บทที่ 5
วิจารณ์ผลการทดลอง

ผลของวิธีการปลูกข้าวต่อการปล่อยก๊าซมีเทนจากนาข้าว

วิธีการปลูกข้าวของชาวนาไทยนั้นกล่าวได้ว่ามีอยู่ 3 วิธีด้วยกัน ขึ้นอยู่กับลักษณะของภูมิประเทศซึ่งได้แก่ วิธีการหยอด วิธีการปักดำ วิธีการหว่าน ทั้งนี้วิธีการหยอดเป็นการปลูกข้าวไร่ตามเชิงเขา (ชาญ มงคล, 2536) ส่วนวิธีการปักดำเป็นการปลูกข้าวโดยชาวนาจะทำการเพาะเมล็ดให้เจริญเติบโตในแปลงกล้า เมื่อต้นข้าวมีอายุประมาณ 25 วัน จึงถอนกล้าไปปักดำ (ปลูก) ในแปลงนา สำหรับวิธีการหว่าน วิธีนี้อาจทำได้ 3 แบบด้วยกัน (ประพาส วีระแพทย์, 2531) คือ การหว่านสำรวย การหว่านคราดกลบหรือการไถกลบ และการหว่านน้ำตม

วิธีการปลูกข้าวมีบทบาทที่สำคัญต่อการปล่อยก๊าซมีเทนจากนาข้าว เนื่องจากกระบวนการและขั้นตอนของการปลูกข้าวแต่ละวิธีนั้นเกี่ยวข้อง และ/หรือ มีสภาวะที่เอื้อต่อกระบวนการเกิดและปลดปล่อยก๊าซมีเทนในลักษณะที่แตกต่างกันออกไป ทั้งนี้ แนวทางในการลดการปล่อยก๊าซมีเทนจากนาข้าวมีอยู่ด้วยกันหลายวิธี เช่น การจัดการน้ำ การใส่ปุ๋ย การปรับปรุงพันธุ์ข้าว และการปรับเปลี่ยนวิธีการปลูกข้าว (IRRI, 1997)

สำหรับประเทศไทย ประมาณ 80 เปอร์เซ็นต์ของพื้นที่ปลูกข้าวทั้งหมดของประเทศนิยมทำนาโดยวิธีนาสวน (Lowland rice farming) ซึ่งมีลักษณะเฉพาะคือมีการขังน้ำไว้ในแปลงนา ตลอดระยะการเจริญเติบโตของต้นข้าว โดยมีระดับน้ำตั้งแต่ 5-10 เซนติเมตร จนถึง 70-80 เซนติเมตร การทำนาโดยวิธีนาสวนนี้ส่วนมากนิยมทำการปลูกข้าวด้วยวิธีปักดำหรือวิธีหว่านน้ำตม ซึ่งทั้งสองวิธีนี้มีขั้นตอนและกระบวนการที่แตกต่างกัน ดังนั้นการศึกษาครั้งนี้ จึงได้มุ่งเน้นศึกษาถึงผลของวิธีการปลูกข้าว 2 วิธีคือ หว่านน้ำตมและปักดำต่อการปล่อยก๊าซมีเทนจากนาข้าว

1. ผลของการปลูกข้าวโดยวิธีหว่านน้ำตมต่อการปล่อยก๊าซมีเทน

วิธีหว่านน้ำตม เป็นวิธีการปลูกข้าวที่นิยมใช้ในการทำนา โดยวิธีนาสวน การปลูกข้าวโดยวิธีนี้จำเป็นต้องมีการเตรียมดินในแปลงนาด้วยการไถดะ ไถแปร ไถคราด และทำเทือก แล้วจึงนำเมล็ดข้าวที่เพาะจนงอกแล้วมาหว่านลงในแปลงนาที่ได้มีการเตรียมดินไว้

การพิจารณาถึงผลของการปลูกข้าวโดยวิธีหว่านน้ำตม ต่อการปล่อยก๊าซมีเทนยึดระยะการเจริญเติบโตของต้นข้าวเป็นเกณฑ์ การวิจัยครั้งนี้ทำการศึกษาในระยะแตกกอ ระยะตั้งท้อง ระยะเมล็ดน้ำนม ระยะเมล็ดสุกแก่ (ก่อนระบายน้ำ) และระยะเมล็ดสุกแก่ (หลังระบายน้ำ)

ผลการศึกษาพบว่า ภายใต้วิธีการปลูกข้าวเดียวกันคือหว่านน้ำตมนั้น พันธุ์ข้าวที่แตกต่างกันในด้านรูปทรงต้นข้าว กลับไม่ก่อให้เกิดความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติต่อการปล่อยก๊าซมีเทนโดยเฉลี่ยตามระยะการเจริญเติบโตของต้นข้าว (ตารางที่ 4.1 และ 4.3) ทั้งนี้เป็นไปได้ว่าข้าวพันธุ์ชัยนาท 1 แม้ว่าจะมีความสูงและมวลชีวภาพโดยเฉลี่ยน้อยกว่าข้าวพันธุ์ขาวดอกมะลิ 105 (ตารางที่ 4.27) แต่เมื่อพิจารณาถึงจำนวนต้นต่อพื้นที่ โดยเฉลี่ยแล้วข้าวพันธุ์ชัยนาท 1 มีจำนวนต้นต่อพื้นที่มากกว่าข้าวพันธุ์ขาวดอกมะลิ 105 (ตารางที่ 4.27) นั่นหมายถึงว่านอกจากความสูงและมวลชีวภาพแล้ว จำนวนต้นต่อพื้นที่ ก็มีความสัมพันธ์ทางบวกต่อการปล่อยก๊าซมีเทนสู่บรรยากาศเช่นกัน (Mariko et al., 1991) ข้อสรุปปัจจัยที่เกี่ยวข้องกับลักษณะรูปทรงต้นข้าว ดังกล่าวข้างต้น สอดคล้องกับการทดลองของ ระวิวรรณ กาญจนสุนทร (2537) ที่พบว่า ข้าวพันธุ์ กข 6 ซึ่งมีความสูงและมวลชีวภาพ มากกว่าข้าวพันธุ์ กข 23 แต่มีจำนวนต้นต่อกอของข้าวเท่ากัน ในทุกระยะการเจริญเติบโต มีการปล่อยก๊าซมีเทนจากข้าวทั้งสองพันธุ์ไม่แตกต่างกัน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ในทุกระยะการเจริญเติบโตของต้นข้าว

เนื่องด้วยอินทรียวัตถุในดินเป็นปัจจัยหนึ่งของการเกิดก๊าซมีเทน สารอินทรีย์ต่าง ๆ ที่สะสมในดิน เป็นแหล่งพลังงานให้กับแอนแอโรบิกแบคทีเรีย (Anaerobic bacteria) โดยสารอินทรีย์ที่อยู่ในรูปสารประกอบที่ซับซ้อนจะถูกแอซิโดจีนิคแบคทีเรีย (Acidogenic bacteria) ย่อยสลายให้เป็นสารประกอบอย่างง่าย (Monomer) ซึ่งจะเป็นสารตั้งต้นสำหรับอะซีโตจีนิคแบคทีเรีย (Acetogenic bacteria) ในการย่อยสลายจนได้คาร์บอนไดออกไซด์ ไฮโดรเจน และกรดไขมันต่าง ๆ หลังจากนั้นผลผลิตที่ได้จากการย่อยสลายของอะซีโตจีนิคแบคทีเรีย จะเป็นสารตั้งต้นสำหรับเมทาโนจีนิคแบคทีเรีย (Methanogenic bacteria) โดยผลผลิตสุดท้ายที่ได้จากกระบวนการย่อยสลายของแบคทีเรียชนิดนี้ จะมีก๊าซมีเทนเป็นหลัก (สมศักดิ์ วังใน, 2528 ; Boone, 1993)

เมื่อพิจารณาถึงปริมาณอินทรียวัตถุซึ่งเป็นแหล่งพลังงานของจุลินทรีย์ พบว่าดินในแปลงนาที่ทำการทดลองมีปริมาณอินทรียวัตถุต่ำ และไม่แตกต่างกันในทุกหน่วยทดลอง (ตารางที่ 4.19 และ 4.20) จึงน่าจะส่งผลให้ดิน มีศักยภาพในการผลิตก๊าซมีเทนได้ต่ำ ดังนั้น

ถึงแม้ว่าต้นข้าวแต่ละพันธุ์จะมีความสามารถหรือโครงสร้างที่เอื้ออำนวยต่อการปล่อยก๊าซมีเทนได้มากน้อยแตกต่างกันเพียงใด ปริมาณก๊าซมีเทนที่ผลิตได้ในดินย่อมเป็นปริมาณบ่งชี้สูงสุดที่จะปล่อยผ่านต้นข้าว จึงน่าจะเป็นสาเหตุอีกประการหนึ่งที่ทำให้การปล่อยก๊าซมีเทนจากข้าวทั้งสองพันธุ์ในการศึกษาครั้งนี้ ไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติตามระยะการเจริญเติบโตของต้นข้าว

อย่างไรก็ตาม เมื่อเปรียบเทียบระหว่างแปลงนาที่ปลูกข้าว กับแปลงนาที่ไม่ปลูกข้าว ก็จะพบว่า ข้าวทั้งสองพันธุ์ก็ยังมีบทบาทเป็นทางผ่านของก๊าซมีเทน (ตารางที่ 4.1, 4.3 และรูปที่ 5.1)

สำหรับการขังน้ำไว้ในแปลงนาที่ระดับแตกต่างกัน จะส่งผลให้เกิดความแตกต่างของการปล่อยก๊าซมีเทนในแต่ละระยะการเจริญเติบโตของต้นข้าวทั้งสองพันธุ์อีกด้วย กล่าวคือ แปลงนาที่ขังน้ำ 0 เซนติเมตร ส่งผลให้ ในช่วงระยะตั้งท้องของต้นข้าวทั้งสองพันธุ์มีการปล่อยก๊าซมีเทนสูงสุด และมีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติกับระยะการเจริญเติบโตอื่น ๆ (ตารางที่ 4.1 และรูปที่ 5.1) ในขณะแปลงนาที่ขังน้ำ 20 เซนติเมตรนั้น ความแตกต่างของการเจริญเติบโตของต้นข้าวช่วงตั้งท้อง เมล็ดน้ำนม เมล็ดสุกแก่ ไม่มีผลให้เกิดความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญของการปล่อยก๊าซมีเทนจากการปลูกข้าวทั้งสองพันธุ์ ด้วยวิธีหว่านน้ำตม (ตารางที่ 4.3 และรูปที่ 5.1)

เป็นไปได้ว่า การปล่อยก๊าซมีเทนจากแปลงนาที่ขังน้ำเท่ากับ 0 เซนติเมตร เกิดขึ้นสูงสุดในระยะตั้งท้อง เนื่องมาจาก ระยะตั้งท้องเป็นระยะที่มีจำนวนต้นข้าวต่อพื้นที่มากกว่าระยะการเจริญเติบโตอื่น ๆ ของต้นข้าว (ตารางที่ 4.27) ด้วยเหตุที่ เส้นทางหลักของการปล่อยก๊าซมีเทนจากนาข้าว คือ ต้นข้าว (ระวิวรรณ กาญจนสุนทร, 2537 ; วิไล เตียวยืนยง, 2537 ; อรวรรณ ศิริรัตน์พิริยะ, 2541 ; Cicerone and Shetter, 1981 ; IRRI, 1991 ; Kimura and Minami, 1995 ; Siriratpiriya et al., 1995) ดังนั้น การเจริญเติบโตของต้นข้าวในระยะตั้งท้อง ซึ่งมีจำนวนต้นข้าวมาก ก็เสมือนกับมีปล่องที่สามารถปล่อยก๊าซออกสู่บรรยากาศได้มากเช่นกัน ประกอบกับ ก๊าซมีเทนถูกผลิตขึ้นในสภาพที่ดินขาดก๊าซออกซิเจนจากการขังน้ำในแปลงนามาเป็นระยะเวลาหนึ่งแล้ว ซึ่งยืนยันได้จากค่ารีดอกซ์โพเทนเชียล ที่มีค่าอยู่ที่ประมาณ –200 มิลลิโวลท์ ในระยะตั้งท้อง (ตารางที่ 4.21) แบคทีเรียที่ผลิตก๊าซมีเทนในดิน (Methane producing bacteria) สามารถดำเนินกิจกรรมได้อย่างมีประสิทธิภาพ (Takai, 1970) นอกจากนี้ การขังน้ำในแปลงนาเท่ากับ 0 เซนติเมตร หรือสภาพที่ดินอิ่มตัวนั้น ก๊าซมีเทนสามารถปล่อย

สู่บรรยากาศได้ ทั้งผ่านทางต้นข้าวและจากดินสู่บรรยากาศโดยตรง รวมทั้งดินในแปลงนาที่ทำการทดลองมีปริมาณอินทรียวัตถุต่ำ (ตารางที่ 4.19 และ 4.20) จึงทำให้การเกิดขึ้นแทนที่ของก๊าซมีเทนในดิน (Turnover time) ใช้เวลานาน (Neue, 1993) เป็นผลให้ในระยะเมล็ดน้ำนมและระยะเมล็ดสุกแก่ของแปลงนาที่ขังน้ำ 0 เซนติเมตร มีอัตราการปล่อยก๊าซมีเทนต่ำกว่าระยะตั้งท้อง แม้ว่า ในระยะเมล็ดน้ำนมและระยะเมล็ดสุกแก่เป็นระยะที่ต้นข้าวมีอายุมากขึ้น ช่องอากาศจึงมีขนาดและปริมาตรใหญ่ขึ้น อีกทั้งยังมีการเพิ่มขึ้นของสารที่ขับออกมาจากรากข้าว (Root exudates) และการสะสมอินทรียวัตถุจากส่วนรากที่หลุดออกมา (Litter) ซึ่งส่วนแต่เป็นอินทรียวัตถุที่ง่ายต่อการย่อยสลาย สามารถเป็นสารตั้งต้นให้กับจุลินทรีย์ที่ผลิตก๊าซมีเทนได้ก็ตาม

สำหรับแปลงนาที่ขังน้ำเท่ากับ 20 เซนติเมตร ซึ่งไม่พบความแตกต่างของการปล่อยก๊าซมีเทนในช่วงตั้งท้อง เมล็ดน้ำนม เมล็ดสุกแก่ น่าจะเกิดจากการขังน้ำทำให้ก๊าซมีเทนถูกกักอยู่ภายใต้ชั้นน้ำ เพราะก๊าซเคลื่อนที่ได้ในน้ำช้ากว่าในอากาศประมาณ 10,000 เท่า (Armstrong, 1979) เป็นผลให้ก๊าซมีเทนไม่สามารถผ่านชั้นน้ำสู่บรรยากาศได้มากนัก ก๊าซมีเทนจากนาข้าวประมาณ 80% จะถูกปล่อยสู่บรรยากาศได้ทางต้นข้าว (อรวรรณ ศิริรัตน์พิริยะ, 2541 ; Cicerone and Shetter, 1981 ; IRRI, 1991 ; Kimura and Minami, 1995 ; Siriratpiriya et al., 1995) เป็นผลให้มีปริมาณก๊าซมีเทนส่วนหนึ่งถูกกักอยู่ใต้ชั้นน้ำ และการเกิดขึ้นแทนที่ของก๊าซมีเทนในดิน เพียงพอที่จะทำให้การปล่อยก๊าซมีเทนสู่บรรยากาศส่วนใหญ่ที่ผ่านทางต้นข้าวไม่แตกต่างกัน ในระยะตั้งท้อง เมล็ดน้ำนม เมล็ดสุกแก่

ข้อสังเกตในระยะเมล็ดสุกแก่ของแปลงนาที่ขังน้ำ 0 เซนติเมตร มีการลดลงของการปล่อยก๊าซมีเทนจากการปลูกข้าวพันธุ์ขาวดอกมะลิ 105 มากกว่าพันธุ์ชัยนาท 1 (ตารางที่ 4.1 และรูปที่ 5.1) อาจเนื่องมาจากความแตกต่างของพันธุ์ข้าวในด้านสรีระและโครงสร้างของต้นข้าว จึงเป็นผลให้การลดลงของกิจกรรมในการเจริญเติบโตในระยะเมล็ดสุกแก่ เช่น การสังเคราะห์แสง การคายน้ำ และอัตราการหายใจ (Bownman, 1990 ; Hidema et al., 1991) แตกต่างกัน นอกจากนี้ การปล่อยก๊าซมีเทนที่ลดลงในระยะเมล็ดสุกแก่ ยังอาจมีสาเหตุจากรากข้าวมีการกระจายตัวในดินน้อยลง ทำให้ลดเส้นทางการปล่อยก๊าซมีเทนสู่บรรยากาศลงได้ (Nouchi et al., 1994) ทั้งนี้ ความแตกต่างของมวล และรูปร่างของรากข้าวในต้นข้าวแต่ละพันธุ์ก็มีผลให้เกิดความแตกต่างของการปล่อยก๊าซมีเทนด้วยเช่นกัน (Neue, 1993 ; Neue et al., 1997)

ด้วยวิธีการปลูกข้าวเดียวกัน คือ หว่านน้ำตม ความแตกต่างของระดับน้ำที่ขังในแปลงนา ส่งผลให้ เกิดความแตกต่างในการปล่อยก๊าซมีเทนของข้าวทั้งสองพันธุ์โดยเฉลี่ยตลอดระยะการเจริญเติบโตของต้นข้าว กล่าวคือ แปลงนาที่ขังน้ำ 20 เซนติเมตร จะส่งเสริมให้มีการปล่อยก๊าซมีเทนจากนาข้าวมากกว่าแปลงนาที่ขังน้ำ 0 เซนติเมตร (ตารางที่ 4.7 และรูปที่ 5.10) แต่ความแตกต่างนี้ไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ ซึ่งสอดคล้องกับการศึกษาวิจัยของ Husin Ya และคณะ (1995) ที่พบว่า แปลงนาที่ขังน้ำตลอดฤดูกาล จะปล่อยก๊าซมีเทนสูงกว่าแปลงนาที่รักษาดินให้อิ่มตัวด้วยน้ำตลอดฤดูกาล

นอกจากนี้แล้ว ความแตกต่างของช่องอากาศภายในต้นข้าวที่ปลูกในระดับน้ำที่แตกต่างกัน กล่าวคือ ท่ออากาศภายในลำต้นข้าวจะมีขนาดใหญ่ขึ้น เมื่อปลูกข้าวในสภาพที่มีน้ำขังลึกขึ้น (วิไลวรรณ เชาวนโยธิน, 2526) น่าจะเป็นปัจจัยเสริมให้ก๊าซมีเทนที่ถูกสร้างขึ้นในดินจากแปลงนาที่ขังน้ำ 20 เซนติเมตร สามารถปล่อยสู่บรรยากาศโดยผ่านทางลำต้นข้าวได้มากกว่าแปลงนาที่ขังน้ำ 0 เซนติเมตร จากการสังเกตอาจเป็นไปได้ว่า การขังน้ำ 20 เซนติเมตร ในแปลงนาอาจทำให้น้ำหนักกดทับของน้ำที่ขังบนแปลงนา ไปดันให้ก๊าซออกสู่บรรยากาศโดยผ่านทางต้นข้าวได้มากขึ้นด้วย แต่ความแตกต่างของระดับน้ำในแปลงนาจากระดับ 0 ถึง 20 เซนติเมตร ยังไม่พอที่จะมีนัยสำคัญทางสถิติของการปล่อยก๊าซมีเทนจากแปลงนานั้น อาจเป็นผลสืบเนื่องมาจาก ปริมาณอินทรียวัตถุซึ่งเป็นแหล่งพลังงานของจุลินทรีย์ในดิน (สมศักดิ์ วังใน, 2528 ; Boone, 1993) มีปริมาณต่ำ (0.98%, ตารางที่ 4.19) จึงทำให้ศักยภาพในการผลิตก๊าซมีเทนในดินมีขีดจำกัด ดังนั้น แม้ว่าปัจจัยอื่นที่เกี่ยวข้องกับการปล่อยก๊าซมีเทนจะมีความแตกต่างกันก็ไม่ส่งผลให้เกิดความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ของปริมาณการปล่อยก๊าซมีเทนจากแปลงนาที่ขังน้ำแตกต่างกัน ส่วนปริมาณการปล่อยก๊าซมีเทนรวมทั้งหมดตลอดฤดูกาลปลูกข้าว (ตารางที่ 4.9) พบว่า การขังน้ำในแปลงนาเท่ากับ 0 เซนติเมตรและ 20 เซนติเมตร มีปริมาณการปล่อยก๊าซมีเทนรวมทั้งหมดตลอดฤดูกาลเพาะปลูก ไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ทั้งนี้ อาจเนื่องจากดินในแปลงนาที่ทำการทดลองเป็นชุดดินเดียวกัน มีความอุดมสมบูรณ์เหมือนกัน ทำให้ปริมาณการเกิดก๊าซมีเทนในดินมีค่าใกล้เคียงกัน (ตารางที่ 4.13 และ 4.15) จึงส่งผลให้ปริมาณการปล่อยก๊าซมีเทนรวมทั้งหมดตลอดฤดูกาลปลูกข้าวไม่แตกต่างกัน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติด้วย

สำหรับดินที่ปลูกข้าวด้วยวิธีหว่านน้ำตม (ตารางที่ 4.13 และ 4.15) ก็พบว่ามีปริมาณก๊าซมีเทนในดินสูงสุดในระยะตั้งท้อง แล้วเริ่มลดลงในระยะเมล็ดน้ำนม จนต่ำที่สุดในระยะเมล็ดสุกแก่ภายหลังการระบายน้ำออกจากแปลงนา ทั้งในแปลงนาที่ขังน้ำ 0 เซนติเมตร

และ 20 เซนติเมตร เป็นไปได้ว่า มีการสะสมก๊าซมีเทนในดินมาเป็นระยะเวลาหนึ่งตั้งแต่เริ่มขังน้ำในแปลงนา จนถึงระยะตั้งท้อง จึงทำให้มีปริมาณก๊าซมีเทนในดินจำนวนมาก และมีการปล่อยก๊าซมีเทนสู่บรรยากาศอย่างมากในระยะตั้งท้องนี้ (ตารางที่ 4.1, 4.3 และรูปที่ 5.1) อีกทั้งดินในแปลงนาที่ทำการทดลองเป็นดินที่มีอินทรียวัตถุต่ำ (0.98%) ซึ่งอินทรียวัตถุเป็นแหล่งพลังงานของจุลินทรีย์ในดินที่จะใช้สร้างก๊าซมีเทนในนาข้าว (Kimura, 1997) โดยดินที่มีอินทรียวัตถุสูง จะมีการสร้างก๊าซมีเทนมากกว่าดินที่มีอินทรียวัตถุต่ำ (Mariko et al., 1991) โดยมีลำดับขั้นของปฏิกิริยาชีวเคมีในการย่อยสลายอินทรียวัตถุของระบบบรีดักชัน จากรูปของสารประกอบที่ซับซ้อน จนในขั้นตอนสุดท้ายของการย่อยสลาย จะเกิดก๊าซมีเทนขึ้น (สมศักดิ์ วังใน, 2528 ; Boone, 1993) และการเกิดแทนที่ของก๊าซมีเทนในดินที่มีความอุดมสมบูรณ์ต่ำจะใช้ระยะเวลายาวนานกว่าดินที่มีความอุดมสมบูรณ์สูง (Neue, 1993) ดังนั้น อาจเป็นไปได้ว่าปริมาณก๊าซมีเทนในดินที่ลดลงในระยะเมล็ดน้ำนมและระยะเมล็ดสุกแก่ เกิดจากขีดจำกัดของปริมาณอินทรียวัตถุในดิน

2. ผลของการปลูกข้าวโดยวิธีปักดำต่อการปล่อยก๊าซมีเทน

วิธีปักดำ เป็นวิธีปลูกข้าวที่นิยมอีกวิธีหนึ่งในการทำนา โดยวิธีนาสวน การปลูกข้าววิธีนี้ ชาวนาจะทำการเพาะเมล็ดให้เจริญเติบโตในแปลงกล้า จนต้นกล้ามีอายุประมาณ 25 วัน จึงถอนกล้าไปปักดำ (ปลูก) ในแปลงนา

การพิจารณาผลการปลูกข้าว โดยวิธีปักดำ ต่อการปล่อยก๊าซมีเทน ยึดระยะการเจริญเติบโตของต้นข้าวเป็นเกณฑ์ และทำการศึกษาในระยะการเจริญเติบโตต่าง ๆ ของต้นข้าว เช่นเดียวกับวิธีหว่านน้ำตม

ภายใต้วิธีการปลูกข้าวแบบเดียวกัน คือ ปักดำ นั้น ความแตกต่างของพันธุ์ข้าวในด้านรูปทรงต้น ก่อให้เกิดความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ของการปล่อยก๊าซมีเทนโดยเฉลี่ยตามระยะการเจริญเติบโต ในแปลงนาที่ขังน้ำ 20 เซนติเมตร (ตารางที่ 4.4 และรูปที่ 5.2) โดยแปลงนาที่ปลูกข้าวพันธุ์ขาวดอกมะลิ 105 มีการปล่อยก๊าซมีเทนโดยเฉลี่ยตามระยะการเจริญเติบโตของต้นข้าว สูงกว่าข้าวพันธุ์ชัยนาท 1 สำหรับในแต่ละระยะการเจริญเติบโตของต้นข้าว พบว่า มีเพียงระยะเมล็ดน้ำนมเท่านั้น ที่การปล่อยก๊าซมีเทนจากแปลงนาที่ปลูกข้าวพันธุ์ขาวดอกมะลิ 105 สูงกว่าแปลงนาที่ปลูกข้าวพันธุ์ชัยนาท 1 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ แม้ว่าจำนวนต้นต่อพื้นที่และมวลชีวภาพของข้าวพันธุ์ชัยนาท 1 จะมากกว่าข้าวพันธุ์ขาวดอกมะลิ 105 ก็ตาม จะมีเพียงความสูงของต้นข้าวเท่านั้น ที่แสดงให้

เห็นว่า ข้าวพันธุ์ขาวดอกมะลิ 105 มีความสูงมากกว่าข้าวพันธุ์ชัยนาท 1 (ตารางที่ 4.27) โดยความแตกต่างของความสูงเกิดจากลักษณะประจำพันธุ์ ซึ่งข้าวพันธุ์ขาวดอกมะลิ 105 เป็นข้าวที่มีรูปทรงต้นแบบข้าวพันธุ์พื้นเมือง คือ มีลักษณะทรงต้นสูง ส่วนข้าวพันธุ์ชัยนาท 1 เป็นข้าวที่มีรูปทรงต้นแบบข้าวพันธุ์ปรับปรุง คือ มีลักษณะทรงต้นเตี้ย (ศูนย์วิจัยข้าวพิษณุโลก, 2542) ประหนึ่งว่า รูปทรงต้นข้าวอาจจะเป็นตัวแปรที่ทำให้เกิดความแตกต่างของการปล่อยก๊าซมีเทน ปัจจัยที่มีผลต่อการปล่อยก๊าซมีเทน เช่น ลักษณะสมบัติของดิน ค่ารีดอกซ์โพเทนเชียลของดิน ความเป็นกรดเป็นด่างของดิน และอุณหภูมิของดิน (ตารางที่ 4.20, 4.22, 4.24 และ 4.26) ไม่มีความแตกต่างกันอย่างชัดเจน จึงเป็นไปได้ว่า ความแตกต่างของปริมาณก๊าซมีเทนจากพันธุ์ข้าวทั้งสองพันธุ์นี้ น่าจะมีปัจจัยอื่นเสริมด้วย เช่น ลักษณะโครงสร้างภายในต้นข้าว ที่เอื้ออำนวยต่อการปล่อยก๊าซมีเทน ด้วยขนาดเซลล์อากาศภายในต้นข้าว มีผลทำให้ปริมาณการปลดปล่อยก๊าซของข้าวแต่ละพันธุ์แตกต่างกัน (สถาบันวิจัยข้าว, 2543) แม้กระทั่งการหลั่งสารอินทรีย์ออกจากรากของต้นข้าว (Root exudates) ที่เป็นสารตั้งต้นให้กับจุลินทรีย์ที่ผลิตก๊าซมีเทนในข้าวแต่ละพันธุ์ ก็อาจก่อให้เกิดความแตกต่างได้เช่นกัน (Neue et al., 1997)

ส่วนแปลงนาที่ขังน้ำ 0 เซนติเมตรนั้น ความแตกต่างของรูปทรงต้นข้าวไม่ก่อให้เกิดความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ของการปล่อยก๊าซมีเทนโดยเฉลี่ย ตามระยะการเจริญเติบโตของข้าว (ตารางที่ 4.2) แต่ระยะการเจริญเติบโตของต้นข้าวก็บ่งชี้ถึงความแตกต่างระหว่างข้าวสองพันธุ์ โดยความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิตินี้ เกิดขึ้นในระยะตั้งท้อง เป็นไปได้ว่า น่าจะเกิดจากความแตกต่างของจำนวนต้นข้าวต่อพื้นที่ และมวลชีวภาพ (ตารางที่ 4.27) ซึ่งในระยะตั้งท้อง ข้าวพันธุ์ชัยนาท 1 มีจำนวนต้นต่อพื้นที่ และมวลชีวภาพมากกว่าอย่างชัดเจน ทั้งนี้มวลชีวภาพ และจำนวนต้นต่อพื้นที่มีความสัมพันธ์ทางบวกกับปริมาณการปล่อยก๊าซมีเทนสู่บรรยากาศ (Mariko et al., 1991)

อย่างไรก็ตาม เมื่อเปรียบเทียบระหว่างแปลงนาที่ปลูกข้าว กับแปลงนาที่ไม่ปลูกข้าว ก็จะพบว่า ข้าวทั้งสองพันธุ์ก็ยังมีบทบาทเป็นทางผ่านของก๊าซมีเทน (ตารางที่ 4.2, 4.4 และรูปที่ 5.2)

นอกจากนี้แล้ว การขังน้ำในแปลงนาที่ระดับต่างกัน ก็ยังส่งผลให้เกิดความแตกต่างของการปล่อยก๊าซมีเทน ในระยะการเจริญเติบโตแต่ละระยะ ของข้าวทั้งสองพันธุ์อีกด้วย กล่าวคือ แปลงนาที่ขังน้ำ 0 เซนติเมตร (ตารางที่ 4.2 และรูปที่ 5.2) จะมีการปล่อยก๊าซมีเทนสูงสุดในระยะตั้งท้อง และการปล่อยก๊าซมีเทนจะลดลงไปจนถึงระยะเมล็ดสุกแก่

(หลังระบายน้ำ) แม้ว่าในแปลงนาที่ปลูกข้าวพันธุ์ขาวดอกมะลิ 105 จะไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ของการปล่อยก๊าซมีเทน ตามระยะการเจริญเติบโตของต้นข้าวก็ตาม แต่ค่าตัวเลขก็แสดงให้เห็นทิศทางตามที่กล่าวมา ในขณะเดียวกัน แปลงนาที่ขังน้ำ 20 เซนติเมตร (ตารางที่ 4.4 และรูปที่ 5.2) นั้น แปลงนาที่ปลูกข้าวพันธุ์ขาวดอกมะลิ 105 จะมีการปล่อยก๊าซมีเทนสูงสุดในระยะเมล็ดน้ำนม แต่ไม่แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติกับระยะตั้งท้อง หลังจากระยะเมล็ดน้ำนมแล้ว การปล่อยก๊าซมีเทนจะลดลงในระยะเมล็ดสุกแก่ แล้วจึงเพิ่มขึ้นอีกครั้งหนึ่ง ภายหลังการระบายน้ำ ซึ่งการปล่อยก๊าซมีเทนในระยะเมล็ดสุกแก่ภายหลังการระบายน้ำนี้ ไม่แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ กับการปล่อยก๊าซมีเทนในระยะเมล็ดน้ำนม ส่วนแปลงนาที่ปลูกข้าวพันธุ์ชัยนาท 1 แม้ว่าจะไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติในการปล่อยก๊าซมีเทน ตามระยะการเจริญเติบโตของต้นข้าวก็ตาม แต่ค่าตัวเลขก็แสดงให้เห็นว่า การปล่อยก๊าซมีเทนสูงสุดในระยะตั้งท้อง หลังจากนั้นจะลดลงเรื่อย ๆ จนภายหลังการระบายน้ำออกจากแปลงนา จึงทำให้การปล่อยก๊าซมีเทนสูงขึ้นเกือบจะเท่ากับในระยะตั้งท้อง

เป็นไปได้ว่า ชั้นน้ำที่ท่วมขังในแปลงนาจะปิดกั้นและกักก๊าซมีเทนไว้ ซึ่งในแปลงนาที่มีน้ำขังนี้ จะปล่อยก๊าซมีเทนสู่บรรยากาศโดยผ่านทางต้นข้าวเป็นทางหลัก (ระวิวรรณ กาญจนสุนทร, 2537 ; วิไล เตียวยืนยง, 2537 ; อรวรรณ ศิริรัตน์พิริยะ, 2541 ; Cicerone and Shetter, 1981 ; IRRI, 1991 ; Kimura and Minami, 1995 ; Siriratpiriya et al., 1995) ดังนั้นจะทำให้มีปริมาณก๊าซมีเทนส่วนหนึ่งถูกกักเก็บไว้ภายใต้ชั้นน้ำ เมื่อระบายน้ำออกก่อนการเก็บเกี่ยวข้าว ทำให้ปริมาณก๊าซมีเทนที่ถูกกักเก็บไว้ใต้ชั้นน้ำนี้ถูกปลดปล่อยสู่บรรยากาศ จึงเป็นผลให้มีการปล่อยก๊าซมีเทนในระยะเมล็ดสุกแก่ภายหลังการระบายน้ำ ของแปลงนาที่ขังน้ำ 20 เซนติเมตร สูงขึ้น สอดคล้องกับ Denier van der gon และคณะ (1996) ที่รายงานว่า การปล่อยก๊าซมีเทนจากนาข้าวในช่วงหลังการเก็บเกี่ยว เป็นขั้นตอนที่มีการเปลี่ยนแปลงตลอดเวลา (Dynamic process) โดยพบว่า หลังจากที่ระบายน้ำออกจากนาข้าวจน 1-2 วัน เมื่อพื้นดินเริ่มแห้ง การปล่อยก๊าซมีเทนจะเพิ่มอย่างมากและรวดเร็ว แต่จะเกิดขึ้นก่อนที่พื้นดินจะมีรอยแตก (Crack) ทั้งนี้ การปล่อยก๊าซมีเทนในปริมาณสูงหลังจากการระบายน้ำนั้นเกิดขึ้นได้แม้ในดินที่ลักษณะมีเนื้อเป็นดินทรายหรือดินทรายร่วน (Sandy soil) ซึ่งไม่มีรอยแตกของพื้นดินเกิดขึ้น ช่วงเวลาที่การปล่อยก๊าซมีเทนเกิดขึ้นในปริมาณที่สูงนั้น เกิดเมื่อมีอากาศเข้าไปแทรกในระหว่างช่องว่างเม็ดดิน (Macropore) โดยการแพร่ของก๊าซมีเทนผ่านอากาศจะเกิดขึ้นในอัตราเร็วกว่าการแพร่ผ่านน้ำ 4 เท่า

แปลงนาที่ขังน้ำ 0 เซนติเมตร การปล่อยก๊าซมีเทนสู่บรรยากาศสามารถปล่อยจากดินสู่ชั้นบรรยากาศได้เลย จึงทำให้มีโอกาสของการปล่อยก๊าซมีเทนสู่บรรยากาศได้มากตลอดเวลา แต่ศักยภาพในการผลิต และเกิดขึ้นแทนที่ของก๊าซมีเทนในดินจากแปลงนาทดลองต่ำเนื่องจาก ข้อจำกัดในด้านปริมาณอินทรียวัตถุของดินในแปลงนา (ดังมีรายละเอียดในหัวข้อ "ผลของการปลูกข้าวโดยวิธีหว่านน้ำตมต่อการปล่อยก๊าซมีเทน") ดังนั้น จึงเป็นผลให้การปล่อยก๊าซมีเทนในแปลงนาที่ขังน้ำ 0 เซนติเมตร ลดลงเรื่อย ๆ หลังจากระยะตั้งท้อง

ด้วยวิธีการปลูกข้าวเดียวกัน คือ ปักดำ ความแตกต่างของระดับน้ำที่ขังในแปลงนา ส่งผลให้เกิดความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ในการปล่อยก๊าซมีเทนของข้าวพันธุ์ขาวดอกมะลิ 105 (ตารางที่ 4.8 และรูปที่ 5.10) กล่าวคือ การขังน้ำในแปลงนา 20 เซนติเมตร จะส่งเสริมให้มีการปล่อยก๊าซมีเทนจากนาข้าวมากกว่า การขังน้ำในแปลงนา 0 เซนติเมตร สอดคล้องกับงานวิจัยของ Husin Ya และคณะ (1995) ที่ทำการวิจัยในประเทศอินโดนีเซีย พบว่า แปลงนาที่ขังน้ำตลอดฤดูกาล จะปล่อยก๊าซมีเทนสูงกว่าแปลงนาที่รักษาดินให้อิ่มตัวด้วยน้ำตลอดฤดูกาล นอกจากนี้แล้ว ความแตกต่างของท่ออากาศ ภายในลำต้นข้าว ซึ่งจะมีขนาดใหญ่ขึ้น เมื่อปลูกข้าวในสภาพที่มีน้ำขังลึกขึ้น (วิไลวรรณ เชาวนโยธิน, 2526) น่าจะเป็นปัจจัยเสริมให้ก๊าซมีเทนที่ถูกสร้างขึ้นในดินจากแปลงนาที่ขังน้ำ 20 เซนติเมตร สามารถปล่อยสู่บรรยากาศโดยผ่านทางลำต้นของข้าว ได้มากกว่าแปลงนาที่ขังน้ำ 0 เซนติเมตร และจากการสังเกตอาจเป็นไปได้ว่า การขังน้ำ 20 เซนติเมตรในแปลงนา อาจทำให้น้ำหนักของน้ำที่กดทับลงบนดินในแปลงนา มีส่วนไปดันให้ก๊าซมีเทนออกสู่บรรยากาศโดยผ่านทางต้นข้าวได้มากขึ้นอีกด้วย

ส่วนปริมาณการปล่อยก๊าซมีเทนรวมทั้งหมดตลอดฤดูกาลปลูกข้าว (ตารางที่ 4.10) พบว่า ความแตกต่างของระดับน้ำที่ขังในแปลงนา ไม่ก่อให้เกิดความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ของปริมาณการปล่อยก๊าซมีเทนรวมทั้งหมดตลอดฤดูกาลปลูกข้าว ทั้งนี้ อาจเนื่องจากดินในแปลงนาที่ทำการทดลองเป็นชุดดินเดียวกัน คือ ชุดดินนครปฐม ที่ผ่านการเตรียมดินโดยการไถดะ ไถแปร ซึ่งมีการผสมคลุกเคล้าดิน ทำให้ลักษณะสมบัติของดินโดยเฉพาะปริมาณอินทรียวัตถุ ซึ่งเป็นแหล่งพลังงานของจุลินทรีย์ ดังได้กล่าวมาแล้วในหัวข้อ "ผลของการปลูกข้าวโดยวิธีหว่านน้ำตมต่อการปล่อยก๊าซมีเทน" มีความสม่ำเสมอทั่วทั้งพื้นที่ที่ศึกษาวิจัย (ตารางที่ 4.19 และ 4.20) ทำให้ปริมาณการเกิดก๊าซมีเทนในดินจากแต่ละหน่วยทดลอง มีค่าใกล้เคียงกัน จึงส่งผลให้ปริมาณการปล่อยก๊าซมีเทนรวมทั้งหมดตลอดฤดูกาลปลูกข้าวไม่แตกต่างกัน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติด้วย

สำหรับดินที่ปลูกข้าวด้วยวิธีปักดำ (ตารางที่ 4.14 และ 4.16) พบว่า มีปริมาณก๊าซมีเทนในดินสูงสุดในระยะตั้งท้อง แล้วลดลงในระยะเมล็ดน้ำนม จนต่ำที่สุดในระยะเมล็ดสุกแก่ภายหลังการระบายน้ำ ทั้งในแปลงนาที่ขังน้ำ 0 เซนติเมตรและ 20 เซนติเมตร เป็นไปได้ว่ามีการสะสมก๊าซมีเทนในดินมาเป็นระยะเวลาหนึ่งตั้งแต่เริ่มมีการขังน้ำในแปลงนา จนถึงระยะตั้งท้อง จนทำให้มีปริมาณก๊าซมีเทนในดินมากพอ ที่จะปล่อยสู่บรรยากาศได้ในระยะตั้งท้อง ซึ่งเป็นระยะที่ต้นข้าวมีจำนวนต้นต่อพื้นที่มากกว่าระยะการเจริญเติบโตอื่น ๆ ของต้นข้าว (ตารางที่ 4.27) นอกจากนี้ ระยะตั้งท้องยังมีขนาดและปริมาตรของช่องอากาศ (Aerenchyma) มากกว่าระยะแตกกอ ซึ่งต้นข้าวยังมีอายุน้อยอยู่ (Schutz et al., 1989 ; Sharkey et al., 1991) เมื่อมีการปล่อยก๊าซมีเทนสู่บรรยากาศตลอดเวลา แต่อาจจะเป็นไปได้ว่า ด้วยขีดจำกัดในด้านปริมาณอินทรียวัตถุของดินในแปลงนา ดังได้กล่าวไว้ในหัวข้อ "ผลของการปลูกข้าวด้วยวิธีหว่านน้ำตมต่อการปล่อยก๊าซมีเทน" ดังนั้น อาจเป็นไปได้ว่า ปริมาณก๊าซมีเทนในดินที่ลดลงในระยะเมล็ดน้ำนมและระยะเมล็ดสุกแก่ เกิดจากขีดจำกัดของปริมาณอินทรียวัตถุในดิน

3. เปรียบเทียบปริมาณการปล่อยก๊าซมีเทนจากนาข้าวที่มีการปลูกข้าวโดยวิธีหว่านน้ำตมและวิธีปักดำ

การปลูกข้าวโดยวิธีหว่านน้ำตมและปักดำนั้น เป็นวิธีที่ชาวนานิยมใช้ในการทำนา วิธีนาสวน การปลูกข้าวทั้งสองวิธีนี้มีขั้นตอน และกระบวนการที่แตกต่างกัน คือ วิธีหว่านน้ำตมนั้น สามารถนำเมล็ดข้าวที่เพาะจนมีรากงอกออกมาประมาณ 5 มิลลิเมตร ไปหว่านลงในแปลงนาที่มีการเตรียมดินไว้ได้เลย แต่สำหรับการปลูกโดยวิธีปักดำ ชาวนาจะต้องเพาะเมล็ดข้าวให้เจริญเติบโตในแปลงกล้า เมื่อต้นกล้ามีอายุประมาณ 25 วัน จึงจะถอนกล้าไปปักดำ (ปลูก) ในแปลงนาที่ได้เตรียมดินไว้

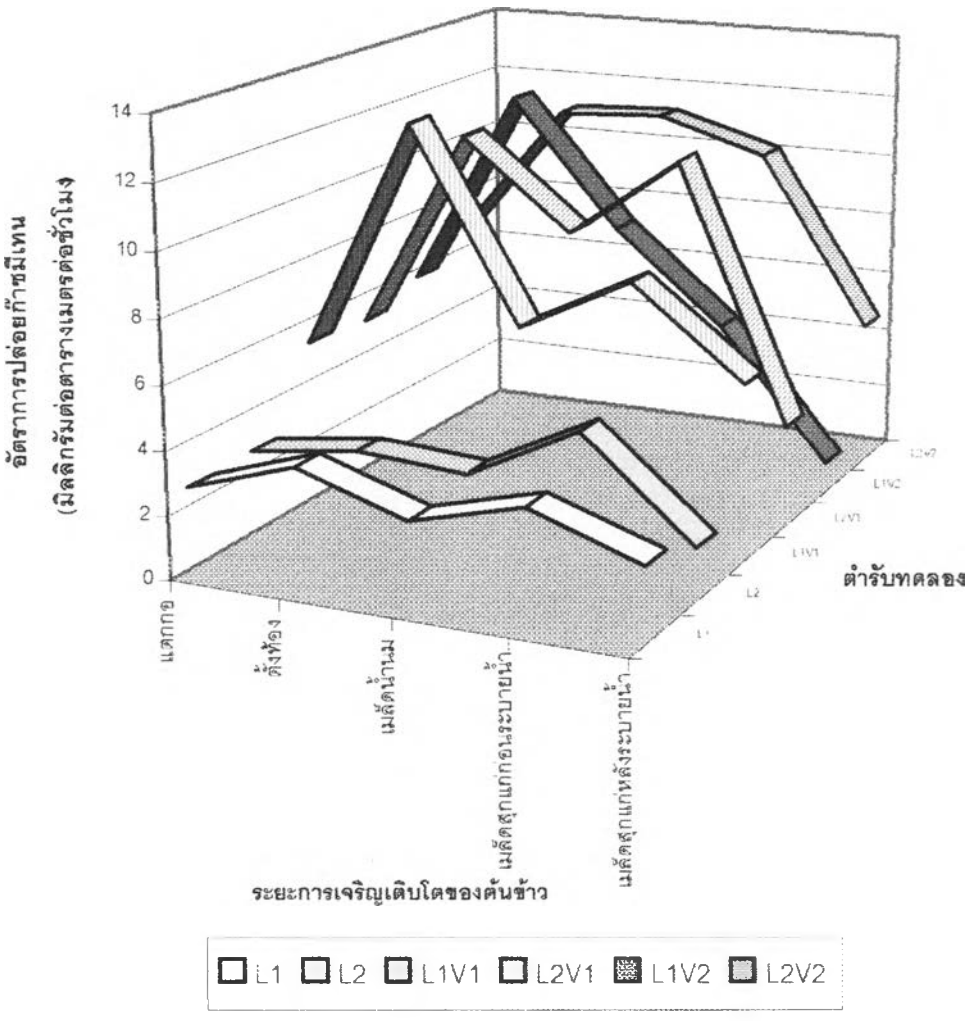
อย่างไรก็ตาม อัตราการปล่อยก๊าซมีเทนระหว่างแปลงนาที่ปลูกข้าว โดยวิธีหว่านน้ำตม และวิธีปักดำ ของข้าวพันธุ์ชัยนาท 1 และพันธุ์ขาวดอกมะลิ 105 (ตารางที่ 4.5, 4.6 และรูปที่ 5.3) ซึ่งปลูกข้าวในดินชุดเดียวกัน คือ ชุดดินนครปฐม ไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ อาจจะเป็นผลเนื่องมาจากอิทธิพลของดิน โดยการศึกษาครั้งนี้ทำการปลูกข้าวในชุดดินเดียวกัน คือ ชุดดินนครปฐม ที่ผ่านการเตรียมดินโดยการไถดะ ไถแปร ซึ่งมีการผสมคลุกเคล้าดิน ทำให้ลักษณะสมบัติของดิน มีความสม่ำเสมอทั่วทั้งพื้นที่ที่ศึกษาวิจัย ซึ่งชุดดินนครปฐม จัดเป็นดินที่มีการระบายน้ำเลว ดินชั้นล่างเป็นดินเหนียว หรือดินเหนียวปนทราย มีปฏิกิริยาเป็นกรดปานกลางถึงกรดเล็กน้อย (เฉลียว แจ้งไพร,2530) และจากการวิเคราะห์ลักษณะของดินบน พบว่า อินทรียวัตถุซึ่งเป็นแหล่งคาร์บอนให้กับจุลินทรีย์ดิน

(สมศักดิ์ วังใน, 2528) มีปริมาณต่ำ (0.98%) และใกล้เคียงกันในแต่ละหน่วยทดลอง (ตารางที่ 4.19 และ 4.20) นอกจากนี้ ปัจจัยที่เกี่ยวข้องกับการปล่อยก๊าซมีเทน เช่น ค่ารีดอกซ์โพเทนเชียล ความเป็นกรดเป็นด่าง และอุณหภูมิของดิน ในแปลงนาที่ปลูกข้าวโดยวิธีหว่านน้ำตมกับแปลงนาที่ปลูกข้าวโดยวิธีปักดำ มีค่าใกล้เคียงกัน (ตารางที่ 4.21, 4.22, 4.23, 4.24, 4.25 และ 4.26) ดังนั้น จึงเป็นไปได้ที่จะทำให้แปลงนาที่ปลูกข้าวโดยวิธีปักดำ กับแปลงนาที่ปลูกข้าว โดยวิธีหว่านน้ำตม มีอัตราการปล่อยก๊าซมีเทนที่ไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ

สำหรับปริมาณการปล่อยก๊าซมีเทนรวมทั้งหมดตลอดฤดูกาลปลูกข้าว เมื่อเปรียบเทียบระหว่างแปลงนาที่ปลูกข้าวโดยวิธีปักดำ กับแปลงนาที่ปลูกข้าวโดยวิธีหว่านน้ำตม จากการปลูกข้าวทั้งสองพันธุ์ (ตารางที่ 4.9 และ 4.10) ก็พบว่า ไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ทั้งนี้ อาจเป็นไปได้ว่า เกิดจากขีดจำกัดของปริมาณอินทรียวัตถุในดินชุดเดียวกัน คือ ชุดดินนครปฐม ดังมีรายละเอียดในหัวข้อ "ผลของการปลูกข้าวโดยวิธีหว่านน้ำตมต่อการปล่อยก๊าซมีเทน" จึงทำให้ดินจึงมีศักยภาพในการผลิตก๊าซมีเทนได้ในปริมาณที่ไม่แตกต่างกัน

แต่อย่างไรก็ตาม เมื่อพิจารณาดูจากค่าตัวเลข และความแตกต่างของจำนวนวันในแต่ละระยะการเจริญเติบโตของต้นข้าว ก็จะพบว่า ข้าวพันธุ์ชัยนาท 1 ที่ปลูกข้าวโดยวิธีปักดำจะมีระยะเวลาในช่วงตั้งท้องมากกว่าวิธีหว่านน้ำตม อาจเนื่องมาจาก ข้าวที่ปลูกข้าวโดยวิธีปักดำจะต้องมีการถอนกล้าจากแปลงกล้ามาปักดำในแปลงนา จึงส่งผลให้เกิดการหยุดชะงักการเจริญเติบโตของต้นข้าวไประยะเวลาหนึ่งกว่าที่ข้าวจะตั้งตัวได้ ทำให้ วิธีปักดำของข้าวพันธุ์ที่ไม่ไวต่อช่วงแสง ใช้ระยะเวลาในการปลูกข้าวยาวนานกว่าวิธีหว่านน้ำตม ที่ไม่มีการรบกวนดินและต้นข้าวอีก หลังจากทำการหว่านเมล็ดข้าวลงในแปลงนา ดังนั้น ถ้าหากดินที่ใช้ปลูกข้าวมีปริมาณอินทรียวัตถุที่มากพอที่จะทำให้ดินสามารถผลิตก๊าซมีเทนได้ตลอดเวลา ก็อาจจะทำให้การปลูกข้าวของข้าวพันธุ์ที่ไม่ไวต่อช่วงแสงโดยวิธีปักดำ มีปริมาณการปล่อยก๊าซมีเทนรวมทั้งหมดตลอดฤดูกาลปลูกข้าวมากกว่าวิธีหว่านน้ำตม ซึ่งจะสอดคล้องกับ Neue (1993) รวมทั้ง Peng และคณะ (1995) ที่พบว่า วิธีการปลูกข้าวแบบนาหว่าน ทั้งหว่านน้ำตมและหว่านเมล็ดแห้ง มีการปล่อยก๊าซมีเทนทั้งหมดตลอดฤดูกาลปลูกข้าวน้อยกว่าวิธีการปลูกข้าวแบบปักดำ เพราะมีการรบกวนดินน้อยกว่า และระยะเวลาที่ใช้ในการปลูกข้าวสั้นกว่า นอกจากนี้ Neue (1993) ยังพบว่า การปลูกข้าวโดยวิธีหว่าน จะสามารถเก็บเกี่ยวข้าวได้ก่อน การปลูกข้าวโดยวิธีปักดำ ประมาณ 15-30 วัน เมื่อใช้ข้าวพันธุ์เดียวกัน แต่ต่างจากผลการทดลองในครั้งนี้ที่พบว่า แปลงนาที่ปลูกข้าวพันธุ์ขาวดอกมะลิ 105 ที่เป็นข้าวไวต่อช่วงแสง (กรมวิชาการเกษตร, 2536) ข้าวประเภทนี้มีกำหนดออกดอกที่แน่นอน หรือถ้าคลาดเคลื่อนก็เพียงเล็กน้อย แม้จะปลูก

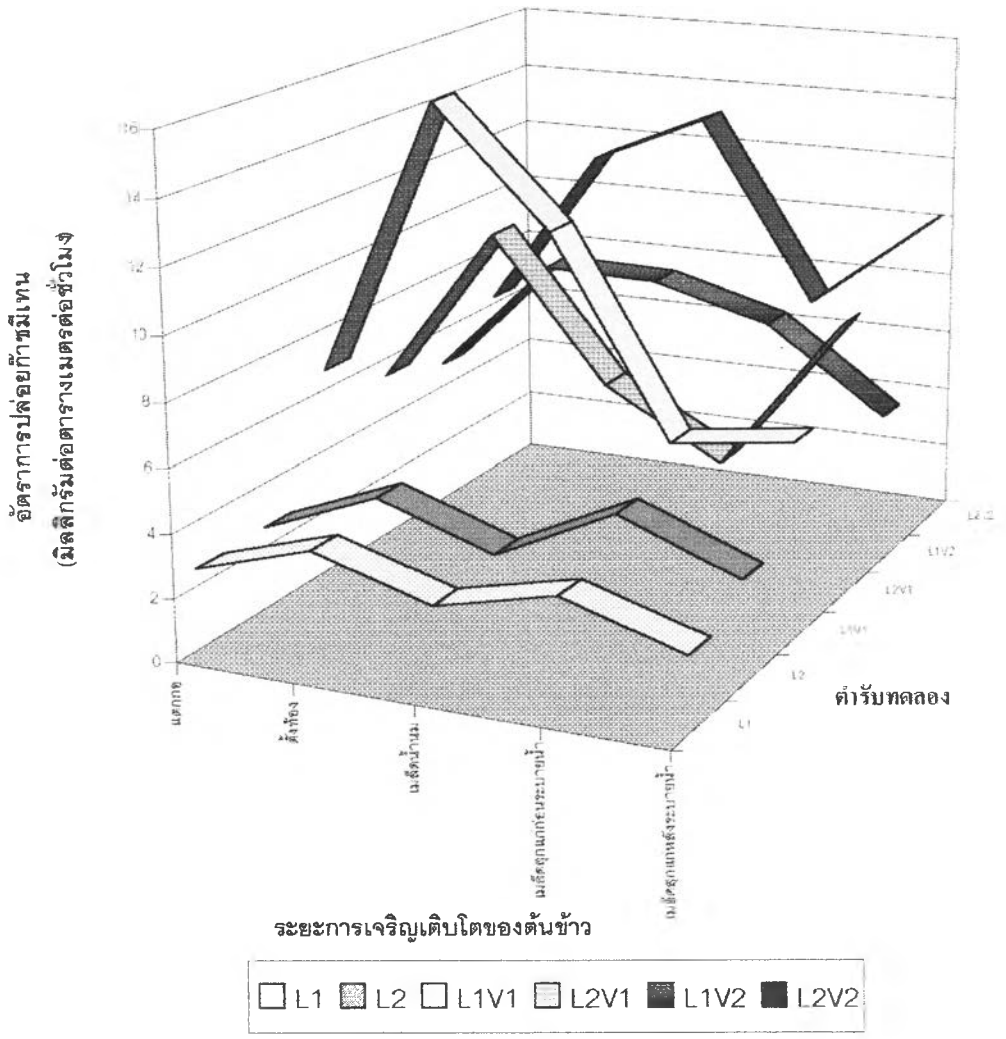
ในเวลาต่างกัน (ประสูติ สิทธิสรวง, 2524) ดังนั้น เมื่อช่วงแสง ในรอบวันมีความเหมาะสม ต้นข้าวจะออกดอกและสุกแก่พร้อม ๆ กัน แม้ว่าต้นข้าวที่ปลูกโดยวิธีปักดำ จะมีการหยุดชะงักการเจริญเติบโตในขั้นตอนการถอนกล้ามาปักดำในแปลงนาก็ตาม ด้วยเหตุนี้จึงทำให้แปลงนาที่ปลูกข้าวพันธุ์ขาวดอกมะลิ 105 ทั้งวิธีหว่านน้ำตมและปักดำ มีระยะเวลาตลอดฤดูกาลปลูกข้าว ที่ใกล้เคียงกันมาก



L1 = การขังน้ำในแปลงนา 0 เซนติเมตร L2 = การขังน้ำในแปลงนา 0 เซนติเมตร

V1 = ข้าวพันธุ์ชัยนาท 1 V2 = ข้าวพันธุ์ขาวดอกมะลิ 105

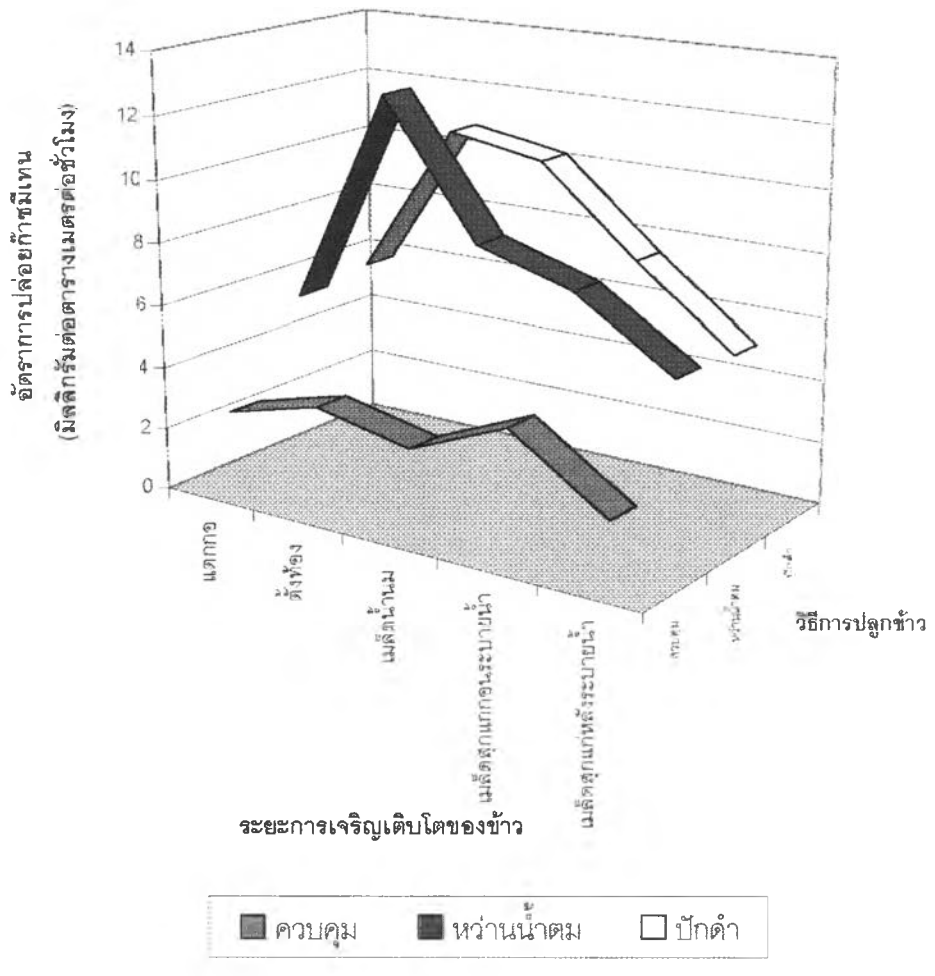
<u>รูปที่5.1</u> ผลของวิธีการปลูกข้าวโดยวิธีหว่านน้ำตมต่ออัตราการปล่อยก๊าซมีเทนจากนาข้าวตลอดระยะการเจริญเติบโตของต้นข้าว



L1 = การขังน้ำในแปลงนา 0 เซนติเมตร L2 = การขังน้ำในแปลงนา 0 เซนติเมตร

V1 = ข้าวพันธุ์ชัยนาท 1 V2 = ข้าวพันธุ์ขาวดอกมะลิ 105

รูปที่ 5.2 ผลของวิธีการปลูกข้าวโดยวิธีปักดำต่ออัตราการปล่อยก๊าซมีเทนจากนาข้าว ตลอดระยะการเจริญเติบโตของต้นข้าว



L1 = การขังน้ำในแปลงนา 0 เซนติเมตร L2 = การขังน้ำในแปลงนา 0 เซนติเมตร

V1 = ข้าวพันธุ์ชัยนาท 1 V2 = ข้าวพันธุ์ขาวดอกมะลิ 105

รูปที่ 5.3 เปรียบเทียบอัตราการปล่อยก๊าซมีเทนจากแปลงนาที่ปลูกข้าวโดยวิธีหว่านน้ำตมกับวิธีปักดำ

อิทธิพลของระยะการเจริญเติบโตของต้นข้าวต่อการปล่อยก๊าซมีเทนจากนาข้าว

การศึกษาการปล่อยก๊าซมีเทนจากนาข้าว ได้ยึดตามระยะการเจริญเติบโตของต้นข้าว โดยทำการศึกษาในระยะต่าง ๆ ดังนี้คือ ระยะแตกกอ ระยะตั้งท้อง ระยะเมล็ดน้ำนม ระยะเมล็ดสุกแก่ ซึ่งระยะเมล็ดสุกแก่นี้มีการศึกษาอยู่ 2 ช่วงคือ ก่อน และหลังการระบายน้ำออกจากแปลงนา

เนื่องจาก เงื่อนไขของการทดลองที่มีการขังน้ำในแปลงนาระดับต่างกัน จึงแยกหัวข้ออภิปรายเป็น 2 หัวข้อดังนี้คือ

1. อิทธิพลของระยะการเจริญเติบโตของต้นข้าวต่อการปล่อยก๊าซมีเทนจากแปลงนาที่ขังน้ำ 0 เซนติเมตร

ผลการศึกษาอิทธิพลของระยะการเจริญเติบโตของต้นข้าวต่อการปล่อยก๊าซมีเทนจากแปลงนาที่ขังน้ำ 0 เซนติเมตร (ตารางที่ 4.1 , 4.2 และรูปที่ 5.4) พบว่า อัตราการปล่อยก๊าซมีเทนจะเพิ่มขึ้นจากระยะแตกกอ และสูงที่สุดในระยะตั้งท้อง โดยสูงกว่าระยะการเจริญเติบโตอื่น ๆ อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ยกเว้นข้าวพันธุ์ขาวดอกมะลิ 105 ที่ปลูกโดยวิธีปักดำจะไม่แสดงความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ของอัตราการปล่อยก๊าซมีเทนตามระยะการเจริญเติบโตของต้นข้าว แต่จากค่าตัวเลข ก็แสดงให้เห็นว่า มีอัตราการปล่อยก๊าซมีเทนสูงสุดในระยะตั้งท้อง และมีทิศทางการเปลี่ยนแปลงตามระยะการเจริญเติบโตของต้นข้าวเหมือนแปลงนาที่ปลูกข้าวตามตำรับทดลองอื่น ๆ หลังจากที่มีอัตราการปล่อยก๊าซมีเทนสูงสุดในระยะตั้งท้องแล้ว อัตราการปล่อยก๊าซมีเทนก็เริ่มลดลงเรื่อย ๆ จากระยะเมล็ดน้ำนม จนถึงระยะเมล็ดสุกแก่ภายหลังการระบายน้ำ

สาเหตุที่อัตราการปล่อยก๊าซมีเทนจากแปลงนาที่ปลูกข้าว สูงที่สุดในระยะตั้งท้องอาจจะเนื่องมาจาก ในระยะตั้งท้องเป็นช่วงเวลาที่ดินในแปลงนา มีสภาพขาดก๊าซออกซิเจนมาช่วงระยะเวลาหนึ่ง สังเกตจากค่ารีดอกซ์โพเทนเชียลของดิน (ตารางที่ 4.21 และ 4.22) ที่มีค่าติดลบมาตั้งแต่ระยะแตกกอ และในระยะตั้งท้องนี้มีค่ารีดอกซ์โพเทนเชียลประมาณ –200 มิลลิโวลท์ ซึ่งจะทำให้จุลินทรีย์ที่ผลิตก๊าซมีเทนทำงานได้อย่างมีประสิทธิภาพ (Takai et al., 1974) และดินในระยะตั้งท้องมีความเป็นกรดลดลงจากระยะแตกกอ (ตารางที่ 4.23 และ 4.24) จึงทำให้เกิดสภาพที่เหมาะสมต่อกิจกรรมของจุลินทรีย์ ที่จะสามารถผลิตก๊าซมีเทนได้มากขึ้นด้วย รวมทั้งในระยะตั้งท้อง เป็นระยะที่ต้นข้าวมีจำนวนต้นต่อพื้นที่มากกว่าในระยะการเจริญเติบโต

อื่น ๆ ของต้นข้าว (ตารางที่ 4.27) นอกจากนี้ ระยะตั้งท้องยังมีขนาดและปริมาตรของช่องอากาศ (Aerenchyma) ซึ่งเป็นทางลำเลียงก๊าซภายในต้นข้าว มากกว่าระยะแตกกอ ซึ่งต้นข้าวยังมีอายุน้อยอยู่ (Schutz et al., 1989 ; Sharkey et al., 1991)

สำหรับการลดลงของก๊าซมีเทนในระยะการเจริญเติบโตของต้นข้าว หลังจากระยะตั้งท้อง แม้ว่าจะมีสภาพการขาดออกซิเจนในดินมากกว่าระยะตั้งท้อง และความเป็นกรดของดินน้อยกว่า รวมถึงปัจจัยของต้นข้าวที่เอื้ออำนวยต่อการผลิตและการปล่อยก๊าซมีเทน อันได้แก่ ขนาด และปริมาตรที่ใหญ่ขึ้นของช่องอากาศภายในลำต้นของข้าว เมื่ออายุมากขึ้น (Schutz et al., 1989 ; Sharkey et al., 1991) หรือกระทั่งการเพิ่มขึ้นของสารที่ขับออกมาจากรากข้าว (Root exudates) และการสะสมของสารอินทรียวัตถุจากส่วนของรากและใบข้าวที่หลุดออกมา (Litter) ซึ่งล้วนแต่เป็นอินทรียวัตถุที่ง่ายต่อการย่อยสลาย สามารถที่จะเป็นสารตั้งต้นให้กับจุลินทรีย์ที่ผลิตก๊าซมีเทนได้ก็ตาม ทั้งนี้จากการสังเกตเป็นไปได้ว่า การทดลองในสภาพที่มีการขังน้ำ 0 เซนติเมตร หรือสภาพที่ดินอิ่มตัวด้วยน้ำ จึงเป็นผลให้ไม่มีชั้นน้ำมาปิดกั้นทำให้ก๊าซมีเทนที่ถูกผลิตขึ้นในดินบางส่วน ผ่านออกสู่บรรยากาศได้เลยโดยตรงจากดิน รวมทั้งดินที่ทำการทดลองมีปริมาณอินทรียวัตถุที่ต่ำ (0.98%) จึงเป็นขีดจำกัดในการผลิตก๊าซมีเทนในดิน ดังได้กล่าวไว้แล้วในหัวข้อ "ผลของการปลูกข้าวโดยวิธีหว่านน้ำตมต่อการปล่อยก๊าซมีเทน" และเมื่อดินมีความอุดมสมบูรณ์ต่ำ จะทำให้ใช้เวลามากในการเกิดขึ้นแทนที่ของก๊าซมีเทน (Turnover time) (Neue, 1993) จากการวิเคราะห์เป็นไปได้ว่า เมื่อศักยภาพในการปล่อย ก๊าซมีเทนมากกว่าการผลิต จึงทำให้ปริมาณก๊าซมีเทนในดินจากแปลงนาที่ขังน้ำ 0 เซนติเมตรลดลงเรื่อย ๆ จากระยะตั้งท้อง สอดคล้องกับปริมาณก๊าซมีเทนในดิน (ตารางที่ 4.13 และ 4.14) ที่พบว่ามีปริมาณก๊าซมีเทนสูงสุดในระยะตั้งท้อง และก็จะเริ่มลดลงหลังจากระยะตั้งท้องของต้นข้าว

ส่วนในแปลงนาที่ไม่มีการปลูกข้าวนั้น อัตราการปล่อยก๊าซมีเทนไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ตามระยะการเจริญเติบโตของต้นข้าว จากการสังเกตน่าจะเป็นไปได้ว่า การปล่อยก๊าซมีเทนเกิดขึ้นโดยผ่านสู่บรรยากาศโดยตรงจากดินที่อิ่มตัวด้วยน้ำได้ทางเดียวเท่านั้น และเป็นการปล่อยสู่บรรยากาศได้ในอัตราที่ต่ำ (ตารางที่ 4.1, 4.2 และรูปที่ 5.4) จึงทำให้ปริมาณก๊าซมีเทนที่ผลิตขึ้นในดินมีเพียงพอที่จะปล่อยสู่บรรยากาศในอัตราที่สม่ำเสมอ ตลอดฤดูกาลปลูกข้าว

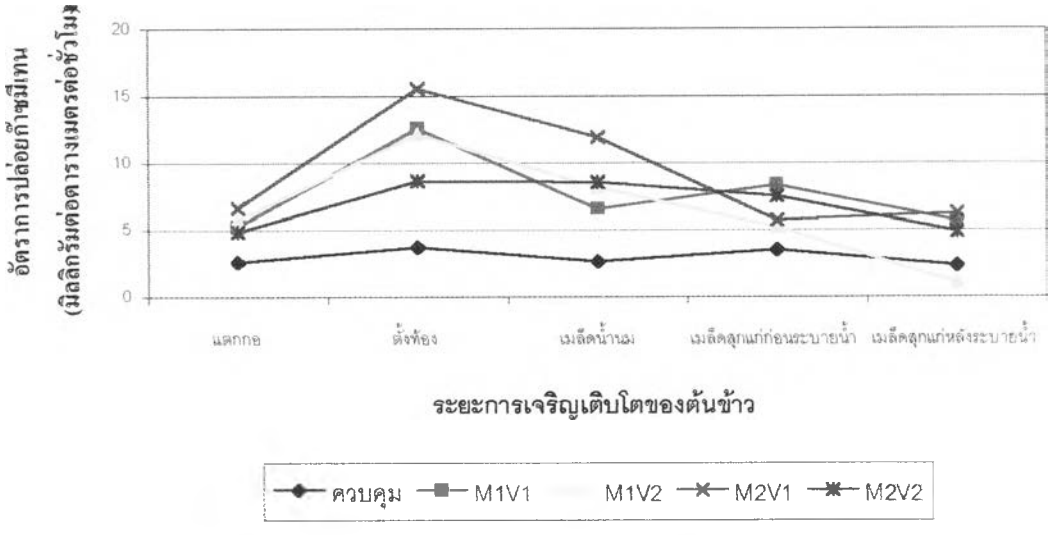
2. อิทธิพลของระยะการเจริญเติบโตของต้นข้าวต่อการปล่อยก๊าซมีเทนจากแปลงนาที่ขังน้ำ 20 เซนติเมตร

จากอิทธิพลของระยะการเจริญเติบโตของต้นข้าว ต่อการปล่อยก๊าซมีเทนจากแปลงนาที่ขังน้ำ 20 เซนติเมตรนี้ (ตารางที่ 4.2 , 4.3 และรูปที่ 5.2) พบว่า ทิศทางช่วงแรกจะเหมือนกับแปลงนาที่ขังน้ำ 0 เซนติเมตร คือ อัตราการปล่อยก๊าซมีเทนจะเพิ่มขึ้นจากระยะแตกกอ และสูงขึ้นในระยะตั้งท้อง ซึ่งเหตุผลที่อัตราการปล่อยก๊าซมีเทนมีค่าสูงในระยะตั้งท้องก็ได้กล่าวไปแล้วในหัวข้อ "อิทธิพลของระยะการเจริญเติบโตของต้นข้าว ต่อการปล่อยก๊าซมีเทนจากแปลงนาที่ขังน้ำ 0 เซนติเมตร" แต่หลังจากระยะตั้งท้องแล้ว ในแปลงนาที่ขังน้ำ 20 เซนติเมตรจะมีค่าเพิ่มขึ้นหรือลดลงเล็กน้อย แต่ไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติกับระยะตั้งท้อง ยกเว้นในแปลงนาที่ปลูกข้าวพันธุ์ชัยนาท 1 โดยวิธีปักดำ ซึ่งไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติของอัตราการปล่อยก๊าซมีเทน ตามระยะการเจริญเติบโตของต้นข้าว จะพบว่า อัตราการปล่อยก๊าซมีเทนหลังระยะตั้งท้องจะเริ่มลดลง จนถึงระยะเมล็ดสุกแก่ก่อนมีการระบายน้ำออกจากนา

ทั้งนี้ การขังน้ำในแปลงนา ชั้นน้ำจะเป็นตัวปิดกั้นไม่ให้เกิดการปล่อยก๊าซมีเทนจากดินสู่บรรยากาศโดยตรง การปล่อยก๊าซมีเทนสู่บรรยากาศส่วนใหญ่ จึงผ่านทางลำต้นของต้นข้าวเป็นเส้นทางหลัก (ระวิวรรณ กาญจนสุนทร, 2537 ; วิไล เตียวยืนยง, 2537 ; อรวรรณ ศิริรัตน์พิริยะ, 2541 ; Cicerone and Shetter, 1981 ; IRRI, 1991 ; Kimura and Minami, 1995 ; Siriratpiriya et al., 1995) จากการสังเกตจึงเป็นไปได้ว่า มีก๊าซมีเทนส่วนหนึ่งถูกกักเก็บไว้ใต้ชั้นน้ำ และมีการเกิดขึ้นแทนที่ของก๊าซมีเทนในดินได้เพียงพอ จึงสามารถที่จะทยอยส่งก๊าซมีเทนผ่านทางลำต้นข้าวได้อย่างสม่ำเสมอในระยะตั้งท้อง จนถึงระยะเมล็ดสุกแก่ก่อนระบายน้ำ

ในแปลงนาที่ปลูกข้าวโดยวิธีปักดำ พบว่า แปลงนาที่ปลูกข้าวพันธุ์ขาวดอกมะลิ 105 หลังจากระยะเมล็ดน้ำนม จะมีอัตราการปล่อยก๊าซมีเทนลดลง จนถึงระยะเมล็ดสุกแก่ (ก่อนระบายน้ำ) อาจเนื่องจาก ในระยะเมล็ดสุกแก่การกระจายตัวของรากข้าวในดินเกิดได้น้อยลง เป็นการลดเส้นทางที่ก๊าซมีเทนจะผ่านออกมาได้ (Nouchi et al., 1994) อีกทั้งการลดลงของกิจกรรมในการเจริญเติบโตของต้นข้าว เช่น การสังเคราะห์แสง การคายน้ำ และอัตราการหายใจ (Bownman, 1990 ; Hidema et al., 1991) ก็อาจจะเป็นปัจจัยที่มีผลต่อการปล่อยก๊าซมีเทนสู่บรรยากาศโดยผ่านทางต้นข้าว ส่วนในแปลงนาที่ปลูกข้าวพันธุ์ชัยนาท 1 อัตราการปล่อยก๊าซมีเทนที่ลดลงหลังระยะตั้งท้อง ซึ่งต่างจากตำรับทดลองอื่น น่าจะเกิดจากปัจจัยเสริม เช่น ระบบราก และสรีรวิทยาภายในของต้นข้าว ที่เกี่ยวข้องกับการลำเลียงก๊าซ

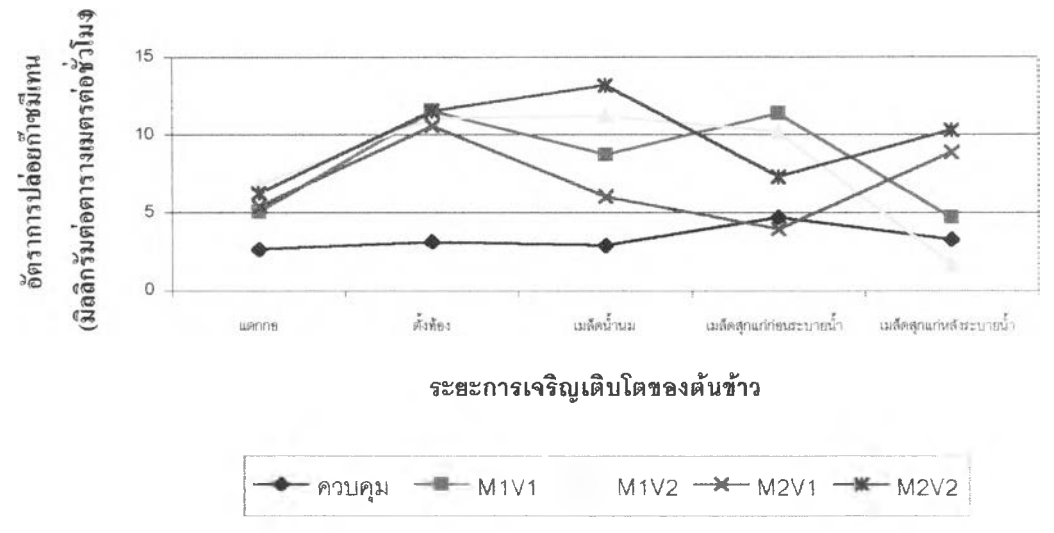
ในต้นข้าวเช่นกัน (Neue, 1993 ; Neue et al., 1997) จากการสังเกตน่าจะเป็นไปได้ว่า แปลงนาที่ปลูกข้าวโดยวิธีปักดำทั้งสองพันธุ์ จะมีก๊าซมีเทนกักเก็บอยู่ใต้ชั้นน้ำ ทำให้ไม่สามารถ ปล่อยออกทางต้นข้าวได้หมด ดังนั้น เมื่อมีการระบายน้ำออกจากแปลงนาในระยะเมล็ดสุกแก่ จึงทำให้ก๊าซมีเทนที่ถูกกักเก็บไว้ใต้ชั้นน้ำทะลักออกมาดังรูปที่ 5.5 สอดคล้องกับ Denier van der gon et al. (1996) ที่รายงานว่า หลังการระบายน้ำออกจากนาข้าวในช่วง 1-2 วัน การปล่อยก๊าซมีเทนจะเพิ่มขึ้นอย่างรวดเร็ว ซึ่งแตกต่างจากแปลงนาที่ปลูกข้าวโดยวิธี หว่านน้ำตม อาจเป็นไปได้ว่า แปลงนาที่ปลูกข้าวโดยวิธีหว่านน้ำตม มีการปล่อยก๊าซมีเทน ในอัตราที่สูงมาโดยตลอด จนเหลือก๊าซมีเทนที่เก็บกักอยู่ใต้ชั้นน้ำไม่มากพอ เป็นผลให้ เมื่อระบายน้ำออกในระยะเมล็ดสุกแก่ จึงไม่มีการเพิ่มขึ้นของอัตราการปล่อยก๊าซมีเทน เหมือนข้าวที่ปลูกโดยวิธีปักดำ



M1 = การปลูกข้าววิธีหว่านน้ำตม V1 = ข้าวพันธุ์ชัยนาท 1

M2 = การปลูกข้าววิธีปักดำ V2 = ข้าวพันธุ์ขาวดอกมะลิ 105

รูปที่ 5.4 อิทธิพลของระยะการเจริญเติบโตของต้นข้าวต่ออัตราการปล่อยก๊าซมีเทนในแปลงนาที่ขังน้ำเท่ากับ 0 เซนติเมตร



M1 = การปลูกข้าววิธีหว่านน้ำตม V1 = ข้าวพันธุ์ชัยนาท 1

M2 = การปลูกข้าววิธีปักดำ V2 = ข้าวพันธุ์ขาวดอกมะลิ 105

รูปที่ 5.5 อิทธิพลของระยะการเจริญเติบโตของต้นข้าวต่ออัตราการปล่อยก๊าซมีเทนในแปลงนาที่ขังน้ำเท่ากับ 20 เซนติเมตร

ความสัมพันธ์ของระดับน้ำที่ขังในแปลงนากับปัจจัยที่มีอิทธิพลต่อการปล่อยก๊าซมีเทนจากนาข้าว

1. ความสัมพันธ์ของระดับน้ำที่ขังในแปลงนา กับอุณหภูมิดินต่อการปล่อยก๊าซมีเทนจากนาข้าว

ในการศึกษาครั้งนี้ กำหนดให้ทำการเก็บตัวอย่างในช่วงเวลาประมาณ 10.00 น.-11.00 น. โดยช่วงเวลาดังกล่าวเป็นช่วงเวลาที่ดินมีอุณหภูมิเฉลี่ยในรอบวัน (ระวิวรรณ กาญจนสุนทร, 2537 ; วิไล เตียวยืนยง, 2537) และถือได้ว่าเป็นตัวแทนของช่วงเวลาที่มีการปล่อยก๊าซมีเทนเป็นค่าเฉลี่ยในรอบวัน (Minami et al., 1994 ; Siriratpiriya et al., 1995) การเปลี่ยนแปลงของอุณหภูมิดินในแต่ละระยะการเจริญเติบโตของต้นข้าว (ตารางที่ 4.25, 4.26 และรูปที่ 5.6, 5.7, 5.8, 5.9) พบว่า ระยะแตกกอมีอุณหภูมิสูงที่สุดแล้วจึงลดลงไปในระยะการเจริญเติบโตของต้นข้าวในระยะอื่น ๆ เมื่อพิจารณาจากค่าตัวเลข จะเห็นได้ว่าทุกหน่วยทดลองขณะเก็บตัวอย่าง คือ เวลาประมาณ 10.00น.-11.00น. ในทุกระยะการเจริญเติบโตของต้นข้าว จะมีอุณหภูมิดินอยู่ในช่วง 26.40-30.36 องศาเซลเซียส ซึ่งอุณหภูมิดินที่อยู่ในช่วง 25-30 องศาเซลเซียสนี้ ถือว่าเป็นช่วงอุณหภูมิดินที่เหมาะสมต่อกิจกรรมของเมทธาโนเจนิคแบคทีเรีย (วิทยา มะเสนา, 2536 ; Neue, 1993)

จากการหาความสัมพันธ์ของระดับน้ำที่ขังในแปลงนา กับอุณหภูมิดินต่อการปล่อยก๊าซมีเทน (ตารางที่ 5.1) ทำให้ทราบว่ามีเพียงแปลงนาที่ไม่ปลูกข้าว (หน่วยควบคุม) เท่านั้น ที่แสดงให้เห็นว่า ระดับน้ำที่ขังในแปลงนามีความสัมพันธ์อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติในทางลบกับอุณหภูมิดิน แต่อัตราการปล่อยก๊าซมีเทนจากแปลงนาที่ไม่ปลูกข้าว ไม่พบว่ามีความสำคัญอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ กับระดับน้ำที่ขังในแปลงนา (ตารางที่ 5.1) และไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ เมื่อเปรียบเทียบระหว่างอัตราการปล่อยก๊าซมีเทนจากแปลงนาที่ขังน้ำในระดับต่างกัน โดยไม่ปลูกข้าว (ตารางที่ 4.7 และ 4.8)

สำหรับอัตราการปล่อยก๊าซมีเทนจากแปลงนาที่ขังน้ำต่างกันนั้น พบว่ามีเพียงแปลงนาที่ปลูกข้าวพันธุ์ขาวดอกมะลิ 105 เท่านั้นที่มีความสัมพันธ์อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติในทางบวกกับระดับน้ำที่ขังในแปลงนา (ตารางที่ 5.2) และเมื่อเปรียบเทียบค่าเฉลี่ย (ตารางที่ 4.7 และตารางที่ 4.8) ก็พบว่า อัตราการปล่อยก๊าซมีเทนระหว่างแปลงนาที่ขังน้ำ 20 เซนติเมตร และ 0 เซนติเมตร มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (ดังมีรายละเอียดในหัวข้อ

"ความสัมพันธ์ระหว่างระดับน้ำที่ขังในแปลงนา กับอัตราการปล่อยก๊าซมีเทนจากนาข้าว และปริมาณผลผลิตข้าว")

จากการสังเกตอาจเป็นไปได้ว่า ในแปลงนาที่ไม่ปลูกข้าวนั้น แปลงนาที่ขังน้ำ 0 เซนติเมตร ดินจะได้รับความร้อนจากแสงอาทิตย์โดยตรง ในขณะที่แปลงนาที่ขังน้ำ 20 เซนติเมตร ดินจะมีชั้นน้ำปิดกั้นอยู่ จึงทำให้ความร้อนจากแสงอาทิตย์ลงไปถึงดินได้น้อยกว่าแปลงนาที่ขังน้ำ 0 เซนติเมตร ส่วนในแปลงนาที่ปลูกข้าวนั้น ในช่วงแรกของการปลูกข้าว ยังไม่สามารถควบคุมระดับน้ำที่ขังในแปลงนาให้แตกต่างกันได้ เพราะต้นข้าวยังต้นเล็ก และต้นเตี้ยอยู่ การควบคุมระดับน้ำที่ขังในแปลงนาตามเงื่อนไขการทดลอง ได้เริ่มขึ้นเมื่อต้นข้าวมีการแตกกอสูงสุด ดังนั้น ในแปลงนาที่ปลูกข้าวจึงมีต้นข้าวบังแสง เป็นผลให้ระดับน้ำที่ขังในแปลงนา ไม่มีความสัมพันธ์กับอุณหภูมิของดิน อาจกล่าวได้ว่า อุณหภูมิดินในแปลงนาที่ขังน้ำต่างกัน ไม่ได้เป็นปัจจัยหลักที่จะก่อให้เกิดความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ของการปล่อยก๊าซมีเทนจากแปลงนาที่ปลูกข้าวพันธ์ขาวดอกมะลิ 105 โดยวิธีปักดำ

2. ความสัมพันธ์ระหว่างระดับน้ำที่ขังในแปลงนา กับค่ารีดอกซ์โพเทนเชียลของดินต่อการปล่อยก๊าซมีเทนจากนาข้าว

ความแตกต่างของแปลงนาที่ขังน้ำ 0 เซนติเมตรและ 20 เซนติเมตร ในส่วนของค่ารีดอกซ์โพเทนเชียลนั้น หากพิจารณาจากค่าตัวเลข (ตารางที่ 4.21, 4.22 และรูปที่ 5.6, 5.7, 5.8, 5.9) จะพบว่ามีความแตกต่างของค่าตัวเลขไม่มากนัก และมีทิศทางของการเปลี่ยนแปลงในระยะการเจริญเติบโตต่าง ๆ เหมือนกัน คือ หลังจากระยะแตกกอ ค่ารีดอกซ์โพเทนเชียลจะลดลงอย่างรวดเร็วจนถึงระยะตั้งท้อง จากนั้นก็จะลดลงอย่างช้า ๆ และต่ำที่สุดในระยะเมล็ดน้ำนม โดยค่ารีดอกซ์โพเทนเชียลจะเพิ่มสูงขึ้นอีกครั้งหนึ่งในระยะเมล็ดสุกแก่ ภายหลังจากที่มีการระบายน้ำออกจากนาข้าว และเมื่อนำค่าตัวเลขมาหาความสัมพันธ์ในทางสถิติ ก็พบว่าค่ารีดอกซ์โพเทนเชียลไม่มีความสัมพันธ์อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ กับระดับน้ำที่ขังในแปลงนา (ตารางที่ 5.1) จากการสังเกตอาจเป็นไปได้ว่า การปลูกข้าวโดยใช้ชุดดินเดียวกัน และผ่านการเตรียมดินโดยการไถดะ ไถแปร ซึ่งมีการผสมคลุกเคล้าดิน ทำให้ลักษณะสมบัติของดินมีความสม่ำเสมอทั่วทั้งพื้นที่ที่ศึกษาวิจัย จึงทำให้ความแตกต่างของระดับน้ำที่ขังในแปลงนาตั้งแต่ 0-20 เซนติเมตร ไม่ก่อให้เกิดความแตกต่างของค่ารีดอกซ์โพเทนเชียล

สำหรับความสัมพันธ์ของการปล่อยก๊าซมีเทนจากนาข้าว กับระดับน้ำที่ขังในแปลงนา พบว่า มีเฉพาะแปลงนาที่ปลูกข้าวพันธุ์ขาวดอกมะลิ 105 โดยวิธีปักดำเท่านั้น

ที่แสดงให้เห็นถึงความสัมพันธ์อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติในทางบวก ระหว่างอัตราการปล่อยก๊าซมีเทนจากนาข้าว กับระดับน้ำที่ขังในแปลงนา (ตารางที่ 5.1) และเมื่อนำค่าเฉลี่ยมาเปรียบเทียบในทางสถิติ (ตารางที่ 4.7และ4.8) ก็พบว่า มีเฉพาะแปลงนาที่ปลูกข้าวพันธุ์ขาวดอกมะลิ 105 โดยวิธีปักดำเช่นเดียวกัน ที่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติระหว่างอัตราการปล่อยก๊าซมีเทนจากแปลงนาที่ขังน้ำ 0 เซนติเมตรกับแปลงนาที่ขังน้ำ 20 เซนติเมตร (ดังมีรายละเอียดในหัวข้อ "ความสัมพันธ์ระหว่างระดับน้ำที่ขังในแปลงนากับอัตราการปล่อยก๊าซมีเทนจากนาข้าว และปริมาณผลผลิตข้าว")

ค่ารีดอกซ์โพเทนเชียล เป็นค่าที่แสดงถึงระดับความรุนแรงของปฏิกิริยาออกซิเดชัน-รีดักชันในดิน (ทัศนีย์ อัตตะนันทน์, 2531) เมื่อน้ำท่วมขังในแปลงนา น้ำที่ขังจะไปลดการแพร่ของก๊าซระหว่างบรรยากาศและดิน จนเป็นผลให้ดินเกิดสภาพขาดออกซิเจน ดินจะมีความสามารถในการให้อิเล็กตรอนเพิ่มขึ้น โดยจะแสดงได้จากค่ารีดอกซ์โพเทนเชียลที่ลดลง ซึ่งค่ารีดอกซ์โพเทนเชียลของดิน มีความสัมพันธ์แบบตรงข้ามกับการเกิดก๊าซมีเทนในดิน (Neue,1993) โดย Cai และคณะ (1999) พบว่า ค่ารีดอกซ์โพเทนเชียลของดินที่ความลึก 5 เซนติเมตร จะมีผลต่อการปล่อยก๊าซมีเทนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ และการเกิดก๊าซมีเทนจะเริ่มขึ้นเมื่อดินมีค่ารีดอกซ์โพเทนเชียลต่ำกว่า –150 มิลลิโวลท์ (Wang et al., 1992, 1993)

จากผลการทดลองอาจกล่าวได้ว่า การขังน้ำที่ 0 เซนติเมตร หรือดินอิ่มตัวด้วยน้ำจะทำให้ดินที่ระดับความลึก 5 เซนติเมตร เกิดสภาพขาดออกซิเจนได้เช่นเดียวกับดินในแปลงนาที่ขังน้ำ 20 เซนติเมตร เนื่องจากค่ารีดอกซ์โพเทนเชียลของแปลงนาที่ขังน้ำ 0 เซนติเมตร และ 20 เซนติเมตร มีค่าใกล้เคียงกัน และมีทิศทางเหมือนกัน ตามระยะการเจริญเติบโตของต้นข้าว จากการสังเกตเป็นไปได้ว่า น้ำที่แทรกอยู่เต็มช่องว่างของเม็ดดิน ในการขังน้ำในแปลงนา 0 เซนติเมตร หรือการทำให้ดินอิ่มตัวด้วยน้ำตลอดเวลา ก็สามารถกั้นการแพร่ของก๊าซออกซิเจนจากบรรยากาศสู่ดินได้ ดินจึงเกิดสภาพขาดก๊าซออกซิเจน เช่นเดียวกับแปลงนาที่ขังน้ำ 20 เซนติเมตร พิจารณาได้จากค่ารีดอกซ์โพเทนเชียลซึ่งไม่มีความสัมพันธ์อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติกับระดับน้ำที่ขังในแปลงนา ด้วยเหตุนี้จึงน่าจะเป็นไปได้ว่า ความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติของการปล่อยก๊าซมีเทน จากแปลงนาที่เพาะปลูกข้าวพันธุ์ขาวดอกมะลิ 105 ด้วยวิธีปักดำ โดยการขังน้ำที่ระดับต่างกันนั้น ก็ไม่เป็นผลจากอิทธิพลของค่ารีดอกซ์โพเทนเชียล ที่เกิดจากการขังน้ำในแปลงนาที่ระดับต่างกัน

3. ความสัมพันธ์ของระดับน้ำที่ขังในแปลงนากับความเป็นกรดเป็นด่างของดิน ต่อการปล่อยก๊าซมีเทนจากนาข้าว

ความเป็นกรดเป็นด่างของดิน (pH) เป็นอีกปัจจัยหนึ่ง ที่มีผลต่อการเกิดก๊าซมีเทนในดิน ซึ่งก๊าซมีเทนจะเกิดขึ้นเมื่อความเป็นกรดเป็นด่างของดินอยู่ในช่วง 6-8 (Wang et al., 1992, 1993) โดยที่ก๊าซมีเทนจะเกิดขึ้นอย่างมีประสิทธิภาพในดิน ที่มีช่วงความเป็นกรดเป็นด่างเท่ากับ 6.4-7.8 (Jenkins, 1963)

ความเป็นกรดเป็นด่างของดินในแปลงนาในระหว่างการปลูกข้าวมีค่าอยู่ระหว่าง 5.79-6.88 (ตารางที่ 4.24 และ 4.25) ซึ่งจัดอยู่ในช่วงที่สามารถมีก๊าซมีเทนเกิดขึ้นได้ (Wang et al., 1992, 1993) เมื่อพิจารณาความเป็นกรดเป็นด่างของดินในแปลงนาที่ขังน้ำแตกต่างกัน (ตารางที่ 5.1) ก็พบว่า ในแปลงนาที่ปลูกข้าวพันธุ์ชัยนาท 1 โดยวิธีหว่านน้ำตม และแปลงนาที่ไม่ปลูกข้าว มีความสัมพันธ์อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติในทางบวก กับระดับน้ำที่ขังในแปลงนา แต่แปลงนาที่ปลูกข้าวพันธุ์ขาวดอกมะลิ 105 ทั้งที่ปลูกข้าวโดยวิธีหว่านน้ำตม และปักดำ มีความสัมพันธ์กันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติในทางลบเหมือนกันทั้งสองวิธี (ตารางที่ 5.1)

เมื่อพิจารณาทิศทางของความเป็นกรดเป็นด่างของดิน ในแปลงนาที่ขังน้ำแตกต่างกัน ร่วมกับอัตราการปล่อยก๊าซมีเทนจากแปลงนาที่ขังน้ำแตกต่างกัน (รูปที่ 5.6, 5.7, 5.8 และ 5.9) จะเห็นได้ว่า มีเพียงบางตำรับทดลองเท่านั้น ที่มีค่าตัวเลขสอดคล้อง และมีทิศทางเดียวกัน อาจเป็นไปได้ว่า ความเป็นกรดเป็นด่างของดินในแปลงนาที่ขังน้ำต่างกัน ไม่ได้เป็นปัจจัยหลักของการปล่อยก๊าซมีเทนจากนาข้าว

4. ความสัมพันธ์ของระดับน้ำที่ขังในแปลงนากับต้นข้าว ต่อการปล่อยก๊าซมีเทนจากนาข้าว

4.1 มวลชีวภาพและความสูงของต้นข้าว

ความแตกต่างของมวลชีวภาพและความสูงของต้นข้าว ระหว่างแปลงนาที่ขังน้ำ 0 เซนติเมตรและแปลงนาที่ขังน้ำ 20 เซนติเมตร จากค่าตัวเลขโดยเฉลี่ย (ตารางที่ 4.27 และรูปที่ 5.10) จะเห็นว่าต้นข้าวในแปลงนาที่ขังน้ำ 20 เซนติเมตร มีมวลชีวภาพและความสูงมากกว่าต้นข้าวในแปลงนาที่ขังน้ำ 0 เซนติเมตร สอดคล้องกับ De Datta (1981) ที่รายงานว่าการปลูกข้าวที่ระดับน้ำมากกว่า 15 เซนติเมตร ทำให้ความสูงของต้นข้าวเพิ่มขึ้น รวมทั้ง

Wannasai และคณะ (1991) พบว่า ต้นข้าวที่ปลูกในระดับน้ำ 0 , 5 , 10 และ 15 เซนติเมตร มีความสูงน้อยกว่าระดับน้ำ 20 เซนติเมตร

เมื่อนำค่าตัวเลขมาหาความสัมพันธ์ ก็พบว่า มีเพียงความสูงของข้าวพันธุ์ชัยนาท 1 จากแปลงนาที่ปลูกข้าวโดยวิธีหว่านน้ำตมเท่านั้น ที่แสดงให้เห็นว่า ความสูงมีความสัมพันธ์อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติในทางบวก กับระดับน้ำที่ขังในแปลงนา

สำหรับการปล่อยก๊าซมีเทนจากนาข้าวที่ขังน้ำแตกต่างกันนั้น ก็มีเฉพาะแปลงนาที่ปลูกข้าวพันธุ์ขาวดอกมะลิ 105 ด้วยวิธีปักดำเท่านั้น ที่แสดงความสัมพันธ์อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ กับระดับน้ำที่ขังในแปลงนา (ดังรายละเอียดในหัวข้อ "ความสัมพันธ์ของระดับน้ำที่ขังในแปลงนากับอัตราการปล่อยก๊าซมีเทนจากนาข้าว และปริมาณผลผลิตข้าว)

เมื่อพิจารณาโดยรวม จะเห็นว่า ความแตกต่างของมวลชีวภาพและความสูงของต้นข้าว ระหว่างแปลงนาที่ขังน้ำ 0 เซนติเมตรและ 20 เซนติเมตร จะมีเพียงบางตำรับทดลองเท่านั้น ที่สอดคล้อง และมีทิศทางเหมือนกับอัตราการปล่อยก๊าซมีเทนระหว่างแปลงนาที่ขังน้ำในระดับต่างกัน เป็นไปได้ว่า ความแตกต่างกันของมวลชีวภาพ และความสูงที่เกิดจากความแตกต่างของระดับน้ำที่ขังในแปลงนา ไม่ใช่ปัจจัยหลักของการปล่อยก๊าซมีเทนจากนาข้าว

4.2 จำนวนต้นต่อพื้นที่

เนื่องจาก ต้นข้าวเปรียบเสมือนท่อที่จะปล่อยก๊าซมีเทนออกจากดินในแปลงนาซึ่งมีน้ำท่วมขังออกสู่บรรยากาศ ดังนั้น หากมีจำนวนต้นข้าวต่อพื้นที่มากขึ้น ก็จะทำให้โอกาสของการปล่อยก๊าซมีเทนมีมากขึ้นด้วย โดยทั่วไปการปลูกข้าวในสภาพน้ำตื้น จะมีการแตกกอมากกว่าข้าวที่ปลูกในน้ำลึก (Mutsushima, 1962) ซึ่ง De Datta (1981) ได้กล่าวว่า การปลูกข้าวที่ระดับน้ำมากกว่า 15 เซนติเมตร ทำให้การแตกกอของข้าวน้อยลง สำหรับในประเทศไทยนั้น Wannasai และคณะ (1991) พบว่า ข้าวพันธุ์ขาวดอกมะลิ 105 ที่ปลูกในระดับน้ำ 0 , 5 , 10 และ 15 เซนติเมตร จะมีการแตกกอมากกว่าระดับน้ำ 20 เซนติเมตร เช่นเดียวกันกับ เพียงใจ วงษ์เชษฐา (2539) ที่รายงานว่า ข้าวพันธุ์กข 23 ที่ปลูกโดยรักษาระดับน้ำ 5-10 เซนติเมตร ตลอดฤดูกาลปลูกข้าว จะมีจำนวนต้นต่อกอมากกว่าข้าวที่ปลูกโดยการรักษาระดับน้ำ 20 เซนติเมตรตลอดฤดูกาลปลูกข้าว

แต่ผลจากการศึกษาครั้งนี้ (ตารางที่ 4.27 และรูปที่ 5.10) กลับพบว่า แปลงนาที่ขังน้ำ 0 เซนติเมตร และแปลงนาที่ขังน้ำ 20 เซนติเมตร มีจำนวนต้นข้าวต่อพื้นที่

ใกล้เคียงกัน และเมื่อวิเคราะห์หาความสัมพันธ์ทางสถิติ (ตารางที่ 5.1) ก็แสดงให้เห็นว่า จำนวนต้นข้าวต่อพื้นที่ ไม่มีความสัมพันธ์อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติกับระดับน้ำที่ขังในแปลงนา จากการสังเกตในภาคสนาม น่าจะเกิดจากการรักษาระดับน้ำตามเงื่อนไขจากการทดลอง คือ 0 เซนติเมตร และ 20 เซนติเมตร สามารถทำได้เมื่อต้นข้าวมีการแตกกอสูงสุดแล้ว จึงสามารถควบคุมระดับน้ำได้ตามเงื่อนไข ทั้งนี้เนื่องจาก ในระยะแรกของการปลูกข้าว ต้นข้าวยังมีต้นเล็ก และต้นข้าวยังไม่มีความสูงเพียงพอที่จะขังน้ำให้ได้ 20 เซนติเมตร เป็นผลทำให้จำนวนต้นต่อพื้นที่ของข้าวที่ปลูกในแปลงนาที่ขังน้ำ 0 เซนติเมตร และ 20 เซนติเมตร มีปริมาณใกล้เคียงกัน น่าจะเป็นไปได้ว่า การทดลองครั้งนี้ จำนวนต้นข้าวต่อพื้นที่ไม่ได้เป็นปัจจัยหลักของความแตกต่างระหว่างอัตราการปล่อยก๊าซมีเทน จากนาข้าวที่ขังน้ำในแปลงนาต่างกัน

5. ความสัมพันธ์ของระดับน้ำที่ขังในแปลงนากับลักษณะสมบัติของดินต่อการปล่อยก๊าซมีเทนจากนาข้าว

ดินในแปลงนาที่ทำการทดลองการปล่อยก๊าซมีเทนครั้งนี้เป็นชุดดินเดียวกัน คือ ชุดดินนครปฐม ซึ่งมีลักษณะทั่วไปคือ มีสภาพการระบายน้ำเลว ดินล่างเป็นดินเหนียว หรือดินเหนียวปนทราย (เฉลียว แจ้งไพร, 2530) เมื่อนำหน้าดินมาวิเคราะห์ พบว่า เนื้อดินเป็นดินร่วนปนทราย (Sandy loam) (ตารางที่ 4.19)

ดินก่อนการปลูกข้าว (ตารางที่ 4.19) แสดงค่าความเป็นกรดเล็กน้อย ในด้านความอุดมสมบูรณ์ของดิน ปริมาณอินทรียวัตถุ และอินทรียคาร์บอน บ่งบอกว่า ดินมีความอุดมสมบูรณ์ต่ำ (คณะกรรมการจัดกิจกรรมเพื่อกองทุน ศ.ดร.สรสิทธิ์ วัชโรทยาน,2535) ซึ่งอินทรียวัตถุในดินเป็นแหล่งคาร์บอนของจุลินทรีย์ที่ใช้ผลิตก๊าซมีเทน (สมศักดิ์ วังใน, 2528) ดังนั้น เมื่ออินทรียวัตถุในดินต่ำ จึงเป็นผลให้ดินมีศักยภาพในการผลิตก๊าซมีเทนต่ำด้วยเช่นกัน สอดคล้องกับ Cai และคณะ (1999) กล่าวว่า ปริมาณอินทรียวัตถุมีผลต่อการปล่อยก๊าซมีเทนจากนาข้าว โดยดินที่มีปริมาณอินทรียวัตถุสูงจะมีการปล่อยก๊าซมีเทนสูงกว่าดินที่มีอินทรียวัตถุต่ำ นอกจากนี้ ดินที่ใช้ปลูกข้าว มีอัตราส่วนของคาร์บอนต่อไนโตรเจนประมาณ 10 : 1 (ตารางที่ 4.19 และ 4.20) แสดงว่า อัตราการสลายตัวของอินทรียวัตถุในดิน เกิดขึ้นได้ดี (คณาจารย์ภาควิชาปฐพีวิทยา,2541)

ลักษณะสมบัติของดินหลังการปลูกข้าว (ตารางที่ 4.20) เมื่อนำไปหาความสัมพันธ์ของระดับน้ำกับลักษณะสมบัติของดิน (ตารางที่ 5.1) พบว่า ทั้งปริมาณอินทรียวัตถุและปริมาณไนโตรเจนทั้งหมดของดินหลังการปลูกข้าว ไม่มีความสัมพันธ์อย่างมีนัยสำคัญ

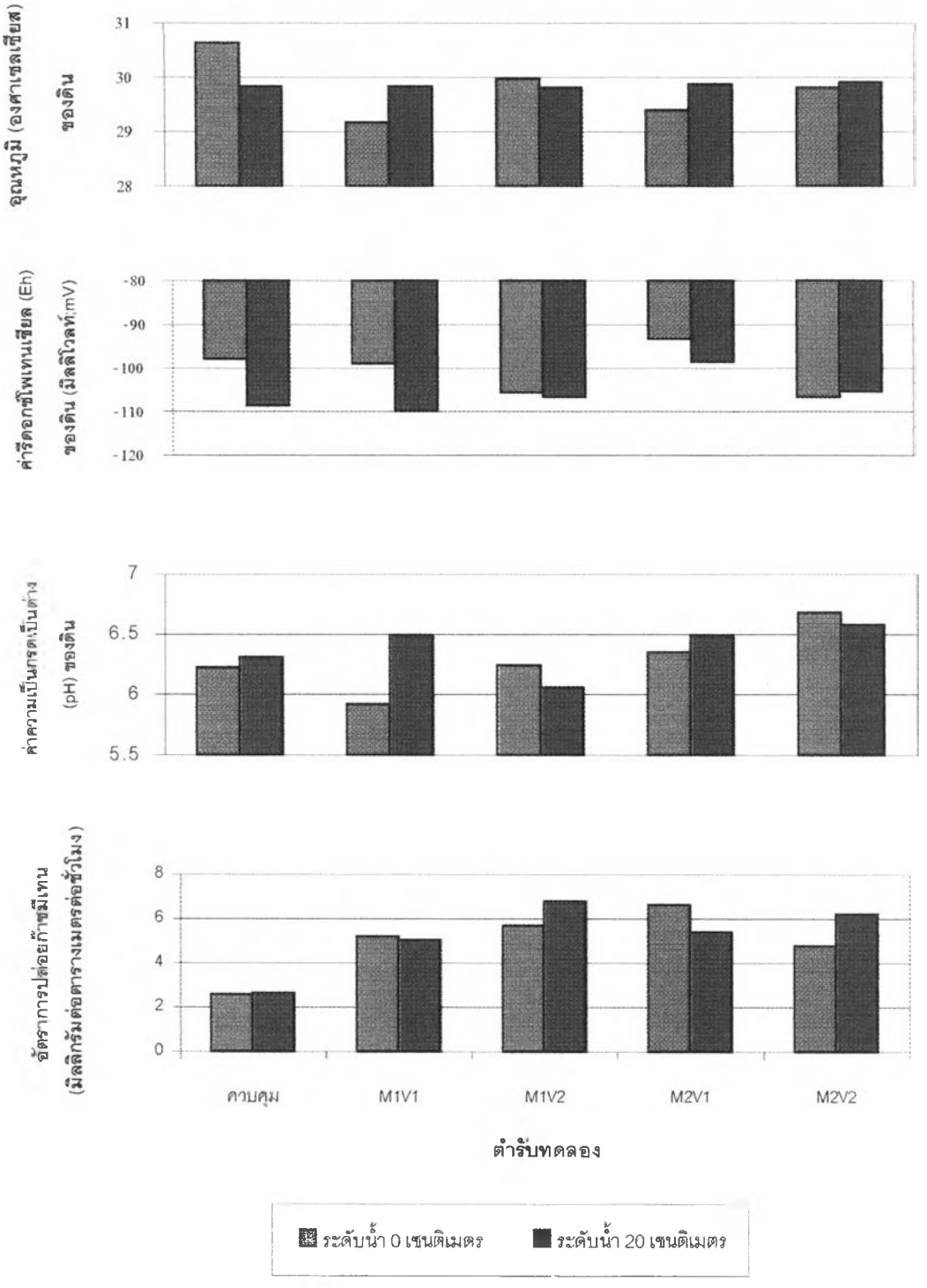
ทางสถิติ กับระดับน้ำที่ขังในแปลงนา จากการสังเกตอาจเป็นไปได้ว่า การปลูกข้าวโดยใช้ชุดดินเดียวกัน และผ่านการเตรียมดินโดยการไถดะ ไถแปร ซึ่งมีการผสมคลุกเคล้าดิน ทำให้ลักษณะสมบัติของดิน มีความสม่ำเสมอทั่วทั้งพื้นที่ที่ศึกษาวิจัย จึงทำให้ความแตกต่างของระดับน้ำที่ขังในแปลงนาตั้งแต่ 0-20 เซนติเมตร ไม่ก่อให้เกิดความแตกต่างของลักษณะสมบัติของดิน อาจเป็นไปได้ว่า ระดับน้ำที่ขังในแปลงนา ไม่ก่อให้เกิดความแตกต่างของการย่อยสลายอินทรียวัตถุของจุลินทรีย์ในดิน จึงอาจเป็นปัจจัยที่ทำให้การเกิดและการปล่อยก๊าซมีเทนไม่แตกต่างกัน

ตารางที่ 5.1 ค่าสัมประสิทธิสหสัมพันธ์ ระหว่างระดับน้ำที่ขังในแปลงนา กับอัตราการปล่อยก๊าซมีเทน และปัจจัยที่เกี่ยวข้อง

ปัจจัยที่ศึกษา	ค่าสัมประสิทธิสหสัมพันธ์				
	ระดับน้ำที่ขังในแปลงนาที่ไม่ปลูกข้าว	ระดับน้ำในแปลงนาที่ปลูกข้าวด้วยวิธีหว่านน้ำตม		ระดับน้ำในแปลงนาที่ปลูกข้าวด้วยวิธีปักดำ	
		ชัยนาท 1	ขาวดอกมะ105	ชัยนาท 1	ขาวดอกมะ105
อัตราการปล่อยก๊าซมีเทน	0.191^{NS}	0.091^{NS}	0.212^{NS}	- 0.201^{NS}	0.417*
ความเป็นกรดเป็นด่างของดิน	0.369*	0.360*	-0.530**	0.128^{NS}	-0.794**
ค่ารีดอกซ์ - โพเทนเชียลของดิน	-0.095^{NS}	-0.076^{NS}	0.010^{NS}	0.027^{NS}	0.072^{NS}
อุณหภูมิ(C) ของดิน	-0.391*	0.146^{NS}	-0.144^{NS}	0.197^{NS}	-0.026^{NS}
มวลชีวภาพเฉลี่ยของต้นข้าว	-	0.107^{NS}	0.130^{NS}	0.211^{NS}	0.087^{NS}
จำนวนต้นข้าวต่อพื้นที่โดยเฉลี่ย	-	-0.021^{NS}	0.192^{NS}	-0.024^{NS}	-0.050^{NS}
ความสูงเฉลี่ยของต้นข้าว	-	0.445*	0.206^{NS}	0.186^{NS}	0.150^{NS}
ปริมาณอินทรีย์คาร์บอน	0.176^{NS}	0.236^{NS}	0.435^{NS}	0.000^{NS}	0.537^{NS}
ปริมาณไนโตรเจนทั้งหมด	0.323^{NS}	-0.125^{NS}	0.059^{NS}	-0.169^{NS}	0.052^{NS}

หมายเหตุ 1. * และ ** หมายถึง มีนัยสำคัญทางสถิติที่ 95% และ 99% ตามลำดับ

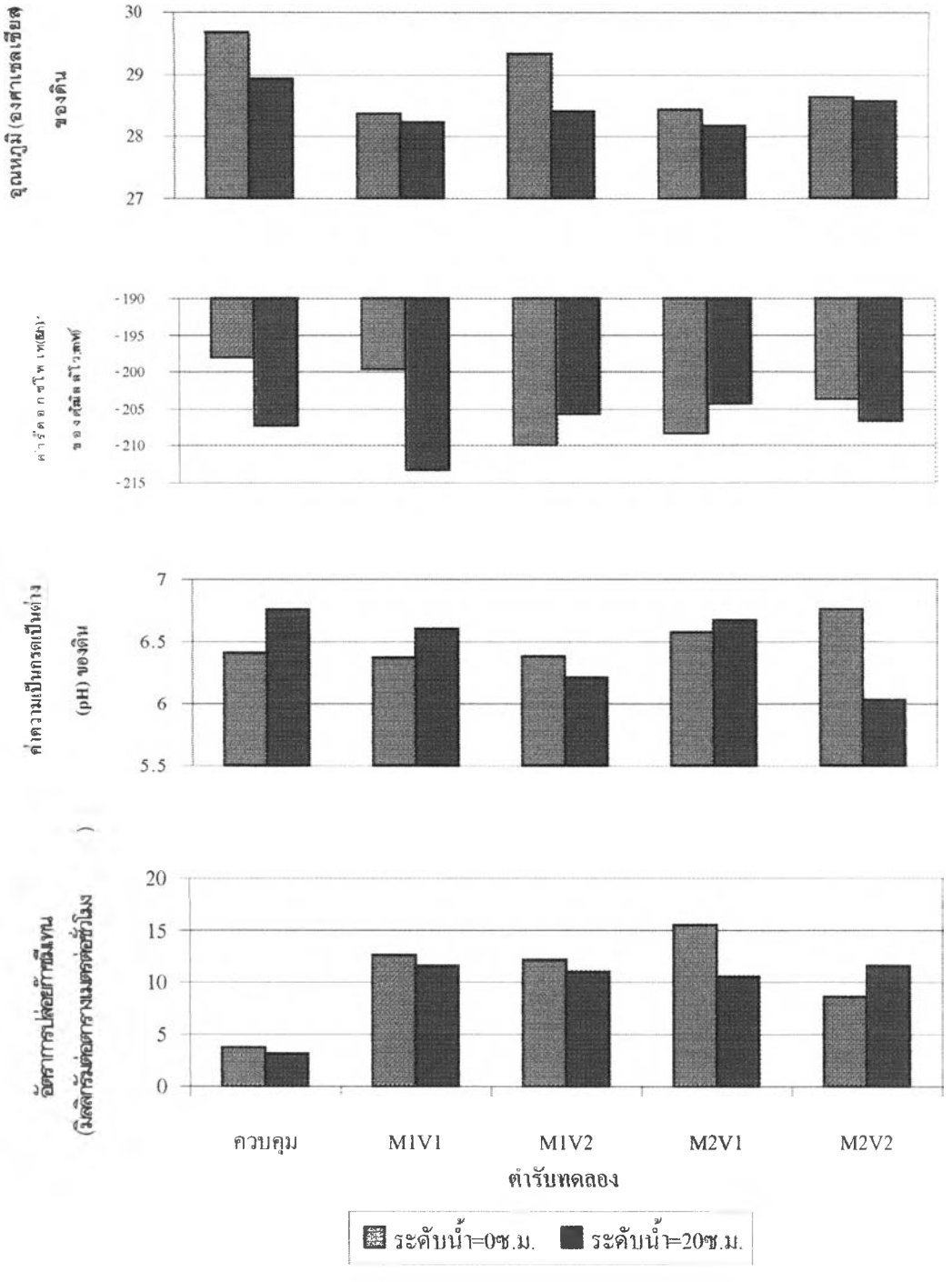
2. NS หมายถึง ไม่มีนัยสำคัญทางสถิติที่ 95%



M1 = การปลูกข้าววิธีหว่านน้ำตม V1 = ข้าวพันธุ์ชัยนาท 1

M2 = การปลูกข้าววิธีปักดำ V2 = ข้าวพันธุ์ขาวดอกมะลิ 105

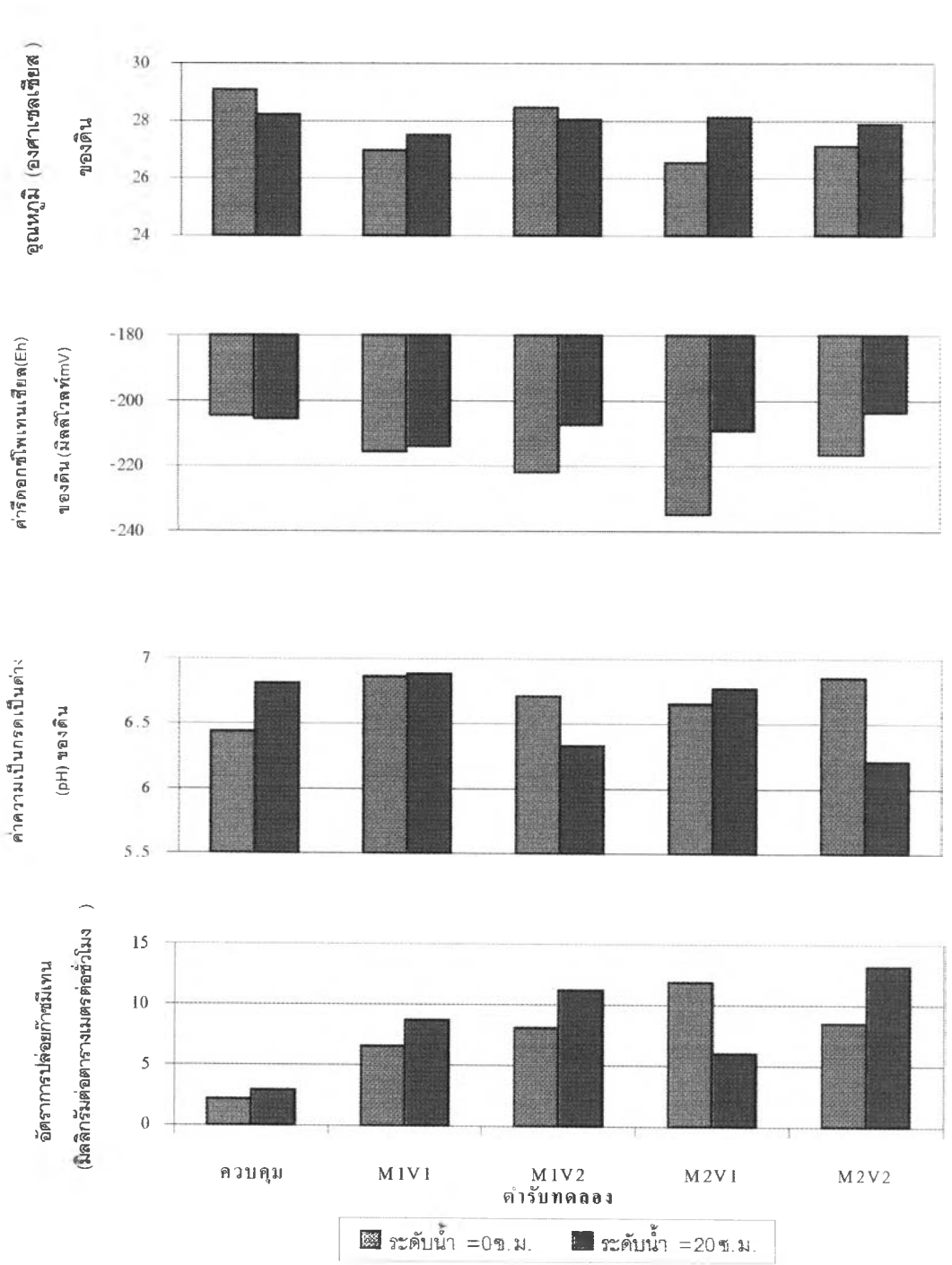
รูปที่ 5.6 อิทธิพลของระดับน้ำต่ออุณหภูมิดิน ค่ารีดอกซ์โพเทนเชียล ความเป็นกรดเป็นด่างของดิน และอัตราการปล่อยก๊าซมีเทนจากนาข้าว ในระยะแตกกอของต้นข้าว



M1 = การปลูกข้าววิธีหว่านน้ำตม V1 = ข้าวพันธุ์ชัยนาท 1

M2 = การปลูกข้าววิธีปักดำ V2 = ข้าวพันธุ์ขาวดอกมะลิ 105

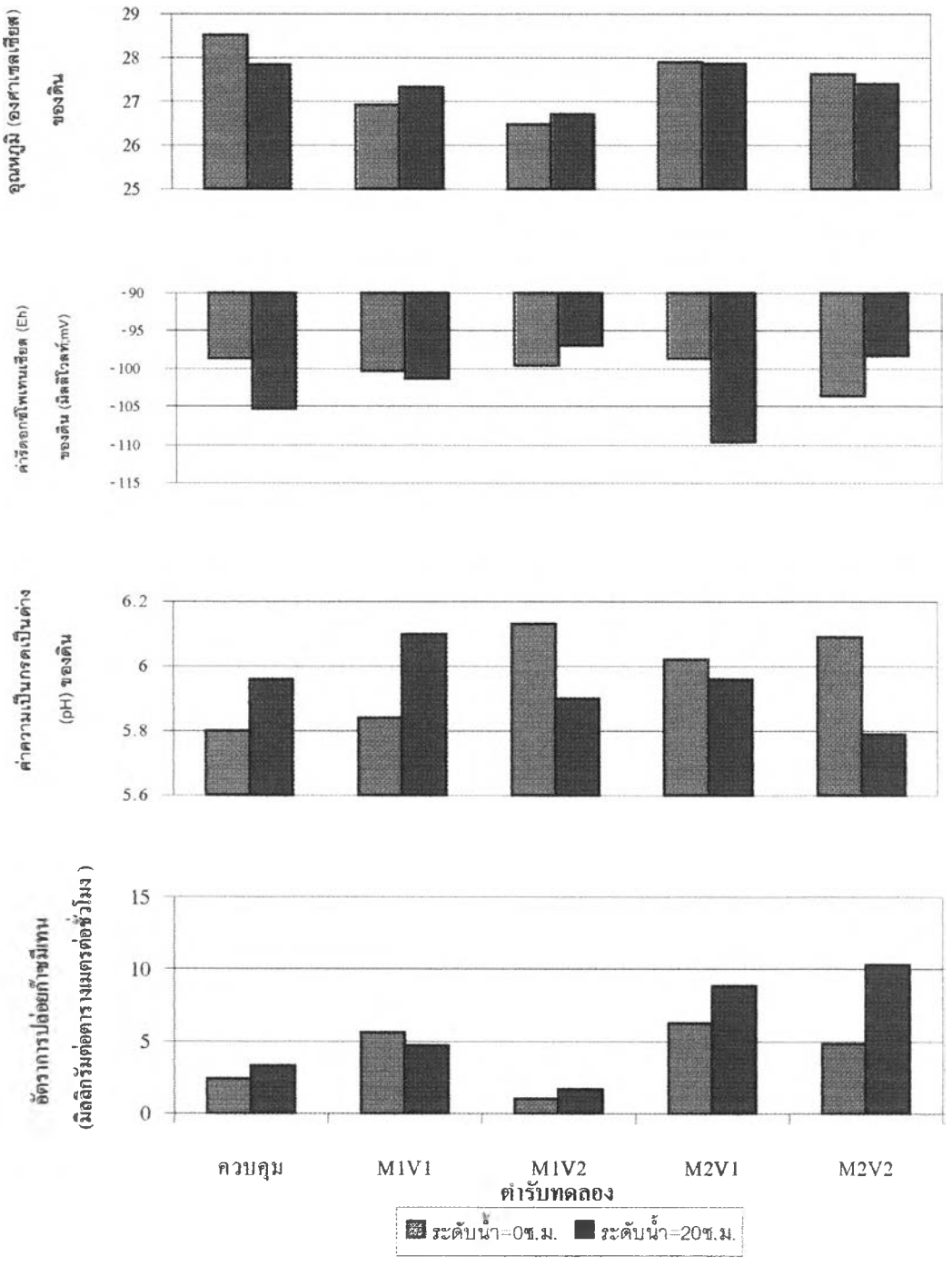
รูปที่ 5.7 อิทธิพลของระดับน้ำต่ออุณหภูมิดิน ค่ารีดอกซ์โพเทนเชียล ความเป็นกรดเป็นด่างของดิน และอัตราการปล่อยก๊าซมีเทนจากนาข้าว ในระยะตั้งท้องของต้นข้าว



M1 = การปลูกข้าววิธีหว่านน้ำตม V1 = ข้าวพันธุ์ชัยนาท 1

M2 = การปลูกข้าววิธีปักดำ V2 = ข้าวพันธุ์ขาวดอกมะลิ 105

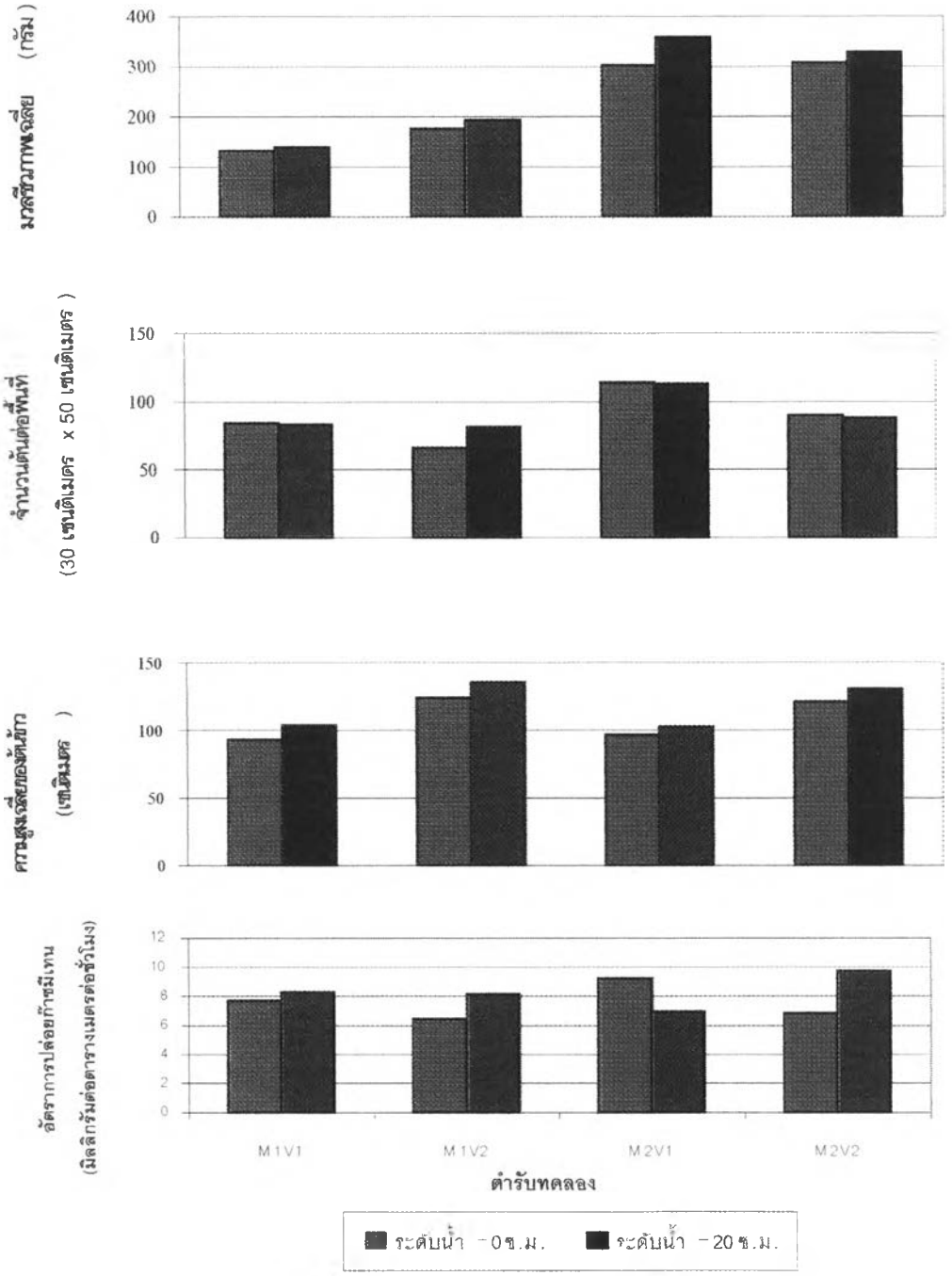
รูปที่ 5.8 อิทธิพลของระดับน้ำต่ออุณหภูมิดิน ค่ารีดอกซ์โพเทนเชียล ความเป็นกรดเป็นด่างของดิน และอัตราการปล่อยก๊าซมีเทนจากนาข้าว ในระยะเมล็ดน้ำนมของต้นข้าว



M1 = การปลูกข้าววิธีหว่านน้ำตม V1 = ข้าวพันธุ์ชัยนาท 1

M2 = การปลูกข้าววิธีปักดำ V2 = ข้าวพันธุ์ขาวดอกมะลิ 105

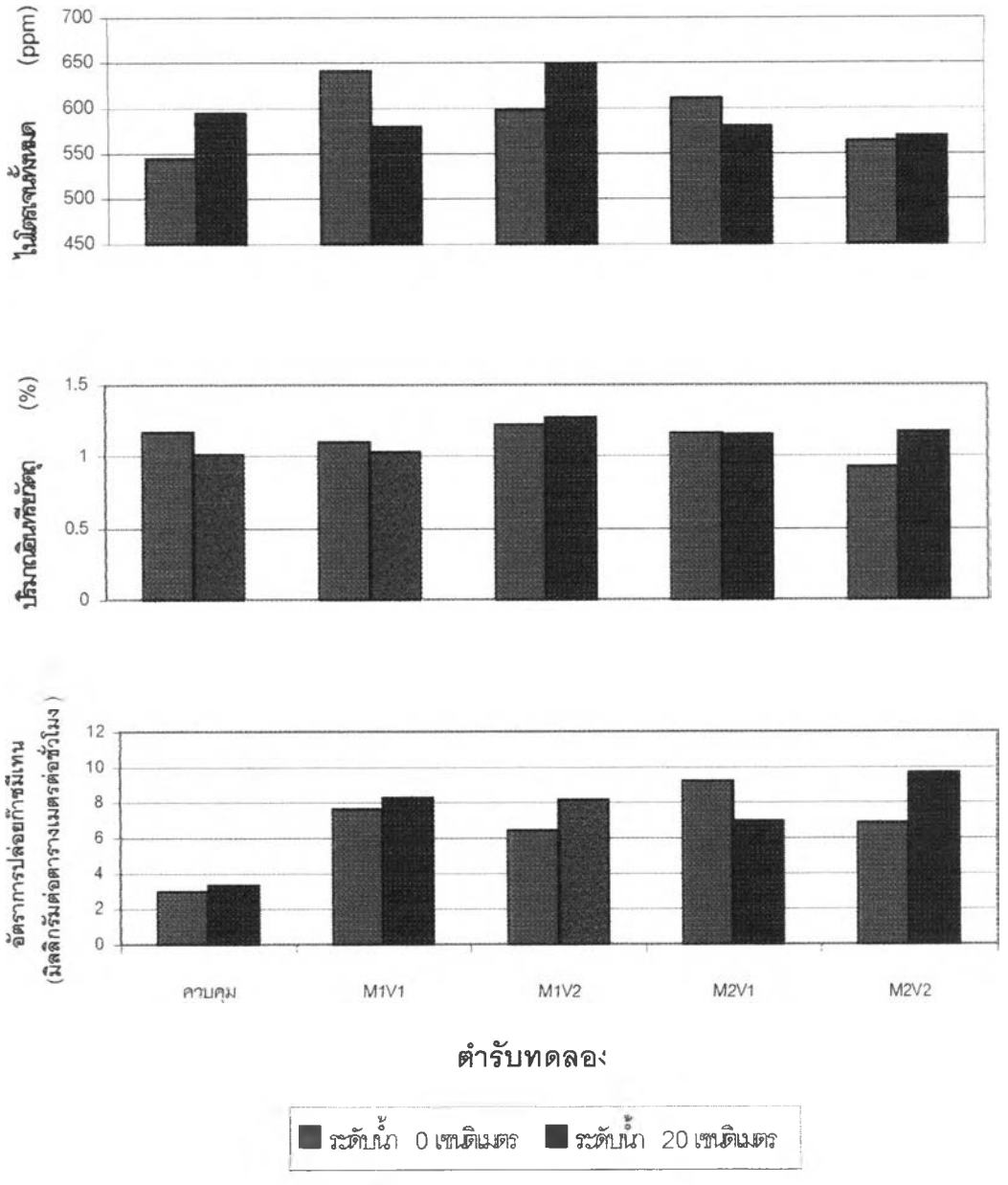
รูปที่ 5.9 อิทธิพลของระดับน้ำต่ออุณหภูมิดิน ค่ารีดอกซ์โพเทนเชียล ความเป็นกรดเป็นด่างของดิน และอัตราการปล่อยก๊าซมีเทนจากนาข้าว ในระยะเมล็ดสุกแก่ของต้นข้าวภายหลังการระบายน้ำออกจากนาข้าว



M1 = การปลูกข้าววิธีหว่านน้ำตม V1 = ข้าวพันธุ์ชัยนาท 1

M2 = การปลูกข้าววิธีปักดำ V2 = ข้าวพันธุ์ขาวดอกมะลิ 105

รูปที่ 5.10 อิทธิพลของระดับน้ำต่อความสูงเฉลี่ยของต้นข้าว จำนวนต้นต่อพื้นที่ มวลชีวภาพเฉลี่ย และอัตราการปล่อยก๊าซมีเทนจากนาข้าว



M1 = การปลูกข้าววิธีหว่านน้ำตม V1 = ข้าวพันธุ์ชัยนาท 1

M2 = การปลูกข้าววิธีปักดำ V2 = ข้าวพันธุ์ขาวดอกมะลิ 105

รูปที่ 5.11 อิทธิพลของระดับน้ำต่อปริมาณอินทรียวัตถุ ปริมาณไนโตรเจนทั้งหมด และอัตราการปล่อยก๊าซมีเทนจากนาข้าว

ความสัมพันธ์ของระดับน้ำที่ขังในแปลงนา กับอัตราการปล่อยก๊าซมีเทนจากนาข้าว และปริมาณผลผลิตข้าว

การปลูกข้าวที่มีการขังน้ำในแปลงนา จะทำให้ดินอยู่ในสภาพขาดออกซิเจน จุลินทรีย์ชนิดที่ไม่ต้องการออกซิเจนสามารถที่จะผลิตก๊าซมีเทนขึ้นได้ (Yagi and Minami, 1990 ; IRRI, 1991 ; Badr et al., 1991 ; Sharkey et al., 1991 ; Neue, 1993) ความจริงแล้ว การปลูกข้าวไม่จำเป็นที่จะต้องมีการขังน้ำในแปลงนาตลอดฤดูกาลปลูกข้าว เพียงการทำให้ดินอิ่มตัวด้วยน้ำก็เพียงพอที่จะรักษาไว้ซึ่งคุณภาพ และผลผลิตของข้าวได้ (Borrell et al., 1997) ดังนั้น ในการศึกษาทดลองครั้งนี้ จึงมุ่งเน้นในผลของระดับน้ำที่ขังในแปลงนา ต่อการปล่อยก๊าซมีเทน โดยที่ความแตกต่างของระดับน้ำที่ขังในแปลงนาต้องไม่ก่อให้เกิดผลกระทบต่อปริมาณผลผลิตของข้าว ซึ่งการทดลองได้มีเงื่อนไขของการขังน้ำในแปลงนา 2 ระดับ คือ 0 เซนติเมตร (ดินอิ่มตัวด้วยน้ำ) และ 20 เซนติเมตร โดยมีวิธีการปลูกข้าว 2 วิธี (หว่านน้ำตม และปักดำ) และพันธุ์ข้าว 2 พันธุ์ ที่มีความแตกต่างกันในด้านรูปแบบทรงต้นของข้าว (ชัยนาท 1 และขาวดอกมะลิ 105)

เมื่อศึกษาความสัมพันธ์ของระดับน้ำต่อการปล่อยก๊าซมีเทน (ตารางที่ 5.2 และรูปที่ 5.12) มีเฉพาะแปลงนาที่ปลูกข้าวพันธุ์ขาวดอกมะลิ 105 โดยวิธีการปักดำเท่านั้น ที่แสดงให้เห็นถึงความสัมพันธ์อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติในทางบวกของระดับน้ำ กับอัตราการปล่อยก๊าซมีเทนจากนาข้าว และจากการเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยของอัตราการปล่อยก๊าซมีเทนจากนาข้าว ระหว่างแปลงนาที่ขังน้ำ 0 เซนติเมตรกับแปลงนาที่ขังน้ำ 20 เซนติเมตร (ตารางที่ 4.7, 4.8 และรูปที่ 5.12) ก็พบว่า มีเฉพาะแปลงนาที่ปลูกข้าวพันธุ์ขาวดอกมะลิ105 โดยวิธีปักดำอีกเช่นกัน ที่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ โดยข้าวที่ปลูกในแปลงนาที่ขังน้ำ 20 เซนติเมตร มีอัตราการปล่อยก๊าซมีเทนสูงกว่าแปลงนาที่ขังน้ำ 0 เซนติเมตร สอดคล้องกับ วิไล เตียวยืนยง (2537) ที่กล่าวว่า ระดับน้ำภายในแปลงนา มีผลต่อการปล่อยก๊าซมีเทนจากนาข้าว และ Husin Ya และคณะ (1995) พบว่า ในแปลงนาที่ขังน้ำตลอดฤดูกาล จะปล่อยก๊าซมีเทนสูงกว่าแปลงนาที่รักษาดินให้อิ่มตัวด้วยน้ำตลอดฤดูกาล

ทั้งนี้เป็นไปได้ว่าเกิดจากความสามารถในการลำเลียงก๊าซของต้นข้าวแตกต่างกัน เนื่องจาก ระดับน้ำที่ขังในแปลงนาจะมีผลต่อขนาดของท่ออากาศที่ทำหน้าที่เป็นทางลำเลียงก๊าซภายในต้นข้าว คือ ท่ออากาศภายในต้นข้าวจะมีขนาดใหญ่ขึ้น เมื่อต้นข้าวปลูกในสภาพที่มีน้ำขังลึกขึ้น และข้าวนาสวนเมื่อปลูกในสภาพไม่มีน้ำขังจะมีขนาดลำต้นเล็กที่สุด โดยจะมีขนาด

ใหญ่ขึ้น เมื่อปลูกในสภาพที่มีระดับน้ำสูงขึ้น (วิไลวรรณ เชาวนโยธิน, 2526) ดังนั้น เมื่อระดับน้ำเพิ่มมากขึ้น โอกาสของก๊าซมีเทนที่จะปล่อยสู่บรรยากาศโดยผ่านทางต้นข้าวจึงมีมากขึ้นด้วย

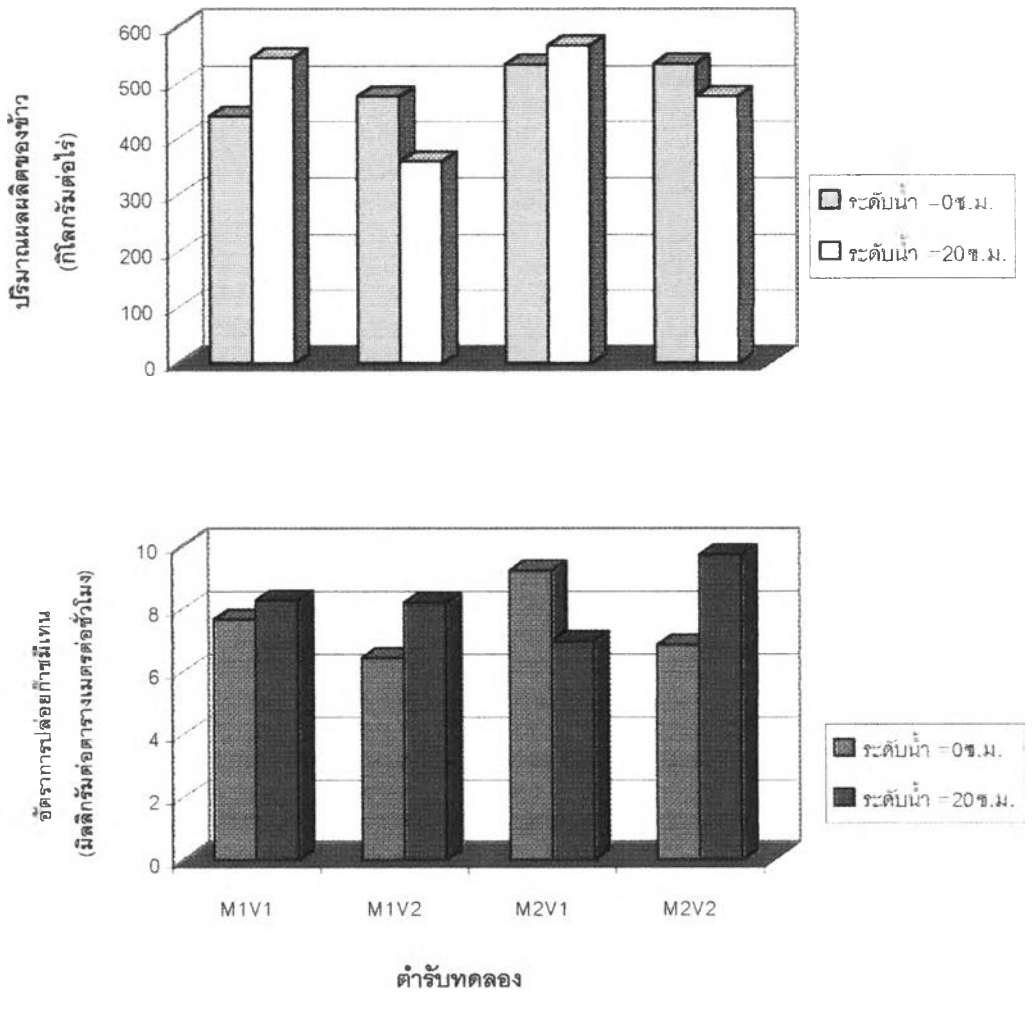
สำหรับในแปลงนาที่ปลูกข้าวโดยวิธีหว่านน้ำตม ทั้งแปลงนาที่ปลูกข้าวพันธุ์ชัยนาท 1 และแปลงนาที่ปลูกข้าวพันธุ์ขาวดอกมะลิ 105 รวมทั้งแปลงนาที่ปลูกข้าวพันธุ์ชัยนาท 1 โดยวิธีปักดำ (รูปที่ 5.12) ไม่มีความสัมพันธ์อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ระหว่างระดับน้ำที่ขังในแปลงนา กับอัตราการปล่อยก๊าซมีเทนจากนาข้าว (ตารางที่ 5.2) และเมื่อเปรียบเทียบระหว่างค่าเฉลี่ย (ตารางที่ 4.7 และ 4.8) ก็พบว่า ไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญระหว่างอัตราการปล่อยก๊าซมีเทนจากแปลงนาที่ขังน้ำ 0 เซนติเมตรกับแปลงนาที่ขังน้ำ 20 เซนติเมตร ทั้งนี้น่าจะเป็นผลมาจากในการทดลองจะทำการปลูกข้าวลงไปในชุดดินเดียวกัน คือ ชุดดินนครปฐม ซึ่งมีลักษณะสมบัติของดินเหมือนกัน และเมื่อนำดินมาวิเคราะห์แล้วพบว่า ดินมีปริมาณอินทรียวัตถุต่ำ (0.98%) ซึ่งอินทรียวัตถุเป็นแหล่งพลังงานของจุลินทรีย์ในดินที่จะใช้สร้างก๊าซมีเทนในนาข้าว (Kimura, 1997) โดยดินที่มีอินทรียวัตถุสูงจะมีการสร้างก๊าซมีเทนมากกว่าดินที่มีอินทรียวัตถุต่ำ (Mariko et al., 1991) โดยมีลำดับขั้นของปฏิกิริยาชีวเคมีในการย่อยสลายอินทรียวัตถุของระบบบรีดักชัน จากรูปของสารประกอบที่ซับซ้อนจน ในขั้นตอนสุดท้ายของการย่อยสลาย จะเกิดก๊าซมีเทนขึ้น (สมศักดิ์ วังใน, 2528 ; Boone, 1993) อาจเป็นไปได้ว่าเมื่อดินมีปริมาณอินทรียวัตถุต่ำ เป็นผลให้ดินมีศักยภาพในการผลิตก๊าซมีเทนได้ต่ำเหมือนกันทุกหน่วยทดลอง เนื่องจาก การปลูกข้าวโดยใช้ชุดดินเดียวกัน และผ่านการเตรียมดินโดยการไถดะ ไถแปร ซึ่งมีการผสมคลุกเคล้าดิน ทำให้ลักษณะสมบัติของดินมีความสม่ำเสมอทั่วทั้งพื้นที่ที่ศึกษาวิจัย ดั้งนั้นถึงแม้ว่าขนาดของท่ออากาศภายในต้นข้าวจะใหญ่ขึ้นเมื่อปลูกข้าวในระดับน้ำที่ลึกขึ้น(วิไลวรรณ เชาวนโยธิน, 2526) ทำให้ความสามารถในการส่งผ่านก๊าซมีเทนของต้นข้าวมากขึ้นเพียงใด ความแตกต่างของการปล่อยก๊าซมีเทนก็ไม่เกิดขึ้นอย่างชัดเจน เนื่องจากก๊าซมีเทนที่ผลิตขึ้นในดินมีปริมาณจำกัด

ในด้านปริมาณผลผลิตข้าว เมื่อพิจารณาถึงความสัมพันธ์กับระดับน้ำที่ขังในแปลงนา (ตารางที่ 5.12) พบว่า มีเฉพาะแปลงนาที่ปลูกข้าวพันธุ์ชัยนาท 1 ด้วยวิธีหว่านน้ำตมเท่านั้น ที่แสดงให้เห็นว่ามีความสัมพันธ์กันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติในทางบวกระหว่างระดับน้ำที่ขังในแปลงนา กับปริมาณผลผลิตข้าว ซึ่งถ้าหากพิจารณาจากค่าตัวเลข (ตารางที่ 4.28 , 4.29 และรูปที่ 5.12) จะเห็นว่า แปลงนาที่ปลูกข้าวพันธุ์ชัยนาท 1 เมื่อปลูกข้าวโดยวิธีหว่านน้ำตม แปลงนาที่ขังน้ำ 20 เซนติเมตรจะให้ผลผลิตมากกว่าแปลงนาที่ขังน้ำ

0 เซนติเมตร 103.75 กิโลกรัมต่อไร่ และการปลูกข้าวโดยวิธีปักดำ แปลงนาที่ขังน้ำ 20 เซนติเมตร จะให้ผลผลิตมากกว่าแปลงนาที่ขังน้ำ 0 เซนติเมตร 34.23 กิโลกรัมต่อไร่ ส่วนแปลงนาที่ปลูกข้าวพันธุ์ขาวดอกมะลิ 105 เมื่อปลูกข้าวโดยวิธีหว่านน้ำตม แปลงนาที่ขังน้ำ 0 เซนติเมตร จะให้ผลผลิตมากกว่าแปลงนาที่ขังน้ำ 20 เซนติเมตร 115.75 กิโลกรัมต่อไร่ และการปลูกข้าวโดยวิธีปักดำ แปลงนาที่ขังน้ำ 0 เซนติเมตร จะให้ผลผลิตมากกว่าแปลงนาที่ขังน้ำ 20 เซนติเมตร 57.7 กิโลกรัมต่อไร่ ซึ่งสอดคล้องกับ De Datta (1981) รายงานว่า การปลูกข้าวที่ระดับน้ำมากกว่า 15 เซนติเมตร มีผลทำให้ผลผลิตของข้าวลดลง โดยที่ อรรควุฒิ ทัศน์สองชั้น และชัยฤกษ์ มณีพงษ์ (2528) พบว่า การให้น้ำที่ระดับ 20 เซนติเมตร มีแนวโน้มแสดงให้เห็นว่าทำให้ผลผลิตข้าวพันธุ์กข 23 ต่ำที่สุด และ Wannasai และคณะ (1991) ได้รายงานว่าการปลูกข้าวขาวดอกมะลิ 105 โดยใช้ระดับน้ำเรี่ยผิวดิน (0 เซนติเมตร) จะให้ผลผลิตสูงกว่าแปลงนาที่ขังน้ำในระดับ 20 เซนติเมตร ถึงร้อยละ 19.8 เช่นเดียวกับ เพียงใจ วงษ์เชษฐา (2539) พบว่าผลผลิตข้าวมีแนวโน้มลดลงเมื่อระดับน้ำที่ขังในแปลงนาเพิ่มขึ้น แต่อย่างไรก็ตาม เมื่อนำค่าตัวเลขของปริมาณผลผลิตข้าวดังกล่าว มาเปรียบเทียบทางสถิติระหว่างแปลงนาที่ขังน้ำใน 2 ระดับ คือ 0 เซนติเมตรและ 20 เซนติเมตร (ตารางที่ 4.28 , 4.29 และรูปที่ 5.12) กลับพบว่า ไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ระหว่างปริมาณผลผลิตข้าวในแปลงนาที่ขังน้ำต่างกัน ในทุกตำรับทดลอง

ตารางที่ 5.2 ค่าสัมประสิทธิสหสัมพันธ์ระหว่างระดับน้ำที่ขังในแปลงนา กับอัตราการปล่อยก๊าซมีเทน และปริมาณผลผลิตของข้าว

ปัจจัยที่ศึกษา	ค่าสัมประสิทธิสหสัมพันธ์				
	ระดับน้ำในแปลงนาที่ไม่ปลูกข้าว	ระดับน้ำในแปลงนาที่ปลูกข้าวโดยวิธีหว่านน้ำตม		ระดับน้ำในแปลงนาที่ปลูกข้าวโดยวิธีปักดำ	
		ชัยนาท 1	ขาวดอกมะลิ105	ชัยนาท 1	ขาวดอกมะลิ105
อัตราการปล่อยก๊าซมีเทน	0.191^{ns}	0.091^{ns}	0.212^{ns}	- 0.201^{ns}	0.417*
ปริมาณผลผลิตข้าว	-	0.743*	- 0.645^{ns}	0.284^{ns}	- 0.527^{ns}



M1 = การปลูกข้าววิธีหว่านน้ำตม V1 = ข้าวพันธุ์ชัยนาท 1

M2 = การข้าวปลูกวิธีปักดำ V2 = ข้าวพันธุ์ขาวดอกมะลิ 105

รูปที่ 5.12 อิทธิพลของระดับน้ำที่ขังในแปลงนา กับอัตราการปล่อยก๊าซมีเทนจากนาข้าว และปริมาณผลผลิตของข้าว

ผลของพันธุ์ข้าวต่อการปล่อยก๊าซมีเทน

ประมาณ 80% ของก๊าซมีเทนในแปลงนา จะถูกปล่อยสู่บรรยากาศโดยผ่านทางต้นข้าว ที่เป็นเสมือนปล่องปล่อยก๊าซ (อรวรรณ ศิริรัตน์พิริยะ, 2541 ; Cicerone and Shetter, 1981 ; IRRI, 1991 ; Kimura and Minami, 1995 ; Siriratpiriya et al., 1995) และจากการทดลอง ของนักวิจัยหลายท่าน เช่น Husin Ya และคณะ (1995) ; Li Yue และคณะ (1997) ; Shao Kesheng และ Li Zhen (1997) รวมทั้ง Sigren และคณะ (1997) พบว่า พันธุ์ข้าวมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติต่อการปล่อยก๊าซมีเทนจากนาข้าว ซึ่งการปล่อยก๊าซมีเทน มีความสัมพันธ์กับมวลชีวภาพของต้นข้าวที่อยู่เหนือดิน (Chanton et al., 1997) โดยความต่างของพันธุ์ข้าวที่มีต่อการปล่อยก๊าซมีเทนนั้น ขึ้นอยู่กับโครงสร้างภายในของลำต้น จำนวนต้นต่อพื้นที่ (Neue, 1993 ; Neue et al., 1997) ความแตกต่างกันของต้นข้าวแต่ละพันธุ์ในด้านสรีรวิทยา (Morphology) ก็มีผลอย่างมากต่ออัตราการแพร่ของก๊าซในต้นข้าว โดยท่ออากาศ (Aerenchyma) ที่ทำหน้าที่เป็นทางลำเลียงก๊าซภายในลำต้นข้าวจะมีขนาดและปริมาตรใหญ่ขึ้น เมื่อต้นข้าวมีอายุมากขึ้นส่งผลให้ความสามารถในการขนส่งก๊าซมีเทนในต้นข้าวมีมากขึ้น ความชัดเจนในความต่างของความสามารถในการลำเลียงก๊าซของข้าวแต่ละพันธุ์ จึงมีมากขึ้นด้วย (Schutz et al., 1989 ; Sharkey et al., 1991)

รูปแบบของทรงต้นข้าว (Plant type) นั้น มีความสัมพันธ์กับลักษณะทางสรีรวิทยาของต้นข้าว โดยที่จำนวนต้นและความสูงของข้าว ก็จัดเป็นลักษณะประจำพันธุ์ที่มีความสัมพันธ์กับรูปทรงต้นข้าว (บริบูรณ์ สมฤทธิ์, 2537) ซึ่งการศึกษาการปล่อยก๊าซมีเทนจากนาข้าวในครั้งนี้ ที่ได้เลือกข้าวพันธุ์ชัยนาท 1 เป็นตัวแทนของข้าวที่มีรูปแบบทรงต้นแบบข้าวพันธุ์ปรับปรุง (Improved plant type) และข้าวพันธุ์ขาวดอกมะลิ 105 เป็นตัวแทนของข้าวที่มีรูปแบบทรงต้นแบบข้าวพันธุ์พื้นเมือง (Traditional plant type) จะพบว่า ข้าวทั้งสองพันธุ์มีความแตกต่างกันอย่างชัดเจนในด้านความสูง ข้าวพันธุ์ขาวดอกมะลิ 105 จะมีความสูงโดยเฉลี่ย (121-135 เซนติเมตร) มากกว่าข้าวพันธุ์ชัยนาท 1 (92.89-103.78 เซนติเมตร) ในทุกตำรับทดลอง ส่วนในด้านจำนวนต้นต่อพื้นที่ ก็พบว่า ข้าวพันธุ์ชัยนาท 1 (83-114 ต้น/ 0.15ม.^{2}) มีมากกว่าข้าวพันธุ์ขาวดอกมะลิ 105 (66-90 ต้น/ 0.15 ม.^{2}) ในทุกตำรับทดลอง และสำหรับมวลชีวภาพนั้นขึ้นอยู่กับวิธีการปลูกข้าว กล่าวคือ การปลูกข้าวด้วยวิธีหว่านน้ำตม ข้าวพันธุ์ขาวดอกมะลิ 105 จะมีมวลชีวภาพ (175.55-192.22 ก./ 0.15 ม.^{2}) มากกว่าข้าวพันธุ์ชัยนาท 1 (133.89-139.56 ก./ 0.15 ม.^{2}) ส่วนการปลูกข้าววิธีปักดำนั้น

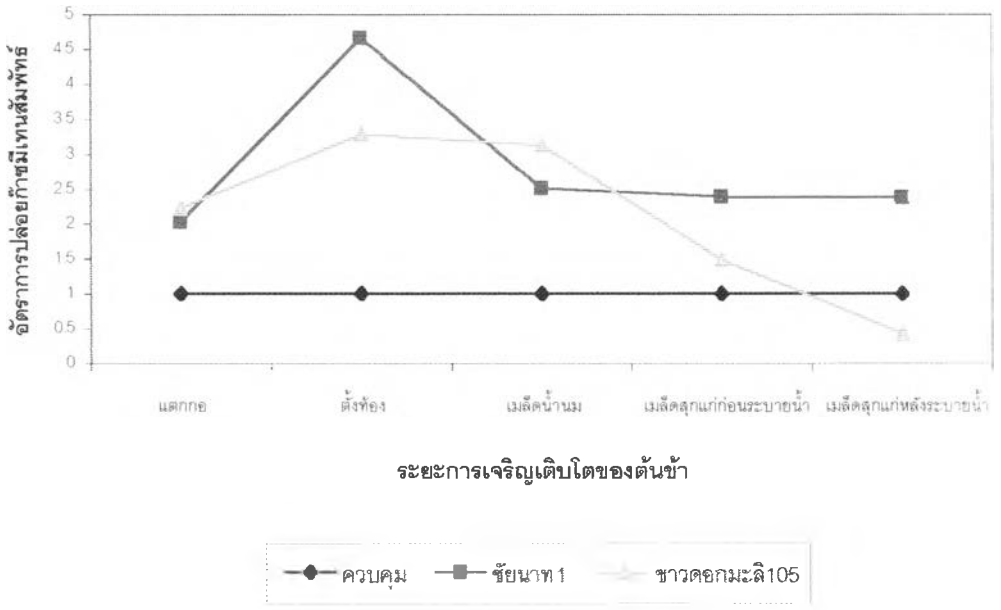
ข้าวพันธุ์ชัยนาท 1 จะมีมวลชีวภาพ (310.33-358.89 ก./ 0.15 ม.^{2}) มากกว่าข้าวพันธุ์ขาวดอกมะลิ 105 (306.11-326.89 ก./ 0.15 ม.^{2}) (ตารางที่ 4.27)

ความแตกต่างของพันธุ์ข้าวที่มีผลต่อการปล่อยก๊าซมีเทน นอกเหนือจากจำนวนต้นต่อพื้นที่ และมวลชีวภาพแล้ว ยังมีจำนวน และขนาดของช่องอากาศ ในแต่ละส่วนของต้นข้าว (สถาบันวิจัยข้าว, 2543) มวลของรากข้าว รูปร่างของรากข้าว และการเปลี่ยนแปลงทางเคมี ที่มีอิทธิพลต่อการเกิดก๊าซมีเทน เช่น การหลั่งสารอินทรีย์ออกจากรากข้าว (Root exudates) หรือ การผุพังของรากข้าวเอง ซึ่งปัจจัยเหล่านี้ก็มีผลให้การปล่อยก๊าซมีเทนเกิดความแตกต่างกันได้ ในข้าวที่ต่างพันธุ์กัน (Neue, 1993 ; Neue et al., 1997)

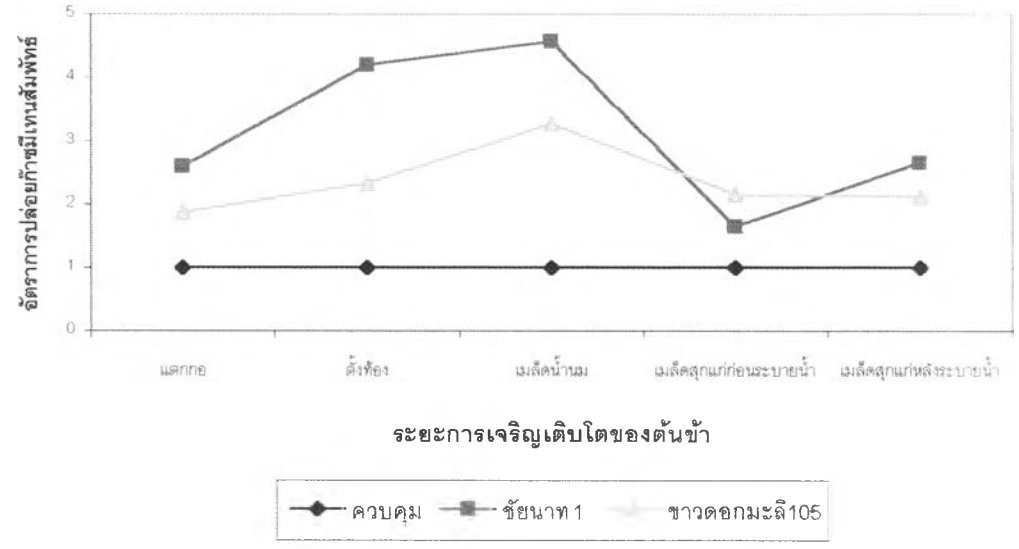
จากเหตุผลต่าง ๆ ข้างต้น เมื่อพิจารณาอัตราการปล่อยก๊าซมีเทนสัมพัทธ์ (รูปที่ 5.13, 5.14, 5.15 และ 5.16) จะเห็นได้ว่า การปลูกข้าวโดยวิธีปักดำและขังน้ำไว้ในแปลงนาเท่ากับ 0 เซนติเมตรนั้น มีอัตราการปล่อยก๊าซมีเทนสัมพัทธ์จากแปลงนาที่ปลูกข้าวพันธุ์ชัยนาท 1 สูงกว่าแปลงนาที่ปลูกข้าวพันธุ์ขาวดอกมะลิ 105 อย่างชัดเจน (รูปที่ 5.14) ความแตกต่างดังกล่าวน่าจะมีอิทธิพลมาจาก จำนวนต้นต่อพื้นที่ของข้าวพันธุ์ชัยนาท 1 ที่มีมากกว่าข้าวพันธุ์ขาวดอกมะลิ 105 ก็เท่ากับว่าโอกาสในการปล่อยก๊าซมีเทนจากข้าวพันธุ์ชัยนาท 1 ย่อมมากกว่า และจำนวนต้นต่อพื้นที่ ก็มีผลทำให้มวลชีวภาพของข้าวพันธุ์ชัยนาท 1 มีมากกว่าข้าวพันธุ์ขาวดอกมะลิ 105 ที่มีการปลูกโดยวิธีปักดำ นอกจากนี้ข้าวพันธุ์ขาวดอกมะลิ 105 ยังมีความสูงมากกว่าข้าวพันธุ์ชัยนาท 1 ความสูงของต้นข้าวก็อาจเป็นอุปสรรคในการแพร่ผ่านก๊าซภายในลำต้นข้าวได้

ส่วนการปลูกข้าวโดยวิธีปักดำ และขังน้ำ 20 เซนติเมตร (รูปที่ 5.16) พบว่าอัตราการปล่อยก๊าซมีเทนสัมพัทธ์จากแปลงนาที่ปลูกข้าวพันธุ์ขาวดอกมะลิ 105 มากกว่าแปลงนาที่ปลูกข้าวพันธุ์ชัยนาท 1 อย่างชัดเจน ถึงแม้ว่าข้าวพันธุ์ชัยนาท 1 จะมีจำนวนต้นต่อพื้นที่และมวลชีวภาพมากกว่าก็ตาม ดังนั้น ความแตกต่างของอัตราการปล่อยก๊าซมีเทนสัมพัทธ์ที่เกิดขึ้นนี้ น่าจะเกิดจากปัจจัยในด้านอื่นทางสรีระวิทยาของต้นข้าว ดังที่ได้กล่าวมาแล้วในตอนต้น

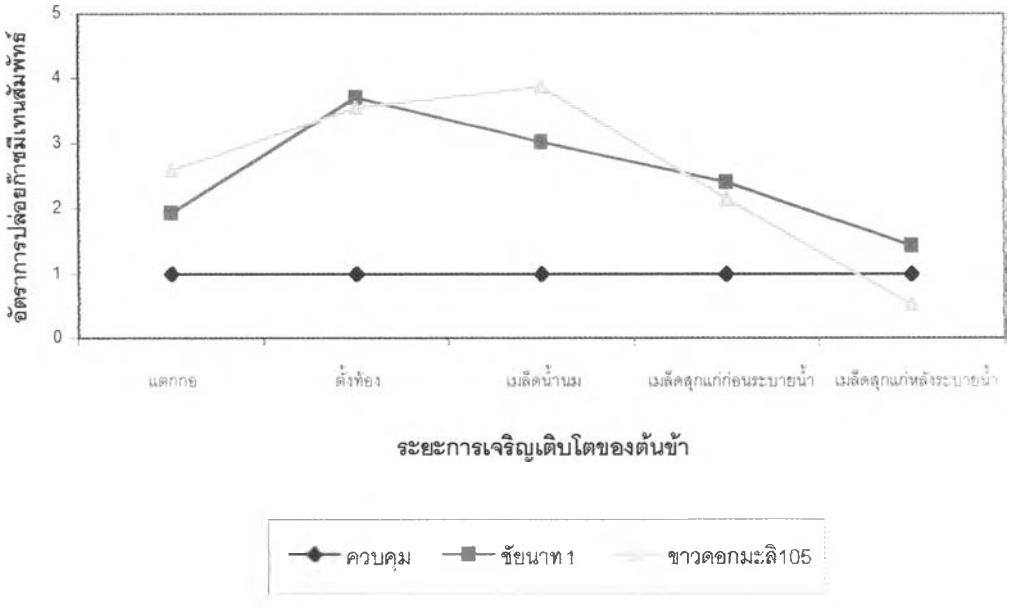
น่าจะเป็นไปได้ที่จะกล่าวว่า ความแตกต่างของพันธุ์ข้าวในด้านจำนวนต้นต่อพื้นที่ มวลชีวภาพและความสูง เป็นปัจจัยหนึ่งที่มีอิทธิพลต่อการปล่อยก๊าซมีเทนจากนาข้าว โดยมีปัจจัยเสริม เช่น จำนวน และขนาดของท่ออากาศในแต่ละส่วนของต้นข้าว มวล และรูปร่างของรากข้าว และการเปลี่ยนแปลงทางเคมีของรากข้าวที่มีอิทธิพลต่อการเกิดก๊าซมีเทนร่วมด้วย



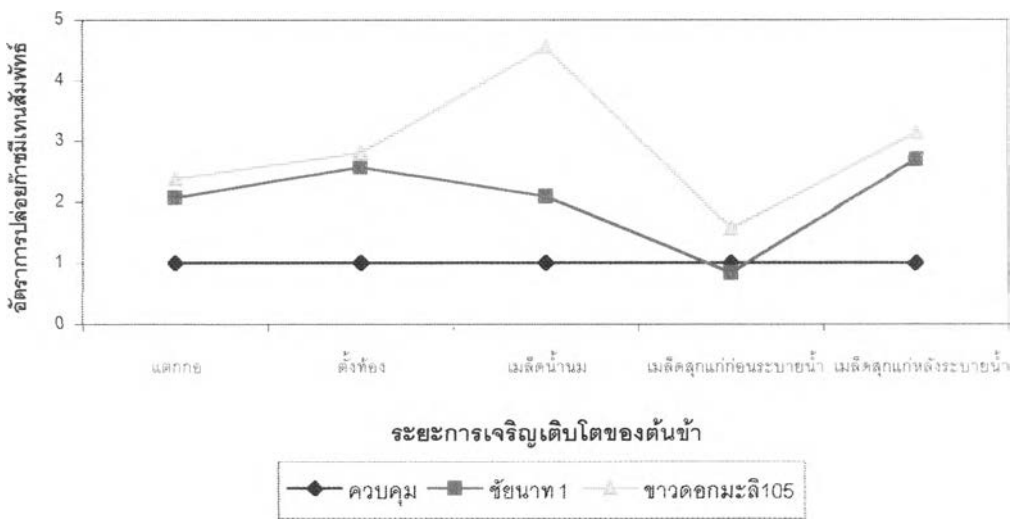
รูปที่ 5.13 อัตราการปล่อยก๊าซมีเทนสัมพัทธ์เนื่องจากอิทธิพลของพันธุ์ข้าว จากแปลงนาที่ขังน้ำเท่ากับ 0 เซนติเมตร และทำการปลูกข้าวโดยวิธีหว่านน้ำตม เมื่อเทียบกับแปลงควบคุมในแต่ละระยะการเจริญเติบโตของต้นข้าว



รูปที่ 5.14 อัตราการปล่อยก๊าซมีเทนสัมพัทธ์เนื่องจากอิทธิพลของพันธุ์ข้าว จากแปลงนาที่ขังน้ำเท่ากับ 0 เซนติเมตร และทำการปลูกข้าวโดยวิธีปักดำ เมื่อเทียบกับแปลงควบคุม ในแต่ละระยะการเจริญเติบโตของต้นข้าว



รูปที่ 5.15 อัตราการปล่อยก๊าซมีเทนสัมพัทธ์เนื่องจากอิทธิพลของพันธุ์ข้าวจากแปลงนาที่ขังน้ำเท่ากับ 20 เซนติเมตร และทำการปลูกข้าวโดยวิธีหว่านน้ำตม เมื่อเทียบกับแปลงควบคุม ในแต่ละระยะการเจริญเติบโตของต้นข้าว



รูปที่ 5.16 อัตราการปล่อยก๊าซมีเทนสัมพัทธ์เนื่องจากอิทธิพลของพันธุ์ข้าวจากแปลงนาที่ขังน้ำเท่ากับ 20 เซนติเมตร และทำการปลูกข้าวโดยวิธีปักดำ เมื่อเทียบกับแปลงควบคุม ในแต่ละระยะการเจริญเติบโตของต้นข้าว