

บทความวิจัย (Research Article)

ผลการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดสะเต็มศึกษาที่มีต่อความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ เรื่อง เทคโนโลยีทางดีเอ็นเอ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4

THE EFFECTS OF STEAM EDUCATION APPROACH ON SCIENTIFIC CREATIVE THINKING AND LEARNING ACHIEVEMENT ON DNA TECHNOLOGY OF 10th GRADE STUDENTS

Received: November 14, 2020

Revised: December 8, 2020

Accepted: December 15, 2020

ธัญชนก ทาระเนตร¹ นพมณี เชื้อวัชรินทร์^{2*} และเชษฐา ศิริสวัสดิ์³
Thanchanok Taranate¹ Nopmanee Chauvatcharin^{2*} and Chade Sirisawat³

^{1,2,3}คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยบูรพา

^{1,2,3}Faculty of Education, Burapha University, Chonburi 220131, Thailand

*Corresponding Author, E-mail: nopmanee@go.buu.ac.th

บทคัดย่อ

การวิจัยครั้งนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาผลการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดสะเต็มศึกษาที่มีต่อความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์เรื่องเทคโนโลยีทางดีเอ็นเอ งานวิจัยนี้เป็นรูปแบบการวิจัยกึ่งทดลอง โดยดำเนินการทดลองแบบเปรียบเทียบก่อนเรียนและหลังเรียน และเปรียบเทียบกับเกณฑ์ที่ตั้งไว้ โดยกลุ่มตัวอย่างที่ใช้ คือ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 โรงเรียนบางละมุง จังหวัดชลบุรี จำนวน 40 คน โดยวิธีการสุ่มแบบกลุ่ม เครื่องมือในการทำวิจัยครั้งนี้ ได้แก่ แผนการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดสะเต็มศึกษา แบบทดสอบความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ และแบบทดสอบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ วิเคราะห์ข้อมูลโดยใช้ค่าเฉลี่ย ค่าเฉลี่ยร้อยละ ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน และการทดสอบค่าเฉลี่ยค่าที่แบบไม่อิสระ และการทดสอบค่าเฉลี่ยค่าที่แบบกลุ่มตัวอย่างกลุ่มเดียวเทียบกับเกณฑ์ ผลการวิจัย พบว่า คะแนนความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์หลังเรียนด้วยการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดสะเต็มศึกษาสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ .05 อยู่ในระดับดีขึ้นไป และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนและสูงกว่าเกณฑ์ร้อยละ 60 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ .05

คำสำคัญ: การจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดสะเต็มศึกษา ความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์

Abstract

This research was aimed to study the effects of STEAM education approach on scientific creative thinking and science learning achievement on DNA technology. This research was a quasi-experimental research conducting one group pre-test post-test design experiment and comparing with the set criteria. The sample consisted of 40 students at Banglamung School in Chonburi Province selected by cluster random sampling method. The research instruments were STEAM education lesson plan, scientific creative thinking test and science achievement test in DNA technology. The data were analyzed by mean, percentage, standard deviation, and *t-test*. The research results indicated that the post-test score of scientific creativity after learning by STEAM education was higher than pre-test scores with statistical significance at .05 and was rated at a good level. The post-test score of science learning achievement after learning by STEAM education was higher than pre-test scores and significantly higher than 60% criterion with statistical significance at .05.

Keywords: STEAM Education, Scientific Creative Thinking, Science Learning Achievement

บทนำ

แผนการศึกษาแห่งชาติ พ.ศ.2560-2574 มีเป้าหมายด้านผู้เรียน โดยมุ่งพัฒนาผู้เรียนให้มีคุณลักษณะและทักษะการเรียนรู้ในศตวรรษที่ 21 (3Rs8Cs) ประกอบด้วย ทักษะและคุณลักษณะ 3Rs ได้แก่ การอ่านออก (Reading) การเขียนได้ (Writing) และการคิดเลขเป็น (Arithmetic) ทักษะและคุณลักษณะ 8Cs ได้แก่ ทักษะด้านการคิดอย่างมีวิจารณญาณ และทักษะในการแก้ปัญหา (Critical thinking and Problem Solving) ทักษะด้านการสร้างสรรค์และนวัตกรรม (Creativity and Innovation) ทักษะด้านความเข้าใจต่างวัฒนธรรมต่างกระบวนทัศน์ (Cross-cultural understanding) ทักษะด้านความร่วมมือ การทำงานเป็นทีม และภาวะผู้นำ (Collaboration, Teamwork and Leadership) ทักษะด้านการสื่อสารสารสนเทศ และการรู้เท่าทันสื่อ (Communications, Information and Media Literacy) ทักษะด้านคอมพิวเตอร์ และเทคโนโลยีสารสนเทศและการสื่อสาร (Computing and ICT Literacy) ทักษะอาชีพ และทักษะการเรียนรู้ (Career and Learning Skills) และความมีเมตตา กรุณา มีวินัย คุณธรรม จริยธรรม (Compassion) โดยหนึ่งในทักษะที่เน้นคือความคิดสร้างสรรค์และนวัตกรรม (Creativity and Innovation) ซึ่งสอดคล้องกับรายงานวิจัยที่เพิ่มขึ้นโดยไมโครซอฟท์และไอทีซี ระบุถึงสถานการณ์ในปัจจุบันพบว่าแทบทุกองค์กรในประเทศไทยต่างกำลังเดินทางไปบนเส้นทางของการขับเคลื่อนธุรกิจด้วยปัญญาประดิษฐ์กันแทบทั้งสิ้นเพื่อการขับเคลื่อนและยกระดับขีดความสามารถของการทำธุรกิจ แต่ในขณะเดียวกันก็ยังคงคำนึงถึงการพัฒนาคนเพื่อสร้างความเปลี่ยนแปลงอย่างยั่งยืนในอนาคตโดยเฉพาะอย่างยิ่งความคิดสร้างสรรค์มากถึงร้อยละ 52 (Thailand News Center, 2018) นอกจากนี้ พบว่าการทำงานและการใช้ชีวิตในสังคมทุกวันนี้ต้องการคนที่มีทักษะการคิดรวมทั้งต้องการคนที่มีความคิดสร้างสรรค์มากกว่าที่ผ่านมา เพื่อคิดค้นนวัตกรรม นำรายได้มาพัฒนาประเทศได้อย่างยั่งยืน ประเทศต่างๆ ทั่วโลกจึงเร่งปฏิรูปการศึกษา เพื่อให้ประชาชนของประเทศตนมีทักษะในการคิดวิเคราะห์ และคิดสร้างสรรค์มาเป็นพื้นฐานในการสร้างขั้นตอนกระบวนการโดยอ้างอิงจากทฤษฎีความรู้เพื่อนำไปสู่การค้นพบใหม่เกิดเป็นนวัตกรรมที่ใช้ตอบสนองความต้องการในการดำรงชีวิต และนำไปสู่การเป็นผู้ผลิตและผู้ประกอบการต่อไป (Ruachaiphanich, 2016) และสำหรับโรงเรียนบางละมุงที่ผู้วิจัยทำการศึกษาวิชาลัยนั้นตั้งอยู่ในจังหวัดชลบุรีซึ่งเป็นหนึ่งในจังหวัดพื้นที่เขตระเบียงเศรษฐกิจภาคตะวันออกของประเทศไทยที่ต้องพัฒนาให้สอดคล้องกับโครงการต่างๆ ที่กำลังจะเกิดขึ้นในอนาคตอีกด้วย รวมทั้งการศึกษาในปัจจุบันเป็นการศึกษายุค 4.0 ซึ่งควรเป็นการเรียนการสอนที่เน้นให้ผู้เรียนได้ศึกษาหาความรู้ด้วยตนเอง

โดยสามารถศึกษาได้จากแหล่งข้อมูลหรือการเรียนรู้ในทุกรูปแบบ รวมทั้งสามารถพัฒนาและสร้างนวัตกรรมได้ (Chalermdit, 2018, p. 266) ซึ่งผู้วิจัยได้เห็นความสำคัญดังกล่าวและได้นำเข้ามาใช้ในห้องเรียนเริ่มต้นด้วยการกระตุ้นให้ผู้เรียนได้คิดวิเคราะห์หามองเห็นปัญหา และออกแบบวิธีการแก้ไขปัญหาดังกล่าวอย่างสร้างสรรค์ผ่านกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ โดยเน้นความคิดคล่อง ความคิดยืดหยุ่น ความคิดริเริ่ม และความคิดละเอียดอ่อนทางวิทยาศาสตร์ และนำไปสร้างชิ้นงานนวัตกรรมเพื่อแก้ไขปัญหาผ่านการนำเสนอดังกล่าว นอกจากนี้ จากการศึกษาวิจัยของกองทุนเพื่อความเสมอภาคทางการศึกษา สำนักงานคณะกรรมการการศึกษาขั้นพื้นฐาน และองค์การเพื่อความร่วมมือและการพัฒนาทางเศรษฐกิจ พบว่า นักเรียนไทยกว่า 5,000 คน จาก 200 โรงเรียนขยายโอกาสทั่วประเทศ ระหว่างปีการศึกษา 2559-2561 พบว่า นักเรียนไทยมีพัฒนาการด้านความคิดสร้างสรรค์สูงขึ้นอย่างมีนัยทางสถิติ โดยเฉพาะทักษะความคิดสร้างสรรค์ในวิชาคณิตศาสตร์ และวิทยาศาสตร์ แต่ผลดังกล่าวกลับมีระดับลดลงในกลุ่มนักเรียนระดับมัธยมศึกษาในโรงเรียนขยายโอกาส (Patrawat, 2019) นอกจากนี้ ปัญหาด้านผลสัมฤทธิ์ทางวิทยาศาสตร์ก็มีความสำคัญและพบว่าคะแนนเฉลี่ยของโรงเรียนบางละมุงจากผลการทดสอบทางการศึกษาระดับชาตินิยมขั้นพื้นฐาน (O-NET) โดยเฉพาะค่าสถิติของกลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ในช่วง 4 ปีที่ผ่านมาตั้งแต่ปีการศึกษา 2559-2562 ของนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 และมัธยมศึกษาปีที่ 6 มีค่าลดลงตามลำดับ และปีการศึกษา 2562 มีค่าต่ำกว่าคะแนนเฉลี่ยของเขตพื้นที่การศึกษาอีกด้วย

จากประกาศกระทรวงศึกษาธิการเรื่องนโยบายและจุดเน้นของกระทรวงศึกษาธิการ ปีงบประมาณ พ.ศ. 2563 ได้ระบุจุดเน้นในระดับมัธยมศึกษาโดยมุ่งเน้นจัดการเรียนรู้ด้วยวิธีการทางวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี วิศวกรรม คณิตศาสตร์ (STEM) เพื่อนำมาพัฒนานักเรียนให้มีความเข้าใจ มีความคิดเชื่อมโยง และกระบวนการคิดในระดับสูงขึ้น ซึ่งผู้วิจัยมีความคิดเห็นที่สอดคล้องกันและได้เพิ่มเติมในส่วนของศิลปะเข้าไปด้วย ทั้งนี้เนื่องจากศิลปะมีส่วนช่วยส่งเสริมเรื่องของความคิดสร้างสรรค์ ซึ่งเป็นไปตามกระทรวงศึกษาธิการ โดยเน้นกระบวนการคิดเชิงวิทยาศาสตร์ผ่านชิ้นงานศิลปะ ช่วยในการผ่อนคลายด้วยการระบายความรู้สึกนึกคิดอย่างอิสระทำให้เกิดการพัฒนาจิตใจเกิดสุนทรียภาพไปพร้อมกับการส่งเสริมให้เด็กและเยาวชนได้พัฒนาศักยภาพทั้งด้านวิทยาศาสตร์และศิลปะไปพร้อมกัน โดยจากข้อมูลของ Ritopas (2018) กล่าวว่า มนุษย์แบ่งเป็น 2 ประเภท ประเภทที่ 1 คือ มนุษย์ที่ถนัดใช้สมองซีกซ้าย มีความถนัดทางด้านการคิดการคำนวณ ประเภทที่ 2 คือมนุษย์ที่ถนัดใช้สมองซีกขวา ซึ่งจะถนัดใช้จินตนาการกับความคิดสร้างสรรค์ แสดงว่าหากเราสามารถให้สมองทั้ง 2 ซีกได้อย่างสมดุลจะทำให้เกิดความคิดแบบองค์รวม องค์ประกอบสำคัญของ STEAM คือ ต้องมีการเรียนรู้อย่างน้อย 2 หัวข้อเกี่ยวกับวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี วิศวกรรมศาสตร์ คณิตศาสตร์ หรือศิลปะ และสามารถเชื่อมโยงไปหัวข้ออื่นๆ ได้ เน้นในด้านการทดลอง ทำงานร่วมกัน และใช้ความคิดสร้างสรรค์ในการเรียนรู้ให้มีความสำคัญกับการนำศิลปะด้านต่างๆ มาประยุกต์และใช้ประกอบกับการเรียนด้านอื่นๆ โดยพัฒนาให้มีประสิทธิภาพมากขึ้น

การจัดการเรียนรู้ตามแนวคิด STEAM ในโรงเรียนทั่วโลกได้มีการใช้อย่างแพร่หลายโดยเฉพาะอย่างยิ่งในประเทศสหรัฐอเมริกาและประเทศเกาหลี ซึ่งประสบความสำเร็จเป็นอย่างดีให้ผู้เรียนได้เรียนรู้จากการทำงานในบริบทและสภาพแวดล้อมซึ่งเป็นการส่งเสริมการคิดและความสามารถที่หลากหลายมุ่งสู่การมีวิชาการและทักษะการใช้ชีวิตควบคู่กันไป บนความเป็นมาตรฐาน การเรียนรู้จากของจริง การค้นหาสืบค้นเรียนรู้จากสิ่งใกล้ตัว (Yakman & Lee, 2012) นอกจากนี้ งานวิจัยของ Intavimolsri et al. (2019, pp. 410-429) ได้สรุปผลการใช้แนวคิดสะเต็มศึกษาในวิชาชีววิทยาที่มีต่อความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 พบว่า ความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ก่อนและหลังเรียนไม่แตกต่างกันและผลสัมฤทธิ์หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน ซึ่งสอดคล้องกับ Tayea et al. (2017, pp. 1-14) ได้สรุปผลการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดสะเต็มศึกษาของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 โรงเรียนบ้านบุเกตาโม่ง พบว่านักเรียนมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์หลังการจัดการเรียนรู้สูงกว่าก่อนการจัดการเรียนรู้อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 มีความคิดสร้างสรรค์หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

ดังนั้น สำหรับการแก้ไขปัญหาข้างต้นพบว่าการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดสะเต็มศึกษา (STEAM Education) ซึ่งเป็นแนวคิดที่พัฒนามาจากการสะเต็มศึกษา STEM Education ซึ่งมีการเพิ่มศิลปะศาสตร์เข้าไปจะช่วยให้การเรียนรู้วิทยาศาสตร์เกิดการเชื่อมโยงความรู้และเข้าใจเนื้อหา (Yakman, 2008) และสามารถพัฒนาความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ ฝึกให้นักเรียนใช้เหตุผลเชื่อมโยงความสัมพันธ์ระหว่างศิลปะและวิทยาศาสตร์ ส่งผลให้เกิดความคงทนในการเรียนวิทยาศาสตร์มากขึ้น (Park & Shin, 2012)

จากที่มาและความสำคัญที่กล่าวมาข้างต้นผู้วิจัยสนใจจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดสะเต็มศึกษาที่มีต่อความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ เรื่องเทคโนโลยีทางดีเอ็นเอ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ผ่านการจัดการเรียนรู้ที่ผู้วิจัยประยุกต์ตามแนวคิดสะเต็มศึกษา เพื่อพัฒนาความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ผ่านทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์และการแก้ไขปัญหา โดยมีทั้งหมด 6 ขั้นตอน ได้แก่ ขั้นระบุและกำหนดปัญหา ขั้นวิเคราะห์รายละเอียด ขั้นการค้นพบ ขั้นการประยุกต์ใช้ ขั้นการนำเสนอ และขั้นประเมินและปรับปรุง โดยใช้เนื้อหาหลักเรื่องเทคโนโลยีทางดีเอ็นเอ เนื่องจากการสอนที่ผ่านมาของผู้วิจัยพบว่าเนื้อหาเรื่องเทคโนโลยีทางดีเอ็นเอส่วนใหญ่มีเนื้อหาค่อนข้างเป็นนามธรรม เป็นเรื่องที่อาจจะไกลตัวสำหรับนักเรียน โดยเฉพาะเนื้อหาที่เกี่ยวข้องกับหลักการทางวิทยาศาสตร์และการนำมาประยุกต์ใช้นั้นค่อนข้างยาก แต่ในบางส่วนของเนื้อหากลับพบว่าง่ายต่อการกระตุ้นความคิดสร้างสรรค์ของผู้เรียนโดยเฉพาะเนื้อหาเรื่องสิ่งมีชีวิตดัดแปรพันธุกรรม ซึ่งนักเรียนต้องสามารถวิเคราะห์หาข้อมูลจนเกิดองค์ความรู้และสามารถนำมาสร้างสรรค์ชิ้นงานเพื่อแก้ไขปัญหาหรือสถานการณ์ดังกล่าว

วัตถุประสงค์การวิจัย

1. เพื่อศึกษาผลการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดสะเต็มศึกษาที่มีต่อความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ เรื่องเทคโนโลยีทางดีเอ็นเอของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4
2. เพื่อศึกษาผลการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดสะเต็มศึกษาที่มีต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ เรื่องเทคโนโลยีทางดีเอ็นเอของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4

ขอบเขตการวิจัย

1. ประชากรและกลุ่มตัวอย่าง ประชากรที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้ ได้แก่ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 แผนการเรียนวิทยาศาสตร์และคณิตศาสตร์ โรงเรียนบางละมุง อำเภอบางละมุง จังหวัดชลบุรี ภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2563 จำนวน 5 ห้องเรียน รวม 193 คน และกลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้ ได้แก่ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 โรงเรียนบางละมุง อำเภอบางละมุง จังหวัดชลบุรี ภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2563 จำนวน 1 ห้องเรียน รวม 40 คน โดยการสุ่มห้องเรียนด้วยวิธีการสุ่มแบบกลุ่ม (Cluster Random Sampling) จากห้องเรียนที่คละความสามารถ
2. ตัวแปรที่ทำการวิจัย
 - 2.1 ตัวแปรอิสระ คือ การจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดสะเต็มศึกษา
 - 2.2 ตัวแปรตาม คือ ความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์
3. เนื้อหาที่ใช้ในงานวิจัยเรื่อง เทคโนโลยีทางดีเอ็นเอ วิชาชีววิทยาเพิ่มเติม ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 (ฉบับปรับปรุง พ.ศ. 2560)
4. ระยะเวลาที่ใช้ในการวิจัย ดำเนินการทดลองในภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2563 โดยใช้เวลาจัดการเรียนรู้จำนวน 14 คาบ คาบละ 50 นาที

วิธีดำเนินการวิจัย

การวิจัยครั้งนี้เป็นการวิจัยกึ่งทดลอง โดยดำเนินการทดลองแบบเปรียบเทียบก่อนเรียนและหลังเรียน และเปรียบเทียบกับเกณฑ์มาตรฐานของทางโรงเรียนที่ตั้งไว้ เครื่องมือที่ใช้ในงานวิจัยครั้งนี้ ประกอบด้วย

1. แผนการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดสะเต็มศึกษา เรื่องเทคโนโลยีทางดีเอ็นเอของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 โดยผู้วิจัยได้จัดทำแผนการเรียนรู้ จำนวน 5 แผนการจัดการเรียนรู้ ประกอบด้วย แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 1 เรื่องการสร้างสิ่งมีชีวิตดัดแปรพันธุกรรม แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 2 เรื่องการหาขนาด DNA โดยใช้เทคนิคเจลอิเล็กโทรโฟรีซิส แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 3 เรื่องการประยุกต์ใช้เทคโนโลยีทางดีเอ็นเอ แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 4 เรื่องการใช้เทคโนโลยีทางดีเอ็นเอด้านนิติวิทยาศาสตร์ และแผนการจัดการเรียนรู้ที่ 5 เรื่องเทคโนโลยีทางดีเอ็นเอกับความปลอดภัยทางชีวภาพและชีวจริยธรรม โดยใช้เวลาในการจัดการเรียนการสอน จำนวน 14 คาบ คาบละ 50 นาที ซึ่งจากการวิเคราะห์ค่าความเหมาะสมองค์ประกอบของแผนการจัดการเรียนรู้จากผู้เชี่ยวชาญจำนวน 5 ท่าน ประกอบด้วย ผู้เชี่ยวชาญด้านหลักสูตรและการสอน ด้านการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์ (ชีววิทยา) และด้านการวัดและประเมินผล พบว่ามีค่าเฉลี่ยรวมเท่ากับ 4.77 อยู่ในระดับเหมาะสมมากที่สุด

2. แบบทดสอบความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ เรื่องเทคโนโลยีทางดีเอ็นเอของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 เป็นแบบทดสอบอัตนัย โดยใช้คำถามหรือสถานการณ์ปลายเปิดเพื่อวัดองค์ประกอบของกระบวนการคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ 4 ลักษณะ ได้แก่ ความคิดคล่องทางวิทยาศาสตร์ ความคิดยืดหยุ่นทางวิทยาศาสตร์ ความคิดริเริ่มทางวิทยาศาสตร์ และความคิดละเอียดอ่อนทางวิทยาศาสตร์ ให้ได้จำนวนมากที่สุดในเวลาที่กำหนด โดยที่ผู้วิจัยสร้างคำถามของแบบทดสอบวัดความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ด้วยตนเอง โดยประยุกต์ใช้เกณฑ์การให้คะแนนตามแบบของ Torrance (1992, pp. 10-14) เนื่องจากแบบทดสอบความคิดสร้างสรรค์โดยส่วนใหญ่อาศัยภาษาเป็นสื่อ และใช้ร่วมกับเกณฑ์การประเมินของ Clary et al. (2011, pp. 333-340) ร่วมด้วยการใช้รูปผ่านการออกแบบการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ จำนวน 10 ข้อ โดยคำถาม ข้อที่ 1-5 ใช้เวลาในการทำแบบทดสอบข้อละ 3 นาที คำถามข้อที่ 6-10 ใช้เวลาในการทำแบบทดสอบ ข้อละ 5 นาที ใช้เวลาในการทำแบบทดสอบทั้งหมด 40 นาที ซึ่งแบบทดสอบมีค่าความยาก (P) อยู่ระหว่าง .46 - .67 ค่าอำนาจจำแนก (D) อยู่ระหว่าง .40 - .73 และค่าความเชื่อมั่นแบบอิงเกณฑ์โดยใช้สูตรของโลเวทท์ทั้งฉบับมีค่าเท่ากับ .91

3. แบบทดสอบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ เรื่องเทคโนโลยีทางดีเอ็นเอของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 เป็นแบบปรนัย 4 ตัวเลือก โดยให้คะแนนตอบถูกได้ 1 คะแนน ตอบผิดได้ 0 คะแนน จำนวน 30 ข้อ ใช้เวลา 60 นาที โดยวัดครอบคลุมตามแนวคิดของ Klopfer (1971) ด้านพุทธิพิสัยทั้ง 4 ด้าน ได้แก่ 1) ความรู้ความจำ 2) ความเข้าใจ 3) กระบวนการทางวิทยาศาสตร์ และ 4) การนำความรู้และกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ไปใช้ โดยใช้เกณฑ์ร้อยละ 60 ทั้งนี้เนื่องจากเป็นเกณฑ์กำหนดค่าเป้าหมายของโรงเรียนบางละมุง จังหวัดชลบุรี เพื่อการพัฒนาตามมาตรฐานการศึกษาของสถานศึกษาระดับการศึกษาขั้นพื้นฐานเพื่อการประกันคุณภาพภายในของสถานศึกษา ตามมาตรฐานที่ 1 ด้านคุณภาพผู้เรียน โดยใช้เกณฑ์การวัดและประเมินผลการเรียนรู้ตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 ที่ได้กำหนดการผ่านเกณฑ์ไว้ไม่ต่ำกว่าระดับผลการเรียน 2.00 ตั้งแต่ช่วงคะแนนร้อยละ 60 ขึ้นไป ซึ่งแบบทดสอบมีค่าความยาก (P) อยู่ระหว่าง .38 - .80 ค่าอำนาจจำแนก (B) อยู่ระหว่าง .20 - .70 และค่าความเชื่อมั่นโดยใช้สูตรของโลเวทท์ทั้งฉบับมีค่าเท่ากับ .81

ผลการวิจัย

1. ผลการเปรียบเทียบความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ก่อนเรียนและหลังเรียนด้วยการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดสะเต็มศึกษา เรื่องเทคโนโลยีทางดีเอ็นเอของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4

ตาราง 1 การเปรียบเทียบความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ก่อนเรียนและหลังเรียนด้วยการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดสะเต็มศึกษา (คะแนนเต็ม 88 คะแนน)

กลุ่มทดลอง	<i>n</i>	$\bar{X}$	<i>S</i>	<i>df</i>	<i>t</i>	<i>p</i>
ก่อนเรียน	40	35.80	7.08	39	8.343*	.000
หลังเรียน	40	45.15	6.57			

* $p < .05$

จากตาราง 1 พบว่า คะแนนเฉลี่ยความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ .05 โดยคะแนนเฉลี่ยความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์หลังเรียนมีค่าเท่ากับ 45.15 และก่อนเรียนมีค่าเท่ากับ 35.80

2. ผลความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์หลังเรียนด้วยการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดสะเต็มศึกษา เรื่องเทคโนโลยีทางดีเอ็นเอของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ที่แยกตามองค์ประกอบของความคิดสร้างสรรค์

ตาราง 2 ค่าเฉลี่ย ($\bar{X}$) ค่าเฉลี่ยร้อยละ ($\bar{X}_{\text{ร้อยละ}}$) ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (*S*) และระดับคุณภาพขององค์ประกอบความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์หลังเรียนด้วยการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดสะเต็มศึกษา เรื่องเทคโนโลยีทางดีเอ็นเอของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4

องค์ประกอบ	คะแนนเต็ม	$\bar{X}$	$\bar{X}_{\text{ร้อยละ}}$	<i>S</i>	ระดับคุณภาพ
1. ความคิดคล่องทางวิทยาศาสตร์	32	13.63	42.58	2.61	ผ่าน
2. ความคิดยืดหยุ่นทางวิทยาศาสตร์	20	11.25	56.25	1.53	ดี
3. ความคิดริเริ่มทางวิทยาศาสตร์	24	13.68	57.00	2.81	ดี
4. ความคิดละเอียดอ่อนทางวิทยาศาสตร์	12	6.60	55.00	2.13	ดี
รวม	88	45.15	51.31	2.27	ดี

จากตาราง 2 พบว่า คะแนนเฉลี่ยของความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์หลังเรียน โดยรวมเท่ากับ 45.15 คิดเป็นร้อยละ 51.31 ซึ่งผู้วิจัยใช้เกณฑ์ประเมินตัดสินระดับคุณภาพรวมเป็นค่าร้อยละของการประเมินการอ่าน คิววิเคราะห์ และเขียน หลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 เป็น 4 ระดับ (Office of the Basic Education Commission, 2010, pp. 23-24) ซึ่งอยู่ในเกณฑ์ระดับคุณภาพดี และเมื่อพิจารณาในแต่ละองค์ประกอบพบว่าองค์ประกอบความคิดยืดหยุ่นทางวิทยาศาสตร์ ความคิดริเริ่มทางวิทยาศาสตร์ และความคิดละเอียดอ่อนทางวิทยาศาสตร์ มีคะแนนเฉลี่ยร้อยละเท่ากับ 56.25, 57.00 และ 55.00 ตามลำดับ อยู่ในเกณฑ์ระดับคุณภาพดี ส่วนองค์ประกอบความคิดคล่องทางวิทยาศาสตร์ มีคะแนนเฉลี่ยร้อยละ 42.58 ซึ่งอยู่ในเกณฑ์ระดับคุณภาพผ่าน

3. ผลการเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์หลังเรียนด้วยการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดสะเต็มศึกษา เรื่องเทคโนโลยีทางดีเอ็นเอของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 กับเกณฑ์ร้อยละ 60

ตาราง 3 ผลการเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์หลังเรียนด้วยการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดสะเต็มศึกษา เทียบกับเกณฑ์ (One sample *t*-test)

กลุ่มทดลอง	<i>n</i>	เกณฑ์	$\bar{X}$	<i>S</i>	<i>df</i>	<i>t</i>	<i>p</i>
หลังเรียน	40	18	19.15	3.04	39	39.803*	.000

* $p < .05$

จากตาราง 3 พบว่า คะแนนเฉลี่ยผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์หลังเรียนด้วยการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดสะเต็มศึกษา เรื่องเทคโนโลยีทางดีเอ็นเอของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 มีค่าเท่ากับ 19.15 ซึ่งผ่านเกณฑ์ร้อยละ 60 (18 คะแนน) อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ .05

4. ผลการเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ตามแนวคิดของ Klopfer หลังเรียนด้วยการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดสะเต็มศึกษาเรื่องเทคโนโลยีทางดีเอ็นเอของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ที่แยกตามพุทธิพิสัยแต่ละด้านตามแนวคิดของ Klopfer

ตาราง 4 การเปรียบเทียบค่าเฉลี่ย ($\bar{X}$) ค่าเฉลี่ยร้อยละ ($\bar{X}_{\text{ร้อยละ}}$) และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (S) ของผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ตามแนวคิดของ Klopfer หลังเรียนด้วยการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดสะเต็มศึกษา เรื่องเทคโนโลยีทางดีเอ็นเอของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4

พุทธิพิสัย 4 ด้าน ตามแนวคิดของ Klopfer	คะแนนเต็ม	เกณฑ์	$\bar{X}$	$\bar{X}_{\text{ร้อยละ}}$	S
1. ความรู้ความจำ	10	6.00	7.28	72.75	1.30
2. ความเข้าใจ	9	5.40	6.83	75.83	1.39
3. กระบวนการทางวิทยาศาสตร์	4	2.40	2.80	70.00	0.52
4. การนำความรู้และกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ไปใช้	7	4.20	2.25	32.14	0.74
ค่าเฉลี่ยรวม	30	18	19.15	63.83	3.04

จากตาราง 4 พบว่า ค่าเฉลี่ยร้อยละด้านความเข้าใจมีค่ามากที่สุด มีค่าเท่ากับ 75.83 รองลงมาคือด้านความรู้ความจำ มีค่าเท่ากับ 72.75 ลำดับถัดมา คือ ด้านกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ มีค่าเท่ากับ 70.00 ส่วนด้านการนำความรู้และกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ไปใช้ มีค่าน้อยที่สุดคือ 32.14

การอภิปรายผลการวิจัย

จากผลการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดสะเต็มศึกษา เรื่องเทคโนโลยีทางดีเอ็นเอของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 สามารถอภิปรายผล ได้ดังนี้

1. ผลการเปรียบเทียบความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ก่อนเรียนและหลังเรียนด้วยการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดสะเต็มศึกษา เรื่องเทคโนโลยีทางดีเอ็นเอของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 พบว่า ค่าเฉลี่ยและค่าเฉลี่ยร้อยละคะแนนความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน และอยู่ในระดับดี ทั้งนี้ เนื่องจากการจัดการเรียนรู้ได้เน้นให้ผู้เรียนได้สร้างองค์ความรู้ด้วยตนเอง นักเรียนให้ความสนใจฝึกการคิดวิเคราะห์และออกแบบสร้างสรรค์ชิ้นงาน รวมทั้งนำความรู้ที่ได้จากการสืบค้นมาใช้เพื่อแก้ปัญหาผ่านสถานการณ์ได้อย่างสร้างสรรค์ นอกจากนี้การใช้ศิลปะในสะเต็มศึกษาเป็นส่วนหนึ่งที่ช่วยเพิ่มให้ผู้เรียนได้ผลงานหรือชิ้นงานที่เกี่ยวข้องกับวิศวกรรม เทคโนโลยี และคณิตศาสตร์ เนื่องจากนักเรียนสามารถเชื่อมโยงสื่อศิลปะให้เข้ากับการออกแบบชิ้นงาน การนำเสนอ รวมทั้งการปรับปรุงชิ้นงานดังกล่าว ซึ่งสอดคล้องกับ Kim et al. (2014, pp. 43-54) ที่ได้ศึกษาผลการประยุกต์สะเต็มศึกษากับบทเรียนวิทยาศาสตร์ที่มีต่อความคิดสร้างสรรค์ และระดับความสนใจในวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 จากกลุ่มตัวอย่างทั้ง 3 โรงเรียนในประเทศเกาหลีใต้ พบว่านักเรียนที่ได้เรียนวิชาวิทยาศาสตร์ด้วยบทเรียนวิทยาศาสตร์ที่ประยุกต์จากสะเต็มศึกษามีความคิดสร้างสรรค์และมีความสนใจในวิทยาศาสตร์มากกว่าเมื่อเปรียบเทียบกับกลุ่มควบคุม นอกจากนี้ ยังสอดคล้องกับงานของ Niamthong (2018) ได้กล่าวว่าสะเต็มศึกษาเป็นแนวทางการศึกษาที่มีลักษณะเชื่อมโยงกันด้านความรู้ทางวิทยาศาสตร์ คณิตศาสตร์ เทคโนโลยี และวิศวกรรม และศิลปะ โดยเฉพาะศิลปะจะเข้ามาช่วยเสริมเรื่องของการคิดสร้างสรรค์ สร้างแรงบันดาลใจ และความสุขในการเรียนรู้

รวมทั้งการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ด้วยความคิดสร้างสรรค์ และจากผลการวิจัยในครั้งนี้พบว่า คะแนนเฉลี่ยความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน จากการใช้แบบทดสอบวัดความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ทั้งก่อนเรียนและหลังเรียนซึ่งเป็นแบบวัดข้อสอบอัตนัยในลักษณะเขียนตอบเรื่องเทคโนโลยีทางดีเอ็นเอ โดยใช้คำถามหรือสถานการณ์แบบปลายเปิดเพื่อวัดองค์ประกอบของกระบวนการคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ ได้แก่ ความคิดคล่องทางวิทยาศาสตร์ ความคิดยืดหยุ่นทางวิทยาศาสตร์ ความคิดริเริ่มทางวิทยาศาสตร์ และความคิดละเอียดอ่อนทางวิทยาศาสตร์ รวมทั้งมีลักษณะการถามหาปัญหา สาเหตุ ผลกระทบ รวมทั้งการออกแบบ การแก้ไขปัญหา จากสถานการณ์ที่กำหนดให้ และคำถามในแต่ละข้อถูกจำกัดด้วยเวลา ซึ่งก่อนเรียนนักเรียนจะยังไม่ได้รับการฝึกฝนด้านความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ และเมื่อนักเรียนได้รับการฝึกฝนในแต่ละแผนการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดสะเต็มศึกษาเพื่อพัฒนาความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์แล้ว นักเรียนมีทักษะที่ดีขึ้นและสามารถแสดงออกซึ่งความคิดสร้างสรรค์ออกมาได้มากขึ้นด้วย

จากค่าเฉลี่ยและค่าเฉลี่ยร้อยละของคะแนนความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์หลังเรียนด้วยการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดสะเต็มศึกษาเรื่องเทคโนโลยีทางดีเอ็นเอของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 มีค่าเท่ากับ 45.15 คิดเป็นร้อยละ 51.31 ซึ่งอยู่ในเกณฑ์ระดับคุณภาพดี และเมื่อพิจารณาคะแนนเฉลี่ยร้อยละในแต่ละองค์ประกอบพบว่า องค์ประกอบความคิดยืดหยุ่นทางวิทยาศาสตร์ ความคิดริเริ่มทางวิทยาศาสตร์ และความคิดละเอียดอ่อนทางวิทยาศาสตร์ มีคะแนนเฉลี่ยร้อยละ 56.25, 57.00 และ 55.00 ตามลำดับ ซึ่งอยู่ในเกณฑ์ระดับคุณภาพดี ส่วนองค์ประกอบความคิดคล่องทางวิทยาศาสตร์ มีคะแนนเฉลี่ยร้อยละ 42.58 อยู่ในเกณฑ์ระดับคุณภาพผ่าน อาจจะเป็นคะแนนที่ไม่ได้สูงเท่าที่ควร ทั้งนี้อาจจะเนื่องมาจากการใช้ทักษะกระบวนการคิดอย่างสร้างสรรค์นั้นต้องใช้เวลาในการฝึกฝนอย่างสม่ำเสมอ โดยเฉพาะความคิดคล่องทางวิทยาศาสตร์ซึ่งเป็นการคิดคำตอบที่ถูกต้องและมีความเป็นไปได้ภายในเวลาที่จำกัด ซึ่งผู้เรียนอาจจะไม่ได้ฝึกทักษะกระบวนการคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์เท่าที่ควรในการเรียนที่ผ่านมา ส่งผลให้ต้องใช้เวลาในการคิดค่อนข้างนาน รวมทั้งในการจัดการเรียนรู้ในแต่ละขั้นตอนนี้จำเป็นต้องใช้ระยะเวลาในการฝึกฝนโดยเฉพาะขั้นตอนการวิเคราะห์รายละเอียดของปัญหาที่กำหนดให้ละเอียดที่สุดเพื่อนำไปสู่การสืบค้นข้อมูลจนเกิดองค์ความรู้เพื่อนำมาประยุกต์ใช้สร้างชิ้นงาน และต้องสามารถวิจารณ์และปรับปรุงชิ้นงานได้แต่เนื่องด้วยเวลาในการจัดการเรียนรู้มีค่อนข้างจำกัด จึงอาจส่งผลต่อทักษะดังกล่าว

2. ผลการเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ก่อนเรียนและหลังเรียนด้วยการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดสะเต็มศึกษาเรื่องเทคโนโลยีทางดีเอ็นเอของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 พบว่า ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์หลังเรียนด้วยการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดสะเต็มศึกษาเรื่องเทคโนโลยีทางดีเอ็นเอสูงกว่าก่อนเรียนและสูงกว่าเกณฑ์กำหนดค่าเป้าหมายของโรงเรียนบางละมุง จังหวัดชลบุรี แต่อย่างไรก็ตาม เกณฑ์ร้อยละ 60 ดังกล่าวของโรงเรียนบางละมุงเป็นเกณฑ์ตัดสินผลการเรียนซึ่งคะแนนร้อยละดังกล่าวได้รวมในส่วนของคุณภาพพิสัย ทักษะพิสัย และจิตพิสัยตลอดปีการศึกษา แต่สำหรับในงานวิจัยนี้ผู้วิจัยได้ใช้เฉพาะคะแนนคุณภาพพิสัยทางวิทยาศาสตร์สำหรับหนึ่งบทเรียนเท่านั้น และการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดสะเต็มที่ผู้วิจัยประยุกต์ใช้โดยได้บูรณาการและเชื่อมโยงกันของเนื้อหาในรายวิชาวิทยาศาสตร์ (ชีววิทยา) เทคโนโลยี วิศวกรรมศาสตร์ คณิตศาสตร์ และศิลปะ โดยมีลำดับขั้นตอนการจัดการเรียนรู้ที่สนับสนุนให้นักเรียนได้สร้างองค์ความรู้ได้ด้วยตนเองอย่างสร้างสรรค์ผ่านสถานการณ์ที่กำหนดให้ ตั้งแต่ระบุปัญหา คำถาม ที่เกี่ยวข้องกับเนื้อหาในบทเรียนชีววิทยาเรื่องเทคโนโลยีทางดีเอ็นเอ จากนั้นนักเรียนต้องทำงานร่วมกันเพื่อวิเคราะห์รายละเอียดหาสาเหตุรวมทั้งองค์ประกอบต่างๆ ที่เกี่ยวข้องกับสถานการณ์เพื่อออกแบบและแก้ไขปัญหาให้ละเอียดที่สุดและเชื่อมโยงกันโดยการสร้างแผนที่ความคิด และแบ่งหน้าที่กันเพื่อสืบค้นหาข้อมูลจากแหล่งเรียนรู้ต่างๆ เช่น ในหนังสือเรียน หนังสือวิชาการต่างๆ อินเทอร์เน็ต และจากการลงมือปฏิบัติกิจกรรมการทดลอง เป็นต้น ซึ่งในขั้นตอนนี้ นักเรียนต้องมีความรู้ความเข้าใจจนสามารถเกิดเป็นองค์ความรู้เพื่อนำไปสู่ขั้นประยุกต์ใช้ออกแบบและสร้างผลงานหรือชิ้นงานอย่างสร้างสรรค์ มีการนำเสนอผลงานผ่านความรู้ความเข้าใจของตนเอง จนสามารถสะท้อนความคิดเห็น และแก้ไขปรับปรุงชิ้นงานของตนเองให้ดียิ่งขึ้นได้ จึงส่งผลให้ผลสัมฤทธิ์

ทางการเรียนวิทยาศาสตร์โดยภาพรวมตามแนวคิดของ Klopfer ด้านความเข้าใจ ด้านความรู้ความจำ ด้านกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ และด้านการนำความรู้และกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ไปใช้ มีค่าสูงกว่าเกณฑ์ที่ตั้งไว้

ซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยของ Kong and Hu (2014, pp. 41-45) ที่ได้ศึกษาผลการใช้กิจกรรมการเรียนการสอนตามแนวคิด STEAM ในรายวิชาวิทยาศาสตร์ของนักเรียนระดับชั้นประถมศึกษาชั้นปีที่ 4 ประเทศเกาหลีใต้ พบว่า ผลสัมฤทธิ์ก่อนและหลังเรียนของกลุ่มที่ได้รับการเรียนการสอนตามแนวคิด STEAM ในรายวิชาวิทยาศาสตร์สูงกว่าห้องเรียนแบบปกติอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 รวมทั้งสอดคล้องกับงานวิจัยของ Tayea et al. (2017, pp. 1-14) ที่ได้ศึกษาผลของการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดสะเต็มศึกษาที่มีต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ และความคิดสร้างสรรค์ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 โรงเรียนบ้านบุเกเตาโง อำเภोजะเจาะไอร่อง จังหวัดนราธิวาส พบว่า นักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดสะเต็มศึกษามีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์หลังการจัดการเรียนรู้สูงกว่าก่อนการจัดการเรียนรู้อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

นอกจากนี้ พบว่า ค่าเฉลี่ยร้อยละของผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ตามแนวคิดของ Klopfer หลังเรียนด้านความเข้าใจมีค่ามากที่สุด มีค่าเท่ากับ 75.83 รองลงมา คือ ด้านความรู้ความจำ มีค่าเท่ากับ 72.75 ลำดับถัดมา คือ ด้านกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ มีค่าเท่ากับ 70.00 ส่วนด้านการนำความรู้และกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ไปใช้ มีค่าน้อยที่สุด คือ 32.14 ทั้งนี้ อาจเนื่องมาจากกิจกรรมขั้นตอนการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดสะเต็มศึกษาที่ผู้วิจัยประยุกต์ใช้นั้นส่งเสริมให้นักเรียนเกิดความรู้ความเข้าใจในการคิดวิเคราะห์หรือออกแบบเพื่อแก้ปัญหาจากสถานการณ์หรือปัญหาที่กำหนดให้อย่างสร้างสรรค์ ซึ่งการที่จะเข้าใจสถานการณ์จนสามารถตอบคำถามต่างๆ ได้ต้องมีความรู้ในเรื่องนั้นๆ อย่างถ่องแท้ และจากสถานการณ์ที่กำหนดให้เป็นปัญหาที่มีเนื้อหาที่เกี่ยวข้องกับเรื่องเทคโนโลยีทางดีเอ็นเอ ซึ่งนักเรียนจะต้องมีความรู้เรื่องหลักการและกระบวนการสร้างสิ่งมีชีวิตดัดแปรพันธุกรรม เพื่อนำมาประยุกต์ใช้ในด้านต่างๆ รวมถึงข้อควรคำนึงถึงด้านชีวจริยธรรม และบูรณาการเชื่อมโยงกับเนื้อหาเทคโนโลยี วิศวกรรมศาสตร์ คณิตศาสตร์ และศิลปะได้จนเกิดเป็นองค์ความรู้เพื่อนำไปประยุกต์ใช้ในการออกแบบคิดสร้างสรรค์ชิ้นงาน แต่อาจจะเนื่องด้วยสถานการณ์ที่กำหนดให้ซึ่งอาจเป็นเรื่องที่ไกลตัวนักเรียน จึงถูกมองว่ายากและส่งผลต่อการนำความรู้มาประยุกต์ใช้ดังกล่าว

ดังนั้น จากการศึกษาผลการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดสะเต็มศึกษาที่มีต่อความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ เรื่องเทคโนโลยีทางดีเอ็นเอของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 สูงกว่าก่อนเรียนและสูงกว่าเกณฑ์ร้อยละที่กำหนด ซึ่งเกิดจากการเรียนการสอนที่เน้นผู้เรียนเป็นสำคัญ ผู้เรียนได้ลงมือปฏิบัติด้วยตนเองทุกขั้นตอนผ่านการคิดวิเคราะห์ คิดอย่างสร้างสรรค์ เชื่อมโยงบูรณาการเนื้อหาในรายวิชาวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี วิศวกรรมศาสตร์ คณิตศาสตร์ และศิลปะ เพื่อพัฒนาความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ผ่านทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์และการแก้ไขปัญหา มีเหตุผล มีสืบค้นหาข้อมูล ออกแบบสร้างสรรค์ผลงานหรือชิ้นงานเพื่อแก้ไขปัญหาผ่านสถานการณ์ที่กำหนดมีการนำเสนอ และประเมินปรับปรุงผลงานหรือชิ้นงาน

ข้อเสนอแนะ

1. ข้อเสนอแนะในการนำผลการวิจัยไปใช้

1.1 จากผลการวิจัยในครั้งนี้ พบว่า คะแนนเฉลี่ยความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์หลังเรียนอยู่ในระดับคุณภาพดีแต่คะแนนอาจจะไม่ได้สูงขึ้นจากก่อนเรียนเท่าที่ควรนัก ทั้งนี้เนื่องจากการจัดการเรียนรู้ถูกจำกัดด้วยเรื่องของเวลา และเนื้อหาตามหลักสูตรการเรียนรู้ และความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์นั้นต้องใช้ระยะเวลาในการฝึกฝนอย่างสม่ำเสมอ และต่อเนื่อง ดังนั้นครูผู้สอนควรออกแบบกิจกรรมการเรียนรู้ให้สอดคล้องกับหลักสูตรและเวลาที่จำกัดเพื่อส่งเสริมให้นักเรียนเกิดความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ให้มากที่สุด หรือนำการจัดการเรียนรู้ดังกล่าวแทรกไว้ในบทเรียนอื่นๆ ด้วย

1.2 ครูผู้สอนควรมีการออกแบบหรือกำหนดสถานการณ์ ปัญหาที่ใช้ในการจัดการเรียนรู้ให้เหมาะสมกับบริบท ชุมชน และสภาพแวดล้อมของนักเรียน และเป็นลักษณะที่นักเรียนสามารถพบได้ในชีวิตประจำวัน เพื่อให้นักเรียนเห็นภาพได้ง่าย และรู้สึกสนุกกับการเรียนรู้ดังกล่าวสถานการณ์ และให้สามารถบูรณาการเชื่อมโยงให้เข้ากับเนื้อหาวิชาเทคโนโลยี วิศวกรรมศาสตร์ คณิตศาสตร์ และศิลปะผ่านชิ้นงาน และทำให้การนำเสนอมีความชัดเจนและมีความหลากหลาย

2. ข้อเสนอแนะสำหรับการวิจัยครั้งต่อไป

2.1 จากผลคะแนนความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์หลังเรียนด้วยการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดสะเต็มศึกษา เรื่องเทคโนโลยีทางดีเอ็นเออยู่ในระดับคุณภาพดีแต่คะแนนอาจจะไม่ได้สูงขึ้นจากก่อนเรียนเท่าที่ควรนัก ดังนั้นในการวิจัยครั้งต่อไปควรศึกษาและออกแบบการกำหนดสถานการณ์หรือปัญหา รวมทั้งกิจกรรมต่างๆ ให้มีความเหมาะสมระยะเวลาที่จำกัด แต่สามารถปฏิบัติครบทุกขั้นตอนของการจัดการเรียนรู้ นอกจากนี้ ควรศึกษาการออกข้อสอบวัดความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ให้สอดคล้องกับเนื้อหาและกิจกรรมการเรียนการสอน รวมทั้งความเหมาะสมกับระยะเวลาที่ใช้ในการทำแบบทดสอบเพื่อให้นักเรียนได้แสดงความคิดสร้างสรรค์มากขึ้น

2.2 จากผลคะแนนในงานวิจัยครั้งนี้ ยังพบว่า คะแนนองค์ประกอบความคิดริเริ่มทางวิทยาศาสตร์มีคะแนนเฉลี่ยร้อยละสูงที่สุด ส่วนคะแนนองค์ประกอบความคิดคล่องทางวิทยาศาสตร์ค่อนข้างต่ำ ดังนั้น ในการวิจัยครั้งต่อไปควรศึกษาหรือมีการวิจัยเพิ่มเติมถึงสาเหตุว่าเพราะเหตุใดถึงเป็นเช่นนั้น รวมทั้งความพึงพอใจหรือเจตคติทางวิทยาศาสตร์ของผู้เรียนต่อไป

References

- Chalermdit, J. (2018). Challenges on augmented reality for education 4.0. *Journal of Education Naresuan University*, 20(2), 266-279. [in Thai]
- Clary, R. M., Brzuszek, R. F., & Fulford, C. T. (2011). Measuring creativity: A case study probing rubric effectiveness for evaluation of project-based learning solutions. *Creative Education*, 2(4), 333-340. DOI:10.4236/ce.2011.24047
- Intavimolsri, S., Kaewdee, S., & Pattaradilokrat, S. (2019). Effects of using education approach in biology on scientific creativity and learning achievement of tenth grade students. *Journal of Education Studies Chulalongkorn University*, 47(2), 410-429. [in Thai]
- Kim, D., Ko, D. G., Han, M., & Hong, S. (2014). The effects of science lessons applying STEAM Education program on the creativity and interest levels of elementary students. *Journal of the Korean Association for Science Education*, 34(1), 43-54.
- Klopper, E. L. (1971). *Handbook on formative and summative evaluations*. New York: Addison-Wesley.
- Kong, Y. T., & Hu, S. C. (2014). An effect of STEAM activity programs on science learning interest. *Advanced Science and Technology Letters*, 59, 41-45.
- Niamthong, N. (2018). *From STEM to STEAM*. Retrieved July 2, 2018, from <https://www.scimath.org/article-stem/item/7812-stem-steam> [in Thai]
- Office of the Basic Education Commission. (2010). *Guidelines for measuring and evaluation of learning based on basic education core curriculum 2008*. Bangkok: The Agricultural Cooperative Federation of Thailand. [in Thai]

- Park. H., & Shin. Y. (2012). Effects of science lesson applying STEAM Education on self-Efficacy, interest, and attitude toward science. *Biology Education*, 40(1), 132-146.
- Patrawat, K. (2019). *Research shows around the world, found 200 students from Thai children with creativity*. Retrieved September 2, 2019, from <https://www.komchadluek.net/news/regional/383927> [in Thai]
- Ritopas, K. (2018). *The Ministry of Education and the mission of promoting learning like steam scientific thinking through art pieces*. Retrieved May 21, 2018, from <http://www.moe.go.th/moe/th/news/detail.php?NewsID=52662&Key=hotnews> [in Thai]
- Ruachaiphanich, W. (2016). *The concept of Thai education development*. Retrieved May 21, 2018, from <https://sites.google.com/site/darunsitpattananarangsana/sara-na-ru/khwam-khid-srangsrkh-kab-kar-phathnakar-suksa-thiy-doy-dr-wiriya-va-chay-phanichy> [in Thai]
- Tayea, F., Mophan, N., & Waedrama, M. (2017). Effect of STEAM Education on science learning achievement, creative thinking and satisfaction of grade 5 students towards the learning management. *Princess of Naradhiwas University Journal of Humanities and Social Sciences*, 4(2), 1-14. [in Thai]
- Thailand News Center. (2018). *Microsoft-IDC research emphasizes creativity as a skill important in the future world that is powered by AI*. Retrieved May 22, 2018, from <https://www.salika.co/2019/04/05/microsoft-research-ai-creativity-skill/> [in Thai]
- Torrance, E. P. (1992). A nation climate for creativity and invention. *Gifted Child Today*, 15(1), 10-14.
- Yakman, G. (2008). STEAM education: an overview of creating a model of integrative education, in *Pupils' Attitudes Towards Technology (PATT-19) Conference: Research on Technology, Innovation, Design and Engineering Teaching* (Salt Lake City, UT).
- Yakman, G., & Lee, H. (2012). Exploring the exemplary STEAM Education in the U.S. as a Practical Educational Framework for Korea. *J Korea Assoc. Sci. Edu*, 32(6), 1072-1086.