



รายงานวิจัยฉบับสมบูรณ์

โครงการ

การศึกษาปัจจัยและความสัมพันธ์ของปัจจัยที่มีผล
ต่อการปลดปล่อยก๊าซมีเทนจากนาข้าว

โดย

รศ.ดร.สิรินทรเทพ เต๋อประยูร

เสนอ

สำนักงานกองทุนสนับสนุนการวิจัย (สกว.)

บทคัดย่อ

การศึกษาปัจจัยและความสัมพันธ์ของปัจจัยที่มีผลต่อการปลดปล่อยก๊าซมีเทนจากนาข้าว

Study of factors and their interaction on the effect of methane emission in rice field

เพื่อศึกษาความสัมพันธ์ของปัจจัยที่มีผลต่อการปล่อยมีเทนจากนาข้าว งานวิจัยนี้แบ่งออกเป็น 3 ส่วน คือ ส่วนที่ 1 ศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างชุดดินและพันธุ์ข้าวต่อการปลดปล่อยก๊าซมีเทนจากนาข้าว ส่วนที่ 2 ศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างชุดดินและปุ๋ยต่อการปลดปล่อยก๊าซมีเทนจากนาข้าวและส่วนที่ 3 ศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างพันธุ์ข้าวและการจัดการน้ำต่อการปลดปล่อยก๊าซมีเทนจากนาข้าว

ความสัมพันธ์ระหว่างชุดดินและพันธุ์ข้าวต่อการปล่อยมีเทนสามารถสรุปได้ว่าชุดดินมีความสำคัญต่อการสร้างมีเทนมากกว่าพันธุ์ข้าวซึ่งส่งผลในการปล่อยมีเทน ชุดดินหรือคุณสมบัติของดินที่ต่างกันโดยเฉพาะสารอินทรีย์ และ texture ส่งผลในการสร้างมีเทนต่างกันด้วย

พันธุ์ข้าวที่ต่างกันส่งผลในการปล่อยมีเทนที่ต่างกันเมื่อปลูกในชุดดินที่มีการสร้างมีเทนสูง ในชุดดินที่มีการสร้างมีเทนต่ำ พันธุ์ข้าวมีผลต่อการปล่อยมีเทนน้อย

ความสัมพันธ์ระหว่างชุดดินและปุ๋ยต่อการปล่อยมีเทน พบว่า การสร้างมีเทน ขึ้นอยู่กับคุณสมบัติของชุดดินแต่ละชนิด ซึ่งส่งผลต่อการสร้างมีเทน การใส่ปุ๋ยมีผลทำให้ธาตุอาหารในดินเพิ่มขึ้น ซึ่งส่งผลต่อการย่อยสลายสารอินทรีย์โดยจุลินทรีย์พวก Methanogen ในดินนอกจาก ทำให้การสร้างมีเทนเพิ่มขึ้นแล้วยังส่งผลต่อการเจริญเติบโตของต้นข้าวด้วย การเจริญของต้นข้าวไม่ว่าจะเป็นความสูง ความหนาแน่นของต้นข้าว ส่งผลทางอ้อมต่อการส่งผ่านของมีเทน

ความสัมพันธ์ระหว่างพันธุ์ข้าวและการจัดการน้ำต่อการปล่อยมีเทน พันธุ์ข้าวมีผลต่อการปล่อยก๊าซมีเทนที่ปลูกในชุดดินเดียวกันและมีจัดการน้ำที่ต่างกัน อิทธิพลของการจัดการน้ำที่ส่งผลต่อการเจริญเติบโตของต้นข้าว เช่น ความสูง ความหนาแน่นของต้นข้าว ซึ่งมีผลต่อปริมาณการปล่อยก๊าซมีเทน ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับพันธุ์ข้าวด้วย ซึ่งข้าวที่มีคามสูง ความหนาแน่นของต้นข้าวต่ำ แต่ปริมาณการปล่อยก๊าซมีเทนสูงกว่าเนื่องจากจำนวนใบและ air space ที่มากกว่า การจัดการน้ำมีผลต่อผลผลิตข้าวที่ได้ วิธีการจัดการน้ำแบบให้น้ำคงที่ที่ระดับน้ำประมาณ 5 ซม. ให้ผลผลิตข้าวมากที่สุด

ความสำคัญของปัจจัยต่าง ๆ ที่ทำการศึกษาสามารถเปรียบเทียบพบว่า ชุดดินเป็นปัจจัยที่ส่งผลกระทบในความไม่แน่นอนของการปล่อยมีเทนมากกว่าปัจจัยอื่น รองลงมาคือพันธุ์ข้าว ชนิดของปุ๋ยและ การจัดการน้ำตามลำดับ

ABSTRACT

Study of factors and their interaction on the effect of methane emission in rice field

The study of interaction of various factors effected on methane emission were categoeried onto 3 parts: 1) The relation of soil types and rice varieties 1) The relation of soil types and fertilizer application 3) The relation of rice vareities and water management.

It was found that the soil types played the important role in methane production when compared to rice varieties factors which involved in methane transport route. Difference in soil types as the result of difference organic matter and soil texture lead to uncertainties of methane production as well

With the soil type that produced high methane emission, the rice varieties factor shown the dominant effect on methane emission. However this effect was less with the lower production of methane due to low fertility of soil.

Although methane production was primary depended on factor of soil types, the application of fertilizer ,added nutrient to the field, not only effected on organic degradation by microorganisms but also on plant growth. Plant growth in term of plant high as well as plant density indirectly effected on methane emission.

With the cultivation of rice plant on the same soil type, the factor of water management influenced on plant growth which were plant hight, plant density and therefore indirectly effect to methane emission. The influences were also due to plant varities for example rice varities with high hight but low density emitted higher methane because of larger amount of leaf and air space. The appropriate level of water management with high yield was 5 cm.

The importance of factors infulenced on methane emission from rice field could be prioritized as follow : soil type, rice varieties, fertilizer and water management.

บทสรุปสำหรับผู้บริหาร

การศึกษาปัจจัยและความสัมพันธ์ของปัจจัยที่มีผลต่อการปลดปล่อยก๊าซมีเทนจากนาข้าว

Study of factors and their interaction on the effect of methane emission in rice field

จากการที่มีการจัดทำอนุสัญญาสหประชาชาติ ว่าด้วยการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ (The United Nations Framework Convention on Climate Change) ทำให้มีการยกย่องพิธีสารเกียวโตขึ้นในลักษณะที่เป็นข้อกฎหมาย มีจุดประสงค์เพื่อลดปริมาณการปล่อยก๊าซเรือนกระจกภายใต้เป้าหมายและระยะเวลาที่กำหนด ปัจจุบันพิธีสารเกียวโตยังไม่ผลบังคับใช้เนื่องจากการให้สัตยาบันยังไม่ได้ตามเงื่อนไขที่กำหนด

ภายใต้พิธีสารเกียวโต กลไกการพัฒนาที่สะอาด (Clean Development Mechanism, CDM) เป็นกลไกหนึ่งที่สำคัญในการดำเนินตามพันธกรณีของซึ่งมีวัตถุประสงค์ ที่จะให้ประเทศที่กำลังพัฒนามีส่วนร่วมในการลดปริมาณการปล่อยก๊าซเรือนกระจก โดยการวัดและตรวจสอบการลดก๊าซเรือนกระจกนั้นต้องมีการกำหนดฐานในการคิด (baseline) เพื่อนำมาใช้ในการคำนวณปริมาณการลดก๊าซเรือนกระจก ดังนั้นข้อมูลเกี่ยวกับบัญชีรายการแห่งชาติว่าด้วยการปล่อยของก๊าซเรือนกระจก เพื่อนำมากำหนด baseline ของประเทศจึงเป็นข้อมูลที่ต้องมีความแม่นยำ และใกล้เคียงความเป็นจริงมากที่สุด เพื่อสามารถกำหนดค่าที่ระหว่างประเทศได้อย่างถูกต้อง

ประเทศไทยเป็นประเทศเกษตรกรรม โดยมีเนื้อที่ทำนาข้าว ร้อยละ 52 ของเนื้อที่ปลูกทั้งประเทศและร้อยละ 6 ของเนื้อที่ปลูกทั่วโลก การปล่อยมีเทนจากนาข้าวเป็นที่ถกเถียงถึงความไม่แน่นอนของการปล่อยซึ่งขึ้นอยู่กับหลายปัจจัยเช่น 1) วิธีการปฏิบัติในการเกษตรกรรม เช่น การใส่ปุ๋ย การจัดการน้ำ ความหนาแน่นของดินข้าวและระบบการเพาะปลูก เป็นต้น 2) ลักษณะของดินนา เช่น ชนิดของดิน ความเป็นกรดเป็นด่าง อุณหภูมิและปริมาณสารอาหารในดิน เป็นต้น 3) ระยะเวลาในการเพาะปลูก ตั้งแต่เตรียมดินจนถึงเก็บเกี่ยว (IPCC)

มีเทนจากนาข้าวเกิดขึ้นจากกิจกรรมของจุลินทรีย์กลุ่ม acetogen และ methanogen ก๊าซมีเทนเกิดขึ้นแล้วถูกส่งผ่านออกมาสู่บรรยากาศ ด้วย 3 กระบวนการ คือ การผ่านลำต้นของต้นข้าว การแพร่ผ่านน้ำ และการรวมตัวเป็นก๊าซขนาดเล็กลอยสู่ผิวน้ำ ซึ่งมากกว่า ร้อยละ 90 ของการส่งผ่านมีเทนใช้เส้นทางผ่านต้นข้าว)

ดังนั้นปัจจัยต่าง ๆ ที่ส่งผลกระทบต่อกับการปล่อยมีเทนอาจแยกออกเป็น 2 ส่วนคือส่วนที่ส่งผลกระทบกับการสร้างมีเทนในดิน (จุลินทรีย์) และส่วนที่ส่งผลกระทบกับต้นข้าวซึ่งเป็นทางออกหลักของมีเทน

ปัจจัยบางประเภทอาจส่งผลกระทบต่อทั้งส่วนของการสร้างและส่วนของการปล่อยอีกด้วย โดยเฉพาะในการเพาะปลูกที่มีการเปลี่ยนแปลงปัจจัยหลายประเภท ซึ่งส่งผลให้สัมปสิทธิการปล่อยมีเทนมีความแตกต่างกัน เป็นการยากที่จะกำหนดค่าดังกล่าวให้ใกล้เคียงกับความจริงและนำไปคำนวณการปล่อยมีเทนของทั้งประเทศตามวิธีการของ IPCC

งานวิจัยนี้จึงศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างปัจจัยที่มีผลต่อการปล่อยมีเทนในนาข้าว โดยเลือกปัจจัยหลักที่ส่งผลกระทบ อันได้แก่ ชนิดของดิน พันธุ์ข้าว การจัดการน้ำ และการใส่ปุ๋ย โดยเลือกศึกษาความสัมพันธ์ของปัจจัยเป็นคู่ เพื่อให้สามารถอธิบายความสัมพันธ์ของปัจจัยที่มีต่อการปล่อยมีเทนทั้งการสร้างและการส่งผ่าน และสามารถวิเคราะห์จัดลำดับความสำคัญของปัจจัยใดที่ส่งผลกระทบต่อการปล่อยมีเทน ทำการทดลองในนาข้าวจริง เพื่อนำข้อมูลมาใช้

วิเคราะห์ค่าสัมประสิทธิ์การปล่อยของระบบนิเวศน์นาข้าวที่ควรให้ความสำคัญมากที่สุด ความน่าเชื่อถือของสัมประสิทธิ์ ตลอดจนนำข้อมูลไปใช้ในการลดการปล่อยมีเทน (mitigation option) ในทางปฏิบัติได้ด้วย

ปริมาณมีเทนที่วัดได้จากนาข้าว มาจากการสร้างมีเทน(production) และการปล่อยของมีเทน(emission) จากการศึกษาพบว่าดินที่ใช้ในการปลูกข้าวเป็นปัจจัยที่สำคัญมากที่สุด โดยในชุดดินที่ต่างกันนอกจากสารอินทรีย์ และองค์ประกอบในดินจะต่างกันแล้ว จุลินทรีย์(indigenous microbe)ที่อยู่ในดินก็มีความสำคัญและส่งผลต่อการสร้างมีเทนเช่นกัน ความแตกต่างนี้ทำให้เกิดการสร้างมีเทนที่ต่างกันไปด้วย ซึ่งจะส่งผ่านมีเทนทางต้นข้าวออกมาได้มากน้อยแค่ไหนนั้น ขึ้นอยู่กับการเจริญของต้นข้าวเป็นสำคัญ พันธุ์ข้าวที่มีการเจริญเติบโตได้ดี ทำให้มีการส่งผ่านของมีเทนได้ดีด้วย อย่างไรก็ตามถึงแม้พันธุ์ข้าวที่มีการเจริญเอื้อต่อการส่งผ่านมีเทนที่สูง แต่ปลูกในพื้นที่ที่มีการสร้างมีเทนต่ำ หรือในเงื่อนไขการเพาะปลูกที่ไม่ทำให้มีเทนทำงานได้ หรืออีกนัยหนึ่งสร้างมีเทนได้น้อย ก็จะทำให้การปล่อยมีเทน น้อยไปด้วย ชนิดของปุ๋ยที่ใส่ ส่งผลต่อการเจริญของต้นข้าว และจุลินทรีย์ ซึ่งทั้งสองส่วนเกี่ยวกับการสร้างมีเทนในดิน ได้แก่การสร้าง root exudates จากส่วนราก โดยข้าวที่เจริญในช่วงเริ่มออกรวง root exudates นี้ เป็นสารอาหารที่สำคัญสำหรับจุลินทรีย์ในดินทำให้มีกิจกรรมของจุลินทรีย์ที่ดี ดังจะเห็นได้จาก ปริมาณมีเทนเกิดขึ้นสูงในช่วงดังกล่าว ส่วนพันธุ์ข้าวส่งผลต่อลักษณะเฉพาะ ของต้นข้าว อันได้แก่ ความสูง ความหนาแน่น ซึ่งเกี่ยวข้องกับการปล่อยของมีเทนมากกว่าการสร้าง สำหรับการจัดการระดับน้ำนั้น ผลทั้งการสร้างมีเทนและการปล่อยมีเทน นั่นคือส่งผลกับจุลินทรีย์ในการสร้างมีเทน และส่งผลต่อการเจริญของต้นข้าวในการปล่อยมีเทนด้วย

การปล่อยมีเทนจากนาข้าวควรแยกประเด็นให้ชัดเจนระหว่างการสร้างมีเทนจากจุลินทรีย์ในดิน และการปล่อยมีเทนที่ถูกสร้างทางต้นข้าว ทั้งนี้ต้องคำนึงด้วยว่าระบบนิเวศน์ในการปลูกข้าวและเงื่อนไขในการปลูกข้าวล้วนมีผลโดยตรงต่อการสร้างมีเทนโดยจุลินทรีย์ และส่งผลทางอ้อมโดยการเสริมเส้นทางการปล่อยมีเทนของต้นข้าวให้ดีขึ้น ดังนั้น จากผลการทดลองซึ่งสรุปได้ว่าปัจจัยของชุดดินมีอิทธิพลต่อการปล่อยมีเทนมากกว่าปัจจัยชนิดอื่น จึงควรให้ความสำคัญต่อชนิดของดินที่ใช้ในการเพาะปลูก ซึ่งหมายถึงถึง สารอินทรีย์ที่อยู่ในดิน และกิจกรรมต่าง ๆ ในการเพาะปลูกที่ส่งผลให้สารอินทรีย์เพิ่มในดินด้วย เช่น การไถกลบฟางข้าว การหมัก ดินก่อนเพาะปลูกเป็นต้น ดังนั้นควรส่งเสริมกิจกรรมการทำการที่ไม่เพิ่มสารอินทรีย์ในนาข้าว

สำหรับพันธุ์ข้าว เนื่องจากเกี่ยวข้องเป็นทางออกของมีเทน การพัฒนาพันธุ์ข้าวเพื่อลดการปล่อยมีเทนอาจมีความจำเป็นน้อยกว่าการพัฒนาพันธุ์ข้าวเพื่อเพิ่มผลผลิตและการพัฒนาคุณภาพของเมล็ดข้าว เนื่องจากการสร้างมีเทนมีความสำคัญมากกว่า และหากสามารถควบคุมการสร้างมีเทนได้ อาจไม่จำเป็นต้องให้ความสำคัญกับทางออกมากนัก อย่างไรก็ตามมีประเด็นที่เกี่ยวข้องกับการสร้างมีเทนคือต้นข้าวจะสร้างสารที่ช่วยในการเจริญของจุลินทรีย์ ซึ่งหากต้องการลดการปล่อยมีเทนให้น้อยลงในพื้นที่ที่เอื้อต่อการสร้างมีเทนสูงโดยหลีกเลี่ยงไม่ได้ อาจพิจารณาเลือกใช้พันธุ์ข้าวที่สร้าง root exudates ต่ำ ๆ เพื่อไม่ให้ methanogen มีกิจกรรมที่ดี

การควบคุมการสร้างมีเทน อาจทำได้โดยการเลือกใช้ปุ๋ยที่มีความเหมาะสม เพื่อลดกิจกรรมของจุลินทรีย์ โดยไม่ส่งผลต่อการเจริญของต้นข้าว เช่น ปุ๋ย แอมโมเนียมซัลเฟต เนื่องจากซัลเฟตส่งผลเชิงลบกับmethanogen นอกจากนี้อาจเลือกควบคุมโดยการปรับระดับน้ำในแปลงนาให้เหมาะสม หรือศึกษาการเพาะปลูกแบบใช้น้ำน้อย ซึ่งวิธีนี้อาจส่งผลกระทบต่อผลผลิตของข้าวได้ แต่ช่วยประหยัดน้ำในการเพาะปลูกในคราวเดียวกัน

การปล่อยมีเทนจากนาข้าวเป็นการเพิ่มก๊าซเรือนกระจกให้กับบรรยากาศแต่เนื่องจากประเทศไทยเป็นประเทศเกษตรกรรมและบริโภคข้าวเป็นอาหารหลัก การปลูกข้าวจึงเป็นสิ่งหลีกเลี่ยงไม่ได้ การศึกษาปัจจัยที่มีผลต่อการปล่อยมีเทนจากนาข้าวและเข้าในกลไกการส่งผ่านของมีเทนจึงเป็นทางเลือกหนึ่งเพื่อให้สามารถตัดสินใจนโยบายในเรื่องของการลดก๊าซเรือนกระจกของประเทศไทยในอนาคตต่อไป

สารบัญ

บทคัดย่อ	ก
Abstract	ข
บทสรุปสำหรับผู้บริหาร	ค
บทที่ 1 ความนำ	1
บทที่ 2 วิธีการทดลอง	7
บทที่ 3 ผลการทดลอง	15
บทที่ 4 บทสรุป	47
เอกสารอ้างอิง	51
ภาคผนวก ก	54
ภาคผนวก ข	65
ภาคผนวก ค	74

การศึกษาปัจจัยและความสัมพันธ์ของปัจจัยที่มีผลต่อการปลดปล่อยก๊าซมีเทนจากนาข้าว

Study of factors and their interaction on the effect of methane emission in rice field

บทที่ 1

ความนำ

จากการที่มีการจัดทำอนุสัญญาสหประชาชาติ ว่าด้วยการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ (The United Nations Framework Convention on Climate Change) โดยองค์กรสิ่งแวดล้อมแห่งสหประชาชาติและองค์กรอูดุ นิยมวิทยาโลก ได้ร่วมกันจัดตั้ง Intergovernmental Panel on Climate Change (IPCC) เพื่อวิเคราะห์ข้อมูลเกี่ยวกับการเปลี่ยนแปลงภูมิอากาศ และเตรียมมาตรการในการจัดการการเปลี่ยนแปลงที่จะเกิดขึ้น [1] ประเทศไทยได้ให้ สัตยาบันเพื่อเข้าร่วมภาคีอนุสัญญาว่าด้วยการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ โดยจะต้องจัดทำรายงานแห่งชาติซึ่ง ประกอบด้วย ข้อเสนอแนะเกี่ยวกับบัญชีรายการแห่งชาติ ว่าด้วยปริมาณการปล่อยของก๊าซเรือนกระจก ตลอดจน นโยบายและมาตรการในการลด และปรับตัวจากการเปลี่ยนแปลงของสภาพภูมิอากาศ

ในปี 2540 ได้มีการประชุมสมัชชาประเทศภาคีอนุสัญญาฯ สมัยที่ 3 ณ เมืองโตเกียว ประเทศญี่ปุ่น และ ยกร่างพิธีสารเกียวโตขึ้นในลักษณะที่เป็นข้อกฎหมาย มีจุดประสงค์เพื่อลดปริมาณการปล่อยก๊าซเรือนกระจกภาย ได้เป้าหมายและระยะเวลาที่กำหนด พิธีสารเกียวโตนี้จะมีผลบังคับใช้ต่อเมื่อมีการลงนามให้สัตยาบันไม่น้อยกว่า 55 ประเทศ และจะต้องมีประเทศในภาคผนวกที่ 1 (Annex I) ของอนุสัญญาฯ ที่มีการปล่อยก๊าซ คาร์บอนไดออกไซด์รวมกันแล้วไม่น้อยกว่า ร้อยละ 55 ของปริมาณทั้งหมดของประเทศในกลุ่ม ภาคผนวกที่ 1 ในปี 2533 ปัจจุบันพิธีสารเกียวโตยังไม่มีผลบังคับใช้เนื่องจากการให้สัตยาบันยังไม่ได้ตามเงื่อนไขที่กำหนด ประเทศไทยยังไม่ได้ให้สัตยาบันในพิธีสารเกียวโต อย่างไรก็ตาม สำนักงานนโยบายแผนและสิ่งแวดล้อม ได้มี การศึกษาและดำเนินการต่าง ๆ เพื่อรองรับการอนุวัติตามพิธีสารเกียวโต

กลไกหนึ่งที่สำคัญในการดำเนินการตามพันธกรณีของพิธีสารคือ กลไกการพัฒนาที่สะอาด (Clean Development Mechanism, CDM) ซึ่งมีวัตถุประสงค์ที่จะให้ประเทศที่กำลังพัฒนามีส่วนร่วมในการลดปริมาณ การปล่อยก๊าซเรือนกระจก โดยการวัดและตรวจสอบการลดก๊าซเรือนกระจกนั้นต้องมีการกำหนดฐานในการคิด (baseline) เพื่อนำมาใช้ในการคำนวณปริมาณการลดก๊าซเรือนกระจก ดังนั้นข้อมูลเกี่ยวกับบัญชีรายการแห่งชาติ ว่าด้วยการปล่อยของก๊าซเรือนกระจก เพื่อนำมากำหนด baseline ของประเทศจึงเป็นข้อมูลที่ต้องมีความแม่นยำ และใกล้เคียงความเป็นจริงมากที่สุด เพื่อสามารถกำหนดค่าที่ระหว่างประเทศได้อย่างถูกต้อง

ในปี 2540 กลุ่มนักวิจัยจากสถาบันสิ่งแวดล้อมไทย [2] ได้จัดทำบัญชีแห่งชาติของการปล่อยก๊าซเรือน กระจก ในปี 1990 จากหมวดต่าง ๆ โดยใช้วิธีการประเมินของ IPCC ปี 2538 พบว่ามีเทน เป็นก๊าซเรือนกระจกที่ สำคัญตัวหนึ่งและปล่อยออกมาประมาณ 25เปอร์เซ็นต์ ของก๊าซเรือนกระจกในประเทศไทย แหล่งการปล่อย มีเทนที่มากที่สุดคือนาข้าว (1.8 Tg)

ประเทศไทยเป็นประเทศเกษตรกรรม โดยมีเนื้อที่ทำนาข้าว ร้อยละ 52 ของเนื้อที่ปลูกทั้งประเทศและ ร้อยละ 6 ของเนื้อที่ปลูกทั้งโลก การปล่อยมีเทนจากนาข้าวเป็นที่ยกถึงถึงความไม่แน่นอนของการปล่อยซึ่ง ขึ้นอยู่กับหลายปัจจัยเช่น 1) วิธีการปฏิบัติในการเกษตรกรรม เช่น การใส่ปุ๋ย การจัดการน้ำ ความหนาแน่นของ

ต้นข้าวและระบบการเพาะปลูก เป็นต้น 2) ลักษณะของดินนา เช่น ชนิดของดิน ความเป็นกรดเป็นด่าง อุณหภูมิ และปริมาณสารอาหารในดิน เป็นต้น 3) ระยะเวลาในการเพาะปลูก ตั้งแต่เตรียมดินจนถึงเก็บเกี่ยว (IPCC)

มีเทนจากนาข้าวเกิดขึ้นจากกิจกรรมของจุลินทรีย์กลุ่ม acetogen และ methanogen ที่มีกิจกรรมต่อเนื่องในสภาพไร้อากาศใช้สารอินทรีย์ที่อยู่ในดิน และจากการใส่เพิ่มเติมในนาข้าวเมื่อก๊าซมีเทนเกิดขึ้นแล้วถูกส่งผ่านออกมาสู่บรรยากาศ ด้วย 3 กระบวนการ คือ การผ่านลำต้นของต้นข้าว การแพร่ผ่านน้ำ และการรวมตัวเป็นก๊าซขนาดเล็กลอยสู่ผิวน้ำ ซึ่งมากกว่า ร้อยละ 90 ของการส่งผ่านมีเทนใช้เส้นทางผ่านต้นข้าว (3)

ดังนั้นปัจจัยต่าง ๆ ที่ส่งผลกระทบต่อการปล่อยมีเทนอาจแยกออกเป็น 2 ส่วนคือส่วนที่ส่งผลกระทบต่อการสร้างมีเทนในดิน (จุลินทรีย์) และส่วนที่ส่งผลกระทบกับต้นข้าวซึ่งเป็นทางออกหลักของมีเทน

ปัจจัยบางประเภทอาจส่งผลกระทบทั้งส่วนของการสร้างและส่วนของการปล่อยออกด้วย โดยเฉพาะในการเพาะปลูกที่มีการเปลี่ยนแปลงปัจจัยหลายประเภท ซึ่งส่งผลให้สัมปสิทธิการปล่อยมีเทนมีความแตกต่างกัน เป็นการยากที่จะกำหนดค่าดังกล่าวให้ใกล้เคียงกับความจริงและนำไปคำนวณการปล่อยมีเทนของทั้งประเทศตามวิธีการของ IPCC

งานวิจัยนี้จึงศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างปัจจัยที่มีผลต่อการปล่อยมีเทนในนาข้าว โดยเลือกปัจจัยหลักที่ส่งผลกระทบ อันได้แก่ ชนิดของดิน พันธุ์ข้าว การจัดการน้ำ และการใส่ปุ๋ย โดยเลือกศึกษาความสัมพันธ์ของปัจจัยเป็นคู่ เพื่อให้สามารถอธิบายความสัมพันธ์ของปัจจัยที่มีต่อการปล่อยมีเทนทั้งการสร้างและการส่งผ่าน และสามารถวิเคราะห์จัดลำดับความสำคัญของปัจจัยใดที่ส่งผลต่อการปล่อยมีเทน เพื่อนำข้อมูลมาใช้วิเคราะห์ค่าสัมปสิทธิการปล่อยของระบบนิเวศนาข้าวที่ควรให้ความสำคัญมากที่สุด ความน่าเชื่อถือของสัมปสิทธิ ตลอดจนนำข้อมูลไปใช้ในการลดการปล่อยมีเทน (mitigation option) ในทางปฏิบัติได้ด้วย

วัตถุประสงค์ของโครงการ

1. เพื่อศึกษาการปล่อยมีเทนจากนาข้าวที่มี พันธุ์ข้าว การใส่ปุ๋ยและการจัดการน้ำ ต่างกัน
2. เพื่อศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างปัจจัยทั้ง 3 ที่มีความสำคัญต่อการปลูกข้าวและการปล่อยมีเทน

วารสารปริทรรศน์

อิทธิพลของปุ๋ยต่อการจัดการน้ำ

Mikkelsen 1987 [4] พบว่าในการใช้ปุ๋ยไนโตรเจนที่มีปริมาณไนโตรเจนเท่ากัน ปุ๋ยแอมโมเนียมซัลเฟตช่วยให้ผลผลิตข้าวสูงกว่าการใส่ปุ๋ยยูเรียร้อยละ 5-10 นอกจากนี้ ปุ๋ยไนโตรเจนที่ใส่ในการทำนาหว่านน้ำตามมีกลไกหลักของการเคลื่อนย้ายไนโตรเจนไปใช้โดยข้าว nitrification-denitrification และ การระเหยของก๊าซแอมโมเนีย เพื่อการใช้ปุ๋ยไนโตรเจนอย่างมีประสิทธิภาพและลดการสูญเสียปุ๋ยไนโตรเจน โดยพบว่าสัมประสิทธิ์ของการกระจายตัวของแอมโมเนียม เท่ากับ 0.216 ตารางเซนติเมตรต่อวัน ส่วน ไนเตรทเท่ากับ 1.33 ตารางเซนติเมตรต่อวัน ซึ่งไนเตรทเคลื่อนย้ายได้เร็วกว่าแอมโมเนียมถึง 6 เท่า ไนโตรเจนที่หายไปสูญเสียไปกับการถูกชะลงไปได้ดิน (leaching) และไหลไปตามผิวดิน (run-off) ซึ่งมีปริมาณตั้งแต่ 5 ถึง 25 กิโลกรัมไนโตรเจนต่อเฮกตาร์ และ 4 ถึง 16 กิโลกรัมไนโตรเจนต่อเฮกตาร์ตามลำดับ นอกจากนี้ยังพบว่าการใช้ปุ๋ยยูเรียมักเกิดการสูญเสียของไนโตรเจนได้มากกว่าการใช้ปุ๋ยแอมโมเนียมซัลเฟต โดยเฉพาะที่อัตราปุ๋ยมากๆ การสูญเสียไนโตรเจนก็มากด้วย

Lindau และคณะ 1991 [5] ได้ศึกษาผลของการใช้ปุ๋ยยูเรียและปัจจัยแวดล้อมต่อการปลดปล่อยก๊าซมีเทนจากนาข้าวในรัฐ Louisiana ประเทศสหรัฐอเมริกา โดยการทดลองใส่ปุ๋ยยูเรียในปริมาณต่างๆกันคือ 0, 100, 200 และ 300 กิโลกรัมต่อเฮกเตอร์ พบว่าตลอด 3 สัปดาห์ อัตราการปลดปล่อยก๊าซมีเทนลดลงเรื่อยๆ และลดเหลือร้อยละ 50 ในระยะแทงช่อดอก อัตราการปลดปล่อยก๊าซมีเทนที่วัดได้ในแปลงที่ใส่ปุ๋ยยูเรียในปริมาณ 300 กิโลกรัมต่อเฮกเตอร์ พบสูงที่สุด คือ 11.23 กิโลกรัมต่อเฮกเตอร์ต่อวัน (ค่า max.) รองลงมาคือที่ใส่ปุ๋ยยูเรีย 200 และ 100 กิโลกรัมต่อเฮกเตอร์ เท่ากับ 8.94 กิโลกรัมต่อเฮกเตอร์ต่อวัน แต่ถ้าเฉลี่ยแล้ว แปลงที่ใส่ปุ๋ย 200 กิโลกรัมต่อเฮกเตอร์ปลดปล่อยสูงกว่า ส่วนแปลงควบคุมที่ไม่ได้ใส่ปุ๋ยพบว่าอัตราการปลดปล่อยก๊าซมีเทน เท่ากับ 5.97 กิโลกรัมต่อเฮกเตอร์ต่อวัน ระหว่างแปลงควบคุมและแปลงทดลองมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ นอกจากนี้ยังพบว่ามีค่า peak อยู่ 2 จุด คือระยะที่ต้นข้าวเริ่มออกรวง (grain ripening stage) ซึ่งมีอัตราการปลดปล่อยก๊าซมีเทนสูงกว่าทุกระยะ และค่า peak อีกระยะหนึ่งคือเมื่อหลังออก

Nugroho, S.G., และคณะ, 1994. [6] ศึกษาความแตกต่างระหว่างการใช้ฟางข้าว ปุ๋ยพืชสด และมูลสัตว์ร่วมกับปุ๋ยยูเรียต่อการปลดปล่อยก๊าซมีเทนจากนาข้าวประเทศอินโดนีเซีย โดยผสมปุ๋ยยูเรียกับปุ๋ยอินทรีย์ในอัตราส่วน 1:20 ผลการศึกษาพบว่าการใช้ฟางข้าวร่วมกับปุ๋ยยูเรียให้ค่าปริมาณการปลดปล่อยก๊าซมีเทนสูงที่สุด รองลงมาคือการใช้ปุ๋ยพืชสดร่วมกับปุ๋ยยูเรีย การใช้มูลสัตว์ร่วมกับปุ๋ยยูเรีย และการใช้ปุ๋ยยูเรียเพียงชนิดเดียว ตามลำดับ

IPCC, 1995. [3] รายงานผลการศึกษาของ Yamane และ Sato ในปี ค.ศ. 1963 พบว่าการเติมปุ๋ยเคมีที่มี Sulfate เป็นองค์ประกอบลงในดินมีมีน้ำท่วมขังมีอิทธิพลต่อการเกิดก๊าซมีเทน เนื่องจาก Sulfate สามารถเพิ่มค่าศักย์รีดอกซ์ของดิน ค่าความเป็นพิษของดิน และเพิ่มกิจกรรมของ Sulfate reducing bacteria ที่สามารถแข่งขันกับ Methanogenic bacteria ทำให้การเกิดก๊าซมีเทนจากนาข้าวมีค่าลดลง

Adachi, K., และคณะ, 1996. [7] รายงานว่าแบคทีเรียที่ผลิตก๊าซมีเทน (Methanogenic bacteria) มีความสัมพันธ์ต่อการปลดปล่อยก๊าซมีเทนจากนาข้าว ศึกษาโดยการใช้ฟางข้าวและเซลลูโลสเป็นแหล่งคาร์บอน ผลการศึกษาพบว่าการใช้ฟางข้าวและเซลลูโลสทำให้แบคทีเรียที่ผลิตก๊าซมีเทนเกิดขึ้นเป็นจำนวนมากกว่าแปลงควบคุม โดยสัดส่วนเป็นเปอร์เซ็นต์ระหว่างจำนวนแบคทีเรียที่ผลิตก๊าซมีเทนต่อจำนวนแบคทีเรียทั้งหมดจากกรณีการใช้เซลลูโลสมีค่า 15.4 เปอร์เซ็นต์ มากกว่าการใช้ฟางข้าวและแปลงควบคุม ซึ่งมีค่า 8.5 และ 2.1 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ เช่นเดียวกับปริมาณการปลดปล่อยก๊าซมีเทนจากนาข้าวที่ใช้เซลลูโลสให้ค่าปริมาณการปลดปล่อยก๊าซมีเทนสูงกว่าฟางข้าวและแปลงควบคุม

Minami 1995 [8] ได้ศึกษาผลการใช้ปุ๋ยไนโตรเจนต่อการปลดปล่อยก๊าซมีเทนจากนาข้าว โดยได้รวบรวมผลการศึกษาเกี่ยวกับการทดลองใช้ปุ๋ยไนโตรเจนของนักวิจัยท่านอื่น ทั้งปุ๋ยยูเรีย ปุ๋ยแอมโมเนียมซัลเฟต ที่พบว่าปุ๋ยแอมโมเนียมซัลเฟตและปุ๋ยยูเรียสามารถลดปริมาณการปลดปล่อยก๊าซมีเทนจากนาข้าวลงได้ และปริมาณปุ๋ยยูเรียที่ใส่ในอัตราที่สูงขึ้นปริมาณการปลดปล่อยก๊าซมีเทนก็สูงขึ้นด้วย

Singh และคณะ 1996 [9] ได้ศึกษาปริมาณการปลดปล่อยก๊าซมีเทนของข้าวโดยใช้ปุ๋ยต่างกัน ทดลองในแปลงทดลองขนาดแปลงละ 5 x 4.2 ตารางเมตร ทำการทดลอง 3 ทริตเมนต์ คือ 1) แปลงควบคุมไม่ใส่ปุ๋ยเลย 2) แปลงใส่ปุ๋ยเคมี N P K โดย N มาจากปุ๋ยยูเรีย P มาจาก single superphosphate และ K มาจาก muriate of potash และ 3) ใช้ฟางข้าวสาธิตผสมกับปุ๋ยเคมี N P K (ในปริมาณครึ่งหนึ่งของแปลงที่ 2) พบว่าในปีแรกค่าปริมาณการปลดปล่อยก๊าซมีเทนในแปลงควบคุมอยู่ที่ 2.56-6.23 mg/m²/hr ส่วนแปลงที่ใส่ปุ๋ยเคมีผสมฟางข้าวมีค่าการปลด

ปล่อยก๊าซมีเทน 2.81-7.28 mg/m²/hr นอกจากนี้ยังพบว่าระดับน้ำในแปลงที่สูงกว่า (ในปีที่ 2) มีผลให้ปริมาณการปลดปล่อยก๊าซมีเทนสูงกว่าปีที่ 1 ที่ระดับน้ำต่ำกว่า

Buendia และคณะ 1997 [10] ได้ทำการศึกษาตลอดฤดูปลูกทั้งปีและนาปรัง ในพื้นที่ประเทศจีน อินโดนีเซีย ฟิลิปปินส์ และไทย โดยในแต่ละประเทศได้ทำการศึกษาปัจจัยที่แตกต่างกันไป เพื่อให้ได้ผลที่ค่อนข้างกระจาย เป็นระยะเวลา 2 ปี ศึกษาเปรียบเทียบการใช้ปุ๋ยในปริมาณและชนิดที่แตกต่างกัน พบว่าการใส่ปุ๋ยแอมโมเนียมซัลเฟตแทนปุ๋ยยูเรียที่เมือง Miladaya ประเทศฟิลิปปินส์ ปริมาณการปลดปล่อยก๊าซมีเทนของแปลงที่ใช้ปุ๋ยยูเรียมีปริมาณสูงกว่าแปลงที่ใช้ปุ๋ยแอมโมเนียมซัลเฟต คือเมื่อใช้ปุ๋ยแอมโมเนียมซัลเฟต ปริมาณการปลดปล่อยก๊าซมีเทนได้ลดลงร้อยละ 37 ในขณะที่ผลผลิตข้าวที่ได้จากแปลงนาที่ใช้ปุ๋ยยูเรียมีน้อยกว่า แต่ก็เป็นความแตกต่างอย่างไม่มีนัยสำคัญ นอกจากนี้เปรียบเทียบปุ๋ยเคมี 2 ชนิดนี้แล้ว ยังได้ศึกษาเปรียบเทียบระหว่างการใส่ปุ๋ยเคมี N P K อย่างเดียวกับการผสมปุ๋ยเคมี N P K เข้ากับปุ๋ยมูลสัตว์ที่เมือง Beijing ประเทศจีน และผสมปุ๋ยเคมี N P K เข้ากับปุ๋ยพืชสดที่เมือง Hangzhon ประเทศจีน พบว่าการผสมปุ๋ยอินทรีย์ลงไปไม่ว่าเป็นปุ๋ยมูลสัตว์หรือปุ๋ยพืชสด ต่างก็ทำให้ปริมาณการปลดปล่อยก๊าซมีเทนสูงกว่าการใส่ปุ๋ยเคมีอย่างเดียว โดยที่ผลผลิตข้าวก็มีความแตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญ

Cai และคณะ 1997 [11] ได้ศึกษาผลกระทบของการใช้ปุ๋ยไนโตรเจนและการจัดการน้ำต่อการปล่อยก๊าซมีเทนและไนตรัสออกไซด์จากนาข้าว ในประเทศจีน โดยในชุดดินที่ทำการศึกษามีปริมาณอินทรีย์วัตถุเท่ากับ 18.5 กรัมต่อกิโลกรัมดิน ปริมาณไนโตรเจนทั้งหมดเท่ากับ 1.16 กรัมต่อกิโลกรัมดิน เปรียบเทียบการใส่ปุ๋ยยูเรียและปุ๋ยแอมโมเนียมซัลเฟตในอัตรา 0, 100 และ 300 กิโลกรัมไนโตรเจนต่อเฮกตาร์ พบว่าไม่มีความแตกต่างทางสถิติของผลผลิตข้าวระหว่างการใส่ปุ๋ยยูเรียและปุ๋ยแอมโมเนียมซัลเฟต ส่วนปริมาณการปล่อยก๊าซมีเทนสูงสุดอยู่ที่ข้าวอายุประมาณ 40 วัน โดยในอัตราปุ๋ย 100 กิโลกรัมไนโตรเจนต่อเฮกตาร์แปลงที่ใช้ปุ๋ยยูเรียมีค่าสูงสุดประมาณ 11 มิลลิกรัมต่อตารางเมตรต่อชั่วโมง แปลงที่ใช้ปุ๋ยแอมโมเนียมซัลเฟตมีค่าประมาณ 12 มิลลิกรัมต่อตารางเมตรต่อชั่วโมง ที่อัตราปุ๋ย 300 กิโลกรัมไนโตรเจนต่อเฮกตาร์แปลงที่ใช้ปุ๋ยยูเรียมีค่าสูงสุดประมาณ 14 มิลลิกรัมต่อตารางเมตรต่อชั่วโมง แปลงที่ใช้ปุ๋ยแอมโมเนียมซัลเฟตมีค่าประมาณ 7 มิลลิกรัมต่อตารางเมตรต่อชั่วโมง ในขณะที่แปลงควบคุมที่ไม่มีการใส่ปุ๋ยมีค่าประมาณ 14 มิลลิกรัมต่อตารางเมตรต่อชั่วโมง เมื่อดูค่าเฉลี่ยของก๊าซมีเทนพบว่าปริมาณปุ๋ยมากขึ้นทำให้ปริมาณการปล่อยก๊าซมีเทนเฉลี่ยตลอดฤดูปลูกต่ำลงในการใช้ปุ๋ยทั้ง 2 ชนิด โดยค่าปริมาณการปล่อยก๊าซมีเทนเฉลี่ยอยู่ที่ประมาณ 0.92-6.26 มิลลิกรัมต่อตารางเมตรต่อชั่วโมง ซึ่งน้อยกว่าอีกหลายพื้นที่ในโลก การใช้ปุ๋ยแอมโมเนียมซัลเฟตสามารถลดปริมาณการปล่อยก๊าซมีเทนได้ร้อยละ 42-60 ส่วนปุ๋ยยูเรียสามารถลดปริมาณการปล่อยก๊าซมีเทนได้ร้อยละ 7-14 ที่อัตราปุ๋ย 100 และ 300 กิโลกรัมไนโตรเจนต่อเฮกตาร์ตามลำดับ นอกจากนี้ยังพบว่าไม่มีความสัมพันธ์ระหว่าง soil redox potential กับปริมาณการปล่อยก๊าซมีเทน

Inubushi, K., และคณะ, 1997. [12] ศึกษาวิจัยในห้องปฏิบัติการถึงการย่อยสลายสารอินทรีย์ในดินนาในสภาวะไร้อากาศโดยการเปลี่ยนแปลงชนิดของสารอินทรีย์และอุณหภูมิ ผลการศึกษาความแตกต่างของชนิดของสารอินทรีย์ โดยการเติมกลูโคสซึ่งมีคาร์บอนเป็นองค์ประกอบ 0.528 gC/kgsoil อะลานีนมีไนโตรเจนและคาร์บอนเป็นองค์ประกอบถึง 1 gN และ 2.57 gC/kgsoil เปรียบเทียบกับการไม่เติมสารอินทรีย์ พบว่าการเติมอะลานีนให้ค่าปริมาณการปลดปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์และก๊าซมีเทนสูงกว่าการเติมกลูโคสและการไม่เติมสารอินทรีย์ ตามลำดับ การเติมอะลานีนและกลูโคสทำให้การปลดปล่อยก๊าซมีเทนเกิดขึ้นเร็วกว่าการไม่เติมสารอินทรีย์ นอกจากนี้การเติมอะลานีนทำให้มีอะซิเตทเกิดขึ้นในปริมาณมากกว่าการเติมกลูโคสถึง 10 เท่าและการ

ไม่เคมิสสารอินทรีย์ทำให้ปริมาณอะซิเตทมีค่าน้อยมากจนไม่สามารถวิเคราะห์ได้ ส่วนผลการศึกษาความแตกต่างของอุณหภูมิ พบว่าที่อุณหภูมิ 40°C ให้ค่าปริมาณการปลดปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์และก๊าซมีเทนสูงกว่าที่อุณหภูมิ 30, 20 และ 5°C ตามลำดับ และที่อุณหภูมิ 40 และ 30°C ทำให้การปลดปล่อยก๊าซมีเทนเกิดขึ้นเร็วกว่าที่อุณหภูมิ 20°C ส่วนที่อุณหภูมิ 5°C พบว่าไม่สามารถวิเคราะห์หาปริมาณการปลดปล่อยก๊าซมีเทนได้

Singh และคณะ 1998 [13] ได้ศึกษาความสัมพันธ์ของการเจริญเติบโตและสรีระของข้าว กับผลกระทบของการไถไถ โดยใช้ข้าว *Oryza sativa* (var. Pant Dhan-4) พารามิเตอร์ของการเจริญเติบโตของข้าวประกอบด้วย ความสูงของยอดข้าว น้ำหนักแห้งของข้าว ปริมาตรของราก ความพรุนของราก จำนวนกอ และผลผลิตข้าว การศึกษาแบ่งเป็น 4 การทดลองคือ 1) ปลูกรากและไถไถ 2) ปลูกรากแต่ไม่ไถไถ 3) ไม่ปลูกรากแต่ไถไถ 4) ไม่ปลูกรากและไม่ไถไถ โดยไถไถที่ใช้คือไถไถเรียบ พบว่าการเจริญเติบโตของข้าวมีความสัมพันธ์ในเชิงบวกกับปริมาณการปลดปล่อยก๊าซมีเทนทุกพารามิเตอร์ ส่วนปริมาณการปลดปล่อยก๊าซมีเทนพบว่าพารามิเตอร์ที่ปลูกรากและไถไถมีปริมาณก๊าซมีเทนสูงที่สุดคือ 0.4-20.2 มิลลิกรัมต่อตารางเมตรต่อชั่วโมง รองลงมาคือพารามิเตอร์ที่ปลูกรากแต่ไม่ไถไถมีค่าเท่ากับ 0.1-11.9 มิลลิกรัมต่อตารางเมตรต่อชั่วโมง ต่อมาคือพารามิเตอร์ที่ไม่ปลูกรากแต่ไถไถมีค่าเท่ากับ 0.09-2.2 มิลลิกรัมต่อตารางเมตรต่อชั่วโมง สุดท้ายคือพารามิเตอร์ที่ไม่ปลูกรากและไม่ไถไถมีค่าเท่ากับ 0.004-1.5 มิลลิกรัมต่อตารางเมตรต่อชั่วโมง

Bossio, D.A., และคณะ, 1999. [14] ศึกษาความแตกต่างจากการจัดการฟางข้าว 2 แบบ คือการใช้ฟางข้าวที่เหลือจากฤดูที่แล้วกับการเผาฟางต่อการปลดปล่อยก๊าซมีเทนจากนาข้าว ผลการศึกษาพบว่าการใช้ฟางข้าวที่เหลือจากฤดูที่แล้วให้ค่าปริมาณการปลดปล่อยก๊าซมีเทนสูงกว่าการเผาฟาง โดยการใช้ฟางข้าวที่เหลือจากฤดูที่แล้วให้ค่าปริมาณการปลดปล่อยก๊าซมีเทนทั้งหมดตลอดระยะเวลาการเพาะปลูกเท่ากับ 8.87 g m⁻² ส่วนการเผาฟางให้ค่าปริมาณการปลดปล่อยก๊าซมีเทนทั้งหมดตลอดระยะเวลาการเพาะปลูกเท่ากับ 1.63 g m⁻²

Chidthaisong, A., และคณะ, 1999. [15] รายงานว่าสารตั้งต้นมีผลต่อการเกิดก๊าซมีเทน โดยศึกษาวิจัยในห้องปฏิบัติการถึงกลไกการเกิดก๊าซมีเทน พบว่ากลไกหลักของการเกิดก๊าซมีเทนเกิดขึ้นจากปฏิกิริยาการเปลี่ยนอะซิเตทให้เป็นก๊าซมีเทน (Demethylation) มากกว่าปฏิกิริยารีดักชันของคาร์บอนไดออกไซด์เป็นก๊าซมีเทน (CO₂ reduction) โดยทำการศึกษาจากการเคมิสสารอะซิเตทที่มีองค์ประกอบของคาร์บอน-14 เป็นสารตั้งต้น พบว่าผลของปฏิกิริยาได้ก๊าซมีเทนที่มีองค์ประกอบของคาร์บอน-14 ในปริมาณสูงประมาณ 80.5 – 92.4 เปอร์เซ็นต์ ส่วนการเคมิสสารโซเดียมไบคาร์บอเนตที่มีองค์ประกอบของคาร์บอน-14 เป็นสารตั้งต้น พบว่าผลของปฏิกิริยาได้ก๊าซมีเทนที่มีองค์ประกอบของคาร์บอน-14 ในปริมาณต่ำเพียง 3.3 – 7.2 เปอร์เซ็นต์

อิทธิพลของการจัดการน้ำต่อการปล่อยมีเทน

Lindau และคณะ 1991 [16] ไม่พบความสัมพันธ์ระหว่างระดับน้ำกับการปลดปล่อยก๊าซมีเทน และไม่พบความสัมพันธ์ระหว่างอุณหภูมิกับการปลดปล่อยก๊าซมีเทน ส่วนค่า soil redox potential พบว่าถ้าลดลงต่ำกว่า -100 mV ได้มีก๊าซมีเทนเกิดขึ้น

Sass, E.L. และคณะ, 1992. [17] ศึกษาผลการจัดการน้ำต่อการปลดปล่อยก๊าซมีเทนจากนาข้าวพันธุ์จัสมิน 85 รัฐเทกซัส ประเทศสหรัฐอเมริกา ผลของการจัดการน้ำแบบ Normal flooding ซึ่งเป็นการรักษาระดับน้ำคงที่ประมาณ 10 ซม. ตลอดระยะเวลา 81 วันหลังจากเริ่มปลูกข้าวได้ 7 สัปดาห์จนถึงก่อนเก็บเกี่ยว 10 วัน พบว่าในช่วงก่อนการระบายน้ำเข้านาและหลังจากการระบายน้ำออกจากนาแล้ว ปริมาณการปลดปล่อยก๊าซมีเทนมีค่าลดลง แต่ในช่วงที่มีการระบายน้ำเข้านาปริมาณการปลดปล่อยก๊าซมีเทนมีค่าเพิ่มขึ้น ส่วนการจัดการน้ำแบบ

Midseason aeration flooding มีการจัดการน้ำเหมือน Normal flooding แต่กำหนดให้มีการระบายน้ำออกจากนา 1 ครั้งเป็นระยะเวลา 6 วันในช่วงวันที่ 31 นับตั้งแต่เริ่มระบายน้ำเข้านา พบว่าหลังจากการระบายน้ำออกจากนา ปริมาณการปลดปล่อยก๊าซมีเทนมีค่าลดลงและมีค่าเพิ่มขึ้นอีกครั้งก่อนการเก็บเกี่ยว กรณีการจัดการน้ำแบบ Multiple aeration flooding มีการจัดการน้ำเหมือน Normal flooding ยกเว้นว่ามีการกำหนดให้ระบายน้ำออกจากนา 3 ครั้งครั้งละ 2-3 วันในช่วงสัปดาห์ที่ 3, 6 และ 9 นับตั้งแต่เริ่มระบายน้ำเข้านา พบว่าการระบายน้ำออกครั้งแรกทำให้ปริมาณการปลดปล่อยก๊าซมีเทนมีค่าลดลงเช่นเดียวกับการจัดการน้ำแบบ Midseason แต่ปริมาณการปลดปล่อยก๊าซมีเทนจะมีค่าลดลงอย่างต่อเนื่องตลอดฤดูกาลเพาะปลูก ส่วนการจัดการน้ำแบบ Late flood นั้นมีการระบายน้ำเข้านาในช่วงวันที่ 76 นับตั้งแต่เริ่มปลูกข้าว (ตรงกับวันที่ 30 หลังจาก Normal flooding) และปล่อยน้ำออกในช่วงวันที่ 145 นับตั้งแต่เริ่มปลูกข้าว พบว่าการระบายน้ำเข้านาล่าช้าทำให้ปริมาณการปลดปล่อยก๊าซมีเทนมีค่าต่ำมากเมื่อเปรียบเทียบกับจัดการน้ำแบบอื่นในช่วงเวลาเดียวกัน แต่หลังจากได้ระบายน้ำเข้านาในวันที่ 76 แล้วพบว่าปริมาณการปลดปล่อยก๊าซมีเทนมีค่าเพิ่มขึ้นสูงสุด โดยปริมาณการปลดปล่อยก๊าซมีเทนตลอดฤดูกาลเพาะปลูกของการจัดการน้ำแบบ Late flood มีค่าสูงที่สุดเท่ากับ 14.98 g m^{-2} สูงกว่าการจัดการน้ำแบบ Normal flooding, Midseason aeration flooding และ Multiple flooding ซึ่งมีปริมาณการปลดปล่อยก๊าซมีเทนตลอดฤดูกาลเพาะปลูกเท่ากับ 9.27, 4.86 และ 1.15 g m^{-2} ตามลำดับ

Cai, Z. และคณะ, 1997. [11] ศึกษาอิทธิพลของการจัดการน้ำต่อการปลดปล่อยก๊าซมีเทนและก๊าซไนตรัสออกไซด์จากนาข้าวพันธุ์พื้นเมือง ประเทศจีน โดยการจัดการน้ำที่ศึกษาเป็นแบบ Midseason aeration คือการรักษาระดับน้ำในนาข้าวคงที่ประมาณ 1-3 ซม.จนถึงก่อนเก็บเกี่ยว โดยยกเว้นว่าให้มีการระบายน้ำออกจากนาในวันที่ข้าวมีอายุ 48-55 วัน รวมระยะเวลา 7 วัน ผลการศึกษาพบว่า การขังน้ำไว้ในนาข้าวทำให้ปริมาณการปลดปล่อยก๊าซมีเทนมีค่าสูงขึ้นเรื่อย ๆ ตามอายุข้าวที่เพิ่มขึ้น โดยมีค่าสูงที่สุดในวันที่ 40 แต่เมื่อมีการระบายน้ำออกจากนาในวันที่ 48 พบว่าปริมาณการปลดปล่อยก๊าซมีเทนมีค่าลดลงอย่างต่อเนื่องจนถึงก่อนเก็บเกี่ยว ซึ่งตรงกันข้ามกับการปลดปล่อยก๊าซไนตรัสออกไซด์ ซึ่งเมื่อขังน้ำไว้ในนาข้าวทำให้ปริมาณการปลดปล่อยก๊าซไนตรัสออกไซด์มีค่าน้อยมาก แต่เมื่อมีการระบายน้ำออกจากนาพบว่าปริมาณการปลดปล่อยก๊าซไนตรัสออกไซด์มีค่าเพิ่มขึ้น

อิทธิพลของดินต่อการปล่อยมีเทน

Wang และคณะ [18,19] ได้ศึกษาผลกระทบโดยคุณสมบัติของดินต่อการปล่อยก๊าซมีเทนและการกักเก็บก๊าซมีเทนไว้ในดินนาน้ำขัง พบว่าดินที่มีอนุภาคดินเหนียวมากสามารถกักเก็บก๊าซมีเทนไว้ในดินได้มาก โดยมีความสัมพันธ์ในเชิงบวกของปริมาณก๊าซมีเทนกับอนุภาคดินขนาด < 0.001 มิลลิเมตร และขนาด $0.005-0.001$ มิลลิเมตรอย่างมีนัยสำคัญ ($p < 0.001$) และมีความสัมพันธ์ในเชิงลบของปริมาณก๊าซมีเทนกับอนุภาคดินขนาด $1-0.05$ มิลลิเมตรอย่างมีนัยสำคัญ ($p < 0.01$)

Lindau, C.W., และคณะ, 1994. [20] รายงานว่าศักย์รีดอกซ์ของดินมีความสัมพันธ์ต่อการปลดปล่อยก๊าซมีเทน โดยศักย์รีดอกซ์ของดินมีค่าระหว่าง -160 ถึง -220 มิลลิโวลต์ ในช่วงที่มีการขังน้ำไว้ในนาซึ่งปริมาณการปลดปล่อยก๊าซมีเทนสูงที่สุด แต่ในช่วงที่มีการระบายน้ำออกจากนาเป็นช่วงที่มีปริมาณการปลดปล่อยก๊าซมีเทนต่ำ ศักย์รีดอกซ์ของดินมีค่าเพิ่มขึ้นเป็น -20 ถึง + 100 มิลลิโวลต์

บทที่ 2

เครื่องมือ อุปกรณ์และวิธีการทดลอง

งานวิจัยนี้แบ่งออกเป็น 3 ส่วน คือ ส่วนที่ 1 ศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างชุดดินและพันธุ์ข้าวต่อการปลดปล่อยก๊าซมีเทนจากนาข้าว ส่วนที่ 2 ศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างชุดดินและปุ๋ยต่อการปลดปล่อยก๊าซมีเทนจากนาข้าวและส่วนที่ 3 ศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างพันธุ์ข้าวและการจัดการน้ำต่อการปลดปล่อยก๊าซมีเทนจากนาข้าว

2.1 ศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างชุดดินและพันธุ์ข้าวต่อการปลดปล่อยก๊าซมีเทนจากนาข้าว

งานศึกษานี้เป็นงานศึกษาในนาข้าว 3 ชุดดิน ซึ่งพื้นที่ที่ทำการศึกษา ได้แก่ พื้นที่นาข้าวในอำเภออินทร์บุรี จังหวัดสิงห์บุรี (ชุดดินราชบุรี) พื้นที่นาข้าวในอำเภอไทรน้อย จังหวัดนนทบุรี (ชุดดินบางเขน) และพื้นที่นาข้าวในอำเภอดำรงวิทยะกา จังหวัดกาญจนบุรี (ชุดดินสระบุรี) และในแต่ละชุดดินปลูกข้าวพันธุ์เดียวกัน 5 พันธุ์ ได้แก่ ข้าวพันธุ์ กข 15 ข้าวพันธุ์สุพรรณบุรี 1 ข้าวพันธุ์สุพรรณบุรี 60 ข้าวพันธุ์สุพรรณบุรี 90 และข้าวพันธุ์ชัยนาท 1 วางแผนการทดลองโดยควบคุมระบบบนิเวศน์และเงื่อนไขการปลูกข้าวที่เหมือนกัน คือ ปลูกแบบนาหว่าน ใส่ปุ๋ยรองพื้นแอมโมเนียมฟอสเฟต สูตร 16-20-0 และใส่ปุ๋ยแต่งหน้ายูเรีย สูตร 46-0-0 นอกจากนี้ยังควบคุมระดับน้ำที่ 10 ซม. เท่ากันทุกแปลง

2.1.1 เครื่องมือและอุปกรณ์ที่ใช้ในงานวิจัย

2.1.1.1 แปลงทดลอง ซึ่งเป็นแปลงปลูกโดยให้เกษตรกรในพื้นที่ปลูกและดูแลภายใต้เงื่อนไขที่กำหนด

2.1.1.2 กล่องเก็บตัวอย่างก๊าซ Static box technique เป็นเครื่องมือเก็บก๊าซ ขนาด 0.6 x 0.6 x 0.7 (กว้าง x ยาว x สูง) ลูกบาศก์เมตร ทำด้วย Acrylic หนา 6 มิลลิเมตร จำนวน 18 กล่อง เป็นกล่องครอบลงบนต้นข้าว โดยกดปลายกล่องด้านล่างให้ลึกลงไปในดินลึก 5 เซนติเมตร มีพัดลมขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง 3 นิ้ว ผสมอากาศทางด้านบน พร้อมด้วยเทอร์โมมิเตอร์เพื่อวัดอุณหภูมิ โดยเก็บตัวอย่างตลอดฤดูกาลปลูกข้าว

2.1.1.3 อุปกรณ์ที่ใช้ในการเก็บตัวอย่างก๊าซ ได้แก่ หลอดเก็บตัวอย่างก๊าซสูญญากาศ (vacuum vial) ขนาด 10 ml, พาราฟิล์ม, กาวซิลิโคน และ Syringe ปริมาตร 20 ml พร้อม needle เบอร์ 23

2.1.1.4 อุปกรณ์ประกอบในขณะเก็บก๊าซ ได้แก่ เทอร์โมมิเตอร์ 0-100°C และ Portable pH Meter (HI 8314 Einstech-Elcetode)

2.1.1.5 อุปกรณ์ที่ใช้ในห้องปฏิบัติการ ได้แก่ เครื่องก๊าซโครมาโตกราฟี Model GC-9A ใช้คอลัมน์ของ Parapak-N สำหรับวิเคราะห์หา CH_4 และ CO_2 โดยใช้ Detector แบบ Flame Ionization Detector (FID), เครื่องแก้ว, เครื่องชั่งไฟฟ้าอย่างละเอียดและหยาบ, ตู้อบอุณหภูมิสูง (oven), เครื่อง Kjeldahl, Spectrophotometer (ยี่ห้อ SECOMAM รุ่น RS 232) สำหรับวิเคราะห์หาธาตุฟอสฟอรัส (P) และ Atomic Absorption Spectrophotometer (AAS) (ยี่ห้อ GBC รุ่น 932 AA, P841) สำหรับวิเคราะห์หาธาตุโพแทสเซียม (K)

2.1.2 วัสดุที่ใช้ในการวิจัย

2.1.2.1 เมล็ดข้าวเปลือกพันธุ์สุพรรณบุรี 1, สุพรรณบุรี 60, สุพรรณบุรี 90, กข 15 และชัยนาท 1 เนื่องจากข้อมูลทางสถิติของสำนักงานเศรษฐกิจการเกษตร กระทรวงเกษตรและสหกรณ์ ปี 2541 ประกอบกับความเหมาะสมของพันธุ์ข้าวกับพื้นที่ทำการทดลอง ได้แก่ จ.สิงห์บุรี จ.นนทบุรีและ จ.กาญจนบุรี จึงได้คัดเลือกพันธุ์ข้าวที่ปลูกมาก 5 อันดับ ซึ่งนำมาจากสถานีทดลองข้าวบางเขน และสถานีทดลองข้าวคลองหลวง การหว่านข้าวโดยวิธีหว่านนํ้าตม เนื่องจากข้อมูลทางสถิติของสำนักงานเศรษฐกิจการเกษตร กระทรวงเกษตรและสหกรณ์ ปี 2541 พื้นที่ทำการทดลองทั้ง 3 จังหวัด ใช้วิธีปลูกข้าวแบบหว่านนํ้าตมมากกว่าวิธีอื่นและเกษตรกรในพื้นที่ที่ใช้วิธีปลูกข้าวแบบหว่านนํ้าตมเช่นเดียวกัน โดยใช้อัตราส่วนของเมล็ดข้าว 30 กิโลกรัมต่อไร่

2.1.2.2 ดิน คือ ชุคดินราชบุรี ชุคดินบางเขน และชุคดินสระบุรี จากจังหวัดสิงห์บุรี นนทบุรี และกาญจนบุรี ตามลำดับ เนื่องจากการคัดเลือกพันธุ์ข้าวและพื้นที่ทำการทดลองที่เหมาะสม แล้วจึงศึกษาคุณสมบัติทางกายภาพและทางเคมี ประกอบกับแผนที่ตั้งของชุคดินและอุปกรณ์ตรวจวัดพิกัดทางภูมิศาสตร์(Global Positioning System : GPS) เพื่อบ่งชี้ชนิดของชุคดิน

2.1.3 สารเคมี

2.1.3.1 ปุ๋ยสูตร 16-20-0 สำหรับรองพื้น หลังจากปลูกข้าว 20 วัน อัตรา 30 กิโลกรัมต่อไร่

2.1.3.2 ปุ๋ยยูเรีย สำหรับแต่งหน้า หลังจากปลูกข้าว 60 วัน อัตรา 10.43 กิโลกรัมต่อไร่

2.1.4 การวางแผนการทดลอง

การศึกษาวิจัยครั้งนี้ได้ทำการทดลองโดยทำการสุ่มเรียกว่าวิธีการสุ่มพื้นที่ (Area sampling) และออกแบบการทดลองแบบ Randomized Complete Block วิเคราะห์ทางสถิติโดยใช้โปรแกรม SAS

ตารางที่ 2.1 การวางแผนการทดลอง

จังหวัด	หน่วยทดลองที่	การทดลอง
สิงห์บุรี (ชุคดินราชบุรี) นนทบุรี (ชุคดินบางเขน) และ กาญจนบุรี (ชุคดินสระบุรี)	1	พันธุ์ข้าวสุพรรณบุรี 1
	2	พันธุ์ข้าวสุพรรณบุรี 90
	3	พันธุ์ข้าวชัยนาท 1
	4	พันธุ์ข้าว กข 15
	5	พันธุ์ข้าวสุพรรณบุรี 60
	6	ไม่ปลูกข้าว

หมายเหตุ : ในการทดลองควบคุมระดับน้ำไว้ที่ 10 เซนติเมตร ทุกแปลงตลอดการทดลอง

2.1.5 วิธีการทดลอง

2.1.5.1 การเก็บตัวอย่างก๊าซและการวัดก๊าซมีเทน

2.1.5.1.1 สุ่มเลือกบริเวณที่จะทำการเก็บตัวอย่างก๊าซ หลังจากนั้นนำ

กล่องเก็บตัวอย่างก๊าซครอบลงบนแปลงทดลองข้าวในแต่ละแปลง โดยกดปลายกล่องด้านล่างให้ลึกลงไปในดินลึก 5 เซนติเมตร

2.1.5.1.2 เปิดพัดลมเพื่อให้อากาศหมุนเวียน เป็นเวลา 2 ชั่วโมง ระหว่าง

เวลา 12.00-14.00 น. เนื่องจากจากการศึกษางานวิจัยที่ผ่านมาพบว่า อัตราการปลดปล่อยก๊าซมีเทนในแต่ละวัน มีค่าการปลดปล่อยสูงสุดในช่วงเวลา 12.00-14.00 น.

2.1.5.1.3 นำ Syringe ปริมาตร 20 ml ซึ่งใช้ needle เบอร์ 23 เก็บก๊าซ

จากกล่องเก็บก๊าซ แล้วฉีดเข้าหลอดเก็บตัวอย่างก๊าซสูญญากาศ (vacuum vial) ปริมาตร 10 ml จากนั้นปิดทับด้วยกาชิลิโคนและพันทับด้วยพาราฟิล์ม แล้วแช่ตัวอย่างด้วยน้ำแข็ง

2.1.5.1.4 นำหลอดเก็บตัวอย่างก๊าซสูญญากาศ (vacuum vial) ไป

วิเคราะห์ทางห้องปฏิบัติการด้วยเครื่องก๊าซโครมาโตกราฟี

2.1.6 การวิเคราะห์

2.1.6.1 pH โดยใช้ Portable pH meter ตรวจวัดค่า pH ของดินและน้ำ

2.1.6.2 อุณหภูมิวัดด้วยเทอร์โมมิเตอร์สเกล 0 ถึง 100 องศาเซลเซียส โดยวัด

อุณหภูมิของอากาศภายในกล่องครอบก๊าซบริเวณส่วนบนของกล่อง อุณหภูมิของดินที่ระดับความลึกของดินเท่ากับ 10 เซนติเมตร ลงไปจากผิวดิน และอุณหภูมิของน้ำที่ระดับความลึก 5 เซนติเมตร จากผิวน้ำโดยใช้ Portable pH meter

2.1.6.3 ความสูงของต้นข้าว โดยใช้ตลับเมตรวัดความสูงโดยใช้ค่าเฉลี่ยของความ

สูงต้นข้าว

2.1.6.4 ก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ โดยทำการเก็บและวัดก๊าซมีเทน

2.1.6.5 วัดผลผลิต โดยระยะหลังเก็บเกี่ยว นำเมล็ดข้าวเปลือกมาตากแดด

ประมาณ 2-3 แดด แล้วจึงนำไปชั่งน้ำหนักด้วยเครื่องชั่ง

2.1.6.6 สารประกอบในดิน ได้แก่ pH, organic carbon, %N, P, K, CEC และ

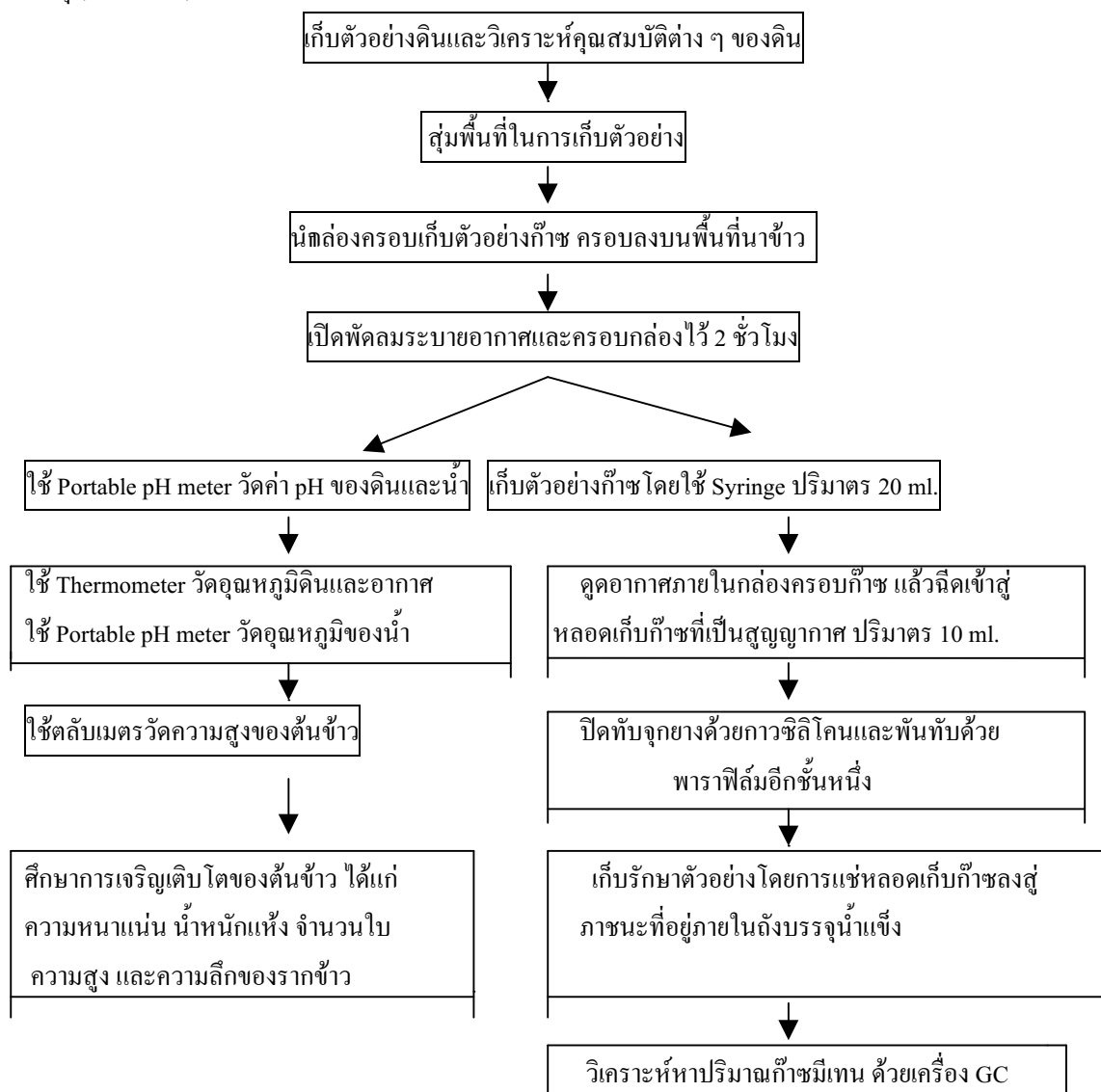
Soil Texture ดังตารางที่ 2.2

ตารางที่ 2.2 วิธีวิเคราะห์คุณสมบัติต่างๆ ของดิน

คุณสมบัติของดิน	วิธีวิเคราะห์
1. ค่าความเป็นกรดด่างของดิน (Soil pH)	1:1 of Soil : Water
2. ปริมาณไนโตรเจนทั้งหมด (%TKN)	Kjeldahl Method
3. ปริมาณฟอสฟอรัส (ppm P)	Acid Ammonium Fluoride Extract and determine by Spectrophotometer
4. ปริมาณโพแทสเซียม (ppm K)	Ammonium Acetate Extraction and determine by

	Atomic Absorption Spectrophotometer
5. ปริมาณสารอินทรีย์คาร์บอน (% Organic Carbon)	Ammonium Acetate Extraction Distilled and Titration
6. ค่าความจุในการแลกเปลี่ยนประจุบวกของดิน (Cation Exchange Capacity, CEC)	Wet Oxidation-Redox Titration Method
7. การจำแนกเนื้อดิน (Soil Texture)	Hydrometer Method

2.1.6.7 ศึกษาการเจริญเติบโตของข้าว โดยศึกษาความหนาแน่น (ต้นต่อตาราง ฟุต) น้ำหนักแห้ง (กรัมต่อต้น) จำนวนใบ (ใบต่อต้น) ความสูง (เซนติเมตร) และความลึกของรากข้าวแต่ละ พันธุ์ (เซนติเมตร)



รูปที่ 2.1 แผนภาพการศึกษาการปลดปล่อยก๊าซมีเทนจากนาข้าว

2.1.8 การประเมินค่าอัตราการปลดปล่อยก๊าซมีเทน

2.1.8.1 ประเมินค่าอัตราการปลดปล่อยก๊าซมีเทนจากนาข้าวของชุดดินและพันธุ์ข้าว โดยคำนวณอัตราการปลดปล่อยก๊าซมีเทนจากนาข้าว เป็นมิลลิกรัมของก๊าซมีเทนต่อตารางเมตรต่อชั่วโมง ($\text{mg}/\text{m}^2/\text{h}$) ดังสมการที่ 1

$$\text{Methane flux rate (F)} = \rho [((273/(273+t)) ((\text{CH}_4 (\text{ppm}) * 10000) * h))] \quad [1]$$

โดย F = ค่าการปลดปล่อยก๊าซมีเทน ($\text{mg}/\text{m}^2/\text{h}$)

ρ = ความหนาแน่นของก๊าซมีเทน ที่อุณหภูมิและความดันบรรยากาศ
= 0.714 g/l

t = อุณหภูมิอากาศภายในกล่องครอบ ($^{\circ}\text{C}$)

h = ความสูงของกล่องครอบ (m)

หมายเหตุ ปริมาณก๊าซมีเทนที่ได้ คำนวณเป็น ppm โดยนำ area ที่ได้เทียบกับค่า area ของ standard ที่ความเข้มข้น 50 ppm

2.1.8.2 คำนวณผลผลิตข้าว โดยเปรียบเทียบต่อพื้นที่

2.1.9 การวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติ

วิเคราะห์ข้อมูลการทดลองด้วยวิธีทางสถิติ โดยใช้โปรแกรม SAS

2.2 งานศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างชุดดินและการใส่ปุ๋ยต่อการปลดปล่อยก๊าซมีเทนจากนาข้าว

การทดลองนี้เป็นการศึกษาอิทธิพลของปุ๋ยต่อการปล่อยก๊าซมีเทนจากนาข้าวใน

2 ชุดดิน คือ ชุดดินสรรพยาและชุดดินกำแพงแสน ซึ่งพื้นที่ที่ทำการศึกษา ได้แก่ พื้นที่นาข้าวในตำบลทับยา อำเภอนิมนต์บุรี จังหวัดสิงห์บุรี (ชุดดินสรรพยา) และพื้นที่นาข้าวในตำบลสระยายโสม อำเภอบ้านหมี่ จังหวัดสุพรรณบุรี (ชุดดินกำแพงแสน) โดยเป็นการศึกษาปุ๋ยเคมีแต่ละหน้าต่างกัน 3 สูตร ได้แก่ ปุ๋ยยูเรีย (สูตร 46-0-0) ปุ๋ยแอมโมเนียมซัลเฟต (สูตร 21-0-0) และปุ๋ยแอมโมเนียมฟอสเฟต (สูตร 16-20-0) โดยเปรียบเทียบกับแปลงควบคุมที่ไม่ใส่ทั้งปุ๋ยรองพื้นและปุ๋ยแต่งหน้าวางแผนการทดลองโดยใช้ข้าวพันธุ์เดียวกัน ได้แก่ ข้าวพันธุ์สุพรรณบุรี 1 ซึ่งควบคุมสภาพการปลูกและระดับน้ำเหมือนกัน โดยปลูกแบบนาหว่านและควบคุมระดับน้ำที่ 5 ซม.

2.2.1 วิธีการทดลอง

การศึกษาดูอิทธิพลของปุ๋ยเคมีต่อการปลดปล่อยก๊าซมีเทนจากนาข้าว โดย

กำหนดให้ใส่ปุ๋ยแต่งหน้าสูตรต่างกัน แต่ใส่ในปริมาณต่าง ๆ ที่ทำให้มีปริมาณไนโตรเจนเท่ากันทุกแปลง (4.8 kg-N/ไร่) โดยในระยะแรกกำหนดให้ใส่ปุ๋ยรองพื้นแอมโมเนียมฟอสเฟต (สูตร 16-20-0) อัตรา 30 กก./ไร่ (4.8

kg-N/ไร่) ในขณะที่ข้าวมีอายุ 25 วัน และกำหนดให้ใส่ปุ๋ยแต่งหน้า ในขณะที่ข้าวมีอายุ 65 วัน และควบคุมระดับน้ำคงที่ประมาณ 5 ซม.เท่ากันทุกแปลง ดังนี้

2.2.1.1. ใส่ปุ๋ยรองพื้นแอมโมเนียมฟอสเฟต อัตรา 30 กก./ไร่ และใส่ปุ๋ยแต่งหน้าชนิดปุ๋ยยูเรีย (สูตร 46-0-0) อัตรา 10.43 กก./ไร่

2.2.1.2 ใส่ปุ๋ยรองพื้นแอมโมเนียมฟอสเฟต อัตรา 30 กก./ไร่ และใส่ปุ๋ยแต่งหน้าชนิดปุ๋ยแอมโมเนียมซัลเฟต (สูตร 21-0-0) อัตรา 22.86 กก./ไร่

2.2.1.3 ใส่ปุ๋ยรองพื้นแอมโมเนียมฟอสเฟต อัตรา 30 กก./ไร่ และใส่ปุ๋ยแต่งหน้าชนิดปุ๋ยแอมโมเนียมฟอสเฟต (สูตร 16-20-0) อัตรา 30 กก./ไร่

2.2.1.4. ไม่ใส่ทั้งปุ๋ยรองพื้นและปุ๋ยแต่งหน้า

2.2.2 เครื่องมือและอุปกรณ์ที่ใช้ในงานวิจัย

เครื่องมือและอุปกรณ์ที่ใช้ในงานวิจัยในการทดลองส่วนนี้เช่นเดียวกับการทดลองส่วนที่ 1

2.2.3 วัสดุที่ใช้ในการวิจัย

2.2.3.1 เมล็ดข้าวเปลือกพันธุ์สุพรรณบุรี 1 เป็นข้าวนาสวนพันธุ์ไม่ไวต่อช่วงแสง อายุเก็บเกี่ยว 120-125 วัน ปลุกได้ทั้งฤดูนาปีและฤดูนาปรัง ต้นสูงประมาณ 125 ซม.ทรงกอตั้ง ต้นแข็งแรงไม่ล้มง่าย

2.2.3.2 ดิน คือ ชุดดินสรรพยา จากจังหวัดสิงห์บุรีและชุดดินกำแพงแสน จากจังหวัดสุพรรณบุรี ซึ่งจากการใช้เครื่องวัดพิกัดทางภูมิศาสตร์ (Geographic Position System ; GPS) ทำให้ทราบว่าการเปลี่ยนแปลงทดลองเป็นชุดดินสรรพยาและชุดดินกำแพงแสน

2.2.4 สารเคมี

2.2.4.1 ปุ๋ยแอมโมเนียมฟอสเฟต สูตร 16-20-0 สำหรับรองพื้น หลังจากปลุกข้าว 20 วัน อัตรา 30 กิโลกรัมต่อไร่

2.2.4.2 ปุ๋ยยูเรีย ปุ๋ยแอมโมเนียมซัลเฟตและปุ๋ยแอมโมเนียมฟอสเฟต สำหรับแต่งหน้า หลังจากปลุกข้าว 60 วัน อัตรา 10.43, 22.86 และ 30 กิโลกรัมต่อไร่

2.2.5 การวางแผนการทดลอง

การศึกษาวิจัยครั้งนี้ได้ทำการทดลองโดยทำการสุ่มเรียกว่า วิธีการสุ่มพื้นที่ (Area sampling) และออกแบบการทดลองแบบ Randomized Complete Block วิเคราะห์ทางสถิติโดยใช้โปรแกรม SAS ซึ่งการวางแผนการทดลองนี้เช่นเดียวกับการทดลองส่วนที่ 1 ดังตารางที่ 3.3

ตารางที่ 2.3 การวางแผนการทดลอง

จังหวัด	หน่วยทดลองที่	การทดลอง
สิงห์บุรี (ชุดดินสรรพยา) และ สุพรรณบุรี (ชุดดินกำแพงแสน)	1	ใส่ปุ๋ยแต่งหน้ายูเรีย
	2	ใส่ปุ๋ยแต่งหน้าแอมโมเนียมซัลเฟต
	3	ใส่ปุ๋ยแต่งหน้าแอมโมเนียมฟอสเฟต
	4	ไม่ใส่ทั้งปุ๋ยแต่งหน้าและปุ๋ยรองพื้น

หมายเหตุ : ในการทดลองควบคุมระดับน้ำไว้ที่ 5 เซนติเมตร ทุกแปลงตลอดการทดลอง

การเก็บตัวอย่างก๊าซ การวัดก๊าซมีเทน การวิเคราะห์อื่นๆ รวมถึงการประเมินค่าการปลดปล่อยก๊าซมีเทน เช่น pH อุณหภูมิ เป็นต้น (วิธีการเหมือนในส่วนที่ 1)

2.3 งานศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างพันธุ์ข้าวและการจัดการน้ำต่อการปลดปล่อยก๊าซมีเทนจากนาข้าว

การทดลองนี้เป็นการศึกษาอิทธิพลของการจัดการน้ำต่อการปล่อยก๊าซมีเทนจากข้าวพันธุ์สุพรรณบุรี 1 และข้าวพันธุ์ชัยนาท 1 ในชุดดินสรรพยา ซึ่งพื้นที่ที่ทำการศึกษา ได้แก่ พื้นที่นาข้าวในตำบลทับยา อำเภอบึงสามพัน จังหวัดสิงห์บุรี โดยเป็นการศึกษาการจัดการน้ำที่ต่างกัน 4 แบบ ได้แก่ การกำหนดให้น้ำทุก 7 วันที่ระดับ 5 เซนติเมตร การกำหนดให้น้ำทุก 7 วันที่ระดับ 2.5 เซนติเมตร การกำหนดให้น้ำไม่ขังบนผิวดินและการกำหนดให้ระดับน้ำคงที่ประมาณ 5 เซนติเมตร วางแผนการทดลองโดยควบคุมสภาพการปลูกและการใส่ปุ๋ยเหมือนกัน

2.3.1 เครื่องมือและอุปกรณ์ที่ใช้ในงานวิจัย

2.3.1.1 กล่องครอบเก็บตัวอย่างก๊าซมีเทน (Static Box) ทำด้วยพลาสติก Acrylic สำหรับครอบลงบนดินข้าว ประกอบด้วย 2 ส่วนประกอบกันเพื่อสามารถปรับระดับความสูงของกล่องได้แม้ว่าระดับน้ำจะเปลี่ยนแปลงไป ทำให้กล่องครอบเก็บตัวอย่างก๊าซมีเทนปริมาตรเท่ากันตลอดระยะที่เก็บตัวอย่าง โดยส่วนแรกกำหนดให้กล่องมีขนาด $60.5 \times 60.5 \times 70 \text{ cm}^3$ ส่วนที่สองกำหนดให้กล่องมีขนาด $60 \times 60 \times 40 \text{ cm}^3$ และมีพัดลมเพื่อผสมอากาศติดอยู่ทางด้านบนของกล่อง ภายในกล่องติดเทอร์โมมิเตอร์เพื่อวัดอุณหภูมิ และเก็บตัวอย่างก๊าซโดยใช้ Syringe ดูดอากาศภายในกล่องครอบเก็บตัวอย่าง

เครื่องมือและอุปกรณ์อื่นๆ ที่ใช้ในงานวิจัยในการทดลองส่วนนี้เช่นเดียวกับในการทดลองส่วนที่ 1

2.3.2 วัสดุที่ใช้ในการวิจัย

2.3.3.1 เมล็ดข้าวเปลือกพันธุ์สุพรรณบุรี 1 เป็นข้าวนาสวนพันธุ์ไม่ไวต่อช่วงแสง อายุเก็บเกี่ยว 120-125 วัน ปลูกได้ทั้งฤดูนาปีและฤดูนาปรัง ต้นสูงประมาณ 125 ซม.ทรงกอตั้ง ต้นแข็งแรงไม่ล้มง่าย

3.3.3.2 เมล็ดข้าวเปลือกพันธุ์ชัยนาท 1

2.3.3 สารเคมี

สารเคมีที่ใช้ในงานวิจัยส่วนนี้เช่นเดียวกับการทดลองส่วนที่ 1

2.3.4 การวางแผนการทดลอง

การศึกษาวิจัยครั้งนี้ได้ทำการทดลองโดยทำการสุ่มเรียกว่า วิธีการสุ่มพื้นที่ (Area sampling) และออกแบบการทดลองแบบ Randomized Complete Block วิเคราะห์ทางสถิติโดยใช้โปรแกรม SAS ซึ่งการวางแผนการทดลองนี้เช่นเดียวกับการทดลองส่วนที่ 1 ดังตารางที่ 2.4

ตารางที่ 2.4 การวางแผนการทดลอง

จังหวัด	หน่วยทดลองที่	การทดลอง
สิงห์บุรี (ชุดดินสรพยา)	1	การกำหนดให้น้ำทุก 7 วันที่ระดับ 5 เซนติเมตร
	2	การกำหนดให้น้ำทุก 7 วันที่ระดับ 2.5 เซนติเมตร
	3	การกำหนดให้น้ำไม่ขังบนผิวดิน
	4	การกำหนดให้ระดับน้ำคงที่ประมาณ 5 เซนติเมตร

การเก็บตัวอย่างก๊าซ การวัดก๊าซมีเทน การวิเคราะห์อื่นๆ รวมถึงการประเมินค่าการปลดปล่อยก๊าซมีเทน เช่น pH อุณหภูมิ เป็นต้น (วิธีการเหมือนในส่วนที่ 1)

บทที่ 3

ผลการทดลอง

ผลการวิจัยแบ่งออกเป็น 3 ส่วน ดังเสนอไว้ในแผนการทดลองโดยแบ่งเป็น

1. ความสัมพันธ์ระหว่างชุดดินและพันธุ์ข้าวต่อการปล่อยก๊าซมีเทน
2. ความสัมพันธ์ระหว่างชุดดินและปุ๋ยต่อการปล่อยก๊าซมีเทน
3. ความสัมพันธ์ระหว่างพันธุ์ข้าวและการจัดการน้ำต่อการปล่อยก๊าซมีเทน

ส่วนที่ 1 ความสัมพันธ์ระหว่างชุดดินและพันธุ์ข้าวต่อการปล่อยก๊าซมีเทน

ปัจจัยของชุดดินและพันธุ์ข้าวมีความสัมพันธ์กันในการสร้างมีเทน(methane production) และการส่งผ่านมีเทนทางต้นข้าว (methane transport) การปล่อยของมีเทนที่ทำการวัดได้ จึงเป็นผลของมีเทนที่ถูกสร้างโดยจุลินทรีย์ในดินและส่งผ่านต้นข้าวขึ้นมา

เพื่อสามารถศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างการสร้างและการส่งผ่านมีเทนตลอดจนความสัมพันธ์ระหว่างชุดดินและพันธุ์ข้าว การทดลองจึงออกแบบให้ปัจจัยต่างๆ ที่เกี่ยวข้องกับการปล่อยมีเทนคงที่ทั้งหมด และเปลี่ยนแปลงเฉพาะปัจจัยที่ทำการศึกษานั้น

การทดลองนี้เป็นการทดลองในนาข้าว 3 ชุดดิน ซึ่งพื้นที่ที่ทำการศึกษา ได้แก่ พื้นที่นาข้าวในอำเภออินทร์บุรี จังหวัดสิงห์บุรี (ชุดดินราชบุรี) พื้นที่นาข้าวในอำเภอไทรน้อย จังหวัดนนทบุรี (ชุดดินบางเขน) และพื้นที่นาข้าวในอำเภอด่านมะกอก จังหวัดกาญจนบุรี (ชุดดินสระบุรี) และในแต่ละชุดดินปลูกข้าวพันธุ์เดียวกัน 5 พันธุ์ ได้แก่ ข้าวพันธุ์ กข 15 ข้าวพันธุ์สุพรรณบุรี 1 ข้าวพันธุ์สุพรรณบุรี 60 ข้าวพันธุ์สุพรรณบุรี 90 และข้าวพันธุ์ชัยนาท 1 วางแผนการทดลองโดยควบคุมระบบนิเวศน์และเงื่อนไขการปลูกข้าวที่เหมือนกัน คือ ปลูกแบบนาหว่าน ใส่ปุ๋ยรองพื้น แอมโมเนียมฟอสเฟต สูตร 16-20-0 และใส่ปุ๋ยแต่งหน้ายูเรีย สูตร 46-0-0 นอกจากนี้ยังควบคุมระดับน้ำที่ 10 ซม. เท่ากันทุกแปลง

ผลการปล่อยก๊าซมีเทนในทั้ง 3 ชุดดิน เมื่อปลูกข้าว 5 สายพันธุ์

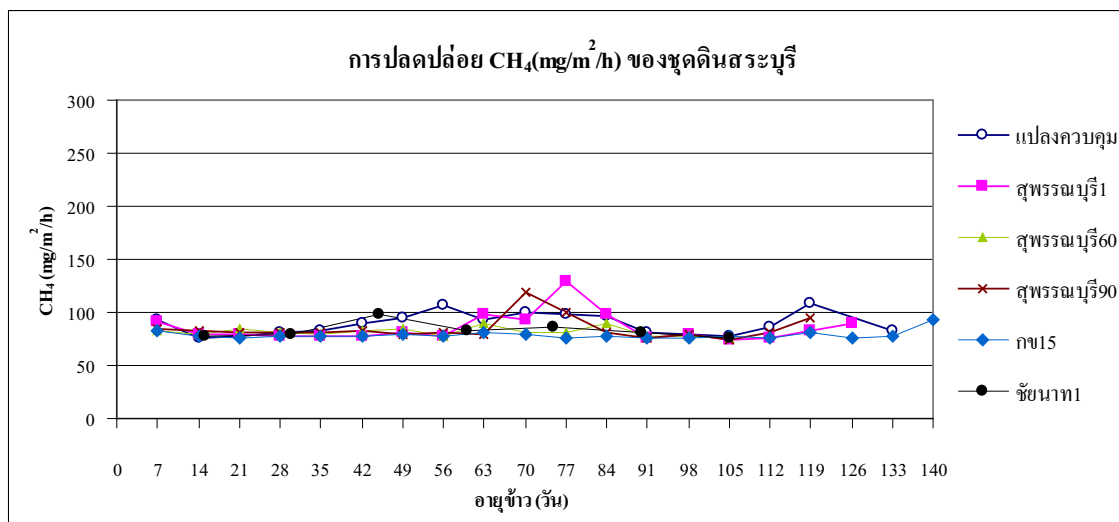
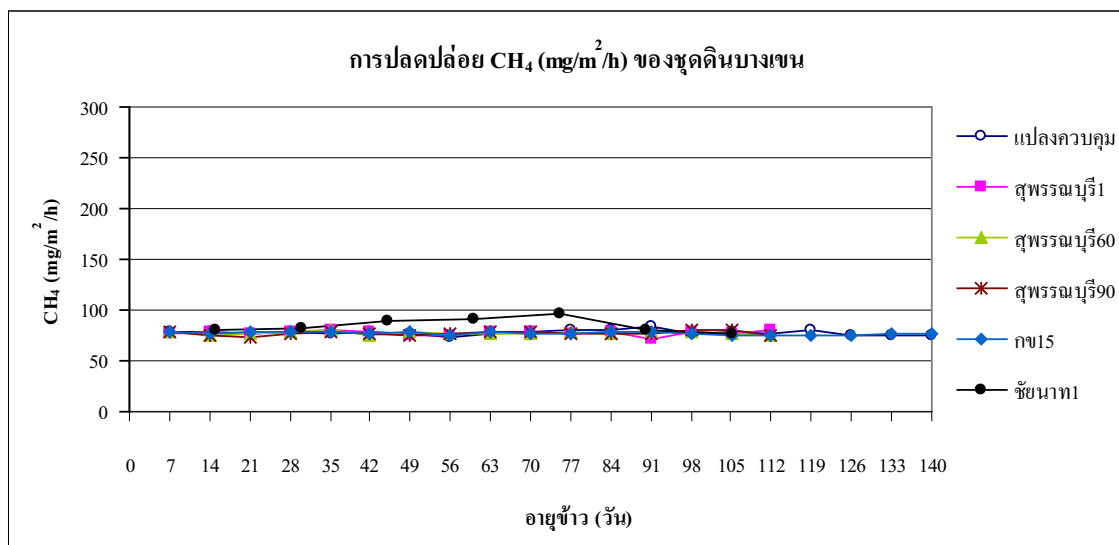
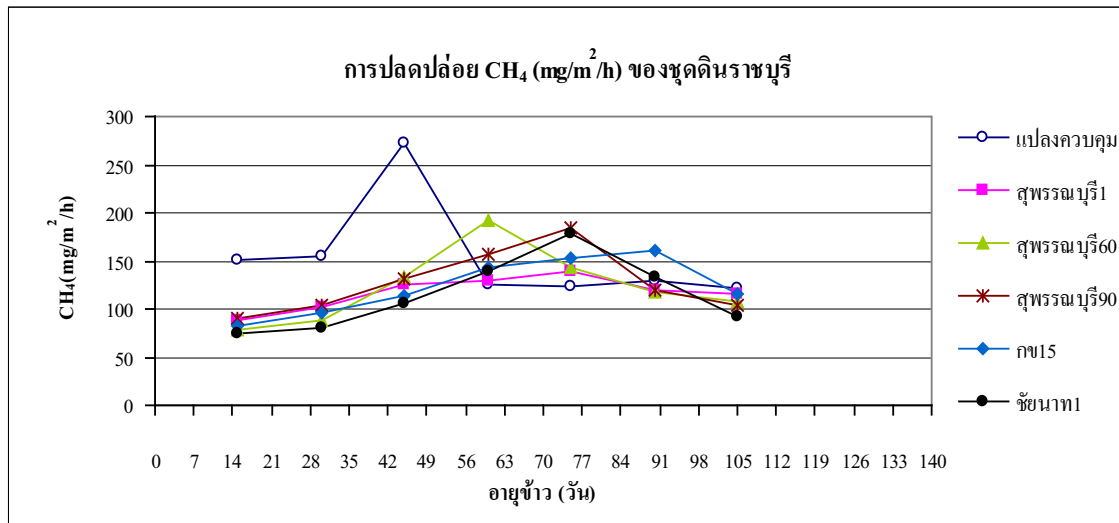
พบว่า ปริมาณการปล่อยก๊าซมีเทนเฉลี่ยในช่วงเพาะปลูกของชุดดินราชบุรีมีค่าสูงที่สุดคือ อยู่ในช่วง 114.87-127.03 mg/m²/h ซึ่งข้าวพันธุ์ชัยนาท1 ให้ปริมาณการปล่อยก๊าซมีเทนสูงที่สุดและข้าวพันธุ์สุพรรณบุรี90 ให้ปริมาณการปล่อยก๊าซมีเทนต่ำที่สุด ส่วนในชุดดินบางเขน ปริมาณการปล่อยก๊าซมีเทน อยู่ในช่วง 77.04-85.19 mg/m²/h ซึ่งข้าวพันธุ์ชัยนาท1 ให้ปริมาณการปล่อยก๊าซมีเทนสูงที่สุดและข้าวพันธุ์กข15 ให้ปริมาณการปล่อยก๊าซมีเทนต่ำที่สุด และในชุดดินสระบุรี ปริมาณการปล่อยก๊าซมีเทนอยู่ในช่วง 78.60-85.54 mg/m²/h ซึ่งข้าวพันธุ์สุพรรณบุรี1 ให้ปริมาณการปล่อยก๊าซมีเทนสูงที่สุด และข้าวพันธุ์กข15 ให้ปริมาณการปล่อยก๊าซมีเทนต่ำที่สุด เมื่อวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติ พบว่า ปริมาณการปล่อยก๊าซมีเทนมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 99 (รายละเอียดแสดงในภาคผนวก ก) ผลการทดลองแสดงดังในรูปที่ 1

แม้ว่าการปลูกข้าวพันธุ์กข15 ในชุดดินบางเขนและสระบุรีมีปริมาณการปล่อยก๊าซมีเทนต่ำที่สุด อย่างไรก็ตาม ข้าวพันธุ์กข15 ต้องใช้ระยะเวลาเพาะปลูกนานที่สุด (140 วัน) ในขณะที่ข้าวพันธุ์สุพรรณบุรี1,

สุพรรณบุรี 90, สุพรรณบุรี 60 และ กข 15 ใช้ระยะเวลาในการปลูกข้าวสั้นกว่า (112, 112, 105 และ 105 วัน ตามลำดับ) ดังนั้นเมื่อพิจารณาการปล่อยก๊าซมีเทนตลอดฤดูกาลเพาะปลูกในชุดดินราชบุรีมีค่าสูงที่สุดคือ อยู่ในช่วง 289.47-415.80 g/m²/crop ซึ่งข้าวพันธุ์ กข 15 ให้ปริมาณการปล่อยก๊าซมีเทนสูงที่สุดและข้าวพันธุ์ ชัยนาท 1 ให้ปริมาณการปล่อยก๊าซมีเทนต่ำที่สุด ส่วนในชุดดินบางเขน ปริมาณการปล่อยก๊าซมีเทน อยู่ในช่วง 194.44-258.87 g/m²/crop (77.04-85.19 mg/m²/h) ซึ่งข้าวพันธุ์ กข 15 ให้ปริมาณการปล่อยก๊าซมีเทนสูงที่สุดและข้าวพันธุ์ สุพรรณบุรี 60 ให้ปริมาณการปล่อยก๊าซมีเทนต่ำที่สุด และในชุดดินสระบุรี ปริมาณการปล่อยก๊าซมีเทน อยู่ในช่วง 205.26-264.10 g/m²/crop (78.60-85.54 mg/m²/h) ซึ่งข้าวพันธุ์ กข 15 ให้ปริมาณการปล่อยก๊าซมีเทนสูงที่สุด และข้าวพันธุ์ สุพรรณบุรี 60 ให้ปริมาณการปล่อยก๊าซมีเทนต่ำที่สุด เมื่อวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติ พบว่า ปริมาณการปล่อยก๊าซมีเทนมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 99 (รายละเอียดแสดงในภาคผนวก ก)

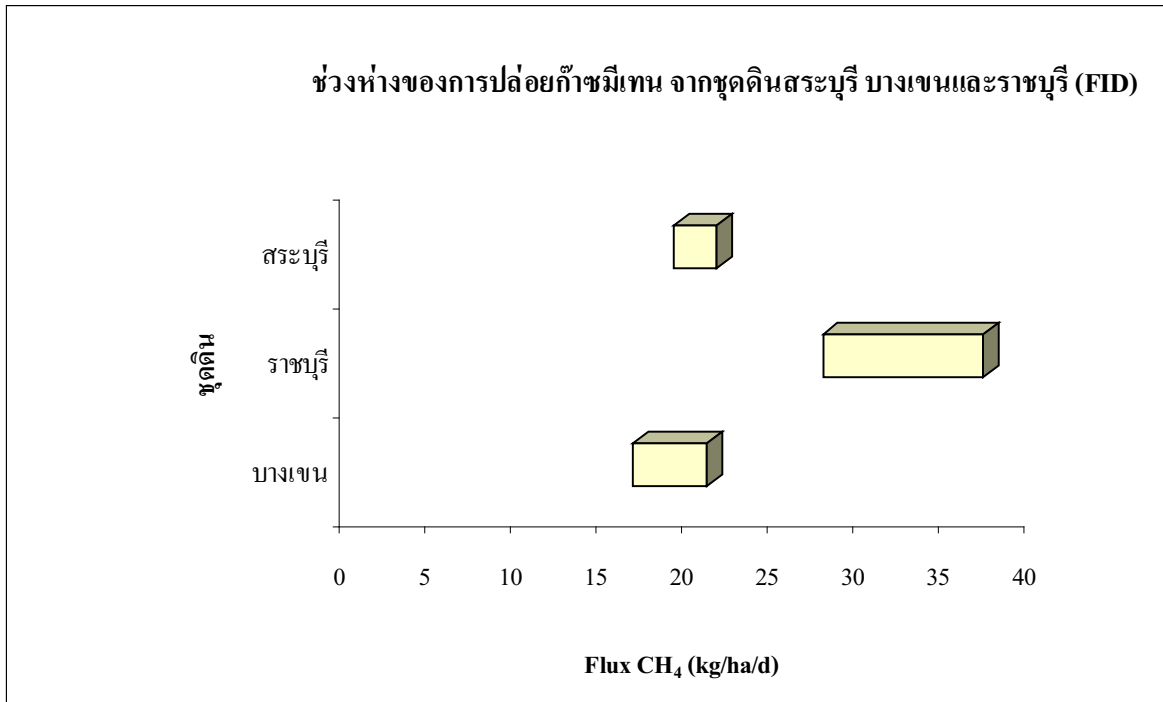
ชุดดินราชบุรี ให้ปริมาณการปล่อยก๊าซมีเทนในทุกพันธุ์ข้าวมากกว่าอีก 2 ชุดดินและรูปแบบของการปล่อยก๊าซมีเทนในข้าวแต่ละพันธุ์แตกต่างกันอย่างชัดเจน ส่วนในชุดดินบางเขนและชุดดินสระบุรี พบความแตกต่างของปริมาณการปล่อยก๊าซมีเทนน้อยมาก โดยปริมาณการปล่อยก๊าซมีเทนของข้าวพันธุ์ ชัยนาท 1 ในชุดดินบางเขน มีค่าสูงแต่พันธุ์ข้าวในกลุ่มสุพรรณบุรี ปริมาณการปล่อยก๊าซมีเทนมีค่าต่ำ และเมื่อปลูกพันธุ์ข้าวในกลุ่มสุพรรณบุรี ในอีก 2 ชุดดิน พบว่า ปริมาณการปล่อยก๊าซมีเทนมีค่าสูง

ปริมาณการปล่อยก๊าซมีเทนของแปลงควบคุม ซึ่งไม่ปลูกข้าว ในทั้ง 3 ชุดดิน พบว่า การปล่อยก๊าซมีเทนในช่วงแรก มีค่าสูงกว่าแปลงที่ปลูกข้าว เนื่องจากสภาพพื้นที่ทำการทดลองมีการทำนาติดต่อกันอย่างต่อเนื่อง โกลบทับตอซังข้าวเดิมและการไถพรวนเหมือนแปลงที่ปลูกข้าว ทำให้มีสารอาหารสำหรับการเจริญเติบโตโดยจุลินทรีย์มาก ทำให้เกิดการย่อยสลายมากและรวดเร็ว ซึ่งส่งผลถึงอัตราการผลิตก๊าซมีเทนที่สูงขึ้นมาก หลังจากนั้นค่าการปลดปล่อยก๊าซมีเทนจะลดลงอย่างรวดเร็วและมีแนวโน้มคงที่และมีค่าต่ำกว่าแปลงที่ปลูกข้าว



รูปที่ 1 เปรียบเทียบปริมาณการปลดปล่อยก๊าซมีเทน ($\text{mg}/\text{m}^2/\text{h}$) ของชุดดินราชบุรี ชุดดินบางเขน และชุดดินสระบุรี

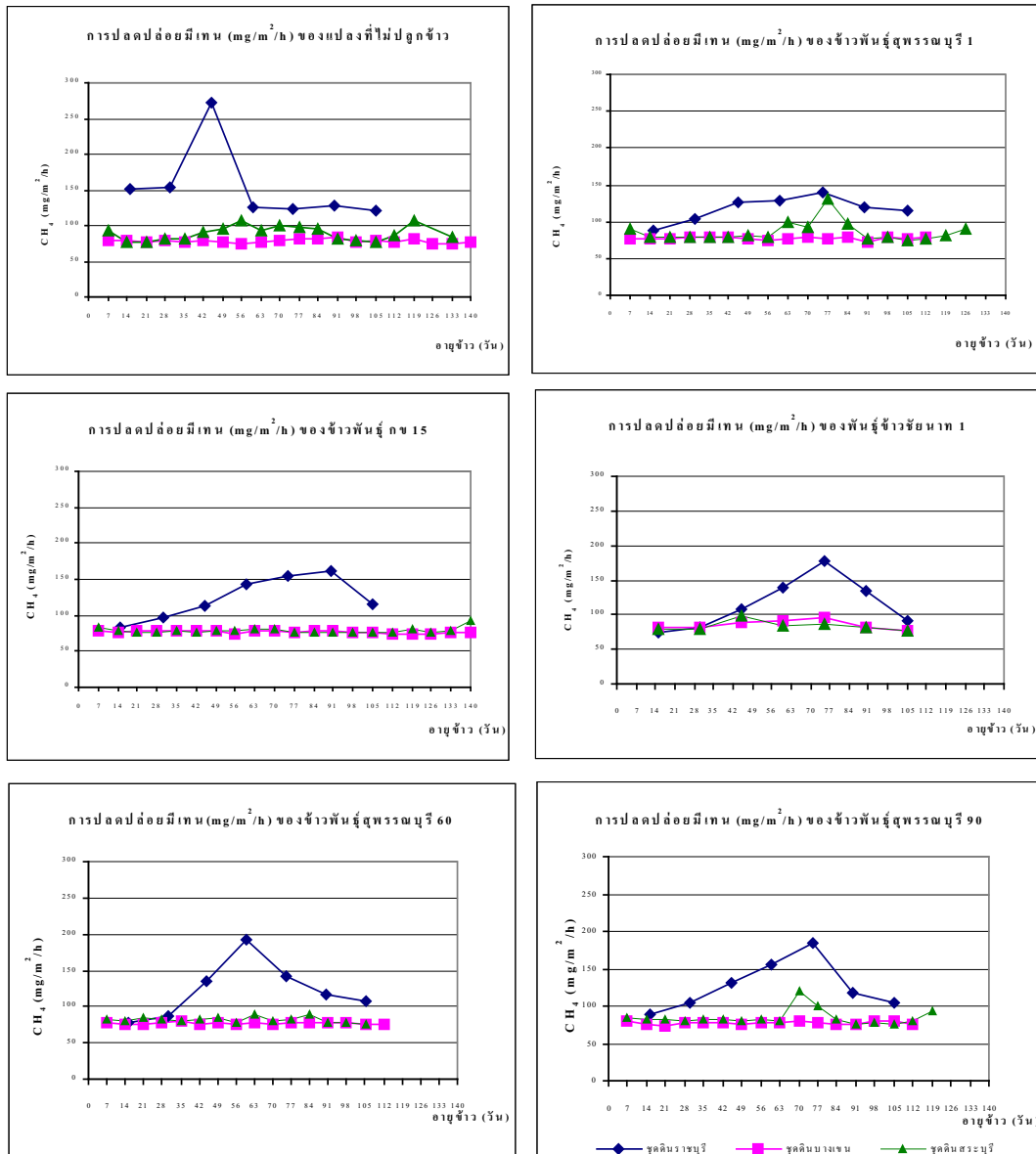
เมื่อพิจารณาช่วงห่างของการปล่อยก๊าซมีเทนตลอดการเพาะปลูกของพันธุ์ข้าวทั้ง 5 พันธุ์ ในแต่ละชุดดิน พบว่า ชุดดินราชบุรี มีช่วงห่างของการปล่อยก๊าซมีเทนสูงสุด คืออยู่ในช่วง 27.57-36.90 kg/ha/d ในชุดดินราชบุรีที่มีการสร้างมีเทนสูง ช่วงห่างของการปล่อยก๊าซมีเทนจากพันธุ์ข้าวที่แตกต่างกัน มีแนวโน้มสูงไปด้วย ในขณะที่ชุดดินบางเขนและชุดดินสระบุรี ช่วงห่างของการปล่อยก๊าซมีเทนอยู่ในช่วง 16.50-20.76 และ 18.86-21.40 kg/ha/d ตามลำดับ ซึ่งทั้ง 2 ชุดดิน มีการสร้างมีเทนน้อย การปล่อยมีเทนเมื่อปลูกพันธุ์ข้าวต่างสายพันธุ์กัน จึงไม่มีความแตกต่างกันมากนัก ผลการทดลองแสดงดังในรูปที่ 2



รูปที่ 2 เปรียบเทียบช่วงห่างของการปล่อยมีเทนจากชุดดิน 3 ชุดดิน ที่เพาะปลูกข้าวต่างกัน 5 สายพันธุ์ (ชัยนาท 1 กข 15 สุพรรณบุรี 1 สุพรรณบุรี 60 และสุพรรณบุรี 90)

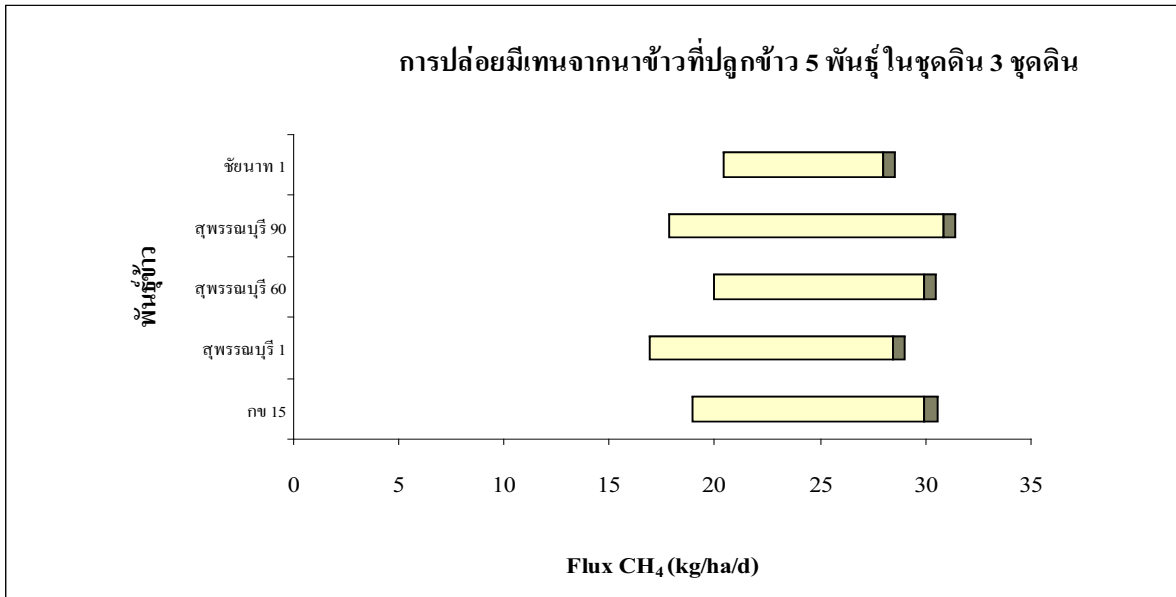
ผลการปล่อยมีเทนจากพันธุ์ข้าว 5 สายพันธุ์ ในดินทั้ง 3 ชุด

ในรูปที่ 3 เห็นได้อย่างชัดเจนว่ารูปแบบและปริมาณของการปล่อยมีเทนในดินทั้ง 3 ชุด เมื่อปลูกข้าวทั้ง 5 สายพันธุ์มีความเหมือนกัน ดินราชบุรีให้ผลของการปล่อยมีเทนสูงที่สุดไม่ว่าจะใช้ข้าวสายพันธุ์อะไรก็ตาม ในขณะที่ชุดดินบางเขนและดินสระบุรีมีการปล่อยมีเทนที่ต่ำคล้ายกันในทุกพันธุ์ข้าวกิจกรรมการสร้างมีเทนเกิดขึ้นจากจุลินทรีย์ methanogen ที่อยู่ในดิน ดังนั้น เงื่อนไขและองค์ประกอบต่าง ๆ ในดินที่ส่งผลต่อการเจริญของ methanogen ย่อมทำให้เกิดการสร้างมีเทนสูงหรือต่ำแตกต่างกันไป แต่เมื่อพิจารณาต้นข้าวซึ่งทำหน้าที่เป็นทางออกของก๊าซมีเทน ซึ่งต้นข้าวพันธุ์เดียวกัน ลักษณะการเจริญเติบโตและสรีรวิทยาตลอดจนสัณฐานวิทยา ถึงแม้จะปลูกในชุดดินต่างกัน ก็จะมีลักษณะใกล้เคียงกัน และส่งผลต่อการส่งผ่านมีเทนที่ไม่ต่างกันมากนัก



รูปที่ 3 การปล่อยก๊าซมีเทนจำแนกตามพันธุ์ข้าว กข 15 สุพรรณบุรี 1 สุพรรณบุรี 60 สุพรรณบุรี 90 ชัยนาท 1 และแปลงไม่ปลูกข้าว จากชุดดินราชบุรี ชุดดินบางเขน และชุดดินสระบุรี

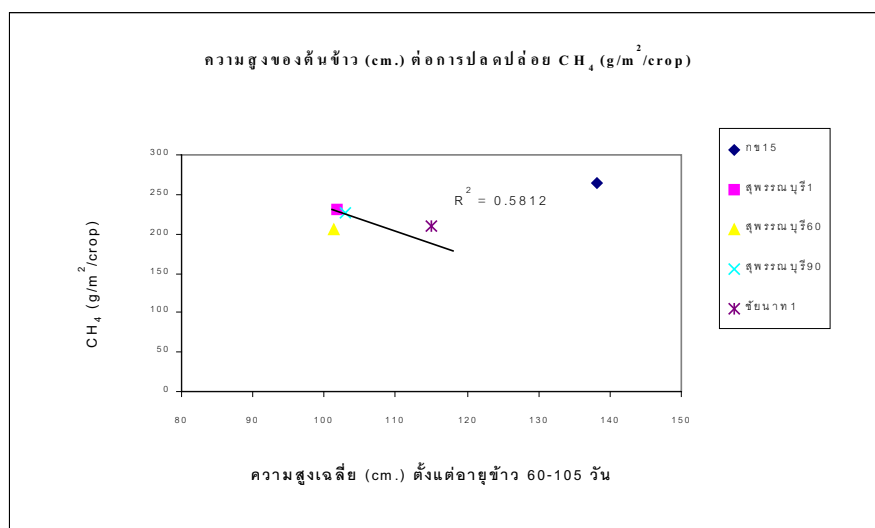
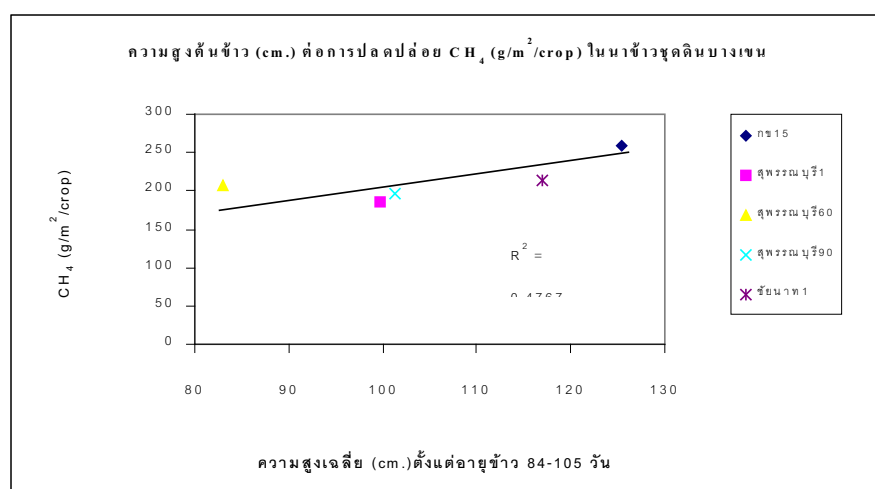
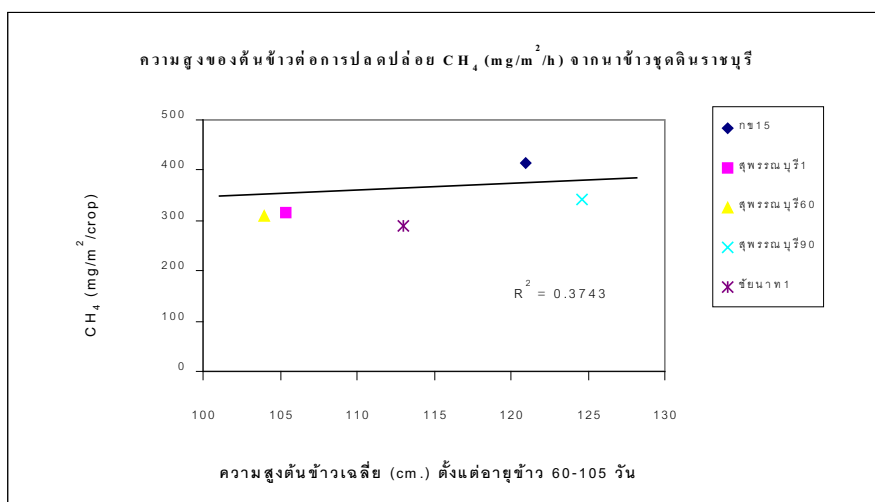
ผลการทดลองแสดงดังในรูปที่ 3 ช่วงห่างของการปล่อยก๊าซมีเทนตลอดการเพาะปลูกของพันธุ์ข้าวแต่ละพันธุ์ ใน 3 ชุดดิน พบว่า ช่วงห่างของการปล่อยมีเทนของแต่ละพันธุ์ข้าว ไม่ต่างกันนัก และเมื่อเปรียบเทียบกับช่วงห่างของการปล่อยก๊าซมีเทนในแต่ละชุดดิน พบว่า พันธุ์ข้าวเป็นปัจจัยที่มีความผันแปรในการปล่อยมีเทนน้อยกว่าชุดดิน พันธุ์ข้าวจึงไม่ใช่ปัจจัยสำคัญในการปล่อยมีเทนเท่ากับชุดดิน ผลการทดลองแสดงดังในรูปที่ 4



รูปที่ 4 เปรียบเทียบช่วงห่างของการปล่อยมีเทนจากพันธุ์ข้าว 5 สายพันธุ์ ที่ เพาะปลูกบนชุดดินที่ต่างกัน 3 ชุดดิน (ชุดดินราชบุรี ชุดดินบางเขนและชุดดินสระบุรี)

ปัจจัยของชุดดินและพันธุ์ข้าวมีความสัมพันธ์กันในการสร้างมีเทน (methane production) และการส่งผ่านมีเทนทางต้นข้าว (methane transport) การปล่อยของมีเทนที่ทำการวัดได้ จึงเป็นผลของมีเทนที่ถูกสร้างโดยจุลินทรีย์ในดินและส่งผ่านต้นข้าวขึ้นมา ซึ่งจากผลการทดลองที่ได้ พบว่า ข้าวแต่ละพันธุ์ที่ปลูกในชุดดินที่ต่างกัน ให้ปริมาณการปลดปล่อยก๊าซมีเทนที่ต่างกัน แต่จากสมมุติฐานที่ว่า เมื่อกำหนดให้มีสภาพแวดล้อมที่เหมือนกันในนาข้าวเมื่อปลูกข้าวในชุดดินเดียวกัน น่าจะมีการผลิตก๊าซมีเทนได้เท่ากัน แต่ผลการปลดปล่อยก๊าซมีเทนออกมาได้แตกต่างกันในแต่ละพันธุ์ข้าว อาจเนื่องจากสรีรวิทยาของต้นข้าวแต่ละพันธุ์ที่เอื้อในการปลดปล่อยก๊าซมีเทนหรือปฏิกิริยาต่อกันระหว่างต้นข้าวและกิจกรรมการสร้างมีเทนโดย methanogen ในดิน

เมื่อพิจารณาความสัมพันธ์ของพันธุ์ข้าวต่อการปลดปล่อยก๊าซมีเทน จากการศึกษาจากลักษณะทางสรีรวิทยาของต้นข้าวในด้านความสูง จำนวนใบและความหนาแน่นของต้นข้าว จากการวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติ พบว่า ลักษณะทางสรีรวิทยาของต้นข้าวทั้ง 5 พันธุ์ ดังกล่าว มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 99 (รายละเอียดแสดงในภาคผนวก ก)



รูปที่ 5 ความสัมพันธ์ของความสูงเฉลี่ยของต้นข้าว (ชม.) กับการปลดปล่อยก๊าซมีเทนของพันธุ์ข้าว

จากผลการทดลองที่ได้ พบว่า การเจริญเติบโตของข้าวแต่ละพันธุ์แตกต่างกันทั้งในด้านความสูง ความหนาแน่น จำนวนใบ เป็นต้น ซึ่งแสดงว่า นอกจากความแตกต่างของพันธุ์ข้าวเนื่องจากลักษณะทางสรีรวิทยาของ พันธุ์ข้าวแต่ละพันธุ์เองแล้ว พันธุ์ข้าวแต่ละพันธุ์อาจมีกลไกการดูดซับธาตุอาหารจากดินเข้ามามีส่วนได้แตกต่างกัน เช่น อัตราการดูดและคายน้ำ การเจริญไซซอนของรากและการเกิด root exudates

ในชุดดินราชบุรี ซึ่งมีการผลิตมีเทนสูงสุด พบความแตกต่างของการปลดปล่อยมีเทนจากพันธุ์ข้าวที่ต่างกันอย่างชัดเจน และยังพบว่าในทุกชุดดิน การปลดปล่อยมีเทนเหมือนกันแต่การผลิตมีเทนต่างกัน แสดงถึงการผลิตมีเทนโดยจุลินทรีย์ในดินมีความสำคัญมากกว่าการปลดปล่อยมีเทนผ่านทางต้นข้าว ซึ่งการผลิตมีเทนที่ต่างกัน เนื่องจากคุณสมบัติของดินที่ต่างกัน ดังแสดงในตารางที่ 1

ตารางที่ 1 ผลการวิเคราะห์คุณสมบัติต่างๆ ของชุดดิน

คุณสมบัติของดิน	ชุดดินบางเขน		ชุดดินสระบุรี		ชุดดินราชบุรี	
	เฉลี่ย	กรมพัฒนา	เฉลี่ย	กรมพัฒนา	เฉลี่ย	กรมพัฒนา
Soil pH	5.07	4.7	6.24	5.5	5.5	5.2
% N (TKN)	0.213	0.07	0.127	0.09	0.11	0.11
ppm P	15.25	7.7	46.5	2.9	2.912	11.4
ppm K	332.18	204	230.2	111	154	104
% C (Organic Carbon)	3.17	1.7	2.29	1	2.04	1.25
CEC Soil (meq/100g)	27.29	32.4	16.63	20.3	26.4	19.4
Soil Texture						
% Sand	17.62	4	24.11	14	12.08	2.3
% Silt	33.92	45	42.67	38.7	40	53.2
% Clay	48.46	51	33.22	47.3	47.92	44.5

จากตารางที่ 1 จากการศึกษาลักษณะสมบัติของดินทั้ง 3 ชุด พบว่า อินทรีย์วัตถุปริมาณธาตุอาหารในดิน เช่น ไนโตรเจน ฟอสฟอรัส โพแทสเซียม แตกต่างกัน ความอุดมสมบูรณ์ของดินที่ต่างกันนี้ ส่งผลถึงการผลิตมีเทนที่ต่างกัน นอกจากนี้ ความแตกต่างของประเภทของเนื้อดินก็มีผลต่อการผลิตมีเทนที่ต่างกัน เมื่อนำค่าปริมาณของอนุภาคดินเหนียว อนุภาคดินซิลต์และอนุภาคดินทรายของทั้ง 3 ชุดดิน ไปเทียบกับตารางสามเหลี่ยมแสดงประเภทเนื้อดิน พบว่า ชุดดินราชบุรีและชุดดินบางเขน มีเนื้อดินเป็นประเภทดินเหนียวปนทรายแป้ง (Silty Clay) ส่วนชุดดินสระบุรี มีเนื้อดินเป็นประเภทดินร่วนเหนียว (Clay loam)

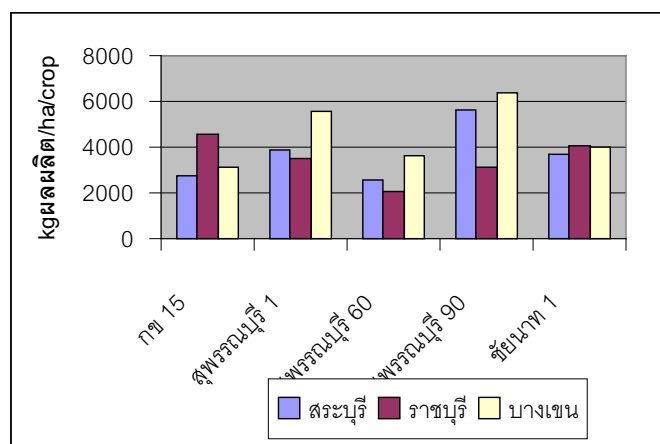
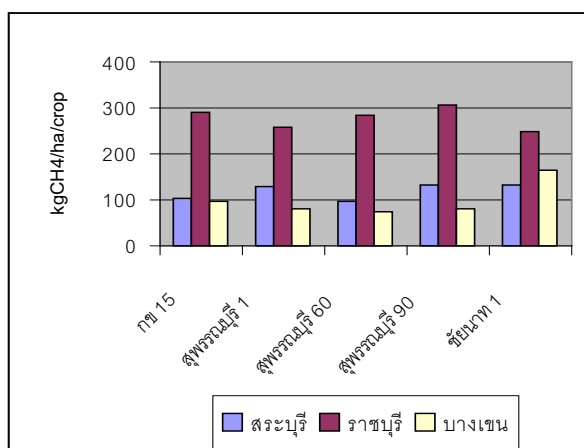
ผลผลิตข้าวกับการปล่อยก๊าซมีเทน

ผลผลิตข้าว เมื่อปลูกข้าวบนดินต่างชนิดกันมีความแตกต่างกัน ในแต่ละสายพันธุ์ ดังแสดงในรูปที่ 8 ข้าวพันธุ์ชัยนาท 1 ไม่มีความแตกต่างของผลผลิต เมื่อปลูกบนชุดดินที่ทำการศึกษาทั้ง 3 ชนิด ในขณะที่พันธุ์ข้าวกลุ่มสุพรรณบุรี ให้ผลผลิตสูงในชุดดินบางเขน ซึ่งเป็นชุดดินที่ปล่อยมีเทนน้อย ส่วนข้าวพันธุ์ กข 15 ให้ผลผลิตและการปล่อยมีเทนสูงสุดในชุดดินราชบุรี และเมื่อพิจารณาสัดส่วนระหว่างการปล่อยมีเทนกับผลผลิตข้าว พบว่า ข้าวแต่ละพันธุ์ให้สัดส่วนระหว่างการปล่อยมีเทนกับผลผลิตข้าวต่างกัน ดังแสดงในตารางที่ 2 ซึ่งข้าวในกลุ่มสุพรรณบุรีที่ปลูกในชุดดินบางเขน ให้สัดส่วนระหว่างการปล่อยมีเทนกับผลผลิตข้าวต่ำ ดังนั้นจึงเหมาะสมในการปลูกเพื่อลดการปล่อยมีเทน ส่วนในชุดดินราชบุรี พบว่า ไม่ว่าจะปลูกข้าวพันธุ์ใดก็ตาม สัดส่วนระหว่างการปล่อยมีเทนกับผลผลิตข้าวสูงกว่าทั้ง 2 ชุดดิน ในทุกพันธุ์ข้าว ส่วนในชุดดินสระบุรี ข้าวพันธุ์สุพรรณบุรี 90 ให้สัดส่วนระหว่างการปล่อยมีเทนกับผลผลิตข้าวต่ำที่สุด ข้าวพันธุ์นี้ จึงเหมาะสมต่อการปลูกในชุดดินสระบุรี เพื่อลดการปล่อยมีเทนจากนาข้าว

ตารางที่ 2 สัดส่วนระหว่างการปล่อยมีเทนกับผลผลิตข้าว (kgCH_4/kg ข้าว) ในชุดดินต่างๆ

พันธุ์ข้าว	สัดส่วนระหว่างการปล่อยมีเทนกับผลผลิตข้าว (kgCH_4/kg ข้าว)		
	ชุดดินราชบุรี	ชุดดินบางเขน	ชุดดินสระบุรี
กข 15	0.91	0.83	0.96
สุพรรณบุรี 1	0.89	0.33	0.60
สุพรรณบุรี 60	1.51	0.57	0.80
สุพรรณบุรี 90	1.10	0.31	0.40
ชัยนาท 1	0.72	0.54	0.56

ผลผลิตข้าวขึ้นอยู่กับความอุดมสมบูรณ์ของดินและลักษณะของพันธุ์ข้าว ดินที่มีความอุดมสมบูรณ์สูง ต้นข้าวเจริญเติบโตได้ดี การปล่อยมีเทนสูงไปด้วย นอกจากนี้ผลผลิตข้าวที่ไถยังขึ้นอยู่กับ การดูแลเอาใจใส่ของเกษตรกร การไม่มีแมลงศัตรูพืช นก และหนู ระบาด



รูปที่ 6 เปรียบเทียบผลผลิตของข้าวพันธุ์ที่ศึกษาเมื่อปลูกบนชุดดินที่ต่างกัน และการปล่อยมีเทนของพันธุ์ข้าวที่ศึกษาเมื่อปลูกบนชุดดินที่ต่างกัน

ถึงแม้ปริมาณการปล่อยมีเทนแตกต่างกันอย่างเห็นได้ชัดและเป็นรูปแบบเดียวกันในแต่ละพันธุ์ข้าว แต่ผลผลิตของข้าวเมื่อปลูกบนดินต่างชนิดมีความแตกต่างกัน ในแต่ละสายพันธุ์ ดังแสดงในรูปที่ 6 พันธุ์ข้าวชัยนาท 1 ไม่มีความแตกต่างของผลผลิตเมื่อปลูกบนชุดดินที่ทำการศึกษานี้ทั้ง 3 ชนิด ในขณะที่พันธุ์ข้าวสายพันธุ์กลุ่มสุพรรณบุรี ให้ผลผลิตสูงในดินชุดบางเขนซึ่งเป็นชุดดินที่ปล่อยมีเทนน้อย ส่วนพันธุ์ข้าว กข15 นั้นให้ผลผลิตและปล่อยมีเทนสูงในดินชุดราชบุรี

จากผลการทดลองดังกล่าวไม่สามารถหาความสัมพันธ์ระหว่างผลผลิตและการปล่อยมีเทนได้ ทั้งนี้ผลผลิตน่าจะขึ้นอยู่กับพันธุ์ข้าวแต่สายพันธุ์มากกว่าสภาพแวดล้อมหรือระบบนิเวศน์ของนาข้าว

ดังนั้นในนาข้าวที่มีการสร้างมีเทนสูงการลดการปล่อยมีเทนคือการลดการสร้างมีเทนหรือคัดเลือกพันธุ์ข้าวที่มีการปล่อยมีเทนน้อยโดยอาจกำหนดให้เป็นเขตปลูกข้าวสายพันธุ์ที่คัดเลือกโดยเฉพาะ ในขณะที่นาข้าวที่มีการสร้างมีเทนน้อย อาจไม่จำเป็นต้องคัดเลือกสายพันธุ์ ปล่อยให้เกษตรกรสามารถปลูกข้าวได้ตามความต้องการ ทั้งนี้ต้องทำการศึกษาคือว่าองค์ประกอบของสารใดในดินที่มีผลต่อการสร้างมีเทนในสภาพไร้อากาศต่อไป

ความสัมพันธ์ระหว่างชุดดินและพันธุ์ข้าวต่อการปล่อยมีเทนสามารถสรุปได้ชัดเจนว่า

1. การสร้างมีเทนส่งผลต่อการปล่อยมีเทนมากกว่าการส่งผ่านมีเทน
2. ปัจจัยของชุดดินมีความสำคัญมากกว่าพันธุ์ข้าว
 1. พันธุ์ข้าวที่ต่างกันส่งผลในการปล่อยมีเทนที่ต่างกันเมื่อปลูกในชุดดินที่มีการสร้างมีเทนสูง
 2. ในชุดดินที่มีการสร้างมีเทนต่ำ พันธุ์ข้าวมีผลต่อการปล่อยมีเทนน้อย

ส่วนที่ 2 : ความสัมพันธ์ระหว่างชุดดินและการใส่ปุ๋ยต่อการปล่อยก๊าซมีเทน

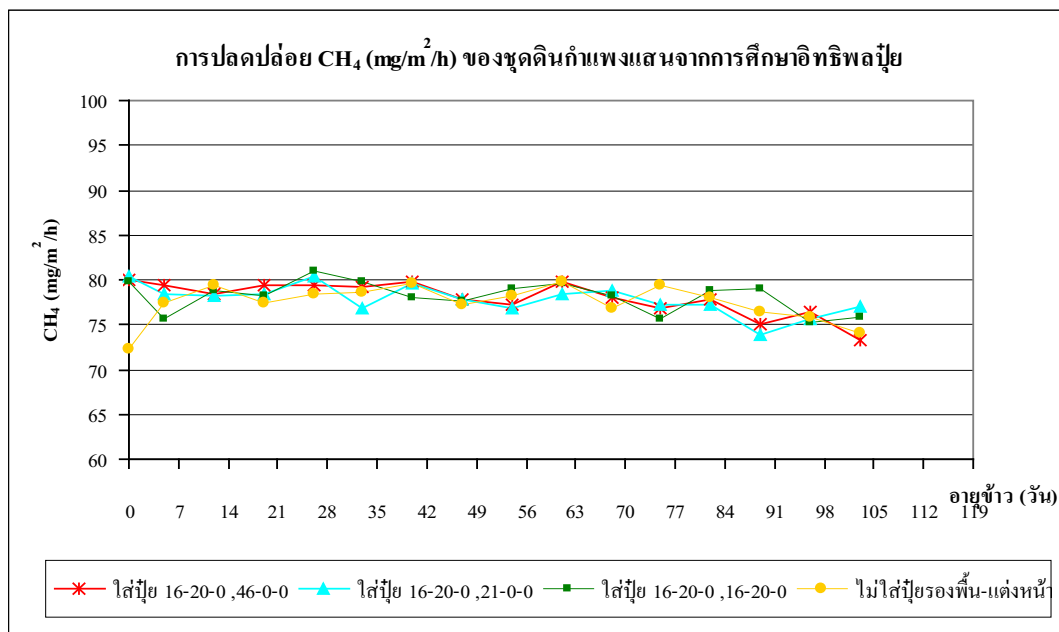
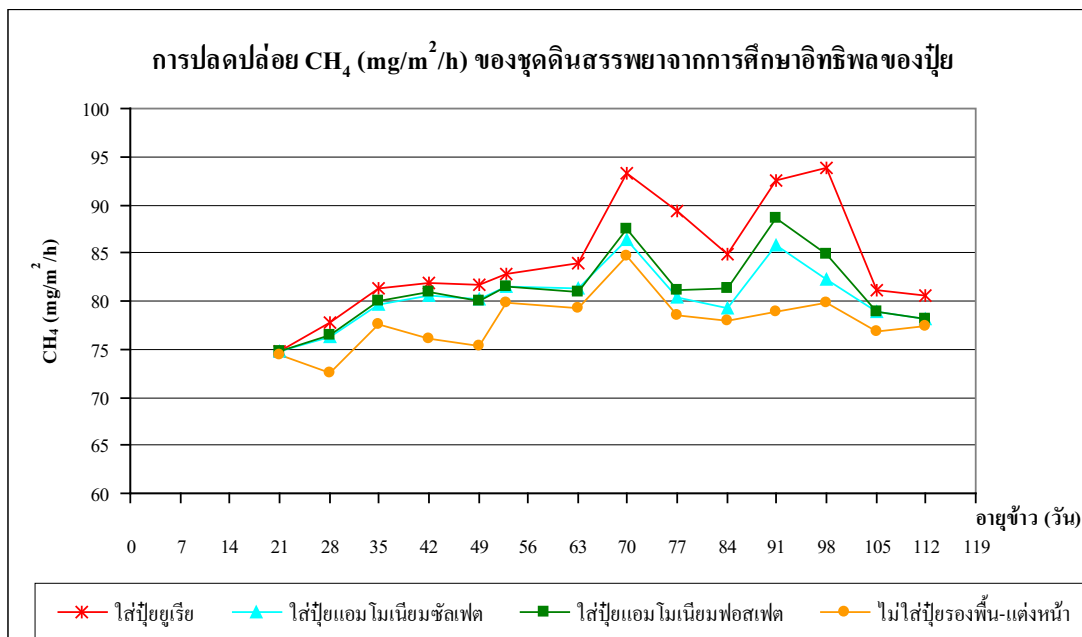
การทดลองนี้เป็นการศึกษาอิทธิพลของปุ๋ยต่อการปล่อยก๊าซมีเทนจากนาข้าวใน

2 ชุดดิน คือ ชุดดินสรรพยา และชุดดินกำแพงแสน โดยเป็นการศึกษาปุ๋ยเคมีแต่งหน้าต่างกัน 3 สูตร ได้แก่ ปุ๋ยยูเรีย (สูตร 46-0-0) ปุ๋ยแอมโมเนียมซัลเฟต (สูตร 21-0-0) และปุ๋ยแอมโมเนียมฟอสเฟต (สูตร 16-20-0) โดยเปรียบเทียบกับแปลงควบคุมที่ไม่ใส่ทั้งปุ๋ยรองพื้นและปุ๋ยแต่งหน้า

ผลการปล่อยมีเทนจากการใส่ปุ๋ย 3 ชนิด ในดินทั้ง 2 ชุด

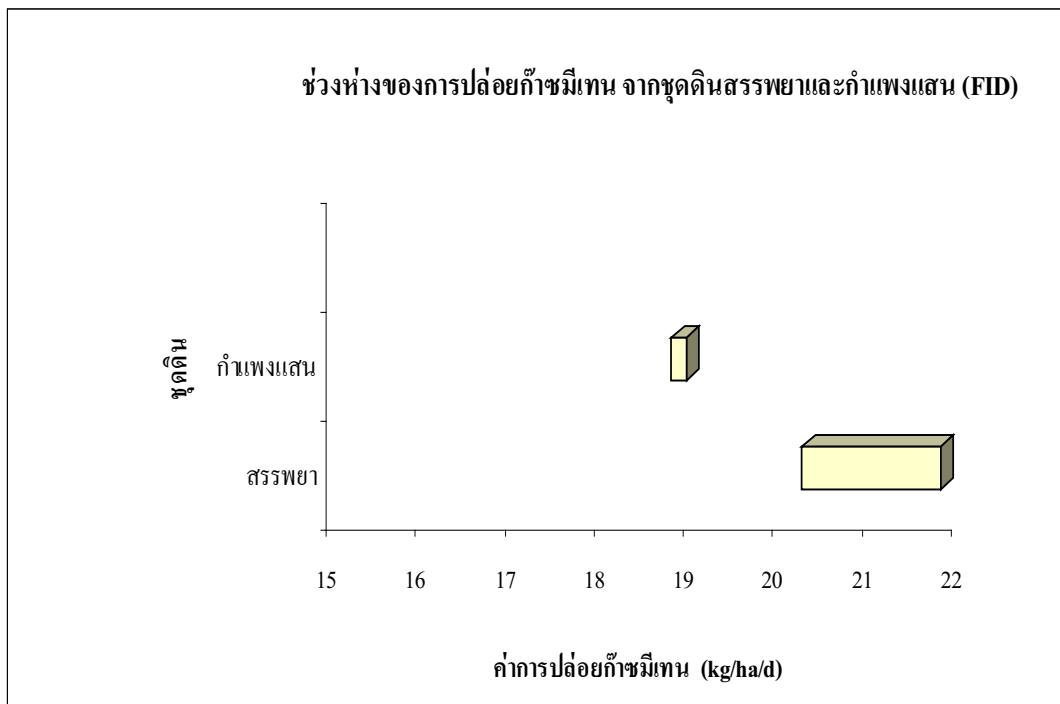
ผลการศึกษาอิทธิพลของปุ๋ยต่อการปล่อยก๊าซมีเทนจากนาข้าว ในทั้ง 2 ชุดดิน พบว่า ชุดดินสรรพยา ให้ค่าปริมาณการปล่อยก๊าซมีเทนเฉลี่ยตลอดช่วงเพาะปลูกสูงกว่าชุดดินกำแพงแสน ไม่ว่าจะใส่ปุ๋ยแต่งหน้าชนิดใด โดยปริมาณการปล่อยก๊าซมีเทนเฉลี่ยของชุดดินสรรพยา อยู่ในช่วง 77.78-84.23 mg/m²/h (209.08-226.42 g/m²/crop) ซึ่งการใส่ปุ๋ยยูเรีย ให้ปริมาณการปล่อยก๊าซมีเทนสูงที่สุด เท่ากับ 84.23 mg/m²/h (226.42 g/m²/crop) รองลงมา คือ การปุ๋ยแต่งหน้าแอมโมเนียมฟอสเฟต การปุ๋ยแต่งหน้าแอมโมเนียมซัลเฟต การไม่ใส่ปุ๋ยแต่งหน้าและการไม่ใส่ทั้งปุ๋ยรองพื้นและปุ๋ยแต่งหน้า นอกจากนี้ยังพบว่า การใส่ปุ๋ยรองพื้นแอมโมเนียมฟอสเฟตให้ค่าปริมาณการปล่อยก๊าซมีเทนสูงกว่าการไม่ใส่ปุ๋ยรองพื้น ส่วนในชุดดินกำแพงแสน พบว่า ปริมาณการปล่อยก๊าซมีเทนเฉลี่ย อยู่ในช่วง 77.43-77.98 mg/m²/h (208.13-209.60 g/m²/crop) ซึ่งการใส่ปุ๋ยยูเรีย ให้ปริมาณการปล่อยก๊าซมีเทนสูงที่สุดเช่นเดียวกับในชุดดินสรรพยา คือเท่ากับ 77.98 mg/m²/h (209.60 g/m²/crop) แต่ในชุดดินกำแพงแสน ไม่ว่าจะใส่ปุ๋ยแต่งหน้าชนิดใด ปริมาณการปล่อยก๊าซมีเทนไม่แตกต่างกัน และเมื่อวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติ พบว่า ปริมาณการปล่อยก๊าซมีเทนไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ ในขณะที่การใส่ปุ๋ยแต่งหน้าต่างกัน ให้ผลการปล่อยก๊าซที่ต่างกันเด่นชัดในชุดดินสรรพยา เมื่อวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติ พบว่า ปริมาณการปล่อยก๊าซมีเทนในชุดดินสรรพยาและความสัมพันธ์ของการปล่อยก๊าซมีเทนจากทั้งสองชุดดิน มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 99 (รายละเอียดแสดงในภาคผนวก ข) ผลการทดลองแสดงดังในรูปที่ 7

นอกจากนี้เมื่อพิจารณาปริมาณการปล่อยก๊าซมีเทนกับอายุข้าว พบว่า ในชุดดินสรรพยา ปริมาณการปล่อยก๊าซมีเทนมีค่าเพิ่มสูงขึ้นตามการเจริญเติบโตของข้าว โดยมีค่ามากที่สุดในระยะที่ข้าวตั้งท้อง (อายุข้าว 70 วัน) หลังจากนั้น ปริมาณการปล่อยก๊าซมีเทนมีค่าลดลง จนกระทั่งวันที่ข้าวมีอายุ 91-98 วัน ปริมาณการปล่อยก๊าซมีเทนมีค่าเพิ่มสูงขึ้นอีกครั้ง และหลังจากนั้น ในระยะที่ข้าวสุกแก่พร้อมที่จะเก็บเกี่ยว (อายุข้าว 112 วัน) พบว่า ปริมาณการปล่อยก๊าซมีเทนมีค่าลดลง แต่เมื่อพิจารณาปริมาณการปล่อยก๊าซมีเทนกับอายุข้าวในชุดดินกำแพงแสน ไม่พบความแตกต่าง



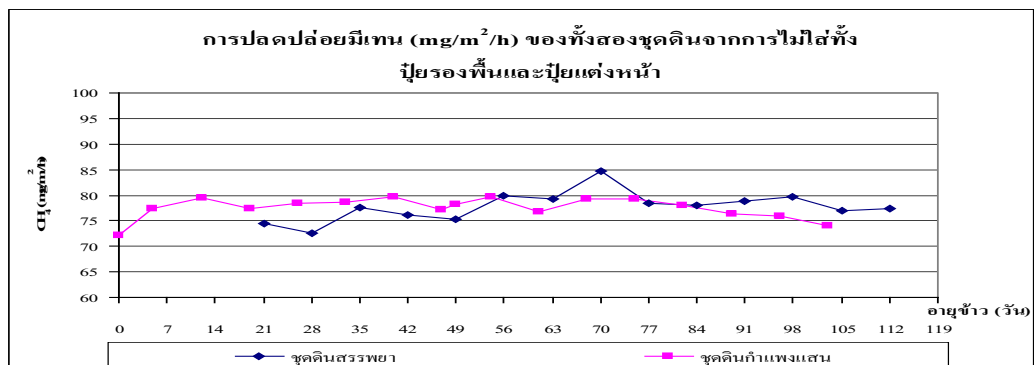
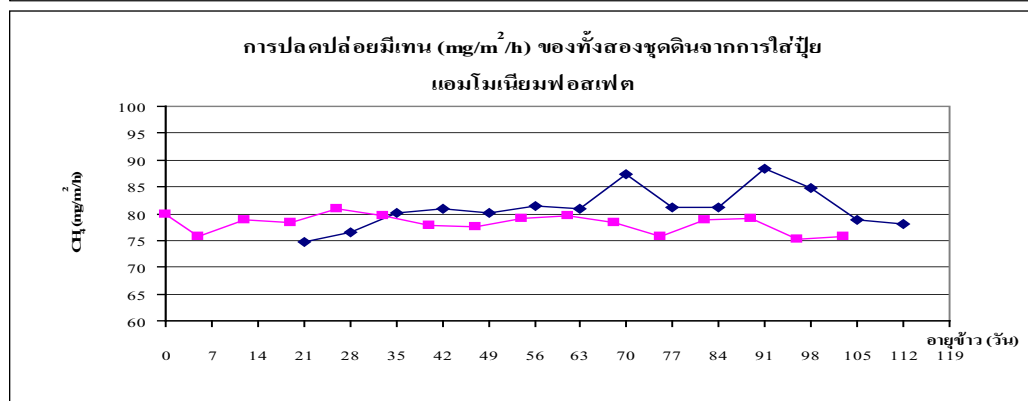
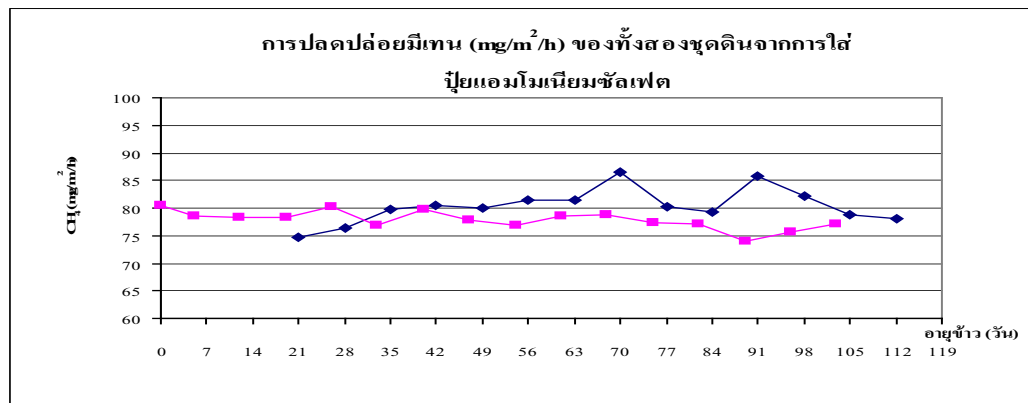
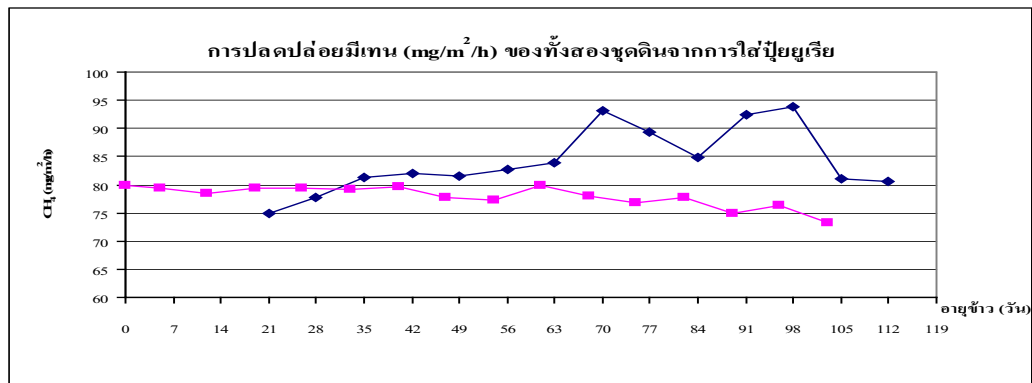
รูปที่ 7 เปรียบเทียบปริมาณการปลดปล่อยก๊าซมีเทน ($\text{mg/m}^2/\text{h}$) ของข้าวพันธุ์สุพรรณบุรี 1 ที่ปลูกในชุดดินสรวพยา และชุดดินกำแพงแสน จากการศึกษอิทธิพลของปุ๋ย

เมื่อพิจารณาช่วงห่างของการปล่อยก๊าซมีเทนตลอดการเพาะปลูกของข้าวพันธุ์สุพรรณบุรี 1 ในทั้งสองชุดดิน พบว่า ชุดดินสรพยา มีช่วงห่างของการปล่อยก๊าซมีเทนสูงสุด คืออยู่ในช่วง 18.67-20.22 kg/ha/d ส่วนในชุดดินกำแพงแสน ช่วงห่างของการปล่อยก๊าซมีเทนอยู่ในช่วง 18.58-18.75 kg/ha/d ซึ่งในชุดดินสรพยาที่มีการสร้างมีเทนสูง ช่วงห่างของการปล่อยก๊าซมีเทนจากอิทธิพลปุ๋ยที่แตกต่างกัน มีแนวโน้มสูงไปด้วย ในขณะที่ชุดดินกำแพงแสน ช่วงห่างของการปล่อยก๊าซมีเทนต่ำและเป็นชุดดินที่มีการสร้างมีเทนน้อย การปล่อยมีเทนจากอิทธิพลปุ๋ยที่แตกต่างกัน จึงไม่มีความแตกต่างกันมากนัก ผลการทดลองแสดงดังในรูปที่ 8

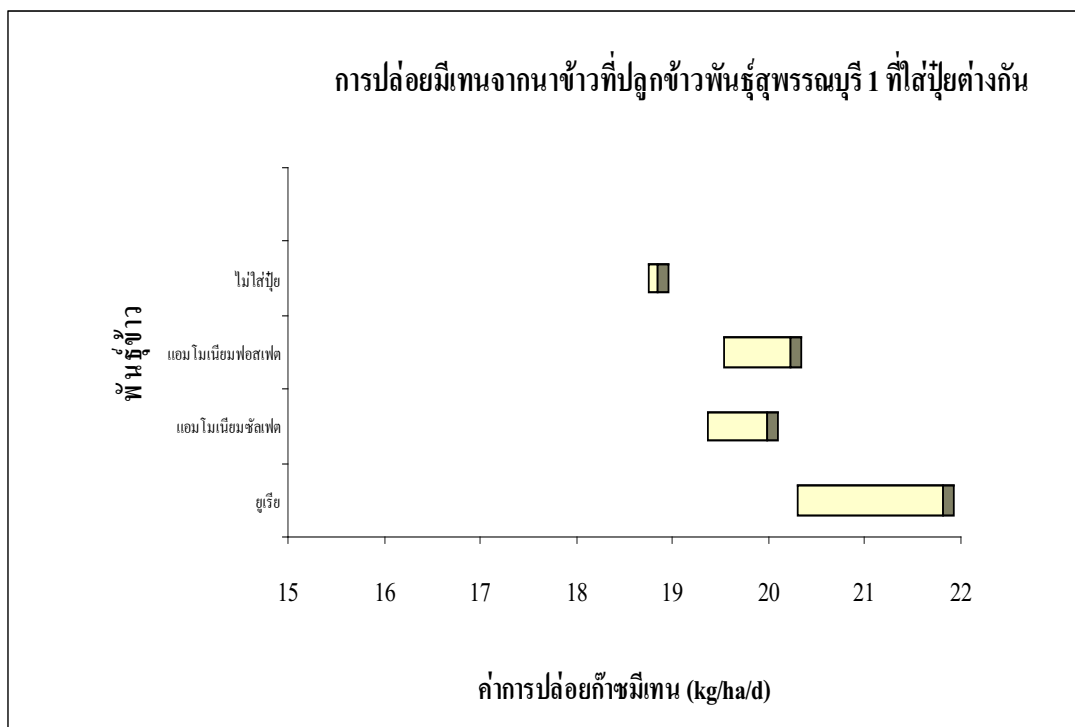


รูปที่ 8 แสดงช่วงห่างระหว่างการปล่อยก๊าซมีเทนจากชุดดินที่ต่างกัน เมื่อใส่ปุ๋ยต่างกัน

เมื่อพิจารณาความสัมพันธ์ระหว่างชุดดินและปุ๋ย พบว่า ข้าวพันธุ์สุพรรณบุรี 1 ที่ปลูกในชุดดินสรพยา ให้ผลการปล่อยมีเทนสูงสุด ไม่ว่าจะใส่ปุ๋ยแต่งหน้าชนิดใดก็ตาม ซึ่งรูปแบบการปล่อยมีเทนในการใส่ปุ๋ยทุกชนิดคล้ายกัน เช่นเดียวกับในชุดดินกำแพงแสน ผลการทดลองดังในรูปที่ 10 ช่วงห่างของการปล่อยมีเทนจากการใส่ปุ๋ยแต่งหน้าต่างกัน พบว่า ไม่แตกต่างกันนัก และเมื่อเปรียบเทียบกับช่วงห่างของการปล่อยมีเทนในทั้งสองชุดดิน พบว่า การใส่ปุ๋ย เป็นปัจจัยที่มีความผันแปรในการปล่อยมีเทนน้อยกว่าชุดดิน การใส่ปุ๋ย จึงไม่ใช่ปัจจัยสำคัญในการปล่อยมีเทนเท่ากับชุดดิน ผลการทดลองดังในรูปที่ 9



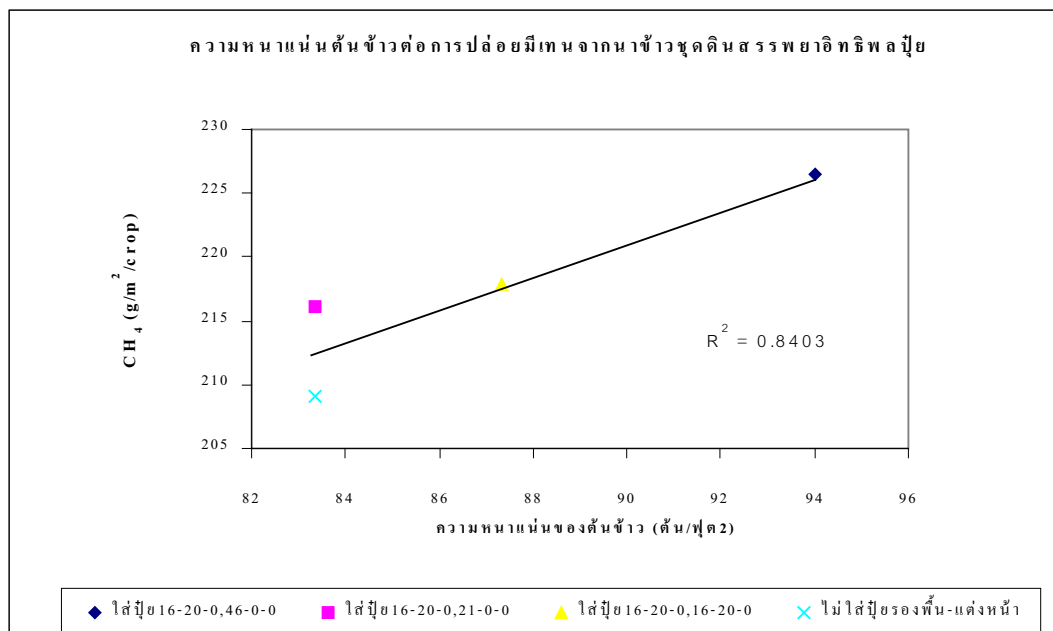
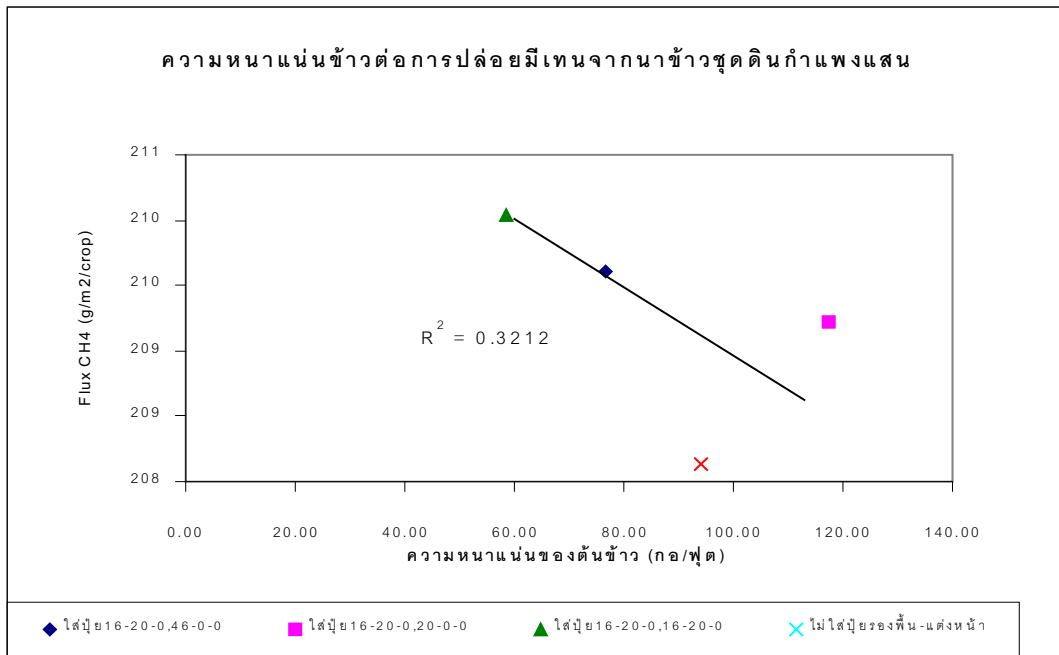
รูปที่ 9 การปล่อยก๊าซมีเทนจากการใส่ปุ๋ยที่ต่างกันของข้าวพันธุ์สุพรรณบุรี 1 ในทั้งสองชุดดิน



รูปที่ 10 เปรียบเทียบช่วงห่างของการปล่อยมีเทนจากการใส่ปุ๋ยที่ต่างกัน ที่เพาะปลูกข้าวพันธุ์สุพรรณบุรี 1 ใน 2 ชุดดิน

ก๊าซมีเทนที่เกิดขึ้นเป็นผลเนื่องมาจากเมธาโนเจนิกแบคทีเรียย่อยสลายสารอาหารที่มีอยู่ในดินในสภาวะไร้อากาศและมีการผลิตมีเทนขึ้น มีเทนที่ผลิตขึ้นถูกปลดปล่อยโดยส่งผ่านทางต้นข้าว การใส่ปุ๋ยในนาข้าวเป็นการเพิ่มสารอาหารในดิน โดยการเติมปุ๋ยรองพื้นในระยะที่ข้าวมีอายุ 25 วันและเติมปุ๋ยแต่งหน้าในระยะที่ข้าวมีอายุ 65 วัน ซึ่งทำให้มีสารอาหารในดินในปริมาณสูงเพิ่มขึ้น แบคทีเรียสามารถนำไปใช้ประโยชน์ได้ดี ทำให้มีการสร้างก๊าซมีเทนเพิ่มขึ้นแต่จากผลการศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างชุดดินและปุ๋ย พบว่าก๊าซมีเทนที่ถูกปล่อยจากนาข้าวของทั้งสองชุดดินแตกต่างกัน ซึ่งเป็นผลเนื่องมาจากชุดดินที่ต่างกัน การเจริญเติบโตของข้าวพันธุ์สุพรรณบุรี 1 ในทั้งสองชุดดิน ก็แตกต่างกันด้วย เมื่อวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติ พบว่า ความสูงและความหนาแน่นของต้นข้าว มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 99 (รายละเอียดแสดงในภาคผนวก ข)

จากความสัมพันธ์ระหว่างการปล่อยก๊าซมีเทนกับการเจริญเติบโตของต้นข้าว จากการศึกษาความหนาแน่นของต้นข้าว พบว่า ข้าวพันธุ์สุพรรณบุรี 1 ที่ปลูกในชุดดินสรพยาและใส่ปุ๋ยแต่งหน้าต่างกัน ทำให้การเจริญเติบโตของต้นข้าวแตกต่างกันและทำให้ปริมาณการปล่อยก๊าซมีเทนต่างกันด้วย การใส่ปุ๋ยแต่งหน้าทำให้มีความหนาแน่นของต้นข้าวมากกว่าการไม่ใส่ปุ๋ย ความหนาแน่นต้นข้าวที่มีความสัมพันธ์ในลักษณะเส้นตรงกับปริมาณการปล่อยก๊าซมีเทนสูง ($R^2 = 0.84$) การใส่ปุ๋ยยูเรีย ทำให้มีความหนาแน่นต้นข้าวมากที่สุดและให้ค่าการปล่อยก๊าซมีเทนสูงสุด แต่ในชุดดินกำแพงแสน ความหนาแน่นต้นข้าวมีความสัมพันธ์ในลักษณะเส้นตรงกับปริมาณการปล่อยก๊าซมีเทนต่ำ ($R^2 = 0.32$) ผลการทดลองดังในรูปที่ 11

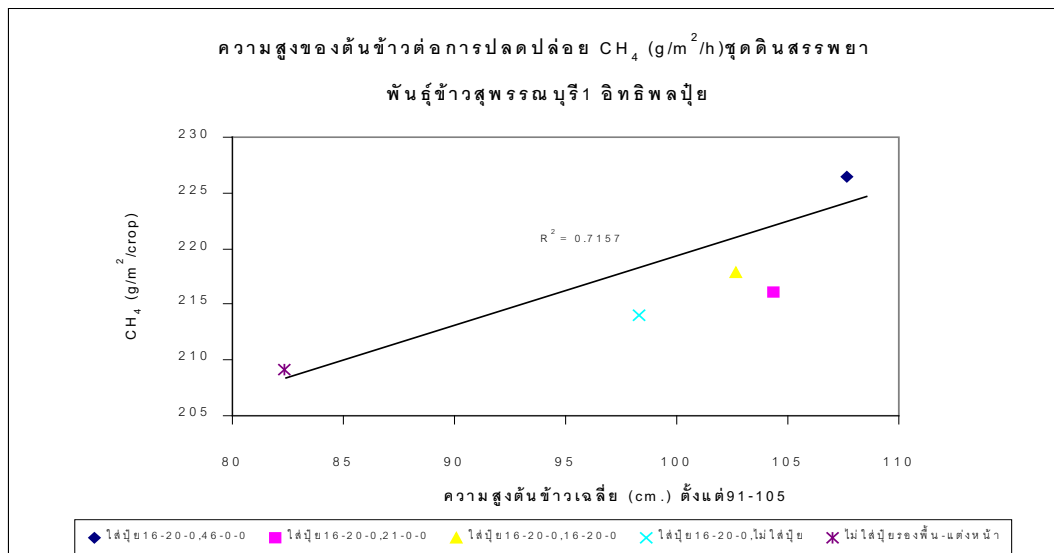


รูปที่ 11 ความสัมพันธ์ของความหนาแน่นของดินข้าว (ตัน/ตารางฟุต) กับการปลดปล่อย

ก๊าซมีเทนของชุดดินสรวพยาและชุดดินกำแพงแสน

ส่วนความสูงของดินข้าวที่เพิ่มขึ้นในชุดดินสรวพยา มีความสัมพันธ์ในลักษณะเส้นตรงกับปริมาณการปล่อยก๊าซมีเทนสูง ($R^2 = 0.71$) การใส่ปุ๋ยยูเรีย ทำให้มีความสูงดินข้าวมากที่สุดและให้ค่าการปล่อยก๊าซมีเทนสูง

สุด แต่ในชุดดินกำแพงแสน ความสูงของต้นข้าวมีความสัมพันธ์ในลักษณะเส้นตรงกับปริมาณการปล่อยก๊าซมีเทนต่ำ ($R^2 = 0.58$) ซึ่งแสดงว่าข้าวพันธุ์สุพรรณบุรี 1 ที่ปลูกในชุดดินสรรพยา ที่มีการใส่ปุ๋ยต่างกัน ทำให้ความสูงต่างกัน ซึ่งส่งผลต่อการปล่อยก๊าซมีเทนที่ต่างกัน ซึ่งผลที่ได้นี้ไม่พบความแตกต่างอย่างชัดเจนในชุดดินกำแพงแสน ผลการทดลองดังในรูปที่ 12



รูปที่ 12 ความสัมพันธ์ของความสูงของต้นข้าว (ต้น/ตารางฟุต) กับการปลดปล่อย ก๊าซมีเทนของชุดดินสรรพยาและชุดดินกำแพงแสน

คุณสมบัติของชุดดิน จากการวิเคราะห์คุณสมบัติของชุดดินทั้ง 2 ชุดดิน ในบริเวณพื้นที่ที่ทำการศึกษาร่วมกันและเปรียบเทียบกับคุณสมบัติของชุดดินของกรมพัฒนาที่ดิน ได้ผลดังตารางที่ 3

ตารางที่ 3 ผลการวิเคราะห์คุณสมบัติของชุดดินสรรพยาและชุดดินกำแพงแสน

คุณสมบัติของดิน	ชุดดินสรรพยา		ชุดดินกำแพงแสน		
	ผลการวิเคราะห์	กรมพัฒนาที่ดิน	ผลการวิเคราะห์	กรมพัฒนาที่ดิน	
				0-30 ซม.	30-60 ซม.
Soil pH	6.9	5.2	5.58	7.10	6.30
% N (TKN)	0.06	-	0.107	0.28	0.17
ppm P	11.85	19	83.00	47.60	82.40
ppm K	130.9	204	242.0	175.0	70.0

% C (Organic Carbon)	0.78	1.44	2.06	3.22	2.02
CEC Soil (meq/100g)	13.2	9.3	13.5	15.00	16.10
Soil Texture					
% Sand	47.3	52.7	51.72	42.50	21.50
% Silt	39.8	38.7	40.00	50.50	21.64
% Clay	12.9	8.6	26.64	17.50	28.00

ผลการวิเคราะห์คุณสมบัติต่างๆ ของชุดดินดังในตารางที่ 6 พบว่า ค่า pH ของทั้งสองชุดดินอยู่ในช่วง 5-7 และในชุดดินก้ำแพงแสน พบว่าปริมาณของฟอสฟอรัสและโปแตสเซียมสูงกว่าในชุดดินสรพยามาก โดยในชุดดินก้ำแพงแสน พบว่าปริมาณของฟอสฟอรัสและโปแตสเซียมเป็น 83 และ 242 ppm ตามลำดับ แต่ในชุดดินสรพยา พบว่าปริมาณของฟอสฟอรัสและโปแตสเซียมเป็น 11.85 และ 130.9 ppm ตามลำดับ ส่วน Organic Carbon และค่า CEC Soil ในทั้ง 2 ชุดดินไม่แตกต่างกันนัก คือในชุดดินก้ำแพงแสนมี Organic Carbon 2.06 % และ CEC Soil 13.5 meq/100g ในชุดดินสรพยามี Organic Carbon 0.78 % และ CEC Soil 13.2 meq/100g และจากผลการวิเคราะห์คุณสมบัติของชุดดินก้ำแพงแสน พบว่า มีค่าใกล้เคียงกับคุณสมบัติชุดดินก้ำแพงแสนที่กรมพัฒนาที่ดินบันทึกไว้ที่ความลึก 30-60 เซนติเมตรจากผิวดินมากกว่าที่ระดับความลึก 0-30 เซนติเมตร ทั้งนี้เนื่องจากค่าดังกล่าวที่กรมพัฒนาที่ดินได้ทำการศึกษาไว้ นั้นเป็นค่าที่ศึกษาไว้หลายปีแล้ว ตลอดเวลาที่ผ่านมานั้นพื้นที่ดังกล่าวได้ทำการเกษตรจึงมีการปรับเปลี่ยนสภาพพื้นที่ดินมีการไถพรวนหน้าดิน ดังนั้นคุณสมบัติดินจึงมีค่าใกล้เคียงกับดินในชั้นที่อยู่ลึกลงไปจากผิวดินชั้นบนมากกว่า ซึ่งจากคุณสมบัติของชุดดินทั้งสอง พบว่า ชุดดินก้ำแพงแสน มีธาตุอาหารที่อุดมสมบูรณ์มากกว่าชุดดินสรพยา ส่วนปริมาณของอนุภาคดินเหนียว อนุภาคดินซิลต์และอนุภาคดินทรายของทั้ง 2 ชุดดิน เมื่อนำค่าที่ได้ไปเทียบกับตารางสามเหลี่ยมแสดงประเภทเนื้อดิน พบว่า ชุดดินสรพยา มีเนื้อดินเป็นประเภทดินร่วน (Loam) และชุดดินก้ำแพงแสน มีเนื้อดินเป็นประเภทดินดินทรายเป็นส่วนใหญ่ (Sand Clay Loam) ซึ่งชุดดินทั้งสองชุด มีคุณสมบัติของชุดดินและประเภทเนื้อดินที่แตกต่างกัน ทำให้มีผลต่อการผลิตและปล่อยมีเทน

ผลผลิตข้าวกับการปล่อยก๊าซมีเทน

เมื่อปลูกข้าวพันธุ์สุพรรณบุรี 1 บนดินต่างชนิดกัน พบว่า ผลผลิตข้าว มีความแตกต่างกัน ดังแสดงในตารางที่ 4 โดยเมื่อเปรียบเทียบผลผลิตข้าวในชุดดินสรพยาและชุดดินก้ำแพงแสน พบว่า ข้าวที่ปลูกในชุดดินสรพยา ไม่ว่าจะใส่ปุ๋ยชนิดใด ให้ผลผลิตที่น้อยกว่าชุดดิน ก้ำแพงแสน เนื่องจากชุดดินสรพยา มีธาตุอาหารมากกว่า

ตารางที่ 4 ความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณการปล่อยก๊าซมีเทนกับผลผลิตข้าว

การใส่ปุ๋ย	ชุดดินสรพยา			ชุดดินกำแพงแสน		
	ผลผลิตข้าว (กก./ไร่)	ปริมาณ การปล่อย ก๊าซมีเทน (kg/ ไร่/crop)	สัดส่วน (kg CH ₄ / kg ผล ผลิต)	ผลผลิตข้าว (กก./ไร่)	ปริมาณ การปล่อย ก๊าซมีเทน (kg/ไร่/crop)	สัดส่วน (kg CH ₄ / kg ผล ผลิต)
ใส่ปุ๋ยยูเรีย	774.70	362.30	0.47	1008.48	335.36	0.33
ใส่ปุ๋ยแอมโมเนียมซัลเฟต	743.48	345.70	0.46	820.36	334.76	0.41
ใส่ปุ๋ยแอมโมเนียมฟอสเฟต	750	348.59	0.46	770.64	336.07	0.44
ไม่ใส่ทั้งปุ๋ยแตงหน้าและ รองพื้น	398.25	334.54	0.84	440.04	333.01	0.76

ข้าวพันธุ์สุพรรณบุรี 1 ที่ปลูกในชุดดินสรพยา ให้สัดส่วนระหว่างปริมาณการปล่อยก๊าซมีเทนกับผลผลิตข้าวใกล้เคียงกัน ไม่ว่าจะใส่ปุ๋ยแตงหน้าชนิดใด แต่ผลที่ได้แตกต่างจากการไม่ใส่ปุ๋ยมาก เนื่องจากการไม่ใส่ปุ๋ย ให้ผลผลิตข้าวต่ำ ดังนั้น การใส่ปุ๋ยจึงมีผลดีมากกว่าทั้งในด้านการเจริญเติบโตของต้นข้าวและปริมาณก๊าซมีเทนที่เกิดขึ้นไม่สูงกว่าการไม่ใส่ปุ๋ยมากนัก ส่วนในชุดดินกำแพงแสน พบว่า หากต้องการใช้ปุ๋ยเคมีที่ให้การปล่อยก๊าซมีเทนต่ำและผลผลิตสูง ควรเลือกใส่ปุ๋ยยูเรีย

จากผลการทดลองที่ได้ สามารถสรุปความสัมพันธ์ของชุดดินและปุ๋ยได้ ดังนี้

1. การสร้างมีเทน ขึ้นอยู่กับคุณสมบัติของชุดดินแต่ละชนิด ซึ่งส่งผล

ต่อการเจริญเติบโตและการปลดปล่อยมีเทน เช่น ในชุดดินสรพยา มีการปลดปล่อยมีเทนที่สูงกว่าชุดดินกำแพงแสน

2. การใส่ปุ๋ยมีผลทำให้ธาตุอาหารในดินเพิ่มขึ้น ซึ่งส่งผลต่อการย่อยสลายสารอินทรีย์

โดยจุลินทรีย์พวก Methanogen ในดิน ทำให้การสร้างมีเทนเพิ่มขึ้น

ส่วนที่ 3 : ความสัมพันธ์ระหว่างพันธุ์ข้าวและการจัดการน้ำต่อการปล่อยก๊าซมีเทน

การทดลองนี้เป็นการศึกษาอิทธิพลของการจัดการน้ำจากการปลูกข้าวพันธุ์สุพรรณบุรี 1 และข้าวพันธุ์ชัยนาท 1 ในชุดดินสรพยา ปลูกที่พื้นที่นาข้าว ตำบลทับยา อำเภออินทร์บุรี จังหวัดสิงห์บุรี โดยควบคุมระบบนิเวศน์และเงื่อนไขการปลูกข้าวที่เหมือนกัน โดยกำหนดอิทธิพลของการจัดการน้ำ ดังนี้

1. การให้น้ำทุก 7 วัน ที่ระดับ 5 ซม.
2. การให้น้ำทุก 7 วัน ที่ระดับ 2.5 ซม.
3. น้ำไม่ขังบนผิวดิน
4. ระดับน้ำคงที่ ประมาณ 5 ซม.

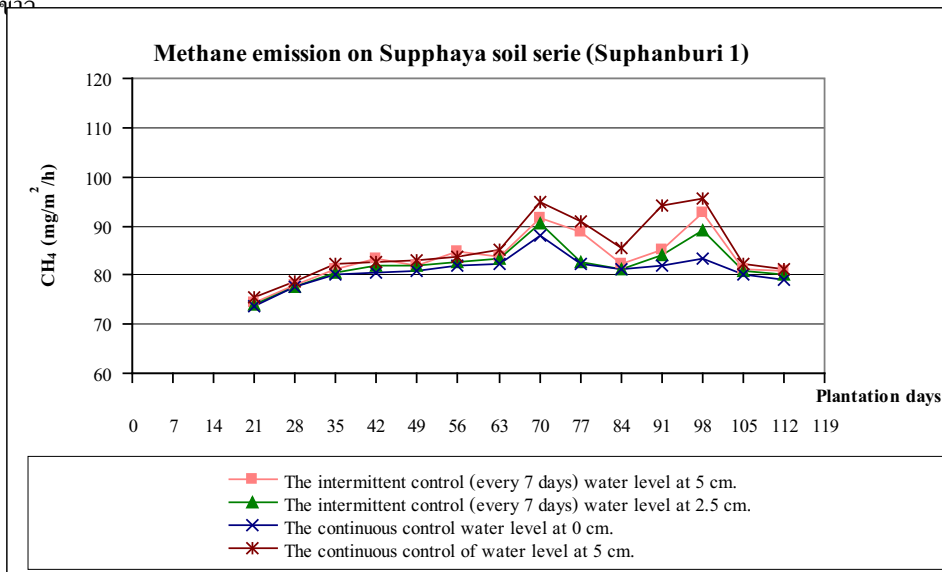
3.1 ผลการปล่อยก๊าซมีเทน

ผลการศึกษาอิทธิพลของการจัดการน้ำต่อการปล่อยก๊าซมีเทนจากนาข้าว จากการปลูกข้าวพันธุ์ สุพรรณบุรี 1 และข้าวพันธุ์ชัยนาท 1 พบว่า ข้าวพันธุ์ชัยนาท 1 ให้ค่าปริมาณการปล่อยก๊าซมีเทนเฉลี่ยตลอดช่วงเพาะ ปลูกสูงกว่าข้าวพันธุ์สุพรรณบุรี 1 ในทุกวิธีการจัดการน้ำ ปริมาณการปล่อยก๊าซมีเทนเฉลี่ยของข้าวพันธุ์ชัยนาท 1 อยู่ ในช่วง 89.51-92.01 $\text{mg/m}^2/\text{h}$ (225.58-231.87 $\text{g/m}^2/\text{crop}$) ส่วนปริมาณการปล่อยก๊าซมีเทนเฉลี่ยของข้าวพันธุ์ สุพรรณบุรี 1 อยู่ในช่วง 80.93-85.35 $\text{mg/m}^2/\text{h}$ (217.55-229.4 $\text{g/m}^2/\text{crop}$) และเมื่อพิจารณารูปแบบการปล่อยก๊าซมีเทน ของข้าวทั้งสองพันธุ์ ที่ปลูกในชุดดินสรรพยา พบว่า ข้าวพันธุ์สุพรรณบุรี 1 มีรูปแบบการปล่อยก๊าซมีเทนที่เด่นชัด กว่า โดยปริมาณการปล่อยก๊าซมีเทนมีค่าเพิ่มสูงขึ้นตามการเจริญเติบโตของข้าวและมีค่ามากที่สุดในระยะที่ข้าวตั้ง ท้อง (อายุข้าว 70 วัน) การให้น้ำครั้งที่ 5 ซม. ให้ปริมาณการปล่อยก๊าซมีเทนสูงสุดคือ 94.87 $\text{mg/m}^2/\text{h}$ และน้ำไม่ขังบน ผิวดิน ให้ปริมาณการปล่อยก๊าซมีเทนต่ำสุดคือ 87.97 $\text{mg/m}^2/\text{h}$ หลังจากวันที่ข้าวมีอายุ 70 วัน ปริมาณการปล่อยก๊าซ มีเทนมีค่าลดลง จนกระทั่งวันที่ข้าวมีอายุ 91-98 วัน ปริมาณการปล่อยก๊าซมีเทนมีค่าเพิ่มสูงขึ้นอีกครั้งและหลัง จากนั้นในระยะที่ข้าวสุกแก่พร้อมที่จะเก็บเกี่ยว (อายุข้าว 112 วัน) พบว่า ปริมาณการปล่อยก๊าซมีเทนมีค่าลดลง ส่วนปริมาณการปล่อยก๊าซมีเทนในข้าวพันธุ์ชัยนาท 1 พบว่า การให้น้ำครั้งที่ 5 ซม. ให้ปริมาณการปล่อยก๊าซมีเทนสูง สุดคือ 104.32 $\text{mg/m}^2/\text{h}$ และน้ำไม่ขังบนผิวดิน ให้ปริมาณการปล่อยก๊าซมีเทนต่ำสุดคือ 85.57 $\text{mg/m}^2/\text{h}$ ซึ่งให้ผลเช่น เดียวกับข้าวพันธุ์สุพรรณบุรี 1 และเมื่อวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติ พบว่า ความสัมพันธ์ของปริมาณการปล่อยก๊าซมีเทน ในข้าวทั้งสองพันธุ์ที่ปลูกในชุดดินสรรพยาเหมือนกัน มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติที่ระดับความเชื่อ มั่นร้อยละ 99 ยกเว้นเมื่อข้าวมีอายุ 70, 77 และ 98 วัน พันธุ์ข้าวที่ต่างกันที่ปลูกในชุดดินเดียวกัน ไม่ว่าจะใช้วิธีการจั ดการน้ำวิธีใด ปริมาณการปล่อยก๊าซมีเทนไม่มีความแตกต่างทางสถิติ แต่ในระยะที่ข้าวเริ่มมีการเจริญทางลำต้น คือ เมื่อ ข้าวมีอายุ 21 และ 28 วัน และเมื่อข้าวอยู่ในช่วงเมล็ดสุกแก่ (อายุ 84 วัน เป็นต้นไป) พบว่า การปลูกข้าวทั้งสองพันธุ์ ไม่ว่าจะใช้วิธีการจัดการน้ำวิธีใด ปริมาณการปล่อยก๊าซมีเทนไม่มีความแตกต่างทางสถิติ (รายละเอียดแสดงในภาค ผผนวก ค) ผลการทดลองแสดงดังในรูปที่ 13

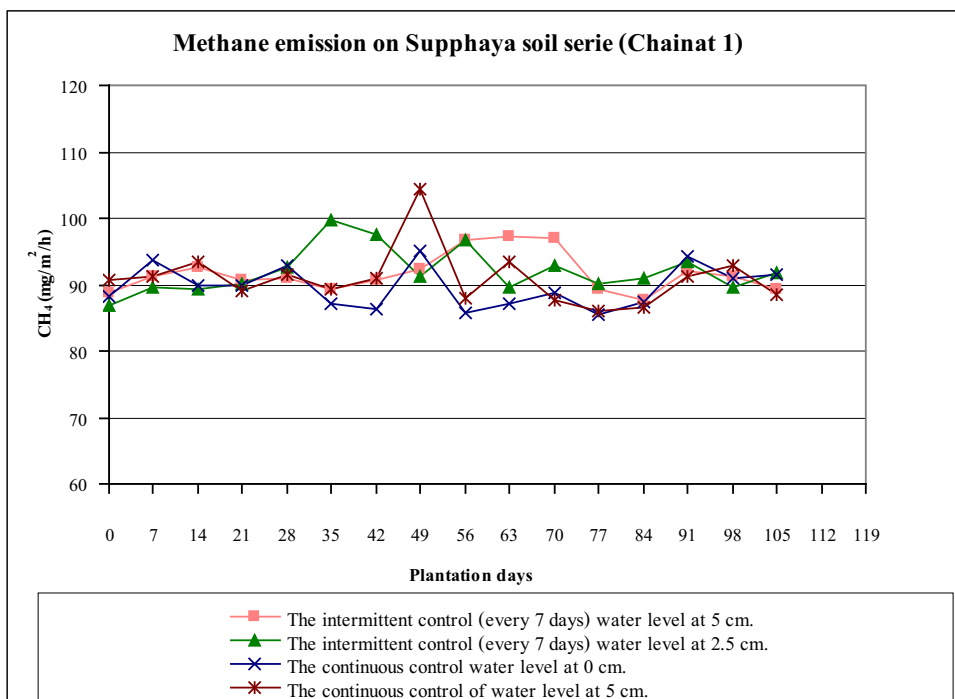
เมื่อพิจารณาช่วงห่างของการปล่อยก๊าซมีเทนตลอดการเพาะปลูกของข้าวพันธุ์สุพรรณบุรี 1 และ ข้าวพันธุ์ชัยนาท 1 ในชุดดินสรรพยา พบว่า ช่วงห่างของการปล่อยก๊าซมีเทนของข้าวพันธุ์สุพรรณบุรี 1 อยู่ในช่วง 19.42-20.48 kg/ha/d ส่วนช่วงห่างของการปล่อยก๊าซมีเทนของข้าวพันธุ์ชัยนาท 1 อยู่ในช่วง 21.48-22.08 kg/ha/d ซึ่ง ข้าวพันธุ์สุพรรณบุรี 1 ที่มีการสร้างมีเทนที่เด่นชัดกว่า ช่วงห่างของการปล่อยก๊าซมีเทนจากอิทธิพลของการจัดการ น้ำที่แตกต่างกัน มีแนวโน้มสูงกว่าด้วย ในขณะที่ข้าวพันธุ์ชัยนาท 1 ช่วงห่างของการปล่อยก๊าซมีเทนต่ำกว่าและไม่ ค่อยพบความแตกต่างของการสร้างมีเทนมากนัก ดังนั้น ในการปลูกข้าวต่างพันธุ์กัน ในชุดดินเดียวกัน การปล่อย มีเทนจึงมีความแตกต่างกัน ผลการทดลองแสดงดังในรูปที่ 14

เมื่อพิจารณาความสัมพันธ์ระหว่างพันธุ์ข้าวและการจัดการน้ำ พบว่า ข้าวพันธุ์สุพรรณบุรี 1 และ ข้าวพันธุ์ชัยนาท 1 ที่ปลูกในชุดดินสรรพยา มีรูปแบบการปล่อยมีเทนในการจัดการน้ำทุกชนิดคล้ายกัน คือ การ ปล่อยมีเทนของข้าวพันธุ์ชัยนาท 1 สูงกว่าของข้าวพันธุ์สุพรรณบุรี 1 ในทุกวิธีการจัดการน้ำ ยกเว้นในการจัดการ น้ำที่ให้ระดับน้ำครั้งที่ 5 ซม. เมื่อข้าวมีอายุ 70 วัน เป็นต้นไป การปล่อยมีเทนของข้าวทั้งสองพันธุ์ มีค่าใกล้เคียงกัน คือ ประมาณ 95 $\text{mg/m}^2/\text{h}$ ผลการทดลองดังในรูปที่ 16 ช่วงห่างของการปล่อยมีเทนจากการจัดการน้ำที่ต่างกัน พบว่า ไม่ แตกต่างมากนัก และเมื่อเปรียบเทียบกับช่วงห่างของการปล่อยมีเทนในทั้งสองพันธุ์ข้าว ดังนั้น การจัดการน้ำ เป็นปัจจัย

ที่มีความผันแปรในการปล่อยมีเทนน้อยกว่าพันธุ์ข้าว การจัดการน้ำ จึงไม่ใช่ปัจจัยสำคัญในการปล่อยมีเทนเท่ากับพันธุ์ข้าว

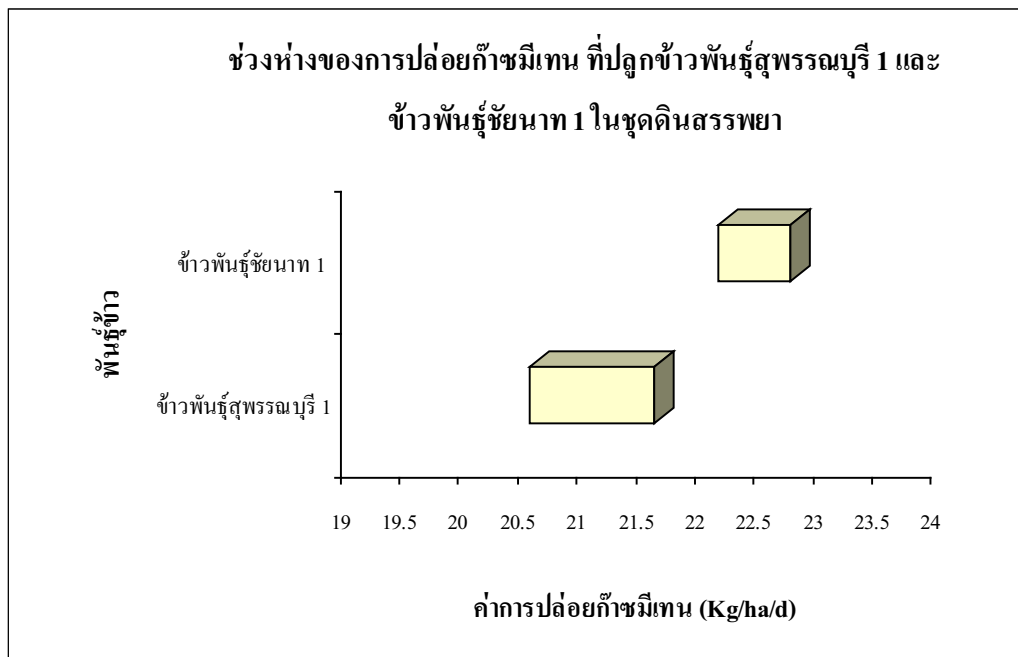


(ก)



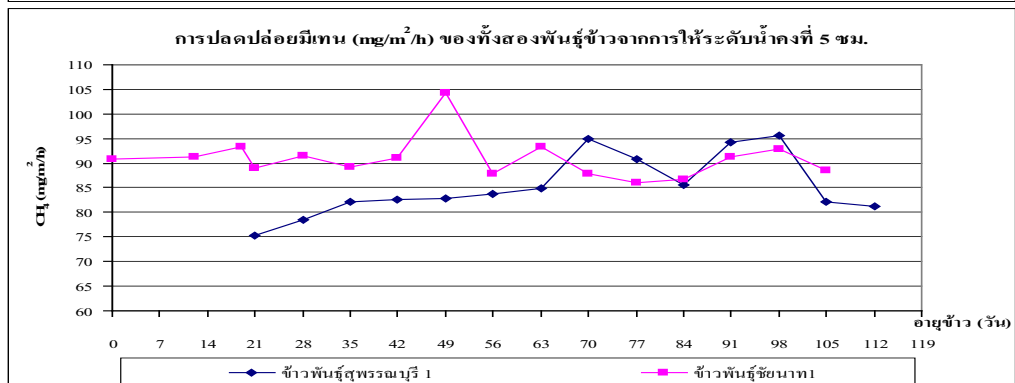
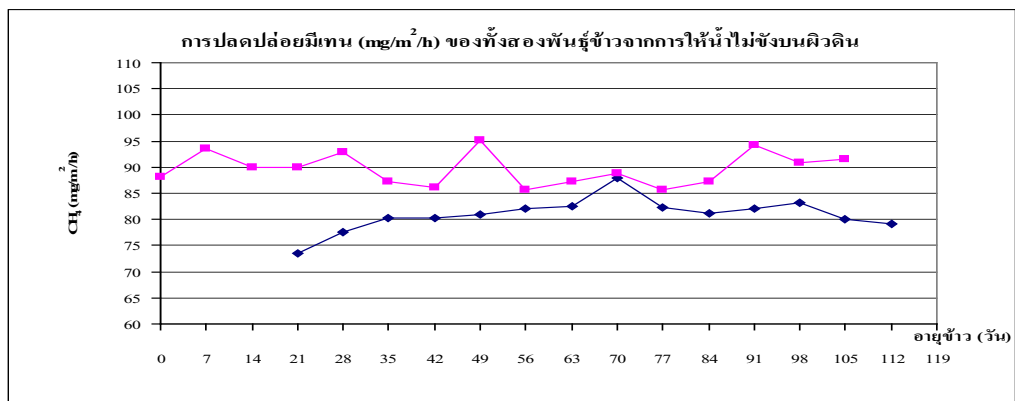
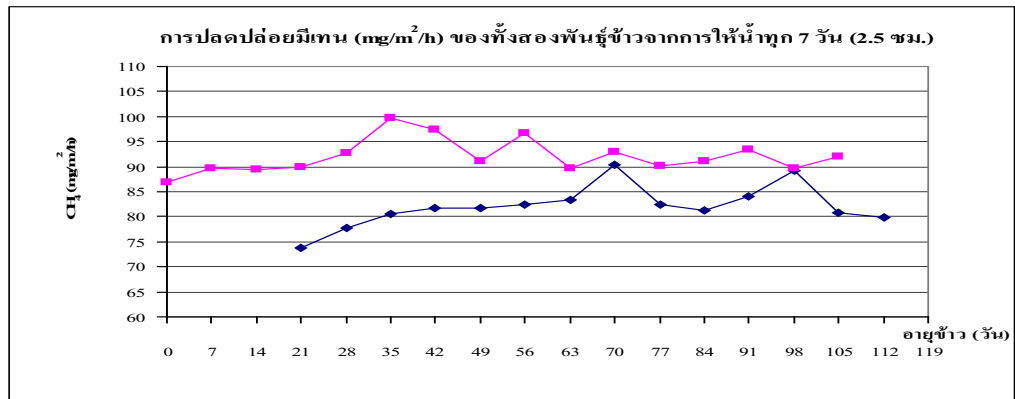
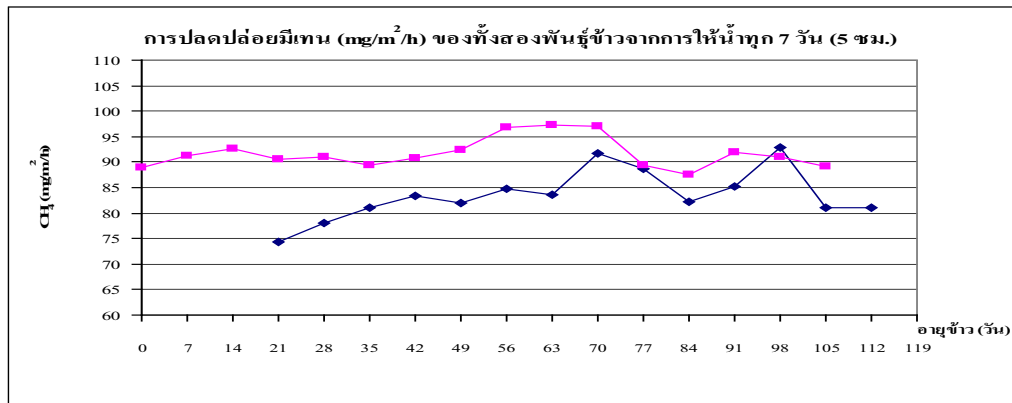
(ข)

รูปที่ 13 เปรียบเทียบปริมาณการปล่อยก๊าซมีเทน (mg/m²/h) ของข้าวพันธุ์สุพรรณบุรี 1(รูป ก) และข้าวพันธุ์ชัยนาท 1 (รูป ข) ที่ปลูกในชุดดินสรวพา จากการศึกษาอิทธิพลของ การจัดการน้ำ



รูปที่ 14 เปรียบเทียบช่วงห่างของการปล่อยมีเทนที่ปลูกข้าวพันธุ์สุวรรณบุรี 1 และ ข้าวพันธุ์ชัยนาท 1 ในชุดดินสรพยา ที่มีการจัดการน้ำที่ต่างกัน

ปริมาณก๊าซมีเทนที่เกิดขึ้นเป็นผลมาจากความสัมพันธ์ของการสร้างมีเทน (Methane Production) และการส่งผ่านมีเทน (Methane Transportation) ซึ่งมีเทนที่สร้างขึ้นมาจากกิจกรรมของจุลินทรีย์ Methanogen ในดินและการส่งผ่านมีเทน เกี่ยวข้องกับการเจริญเติบโตของต้นข้าว ซึ่งเป็นทางออกของก๊าซมีเทน ในการทดลองนี้เป็นการศึกษาการปล่อยมีเทนจากข้าวที่ปลูกในชุดดินเดียวกันแต่ปลูกข้าวคนละพันธุ์ ดังนั้น จากผลการทดลองที่ได้ ปริมาณก๊าซมีเทนที่ปลดปล่อยออกมาต่างกัน เป็นเพราะทางผ่านออกของก๊าซมีเทนที่ต่างกันจากพันธุ์ข้าวคนละพันธุ์ ทั้งนี้ ขึ้นอยู่กับลักษณะการเจริญเติบโตและสรีรวิทยาของพันธุ์ข้าว



รูปที่ 15 การปล่อยก๊าซมีเทนจากการจัดการน้ำที่ต่างกันของข้าวพันธุ์สุพรรณบุรี 1 และข้าวพันธุ์ชัยนาท 1 ในชุดดิน สรรพยา

3.2 คุณสมบัติของชุดดิน

เมื่อเปรียบเทียบคุณสมบัติของชุดดินสรพยา จากการปลูกข้าวทั้งสองพันธุ์และ

จากข้อมูลของกรมพัฒนาที่ดิน ผลแสดงดังในตารางที่ 5 จากตาราง พบว่า คุณสมบัติของชุดดินสรพยา ที่ปลูกข้าวพันธุ์ชัยนาท 1 ให้ผลคุณสมบัติของชุดดิน เช่น pH, ปริมาณไนโตรเจน, ปริมาณฟอสฟอรัส, ปริมาณโปตัสเซียม, Organic Carbon สูงกว่าที่ปลูกข้าวพันธุ์สุพรรณบุรี 1 ส่วนปริมาณของอนุภาคดินเหนียว อนุภาคดินซิลต์และอนุภาคดินทรายของทั้ง 3 ชุดดิน เมื่อนำค่าที่ได้ไปเทียบกับตารางสามเหลี่ยมแสดงประเภทของเนื้อดิน พบว่า ในชุดดินสรพยาที่ปลูกข้าวทั้งสองพันธุ์ เป็นประเภทดินร่วน (Loam)

ตารางที่ 8 ผลการวิเคราะห์คุณสมบัติต่างๆ ของชุดดินสรพยา

คุณสมบัติของดิน	ข้าวพันธุ์สุพรรณบุรี 1	ข้าวพันธุ์ชัยนาท 1	กรมพัฒนาที่ดิน
Soil pH	6.9	5.83	5.2
% N (TKN)	0.06	0.177	-
ppm P	11.85	32.25	19
ppm K	130.9	172.45	204
% C (Organic Carbon)	0.78	1.5	1.44
CEC Soil (meq/100g)	13.2	16.1	9.3
Soil Texture			
% Sand	47.3	40.8	52.7
% Silt	39.8	42	38.7
% Clay	12.9	17.2	8.6

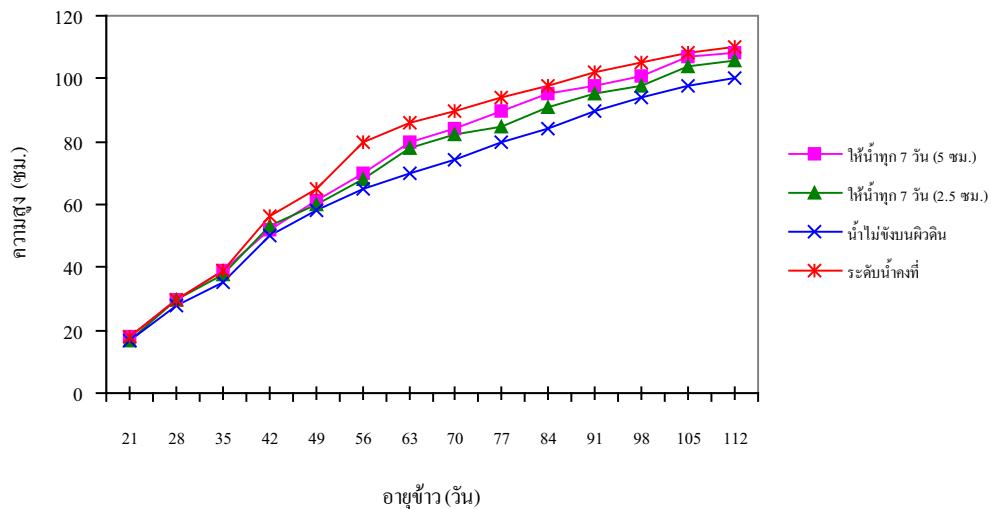
3.3 การเจริญเติบโตของต้นข้าว

3.3.1 ความสูงของต้นข้าว

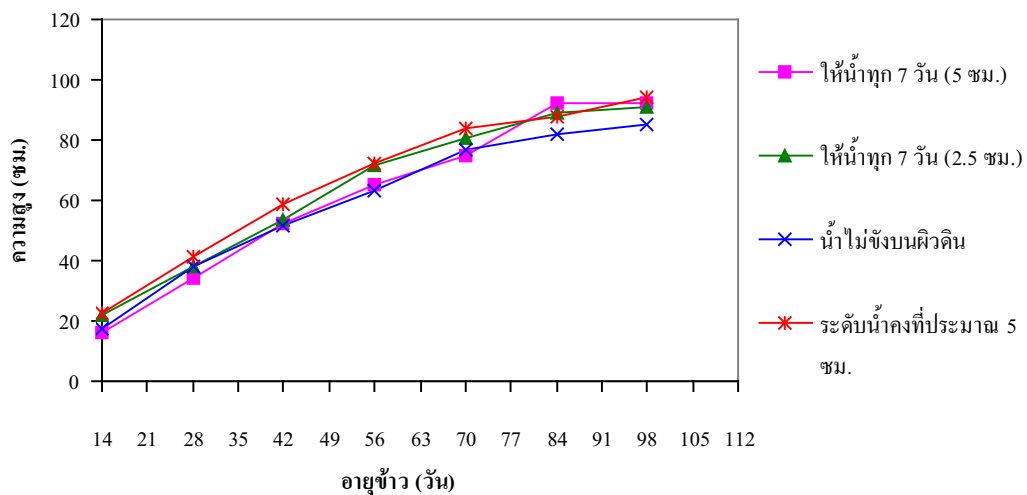
ผลการศึกษา พบว่า ข้าวพันธุ์สุพรรณบุรี 1 มีความสูงมากกว่าข้าวพันธุ์ชัยนาท 1 ในทุกวิธีการจัดการน้ำ โดยข้าวพันธุ์สุพรรณบุรี 1 มีความสูงเฉลี่ยอยู่ในช่วง 99-107.5 ซม. และข้าวพันธุ์ชัยนาท 1 มีความสูงเฉลี่ยอยู่ในช่วง 83.7-92.25 ซม. การกำหนดให้ระดับน้ำคงที่ประมาณ 5 ซม. ทำให้ต้นข้าวมีความสูงมากที่สุด รองลงมา คือ การกำหนดให้น้ำทุก 7 วัน ที่ระดับ 5 ซม. การกำหนดให้น้ำทุก 7 วัน ที่ระดับ 2.5 ซม. และการกำหนดให้น้ำไม่ขังบนผิวดิน ตามลำดับ และเมื่อวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติ พบว่า ความสูงของต้นข้าวมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 99 (รายละเอียดแสดงในภาคผนวก ก)

ส่วนผลจากกราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างความสูงกับปริมาณการปล่อยก๊าซมีเทน พบว่า ความสูงของต้นข้าวที่เพิ่มขึ้น มีความสัมพันธ์กันสูง ($R^2 > 0.7$) ในลักษณะเส้นตรงกับปริมาณการปล่อยก๊าซมีเทน การปลูก

ข้าวต่างพันธุ์กัน ในชุดดินเดียวกัน ที่มีการจัดการน้ำต่างกัน มีผลให้ความสูงของต้นข้าวต่างกันและทำให้ปริมาณการปล่อยก๊าซมีเทนต่างกันด้วย ในข้าวพันธุ์สุพรรณบุรี 1 พบว่า การจัดการน้ำที่แตกต่าง มีผลต่อความสูงและปริมาณการปล่อยก๊าซมีเทน โดยระดับน้ำคงที่ประมาณ 5 ซม. ต้นข้าวมีความสูงมากที่สุดและปริมาณการปล่อยก๊าซมีเทนสูงสุดด้วย ส่วนข้าวพันธุ์ชัยนาท 1 การจัดการน้ำที่แตกต่าง ไม่ทำให้เกิดความแตกต่างกันในเรื่องของความสูงและไม่ทำให้ปริมาณการปล่อยก๊าซมีเทนแตกต่างกันมากนัก ผลการทดลองดังรูปที่ 16



(ก)



(ข)

รูปที่ 16 ความสูงของต้นข้าว (ซม.) กับปริมาณการปล่อยก๊าซมีเทน ของข้าวพันธุ์สุพรรณบุรี 1 (รูป ก) และข้าวพันธุ์ชัยนาท 1 (รูป ข)

3.3.2 ความหนาแน่นของต้นข้าว

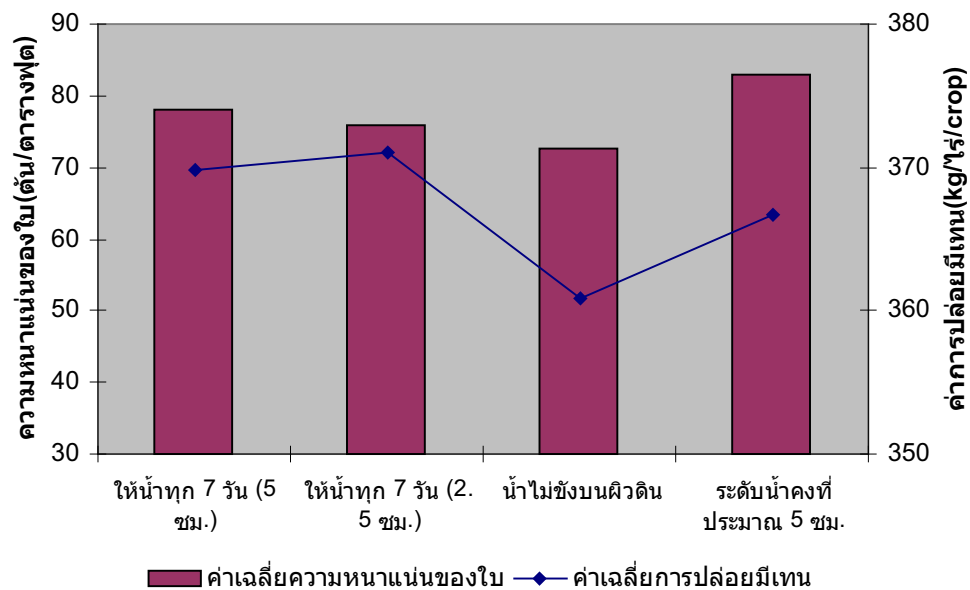
ผลการศึกษา พบว่า ข้าวพันธุ์สุพรรณบุรี 1 มีความหนาแน่นของต้นข้าวมากกว่าข้าวพันธุ์ชัยนาท 1 ในทุกวิธีการจัดการน้ำ โดยข้าวพันธุ์สุพรรณบุรี 1 มีความหนาแน่นของต้นข้าวเฉลี่ยอยู่ในช่วง 79-92 ต้นต่อตารางฟุต และข้าวพันธุ์ชัยนาท 1 มีความหนาแน่นของต้นข้าวเฉลี่ยอยู่ในช่วง 44-58 ต้นต่อตารางฟุต การกำหนดให้ระดับน้ำคงที่ประมาณ 5 ซม. ทำให้ต้นข้าวมีความหนาแน่นของต้นข้าวมากที่สุด รองลงมาคือ การกำหนดให้น้ำทุก 7 วัน ที่ระดับ 5 ซม. การกำหนดให้น้ำทุก 7 วัน ที่ระดับ 2.5 ซม. และการกำหนดให้น้ำไม่ขังบนผิวดิน ตามลำดับ และเมื่อวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติ พบว่า ความหนาแน่นของต้นข้าวมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 99 ยกเว้นเมื่อข้าวมีอายุ 84 วัน เป็นต้นไป พบว่า การปลูกข้าวต่างพันธุ์กัน ความหนาแน่นของต้นข้าว ไม่มีความแตกต่างทางสถิติ ทั้งนี้อาจเนื่องจากข้าวอยู่ในระยะเริ่มสุกแก่ การแตกกอจึงน้อยลง (รายละเอียดแสดงในภาคผนวก ก)

ส่วนผลจากกราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างความหนาแน่นของต้นข้าวกับปริมาณการปล่อยก๊าซมีเทน พบว่า ความหนาแน่นของต้นข้าวที่เพิ่มขึ้น มีความสัมพันธ์กันสูง ($R^2 > 0.6$) ในลักษณะเส้นตรงกับปริมาณการปล่อยก๊าซมีเทน การปลูกข้าวต่างพันธุ์กัน ในชุดดินเดียวกัน ที่มีการจัดการน้ำต่างกัน มีผลให้ความหนาแน่นของต้นข้าวต่างกันและทำให้ปริมาณการปล่อยก๊าซมีเทนต่างกันด้วย ในข้าวพันธุ์สุพรรณบุรี 1 พบว่า การจัดการน้ำที่แตกต่างกัน มีผลต่อความหนาแน่นของต้นข้าวและปริมาณการปล่อยก๊าซมีเทน ส่วนข้าวพันธุ์ชัยนาท 1 การจัดการน้ำที่แตกต่างกัน ไม่ทำให้เกิดความแตกต่างในเรื่องของความหนาแน่นของต้นข้าวและไม่ทำให้ปริมาณการปล่อยก๊าซมีเทนแตกต่างกันมากนัก ผลการทดลองดังรูปที่ 17

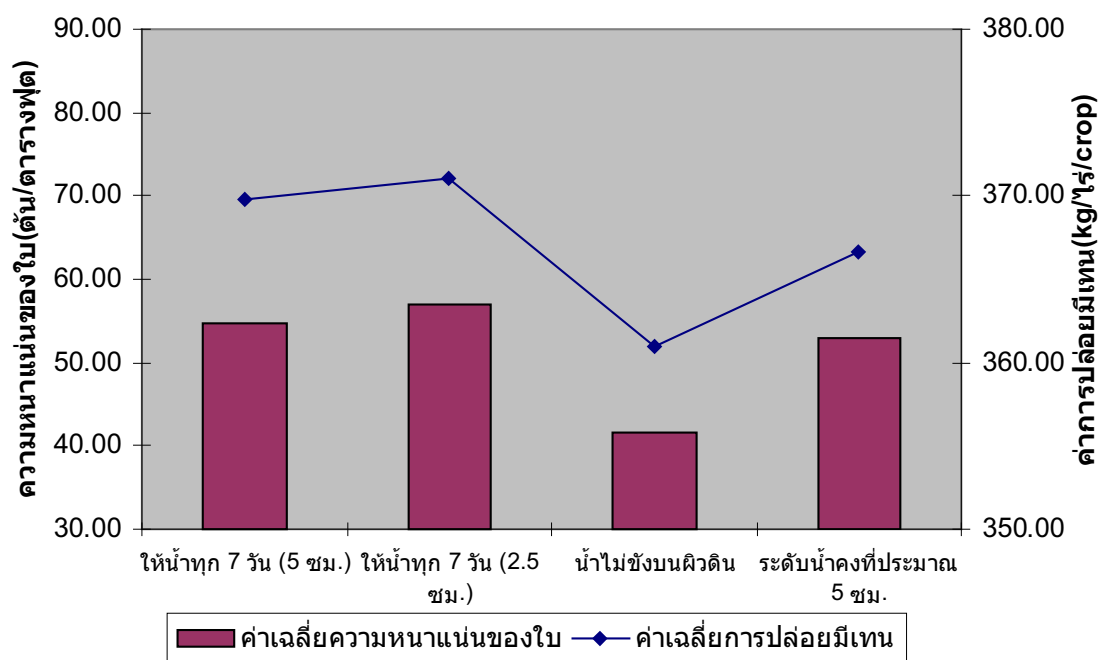
3.3.3 จำนวนใบของต้นข้าว

ผลการศึกษา พบว่า ข้าวพันธุ์สุพรรณบุรี 1 มีจำนวนใบของต้นข้าวน้อยกว่าข้าวพันธุ์ชัยนาท 1 ในทุกวิธีการจัดการน้ำ โดยข้าวพันธุ์สุพรรณบุรี 1 มีจำนวนใบของต้นข้าวเฉลี่ยอยู่ในช่วง 79-92 ต้นต่อตารางฟุต และข้าวพันธุ์ชัยนาท 1 มีความหนาแน่นของต้นข้าวเฉลี่ยอยู่ในช่วง 3.6-4.2 ใบต่อต้น การกำหนดให้ระดับน้ำ คงที่ประมาณ 5 ซม. ทำให้มีจำนวนใบของต้นข้าวมากที่สุด และเมื่อวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติ พบว่า จำนวนใบของต้นข้าวมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 99 (รายละเอียดแสดงในภาคผนวก ก)

ส่วนผลจากกราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างจำนวนใบของต้นข้าวกับปริมาณการปล่อยก๊าซมีเทน พบว่า ในการปลูกข้าวพันธุ์สุพรรณบุรี 1 จำนวนใบของต้นข้าวที่เพิ่มขึ้น มีความสัมพันธ์กันปานกลาง ($R^2 = 0.53$) ในลักษณะเส้นตรงกับปริมาณการปล่อยก๊าซมีเทน การกำหนดให้ระดับน้ำคงที่ประมาณ 5 ซม. ทำให้ต้นข้าวมีจำนวนใบเฉลี่ยมากที่สุดและปริมาณการปล่อยมีเทนสูงสุด ส่วนการปลูกข้าวพันธุ์ชัยนาท 1 จำนวนใบของต้นข้าวที่เพิ่มขึ้น ไม่มีความสัมพันธ์ ($R^2 = 0.09$) ในลักษณะเส้นตรงกับปริมาณการปล่อยก๊าซมีเทน การกำหนดให้ระดับน้ำคงที่ประมาณ 5 ซม. ทำให้ต้นข้าวมีจำนวนใบเฉลี่ยมากที่สุดแต่การกำหนดให้น้ำทุก 7 วัน ที่ระดับ 2.5 ซม. ให้ปริมาณการปล่อยมีเทนสูงสุดและปริมาณการปล่อยก๊าซมีเทนที่ได้มีค่าใกล้เคียงกับการกำหนดให้น้ำทุก 7 วัน ที่ระดับ 5 ซม. การปลูกข้าวต่างพันธุ์กัน ในชุดดินเดียวกัน ที่มีการจัดการน้ำต่างกัน มีผลให้จำนวนใบของต้นข้าวต่างกันและทำให้ปริมาณการปล่อยก๊าซมีเทนต่างกันด้วย ผลการทดลองดังรูปที่ 18

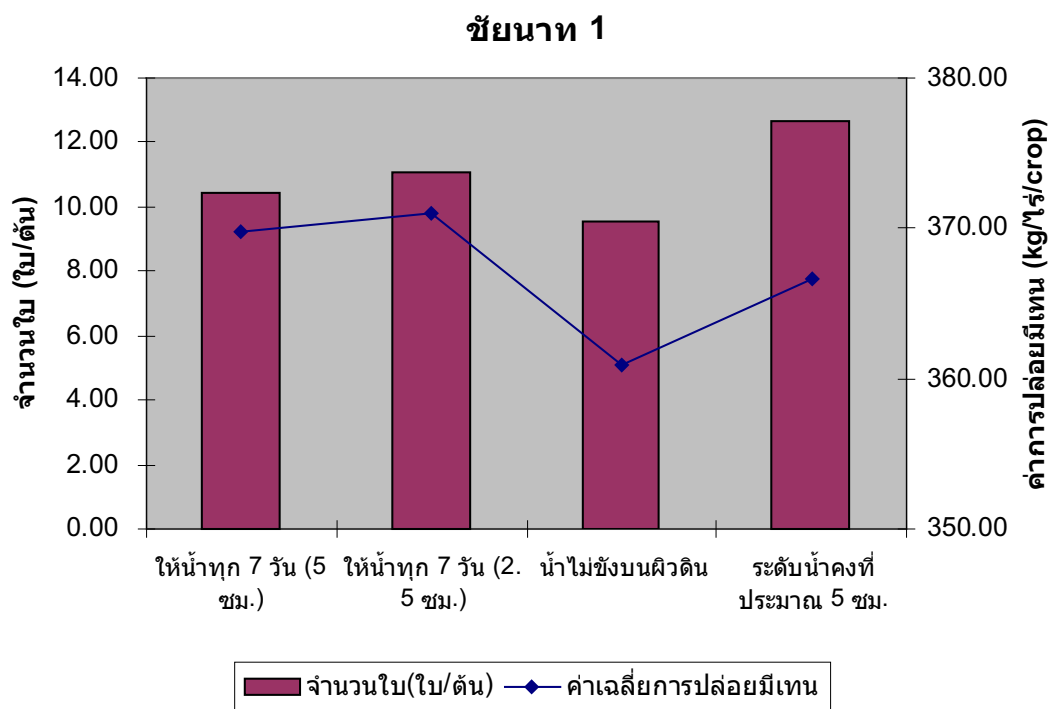
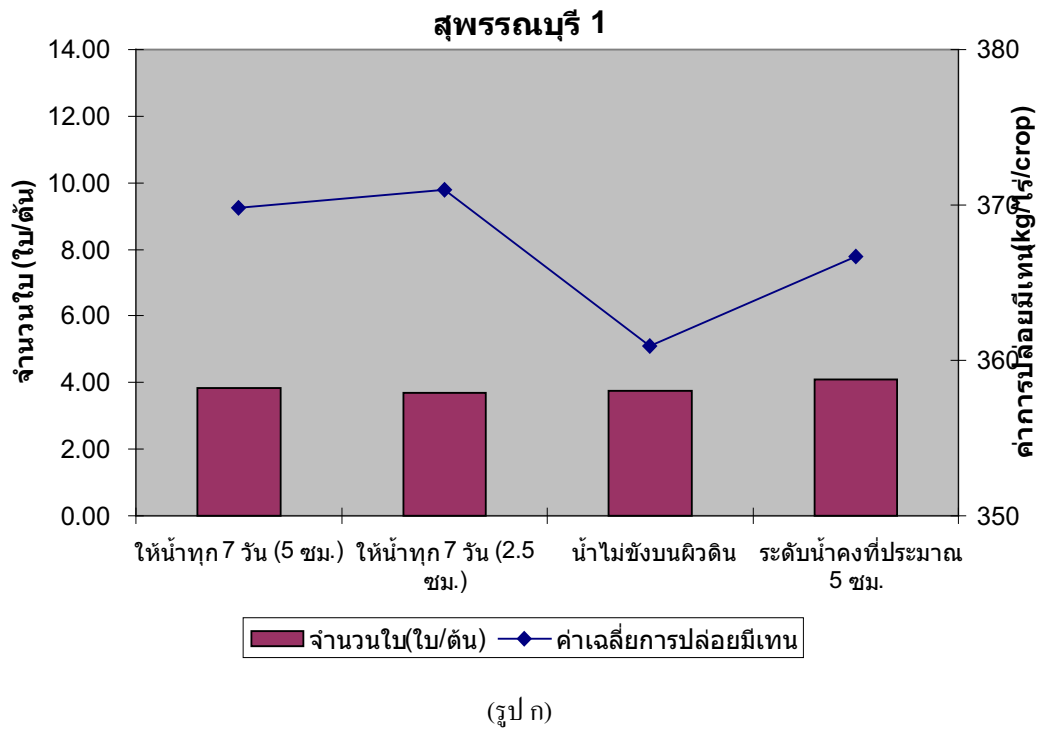


(รูป ก สุพรรณบุรี 1)



(รูป ข)

รูปที่ 17 ความสัมพันธ์ของความหนาแน่นของต้นข้าว (ต้นต่อตารางฟุต) กับปริมาณ การปล่อยก๊าซมีเทนของข้าวพันธุ์สุพรรณบุรี 1 และ ข้าวพันธุ์ชัยนาท 1



(รูป ข)รูปที่ 18 ความสัมพันธ์ของจำนวนใบของต้นข้าว (ใบต่อต้น) กับปริมาณการปล่อยก๊าซ มีเทนของข้าวพันธุ์สุพรรณบุรี 1 และข้าวพันธุ์ชัยนาท 1

จากผลการทดลองที่ได้เกี่ยวกับการเจริญเติบโตของข้าวทั้งสองพันธุ์ทั้งในด้านความสูง ความหนาแน่นและจำนวนใบข้าว สามารถสรุปได้ว่า ข้าวพันธุ์สุพรรณบุรี 1 มีความสูงและความหนาแน่นของต้นข้าวมากกว่าข้าวพันธุ์ชัยนาท 1 แต่จำนวนใบมากกว่า และนอกจากนี้ ปริมาณการปล่อยก๊าซมีเทนในข้าวพันธุ์สุพรรณบุรี 1 น้อยกว่าข้าวพันธุ์ชัยนาท 1 ทั้งนี้เนื่องจากว่า ในข้าวพันธุ์ชัยนาท 1 มีจำนวนใบ พื้นที่ช่องอากาศของต้นข้าว (air space) และพื้นที่ของท่อลำเลียงน้ำและท่อลำเลียงอาหาร (Xylem & Phloem) มากกว่าข้าวพันธุ์สุพรรณบุรี 1 ซึ่งส่งผลต่อปริมาณการปล่อยก๊าซมีเทนที่มากกว่า(อรณิศา) ผลการทดลองดังแสดงในตารางที่ 10 จากข้อมูลพื้นที่ช่องว่างภายในต้นข้าวของวิทยานิพนธ์ของอรณิศา พบว่า เมื่อพิจารณาพื้นที่ช่องว่างภายในต้นข้าวที่อายุข้าว 112 วัน พบว่า พื้นที่ช่องว่าง (air space) ของพันธุ์ข้าวทั้ง 5 พันธุ์ มีค่าพื้นที่ช่องว่าง (air space) อยู่ในช่วง 0-8.57 ตารางมิลลิเมตร โดยข้าวพันธุ์ กข15 มีพื้นที่ช่องว่าง (air space) มากที่สุดเท่ากับ 8.57 ตารางมิลลิเมตร และข้าวพันธุ์สุพรรณบุรี1 มีพื้นที่ช่องว่าง (air space) น้อยที่สุดเท่ากับ 0 ตารางมิลลิเมตร ส่วนพื้นที่ Xylem & Phloem ของพันธุ์ข้าวทั้ง 5 พันธุ์ มีค่าพื้นที่ Xylem & Phloem อยู่ในช่วง 0.32-0.56 ตารางมิลลิเมตร โดยข้าวพันธุ์สุพรรณบุรี60 มีพื้นที่ Xylem & Phloem มากที่สุดเท่ากับ 0.56 ตารางมิลลิเมตร และข้าวพันธุ์สุพรรณบุรี1 มีพื้นที่ Xylem & Phloem น้อยที่สุดเท่ากับ 0.32 ตารางมิลลิเมตร

ตารางที่ 10 พื้นที่ช่องว่างภายในต้นข้าวของพันธุ์ข้าว 5 พันธุ์

รายการ	อายุข้าว (วัน)	ชุดดินราชบุรี				
		สุ พรรณบุรี1	สุพรรณบุรี90	ชัย นาท1	กข15	สุพรรณบุรี60
พื้นที่ air space (mm ²)	112	0	4	1.51	8.57	7.06
พื้นที่ xylem&phloem (mm ²)	112	0.32	0.34	0.49	0.46	0.56

นอกจากนี้ เมื่อพิจารณา Shoot/Root ratio(S/R) พบว่า ค่าเฉลี่ยของ Shoot/Root ratio ในข้าวพันธุ์ชัยนาท 1 สูงกว่าข้าวพันธุ์สุพรรณบุรี 1 ในทุกวิธีการจัดการน้ำ ผลการทดลองดังรูปที่ 19 ซึ่ง S/R เป็นค่าที่บอกถึงประสิทธิภาพในการใช้ปุ๋ยในโตรเจนและปริมาณธาตุอาหารที่พืชดูดดึงไปใช้เพื่อการเจริญเติบโต (Nutrient Uptake) ในขณะที่พืชดูดดึงธาตุอาหารไปใช้ในการเจริญเติบโต ทำให้ข้าวเจริญเติบโตเพิ่มขึ้นอย่างเด่นชัดทั้งส่วนที่เป็นลำต้นและราก ปริมาณก๊าซมีเทนน่าจะปล่อยออกมาเหมือนกัน นอกจากนี้ในข้าวพันธุ์ชัยนาท 1 น้ำหนักดินและน้ำหนักรากที่ได้สูงกว่าข้าวพันธุ์สุพรรณบุรี 1 และมีการปล่อยก๊าซมีเทนสูงกว่าเช่นกัน ซึ่งพบว่า น้ำหนักรากที่เพิ่มมากขึ้นแสดงถึงบริเวณ Oxidation Zone มาก ดังนั้นแม้ว่าข้าวพันธุ์ชัยนาท 1 จะมีน้ำหนักรากมากกว่าข้าวพันธุ์สุพรรณบุรี 1 แต่ค่าที่ได้ก็ไม่แตกต่างกันนักและเมื่อเทียบสัดส่วนค่าเฉลี่ยของน้ำหนักรากแห้งต่อจำนวนต้นต่อตารางฟุต พบว่าในข้าวพันธุ์สุพรรณบุรี 1 ทุกวิธีการน้ำ สัดส่วนค่าเฉลี่ยของน้ำหนักรากแห้งต่อจำนวนต้นต่อตารางฟุตต่ำกว่าข้าวพันธุ์ชัยนาท 1 แต่ค่าที่ได้ก็ไม่แตกต่างกันนัก ผลการทดลองดังตารางที่ 11 และเมื่อพิจารณาเทียบน้ำหนักดินและน้ำหนัก