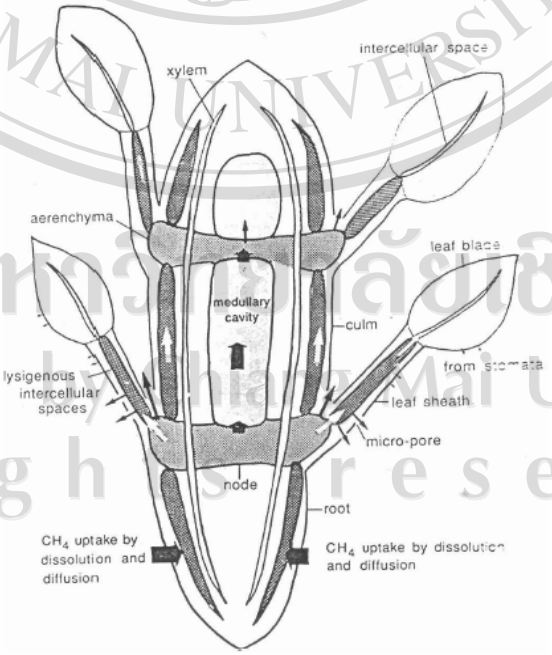
บทที่ 5

วิจารณ์และสรุปผลการทดลอง

การศึกษาครั้งนี้ได้ทำการเก็บก๊าซมีเทนจากปล้องข้าวซึ่ง Nouchi *et al*., 1990 ได้รายงานว่ากลไกของการเคลื่อนย้ายก๊าซมีเทนจากดินเข้าสู่ปล้องข้าวได้นั้นเกิดจากก๊าซมีเทนที่ละลายน้ำอยู่ในดินได้ซึมผ่านน้ำใน Cell wall ที่ชั้นเซลล์ Epidermis ของรากข้าว จากนั้นจะซึมผ่านเข้าชั้น Cortex ของราก ก๊าซมีเทนที่ละลายน้ำจะถูกปลดปล่อยกลับสู่สภาพก๊าซในชั้น Cortex ของราก แล้วเคลื่อนย้ายไปสู่ยอดข้าวโดยผ่านทางช่องว่างระหว่างเซลล์ Lysigenous และ Aerenchyma ดังแสดงในภาพที่ 5.1 ผลการศึกษาครั้งนี้พบว่ามีความแปรปรวนอย่างยิ่งของปริมาณก๊าซมีเทนระหว่างปล้องข้าว ถึงแม้ว่าจะเก็บในเวลาเดียวกัน ทั้งนี้เป็นไปได้เพราะก๊าซมีเทนที่ถูกเคลื่อนย้ายเข้าสู่ปล้องจะถูกปลดปล่อยออกทางรูเล็กๆ (Micropore) ของกาบใบและทางปากใบของตัวใบอย่างต่อเนื่อง (Nouchi *et al*, 1990) ดังนั้นปล้องข้าวแต่ละปล้องจึงมิได้สะสมก๊าซมีเทนไว้ตามปริมาตรที่มี ซึ่งการปลดปล่อยก๊าซมีเทนจากกาบใบและตัวใบดังกล่าวข้างต้นอาจจะมีความสัมพันธ์กับสภาพแวดล้อมรอบๆต้นข้าวนั้นๆ เช่น ลม อุณหภูมิและความชื้น เป็นต้น



ภาพที่ 5.1 กลไกการเคลื่อนย้ายก๊าซมีเทนจากดินสู่ต้นข้าว (Nouchi *et al.*, 1990)

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

ผลการศึกษายังพบอีกว่าการที่ข้าวที่ปลูกแบบปักดำมีการสะสมของปริมาณก๊าซมีเทนในปล้องมากกว่าข้าวที่ปลูกแบบหว่าน เพราะว่าการปลูกแบบหว่านและปักดำมีระยะเวลาการขังน้ำที่แตกต่างกัน โดย Neue and Roger (1993) ได้รายงานว่า การปลูกข้าวแบบนาหว่านและนาดำมีการปลดปล่อยก๊าซมีเทนได้มากน้อยแตกต่างกันเมื่อพิจารณาด้วยปัจจัยที่ต่างกัน คือ เมื่อถึงการระยะเวลาในการขังน้ำ พบว่าการปลูกแบบนาหว่านจะมีช่วงเวลาในการขังน้ำสั้นกว่าจึงมีการปลดปล่อยก๊าซมีเทนน้อยกว่า ซึ่งสอดคล้องกับ Conton *et al.*, (2000) รายงานว่า นาหว่านสามารถที่จะลดการปล่อยก๊าซมีเทนได้เมื่อเปรียบเทียบกับนาดำ ปริมาณต้นข้าวต่อหน่วยพื้นที่ที่มีมากสามารถควบคุมวัชพืชไม่ให้เจริญเติบโตแข่งขันกับต้นข้าวได้ การรบกวนดินในการกำจัดวัชพืชจึงมีน้อยทำให้ก๊าซมีเทนถูกกักอยู่ในอนุภาคดินนำไม่สามารถปลดปล่อยออกมาได้

การเปลี่ยนแปลงปริมาณก๊าซมีเทนในปล้องข้าวตามระยะการเจริญเติบโตที่ปลูกแบบปักดำ จะเห็นว่าปริมาณก๊าซมีเทนในปล้องข้าวมีแนวโน้มเพิ่มขึ้นจากระยะออกรวง (70วันหลังปักดำ) และมีปริมาณสูงสุดที่ระยะแป้งแข็ง (90 วันหลังปักดำ) จากนั้นปริมาณก๊าซมีเทนเริ่มลดลงเมื่อเข้าสู่ระยะสุกแก่ทางสรีระ (110 วันหลังปักดำ) ส่วนการเปลี่ยนแปลงปริมาณก๊าซมีเทนในปล้องข้าวตามระยะการเจริญเติบโตที่ปลูกแบบหว่านก็จะเห็นว่าปริมาณก๊าซมีเทนในปล้องข้าวมีแนวโน้มเพิ่มขึ้นจากระยะกำเนิดช่อดอก (80วันหลังปลูก) และมีปริมาณสูงสุดที่ระยะออกรวง (90 วันหลังปลูก) จากนั้นปริมาณก๊าซมีเทนเริ่มลดลงต่ำสุดที่ระยะแป้งแข็ง (110 วันหลังปลูก) ซึ่ง Watanabe *et al.*, (2000) พบว่า อัตราการปลดปล่อยก๊าซมีเทนของข้าว จะผันแปรไปตามอายุของต้นข้าว โดยข้าวที่มีอายุมากกว่าจะปลดปล่อยก๊าซมีเทนได้มากกว่าข้าวที่อายุน้อยกว่า ทั้งนี้เป็นไปได้เพราะในช่วงระหว่างขังน้ำโดยปกติแล้วอยู่ในช่วงแตกกอจนถึงระยะแป้งอ่อน ซึ่งการขังน้ำดังกล่าวจะก่อให้เกิดก๊าซมีเทน โดยเมื่อดินขาดออกซิเจนจะเกิดการย่อยสลายของจุลินทรีย์กลุ่ม Methanogens จะย่อยสลาย Acetate ทำให้ได้ CH_4 และCO_2 (Jean and Roger, 2001)

จากการศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณก๊าซมีเทนในต้นข้าว คุณภาพความหอม ธาตุอาหารในต้นพืชและในดิน ภายใต้สภาพการปลูกแบบหว่าน พบว่า ปริมาณก๊าซมีเทนในต้นข้าวไม่มีความสัมพันธ์กับคุณภาพความความหอม แต่พบความสัมพันธ์ปริมาณก๊าซมีเทนในต้นข้าวกับธาตุเหล็กในดิน โดยปริมาณก๊าซมีเทนในต้นข้าวมีความสัมพันธ์เชิงบวกกับธาตุเหล็ก ซึ่งสอดคล้องกับรายงานของ Joulian *et a*l., (1997) พบว่า ปริมาณองค์ประกอบ Fe ที่สูงในดินของดินจะทำให้เกิดการลดลงของค่า Redox potential (Eh) อย่างรวดเร็วหลังจากมีการท่วมขังน้ำในแปลงข้าวซึ่งทำให้มีผลต่อการเกิดกระบวนการ Methanogenesis ซึ่งในกระบวนการเกิด Methanogenesis นั้นนอกจากที่พบว่า Eh ยังมีผลต่อการเคลื่อนย้ายก๊าซในต้นพืชอีกด้วย (Kludze *et a*l,.1995) ที่ระดับ Eh ต่ำๆ มีผลให้มีการเกิด Arenchyma เพิ่มขึ้น และขนาดของรากจะลดลง ถ้าการลดลงของค่า Eh อยู่ระหว่าง

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

-200 ถึง -300 mV ส่งผลให้มีการเพิ่มขึ้นของการผลิตก๊าซมีเทน ประมาณ 10 เท่าและเพิ่มการปลดปล่อยก๊าซมีเทน ประมาณ 17 เท่า (Kludze *et a*l,.1993) นอกจากนี้ยังพบว่าปริมาณก๊าซมีเทนในต้นข้าวมีความสัมพันธ์เชิงบวกกับขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางของปล้องข้าว เป็นไปได้ว่าปล้องข้าวที่เส้นผ่านศูนย์กลางมากทำให้มีปริมาณมาก ซึ่งผลจากการวิเคราะห์ก็พบว่าเส้นผ่านศูนย์กลางมีความสัมพันธ์เชิงบวกกับปริมาตรของปล้องข้าว ดังนั้นข้าวที่มีปริมาตรของปล้องมากก็มีโอกาสที่จะสะสมก๊าซมีเทนในปล้องมากกว่าข้าวที่มีปริมาตรของปล้องน้อยกว่าได้

ส่วนความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณก๊าซมีเทนในต้นข้าว คุณภาพความหอม ธาตุอาหารในต้นพืชและในดิน ภายใต้สภาพการปลูกแบบปักดำ พบว่าปริมาณก๊าซมีเทนในต้นข้าวมีความสัมพันธ์เชิงบวกกับธาตุเหล็กในต้นข้าว ซึ่งเป็นไปได้ว่าปริมาณธาตุเหล็กในดินเดิมมีปริมาณที่สูงแต่ข้าวได้ดูดมาสะสมในต้นไว้ ส่วนความสัมพันธ์เชิงลบระหว่างธาตุแมงกานีสในต้นข้าวกับก๊าซมีเทนในต้นข้าวนั้น เป็นไปได้ว่าเนื่องจากธาตุแมงกานีสมีความสัมพันธ์เชิงลบกับปริมาณอินทรียวัตถุในดิน ดังนั้นการที่มีปริมาณอินทรียวัตถุในดินสูงส่งผลให้ปริมาณแมกานีสในต้นข้าวที่น้อยแต่ส่งผลให้มีปริมาณก๊าซมีเทนในต้นข้าวที่สูง ทั้งนี้กลไกของความสัมพันธ์ยังไม่สามารถอธิบายได้ แต่บทบาทหน้าที่ของธาตุแมงกานีสในพืชเป็นตัวควบคุม Oxidation Reduction Potential ในพืช เมื่ออยู่ร่วมกับธาตุเหล็ก Fe และช่วยในเมตาบอลิซึมของธาตุเหล็กและไนโตรเจน (คณาจารย์ภาควิชาปฐพีวิทยา, 2544) แต่ไม่พบว่ามีความสัมพันธ์กับคุณภาพความความหอมเช่นเดียวกับสภาพการปลูกแบบปักดำ

เมื่อศึกษาพลวัตของปริมาณก๊าซมีเทนในต้นข้าวที่ระยะออกรวงของข้าวที่อยู่ในสภาพน้ำขังพบแนวโน้มที่เพิ่มขึ้นในรอบวันที่ตรวจวัดปริมาณก๊าซมีเทนในต้นข้าวจากเวลา 8.00น.– 17.00น. ส่วนปริมาณก๊าซมีเทนในต้นข้าวที่ระยะออกรวงของข้าวที่อยู่ในสภาพน้ำแห้ง หรือดินหมาดปริมาณก๊าซมีเทนในรอบวันที่ตรวจวัดมีแนวโน้มลดลง ทั้งนี้เป็นไปได้เพราะในสภาพน้ำขังเป็นสภาพที่ไม่มีออกซิเจน โดยจะเกิดการย่อยสลายของจุลินทรีย์กลุ่ม Methanogens จะย่อยสลาย Acetate ทำให้ได้ CH_4 และCO_2 (Jean and Roger, 2001) ส่วนในสภาพดินแห้ง หรือดินหมาดนั้นจะมีออกซิเจนแทรกอยู่ในช่องว่างระหว่างอนุภาคดิน ทำให้กิจกรรมของจุลินทรีย์กลุ่ม Methanogens น้อยลง ส่งผลให้ปริมาณก๊าซมีเทนที่เกิดขึ้นน้อยลงด้วย ด้วยเหตุผลดังกล่าวปริมาณก๊าซมีเทนในต้นข้าวที่พบในสภาพดินแห้งหรือดินหมาดจะมีปริมาณน้อยกว่าสภาพน้ำขังมาก ซึ่งนิวัฒน์และคณะ (2539) รายงานว่า หลังจากระบายน้ำออก การปลดปล่อยก๊าซมีเทนจากพื้นที่ปลูกข้าวจะมีปริมาณที่สูงมากและลดลงอย่างรวดเร็วหลังจากน้ำแห้งแล้ว 2-3 วัน และข้าวที่ปลูกในสภาพสภาพนาดำดินหมาดกลับพบแนวโน้มของปริมาณก๊าซมีเทนในต้นข้าวจากช่วงเวลา 8.00 น.-17.00 น.ที่คงที่

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

เมื่อคำนวณหาปริมาณก๊าซมีเทนต่อต้นข้าวในสภาพนาดำได้เท่ากับ 7.92 x 10^{-6} กรัม แล้วนำมาคำนวณหาปริมาณก๊าซมีเทนต่อพื้นที่โดยสภาพพื้นที่นาดำจะมีจำนวนต้นต่อไร่เท่ากับ 400,000 ต้น (สายบัว, 2548) ซึ่งจะได้ปริมาณก๊าซมีเทนเท่ากับ 3.17 กรัมต่อไร่ ส่วนในสภาพนาหว่านเมื่อคำนวณหาปริมาณก๊าซมีเทนต่อต้นข้าวได้เท่ากับ 1.14 x 10^{-8} กรัม เมื่อคำนวณหาปริมาณก๊าซมีเทนต่อพื้นที่ในสภาพนาหว่านที่หว่านเมล็ดพันธุ์ข้าวในอัตรา 10 กิโลกรัมต่อไร่ จะมีจำนวนต้นต่อไร่เท่ากับ 380,800 ต้น (สายบัว, 2548) ซึ่งจะได้ปริมาณก๊าซมีเทนเท่ากับ 4.34x10^{-3} กรัมต่อไร่ เมื่อเปรียบเทียบปริมาณก๊าซมีเทนต่อพื้นที่แล้วพบว่าในสภาพนาดำจะมีปริมาณก๊าซมีเทนที่เกิดขึ้นมากกว่าในสภาพนาหว่านอย่างมาก

กล่าวโดยสรุปแล้ว การปลูกข้าวในสภาพนาหว่านก่อให้เกิดปริมาณก๊าซมีเทนในระดับที่ต่ำ ซึ่งจากการสำรวจการปลูกข้าวขาวดอกมะลิ 105 ทั้งในเขตทุ่งกุลาและพื้นที่ใกล้เคียง 62.5% เป็นการปลูกข้าวแบบนาหว่าน และจากการรายงานของจักรพงษ์ (2551) พบว่าพื้นที่ในเขตทุ่งกุลาและพื้นที่ใกล้เคียงกว่า 90 % เป็นระบบการปลูกข้าวแบบนาหว่าน ดังนั้นผลกระทบจากการปลูกข้าวในพื้นที่ขนาดใหญ่ในภาคอีสานของประเทศไทยจึงไม่ได้ก่อให้เกิดปัญหาการสะสมของก๊าซมีเทนในชั้นบรรยากาศอย่างมีนัยสำคัญ

จากการศึกษาครั้งนี้สามารถชี้ให้เห็นว่าระบบการปลูกข้าวแบบนาหว่านและการจัดการการระบายน้ำออกในช่วงระยะแป้งอ่อนหรือการจัดการน้ำที่ให้ดินมีสภาพแห้ง-เปียกสลับกันระหว่างการปลูกข้าว รวมถึงการปรับสภาพดินเพื่อลดปริมาณธาตุเหล็กน่าเป็นวิธีการลดกระบวนการสร้างก๊าซมีเทนของจุลินทรีย์กลุ่ม Methanogens และการหว่านข้าวที่อัตราสูงส่งผลให้มีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางปล้องที่เล็กก็น่าจะส่งผลให้มีการเกิดก๊าซมีเทนที่น้อยลงด้วย

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved