วารสารแก่นเกษตร THAIJO

Content List Available at ThaiJo

Khon Kaen Agriculture Journal

Journal Home Page : https://li01.tci-thaijo.org/index.php/agkasetkaj

ผลของการใช้ปุ๋ยตามคำแนะนำของแอปพลิเคชัน All-rice1 ต่อการเจริญเติบโต องค์ประกอบผลผลิต ผลตอบแทนและผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมของพื้นที่ปลูกข้าวในจังหวัดเพชรบุรี

Effects of fertilization based on recommendations of All-rice1 application on growth, yield components, economic returns and environmental impacts of rice growing systems in Petchaburi province

อุไรวรรณ ไอยสุวรรณ์[1]*, วิไลวรรณ สิริโรจนพุฒิ[1] และ จีระศักดิ์ ชอบแต่ง[2]

Auraiwan Isuwan[1]*, Wilaiwan Sirirotjanaput[1] and Jeerasak Chobtang[2]

[1] คณะสัตวศาสตร์และเทคโนโลยีการเกษตร มหาวิทยาลัยศิลปากร ชะอำ เพชรบุรี 76120
[1] Faculty of Animal and Agriculture Technology, Silpakorn Univesity, Cha-Am, Phetchaburi, 76120
[2] สำนักพัฒนาอาหารสัตว์ กรมปศุสัตว์ ปทุมธานี 12000
[2] Bureau of Animal Nutrition Development, Department of Livestock Development, Pathumthani, Thailand 12000

บทคัดย่อ : การใส่ปุ๋ยในปริมาณที่ไม่สอดคล้องกับความต้องการธาตุอาหารของข้าวและไม่คำนึงถึงความอุดมสมบูรณ์ของดินส่งผลต่อการให้ผลผลิต ต้นทุนการผลิตและผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมของระบบการปลูกข้าว การศึกษานี้มีวัตถุประสงค์เพื่อเปรียบเทียบการใช้เทคโนโลยีการจัดการปุ๋ยที่แม่นยำโดยใช้แอปพลิเคชัน All-rice1 และการใส่ปุ๋ยตามวิธีการของเกษตรกรที่มีต่อลักษณะทางการเกษตร ลักษณะทางเศรษฐศาสตร์และผลกระทบทางด้านสิ่งแวดล้อมของข้าวในพื้นที่จังหวัดเพชรบุรี ผลการทดลอง พบว่า การใส่ปุ๋ยทั้ง 2 รูปแบบ ทำให้ข้าวมีองค์ประกอบผลผลิต (จำนวนเมล็ดต่อรวง น้ำหนักเมล็ดดี 1,000 เมล็ด ร้อยละของเมล็ดดีและร้อยละของเมล็ดลีบ) และต้นทุนการผลิตไม่แตกต่างกัน (P>0.05) แต่การใส่ปุ๋ยตามคำแนะนำของ All-rice1 ทำให้ข้าวมีผลผลิตข้าวเปลือกเพิ่มขึ้น 142 กิโลกรัมต่อไร่ หรือ คิดเป็นร้อยละ 20 (P<0.05) และมีกำไรสุทธิเพิ่มขึ้น 1,187 บาทต่อไร่ หรือคิดเป็นร้อยละ 81 นอกจากนี้ การใส่ปุ๋ยตามคำแนะนำของ All-rice1 ทำให้ตัวชี้วัดทางด้านสิ่งแวดล้อม ได้แก่ ค่าดัชนีการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ ค่าดัชนีการทำให้เกิดฝนกรด และค่าดัชนีการปนเปื้อนของมหาสมุทรลดลง (P<0.05) ร้อยละ 20 27 และ 25 ตามลำดับ ดังนั้น การใส่ปุ๋ยตามคำแนะนำของ All-rice1 ซึ่งมีการคำนึงถึงความต้องการธาตุอาหารของข้าวและธาตุอาหารที่มีในดินเป็นหนึ่งในแนวทางการจัดการปุ๋ยที่ช่วยเพิ่มประสิทธิภาพการปลูกข้าว

คำสำคัญ : ข้าว; แอปพลิเคชัน All-rice1; ลักษณะทางการเกษตร; ลักษณะทางเศรษฐศาสตร์; ผลกระทบทางด้านสิ่งแวดล้อม

ABSTRACT: Fertilizer use unmatched with nutrient requirements of rice and ignored existing nutrients in soils affects yields, production cost and environmental impacts of rice growing systems. The present study aimed to compare the effects of precision fertilizer use based on recommendations of All-rice1 application versus fertilizer use based on farmer's experience on agricultural and economic traits and environmental impacts of rice growing systems in Petchaburi province. Results revealed that yield components (grains/spike, 1,000-grain weight, filled grain percentage and non-filled grain percentage) and production cost did not differ (P>0.05) between the two fertilization regimes. The All-rice1 rice yielded relatively more grains (142 kg/rai) by 20% (P<0.05), resulting in improved economic returns (1,187 Baht/rai) by 81% (P<0.05). In addition, environmental impact indicators (climate change, acidification potential and marine eutrophication potential) of the All-rice1 rice relatively lowered (P<0.05) by 20, 27 and 25%, respectively.

* Corresponding author: isuwan_a@silpakorn.edu

Received: date; February 10, 2021 Accepted: date; April 1, 2021 Published: date; December 5, 2021

Thus, precision fertilizer use recommended by All-rice1 application is to be one of the most promising options to maximize productivity while minimized the environmental impacts of rice growing systems.
Keywords: rice; All-rice1 application; agricultural trait; economic trait; environmental impact

บทนำ

ระบบการปลูกข้าวเป็นระบบการผลิตอาหารของมนุษย์ที่ส่งผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมอย่างกว้างขวาง (Smith et al., 2007) มีการปลดปล่อยก๊าซเรือนกระจก ได้แก่ ก๊าซมีเทน (methane) ก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ (carbon dioxide) และก๊าซไนตรัสออกไซด์ (nitrous oxide) ในปริมาณมากที่สุดเมื่อเทียบกับระบบการผลิตธัญพืชอื่น ๆ ซึ่งจะส่งผลกระทบต่อการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศของโลก (climate change) (Van Groenigen et al., 2013) นอกจากนี้ ความต้องการบริโภคข้าวเพิ่มมากขึ้นตามการเพิ่มขึ้นของประชากรโลกซึ่งจะทำให้ปริมาณการปลดปล่อยเรือนกระจก (greenhouse gas) เพิ่มขึ้นอย่างหลีกเลี่ยงไม่ได้ ประเทศไทยเป็นประเทศที่มีการส่งออกข้าวมากเป็นอันดับต้น ๆ ของโลก (FAOSTAT, 2021) อย่างไรก็ตาม ในช่วงสิบปีที่ผ่านมาศักยภาพในการแข่งขันของไทยลดลงอย่างต่อเนื่อง ปัญหาหลัก ๆ เกิดจากการที่ไทยมีต้นทุนการผลิตข้าวสูงและมีแนวโน้มสูงมากขึ้นเรื่อย ๆ โดยนอกจากต้นทุนด้านแรงงานแล้ว ต้นทุนค่าใช้จ่ายเกี่ยวกับปัจจัยการผลิต (farm inputs) โดยเฉพาะอย่างยิ่ง ต้นทุนค่าปุ๋ยเคมี เป็นองค์ประกอบหลักที่ทำให้ต้นทุนรวมของระบบการผลิตข้าวของไทยสูงขึ้น (Isuwan et al., 2018)

เกษตรกรส่วนใหญ่ใช้ปุ๋ยเคมีในระดับที่สูงกว่าความต้องการของข้าวและไม่สอดคล้องกับปริมาณธาตุอาหารพืชที่มีอยู่ในดิน (อุไรวรรณ, 2557) ซึ่งนอกจากจะเป็นการเพิ่มต้นทุนการผลิตแล้วยังส่งผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมอีกด้วย (ยงยุทธ และคณะ, 2551; Nunes et al., 2016; Brodt et al., 2014) การจัดการปุ๋ยอย่างมีประสิทธิภาพโดยพิจารณาถึงปริมาณธาตุอาหารพืชที่มีอยู่ในดินร่วมกับการปรับปริมาณการให้ปุ๋ยที่สอดคล้องกับความต้องการธาตุอาหารของพืชและค่าวิเคราะห์ดินนั้นนอกจากจะช่วยเพิ่มประสิทธิภาพการจัดการดินและการเขตกรรมแล้วยังสามารถช่วยลดค่าใช้จ่ายและเพิ่มผลตอบแทนในการผลิตพืชได้อีกด้วย (อุไรวรรณ, 2557; Kassam and Brammer, 2016) แอปพลิเคชัน All-rice1 พัฒนาโดยทีมวิจัยของมหาวิทยาลัยศิลปากร (สามารถดาวน์โหลดได้ที่ App Store และ Play Store หรือ สามารถใช้ผ่านเวบไซต์ได้ที่ www.soil.asat.su.ac.th) เป็นแอปพลิเคชันแนะนำการจัดการปุ๋ยแบบแม่นยำ คำนวณปริมาณการใส่ปุ๋ยเคมีโดยคำนึงถึงปริมาณธาตุอาหารหลัก (ได้แก่ ไนโตรเจน ฟอสฟอรัส และโพแทสเซียม) ที่นำออกไปจากนาข้าวทั้งที่ติดไปกับผลผลิตข้าวเปลือกและฟางข้าว รวมถึงธาตุอาหารที่สูญเสียจากแปลงนา เช่น การระเหย การไหลบ่าและการชะละลาย เป็นต้น ธนกฤต และ อุไรวรรณ (2561) รายงานว่า ข้าวพันธุ์ปทุมธานี 1 ที่ปลูกในชุดดินสมุทรปราการและได้รับปุ๋ยตามคำแนะนำของแอปพลิเคชัน All-rice1 มีผลผลิตข้าวเปลือกและผลตอบแทนหลังหักต้นทุนค่าปุ๋ยเคมีมากกว่าข้าวที่ได้รับปุ๋ยตามค่าวิเคราะห์ดินโดยใช้โปรแกรมคำแนะนำการจัดการดินและปุ๋ยรายแปลงเวอร์ชัน 2.1 และตามวิธีปฏิบัติของเกษตรกร นอกจากนี้ Isuwan et al. (2018) รายงานว่า การใส่ปุ๋ยนาข้าวตามคำแนะนำของแอปพลิเคชัน All-rice1 ในพื้นที่อำเภอบ้านแหลม จังหวัดเพชรบุรี ทำให้ต้นทุนการผลิตข้าวลดลง 64 บาทต่อไร่ แต่ทำให้ข้าวมีผลผลิตข้าวเปลือกเพิ่มขึ้น 52 กิโลกรัมต่อไร่ และสามารถช่วยลดคาร์บอนฟุ๊ตปรินท์ (carbon footprint) ได้ 0.1 กิโลกรัมต่อผลผลิตข้าวเปลือกมาตรฐาน 1 กิโลกรัม

การใช้เทคโนโลยีเป็นเครื่องมือในการขับเคลื่อนระบบการทำนาของประเทศให้มีประสิทธิภาพ เพิ่มขึ้นและลดผลกระทบทางด้านสิ่งแวดล้อม สร้างแนวทางสำหรับปรับเปลี่ยนแนวคิดและแนวปฏิบัติที่สอดรับกับการพัฒนาประเทศสู่ไทยแลนด์ 4.0 เป็นสิ่งสำคัญอย่างยิ่งสำหรับการเกษตรในอนาคต ดังนั้น การศึกษาจึงมีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาผลของการใส่ปุ๋ยตามคำแนะนำของแอปพลิเคชัน All-rice1 ที่มีผลต่อการให้ผลผลิต องค์ประกอบผลผลิต ผลตอบแทนและผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมของระบบการปลูกข้าวในพื้นที่จังหวัดเพชรบุรี

วิธีการศึกษา

1. กลุ่มตัวอย่างและสิ่งทดลอง

เกษตรกรที่เข้าร่วมการวิจัยนี้เป็นเกษตรกรผู้ปลูกข้าวในพื้นที่ 6 อำเภอของจังหวัดเพชรบุรี อำเภอละ 1 ราย ในชุดดินที่มีการปลูกข้าวมากที่สุด ได้แก่ ชุดดินสมุทรปราการ (Fine, mixed, nonacid, isohyperthermic Fluvaquentic Endoaquepts) (กรมพัฒนาที่ดิน, 2548) โดยเกษตรกรแต่ละรายปลูกข้าวพันธุ์ชัยนาทด้วยวิธีการหว่านโดยใช้เมล็ดพันธุ์อัตรา 25 กิโลกรัมต่อไร่ เพื่อเปรียบการใส่ปุ๋ย 2 รูปแบบ คือ รูปแบบที่ 1 การคำนวณปริมาณการใส่ปุ๋ยตามคำแนะนำของแอปพลิเคชัน All-rice1 (สามารถดาวน์โหลดได้ที่ App Store และ Play Store หรือ สามารถใช้ผ่านเวบไซต์ได้ที่ www.soil.asat.su.ac.th) และรูปแบบที่ 2 การใส่ปุ๋ยตามวิธีการของเกษตรกร (F) ทั้ง 2 รูปแบบกำหนดการใส่ปุ๋ย 2 ครั้ง (ครั้งที่ 1 ข้าวอายุ 22 วัน และครั้งที่ 2 ข้าวอายุ 55 วัน) ต่อ 1 รอบการผลิต โดยในรูปแบบที่ 1 ครั้งแรก ใส่ปุ๋ยสูตร 18-46-0, 46-0-0 และ 0-0-60 อัตรา 7.6, 6.1 และ 3.3 กิโลกรัมต่อไร่ ตามลำดับ ครั้งที่ 2 ใส่ปุ๋ยสูตร 46-0-0 อัตรา 6.1 กิโลกรัมต่อไร่ (มีธาตุอาหารหลัก 7.1 - 3.5 – 2.0 กิโลกรัม N-P_2O_5-K_2O ต่อไร่) ส่วนรูปแบบที่ 2 ครั้งแรกใส่ปุ๋ยสูตร 46-0-0 อัตรา 25 กิโลกรัมต่อไร่ และครั้งที่ 2 ใส่ปุ๋ยสูตร 16-20-0 ในอัตรา 25 กิโลกรัมต่อไร่ (มีธาตุอาหารหลัก 15.5 – 5.0 – 0.0 กิโลกรัม N-P_2O_5-K_2O ต่อไร่) โดยการปลูกข้าวทั้ง 2 รูปแบบมีการแบ่งพื้นที่การปลูกอย่างชัดเจนและเกษตรกรแต่ละรายจะใช้พื้นที่ปลูกข้าวรูปแบบละ 2 ไร่ สำหรับการจัดการแปลงด้านอื่น ๆ เช่น การเตรียมดิน การปลูก การดูแลรักษาและการเก็บเกี่ยวผลผลิตของข้าวทั้ง 2 รูปแบบใช้วิธีการแบบเดียวกัน

2. การเก็บข้อมูล และตัวชี้วัด

2.1 เก็บข้อมูลสำหรับวิเคราะห์องค์ประกอบผลผลิต และผลผลิตข้าว

วัดผลผลิตข้าวเปลือกเมื่อข้าวอายุ 120 โดยใช้กรอบสุ่มขนาด 1 ตารางเมตร จำนวน 5 จุดต่อพื้นที่ 1 ไร่ บันทึกองค์ประกอบผลผลิต ได้แก่ จำนวนรวงต่อกอ จำนวนเมล็ดต่อรวง น้ำหนักเมล็ดดี 100 เมล็ด ร้อยละของเมล็ดลีบ และน้ำหนักผลผลิตข้าวเปลือกที่ปรับความชื้นเป็นร้อยละ 14

2.2 เก็บข้อมูลค่าใช้จ่าย และรายได้

เก็บข้อมูลค่าใช้จ่ายต่าง ๆ และรายได้จากการปลูกข้าวทั้ง 2 รูปแบบ รวบรวมข้อมูลการใช้ปัจจัยการผลิตและกิจกรรมต่าง ๆ โดยวิธีการบันทึกข้อมูลร่วมกับการสัมภาษณ์เกษตรกร เนื่องจากเกษตรกรทุกรายเก็บเกี่ยวข้าวและทิ้งฟางข้าวไว้ในนา ดังนั้น ผลผลิตเพียงอย่างเดียวที่เกิดจากระบบการผลิตข้าวนี้ คือ ข้าวเปลือก จากนั้น นำข้อมูลวิเคราะห์ ต้นทุนและผลตอบแทนโดยมีรายละเอียดข้อมูลที่เก็บประกอบด้วย

2.2.1 ต้นทุนการผลิต แบ่งออกเป็น 2 ประเภท

1) ต้นทุนคงที่ แบ่งเป็น ต้นทุนคงที่เป็นเงินสด ได้แก่ ค่าภาษีที่ดิน และค่าเช่าที่ดิน และต้นทุนคงที่ไม่เป็นเงินสด ได้แก่ ค่าเสื่อมราคาอุปกรณ์การเกษตร และค่าใช้ที่ดินโดยประเมินตามอัตราค่าเช่าที่ดินในท้องถิ่น หน่วยเป็นบาทต่อไร่ (คิดเฉพาะการเพาะปลูก 1 รอบ)

2) ต้นทุนผันแปร แบ่งเป็นต้นทุนผันแปรที่เป็นเงินสดและไม่เป็นเงินสด มีหน่วยเป็นบาทต่อไร่ (คิดเฉพาะการเพาะปลูก 1 รอบ) ประกอบด้วย ค่าวัสดุการเกษตรที่ใช้ในการปลูกข้าว ได้แก่ ค่าเมล็ดพันธุ์ ค่าปุ๋ย ค่ายาฆ่าแมลงและค่าสารกำจัดวัชพืช ค่าจ้างแรงงานในการประกอบกิจกรรมต่าง ๆ ได้แก่ ค่าแรงงานเตรียมดิน ค่าแรงงานหว่านข้าว ค่าแรงงานใส่ปุ๋ย ค่าแรงฉีดพ่นยาฆ่าแมลงและสารกำจัดวัชพืช ค่าแรงงานเก็บเกี่ยวและค่าใช้จ่ายผันแปรอื่น ๆ ได้แก่ ค่าน้ำมันเชื้อเพลิง

2.2.2 ผลตอบแทนที่ได้รับจากการปลูกข้าวสามารถวิเคราะห์ได้จากรายได้และกำไรสุทธิ

รายได้ทั้งหมด (บาท) = น้ำหนักผลผลิตรวม (กิโลกรัม) × ราคาข้าวที่เกษตรกรขายได้ (บาทต่อกิโลกรัม)

รายได้สุทธิ (บาท) = รายได้ทั้งหมด (บาท) – ต้นทุนผันแปรทั้งหมด (บาท)

กำไรสุทธิ (บาท) = รายได้ทั้งหมด (บาท) - ต้นทุนคงที่ทั้งหมด (บาท) - ต้นทุนผันแปรทั้งหมด (บาท)

2.3. การประเมินผลกระทบทางด้านสิ่งแวดล้อม

2.3.1 หน่วยอ้างอิง (functional unit) และขอบเขตของระบบ (system boundary)

การศึกษานี้ใช้ปริมาณข้าวเปลือกมาตรฐาน 1 กิโลกรัม เป็นหน่วยอ้างอิง โดยที่ข้าวเปลือกมาตรฐาน หมายถึง ข้าวเปลือกที่มีการทำความสะอาดแล้วและปรับความชื้นเป็นร้อยละ 14 ประเมินวัฏจักรชีวิตของข้าวโดยรวบรวมปริมาณการใช้ปัจจัยการผลิตและการปลดปล่อยมลพิษทั้งหมดเริ่มตั้งแต่ขั้นตอนการผลิตวัตถุดิบ (acquisition of raw material) จนถึงการได้ข้าวเปลือกที่หน้าฟาร์ม (cradle-to-farm gate) (**Figure 1**)

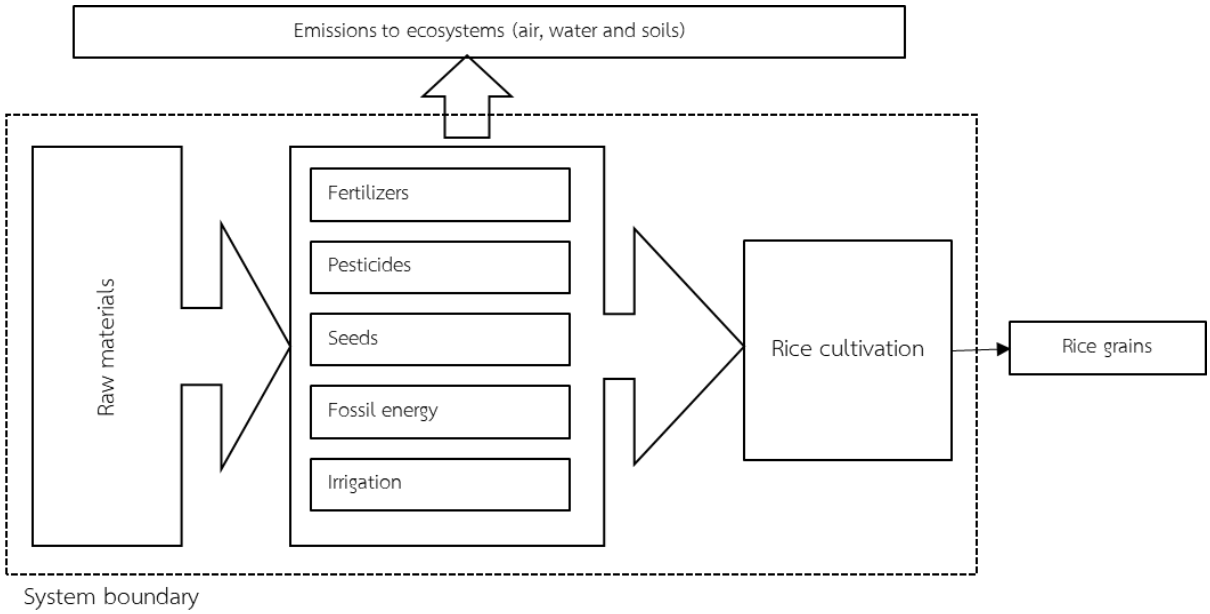

Figure 1 Elementary flows and system boundaries of rice farming systems in the present study

2.3.2 การจัดทำบัญชีมลพิษ (Life cycle inventory analysis)

ข้อมูลการใช้ปัจจัยการผลิตและการปลดปล่อยมลพิษที่เกิดจากการผลิตวัตถุดิบหรือปัจจัยการผลิต (background process) ในระบบการผลิตข้าว (เช่น ปุ๋ยเคมี น้ำมันเชื้อเพลิง ไฟฟ้าและสารปราบศัตรูพืช เป็นต้น) จะได้จากฐานข้อมูลสำเร็จรูป ecoinvent database version 3.4 (Ecoinvent Centre, 2018)

สำหรับการจัดทำบัญชีมลพิษที่เกี่ยวข้องกับระบบการผลิตข้าวโดยตรง (foreground process) ประเมินโดยใช้แบบจำลองทางคณิตศาสตร์ (inventory models) ร่วมกับการใช้ค่าคงที่ (inventory factors) ซึ่งได้จากคำแนะนำใน IPCC (2006) และจากรายงานของ Thanawong et al. (2014) และ Isuwan et al. (2018) สำหรับการประเมินปริมาณมลพิษที่เกี่ยวกับการใช้ปุ๋ยคำนวณตามวิธีที่แนะนำโดย Nemecek et al. (2016)

2.3.3 ตัวชี้วัดด้านผลกระทบที่มีต่อสิ่งแวดล้อม (Life cycle impact assessment)

ประเมินผลกระทบทางด้านสิ่งแวดล้อมจำนวน 4 ตัวชี้วัด (**Table 1**) ได้แก่ (1) ค่าดัชนีการเปลี่ยนแปลงของสภาวะภูมิอากาศ (climate change, CC) (2) ค่าดัชนีการเกิดฝนกรด (acidification potential, AP) (3) ค่าดัชนีการปนเปื้อนของแหล่งน้ำจืด (freshwater eutrophication potential, FEP) และ (4) ค่าดัชนีการปนเปื้อนของมหาสมุทร (marine eutrophication potential, MEP) โดยใช้โปรแกรมสำเร็จรูป SimaPro software v8.3 (Pré Consultants, 2018)

Table 1 Environmental indicators used in the present study

Impact category	Units *	Source
Climate Change	kg CO_2 equivalent	Myhre et al. (2013)
Acidification Potential	molc H^+ equivalent	Posch et al. (2008); Seppälä et al. (2006)
Freshwater Eutrophication Potential	kg P equivalent	Struijs et al. (2009)
Marine Eutrophication Potential	kg N equivalent	Struijs et al. (2009)

* CO_2 = carbon dioxide; molc = mole of charge; H^+ = hydrogen ion; N = nitrogen; P = phosphorus

3. การวิเคราะห์ทางสถิติ

วิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติและเปรียบเทียบความแตกต่างของค่าเฉลี่ยต่าง ๆ ระหว่างระบบการใส่ปุ๋ยทั้ง 2 รูปแบบโดยใช้วิธีการเปรียบเทียบประชากร 2 กลุ่ม (paired comparison t-test) โดยใช้โปรแกรมสำเร็จรูป (SAS, 2003)

ผลการศึกษา

1. องค์ประกอบผลผลิต และผลผลิตข้าว

การใส่ปุ๋ยตามคำแนะนำของแอปพลิเคชัน All-rice1 (All-rice1) ทำให้ข้าวมีผลผลิตข้าวเปลือกเพิ่มขึ้น ($P<0.05$) ร้อยละ 20 เมื่อเทียบกับการใส่ปุ๋ยตามวิธีเกษตรกร (F) อย่างไรก็ตาม รูปแบบการใส่ปุ๋ยที่แตกต่างกันทั้ง 2 รูปแบบไม่มีผลต่อจำนวนเมล็ดต่อรวง น้ำหนักเมล็ดดี 1,000 เมล็ด ร้อยละของเมล็ดดี และร้อยละของเมล็ดลีบ (**Table 2**)

Table 2 Yield components and grain yield of rice received fertilizers recommended by the All-rice1 application (All-rice1) and based on farmer's experience (F)

	All-rice1 (mean±SD)	F (mean±SD)	P-value	All-rice1/F (%)
Grain per spike	77.35±12.60	67.09±9.11	ns	15.29
1,000-grain weight (g)	27.90±1.95	28.10±1.67	ns	-0.71
Filled grain (%)	73.28±9.05	70.92±8.89	ns	3.33
Non filled grain (%)	26.72±9.05	32.41±14.54	ns	-17.56
Grain yield (kg/rai)	854±172	712±212	*	20

ns = non-significant and * = significant at a level of 0.05

2. ต้นทุนและผลตอบแทนของการผลิตข้าวในจังหวัดเพชรบุรี

Table 3 แสดงต้นทุนและผลตอบแทนระหว่างการปลูกข้าวทั้ง 2 รูปแบบ ผลการทดลอง พบว่า ต้นทุนรวมทั้งหมดและต้นทุนผันแปรของการปลูกข้าวแบบใส่ปุ๋ยตามคำแนะนำของแอปพลิเคชัน All-rice1 ต่ำกว่าต้นทุนรวมทั้งหมดและต้นทุนผันแปรของการปลูกข้าวแบบใส่ปุ๋ยตามวิธีการของเกษตรกร แต่เมื่อนำมาทดสอบความแตกต่างทางสถิติ พบว่าต้นทุนรวมทั้งหมดและต้นทุนผันแปรของการปลูกข้าวแบบทั้ง 2 รูปแบบ ไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P>0.05$) ส่วนต้นทุนคงที่ของการปลูกข้าวทั้ง 2 แบบเท่ากันเนื่องจากเกษตรกรใช้ที่ดินและอุปกรณ์การเกษตรร่วมกันในการปลูกข้าวทั้ง 2 แบบ ข้าวที่มีการใส่ปุ๋ยตามคำแนะนำของแอปพลิเคชัน All-rice1 ให้ผลผลิตมากกว่าจึงส่งผลทำให้มีรายได้ทั้งหมดและกำไรสุทธิเพิ่มขึ้น ($P<0.05$) ร้อยละ 20 และ 81 ตามลำดับ

Table 3 Cost components and returns of rice received fertilizers recommended by the All-rice1 application (All-rice1) and based on farmer's experience (F)

(baht/rai)	All-rice1 (mean±SD)	F (mean±SD)	P-value	Change rate (%)
Total cost	3,983±943	4,060±800	ns	-2
Variable cost	2,449±306	2,526±330	ns	-3
Fixed cost	1,533±775	1,533±775	-	-
Total revenue	6,635±1,683	5,525±1,830	*	20
Net profit	2,653±1,881	1,466±2,215	*	81

ns = non-significant and * = significant at a level of 0.05

Change rate (%) = [(Cost or return of All-rice1 - Cost or return of F)/ Cost or return of F] x 100

3. ผลกระทบทางด้านสิ่งแวดล้อม

การใส่ปุ๋ยทั้ง 2 รูปแบบไม่ทำให้ค่าดัชนีการปนเปื้อนของแหล่งน้ำจืดแตกต่างกัน (P>0.05) แต่การใส่ปุ๋ยตามคำแนะนำของแอปพลิเคชัน All-rice1 มีผลทำให้ค่าดัชนีการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ ค่าดัชนีการทำให้เกิดฝนกรดและค่าดัชนีการปนเปื้อนของมหาสมุทรของข้าวลดลง (P<0.05) ร้อยละ 20 27 และ 25 ตามลำดับ เมื่อเทียบกับการใส่ปุ๋ยตามวิธีเกษตรกร (**Table 4**)

Table 4 Environmental indicators of rice received fertilizers recommended by the All-rice1 application (All-rice1) and based on farmer's experience (F) (on a per kg standard grain basis)

	All-rice1 (mean±SD)	F (mean±SD)	P-value	All-rice1/F (%)
Climate Change	0.90±0.19	1.13±0.24	**	-20
Acidification Potential	1.26±2.20	1.73±3.90	*	-27
Freshwater Eutrophication Potential	2.10±6.00	2.60±1.10	ns	-19
Marine Eutrophication Potential	1.80±3.00	2.40±3.00	***	-25

ns = non-significant; * = significant at a level of 0.05; ** = significant at a level of 0.01 and *** = significant at a level of 0.001

วิจารณ์

การสูญเสียธาตุอาหารพืชออกจากแปลงนาเกิดขึ้นได้หลายเส้นทาง (pathways) เช่น ติดไปกับข้าวเปลือกและฟางข้าว การสูญเสียที่เกิดจากกระบวนการชีวเคมีตามธรรมชาติ (เช่น กระบวนการ denitrification เป็นต้น) รวมถึงการสูญเสียที่เกิดจากการเขตกรรมที่ไม่เหมาะสม (เช่น การไหลบ่าและการชะละลาย เป็นต้น) การเติมธาตุอาหารให้ข้าวโดยคำนึงถึงปริมาณธาตุอาหารที่มีในดินและความต้องการธาตุอาหารของข้าวจะช่วยให้ข้าวมีผลผลิตได้ตามศักยภาพทางพันธุกรรม (Fageria, 2007) ธนกฤตและอุไรวรรณ (2561) รายงานว่า ข้าวพันธุ์ปทุมธานี 1 ที่ปลูกในชุดดินสมุทรปราการและมีการใส่ปุ๋ยตามคำแนะนำของแอปพลิเคชัน All-rice1 ซึ่งคำนวณความต้องการปุ๋ยโดยคำนึงถึงปริมาณธาตุอาหารพืชที่ติดไปกับผลผลิตและที่สูญเสียไปจากระบบการทำนาโดย ทำให้ข้าวมีผลผลิตข้าวเปลือก (1,023 กิโลกรัมต่อไร่) สูงกว่าการใส่ปุ๋ยเคมีตามวิธีของเกษตรกรที่ให้ผลผลิตข้าวเปลือกเพียง 774 กิโลกรัมต่อไร่ เช่นเดียวกันกับข้าวพันธุ์ปทุมธานี 1 ที่ปลูกในชุดดินสรรพยาและใส่ปุ๋ยตามคำแนะนำของแอปพลิเคชัน All-rice1 ซึ่งนอกจากส่งผลให้มีผลผลิตข้าวสูง (P<0.001) แล้วยังสามารถเพิ่มรายได้หลักการหักต้นทุนค่าปุ๋ยได้ร้อยละ 26.86 เมื่อเทียบกับการใส่ปุ๋ยตามวิธีของเกษตรกร และเพิ่ม

เป็นร้อยละ 36.62 เมื่อเทียบกับการใส่ปุ๋ยตามค่าวิเคราะห์ดินโดยใช้โปรแกรมคำแนะนำการจัดการดินและปุ๋ยรายแปลงเวอร์ชัน 2.1 (Isuwan and Keawaram, 2021) อย่างไรก็ตาม รูปแบบการใส่ปุ๋ยที่แตกต่างกัน (การใส่ปุ๋ยตามคำแนะนำของแอปพลิเคชัน All-rice1 และการใส่ปุ๋ยตามวิธีเกษตรกร) ไม่ทำให้ข้าวมีองค์ประกอบของผลผลิต เช่น จำนวนเมล็ดต่อรวง ร้อยละของเมล็ดดี และน้ำหนักเมล็ดดีของข้าวแตกต่างกัน (ธนกฤต และ อุไรวรรณ, 2561; Isuwan and Keawaram, 2021) ในทำนองเดียวกัน การใส่ปุ๋ยตามค่าวิเคราะห์ดินและการใส่ปุ๋ยตามวิธีเกษตรกรไม่มีผลต่อองค์ประกอบของผลผลิตข้าว (อุไรวรรณ, 2557)

เมื่อเทียบกับการใส่ปุ๋ยไนโตรเจนตามคำแนะนำของแอปพลิเคชัน All-rice1 (7.1 กิโลกรัม N ต่อไร่) แล้ว การใช้ปุ๋ยไนโตรเจนในปริมาณมากเกินความต้องการของข้าวตามวิธีการของเกษตรกร (15.5 กิโลกรัม N ต่อไร่) ซึ่งนอกจากจะไม่ช่วยให้ข้าวมีผลผลิตเพิ่มขึ้นแล้วยังทำให้มีการสูญเสียปุ๋ยในรูปของสารประกอบไนโตรเจนที่ไม่อาจจะหลีกเลี่ยงได้ เช่น การระเหยในรูปของก๊าซแอมโมเนียและก๊าซไนตรัสออกไซด์ และการชะละลายในรูปของสารประกอบไนเทรต โดยการใส่ปุ๋ยไนโตรเจนในปริมาณมากขึ้นจะส่งผลให้เกิดการสูญเสียเหล่านี้เพิ่มขึ้น เป็นต้น ซึ่งสารประกอบเหล่านี้ส่งผลต่อค่าดัชนีการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ เช่น ไนตรัสออกไซด์ซึ่งเป็นก๊าซเรือนกระจก (greenhouse gas) ที่มีค่าภาวะโลกร้อน (global warming potential) สูงกว่าก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ถึง 265 เท่า (Myhre et al., 2013) นอกจากนี้ การใส่ปุ๋ยไนโตรเจนที่เพิ่มขึ้นนั้นนอกจากจะส่งผลกระทบต่อตัวชี้วัดผลกระทบทางด้านสิ่งแวดล้อม เช่น ค่าดัชนีการทำให้เกิดฝนกรด (acidification potential) และค่าดัชนีการปนเปื้อนของมหาสมุทร (marine eutrophication potential) แล้ว (Isuwan et al., 2018; Nunes et al., 2016) ยังเป็นการสูญเสียทรัพยากรทั้งนี้เนื่องจากในกระบวนการผลิตปุ๋ยไนโตรเจนมีการใช้พลังงานและปัจจัยการผลิตสูงมากรวมถึงมีการปลดปล่อยมลพิษสู่สิ่งแวดล้อมสูงมากอีกด้วย (Hasler et al., 2015; Rafiqul et al., 2005)

สรุป

การใส่ปุ๋ยแบบแม่นยำตามคำแนะนำของแอปพลิเคชัน All-rice1 นั้นนอกจากจะทำให้ได้ผลผลิตข้าวเปลือกเพิ่มขึ้นและส่งผลให้ได้ผลตอบแทนเพิ่มขึ้นแล้วยังช่วยลดผลกระทบทางด้านสิ่งแวดล้อมเมื่อเปรียบเทียบกับการใส่ปุ๋ยตามวิธีของเกษตรกร ดังนั้น ควรมีการส่งเสริมและสนับสนุนให้เกษตรกรยอมรับเทคโนโลยีนี้เพื่อให้มีปรับเปลี่ยนมาใช้แนวทางการจัดการความอุดมสมบูรณ์ของดินโดยใช้คำแนะนำของแอปพลิเคชัน All-rice1 นอกจากนี้ ควรสนับสนุนให้มีการวิจัยเพื่อขยายขอบเขตการให้บริการของแอปพลิเคชันซึ่งปัจจุบันครอบคลุมพื้นที่การทำนาในเขตจังหวัดเพชรบุรีเท่านั้น

คำขอบคุณ

การศึกษานี้ได้รับการสนับสนุนงบประมาณจากสำนักงานพัฒนาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งชาติ (สวทช.) ปีงบประมาณ 2562

เอกสารอ้างอิง

กรมพัฒนาที่ดิน. 2548. ชุดดินสรรพยา. น. 37. ใน: เอกสารวิชาการ ลักษณะและสมบัติของชุดดินในภาคกลางของประเทศไทย. กรมพัฒนาที่ดิน กรุงเทพฯ.

ธนกฤต เขียวอร่าม และอุไรวรรณ ไอยสุวรรณ์. 2561. ผลของการจัดการรูปแบบปุ๋ยที่มีต่อการให้ผลผลิตและประสิทธิภาพการใช้ปุ๋ยของข้าวพันธุ์ปทุมธานี 1 ที่ปลูกในชุดดินสมุทรปราการ. น. 274-279. ใน: การประชุมวิชาการและนำเสนอผลงานวิจัยระดับชาติ ราชธานีวิชาการ ครั้งที่ 3 เรื่อง นวัตกรรมที่พลิกโฉมสังคมโลก 29 กรกฎาคม 2561. มหาวิทยาลัยราชธานี, อุบลราชธานี.

ยงยุทธ โอสถสภา อรรถศิษฐ์ วงศ์มณีโรจน์ และชวลิต ฮงประยูร. 2551. ปุ๋ยเพื่อการเกษตรยั่งยืน. สำนักพิมพ์มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพมหานคร.

อุไรวรรณ ไอยสุวรรณ์. 2557. การจัดการปุ๋ยตามค่าวิเคราะห์ดินต่อการเจริญเติบโต ผลผลิต และประสิทธิภาพการใช้ไนโตรเจนของข้าวที่ปลูกในชุดดินสรรพยา. วารสารเกษตร. 30: 133-140.

Brodt, S., A. Kendall, Y. Mohammadi, A. Arslan, J. Yuan, I.N. Lee and B. Linquist. 2014. Life cycle greenhouse gas emissions in California rice production. Field Crops Research. 169: 89–98.

Ecoinvent Centre. 2018. ecoinvent data v3.4. Swiss Centre for Life Cycle Inventories, St. Gallen.

FAOSTAT. 2021. Faostat. Available: www.fao.org. Accessed March 15, 2021.

Fageria, N. K. 2007. Yield physiology of rice. Journal of Plant Nutrition. 30: 843-879.

Hasler, K., S. Bröring, S.W.F. Omta, and H.W. Olfs. 2015. Life cycle assessment (LCA) of different fertilizer product types. European Journal of Agronomy. 69: 41-51.

IPCC (Intergovernmental Panel on Climate Change). 2006. Chapter 11: N_2O emissions from managed soils, and CO_2 emissions from lime and urea application. P. 4.1- 4.83. In: Eggleston HS, Buendia L, Miwa K, Ngara T, Tanabe K (eds.). 2006 IPCC Guidelines for National Greenhouse Gas Inventories: Volume 4 Agriculture. Forestry and Other Land Use Global Environmental Strategies, Kanagawa, Japan.

Isuwan, A., J. Chobtang, and W. Sirirotjanaput. 2018. Economic and environmental sustainability of rice farming systems in Thailand. In The 11th International Conference on Life Cycle Assessment of Food (LCA FOOD 2018). pp. 300-303. In conjunction with the 6th LCA AgriFood Asia and the 7th International Conference on Green and Sustainable Innovation (ICGSI). 16-20 October 2018.

Isuwan, A., and T. Keawaram. 2021. Effects of fertilizer regimes on growth yields and economic returns of Pathum Thani 1 rice grown on Sapphaya Soil Series. Walailak Journal. 18(2): 6838.

Kassam, A., and H. Brammer. 2016. Environmental implications of three modern agricultural practices: Conservation Agriculture, the System of Rice Intensification and Precision Agriculture. International Journal of Environmental Studies. 73: 702-718.

Myhre G.D.S., F.M. Bréon, W. Collins, J. Fuglestvedt, J. Huang, D. Koch, J.F. Lamarque, D. Lee, B. Mendoza T. Nakajima, A. Robock, G. Stephens, T. Takemura, and H. Zhang. 2013. Anthropogenic and natural radiative forcing. pp 659-740. In: Stocker TF, Qin D, Plattner G-K et al. (eds.). Climate Change 2013: The Physical Science Basis. Contribution of Working Group I to the Fifth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change. Cambridge University Press, Cambridge, United Kingdom and New York, USA.

Nemecek, T., J. Schnetzer, and J. Reinhard. 2016. Updated and harmonised greenhouse gas emissions for crop inventories. International Journal of Life Cycle Assessment. 21: 1361–1378.

Nunes, F.A., M. Seferin, V.G. Maciel, S.H. Flôres, and M.A.Z. Ayub. 2016. Life cycle greenhouse gas emissions from rice production systems in Brazil: A comparison between minimal tillage and organic farming. Journal of Cleaner Production. 139: 799-809.

Posch, M., J. Seppälä, J.P. Hettelingh, M. Johansson, M. Margni, and O. Jolliet. 2008. The role of atmospheric dispersion models and ecosystem sensitivity in the determination of characterization factors for acidifying and eutrophying emissions in LCIA. International Journal of Life Cycle Assessment. 13: 477-486.

Pré Consultants. 2018. SimaPro 8.3 Life Cycle Assessment Software, Amersfoort, The Netherlands.

Rafiqul, I., C. Weber, B. Lehmann, and A. Voss. 2005. Energy efficiency improvements in ammonia production—perspectives and uncertainties. Energy. 30: 2487-2504.

SAS. 2003. Statistical Analysis System. SAS Release 9.1 for Windows. SAS Institute Inc. Cary, NC, USA.

Seppälä, J., M. Posch, M. Johansson, and J.P. Hettelingh. 2006. Country-dependent characterization factors for Acidification and Terrestrial Eutrophication based on Accumulated Exceedance as an impact category indicator. International Journal of Life Cycle Assessment. 11: 403-416.

Smith, P., D. Martino, and Z. Cai. 2007. Agriculture. P. 497–540. In: Climate Change: Mitigation. Contribution of Working Group III to the Fourth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change; Metz, B., Davidson, O.R., Bosch, P.R., Dave, R., Meyer, L.A., Eds.; Cambridge University Press: Cambridge, UK; New York, NY, USA.

Struijs, J., A.H.W. Beusen, H. van Jaarsveld, and M.A.J. Huijbregts. 2009. Chapter 6. Aquatic eutrophication. [Online]. Available: http://www.lcia-recipe.net. Accessed April 13, 2016.

Thanawong, K., S.R. Perret, and C. Basset-Mens. 2014. Eco-efficiency of paddy rice production in Northeastern Thailand: a comparison of rain-fed and irrigated cropping systems. Journal of Cleaner Production. 73: 204-217.

Van Groenigen, K.J., C. van Kessel, and B.A. Hungate. 2013. Increased greenhouse-gas intensity of rice production under future atmospheric conditions. Natural Climate Chang. 3: 288–291.