

กลุ่ม I

วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี

Thai - วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี

การยอมรับเทคโนโลยีการทำนาแบบคาร์บอนต่ำของเกษตรกรในกลุ่มวิสาหกิจชุมชนแปลงใหญ่ 1
เกษตรสมัยใหม่ตำบลเดิมบาง อำเภอดำเนินสะดวก จังหวัดสุพรรณบุรี

แพรวพรรณ ธาณี, โสพนา จันทวงศ์, ธวัชชัย อินทร์บุญช่วย

การเพิ่มผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาเรขาคณิตวิเคราะห์ด้วยการใช้สื่อประสมออนไลน์สำหรับ 16
นักศึกษาระดับปริญญาตรี

ญาณิศ เกิดพันธุ์, สุรัชย์ เพ่งมานะยล

การยอมรับเทคโนโลยีการทำนาแบบคาร์บอนต่ำของเกษตรกรในกลุ่มวิสาหกิจชุมชน
แปลงใหญ่เกษตรสมัยใหม่ตำบลเดิมบาง อำเภอดำเนินนางบวช จังหวัดสุพรรณบุรี
Farmers' Acceptance of Low-Carbon Rice Farming Technologies among
Members of the Modern Agriculture Large-Scale Farming Community Enterprise
in Doem Bang Subdistrict, Doem Bang Nang Buat District, Suphan Buri Province

แพรวพรรณ ธาณี*, โสพนา จันทวงศ์, ธวัชชัย อินทร์บุญช่วย

การใช้ที่ดินและการจัดการทรัพยากรธรรมชาติอย่างยั่งยืน มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

*Email: praewpun.th17@gmail.com

บทคัดย่อ

การวิจัยครั้งนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อวิเคราะห์ระดับการยอมรับเทคโนโลยีการทำนาแบบคาร์บอนต่ำของเกษตรกรสมาชิกวิสาหกิจชุมชนแปลงใหญ่เกษตรสมัยใหม่ตำบลเดิมบาง อำเภอดำเนินนางบวช จังหวัดสุพรรณบุรี การศึกษาครั้งนี้เป็นงานวิจัยเชิงปริมาณ โดยใช้วิธีการวิจัยเชิงสำรวจ กลุ่มตัวอย่าง ได้แก่ เกษตรกรสมาชิกวิสาหกิจชุมชนแปลงใหญ่เกษตรสมัยใหม่ตำบลเดิมบาง จำนวน 120 ราย เก็บรวบรวมข้อมูลด้วยการสัมภาษณ์แบบมีโครงสร้าง วิเคราะห์ข้อมูลโดยใช้สถิติเชิงพรรณนา ได้แก่ ค่าความถี่ ร้อยละ ค่าเฉลี่ย และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน รวมทั้งการทดสอบไคสแควร์

ผลการวิจัยพบว่า เกษตรกรส่วนใหญ่เป็นเพศชาย มีอายุ 66 ปีขึ้นไป และสำเร็จการศึกษาระดับประถมศึกษา โดยเกษตรกรมีการยอมรับเทคโนโลยีการทำนาแบบคาร์บอนต่ำตามแนวทาง 4T ในระดับมากที่สุด มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 4.53 เมื่อพิจารณาเป็นรายด้าน พบว่า การทำนาแบบเปียกสลับแห้งได้รับการยอมรับสูงสุด มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 4.72 อยู่ในระดับมากที่สุด รองลงมา ได้แก่ การใส่ปุ๋ยตามค่าวิเคราะห์ดิน การจัดการฟางและตอซัง และการปรับหน้าดินด้วยระบบเลเซอร์ ตามลำดับ นอกจากนี้ เกษตรกรที่มีระยะเวลาเข้าร่วมกลุ่มและประสบการณ์การทำนาแตกต่างกัน มีระดับการยอมรับเทคโนโลยีในระดับสูงใกล้เคียงกัน ผลการวิเคราะห์ความสัมพันธ์พบว่า รูปแบบการทำนาแบบคาร์บอนต่ำมีความสัมพันธ์กับระดับการยอมรับเทคโนโลยี 4T อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 ($p < .001$) และมีความสัมพันธ์กับความคิดเห็นด้านการลดต้นทุนการผลิตอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 ($p < .001$) ผลการศึกษาสะท้อนให้เห็นว่า การส่งเสริมการทำนาแบบคาร์บอนต่ำสามารถช่วยเพิ่มประสิทธิภาพการผลิตลดต้นทุนการผลิต และสนับสนุนการพัฒนาภาคเกษตรกรรมอย่างยั่งยืน

คำสำคัญ: การทำนาคาร์บอนต่ำ การยอมรับเทคโนโลยี วิสาหกิจชุมชน เทคโนโลยี 4T

Abstract

This research aimed to examine farmers' acceptance of low-carbon rice farming technologies among members of the Modern Agriculture Large-Scale Farming Community Enterprise in Doem Bang Subdistrict, Doem Bang Nang Buat District, Suphan Buri Province. A quantitative survey research design was employed. The sample consisted of 120 farmers who were members of the Modern

Agriculture Large-Scale Farming Community Enterprise. Data were collected through structured interviews and analyzed using descriptive statistics, including frequency, percentage, mean, and standard deviation, as well as the Chi-square test.

The findings revealed that most farmers were male, aged 66 years and above, and had completed primary education. Overall, farmers demonstrated the highest level of acceptance toward the 4T low-carbon rice farming technologies, with a mean score of 4.53. Among the technologies, alternate wetting and drying (AWD) received the highest level of acceptance (mean = 4.72), followed by soil-test-based fertilizer application, straw and stubble management, and laser land leveling, respectively. In addition, farmers with different lengths of group membership and varying rice farming experience exhibited similar levels of technology acceptance, which remained high overall. The results of the relationship analysis indicated that low-carbon rice farming practices were significantly associated with the level of acceptance of the 4T technologies at the .05 significance level ($p < .001$). Furthermore, perceptions regarding production cost reduction were also significantly associated with technology acceptance at the .05 significance level ($p < .001$). These findings suggest that promoting low-carbon rice farming can enhance production efficiency, reduce production costs, and support the development of sustainable agriculture.

Keywords: Low-carbon rice farming, Technology acceptance, Community enterprise, 4T Technologies

บทนำ

การเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ เป็นปัญหาสำคัญระดับโลกที่เกิดจากกิจกรรมของมนุษย์ ส่งผลให้ปริมาณก๊าซเรือนกระจกในชั้นบรรยากาศเพิ่มสูงขึ้น ก่อให้เกิดผลกระทบทั้งทางตรงและทางอ้อมต่อระบบนิเวศ เศรษฐกิจ และสังคมในวงกว้าง ตั้งแต่ระดับโลกจนถึงระดับท้องถิ่น โดยเฉพาะภาคการเกษตรซึ่งถือเป็นภาคเศรษฐกิจที่มีความอ่อนไหวต่อการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศมากที่สุด เนื่องจากต้องพึ่งพาปัจจัยด้านสภาพอากาศและทรัพยากรธรรมชาติในการผลิต ประเทศต่าง ๆ ทั่วโลก รวมถึงประเทศไทย จึงให้ความสำคัญกับการกำหนดนโยบายและมาตรการเพื่อลดการปล่อยก๊าซเรือนกระจกและบรรเทาผลกระทบจากภาวะโลกร้อน โดยมุ่งส่งเสริมการผลิตและการบริโภคที่เป็นมิตรต่อสิ่งแวดล้อม ตลอดจนการพัฒนาเศรษฐกิจคาร์บอนต่ำอย่างยั่งยืน

แม้ว่าภาคการเกษตรจะมีสัดส่วนการปล่อยก๊าซเรือนกระจกน้อยกว่าภาคอุตสาหกรรมและภาคพลังงาน แต่ภาคการเกษตรของประเทศไทยครอบคลุมพื้นที่มากกว่า 150 ล้านไร่ โดยนาข้าวเป็นพื้นที่เพาะปลูกที่มีขนาดใหญ่ที่สุด คิดเป็นประมาณร้อยละ 46 ของพื้นที่เกษตรกรรมทั้งหมด จึงเป็นแหล่งปลดปล่อยก๊าซเรือนกระจกที่สำคัญของภาคเกษตรกรรม โดยเฉพาะก๊าซมีเทนที่เกิดจากกระบวนการย่อยสลายสารอินทรีย์ในนาข้าวแบบมีน้ำขัง ด้วยเหตุนี้หน่วยงานภาครัฐจึงได้ส่งเสริมแนวทางการทำนาแบบคาร์บอนต่ำเพื่อลดการปล่อยก๊าซเรือนกระจกจากการผลิตข้าว โดยสำนักงานพัฒนาเทคโนโลยีอวกาศและภูมิสารสนเทศ (องค์การมหาชน) หรือ GISTDA ได้นำเทคโนโลยีภูมิสารสนเทศและข้อมูลดาวเทียมมาใช้ในการติดตามพื้นที่ปลูกข้าวและสนับสนุนการลดการปล่อยก๊าซมีเทนจากภาค

การเกษตร ขณะเดียวกัน กรมการข้าว กระทรวงเกษตรและสหกรณ์ ได้กำหนดเป้าหมายส่งเสริมการปลูกข้าวลดโลกร้อนให้ครอบคลุมพื้นที่ไม่น้อยกว่าปีละ 1 ล้านไร่

อย่างไรก็ตาม ความสำเร็จของการส่งเสริมเทคโนโลยีการทำนาแบบคาร์บอนต่ำมิได้ขึ้นอยู่กับประสิทธิภาพของเทคโนโลยีเพียงอย่างเดียว แต่ยังขึ้นอยู่กับการยอมรับและการนำเทคโนโลยีไปประยุกต์ใช้จริงของเกษตรกร เนื่องจากเกษตรกรแต่ละรายมีความแตกต่างกันทั้งด้านความรู้ ประสบการณ์ ทรัพยากร และการรับรู้ถึงประโยชน์ของเทคโนโลยี ดังนั้น การศึกษาการยอมรับเทคโนโลยีของเกษตรกรจึงมีความสำคัญต่อการกำหนดแนวทางและมาตรการส่งเสริมการเกษตรคาร์บอนต่ำให้สามารถนำไปสู่การปฏิบัติได้อย่างมีประสิทธิภาพและยั่งยืน

กลุ่มวิสาหกิจชุมชนแปลงใหญ่เกษตรสมัยใหม่ตำบลเดิมบาง อำเภอดำเนินสะดวก จังหวัดสุพรรณบุรี เป็นกลุ่มเกษตรกรต้นแบบที่ดำเนินการผลิตข้าวตามแนวทางการเกษตรคาร์บอนต่ำ โดยมีการปรับเปลี่ยนรูปแบบการผลิตเพื่อตอบสนองต่อข้อจำกัดด้านน้ำเพื่อการเกษตรและลดผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อม ผ่านการประยุกต์ใช้เทคโนโลยีสำคัญ 4 ประการ (4T Technologies) ได้แก่ การปรับหน้าดินด้วยระบบเลเซอร์ การทำนาแบบเปียกสลับแห้ง การใช้ปุ๋ยตามค่าวิเคราะห์ดิน และการจัดการฟางและตอซังอย่างเหมาะสม เทคโนโลยีดังกล่าวช่วยเพิ่มประสิทธิภาพการใช้น้ำ ลดต้นทุนการผลิต และลดการปล่อยก๊าซมีเทนจากนาข้าว ซึ่งเป็นก๊าซเรือนกระจกที่มีศักยภาพในการก่อภาวะโลกร้อนสูงกว่าก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์หลายเท่า โดยเฉพาะการทำนาแบบเปียกสลับแห้งที่สามารถลดการปล่อยก๊าซเรือนกระจกได้ประมาณร้อยละ 30 เมื่อเปรียบเทียบกับรูปแบบการทำนาแบบดั้งเดิม (บริษัท บางจาก คอร์ปอเรชั่น จำกัด (มหาชน), 2566) จึงได้รับการยอมรับว่าเป็นแนวทางสำคัญของ “นาข้าวลดโลกร้อน” ในประเทศไทย

กลุ่มวิสาหกิจชุมชนดังกล่าวเกิดขึ้นภายใต้โครงการระบบส่งเสริมการเกษตรแบบแปลงใหญ่ ซึ่งมีการบริหารจัดการพื้นที่การผลิตอย่างเป็นระบบ มีความเข้มแข็งในการรวมกลุ่ม และมีการประยุกต์ใช้เทคโนโลยีการผลิตที่สอดคล้องกับนโยบายการพัฒนาเกษตรกรรมคาร์บอนต่ำของภาครัฐ จึงเป็นกรณีศึกษาที่น่าสนใจและสามารถเป็นต้นแบบให้แก่กลุ่มเกษตรกรแปลงใหญ่อื่น ๆ ในการพัฒนาระบบการผลิตข้าวที่เป็นมิตรต่อสิ่งแวดล้อม ดังนั้น ผู้วิจัยจึงสนใจศึกษาการยอมรับเทคโนโลยีการทำนาแบบคาร์บอนต่ำของเกษตรกรสมาชิกวิสาหกิจชุมชนแปลงใหญ่เกษตรสมัยใหม่ตำบลเดิมบาง อำเภอดำเนินสะดวก จังหวัดสุพรรณบุรี เพื่อทำความเข้าใจระดับการยอมรับเทคโนโลยี ตลอดจนความคิดเห็นของเกษตรกรในมิติด้านเศรษฐกิจ สังคม และสิ่งแวดล้อม อันจะเป็นประโยชน์ต่อการกำหนดแนวทางส่งเสริมและขยายผลการเกษตรคาร์บอนต่ำไปสู่กลุ่มเกษตรกรและพื้นที่อื่น ๆ อย่างมีประสิทธิภาพและยั่งยืนต่อไป

วัตถุประสงค์ของการวิจัย

เพื่อวิเคราะห์ระดับการยอมรับเทคโนโลยีการทำนาแบบคาร์บอนต่ำของเกษตรกรในกลุ่มวิสาหกิจชุมชนแปลงใหญ่เกษตรสมัยใหม่ตำบลเดิมบาง อำเภอดำเนินสะดวก จังหวัดสุพรรณบุรี

ทบทวนวรรณกรรม

แนวคิดทฤษฎีเกี่ยวกับการทำนาข้าว ข้าวเป็นพืชเศรษฐกิจที่มีความสำคัญต่อเศรษฐกิจและความมั่นคงทางอาหารของประเทศไทย มีพื้นที่เพาะปลูกประมาณ 68 ล้านไร่ แบ่งเป็นพื้นที่ปลูกข้าวนาปีประมาณ 59 ล้านไร่ และข้าวนาปรังประมาณ 9 ล้านไร่ มีเกษตรกรผู้ปลูกข้าวมากกว่า 4.2 ล้านครัวเรือน และสามารถผลิตข้าวได้เฉลี่ย

ประมาณ 32 ล้านตันข้าวเปลือกต่อปี (กุลลาบ หมายสุขกลาง, 2559) ความสำคัญของข้าวมีได้จำกัดอยู่เพียงบทบาทด้านเศรษฐกิจเท่านั้น แต่ยังมี mốiเชื่อมโยงกับวิถีชีวิต วัฒนธรรม และความมั่นคงทางอาหารของประชาชนไทยมาอย่างยาวนาน

การเพาะปลูกข้าวในประเทศไทยสามารถจำแนกตามฤดูกาลเพาะปลูกได้เป็น 2 ประเภท ได้แก่ ข้าวนาปีและข้าวนาปรัง โดยข้าวนาปีเป็นข้าวที่เพาะปลูกในช่วงฤดูฝน อาศัยน้ำฝนเป็นแหล่งน้ำหลัก มีช่วงเพาะปลูกระหว่างเดือนพฤษภาคมถึงเดือนตุลาคมในพื้นที่ส่วนใหญ่ของประเทศ ส่วนข้าวนาปรังเป็นข้าวที่เพาะปลูกในช่วงฤดูแล้งหรือช่วงนอกฤดูฝน โดยอาศัยน้ำจากระบบชลประทานเป็นหลัก มีช่วงเพาะปลูกระหว่างเดือนพฤศจิกายนถึงเดือนเมษายนของปีถัดไป ทั้งนี้ บางพื้นที่ในภาคใต้อาจมีช่วงเวลาการเพาะปลูกแตกต่างจากภูมิภาคอื่น เนื่องจากลักษณะภูมิอากาศและปริมาณน้ำฝนที่แตกต่างกัน (กุลลาบ หมายสุขกลาง, 2559)

เพื่อยกระดับประสิทธิภาพการผลิตและเพิ่มขีดความสามารถในการแข่งขันของเกษตรกร ภาครัฐได้ส่งเสริมระบบการเกษตรแบบแปลงใหญ่ ซึ่งเป็นแนวทางการรวมกลุ่มของเกษตรกรเพื่อบริหารจัดการการผลิตร่วมกัน โดยมีได้เป็นการรวมกรรมสิทธิ์ที่ดินหรือรวมพื้นที่เพาะปลูกเข้าด้วยกัน แต่เป็นการรวมกลุ่มเพื่อวางแผนการผลิต จัดหาปัจจัยการผลิตร่วมกัน แลกเปลี่ยนองค์ความรู้ และเพิ่มอำนาจต่อรองทางการตลาด แนวทางดังกล่าวช่วยลดต้นทุนการผลิต เพิ่มผลผลิตและคุณภาพสินค้าเกษตร ตลอดจนส่งเสริมการถ่ายทอดเทคโนโลยีและนวัตกรรมที่เหมาะสมกับบริบทของพื้นที่ อันนำไปสู่การพัฒนากระบวนการเกษตรที่มีประสิทธิภาพและยั่งยืนมากยิ่งขึ้น (บริษัท สยามคูโบต้าคอร์ปอเรชั่น จำกัด, 2565)

อย่างไรก็ตาม การทำนาแบบดั้งเดิมที่มีการขังน้ำในแปลงนาอย่างต่อเนื่องตลอดฤดูปลูก นอกจากจะส่งผลให้เกิดการใช้ปุ๋ยในปริมาณสูงแล้ว ยังเป็นสาเหตุสำคัญของการปล่อยก๊าซมีเทนสู่ชั้นบรรยากาศอีกด้วย ก๊าซมีเทนในนาข้าวเกิดจากกระบวนการย่อยสลายสารอินทรีย์ของจุลินทรีย์ภายใต้สภาวะไร้ออกซิเจนในดินนา โดยช่วงที่มีการปล่อยก๊าซมีเทนสูงที่สุดคือระยะที่ต้นข้าวเริ่มออกดอกและออกรวง หรือประมาณ 6–8 สัปดาห์หลังการปักดำ (บุญลือ คเชนทร์ชาติ และวัลลภ พงษ์เย็น, 2559) ภายใต้สภาวะน้ำท่วมขังอย่างต่อเนื่อง ดินนาจะเกิดสภาพไร้อากาศ ซึ่งเอื้อต่อการสร้างก๊าซมีเทนของจุลินทรีย์ในดิน และก๊าซดังกล่าวส่วนใหญ่จะถูกปล่อยออกสู่บรรยากาศผ่านเนื้อเยื่อของอากาศภายในลำต้นข้าว

จากการตระหนักถึงปัญหาการปล่อยก๊าซเรือนกระจกจากภาคการเกษตร จึงเกิดแนวทางการทำนาแบบคาร์บอนต่ำ (low-carbon rice farming) ซึ่งเป็นแนวทางการผลิตข้าวที่มุ่งลดการปล่อยก๊าซเรือนกระจก ควบคู่ไปกับการเพิ่มประสิทธิภาพการผลิตและการใช้ทรัพยากรอย่างคุ้มค่า โดยอาศัยเทคโนโลยีและวิธีการจัดการแปลงนาที่เหมาะสม เช่น การปรับหน้าดินด้วยระบบเลเซอร์ การทำนาแบบเปียกสลับแห้ง การใช้ปุ๋ยตามค่าวิเคราะห์ดิน และการจัดการฟางและตอซังข้าว เทคโนโลยีเหล่านี้ไม่เพียงช่วยลดการปล่อยก๊าซมีเทนและก๊าซเรือนกระจกจากกระบวนการผลิตข้าวเท่านั้น แต่ยังช่วยลดต้นทุนการผลิต เพิ่มประสิทธิภาพการใช้ทรัพยากร และสนับสนุนการพัฒนาภาคการเกษตรไปสู่ความยั่งยืนในระยะยาว

แนวทางการทำนาแบบคาร์บอนต่ำด้วยเทคโนโลยี 4T (4T Technologies) จากปัญหาการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศและการปล่อยก๊าซเรือนกระจกจากภาคการเกษตร โดยเฉพาะการผลิตข้าวซึ่งเป็นแหล่งกำเนิดก๊าซมีเทนที่สำคัญ ประเทศไทยจึงได้ดำเนินโครงการส่งเสริมการผลิตข้าวที่เป็นมิตรต่อสิ่งแวดล้อมภายใต้โครงการ Thai Rice NAMA (Nationally Appropriate Mitigation Actions) ซึ่งมีเป้าหมายในการเพิ่มประสิทธิภาพการผลิตข้าว

ควบคู่ไปกับการลดการปล่อยก๊าซเรือนกระจกจากกระบวนการผลิต เพื่อสนับสนุนการพัฒนาภาคการเกษตรอย่างยั่งยืน โดยได้รับการสนับสนุนจาก NAMA Facility และความร่วมมือระหว่างหน่วยงานภาครัฐและองค์กรระหว่างประเทศ ได้แก่ กรมการข้าว กระทรวงเกษตรและสหกรณ์ ธนาคารเพื่อการเกษตรและสหกรณ์การเกษตร สำนักงานนโยบายและแผนทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม และองค์กรความร่วมมือระหว่างประเทศของเยอรมนี

ภายใต้โครงการดังกล่าว ได้มีการส่งเสริมการประยุกต์ใช้เทคโนโลยีการผลิตข้าวแบบคาร์บอนต่ำ 4 ประการ หรือที่เรียกว่า “4T Technologies” ประกอบด้วย การปรับหน้าดินด้วยระบบเลเซอร์ การทำนาแบบเปียกสลับแห้ง การใช้ปุ๋ยตามค่าวิเคราะห์ดิน และการจัดการฟางและตอซังข้าว ซึ่งเป็นเทคโนโลยีที่มุ่งเพิ่มประสิทธิภาพการใช้ทรัพยากร ลดต้นทุนการผลิต และลดการปล่อยก๊าซเรือนกระจกจากการทำนา ดังรายละเอียดต่อไปนี้

1. การปรับหน้าดินด้วยระบบเลเซอร์ เป็นเทคโนโลยีที่ใช้เครื่องมือควบคุมระดับความสูงของพื้นนาให้มีความสม่ำเสมอทั่วทั้งแปลง ช่วยให้การกระจายน้ำเป็นไปอย่างทั่วถึงและสามารถควบคุมระดับน้ำได้อย่างมีประสิทธิภาพ ส่งผลให้ลดการสูญเสียน้ำ เพิ่มประสิทธิภาพการใช้น้ำ และลดการเจริญเติบโตของวัชพืช นอกจากนี้ยังช่วยลดต้นทุนด้านแรงงานและการจัดการน้ำ โดยสามารถประหยัดน้ำที่ใช้ในการเพาะปลูกได้ประมาณร้อยละ 30–50 เมื่อเปรียบเทียบกับแปลงนาที่ไม่มีการปรับระดับพื้นที่

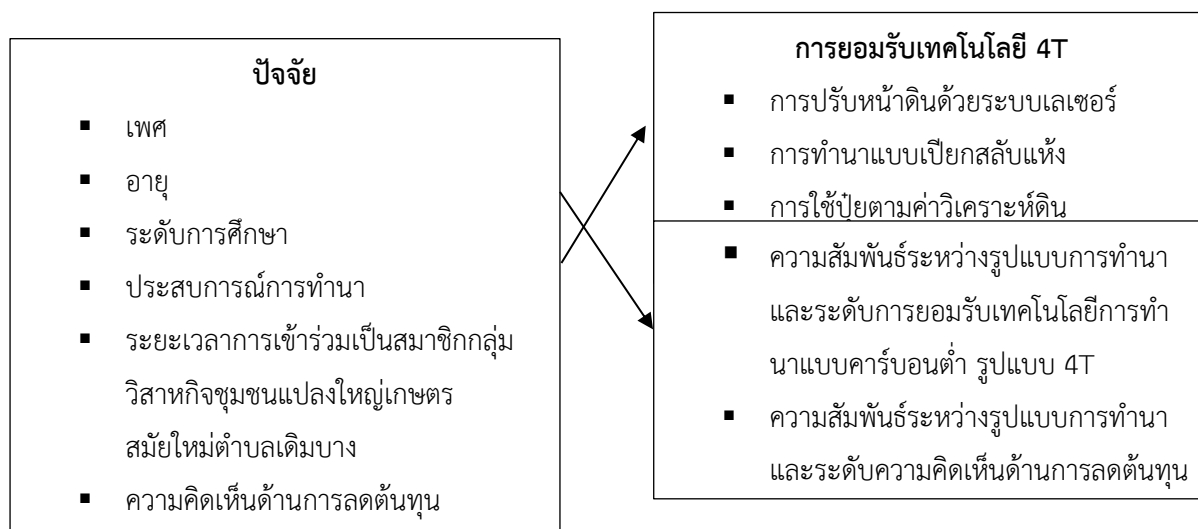
2. การทำนาแบบเปียกสลับแห้ง เป็นวิธีการจัดการน้ำในแปลงนาโดยปล่อยให้น้ำในแปลงลดระดับลงในช่วงของการเจริญเติบโตของต้นข้าว ก่อนจะเติมน้ำกลับเข้าสู่แปลงนาอีกครั้ง วิธีการดังกล่าวช่วยลดระยะเวลาที่ดินอยู่ในสภาพไร้อากาศ ซึ่งเป็นปัจจัยสำคัญที่ก่อให้เกิดก๊าซมีเทน ส่งผลให้สามารถลดการปล่อยก๊าซมีเทนได้สูงถึงร้อยละ 64 เมื่อเทียบกับการทำนาแบบน้ำท่วมขังตลอดฤดูปลูก นอกจากนี้ยังช่วยประหยัดน้ำ ลดค่าใช้จ่ายด้านพลังงานในการสูบน้ำ และส่งเสริมการเจริญเติบโตของระบบรากข้าวให้แข็งแรงยิ่งขึ้น โดยเกษตรกรมักใช้ท่อพีวีซีเป็นเครื่องมือสังเกตระดับน้ำใต้ผิวดินเพื่อช่วยในการบริหารจัดการน้ำอย่างเหมาะสม

3. การใช้ปุ๋ยตามค่าวิเคราะห์ดิน เป็นการจัดการธาตุอาหารพืชโดยอาศัยข้อมูลคุณสมบัติของดินในแต่ละแปลง เพื่อกำหนดชนิดและอัตราการใช้ปุ๋ยที่เหมาะสมกับความต้องการของต้นข้าว วิธีการดังกล่าวช่วยให้พืชได้รับธาตุอาหารอย่างเพียงพอและสมดุล ลดการใช้ปุ๋ยเกินความจำเป็น ลดต้นทุนการผลิต และลดผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมจากการใช้ปุ๋ยเคมี ส่งผลให้ผลผลิตข้าวมีคุณภาพและปริมาณสูงขึ้น

4. การจัดการฟางและตอซังข้าว เป็นแนวทางสำคัญในการลดการปล่อยก๊าซเรือนกระจกและมลพิษทางอากาศจากการเผาในพื้นที่เกษตร โดยส่งเสริมการนำฟางข้าวออกจากแปลงนาเพื่อใช้เป็นอาหารสัตว์ วัสดุคลุมดิน หรือวัตถุดิบในการผลิตปุ๋ยอินทรีย์ นอกจากนี้ยังสามารถใช้วิธีการไถกลบฟางและตอซังข้าวหลังการเก็บเกี่ยว และปล่อยให้เกิดการย่อยสลายก่อนเริ่มฤดูการเพาะปลูกถัดไป ซึ่งช่วยเพิ่มอินทรีย์วัตถุในดิน ปรับปรุงความอุดมสมบูรณ์ของดิน และลดผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมจากการเผาเศษวัสดุทางการเกษตร

เทคโนโลยีทั้ง 4 ประการดังกล่าวถือเป็นองค์ประกอบสำคัญของการทำนาแบบคาร์บอนต่ำ ซึ่งช่วยเพิ่มประสิทธิภาพการผลิต ลดต้นทุนการเพาะปลูก และลดการปล่อยก๊าซเรือนกระจกจากภาคการเกษตร อันเป็นแนวทางสำคัญในการพัฒนาการผลิตข้าวของประเทศไทยให้สอดคล้องกับเป้าหมายการพัฒนาที่ยั่งยืนและการรับมือกับการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศในระยะยาว

กรอบแนวคิดการวิจัย



ภาพที่ 1 กรอบแนวคิดการวิจัย

วิธีการวิจัย

การศึกษาครั้งนี้เป็นงานวิจัยเชิงปริมาณ โดยใช้วิธีการวิจัยเชิงสำรวจ เพื่อศึกษาการยอมรับเทคโนโลยีการทำนาแบบคาร์บอนต่ำของเกษตรกรในกลุ่มวิสาหกิจชุมชนแปลงใหญ่เกษตรสมัยใหม่ตำบลเดิมบาง อำเภอดำเนินสะดวก จังหวัดสุพรรณบุรี โดยใช้แบบสัมภาษณ์แบบมีโครงสร้าง เป็นเครื่องมือในการเก็บรวบรวมข้อมูล

1. ข้อมูลและแหล่งข้อมูล การศึกษาครั้งนี้ใช้ข้อมูล 2 ประเภท ได้แก่

1.1 ข้อมูลปฐมภูมิ เก็บรวบรวมจากการสัมภาษณ์เกษตรกรสมาชิกวิสาหกิจชุมชนแปลงใหญ่เกษตรสมัยใหม่ตำบลเดิมบาง โดยใช้แบบสัมภาษณ์แบบมีโครงสร้าง

1.2 ข้อมูลทุติยภูมิ เก็บรวบรวมจากเอกสาร หนังสือ บทความวิชาการ งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง ตลอดจนข้อมูลจากหน่วยงานภาครัฐและหน่วยงานที่เกี่ยวข้อง เพื่อใช้ประกอบการวิเคราะห์และอธิบายผลการศึกษา

2. ประชากรและกลุ่มเป้าหมาย ประชากรที่ใช้ในการศึกษาครั้งนี้ ได้แก่ เกษตรกรสมาชิกวิสาหกิจชุมชนแปลงใหญ่เกษตรสมัยใหม่ตำบลเดิมบาง อำเภอดำเนินสะดวก จังหวัดสุพรรณบุรี จำนวนทั้งสิ้น 120 ราย เนื่องจากจำนวนประชากรมีขนาดไม่มาก ผู้วิจัยจึงเก็บรวบรวมข้อมูลจากสมาชิกทั้งหมดของกลุ่ม (census survey) จำนวน 120 ราย เพื่อให้ครอบคลุมประชากรเป้าหมายทั้งหมด

3. เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย เครื่องมือที่ใช้ในการเก็บรวบรวมข้อมูล คือ แบบสัมภาษณ์แบบมีโครงสร้าง ซึ่งพัฒนาขึ้นจากการศึกษาแนวคิด ทฤษฎี และงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง โดยแบ่งออกเป็น 4 ส่วน ดังนี้

ส่วนที่ 1 ข้อมูลทั่วไปของเกษตรกร ประกอบด้วย เพศ อายุ ระดับการศึกษา ประสบการณ์การทำงาน ระยะเวลาในการเข้าร่วมกลุ่มวิสาหกิจชุมชนแปลงใหญ่เกษตรสมัยใหม่ตำบลเดิมบาง และความคิดเห็นด้านการลดต้นทุน

ส่วนที่ 2 การยอมรับเทคโนโลยีการทำนาแบบคาร์บอนต่ำ ประกอบด้วยข้อคำถามเกี่ยวกับการยอมรับเทคโนโลยี 4T ได้แก่ การปรับหน้าดินด้วยระบบเลเซอร์ การทำนาแบบเปียกสลับแห้ง การใช้ปุ๋ยตามค่าวิเคราะห์ดิน และการจัดการฟางและตอซังข้าว โดยใช้มาตราส่วนประมาณค่าแบบลิเคิร์ต (Likert scale) 5 ระดับ ดังนี้ ระดับมากที่สุด (5 คะแนน) ระดับมาก (4 คะแนน) ระดับปานกลาง (3 คะแนน) ระดับน้อย (2 คะแนน) ระดับน้อยที่สุด (1 คะแนน)

ส่วนที่ 3 การจัดการแปลงนา ประกอบด้วย ข้อมูลเกี่ยวกับการประยุกต์ใช้เทคโนโลยีการทำนาแบบคาร์บอนต่ำและการจัดการแปลงนา

ส่วนที่ 4 ข้อมูลด้านต้นทุนและผลตอบแทนจากการทำนา ประกอบด้วยข้อมูลเกี่ยวกับต้นทุนการผลิต รายได้ ผลตอบแทน และความคิดเห็นเกี่ยวกับการลดต้นทุนจากการใช้เทคโนโลยีการทำนาแบบคาร์บอนต่ำ

4. การวิเคราะห์ข้อมูล ผู้วิจัยวิเคราะห์ข้อมูลโดยใช้โปรแกรมสำเร็จรูปทางสถิติ ดังนี้

4.1 สถิติเชิงพรรณนา ได้แก่ ความถี่ ร้อยละ ค่าเฉลี่ย และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน เพื่ออธิบายลักษณะทั่วไปของเกษตรกรและระดับการยอมรับเทคโนโลยีการทำนาแบบคาร์บอนต่ำ สำหรับการแปลผลค่าเฉลี่ยใช้เกณฑ์การคำนวณความกว้างของอันตรภาคชั้นตามแนวทางของ ศิริวรรณ เสรีรัตน์ และคณะ (2549) ดังนี้

ระดับความคิดเห็นมากที่สุด ค่าเฉลี่ยคะแนน 4.21 - 5.00

ระดับความคิดเห็นมาก ค่าเฉลี่ยคะแนน 3.41 - 4.20

ระดับความคิดเห็นปานกลาง ค่าเฉลี่ยคะแนน 2.61 - 3.40

ระดับความคิดเห็นน้อย ค่าเฉลี่ยคะแนน 1.81 - 2.60

ระดับความคิดเห็นน้อยที่สุด ค่าเฉลี่ยคะแนน 1.00 - 1.80

4.2 สถิติไคสแควร์ (Chi-square Test: χ^2) เพื่อทดสอบความสัมพันธ์ระหว่างปัจจัยที่ศึกษาและการยอมรับเทคโนโลยีการทำนาแบบคาร์บอนต่ำ โดยกำหนดระดับนัยสำคัญทางสถิติที่ .05

ผลการวิจัย

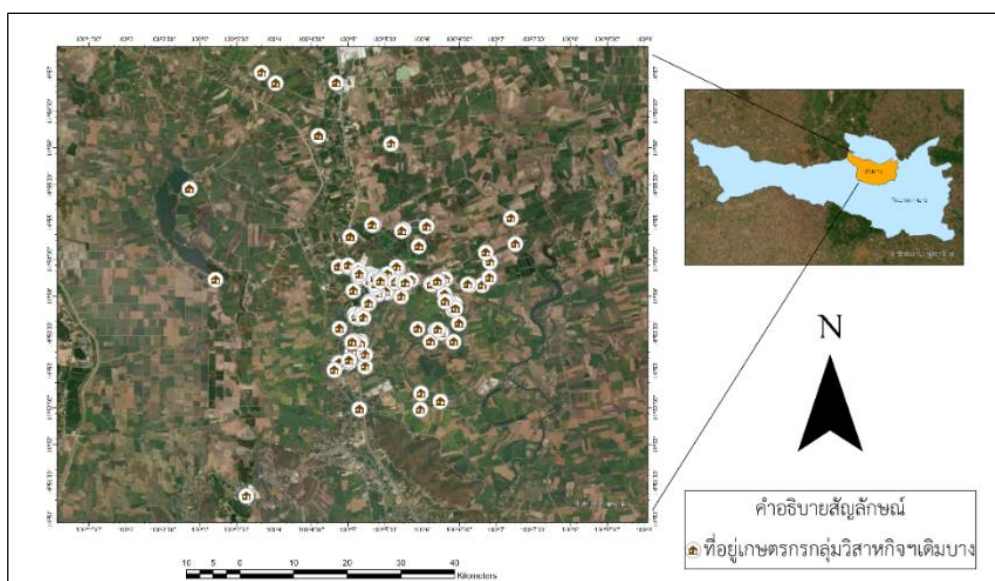
งานวิจัยนี้ นำเสนอผลการศึกษาเป็น 2 ส่วน ได้แก่ ข้อมูลทั่วไปของเกษตรกร และการยอมรับเทคโนโลยีการทำนาแบบคาร์บอนต่ำ ดังนี้

ส่วนที่ 1 ข้อมูลทั่วไปของเกษตรกร เกษตรกรส่วนใหญ่เป็นเพศชาย จำนวน 66 คน คิดเป็นร้อยละ 55.00 ขณะที่เกษตรกรเพศหญิงมีจำนวน 54 คน คิดเป็นร้อยละ 45.00 เมื่อพิจารณาด้านอายุ พบว่า เกษตรกรส่วนใหญ่อยู่ในช่วงอายุ 66 ปีขึ้นไป จำนวน 92 คน คิดเป็นร้อยละ 76.67 รองลงมา คือ ช่วงอายุ 46-55 ปี และ 56-65 ปี ซึ่งมีจำนวนเท่ากัน คือ 13 คน คิดเป็นร้อยละ 10.83 ส่วนด้านการศึกษา พบว่า เกษตรกรส่วนใหญ่สำเร็จการศึกษาระดับประถมศึกษา จำนวน 64 คน คิดเป็นร้อยละ 53.34 รองลงมา ได้แก่ ระดับมัธยมศึกษาตอนต้น ร้อยละ 22.50 และระดับมัธยมศึกษาตอนปลาย ร้อยละ 17.50 ตามลำดับ ผลการศึกษาสะท้อนให้เห็นว่า สมาชิกส่วนใหญ่ของกลุ่มวิสาหกิจชุมชนแปลงใหญ่เกษตรสมัยใหม่เป็นเกษตรกรสูงอายุที่มีประสบการณ์ในการประกอบอาชีพเกษตรกรรมมาเป็นระยะเวลานาน และมีพื้นฐานการศึกษาส่วนใหญ่อยู่ในระดับการศึกษาภาคบังคับ ซึ่งอาจเป็นปัจจัยที่เกี่ยวข้องกับการรับรู้ การเข้าถึงข้อมูลข่าวสาร และการยอมรับเทคโนโลยีทางการเกษตรในรูปแบบต่างๆ (ตารางที่ 1)

การวิเคราะห์การกระจายตัวของครัวเรือนเกษตรกรกลุ่มวิสาหกิจชุมชนแปลงใหญ่เกษตรสมัยใหม่ พบว่า ครัวเรือนเกษตรกรส่วนใหญ่ตั้งอยู่ในบริเวณใกล้เคียงกันภายในพื้นที่ศึกษา สะท้อนถึงลักษณะการรวมกลุ่มของเกษตรกรในระดับชุมชนที่มีความเชื่อมโยงเชิงพื้นที่ค่อนข้างสูง การตั้งถิ่นฐานในลักษณะดังกล่าวอาจเอื้อต่อการติดต่อสื่อสาร การแลกเปลี่ยนความรู้และประสบการณ์ด้านการผลิต ตลอดจนการถ่ายทอดข้อมูลข่าวสารเกี่ยวกับเทคโนโลยีการทำนาแบบคาร์บอนต่ำภายในกลุ่มเกษตรกรได้อย่างสะดวก (ภาพที่ 2)

ตารางที่ 1 ข้อมูลทั่วไปของเกษตรกรผู้ตอบแบบสัมภาษณ์

ที่	ข้อมูล	จำนวน (คน)	ร้อยละ
1	เพศ		
	หญิง	54	45.00
	ชาย	66	55.00
2	อายุ (ปี)		
	16 - 30 ปี	1	0.83
	31 - 45 ปี	1	0.83
	46 - 55 ปี	13	10.83
	56 - 65 ปี	13	10.83
	ตั้งแต่ 66 ปี ขึ้นไป	92	76.67
3	ระดับการศึกษา		
	ประถมศึกษา	64	53.34
	มัธยมศึกษาตอนต้น	27	22.50
	มัธยมศึกษาตอนปลาย	21	17.50
	ปวส./อนุปริญญา	4	3.33
	ปริญญาตรี	4	3.33



ภาพที่ 2 การกระจายตัวของที่ตั้งครัวเรือนของเกษตรกรกลุ่มวิสาหกิจชุมชนแปลงใหญ่เกษตรสมัยใหม่

ส่วนที่ 2 การยอมรับเทคโนโลยีการทำนาแบบคาร์บอนต่ำของเกษตรกร

■ **ระดับการยอมรับเทคโนโลยีการทำนาแบบคาร์บอนต่ำของเกษตรกร** เกษตรกรมีระดับการยอมรับเทคโนโลยีการทำนาแบบคาร์บอนต่ำตามแนวทาง 4T โดยภาพรวมอยู่ในระดับมากที่สุด มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 4.53 เมื่อพิจารณาเป็นรายด้าน พบว่า การทำนาแบบเปียกสลับแห้งได้รับการยอมรับสูงสุด มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 4.72 อยู่ในระดับมากที่สุด รองลงมา ได้แก่ การใส่ปุ๋ยตามค่าวิเคราะห์ดิน มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 4.66 อยู่ในระดับมากที่สุด การจัดการฟางและตอซัง มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 4.39 อยู่ในระดับมากที่สุด และการปรับหน้าดินด้วยระบบเลเซอร์ มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 4.35 อยู่ในระดับมากที่สุด ตามลำดับ ผลการศึกษาสะท้อนให้เห็นว่า เกษตรกรให้การยอมรับเทคโนโลยีการทำนาแบบคาร์บอนต่ำในระดับสูง โดยเฉพาะการทำนาแบบเปียกสลับแห้ง ซึ่งเป็นเทคโนโลยีที่ช่วยลดการใช้น้ำและลดการปล่อยก๊าซมีเทนจากนาข้าวได้อย่างมีประสิทธิภาพ ขณะที่การปรับหน้าดินด้วยระบบเลเซอร์ได้รับการยอมรับในระดับต่ำกว่าด้านอื่น แม้ว่าจะยังอยู่ในระดับมากที่สุดก็ตาม ทั้งนี้ อาจเนื่องมาจากสภาพพื้นที่ของเกษตรกรบางรายมีความราบเรียบอยู่แล้ว หรือสามารถใช้วิธีการเตรียมดินในรูปแบบอื่นทดแทนได้ จึงส่งผลให้ความจำเป็นในการใช้เทคโนโลยีดังกล่าวแตกต่างกันไปในแต่ละแปลงนา (ตารางที่ 2)

ตารางที่ 2 ค่าเฉลี่ยและส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของระดับการยอมรับเทคโนโลยีการทำนาแบบคาร์บอนต่ำรูปแบบ 4T ของเกษตรกร

ระดับการยอมรับเทคโนโลยี 4T	□	S.D.	การแปลผล
การปรับหน้าดินด้วยระบบเลเซอร์	4.35	.992	มากที่สุด
การทำนาแบบเปียกสลับแห้ง	4.72	.505	มากที่สุด
การใส่ปุ๋ยตามค่าวิเคราะห์ดิน	4.66	.680	มากที่สุด
การจัดการฟางและตอซัง	4.39	.539	มากที่สุด
ค่าเฉลี่ยรวม	4.53	.514	มากที่สุด

■ **การยอมรับเทคโนโลยีการทำนาแบบคาร์บอนต่ำของเกษตรกรจำแนกตามระยะเวลาในการเข้าร่วมเป็นสมาชิกกลุ่ม** เกษตรกรที่มีระยะเวลาในการเข้าร่วมกลุ่มวิสาหกิจชุมชนแตกต่างกัน มีระดับการยอมรับเทคโนโลยีการทำนาแบบคาร์บอนต่ำในระดับใกล้เคียงกัน โดยเกษตรกรที่เข้าร่วมกลุ่มเป็นระยะเวลา 1–5 ปี มีระดับการยอมรับเทคโนโลยีรูปแบบ 4T โดยภาพรวมอยู่ในระดับมากที่สุด มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 4.64 ขณะที่เกษตรกรที่เข้าร่วมกลุ่มเป็นระยะเวลา 6–10 ปี มีระดับการยอมรับเทคโนโลยีโดยภาพรวมอยู่ในระดับมากที่สุดเช่นเดียวกัน โดยมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 4.51 เมื่อพิจารณาเป็นรายด้าน พบว่า ทั้งสองกลุ่มมีระดับการยอมรับเทคโนโลยีทุกประเภทอยู่ในระดับมาก โดยเทคโนโลยีที่ได้รับการยอมรับสูงสุด ได้แก่ การทำนาแบบเปียกสลับแห้ง ซึ่งมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 4.41 และ 4.27 ตามลำดับ รองลงมา ได้แก่ การใส่ปุ๋ยตามค่าวิเคราะห์ดิน การจัดการฟางและตอซัง และการปรับหน้าดินด้วยระบบเลเซอร์ ตามลำดับ ทั้งนี้ กลุ่มเกษตรกรที่เข้าร่วมกลุ่มเป็นระยะเวลา 1–5 ปี มีค่าเฉลี่ยการยอมรับเทคโนโลยีสูงกว่ากลุ่มที่เข้าร่วมกลุ่มเป็นระยะเวลา 6–10 ปีในทุกด้านเล็กน้อย อย่างไรก็ตาม ความแตกต่างดังกล่าวอยู่ในระดับไม่มาก สะท้อนให้เห็นว่าเกษตรกรทั้งสองกลุ่มมีการยอมรับเทคโนโลยีการทำนาแบบคาร์บอนต่ำในระดับสูงใกล้เคียงกัน และสามารถนำเทคโนโลยีรูปแบบ 4T ไปประยุกต์ใช้ในการผลิตข้าวได้อย่างเหมาะสม (ตารางที่ 3)

ตารางที่ 3 การเปรียบเทียบระดับการยอมรับเทคโนโลยีรูปแบบ 4T ของเกษตรกร จำแนกตามระยะเวลาในการเข้าร่วมกลุ่มวิสาหกิจชุมชน

เทคโนโลยี 4T	ระยะเวลา 1-5 ปี		ระยะเวลา 6-10 ปี	
	ค่าเฉลี่ย	การแปลผล	ค่าเฉลี่ย	การแปลผล
การทำนาแบบเปียกสลับแห้ง	4.41	มากที่สุด	4.27	มากที่สุด
การปรับหน้าดินด้วยระบบเลเซอร์	3.92	มาก	3.79	มาก
การใส่ปุ๋ยตามค่าวิเคราะห์ดิน	4.39	มากที่สุด	4.14	มาก
การจัดฟางและตอซัง	4.18	มาก	4.10	มาก
ภาพรวมของการยอมรับเทคโนโลยีรูปแบบ 4T	4.64	มากที่สุด	4.51	มากที่สุด
ค่าเฉลี่ยรวม	4.31	มาก	4.16	มาก

■ การยอมรับเทคโนโลยีการทำนาแบบคาร์บอนต่ำของเกษตรกรจำแนกตามประสบการณ์การทำนา เกษตรกรที่มีประสบการณ์การทำนาแตกต่างกันมีระดับการยอมรับเทคโนโลยีการทำนาแบบคาร์บอนต่ำรูปแบบ 4T อยู่ในระดับมากถึงมากที่สุด โดยระดับความคิดเห็นการยอมรับเทคโนโลยีรูปแบบ 4T ภาพรวมมีค่าเฉลี่ยอยู่ระหว่าง 4.40–4.65 ซึ่งอยู่ในระดับมากถึงมากที่สุดทุกกลุ่มประสบการณ์ เมื่อพิจารณาเป็นรายด้าน พบว่า การทำนาแบบเปียกสลับแห้งได้รับการยอมรับในระดับมากจากเกษตรกรทุกกลุ่ม โดยมีค่าเฉลี่ยอยู่ระหว่าง 4.20–4.50 ขณะที่การปรับหน้าดินด้วยระบบเลเซอร์และการใส่ปุ๋ยตามค่าวิเคราะห์ดินได้รับการยอมรับแตกต่างกันบ้างในบางกลุ่ม โดยเฉพาะเกษตรกรที่มีประสบการณ์การทำนา 41–50 ปี ซึ่งมีการยอมรับการใส่ปุ๋ยตามค่าวิเคราะห์ดินอยู่ในระดับปานกลาง (ค่าเฉลี่ย 3.30) และเกษตรกรที่มีประสบการณ์การทำนา 51 ปีขึ้นไป มีการยอมรับการปรับหน้าดินด้วยระบบเลเซอร์อยู่ในระดับปานกลาง (ค่าเฉลี่ย 3.38) อย่างไรก็ตาม เมื่อพิจารณาค่าเฉลี่ยรวมของการยอมรับเทคโนโลยีแต่ละกลุ่ม พบว่ามีค่าเฉลี่ยอยู่ระหว่าง 4.06–4.28 ซึ่งอยู่ในระดับมากทั้งหมด สะท้อนให้เห็นว่า เกษตรกรที่มีประสบการณ์การทำนาแตกต่างกันมีระดับการยอมรับเทคโนโลยีการทำนาแบบคาร์บอนต่ำในระดับค่อนข้างสูงและใกล้เคียงกัน โดยประสบการณ์การทำนาอาจไม่ได้เป็นปัจจัยสำคัญที่ทำให้ระดับการยอมรับเทคโนโลยีแตกต่างกันอย่างชัดเจน (ตารางที่ 4)

ตารางที่ 4 การเปรียบเทียบระดับการยอมรับเทคโนโลยีรูปแบบ 4T ของเกษตรกร จำแนกตามประสบการณ์การทำนา

เทคโนโลยี 4T	ค่าเฉลี่ยจำแนกตามจำนวนปีของประสบการณ์การทำนา					
	1-10 ปี (11 คน)	11-20 ปี (39 คน)	21-30 ปี (39 คน)	31-40 ปี (17 คน)	41-50 ปี (4 คน)	มากกว่า 50 ปี (6 คน)
การทำนาแบบเปียกสลับแห้ง	4.26 (มากที่สุด)	4.29 (มากที่สุด)	4.30 (มากที่สุด)	4.34 (มากที่สุด)	4.50 (มากที่สุด)	4.20 (มากที่สุด)
การปรับหน้าดินด้วยระบบเลเซอร์	3.78 (มากที่สุด)	3.91 (มากที่สุด)	3.77 (มากที่สุด)	3.79 (มากที่สุด)	3.65 (มากที่สุด)	3.38 (ปานกลาง)
การใส่ปุ๋ยตามค่าวิเคราะห์ดิน	4.39 (มากที่สุด)	4.34 (มากที่สุด)	4.08 (มากที่สุด)	4.21 (มากที่สุด)	3.30 (ปานกลาง)	4.25 (มากที่สุด)

เทคโนโลยี 4T	ค่าเฉลี่ยจำแนกตามจำนวนปีของประสบการณ์การทำงาน					
	1-10 ปี (11 คน)	11-20 ปี (39 คน)	21-30 ปี (39 คน)	31-40 ปี (17 คน)	41-50 ปี (4 คน)	มากกว่า 50 ปี (6 คน)
การจัดฟางและต่อซัง	4.11 (มาก)	4.21 (มากที่สุด)	4.09 (มาก)	3.99 (มาก)	4.33 (มากที่สุด)	4.03 (มาก)
ภาพรวมของการยอมรับเทคโนโลยีรูปแบบ 4T	4.61 (มากที่สุด)	4.65 (มากที่สุด)	4.40 (มากที่สุด)	4.57 (มากที่สุด)	4.50 (มากที่สุด)	4.55 (มากที่สุด)
ค่าเฉลี่ยรวม	4.23	4.28	4.13	4.18	4.06	4.08

■ ความสัมพันธ์ระหว่างรูปแบบการทำงานและระดับการยอมรับเทคโนโลยีการทำงานแบบคาร์บอน

ต่ำ รูปแบบ 4T การวิเคราะห์ความสัมพันธ์ระหว่างรูปแบบการทำงานกับระดับการยอมรับเทคโนโลยีการทำงานแบบคาร์บอนต่ำรูปแบบ 4T พบว่า เกษตรกรส่วนใหญ่ที่ทำนาแบบคาร์บอนต่ำมีระดับการยอมรับเทคโนโลยีอยู่ในระดับมากที่สุด คิดเป็นร้อยละ 60.84 รองลงมาคือระดับมาก คิดเป็นร้อยละ 35.00 ขณะที่เกษตรกรที่ทำนาทั้งแบบดั้งเดิมและแบบคาร์บอนต่ำมีระดับการยอมรับเทคโนโลยีอยู่ในระดับมากที่สุด คิดเป็นร้อยละ 0.83 ของกลุ่มตัวอย่างทั้งหมด ผลการทดสอบความสัมพันธ์ด้วยสถิติไคสแควร์ พบว่า รูปแบบการทำงานกับระดับการยอมรับเทคโนโลยีการทำงานแบบคาร์บอนต่ำรูปแบบ 4T มีความสัมพันธ์กันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 ($\chi^2 = 19.724$, $df = 3$, $p < .001$) แสดงให้เห็นว่า รูปแบบการทำงานของเกษตรกรมีความสัมพันธ์กับระดับการยอมรับเทคโนโลยีการทำงานแบบคาร์บอนต่ำ โดยเกษตรกรที่ทำนาแบบคาร์บอนต่ำมีแนวโน้มที่จะมีระดับการยอมรับเทคโนโลยีในระดับสูงกว่า (ตารางที่ 5)

ตารางที่ 5 การวิเคราะห์ความสัมพันธ์ระหว่างรูปแบบการทำงานและระดับการยอมรับเทคโนโลยีการทำงานแบบคาร์บอนต่ำรูปแบบ 4T

	ระดับการยอมรับเทคโนโลยีการทำงานแบบคาร์บอนต่ำ รูปแบบ 4T						df	χ ²	p-value
	น้อยที่สุด	น้อย	ปานกลาง	มาก	มากที่สุด	รวม			
การทำงานแบบคาร์บอนต่ำ									
จำนวน (คน)	0	1	2	42	73	118	3	19.724*	p < .001
ร้อยละ	0	0.83	1.67	35.00	60.84	98.34			
การทำงานแบบดั้งเดิมและแบบคาร์บอนต่ำ									
จำนวน (คน)	0	0	1	1	0	2	3	19.724*	p < .001
ร้อยละ	0	0	0.83	0.83	0	1.66			

* มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

■ ความสัมพันธ์ระหว่างรูปแบบการทำงานและระดับความคิดเห็นด้านการลดต้นทุนการผลิต

เกษตรกรที่ทำนาแบบคาร์บอนต่ำส่วนใหญ่มีความคิดเห็นว่าการใช้เทคโนโลยีการทำงานแบบคาร์บอนต่ำช่วยลดต้นทุนการผลิตได้อยู่ในระดับมาก คิดเป็นร้อยละ 55.00 รองลงมาคือระดับมากที่สุด คิดเป็นร้อยละ 40.84 และระดับปาน

กลาง คิดเป็นร้อยละ 2.50 ขณะที่เกษตรกรที่ดำเนินการทำนาทั้งแบบปกติและแบบคาร์บอนต่ำมีความคิดเห็นอยู่ในระดับปานกลางและระดับมาก คิดเป็นร้อยละ 0.83 เท่ากัน ผลการทดสอบความสัมพันธ์ด้วยสถิติไคสแควร์ พบว่า รูปแบบการทำนาเกี่ยวกับระดับความคิดเห็นด้านการลดต้นทุนการผลิตมีความสัมพันธ์กันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 ($\chi^2 = 14.131$, $df = 2$, $p < .001$) แสดงให้เห็นว่า รูปแบบการทำนาของเกษตรกรมีความสัมพันธ์กับความคิดเห็นเกี่ยวกับการลดต้นทุนการผลิต โดยเกษตรกรที่ทำนาแบบคาร์บอนต่ำมีแนวโน้มที่จะเห็นว่าเทคโนโลยีการทำนาแบบคาร์บอนต่ำสามารถช่วยลดต้นทุนการผลิตได้ในระดับมากถึงมากที่สุด (ตารางที่ 6)

ตารางที่ 6 การวิเคราะห์ความสัมพันธ์ระหว่างรูปแบบการทำนาและระดับความคิดเห็นด้านการลดต้นทุนการผลิต

	ระดับการยอมรับเทคโนโลยีการทำนาแบบคาร์บอนต่ำ รูปแบบ 4T						df	X ²	p-value
	น้อยที่สุด	น้อย	ปานกลาง	มาก	มากที่สุด	รวม			
การทำนาแบบคาร์บอนต่ำ									
จํานวน (คน)	0	0	3	66	49	118	2	14.131*	p < .001
ร้อยละ	0	0	2.50	55.00	40.84	98.34			
การทำนาแบบดั้งเดิมและแบบคาร์บอนต่ำ									
จำนวน (คน)	0	0	1	1	0	2	3	14.131*	p < .001
ร้อยละ	0	0	0.83	0.83	0	1.66			

* มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

สรุปผลการวิจัย

การวิจัยเรื่อง การยอมรับเทคโนโลยีการทำนาแบบคาร์บอนต่ำของเกษตรกรในกลุ่มวิสาหกิจชุมชนแปลงใหญ่เกษตรสมัยใหม่ตำบลเดิมบาง อำเภอดำเนินสะดวก จังหวัดสุพรรณบุรี มีวัตถุประสงค์เพื่อวิเคราะห์ระดับการยอมรับเทคโนโลยีการทำนาแบบคาร์บอนต่ำของเกษตรกร โดยใช้การวิจัยเชิงปริมาณด้วยวิธีการสำรวจ เก็บรวบรวมข้อมูลจากเกษตรกรสมาชิกวิสาหกิจชุมชนแปลงใหญ่เกษตรสมัยใหม่ จำนวน 120 ราย และวิเคราะห์ข้อมูลด้วยสถิติเชิงพรรณนา ได้แก่ ความถี่ ร้อยละ ค่าเฉลี่ย และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน รวมทั้งการทดสอบไคสแควร์

ผลการวิจัยพบว่า เกษตรกรส่วนใหญ่เป็นเพศชาย มีอายุ 66 ปีขึ้นไป และมีระดับการศึกษาสูงสุดอยู่ในระดับประถมศึกษา สะท้อนให้เห็นว่าผู้สูงอายุยังคงมีบทบาทสำคัญต่อการผลิตข้าวในพื้นที่ศึกษา ด้านการยอมรับเทคโนโลยีการทำนาแบบคาร์บอนต่ำ พบว่า เกษตรกรมีระดับการยอมรับเทคโนโลยีรูปแบบ 4T โดยภาพรวมอยู่ในระดับมากที่สุด (ค่าเฉลี่ย 4.53) โดยเทคโนโลยีที่ได้รับการยอมรับสูงสุด ได้แก่ การทำนาแบบเปียกสลับแห้ง (AWD) รองลงมา คือ การใส่ปุ๋ยตามค่าวิเคราะห์ดิน การจัดการฟางและตอซัง และการปรับหน้าดินด้วยระบบเลเซอร์ ตามลำดับ ผลการเปรียบเทียบระยะเวลาในการเข้าร่วมกลุ่มวิสาหกิจชุมชนและประสบการณ์การทำนา พบว่า เกษตรกรทุกกลุ่มมีระดับการยอมรับเทคโนโลยีการทำนาแบบคาร์บอนต่ำอยู่ในระดับสูงและมีค่าเฉลี่ยใกล้เคียงกัน สะท้อนให้เห็นว่าการยอมรับเทคโนโลยีดังกล่าวเกิดขึ้นอย่างกว้างขวางในกลุ่มเกษตรกร ไม่ว่าจะเป็นระยะเวลาในการเข้าร่วมกลุ่มหรือประสบการณ์การทำนาแตกต่างกันก็ตาม

ผลการทดสอบความสัมพันธ์ด้วยสถิติไคสแควร์ พบว่า รูปแบบการทำนามีความสัมพันธ์กับระดับการยอมรับเทคโนโลยีการทำนาแบบคาร์บอนต่ำรูปแบบ 4T อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 ($p < .001$) และมีความสัมพันธ์กับความคิดเห็นด้านการลดต้นทุนการผลิตอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 ($p < .001$) แสดงให้เห็นว่า การนำแนวทางการทำนาแบบคาร์บอนต่ำมาใช้มีความเชื่อมโยงกับการยอมรับเทคโนโลยีและการรับรู้ถึงประโยชน์ด้านการลดต้นทุนการผลิตของเกษตรกร

โดยสรุป เทคโนโลยีการทำนาแบบคาร์บอนต่ำได้รับการยอมรับในระดับสูงจากเกษตรกรในพื้นที่ศึกษา และมีความสำคัญในการส่งเสริมการเพิ่มประสิทธิภาพการผลิต การลดต้นทุน และการพัฒนาการเกษตรอย่างยั่งยืน ควบคู่ไปกับการลดผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมในระยะยาว

อภิปรายผลการวิจัย

เกษตรกรส่วนใหญ่มีระดับการยอมรับเทคโนโลยีการทำนาแบบคาร์บอนต่ำรูปแบบ 4T อยู่ในระดับมากที่สุด โดยเฉพาะการทำนาแบบเปียกสลับแห้งได้รับการยอมรับสูงที่สุด ทั้งนี้อาจเนื่องมาจากเทคโนโลยีดังกล่าวเป็นแนวทางที่ช่วยลดการใช้น้ำ ลดค่าใช้จ่ายด้านพลังงานในการสูบน้ำ และช่วยลดการปล่อยก๊าซมีเทนจากนาข้าว ซึ่งเป็นประโยชน์ที่เกษตรกรสามารถรับรู้ได้จากการนำไปประยุกต์ใช้ในการผลิตจริง ส่งผลให้เกิดการยอมรับในระดับสูง สอดคล้องกับแนวทางของโครงการ Thai Rice NAMA ที่มุ่งส่งเสริมการเพิ่มประสิทธิภาพการผลิตควบคู่ไปกับการลดผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมและการลดการปล่อยก๊าซเรือนกระจกจากภาคการเกษตร

การวิเคราะห์การกระจายตัวของครัวเรือนเกษตรกรในกลุ่มวิสาหกิจชุมชนแปลงใหญ่เกษตรสมัยใหม่ พบว่า เกษตรกรส่วนใหญ่ตั้งอยู่ในบริเวณใกล้เคียงกันภายในพื้นที่เกษตรกรรมของตำบล สะท้อนถึงลักษณะเครือข่ายชุมชนเกษตรที่มีความเชื่อมโยงกันในเชิงพื้นที่ การตั้งถิ่นฐานในลักษณะดังกล่าวอาจเอื้อต่อการติดต่อสื่อสาร การแลกเปลี่ยนข้อมูลข่าวสาร และการถ่ายทอดองค์ความรู้ระหว่างสมาชิกในชุมชน ซึ่งเป็นปัจจัยที่สนับสนุนการเรียนรู้และการยอมรับเทคโนโลยีทางการเกษตร สอดคล้องกับงานวิจัยของ Nguyen-Thi-Kim *et al.* (2023) ที่พบว่า เครือข่ายทางสังคม การแลกเปลี่ยนข้อมูลภายในชุมชน และการสนับสนุนจากกลุ่มเกษตรกร มีความสัมพันธ์เชิงบวกกับการยอมรับเทคโนโลยีทางการเกษตรของเกษตรกร

ผลการวิจัยยังพบว่า เกษตรกรที่มีระยะเวลาในการเข้าร่วมกลุ่มวิสาหกิจชุมชนและมีประสบการณ์การทำนาแตกต่างกัน มีระดับการยอมรับเทคโนโลยีการทำนาแบบคาร์บอนต่ำอยู่ในระดับสูงและมีค่าเฉลี่ยใกล้เคียงกัน สะท้อนให้เห็นว่า เทคโนโลยีการทำนาแบบคาร์บอนต่ำสามารถถ่ายทอดและประยุกต์ใช้ได้ในกลุ่มเกษตรกรที่มีประสบการณ์แตกต่างกัน ทั้งนี้อาจเป็นผลมาจากการดำเนินงานของกลุ่มวิสาหกิจชุมชนที่มีการรวมกลุ่มอย่างเข้มแข็ง มีการแลกเปลี่ยนเรียนรู้ระหว่างสมาชิก และได้รับการสนับสนุนองค์ความรู้จากหน่วยงานภาครัฐและหน่วยงานที่เกี่ยวข้องอย่างต่อเนื่อง จึงช่วยให้เกษตรกรเกิดความเข้าใจและสามารถนำเทคโนโลยีไปประยุกต์ใช้ได้อย่างเหมาะสม

ผลการทดสอบความสัมพันธ์พบว่า รูปแบบการทำนาแบบคาร์บอนต่ำมีความสัมพันธ์กับระดับการยอมรับเทคโนโลยีการทำนาแบบคาร์บอนต่ำรูปแบบ 4T อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 สะท้อนให้เห็นว่า เกษตรกรที่ดำเนินการตามแนวทางการทำนาแบบคาร์บอนต่ำมีแนวโน้มที่จะยอมรับและนำเทคโนโลยีที่เกี่ยวข้องมาใช้ในการผลิตมากกว่า ซึ่งอาจเกิดจากการตระหนักถึงประโยชน์ของเทคโนโลยีทั้งในด้านการเพิ่มประสิทธิภาพการผลิต การลด

ต้นทุน และการลดผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อม ทั้งนี้ผลการศึกษาดังกล่าวสอดคล้องกับแนวคิดการเกษตรสมัยใหม่ที่มุ่งเน้นการใช้เทคโนโลยีและนวัตกรรมเพื่อเพิ่มประสิทธิภาพการใช้ทรัพยากรและยกระดับความยั่งยืนของภาคการเกษตร

นอกจากนี้ ยังพบว่า การทำนาแบบคาร์บอนต่ำมีความสัมพันธ์กับความคิดเห็นของเกษตรกรในด้านการลดต้นทุนการผลิตอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 โดยเฉพาะเทคโนโลยีการทำนาแบบเปียกสลับแห้งและการใส่ปุ๋ยตามค่าวิเคราะห์ดิน ซึ่งช่วยลดการใช้ทรัพยากรและปัจจัยการผลิตที่ไม่จำเป็น ส่งผลให้เกษตรกรสามารถควบคุมต้นทุนการผลิตได้อย่างมีประสิทธิภาพมากขึ้น ผลการศึกษานี้สอดคล้องกับงานวิจัยของ Alexander M. Stuart *et al.* (2016) ที่พบว่า แนวทางการผลิตข้าวที่มุ่งลดการปล่อยก๊าซเรือนกระจกสามารถช่วยลดต้นทุนการผลิตและเพิ่มประสิทธิภาพการใช้ทรัพยากรได้ จึงเป็นแนวทางที่สนับสนุนการพัฒนาการเกษตรอย่างยั่งยืนทั้งในมิติเศรษฐกิจและสิ่งแวดล้อม

ข้อเสนอแนะ

1. ข้อเสนอแนะเชิงนโยบายและการนำผลการวิจัยไปใช้

1.1 หน่วยงานภาครัฐและหน่วยงานที่เกี่ยวข้องควรส่งเสริมการทำนาแบบคาร์บอนต่ำอย่างต่อเนื่อง โดยเฉพาะการถ่ายทอดองค์ความรู้และการสนับสนุนการประยุกต์ใช้เทคโนโลยี 4T ในพื้นที่เกษตรกรรมอื่น เนื่องจากผลการวิจัยพบว่าเกษตรกรมีระดับการยอมรับเทคโนโลยีดังกล่าวอยู่ในระดับสูง โดยเฉพาะการทำนาแบบเปียกสลับแห้ง ซึ่งได้รับการยอมรับมากที่สุด

1.2 ควรส่งเสริมการเรียนรู้ผ่านกลุ่มวิสาหกิจชุมชนและเครือข่ายเกษตรกรในพื้นที่ เนื่องจากการรวมกลุ่มและการแลกเปลี่ยนองค์ความรู้ระหว่างสมาชิกอาจเป็นปัจจัยสำคัญที่สนับสนุนการยอมรับและการประยุกต์ใช้เทคโนโลยีการทำนาแบบคาร์บอนต่ำได้อย่างมีประสิทธิภาพ

1.3 หน่วยงานที่เกี่ยวข้องควรสนับสนุนมาตรการจูงใจด้านเศรษฐกิจ เช่น การลดต้นทุนการผลิต การสนับสนุนอุปกรณ์หรือปัจจัยการผลิตที่เกี่ยวข้องกับเทคโนโลยี 4T และการส่งเสริมตลาดข้าวคาร์บอนต่ำ เนื่องจากผลการวิจัยพบว่า การทำนาแบบคาร์บอนต่ำมีความสัมพันธ์กับความคิดเห็นของเกษตรกรในด้านการลดต้นทุนการผลิตอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ

2. ข้อเสนอแนะสำหรับการวิจัยครั้งต่อไป

2.1 ควรศึกษาต้นทุน ผลตอบแทน ผลผลิต และปริมาณการลดการปล่อยก๊าซเรือนกระจกจากการประยุกต์ใช้เทคโนโลยีการทำนาแบบคาร์บอนต่ำในระยะยาว เพื่อให้ได้ข้อมูลเชิงประจักษ์ที่สามารถนำไปใช้ประกอบการกำหนดนโยบายและแผนพัฒนาภาคการเกษตรได้อย่างมีประสิทธิภาพ

2.2 ควรขยายพื้นที่ศึกษาไปยังกลุ่มวิสาหกิจชุมชนหรือพื้นที่เกษตรกรรมในจังหวัดอื่น เพื่อเปรียบเทียบระดับการยอมรับเทคโนโลยีภายใต้บริบททางเศรษฐกิจ สังคม และสิ่งแวดล้อมที่แตกต่างกัน

2.3 ควรศึกษาปัจจัยที่มีอิทธิพลต่อการยอมรับเทคโนโลยีการทำนาแบบคาร์บอนต่ำเพิ่มเติม เช่น การเข้าถึงข้อมูลข่าวสาร การสนับสนุนจากหน่วยงานภาครัฐ เครือข่ายทางสังคมของเกษตรกร และผลประโยชน์ทางเศรษฐกิจที่ได้รับ เพื่อพัฒนาแนวทางส่งเสริมการเกษตรคาร์บอนต่ำให้มีประสิทธิภาพมากยิ่งขึ้น

เอกสารอ้างอิง

- กุหลาบ หมายสุขกลาง. (2559). ข้าว. ศูนย์เทคโนโลยีสารสนเทศและการสื่อสาร กรมส่งเสริมการเกษตร กระทรวงเกษตรและสหกรณ์.
- จิตติวรรณ บำรุงบุตร และคณะ. (2563). ประสิทธิภาพการจัดการน้ำด้วยวิธีแบบเปียกสลับแห้งต่อการเจริญเติบโตและผลผลิตข้าว. *วารสารมหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ (สาขาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี)*, 12(24), 10–22.
- บริษัท บางจากคอร์ปอเรชั่น จำกัด. (2566). *Thai Rice NAMA ข้าวลดโลกร้อน*. บางจาก หลากมุมมอง. สืบค้นเมื่อ 10 สิงหาคม 2568, <https://www.bangchak.co.th/en/newsroom/reflection/>
- บริษัทสยามคูโบต้าคอร์ปอเรชั่น จำกัด. (2565). *โครงการส่งเสริมการทำนาเชิงอุตสาหกรรม (นาแปลงใหญ่)*. บริษัทสยามคูโบต้าคอร์ปอเรชั่น จำกัด.
- บุญลือ คะเชนทร์ชาติ และวัลลภ พงษ์เย็น. (2559). รายงานฉบับสมบูรณ์ (Final report) โครงการย่อยที่ 3 การศึกษาวิจัยปริมาณก๊าซมีเทนในระบบนาข้าว. สถาบันวิจัยและพัฒนาพื้นที่สูง (องค์การมหาชน).
- ศิริวรรณ เสรีรัตน์ และคณะ. (2549). *การวิจัยการตลาด (ฉบับปรับปรุงใหม่)*. DIAMOND IN BUSINESS WORLD.
- สุจิรา สุนทรชัย และคณะ. (2564). อิทธิพลของการทำนาแบบเปียกสลับแห้งต่อผลผลิตและคุณภาพเมล็ดข้าวที่ปลูกในเนื้อดินแตกต่างกัน. *วารสารแก่นเกษตร*, 49(5), 1259–1267.
- Adarkwa, M. A. (2023). Information technology adoption among smallholder farmers and its impact on agricultural productivity. *Library Philosophy and Practice*, 1–20.
- Alexander M. Stuart, et al. (2016). Yield gaps in rice-based farming systems: Insights from local studies and prospects for future analysis. *Field Crops Research*, 194, 43–56.
<https://doi.org/10.1016/j.fcr.2016.04.039>
- Castiblanco Jimenez, I. A., et al. (2021). FARMER 4.0: Farmers' acceptance of a smart farming e-learning platform using the Technology Acceptance Model. *Applied Sciences*, 11(10), 4672.
<https://doi.org/10.3390/app11104672>
- Mishra, R., et al. (2024). Factors influencing farmers' behavioral intention to adopt Agriculture 5.0 technologies. *Smart Agricultural Technology*, 9, 100512.
- Nguyen Nguyen-Thi-Kim, et al. (2024). Adoption of sustainable farming practices in Vietnam: A discourse of the determining factors. *Heliyon*, 10(11), e31792. <https://doi.org/10.1016/j.heliyon.2024.e31792>

การเพิ่มผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาเรขาคณิตวิเคราะห์ด้วยการใช้สื่อประสมออนไลน์ สำหรับนักศึกษาระดับปริญญาตรี

Improving Academic Achievement in Analytic Geometry Using Online Multimedia Learning Materials for Undergraduate Students

ญาณิศ เกิดพันธุ์*, สุรัชย์ เฟ่งมานะยล

คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลรัตนโกสินทร์

*Email : janit.g@outlook.rmutr.ac.th

บทคัดย่อ

การวิจัยครั้งนี้มีวัตถุประสงค์ เพื่อพัฒนาการเรียนวิชาเรขาคณิตวิเคราะห์ด้วยการใช้สื่อประสมออนไลน์กลุ่มตัวอย่างแบ่งออกเป็น 2 กลุ่ม กลุ่มที่ 1 กลุ่มตัวอย่างในการทดลองหาประสิทธิภาพของสื่อ โดยเลือกจากนักศึกษา ระดับปริญญาตรี คณะสถาปัตยกรรมศาสตร์และการออกแบบ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลรัตนโกสินทร์ จำนวน 30 คน กลุ่มที่ 2 กลุ่มตัวอย่างสำหรับหาคุณภาพของแบบทดสอบ ใช้วิธีการเลือกแบบเจาะจง (Purposive Sampling) ได้แก่ นักศึกษาระดับปริญญาตรี คณะสถาปัตยกรรมศาสตร์และการออกแบบ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลรัตนโกสินทร์ จำนวน 40 คนเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้คือ สื่อประสมออนไลน์ จำนวน 5 บทเรียน และแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์จำนวน 50 ข้อการวิเคราะห์ข้อมูลเพื่อหาประสิทธิภาพของสื่อประสมออนไลน์ ได้จากการหาค่าประสิทธิภาพของกระบวนการ (E_1)และประสิทธิภาพของผลลัพธ์ (E_2)เปรียบเทียบคะแนนเฉลี่ยผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักศึกษา โดยการทดสอบที่ผลการวิจัย พบว่า

1. สื่อประสมออนไลน์วิชาเรขาคณิตวิเคราะห์ มีประสิทธิภาพเป็น 83.87/83.10 ซึ่งเป็นไปตามเกณฑ์ 80/80
2. นักศึกษาที่เรียนโดยใช้สื่อประสมออนไลน์วิชาเรขาคณิตวิเคราะห์ มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ

คำสำคัญ : สื่อประสมออนไลน์ เรขาคณิตวิเคราะห์ บทเรียนออนไลน์

Abstract

This research have a purpose to develop the student of Analytic Geometry with the use of online media. The samples were divided into 2 groups. The first group was the sample group in the media efficacy experiment by selecting form students undergraduate degree. Faculty of Architecture and Design Rajamangkala University of Technology Rattanakosin, 30 people. Group 2, the sample group for determining the quality of the test use a specific selection method (purposive sampling), which are undergraduate students Faculty of Architecture and Design Rajamangkala University of Technology Rattanakosin, 40 peoples. The instruments used in this study were 5 lessons online and 50 achievement tests. Data analysis to determine the effectiveness of online multimedia

obtained by determining the efficiency of the process (E_1) and outcome efficiency (E_2) compared the average student achievement scores, by t-test. The results of the research found that

1. Online multimedia in Analytic Geometry effective it has an efficiency of 83.87/ 83.10 which meet the 80/80 criteria.
2. Students who study using online multimedia in Analytic Geometry have academic achievement after learning was higher than before, was the difference is statistically significant.

Keywords: Online Multimedia, Analytic Geometry, Online lessons

บทนำ

ปัจจุบันการจัดการเรียนการสอนได้พัฒนาไปสู่การใช้เทคโนโลยีดิจิทัลและสื่อการเรียนรู้ที่หลากหลาย เพื่อส่งเสริมการเรียนรู้ตามศักยภาพและความแตกต่างระหว่างบุคคล สอดคล้องกับพระราชบัญญัติการศึกษาแห่งชาติ พ.ศ. 2542 ที่มุ่งเน้นผู้เรียนเป็นสำคัญ อย่างไรก็ตาม ในรายวิชาคณิตศาสตร์ โดยเฉพาะรายวิชาเรขาคณิตวิเคราะห์ ผู้เรียนมักประสบปัญหาในการทำความเข้าใจเนื้อหาที่มีความซับซ้อนและเป็นนามธรรม ส่งผลให้ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนแตกต่างกันตามพื้นฐานความรู้เดิมของผู้เรียน สื่อประสมออนไลน์และบทเรียนออนไลน์เป็นนวัตกรรมทางการศึกษาที่ได้รับความนิยมอย่างแพร่หลาย เนื่องจากการผสมผสานข้อความ ภาพ เสียง วิดีโอ และกิจกรรมปฏิสัมพันธ์เข้าด้วยกัน ทำให้ผู้เรียนสามารถเรียนรู้ได้ทุกที่ทุกเวลา และสามารถทบทวนบทเรียนได้ตามความต้องการของตนเอง ซึ่งช่วยส่งเสริมความเข้าใจในเนื้อหาและเพิ่มแรงจูงใจในการเรียนรู้

จากการศึกษางานวิจัยที่เกี่ยวข้อง พบว่า จุลมาและมาระเวียง (2562) รายงานว่าสื่อประสมช่วยพัฒนาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ได้อย่างมีประสิทธิภาพ ขณะที่ลเพชร (2557) พบว่าการเรียนรู้ผ่านระบบอีเลิร์นนิ่งช่วยให้ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ นอกจากนี้ จันทร์งามและสวนประดิษฐ์ (2565) ยังพบว่าการใช้สื่ออิเล็กทรอนิกส์ร่วมกับโปรแกรม GeoGebra ช่วยยกระดับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักศึกษาด้านคณิตศาสตร์ได้เป็นอย่างดี ผลการศึกษาดังกล่าวสะท้อนให้เห็นว่าสื่อการเรียนรู้ออนไลน์มีศักยภาพในการพัฒนาความรู้และทักษะทางคณิตศาสตร์ของผู้เรียนแม้ว่าจะมีงานวิจัยที่สนับสนุนประสิทธิภาพของสื่อประสมออนไลน์และบทเรียนออนไลน์จำนวนมาก แต่ยังพบว่าการพัฒนาสื่อประสมออนไลน์สำหรับรายวิชาเรขาคณิตวิเคราะห์ในระดับอุดมศึกษายังมีอยู่อย่างจำกัด ผู้วิจัยจึงมีความสนใจที่จะพัฒนาสื่อประสมออนไลน์สำหรับรายวิชาเรขาคณิตวิเคราะห์ เพื่อส่งเสริมผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักศึกษาและเป็นแนวทางในการพัฒนาการจัดการเรียนการสอนคณิตศาสตร์ให้มีประสิทธิภาพมากยิ่งขึ้น

วัตถุประสงค์ของการวิจัย

1. พัฒนาสื่อประสมออนไลน์เพื่อพัฒนาความสามารถในการเรียนรู้วิชาเรขาคณิตวิเคราะห์สำหรับนักศึกษาระดับปริญญาตรี
2. เพื่อเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาเรขาคณิตวิเคราะห์ของนักศึกษาระดับปริญญาตรีก่อนและหลังเรียนโดยใช้สื่อประสมออนไลน์ที่พัฒนาขึ้น

สมมติฐาน

นักศึกษามีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนด้วยสื่อประสมออนไลน์ เพื่อเพิ่มความสามารถในการเรียนรู้รายวิชาเรขาคณิตวิเคราะห์ ที่พัฒนาขึ้น

ขอบเขตของการวิจัย

สื่อประสมออนไลน์เพื่อเพิ่มความสามารถในการเรียนรู้วิชาเรขาคณิตวิเคราะห์ (Analytic Geometry) อ้างอิงจากรายวิชาเรขาคณิตวิเคราะห์ (Analytic Geometry) MTH 1002 หลักสูตรวิชาศึกษาทั่วไป มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี สำหรับเนื้อหาวิชาเรขาคณิตวิเคราะห์ น้าหนัก 3 หน่วยกิต ไม่มีวิชาบังคับก่อน สภากรายวิชาเป็นวิชาพื้นฐานวิชาชีพ รายละเอียดของเนื้อหาวิชา เรขาคณิตวิเคราะห์บนระนาบ การกำหนดจุดบนระนาบ กราฟของสมการกำลังสองของสองตัวแปรในระบบพิกัดฉาก กราฟของสมการในระบบพิกัดเชิงขั้ว การแปลงพิกัดระหว่างระบบพิกัดฉากและระบบพิกัดเชิงขั้ว เรขาคณิตวิเคราะห์ในปริภูมิสามมิติ การกำหนดจุดในปริภูมิสามมิติ กราฟของสมการกำลังสองของสามตัวแปรในระบบพิกัดฉาก ระบบพิกัดทรงกระบอก และระบบพิกัดทรงกลม

ประชากรและกลุ่มตัวอย่าง ประชากรในการวิจัยครั้งนี้ เป็นนักศึกษาระดับปริญญาตรี คณะสถาปัตยกรรมศาสตร์และการออกแบบ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี และนักศึกษาระดับปริญญาตรีในหลักสูตรอื่น ๆ หรือเทียบเคียงที่เรียนวิชาที่มีเนื้อหาเกี่ยวข้องกับกลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัย มี 2 กลุ่มดังนี้

กลุ่มที่ 1 กลุ่มตัวอย่างในการทดลองกลุ่มย่อย สำหรับตรวจสอบปัญหาข้อบกพร่องและอุปสรรคที่อาจเกิดขึ้นได้ในการทดลองหาประสิทธิภาพจริง โดยเลือกจากนักศึกษาระดับปริญญาตรี คณะสถาปัตยกรรมศาสตร์และการออกแบบ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี จำนวน 30 คน เป็นนักศึกษาที่ผ่านการเรียนวิชาเรขาคณิตวิเคราะห์ มีการจัดระดับ 3 ระดับ คือ เก่ง 10 คน ปานกลาง 10 คน และอ่อน 10 คน โดยพิจารณาจากผลที่ได้จากการเรียนวิชานี้ในเทอมที่นักศึกษาเคยลงทะเบียนเรียน โดยระดับเก่งคือนักศึกษาที่ได้เกรด A ระดับปานกลาง คือนักศึกษาที่ได้เกรด B,C ระดับอ่อนคือนักศึกษาที่ได้เกรด D

กลุ่มที่ 2 กลุ่มตัวอย่างสำหรับหาคุณภาพของแบบทดสอบ ใช้วิธีการเลือกแบบเจาะจง (Purposive Sampling) ได้แก่ นักศึกษาระดับปริญญาตรี คณะสถาปัตยกรรมศาสตร์และการออกแบบ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี ที่ไม่เคยเรียนวิชาเรขาคณิตวิเคราะห์จำนวน 40 คน

วิธีการวิจัย

การวิจัยครั้งนี้ ผู้วิจัยมุ่งพัฒนาสื่อประสมออนไลน์เพื่อเพิ่มความสามารถในการเรียนรู้วิชาเรขาคณิตวิเคราะห์ สำหรับนักศึกษาระดับปริญญาตรี คณะสถาปัตยกรรมศาสตร์และการออกแบบ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี เมื่อได้ทำการศึกษาเอกสาร และงานวิจัยที่เกี่ยวข้องแล้วจึงได้ทำการดำเนินการวิจัยตามขั้นตอนดังนี้

การศึกษาข้อมูล ศึกษาหลักการและวิธีการสร้างสื่อประสมออนไลน์ เช่น วิธีการนำเสนอ ประเภทและรูปแบบจากตำราเอกสาร งานวิจัยและสิ่งพิมพ์อื่น ๆ ที่เกี่ยวข้อง หลักการและวิธีการสร้างบทเรียนเครื่องมือสำหรับสร้างบทเรียน การวิเคราะห์เนื้อหา การเขียนวัตถุประสงค์ การจัดกิจกรรมการเรียนการสอนวิธีการให้เนื้อหา การออกข้อสอบ การวัดผล การแสดงผล ผู้วิจัยได้ทำการวิเคราะห์เนื้อหา โดยศึกษาจากหนังสือหลายเล่มโดยเลือกเนื้อหาที่

สำคัญ และสามารถนำมาถ่ายทอดลงในสื่อประสมออนไลน์ ให้สามารถเข้าใจได้ง่าย แล้วนำมาเขียนเป็นวัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรม พร้อมทั้งออกข้อสอบแบบปรนัย 4 ตัวเลือก ที่ครอบคลุมวัตถุประสงค์การสร้างแบบประเมินคุณภาพสื่อการสอน สำหรับผู้เชี่ยวชาญ จากเอกสาร ตำรา งานวิจัย และจากแบบสอบถามที่เกี่ยวข้อง

การสร้างเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

1. การสร้างและพัฒนาเครื่องมือรวบรวมข้อมูลได้แก่ แบบประเมินคุณภาพสื่อประสมออนไลน์ สำหรับผู้เชี่ยวชาญ ซึ่งประกอบไปด้วย ชุดที่1 แบบสอบถามวัดความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญ เพื่อประเมินความเหมาะสมของเนื้อหาสื่อประสมออนไลน์ที่สร้างขึ้น ชุดที่2แบบสอบถามวัดความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญเพื่อประเมินความเหมาะสมของสื่อประสมออนไลน์ที่สร้างขึ้นแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์รวม เป็นแบบทดสอบรวมเนื้อหาทั้งหมด 5 บทแบบปรนัย 4 ตัวเลือกจำนวน 50 ข้อ โดยข้อสอบก่อนเรียนและหลังเรียนเป็นข้อสอบแบบคู่ขนาน
2. การพัฒนาสื่อประสมออนไลน์ โดยทำการวิเคราะห์เนื้อหาของบทเรียนออกเป็น 5 บท จากนั้นดำเนินการสร้างเป็นสื่อประสมออนไลน์ ซึ่งประกอบไปด้วยหน้าหลักและหน้าย่อยของแต่ละบท

การดำเนินการทดลองและเก็บข้อมูล

1. การทดสอบประสิทธิภาพของสื่อประสมออนไลน์(E_1/E_2) ดำเนินการตรวจสอบปัญหาและอุปสรรคที่อาจเกิดขึ้นได้ในการทดลองเพื่อหาประสิทธิภาพจริง โดยให้นักศึกษาระดับปริญญาตรี คณะสถาปัตยกรรมศาสตร์และการออกแบบ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลรัตนโกสินทร์ ทดลองเรียนสื่อประสมออนไลน์ ที่พัฒนาขึ้น สังเกตและสอบถามปัญหาหรืออุปสรรคที่เกิดขึ้นในขณะทดลองเรียนบทเรียน ผู้วิจัยเก็บรวบรวมข้อมูลไว้เพื่อใช้แก้ไขและปรับปรุง กระบวนการทดลองจริง เพื่อหาประสิทธิภาพของบทเรียน และหาประสิทธิภาพการเรียนรู้ที่ได้จากบทเรียน
2. การทดสอบตามสมมติฐานการหาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของผู้เรียนก่อนและหลังการเรียนด้วยสื่อประสมออนไลน์ที่พัฒนาขึ้น ใช้ระดับค่าคะแนนที่ได้ของกลุ่มตัวอย่าง ซึ่งเป็นคะแนนของแบบทดสอบก่อนเรียน และแบบทดสอบหลังเรียน มาเปรียบเทียบตามสูตร t-test

การวิเคราะห์ข้อมูลและสรุปผล ในการวิจัยเพื่อหาประสิทธิภาพของสื่อประสมออนไลน์ วิชาราชการคณิตวิเคราะห์ ผู้วิจัยได้ใช้สถิติในการวิเคราะห์ข้อมูลดังนี้ค่าคะแนนเฉลี่ย (Mean) ,ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน (S.D.),การทดสอบหาค่าความแตกต่างของคะแนนเฉลี่ยของการทดสอบก่อนเรียนและหลังเรียนของกลุ่มตัวอย่างเดียวกัน โดยใช้ t-test (Dependent), การหาประสิทธิภาพของสื่อประสมออนไลน์

ผลการวิจัย

ผลการวิเคราะห์ประสิทธิภาพของสื่อประสมออนไลน์วิชาเรขาคณิตวิเคราะห์ดังปรากฏในตารางที่ 1 ดังนี้

ตารางที่ 1 ผลการวิเคราะห์ประสิทธิภาพของสื่อประสมออนไลน์วิชาเรขาคณิตวิเคราะห์

ผลการทดลอง	คะแนนทดสอบ		ค่าเฉลี่ยร้อยละ	ประสิทธิภาพของบทเรียน	ประสิทธิภาพที่กำหนดไว้
	คะแนนเต็ม	คะแนนเฉลี่ย			
คะแนนทดสอบระหว่างเรียน	52	43.61	83.87	83.87/83.10	80/80
คะแนนทดสอบหลังเรียน	40	33.24	83.10		

จากตารางที่ 1 พบว่า สื่อประสมออนไลน์วิชา เรขาคณิตวิเคราะห์ มีประสิทธิภาพ $E_1/E_2 : 83.87/83.10$ ซึ่งเป็นไปตามเกณฑ์ 80/80

วิเคราะห์ความแตกต่างของคะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ก่อนและหลังเรียนด้วยสื่อประสมออนไลน์
 ในการทำการวิจัยครั้งนี้ได้แบ่งนักศึกษาออกเป็น 2 กลุ่มด้วยกัน คือกลุ่มแรกเป็นนักศึกษาที่เคยเรียนวิชาเรขาคณิตวิเคราะห์มาก่อน และอีกกลุ่มเป็นนักศึกษาที่ไม่เคยเรียนวิชาเรขาคณิตวิเคราะห์มาเลย ซึ่งปรากฏผลดังตารางนำเสนอข้อมูลต่อไปนี้

ตารางที่ 2 ผลการทดสอบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนด้วยสื่อประสมออนไลน์ วิชาเรขาคณิตวิเคราะห์สำหรับนักศึกษาที่เคยผ่านการเรียนรายวิชาเรขาคณิตวิเคราะห์

การทดสอบ	N	$\bar{X}$	S.D.	t	p
ก่อนเรียน	30	17.43	8.24	7.08	.00
หลังเรียน	30	26.50	11.48		

จากตารางที่ 2 ผลการทดสอบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนด้วยสื่อประสมออนไลน์ วิชาเรขาคณิตวิเคราะห์สำหรับนักศึกษาที่เคยผ่านการเรียนรายวิชาเรขาคณิตวิเคราะห์คะแนนหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนด้วยสื่อประสมออนไลน์ อย่างมีนัยสำคัญ .05 จะเป็นว่าข้อมูลที่ได้นี้มีส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานมากเนื่องมาจากการทดสอบได้นำนักศึกษามาจากระดับคะแนนที่ได้ตอนเรียนรายวิชาเรขาคณิตวิเคราะห์ที่แตกต่างกัน

ตารางที่ 3 ผลการทดสอบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนด้วยสื่อประสมออนไลน์ วิชาเรขาคณิตวิเคราะห์สำหรับนักศึกษาที่ไม่เคยเรียนรายวิชาเรขาคณิตวิเคราะห์

การทดสอบ	N	$\bar{X}$	S.D.	t	p
ก่อนเรียน	40	9.83	3.95	10.78	.00
หลังเรียน	40	16.38	4.54		

จากตารางที่ 3 ผลการทดสอบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนด้วยสื่อประสมออนไลน์ วิชาเรขาคณิตวิเคราะห์ สำหรับนักศึกษาที่ไม่เคยเรียนรายวิชาเรขาคณิตวิเคราะห์คะแนนหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนด้วยสื่อประสมออนไลน์ อย่างมีนัยสำคัญ .05

สรุปผลการวิจัย

จากการวิเคราะห์ข้อมูล สามารถสรุปผลการวิจัยได้ดังนี้

1. การพัฒนาสื่อประสมออนไลน์รายวิชาเรขาคณิตวิเคราะห์ มีประสิทธิภาพเท่ากับ 83.87/83.10 ซึ่งสูงกว่าเกณฑ์มาตรฐาน 80/80 ที่กำหนดไว้ แสดงให้เห็นว่าสื่อการเรียนการสอนที่พัฒนาขึ้นมีประสิทธิภาพและสามารถนำไปใช้ในการจัดการเรียนการสอนได้อย่างเหมาะสม

2. ผลการเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักศึกษาในกลุ่มตัวอย่างที่เรียนด้วยสื่อประสมออนไลน์ วิชาเรขาคณิตวิเคราะห์ พบว่าคะแนนหลังเรียนสูงกว่าคะแนนก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 แสดงว่าการใช้สื่อประสมออนไลน์ช่วยส่งเสริมและพัฒนาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักศึกษาได้อย่างมีประสิทธิภาพ

โดยสรุป การใช้สื่อประสมออนไลน์วิชาเรขาคณิตวิเคราะห์ที่พัฒนาขึ้น สามารถเพิ่มผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักศึกษาระดับปริญญาตรีได้ และมีประสิทธิภาพตามเกณฑ์ที่กำหนดไว้

อภิปรายผลการวิจัย

จากผลการวิจัยเรื่องการเพิ่มผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาเรขาคณิตวิเคราะห์ด้วยการใช้สื่อประสมออนไลน์ สำหรับนักศึกษาระดับปริญญาตรีสามารถอภิปรายผลได้ดังนี้

1. ประสิทธิภาพของสื่อประสมออนไลน์ ผลการวิจัยพบว่า สื่อประสมออนไลน์วิชาเรขาคณิตวิเคราะห์ที่ผู้วิจัยพัฒนาขึ้นมีประสิทธิภาพเท่ากับ 83.87/83.10 ซึ่งสูงกว่าเกณฑ์มาตรฐาน 80/80 ที่กำหนดไว้ แสดงให้เห็นว่าสื่อที่พัฒนาขึ้นมีคุณภาพและสามารถนำไปใช้ในการจัดการเรียนการสอนได้อย่างมีประสิทธิภาพ ทั้งนี้อาจเนื่องมาจากสื่อได้รับการออกแบบตามหลักการจัดการเรียนรู้ที่เน้นผู้เรียนเป็นสำคัญ มีการนำเสนอเนื้อหาอย่างเป็นลำดับขั้นจากง่ายไปสู่ยาก พร้อมทั้งใช้สื่อหลากหลายรูปแบบ เช่น ข้อความ ภาพ กราฟิก ภาพเคลื่อนไหว และแบบฝึกหัดโต้ตอบ ซึ่งช่วยกระตุ้นความสนใจของผู้เรียนและส่งเสริมความเข้าใจในเนื้อหาที่มีลักษณะเป็นนามธรรมของวิชาเรขาคณิตวิเคราะห์ได้ดียิ่งขึ้นนอกจากนี้ การเรียนผ่านระบบออนไลน์ยังเอื้อให้ผู้เรียนสามารถทบทวนเนื้อหาได้ตามความต้องการของตนเอง ส่งผลให้เกิดการเรียนรู้ที่มีประสิทธิภาพมากขึ้น จึงทำให้ผลการประเมินประสิทธิภาพของบทเรียนเป็นไปตามเกณฑ์ที่กำหนด

2. ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนผลการวิจัยพบว่า นักศึกษาที่เรียนด้วยสื่อประสมออนไลน์วิชาเรขาคณิตวิเคราะห์มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 แสดงให้เห็นว่าการใช้สื่อประสมออนไลน์สามารถช่วยพัฒนาความรู้ ความเข้าใจ และทักษะในการเรียนวิชาเรขาคณิตวิเคราะห์ได้อย่างมีประสิทธิภาพผลดังกล่าวอาจเกิดจากคุณลักษณะของสื่อประสมออนไลน์ที่ช่วยให้ผู้เรียนสามารถเรียนรู้ได้ด้วยตนเองตามศักยภาพและความพร้อมของแต่ละบุคคล สามารถทบทวนเนื้อหาได้หลายครั้งจนเกิดความเข้าใจ อีกทั้งการนำเสนอเนื้อหาด้วยสื่อที่หลากหลายยังช่วยให้ผู้เรียนมองเห็นความสัมพันธ์ของแนวคิดทาง

คณิตศาสตร์ได้ชัดเจนขึ้น โดยเฉพาะเนื้อหาเกี่ยวกับกราฟ สมการ และการวิเคราะห์รูปทรงเรขาคณิตในระบบพิกัด ซึ่งเป็นเนื้อหาที่ต้องอาศัยการมองเห็นภาพประกอบการเรียนรู้ นอกจากนี้ การมีแบบฝึกหัดและการประเมินผลระหว่างเรียนภายในบทเรียนออนไลน์ยังช่วยให้ผู้เรียนสามารถตรวจสอบความเข้าใจของตนเองได้ทันที ส่งผลให้สามารถแก้ไขข้อบกพร่องในการเรียนรู้ได้อย่างต่อเนื่อง จึงทำให้ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ

สรุปการอภิปรายผล

โดยภาพรวม ผลการวิจัยสะท้อนให้เห็นว่าสื่อประสมออนไลน์ที่พัฒนาขึ้นมีประสิทธิภาพตามเกณฑ์ที่กำหนด และสามารถส่งเสริมผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาเรขาคณิตวิเคราะห์ของนักศึกษาระดับปริญญาตรีได้อย่างมีประสิทธิภาพ ทั้งในด้านความรู้ ความเข้าใจ และการเรียนรู้ด้วยตนเอง จึงสามารถนำไปประยุกต์ใช้ในการจัดการเรียนการสอนรายวิชาคณิตศาสตร์หรือรายวิชาอื่นที่มีเนื้อหาเชิงนามธรรมได้ต่อไป

ข้อเสนอแนะ

ข้อเสนอแนะทั่วไป

1. ควรส่งเสริมให้นักศึกษาและผู้สอนนำสื่อประสมออนไลน์วิชาเรขาคณิตวิเคราะห์ไปใช้เป็นส่วนประกอบการเรียนการสอน เพื่อทบทวนบทเรียน เตรียมความพร้อมก่อนเรียน และศึกษาค้นคว้าความรู้เพิ่มเติมด้วยตนเอง อันจะช่วยเสริมสร้างความเข้าใจในเนื้อหาและเพิ่มผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนได้อย่างต่อเนื่อง
2. สถาบันการศึกษาและหน่วยงานที่เกี่ยวข้องควรสนับสนุนการพัฒนาและการใช้สื่อประสมออนไลน์หรือบทเรียนออนไลน์ในรายวิชาต่าง ๆ ให้มากขึ้น เนื่องจากการเรียนรู้ผ่านเครือข่ายอินเทอร์เน็ตช่วยให้ผู้เรียนสามารถเข้าถึงแหล่งความรู้ได้ทุกที่ทุกเวลา และส่งเสริมการเรียนรู้ด้วยตนเอง ซึ่งสอดคล้องกับแนวทางการจัดการศึกษาในยุคดิจิทัล

ข้อเสนอแนะสำหรับการวิจัย

1. ควรศึกษาผลของการใช้สื่อประสมออนไลน์หรือบทเรียนออนไลน์ในรายวิชาคณิตศาสตร์อื่น ๆ หรือรายวิชาที่มีเนื้อหาใกล้เคียง เพื่อเปรียบเทียบประสิทธิภาพและขยายผลการใช้งานให้กว้างขวางยิ่งขึ้น
2. ควรพัฒนารูปแบบสื่อประสมออนไลน์บทเรียนออนไลน์ให้มีรูปแบบการเรียนรู้ที่หลากหลายมากขึ้น เช่น การใช้สื่อปฏิสัมพันธ์ (Interactive Media) เกมการศึกษา หรือเทคโนโลยีปัญญาประดิษฐ์ เพื่อเพิ่มแรงจูงใจและการมีส่วนร่วมของผู้เรียน
3. ควรศึกษาตัวแปรอื่นร่วมด้วย เช่น ความพึงพอใจของผู้เรียน แรงจูงใจในการเรียน เจตคติต่อการเรียนคณิตศาสตร์ หรือทักษะการเรียนรู้ด้วยตนเอง เพื่อให้ได้ข้อมูลที่ครอบคลุมและสามารถนำไปใช้พัฒนาการจัดการเรียนการสอนได้อย่างมีประสิทธิภาพมากยิ่งขึ้น
4. ควรเพิ่มจำนวนกลุ่มตัวอย่างและศึกษากับนักศึกษาในสถาบันการศึกษาที่หลากหลาย เพื่อให้ผลการวิจัยสามารถอ้างอิงและนำไปประยุกต์ใช้ได้ในวงกว้างมากขึ้น.

กิตติกรรมประกาศ

คณะผู้ทำวิจัยขอขอบคุณ สถาบันวิจัยและพัฒนา มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลรัตนโกสินทร์ ที่ให้เงินสนับสนุนการวิจัยเรื่อง การเพิ่มผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาเรขาคณิตวิเคราะห์ด้วยการใช้สื่อประสมออนไลน์สำหรับ นักศึกษาระดับปริญญาตรี

เอกสารอ้างอิง

- จันทร์งาม, ไพรัช, และ สวนประดิษฐ์, อนล. (2565). การพัฒนาสื่ออิเล็กทรอนิกส์ (E-book) โดยใช้โปรแกรม GeoGebra เพื่อพัฒนาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน รายวิชาการวิเคราะห์เชิงตัวเลขสำหรับนักศึกษาสาขาวิชา คณิตศาสตร์ คณะครุศาสตร์ มหาวิทยาลัยราชภัฏบุรีรัมย์. วารสารครุศาสตร์ มหาวิทยาลัยราชภัฏบุรีรัมย์, 1(1).
- จันทร์เพ็ญ งามพรม. “สร้างบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน วิชาการระบบบริหารงานคุณภาพ ISO 9000 ตาม หลักสูตรกรมอาชีวศึกษา ระดับชั้น ปวช.” วิทยานิพนธ์ปริญญาครุศาสตร์อุตสาหกรรมมหาบัณฑิต สาขาวิชา คอมพิวเตอร์และเทคโนโลยีสารสนเทศ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี, 2542.
- จรรย์ แสงราช. “e-Learning Adaptive Web-Based Educational System.” กรุงเทพฯ : ภาควิชา คอมพิวเตอร์ศึกษา คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ, 2547. (อัดสำเนา)
- จุลมา, กัตตาเลยา, และ มาระเวียง, เมตตา. (2562). ประสิทธิภาพของสื่อประสมต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของ นักเรียนกลุ่มเสี่ยงด้านคณิตศาสตร์. Journal of Innovation and Learning Sciences, 13(2), 117–124.
- ถนอมพร เลหาจรัสแสง. 2546. ระบบ e-Learning. เข้าถึงจาก <http://www.northbkk.ac.th/content/student/elearning.html>
- พงศ์พี, ประกาย. (2568). ผลการจัดการเรียนรู้แบบ 5Es เสริมด้วยสื่อประสมต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 3. Journal of Pitchaya Education and Research.
- เขวาร์กซ์ ทองพุ่ม. “การพัฒนาบทเรียน e-learning วิชาแคลคูลัส สำหรับธุรกิจ เรื่องคณิตศาสตร์การเงิน.” มหาวิทยาลัยราชภัฏอุบลราชธานี, 2551.
- ยลเพชร, นลินี. (2557). ผลการเรียนรู้เฝ้าระวังด้วยเทคนิคแบ่งกลุ่มผลสัมฤทธิ์ (STAD) วิชาคณิตศาสตร์ เรื่องวิธีเรียงสับเปลี่ยนและวิธีจัดหมู่ที่มีต่อพฤติกรรมการทำงานกลุ่มของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 โรงเรียนอุทุมทอง. Veridian E-Journal, Silpakorn University, 7(3).
- Elnagar, A., Afyouni, I., Shatin, I., Nassif, A. B., & Salloum, S. A. (2021). The empirical study of e-learning post-acceptance after the spread of COVID-19: A multi-analytical approach based hybrid SEM-ANN.arXiv.
- Thongsri, N., Shen, L., & Bao, Y. (2019). Investigating Academic Major Differences in Perception of Computer Self-efficacy and Intention toward E-learning Adoption in China.arXiv.