซด์
12. ควรทำการประชาสัมพันธ์ให้แก่ประชาชน และโดยเฉพาะชาวนา ให้เข้าใจถึงปัญหาและตระหนักว่าการทำนาเป็นสาเหตุที่ก่อให้เกิดก๊าซเรือนกระจก ซึ่งมีผลกระทบต่อภาวะโลกร้อนและการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ พร้อมทั้งให้คำแนะนำ หรือทำการสาธิตวิธีการที่สามารถลดการผลิตและปล่อยออกก๊าซมีเทน ในพื้นที่ทำนามีการใช้ฟางข้าวมาก เช่น การทำนาแบบล้มตอซัง การทำนาอินทรีย์ เป็นต้น
13. ข้อมูลที่ได้จากการสำรวจวิธีการทำนาของชาวนาในพื้นที่ปลูกข้าวทั่วประเทศ สามารถใช้ในการวางแผนการศึกษาเพื่อให้สอดคล้องกับความเป็นจริงให้มากที่สุด โดยตัดปัจจัยที่มีผลกระทบต่อปล่อยออกก๊าซมีเทนซึ่งอาจมีการปฏิบัติน้อยในบางพื้นที่ออกได้ เช่น การใช้ปุ๋ยเคมี (อัตรา ชนิด และวิธีการใส่) วิธีการจัดการน้ำ การใช้ น้ำชลประทาน การจัดการวัชพืช เป็นต้น

14. ข้อมูลที่ได้จากการวัดอัตราการปล่อยออกก๊าซมีเทนจากนาข้าวในพื้นที่ปลูกข้าวที่สำคัญของประเทศ ภายใต้การจัดการดิน ปุ๋ย น้ำ ที่แตกต่างกัน รวมทั้งวิธีการจัดการในการทำนาข้าวของชาวนา สามารถนำมารวบรวมเป็นฐานข้อมูล สำหรับใช้ในการประเมินปริมาณการปล่อยก๊าซมีเทนของประเทศตามวิธีการประเมินของ IPCC ที่ให้ความถูกต้องแม่นยำมากขึ้น หรือสามารถนำไปใช้ร่วมกับระบบการจัดการสารสนเทศทางภูมิศาสตร์

เอกสารอ้างอิง

ประเสริฐ สองเมืองม วิทยา ศรีทานันท์ม ทรงชัย วัฒนพายุ์พกุลม วีรพันธ์ แพทยานักษ์ม แพรพรรณ กุลนทีทิพย์

และชอบ คณะฤกษ์. 2531. การศึกษาการใช้ปุ๋ยหมักฟางข้าวระยะยาวต่อสรีระนิเวศน์ของข้าวและสมบัติของ

ดินในภาคตะวันออกเฉียงเหนือ. เอกสารวิชาการด้านปฐพีวิทยา การประชุมประจำปี 2531. 22-24 กุมภาพันธ์ 2531. กลุ่มงานวิจัยดินและปุ๋ยข้าว กองปฐพีวิทยา กรมวิชาการเกษตร.

Chareonsilp, N., P. Promnart and P. Charoendham. 1998. Methane Emission from Deepwater Rice in Thailand, Final workshop and Annual Meeting Interregional Research Programme on Methane Emission from Rice Fields (GLO/91/G31), IRRI-UNDP Final Workshop, Beijing and Hangzhou, 10-13 August 1998.

Chairoj, P., K.Yaki, H. Tsuruta, P. Minami, P. and W. Cholitkul. 1996. Methane emission from paddy fields in Thailand. Workshop on Paddy Fields : Control of GHG Emission and Sustainable Agriculture. Japan.

Intergovernmental Panel on Climate Change (IPCC). 1997. Revised 1996 IPCC Guidelines for National Greenhouse Gas Inventory. Workbook, Chapter 4.3, Agriculture: Methane emission from rice cultivation, OECD, Paris, France.

Jermasawatdipong, P., Jun Murase, P. Prabuddham, Y. Hasathon, N. Khomthong, K. Naklang, A. Watanabe, H. Haraguchi and M. Kimura. 1994. Methane emission from plots with differences in fertilizer application in Thai paddy fields. Soil Sci.Plant Nutr. (40) 63-71.

Javellana, A.M., R.S. Lantin, R. Wassmann and H.U. Neue. 1995. Methane emission from rice fields. IRRI-EPA-UNDP Workplan Meeting Report.

Kimura, M., Y. Miura, A. Watanabe, J. Murase and S. Kuwatsuka.1992. Methane production and its fate in rice paddies. I. Effects of rice straw application and percolation rate on the leaching into subsoil of methane and other soil components. Soil Sci. Plant Nutr., 38:665-672.

Neue, H.U., R. Wassmann, R.S. Lantin, M.C. Alberto and J.B. Aduna.1994. Effects of rice cultivars on methane emission. IRRN 19:3.,32 pp.

Sass, R.L., F.M. Fisher, P.A. Harcombe, and F.T. Turner. 1991b. Mitigation of methane emission from rice fields: Possible adverse effects on incorporated rice straw. Global Biogeochem. Cycles 5:275-287.

Towprayoon, S., S. Asawapisit and P. Wanichpongpan. 1993. Methane emission from rice paddy fields in Thailand. Proceeding of the International Conference on Regional Environment and Climate Changes in East Asia. November 30 - December 3, 1993. Taiwan.

- Thailand Environmental Institute, 1997. Thailand's National Greenhouse Gas Inventory1990. A Report submitted to Office of Environmental Policy and Planning, Ministry of Science and Technology. Center for Applied Economics, Faculty of Economics, Kasetsart University, 2000.
- Thailand's National Greenhouse Gas Inventory1994. A report submitted to Office of Environmental Policy and Planning, Ministry of Science and Technology.
- Thailand Development Research Institute and Thailand Environment Institute. 1992. Preparation of National Strategy on Global Climate Change: Thailand. A report submitted to the Government of Thailand. Thailand Environment Institute (TEI). Bangkok.
- Wang, Z. P., C.W. Lindau, R.D. Delaune and W.H. Patrick Jr. 1992. Methane production from anaerobic soil amended with rice straw and nitrogen fertilizers. *Fertilizer Research*. 33:115-121
- Wassmann, R., H. Papen and H. Rennenberg. 1993. Methane Emission from Rice Paddies and Possible Mitigation Strategies, *Atmosphere*, Volume 26, No. 1-4. pp 201-217, 1993.
- Yagi, K., P. Chairoj, H. Tsuruta, W. Cholitkul. and K. Minami. 1994. Methane emission from rice paddy fields in the central plain of Thailand. *Soil Sci. Plant Nutr.* 36:599-610.
- Yagi K. and K. Minami.1990. Effects of organic matter application on methane emission from some Japanese paddy fields. *Soil Sci. Plant Nutr.* 36:599-610

ภาคผนวกที่ 1

แบบสอบถามข้อมูลการปลูกข้าวในประเทศไทย

ภาค : จังหวัด : อำเภอ : หมู่บ้าน :	ตำแหน่ง : Latitude : Longitude :
ผู้สำรวจ :	หมายเหตุ :

1. วิธีการทำนา :

1.1 พื้นที่วิธีการทำนา (ไร่)

	นาดำ	นาหว่านน้ำ ตม	นาหว่าน ข้าวแห้ง	ข้าวไร่	นาหยอด	อื่น ๆ (ระบุ)
1. นาปี						
1.1 นาชลประทาน						
1.2 นาฝน						
- ค่อนข้างแห้งแล้ง						
- มีน้ำท่วมขัง						
1.3 นาข้าวขึ้นน้ำ						
นาปรัง						

หมายเหตุ :

1.2 พันธุ์ข้าว, พื้นที่ปลูก, อัตราการใช้เมล็ดพันธุ์ หรือ จำนวนต้นต่อไร่และระยะปลูก (เฉพาะนาดำ)

	พันธุ์	พื้นที่ ปลูก, ไร่	นาหว่าน	นาดำ		หมายเหตุ
			อัตราเมล็ด พันธุ์ กก/ไร่	ระยะระหว่างต้น/ แถว	จำนวนต้น ต่อไร่	
1. นาปี	1.1 นาชลประทาน					
		1.				
		2.				
		3.				
1.2 นาฝน	-ค่อนข้างแห้งแล้ง					
		1.				
		2.				
		3.				
	พันธุ์	พื้นที่ ปลูก, ไร่	นาหว่าน อัตราเมล็ด พันธุ์ กก/ไร่	นาดำ		หมายเหตุ
				ระยะระหว่างต้น/ แถว	จำนวนต้น/ ไร่	
- มีน้ำท่วมขัง						
		1.				
		2.				
		3.				
1.3 นาข้าวขึ้นน้ำ						
		1.				
		2.				
		3.				
2. นาปรัง						
		1.				
		2.				
		3.				
		1.				
		2.				
		3.				

หมายเหตุ :

.....

1.3 ลักษณะพื้นที่ปลูกข้าว (พื้นที่เป็นไร่ หรือเปอร์เซ็นต์ของพื้นที่ปลูกทั้งหมด)

	ที่ดอน.	ที่ลุ่ม	ที่ลุ่มน้ำลึก	เป็นพื้นที่ตนเอง หรือเช่า	อื่น ๆ
1. นาปี					
1.1 นาชลประทาน					
1.2 นาน้ำฝน					
- ค่อนข้างแห้งแล้ง					
- มีน้ำท่วมขัง					
1.3 นาข้าวขึ้นน้ำ					
2. นาปรัง					

หมายเหตุ :

1.4 ลักษณะพื้นที่ของพื้นที่ปลูกข้าว

	ที่ดอน.	ที่ลุ่ม	ที่ลุ่มน้ำลึก	เป็นพื้นที่ตนเอง หรือเช่า	อื่น ๆ
1. นาปี					
1.1 นาชลประทาน					
1.2 นาน้ำฝน					
- ค่อนข้างแห้งแล้ง					
- มีน้ำท่วมขัง					
1.3 นาข้าวขึ้นน้ำ					
2. นาปรัง					

หมายเหตุ :

1.5 ลักษณะเนื้อดิน :

	ดินเหนียว	ดินทราย	ดินร่วน	ดินร่วนปนทราย	อื่น ๆ
1. นาปี					
1.1 นาชลประทาน					
1.2 นาน้ำฝน					
- ค่อนข้างแห้งแล้ง					
- มีน้ำท่วมขัง					
1.3 นาข้าวขึ้นน้ำ					
2. นาปรัง					

หมายเหตุ :

1.6 ปัญหาดินในพื้นที่ :

	ดินเปรี้ยว.	ดินเค็ม	ดินเค็มน้ำกร่อย	ดินทรายจัด	อื่น ๆ
1. นาปี					
1.1 นาชลประทาน					
1.2 นาฝน					
- ค่อนข้างแห้งแล้ง					
- มีน้ำท่วมขัง					
1.3 นาข้าวขึ้นน้ำ					
2. นาปรัง					

หมายเหตุ :

1.7. การเตรียมดิน :

1.7.1 นาปักดำ

- แปลงกล้า [...] ไถตะ [...] ไถแปร [...] คราด [...] ทำเทือก
- แปลงปักดำ [...] ไถตะ [...] ไถแปร [...] คราด [...] ทำเทือก

1.7.2 นาหว่าน/นาหยอด [...] ไถตะ [...] ไถแปร [...] คราด

2. การจัดการเศษวัสดุพืชในไร่นา และอินทรีย์วัตถุ:

2.1 ความสูงของตอซังข้าวหลังการเก็บเกี่ยว

	0-5 ซม.	5-10 ซม.	10-15 ซม.	15-20 ซม.	>20 ซม.(ระบุความสูงจริง)
1. นาปี					
1.1 นาชลประทาน					
1.2 นาฝน					
- ค่อนข้างแห้งแล้ง					
- มีน้ำท่วมขัง					
1.3 นาข้าวขึ้นน้ำ					
2. นาปรัง					

หมายเหตุ :

2.2 ระยะเวลาที่ทำการไถกลบตอซังถึงเวลาปลูกข้าว :

	1 สัปดาห์	2 สัปดาห์	3 สัปดาห์	4 สัปดาห์	>4 สัปดาห์ (ระยะเวลาที่แน่นอน)
1. นาปี					
1.1 นาชลประทาน					
1.2 นาหน้าฝน					
- ค่อนข้างแห้งแล้ง					
- มีน้ำท่วมขัง					
1.3 นาข้าวขึ้นน้ำ					
2. นาปรัง					

หมายเหตุ :

2.3 ระบุวิธีการจัดการเศษวัสดุในไรนาโดยบอกเป็นเปอร์เซ็นต์ของพื้นที่ปลูก

	พื้นที่ปลูก (ไร่)	เปอร์เซ็นต์ของพื้นที่ปลูก				
		คลุมดิน	ไถกลบ	ใช้เลี้ยงสัตว์	เผา	อื่น ๆ (ระบุ)
1. นาปี						
1.1 นาชลประทาน						
1.2 นาหน้าฝน						
- ค่อนข้างแห้งแล้ง						
- มีน้ำท่วมขัง						
1.3 นาข้าวขึ้นน้ำ						
2. นาปรัง						

หมายเหตุ :

2.4 ระบุชนิดของปุ๋ยอินทรีย์ที่ชาวนาใช้เป็นเปอร์เซ็นต์ของพื้นที่

	วัสดุอินทรีย์ไม่ผ่านการหมัก (ระบุชนิด)	ปุ๋ยพืชสด (ระบุชนิดพืช)	ปุ๋ยคอก (ระบุชนิดสัตว์)	ปุ๋ยหมัก (ระบุชนิด)	อื่น ๆ (ระบุ)
1. นาปี					
1.1 นาชลประทาน					
1.2 นาหน้าฝน					
- ค่อนข้างแห้งแล้ง					
- มีน้ำท่วมขัง					
1.3 นาข้าวขึ้นน้ำ					
2. นาปรัง					

หมายเหตุ :

2.5 ปริมาณของปุ๋ยอินทรีย์ที่ชาวสวนใหญ่ใช้ บอกเป็นเปอร์เซ็นต์ของพื้นที่

	ไม่ใช้	100 กก/ไร่	200 กก/ไร่	400 กก/ไร่	>400 กก/ไร่ (ระบุ)
1. หนปี					
1.1 หนชลประทาน					
1.2 หนน้ำฝน					
- ค่อนข้างแห้งแล้ง					
- มีน้ำท่วมขัง					
1.3 หนข้าวขึ้นน้ำ					
2. หนปริง					

หมายเหตุ :

2.6 ชาวสวนใหญ่ใส่ปุ๋ยอินทรีย์ก่อนปลูกข้าวหนเท่าใด

	1 สัปดาห์	2 สัปดาห์	3 สัปดาห์	4 สัปดาห์	>4 สัปดาห์ (ระบุเวลาที่แน่นอน)
1. หนปี					
1.1 หนชลประทาน					
1.2 หนน้ำฝน					
- ค่อนข้างแห้งแล้ง					
- มีน้ำท่วมขัง					
1.3 หนข้าวขึ้นน้ำ					
2. หนปริง					

หมายเหตุ :

2.7 ปริมาณวัชพืชและวิธีกำจัดที่ชาวสวนใหญ่ใช้ (ปริมาณ H=มาก, M=ปานกลาง, S=น้อย)

	ข้งน้ำ	ไถกลบ	ใช้สารเคมี	เผา	อื่น ๆ (ระบุ)
1. หนปี					
1.1 หนชลประทาน					
1.2 หนน้ำฝน					
- ค่อนข้างแห้งแล้ง					
- มีน้ำท่วมขัง					
1.3 หนข้าวขึ้นน้ำ					
2. หนปริง					

หมายเหตุ :

3. การจัดการน้ำในการทำนาข้าว

3.1 นาข้าวมีน้ำท่วมขังก่อนปลูกข้าวนานเท่าใด

	1 สัปดาห์	2 สัปดาห์	3 สัปดาห์	4 สัปดาห์	>4 สัปดาห์ (ระยะเวลาที่แน่นอน)
1. นาปี					
1.1 นาชลประทาน					
1.2 นาน้ำฝน					
- ค่อนข้างแห้งแล้ง					
- มีน้ำท่วมขัง					
1.3 นาข้าวขึ้นน้ำ					
2. นาปรัง					

หมายเหตุ :

3.2 ชาวนาระบายน้ำออกจากนากี่ครั้งและเมื่อใดบ้าง (ระยะเวลาหลังการปลูก)

	จำนวนวันหลังการปลูกที่มีการระบายน้ำออกจากนา				
	ครั้งที่ 1	ครั้งที่ 2	ครั้งที่ 3	ครั้งที่ 4	ก่อนเก็บเกี่ยว
1. นาปี	 ถึง	 ถึง	 ถึง	 ถึง	 ถึง
1.1 นาชลประทาน	 ถึง	 ถึง	 ถึง	 ถึง	 ถึง
1.2 นาน้ำฝน	 ถึง	 ถึง	 ถึง	 ถึง	 ถึง
- ค่อนข้างแห้งแล้ง	 ถึง	 ถึง	 ถึง	 ถึง	 ถึง
- มีน้ำท่วมขัง	 ถึง	 ถึง	 ถึง	 ถึง	 ถึง
1.3 นาข้าวขึ้นน้ำ	 ถึง	 ถึง	 ถึง	 ถึง	 ถึง
2. นาปรัง	 ถึง	 ถึง	 ถึง	 ถึง	 ถึง

หมายเหตุ :

3.3 สำหรับนาน้ำฝน ระยะเวลาที่นาขาดน้ำในช่วงฤดูปลูก (จำนวนวันที่ผิวดินแห้ง)

	จำนวนวันที่ผิวดินแห้ง / วันที่ ... ถึง				
	ครั้งที่ 1	ครั้งที่ 2	ครั้งที่ 3	ครั้งที่ 4	ครั้งที่ 5
1. นาปี	 ถึง	 ถึง	 ถึง	 ถึง	 ถึง
1.1 นาชลประทาน	 ถึง	 ถึง	 ถึง	 ถึง	 ถึง
1.2 นาน้ำฝน	 ถึง	 ถึง	 ถึง	 ถึง	 ถึง
- ค่อนข้างแห้งแล้ง	 ถึง	 ถึง	 ถึง	 ถึง	 ถึง
- มีน้ำท่วมขัง	 ถึง	 ถึง	 ถึง	 ถึง	 ถึง
1.3 นาข้าวขึ้นน้ำ	 ถึง	 ถึง	 ถึง	 ถึง	 ถึง
2. นาปรัง	 ถึง	 ถึง	 ถึง	 ถึง	 ถึง

หมายเหตุ :

4. การจัดการปุ๋ยเคมี

4.1 ปริมาณปุ๋ยไนโตรเจนที่ชาวนาใช้ต่อพื้นที่ (คิดเป็นปริมาณ N ต่อพื้นที่)

	<10 กก / ไร่	10-15 กก / ไร่	16-20 กก / ไร่	20-25 กก / ไร่	> 25 กก / ไร่(ระบุ)
1. นาปี					
1.1 นาชลประทาน					
1.2 นาน้ำฝน					
- ค่อนข้างแห้งแล้ง					
- มีน้ำท่วมขัง					
1.3 นาข้าวขึ้นน้ำ					
2. นาปรัง					

หมายเหตุ :

4.2 วิธีการใส่ปุ๋ยที่ชาวนาใช้

	1 ครั้ง (หว่าน)	2 ครั้ง (หว่าน)	3 ครั้ง (หว่าน)	พ่นทางใบ	อื่น ๆ
1. นาปี					
1.1 นาชลประทาน					
1.2 นาน้ำฝน					
- ค่อนข้างแห้งแล้ง					
- มีน้ำท่วมขัง					
1.3 นาข้าวขึ้นน้ำ					
2. นาปรัง					

หมายเหตุ :

4.3 เวลาเมื่อใส่ปุ๋ย (จำนวนวันหลังปลูก) และปริมาณปุ๋ยที่ใส่ในแต่ละครั้ง

	ครั้งที่ 1		ครั้งที่ 2	
	วันที่ใส่ปุ๋ย (จำนวนวัน หลังปลูก)	ชนิดของปุ๋ย และ อัตราที่ใช้	วันที่ใส่ปุ๋ย (จำนวนวัน หลังปลูก)	ชนิดของปุ๋ย และ อัตราที่ใช้
1. นาปี				
1.1 นาชลประทาน				
1.2 นาน้ำฝน				
- ค่อนข้างแห้งแล้ง				
- มีน้ำท่วมขัง				
1.3 นาข้าวขึ้นน้ำ				
2. นาปรัง				

หมายเหตุ :

4.4 ชนิดของปุ๋ยไนโตรเจนที่ใช้

	ยูเรีย	Ammonium sulphate	อื่น ๆ (ระบุ)
1. นาปี			
1.1 นาชลประทาน			
1.2 นาฝ้าฝน			
- ค่อนข้างแห้งแล้ง			
- มีน้ำท่วมขัง			
1.3 นาข้าวขึ้นน้ำ			
2. นาปรัง			

หมายเหตุ :

ภาคผนวกที่ 2

คู่มือเก็บตัวอย่างก๊าซมีเทน

โดย ดร.พิมพันธ์ เจริญสวัสดิพงษ์

1. วิธีการเก็บตัวอย่างก๊าซ

1.1 เก็บตัวอย่างก๊าซสปีดาร์สแต่ละครั้งสำหรับนาที่มีน้ำขังตลอด จะเป็นวันใดของสปีดาร์สก็ได้ สำหรับน่าน้ำฝน ในระยะที่ฝนเริ่มทิ้งช่วง ให้เก็บตัวอย่างก๊าซเพิ่มขึ้น โดยเก็บวันที่น้ำเริ่มแห้งจากผิวดิน และหลังจากนั้นอีก 2 วัน

1.2 เตรียมอุปกรณ์ที่ใช้เก็บตัวอย่างก๊าซให้เรียบร้อย เช่น

- หลอดเก็บตัวอย่าง ที่บันทึกเบอร์หลอดและ treatment หรือ เบอร์ plot ในตารางที่ 2 เรียบร้อยแล้ว หลอดเก็บตัวอย่างเหล่านี้ ได้ทำ vacuum ไว้แล้ว แต่ถ้ามีความผิดพลาดในการเก็บตัวอย่างเกิดขึ้น หรือหลอดรั่ว ให้ทำ vacuum ใหม่ โดยการดูดอากาศออกจากหลอดโดยใช้เข็มฉีดยา 2 ครั้ง แต่ละครั้งให้ดูดเกินกว่าปริมาตรของหลอด เช่น หลอดมีความจุขนาด 10 มล. ให้ดูดเกิน 10 มล. (ประมาณ 15-20 มล.)
- Syringe และ เข็ม เตรียมสำรองไว้ หลาย ๆ ชุด
- นาฬิกา

1.2 เมื่อถึงวันเก็บตัวอย่างก๊าซ ครอบกล่อง A ลงบนฐาน PVC หรือ บนกล่อง C ก่อนครอบให้เปิดจุกยางสำหรับระบายอากาศที่ผาด้านบนของกล่อง A เมื่อครอบเสร็จแล้วจึงปิดจุกนี้ และเมื่อจะยกกล่อง A ขึ้น ให้เปิดจุกนี้เพื่อระบายอากาศ จะได้ยกขึ้นได้สะดวก

สำหรับนาที่มีน้ำขังตลอด: วางกล่อง A ลงบนฐาน PVC ที่เตรียมไว้ (ฐาน เป็น ท่อ PVC ที่ตอกไว้ในดิน 4 จุด ให้รองรับพอดีทั้ง 4 มุมของกล่อง A ระดับของท่อ PVC จะต้องอยู่ต่ำกว่าระดับน้ำในนาเสมอ และเมื่อวางกล่อง A ลงแล้ว ด้านล่างของกล่อง A จะต้องจมอยู่ในน้ำ ในขณะที่เก็บตัวอย่างก๊าซ) บันทึกระดับจากขอบกล่องด้านล่างถึงระดับน้ำ (h, ดูในรูป) ในตารางที่ 1

สำหรับน่าน้ำฝนที่มีน้ำขังเป็นครั้งคราว: ครอบกล่อง A ลงบนกล่องฐาน C ที่ฝังไว้ในนา เรียบร้อยแล้ว โดยวางลงในรางที่ขอบกล่อง C แล้วเติมน้ำให้เต็มราง เพื่อกันก๊าซรั่วออก บันทึกระดับจากผิวน้ำถึงขอบกล่อง C (h, ดูในรูป) ในตารางที่ 1

1.3 ต่อพัฒนกับแบตเตอรี่ให้พัฒนหมุน เสียบเทอร์โมมิเตอร์ ตรวจดูความเรียบร้อยว่าไม่มีรูรั่วอื่น ๆ สำหรับกล่อง C มีรูเจาะที่ด้านข้างสำหรับให้น้ำไหลผ่านเข้าออก ต้องปิดรูนี้ด้วย

1.4 เมื่อได้กำหนดเวลา ให้เสียบเข็มฉีดยาลงในช่องสำหรับดูดเก็บตัวอย่าง สูบลมเข้าออก syringe สัก 5 ครั้ง แล้วดูนาฬิกา เมื่อเข็มวินาทีชี้ที่เลข 12 ให้ดูดเก็บตัวอย่าง

ประมาณ 15 มล. ปลอยมือออกจากกระบอกฉีดยา หยุดไว้สัก 3-5 วินาที เพื่อให้แรงดันอากาศภายในหลอดปรับตัว แล้งดึงเข็มออก

- 1.5 เสียบเข็มลงบนจุกของหลอดเก็บตัวอย่าง ปลอยมือจากก้านสูบของกระบอกฉีดยา ก๊าซในหลอดฉีดยาจะไหลเข้าหลอดเก็บตัวอย่าง เมื่อก้านสูบกระบอกฉีดยาหยุดเคลื่อนที่ (ด้วยแรงดันอากาศภายนอกที่สูงกว่าแรงดันอากาศภายในหลอดตัวอย่าง) ให้ดันก้านสูบฉีดให้ก๊าซเพิ่มเข้าในหลอด แล้วปลอยมือจากก้านสูบ คอยให้แรงดันของก๊าซภายในหลอดเก็บตัวอย่างและในกระบอกฉีดยาเกิดความสมดุลย์ สัก 2-3 วินาที แล้งดึงเข็มออก

หมายเหตุ ให้สังเกตด้วยว่า ก๊าซที่ไหลเข้าหลอดมีปริมาตรเท่าไรด้วย โดยดูได้จากปริมาตรที่อ่านได้จากกระบอกฉีดยาเมื่อก้านสูบหยุดลงหลังจากก๊าซไหลเข้าหลอดตัวอย่าง ถ้าปริมาตรต่ำกว่า ปริมาตรของหลอด ให้เก็บตัวอย่างก๊าซซ้ำอีกโดยใช้หลอดใหม่ หรือทำสุญญากาศเองเมื่อเก็บตัวอย่างซ้ำ ให้จดเวลาที่ถูกต้องด้วยว่าห่างจากการเก็บตัวอย่างครั้งที่แล้วกี่นาที ข้อมูลเวลานี้สำคัญมาก

- 1.6 เรียงหลอดเก็บตัวอย่างที่มีตัวอย่างก๊าซแล้วตามลำดับ
- 1.5 อ่านอุณหภูมิภายในกล่องในอากาศและที่ใต้ดินที่ระดับลึก 5 ซม. บันทึกในตารางที่ 1
- 1.6 เก็บตัวอย่างก๊าซจากแต่ละ plot ทุก 5 นาที ต่อเนื่องจนได้ครบ 5 ตัวอย่าง กำหนดให้ตัวอย่างแรกเป็นเวลา 0 ตัวอย่างในลำดับถัดไป เป็นเวลาที่ 5,10,15 และ 20 นาที
- 1.7 เมื่อต้นข้าวสูงกว่าระดับของกล่อง A ให้ใช้กล่อง B เสริม โดยวางกล่อง B บนฐาน แล้วจึงวางกล่อง A ซ้อนบนกล่อง B เติมน้ำในรางของกล่อง B ด้วย

2. ข้อมูลที่ต้องบันทึก

2.1 ข้อมูลขณะเก็บตัวอย่างก๊าซ ต้องบันทึกทุกครั้ง

- 2.1.1 วันที่เก็บตัวอย่าง
- 2.1.2 ระยะการเจริญเติบโตของต้นข้าว
- 2.1.3 อุณหภูมิ : ภายในกล่อง, อากาศ, ดินลึก 5 ซม.
- 2.1.4 ระยะสูงจากผิวน้ำถึงถึงขอบกล่อง (h)

2.2 ข้อมูลทั่วไป ข้อมูลที่ต้องบันทึก ประกอบด้วย

- 2.2.1 ข้อมูลระยะจากผิวดินถึงขอบกล่องฐาน ของทุกกล่อง
- 2.2.1 ข้อมูลการเตรียมดิน วันที่การไถ คราด
- 2.2.2 ข้อมูลการให้น้ำ ปริมาณน้ำในนา แปลงชลประทานต้องมีน้ำท่วมขังตลอดเวลาสำหรับแปลงน่าน้ำฝน บันทึกระดับน้ำในนาทุกวัน
- 2.2.3 ปริมาณวัชพืช และชนิด วิธีการกำจัดวัชพืช (ถอน ไถกลบ เผา)
- 2.2.4 พันธุ์ข้าว วิธีปลูก (หว่าน, ดำ) ระยะห่างระหว่างต้น หรืออัตราเมล็ดพันธุ์ต่อพื้นที่
- 2.2.5 วันที่ปลูก วันที่เตรียมต้นกล้า อายุต้นกล้าเมื่อปักดำ

2.2.6 ข้อมูลการใส่ปุ๋ย ทั้งปุ๋ยอินทรีย์ และปุ๋ยเคมี บันทึกชนิดของปุ๋ย ปริมาณที่ใช้ วันที่ใส่ปุ๋ย และ วิธีใส่ (หว่าน, ไถกลบ)
ถ้าเป็นปุ๋ยพืชสด บันทึกชนิดของพืช วันที่ทำการไถกลบ ปริมาณหรือผลผลิตของพืช

3. การเก็บตัวอย่างดิน

เก็บตัวอย่างดิน ก่อนดำนา หรือหว่านข้าว และเมื่อเก็บเกี่ยวผลผลิตแล้ว : เก็บแบบ composit ภายในแต่ละ plot

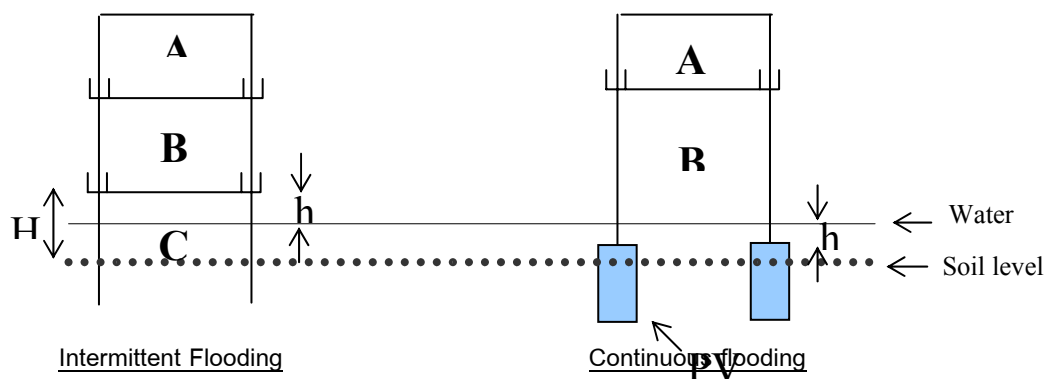
4. การวัดการเจริญเติบโตของข้าวและผลผลิต

4.1 วัดความสูงของต้นข้าว และจำนวนแขนงต้น (tiller) ทุก 2 สัปดาห์

4.2 บันทึกวันที่ข้าวตั้งท้อง ออกดอก ดอกบาน เก็บเกี่ยว

4.3 วัดผลผลิตข้าว grain yield, น้ำหนักตอซัง

6. ข้อมูลน้ำฝน และอุณหภูมิรายวัน ของสถานีฯ หรือศูนย์วิจัยข้าว



ข้อมูลขณะเก็บตัวอย่างก๊าซ ต้องบันทึกทุกครั้ง

ตารางที่ 1 ข้อมูลอุณหภูมิ และระยะสูงผิวหน้า-ขอบกล่อง

วันที่

จังหวัด ผู้เก็บตัวอย่าง

ระยะการเจริญเติบโตของต้นข้าว ☐ แตกกอ ☐ ตั้งท้อง ☐ ออกดอก ☐ ดอกบาน

ระดับน้ำ / ความชื้นในนาข้าว ☐ > 5 cm ☐ = 5 cm ☐ < 5 cm ☐ และ ☐ ชื้น ☐ ค่อนข้าง

แห้ง ☐ แห้งมาก

☐ ใช้เฉพาะกล่อง A ☐ ใช้กล่อง B ซ้อนกล่อง A

[illegible]

ตารางที่ 2 ข้อมูลเบอร์หลอดเก็บตัวอย่างก๊าซ (vial number) และ treatment number และการเจริญเติบโตของต้นข้าว

จังหวัดวันที่ ผู้บันทึกข้อมูล

.....

Trt.	Rep.	เบอร์หลอดเก็บตัวอย่าง					ต้นที่ 1		ต้นที่ 2		ต้นที่ 3	
		เวลา 0	เวลา 5	เวลา 10	เวลา 15	เวลา 20	ความ สูง	จำนวน นกอ	ความ สูง	จำนวน นกอ	ความ สูง	จำนวน นกอ
1	1											
	2											
	3											
2	1											
	2											
	3											
3	1											
	2											
	3											
4	1											
	2											
	3											

หมายเหตุ

.....

...

.....

.....

.....

.....

ข้อมูลทั่วไปที่ต้องบันทึก

ตารางที่ 3 ข้อมูลการจัดการต่าง ๆ ในการทำนา ประกอบด้วย

1. จังหวัด ผู้บันทึก
2. การเตรียมดิน
วันที่ ไถ..... คราด
- ความชื้นดิน เมื่อเตรียมดิน [...] ขึ้น [...] และ [...] น้ำขัง
3. ข้อมูลความชื้นดิน
วันที่นาข้าวเริ่มมีน้ำท่วมขัง
4. ปริมาณวัชพืช และชนิด วิธีการกำจัดวัชพืช
4.1 ชนิดวัชพืช
- 4.2 ปริมาณวัชพืช [...] ไม่มี [...] น้อย [...] ปานกลาง [...] มาก
5. การปลูกข้าว
5.1 พันธุ์ข้าว
- 5.2 วิธีปลูก [...] ดำ [...] หว่านน้ำตม [...] หว่านข้าวแห้ง [...] drill
- 5.3 ระยะห่าง / อัตราเมล็ดพันธุ์ต่อพื้นที่
- 5.4 วันที่ปลูก ปักดำ / หว่าน
- 5.5 วันที่เตรียมต้นกล้า อายุต้นกล้าเมื่อปักดำ
- 5.6 วันที่ระบายน้ำออกจากนาก่อนเก็บเกี่ยว
- 5.7 วันที่เก็บเกี่ยว
6. ข้อมูลการใส่ปุ๋ย
5.1 การใส่ปุ๋ยอินทรีย์ ชนิด อัตรา วิธี
..... วันที่
- 5.2 การใส่ปุ๋ยเคมี ปุ๋ยรองพื้น ชนิด อัตรา วิธี
..... วันที่
- 5.3 การใส่ปุ๋ยเคมี ปุ๋ยแต่งหน้า ชนิด อัตรา วิธี
..... วันที่

ภาคผนวกที่ 3

ตารางข้อมูลการงดให้น้ำชลประทานสำหรับงานทดลองปลูกข้าวในกระถางที่ภาควิชาปฐพีวิทยา คณะเกษตร มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ 2544-45

Transplanting date 13/12/2001

Soil	Treatment	Rep	Cycle I		Cycle II	
			Stop	Irrigate	Stop	Irrigate
Roiet	2	Date				
		1	25/12/01	9/1/02	14/1/02	23/1/02
		2	25/12/01	9/1/02	14/1/02	23/1/02
		3	25/12/01	7/1/02	14/1/02	23/1/02
		Number of day				
		1	12	27	32	41
		2	12	27	32	41
		3	12	25	32	41
		Average	12	26	32	41
	3	Date				
		1	1/1/02	12/1/02		
		2	1/1/02	14/1/02		
		3	1/1/02	17/1/02		
		Number of day				
		1	19	30		
		2	19	32		
		3	19	35		
		Average	19	32		
	4	Date				
		1	1/1/02	14/1/02		
		2	1/1/02	17/1/02		
		3	1/1/02	17/1/02		
		Number of day				
		1	19	32		
		2	19	35		
		3	19	35		
		Average	19	34		
	5	Date				
		1	27/12/01	14/1/02		
		2	27/12/01	17/1/02		
		3	27/12/01	12/1/02		
		Number of day				
		1	14	32		
		2	14	35		
		3	14	30		
		Average	14	32		

Transplanting date 13/12/2001

Soil	Treatment	Rep	Cycle I		Cycle II	
			Stop	Irrigate	Stop	Irrigate
Khoksamrong	1	Date				
		1	25/12/01	5/1/02	14/1/02	23/1/02
		2	25/12/01	7/1/02	14/1/02	23/1/02
		3	25/12/01	7/1/02	14/1/02	23/1/02
		Number of day				
		1	12	23	32	41
		2	12	25	32	41
		3	12	25	32	41
		Average	12	24	32	41
	2	Date				
		1	1/1/02	11/1/02		
		2	1/1/02	9/1/02		
		3	1/1/02	10/1/02		
		Number of day				
		1	19	29		
		2	19	27		
		3	19	28		
		Average	19	28		
		Date				
		1	1/1/02	12/1/02		
		2	1/1/02	12/1/02		
		3	1/1/02	12/1/02		
		Number of day				
		1	19	30		
		2	19	30		
		3	19	30		
		Average	19	30		
		Date				
		1	27/12/01	9/1/02		
		2	27/12/01	9/1/02		
		3	27/12/01	9/1/02		
		Number of day				
		1	14	27		
		2	14	27		
		3	14	27		
		Average	14	27		

Transplanting date 13/12/2001

Soil	Treatment	Rep	Cycle I		Cycle II	
			Stop	Irrigate	Stop	Irrigate
Saraburi	1		Date			
		1	25/12/01	11/1/02	14/1/02	24/1/02
		2	25/12/01	12/1/02	14/1/02	28/1/02
		3	25/12/01	10/1/02	14/1/02	23/1/02
			Number of day			
		1	12	29	32	42
		2	12	30	32	46
		3	12	28	32	41
		Average	12	29	32	43
	2		Date			
		1	1/1/02	14/1/02		
		2	1/1/02	11/1/02		
		3	1/1/02	12/1/02		
			Number of day			
		1	19	32		
		2	19	29		
		3	19	30		
		Average	19	30		
	3		Date			
		1	1/1/02	12/1/02		
		2	1/1/02	14/1/02		
		3	1/1/02	14/1/02		
			Number of day			
		1	19	30		
		2	19	32		
		3	19	32		
		Average	19	31		
	4		Date			
		1	27/12/01	11/1/02		
		2	27/12/01	11/1/02		
		3	27/12/01	11/1/02		
			Number of day			
		1	14	29		
		2	14	29		
		3	14	29		
		Average	14	29		

Transplanting date 13/12/01

Soil	Treatment	Rep	Cycle I		Cycle II	
			Stop	Irrigate	Stop	Irrigate
Pak-tho	1		Date			
		1	25/12/01	7/1/02	14/1/02	23/1/02
		2	25/12/01	5/1/02	14/1/02	21/1/02
		3	25/12/01	5/1/02	14/1/02	21/1/02
			Number of day			
		1	12	25	32	41
		2	12	23	32	39
		3	12	23	32	39
		Average	12	24	32	40
	2		Date			
		1	1/1/02	11/1/02		
		2	1/1/02	14/1/02		
		3	1/1/02	9/1/02		
			Number of day			
		1	19	29		
		2	19	32		
		3	19	27		
		Average	19	29		
	3		Date			
		1	1/1/02	12/1/02		
		2	1/1/02	11/1/02		
		3	1/1/02	11/1/02		
			Number of day			
		1	19	30		
		2	19	29		
		3	19	29		
		Average	19	29		
	4		Date			
		1	27/12/01	9/1/02		
		2	27/12/01	9/1/02		
		3	27/12/01	9/1/02		
			Number of day			
		1	14	27		
		2	14	27		
		3	14	27		
		Average	14	27		

ความสูงของต้นข้าว (cm) ในดินชุดต่าง ๆ ปลูกในกระถาง ช่วงฤดูนาปี 2544 ที่ได้รับการจัดการน้ำแบบต่าง ๆ

Soil	Date	Treatment No.				
		T1	T2	T3	T4	T5
Roi-et	26/6/2001	33.3	34.2	33.0	33.7	34.3
	13/7/2001	55.0	56.0	55.7	56.0	56.5
	24/7/2001	60.7	60.3	61.0	62.0	62.7
	10/8/2001	74.0	72.0	73.7	73.7	78.7
	18/9/2001	98.3	97.3	97.3	107.7	96.3

Soil	Date	Treatment No.				
		T1	T2	T3	T4	T5
Khok-samrong	26/6/2001	33.7	33.5	34.0	34.3	33.5
	13/7/2001	67.0	64.3	64.3	63.0	63.0
	24/7/2001	68.0	68.7	66.7	68.3	67.7
	10/8/2001	92.3	89.0	91.7	89.3	85.7
	18/9/2001	109.7	111.7	108.7	112.0	114.0

Soil	Date	Treatment No.				
		T1	T2	T3	T4	T5
Saraburi	26/6/2001	34.0	34.0	34.2	33.7	33.7
	13/7/2001	62.0	59.3	57.3	58.0	57.0
	24/7/2001	67.3	64.7	61.3	61.3	61.3
	10/8/2001	86.7	93.7	94.0	91.3	93.3
	18/9/2001	103.0	111.0	110.0	115.0	107.7

Soil	Date	Treatment No.				
		T1	T2	T3	T4	T5
Pak-thoh	26/6/2001	33.5	34.8	33.5	33.5	34.8
	13/7/2001	64.0	61.7	63.3	65.0	62.7
	24/7/2001	69.7	75.0	69.0	69.3	74.0
	10/8/2001	90.3	92.0	93.3	93.7	92.0
	18/9/2001	105.3	110.7	108.3	114.3	110.2

การแตกกอของต้นข้าวในดินชุดต่าง ๆ ปลูกในกระถาง ช่วงพฤษภาคม 2544 ที่ได้รับการจัดการน้ำแบบต่าง ๆ

Soil	Date	Treatment No.				
		T1	T2	T3	T4	T5
Roi-et	26/6/2001	3.0	3.0	3.0	3.0	3.0
	13/7/2001	12.3	14.7	14.3	18.7	13.0
	24/7/2001	24.0	36.3	22.0	23.0	25.0
	10/8/2001	36.3	57.7	41.7	47.0	42.3
	18/9/2001	41.3	49.3	42.3	43.3	47.0

Soil	Date	Treatment No.				
		T1	T2	T3	T4	T5
Khok-samrong	26/6/2001	3.0	3.0	3.0	3.0	3.0
	13/7/2001	34.0	29.7	29.7	26.3	33.0
	24/7/2001	57.7	58.3	57.0	48.7	63.3
	10/8/2001	59.7	57.7	60.0	58.7	59.7
	18/9/2001	50.0	48.3	52.7	50.7	49.0

Soil	Date	Treatment No.				
		T1	T2	T3	T4	T5
Saraburi	26/6/2001	3.0	3.0	3.0	3.0	3.0
	13/7/2001	21.3	19.7	16.0	21.3	17.0
	24/7/2001	44.0	43.3	33.0	41.0	34.0
	10/8/2001	63.3	64.7	66.3	66.7	63.3
	18/9/2001	60.0	58.0	60.0	60.7	59.7

Soil	Date	Treatment No.				
		T1	T2	T3	T4	T5
Pak-thoh	26/6/2001	3.0	3.0	3.0	3.0	3.0
	13/7/2001	27.3	25.3	34.3	33.0	29.7
	24/7/2001	52.0	54.7	50.0	52.0	58.7
	10/8/2001	60.0	62.3	58.0	60.7	66.3
	18/9/2001	47.7	53.3	49.0	47.0	49.7

การแตกกอของต้นข้าวในดินชุดต่าง ๆ ปลูกในกระถาง ช่วงฤดูนาปรัง 2545 ที่ได้รับการจัดการน้ำแบบต่าง
 ๑

Soil	Date	Treatment No.				
		T1	T2	T3	T4	T5
Roi-et	7/12/2001	21.0	21.2	21.0	22.2	22.0
	7/1/2002	50.3	50.0	58.7	54.0	55.3
	7/2/2002	62.3	64.0	65.7	64.7	66.3
	7/3/2002	62.3	64.7	65.0	64.3	68.3
	26/3/2002	79.0	82.0	80.0	77.7	86.3

Soil	Date	Treatment No.				
		T1	T2	T3	T4	T5
Khok-samrong	7/12/2001	20.7	20.5	21.7	21.7	22.2
	7/1/2002	52.7	56.0	58.3	55.3	55.0
	7/2/2002	75.0	79.7	81.3	77.7	75.3
	7/3/2002	75.0	77.7	75.0	73.7	77.0
	26/3/2002	91.7	90.7	91.3	86.7	91.7

Soil	Date	Treatment No.				
		T1	T2	T3	T4	T5
Saraburi	7/12/2001	22.0	21.2	21.2	21.3	21.0
	7/1/2002	49.0	49.0	52.7	51.3	53.5
	7/2/2002	75.3	74.0	78.3	76.7	73.3
	7/3/2002	75.3	76.7	72.7	74.0	66.0
	26/3/2002	96.0	92.7	96.3	92.0	96.0

Soil	Date	Treatment No.				
		T1	T2	T3	T4	T5
Pak-thoh	7/12/2001	20.5	21.5	20.5	20.5	22.3
	7/1/2002	59.7	57.0	62.3	57.7	60.0
	7/2/2002	75.7	75.0	75.3	77.3	81.7
	7/3/2002	75.7	77.3	81.7	83.7	87.0
	26/3/2002	95.7	95.0	95.7	99.7	104.7

การแตกกอของต้นข้าว (cm) ในดินชุดต่าง ๆ ปลูกในกระถาง ช่วงฤดูนาปรัง 2545 ที่ได้รับการจัดการน้ำแบบต่าง ๆ

Soil	Date	Treatment No.				
		T1	T2	T3	T4	T5
Roi-et	7/12/2001	3.0	3.0	3.0	3.0	3.0
	7/1/2002	19.3	13.3	23.7	20.0	16.0
	7/2/2002	25.3	25.7	26.7	27.7	27.0
	7/3/2002	25.3	27.7	26.7	27.0	28.3
	26/3/2002	35.7	34.3	37.0	42.0	41.0

Soil	Date	Treatment No.				
		T1	T2	T3	T4	T5
Khok-samrong	7/12/2001	3.0	3.0	3.0	3.0	3.0
	7/1/2002	27.0	21.0	26.3	23.3	29.3
	7/2/2002	35.0	33.3	33.0	32.7	36.0
	7/3/2002	35.0	32.7	30.7	33.3	32.7
	26/3/2002	42.3	40.0	37.7	39.7	42.3

Soil	Date	Treatment No.				
		T1	T2	T3	T4	T5
Saraburi	7/12/2001	3.0	3.0	3.0	3.0	3.0
	7/1/2002	14.0	13.0	18.0	17.7	17.0
	7/2/2002	36.3	33.7	33.7	36.7	35.3
	7/3/2002	36.3	36.7	37.0	32.7	31.5
	26/3/2002	45.0	45.3	49.0	39.7	40.0

Soil	Date	Treatment No.				
		T1	T2	T3	T4	T5
Pak-thoh	7/12/2001	3.0	3.0	3.0	3.0	3.0
	7/1/2002	26.7	30.3	28.0	22.3	27.3
	7/2/2002	31.7	31.7	31.7	34.7	36.7
	7/3/2002	31.7	34.7	33.7	30.0	32.7
	26/3/2002	41.3	44.3	39.3	38.3	41.7

ภาคผนวกที่ 4

บทความสำหรับการเผยแพร่

การที่ก๊าซมีเทนในบรรยากาศทวีความเข้มข้นขึ้นเป็นสาเหตุหนึ่งที่ทำให้เกิดสภาวะโลกร้อน หลังการปฏิวัติอุตสาหกรรมในปี คศ.1750-1800 ความเข้มข้นของก๊าซมีเทนในบรรยากาศโลกเพิ่มขึ้นมากกว่า 2 เท่าตัว จาก 0.7 ppm เป็น 1.7 ppm และมีอัตราการเพิ่มขึ้นเฉลี่ยประมาณ 1% ต่อปี แหล่งปลดปล่อยก๊าซมีเทนที่สำคัญจากนอกจากเกิดขึ้นเองตามธรรมชาติแล้ว กิจกรรมของมนุษย์เป็นสาเหตุสำคัญในการปลดปล่อยก๊าซมีเทนอีกทางหนึ่งด้วย เช่น การปศุสัตว์ และโดยเฉพาะการทำนาข้าวซึ่งเป็นพืชที่ปลูกภายใต้สภาพน้ำท่วมขัง อาจเป็นแหล่งที่มีความสำคัญมากยิ่งขึ้นเนื่องจากความต้องการข้าวเพื่อบริโภคของประชากรโลกสูงขึ้น ปัจจุบันพื้นที่นาข้าวได้เพิ่มมากขึ้นถึง 70% จากพื้นที่ในระยะเวลา 50 ปีที่ผ่านมา นอกจากนี้ การพัฒนาเทคโนโลยีการผลิต เพื่อเพิ่มผลผลิตข้าวต่อพื้นที่ และปรับปรุงคุณภาพข้าว ทั้งในด้านการจัดการดินและปุ๋ย และการปรับปรุงพันธุ์ให้มีผลผลิตสูง ทำให้คาดได้ว่าการปลดปล่อยก๊าซมีเทนจากนาข้าวมีปริมาณสูงขึ้นเป็นสัดส่วนกับพื้นที่ปลูกและปริมาณผลผลิตข้าวที่เพิ่มขึ้น

การศึกษาเกี่ยวกับการปลดปล่อยก๊าซมีเทนจากนาข้าวที่ผ่านมา ได้มีการสำรวจและศึกษาอย่างละเอียดในหลายประเทศ เช่น สหรัฐอเมริกา เยอรมัน อิตาลี ญี่ปุ่น จีน เกาหลี และอินเดีย เป็นต้น สำหรับประเทศไทย ได้มีการสำรวจและวัดปริมาณการปลดปล่อยก๊าซมีเทนจากพื้นที่ปลูกข้าวที่สำคัญหลายแห่งของประเทศ และได้นำข้อมูลจากพื้นที่ปลูกข้าวที่จังหวัดสุรินทร์ ปทุมธานี เชียงใหม่ และราชบุรี มาใช้ทำการประเมินปริมาณการปล่อยออกของประเทศสำหรับปีเพาะปลูก 1990 ซึ่งให้ค่าปริมาณการปลดปล่อยของประเทศ 1.786 Tg ต่ำกว่าการประเมินโดยใช้ค่าสัมประสิทธิ์การปล่อยออก (emission factors) ที่เสนอไว้ใน IPCC Guidelines (1995) ซึ่งคำนวณได้สูงถึง 4.743 Tg ต่อปี

อย่างไรก็ตาม ข้อมูลอัตราการปลดปล่อยก๊าซมีเทนจากนาข้าวที่ได้ทำการสำรวจและวัดจากนาข้าวในประเทศไทยยังไม่พอเพียงที่จะนำมาใช้ในการจัดทำบัญชีการปลดปล่อยก๊าซเรือนกระจกแห่งชาติได้ นอกจากนี้การปล่อยออกก๊าซมีเทนจากนาข้าวยังผันแปรกับปัจจัยต่างๆ มาก เช่น สภาพดินฟ้าอากาศ สภาพระบอบน้ำ สมบัติของดินทางเคมีและกายภาพ ปริมาณอินทรีย์วัตถุที่ย่อยสลายภายในดิน การจัดการปุ๋ย พันธุ์ข้าว การปลูกและการไถพรวนดิน ดังนั้น ทางโครงการวิจัยจึงได้ทำการสำรวจข้อมูลพื้นฐานวิธีการทำนาและลักษณะของนาข้าวในพื้นที่ปลูกข้าวที่สำคัญของประเทศ เพื่อใช้เป็นข้อมูลพื้นฐานในการเลือกพื้นที่ตัวแทนสำหรับวัดการปล่อยออกก๊าซมีเทนเพื่อให้การประเมินปริมาณการปล่อยออกของก๊าซมีเทนจากนาข้าวของประเทศไทยมีความแม่นยำมากยิ่งขึ้น

จากผลการสำรวจโดยการสอบถามจากชาวนาโดยตรงในปี 2543 พบว่าพื้นที่นาข้าวในประเทศไทยส่วนใหญ่เป็นพื้นที่เกษตรน้ำฝน % บางแห่งมีปัญหาความแห้งแล้ง % และน้ำท่วม % พบในภาคตะวันออกเฉียงเหนือเป็นส่วนใหญ่ มีเพียง % ที่อยู่ในเขตชลประทาน และ มีเพียง % ที่เป็นพื้นที่ปลูกข้าวทนน้ำลึกและข้าวขึ้นน้ำ ส่วนใหญ่กระจายอยู่ในที่ราบลุ่มภาคกลาง ข้าวที่ขึ้นอยู่ในพื้นที่เกษตรน้ำฝน มีช่วงเวลาที่เกิดสภาพแห้งแล้ง ซึ่งมีผลทำให้ปริมาณการปล่อยออกก๊าซมีเทนลดลงมากกว่าการ

ปลูกข้าวในเขตชลประทานซึ่งมีน้ำท่วมขังตลอดฤดูปลูก ทั้งนี้ ขึ้นกับระยะเวลาและความยาวนานของการเกิดสภาวะแห้งแล้ง มีผลทำให้ปริมาณการปล่อยออกของก๊าซมีเทนจากนาข้าวของทั้งประเทศลดลงได้มาก จากค่าที่เคยประเมินไว้โดยไม่ได้คำนึงถึงพื้นที่นาเกษตรน้ำฝน

ชาวนาไทยยังใช้ปุ๋ยเคมีในอัตราต่ำ โดยเฉพาะเขตเกษตรน้ำฝนในภาคตะวันออกเฉียงเหนือทั้งๆ ที่เป็นนาที่มีความอุดมสมบูรณ์ดินต่ำ แต่เนื่องจากพันธุ์ข้าวที่นิยมปลูกในภาคนี้มีการตอบสนองต่อปุ๋ยเคมีค่อนข้างต่ำ และคุณภาพของข้าวบางสายพันธุ์ที่เมื่อใส่ปุ๋ยมากกลับมีผลเสียต่อคุณภาพของข้าว เช่น ข้าวขาวดอกมะลิ105 ที่มีความหอมลดลงเมื่อใส่ปุ๋ยไนโตรเจนอัตราสูง ชาวนาในภาคตะวันออกเฉียงเหนือมีใช้ปุ๋ยอินทรีย์มากกว่าภาคอื่น ส่วนใหญ่เป็นปุ๋ยอินทรีย์จากมูลสัตว์ แต่ยังใส่ในอัตราค่อนข้างต่ำ ชาวนาในเขตชลประทานมีการใช้ปุ๋ยเคมีมากขึ้น ทำให้ได้ผลผลิตสูง โดยเฉพาะพื้นที่ๆ มีการปลูกข้าวไม่ไผ่ต่อช่วงแสง ซึ่งปลูกต่อเนื่องกันตลอดปี โดยมีระยะเวลาพักเตรียมดินเพียงแค่ระยะเวลานั้นๆ ดินนาได้รับวัสดุอินทรีย์จากเศษพืชและตอซังที่ค่อนข้างสดและใหม่ สามารถย่อยสลายง่ายในดินเมื่อขังน้ำสำหรับปลูกข้าวในฤดูต่อไป วัสดุอินทรีย์ที่ย่อยสลายง่ายเป็นต้นกำเนิดของการเกิดก๊าซมีเทน

การปลูกข้าวโดยการปักดำต้นกล้า ต้องมีการไถพรวนและคราดดินหลายครั้งจนดินเป็นเทือกและอ่อนนุ่มเหมาะแก่การปักดำและการหยั่งลึกของรากข้าว ยังเป็นการกำจัดวัชพืชที่ติดอีกด้วย การไถพรวนดินเป็นการคลุกเคล้าวัชพืชและตอซังลงดิน เมื่อมีน้ำขังเกิดการย่อยสลายของวัสดุอินทรีย์เหล่านี้เกิดก๊าซมีเทน เมื่อมีการรบกวนดินจากการไถดินทำเทือกและปักดำข้าว ทำให้ก๊าซมีเทนปลดปล่อยออกสู่บรรยากาศได้โดยตรง การปลูกข้าวแบบปักดำสิ้นเปลืองแรงงานแต่ให้ข้าวที่มีผลผลิตสูง และยังพบว่าทำให้การปล่อยออกก๊าซมีเทนสูงกว่าการปลูกแบบหว่านเมล็ดข้าวลงนาโดยตรง โดยเฉพาะการหว่านเมล็ดข้าวแห้งลงในนาขณะที่ดินมีความชื้นต่ำกว่าระดับอิ่มตัวด้วยน้ำ วิธีปลูกแบบนี้มีขั้นตอนการเตรียมดินน้อยกว่า ส่วนการปลูกแบบหว่านข้าวลงในนาที่น้ำตมนั้นยังต้องไถและคราดดินขณะน้ำท่วมขัง แต่ข้าวให้ผลผลิตสูงกว่าการปลูกแบบหว่านข้าวแห้ง การปลูกข้าวแบบหว่านข้าวออกกำลังเป็นที่นิยมในภาคกลางและภาคเหนือ ส่วนภาคตะวันออกเฉียงเหนือเนื่องจากดินนามีเนื้อดินหยาบและอัดตัวแน่นทำให้รากข้าวแผ่ขยายได้ยาก จึงยังคงนิยมวิธีการปลูกแบบปักดำ

ข้าวสายพันธุ์ต่างๆ มีการปล่อยออกก๊าซมีเทนต่างกัน ก๊าซมีเทนที่เกิดในดินเคลื่อนเข้าสู่รากข้าว ลำต้นโดยผ่านช่องอากาศที่เรียกว่า aerenchyma และปล่อยออกสู่บรรยากาศผ่านรูเปิดขนาดเล็กที่กาบใบข้าวแต่ละสปีชีส์มีสรีระที่แตกต่างกัน เช่น ลักษณะและขนาดของช่องอากาศ ความยาวและความหนาแน่นราก ความสูงและการแตกกอของต้นข้าว มีผลต่อการเคลื่อนย้ายก๊าซมีเทน นอกจากนี้ ใบและรากที่แก่และเน่าสลายในดิน รวมทั้งสารขับออกที่ราก (root exudation) ยังเป็นต้นอินทรีย์คาร์บอนที่เป็นต้นกำเนิดของก๊าซมีเทนอีกด้วย ในบรรดาข้าวหอมสายพันธุ์ต่าง ๆ ข้าวปทุมธานี1 ซึ่งเป็นข้าวที่ไม่ไผ่ต่อช่วงแสงปล่อยออกก๊าซมีเทนในอัตราใกล้เคียงกับข้าวขาวดอกมะลิ105 ซึ่งเป็นข้าวที่ไม่ไผ่ต่อช่วงแสง ปลูกได้เพียงปีละครั้ง นอกจากนี้ข้าวปทุมธานี1 ยังให้ผลผลิตข้าวสูงกว่าอีกด้วย ข้าวสายพันธุ์ทนน้ำลึกและข้าวขึ้นน้ำที่ปลูกส่วนใหญ่ในภาคกลางบริเวณที่มีน้ำท่วมขังลึก ปล่อยออกก๊าซมีเทนในอัตราสูงกว่าข้าวสายพันธุ์ที่ปลูกทั่วไปหลายสายพันธุ์ และเนื่องจากข้าวสายพันธุ์เหล่านี้มีอายุการเก็บเกี่ยวยาวกว่า ยิ่งทำให้

ปริมาณการปล่อยออกต่อฤดูปลูกสูงเพิ่มมากขึ้น และมีความสำคัญแม้ว่าพื้นที่ปลูกข้าวสายพันธุ์เหล่านี้มีเพียง 1-2% ของพื้นที่นาข้าวทั่วประเทศ

การระบายน้ำออกจากนาข้าวเป็นระยะๆ โดยเฉพาะจากดินนาที่มีอินทรีย์วัตถุสูง เป็นการระบายออกของสารที่ละลายออกมาในดินสูงมากเกินไปจนเป็นพิษแก่ต้นข้าว ทำให้ใบเหลืองและการเจริญเติบโตไม่ดี นอกจากนี้ยังเป็นการยับยั้งการเกิดก๊าซมีเทนอีกด้วย ทั้งนี้เนื่องจากเกิดการเติมออกซิเจนให้กับก๊าซมีเทนโดยการกระทำของจุลินทรีย์เมื่อได้รับก๊าซออกซิเจน แต่การระบายน้ำออกจากนาทำให้สิ้นเปลืองน้ำ ดังนั้น การเติมอากาศให้กับดินนาสามารถทำได้โดยการรดให้น้ำชลประทานจนดินแห้งถึงระดับหนึ่งแล้วจึงให้น้ำชลประทาน เวลาและระดับความชื้นของดินเมื่อดินแห้งมีความสำคัญต่อการเจริญเติบโตและให้ผลผลิตข้าว

การรักษาความชื้นดินที่ระดับอ้อมตัวด้วยน้ำและการให้น้ำเป็นครั้งคราวเมื่อผิวหน้าดินเริ่มแตกร้าวเป็นวิธีการที่ชาวนาสามารถสังเกตและปฏิบัติได้ แต่ไม่ใช่วิธีที่สามารถใช้กับดินทั่วไปได้ ซึ่งวิธีนี้สามารถลดการปล่อยออกก๊าซมีเทนได้สูงมาก แต่พบว่ามีผลทำให้ผลผลิตข้าวลดลงอย่างมีนัยสำคัญ การที่ดินมีความชื้นลดลง ศักย์วัสดุพื้นของน้ำในดินมีค่าเพิ่มขึ้น ดินเนื้อหยาบซึ่งมีช่องว่างขนาดใหญ่มากกว่าดินเนื้อละเอียด จึงสูญเสียน้ำมากกว่าดินเนื้อละเอียดเมื่อดินเริ่มแห้ง เมื่อดินแห้งจนกระทั่งศักย์วัสดุพื้นวัดได้ -50 ซม. พบว่าการปล่อยออกก๊าซมีเทนในดินเนื้อหยาบลดลง ในขณะที่ดินเนื้อละเอียดพบว่ามีปริมาณการปล่อยออกก๊าซมีเทนลดลงเมื่อศักย์วัสดุพื้นเพิ่มขึ้นถึง -200 ซม. ซึ่งใช้เวลานานมากกว่าการเติมก๊าซออกซิเจนแก่ดินนามีผลต่อการลดการปล่อยออกก๊าซมีเทนเมื่อข้าวอยู่ในระยะกลางของการแตกกอถึงสูงสุด

ภาคผนวกที่ 5

ตารางเปรียบเทียบวัตถุประสงค์ กิจกรรมที่วางแผนไว้ และกิจกรรมที่ดำเนินการมา และผลที่ได้รับตลอดโครงการ

วัตถุประสงค์ของโครงการ

1. เพื่อสำรวจและวัดการปล่อยออกของก๊าซมีเทนจากนาข้าวจากพื้นที่ปลูกข้าวสำคัญในประเทศไทย ภายใต้สภาวะแวดล้อม การจัดการน้ำ ดินและปุ๋ย วิธีการปลูก แตกต่างกัน ที่ปลูกในสภาพนาข้าวในเขตชลประทานทั้งการทำนาปีและนาปรัง
2. เพื่อรวบรวมข้อมูลอัตราการปลดปล่อยก๊าซมีเทนจากนาข้าวในประเทศไทย สำหรับจัดทำฐานข้อมูล เพื่อใช้ในการประเมินปริมาณปลดปล่อยของทั้งประเทศ
3. เพื่อรวบรวมข้อมูลและเทคโนโลยีที่เหมาะสมในการลดการเกิดและการปล่อยออกของก๊าซมีเทนจากนาข้าว

รายละเอียดผลการดำเนินงานของโครงการตามแผนงานโดยสรุป :

กิจกรรม (ตามแผน)	ผลที่คาดว่าจะได้รับ (ตามแผน)	ผลการดำเนินงาน	หมายเหตุ
<u>กิจกรรมที่ 1 การสำรวจข้อมูลพื้นที่และวิธีการทำนาในประเทศไทย</u> 1. รวบรวมข้อมูลการทำนาของเกษตรกรในการทำนาปีและนาปรัง 2. วิเคราะห์ข้อมูลทั้งหมด	 1. ข้อมูลการทำนาของเกษตรกรเพื่อใช้เป็นข้อมูลพื้นฐานในการประเมินปริมาณการปล่อยออกก๊าซมีเทนของประเทศ ในการจัดทำรายงานบัญชีการปล่อยออกก๊าซเรือนกระจกของประเทศไทย (Thailand's National Greenhouse Gas Inventory) 2. ใช้เป็นข้อมูลพื้นฐานสำหรับเลือกพื้นที่และกิจกรรมการทำนาที่เป็นตัวแทนของพื้นที่ปลูกข้าวของประเทศในการสำรวจและวัดอัตราการปล่อยก๊าซมีเทนจากนาข้าวต่อไป	 1. ได้ทำการสำรวจข้อมูลการทำนาของเกษตรกรทั่วประเทศ โดยการสัมภาษณ์เกษตรกรโดยตรงตามแบบสอบถามของโครงการ 2. ได้ทำการสัมภาษณ์เกษตรกรจำนวน 3,382 คน มีพื้นที่นารวม 64,370 ไร่ ใน 60 จังหวัด 3. ผลการวิเคราะห์ข้อมูลรายงานในหน้า 12-27	

กิจกรรมที่ 2 การปลดปล่อยก๊าซมีเทนจากการทำนาวิธีการต่าง ๆ 1. ดำเนินการวัดปริมาณการปล่อยออกก๊าซมีเทนในจังหวัด ภาคกลาง : สุพรรณบุรี ลพบุรี ปทุมธานี และกรุงเทพฯ ภาคเหนือ : พิจิตร พิษณุโลก แพร่ ภาคตะวันออกเฉียงเหนือ : อุบลราชธานี และ นครราชสีมา ภาคใต้ : พัทลุง 2. หัวข้อวิจัยเกี่ยวกับปัจจัยที่มีผลต่อการปล่อยออกก๊าซมีเทน โดยเลือกพื้นที่วิจัยตามความเหมาะสมจากพื้นที่ในข้อ 1	1. ได้คำสัมประสิทธิ์การปล่อยออกก๊าซมีเทนจากพื้นที่ปลูกข้าวที่สำคัญของประเทศ ทั้ง 4 ภูมิภาค รวม 10 แห่ง ทั้งการปลูกข้าวนาปี และนาปรัง รวมทั้งอัตราการปล่อยออกเมื่อมีการใส่ปุ๋ย วิธีการปลูก การเตรียมดิน และพันธุ์ข้าวที่นิยมปลูกมากในประเทศ	1. จัดกลุ่มหัวข้อวิจัยเป็น 3 กลุ่ม ดังนี้ กลุ่ม 1 : การศึกษาผลกระทบของการใส่อินทรีย์วัตถุต่อการปลดปล่อยก๊าซมีเทนจากนาข้าว ทำการวิจัยที่ จังหวัด ลพบุรี นครราชสีมา อุบลราชธานี และ สกลนคร กลุ่มที่ 2: การศึกษาการปลดปล่อยก๊าซมีเทนจากข้าวสายพันธุ์ต่างๆ ทำการศึกษาที่จังหวัด ปทุมธานี สุพรรณบุรี และ ปราจีนบุรี กลุ่ม 3: การศึกษาผลกระทบของการลดการไถพรวนดินและวิธีการปลูกข้าวต่อการปลดปล่อยก๊าซมีเทน ทำการศึกษาที่จังหวัด พิจิตร พิษณุโลก แพร่ และพัทลุง 2. ดำเนินการวิจัยได้ตามแผนที่วางไว้ ยกเว้นการศึกษาในฤดูปลูกข้าวนาปรังในปีที่ 2 ซึ่งไม่ได้รับความสะดวกทำให้ไม่สามารถดำเนินการวิจัยในพื้นที่เดิมได้ 3. ผลการศึกษารายงานไว้ในหน้า ที่ 28-92	ได้มีการปรับปรุงวิธีการเก็บตัวอย่างก๊าซตามคำแนะนำของ IPCC โดยเก็บตัวอย่างก๊าซถี่ขึ้นอย่างน้อย สัปดาห์ละ 2 ครั้ง จึงได้เริ่มปฏิบัติตามในการศึกษานี้ ทำให้มีตัวอย่างก๊าซที่ต้องวิเคราะห์เพิ่มมากขึ้นอีกเท่าตัว
กิจกรรมที่ 3 วัดปริมาณการปลดปล่อยก๊าซมีเทนในการทำนาปรังที่มีการใช้น้ำอย่างประหยัด 1. วัดปริมาณการปล่อยก๊าซมีเทนจากนาข้าวที่มีการควบคุมความชื้นดินในการทำนาปรังที่จังหวัด ปทุมธานี สุพรรณบุรี และ พิจิตร 2. เปรียบเทียบวิธีการควบคุมน้ำ 3 วิธี คือ continuous flooding, intermittent flooding และ saturation 3. เปรียบเทียบวิธีการปลูก 3	1. ได้วิธีการจัดการน้ำที่เหมาะสมที่ทำให้ลดการปล่อยออกก๊าซมีเทนจากนาข้าวในพื้นที่ปลูกข้าวนาปรังที่สำคัญของประเทศโดยให้มีผลกระทบต่อผลผลิตน้อยที่สุด 2. ได้ระดับพลังงานของน้ำในดินที่เหมาะสมในการลดความชื้นดินเมื่อทำการระบายน้ำ หรือ งดให้น้ำชลประทานลด	1. ได้วัดอัตราการปลดปล่อยก๊าซมีเทนจากพื้นที่ทดลอง ทั้ง 3 แห่ง และ ตามกรรมวิธีที่กำหนด ผลการศึกษาแสดงไว้หน้า 93-101 2. เนื่องจากไม่สามารถทำการวิจัยต่อในพื้นที่เดิมซ้ำในปีที่ 2 จึงได้เสนอขอเปลี่ยนแปลงวิธีการวิจัยเป็นการทดลองในเรือนทดลองและยืดเวลาการวิจัยออกไป	

วิธี คือ transplanting, wet seeding และ dry seeding		อีก เดือน 3. การทดลองในเรือนทดลอง ได้ดำเนินการที่ศูนย์วิจัยข้าวปราจีนบุรี และคณะเกษตร วิทยาเขตบางเขน กทม. ผลการดำเนินงานวิจัยรายงานไว้ในหน้า 102-126	
---	--	--	--