

การปลดปล่อยก๊าซเรือนกระจกในกระบวนการปลูกข้าว^{1/}
Emissions of greenhouse gases in the process of growing rice^{1/}

ผู้ทำสัมมนา
อาจารย์ที่ปรึกษา

สาริกา เหลาทอง^{2/}
ดร. ภาษิตา พูนศิริ^{3/}

บทคัดย่อ

ก๊าซเรือนกระจกเป็นสาเหตุหลักของภาวะโลกร้อนและการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศส่งผลกระทบต่อระบบนิเวศและสิ่งมีชีวิต ซึ่งกิจกรรมทางการเกษตรมีส่วนในการปล่อยก๊าซเรือนกระจกหลัก เช่น มีเทนและไนตรัสออกไซด์และในกระบวนการปลูกข้าวมีการปล่อยก๊าซเรือนกระจก ได้แก่ มีเทน (CH_4) จากน้ำท่วมซึ่งในแปลงปลูกข้าวที่เกิดการย่อยสลายสารอินทรีย์ นอกจากนี้การใช้ปุ๋ยไนโตรเจนในปริมาณมากและไม่เหมาะสมทำให้เกิดไนตรัสออกไซด์ (N_2O) ดังนั้น การควบคุมการปลดปล่อยสามารถทำได้โดยการปรับวิธีการจัดการน้ำ เช่น การใช้เทคนิคการปลูกข้าวแบบเปียกสลับแห้ง และการลดการใช้ปุ๋ยไนโตรเจนหรือการใช้ปุ๋ยไนโตรเจนที่มีประสิทธิภาพสูงเพื่อบรรเทาการปล่อยไนตรัสออกไซด์ จากงานวิจัยที่ผ่านมาได้มีการศึกษาวิธีการจัดการ ควบคุม กิจกรรมในกระบวนการปลูกข้าว โดยพบว่า การใช้ปุ๋ยเคมีร่วมกับถ่านชีวภาพเป็นหนึ่งในวิธีที่ช่วยลดการปลดปล่อยก๊าซเรือนกระจกในนาข้าวได้ จากการทดลองในดินร่วนเหนียวปนทรายพบว่า การใช้ถ่านชีวภาพ 100% ในการจัดการน้ำแบบเปียกสลับแห้งสามารถลดการปลดปล่อยก๊าซมีเทนและคาร์บอนไดออกไซด์ได้ โดยพบว่าก๊าซมีเทนมีอัตราการปลดปล่อยที่ต่ำสุดในช่วงที่ต้นข้าวอยู่ในระยะตั้งท้องและระยะน้ำนม ในขณะที่ก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์มีการปลดปล่อยสูงสุดในช่วงระยะออกดอก ซึ่งการจัดการน้ำแบบเปียกสลับแห้ง (Alternate Wetting and Drying - AWD) เป็นอีกวิธีหนึ่งที่มีประสิทธิภาพที่ดีกว่าการทำนาที่มีน้ำขังตลอดเวลาเนื่องจากช่วยในการลดการปลดปล่อยก๊าซเรือนกระจก นอกจากนี้จะช่วยประหยัดน้ำที่ใช้ในการปลูกข้าวแล้ว ยังช่วยลดการเกิดกระบวนการทางชีวภาพที่นำไปสู่การผลิตก๊าซเรือนกระจกในดิน การควบคุมการปล่อยน้ำเข้าและออกจากแปลงนาเป็นระยะ การใช้วิธีการจัดการน้ำแบบเปียกสลับแห้ง และการใช้ถ่านชีวภาพร่วมกับปุ๋ยเคมีเป็นแนวทางที่ช่วยลดการปลดปล่อยก๊าซเรือนกระจกจากกระบวนการปลูกข้าวได้อย่างมีประสิทธิภาพ ซึ่งเป็นประโยชน์ต่อการลดสาเหตุการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ จากการศึกษาสัมมนาในครั้งนี้เห็นได้ว่าการจัดการธาตุอาหารร่วมกับการจัดการน้ำที่เหมาะสมนั้น สามารถช่วยลดการปลดปล่อยก๊าซเรือนกระจก ที่ซึ่งเป็นสาเหตุหลักที่จะนำไปสู่การเกิดการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ

คำสำคัญ: ข้าว; กระบวนการปลูกข้าว; ก๊าซเรือนกระจก

^{1/} เอกสารประกอบรายวิชา 1201 480 สัมมนาพืชไร่

^{2/} นักศึกษาชั้นปีที่4 ภาควิชาพืชไร่ คณะเกษตรศาสตร์ มหาวิทยาลัยอุบลราชธานี อุบลราชธานี

^{3/} อาจารย์ภาควิชาพืชไร่ คณะเกษตรศาสตร์ มหาวิทยาลัยอุบลราชธานี อุบลราชธานี

1. บทนำ

ข้าวเป็นพืชเศรษฐกิจที่สำคัญของประเทศไทยมีพื้นที่เพาะปลูก 63 ล้านไร่ ผลผลิตเฉลี่ย 425 กิโลกรัมต่อไร่ มีปริมาณการส่งออก 6.30 ล้านตัน คิดเป็นมูลค่า 1.09 แสนล้านบาท นอกจากนี้ความต้องการบริโภคข้าวมีแนวโน้มสูงขึ้นเนื่องจากประชากรมีอัตราเพิ่มขึ้นอย่างต่อเนื่อง อย่างไรก็ตามการทำนาข้าวส่งผลกระทบต่อกระบวนการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ เนื่องจากเป็นแหล่งปลดปล่อยก๊าซมีเทนซึ่งเป็นก๊าซเรือนกระจกที่สำคัญ โดยก๊าซมีเทนในนาข้าวเกิดจากการที่ดินในนาข้าวมีน้ำขังการแลกเปลี่ยนก๊าซออกซิเจนระหว่างดินและอากาศจึงถูกยับยั้งอย่างรุนแรงประกอบกับจุลินทรีย์ในดินใช้ก๊าซออกซิเจนในการหายใจดินจึงอยู่ในสภาพไม่มีออกซิเจน ส่งผลให้ปฏิกิริยารีดักชันของดินลดลงและเกิดเป็นก๊าซมีเทน (Attanan, 1999) นาข้าวเป็นแหล่งปลดปล่อยก๊าซมีเทน ซึ่งคิดเป็นร้อยละ 10 ของการปล่อยก๊าซเรือนกระจกทั้งหมดของประเทศ จากการสืบค้นข้อมูลในปี ค.ศ. 1990–1994 ประเทศไทยมีการปล่อยก๊าซมีเทนจากนาข้าวเฉลี่ย 9.04–15.48 มิลลิกรัมต่อตารางเมตรต่อชั่วโมง นาข้าวมีการปล่อยก๊าซมีเทนเฉลี่ย 10–15 มิลลิกรัมต่อตารางเมตรต่อชั่วโมงและพบว่าในปีพ.ศ. 2559 มีปริมาณการปล่อยก๊าซมีเทนเพิ่มขึ้น

ปัจจุบันก๊าซเรือนกระจกเป็นสาเหตุของสภาวะโลกร้อนซึ่งนำไปสู่การเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศได้ จึงมีการจัดการทางการเกษตรที่เป็นมิตรต่อสภาพภูมิอากาศ (Climate smart agriculture) เป็นการจัดการดินที่เหมาะสมเพื่อลดการปลดปล่อย CO₂ และ CH₄ จากดิน การปลดปล่อยก๊าซเรือนกระจกจากภาคเกษตรมากขึ้น โดยเฉพาะการปลดปล่อยก๊าซเรือนกระจกจากนาข้าวไม่ว่าจะเป็นก๊าซมีเทน (CH₄) คาร์บอนไดออกไซด์ (CO₂) ไนตรัสออกไซด์ (N₂O) เริ่มได้รับความสนใจเพิ่มมากขึ้น ซึ่งปัจจัยที่ส่งผลกระทบต่อกระบวนการและปริมาณการปลดปล่อยก๊าซดังกล่าวได้แก่ พันธุ์ข้าว การจัดการน้ำ การจัดการดิน การจัดการฟางข้าว การใช้ปุ๋ยและการเติมอินทรีย์วัตถุในดิน เป็นต้น จากปัจจัยในกระบวนการปลูกข้าวที่กล่าวมาข้างต้น หากมีการจัดการที่เหมาะสม การควบคุมการปลดปล่อยก๊าซเรือนกระจกที่เกิดขึ้นสามารถควบคุมได้ ดังนั้นสมมติฐานนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาการปลดปล่อยก๊าซเรือนกระจกในกระบวนการปลูกข้าว เพื่อใช้เป็นแนวทางในการลดการปลดปล่อยก๊าซเรือนกระจกไปสู่การเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศได้

2. การดูแลและการจัดการในข้าวประเภทต่างๆ

ขั้นตอนกระบวนการปลูกข้าว มี 3 ประเภท ดังนี้

2.1 การดูแลและการจัดการข้าวไร่

การปลูกข้าวไร่ หมายถึง การปลูกข้าวบนที่ดอนและไม่มีน้ำขังในพื้นที่ปลูก ชนิดของข้าวที่ปลูกก็เรียกว่า ข้าวไร่ พื้นที่ดอนส่วนมาก เช่น เจริญเขามักจะไม่มีระดับ คือ สูงๆ ต่ำๆ จึงไม่สามารถไถเตรียมดินและปรับระดับได้ง่ายๆ เหมือนกับพื้นที่ราบ เพราะฉะนั้นชาวนามักจะปลูกแบบหยอด โดยขั้นแรกทำการตัดหญ้าและต้นไม้อเลื้อยออก แล้วทำความสะอาดพื้นที่ที่จะปลูกแล้วใช้หลักไม้ปลายแหลมเจาะดินเป็นหลุมเล็ก ๆ ลึกประมาณ 3 เซนติเมตร ปากหลุมมีขนาดกว้างประมาณ 1 นิ้ว หลุมนี้มีระยะห่างกันประมาณ 25 x 25 เซนติเมตร ระหว่างแถวและระหว่างหลุมภายในแถว ปกติจะต้องหยอดเมล็ดพันธุ์ทันทีหลังจากที่ได้เจาะหลุม โดยหยอด 5-8 เมล็ดต่อหลุม หลังจากหยอดเมล็ดพันธุ์

ข้าวแล้วก็ใช้เท้ากลบดินปากหลุม เมื่อฝนตกลงมาหรือเมล็ดได้รับความชื้นจากดิน ก็จะงอกและเจริญเติบโตเป็นต้นข้าว เนื่องจากที่ตอนไม่มีน้ำขังและไม่มีการชลประทาน การปลูกข้าวไร่จึงต้องใช้น้ำฝนเพียงอย่างเดียว พื้นดินที่ปลูกข้าวไร่จะแห้งและขาดน้ำทันทีเมื่อสิ้นฤดูฝน ดังนั้นการปลูกข้าวไร่จะต้องใช้พันธุ์ที่มีอายุเบา โดยปลูกในต้นฤดูฝน และแก่เก็บเกี่ยวได้ในปลายฤดูฝน การปลูกข้าวไร่ชาวนาจะต้องหมั่นกำจัดวัชพืช เพราะที่ตอนมักจะมีวัชพืชมากกว่าที่ลุ่ม เนื้อที่ที่ใช้ปลูกข้าวไร่ในประเทศไทยมีจำนวนน้อย และมีปลูกมากในภาคเหนือและภาคใต้ ส่วนภาคตะวันออกเฉียงเหนือและภาคกลางปลูกข้าวไร่น้อยมาก (กรมวิชาการข้าว, 2559)

2.2 การดูแลและการจัดการข้าวนาตาม

เป็นการหว่านเมล็ดข้าวที่ถูกเพาะให้รากงอกก่อนที่จะนำไปหว่านในที่ที่มีน้ำท่วมขัง เพราะหากไม่เพาะเมล็ดเสียก่อน เมื่อหว่านแล้วเมล็ดข้าวอาจเน่าเสียได้ การเพาะข้าวทอดกล้าทำโดยการเอาเมล็ดข้าวใส่กระบุง ไปแช่น้ำเพื่อให้เมล็ดที่มีน้ำหนักเบาหรือลึบลอยขึ้นมาแล้วคัดทิ้ง แล้วนำเมล็ดถาลลงในกระบุงที่มีหญ้าแห้งกรุไว้ หมั่นรดน้ำเรื่อยไป อย่าให้ข้าวแตกหน่อ แล้วนำไปหว่านในที่นาที่เตรียมดินไว้แล้วการปรับพื้นที่นาหรือการปรับเทือกให้สม่ำเสมอ จะทำให้ควบคุมน้ำได้สะดวก การงอกของข้าวดีเติบโตสม่ำเสมอ เพราะเมล็ดข้าวมักจะตายถ้าตกลงไปในแอ่งหรือหลุมที่มีน้ำขัง เว้นแต่กรณีดินเป็นกรดจัดละอองดินตกตะกอนเร็วเท่านั้นที่ต้นข้าวสามารถขึ้นได้ แต่ถ้าแปลงใหญ่เกินไปจะทำให้ น้ำเกิดคลื่น ทำให้ข้าวหลุดลอยง่าย และข้าวรวมกันเป็นกระจุก ไม่สม่ำเสมอ นอกจากนั้นการปรับพื้นที่ให้สม่ำเสมอ ยังช่วยควบคุมการงอกของเมล็ดวัชพืช ซึ่งเป็นปัญหาสำคัญของการทำนาหว่านน้ำตามอีกด้วย การปรับพื้นที่ทำเทือก ควรทำก่อนหว่านข้าวหนึ่งวัน เพื่อให้ตะกอนตกดีเสียก่อน แล้วแบ่งกระตังน้ำออกเป็นแปลงย่อยๆ ขนาดกว้าง 3-5 เมตร ยาวตามความยาวของกระตังน้ำ ทั้งนี้แล้วแต่ความสามารถของคนหว่าน ถ้าคนหว่านมีความชำนาญอาจแบ่งให้กว้าง การแบ่งอาจใช้วิธีแหวกร่อง หรือใช้ไถกระเทียมผูกเชือกลากให้เป็นร่องก็ได้ เพื่อให้น้ำตกลงจากแปลงให้หมด และร่องนี้ยังใช้เป็นทางเดินระหว่างหว่านข้าว หว่านปุ๋ย และพ่นสารเคมีได้ตลอดแปลง (กรมการข้าว, 2559)

2.3 การดูแลและการจัดการข้าวนาหว่าน

การทำนาหว่าน เป็นการปลูกข้าวโดยการหว่านเมล็ดลงไปในพื้นที่เตรียมพื้นที่ไว้แล้วโดยตรง เป็นวิธีการที่นิยมมากขึ้นในปัจจุบัน เนื่องจากประหยัดแรงงานและเวลาการทำนาหว่าน แบ่งเป็น 2 วิธี (กรมการข้าว, 2559) คือ

- 1) นาหว่านข้าวแห้ง เป็นการหว่านเมล็ดข้าวเพื่อคอยฝน และมีชื่อเรียกปลักย่อยไปตามวิธีปฏิบัติ คือการหว่านสำรวย เป็นการหว่านเมล็ดข้าวแห้งในสภาพดินแห้ง เนื่องจากฝนยังไม่ตก โดยหลังจากการไถแปรครั้งสุดท้ายแล้วหว่านเมล็ดข้าวลงไปโดยไม่ต้องคราดกลบ เมล็ดจะตกลงไปอยู่ในระหว่างก้อนดิน เมื่อฝนตกลงมาเมล็ดข้าวจะงอกขึ้นมา ในบางพื้นที่หลังจากการหว่านข้าวแห้งแล้วมีการคราดกลบหรือไถกลบ การหว่านหลังไถ เป็นการหว่านในสภาพที่มีฝนตกลงมา และน้ำเริ่มจะขังในกระตังน้ำ เมื่อไถแปรแล้วก็หว่านเมล็ดพันธุ์ข้าวตามหลัง แล้วคราดกลบทันที

- 2) นาหว่านข้าวงอก หว่านน้ำตาม โดยการนำเมล็ดพันธุ์ข้าวที่ถูกเพาะให้งอก มีขนาดตุ่มตา (มีรากงอกประมาณ 1-2 มิลลิเมตร) ไปหว่านลงในกระตังน้ำ ซึ่งมีการเตรียมดินจนเป็นเทือก แยกเป็น

การหว่านหีนน้ำ ทำในนาฉ่ำฝน เนื่องจากการหว่านข้าวแห้งหรือทำการตกกล้าไม่ทัน เมื่อฝนมามาก หลังจากเตรียมดินเป็นเทือกดีแล้ว ก็หว่านข้าวที่เพาะจนงอก นาชลประทาน หรือนาในเขตที่มีแหล่งน้ำอุดมสมบูรณ์ การทำนาในสภาพนี้มักจะให้ผลผลิตสูง หลังจากเตรียมดินเป็นเทือกดีแล้วระบายน้ำออกหรือให้เหลือน้ำข้างบนผิวนาน้อยที่สุด นำเมล็ดพันธุ์ข้าวทิ้งอกขนาด “ตุ่มตา” หวานลงไป แล้วคอยดูแลควบคุมการให้น้ำ มักจะเรียกการทำนาแบบนี้ว่า “การทำน่าน้ำตามแผนใหม่”

3. ก๊าซเรือนกระจกจากกิจกรรมการปลูกข้าว

สำหรับวิธีการเพาะปลูกข้าวในอดีตจนถึงปัจจุบัน เกษตรกรใช้น้ำปลูกข้าวในปริมาณที่ค่อนข้างสูง เพราะเชื่อว่าสามารถให้ผลผลิตสูงและข้าวเจริญเติบโตช้าถ้าไม่มีน้ำท่วมขังในนา การหว่านข้าวและทำนา ทำให้ดินนา ขณะที่น้ำขังได้รับความกระทบกระเทือนเป็นการเร่งให้ก๊าซมีเทนที่อยู่ในรูปของอากาศใต้ดิน เคลื่อนที่ผ่านน้ำออกสู่บรรยากาศได้หลังการปลูกข้าว เมื่อมีการปฏิบัติในการใส่ปุ๋ยพ่นสารเคมี หรือกำจัดวัชพืช การที่มีน้ำท่วมขังในนาข้าวก่อให้เกิดก๊าซเรือนกระจกแพร่ขึ้นสู่ชั้นบรรยากาศ ดังนั้น การทำนาข้าวจึงเป็นสาเหตุหนึ่งที่ทำให้เกิดผลกระทบต่อความเข้มข้นของก๊าซเรือนกระจกในชั้นบรรยากาศ (นวละออง, 2558; จิตติวรรณ และคณะ, 2563)

3.1 ก๊าซเรือนกระจก

ก๊าซเรือนกระจก คือ ภาวะที่ชั้นบรรยากาศของโลกกระทำตัวเสมือนกระจก ที่ยอมให้รังสีคลื่นสั้นผ่านลงมายังผิวโลกได้ แต่จะดูดกลืนรังสีคลื่นยาวช่วงอินฟราเรดที่แผ่ออกจากพื้นผิวโลกเอาไว้ จากนั้นก็จะคายพลังงานความร้อน ให้กระจายอยู่ภายใน ชั้นบรรยากาศและพื้นผิวโลก จึงเปรียบเสมือนกระจกที่ปกคลุมผิวโลกให้มีภาวะสมดุลทางอุณหภูมิ และเหมาะสมต่อสิ่งมีชีวิตบนผิวโลก แต่ในปัจจุบันมีก๊าซบางชนิดสะสมอยู่ในชั้นบรรยากาศมากเกินไปจนสมดุล ซึ่งก๊าซเหล่านี้สามารถดูดกลืนรังสีคลื่นยาวช่วงอินฟราเรดและคายพลังงานความร้อนได้ดีพื้นผิวโลกและชั้นบรรยากาศ จึงมีอุณหภูมิสูงขึ้นส่งผลกระทบต่อสภาพภูมิอากาศของโลก และสิ่งมีชีวิตพื้นผิวโลกอย่างมากมาย (กรมอุตุนิยมวิทยา, 2558)

3.2 กระบวนการปลดปล่อยก๊าซเรือนกระจก

ก๊าซเรือนกระจกสามารถส่งผลกระทบโดยตรง คือทำให้โลกมีพลังงานความร้อนสะสมอยู่บนผิวโลกและชั้นบรรยากาศมากขึ้น อันเป็นต้นเหตุให้พื้นผิวโลกมีอุณหภูมิสูงขึ้น ผลที่ตามมาคือการเปลี่ยนแปลงของสภาพแวดล้อม การผันแปรของสภาพภูมิอากาศของโลกและท้องถิ่น จากรายงานของ IPCC ระบุว่าพลังงานความร้อนสะสมรวมเฉลี่ยอันเกิดจากผลกระทบโดยตรงของก๊าซเรือนกระจก ตั้งแต่เริ่มมีอุตสาหกรรมเกิดขึ้นบนโลกมีค่าประมาณ 2.45 วัตต์ต่อตารางกิโลเมตรในขณะที่ผลกระทบทางอ้อมที่มีต่อโอโซนมีค่าประมาณ 0.5 วัตต์ต่อตารางกิโลเมตร ซึ่งผลกระทบจากก๊าซเรือนกระจกทั้งทางตรง และทางอ้อมนี้มีมากกว่าผลกระทบจากตัวการอื่น ๆ หลายเท่า สอดคล้องกับรายงานผลการตรวจวัดอุณหภูมิเฉลี่ยทั่วพื้นผิวโลก ตั้งแต่ปี ค.ศ. 1860 จนถึงปัจจุบัน พบว่าอุณหภูมิพื้นผิวเฉลี่ยทั่วโลกมีแนวโน้มสูงขึ้นมาตั้งแต่กลางคริสต์ศตวรรษที่ 19 เป็นต้นมา และสูงขึ้นชัดเจนในปลายศตวรรษนี้ประมาณ 0.3-0.6 องศาเซลเซียส (กรมอุตุนิยมวิทยา, 2558)

3.3 ประเภทของก๊าซเรือนกระจก

ก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ (CO_2) ก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ ซึ่งมีมากที่สุดในชั้นบรรยากาศในชั้นบรรยากาศ เกิดโดยธรรมชาติและจากการกระทำของมนุษย์ เช่น การเผาไหม้เชื้อเพลิงฟอสซิลเพื่อเป็นแหล่งพลังงานในโรงงาน ภาคการขนส่ง หรือเพื่อนำมาผลิตไฟฟ้า นอกจากนี้การตัดไม้ทำลายป่ายังเป็นตัวการปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ออกสู่ชั้นบรรยากาศ เนื่องจากต้นไม้และป่าไม้สามารถดูดซับก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ไว้และกลายสภาพเป็นเนื้อไม้

ก๊าซมีเทน (CH_4) แหล่งกำเนิดของก๊าซมีเทนมีอยู่มากมายทั้งในธรรมชาติและที่เกิดจากฝีมือมนุษย์ เช่น จากการทำนาข้าว ปศุสัตว์ จากการย่อยสลายซากสิ่งมีชีวิต ขยะอินทรีย์ที่กำลังย่อยสลาย (ในธรรมชาติและในที่ทิ้งขยะ) จากการเผาไหม้มูลชีวภาพ และการเผาไหม้เชื้อเพลิงประเภทถ่านหิน น้ำมันและก๊าซธรรมชาติ โดยเฉพาะการเผาไหม้ที่เกิดจากธรรมชาติและเกิดจากการเผาไหม้เชื้อเพลิงต่างๆ

ก๊าซไนตรัสออกไซด์ (N_2O) เป็นก๊าซที่เกิดขึ้นเองตามธรรมชาติ ได้แก่ ฟาผ่า ฟาแลบ ภูเขาไฟระเบิด การใช้ปุ๋ยมูลสัตว์ที่ย่อยสลาย ปกติก๊าซชนิดนี้มีอยู่ในธรรมชาติจากมหาสมุทรและการย่อยสลายซากสิ่งมีชีวิตในดินโดยแบคทีเรีย แต่ที่มีเพิ่มสูงขึ้นในปัจจุบัน เนื่องมาจากเกษตรกรรม (ส่วนมากจากการใส่ปุ๋ยที่มีไนโตรเจนเป็นองค์ประกอบ) และอุตสาหกรรมที่ใช้กรดไนตริกในกระบวนการผลิต เช่น อุตสาหกรรมผลิตเส้นใยไนลอน อุตสาหกรรมเคมีและพลาสติกบางชนิด อุตสาหกรรมในการทำกรดไนตริก กรดกำมะถัน การชุบโลหะ และการทำวัตถุระเบิด นอกจากนี้ ยังเกิดจากการเผาไหม้ของเชื้อเพลิงฟอสซิลและวัสดุอินทรีย์อื่นๆ ไนตรัสออกไซด์ยังถูกนำไปใช้โดยตรง ได้แก่ ใช้เป็นตัวเร่งละอองของเหลว (Aerosol) และยาชา (ก๊าซหัวเราะ)

ก๊าซคลอโรฟลูออโรคาร์บอน (CFC_s) เป็นสารสังเคราะห์ที่มนุษย์ประดิษฐ์ขึ้นมาใช้ในอุตสาหกรรม ประกอบด้วย คาร์บอน (C) คลอรีน (Cl) และฟลูออรีน (F) ซึ่งมักนำมาใช้ในอุตสาหกรรมต่างๆ เช่น เครื่องทำความเย็นในตู้เย็น เครื่องปรับอากาศ โฟม กระป๋องสเปรย์ สารดับเพลิง สารชะล้างในอุตสาหกรรมอิเล็กทรอนิกส์

ก๊าซไฮโดรฟลูออโรคาร์บอน (HFC_s) ไฮโดรฟลูออโรคาร์บอน (HFC_s) ถูกนำมาใช้ประโยชน์สำหรับเป็นตัวทำความเย็น (ทั้งเพื่อการค้าและใช้ในครัวเรือน) ใช้สำหรับเครื่องปรับอากาศ (ในบ้าน รถ สำนักงาน ฯลฯ) นอกจากนี้ยังใช้เป็นสารขยายตัวของโฟม ตัวทำละลาย สารสำหรับการดับเพลิง และตัวเร่งละอองของเหลว (Aerosol) ถึงแม้จะถูกปล่อยออกมาในปริมาณน้อยแต่จะสร้างผลกระทบสูงมาก (กรมทรัพยากรทางทะเลและชายฝั่ง, 2558)

3.4 การปลดปล่อยก๊าซเรือนกระจกจากกิจกรรมการปลูกข้าว

3.4.1 การปลดปล่อยก๊าซเรือนกระจกภายใต้การจัดการน้ำแบบเปียกสลับแห้ง

ชฎาภาและคณะ (2562) ได้ศึกษา ปัจจัยที่มีผลต่อการปลดปล่อยก๊าซเรือนกระจกในกระบวนการปลูกข้าวที่ใช้การจัดการน้ำแบบเปียกสลับแห้ง คือชนิดของเนื้อดินและการใช้ปุ๋ยเคมีร่วมกับถ่านชีวภาพ โดยการทดลองนี้ได้ออกแบบแบบ 2×4 Factorial in RCBD (4 ซ้ำ) โดยศึกษาความสัมพันธ์ของการเจริญเติบโตของข้าวกับการปลดปล่อยก๊าซมีเทน (CH_4) และคาร์บอนไดออกไซด์ (CO_2) ภายใต้สภาวะต่างๆ โดยรายงานไว้ว่า Yagi and Miami (1990) ได้ศึกษาเพิ่มเติมและพบว่าอัตรา

การปลดปล่อยก๊าซมีเทนจะแตกต่างกันตามชนิดของดิน เนื่องจากดินแต่ละชนิดมีคุณสมบัติที่ต่าง กัน การปลูกข้าวโดยใช้การจัดการน้ำแบบเปียกสลับแห้ง หรือ AWD (Alternate Wetting and Drying Management) นอกจากจะช่วยลดการใช้น้ำในกระบวนการปลูกข้าวแล้ว ยังลดการเกิด กระบวนการดีไนตริฟิเคชัน ซึ่งเป็นผลจากกิจกรรมของจุลินทรีย์ในดินน้ำขัง ที่เป็นสาเหตุสำคัญของการปล่อยก๊าซเรือนกระจก (Aumtong, 2018) การใช้ถ่านชีวภาพร่วมกับการจัดการน้ำแบบเปียก สลับแห้งเป็นวิธีหนึ่งที่จะช่วยปรับปรุงคุณภาพดิน ถ่านชีวภาพเป็นวัสดุที่อุดมไปด้วยคาร์บอน ผลผลิตจาก มวลชีวภาพ มีคุณสมบัติที่ช่วยเพิ่มการคงอยู่ของธาตุอาหารในดิน ทำให้ไม่จำเป็นต้องใช้ปุ๋ยมาก และ ช่วยลดการปลดปล่อยก๊าซเรือนกระจกจากดิน ถ่านชีวภาพยังมีสมบัติกักเก็บคาร์บอนที่เสถียรและ ย่อยสลายได้ยาก (Wu *et al.*, 2016) ซึ่งทำให้ถ่านชีวภาพมีประสิทธิภาพสูงในการลดการปลดปล่อย ก๊าซเรือนกระจกในดินปลูกข้าว

ผลการปล่อยก๊าซมีเทนและคาร์บอนไดออกไซด์จากดินในระยะการเจริญเติบโตต่างๆ ของ ข้าว จากการทดลองพบว่า การปลดปล่อยก๊าซมีเทนและคาร์บอนไดออกไซด์ในดินปลูกข้าวที่ใช้การ จัดการน้ำแบบเปียกสลับแห้งมีความแตกต่างกันในแต่ละระยะการเจริญเติบโตของข้าว เช่น ระยะแตก กอ ระยะตั้งท้อง ระยะออกดอก และระยะนํ้านม ในระยะแตกกอ การปลดปล่อยก๊าซมีเทนในดินร่วน เหนียวปนทรายมีค่า 0.61, 0.70 และ 0.60 gCH₄/m²/วัน ซึ่งต่ำกว่าดินทรายปนร่วน เมื่อดินทั้งสอง ชนิดมีการใช้ปุ๋ยเคมีร่วมกับถ่านชีวภาพ พบว่าการปลดปล่อยก๊าซมีเทนในระยะตั้งท้องของข้าวในดิน ร่วนเหนียวปนทรายต่ำที่สุดอยู่ที่ 0.66 gCH₄/m²/วัน ซึ่งต่ำกว่าการปลูกข้าวในกรรมวิธีควบคุมอย่างมี นัยสำคัญทางสถิติ (P<0.01) นอกจากนี้ การศึกษายังพบว่าการใช้ปุ๋ยเคมีร่วมกับถ่านชีวภาพในดินร่วน เหนียวปนทรายสามารถลดการปล่อยก๊าซมีเทนได้ต่ำสุดที่ 0.60 และ 0.57 gCH₄/m²/วัน ในระยะตั้ง ท้องและระยะนํ้านมตามลำดับ อย่างไรก็ตาม ในระยะแตกกอและระยะตั้งท้อง การปลดปล่อยก๊าซ มีเทนสูงที่สุดในกรรมวิธีควบคุมของดินร่วนเหนียวปนทรายและการใช้ปุ๋ยเคมี 100% ในดินทรายปน ร่วนที่มีค่า 0.84 gCH₄/m²/วัน ซึ่งความแตกต่างเหล่านี้มีนัยสำคัญทางสถิติ (P<0.01)(ตารางที่ 1)

ตารางที่ 1 การปลดปล่อยก๊าซเรือนกระจกของระยะการเจริญเติบโตของข้าวภายใต้การจัดการน้ำแบบเปียกสลับแห้ง

Treatment	Gas emission							
	CH ₄ (gCH ₄ m ⁻² d ⁻¹)				CO ₂ (gCO ₂ m ⁻² d ⁻¹)			
	Tillering	Booting	Flowering	Milky	Tillering	Booting	Flowering	Milky
A: Soil texture (n=16)								
C1	0.61b	0.70a	0.70b	0.60b	14.35b	10.60a	33.14b	17.01a
C2	0.81a	0.69b	0.75a	0.64a	15.16a	7.01b	36.76a	14.59b
F-test A	**	**	**	**	*	**	**	**
B: Fertilizer and biochar (n=4)								
Control (no CF)	0.43c	0.73a	0.73a	0.62b	19.79a	8.07b	19.45d	15.13b
CF 100%	0.81a	0.71b	0.70b	0.61c	15.16b	15.01a	48.47a	18.63a
CF 50% + BC 100%	0.80a	0.66d	0.73a	0.62b	8.63c	6.87c	30.09c	15.18b
CF 100% + BC100%	0.79b	0.67c	0.72a	0.63a	15.43b	5.26d	41.77b	14.24c
F-test B	**	**	**	**	**	**	**	**
AxB (n=4)								
C1 Control (no CF)	0.65d	0.84a	0.68e	0.65b	17.32c	9.0b	13.53g	14.03c
C1 CF 100%	0.78c	0.73b	0.67e	0.58ef	17.35c	14.88a	45.21b	20.81a
C1 CF50% + BC100%	0.78c	0.62d	0.71d	0.60d	2.79g	9.04b	28.62e	16.44b
C1 CF100% + BC100%	0.81b	0.60e	0.72cd	0.57f	19.94b	9.47b	45.20b	16.74b
C2 Control (no CF)	0.81b	0.62d	0.78a	0.59de	22.26a	7.14c	25.38f	16.24b
C2 CF 100%	0.84a	0.69c	0.72cd	0.63c	12.98e	15.13a	51.73a	16.46b
C2 CF50% + BC100%	0.83a	0.70c	0.75b	0.65b	14.47d	4.71d	31.57d	13.93c
C2 CF100% + BC100%	0.77c	0.74b	0.73c	0.70a	10.92f	1.05e	38.35c	11.75d
F-test AxB	**	**	**	**	**	**	**	**
CV (%)	1.06	1.08	1.04	1.2	5.48	9.19	2.32	5.12

CF: ปุ๋ยเคมี; BC: ถ่านชีวภาพ; C1:ดินร่วนปนทราย; C2: ทรายดินร่วน

ตัวอักษรที่แตกต่างกันในคอลัมน์บ่งบอกถึงความสำคัญระหว่างการทดลอง * = มีความแตกต่างกันทางสถิติ (P<0.05) ** = มีความแตกต่างกันทางสถิติ (P<0.01)

ที่มา: ชฎาภา และคณะ (2562)

3.4.2 การปลดปล่อยก๊าซเรือนกระจกภายใต้การใส่ปุ๋ยที่แตกต่างกันต่อผลผลิตข้าว

ยุทธศาสตร์ และคณะ (2566) ได้ศึกษา ผลของการใส่ปุ๋ยที่แตกต่างกันต่อการปลดปล่อยก๊าซมีเทนและผลผลิตข้าว โดยศึกษาผลของการใส่ปุ๋ยที่แตกต่างกัน (ปุ๋ยอินทรีย์ น้ำหมักชีวภาพ ถ่านชีวภาพ และปุ๋ยเคมี) ต่อการปลดปล่อยก๊าซมีเทนและผลผลิตข้าว วางแผนการทดลองแบบสุ่มในบล็อกสมบูรณ์ Randomized complete block design (RCBD) ที่มี 6 ทรีตเมนต์ จำนวน 3 ซ้ำ ประกอบด้วย ทรีตเมนต์ที่ 1 ปุ๋ยอินทรีย์ร่วมกับน้ำหมักชีวภาพ ทรีตเมนต์ที่ 2 ถ่านชีวภาพร่วมกับปุ๋ยอินทรีย์และน้ำหมักชีวภาพ ทรีตเมนต์ที่ 3 ปุ๋ยอินทรีย์ในอัตราร้อยละ 50 ร่วมกับปุ๋ยเคมีและน้ำหมักชีวภาพ ทรีตเมนต์ที่ 4 ถ่านชีวภาพในอัตราร้อยละ 50 ร่วมกับปุ๋ยเคมี ทรีตเมนต์ที่ 5 ปุ๋ยเคมีและทรีตเมนต์ที่ 6 ปุ๋ยเคมีในอัตราร้อยละ 70 พบว่าการใส่ปุ๋ยเคมีในอัตราร้อยละ 70 และการใส่ปุ๋ยอินทรีย์ร่วมกับน้ำหมักชีวภาพในแปลงนามีการปลดปล่อยก๊าซมีเทนน้อยที่สุด ก๊าซมีเทนอยู่ในชั้นบรรยากาศในปริมาณน้อยแต่มีคุณสมบัติการเป็นก๊าซเรือนกระจกสูงกว่าก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ กล่าวคือ ด้วยปริมาณที่เท่ากัน ก๊าซมีเทนสามารถดูดกลืนรังสีอินฟราเรดได้ดีกว่าก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ และเป็นก๊าซที่ถูกปลดปล่อยมากที่สุดในภาคเกษตรกรรมจากการทำนา (สาริณี, 2556)

การปลดปล่อยก๊าซมีเทนในแปลงทดลองจังหวัดสุพรรณบุรีและอ่างทอง พบว่า แปลงทดลองจังหวัดสุพรรณบุรี ทรีตเมนต์ที่ 3 ปุ๋ยอินทรีย์ร้อยละ 50+ปุ๋ยเคมี+น้ำหมักชีวภาพ มีการปลดปล่อย

ก๊าซมีเทนสูงที่สุด มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 12.59 มิลลิกรัมต่อตารางเมตรต่อชั่วโมง และทรีตเมนต์ที่ 6 ปุ๋ยเคมีร้อยละ 70 มีการปลดปล่อยก๊าซมีเทนต่ำที่สุด มีค่าเฉลี่ย 9.55 มิลลิกรัมต่อตารางเมตรต่อชั่วโมง จากการวิเคราะห์พบว่า การใส่ปุ๋ยที่แตกต่างกันทำให้การปลดปล่อยก๊าซมีเทนในอายุข้าว 85, 100 และ 145 วัน แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P < 0.05$) (ตารางที่ 2) เมื่อพิจารณาการปลดปล่อยก๊าซมีเทนจากแต่ละทรีตเมนต์จะเห็นได้ว่า ทรีตเมนต์ที่ใส่ปุ๋ยเคมีเพียงอย่างเดียว (ทรีตเมนต์ที่ 5-6) ปลดปล่อยก๊าซมีเทนออกมาน้อยกว่าทรีตเมนต์ที่มีการใส่ปุ๋ยอินทรีย์ (ทรีตเมนต์ที่ 1-4) ทั้งนี้เนื่องจากการใส่วัสดุอินทรีย์ในนาข้าวส่งผลให้มีการปลดปล่อยก๊าซมีเทนเพิ่มขึ้น (Hemwong, 2018) ขณะที่ ในแปลงทดลองจังหวัดอ่างทอง ทรีตเมนต์ที่ 2 ถ่านชีวภาพ+ปุ๋ยอินทรีย์+น้ำหมักชีวภาพ มีแนวโน้มการปลดปล่อยก๊าซมีเทนสูงที่สุดโดยมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 16.56 มิลลิกรัมต่อตารางเมตรต่อชั่วโมง ส่วนทรีตเมนต์ที่ 1 ปุ๋ยอินทรีย์อินทรีย์+น้ำหมักชีวภาพ มีแนวโน้มการปลดปล่อยก๊าซมีเทนต่ำที่สุด โดยมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 13.70 มิลลิกรัมต่อตารางเมตรต่อชั่วโมง จากการวิเคราะห์พบว่า การใส่ปุ๋ยที่แตกต่างกันทำให้การปลดปล่อยก๊าซมีเทนในนาข้าวอายุ 85, 100, 130 และ 145 วัน แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P < 0.05$) (ตารางที่ 3)

ตารางที่ 2 การปล่อยก๊าซมีเทนจากข้าวจังหวัดสุพรรณบุรี

Treatment	Methane emission (mg/m ² /h)							Total
	85 days	100 days	115 days	130 days	145 days	152 days	160 days	
T1: Org. + OL.	12.31 ± 0.81 ^{ab}	21.89 ± 1.14 ^a	11.03 ± 1.48	10.61 ± 2.22	9.83 ± 0.63 ^{ab}	9.84 ± 0.21	9.18 ± 1.10	84.69
T2: Bc. + Org. + OL.	15.92 ± 2.64 ^a	19.01 ± 2.03 ^a	11.07 ± 1.87	12.73 ± 2.19	10.46 ± 0.59 ^a	8.89 ± 0.15	8.09 ± 0.78	86.16
T3: 50% Org. + TSFM + OL.	14.24 ± 2.92 ^{ab}	22.09 ± 3.76 ^a	10.22 ± 1.04	11.46 ± 1.52	9.69 ± 0.83 ^{ab}	11.18 ± 1.59	9.25 ± 1.76	88.13
T4: 50% Bc. + TSFM	16.05 ± 2.20 ^a	18.08 ± 2.40 ^a	9.64 ± 1.03	11.03 ± 1.21	9.37 ± 0.84 ^{ab}	9.53 ± 0.85	8.31 ± 1.03	82.01
T5: TSFM	11.54 ± 0.38 ^b	9.46 ± 2.11 ^b	10.16 ± 1.09	11.58 ± 1.40	8.49 ± 1.02 ^b	9.46 ± 1.13	9.88 ± 0.89	70.58
T6: 70% TSFM	7.62 ± 1.29 ^c	13.07 ± 1.67 ^b	10.42 ± 0.44	10.18 ± 0.49	6.53 ± 0.93 ^c	9.89 ± 0.97	9.15 ± 0.86	66.86
P-value	0.004	0.001	0.396	0.185	0.002	0.233	0.381	0.764
F-test	**	**	ns	ns	**	ns	ns	ns

** แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญตาม F-test ที่ $P < 0.01$. ns = ไม่มีความแตกต่าง

ตัวอักษรที่ต่างกันในกลุ่มบ่งบอกถึงความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญระหว่างการทดลอง Org. = ปุ๋ยอินทรีย์, OL. = ปุ๋ยอินทรีย์เหลว, Bc = ถ่านชีวภาพ, TSFM = Thai Soil Fertility Management

ที่มา : ยุทธศาสตร์ และคณะ (2566)

ตารางที่ 3 การปล่อยก๊าซมีเทนจากข้าวจังหวัดอ่างทอง

Treatment	Methane emission (mg/m ² /h)							Total
	85 days	100 days	115 days	130 days	145 days	152 days	160 days	
T1: Org. + OL.	20.16 ± 0.52 ^a	18.79 ± 2.02 ^{bc}	15.59 ± 2.07	6.59 ± 2.58 ^b	14.58 ± 2.97 ^a	9.20 ± 1.16	11.02 ± 1.04	95.94
T2: Bc. + Org. + OL.	20.53 ± 0.94 ^a	26.55 ± 0.23 ^a	21.40 ± 4.53	17.90 ± 2.76 ^a	8.52 ± 1.80 ^b	10.52 ± 2.24	10.49 ± 0.91	115.91
T3: 50% Org. + TSFM + OL.	13.44 ± 0.01 ^c	22.20 ± 2.08 ^{ab}	18.34 ± 3.37	17.17 ± 3.18 ^a	13.29 ± 0.37 ^a	12.72 ± 1.55	11.81 ± 2.86	108.95
T4: 50% Bc. + TSFM	17.56 ± 0.78 ^b	15.55 ± 1.61 ^c	20.92 ± 5.06	13.13 ± 2.40 ^a	13.74 ± 0.38 ^a	11.67 ± 2.28	11.21 ± 1.08	103.79
T5: TSFM	19.53 ± 0.93 ^a	24.54 ± 3.67 ^a	12.68 ± 2.62	16.94 ± 1.52 ^a	13.76 ± 2.14 ^a	12.09 ± 1.77	10.25 ± 1.26	109.79
T6: 70% TSFM	16.19 ± 2.32 ^b	22.74 ± 2.11 ^{ab}	22.05 ± 3.34	17.20 ± 2.86 ^a	12.37 ± 3.45 ^a	11.50 ± 1.71	12.07 ± 1.63	114.12
P-value	0.000	0.002	0.092	0.004	0.020	0.356	0.765	0.321
F-test	**	**	ns	**	*	ns	ns	ns

*,** แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญตามการทดสอบ F-test ที่ P<0.05 และ P<0.01 ตามลำดับ ns = ไม่มีความแตกต่าง

ตัวอักษรที่แตกต่างกันในคอลัมน์บ่งบอกถึงความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญระหว่างการทดลอง Org. = ปุ๋ยอินทรีย์, OL = ปุ๋ยอินทรีย์เหลว, Bc = ถ่านชีวภาพ, TSFM = Thai Soil Fertility Management

ที่มา : ยุทธศาสตร์ และคณะ (2566)

จากการทดลองในพื้นที่จังหวัดสุพรรณบุรี พบว่า ทริตเมนต์ที่ 3 ปุ๋ยอินทรีย์ร้อยละ 50+ ปุ๋ยเคมี+น้ำหมักชีวภาพ ให้ผลผลิตข้าวเจ้าพันธุ์เสนา (485 กิโลกรัมต่อไร่) และน้ำหนักรวม (432 กิโลกรัมต่อไร่) โดยเฉลี่ยสูงสุด ส่วนการทดลองในพื้นที่จังหวัดอ่างทอง พบว่า ทริตเมนต์ที่ 2 ถ่านชีวภาพ+ปุ๋ยอินทรีย์+น้ำหมักชีวภาพให้ผลผลิตข้าวเจ้าพันธุ์เสนา (486 กิโลกรัมต่อไร่) และน้ำหนักรวม (429 กิโลกรัมต่อไร่) โดยเฉลี่ยสูงสุด ผลผลิตจากการทดลองมีค่าสูงกว่าผลผลิตข้าวเจ้าหอมมะลิที่ปลูกในพื้นที่จังหวัดสุพรรณบุรีและอ่างทอง ปี พ.ศ. 2563 ซึ่งมีค่าเฉลี่ย 449 และ 437 กิโลกรัมต่อไร่ ตามลำดับ อย่างไรก็ตาม การใช้ปุ๋ยแตกต่างกันในแต่ละทริตเมนต์ทำให้ผลผลิตข้าวมีค่าเฉลี่ยไม่แตกต่างกันทางสถิติ (P>0.05) (ตารางที่ 4)

ตารางที่ 4 ผลผลิตข้าวในจังหวัดสุพรรณบุรีและอ่างทอง

Treatments	Rice yield (kg/rai)			
	Wet weight		Dry weight	
	Suphan Buri	Ang Thong	Suphan Buri	Ang Thong
T1: Org. + OL.	411 ± 106.40	480 ± 43.20	389 ± 101.47	407 ± 24.94
T2: Bc. + Org. + OL.	427 ± 150.85	486 ± 56.92	384 ± 124.62	429 ± 55.29
T3: 50% Org. + TSFM + OL.	485 ± 165.42	460 ± 28.28	432 ± 141.31	393 ± 9.43
T4: 50% Bc. + TSFM	432 ± 47.10	413 ± 41.10	384 ± 47.10	353 ± 49.89
T5: TSFM	320 ± 13.60	467 ± 82.19	299 ± 37.71	380 ± 58.88
T6: 70% TSFM	368 ± 67.88	440 ± 48.99	331 ± 60.34	373 ± 33.99
P-value	0.777	0.091	0.786	0.669
F-test	ns	ns	ns	ns
CV (%)	30.03	13.08	28.81	12.94

CV = ค่าสัมประสิทธิ์ของความผันแปร ns= ไม่มีความแตกต่าง F-test ที่ $P > 0.05$

Org. = ปุ๋ยอินทรีย์, OL. = ปุ๋ยอินทรีย์เหลว, Bc = ถ่านชีวภาพ, TSFM = Thai Soil Fertility Management

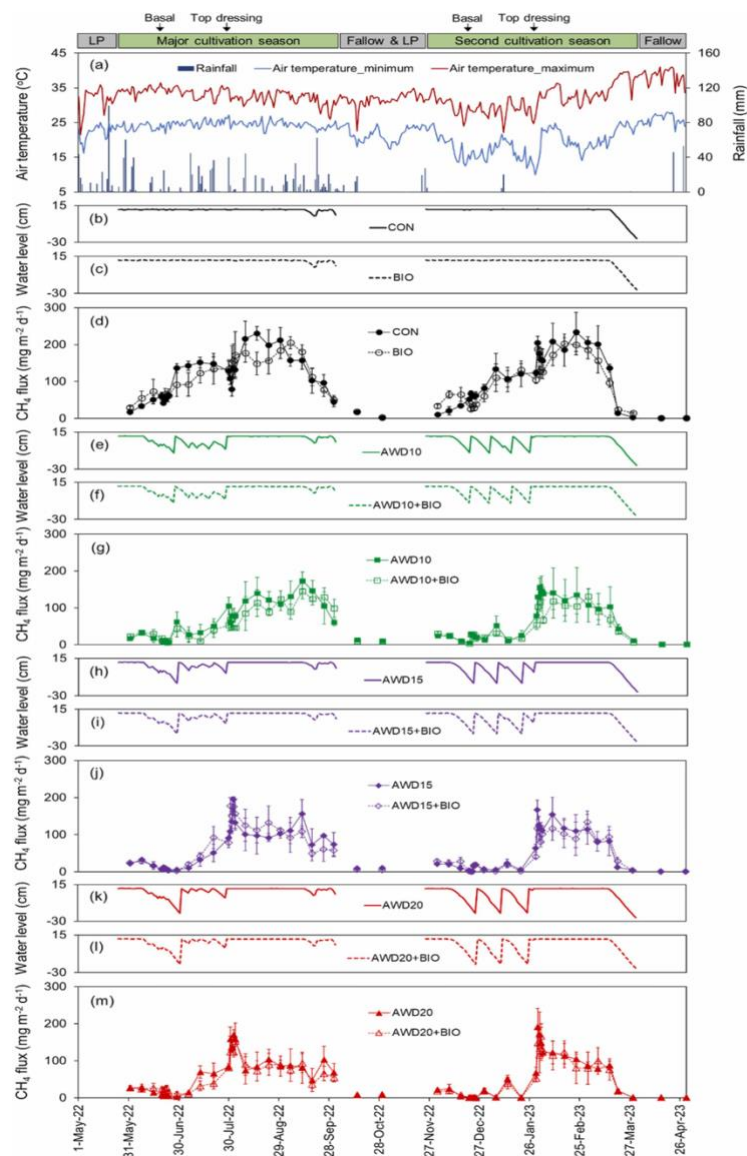
ที่มา : ยุทธศาสตร์ และคณะ (2566)

3.4.3 การปลดปล่อยก๊าซเรือนกระจกภายใต้การทำให้เปียกและการทำให้แห้งร่วมกับถ่านชีวภาพจากฟางข้าว

Sriphirom และ Rossopa (2023) ได้ศึกษา การปลูกข้าวด้วยการจัดการน้ำแบบเปียกสลับแห้ง (AWD) ร่วมกับการใช้ถ่านชีวภาพจากฟางข้าว ถูกนำมาใช้เพื่อลดการปลดปล่อยก๊าซเรือนกระจกในนาข้าว โดยเปรียบเทียบผลของการจัดการน้ำแบบขังน้ำตลอดฤดูปลูกกับแบบเปียกสลับแห้งในระดับการปล่อยน้ำให้แห้งที่ต่างกัน (AWD 10, AWD 15, AWD 20) และถ่านชีวภาพ (AWD +BIO) ผลการวิจัยพบว่าการจัดการน้ำแบบเปียกสลับแห้งร่วมกับถ่านชีวภาพสามารถลดการปล่อยก๊าซเรือนกระจกได้อย่างมีนัยสำคัญ โดยไม่ทำให้ผลผลิตข้าวลดลงเมื่อเทียบกับการปลูกแบบดั้งเดิมที่ขังน้ำตลอดฤดูปลูก ซึ่งแสดงให้เห็นว่า การปลูกข้าวแบบนี้มีประโยชน์ในการประหยัดน้ำและลดผลกระทบด้านสิ่งแวดล้อม

การจัดการน้ำในการปลูกข้าว

การจัดการน้ำในการปลูกข้าวแบ่งออกเป็นการให้น้ำแบบขังน้ำตลอดฤดูปลูกและการจัดการน้ำแบบเปียกสลับแห้ง (AWD) การจัดการน้ำแบบเปียกสลับแห้งเป็นการปล่อยให้ผิวดินแห้งในระดับความลึกต่าง ๆ ก่อนที่จะเพิ่มน้ำเข้าไปใหม่ในระดับที่กำหนด การศึกษาระบุว่า การทำให้ผิวดินแห้งที่ระดับ 15 เซนติเมตร (AWD 15) เป็นระดับที่ปลอดภัยต่อการเจริญเติบโตของข้าวและช่วยลดการปลดปล่อยก๊าซมีเทนได้อย่างมีประสิทธิภาพ (Adhya *et al*, 2014) การจัดการน้ำแบบเปียกสลับแห้งร่วมกับถ่านชีวภาพแสดงให้เห็นว่าช่วยรักษาระดับการผลิตข้าวและลดการปล่อยก๊าซเรือนกระจก โดยมีการปล่อยน้ำในรอบการเติบโตของข้าวตามช่วงเวลาที่กำหนดและการใช้น้ำเพียงพอในระยะที่จำเป็น (Adhya *et al*, 2014, Bouman *et al*, 2007a) ซึ่งช่วยให้การเก็บเกี่ยวข้าวมีคุณภาพและผลผลิตที่ดี (ภาพที่ 1)



ที่มา : Sriphirom, P. and Rossopa, B. (2023)

ภาพที่ 1 (a) อุณหภูมิอากาศและปริมาณน้ำฝนในช่วงระยะเวลาการศึกษา ระดับน้ำในแปลงนาโดยใช้ (b) น้ำท่วมอย่างต่อเนื่องตามแนวทางปฏิบัติทั่วไป (CON), (c) การใช้ถ่านชีวภาพ (BIO), (e) การเปียกและการอบแห้งแบบสลับ (AWD) ที่ระดับการอบแห้ง 10 เซนติเมตร ต่ำกว่าผิวดิน (AWD10), (f) AWD10 รวมกับ BIO (AWD10 +BIO), (h) AWD ที่ระดับการอบแห้ง 15 เซนติเมตร ต่ำกว่าผิวดิน (AWD15), (i) AWD15 รวมกับ BIO (AWD15 +BIO), (k) AWD ที่ระดับการอบแห้ง 20 เซนติเมตร ต่ำกว่าผิวดิน (AWD20) และ (l) AWD20 รวมกับ BIO (AWD20 +BIO) ความแปรปรวนของการปล่อยก๊าซมีเทน (CH_4) ตลอดระยะเวลาการศึกษาของ (d) CON และ BIO, (g) AWD10 และ AWD10 +BIO, (j) AWD15 และ AWD15 +BIO และ (m) AWD20 และ AWD20 +BIO ฐานคือการใช้ปุ๋ยฐาน น้ำด้านบนคือการใช้ปุ๋ยแต่งด้านบน และ LP หมายถึงการเตรียมดิน

4. สรุป

การปลูกข้าวมีบทบาทสำคัญในกระบวนการปลดปล่อยก๊าซเรือนกระจก โดยเฉพาะก๊าซมีเทน (CH_4) ซึ่งเกิดจากการย่อยสลายสารอินทรีย์ในดินที่มีน้ำขังในสภาพไร้ออกซิเจน ปัจจัยที่มีผลต่อการปล่อยก๊าซมีเทนในนาข้าว ได้แก่ การจัดการน้ำ การใช้ปุ๋ย และการใช้วัสดุปรับปรุงดิน เช่น ถ่านชีวภาพ งานวิจัยหลายชิ้นชี้ให้เห็นว่า การจัดการน้ำแบบเปียกสลับแห้ง (Alternate Wetting and Drying: AWD) ร่วมกับการใช้ถ่านชีวภาพเป็นวิธีที่สามารถลดการปลดปล่อยก๊าซเรือนกระจกได้อย่างมีประสิทธิภาพ โดยไม่กระทบต่อผลผลิตข้าว จากการศึกษาพบว่า การใช้ปุ๋ยเคมีในอัตรา 70% เป็นวิธีที่ช่วยลดการปลดปล่อยก๊าซมีเทนได้อย่างชัดเจนเมื่อเทียบกับการใช้ปุ๋ยชนิดอื่น ในการทดลองที่จังหวัดสุพรรณบุรีและอ่างทอง พบว่าทริตเมนต์ที่ใช้ปุ๋ยเคมี 70% ปลดปล่อยก๊าซมีเทนน้อยที่สุดในขณะที่การใช้ปุ๋ยอินทรีย์และน้ำหมักชีวภาพในบางพื้นที่ก็มีแนวโน้มลดการปล่อยก๊าซเรือนกระจกได้อย่างไรก็ตาม การใช้วัสดุอินทรีย์อาจเพิ่มการปลดปล่อยก๊าซเรือนกระจกหากไม่มีการจัดการน้ำที่เหมาะสม ดังนั้นจึงควรใช้วิธีการจัดการน้ำแบบเปียกสลับแห้ง (AWD) ซึ่งปล่อยให้ดินแห้งในระดับ 10-20 เซนติเมตรก่อนที่จะเติมน้ำเข้าไปใหม่ เป็นวิธีที่ช่วยลดการปลดปล่อยก๊าซเรือนกระจกได้อย่างมีประสิทธิภาพ นอกจากนี้ยังสามารถประหยัดน้ำได้มากถึง 40-60% โดยไม่กระทบต่อการเจริญเติบโตและผลผลิตข้าว งานวิจัยหลายชิ้นระบุว่า การปล่อยให้ดินแห้งในระดับ 15-20 เซนติเมตรเป็นระดับที่เหมาะสมที่สุดในการลดการปลดปล่อยก๊าซมีเทน ขณะเดียวกันก็ยังรักษาความชื้นที่เพียงพอต่อการเจริญเติบโตของข้าว และการใช้ถ่านชีวภาพจากฟางข้าวเป็นอีกหนึ่งวิธีที่ช่วยเพิ่มประสิทธิภาพในการลดการปล่อยก๊าซเรือนกระจก ถ่านชีวภาพมีคุณสมบัติในการเก็บกักคาร์บอนในดินและช่วยเพิ่มความสามารถของดินในการเก็บกักสารอาหาร นอกจากนี้ยังช่วยเพิ่มเสถียรของคาร์บอนในดิน ทำให้สามารถลดการปลดปล่อยก๊าซเรือนกระจกออกจากดินได้ การศึกษาพบว่าการใช้ถ่านชีวภาพร่วมกับปุ๋ยเคมีและการจัดการน้ำแบบ AWD ช่วยลดการปลดปล่อยก๊าซมีเทนได้มากที่สุด โดยไม่กระทบต่อผลผลิตข้าวในพื้นที่ทดลอง และการใช้เทคนิค AWD ร่วมกับถ่านชีวภาพและปุ๋ยเคมีมีผลในการเพิ่มการเจริญเติบโตของต้นข้าวและรักษาระดับผลผลิตให้คงที่ ขณะที่ลดผลกระทบทางสิ่งแวดล้อมจากการปล่อยก๊าซเรือนกระจก งานวิจัยเหล่านี้เน้นให้เห็นถึงความสำคัญของการจัดการน้ำและการใช้วัสดุปรับปรุงดินเพื่อลดการปลดปล่อยก๊าซเรือนกระจกในกระบวนการปลูกข้าว ซึ่งสามารถนำไปประยุกต์ใช้เพื่อการเกษตรที่ยั่งยืนในอนาคต

5. เอกสารอ้างอิง

- กรมวิชาการข้าว. องค์ความรู้เรื่องข้าว. 2559. แหล่งที่มา: <http://webold.ricethailand.go.th/rkb3>. สืบค้นเมื่อ 18 กรกฎาคม 2567
- กรมทรัพยากรทางทะเลและชายฝั่ง. ส่วนส่งเสริมพัฒนาทรัพยากรป่าชายเลน. 2558. แหล่งที่มา: <https://dmcrth.dmcr.go.th/manpro/>. สืบค้นเมื่อ 25 กรกฎาคม 2567.
- กรมอุตุนิยมวิทยา. ศูนย์ภูมิอากาศ. 2558. แหล่งที่มา: <http://climate.tmd.go.th/>. สืบค้นเมื่อ 25 กรกฎาคม 2567.
- จิตติวรณ บำรุงบุตร พงษ์เทพ หาญพัฒนากิจ อำนาจ ชิดไธสง สุขุมารณ์ แสงงาม และศุภิกา วานิช ชัง. (2563). ประสิทธิภาพการจัดการน้ำด้วยวิธีแบบเปียกสลับแห้งต่อการเจริญเติบโตและผลผลิตข้าว. วารสารมหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ (สาขาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี), 12, 10-22.
- ชฎาภา ใจหมั่น ศุภธิดา อำทอง ทวี ชัยพิมลสิน และชาคริต โชติอมรศักดิ์. (2562). ปัจจัยที่มีผลต่อการปลดปล่อยก๊าซเรือนกระจกภายใต้การปลูกข้าวที่มีการจัดการน้ำแบบเปียกสลับแห้ง. วารสารวิจัยและส่งเสริมวิชาการเกษตร, 13(2), 47-59
- นวลละออง อรรถรังสรรค์.(2558). กระบวนการสร้างเสริมการบริหารจัดการธนาคารข้าว และการลดต้นทุนในการผลิตข้าวกรณีศึกษา: บ้านหินปูน ตำบลเขาใหญ่ อำเภอกันทรวิชัย จังหวัดมหาสารคาม. วารสารวิจัยเพื่อการพัฒนาเชิงพื้นที่, 7, 16-33.
- ยุทธศาสตร์ อนุรักษ์พันธุ์ พงศ์ธร เพียรพิทักษ์ และปรางทิพย์ อุณจะนำ. (2566). ผลของการใส่ปุ๋ยที่แตกต่างกันต่อการปลดปล่อยก๊าซมีเทนและผลผลิตข้าว. วารสารวิทยาศาสตร์และนวัตกรรมเกษตร, 55(2), 108-121
- สารินี โฉมแก้ว. 2556. ผลของการใช้ปุ๋ยที่มีผลต่อการปลดปล่อยก๊าซเรือนกระจกในนาข้าว. วิทยานิพนธ์ปริญญาโท. จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย. กรุงเทพฯ, 136 หน้า
- สำนักงานเศรษฐกิจการเกษตร. 2566. ข้อมูลเศรษฐกิจการเกษตร.แหล่งที่มา: <https://www.oae.go.th/view/1/News/EN-US>. สืบค้นเมื่อ 17 กรกฎาคม 2567.
- Adhya, T.K., Linquist, B., Searchinger, T., Wassmann, R., Yan, X., 2014, Wetting and drying: reducing greenhouse gas emissions and saving water from rice production. World Resources Institute, Working paper, Washington, DC.
- Attanan, T. 1999. Organic Carbon in Soil. Department of Soil Science, Faculty of Agriculture, Kasetsart University, Bangkok, Thailand. (in Thai)
- Aumtong, S. 2018. Paddy Soil and Management. Chiang Mai: Faculty of Agricultural Production, Maejo University. 486 p. [in Thai]
- Bouman, B.A., Humphreys, E., Tuong, T.P., Barker, R., 2007a. Rice and water. Adv. Agron. 92, 187-237.
- Hemwong, S. 2018. Effects of rice husk charcoal under chemical and organic-chemical paddy filed on CH₄ emission, growth and yield of KDML 105 rice. Journal of Agri. Research & Extension. 35(1): 1–11. (in Thai)

- Sriphirom. P., Rossopa. B. 2023. Assessment of greenhouse gas mitigation from rice cultivation using alternate wetting and drying and rice straw. *Agricultural Water Management*. 290: 108–586.
- Wu, M., X. Han, T. Zhong, M. Yuan and W. Wu. 2016. Soil organic carbon content affects the stability of biochar in paddy soil. *Agriculture, Ecosystems and Environment* 223: 59-66.
- Yagi,K. and K. Minami. 1990. Effect of organic matter application on methane emission from some Japanese paddy fields. *Soil Science and Plant Nutrition*. 36(4): 599-610