



การพัฒนาทักษะการคิดเชิงนวัตกรรมและสมรรถนะการแก้ปัญหาแบบร่วมมือ โดยใช้ การเรียนรู้ตามแนวคิดสะเต็มอินโนเวชัน เรื่อง พืช ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 โรงเรียนปลวกแดงพิทยาคม จังหวัดระยอง

The Development of Innovative Thinking Skill and Collaborative Problem Solving Competency by Using STEM Innovation Learning Approach in the Topic of Plant of Grade 11 Students at Pluakdaeng Pittayakom School, Rayong Province

*คนฤทธิ ชำนาญชล¹ จุฬารัตน์ ธรรมประทีป² และ ทวีศักดิ์ จินดานุรักษ์³

Donnarit Chamnanchon¹ Jurarat Thammaprateep² and Tweesak Chindanurak³

¹นักศึกษานิเทศศาสตร์ สาขาวิชาศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมาธิราช

¹Master's Student, School of Educational Studies, Sukhothai Thammathirat Open University

²⁻³รองศาสตราจารย์ ดร. ประจำสาขาวิชาศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมาธิราช

²⁻³Assoc. Prof. Dr., School of Educational Studies, Sukhothai Thammathirat Open University

*Corresponding author. e-mail: donn.perpetual@gmail.com

Received : September 29, 2023

Revised : April 2, 2024

Accepted : June 5, 2024

บทคัดย่อ

การวิจัยเชิงปฏิบัติการนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อ 1) พัฒนาทักษะการคิดเชิงนวัตกรรมและสมรรถนะการแก้ปัญหาแบบร่วมมือของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 โรงเรียนปลวกแดงพิทยาคม ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดสะเต็มอินโนเวชัน เรื่อง พืช และ 2) ศึกษาแนวปฏิบัติที่ดีของการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดสะเต็มอินโนเวชัน ที่ส่งเสริมทักษะการคิดเชิงนวัตกรรมและสมรรถนะการแก้ปัญหาแบบร่วมมือ กลุ่มที่ศึกษา คือ นักเรียน 41 คน โรงเรียนปลวกแดงพิทยาคม ได้มาโดยการเลือกแบบเจาะจง เครื่องมือที่ใช้ ได้แก่ แผนการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดสะเต็มอินโนเวชัน แบบประเมินทักษะการคิดเชิงนวัตกรรม แบบประเมินชิ้นงานนวัตกรรม แบบประเมินสมรรถนะการแก้ปัญหาแบบร่วมมือ แบบสังเกตสมรรถนะการแก้ปัญหาแบบร่วมมือ และแบบบันทึกอนุทินของครูและนักเรียน วิเคราะห์ข้อมูลโดยใช้ความถี่ ร้อยละ และการวิเคราะห์แบบอุปนัย ผลการวิจัยพบว่า 1) นักเรียนทุกคนมีพัฒนาการทักษะการคิดเชิงนวัตกรรมและสมรรถนะการแก้ปัญหาแบบร่วมมือสูงขึ้นในแต่ละวงจรปฏิบัติการ โดยวงจรปฏิบัติการที่ 3 นักเรียนมีทักษะการคิดเชิงนวัตกรรมระดับสูง จำนวน 36 คน (ร้อยละ 87.8) สมรรถนะการแก้ปัญหาแบบร่วมมือระดับสูงทุกคน และ 2) แนวปฏิบัติที่ดีในการจัดการเรียนรู้ ได้แก่ (1) การกำหนดสถานการณ์ปัญหาที่สอดคล้องกับประสบการณ์เดิมของนักเรียน และจุดประสงค์การเรียนรู้ ช่วยส่งเสริมการระบุประเด็นปัญหาของนักเรียน (2) การใช้คำถามกระตุ้นนักเรียนระหว่างออกแบบชิ้นงานจะช่วยให้นักเรียนสร้างชิ้นงานได้สำเร็จมากขึ้น และ (3) การสร้างความเข้าใจร่วมกันในจุดประสงค์ของการนำเสนอและการประเมินระหว่างกลุ่ม สามารถพัฒนาคุณภาพของชิ้นงาน

คำสำคัญ: สะเต็มอินโนเวชัน, ทักษะการคิดเชิงนวัตกรรม, สมรรถนะการแก้ปัญหาแบบร่วมมือ



Abstract

The purposes of this action research were to: 1) develop innovative thinking skills and collaborative problem solving competency of grade 11 students at Pluakdaeng Pittayakom school learning through the STEM innovation learning approach in the topic of plants, and 2) study the best practices of learning management in the STEM innovation learning approach, which fosters both innovative thinking skills and collaborative problem solving competency. The study group comprised 41 students from Pluakdaeng Pittayakom school selected through purposive sampling. The employed research instruments were the STEM innovation learning approach lesson plans, an innovative thinking skill assessment form, a student innovation work evaluation form, a collaborative problem solving competency assessment form, a collaborative problem solving performance observation form, and learning logs from teachers and students. Data underwent analysis using frequency, percentage and inductive analysis. The research findings revealed that: 1) throughout each operational cycle, all students exhibited a higher level of innovative thinking skills and collaborative problem solving competency development. In the third cycle, 36 students (87.8%) displayed a high degree of innovative thinking skills and all students showcased a high level of performance in collaborative problem-solving competency, and 2) the best practices relating to the learning management approach, include: (1) selecting problem situations aligned with students' prior experiences and learning objectives to enhance their problem identification skills, (2) incorporating motivational questions during the design phase to facilitate the creation of more successful products, and (3) establishing a shared understanding of presentation and assessment objectives among groups, leading to improved work quality.

Keywords: STEM innovation, Innovative thinking skill, Collaborative problem solving competency

ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา

ทักษะการคิดที่สำคัญที่ควรส่งเสริมให้เกิดขึ้นกับมนุษย์ในยุคนี้ คือ ทักษะการคิดเชิงนวัตกรรม (innovative thinking skill) เพื่อให้มนุษย์สามารถสร้างสรรค์และพัฒนานวัตกรรมในการประกอบอาชีพและสร้างความสำเร็จให้กับตนเองในอนาคต (Weiss & Legrand, 2011) ส่วนสมรรถนะการแก้ปัญหาแบบร่วมมือเป็นหนึ่งในสมรรถนะที่สำคัญและจำเป็นในการจัดการศึกษา เนื่องจากเป็นสมรรถนะที่ต้องการให้ปรากฏในกลุ่มแรงงานวิทยาศาสตร์ที่เป็นตัวขับเคลื่อนเศรษฐกิจ (Organization for Economic Co-operation and Development [OECD], 2013) เนื่องจากการทำงานในอนาคตจำเป็นต้องมีการแลกเปลี่ยนข้อมูล การอธิบาย และการแสดงผลซึ่งกันและกัน จากผลการประเมินสมรรถนะการแก้ปัญหาแบบร่วมมือ ผ่านโครงการประเมินผลนักเรียนร่วมกับนานาชาติ หรือ PISA (Programme for International Student Assessment) พบว่า ประเทศไทยมีคะแนนเฉลี่ยสมรรถนะการแก้ปัญหาแบบร่วมมือเท่ากับ 436 คะแนน ซึ่งต่ำกว่าค่าเฉลี่ยของคะแนนทั่วโลกเท่ากับ 500 คะแนน (สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี, 2563) ซึ่งสะท้อนให้เห็นว่านักเรียนไทยยังขาดสมรรถนะการแก้ปัญหาแบบร่วมมือ



ผลการประเมินดังกล่าวสอดคล้องกับผลการสังเกตพฤติกรรมนักเรียนของผู้วิจัย ในระหว่างการจัดการเรียนรู้ รายวิชา ชีววิทยา ระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 พบว่า เมื่อนักเรียนได้รับการงานเป็นกลุ่ม นักเรียนสามารถทำภารกิจที่ได้รับมอบหมายได้สำเร็จ สามารถส่งได้ตามเวลาที่กำหนด แต่เมื่อสังเกตพฤติกรรมการทำงานกลุ่มในแต่ละกลุ่มนั้น พบว่า ในขณะทำงานกลุ่มแต่ละกลุ่ม ส่วนใหญ่นักเรียนไม่มีการวางแผนการดำเนินงานที่ชัดเจน ขาดการแบ่งบทบาทหน้าที่ที่ตรงกับความสามารถ ขาดการสื่อสารหรือปฏิสัมพันธ์กันในการทำงานกลุ่ม แสดงให้เห็นว่า การจัดกิจกรรมการเรียนรู้ยังไม่สามารถส่งเสริมการพัฒนาสมรรถนะการแก้ปัญหาแบบร่วมมือได้ และจากการเข้าร่วมการขับเคลื่อนกระบวนการชุมชนแห่งการเรียนรู้ทางวิชาชีพ (PLC) ของผู้วิจัยร่วมกับครูชีววิทยา ในกลุ่มสาระการเรียนรู้ วิทยาศาสตร์ในระดับชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย ได้วิเคราะห์ชิ้นงานของนักเรียน ในภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2564 พบว่า ชิ้นงานของนักเรียนส่วนใหญ่มีลักษณะเป็นการออกแบบชิ้นงาน ที่ยังไม่สามารถใช้งานได้จริง ขาดการอธิบายกลไกการทำงานของชิ้นงาน ยังมีความคิดสร้างสรรค์และความแปลกใหม่น้อย เป็นไปได้ว่าการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ยังไม่สามารถส่งเสริมทักษะการคิดเชิงนวัตกรรมได้ และเมื่อได้ทบทวนรูปแบบการจัดการเรียนรู้ของผู้วิจัยเอง พบว่า ถึงแม้ว่าผู้วิจัยจะมีประสบการณ์ในการจัดการเรียนรู้แบบ active learning ซึ่งเป็นกระบวนการเรียนการสอนที่เน้นให้นักเรียนมีส่วนร่วมปฏิสัมพันธ์กับกิจกรรมการเรียนรู้ผ่านการปฏิบัติที่หลากหลาย แต่ยังไม่เคยจัดการเรียนรู้ผ่านกระบวนการวิจัย เพื่อหาแนวปฏิบัติที่ดีที่สามารถส่งเสริมทักษะการคิดเชิงนวัตกรรม

จากการทบทวนวรรณกรรมข้างต้น การจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดสะเต็มศึกษาเป็นแนวคิดหนึ่งที่สามารถพัฒนาทักษะการคิดเชิงนวัตกรรมและสมรรถนะการแก้ปัญหาแบบร่วมมือได้ ทั้งนี้เนื่องจากการจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษาเป็นการจัดการเรียนรู้ที่มุ่งเน้นการนำความรู้ที่ได้ไปเชื่อมโยงปรับประยุกต์ใช้ในการแก้ปัญหาในชีวิตจริง ผ่านกระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรม (สสวท., 2557) มีการบูรณาการ 4 สาขาวิชา ได้แก่ วิทยาศาสตร์ (Science) เทคโนโลยี (Technology) วิศวกรรมศาสตร์ (Engineering) และคณิตศาสตร์ (Mathematics) (สิรินภา กิจเกื้อกูล, 2558) เช่นเดียวกับกระบวนการคิดเชิงออกแบบ (Design Thinking Process) ตามแนวคิดของสแตนฟอร์ด (The Stanford D. school Bootcamp Bootleg [HPI], 2010) ที่ระบุว่า กระบวนการดังกล่าวเป็นการเรียนรู้ผ่านการแก้ไขปัญหาอย่างสร้างสรรค์ โดยมีมนุษย์เป็นศูนย์กลาง มุ่งเน้นการลงมือทำและเรียนรู้จากการทดลอง กระบวนการทำงานซ้ำ ๆ จากการเข้าใจมนุษย์ และทดสอบผู้ใช้หรือกลุ่มเป้าหมายจนนำไปสู่การสร้างนวัตกรรมมาร่วมจัดการเรียนรู้ จากรายงานการวิจัยของ REDlab (Research in Education and Design Lab) ที่ได้นำกระบวนการคิดเชิงออกแบบมาบูรณาการเข้าไปในเนื้อหาวิชาการและเป็นเครื่องมือการเรียนรู้ รายงานว่า กระบวนการคิดเชิงออกแบบ มีประสิทธิภาพสามารถบูรณาการกับสหวิทยาการได้อย่างกว้างขวาง (Carroll et al., 2010)

นอกจากนี้ งานวิจัยที่ใช้การจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดสะเต็มและกระบวนการคิดเชิงออกแบบมีจำนวนน้อยที่ศึกษาเกี่ยวกับการพัฒนาทักษะการคิดเชิงนวัตกรรมและสมรรถนะการแก้ปัญหาแบบร่วมมือ โดยเฉพาะในรายวิชา ชีววิทยา และจากการทบทวนวรรณกรรม พบว่า ยังไม่มีการศึกษาเชิงลึกในการพัฒนาตัวแปรทั้งสองพร้อมกัน จากเหตุผลดังกล่าว ผู้วิจัยจึงได้บูรณาการการจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษา (STEM) และกระบวนการคิดเชิงออกแบบ (Design Thinking) เป็นแนวทางการจัดการเรียนรู้สะเต็มอินโนเวชัน ที่เน้นการบูรณาการความรู้และทักษะด้าน วิทยาศาสตร์ คณิตศาสตร์ วิศวกรรมศาสตร์และเทคโนโลยี โดยคำนึงถึงกลุ่มผู้ใช้งาน เพื่อให้ได้นวัตกรรมที่ตอบโจทย์



กับผู้ใช้และสถานการณ์อย่างแท้จริง เพื่อพัฒนาสมรรถนะการแก้ปัญหาแบบร่วมมือและทักษะการคิดเชิงนวัตกรรมของนักเรียนผ่านการจัดการเรียนรู้ เรื่อง พืช ในหน่วยการเรียนรู้ เรื่อง โครงสร้างและหน้าที่ของพืชดอก การสังเคราะห์ด้วยแสงของพืชและการสืบพันธุ์ของพืชดอก ในระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 เนื่องจากเป็นหน่วยการเรียนรู้ที่นักเรียนส่วนใหญ่มีประสบการณ์เดิมกับเรื่องดังกล่าวเป็นอย่างดี ตลอดจนมีความสำคัญในชีวิตประจำวัน จากการประกอบอาชีพของผู้ปกครอง

วัตถุประสงค์ของการวิจัย

1. เพื่อพัฒนาทักษะการคิดเชิงนวัตกรรมของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 โรงเรียนปลวกแดงพิทยาคมที่ได้รับการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดสะเต็มอินโนเวชัน เรื่อง พืช
2. เพื่อพัฒนาสมรรถนะการแก้ปัญหาแบบร่วมมือของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 โรงเรียนปลวกแดงพิทยาคมที่ได้รับการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดสะเต็มอินโนเวชัน เรื่อง พืช
3. เพื่อศึกษาแนวปฏิบัติที่ดีของการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดสะเต็มอินโนเวชัน ที่ส่งเสริมทักษะการคิดเชิงนวัตกรรมและสมรรถนะการแก้ปัญหาแบบร่วมมือ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5

ขอบเขตการวิจัย

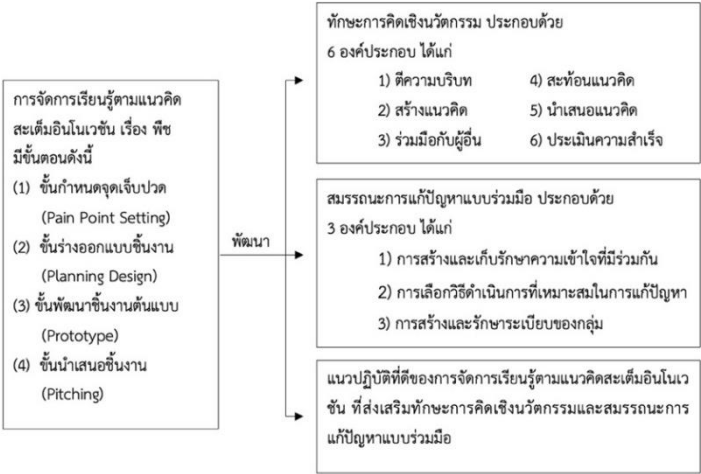
กลุ่มที่ศึกษา คือ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 แผนการเรียนวิทยาศาสตร์-คณิตศาสตร์ โรงเรียนปลวกแดงพิทยาคม จังหวัดระยอง จำนวน 41 คน เป็นชาย 18 คน หญิง 23 คน ซึ่งได้มาจากการเลือกแบบเจาะจง (purposive sampling) เนื่องจากเป็นห้องเรียนที่ผู้วิจัยรับผิดชอบการจัดการเรียนรู้ในรายวิชา ชีววิทยา 4 ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2565 นักเรียนมีผลการเรียนอยู่ในระดับปานกลางถึงดี

ตัวแปรที่ใช้ในการวิจัย ได้แก่ 1) การจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดสะเต็มอินโนเวชัน 2) ทักษะการคิดเชิงนวัตกรรม 3) สมรรถนะการแก้ปัญหาแบบร่วมมือ และการศึกษาแนวปฏิบัติที่ดีของการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดสะเต็มอินโนเวชัน ที่ส่งเสริมทักษะการคิดเชิงนวัตกรรมและสมรรถนะการแก้ปัญหาแบบร่วมมือ

เนื้อหาที่ใช้วิจัย เรื่อง พืช รายวิชาชีววิทยา ตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 ฉบับปรับปรุง 2560 จำนวน 3 หน่วยการเรียนรู้ ได้แก่ โครงสร้างและหน้าที่ของพืชดอก การสังเคราะห์ด้วยแสง และการสืบพันธุ์และการเจริญของพืชดอก ซึ่งผู้วิจัยดำเนินการวิจัยในภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2565 โดยใช้เวลา 6 สัปดาห์ สัปดาห์ละ 3 คาบ (คาบละ 50 นาที) รวมเวลาทั้งสิ้น 18 คาบเรียน

กรอบแนวคิดในการวิจัย

การพัฒนาทักษะการคิดเชิงนวัตกรรมและสมรรถนะการแก้ปัญหาแบบร่วมมือ โดยใช้การเรียนรู้ตามแนวคิดสะเต็มอินโนเวชัน เรื่อง พืช ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 โรงเรียนปลวกแดงพิทยาคม จังหวัดระยอง ผู้วิจัยสามารถแสดงกรอบแนวคิดในการวิจัย ดังนี้



นิยามศัพท์เฉพาะ

1. การจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดสะเต็มอินโนเวชัน หมายถึง การจัดการเรียนรู้ที่เน้นการบูรณาการความรู้ และทักษะทางด้านวิทยาศาสตร์ คณิตศาสตร์ วิศวกรรมศาสตร์และเทคโนโลยี โดยคำนึงถึงกลุ่มผู้ใช้งาน เพื่อให้ได้นวัตกรรมที่ตอบโจทย์กับผู้ใช้และสถานการณ์อย่างแท้จริง ขั้นตอนการจัดการเรียนรู้ 4 ขั้นตอน ดังนี้

1.1 ขั้นกำหนดจุดเจ็บปวด (Pain Point Setting) นักเรียนแต่ละกลุ่มเผชิญสถานการณ์ปัญหา จากการกระตุ้นของครูในลักษณะใดลักษณะหนึ่ง จากนั้นนักเรียนแต่ละกลุ่มร่วมกันระดมสมองทำความเข้าใจสถานการณ์ปัญหาผ่านการตั้งคำถาม สังเกต สัมภาษณ์ เพื่อกำหนดและคัดเลือกจุดเจ็บปวดของสถานการณ์ปัญหาร่วมกัน

1.2 ขั้นร่างออกแบบชิ้นงาน (Planning Design) เมื่อได้จุดเจ็บปวดของสถานการณ์ปัญหาแล้ว ขั้นนี้สมาชิกในแต่ละกลุ่มร่วมกันร่างแบบชิ้นงานของกลุ่ม เพื่อแก้ไขปัญหาจากสถานการณ์ แล้วนำร่างแบบชิ้นงานนั้นไปให้กลุ่มตัวอย่างที่ใกล้เคียงกับสถานการณ์หรือนักเรียนกลุ่มอื่น ๆ ในห้องเรียนได้ร่วมกันประเมิน วิพากษ์ วิเคราะห์ ความเหมาะสมของร่างแบบชิ้นงานผ่านแบบประเมิน แล้วนำผลการประเมินมาปรับปรุงร่างแบบชิ้นงานจนสมบูรณ์

1.3 ขั้นพัฒนาชิ้นงานต้นแบบ (Prototype) เป็นขั้นตอนการพัฒนาชิ้นงานต้นแบบ จากร่างแบบชิ้นงานที่สมบูรณ์จากขั้นที่ 2 นักเรียนสร้างและนำชิ้นงานต้นแบบไปทดลองใช้ หรือประเมินคุณภาพกับนักเรียนกลุ่มอื่น ๆ หรือกลุ่มตัวอย่างที่ใกล้เคียงกับสถานการณ์ได้ช่วยประเมิน วิพากษ์ วิเคราะห์ ความเหมาะสมของชิ้นงานผ่านแบบประเมิน แล้วนำผลการประเมินมาปรับปรุงชิ้นงานต้นแบบจนสมบูรณ์

1.4 ขั้นนำเสนอชิ้นงาน (Pitching) นักเรียนแต่ละกลุ่มนำเสนอชิ้นงานที่สมบูรณ์ ผ่านวิธีการนำเสนอข้อมูลที่เข้าใจง่ายและน่าสนใจ เชื่อมโยงความรู้ในบทเรียนที่ได้ใช้ในการแก้ไขสถานการณ์ปัญหา ตลอดจนร่วมกันอภิปรายเพื่อลงข้อสรุป

2. ทักษะการคิดเชิงนวัตกรรม หมายถึง ความสามารถทางความคิดจินตนาการถึงกลไกของปัญหา แล้ววิธีเริ่มสร้างสรรค์กระบวนการ วิธีการ หรือผลิตภัณฑ์ใหม่ ๆ แล้วพัฒนาปรับปรุง แก้ไขซ้ำ ๆ จนนำไปสู่ขั้นตอนกรรมในการแก้ปัญหา โดยประกอบด้วย 6 องค์ประกอบย่อย ดังนี้



2.1 ตีความบริบท (Interpret) หมายถึง การที่นักเรียนศึกษาปัญหาหรือความต้องการในการพัฒนานวัตกรรมจากสถานการณ์ปัญหา พฤติกรรมการเรียนรู้ ได้แก่ 1) นักเรียนมีการศึกษา วิเคราะห์ปัญหา และกำหนดประเด็นปัญหาที่แท้จริงจากสถานการณ์ปัญหา และ 2) นักเรียนมีการระบุประเด็นที่ควรมีการสืบค้นเพิ่มเติม เพื่อประกอบการแก้สถานการณ์ปัญหา

2.2 สร้างแนวคิด (Generate) หมายถึง การที่นักเรียนมีการศึกษา สืบค้นข้อมูลต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้องกับสถานการณ์ปัญหา อย่างละเอียดชัดเจน จนสามารถสร้างแนวคิด เพื่อให้บรรลุเป้าหมายตามที่กำหนดไว้ พฤติกรรมการเรียนรู้ ได้แก่ 1) นักเรียนมีร่องรอยหลักฐานของข้อมูลที่ได้จากการสืบค้น 2) นักเรียนสามารถออกแบบชิ้นงานหรือพัฒนานวัตกรรมเพื่อแก้ปัญหา โดยใช้วิธีการที่หลากหลาย 3) นักเรียนมีการเลือกหรือหลอมรวมแนวคิดที่ดีที่สุดที่จะพัฒนาเป็นนวัตกรรม และ 4) นักเรียนสามารถออกแบบชิ้นงาน หรือพัฒนานวัตกรรม เพื่อแก้ปัญหาโดยใช้วิธีการที่แปลกใหม่

2.3 ร่วมมือกับผู้อื่น (Collaborate) คือ การที่นักเรียนทำงานร่วมกับผู้อื่น เพื่อสร้างชิ้นงานนวัตกรรมให้สำเร็จตามร่างที่กำหนดไว้ พฤติกรรมการเรียนรู้ ได้แก่ 1) นักเรียนมีการร่วมกันเสนอแนวคิดในการสร้างนวัตกรรมให้สำเร็จ 2) นักเรียนมีการร่วมกันอภิปรายแนวคิดในการสร้างนวัตกรรมให้สำเร็จ และ 3) นักเรียนร่วมกันสร้างนวัตกรรมจนสำเร็จเป็นรูปธรรม ตามแนวคิดที่ได้กำหนดไว้

2.4 สะท้อนแนวคิด (Reflect) หมายถึง การที่นักเรียนสังเคราะห์ผลการสะท้อนนวัตกรรมจากบุคคลอื่น แล้วนำมาปรับปรุงพัฒนานวัตกรรมของตนเองให้ดีขึ้นหรือมีคุณภาพยิ่งขึ้น พฤติกรรมการเรียนรู้ ได้แก่ 1) นักเรียนมีการรับฟังและบันทึกการสะท้อนนวัตกรรมจากบุคคลอื่น 2) นักเรียนมีการพิจารณา วิเคราะห์ วิจัยผลการสะท้อนนวัตกรรมจากบุคคลอื่น 3) นักเรียนมีการสังเคราะห์ผลการสะท้อนนวัตกรรมจากบุคคลอื่นเพื่อจะนำไปพัฒนาคุณภาพนวัตกรรมของตนเอง และ 4) นักเรียนมีการพัฒนาคุณภาพนวัตกรรมของตนเองจากผลการสะท้อนนวัตกรรมจากบุคคลอื่นจนนวัตกรรมสมบูรณ์ยิ่งขึ้น

2.5 นำเสนอแนวคิด (Represent) หมายถึง การที่นักเรียนนำเสนอนวัตกรรมโดยวิธีการที่เหมาะสม พฤติกรรมการเรียนรู้ ได้แก่ 1) นักเรียนมีการนำนวัตกรรมที่พัฒนาไปใช้จริงกับกลุ่มตัวอย่างที่เกี่ยวข้องกับสถานการณ์ปัญหา 2) ขณะทดลองใช้นวัตกรรม มีการสังเกตและสอบถามกลุ่มตัวอย่างเกี่ยวกับผลการใช้นวัตกรรม และ 3) ขณะทดลองใช้นวัตกรรม นักเรียนมีการบันทึกผลการใช้นวัตกรรมอย่างละเอียด

2.6 ประเมินความสำเร็จ (Evaluate) หมายถึง การที่นักเรียนศึกษาผลลัพธ์หลังจากการนำเสนอนวัตกรรม แล้วประเมินผลการใช้จริง ถึงความสำเร็จและปัญหาของนวัตกรรม พฤติกรรมการเรียนรู้ ได้แก่ 1) นักเรียนมีการประเมินผลการใช้งานนวัตกรรมในประเด็นที่สำเร็จและไม่สำเร็จ ทั้งจากการประเมินด้วยตนเองและจากผู้อื่น และ 2) นักเรียนมีการสรุปภาพรวมการประเมินผลลัพธ์ของนวัตกรรมที่พัฒนาขึ้น

3. สมรรถนะการแก้ปัญหาแบบร่วมมือ หมายถึง ความสามารถของบุคคลในการแก้ไขปัญหา ผ่านกระบวนการของกลุ่ม โดยมีการให้ความร่วมมือ ช่วยเหลือ แบ่งปันความรู้ ทักษะ ระหว่างกัน เพื่อร่วมกันแก้ไขปัญหา แบ่งออกได้เป็น 3 องค์ประกอบใหญ่ 12 ทักษะย่อย โดยมีรายละเอียดดังนี้

3.1 การสร้างและเก็บรักษาความเข้าใจที่มีร่วมกัน หมายถึง ความสามารถในการสร้างมุมมองร่วมกันเกี่ยวกับปัญหาและแนวทางการแก้ไขปัญหาของสมาชิกภายในกลุ่ม ผ่านการพูดคุยสื่อสารซึ่งกันและกัน พฤติกรรมการเรียนรู้



ได้แก่ การค้นพบมุมมองและความสามารถของสมาชิกแต่ละคน การสร้างข้อตกลง แบ่งปันข้อมูล เจจาะและทำความเข้าใจ การสื่อสารกับสมาชิกในกลุ่มเกี่ยวกับการดำเนินการแก้ปัญหา และการตรวจสอบและแก้ไขความเข้าใจที่มีร่วมกัน

3.2 การเลือกวิธีดำเนินการที่เหมาะสมในการแก้ปัญหา หมายถึง ความสามารถในการระบุเป้าหมายและแนวทางแก้ไขปัญหาร่วมกัน เพื่อนำไปสู่แนวทางการแก้ปัญหาที่เหมาะสม พฤติกรรมการเรียนรู้ ได้แก่ การค้นพบความสัมพันธ์แบบร่วมมือในการแก้ปัญหามุ่งบรรลุเป้าหมาย การระบุและอธิบายภาระงานที่ต้องทำให้สำเร็จ การวางแผนและดำเนินการตามแผน และการติดตามผลและประเมินผลการดำเนินงาน

3.3 การสร้างและรักษาระเบียบของกลุ่ม หมายถึง ความสามารถในการตระหนักถึงบทบาทหน้าที่ของตนเอง และสมาชิกภายในกลุ่ม ตลอดจนการทำตามกฎระเบียบของกลุ่ม พฤติกรรมการเรียนรู้ ได้แก่ การเข้าใจบทบาทหน้าที่ในการแก้ปัญหา อธิบายบทบาท หน้าที่ และสร้างกฎระเบียบของกลุ่ม การทำตามระเบียบของกลุ่มกระตุ้นให้แต่ละคนปฏิบัติตามหน้าที่ของตน และการให้ข้อเสนอแนะปรับเปลี่ยนระเบียบของกลุ่มและปรับบทบาทหน้าที่ของสมาชิกในกลุ่ม

4. แนวปฏิบัติที่ดีของการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดสะเต็มอินโนเวชัน หมายถึง วิธีปฏิบัติหรือขั้นตอนการปฏิบัติ การจัดการเรียนการสอนที่สามารถส่งเสริมทักษะการคิดเชิงนวัตกรรมและสมรรถนะการแก้ปัญหาแบบร่วมมือ โดยผู้วิจัยใช้การวิเคราะห์ข้อมูลแบบสร้างข้อสรุปแบบอุปนัย (analytic induction) การนำข้อมูลที่เก็บรวบรวมมาจากเครื่องมือต่าง ๆ ได้แก่ แบบบันทึกอนุทินของนักเรียนและครู และแบบบันทึกกิจกรรม มาจัดกระทำให้เป็นระบบ วิเคราะห์หาความหมาย แยกแยะองค์ประกอบ รวมทั้งเชื่อมโยงและหาความสัมพันธ์ของข้อมูลที่เป็นไปตามประเด็นของการศึกษาแนวปฏิบัติที่ดีตามกรอบนิยามศัพท์

วิธีดำเนินการวิจัย

งานวิจัยนี้เป็นการวิจัยปฏิบัติการ (action research) ซึ่งคุณภาพที่มุ่งเน้นปัญหาที่เกิดขึ้นจริงในชั้นเรียน โดยใช้รูปแบบการวิจัยของ Kemmis and McTaggart (1988) ประกอบด้วย 4 ขั้นตอน คือ การวางแผน การปฏิบัติการ การสังเกต และการสะท้อนกลับ ซึ่งดำเนินการตามขั้นตอนไปเรื่อย ๆ จำนวน 3 วงจร เป็นวงจรซ้ำ

1) ขั้นวางแผน (Plan) ผู้วิจัยศึกษาและวิเคราะห์ปัญหาที่เกิดขึ้นในชั้นเรียน โดยการสังเกตพฤติกรรมเกี่ยวกับทักษะการคิดเชิงนวัตกรรมและสมรรถนะการแก้ปัญหาแบบร่วมมือของนักเรียนแล้วบันทึกลงในอนุทินหลังสอน จากนั้นศึกษาเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการพัฒนาทักษะการคิดเชิงนวัตกรรมและสมรรถนะการแก้ปัญหาแบบร่วมมือ วิเคราะห์มาตรฐานและตัวชี้วัดของหลักสูตรแกนกลาง รายวิชา ชีววิทยา 4 ของนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 จากนั้นกำหนดเนื้อหาในการจัดการเรียนรู้ และออกแบบแผนการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดสะเต็มอินโนเวชัน เรื่อง พืช จำนวน 3 แผน ได้แก่ โครงสร้างและหน้าที่ของพืชดอก การสังเคราะห์ด้วยแสง และการสืบพันธุ์ของพืชดอก

2) ขั้นปฏิบัติการ (Act) นำแผนการจัดการเรียนรู้ที่ออกแบบไว้ไปใช้จัดการเรียนรู้ โดยบันทึกวิถีทัศน์เพื่อช่วยสังเกตพฤติกรรมนักเรียนระหว่างสอน และมีการเขียนบันทึกอนุทินหลังสอนถึงผลของการจัดการเรียนรู้ ปัญหาและอุปสรรคที่เกิดขึ้นและแนวทางการแก้ไข เพื่อนำไปพัฒนาการจัดการเรียนรู้ในแผนถัดไป

3) ขั้นสังเกต (Observe) ผู้วิจัยสังเกตการจัดการเรียนรู้ของตนเองรวมถึงพฤติกรรมของนักเรียนทุกคาบ โดยอาศัยการสังเกตในชั้นเรียนขณะทำการเรียนการสอน รวมถึงเก็บแบบบันทึกกิจกรรมของนักเรียนมาวิเคราะห์ถึงปัจจัยที่มีผลต่อการจัดการเรียนรู้เพื่อสะท้อนความคิดในขั้นถัดไป

4) ขั้นสะท้อนกลับ (Reflect) ผู้วิจัยทำการสะท้อนผลหลังการปฏิบัติการสอนในแต่ละแผนการจัดการเรียนรู้ โดยครอบคลุมประเด็นต่าง ๆ ได้แก่ ผลที่เกิดขึ้นจากการจัดกิจกรรม ปัญหาและอุปสรรคที่เกิดขึ้น สิ่งที่ได้เรียนรู้จากการสอน แนวทางในการปรับปรุงและพัฒนาการสอนของผู้วิจัยในแผนต่อไป จากนั้นจึงรวบรวมข้อมูลมาวิเคราะห์และสะท้อนความคิด และทำเช่นเดียวกันนี้ในแผนการจัดการเรียนรู้ถัดไปจนครบทุกแผน

เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย แบ่งออกเป็น 2 ส่วน ได้แก่

ส่วนที่ 1 แผนการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดสะเต็มอินโนเวชัน ในรายวิชาชีววิทยา เรื่อง พืช จำนวน 3 แผน แผนละ 6 คาบ รวมเป็น 18 คาบเรียน โดยนำผลการประเมินความเหมาะสมของแผนการจัดการเรียนรู้จากผู้เชี่ยวชาญ 3 คน ได้แก่ ผู้ทรงคุณวุฒิด้านการจัดการเรียนรู้ชีววิทยา 1 คน และการวัดและประเมินผลการเรียน 2 คน มาคำนวณหาค่าเฉลี่ย แล้วนำมาเทียบกับเกณฑ์การพิจารณาเพื่อแปลความหมาย พบว่า ได้ค่าเฉลี่ยความเหมาะสมแผนการจัดการเรียนรู้ เท่ากับ 4.58 4.74 และ 4.88 ตามลำดับ ซึ่งทั้ง 3 แผนการจัดการเรียนรู้ มีความเหมาะสมอยู่ในระดับมากที่สุด ดังตารางที่ 1

ตารางที่ 1 ตัวอย่างลักษณะการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดสะเต็มอินโนเวชันในแผนการจัดการเรียนรู้

แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 2 : การสังเคราะห์ด้วยแสง			
ผลการเรียนรู้	จุดประสงค์การเรียนรู้	สถานการณ์ปัญหา	ความรู้และทักษะที่ใช้ในการสร้างชิ้นงาน
สืบค้นข้อมูล อภิปราย และสรุป ปัจจัย ความเข้ม ของแสง	1. สืบค้นข้อมูล อภิปราย และสรุปปัจจัยความเข้มของแสง อุณหภูมิที่มีผลต่อการสังเคราะห์ด้วยแสงของพืช	“ปัจจุบันการปลูกพืช กำลังได้รับความนิยมนเป็นอย่างมาก ไม่เว้นแม้แต่คนที่อาศัยอยู่ในตัวเมืองที่มีข้อจำกัดมากมายในการปลูกพืช ส่งผลให้พืชที่ปลูกไม่ประสบความสำเร็จอย่างที่คิดไว้” นายบรรจง ประธานบริษัทหนึ่งจึงมี	- วิทยาศาสตร์ (S) ปัจจัยที่มีผลต่อการสังเคราะห์ด้วยแสงของพืช - เทคโนโลยี (T) การใช้เทคโนโลยีในการสืบค้นข้อมูลและการเลือกใช้วัสดุอุปกรณ์ในการสร้างชิ้นงาน
ความเข้มข้น ของคาร์บอน ไดออกไซด์ และอุณหภูมิ	2. นักเรียนสามารถใช้ทักษะการคิดเชิงนวัตกรรมในการสร้างชิ้นงาน	ความคิดที่จะขายผลิตภัณฑ์ที่ช่วยให้คนเมืองสามารถปลูกพืชได้ง่ายและประสบความสำเร็จมากยิ่งขึ้น จึงได้ศึกษาปัจจัยต่างๆ ที่ช่วยให้พืชเจริญเติบโต ซึ่งได้พบว่า ปัจจัยที่สำคัญที่ช่วยให้พืชเจริญเติบโตได้มากที่สุด คือ ปัจจัยด้านการสังเคราะห์ด้วยแสง จึงมีความคิดที่จะสร้างผลิตภัณฑ์ “กระถางต้นไม้อัจฉริยะ ที่ช่วยเพิ่มอัตราการสังเคราะห์ด้วยแสงของพืชได้” จาก	- วิศวกรรม (E) การออกแบบชิ้นงานด้วยกระบวนการคิดเชิงออกแบบ - คณิตศาสตร์ (M) การคำนวณพื้นที่และปริมาตรของกระถางต้นไม้ที่เหมาะสม
สังเคราะห์ ด้วยแสงของ พืช	3. นักเรียนมีส่วนร่วมในการแก้ปัญหาขณะทำกิจกรรม	สถานการณ์ดังกล่าวหากนักเรียนเป็นทีมวิศวกรที่ต้องการสร้างชิ้นงานขึ้นมาเพื่อแก้ปัญหาดังกล่าว นักเรียนจะมีวิธีจัดการกับปัญหาดังกล่าวได้อย่างไร	- ทักษะการคิดเชิงนวัตกรรม - สมรรถนะการแก้ปัญหาแบบร่วมมือ



ส่วนที่ 2 เครื่องมือที่ใช้ในการเก็บรวบรวมข้อมูล ได้แก่

1. **แบบประเมินทักษะการคิดเชิงนวัตกรรม** สำหรับประเมินและจัดกลุ่มระดับทักษะการคิดเชิงนวัตกรรมของนักเรียนเป็นรายบุคคล หลังจากที่ได้รับการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดสะเต็มอินโนเวชัน มีทั้งหมด 10 ข้อ คะแนนเต็ม 30 คะแนน เป็นแบบประเมินที่ให้นักเรียนประเมินตนเอง (self-assessment) แบบมาตราประมาณค่า 5 ระดับ (rating scale) มีค่าดัชนีความสอดคล้อง (IOC) ตั้งแต่ 0.6 ขึ้นไปทุกข้อ มีค่าความยากอยู่ในช่วง 0.25 – 0.40 ค่าอำนาจจำแนกอยู่ในช่วง 0.30 – 0.85 และมีค่าความเที่ยงเท่ากับ 0.87

2. **แบบประเมินชิ้นงานนวัตกรรมของนักเรียน** สำหรับประเมินและจัดกลุ่มระดับทักษะการคิดเชิงนวัตกรรมของนักเรียนเป็นรายกลุ่มจากการประเมินชิ้นงานนวัตกรรมของนักเรียน มีลักษณะเป็นแบบมาตราประมาณค่า 3 ระดับ จำนวน 6 ข้อ ครอบคลุมองค์ประกอบของทักษะการคิดเชิงนวัตกรรม 6 องค์ประกอบ

3. **แบบประเมินสมรรถนะการแก้ปัญหาแบบร่วมมือ** สำหรับประเมินและจัดกลุ่มระดับสมรรถนะการแก้ปัญหาแบบร่วมมือของนักเรียน ก่อนและหลังจากที่ได้รับการจัดการเรียนรู้ จำนวน 3 ชุด แต่ละชุดมีจำนวน 12 ข้อ คะแนนเต็ม 36 คะแนน เป็นแบบเลือกตอบครอบคลุมเนื้อหาในแต่ละหน่วยการเรียนรู้ และองค์ประกอบของสมรรถนะการแก้ปัญหาแบบร่วมมือทั้ง 3 ด้าน ผลการประเมินค่าดัชนีความสอดคล้อง (IOC) ทั้ง 3 ชุด มีค่า ตั้งแต่ 0.6 ขึ้นไป โดยแบบประเมินชุดที่ 1 มีค่าความยากอยู่ในช่วง 0.35 – 0.51 ค่าอำนาจจำแนกอยู่ในช่วง 0.33 – 0.70 และค่าความเที่ยงเท่ากับ 0.87 ชุดที่ 2 มีค่าความยากอยู่ในช่วง 0.35 – 0.53 ค่าอำนาจจำแนกอยู่ในช่วง 0.32 – 0.80 และค่าความเที่ยงเท่ากับ 0.88 และชุดที่ 3 มีค่าความยากอยู่ในช่วง 0.30 – 0.55 ค่าอำนาจจำแนกอยู่ในช่วง 0.35 – 0.88 และค่าความเที่ยงเท่ากับ 0.91

4. **แบบสังเกตสมรรถนะการแก้ปัญหาแบบร่วมมือ** สำหรับสะท้อนถึงสมรรถนะการแก้ปัญหาแบบร่วมมือระหว่างการจัดการเรียนรู้ มีลักษณะเป็นแบบมาตราประมาณค่า 3 ระดับ จำนวน 12 ข้อ ครอบคลุมสมรรถนะการแก้ปัญหาแบบร่วมมือทั้ง 3 ด้าน

5. **แบบบันทึกอนุทินของนักเรียนและครู** สำหรับสะท้อนผลการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดสะเต็มอินโนเวชัน ที่มีต่อทักษะการคิดเชิงนวัตกรรมและสมรรถนะการแก้ปัญหาแบบร่วมมือ

การเก็บรวบรวมข้อมูล

1. ก่อนเริ่มดำเนินการจัดการเรียนรู้ ผู้วิจัยได้อธิบายจุดประสงค์การเรียนรู้ วิธีการจัดการเรียนรู้และการทำกิจกรรมให้นักเรียนเข้าใจ จากนั้นประเมินสมรรถนะการแก้ปัญหาแบบร่วมมือของนักเรียนก่อนจัดการเรียนรู้ในวงจรปฏิบัติการที่ 1 โดยให้นักเรียนทำแบบประเมินสมรรถนะการแก้ปัญหาแบบร่วมมือ

2. ในขณะดำเนินการจัดการเรียนรู้ ผู้วิจัยได้เก็บรวบรวมข้อมูลเชิงคุณภาพโดยใช้เครื่องมือต่าง ๆ ได้แก่ แบบสังเกตสมรรถนะการแก้ปัญหาแบบร่วมมือ แบบประเมินชิ้นงานนวัตกรรม แบบบันทึกอนุทิน

3. เมื่อเสร็จสิ้นการจัดการเรียนการสอนในแต่ละวงจรปฏิบัติการผู้วิจัยได้มีการประเมินทักษะการคิดเชิงนวัตกรรมและสมรรถนะการแก้ปัญหาแบบร่วมมือ ด้วยเครื่องมือต่าง ๆ ได้แก่ แบบประเมินทักษะการคิดเชิงนวัตกรรม และ แบบประเมินสมรรถนะการแก้ปัญหาแบบร่วมมือ และนำผลจากการรวบรวมข้อมูลด้วยเครื่องมือต่าง ๆ ไปวิเคราะห์และสรุปผลการเก็บรวบรวมข้อมูล



การวิเคราะห์ข้อมูล

การวิเคราะห์ข้อมูลใช้ความถี่ ร้อยละ และการวิเคราะห์แบบอุปนัย โดยการนำข้อมูลที่เก็บรวบรวมมาจากเครื่องมือต่าง ๆ ได้แก่ แบบบันทึกอนุทินของนักเรียนและครู และแบบบันทึกกิจกรรม มาจัดกระทำให้เป็นระบบวิเคราะห์หาความหมาย แยกแยะองค์ประกอบ รวมทั้งเชื่อมโยงและหาความสัมพันธ์ของข้อมูลที่เป็นไปตามประเด็นของการศึกษาแนวปฏิบัติที่ดีตามกรอบนิยามศัพท์ แล้วตรวจสอบความน่าเชื่อถือของข้อมูลด้วยวิธีการตรวจสอบข้อมูลแบบสามเส้า (triangulation) ด้านแหล่งที่มาของข้อมูล (resource triangulation)

ผลการวิจัย

ตอนที่ 1 ผลการพัฒนาทักษะการคิดเชิงนวัตกรรมของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 โรงเรียนปลวกแดงพิทยาคม ที่ได้รับการเรียนรู้ตามแนวคิดสะเต็มอินโนเวชัน เรื่อง พืช

จากผลการวิเคราะห์ข้อมูลทักษะการคิดเชิงนวัตกรรมตลอดการจัดการเรียนรู้ทั้ง 3 วงจรปฏิบัติการ ด้วยแบบประเมินทักษะการคิดเชิงนวัตกรรมร่วมกับแบบประเมินชิ้นงานนวัตกรรม พบว่าให้ผลที่สอดคล้องกัน สรุปได้ว่าการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดสะเต็มอินโนเวชัน เรื่อง พืช นั้นสามารถพัฒนาทักษะการคิดเชิงนวัตกรรมของนักเรียนได้ โดยนักเรียนทุกคนมีพัฒนาการทักษะการคิดเชิงนวัตกรรมสูงขึ้นในแต่ละวงจรปฏิบัติการ โดยวงจรปฏิบัติการที่ 3 มีนักเรียนที่มีทักษะการคิดเชิงนวัตกรรมในระดับสูงจำนวน 36 คน คิดเป็นร้อยละ 87.8 โดยมีรายละเอียดดังนี้

1) ผลการวิเคราะห์ข้อมูลจากแบบประเมินทักษะการคิดเชิงนวัตกรรม ซึ่งเก็บข้อมูลจากกลุ่มตัวอย่าง หลังจากนักเรียนได้รับการจัดการเรียนรู้ทั้ง 3 วงจรปฏิบัติการ พบว่า นักเรียนมีพัฒนาการทักษะการคิดเชิงนวัตกรรมที่ดีขึ้นตามลำดับ มีรายละเอียดดังตารางที่ 2

ตารางที่ 2 จำนวนนักเรียนแยกตามระดับทักษะการคิดเชิงนวัตกรรม จากแบบประเมินทักษะการคิดเชิงนวัตกรรม ทั้ง 3 วงจรปฏิบัติการ

ระดับทักษะการคิดเชิงนวัตกรรม	วงจรปฏิบัติการที่ 1	วงจรปฏิบัติการที่ 2	วงจรปฏิบัติการที่ 3
สูง	14	30	36
กลาง	27	11	5
ต่ำ	0	0	0

จากข้อมูลในตารางที่ 2 ยังสอดคล้องกับผลการพิจารณาจำนวนนักเรียนแยกตามระดับทักษะการคิดเชิงนวัตกรรมตามองค์ประกอบย่อยทั้ง 6 องค์ประกอบ ที่พบว่า ระดับทักษะการคิดเชิงนวัตกรรมของนักเรียนมีพัฒนาการที่ดีขึ้นตามลำดับในทุกองค์ประกอบ และจำนวนนักเรียนที่อยู่ในระดับกลางและต่ำลดลงในแต่ละวงจรปฏิบัติการ

2) ผลการวิเคราะห์ข้อมูลที่ได้จากแบบประเมินชิ้นงานนวัตกรรม พบว่า ระดับทักษะการคิดเชิงนวัตกรรม ของนักเรียนมีพัฒนาการที่ดีขึ้นตามลำดับวงจรปฏิบัติการ มีรายละเอียดดังตารางที่ 3 และภาพที่ 1



ตารางที่ 3 จำนวนนักเรียนแยกตามระดับทักษะการคิดเชิงนวัตกรรม จากแบบประเมินชิ้นงานนวัตกรรม ทั้ง 3 วงจรปฏิบัติการ

ระดับคุณภาพ	วงจรปฏิบัติการที่ 1	วงจรปฏิบัติการที่ 2	วงจรปฏิบัติการที่ 3
สูง	12	29	41
กลาง	23	12	0
ต่ำ	6	0	0



(ก)



(ข)



(ค)

ภาพที่ 1 ตัวอย่างชิ้นงานต้นแบบ (ก) ในวงจรปฏิบัติการที่ 1 ซึ่งมีคุณภาพระดับต่ำ (ข), (ค) ในวงจรปฏิบัติการที่ 2 ซึ่งมีคุณภาพระดับกลาง และระดับสูง ตามลำดับ

อีกทั้งเมื่อวิเคราะห์ทักษะการคิดเชิงนวัตกรรม ตามองค์ประกอบย่อยของทักษะการคิดเชิงนวัตกรรมทั้ง 6 องค์ประกอบ พบว่า ในทุกองค์ประกอบย่อย มีจำนวนนักเรียนที่อยู่ในระดับสูงเพิ่มขึ้นในแต่ละวงจรปฏิบัติการ และจำนวนนักเรียนที่อยู่ในระดับกลางและต่ำลดลงในแต่ละวงจรปฏิบัติการ

ตอนที่ 2 ผลการพัฒนาสมรรถนะการแก้ปัญหาแบบร่วมมือของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 โรงเรียนปลวกแดงพิทยาคม ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดสะเต็มอินโนเวชัน เรื่อง พืช

จากผลการวิเคราะห์ข้อมูลสมรรถนะการแก้ปัญหาแบบร่วมมือ ด้วยแบบประเมินสมรรถนะการแก้ปัญหาแบบร่วมมือ และแบบสังเกตพฤติกรรมสมรรถนะการแก้ปัญหาแบบร่วมมือ พบว่า มีผลการวิเคราะห์ที่สอดคล้องกัน จึงสามารถสรุปได้ว่า นักเรียนทุกคนมีพัฒนาการที่สูงขึ้น โดยวงจรปฏิบัติการที่ 3 มีนักเรียนที่มีสมรรถนะการแก้ปัญหาแบบร่วมมืออยู่ในระดับสูงจำนวน 41 คน คิดเป็นร้อยละ 100 โดยมีรายละเอียดดังนี้

1) ผลการวิเคราะห์ข้อมูลจากแบบประเมินสมรรถนะการแก้ปัญหาแบบร่วมมือ พบว่า นักเรียนมีพัฒนาการสมรรถนะการแก้ปัญหาแบบร่วมมือที่ดีขึ้นตามลำดับ ดังตารางที่ 4



ตารางที่ 4 จำนวนนักเรียน แยกตามระดับสมรรถนะการแก้ปัญหาแบบร่วมมือ จากแบบประเมินสมรรถนะการแก้ปัญหาแบบร่วมมือ ทั้ง 3 วงจรปฏิบัติการ

ระดับ	ก่อนวงจรปฏิบัติการที่ 1		หลังวงจรปฏิบัติการที่ 2		หลังวงจรปฏิบัติการที่ 3	
	จำนวนนักเรียน	ร้อยละ	จำนวนนักเรียน	ร้อยละ	จำนวนนักเรียน	ร้อยละ
สูง	35	85.37	38	92.68	41	100.00
กลาง	6	14.63	3	7.32	0	0.00
ต่ำ	0	0.00	0	0.00	0	0.00

เมื่อพิจารณาสมรรถนะการแก้ปัญหาแบบร่วมมือแยกตามองค์ประกอบแยกเป็น 3 ด้าน พบว่า ในแต่ละด้านมีพัฒนาการที่ดีขึ้นตามลำดับของแต่ละวงจรปฏิบัติการ แต่เมื่อพิจารณาตามทักษะย่อย 12 ทักษะ พบว่า ทักษะย่อยที่ 1.1) ด้านการค้นพบมุมมองและความสามารถของสมาชิกในกลุ่ม และทักษะย่อยที่ 3.4) ด้านการให้ข้อเสนอแนะปรับเปลี่ยนระเบียบของกลุ่มและปรับบทบาทหน้าที่ของสมาชิกในกลุ่ม มีจำนวนนักเรียนที่อยู่ในระดับคุณภาพสูงในวงจรปฏิบัติการที่ 3 ลดลงจากก่อนวงจรปฏิบัติการที่ 1

2) ผลการวิเคราะห์ข้อมูลจากแบบสังเกตสมรรถนะการแก้ปัญหาแบบร่วมมือ พบว่า นักเรียนมีพัฒนาการสมรรถนะการแก้ปัญหาแบบร่วมมือที่ดีขึ้นตามลำดับ ดังตารางที่ 5

ตารางที่ 5 จำนวนนักเรียนแยกตามระดับสมรรถนะการแก้ปัญหาแบบร่วมมือ จากแบบสังเกตสมรรถนะการแก้ปัญหาแบบร่วมมือ ทั้ง 3 วงจรปฏิบัติการ

ระดับ	วงจรปฏิบัติการที่ 1		วงจรปฏิบัติการที่ 2		วงจรปฏิบัติการที่ 3	
	จำนวนนักเรียน	ร้อยละ	จำนวนนักเรียน	ร้อยละ	จำนวนนักเรียน	ร้อยละ
สูง	5	12.20	29	70.73	41	100.00
กลาง	31	75.61	12	29.27	0	0.00
ต่ำ	5	12.20	0	0.00	0	0.00

เมื่อพิจารณาสมรรถนะการแก้ปัญหาแบบร่วมมือแยกตามองค์ประกอบเป็น 3 ด้าน พบว่า ในแต่ละด้าน มีพัฒนาการที่ดีขึ้นตามลำดับของแต่ละวงจรปฏิบัติการ สอดคล้องกับผลการพิจารณาสมรรถนะการแก้ปัญหาแบบร่วมมือแยกตามทักษะย่อย 12 ทักษะ ที่พบว่า นักเรียนกลุ่มตัวอย่างมีพัฒนาการที่ดีขึ้นในทุกทักษะย่อย

ตอนที่ 3 ผลการศึกษาแนวปฏิบัติที่ดีของการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดสะเต็มอินโนเวชัน ที่ส่งเสริมทักษะการคิดเชิงนวัตกรรมและสมรรถนะการแก้ปัญหาแบบร่วมมือ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5

1. การกำหนดสถานการณ์ปัญหาที่สอดคล้องกับประสบการณ์เดิมของนักเรียนและจุดประสงค์การเรียนรู้ ช่วยส่งเสริมการระบุประเด็นปัญหาของนักเรียน ซึ่งการกำหนดสถานการณ์ปัญหาในขั้นกำหนดจุดเจ็บปวด เพื่อให้



นักเรียนสามารถวิเคราะห์ ตีความ และระบุประเด็นปัญหาที่สอดคล้องกับสถานการณ์ปัญหาได้นั้น จำเป็นจะต้องใช้สถานการณ์ปัญหาที่สอดคล้องกับประสบการณ์เดิมของนักเรียนให้มากที่สุด อีกทั้งสถานการณ์ดังกล่าวควรสามารถเชื่อมโยงจุดประสงค์การเรียนรู้ แนวคิดที่สำคัญในแผนการเรียนรู้ นั้น ๆ ด้วย เพื่อว่านักเรียนจะได้นำความรู้เดิมมาประยุกต์ใช้ในการวิเคราะห์ ตีความ และระบุประเด็นปัญหา

2. การใช้คำถามกระตุ้นนักเรียนระหว่างออกแบบชิ้นงานจะช่วยให้นักเรียนสร้างชิ้นงานได้สำเร็จมากขึ้น ซึ่งการใช้คำถามเชิงกระตุ้นให้นักเรียนได้คิด ทบทวน สรุปแนวคิด พิจารณา สืบค้นในระหว่างการออกแบบชิ้นงาน ในชิ้นร่างออกแบบชิ้นงาน จะสามารถช่วยให้นักเรียนสร้างชิ้นงานได้สำเร็จมากขึ้น ยกตัวอย่างเช่น ชิ้นงานของนักเรียนมีกลไกการทำงานอย่างไร ชิ้นงานของนักเรียนใช้วัสดุอุปกรณ์ใดในการสร้าง นักเรียนสามารถหาวัสดุอุปกรณ์ดังกล่าวได้หรือไม่อย่างไร มีแผนการทำงานอย่างไรและสมาชิกแต่ละคนมีบทบาทหน้าที่อย่างไรบ้าง เป็นต้น

3. การสร้างความเข้าใจร่วมกันในจุดประสงค์ของการนำเสนอและการประเมินระหว่างกลุ่ม สามารถพัฒนาคุณภาพของชิ้นงานซึ่งในการจัดการเรียนรู้ในชิ้นร่างออกแบบชิ้นงาน และพัฒนาชิ้นงานต้นแบบ เมื่อนักเรียนแต่ละกลุ่มได้ร่างชิ้นงานหรือชิ้นงานต้นแบบแล้ว นักเรียนจะต้องนำไปให้เพื่อนกลุ่มอื่น ๆ ได้สลับกันประเมิน ดังนั้นการสร้างความเข้าใจร่วมกันในจุดประสงค์ของการนำเสนอและการประเมินระหว่างกลุ่มในขั้นตอนของการจับคู่ประเมินร่างออกแบบชิ้นงานและชิ้นงานต้นแบบในชิ้นร่างออกแบบชิ้นงาน และชิ้นพัฒนาชิ้นงานต้นแบบ จะช่วยพัฒนาคุณภาพของชิ้นงานได้

อภิปรายผลการวิจัย

จากผลการวิจัยพบว่า นักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดสะเต็มอินโนเวชัน เรื่อง พืช มีพัฒนาการทักษะการคิดเชิงนวัตกรรมที่ดีขึ้น ตามลำดับวงจรปฏิบัติการ ทั้งนี้อาจเนื่องมาจากเหตุผล

ด้านการจัดการเรียนรู้ที่อยู่บนพื้นฐานของทฤษฎีการสร้างความรู้ด้วยตนเองและทฤษฎีการเรียนรู้เพื่อสร้างสรรค์ด้วยปัญญา ที่มุ่งเน้นการส่งเสริมให้นักเรียนเชื่อมโยงความรู้เดิมกับความรู้ใหม่ (ทิสนา แคมมณี, 2559) สอดคล้องกับแผนการจัดการเรียนรู้ในขั้นระบุจุดเจ็บปวด ที่มีการกำหนดสถานการณ์ปัญหาที่ให้ความสำคัญกับความสอดคล้องกับประสบการณ์เดิมของนักเรียนมากที่สุด เพื่อให้นักเรียนได้ฝึกฝนการวิเคราะห์และสืบค้นข้อมูลเกี่ยวกับสถานการณ์ สอดคล้องกับ Horth and Buchner (2009) ที่กล่าวว่า ผู้ที่จะสร้างนวัตกรรมได้จะต้องทำความเข้าใจสถานการณ์ จนนำไปสู่การสร้างสรรค์แนวคิดใหม่ ๆ ซึ่งการกำหนดสถานการณ์ปัญหาให้ครอบคลุมถึงบริบทประสบการณ์เดิม และจุดประสงค์การเรียนรู้ให้มากที่สุด เพื่อให้นักเรียนสามารถกำหนดจุดเจ็บปวดและสร้างแนวคิด เพื่อแก้ไขปัญหาจากสถานการณ์ปัญหาได้ง่ายที่สุด สถานการณ์ปัญหาที่สอดคล้องกับประสบการณ์เดิมของนักเรียนสามารถกระตุ้นความสนใจนักเรียนได้ สอดคล้องกับงานวิจัยของ ชนะชัย ทะยอม (2560) ที่ระบุไว้ว่า การกำหนดสถานการณ์ปัญหาที่น่าสนใจ ที่เกี่ยวข้องกับชีวิตประจำวันของนักเรียน และการกำหนดภาระงานในชั้นเรียนให้สอดคล้องกับสถานการณ์ปัญหา จะช่วยส่งเสริมทักษะการคิดและสมรรถนะการแก้ปัญหาแบบร่วมมือได้ ทั้งนี้ การวิเคราะห์ธรรมชาติความต้องการของผู้เรียนและสาระสำคัญของเนื้อหา เป็นองค์ประกอบสำคัญที่ครูผู้สอนต้องคำนึงถึง เพื่อให้เกิดการเรียนรู้ที่มีประสิทธิภาพและส่งเสริมทักษะการคิดเชิงนวัตกรรมให้กับนักเรียนได้อย่างเหมาะสม สอดคล้องกับงานวิจัย



ของ อนุรักษ์ เริงรัต (2565) ที่ระบุไว้ว่า การวิเคราะห์ดังกล่าวเป็นสิ่งที่ครูผู้สอนจะละเลยไม่ได้เพื่อให้เกิดทักษะการคิดเชิงนวัตกรรม

การประเมินและการรับฟังเสียงสะท้อนจากผู้อื่น นำไปสู่การปรับปรุงชิ้นงาน ส่วนนี้ส่งเสริมทักษะการคิดเชิงนวัตกรรม ปรากฏในชิ้นร่างแบบชิ้นงาน และชิ้นพัฒนาชิ้นงานต้นแบบ Capraro et al. (2013) กล่าวว่า การให้นักเรียนได้นำชิ้นงานไปตรวจสอบ ประเมิน ทดลองใช้ จะทำให้นักเรียนทราบถึงประสิทธิภาพของชิ้นงานมากยิ่งขึ้น การส่งเสริมให้นำเสนอชิ้นงานในกรอบของการประเมินความสำเร็จ ส่งผลให้นักเรียนพบจุดเด่นและจุดที่ต้องพัฒนาของชิ้นงาน สอดคล้องกับ ชาญณรงค์ วิเศษสัตย์ และประสาธ เนืองเฉลิม (2562) ที่กล่าวว่า คนมีทักษะการคิดเชิงนวัตกรรมจะต้องสามารถประเมินผลลัพธ์ของนวัตกรรมนั้นได้ อีกทั้งเนื่องจากผู้วิจัยมีการกำหนดหัวข้อที่จะนำเสนอให้ชัดเจน ตรงประเด็น และครอบคลุมเนื้อหาสาระที่ต้องการประเมิน ตลอดจนส่งเสริมการใช้สื่อต่าง ๆ เพื่อช่วยให้การนำเสนอ น่าสนใจ และช่วยให้นักเรียนผู้ฟังมีส่วนร่วมในการแสดงความคิดเห็นยิ่งขึ้น นำไปสู่การแลกเปลี่ยนเรียนรู้และโต้แย้งกัน เพื่อให้ได้แนวทางที่เหมาะสมในการแก้ปัญหาจากสถานการณ์มากที่สุด (Antonnenko et al., 2011)

จากการวิเคราะห์ข้อมูลจากเครื่องมือ ได้แก่ แบบประเมินทักษะการคิดเชิงนวัตกรรมที่นักเรียนเป็นผู้ประเมินตนเองและแบบประเมินชิ้นงานนวัตกรรมที่ผู้วิจัยเป็นผู้ประเมิน พบว่ามีทิศทางเหมือนกัน คือ มีจำนวนนักเรียนมีทักษะการคิดเชิงนวัตกรรมสูงขึ้น เมื่อแยกพิจารณาตามองค์ประกอบพบว่า องค์ประกอบด้านการสร้างแนวคิด มีพัฒนาการที่น้อยที่สุด ซึ่งสอดคล้องกับผลการวิจัยของชาญณรงค์ วิเศษสัตย์ และ ประสาธ เนืองเฉลิม (2562) ที่ศึกษาผลการใช้รูปแบบการเรียนรู้ที่ส่งเสริมทักษะการคิดเชิงนวัตกรรมของนักศึกษาวิชาชีพครูชั้นปีที่ 4 แล้วพบว่า ทักษะการคิดเชิงนวัตกรรมองค์ประกอบด้านการสร้างแนวคิด มีพัฒนาการเป็นลำดับที่ 4 จาก 6 องค์ประกอบ

อย่างไรก็ตาม จากผลการเก็บรวบรวมข้อมูลทักษะการคิดเชิงนวัตกรรมของนักเรียนทั้ง 3 วงจรปฏิบัติการที่แสดงให้เห็นว่า นักเรียนมีพัฒนาการที่ดีขึ้นตามลำดับ แต่ยังคงพบว่า ทักษะการคิดเชิงนวัตกรรม ในองค์ประกอบด้านการสร้างแนวคิด ที่หมายถึง นักเรียนสามารถสืบค้นข้อมูล คิดหาวิธีการ และร่างแบบชิ้นงานเพื่อแก้ไขสถานการณ์ปัญหาได้เป็นทักษะที่มีพัฒนาการน้อยที่สุด รวมทั้ง หากพิจารณาจากจำนวนนักเรียนที่มีทักษะการคิดเชิงนวัตกรรม องค์ประกอบด้านการสร้างแนวคิดที่อยู่ในระดับสูง มีจำนวนการเพิ่มขึ้นน้อย ในวงจรปฏิบัติการที่ 2 และ 3 นักเรียนให้ความสำคัญกับการสื่อสารกันภายในกลุ่มน้อยมาก หรือไม่สามารถอธิบายถ่ายทอดจินตนาการของตนเองให้กับสมาชิกกลุ่มรับรู้ได้ ซึ่งมีความสำคัญเป็นอย่างยิ่งในการสร้างแนวคิด สอดคล้องกับ Horth and Buchner (2009) ที่ระบุว่า การถ่ายทอดจินตนาการ (imaging) เป็นองค์ประกอบที่สำคัญของทักษะการคิดเชิงนวัตกรรม ตลอดจนไม่ให้ความสำคัญกับการบันทึกรายละเอียดข้อมูลร่างออกแบบชิ้นงาน วัสดุอุปกรณ์ที่ใช้ กำหนดบทบาทหน้าที่ของสมาชิกกลุ่ม และรายละเอียดที่ได้จากการสืบค้นข้อมูลให้มีความสมบูรณ์มากเพียงพอ จึงทำให้การออกแบบร่างชิ้นงานเกิดความผิดพลาด เนื่องจากการวางแผนเป็นหนึ่งในกิจกรรมการแก้ปัญหาที่สำคัญ (Gunzelmann & Anderson, 2003) ดังนั้น ครูจึงควรมีบทบาทในการกระตุ้นให้นักเรียนเกิดการอยากรู้ เปิดโอกาสให้ได้ฝึกคิดไตร่ตรองอยู่ตลอดเวลาในชิ้นร่างออกแบบชิ้นงาน

จากการศึกษาสมรรถนะการแก้ปัญหาแบบร่วมมือ พบว่า นักเรียนมีพัฒนาการทางสมรรถนะการแก้ปัญหาแบบร่วมมือไปในทางที่ดีขึ้นในแต่ละวงจรปฏิบัติการ แสดงให้เห็นว่าการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดสะเต็มอินโนเวชัน



สามารถช่วยพัฒนาสมรรถนะการแก้ปัญหาแบบร่วมมือได้ ซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยของชนะชัย ทะยอม (2560) ที่ศึกษาการพัฒนาสมรรถนะการแก้ปัญหาแบบร่วมมือโดยใช้รูปแบบการเรียนรู้แบบเสริมต่อการเรียนรู้บนฐานของการใช้ปัญหาเป็นฐาน เรื่อง ปริมาณสารสัมพันธ์ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ห้องเรียนพิเศษวิทยาศาสตร์ พบว่านักเรียนมีการพัฒนาสมรรถนะการแก้ปัญหาแบบร่วมมือเพิ่มขึ้นตามลำดับ จากวงจรปฏิบัติการที่ 1 ถึง 3 และงานวิจัยของสายชล สุกร (2561) ได้ศึกษาการพัฒนาสมรรถนะการแก้ปัญหาแบบร่วมมือของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 ด้วยการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดสะเต็มศึกษาโดยใช้ปัญหาเป็นฐาน เรื่อง พอลิเมอร์ พบว่า นักเรียนมีการพัฒนาสมรรถนะการแก้ปัญหาแบบร่วมมือสูงขึ้นจากวงจรปฏิบัติการที่ 1 ถึง 3 ทั้งนี้เนื่องมาจากการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดสะเต็มอินโนเวชันเป็นรูปแบบการสอนที่เน้นให้นักเรียนสร้างองค์ความรู้ด้วยตนเองผ่านการทำงานเป็นกลุ่ม สมาชิกทุกคนจำเป็นต้องสร้างมุมมองร่วมกันเกี่ยวกับปัญหา เผชิญปัญหาร่วมกันตลอดระยะเวลาในการจัดการเรียนรู้แต่ละแผนการเรียนรู้ สอดคล้องกับงานวิจัยของ Roonghuaphai et al. (2015) ที่ระบุว่า การทำงานร่วมกันให้สำเร็จจะต้องมีเป้าหมายที่ชัดเจน และสมาชิกแต่ละคนต้องร่วมกันทำงานเพื่อไปสู่เป้าหมายเดียวกัน ตลอดจนการแก้ปัญหาจากสถานการณ์ผ่านการสร้างชิ้นงานจริง นักเรียนจำเป็นต้องมีการสื่อสาร การกำหนดบทบาทหน้าที่ การอธิบายการติดตาม การให้ข้อเสนอแนะ และการรับฟังความคิดเห็นกันตลอดเวลา ตลอดจนในระหว่างการทำงานอาจต้องเผชิญกับอุปสรรคต่าง ๆ จนนำไปสู่การปรับเปลี่ยนแผนการทำงานหรือข้อตกลงภายในกลุ่ม สอดคล้องกับพรทิพย์ ศิริภทราชัย (2556) ที่ได้กล่าวไว้ว่า การจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดสะเต็มศึกษาจะช่วยให้นักเรียนได้รับการพัฒนาทักษะการทำงานกลุ่ม การสื่อสาร การเป็นผู้นำ การยอมรับฟังความคิดเห็นของผู้อื่น

นอกจากนี้ การบูรณาการกระบวนการคิดเชิงออกแบบในขั้นตอนการสอนส่งเสริมความสามารถในการแก้ปัญหาแบบร่วมมือได้ เนื่องจากเป็นกระบวนการที่ให้ความสำคัญกับบุคคลที่เป็นกลุ่มเป้าหมายหรือผู้ใช้งาน ด้วยการพยายามทำความเข้าใจอย่างลึกซึ้ง และนำเอาความเข้าใจดังกล่าวมาสร้างแนวทางในการแก้ไขที่สอดคล้องเหมาะสมกับกลุ่มเป้าหมาย/ผู้ใช้อย่างแท้จริง (สุภาพรณ บัวผัด, 2562) ผ่านการประเมินร่างออกแบบชิ้นงานและชิ้นงานต้นแบบ ส่งผลให้นักเรียนจำเป็นต้องสร้างความเข้าใจกันในกลุ่มให้เข้าใจร่วมกันก่อน ก่อนที่จะนำข้อมูลไปอภิปรายกับกลุ่มอื่น ๆ ในการประเมินนั้นผู้วิจัยได้มีการสร้างความเข้าใจร่วมกันในจุดประสงค์ของการนำเสนอและการประเมินระหว่างกลุ่มสามารถพัฒนาคุณภาพของชิ้นงาน โดยการกำหนดแนวทาง หลักการ และเกณฑ์ในการประเมินให้ชัดเจน และมีการอธิบายให้นักเรียนได้เข้าใจก่อนการประเมิน ก็จะช่วยให้การประเมินมีประสิทธิภาพยิ่งขึ้น สอดคล้องกับ นวลน้อย บุญวงศ์ (2539) ที่กล่าวว่า การประเมินผลงานออกแบบ ผู้ประเมินต้องมีความรู้เกี่ยวกับลักษณะเฉพาะของงานออกแบบเพียงพอ และการส่งเสริมให้เกิดการประเมินร่างออกแบบชิ้นงานและชิ้นงานต้นแบบนั้น สอดคล้องกับ Capraro et al. (2013) ที่ได้กล่าวว่า การให้นักเรียนได้นำชิ้นงานไปตรวจสอบ ประเมิน ทดลองใช้ จะทำให้นักเรียนทราบถึงประสิทธิภาพของชิ้นงานมากยิ่งขึ้น ตลอดจนการกระตุ้นนักเรียนระหว่างออกแบบร่างชิ้นงานนวัตกรรม โดยการตรวจสอบการทำแบบบันทึกกิจกรรมต่าง ๆ อย่างใกล้ชิดโดยครูผู้สอน และการใช้คำถามเพื่อกระตุ้นนักเรียน เพื่อให้นักเรียนได้ร่างออกแบบชิ้นงานให้มีความละเอียด สมบูรณ์ และคำนึงถึงความพร้อมในการสร้างชิ้นงานต้นแบบมากขึ้น เช่น ชิ้นงานของนักเรียนมีกลไกการทำงานอย่างไร ใช้วัสดุอุปกรณ์ใดในการสร้าง นักเรียนสามารถหาวัสดุอุปกรณ์ดังกล่าวได้หรือไม่ อย่างไร มีแผนการทำงานอย่างไร และสมาชิกแต่ละคนมีบทบาทหน้าที่อย่างไรบ้าง คำถามเหล่านี้



สามารถช่วยนักเรียนได้ สอดคล้องกับทฤษฎีของเจมมณี (2561) ที่กล่าวว่า ครูผู้สอนควรมีการกระตุ้นให้นักเรียนคิดหาวิธีการแก้ปัญหาที่หลากหลายและช่วยให้นักเรียนได้ร่วมกันวางแผนเพื่อแก้ปัญหาร่วมกันกับสมาชิกในกลุ่ม

ข้อเสนอแนะ

จากผลการวิจัยที่พบว่า การจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดสะเต็มอินโนเวชัน สามารถพัฒนาทักษะการคิดเชิงนวัตกรรมและสมรรถนะการแก้ปัญหาแบบร่วมมือได้นั้น ผู้วิจัยมีข้อเสนอแนะดังนี้

1. ข้อเสนอแนะในการนำผลการวิจัยไปใช้

ผู้ที่สนใจนำการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดสะเต็มอินโนเวชันไปใช้ในการจัดการเรียนรู้ ควรมีการทดลองสร้างชิ้นงานจากสถานการณ์ที่ได้กำหนดไว้ก่อนล่วงหน้า เพื่อเป็นการเตรียมข้อมูล ความรู้ วัสดุอุปกรณ์ที่เกี่ยวข้องกับสถานการณ์ จะทำให้ในระหว่างการจัดการเรียนรู้สามารถควบคุมชั้นเรียนได้ง่ายยิ่งขึ้น สามารถกระตุ้นและตอบคำถามนักเรียนระหว่างเรียนได้อย่างครอบคลุมกับจุดประสงค์การเรียนรู้ที่กำหนดไว้ เมื่อสามารถเป็นที่พึ่งให้กับนักเรียนได้ก็จะช่วยให้นักเรียนสร้างชิ้นงานได้อย่างมีคุณภาพได้มากยิ่งขึ้น

2. ข้อเสนอแนะในการวิจัยครั้งต่อไป

2.1 ศึกษาเพื่อหาแนวปฏิบัติที่ดีในการจัดสมาชิกกลุ่มของนักเรียนที่สามารถส่งเสริมทักษะการคิดเชิงนวัตกรรมและสมรรถนะการแก้ปัญหาแบบร่วมมือ

2.2 ศึกษาองค์ประกอบและตัวบ่งชี้ย่อยของทักษะการคิดเชิงนวัตกรรมและสมรรถนะการแก้ปัญหาแบบร่วมมือ ที่มีความสัมพันธ์เชื่อมโยงกัน เพื่อพสานกรอบแนวคิด และลดเครื่องมือในการประเมิน

รายการอ้างอิง

- ชนะชัย ทะยอม. (2560). การวิจัยปฏิบัติการเพื่อพัฒนาสมรรถนะการแก้ปัญหาแบบร่วมมือโดยใช้รูปแบบการเรียนรู้แบบเสริมต่อการเรียนรู้บนฐานของการใช้ปัญหาเป็นฐาน เรื่อง ปริมาณสารสัมพันธ์ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ห้องเรียนพิเศษวิทยาศาสตร์. วารสารวิทยบริการมหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์, 28(2), 34-45.
- ชาญณรงค์ วิเศษศักดิ์ และ ประสาท เนื่องเฉลิม. (2562). แนวทางการจัดการเรียนรู้ ส่งเสริมทักษะการคิดเชิงนวัตกรรมของนักศึกษาวิชาชีพครู. วารสารบริหารการศึกษาบัณฑิต มหาวิทยาลัยราชภัฏอุบลราชธานี, 18(4), 129-141.
- ทศนา เจมมณี. (2559). ศาสตร์การสอน องค์ความรู้เพื่อการจัดกระบวนการเรียนรู้ที่มีประสิทธิภาพ (พิมพ์ครั้งที่ 20). สำนักพิมพ์แห่งจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- _____. (2561). ศาสตร์การสอน องค์ความรู้เพื่อการจัดกระบวนการเรียนรู้ที่มีประสิทธิภาพ (พิมพ์ครั้งที่ 21). สำนักพิมพ์แห่งจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- นวนน้อย บุญวงศ์. (2539). หลักการออกแบบ. สำนักพิมพ์โอเดียนสโตร์.
- พรทิพย์ ศิริภทราชย์. (2556). STEM Education กับการพัฒนาทักษะในศตวรรษที่ 21. วารสารนักบริหาร, 33(2), 49-56.



สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี [สสวท.]. (2557). *ความรู้เบื้องต้นสะเต็ม*. สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี.

_____. (2563). *PISA 2015 ผลการประเมินการแก้ปัญหาแบบร่วมมือ (collaborative problem solving)*. สสวท.

สายชล สุกร. (2561). การพัฒนาสมรรถนะการแก้ปัญหาแบบร่วมมือของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 ด้วยการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดสะเต็มศึกษาโดยใช้ปัญหาเป็นฐาน เรื่อง พอลิเมอร์. *วารสารศึกษาศาสตร์มหาวิทยาลัยบูรพา*, 30(2), 166-181.

สิรินภา กิจเกื้อกูล. (2558). สะเต็มศึกษา. *วารสารศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยนเรศวร*, 17(2), 28-38.

สุภาภรณ์ บัวพัด. (2562). รายงานการวิจัย เรื่อง การใช้วิธีคิดเชิงออกแบบ (*Design Thinking*) เพื่อพัฒนาระบบการโค้ช นิสิตในการทำกิจกรรม: กรณีศึกษา การสร้างทีม นิสิตทุนให้มีทักษะการเป็นผู้ประกอบการ

(*Entrepreneurship*). https://dsa.up.ac.th/public/file_upload/news/ATTACHED_FILE/1661730223.pdf

อนรรักษ์ เร่งรัด. (2565). การศึกษาแนวทางการจัดการเรียนรู้ที่ส่งเสริมสร้างทักษะการคิดเชิงนวัตกรรมสำหรับนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาตอนต้น. *วารสารมนุษยศาสตร์และสังคมศาสตร์ มหาวิทยาลัยนครพนม*, 12(3), 338-354.

Antonenko, P. D., Hudson, G., Townsend, R., & Pritchard, J. (2011). DEEPER e-learning with environment for collaborative learning integrating problem solving experience (ECLIPSE). In *Proceedings of World Conference on E-Learning in Corporate, Government, Healthcare, and Higher Education 2011 Australian*.

Capraro, R. M., Capraro, M. M., & Morgan, J. R. (2013). *STEM project-based learning*. Sense Publishers.

Carroll, M., Goldman, S., Britos, L., Koh, J., Royalty, A., & Hornstein, M. (2010). Destination, imagination and the fires within: Design thinking in a middle school classroom. *International Journal of Art and Design Education*, 29(1), 37-53.

Gunzelmann, G., & Anderson, J. R. (2003). Problem solving: Increased planning with practice. *Cognitive Systems Research*, 4(1), 57-76

Horth, D., & Buchner, D. (2009). *Innovation leadership: How to use innovation to lead effectively, work collaboratively and drive results*. <http://www.ccl.org>.

Kemmis, S., & McTaggart, R. (1988). *The action research planer* (3rd ed.). Deakin University.

Organization for Economic Co-operation and Development [OECD]. (2013). *PISA 2015 Draft Collaborative Problem-Solving Framework*. OECD.

Roonghuaphai, R., Chamchuri, D., Poonsuwan, S., & Yoonisil, W. (2015). Development of measurement a development of learning management plan for encouraging collaborative competencies for primary students. *Journal of Educational Research Faculty of Education, Srinakharinwirot University*, 9(1), 109-116.

The Standford D. school Bootcamp Bootleg [HPI]. (2010). An introduction to design thinking process guide. <https://dschool-old.stanford.edu/sandbox/groups/designresources/wiki/36873/attachments/74b3d/ModeGuideBOOTCAMP2010L.pdf>



Weiss, D. S., & Legrand, C. (2011). *Innovative intelligence: The art and practice of leading sustainable innovation in your organization*. John Wiley & Sons.