

ผลการจัดการเรียนรู้ตามแนวทางสะเต็มศึกษาที่ส่งผลต่อความสามารถ
ในการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5
EFFECTS OF STEM EDUCATION APPROACH TOWARDS
CREATIVE PROBLEM SOLVING OF MATHAYOM SUKSA 5 STUDENTS

ปุนยาพร พลายงาม^{1*}, เกริก คักดีสุภาพ² และ สุนีย์ เหมะประสิทธิ์³

Punyaporn Plaingam^{1*}, Krirk Saksuparb² and Sune Hemaprasit³

มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ 114 ซอยสุขุมวิท 23 เขตวัฒนา กรุงเทพมหานคร 10110^{1, 2, 3}

Srinakarinwrot University, 114 Sukhumwit 23, Wattana District, Bangkok 10110^{1, 2, 3}

*Corresponding author E-mail: poon.punyaporn@gmail.com

(Received: 21 Jun, 2021; Revised: 5 Dec, 2021; Accepted: 10 Dec, 2021)

บทคัดย่อ

การวิจัยครั้งนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อ 1) เปรียบเทียบความสามารถในการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ก่อนและหลังได้รับการจัดการเรียนรู้ตามแนวทางสะเต็มศึกษา 2) เปรียบเทียบความสามารถในการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 หลังได้รับการจัดการเรียนรู้กับเกณฑ์ร้อยละ 60 ของคะแนนเต็ม และ 3) ศึกษาพัฒนาการในการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 เมื่อได้รับการจัดการเรียนรู้ตามแนวทางสะเต็มศึกษา เป็นการวิจัยแบบกึ่งทดลองโดยการศึกษากลุ่มเดียวแบบวัดซ้ำ (One-group Repeated Measures Design) กลุ่มตัวอย่าง คือ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 โรงเรียนบางปะกอกวิทยาคม เขตราชบุรี กรุงเทพมหานคร จำนวน 1 ห้องเรียน รวม 36 คน ได้มาจากการสุ่มแบบหลายขั้นตอน (Multistage Random Sampling) เครื่องมือในการวิจัย ได้แก่ 1) แผนการจัดการเรียนรู้ตามแนวทางสะเต็มศึกษา และ 2) แบบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ วิเคราะห์ข้อมูลโดยใช้ค่าเฉลี่ย ค่าร้อยละ ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน และทดสอบสมมติฐานโดยใช้ One-sample t-test Dependent t-test และ Repeated Measures ANOVA

ผลการวิจัยพบว่า 1) นักเรียนมีคะแนนเฉลี่ยความสามารถในการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน และผ่านเกณฑ์ที่กำหนดร้อยละ 60 ของคะแนนเต็ม อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 และ 2) นักเรียนมีพัฒนาการในการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

คำสำคัญ: การจัดการเรียนรู้, สะเต็มศึกษา, การแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์

¹ นิสิตหลักสูตรการศึกษามหาบัณฑิต สาขาวิชาวิทยาการทางการศึกษาและการจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ คณะศึกษาศาสตร์

² ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. สาขาวิชาวิทยาการทางการศึกษาและการจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ คณะศึกษาศาสตร์

³ รองศาสตราจารย์ ดร. สาขาวิชาวิทยาการทางการศึกษาและการจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ คณะศึกษาศาสตร์

ABSTRACT

The research aimed to 1) compare creative problem solving before and after STEM Education approach of Mathayom Suksa 5 students, 2) compare creative problem solving after STEM Education approach with minimum criteria (60%) of full score of Mathayom Suksa 5 students, and 3) study creative problem solving progress of STEM Education approach of Mathayom Suksa 5 students. The sample used in this research was 36 Mathayom Suksa 5 students from 1 classroom, who were studying in the academic year 2020 at Bangpakokwitthayakom school, Ratburana district, Bangkok, and obtained through multistage random sampling technique. The research tools comprise of 1) STEM Education approach lesson plans and 2) creative problem solving test. The research was conducted in accordance with a one-group repeated measures design, to analyze the average ($\bar{x}$), standard deviation (S.D.), t-test, and repeated measures ANOVA.

The research findings were as follows: 1) the creative problem solving of students after learning is significantly higher than before learning and higher than minimum criteria (60%) at a level of .05, and 2) The STEM Education approach significantly promotes creative problem solving progress of students at a level of .05.

KEYWORDS: Learning Approach, STEM Education, Creative Problem Solving



บทนำ

การเปลี่ยนแปลงที่เกิดขึ้นเนื่องมาจากความเจริญก้าวหน้าทางเทคโนโลยีที่เข้ามามีอิทธิพลกับการดำรงชีวิตอย่างรอบด้านซึ่งเป็นปัจจัยหลักที่ช่วยขับเคลื่อนเศรษฐกิจและสังคม การศึกษาจึงเป็นเครื่องมือสำคัญที่ช่วยยกระดับคุณภาพประชากรให้เท่าทันการเปลี่ยนแปลงที่เกิดขึ้นและเป็นการสำคัญในการนำประเทศก้าวเข้าสู่การพัฒนาด้วยนวัตกรรม (สุทธิดา จารัส, 2560) จากการเปลี่ยนแปลงดังกล่าวจึงนำไปสู่การสร้างกรอบแนวคิดการจัดการเรียนรู้ในศตวรรษที่ 21 เพื่อให้ผู้เรียนมีทักษะที่จำเป็น 3 ด้านหลัก ได้แก่ 1) ทักษะชีวิตและการทำงาน 2) ทักษะการเรียนรู้และนวัตกรรม และ 3) ทักษะด้านสื่อสารสนเทศและเทคโนโลยี (Partnership for 21st Century Learning, 2019) โดยให้ความสำคัญกับการจัดการเรียนรู้แบบเชิงรุก (Active Learning) เน้นให้ผู้เรียนได้ปฏิบัติจริง นำความรู้ที่หลากหลายมาเชื่อมโยงและประยุกต์ใช้ให้บรรลุตามเป้าหมายของการเรียนรู้ที่กำหนดไว้ได้อย่างมีประสิทธิภาพ ตลอดจนเป็นการปลูกฝังและส่งเสริมให้ผู้เรียนมีความรับผิดชอบ ต่อบทบาทหน้าที่ของตนเองและต่อสังคมได้ ทั้งนี้จากกรอบแนวคิดดังกล่าวได้มีการระบุชัดเจนว่าด้านทักษะการเรียนรู้และนวัตกรรมนั้นยังรวมทักษะจำเป็นอีก 4 ทักษะ (4Cs) ได้แก่ การคิดอย่างมีวิจารณญาณ (Critical Thinking) การสื่อสาร (Communication) การทำงานร่วมกับผู้อื่น (Collaboration) และการมีความคิดสร้างสรรค์ (Creativity) ซึ่งผลการวิจัยพบว่าผู้ที่ได้รับการฝึกฝนอย่างสม่ำเสมอจะสามารถปรับตัวเข้ากับการเปลี่ยนแปลงทั้งด้านการใช้ชีวิตและการทำงานได้อย่างมีประสิทธิภาพ (ประสาธน์ เนืองเนลิ้ม, 2561; สมศักดิ์ ดลประสิทธิ์, 2564) ดังนั้นผู้เรียนจึงควรได้รับการส่งเสริมอย่างเต็มที่ เพื่อให้สามารถปรับตัวให้ทันต่อการเปลี่ยนแปลงที่เกิดขึ้นได้อย่างมีประสิทธิภาพ

การแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ (Creative Problem Solving) เป็นกระบวนการคิดที่ครอบคลุมการคิดวิเคราะห์ การคิดแก้ปัญหา ซึ่งเป็นการคิดขั้นสูง โดยใช้ความรู้หรือประสบการณ์เดิมร่วมกับการคิดนอกกรอบอย่างอิสระควบคู่ไปกับการมีเหตุผลเพื่อออกแบบหรือพัฒนาการแก้ปัญหาให้ประสบความสำเร็จด้วยแนวคิดใหม่และหลากหลาย

แม้ความสามารถทางการคิดของแต่ละบุคคลจะแตกต่างกัน แต่ก็สามารถพัฒนาได้ด้วยวิธีการต่าง ๆ เช่น การใช้การจัดการเรียนรู้เพื่อให้เกิดการฝึกฝนอย่างต่อเนื่องและสม่ำเสมอจนกระทั่งเกิดความชำนาญในการนำความรู้และทักษะอื่น ๆ ที่เกี่ยวข้องมาประยุกต์ใช้เพื่อสร้างสรรค์สิ่งต่าง ๆ ที่เป็นประโยชน์ (วัชรรา เล่าเรียนดี, ปริญญา กิจรุ่งเรือง และอรพิน ศิริสัมพันธ์, 2560) ทั้งนี้อาจกล่าวได้ว่าการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์เป็นทักษะจำเป็นในการเรียนรู้และนวัตกรรมสำหรับศตวรรษที่ 21 ดังนั้น จึงควรได้รับการฝึกฝนและส่งเสริมเพื่อเพิ่มขีดความสามารถให้กับประชากร

ผลการประเมิน PISA ของประเทศไทยในปี 2015 และ 2018 พบว่า คะแนนด้านวิทยาศาสตร์อยู่ในระดับต่ำ มีนักเรียนเพียงร้อยละ 1 ที่สามารถนำความรู้เกี่ยวกับวิทยาศาสตร์ไปใช้ได้อย่างสร้างสรรค์ในสถานการณ์ที่หลากหลายรวมถึงสถานการณ์ที่ไม่คุ้นเคย (สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี, 2563) สะท้อนถึงคุณภาพการศึกษาที่ยังไม่สามารถพัฒนาผู้เรียนให้มีทักษะที่จำเป็นต่อการใช้ชีวิตจริงไปถึงความสามารถทางการคิดให้เท่าที่ควร ส่งผลให้กำลังคนด้านวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีไม่เพียงพอที่จะรองรับการแข่งขันในอนาคตได้ หน่วยงานที่เกี่ยวข้องจึงพยายามหาวิธีจัดการกับปัญหาดังกล่าวโดยวิธีหนึ่งนั้นก็คือการใช้แนวทางสะเต็มศึกษา (STEM Education) ในการจัดการเรียนรู้ ซึ่งเป็นการนำความรู้ ความเข้าใจ และทักษะที่เกิดจากวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี คณิตศาสตร์ และกระบวนการออกแบบทางวิศวกรรมมาผนวกเข้าด้วยกัน เพื่อมุ่งเน้นให้ผู้เรียนเกิดการเรียนรู้จากการลงมือแก้ปัญหาที่สามารถพบได้ในชีวิตจริงผ่านสถานการณ์ที่กำหนดขึ้นมาในการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ และสร้างหรือพัฒนากระบวนการหรือผลผลิตใหม่ ๆ สำหรับการแก้ปัญหาที่เป็นประโยชน์ต่อการใช้ชีวิตและการทำงาน อีกทั้งยังเป็นการให้ผู้เรียนได้ฝึกฝน และพัฒนาทักษะจำเป็นที่ต้องการให้เกิดขึ้นเพื่อสอดคล้องกับการเปลี่ยนแปลงในปัจจุบัน (สุทธิดา จารัส, 2560; วศิณีส์ อิศรเสนา ณ อยุธยา, 2560)

ปัจจุบันมีการนำแนวทางสะเต็มศึกษามาประยุกต์ใช้ในการจัดการเรียนรู้ในรายวิชาต่าง ๆ รวมทั้งวิชาชีวิตวิทยา โดยนำหลักการ แนวคิด และทฤษฎีมาบูรณาการร่วมกับ

เทคโนโลยีชีวภาพและการเกษตรเพื่อพัฒนาความสามารถด้านการคิดสร้างสรรค์ของผู้เรียน พบว่า สามารถพัฒนาความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ของผู้เรียนได้อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (อัจฉริย์ สังขรักษ์, สิงหา ประสิทธิพงศ์ และสิทธิชัย วิชัยดิษฐ์, 2560; อับดุลยามีน หะยีชาเดร์, 2562) แต่อย่างไรก็ดีจากรายงานคุณภาพของผู้เรียนระดับมัธยมศึกษาตอนปลายเขตพื้นที่การศึกษามัธยมศึกษาเขต 1 กลุ่มที่ 5 ปีการศึกษา 2562 พบว่ายังมีผู้เรียนบางส่วนที่มีผลการประเมินความสามารถด้านการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์อยู่ในระดับพอใช้และผ่านเกณฑ์ขั้นต่ำ (โรงเรียนบางปะกอกวิทยาคม, 2563; โรงเรียนรัตนโกสินทร์สมโภชบางขุนเทียน, 2563) ซึ่งควรได้รับการส่งเสริมความสามารถการคิดสร้างสรรค์เพื่อสร้างแนวทางในการแก้ปัญหาในกิจกรรมการเรียนรู้ให้หลากหลาย

จากความเป็นมาและความสำคัญดังที่กล่าวมาข้างต้น จึงเห็นควรมีการศึกษาการจัดการเรียนรู้รายวิชาชีววิทยาตามแนวทางสะเต็มศึกษาเพื่อพัฒนาความสามารถในการแก้ปัญหอย่างสร้างสรรค์ของผู้เรียน ให้ผู้เรียนมีความรู้และทักษะสามารถนำไปประยุกต์ใช้แก้ปัญหาในชีวิตประจำวันได้อย่างมีประสิทธิภาพ ตลอดจนสามารถปรับตัวให้ทันต่อการเปลี่ยนแปลงที่เกิดขึ้นในสังคมได้อย่างมีประสิทธิภาพ นอกจากนี้ยังเป็นการพัฒนาทักษะการจัดการเรียนรู้ของครูผู้สอนให้มีประสิทธิภาพ ส่งผลต่อการจัดการศึกษาของประเทศให้มีคุณภาพต่อไป

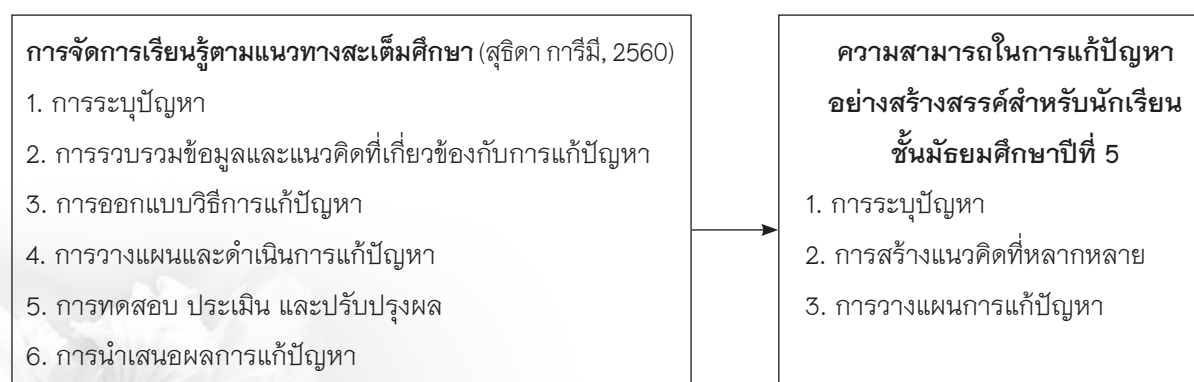
วัตถุประสงค์ของการวิจัย

1. เพื่อเปรียบเทียบความสามารถในการแก้ปัญหอย่างสร้างสรรค์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ก่อนและหลังได้รับการจัดการเรียนรู้ตามแนวทางสะเต็มศึกษา
2. เพื่อเปรียบเทียบความสามารถในการแก้ปัญหอย่างสร้างสรรค์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 หลังได้รับการจัดการเรียนรู้กับเกณฑ์ร้อยละ 60 ของคะแนนเต็ม
3. เพื่อศึกษาพัฒนาการในการแก้ปัญหอย่างสร้างสรรค์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 เมื่อได้รับการจัดการเรียนรู้ตามแนวทางสะเต็มศึกษา

สมมุติฐานการวิจัย

1. นักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้ตามแนวทางสะเต็มศึกษามีความสามารถในการแก้ปัญหอย่างสร้างสรรค์หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับ .05
2. นักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้ตามแนวทางสะเต็มมีความสามารถในการแก้ปัญหอย่างสร้างสรรค์อยู่ในระดับผ่านเกณฑ์ร้อยละ 60 ของคะแนนเต็ม
3. นักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้ตามแนวทางสะเต็มศึกษามีพัฒนาการในการแก้ปัญหอย่างสร้างสรรค์อย่างมีนัยสำคัญที่ระดับ .05

จากการศึกษาเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องผู้วิจัยได้กำหนดกรอบแนวคิดการวิจัยดังภาพที่ 1



ภาพที่ 1 กรอบแนวคิดการวิจัย

วิธีดำเนินการวิจัย

การวิจัยครั้งนี้เป็นการวิจัยแบบกึ่งทดลอง (Quasi-experimental Design) ศึกษากลุ่มเดียวแบบวัดซ้ำ

(One-group Repeated Measures Design) ดังตารางที่ 1

ตารางที่ 1 แบบแผนการวิจัย

กลุ่ม	ก่อนเรียน	ระหว่างเรียน						หลังเรียน
E	T ₁	x	T ₂	x	T ₃	x	T ₄	T ₅

โดย E คือ กลุ่มตัวอย่าง

x คือ การจัดการเรียนรู้ตามแนวทางสะเต็มศึกษา

T₁ คือ ความสามารถในการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์

T₂, T₃ และ T₄ คือ ความสามารถในการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ระหว่างเรียน

T₅ คือ ความสามารถในการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์หลังได้รับการจัดการเรียนรู้

ประชากร

นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2563 ของโรงเรียนเครือข่ายในโครงการมหาวิทยาลัยพี่เลี้ยง (มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี) ประจำปี 2563 จำนวน 7 โรงเรียน รวม 2,690 คน

กลุ่มตัวอย่าง

นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2563 โรงเรียนบางปะกอกวิทยาคม แขวงบางปะกอก เขตราชบุรีบูรณะ กรุงเทพฯ ได้จากการสุ่มแบบหลายขั้นตอน (Multistage Random Sampling) โดยใช้โรงเรียนเป็นหน่วยในการสุ่ม ได้กลุ่มตัวอย่าง 1 โรงเรียน จากนั้นใช้ห้องเรียนเป็นหน่วยในการสุ่ม ได้ห้องเรียนที่เป็นกลุ่มตัวอย่างจำนวน 1 ห้องเรียน นักเรียน 36 คน

เครื่องมือการวิจัย

1. แผนการจัดการเรียนรู้ตามแนวทางสะเต็มศึกษา เรื่อง การเจริญเติบโตของพืช

2. แบบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์

การสร้างและหาคุณภาพเครื่องมือ

1. แผนการจัดการเรียนรู้ตามแนวทางสะเต็มศึกษา เรื่อง การเจริญเติบโตของพืช

1.1 ศึกษาผลการเรียนรู้สาระชีววิทยา ตัวชี้วัดสาระคณิตศาสตร์ และตัวชี้วัดสาระเทคโนโลยีจากหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐานพุทธศักราช 2551 (ฉบับปรับปรุง พ.ศ. 2560) เพื่อเป็นแนวทางในการเลือกเนื้อหาสำหรับการจัดการเรียนรู้

1.2 เลือกเนื้อหา และกำหนดวัตถุประสงค์การเรียนรู้ให้สอดคล้องกับเนื้อหาเพื่อใช้สร้างกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวทางสะเต็มศึกษา

1.3 สร้างแผนการจัดการเรียนรู้ เรื่อง การเจริญเติบโตของพืช จำนวน 4 แผน รวม 16 คาบ คาบละ 50 นาที ประกอบด้วย แผนที่ 1 การปลูกผักไมโครกรีน แผนที่ 2 การลำเลียงน้ำของพืช แผนที่ 3 ปัจจัยบางประการที่มีผลต่อการเจริญเติบโตของพืช และแผนที่ 4 อุปกรณ์ปลูกพืช โดยประยุกต์ใช้แนวทางการจัดกิจกรรมสะเต็มศึกษา 6 ขั้นตอนในการจัดการเรียนรู้

1.4 นำแผนการจัดการเรียนรู้ที่สร้างขึ้นเสนอผู้เชี่ยวชาญที่มีประสบการณ์สอนมากกว่า 5 ปี หรือ มีวุฒิการศึกษาระดับปริญญาเอกที่เกี่ยวข้องกับการสอนวิทยาศาสตร์ 5 ท่าน เพื่อพิจารณาความถูกต้องเหมาะสมของเนื้อหา และความสอดคล้องกับวัตถุประสงค์การเรียนรู้ กิจกรรมการเรียนรู้ สื่อการเรียนรู้ และการวัดประเมินผล แล้วนำมาหาค่าดัชนีความสอดคล้อง (Index of Item-Objective Congruence: IOC) พบว่ามีค่า IOC เท่ากับ 0.99

1.5 นำแผนการจัดการเรียนรู้ที่ผ่านการตรวจสอบโดยผู้เชี่ยวชาญและผ่านการปรับปรุงแก้ไขตามข้อเสนอแนะไปทดลองใช้กับนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5

ที่ไม่ใช่กลุ่มตัวอย่าง จำนวน 36 คน เพื่อทดสอบการใช้กิจกรรมการเรียนรู้ จากนั้นนำมาปรับปรุงแก้ไขอีกครั้งก่อนนำไปใช้จริง แสดงดังตัวอย่างตารางที่ 2

ตารางที่ 2 ตัวอย่างแผนการจัดการเรียนรู้ตามแนวทางสะเต็มศึกษา เรื่อง การเจริญเติบโตของพืช

แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 1 เรื่อง การปลูกผักไมโครกรีน		จำนวน 5 คาบ	
สาระสำคัญ			
ไมโครกรีน คือ ต้นกล้าที่งอกจากเมล็ดเจริญเต็มที่จากการได้รับปัจจัยจำเป็น เช่น น้ำ ออกซิเจน อุณหภูมิ และแสง ในปริมาณที่เหมาะสม จนมีลำต้นสูง 1 – 3 นิ้ว ใบเลี้ยงคลี่ออกเต็มที่ และมีใบจริงอยู่ที่ 1 – 4 ใบ เก็บเกี่ยวได้ในช่วง 7 – 14 วัน หลังการเพาะ โดยสามารถวัดการเจริญเติบโตได้หลายวิธี เช่น ดัชนีการงอก การวัดขนาดลำต้น การนับจำนวนใบ			
ขั้นตอนการเรียนรู้	กิจกรรมการเรียนรู้	การบูรณาการสะเต็มศึกษา	ความสามารถในการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์
ขั้นที่ 1 การระบุปัญหา	1. ครูนำเข้าสู่บทเรียนโดยให้นักเรียนดูคลิปวิดีโอเกี่ยวกับผักที่ขายในตลาดแล้วร่วมกันแลกเปลี่ยนความคิดเห็นเกี่ยวกับวิธีลดความเสี่ยงจากการปนสารพิษ และประสบการณ์การปลูกผักสวนครัว 2. ครูให้นักเรียนดูคลิปวิดีโอเรื่องผักไมโครกรีนแล้วสรุปความรู้ เช่น ลักษณะของผักไมโครกรีนวิธีปลูก 3. นักเรียนศึกษาสถานการณ์เกี่ยวกับการปลูกผักไมโครกรีน แล้วระบุปัญหา และเงื่อนไขที่พบในสถานการณ์ คือ 1) ปลูกผักให้มีดัชนีการงอกสูงสุดจากจำนวนเมล็ดพืชที่แจกภายใน 2 สัปดาห์ พืชมีความสูงไม่เกิน 4 นิ้วในวันเก็บเกี่ยว และ 2) ใช้เฉพาะวัสดุอุปกรณ์ที่กำหนดให้ เช่น ขุยมะพร้าว ถุง กระดาษแข็ง		- การระบุปัญหา
ขั้นที่ 2 การรวบรวมข้อมูล และแนวคิดที่เกี่ยวข้อง	1. นักเรียนเข้ากลุ่มและร่วมกันระดมความคิดเกี่ยวกับข้อมูลที่ต้องใช้ในการทำกิจกรรม 2. นักเรียนสืบค้นข้อมูลเพิ่มเติม และร่วมกันอภิปรายความรู้ที่ได้ เช่น โครงสร้างของเมล็ดพืช ปัจจัยที่มีผลต่อการงอกของเมล็ด การวัดการเจริญเติบโตของพืชเพื่อนำไปใช้ออกแบบการปลูกผักไมโครกรีน	วิทยาศาสตร์ - เมล็ดและการงอก คณิตศาสตร์ - การหาดัชนีการงอก - การวัดขนาดต้นพืช วิศวกรรมศาสตร์และเทคโนโลยี - การสืบค้นข้อมูล	- การสร้างแนวคิดที่หลากหลาย

ตารางที่ 2 (ต่อ)

ขั้นตอน การเรียนรู้	กิจกรรมการเรียนการสอน	การบูรณาการ สะเต็มศึกษา	ความสามารถใน การแก้ปัญหา อย่างสร้างสรรค์
ขั้นที่ 3 การออกแบบ วิธีแก้ปัญหา	1. นักเรียนแต่ละคนออกแบบวิธีปลูกผักตามเงื่อนไข 2. นักเรียนเข้ากลุ่มเพื่อแลกเปลี่ยนแนวคิดเพื่อสรุป วิธีการปลูกผักของกลุ่มในหัวข้อ 1) วัสดุปลูก ที่เลือกใช้ 2) การออกแบบขั้นตอนการปลูก การดูแลผัก และ 3) การสังเกตและบันทึก ผลการเพาะปลูก	วิทยาศาสตร์ - ออกแบบวิธีปลูกพืช คณิตศาสตร์ - เรขาคณิต - ความสัมพันธ์	- การวางแผน การแก้ปัญหา
ขั้นที่ 4 วางแผน และ ดำเนินการ	1. นักเรียนร่วมกันวางแผนการปลูกผัก ให้เสร็จสมบูรณ์ 2. นักเรียนปลูกผักไมโครกรีนตามแผนการที่ได้ ออกแบบไว้โดยครูคอยให้คำปรึกษาเพิ่มเติม ระหว่างทำกิจกรรม	วิทยาศาสตร์ - การวางแผน และ ลงมือปลูกผัก	- การวางแผน การแก้ปัญหา
ขั้นที่ 5 การทดสอบ ประเมินผล และปรับปรุง	1. นักเรียนติดตามและบันทึกผลการเปลี่ยนแปลง ของผักไมโครกรีน รวมทั้งจดบันทึกปัญหาและ วิธีแก้ปัญหาที่พบระหว่างการติดตามผลการ ปลูกผักไมโครกรีน ครูคอยให้คำปรึกษาเพิ่มเติม ขณะติดตามผลการปลูกผัก	วิทยาศาสตร์ - การประเมินผล การปลูกผัก และ ปรับปรุงแก้ไข ปัญหาที่พบ	- การสร้างแนวคิด ที่หลากหลาย - การวางแผน การแก้ปัญหา
ขั้นที่ 6 นำเสนอ ผลการแก้ ปัญหา	1. นักเรียนแต่ละกลุ่มนำเสนอผลการปลูกผัก ไมโครกรีน 2. นักเรียนและครูร่วมกันสรุป และอภิปราย สิ่งที่ได้เรียนรู้เพิ่มเติมจากกิจกรรม	วิทยาศาสตร์ - เมล็ดและการงอก เทคโนโลยี - การสร้างสื่อ นำเสนอ วิทยาศาสตร์ - การนำเสนอผลงาน คณิตศาสตร์ - สถิติ	- การระบุปัญหา - การสร้างแนวคิด ที่หลากหลาย - การวางแผน แก้ปัญหา

2. แบบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาย่างสร้างสรรค์

2.1 ศึกษาเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการแก้ปัญหาย่างสร้างสรรค์ และการประเมินผลความสามารถในการแก้ปัญหาย่างสร้างสรรค์

2.2 สร้างแบบวัด โดยมีลักษณะเป็นสถานการณ์ชนิดเขียนตอบ จำนวน 2 ฉบับ แต่ละฉบับประกอบด้วย 2 สถานการณ์ และข้อคำถาม 8 ข้อ ครอบคลุมการวัด

ความสามารถในการแก้ปัญหาย่างสร้างสรรค์ แล้วให้นักเรียนเลือก 1 สถานการณ์ในการตอบคำถาม และใช้เกณฑ์การประเมินแบบแยกองค์ประกอบ (Analytic Rubric Scoring) ซึ่งแบ่งคะแนนและระดับคุณภาพออกเป็น 5 ระดับ ในการให้คะแนนดังตารางที่ 3

2.3 นำแบบวัดฯ ที่สร้างขึ้นเสนอผู้เชี่ยวชาญที่มีประสบการณ์สอนมากกว่า 5 ปี หรือผู้ที่มีความรู้ระดับปริญญาเอกที่เกี่ยวข้องกับการสอนวิทยาศาสตร์

5 ท่าน พิจารณาลักษณะข้อคำถาม ภาษาที่ใช้ ความสอดคล้องกับวัตถุประสงค์การเรียนรู้ที่ต้องการวัด และเกณฑ์การให้คะแนนแล้วนำมาตรวจค่าดัชนีความสอดคล้อง (IOC) พบว่าแบบวัดฉบับที่ 1 มีค่า IOC เท่ากับ 1.00 และฉบับที่ 2 มีค่า IOC เท่ากับ 0.97

2.4 นำแบบวัดฯ ที่ผ่านการปรับปรุงแก้ไขไปทดลองใช้กับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 ที่ไม่ใช่กลุ่มตัวอย่าง จำนวน 70 คน แล้วนำไปให้ครูวิทยาศาสตร์ระดับชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย 2 ท่าน เป็นผู้ตรวจให้คะแนนตามเกณฑ์เพื่อตรวจสอบความสอดคล้องของคะแนนที่ได้ แล้วนำมาหาค่าดัชนีความสอดคล้องระหว่างผู้ประเมิน (Rater Agreement Index: RAI) (Burry-Stock, Shaw, Laurie, and Chissom, 1996) พบว่า แบบวัดฯ ฉบับที่ 1 มีค่าเท่ากับ 0.97 และฉบับที่ 2 มีค่าเท่ากับ 0.96 ซึ่งมีค่าเข้าใกล้ 1 แสดงว่าผู้ประเมินทั้ง 2 คน ให้คะแนนใกล้เคียงกัน

2.5 นำแบบวัดฯ ทั้ง 2 ฉบับ มาวิเคราะห์หาค่าความยากง่าย (P) ค่าอำนาจจำแนก (D) และค่าความเชื่อมั่น

ของแบบทดสอบโดยใช้สูตรสัมประสิทธิ์แอลฟาของครอนบาค (Cronbach's Alpha Coefficient: α) พบว่า ฉบับที่ 1 มีค่าความยากง่าย (P) ระหว่าง 0.35 – 0.85 ค่าอำนาจจำแนก (D) อยู่ระหว่าง 0.08 – 0.39 และค่าความเชื่อมั่นเท่ากับ 0.78 ฉบับที่ 2 มีค่าความยากง่าย (P) ระหว่าง 0.20 – 0.28 ค่าอำนาจจำแนก (D) อยู่ระหว่าง 0.27 – 0.34 และค่าความเชื่อมั่น เท่ากับ 0.85

2.6 เลือกข้อคำถามที่มีค่าความยากง่าย (P) และค่าอำนาจจำแนก (D) ระหว่าง 0.20 – 0.80 แล้วนำมาปรับปรุงแก้ไข เพื่อสร้างเป็นแบบวัดการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ ประกอบด้วย 2 สถานการณ์ คือ 1) สถานการณ์ฝุ่น PM 2.5 และ 2) สถานการณ์การขาดแคลนพื้นที่เพาะปลูกอาหาร โดยเลือกตอบเพียง 1 สถานการณ์ จำนวน 8 ข้อ ก่อนนำไปใช้จริง และกำหนดเกณฑ์การประเมินความสามารถในการแก้ไขปัญหาอย่างสร้างสรรค์ แสดงดังตัวอย่างตารางที่ 3

ตารางที่ 3 เกณฑ์การประเมินความสามารถในการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์

ประเด็นพิจารณา	คะแนน				
	4 (ดีมาก)	3 (ดี)	2 (ปานกลาง)	1 (พอใช้)	0 (ปรับปรุง)
1. การระบุปัญหา					
1.1 การค้นหาปัญหา	ระบุปัญหา	ระบุปัญหา	ระบุปัญหา	ระบุปัญหา	ไม่สามารถระบุ
	ภายในขอบเขต	ภายในขอบเขต	ภายในขอบเขต	ภายในขอบเขต	หรือระบุปัญหา
	ข้อเท็จจริงจาก	ข้อเท็จจริงจาก	ข้อเท็จจริงจาก	ข้อเท็จจริงจาก	นอกขอบเขต
	สถานการณ์ที่	สถานการณ์	สถานการณ์	สถานการณ์	ข้อเท็จจริงจาก
	กำหนดมากกว่า 3 ปัญหา	ที่กำหนด 3 ปัญหา	ที่กำหนด 2 ปัญหา	ที่กำหนด 1 ปัญหา	สถานการณ์ที่กำหนด
1.2 ระบุสาเหตุของปัญหา	บอกสาเหตุ	บอกสาเหตุ	บอกสาเหตุไม่	บอกสาเหตุไม่	ไม่บอกสาเหตุ
	สอดคล้องกับ	ไม่ครบหรือไม่	สอดคล้องกับ	สอดคล้องกับ	หรือสาเหตุไม่
	ปัญหาที่ระบุไว้	สอดคล้องกับ	ปัญหาที่ระบุไว้	ปัญหาที่ระบุไว้	สอดคล้องกับ
	ครบถ้วน	ปัญหาที่ระบุไว้ 1 ปัญหา	2 ปัญหา	มากกว่า 2 ปัญหา	ทุกปัญหาที่ระบุ

ตารางที่ 3 (ต่อ)

ประเด็นพิจารณา	คะแนน				
	4 (ดีมาก)	3 (ดี)	2 (ปานกลาง)	1 (พอใช้)	0 (ปรับปรุง)
1.3 การตัดสินใจเลือกปัญหาที่จะแก้ไข	- ตัดสินใจเลือกปัญหาได้ - เลือกแก้ปัญหาดตามความสำคัญ - แสดงเหตุผลสมเหตุสมผลโดยใช้ความรู้ทางวิทยาศาสตร์ประกอบชัดเจน	- ตัดสินใจเลือกปัญหาได้ - เลือกแก้ปัญหาดตามความสำคัญ - แสดงเหตุผลสมเหตุสมผลแต่ใช้ความรู้ทางวิทยาศาสตร์ประกอบไม่ชัดเจน	- ตัดสินใจเลือกปัญหาได้ - เลือกแก้ปัญหาดตามความสำคัญ - แสดงเหตุผลแต่ไม่สมเหตุสมผล	- ตัดสินใจเลือกปัญหาได้ - ไม่เลือกแก้ปัญหาดตามความสำคัญ - ไม่แสดงเหตุผลประกอบ	- ไม่สามารถตัดสินใจเลือกปัญหาหรือเลือกปัญหาที่อยู่นอกขอบเขตข้อเท็จจริงของสถานการณ์ที่กำหนด
2. การสร้างแนวคิดที่หลากหลาย					
2.1 การคิดคล่อง	บอกวิธีแก้ปัญหาที่มีแนวโน้มนำไปใช้ได้มากกว่า 3 วิธี	บอกวิธีแก้ปัญหาที่มีแนวโน้มนำไปใช้ได้ 3 วิธี	บอกวิธีแก้ปัญหาที่มีแนวโน้มนำไปใช้ได้ 2 วิธี	บอกวิธีแก้ปัญหาที่มีแนวโน้มนำไปใช้ได้ 1 วิธี	ไม่บอกวิธีแก้ปัญหาหรือบอกวิธีแก้ปัญหาที่นำไปใช้ไม่ได้
2.2 การคิดยืดหยุ่น	บอกวิธีแก้ปัญหาสอดคล้องกับสถานการณ์และมีแนวโน้มนำไปใช้ได้มากกว่า 3 วิธี	บอกวิธีแก้ปัญหาที่สอดคล้องกับสถานการณ์และมีแนวโน้มนำไปใช้ได้ 3 วิธี	บอกวิธีแก้ปัญหาที่สอดคล้องกับสถานการณ์และมีแนวโน้มนำไปใช้ได้ 2 วิธี	บอกวิธีแก้ปัญหาที่สอดคล้องกับสถานการณ์และมีแนวโน้มนำไปใช้ได้ 1 วิธี	บอกวิธีแก้ปัญหาที่ไม่สอดคล้องกับสถานการณ์
2.3 การคิดริเริ่ม	แนวทางแก้ปัญหาแตกต่างจากคำตอบทั้งหมดมากกว่า 3 แนวทาง	แนวทางแก้ปัญหาแตกต่างจากคำตอบทั้งหมด 3 แนวทาง	แนวทางแก้ปัญหาแตกต่างจากคำตอบทั้งหมด 2 แนวทาง	แนวทางแก้ปัญหาแตกต่างจากคำตอบทั้งหมด 1 แนวทาง	ไม่มีแนวทางแก้ปัญหาแตกต่างจากคำตอบทั้งหมด
2.4 การคิดมีเหตุผล	- เลือกวิธีแก้ปัญหาที่ใช้ความรู้ทางวิทยาศาสตร์ - แสดงเหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์เพื่อตัดสินใจเลือกวิธีแก้ปัญหา	- เลือกวิธีแก้ปัญหาที่ใช้ความรู้ทางวิทยาศาสตร์ - แสดงเหตุผลไม่เป็นเชิงวิทยาศาสตร์เพื่อตัดสินใจเลือกวิธีแก้ปัญหา	- เลือกวิธีแก้ปัญหาที่ไม่ใช้ความรู้ทางวิทยาศาสตร์ - แสดงเหตุผลไม่เป็นเชิงวิทยาศาสตร์เพื่อตัดสินใจเลือกวิธีแก้ปัญหา	- เลือกวิธีแก้ปัญหาที่ไม่ใช้ความรู้ทางวิทยาศาสตร์ - แสดงเหตุผลที่ไม่สนับสนุนการตัดสินใจเลือกวิธีแก้ปัญหา	- ไม่เลือกวิธีแก้ปัญหาและไม่แสดงเหตุผล

ตารางที่ 3 (ต่อ)

ประเด็นพิจารณา	คะแนน				
	4 (ดีมาก)	3 (ดี)	2 (ปานกลาง)	1 (พอใช้)	0 (ปรับปรุง)
3. การวางแผนการแก้ปัญหา					
3.1 ความชัดเจน	- แสดงขั้นตอน	- แสดงขั้นตอน	- แสดงขั้นตอน	- แสดงขั้นตอน	ไม่แสดงขั้นตอน
ในการแสดง	ในการแก้ปัญหา	ในการแก้ปัญหา	ในการแก้ปัญหา	ในการแก้ปัญหา	การแก้ปัญหา
ขั้นตอนการ	ละเอียด	ไม่ชัดเจน	ไม่ชัดเจน	ไม่ชัดเจน	- แผนการ
แก้ปัญหา	ชัดเจน	- แผน ฯ	- แผน ฯ	- แผน ฯ	แก้ปัญหา
	- แผน ฯ	สอดคล้อง	สอดคล้อง	ไม่สอดคล้อง	
	สอดคล้อง	กับวิธีที่เลือก	กับวิธีที่เลือก	กับวิธีที่เลือก	
	กับวิธีที่เลือก	- แผน ฯ	- แผน ฯ		
	- แผน ฯ	มีแนวโน้ม	ยังเป็นไปไม่ได้		
	มีแนวโน้ม	นำไปใช้ได้	ในการใช้		
	นำไปใช้ได้				

การเก็บรวบรวมข้อมูล

เก็บรวบรวมข้อมูลในเดือนกรกฎาคม – พฤศจิกายน 2563

1. กลุ่มตัวอย่างทดสอบก่อนเรียนด้วยแบบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์

2. จัดการเรียนการสอนด้วยแผนการจัดการเรียนรู้ตามแนวทางสะเต็มศึกษาฯ กับกลุ่มตัวอย่าง โดยผู้วิจัยเป็นผู้สอน ใช้เวลาการจัดการเรียนรู้ 16 คาบ คาบละ 50 นาที และเก็บรวบรวมข้อมูลจากบันทึกการจัดการการเรียนรู้หลังการสอน จำนวน 3 ครั้ง และการตรวจให้คะแนนจากการทำกิจกรรม

3. เมื่อจัดการเรียนการสอนครบตามแผนจัดการเรียนรู้ตามแนวทางสะเต็มศึกษาฯ ให้กลุ่มตัวอย่างทดสอบ

หลังเรียน ด้วยแบบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ฉบับเดียวกับก่อนเรียน

4. นำผลการทดสอบไปวิเคราะห์ข้อมูล**การวิเคราะห์ข้อมูล**

วิเคราะห์ข้อมูลโดยใช้ค่าเฉลี่ย ค่าร้อยละ ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน ทดสอบสมมติฐานด้วย Dependent t-test, One Sample t-test และ Repeated Measures ANOVA

ผลการวิจัย

1. การเปรียบเทียบความสามารถในการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ก่อนและหลังได้รับการจัดการเรียนรู้ตามแนวทางสะเต็มศึกษาฯ ดังตารางที่ 4

ตารางที่ 4 การเปรียบเทียบความสามารถในการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ของนักเรียนก่อนและหลังได้รับการจัดการเรียนรู้ตามแนวทางสะเต็มศึกษา (n=36)

ความสามารถในการแก้ปัญหา อย่างสร้างสรรค์	df	ก่อนเรียน		หลังเรียน		t	p
		$\bar{x}$	S.D.	$\bar{x}$	S.D.		
1. การระบุปัญหา (คะแนนเต็ม 12 คะแนน)	35	9.72	1.70	10.64	1.31	3.06*	.00
2. การสร้างแนวคิดที่หลากหลาย (คะแนนเต็ม 16 คะแนน)	35	11.11	3.27	12.56	2.69	2.40*	.02
3. การวางแผนการแก้ปัญหา (คะแนนเต็ม 4 คะแนน)	35	2.25	1.32	2.81	0.89	2.62*	.01
ภาพรวม (คะแนนเต็ม 32 คะแนน)	35	23.08	4.94	26.00	3.25	3.65*	.00

* $p \leq .05$

จากตารางที่ 4 พบว่า ความสามารถในการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ของนักเรียนก่อนเรียน มีคะแนนเฉลี่ยเท่ากับ 23.08 คะแนน ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 4.94 หลังเรียนมีคะแนนเฉลี่ยเท่ากับ 26.00 คะแนน ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 3.25

เมื่อเปรียบเทียบความสามารถในการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ของนักเรียนก่อนเรียนและหลังเรียน

ด้วยแบบวัดชุดเดียวกัน พบว่า คะแนนเฉลี่ยหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

2. การเปรียบเทียบความสามารถในการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 หลังได้รับการจัดการเรียนรู้เทียบกับเกณฑ์ร้อยละ 60 ของคะแนนเต็ม ดังตารางที่ 5

ตารางที่ 5 การเปรียบเทียบความสามารถในการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 หลังได้รับการจัดการเรียนรู้ตามแนวทางสะเต็มศึกษา กับเกณฑ์ร้อยละ 60 ของคะแนนเต็ม (n=36)

ความสามารถในการแก้ปัญหา อย่างสร้างสรรค์หลังเรียน	เกณฑ์ที่กำหนด		คะแนนที่ทำได้		S.D.	t	p
	คะแนนเต็ม	ร้อยละ 60	คะแนน	คิดเป็นร้อยละ			
1. การระบุปัญหา	12	7.20	10.64	88.67	1.31	15.72*	.00
2. การสร้างแนวคิดที่หลากหลาย	16	9.60	12.56	78.50	2.69	6.60*	.00
3. การวางแผนการแก้ปัญหา	4	2.40	2.81	70.25	0.89	2.74*	.01
ภาพรวม	32	19.20	26.00	81.25	3.25	12.55*	.00

* $p \leq .05$

จากตารางที่ 5 การเปรียบเทียบความสามารถในการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 กับคะแนนเต็ม 32 คะแนน กำหนดเกณฑ์ร้อยละ 60 เท่ากับ 19.20 พบว่า ได้คะแนนเท่ากับ 26.00 ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 3.25 คิดเป็นร้อยละ 81.25 เมื่อเปรียบเทียบกับเกณฑ์ร้อยละ 60 ของคะแนนเต็ม พบว่า คะแนนความสามารถในการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์

ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 หลังเรียนสูงกว่าเกณฑ์ร้อยละ 60 ของคะแนนเต็ม อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

3. การศึกษาพัฒนาการในการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ของนักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้ตามแนวทางสะเต็มฯ ดังตารางที่ 6

ตารางที่ 6 คะแนนพัฒนาการในการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ระหว่างการจัดการเรียนรู้ตามแนวทางสะเต็มศึกษา ฯ (n=36)

ความสามารถในการแก้ปัญหา อย่างสร้างสรรค์	คะแนน เต็ม	df	คะแนนครั้งที่			F	p	คู่ที่แตกต่าง
			1	2	3			
			$\bar{x}$ (S.D.)	$\bar{x}$ (S.D.)	$\bar{x}$ (S.D.)			
1. การระบุปัญหา	12	2	9.53 (1.34)	10.03 (0.91)	11.39 (0.90)	39.94	.00	(1,2) (1,3)* (2,3)*
2. การสร้างแนวคิดที่หลากหลาย	16	2	10.08 (2.21)	11.78 (1.02)	12.47 (1.83)	19.69	.00	(1,2)* (1,3)* (2,3)
3. การวางแผนการแก้ปัญหา	4	2	2.69 (0.47)	2.83 (0.38)	3.83 (0.38)	89.50	.00	(1,2) (1,3)* (2,3)*
ภาพรวม	32	2	22.31 (3.08)	24.64 (1.46)	27.69 (2.30)	55.64	.00	(1,2)* (1,3)* (2,3)*

* $p \leq .05$

จากตารางที่ 6 พบว่า นักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้ตามแนวทางสะเต็มศึกษามีคะแนนเฉลี่ยพัฒนาการในระหว่างการจัดการเรียนรู้ ภาพรวมครั้งที่ 1, 2 และ 3 เท่ากับ 22.31 (S.D. = 3.08), 24.64 (S.D. = 1.46) และ 27.69 (S.D. = 2.30) สูงขึ้นตามลำดับ เมื่อเปรียบเทียบคะแนนการทดสอบแต่ละครั้งพบว่า มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับ .05 ($F = 55.64, p = .00$) และหากพิจารณารายด้าน พบว่า คะแนนเฉลี่ยด้านการระบุปัญหา ด้านการสร้างแนวคิดที่หลากหลาย และการวางแผนการแก้ปัญหามีแนวโน้มสูงขึ้นตามลำดับแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

สรุปผลการวิจัย

1. นักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้ตามแนวทางสะเต็มศึกษา มีความสามารถในการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับ .05

2. นักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้ตามแนวทางสะเต็มศึกษา มีความสามารถในการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์อยู่ในระดับผ่านเกณฑ์ร้อยละ 60

ของคะแนนเต็ม อย่างมีนัยสำคัญที่ระดับ .05

3. นักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้ตามแนวทางสะเต็มศึกษา มีพัฒนาการในการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับ .05

การอภิปรายผลการวิจัย

1. นักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้ตามแนวทางสะเต็มศึกษา มีความสามารถในการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับ .05 ทั้งนี้ อาจเป็นผลมาจากการจัดการเรียนรู้ตามแนวทางสะเต็มศึกษา มุ่งให้ผู้เรียนเกิดการเรียนรู้ด้วยตนเองจากการปฏิบัติผ่านกระบวนการออกแบบทางวิศวกรรม นำความรู้ด้านวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี และคณิตศาสตร์ที่เกี่ยวข้องมาประยุกต์ใช้ในการวางแผนและออกแบบแก้โจทย์ปัญหาตามกิจกรรมที่กำหนดให้ได้ผลลัพธ์ตามเป้าหมาย ดังที่ Dewey (1915 อ้างถึงใน วชิณีส อิศรเสนา ณ อยุธยา, 2560) ได้กล่าวไว้ว่า การจัดการเรียนรู้ตามแนวทางสะเต็มศึกษาจะทำให้ผู้เรียนเกิดการเรียนรู้ได้ดีผ่านการลงมือ มีส่วนช่วยให้ผู้เรียนได้ฝึกฝนความสามารถในการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ ผ่านการจัดการเรียนรู้ สอดคล้องกับจุฑารัตน์ เกาะหวาย,

เกริก คักดีสุภาพ และสุนีย์ เหมาะประสิทธิ์ (2564) ที่พบว่า การจัดการเรียนรู้สะเต็มศึกษาพัฒนาความสามารถในการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ของผู้เรียนได้อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (ณัฐชา พัฒนา, นวลจิตต์ เขาวงกตพิงค์ และทวีศักดิ์ จินดานุรักษ์, 2562; อับดุลยามี นะยิชาเดร์, 2562; อาภรณ์ เพลินพนา, 2561)

2. นักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้ตามแนวทางสะเต็มศึกษา มีความสามารถในการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์อยู่ในระดับผ่านเกณฑ์ร้อยละ 60 ของคะแนนเต็ม อย่างมีนัยสำคัญที่ระดับ .05 ทั้งนี้อาจเป็นเพราะการจัดการเรียนรู้ได้ออกแบบกิจกรรมให้ผู้เรียนฝึกแก้ปัญหาจากสถานการณ์ที่กำหนด โดยประยุกต์ใช้ความรู้ด้านกระบวนการออกแบบทางวิศวกรรม วิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี และคณิตศาสตร์ ร่วมกับการใช้ความคิดสร้างสรรค์เพื่อออกแบบและวางแผนการแก้ปัญหาที่เหมาะสมกับสถานการณ์ที่กำหนด ทำให้ผู้เรียนเกิดการเรียนรู้และพัฒนาทักษะการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ สอดคล้องกับสุทธิดา จำรัส (2560) ได้กล่าวไว้ว่า การให้ผู้เรียนเข้าใจและประยุกต์ใช้แนวคิดกระบวนการวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี วิศวกรรมศาสตร์ และคณิตศาสตร์ ร่วมกันเพื่อสืบเสาะ อธิบาย แก้ปัญหา และสร้างสรรค์สิ่งต่าง ๆ เป็นจุดมุ่งหมายสำคัญของการจัดการเรียนรู้ตามแนวทางสะเต็มศึกษา ทำให้ผู้เรียนเกิดการเรียนรู้และค้นหาวิธีการต่าง ๆ ในการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ สอดคล้องกับมัทซึริ ตุนซัยภูมิ (2560) ที่ศึกษาพบว่า ผู้เรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้ตามแนวทางสะเต็มศึกษามีคะแนนความสามารถในการแก้ปัญหาและความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ผ่านตามเกณฑ์ที่กำหนด (ชฎาลักษณ์ จิตราช, 2563; รพีพล อินสุพรรณ และประสาธ เนืองเฉลิม, 2562)

3. นักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้ตามแนวทางสะเต็มศึกษา มีพัฒนาการในการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับ .05 ทั้งนี้อาจเป็นเพราะว่าขั้นตอนการออกแบบทางวิศวกรรมบางส่วนมีความสอดคล้องกับการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ โดยเริ่มจากผู้เรียนระบุปัญหาจากสถานการณ์ที่กำหนด สร้างแนวทางและวางแผนการแก้ปัญหาอย่างมีเหตุผล

ทำให้นักเรียนได้ฝึกการใช้ความคิดเพื่อแก้ปัญหาอย่างต่อเนื่อง เป็นผลให้นักเรียนมีพัฒนาการที่ดีขึ้นตามลำดับ ซึ่งกระบวนการระบุปัญหาจะช่วยสร้างความท้าทายให้ผู้เรียนได้ค้นหาสาเหตุของปัญหา กระตุ้นให้ผู้เรียนฝึกคิดสร้างแนวทางการแก้ปัญหา (Kanematsu and Barry, 2016; Starkey et al., 2016 อ้างถึงใน ณัฐวุฒิ อรุณรัตน์ และปราวีณยา สุวรรณณัฐโชติ, 2562) อีกทั้งการเข้าใจปัญหาจะช่วยกำหนดขอบเขตการวางแผนสืบค้นข้อมูลและออกแบบแนวทางแก้ปัญหาได้ตรงประเด็น (ณัฐวุฒิ อรุณรัตน์ และปราวีณยา สุวรรณณัฐโชติ, 2562; Bicer, Lee, Capraro, and Capraro, 2019) สอดคล้องกับชาติชาย โคกเขา (2562) ที่ศึกษาพบว่า การจัดการเรียนรู้ตามแนวทางสะเต็มศึกษาโดยเน้นกระบวนการทำงานออกแบบทางวิศวกรรมช่วยพัฒนาความสามารถในการแก้ปัญหาและการสร้างสรรค์ผลงานได้ดีขึ้น (ปาริชาติ ประเสริฐสังข์, 2562) ทำนองเดียวกับกวินาฏ พลอยกระจ่าง, ศศิเทพ บิดิพรเทพิน และบุญเสถียร บุญสูง (2563) ที่ศึกษาพบว่า การจัดการเรียนรู้ตามแนวทางสะเต็มศึกษาช่วยพัฒนาความสามารถในการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ของผู้เรียนได้ คล้ายกับจักรกฤต ภูวงศ์ประเวศ และพรเทพ จันทราอุกฤษฏ์ (2563) ที่พบว่า การใช้กระบวนการออกแบบทางวิศวกรรมช่วยพัฒนาความสามารถในการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ของผู้เรียนได้อย่างมีประสิทธิภาพ

ข้อเสนอแนะ

ข้อเสนอแนะเพื่อนำผลการวิจัยไปใช้

1. การจัดการเรียนรู้ตามแนวทางสะเต็มศึกษา อาจใช้เวลาจัดกิจกรรมค่อนข้างมาก ผู้สอนสามารถปรับเวลา และลักษณะงานที่มอบหมายในแต่ละขั้นตอนการจัดกิจกรรมให้มีความเหมาะสม และสอดคล้องกับเวลาเรียน
2. การจัดกิจกรรมตามแนวทางสะเต็มศึกษา ผู้สอนควรให้แรงเสริมทางบวก เช่น กล่าวคำชมเชยให้กำลังใจผู้เรียนขณะปฏิบัติกิจกรรมเพื่อสร้างบรรยากาศการเรียนรู้ที่ดี รวมทั้งกระตุ้นให้ผู้เรียนตื่นตัว กล้าคิด กล้าตัดสินใจ และมีกำลังใจปฏิบัติกิจกรรมอย่างเต็มที่

3. การจัดกิจกรรมตามแนวทางสะเต็มศึกษา ควรแจ้งให้ผู้เรียนทราบถึงผลลัพธ์ที่คาดหวังจากแต่ละขั้นตอน เพื่อให้ผู้เรียนเข้าใจวัตถุประสงค์ของกิจกรรม และลงมือปฏิบัติได้เต็มที่ เช่น ขั้นตอนการวางแผนแก้ปัญหา อาจแบ่งเป็นหลายกิจกรรม เพื่อให้ผู้เรียนได้ฝึกเพิ่ม รายละเอียดและการวิเคราะห์จุดที่ควรพัฒนาหรือปรับปรุง ในแต่ละกิจกรรมจนได้แผนการแก้ปัญหาที่สมบูรณ์ ซึ่งช่วยส่งเสริมความสามารถในการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์

เอกสารอ้างอิง

- กวีนิภา พลอยกระจ่าง, ศศิเทพ ปิติพรเทพิน และบุญเสถียร บุญสูง. (2563). การพัฒนาทักษะการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 เรื่อง เซลล์และการทำงานของเซลล์ โดยการจัดการเรียนรู้ตามแนวสะเต็มศึกษา. ใน *การประชุมทางวิชาการของมหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ ครั้งที่ 58 สาขาศึกษาศาสตร์, สาขาเศรษฐศาสตร์และบริหารธุรกิจ, สาขามนุษยศาสตร์และสังคมศาสตร์* (น. 20-26). กรุงเทพฯ: สำนักงานการวิจัยแห่งชาติ.
- จักรกฤต ภูวงศ์ประเวศ และพรเทพ จันทราอุกฤษฏ์. (2563). ผลของการจัดการเรียนการสอนโครงงานวิทยาศาสตร์ โดยใช้กระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรมที่มีต่อความสามารถในการแก้ปัญหาเชิงสร้างสรรค์ของนักเรียนระดับมัธยมศึกษาตอนต้นสังกัดคณะกรรมการการอุดมศึกษา. *วารสารอิเล็กทรอนิกส์ทางการศึกษา*, 15(2), 1-11. สืบค้นจาก <https://so01.tci-thaijo.org/index.php/OJED/article/view/243574/166202>
- จุฑารัตน์ เกาะหวาย, เกริก คักดีสุภาพ และสุนีย์ เหมาะประสิทธิ์. (2564). การพัฒนาหน่วยการเรียนรู้บูรณาการแบบ STEM เรื่อง เสียง สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5. *วารสารชุมชนวิจัย*, 15(3), 254-265.
- ชฎาลักษณ์ จิตราช. (2563). *การพัฒนาความสามารถในการแก้ปัญหาและความคิดสร้างสรรค์โดยใช้การจัดการเรียนรู้ตามแนวทางสะเต็มศึกษาแบบ 6E Learning ร่วมกับการใช้สื่อสังคมออนไลน์ ในรายวิชาชีววิทยาของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4*. ใน *การประชุมวิชาการเสนอผลงานวิจัยระดับบัณฑิตศึกษาแห่งชาติ ครั้งที่ 21*. ขอนแก่น: มหาวิทยาลัยขอนแก่น.
- ชาติชาย โคกเขา. (2562). การจัดการเรียนรู้ตามแนวทางสะเต็มศึกษา เรื่อง การลำเลียงน้ำและแร่ธาตุของพืช เพื่อพัฒนากระบวนการจัดการเรียนรู้และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5. *วารสารศึกษาศาสตร์มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ วิทยาเขตปัตตานี*, 30(2), 57-71.
- ณัฐชา พัฒนา, นวลจิตต์ ชาวกิรติพงศ์ และทวีศักดิ์ จินดานุรักษ์. (2562). ผลการจัดการเรียนรู้ตามรูปแบบสะเต็มศึกษาที่มีต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาเคมี เรื่อง เคมีอินทรีย์ และความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 โรงเรียนปากช่อง จังหวัดนครราชสีมา. *วารสารศึกษาศาสตร์ มสธ.*, 12(2), 118-132.
- ณัฐภูมิ อรุณรัตน์ และปราวินยา สุวรรณณัฐโชติ. (2562). การทบทวนวรรณกรรมอย่างเป็นระบบเกี่ยวกับรูปแบบกิจกรรมการสอนด้วยกระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรมที่มีผลต่อความสามารถในการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์สำหรับนักเรียนมัธยมศึกษาตอนปลาย. *ครุศาสตร์อุตสาหกรรม*, 18(1), 22-31.
- ประสาธน์ เนืองเฉลิม. (2561). สะเต็มศึกษากับสไตล์การเรียนรู้ตามแนวคิด Kolb. *การวิจัยเพื่อพัฒนาชุมชน (มนุษยศาสตร์และสังคมศาสตร์)*, 11(2), 11-17.

ข้อเสนอแนะในการวิจัยครั้งต่อไป

ควรศึกษาตัวแปรอื่น ๆ เช่น ทักษะการทำงาน เป็นกลุ่ม ทักษะการสื่อสาร การคิดเชิงนวัตกรรม เป็นต้น ร่วมกับการจัดการเรียนรู้ตามแนวทางสะเต็มศึกษา เพื่อให้ได้ผลการวิจัยที่รอบด้านมากขึ้น และเป็นแนวทางการพัฒนานักเรียนการเรียนรู้เพื่อส่งเสริมความสามารถในการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ของผู้เรียน

- ปาริชาติ ประเสริฐสังข์. (2562). การออกแบบกิจกรรมสะเต็มศึกษาเพื่อส่งเสริมกระบวนการคิดแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ของนักเรียนระดับมัธยมศึกษาตอนต้น. *วารสารวิชาการแพรวกาภาพินธุ์ มหาวิทยาลัยกาฬสินธุ์*, 6(3), 383 – 395.
- มัทธูรี ดุนชัยภูมิ. (2560). การพัฒนาความสามารถในการแก้ปัญหาและความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ด้วยการจัดการเรียนรู้แบบ STEM Education. ใน *การประชุมวิชาการระดับชาติและนานาชาติ หลักสูตรและการสอนสัมพันธ์แห่งประเทศไทย ครั้งที่ 3*. ขอนแก่น: คลังนานาชาติ.
- รพีพล อินสุพรรณ และประสาธต์ เนื่องเฉลิม. (2563). การพัฒนาความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 โดยการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ตามแนวทางสะเต็มศึกษา. *มหาวิทยาลัยราชภัฏยะลา*, 15(2), 162-170.
- โรงเรียนบางปะกอกวิทยาคม. (2563). *รายงานประจำปีและรายงานการประเมินตนเองโรงเรียนบางปะกอกวิทยาคม ปีการศึกษา 2562*. กรุงเทพฯ: โรงเรียนบางปะกอกวิทยาคม.
- โรงเรียนรัตนโกสินทร์สมโภชบางขุนเทียน. (2563). *รายงานประจำปีและรายงานการประเมินตนเองโรงเรียนรัตนโกสินทร์สมโภชบางขุนเทียน ปีการศึกษา 2562*. กรุงเทพฯ: โรงเรียนรัตนโกสินทร์สมโภชบางขุนเทียน.
- วศิณีย์ อิศรเสนา ณ อยุธยา. (2560). *เรื่องน่ารู้เกี่ยวกับ STEM Education (สะเต็มศึกษา)*. (พิมพ์ครั้งที่ 2). กรุงเทพฯ: สำนักพิมพ์แห่งจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- วัชรรา เล่าเรียนดี, ปริญญ์ กิจรุ่งเรือง และอรพิน ศิริสัมพันธ์. (2560). *กลยุทธ์การจัดการเรียนรู้เชิงรุก เพื่อพัฒนาการคิดและยกระดับคุณภาพการศึกษาสำหรับศตวรรษที่ 21*. (พิมพ์ครั้งที่ 12). นครปฐม: เพชรเกษมพรินต์ติ้งกรุ๊ป.
- สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี. (2563). *ผลการประเมิน PISA 2018: นักเรียนไทยวัย 15 ปี รู้และทำอะไรได้บ้าง*. สืบค้นจาก <https://pisathailand.ipst.ac.th/issue-2019-48/>
- สมศักดิ์ ดลประสิทธิ์. (2564). แนวทางการจัดการศึกษาเพื่อพัฒนากำลังคนในศตวรรษที่ 21. *ครูสภาวิทยากร*, 2(1), 1-15.
- สุจิตา การ์มี. (2560). การใช้กระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรมเพื่อเสริมสร้างความคิดสร้างสรรค์และทักษะการแก้ปัญหา. *นิตยสาร สสวท.*, 46(209), 23-27.
- สุทธิดา จำรัส. (2560). นิยามของสะเต็มและลักษณะสำคัญของกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวสะเต็มศึกษา. *วารสารศึกษาศาสตร์ มสธ.*, 10(2), 13-34.
- อัจฉริย์ สังข์รักษ์, สิงหา ประสิทธิ์พงศ์ และสิทธิชัย วิชัยดิษฐ์. (2560). การจัดการเรียนรู้ตามแนวทางสะเต็มศึกษา เรื่อง การสังเคราะห์ด้วยแสงของพืชเพื่อพัฒนากระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรมของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5. *วารสารศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ วิทยาเขตปัตตานี*, 28(3), 60-71.
- อับดุลยามี นะยิชาเดร์. (2562). ผลของการจัดการเรียนรู้ตามแนวทางสะเต็มศึกษาที่มีต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนชีววิทยา ความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ และความพึงพอใจต่อการจัดการเรียนรู้ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5. *วารสารศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ วิทยาเขตปัตตานี*, 30(1), 170-180.
- อาภรณ์ เพลินพนา. (2561). *การพัฒนาชุดกิจกรรมตามแนวสะเต็ม ในวิชาวิทยาศาสตร์ เรื่อง เครื่องกลอย่างง่าย เพื่อส่งเสริมความสามารถในการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ และความสุขในการเรียนของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ในห้องเรียนพิเศษ*. (วิทยานิพนธ์การศึกษาคณะศึกษาศาสตร์, สาขาวิชาวิทยาการทางการศึกษา และการจัดการเรียนรู้ มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ).

- Bicer, A., Lee Y., Capraro, R. M., & Capraro, M. M. (2019). Examining the effects of STEM PBL on students' divergent thinking attitudes related to creative problem solving. In *Proceedings of the IEEE Frontiers in Education Conference*. Retrieved from <https://ieeexplore.ieee.org/document/9028431>
- Burry-Stock, J. A., Shaw, D. G., Laurie, C. and Chissom, B. S. (1996). Rater agreement indexes for performance assessment. *Educational and Psychological Measurement*, 56(2), 251–262. Retrieved from <https://journals.sagepub.com/doi/abs/10.1177/0013164496056002006>
- Partnership for 21st Century Learning. (2019). *Framework for 21st century learning definition*. Retrieved from http://static.battelleforkids.org/documents/p21/P21_Framework_DefinitionsBFK.pdf

