



ผลของการใช้แนวคิดสะเต็มศึกษาในวิชาชีววิทยาที่มีต่อความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์
และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4

Effects of Using the STEAM Education Approach in Biology on Scientific
Creativity and Learning Achievement of Tenth Grade Students

สมรัก อินทวิมลศรี¹, สกลรัตน์ แก้วดี², และ สิทธิพร ภัทรดิตรัตน์³

Somrak Intavimolsri¹, Sakolrat Kaewdee², and Sittiporn Pattaradilokrat³

บทคัดย่อ

การวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อ (1) ศึกษาระดับความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์หลังการจัดการเรียนการสอนชีววิทยาตามแนวคิดสะเต็มศึกษา (2) เปรียบเทียบความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ระหว่างก่อนและหลังเรียน (3) ศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนชีววิทยาหลังเรียน กลุ่มเป้าหมายเป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ปีการศึกษา 2559 โรงเรียนมัธยมศึกษาขนาดใหญ่พิเศษในกรุงเทพมหานคร การวิจัยเชิงทดลองเบื้องต้นครั้งนี้มีรูปแบบ การวิจัยแบบกลุ่มเดียวทดสอบก่อนและหลังเรียน มีการเก็บข้อมูลความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ก่อนและหลังเรียน และเก็บข้อมูลผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนชีววิทยาหลังเรียน เครื่องมือที่ใช้ในการรวบรวมข้อมูล ได้แก่ (1) แบบวัดความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ (2) แบบประเมินความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์เชิงปฏิบัติการ และ (3) แบบทดสอบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนชีววิทยา วิเคราะห์ข้อมูลด้วยค่าเฉลี่ยเลขคณิต ค่าเฉลี่ยร้อยละ ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน และสถิติทดสอบทีแบบไม่อิสระ ผลการวิจัยสรุปได้ดังนี้ นักเรียนที่เรียนชีววิทยาตามแนวคิดสะเต็มศึกษา มีความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์หลังเรียนในระดับดีขึ้น มีความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ก่อนและหลังเรียนไม่แตกต่างกัน และมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนชีววิทยาหลังเรียนในระดับปานกลาง

คำสำคัญ: แนวคิดสะเต็มศึกษา / ความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ / ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

Article Info: Received 12 September, 2018; Received in revised form 10 October, 2018; Accepted 8 March, 2019

¹ นิสิตมหบัณฑิตสาขาวิชาการศึกษาศาสตร์ ภาควิชาหลักสูตรและการสอน คณะครุศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
อีเมล: predawan_04@hotmail.com

Graduate student in Science Education Division, Department of Curriculum and Instruction, Faculty of Education,
Chulalongkorn University Email: predawan_04@hotmail.com

² อาจารย์ประจำสาขาวิชาการศึกษาศาสตร์ ภาควิชาหลักสูตรและการสอน คณะครุศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
อีเมล: Sakolrat.K@chula.ac.th

Lecturer in Science Education Division, Department of Curriculum and Instruction, Faculty of Education,
Chulalongkorn University Email: Sakolrat.K@chula.ac.th

³ อาจารย์ประจำสาขาวิชาชีววิทยา ภาควิชาชีววิทยา คณะวิทยาศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย อีเมล: Sittiporn.P@chula.ac.th

Lecturer in Biology Division, Department of Biology, Faculty of Science, Chulalongkorn University Email: Sittiporn.P@chula.ac.th

Abstract

The purposes of this research were to: (1) investigate the level of students' scientific creativity after learning biology through the STEAM Education approach, (2) compare students' scientific creativity before and after learning biology through the STEAM Education approach, and (3) determine the level of students' learning achievements in biology after learning through the STEAM Education approach. The target group was tenth grade students in the academic year 2016 from a special large secondary school in Bangkok. The design of this pre-experimental research was a one group pretest-posttest design. The students' scientific creativity was evaluated before and after instruction, while students' achievement in biology was only evaluated after instruction. The research instruments were: (1) the scientific creativity test (2) product design and product evaluation forms for scientific creativity performance assessment, and (3) an achievement test in biology. The collected data were analyzed by mean, percentage mean, standard deviation, and *t*-test. The research findings were summarized as follows: (1) the scientific creativity of these students was rated at the good level and above, (2) there was no significant difference in the students' scientific creativity between before and after the instruction, and (3) students' achievement in biology was rated at the medium level.

KEYWORDS: STEAM EDUCATION APPROACH / SCIENTIFIC CREATIVITY / LEARNING ACHIEVEMENT

บทนำ

ความคิดสร้างสรรค์เป็นทักษะทางการคิดอย่างหนึ่งที่จะนำไปสู่การสร้างนวัตกรรมในอนาคตได้ ด้วยเหตุนี้ความคิดสร้างสรรค์จึงมีความสำคัญและถูกจัดอยู่ในทักษะการเรียนรู้และนวัตกรรม (Learning and Innovation Skills) ของทักษะในศตวรรษที่ 21 (Partnership for 21st Century Skills, 2015) และเป็นทักษะที่คนไทยควรพัฒนา โดย ไพฑูรย์ สีนลรัตน์ (2558) ได้ระบุว่า ทักษะการคิดสร้างสรรค์และการจินตนาการ (Creativity and Imagination) จะนำไปสู่ทักษะการผลิตและคิดนวัตกรรม (Productivity and Innovation) ได้ก็ต่อเมื่อบุคคลได้นำความคิดสร้างสรรค์ไปสร้างให้เป็นรูปธรรมด้วยการพัฒนาผลผลิตหรือสร้างนวัตกรรมนั่นเอง ดังนั้นความคิดสร้างสรรค์จึงมีความสัมพันธ์กับการสร้างนวัตกรรมที่สามารถนำไปพัฒนาประเทศในอนาคต ด้วยเหตุนี้ผู้เรียนซึ่งจะกลายมาเป็นพลเมืองของประเทศ

ในอนาคตจำเป็นต้องได้รับการปลูกฝังและได้รับการพัฒนาความคิดสร้างสรรค์ด้วยกระบวนการสอนที่เหมาะสม

สะเต็มศึกษา (STEAM Education) เป็นแนวคิดของการจัดการเรียนการสอนแบบบูรณาการแนวคิดหนึ่งที่ได้รับการสนับสนุนจากประเทศสหรัฐอเมริกาเพื่อสร้างนักวิทยาศาสตร์ที่มีความคิดสร้างสรรค์และพัฒนานวัตกรรมเพื่อแก้ปัญหาในระดับโลกได้ในอนาคต (Madden, 2013) แนวคิดนี้สามารถพัฒนาความคิดสร้างสรรค์ ความคงทนในการเรียนรู้ ความสามารถในการแก้ปัญหา และการคิดวิเคราะห์ของนักเรียนได้ (Land, 2013) ประกอบไปด้วยการบูรณาการของ 5 สาขาวิชา ได้แก่ วิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี วิศวกรรม ศิลปะ และคณิตศาสตร์ ซึ่งมีรากฐานมาจากสะเต็มศึกษา (STEM Education) และมีลักษณะสำคัญ 3 ประการดังนี้ (1) มีสถานการณ์นำไปสู่การแก้ปัญหา (2) มีการออกแบบเชิงสร้างสรรค์เพื่อค้นหาแนวทางแก้ปัญหา และ (3) มีความดึงดูดเพื่อให้เกิดความกระตือรือร้นในการแก้ปัญหา กิจกรรมการเรียนการสอนของสะเต็มศึกษา ทำให้นักเรียนสามารถเชื่อมโยงความรู้ทางวิทยาศาสตร์ให้เข้ากับสถานการณ์ได้และสามารถจดจำความรู้ได้ยาวนานผ่านการสืบสอบและการนำความรู้มาสร้างสรรค์ชิ้นงาน (Yakman, 2008) และสอดคล้องกับ Riley (2014) ที่อธิบายว่าสะเต็มศึกษาเป็นแนวคิดทางการศึกษาที่นำทางผู้เรียนไปสู่การสืบสอบ การอภิปราย การคิดวิเคราะห์ และมีการวางแผนแบบร่วมมือกับสมาชิกภายในกลุ่ม

แนวทางการจัดกิจกรรมการเรียนการสอนตามแนวคิดสะเต็มศึกษานั้นกระบวนการคิดสร้างสรรค์ (Riley, 2016) มี 6 ขั้นตอน ได้แก่ (1) **ขั้นระบุสถานการณ์** (Focus) เสนอสถานการณ์หรือคำถามที่ต้องการหาวิธีการแก้ไขปัญหา (2) **ขั้นวิเคราะห์สถานการณ์** (Detail) นำคำถามหรือปัญหามาวิเคราะห์หารายละเอียด หรือหาองค์ประกอบว่าเพราะเหตุใดถึงเกิดปัญหาหรือคำถามนั้น (3) **ขั้นศึกษาค้นคว้า** (Discovery) ศึกษาค้นคว้าหาข้อมูลที่เกี่ยวข้องและจำเป็นต่อการคิดหาคำตอบหรือการแก้ไขปัญหาด้วยวิธีการต่างๆ (4) **ขั้นประยุกต์** (Application) สร้างและอธิบายวิธีการแก้ปัญหา เพื่อแสดงทักษะและความรู้ที่ได้จากการศึกษาค้นคว้าผ่านทางการสร้างสรรค์ผลงาน (5) **ขั้นนำเสนอ** (Presentation) เผยแพร่ นำเสนอและแลกเปลี่ยนผลงานหรือมุมมองของการแก้ปัญหากับผู้อื่น และมีโอกาสได้ให้คำแนะนำหรือข้อเสนอแนะผลงานที่ผู้อื่นนำเสนอ (6) **ขั้นประเมินและปรับปรุง** (Link) สะท้อนข้อเสนอแนะ

ที่ได้จากชั้นนำเสนอ โดยการนำข้อเสนอแนะไปปรับปรุงผลงานหรือวิธีแก้ปัญหาของตนเอง เพื่อผลิตผลงานหรือทางแก้ปัญหาที่ดีขึ้น

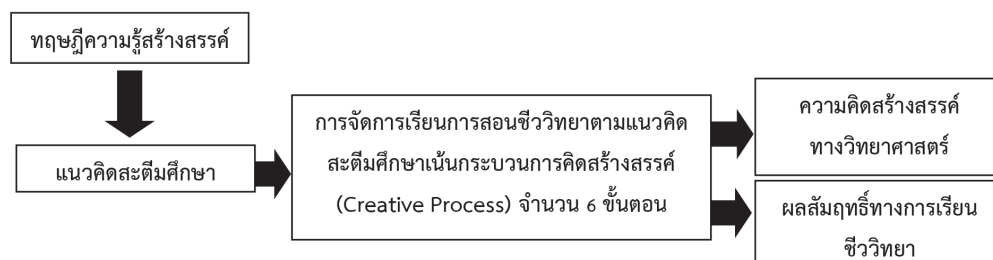
แนวคิดสะเต็มศึกษามีฐานคิดมาจากทฤษฎีความรู้สร้างสรรค์ (Constructionism) ที่อธิบายว่า หากผู้เรียนได้สร้างความรู้และนำความรู้ไปสร้างสรรค์ชิ้นงานโดยอาศัยสื่อและเทคโนโลยีที่เหมาะสมจะช่วยให้ความคิดนั้นเห็นเป็นรูปธรรมที่ชัดเจน ซึ่งความรู้ที่นักเรียนสร้างขึ้นจะมีความหมายอยู่คงทนและไม่ลืมง่าย (ทิตินา แคมมณี, พิมพ์พันธ์์ เดชะคุปต์, และ ชนาธิป พรกุล, 2545; สำนักงานราชบัณฑิตยสภา, 2558) สำหรับการสอนในรายวิชา สาขาวิทยาศาสตร์ นอกจากความคิดสร้างสรรค์ที่ควรพัฒนาแล้ว ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน วิทยาศาสตร์ก็ยังคงเป็นสิ่งที่ควรพัฒนาในนักเรียนเช่นกัน เนื่องจากการมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนในรายวิชาวิทยาศาสตร์ที่ดีเป็นสิ่งยืนยันได้ว่านักเรียนเกิดการเรียนรู้ที่มีความหมายจากการเรียนการสอนและสามารถนำความรู้ที่มีไปต่อยอดเพื่อใช้ประโยชน์ในอนาคตได้ (พิมพ์พันธ์์ เดชะคุปต์ และ พเยาว์ ยินดีสุข, 2548)

ผู้วิจัยกำหนดกรอบแนวคิดการวิจัยของการนำแนวคิดสะเต็มศึกษามาที่มีฐานคิดมาจากทฤษฎีความรู้สร้างสรรค์มาใช้ในการจัดการเรียนการสอน เพื่อพัฒนาความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนที่มีความสนใจศึกษาด้านวิทยาศาสตร์ มีความมุ่งมั่นที่จะเป็นนักวิทยาศาสตร์ หรือประกอบอาชีพที่เกี่ยวกับวิทยาศาสตร์ ให้ได้รับการพัฒนาความรู้ความสามารถดังกล่าวควบคู่กันเพื่อเป็นกำลังสำคัญของประเทศไทยทางด้านวิทยาศาสตร์ในอนาคต

วัตถุประสงค์

1. เพื่อศึกษาระดับความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ภายหลังการจัดการเรียนการสอนชีววิทยาตามแนวคิดสะเต็มศึกษา
2. เพื่อเปรียบเทียบความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ระหว่างก่อนเรียนและหลังเรียนของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ที่ได้รับการจัดการเรียนการสอนชีววิทยาตามแนวคิดสะเต็มศึกษา
3. เพื่อศึกษาระดับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ภายหลังการจัดการเรียนการสอนชีววิทยาตามแนวคิดสะเต็มศึกษา

กรอบแนวคิดในการวิจัย



ภาพ 1 กรอบแนวคิดในการวิจัย

วิธีการวิจัย

การวิจัยครั้งนี้เป็นการวิจัยเชิงทดลองเบื้องต้น รูปแบบการวิจัยแบบกลุ่มเดียว ทดสอบก่อนเรียนและหลังเรียน กลุ่มเป้าหมาย คือ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ที่อยู่ในแผนการเรียนวิทยาศาสตร์-คณิตศาสตร์กำลังศึกษาในภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2559 ของโรงเรียนขนาดใหญ่พิเศษ สังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษามัธยมศึกษา เขต 2 กรุงเทพมหานคร การเลือกโรงเรียนและกลุ่มเป้าหมายเป็นการเลือกแบบเฉพาะเจาะจง นักเรียนกลุ่มเป้าหมายเป็นนักเรียนโครงการห้องเรียนพิเศษวิทยาศาสตร์และโครงการพัฒนาและส่งเสริมผู้มีความสามารถพิเศษทางวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (พสวท.) จำนวน 1 ห้องเรียน ประกอบด้วยนักเรียน 19 คน เป็นนักเรียนชายจำนวน 13 คน และนักเรียนหญิงจำนวน 6 คน เนื่องจากนักเรียนกลุ่มนี้มีความมุ่งมั่นที่จะประกอบอาชีพด้านวิทยาศาสตร์ มีความรับผิดชอบต่อการเรียน มีความใฝ่รู้ และสามารถสืบค้นข้อมูลด้วยตนเอง ลักษณะดังกล่าวเหมาะสมกับการเรียนการสอนตามแนวคิดสะเต็มศึกษาที่เน้นการเชื่อมโยงความรู้สู่การสร้างผลงานที่เกี่ยวกับอาชีพด้านวิทยาศาสตร์

เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยมี 2 ประเภท ได้แก่ (1) เครื่องมือที่ใช้ในการจัดการเรียนรู้ และ (2) เครื่องมือที่ใช้ในการเก็บรวบรวมข้อมูล

1) เครื่องมือที่ใช้ในการจัดการเรียนรู้

แผนการจัดการเรียนรู้ชีววิทยาโดยใช้แนวคิดสะเต็มศึกษา ประกอบด้วยแผนการเรียนรู้รายหน่วย จำนวน 4 แผน ครอบคลุมเนื้อหา เรื่อง ระบบย่อยอาหาร การสลาย

สารอาหารระดับเซลล์ การสืบพันธุ์ และการเจริญเติบโตของสัตว์ มีขั้นตอนการสร้างและการตรวจสอบคุณภาพ ได้แก่ (1) ศึกษาแนวทางการจัดกิจกรรมการเรียนการสอนตามแนวคิด สะเต็มศึกษา (2) วิเคราะห์หลักสูตรของโรงเรียนรายวิชาชีววิทยาเพิ่มเติม ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 เพื่อกำหนดวัตถุประสงค์และเนื้อหาสาระ (3) เขียนแผนการจัดการเรียนรู้รายหน่วยแล้วเสนอต่ออาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์เพื่อตรวจสอบความถูกต้องของเนื้อหาสาระ ความสอดคล้องระหว่างจุดประสงค์ เนื้อหาสาระ กิจกรรม และการประเมินผล รวมทั้งความเหมาะสมของการใช้ภาษา (4) นำแผนการจัดการเรียนรู้ที่แก้ไขจากคำแนะนำของอาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์แล้วเสนอต่อผู้ทรงคุณวุฒิ 3 ท่าน ที่มีความเชี่ยวชาญด้านครุศาสตร์หรือศึกษาศาสตร์ และด้านการสอนในสถานศึกษาเพื่อตรวจสอบคุณภาพของแผนการจัดการเรียนรู้ ข้อเสนอแนะของผู้ทรงคุณวุฒิ สรุปได้ดังนี้ ระบุประเด็นที่ให้นักเรียนศึกษาค้นคว้าให้ชัดเจน ปรับปรุงคำถามและกิจกรรมในขั้นตอนการสอนให้ชัดเจน และปรับปรุงการประเมินผลให้สอดคล้องกับจุดประสงค์การเรียนรู้ (5) ปรับปรุงแก้ไขตามคำแนะนำดังกล่าวแล้วนำแผนการจัดการเรียนรู้ไปทดลองใช้กับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ที่ศึกษาในภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2559 โรงเรียนเดียวกับกลุ่มเป้าหมาย พบข้อสังเกตในการทดลองใช้ ดังนี้ ควรปรับลำดับการแจกแบบบันทึกกิจกรรมให้เหมาะสม และควรปรับลดเวลาการนำเสนอผลงานของแต่ละกลุ่ม (6) นำข้อสังเกตมาปรับปรุงแผนการจัดการเรียนรู้แล้วนำไปใช้จริงกับกลุ่มเป้าหมาย

2) เครื่องมือที่ใช้ในการเก็บรวบรวมข้อมูล

การวัดและประเมินความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ ประกอบด้วยเครื่องมือ 2 ชุด ได้แก่ (1) แบบวัดความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ (2) แบบประเมินความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์เชิงปฏิบัติการ และการวัดและประเมินผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนชีววิทยาใช้เครื่องมือ 1 ชุด คือ แบบทดสอบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนชีววิทยา

1. แบบวัดความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ เป็นแบบวัดแบบอัตนัย วัดตามองค์ประกอบของความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ ได้แก่ ความคิดคล่อง ความคิดยืดหยุ่น และความคิดริเริ่ม (Hu & Adey, 2002) มีข้อคำถามทั้งหมด 6 ข้อ คะแนนรวม 64 คะแนน ใช้เก็บข้อมูลความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนก่อนเรียนและหลังเรียน ซึ่งเป็นแบบวัดคู่ขนาน มีขั้นตอนการพัฒนาดังนี้

(1) ศึกษาบทความวิชาการและบทความวิจัยเกี่ยวกับแนวทางการวัดและประเมินความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ เพื่อวิเคราะห์องค์ประกอบและตัวชี้วัดพฤติกรรม

(2) สร้างแบบวัดฉบับก่อนเรียนตามองค์ประกอบและตัวชี้วัดพฤติกรรมและสร้างเกณฑ์การให้คะแนนตามแนวทางของ Aktamis, Permez, Can, and Ergin (2005) และ Torrance (1992)

(3) กำหนดระดับความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ แบ่งตามช่วงคะแนนร้อยละจากพิสัย โดยนำคะแนนค่าสูงสุดลบกับคะแนนค่าต่ำสุดและนำคะแนนที่ได้ไปหารกับจำนวนระดับความสามารถ ได้ช่วงคะแนนร้อยละ ได้แก่ ร้อยละ 76-100 คือ ระดับดีมาก ร้อยละ 51-75 คือ ระดับดี ร้อยละ 26-50 คือ ระดับพอใช้ และร้อยละ 0-25 คือ ระดับควรปรับปรุง

(4) นำแบบวัดฉบับก่อนเรียนและเกณฑ์การให้คะแนนเสนออาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์เพื่อพิจารณาความถูกต้องเหมาะสมและแก้ไขตามคำแนะนำ

(5) นำแบบวัดและเกณฑ์การให้คะแนนเสนอผู้ทรงคุณวุฒิ 3 ท่านที่มีความเชี่ยวชาญด้านการศึกษาวิทยาศาสตร์ การวัดประเมินผล และการสอนชีววิทยา เพื่อตรวจสอบความถูกต้องความสอดคล้องของข้อคำถาม พฤติกรรมที่ต้องการวัด

(6) แก้ไขแบบวัดและเสนออาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์

(7) สร้างแบบวัดฉบับหลังเรียนเสนออาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์และผู้เชี่ยวชาญ 3 ท่านข้างต้น และปรับเพิ่มเวลาในการทำแบบวัดและปรับปรุงการเขียนข้อคำถามให้สื่อความหมายชัดเจน ตามข้อเสนอแนะ

(8) นำแบบวัดฉบับก่อนเรียนและหลังเรียนไปทดลองใช้กับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 จำนวน 1 ห้องเรียนที่กำลังศึกษาในภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2559 โรงเรียนเดียวกับกลุ่มเป้าหมาย พบว่า แบบวัดฉบับก่อนเรียนมีค่าความยาก (p) อยู่ระหว่าง 0.40-0.72 และมีค่าอำนาจจำแนก (r) ระหว่าง 0.32-0.62 และมีค่าความเที่ยงเท่ากับ 0.82 แบบวัดฉบับหลังเรียนมีค่าความยาก (p) อยู่ระหว่าง 0.53-0.66 และมีค่าอำนาจจำแนก (r) ระหว่าง 0.29-0.46 มีค่าความเที่ยงเท่ากับ 0.78 แบบวัดทั้ง 2 ฉบับ มีค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์เพียร์สันเท่ากับ 0.83

(9) นำแบบวัดฉบับก่อนเรียนและหลังเรียนมาใช้ตรวจคำตอบของนักเรียนโดยผู้ทรงคุณวุฒิ 2 ท่าน และผู้วิจัย เพื่อตรวจสอบความสอดคล้องระหว่างผู้ทรงคุณวุฒิและผู้วิจัย

ฉบับก่อนเรียนมีค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ระหว่างผู้ทรงคุณวุฒิกับผู้วิจัยเท่ากับ 0.96 และ 0.99 ตามลำดับ ฉบับหลังเรียนมีค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ระหว่างผู้ทรงคุณวุฒิกับผู้วิจัยเท่ากับ 0.98 และ 0.99 ตามลำดับ

(10) นำแบบวัดฉบับก่อนเรียนและหลังเรียนไปใช้กับกลุ่มเป้าหมาย

2. แบบประเมินความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์เชิงปฏิบัติการ ประกอบด้วย

(1) แบบประเมินการออกแบบผลงาน (2) แบบประเมินผลงาน ใช้เก็บข้อมูลการปฏิบัติงานของนักเรียนในหน่วยการเรียนรู้สุดท้าย เรื่อง การเจริญเติบโตของสัตว์ ที่มอบหมายให้นักเรียนออกแบบเครื่องฟักไข่

2.1 แบบประเมินการออกแบบผลงาน ใช้ตรวจให้คะแนนการออกแบบผลงาน ก่อนที่นักเรียนจะสร้างผลงาน เกณฑ์การให้คะแนนพิจารณาจาก 3 องค์ประกอบ ได้แก่ (1) ความคิดคล่อง (2) ความคิดยืดหยุ่น และ (3) ความคิดริเริ่ม คะแนนเต็ม 12 คะแนน กำหนดระดับความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ แบ่งตามช่วงคะแนนร้อยละจากพิสัยเช่นเดียวกับ แบบวัดที่กล่าวมาแล้วข้างต้น ดังนี้ ร้อยละ 76-100 คือ ระดับดีมาก ร้อยละ 51-75 คือ ระดับดี ร้อยละ 26-50 คือ ระดับพอใช้ และร้อยละ 0-25 คือระดับควรปรับปรุง

2.2 แบบประเมินผลงาน ใช้ตรวจให้คะแนนผลงานที่นักเรียนสร้างขึ้น เกณฑ์การให้คะแนนพิจารณาจาก 4 ประเด็น ได้แก่ (1) ลักษณะและรายละเอียดของผลงาน (2) คุณสมบัติของผลงาน (3) การนำเสนอผลงาน และ (4) ความคิดริเริ่ม คะแนนเต็ม 16 คะแนน กำหนดระดับความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ แบ่งตามช่วงคะแนนร้อยละจากพิสัยเช่นกัน ดังนี้ ร้อยละ 76-100 คือ ระดับดีมาก ร้อยละ 51-75 คือ ระดับดี ร้อยละ 26-50 คือ ระดับพอใช้ และร้อยละ 0-25 คือ ระดับควรปรับปรุง

ผู้วิจัยตรวจสอบคุณภาพของแบบประเมินเชิงปฏิบัติการทั้ง 2 ชุด โดยเสนออาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ตรวจสอบความถูกต้อง ตัวชี้วัดพฤติกรรม นำข้อเสนอแนะมาปรับปรุง จากนั้นนำแบบประเมินเสนอต่อทรงคุณวุฒิ 3 ท่าน ที่มีความเชี่ยวชาญด้านการประเมินความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ จากนั้นปรับปรุงให้แบบประเมินสื่อความหมายชัดเจน สอดคล้องกับการนำไปใช้จริง จึงนำแบบประเมินทั้ง 2 ชุด มาใช้ตรวจผลงานของนักเรียน โดยผู้ทรงคุณวุฒิ ได้แก่ ครูกลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ที่มีความเชี่ยวชาญ

ด้านการประเมินผลงาน จำนวน 2 ท่าน และผู้วิจัย เพื่อตรวจสอบความสอดคล้องระหว่างผู้ทรงคุณวุฒิและผู้วิจัย แบบประเมินการออกแบบผลงานมีค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ระหว่างผู้ทรงคุณวุฒิและผู้วิจัย เท่ากับ 0.91 และ 0.93 ตามลำดับ แบบประเมินผลงานมีค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ระหว่างผู้ทรงคุณวุฒิและผู้วิจัย เท่ากับ 0.88 และ 0.86 ตามลำดับ และนำแบบประเมินทั้ง 2 ชุด ไปใช้จริงกับกลุ่มเป้าหมาย

3. แบบทดสอบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนชีววิทยา เป็นแบบทดสอบประเภทปรนัย 4 ตัวเลือก ใช้วัดพฤติกรรมการเรียน 4 ด้าน ได้แก่ ความรู้ความจำ ความเข้าใจ กระบวนการทางวิทยาศาสตร์ และการนำความรู้ไปใช้ มีจำนวน 40 ข้อ ข้อละ 1 คะแนน ครอบคลุมเนื้อหาเรื่อง ระบบย่อยอาหาร การสลายอาหารระดับเซลล์ การสืบพันธุ์ และการเจริญเติบโตของสัตว์ รวม 40 คะแนน ใช้เวลา 30 นาที กำหนดระดับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน 8 ระดับ ตามช่วงคะแนน ได้แก่ ระดับดีเยี่ยม ดีมาก ดี ค่อนข้างดี ปานกลาง พอใช้ ผ่านเกณฑ์ขั้นต่ำ และต่ำกว่าเกณฑ์ (กระทรวงศึกษาธิการ, 2553) มีการตรวจสอบคุณภาพแบบทดสอบโดยเสนออาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ เพื่อตรวจสอบความตรงเชิงเนื้อหา ความสอดคล้องของข้อคำถามและพฤติกรรมที่ต้องการวัด ปรับปรุงแบบทดสอบตามคำแนะนำแล้วเสนอต่อผู้ทรงคุณวุฒิจำนวน 3 ท่าน ที่มีความเชี่ยวชาญด้านการศึกษาวิทยาศาสตร์ ด้านชีววิทยาและการสอนชีววิทยา เพื่อตรวจสอบคุณภาพของแบบทดสอบ ข้อเสนอแนะสรุปได้ดังนี้ แก้ไขข้อคำถามให้สื่อความหมายชัดเจน ปรับปรุงความยากของตัวเลือกและการใช้ภาษาให้คงเส้นคงวา ปรับปรุงแบบทดสอบและนำไปทดลองใช้กับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ที่เรียนรูบทเรียนดังกล่าวมาแล้ว พบว่าแบบทดสอบมีค่าความยาก (p) อยู่ระหว่าง 0.20-0.80 มีค่าอำนาจจำแนก (r) อยู่ระหว่าง 0.20-0.80 และมีค่าความเที่ยงเท่ากับ 0.70 จากนั้นนำไปใช้จริงกับกลุ่มเป้าหมาย

การดำเนินการวิจัยและเก็บรวบรวมข้อมูล

(1) ก่อนจัดกิจกรรมการเรียนการสอน ผู้วิจัยแนะนำการจัดการเรียนการสอนตามแนวคิดสะเต็มศึกษา จุดประสงค์การเรียนรู้ในรายวิชา ลักษณะกิจกรรม และการวัดและประเมินผล ให้แก่นักเรียนกลุ่มเป้าหมาย และเก็บรวบรวมข้อมูลความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียน ด้วยแบบวัดความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ฉบับก่อนเรียน ใช้เวลา 45 นาที (2) การดำเนินการจัดกิจกรรม ผู้วิจัยจัดกิจกรรมตามแผนการจัดการเรียนรู้

ชีวิติยาตามแนวคิดสะเต็มศึกษา จำนวน 4 แผน เป็นเวลา 8 สัปดาห์ รวมทั้งสิ้น 24 คาบ (3) หลังจัดกิจกรรมการเรียนการสอน ผู้วิจัยเก็บรวบรวมข้อมูลด้วยเครื่องมือ 2 ชุด ได้แก่ (1) แบบวัดความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ฉบับหลังเรียน ใช้เวลาทำแบบวัด 45 นาที และ (2) แบบทดสอบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนชีววิทยา ใช้เวลา 30 นาที รวมทั้งนำแบบบันทึกกิจกรรมการออกแบบเครื่องฟักไข่ในหน่วยการเรียนรู้สุดท้าย เรื่อง การเจริญเติบโตของสัตว์ มาตรวจให้คะแนนความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ โดยใช้แบบประเมินการออกแบบผลงาน และตรวจผลงานเครื่องฟักไข่ที่จัดทำขึ้นโดยใช้แบบประเมินผลงาน

การวิเคราะห์ข้อมูล

1. ความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์

(1) นำคะแนนที่ได้จากแบบวัดความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ฉบับก่อนและหลังเรียนมาหาค่าเฉลี่ย ค่าเฉลี่ยร้อยละ ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (SD) ของแต่ละองค์ประกอบ และนำมาเทียบกับช่วงคะแนน และระดับของความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ (2) นำคะแนนที่ได้จากแบบประเมินการออกแบบผลงานและแบบประเมินผลงานมาเทียบกับช่วงคะแนน เพื่อระบุระดับความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ (3) ทดสอบความแตกต่างของค่าเฉลี่ยคะแนนความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ระหว่างก่อนและหลังเรียน ด้วยสถิติทดสอบค่าทีแบบไม่อิสระ (Dependent t-test) ที่นัยสำคัญระดับ .05

2. ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนชีววิทยา

(1) หาค่าเฉลี่ย ค่าเฉลี่ยร้อยละ ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (SD) ของคะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนชีววิทยา (2) นำค่าเฉลี่ยร้อยละโดยรวมและแต่ละพฤติกรรมมาเทียบกับช่วงคะแนนของระดับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน กระทรวงศึกษาธิการ (2553)

ผลการวิจัย

ตอนที่ 1 ผลการวิเคราะห์ความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียน

การวิเคราะห์ความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนกลุ่มเป้าหมาย แบ่งออกเป็น 2 ประเด็น ได้แก่ (1) การศึกษาระดับความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์หลังการจัด

การเรียนการสอนชีววิทยาตามแนวคิดสะเต็มศึกษา และ (2) การเปรียบเทียบความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ระหว่างก่อนและหลังการจัดการเรียนการสอนชีววิทยาตามแนวคิดสะเต็มศึกษา ผลการวิเคราะห์มีรายละเอียดดังต่อไปนี้

1. การศึกษาระดับความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์หลังการจัดการเรียนการสอนชีววิทยาตามแนวคิดสะเต็มศึกษา

การศึกษาระดับความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์หลังเรียนของนักเรียนกลุ่มเป้าหมายนำเสนอผลการวิเคราะห์ข้อมูลจากเครื่องมือที่ใช้ในการเก็บรวบรวมข้อมูล 2 ชุด ได้แก่ (1) แบบวัดความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ฉบับหลังเรียน และ (2) แบบประเมินความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์เชิงปฏิบัติการ ประกอบด้วย (1) แบบประเมินการออกแบบผลงาน และ (2) แบบประเมินผลงาน แบ่งผลการวิเคราะห์ออกเป็น 3 ประเด็น ได้แก่ ผลการวิเคราะห์ระดับความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์หลังเรียนของนักเรียนกลุ่มเป้าหมายจากการตอบแบบวัด การประเมินการออกแบบผลงาน และการประเมินผลงาน

1.1 ผลการวิเคราะห์ระดับความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์หลังเรียนของนักเรียนกลุ่มเป้าหมายจากการตอบแบบวัดความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ แสดงดังตาราง 1

ตาราง 1 ค่าเฉลี่ย ($\bar{X}$) ค่าเฉลี่ยร้อยละ ($\bar{X}_{\text{ร้อยละ}}$) ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (SD) และระดับของความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์หลังเรียนของนักเรียนกลุ่มเป้าหมายจากการตอบแบบวัด (n=19)

องค์ประกอบ	คะแนนเต็ม	ค่าสถิติ			ระดับความสามารถ
		$\bar{X}$	$\bar{X}_{\text{ร้อยละ}}$	SD	
ความคิดคล่อง	16	9.00	56.25	2.31	ดี
ความคิดยืดหยุ่น	24	16.21	67.54	2.35	ดี
ความคิดริเริ่ม	24	16.24	67.67	2.08	ดี
รวม	64	41.46	64.66	5.78	ดี

ตาราง 1 แสดงว่า นักเรียนกลุ่มเป้าหมายมีคะแนนเฉลี่ยร้อยละความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์โดยรวมเท่ากับ 64.66 จัดว่ามีความสามารถอยู่ในระดับดี เมื่อพิจารณาแยกแต่ละองค์ประกอบ พบว่า นักเรียนกลุ่มเป้าหมายมีความสามารถอยู่ในระดับดีทุกองค์ประกอบ

1.2 ผลการวิเคราะห์ระดับความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนกลุ่มเป้าหมายจากการประเมินการออกแบบผลงาน แสดงดังตาราง 2

ตาราง 2 ค่าเฉลี่ย ($\bar{X}$) ค่าเฉลี่ยร้อยละ ($\bar{X}_{\text{ร้อยละ}}$) ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (SD) และระดับของความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนกลุ่มเป้าหมายจากการประเมินการออกแบบผลงาน (n=19)

องค์ประกอบ	คะแนนเต็ม		ค่าสถิติ		ระดับความสามารถ
	$\bar{X}$	$\bar{X}_{\text{ร้อยละ}}$		SD	
ความคิดคล่อง	4	2.05	51.25	0.78	ดี
ความคิดยืดหยุ่น	4	2.95	73.75	0.52	ดี
ความคิดริเริ่ม	4	3.26	81.50	0.45	ดีมาก
รวม	12	8.26	68.83	1.28	ดี

ตาราง 2 แสดงว่า นักเรียนกลุ่มเป้าหมายมีคะแนนเฉลี่ยร้อยละความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์โดยรวมเท่ากับ 68.83 จัดว่ามีความสามารถอยู่ในระดับดี และมีค่าเฉลี่ยร้อยละสูงสุดที่องค์ประกอบความคิดริเริ่มเท่ากับ 81.50 รองลงมา คือ ความคิดยืดหยุ่นเท่ากับ 73.75 และความคิดคล่องเท่ากับ 51.25 ตามลำดับ เมื่อวิเคราะห์ระดับความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์จากแบบวัดและการออกแบบผลงาน พบว่า นักเรียนมีความคิดริเริ่มอยู่ในระดับดีมากจากการออกแบบผลงาน ในขณะที่ผลจากการทำแบบวัดอยู่ในระดับดี ส่วนความคิดคล่องและความคิดยืดหยุ่น นักเรียนมีความสามารถอยู่ในระดับดีทั้งผลจากแบบวัดและการออกแบบผลงาน

1.3 ผลการวิเคราะห์ระดับความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนกลุ่มเป้าหมายจากการประเมินผลงาน แสดงดังตาราง 3

ตาราง 3 ค่าเฉลี่ย ($\bar{X}$) ค่าเฉลี่ยร้อยละ ($\bar{X}_{\text{ร้อยละ}}$) ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (SD) และระดับของความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนกลุ่มเป้าหมายจากการประเมินผลงาน (n=19)

ประเด็นการประเมิน	คะแนนเต็ม	ค่าสถิติ			ระดับความสามารถ
		$\bar{X}$	$\bar{X}_{\text{ร้อยละ}}$	SD	
1. ลักษณะและรายละเอียดของผลงาน	4	2.58	64.50	0.61	ดี
2. คุณสมบัติของผลงาน	4	3.42	85.50	0.51	ดีมาก
3. การนำเสนอผลงาน	4	3.47	86.75	0.61	ดีมาก
4. ความคิดริเริ่ม	4	3.26	81.50	0.45	ดีมาก
รวม	16	12.74	79.63	1.15	ดีมาก

ตาราง 3 แสดงว่า นักเรียนมีคะแนนเฉลี่ยร้อยละความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ โดยรวมจากการประเมินผลงานเท่ากับ 79.63 จัดว่ามีความสามารถอยู่ในระดับดีมาก เมื่อพิจารณาคะแนนเฉลี่ยร้อยละของผลงานในแต่ละประเด็น พบว่า ประเด็นคุณสมบัติของผลงาน การนำเสนอผลงาน และความคิดริเริ่มของนักเรียนมีคะแนนเฉลี่ยร้อยละเท่ากับ 85.50 86.75 และ 81.50 ตามลำดับ จัดว่ามีความสามารถอยู่ในระดับดีมาก ส่วนประเด็นลักษณะและรายละเอียดของผลงานมีคะแนนเฉลี่ยร้อยละเท่ากับ 64.50 จัดว่ามีความสามารถอยู่ในระดับดี

ผลการวิเคราะห์ข้อมูลจากแบบวัดความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ (ตาราง 1) จากการออกแบบผลงาน (ตาราง 2) และจากผลงานของนักเรียน (ตาราง 3) พบว่า นักเรียนกลุ่มเป้าหมายมีความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์อยู่ในระดับดีขึ้นไป เป็นไปตามสมมติฐานข้อที่ 1 และมีความคิดคล่อง ความคิดยืดหยุ่น และความคิดริเริ่มอยู่ในระดับดีขึ้นไป

2. การเปรียบเทียบความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ระหว่างก่อนและหลังการจัดการเรียนการสอนชีววิทยาตามแนวคิดสะเต็มศึกษา

การเปรียบเทียบความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ระหว่างก่อนเรียนและหลังเรียนของนักเรียนกลุ่มเป้าหมายนำเสนอผลการวิเคราะห์ข้อมูลที่ได้จากแบบวัดความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ฉบับก่อนเรียนและหลังเรียน ผลการวิเคราะห์ข้อมูลปรากฏดังตาราง 4 และ 5

ตาราง 4 ค่าเฉลี่ย ($\bar{X}$) ค่าเฉลี่ยร้อยละ ($\bar{X}_{\text{ร้อยละ}}$) ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (SD) และระดับของความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ก่อนเรียนและหลังเรียนของนักเรียนกลุ่มเป้าหมาย

ค่าสถิติ คะแนน	$\bar{X}$	$\bar{X}_{\text{ร้อยละ}}$	SD	ระดับความสามารถ	t	p
ก่อนเรียน	41.13	64.27	3.15	ดี	0.23	0.83
หลังเรียน	41.46	64.78	5.78	ดี		

* $p < .05$

ตาราง 4 แสดงว่า นักเรียนมีคะแนนเฉลี่ยความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ก่อนเรียนเท่ากับ 41.31 คะแนน จากคะแนนเต็ม 64 คะแนน คิดเป็นร้อยละ 64.27 จัดเป็นความสามารถอยู่ในระดับดี และนักเรียนมีคะแนนเฉลี่ยหลังเรียนเท่ากับ 41.46 คะแนน คิดเป็นร้อยละ 64.78 จัดเป็นความสามารถอยู่ในระดับดีเช่นกัน เมื่อตรวจสอบคะแนนเฉลี่ย

ก่อนเรียนและหลังเรียนด้วยสถิติทดสอบทีแบบไม่อิสระ (Dependent t-test) พบว่า นักเรียนมีคะแนนความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ก่อนเรียนและหลังเรียนไม่แตกต่างกัน จึงกล่าวได้ว่า ผลการศึกษาไม่เป็นไปตามสมมติฐานข้อที่ 2 คือ นักเรียนมีคะแนนความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ก่อนเรียนและหลังเรียนแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

ตอนที่ 2 ผลการวิเคราะห์ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนชีววิทยาของนักเรียน

ผลการวิเคราะห์ระดับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนชีววิทยาหลังเรียนของนักเรียนกลุ่มเป้าหมาย แสดงดังตารางที่ 5

ตาราง 5 ค่าเฉลี่ย ($\bar{X}$) ค่าเฉลี่ยร้อยละ ($\bar{X}_{\text{ร้อยละ}}$) ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (SD) และระดับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนชีววิทยาในแต่ละพฤติกรรมที่ต้องการวัดของนักเรียนกลุ่มเป้าหมายหลังเรียน (n=19)

พฤติกรรมที่ต้องการวัด	คะแนนเต็ม	ค่าสถิติ			ระดับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนชีววิทยา
		$\bar{X}$	$\bar{X}_{\text{ร้อยละ}}$	SD.	
ความรู้ความจำ	8	5.42	67.75	1.02	ค่อนข้างดี
ความเข้าใจ	12	6.74	56.17	1.94	พอใช้
กระบวนการทางวิทยาศาสตร์	8	4.37	54.63	1.16	ผ่านเกณฑ์ขั้นต่ำ
การนำความรู้ไปใช้	12	8.05	67.08	1.22	ค่อนข้างดี
คะแนนรวม	40	24.58	61.45	3.73	ปานกลาง

ตาราง 5 แสดงว่า นักเรียนกลุ่มเป้าหมายมีระดับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนชีววิทยาหลังเรียนอยู่ในระดับปานกลาง พฤติกรรมที่นักเรียนมีคะแนนเฉลี่ยจัดอยู่ในระดับค่อนข้างดี คือ ความรู้ความจำและการนำความรู้ไปใช้ พฤติกรรมที่อยู่ในระดับพอใช้ คือ ความเข้าใจ และพฤติกรรมที่นักเรียนอยู่ในระดับผ่านเกณฑ์ขั้นต่ำ คือ กระบวนการทางวิทยาศาสตร์ จึงกล่าวได้ว่าผลการศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนชีววิทยาของนักเรียนไม่เป็นไปตามสมมติฐานข้อที่ 3 คือ นักเรียนมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนชีววิทยาในระดับดี

อภิปรายผล

การอภิปรายผลการวิจัยแบ่งการนำเสนอเป็น 2 ตอน ดังนี้ ตอนที่ 1 การศึกษาความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ และตอนที่ 2 การศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนชีววิทยา

ตอนที่ 1 การศึกษาความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์

ผลการวิจัยสรุปว่า นักเรียนมีความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์หลังเรียนอยู่ในระดับดีขึ้นไป เป็นไปตามสมมติฐานข้อที่ 1 นอกจากนี้ นักเรียนมีความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ก่อนเรียนและหลังเรียนไม่แตกต่างกัน ซึ่งไม่เป็นไปตามสมมติฐานข้อที่ 2

การที่นักเรียนมีความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์หลังเรียนอยู่ในระดับดีขึ้นไป เป็นไปตามสมมติฐานข้อที่ 1 นั้น สามารถอธิบายได้ด้วยเหตุผลดังต่อไปนี้

นักเรียนมีโอกาสดูฝึกการคิดและออกแบบสร้างสรรค์ผลงานผ่านการวิเคราะห์สถานการณ์และการนำความรู้ที่ได้จากการสืบสอบมาใช้เพื่อแก้ปัญหาให้สอดคล้องกับสถานการณ์ นักเรียนมีโอกาสดูฝึกคิดกับสมาชิกภายในกลุ่มในชั้นวิเคราะห์สถานการณ์ โดยคิดคำตอบที่สอดคล้องกับสถานการณ์ให้ได้จำนวนคำตอบมากที่สุดภายในกำหนดเวลา นอกจากนี้ นักเรียนได้ฝึกคิดผ่านการนำความรู้ชีววิทยาที่ศึกษาค้นคว้าออกแบบผลงานให้มีหลากหลายแนวทางมากที่สุดในช่วงประยุกต์เพื่อใช้เป็นทางเลือกของการแก้ปัญหาจากสถานการณ์ที่นักเรียนได้รับ และในขั้นนี้นักเรียนยังได้ฝึกคิดผ่านการใช้ศิลปะในการออกแบบสร้างและปรับปรุงผลงานเกี่ยวกับเทคโนโลยีให้มีความใหม่แตกต่างจากต้นแบบที่พบเห็นทั่วไป โดยต้องสอดคล้องกับสถานการณ์อีกด้วย ส่งผลให้นักเรียนกลุ่มเป้าหมายมีความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์หลังเรียนอยู่ในระดับดีขึ้นไป ซึ่งสอดคล้องกับ Kim & Kim (2016) ที่ระบุว่า สะเต็มศึกษาสนับสนุนการคิดผ่านการเชื่อมโยงความรู้ในบทเรียนให้เข้ากับชีวิตจริงของนักเรียนโดยฝึกให้นักเรียนแก้ไขปัญหาในทางสร้างสรรค์และบูรณาการกับความรู้หลายด้าน สอดคล้องกับ Land (2013) ที่กล่าวว่า การพัฒนาความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์เกิดจากการผสมผสานกันของเทคโนโลยีและความคิดสร้างสรรค์ผ่านศิลปะและการออกแบบ ดังนั้นการจัด การเรียนรู้วิทยาศาสตร์ผ่านศิลปะและการออกแบบจึงสามารถสนับสนุนความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ได้ และสอดคล้องกับงานวิจัยของ จารีพร ผลมูล, เกริก ศักดิ์สุภาพ, และสุนีย์ เหมาะประสิทธิ์ (2558) ที่ได้พัฒนาหน่วยการเรียนรู้บูรณาการแบบ สะเต็มศึกษาที่ใช้แหล่งเรียนรู้ชุมชนวังตะกอก จังหวัดชุมพร สำหรับวิชาวิทยาศาสตร์ของนักเรียน ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 จำนวน 3 หน่วยการเรียนรู้ ได้แก่ ระบบนิเวศทรัพยากรธรรมชาติ และเรียนรู้เทคโนโลยี พบว่า การใช้หน่วยการเรียนรู้บูรณาการแบบสะเต็มศึกษาในวิชาวิทยาศาสตร์

เปิดโอกาสให้นักเรียนมีอิสระในการสร้างสรรค์ผลงาน โดยนำความรู้วิทยาศาสตร์มาปรับปรุงหรือประดิษฐ์เครื่องใช้สอย ทำให้นักเรียนมีความคิดสร้างสรรค์และเชื่อมโยงความสัมพันธ์ระหว่างศิลปะและวิทยาศาสตร์ได้

การที่นักเรียนมีความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ก่อนเรียนและหลังเรียนไม่แตกต่างกัน ซึ่งไม่เป็นไปตามสมมติฐานข้อที่ 2 เนื่องมาจากเหตุผลดังต่อไปนี้

การพัฒนาความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์จากระดับดีให้เพิ่มขึ้นเป็นระดับดีมาก อาจจำเป็นต้องใช้ระยะเวลาในการฝึกฝนการคิดที่ยาวนานมากกว่า 8 สัปดาห์ กล่าวคือ แม้ นักเรียนกลุ่มเป้าหมายเป็นนักเรียนห้องเรียนพิเศษวิทยาศาสตร์ที่ได้รับการคัดเลือกมาแล้วว่า เป็นนักเรียนที่มีสติปัญญาดี มีความคิดริเริ่มสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ระดับดี และมีความสนใจทางวิทยาศาสตร์สูง (สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี, 2556) แต่ ความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์เป็นความสามารถทางการคิดที่ต้องใช้ความรู้ทางวิทยาศาสตร์ เพื่อสร้างสิ่งใหม่และเป็นประโยชน์ นักเรียนจึงต้องใช้เวลาเรียนรู้ อาศัยประสบการณ์และฝึกฝนอย่างต่อเนื่อง ดังนั้นการเพิ่มระดับความสามารถอาจไม่สามารถเกิดขึ้นได้ในระยะเวลาอันสั้น ส่งผลให้นักเรียนมีความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ก่อนเรียนและหลังเรียนไม่แตกต่างกัน ซึ่งสอดคล้องกับคำอธิบายของ Yang, Lin, Hong, & Lin (2016) ที่กล่าวว่า ความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์เป็นความสามารถที่นักเรียนต้องใช้เวลาสะสมความรู้และประสบการณ์ หากนักเรียนได้รับการชี้แนะหรือฝึกฝนอย่างต่อเนื่องจะทำให้นักเรียนมีความคิดที่มีประสิทธิภาพ มีหลักเกณฑ์และคิดในสิ่งที่ เป็นประโยชน์ต่อผู้อื่นได้ ทั้งนี้แม้ว่าคะแนนก่อนและหลังเรียนไม่แตกต่างกันแต่ผลที่ได้มีแนวโน้มคะแนนเพิ่มขึ้น

ตอนที่ 2 การศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนชีววิทยา

ผลการวิจัยสรุปว่า นักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนการสอนชีววิทยาตามแนวคิดสะเต็มศึกษา มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนชีววิทยาในระดับปานกลาง ซึ่งไม่เป็นไปตามสมมติฐานข้อที่ 3 คือ นักเรียนมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนชีววิทยาในระดับดี ผลการวิจัยดังกล่าวสามารถอภิปรายได้ด้วยเหตุผลดังต่อไปนี้

สถานการณ์ที่ใช้เพื่อกระตุ้นความสนใจในการสืบสอบความรู้ของนักเรียนอาจจำเป็นต้องใช้สถานการณ์ปัญหาที่นักเรียนพบเห็นได้จริงในชีวิตประจำวันหรือในแหล่งชุมชนที่ใกล้ตัวนักเรียนมากกว่าสถานการณ์ที่ให้นักเรียนสวมบทบาทเป็นอาชีพต่าง ๆ สถานการณ์ที่ใช้ในชั้นระบุสถานการณ์เป็นสถานการณ์ปัญหาที่สอดคล้องกับเนื้อหาบทเรียน นำมาใช้กระตุ้นความสนใจของนักเรียนให้สืบสอบหาความรู้เพื่อแก้ปัญหาจำนวน 4 สถานการณ์ ได้แก่ (1) การเป็นวิศวกรทางการแพทย์เพื่อสร้างอุปกรณ์การส่องตรวจลำไส้ใหญ่และประมวลกับโรงพยาบาลจากหน่วยการเรียนรู้เรื่องระบบย่อยอาหาร (2) การเป็นทายาทเจ้าของร้านเบเกอรี่เพื่อคิดค้นสูตรขนมปังสำหรับผู้แพ้แป้งสาลีจากหน่วยการเรียนรู้เรื่องการสลายสารอาหารระดับเซลล์ (3) การเป็นเยาวชนผู้เข้าประกวดเพื่อแข่งขันออกแบบและสร้างห้วงอวกาศจากหน่วยการเรียนรู้เรื่องการสืบพันธุ์ และ (4) การเป็นวิศวกรเกษตรเพื่อออกแบบเครื่องฟักไข่ช่วยเหลือเกษตรกรการวิเคราะห์สถานการณ์ปัญหาดังกล่าวข้างต้น พบว่า เป็นสถานการณ์สมมติที่ให้นักเรียนได้สืบสอบความรู้เพื่อแก้ไขปัญหา ออกแบบและสร้างผลงานในฐานะของผู้ประกอบอาชีพต่าง ๆ และอาจยังไม่ใกล้เคียงกับชีวิตประจำวันของนักเรียนมากเพียงพอจึงอาจทำให้นักเรียนยังไม่เห็นความสำคัญของปัญหาที่จะนำมาสู่การสืบสอบความรู้ชีววิทยาเพื่อแก้ไขปัญหาที่แท้จริง ส่งผลให้นักเรียนมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนชีววิทยาหลังเรียนอยู่ในระดับปานกลาง ซึ่งขัดแย้งกับผลการวิจัยของ จาริพร ผลมูล และ คณะ (2558) ที่ใช้กรณีศึกษาของปัญหาทรัพยากรธรรมชาติและระบบนิเวศที่เกิดขึ้นจริงในชุมชนวังตะกอก เป็นสถานการณ์เพื่อกระตุ้นให้นักเรียนสนใจเนื่องจากเป็นชุมชนที่นักเรียนอาศัยอยู่จริง เมื่อนักเรียนได้สัมผัสกับสภาพปัญหาที่เกิดขึ้นจริงและใกล้ตัว ทำให้นักเรียนเกิดความวิตกและห่วงใยต่อชุมชนที่ตนเองอาศัย นำมาสู่ความต้องการในการสืบสอบหาข้อความรู้เพื่อนำมาแก้ไขปัญหาในชุมชนของตนเอง ส่งผลให้นักเรียนมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 และขัดแย้งกับ Sockalingam, Rotgans, and Schmidt (2011) ที่ศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างลักษณะของสถานการณ์ปัญหาที่แตกต่างกันและผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนที่เรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน พบว่า ลักษณะของสถานการณ์ปัญหาที่ใกล้ตัวนักเรียนและนักเรียนมีความคุ้นเคยมีความสัมพันธ์และมีผลในทางบวกต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนโดยตรง

ข้อเสนอแนะ

1. ข้อเสนอแนะในการนำผลการวิจัยไปใช้

1.1 สถานการณ์ที่เลือกใช้ในชั้นระบุด้านการควรเป็นสถานการณ์ปัญหาที่ใกล้ตัวนักเรียนให้ได้มากที่สุด เช่น ปัญหาในโรงเรียนหรือชุมชนที่นักเรียนอยู่อาศัยและมีความคุ้นเคย เพื่อให้ นักเรียนเห็นความสำคัญของปัญหาและเกิดความกระตือรือร้นในการหาความรู้ชีววิทยา

1.2 แหล่งเรียนรู้หรือสื่อการเรียนรู้สำหรับให้นักเรียนสืบค้นควรมีอย่างเพียงพอและหลากหลาย นอกจากนี้ควรมีการทบทวนเนื้อหา ตรวจสอบความเข้าใจของนักเรียนก่อนเข้าชั้นประยุกต์ที่ให้นักเรียนออกแบบผลงาน เพื่อให้มั่นใจว่านักเรียนมีความเข้าใจในเนื้อหาถูกต้องตามตัวชี้วัด

1.3 ครูผู้สอนควรเชิญผู้เชี่ยวชาญที่เกี่ยวข้องกับสถานการณ์เข้าร่วมการสอนในชั้นนำเสนอผลงาน และชั้นประเมินและปรับปรุง เพื่อเปิดโอกาสให้นักเรียนได้สอบถามข้อสงสัยที่เฉพาะเจาะจง ได้เสนอผลงานและรับข้อเสนอแนะ ส่งผลให้นักเรียนมองเห็นประโยชน์และมีความเข้าใจเนื้อหาอย่างเป็นรูปธรรมและรู้แนวทางปรับปรุงผลงานให้เหมาะกับการนำผลงานไปใช้ในอนาคต

2. ข้อเสนอแนะสำหรับการวิจัยในครั้งต่อไป

ผลการวัดและประเมินความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ พบว่า นักเรียนมีความคิดริเริ่มในระดับดีจากแบบวัด และอยู่ในระดับดีมาจากการประเมินเชิงปฏิบัติการ นอกจากนี้พบว่า นักเรียนมีคะแนนด้านความรู้ความจำสูงสุดเมื่อเทียบกับด้านอื่น ๆ ดังนั้น การวิจัยในครั้งต่อไปอาจศึกษาผลของการจัดการเรียนการสอนตามแนวคิดสะเต็มศึกษาที่มีต่อความสามารถสร้างนวัตกรรมและความคงทนในการเรียนรู้

รายการอ้างอิง

ภาษาไทย

กระทรวงศึกษาธิการ. (2553). *แนวปฏิบัติการวัดและประเมินผลการเรียนรู้ ตามหลักสูตร*

แกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551. กรุงเทพฯ: โรงพิมพ์ชุมนุมสหกรณ์การเกษตรแห่งประเทศไทย.

จารีพร ผลมูล, เกริก ศักดิ์สุภาพ, และ สุนีย์ เหมาะประสิทธิ์. (2558). การพัฒนาหน่วยการเรียนรู้บูรณาการแบบ STEAM สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 กรณีศึกษา ชุมชนวังตะกอก จังหวัดชุมพร. In 34th The National Graduate Research Conference (น. 1567-1577).

ทศนา แหมมณี, พิมพ์นั้ เดชะคุปต์, และ ชนาธิป พรกุล. (2545). *กระบวนการเรียนรู้ความหมายแนวทางการพัฒนาและปัญหาข้อใจ*. กรุงเทพฯ: สถาบันพัฒนาคุณภาพวิชาการ (พว.). พิมพ์นั้ เดชะคุปต์ และ เพียว ยินดีสุข. (2548). *วิธีวิทยาการสอนวิทยาศาสตร์ทั่วไป*. กรุงเทพฯ: สถาบันพัฒนาคุณภาพวิชาการ.

ไพฑูรย์ สินลารัตน์. (2558). *ทักษะแห่งศตวรรษที่ 21 ต้องก้าวให้พ้นกับดักของตะวันตก*. กรุงเทพฯ: โรงพิมพ์แห่งจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี. (2556). *แนวการจัดการเรียนรู้โปรแกรมเสริม พสวท. สำหรับผู้มีความสามารถพิเศษทางวิทยาศาสตร์ คณิตศาสตร์และเทคโนโลยี*. กรุงเทพฯ: ศรีบุรณคอมพิวเตอร์-การพิมพ์.

สำนักงานราชบัณฑิตยสภา. (2558). *พจนานุกรมศัพท์ศึกษาศาสตร์ร่วมสมัย ฉบับราชบัณฑิตยสภา*. กรุงเทพฯ: สำนักงานราชบัณฑิตยสภา.

ภาษาอังกฤษ

Aktamis, H., Permez, S., Can, T., & Ergin, O. (2005). Developing scientific creativity test. *Consultada*, 23(1), 2017.

Hu, W., & Adey, P. (2002). A scientific creativity test for secondary school student. *International Journal of Science Education*, 24(4), 389-403.

Kim, B. H., & Kim, J. (2016). Development and validation of evaluation indicators for teaching competency in STEAM education in Korea. *Eurasia Journal of Mathematics, Science & Technology Education*, 12(7), 1909-1924.

- Land, M. H. (2013). FullSTEAM ahead: The benefits of integrating the arts in to STEM. *Procedia Computer Science*, 20, 547-552.
- Madden, M. E., Baxter, M., Beauchamp, H., Bouchard, K., Habermas, D., Huff, M., Ladd, B., Pearson, J., & Plague, G. (2013). Rethinking STEM education: An interdisciplinary STEAM curriculum. *Procedia Computer Science*, 20, 541-546.
- Partnership for 21st Century Skills. (2015). *P21 framework definitions*. Retrieved from http://www.p21.org/storage/documents/docs/P21_Framework_Definitions_New_Logo
- Riley, S. (2014). *No permission required: A guide of being STEAM to life K-12 schools*. Westminster: Visionyst Press.
- Riley, S. (2016). *6 steps to creating a STEAM-centered classroom*. Retrieved from <http://educationcloset.com/2016/02/25/6-steps-to-creating-a-steam-centered-classroom/>.
- Sockalingam, N., Rotgans, J., & Schmidt, H. (2011). The relationships between problem characteristics, achievement-related behaviors, and academic achievement in problem-based learning. *Advances in Health Sciences Education*, 16(4), 481-490.
- Torrance, E. P. (1992). A national climate for creativity and invention. *Gifted Child Today*, 5(1), 10-14.
- Yakman, G. (2008). *STEAM education: an overview of creating a model of integrative education*. Retrieved from https://www.academia.edu/8113795/STEAM_Education_an_overview_of_creating_a
- Yang, K., Lin, S., Hong, Z., & Lin, H. (2016). Exploring the assessment of and relationship between elementary students' scientific creativity and science inquiry. *Creativity Research Journal*, 28(1), 16-23.