การบรรเทาผลกระทบการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศโดยวิธีการทำนาแบบเปียกสลับแห้งเพื่อลดการปลดปล่อยก๊าซเรือนกระจก

ญาณวุฒิ อุทรักษ์[1], ธีรวงศ์ เหล่าสุวรรณ[1*], สาธิต แสงประดิษฐ์[1], เชษฐพงษ์ บุตรเทพ[1],
สมิทร เหลี่ยมมณี[2], โสภณ อินทรา[2] และ พัชรพล ขุนทอง[2]

Climate Change Mitigation using Alternate Wetting and Drying Methods to Reduce Greenhouse Gas Emissions

Yannawut Uttaruk[1], Teerawong Laosuwan[1*], Satith Sangpradid[1], Chetphong Butthep[1],
Smith Leammanee[2], Sophon Indra[2] and Patcharapol Khunthong[2]

[1] Greenhouse Gas Research and Operations Center, Faculty of Science, Mahasarakham University, Maha Sarakham, 44150

[2] Wave BCG Co., Ltd., 2445/19 Tararom Business Tower 14th Floor, New Petchaburi Rd, Bang Kapi, Huai Khwang, Bangkok, 10310

[*] Corresponding author: teerawong@msu.ac.th

Received: March 15, 2024; Revised: March 29, 2024; Accepted: March 30, 2024

บทคัดย่อ

ปัญหาการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศหรือที่รู้จักกันดีคือปัญหาโลกร้อนกำลังเป็นปัญหาสำคัญของโลก การดำเนินกิจกรรมโครงการการลดการปลดปล่อยก๊าซเรือนกระจกจากภาคเกษตรเป็นแนวทางหนึ่งที่ช่วยในการบรรเทาการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศที่ทวีความรุนแรงขึ้นทุกปี วัตถุประสงค์ของการวิจัยครั้งนี้คือ 1) การเตรียมแปลงนาและจัดทำระบบชลประทานในนาข้าวให้เป็นแบบเปียกสลับแห้ง 2) เปรียบเทียบต้นทุนก่อน–หลัง ทำนาแบบเปียกสลับแห้ง 3) เปรียบเทียบปริมาณการใช้น้ำก่อน–หลัง ทำนาแบบเปียกสลับแห้ง 4) เปรียบเทียบปริมาณการใช้ปุ๋ยก่อน–หลัง ทำนาแบบเปียกสลับแห้ง 5)เปรียบเทียบผลผลิตข้าวก่อน–หลัง ทำนาแบบเปียกสลับแห้ง และ 6) วิเคราะห์ปริมาณก๊าซเรือนกระจกที่ลดได้จากการทำนาแบบเปียกสลับแห้งภายใต้โครงการลดก๊าซเรือนกระจกภาคสมัครใจตามมาตรฐานของประเทศไทย (T–VER) โดยใช้มาตรฐานขั้นสูง (Premium T–VER) วิธีการดำเนินการในการศึกษาครั้งนี้ได้มีการดำเนินการไปตามวัตถุประสงค์ทั้ง 6 ข้อดังที่กล่าวมา ผลการศึกษาการทำนาแบบเปียกสลับแห้งในพื้นที่ศึกษา 20 ไร่ ตั้งอยู่ที่ ถนนชาวเหนือ 5 ตำบลเชียงรากใหญ่ อำเภอสามโคก จังหวัดปทุมธานี พบว่า ต้นทุนการผลิตลดลงร้อยละ 19.39 ปริมาณการใช้น้ำลดลงร้อยละ 90 ปริมาณการใช้ปุ๋ยลดลงร้อยละ 10 มีผลผลิตเพิ่มขึ้นร้อยละ 44.5 การศึกษาครั้งนี้ สามารถลดการปลดปล่อยก๊าซเรือนกระจกได้จากการดำเนินกิจกรรมโครงการ (15 ปี) ได้ 100 ตันคาร์บอนไดออกไซด์เทียบเท่า (tCO_2e) เฉลี่ยปีละ 6.7 ตันคาร์บอนไดออกไซด์เทียบเท่า (tCO_2e) เมื่อนำมาคำนวณเป็นปริมาณคาร์บอนเครดิตจากพื้นที่ดำเนินการที่ไม่รวมการใช้ปุ๋ย ก็พบว่ามีปริมาณคาร์บอนเครดิตทั้งหมด 100 ตันคาร์บอนไดออกไซด์เทียบเท่า (tCO_2e) ตลอดระยะเวลาดำเนินโครงการ 15 ปี

คำสำคัญ: การทำนาแบบเปียกสลับแห้ง, ก๊าซมีเทน, ก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์, คาร์บอนเครดิต, เป้าหมายการพัฒนาที่ยั่งยืน

---

[1] ศูนย์วิจัยและปฏิบัติการก๊าซเรือนกระจก คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหาสารคาม จังหวัดมหาสารคาม 44150

[2] บริษัท เวฟ บีซีจี จำกัด เลขที่ 2445/19 อาคาร ธารารมณ์ บิสซิเนส ทาวเวอร์ ชั้น 14 ถนนเพชรบุรีตัดใหม่ แขวงบางกะปิ เขตห้วยขวาง กรุงเทพฯ 10310

Abstract

The problem of climate change, or better known as global warming, is becoming a major problem in the world. Carrying out project activities to reduce greenhouse gas emissions from the agricultural sector is one way to help alleviate climate change that is getting more severe every year. The objective of this research is 1) Preparing the rice fields and creating an irrigation system in the rice fields to be Alternate Wetting and Drying, 2) Compare costs before and after Alternate Wetting and Drying, 3) Compare the amount of water used before and after Alternate Wetting and Drying, 4) Compare the amount of fertilizer used before and after Alternate Wetting and Drying, 5) Compare rice production before and after Alternate Wetting and Drying and 6) Analyze the amount of greenhouse gases that can be reduced from Alternate Wetting and Drying farming under the Thailand Voluntary Emission Reduction Program (T-VER) using advanced standards (Premium T-VER). The procedures of this study were carried out according to the 6 objectives mentioned above. Results of the study of Alternate Wetting and Drying in the study area of 20 rai, located at Chao Nuea Road 5, Chiang Rak Yai Subdistrict, Sam Khok District, Pathum Thani Province. It was found that production costs decreased by 19.39 percent, water use decreased by 90 percent, fertilizer use decreased by 10 percent, production increased by 44.5 percent. This study was able to reduce greenhouse gas emissions from project activities (15 years) by 100 tons of carbon dioxide equivalent (tCO_2e), an average of 6.7 tons of carbon dioxide equivalent (tCO_2e) per year. When calculated as the amount of carbon credits from the operation area that excludes fertilizer use, it was found that there was a total of 100 tons of carbon dioxide equivalent (tCO_2e) for 15 years.

Keywords: Alternate wetting and drying, Methane, Carbon dioxide, Carbon credit, Sustainable Development Goals (SDGs)

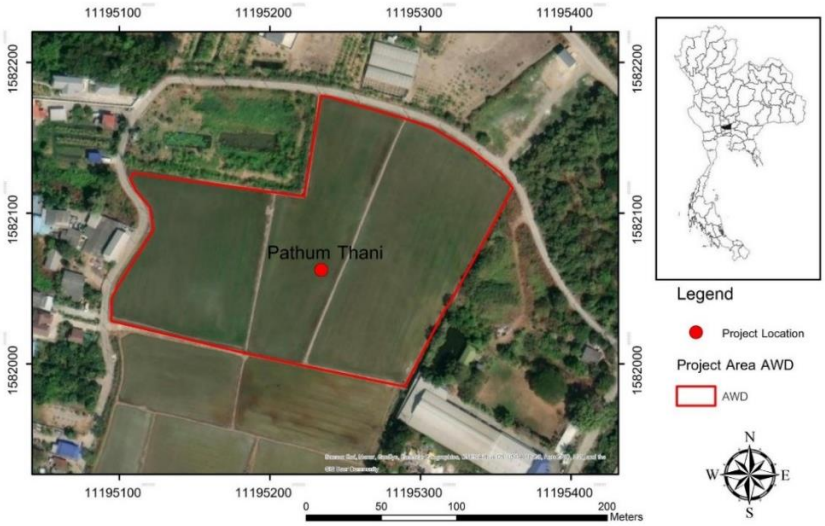
บทนำ

ปัญหาการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ (climate change) หรือที่รู้จักกันดีคือปัญหาโลกร้อน (global warming) กำลังเป็นปัญหาสำคัญของโลกเพราะส่งผลกระทบโดยรวมต่อระบบนิเวศของโลกและที่อยู่อาศัยของมนุษย์ เนื่องจากการละลายของน้ำแข็งในขั้วโลก การเพิ่มขึ้นของระดับน้ำทะเล (Teerawong & Yannawut, 2016; Yannawut & Teerawong, 2019; Uttaruk & Laosuwan, 2020) ซึ่งนำไปสู่การสูญเสียที่อยู่อาศัยของสิ่งมีชีวิตและการเปลี่ยนแปลงของระบบนิเวศ รวมถึงการเกิดโรคอุบัติใหม่ที่เป็นสาเหตุทำให้มนุษย์เสียชีวิตจำนวนมาก (Samek et al., 2011; Manabe, 2019; Tian et al., 2019; Sugsaisakon & Kittipongvises, 2021) การเพิ่มขึ้นของอุณหภูมิโลกมาจากปริมาณการปล่อยก๊าซเรือนกระจก (greenhouse gases: GHGs) (Brick et al., 2021; Bruine de Bruin et al., 2021; Brulle etal., 2021) ข้าวจัดเป็นพืชเศรษฐกิจที่สำคัญของโลก ประชากรกว่าครึ่งโลกบริโภคข้าวเป็นอาหารหลัก เนื่องจากเป็นแหล่งคาร์โบไฮเดรตที่สำคัญ นอกจากนี้ความต้องการบริโภคข้าวมีแนวโน้มสูงขึ้นเนื่องจากประชากรโลกมีอัตราเพิ่มขึ้นอย่างต่อเนื่อง สำหรับวิธีการเพาะปลูกข้าวในอดีตจนถึงปัจจุบัน เกษตรกรใช้น้ำปลูกข้าวในปริมาณที่ค่อนข้างสูง เพราะเชื่อว่าสามารถให้ผลผลิตสูงและข้าวเจริญเติบโตช้าถ้าไม่มีน้ำท่วมขังในนา ทั้งนี้ จากงานวิจัยเกี่ยวกับปริมาณการใช้น้ำในการเพาะปลูก พบว่าการสูญเสียน้ำตลอดระยะเวลาในการเพาะปลูกข้าวประมาณ 50 – 80% ของปริมาณน้ำที่ใช้ นอกจากนี้ การที่มีน้ำท่วมขังในนาข้าวยังก่อให้เกิดก๊าซเรือนกระจกแพร่ขึ้นสู่ชั้นบรรยากาศ โดยเฉพาะอย่างยิ่ง ก๊าซมีเทน (CH_4) ซึ่งเป็นหนึ่งในก๊าซเรือนกระจกที่มีศักยภาพในการทำให้เกิดภาวะโลกร้อนมากกว่าก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ (CO_2) ถึง 28 เท่า (องค์การบริหารจัดการ

ก๊าซเรือนกระจก, 2564) ทั้งนี้ ก๊าซมีเทนในนาข้าวนั้น เกิดจากการย่อยสลายสารอินทรีย์ของจุลินทรีย์ที่อยู่ในดินของพื้นที่นา ดังนั้น การทำนาข้าวจึงเป็นสาเหตุหนึ่งที่ก่อให้เกิดผลกระทบต่อความเข้มข้นของก๊าซเรือนกระจกในชั้นบรรยากาศ (นวลละออง อรรถรังสรรค์, 2558; จิตติวรรณ บำรุงบุตร และคณะ, 2563)

ด้วยเหตุนี้ นักวิทยาศาสตร์จึงหาวิธีการใช้น้ำอย่างมีประสิทธิภาพและการบรรเทาผลกระทบการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ ด้วยวิธีการทำนาแบบเปียกสลับแห้ง (Alternate Wetting and Drying : AWD) ซึ่งเป็นการจัดการน้ำที่ได้รับความนิยมอย่างแพร่หลายในปัจจุบันและถูกนำมาใช้ในการจัดการน้ำเพื่อการเกษตรทั้งในและต่างประเทศ (International Rice Research Institute, 2021) วิธีการทำนาแบบเปียกสลับแห้ง เป็นเทคโนโลยีที่มีการใช้กันอย่างกว้างขวางในหลายประเทศ (Maneepitak et al., 2019; Sahu et al., 2023) เป็นการจัดการน้ำแบบไม่ต้องให้น้ำแช่ขังตลอดแต่ปล่อยให้มีการแห้งช่วงระยะหนึ่งสำหรับระยะการเจริญเติบโตของข้าว (Dahlgreen & Parr, 2024) ซึ่งวิธีการนี้สามารถประหยัดน้ำได้ไม่ส่งผลกระทบต่อปริมาณผลผลิต อีกทั้งยังช่วยลดก๊าซเรือนกระจกแพร่ขึ้นสู่ชั้นบรรยากาศจากนาข้าว (Vries et al., 2010; Yang et al., 2012; Ye et al., 2013) เมื่อเปรียบเทียบกับการให้น้ำแบบขังน้ำตลอดอายุปลูก ซึ่งวิธีการให้น้ำดังกล่าวข้างต้นสามารถทำได้ทั้งข้าวอยู่ในระยะแตกกอและระยะสร้างรวงอ่อน (Dong et al., 2012; Carrijo et al., 2017) หรือตลอดอายุปลูก ยกเว้นเฉพาะช่วงออกดอกเท่านั้น (Yao et al., 2012' Wu et al., 2022) สำหรับประเทศไทย การทำนาแบบเปียกสลับแห้งโดยทั่วไปจะขังน้ำในแปลงนาที่ระดับความลึก 5 เซนติเมตร ในช่วงหลังปักดำ จนกระทั่งข้าวอยู่ในช่วงตั้งท้องออกดอกจึงจะเพิ่มระดับน้ำในแปลงอยู่ที่ 7–10 เซนติเมตร ช่วงที่ปล่อยให้ข้าวขาดน้ำมี 2 ช่วงคือ ครั้งที่ 1 ในช่วงเจริญเติบโตทางลำต้น (อายุข้าว 35–45 วัน) เป็นเวลา 14 วัน หรือจนกว่าระดับน้ำในแปลงนาจะต่ำกว่าผิวแปลง 10–15 เซนติเมตร หรือดินในแปลงนาแตกระแหง แล้วจึงปล่อยน้ำเข้านา ครั้งที่ 2 ในช่วงข้าวแตกกอสูงสุด (อายุข้าว 60–65 วัน) เป็นเวลาอีก 14 วัน เช่นเดียวกัน หรือ จนกว่าระดับน้ำในแปลงนาจะลดลงต่ำกว่าผิวแปลง 10–15 เซนติเมตร หรือดินในแปลงนาแตกระแหงแล้วจึงปล่อยน้ำเข้านา (กรมการข้าว,ม.ป.ป.; กระทรวงเกษตรและสหกรณ์, 2558; สุภชัย ปิติวุฒิ, ม.ป.ป.; ทีดีอาร์ไอ, 2566)

อนึ่ง โครงการ T-VER คือ กลไกลดก๊าซเรือนกระจกภายในประเทศที่ องค์การบริหารจัดการก๊าซเรือนกระจก (องค์การมหาชน) หรือ อบก. พัฒนาขึ้นตั้งแต่ปี พ.ศ. 2557 มีชื่อเต็มว่า โครงการลดก๊าซเรือนกระจกภาคสมัครใจตามมาตรฐานของประเทศไทย (Thailand Voluntary Emission Reduction Program) เรียกย่อว่า T-VER ซึ่งเป็นกลไกที่มีเป้าหมายในการส่งเสริมให้ทุกภาคส่วนมีส่วนร่วมลดการปล่อยก๊าซเรือนกระจกในประเทศ (องค์การบริหารจัดการก๊าซเรือนกระจก , 2559) สำหรับ T-VER มาตรฐานขั้นสูง หรือที่เรียกว่า Premium T-VER ได้ถูกพัฒนาต่อยอดมาจาก T-VER ในปี พ.ศ. 2565 โดยที่ Premium T-VER ต้องเป็นกิจกรรมที่ตั้งอยู่ในประเทศไทย ที่สามารถตรวจวัดการลดก๊าซเรือนกระจกได้จริง (real) และถาวร (permanent) มีการดำเนินงานเพิ่มเติมจากการดำเนินงานตามปกติ (additional) ไม่มีการนับซ้ำ (double counting) สนับสนุนให้เกิดการพัฒนาที่ยั่งยืน และมีการป้องกันผลกระทบด้านลบ (safeguards) ไม่ก่อให้เกิดผลกระทบด้านลบ (do-no-net harm) (องค์การบริหารจัดการก๊าซเรือนกระจก, 2563) วัตถุประสงค์ของการวิจัยครั้งนี้ เพื่อ 1) การเตรียมแปลงนาและจัดทำระบบชลประทานในนาข้าวให้เป็นแบบเปียกสลับแห้ง 2) เปรียบเทียบต้นทุนก่อน-หลัง ทำนาแบบเปียกสลับแห้ง 3) เปรียบเทียบปริมาณการใช้น้ำก่อน-หลัง ทำนาแบบเปียกสลับแห้ง 4) เปรียบเทียบปริมาณการใช้ปุ๋ยก่อน-หลัง ทำนาแบบเปียกสลับแห้ง 5) เปรียบเทียบผลผลิตข้าวก่อน-หลัง ทำนาแบบเปียกสลับแห้ง และ 6) วิเคราะห์ปริมาณก๊าซเรือนกระจกที่ลดได้จากการทำนาแบบเปียกสลับแห้งภายใต้โครงการลดก๊าซเรือนกระจกภาคสมัครใจตามมาตรฐานของประเทศไทยโดยใช้มาตรฐานขั้นสูง (Premium T-VER) โดยได้ทำการเลือกพื้นที่ศึกษาตัวอย่าง 20 ไร่ (รูปที่ 1) ตั้งอยู่ที่ ถนนชาวเหนือ 5 ตำบลเชียงรากใหญ่ อำเภอสามโคก จังหวัดปทุมธานี



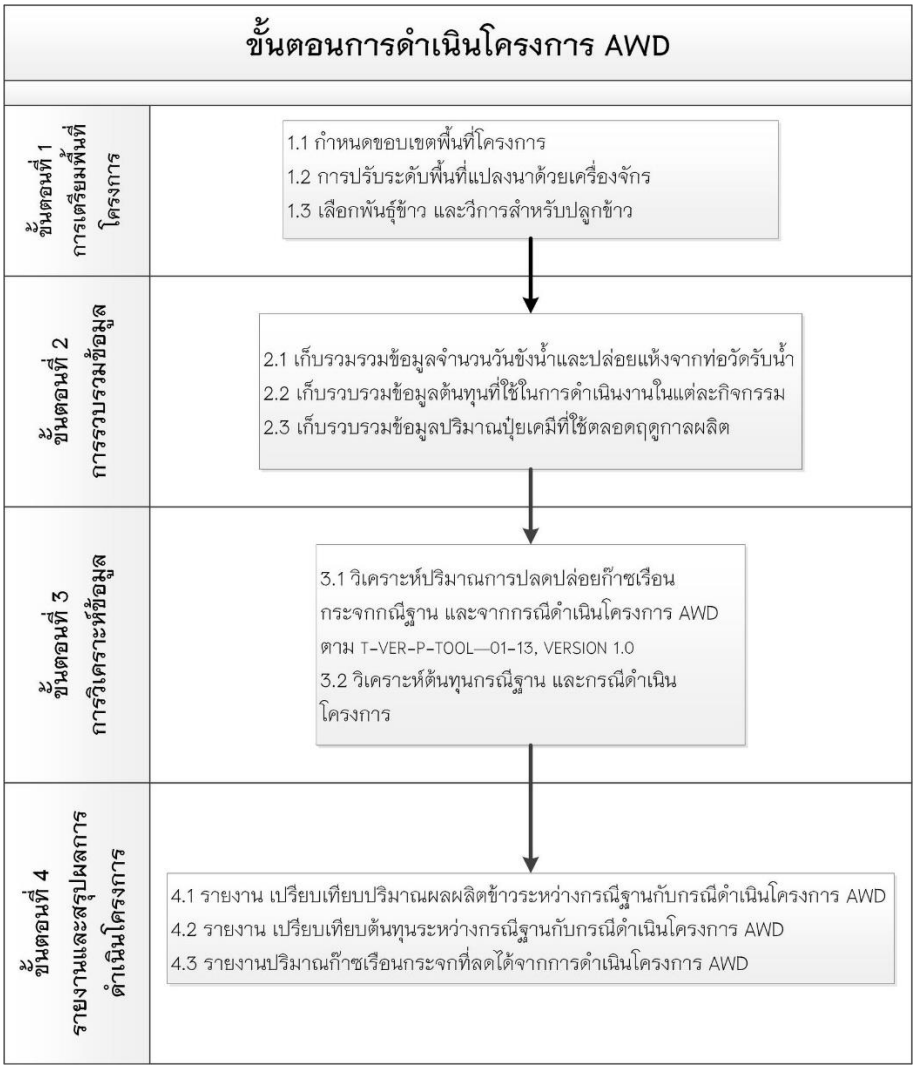
รูปที่ 1 พื้นที่ศึกษาตัวอย่าง 20 ไร่ ตำบลเชียงรากใหญ่ อำเภอสามโคก จังหวัดปทุมธานี

วิธีการดำเนินการวิจัย

การดำเนินการวิจัยในครั้งนี้เป็นการปรับเปลี่ยนวิธีการทำนาแบบดังเดิมที่มีการขังน้ำในนาข้าวตลอดระยะเวลาปลูกข้าวเป็นการทำนาแบบเปียกสลับแห้งบนพื้นที่นาของเกษตรกร ในการทดลองพื้นที่ 20 ไร่ ในเขตตำบลเชียงรากใหญ่ อำเภอสามโคก จังหวัดปทุมธานี ดังรูปที่ 1 โดยปลูกข้าวพันธุ์ จัสมิน 20 (*Oryza sativa* L.:Jusmin20) แบบนาหว่าน ระยะเวลาในการดำเนินการ ตั้งแต่วันที่ 1 มกราคม ถึง 30 เมษายน พ.ศ. 2566 โดยมีรายละเอียดการดำเนินดังรูปที่ 2 และสามารถอธิบายการดำเนินการพอสังเขป ดังนี้

1. ใช้เครื่องจักรกลปรับระดับดินนาด้วยแสงเลเซอร์ (Laser land leveling) เป็นการจัดการผิวหน้าดินนาในกระทงนาเดียวกันที่ยังมีความต่างระดับกันอยู่บ้าง ให้มีความราบเรียบและมีระดับที่สม่ำเสมอกันมากขึ้น ทั้งนี้เพื่อให้การจัดการเพาะปลูกดีขึ้น ต้นข้าวมีการเจริญเติบโตที่สม่ำเสมอกันทั้งแปลงนา ส่งผลให้ได้ผลผลิตต่อหน่วยพื้นที่สูงขึ้นและมีคุณภาพของผลผลิตที่ดีสม่ำเสมอกันอีกด้วย การดำเนินครั้งนี้ได้ดำเนินการในพื้นที่ศึกษาดังรูปที่ 3

2. การเตรียมแปลงนาและจัดทำระบบชลประทานในนาข้าวให้เป็นแบบเปียกสลับแห้ง (ทำได้ทั้งนาดำและนาหว่าน) การศึกษาครั้งนี้ได้เตรียมท่อพีวีซีขนาด 4 นิ้ว ยาว 25 เซนติเมตร วัดจากขอบท่อมา 5 เซนติเมตร เจาะรูทั้งหมด 4 จุด ทำทุก ๆ 5 เซนติเมตร นำไปฝังไว้ในแปลงนาลึก 20 เซนติเมตร ให้ปากท่อพ้นดิน 5 เซนติเมตร ในอัตรา 1 ท่อ ต่อพื้นที่ 1 ไร่ (รวมทั้งสิ้น 20 ท่อ) จากนั้นขุดดินในท่อออกเพื่อใช้สังเกตระดับน้ำใต้ดิน (รูปที่ 4) ทำการปลูกข้าวจัสมิน 20 (Jasmine 20) และใช้ปุ๋ยเดิมของเกษตรกร (เคมีเป็นหลัก) โดยหลังข้าวอายุได้ 20 วันขึ้นไป นับจากวันที่ดำนาหรือหว่านข้าวให้สูบน้ำข้าวนาระดับน้ำให้สูง 5–10 เซนติเมตร จากผิวดิน แล้วปล่อยให้แห้ง รอเวลาให้ข้าวแตกรากแตกกอ เป็นเวลา 15–20 วัน หรือจนกระทั่งระดับน้ำใต้ดินในท่อที่ฝังไว้ต่ำกว่า 15 เซนติเมตร จากผิวดิน ให้สูบน้ำเข้าอีกครั้ง กระบวนการนี้สามารถทำได้ 1–2 ครั้ง ก่อนข้าวเริ่มตั้งท้อง หรืออายุข้าวได้ 60 วัน



รูปที่ 2 วิธีการดำเนินการวิจัย

รูปที่ 3 การใช้เครื่องจักรกลปรับระดับดินนาด้วยแสงเลเซอร์

รูปที่ 4 การเตรียมแปลงนาและจัดทำระบบชลประทานในนาข้าว

3. ประเมินต้นทุนและผลผลิตข้าว ก่อน–หลัง ทำนาแบบเปียกสลับแห้ง สำหรับการประเมินต้นทุนและผลผลิตข้าวก่อน–หลังทำนาแบบเปียกสลับแห้งประเมินจาก ปริมาณการใช้น้ำ ปริมาณการใช้ปุ๋ย และเปรียบเทียบปริมาณผลผลิตข้าวก่อน–หลัง จากการปรับเปลี่ยนวิธีการทำนาแบบเปียกสลับแห้ง

4. วิเคราะห์ปริมาณก๊าซเรือนจกที่ลดได้ จากการทำนาแบบเปียกสลับแห้ง ภายใต้ โครงการลดก๊าซเรือนกระจกภาคสมัครใจตามมาตรฐานของประเทศไทย (Thailand Voluntary Emission Reduction Program) เรียกย่อว่า T–VER และได้ใช้มาตรฐานขั้นสูง (Premium T–VER) ตามเครื่องมือการคำนวณปริมาณการลดการปลดปล่อยก๊าซมีเทนจากพื้นที่ปลูกข้าว (Calculation for methane emission reduction by adjusted water management practice in rice cultivation :T–VER–P–TOOL—01–13, VERSION 1.0) (องค์การบริหารจัดการก๊าซเรือนกระจก, 2563) ระยะเวลา 15 ปี โดยเลือกทางเลือกที่ 2 จากการใช้ค่าสัมประสิทธิ์การปล่อยก๊าซมีเทนจากการปลูกข้าวเป็นค่าแนะนำ กรณีไม่ใส่วัตถุอินทรีย์ในดิน ดังสมการที่ 1 – 4

$$CH_4soil_{ER,t} = EF_{ER} \; x \; A_t \; x \; L_t \; x \; 10^{-3} \; x \; GWP_{CH4} \quad (1)$$

$$EF_{ER} = EF_{BSL} - EF_{PROJ}$$

กรณีใส่วัสดุอินทรีย์

$$EF_{BSL} = EF_{BSL,c} \; x \; SF_{BSL,w} x \; SF_{BSL,p} \; x \; SF_{BSL,o} \quad (2)$$

$$EF_{PROJ} = EF_{BSL,c} \; x \; SF_{PROJ,w} x \; SF_{PROJ,p} \; x \; SF_{PROJ,o}$$

กรณีไม่ใส่วัสดุอินทรีย์

$$EF_{BSL} = EF_{BSL,c} \; x \; SF_{BSL,w} x \; SF_{BSL,p} \quad (3)$$

$$EF_{PROJ} = EF_{BSL,c} \; x \; SF_{PROJ,w} x \; SF_{PROJ,p}$$

โดยที่:

$CH_4soil_{ER,t}$ ปริมาณการลดการปล่อยก๊าซมีเทนของโครงการในปีที่ t (ตันคาร์บอนไดออกไซด์เทียบเท่า)

EF_{ER} ค่าสัมประสิทธิ์การปล่อยก๊าซมีเทนจากการปลูกข้าวที่ลดลงจากการดำเนินโครงการ (กิโลกรัมก๊าซมีเทนต่อไร่ต่อวัน หรือ กิโลกรัมก๊าซมีเทนต่อไร่ต่อฤดูปลูก)

EF_{BSL} ค่าสัมประสิทธิ์การปล่อยก๊าซมีเทนจากการปลูกข้าวในกรณีฐาน (กิโลกรัมก๊าซมีเทนต่อไร่ต่อวัน หรือ กิโลกรัมก๊าซมีเทนต่อไร่ต่อฤดูปลูก)

EF_{PROJ} ค่าสัมประสิทธิ์การปล่อยก๊าซมีเทนจากการปลูกข้าวในกรณีดำเนินโครงการ (กิโลกรัมก๊าซมีเทนต่อไร่ต่อวัน หรือ กิโลกรัมก๊าซมีเทนต่อไร่ต่อฤดูปลูก)

$EF_{BSL,c}$ ค่าสัมประสิทธิ์การปล่อยก๊าซมีเทนจากการปลูกข้าวแบบขังน้ำตลอดฤดูปลูกและไม่ใส่วัสดุอินทรีย์ในกรณีฐาน (กิโลกรัมก๊าซมีเทนต่อไร่ต่อวัน หรือ กิโลกรัมก๊าซมีเทนต่อไร่ต่อฤดูปลูก)โดยใช้ เป็นค่าแนะนำตามคู่มือ IPCC

$SF_{BSL,w}$หรือ$SF_{PROJ,w}$ ตัวปรับค่าตามรูปแบบการจัดการน้ำช่วงฤดูปลูกในพื้นที่ปลูกข้าวในกรณีฐานหรือกรณีดำเนินโครงการ

$SF_{BSL,p}$หรือ$SF_{PROJ,p}$ ตัวปรับค่าตามรูปแบบการขังน้ำก่อนฤดูในพื้นที่ปลูกข้าวในกรณีฐานหรือกรณีดำเนินโครงการ

$SF_{BSL,o}$หรือ$SF_{PROJ,o}$ ตัวปรับค่าตามการใส่วัสดุอินทรีย์ในพื้นที่ปลูกข้าวในกรณีฐานหรือกรณีดำเนินโครงการ โดยคำนวณจากสมการต่อไปนี้

$$SF_o = (1 + \sum_i ROA_i \; x \; CFOA_i)^{0.59} \quad (4)$$

โดยที่

ROA_i ปริมาณวัสดุอินทรีย์ชนิด i ที่ใส่ (ตันต่อไร่ โดยน้ำหนักแห้งสำหรับฟาง และโดยน้ำหนักสดสำหรับวัสดุชนิดอื่น)

$CFOA_i$ ตัวแปลงค่าสำหรับวัสดุอินทรีย์ชนิด i ที่ใส่ (เทียบกับการใส่ฟางเป็นเวลาสั้นๆ อนปลูก)

A_t พื้นที่ปลูกข้าวของโครงการในปีที่ t (ไร่)

L_t ระยะเวลาปลูกข้าวของโครงการในปีที่ t (วัน) (ใช้เฉพาะค่าสัมประสิทธิ์การปล่อยก๊าซมีเทนที่เป็นหน่วยวัน)

GWP_{CH4} ศักยภาพในการทำให้เกิดภาวะโลกร้อนของก๊าซมีเทน

ผลการศึกษา

จากการศึกษาการบรรเทาผลกระทบการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศโดยวิธีการทำนาแบบเปียกสลับแห้งเพื่อลดการปลดปล่อยก๊าซเรือนกระจก สามารถแสดงผลการศึกษาตามวัตถุประสงค์ได้ ดังนี้

1. ผลการวิเคราะห์ต้นทุนก่อน–หลัง ทำนาแบบเปียกสลับแห้ง พบว่า ต้นทุนก่อนทำนาแบบเปียกสลับแห้งเท่ากับ 5,700 บาท ต้นทุนหลังทำนาแบบเปียกสลับแห้งเท่ากับ 4,595 บาท และพบว่า ต้นทุนการผลิตลดลงร้อยละ 19.39

2. ผลการวิเคราะห์ปริมาณการใช้น้ำก่อน–หลัง จากการทำนาแบบเปียกสลับแห้ง พบว่า ปริมาณการใช้น้ำก่อนทำนาแบบเปียกสลับแห้งเท่ากับ 64,000 ลบ.ม (ปริมาณน้ำที่พื้นที่กักเก็บได้ 1,600 ลบ.ม และ นำน้ำเข้านาทุก ๆ 3 วัน ครั้งละ 500 ลบ.ม) สำหรับปริมาณการใช้น้ำหลังทำนาแบบเปียกสลับแห้งเท่ากับ 4,800 ลบ.ม (ปริมาณน้ำที่พื้นที่กักเก็บได้ 1,600 ลบ.ม และปล่อยให้นาแห้งและนำน้ำเข้านาทั้งหมด 2 ครั้ง ครั้งละ 1,600 ลบ.ม) และพบว่าปริมาณการใช้น้ำลดลงร้อยละ 92.50

3. วิเคราะห์ปริมาณการใช้ปุ๋ยก่อน-หลัง จากการทำนาแบบเปียกสลับแห้ง พบว่า ปริมาณการใช้ปุ๋ยก่อนทำนาแบบเปียกสลับแห้งเท่ากับ 2 ตัน ต่อ 20 ไร่ ปริมาณการใช้ปุ๋ยหลัง ทำนาแบบเปียกสลับแห้งเท่ากับ 1.8 ตัน ต่อ 20 ไร่ และพบว่า ปริมาณการใช้ปุ๋ยลดลงร้อยละ 10.00

4. ผลการวิเคราะห์และเปรียบเทียบผลผลิตข้าวก่อน-หลัง แสดงได้ดังตารางที่ 1 โดยจากการทำนาแบบเปียกสลับแห้ง พบว่า น้ำหนักข้าวก่อนทำนาแบบเปียกสลับแห้งเท่ากับ 600 กิโลกรัมต่อไร่ น้ำหนักข้าวหลังทำนาแบบเปียกสลับแห้งเท่ากับ 867 กิโลกรัมต่อไร่ และพบว่า ผลผลิตเพิ่มขึ้นร้อยละ 44.50

ตารางที่ 1 สรุปผลการเปลี่ยนแปลงของต้นทุนและผลผลิตก่อนและหลังปรับเปลี่ยนวิธีการทำนาแบบเปียกสลับแห้ง

กิจกรรม	ก่อน	หลัง	การเปลี่ยนแปลง
งบประมาณในการในการ (บาทต่อไร่)	5,700	4,595	ลดลง ร้อยละ 19.39
ปริมาณการใช้น้ำตลอดระยะเวลาดำเนินการ (ลบ.ม.)	64,000	4,800	ลดลงร้อยละ 92.50
ปริมาณการใช้ปุ๋ยเคมี (ตันต่อไร่)	0.10	0.09	ลดลงร้อยละ 10.00
ผลผลิตข้าว (กิโลกรัมต่อไร่)	600	867	เพิ่มขึ้นร้อยละ 44.50

5. ผลการวิเคราะห์ปริมาณก๊าซเรือนจกที่ลดได้จากการทำนาแบบเปียกสลับแห้ง ภายใต้ โครงการลดก๊าซเรือนกระจกภาคสมัครใจตามมาตรฐานของประเทศไทย (Thailand Voluntary Emission Reduction Program) เรียกย่อว่า T-VER และได้ใช้มาตรฐานขั้นสูง (Premium T-VER) ตามเครื่องมือการคำนวณปริมาณการลดการปลดปล่อยก๊าซมีเทนจากพื้นที่ปลูกข้าว (Calculation for methane emission reduction by adjusted water management practice in rice cultivation :T-VER-P-TOOL—01-13, VERSION 1.0 โดยโครงการลด ดูดซับ และการกักเก็บก๊าซเรือนกระจกจากภาคป่าไม้และการเกษตรมีอายุ 15 ปี และสามารถต่ออายุได้ 2 ครั้ง (องค์การบริหารจัดการก๊าซเรือนกระจก, 2563) สำหรับผลการวิเคราะห์พบว่า สามารถลดการปลดปล่อยก๊าซเรือนกระจกได้จากการดำเนินกิจกรรมโครงการ (15 ปี ระหว่างปี พ.ศ. 2567 – 2581) พบปริมาณ 100 ตันคาร์บอนไดออกไซด์เทียบเท่า (tCO_2e) เฉลี่ยปีละ 6.7 ตันคาร์บอนไดออกไซด์เทียบเท่า (tCO_2e) ดังแสดงในตารางที่ 2

ตารางที่ 2 ผลการวิเคราะห์ปริมาณก๊าซเรือนจกที่ลดได้ (tCO_2e)

ปี	ปริมาณก๊าซเรือนกระจกจากกรณีฐาน	ปริมาณก๊าซเรือนกระจกจากการดำเนินโครงการ	ปริมาณก๊าซเรือนกระจกนอกขอบเขตโครงการ	ปริมาณการลดก๊าซเรือนกระจก
2567	13.12	6.42	0	6.70
2568	13.12	6.42	0	6.70
2569	13.12	6.42	0	6.70
2570	13.12	6.42	0	6.70
2571	13.12	6.42	0	6.70
2572	13.12	6.42	0	6.70
2573	13.12	6.42	0	6.70

ปี	ปริมาณก๊าซเรือนกระจกจากกรณีฐาน	ปริมาณก๊าซเรือนกระจกจากการดำเนินโครงการ	ปริมาณก๊าซเรือนกระจกนอกขอบเขตโครงการ	ปริมาณการลดก๊าซเรือนกระจก
2574	13.12	6.42	0	6.70
2575	13.12	6.42	0	6.70
2576	13.12	6.42	0	6.70
2577	13.12	6.42	0	6.70
2578	13.12	6.42	0	6.70
2579	13.12	6.42	0	6.70
2580	13.12	6.42	0	6.70
2581	13.12	6.42	0	6.70
รวม (tCO_2e)	**196.8**	**96.3**	**0**	**100.5**
จำนวนปี	**15**	**15**	**15**	**15**
เฉลี่ยปีละ (tCO_2e/y)	**13.12**	**6.42**	**0**	**6.70**

สรุปและอภิปรายผล

การขังน้ำในแปลงนาตลอดการเพาะปลูกข้าวนอกจากจะมีการสูญเสียน้ำแล้ว ยังก่อให้เกิดการปล่อยก๊าซมีเทนสู่ชั้นบรรยากาศ โดยก๊าซมีเทนในนาข้าวเกิดจากการย่อยสลายสารอินทรีย์ของจุลินทรีย์ที่อยู่ในดินนา ทั้งนี้ ปัจจัยที่มีอิทธิพลต่อการสร้างและปล่อยมีเทนจากนาข้าวที่สำคัญ ได้แก่ พันธุ์ข้าว ชนิดดิน วิธีการปลูก วิธีการจัดการน้ำ ชนิดกับอัตราการใช้ปุ๋ย และปริมาณสารอินทรีย์ในนาข้าว โดยวิธีการบรรเทาการปล่อยมีเทนจากการทำนาปลูกข้าวที่สำคัญ คือ การจัดการน้ำ การใส่ปุ๋ย และการไถพรวน จากการทำวิจัยที่ผ่านมาพบว่า ช่วงเวลาที่มีการปล่อยก๊าซมากที่สุดคือ เวลาที่ข้าว เริ่มออกดอกและโผล่รวงหรือประมาณ 6 – 8 สัปดาห์ หลังจากปักดำ ในสภาพที่แปลงนามีน้ำท่วมขังทำให้เกิดสภาพไร้อากาศ (anaerobic condition) ซึ่งเป็นปัจจัยแวดล้อมที่เหมาะสมสำหรับการดำเนินกิจกรรมของ แบคทีเรียกลุ่ม Methanogen ให้สามารถย่อยสลายสารอินทรีย์ในดินได้สูงสุด ก๊าซมีเทนที่เกิดขึ้นส่วนมากจะถูกปล่อยสู่บรรยากาศโดยผ่านโพรงอากาศในลำต้นของข้าว (aerenchyma) จากการทดลองปลูกข้าวเปียกสลับแห้งในพื้นที่ 20ไร่ ในตำบลเชียงรากใหญ่ อำเภอสามโคก จังหวัดปทุมธานี ผลการดำเนินงานพบว่าการปลูกข้าวแบบเปียกสลับแห้งเปรียบเทียบกับการทำนาแบบดั้งเดิม สามารถลดต้นทุนการทำนาโดยการลดลงเท่ากับ 1,105 บาท คิดเป็นร้อยละ 19.39 ปริมาณน้ำที่ใช้ลดลงคิดเป็นร้อยละ 92.50 การใช้ปุ๋ยลดลง 200 กิโลกรัม คิดเป็นร้อยละ 10 ผลผลิตเพิ่มขึ้น 261 กิโลกรัมต่อไร่ คิดเป็นร้อยละ 44.50 ของการเพิ่มขึ้น

นอกจากนี้ จากการศึกษาครั้งนี้พบว่า สามารถลดการปลดปล่อยก๊าซเรือนกระจกได้จากการดำเนินกิจกรรมโครงการได้ 225 ตันคาร์บอนไดออกไซด์เทียบเท่า (tCO_2e) เฉลี่ยปีละ 15 ตันคาร์บอนไดออกไซด์เทียบเท่า (tCO_2e) ต่อการปลูก 1 รอบ ต่อพื้นที่ศึกษา 20 ไร่ นอกจากนี้เมื่อนำมาคำนวณเป็นคาร์บอนเครดิตจากการคำนวณด้วยการทำเปียกสลับแห้งอย่างเดียวก็พบว่ามีปริมาณคาร์บอนเครดิต 100 ตันคาร์บอนไดออกไซด์เทียบเท่า (tCO_2e) จากระยะเวลา

ในการดำเนินโครงการ 15 ปี หากรวมการใช้ปุ๋ยด้วยก็พบว่ามีปริมาณคาร์บอนเครดิตทั้งหมดจะเพิ่มขึ้นหากมีการดำเนินการปรับเปลี่ยนวิธีการใช้ปุ๋ย อนึ่ง แนวทางในการได้มาซึ่งคาร์บอนเครดิตนั้นจะต้องมีการปรับระดับดินนาด้วยแสงเลเซอร์ (Laser land leveling) มีการจัดการผันน้ำออกจากพื้นที่ มีการเฝ้าสังเกตท่อเพื่อดูระดับน้ำ และการบันทึกการปลูกและการใช้ปุ๋ย การศึกษาครั้งนี้สามารถสรุปได้ว่า การปลูกข้าวแบบเปียกสลับแห้งสามารถลดต้นทุนได้จริง ลดปริมาณน้ำได้จริง ลดการใช้ปุ๋ยได้จริง ผลผลิตเพิ่มขึ้นจริง นอกจากนี้ ปริมาณก๊าซเรือนกระจกที่ลดได้สามารถนำไปขายเป็นคาร์บอนเครดิตเพื่อเป็นรายได้เสริมให้แก่เกษตรกรและมุ่งสู่เป้าหมายการพัฒนาที่ยั่งยืน (Sustainable Development Goals : SDGs) อีกด้วย

กิตติกรรมประกาศ

คณะผู้วิจัยขอขอบคุณ บริษัท เวฟ บีซีจี จำกัด สำหรับการสนับสนุนทุนวิจัยในครั้งนี้

เอกสารอ้างอิง

กรมการข้าว. (ม.ป.ป.). *การทำนาแบบเปียกสลับแห้ง.* จาก https://webold.ricethailand.go.th/web/index.php/mactivities/6292-2019-07-08-14-27-58.

กระทรวงเกษตรและสหกรณ์. (2558). *คู่มือการทำนาแบบเปียกสลับแห้งแกล้งข้าว ภายใต้โครงการจัดทำแปลงสาธิตการทำนาแบบเปียกสลับแห้ง.* จาก https://water.rid.go.th/waterm/template/manager/FProjectMAC/portfolio/58.pdf.

จิตติวรรณ บำรุงบุตร พงษ์เทพ หาญพัฒนากิจ อำนาจ ชิดไธสง สุขุมาภรณ์ แสงงาม และศุภิกา วานิชชัง. (2563). ประสิทธิภาพการจัดการน้ำด้วยวิธีแบบเปียกสลับแห้งต่อการเจริญเติบโตและผลผลิตข้าว. *วารสารมหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ (สาขาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี), 12*, 10-22.

นวลละออง อรรถรังสรรค์. (2558). กระบวนการสร้างเสริมการบริหารจัดการธนาคารข้าว และการลดต้นทุนในการผลิตข้าว กรณีศึกษา: บ้านหินปูน ตำบลเขวาใหญ่ อำเภอกันทรวิชัย จังหวัดมหาสารคาม. *วารสารวิจัยเพื่อการพัฒนาเชิงพื้นที่, 7*, 16-33.

ทีดีอาร์ไอ .(2566). *ทำไมต้องทำนาแบบเปียกสลับแห้ง.* จาก https://tdri.or.th/2023/08/alternative-wetting-and-drying-rice/.

สุภชัย ปิติวุฒิ .(ม.ป.ป.). *ระบบผลิตเปียกสลับแห้งแกล้งข้าว.* จาก https://www.nstda.or.th/nac/2013/download/presentation/NAC2013_Set1/CC-305-02-PM/Supachai_Document.pdf.

องค์การบริหารจัดการก๊าซเรือนกระจก. (2559). *T-VER คืออะไร.* จาก https://ghgreduction.tgo.or.th/th/ about-tver/t-ver.html.

องค์การบริหารจัดการก๊าซเรือนกระจก. (2563). *โครงการ T-VER มาตรฐานขั้นสูง (Premium T-VER).* จาก https://ghgreduction.tgo.or.th/th/about-premium-t-ver/about-premium-t-ver-project. html.

องค์การบริหารจัดการก๊าซเรือนกระจก. (2564). *ค่าศักยภาพในการทำให้เกิดภาวะโลกร้อน (Global Warming Potential: GWP) สำหรับโครงการ T-VER.* จาก https://ghgreduction.tgo.or.th/th/download-tver/120-tver-gwp-emission-factor/2692-global-warming-potential-gwp-t-ver.html.

อารยา จันทร์สกุล. (2561*). Overtourism ผลกระทบและแนวทางการจัดการเพื่อความยั่งยืน.* จาก https://www.bot.or.th/Thai/MonetaryPolicy/Southern/ReasearchPaper/Overtourism.pdf.

Brick, C., Bosshard, A., & Whitmarsh, L. (2021). Motivation and climate change: A review. *Current Opinion in Psychology, 42*, 82–88.

Bruine de Bruin, W., Rabinovich, L., Weber, K., Babboni, M., Dean, M., & Ignon, L. (2021). Public understanding of climate change terminology. *Climatic Change, 167*(3), 37.

Brulle, R. J. (2021). Networks of opposition: A structural analysis of U.S. climate change countermovement coalitions 1989– 2015. *Sociological Inquiry, 91*(3), 603–624.

Carrijo, D. R., Lundy, M. E., and Linquist, B. A. (2017). Rice yields and water use under alternate wetting and drying irrigation: A meta–analysis, Field Crop. *Res., 203*, 173–180.

Dahlgreen, J., & Parr, A. (2024). Exploring the Impact of Alternate Wetting and Drying and the System of Rice Intensification on Greenhouse Gas Emissions: A Review of Rice Cultivation Practices. *Agronomy, 14*, 378.

Dong, N.M., K.K. Brandt, J.Sørensen, N.N.Hung, C.V.Hach,, P.S.Tan & T.Dalsgaard. (2012). Effects of alternateing wetting and drying versus continuous flooding on fertilizer nitrogen fate in rice fields in the Mekong Delta, Vietnam. *Soil Biology & Biochemistry, 47*, 166–174.

International Rice Research Institute. (2021). *Rice straw. Rice knowledge bank*. Laguna, the Philippines. knowledgebank. Form http://www.knowledgebank.irri.org/step–by–step–production/ postharvest/rice–by–products/rice–straw.

Manabe, S. (2019). Role of greenhouse gas in climate change. Tellus A Dyn. Meteorol. *Oceanogr, 71*, 1–13.

Maneepitak, S., Ullah, H., Paothong, K., Kachenchart, B., Datta, A., Shrestha, R.P. (2019). Effect of water and rice straw management practices on yield and water productivity of irrigated lowland rice in the Central Plain of Thailand. Agric. *Water Manag, 211*, 89–97.

Sahu, R., Chaurasiya, A., Kumar, R., & Sohane, R. K. (2023). Alternate wetting and drying technology for rice production. *Indian Farming, 73*(3), 11–13.

Samek, J.H., Skole, D.L., Butthep, C., Navanugraha, C., Uttaruk, P., Laosuwan, T. (2011*). Inpang carbon bank in northeast Thailand: A Community Effort in Carbon Trading from Agroforestry Projects*. In Carbon Sequestration Potential of Agroforestry Systems; Springer: Berlin/Heidelberg, Germany, 263–280.

Sugsaisakon, S., Kittipongvises, S. (2021). *Citywide Energy–Related CO_2 Emissions and Sustainability Assessment of the Development of Low–Carbon Policy in Chiang Mai, Thailand*. Sustainability, 13, 6789.

Teerawong Laosuwan & Yannawut Uttaruk. (2016). Estimating Above Ground Carbon Capture Using Remote Sensing Technology in Small Scale Agro Forestry Areas. *Agriculture & Forestry, 62*(2), 253–262.

Tian, J., Shan, Y., Zheng, H., Lin, X., Liang, X., & Guan, D. (2019). Structural patterns of city–level CO_2 emissions in Northwest China. *J. Clean. Prod, 223*, 553–593.

Uttaruk, Y., & Laosuwan, T. (2020). Methods of Estimation for Above Ground Carbon Stock in Nongbua–nonmee Community Forest, Maha Sarakham Province, Thailand. *Poljoprivreda i Sumarstvo, 66*(3), 183–195.

Vries, M.E., Rodenburg, J., Bado, B.V., Sow, A., Leffelaar, P.A. and Giller, K.E. (2010). Rice production with less irrigation water is possible in a Sahelian environment. *Field Crops Research, 116*, 154–164.

Wu, K., Li, W., Wei, Z., Dong, Z., Meng, Y., Lv, N., and Zhang, L. (2022). Effects of mild alternate wetting and drying irrigation and rice straw application on N_2O emissions in rice cultivation. *SOIL, 8*, 645–654.

Yang, J.C., Zhang, H., & Zhang, J.H. (2012). Root morphology and physiology in relation to the yield formation of rice. *Journal of Integrative Agriculture, 11*(6), 920–926.

Yannawut Uttaruk & Teerawong Laosuwan. (2019). Development of Prototype Project for Carbon Storage and Greenhouse Gas Emission Reduction from Thailand's Agricultural Sector. *Sains Malaysiana, 48*(10), 2083–2092.

Yao, F., Huang, J., Cui, K., Nie, L., Xiang, J., Liu, X. (2012). Agronomic performance of highyielding rice variety grown under alternate wetting and drying irrigation. *Field Crops Research, 126*, 16–22.

Ye, Y., Liang, X., Chen, Y., Liu, J., Gu, J., & Guo, R. (2013). Alternate wetting and drying irrigation and controlled–release nitrogen fertilizer in late–season rice. Effects on dry matter accumulation, yield, water and nitrogen use. *Field Crops Research, 144*, 212–224.