

การเพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อพืชแบบดีไอวาย: กิจกรรมเสริม
เพื่อพัฒนาทักษะการแก้ปัญหาและการคิดอย่างมีวิจารณญาณของนักเรียนมัธยมศึกษาตอนต้น
DIY Plant Tissue Culture: STEM Activities to Develop Problem Solving Skills
and Critical Thinking of Lower Secondary School Students

ธนพิพัฒน์ จันทร์รอด^{1*} และ สุทธิดา จำรัส²
Tanapipat Janrod^{1*} and Suthida Chamrat²

¹ คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่, tanapipat_janrod@cmu.ac.th
(Faculty of Education, Chiang Mai University)

² ภาควิชาหลักสูตร การสอน และการเรียนรู้ คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่, suthida.c@cmu.ac.th
(Science Division, Department of Curriculum, Instruction, and Learning, Chiang Mai University)

บทคัดย่อ

การวิจัยครั้งนี้มีวัตถุประสงค์ คือ (1) เพื่อศึกษาผลของกิจกรรมการเพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อพืชแบบดีไอวายตามแนวสะเต็มศึกษาที่มีต่อทักษะการแก้ปัญหาของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนต้น และ (2) เพื่อศึกษาผลของกิจกรรมการเพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อพืชแบบดีไอวายตามแนวสะเต็มศึกษาที่มีต่อการคิดอย่างมีวิจารณญาณของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนต้น กลุ่มที่ศึกษาในการวิจัยเป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2564 โรงเรียนขยายโอกาสทางการศึกษา ขนาดกลาง แห่งหนึ่งในจังหวัดเชียงใหม่ จำนวน 28 คน โดยการเลือกแบบเจาะจง เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยมี 2 แบบ คือ (1) เครื่องมือที่ใช้ในการจัดการเรียนรู้ ได้แก่ แผนการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดสะเต็มศึกษา เรื่องการเพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อพืชแบบดีไอวาย จำนวน 4 แผน เวลา 12 ชั่วโมง แบบบันทึกกิจกรรมและคู่มือการจัดกิจกรรมสำหรับครู (2) เครื่องมือที่ใช้ในการเก็บรวบรวมข้อมูล ได้แก่ แบบวัดทักษะการแก้ปัญหาและแบบวัดการคิดอย่างมีวิจารณญาณ วิเคราะห์ข้อมูลโดยการหาค่าเฉลี่ย ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน ค่าร้อยละ แล้วนำมาเทียบเกณฑ์ เพื่อแปลผลระดับคุณภาพ การวิจัยปรากฏผลดังนี้ (1) นักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้กิจกรรมการเพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อพืชแบบดีไอวายตามแนวสะเต็มศึกษามีคะแนนทักษะการแก้ปัญหาโดยค่าเฉลี่ยเท่ากับ 16.32 คิดเป็นร้อยละ 81.61 ซึ่งอยู่ในระดับคุณภาพดีเยี่ยม (2) นักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้กิจกรรมการเพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อพืชแบบดีไอวายตามแนวสะเต็มศึกษามีคะแนนการคิดอย่างมีวิจารณญาณโดยค่าเฉลี่ยเท่ากับ 22.04 คิดเป็นร้อยละ 73.45 ซึ่งอยู่ในระดับคุณภาพดี

คำสำคัญ: การเพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อพืช ดีไอวาย สะเต็มศึกษา ทักษะการแก้ปัญหา การคิดอย่างมีวิจารณญาณ

ABSTRACT

The purposes of this research were (1) to study the DIY plant tissue culture: STEM activities to develop problem solving skills of Lower Secondary School Students and (2) to study the DIY plant tissue culture: STEM activities to develop critical thinking of Lower Secondary School Students. The sample group of this study was 28 recruited by purposive sampling grade 7 students of educational opportunity extension

school in Chiang Mai Province, during the second semester of academic years 2021. The instruments used in this study were lesson plans on the topic of DIY Plant Tissue Culture 4 lesson plans for 12 hours, problem solving skills test and critical thinking test. The data were analyzed in terms of mean, standard deviation, percentage and then compared with the criteria to interpret the quality level results. Research findings were as follows (1) Students taught through DIY plant tissue culture: STEM activities to develop problem solving skills of mean 16.32, percentage 81.61, excellent quality level (2) Students taught through DIY plant tissue culture: STEM activities to develop critical thinking of mean 22.04, percentage 73.45, good quality level.

KEYWORDS: Plant Tissue Culture, DIY, STEM Education, Problem Solving Skills, Critical Thinking

**Corresponding author, tanapipat_janrod@cmu.ac.th โทร. 088-2528801*

Received: 12 May 2022 / Revised: 24 June 2022 / Accepted: 30 June 2022 / Published online: 1 September 2022

บทนำ

การจัดเรียนการสอนวิชาวิทยาศาสตร์ ครูผู้สอนควรส่งเสริมให้นักเรียนเรียนรู้ด้วยตนเองหรือตามความสนใจ แล้วสนับสนุนให้นักเรียนรู้จักการสืบเสาะทางวิทยาศาสตร์ด้วยตัวเองจากแหล่งเรียนรู้หรือทรัพยากรที่มีอยู่ หรือเลือกวิธีการเรียนรู้ด้วยตนเองจนถึงวิธีการวัดและประเมินผลหรือความก้าวหน้าของการเรียนรู้ของตนเอง รูปแบบกระบวนการเรียนรู้หรือวิธีการสอนก็เป็นอีกปัจจัยหนึ่งที่จะนำพานักเรียนบรรลุจุดประสงค์การเรียนรู้ได้ ผู้สอนควรจัดการเรียนการสอนให้ผู้เรียนได้ องค์ความรู้ต่าง ๆ ทางวิทยาศาสตร์ผ่านการลงมือปฏิบัติจริง เพราะการเรียนรู้วิทยาศาสตร์นั้นไม่ใช่แค่การเรียนรู้เนื้อหาเพื่อการท่องจำแต่ผู้เรียนต้องมีบทบาทสำคัญในการลงมือเรียนรู้ ปฏิบัติจริง มีการค้นคว้าหาความรู้อย่างมีระบบตาม กระบวนการทางวิทยาศาสตร์ (กระทรวงศึกษาธิการ, 2560)

เมื่อพิจารณาเกี่ยวกับญาณวิทยาของวิทยาศาสตร์ พบว่าการได้มาซึ่งความรู้วิทยาศาสตร์มีรากฐานมาจากแนวคิด ประสบการณ์นิยม (Empiricism) และปฏิบัตินิยม (Pragmatism) ที่เน้นการสร้างองค์ความรู้จากการผ่านประสบการณ์ตรง และเน้นการลงมือปฏิบัติ โดยการมุ่งการสืบเสาะทางวิทยาศาสตร์หาหลักฐานเพื่อนำมาสนับสนุนความรู้ทางวิทยาศาสตร์ที่ สร้างหรือพัฒนาขึ้น การจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ใช้แนวทางดังกล่าวมานานแล้ว (Bybee, 2009) เพื่อให้ห้องเรียนสะท้อน ธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ ได้ถ่ายทอดหัวใจสำคัญของวิทยาศาสตร์คือ การได้มาซึ่งความรู้ทางวิทยาศาสตร์ (Epistemology of science) ไม่น้อยกว่าตัวความรู้ของวิทยาศาสตร์ (Scientific knowledge) เอง กระบวนการเข้าถึงประสบการณ์และสร้าง ความรู้ การอธิบาย รวมทั้งการให้ความหมายของโลกที่รายรอบผู้เรียน ยังสอดคล้องกับทฤษฎีการเรียนรู้ (Learning theory) ที่ยอมรับในปัจจุบัน นั่นคือคนเราเรียนรู้โดยการสร้างความหมาย (Construct – ซึ่งคำนี้นำไปสู่ชื่อของทฤษฎี Constructivism) กระบวนการนี้เกิดขึ้นมาในความคิดซึ่งเป็นกระบวนการทางปัญญา (Cognition process) ที่เกิดขึ้นภายใน ปัญญาของแต่ละบุคคลมากกว่าจะเกิดจากการสอนสั่ง (Instruct) ซึ่งกระบวนการเรียนรู้เหล่านี้จะเกิดขึ้นได้ดีเมื่อผู้เรียน เชื่อมโยงประสบการณ์เดิมเข้ากับประสบการณ์ใหม่ (Fosnot, 2013) ปฏิสัมพันธ์กับสังคม (Kukla, 2000) รวมทั้ง การสร้างสรรค์ชิ้นงานซึ่งเป็นไปตามทฤษฎีการเรียนรู้ สร้างสรรค์ปัญญานิยม (Constructionism) ตามแนวคิดของ Seymour Papert (Papert & Harel, 1991) กระบวนการสร้างความหมายจากความเชื่อมโยงข้อมูลหรือสารสนเทศสามารถสร้าง ความหมายหรือแนวคิดใหม่ ๆ นั่นคือ เกิดการเรียนรู้ขึ้นแล้วด้วยตัวของผู้เรียนเอง

เมื่อพิจารณากระบวนการเรียนรู้ผ่านการสร้างความหมายต่อประสบการณ์หรือสิ่งที่ได้ปฏิบัติการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ ในโรงเรียนจึงค่อนข้างมีปัญหาและข้อจำกัดในแง่ที่ว่า ผู้เรียนมีประสบการณ์น้อยมากในการสืบเสาะทางวิทยาศาสตร์ (Bybee, 2006) และถึงแม้ว่าผู้เรียนจะมีประสบการณ์ได้ลงมือปฏิบัติในเชิงวิทยาศาสตร์ แต่น้อยมากเช่นกันที่จะเป็นการเรียนรู้

วิทยาศาสตร์ที่สะท้อนความเป็นวิทยาศาสตร์ที่แท้จริง (Lee & Butler, 2003; Hume, 2009) เช่น การทำการทดลองตามคู่มือเป็นขั้น ๆ หรือคู่มือทำอาหาร (Cook book) นักเรียนจึงได้เรียนรู้เพียงแค่นิยามและทฤษฎีเท่านั้น โดยขาดประสบการณ์การออกแบบการทดลอง การทดสอบ การสืบเสาะทางวิทยาศาสตร์ ซึ่งเป็นหัวใจสำคัญของการพัฒนาสมรรถนะทางวิทยาศาสตร์ หลักสามประการคือ การสร้างคำอธิบายทางวิทยาศาสตร์ การประเมินและออกแบบการสืบเสาะทางวิทยาศาสตร์ รวมทั้งการแปลความหมายข้อมูลและหลักฐานเชิงวิทยาศาสตร์ (OECD, 2020) ซึ่งการจัดการเรียนรู้ที่ไม่ได้สะท้อนกับธรรมชาติของการได้มาซึ่งความรู้ทางวิทยาศาสตร์ ส่งผลให้กระบวนการคิดที่เน้นหลักฐานของการลงข้อสรุปทางวิทยาศาสตร์ขาดหายไป ทำให้ขาดการคิดอย่างมีวิจารณญาณ สะท้อนในการวัดและประเมินผลระดับนานาชาติที่แสดงให้เห็นว่านักเรียนไทยค่อนข้างมีปัญหาในการจำแนกแยกแยะข้อเท็จจริงออกจากความเห็นและมีความสามารถในการรับมือกับข่าวปลอมต่ำ (OECD, 2021) ซึ่งเป็นปัญหาที่ต้องแก้ไขอย่างเร่งด่วนผ่านกระบวนการเรียนและสอนวิทยาศาสตร์ในการฝึกการคิดอย่างเป็นนักวิทยาศาสตร์

การขาดความพร้อมปัจจัยพื้นฐานก็เป็นอีกสาเหตุหนึ่งของปัญหาในการเรียนวิทยาศาสตร์ในโรงเรียนที่มีขนาดกลางและขนาดเล็กอาจจะมียงบประมาณในการสนับสนุนเกี่ยวกับสื่อและอุปกรณ์ที่ไม่เพียงพอเนื่องจากจำนวนนักเรียนที่น้อยทำให้ได้รับการสนับสนุนด้วยงบรายหัวที่ประมาณคนละ 200-400 ไม่เพียงพอ (Office of the Education Council, 2017) สถานการณ์ดังกล่าวทำให้ครูหลักเลี้ยงไม่ได้ที่จะดำเนินการเรียนการสอนแบบดั้งเดิม (Traditional teaching) คือการถ่ายทอดเนื้อหาโดยตรง ซึ่งไม่ตอบโจทย์โลกในปัจจุบันและอนาคตที่มีความซับซ้อน และมีปัญหาใหม่ ๆ ให้ต้องแก้ไข ด้วยข้อจำกัดหลายประการ โรงเรียนหลายแห่งยังไม่สามารถจัดกิจกรรมการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ที่สะท้อนธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ที่แท้จริง (Authentic Science) แก่นักเรียนได้ การจัดการเรียนการสอนดังกล่าวแม้จะสามารถครอบคลุมเนื้อหาตามหลักสูตรแต่กลับทำให้ผู้เรียนพลาดโอกาสที่จะเรียนรู้ผ่านประสบการณ์ตรง ที่ช่วยให้พัฒนาทักษะที่จำเป็นในการดำรงชีวิตในโลกปัจจุบันและอนาคต ทำให้เป็นไปได้อย่างยากที่จะสามารถบรรลุวิสัยทัศน์ของประเทศที่จะขับเคลื่อนด้วยนโยบายประเทศไทย 4.0 หรือแม้กระทั่งการที่จะพัฒนาคนให้สามารถสร้างนวัตกรรมได้ (ธนพิพัฒน์ จันทรรอด และสุทธิดา จำรัส, 2565)

ในปัจจุบันมีกรอบแนวคิดที่ใช้การสร้างสิ่งของได้ด้วยตนเอง ที่รู้จักในชื่อว่าการดีไอวาย (DIY) หรือ Do-it-yourself ซึ่งเป็นคำที่พจนานุกรม Cambridge ได้ให้นิยามไว้ว่า “กิจกรรมในการตกแต่งหรือซ่อมแซมบ้าน หรือทำสิ่ง ๆ ที่บ้านด้วยตัวเองแทนที่จะจ้างผู้อื่นทำ” (Cambridge Dictionary, 2019) นอกจากนี้พจนานุกรม Merriam-Webster (2021) ได้อธิบายว่าหมายถึงกิจกรรมที่ทำหรือสร้างสิ่งต่าง ๆ (เช่น งานไม้หรืองานซ่อมแซมบ้าน) โดยไม่ได้รับการฝึกแบบมืออาชีพหรือการช่วยเหลือจากผู้อื่น Honma (2017) ได้เสนอไว้ว่า กิจกรรม DIY โดยอาศัยความรู้ด้านวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี วิศวกรรมศาสตร์และคณิตศาสตร์ เป็นแนวทางที่นำมาใช้แก้ปัญหาได้ดี เนื่องจากจะให้ประสบการณ์ตรงกับผู้เรียน นอกจากนี้กิจกรรมยังเชื่อมโยงกับบริบทในโลกภายนอกหรือบริบทชุมชนได้ด้วย การออกแบบกิจกรรมตามมาตรฐานที่กำหนดโดยตัวชี้วัดและสาระการเรียนรู้แกนกลาง กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ (ฉบับปรับปรุง พ.ศ.2560) ตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 (กระทรวงศึกษาธิการ, 2560) กำหนดไว้ให้เป็นมาตรฐาน แต่ไม่ได้กำหนดกระบวนการเรียนรู้ครูสามารถออกแบบกิจกรรมในบทเรียนและใช้กิจกรรมในห้องเรียนที่มีบริบทแตกต่างหลากหลาย หากขาดแคลนสื่อและอุปกรณ์ตามกิจกรรมการเรียนรู้สำเร็จรูปที่ออกแบบมาในหนังสือหรือคู่มือซึ่งอาจจะไม่สอดคล้องกับบริบทพื้นที่โรงเรียนทั้งทางภูมิศาสตร์และเศรษฐกิจฐานะ (Socio-economic status, SES) การออกแบบกิจกรรมโดยใช้อุปกรณ์ที่สามารถหาได้ง่ายจึงเป็นทางเลือกหนึ่งในการแก้ปัญหาดังกล่าว

การจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดสะเต็มศึกษาสามารถตอบสนองต่อวัตถุประสงค์ของการจัดการเรียนรู้และส่งเสริมให้นักเรียนประสบความสำเร็จในการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ได้ โดยนำขั้นตอนกระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรมมาสอดแทรกในการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ ครูมีบทบาทเป็นผู้อำนวยความสะดวก กระตุ้นความสนใจ หรือสร้างแรงบันดาลใจในการเรียนรู้ให้กับผู้เรียน (อาทิตยา คำมามุง, 2560) ขั้นตอนกระบวนการออกแบบการจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษาจะเริ่มการระบุปัญหาที่เกิดขึ้นในชีวิตประจำวัน แล้วดำเนินการศึกษาค้นหาแนวคิดที่เกี่ยวข้องเพื่อเลือกแนวคิดที่เหมาะสมเป็นไปได้และ

คุ้มค่ามากที่สุด จากนั้นวางแผนและพัฒนาวิธีการแก้ไขปัญหา แล้วนำไปทดสอบ แก้ไข ปรับปรุง และประเมินผล ขั้นตอนสุดท้ายคือการนำเสนอผลลัพธ์ให้ง่ายและน่าสนใจ ซึ่งจะทำให้นักเรียนเรียนรู้วิทยาศาสตร์อย่างเป็นวิทยาศาสตร์อย่างแท้จริง

ข้อจำกัดในการเรียนการสอนวิชาวิทยาศาสตร์จากประสบการณ์ของผู้วิจัย ก็คือ ข้อจำกัดของห้องปฏิบัติการทดลองวัสดุอุปกรณ์ทางวิทยาศาสตร์และสารเคมี ซึ่งในบางโรงเรียนยังมีอยู่จำกัดหรือไม่สามารถเข้าถึงอุปกรณ์เหล่านั้นได้ จึงทำให้นักเรียนขาดทักษะกระบวนการเรียนรู้ทางวิทยาศาสตร์และขาดประสบการณ์ตรง ซึ่งส่งผลต่อด้านเนื้อหาที่นักเรียนต้องเรียนรู้ในวิชาวิทยาศาสตร์ในบางหัวข้อด้วย เช่น การเพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อพืช ซึ่งเนื้อหากิจกรรมนี้ต้องทดลองปฏิบัติการเพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อพืชด้วยของจริง แต่เนื่องจากมีข้อจำกัดในหลาย ๆ อย่าง จึงทำให้นักเรียนได้เรียนรู้แต่ทฤษฎีเพียงอย่างเดียว

ด้วยเหตุผลดังกล่าวมา ผู้วิจัยจึงมีความสนใจที่จะศึกษาผลของกิจกรรมการเพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อพืชแบบดีไอวายตามแนวสะเต็มศึกษาที่มีต่อทักษะการแก้ปัญหาและการคิดอย่างมีวิจารณญาณของนักเรียน โดยผู้วิจัยได้จัดทำแผนการจัดการเรียนรู้ตามแนวสะเต็มศึกษา ชุดกิจกรรมการเพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อพืชแบบดีไอวาย และแบบวัดทักษะการแก้ปัญหาและแบบวัดการคิดอย่างมีวิจารณญาณ ซึ่งผู้วิจัยหวังว่าจะสามารถช่วยให้นักเรียนได้รับความรู้พัฒนาทักษะทางวิทยาศาสตร์และผลวิจัยนี้จะเป็นแนวทางในการจัดการเรียนรู้ในวิชาวิทยาศาสตร์ต่อไป

วัตถุประสงค์

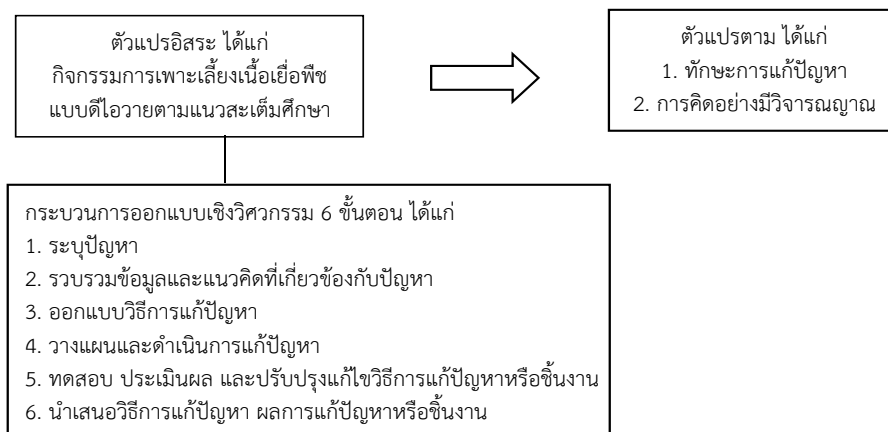
1. เพื่อศึกษาผลของกิจกรรมการเพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อพืชแบบดีไอวายตามแนวสะเต็มศึกษาที่มีต่อทักษะการแก้ปัญหาของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนต้น
2. เพื่อศึกษาผลของกิจกรรมการเพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อพืชแบบดีไอวายตามแนวสะเต็มศึกษาที่มีต่อการคิดอย่างมีวิจารณญาณของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนต้น

นิยามศัพท์เฉพาะ

1. การเพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อพืช หมายถึง การนำชิ้นส่วนต่าง ๆ ของพืชมาเลี้ยงบนอาหารสังเคราะห์ในสภาพปลอดเชื้อภายใต้สภาพแวดล้อมที่ควบคุม เช่น อุณหภูมิ แสงสว่าง เพื่อให้ชิ้นส่วนต่าง ๆ ของพืชเจริญเติบโตและพัฒนาเป็นต้นพืชที่สมบูรณ์ สามารถนำออกปลูกในสภาพธรรมชาติได้
2. ดีไอวาย (Do it yourself : DIY) หมายถึง การนำสิ่งของที่เหลือใช้ สิ่งของที่ไม่ได้ใช้ประโยชน์หรือสิ่งของใหม่มาทำการสร้างสรรค์ ดัดแปลง หรือประดิษฐ์ให้กลายเป็นผลงานชิ้นใหม่ด้วยฝีมือของตัวเอง
3. กิจกรรมสะเต็ม หมายถึง กิจกรรมการเรียนการสอนที่ผู้วิจัยจัดทำขึ้น เพื่อใช้เป็นแนวทางในการจัดการเรียนการสอน เรื่องการเพาะเลี้ยงพืชแบบดีไอวาย ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ที่บูรณาการวิชาวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี วิศวกรรมศาสตร์ และคณิตศาสตร์ ที่มุ่งแก้ปัญหาที่พบเห็นในชีวิตจริง รวมทั้งนำไปสู่การสร้างนวัตกรรม มีการบูรณาการวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี และคณิตศาสตร์ผ่านกระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรม ประกอบด้วย 6 ขั้นตอน ดังนี้ 1. ระบุปัญหา 2. รวบรวมข้อมูลและแนวคิดที่เกี่ยวข้องกับปัญหา 3. ออกแบบวิธีการแก้ปัญหา 4. วางแผนและดำเนินการแก้ปัญหา 5. ทดสอบ ประเมินผล และปรับปรุงแก้ไขวิธีการแก้ปัญหาหรือชิ้นงาน 6. นำเสนอวิธีการแก้ปัญหา ผลการแก้ปัญหาหรือชิ้นงาน
4. ทักษะการแก้ปัญหา หมายถึง ความสามารถในการนำความรู้ ประสบการณ์เดิม และวิธีการทางวิทยาศาสตร์ทั้งทางตรงและทางอ้อมมาใช้ในการแก้ปัญหาที่พบในชีวิตประจำวัน เพื่อให้บรรลุจุดมุ่งหมายหรือวัตถุประสงค์ตามที่ต้องการ ประกอบด้วย 4 ขั้นตอน 1. การระบุปัญหา 2. การวิเคราะห์ปัญหา 3. การเสนอวิธีการแก้ปัญหา 4. การตรวจสอบผลลัพธ์วัดและประเมินผลด้วยแบบวัดทักษะการแก้ปัญหา แบบปรนัย ชนิดเลือกตอบ 4 ตัวเลือก จำนวน 20 ข้อ
5. การคิดอย่างมีวิจารณญาณ หมายถึง การคิดอย่างมีเหตุผลโดยผ่านการพิจารณา ไตรตรองอย่างรอบคอบเกี่ยวกับสถานการณ์ที่กำหนดให้ โดยการรวบรวมข้อมูลหรือหลักฐานที่เชื่อถือได้ เพื่อนำไปสู่การสรุปและตัดสินใจที่มีประสิทธิภาพ

ประกอบด้วย 6 ขั้นตอน 1. การระบุปัญหา 2. การตั้งสมมติฐาน 3. การรวบรวมข้อมูล 4. การเลือกข้อมูลที่เกี่ยวข้อง 5. การสรุปและการประเมินข้อสรุป 6. การนำไปประยุกต์ใช้ วัดและประเมินผลด้วยแบบวัดการคิดอย่างมีวิจารณญาณ แบบปรนัย ชนิดเลือกตอบ 4 ตัวเลือก จำนวน 30 ข้อ

กรอบแนวคิดการวิจัย



ภาพ 1 กรอบแนวคิดการวิจัย

วิธีดำเนินการวิจัย

ประชากร และตัวอย่างวิจัย

กลุ่มที่ศึกษา คือ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 โรงเรียนขยายโอกาสทางการศึกษา ขนาดกลางแห่งหนึ่งในจังหวัดเชียงใหม่ ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2564 จำนวน 28 คน โดยการเลือกแบบเจาะจง

ขอบเขตวิจัย

1. ขอบเขตของเนื้อหา

เรื่องการเพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อพืช สารที่ 1 มาตรฐาน ว 1.2 ตัวชี้วัดที่ 16-18 หนังสือเรียนวิทยาศาสตร์ รายวิชาพื้นฐาน ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 (สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี, 2561) ตามตัวชี้วัดและสาระการเรียนรู้แกนกลาง กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ (ฉบับปรับปรุง พ.ศ.2560) ตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 (กระทรวงศึกษาธิการ, 2560) ใช้เวลาทั้งสิ้น 12 ชั่วโมง

2. ขอบเขตด้านตัวแปรที่ต้องการศึกษา

ตัวแปรอิสระ ได้แก่ กิจกรรมการเพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อพืชแบบดีไอวายตามแนวสะเต็มศึกษา

ตัวแปรตาม ได้แก่ 1. ทักษะการแก้ปัญหา 2. การคิดอย่างมีวิจารณญาณ

เครื่องมือวิจัย

เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยมี 2 แบบคือ เครื่องมือที่ใช้ในการจัดการเรียนรู้และเครื่องมือที่ใช้ในการเก็บรวบรวมข้อมูล

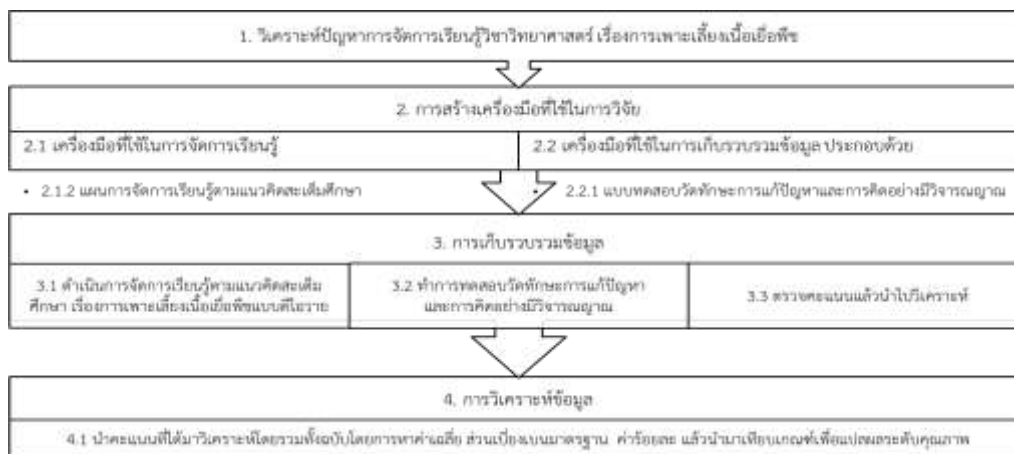
1. เครื่องมือที่ใช้ในการจัดการเรียนรู้ คือ

1.1 แผนการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดสะเต็มศึกษา เรื่อง การเพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อพืชแบบดีไอวายที่มีขั้นตอนการเรียนรู้ด้วยกระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรม (Engineering design process) 6 ขั้นตอน จำนวน 4 แผน ระยะเวลา 12 ชั่วโมง

1.2 แบบบันทึกกิจกรรมและคู่มือการจัดกิจกรรมสำหรับครู

2. เครื่องมือที่ใช้ในการเก็บรวบรวมข้อมูล ประกอบด้วย

- 2.1 แบบวัดทักษะการแก้ปัญหา แบบปรนัย ชนิดเลือกตอบ 4 ตัวเลือก จำนวน 20 ข้อ
 (จำนวน 5 สถานการณ์ เพื่อวัดทักษะการแก้ปัญหา 4 ด้านต่อสถานการณ์)
- 2.2 แบบวัดการคิดอย่างมีวิจารณญาณ แบบปรนัย ชนิดเลือกตอบ 4 ตัวเลือก จำนวน 30 ข้อ
 (จำนวน 5 สถานการณ์ เพื่อวัดการคิดอย่างมีวิจารณญาณ 6 ด้านต่อสถานการณ์)



ภาพ 2 ขั้นตอนวิธีดำเนินการวิจัย

ขั้นตอนการสร้างเครื่องมือ

1. แผนการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดสะเต็มศึกษา จำนวน 4 แผน ระยะเวลา 12 ชั่วโมง โดยมีขั้นตอนการสร้างดังนี้
 - 1.1 ศึกษาเอกสาร ตำรา งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง วิเคราะห์หลักสูตรของสถานศึกษา มาตรฐานการเรียนรู้และตัวชี้วัด สาระการเรียนรู้ ขอบเขตเนื้อหา และคู่มือการจัดการเรียนรู้ เพื่อเป็นแนวทางในการจัดการเรียนรู้ เรื่องการเพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อพืช สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1
 - 1.2 ศึกษาหลักการและทำความเข้าใจวิธีจัดการเรียนรู้ด้วยกระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรม (Engineering design process) 6 ขั้นตอนประกอบด้วย 1. ระบุปัญหา (Problem Identification) 2. รวบรวมข้อมูลและแนวคิดที่เกี่ยวข้องกับปัญหา (Related Information Search) 3. ออกแบบวิธีการแก้ปัญหา (Solution Design) 4. วางแผนและดำเนินการแก้ปัญหา (Planning and Development) 5. ทดสอบ ประเมินผล และปรับปรุงแก้ไขวิธีการแก้ปัญหาหรือชิ้นงาน (Testing, Evaluation and Design Improvement) 6. นำเสนอวิธีการแก้ปัญหา ผลการแก้ปัญหาหรือชิ้นงาน (Presentation) โดยแบ่งเนื้อหาการจัดการเรียนรู้ หัวข้อเรื่องและจำนวนชั่วโมงของการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ ดังตาราง 1

ตาราง 1 แผนการจัดการเรียนรู้และจำนวนชั่วโมงของการจัดกิจกรรมการเรียนรู้

แผนการจัดการเรียนรู้ที่	หัวข้อเรื่อง	จำนวน (ชั่วโมง)
1	วิธีการขยายพันธุ์พืชให้เหมาะสมกับความต้องการของมนุษย์	3
2	ออกแบบ วางแผน และดำเนินการแก้ปัญหาคulture การเพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อพืช	3
3	แนวทางวิธีการแก้ไขปัญหาคulture การเพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อพืช	4
4	ประโยชน์ของการขยายพันธุ์พืชโดยการนำความรู้ไปใช้ในชีวิตประจำวัน	2

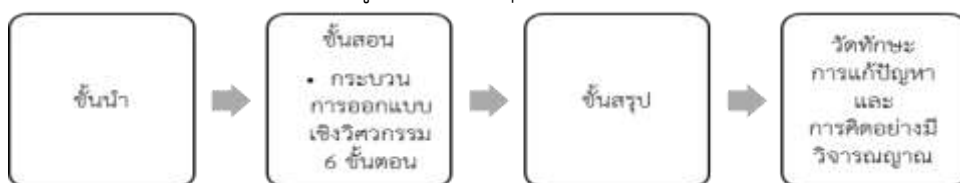
- 1.3 สร้างแผนการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดสะเต็มศึกษา เรื่องการเพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อพืช จำนวน 4 แผน ระยะเวลา 12 ชั่วโมง ซึ่งแผนการจัดการเรียนรู้จะเป็นไปตามขั้นตอนการสอนตามแนวคิดสะเต็มศึกษา โดยส่วนของกิจกรรมการเรียนรู้ประกอบไปด้วย 3 ขั้นตอนหลัก ได้แก่ 1. ขั้นนำ 2. ขั้นสอน ซึ่งจัดการเรียนรู้ด้วยกระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรม 6 ขั้นตอน 3. ขั้นสรุป

1.4 นำแผนการจัดการเรียนรู้ที่สร้างขึ้นไปเสนอต่ออาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์พิจารณา ตรวจสอบความถูกต้องด้านความเที่ยงตรงของเนื้อหา ด้านภาษา และด้านการจัดกิจกรรมการเรียนการสอนและปรับปรุงแก้ไข

1.5 นำแผนการจัดการเรียนรู้ที่ปรับปรุงแก้ไขแล้วไปให้ผู้เชี่ยวชาญจำนวน 3 ท่าน เพื่อตรวจสอบค่าดัชนีความสอดคล้อง (IOC) ความเที่ยงตรงของเนื้อหา การจัดกิจกรรมการเรียนการสอน และสื่อการเรียนการสอนและดำเนินการปรับปรุงแก้ไขข้อบกพร่องต่าง ๆ โดยถือความคิดเห็นที่สอดคล้องกันของผู้เชี่ยวชาญร้อยละ 80 ขึ้นไปเป็นเกณฑ์

1.6 นำแผนการจัดการเรียนรู้ไปทดลองใช้กับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ที่มีลักษณะคล้ายคลึงกับกลุ่มที่ศึกษา เพื่อตรวจสอบความเหมาะสมของเนื้อหา กิจกรรมการเรียนการสอน เวลาที่ใช้ สื่อการเรียนการสอน การวัดผลและประเมินผล แล้วปรับปรุงแก้ไขให้สมบูรณ์ยิ่งขึ้น

1.7 นำแผนการจัดการเรียนรู้ไปใช้จริงกับกลุ่มที่ศึกษา



ภาพ 3 ขั้นตอนการจัดการเรียนรู้เรื่องการเพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อพืชแบบดีไอวาย

2. แบบทดสอบวัดทักษะการแก้ปัญหา

2.1 ศึกษาทฤษฎี นิยาม แนวคิด งานวิจัยและเอกสารที่เกี่ยวข้องกับทักษะการแก้ปัญหา

2.2 ศึกษาทฤษฎี นิยาม แนวคิด งานวิจัยและเอกสารที่เกี่ยวข้อง ศึกษาตัวอย่าง การสร้างแบบทดสอบวัดทักษะการแก้ปัญหาแบบปรนัย โดยงานวิจัยครั้งนี้อิงตามขั้นตอนกระบวนการแก้ปัญหาของ (Weir, 1974)

2.3 เขียนนิยามปฏิบัติการของแบบทดสอบวัดทักษะการแก้ปัญหาโดยนิยามปฏิบัติการของทักษะการแก้ปัญหามีดังนี้

1. การระบุปัญหา หมายถึง สามารถระบุปัญหา สาเหตุ แนวคิด ประโยคที่เป็นปัญหา หรือปัญหาสำคัญที่สอดคล้องกับสถานการณ์ที่กำหนดให้อย่างถูกต้องและครอบคลุม

2. การวิเคราะห์ปัญหา หมายถึง การวิเคราะห์สาเหตุของปัญหา การคาดคะเนสาเหตุของปัญหา หรือบอกสาเหตุที่แท้จริงหรือสาเหตุที่เป็นไปได้ของปัญหาที่สอดคล้องกับสถานการณ์ที่กำหนดให้อย่างถูกต้องและครอบคลุม

3. การเสนอวิธีการแก้ปัญหา หมายถึง การหาวิธีแก้ปัญหา การเสนอแนวหรือวิธีการแก้ปัญหา อย่างหลากหลาย การเสนอข้อมูลเพิ่มเติมเพื่อนำไปสู่วิธีการแก้ปัญหา อย่างสมเหตุสมผลที่สอดคล้องกับสถานการณ์ที่กำหนดให้อย่างถูกต้องและครอบคลุม

4. การตรวจสอบผลลัพธ์ หมายถึง การพิสูจน์ การตรวจสอบ การอธิบาย การอภิปราย ผลลัพธ์ที่เกิดขึ้นหลังจากการแก้ปัญหาว่าสอดคล้องกับปัญหาหรือไม่ ถ้าไม่เป็นดังที่คาดการณ์ไว้จะมีวิธีแก้ไขอย่างไรที่สอดคล้องกับสถานการณ์ที่กำหนดให้อย่างถูกต้องและครอบคลุม

2.4 สร้างแบบทดสอบวัดทักษะการแก้ปัญหา จำนวน 5 ข้อ เพื่อวัดทักษะการแก้ปัญหา 4 ด้านต่อสถานการณ์ จำนวนทั้งหมด 5 สถานการณ์ รวมทั้งสิ้น 20 ข้อ

2.5 นำแบบทดสอบวัดทักษะการแก้ปัญหาที่สร้างขึ้นเสนอต่ออาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์พิจารณา ตรวจสอบความถูกต้อง ด้านความตรงของเนื้อหา ด้านภาษา จากนั้นปรับปรุงแก้ไขข้อบกพร่องตามข้อเสนอแนะของอาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์

2.6 นำแบบทดสอบวัดทักษะการแก้ปัญหาที่ปรับปรุงแก้ไขแล้วไปให้ผู้เชี่ยวชาญจำนวน 3 ท่าน เพื่อตรวจสอบตรวจสอบความถูกต้อง ด้านความตรงของเนื้อหา ด้านภาษา และดำเนินการปรับปรุงแก้ไขข้อบกพร่องต่าง ๆ

2.7 วิเคราะห์ข้อมูลการหาค่า ดัชนีความสอดคล้องระหว่างข้อสอบกับจุดประสงค์เชิงพฤติกรรมในหน่วยการเรียนรู้ โดยวิธีหาค่า IOC เพื่อหาผลรวมของคะแนนในข้อสอบแต่ละข้อของผู้เชี่ยวชาญทั้งหมด เลือกข้อสอบที่มีค่า IOC ตั้งแต่ 0.50 – 1.00 ถือว่าเข้าเกณฑ์ ผลปรากฏว่าข้อสอบทั้ง 20 ข้อ มีค่า IOC มีค่าตั้งแต่ 0.60 -1.00

2.8 นำแบบทดสอบวัดทักษะการแก้ปัญหาไปทดลองใช้กับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ที่มีลักษณะคล้ายคลึงกับกลุ่มที่ศึกษา เพื่อวิเคราะห์ความยากง่าย ค่าอำนาจจำแนก ค่าความเชื่อมั่น

2.9 จัดพิมพ์แบบทดสอบวัดทักษะการแก้ปัญหา แล้วนำไปใช้กับกลุ่มที่ศึกษา

2.10 นำคะแนนรวมจากการทำแบบทดสอบวัดทักษะการแก้ปัญหามาหาค่าร้อยละแล้วนำมาเทียบเกณฑ์การประเมินการอ่าน คิด วิเคราะห์ เขียน ของหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน 2551 (กระทรวงศึกษาธิการ, 2559) เพื่อแปลผลระดับคุณภาพทักษะการแก้ปัญหา

3. แบบทดสอบวัดการคิดอย่างมีวิจารณญาณ

3.1 ศึกษาทฤษฎี นิยาม แนวคิด งานวิจัยและเอกสารที่เกี่ยวข้องกับการคิดอย่างมีวิจารณญาณ

3.2 ศึกษาทฤษฎี นิยาม แนวคิด งานวิจัยและเอกสารที่เกี่ยวข้อง ศึกษาตัวอย่างการสร้างแบบทดสอบวัดการคิดอย่างมีวิจารณญาณแบบปรนัย โดยงานวิจัยครั้งนี้อิงรูปแบบลักษณะแบบทดสอบจาก The Ennis - Weir Critical Thinking Essay Test ซึ่งพัฒนาโดย Ennis และ Weir (Werner, 1991)

3.3 เขียนนิยามปฏิบัติการของแบบทดสอบวัดการคิดอย่างมีวิจารณญาณโดยนิยามปฏิบัติการของความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณมีดังนี้

1. การระบุปัญหา หมายถึง การระบุประเด็นสำคัญ แนวคิด การนิยาม การวิเคราะห์สภาพปัญหาที่เกี่ยวข้องและสอดคล้องกับสถานการณ์ที่กำหนดให้ได้อย่างถูกต้องและครอบคลุม

2. การตั้งสมมติฐาน หมายถึง การคาดคะเนคำตอบล่วงหน้า คาดการณ์ผลที่จะเกิดขึ้นหรือการตั้งคำถามจากประเด็นที่สำคัญของปัญหาอย่างสมเหตุสมผลและสอดคล้องกับสถานการณ์ที่กำหนดให้ได้อย่างถูกต้องและครอบคลุม

3. การรวบรวมข้อมูล หมายถึง การศึกษา ค้นคว้า การสืบเสาะข้อมูลจากแหล่งต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้องกับปัญหา แหล่งที่มาของข้อมูลมีความหลากหลาย ระบุแหล่งที่มาของข้อมูลถูกต้อง ข้อมูลมีความน่าเชื่อถือและสอดคล้องกับสถานการณ์ที่กำหนดให้ได้อย่างถูกต้องและครอบคลุม

4. การเลือกข้อมูลที่เกี่ยวข้อง หมายถึง การเลือกข้อมูลที่เกี่ยวข้องกับปัญหา ข้อมูลถูกต้อง แหล่งข้อมูลแหล่งอ้างอิงของข้อมูลต่าง ๆ มีความน่าเชื่อถือ สามารถบอกได้ว่าข้อมูลใดเป็นข้อเท็จจริง ข้อมูลใดเป็นข้อคิดเห็น และสอดคล้องกับสถานการณ์ที่กำหนดให้ได้อย่างถูกต้องและครอบคลุม

5. การสรุปและการประเมินข้อสรุป หมายถึง การเลือกแนวทางแก้ไขปัญหา การสรุปแนวทางการแก้ไขปัญหามีความเหมาะสม และการเสนอข้อสรุปใหม่ในกรณีที่มีเหตุผลหรือข้อมูลเพิ่มเติมและ สอดคล้องกับสถานการณ์ที่กำหนดให้ได้อย่างถูกต้องและครอบคลุม

6. การนำไปประยุกต์ใช้ หมายถึง การระบุผลกระทบที่เกิดจากปัญหาการคาดคะเนแนวโน้มของการเกิดปัญหา การอธิบายผลที่จะเกิดขึ้นในอนาคต และการนำไปใช้ประโยชน์ในสถานการณ์ต่าง ๆ ที่หลากหลาย เพื่อเพิ่มความชำนาญหรือความรู้ความเข้าใจในเรื่องนั้น ๆ และสอดคล้องกับสถานการณ์ที่กำหนดให้ได้อย่างถูกต้องและครอบคลุม

3.4 สร้างแบบทดสอบวัดการคิดอย่างมีวิจารณญาณ จำนวน 5 ข้อ เพื่อวัดการคิดอย่างมีวิจารณญาณ 6 ด้านต่อสถานการณ์ จำนวนทั้งหมด 5 สถานการณ์ รวมทั้งสิ้น 30 ข้อ แบบปรนัย

3.5 นำแบบทดสอบวัดการคิดอย่างมีวิจารณญาณที่สร้างขึ้นเสนอต่ออาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์พิจารณา ตรวจสอบความถูกต้อง ด้านความตรงของเนื้อหา ด้านภาษา จากนั้นปรับปรุงแก้ไขข้อบกพร่องตามข้อเสนอแนะของอาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์

3.6 นำแบบทดสอบวัดการคิดอย่างมีวิจารณญาณที่ปรับปรุงแก้ไขแล้วไปให้ผู้เชี่ยวชาญจำนวน 3 ท่าน เพื่อตรวจสอบตรวจสอบความถูกต้อง ด้านความตรงของเนื้อหา ด้านภาษา และดำเนินการปรับปรุงแก้ไขข้อบกพร่องต่าง ๆ

3.7 วิเคราะห์ข้อมูลการหาค่าดัชนีความสอดคล้องระหว่างข้อสอบกับจุดประสงค์เชิงพฤติกรรมในหน่วยการเรียนรู้ โดยวิธีหาค่า IOC เพื่อหาผลรวมของคะแนนในข้อสอบแต่ละข้อของผู้เชี่ยวชาญทั้งหมด เลือกข้อสอบที่มีค่า IOC ตั้งแต่ 0.50-1.00 ถือว่าเข้าเกณฑ์ ผลปรากฏว่าข้อสอบทั้ง 30 ข้อ มีค่า IOC มีค่าตั้งแต่ 0.60 -1.00

3.8 นำแบบทดสอบวัดการคิดอย่างมีวิจารณญาณไปทดลองใช้กับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ที่มีลักษณะคล้ายคลึงกับกลุ่มที่ศึกษา เพื่อวิเคราะห์ความยากง่าย ค่าอำนาจจำแนก ค่าความเชื่อมั่น

3.9 จัดพิมพ์แบบทดสอบวัดการคิดอย่างมีวิจารณญาณ แล้วนำไปใช้กับกลุ่มที่ศึกษา

3.10 นำคะแนนรวมจากการทำแบบทดสอบวัดการคิดอย่างมีวิจารณญาณมาหาค่าร้อยละแล้วนำมาเทียบเกณฑ์การประเมินการอ่าน คิด วิเคราะห์ เขียน หลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน 2551 (กระทรวงศึกษาธิการ, 2559) เพื่อแปลผลระดับคุณภาพการคิดอย่างมีวิจารณญาณ

ตาราง 2 ระดับคุณภาพทักษะการแก้ปัญหาและการคิดอย่างมีวิจารณญาณ

ช่วงคะแนนร้อยละ	ระดับคุณภาพ
80 - 100	ดีเยี่ยม
65 - 79	ดี
50 - 64	ผ่าน
0 - 49	ไม่ผ่าน

การเก็บรวบรวมข้อมูล

ผู้วิจัยดำเนินการเก็บรวบรวมข้อมูลด้วยตนเอง โดยปฏิบัติตามขั้นตอนดังนี้

1. ดำเนินการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดสะเต็ม เรื่องการเพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อพืชแบบดีไอวาย จำนวน 4 แผน ระยะเวลา 12 ชั่วโมง

2. หลังจากจัดกิจกรรมการเรียนรู้เสร็จสิ้นแล้วผู้วิจัยทำการทดสอบวัดทักษะการแก้ปัญหาและการคิดอย่างมีวิจารณญาณ ระยะเวลา 1 ชั่วโมง ตรวจให้คะแนน แล้วนำคะแนนที่ได้มาวิเคราะห์ต่อไป



ภาพ 4 สารเคมีและอุปกรณ์ที่ใช้ในการเพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อแบบดีไอวาย



ภาพ 5 นักเรียนปฏิบัติกิจกรรมการเพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อในขั้นตอนซึ่งดวงสารเคมีและเตรียมอาหารเพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อพืช



ภาพ 6 นักเรียนปฏิบัติกิจกรรมการเพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อแบบดีไอวาย
 ในขั้นตอนตัดแต่งชิ้นส่วนเนื้อเยื่อพืชและนำเนื้อเยื่อพืชเพาะเลี้ยงลงบนอาหารเพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อพืช

การวิเคราะห์ข้อมูล

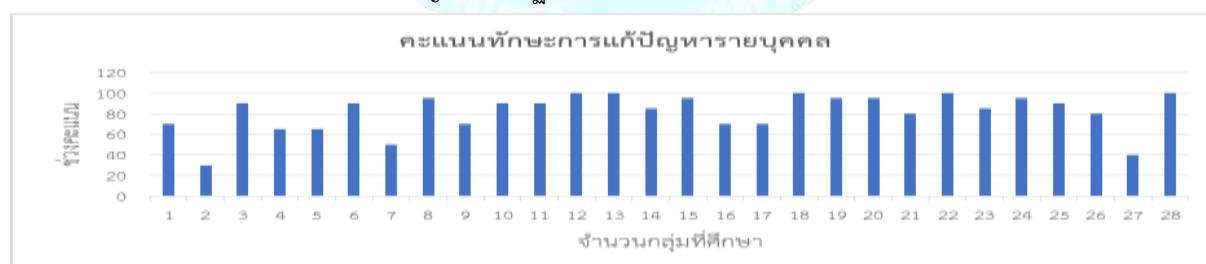
ผู้วิจัยได้เปรียบเทียบคะแนนหลังจากการจัดการเรียนการสอนโดยแผนการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดสะเต็มศึกษา เรื่องการเพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อพืช จำนวน 4 แผน ระยะเวลา 12 ชั่วโมง ดังนี้

1. วิเคราะห์ทักษะการแก้ปัญหา โดยแบ่งตามขั้นตอนทักษะการแก้ปัญหา 4 ขั้นตอน แล้วนำคะแนนที่ได้มาวิเคราะห์ โดยรวมทั้งฉบับโดยการหาค่าเฉลี่ย (Mean) ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (Standard Deviation) ค่าร้อยละ แล้วนำมาเทียบเกณฑ์ การประเมินการอ่าน คิด วิเคราะห์ เขียน หลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน 2551 ของคณะกรรมการการศึกษา ขั้นพื้นฐาน เพื่อแปลผลระดับคุณภาพทักษะการแก้ปัญหา

2. วิเคราะห์การคิดอย่างมีวิจารณญาณ โดยแบ่งตามขั้นตอนการคิดอย่างมีวิจารณญาณ 6 ขั้นตอน แล้วนำคะแนนที่ได้มาวิเคราะห์โดยรวมทั้งฉบับ โดยการหาค่าเฉลี่ย (Mean) ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (Standard Deviation) ค่าร้อยละ แล้วนำมาเทียบเกณฑ์การประเมินการอ่าน คิด วิเคราะห์ เขียน หลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน 2551 ของ คณะกรรมการการศึกษาขั้นพื้นฐาน เพื่อแปลผลระดับคุณภาพการคิดอย่างมีวิจารณญาณ

ผลการวิจัย

ในการศึกษาผลของกิจกรรมการเพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อพืชแบบดีไอวายตามแนวสะเต็มศึกษาที่มีต่อทักษะการแก้ปัญหา โดยการเปรียบเทียบคะแนนทักษะการแก้ปัญหา ปรากฏดังต่อไปนี้



ภาพ 7 แสดงคะแนนทักษะการแก้ปัญหารายบุคคล

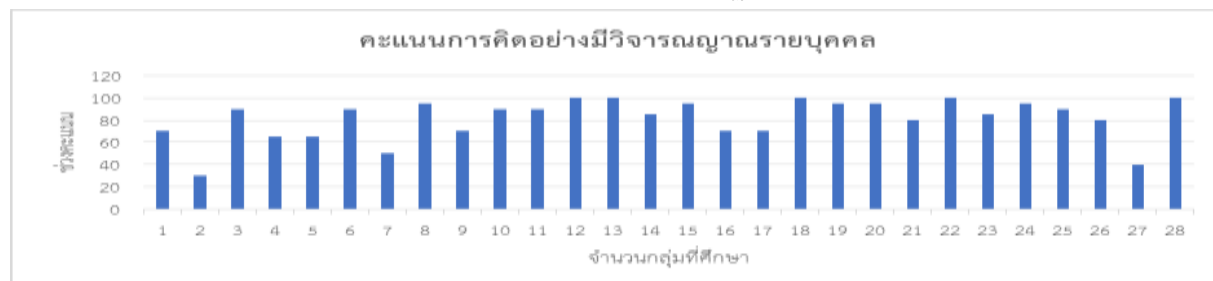
จากภาพ 7 แสดงคะแนนทักษะการแก้ปัญหารายบุคคล พบว่า นักเรียนที่มีช่วงคะแนนร้อยละ 80-100 ซึ่งอยู่ใน ระดับคุณภาพดีเยี่ยม จำนวน 19 คน ช่วงคะแนนร้อยละ 65-79 ซึ่งอยู่ในระดับคุณภาพดี จำนวน 6 คน ช่วงคะแนนร้อยละ 50-64 ซึ่งอยู่ในระดับคุณภาพผ่าน จำนวน 1 คน และช่วงคะแนนร้อยละ 0-49 ซึ่งอยู่ในระดับคุณภาพไม่ผ่าน จำนวน 2 คน

ตาราง 3 แสดงค่าเฉลี่ย ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน ร้อยละของคะแนนทักษะการแก้ปัญหา

คะแนนทักษะการแก้ปัญหา (คะแนนเต็ม 20 คะแนน)	S.D.	ค่าร้อยละ	ระดับคุณภาพ
16.32	2.60	81.61	ดีเยี่ยม

จากตาราง 3 พบว่า คะแนนทักษะการแก้ปัญหาหามีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 16.32 คิดเป็นร้อยละ 81.61 ซึ่งอยู่ในระดับคุณภาพดีเยี่ยม

ในการศึกษาผลของกิจกรรมการเพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อพืชแบบดีไอวายตามแนวสะเต็มศึกษาที่มีต่อการคิดอย่างมีวิจารณญาณ โดยการเปรียบเทียบคะแนนการคิดอย่างมีวิจารณญาณ ปรากฏดังต่อไปนี้



ภาพ 8 แสดงคะแนนการคิดอย่างมีวิจารณญาณรายบุคคล

จากภาพ 8 แสดงคะแนนการคิดอย่างมีวิจารณญาณรายบุคคล พบว่า นักเรียนที่มีช่วงคะแนนร้อยละ 80-100 ซึ่งอยู่ในระดับคุณภาพดีเยี่ยม จำนวน 14 คน ช่วงคะแนนร้อยละ 65-79 ซึ่งอยู่ในระดับคุณภาพดี จำนวน 5 คน ช่วงคะแนนร้อยละ 50-64 ซึ่งอยู่ในระดับคุณภาพผ่าน จำนวน 4 คน และช่วงคะแนนร้อยละ 0-49 ซึ่งอยู่ในระดับคุณภาพไม่ผ่าน จำนวน 5 คน

ตาราง 4 แสดงค่าเฉลี่ย ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน ร้อยละของคะแนนการคิดอย่างมีวิจารณญาณ

คะแนนการคิดอย่างมีวิจารณญาณ (คะแนนเต็ม 30 คะแนน)	S.D.	ค่าร้อยละ	ระดับคุณภาพ
22.04	5.63	73.45	ดี

จากตาราง 4 พบว่า คะแนนการคิดอย่างมีวิจารณญาณมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 22.04 คิดเป็นร้อยละ 73.45 ซึ่งอยู่ในระดับคุณภาพดี

สรุปผลการวิจัย

1. นักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้กิจกรรมการเพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อพืชแบบดีไอวายตามแนวสะเต็มศึกษามีคะแนนทักษะการแก้ปัญหาโดยค่าเฉลี่ยเท่ากับ 16.32 คิดเป็นร้อยละ 81.61 ซึ่งอยู่ในระดับคุณภาพดีเยี่ยม
2. นักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้กิจกรรมการเพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อพืชแบบดีไอวายตามแนวสะเต็มศึกษามีคะแนนการคิดอย่างมีวิจารณญาณโดยค่าเฉลี่ยเท่ากับ 22.04 คิดเป็นร้อยละ 73.45 ซึ่งอยู่ในระดับคุณภาพดี

อภิปราย และข้อเสนอแนะ

ส่วนที่ 1 ผลของกิจกรรมการเพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อพืชแบบดีไอวายตามแนวสะเต็มศึกษาที่มีต่อทักษะการแก้ปัญหา

ผลของกิจกรรมการเพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อพืชแบบดีไอวายตามแนวสะเต็มศึกษาที่มีต่อทักษะการแก้ปัญหา พบว่า นักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้กิจกรรมการเพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อพืชแบบดีไอวายตามแนวสะเต็มศึกษามีคะแนนทักษะการแก้ปัญหาโดยเฉลี่ยเท่ากับ 16.32 คิดเป็นร้อยละ 81.61 ซึ่งอยู่ในระดับคุณภาพดีเยี่ยม แสดงให้เห็นว่ากิจกรรมการเพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อพืชแบบดีไอวายตามแนวสะเต็มศึกษาช่วยพัฒนาระบบการทักษะการแก้ปัญหา สามารถฝึกฝนให้นักเรียนเป็นผู้ที่มีทักษะการแก้ปัญหาย่างเป็นขั้นเป็นตอนหลังจากปฏิบัติกิจกรรมการเพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อพืชแบบดีไอวายตามแนวสะเต็มศึกษา เนื่องจาก นักเรียนให้ความสนใจกับปัญหาหรือสถานการณ์ในกิจกรรมการเรียนรู้เพราะสามารถนำไปใช้ในการแก้ปัญหาในชีวิตประจำวันได้ นักเรียนได้ลงมือปฏิบัติจริงด้วยตัวเอง ฝึกทักษะกระบวนการกลุ่ม ซึ่งจะให้นักเรียนแต่ละกลุ่มจะต้องทำความเข้าใจกับปัญหา ศึกษาค้นคว้าข้อมูลจากแหล่งต่าง ๆ หรือใช้ความรู้เดิมที่มีอยู่ วิเคราะห์ปัญหาที่เกิดขึ้นนำไปสู่วิธีการแก้ปัญหา โดยการอภิปรายแลกเปลี่ยนความรู้ให้สมาชิกในกลุ่มแล้วสรุปเป็นข้อมูลสำหรับการตรวจสอบผลลัพธ์ต่อไป

จากขั้นตอนทักษะการแก้ปัญหาของการทำกิจกรรมการเพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อพืชแบบดีไอวาย ทำให้นักเรียนได้เข้าใจเนื้อหาได้อย่างลึกซึ้ง เข้าใจขั้นตอนการแก้ปัญหา โดยมีครูให้คำแนะนำเมื่อพบปัญหา (อนันต์ ธีระสุข, 2558) ความสามารถในการเข้าใจปัญหา วิเคราะห์สาเหตุของปัญหา วิธีการแก้ปัญหา ตลอดจนผลที่เกิดขึ้นจากปัญหา การแก้ปัญหาได้อย่างสมเหตุสมผลบนพื้นฐานของความรู้ที่มีอยู่โดยอาศัยวิธีการทางวิทยาศาสตร์ 4 ขั้นตอน ดังนี้ ขั้นระบุปัญหา ขั้นวิเคราะห์ปัญหา ขั้นกำหนดวิธีการเพื่อแก้ปัญหา ขั้นตรวจสอบผลลัพธ์ ดังที่เหมา เจียอี้ (2560) กล่าวว่า ทักษะการแก้ปัญหาเป็นความสามารถในการใช้ประสบการณ์เดิมจากการเรียนรู้มาแก้ปัญหาที่ประสบใหม่ โดยผ่านกระบวนการคิด เพื่อช่วยให้เราเอาชนะอุปสรรคและสามารถแก้ปัญหาได้ในที่สุด การจัดกิจกรรมการเรียนการสอนที่ทำให้ผู้เรียนเกิดการพัฒนาทักษะด้านการแก้ปัญหา นั้นครูผู้สอนจะต้องเน้นกิจกรรมให้ผู้เรียนได้มีโอกาสปฏิบัติตามกิจกรรมหาความรู้ เน้นให้เกิดทักษะ ให้เด็กมีโอกาสฝึกแก้ปัญหาอยู่เสมอและสามารถนำวิธีการเหล่านี้ไปประยุกต์ใช้ได้ในชีวิตประจำวันได้อย่างเหมาะสม (ธาริน บุญถวิล, 2561) ซึ่งเนื้อหาเกี่ยวกับเทคโนโลยีการเพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อสามารถนำไปต่อยอดในการประกอบอาชีพได้ สอดคล้องกับงานวิจัยของ วีระพล จันทร์ดี (2559) ได้นำเสนอการต่อยอดเทคนิคการเพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อความรู้ทางวิทยาศาสตร์เพื่อพัฒนาพันธุ์พืชในหลายมิติ ที่เกี่ยวข้องกับการผลิตพืชไม้ประดับ พืชผลเกษตรและการแปรรูปผลิตภัณฑ์ขึ้น การเรียนการสอนกับการแก้ปัญหา ผู้สอนควรจัดกิจกรรมต่าง ๆ ที่เปิดโอกาสให้ผู้เรียนเกิดการคิดหรือรู้จักคิดเพื่อนำไปสู่การแก้ปัญหา โดยเลือกปัญหาที่มีความเหมาะสมใช้ในการฝึกฝน และใช้กระบวนการสืบสวนซึ่งช่วยให้ผู้เรียนมีประสบการณ์ในการเก็บข้อมูลสำรวจทดลองและเป็นแรงกระตุ้นให้เกิดการแสวงหาความรู้ต่อไป และครูควรแนะนำหรือช่วยเสนอแนะเกี่ยวกับการแก้ปัญหาให้กับนักเรียนหรือให้กำลังใจกับนักเรียนเพื่อให้เด็กพยายามหาแนวทางการแก้ปัญหาให้ลุล่วงไปด้วยดี

จากที่กล่าวมาข้างต้น แสดงให้เห็นว่า การจัดการเรียนรู้กิจกรรมการเพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อพืชแบบดีไอวายตามแนวสะเต็มศึกษาส่งเสริมทักษะการแก้ปัญหา ทำให้นักเรียนเกิดทักษะการแก้ปัญหาจากขั้นตอนดังกล่าว ซึ่งผลการวิจัยครั้งนี้ สอดคล้องกับผลการวิจัยของวิรัตน์ จันทร์ลือ (2560) ที่ศึกษาการพัฒนาทักษะการแก้ปัญหาและจิตวิทยาศาสตร์ รายวิชา ฟิสิกส์ เรื่องคลื่นเสียง ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 โดยการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดสะเต็มศึกษา ผลการวิจัยพบว่า 1) การจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดสะเต็มศึกษา ทำให้ผู้เรียนมีความสามารถในการแก้ปัญหาหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน โดยแบ่งออกเป็นทั้งหมด 4 ด้าน (1) ขั้นตรวจคำตอบ (2) ขั้นทำความเข้าใจปัญหา (3) ขั้นดำเนินการแก้ปัญหา (4) ขั้นวางแผนแก้ปัญหา ตามลำดับ อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 และ 2) การจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดสะเต็มศึกษาทำให้ผู้เรียนมีคะแนนจิตวิทยาศาสตร์หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 นอกจากนี้ยังสอดคล้องกับงานวิจัยของ ทิพวรรณ เมืองมูล (2561) ที่ศึกษาการพัฒนาแนวคิดและทักษะการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ผ่านการเรียนรู้โดยใช้กิจกรรมเป็นฐานในรายวิชาเคมี หน่วย กรด-เบส สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ผลการวิจัยพบว่า หลังจากจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้กิจกรรมเป็นฐานในรายวิชาเคมี หน่วย กรด-เบส นักเรียนมีแนวคิดทางวิทยาศาสตร์หลังจัดกิจกรรมสูงกว่าก่อนการจัดกิจกรรมอย่างมีนัยสำคัญที่.05 ($t = 13.61, p < .05$) มีค่าดัชนีประสิทธิผล 0.5304 และทักษะการแก้ปัญหาของนักเรียนหลังการจัดกิจกรรมสูงขึ้นกว่า ก่อนการจัดกิจกรรมอย่างมีนัยสำคัญที่.05 ($t = 17.00, p < .05$) มีค่าดัชนีประสิทธิผล 0.7423 โดยนักเรียนมีความพึงพอใจต่อการจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้กิจกรรมเป็นฐานอยู่ในระดับมากที่สุด ($x = 4.58$)

ส่วนที่ 2 ผลของกิจกรรมการเพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อพืชแบบดีไอวายตามแนวสะเต็มศึกษาที่มีต่อการคิดอย่างมีวิจารณญาณ

ผลของกิจกรรมการเพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อพืชแบบดีไอวายตามแนวสะเต็มศึกษาที่มีต่อการคิดอย่างมีวิจารณญาณ พบว่า นักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้กิจกรรมการเพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อพืชแบบดีไอวายตามแนวสะเต็มศึกษามีคะแนนการคิดอย่างมีวิจารณญาณโดยเฉลี่ยเท่ากับ 22.04 คิดเป็นร้อยละ 73.45 ซึ่งอยู่ในระดับคุณภาพดี แสดงให้เห็นว่ากิจกรรมการเพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อพืชแบบดีไอวายตามแนวสะเต็มศึกษาช่วยพัฒนาระบวนการคิดอย่างมีวิจารณญาณ สามารถฝึกฝนให้นักเรียนเป็นผู้ที่มีการคิดอย่างมีวิจารณญาณอย่างเป็นขั้นเป็นตอนหลังจากปฏิบัติกิจกรรมการเพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อพืชแบบดีไอวายตามแนวสะ

เต็มศึกษา เนื่องมาจากการจัดการเรียนรู้ที่ใช้ปัญหาที่เกิดขึ้นในชีวิตประจำวันมาวางแผนการสืบเสาะหาความรู้และวิธีแก้ปัญหา แล้วให้นักเรียนลงมือปฏิบัติด้วยตัวเอง โดยใช้ข้อมูลที่ได้จากการทดลองการทำกิจกรรมการเพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อพืชแบบดีไอวายมาช่วยตัดสินใจและการคิดอย่างมีวิจารณญาณอย่างเป็นขั้นตอน (กาญจนา พายุมั่ง, 2555) การใช้ความคิดอย่างพินิจพิจารณาไตร่ตรองอย่างรอบคอบละเอียดถี่ถ้วนลึกซึ้งบนพื้นฐานหลักการและเหตุผล โดยมีการศึกษาเชื่อมโยงข้อเท็จจริงจากแหล่งข้อมูลต่าง ๆ ที่น่าเชื่อถือ รวมถึงการใช้ประสบการณ์เดิมมาประกอบในการคิดพิจารณาอันจะนำไปสู่การลงข้อสรุปในการแก้ปัญหาหรือตัดสินใจอย่างเหมาะสมและสมเหตุสมผล ในทำนองเดียวกันกับ ตฤณ หงส์สี (2560) ที่เสนอว่าการคิดแบบมีวิจารณญาณเป็นกระบวนการคิดพิจารณาไตร่ตรองอย่างรอบคอบ มีเหตุผล เพื่อประเมินสภาพการณ์หรือข้อมูลที่ปรากฏก่อนการตัดสินใจว่าควรเชื่อหรือควรกระทำหรือไม่ควรกระทำสิ่งใด โดยการคิดแบบมีวิจารณญาณนี้ช่วยให้การตัดสินใจเป็นไปอย่างถูกต้องและเหมาะสม สามารถสรุปผลและแก้ไขปัญหาในสถานการณ์ที่เจอได้ และหาคำตอบอย่างมีเหตุผลเพื่อมุ่งเน้นการตัดสินใจว่า เชื่อถือได้ สามารถตอบคำถามและแสดงความคิดเห็น หรือข้อมูล สถานการณ์ที่เป็นลักษณะรูปภาพที่มีอยู่ได้อย่างชัดเจน เพื่อทำความเข้าใจปัญหานั้นให้ชัดเจนมากยิ่งขึ้น และการคิดที่รอบคอบควรจะทำอย่างไร เพราะเหตุใด เพื่อนำไปตัดสินใจเชื่อหรือไม่เชื่อและพิจารณาข้อมูลที่มีอยู่บทวนอย่างมีเหตุผล ซึ่งสอดคล้องกับตัวชี้วัดและสาระการเรียนรู้แกนกลาง กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ (ฉบับปรับปรุง พ.ศ. 2560) ตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 (กระทรวงศึกษาธิการ, 2560) ผู้เรียนได้เรียนรู้วิทยาศาสตร์ที่เน้นการเชื่อมโยงความรู้กับกระบวนการ มีทักษะสำคัญในการค้นคว้าและสร้างองค์ความรู้ โดยใช้กระบวนการในการสืบเสาะหาความรู้ และแก้ปัญหาที่หลากหลาย ให้ผู้เรียนมีส่วนร่วมในการเรียนรู้ทุกขั้นตอน มีการทำกิจกรรมด้วยการลงมือปฏิบัติจริงอย่างหลากหลายในการค้นคว้าและสร้างองค์ความรู้ด้วยกระบวนการสืบเสาะหาความรู้ สามารถแก้ปัญหอย่างเป็นระบบ สามารถตัดสินใจ โดยใช้ข้อมูลหลากหลายและประจักษ์พยานที่ตรวจสอบได้ (Ennis, 1991) ผู้ที่มีวิธีการคิดอย่างมีวิจารณญาณนั้นต้องแสดงพฤติกรรมเหล่านี้ออกมา ได้แก่ พูด เขียน หรือการสื่อความเข้าใจอย่างมีความหมาย กำหนดประเด็นหรือปัญหาได้อย่างชัดเจน พิจารณาสถานการณ์ต่าง ๆ ในภาพรวม พยายามค้นหาเหตุผลและใช้เหตุผล เป็นผู้ที่มีความรู้ทันสมัยอยู่เสมอ พิจารณาทางเลือกหลาย ๆ ทางแสวงหาความถูกต้อง แม่นยำให้มากที่สุด ตระหนักถึงความเชื่อพื้นฐานของตนเอง เปิดใจกว้างในการพิจารณาทรรศนะอื่น ๆ นอกเหนือจากแนวคิดของตนเอง ไม่ด่วนวินิจฉัย ตัดสินใจในกรณีที่หลักฐานและเหตุผลไม่พอเพียง ยืนยันข้อสรุป หรือเปลี่ยนแปลงเมื่อมีหลักฐานและเหตุผลที่พอเพียง มีการคิดและวิเคราะห์ด้วยตนเอง

จากที่กล่าวมาข้างต้น แสดงให้เห็นว่าการจัดการเรียนรู้กิจกรรมการเพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อพืชแบบดีไอวายตามแนวสะเต็มศึกษาส่งเสริมการคิดอย่างมีวิจารณญาณ ทำให้นักเรียนเกิดการคิดอย่างมีวิจารณญาณจากขั้นตอนดังกล่าว ซึ่งผลการวิจัยครั้งนี้สอดคล้องกับผลการวิจัยของ สุพัทธนา นามประดิษฐ์ (2559) ศึกษาการพัฒนาแบบฝึกเสริมทักษะการคิดอย่างมีวิจารณญาณสำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 โรงเรียนบดินทรเดชา (สิงห์ สิงหเสนี) 2 ผลการวิจัยพบว่าได้แบบฝึกเสริมทักษะการคิดอย่างมีวิจารณญาณ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 โรงเรียนบดินทรเดชา (สิงห์ สิงหเสนี) 2 จำนวน 20 ชุด 2) นักเรียนส่วนมากมีผลระดับคุณภาพอยู่ที่ระดับดีมาก ซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยของ ทอฉาย ถาวรชาติ (2559) ศึกษาความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนต้นที่ได้รับการสอนแบบซิปปา การวิจัยปรากฏผลดังนี้ 1. นักเรียนมีค่าเฉลี่ยของคะแนนความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณหลังการสอนแบบซิปปา เท่ากับ 18.97 สูงกว่าค่าเฉลี่ยของคะแนนความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณก่อนการสอนซึ่งมีค่าเท่ากับ 8.63 2. นักเรียนมีค่าเฉลี่ยคะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังการสอนแบบซิปปาเท่ากับ 20.87 สูงกว่าค่าเฉลี่ยคะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนก่อนการสอนแบบซิปปาซึ่งมีค่าเท่ากับ 9.47

ข้อเสนอแนะในการนำผลวิจัยไปใช้

1. ในการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวคิดสะเต็มศึกษา ต้องศึกษาบริบท ข้อจำกัด ปัญหา ความต้องการของนักเรียน โรงเรียน และชุมชน เพื่อที่จะตอบสนองความต้องการหรือแก้ปัญหาให้เหมาะสม
2. การจัดการเรียนรู้ตามแนวสะเต็มศึกษาสามารถพัฒนาทักษะการแก้ปัญหาและการคิดอย่างมีวิจารณญาณของนักเรียน จึงเป็นแนวทางให้ครูหรือผู้ที่สนใจได้นำการจัดการเรียนรู้ตามแนวสะเต็มศึกษาไปใช้ในการเรียนการสอนในเนื้อหาวิชาวิทยาศาสตร์ในชั้นอื่น ๆ อีกต่อไป

ข้อเสนอแนะในการทำวิจัยครั้งต่อไป

การศึกษาครั้งนี้ผู้วิจัยได้วิเคราะห์ข้อมูลจากคะแนนทักษะการแก้ปัญหาและการคิดอย่างมีวิจารณญาณโดยรวมทั้งฉบับ ไม่ได้วิเคราะห์ข้อมูลตามขั้นตอนย่อยของทักษะการแก้ปัญหาและการคิดอย่างมีวิจารณญาณ ดังนั้นควรศึกษาต่อยอดวิเคราะห์ข้อมูลตามขั้นตอนย่อย และศึกษาร่วมกับตัวแปรอื่น ๆ เช่น ทักษะที่จำเป็นในศตวรรษที่ 21 การจัดการเรียนรู้แบบสถานการณ์จำลอง เพื่อนำไปสู่ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนที่สูงขึ้น

เอกสารอ้างอิง

- กระทรวงศึกษาธิการ. (2560). *ตัวชี้วัดและสาระการเรียนรู้แกนกลาง กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ (ฉบับปรับปรุง พุทธศักราช 2560) ตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551*. สำนักงานคณะกรรมการการศึกษาขั้นพื้นฐาน. กรุงเทพฯ : โรงพิมพ์ชุมนุมสหกรณ์การเกษตรแห่งประเทศไทย.
- กาญจนา พายุมั่ง. (2555). *ผลการใช้กิจกรรมแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์เพื่อพัฒนาทักษะการคิดอย่างมีวิจารณญาณของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 โรงเรียนบ้านสันปูเลย (การค้นคว้าแบบอิสระ ศึกษาศาสตรมหาบัณฑิต)*. สาขาวิชาหลักสูตรและการสอน บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยเชียงใหม่.
- ตฤณ หงษ์ใส. (2560). *การส่งเสริมการคิดอย่างมีวิจารณญาณของเด็กปฐมวัยโดยใช้กระบวนการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ (วิทยานิพนธ์ศึกษาศาสตรมหาบัณฑิต)*. สาขาวิชาการศึกษา (การศึกษาปฐมวัย) บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยเชียงใหม่.
- ทอฉาย ถาวรชาติ. (2559). *ความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนต้นที่ได้รับการสอนแบบซิปปา (วิทยานิพนธ์ศึกษาศาสตรมหาบัณฑิต)*. สาขาวิทยาศาสตร์ศึกษา บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยเชียงใหม่.
- ทิพวรรณ เมืองมูล. (2561). *การพัฒนาแนวคิดและทักษะการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ผ่านการเรียนรู้ โดยใช้กิจกรรมเป็นฐานในรายวิชาเคมี หน่วย กรด-เบส สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 (วิทยานิพนธ์วิทยาศาสตรมหาบัณฑิต)*. สาขาวิชาเคมีศึกษา คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยบูรพา .
- ธนพิพัฒน์ จันทร์รอด และสุทธิดา จำรัส. (2565). การเพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อพืชแบบดีไอวาย: กิจกรรมสะเต็ม เพื่อพัฒนานักเรียนในระดับการศึกษาขั้นพื้นฐาน. *วารสารวิชาการ สวก.*, 25(1), 3-15.
- ธาริน บุญถวิล. (2561). *การพัฒนาบทปฏิบัติการวิทยาศาสตร์ เรื่องไฟฟ้ากระแส เพื่อพัฒนากระบวนการวิทยาศาสตร์ขั้นบูรณาการ ทักษะการแก้ปัญหาและผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 (วิทยานิพนธ์ครุศาสตรมหาบัณฑิต)*. สาขาวิชาวิทยาศาสตร์ศึกษา คณะครุศาสตร์ มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม.
- วิธวินท์ จันทร์ลือ. (2560). *การพัฒนาทักษะการแก้ปัญหาและจิตวิทยาศาสตร์ รายวิชา ฟิสิกส์ เรื่องคลื่นเสียง ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 โดยการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดสะเต็มศึกษา (วิทยานิพนธ์ศิลปศาสตรมหาบัณฑิต)*. สาขาวิชา การสอนวิทยาศาสตร์ คณะศึกษาศาสตร์ บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยรังสิต.
- วีระพล จันทร์ดียิ่ง. (2559). การประยุกต์การเพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อพืช. *วารสารนเรศวรพะเยาวิทยาศาสตร์สุขภาพ วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี*, 9(2), 1-4.

- สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี. (2561). *หนังสือเรียนรายวิชาพื้นฐานวิทยาศาสตร์ มัธยมศึกษาปีที่ 1 เล่ม 1 ตามมาตรฐานการเรียนรู้และตัวชี้วัด กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ (ฉบับปรับปรุง 2560) ตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551*. กรุงเทพฯ : โรงพิมพ์ สกสค. ลาดพร้าว.
- สุพัจนา นามประดิษฐ์. (2559). *การพัฒนาแบบฝึกเสริมทักษะการคิดอย่างมีวิจารณญาณ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 โรงเรียนบดินทรเดชา (สิงห์ สิงหเสนี) 2 (วิทยานิพนธ์ศึกษาศาสตรมหาบัณฑิต)*. สาขาวิชาหลักสูตรและการสอน บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.
- เหมา เจียอี้. (2560). *การจัดการเรียนรู้เพื่อส่งเสริมทักษะการแก้ปัญหาในสังคมไทยของนักศึกษาจีน มหาวิทยาลัยเชียงใหม่ (วิทยานิพนธ์ศึกษาศาสตรมหาบัณฑิต)*. สาขาวิชาการศึกษา (สังคมศึกษา) บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยเชียงใหม่.
- อนันต์ ะสุข. (2558). *การจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานเพื่อพัฒนาทักษะการแก้ปัญหา ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน และจิตวิทยาาสตร์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 (วิทยานิพนธ์ครุศาสตรมหาบัณฑิต)*. สาขาวิชาหลักสูตรและการสอน คณะครุศาสตร์ มหาวิทยาลัยราชภัฏเชียงราย.
- อาทิตย์ คำามุง. (2560). *การศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาเคมี เรื่องปฏิกิริยาเคมี และการคิดอย่างมีวิจารณญาณของ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดสะเต็มศึกษา (วิทยานิพนธ์ศิลปศาสตรมหาบัณฑิต)*. สาขาวิชาการสอนวิทยาศาสตร์ คณะศึกษาศาสตร์ บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยรังสิต.
- Bybee, R. W. (2006). Scientific inquiry and science teaching. In Flick, L.B., Lederman, N.G. (Eds.), *Scientific Inquiry and Nature of Science: Implications for Teaching, Learning and Teacher Education* (pp.1-14). Dordrecht: Springer.
- Cambridge Dictionary. (2019). *Meaning of "DIY" in the English Dictionary*. Retrieved from <https://dictionary.cambridge.org/dictionary/english/diy>.
- Ennis, R.H. (1991). Critical thinking: A Streamlined Conception. *Teaching Philosophy*, 14(1), 5-23.
- Fosnot, C. T. (2013). *Constructivism: Theory, perspectives, and practice*. New York: Teachers College Press.
- Honma, T. (2017). Advancing alternative pathways to science: community partnership, Do-It-Yourself (DIY) /Do-It-Together (DIT) collaboration, and STEM Learning "from Below". *Transformations*, 27(1), 41-50.
- Kukla, A. (2000). *Social Constructivism and the Philosophy of Science*. London: Psychology Press.
- Lee, H. S., & Butler, N. (2003). Making authentic science accessible to students. *International Journal of Science Education*, 25(8), 923-948.
- Merriam-Webster. (2021). *Do-it-yourself: Merriam-Webster.com Dictionary*, Retrieved from <https://www.merriam-webster.com/dictionary/do-it-yourself>.
- OECD. (2020). *PISA 2018 Results (Volume VI): Are Students Ready to Thrive in an Interconnected World?* Paris: OECD Publishing.
- OECD. (2021). *Are 15-year-olds prepared to deal with fake news and misinformation?. PISA in Focus*, 113, 2-7.
- Office of the Education Council. (2017). *Education in Thailand*. Bangkok: Prigwan Graphic.
- Papert, S., & Harel, I. (1991). Situating constructionism. *Constructionism*, 36(2), 1-11.
- Weir, J.J. (1974). Problem Solving is Everybody's Problem. *The Science Teacher*. 41(4), 16-18.
- Werner, P. H. (1991). The Ennis-Weir critical thinking essay test: An instrument for testing and teaching. *Journal of Adolescent & Adult Literacy*, 34(6), 494.