



รายงานวิจัยฉบับสมบูรณ์

โครงการ “ผลกระทบจากการจำกัดการปล่อยก๊าซมีเทนจากนาข้าว
ต่อการปลูกข้าวและผลผลิตข้าวของประเทศไทย”

โดย รองศาสตราจารย์ ดร.อรรณพ ศิริรัตน์พิริยะ และคณะ

ตุลาคม 2544

ISBN : 974-13-2542-8

รายงานวิจัยฉบับสมบูรณ์

โครงการ “ผลกระทบจากการจำกัดการปล่อยก๊าซมีเทนจากนาข้าว ต่อการปลูกข้าวและผลผลิตข้าวของประเทศไทย”

คณะผู้วิจัย

1. รองศาสตราจารย์ ดร.อรรธรณ ศิริรัตน์พิริยะ สถาบันวิจัยสภาวะแวดล้อม
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
2. ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.พิพัฒน์ พัฒนาผลไพบูลย์ คณะวิทยาศาสตร์
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
3. ดร.ทวี คุปต์กาญจนากุล สถาบันวิจัยข้าว กรมวิชาการเกษตร กระทรวงเกษตรและสหกรณ์
4. ดร.ศิริพร ชื่นสนธิพร งานวิทยากรวิชาชีพ กองพฤกษศาสตร์และวิชาชีพ กรมวิชาการเกษตร
กระทรวงเกษตรและสหกรณ์
5. รองศาสตราจารย์ ดร.บุญมี เณรยอด คณะครุศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
6. รองศาสตราจารย์ ดร.สมโภชน์ เอี่ยมสุภาษิต คณะจิตวิทยา จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
7. นายสถาพร กาญจนพันธุ์ สถานีทดลองข้าวชัยนาท จังหวัดชัยนาท กรมวิชาการเกษตร
กระทรวงเกษตรและสหกรณ์

ชุดโครงการ Climate change

สนับสนุนโดย สำนักงานกองทุนสนับสนุนการวิจัย (สกว.)

(ความเห็นในรายงานนี้เป็นของผู้วิจัย สกว.ไม่จำเป็นต้องเห็นด้วยเสมอไป)

คณะผู้ศึกษาวิจัย

ผู้วิจัยหลัก

1. รองศาสตราจารย์ ดร.อรรพรรณ ศิริรัตน์พิริยะ หัวหน้าโครงการ บูรณาการโครงการ และรับผิดชอบเรื่อง แก๊สมีเทน แก๊สคาร์บอนไดออกไซด์ แก๊สไนตรัสออกไซด์ จากนาข้าว
2. ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.พิพัฒน์ พัฒนผลไพบูลย์ รับผิดชอบเรื่อง การสังเคราะห์แสงของต้นข้าว
3. ดร.ทวี คุปต์กาญจนากุล รับผิดชอบเรื่อง พันธุ์ข้าวและผลผลิตข้าว
4. ดร.ศิริพร ชื่นสนธิพร รับผิดชอบเรื่อง วัชพืช และรับผิดชอบดูแลงานทดลองในกระถางในเรือนเพาะชำ งานวิทยาการวัชพืช กองพฤกษศาสตร์และวัชพืช กรมวิชาการเกษตร กรุงเทพฯ
5. รองศาสตราจารย์ ดร.บุญมี เถนยอด รับผิดชอบเรื่อง ภูมิปัญญาท้องถิ่น ความเชื่อ และเจตคติของชาวนา
6. รองศาสตราจารย์ ดร.สมโภชน์ เอี่ยมสุภาษิต รับผิดชอบเรื่อง พฤติกรรมการทำนา และวิถีชีวิตของชาวนา
7. นายสถาพร กาญจนพันธ์ุ รับผิดชอบดูแลงานทดลองในแปลงนาภาคสนามและในกระถางในเรือนเพาะชำ สถานีทดลองข้าวชัยนาท จังหวัดชัยนาท

นักวิจัยผู้ช่วย

1. นางสาวศุภสุข ประดับสุข
2. นายอนุรักษ์ วิไล
3. นางสาวศศิธร พ่วงปาน
4. นายทวีโรจน์ ตันนุกิจ
5. นายณัฐพร กะการดี
6. ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ประทีป จินนี่
7. นางสาวสุกัญญา ทองเสี่ยม
8. นางสาวดวงสรวย สกุลกลจักร

กิตติกรรมประกาศ

โครงการวิจัย เรื่อง “ผลกระทบจากการจำกัดการปล่อยก๊าซมีเทนจากนาข้าว ต่อการปลูกข้าวและผลผลิตข้าวของประเทศไทย” ได้รับทุนสนับสนุนการวิจัยจากสำนักงานกองทุนสนับสนุนการวิจัย (สกว.) ประเภทวิจัยและพัฒนา ชุดโครงการ Climate Change ฝ่าย 3 สกว. เป็นโครงการวิจัยร่วมของ 6 หน่วยงาน ประกอบด้วย สถาบันวิจัยสภาวะแวดล้อม จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย ภาควิชาพฤกษศาสตร์ คณะวิทยาศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย คณะจิตวิทยา จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย ภาควิชาบริหารการศึกษา คณะครุศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย สถาบันวิจัยข้าว กรมวิชาการเกษตร กระทรวงเกษตรและสหกรณ์ และกลุ่มงานวิทยาการวัชพืช กองพฤกษศาสตร์และวัชพืช กรมวิชาการเกษตร กระทรวงเกษตรและสหกรณ์

โครงการวิจัยเรื่องนี้ดำเนินการศึกษาวิจัยภาคสนาม ที่สถานีทดลองข้าวชัยนาท จังหวัดชัยนาท ดำเนินการศึกษาวิจัยในกระถางในเรือนเพาะชำ ที่สถานีทดลองข้าวชัยนาท จังหวัดชัยนาท และที่กลุ่มงานวิทยาการวัชพืช กองพฤกษศาสตร์และวัชพืช กรมวิชาการเกษตร กระทรวงเกษตรและสหกรณ์ โดยมีประชากรวิจัยสำหรับการศึกษาวิจัยทางสังคมศาสตร์และพฤติกรรมศาสตร์ คือชาวนาในหมู่บ้านท่าชัย หมู่บ้านนางลือ จังหวัดชัยนาท และในหมู่บ้านพันธ์ หมู่บ้านสำโรง จังหวัดสุรินทร์

ความสำเร็จของงานวิจัยเกิดจากความร่วมมือ ความช่วยเหลือ และความมีน้ำใจยิ่งของผู้ที่เกี่ยวข้องหลายฝ่าย ซึ่งจะคงอยู่ในความทรงจำและความระลึกถึงคุณค่าทางจิตใจตลอดไป จึงขอกราบขอบพระคุณ

- ผู้อำนวยการสถาบันวิจัยสภาวะแวดล้อม : รองศาสตราจารย์ ดร. วสันต์ พงศาพิชญ์
- ผู้อำนวยการสถาบันวิจัยข้าว : คุณสุเทพ ลิ้มทองกุล
- ผู้อำนวยการฝ่าย 3 สกว. : รองศาสตราจารย์ สุชาติา ชินะจิต
- ผู้อำนวยการสถานีทดลองข้าวชัยนาท : คุณสากร สุวรรณแทน
- ผู้อำนวยการสถานีทดลองข้าวสุรินทร์ : คุณทรงชัย วัฒนพ่ายกุล
- หัวหน้ากลุ่มงานวิทยาการวัชพืช : ดร.ประสาน วงศาโรจน์
- คุณ เกลียพันธ์ สุวรรณรักษ์ กลุ่มงานวิทยาการวัชพืช

ขอขอบคุณบุคลากรทุกฝ่ายของสถานีทดลองข้าวชัยนาท และของกลุ่มงานวิทยาการวัชพืช รวมทั้งนักวิจัยผู้ช่วยงานวิจัยด้านสังคมศาสตร์และพฤติกรรมศาสตร์ในภาคสนาม จากวิทยาลัยเกษตรกรรมชัยนาท จังหวัดชัยนาท และจากสถาบันราชภัฏสุรินทร์ จังหวัดสุรินทร์ ผู้ใหญ่บ้าน ผู้นำชุมชน และชาวนาในพื้นที่ศึกษาวิจัย ที่ให้ความเข้าใจ ความช่วยเหลือ เอื้ออาทร ตลอดระยะเวลาของการดำเนินงานศึกษาวิจัย

ขอขอบคุณเจ้าหน้าที่รักษาความปลอดภัยประจำอาคารสถาบันฯ ซึ่งได้ปฏิบัติหน้าที่อย่างดียิ่ง ให้ความมั่นใจในความปลอดภัย รวมทั้งช่วยบริการตลอดระยะเวลาการทำงานทั้งในเวลาและนอกเวลาราชการ

ที่สุด ขอขอบพระคุณทุกท่านทั้งที่กล่าวและมิได้กล่าวนาม ซึ่งมีส่วนช่วยเหลือรวมทั้งเป็นกำลังใจ ส่งผลให้งานวิจัยเรื่องนี้สำเร็จสมบูรณ์ด้วยดี

อรรรรณ ศิริรัตน์พิริยะ

หัวหน้าโครงการฯ

รหัสโครงการ : RDG3/15/2542

ชื่อโครงการ : ผลกระทบจากการจำกัดการปล่อยก๊าซมีเทนจากนาข้าว ต่อการปลูกข้าว
และผลผลิตข้าวของประเทศไทย

ชื่อนักวิจัย : อรวรรณ ศิริรัตน์พิริยะ¹ พิพัฒน์ พัฒนผลไพบูลย์² ทวี คุปต์กาญจนากุล³
ศิริพร ชื่นสนธิพร⁴ บุญมี เถรยอด⁵ สมโภชน์ เอี่ยมสุภาษิต⁶
สถาพร กาญจนพันธ์⁷

¹สถาบันวิจัยสภาวะแวดล้อม จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย ²คณะวิทยาศาสตร์ จุฬาลงกรณ์
มหาวิทยาลัย ³สถาบันวิจัยข้าว กรมวิชาการเกษตร ⁴งานวิทยาการวัชพืช กองพฤกษศาสตร์
และวัชพืช กรมวิชาการเกษตร ⁵คณะครุศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย ⁶คณะจิตวิทยา
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย ⁷สถานีทดลองข้าวชัยนาท จังหวัดชัยนาท กรมวิชาการเกษตร

Email address : Orawan.Si@Chula.ac.th

ระยะเวลาโครงการ : พฤษภาคม 2542-พฤษภาคม 2543

บทคัดย่อ

ก๊าซมีเทนจากนาข้าวน่าจะมีผลกระทบต่อประเทศไทยมากที่สุด ด้วยเงื่อนไขทางการค้า
ส่งออกข้าวเป็นอันดับหนึ่งของโลก ข้อมูลทางวิชาการที่เชื่อหรือพิสูจน์แล้วระบุว่านาข้าวเป็น
แหล่งผลิตและปล่อยก๊าซมีเทนเนื่องจากกิจกรรมมนุษย์สู่บรรยากาศโลกมากที่สุด อีกทั้งวิธีการ
จำกัดการปล่อยก๊าซมีเทนจากนาข้าวก็เป็นข้อจำกัดในการผลิตข้าวด้วยวิธีปลูกข้าวในปัจจุบัน
ดังนั้นประเทศไทยซึ่งมีโอกาสได้รับผลกระทบทางลบในสัดส่วนที่มากกว่าทำให้สภาพภูมิอากาศ
และสิ่งแวดล้อมโลกเกิดการเปลี่ยนแปลงจากปริมาณการปล่อยก๊าซเรือนกระจกสู่บรรยากาศ จึง
จำเป็นต้องแสวงหาทางเลือกวิธีการปลูกข้าวในทางปฏิบัติที่สามารถจำกัดการปล่อยก๊าซมีเทน
จากนาข้าวและประเมินผลกระทบวิธีการดังกล่าวต่อการปลูกข้าวและผลผลิตข้าว

การศึกษาวิจัยในห้วงฤดูการทำนาปี 2542 เป็นการบูรณาการศาสตร์ที่เกี่ยวข้องกับ
ก๊าซเรือนกระจกในนาข้าว ในลักษณะสหสาขาวิชาทางวิทยาศาสตร์ (ก๊าซมีเทน ก๊าซคาร์บอน
ไดออกไซด์ ก๊าซไนตรัสออกไซด์ พันธุ์ข้าว การสังเคราะห์แสง การจัดการน้ำ และวัชพืช) ศึกษา
วิจัยแบบทดลอง (Experimental research) ทั้งในกระถางในเรือนเพาะชำและในแปลงทดลองใน
ภาคสนาม แผนการทดลอง คือ Factors Factorial in Randomized Complete Block Design
ทำ 3 ซ้ำ (Replication) วิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติโดยใช้ Analysis of variance เพื่อหา F-value
และเปรียบเทียบข้อมูลด้วย Duncan's New Multiple Range Test (DMRT) การศึกษาวิจัยด้าน
สังคมศาสตร์ (ภูมิปัญญาท้องถิ่น ความเชื่อ และเจตคติของชาวนา) และด้านพฤติกรรมศาสตร์
(พฤติกรรมการทำนา และวิถีชีวิตของชาวนา) มีประชากรวิจัยคือชาวนา สุ่มตัวอย่างแบบเจาะจง
ใช้แบบสัมภาษณ์ แบบสังเกต และแบบสอบถามเป็นเครื่องมือวิจัย วิเคราะห์ข้อมูลโดยใช้วิธีการ
วิเคราะห์เนื้อหา (Content analysis) และสถิติพรรณนา (Descriptive statistics)

ผลการศึกษา พบว่า ทางเลือกของประเทศไทยในการปลูกข้าวภายใต้ข้อจำกัดลดการปล่อยก๊าซมีเทนจากนาข้าว บนพื้นฐานการใช้น้ำปลูกข้าวอย่างมีประสิทธิภาพ คือการปลูกข้าวด้วยการขังน้ำไว้ในแปลงนาไม่เกิน 20 ซม.จนถึงระยะต้นข้าวแตกกอ เพื่อควบคุมวัชพืช จากนั้นรักษาระดับน้ำในแปลงนาเพียงให้ดินอึมน้ำจนถึงระยะก่อนเก็บเกี่ยวประมาณ 15 วัน หากปลูกข้าวด้วยวิธีปักดำเป็นการขังน้ำในแปลงนาที่ระดับน้ำลึก 20 ซม.จนถึงระยะต้นข้าวแตกกอ (30-45 วันหลังปักดำ) เพื่อควบคุมวัชพืช จากนั้นลดระดับน้ำหรือปล่อยให้แปลงนาแห้งลงเองตามธรรมชาติจนถึงระยะเก็บเกี่ยว ตามเงื่อนไขการปลูกข้าวนาปรังหรือนาปี ส่วนการปลูกข้าวด้วยวิธีหว่านน้ำตามเป็นการขังน้ำในแปลงนาให้สอดคล้องกับความสูงต้นข้าวแต่ไม่เกิน 20 ซม.จนถึงระยะต้นข้าวแตกกอ เพื่อควบคุมวัชพืช จากนั้นลดระดับน้ำหรือปล่อยให้แปลงนาแห้งลงเองตามธรรมชาติจนถึงระยะเก็บเกี่ยว ตามเงื่อนไขการปลูกข้าวนาปรังหรือนาปี วิธีการปลูกข้าวดังกล่าวนี้เรียกชื่อว่า วิธีการปลูกข้าวด้วยเทคโนโลยีการปลูกข้าวใช้น้ำน้อย

แนวทางและวิธีการปลูกข้าวในทางปฏิบัติที่สามารถจำกัดหรือลดการปล่อยก๊าซมีเทนจากนาข้าว ประกอบด้วย 1) การปรับเปลี่ยนวิธีการปลูกข้าวรูปแบบเดิมมาเป็นวิธีการปลูกข้าวด้วยเทคโนโลยีการปลูกข้าวใช้น้ำน้อย ที่มีความหลากหลายภายใต้หลักการและแนวทางเดียวกันตามความเหมาะสมและสอดคล้องกับลักษณะพื้นที่ โดยคำนึงถึงการยอมรับของชาวนาและต้นทุนการผลิต และ 2) การใช้ประโยชน์จากปริมาณน้ำที่ระบายออกจากแปลงนาหลังจากต้นข้าวแตกกอ (น้ำส่วนเกิน) โดยมีระบบเกษตรแบบผสมผสานรองรับ

สภาพปัจจุบันของชาวนาไทย ยังเชื่อเรื่องเจ้าที่นาและเชื่อว่าแม่โพสพคุ้มครองข้าว แสดงออกโดยการเซ่นไหว้ ทำบุญกองข้าว รัชวัฏข้าว เฉพาะชาวนาจังหวัดสุรินทร์ยังคงเชื่อเรื่องฤกษ์ยามในการทำนา การดูรูปร่างลักษณะและสีของสัตว์เลี้ยง และมีพิธีกรรมขอฝน ทั้งนี้ พฤติกรรมการทำนาและวิถีชีวิตของชาวนาขึ้นอยู่กับระบบการปลูกข้าว (วิธีการปลูกข้าวและให้น้ำ จำนวนครั้งการปลูกข้าวต่อปี สัดส่วนการผลิตข้าวเพื่อบริโภคและเหลือขาย) ชาวนาจังหวัดชัยนาทส่วนใหญ่ปลูกข้าวเพื่อการค้า มีการบริหารจัดการเชิงธุรกิจ มีระบบน้ำชลประทานและน้ำบาดาล (บ่อน้ำตื้น) ปลูกข้าวด้วยวิธีหว่านน้ำตามปีละอย่างน้อย 2 ครั้ง ส่วนชาวนาจังหวัดสุรินทร์ปลูกข้าวเพื่อการบริโภคในครัวเรือนเป็นส่วนใหญ่ ด้วยวิธีปักดำเพียงปีละครั้งโดยอาศัยน้ำฝนตามธรรมชาติ ชาวนาทั้งสองจังหวัดมีเจตคติทางบวกที่จะยอมรับการปรับเปลี่ยนวิธีการปลูกข้าวด้วยเงื่อนไขการเปลี่ยนแปลงวิธีการปลูกข้าวที่ไม่ยุ่งยาก ได้ผลจริง ได้ผลผลิตเพิ่มมากกว่าเดิม ประหยัด เข้าใจง่าย สอดคล้องกับความเชื่อ ขนบธรรมเนียม ประเพณี และต้องการการสาธิต

หากชาวนาปรับเปลี่ยนมาปลูกข้าวภายใต้ข้อจำกัดลดการปล่อยก๊าซมีเทนจากนาข้าวด้วยเทคโนโลยีการปลูกข้าวใช้น้ำน้อย น่าจะส่งผลกระทบทางบวก กล่าวคือบรรเทาปัญหาปริมาณและคุณภาพน้ำ โดยไม่มีข้อจำกัดของวิธีการปลูกข้าว พันธุ์ข้าว ผลผลิต และปริมาณการปล่อยก๊าซมีเทนจากนาข้าวตลอดฤดูปลูก อีกทั้งช่วยลดศัตรูข้าวในแปลงนา (วัชพืช หนู เพลี้ยกระโดด

สีน้ำตาล หอยเชอรี่) ลดความเสี่ยงพิษภัยจากสารเคมีกำจัดวัชพืชต่อสุขภาพ ยังคงประโยชน์ การขังน้ำในแปลงนาที่เป็นประโยชน์ตามธรรมชาติและเพิ่มความเป็นประโยชน์ธาตุอาหารให้กับ ดิน และสามารถนำน้ำส่วนเกินไปขยายพื้นที่ปลูกข้าวหรือปลูกพืชอายุสั้นเสริมรายได้ สำหรับ โอกาสการเกิดผลกระทบทางลบ กรณีพื้นที่ปลูกข้าวลุ่มน้ำเจ้าพระยาในภาคกลาง (จังหวัด ชัยนาท) อาจมีค่าใช้จ่ายสูบน้ำเข้าแปลงนา หากชาวนายังไม่มีประสบการณ์ประเมินปริมาณน้ำ ที่ทำให้ดินคงความเปียกแฉะ (ดินอมน้ำ) หลังจากต้นข้าวแตกกอ ส่วนกรณีพื้นที่ปลูกข้าวพันธุ์ ข้าวดอกมะลิ105 ในภาคตะวันออกเฉียงเหนือ (จังหวัดสุรินทร์) น่าจะมาจากความจำเป็นในการ ลงทุนเพื่อปรับปรุงสภาพพื้นที่ให้สม่ำเสมอ ขยายกระตนาให้กว้างขึ้น และสร้างแหล่งกักเก็บน้ำ

กล่าวได้ว่า การจำกัดการปล่อยก๊าซมีเทนจากนาข้าวโดยวิธีการปลูกข้าวด้วยเทคโนโลยี การปลูกข้าวหน้าน้อย น่าจะส่งผลกระทบทางบวกต่อการปลูกข้าวและผลผลิตข้าว อีกทั้งมีความ สอดคล้องกับโครงสร้างทางเศรษฐกิจของประเทศ ที่กำหนดพื้นที่ทำนาไว้เฉพาะพื้นที่ดินที่ เหมาะสมและมีศักยภาพ นับเป็นทางเลือกในการบรรเทาปัญหาการปล่อยก๊าซมีเทนจากนาข้าว ซึ่งต้องมีพื้นฐานการบูรณาการภูมิปัญญาท้องถิ่นกับวิทยาศาสตร์เทคโนโลยี การมีส่วนร่วมใน การตัดสินใจของชาวนา องค์ความรู้ทางวิชาการ และการรักษาคุณภาพสิ่งแวดล้อม

อย่างไรก็ตาม การคงวิธีการปลูกข้าวรูปแบบเดิม โดยขังน้ำไว้ในแปลงนามากเกินความ ต้องการของต้นข้าวตลอดฤดูปลูก ชาวนาจะเผชิญกับสภาวะกดดันให้ปรับเปลี่ยนพฤติกรรมและ วิถีชีวิตโดยองค์รวมเนื่องจากทรัพยากรน้ำมีจำกัด การคงพื้นที่ปลูกข้าวไว้ที่ 60 ล้านไร่ จะส่งผล ให้ชาวนาเสียโอกาสใช้ทรัพยากรน้ำอย่างมีประสิทธิภาพ ต้นทุนการผลิตข้าวเพิ่มขึ้นเพราะอาจ ต้องซื้อน้ำปลูกข้าวในฤดูแล้งหรือจ่ายภาษีน้ำ (หากรัฐบาลกำหนดนโยบาย) ส่วนการปรับพื้นที่ ปลูกข้าวให้พอเหมาะกับปริมาณน้ำนั้น ในพื้นที่ปลูกข้าวที่ไม่เหมาะสมและขาดศักยภาพใน การผลิตชาวนาจะได้รับผลกระทบเรื่องรายได้และแหล่งงาน ส่วนพื้นที่ปลูกข้าวที่เหมาะสม ชาวนาจะได้รับผลกระทบเรื่องการปรับตัวให้สอดคล้องกับเทคโนโลยีแผนใหม่ซึ่งเป็นการพัฒนา แบบพึ่งพาปัจจัยภายนอกที่ใช้เครื่องจักรกลมากขึ้น มีโอกาสสูญเสียภูมิปัญญาท้องถิ่นที่มีอยู่เดิม และขาดช่วงการส่งผ่านองค์ความรู้และการถ่ายทอดภูมิปัญญาท้องถิ่นสู่คนรุ่นถัดไป

ทั้งนี้ ควรมีการขยายผลวิธีการปลูกข้าวด้วยเทคโนโลยีการปลูกข้าวหน้าน้อยไปสู่ชุมชน ด้วยการสาธิตที่ประยุกต์ให้สอดคล้องกับพื้นที่ปลูกข้าว ภูมิปัญญาท้องถิ่น ความเชื่อ เจตคติ วิถีชีวิต และการยอมรับของชาวนา บนพื้นฐานการรักษาสภาพแวดล้อมและความเป็นธรรมชาติ ของผลผลิต ควรมีการศึกษาวิจัยในเรือนเพาะชำควบคุมสภาพแวดล้อม (Phytotron) ถึงผลของ การเปลี่ยนแปลงอุณหภูมิต่อผลผลิตข้าวโดยเน้นปัจจัยเกี่ยวข้องกับการเจริญเติบโต นอกจากนี้ ควรสร้างแรงจูงใจให้ชาวนาปรับเปลี่ยนวิธีการปลูกข้าว ด้วยการเพิ่มมูลค่าของผลผลิตโดยการ แปรรูปข้าวอย่างมีประสิทธิภาพ และแปรรูปข้าวเป็นผลิตภัณฑ์ที่หลากหลาย

คำหลัก : ก๊าซมีเทน เทคโนโลยีการปลูกข้าวหน้าน้อย ผลผลิตข้าว การจัดการน้ำปลูกข้าว ความเชื่อ เจตคติ พฤติกรรมการทำนา วิถีชีวิตชาวนา การประเมินผลกระทบ

Project Code : RDG3/15/2542

Project Title : Impact of mitigation methane emission from rice field on rice cultivation and productivity in Thailand

Investigators : Orawan SIRIRATPIRIYA¹, Pipat PATANAPONPAIBOON², Tawee KUPKANCHANAKUL³, Siriporn ZUNGSONTIPORN⁴, Sompoch IAMSUPASIT⁵, Boonmee NENYOD⁶, Sathaporn KARNJANAPHUN⁷

¹The Institute of Environmental Research, Chulalongkorn University ²Faculty of Science, Chulalongkorn University ³Rice Research Institute, Ministry of Agriculture and Cooperatives ⁴Botany and Weed Science Division, Ministry of Agriculture and Cooperatives ⁵Faculty of Psychology, Chulalongkorn University ⁶Faculty of Education, Chulalongkorn University ⁷Chi Nat Rice Experiment Station, Chi Nat Province, Ministry of Agriculture and Cooperatives.

Email address : Orawan.Si@Chula.ac.th

Project Duration : May 1999-May 2000

Abstract

As rice fields are considered to be the highest anthropogenic source of atmospheric methane, Thailand, the first rank in world rice exporters, seems to risk the negative impacts. Moreover, the mitigation methane actions as a homogenous method are a major constraint for rice cultivation with the traditional rice farming systems. Searching for an option of rice cultivation method to mitigate methane emission is in need together with impact assessment of the proven method.

In this study, the water management was a decision method for the reduction of methane. Pot and field experiments, therefore, were conducted at Chi Nat Province to assert the method based on scientific knowledge related greenhouse gases in rice field. Alternative scenarios were linked in a coordinated manner to farmer and rice farming systems. The experimental design was factors factorial in randomized complete block with 3 replications. The data obtained were used in the analysis of variance for computing the F-value and compared by Duncan's New Multiple Range Test (DMRT). Alongside scientific research, the social sciences research was concurrently conducted for pragmatic methodology integration at Surin and Chi Nat Provinces. In order to gather baseline data of rice cultivation, especially local wisdom, belief, attitude, behavior, and lifestyle, then 100 farmers from four villages were interviewed and observed. The data received were analysed by descriptive statistics and content analysis.

The fact finding from pot and field experiments indicated that the option for rice cultivation method to reduce methane emission and able to sustain rice yield was optimal water utilization for rice growth and weed control with maximum water regime at 20 cm until the tillering growth stage of rice. After this period, standing water in the rice field should be drained at the level no less than the level of saturated soil level (0 cm) until around 15 days prior to harvest. This method was called water-saving technology for rice cultivation. The practical approach was consisted of; 1) water-saving technology for rice production should be correspondence to land suitability and soil characteristic of the rice field based on farmer acceptance and cost, and 2) the surplus water drained after the tillering stage should be utilized in accordance with the integrated farming system.

The result from social sciences research showed that at present, the Thai farmers still believe in god of rice, auspicious occasion, characteristic and color of

cattle, and raining ceremony. Rice cultivation method has been effected the behavior and lifestyle. The farmers in lower Chao Phraya basin (Chi Nat Province) cultivated rice for trade by broadcasting method and produced two rice crops a year. Irrigation system, rain, and ground water (shallow well) were the source of water. Business management skill was commonly used. Whereas the area planted to KDML105 rice variety (Surin Province), farmers cultivated for daily life used transplanting method with one crop a year. Rain was the only source of water. Manpower within family was availed. Nevertheless, the farmers from both provinces had a positive attitude to accept the change of the rice cultivation method. Particularly, when the new conditions were affirmed not only efficient, high yield, save, simple, and easy to understand, but also able to correspond with their belief, custom, and tradition. Demonstration of the new technology was also required.

When the farmers accept water-saving technology for rice cultivation, positive impact will be occurred due to the abatement of water quantity and quality problem and the decrement of health risk from pesticide, as a result of weed and pest control in the rice field. In addition, natural liming and increased in availability of the nutrients were performed in the soil. The surplus water can also be utilized for another crops. Furthermore, farmers have freedom to decide whether transplanting or broadcasting rice with any rice varieties. Whereas, the negative impact in the lower Chao Phraya basin would be the cost of water pumping into the rice field whenever the farmers are inexperience in estimating sufficient water for saturated soil after the tillering growth stage of rice. For the area planted to KDML105, it was the cost of land leveling, expanding rice growing area and reservoir construction.

All in all, the water-saving technology gave the positive impact on rice cultivation and rice yield conformed to the economic structure emphasized the rice cultivation at the potential and suitable land. That is to say, water-saving technology was one of the best alternatives for the reduction of methane emission from rice field in Thailand. Significant factors associated in a coordinated manner were integrated local wisdom with science and technology, farmer participation, knowledge base of farmer, scientific knowledge and environmental quality.

Although the traditional rice farming systems with over-water supply for rice cultivation do continue, the farmers will confront with changing behavior and life style due to water scarcity. If the area of rice field is maintained at 60 million rai (1ha=6.25 rai), the farmers will lose their opportunity to use water resource efficiently. Moreover, the cost of rice production will also increase according to the frequency of water pump in dry season and water tax (Only if the policy was set up). In the mean time, if the area of rice field need to be adjusted to accommodate the water quantity, the income and job of the farmers in the unfavorable rice environment will be affected. While the farmers in the favorable rice environment will need time for adaptation to farm mechanization. Besides, agricultural community may loss the local wisdom and the gap of transfer indigenous knowledge to the next generation will be wider.

Finally, demonstration of applying water-saving technology to rice fields of any community, study of temperature change effected on rice productivity in phytotron, and rice value added through rice processing and rice products development to incentive farmers to the water-saving technology are recommended.

Keywords : methane, water-saving, rice production technology, rice yield, water management, belief, attitude, behavior, lifestyle, impact assessment

สารบัญ

	หน้า
กิตติกรรมประกาศ	ก
บทคัดย่อ	ข
Abstract	ค
รายงานสรุปสำหรับผู้บริหาร	ง
บทที่ 1 บทนำ	
1.1 ความนำ.....	1-1
1.2 วัตถุประสงค์ของโครงการ.....	1-10
1.3 ขอบเขตการศึกษาวิจัย.....	1-11
บทที่ 2 วิธีดำเนินการศึกษาวิจัย	
2.1 วิธีดำเนินการศึกษาวิจัยทางวิทยาศาสตร์.....	2-1
2.2 วิธีดำเนินการศึกษาวิจัยทางสังคมศาสตร์และพฤติกรรมศาสตร์.....	2-16
2.3 การบูรณาการโครงการ	2-23
บทที่ 3 ผลการศึกษาวิจัย	
3.1 ผลของการจัดการน้ำต่อการปล่อยก๊าซมีเทนจากนาข้าว และผลผลิตข้าว.....	3-1
3.2 การปลูกข้าวของชาวนาไทย.....	3-52
3.3 ผลกระทบจากการจำกัดการปล่อยก๊าซมีเทนจากนาข้าว ต่อการปฏิบัติจริงในการปลูกข้าว.....	3-72
3.4 แนวทางปฏิบัติในการปลูกข้าวที่จำกัดหรือลดการปล่อยก๊าซมีเทน จากนาข้าว.....	3-89
บทที่ 4 สรุปผลการศึกษาวิจัย	4-1
บรรณานุกรม	

สารบัญตาราง

ตารางที่	หน้า
2.1-1 ดำรับทดลองการศึกษาวิจัยในกระถางในเรือนเพาะชำ ของการปลูกข้าว 2 พันธุ์ ในดินชุดดินนครปฐม ด้วยการขังน้ำ 3 ระดับ.....	2-3
2.1-2 ดำรับทดลองการศึกษาวิจัยในกระถางในเรือนเพาะชำ ของการปลูกข้าว 2 พันธุ์ ในดินชุดดินนครปฐม ที่มีการขังน้ำแล้วระบายน้ำออกในระหว่างการเจริญเติบโต ของต้นข้าว 3 รูปแบบ.....	2-4
2.1-3 ดำรับทดลองการศึกษาวิจัยในกระถางในเรือนเพาะชำ ของการปลูกข้าวพันธุ์ ขาวดอกมะลิ105 ในดินชุดดินร้อยเอ็ด ที่มีการขังน้ำ 3 ระดับและมีการขังน้ำ แล้วระบายน้ำออกในระหว่างการเจริญเติบโตของต้นข้าว 3 รูปแบบ.....	2-5
2.1-4 ดำรับทดลองการศึกษาวิจัยในแปลงทดลองในภาคสนามของการปลูกข้าว 5 พันธุ์ ในดินชุดดินนครปฐม ด้วยวิธีปลูก 2 วิธี มีการขังน้ำ 2 ระดับ.....	2-6
2.1-5 พารามิเตอร์ที่ทำการวิเคราะห์และวิธีวิเคราะห์ลักษณะสมบัติของดิน.....	2-7
2.1-6 ช่วงระยะเวลาเก็บตัวอย่างตามระยะการเจริญเติบโตของต้นข้าว.....	2-8
3.1-1 อัตราการปล่อยก๊าซมีเทนในแต่ละระยะการเจริญเติบโตของข้าวพันธุ์ ชัยนาท1 ที่ระดับน้ำ 0 10 และ 20 ซม.ในดินชุดดินนครปฐม.....	3-17
3.1-2 อัตราการปล่อยก๊าซมีเทนในแต่ละระยะการเจริญเติบโตของข้าวพันธุ์ ขาวดอกมะลิ105 ที่ระดับน้ำ 0 10 และ 20 ซม.ในดินชุดดินนครปฐม.....	3-18
3.1-3 อัตราการปล่อยก๊าซมีเทนในแต่ละระยะการเจริญเติบโตของข้าวพันธุ์ ขาวดอกมะลิ105 ที่ระดับน้ำ 0 10 และ 20 ซม.ในดินชุดดินร้อยเอ็ด.....	3-19
3.1-4 อัตราการปล่อยก๊าซมีเทน (มก./ตร.ม.-ชม.) ในแต่ละระยะการเจริญเติบโต ของต้นข้าวที่ปลูกด้วยวิธีปักดำ ที่แปลงนาระดับน้ำ 0 และ 20 ซม.....	3-20
3.1-5 อัตราการปล่อยก๊าซมีเทนเมื่อมีการระบายน้ำในระหว่างการเจริญเติบโต ของข้าวพันธุ์ชัยนาท1 และพันธุ์ขาวดอกมะลิ105 ในดินชุดดินนครปฐม.....	3-21
3.1-6 อัตราการปล่อยก๊าซมีเทนเมื่อมีการระบายน้ำในระหว่างการเจริญเติบโต ของข้าวพันธุ์ขาวดอกมะลิ105 ในดินชุดดินร้อยเอ็ด.....	3-22
3.1-7 ลักษณะสมบัติของดินชุดดินนครปฐม ดินชุดดินร้อยเอ็ด ก่อนปลูกและ หลังปลูกข้าวพันธุ์ชัยนาท1 และพันธุ์ขาวดอกมะลิ105.....	3-23
3.1-8 อัตราการปล่อยก๊าซมีเทน (มก./ตร.ม.-ชม.) ในแต่ละระยะการเจริญเติบโต ของต้นข้าวที่ปลูกด้วยวิธีปักดำและวิธีหว่านน้ำตาม ที่แปลงนาระดับน้ำ 0 ซม.....	3-24

สารบัญตาราง (ต่อ)

ตารางที่	หน้า
3.1-9 อัตราการปล่อยก๊าซมีเทน (มก./ตร.ม.-ชม.) ในแต่ละระยะการเจริญเติบโตของต้นข้าวที่ปลูกด้วยวิธีปักดำและวิธีหว่านน้ำตม ที่แปลงนาระดับน้ำ 20 ซม.....	3-25
3.1-10 ปริมาณการปล่อยก๊าซมีเทน (ก./ตร.ม.) ตลอดฤดูปลูกของต้นข้าวที่ปลูกด้วยวิธีปักดำและวิธีหว่านน้ำตม ที่แปลงนาระดับน้ำ 0 และ 20 ซม.....	3-26
3.1-11 ปริมาณก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ในดิน น้ำ อากาศ และอัตราการปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ในอากาศของข้าวพันธุ์ชัยนาท1 และข้าวดอกมะลิ105 ที่ปลูกด้วยวิธีปักดำและวิธีหว่านน้ำตม ที่แปลงนาระดับน้ำ 0 และ 20 ซม.....	3-31
3.1-12 ปริมาณก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ (ก./ลบ.ม.) เมื่อมีการระบายน้ำในระหว่างการเจริญเติบโตของข้าวพันธุ์ชัยนาท1 ในดินชุดดินนครปฐม และพันธุ์ข้าวดอกมะลิ105 ในดินชุดดินร้อยเอ็ด.....	3-32
3.1-13 อัตราการปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ (ก./ตร.ม.-ชม.) เมื่อมีการระบายน้ำในระหว่างการเจริญเติบโตของข้าวพันธุ์ชัยนาท1 ในดินชุดดินนครปฐม และพันธุ์ข้าวดอกมะลิ105 ในดินชุดดินร้อยเอ็ด.....	3-32
3.1-14 อัตราการสังเคราะห์แสง อัตราการดูดซับก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ และอัตราการปล่อยก๊าซมีเทนของข้าวพันธุ์ชัยนาท1 และพันธุ์ข้าวดอกมะลิ105 ที่มีการจัดการน้ำด้วยการรักษาระดับน้ำ (0 และ 20 ซม.) และการระบายน้ำ (ช่วง 30 วัน ช่วง 60 วัน และช่วง 30กับ60 วัน หลังปักดำ).....	3-33
3.1-15 อัตราการสังเคราะห์แสง อัตราการดูดซับก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ และอัตราการปล่อยก๊าซมีเทนของข้าวพันธุ์ชัยนาท1 ข้าวดอกมะลิ105 ข้าวเจ้าหอมสุพรรณบุรี สุพรรณบุรี 1 และกข6 ที่ปลูกด้วยวิธีปักดำและวิธีหว่านน้ำตม ที่แปลงนาระดับน้ำ 0 และ 20 ซม.....	3-34

สารบัญรูป

รูปที่	หน้า
2.1-1 ความเชื่อมโยงของปัจจัยที่เป็นตัวแปรร่วมระหว่างการศึกษาวิจัย ในกระถางในเรือนเพาะชำกับในแปลงทดลองภาคสนาม.....	2-2
3.1-1 อัตราการปล่อยก๊าซมีเทนและผลผลิตข้าวพันธุ์ชัยนาท1 และพันธุ์ ขาวดอกมะลิ105 ในดินชุดดินนครปฐม ที่ระดับน้ำ 0 10 และ 20 ซม.....	3-12
3.1-2 อัตราการปล่อยก๊าซมีเทนและผลผลิตข้าวพันธุ์ชัยนาท1 และพันธุ์ ขาวดอกมะลิ105 ปลูกด้วยวิธีปักดำ.....	3-13
3.1-3 อัตราการปล่อยก๊าซมีเทนและผลผลิตข้าวพันธุ์ชัยนาท1 และ พันธุ์ ขาวดอกมะลิ105 ในดินชุดดินนครปฐม ที่มีการระบายน้ำจากระดับน้ำ 20 ซม. ในระหว่างการเจริญเติบโตของต้นข้าว.....	3-14
3.1-4 อัตราการปล่อยก๊าซมีเทนและผลผลิตข้าวพันธุ์ขาวดอกมะลิ105 ที่ระดับน้ำ 0 10 และ 20 ซม. ในดินชุดดินนครปฐม และดินชุดดินร้อยเอ็ด.....	3-15
3.1-5 อัตราการปล่อยก๊าซมีเทนและผลผลิตข้าวพันธุ์ชัยนาท1 ขาวดอกมะลิ105 ข้าวเจ้าหอมสุพรรณบุรี สุพรรณบุรี1 และกข6 ปลูกด้วยวิธีหว่านน้ำตม.....	3-16
3.1-6 ชนิดและปริมาณวัชพืชที่พบในแปลงนา ที่ปลูกข้าวด้วยวิธีปักดำ และหว่านน้ำตม ที่ระดับน้ำ 0 และ 20 ซม.....	3-41
3.1-7 ชนิดและปริมาณวัชพืชที่พบในดินชุดดินนครปฐม ในช่วงเวลา 14 วัน และ 21 วัน หลังปักดำ.....	3-42
3.1-8 ชนิดและปริมาณวัชพืชที่พบในดินชุดดินร้อยเอ็ด ในช่วงเวลา 14 วัน และ 21 วัน หลังปักดำ.....	3-43
3.1-9 จำนวนวัชพืชที่พบในดินชุดดินนครปฐม ที่มีการรักษาระดับน้ำและระบายน้ำ..	3-44
3.1-10 จำนวนวัชพืชที่พบในดินชุดดินร้อยเอ็ด ที่มีการรักษาระดับน้ำและระบายน้ำ..	3-45
3.2-1 วิธีชีวิตของชาวนาจังหวัดชัยนาทในช่วงเตรียมการปลูกข้าว ช่วงดำเนินการปลูกข้าว และช่วงเก็บเกี่ยวข้าว.....	3-70
3.2-2 วิธีชีวิตของชาวนาจังหวัดสุรินทร์ในช่วงเตรียมการปลูกข้าว ช่วงดำเนินการปลูกข้าว และช่วงเก็บเกี่ยวข้าว.....	3-71
3.3-1 แนวทางการประเมินผลกระทบจากการปลูกข้าวภายใต้ข้อจำกัด ลดการปล่อยก๊าซมีเทนจากนาข้าว.....	3-88
3.4-1 รูปแบบการสร้างหรือพัฒนาเจตคติ และการให้ความรู้แก่ชาวนา ในการปลูกข้าวภายใต้ข้อจำกัดลดการปล่อยก๊าซมีเทนจากนาข้าว.....	3-96

รายงานวิจัยฉบับสมบูรณ์

โครงการวิจัย เรื่อง “ผลกระทบจากการจำกัดการปล่อยก๊าซมีเทนจากนาข้าว
ต่อการปลูกข้าวและผลผลิตข้าวของประเทศไทย”

บทที่ 1 บทนำ

1.1 ความหมาย

สำนักงานกองทุนสนับสนุนการวิจัย (สกว.) ให้ความสำคัญในการพัฒนาข้อมูลต่างๆ ที่เกี่ยวกับการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศของประเทศไทย โดยกำหนดชุดโครงการวิจัย Climate Change ให้เป็นการรวมพลังระดับชาติ มีเป้าหมายเพื่อจัดทำข้อมูลเกี่ยวกับปริมาณการปล่อยออกจากแหล่งกำเนิดหรือการขยายพื้นที่แหล่งกักเก็บก๊าซเรือนกระจก (Greenhouse gases) ผลกระทบจากสภาพภูมิอากาศเปลี่ยนแปลง และมาตรการลดปริมาณการปล่อยก๊าซเรือนกระจกจากแหล่งกำเนิด เพื่อเสนอและใช้เป็นข้อมูลเจรจาต่อรองในการประชุมของสหประชาชาติว่าด้วยการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ (The United Nations Framework Convention on Climate Change : UNFCCC) ในฐานะประเทศภาคีสัญญาฯ หลังจากลงนามเมื่อ 12 มิถุนายน พ.ศ. 2535 และมีผลบังคับใช้ตั้งแต่ 28 มีนาคม พ.ศ. 2538

นาข้าวถูกระบุว่าเป็นแหล่งใหญ่ที่สุดแหล่งหนึ่งของกิจกรรมมนุษย์ ที่มีการผลิตและปล่อยก๊าซมีเทน (Methane : CH_4) ซึ่งเป็นก๊าซเรือนกระจกชนิดหนึ่งที่มีผลต่อการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศและสิ่งแวดล้อมโลก ดังนั้นการปล่อยก๊าซมีเทนจากนาข้าวจึงอาจกลายเป็นข้อจำกัดของการปลูกข้าวในอนาคต ซึ่งควรเตรียมพร้อมเพื่อรองรับกับมาตรการต่างๆ ที่จะเกิดขึ้นตามการเปลี่ยนแปลงสถานการณ์โลก โดยเฉพาะอย่างยิ่งต้องพิสูจน์ถึงความเป็นไปได้ในการนำวิธีการที่ได้กำหนดเป็นมาตรการลดการปล่อยก๊าซมีเทนจากนาข้าวมาใช้ในประเทศไทย โดยคำนึงถึง ปริมาณการปล่อยก๊าซมีเทนที่เกิดขึ้นในนาข้าว ผลกระทบที่อาจเกิดขึ้นต่อการปลูกข้าวและผลผลิตข้าว รวมทั้งการยอมรับของชาวนาไทย

- การคาดการณ์การเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศโลก

รายงานทางวิทยาศาสตร์ด้านภูมิอากาศ (The Science of Climate) จากการประชุมสมัยที่ 8 ของ IPCC (Intergovernmental Panel on Climate Change) เมื่อ 17-24 มกราคม 2544 ณ เมืองเซี่ยงไฮ้ สาธารณรัฐประชาชนจีน สรุปได้ว่า ในศตวรรษที่ 20 อุณหภูมิเฉลี่ยของโลกเพิ่มขึ้นอย่างมีนัยสำคัญที่ 1.51 ± 0.05 °C ระดับน้ำทะเลโดยเฉลี่ยสูงขึ้น 0.1-0.2 เมตร อุณหภูมิของน้ำในมหาสมุทรก็มีแนวโน้มเพิ่มขึ้นด้วย อีกทั้ง IPCC ยังได้คาดการณ์ล่วงหน้าว่า อุณหภูมิของโลกจะเพิ่มขึ้น 1.4-5.8 °C

นอกจากนี้การคาดการณ์ล่วงหน้าของ IPCC (1992) ต่อสถานการณ์ของอุณหภูมิอากาศโลก ด้วย IS-92a, IS-92d ได้ข้อสรุปตรงกันและพอจะยืนยันได้ว่า เมื่อปริมาณก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ในบรรยากาศโลกเพิ่มเป็น 2 เท่า อุณหภูมิของโลกจะเพิ่มขึ้น 1.5-4.5 °C อุณหภูมิของโลกสูงขึ้นส่งผลให้ผลผลิตข้าวลดลง เกิดความแห้งแล้งในอนาคตด้วยสภาวะขาดน้ำ (Drought stress) ต้นข้าวทนต่อโรคและแมลงน้อยลง ส่วน ORYZA (1994) ได้ทำนายผลด้วยโมเดลที่พัฒนาจากการศึกษาวิจัยในภาคสนามร่วมกับการทำนายการเปลี่ยนแปลงภูมิอากาศสำหรับ ค.ศ. 2020 ของ GCM (Global Circulation Models for the year 2020) ด้วยข้อสรุปถึงความเป็นไปได้ที่อุณหภูมิโลกสูงขึ้น 1 °C และก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ (CO₂) เพิ่มขึ้น 50 ppm ทั้งนี้หากเพิ่มขึ้นเฉพาะอุณหภูมิ พบว่าอัตราการสังเคราะห์แสงและอัตราการหายใจของต้นข้าวจะเปลี่ยนไป ส่งผลให้ผลผลิตข้าวลดลงร้อยละ 9 และหากเพิ่มขึ้นเฉพาะปริมาณก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ พบว่ามีผลต่ออัตราการสังเคราะห์แสงเท่านั้น ส่งผลให้ผลผลิตข้าวลดลงร้อยละ 3 นอกจากนี้ USAID (1994) กำลังพัฒนาพันธุ์ข้าวพันธุ์ใหม่ที่สามารถลดการผลิตก๊าซมีเทนตลอดระยะเวลาการเจริญเติบโตของต้นข้าว

การคาดคะเนผลกระทบที่เกิดขึ้นแล้วและอาจจะเกิดขึ้น เช่น ระบบนิเวศเปลี่ยนแปลง ชนิดของพันธุ์พืชและผลผลิตเปลี่ยนแปลง พืชมีความสามารถในการต้านทานโรคและแมลงลดลง หรือขาดความสามารถในการปรับตัวซึ่งอาจจะทำให้พืชชนิดนั้นสูญพันธุ์ได้ ผลกระทบที่ติดตามมา เช่น การเกิดภัยพิบัติทางธรรมชาติมีความถี่และความรุนแรงมากขึ้น วิธีการดำเนินชีวิตต้องปรับและเปลี่ยนแปลง การเรียกร้องและการเจรจาต่อรองระหว่างประเทศเพื่อป้องกันและแก้ไขปัญหาโลกร้อน รวมทั้งผลกระทบที่อาจจะเกิดขึ้น จึงต้องมีการเตรียมการทั้งระดับ บุคคล องค์กร รัฐบาล ภูมิภาค และระดับโลก

กล่าวได้ว่า การเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศและสิ่งแวดล้อมโลก รวมทั้งข้อผูกพันตามอนุสัญญาว่าด้วยการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศในฐานะประเทศภาคีอนุสัญญาฯ ที่ต้องมีส่วนร่วมจำกัดปริมาณการปล่อยก๊าซเรือนกระจกด้วยวิธีการที่ได้กำหนดเป็นมาตรการต่าง ๆ นั้น สัดส่วนที่ประเทศไทยได้รับผลกระทบทางลบ น่าจะมากกว่าสัดส่วนที่ทำให้เกิดการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศและสิ่งแวดล้อมโลกเนื่องจากปริมาณการปล่อยก๊าซเรือนกระจกสู่บรรยากาศของประเทศไทย

● ก๊าซมีเทนกับการปลูกข้าว

ก๊าซมีเทน (CH₄) มีลักษณะสมบัติที่สามารถดูดกลืน (Absorption) รังสีอินฟราเรด (Infrared) เป็นสัดส่วนกับรากที่สองของปริมาณหรือความเข้มข้นก๊าซมีเทนในบรรยากาศโลกชั้นโทรโปสเฟียร์ (Troposphere) (Badr *et al.*, 1991) ความเข้มข้นของก๊าซมีเทนในบรรยากาศได้เพิ่มมากขึ้นเป็น 2 เท่าในช่วงสองทศวรรษที่ผ่านมา หลังจากที่มีความเข้มข้นคงตัวอยู่ประมาณ 10,000 ปี (USAID, 1994) ทั้งนี้ IPCC (1992) กำหนดให้ก๊าซมีเทนมีศักยภาพทำให้โลกร้อน

(Global Warming Potential : GWP) เท่ากับ 24 [เมื่อกำหนดให้ก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ (CO_2) มี $\text{GWP} = 1$] ในปัจจุบันถูกปรับลดมาเป็น 21

ในสภาพดินที่มีน้ำท่วมขัง รัญพืชชนิดอื่นไม่สามารถมีชีวิตรอดได้ แต่ต้นข้าวกลับเจริญเติบโตและขยายพันธุ์ได้ เนื่องจากลักษณะทางสัณฐานภายในแตกต่างจากรัญพืชอื่น คือ มีช่องอากาศ (Aerenchyma) ในลำต้นข้าวทำหน้าที่เป็นทางผ่านของก๊าซออกซิเจนจากอากาศไปสู่รากซึ่งอยู่ในดินได้ ทำให้ต้นข้าวสามารถมีชีวิตรอด กระบวนการผลิตและการปล่อยก๊าซมีเทนจากนาข้าวเกิดในสภาพน้ำท่วมขัง ดินในนาจึงมีสภาพขาดก๊าซออกซิเจน จุลินทรีย์ชนิดไม่ต้องการก๊าซออกซิเจน (Strictly anaerobes) จะใช้ก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์เป็นตัวรับอิเล็กตรอนในการหายใจ จึงทำให้เกิดก๊าซมีเทนขึ้น (Takei *et al.*, 1970; Ponnampetuma, 1972; Yagi and Minami, 1990; Badr *et al.*, 1991; IRRI, 1991; Sharkey *et al.*, 1991; Neue, 1993) เส้นทางหนึ่งของการปล่อยก๊าซมีเทนสู่บรรยากาศคือผ่านช่องอากาศในลำต้นข้าว (อรรพรรณ ศิริรัตน์พิริยะ, 2541; Cicerone *et al.*, 1981; Seiler *et al.*, 1984; IRRI, 1991; Kimura and Minami, 1995; Siriratpiriya *et al.*, 1995) ซึ่งพื้นที่ปลูกข้าวมากกว่า 90% ในประเทศไทยทำนาชนิดนาสวนที่มีการขังน้ำในนาไว้ลึกประมาณ 20-50 ซม.ตลอดฤดูปลูก

น้ำเป็นปัจจัยสำคัญในการผลิตข้าว (Grist, 1965; Moomaw and Vergara, 1965) เพราะน้ำทำหน้าที่ในขบวนการทางสรีระและชีวเคมีภายในต้นข้าว และปลดปล่อยธาตุอาหารหรือดูดดึงธาตุอาหารจากดิน การขังน้ำในแปลงนาทำให้ธาตุอาหารในดินเปลี่ยนเป็นรูปที่เป็นประโยชน์ต่อต้นข้าวมากยิ่งขึ้น (Ponnampetuma, 1964; Ponnampetuma, 1965; Shama *et al.*, 1975) การขาดน้ำทำให้ต้นข้าวชะงักการเจริญเติบโตและผลผลิตลด (Matsushima, 1962; Chang, 1965; Yamada, 1965; IRRI, 1970; Sugimoto, 1971; De Datta, 1972; De Datta *et al.*, 1973; Williams and Joseph, 1973; De Datta, 1975; Kung, 1976)

ในขณะเดียวกัน เมื่อดินนามีน้ำขัง การสะสมก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ในดินจะมากขึ้น แต่การแพร่กระจาย (Diffusion) ผ่านชั้นน้ำที่ขังอยู่เหนือผิวดินจะเป็นไปได้ช้าและยากกว่าสภาวะดินแห้งถึง 10,000 เท่า (Armstrong, 1979) การสะสมของก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ในดินในปริมาณมากจะเป็นพิษต่อต้นข้าว ทำให้ต้นข้าวดูดซึมน้ำและดูดดึงธาตุอาหารได้ยากลำบาก (Chang and Loomis, 1945) ดังนั้น ระบบนิเวศนาข้าว จึงเกี่ยวข้องกับปริมาณก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ในบรรยากาศซึ่งใช้ในการสังเคราะห์แสงของต้นข้าว การหายใจของต้นข้าว กิจกรรมจุลินทรีย์ดิน รวมทั้งการสูญเสียและการสะสมของคาร์บอนในดินซึ่งเกี่ยวข้องกับประสิทธิภาพ และความสามารถของดินที่จะดูดซับก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์

ก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์เป็นแหล่งคาร์บอนที่สำคัญสำหรับกระบวนการสังเคราะห์แสง (Moya *et al.*, 1998) โดยในสภาพอากาศที่มีความเข้มข้นของก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์มาก ต้นข้าวมีประสิทธิภาพในการสังเคราะห์แสงได้ดีกว่าในสภาพอากาศที่มีความเข้มข้นของก๊าซ

คาร์บอนไดออกไซด์น้อย สายพันธุ์ของข้าวและสภาพแวดล้อมที่ปลูกข้าวก็มีผลต่ออัตราการสังเคราะห์แสงของต้นข้าวอย่างมาก (Ziska and Teramura, 1992b) อัตราการสังเคราะห์แสงของต้นข้าวผันแปรอยู่ในช่วง 10-65 mg.CO₂/dm.²/hr. เช่น IRRI (1968) รายงานอัตราการสังเคราะห์แสงของต้นข้าว 50 ชนิด ว่ามีค่า 34.5-62.1 mg.CO₂/dm.²/hr. ในขณะที่ Murata (1961) และ Osada (1964) เสนอค่า 10-20 mg.CO₂/dm.²/hr. ส่วน Akita และคณะ (1968) และ Takani และ Tsunoda (1971) เสนอค่า 40-50 mg.CO₂/dm.²/hr

การเจริญเติบโตของต้นข้าวนั้น ก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ ถือเป็นปัจจัยที่สำคัญในกระบวนการสังเคราะห์แสง อาจกล่าวได้ว่าตลอดระยะเวลาที่ปลูกข้าว พื้นที่นาเป็นแหล่งดูดซับก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์แหล่งใหญ่ การเจริญเติบโตของต้นข้าวต้องการธาตุอาหารในปริมาณมาก หากให้ธาตุอาหารด้วยปุ๋ยอินทรีย์ก็จะมีผลต่อการปล่อยก๊าซมีเทนมากขึ้น ส่วนปุ๋ยเคมีมีส่วนเกี่ยวข้องกับการปล่อยก๊าซเรือนกระจกอีกชนิดหนึ่ง คือ ก๊าซไนตรัสออกไซด์ (N₂O) ซึ่งมีศักยภาพทำให้โลกร้อน (GWP) เท่ากับ 270 (U.S. EPA, 1994) การใช้ปุ๋ยไนโตรเจนเพื่อการเกษตรทั่วโลกจะปล่อยก๊าซไนตรัสออกไซด์ประมาณ 10-30 % ของปริมาณการปล่อยก๊าซไนตรัสออกไซด์จากแหล่งที่มนุษย์เข้าไปเกี่ยวข้อง (Ronen, 1988) ก๊าซไนตรัสออกไซด์มีส่วนสำคัญที่ทำให้เกิดปฏิกิริยาโฟโตเคมีคอล (Photochemical reaction) ในบรรยากาศโลกชั้นโทรโปสเฟียร์ (Troposphere) และ ชั้นสตราโตสเฟียร์ (Stratosphere) เมื่อพิจารณาบนพื้นฐานการประเมินด้วยมวลสาร (Mass basis) ก๊าซไนตรัสออกไซด์มีความไวต่อการแผ่รังสี (Radiative active) มากกว่าก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ 300 เท่า (Rodhe, 1990) มีการประมาณการว่า ก๊าซไนตรัสออกไซด์ในบรรยากาศโลกจะเพิ่มขึ้น 3.7 Tg N/ปี (Duxbury *et al.*, 1993)

ในอดีตเป็นที่ยอมรับกันว่า การปล่อยก๊าซไนตรัสออกไซด์จากดินในกระบวนการดีไนตริฟิเคชัน (Denitrification process) เป็นการสูญเสียไนโตรเจนจากดินในสภาพน้ำขัง (Shioiri, 1942) การใช้ปุ๋ยเคมีในดินนาน้ำขังจะเกิดการสูญเสียไนโตรเจนในกระบวนการดีไนตริฟิเคชัน 20-50 % (Hauck, 1971) แต่การปลูกข้าวในสภาพน้ำขัง รากข้าวเป็นช่องทางที่ให้ก๊าซออกซิเจนแก่ดินจึงช่วยลดอัตราการเกิดดีไนตริฟิเคชัน (Kai *et al.*, 1983) การใส่อินทรียสาร (ปุ๋ยหมัก ปุ๋ยพืชสด) เป็นเวลานานติดต่อกันจะก่อให้เกิดกระบวนการดีไนตริฟิเคชันสูงกว่าการใส่ปุ๋ยเคมีหรือไม่ใส่อะไรเลย (Yoshida and Uehara, 1983) วิธีการปลูกข้าวแบบปักดำจะปล่อยก๊าซไนตรัสออกไซด์สู่บรรยากาศมากกว่าวิธีการหว่าน (Buresh *et al.*, 1993)

ก๊าซไนโตรเจนและก๊าซออกซิเจนสามารถเข้าไปสู่รากข้าวได้โดยผ่านช่องอากาศ (Air space) บริเวณกาบใบ (Leaf sheath) ของต้นข้าว เนื่องจากมีรูพรุนเล็กๆ (Micropore) จำนวนมากที่บริเวณนี้ ดังนั้น บริเวณรากข้าว (Rhizosphere) จึงมีทั้งก๊าซออกซิเจน ก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ และก๊าซอื่นๆ ซึ่งก่อให้เกิดสภาวะออกซิเดชันและรีดักชัน (Oxidation and Reduction) นอกจากนี้ บริเวณรากข้าวจะสามารถตรึงไนโตรเจนเหมือนดินชั้นบน ประสิทธิภาพ

ในการตรึงไนโตรเจนจะดีเมื่อก๊าซออกซิเจนบริเวณรากมีน้อย เพราะเอนไซม์ของรากที่จะตรึงไนโตรเจนมีความไวต่อการทำปฏิกิริยากับก๊าซออกซิเจน นั่นหมายถึงดินในสภาพน้ำขังจะมีการตรึงไนโตรเจนสูงกว่าดินไม่มีน้ำขัง โดยมีต้นข้าวและอินทรีย์วัตถุจากวัชพืชเป็นปัจจัยเสริม (De Datta, 1981)

ดังนั้น ก๊าซเรือนกระจกที่เกี่ยวข้องสัมพันธ์ใกล้ชิดกับการปลูกข้าว คือ ก๊าซมีเทน ก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ และก๊าซไนตรัสออกไซด์ กล่าวคือ นาข้าวจะเป็นแหล่งปล่อยก๊าซมีเทน และก๊าซไนตรัสออกไซด์ (Source : CH_4 , N_2O) ในขณะเดียวกันต้นข้าวก็จะเป็นแหล่งดูดซับก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ (Sink : CO_2) ด้วยกระบวนการสังเคราะห์แสงในสภาพนาข้าว

● มาตรการลดการปล่อยก๊าซมีเทนจากนาข้าว

อนุสัญญาว่าด้วยการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศโลก มีวัตถุประสงค์ที่จะลดปริมาณการปล่อยและเพิ่มแหล่งกักเก็บก๊าซเรือนกระจก การบรรลุเป้าหมายที่จะแสวงหาแนวทางป้องกันและลดความรุนแรงของผลกระทบจากก๊าซเรือนกระจก จึงเป็นความพยายามที่จะทำให้เกิดการควบคุมปริมาณการปล่อยก๊าซเรือนกระจกทุกชนิดสู่บรรยากาศในระดับโลก แม้ว่าจะยังมีการโต้แย้งทางความคิดและความเชื่อ เกี่ยวกับการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศและสิ่งแวดล้อมโลกเนื่องจากก๊าซเรือนกระจก ว่าเป็นเพียงวัฏจักรหรือปรากฏการณ์ตามธรรมชาติเท่านั้น

วิธีการหรือเทคนิคในการจัดการเพื่อลดปริมาณก๊าซมีเทนจากนาข้าว ซึ่งเป็นมาตรการระดับนานาชาติ และของประเทศไทย ซึ่งปรับและสรุปทางเลือกจากข้อเสนอระดับนานาชาติของ IRRI สหรัฐอเมริกา ญี่ปุ่น เยอรมัน และอิตาลี (TEI, 1997) ได้แก่

1) การจัดการน้ำด้วยการระบายน้ำออกจากนาข้าว เพราะการผลิตและปล่อยก๊าซมีเทนเกิดขึ้นในสภาพนาข้าวขังน้ำ (Sass *et al.*, 1992; Yagi *et al.*, 1996)

2) การใส่ปุ๋ย เช่น ปุ๋ยไนโตรเจนที่มีโซเดียมซัลเฟตเป็นองค์ประกอบจะลดการปล่อยก๊าซมีเทนได้ดีกว่าปุ๋ยแอมโมเนียมซัลเฟต (Lindau *et al.*, 1990, 1994; Kimura *et al.*, 1992) หรือการใช้ปุ๋ยอินทรีย์ทำให้มีการปล่อยก๊าซมีเทนมากกว่าปุ๋ยเคมี (IRRI, 1994; Minami, 1994; Nouchi *et al.*, 1994) การให้ปุ๋ยด้วยการหว่านจะมีผลทำให้มีการปล่อยก๊าซมีเทนมากกว่าการใส่ปุ๋ยรองพื้น (Minami, 1994)

3) พันธุ์ข้าว ลักษณะของพันธุ์ข้าวที่มีลำต้นเตี้ยและมีมวลชีวภาพน้อย จะปล่อยก๊าซมีเทนน้อย (Schutz *et al.*, 1989; Sharkey *et al.*, 1991; Siriratpiriya *et al.*, 1995)

4) วิธีการปลูกข้าว การไถบดดินเมื่อมีการปลูกข้าว เช่น ลดการไถพรวน ทำให้มีการปล่อยก๊าซมีเทนน้อยลง (IRRI, 1994)

5) การใส่สารยับยั้งการผลิตก๊าซมีเทน (IRRI, 1994)

กรณีของประเทศไทย การจัดการน้ำด้วยการระบายน้ำออกจากนาข้าวน่าจะเป็นทางออกของการแก้ปัญหาหรือบรรเทาปัญหาการปล่อยก๊าซมีเทนจากนาข้าว ประกอบกับในอนาคตอันใกล้นี้ ปัญหาการขาดแคลนน้ำจะมีความรุนแรงมากขึ้น การจัดการน้ำด้วยการลดหรืองดการให้น้ำในบางช่วงของการเจริญเติบโตของต้นข้าว โดยไม่กระทบต่อการเจริญเติบโต ผลผลิต และคุณภาพของข้าว น่าจะเป็นทางเลือกที่เหมาะสม ในสภาพเช่นนี้การปล่อยก๊าซมีเทน (CH_4 emission) จะลดลง แม้ว่ากระบวนการเกิดก๊าซมีเทน (CH_4 production) จะยังคงมีอยู่บ้าง แต่ก๊าซไนตรัสออกไซด์ (N_2O emission) จะยังคงถูกปล่อยออกมาจากแปลงนาเช่นเดิม ในขณะที่เดียวกัน การจัดการน้ำก็เป็นวิธีการควบคุมวัชพืชในนาที่ดีวิธีหนึ่ง

● ความต้องการน้ำในการปลูกข้าว

ข้าวต้องการน้ำเพื่อการเจริญเติบโต ปริมาณน้ำที่ใช้ในการปลูกข้าวมากหรือน้อย ขึ้นอยู่กับโอกาสของการสูญเสียน้ำจากนาข้าวในรูปการคายระเหย (Evapotranspiration) การซึมลึก (Percolation) และการซึมผ่านด้านข้าง (Seepage) ของน้ำในดินนั้น การสูญเสียน้ำทั้ง 3 ลักษณะเพิ่มขึ้นตามความลึกของระดับน้ำในนา (ดิเรก ทองอร่าม, 2524) การทำนาตามปกติต้องการใช้น้ำประมาณไร่ละ 1,500 ลูกบาศก์เมตรในฤดูฝน และ 2,000 ลูกบาศก์เมตรในฤดูแล้ง สูงกว่าการปลูกพืชอื่นประมาณไร่ละ 50-55 (ดิเรก ทองอร่าม, 2529) ปริมาณน้ำที่ขังไว้ในแปลงนาแตกต่างกันไปตามลักษณะพื้นที่ โดยชาวนามักจะขังน้ำในนาข้าวสูงกว่าระดับที่ควรจะเป็น ทั้งๆที่ต้นข้าวไม่ต้องการน้ำตลอดฤดูปลูก และมักไม่ยอมระบายน้ำออกจากแปลงนา เพราะไม่มั่นใจว่าจะได้รับน้ำชลประทานหรือน้ำฝนตามเวลาที่ต้องการ ในขณะที่การขังน้ำในแปลงนาก็ช่วยควบคุมวัชพืชในนาด้วย

การขังน้ำมีความสำคัญในการควบคุมวัชพืชซึ่งเป็นศัตรูที่สำคัญของข้าว วัชพืชส่วนใหญ่จัดอยู่ในประเภทพืช C4 สามารถใช้แสงแดดในการสร้างอาหารได้ดีกว่าข้าวซึ่งจัดอยู่ในกลุ่มพืช C3 วัชพืชจึงเจริญเติบโตได้ดีกว่าข้าว เป็นตัวจำกัดการเจริญเติบโตของต้นข้าว ทำให้ผลผลิตข้าวลดลง (Vergara *et al.*, 1975) เป็นแหล่งอาศัยของโรคและแมลงศัตรูข้าวบางชนิด เช่น โรคใบไหม้ (ดารา เจตนะจิตร และคณะ, 2535) ชนิดของวัชพืชในนาข้าวมักแตกต่างกันตามลักษณะพื้นที่ สภาพความชื้นของดินและระดับน้ำในแปลงนา (ประสาน วงศาโรจน์, 2540; Yamada, 1965) การรักษาระดับน้ำในแปลงนาเพียงเล็กน้อยประมาณ 1-2 ซม. ก็สามารถควบคุมประชากรวัชพืชบางชนิดได้ (Moody, 1977)

ปริมาณน้ำในนาที่มากเกินไปทำให้ผลผลิตข้าวลดลง เพราะไปยับยั้งการแตกกอของต้นข้าว การพัฒนาหน่อข้าว (Tiller) ไปเป็นรวงจึงลดลง (De Datta, 1981; Borell *et al.*, 1997; Mishra *et al.*, 1997; Ramasamy *et al.*, 1997) ในขณะเดียวกัน การขาดน้ำในระยะการสืบพันธุ์ (Reproductive phase) ซึ่งเป็นช่วงหยุดการเจริญเติบโตทางต้นและใบ แต่จะสร้างรวงอ่อนพัฒนาช่อดอก ตั้งท้อง และผสมเกสร การขาดน้ำในระยะนี้จะทำให้ผลผลิตข้าวลดลง

ระดับน้ำที่เหมาะสมกับการปลูกข้าวนาสวนในแต่ละประเทศนั้นมีความผันแปรอยู่ในช่วง 0-25 ซม. เช่น ในประเทศฟิลิปปินส์ (Bulanadi *et al.*, 1959) 0-25 ซม. ประเทศมาเลเซีย (Sugimoto, 1971) 0-20 ซม. และที่สถาบันวิจัยข้าวนานาชาติ (IRRI) ประเทศฟิลิปปินส์ (Wickham, 1973) 0-15 ซม. ทั้งนี้ การปลูกข้าวไม่มีความจำเป็นต้องขังน้ำไว้ในนาตลอดฤดูปลูก (ดิเรก ทองอร่าม, 2524; อรรถวุฒิ ทศน์สองชั้น, 2527) สภาพดินอิ่มน้ำ (Soil saturation) ก็เพียงพอที่จะคงไว้ซึ่งปริมาณและคุณภาพข้าว (Borell *et al.*, 1997) การรักษาระดับน้ำไว้ประมาณ 20 ซม. ตลอดฤดูปลูกก็เพียงพอกับการเจริญเติบโตโดยได้รับผลผลิตข้าวไม่น้อยกว่าเดิม (เพียงใจ วงษ์เชษฐา, 2529) แต่การรักษากระดับน้ำไว้ที่ 0-15 ซม. สำหรับการปลูกข้าวพันธุ์ขาวดอกมะลิ 105 กลับให้ผลผลิตข้าวที่มีปริมาณและคุณภาพสูงกว่าการรักษากระดับน้ำไว้ที่ 20 ซม. (Wannasai *et al.*, 1991)

● วิถีชีวิตและพฤติกรรมการปลูกข้าวของชาวนาไทย

แผ่นดินไทยกับการปลูกข้าวเป็นสิ่งที่คู่กันมาช้านาน และยึดโยงกับวิถีชีวิตคนไทยมานานกว่า 5,000 ปี ด้วยหลักฐานการพบเมล็ดข้าวอายุประมาณ 8,000-9,000 ปี บริเวณถ้ำผีแมน (ชาญวิทย์ เกษตรศิริ, 2531) อีกทั้ง พบหลักฐานเมล็ดข้าวที่อาจบอกได้ว่าเป็นข้าวปลูก (Cultivated farm) (Childe, 1952 อ้างถึงใน ศรีศักร วัลลิโภดม, 2531) พฤติกรรมการปลูกข้าวในสมัยแรกๆ ไม่ได้อยู่ในข่ายเป็นสินค้าแลกเปลี่ยนที่จะสร้างความมั่งคั่งให้แก่ชุมชนและสัมพันธ์กับชุมชน แต่น่าจะมีลักษณะการทำนาไว้เลี้ยงนอยในที่ดินแล้วขยายพื้นที่ทำกินลงสู่พื้นที่ที่มีน้ำหลังจากพบว่าการใช้น้ำปริมาณมากให้ประโยชน์กับการเพาะปลูก แล้วแพร่หลายมาถึงบริเวณที่ดินเหมาะสมสำหรับการปลูกข้าวได้แก่ นครสวรรค์ ชัยนาท และลพบุรี ในระหว่างพุทธศตวรรษที่ 12-17 ด้วยการปลูกหรือหว่านข้าวลงในที่ลุ่มมีน้ำท่วมถึงพอสมควร (Flooded rice) อาจมีการระบายน้ำหรือท่อน้ำบางในภูมิประเทศซึ่งมีระดับน้ำที่ไม่เหมาะสม ยืนยันได้จากรอยของบั้งนา (ทาดาโย วาดานาเบ้ อ้างถึงใน ชาญวิทย์ เกษตรศิริ, 2531; ศรีศักร วัลลิโภดม และคณะ, 2531)

การปลูกข้าวแต่เดิมมีลักษณะง่าย ๆ และไม่ต้องการเทคโนโลยีที่สลับซับซ้อน มีการปลูกกระจัดกระจายทั่วไป ทั้งนี้เพื่อนำผลผลิตมาเลี้ยงตัวเอง จนถึงสิ้นสมัยรัชกาลที่ 4 แห่งกรุงรัตนโกสินทร์ (ธิดา สาระยา, 2531) ได้มีจุดเริ่มต้นของการปลูกข้าวเพื่อส่งออกเมื่อมีสนธิสัญญาเบาริง พ.ศ. 2398 และเมื่อประเทศไทยเป็นสมาชิกองค์การอาหารและการเกษตรแห่งสหประชาชาติ (FAO) จึงมีการส่งเสริมให้ชาวนาใช้ปุ๋ยและพันธุ์ข้าวส่งเสริม (อัจฉรา เล็กวานิช, 2534) ทั้งนี้พฤติกรรมหลายอย่างของชาวนาก็ยังเป็นไปตามวัฒนธรรมของท้องถิ่น เช่น การทำบุญที่วัดในวันนักษัตรฤกษ์ การทำพิธีรับขวัญข้าวหรือพิธีกรรมอื่นๆ ซึ่งขึ้นอยู่กับเวลาและความเชื่อในท้องถิ่นนั้น (งามพิศ สัตย์สงวน, 2539)

อาจจะกล่าวได้ว่า พฤติกรรมการปลูกข้าวของชาวนามีการเปลี่ยนแปลงน้อยมาก การเปลี่ยนแปลงที่เกิดขึ้นเป็นเรื่องของการใช้เทคโนโลยีหรืออุปกรณ์การปลูกข้าวมากกว่าวิธีการปลูกข้าว ส่วนวิถีชีวิตของชาวนาไทยมีการปรับเปลี่ยนตามแผนพัฒนาเศรษฐกิจและสังคมแห่งชาติที่ส่งเสริมให้มีการปลูกข้าวเพื่อขายและส่งออกเพิ่มขึ้นจากสภาพการปลูกข้าวเพื่อยังชีพ

● พันธุ์ข้าวและวิธีการปลูกข้าว

พันธุ์ข้าวที่ดีได้มาจากหลายวิธีการ คือ (1) พันธุ์ข้าวที่ได้มาจากพันธุ์พื้นเมือง เช่น พันธุ์ขาวโป่งไคร้ หรือคัดเลือกจากพันธุ์พื้นเมืองเดิม เช่น พันธุ์ข้าวขาวดอกมะลิ105 (2) พันธุ์ข้าวที่ได้มาจากการผสมพันธุ์ข้าว โดยมีวัตถุประสงค์เพื่อรวบรวมลักษณะที่ดีต่างๆ เข้าไว้ในต้นเดียวกัน แล้วคัดเลือกหาต้นที่มีลักษณะที่ต้องการ พันธุ์ข้าวไม่ไวต่อช่วงแสงจำนวนมากได้มาจากวิธีการนี้ (3) พันธุ์ข้าวที่ได้มาจากการนำเอาเมล็ดพันธุ์ข้าวไปอาบรังสี โดยมีวัตถุประสงค์ให้เกิดการกลายพันธุ์ จากนั้นก็คัดเลือก ปรับปรุง และขยายพันธุ์ เช่น พันธุ์ข้าว กข6 กข15 (4) พันธุ์ข้าวที่ดีที่ได้มาจากต่างประเทศโดยไม่ได้ทำการคัดเลือกอีก เช่น พันธุ์ข้าวญี่ปุ่น

พันธุ์ข้าวที่เกษตรกรไทยใช้ปลูกอยู่ในปัจจุบัน (ศูนย์วิจัยข้าวปทุมธานี, 2539) มีทั้งพันธุ์ข้าวพื้นเมืองซึ่งเป็นข้าวพันธุ์ต้นสูง และพันธุ์ของทางราชการ (พันธุ์ส่งเสริม) ซึ่งมักเป็นข้าวพันธุ์ต้นเตี้ยที่ผ่านการรับรองพันธุ์จากกรมวิชาการเกษตร ว่ามีศักยภาพการให้ผลผลิตสูง ด้านทานโรคและแมลงศัตรูข้าว ตอบสนองต่อปุ๋ยดี คุณภาพเมล็ดดีทั้งทางกายภาพ ทางเคมี และทางการเกษตร ทั้งนี้ การแบ่งชนิดของพันธุ์ข้าวที่ปลูก มีหลายรูปแบบ คือ (1) การแบ่งพันธุ์ข้าวตามสภาพของน้ำในพื้นที่ซึ่งใช้ปลูกข้าว แบ่งออกเป็น ข้าวไร่ ข้าวนาสวน ข้าวขึ้นน้ำหรือข้าวนาเมือง (2) การแบ่งพันธุ์ข้าวตามลักษณะการตอบสนองต่อช่วงแสง แบ่งออกเป็นพันธุ์ข้าวไวต่อช่วงแสง และพันธุ์ข้าวไม่ไวต่อช่วงแสง (3) การแบ่งพันธุ์ข้าวตามลักษณะสมบัติทางเคมีในเมล็ด แบ่งออกเป็นข้าวเจ้าและข้าวเหนียว (4) การแบ่งพันธุ์ข้าวตามอายุการเก็บเกี่ยว แบ่งออกเป็นข้าวเบา ข้าวกลาง ข้าวหนัก (5) การแบ่งพันธุ์ข้าวตามรูปร่างของเมล็ดข้าวสาร แบ่งออกเป็นข้าวเมล็ดสั้น ข้าวเมล็ดยาวปานกลาง ข้าวเมล็ดยาว และข้าวเมล็ดยาวมาก (6) การแบ่งพันธุ์ข้าวตามฤดูปลูก แบ่งออกเป็นข้าวนาปีหรือข้าวหน้าน้ำฝนที่ปลูกในฤดูฝน และข้าวนาปรังที่ปลูกในฤดูแล้งในพื้นที่มีระบบชลประทาน

วิธีการปลูกข้าว หรือการทำนา (ศูนย์วิจัยข้าวปทุมธานี, 2539) มี 3 วิธี คือ (1) การทำนาดำ เป็นวิธีการทำนามีการนำเมล็ดข้าวไปเพาะในหังอกเป็นต้นกล้าแล้วนำต้นกล้าไปปักดำในแปลงนา (2) การทำนาหว่าน เป็นการปลูกข้าวโดยการหว่านเมล็ดลงไปแปลงนาโดยตรง ซึ่งอาจเป็นการหว่านข้าวแห้ง หรือหว่านข้าวแฉก (หว่านน้ำตม) ด้วยเมล็ดพันธุ์ข้าวที่ผ่านการเพาะให้มีรากงอกประมาณ 1-2 มม. และ (3) การทำนาหยอด เป็นการหยอดเมล็ดข้าวแห้งลงไปบนดินเป็นหลุมๆ หรือโรยเป็นแถว แล้วฝังกลบเมล็ดข้าว

● เหตุผลและความจำเป็นในการศึกษาวิจัย

ภาวะการณ์ที่ต้องเผชิญในอนาคตอันใกล้คือ การเพิ่มผลผลิตข้าวจากแรงผลักดันของความต้องการบริโภคและส่งออก ในขณะที่พื้นที่ปลูกข้าวลดลง และทรัพยากรน้ำมีอยู่จำกัด ร่วมกับข้อจำกัดลดการปล่อยก๊าซมีเทนจากนาข้าว ระบบการค้าระดับโลก การเมืองระหว่างประเทศ สภาพเศรษฐกิจสังคมและการเมืองภายใน ประกอบกับข้อตกลงการค้าโลก (GATT) ตามข้อผูกพันขององค์การการค้าโลก (WTO) ที่เปิดตลาดสินค้าเกษตรเสรี ตั้งแต่ พ.ศ. 2538 รวมทั้งการเจรจาการค้าเสรีอาเซียน (AFTA) ที่จะลดหย่อนอัตราภาษีศุลกากรสินค้าการเกษตรที่ไม่แปรรูป เช่น ข้าว

จากสถานการณ์ที่กล่าวมาข้างต้น รวมทั้งข้อผูกพันตามอนุสัญญาที่จะต้องดำเนินการด้วยมาตรการต่างๆ เพื่อลดการปล่อยก๊าซมีเทนจากนาข้าว ล้วนเป็นข้อจำกัดในการผลิตข้าวของประเทศไทย ซึ่งจะส่งผลกระทบต่อเนื่องถึงวิธีการปลูกข้าว การจัดการน้ำ การจัดการพื้นที่ เทคโนโลยีการปลูกข้าว พฤติกรรมการปลูกข้าว รวมถึงวิถีชีวิตของชาวนา โดยเฉพาะอย่างยิ่งการปลูกข้าวเพื่อขายและส่งออก น่าจะได้รับผลกระทบจากการปรับเปลี่ยนพฤติกรรมให้สอดคล้องกับข้อจำกัดของการปลูกข้าวเพื่อลดการปล่อยก๊าซมีเทน ทั้งนี้การตัดสินใจปรับเปลี่ยนวิธีการปลูกข้าวหรือเทคโนโลยีการปลูกข้าว จำเป็นอย่างยิ่งต้องคำนึงถึงภูมิปัญญาท้องถิ่นของชาวไทย รวมทั้งต้นทุนทางสังคมที่ประเทศไทยต้องลงทุนในการปรับเปลี่ยนพฤติกรรมการปลูกข้าวของชาวนาด้วย สิ่งสำคัญที่ต้องคำนึงถึงอย่างมาก คือ ภูมิปัญญาท้องถิ่น การปรับเจตคติและการจัดเตรียมรูปแบบตลอดจนวิธีการให้ความรู้ไว้รองรับการเปลี่ยนแปลงเทคโนโลยีการผลิตข้าวในอนาคต

ดังนั้น ถ้าจำเป็นต้องปรับเปลี่ยนรูปแบบหรือวิธีการปลูกข้าว ซึ่งมีความหมายมากกว่าการผลิตสินค้าชนิดหนึ่งแล้วสิ้นสุดในตัวเองนั้น ผลกระทบต่อประเทศไทยย่อมมีต่อเนื่องและรุนแรง รวมทั้งมีผลต่อเนื่องกับสภาพเศรษฐกิจและสังคมโดยรวม เพราะรายได้หลักของประเทศมาจากการส่งออกข้าวประมาณ 5 ล้านตันข้าวสารออกสู่ตลาดโลกเป็นอันดับหนึ่งของโลก (สำนักงานเศรษฐกิจการเกษตร, 2539) ใช้พื้นที่ปลูกข้าวประมาณ 60 ล้านไร่ นับเป็นลำดับที่ห้าของโลก รองลงมาจาก อินเดีย จีน บังคลาเทศ และอินโดนีเซีย (FAO, 1997) ทั้งนี้ประเทศไทยมีมาตรการปรับโครงสร้างการผลิตข้าว ตามแผนพัฒนาเศรษฐกิจและสังคมแห่งชาติฉบับที่ 7 และ 8 คือ กำหนดพื้นที่การปลูกข้าวที่เหมาะสมไว้ที่ 55 ล้านไร่ (สำนักงานเศรษฐกิจการเกษตร, 2539) สำหรับแผนพัฒนาฯ ฉบับที่ 9 มีนโยบายการจัดทำแผนพัฒนาการเกษตรที่เน้น 2 กลุ่มพื้นที่เป้าหมาย คือ กลุ่มที่มีขีดความสามารถในการแข่งขัน ซึ่งอยู่ในเขตชลประทานและพื้นที่เศรษฐกิจจำเพาะเพื่อพัฒนาผลผลิตการเกษตร และกลุ่มที่ไม่มีขีดความสามารถเพียงพอในการแข่งขัน จะใช้นโยบายเศรษฐกิจพอเพียงและใช้ทรัพยากรธรรมชาติอย่างยั่งยืน

ประเทศไทยมีความจำเป็นต้องกำหนดนโยบายในลักษณะการสร้างสมดุลและความชอบธรรม ระหว่างนาข้าวซึ่งเป็นแหล่งอาหารของโลกกับเป็นแหล่งปล่อยก๊าซมีเทนที่มีส่วนทำให้สภาพภูมิอากาศโลกเปลี่ยนแปลง ด้วยนโยบายเชิงกลยุทธ์ (Strategic policy) โดยมีข้อมูลวิชาการจากการศึกษาวิจัยเชิงลึก (In-depth research) ภายใต้สภาพแวดล้อมของประเทศไทย มาสนับสนุนการปรับเปลี่ยนที่เหมาะสมและเป็นไปได้ในอนาคต รวมทั้งกำหนดทางเลือกแผนปฏิบัติการระยะสั้นและระยะยาว ที่สามารถปรับเปลี่ยนได้ตามสถานการณ์ที่เปลี่ยนแปลง ด้วยเทคนิควิธีทางวิชาการจากผลงานวิจัย หรือกำหนดแนวทางการศึกษาวิจัยที่แน่ชัด

โครงการวิจัยเรื่อง “ผลกระทบจากการจำกัดการปล่อยก๊าซมีเทนจากนาข้าวต่อการปลูกข้าวและผลผลิตข้าวของประเทศไทย” จึงมุ่งเน้นศึกษาวิจัยถึงทางเลือกในการปลูกข้าวภายใต้ข้อจำกัดลดการปล่อยก๊าซมีเทนจากนาข้าว บนพื้นฐานการจัดการน้ำอย่างมีประสิทธิภาพ และประเมินผลกระทบต่อการปลูกข้าวและผลผลิตข้าวของประเทศไทย

1.2 วัตถุประสงค์ของโครงการ

การดำเนินงานโครงการศึกษาวิจัย เรื่อง ผลกระทบจากการจำกัดการปล่อยก๊าซมีเทนจากนาข้าวต่อการปลูกข้าวและผลผลิตข้าวของประเทศไทย มีวัตถุประสงค์ดังนี้

- 1) ศึกษาหาแนวทางและวิธีการปลูกข้าวในทางปฏิบัติที่สามารถจำกัดการปล่อยก๊าซมีเทนจากนาข้าว
- 2) ประเมินผลกระทบจากการจำกัดการปล่อยก๊าซมีเทนจากนาข้าวต่อการปลูกข้าวและผลผลิตข้าว

1.3 ขอบเขตการศึกษาวิจัย

1) การศึกษาวิจัยครั้งนี้ มุ่งเน้นการพิสูจน์ทางวิทยาศาสตร์เฉพาะวิธีจัดการปล่อยก๊าซมีเทนจากนาข้าวด้วยการจัดการน้ำ โดยการรักษาระดับน้ำตลอดระยะเวลาการเจริญเติบโตของต้นข้าว และการระบายน้ำในระหว่างการเจริญเติบโตของต้นข้าว

2) พื้นที่ศึกษาวิจัย ก) จังหวัดชัยนาท เป็นพื้นที่ตัวแทนในพื้นที่ลุ่มน้ำเจ้าพระยาที่มีพัฒนาระบบชลประทาน การเกษตร การใช้ที่ดิน และเป็นแหล่งปลูกข้าวพันธุ์ชัยนาท1 ร่วมกับการเป็นที่ตั้งของเขื่อนเจ้าพระยาและสถานีทดลองข้าวชัยนาท ข) จังหวัดสุรินทร์ เป็นพื้นที่ตัวแทนในการเป็นแหล่งปลูกข้าวพันธุ์ขาวดอกมะลิ105 ซึ่งเป็นพันธุ์ข้าวหอมที่อยู่ในความนิยมของการบริโภค มีการส่งออกและนำเงินตราเข้าประเทศมากที่สุด และเป็นที่ตั้งสถานีทดลองข้าวสุรินทร์

3) การศึกษาวิจัยทางวิทยาศาสตร์ เป็นการศึกษาวิจัยแบบทดลอง (Experimental research) ดำเนินการศึกษาวิจัยภาคสนามที่สถานีทดลองข้าวชัยนาท จังหวัดชัยนาท ส่วนการศึกษาวิจัยในกระถางในเรือนเพาะชำดำเนินการศึกษาวิจัยที่เรือนเพาะชำสถานีทดลองข้าวชัยนาท จังหวัดชัยนาท และที่เรือนเพาะชำกลุ่มงานวิทยาการวิจัย กองพฤกษศาสตร์และวิจัย กรมวิชาการเกษตร บางเขน กรุงเทพฯ

- การกำหนดพันธุ์ข้าว ยึดรูปทรงต้นข้าว (Plant type) เป็นเกณฑ์การตัดสินใจเพื่อกำหนดชนิดของพันธุ์ข้าวในการศึกษาวิจัย เพราะหากพันธุ์ข้าวมีการเปลี่ยนแปลงตามความก้าวหน้าของเทคโนโลยีและสภาพแวดล้อมในนาข้าว ก็ยังสามารถใช้พันธุ์ข้าวมาแทนที่ตามการจำแนกรูปทรงต้นข้าวซึ่งมี 2 รูปทรง คือ รูปทรงต้นข้าวแบบพันธุ์พื้นเมือง (Traditional plant type) และรูปทรงต้นข้าวแบบพันธุ์ปรับปรุง (Improved plant type)

พันธุ์ข้าวที่ใช้ในการศึกษาวิจัยครั้งนี้ คือ ขาวดอกมะลิ105 (Traditional plant type) ชัยนาท1 (Improved plant type) ข้าวเจ้าหอมสุพรรณบุรี (Improved plant type) สุพรรณบุรี1 (Improved plant type) และ กข6 (Improved plant type)

- วิธีการปลูกข้าว 2 วิธี คือ วิธีปักดำ และวิธีหว่านน้ำตม
- ดินที่ใช้ในการทดลองปลูกข้าว 2 ชุดดิน คือ ชุดดินนครปฐมจากจังหวัดชัยนาท และชุดดินร้อยเอ็ดจากจังหวัดสุรินทร์

- ระดับน้ำที่ใช้ในการศึกษาทดลอง 3 ระดับ คือ 0 10 และ 20 ซม. โดยมีการระบายน้ำจากระดับน้ำ 20 ซม. หลังปักดำ 3 รูปแบบ คือ ช่วง 30 วัน ช่วง 60 วัน และช่วง 30กับ60 วัน เนื่องด้วยน้ำเป็นปัจจัยจำกัด (Limiting factor) ของการปลูกข้าวในพื้นที่ลุ่มน้ำเจ้าพระยาในภาคกลาง การกำหนดระดับน้ำในการดำเนินการศึกษาวิจัยครั้งนี้ ยึดถือสภาพที่

เหมาะสมกับการจัดการน้ำอย่างมีประสิทธิภาพ ด้วยระดับน้ำที่ไม่ส่งผลกระทบต่อผลผลิตข้าวเป็นเกณฑ์ ระดับน้ำที่ใช้ในการศึกษาครั้งนี้ คือ 0–20 ซม.

- การศึกษาวิจัย อยู่ในห้วงฤดูการทำนาปี 2542 (พฤษภาคม 2542–ตุลาคม 2542)

- ศึกษาก๊าซมีเทน ก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ ก๊าซไนตรัสออกไซด์ ด้วยเทคนิคการเก็บตัวอย่างแบบตู้ครอบ (Chamber) แล้วตรวจวัดด้วย Gas Chromatography

- ศึกษาการดูดซับก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ ด้วยเครื่องวัดการสังเคราะห์แสง Portable Photosynthesis System ร่วมกับ Parkinson Chamber

- ศึกษาชนิดและปริมาณของวัชพืช ด้วยการศึกษารายแบบสำรวจในภาคสนามที่จังหวัดชัยนาทและจังหวัดสุรินทร์ และศึกษาในกระถางถึงผลของการจัดการน้ำต่อวัชพืช

4) การศึกษาวิจัยทางสังคมศาสตร์และทางพฤติกรรมศาสตร์ ประชากรวิจัยคือชาวนาในจังหวัดชัยนาทและจังหวัดสุรินทร์ กลุ่มตัวอย่างเป็นชาวนา 100 คน จากจังหวัดละ 50 คน การคัดเลือกใช้วิธีสุ่มตัวอย่างแบบเจาะจงจังหวัดละ 2 หมู่บ้าน หมู่บ้านละ 25 คน ด้วยเกณฑ์การปลูกข้าวพันธุ์ชัยนาท1 และพันธุ์ขาวดอกมะลิ105 เป็นพันธุ์หลักของหมู่บ้านที่มีลักษณะและวิธีการทำนาเป็นตัวแทนชาวนาของจังหวัด

บทที่ 2 วิธีดำเนินการศึกษาวิจัย

2.1 วิธีดำเนินการศึกษาวิจัยทางวิทยาศาสตร์

การศึกษาวิจัยทางวิทยาศาสตร์ เป็นการศึกษาวิจัยแบบทดลอง (Experimental research) มุ่งเน้นความสามารถในการควบคุมสภาพและเงื่อนไขของการศึกษาตลอดฤดูปลูก รวมถึงระยะเก็บเกี่ยว เพราะผลผลิตข้าวคือสิ่งบ่งชี้สำคัญที่สุดต่อการประเมินความรุนแรงของผลกระทบ พื้นที่ศึกษาวิจัย คือพื้นที่ลุ่มน้ำเจ้าพระยาในภาคกลาง โดยมีจังหวัดชัยนาทเป็นตัวแทน และพื้นที่ปลูกข้าวพันธุ์ขาวดอกมะลิ105 ซึ่งมีจังหวัดสุรินทร์เป็นตัวแทน

วิธีการปลูกข้าวภายใต้ข้อจำกัดลดการปล่อยก๊าซมีเทนจากนาข้าว ในการศึกษาวิจัยครั้งนี้ มุ่งเน้นการจัดการน้ำสองลักษณะ คือการรักษาระดับน้ำตลอดระยะการเจริญเติบโตของต้นข้าว และการระบายน้ำในระหว่างการเจริญเติบโตของต้นข้าว ทำการศึกษาทั้งในกระถางในเรือนเพาะชำและในแปลงนาในภาคสนาม ออกแบบการศึกษาวิจัยให้มีปัจจัยหลักเชื่อมโยงกันระหว่างการศึกษาวิจัยในกระถางกับในแปลงนา (รูปที่ 2.1-1) เนื่องจากการศึกษาวิจัยครั้งนี้ดำเนินการในห้วงฤดูการทำนาปี (ทำน่าน้ำฝน) การจัดการน้ำด้วยการระบายน้ำในระหว่างการเจริญเติบโตของต้นข้าว ต้องศึกษาเฉพาะในกระถาง เพื่อให้การควบคุมระดับน้ำและการระบายน้ำทำได้สะดวก อีกทั้งการปลูกข้าวในประเทศไทยโดยทั่วไปไม่มีการระบายน้ำออกจากแปลงนาในระหว่างการเจริญเติบโตของต้นข้าว

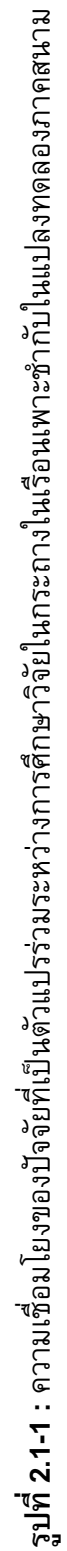
แผนปฏิบัติงานวิจัยสหสาขาวิชาทางวิทยาศาสตร์ (ก๊าซมีเทน ก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ ก๊าซไนตรัสออกไซด์ พันธุ์ข้าว การสังเคราะห์แสง การจัดการน้ำ และวัชพืช) ยึดระยะการเจริญเติบโตของต้นข้าวเป็นเกณฑ์ในการเก็บตัวอย่างทั้งจากกระถางและแปลงทดลอง สำหรับการกำหนดวันเริ่มต้นเพาะปลูกข้าวทุกพันธุ์ ยึดอายุของข้าวพันธุ์ขาวดอกมะลิ105 เป็นเกณฑ์การตัดสินใจ เพราะเป็นข้าวพันธุ์หนักที่เก็บเกี่ยวหลังสุด มีอายุการเก็บเกี่ยวประมาณ 125 วัน

การศึกษาวิจัยเรื่องวัชพืชนั้น ได้สำรวจภาคสนามในพื้นที่เดียวกันกับการศึกษาวิจัยด้านสังคมศาสตร์และพฤติกรรมศาสตร์ ส่วนการศึกษาวิจัยในกระถางได้ดำเนินการในพื้นที่เดียวกันกับการศึกษาวิจัยทางวิทยาศาสตร์

2.1.1 การวางแผนการศึกษาวิจัยทางวิทยาศาสตร์

● การศึกษาวิจัยในกระถางในเรือนเพาะชำ

พื้นที่ดำเนินการศึกษาวิจัย คือ เรือนเพาะชำกองพิษศาสตร์และวัชพืช กรมวิชาการเกษตร บางเขน กรุงเทพฯ และเรือนเพาะชำสถานีทดลองข้าวชัยนาท อำเภอเมือง จังหวัดชัยนาท วิธีการปลูกข้าวคือวิธีปักดำ มีการระบายน้ำออกจากกระถางก่อนการเก็บเกี่ยว 10 วัน



ปัจจัยหลักในการศึกษาวิจัย

- 1) ดิน 2 ชุดดิน (ชุดดินนครปฐมจากจังหวัดชัยนาท และชุดดินร้อยเอ็ดจากจังหวัดสุรินทร์)
- 2) ระดับน้ำ 3 ระดับ (0 10 และ 20 ซม.)
- 3) การระบายน้ำจากระดับน้ำ 20 ซม. ในช่วงเวลาหลังปักดำ 3 รูปแบบ (ช่วง 30 วัน ช่วง 60 วัน และช่วง 30กับ60 วัน)
- 4) พันธุ์ข้าว 2 พันธุ์ (ชัยนาท1 และ ขาวดอกมะลิ105)

การวางแผนการทดลอง

การวางแผนการทดลองในกระถางในเรือนเพาะชำ เป็นแบบ 2 Factors Factorial in Randomize Complete Block Design ดำเนินการศึกษาวิจัยที่กรุงเทพฯ 2 ช้ำ และที่จังหวัดชัยนาท 1 ช้ำ รวมเป็น 3 ช้ำ (Replication) การศึกษาวิจัยครั้งนี้จัดแบ่งออกเป็น 3 หน่วยศึกษาวิจัยย่อยตามปัจจัยหลักในการศึกษาวิจัย มีตำรับทดลอง (Treatment) ทั้งหมด 30 ตำรับทดลอง (ตารางที่ 2.1-1 2.1-2 และ 2.1-3) มีจำนวนหน่วยทดลอง 90 หน่วย หนึ่งหน่วยทดลอง คือ กระถางขนาด 0.6x0.6x0.6 ม.

หน่วยศึกษาวิจัยย่อยที่ 1 : การปลูกข้าวในดินชุดดินนครปฐม ที่มีการขังน้ำตลอดระยะการเจริญเติบโตของต้นข้าว ตัวแปรร่วม คือ พันธุ์ข้าว 2 พันธุ์ (ชัยนาท1 และ ขาวดอกมะลิ 105) และระดับน้ำ 3 ระดับ (0 10 และ 20 ซม.)

ตารางที่ 2.1-1 : ตำรับทดลองการศึกษาวิจัยในกระถางในเรือนเพาะชำ ของการปลูกข้าว 2 พันธุ์ในดินชุดดินนครปฐม ด้วยการขังน้ำ 3 ระดับ

ตำรับทดลอง	สิ่งทดลอง
1	ดินไม่ปลูกข้าวที่มีการขังน้ำ 0 ซม. (ควบคุม)
2	ดินไม่ปลูกข้าวที่มีการขังน้ำ 10 ซม. (ควบคุม)
3	ดินไม่ปลูกข้าวที่มีการขังน้ำ 20 ซม. (ควบคุม)
4	ดินปลูกข้าวพันธุ์ชัยนาท1 ที่มีการขังน้ำ 0 ซม.
5	ดินปลูกข้าวพันธุ์ชัยนาท1 ที่มีการขังน้ำ 10 ซม.
6	ดินปลูกข้าวพันธุ์ชัยนาท1 ที่มีการขังน้ำ 20 ซม.
7	ดินปลูกข้าวพันธุ์ขาวดอกมะลิ105 ที่มีการขังน้ำ 0 ซม.
8	ดินปลูกข้าวพันธุ์ขาวดอกมะลิ105 ที่มีการขังน้ำ 10 ซม.
9	ดินปลูกข้าวพันธุ์ขาวดอกมะลิ105 ที่มีการขังน้ำ 20 ซม.

หน่วยศึกษาวิจัยย่อยที่ 2 : การปลูกข้าวในดินชุดดินนครปฐม ที่มีการขังน้ำแล้วระบายน้ำออกในระหว่างการเจริญเติบโตของต้นข้าว ตัวแปรร่วม คือ พันธุ์ข้าว 2 พันธุ์ (ชัยนาท1 และ ขาวดอกมะลิ105) และการขังน้ำ 20 ซม. แล้วระบายน้ำออกช่วงเวลาหลังปักดำ 3 รูปแบบ (ช่วง 30 วัน ช่วง 60 วัน และช่วง 30กับ60 วัน หลังปักดำ)

ตารางที่ 2.1-2 : ดำรับทดลองการศึกษาวิจัยในกระถางในเรือนเพาะชำ ของการปลูกข้าว 2 พันธุ์ในดินชุดดินนครปฐมที่มีการขังน้ำแล้วระบายน้ำออกในระหว่างการเจริญเติบโตของต้นข้าว 3 รูปแบบ

ดำรับทดลอง	สิ่งทดลอง
1	ดินไม่ปลูกข้าว ที่มีการขังน้ำ 20 ซม. แล้วระบายน้ำออกในช่วงเวลาเทียบเท่าหลังจากปักดำ 30 วัน (ควบคุม)
2	ดินไม่ปลูกข้าว ที่มีการขังน้ำ 20 ซม. แล้วระบายน้ำออกในช่วงเวลาเทียบเท่าหลังจากปักดำ 60 วัน (ควบคุม)
3	ดินไม่ปลูกข้าว ที่มีการขังน้ำ 20 ซม. แล้วระบายน้ำออกในช่วงเวลาเทียบเท่าหลังจากปักดำ 30กับ60 วัน (ควบคุม)
4	ดินปลูกข้าวพันธุ์ชัยนาท1 ที่มีการขังน้ำ 20 ซม. แล้วระบายน้ำออกในช่วง 30 วัน หลังปักดำ
5	ดินปลูกข้าวพันธุ์ชัยนาท1 ที่มีการขังน้ำ 20 ซม. แล้วระบายน้ำออกในช่วง 60 วัน หลังปักดำ
6	ดินปลูกข้าวพันธุ์ชัยนาท1 ที่มีการขังน้ำ 20 ซม. แล้วระบายน้ำออกในช่วง 30กับ60 วัน หลังปักดำ
7	ดินปลูกข้าวพันธุ์ขาวดอกมะลิ105 ที่มีการขังน้ำ 20 ซม. แล้วระบายน้ำออกในช่วง 30 วัน หลังปักดำ
8	ดินปลูกข้าวพันธุ์ขาวดอกมะลิ105 ที่มีการขังน้ำ 20 ซม. แล้วระบายน้ำออกในช่วง 60 วัน หลังปักดำ
9	ดินปลูกข้าวพันธุ์ขาวดอกมะลิ105 ที่มีการขังน้ำ 20 ซม. แล้วระบายน้ำออกในช่วง 30กับ60 วัน หลังปักดำ

หน่วยศึกษาวิจัยย่อยที่ 3 : การปลูกข้าวในดินชุดดินร้อยเอ็ด ที่มีการขังน้ำตลอดระยะการเจริญเติบโตของต้นข้าว และการขังน้ำแล้วระบายน้ำออกในระหว่างการเจริญเติบโตของต้นข้าว ตัวแปรร่วม คือ พันธุ์ข้าว 1 พันธุ์ (ข้าวดอกมะลิ105) ระดับน้ำ3 ระดับ (0 10 และ 20 ซม.) และการขังน้ำ 20 ซม. แล้วระบายน้ำออกช่วงเวลาหลังปักดำ 3 รูปแบบ (ช่วง 30 วัน ช่วง 60 วัน และช่วง 30กับ60 วัน หลังปักดำ)

ตารางที่ 2.1-3 : ดำรับทดลองการศึกษาวิจัยในกระถางในเรือนเพาะชำ ของการปลูกข้าวพันธุ์ข้าวดอกมะลิ105 ในดินชุดดินร้อยเอ็ด ที่มีการขังน้ำ 3 ระดับ และมีการขังน้ำแล้วระบายน้ำออกในระหว่างการเจริญเติบโตของต้นข้าว 3 รูปแบบ

ดำรับทดลอง	สิ่งทดลอง
1	ดินไม่ปลูกข้าว ที่มีการขังน้ำ 0 ซม. (ควบคุม)
2	ดินไม่ปลูกข้าว ที่มีการขังน้ำ 10 ซม. (ควบคุม)
3	ดินไม่ปลูกข้าว ที่มีการขังน้ำ 20 ซม. (ควบคุม)
4	ดินไม่ปลูกข้าว ที่มีการขังน้ำ 20 ซม. แล้วระบายน้ำออกในระยะเวลาเทียบเท่าหลังจากปักดำ 30 วัน (ควบคุม)
5	ดินไม่ปลูกข้าว ที่มีการขังน้ำ 20 ซม. แล้วระบายน้ำออกในระยะเวลาเทียบเท่าหลังจากปักดำ 60 วัน (ควบคุม)
6	ดินไม่ปลูกข้าว ที่มีการขังน้ำ 20 ซม. แล้วระบายน้ำออกในระยะเวลาเทียบเท่าหลังจากปักดำ 30กับ60 วัน (ควบคุม)
7	ดินปลูกข้าวพันธุ์ข้าวดอกมะลิ105 ที่มีการขังน้ำ 0 ซม.
8	ดินปลูกข้าวพันธุ์ข้าวดอกมะลิ105 ที่มีการขังน้ำ 10 ซม.
9	ดินปลูกข้าวพันธุ์ข้าวดอกมะลิ105 ที่มีการขังน้ำ 20 ซม.
10	ดินปลูกข้าวพันธุ์ข้าวดอกมะลิ105 ที่มีการขังน้ำ 20 ซม. แล้วระบายน้ำออกในช่วง 30 วัน หลังปักดำ
11	ดินปลูกข้าวพันธุ์ข้าวดอกมะลิ105 ที่มีการขังน้ำ 20 ซม. แล้วระบายน้ำออกในช่วง 60 วัน หลังปักดำ
12	ดินปลูกข้าวพันธุ์ข้าวดอกมะลิ105 ที่มีการขังน้ำ 20 ซม. แล้วระบายน้ำออกในช่วง 30กับ60 วัน หลังปักดำ

● การศึกษาวิจัยในแปลงทดลองในภาคสนาม พื้นที่ดำเนินการศึกษาวิจัย คือ แปลงทดลองในสถานีทดลองข้าวชัยนาท อำเภอเมือง จังหวัดชัยนาท วิธีการปลูกข้าวมี 2 วิธี คือ วิธีปักดำ และวิธีหว่านน้ำตม มีการระบายน้ำออกจากแปลงก่อนการเก็บเกี่ยว 10 วัน

ปัจจัยหลักในการศึกษาวิจัย

- 1) ดิน 1 ชุดดิน (ชุดดินนครปฐม ในสถานีทดลองข้าวชัยนาท จังหวัดชัยนาท)
- 2) ระดับน้ำ 2 ระดับ (0 และ 20 ซม.)
- 3) วิธีการปลูกข้าว 2 วิธี (ปักดำ และหว่านน้ำตม)
- 4) พันธุ์ข้าว 5 พันธุ์ (ชัยนาท1 ขาวดอกมะลิ105 ข้าวเจ้าหอมสุพรรณบุรี สุพรรณบุรี1 และกข6)

การวางแผนการทดลอง

การวางแผนการทดลองในภาคสนาม เป็นแบบ 3 Factors Factorial in Randomize Complete Block Design ทำ 3 ซ้ำ (Replication) โดยยึดถือปัจจัยหลักในการศึกษาวิจัย มี 6 ดำรับทดลอง (ตารางที่ 2.1-4) หนึ่งหน่วยทดลอง คือ แปลงทดลองขนาด 3x6 ม.

ตารางที่ 2.1-4 : ดำรับทดลองการศึกษาวิจัยในแปลงทดลองในภาคสนามของการปลูกข้าว 5 พันธุ์ ในดินชุดดินนครปฐม ด้วยวิธีปลูก 2 วิธี มีการขังน้ำ 2 ระดับ

ดำรับทดลอง	สิ่งทดลอง
1	ดินไม่ปลูกข้าว ที่มีการขังน้ำ 0 ซม. (ควบคุม)
2	ดินไม่ปลูกข้าว ที่มีการขังน้ำ 20 ซม. (ควบคุม)
3	ดินปลูกข้าวด้วยวิธีปักดำ ที่มีการขังน้ำ 0 ซม.
4	ดินปลูกข้าวด้วยวิธีปักดำ ที่มีการขังน้ำ 20 ซม.
5	ดินปลูกข้าวด้วยวิธีหว่านน้ำตม ที่มีการขังน้ำ 0 ซม.
6	ดินปลูกข้าวด้วยวิธีหว่านน้ำตม ที่มีการขังน้ำ 20 ซม.

ดำรับทดลองที่ 1 และ 2 เป็นหน่วยทดลองควบคุม ทำ 3 ซ้ำ ($2 \times 3 = 6$ หน่วยทดลอง)

ดำรับทดลองที่ 3 และ 4 ทดลองกับข้าว 2 พันธุ์ (ชัยนาท1 และขาวดอกมะลิ105) ทำ 3 ซ้ำ ($2 \times 2 \times 3 = 12$ หน่วยทดลอง)

ดำรับทดลองที่ 5 และ 6 ทดลองกับข้าว 5 พันธุ์ (ชัยนาท1 ขาวดอกมะลิ105 ข้าวเจ้าหอมสุพรรณบุรี สุพรรณบุรี1 และกข6) ทำ 3 ซ้ำ ($2 \times 5 \times 3 = 30$ หน่วยทดลอง)

ดังนั้น การศึกษาวิจัยในแปลงทดลองในภาคสนาม มีหน่วยทดลองทั้งสิ้น 48 หน่วย ($6+12+30 = 48$ หน่วยทดลอง)

2.1.2 การเก็บตัวอย่างดิน น้ำ อากาศ วัชพืช และผลผลิตข้าว รวมทั้งการวัดการสังเคราะห์แสง

• การเก็บตัวอย่างดินและการวิเคราะห์ลักษณะสมบัติของดิน

การศึกษาวิจัยครั้งนี้ ทำการเก็บตัวอย่างดิน 3 ช่วงระยะเวลา คือ

1) ช่วงระยะเวลาก่อนการเพาะปลูก เก็บตัวอย่างดินโดยสุ่มจากหลายจุดให้ทั่วแปลงทดลอง ที่ระดับความลึก 1-15 ซม. จากนั้นทำตัวอย่างดินรวม (Composite sample) ของแปลงทดลอง ผึ่งดินให้แห้ง (Air dry) แล้ววิเคราะห์ลักษณะสมบัติดินตามพารามิเตอร์ ที่กำหนดในตารางที่ 2.1-5

ตารางที่ 2.1-5 : พารามิเตอร์ที่ทำการวิเคราะห์และวิธีวิเคราะห์ลักษณะสมบัติของดิน

พารามิเตอร์	วิธีวิเคราะห์
เนื้อดิน (Soil texture)	Hydrometer
รีดอกซ์โพเทนเชียล (Eh)	Ion analyzer
ความเป็นกรดเป็นด่าง (pH)	pH meter (ดิน : น้ำ = 1:1)
อุณหภูมิ (°C)	Thermometer
อินทรีย์คาร์บอน (Organic carbon)	Walkley and Black method
ไนโตรเจนทั้งหมด (Total nitrogen)	Kjeldahl method
ก๊าซมีเทน (Methane : CH ₄)	Gas Chromatography
ก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ (Carbon dioxide : CO ₂)	
ก๊าซไนตรัสออกไซด์ (Nitrous oxide : N ₂ O)	

2) ช่วงระยะเวลาระหว่างการเพาะปลูก เก็บตัวอย่างดินพร้อมกับการวัดอุณหภูมิดิน ในช่วงเวลาเดียวกันกับการเก็บตัวอย่างน้ำพร้อมกับการวัดอุณหภูมิน้ำ และเก็บตัวอย่างอากาศในตู้ครอบ (Chamber) จากแปลงทดลองตามระยะการเจริญเติบโตของต้นข้าว (ตารางที่ 2.1-6) จากนั้นนำตัวอย่างอากาศจากตู้ครอบ ตัวอย่างก๊าซที่ได้จากการสกัดตัวอย่างดิน และตัวอย่างก๊าซที่ได้จากการสกัดตัวอย่างน้ำ วิเคราะห์ปริมาณก๊าซมีเทน (CH₄) ก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ (CO₂) และก๊าซไนตรัสออกไซด์ (N₂O) ด้วย Gas Chromatography

3) ช่วงระยะเวลาหลังการเพาะปลูก เก็บตัวอย่างดินจากแปลงทดลองทุกแปลง ทำตัวอย่างดินรวม (Composite sample) ของแต่ละแปลงทดลอง ผึ่งดินให้แห้ง (Air dry) แล้ววิเคราะห์ลักษณะสมบัติของดินตามพารามิเตอร์ที่กำหนดในตารางที่ 2.1-5

ตารางที่ 2.1-6 : ช่วงเวลาเก็บตัวอย่างตามระยะการเจริญเติบโตของต้นข้าว

ระยะการเจริญเติบโตของต้นข้าว	ช่วงเวลา
0. ระยะเมล็ดข้าวงอก (Germination)	19 ก.ค. – 22 ก.ค. 2542
1. ระยะต้นกล้า (Seedling)	22 ก.ค. – 17 ส.ค. 2542
2. ระยะต้นข้าวแตกกอ (Tillering) *	17 ส.ค. – 15 ก.ย. 2542
3. ระยะต้นข้าวสร้างรวงอ่อน (Panicle initiation)	15 ก.ย. – 20 ก.ย. 2542
4. ระยะต้นข้าวตั้งท้อง (Booting) *	20 ก.ย. – 15 ต.ค. 2542
5. ระยะต้นข้าวออกกรวง (Flowering)	15 ต.ค. – 20 ต.ค. 2542
6. ระยะต้นข้าวบานดอก (Anthesis)	20 ต.ค. – 25 ต.ค. 2542
7. ระยะเมล็ดข้าวน้ำนม (Milk grain) *	25 ต.ค. – 5 พ.ย. 2542
8. ระยะเมล็ดข้าวแป้ง (Dough grain)	5 พ.ย. – 15 พ.ย. 2542
9. ระยะเมล็ดข้าวสุกแก่ (Mature grain) *	15 พ.ย. – 20 พ.ย. 2542

หมายเหตุ * ระยะการเจริญเติบโตของต้นข้าวที่ทำการเก็บตัวอย่าง

● การเก็บตัวอย่างน้ำ

เก็บตัวอย่างน้ำตามการเจริญเติบโตของต้นข้าวในช่วงระยะเดียวกันกับการเก็บตัวอย่างดินและตัวอย่างอากาศในตู้ครอบ ขณะเก็บตัวอย่างน้ำจะวัดอุณหภูมิของน้ำในแต่ละแปลง ทดลอง จากนั้นสกัดก๊าซจากตัวอย่างน้ำเพื่อวิเคราะห์ปริมาณก๊าซมีเทน ก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ และก๊าซไนตรัสออกไซด์ ด้วย Gas Chromatography

● การเก็บตัวอย่างอากาศในตู้ครอบ (Chamber)

1) เก็บตัวอย่างอากาศตามระยะการเจริญเติบโตของต้นข้าว (ตารางที่ 2.1-6) ที่ระยะต้นข้าวแตกกอ ระยะต้นข้าวตั้งท้อง ระยะเมล็ดข้าวน้ำนม และระยะเมล็ดข้าวสุกแก่ โดยใช้ตู้ครอบขนาด 0.6x0.6x0.6 ม. ซึ่งสามารถนำมาต่อกันเป็นชั้นๆ ในระดับที่สอดคล้องกับความสูงของต้นข้าวในระยะการเจริญเติบโตต่างๆ

2) ในรอบ 1 วัน เก็บตัวอย่างอากาศในตู้ครอบ ด้วยหลอดฉีดยา (Glass type syringe) ในช่วงเวลา 10.00-11.00 น. และอ่านอุณหภูมิภายในตู้ครอบ ขณะที่เก็บตัวอย่าง จากนั้นนำตัวอย่างอากาศไปตรวจวัดปริมาณก๊าซมีเทน ก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ และก๊าซไนตรัสออกไซด์ ด้วย Gas Chromatography

● การวัดการสังเคราะห์แสงของต้นข้าว

1) วัดการสังเคราะห์แสงของต้นข้าว ตามระยะการเจริญเติบโต ที่ระยะต้นข้าวแตกกอ ระยะต้นข้าวตั้งท้อง ระยะเมล็ดข้าวนํ้านม และระยะเมล็ดข้าวสุกแก่ (ตารางที่ 2.1-6) ในช่วงเวลา 9.00-12.00 น.

2) การสังเคราะห์แสงของต้นข้าว วัดด้วย Portable Photosynthetic System รุ่น LCA3 เป็นระบบเปิด (Open system) ร่วมกับ Parkinson chamber สำหรับพืชใบแคบ ซึ่งมีขนาด 1.87x6.00 ซม. เลือกวัดจากใบที่เจริญเต็มที่และได้รับแสงสม่ำเสมอตลอดวัน โดยใช้ Parkinson chamber หนีบใบที่เลือกไว้ และติดตั้งเซนเซอร์ (Sensor) วัดอุณหภูมิบริเวณผิวใบ ตั้งโปรแกรมบันทึกข้อมูลอัตโนมัติทุก 2 นาที บันทึกข้อมูลการสังเคราะห์แสงและข้อมูลที่มีผลต่อการสังเคราะห์แสง ได้แก่ อุณหภูมิที่ผิวใบและอุณหภูมิอากาศ ($^{\circ}\text{C}$) การคายน้ำ ($\mu\text{mol m}^{-2} \text{s}^{-1}$) ปริมาณแสงที่ตกกระทบผิวใบ ($\mu\text{mol m}^{-2} \text{s}^{-1}$) ปริมาณก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ในบรรยากาศ ($\mu\text{mol m}^{-2} \text{s}^{-1}$) และปริมาณก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์รอบปากใบ ($\mu\text{mol m}^{-2} \text{s}^{-1}$)

● การสำรวจและการศึกษาชนิดหรือปริมาณวัชพืชเมื่อมีการจัดการน้ำ

การศึกษาวิจัยเกี่ยวกับวัชพืชครั้งนี้ เป็นการศึกษาถึงความสัมพันธ์ระหว่างวัชพืชกับดินตามชุดดิน การจัดการน้ำ วิธีการปลูกข้าว และพันธุ์ข้าว ประกอบด้วย

1) การสำรวจการระบาดของวัชพืชในพื้นที่ศึกษาวิจัย ที่จังหวัดชัยนาท และจังหวัดสุรินทร์ ดำเนินการพร้อมกับการศึกษาวิจัยทางสังคมศาสตร์และพฤติกรรมศาสตร์

2) การสำรวจชนิดและปริมาณวัชพืชในแปลงทดลอง ซึ่งมีการปลูกข้าว 5 พันธุ์ ด้วยวิธีปักดำและหว่านน้ำตม ที่ระดับน้ำ 0 และ 20 ซม. ตรวจนับวัชพืชด้วยการแบ่งพื้นที่แต่ละแปลงออกเป็นแปลงย่อยขนาด 1x1 ม. แล้วสุ่มนับในพื้นที่ 0.5x0.5 ม.

3) การศึกษาชนิดและปริมาณวัชพืชในดินชุดดินนครปฐมจากจังหวัดชัยนาท และดินชุดดินร้อยเอ็ดจากจังหวัดสุรินทร์

4) การศึกษาชนิดและปริมาณวัชพืชในกระถางที่ปลูกข้าวพันธุ์ชัยนาท1และพันธุ์ขาวดอกมะลิ105 ในดินชุดดินนครปฐมจากจังหวัดชัยนาท และดินชุดดินร้อยเอ็ดจากจังหวัดสุรินทร์

5) การศึกษาเบื้องต้นถึงชนิดและปริมาณวัชพืชเมื่อมีการจัดการน้ำในกระถาง

● การเก็บเกี่ยวผลผลิตข้าว

เก็บเกี่ยวผลผลิตข้าว (พันธุ์ชัยนาท1 พันธุ์ขาวดอกมะลิ105 พันธุ์ข้าวเจ้าหอมสุพรรณบุรี พันธุ์สุพรรณบุรี1 และพันธุ์ข6) ในแปลงทดลองในภาคสนาม ด้วยพื้นที่เก็บเกี่ยว

ขนาด 2x5 ม. และเก็บเกี่ยวผลผลิตข้าว (พันธุ์ชัยนาท1 และพันธุ์ขาวดอกมะลิ105) ในกระถาง
ในเรือนเพาะชำ ทั้งกระถาง

- **การวิเคราะห์ข้อมูล**

1) วิเคราะห์ข้อมูลทางกายภาพและทางเคมี ของตัวอย่างดิน ตัวอย่างน้ำ และตัวอย่าง
อากาศในห้องปฏิบัติการ ที่สถาบันวิจัยสภาวะแวดล้อม จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย และที่ศูนย์
เครื่องมือวิจัยวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

2) วิเคราะห์ข้อมูลการสังเคราะห์แสง ด้วยการถ่ายข้อมูลที่เก็บจากแปลงทดลองใน
ภาคสนาม และจากกระถางในเรือนเพาะชำ ลงสู่เครื่องคอมพิวเตอร์โปรแกรม rxlca4 เพื่อ
ประมวลผลการสังเคราะห์แสงของต้นข้าว 2 ลักษณะ คือ ความสามารถในการสังเคราะห์แสง
(การดูดซับก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์) ตลอดระยะเวลาเจริญเติบโตของต้นข้าว และประสิทธิภาพ
การใช้ก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ (Carboxylation efficiency, %)

3) การวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติ ใช้ Analysis of Variance เพื่อหา F-value และใช้
Duncan's New Multiple Range Test (DMRT) เพื่อเปรียบเทียบความแตกต่างของข้อมูล

การดำเนินการศึกษาวิจัยในกระถางในเรือนเพาะชำ



1	2
3	5 6
4	

- 1 การหล่อกระถางขนาด 0.6x0.6x0.6 ม.
- 2 การปักดำต้นกล้าในกระถาง
- 3 การเก็บตัวอย่างดิน
- 4 การเก็บตัวอย่างน้ำ
- 5 การระบายน้ำออกจากกระถางในช่วง 30 วันหลังปักดำ
- 6 การเก็บตัวอย่างอากาศเมื่อมีการระบายน้ำออกจากกระถางในช่วง 60 วันหลังปักดำ

การดำเนินการศึกษาวิจัยในภาคสนาม : การเตรียมแปลงทดลอง



1

1 สภาพพื้นที่และการเตรียมแปลงทดลองขนาด 3x6 ม. ที่สถานีทดลองข้าวชัยนาท จังหวัดชัยนาท

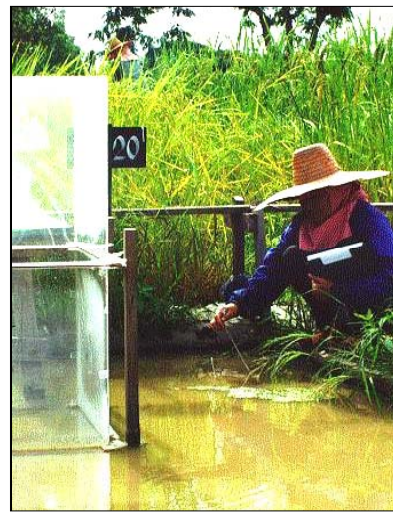
2

2 การเตรียมเมล็ดพันธุ์ข้าว และสภาพแปลงตกข้าวกล้าของวิธีการปลูกข้าวแบบปักดำ

3

3 ลักษณะเมล็ดพันธุ์ข้าวที่ผ่านการห่มข้าว แล้วนำไปหว่านในแปลงทดลองของวิธีการปลูกข้าวแบบหว่านน้ำตม

การดำเนินการศึกษาวิจัยในภาคสนาม : ก๊าซเรือนกระจก
(มีเทน คาร์บอนไดออกไซด์ และไนตรัสออกไซด์)



1	5
2	6
3	7
4	



- 1 ทางเดินในแปลงทดลอง และ ไม้หลักระบุจุดเก็บตัวอย่างอากาศ
- 2-3 การวางตุ้ครอบ และการเก็บตัวอย่างอากาศในพื้นที่เก็บตัวอย่างขนาด 0.6x0.6 ม. ณ จุดที่กำหนดด้วยไม้หลัก
- 4 การระบายน้ำออกจากแปลงทดลองเพื่อควบคุมระดับน้ำ
- 5 ลักษณะการวางตุ้ครอบ ณ จุดเก็บตัวอย่างในแปลงทดลองที่กำหนดด้วยไม้หลัก
- 5-7 การวัดอุณหภูมิน้ำและอุณหภูมิดิน รวมทั้งการเก็บตัวอย่างน้ำและตัวอย่างดิน

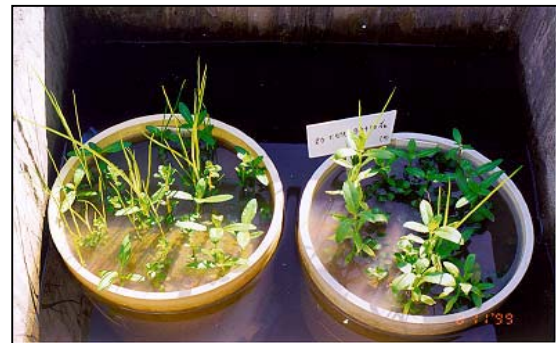
การดำเนินการศึกษาวิจัยในภาคสนาม : การสังเคราะห์แสง



1	2
3	4

- 1 Parkinson Chamber สำหรับพืชใบแคบขนาด 1.87 x 6.0 ซม.
- 2 การวัดการสังเคราะห์แสงของต้นข้าวในกระถางในเรือนเพาะชำ
- 3 การวัดการสังเคราะห์แสงของต้นข้าวในภาคสนาม
- 4 การเก็บตัวอย่างต้นข้าวจากแปลงทดลองสำหรับการคำนวณหาพื้นที่ใบ (Leaf Area Index)

การดำเนินการศึกษาวิจัยในกระถางและภาคสนาม : วัชพืช



1	2
3	4

- 1 การสำรวจชนิดวัชพืชที่ระบาดในพื้นที่ศึกษาวิจัย
- 2 การศึกษาชนิดและจำนวนวัชพืชในดินทดลองที่ใช้ปลูกข้าว
- 3 การศึกษาผลของระดับน้ำต่อชนิดวัชพืช
- 4 การศึกษาผลของระดับน้ำ และการระบายน้ำต่อชนิดวัชพืช

2.2 วิธีดำเนินการศึกษาวิจัยทางสังคมศาสตร์และพฤติกรรมศาสตร์

ปัจจัยหนึ่งที่ส่งผลต่อการปล่อยก๊าซมีเทนในนาข้าว คือ วิธีการทำนาของชาวนาที่เกี่ยวข้องกับการจัดการดิน การขังน้ำไว้ในแปลงนา ซึ่งเป็นพฤติกรรมที่ชาวนาได้ประพฤติปฏิบัติมาตั้งแต่อดีต โดยมีเป้าหมายอยู่ที่การเพิ่มผลผลิต

การเปลี่ยนแปลงภูมิอากาศและสิ่งแวดล้อมโลก และการระบุนาข้าวเป็นแหล่งผลิตและปล่อยก๊าซมีเทนสู่บรรยากาศโลก หรือผลกระทบย้อนกลับจากการเปลี่ยนแปลงต่อวิธีการปลูกข้าวหรือผลผลิตข้าว นั้น ยังห่างไกลจากการรับรู้ของชาวนาไทยในปัจจุบัน เนื่องจากการเปลี่ยนแปลงภูมิอากาศโลกเป็นเรื่องใหม่ของทั้งโลก อีกทั้งชาวนายังไม่มีโอกาสได้รับรู้ข้อมูลและความรู้เกี่ยวกับผลกระทบจากการทำนาในลักษณะดั้งเดิมต่อการเปลี่ยนแปลงของชั้นบรรยากาศโลกนั่นเอง

ดังนั้นหากประเทศไทยจำเป็นต้องอยู่ภายใต้เงื่อนไข หรือจำเป็นต้องลดการปล่อยก๊าซมีเทนจากนาข้าว รวมทั้งจำเป็นต้องมีการจัดการทรัพยากรน้ำในการปลูกข้าวอย่างมีประสิทธิภาพ การเปลี่ยนแปลงพฤติกรรมการทำนาของชาวนาไทยเป็นสิ่งที่หลีกเลี่ยงไม่ได้ แต่การเปลี่ยนแปลงพฤติกรรมให้เกิดประสิทธิผลนั้น จำเป็นอย่างยิ่งที่จะต้องรู้ถึงภูมิปัญญาในการทำนา ความเชื่อและเจตคติต่อการเปลี่ยนแปลงวิธีการทำนา พฤติกรรมการทำนา และวิถีชีวิตของชาวนา เพื่อป้องกันการชักนำไปสู่การต่อต้าน เพราะเกิดความอึดอัด คับข้องใจ เกิดความขัดแย้งกับพฤติกรรมและความเชื่อดั้งเดิมมากเกินไป

การศึกษาวิจัยทางด้านสังคมศาสตร์และพฤติกรรมศาสตร์ ดำเนินการศึกษาวิจัยในกลุ่มประชากรเดียวกัน เพื่อรวบรวมข้อมูลพื้นฐานสำหรับลักษณะของชาวนาในองค์รวม ที่มีความสมบูรณ์ทั้งด้านร่างกายและจิตใจ ทำให้เกิดความเข้าใจอย่างถ่องแท้และเป็นการประหยัด โดยศึกษาวิจัยทางสังคมศาสตร์เกี่ยวกับภูมิปัญญาในการทำนาของชาวนา ความเชื่อและเจตคติต่อการเปลี่ยนแปลงวิธีการทำนา และศึกษาวิจัยทางพฤติกรรมศาสตร์เกี่ยวกับพฤติกรรมการทำนา และวิถีชีวิตของชาวนา

• ขอบเขตและคำจำกัดความที่ใช้ในการวิจัย

การวิจัยทางสังคมศาสตร์ในครั้งนี้ เป็นการกล่าวถึงตัวบุคคลที่เกี่ยวข้องกับความเชื่อ เจตคติหรือแรงจูงใจ ซึ่งส่งผลต่อการปฏิบัติของชาวนาในการปลูกข้าว และการใช้ชีวิตประจำวันในช่วงฤดูการทำนา ตั้งแต่เริ่มเตรียมการจนถึงเก็บเกี่ยวผลผลิตข้าว โดยที่การแสดงออกของชาวนาเป็นการวิจัยด้านพฤติกรรมศาสตร์

ภูมิปัญญาท้องถิ่น หมายถึง ความคิดหรือแนวทางในการดำเนินชีวิต ตลอดจนการแก้ไขปัญหาต่างๆ ของชาวนาในท้องถิ่น

ความเชื่อและเจตคติต่อการเปลี่ยนแปลงวิธีการทำนา หมายถึง ความเชื่อ พิธีกรรม และวิธีการที่เกี่ยวข้องกับการทำนา ซึ่งชาวนานำมาประยุกต์เพื่อเพิ่มผลผลิตข้าวและคุณภาพชีวิต

วิธีการทำนา หมายถึง วิธีการหรือขั้นตอนที่ชาวนาปฏิบัติในเรื่องที่เกี่ยวข้องกับการทำนาตั้งแต่เริ่มเตรียมการจนถึงเก็บเกี่ยวผลผลิตข้าว

พฤติกรรมการทำนา หมายถึง พฤติกรรมที่ชาวนากระทำหรือแสดงออกในเรื่องที่เกี่ยวข้องกับการทำนา ตั้งแต่เริ่มเตรียมการจนถึงเก็บเกี่ยวผลผลิตข้าว

วิถีชีวิตของชาวนา หมายถึง พฤติกรรมที่ชาวนากระทำหรือแสดงออกในชีวิตประจำวัน ตั้งแต่ตื่นนอนจนถึงเข้านอนในช่วงฤดูการทำนา ทั้งนี้ไม่รวมถึงพฤติกรรมการทำนา

• วิธีดำเนินการวิจัย

ประชากรและกลุ่มตัวอย่าง

การกำหนดประชากรและกลุ่มตัวอย่างในครั้งนี้ ขึ้นอยู่กับการกำหนดพื้นที่ศึกษาวิจัยที่เป็นตัวแทนพื้นที่ปลูกข้าวของกลุ่มน้ำเจ้าพระยา และการตัดสินใจเลือกตัวแทนพันธุ์ข้าวของการวิจัยทางวิทยาศาสตร์เป็นหลัก เมื่อจังหวัดชัยนาทซึ่งเป็นตัวแทนพื้นที่ปลูกข้าวของกลุ่มน้ำเจ้าพระยาปลูกข้าวพันธุ์ชัยนาท1 เป็นพันธุ์หลัก ส่วนพันธุ์ข้าวที่เป็นตัวแทนของการวิจัย คือ พันธุ์ขาวดอกมะลิ105 นั้น ตามสภาพทางภูมิศาสตร์ของแหล่งปลูกมากที่สุด พบว่า จังหวัดสุรินทร์มีการปลูกข้าวพันธุ์ขาวดอกมะลิ105 เป็นพันธุ์หลัก ดังนั้นประชากรวิจัยของการศึกษาวิจัยทางสังคมศาสตร์และพฤติกรรมศาสตร์ คือชาวนาในจังหวัดชัยนาทและจังหวัดสุรินทร์

กลุ่มตัวอย่าง เป็นชาวนาจำนวน 100 คน จากจังหวัดชัยนาท 50 คน และจังหวัดสุรินทร์ 50 คน คัดเลือกโดยใช้วิธีสุ่มตัวอย่างแบบเจาะจง จังหวัดละ 2 หมู่บ้าน ในแต่ละหมู่บ้านสุ่มตัวอย่างชาวนาหมู่บ้านละ 25 คน เพื่อเป็นกลุ่มตัวอย่างวิจัย

เกณฑ์ในการคัดเลือกหมู่บ้าน คือ

- 1) ต้องเป็นหมู่บ้านที่ปลูกข้าวพันธุ์ชัยนาท1 หรือพันธุ์ขาวดอกมะลิ105 เป็นพันธุ์หลัก
- 2) ต้องเป็นหมู่บ้านที่สถานีทดลองข้าวของจังหวัดนั้น ให้ความเห็นว่ารูปแบบการทำนาของชาวนาในหมู่บ้านเป็นตัวแทนของชาวนาในจังหวัด

ด้วยเกณฑ์ดังกล่าวหมู่บ้านที่เป็นตัวแทนของการศึกษาวิจัยครั้งนี้ คือ หมู่บ้านท่าชัย หมู่บ้านนางลือ จังหวัดชัยนาท และหมู่บ้านพันสี หมู่บ้านสำโรง จังหวัดสุรินทร์

• เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

เครื่องมือในการวิจัยทางด้านสังคมศาสตร์ประกอบด้วยแบบสัมภาษณ์ชนิดกึ่งโครงสร้าง (Semi-structure) 2 ชุด คือแบบสัมภาษณ์เกี่ยวกับข้อมูลประวัติความเป็นมาของหมู่บ้าน และแบบสัมภาษณ์เกี่ยวกับความเชื่อและพิธีกรรมในการทำนา และแบบสอบถาม 1 ชุด เกี่ยวกับวิธีการทำนาและเจตคติต่อการเปลี่ยนแปลงวิถีการทำนา

เครื่องมือในการวิจัยทางด้านพฤติกรรมศาสตร์ ประกอบด้วยแบบสัมภาษณ์ชนิดกึ่งโครงสร้าง (Semi-structure) 2 ชุด คือแบบสัมภาษณ์พฤติกรรมการทำนาตั้งแต่ช่วงเตรียมการจนถึงเก็บเกี่ยวผลผลิต และแบบสัมภาษณ์วิถีชีวิตของชาวนาในฤดูกาลทำนาตั้งแต่ต้นนอนจนถึงเข้านอน และแบบสังเกต 2 ชุด คือแบบสังเกตพฤติกรรมการทำนาตั้งแต่ช่วงเตรียมการจนถึงเก็บเกี่ยวผลผลิต และแบบสังเกตวิถีชีวิตของชาวนาในฤดูกาลทำนาตั้งแต่ต้นนอนจนถึงเข้านอน

• การดำเนินการวิจัย

1. ขั้นตอนเตรียมการ

1.1 การพัฒนาเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

การวิจัยทางด้านสังคมศาสตร์ เครื่องมือวิจัยพัฒนามาจากข้อมูลทุติยภูมิที่เป็นเอกสารวิชาการและงานวิจัยซึ่งเกี่ยวข้องกับภูมิปัญญาท้องถิ่นในการทำนา ความเชื่อและเจตคติต่อการเปลี่ยนแปลงของชาวนา และวิธีการทำนา ร่วมกับข้อมูลปฐมภูมิจากการสัมภาษณ์ชาวนาจังหวัดชัยนาทและจังหวัดสุรินทร์ ในระหว่างการสำรวจพื้นที่ศึกษาวิจัยในภาคสนาม วันที่ 23-25 พฤษภาคม 2542

แบบสัมภาษณ์เกี่ยวกับข้อมูลประวัติความเป็นมาของหมู่บ้านแบ่งเป็น 2 ส่วน

- 1) ข้อมูลทั่วไปของผู้ให้สัมภาษณ์
- 2) ข้อมูลเกี่ยวกับประวัติความเป็นมาของหมู่บ้าน ซึ่งประกอบด้วยประวัติหมู่บ้าน ลักษณะภูมิศาสตร์ อาชีพภายในหมู่บ้าน ความสัมพันธ์ในหมู่บ้าน ประชากรและคุณภาพของประชากร การคมนาคมและการเปลี่ยนแปลงอันเกิดจากการคมนาคม

แบบสัมภาษณ์เกี่ยวกับความเชื่อ และพิธีกรรมในการทำนาแบ่งเป็น 2 ส่วน

- 1) ข้อมูลทั่วไปของผู้ให้สัมภาษณ์
- 2) ข้อมูลเกี่ยวกับความเชื่อ และพิธีกรรมในการทำนา

แบบสอบถามเกี่ยวกับวิธีการทำนาและเจตคติต่อการเปลี่ยนแปลงวิธีการทำนาแบ่งเป็น 2 ส่วน

- 1) ข้อมูลทั่วไปของผู้ให้สัมภาษณ์
- 2) ข้อมูลเกี่ยวกับวิธีการทำนาตามขั้นตอนต่างๆ ค่าใช้จ่ายในการทำนา การแก้ปัญหาในการทำนา และเจตคติต่อการเปลี่ยนแปลงวิธีการทำนา

การวิจัยทางด้านพฤติกรรมศาสตร์ เครื่องมือวิจัยพัฒนามาจากข้อมูลทุติยภูมิที่เป็นเอกสารวิชาการและงานวิจัย ซึ่งเกี่ยวข้องกับพฤติกรรมการทำนาและวิถีชีวิตของชาวนา ร่วมกับข้อมูลปฐมภูมิจากการสัมภาษณ์ชาวนาจังหวัดชัยนาทและจังหวัดสุรินทร์ ในระหว่างการสำรวจพื้นที่ศึกษาวิจัยในภาคสนาม วันที่ 23-25 พฤษภาคม 2542

แบบสัมภาษณ์พฤติกรรมการทำนาของชาวนาแบ่งเป็น 2 ส่วน

- 1) ข้อกระทงคำถามเกี่ยวกับข้อมูลทั่วไป ได้แก่ ข้อมูลส่วนตัว ข้อมูลเกี่ยวกับการทำนา และข้อมูลเกี่ยวกับเศรษฐกิจฐานะ
- 2) ข้อกระทงคำถามเกี่ยวกับพฤติกรรมการทำนา ซึ่งครอบคลุมพฤติกรรมการทำนา ตั้งแต่ช่วงเตรียมการ ช่วงดำเนินการปลูกข้าว ช่วงดูแลรักษาต้นข้าว และช่วงเก็บเกี่ยวผลผลิตข้าว

แบบสัมภาษณ์วิถีชีวิตของชาวนาจะมีข้อกระทงคำถาม 3 ประเด็นหลัก คือ

- 1) ชาวนากระทำการพฤติกรรมใดบ้างตั้งแต่ตื่นนอนจนถึงการออกจากบ้านเพื่อไปทำนา
- 2) ชาวนากระทำการพฤติกรรมใดบ้างเมื่อกลับมาจากการทำนาจนถึงเข้านอน
- 3) ชาวนาทำอะไรบ้างในวันที่ไม่ไปทำนา

แบบสังเกตพฤติกรรมการทำนาและวิถีชีวิตของชาวนา มีประเด็นการสังเกต ดังนี้

- 1) เวลาที่กระทำการพฤติกรรม
- 2) ลักษณะของพฤติกรรมที่แสดงออก
- 3) สภาพของเหตุการณ์ที่เกิดขึ้น

แบบสัมภาษณ์ แบบสอบถาม และแบบสังเกตที่สร้างเสร็จแล้ว นำไปวิเคราะห์ความตรงตามเนื้อหาของข้อกระทงคำถามที่ครอบคลุมประเด็นการวิจัย จากนั้นนำแบบสัมภาษณ์และแบบสอบถามซึ่งวิเคราะห์แล้ว ไปทดลองใช้จริงกับชาวนาในจังหวัดอ่างทองจำนวน 5 คน เพื่อทดสอบความตรงของข้อกระทงคำถาม ความเข้าใจของชาวนา และประมวลประเด็นปัญหาต่างๆในระหว่างการสัมภาษณ์ แล้วจึงนำข้อสรุปที่ได้รับจากการทดลองใช้ทั้งหมด มาปรับปรุงแบบสัมภาษณ์และแบบสอบถาม ให้มีความตรงต่อประเด็นการศึกษาวิจัยที่สามารถสื่อสารและเป็นที่ยอมรับได้

1.2 การฝึกอบรมผู้รวบรวมข้อมูล

การฝึกอบรมให้ผู้รวบรวมข้อมูลสามารถสัมภาษณ์และสังเกตได้อย่างถูกต้อง มีขั้นตอนของวิธีการฝึกอบรมดังต่อไปนี้

- 1) ให้ความรู้พื้นฐานเกี่ยวกับเทคนิคการสัมภาษณ์ และการสังเกตพฤติกรรม
- 2) สาธิตวิธีการสัมภาษณ์ตามแบบสัมภาษณ์และแบบสอบถาม และสาธิตวิธีการสังเกตตามแบบสังเกต รวมทั้งให้ประเด็นการสังเกตในระหว่างการสาธิต
- 3) ทดลองฝึกสัมภาษณ์และสังเกตซึ่งกันและกัน
- 4) อภิปรายถึงปัญหาและอุปสรรคที่เกิดขึ้นในระหว่างการสัมภาษณ์และการสังเกตตลอดจนแนวทางแก้ไข
- 5) ให้ผู้รวบรวมข้อมูลแต่ละคนสาธิตวิธีการสัมภาษณ์และการสังเกต โดยมีขั้นตอนและเกณฑ์การประเมินการดำเนินการถูกต้องตามหลักการ ด้วยการให้ข้อมูลป้อนกลับและอภิปรายร่วมกัน เพื่อแก้ไขจนเป็นที่ยอมรับได้ทางวิชาการ

2. ขั้นตอนการรวบรวมข้อมูล

การเก็บรวบรวมข้อมูลดำเนินการใน 2 ลักษณะ ได้แก่

- 1) รวบรวมข้อมูลจากเอกสารต่างๆ ได้แก่ งานวิจัย ตำรา และบทความทางวิชาการ ที่เกี่ยวข้องกับภูมิปัญญาท้องถิ่น ความเชื่อและเจตคติต่อการเปลี่ยนแปลงวิถีการทำนา วิธีการทำนา พฤติกรรมการทำนา และวิถีชีวิตของชาวนา
- 2) รวบรวมข้อมูลในภาคสนาม ได้แก่ การสัมภาษณ์ชาวนาตามแบบสัมภาษณ์และแบบสอบถาม และการสังเกตชาวนาตามแบบสังเกต โดยมีวิธีการดำเนินการดังต่อไปนี้

● การสัมภาษณ์

ผู้รวบรวมข้อมูลสัมภาษณ์ชาวนาที่เป็นกลุ่มตัวอย่าง หมู่บ้านละ 25 คน โดยใช้วิธีการสุ่มตัวอย่างเป็นระบบ ในหมู่บ้านท่าชัยและหมู่บ้านนางลือ จังหวัดชัยนาท และในหมู่บ้านพนัษีและหมู่บ้านสำโรง จังหวัดสุรินทร์ ผู้รวบรวมข้อมูล 2 คนสัมภาษณ์ชาวนา 1 คน การเก็บข้อมูลที่จังหวัดชัยนาทและจังหวัดสุรินทร์ ทำพร้อมกันในระหว่างวันที่ 21-25 สิงหาคม 2542 จากนั้นตรวจสอบความเที่ยงของการสัมภาษณ์ โดยใช้วิธีการสุ่มสัมภาษณ์ซ้ำหมู่บ้านละ 5 คน

● การสังเกต

ผู้รวบรวมข้อมูลเมื่อทำการสัมภาษณ์ชาวนาที่เป็นกลุ่มตัวอย่างแล้ว จึงทำการสังเกตพฤติกรรมการทำนาและวิถีชีวิตของชาวนา โดยสังเกตแบบมีส่วนร่วม กล่าวคือ ผู้รวบรวมข้อมูลเข้าไปอาศัยอยู่ในบ้านของชาวนากลุ่มตัวอย่างหมู่บ้านละ 8 คน คนละ 3 วัน ในขณะเดียวกัน

ผู้รวบรวมข้อมูลอีกคนหนึ่งไปสุ่มสังเกตชาวไร่ร่วมกับผู้รวบรวมข้อมูลหลัก โดยสุ่มวันละคน ดังนั้น ผู้รวบรวมข้อมูลนอกจากสังเกตวิถีชีวิตของชาวไร่แต่ละคนติดต่อกันเป็นเวลา 3 วันแล้ว ต้องสังเกตพฤติกรรมการทำงานของชาวไร่อีกครั้งละ 1 วัน จำนวน 4 ครั้ง เป็นอย่างน้อย การเก็บข้อมูลจังหวัดชัยนาทอยู่ระหว่างวันที่ 1-6 ตุลาคม 2542 ส่วนจังหวัดสุรินทร์อยู่ระหว่างวันที่ 8-13 ตุลาคม 2542 จากนั้นตรวจสอบความเที่ยงของการสังเกต ด้วยการหาความเที่ยงระหว่างผู้สังเกตหลักและผู้สังเกตร่วม

ข้อมูลการสัมภาษณ์ในหมู่บ้านที่กำหนดเป็นพื้นที่ศึกษาวิจัย (หมู่บ้านท่าชัย หมู่บ้านนางลือ หมู่บ้านพันชี และหมู่บ้านสำโรง) มีค่าความสอดคล้องหรือค่าความเที่ยงของการสัมภาษณ์ดังนี้ หมู่บ้านท่าชัยและหมู่บ้านนางลือ จังหวัดชัยนาทมีค่าเท่ากับ 0.83 ส่วนหมู่บ้านพันชีและหมู่บ้านสำโรง จังหวัดสุรินทร์มีค่าเท่ากับ 0.80 ค่าความเที่ยงของการสัมภาษณ์ทั้งหมดเมื่อรวมทั้งสองจังหวัดเท่ากับ 0.81 แสดงว่า ข้อมูลจากการสัมภาษณ์เป็นข้อมูลที่ยอมรับได้

ส่วนข้อมูลการสังเกตในหมู่บ้านที่กำหนดเป็นพื้นที่ศึกษาวิจัย พบว่า ค่าความเที่ยงระหว่างผู้สังเกตทั้งสองจังหวัดมีค่าเท่ากับ 1 เท่ากัน แสดงว่าผู้สังเกตพฤติกรรมทั้งคู่สังเกตเห็นพฤติกรรมในลักษณะเดียวกันนั่นเอง และเมื่อตรวจสอบข้อมูลการสังเกตในสภาพการณ์จริงกับข้อมูลการสัมภาษณ์ก็พบว่ามีความสอดคล้องกัน

รวบรวมข้อมูลทั้งหมดจากภาคสนาม แล้ววิเคราะห์ข้อมูลโดยการวิเคราะห์เนื้อหา (Content analysis) เป็นหลัก นอกจากนี้ วิเคราะห์ข้อมูลด้วยสถิติพรรณนา (Descriptive statistics) และวิเคราะห์ข้อมูลเชิงคุณภาพ ร่วมกับการวิเคราะห์ข้อมูลแยกเป็นรายหมู่บ้านและรายจังหวัด เพื่อให้เห็นภาพย่อยและภาพรวม ความเหมือนและความต่างในการทำงานของชาวนาระหว่างภาคกลาง (จังหวัดชัยนาท) และภาคตะวันออกเฉียงเหนือ (จังหวัดสุรินทร์)

การดำเนินการศึกษาวิจัยทางสังคมศาสตร์และพฤติกรรมศาสตร์



1	2
3	4
5	6

- 1 การฝึกอบรมเทคนิคการสัมภาษณ์และการสังเกตพฤติกรรม ที่จังหวัดชัยนาท
- 2 การฝึกอบรมเทคนิคการสัมภาษณ์และการสังเกตพฤติกรรม ที่จังหวัดสุรินทร์
- 3-4 การสัมภาษณ์และการสังเกตพฤติกรรมของชาวนา ที่จังหวัดชัยนาท
- 5 การสัมภาษณ์และการสังเกตพฤติกรรมของชาวนา ที่จังหวัดสุรินทร์
- 6 ตัวอย่างการแสดงออกซึ่งความเชื่อในการทำนา

2.3 การบูรณาการโครงการ

โครงการศึกษาวิจัย เรื่อง “ผลกระทบจากการจำกัดการปล่อยก๊าซมีเทนจากนาข้าวต่อการปลูกข้าวและผลผลิตข้าวของประเทศไทย” เป็นการแสวงหาทางเลือกในการปลูกข้าวภายใต้ข้อจำกัดลดการปล่อยก๊าซมีเทนจากนาข้าว บนพื้นฐานการจัดการน้ำอย่างมีประสิทธิภาพ และประเมินผลกระทบต่อการปลูกข้าวและผลผลิตข้าวของประเทศไทย

การดำเนินการศึกษาวิจัยจึงประกอบด้วย 1) การพิสูจน์ทางวิทยาศาสตร์ ที่ต้องศึกษาหาแนวทางและวิธีการปลูกข้าวภายใต้ข้อจำกัดลดการปล่อยก๊าซมีเทนจากนาข้าว บนพื้นฐานการจัดการน้ำอย่างมีประสิทธิภาพ และ 2) องค์ความรู้เกี่ยวกับการทำนาของชาวนาไทย เพื่อประเมินผลกระทบของวิธีการปลูกข้าวภายใต้ข้อจำกัดลดการปล่อยก๊าซมีเทนจากนาข้าว เมื่อมีการจัดการน้ำอย่างมีประสิทธิภาพ ต่อการปลูกข้าวและผลผลิตข้าวของประเทศไทย

• การบูรณาการงานวิจัยทางวิทยาศาสตร์

การพิสูจน์ทางวิทยาศาสตร์ ที่ต้องศึกษาหาแนวทางและวิธีการปลูกข้าวภายใต้ข้อจำกัดลดการปล่อยก๊าซมีเทนจากนาข้าว บนพื้นฐานการจัดการน้ำอย่างมีประสิทธิภาพ ศาสตร์ที่เกี่ยวข้อง คือ ก๊าซเรือนกระจกที่เกี่ยวข้องกับนาข้าว (ก๊าซมีเทน ก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ และก๊าซไนตรัสออกไซด์) การสังเคราะห์แสง พันธุ์ข้าว การจัดการน้ำ และวัชพืช

การบูรณาการงานวิจัยสหสาขาวิชาทางวิทยาศาสตร์ ด้วยการศึกษารูปแบบทดลอง (Experimental research) อยู่บนพื้นฐานการปฏิบัติงานและเก็บข้อมูลตามความรับผิดชอบของแต่ละศาสตร์ โดยยึดระยะการเจริญเติบโตของต้นข้าวเป็นเกณฑ์ ประกอบด้วย ระยะเมล็ดข้าวงอก (Germination) ระยะต้นกล้า (Seedling) ระยะต้นข้าวแตกกอ (Tillering) ระยะต้นข้าวสร้างรวงอ่อน (Panicle initiation) ระยะต้นข้าวตั้งท้อง (Booting) ระยะต้นข้าวออกรวง (Flowering) ระยะต้นข้าวบานดอก (Anthesis) ระยะเมล็ดข้าวน้ำนม (Milk grain) ระยะเมล็ดข้าวแป้ง (Dough grain) และระยะเมล็ดข้าวสุกแก่ (Mature grain) นอกจากนี้ กำหนดวันเริ่มต้นปลูกข้าวทั้ง 5 พันธุ์ (ชัยนาท1 ขาวดอกมะลิ105 ข้าวเจ้าหอมสุพรรณบุรี สุพรรณบุรี1 และกข6) โดยยึดอายุของข้าวพันธุ์ขาวดอกมะลิ105 เป็นเกณฑ์การตัดสินใจ เพราะเป็นข้าวพันธุ์หนักที่เก็บเกี่ยวหลังสุด มีอายุการเก็บเกี่ยวประมาณ 125 วัน

การศึกษารูปแบบทดลองระยะการเจริญเติบโตของต้นข้าวจนถึงระยะเก็บเกี่ยว เป็นการศึกษารูปแบบทดลองขนาด 3x6 ม. ในภาคสนาม ควบคู่ไปกับการศึกษาในกระถางขนาด 0.6x0.6x0.6 ม. ที่มุ่งเน้นการควบคุมเงื่อนไขการศึกษา เพื่อพิสูจน์ถึงความสามารถในการจำกัดหรือลดการปล่อยก๊าซมีเทนจากนาข้าวด้วยวิธีการจัดการน้ำสองลักษณะ คือ การรักษาระดับน้ำตลอดระยะการเจริญเติบโตของต้นข้าว และการระบายน้ำในระหว่างการเจริญเติบโตของต้นข้าว

● การบูรณาการงานวิจัยทางสังคมศาสตร์และพฤติกรรมศาสตร์

การเปลี่ยนแปลงภูมิอากาศและสิ่งแวดล้อมโลก การระบุนาข้าวเป็นแหล่งผลิตและปล่อยก๊าซมีเทนสู่บรรยากาศโลก และผลกระทบย้อนกลับต่อวิธีการปลูกข้าวหรือผลผลิตข้าวนั้นยังห่างไกลจากการรับรู้ของชาวนาไทยในปัจจุบัน หากประเทศไทยจำเป็นต้องอยู่ภายใต้เงื่อนไขลดการปล่อยก๊าซมีเทนจากนาข้าว การเปลี่ยนแปลงพฤติกรรมการทำนาของชาวนาไทยเป็นสิ่งที่หลีกเลี่ยงไม่ได้ การเปลี่ยนแปลงพฤติกรรมให้เกิดประสิทธิผล จำเป็นอย่างยิ่งที่จะต้องมีการองค์ความรู้เกี่ยวกับการทำนาของชาวนาไทยในเรื่อง ภูมิปัญญาในการทำนา ความเชื่อและเจตคติต่อการเปลี่ยนแปลงวิธีการทำนา วิธีการทำนา พฤติกรรมการทำนา และวิถีชีวิตของชาวนา เพื่อช่วยป้องกันการชักนำไปสู่การต่อต้านเพราะเกิดความอึดอัด คับข้องใจ เกิดความขัดแย้งกับพฤติกรรมและความเชื่อดั้งเดิมมากเกินไป นั่นหมายถึง องค์ความรู้เกี่ยวกับการทำนาเป็นฐานของสภาพปัจจุบัน นำไปสู่การประเมินผลกระทบของวิธีการปลูกข้าวภายใต้ข้อจำกัดลดการปล่อยก๊าซมีเทนจากนาข้าวต่อการปลูกข้าวและผลผลิตข้าวของประเทศไทย ซึ่งเป็นวิธีการปลูกข้าวที่ได้พิสูจน์ทางวิทยาศาสตร์ด้วยการศึกษาวิจัยแบบทดลองแล้ว

การบูรณาการงานวิจัยทางสังคมศาสตร์ (ภูมิปัญญาท้องถิ่น ความเชื่อ และเจตคติของชาวนา) และพฤติกรรมศาสตร์ (พฤติกรรมการทำนา และวิถีชีวิตของชาวนา) โดยการสัมภาษณ์และสังเกตประชากรวิจัยที่เป็นกลุ่มตัวอย่างเดียวกัน ในพื้นที่ศึกษาวิจัยเดียวกัน คือ หมู่บ้านทำชัยและหมู่บ้านนางลือ จังหวัดชัยนาท และหมู่บ้านพันสีและหมู่บ้านสำโรง จังหวัดสุรินทร์ เพื่อรวบรวมข้อมูลพื้นฐานการทำนาของชาวนาในองค์รวม

● การบูรณาการเพื่อการประเมินผลกระทบ

การบูรณาการสหสาขาวิชาทางวิทยาศาสตร์ สังคมศาสตร์ และพฤติกรรมศาสตร์ ของโครงการ เพื่อประเมินผลกระทบจากการจำกัดการปล่อยก๊าซมีเทนจากนาข้าวต่อการปลูกข้าวและผลผลิตข้าวของประเทศไทย กลไกการทำงาน เริ่มต้นด้วยการประชุมระดมความคิดจากองค์ความรู้และประสบการณ์ของนักวิจัยหลักทุกศาสตร์ กำหนดกรอบความคิด กำหนดแนวทางการศึกษาวิจัย กำหนดระยะเวลาปฏิบัติงาน ตรวจเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องทั้งในประเทศและต่างประเทศ ออกภาคสนามสำรวจพื้นที่จังหวัดชัยนาทและจังหวัดสุรินทร์พร้อมกันทุกศาสตร์ สัมภาษณ์ผู้ที่เกี่ยวข้อง เช่น ชาวนา นักวิชาการเกษตร ข้อมูลจากภาคสนามเป็นพื้นฐานในการกำหนดพื้นที่ศึกษาวิจัย ออกแบบการศึกษาวิจัยทางวิทยาศาสตร์ และพัฒนาเครื่องมือวิจัยทางสังคมศาสตร์และพฤติกรรมศาสตร์ เพื่อดำเนินงาน และกำหนดข้อตกลงการทำงาน

ประเมินผลกระทบตามแนวทางการประเมินผลกระทบสิ่งแวดล้อมของกระทรวงทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม โดยใช้เทคนิคการประชุมระดมความคิดจากประสบการณ์ตรงในการปฏิบัติงานในพื้นที่ศึกษาวิจัยร่วมกับผลการศึกษาวิจัยของทุกศาสตร์

บทที่ 3 ผลการศึกษาวิจัย

3.1 ผลของการจัดการน้ำต่อการปล่อยก๊าซมีเทนจากนาข้าวและผลผลิตข้าว

ในปัจจุบันมีข้อสรุปที่ตรงกันว่า นาข้าวในสภาพน้ำท่วมขัง เป็นแหล่งปล่อยก๊าซมีเทนอันเนื่องมาจากกิจกรรมมนุษย์ที่ใหญ่ที่สุดแหล่งหนึ่ง การจำกัดการปล่อยก๊าซมีเทนจากนาข้าวเป็นความพยายามที่จะจัดการปรับหรือเปลี่ยนสภาพที่เอื้อต่อการผลิตและปล่อยก๊าซมีเทน ด้วยวิธีการที่กำหนดเป็นมาตรการในระดับนานาชาติและในประเทศไทย (TEI, 1977) ดังปรากฏรายละเอียดในบทนำ (หน้า 1-5) เพื่อหยุดยั้งหรือลดการปล่อยก๊าซมีเทนจากนาข้าว หรือมีปริมาณการปล่อยอยู่ในระดับที่ยอมรับได้ว่าจะไม่สร้างปัญหาหรือส่งผลกระทบต่อเนื่อง สำหรับวิธีการที่น่าสนใจศึกษารายละเอียดเพื่อเป็นทางเลือกสำหรับประเทศไทยในสภาวะที่มีปัญหาในเรื่องปริมาณและคุณภาพน้ำ คือการจัดการน้ำบนพื้นฐานการใช้ทรัพยากรน้ำในการปลูกข้าวอย่างมีประสิทธิภาพ ร่วมกับการควบคุมปัจจัยที่มีผลต่อผลผลิตข้าวอย่างเหมาะสม

การศึกษาวิจัยครั้งนี้ เป็นการศึกษาทั้งในกระถางในเรือนเพาะชำและในแปลงทดลองในภาคสนาม โดยศึกษาถึงวิธีจำกัดการปล่อยก๊าซมีเทนจากนาข้าวด้วยการจัดการน้ำในสองลักษณะ คือ การรักษาระดับน้ำตลอดระยะเวลาเจริญเติบโตของต้นข้าว และการระบายน้ำในระหว่างการเจริญเติบโตของต้นข้าว สำหรับการระบายน้ำนั้นดำเนินการศึกษาเฉพาะในกระถางในเรือนเพาะชำ เนื่องจาก การปลูกข้าวในประเทศไทยโดยทั่วไปจะไม่ระบายน้ำออกจากนาข้าวในระหว่างการเจริญเติบโตของต้นข้าว ประกอบกับการศึกษาวิจัยครั้งนี้กระทำในห้วงฤดูการทำนาปี (นาฝน) การรักษาระดับน้ำแล้วระบายน้ำจึงสามารถควบคุมได้เฉพาะในกระถาง

ปัจจัยหลักในการศึกษาวิจัยในกระถาง คือ ดิน 2 ชุดดิน (ชุดดินนครปฐมจากจังหวัดชัยนาท และชุดดินร้อยเอ็ดจากจังหวัดสุรินทร์) ระดับน้ำ 3 ระดับ (0 10 และ 20 ซม.) การระบายน้ำจากระดับน้ำ 20 ซม. ในช่วงเวลาหลังปักดำ 3 รูปแบบ (ช่วง 30 วัน ช่วง 60 วัน และช่วง 30กับ60 วัน หลังปักดำ) และพันธุ์ข้าว 2 พันธุ์ (ชัยนาท1 และขาวดอกมะลิ105) ส่วนปัจจัยหลักในการศึกษาวิจัยในภาคสนาม คือ ดิน 1 ชุดดิน (ชุดดินนครปฐม ในสถานีทดลองข้าวชัยนาท จังหวัดชัยนาท) ระดับน้ำ 2 ระดับ (0 และ 20 ซม.) วิธีการปลูกข้าว 2 วิธี (ปักดำ และหว่านน้ำตม) และพันธุ์ข้าว 5 พันธุ์ (ชัยนาท1 ขาวดอกมะลิ105 ข้าวเจ้าหอมสุพรรณบุรีสุพรรณบุรี1 และกข6) ปัจจัยที่เป็นตัวแปรร่วมเชื่อมโยงการศึกษาวิจัยในกระถางกับภาคสนามเพื่อการปรับประยุกต์ผลการศึกษาวิจัยดังปรากฏในรูปที่ 2.1-1 (หน้า 2-2)

ผลการศึกษาจากกระถางในเรือนเพาะชำบ่งบอกถึงค่าสัมพัทธ์ (Relative value) ส่วนผลการศึกษาจากภาคสนามเป็นค่าตัวเลขประเมินปริมาณการปล่อยก๊าซมีเทนจากนาข้าว ซึ่งสามารถนำเสนอในรายการบัญชีแห่งชาติ (National inventory) ได้

3.1.1 ผลของการรักษาระดับน้ำต่อการปล่อยก๊าซมีเทนและผลผลิตข้าว

การปลูกข้าวของชาวนาไทยในปัจจุบัน จะรักษาระดับน้ำไว้ตลอดฤดูปลูกโดยขังน้ำไว้ประมาณ 20-50 ซม. แล้วระบายน้ำออกก่อนการเก็บเกี่ยวประมาณ 10 วัน ร่วมกับแนวคิดการกำหนดให้น้ำเป็นปัจจัยจำกัด (Limiting factor) ในการปลูกข้าว โดยใช้น้ำให้เพียงพอต่อการเจริญเติบโตของต้นข้าวอย่างมีประสิทธิภาพ ดังนั้น การขังน้ำที่ระดับ 0-20 ซม.กับการปล่อยก๊าซมีเทน จึงเป็นประเด็นหลักของการศึกษาวิจัยครั้งนี้

- **การปล่อยก๊าซมีเทนเมื่อมีการรักษาระดับน้ำ**

การรักษาระดับน้ำที่ 0 10 และ 20 ซม. ตลอดระยะการเจริญเติบโตของต้นข้าวที่ปลูกในดินชุดดินนครปฐมของการศึกษาวิจัยในกระถาง (รูปที่ 3.1-1) พบว่า การปลูกข้าวพันธุ์ชัยนาท1 และพันธุ์ขาวดอกมะลิ105 ด้วยการขังน้ำไว้ที่ระดับ 20 ซม. มีอัตราการปล่อยก๊าซมีเทน (มก./ตร.ม.-ซม.) มากกว่าการขังน้ำไว้ที่ระดับ 10 และ 0 ซม. ตามลำดับ และเมื่อต้นข้าวเจริญเติบโตมากขึ้น โดยเฉพาะระยะเมล็ดข้าวสุก (70-80 วันหลังปักดำ) ความลึกของระดับน้ำก็ยิ่งส่งผลให้การปล่อยก๊าซมีเทนเกิดความแตกต่างชัดเจน เนื่องจากว่าเมื่อต้นข้าวเจริญเติบโตมากขึ้นจะมีความหนาแน่นของระบบรากและช่องอากาศ (Aerenchyma) ซึ่งเป็นเส้นทางผ่านก๊าซเพิ่มมากขึ้น (Schutz *et al.*, 1989; Sharkey *et al.*, 1991; Kimura *et al.*, 1992; Kimura and Minami, 1995) ประกอบกับสภาพขาดออกซิเจนของดินขังน้ำที่ส่งเสริมให้มีการผลิตก๊าซมีเทนมีระยะเวลายาวนานมากขึ้น ดินปลูกข้าวแบบขังน้ำจนถึงระยะเมล็ดข้าวสุกจะมีการสะสมก๊าซมีเทนอย่างต่อเนื่องแล้วส่งผ่านขึ้นมาตามลำต้นข้าวได้มากขึ้น

อัตราการปล่อยก๊าซมีเทนเฉลี่ยตลอดระยะการเจริญเติบโตของต้นข้าว ทั้งพันธุ์ชัยนาท1 และพันธุ์ขาวดอกมะลิ105 ไม่มีความต่างทางสถิติ เมื่อปลูกข้าวแบบขังน้ำไว้ที่ระดับ 0 10 และ 20 ซม. (ตารางที่ 3.1-1 และ 3.1-2) นับสำคัญทางสถิติที่เกิดขึ้นกลับเป็นผลจากสถานที่ทดลอง (สถานที่ปลูกข้าว) และปฏิสัมพันธ์ (Interaction) ของสถานที่ปลูกข้าวกับตำรับทดลอง (พันธุ์ข้าว ระดับน้ำ) นั้นหมายถึง ปัจจัยแวดล้อมอื่นของพื้นที่สามารถส่งผลให้เกิดความผันแปรของอัตราการปล่อยก๊าซมีเทนได้ ดังนั้น การใช้ค่าตัวเลขอัตราหรือปริมาณการปล่อยก๊าซมีเทนจากพื้นที่ศึกษาวิจัยหนึ่งไปปรับประยุกต์ใช้กับพื้นที่อื่น ต้องพิจารณาเงื่อนไขอื่น ๆ ในการปลูกข้าวประกอบอย่างรอบคอบด้วย

การรักษาระดับน้ำที่ 0 10 และ 20 ซม. ของดินชุดดินนครปฐมนั้น ดินขังน้ำมีการปล่อยก๊าซมีเทนในลักษณะเดียวกันกับดินปลูกข้าวแบบขังน้ำในระยะต้นข้าวแตกกอจนถึงระยะเมล็ดข้าวสุกแก่ โดยที่ดินอมน้ำ (ระดับน้ำที่ 0 ซม.) ในช่วงเวลาเท่ากับระยะการเจริญเติบโตของต้นข้าวตั้งแต่ระยะต้นข้าวตั้งท้อง มีแนวโน้มปล่อยก๊าซมีเทนด้วยอัตราที่มากกว่าดินปลูกข้าวพันธุ์ชัยนาท1 และพันธุ์ขาวดอกมะลิ105 ที่ระดับน้ำ 0 ซม. (รูปที่ 3.1-1 ตารางที่ 3.1-1 และ

3.1-2) และเมื่อระดับน้ำเพิ่มสูงขึ้นเป็น 10 ซม. ดินขังน้ำยังคงมีอัตราเฉลี่ยการปล่อยก๊าซมีเทนมากกว่าดินปลูกข้าวพันธุ์ขาวดอกมะลิ105 ในขณะที่ดินขังน้ำ 10 และ 20 ซม.กลับมีอัตราเฉลี่ยการปล่อยก๊าซมีเทนน้อยกว่าดินปลูกข้าวพันธุ์ชัยนาท1 ที่ระดับน้ำเดียวกัน อย่างไรก็ตามการระบายน้ำก่อนเก็บเกี่ยวกลับมีผลทำให้ดินขังน้ำปล่อยก๊าซมีเทนมากกว่าดินปลูกข้าวแบบขังน้ำ โดยเฉพาะการขังน้ำที่ระดับ 20 ซม. ดินขังน้ำมีอัตราการปล่อยก๊าซมีเทน (17.69 มก./ตร.ม.-ซม.) มากกว่าดินปลูกข้าวพันธุ์ชัยนาท1 (2.17 มก./ตร.ม.-ซม.) และพันธุ์ขาวดอกมะลิ105 (1.21 มก./ตร.ม.-ซม.) อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (ตารางที่ 3.1-1 และ 3.1-2)

ความแตกต่างระหว่างอัตราการปล่อยก๊าซมีเทนจากดินปลูกข้าวแบบขังน้ำ กับดินขังน้ำ น่าจะเป็นผลสืบเนื่องมาจากการและเส้นทางการปล่อยก๊าซมีเทนสู่บรรยากาศ กล่าวคือ ก๊าซมีเทนที่ปล่อยสู่บรรยากาศผ่านทางลำต้นข้าวเกิดขึ้นอย่างต่อเนื่องในสัดส่วนที่สัมพันธ์กับปริมาณก๊าซมีเทนที่ถูกผลิตขึ้นในดินปลูกข้าวแบบขังน้ำ (อรรณพ ศิริรัตน์พิริยะ, 2541; Watanabe *et al.*, 1994) ส่วนการเคลื่อนที่ของก๊าซมีเทนจากดินขังน้ำสู่บรรยากาศโดยผ่านการออกซิไดซ์ในช่วงต่อระหว่างดินและน้ำที่มีออกซิเจนเกิดขึ้นเพียงเล็กน้อย เพราะการแลกเปลี่ยนก๊าซระหว่างอากาศในดินและบรรยากาศถูกยับยั้งอย่างรุนแรง (Armstrong, 1979; Wang *et al.*, 1995) ปริมาณก๊าซมีเทนที่เกิดขึ้นส่วนใหญ่ในดินขังน้ำ จึงยังคงถูกกักเก็บไว้ใต้ผิวดิน การระบายน้ำออกก่อนเก็บเกี่ยวจึงเป็นช่วงเวลาที่ก๊าซมีเทนซึ่งสะสมอยู่ในดินสามารถปล่อยสู่บรรยากาศโดยการแพร่ผ่านผิวดินเป็นเส้นทางหลัก (Neue, 1993) นอกจากนั้น ช่วงเวลาที่ผิวดินเริ่มแห้ง ก๊าซมีเทนบางส่วนจะถูกออกซิไดส์เป็นก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ (Denier van der Gon *et al.*, 1996) ดังนั้น การปล่อยก๊าซมีเทนในแต่ละช่วงเวลา จึงน่าจะเกี่ยวข้องโดยตรงกับความลึกของระดับน้ำ ระยะเวลาที่ยาวนานในการขังน้ำ จังหวะและช่วงเวลาการระบายน้ำ รวมทั้งการเปลี่ยนแปลงทางกายภาพตามวงจรชีวิตของต้นข้าว

สรุปได้ว่า ความลึกของระดับน้ำ มีอิทธิพลอย่างมากต่อการปล่อยก๊าซมีเทนสู่บรรยากาศ ของดินที่ปลูกข้าวและดินที่ไม่ปลูกข้าว เนื่องจากสัดส่วนของการผลิตและการปล่อยก๊าซมีเทนแตกต่างกัน

● ผลผลิตข้าวเมื่อมีการรักษาระดับน้ำ

การปลูกข้าวพันธุ์ชัยนาท1 และพันธุ์ขาวดอกมะลิ105 ที่ระดับน้ำ 0 10 และ 20 ซม. พบว่าผลผลิตไม่มีความต่างทางสถิติ โดยระดับน้ำที่ 0 10 และ 20 ซม.ข้าวพันธุ์ชัยนาท1 ให้ผลผลิต 226 209 และ 202 กรัม/กระถาง และข้าวพันธุ์ขาวดอกมะลิ105 ให้ผลผลิต 180 184 และ 155 กรัม/กระถาง ตามลำดับ (รูปที่ 3.1-1)

ผลผลิตข้าวขึ้นกับองค์ประกอบที่สำคัญ 4 องค์ประกอบ คือ จำนวนรวงต่อหน่วยพื้นที่ จำนวนเมล็ดต่อรวง เปอร์เซ็นต์เมล็ดดี และน้ำหนักของ 1,000 เมล็ด พบว่า ข้าวพันธุ์ชัยนาท1

มีจำนวนรวง (112 รวง/กระถาง) มากกว่าพันธุ์ข้าวดอกมะลิ105 (85 รวง/กระถาง) ประมาณร้อยละ 32 แต่ข้าวพันธุ์ชัยนาท1 มีจำนวนเมล็ดต่อรวง (99 เมล็ด) น้อยกว่าพันธุ์ข้าวดอกมะลิ105 (103 เมล็ด) ประมาณร้อยละ 4 ความแตกต่างที่เกิดขึ้นน่าจะเป็นผลของลักษณะประจำพันธุ์ข้าว กล่าวคือ ข้าวพันธุ์ผลผลิตสูง (พันธุ์ชัยนาท1) โดยทั่วไปจัดเป็น Panicle number type variety มักมีจำนวนรวงต่อหน่วยพื้นที่มากกว่าแต่มีขนาดของรวงหรือจำนวนเมล็ดต่อรวงน้อยกว่าข้าวพันธุ์พื้นเมือง (พันธุ์ข้าวดอกมะลิ105) ซึ่งจัดเป็น Panicle weight type variety นอกจากนี้แล้ว ข้าวพันธุ์ชัยนาท1 มีเปอร์เซ็นต์เมล็ดดี 75 % และมีน้ำหนัก 1,000 เมล็ด 24.17 กรัม ส่วนพันธุ์ข้าวดอกมะลิ105 มีเปอร์เซ็นต์เมล็ดดี 77 % และมีน้ำหนัก 1,000 เมล็ด 24.08 กรัม จึงอาจกล่าวได้ว่าองค์ประกอบผลผลิตข้าวซึ่งเป็นข้อมูลยืนยันศักยภาพผลผลิต และเป็นลักษณะประจำพันธุ์ ที่ขึ้นอยู่กับวิธีการเขตกรรมและการจัดการ บ่งชี้ว่าไม่มีความต่างทางสถิติของผลผลิตข้าวพันธุ์ชัยนาท1 และพันธุ์ข้าวดอกมะลิ105

แสดงว่า การปลูกข้าวต่างพันธุ์ตามรูปทรงต้นข้าวด้วยวิธีการปลูกเดียวกันคือวิธีปักดำในดินชุดดินนครปฐมในกระถางนั้น การควบคุมน้ำไว้ตลอดฤดูปลูก 3 ระดับ คือ 0 10 และ 20 ซม. ไม่น่าจะมีผลที่ถือได้ว่าเป็นปัจจัยการลดผลผลิตข้าวที่มีนัยสำคัญ

● การปรับประยุกต์ผลการศึกษาวิจัยในกระถางกับในภาคสนาม

ปัจจัยที่เป็นตัวแปรร่วมเชื่อมโยงการศึกษาวิจัยในกระถางกับภาคสนาม คือ การปลูกข้าวพันธุ์ชัยนาท1และข้าวดอกมะลิ105 ด้วยวิธีปักดำในดินชุดดินนครปฐม ที่ระดับน้ำ 0 และ 20 ซม. ผลการศึกษาวิจัยที่ได้รับจากการศึกษาวิจัยที่สามารถดำเนินการได้เฉพาะในกระถาง น่าจะเป็นแนวทางการปรับประยุกต์ไปสู่ความน่าจะเป็นในภาคสนามได้ในทำนองเดียวกัน

การปล่อยก๊าซมีเทนของข้าวพันธุ์ชัยนาท1 และพันธุ์ข้าวดอกมะลิ105 เมื่อปลูกด้วยวิธีปักดำในดินชุดดินนครปฐมที่ระดับน้ำ 0 และ 20 ซม. (รูปที่ 3.1-2) พบว่า อัตราการปล่อยก๊าซมีเทนเพิ่มขึ้นสัมพันธ์กับการเจริญเติบโตของต้นข้าวทั้งในกระถางและภาคสนาม ทั้งนี้ อัตราการปล่อยก๊าซมีเทนสูงสุดมีความสอดคล้องกันทั้งในกระถางและในภาคสนาม กล่าวคือการปลูกข้าวพันธุ์ข้าวดอกมะลิ105 ที่ระดับน้ำ 0 ซม. มีอัตราการปล่อยก๊าซมีเทนสูงสุดในระยะต้นข้าวตั้งท้อง แต่การปลูกที่ระดับน้ำ 20 ซม. มีอัตราการปล่อยก๊าซมีเทนสูงสุดในระยะเมล็ดข้าวสุก สำหรับพันธุ์ชัยนาท1 นั้น อัตราการปล่อยก๊าซมีเทนสูงสุดเกิดขึ้นในระยะเมล็ดข้าวสุกเมื่อปลูกข้าวในกระถางทั้ง 2 ระดับน้ำ ในขณะที่การปลูกข้าวในภาคสนามทั้ง 2 ระดับน้ำ มีอัตราการปล่อยก๊าซมีเทนสูงสุดในระยะต้นข้าวตั้งท้อง แต่อัตราการปล่อยก๊าซมีเทนในระยะต้นข้าวตั้งท้องไม่ต่างทางสถิติกับระยะเมล็ดข้าวสุก (ตารางที่ 3.1-1 3.1-2 และ 3.1-4) ทั้งนี้ อิทธิพลของต้นข้าวต่อการเป็นเส้นทางปล่อยก๊าซมีเทนตลอดฤดูปลูก เห็นได้ไม่ชัดเจนจากการศึกษาวิจัยในกระถาง ในขณะที่การศึกษาวิจัยในภาคสนามเห็นได้อย่างชัดเจน กล่าวคือ ดินปลูกข้าวแบบขังน้ำปล่อยก๊าซมีเทนมากกว่าดินขังน้ำ (ตารางที่ 3.1-1 3.1-2 3.1-3 และ 3.1-4)

การระบายน้ำก่อนการเก็บเกี่ยว จากระดับน้ำ 20 ซม. มีอัตราการปล่อยก๊าซมีเทนสูงกว่าระดับน้ำ 0 ซม. ทั้งในกระถางและภาคสนาม (รูปที่ 3.1-1 3.1-2 และตารางที่ 3.1-1 3.1-2 3.1-4) จึงเป็นไปได้ว่า ระดับน้ำ 20 ซม.ได้รับอิทธิพลของสภาพขาดออกซิเจนที่ทำให้เกิดปฏิกิริยาดินถึงขั้นการหมัก (Fermentation) จนเกิดก๊าซมีเทนสะสมอยู่ในดิน แล้วปล่อยสู่บรรยากาศโดยแทรกผ่านช่องระหว่างเม็ดดิน (Micropore) ในสภาพดินแห้งภายหลังการระบายน้ำ นอกจากนี้อัตราการแพร่ก๊าซมีเทนผ่านอากาศเร็วกว่าผ่านน้ำประมาณ 4 เท่า (Denier van der gon *et al.*, 1996)

การปลูกข้าวที่ระดับน้ำ 0 และ 20 ซม. ล้วนแต่ไม่มีผลทำให้ผลผลิตข้าวพันธุ์ชัยนาท1 และข้าวดอกมะลิ105 มีความต่างทางสถิติ ซึ่งเป็นข้อสรุปที่ตรงกันทั้งการศึกษาวิจัยในกระถางและภาคสนาม (รูปที่ 3.1-2)

ผลการศึกษาวิจัยในกระถางและในภาคสนาม ทำให้กล่าวโดยสรุปได้ว่า วิธีการลดการปล่อยก๊าซมีเทนจากนาข้าวโดยการจัดการน้ำด้วยการรักษาระดับน้ำตั้งแต่ 0 ซม. (น้ำเรี่ยผิวดินหรือดินอมน้ำ) จนถึง 20 ซม. ตลอดระยะการเจริญเติบโตของต้นข้าว ไม่ทำให้อัตราการปล่อยก๊าซมีเทนเฉลี่ยตลอดระยะการเจริญเติบโตของต้นข้าวหรือผลผลิตข้าวมีความต่างทางสถิติ ด้วยข้อสรุปของนัยสำคัญทางสถิติในเรื่องเดียวกันนี้เอง จึงมั่นใจได้ว่าผลการศึกษาวิจัยในกระถางในเรื่องเฉพาะข้อนี้ น่าจะเป็นคำตอบ และแนวทางการปรับประยุกต์ใช้กับการศึกษาวิจัยในภาคสนามได้

3.1.2 ผลของการระบายน้ำต่อการปล่อยก๊าซมีเทนและผลผลิตข้าว

การปลูกข้าวของประเทศไทย โดยทั่วไปจะไม่ระบายน้ำออกจากนาข้าวในระหว่างการเจริญเติบโตของต้นข้าว การระบายน้ำจะกระทำเฉพาะช่วงเวลาก่อนเก็บเกี่ยวประมาณ 10 วัน อย่างไรก็ตาม ข้าวเป็นพืชที่ไม่ทนต่อการขาดน้ำ โดยเฉพาะในช่วงต้นข้าวตั้งท้องจนถึงระยะต้นข้าวออกรวง (Reproductive phase) การขาดน้ำในช่วงนี้มีผลทำให้รวงข้าวไม่สมบูรณ์ ผลผลิตลดลง (ดิเรก ทองอร่าม, 2524; De Datta, 1981) ประกอบกับการศึกษาวิจัยครั้งนี้อยู่ในห้วงฤดูการทำนาปี (นาหน้าฝน) การจัดการน้ำด้วยการระบายน้ำในระหว่างการเจริญเติบโตของต้นข้าว จึงต้องศึกษาวิจัยเฉพาะในกระถางในเรื่องเฉพาะข้อเท่านั้น

● การปล่อยก๊าซมีเทนเมื่อมีการระบายน้ำ

การระบายน้ำในระหว่างการเจริญเติบโตของต้นข้าว เมื่อรักษาระดับน้ำไว้ที่ 20 ซม. แล้วระบายออกในช่วง 30 วัน ช่วง 60 วัน และช่วง 30กับ60 วัน หลังปักดำ (รูปที่ 3.1-3) พบว่าการระบายน้ำทั้ง 3 รูปแบบ มีผลทำให้อัตราการปล่อยก๊าซมีเทนลดลงในภาพรวมตลอดระยะการเจริญเติบโตของต้นข้าว ทั้งนี้ในขณะที่มีการระบายน้ำ อัตราการปล่อยก๊าซมีเทนเพิ่มสูงมาก

ขึ้นในระยะแรก แล้วค่อยๆ ลดลงเมื่อสิ้นสุดการระบายน้ำ และยังคงผลต่อเนื่องให้อัตราการปล่อยก๊าซมีเทนลดลงในระยะการเจริญเติบโตของต้นข้าวในระยะต่อมาอีกด้วย เฉพาะช่วงระยะเวลาที่มีการระบายน้ำออก 7 วัน พบว่า อัตราการปล่อยก๊าซมีเทนอยู่ในลักษณะเพิ่มขึ้นแล้วลดลงอย่างรวดเร็ว โดยวันที่ 4 ของการระบายน้ำมีอัตราการปล่อยก๊าซมีเทนสูงสุด จากนั้นจึงลดลง การไหลทะลักของก๊าซมีเทนเมื่อมีการระบายน้ำเกิดขึ้นกับดินขังน้ำทั้งที่ปลูกข้าวและไม่ได้ปลูกข้าว แสดงว่า ในขณะที่มีการระบายน้ำ ลำต้นข้าวมิได้มีบทบาทเป็นทางผ่านหลักของก๊าซมีเทนจากดินสู่อากาศ สำหรับการปล่อยก๊าซมีเทนที่ลดลงหลังจากการระบายน้ำนั้น อาจเป็นผลจากดินได้รับก๊าซออกซิเจนจากอากาศมากขึ้น ดังนั้นปฏิกิริยาดินจนถึงขั้นการหมัก (Fermentation) แล้วเกิดก๊าซมีเทนจึงน้อยลง ผลการศึกษาวิจัยครั้งนี้ สอดคล้องกับการศึกษาวิจัยของ Yagi *et al.* (1996) และ Denier van der gon *et al.* (1996)

เมื่อมีการระบายน้ำในระหว่างการเจริญเติบโตของต้นข้าว อัตราการปล่อยก๊าซมีเทนของพันธุ์ชัยนาท1 มีแนวโน้มลดลงชัดเจนมากกว่าพันธุ์ขาวดอกมะลิ105 อย่างไรก็ตามการลดลงของอัตราการปล่อยก๊าซมีเทนเมื่อมีการระบายน้ำทั้ง 3 รูปแบบ (ช่วง 30 วัน ช่วง 60 วัน และช่วง 30กับ60 วัน หลังปักดำ) ก็ไม่มีความต่างทางสถิติ เมื่อเปรียบเทียบกับการปลูกข้าวแบบขังน้ำไว้ที่ระดับ 20 ซม. (ตารางที่ 3.1-5)

● ผลผลิตข้าวเมื่อมีการระบายน้ำ

การระบายน้ำในระหว่างการเจริญเติบโตของต้นข้าว เมื่อรักษาระดับน้ำไว้ที่ 20 ซม. แล้วระบายออกในช่วง 30 วัน ช่วง 60 วัน และช่วง 30กับ60 วัน หลังปักดำ พบว่าการระบายน้ำทั้ง 3 รูปแบบ ไม่ส่งผลให้เกิดความต่างทางสถิติของผลผลิตข้าวพันธุ์ชัยนาท1 และพันธุ์ขาวดอกมะลิ105 เมื่อเปรียบเทียบกับการปลูกข้าวแบบขังน้ำตลอดการเจริญเติบโตของต้นข้าว (รูปที่ 3.1-3) กล่าวคือ ผลผลิตข้าวพันธุ์ชัยนาท1 จะอยู่ในช่วง 184-202 กรัม/กระถาง และ 149-155 กรัม/กระถาง สำหรับข้าวพันธุ์ขาวดอกมะลิ105 นอกจากนี้ การระบายน้ำ 3 รูปแบบ (ช่วง 30 วัน ช่วง 60 วัน และช่วง 30กับ60 วัน หลังปักดำ) ไม่ทำให้เกิดความต่างทางสถิติขององค์ประกอบผลผลิตทั้งในพันธุ์ชัยนาท1 และพันธุ์ขาวดอกมะลิ105 ที่ปลูกในดินชุดดินนครปฐม

นั่นหมายถึง การระบายน้ำในช่วงระยะเวลาที่ต้นข้าวกำลังเจริญเติบโต ไม่น่าจะเป็นปัจจัยที่มีนัยสำคัญต่อการลดลงของผลผลิตข้าว อีกทั้งไม่มีผลต่อการลดลงของการปล่อยก๊าซมีเทนอย่างมีนัยสำคัญเมื่อเปรียบเทียบกับการปลูกข้าวแบบขังน้ำที่ระดับ 20 ซม.

3.1.3 การปล่อยก๊าซมีเทนและผลผลิตข้าวตามชุดดิน

ดินปลูกข้าวในประเทศไทยมีลักษณะสมบัติของดินแตกต่างกัน กรมพัฒนาที่ดินได้จำแนกที่ดินตามความเหมาะสมในการปลูกข้าว (Soil suitability groups for paddy) บนพื้นฐาน

ของปัจจัยจำกัดเกี่ยวกับลักษณะสมบัติดิน การขาดแคลนน้ำ น้ำท่วม สภาพความสูงต่ำของพื้นที่ ปริมาณเกลือหรือความเป็นด่างของดิน และความเป็นกรดจัดของดิน (เนลียว แจ้งไพโร, 2533) ซึ่งชุดดิน (Soil series) สามารถนำมาพิจารณาวินิจฉัยคุณภาพของดินตามความเหมาะสมในการใช้ประโยชน์ได้ โดยชุดดินบ่งชี้ถึงความเหมือนกันของลักษณะทางสัณฐานของดิน (Soil morphology) ได้แก่ ชนิดและการเรียงตัวของชั้นดิน สีของดิน เนื้อดิน โครงสร้างของดิน ปฏิกริยาของดิน ลักษณะสมบัติทางเคมี รวมทั้งวัตถุต้นกำเนิดดิน (เนลียว แจ้งไพโร, 2530) สำหรับการศึกษาวิจัยครั้งนี้เป็นการศึกษาวิจัยเฉพาะในกระถาง โดยเลือกชุดดินให้สอดคล้องกับพันธุ์ข้าวและพื้นที่ปลูกข้าว คือ ชุดดินนครปฐมจากจังหวัดชัยนาท และชุดดินร้อยเอ็ดจากจังหวัดสุรินทร์

• การปล่อยก๊าซมีเทนตามชุดดิน

ดินชุดดินนครปฐมมีอัตราการปล่อยก๊าซมีเทนสูงสุดในระยะเมล็ดข้าวงอก ในขณะที่ดินชุดดินร้อยเอ็ดมีอัตราการปล่อยก๊าซมีเทนสูงสุดในระยะต้นข้าวตั้งท้อง เมื่อปลูกข้าวพันธุ์ขาวดอกมะลิ105 ภายใต้เงื่อนไขเดียวกันของการควบคุมระดับน้ำที่ 0 10 และ 20 ซม. (รูปที่ 3.1-4) อัตราการปล่อยก๊าซมีเทนเฉลี่ยตลอดระยะการเจริญเติบโตของข้าวพันธุ์ขาวดอกมะลิ105 ที่ปลูกในดินชุดดินนครปฐมและชุดดินร้อยเอ็ดนั้น ไม่มีความต่างทางสถิติ (ตารางที่ 3.1-2 และ 3.1-3) นับสำคัญยิ่งทางสถิติเกิดขึ้นจากสถานที่ตั้งการทดลอง (สถานที่ปลูกข้าว) และปฏิสัมพันธ์ (Interaction) ของสถานที่ปลูกข้าวกับตำรับทดลอง (พันธุ์ข้าว ระดับน้ำ)

สภาพดินที่เหมาะสมสำหรับการเกิดและปล่อยก๊าซมีเทนสู่บรรยากาศ ประกอบด้วยสภาวะความเป็นกรดเป็นด่างที่เหมาะสม มีคาร์บอนอินทรีย์ในดินที่เชื่อมต่อกับเมทาโนเจนิกแบคทีเรียในการผลิตก๊าซมีเทน และมีปริมาณอินทรีย์วัตถุซึ่งเป็นคาร์บอนที่ง่ายต่อการย่อยสลายอย่างเพียงพอต่อความต้องการของจุลินทรีย์ดิน (Yagi and Minami, 1990) จึงอาจเป็นสาเหตุหนึ่งที่ทำให้ดินชุดดินนครปฐมที่มีความอุดมสมบูรณ์และอัตราการย่อยสลายสูงกว่าดินชุดดินร้อยเอ็ด (ตารางที่ 3.1-7) มีการผลิตและการปล่อยก๊าซมีเทนสูงกว่าได้ เนื่องจากสภาพรีดักชันของดินตามเงื่อนไขของการควบคุมระดับน้ำเดียวกัน ดินที่มีความอุดมสมบูรณ์กว่าด้วยปริมาณอินทรีย์วัตถุ (ชุดดินนครปฐม) น่าจะมีกิจกรรมของจุลินทรีย์ดินเกิดขึ้นได้มากกว่าดินที่มีความอุดมสมบูรณ์ต่ำ (ชุดดินร้อยเอ็ด) เพราะอินทรีย์วัตถุทำหน้าที่ให้ประจุแก่ปฏิกิริยาที่เกิดขึ้นในดินและเป็นปัจจัยสำคัญซึ่งมีผลต่อความต้องการออกซิเจนของกิจกรรมจุลินทรีย์ดิน (Kludze and Delaune, 1995) ดังนั้น ความอุดมสมบูรณ์ของดินจึงน่าจะมีผลต่อการผลิตก๊าซมีเทนในดินและเวลาของการเกิดก๊าซมีเทนขึ้นแทนที่ (Turnover time)

ดินชุดดินนครปฐม เมื่อขังน้ำที่ระดับ 0 10 และ 20 ซม. ยาวนานเท่ากับช่วงระยะเวลาการปลูกข้าวหนึ่งฤดูปลูก มีการปล่อยก๊าซมีเทนมากกว่าดินชุดดินร้อยเอ็ด (รูปที่ 3.1-4 และ ตารางที่ 3.1-2 และ 3.1-3) และเมื่อระบายน้ำออกจากดินทั้ง 2 ชุดดิน พบว่า การปล่อยก๊าซ

มีเทนหลังระบายน้ำลดลงเมื่อเทียบกับก่อนระบายน้ำ โดยที่ดินชุดดินร้อยเอ็ดลดการปล่อยก๊าซมีเทนลงมากถึง 3 เท่าเมื่อมีการระบายน้ำช่วง 30กับ60 วันหลังปักดำ ในขณะที่ ดินชุดดินนครปฐมลดการปล่อยก๊าซมีเทนลงเพียง 1 เท่า แต่อัตราการปล่อยก๊าซมีเทนที่ลดลงภายหลังการระบายน้ำก็ไม่ต่างทางสถิติกับก่อนการระบายน้ำ (ตารางที่ 3.1-5 และ 3.1-6) สอดคล้องกับ Sigren *et al.* (1997) ที่พบว่า หลังจากที่เราระบายน้ำและปล่อยน้ำกลับเข้าสู่แปลงนาแล้ว อัตราการผลิตและการปล่อยก๊าซมีเทนลดลงโดยประมาณ 60-65 เปอร์เซ็นต์เมื่อเปรียบเทียบกับค่าดังกล่าวก่อนระบายน้ำ และเมื่อเติมน้ำกลับเข้าสู่แปลงนาได้หนึ่งสัปดาห์อัตราการผลิตและการปล่อยก๊าซมีเทนก็ไม่มี ความแตกต่างกับเมื่อก่อนระบายน้ำ

อย่างไรก็ตาม อัตราการปล่อยก๊าซมีเทนที่ลดลงหลังจากการระบายน้ำนั้น ยังไม่ทราบแน่ชัดว่าเป็นผลเนื่องจากการลดการผลิตก๊าซมีเทนในดินหรือการเพิ่มขึ้นของปฏิกิริยาออกซิเดชันในดิน ทั้งนี้ข้อมูลการศึกษาวิจัยที่ผ่านมาได้สรุปไว้เพียงว่า อากาศในช่องระหว่างเม็ดดินจะช่วยให้เกิดการออกซิไดซ์ขึ้นในดิน มีผลให้การปล่อยก๊าซมีเทนในช่วงต่อมาน้อยลง

● ผลผลิตข้าวตามชุดดิน

ผลผลิตข้าวพันธุ์ขาวดอกมะลิ105 จากการปลูกทั้งในดินชุดดินนครปฐมและชุดดินร้อยเอ็ด ไม่พบความต่างทางสถิติ (รูปที่ 3.1-4) และเช่นกันที่พันธุ์ขาวดอกมะลิ105 ที่ปลูกในดินชุดเดียวกันด้วยเงื่อนไขการจัดการน้ำต่างกันก็ไม่พบว่ามี ความต่างทางสถิติของปริมาณผลผลิต

กล่าวโดยสรุปได้ว่า ลักษณะสมบัติของดินที่แตกต่างกันตามชุดดิน ไม่ก่อให้เกิดความต่างทางสถิติในการปล่อยก๊าซมีเทนเฉลี่ยตลอดระยะเวลาเจริญเติบโตของต้นข้าวและผลผลิตรวมทั้งองค์ประกอบผลผลิตข้าว เมื่อมีการจัดการน้ำด้วยการรักษาระดับน้ำที่ 0 10 และ 20 ซม. และระบายน้ำช่วง 30 วัน ช่วง 60 วัน และช่วง 30กับ60 วัน หลังปักดำ

3.1.4 ปริมาณการปล่อยก๊าซมีเทนและผลผลิตข้าวตามรูปทรงต้นข้าว และวิธีการปลูกข้าว

พันธุ์ข้าวในประเทศไทยมีประมาณ 1,000 พันธุ์ และ Neue *et al.*, (1997) ได้นำเสนอให้มีการปรับปรุงและคัดเลือกพันธุ์ข้าวเพื่อให้มีการปล่อยก๊าซมีเทนน้อยโดยผลผลิตไม่ลดลง แต่พันธุ์ข้าวสามารถเปลี่ยนแปลงได้ตามความนิยมและเทคโนโลยี ในการศึกษาวิจัยครั้งนี้จึงยึดรูปทรงต้นข้าวซึ่งมีความคงที่เป็นหลักในการพิจารณาเลือกพันธุ์ข้าว และกำหนดวันปลูกข้าวที่ส่งผลให้พันธุ์ข้าวมีอายุการเจริญเติบโตนับจากปลูกจนถึงเก็บเกี่ยว ประมาณ 120 วัน แม้ว่ารูปทรงต้นข้าวและอายุการเจริญเติบโตของพันธุ์ข้าวแตกต่างกันตามความไวต่อช่วงแสง

วิธีการปลูกข้าวที่นิยมในประเทศไทย คือ วิธีปักดำและหว่านน้ำตม การรบกวนดินของทั้งสองวิธีการปลูกแตกต่างกัน การรบกวนดินมากมีผลทำให้การปล่อยก๊าซมีเทนมีมากกว่า

(Neue, 1993; Peng *et al.*, 1995) ดังนั้นการศึกษาวิจัยถึงปริมาณการปล่อยก๊าซมีเทนและผลผลิตข้าวในครั้งนี้ จึงมุ่งเน้นถึงอิทธิพลของพันธุ์ข้าวตามรูปทรงต้นข้าว ที่มีการปลูกโดยวิธีปักดำและหว่านน้ำตม เมื่อมีน้ำขังในแปลงนาที่ระดับ 0 และ 20 ซม.

● การปล่อยก๊าซมีเทนตามรูปทรงต้นข้าว

ความแตกต่างของรูปทรงต้นข้าว (Plant type) ของพันธุ์ข้าว ต่ออัตราการปล่อยก๊าซมีเทนจากนาข้าวเมื่อปลูกข้าวด้วยวิธีปักดำ ไม่พบความแตกต่างทางสถิติระหว่างรูปทรงต้นข้าวแบบพันธุ์พื้นเมือง (Traditional plant type) คือพันธุ์ข้าวดอกมะลิ105 และรูปทรงต้นข้าวแบบพันธุ์ปรับปรุง (Improved plant type) คือพันธุ์ชัยนาท1 (ตารางที่ 3.1-8 และ 3.1-9) สำหรับวิธีหว่านน้ำตมนั้น ยังไม่สามารถสรุปได้ชัดเจนนัก (รูปที่ 3.1-5) แม้ว่าจะปรากฏความแตกต่างก็ตาม กล่าวคือ ข้าวพันธุ์ข้าวเจ้าหอมสุพรรณบุรีมีอัตราการปล่อยก๊าซมีเทนตลอดระยะเวลาเจริญเติบโตของข้าวสูงสุด และแตกต่างทางสถิติกับพันธุ์ข้าวที่มีรูปทรงต้นข้าวแบบพันธุ์พื้นเมือง คือพันธุ์ข้าวดอกมะลิ105 รวมทั้งกับพันธุ์ข้าวที่มีรูปทรงต้นข้าวแบบพันธุ์ปรับปรุงเดียวกัน คือ พันธุ์ชัยนาท1 สุพรรณบุรี1 และกข6 ทั้ง 2 ระดับน้ำ (ตารางที่ 3.1-8 และ 3.1-9) ความแตกต่างของอัตราการปล่อยก๊าซมีเทนที่เกิดขึ้นนี้ น่าจะเป็นผลของความแตกต่างตามมวลชีวภาพ (Biomass) ของข้าวแต่ละพันธุ์มากกว่ารูปทรงต้นข้าว (Plant type) โดยตรง เพราะปริมาณการปล่อยก๊าซมีเทนผันแปรตามมวลชีวภาพของต้นข้าว (Chanton *et al.*, 1996; Chanton, 1997) ส่วนรูปทรงต้นข้าวบ่งบอกถึงลักษณะทางสรีรวิทยาของต้นข้าว ที่มีความสัมพันธ์กับจำนวนต้นต่อพื้นที่ และความสูงของข้าว (บริบูรณ์ สมฤทธิ์, 2537) ซึ่งเกี่ยวข้องกับจำนวนและขนาดของช่องอากาศ (Aerenchyma) ในแต่ละส่วนของต้นข้าวที่มีผลตรงต่อการทำหน้าที่ลำเลียงก๊าซของต้นข้าว (สถาบันวิจัยข้าว, 2543; Schutz *et al.*, 1989; Sharkey *et al.*, 1991; Neue, 1993; Neue *et al.*, 1997)

ปริมาณการปล่อยก๊าซมีเทนจากนาข้าว เป็นการคำนวณจากอัตราการปล่อยก๊าซมีเทนร่วมกับระยะเวลาที่ต้นข้าวเจริญเติบโตตลอดฤดูปลูก โดยจำนวนวันในหนึ่งฤดูปลูกของข้าวแต่ละพันธุ์ซึ่งนำมาใช้ในการคำนวณขึ้นตรงกับระยะเวลาที่น้ำขังในแปลงนา

ตลอดฤดูปลูกของพันธุ์ข้าวที่มีรูปทรงต้นข้าวต่างกัน เมื่อปลูกด้วยวิธีปักดำและวิธีหว่านน้ำตม (ตารางที่ 3.1-10) พบว่า ที่ระดับน้ำ 0 ซม.ปริมาณการปล่อยก๊าซมีเทนของดินไม่ปลูกข้าวไม่ต่างทางสถิติกับการปลูกข้าวทั้ง 5 พันธุ์ ยกเว้นพันธุ์ข้าวที่มีรูปทรงต้นข้าวแบบพันธุ์ปรับปรุง (พันธุ์ชัยนาท1) ซึ่งปลูกด้วยวิธีปักดำ แต่การขังน้ำไว้ในแปลงนาเพิ่มขึ้นเป็น 20 ซม. กลับมีผลทำให้การปลูกข้าวมีปริมาณการปล่อยก๊าซมีเทนมากกว่าการไม่ปลูกข้าวอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ สำหรับการปลูกข้าวพันธุ์ข้าวเจ้าหอมสุพรรณบุรี ที่ระดับน้ำ 20 ซม. แม้ว่าจะมีอัตราการปล่อยก๊าซมีเทนสูงกว่าพันธุ์อื่นๆ แต่มีจำนวนวันในหนึ่งฤดูปลูกของพันธุ์ข้าวสั้นกว่า ดังนั้น เมื่อประเมินปริมาณการปล่อยก๊าซมีเทนตลอดฤดูปลูกจึงไม่พบความแตกต่างทางสถิติของ

การปล่อยก๊าซมีเทนจากนาข้าวในระหว่างพันธุ์ข้าวทั้ง 5 พันธุ์ที่มีรูปทรงต้นข้าวแบบพันธุ์พื้นเมือง คือ พันธุ์ขาวดอกมะลิ105 และพันธุ์ข้าวที่มีรูปทรงต้นข้าวแบบพันธุ์ปรับปรุงเดียวกัน คือ พันธุ์ชัยนาท1 สุพรรณบุรี1 และกข6

- การปล่อยก๊าซมีเทนตามวิธีการปลูกข้าว

ปริมาณการปล่อยก๊าซมีเทนตลอดระยะเวลาการเจริญเติบโตของต้นข้าว เมื่อปลูกด้วยวิธีปักดำไม่มีความต่างทางสถิติระหว่างพันธุ์ข้าวและระดับน้ำ ส่วนการปลูกด้วยวิธีหว่านน้ำตมมีเฉพาะพันธุ์สุพรรณบุรี1 เท่านั้น ที่การเพิ่มระดับความลึกของน้ำในแปลงนาจาก 0 ซม. เป็น 20 ซม. ส่งผลให้ปริมาณการปล่อยก๊าซมีเทนเพิ่มขึ้นอย่างมีนัยสำคัญ กล่าวคือ เพิ่มจาก 15.17 ก./ตร.ม. เป็น 24.55 ก./ตร.ม. (ตารางที่ 3.1-10)

ปริมาณการปล่อยก๊าซมีเทนตลอดระยะเวลาการเจริญเติบโตของต้นข้าว ที่ปลูกด้วยวิธีปักดำมีดังนี้ ที่ระดับน้ำ 0 ซม. พันธุ์ชัยนาท1 (26.44 ก./ตร.ม.) ปล่อยก๊าซมีเทนมากกว่าพันธุ์ขาวดอกมะลิ105 (18.84 ก./ตร.ม.) ที่ระดับน้ำ 20 ซม. พันธุ์ขาวดอกมะลิ105 (25.91 ก./ตร.ม.) กลับปล่อยก๊าซมีเทนมากกว่าพันธุ์ชัยนาท1 (20.68 ก./ตร.ม.) สำหรับการปลูกด้วยวิธีหว่านน้ำตมข้าวทั้ง 5 พันธุ์ มีลำดับการปล่อยก๊าซมีเทนตลอดระยะเวลาการเจริญเติบโตของต้นข้าวจากมากไปหาน้อย ดังนี้ การปลูกข้าวที่ระดับน้ำ 0 ซม. ข้าวเจ้าหอมสุพรรณบุรี (24.34 ก./ตร.ม.) ขาวดอกมะลิ105 (23.77 ก./ตร.ม.) ชัยนาท1 (19.31 ก./ตร.ม.) กข6 (18.80 ก./ตร.ม.) และสุพรรณบุรี1 (15.17 ก./ตร.ม.) ส่วนการปลูกข้าวที่ระดับน้ำ 20 ซม. ข้าวเจ้าหอมสุพรรณบุรี (28.03 ก./ตร.ม.) กข6 (26.07 ก./ตร.ม.) สุพรรณบุรี1 (24.55 ก./ตร.ม.) ขาวดอกมะลิ105 (22.49 ก./ตร.ม.) และชัยนาท1 (19.45 ก./ตร.ม.) (ตารางที่ 3.1-10)

พันธุ์ข้าวที่นำมาศึกษาวิจัยครั้งนี้ เมื่อปลูกข้าวด้วยวิธีหว่านน้ำตม ในระดับน้ำเดียวกัน ยังคงมีความสูงต้นข้าวที่ลดหลั่นกันไปตามลักษณะประจำพันธุ์ กล่าวคือ ข้าวพันธุ์กข6 มีความสูงมากที่สุด รองลงมา คือ ขาวดอกมะลิ105 สุพรรณบุรี1 ข้าวเจ้าหอมสุพรรณบุรี และชัยนาท1 ตามลำดับ ซึ่งเป็นความสูงดังที่เอกสงวน ชูวิสิฐกุล (2542) ได้รายงานไว้ว่าข้าวพันธุ์ชัยนาท1 ข้าวเจ้าหอมสุพรรณบุรี และสุพรรณบุรี1 ซึ่งเป็นพันธุ์ข้าวที่มีรูปทรงต้นข้าวแบบพันธุ์ปรับปรุงที่ให้ผลผลิตสูง (High yielding variety) มีความสูงในระยะเก็บเกี่ยวประมาณ 120 126 และ 125 ซม. ตามลำดับ ส่วน กข6 ซึ่งเป็นข้าวเหนียวรูปทรงต้นข้าวแบบพันธุ์ปรับปรุงมีความสูงประมาณ 150 ซม. (สถาบันวิจัยข้าว, 2533) สำหรับขาวดอกมะลิ105 ซึ่งมีรูปทรงต้นข้าวแบบพันธุ์พื้นเมือง มีความสูงประมาณ 140 ซม.

โดยทั่วไปต้นข้าวที่ปลูกในแปลงนาลึกจะมีความสูงมากกว่าต้นข้าวที่ปลูกในแปลงนาลำตื้น (กัลยา คุปต์กาญจนากุล, 2542; Matsushima, 1962; Sugimoto, 1971; De Datta and Abilay, 1975; Kupkanchanakul *et al.*, 1977; Kupkanchanakul and Vergara, 1980;

Kupkanchanakul, 1981; Kupkanchanakul and Kupkanchanakul, 1994) เพราะต้นข้าวที่ปลูกในสภาพน้ำลึกมีการยืดต้นมากกว่าต้นข้าวที่ปลูกในสภาพน้ำตื้น อย่างไรก็ตามในการศึกษาวิจัยครั้งนี้แม้ว่าต้นข้าวเกือบทุกพันธุ์ที่ปลูกในแปลงนาน้ำลึก 20 ซม. มีความสูงมากกว่าต้นข้าวที่ปลูกในแปลงนาระดับน้ำ 0 ซม. แต่ความต่างทางสถิติปรากฏเฉพาะพันธุ์ชัยนาท1 ด้วยความสูงที่แตกต่างกัน 11 ซม. เมื่อความลึกของระดับน้ำต่างกันประมาณ 20 ซม.

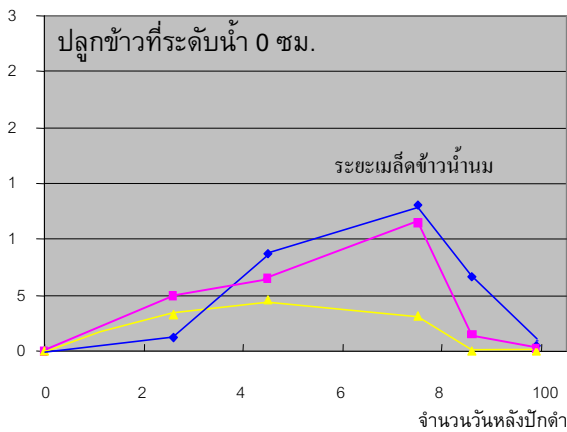
ส่วนความสามารถในการแตกกอของต้นข้าว นั้น ตรงกันข้ามกับความสูง โดยจำนวนต้นต่อพื้นที่ของต้นข้าวที่ปลูกในแปลงนาระดับน้ำลึกมักจะมีค่าน้อยกว่าต้นข้าวที่ปลูกในแปลงนาระดับน้ำตื้น (กัลยา คุปต์กาญจนากุล, 2542; De Datta and Abilay, 1975; Kupkanchanakul *et al.*, 1977; Kupkanchanakul and Vergara, 1980; Kupkanchanakul, 1981; Kupkanchanakul and Kupkanchanakul, 1994) เพราะน้ำลึกทำให้การแตกกอของต้นข้าวชะงัก และหน่อข้าวที่เกิดขึ้นใหม่ไม่สามารถพัฒนาการได้สมบูรณ์และตายในสภาพน้ำลึก ซึ่งในการศึกษาวิจัยครั้งนี้ แม้จะพอเห็นเป็นแนวโน้มได้ว่าข้าวทั้ง 5 พันธุ์ มีความสามารถในการแตกกอแตกต่างกันแต่ค่าดังกล่าวไม่มีความต่างทางสถิติ ยกเว้นพันธุ์ชัยนาท1 ซึ่งมีจำนวนต้นต่อตารางเมตรในแปลงนาระดับน้ำลึก 20 ซม. (400 ต้น/ตร.ม.) น้อยกว่าในแปลงนาระดับน้ำ 0 ซม. (460 ต้น/ตร.ม.) อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ

● ผลผลิตข้าวตามรูปทรงต้นข้าวและวิธีการปลูกข้าว

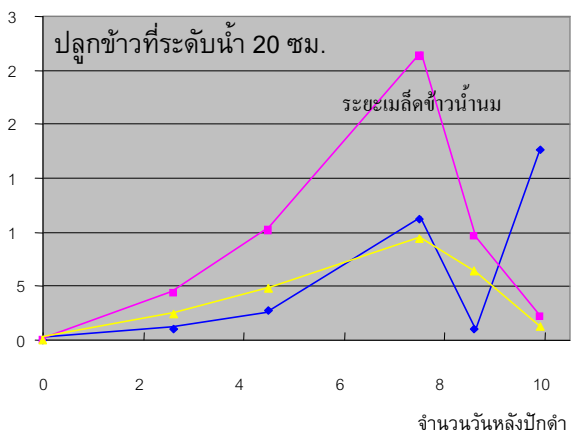
ข้าวทั้ง 5 พันธุ์ มีศักยภาพในการให้ผลผลิตแตกต่างกัน เป็นผลของลักษณะประจำพันธุ์ เอกสงวน ชูวิสิฐกุล (2542) รายงานผลผลิตของข้าวพันธุ์ ชัยนาท1 ขาวดอกมะลิ105 ข้าวเจ้าหอมสุพรรณบุรี สุพรรณบุรี1 และกข6 มีประมาณ 725-754 515 582-673 806 และ 670 กิโลกรัม/ไร่ ตามลำดับ สำหรับการศึกษาวิจัยครั้งนี้ พบว่า ข้าวทั้ง 5 พันธุ์ เมื่อปลูกโดยวิธีหว่านน้ำตมในแปลงที่รักษาระดับน้ำ 0 ซม. พันธุ์สุพรรณบุรี1 ให้ผลผลิตสูงที่สุด 485 กิโลกรัม/ไร่ รองลงมา คือ กข6 ขาวดอกมะลิ105 ชัยนาท1 และข้าวเจ้าหอมสุพรรณบุรี ซึ่งให้ผลผลิต 403 380 349 และ 329 กิโลกรัม/ไร่ ตามลำดับ ส่วนแปลงนาซึ่งรักษาระดับน้ำ 20 ซม. พันธุ์สุพรรณบุรี1 ให้ผลผลิตสูงที่สุดเช่นกันคือ 503 กิโลกรัม/ไร่ รองลงมา คือ ชัยนาท1 ข้าวเจ้าหอมสุพรรณบุรี กข6 และขาวดอกมะลิ105 ซึ่งให้ผลผลิต 431 380 318 และ 282 กิโลกรัม/ไร่ ตามลำดับ (รูปที่ 3.1-5) นั้นหมายถึง ระดับน้ำในแปลงนาที่ลึกมากขึ้นส่งเสริมให้ผลผลิตของข้าวพันธุ์ข้าวเจ้าหอมสุพรรณบุรี และพันธุ์กข6 เพิ่มขึ้น แต่การเพิ่มขึ้นนี้ยังไม่มี ความต่างทางสถิติ

กล่าวได้ว่า ระดับน้ำในแปลงนาตั้งแต่ระดับเรี่ยผิวดิน (0 ซม.) จนถึงระดับน้ำลึก 20 ซม. วิธีการปลูกข้าว (ปักดำหรือหว่านน้ำตม) และรูปทรงต้นข้าว (แบบพันธุ์พื้นเมือง หรือแบบพันธุ์ปรับปรุง) ไม่ก่อให้เกิดความต่างทางสถิติของปริมาณการปล่อยก๊าซมีเทนตลอดฤดูปลูก ส่วนความแตกต่างของผลผลิตระหว่างพันธุ์ (ชัยนาท1 ขาวดอกมะลิ105 ข้าวเจ้าหอมสุพรรณบุรี สุพรรณบุรี1 และกข6) เป็นผลมาจากลักษณะประจำพันธุ์นั้นๆ

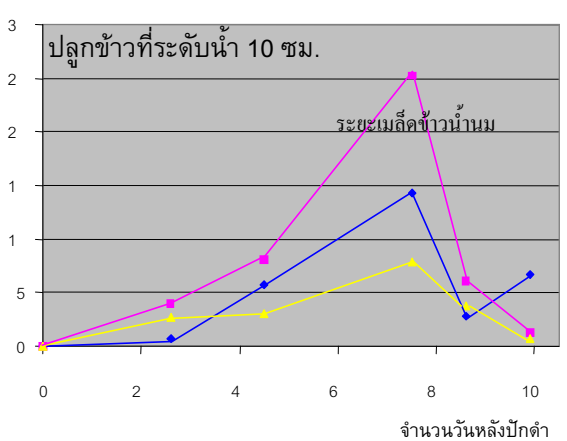
อัตราการปล่อยก๊าซมีเทน (มก./ตร.ม.-ชม.)



อัตราการปล่อยก๊าซมีเทน (มก./ตร.ม.-ชม.)



อัตราการปล่อยก๊าซมีเทน (มก./ตร.ม.-ชม.)



- ◆— ไม่ปลูกข้าว (ชุดควบคุม)
- ชัณนาท1
- ▲— ข้าวดอกมะลิ105

ตำรับ	ผลผลิตข้าว (กรัม/กระถาง)
ชัณนาท1 ที่ระดับน้ำ 0 ซม.	226
ชัณนาท1 ที่ระดับน้ำ 10 ซม.	209
ชัณนาท1 ที่ระดับน้ำ 20 ซม.	202
ข้าวดอกมะลิ105 ที่ระดับน้ำ 0 ซม.	180
ข้าวดอกมะลิ105 ที่ระดับน้ำ 10 ซม.	184
ข้าวดอกมะลิ105 ที่ระดับน้ำ 20 ซม.	155
ความแตกต่างตามตำรับทดลอง	$P > 0.05$
ความแตกต่างตามสถานที่ปลูกข้าว	$P > 0.05$
ความแตกต่างตามตำรับทดลองและสถานที่ปลูกข้าว	$P > 0.05$

รูปที่ 3.1-1 : อัตราการปล่อยก๊าซมีเทนและผลผลิตข้าวพันธุ์ชัณนาท1 และพันธุ์ข้าวดอกมะลิ105 ในดินชุดดินนครปฐม ที่ระดับน้ำ 0 10 และ 20 ซม.

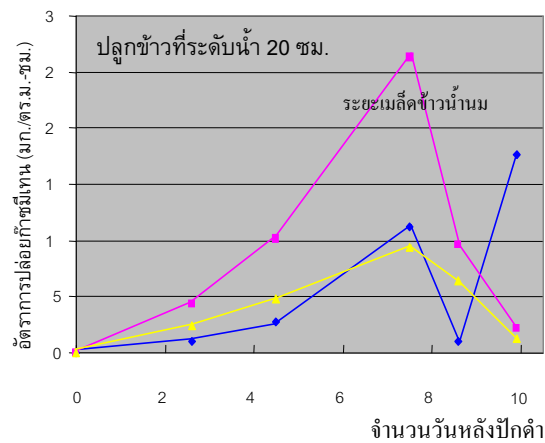
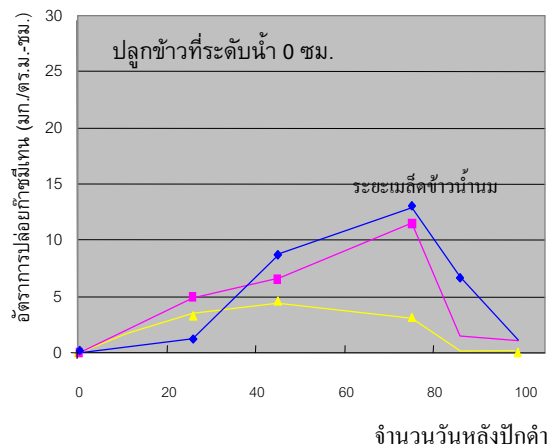
ตัวรับทดลอง

◆ ไม่ปลูกข้าว (ชุดควบคุม)

■ ชัยนาท 1

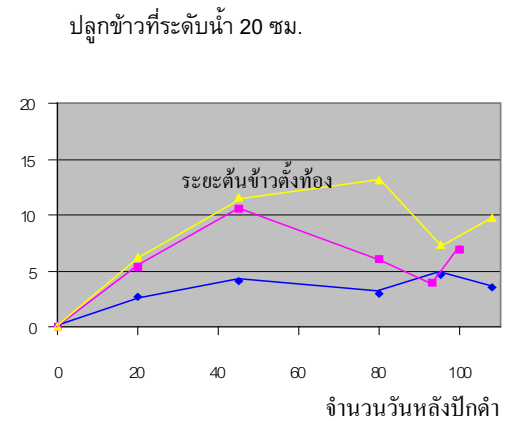
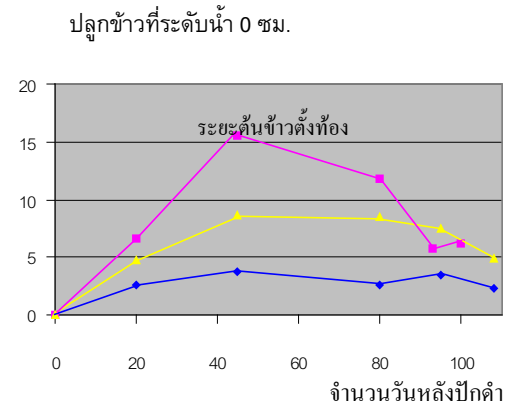
▲ ขาวดอกมะลิ 105

การศึกษาวิจัยในกระถางในเรือนเพาะชำ



ตัวรับทดลอง	ผลผลิตข้าว (กรัม/กระถาง)
ชัยนาท 1 ที่ระดับน้ำ 0 ซม.	226
ชัยนาท 1 ที่ระดับน้ำ 20 ซม.	202
ขาวดอกมะลิ 105 ที่ระดับน้ำ 0 ซม.	180
ขาวดอกมะลิ 105 ที่ระดับน้ำ 20 ซม.	155
ความแตกต่างตามตัวรับทดลอง	P > 0.05

การศึกษาวิจัยในภาคสนาม

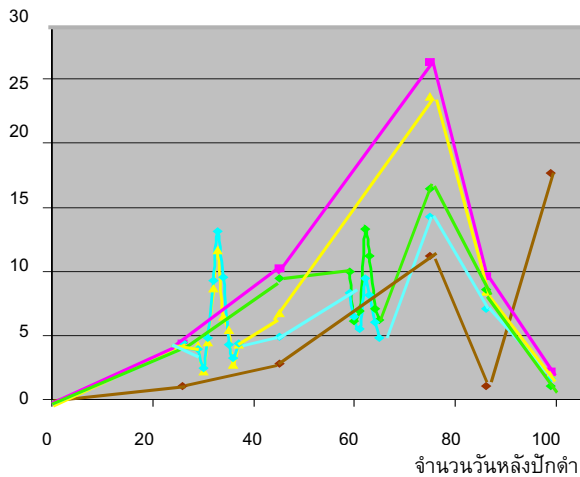


ตัวรับทดลอง	ผลผลิตข้าว (กิโลกรัม/ไร่)
ชัยนาท 1 ที่ระดับน้ำ 0 ซม.	1353
ชัยนาท 1 ที่ระดับน้ำ 20 ซม.	1523
ขาวดอกมะลิ 105 ที่ระดับน้ำ 0 ซม.	1453
ขาวดอกมะลิ 105 ที่ระดับน้ำ 20 ซม.	1211
ความแตกต่างตามตัวรับทดลอง	P > 0.05

รูปที่ 3.1-2 : อัตราการผลิตก๊าซมีเทนและผลผลิตข้าวพันธุ์ชัยนาท 1 และพันธุ์ขาวดอกมะลิ 105 ปลูกด้วยวิธีปักดำ

พันธุ์ชัยนาท 1

อัตราการปล่อยก๊าซมีเทน (มก./ตร.ม.-ชม.)

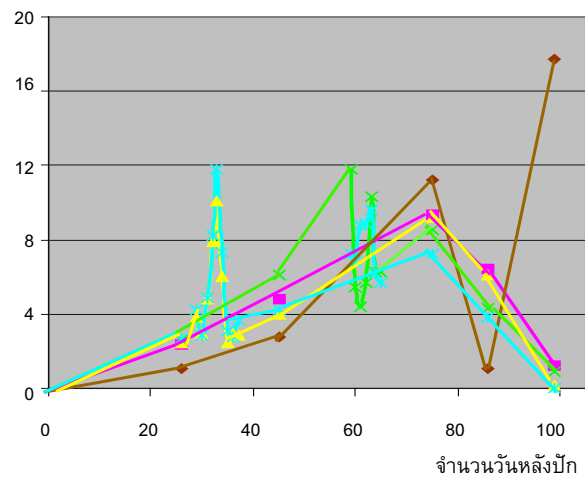


- ไม่ปลูกข้าว (ชุดควบคุม)
- ชัยนาท1
- ▲— ชัยนาท1 ระบายน้ำ 30 วัน หลังปักดำ
- ×— ชัยนาท1 ระบายน้ำ 60 วัน หลังปักดำ
- *— ชัยนาท1 ระบายน้ำ 30,60 วัน หลังปักดำ

ตำรับทดลอง	ผลผลิตข้าว (กรัม/กระถาง)
ชัยนาท1 ที่ระดับน้ำ 20 ซม.	202
ชัยนาท1 ที่ระบายน้ำ 30 วัน หลังปักดำ	205
ชัยนาท1 ที่ระบายน้ำ 60 วัน หลังปักดำ	196
ชัยนาท1 ที่ระบายน้ำ 30,60 วัน หลังปักดำ	184
ความแตกต่างตามตำรับทดลอง	$P > 0.05$
ความแตกต่างตามสถานที่ปลูกข้าว	$P > 0.05$
ความแตกต่างตามตำรับทดลองและสถานที่ปลูกข้าว	$P > 0.05$

พันธุ์ขาวดอกมะลิ 105

อัตราการปล่อยก๊าซมีเทน (มก./ตร.ม.-ชม.)

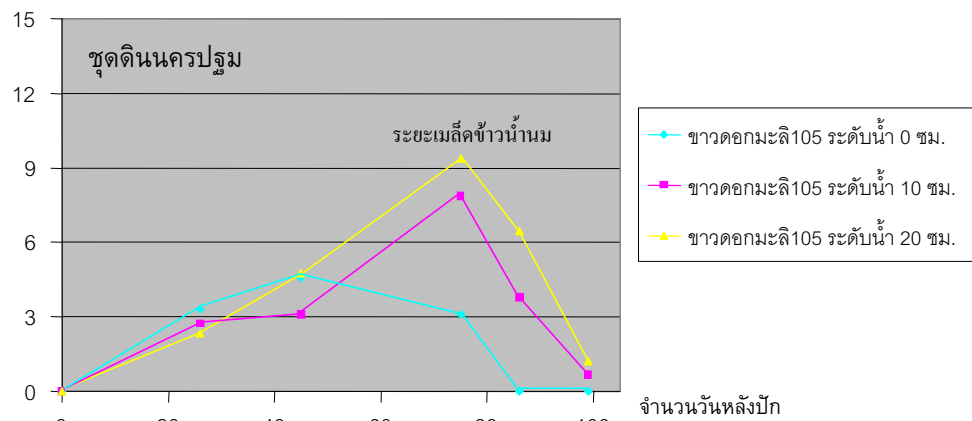


- ไม่ปลูกข้าว (ชุดควบคุม)
- ขาวดอกมะลิ105 ระดับน้ำ 20 ซม.
- ▲— ขาวดอกมะลิ105 ระบายน้ำ 30 วัน หลังปักดำ
- ×— ขาวดอกมะลิ105 ระบายน้ำ 60 วัน หลังปักดำ
- *— ขาวดอกมะลิ105 ระบายน้ำ 30,60 วัน หลังปักดำ

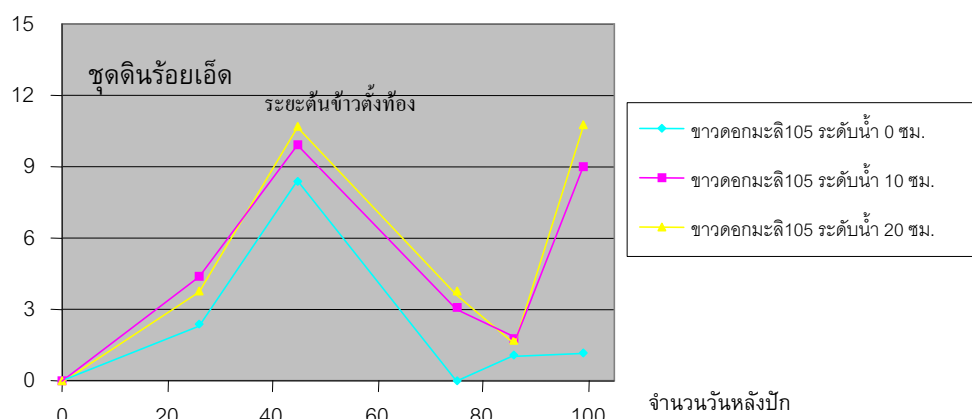
ตำรับทดลอง	ผลผลิตข้าว (กรัม/กระถาง)
ขาวดอกมะลิ105 ที่ระดับน้ำ 20 ซม.	155
ขาวดอกมะลิ105 ที่ระบายน้ำ 30 วัน หลังปักดำ	156
ขาวดอกมะลิ105 ที่ระบายน้ำ 60 วัน หลังปักดำ	142
ขาวดอกมะลิ105 ที่ระบายน้ำ 30,60 วัน หลังปักดำ	149
ความแตกต่างตามตำรับทดลอง	$P > 0.05$
ความแตกต่างตามสถานที่ปลูกข้าว	$P > 0.05$
ความแตกต่างตามตำรับทดลองและสถานที่ปลูกข้าว	$P > 0.05$

รูปที่ 3.1-3 : อัตราการปล่อยก๊าซมีเทนและผลผลิตข้าวพันธุ์ชัยนาท1 และพันธุ์ขาวดอกมะลิ105 ในดินชุดดินนครปฐมที่มีการระบายน้ำจากระดับน้ำ 20 ซม. ในระหว่างการเจริญเติบโตของต้นข้าว

อัตราการปล่อยก๊าซมีเทน (มก./ตร.ม.-ชม.)

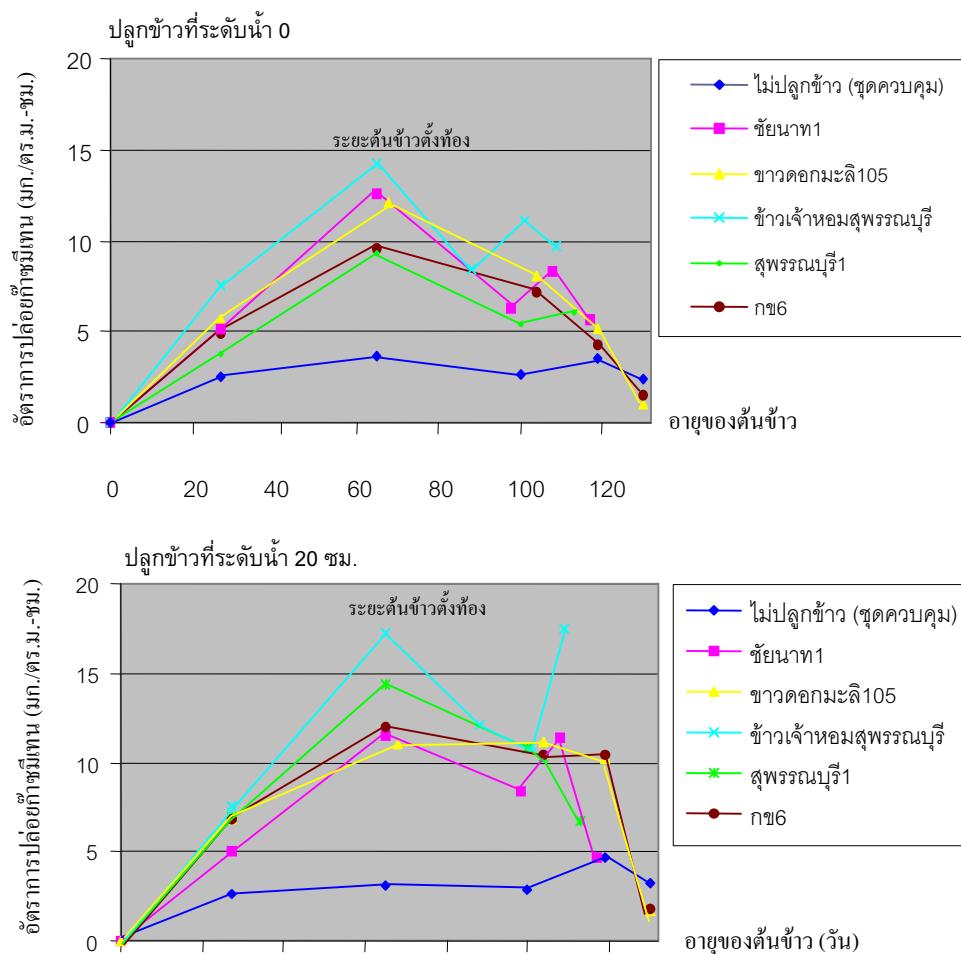


อัตราการปล่อยก๊าซมีเทน (มก./ตร.ม.-ชม.)



ตำรับทดลอง	ผลผลิตข้าว (กรัม/กระถาง)
ชุดดินนครปฐม	
ข้าวดอกมะลิ105 ที่ระดับน้ำ 0 ซม.	180
ข้าวดอกมะลิ105 ที่ระดับน้ำ 10 ซม.	184
ข้าวดอกมะลิ105 ที่ระดับน้ำ 20 ซม.	185
ชุดดินร้อยเอ็ด	
ข้าวดอกมะลิ105 ที่ระดับน้ำ 0 ซม.	191
ข้าวดอกมะลิ105 ที่ระดับน้ำ 10 ซม.	193
ข้าวดอกมะลิ105 ที่ระดับน้ำ 20 ซม.	181
ความแตกต่างตามตำรับทดลอง	P > 0.05
ความแตกต่างตามสถานที่ปลูกข้าว	P > 0.05
ความแตกต่างตามตำรับทดลองและสถานที่ปลูกข้าว	P > 0.05

รูปที่ 3.1-4 : อัตราการปล่อยก๊าซมีเทนและผลผลิตข้าวพันธุ์ข้าวดอกมะลิ105 ที่ระดับน้ำ 0 10 และ 20 ซม. ในดินชุดดินนครปฐม และดินชุดดินร้อยเอ็ด



พันธุ์ข้าว	ปริมาณผลผลิต (กิโลกรัม/ไร่) ในแปลงนาที่มีระดับน้ำ		ความแตกต่าง ตามระดับน้ำ
	0 ซม.	20 ซม.	
ชัยนาท1	^A 349	^B 431	P > 0.05
ขาวดอกมะลิ105	^{AB} 380	^A 282	P > 0.05
ข้าวเจ้าหอมสุพรรณบุรี	^A 329	^{AB} 380	P > 0.05
สุพรรณบุรี1	^A 485	^C 503	P > 0.05
กข6	^{AB} 403	^{AB} 318	P > 0.05
ความแตกต่างตามพันธุ์ข้าว	P < 0.05	P < 0.01	

ตัวอักษรพิมพ์ใหญ่ที่ต่างกันในแต่ละแถว หมายความว่า มีความแตกต่างกันตามพันธุ์ข้าวอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ 95% ตามวิธีการ DMRT

รูปที่ 3.1-5 : อัตราการปล่อยก๊าซมีเทนและผลผลิตข้าวพันธุ์ชัยนาท1 ขาวดอกมะลิ105 ข้าวเจ้าหอมสุพรรณบุรี สุพรรณบุรี1 และกข6 ปลูกด้วยวิธีหว่านน้ำตาม

ตารางที่ 3.1-1 : อัตราการปล่อยก๊าซมีเทนในแต่ละระยะการเจริญเติบโตของข้าวพันธุ์ชัยนาท1 ที่ระดับน้ำ 0 10 และ 20 ซม.ในดินชุดดินนครปฐม

ตัวแปรทดลอง	อัตราการปล่อยก๊าซมีเทน (มก./ตร.ม.-ซม.) ตามการเจริญเติบโตของต้นข้าวในระยะ					ค่าเฉลี่ยตาม ระยะการ เจริญเติบโต	F-value ตาม ระยะการ เจริญเติบโต
	แตกกอ	ตั้งท้อง	เมล็ด นํ้าม	เมล็ดสุกแก่ ก่อน ระบายน้ำ	เมล็ดสุกแก่ หลัง ระบายน้ำ		
ไม่ปลูกข้าว ที่ระดับน้ำ 0 ซม.	1.15	8.73	13.01	6.70	^A 0.49	7.29	0.94 ^{NS}
ไม่ปลูกข้าว ที่ระดับน้ำ 10 ซม.	0.69	5.75	14.31	2.86	^A 6.68	6.47	0.94 ^{NS}
ไม่ปลูกข้าว ที่ระดับน้ำ 20 ซม.	1.02 ^a	2.80 ^a	11.21 ^{ab}	1.02 ^a	^B 17.69 ^b	5.12	3.93*
ปลูกข้าวพันธุ์ชัยนาท1 ที่ระดับน้ำ 0 ซม.	5.02	6.55	11.49	1.43	^A 0.25	6.35	2.00 ^{NS}
ปลูกข้าวพันธุ์ชัยนาท1 ที่ระดับน้ำ 10 ซม.	4.04 ^a	8.10 ^a	25.24 ^b	6.15 ^a	^A 1.32 ^a	11.56	7.34**
ปลูกข้าวพันธุ์ชัยนาท1 ที่ระดับน้ำ 20 ซม.	4.36 ^{ab}	10.21 ^{ab}	26.36 ^b	9.59 ^{ab}	^A 2.17 ^a	13.12	3.79*
F-value ตามตัวแปรทดลอง	2.26 ^{NS}	0.97 ^{NS}	1.61 ^{NS}	0.60 ^{NS}	7.45**	1.74 ^{NS}	-
F-value ตามสถานที่ปลูกข้าว	9.24**	0.21 ^{NS}	5.05*	1.30 ^{NS}	1.52 ^{NS}	8.65**	-
F-value ตามตัวแปรทดลองและ สถานที่ปลูกข้าว	1.09 ^{NS}	0.75 ^{NS}	2.24 ^{NS}	0.80 ^{NS}	5.76**	3.72*	-

ตัวอักษรพิมพ์เล็กที่ต่างกันในแต่ละแถว หมายถึงมีความแตกต่างกันตามระยะการเจริญเติบโตอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ 95% ตามวิธีการ DMRT

ตัวอักษรพิมพ์ใหญ่ที่ต่างกันในแต่ละแถว หมายถึงมีความแตกต่างกันตามตัวแปรทดลองอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ 95% ตามวิธีการ DMRT

* และ ** หมายถึง มีนัยสำคัญทางสถิติที่ 95% และ 99% ตามลำดับ

NS หมายถึง ไม่มีนัยสำคัญทางสถิติที่ 95%

ตารางที่ 3.1-2 : อัตราการปล่อยก๊าซมีเทนในแต่ละระยะการเจริญเติบโตของข้าวพันธุ์ขาวดอกมะลิ105 ที่ระดับน้ำ 0 10 และ 20 ซม.ในดินชุดดินนครปฐม

ตำรับทดลอง	อัตราการปล่อยก๊าซมีเทน (มก./ตร.ม.-ซม.) ตามการเจริญเติบโตของข้าวในระยะ					ค่าเฉลี่ยตาม ระยะการ เจริญเติบโต	F-value ตาม ระยะการ เจริญเติบโต
	แตกกอ	ตั้งท้อง	เมล็ด นํ้านม	เมล็ดสุกแก่ ก่อน ระบายน้ำ	เมล็ดสุกแก่ หลัง ระบายน้ำ		
ไม่ปลูกข้าว ที่ระดับน้ำ 0 ซม.	1.15	8.73	13.01	6.70	^A 0.49	7.29	0.94 ^{NS}
ไม่ปลูกข้าว ที่ระดับน้ำ 10 ซม.	0.69	5.75	14.31	1.86	^A 6.68	6.47	0.94 ^{NS}
ไม่ปลูกข้าว ที่ระดับน้ำ 20 ซม.	1.02 ^a	2.80 ^a	11.21 ^{ab}	1.02 ^a	^B 17.69 ^b	5.12	3.93*
ปลูกข้าวพันธุ์ขาวดอกมะลิ105 ที่ระดับน้ำ 0 ซม.	3.31	4.55	3.13	0.01	^A 0.01	2.60	2.48 ^{NS}
ปลูกข้าวพันธุ์ขาวดอกมะลิ105 ที่ระดับน้ำ 10 ซม.	2.72	3.10	7.87	3.78	^A 0.67	4.40	0.94 ^{NS}
ปลูกข้าวพันธุ์ขาวดอกมะลิ105 ที่ระดับน้ำ 20 ซม.	2.35	4.77	9.39	6.44	^A 1.21	5.73	1.27 ^{NS}
F-value ตามตำรับทดลอง	1.92 ^{NS}	1.38 ^{NS}	1.11 ^{NS}	0.65 ^{NS}	7.87**	1.71 ^{NS}	-
F-value ตามสถานที่ปลูกข้าว	29.20**	0.38 ^{NS}	14.90**	1.24 ^{NS}	1.51 ^{NS}	27.13**	-
F-value ตามตำรับทดลอง และสถานที่ปลูกข้าว	0.34 ^{NS}	1.09 ^{NS}	0.69 ^{NS}	0.82 ^{NS}	6.06**	8.97**	-

ตัวอักษรพิมพ์เล็กที่ต่างกันในแนวนอน หมายความว่า มีความแตกต่างกันตามระยะการเจริญเติบโตอย่างมี
นัยสำคัญทางสถิติที่ 95% ตามวิธีการ DMRT

ตัวอักษรพิมพ์ใหญ่ที่ต่างกันในแนวนอน หมายความว่า มีความแตกต่างกันตามตำรับทดลองอย่างมีนัยสำคัญ
ทางสถิติที่ 95% ตามวิธีการ DMRT

* และ ** หมายถึง มีนัยสำคัญทางสถิติที่ 95% และ 99% ตามลำดับ

NS หมายถึง ไม่มีนัยสำคัญทางสถิติที่ 95%

ตารางที่ 3.1-3 : อัตราการปล่อยก๊าซมีเทนในแต่ละระยะการเจริญเติบโตของข้าวพันธุ์ขาวดอกมะลิ105 ที่ระดับน้ำ 0 10 และ 20 ซม. ในดินชุดดินร้อยเอ็ด

ตำรับทดลอง	อัตราการปล่อยก๊าซมีเทน (มก./ตร.ม.-ซม.) ตามการเจริญเติบโตของข้าวในระยะ					ค่าเฉลี่ยตาม ระยะการ เจริญเติบโต	F-value ตาม ระยะการ เจริญเติบโต
	แตกกอ	ตั้งท้อง	เมล็ด นํ้านม	เมล็ดสุกแก่ ก่อน ระบายน้ำ	เมล็ดสุกแก่ หลัง ระบายน้ำ		
ไม่ปลูกข้าว ที่ระดับน้ำ 0 ซม.	1.65	^B 5.99	3.87	1.10	9.62	3.23	0.69 ^{NS}
ไม่ปลูกข้าว ที่ระดับน้ำ 10 ซม.	1.37	^{AB} 3.29	1.93	0.49	11.82	2.05	2.12 ^{NS}
ไม่ปลูกข้าว ที่ระดับน้ำ 20 ซม.	1.19 ^a	^A 0.65 ^a	0.52 ^a	0.01 ^a	21.66 ^b	1.42	4.86*
ปลูกข้าวพันธุ์ขาวดอกมะลิ105 ที่ระดับน้ำ 0 ซม.	2.38 ^a	^{BC} 8.36 ^b	0.01 ^a	1.05 ^a	1.17 ^a	2.59	4.25*
ปลูกข้าวพันธุ์ขาวดอกมะลิ105 ที่ระดับน้ำ 10 ซม.	4.39	^{BC} 9.89	3.04	1.78	8.97	4.59	2.13 ^{NS}
ปลูกข้าวพันธุ์ขาวดอกมะลิ105 ที่ระดับน้ำ 20 ซม.	3.79 ^a	^C 10.68 ^b	3.78 ^a	1.68 ^a	10.77 ^b	4.89 ^{ab}	5.67*
F-value ตามตำรับทดลอง	3.29 ^{NS}	5.23*	0.95 ^{NS}	2.48 ^{NS}	1.04 ^{NS}	8.47 ^{NS}	-
F-value ตามสถานที่ปลูกข้าว	14.41**	4.09*	2.03 ^{NS}	7.27**	0.48 ^{NS}	9.33**	-
F-value ตามตำรับทดลอง และสถานที่ปลูกข้าว	0.24 ^{NS}	2.03 ^{NS}	1.26 ^{NS}	3.85*	0.88 ^{NS}	8.72**	-

ตัวอักษรพิมพ์เล็กที่ต่างกันในแต่ละตอน หมายความว่า มีความแตกต่างกันตามระยะการเจริญเติบโตอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ 95% ตามวิธีการ DMRT

ตัวอักษรพิมพ์ใหญ่ที่ต่างกันในแต่ละต้ง หมายความว่า มีความแตกต่างกันตามตำรับทดลองอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ 95% ตามวิธีการ DMRT

* และ ** หมายถึง มีนัยสำคัญทางสถิติที่ 95% และ 99% ตามลำดับ

NS หมายถึง ไม่มีนัยสำคัญทางสถิติที่ 95%

ตารางที่ 3.1-4 : อัตราการปล่อยก๊าซมีเทน (มก./ตร.ม.-ชม.) ในแต่ละระยะการเจริญเติบโตของต้นข้าวที่ปลูกด้วยวิธีปักดำ ที่แปลงนาระดับน้ำ 0 และ 20 ซม.

ตัวแปรทดลอง	อัตราการปล่อยก๊าซมีเทน (มก./ตร.ม.-ชม.) ตามการเจริญเติบโตของข้าวในระยะ					ค่าเฉลี่ยตาม ระยะการ เจริญเติบโต	F-value ตาม ระยะการ เจริญเติบโต
	แตกกอ	ตั้งท้อง	เมล็ด นํานม	เมล็ดสุกแก่ ก่อน ระบายน้ำ	เมล็ดสุกแก่ หลัง ระบายน้ำ		
ระดับน้ำ 0 ซม.							
ควบคุม	2.56	^A 3.70	2.60	3.50	2.36	^A 2.94	2.41 ^{NS}
ชัยนาท1	6.63 ^a	^B 15.52 ^b	11.85 ^{ab}	5.72 ^a	6.24 ^a	^B 9.19	4.44*
ข้าวดอกมะลิ105	4.79	^A 8.57	8.49	7.50	4.84	^B 6.84	0.93 ^{NS}
F-Value ตามตัวแปรทดลอง	2.68 ^{NS}	16.20*	4.00 ^{NS}	2.06 ^{NS}	1.53 ^{NS}	12.13**	-
ระดับน้ำ 20 ซม.							
ควบคุม	2.62	^A 4.11	^A 2.89	4.70	^A 3.28	^A 3.52	1.82 ^{NS}
ชัยนาท1	5.41	^B 10.54	^B 6.02	3.94	^B 8.84	^B 6.95	1.99 ^{NS}
ข้าวดอกมะลิ105	6.22 ^a	^B 11.51 ^c	^C 13.16 ^c	7.29 ^{ab}	^B 10.29 ^{bc}	^C 9.69	7.86**
F-Value ตามตัวแปรทดลอง	3.71 ^{NS}	6.05*	79.84**	3.46 ^{NS}	19.35**	24.46**	-

ตัวอักษรพิมพ์เล็กที่ต่างกันในแนวนอน หมายความว่า มีความแตกต่างกันตามช่วงระยะการเจริญเติบโตของต้นข้าวอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ 95 % ตามวิธีการ DMRT

ตัวอักษรพิมพ์ใหญ่ที่ต่างกันในแนวตั้ง หมายความว่า มีความแตกต่างกันตามตัวแปรทดลองอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ 95 % ตามวิธี DMRT

* และ ** หมายถึง มีนัยสำคัญทางสถิติที่ 95 % และ 99% ตามลำดับ

NS หมายถึง ไม่มีนัยสำคัญทางสถิติที่ 95 %