JOURNAL OF EDUCATION AND INNOVATION

Research Article

THE DEVELOPMENT OF LOCAL LEARNING ACTIVITIES ACCORDING TO THE STEM EDUCATION APPROACH TO PROMOTE SCIENTIFIC SKILLS AND CREATIVE THINKING PROCESS FOR JUNIOR HIGH SCHOOL STUDENTS IN LAMPANG

การพัฒนากิจกรรมการเรียนรู้ท้องถิ่นตามแนวสะเต็มศึกษาเพื่อส่งเสริมทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์และความคิดสร้างสรรค์สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนต้นในจังหวัดลำปาง

Received: April 4, 2023 **Revised:** July 10, 2023 **Accepted:** July 10, 2023

Duangjan Kaewkongpan[1*] Wiphawadee Phosri[2] Tunyawan Saiopparach[3]
Chisapath Choothong[4] and Amporn Khamhaeng[5]
ดวงจันทร์ แก้วกงพาน[1*] วิภาวดี โพธิ์ศรี[2] ธัญวรรณ สายอุปราช[3] ชิสาพัชร์ ชูทอง[4] และอำพร คำแหง[5]

[1,2,3,4]Faculty of Science, Lampang Rajabhat University, Lampang 52100, Thailand
[5]Ban Pa Tan Wittaya School, Lampang 52150, Thailand
[1,2,3,4]คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยราชภัฏลำปาง
[5]โรงเรียนบ้านป่าตันวิทยา

*Corresponding Author, E-mail: duangjan.kkp@hotmail.com

Abstract

The objectives of this research were to 1) design a local learning activity based on STEM education for junior high school students, 2) study scientific process skill development for junior high school students who received local learning activities based on STEM education, and 3) study the creativity of junior high school students who has been organized the local learning activities based on STEM education. This research was a one-shot case study. The sample used in the research was selected by purposive, 14 students who studying in Mathayomsuksa 1 at a school in Mae Ta District, Lampang Province. The tools used in the research were; 1) a local learning management plan based on STEM education consisting of an upside-down tomato planting miracle activity, and tomato processing activities, 2) an integrated scientific process skills assessment form, and 3) creativity assessment form. The statistics used to analyze the data were mean and standard deviation. The research results showed that:

1. The results of the design of local learning activities based on STEM education. It was an integration of science teaching that was consistent with the local context where tomato cultivation is the main occupation in the community. There were 6 STEM education learning activities as follows: 1) problem Identification,

2) related Information searching, 3) solution design, 4) planning and development, 5) testing, evaluation and design improvement, and 6) presentation.

2. Integrated scientific process skills after receiving local learning activities according to STEM education in all 5 skills, including hypothesis, defining the operational definition of a variable, defining and controlling variables, experimenting and interpreting data, and conclusions, at a good level.

3. The creative thinking after receiving local learning activities according to STEM education in all 4 aspects, including fluent thinking, flexible thinking, originality and meticulous thought, at a good level.

Keywords: Local Learning Activities, Stem Education, Scientific Process Skill, Creative Thinking

บทคัดย่อ

การวิจัยครั้งนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อ 1) ออกแบบกิจกรรมการเรียนรู้ท้องถิ่นตามแนวสะเต็มศึกษาสำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนต้น 2) ศึกษาทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนต้นที่ได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ท้องถิ่นตามแนวสะเต็มศึกษา และ 3) ศึกษาความคิดสร้างสรรค์สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนต้นที่ได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ท้องถิ่นตามแนวสะเต็มศึกษา การศึกษาเฉพาะกรณีโดยให้การทดลองหนึ่งครั้ง (One-shot case study) กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัย คือ นักเรียนที่กำลังศึกษาอยู่ในระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 โรงเรียนแห่งหนึ่งในอำเภอแม่ทะ จังหวัดลำปาง จำนวน 14 คน โดยวิธีเลือกแบบเจาะจง เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย ได้แก่ 1) แผนการจัดการเรียนรู้ท้องถิ่นตามแนวสะเต็มศึกษา ประกอบด้วย กิจกรรมมหัศจรรย์การปลูกมะเขือเทศกลับหัว และกิจกรรมการแปรรูปมะเขือเทศ 2) แบบประเมินทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นบูรณาการ และ 3) แบบประเมินความคิดสร้างสรรค์ สถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล ได้แก่ ค่าเฉลี่ย และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน ผลการวิจัย พบว่า

1. ผลการออกแบบการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ท้องถิ่นตามแนวสะเต็มศึกษา เป็นการบูรณาการการสอนวิทยาศาสตร์ที่สอดคล้องกับบริบทท้องถิ่นที่มีการปลูกมะเขือเทศเป็นอาชีพหลักในชุมชน โดยมีการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวสะเต็มศึกษา 6 ขั้นตอน ดังนี้ 1) ระบุปัญหา 2) รวบรวมข้อมูลและแนวคิดที่เกี่ยวข้องกับปัญหา 3) ออกแบบวิธีการแก้ปัญหา 4) วางแผนและดำเนินการแก้ปัญหา 5) ทดสอบ ประเมินผลและปรับปรุงแก้ไข วิธีการแก้ปัญหาหรือชิ้นงาน และ 6) นำเสนอวิธีการแก้ปัญหาผลการแก้ปัญหาหรือชิ้นงาน

2. ทักษะกระบวนทางวิทยาศาสตร์ขั้นบูรณาการ หลังได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ท้องถิ่นตามแนวสะเต็มศึกษาทั้ง 5 ทักษะ ได้แก่ การตั้งสมมติฐาน การกำหนดนิยามเชิงปฏิบัติการของตัวแปร การกำหนดและการควบคุมตัวแปร การทดลอง และการตีความหมายของข้อมูล และลงข้อสรุป อยู่ในระดับดี

3. ความคิดสร้างสรรค์ หลังได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ท้องถิ่นตามแนวสะเต็มศึกษา ทั้ง 4 ด้าน ได้แก่ ความคิดคล่องแคล่ว ความคิดยืดหยุ่น ความคิดริเริ่ม และความคิดละเอียดลออ อยู่ในระดับดี

คำสำคัญ: กิจกรรมการเรียนรู้ท้องถิ่น สะเต็มศึกษา ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ความคิดสร้างสรรค์

บทนำ (Introduction)

วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีมีบทบาทสำคัญยิ่งต่อการพัฒนาด้านความคิด และศักยภาพ พบว่า การศึกษาวิทยาศาสตร์อย่างมีคุณภาพสามารถช่วยพัฒนาทักษะในศตวรรษที่ 21 โดยใช้ข้อมูลที่หลากหลายและสามารถตรวจสอบได้ ดังนั้นการจัดการเรียนรู้เพื่อให้เกิดความเข้าใจในแนวคิดหลักพื้นฐานวิทยาศาสตร์จึงจำเป็นอย่างยิ่งในการนำกิจกรรมการทดลอง เทคโนโลยีสื่อต่างๆ มาประกอบการเรียนรู้ของผู้เรียนเพื่อช่วยให้ผู้เรียนเข้าใจได้มากยิ่งขึ้น โดยเฉพาะอย่างยิ่งในเรื่องที่เข้าใจยากหรือเป็นเรื่องที่เป็นนามธรรม อีกทั้งเรื่องที่ต้องการให้ผู้เรียนเข้าใจในธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ การได้มาซึ่งองค์ความรู้ทางวิทยาศาสตร์ทำให้ผู้เรียนจะเรียนรู้วิทยาศาสตร์ได้ดี และเข้าใจได้ลึกซึ้ง (Chanprasert, 2013) เพราะวิทยาศาสตร์เกี่ยวข้องกับทุกคนทั้งในชีวิตประจำวัน และการงานอาชีพต่างๆ ตลอดจนเทคโนโลยี เครื่องมือ เครื่องใช้ และผลผลิตต่างๆ ที่มนุษย์ได้ใช้ เพื่ออำนวยความสะดวกในชีวิตและการทำงาน ซึ่งล้วนเป็นผลของความรู้วิทยาศาสตร์ผสมผสานกับความคิดสร้างสรรค์ และศาสตร์อื่นๆ ทั้งยังช่วยให้มนุษย์ได้พัฒนาวิธีคิดทั้งความคิดเป็นเหตุเป็นผล คิดสร้างสรรค์ คิดวิเคราะห์ วิจารณ์ มีทักษะสำคัญในการค้นคว้าหาความรู้ มีความสามารถในการแก้ปัญหาอย่างเป็นระบบสามารถตัดสินใจ โดยใช้ข้อมูลที่หลากหลาย และมีประจักษ์พยานที่ตรวจสอบได้ (Ministry of Education, 2008) ตามที่หลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐานได้กำหนดกลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ ซึ่งมีองค์ประกอบของหลักสูตรทั้งในด้านของเนื้อหา และการจัดการเรียนการสอนของผู้เรียนมีความสำคัญอย่างยิ่งสำหรับการเรียนวิทยาศาสตร์ในแต่ละระดับชั้น ทั้งนี้เนื่องจากสังคมปัจจุบันจะเห็นได้ว่ามีการเปลี่ยนแปลงเกิดขึ้นตลอดเวลา ในส่วนของการศึกษานั้นมีบทบาทสำคัญเป็นอย่างยิ่งเพราะการศึกษาจะช่วยพัฒนาคน พัฒนาสังคม และพัฒนาประเทศชาติ ให้มีความก้าวหน้าทั้งทางด้านวิทยาการ และเทคโนโลยี ดังนั้นการปรับปรุงและพัฒนาคุณภาพการศึกษาจึงมีความสำคัญที่จะช่วยสร้างให้คนไทยเป็นคนดี เก่ง และมีความสุข ดังที่ Panich (2013) ได้กล่าวถึงทักษะเพื่อการดำรงชีวิตในศตวรรษที่ 21 ไว้ว่า “สาระวิชาก็มีความสำคัญแต่ไม่เพียงพอสำหรับการเรียนรู้เพื่อมีชีวิตในโลกยุคศตวรรษที่ 21 ปัจจุบันการเรียนรู้สาระวิชา (Content หรือ Subject Matter) ควรเป็นการเรียนจากการค้นคว้าเองของศิษย์ โดยครูช่วยแนะนำ และช่วยออกแบบกิจกรรมที่ช่วยให้นักเรียนแต่ละคนสามารถประเมินความก้าวหน้าการเรียนรู้ของตนเองได้ โดยสาระวิชาหลัก (Core Subjects) ประกอบด้วย ภาษาแม่และภาษาสำคัญของโลกรวมไปถึง ศิลปะ คณิตศาสตร์ การปกครองและหน้าที่พลเมือง เศรษฐศาสตร์วิทยาศาสตร์ ภูมิศาสตร์ และประวัติศาสตร์ โดยวิชาแกนหลักนี้จะนำมาสู่การกำหนดเป็นกรอบแนวคิด และยุทธศาสตร์สำคัญต่อการจัดการเรียนรู้ในเนื้อหาเชิงสหวิทยาการ (Interdisciplinary) โดยการส่งเสริมความเข้าใจในเนื้อหาวิชาแกนหลัก และสอดแทรกทักษะแห่งศตวรรษที่ 21 เข้าไปในทุกวิชาแกนหลัก”

การจัดการเรียนรู้ในศตวรรษที่ 21 นั้นจะต้องมีการออกแบบกิจกรรมการเรียนรู้โดยเน้นผู้เรียนเป็นศูนย์กลาง มีการวางกรอบแนวคิดสำคัญเพื่อการเรียนรู้ สามารถสรุปเป็นทักษะสำคัญที่ผู้เรียนควรมีคือ ทักษะการเรียนรู้และนวัตกรรม 3R, 8C รวมไปถึงมีทักษะชีวิตและอาชีพ (Learning Skills) และทักษะภาวะผู้นำ (Leadership) (Panich, 2013) ซึ่งสอดคล้องกับแผนพัฒนาการศึกษาของกระทรวงศึกษาธิการฉบับที่ 12 (พ.ศ. 2560 - 2564) (Office of the Permanent Secretary, Ministry of Education Ministry of Education, 2016) ที่กล่าวถึงความสำคัญของการพัฒนาการศึกษา ไว้ว่า การศึกษาเป็นเครื่องมือสำคัญในการสร้างคน สร้างสังคม และสร้างชาติเป็นกลไกหลักในการพัฒนากำลังคนให้มีคุณภาพ สามารถดำรงชีวิตอยู่ร่วมกับยุคคลอื่นในสังคมได้อย่างเป็นสุขในกระแสการเปลี่ยนแปลงอย่างรวดเร็วของโลกศตวรรษที่ 21 เนื่องจากการศึกษามีบทบาทสำคัญในการสร้างความได้เปรียบของประเทศเพื่อการแข่งขัน และยืนหยัดในเวทีโลกภายใต้ระบบเศรษฐกิจและสังคมที่เป็นพลวัต ในส่วนของประเทศไทยได้ให้ความสำคัญกับการจัดการศึกษา การพัฒนาศักยภาพ และขีดความสามารถของคนไทย ให้มีทักษะความรู้ความสามารถ และสมรรถนะที่สอดคล้องกับความต้องการของตลาดงาน และการพัฒนาประเทศภายใต้แรงกดดันภายนอกจากกระแสโลกาภิวัฒน์ (Ministry of Education, 2017)

การพัฒนาการศึกษาให้สอดคล้องกับความต้องการของตลาดและการจัดการเรียนการสอนให้มีความเหมาะสม ในศตวรรษที่ 21 จะเห็นได้ว่า การจัดการเรียนรู้ตามแนวสะเต็มศึกษา (STEM Education) จะสามารถพัฒนาทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ให้กับผู้เรียนโดยเน้นให้ผู้เรียนทำความเข้าใจกับปัญหา และฝึกการแก้ปัญหาด้วยกระบวนการหรือวิธีการผนวกกับความรู้ทางทักษะต่างๆ ประกอบกันอย่างมีเหตุผล และเป็นระบบ สอดคล้องกับแนวคิด ทฤษฎี หลักการของการจัดการเรียนการสอนด้วยกระบวนการสืบสอบและแสวงหาความรู้เป็นกลุ่ม (Group Investigation Instructional Model) (Joyce & Weil, 1996) ได้อธิบายไว้ว่า สิ่งสำคัญที่สามารถช่วยให้ผู้เรียนเกิดความรู้สึกหรือความต้องการที่จะสืบค้น หรือเสาะแสวงหาความรู้นั้นคือปัญหา แต่ปัญหานั้นจะต้องมีความหมายต่อผู้เรียน และท้าทายเพียงพอที่จะทำให้ผู้เรียนเกิดความต้องการในการแสวงหาคำตอบ รวมถึงการพัฒนาทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ซึ่งเป็นกระบวนการทางความคิด นอกจากนี้ Institute for the Promotion of Teaching Science and Technology (2003) การจัดการเรียนการสอนตามแนวทางสะเต็มศึกษาเป็นกระบวนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบหนึ่งที่เน้นนักเรียนเป็นสำคัญ สอดคล้องกับ (Roadrangka & Dachakupl, 1999) ที่กล่าวว่า ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์เป็นทักษะทางสติปัญญา นักวิทยาศาสตร์รวมถึงผู้นำวิธีการทางวิทยาศาสตร์ จะนำมาใช้แก้ปัญหา ศึกษาค้นคว้า สืบเสาะหาความรู้ต่างๆ เพื่อให้บรรลุตามเป้าหมายที่กำหนดไว้ ซึ่งงานวิจัยในครั้งนี้ ผู้วิจัยได้ศึกษาทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์โดยยึดตามแนวคิดของนักการศึกษาวิทยาศาสตร์สมาคมอเมริกัน เพื่อความก้าวหน้าทางวิทยาศาสตร์ (The American Association for the Advancement of Science: AAAS)

ดังนั้น การจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์จึงมีบทบาทสำคัญยิ่งในสังคมปัจจุบัน และอนาคตเพราะวิทยาศาสตร์เกี่ยวข้องกับทุกคนทั้งในชีวิตประจำวัน และการงานอาชีพต่างๆ ตลอดจนเทคโนโลยี เครื่องมือ เครื่องใช้ และผลผลิตต่างๆ ที่มนุษย์ได้ใช้เพื่ออำนวยความสะดวกในชีวิต และมีประจักษ์พยานที่ตรวจสอบได้ วิทยาศาสตร์เป็นวัฒนธรรมของโลกสมัยใหม่ซึ่งเป็นสังคมแห่งการเรียนรู้ (Knowledge-Based Society) ดังนั้น ทุกคนจึงจำเป็นต้องได้รับการพัฒนาให้รู้วิทยาศาสตร์ เพื่อให้เกิดความรู้ความเข้าใจในธรรมชาติ และเทคโนโลยีที่มนุษย์สร้างสรรค์ขึ้น สามารถนำความรู้ไปใช้อย่างมีเหตุผล สร้างสรรค์และมีคุณธรรม (Ministry of Education, 2017) สอดคล้องกับการจัดการเรียนรู้ตามแนวสะเต็มศึกษา (STEM Education) ซึ่งเป็นการจัดการเรียนการสอนแบบบูรณาการระหว่างวิชาวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี วิศวกรรมศาสตร์ และคณิตศาสตร์โดยอาศัยเนื้อหาสาระความรู้วิทยาศาสตร์ คณิตศาสตร์ และใช้หลักการทางวิศวกรรมศาสตร์ในการสร้างสรรค์ชิ้นงาน และนำไปประยุกต์ใช้ในชีวิตประจำวัน เป็นการจัดการศึกษาที่สามารถพัฒนาให้ผู้เรียนนำความรู้ทุกแขนงทั้งด้านความรู้ ทักษะการคิดและทักษะอื่นๆ มาใช้ในการแก้ปัญหา

การค้นคว้า สร้าง และพัฒนาคิดค้นสิ่งต่าง ๆ การเน้นความเข้าใจอย่างลึกซึ้ง การมีส่วนร่วมของผู้เรียนกับข้อมูลเครื่องมือทางเทคโนโลยี การสร้างความยืดหยุ่นในเนื้อหาวิชา ความท้าทาย การสร้างสรรค์ความแปลกใหม่ และการแก้ปัญหา (Siripatharachai, 2013)

ด้วยเหตุผลดังกล่าวข้างต้นผู้วิจัยจึงมีความสนใจ การออกแบบกิจกรรมการเรียนรู้ท้องถิ่นตามแนวสะเต็มศึกษาในการเรียนการสอนวิชาวิทยาศาสตร์ เพื่อให้นักเรียนสามารถนำบริบทชุมชนในท้องถิ่นของตนมาบูรณาการกับการเรียนการสอน อีกทั้งการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวสะเต็มศึกษา เป็นการจัดกิจกรรมที่มุ่งเน้นให้ผู้เรียนเกิดการเรียนรู้ด้วยตนเองผ่านการลงมือปฏิบัติ และเป็นการฝึกทักษะการแก้ปัญหา รวมถึงการพัฒนาทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ของผู้เรียน ดังที่กล่าวมาข้างต้นเห็นได้ว่า การจัดการเรียนรู้ตามแนวสะเต็มศึกษาเป็นสิ่งที่แฝงอยู่ในชีวิตประจำวันหรือสิ่งรอบตัวรวมทั้งสิ่งแวดล้อมต่างๆ การจัดกิจกรรมการเรียนการสอนเพื่อให้ผู้เรียนเกิดองค์ความรู้จากบริบทใกล้ตัวนั้นย่อมให้ผู้เรียนมีความรู้ความเข้าใจได้ง่ายขึ้น อีกทั้งยังเป็นการฝึกให้ผู้เรียนสามารถนำความรู้ในห้องเรียนมาประยุกต์ใช้ในบริบทต่างๆ ที่อยู่ในชุมชนของตนเอง สำหรับงานวิจัยในครั้งนี้ที่คณะผู้วิจัยได้นำภูมิปัญญาท้องถิ่นของอำเภอแม่ทะที่มีวิถีชีวิตการทำเกษตรกรรมการปลูกมะเขือเทศเป็นอาชีพหลักของชุมชน ที่ต้องอาศัยวิธีการปลูก ผลิตผล รวมถึงการแปรรูปต่างๆ ที่ผู้เรียนสามารถเรียนรู้จากวิถีของชุมชนและเป็นการนำความรู้ทาง

วิทยาศาสตร์มาประยุกต์ใช้ทำให้ผู้เรียนรู้สึกได้ว่าวิทยาศาสตร์เป็นสิ่งใกล้ตัวและไม่ยากอย่างที่คิด นอกจากนี้เมื่อผู้เรียนเกิดองค์ความรู้จากกิจกรรมการเรียนการสอนแล้วผู้เรียนสามารถนำความรู้เหล่านั้นไปถ่ายทอดให้คนในชุมชนเป็นการบูรณาการเชื่อมโยงภูมิปัญญาในท้องถิ่นกับการเรียนการสอน และการลดช่องว่างระหว่างวัย รวมถึงการมีกิจกรรมร่วมกันของคนในชุมชน

วัตถุประสงค์ของการวิจัย (Objectives)

1. เพื่อออกแบบกิจกรรมการเรียนรู้ท้องถิ่นตามแนวสะเต็มศึกษาสำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนต้น

2. เพื่อศึกษาทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนต้น ที่ได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ท้องถิ่นตามแนวสะเต็มศึกษา

3. เพื่อศึกษาความคิดสร้างสรรค์สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนต้นที่ได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ท้องถิ่นตามแนวสะเต็มศึกษา

วิธีดำเนินการวิจัย (Methodology)

ประชากรและกลุ่มตัวอย่าง

ประชากรที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้ ได้แก่ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนต้นที่กำลังศึกษาอยู่ในภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2565 โรงเรียนแห่งหนึ่งในอำเภอแม่ทะ จังหวัดลำปาง จำนวนนักเรียน 29 คน

กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้ ได้แก่ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ที่กำลังศึกษาในภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2565 โรงเรียนแห่งหนึ่งในอำเภอแม่ทะ จังหวัดลำปาง จำนวนนักเรียน 14 คน โดยวิธีเลือกแบบเจาะจง (Purposive Sampling)

เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

1. แผนการจัดการเรียนรู้การออกแบบการเรียนรู้ท้องถิ่นตามแนวทางสะเต็มศึกษา จำนวน 4 แผน ใช้เวลาสัปดาห์ละ 3 ชั่วโมง จำนวน 12 ชั่วโมง ประกอบด้วย

1.1 กิจกรรมการเรียนรู้ที่ 1 เรื่อง มหัศจรรย์การปลูกมะเขือเทศกลับหัว

1.2 กิจกรรมการเรียนรู้ที่ 2 เรื่อง แปรรูปมะเขือเทศ

1.3 หาคุณภาพของเครื่องมือ แผนการจัดการเรียนรู้การออกแบบการเรียนรู้ท้องถิ่นตามแนวทางสะเต็มศึกษาได้รับตรวจสอบจากผู้เชี่ยวชาญตรวจสอบความเที่ยงตรงของเนื้อหา ตรวจสอบความถูกต้องของขององค์ประกอบต่างๆ ด้านการใช้ภาษาและความเที่ยงตรงของเนื้อหา (Content Validity) ความเหมาะสมของเนื้อหา การจัดกิจกรรมการเรียนรู้ วิธีการวัดและประเมินผล ที่มีค่าดัชนีความสอดคล้อง (IOC) ตั้งแต่ 0.50 ขึ้นไป นำผลการพิจารณาของผู้เชี่ยวชาญมาวิเคราะห์หาค่าดัชนีความสอดคล้อง (IOC) และผลการพิจารณาจากผู้เชี่ยวชาญซึ่งมีข้อคำถาม มีดัชนีความสอดคล้องตั้งแต่ 0.50-1.00 ถือว่านำมาใช้ได้เพื่อนำข้อมูลที่ได้มาวิเคราะห์ผลและนำเสนอข้อมูลต่อไป

2. แบบประเมินทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์แบบรูบริค (Scoring Rubrics) ประกอบด้วย 5 ทักษะ ดังนี้ 1) การตั้งสมมติฐาน 2) การกำหนดนิยามเชิงปฏิบัติการของตัวแปร 3) การกำหนดและการควบคุมตัวแปร 4) การทดลอง และ 5) การตีความข้อมูลและการลงข้อสรุปดัดแปลงจากแบบวัดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ของ Rattanahiran and Sithsungnoen (2020)

3. แบบประเมินความคิดสร้างสรรค์ มีรายการประเมิน 4 ด้าน คือ 1) ความคิดคล่องตัว 2) ความคิดยืดหยุ่น 3) ความคิดริเริ่ม และ 4) ความคิดละเอียดลออ ดัดแปลงจากแบบวัดความคิดสร้างสรรค์ของ Phuvipadawat (2001) และ Sutharat (2004)

การเก็บรวบรวมข้อมูล

1. ผู้วิจัยดำเนินการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ท้องถิ่นตามแนวทางสะเต็มศึกษา เพื่อส่งเสริมทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์และความคิดสร้างสรรค์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ตามกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวทางสะเต็มศึกษาตามขั้นตอนทั้ง 6 ขั้นตอน ดังนี้

1.1 ระบุปัญหา (Problem Identification) เป็นการทำความเข้าใจปัญหาหรือความท้าทาย วิเคราะห์เงื่อนไขหรือข้อจำกัดของสถานการณ์ปัญหา เพื่อกำหนดขอบเขตของปัญหา ซึ่งจะนำไปสู่การสร้างชิ้นงานหรือวิธีการในการแก้ปัญหา โดยครูทำหน้าที่เป็นผู้นำเสนอเหตุการณ์หรือสถานการณ์ที่จะทำไปสู่ปัญหา และใช้คำถามเพื่อกระตุ้นให้นักเรียนอยากเรียนรู้ เมื่อนักเรียนได้รับรู้ถึงปัญหาแล้วจึงเกิดการระดมความคิดเพื่อช่วยกันกำหนดขอบเขตของปัญหา แบ่งปัญหาออกเป็นรายข้อ และเลือกปัญหาที่สำคัญที่สุดเพื่อนำไปสู่การรวบรวมข้อมูล

1.2 รวบรวมข้อมูล และแนวคิดที่เกี่ยวข้องกับปัญหา (Related Information Searching) เป็นการรวบรวมข้อมูลและแนวคิดทางวิทยาศาสตร์ คณิตศาสตร์ และเทคโนโลยีที่เกี่ยวข้องกับแนวทางการแก้ปัญหา เมื่อนักเรียนเลือกปัญหาที่สำคัญที่สุดจำเป็นต้องหาข้อมูลเพิ่มเติมเกี่ยวกับปัญหานั้นโดยข้อมูลนั้นได้จากการครูเป็นผู้สอนในบทเรียน และนักเรียนสืบค้นข้อมูลเพิ่มเติมจากอินเทอร์เน็ตโดยใช้โทรศัพท์สมาร์ทโฟนเป็นเครื่องมือในการค้นหาเพื่อนำข้อมูลที่ได้นำไปใช้ในการออกแบบชิ้นงาน

1.3 ออกแบบวิธีการแก้ปัญหา (Solution Design) เป็นการประยุกต์ใช้ข้อมูลและแนวคิดที่เกี่ยวข้องเพื่อการออกแบบขึ้นงานหรือวิธีการในการแก้ปัญหา นักเรียนจะเริ่มออกแบบชิ้นงานโดยอาศัยข้อมูลที่รวบรวมมาช่วยในการออกแบบ โดยมีครูเป็นผู้ให้คำแนะนำ ช่วยเหลือ และสังเกตการทำงานของนักเรียนแต่ละคน

1.4 วางแผนและดำเนินการแก้ปัญหา (Planning and Development) เป็นการกำหนดลำดับขั้นตอนของการสร้างขึ้นงานหรือวิธีการ แล้วลงมือสร้างชิ้นงาน หรือพัฒนาวิธีการเพื่อใช้ในการแก้ปัญหา เมื่อนักเรียนได้แบบร่างมาแล้วจึงเริ่มสร้างชิ้นงานขึ้นตามแบบที่ได้กำหนดไว้ โดยมีครูเป็นผู้ให้คำแนะนำ ช่วยเหลือ ตลอดจนดูแลด้านความปลอดภัยในการใช้อุปกรณ์และสังเกตการทำงานของนักเรียนแต่ละคน

1.5 ทดสอบ ประเมินผลและปรับปรุงแก้ไขวิธีการแก้ปัญหาหรือชิ้นงาน (Testing, Evaluation and Design Improvement) เป็นการทดสอบ และประเมินการใช้งานของชิ้นงานหรือวิธีการ โดยผลที่ได้อาจนำมาใช้ในการปรับปรุงและพัฒนา เมื่อนักเรียนสร้างขึ้นงานเสร็จเรียบร้อยแล้วจึงนำไปทดสอบว่าชิ้นงานนี้สามารถแก้ปัญหาได้หรือไม่โดยทดสอบขึ้นงานที่ละกลุ่ม แต่ละกลุ่มทดสอบและจดบันทึกผลข้อบกพร่องเพื่อนำไปใช้ในการปรับปรุงชิ้นงาน หลังจากที่นักเรียนทดสอบชิ้นงานแล้วครูให้นักเรียนแต่ละกลุ่มมีส่วนร่วมในการให้คะแนนชิ้นงานของเพื่อนนักเรียนด้วยกันเพื่อให้นักเรียนแสดงความรู้สึก และฝึกการยอมรับข้อแตกต่าง โดยครูทำหน้าที่เป็นผู้ดำเนินกิจกรรม

1.6 นำเสนอวิธีการแก้ปัญหา ผลการแก้ปัญหาหรือขึ้นงาน (Presentation) เป็นการนำเสนอแนวคิดและขั้นตอนการแก้ปัญหาของการสร้างชิ้นงานให้ผู้อื่นเข้าใจ และได้ข้อเสนอแนะเพื่อการพัฒนาต่อไป เมื่อนักเรียนทดสอบชิ้นงาน และรวบรวมผลที่ได้จากการทดสอบแล้ว ให้นักเรียน แต่ละกลุ่มนำเสนอผลการแก้ปัญหา ข้อดีข้อเสียของชิ้นงาน และการให้ข้อเสนอแนะในการทำงานครั้งต่อไป จากนั้นครูและนักเรียนร่วมกันสรุปผลการทำกิจกรรม

2. ผู้วิจัยดำเนินการประเมินทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ระหว่างการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ท้องถิ่นตามแนวทางสะเต็มศึกษา ซึ่งจะประเมินในช่วงที่นักเรียนทำกิจกรรมด้วยวิธีการสังเกต และจดบันทึกโดยใช้แบบประเมินทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์

3. ผู้วิจัยดำเนินการประเมินความคิดสร้างสรรค์ โดยประเมินผลงานหลังจากจัดกิจกรรมการเรียนรู้ท้องถิ่นตามแนวทางสะเต็มศึกษา ซึ่งจะได้ผลงานทั้งหมด 2 ผลงานโดยใช้แบบประเมินความคิดสร้างสรรค์

การวิเคราะห์ข้อมูล

1. การวิเคราะห์ข้อมูลจากแบบประเมินทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ โดยแบบประเมินทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ใช้ค่าเฉลี่ย (Mean) และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (Standard Deviation) โดยใช้เกณฑ์การให้คะแนนแบบรูบริคส์ (Rubric Scoring) จำแนกความสามารถออกเป็น 5 ระดับ โดยมีเกณฑ์การให้คะแนนเกณฑ์การประเมิน ดังนี้ (Rattanahiran & Sithsungnoen, 2020)

4.21 – 5.00 หมายถึง ดีมาก
3.41 – 4.20 หมายถึง ดี
2.61 – 3.40 หมายถึง ปานกลาง
1.81 – 2.60 หมายถึง พอใช้
1.00 – 1.80 หมายถึง ปรับปรุง

2. วิเคราะห์ข้อมูลแบบประเมินความคิดสร้างสรรค์ ใช้ค่าเฉลี่ย (Mean) และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (Standard Deviation) โดยมีเกณฑ์การให้คะแนนแบบรูบริคส์ (Rubric) กำหนดเกณฑ์ การประเมินเป็นแบบ มาตราส่วนประมาณค่า (Rating scale) มีค่า 3 ระดับ ตามวิธีของเคิร์ท (Likert Scale) โดยกำหนดให้ มีระดับการประมาณค่าดังนี้ คะแนน 3 หมายถึง ดี คะแนน 2 หมายถึง พอใช้ คะแนน 1 หมายถึง ปรับปรุง เกณฑ์การประเมิน ดังนี้ (Srisa-ard, 2002) 2.34 – 3.00 หมายถึง ดี 1.68 – 2.33 หมายถึง พอใช้ 1.00 – 1.67 หมายถึง ปรับปรุง

ผลการวิจัย (Results)

การวิจัยเรื่อง การพัฒนากิจกรรมการเรียนรู้ท้องถิ่นตามแนวทางสะเต็มศึกษา เพื่อส่งเสริมทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นบูรณาการ และความคิดสร้างสรรค์ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนต้น ในจังหวัดลำปาง สรุปผลการวิจัยตามวัตถุประสงค์ของการวิจัยได้ ดังนี้

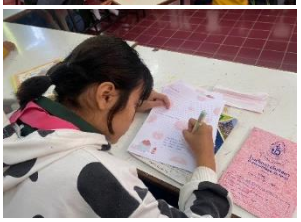
1. ผลการออกแบบกิจกรรมการเรียนรู้ท้องถิ่นตามแนวทางสะเต็มศึกษา สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนต้น

Table 1

Show results of local STEM-based learning activities for Grade 1 students

แสดงผลการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ท้องถิ่นตามแนวสะเต็มศึกษาสำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1

กิจกรรม	ลักษณะของกิจกรรมการจัดการเรียนรู้ตามแนวสะเต็มศึกษา	รูปภาพกิจกรรม
กิจกรรมมหัศจรรย์การปลูกมะเขือเทศกลับหัว	**ขั้นที่ 1 ระบุปัญหา** - ครูนำเข้าสู่การกำหนดปัญหา ด้วยการใช้คำถามว่า “ถ้าหากพื้นที่ในการปลูกมะเขือเทศของคนในชุมชนไม่เพียงพอต่อการผลิตมะเขือเทศเพื่อจำหน่าย” นักเรียนจะมีวิธีการแก้ปัญหานี้ได้อย่างไร **ขั้นที่ 2 รวบรวมข้อมูล และแนวคิดที่เกี่ยวข้องกับปัญหา** - นักเรียนร่วมกันสืบค้นและรวบรวมข้อมูลเกี่ยวกับวิธีการปลูกมะเขือเทศในพื้นที่ที่จำกัด จากนั้นนำมาอภิปรายร่วมกันภายในกลุ่ม เพื่อนำข้อสรุปไปออกแบบกิจกรรม **ขั้นที่ 3 ออกแบบวิธีการแก้ปัญหา** - นักเรียนแต่ละกลุ่มออกแบบภาชนะสำหรับปลูก และที่แขวนจากวัสดุเหลือใช้ในการปลูกมะเขือเทศกลับหัว พร้อมนำเสนอผลการออกแบบของแต่ละกลุ่ม **ขั้นที่ 4 วางแผน และดำเนินการแก้ปัญหา** - นักเรียนแต่ละกลุ่มวางแผนแบ่งหน้าที่กันในการปลูกมะเขือเทศกลับหัว พร้อมลงมือปฏิบัติการปลูกมะเขือเทศกลับหัว ตามที่ออกแบบไว้ **ขั้นที่ 5 ทดสอบ ประเมินและปรับปรุงแก้ไขวิธีการแก้ปัญหา** - นักเรียนนำภาชนะพร้อมที่แขวนไปทดสอบ โดยการนำวัสดุที่จะใช้ในการปลูกมะเขือเทศกลับหัว มาปลูกลงในภาชนะที่ได้ออกแบบไว้ **ขั้นที่ 6 นำเสนอวิธีการแก้ปัญหา ผลการแก้ปัญหาหรือชิ้นงาน** - นักเรียนแต่ละกลุ่มนำเสนอผลงานและวิธีการแก้ปัญหา จากนั้นให้นักเรียนแต่ละกลุ่มประเมินผลงานซึ่งกันและกัน	     

กิจกรรม	ลักษณะของกิจกรรมการจัดการเรียนรู้ตามแนวสะเต็มศึกษา	รูปภาพกิจกรรม
กิจกรรมการแปรรูปมะเขือเทศ	**ขั้นที่ 1 ระบุปัญหา** - ครูนำเข้าสู่การกำหนดปัญหาด้วยการใช้คำถามว่า “ถ้ามะเขือเทศบางผลมีขนาดไม่ได้มาตรฐานในการจำหน่าย ชาวบ้านจึงละทิ้งมะเขือเทศนั้น ๆ ให้เน่าเปื่อยไม่ได้นำมาใช้ให้เกิดประโยชน์ต่อ” นักเรียนจะมีวิธีการแก้ปัญหานี้ได้อย่างไร **ขั้นที่ 2 รวบรวมข้อมูล และแนวคิดที่เกี่ยวข้องกับปัญหา** - นักเรียนร่วมกันสืบค้นและรวบรวมข้อมูลเกี่ยวกับการแปรรูปมะเขือเทศ จากนั้นนำมาอภิปรายร่วมกันภายในกลุ่ม เพื่อนำข้อสรุปไปออกแบบกิจกรรม **ขั้นที่ 3 ออกแบบวิธีการแก้ปัญหา** - นักเรียนแต่ละกลุ่มออกแบบภาชนะสำหรับใส่แยมมะเขือเทศและออกแบบโลโก้สำหรับติดภาชนะบรรจุภัณฑ์ พร้อมนำเสนอผลการออกแบบของแต่ละกลุ่ม **ขั้นที่ 4 วางแผนและดำเนินการแก้ปัญหา** - นักเรียนแต่ละกลุ่มวางแผนแบ่งหน้าที่กันในการทำแยม มะเขือเทศ พร้อมลงมือปฏิบัติการทำแยม ตามที่ออกแบบไว้ **ขั้นที่ 5 ทดสอบ ประเมินและปรับปรุงแก้ไขวิธีการแก้ปัญหา** - นักเรียนนำแยมที่ทำเสร็จแล้วใส่ภาชนะที่ได้ออกแบบไว้ และนำโลโก้ที่กลุ่มออกแบบไว้มาติดภาชนะ พร้อมปรับปรุงแก้ไขปัญหาภายในกลุ่ม **ขั้นที่ 6 นำเสนอวิธีการแก้ปัญหาผลการแก้ปัญหาหรือชิ้นงาน** - นักเรียนแต่ละกลุ่มนำเสนอผลงานและวิธีการแก้ปัญหา จากนั้นให้นักเรียนแต่ละกลุ่มประเมินผลงานซึ่งกันและกัน	     

จาก Table 1 แสดงผลการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ท้องถิ่นตามแนวทางสะเต็มศึกษา สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 จำนวน 2 กิจกรรม โดยเป็นการบูรณาการการสอนวิทยาศาสตร์ที่สอดคล้องกับบริบทท้องถิ่นที่มีการปลูกมะเขือเทศเป็นอาชีพหลักในชุมชน ซึ่งมีการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวสะเต็มศึกษา 6 ขั้นตอน ดังตารางที่ได้กล่าวมาข้างต้น

2. ผลการศึกษาพัฒนาการทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนต้น ที่ได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ท้องถิ่นตามแนวทางสะเต็มศึกษา

Table 2

Results of the development of integrated scientific process skills after local learning activities according to STEM guidelines

ผลการพัฒนาการทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นบูรณาการหลังได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ท้องถิ่นตามแนวทางสะเต็มศึกษา

กิจกรรมที่ 1 : มหัศจรรย์การปลูกมะเขือเทศกลับหัว			
ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นบูรณาการ	**($\bar{X}$)**	**(S.D.)**	**ระดับคุณภาพ**
การตั้งสมมติฐาน	4.21	0.58	ดีมาก
การกำหนดนิยามเชิงปฏิบัติการของตัวแปร	3.57	0.51	ดี
การกำหนดและการควบคุมตัวแปร	3.64	0.50	ดี
การทดลอง	4.50	0.65	ดีมาก
การตีความหมายของข้อมูล และลงข้อสรุป	4.07	0.62	ดี
รวม	**4.00**	**0.66**	**ดี**
กิจกรรมที่ 2 : การแปรรูปมะเขือเทศ			
การตั้งสมมติฐาน	4.00	0.55	ดี
การกำหนดนิยามเชิงปฏิบัติการของตัวแปร	3.71	0.61	ดี
การกำหนดและการควบคุมตัวแปร	3.93	0.83	ดี
การทดลอง	4.21	0.89	ดีมาก
การตีความหมายของข้อมูล และลงข้อสรุป	4.07	0.73	ดี
รวม	**3.99**	**0.73**	**ดี**
ภาพรวม	**3.99**	**0.08**	**ดี**

จาก Table 2 พบว่า ทักษะกระบวนทางวิทยาศาสตร์ขั้นบูรณาการ หลังได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ท้องถิ่นตามแนวทางสะเต็มศึกษาทั้ง 5 ทักษะ โดยภาพรวมมีค่าเท่ากับ 3.99 (0.08) อยู่ในระดับดี เมื่อพิจารณาเป็นรายทักษะภาพรวมทั้ง 2 กิจกรรม พบว่าทักษะการทดลอง มีค่าเท่ากับ 4.36 (0.21) อยู่ในระดับดีมาก รองลงมาคือ ทักษะการตั้งสมมติฐาน มีค่าเท่ากับ 4.11 (0.53) อยู่ในระดับดี ทักษะการตีความหมายของข้อมูลและลงข้อสรุป มีค่าเฉลี่ย 4.07 (0.00) อยู่ในระดับดี ทักษะการกำหนดและการควบคุมตัวแปร มีค่าเท่ากับ 3.79 (0.68) และทักษะการกำหนดนิยามเชิงปฏิบัติการของตัวแปร มีค่าเท่ากับ 3.64 (0.82) อยู่ในระดับดี

3. ผลการประเมินความคิดสร้างสรรค์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนต้น ที่ได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ท้องถิ่นตามแนวทางสะเต็มศึกษา

Table 3

Reflect the results of the creative assessment of junior high school students after receiving local learning activities according to STEM guidelines

แสดงผลการประเมินความคิดสร้างสรรค์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนต้นหลังได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ท้องถิ่นตามแนวทางสะเต็มศึกษา

กิจกรรมที่ 1 : มหัศจรรย์การปลูกมะเขือเทศกลับหัว			
ความคิดสร้างสรรค์	**($\bar{X}$)**	**(S.D)**	**ระดับคุณภาพ**
ความคิดคล่องแคล่ว	2.29	0.47	พอใช้
ความคิดยืดหยุ่น	2.36	0.50	ดี
ความคิดริเริ่ม	2.29	0.47	พอใช้
ความคิดละเอียดลออ	2.64	0.50	ดี
รวม	**2.39**	**0.49**	**ดี**
กิจกรรมที่ 2 : การแปรรูปมะเขือเทศ			
ความคิดคล่องแคล่ว	3.00	0.00	ดี
ความคิดยืดหยุ่น	2.71	0.47	พอใช้
ความคิดริเริ่ม	2.36	0.50	ดี
ความคิดละเอียดลออ	2.00	0.00	พอใช้
รวม	**2.52**	**0.50**	**ดี**
ภาพรวม	**2.46**	**0.18**	**ดี**

จาก Table 3 พบว่า ความคิดสร้างสรรค์ หลังได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ท้องถิ่นตามแนวทางสะเต็มศึกษาทั้ง 4 ด้าน โดยภาพรวมมีค่าเท่ากับ 2.46 (0.18) อยู่ในระดับดี เมื่อพิจารณาเป็นรายด้านภาพรวมทั้ง 2 กิจกรรม พบว่า ด้านความคิดคล่องแคล่ว มีค่าเท่ากับ 2.65 (0.24) อยู่ในระดับดี รองลงมาคือ ด้านความคิดยืดหยุ่น มีค่าเท่ากับ 2.54 (0.06) อยู่ในระดับดี ด้านความคิดริเริ่ม มีค่าเท่ากับ 2.33 (0.49) อยู่ในระดับพอใช้ และด้านความคิดละเอียดลออ มีค่าเท่ากับ 2.32 (0.50) อยู่ในระดับพอใช้

การอภิปรายผล (Discussions)

การวิจัยเรื่อง การพัฒนากิจกรรมการเรียนรู้ท้องถิ่นตามแนวสะเต็มศึกษา เพื่อส่งเสริมทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์และความคิดสร้างสรรค์ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนต้น ในจังหวัดลำปาง ผู้วิจัยได้นำผลมาอภิปราย ดังนี้

1. ผลการออกแบบกิจกรรมการเรียนรู้ท้องถิ่นตามแนวสะเต็มศึกษา สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 จากการจัดกิจกรรมพบว่า นักเรียนมีความสนใจและตั้งใจในการทำกิจกรรมเป็นอย่างดี มีจำนวน 2 กิจกรรม กิจกรรมที่ 1 เรื่องมหัศจรรย์การปลูกมะเขือเทศกลับหัว และกิจกรรมที่ 2 เรื่องการแปรรูปมะเขือเทศ โดยเป็นการบูรณาการการสอนวิทยาศาสตร์ที่สอดคล้องกับบริบทท้องถิ่นที่มีการปลูกมะเขือเทศเป็นอาชีพหลักในชุมชน โดยมีการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวสะเต็มศึกษา 6 ขั้นตอน ดังนี้ ขั้นที่ 1 ระบุปัญหา เป็นการทำความเข้าใจปัญหา เงื่อนไขหรือข้อจำกัดของสถานการณ์ปัญหา เพื่อกำหนดขอบเขตของปัญหา ซึ่งจะนำไปสู่การสร้างชิ้นงาน หรือวิธีการในการแก้ปัญหา โดยครูทำหน้าที่เป็นผู้นำเสนอเหตุการณ์หรือสถานการณ์ที่จะนำไปสู่

ปัญหา และใช้คำถามเพื่อกระตุ้นให้นักเรียนอยากเรียนรู้ เมื่อนักเรียนได้รับรู้ถึงปัญหาแล้ว จึงเกิดการระดมความคิดเพื่อช่วยกันกำหนดขอบเขตของปัญหา ขั้นที่ 2 รวบรวมข้อมูลและแนวคิดที่เกี่ยวข้องกับปัญหา เป็นการรวบรวมข้อมูล และแนวคิดทางวิทยาศาสตร์ คณิตศาสตร์ และเทคโนโลยีที่เกี่ยวข้องกับแนวทางการแก้ปัญหา เพื่อนำข้อมูลที่ได้นำไปใช้ในการออกแบบชิ้นงาน ขั้นที่ 3 ออกแบบวิธีการแก้ปัญหา เป็นการประยุกต์ใช้ข้อมูล และแนวคิดที่เกี่ยวข้องเพื่อการออกแบบขึ้นงานหรือวิธีการในการแก้ปัญหา นักเรียนจะเริ่มออกแบบชิ้นงานโดยอาศัยข้อมูลที่รวบรวมมาช่วยในการออกแบบ ขั้นที่ 4 วางแผน และดำเนินการแก้ปัญหา เป็นการกำหนดลำดับขั้นตอนของการสร้างขึ้นงานหรือวิธีการ แล้วลงมือสร้างชิ้นงานหรือพัฒนาวิธีการเพื่อใช้ในการแก้ปัญหา เมื่อนักเรียนได้แบบร่างมาแล้วจึงเริ่มสร้างชิ้นงานขึ้นตามแบบที่ได้กำหนดไว้ ขั้นที่ 5 ทดสอบ ประเมินผล และปรับปรุงแก้ไขวิธีการแก้ปัญหาหรือชิ้นงาน เป็นการทดสอบและประเมินการใช้งานของชิ้นงานหรือวิธีการ โดยผลที่ได้อาจนำมาใช้ในการปรับปรุงและพัฒนา เมื่อนักเรียนสร้างขึ้นงานเสร็จเรียบร้อยแล้วจึงนำไปทดสอบว่าชิ้นงานนี้สามารถแก้ปัญหาได้หรือไม่ เพื่อนำไปใช้ในการปรับปรุงชิ้นงาน ขั้นที่ 6 นำเสนอวิธีการแก้ปัญหา ผลการแก้ปัญหาหรือขึ้นงาน เป็นการนำเสนอแนวคิดและขั้นตอนการแก้ปัญหาของการสร้างชิ้นงานให้ผู้อื่นเข้าใจ และได้ข้อเสนอแนะเพื่อการพัฒนาต่อไป เมื่อนักเรียนทดสอบชิ้นงาน และรวบรวมผลที่ได้จากการทดสอบแล้วให้นักเรียนแต่ละกลุ่มนำเสนอผลการแก้ปัญหา ข้อดีข้อเสียของชิ้นงาน และการให้ข้อเสนอแนะในการทำงานครั้งต่อไปจากนั้นครูและนักเรียนร่วมกันสรุปผลการทำกิจกรรม ดังเช่นงานวิจัยของ Songkhwae and Onthanee (2017) ได้ศึกษา การพัฒนาหน่วยการเรียนรู้ เรื่อง รู้รักษ์หิน ถิ่นแม่ฮ่องสอน ตามแนวคิดสะเต็มศึกษา เพื่อส่งเสริมการรู้เรื่องวิทยาศาสตร์ สำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 พบว่า ผลการรู้เรื่องวิทยาศาสตร์ระหว่างการเรียนด้วยหน่วยการเรียนรู้ พบว่านักเรียนตอบและถามคำถามโดยใช้หลักการทางวิทยาศาสตร์ มีการสืบค้นข้อมูลเพิ่มเติม อธิบายผลการทดสอบ และวิเคราะห์ปัญหาที่เกิดขึ้นโดยนำความรู้ ความเข้าใจทางวิทยาศาสตร์ คณิตศาสตร์ และการงานอาชีพและเทคโนโลยีมาช่วยในกระบวนการสร้างชิ้นงาน ตามกระบวนการออกแบบทางวิศวกรรม อีกทั้งยังสอดคล้องกับงานวิจัยของ Koocharoenpisal et al. (2017) ได้ศึกษาผลการเรียนรู้ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ที่เรียนด้วยชุดกิจกรรมการเรียนรู้ เรื่อง การแปรรูปน้ำยางพาราที่บูรณาการวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี วิศวกรรมศาสตร์ และคณิตศาสตร์ (STEM) พบว่า การประเมินผลการเรียนรู้ของนักเรียนที่เรียนด้วยชุดกิจกรรมการเรียนรู้เรื่องการแปรรูปน้ำยางพาราฯ ซึ่งได้จากการประเมินผล 3 ส่วน ได้แก่ คำถามท้ายกิจกรรม ผลงานของนักเรียน และแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนได้คะแนนคิดเป็นร้อยละ 70.18 แสดงให้เห็นว่า การจัดการเรียนรู้ตามแนวสะเต็มศึกษาส่งผลให้นักเรียนเกิดการเรียนรู้ผ่านการลงมือทำ การปฏิบัติจริง ความสามารถในการอธิบายหลักการทางวิทยาศาสตร์ตามการออกแบบกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวสะเต็มศึกษา นอกจากนี้ Chamrat (2017) ได้กล่าวไว้ว่า ลักษณะสำคัญของกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวสะเต็มศึกษา ประกอบด้วยลักษณะสำคัญ 6 ด้าน คือ 1) การบูรณาการศาสตร์ทั้ง 4 ได้แก่ วิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี วิศวกรรมศาสตร์ และคณิตศาสตร์ที่มุ่งเน้นการพัฒนาการรู้เรื่องสะเต็ม 2) การอ้างอิงตามกรอบแนวคิดความก้าวหน้าในการเรียนรู้ 3) การเรียนรู้โดยใช้บริบท เป็นฐาน 4) การเน้นการเรียนรู้ในศตวรรษที่ 21 5) กิจกรรมเน้นการออกแบบและแก้ปัญหา และ 6) การวัดและประเมินผลตามสภาพจริงเพื่อพัฒนาผู้เรียน แสดงให้เห็นว่า การจัดกิจกรรมการเรียนการสอนตามแนวคิดสะเต็มศึกษาเป็นการบูรณาการสิ่งแวดล้อมใกล้ตัวหรือบริบทของชุมชนมาจัดกิจกรรมการเรียนการสอน โดยอาศัยแนวคิดสะเต็มศึกษาที่ผู้เรียนสามารถเกิดการเรียนรู้ด้วยตนเองผ่านการลงมือปฏิบัติจริง การนำภูมิปัญญาหรือสิ่งแวดล้อมรอบตัวที่ผู้เรียนมีความคุ้นเคยและมีความใกล้ชิดกับกับบริบทต่างๆ รอบตัว เช่น การแปรรูปน้ำยางพาราที่ผู้เรียนอาจมีความคุ้นชินกับการปลูกยางพาราเป็นทุนเดิมอยู่แล้ว การนำสิ่งต่างๆ หรือบริบทรอบตัวของผู้เรียนมาออกแบบกิจกรรมการเรียนรู้จึงเป็นสิ่งจำเป็นและเป็นสิ่งสำคัญที่ผู้สอนต้องมีการบูรณาการภูมิปัญญาในท้องถิ่นกับการเรียนการสอนที่ผู้เรียนสามารถเกิดการเรียนรู้นอกห้องเรียน

2. การพัฒนาการทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้ตามแนวสะเต็มศึกษา จากการจัดกิจกรรมทั้ง 2 กิจกรรม ได้แก่ กิจกรรมมหัศจรรย์การปลูกมะเขือเทศกลับหัว มีค่าเฉลี่ยของทักษะ

กระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นบูรณาการเท่ากับ 4.00 อยู่ในระดับดี และกิจกรรมการแปรรูปมะเขือเทศ มีค่าเฉลี่ยของทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นบูรณาการเท่ากับ 3.99 อยู่ในระดับดี ซึ่งมีการพัฒนาทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นบูรณาการ 5 ทักษะ ได้แก่ 1) การตั้งสมมติฐาน 2) การกำหนดนิยามเชิงปฏิบัติการของตัวแปร 3) การกำหนด และการควบคุมตัวแปร 4) การทดลอง 5) การตีความข้อมูลและการลงข้อสรุป จากการศึกษา พบว่า นักเรียนมีพัฒนาการทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นบูรณาการ โดยภาพรวมอยู่ในระดับดี ภาพรวมมีคะแนนเฉลี่ยที่ 3.99 ภาพรวมอยู่ในระดับดี จากผลการวิจัยทักษะการทดลองมีพัฒนาสูงที่สุดเป็นอันดับหนึ่ง เนื่องจากนักเรียนมีความสามารถในการออกแบบการทดลองและการบันทึกผลได้อย่างถูกต้อง เหมาะสม และถูกวิธี ส่วนทักษะการกำหนดนิยามเชิงปฏิบัติการของตัวแปรที่มีพัฒนาการอยู่ในลำดับสุดท้าย เนื่องจากการสังเกตการณ์ทำกิจกรรมของนักเรียนตลอดระยะเวลาในการวิจัย พบว่า ด้านการกำหนดคำเฉพาะที่ใช้ในการทดลอง นักเรียนกำหนดคำเฉพาะที่ใช้ในการทดลองได้ครบถ้วนแต่ถูกต้องบางส่วน ทั้งนี้เพราะครูยังอธิบายไม่ครอบคลุมและมีการชี้แนะเพิ่มเติมค่อนข้างน้อยบวกกับเวลาการทำกิจกรรมที่ค่อนข้างมีอย่างจำกัด จึงทำให้ไม่สามารถอธิบายเพิ่มเติมได้ แต่ถ้านักเรียนได้ฝึกปฏิบัติการกำหนดคำเฉพาะที่ใช้ในการทดลองทุกครั้งโดยมีการแลกเปลี่ยนความคิดเห็นของนักเรียน พร้อมกับครูช่วยชี้แนะเพิ่มเติมทุกครั้ง ก็จะทำให้นักเรียนมีพัฒนาการทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ดียิ่งขึ้น สอดคล้องกับงานวิจัยของ Rattanahiran and Sithsungnoen (2020) ได้ศึกษาเรื่อง การจัดการเรียนรู้ตามแนวสะเต็มศึกษา เพื่อพัฒนาทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ และความสามารถในการสร้างสรรค์ผลงานสำหรับนักเรียน ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 พบว่า ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่อง ความร้อนของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 หลังเรียน สูงกว่าก่อนเรียน ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ด้วยการจัดการเรียนรู้ตามแนวสะเต็มศึกษาและโดยภาพรวมอยู่ในระดับดีและมีพัฒนาการสูงขึ้น และความสามารถในการสร้างสรรค์ผลงานของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ด้วยการจัดการเรียนรู้ตามแนวสะเต็มศึกษา มีความสามารถในการสร้างสรรค์ผลงานอยู่ในระดับดี และสอดคล้องกับงานวิจัยของ Jitraksil et al. (2018) ได้ศึกษาเรื่อง การพัฒนาทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ โดยการจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษา เรื่อง แรงการเคลื่อนที่ และพลังงาน กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 พบว่า การจัดการเรียนรู้โดยใช้แผนการจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษา เรื่อง แรงการเคลื่อนที่และพลังงาน กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 มีประสิทธิภาพ 76.56/78.75 ซึ่งสูงกว่าเกณฑ์ที่กำหนดไว้คือ 75/75 ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 และความพึงพอใจของนักเรียนโดยการจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษาอยู่ในระดับความพึงพอใจมากที่สุด

3. ผลการประเมินความสามารถในการสร้างสรรค์ผลงานของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้ตามแนวสะเต็มศึกษา จากการจัดกิจกรรมทั้ง 2 กิจกรรมพบว่า กิจกรรมมหัศจรรย์การปลูกมะเขือเทศกลับหัว มีค่าเฉลี่ยของความสามารถในการสร้างสรรค์ผลงานเท่ากับ 2.39 อยู่ในระดับดี และกิจกรรมการแปรรูปมะเขือเทศ มีค่าเฉลี่ยของความสามารถในการสร้างสรรค์ผลงานเท่ากับ 2.52 อยู่ในระดับดี โดยภาพรวมทั้ง 2 กิจกรรม มีความสามารถในการสร้างสรรค์ผลงาน อยู่ในระดับดี คะแนนเฉลี่ยที่ 2.46 ภาพรวมอยู่ในระดับดี จากผลการศึกษาความสามารถในการสร้างสรรค์ผลงานนั้นด้านที่นักเรียนได้คะแนนสูงเป็นอันดับ 1 คือ ด้านความคิดคล่องแคล่ว พบว่านักเรียนสามารถคิดรูปแบบผลงานได้ตรงประเด็น และคิดภายในเวลาที่กำหนดของแต่ละชิ้นงานได้ และด้านที่นักเรียนได้คะแนนลำดับสุดท้าย คือ ด้านความคิดละเอียดลออ พบว่า ชิ้นงานที่นักเรียนสร้างขึ้นมานั้นยังไม่สามารถอธิบายและเกี่ยวกับรายละเอียดของชิ้นงานได้ดีเท่าที่ควร และจากการศึกษาความสามารถในการสร้างผลงานของนักเรียนทั้ง 2 ผลงาน ผลงานที่อยู่ในระดับดี อันดับ 1 ได้แก่ การแปรรูปมะเขือเทศ พบว่านักเรียนให้ความสนใจกับการทำการทำกิจกรรมการแปรรูปมะเขือเทศเป็นอย่างดี ก่อนเริ่มทำกิจกรรมมีความตั้งใจเรียนรู้ทั้งทฤษฎี และภาคปฏิบัติในขณะที่ทำกิจกรรมนักเรียนมีความสนุกสนาน ตื่นเต้น และลุ้นตลอดเวลา ว่าจะสามารถทำการแปรรูปมะเขือเทศได้หรือไม่ หลังทำกิจกรรมเมื่อต้องสรุปผล และเชื่อมโยงกับความรู้ในภาคทฤษฎี นักเรียนก็สามารถตอบคำถามได้ดี ทั้งนี้เพราะนักเรียนมีความเข้าใจเนื้อหา

สามารถเชื่อมโยงความรู้และใช้เทคโนโลยี เข้ามาช่วยในการสร้างชิ้นงาน และผลงานที่นักเรียนทำได้อยู่ในระดับสุดท้าย คือ มหัศจรรย์การปลูกมะเขือเทศกลับหัว เพราะกิจกรรมที่จัดให้นักเรียนนั้นมีขั้นตอนค่อนข้างซับซ้อนและใช้เวลานานบวกกับครูอธิบายให้นักเรียนเกิดความเข้าใจได้ไม่ละเอียดมากนัก และให้เวลาในแต่ละขั้นอย่างจำกัด ซึ่งนักเรียนอาจจะไม่สามารถออกแบบและทำกิจกรรมในแต่ละขั้นได้ดีเท่าที่ควร ครูจึงควรอธิบายและให้เวลาแก่นักเรียนในการทำกิจกรรมแต่ละขั้นอย่างละเอียดเหมาะสม เพื่อให้นักเรียนสามารถทำชิ้นงานออกมาได้ดี และเกิดความเข้าใจในการออกแบบสร้างชิ้นงานให้มีความสร้างสรรค์มากยิ่งขึ้น ซึ่งสอดคล้องกับวิจัยของ Yildirim (2018) ได้กล่าวว่า การศึกษาผลสัมฤทธิ์จากการเรียนรู้ STEM ในปัจจุบัน คือ การวางโครงร่างของการศึกษาเชิงประจักษ์ที่ดำเนินการเกี่ยวกับการศึกษา STEM ซึ่งมุ่งเน้นไปที่ผลสัมฤทธิ์ของนักเรียนนอกเหนือไปจากทักษะความคิดสร้างสรรค์และการแก้ปัญหา รวมทั้งทัศนคติ และความสนใจต่อวิชา STEM หลักการการศึกษา STEM และการศึกษาเปรียบเทียบระหว่างประเทศ เช่น PISA เป็นผลกระทบเชิงบวก STEM มีผลต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนที่โรงเรียนและทัศนคติต่อ สาขาวิชา STEM ของแต่ละบุคคล นอกจากนี้ยังสนับสนุนว่าหลักการการศึกษาของ STEM เสริมสร้างการแก้ปัญหาและความคิดสร้างสรรค์ของนักเรียน สอดคล้องกับงานวิจัยของ Phonlek (2020) ได้ศึกษาเรื่อง การพัฒนาความคิดสร้างสรรค์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 เรื่อง เคมีที่เป็นพื้นฐานของสิ่งมีชีวิต โดยการจัดการเรียนรู้ ตามแนวคิดสะเต็มศึกษาร่วมกับปรัชญาเศรษฐกิจพอเพียง พบว่า การจัดการเรียนรู้ เรื่อง เคมีที่เป็นพื้นฐานของสิ่งมีชีวิต โดยใช้แผนการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดสะเต็มศึกษาร่วมกับปรัชญาเศรษฐกิจพอเพียง สำหรับนักเรียน ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 มีประสิทธิภาพเท่ากับ 82.86/80.46 ซึ่งสูงกว่าเกณฑ์ 75/75 ที่ตั้งไว้ ความคิดสร้างสรรค์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 โดยการจัดการ เรียนรู้ตามแนวคิดสะเต็มศึกษาร่วมกับปรัชญาเศรษฐกิจพอเพียง หลังเรียนสูงกว่า ก่อนเรียน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนโดยการจัดการเรียนรู้ เรื่อง เคมีที่เป็นพื้นฐาน ของสิ่งมีชีวิต ตามแนวคิดสะเต็มศึกษาร่วมกับปรัชญาเศรษฐกิจพอเพียง ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 และความพึงพอใจของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ต่อการจัดการเรียนรู้ เรื่อง เคมีที่เป็นพื้นฐานของสิ่งมีชีวิต ตามแนวคิดสะเต็มศึกษาร่วมกับปรัชญาเศรษฐกิจพอเพียงอยู่ในระดับมากที่สุด มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 4.70 จะเห็นได้ว่า การจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดสะเต็มศึกษาที่มีการบูรณาการความรู้ทางวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี วิศวกรรมศาสตร์ และคณิตศาสตร์ การเชื่อมโยงกับภูมิปัญญาท้องถิ่นในชุมชน เป็นการนำลักษณะของธรรมชาติของแต่ละวิชามาช่วยพัฒนาให้ผู้เรียนคิดอย่างเป็นระบบ มีความคิดสร้างสรรค์ในการสร้างหรือออกแบบชิ้นงานผ่านกระบวนการเรียนรู้ที่ผู้เรียนเกิดการเรียนรู้จากการลงมือปฏิบัติจริง การสืบค้นหาข้อมูล การวางแผนและการทดลองเพื่อทดสอบข้อเท็จจริงต่างๆ เป็นการส่งเสริมให้ผู้เรียนได้ฝึกกระบวนการคิดผ่านการจัดการเรียนรู้ที่มีการเชื่อมโยงกับบริบทในชุมชน

ข้อเสนอแนะ (Recommendations)

1. ข้อเสนอแนะทั่วไปในการนำผลการวิจัยไปใช้

1.1 ผู้สอนควรอธิบายความหมาย และยกตัวอย่างของทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นบูรณาการให้ผู้เรียนเข้าใจอย่างละเอียดในแต่ละทักษะกระบวนการ

1.2 การจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวทางสะเต็มศึกษาในแต่ละกิจกรรมผู้สอนควรเพิ่มเวลาให้ผู้เรียนมีโอกาสปฏิบัติกิจกรรมในแต่ละขั้นได้อย่างเต็มที่

2. ข้อเสนอแนะสำหรับการวิจัยครั้งต่อไป

2.1 ควรทำการวิจัยการพัฒนากิจกรรมการเรียนรู้ท้องถิ่นตามแนวทางสะเต็มศึกษาเพื่อส่งเสริมทักษะบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นบูรณาการ และความคิดสร้างสรรค์ ในระดับชั้นอื่นๆ หรือการบูรณาการในรายวิชาอื่นๆ

2.2 ควรมีการศึกษาการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดสะเต็มศึกษาร่วมกับ การพัฒนาทักษะด้านอื่นๆ ในศตวรรษที่ 21 เช่น การแก้ปัญหา ทักษะอาชีพ เป็นต้น เพื่อให้ผู้เรียนเกิดการเรียนรู้ที่ก้าวทันโลกแห่งการศึกษา

References

Chanprasert, S. (2013). Instructional management in science and essential skills in the 21st century. *IPST Magazine*, 42(185), 10-13.

Chamrat, S. (2017). The definition of STEM and key features of STEM education learning activity. *STOU Education Journal*, 10(2), 13-34.

Dachakupl, P., & Yindeesuk, P. (2005). *Science methods for teaching general science*. Bangkok: Develop Academic Quality.

Institute for the Promotion of Teaching Science and Technology. (2003). *Organizing subjects for group learning. Science basic education curriculum*. Bangkok: Institute for the Promotion of Teaching Science and Technology.

Jitraksil, W., Pansuppawat, T., & Choosup, N. (2018). Development of the science process skills using learning management of stem education entitled “Force, Motion, and Energy” science substance group, Mathayom Suksa 1. *Journal of Curriculum and Instruction Sakon Nakhon University*, 10(27), 87-97.

Joyce, B., & Weil, M. (1996). *Model of teaching* (5th ed.). Boston: Allyn and Bacon.

Klainin, S., Dejsri, P., & Pramojanee, A. (2006). *Learning for Tomorrow's World. Executive summary report*. Bangkok: S Plus Prepress System.

Koocharoenpisal, N., Kaewthip, K., Nongnuan, K., & Haritawan, P. (2017). Learning outcome of 9th students using the learning activity packages on the natural rubber latex process integrating science technology engineering & mathematics (STEM). *Journal of Education Naresuan University*, 19(1), 23-37.

Ministry of Education. (2008). *Learning management of science subjects according to the basic education core curriculum, 2008*. Bangkok: Agricultural Cooperative Assembly of Thailand Limited.

Ministry of Education. (2009). *Basic Education Core Curriculum 2008*. Bangkok: Thailand Agricultural Cooperative Assembly Printing House.

Ministry of Education. (2017). *Basic Education Core Curriculum B.E. 2551 revised 2017*. Bangkok: Agricultural Cooperative Assembly of Thailand Limited.

Office of the Permanent Secretary, Ministry of Education Ministry of Education. (2016). *The 12th Education Development Plan of the Ministry of Education (2017 - 2021)*. Bangkok: Bureau of Policy and Strategy, Office of the Permanent Secretary, Ministry of Education.

Panich, W. (2013). *Creating learning for the 21st century* (2nd ed.). Bangkok: S. Charoen Phim.

Phonlek, S. (2020*). Creative thinking development of Mathayomsuksa 4 students on the topic of chemistry of living organisms based on STEM education and sufficiency economy philosophy* (Master thesis). Sakon NaKhon: Sakon NaKhon Rajabhat University.

Phuvipadawat, S. (2001). *Creativity promotion techniques* (6th ed.) Bangkok: Thai Wattana Panich.

Rattanahiran, T., & Sithsungnoen, C. (2020). Learning management by STEM education to develop science process skill and task creative ability of Matthayomsuesa 1 Students. *Journal of Humanities and Social Sciences Review (JHSSR),* 22(2), 20-33.

Roadrangka, W., & Dachakupl, P. (1999). *Process skills activities for teachers*. Bangkok: Quality of Life Development Institute.

Siripatharachai, P. (2013). STEM Education and 21st century skills development. *Journal Executive*, 33(2), 49-56.

Songkhwae, P., & Onthanee, A. (2017). Development of stem learning units to enhance scientific literacy in the topic of preservation land and rock of maehongson for prathomsuksa 6 students. *Journal of Education Naresuan University*, 19(3), 210-224.

Srisa-ard, B. (2002). *Preliminary research* (7th ed.). Bangkok: Chulalongkorn.

Sutharat, W. (2004). *Ideas and creativity.* Bangkok: Suweeriyasan.

Yıldırım. (2018). *STEM applications in mathematics education: The effect of STEM applications on different dependent variables*. Turkey: Mus Alparslan University.