



รายงานฉบับสมบูรณ์ (Final report)

โครงการย่อยที่ 3 การศึกษาวิจัยปริมาณก๊าซมีเทนในระบบนํ้าน้อย
Methane emission from rice production system with water-saving irrigation

โครงการย่อยภายใต้ชุดโครงการวิจัยเชิงบูรณาการเพื่อเสริมสร้างประสิทธิภาพ
การผลิตข้าวบนพื้นที่สูง

แผนงานวิจัย : สนับสนุนการเสริมสร้างประสิทธิภาพการผลิตและการตลาด

โดย

บุญลือ คะเชนทร์ชาติ และ วัลลภ พงษ์เย็น

สนับสนุนทุนวิจัยโดย สถาบันวิจัยและพัฒนาพื้นที่สูง (องค์การมหาชน)

ประจำปีงบประมาณ พ.ศ. 2558

รายงานฉบับสมบูรณ์

(Final report)

โครงการย่อยที่ 3 การศึกษาวิจัยปริมาณก๊าซมีเทนในระบบนํ้าน้อย

Methane emission from rice production system with water-saving irrigation

โครงการย่อยภายใต้ชุดโครงการวิจัยเชิงบูรณาการเพื่อเสริมสร้างประสิทธิภาพ
การผลิตข้าวบนพื้นที่สูง

แผนงานวิจัย : สนับสนุนการเสริมสร้างประสิทธิภาพการผลิตและการตลาด

คณะผู้วิจัย

สังกัด

1. บุญลือ คะเชนทร์ชาติ

คณะสิ่งแวดล้อมและทรัพยากรศาสตร์

มหาวิทยาลัยมหิดล

2. วัลลภ พงษ์เย็น

สถาบันวิจัยเทคโนโลยีเกษตร

มหาวิทยาลัยราชภัฏวชิรเวศน์ลำปาง

มกราคม 2559

กิตติกรรมประกาศ

การศึกษาวิจัยปริมาณก๊าซมีเทนในระบบนํ้าน้อย (Methane emission from rice production system with water-saving irrigation) คือ โครงการย่อยที่ 3 ภายใต้ชุดโครงการวิจัยเชิงบูรณาการเพื่อเสริมสร้างประสิทธิภาพการผลิตข้าวบนพื้นที่สูง แผนงานวิจัย : สนับสนุนการเสริมสร้างประสิทธิภาพการผลิตและการตลาด ได้ดำเนินการจนสำเร็จลุล่วงตามวัตถุประสงค์ของการวิจัย คณะผู้วิจัย ขอขอบพระคุณสถาบันวิจัยและพัฒนาพื้นที่สูง(องค์การมหาชน) ที่สนับสนุนทุนวิจัยและเจ้าหน้าที่วิจัย ในการทำหน้าที่ในฐานะผู้อำนวยการความสะดวก (facilitator) และประสานงานวิจัยในพื้นที่โครงการขยายผลโครงการหลวงผาแดง และโครงการขยายผลโครงการหลวงห้วยฮ่องขุด คณะผู้วิจัยขอขอบคุณนักวิจัยท้องถิ่น หนึ่ง กับ ปาน แห่งบ้านผาแดง และ บุญมี กับ อาเพย แห่งบ้านแม่สาयนาเลา ที่ให้ความช่วยเหลืองานภาคสนามในทุกกระบวนการวิจัย และขอขอบคุณ นางสาวนิศาชล เรืองโสม นายชัยนันท์ กำลิ่งกล้า นางสาวจิราพร คงเกษม นางสาวอิรินทร นันทโรจนพร และนายพีระวิทย์ สิงโต คณะสิ่งแวดล้อมและทรัพยากรศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหิดล ในการทำหน้าที่ช่วยวิจัยในการเก็บข้อมูลภาคสนามและวิเคราะห์ข้อมูลเชิงปริมาณ คณะผู้วิจัยขอขอบพระคุณ นายสิโรจน์ ประคุณหังสิต สถาบันพัฒนาการชลประทาน สำนักวิจัยและพัฒนากรมชลประทาน และนายสมพร กันธวงค์ สถานีทดลองการใช้น้ำชลประทานที่ 1 (แม่แตง) สำนักบริหารจัดการน้ำและอุทกวิทยา กรมชลประทาน ที่ให้คำปรึกษาการดำเนินการวิจัยในภาคสนาม และสนับสนุนอุปกรณ์การเก็บข้อมูลอุตุณิยวิทยา

คณะผู้วิจัยขอขอบพระคุณ อธิการบดีมหาวิทยาลัยมหิดล ผู้อำนวยการสถาบันวิจัยเทคโนโลยีเกษตร มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลล้านนา ลำปาง และ นายวรเดช ชินพงศ์ธิตวิสัย หัวหน้าสถานีทดลองการใช้น้ำชลประทานที่ 1 (แม่แตง) ส่วนการใช้น้ำชลประทาน กรมชลประทาน ที่อนุญาตให้นักวิจัยได้ดำเนินการวิจัยและใช้ทรัพยากรขององค์กรอย่างเต็มที่ และคณะผู้วิจัยขอขอบพระคุณ คณบดีคณะสิ่งแวดล้อมและทรัพยากรศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหิดล ที่ให้ความอนุเคราะห์การใช้ห้องปฏิบัติการวิทยาศาสตร์ เครื่องมือวิทยาศาสตร์ขั้นพื้นฐานและขั้นสูง เพื่อใช้ทำงานวิจัยจนสำเร็จลุล่วง

คณะผู้วิจัย

มกราคม 2559

คณะผู้วิจัย

หัวหน้าโครงการ

ชื่อ-สกุล นายบุญลือ คะเซนทร์ชาติ
ตำแหน่ง อาจารย์
หน่วยงาน คณะสิ่งแวดล้อมและทรัพยากรศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหิดล
ที่อยู่ มหาวิทยาลัยมหิดล อ.ศาลายา จ.นครปฐม 73170
โทรศัพท์ 02-441-5000 ต่อ 1219; 089-7714510 โทรสาร 02-441-9509-10
Email: boonlue.kac@mahidol.ac.th

นักวิจัยร่วม

ชื่อ-สกุล นายวัลลภ พงษ์เย็น
ตำแหน่ง ผู้ช่วยศาสตราจารย์
หน่วยงาน สถาบันวิจัยเทคโนโลยีเกษตร มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลล้านนา ลำปาง
ที่อยู่ 202 หมู่ 17 ต. พิชัย อ. เมือง จ. ลำปาง 52000
โทรศัพท์ 054-342-553; 086-5861754 โทรสาร 054-342550
E-mail maewang9@hotmail.com

บทสรุปสำหรับผู้บริหาร

1. ปัญหาหลักที่ต้องการศึกษาและความสำคัญของเรื่อง

การขังน้ำในแปลงนาตลอดเวลานอกจากจะมีการสูญเสียไปแล้ว ยังก่อให้เกิดการปล่อยก๊าซมีเทน (CH_4) สู่ชั้นบรรยากาศ ผลการศึกษานาขั้นบันไดบนพื้นที่สูงมีอัตราการปล่อยก๊าซมีเทนเฉลี่ย $3.93 \text{ mg/m}^2/\text{hour}$ หรือ 112.5 kg/ha/crop ซึ่งปริมาณการปล่อยก๊าซมีเทนในการทำนาขั้นบันได หากใช้วิธีการระบายน้ำและให้น้ำท่วมขังเป็นช่วง ๆ หรือการแกล้งข้าว (alternate wetting and drying, AWD) มีประสิทธิภาพช่วยลดการปล่อยมีเทนได้ 64 % เมื่อเทียบกับการให้น้ำท่วมขังนาตลอดเวลา โดยที่ผลผลิตไม่ลดลง วิธีการทำนาของเกษตรกรบนพื้นที่สูงของประเทศไทย เป็นการทำนาอาศัยน้ำฝนและแหล่งน้ำธรรมชาติ ในรูปแบบของนาขั้นบันได มีการขังน้ำในแปลงนาตลอดฤดูปลูกด้วยความเชื่อที่ว่า “น้ำสามารถควบคุมวัชพืช” โดยขังน้ำในแปลงที่ระดับ 10 - 15 ซม.จากระดับผิวดิน เป็นผลให้การให้น้ำในระยะการเจริญเติบโตต่าง ๆ สูงกว่าความต้องการใช้น้ำในการเจริญเติบโตของข้าว ก่อให้เกิดการสูญเสียน้ำประมาณ 50 - 80 %

ดังนั้นงานวิจัยนี้ จึงได้ทำการศึกษาวิจัยปริมาณก๊าซมีเทนที่ปล่อยจากนาข้าวและศึกษาปริมาณการใช้น้ำในการปลูกข้าว ด้วยระบบนํ้าน้อยที่มีความเหมาะสมกับการทำนาบนพื้นที่สูง เพื่อเป็นแนวทางในการลดการปล่อยก๊าซมีเทนจากการทำนาขั้นบันไดและเป็นแนวทางในการบริหารจัดการน้ำอย่างมีประสิทธิภาพ ในการทำนาบนพื้นที่สูงและไม่ส่งผลกระทบต่อผลผลิตข้าว นอกจากนี้วิธีการจัดการน้ำในการทำนาข้าวบนพื้นที่สูงจากผลการวิจัยจะสามารถลดการปล่อยก๊าซมีเทน ลดการใช้น้ำ เพิ่มผลผลิตไปพร้อมกัน และเป็นที่ยอมรับและนำไปปฏิบัติได้จริงในแปลงนาของเกษตรกร

2. วัตถุประสงค์ของการวิจัย

- 2.1 เพื่อศึกษาปริมาณการปล่อยก๊าซเรือนกระจก ได้แก่ มีเทนและไนตรัสออกไซด์ ในนาข้าว เปรียบเทียบระหว่างระบบนํ้าน้อยกับระบบนํ้าขังบนพื้นที่สูง
- 2.2 เพื่อศึกษาปริมาณการใช้น้ำในนาข้าวระหว่างระบบนํ้าน้อยกับระบบนํ้าขังบนพื้นที่สูง
- 2.3 เพื่อวิเคราะห์ต้นทุนและผลตอบแทนทางเศรษฐศาสตร์ (cost-benefits analysis) เปรียบเทียบระหว่างระบบนํ้าน้อยกับระบบนํ้าขังบนพื้นที่สูง

3. วิธีการวิจัย

3.1 พื้นที่ศึกษาและระยะเวลาการศึกษา

ดำเนินการวิจัยในแปลงนาของเกษตรกร ได้แก่ พื้นที่บ้านผาแตก โครงการขยายผลโครงการหลวงผาแตก อ.แม่แตง จ.เชียงใหม่ ปลุกข้าวพันธุ์ลีลา หวานกล้า วันที่ 28 พ.ค. 2558 เก็บเกี่ยวผลผลิต วันที่ 8 พ.ย. 2558 (อายุข้าว 113 วันหลังปักดำ หรือ 164 วันหลังหว่าน) และ พื้นที่บ้านแม่สาयนาเลา โครงการขยายผลโครงการหลวงห่อ่งขอด อ.พร้าว จ.เชียงใหม่ ปลุกข้าวพันธุ์สันป่าตอง 1 หวานกล้า วันที่ 29 มิ.ย. 2558 เก็บเกี่ยว วันที่ 13 พ.ย. 2558 (อายุข้าว 97 วันหลังปักดำ หรือ 137 วันหลังหว่าน)

3.2 กรรมวิธีทดลอง

3.2.1 ระบบน้ำขัง ส่งน้ำให้มีระดับสูงจากพื้นดินประมาณ 10 ซม. ตลอดระยะเวลาการปลูกข้าว ส่งน้ำเข้าแปลงนาเมื่อระดับน้ำต่ำกว่า 3 ซม. ก่อนการเก็บเกี่ยวงดการส่งน้ำประมาณ 7-10 วัน

3.2.2 ระบบน้ำน้อย ขังน้ำในแปลงนาสูง 5 ซม. ตลอดระยะเวลาการปลูกข้าว ส่งน้ำเข้าแปลงนาเมื่อระดับน้ำต่ำกว่า 1 ซม. แต่ส่งน้ำแบบเปียกสลับแห้ง จำนวน 2 ครั้ง ในระยะแตกกอ โดยระบายน้ำออกจากแปลงนา จนระดับน้ำในแปลงนาต่ำกว่าระดับรากข้าวหรือแก้งข้าวประมาณ 14 วัน จากนั้นส่งน้ำเข้านาให้ระดับน้ำเท่ากับระดับกักเก็บน้ำเดิม การใส่ปุ๋ยให้ปฏิบัติในช่วงเวลาที่ดินนาแตกกระแหง

3.3 พารามิเตอร์ วิธีการเก็บข้อมูล และวิธีวิเคราะห์

3.3.1 ข้อมูลอุตุนิยมวิทยารายวัน ประกอบด้วย ปริมาณน้ำฝนสะสม อุณหภูมิอากาศสูงสุด-ต่ำสุด ความชื้นสัมพัทธ์ และปริมาณน้ำระเหย

3.3.2 อัตราการปล่อยก๊าซเรือนกระจก เก็บตัวอย่างอากาศด้วย close chamber เก็บตัวอย่าง 3 ชั่วโมง ต่อกรรมวิธีทดลอง เก็บตัวอย่างทุก ๆ 7 วัน กรณีที่มีการแก้งข้าว เก็บตัวอย่างทุก ๆ 3 วัน และตรวจวิเคราะห์ความเข้มข้นมีเทนและไนตรัสออกไซด์ ด้วยเครื่อง gas chromatography

3.3.3 ส่งน้ำด้วยการชลประทานระบบท่อ บันทึกปริมาณการใช้น้ำด้วยมาตรวัดน้ำ ตรวจวัดการเปลี่ยนแปลงระดับน้ำในแปลงนาทุกวัน

3.3.4 ตรวจวัดลักษณะสัณฐานวิทยาบางประการ มวลชีวภาพ อัตราการเจริญเติบโต ผลผลิตและองค์ประกอบผลผลิต

3.3.5 อัตราการปล่อยก๊าซเรือนกระจกเฉลี่ยและสะสม ศักยภาพการทำให้โลกร้อน ดัชนีศักยภาพการทำให้โลกร้อนต่อผลผลิต และต้นทุนและผลตอบแทนทางเศรษฐศาสตร์

4. ผลการวิจัย

4.1 ปฏิทินการปลูกข้าว

บ้านผาแตก เริ่มตกลำ วันที่ 28 พฤษภาคม 2558 ปักดำ เมื่ออายุข้าว 51 วันหลังหว่าน แกล้งข้าวครั้งที่ 1 ระหว่าง อายุข้าว 82 - 95 วันหลังหว่าน (นาน14 วัน) แกล้งข้าวครั้งที่ 2 ระหว่างอายุข้าว 103 - 116 วันหลังหว่าน (นาน14 วัน) เก็บเกี่ยวเมื่ออายุข้าว 164 วันหลังหว่าน (8 พฤศจิกายน 2558)

บ้านแม่สาयนาเลา เริ่มตกลำ วันที่ 29 มิถุนายน 2558 ปักดำ เมื่ออายุข้าว 41 วันหลังหว่าน แกล้งข้าวครั้งที่ 1 ช่วงอายุข้าว 67 - 80 วันหลังหว่าน (นาน14 วัน) แกล้งข้าวครั้งที่ 2 ระหว่างอายุข้าว 89 - 101 วันหลังหว่าน (นาน14 วัน) เก็บเกี่ยวเมื่ออายุข้าว 137 วันหลังหว่าน (13 พฤศจิกายน 2558)

4.2 ลักษณะอุตุนิยมนิยามวิทยาท้องถิ่น

อุณหภูมิอากาศเฉลี่ย อุณหภูมิอากาศเฉลี่ยต่ำสุด และปริมาณน้ำระเหย ของทั้งสองหมู่บ้านมีค่าเฉลี่ยไม่แตกต่างกัน ยกเว้นอุณหภูมิอากาศเฉลี่ยสูงสุดและปริมาณน้ำฝนสะสม โดยบ้านผาแตก มีปริมาณน้ำฝนสะสม 525.7 มม. จำนวนวันที่ฝนตกรวม 53 วัน คิดเป็น 46.9 % ของระยะเวลาการทำนาทั้งหมด 113 วัน และมีปริมาณน้ำระเหยสะสม 544.3 มม. เฉลี่ย 4.8 มม./วัน อุณหภูมิเฉลี่ย สูงสุด และต่ำสุด มีค่า 24.7, 28.0, และ 21.5 °C ตามลำดับ สำหรับบ้านแม่สาयนาเลา มีปริมาณน้ำฝนสะสม 288.0 มม. จำนวนวันที่ฝนตก รวม 30 วัน คิดเป็น 30.9 % ของระยะเวลาการทำนาทั้งหมด 97 วัน และมีปริมาณน้ำระเหยสะสม 467.6 มม. เฉลี่ย 4.8 มม. ต่อวัน อุณหภูมิเฉลี่ย สูงสุด และต่ำสุด มีค่า 24.7, 30.7, และ 21.1 °C ตามลำดับ

4.3 อัตราการปล่อยมีเทนเฉลี่ยรายวันและสะสม

แปลงนาบ้านผาแตก ตลอดการเพาะปลูก 113 วัน ระบบน่าน้ำน้อยและระบบน่าน้ำขัง ปล่อยมีเทนเฉลี่ย 350.93 และ 401.83 mg CH₄/m²/day ปล่อยมีเทนสะสม 473.12 และ 515.13 kg CH₄/ha คิดเป็นค่าศักยภาพการทำให้โลกร้อน เท่ากับ 9,935.6 และ 10,817.8 kg CO₂ eq/ha ตามลำดับ ทั้งนี้ระบบน่าน้ำน้อยที่มีการแกล้งข้าวสามารถลดการปล่อยมีเทนสะสม ได้ 8.16 % เมื่อเปรียบเทียบกับระบบน่าน้ำขัง

ส่วนแปลงนาบ้านแม่สาयนาเลา ตลอดการเพาะปลูก 96 วัน ระบบน่าน้ำน้อยและระบบน่าน้ำขัง ปล่อยมีเทนเฉลี่ย 17.98 และ 43.12 mg CH₄/m²/day ปล่อยมีเทนสะสม 12.20 และ 50.41 kg CH₄/ha คิดเป็นค่าศักยภาพการทำให้โลกร้อน เท่ากับ 256.215 และ 1,058.60 kg CO₂ eq/ha ทั้งนี้ระบบน่าน้ำน้อยที่มีการแกล้งข้าวลดการปล่อยมีเทนสะสม ได้ 75.80 % เมื่อเปรียบเทียบกับระบบน่าน้ำขัง

4.4 อัตราการปล่อยไนตรัสออกไซด์เฉลี่ยรายวันและสะสม

แปลงนาบ้านผาแตก ระบบนํ้าน้อยและระบบนํ้าขัง ปล่อยไนตรัสออกไซด์เฉลี่ย 3.29 และ 2.21 mg N₂O/m²/day ปล่อยไนตรัสออกไซด์สะสม 4.51 และ 3.16 kg N₂O/ha คิดเป็นค่าศักยภาพการทำให้โลกร้อน เท่ากับ 1,352.77 และ 946.78 kg CO₂ eq/ha ตามลำดับ ทั้งนี้ระบบนํ้าน้อยที่บ้านผาแตกไม่มีผลต่อการลดการปล่อยไนตรัสออกไซด์ เป็นเพราะแปลงนํ้าน้อยในระหว่างการแกล้งข้าวมีฝนตก ปริมาณน้ำในช่องว่างดินมีค่าประมาณ 80 % ซึ่งเป็นสภาวะที่เหมาะสมที่จะเกิดกระบวนการดีไนตริฟิเคชัน ซึ่งอัตราการปล่อยไนตรัสออกไซด์จะเพิ่มสูงขึ้นในช่วงเวลาดังกล่าว ส่วนแปลงนํ้าขัง เปอร์เซ็นต์น้ำในช่องว่างดินมีค่าใกล้ 100 ส่งผลให้ไนตรัสออกไซด์ถูกตรึงเป็นก๊าซไนโตรเจน

แปลงนาบ้านแม่สาหร่ายนาเลา ระบบนํ้าน้อยและระบบนํ้าขัง ปล่อยไนตรัสออกไซด์เฉลี่ย 3.82 และ 2.99 mg N₂O/m²/day ปล่อยไนตรัสออกไซด์สะสม 2.69 และ 3.13 kg N₂O/ha คิดเป็นค่าศักยภาพการทำให้โลกร้อน 832.58 และ 969.41 kg CO₂ eq/ha ตามลำดับ ทั้งนี้ระบบนํ้าน้อยลดการปล่อยไนตรัสออกไซด์สะสม ได้ 14.11 % เมื่อเปรียบเทียบกับระบบนํ้าขัง

4.5 การลดค่าศักยภาพการทำให้โลกร้อนของระบบนํ้าน้อย

ระบบนํ้าน้อยช่วยลดค่าศักยภาพการทำให้โลกร้อนจากการทำนาบนพื้นที่สูงที่บ้านผาแตก และบ้านแม่สาหร่ายนาเลา ได้ 4.05 % และ 46.32 % ตามลำดับ ทั้งนี้เป็นผลมาจากการลดปริมาณการปล่อยมีเทนจากการแกล้งข้าวในระบบนํ้าน้อย โดยประสิทธิภาพการลดค่าศักยภาพการทำให้โลกร้อนของระบบนํ้าน้อยมีความผันแปรสูง ที่แปลงนาบ้านผาแตกในระหว่างการแกล้งข้าวมีฝนตกสะสมและแปลงทดลองนํ้าน้อยได้รับน้ำจากแปลงนาชั้นบันไดข้างเคียงที่อยู่สูงกว่า เป็นผลให้ระดับน้ำในแปลงนาช่วงแกล้งข้าวไม่ลดลง ปริมาณการปล่อยมีเทนจึงลดลงน้อยกว่าที่ควรจะเป็นเมื่อเปรียบเทียบกับแปลงนาบ้านแม่สาหร่ายนาเลา

4.6 ปริมาณการส่งน้ำเพื่อการปลูกข้าว

แปลงนาบ้านผาแตก ระบบนํ้าน้อย ส่งน้ำรวม หรือ 540.8 m³/ไร่ มากกว่า ระบบนํ้าขัง ที่ส่งน้ำ 172.8 m³/ไร่ คิดเป็น 212.96 % แปลงนาบ้านแม่สาหร่ายนาเลา ระบบนํ้าน้อย ส่งน้ำรวม 1,442.33 m³/ไร่ น้อยกว่า ระบบนํ้าขัง ที่ส่งน้ำ 3,273.90 m³/ไร่ คิดเป็น 55.95 % สาเหตุที่แปลงข้าว นํ้าน้อยที่บ้านผาแตก ส่งน้ำมากกว่าแปลงข้าว นํ้าขัง เป็นเพราะว่ามีอัตราการรั่วซึมด้านข้าง (seepage) สูงมาก

4.7 ผลผลิต องค์ประกอบผลผลิต และอัตราการสะสมมวลชีวภาพสุทธิ

แปลงนาบ้านผาแตก ข้าวพันธุ์ลิเกา และแปลงนาบ้านแม่สายนาเลา ข้าวพันธุ์สันป่าตอง 1 ที่ปลูกด้วยระบบนํ้าน้อยให้ผลผลิตมากกว่าระบบนํ้าขัง 8.85 % และ 11.22 % ตามลำดับ การศึกษาองค์ประกอบผลผลิต พบว่า จำนวนรวง นํ้าหนักเมล็ดรวม นํ้าหนักเมล็ดดี และนํ้าหนักของข้าวเปลือก 1,000 เมล็ด ก็มีค่าสูงกว่าระบบนํ้าขังด้วยเช่นกัน นอกจากนี้ อัตราการสะสมมวลชีวภาพสุทธิเชิงเปรียบเทียบ ของข้าวที่ปลูกด้วยระบบนํ้าน้อยและระบบนํ้าขัง (13.18 และ 11.89 g/cm²/day สำหรับแปลงนาบ้านผาแตก และ 10.32 และ 8.32 g/cm²/day สำหรับแปลงนาบ้านแม่สายนาเลา ตามลำดับ) บ่งชี้ว่าการแล้งข้าวในระยะแตกกอช่วยเพิ่มผลผลิตข้าวได้

4.8 ต้นทุนและผลตอบแทนทางเศรษฐศาสตร์

การผลิตข้าวที่ได้จากระบบนํ้าน้อยและระบบนํ้าขัง ของแปลงนาบ้านผาแตก ให้ผลตอบแทนสูงกว่าต้นทุนการผลิต 10.57 และ 9.70 เท่า โดยระบบนํ้าน้อย ให้สัดส่วนผลตอบแทนต่อต้นทุนการผลิตมากกว่า ระบบนํ้าขัง 8.97 % ส่วนแปลงนาบ้านแม่สายนาเลา การปลูกข้าวด้วยระบบนํ้าน้อยและระบบนํ้าขัง ให้ผลตอบแทนสูงกว่าต้นทุนการผลิต 6.95 และ 6.24 เท่า โดยระบบนํ้าน้อย ให้สัดส่วนผลตอบแทนต่อต้นทุนการผลิตมากกว่า ระบบนํ้าขัง 11.22 %

5. ข้อเสนอแนะ

การปลูกข้าวด้วยระบบนํ้าน้อยบนพื้นที่สูงให้ผลตอบแทนร่วม (co-benefits) ระหว่างการลดการปล่อยมีเทน เพิ่มผลผลิต และลดการใช้นํ้า อันจะเป็นการอํานวยนํ้าลงมาสู่ที่ต่ำกว่าเพื่อให้เกิดการใช้ประโยชน์ได้อย่างทั่วถึงของคนปลายนํ้า อย่างไรก็ตามการจัดการแปลงนาบนพื้นที่สูง ด้วยการปรับพื้นดินนาให้ได้ระดับเสมอกันและการปักแตงคันทนาจะช่วยลดอัตราการซึมดํานข้างที่เป็นสาเหตุของการสูญเสียนํ้าได้

ข้อจำกัดที่สำคัญของการปลูกข้าวทำนํ้าด้วยระบบนํ้าน้อย ในระหว่างการทำนาปีก็คือหากมีฝนตกในระหว่างการแล้งข้าวจะลดประสิทธิภาพของการทำนํ้าระบบนี้ลงไป ดังนั้นการวางแผนการปลูกข้าวด้วยวิธีนี้ควรพิจารณาการแล้งข้าวให้สอดคล้องสัมพันธ์กับปริมาณนํ้าฝนในพื้นที่ด้วย

สำหรับแนวทางในการดำเนินการวิจัยต่อไป ควรที่จะตรวจวัดอัตราการปล่อยเรือนกระจกอย่างต่อเนื่องและขยายผลการศึกษาในระดับแปลงนาผืนใหญ่ในระดับลุ่มนํ้าย่อย นอกจากนี้การทดลองภาคสนามดังกล่าวจะช่วยลดผลความผิดพลาดในการทดลองจากแนวขอบพื้นที่การทดลอง (edge effect)

Executive Summary

1. Main problems of the study and importance of the research

The continuous flooding of paddy fields not only causes water loss, but also led to methane emission into the atmosphere. The study of rice terraces on highland area found that the averaged methane emission rate was 3.93 mg/m²/hour or 112.5 kg CH₄/ha/crop. However, the rice terrace system using alternative wetting and drying (AWD) cycle reduced methane emission by 64 % when compared with continuous flooding system, while the rice yield was not decreased. In Thailand, the rice cultivation by farmers on highland area is relied on rain water and natural water resources. The continuous flooding of paddy field throughout cultivation period is due to the belief that water can control weeds. The field is flooded at 10 - 15 cm above soil surface. The amount of water irrigation is higher than the water requirement of each rice growing stage and thereby causes water loss at 50 – 80 % of water plant requirements.

Consequently, this research monitored the amount of methane emitting from rice fields and the volume of water usage in rice fields using water-saving system that was appropriated to rice cultivation on highland areas. The acquired knowledge will be used to formulate recommendations for reducing methane gas emission from rice terraces and for effective water management in rice fields on highland areas that would not affect the rice yield. In addition, the water management approach from this research would be accepted by farmers for practicing in the real paddy field.

2. Objectives

2.1 To monitor the emission of greenhouse gases including methane and nitrous oxide in rice fields and compare between continuous flooding and water-saving systems on highland areas.

2.2 To investigate the volume of water usage of rice fields and compare between continuous flooding and water-saving systems on highland areas

2.3 To do cost-benefit analysis and compare between continuous flooding and water-saving systems on highland areas.

3. Methodology

3.1 Study area and duration of research

The research was carried out in farmer's paddy fields at Pha Taak village, Pha Taak royal project extension area, Mae Rim district, Chiang Mai Province, where Li Ka rice cultivar was grown with seedling date on 28 May 2015 and harvesting date on 8 November 2015 (rice age 113 DAT or 164 DAS). Another area was Mae Sai Na Rao village, Long Kort royal project extension area, Phrao, Chiang Mai Province, where San-pah-tawng 1 rice cultivar was grown with seedling date on 29 June 2015 and harvesting date on 13 November 2015 (rice age 97 DAT or 137 DAS).

3.2 Treatment

3.2.1 Continuous flooding system maintained the water level at 10 cm depth above soil surface throughout the cultivation period and supplied more water when the water level was below 3 cm. The water irrigation was discontinued 7-10 days before harvesting.

3.2.2 Water-saving system maintained the water level at 5 cm depth above soil surface throughout the cultivation period and supplied more water when the water level was below 1 cm. In addition, alternative wetting and drying cycle was conducted twice during tillering stage by draining the water out of the field to the level below rice roots for 14 days and then irrigating the field back to previous water level. The soil fertilization was conducted during dried period.

3.3 Parameters, data collection and data analysis

3.3.1 Daily meteorology included accumulated rainfall, highest temperature, lowest temperature, relative humidity and evaporation.

3.3.2 Greenhouse gas emission rate was monitored by collecting triplicate air samples per treatment using a close chamber every 7 days. For alternative wetting and drying cycle, the air was collected every 3 days. The concentrations of methane and nitrous oxide were analyzed by gas chromatography.

3.3.3 The water was irrigated through pipeline. The water usage was recorded by water meters. The changes of water level in the paddy field were monitored every day.

3.3.4 Some rice morphologies, biomass, growth, yield and yield compositions were monitored.

3.3.5 Average and cumulative greenhouse gas emission, Global warming potential (GWP), GWP index, and economically cost-benefit were analyzed.

4. Results

4.1 Crop calendar

At Pha Taak paddy field, sowing was started on 28 May 2015 and transplanting was carried out after 51 days. The first alternative wetting and drying cycle was conducted during 82 - 85 DAS (14-day) and the second cycle was conducted during 103-116 DAS (14-days). The rice were harvested on 164 DAS (8 November 2015).

At Mae Sai Na Rao paddy field, sowing was started on 29 June 2015 and transplanting was carried out after 41 days. The first alternative wetting and drying cycle was conducted during 67-80 DAS (14-days) and the second cycle was conducted during 89-101 DAS (14-days). The rice were harvested on 164 DAS (13 November 2015).

4.2 Local meteorology

The averaged temperature, the lowest averaged temperature, and evaporation of these two villages were similar, while the highest averaged temperature and accumulative rainfall were different. Pha Taak village had total accumulated rainfall 525.7 mm, total number of rainfall 53 days or 46.9 % of total rice cultivating period (113 days), and accumulated rainfall 544.3 mm with the average of 4.8 mm/day. The averaged temperature, the highest temperature and the lowest temperature at this site were 24.7, 28.0, and 21.5 °C, respectively. Mae Sai Na Rao had total accumulated rainfall 288.0 mm, total number of rainfall 30 days or 30.9% of total rice cultivating period (97 days), and accumulated rainfall 467.6.3 mm with the average of 4.8 mm/day. The averaged temperature, the highest temperature and the lowest temperature at this site were 24.7, 30.7, and 21.1 °C, respectively.

4.3 Daily and accumulated methane and nitrous oxide flux

Throughout 113-day cultivation at Pha Taak paddy fields, the water-saving and continuous flooding systems had averaged daily methane emission rate of 350.93 and 401.83 mg CH₄/m²/day and cumulative methane emission of 473.12 and 515.13 kg CH₄/ha which calculated as GWP equal to 9,935.6 and 10,817.8 kg CO₂ eq/ha. Thus, the water-saving system effectively reduced methane emission by 8.16 % when compared with the continuous flooding systems.

Throughout 96-day cultivation at Mae Sai Na Rao paddy fields, the water-saving and continuous flooding systems had averaged daily methane emission rate of 17.98 and 43.12 mg CH₄/m²/day and cumulative methane emission of 12.20 and 50.41 kg CH₄/ha, which calculated as GWP equal to 256.215 and 1,058.60 kg CO₂ eq/ha. Thus, the water-saving system effectively reduced methane emission by 75.80 % when compared with the continuous flooding systems.

4.4 Daily and accumulated nitrous oxide flux

At Pha Taak paddy fields, the water-saving and continuous flooding systems had averaged daily N₂O emission rate of 3.29 and 2.21 mg N₂O/m²/day, cumulative N₂O emission of 4.51 and 3.16 kg N₂O/ha, which were calculated as GWP equal to 1,352.77 and 946.78 kg CO₂ eq/ha. Thus, the water-saving system at Pha Taak paddy field had no effect on N₂O emission reduction because the paddy field during alternative wetting and drying cycles and rain events had water filled pore space (WFPS) about 80 %. The condition was appropriated for denitrification, thus N₂O was increasing during the above period. On the other hand, the continuous flooding fields had WFPS about 100%, which caused the reduction of N₂O to N₂.

At Mae Sai Na Rao paddy fields, the water-saving and continuous flooding systems had averaged daily N₂O emission rate of 3.82 and 2.99 mg N₂O/m²/day, cumulative N₂O emission of 2.69 and 3.13 kg N₂O/ha, which were calculated as GWP equal to 832.58 and 969.41 kg CO₂ eq/ha. Thus, the water-saving system effectively reduced N₂O emission by 14.11 % when compared with the continuous flooding systems.

4.5 Reduction of GWP by water-saving system

Water-saving system reduced 4.05 % and 46.32 % of GWP from rice cultivation in highland areas at Pha Taak and Mae Sai Na Rao paddy field, respectively. This was due to the reduction of methane emission from alternative wetting and drying cycle in the water-saving system. Meanwhile, the GWP was highly variable in the water-saving system. For Pha Taak paddy field, constant rainfall was occurred during the alternative wetting and drying cycle and the water saving system received water from nearby rice terraces located on higher ground. This resulted in the constant level of water depth during alternative wetting and drying cycle and the methane emission was reduced at lower extent than that of Mae Sai Na Rao paddy fields.

4.6 Amount of water irrigation for rice cultivation

At Pha Taak paddy fields, the amount of water irrigation in water-saving system was 540.8 m³/rai, which were 212.96 % more than the continuous flooding systems at 172.8 m³/rai. At Mae Sai Na Rao paddy fields, the amount of water irrigation in water-saving system was 1,442.33 m³/rai, which were 55.95 % less than the continuous flooding systems at 3,273.90 m³/rai. At Pha Taak paddy fields, the water irrigation in water-saving system was much higher than the continuous system because of the high seepage rate.

4.7 Yield, yield compositions, and net biomass assimilation rate

Li ka rice cultivar at Pha Taak paddy fields and San-pah-tawng 1 rice cultivar at Mae Sai Na Rao paddy fields when using water-saving system had higher yields than the continuous flooding system at 8.85 % and 11.22 %, respectively. In addition, the analysis of production compositions found that panical number per hill, total grain weight, filled spikelet, and 1,000-grain weight were also higher than those from the continuous flooding system. Moreover, the comparative rate of biomass accumulation of rice grown in water-saving and continuous flooding systems (13.18 and 11.89 g/cm²/day for Pha Taak paddy fields and 10.32 and 8.32 g/cm²/day for Mae Sai Na Rao paddy fields) indicated that the alternate wetting and drying cycle during tillering stage could increase rice yield.

4.8 Economically cost-benefit

The production of rice from water-saving and continuous flooding systems of Pha Taak paddy fields gave the benefit higher than the cost of production by 10.57 and 9.70 times, respectively. The water-saving system had the proportion of benefit to cost 8.97 % more than the continuous flooding system. For Mae Sai Na Rao paddy field, the production of rice from water-saving and continuous flooding systems gave the benefit higher than the cost of production by 6.95 and 6.24 times, respectively. The water-saving system had the proportion of benefit to cost 11.22 % more than the continuous flooding system.

5. Recommendations

Rice cultivation using water-saving system on highland areas gave co-benefit between reducing methane emission, increasing production yield, and decreasing water use. This will facilitate water flow to lower area, which will be more beneficent to people downstream. Nonetheless, the management of paddy fields on highland areas by adjusting the depth of each field equally and maintaining ridge would reduce seepage that is the cause of water loss.

The limitation of rice cultivation using water-saving system during in-season are the raining events during the alternate wetting and drying cycle which will reduce the efficiency of this rice system. Consequently, the alternate wetting and drying cycle during rice cultivation should be planned according to the raining events in the areas.

For the future researches, the greenhouse gas emission rate should be monitored continuously and the study should be expanded to larger paddy fields in sub water shade. In addition, the experiments in large field area would reduce the errors from edge effect.



สารบัญ

	หน้า
กิตติกรรมประกาศ	ก
คณะผู้วิจัย.....	ข
บทสรุปสำหรับผู้บริหาร.....	ค
Executive Summary	A
สารบัญ	ช
สารบัญตาราง	ฐ
สารบัญภาพ	ท
บทคัดย่อ.....	ณ
Abstract	G
บทที่ 1 บทนำและวัตถุประสงค์	1
1.1 ปัญหาหลักที่ต้องการศึกษาและความสำคัญของเรื่อง	1
1.2 วัตถุประสงค์ของการวิจัย	2
1.3 ขอบเขตการดำเนินงาน	2
บทที่ 2 การตรวจเอกสาร.....	3
2.1 ปริมาณการปล่อยก๊าซมีเทนจากนาข้าว	3
2.2 การใช้น้ำปลูกข้าวบนพื้นที่สูง.....	5
2.3 หลักการของระบบนํ้าน้อย	7
2.4 วิธีการปลูกข้าวแบบนํ้าน้อยและเปียกสลับแห้ง.....	8
2.4.1 ปักดำกล้าเมื่ออายุ 8-12 วัน.....	8
2.4.2 ปักดำกล้าทันทีหลังจากถอนกล้าจากแปลง	12

2.4.3 ปักดำกล้าด้วยข้าวต้นเดียว.....	12
2.4.4 ให้น้ำให้น้อยที่สุดและแก่งข้าวในระยะการเจริญเติบโต	12
2.4.5 ควบคุมวัชพืช	12
2.4.6 การใส่ปุ๋ย	12
บทที่ 3 วิธีการวิจัย.....	13
3.1 การออกแบบการวิจัยและวิธีการศึกษา.....	13
3.1.1 กิจกรรมวิจัย	13
3.1.2 กรรมวิธีทดลอง	13
3.2 พื้นที่ศึกษา	14
3.2.1 แปลงนาทดลองบ้านแม่สายนาเลา	14
3.2.2 แปลงนาทดลองบ้านผาแตก	18
3.3 การออกแบบการทดลองและเตรียมแปลงนาทดลอง	20
3.4 ฤดูเพาะปลูกและพันธุ์ข้าว	21
3.5 พารามิเตอร์ วิธีการเก็บข้อมูล วิธีวิเคราะห์ และความถี่ในการเก็บตัวอย่าง.....	23
3.6 รายละเอียดวิธีการศึกษา.....	26
3.6.1 การเตรียมความพร้อมการวิจัย.....	26
3.6.2 การเตรียมแปลงนาทดลองและติดตั้งอุปกรณ์เก็บตัวอย่างภาคสนาม	26
3.6.3 วิธีทำนาระบบน้ำขังและระบบน้ำน้อย.....	29
3.6.4 วิธีวัดปริมาณการส่งน้ำเพื่อการปลูกข้าวและบันทึกข้อมูลอุณหภูมิตาม.....	29
3.6.5 วิธีเก็บตัวอย่างอากาศ วิเคราะห์ความเข้มข้น และอัตราการปล่อยก๊าซเรือนกระจก	30
3.6.6 วิธีการเก็บและวิเคราะห์ตัวอย่างดิน	32
3.6.7 วิธีศึกษาสัณฐานวิทยาบางประการ อัตราการเจริญเติบโต มวลชีวภาพ และผลผลิต.....	33
3.6.8 ประสิทธิภาพเชิงเปรียบเทียบระหว่างระบบน้ำขังและระบบน้ำน้อย.....	35
3.6.9 วิธีวิเคราะห์ข้อมูลและการทดสอบสถิติ	37

บทที่ 4 ผลการวิจัย	38
4.1 ปฏิทินการปลูกข้าวและตารางการทำงานภาคสนาม	38
4.2 ลักษณะภูมิอากาศท้องถิ่น	47
4.3 อัตราการปล่อยก๊าซเรือนกระจกเฉลี่ยและสะสมจากนาข้าวบนพื้นที่สูง	49
4.3.1 อัตราการปล่อยมีเทนและไนตรัสออกไซด์เฉลี่ยรายวันและสะสม จากนาข้าวบ้านผาแตก	49
4.3.1.1 อัตราการปล่อยมีเทนเฉลี่ยรายวันและสะสม	49
4.3.1.2 อัตราการปล่อยไนตรัสออกไซด์เฉลี่ยรายวันและสะสม	51
4.3.2 อัตราการปล่อยมีเทนและไนตรัสออกไซด์เฉลี่ยรายวันและสะสมจากนาข้าวบ้านแม่สาयนาเลา	53
4.3.2.1 อัตราการปล่อยมีเทนเฉลี่ยรายวันและสะสม	53
4.3.2.2 อัตราการปล่อยไนตรัสออกไซด์เฉลี่ยรายวันและสะสม	55
4.3.3 ศักยภาพการทำให้โลกร้อนต่อผลผลิต (Yield-scaled global warming potential)	58
4.4 ปริมาณการส่งน้ำ ความผันแปรระดับน้ำในแปลงนา และประสิทธิภาพเชิงเปรียบเทียบระหว่างระบบ น่าน้ำน้อยและระบบน่าน้ำขัง	59
4.4.1 ปริมาณการส่งน้ำ	59
4.4.2 ความผันแปรของระดับน้ำในแปลงนา	60
4.4.3 ความต้องการน้ำในการปลูกข้าว	62
4.4.4 อัตราผลผลิตน้ำ (water productivity)	63
4.4.5 ค่าการใช้น้ำและวอเตอร์ฟุตพริ้นท์ (consumptive water use and water footprint)	63
4.5 ผลผลิตและองค์ประกอบผลผลิต	65
4.5.1 ผลผลิตและองค์ประกอบผลผลิตของแปลงนาบ้านผาแตก	65
4.5.2 ผลผลิตและองค์ประกอบผลผลิตของแปลงนาบ้านแม่สาयนาเลา	66
4.6 สันฐานวิทยา มวลชีวภาพ และอัตราการเจริญเติบโต	67
4.6.1 สันฐานวิทยา มวลชีวภาพ และอัตราการเจริญเติบโตของข้าว แปลงนาบ้านผาแตก	67
4.6.2 สันฐานวิทยา มวลชีวภาพ และอัตราการเจริญเติบโตของข้าว แปลงนาบ้านแม่สาयนาเลา	70

4.7 ต้นทุนและผลตอบแทนทางเศรษฐศาสตร์.....	73
บทที่ 5 วิจัยผลการวิจัย.....	75
5.1 ความผันแปรของอัตราการปล่อยมีเทน.....	75
5.2 ความผันแปรของอัตราการปล่อยไนตรัสออกไซด์.....	76
5.3 ผลของระบบนํ้าน้อยต่อการลดการปล่อยก๊าซเรือนกระจก ประสิทธิภาพการใช้นํ้าและผลผลิต	77
5.4 ปัจจัยที่มีอิทธิพลต่อระบบนํ้าน้อยเพื่อการลดการปล่อยก๊าซเรือนกระจก เพิ่มประสิทธิภาพการใช้นํ้าและผลผลิต.....	78
บทที่ 6 สรุปผลการวิจัย	79
6.1 ปฏิทินการปลูกข้าวและลักษณะอากาศท้องถิ่น.....	79
6.2 ประสิทธิภาพการลดการปล่อยก๊าซเรือนกระจกจากนาข้าวบนพื้นที่สูงด้วยระบบนํ้าน้อย	80
6.3 ประสิทธิภาพการลดการใช้นํ้าในการปลูกข้าวบนพื้นที่สูงด้วยระบบนํ้าน้อย.....	80
6.4 ผลผลิตข้าวที่ได้ที่ปลูกด้วยระบบนํ้าน้อย	81
6.5 อิทธิพลของการแก้งข้าวต่ออัตราการเจริญเติบโต.....	81
6.6 ข้อเสนอแนะจากการวิจัย	82
6.7 อุปสรรคและข้อเสนอแนะการทำงานวิจัย.....	82
เอกสารอ้างอิง.....	84
ภาคผนวก	90
1. ระดับนํ้าในแปลงนา ปริมาณการส่งนํ้า และข้อมูลอุตุณิยมิวิทยา ที่แปลงนาบ้านผาแตก.....	91
2. ระดับนํ้าในแปลงนา ปริมาณการส่งนํ้า และข้อมูลอุตุณิยมิวิทยา ที่แปลงนาบ้านแม่สาयนาเลา.....	94
3. อัตราปล่อย CH ₄ เฉลี่ย (mg CH ₄ /m ² /day) และ N ₂ O เฉลี่ย (mg N ₂ O/m ² /day) บ้านผาแตก.....	97
4. อัตราปล่อย CH ₄ เฉลี่ย (mg CH ₄ /m ² /day) และ N ₂ O เฉลี่ย (mg N ₂ O/m ² /day) บ้านแม่สาयนาเลา.....	98
5. ผลการวิเคราะห์ตัวอย่างดิน แปลงนาบ้านผาแตก	99
6. ผลการวิเคราะห์ตัวอย่างดิน แปลงนาบ้านแม่สาयนาเลา	100
7. ปริมาณการใช้นํ้าตลอดฤดูการเพาะปลูกของข้าวพันธุ์ลิกา บ้านผาแตก	101

7.1 ปริมาณการใช้น้ำตลอดฤดูกาลเพาะปลูกของข้าว บ้านผาแตก ระบบนํ้าน้อย	102
7.2 ปริมาณการใช้น้ำตลอดฤดูกาลเพาะปลูกของข้าว บ้านผาแตก ระบบนํ้าขัง	103
7.3 ค่าสัมประสิทธิ์พืชของข้าวพันธุ์ลูกาและสมการคำนวณค่าการคายระเหยน้ำของข้าว	104
8. ปริมาณการใช้น้ำตลอดฤดูกาลเพาะปลูกของข้าวพันธุ์สันป่าตอง 1 บ้านแม่สายนาเลา	105
8.1 ปริมาณการใช้น้ำตลอดฤดูกาลเพาะปลูกข้าว บ้านแม่สายนาเลา ระบบนํ้าน้อย	106
8.2 ปริมาณการใช้น้ำตลอดฤดูกาลเพาะปลูกข้าว บ้านแม่สายนาเลา ระบบนํ้าขัง.....	107
8.3 ค่าสัมประสิทธิ์พืชของข้าวพันธุ์สันป่าตอง 1 และสมการคำนวณค่าการคายระเหยน้ำของข้าว..	108
9. แบบบันทึกการเก็บตัวอย่างอากาศเพื่อวิเคราะห์ความเข้มข้นก๊าซเรือนกระจก	109
10. แบบบันทึกข้อมูลอุตุนิยมวิทยา.....	110
11. แบบบันทึกปริมาณน้ำส่งเข้าแปลงนาและการเปลี่ยนแปลงระดับน้ำประจำวัน	112
12. ตารางสรุปเปรียบเทียบแผนงานวิจัยกับผลงานวิจัย	114



สารบัญตาราง

หน้า

ตารางที่ 1 เปรียบการปล่อย CH_4 N_2O GWP_{CH_4} $\text{GWP}_{\text{N}_2\text{O}}$ และ GWP_{net} จากการทำนาแบบขังน้ำตลอดฤดู เพาะปลูกและมีการระบายน้ำกลางฤดู	5
ตารางที่ 2 จำนวนหน่อตอกที่อายุข้าว เมื่อปักดำกล้าอายุข้าว 8 15 20 และ 25 DAS	8
ตารางที่ 3 pattern of emergence of rice tillers over a 12 phyllochron sequence	10
ตารางที่ 4 ปัจจัยสภาพแวดล้อมและการจัดการในนาที่มีผลต่ออัตราการสร้างใบ	11
ตารางที่ 5 ขนาดพื้นที่แปลงนาทดลอง	20
ตารางที่ 6 พารามิเตอร์ วิธีการเก็บข้อมูล วิเคราะห์ และความสัมพันธ์ในการเก็บตัวอย่าง	23
ตารางที่ 7 ปฏิทินการปลูกข้าวและตารางการทำงานภาคสนาม บ้านผาแตก	39
ตารางที่ 8 ปฏิทินการปลูกข้าวและตารางการทำงานภาคสนาม บ้านแม่สายนาเลา	43
ตารางที่ 9 อัตราการปล่อย N_2O และ CH_4 เฉลี่ยรายวันและสะสม ศักยภาพการทำให้โลกร้อน (GWP) และ ประสิทธิภาพลดการปล่อย N_2O และ CH_4 จากนาข้าวบนพื้นที่สูงด้วยระบบนํ้าน้อย	57
ตารางที่ 10 ปริมาณการส่งน้ำเพื่อการปลูกข้าว แปลงนาบ้านผาแตกและบ้านแม่สายนาเลา	60
ภาพที่ 11 ปริมาณการส่งน้ำและความผันแปรของระดับน้ำในแปลงนา ที่บ้านผาแตก	61
ภาพที่ 12 ปริมาณการส่งน้ำและความผันแปรของระดับน้ำในแปลงนา ที่บ้านแม่สายนาเลา	61
ตารางที่ 13 ปริมาณการใช้น้ำในการปลูกข้าวและประสิทธิภาพการใช้น้ำ ได้แก่ ศักยภาพการทำให้โลกร้อนต่อ ผลผลิต อัตราผลผลิตน้ำ การใช้น้ำจากการคายระเหย (CWU) และวอเตอร์ฟุตพริ้นท์ (water footprint)	64
ตารางที่ 14 ผลผลิตและองค์ประกอบผลผลิตของแปลงนาบ้านผาแตก	65
ตารางที่ 15 ผลผลิตและองค์ประกอบผลผลิตของแปลงนาบ้านแม่สายนาเลา	66
ตารางที่ 16 สันฐานวิทยาบางประการ มวลชีวภาพ และอัตราการเจริญเติบโต ของข้าวที่ปลูก ณ บ้านผา แตก	68
ตารางที่ 17 สันฐานวิทยา มวลชีวภาพ และอัตราการเจริญเติบโต ของข้าวที่ปลูก ณ บ้านแม่สายนาเลา	71
ตารางที่ 18 เปรียบเทียบผลตอบแทนต่อต้นทุนการผลิตข้าว ด้วยระบบนํ้าน้อยและระบบนํ้าขัง	74

สารบัญภาพ

หน้า

ภาพที่ 1 diagram of possible stalks of a rice shoot; stalks grow following a regular cycle (Phyllochron) (Katayama, 1951 และ Nemoto <i>et al.</i> , 1995).....	9
ภาพที่ 2 พื้นที่วิจัยแปลงนาทดลอง บ้านแม่สาयนาเลา โครงการขยายผลโครงการหลวงห่อ่งขอด.....	14
ภาพที่ 3 พื้นที่กิจกรรมของบ้านแม่สาयนาเลา มองจากโครงการขยายผลโครงการหลวงห่อ่งขอด	15
ภาพที่ 4 ระบบลำเหมืองส่งน้ำของบ้านแม่สาयนาเลา	15
ภาพที่ 5 การใช้ประโยชน์ที่ดินฤดูแล้งด้วยการปลูกพริกบนพื้นที่นาเดิม	16
ภาพที่ 6 ระบบลำเหมืองส่งน้ำจากอ่างเก็บน้ำ.....	16
ภาพที่ 7 แปลงเกษตรปลูกพริก บ้านแม่สาयนาเลา ในฤดูแล้ง พ.ศ. 2558	17
ภาพที่ 8 พื้นที่วิจัยแปลงนาทดลอง บ้านผาแตก โครงการขยายผลโครงการหลวงผาแตก	18
ภาพที่ 9 แปลงนาในฤดูแล้งที่เกษตรกรปลูกถั่วเหลือง.....	18
ภาพที่ 10 ระบบนาขั้นบันไดบ้านผาแตก	19
ภาพที่ 11 เกษตรกรเจ้าของนาที่จะใช้ทำการทดลอง นายทอง คำแก ผู้ใหญ่บ้าน หมู่ 10 บ้านผาแตก.....	19
ภาพที่ 12 แปลงทดลองปลูกข้าว ณ บ้านแม่สาयนาเลา (ภาพซ้าย) และ บ้านผาแตก (ภาพขวา)	20
ภาพที่ 13 การเก็บตัวอย่างอากาศด้วยวิธี closed chamber โดยเจ้าหน้าที่โครงการขยายผลโครงการหลวงผาแตก (ซ้ายมือ) และห่อ่งขอด (ขวามือ)	28
ภาพที่ 14 การส่งน้ำและบันทึกระดับน้ำในแปลงนา โครงการขยายผลโครงการหลวงผาแตก (ซ้ายมือ) และโครงการขยายผลโครงการหลวงห่อ่งขอด (ขวามือ).....	28
ภาพที่ 15 เครื่องมืออุตุนิยมวิทยา.....	28
ภาพที่ 16 ระบบ gas sampling valve และ โครมาโตแกรม ของ มีเทน คาร์บอนไดออกไซด์ และไนตรัสออกไซด์ ความเข้มข้นมาตรฐาน 11.4 995 และ 1.1 ppm ตามลำดับ (Linde, Thailand).....	31
ภาพที่ 17 ลักษณะภูมิอากาศท้องถิ่น บ้านผาแตก อ. แม่แตง จ. เชียงใหม่ (ระหว่างวันที่ 18 กรกฎาคม – 8 พฤศจิกายน พ.ศ. 2558).....	48
ภาพที่ 18 ลักษณะภูมิอากาศท้องถิ่น บ้านแม่สาयนาเลา อ. พร้าว จ. เชียงใหม่ (ระหว่างวันที่ 8 สิงหาคม – 13 พฤศจิกายน พ.ศ. 2558).....	48
ภาพที่ 19 อัตราการปล่อยมีเทนรายวันเฉลี่ย จากนาข้าวบนพื้นที่สูง บ้านผาแตก	50

ภาพที่ 20 อัตราการปล่อยมีเทนสะสม จากนาข้าวบนพื้นที่สูง บ้านผาแตก.....	50
ภาพที่ 21 อัตราการปล่อยไนตรัสออกไซด์รายวันเฉลี่ย จากนาข้าวบนพื้นที่สูง บ้านผาแตก.....	52
ภาพที่ 22 อัตราการปล่อยไนตรัสออกไซด์สะสม จากนาข้าวบนพื้นที่สูง บ้านผาแตก.....	52
ภาพที่ 23 อัตราการปล่อยมีเทนรายวันเฉลี่ย จากนาข้าวบนพื้นที่สูง บ้านแม่สายนาเลา.....	54
ภาพที่ 24 อัตราการปล่อยมีเทนสะสม จากนาข้าวบนพื้นที่สูง บ้านแม่สายนาเลา.....	54
ภาพที่ 25 อัตราการปล่อยไนตรัสออกไซด์รายวันเฉลี่ย จากนาข้าวบนพื้นที่สูง บ้านแม่สายนาเลา.....	56
ภาพที่ 26 อัตราการปล่อยไนตรัสออกไซด์สะสม จากนาข้าวบนพื้นที่สูง บ้านแม่สายนาเลา.....	56



บทคัดย่อ

การศึกษานี้มีวัตถุประสงค์เพื่อตรวจวัดปริมาณก๊าซมีเทนที่ปล่อยจากนาข้าวและปริมาณการใช้น้ำในการปลูกข้าวบนพื้นที่สูง โดยการเปรียบเทียบวิธีการจัดการน้ำ 2 รูปแบบ คือ ระบบนํ้าขัง ปลูกข้าวตามวิธีที่เกษตรกรปฏิบัติ และระบบนํ้าน้อย โดยแก้งข้าว 2 ครั้ง ในระยะแตกกอ ดำเนินการวิจัยในฤดูนาปี ระหว่างเดือนมิถุนายน - พฤศจิกายน พ.ศ. 2558 ในสภาพนา 2 แห่ง คือ ที่บ้านผาแตก โครงการขยายผลโครงการหลวงผาแตก อ.แม่แตง จ.เชียงใหม่ ปลูกข้าวพันธุ์ลิเกา และบ้านแม่สาหร่ายนาเลา โครงการขยายผลโครงการหลวงโหล่งขอด อ.พร้าว จ.เชียงใหม่ ปลูกข้าวพันธุ์ สันป่าตอง 1

ผลการศึกษาพบว่า นาข้าวบนพื้นที่สูง ที่บ้านผาแตกกับบ้านแม่สาหร่ายนาเลา ที่ปลูกด้วยระบบนํ้าน้อย และระบบนํ้าขัง ปล่อยมีเทนสะสม 473.12 กับ $12.20 \text{ kg CH}_4/\text{ha}$ และ 515.13 กับ $50.41 \text{ kg CH}_4/\text{ha}$ ตามลำดับ โดยระบบนํ้าน้อยมีประสิทธิภาพลดการปล่อยมีเทนได้ 8.16% และ 75.80% เมื่อเปรียบเทียบกับระบบนํ้าขัง ส่วนการปล่อยไนตรัสออกไซด์สะสม จากนาข้าว บ้านผาแตก ระบบนํ้าน้อยและระบบนํ้าขัง มีค่า 4.51 กับ $3.16 \text{ kg N}_2\text{O}/\text{ha}$ ส่วนบ้านแม่สาหร่ายนาเลา ระบบนํ้าน้อยและระบบนํ้าขัง มีค่า 2.69 และ $3.13 \text{ kg N}_2\text{O}/\text{ha}$ ตามลำดับ โดยระบบนํ้าน้อยมีประสิทธิภาพลดการปล่อยไนตรัสออกไซด์ ได้ 14.11% เมื่อเปรียบเทียบกับระบบนํ้าขัง ทั้งนี้ระบบนํ้าน้อยมีประสิทธิภาพการลดศักยภาพการทำให้โลกร้อนรวม 4.05% และ 46.32% เมื่อเปรียบเทียบกับระบบนํ้าขัง สำหรับนาข้าวบ้านผาแตกและแม่สาหร่ายนาเลาตามลำดับ

เปอร์เซ็นต์ของปริมาณการส่งนํ้ารวมตลอดฤดูเพาะปลูก นาข้าวบ้านแม่สาหร่ายนาเลา ระบบนํ้าน้อย มีค่าน้อยกว่าระบบนํ้าขัง 55.95% ส่วนที่นาข้าวบ้านผาแตก มีอัตราการรั่วซึมด้านข้างสูงมาก ระบบนํ้าน้อยจึงมีค่าการส่งนํ้าสูงกว่าระบบนํ้าขัง 212.96%

ผลผลิตข้าวแปลงนาบ้านผาแตกและบ้านแม่สาหร่ายนาเลา พบว่า ระบบนํ้าน้อย (924.45 และ 737.93 กก./ไร่) ให้ผลผลิตเฉลี่ยสูงกว่าระบบนํ้าขัง (849.18 และ 663.49 กก./ไร่) โดยการทำนาระบบนํ้าน้อยให้ผลผลิตสูงกว่าระบบนํ้าขังเป็น 8.85% และ 11.22% นอกจากนี้ อิทธิพลของการแก้งข้าวส่งผลให้อัตราการสะสมมวลชีวภาพสุทธิสูงขึ้น โดยระบบนํ้าน้อย (13.18 และ $11.89 \text{ g/cm}^2/\text{day}$) มีค่าสูงกว่าระบบนํ้าขัง (10.32 และ $8.32 \text{ g/cm}^2/\text{day}$)

จากผลการศึกษาบ่งชี้ว่า ระบบนํ้าน้อยและการแก้งข้าว ให้ผลประโยชน์ร่วมในการลดการปล่อยมีเทนจากการทำนาขั้นบันได เพิ่มประสิทธิภาพการใช้นํ้า และเพิ่มผลผลิตข้าว ไปพร้อมกัน

Abstract

This research aimed to monitor methane emission from paddy field and water usage during rice production on highland area. Two water management systems were compared, which were continuous flooding system using farmer's method and water-saving system with 2 cycles of alternate wetting and drying during tillering stage. The research was carried out during in-season planting of June-November 2015 at two field places including Pha Taak village, Pha Taak royal project extension area, Mae Rim district, Chiang Mai Province that grown Li Ka rice cultivar and Mae Sai Na Rao village, Long Kort royal project extension area, Phrao, Chiang Mai Province that grown San-pah-tawng 1 rice cultivar.

The results showed that highland paddy fields at Pha Taak village and Mae Sai Na Rao village which used water-saving and continuous flooding systems had cumulative methane emission at 473.12 and 12.20 kg CH₄/ha; and 515.13 and 50.41 kg CH₄/ha, respectively. Thus, the water-saving system effectively reduced methane emission by 8.16 and 75.80 % when compared with the continuous flooding systems.

For cumulative nitrous oxide emission, the amounts from water-saving and continuous flooding systems of Pha Taak paddy fields were 4.51 and 3.16 kg N₂O/ha, while from water-saving and continuous flooding systems of Mae Sai Na Rao paddy fields were 2.69 and 3.13 kg N₂O/ha, respectively. Thus, the water-saving system effectively reduced nitrous oxide emission by 14.11 % when compared with the continuous flooding systems. In total, the water-saving system effectively reduced global warming potential by 4.05 and 46.32 % when compared with continuous flooding system for Pha Taak and Mae Sai Na Rao paddy fields, respectively.

The irrigated water volume throughout growing season of the water-saving system at Pha Taak paddy fields was lower than the continuous flooding system by 55.95 %. However, there were very high seepage rate at Pha Taak paddy fields thus the irrigated water volume of the water-saving system was higher than the continuous flooding system by 212.96 %. Rice yields from Pha Taak and Mae Sai Na Rao paddy fields showed that the water-saving system (924.45 and 737.93 kg/rai) had averaged higher yields than the continuous flooding system (849.18 and 663.49 kg/rai). Thus, the water-saving system gave higher yields than the continuous flooding system by 8.85 and 11.22 %, respectively. In addition, the influent of alternate wetting and drying cycle led to the increasing of net biomass assimilation rate, which the values from water-saving system (13.18 and 111.89 g/cm²/day, respectively) were higher than from continuous flooding system (10.32 and 8.32 g/cm²/day, respectively).

The results indicated that the water-saving system and alternate wetting and drying cycle had co-benefit effects in reducing methane emission from rice terraces as well as increasing water usage efficiency and rice yields.