

ปัจจัยที่ส่งผลต่อผลผลิตในการปลูกข้าวโดยการนำเครื่องจักรกลการเกษตรมาใช้ เพื่อสร้างความยั่งยืนของวัยแรงงานตอนต้น

Factors Affecting Rice Production through the Use of Agricultural Mechanization to Create Sustainability for Early-Labor Generation

วรารัตน์ ภาณุวรรณ^{1*} และอภิญา วนเศรษฐ¹
Warangrat Danawan^{1*} and Apinya Wanaset¹

Received date: 11 ม.ค. 69 Revised date: 11 มี.ค. 69 Accepted date: 3 เม.ย. 69

DOI: <https://doi.org/10.55003/kmaj.2026.270153>

บทคัดย่อ

ภาคเกษตรของไทยถือหัวใจส่วนสำคัญของภาคเศรษฐกิจ ปัจจุบันพบว่าการจ้างงานสูงประมาณร้อยละ 30 ของกำลังแรงงานทั้งหมด ภาคเกษตรไทยกำลังเผชิญกับปัญหาการขาดแรงงานและทุนมนุษย์ โดยเฉพาะในกลุ่มวัยแรงงานตอนต้นที่เป็นกำลังสำคัญในการพัฒนาภาคเกษตร การใช้เครื่องจักรกลการเกษตรการเกษตรจึงเป็นแนวทางสำคัญในการเพิ่มผลผลิตลดภาระแรงงาน และสร้างความยั่งยืนให้กับแรงงานภาคเกษตร การวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาปัจจัยที่ส่งผลต่อผลผลิตในการปลูกข้าวโดยการนำเครื่องจักรกลการเกษตรมาใช้เพื่อสร้างความยั่งยืนของวัยแรงงานตอนต้น พร้อมเสนอแนวทางเชิงนโยบายและเชิงปฏิบัติที่เหมาะสมในการส่งเสริมในการเข้าถึงอย่างมีประสิทธิภาพและยั่งยืน จากการใช้กลุ่มตัวอย่างข้อมูลครัวเรือนเกษตรกรจำนวน 1,855 ราย และวิเคราะห์ด้วยแบบจำลองถดถอยเชิงเส้น ผลการวิเคราะห์พบว่าแบบจำลองมีความสามารถในการอธิบายความแปรปรวนของผลผลิตข้าวได้ในระดับสูง ($R^2 = 0.879$) และมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.001$) พบว่า การเพิ่มระดับการใช้เครื่องจักรกลมีความสัมพันธ์เชิงบวกกับผลผลิตข้าวต่อไร่ กลุ่มที่ใช้เครื่องจักรกลครบทั้งสามขั้นตอนสามารถสร้างผลผลิตเฉลี่ยประมาณ 573.77 กิโลกรัมต่อไร่ การส่งเสริมการใช้เครื่องจักรกลการเกษตรอย่างเหมาะสม ในด้านช่วยเพิ่มผลผลิตของการผลิตข้าว พร้อมสร้างบทบาทสำคัญในการสร้างความยั่งยืนของแรงงานภาคเกษตร สร้างแรงจูงใจให้เกษตรกรวัยแรงงานตอนต้นมั่นคงอยู่ในภาคการเกษตร ผลการศึกษานี้เป็นเพียงเสนอข้อมูลเชิงประจักษ์เบื้องต้นในการกำหนดนโยบายส่งเสริมการใช้เทคโนโลยีการเกษตร การพัฒนาโครงสร้างพื้นฐานด้านน้ำ และการสนับสนุนเกษตรกรรุ่นใหม่ เพื่อยกระดับประสิทธิภาพการผลิตข้าวและเสริมสร้างความยั่งยืนของแรงงานภาคเกษตรของประเทศไทยในอนาคต

คำสำคัญ: เครื่องจักรกลการเกษตร วัยแรงงานตอนต้น ผลผลิตข้าว ความยั่งยืนของแรงงาน

Abstract

The agricultural sector in Thailand is a vital part of the economy, currently employing approximately 30% of the total workforce. However, it faces labor and human capital shortages, particularly among young working-age individuals who are crucial to agricultural development. Agricultural mechanization is therefore a key strategy for increasing productivity, reducing labor burdens, and ensuring the sustainability of agricultural employment. This research aims to investigate the factors influencing rice yield through the use of agricultural mechanization, to promote the long-term engagement of young working-age individuals. It seeks to propose appropriate policies and practical guidelines for promoting effective and sustainable access to mechanization. Using a sample of 1,855 farming households and analyzing data using linear regression model, the results showed a high level of explanation for rice yield variance ($R^2 = 0.879$) and statistical significance ($p < 0.001$). The findings indicated a positive correlation between increased mechanization and rice yield per rai. Groups utilizing all three stages of mechanization achieved an average yield of approximately 573.77 kg/rai. Promoting the appropriate use of agricultural mechanization significantly increases rice production, plays a crucial role in ensuring the sustainability of agricultural employment, and motivates young working-age farmers to remain secure in the agricultural sector. This study provides preliminary empirical data to inform policy formulation aimed at promoting the use of agricultural technology, developing water infrastructure, and supporting young farmers, thereby enhancing rice production efficiency and strengthening the sustainability of agricultural labor in Thailand.

Keywords: agricultural machinery, young working-age, rice production, labor sustainability

¹ สาขาเศรษฐกิติติงค คณะเศรษฐศาสตร์ มหาวิทยาลัยรังสิต ปทุมธานี 12000

¹ Digital Economy, Faculty of Economics, Rangsit University, Pathum Thani 12000

*Corresponding author, chwarangrat@gmail.com

คำนำ

ภาคเกษตรมีบทบาทสำคัญต่อระบบเศรษฐกิจและสังคมของประเทศไทย โดยเป็นแหล่งการจ้างงานและรายได้ของประชากรจำนวนมาก ปัจจุบันแรงงานในภาคเกษตรยังคงมีส่วนประมาณร้อยละ 30 ของกำลังแรงงานทั้งหมด (National Statistical Office, 2024) การผลิตพืชเศรษฐกิจสำคัญ เช่น ข้าว มันสำปะหลัง และอ้อย จึงมีบทบาทสำคัญต่อการขับเคลื่อนเศรษฐกิจชนบท อย่างไรก็ตาม ภาคเกษตรของไทยกำลังเผชิญความท้าทายเชิงโครงสร้างหลายประการ ได้แก่ การขาดแคลนแรงงาน ต้นทุนการผลิตที่เพิ่มสูงขึ้น และการเข้าสู่สังคมผู้สูงอายุ ซึ่งส่งผลให้กำลังแรงงานในกระบวนการผลิตลดลงอย่างต่อเนื่อง (Kaikhirran, 2022)

ปัญหาการขาดแคลนแรงงานส่วนหนึ่งเกิดจากการเปลี่ยนผ่านทางประชากรและทัศนคติของคนรุ่นใหม่ที่มีแนวโน้มหลีกเลี่ยงอาชีพเกษตรกรรม เนื่องจากมองว่าเป็นงานที่ใช้แรงงานหนัก ขาดความทันสมัย และมีรายได้ไม่แน่นอน (Narusingsamran and Silpcharu, 2021) สถานการณ์ดังกล่าวยังสะท้อนข้อจำกัดเชิงโครงสร้างทางสังคม (social boundary) ที่ส่งผลต่อความสามารถในการเข้าถึงทรัพยากรและโอกาสทางเศรษฐกิจของเกษตรกร (Lamont and Molnár, 2002) ภายใต้บริบทดังกล่าว การนำเครื่องจักรกลการเกษตรมาใช้จึงถูกมองว่าเป็นกลไกสำคัญในการทดแทนแรงงานมนุษย์ ลดต้นทุนการผลิต และเพิ่มประสิทธิภาพของระบบการผลิตทางการเกษตร

ในขณะเดียวกัน กลุ่มแรงงานวัยแรงงานตอนต้น (อายุประมาณ 20–45 ปี) ได้กลายเป็นกำลังสำคัญของการพัฒนาเกษตรกรรมสมัยใหม่ เนื่องจากมีความคุ้นเคยกับเทคโนโลยีและสามารถเรียนรู้นวัตกรรมใหม่ได้รวดเร็ว กลุ่มนี้จึงมีแนวโน้มปรับเปลี่ยนการผลิตไปสู่การใช้เครื่องจักรกลและเทคโนโลยีสมัยใหม่มากขึ้น ซึ่งสอดคล้องกับทิศทางนโยบายการพัฒนาเกษตรอัจฉริยะ (Smart Agriculture) ของประเทศไทยที่มุ่งยกระดับประสิทธิภาพการผลิตและความสามารถในการแข่งขันของภาคเกษตรในระยะยาว (Department of Agricultural Extension, 2024)

การใช้เครื่องจักรกลการเกษตรในประเทศไทยมีพัฒนาการอย่างต่อเนื่อง โดยเริ่มต้นในช่วง พ.ศ. 2510–2520 จากการใช้รถไถเดินตามและเครื่องสูบน้ำขนาดเล็ก ต่อมาในช่วงทศวรรษ 2530–2540 ได้ขยายไปสู่การใช้รถแทรกเตอร์ขนาดกลางและเครื่องเกี่ยวนวดข้าว และหลังปี พ.ศ. 2550 มีการนำเข้าและพัฒนาเครื่องจักรกลที่ทันสมัยมากขึ้น เช่น เครื่องเกี่ยวนวดข้าวแบบนั่งขับ ระบบชลประทานอัตโนมัติ และโดรนเพื่อการเกษตร ซึ่งสะท้อนถึงศักยภาพในการเพิ่มประสิทธิภาพการผลิตและเสริมสร้างความสามารถในการแข่งขันของภาคเกษตรไทยในระยะยาว (Kaikhirran, 2022) จำแนกเครื่องจักรกลการเกษตรออกเป็นสามกลุ่ม ได้แก่ (1) เครื่องจักรกลพื้นฐานที่ช่วยลดเวลาและแรงงานในขั้นตอนการเตรียมดินและการดูแลพืช (2) เครื่องจักรกลขั้นสูง เช่น เครื่องเกี่ยวนวดข้าว ที่ช่วยลดการสูญเสียผลผลิตในช่วงเก็บเกี่ยว และ (3) เครื่องจักรเฉพาะทางและเทคโนโลยีดิจิทัลภายใต้แนวคิดเกษตรแม่นยำ (precision agriculture) ที่ช่วยเพิ่มประสิทธิภาพการจัดการทรัพยากรและการตัดสินใจเชิงข้อมูล ซึ่งสอดคล้องกับแนวคิดการพัฒนาเกษตรกรรมอย่างยั่งยืน (Siamwalla and Poapongsakorn, 2017)

งานศึกษาที่ผ่านมาพบว่าปัจจัยทางเศรษฐกิจ เช่น รายได้ครัวเรือน ต้นทุนแรงงาน และการเข้าถึงแหล่งสินเชื่อ มีอิทธิพลต่อการตัดสินใจใช้เครื่องจักรกลการเกษตรอย่างมีนัยสำคัญ และมีความแตกต่างกันระหว่างพื้นที่ (Thanatumrongkul and Srinaruewan, 2023) ขณะที่ Attavanich et al. (2018) ชี้ให้เห็นว่าเกษตรกรจำนวนมากยังมีข้อจำกัดในการลงทุนเครื่องจักรกลสมัยใหม่ เนื่องจากข้อจำกัดด้านเงินทุนและขนาดพื้นที่ถือครอง อย่างไรก็ตาม งานวิจัยส่วนใหญ่ในประเทศไทยยังมุ่งศึกษาในระดับพื้นที่หรือระดับจังหวัด และยังขาดการวิเคราะห์เชิงระบบที่บูรณาการปัจจัยด้านประชากร เศรษฐกิจ สังคม และทรัพยากรการผลิตในระดับครัวเรือน นอกจากนี้ แม้การใช้เครื่องจักรกลจะช่วยลดข้อจำกัดด้านแรงงานและเวลาในการผลิต แต่ยังมีข้อจำกัดเชิงประจักษ์จำกัดเกี่ยวกับพฤติกรรมการใช้เครื่องจักรของเกษตรกรวัยแรงงานตอนต้น รวมถึงความแตกต่างของการใช้เทคโนโลยีตามลักษณะประชากรและทรัพยากรการผลิต (Chaipattarawong and Buranarat, 2024)

ในด้านสังคมและประชากร งานศึกษาของ Vannamete et al. (2022) พบว่าอายุและระดับการศึกษามีบทบาทต่อการยอมรับเทคโนโลยี โดยเกษตรกรวัยแรงงานตอนต้นมีแนวโน้มใช้เครื่องจักรกลและเทคโนโลยีการเกษตรได้ดีกว่ากลุ่มเกษตรกรผู้สูงอายุ เนื่องจากมีความคุ้นเคยกับเทคโนโลยีดิจิทัลและสามารถเรียนรู้นวัตกรรมใหม่ได้รวดเร็วกว่า (Organisation for Economic Co-operation and Development, 2019) ในเชิงพฤติกรรมการยอมรับเทคโนโลยี กลุ่มเกษตรกรรุ่นใหม่ยังถือเป็น innovation adopters ที่มีแนวโน้มทดลองและประยุกต์ใช้เทคโนโลยีการผลิต เช่น เครื่องจักรกลการเกษตร เทคโนโลยีดิจิทัล และระบบเกษตรอัจฉริยะ เพื่อเพิ่มประสิทธิภาพการผลิตและลดข้อจำกัดด้านแรงงาน (Rogers, 2003) อย่างไรก็ตาม งานวิจัยที่ผ่านมาในประเทศไทยยังขาดการศึกษาเชิงลึกที่มุ่งเน้นบทบาทของเกษตรกรวัยแรงงานตอนต้นในระดับครัวเรือน รวมถึงการวิเคราะห์ความแตกต่างของการใช้เครื่องจักรกลตามบริบทภูมิภาคและทรัพยากรการผลิต

ในระดับนโยบาย ประเทศไทยให้ความสำคัญกับการพัฒนาเศรษฐกิจตามแนวคิด BCG Economy Model (Bio-Circular-Green Economy) โดยภาคเกษตรเป็นหนึ่งในกลไกสำคัญในการขับเคลื่อนการใช้ทรัพยากรชีวภาพอย่างคุ้มค่า การหมุนเวียนทรัพยากร และการลดผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อม การส่งเสริมการใช้เทคโนโลยีการเกษตร การจัดการทรัพยากรน้ำอย่างมีประสิทธิภาพ และการเพิ่มประสิทธิภาพการผลิตข้าว จึงเป็นแนวทางสำคัญที่สอดคล้องกับกรอบแนวคิดดังกล่าว (Edyvean et al., 2023)

ดังนั้น การศึกษานี้มีวัตถุประสงค์เพื่อวิเคราะห์ปัจจัยที่มีอิทธิพลต่อผลผลิตจากการใช้เครื่องจักรกลการเกษตรในการปลูกข้าวของเกษตรกรวัยแรงงานตอนต้น ซึ่งเป็นกลุ่มแรงงานที่มีศักยภาพในการเรียนรู้และปรับตัวต่อเทคโนโลยีการเกษตรสมัยใหม่ได้อย่างรวดเร็ว การศึกษานี้มุ่งประเมินบทบาทของเครื่องจักรกลการเกษตรต่อการเพิ่มประสิทธิภาพการผลิต การลดข้อจำกัดด้านแรงงาน และการเสริมสร้างความสามารถในการแข่งขันของภาคเกษตร นอกจากนี้ ผลการศึกษายังมุ่งสะท้อนบทบาทของเทคโนโลยีเครื่องจักรกลในการสนับสนุนความยั่งยืนของแรงงานในภาคเกษตร (labor sustainability) โดยช่วยลดภาระงานที่ใช้แรงงานหนัก เพิ่มประสิทธิภาพการผลิต และสร้างแรงจูงใจให้แรงงานรุ่นใหม่ยังคงอยู่ในภาคเกษตร ซึ่งจะนำไปสู่การพัฒนากระบวนการผลิตข้าวที่มีประสิทธิภาพและยั่งยืนในระยะยาว

วิธีการศึกษา

การศึกษานี้พัฒนากรอบแนวคิดการวิจัยโดยผสมผสานแนวคิดจาก ทฤษฎีการยอมรับเทคโนโลยี (Technology Acceptance Model: TAM) และ ทฤษฎีการผลิตทางเศรษฐศาสตร์เกษตร (Agricultural Production Theory) ในกรอบแนวคิดนี้ การใช้เครื่องจักรกลการเกษตรถูกมองว่าเป็นปัจจัยนำเข้า (Input) ที่สำคัญในผลิต ซึ่งมีบทบาทในการเพิ่มประสิทธิภาพการใช้แรงงาน ลดต้นทุนการผลิต และส่งผลต่อผลผลิตข้าวต่อหน่วยพื้นที่ ทั้งนี้ การตัดสินใจยอมรับและใช้เครื่องจักรกลการเกษตรของเกษตรกรวัยแรงงานตอนต้นได้รับอิทธิพลจากปัจจัยสำคัญ 4 ระดับ ได้แก่ ด้านลักษณะประชากรศาสตร์ เช่น อายุ เพศ ระดับการศึกษา จำนวนสมาชิก แรงงานที่มีอยู่ ด้านทรัพยากรการผลิต เช่น ขนาดพื้นที่ถือครอง ลักษณะการถือครองที่ดิน การเข้าถึงแหล่งน้ำ เขตพื้นที่ปลูกข้าว และเครื่องจักรกลการเกษตรเป็นต้น

การศึกษานี้ยังใช้ข้อมูลทุติยภูมิ (Secondary Data) เพื่อนำมาศึกษาครัวเรือนที่ประกอบอาชีพภาคการเกษตรและเป็นเกษตรกรผู้ปลูกข้าว ในการศึกษาการนำเทคโนโลยีมาใช้ที่มีผลต่อผลผลิตของครัวเรือนเกษตรกรไทยที่ปลูกข้าว ซึ่งใช้ข้อมูลระดับครัวเรือนของเกษตรกรที่ขึ้นทะเบียนกับกรมส่งเสริมการเกษตร ในปี 2567 โดยเกณฑ์คัดเลือกเข้าเป็นครัวเรือนเกษตรกรที่ปลูกข้าว โดยใช้ช่วงอายุวัยแรงงานตอนต้น เกณฑ์ช่วงอายุ 20-45 ปี โดยได้ทำการคัดเลือกมาแล้วจำนวน 1,855 ครัวเรือน

ตัวแปรที่สำคัญอีก 1 ตัวแปรคือ กลุ่มเครื่องจักรกลการเกษตรในการศึกษานี้แบ่งออกเป็น 3 กลุ่มหลัก ได้แก่

กลุ่มที่ 1 เครื่องจักรกลการเกษตรพื้นฐาน ประกอบด้วยรถไถเดินตาม เครื่องสูบน้ำ เครื่องพ่นยา และเครื่องมือขนาดเล็กสำหรับไถ พรวน และเตรียมดิน

กลุ่มที่ 2 เครื่องกลการเกษตรเกษตรขั้นสูง รวมถึงรถแทรกเตอร์ขนาดกลางถึงใหญ่ เครื่องเกี่ยวนวดข้าวแบบนั่งขับ เครื่องปลูกข้าวแบบเดินตาม และรถบรรทุกเกษตร

กลุ่มที่ 3 เครื่องจักรเฉพาะทาง ประกอบด้วยเทคโนโลยีขั้นสูง เช่น ระบบชลประทานอัตโนมัติ เซนเซอร์วัดความชื้นในดิน โดรนเพื่อการเกษตร และระบบการจัดการข้อมูล

วัตถุประสงค์เพื่อศึกษาปัจจัยที่ส่งผลต่อผลผลิตในการปลูกข้าวโดยการนำเครื่องจักรกลการเกษตรมาใช้เพื่อสร้างความยั่งยืนของวัยแรงงานตอนต้น และความแตกต่างระหว่างเขตพื้นที่ในการใช้เครื่องจักรกลการเกษตรและผลผลิตข้าว

การวิเคราะห์ข้อมูลเชิงปริมาณดำเนินการโดยใช้โปรแกรมสถิติสำเร็จรูปสำหรับการวิจัยทางสังคมศาสตร์ และแบ่งการวิเคราะห์ออกเป็น 3 ขั้นตอนหลัก ได้แก่ 1) การวิเคราะห์เชิงพรรณนา (Descriptive Analysis) ใช้เพื่ออธิบายลักษณะทั่วไปของกลุ่มตัวอย่าง โดยคำนวณค่าเฉลี่ย ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน ค่าต่ำสุด และค่าสูงสุด สำหรับตัวแปรต่อเนื่อง และคำนวณความถี่และร้อยละสำหรับตัวแปรเชิงกลุ่ม 2) การวิเคราะห์สหสัมพันธ์ (Correlation Analysis) ใช้เพื่อตรวจสอบความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรอิสระและประมินปัญหาความสัมพันธ์ร่วมเชิงเส้น (multicollinearity) โดยใช้ค่า Variance Inflation Factor (VIF) ซึ่งพบว่าไม่มีตัวแปรใดมีค่า VIF เกิน 5 แสดงว่าไม่มีปัญหา multicollinearity และ 3) การวิเคราะห์ถดถอยพหุคูณ (Multiple Regression Analysis) ใช้การประมาณค่าแบบ Ordinary Least Squares (OLS) เพื่อวิเคราะห์อิทธิพลของปัจจัยด้านประชากร ทรัพยากร ภูมิภาค และการใช้เครื่องจักรกลการเกษตรที่มีต่อผลผลิตข้าวต่อไร่ โดยกำหนดสมการถดถอยดังนี้

$$\text{Yield}_i = \beta_0 + \beta_1 \text{Sex}_i + \beta_2 \text{Education level}_i + \beta_3 \text{Household size}_i + \beta_4 \text{Size farmland}_i + \beta_5 \text{Ariculture land}_i + \beta_6 \text{Region}_i + \beta_7 \text{Water Source}_i + \beta_8 \text{Aricultural machine}_i + \epsilon_i$$

โดยที่:

Yield_i = ผลผลิตข้าวต่อไร่ของครัวเรือนเกษตรกรรายที่ i

β_0 = ค่าคงที่ของแบบจำลอง (Constant)

$\beta_1 - \beta_8$ = ค่าสัมประสิทธิ์ของตัวแปรอิสระแต่ละตัว

Sex_i = เพศของเกษตรกร (1 = Female, 0 = Male)

Education level_i = ระดับการศึกษา

(1 = Higher than bachelor's degree, 2 = Upper secondary/vocational,

3 = Lower secondary, 4 = Primary or below)

Household size_i = ขนาดครัวเรือน

Size farmland_i = ขนาดพื้นที่เกษตร (1 = Small, 2 = Medium, 3 = Large)

Ariculture land_i = การถือครองที่ดินทำการเกษตร (1 = Rent, 0 = Owner)

Region_i = ภูมิภาคที่ทำการเพาะปลูก

(1 = Central and Northern regions, 2 = Western and Eastern regions,

3 = Northeastern region, 4 = Southern region)

Water Source_i = การมีพื้นที่ชลประทาน (1 = Irrigated area, 2 = Non-Irrigated area, 3 = Natural water)

$\text{Aricultural machine}_i$ = การใช้เครื่องจักรกลทางการเกษตร (1 = Use, 0 = Non)

ϵ_i = ค่าความคลาดเคลื่อนของแบบจำลอง

ผลการศึกษาและวิจารณ์

จากการวิเคราะห์ข้อมูลใน Table 1 กลุ่มตัวอย่างเกษตรกรผู้ปลูกข้าวจำนวน 1,855 ครัวเรือน มีอายุเฉลี่ย 36.20 ปี ซึ่งอยู่ในช่วงวัยแรงงานตอนต้น (20–45 ปี) สะท้อนศักยภาพในการปรับตัวและยอมรับเทคโนโลยีทางการเกษตรได้ค่อนข้างดี สอดคล้องกับผลการศึกษาของ Nguyen et al. (2023) นอกจากนี้ กลุ่มตัวอย่างมีพื้นที่เพาะปลูกเฉลี่ย 28.95 ไร่

ในด้านลักษณะประชากรศาสตร์ พบว่าเกษตรกรเป็นเพศหญิงร้อยละ 50.78 และเพศชายร้อยละ 49.22 โดยสัดส่วนแรงงานหญิงสูงกว่าค่าเฉลี่ยของภูมิภาคเอเชียตะวันออกเฉียงใต้ที่อยู่ในช่วงร้อยละ 40–45 (Food and Agriculture Organization of the United Nations, 2023) สะท้อนบทบาทที่เพิ่มขึ้นของสตรีในภาคเกษตรของประเทศไทย ด้านการศึกษา พบว่าเกษตรกรส่วนใหญ่มีระดับการศึกษาสูงสุดอยู่ในระดับมัธยมศึกษาตอนปลายหรือประกาศนียบัตรวิชาชีพร้อยละ 42.75 รองลงมาคือระดับปริญญาตรีขึ้นไปร้อยละ 22.21 และมัธยมศึกษาตอนต้นร้อยละ 22.86 ขณะที่ระดับประถมหรือต่ำกว่ามีเพียงร้อยละ 12.18

นอกจากนี้ สมาชิกในครัวเรือนมีแรงงานเฉลี่ยเพียง 1 คนต่อครัวเรือน ซึ่งสะท้อนข้อจำกัดด้านแรงงานภายในครัวเรือน และส่งผลให้เครื่องจักรกลการเกษตรและแรงงานจ้างเข้ามามีบทบาททดแทนแรงงานครัวเรือนมากขึ้น แนวโน้มดังกล่าวอาจเกี่ยวข้องกับระดับการศึกษาที่สูงขึ้นของสมาชิกครัวเรือนซึ่งทำให้บางส่วนเข้าสู่ตลาดแรงงานนอกภาคเกษตร (Duangbootsri, 2017)

เมื่อพิจารณาตามพื้นที่ตั้งของแปลงเพาะปลูก เกษตรกรร้อยละ 55.96 อยู่ในภาคใต้ รองลงมาคือภาคตะวันออกเฉียงเหนือร้อยละ 20.59 ซึ่งกลุ่มตัวอย่างวัยแรงงานตอนต้นกระจุกตัวในภาคใต้มากกว่าภูมิภาคอื่น ขณะที่พื้นที่ปลูกข้าวหลักของประเทศไทยมักอยู่ในภาคกลางและภาคเหนือซึ่งมักถูกเรียกว่า “Rice Bowl” ของประเทศ ความแตกต่างดังกล่าวอาจทำให้ผลการศึกษาสะท้อนบริบทของภาคใต้มากกว่าพื้นที่ปลูกข้าวหลัก อย่างไรก็ตาม ในการวิเคราะห์ได้รวมตัวแปรด้านภูมิภาคไว้ในแบบจำลองเพื่อควบคุมความแตกต่างเชิงพื้นที่ นอกจากนี้ ปัจจัยที่นำมาศึกษา เช่น การเข้าถึงแหล่งน้ำ ลักษณะพื้นที่เพาะปลูก และการใช้เครื่องจักรกลการเกษตร เป็นปัจจัยเชิงโครงสร้างที่พบได้ในหลายภูมิภาคของประเทศ จึงยังสามารถสะท้อนแนวโน้มความสัมพันธ์ระหว่างปัจจัยการผลิตและผลผลิตข้าวในระดับครัวเรือนได้ในภาพรวม

ในด้านการถือครองที่ดิน เกษตรกรร้อยละ 50.67 ใช้พื้นที่เช่าในการเพาะปลูก ขณะที่ร้อยละ 49.63 ใช้พื้นที่ของตนเอง สัดส่วนของการเช่าและการถือครองที่ดินมีความใกล้เคียงกัน งานศึกษาของ Chi and Fujimoto (2012) และ Duangbootsri (2017) ระบุว่าการศึกษาเช่าที่ดินของครัวเรือนเกษตรกรได้รับอิทธิพลจากหลายปัจจัย เช่น ศักยภาพในการผลิต จำนวนสมาชิกในครัวเรือน อายุเกษตรกร และปริมาณน้ำฝน โดยครัวเรือนที่มีศักยภาพในการผลิตสูงมักมีแนวโน้มเช่าที่ดินเพื่อขยายการผลิต ขณะที่ครัวเรือนที่ถือครองที่ดินจำนวนมากมีแนวโน้มเช่าที่ดินลดลง และอาจเผชิญข้อจำกัดด้านประสิทธิภาพการผลิตจากต้นทุนแรงงานที่สูงขึ้น

Table 1 Definitions, means, and standard deviations of independent variables (demographic and production factors) and dependent variable (yield) for rice production (n = 1,855)

Variable	Definition	Mean	SD	n (%)
Yield	Yield per rai (kg)	552.97	102.07	
Age	Age of household head (20–45 years)	36.20 years	6.68	
Sex	Male			913 (49.22)
	Female			942 (50.78)
Education level	Higher than bachelor's degree			412 (22.21)
	Upper secondary/vocational			793 (42.75)
	Lower secondary			424 (22.86)
	Primary or below			226 (12.18)
Household size	Number of household members (persons)	0.89 person	1.39	
Cultivation region	Central and Northern regions			340 (18.33)
	Western and Eastern regions			95 (5.12)
	Northeastern region			382 (20.59)
	Southern region			1,038 (55.96)
Land tenure	Owned farmland			915 (49.53)
	Rented farmland			940 (50.67)
Cultivated area	Size of cultivated area (rai)	28.95 rai	15.01	
Water source	Irrigated water source			144 (7.76)
	Non-irrigated water source			695 (37.47)
	Natural water source			1,016 (54.77)
Machinery group 1	Basic agricultural machinery			1,469 (79.19)*
Machinery group 2	Advanced agricultural machinery			1,693 (91.27)*
Machinery group 3	Specialized agricultural machinery			537 (28.95)*

* Percentages exceed 100% because respondents could select more than one type of agricultural machinery.

ทางด้านแหล่งน้ำที่ใช้ในการเพาะปลูกของเกษตรกร พบว่า พื้นที่ใกล้แหล่งน้ำตามธรรมชาติร้อยละ 54.77 รองลงมา เป็นพื้นที่ที่อยู่นอกเขตชลประทานร้อยละ 37.47 และพื้นที่ที่อยู่ในเขตชลประทานร้อยละ 7.76 ของกลุ่มตัวอย่างทั้งหมด เกษตรกรผู้ปลูกข้าวในพื้นที่ศึกษาส่วนใหญ่พึ่งพาแหล่งน้ำตามธรรมชาติเป็นหลัก ซึ่งอาจทำให้การผลิตข้าวมีความเสี่ยงต่อ ความแปรปรวนของสภาพภูมิอากาศและปริมาณน้ำฝนในแต่ละฤดูกาล

จากผลการสำรวจการใช้เครื่องจักรกลการเกษตร พบว่า เกษตรกรมีการใช้เครื่องจักรกลหลายประเภทใน กระบวนการผลิตข้าว โดยเครื่องจักรกลการเกษตรขั้นสูง (Advanced agricultural machinery) มีการใช้งานมากที่สุดร้อยละ 91.27 รองลงมาเป็นเครื่องจักรกลการเกษตรพื้นฐาน (Basic agricultural machinery) ร้อยละ 79.19 และเครื่องจักรกล เฉพาะทาง (Specialized agricultural machinery) ร้อยละ 28.95 ทั้งนี้สัดส่วนในการใช้เครื่องจักรกลการเกษตรทั้ง 3 กลุ่ม รวมกันแล้วเกินค่า 100 เนื่องจากเกษตรกรสามารถใช้เครื่องจักรกลได้มากกว่าหนึ่งประเภท

ผลการวิเคราะห์ใน Table 2 ผลผลิตข้าวเฉลี่ยมีแนวโน้มเพิ่มขึ้นตามจำนวนขั้นตอนของการใช้เครื่องจักรกลทาง การเกษตร โดยเกษตรกรที่ใช้เครื่องจักรกล 1 กลุ่ม มีผลผลิตเฉลี่ย 519.69 กิโลกรัมต่อไร่ ขณะที่การใช้ 2 กลุ่มมีผลผลิตเฉลี่ย 559.81 กิโลกรัมต่อไร่ และการใช้ 3 กลุ่มมีผลผลิตเฉลี่ยสูงสุดที่ 573.77 กิโลกรัมต่อไร่

การทดสอบความแปรปรวนทางเดียว (One-way ANOVA) แสดงให้เห็นว่าผลผลิตข้าวระหว่างทั้งสามกลุ่มแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($F = 38.73, p < 0.001$) และผลการเปรียบเทียบรายคู่ด้วยวิธี Bonferroni พบว่าผลผลิตเฉลี่ย ของแต่ละกลุ่มแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ โดยกลุ่มที่ใช้เครื่องจักรกลในหลายขั้นตอนมีผลผลิตสูงกว่ากลุ่มที่ใช้ขั้นตอนน้อยกว่า

Table 2 Productivity by intensity of agricultural mechanization

Mechanization intensity	Description (production stage)	Productivity (kg/rai)
1	Use of agricultural machinery in one (n=479)	519.69
2	Use of agricultural machinery in two (n=908)	559.81
3	Use of agricultural machinery in three (n=468)	573.77

The difference among groups is statistically significant (ANOVA: $F = 38.73$, $p < 0.001$).

ผลการศึกษาสะท้อนว่าการใช้เครื่องจักรกลในหลาย ๆ กลุ่มของการเพาะปลูกสามารถเพิ่มประสิทธิภาพการผลิตข้าวต่อหน่วยพื้นที่ โดยช่วยลดข้อจำกัดด้านแรงงาน เพิ่มความรวดเร็วในการดำเนินงาน และเพิ่มประสิทธิภาพการจัดการแปลงนา ซึ่งเครื่องจักรกลการเกษตรมีบทบาทสำคัญต่อการเพิ่มผลผลิตและการปรับตัวของภาคเกษตรในบริบทของการขาดแคลนแรงงาน (Pingali, 2007; Chen et al., 2022; Nguyen et al., 2023) นอกจากนี้ การประยุกต์ใช้เทคโนโลยีสมัยใหม่ เช่น โดรนเพื่อการเกษตร ยังสามารถเพิ่มความแม่นยำในการใช้ปัจจัยการผลิตและเพิ่มประสิทธิภาพการจัดการพื้นที่เพาะปลูก (Office of Agricultural Economics, 2023) การใช้เครื่องจักรกลการเกษตรในหลายขั้นตอนตั้งแต่การเตรียมดินจนถึงการเก็บเกี่ยวมีบทบาทสำคัญต่อการเพิ่มผลผลิตข้าว ดังนั้นการพัฒนาภาคการผลิตข้าวในระยะยาวควรส่งเสริมการใช้เครื่องจักรกลและเทคโนโลยีการเกษตรควบคู่กับการพัฒนาทักษะการจัดการแปลงนา เพื่อเพิ่มประสิทธิภาพและความยั่งยืนของระบบการผลิตข้าว

จาก Table 3 การถือครองที่ดินมีความสัมพันธ์กับระดับผลผลิตข้าวต่อไร่ โดยเกษตรกรที่ใช้พื้นที่เช่ามีผลผลิตเฉลี่ยสูงกว่าเกษตรกรที่ใช้ที่ดินของตนเอง กล่าวคือ กลุ่มที่เช่าที่ดินมีผลผลิตเฉลี่ย 590.96 กิโลกรัมต่อไร่ ขณะที่กลุ่มที่ใช้ที่ดินของตนเองมีผลผลิตเฉลี่ย 513.94 กิโลกรัมต่อไร่ ผลการทดสอบ independent samples *t*-test แสดงให้เห็นว่าความแตกต่างดังกล่าวมีนัยสำคัญทางสถิติ ($t = -17.54$, $p < 0.001$) ความแตกต่างนี้อาจสะท้อนแรงจูงใจทางเศรษฐกิจของเกษตรกรผู้เช่าที่ดิน ซึ่งมีแนวโน้มจัดการแปลงเพาะปลูกอย่างเข้มข้นเพื่อให้คุ้มค่ากับต้นทุนค่าเช่า ส่งผลให้มีการใช้ปัจจัยการผลิต เช่น ปุ๋ย การจัดการน้ำ และเครื่องจักรกลการเกษตร อย่างมีประสิทธิภาพมากขึ้น

Table 3 Productivity by type of cultivated area

Area type	productivity	Minimum	Maximum
Household-owned land	513.94	320	756
Rented land	590.96	320	756

t-test: $t = -17.54$, $p < 0.001$. The difference in mean rice productivity between household-owned land and rental land is statistically significant.

ผลการศึกษาสอดคล้องกับแนวคิดการจัดการทรัพยากรการเกษตรที่เน้นการใช้ปัจจัยการผลิตอย่างมีประสิทธิภาพเพื่อเพิ่มผลผลิต (Food and Agriculture Organization of the United Nations & African Union Commission, 2018) รวมถึงงานศึกษาของ Takeshima et al. (2013) ที่พบว่า การเข้าถึงทรัพยากรและเทคโนโลยีสามารถช่วยเพิ่มผลผลิตต่อหน่วยพื้นที่ของเกษตรกรได้ นอกจากนี้ เมื่อพิจารณาร่วมกับผลการวิเคราะห์ใน Table 2 ที่พบว่าการใช้เครื่องจักรกลการเกษตรในหลายขั้นตอนของกระบวนการผลิตมีความสัมพันธ์กับระดับผลผลิตข้าวที่สูงขึ้น จึงอาจสะท้อนว่าเกษตรกรที่เช่าที่ดินมีแนวโน้มใช้เครื่องจักรกลและเทคโนโลยีการผลิตมากขึ้นเพื่อเพิ่มประสิทธิภาพการผลิต

การศึกษานี้ใช้การวิเคราะห์ถดถอยพหุคูณ (Multiple Regression Analysis: MRA) จากข้อมูลครัวเรือนเกษตร 1,855 ครัวเรือน เพื่อวิเคราะห์ปัจจัยที่ส่งผลต่อผลผลิตข้าวภายใต้การใช้เครื่องจักรกลการเกษตร ผลการวิเคราะห์พบว่าแบบจำลองมีนัยสำคัญทางสถิติ ($F(10,1844) = 3492.78$, $p < 0.001$) และสามารถอธิบายความแปรปรวนของผลผลิตข้าวได้ร้อยละ 87.8 ($R^2 = 0.878$) แม้ว่าค่า R^2 จะอยู่ในระดับค่อนข้างสูงสำหรับงานวิจัยทางสังคมศาสตร์ แต่เนื่องจากตัวแปรสำคัญในแบบจำลองเป็นปัจจัยการผลิตโดยตรง เช่น ขนาดพื้นที่เพาะปลูก แหล่งน้ำ และการใช้เครื่องจักรกล ซึ่งมีความสัมพันธ์กับผลผลิตทางการเกษตรโดยตรง จึงสามารถอธิบายระดับความแปรปรวนของผลผลิตได้ค่อนข้างสูง นอกจากนี้ได้ตรวจสอบปัญหา multicollinearity ด้วยค่า Variance Inflation Factor (VIF) และค่า Tolerance ซึ่งพบว่าตัวแปรอิสระทั้งหมดอยู่ในเกณฑ์ที่ยอมรับได้ จึงสามารถยืนยันความน่าเชื่อถือของแบบจำลองในการอธิบายความสัมพันธ์ระหว่างปัจจัยการผลิตและผลผลิตข้าวของเกษตรกร (Wooldridge, 2020)

ทรัพยากรการผลิต และ การใช้เครื่องจักรกลการเกษตร ปัจจัยที่มีอิทธิพลต่อผลผลิตข้าว พบว่า ลักษณะพื้นที่เพาะปลูก แหล่งน้ำ พื้นที่เพาะปลูกตามภูมิภาค และระดับการใช้เครื่องจักรกลการเกษตร เป็นปัจจัยที่มีอิทธิพลต่อผลผลิตข้าวอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ในขณะที่ เพศของเกษตรกร ระดับการศึกษา และจำนวนสมาชิกในครัวเรือน ไม่มีความสัมพันธ์กับผลผลิตข้าวอย่างมีนัยสำคัญ ซึ่งสามารถแสดงความสัมพันธ์ของตัวแปรสามารถสรุปได้ผ่านสมการถดถอยดังนี้

ผลการวิเคราะห์พบว่า เกษตรกรที่ใช้พื้นที่เข้าในการเพาะปลูกข้าวมีระดับผลผลิตสูงกว่าพื้นที่รูปแบบอื่น ซึ่ง

$$\begin{aligned} \text{Yield} = & 393.034 + 5.771\text{Rented agriculture land} \\ & + (254.645\text{central\&northern} + 272.555\text{western\&eastern} + 204.052\text{southern} \\ & + (18.098\text{Irrigated area} + 11.811\text{Natural water}) + 3.631\text{Agricultural machine} \end{aligned}$$

Takeshima et al. (2013) ชี้ว่าแรงจูงใจทางเศรษฐกิจมีบทบาทสำคัญต่อประสิทธิภาพการจัดการแปลงเพาะปลูก อย่างไรก็ตาม การเป็นเจ้าของที่ดินช่วยส่งเสริมการดูแลรักษาดินและธาตุอาหารในระยะยาว ความแตกต่างของผลการศึกษาอาจสะท้อนลักษณะเฉพาะของเกษตรกรวัยแรงงานตอนต้น ซึ่งมักเลือกใช้พื้นที่เช่าที่เหมาะสมต่อการใช้เครื่องจักรกล และบริหารจัดการการผลิตอย่างเข้มข้นเพื่อให้คุ้มค่ากับต้นทุนค่าเช่าที่ดิน รวมทั้งสัญญาเช่าระยะยาวยังช่วยลดความไม่แน่นอนในการผลิตและเอื้อต่อการลงทุนในเทคโนโลยีการผลิต (Kansiri et al., 2024)

เมื่อพิจารณาผลการประมาณค่าสัมประสิทธิ์ในระดับรายตัวแปร (Table 4) ปัจจัยหลายด้านมีความสัมพันธ์กับผลผลิตข้าวอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ $p < 0.01$ โดยความสัมพันธ์ดังกล่าวครอบคลุมทั้งด้านลักษณะประชากร

ในด้านของแหล่งน้ำมีอิทธิพลต่อผลผลิตข้าวอย่างมีนัยสำคัญ โดยพื้นที่ที่อยู่ในเขตชลประทานหรือมีแหล่งน้ำธรรมชาติมีระดับผลผลิตสูงกว่าพื้นที่ที่ขาดแคลนน้ำอย่างชัดเจน ซึ่ง Nawanuch et al. (2023) ระบุว่าแหล่งน้ำเป็นปัจจัยพื้นฐานที่สำคัญต่อผลผลิตทางการเกษตร นอกจากผลกระทบโดยตรงต่อผลผลิตแล้ว ความมั่นคงด้านน้ำยังส่งผลต่อการตัดสินใจลงทุนของเกษตรกร เนื่องจากพื้นที่ที่มีระบบชลประทานที่ดีมีแนวโน้มใช้เครื่องจักรกลการเกษตรมากกว่าและสามารถขยายพื้นที่เพาะปลูกได้มากกว่า ในทางตรงกันข้าม เกษตรกรในพื้นที่ที่เผชิญความเสี่ยงด้านภัยแล้งมักหลีกเลี่ยงการลงทุนในเครื่องจักรกลที่มีต้นทุนสูง ความเหลื่อมล้ำในการเข้าถึงระบบชลประทานระหว่างภูมิภาคจึงยังคงเป็นข้อจำกัดสำคัญต่อระดับผลผลิตข้าว (Wana and Somcom, 2020)

Table 4 Statistical analysis results showing factors affecting rice production through the use of agricultural machinery (n = 1,855)

Variable	B	SE	p
Sex of household head (Ref: Male)	0.518	1.692	0.760
Education level	-1.520	0.920	0.099
Household size	-0.574	3.105	0.853
Medium-sized farmland (Ref: Small)	4.110	2.734	0.133
Large-sized farmland	9.015	6.588	0.171
Rented agricultural land (Ref: Owned land)	5.771	1.898	0.002**
Central & Northern regions (Ref: Northeastern region)	254.645	3.142	0.000**
Western & Eastern regions	272.555	8.971	0.000**
Southern region	204.052	1.797	0.000**
Irrigated area (Ref: Non-irrigated)	18.098	3.799	0.000**
Natural water source	11.811	1.951	0.000**
Agricultural machinery	3.631	1.207	0.003**
Constant	393.034	4.948	0.000**

$R^2 = 0.879$, $F(13, 1841) = 2689.40$, $p < 0.001$

เมื่อพิจารณาด้านพื้นที่ ภาควะวันออกเฉียงเหนือมีระดับผลผลิตข้าวเฉลี่ยต่ำกว่าภูมิภาคอื่นอย่างชัดเจน ซึ่งสะท้อนข้อจำกัดด้านระบบชลประทาน คุณภาพดิน และสภาพภูมิอากาศ แสดงให้เห็นว่าการเข้าถึงโครงสร้างพื้นฐาน เช่น แหล่งน้ำ และเครื่องจักรกลการเกษตร มีบทบาทสำคัญต่อการเพิ่มผลผลิต เนื่องจากทรัพยากรดังกล่าวเอื้อต่อการใช้เครื่องจักรกลและ

การจัดการการผลิตอย่างมีประสิทธิภาพ ซึ่ง Tauer (1995) มองว่าการเพิ่มผลผลิตเกิดจากการใช้ปัจจัยการผลิตอย่างเหมาะสม ร่วมกับการเรียนรู้และประสบการณ์ของเกษตรกร

ผลการศึกษาในด้านการใช้เครื่องจักรกลทางการเกษตรมีความสัมพันธ์เชิงบวกกับผลผลิตข้าวต่อไร่ แม้เมื่อควบคุมปัจจัยอื่นให้คงที่ โดยเครื่องจักรกลช่วยเพิ่มประสิทธิภาพการผลิตผ่านการเตรียมดินที่สม่ำเสมอและการดำเนินกิจกรรมการผลิตได้ตรงตามช่วงเวลาที่เหมาะสม (Takeshima et al., 2013; Food and Agriculture Organization of the United Nations and African Union Commission, 2018; Yan et al., 2024) นอกจากนี้ เครื่องจักรกลยังช่วยให้เกษตรกรวัยแรงงานตอนต้นสามารถบริหารจัดการพื้นที่เพาะปลูกขนาดใหญ่ภายใต้ข้อจำกัดด้านแรงงาน และดำเนินกิจกรรมการผลิตได้ภายในช่วงเวลาที่เหมาะสม ส่งผลให้ศักยภาพในการผลิตและรายได้ของครัวเรือนเพิ่มขึ้นในระยะยาว ซึ่ง Knierim et al. (2019) เห็นว่าเทคโนโลยีเป็นกลไกสำคัญในการเพิ่มผลผลิตของภาคเกษตร

ในด้านปัจจัยทางสังคม สัดส่วนเกษตรกรเพศหญิงค่อนข้างสูง แต่ตัวแปรเพศไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ สะท้อนโครงสร้างการผลิตข้าวของไทยที่อาศัยการตัดสินใจร่วมกันภายในครัวเรือน และการใช้เครื่องจักรกลที่ช่วยลดข้อจำกัดด้านแรงงานและความแตกต่างทางกายภาพระหว่างเพศ แม้ว่าบางการศึกษาจะพบว่าเพศอาจมีความสัมพันธ์กับการยอมรับเครื่องจักรกล แต่ปัจจัยดังกล่าวมักเกี่ยวข้องกับการเข้าถึงทรัพยากรและข้อมูลมากกว่าความแตกต่างทางเพศโดยตรง (Joblaew et al., 2019) นอกจากนี้ งานวิจัยยังชี้ว่าเกษตรกรหญิงในประเทศไทยมีบทบาทสำคัญในการดำเนินกิจกรรมของกลุ่มเกษตรกรและการตัดสินใจด้านรายได้ของครัวเรือน แสดงให้เห็นถึงระดับความเสมอภาคทางเพศที่ค่อนข้างสูงในภาคเกษตรไทย (Akter et al., 2017)

สรุปผลการศึกษา

การศึกษานี้มีวัตถุประสงค์เพื่อวิเคราะห์ปัจจัยที่ส่งผลต่อผลผลิตข้าวภายใต้การใช้เครื่องจักรกลทางการเกษตรของเกษตรกรวัยแรงงานตอนต้น โดยใช้ข้อมูลครัวเรือนเกษตรจำนวน 1,855 ครัวเรือน และวิเคราะห์ด้วยแบบจำลองถดถอยพหุคูณ ผลการศึกษาพบว่าแบบจำลองมีนัยสำคัญทางสถิติและสามารถอธิบายความแปรปรวนของผลผลิตข้าวได้ร้อยละ 87.8 ปัจจัยสำคัญที่มีอิทธิพลต่อผลผลิตข้าว ได้แก่ ลักษณะพื้นที่เพาะปลูก แหล่งน้ำ เขตพื้นที่เพาะปลูก และระดับการใช้เครื่องจักรกลทางการเกษตร โดยเกษตรกรที่สามารถเข้าถึงระบบชลประทานหรือแหล่งน้ำธรรมชาติ รวมทั้งมีการใช้เครื่องจักรกลในระดับสูง มีแนวโน้มที่จะมีผลผลิตข้าวสูงกว่าครัวเรือนที่มีข้อจำกัดด้านทรัพยากร สะท้อนให้เห็นว่าการพัฒนาโครงสร้างพื้นฐานทางการเกษตรและการใช้เทคโนโลยีการผลิตมีบทบาทสำคัญต่อการเพิ่มประสิทธิภาพการผลิตข้าว

ในเชิงพื้นที่ผลผลิตข้าวมีความแตกต่างกันระหว่างภูมิภาค โดยเฉพาะภาคตะวันออกเฉียงเหนือซึ่งมีผลผลิตเฉลี่ยต่ำกว่าภูมิภาคอื่นอย่างชัดเจน อันเนื่องมาจากข้อจำกัดด้านระบบชลประทานและการเข้าถึงเทคโนโลยีการผลิต ขณะที่ปัจจัยด้านประชากรศาสตร์ไม่พบอิทธิพลต่อผลผลิตข้าว ซึ่งสะท้อนแนวโน้มการเปลี่ยนผ่านของภาคเกษตรจากระบบที่พึ่งพาแรงงานคนไปสู่การใช้เครื่องจักรกลและเทคโนโลยีการผลิตมากขึ้น Knierim et al. (2019) แสดงให้เห็นว่าการพัฒนาเกษตรกรรมสมัยใหม่ควรผสมผสานเครื่องจักรกล เทคโนโลยี และนวัตกรรมจัดการเพื่อเพิ่มประสิทธิภาพการผลิตอย่างยั่งยืน

อย่างไรก็ตาม แม้การใช้เครื่องจักรกลจะมีความสัมพันธ์เชิงบวกกับผลผลิตข้าว แต่การใช้เครื่องจักรขนาดใหญ่โดยไม่มีการจัดการที่เหมาะสมอาจก่อให้เกิดผลกระทบต่อนสิ่งแวดล้อม เช่น การเผาต่อซึ่งหลังการเก็บเกี่ยวซึ่งเป็นแหล่งกำเนิดมลพิษทางอากาศและก๊าซเรือนกระจก ดังที่ Gadde et al. (2009) ชี้ให้เห็น นอกจากนี้ การใช้เครื่องจักรกลหนักอย่างต่อเนื่องอาจทำให้เกิดการอัดตัวของดิน (Soil Compaction) ซึ่งส่งผลต่อโครงสร้างดินและการเจริญเติบโตของพืช ดังนั้น การส่งเสริมการใช้เครื่องจักรกลควรคำนึงควบคู่กับแนวทางการจัดการที่คำนึงถึงความยั่งยืนของระบบการผลิต เช่น การใช้เครื่องจักรกลเกษตรอัจฉริยะและเทคโนโลยีเกษตรแม่นยำ

ทั้งนี้ การศึกษานี้มีข้อจำกัดจากการใช้ข้อมูลทุติยภูมิซึ่งไม่สามารถสะท้อนรายละเอียดด้านต้นทุนการลงทุนหรือประสิทธิภาพการใช้เครื่องจักรในเชิงปฏิบัติได้อย่างครบถ้วน การศึกษาในอนาคตควรใช้ข้อมูลภาคสนามเพื่อวิเคราะห์ผลกระทบของการใช้เครื่องจักรกลในระยะยาว โดยพิจารณาทั้งมิติทางเศรษฐกิจ สังคม และสิ่งแวดล้อม ผลการศึกษาชี้ให้เห็นว่าการสนับสนุนการเข้าถึงเครื่องจักรกลทางการเกษตรและการพัฒนาโครงสร้างพื้นฐานด้านน้ำ โดยเฉพาะระบบชลประทานมีความสำคัญต่อการเพิ่มประสิทธิภาพการผลิตข้าว และสอดคล้องกับแนวทางการพัฒนาภาคการเกษตรภายใต้กรอบ BCG Economy Model ที่มุ่งเน้นการใช้เทคโนโลยีและการใช้ทรัพยากรอย่างมีประสิทธิภาพเพื่อความยั่งยืนของภาคการเกษตร

ข้อเสนอแนะเชิงนโยบาย

จากผลการศึกษาภาครัฐควรกำหนดมาตรการสนับสนุนการใช้เทคโนโลยีทางการเกษตรอย่างเป็นรูปธรรม เช่น จัดตั้งโครงการสินเชื่อดอกเบี้ยต่ำสำหรับการจัดซื้อเครื่องจักรกลการเกษตร ส่งเสริมสหกรณ์หรือศูนย์บริการเครื่องจักรกลการเกษตร เพื่อให้เกษตรกรรายย่อยสามารถเข้าใช้เครื่องจักรในต้นทุนที่เหมาะสม และให้มีการสนับสนุนเงินอุดหนุนสำหรับเทคโนโลยีที่ช่วยเพิ่มประสิทธิภาพการผลิต เช่น ระบบจัดการน้ำและเทคโนโลยีเกษตรแม่นยำ ซึ่งมาตรการดังกล่าวจะช่วยเพิ่มการเข้าถึงเทคโนโลยีของเกษตรกรรายย่อย ลดความเหลื่อมล้ำด้านทรัพยากรการผลิต และส่งเสริมการพัฒนาภาคการเกษตรอย่างยั่งยืน

การมีส่วนร่วมในการเขียนบทความของผู้เขียน

ความคิดริเริ่ม และ สมมุติฐาน: วรากรณ์ ภูณวรรณ, และอภิญญา วนเศรษฐ. การวิเคราะห์ข้อมูล การแปลผล: วรากรณ์ ภูณวรรณ, และอภิญญา วนเศรษฐ การวิพากษ์วิจารณ์ผล การแสดง การเปรียบเทียบกับข้อสรุปหรือองค์ความรู้ หรือทฤษฎีเดิม: วรากรณ์ ภูณวรรณ, และอภิญญา วนเศรษฐ. การมีส่วนร่วมในการเขียนต้นฉบับบทความ: วรากรณ์ ภูณวรรณ, และอภิญญา วนเศรษฐ.

ผลประโยชน์ทับซ้อน

ผู้เขียนขอประกาศว่าบทความนี้ไม่มีผลประโยชน์ทับซ้อน

เอกสารอ้างอิง

- Akter, S., Rutsaert, P., Luis, J., Htwe, N. M., San, S. S., Raharjo, B., & Pustika, A. (2017). Women's empowerment and gender equity in agriculture: A different perspective from Southeast Asia. *Food Policy*, 69(1), 270–279. <https://doi.org/10.1016/j.foodpol.2017.05.003>.
- Attavanich, W., Chantararat, S., & Sa-ngimnet, B. (2018). **Microscopic View of Thailand's Agriculture Through the Lens of Farmer Registration and Census Data**. PIER Discussion Paper. <https://www.pier.or.th/?p=4632>.
- Chaipattarawong, P., & Buranant, N. (2024). Factors influencing smart agriculture industry management in Udon Thani province. *Journal of Public Administration, Suan Sunandha Rajabhat University*, 7(2), 465–482. (in Thai).
- Chen, T. H., Ma, C. C., Chiang, L. L., & Ou, T. C. (2022). Acceptance of Sustained Utilization Behavior of Telemedicine in the Post-COVID-19 era. *Applied Ecology & Environmental Research*, 20(6), 4633–4644. https://doi.org/10.15666/aeer/2006_46334644.
- Chi, P. V., & Fujimoto, A. (2012). Land tenure and tenancy conditions in relation to rice production in three villages in the red river delta, Vietnam. *Journal of International Society for Southeast Asian Agricultural Sciences*, 18(1), 31–48.
- Department of Agricultural Extension. (2024). **Annual Report 2024 of the Research and Development Division for Agricultural Extension**. Ministry of Agriculture and Cooperatives. (in Thai).
- Duangbootsri, U. (2017). **The Land Rental Market in Thai Agriculture and Its Impact on Household Welfare**. Kasetsart University. (in Thai).
- Edyvean, R. G., Apiwatanapiwat, W., Vaithanomsat, P., Boondaeng, A., Janchai, P., & Sophonthammaphat, S. (2023). The Bio-Circular Green Economy model in Thailand – A comparative review. *Agriculture and Natural Resources*, 57(1), 51–64. <https://li01.tci-thaijo.org/index.php/anres/article/view/258253>
- Food and Agriculture Organization of the United Nations. (2023). **The Status of Women in Agrifood Systems**. FAO. <https://doi.org/10.4060/cc5343en>.
- Food and Agriculture Organization of the United Nations & African Union Commission. (2018). **Sustainable Agricultural Mechanization: A Framework for Africa**. Food and Agriculture Organization.
- Gadde, B., Bonnet, S., Menke, C., & Garivait, S. (2009). Air pollutant emissions from rice straw open field burning in India, Thailand and the Philippines. *Environmental Pollution*, 157(5), 1554–1558. <https://doi.org/10.1016/j.envpol.2009.01.004>.
- Joblaew, P., Sirisunyaluck, R., Kanjina, S., Chalermpol, J., & Prom-u-thai, C. (2019). Factors affecting farmers' adoption of rice production technology from the collaborative farming project in Phrae province, Thailand. *International Journal of Agricultural Technology*, 15(6), 901–912. <https://li04.tci-thaijo.org/index.php/IJAT/article/view/8332>
- Kaikhiran, M. (2022). **Observing Trends and Movements of Thai AgTech Startups in 2022**. <https://www.nia.or.th/AgTech-Startup-Recap-2022>. (in Thai).
- Kansiri, N., Singhawaranon, M., Chuamuangphan, A., & Sinnarong, N. (2024). Rice production efficiency and factors determining production efficiency of farmers in the large-scale farming project, Chiang Rai province. *Journal of Roi Kaensarn Academi*, 9(12), 3076–3091. (in Thai).
- Knierim, A., Kernecker, M., Erdle, K., Kraus, T., Borges, F., & Wurbs, A. (2019). Smart Farming Technology Innovations: Insights and Reflections from the German Smart-AKIS Hub. *NJAS – Wageningen Journal of Life Sciences*, 90–91(1), 100314. <https://doi.org/10.1016/j.njas.2019.100314>
- Lamont, M., & Molnár, V. (2002). The study of boundaries in the social sciences. *Annual Review of Sociology*, 28(1), 167–195. <https://doi.org/10.1146/annurev.soc.28.110601.141107>.
- Narusingsamran, K., & Silpcharu, T. (2021). Agro-Industry Management to Improve Productivity and Quality for Sustainable Growth by Smart Farming. *Princess of Naradhiwas University Journal*, 13(1), 319–335. <https://li01.tci-thaijo.org/index.php/pnujr/article/view/241024>. (in Thai).
- National Statistical Office. (2024). **Labor indicators, B.E. 2567**. Ministry of Digital Economy and Society. (in Thai).

- Nawanuch, P., Mairoongroj, B., Sirachokchatamani, P., & Mahawan, P. (2023). Management of Water for Agriculture by the Community. **Santapol College Academic Journal**, 8(2), 182–190. <https://so05.tci-thaijo.org/index.php/scaj/article/view/257741>. (in Thai).
- Nguyen, D., Hue, M., & Shin, H.-J. (2023). Economic Impact of Technology Adoption in Rice Farming: The Case of "One Must Do, Five Reductions" in Vietnam. **Zenodo**, 4(1), 2–10. <https://doi.org/10.5281/zenodo.16732890>.
- Organisation for Economic Co-operation and Development. (2019). **Digital Opportunities for Better Agricultural Policies**. OECD Publishing. <https://doi.org/10.1787/571a0812-en>.
- Office of Agricultural Economics. (2023). **Statistics on the Production of Major Economic Crops in Phetchaburi Province**. Ministry of Agriculture and Cooperatives. (in Thai).
- Pingali, P. (2007). Chapter 54 agricultural mechanization: Adoption patterns and economic impact. **Handbook of Agricultural Economics**, 3(1), 2779–2805. [https://doi.org/10.1016/S1574-0072\(06\)03054-4](https://doi.org/10.1016/S1574-0072(06)03054-4).
- Rogers, E. M. (2003). **Diffusion of Innovations**. 5th Ed. Free Press.
- Siamwalla, A. N., & Poapongsakorn, N. (2017). Transformation of the Thai Rice Economy in the Last Two Decades. In **Proceedings of the 13th International Conference on Thai Studies: Globalized Thailand? Connectivity, Conflict, and Conundrums of Thai Studies**, pp. 35. Regional Center for Social Science and Sustainable Development.
- Takeshima, H., Nin-Pratt, A., & Diao, X. (2013). Mechanization and agricultural technology evolution: Agricultural intensification in Sub-Saharan Africa—Typology of agricultural mechanization in Nigeria. **American Journal of Agricultural Economics**, 95(5), 1230–1236. <http://www.jstor.org/stable/24476904>.
- Tauer, L. (1995). Age and Farmer Productivity. **Applied Economic Perspectives and Policy**, 17(1), 63–69. <https://doi.org/10.2307/1349655>.
- Thanatumrongkul, K., & Srinaruewan, P. (2023). Factors Affecting the Marketing Mix in Purchase of Agricultural Machinery in Chiang Mai. **Payap University Journal**, 33(1), 18–34. <https://doi.org/10.14456/pyuj.2023.2>. (in Thai).
- Wana, C., & Somcom, S. (2020). Technical Efficiency Analysis of Rice Production of Farmers in Chai-Nat. **Journal of Chandrakasemsarn**, 26(2), 279–296. <https://li01.tci-thaijo.org/index.php/crujournal/article/view/228234>. (in Thai).
- Wooldridge, J. M. (2020). **Introductory Econometrics: A Modern Approach**. 7th Ed. Cengage Learning.
- Vannamettee, E., Udomdechawet, P., & Pannoon, P. (2022). An Analysis and Assessment of Water Adequacy for Economic Crop Cultivation in Rayong Province. **Journal of Letters**, 51(2), 21–50. <https://so03.tci-thaijo.org/index.php/jletters/article/view/263761>. (in Thai).
- Yan, F., Sun, X., Chen, S., & Dai, G. (2024). Does Agricultural Mechanization Improve Agricultural Environmental Efficiency? **Frontiers in Environmental Science**, 11(1), 1344903. <https://doi.org/10.3389/fenvs.2023.1344903>.