# บทที่ 2

## การตรวจเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

### 2.1 ความนำเกี่ยวกับข้าว

ข้าวเป็นพืชอาหารที่สำคัญของประชากรโลก ในปีพ.ศ.2535 พื้นที่ปลูกข้าวทั่วโลกมีประมาณ 905 ล้านไร่ สามารถผลิตข้าวได้ประมาณ 516 ล้านตัน แหล่งปลูกข้าวที่ใหญ่ที่สุดคือในทวีปเอเชียมีพื้นที่ประมาณ 816 ล้านไร่ หรือ 90% ของพื้นที่ปลูกข้าวของโลก และสามารถผลิตข้าวได้สูงที่สุดคือประมาณ 476 ล้านตัน หรือประมาณ 92 % ของผลผลิตข้าวทั่วโลก รองลงมา คือทวีปแอฟริกา อเมริกาใต้ อเมริกาเหนือ-กลาง สหภาพโซเวียต และ ยุโรป ตามลำดับ (ศูนย์สถิติการเกษตร, 2535)

นาข้าวที่ปลูกกันทั่วไปของโลกแบ่งเป็น 4 ประเภทได้แก่ นาข้าวที่มีการชลประทาน (Irrigated rice fields) นาข้าวน้ำฝน (Rainfed rice fields) นาข้าวน้ำลึก (Deepwater rice fields) และ นาข้าวไร่ (Upland rice fields) (International Rice Research Institute : IRRI, 1991)

นาข้าวที่มีการชลประทาน (Irrigated rice fields) เป็นนาข้าวที่ต้องการน้ำตลอดการเจริญเติบโตของต้นข้าว แต่ต้องควบคุมระดับน้ำที่ท่วมขังไม่ให้สูงมากนัก นาข้าวน้ำฝน (Rainfed rice fields) เป็นนาข้าวที่ได้รับน้ำจากฝนเพียงอย่างเดียว ปริมาณน้ำฝนจะควบคุมระดับน้ำที่ท่วมขังลด บางช่วงจึงอาจไม่มีน้ำท่วมขัง ในขณะที่บางช่วงอาจมีระดับน้ำท่วมสูงถึง 50 เซนติเมตร ส่วนนาข้าวน้ำลึก (Deepwater rice fields) มักจะมีระดับน้ำท่วมสูงกว่า 50 เซนติเมตร ตลอดการเจริญเติบโตของข้าวในบางครั้งระดับน้ำอาจสูงถึง 1 เมตร สำหรับนาข้าวไร่ (Upland rice fields) จะไม่มีน้ำท่วมขังพื้นที่นา

ตลอดการเจริญเติบโตของข้าวเลย

พื้นที่ปลูกข้าวของโลกส่วนใหญ่จะเป็นประเภทที่มีน้ำท่วมขัง ได้แก่ นาข้าวที่มีการชลประทาน (Irrigated rice fields) นาข้าวน้ำฝน (Rainfed rice fields) และนาข้าวน้ำลึก (Deepwater rice fields) ดังเช่น การสำรวจพื้นที่ปลูกข้าวในปี คศ.1985 จาก 37 ประเทศที่เป็นผู้ปลูกข้าวรายใหญ่ของโลก โดยสถาบันวิจัยข้าวนานาชาติ (IRRI) พบว่าพื้นที่ประมาณ 49% ของพื้นที่ปลูกข้าวทั้งหมดเป็นพื้นที่นาข้าวที่มีการชลประทาน (Irrigated rice fields),29 % เป็นพื้นที่นาข้าวน้ำฝน (Rainfed rice fields) และอีกประมาณ 9% เป็นพื้นที่นาข้าวน้ำลึก (Deepwater rice fields) โดยมีพื้นที่เพียง 13% ที่เป็นพื้นที่ที่ปลูกข้าวไร่ (Upland rice fields)

ข้าวที่ปลูกทั่วไปในโลกมี 2 ชนิด(species) คือ species glaberrima และ species sativa ข้าวที่จัดอยู่ใน species glaberrima นิยมปลูกเฉพาะในแถบแอฟริกาตะวันตก ส่วน species sativa ซึ่งปลูกได้ในพื้นที่ปลูกข้าวทั่วไป แบ่งเป็น 3 Sub-species ได้แก่ อินดิคา (Indica) , จาปอนิคา (Japonica) และ จาวานิคา (Javanica) (วาสนา ผลารักษ์, 2523)

พันธุ์ข้าวที่อยู่ใน Sub-species Indica นิยมปลูกในแถบเอเชียเขตร้อน เช่น อินเดีย พม่า เวียดนาม มาเลเซีย อินโดนีเซีย ฟิลิปปินส์ และ ไทย ส่วนพันธุ์ข้าวใน Sub-species Japonica เจริญเติบโตได้ดีในเขตอบอุ่น จึงปลูกมากในญี่ปุ่น เกาหลี และจีน สำหรับพันธุ์ข้าวใน Sub-species Javanica จะปลูกเฉพาะในหมู่เกาะชวาของอินโดนีเซียเป็นส่วนใหญ่ (วาสนา ผลารักษ์, 2523)

## 2.2 สถานการณ์ปลูกข้าวในประเทศไทย

เนื่องจากทั้งสภาพภูมิประเทศและภูมิอากาศที่เหมาะแก่การปลูกข้าว ทำให้ประเทศไทยเป็นแหล่งปลูกข้าวที่สำคัญของโลก ในปีพ.ศ.2535 มีพื้นที่ปลูกข้าวทั่วประเทศประมาณ 55 ล้านไร่ หรือประมาณ 6 % ของพื้นที่ปลูกข้าวทั่วโลก จัดเป็นประเทศที่มีพื้นที่ปลูกข้าวมากเป็นอันดับที่ 5 ของโลก รองจากประเทศอินเดีย , สาธารณรัฐประชาชนจีน , บังคลา

เทศ และอินโดนีเซีย ตามลำดับ นอกจากนี้ประเทศไทยยังเป็นประเทศผู้ส่งออกข้าวที่สำคัญของโลก โดยเฉพาะในปี พ.ศ.2532 เป็นผู้ส่งออกข้าวรายใหญ่อันดับ 1 ของโลก (ศูนย์สถิติการเกษตร, 2535)

การทำนาข้าวในประเทศไทยแบ่งเป็น 3 ประเภทตามสภาพพื้นที่ปลูกได้แก่ ข้าวนาสวนหรือนาดา(Lowland rice) , ข้าวขึ้นน้ำหรือข้าวนาเมือง (Floating rice) และข้าวไร่ (Upland rice) (อรรควุฒิ ทัศน์สองชั้น, 2527)

ข้าวนาสวนหรือนาดา เป็นข้าวที่ปลูกในที่ราบลุ่ม ที่มีน้ำหล่อเลี้ยงต้นข้าวตั้งแต่ปลูกจนกระทั่งก่อนเก็บเกี่ยว สามารถรักษาระดับน้ำไว้ไม่ให้สูงเกินกว่า 1 เมตร วิธีปลูกจะใช้ต้นกล้าปักดำ พื้นที่ปลูกมีประมาณ 80% ของพื้นที่ปลูกข้าวทั่วประเทศ ส่วนข้าวขึ้นน้ำหรือข้าวนาเมือง เป็นข้าวที่นิยมปลูกในแหล่งที่ไม่สามารถรักษาระดับน้ำไว้ได้ ในบางครั้งระดับน้ำอาจสูงเกินกว่า 1 เมตร ข้าวพวกนี้มีลักษณะพิเศษในการยืดตัวหนีน้ำได้ วิธีปลูกจะใช้การหว่านเมล็ด พื้นที่ปลูกมีประมาณ 10% ของพื้นที่ปลูกข้าวทั่วประเทศ สำหรับข้าวไร่ เป็นข้าวที่ปลูกได้ทั้งบนที่ราบและลาดชัน ไม่ต้องขังน้ำ อาศัยเพียงน้ำฝนที่ตกตามฤดูกาล นิยมปลูกในบริเวณที่ราบสูงตามไหล่เขาทั้งภาคเหนือ ใต้ และตะวันออกเฉียงเหนือ วิธีปลูกจะใช้การหว่านหรือหยอด พื้นที่ปลูกมีประมาณ 10% ของพื้นที่ปลูกข้าวทั่วประเทศ (อรรควุฒิ ทัศน์สองชั้น, 2527)

พันธุ์ข้าวที่นิยมปลูกในประเทศไทยมีหลายชนิด แต่ทุกชนิดจัดอยู่ใน Sub-species Indica ซึ่งพันธุ์ข้าวใน Sub-species นี้มีความแตกต่างกันสูงมาก เช่น อายุการเก็บเกี่ยวที่มีตั้งแต่ 80 จนถึง 120 วัน หรือในด้านความต้องการน้ำ บางพันธุ์สามารถเจริญเติบโตได้ดีในที่ดอน จนถึงพันธุ์ที่เติบโตได้ดีในที่มีน้ำขังลึก เป็นต้น ทั้งนี้การเลือกใช้พันธุ์ข้าวจึงขึ้นอยู่กับสภาพพื้นที่ปลูก ลักษณะสมบัติต่าง ๆ ของดิน และสภาพภูมิอากาศด้วย เช่น พันธุ์ข้าวนาสวนที่เหมาะสำหรับภาคเหนือได้แก่ กข 6 ขาวดอกมะลิ 105 เหนียวสันป่าตอง เหมยนอง 62เอ็ม เหลืองใหญ่ 148 ในขณะที่พันธุ์ข้าวนาสวนที่เหมาะสำหรับภาคกลางได้แก่ กข 27 เก้ารวง 88 ขาวตาแห้ง 17 ขาวปากหม้อ 148 เป็นต้น หรือพันธุ์ข้าวไร่ที่เหมาะสำหรับภาคเหนือได้แก่ เจ้าฮ่อ ชิวแม่จัน อาร์ 258 ส่วนพันธุ์ข้าวไร่ที่เหมาะสำหรับภาคใต้ได้แก่ ดอกพะยอม กู้เมืองหลวง เป็นต้น (กรมวิชาการเกษตร, 2533)

ในปัจจุบัน นาข้าวได้ถูกระบุว่าเป็นแหล่งใหญ่ที่ปล่อยก๊าซมีเทนขึ้นสู่บรรยากาศโลก ทำให้ปริมาณก๊าซมีเทนซึ่งเป็นก๊าซเรือนกระจกที่สำคัญชนิดหนึ่งในบรรยากาศเพิ่มขึ้นอย่างรวดเร็วเป็นผลให้อุณหภูมิโลกสูงขึ้นอย่างผิดปกติ Sharkey, Holland และ Mooney (1991) ได้กล่าวว่า ก๊าซมีเทนที่ถูกปล่อยออกจากนาข้าวคิดเป็นประมาณ 17% ของก๊าซมีเทนทั้งหมดที่ถูกปล่อยขึ้นสู่บรรยากาศในแต่ละปี เช่นเดียวกับ Badr, Probert และ Callaghan (1991) ที่ประมาณว่า ก๊าซมีเทนที่ถูกปล่อยออกจากนาข้าวมีประมาณ 21% ของแหล่งปล่อยก๊าซมีเทนทั้งหมด ดังนั้นประเทศไทยซึ่งมีพื้นที่ปลูกข้าวมากเป็นอันดับ 5 ของโลก และเป็นผู้ส่งออกข้าวรายใหญ่ของโลกดังกล่าวแล้วนั้น น่าจะได้รับผลกระทบจากกรณีของก๊าซมีเทนที่ถูกปล่อยออกจากนาข้าวนี้เป็นอย่างมาก

## 2.3 การปล่อยก๊าซมีเทนจากนาข้าว

### 2.3.1 ปริมาณก๊าซมีเทนที่ถูกปล่อยจากนาข้าวในแต่ละภูมิภาคของโลก

เนื่องจากพื้นที่ปลูกข้าวส่วนใหญ่ของโลก หรือประมาณ 90% อยู่ในทวีปเอเชีย ส่วนที่เหลือกระจายอยู่ในทวีปแอฟริกา และอเมริกาใต้ ประกอบกับบางประเทศในแถบร้อนชื้นของเอเชีย เช่น อินโดเนเซีย , ฟิลิปปินส์ และไต้หวันจะมีการทำนาตลอดปี โดยในแต่ละฤดูกาลการเพาะปลูกจะใช้เวลาประมาณ 4-5 เดือนหรือ 130 วัน ยกเว้นทางตอนเหนือของจีนและไต้หวันใช้เวลา 90 วัน ส่วนบังคลาเทศใช้เวลาถึง 270 วัน Aselmann และ Crutzen (1989, 1990) กล่าวว่าก๊าซมีเทนที่ถูกปล่อยจากนาข้าวส่วนใหญ่เกิดจากนาข้าวในแถบเอเชียตอนใต้และเอเชียตะวันออกเฉียงใต้ และอัตราการปล่อยก๊าซมีเทนจากนาข้าวในแถบนี้จะสูงสุดในช่วงเดือนกรกฎาคม-กันยายน เช่นเดียวกับ Taylor และคณะ (1990) ที่ยืนยันว่า ปริมาณก๊าซมีเทนที่ถูกปล่อยจากนาข้าวส่วนใหญ่เกิดขึ้นในแถบละติจูดที่ 30 องศาเหนือ ดังนั้นนาข้าวในแถบเอเชียตอนใต้ โดยเฉพาะเอเชียตะวันออกเฉียงใต้รวมทั้งประเทศไทย จึงถูกระบุว่าเป็นแหล่งสำคัญที่สุดของการปล่อยก๊าซมีเทนจากนาข้าว

2.3.2 กลไกการเกิดก๊าซมีเทนในนาข้าว

ในสภาพที่ดินมีน้ำท่วมขัง จะทำให้การแลกเปลี่ยนก๊าซระหว่างอากาศในดิน และบรรยากาศถูกยับยั้งอย่างรุนแรง ก๊าซออกซิเจนในบรรยากาศจะเข้าสู่ดินได้โดยการแพร่ (Diffusion) ผ่านชั้นน้ำที่อยู่เหนือดิน แต่จะเกิดขึ้นในอัตราที่ช้ามาก ดังนั้นดินจึงอยู่ในสภาพที่ขาดออกซิเจน และในสภาวะดังกล่าวนี้จุลินทรีย์ดินชนิดที่ไม่ต้องการออกซิเจน โดยเฉพาะพวก Strictly anaerobes จะใช้ก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์เป็นตัวรับอิเลคตรอนในกระบวนการหายใจ จึงทำให้เกิดก๊าซมีเทนขึ้น (Takai, Koyama, and Kamura, 1956 และ Ponnamperuma, 1972 อ้างถึงใน Yagi and Minami, 1990; IRRI, 1991; Badr et al., 1991; Sharkey et al., 1991; Neue, 1993)

Watson (1990) ได้ประมาณว่า พื้นที่ซึ่งมีน้ำท่วมขังจะผลิตและปล่อยก๊าซมีเทนขึ้นสู่บรรยากาศมากกว่าพื้นที่ที่ไม่มีน้ำขังถึงกว่า 100 เท่า ดังนั้นพื้นที่นาข้าวซึ่งส่วนใหญ่จะมีการขังน้ำบนพื้นดินตลอดการเจริญเติบโตของต้นข้าวจึงเป็นแหล่งปล่อยก๊าซมีเทนสู่บรรยากาศที่สำคัญแหล่งหนึ่ง (Ehhalt and Schmidt, 1978; Sheppard et al., 1982; Bingemer and Crutzen, 1987; Cicerone and Oremland, 1988; Nouchi et al., 1990; Yagi and Minami, 1990; Badr et al., 1991; IRRI, 1991; Sharkey et al., 1991; Murase et al., 1993; Neue, 1993)

2.3.3 การปล่อยก๊าซมีเทนจากนาข้าว

สถาบันวิจัยข้าวนานาชาติ หรือ IRRI(1991) ยืนยันว่าการปล่อยก๊าซมีเทนจากนาข้าวเกิดขึ้นได้ 3 ทาง คือ โดยการแพร่ผ่านชั้นน้ำ (Diffusion) และฟองอากาศ (Bubble) ในปริมาณเล็กน้อย แต่การปล่อยก๊าซมีเทนส่วนใหญ่หรือประมาณ 80 % เกิดขึ้นผ่านทางต้นข้าว

Sharkey และคณะ (1991) อธิบายกลไกที่ทำให้ก๊าซมีเทนแพร่ผ่านชั้นน้ำขึ้นสู่บรรยากาศว่า เกิดจากความเข้มข้นของก๊าซมีเทนในตะกอน (Sediments) , น้ำ และ

อากาศ แตกต่างกัน โดยค่าสัมประสิทธิ์ของการแพร่(Diffusion coefficient) ขึ้นกับความเร็วลม และ ความแตกต่างของอุณหภูมิระหว่างน้ำ กับ อากาศ ตามกฎการแพร่ของ Fick ( Fick's first law of diffusion) ส่วนการปล่อยก๊าซมีเทนโดยทางช่องอากาศนั้นจะเกิดขึ้นเมื่อความดันของก๊าซมีค่ามากกว่าความดันของน้ำ ( Hydrostatic pressure ) ในขณะที่การปล่อยก๊าซมีเทนโดยผ่านทางช่องอากาศ(Aerenchyma) ของต้นข้าวนั้น เกิดจากการแพร่และการไหลของก๊าซเนื่องจากความดันของสองตำแหน่งต่างกัน

สำหรับตำแหน่งที่คาดว่าเป็นแหล่งปล่อยก๊าซมีเทนจากต้นข้าว คือ บริเวณกาบใบ (Leaf sheath) เนื่องจากบริเวณเนื้อเยื่อของกาบใบมีรูพรุนเล็ก ๆ(Micropore) อยู่จำนวนมาก โดยก๊าซมีเทนที่ละลายอยู่ในสารละลายดิน (Soil water) รอบ ๆ รากข้าวจะแพร่ (Diffuse) เข้าไปในเซลของราก และจะเปลี่ยนรูปเป็นก๊าซมีเทนในส่วน Root cortex แล้วจึงปล่อยก๊าซมีเทนออกมาทางรูเล็ก ๆ (Micropore)ในกาบใบ (Nouchi et al., 1990; Sharkey et al., 1991)

2.2.4 <u>ปริมาณการปล่อยก๊าซมีเทนจากนาข้าว</u>

Koyama (1963) ได้คำนวณปริมาณก๊าซมีเทนที่ถูกปล่อยจากนาข้าวทั้งโลกโดยใช้ข้อมูลจากการทดลองที่ใช้ดินจากนาข้าวในประเทศญี่ปุ่น และรายงานว่าในระหว่างปี คศ. 1960-1969 นาข้าวจะปล่อยก๊าซมีเทนประมาณปีละ $190 \times 10^{12}$ กรัม หรือ 190 ล้านตัน ส่วน Ehhalt และ Schmidt (1978) ได้ประมาณว่าในแต่ละปีนาข้าวจะปล่อยก๊าซมีเทน 280 ล้านตัน

ค่าประมาณของปริมาณก๊าซมีเทนที่ถูกปล่อยจากนาข้าวในแต่ละปีโดยบุคคลต่าง ๆ นั้นมีค่าแตกต่างกันสูงมาก โดยมีค่าตั้งแต่ 25 จนถึง 350 ล้านตัน หรือมีความแตกต่างกันถึง 14 เท่า ทั้งนี้การประมาณการ อาจเกิดจากการตรวจวัดปริมาณก๊าซมีเทนที่ถูกปล่อยจากนาข้าวในสภาพธรรมชาติจริงนั้นมีน้อยมาก (Badr et al., 1991; Sharkey et al., 1991) และผลจากการตรวจวัดเหล่านั้นก็มีความแตกต่างกันมาก เช่นผลจากการศึกษาของ Cicerone และ Shetter (1981) ที่ได้ตรวจวัดปริมาณก๊าซมีเทนที่ถูกปล่อยออกจากนา

ข้าวในรัฐแคลิฟอร์เนียในช่วงปี ค.ศ.1980 แล้วรายงานว่านาข้าวทั่วโลกปล่อยก๊าซมีเทนประมาณปีละ 59 ล้านตัน ส่วน Seiler และคณะ (1984) ได้ตรวจวัดปริมาณการปล่อยก๊าซมีเทนจากนาข้าวของประเทศสเปน และคำนวณว่านาข้าวทั่วโลกปล่อยก๊าซมีเทนขึ้นสู่บรรยากาศประมาณปีละ 35-59 ล้านตัน อย่างไรก็ตามการทดลองทั้งสองนี้ไม่ได้ทำตลอดฤดูกาลเพาะปลูก ดังนั้นปริมาณการปล่อยก๊าซมีเทนที่ได้จากการคำนวณจึงอาจมีความผิดพลาดสูงมาก นอกจากนี้การตรวจวัดที่ทำในนาข้าวของสเปนยังเกิดความคลาดเคลื่อน อันเกิดจากการลุกล้ำของน้ำเค็มจากทะเลเข้าสู่น้ำใต้ดินในนาข้าว ซึ่งทำให้การผลิตก๊าซมีเทนของจุลินทรีย์ดินลดลง (Holzapfel-Pschorn et al., 1985 อ้างถึงใน Sharkey et al., 1991)

การตรวจวัดปริมาณการปล่อยก๊าซมีเทนจากนาข้าวที่ทำตลอดฤดูกาลเพาะปลูกครั้งแรกได้แก่ การศึกษาในนาข้าวของอิตาลีโดย Holzapfel-Pschorn และคณะ (1986) พบว่าปริมาณการปล่อยก๊าซมีเทนจากนาข้าวในแต่ละวันและแต่ละฤดูกาลมีความแตกต่างกันสูงมาก โดยอัตราการปล่อยก๊าซมีเทนมีค่าประมาณ 12 $\pm$ 6 มิลลิกรัม/ตารางเมตร-ชั่วโมง และได้รายงานว่าปริมาณก๊าซมีเทนที่ถูกปล่อยออกจากนาข้าวทั่วโลกในแต่ละปี มีประมาณ 70 จนถึง 170 ล้านตัน และ Schutz และคณะ(1989) ใช้ค่าเฉลี่ยของอัตราการปล่อยก๊าซมีเทนกับอุณหภูมิของดินในแต่ละพื้นที่ แล้วคำนวณปริมาณก๊าซมีเทนที่จะถูกปล่อยออกจากนาข้าวของทั่วโลกว่ามีประมาณปีละ 100 $\pm$ 50 ล้านตัน ในขณะที่ Wang และคณะ (1990) (อ้างถึงใน Sharkey et al., 1991) ที่ทำการตรวจวัดในนาข้าวของประเทศจีน แล้วรายงานว่า ปริมาณการปล่อยก๊าซมีเทนจากนาข้าวของทั้งโลกในแต่ละปีมีค่าประมาณ 80+20 ล้านตัน

สาเหตุที่ทำให้ผลการศึกษาปริมาณการปล่อยก๊าซมีเทนจากนาข้าวในแต่ละแห่งแตกต่างกันมากนั้นอาจเกิดจากช่วงเวลาที่ทำการเพาะปลูกที่แตกต่างกัน , วิธีการทำนาที่ต่างกัน (Cicerone and Shetter, 1981; Seiler et al., 1984; Holzapfel-Pschorn et al., 1986; Sass et al., 1990, 1991; Kimura et al., 1991) ชนิดของดิน (Yagi and Minami, 1990; Sass et al., 1990, 1991; Kimura et al., 1991) ปุ๋ย (Cicerone and Shetter, 1981; Cicerone et al., 1983;

Holzapfel-Pschorn et al., 1986; Schutz et al., 1989; Yagi and Minami, 1990; Kimura et al., 1991) ความผันแปรในฤดูกาล (Cicerone et al., 1983; Holzapfel-Pschorn et al., 1986; Sass et al., 1990, 1991 ; Kimura et al., 1991) ความผันแปรในหนึ่งวัน (Cicerone et al., 1983; Seiler et al., 1984; Schutz et al., 1989; Yagi and Minami, 1990) อุณหภูมิ (Schutz et al., 1989; Yagi and Minami, 1990) การจัดการดิน น้ำ และปุ๋ยในนาข้าว พันธุ์ข้าวที่ใช้ปลูก ตลอดจนภูมิอากาศที่แตกต่างกันของแต่ละสถานที่ และอาจเกิดจากความผิดพลาดในวิธีการตรวจวัดด้วย (Badr et al., 1991; Sharkey et al., 1991)

## 2.4 ปัจจัยที่มีผลต่อการปล่อยก๊าซมีเทนจากนาข้าว

### 2.4.1 ต้นข้าว

ข้าวเป็นพืชล้มลุก(Annual) ใบเลี้ยงเดี่ยว อยู่ในสกุล(Genus) Oryza และชนิด (Species) sativa และ glaberrima แต่ที่ปลูกมากในโลกเป็นชนิด sativa ซึ่งแบ่งเป็น 3 พวก ได้แก่ อินดิคา(Indica type) นิยมปลูกมากในประเทศเขตร้อน เช่น ไทย ฟิลิปปินส์ อินโดนีเซีย มาเลเซีย อินเดีย และจีน ชนิดจาปอนิคา (Japonica type) ปลูกมากในเขตอบอุ่น เช่น จีน เกาหลี ญี่ปุ่น และ สหรัฐอเมริกา และชนิดจาวานิคา(Javanica type) ซึ่งนิยมปลูกเฉพาะในประเทศอินโดนีเซีย (วาสนา ผลารักษ์ , 2523)

ส่วนประกอบต่าง ๆ ที่สำคัญของข้าวคือ ราก ลำต้น ใบ ดอก ผลหรือเมล็ด ระบบรากของข้าวเป็นแบบรากฝอย (Fibrous root system) ลำต้น (Culm)ทรงกลม แกนกลางกลวง(Hollow) ไม่มีแก่น ส่วนมากลำต้นตั้งตรง มีข้อ (Node) ความสูงของลำต้นขึ้นกับพันธุ์และสิ่งแวดล้อม ดอกข้าวมีลักษณะเป็นช่อเรียกช่อดอก มีแขนงบนช่อดอกเป็นแบบรวง(Panicle) ดอกข้าวเป็นดอกสมบูรณ์ (Perfect flower) ดังนั้นเมล็ดข้าว

(Rice grain) จึงเกิดจากการผสมตัวเอง(Self pollination) ภายในดอก (อรรควุฒิ ทัศน์สองชั้น, 2526)

ใบข้าวมีลักษณะแบน , บาง , ยาวแต่แคบ อาจงอโค้งหรือตั้งตรง ถือกำเนิดจากข้อบนลำต้น ใบข้าวประกอบด้วยกาบใบ (Leaf sheath) คือส่วนล่างของใบเป็นส่วนที่ห่อหุ้มส่วนที่เป็นข้อและปล้อง กาบใบจะหนากว่าตัวใบ (Leaf blade) เพราะมีโพรงอากาศเป็นช่องโปร่ง ๆ ภายใน ไม่มีเส้นกลางใบ กาบใบจะติดอยู่กับลำต้นตรงใต้ข้อส่วนที่อยู่ติดกับด้านบนสุดของกาบใบคือตัวใบที่มีส่วนปลายคล้ายปลายหอก มีเส้นกลางใบ ตัวใบข้าวแต่ละพันธุ์อาจมีขนาดแคบ กว้าง และยาวไม่เท่ากัน (อรรควุฒิ ทัศน์สองชั้น, 2526)

วงจรชีวิต (Life cycle) ของข้าวในรอบหนึ่ง ๆ จะใช้เวลามากหรือน้อยขึ้นกับคุณสมบัติประจำพันธุ์ แต่จะอยู่ในช่วง 90-180 วัน วงจรชีวิตในการเจริญเติบโต และพัฒนาการของข้าวแบ่งเป็น 3 ช่วงใหญ่ ๆ คือ ช่วงการเจริญเติบโตทางลำต้นและใบ (Vegetative phase) หลังจากหว่านเมล็ดข้าวประมาณ 3 วัน จะเห็นใบแรกและต่อมาจะเห็นใบที่ 5 ในระยะนี้เรียกว่า ต้นกล้า เมื่อนำต้นกล้าไปปักดำ ต้นข้าวก็จะเจริญเติบโตทางต้นและใบต่อไปจนเข้าสู่ระยะการแตกกอ และจะมีการยืดตัวของลำต้นต่อ , ช่วงการสืบพันธุ์ (Reproductive phase) ซึ่งในช่วงนี้การเจริญเติบโตทางต้นและใบจะหยุดลง ต้นข้าวจะเริ่มสร้างรวงอ่อน และมีการพัฒนาช่อดอกแล้วจึงตั้งท้อง จนกระทั่งออกดอกและผสมเกสรปฏิสนธิ แล้วจึงถึงช่วงการสุกแก่ (Ripening phase) คือหลังจากเกิดการปฏิสนธิได้ประมาณ 30-35 วัน ข้าวจะสุกแก่พร้อมที่จะเก็บเกี่ยวได้ (อรรควุฒิ ทัศน์สองชั้น, 2526)

สำหรับการขนส่งและลาเลียงก๊าซในต้นข้าวจากบรรยากาศสู่บริเวณราก และจากรากสู่บรรยากาศจะเกิดขึ้นโดยผ่านทางช่องอากาศ(Aerenchyma)และโพรงอากาศระหว่างเซล(Intercellular gas space) โดยการแพร่(Diffusion) (Evans and Ebert . 1960; Teal and Kanwisher, 1966; Jensen et al., 1967 และ Armstrong, 1987 อ้างถึงใน Sharkey et al., 1991) หรือโดย Mass flow (Dacey, 1980 อ้างถึงใน Sharkey et al., 1991)

นอกจากต้นข้าวจะมีบทบาทอย่างยิ่งต่อการปล่อยก๊าซมีเทนจากนาข้าว ในการทำหน้าที่เป็นทางผ่านของการขนส่งก๊าซมีเทนที่เกิดขึ้นจากบริเวณรากข้าว แล้วปล่อยก๊าซมีเทน

ออกทางรูเล็ก ๆ (Micropore) ในส่วนของกาบใบ ขึ้นสู่บรรยากาศดังกล่าวแล้วในหัวข้อ 2.3.3 ต้นข้าวยังมีบทบาทที่สำคัญอีก 2 ประการ คือ ช่วยเร่งกิจกรรมของแบคทีเรียที่ผลิตก๊าซมีเทน (Methane producing bacteria) และการช่วยให้ก๊าซมีเทนถูกออกซิไดซ์โดยแบคทีเรียพวก Methanomonas ได้มากขึ้น

การเร่งกิจกรรมของแบคทีเรียที่ผลิตก๊าซมีเทน (Methane producing bacteria) ด้วยการหลั่งสารอินทรีย์บางชนิดออกมาจากราก (Root exudate) ซึ่งประกอบด้วยคาร์โบไฮเดรท , กรดอินทรีย์ , กรดอะมิโน และสารประกอบฟีนอล (Andal, Bhuvanesswari, and Subba-Rao, 1956; MacRae and Castro, 1966; Hale, Foy and Shay, 1971; Boureau, 1977; Martin, 1977; Trolldenler, 1981 และ Marschner, 1985 อ้างถึงใน Sharkey et al., 1991) โดยสารต่าง ๆ ที่ถูกหลั่งออกมาจากรากนี้จะถูก Methane producing bacteria นำไปใช้เป็นสารตั้งต้นในการผลิตก๊าซมีเทน การหลั่งสารอินทรีย์ออกจากรากนี้จะขึ้นกับปัจจัยหลายชนิด เช่น ปริมาณน้ำในดิน (Soil water stress) อุณหภูมิ ความเข้มแสง อายุและชนิดของพืช ธาตุอาหาร และจุลินทรีย์ดิน เป็นต้น ดังจะเห็นได้จากนาข้าวที่มีต้นข้าวจะมีระยะเวลาที่ปล่อยก๊าซมีเทนสูงสุดถึง 2 ช่วง ซึ่งต่างกับนาข้าวที่ไม่มีต้นข้าว และนาข้าวที่มีต้นข้าวยังมีปริมาณการปล่อยก๊าซมีเทนมากกว่าด้วย เช่นเดียวกับผลจากการตรวจวัดปริมาณการปล่อยก๊าซมีเทนจากนาข้าวในจีนและอิตาลี ที่พบว่านาข้าวที่มีต้นข้าวจะปล่อยก๊าซมีเทนมากกว่านาข้าวที่ไม่มีต้นข้าวถึง 30 และ 40% ตามลำดับ (Sharkey et al., 1991)

อย่างไรก็ตามต้นข้าวก็มีส่วนที่ทำให้การปล่อยก๊าซมีเทนจากนาข้าวที่มีต้นข้าวลดลงได้เช่นกัน เนื่องจากในการขนส่งก๊าซออกซิเจนของต้นข้าวจากบรรยากาศไปสู่บริเวณรอบรากข้าว (Rhizosphere) มีผลให้ก๊าซมีเทนที่เกิดขึ้นในดินถูกออกซิไดซ์โดยแบคทีเรียพวก Methanomonas และ Mycobacterium (Sharkey et al., 1991)

เนื่องจากต้นข้าวมีบทบาทสำคัญทั้งต่อการผลิตและการปล่อยก๊าซมีเทนจากนาข้าว ดังนั้นความหนาแน่นของต้นข้าว ระยะการเจริญเติบโต และชนิดหรือพันธุ์ข้าว จึงมีผลอย่างมากต่อการปล่อยก๊าซมีเทน โดยข้าวต้นอ่อนจะมีจำนวนใบน้อยและระบบรากยังไม่เจริญเต็มที่ ความหนาแน่นของรากน้อยกว่าต้นข้าวที่อายุมากกว่า รวมทั้งช่องอากาศ(Aerenchyma)

ซึ่งเป็นทางลาเลียงก๊าซภายในต้นข้าวก็จะมีขนาดและปริมาตรใหญ่ขึ้นตามอายุของต้นข้าว จึงทาให้ความสามารถในการขนส่งก๊าซมีเทนของต้นข้าวมากขึ้น ตามระยะการเจริญเติบโตของต้นข้าว (Schutz et al., 1989; Sharkey et al., 1991)

นอกจากนี้รูปร่างลักษณะ (Morphology) ของต้นข้าวที่ต่างกันในข้าวแต่ละพันธุ์ก็ยังมีผลอย่างมากต่ออัตราการแพร่ของก๊าซในต้นข้าวเช่นกัน Barber และคณะ (1962) พบว่าข้าวที่ต่างกัน 4 พันธุ์จะมีปริมาณช่องอากาศในราก และช่องอากาศในทางลำเลียงก๊าซระหว่างรากถึงยอด และในใบของต้นข้าวแตกต่างกัน

2.3.2 ลักษณะสมบัติของดิน

Yagi และ Minami (1990)รายงานว่านาข้าวที่ปลูกในดินต่างชนิดกันในญี่ปุ่นจะมีอัตราการปล่อยก๊าซมีเทนต่างกัน เนื่องจากดินแต่ละชนิดจะมีลักษณะสมบัติต่าง ๆ แตกต่างกัน

สมบัติของดินที่มีผลต่อการปล่อยก๊าซมีเทนจากนาข้าว ได้แก่ เนื้อดิน (Soil texture) อัตราการไหลซึมของน้ำลงสู่ดินชั้นล่าง (Water percolation) ความเป็นกรดและด่างของดิน(Soil pH) รีดอกซ์โพเทนเชียลของดิน (Redox potential: Eh) และชนิดและปริมาณอินทรีย์วัตถุในดิน (Takai, 1970)

2.3.2.1 เนื้อดิน (Soil texture) มีความสำคัญในด้านความสามารถในการอุ้มน้ำและการระบายน้ำของดิน ตลอดจนความสามารถในการดูดซับธาตุอาหารของพืช และจุลินทรีย์ดิน ซึ่งจะส่งผลต่อการเจริญเติบโตและกิจกรรมต่าง ๆ ของพืชและจุลินทรีย์ดิน (สมศักดิ์ วังใน, 2524) โดยเนื้อดินที่มีอนุภาคดินเหนียว(clay) มากจะสามารถอุ้มน้ำและดูดซับธาตุอาหารและจุลินทรีย์ดินได้ดี

2.3.2.2 อัตราการไหลซึมของน้ำลงสู่ดินชั้นล่าง (Water percolation) มีผลต่อการเกิดเฟอรัสไอออน ($Fe^{2+}$) ซึ่งจะทำให้รีดอกซ์โพเทนเชียลของดิน (Redox

potential:Eh) เปลี่ยนแปลงโดยเมื่ออัตราการไหลซึมของน้ำลงสู่ดินชั้นล่างเพิ่มขึ้น เฟอรัสไอออนในดินนาจะลดลง ทำให้ค่ารีดอกซ์โพเทนเชียล(Eh)เพิ่มขึ้น(Takai et al., 1974 ; Yagi et al., 1990) เป็นผลให้ปริมาณก๊าซมีเทนที่ถูกปล่อยจากนาข้าวลดลง

2.3.2.3 ความเป็นกรดและด่างของดิน(Soil pH) นอกจากความเป็นกรดและด่างของดินจะส่งผลให้สมบัติทางเคมี การเกิดปฏิกิริยาเคมี ความเป็นประโยชน์ของธาตุอาหารที่พืชจะนำไปใช้ได้แล้ว ยังมีผลต่อการดำรงชีพและกิจกรรมของจุลินทรีย์ดินด้วย สำหรับความเป็นกรดและด่างของดินที่ควบคุมการดำเนินกิจกรรมของ Methane producing bacteria นั้น สรสิทธิ์ วัชโรทยาน (2511) รายงานว่า เมื่อความเป็นกรดและด่างของดินในขณะที่น้ำขังสูงกว่า 6.0 จะทำให้อัตราการปล่อยก๊าซมีเทนสูงขึ้น

2.3.2.4 รีดอกซ์โพเทนเชียลของดิน (Redox potential : Eh) ในสภาพที่ดินมีน้ำท่วมขัง การแลกเปลี่ยนก๊าซระหว่างอากาศในดินและบรรยากาศจะถูกยับยั้งอย่างรุนแรง ทำให้เกิดปฏิกิริยาออกซิเดชัน-รีดักชัน หรือปฏิกิริยารีดอกซ์ (Redox reaction) ซึ่งเป็นปฏิกิริยาที่เกี่ยวข้องกับการให้และรับอิเลคตรอน สามารถวัดระดับความรุนแรงของปฏิกิริยารีดอกซ์ที่เกิดขึ้นในดินด้วยค่ารีดอกซ์โพเทนเชียล (Redox potential:Eh) (ทัศนีย์ อัตตะนันทน์, 2531) Methane producing bacteria จะดำเนินกิจกรรมได้อย่างมีประสิทธิภาพเมื่อค่ารีดอกซ์โพเทนเชียล (Redox potential:Eh) ของดินลดลงต่ำกว่า -200 มิลลิโวลท์(mV) (Yamane and Sato, 1964 อ้างถึงใน Yagi et al., 1990) ส่วน Cappenberg (1975)(อ้างถึงในทัศนีย์ อัตตะนันทน์, 2531) รายงานว่าแบคทีเรียที่ทำให้เกิดก๊าซมีเทนจะมีมากที่สุดเมื่อค่ารีดอกซ์โพเทนเชียล(Redox potential:Eh) ของดินอยู่ระหว่าง -250 ถึง -300 มิลลิโวลท์(mV) อย่างไรก็ตามทัศนีย์ อัตตะนันทน์(2531) กล่าวว่า จะมีการเหลื่อมล้ำกันในระบบออกซิเดชัน-รีดักชัน แต่ค่าโดยประมาณของรีดอกซ์โพเทนเชียล (Redox potential:Eh)ของดินจะทำให้ทราบถึงความมากน้อยของปฏิกิริยารีดักชันที่เกิดขึ้น ดังรายละเอียดปรากฏในตารางที่ 2.1

ตารางที่ 2.1 ค่ารีดอกซ์โพเทนเชียล(มิลลิโวลท์)ของดินโดยประมาณที่สารประกอบต่าง ๆ ในดินถูกรีดิวซ์ (ทัศนีย์ อัตตะนันทน์, 2531)

| ปฏิกิริยารีดักชัน | ค่ารีดอกซ์โพเทนเชียล (มิลลิโวลท์) |
|---|---|
| $O_2 \longrightarrow H_2O$ | +380 ถึง +320 |
| $NO_3 \longrightarrow N_2$ , $Mn^{+4} \longrightarrow Mn^{+2}$ | +280 ถึง +220 |
| $Fe^{+3} \longrightarrow Fe^{+2}$ | +180 ถึง +150 |
| $SO^{-2} \longrightarrow S^{-2}$ | -120 ถึง -180 |
| $CO_2 \longrightarrow CH_4$ | -200 ถึง -280 |

2.3.2.5 ชนิดและปริมาณอินทรีย์วัตถุในดิน ในดินที่มีการถ่ายเทอากาศดีนั้นเมื่ออินทรีย์วัตถุสลายตัว คาร์บอนจะถูกเปลี่ยนเป็นก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์และส่วนประกอบในเซลของจุลินทรีย์ดิน แต่ในสภาพที่ดินมีการถ่ายเทอากาศไม่ดีก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์และกรดอินทรีย์ที่เกิดขึ้นจะถูก Methane producing bacteria นำไปใช้เป็นสารตั้งต้นในการผลิตก๊าซมีเทน ดังเช่น Yamane และ Sato (1967) ที่รายงานว่าเมื่อเพิ่ม Acetate ให้แก่ดินนาที่มีน้ำขังในปริมาณน้อย ๆ (18 มิลลิกรัมคาร์บอน : ดิน 10 กรัม) จะเกิดก๊าซมีเทนภายใน 7 วัน และเมื่อเพิ่มปริมาณของ Acetate ให้สูงขึ้น (144 มิลลิกรัมคาร์บอน : ดิน 10 กรัม) จะเกิดก๊าซมีเทนภายใน 14 วัน แต่ปริมาณก๊าซมีเทนที่เกิดขึ้นจะสูงกว่าเมื่อใช้ Acetate ปริมาณน้อยๆ นอกจากนี้ชนิดของสารประกอบอินทรีย์มีผลต่อการผลิตก๊าซมีเทนในดินนาที่มีน้ำขังด้วย โดยลำดับการเกิดก๊าซมีเทนจากมากไปน้อยดังนี้ คือ Lactate Acetate Butyrate Succinate Propionate และ Formate ดังนั้นในดินที่มีปริมาณอินทรีย์วัตถุและอัตราการสลายตัวสูง จะมีปริมาณการปล่อยก๊าซมีเทนขึ้นสู่บรรยากาศได้มากกว่า

2.3.2 จุลินทรีย์ดิน

ทัศนีย์ อัตตะนันทน์(2531) ได้เสนอปฏิกิริยาที่จะเกิดขึ้นในดินตามลำดับจากบนลงล่าง เมื่อดินนาอยู่ในสภาพที่ขาดออกซิเจน

$O_2 \longrightarrow H_2O$

$NO_3 \longrightarrow NO_2 \longrightarrow N_2$ (Denitrification)

$Mn^{+4} \longrightarrow Mn^{+2}$ (Manganese reduction)

$Fe^{+3} \longrightarrow Fe^{+2}$ (Iron reduction)

$SO_4 \longrightarrow S^{2-}$ (Sulfate reduction)

$CO_2 \longrightarrow CH_4$ (Methane fermentation)

โดยปฏิกิริยารีดักชันที่จะเกิดขึ้นตามลำดับนั้น จะเกิดขึ้นที่ช่วงของค่ารีดอกซ์โพเทนเชียล (Redox potential : Eh) ที่เฉพาะเจาะจงและเกิดขึ้นโดยจุลินทรีย์เฉพาะกลุ่ม โดยเริ่มจากพวกที่ต้องการออกซิเจน (Aerobes) พวกที่อยู่ได้ทั้งในที่มีออกซิเจนหรือไม่มีออกซิเจน (Facultative anaerobes) และพวกที่อยู่ไม่ได้ในสภาวะที่มีออกซิเจน (Obligate หรือ Strict anaerobes) (ทัศนีย์ อัตตะนันทน์, 2531)

ก๊าซมีเทนที่เกิดขึ้นในดินนา เป็นผลจากสารอินทรีย์ในดินถูกย่อยสลายโดยแบคทีเรียชนิดที่อยู่ไม่ได้ในสภาพที่มีออกซิเจน หรือ Strictly anaerobic bacteria โดยทั่วไปเรียกแบคทีเรียชนิดนี้ว่า Methane producing bacteria จัดอยู่ใน family Methanobacteriaceae ซึ่งแบ่งเป็น 2 กลุ่ม คือ แบคทีเรียที่มีรูปร่างเป็นแท่งยาว (Rod shape) และแบคทีเรียที่มีรูปร่างกลม(Spherical cells)(สรสิทธิ์ วัชโรทยาน, 2511)

แบคทีเรียที่ผลิตก๊าซมีเทนได้และมีรูปร่างเป็นแท่งยาวได้แก่ Methanobacterium เป็นแบคทีเรียที่ไม่สามารถสร้างสปอร์ได้(Non-sporulating) และ Methanobacillus ซึ่งเป็นแบคทีเรียที่สร้างสปอร์ได้ (Sporulating)

ส่วนแบคทีเรียที่ผลิตก๊าซมีเทนได้และมีรูปร่างกลม ได้แก่ Methanosarcina และ Methanococcus เป็นพวกที่อยู่เป็นอิสระไม่เกาะกลุ่มกัน

แบคทีเรียเหล่านี้ได้รับพลังงานจากการย่อยสลายกรดไขมันอย่างง่าย (Short chain fatty acid) เช่น Formic acid Acetic Propionic และสารประกอบแอลกอฮอล์อย่างง่ายบางชนิด(Simple alcohol) เช่น Methanol Ethanol เป็นต้น โดยใช้ก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์เป็นตัวรับอิเลคตรอน (Electron acceptor) ก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ที่ถูกรีดิวซ์และจะเกิดเป็นก๊าซมีเทน ดังสมการ

$$4\ HR + CO_2 \longrightarrow 4\ R + CH_4 + H_2O$$

$$4\ H_2 + CO_2 \longrightarrow CH_4 + 2H_2O$$

เมื่อ HR คือสารประกอบพวก Simple fatty acid และ Simple alcohol (สรสิทธิ์ วัชโรทยาน, 2511)

ในการปล่อยก๊าซมีเทนจากนาข้าว นอกจากเป็นผลมาจากแบคทีเรียที่ผลิตก๊าซมีเทนแล้ว ในดินที่มีการถ่ายเทอากาศดีจะมีแบคทีเรียพวก methamonas (Pseudomonas methanica) และ Mycobacterium ซึ่งใช้ออกซิเจนเป็นตัวรับอิเลคตรอนในการย่อยสลายก๊าซมีเทน ดังปฏิกิริยา $CH_4 + 2\ O_2 \longrightarrow CO_2 + 2\ H_2O$ ดังนั้นแบคทีเรียประเภทนี้จึงช่วยลดปริมาณก๊าซมีเทนที่จะถูกปล่อยจากนาข้าว (Sharkey et al., 1991)

2.3.4 ภูมิอากาศ

นอกจากสภาพภูมิอากาศ เช่น ปริมาณแสง ช่วงระยะเวลาที่มีแสง , อุณหภูมิ ปริมาณน้ำฝน ฯลฯ จะมีผลต่อการเจริญเติบโตของต้นข้าวซึ่งมีบทบาทสำคัญในการปล่อยก๊าซมีเทนจากนาข้าวแล้ว รังสีอินฟราเรดที่ทำให้อุณหภูมิของดินสูงขึ้นส่งผลให้กิจกรรมการย่อย

สลายของจุลินทรีย์ดินในสภาพน้ำท่วมขังเกิดได้ดีขึ้น (Yamane and Sato, 1967) จึงส่งผลต่อกิจกรรมการผลิตก๊าซมีเทนของ Methane producing bacteria ด้วย

Ehhalt (1985) รายงานว่าการเกิดก๊าซมีเทนในดินนาที่ไม่ใส่ปุ๋ยอินทรีย์จะสูงสุดเมื่ออุณหภูมิเป็น 40 องศาเซลเซียส และเมื่ออุณหภูมิต่ำกว่า 20 องศาเซลเซียส แทบจะไม่มีก๊าซมีเทนเกิดขึ้น ส่วนดินนาที่ใส่ปุ๋ยอินทรีย์นั้นจะเกิดก๊าซมีเทนเมื่ออุณหภูมิสูงกว่า 20 องศาเซลเซียส และเมื่ออุณหภูมิเพิ่มขึ้นทุก 5 องศาเซลเซียส อัตราการผลิตก๊าซมีเทนจะเพิ่มขึ้นเป็น 2 เท่า เช่นเดียวกับ Badr และคณะ (1991) ที่กล่าวถึงรายงานของ Kovama (1963, 1964) ซึ่งวัดอัตราการปล่อยก๊าซมีเทนจากการบ่มดินนาข้าวของญี่ปุ่นที่อุณหภูมิตั้งแต่ 5-40 องศาเซลเซียส แล้ว Baker-Blocker และคณะ (1977) ได้นำมาสร้างความสัมพันธ์ระหว่างอุณหภูมิดินและอัตราการปล่อยก๊าซมีเทนดังสมการ

$$Q = 6.3 \times 10^{-5} \times 1.9 \times 10^{-4}\ T + 1.7 \times 10^{-6}\ T^2$$

เมื่อ Q คือ อัตราการปล่อยก๊าซมีเทนในหน่วยกรัม/วัน

T คือ อุณหภูมิในหน่วยองศาเซลเซียส

2.3.5 <u>การจัดการดิน น้ำ และปุ๋ย</u>

Schutz และคณะ (1989) รายงานว่า การใส่ปุ๋ยแอมโมเนียมซัลเฟตหรือยูเรียจะทำให้การปล่อยก๊าซมีเทนลดลงถึง 50% ในขณะที่การใส่ฟางข้าว (Rice straw) จะทำให้การปล่อยก๊าซมีเทนมากขึ้นถึง 2 เท่า เช่นเดียวกับ Yagi และ Minami (1990) ซึ่งรายงานว่าการใส่ฟางข้าว(Rice straw)ในอัตรา 6 และ 9 ตัน/เฮคตาร์ ร่วมกับการใช้ปุ๋ยเคมี จะทำให้ปริมาณการปล่อยก๊าซมีเทนในแต่ละปีมากกว่าการใช้ปุ๋ยเคมีเพียงอย่างเดียวถึง 1.8 และ 3.5 เท่า ตามลำดับ ส่วนการใช้ฟางข้าวหมัก (Rice straw compost) จะทำให้ปริมาณการปล่อยก๊าซมีเทนสูงกว่าการใช้ปุ๋ยเคมีเพียงอย่างเดียว และปริมาณการปล่อยก๊าซมีเทนจากนาข้าวที่ใส่ฟางข้าวหมัก ก็ต่ำกว่าการใส่ฟางข้าวทั้งในอัตราเดิม 6 และ 9 ตัน/เฮคตาร์ อย่างไรก็ตามการเพิ่มอินทรีย์วัตถุแก่ต้นข้าวในปริมาณมาก

มากในขณะที่มีปริมาณไนโตรเจนต่ำ จะทำให้เกิดสารพิษ (Phytotoxic substance) เช่น Methylmercaptan ซึ่งจะทำให้การเจริญเติบโตของข้าวหยุดชะงักลง และมีผลต่อการปล่อยก๊าซมีเทน (Takai and Asami, 1962 อ้างถึงใน Sharkey et al., 1991) โดยนาข้าวที่ใส่ฟางข้าวในอัตราสูง เช่น 24 ตัน/เฮคตาร์ จะปล่อยก๊าซมีเทนต่ำกว่านาข้าวที่ใส่ฟางข้าวในอัตรา 12 ตัน/เฮคตาร์ (Schutz et al.,1989)

การควบคุมสภาพของนาข้าวให้มีน้ำท่วมขังตลอดเวลานั้น นอกจากจะทำให้ดินอยู่ในสภาพรีดักชัน อันเป็นสภาพที่เหมาะต่อการดำเนินกิจกรรมของ Methane producing bacteria แล้ว ยังเป็นการเร่งให้ต้นข้าวอ่อนสร้างช่องอากาศ(Aerenchyma) ซึ่งช่วยในการขนส่งก๊าซอีกด้วย

## 2.4 ความสำคัญของก๊าซมีเทนต่อปรากฏการณ์เรือนกระจก

### 2.4.1 แหล่งปล่อยก๊าซมีเทนบนพื้นโลก

แหล่งปล่อยก๊าซมีเทนขึ้นสู่บรรยากาศบนพื้นโลกที่สำคัญ ได้แก่ นาข้าว หนองบึง (Swamps and marshes) เหมืองถ่านหิน (Coal mining) การรั่วของก๊าซธรรมชาติ (Natural-gas leaks) บริเวณฝังกลบขยะ (Landfills) สัตว์เคี้ยวเอื้อง ประเภทวัวควาย เป็นต้น Cicerone และ Oremland (1988) ได้เสนอข้อมูลที่ระบุถึงแหล่งปล่อยและปริมาณก๊าซมีเทน (ตารางที่ 2.2) ที่คาดว่าจะถูกปล่อยจากแต่ละแหล่งกำเนิด ข้อมูลชี้ชัดว่านาข้าวเป็นแหล่งปล่อยก๊าซมีเทนที่ใหญ่ที่สุด ปริมาณก๊าซมีเทนที่ถูกปล่อยจากนาข้าวมีแนวโน้มเพิ่มขึ้นทุกปี และได้คาดคะเนว่านาข้าวจะยังคงเป็นแหล่งใหญ่ที่สุดในการปล่อยก๊าซมีเทนขึ้นสู่บรรยากาศจนถึงปี คศ.2020

ตารางที่ 2.2 ปริมาณการปล่อยก๊าซมีเทน(ล้านตัน/ปี)จากแหล่งกำเนิดต่าง ๆ (Cicerone and Oremland, 1988)

| แหล่ง | ปริมาณการปล่อยก๊าซมีเทน(ล้านตัน/ปี) | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | คศ.1940 | 1950 | 1960 | 1970 | 1975 | 1980 |
| นาข้าว (Rice paddies) | 64.5 | 74.5 | 89.0 | 105.0 | 115.0 | 117.0 |
| สัตว์เคี้ยวเอื้อง (Ruminants) | 35.5 | 58.0 | 68.5 | 78.5 | 84.0 | 86.0 |
| หนองบึง (Swamps and marshes) | 79.0 | 73.0 | 63.0 | 54.0 | 51.0 | 47.0 |
| สิ่งมีชีวิตอื่น ๆ (Other biogenic sources) | 15.5 | 18.0 | 20.5 | 23.0 | 24.0 | 25.0 |
| การเผาไหม้ชีวมวล (Biomass burning) | 49.0 | 57.0 | 65.0 | 71.0 | 75.0 | 79.0 |
| เหมืองถ่านหิน (Coal mining) | 19.0 | 19.0 | 26.0 | 29.0 | 31.0 | 35.0 |
| การรั่วของก๊าซธรรมชาติ (Natural-gas leaks) | 2.0 | 5.0 | 11.0 | 24.5 | 30.0 | 34.5 |
| รวม (Total) | 283.0 | 305.0 | 343.0 | 385.0 | 410.0 | 423.0 |

เนื่องจากโลกาสที่ก๊าซมีเทนที่เกิดขึ้นจะถูกทำลายมีเพียง 3 ทาง ได้แก่ โดยการออกซิไดซ์ในดินในสภาวะที่มีออกซิเจน โดยการทำปฏิกิริยากับไฮดรอกซิลเรดิเคิล ($OH^{\cdot}$) ในบรรยากาศชั้นโทรโปสเฟียร์ และโดยการถูกออกซิไดซ์ในชั้นสตราโตสเฟียร์ ปริมาณก๊าซมีเทนที่จะถูกทำลายจึงมีน้อยมากเมื่อเทียบกับปริมาณที่ถูกปล่อยออกจากแหล่งต่าง ๆ รวมทั้งช่วงชีวิต (Residence time) ของก๊าซมีเทนมีช่วงยาวประมาณ 8.1-11.8 ปี (Cicerone and Oremland, 1988) ดังนั้นปริมาณก๊าซมีเทนในบรรยากาศจึงเพิ่มขึ้นตลอดเวลา

2.4.2 <u>การเพิ่มขึ้นของก๊าซมีเทนในบรรยากาศ</u>

ตั้งแต่ปี คศ.1982 บรรยากาศของโลกในชั้นโทรโพสเฟียร์มีความเข้มข้นของก๊าซมีเทนประมาณ 1.7 ส่วนในล้านส่วนโดยปริมาตร(Part per million by volume ; ppmv) หรือประมาณ ห้าพันล้านตัน ปริมาณก๊าซมีเทนจำนวนนี้ได้เพิ่มขึ้นจากปริมาณที่เคยมีอยู่ในบรรยากาศเมื่อปีคศ.1700 ถึง 2 เท่า (Craig and Chou, 1982 และ Rasmussen and Khalil, 1984 อ้างถึงใน Yagi and Minami, 1990; UNEP,1989 และ Sharkey et al., 1991) ในรอบ 10 ปีที่ผ่านมา ก๊าซมีเทนในบรรยากาศมีอัตราการเพิ่มขึ้นปีละ 1% (Fraser et al., 1981 และ Blake and Rowland, 1988 อ้างถึงใน Yagi and Minami, 1989; UNEP, 1987, 1990, 1991 และ Sharkey et al แรก ๆ โดยอัตราการเพิ่มนี้จะขึ้นตามจำนวนประชากร และภาวะเศรษฐกิจ (Sharkey et al., 1991)

2.4.3 <u>บทบาทของก๊าซมีเทนในการทำให้อุณหภูมิโลกสูงขึ้น</u>

แม้ว่าก๊าซมีเทนที่เกิดขึ้นและถูกปล่อยเข้าสู่บรรยากาศชั้นโทรโปสเฟียร์จะมีปริมาณไม่มาก แต่มีเทนเป็นก๊าซเรือนกระจกที่มีบทบาทสำคัญในการทำให้อุณหภูมิของโลกเพิ่มสูงขึ้น

ถึง 20% Lashof และ Tripak (1990) รายงานว่า ก๊าซมีเทนมีความสามารถในการเพิ่มอุณหภูมิของโลกได้มากกว่าก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ถึง 26.5 เท่า โดยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ 1 ส่วนในล้านส่วนโดยปริมาตร (ppmv) จะทำให้อุณหภูมิของโลกสูงขึ้น 0.0049 องศาเซลเซียส ในขณะที่ก๊าซมีเทน 1 ส่วนในล้านส่วนโดยปริมาตร(ppmv) ทำให้อุณหภูมิของโลกสูงขึ้นถึง 0.13 องศาเซลเซียส ทั้งนี้เพราะลักษณะสมบัติของก๊าซมีเทนที่สามารถดูดกลืนรังสีอินฟราเรด โดยเฉพาะในช่วงความยาวคลื่น 6.06-10.53 ไมโครเมตรได้ดี รวมทั้งก๊าซมีเทนที่ถูกออกซิไดซ์โดยไฮดรอกซิลเรดิเคิล ($OH^-$) ในสภาวะที่มีออกไซด์ของไนโตรเจนอยู่มาก ๆ (มากกว่า 10 ส่วนในพันส่วน) จะเกิดโอโซน ส่วนในสภาวะที่มีออกไซด์ของไนโตรเจนน้อย (น้อยกว่า 10 ส่วนในพันส่วน) จะเกิดเป็นไอน้ำ ซึ่งทั้งโอโซนและไอน้ำก็สามารถดูดซับรังสีความร้อนได้เช่นกัน ดังนั้นก๊าซมีเทนจึงทำให้อุณหภูมิของโลกสูงขึ้นกว่าก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ในปริมาณที่เท่ากัน (Badr et al., 1991 และ Sharkey et al., 1991)

ประมาณ 10% ของก๊าซมีเทนทั้งหมดที่ถูกปล่อยออกจากพื้นโลก จะเข้าไปสู่บรรยากาศชั้นสูงถัดขึ้นไปคือ ชั้นสตราโตสเฟียร์ ที่ชั้นบรรยากาศนี้ก๊าซมีเทนจะถูกออกซิไดซ์กลายเป็นไอน้ำ ซึ่งจะทำลายโอโซนที่มีอยู่จำนวนมากในชั้นบรรยากาศนี้ ทำให้เกิดปัญหารูโอโซนขึ้น นอกจากนี้ก๊าซมีเทนยังสามารถทำปฏิกิริยากับคลอไรด์เรดิเคิล ($Cl^-$) เกิดเป็น HCl ซึ่งสารประกอบ HCl นี้ก่อให้เกิดปัญหารูโอโซนได้เช่นกัน

## 2.5 สถานการณ์ปรากฏการณ์เรือนกระจก

ก๊าซบางชนิดที่ห่อหุ้มโลกอยู่ เช่นก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ ก๊าซมีเทน ก๊าซไนโตรเจนออกไซด์ เป็นต้น จะทำหน้าที่เสมือนเรือนกระจกด้วยลักษณะสมบัติที่ดูดซับเฉพาะรังสีที่มีความยาวคลื่นมากกว่า 600 นาโนเมตร ทำให้รังสีความร้อนที่สะท้อนออกจากโลกถูกก๊าซเหล่านี้ดูดซับไว้ไม่ให้กระจายออกสู่บรรยากาศชั้นอื่น อุณหภูมิของโลกจึงสูงขึ้นจนกระทั่งถึงจุดหนึ่งที่ความร้อนที่โลกได้รับกับที่สะท้อนออกสู่บรรยากาศเท่ากัน นั่นคือโลกมีอุณหภูมิเฉลี่ย

ประมาณ 15 องศาเซลเซียส แต่เมื่อมนุษย์ทำให้ปริมาณก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์และก๊าซเรือนกระจกอื่น ๆ ในบรรยากาศโลกเพิ่มมากขึ้นอย่างรวดเร็ว ได้ทำให้อุณหภูมิของโลกสูงขึ้นกว่าปกติ (UNEP, 1987) ซึ่งเรียกว่าปรากฏการณ์เรือนกระจกเช่นในช่วงระยะเวลา 100 ปี ตั้งแต่ คศ.1880-1980 โลกมีอุณหภูมิเฉลี่ยเพิ่มสูงขึ้น 0.5 องศาเซลเซียส (Rosenberg et al., 1989)สำหรับปริมาณของก๊าซเรือนกระจกแต่ละชนิดในบรรยากาศและอัตราการเพิ่มขึ้นต่อปีของก๊าซเหล่านี้ปรากฏในตารางที่ 2.3

เมื่อโลกมีอุณหภูมิเพิ่มสูงขึ้นอย่างรวดเร็ว น้ำทะเลและน้ำแข็งจะขยายตัว ทำให้ระดับน้ำทะเลเพิ่มสูงขึ้นสร้างความเสียหายแก่ระบบนิเวศชายฝั่ง เกิดปัญหาน้ำเค็มลุกล้ำแม่น้ำและน้ำใต้ดิน บางพื้นที่ที่อยู่สูงจากระดับน้ำทะเลไม่มากนักอาจถูกน้ำท่วม ดังที่ Rosenberg และคณะ (1989) ได้รายงานว่าเมื่ออุณหภูมิโลกเพิ่มสูงขึ้น 0.5 องศาเซลเซียส จะทำให้ระดับน้ำทะเลเพิ่มสูงขึ้น 10 เซนติเมตร นอกจากนี้อุณหภูมิที่เพิ่มสูงขึ้นอย่างผิดปกติยังทำให้ ความแตกต่างของอุณหภูมิที่บริเวณศูนย์สูตรกับขั้วโลกลดลง ลมและฝนแปรปรวน ทำให้กิจกรรมต่าง ๆ ของมนุษย์เสียหาย เช่น การเกษตร การผลิตพลังงานโดยเฉพาะการผลิตไฟฟ้าด้วยพลังงานน้ำ และพลังลม นอกจากนี้ยังทำให้เกิดปัญหาการขาดแคลนน้ำและอาหาร เป็นการบั่นทอนสุขภาพร่างกายและจิตใจของมนุษย์ด้วย

แหล่งกำเนิดก๊าซเรือนกระจกบนพื้นโลกส่วนใหญ่เกิดจากกิจกรรมของมนุษย์ ดังนั้นหากไม่มีมาตรการควบคุมการปล่อยก๊าซเหล่านี้ เมื่อจำนวนประชากรโลกเพิ่มขึ้นก็จะทำให้ปริมาณก๊าซเรือนกระจกในชั้นบรรยากาศเพิ่มมากขึ้นเรื่อย ๆ ดังเช่นการคาดการณ์ว่าในปี คศ.2000 ก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์จะมีอัตราการเพิ่มขึ้นในบรรยากาศประมาณปีละ 10 พันล้านตัน และจะทำให้อุณหภูมิเฉลี่ยของโลกเพิ่มสูงขึ้นถึงประมาณ 3 องศาเซลเซียสในปี คศ.2030 (UNEP, 1987)

ตารางที่ 2.3 ความเข้มข้น (ส่วนในล้านส่วนโดยปริมาตร) และอัตราการเพิ่มขึ้นต่อปี (เปอร์เซนต์) ของก๊าซเรือนกระจกในบรรยากาศ (UNEP, 1987)

| ชนิดของก๊าซเรือนกระจก | ความเข้มข้นในบรรยากาศ (ส่วนในล้านส่วนปริมาตร) | อัตราการเพิ่มขึ้นต่อปี (เปอร์เซนต์) |
|---|---|---|
| คาร์บอนไดออกไซด์ | 340,000 | 0.4 |
| มีเทน | 1,650 | 1.0 |
| ไนตรัสออกไซด์ | 304 | 0.25 |
| เมธิลคลอโรฟอร์ม | 0.13 | 7.0 |
| โอโซน | ไม่คงที่ | - |
| ซีเอฟซี - 11 | 0.23 | 5.0 |
| ซีเอฟซี - 12 | 0.4 | 5.0 |
| คาร์บอนเตตระคลอไรด์ | 0.125 | 1.0 |
| คาร์บอนมอนนอกไซด์ | ไม่คงที่ | 0.2 |

2.5.1 ข้อตกลงนานาชาติเป็นผลมาจากปรากฏการณ์เรือนกระจก

จากปัญหาและความเสียหายที่จะเกิดขึ้นอย่างทั่วถึงในทุกภูมิภาคของโลก อันเนื่องมาจากการเพิ่มขึ้นของอุณหภูมินั้น ทำให้ทั่วโลกต่างก็ให้ความสำคัญต่อปัญหาดังกล่าว และร่วมกันหาหนทางและมาตรการต่าง ๆ ที่จะลดอัตราการเพิ่มขึ้นของก๊าซเรือนกระจกตลอดจนวิธีการที่จะบรรเทาภัยพิบัติที่เกิดขึ้น ดังนั้นการประชุมสหประชาชาติว่าด้วยการพัฒนาและสิ่งแวดล้อม (United Nation Conference on Environment and Development - UNCED) ที่ประเทศบราซิล เมื่อคศ.1992 นั้น ปัญหาการเปลี่ยนแปลงภูมิอากาศโลกได้ถูกนามาพิจารณาร่วมกัน เพื่อแสวงหาวิถีทางที่จะบรรเทาความรุนแรงของปัญหาและป้องกันไม่ให้เกิดปัญหามากขึ้น ในที่สุดประเทศต่าง ๆ 154 ประเทศรวมทั้งประเทศไทย ได้ร่วมกันลงนามในอนุสัญญาว่าด้วยการเปลี่ยนแปลงภูมิอากาศโลก ( Convention on Climate Change ) โดยมีวัตถุประสงค์ที่จะลดปริมาณการปล่อยก๊าซเรือนกระจก และเพิ่มปริมาณแหล่งกักเก็บก๊าซเหล่านี้ ประเทศภาคีอนุสัญญาทั้งหมดจะต้องเสนอบัญชีแห่งชาติ(National inventories)เกี่ยวกับการปล่อยและแหล่งกักเก็บก๊าซเรือนกระจกอันเกิดจากกิจกรรมของมนุษย์ รวมทั้งมาตรการบรรเทาการเปลี่ยนแปลงของภูมิอากาศ และมาตรการปรับตัวเพื่อที่จะบรรลุวัตถุประสงค์ของอนุสัญญาดังกล่าว (ศุภวิทย์ เปี่ยมพงศานต์, 2535 อ้างถึงในวรรณี หฤดิกาวร, 2535)

นอกจากมาตรการและพันธะกรณีที่เกิดจากอนุสัญญา ว่าด้วยการเปลี่ยนแปลงภูมิอากาศโลกซึ่งประเทศภาคีอนุสัญญาจะต้องปฏิบัติ อันเป็นแนวทางที่จะนำไปสู่การบรรเทาการเปลี่ยนแปลงภูมิอากาศโลกแล้ว ในปัจจุบันแนวคิดที่จะนำเอาระบบโควต้ากำหนดปริมาณการปล่อยก๊าซเรือนกระจกมาใช้ เพื่อควบคุมการปล่อยก๊าซเรือนกระจกได้เกิดขึ้นอย่างกว้างขวาง และมีความเป็นไปได้สูงมากที่จะมีการนำมาใช้อย่างจริงจังในอนาคต (อรวรรณ ศิริรัตน์นิรันดร์, 2535)

## 2.5.2 ผลกระทบของการเปลี่ยนแปลงภูมิอากาศโลกต่อประเทศไทย

สำหรับประเทศไทยนั้นก็กำลังประสบปัญหาการเพิ่มขึ้นของอุณหภูมิอย่างผิดปกติ สาเหตุหนึ่งนั้นอาจเกิดจากปรากฏการณ์เรือนกระจกเช่นเดียวกัน เช่นในช่วง พศ.2524 - 2531 พบว่าอุณหภูมิต่ำสุดเฉลี่ยเพิ่มสูงขึ้นอย่างชัดเจนในทุกภาคของประเทศ โดยเฉพาะในช่วงเดือนพฤศจิกายนและกุมภาพันธ์ ซึ่งเคยมีอุณหภูมิลดต่ำลงจนมีอากาศเย็นเนื่องจากอยู่ในช่วงต้นและปลายฤดูหนาว แต่ ปรากฏว่าในช่วงปี พศ.2528-2534 อุณหภูมิต่ำสุดเฉลี่ยในช่วงเดือนดังกล่าวได้สูงขึ้นกว่าอุณหภูมิต่ำสุดเฉลี่ยในช่วงปี พศ. 2494-2503 ประมาณ 1 องศาเซลเซียสในบริเวณประเทศไทยตอนบน นอกจากนี้ในจังหวัดใหญ่ ๆ เช่นเชียงใหม่นั้นในช่วง พศ.2524-2535 อุณหภูมิเฉลี่ยเพิ่มขึ้นจากในช่วงปี พศ.2594-2503 ประมาณ 1 องศาเซลเซียส และอุณหภูมิต่ำสุดเฉลี่ยเพิ่มขึ้นถึงประมาณ 2.5 องศาเซลเซียส ส่วนในช่วงเดือนกุมภาพันธ์อุณหภูมิต่ำสุดเฉลี่ยสูงขึ้นอย่างชัดเจนถึง 2 องศาเซลเซียส ขณะที่กรุงเทพมหานครเพิ่มขึ้น 1 องศาเซลเซียส แสดงว่าประเทศไทยได้ประสบปัญหาการเพิ่มขึ้นของอุณหภูมิแล้วโดยเฉพาะในช่วงฤดูหนาวจะเห็นได้ชัดเจนกว่าในช่วงฤดูฝนและฤดูร้อน ( ปราณี ว่องวิทวัส และ นงศ์นาก อุประสิทธิวงศ์, 2534 และข้อมูลจากกรมอุตุนิยมวิทยา )

ผลกระทบอีกประการหนึ่งของปรากฏการณ์เรือนกระจกต่อประเทศไทย อันเนื่องจากการเป็นภาคีอนุสัญญาว่าด้วยการเปลี่ยนแปลงของภูมิอากาศโลก และระบบโควต้ากำหนดการปล่อยก๊าซเรือนกระจกที่คาดว่าจะนำมาใช้ในอนาคตนั้น น่าจะเป็นกรณีของก๊าซมีเทน เนื่องจากเป็นประเทศผู้ส่งออกข้าวรายใหญ่ของโลก ประชากรส่วนใหญ่ของประเทศมีอาชีพทางการเกษตร มีพื้นที่ปลูกข้าวมากเป็นอันดับ 5 ของโลก และมีที่ตั้งอยู่ในแถบเอเชียตะวันออกเฉียงใต้ซึ่งถูกระบุว่าเป็นแหล่งใหญ่ของการปล่อยก๊าซมีเทนที่เกิดจากนาข้าว ( Azelmann and Crutzen, 1989, 1990; Taylor et al., 1990 )

สถาบันสิ่งแวดล้อมแห่งประเทศไทย (TEI) ได้ประมาณค่าของปริมาณการปล่อยก๊าซมีเทนจากนาข้าวของประเทศไทย โดยใช้ข้อมูลจาก Organization for Economic Cooperation and Development (OECD) ซึ่งเป็นอัตราการปล่อยก๊าซมีเทนจากนา

ข้าวของประเทศจีน ที่มีค่าระหว่าง 0.19-0.69 กรัมมีเทน/ม$^2$-ชม. กำหนดระยะเวลาการปลูกข้าวเท่ากับ 140 วันสำหรับข้าวนาปี และ 120 วันสำหรับข้าวนาปรัง พื้นที่ปลูกข้าวของประเทศไทยในปี คศ.1989 เท่ากับ 80,670 ตารางกิโลเมตรสำหรับข้าวนาปี และเท่ากับ 8,420 ตารางกิโลเมตร สำหรับข้าวนาปรัง ผลการคำนวณระบุว่าปริมาณการปล่อยก๊าซมีเทนจากนาข้าวของประเทศไทยมีค่าระหว่าง 2.34- 8.49 ล้านตัน/ปี ในขณะที่ปริมาณการปล่อยก๊าซมีเทนจากนาข้าวทั่วโลกมีค่าระหว่าง 25-150 ล้านตัน/ปี นั่นคือนาข้าวของประเทศไทยปล่อยก๊าซมีเทนคิดเป็น 5.66-9.36% ของปริมาณการปล่อยก๊าซมีเทนจากนาข้าวทั่วโลก

ดังนั้นโอกาสของประเทศไทยที่จะได้รับผลกระทบทางลบ เนื่องจากการเปลี่ยนแปลงภูมิอากาศโลกจึงเป็นไปได้ จึงเป็นความจำเป็นที่ประเทศไทยจะต้องมีการศึกษา วิจัย ค้นคว้า และติดตามการเมืองระหว่างประเทศว่าด้วยเรื่องการเปลี่ยนแปลงภูมิอากาศโลกอย่างจริงจัง