ผลการใช้วงจรการประเมิน การเรียนการสอน และการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ที่มีต่อความก้าวหน้าในการเรียนรู้มโนทัศน์ชีววิทยาของนักเรียนมัธยมศึกษาตอนปลาย

Effects of Using Science Assessment, instruction, and Learning Cycle on Learning Progression for Biological Concepts of Upper Secondary Students

สุนิษา สภาพไทย[1*], สกลรัชต์ แก้วดี[2]
Sunisa Sapapthai[1*], Sakolrat Kaewdee[2]

บทคัดย่อ

งานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาความก้าวหน้าในการเรียนรู้มโนทัศน์ชีววิทยาของนักเรียนมัธยมศึกษาตอนปลายที่เรียนด้วยวงจรการประเมิน การเรียนการสอน และการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ งานวิจัยเชิงทดลองเบื้องต้นนี้เป็นการวิจัยแบบกลุ่มเดียวที่มีการทดสอบก่อนเรียนและหลังเรียน นักเรียนกลุ่มที่ศึกษา คือ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 โรงเรียนมัธยมศึกษาขนาดใหญ่ จังหวัดสุพรรณบุรี จำนวน 28 คน เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย ประกอบด้วย (1) แผนจัดการเรียนรู้ตามวงจรการประเมิน การเรียนการสอน และการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ และ (2) แบบทดสอบความเข้าใจมโนทัศน์ชีววิทยา วิเคราะห์ข้อมูลความก้าวหน้าในการเรียนรู้ ด้วยค่าเฉลี่ยร้อยละของนักเรียนที่มีความเข้าใจมโนทัศน์ชีววิทยาในแต่ละระดับ ผลการวิจัยพบว่า นักเรียนส่วนใหญ่ (ร้อยละ 42.86) มีความเข้าใจมโนทัศน์ชีววิทยาอยู่ในระดับที่ 4 ซึ่งเป็นระดับแนวคิดที่มีความสัมพันธ์กัน ความก้าวหน้าในการเรียนรู้มโนทัศน์ชีววิทยาของนักเรียนมี 3 แบบ ได้แก่ (1) นักเรียน 14 คน (ร้อยละ 50) มีความก้าวหน้าในการเรียนรู้เพิ่มขึ้น 2 ระดับขึ้นไป (2) นักเรียน 12 คน (ร้อยละ 42.86) มีความก้าวหน้าในการเรียนรู้เพิ่มขึ้น 1 ระดับ และ (3) มโนทัศน์ชีววิทยาของนักเรียน 2 คน (ร้อยละ 7.14) ไม่เปลี่ยนแปลง

คำสำคัญ: ความก้าวหน้าในการเรียนรู้, การประเมิน, การเรียนรู้, มโนทัศน์

[1] นิสิตมหาบัณฑิตสาขาวิชาการศึกษาวิทยาศาสตร์ ภาควิชาหลักสูตรและการสอน คณะครุศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
[2] คณะครุศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
[1] Graduate student in Science Education Division, Department of Curriculum and Instruction, Faculty of Education, Chulalongkorn University Email: sunisa.sapapthai@gmail.com
[2] Faculty of Education, Chulalongkorn University Email: sakolrat.k@chula.ac.th
* ผู้ประพันธ์บรรณกิจ (Corresponding author)

Abstract

The purpose of this research was to investigate upper secondary student's learning progressions (LPs) of the conceptual understanding in biology after learning through Science Assessment, Instruction, and Learning Cycle (SAIL Cycle). The design of this pre-experimental research was one group pretest-posttest. The study group were twenty-eight tenth grade students from a large secondary school in Suphan Buri Province. The research tools consisted of (1) lesson plans base on SAIL Cycle and (2) conceptual understanding in biology test. The collected data were analyzed by percentage mean of student's learning progression levels for conceptual understanding in biology. The research findings revealed that after learning through SAIL Cycle, most students (42.86%) obtained level four of learning progression, a relational level. The learning progressions of students' biological concepts can be grouped into 3 categories i.e. (1) 14 students (50%) of the study group obtained at least two level increased; (2) 12 students (42.86%) obtained only one level increased; and (3) biological concepts of 2 students (7.14%) remained the same.

Keywords: Learning progression, instruction, learning, Conceptual understanding

บทนำ

ชีววิทยาเป็นศาสตร์แขนงหนึ่งของวิทยาศาสตร์ที่ศึกษาเกี่ยวกับสิ่งมีชีวิต ที่ครอบคลุมส่วนของโครงสร้างการทำงาน พันธุกรรม รวมถึงวิวัฒนาการของสิ่งมีชีวิตและความหลากหลายทางชีวภาพ ซึ่งมีความสำคัญต่อการดำรงชีวิตของมนุษย์เป็นอย่างมาก ทั้งทางตรงหรือทางอ้อมที่เกี่ยวข้องกับด้านโภชนาการ ทรัพยากรธรรมชาติ การเกษตร การแพทย์ สิ่งแวดล้อม รวมถึงเศรษฐกิจและการพัฒนาประเทศ การจัดการเรียนการสอนชีววิทยามุ่งเน้นให้ผู้เรียนได้เชื่อมโยงความรู้ชีววิทยากับกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ มีทักษะที่สำคัญในศตวรรษที่ 21 เพื่อนำมาใช้ในการสร้างความรู้และการแก้ปัญหาที่หลากหลาย (กระทรวงศึกษาธิการ, 2560) ดังนั้นมีความจำเป็นที่ผู้เรียนจึงต้องเรียนรู้เกี่ยวกับชีววิทยาเพื่อให้เข้าใจเกี่ยวกับสิ่งมีชีวิตตลอดจนสามารถนำความรู้ไปประยุกต์ใช้ได้ ความเข้าใจมโนทัศน์เป็นสิ่งสำคัญสำหรับการเรียนรู้เพราะเป็นพื้นฐานในการสร้างมโนทัศน์ใหม่และพัฒนามโนทัศน์เดิมที่มีอยู่ให้สมบูรณ์มากยิ่งขึ้น ความเข้าใจมโนทัศน์ช่วยให้ผู้เรียนสามารถจดจำความรู้หรือสิ่งที่เรียนมาได้นานมากขึ้น และสามารถนำความรู้ไปใช้ได้ง่ายยิ่งขึ้นในสถานการณ์ที่ซับซ้อน (National Research Council, 2001; Konicek-Moran & Keeley, 2015)

ผู้เรียนมักประสบปัญหาเกี่ยวกับการเรียนรู้ชีววิทยา เนื่องจากวิชาชีววิทยามีแนวคิดที่ซับซ้อน ยากต่อการทำความเข้าใจ ทำให้ผู้เรียนยังคงมีแนวคิดชีววิทยาที่คลาดเคลื่อน เมื่อผู้เรียนมีแนวคิดที่คลาดเคลื่อนเป็นเวลานานจะส่งผลต่อความเข้าใจมโนทัศน์และการเรียนรู้ชีววิทยาของ

ผู้เรียนและส่งผลให้ยากต่อการทำให้ผู้เรียนเกิดความเข้าใจที่ถูกต้อง จากรายงานการวิจัยที่ศึกษาการเรียนรู้ เรื่อง เซลล์และโครงสร้างของเซลล์ พบว่า แนวคิดชีววิทยาที่ผู้เรียนมีคลาดเคลื่อนมากที่สุด ได้แก่ โครงสร้างของเยื่อหุ้มเซลล์ หน้าที่ของนิวเคลียส เซลล์โพรคาริโอตและยูคาริโอต (วรรณวิภา อนุกูลสวัสดิ์ และ คณะ, 2555)

จากการสัมภาษณ์ครูชีววิทยาที่มีประสบการณ์สอนมากกว่า 10 ปี ของโรงเรียนมัธยมศึกษาขนาดใหญ่ สังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษามัธยมศึกษาเขต 9 จังหวัดสุพรรณบุรี ซึ่งเป็นโรงเรียนที่ใช้ในการทำวิจัยครั้งนี้ จากการสังเกตพฤติกรรมการเรียนรู้ของนักเรียนโดยครูผู้สอนจากการเรียนในห้องเรียน แบบฝึกหัด และข้อสอบของนักเรียน ปัญหาที่พบในการเรียนชีววิทยาของนักเรียนหน่วยการเรียนรู้ เรื่อง เซลล์และการทำงานของเซลล์ มโนทัศน์ที่นักเรียนมีปัญหา ได้แก่ โครงสร้างและหน้าที่ของเซลล์ การหายใจระดับเซลล์ และการแบ่งเซลล์ ด้วยเนื้อหาเรื่องที่กล่าวมานี้ส่วนใหญ่เน้นมโนทัศน์เป็นหลัก รายละเอียดเนื้อหาและคำศัพท์ที่ใช้ค่อนข้างเยอะ ทำให้นักเรียนส่วนใหญ่ไม่สามารถเขียนอธิบายในข้อสอบเน้นการประยุกต์ความรู้ การตอบคำถามนักเรียนเป็นความจำมากกว่าความเข้าใจ รวมถึงนักเรียนมีมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อน (กัญญาภัทร คำภิภาค, สื่อสารส่วนบุคคล, 19 กุมภาพันธ์ 2564)

นอกจากความเข้าใจมโนทัศน์ของผู้เรียนแล้วความก้าวหน้าในการเรียนรู้ (Learning Progression) สามารถบ่งบอกถึงพัฒนาการการเรียนของผู้เรียนได้ซึ่งเป็นสิ่งที่สำคัญและจำเป็นเช่นเดียวกัน เนื่องจากมาตรฐานและหลักสูตรของวิชาวิทยาศาสตร์มีการจัดโครงสร้างวิชาเป็นแนวคิดจากบนลงล่าง (top-down approach) ซึ่งแนวคิดนี้ขาดการเชื่อมโยงการเรียนรู้ของนักเรียน ซึ่งไม่ได้อธิบายความรู้เดิมและนักเรียนเรียนรู้อย่างไรบ้าง ทำให้ความก้าวหน้าในการเรียนรู้มีการใช้แนวคิดล่างขึ้นบน (bottom-up approach) ที่มีการจัดลำดับทางความคิดโดยเริ่มจากความซับซ้อนน้อยไปยังความซับซ้อนมาก และมีการเชื่อมโยงความรู้เดิมของนักเรียนกับการเรียนรู้วิชาวิทยาศาสตร์ที่คาดหวังที่จะให้เกิดกับผู้เรียน (Gotwals, 2012)

อย่างไรก็ตามวงจรการประเมิน การเรียนการสอน และการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ (Science Assessment, Instruction, and Learning cycle; SAIL Cycle) มีรากฐานมาจากรูปแบบการเรียนการสอนวงจรการเรียนรู้ 5E และรูปแบบการสอนเพื่อเปลี่ยนแปลงมโนทัศน์ ประกอบไปด้วย 6 ขั้น ได้แก่ 1) การสร้างความสนใจและเตรียมความพร้อม 2) การตรวจสอบความรู้เดิม 3) การสำรวจและค้นหา 4) การพัฒนามโนทัศน์และทักษะ 5) การถ่ายโอนมโนทัศน์และทักษะ และ 6) การสะท้อนคิดและประเมินตนเอง โดยวงจรการเรียนรู้นี้ในขั้นตอนที่ 6 การประเมินตนเองและสะท้อนคิด ซึ่งถือเป็นจุดเด่นของวงจรการเรียนรู้ที่เชื่อมโยงในทุกขั้นตอนของวงจรการเรียนรู้ รวมถึงมีนำเทคนิคการประเมินระหว่างเรียน (Formative Assessment Classroom Techniques; FACTs) ที่นำมาใช้ในแต่ละขั้นตอน (Keeley, 2015) ในขั้นตอนที่ 4 การพัฒนามโนทัศน์และทักษะ เทคนิคการประเมินระหว่างเรียนที่นำมาใช้ในขั้นนี้ช่วยให้ผู้สอนทราบการเรียนรู้ของผู้เรียน และเป็นหลักฐานในการแสดงความเข้าใจมโนทัศน์ชีววิทยาสำหรับการเรียนในแต่ละครั้งของการเรียน และในขั้นที่ 6 การสะท้อนคิดและประเมินตนเองช่วยทำให้นักเรียนเกิดการรู้คิด (Metacognition) สามารถกำกับการเรียนรู้ของตนเองได้ เมื่อนักเรียนทราบการเรียนรู้ของตนเองสิ่งนี้จะนำไปสู่ความก้าวหน้าในการเรียนรู้

จากสภาพปัญหาที่กล่าวมาข้างต้น การจัดการเรียนการสอนตามวงจรการประเมิน การเรียนการสอน และการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ เป็นแนวทางในการพัฒนาการเรียนรู้วิชาชีววิทยาเพื่อให้ผู้เรียนเกิดความก้าวหน้าในการเรียนรู้ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 สามารถนำความรู้ชีววิทยาไปใช้ในการเรียนระดับที่สูงขึ้นอย่างมีประสิทธิภาพ

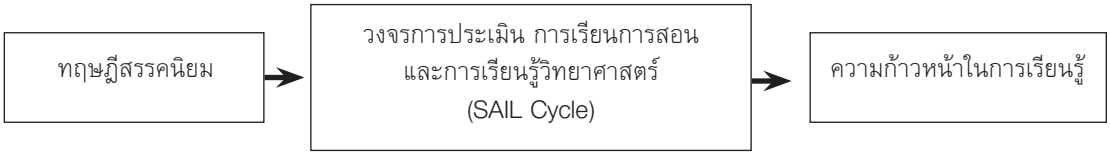
คำถามการวิจัย

ความก้าวหน้าในการเรียนรู้มโนทัศน์ชีววิทยาของนักเรียนมัธยมศึกษาตอนปลายหลังเรียนด้วยวงจรการประเมิน การเรียนการสอน และการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ เป็นอย่างไรบ้าง

วัตถุประสงค์ของการวิจัย

เพื่อศึกษาผลการใช้วงจรการประเมิน การเรียนการสอน และการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ที่มีต่อความก้าวหน้าในการเรียนรู้มโนทัศน์ชีววิทยาของนักเรียนมัธยมศึกษาตอนปลาย

กรอบแนวคิดการวิจัย



ภาพที่ 1 กรอบแนวคิดการวิจัย

วิธีดำเนินการวิจัย

รูปแบบการวิจัย

การวิจัยในนี้เป็นการวิจัยเชิงทดลองเบื้องต้น (Pre-Experimental Research) มีตัวอย่างวิจัยเพียง หนึ่งกลุ่ม (One Group Pretest-Posttest Design) เลือกนักเรียนกลุ่มที่ศึกษาแบบเจาะจง (purposive selection) คือ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 แผนการเรียนวิทยาศาสตร์และคณิตศาสตร์ ภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2564 จำนวน 28 คน โรงเรียนขนาดใหญ่สังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษามัธยมศึกษา เขต 9 จังหวัดสุพรรณบุรี

เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้มี 2 ประเภท ได้แก่ 1) เครื่องมือที่ใช้ในการทดลอง และ 2) เครื่องมือที่ใช้ในการเก็บรวบรวมข้อมูล มีรายละเอียดดังนี้

1. เครื่องมือที่ใช้ในการทดลอง

แผนการจัดการเรียนรู้ตามวงจรการประเมินการเรียนการสอน และการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ เรื่อง เซลล์และการทำงานของเซลล์ จำนวนทั้งหมด 3 แผน ได้แก่ 1) กล้องจุลทรรศน์ จำนวน 6 คาบ 2) โครงสร้างและหน้าที่ของเซลล์ จำนวน 4 คาบ และ 3) การลำเลียงสารเข้าและออกจากเซลล์ จำนวน 6 คาบ รวมทั้งสิ้นจำนวน

16 คาบ มีขั้นตอนและตรวจสอบคุณภาพดังต่อไปนี้

1.1 วิเคราะห์และคัดเลือกเทคนิคการประเมินระหว่างเรียนที่สอดคล้องกับวัตถุประสงค์และขั้นตอนของวงจรการเรียนรู้ รวมทั้งเหมาะสมกับเนื้อหาบทเรียน เพื่อนำมาใช้ในการประเมินและพัฒนาการเรียนรู้ของนักเรียนระหว่างเรียน รวมถึงวิเคราะห์หัวข้อและมโนทัศน์ชีววิทยา เพื่อกำหนดหัวข้อและคาบเรียน

1.2 เขียนแผนจัดการเรียนรู้ และออกแบบใบกิจกรรมในขั้นที่ 4 การพัฒนามโนทัศน์และทักษะ (ใบกิจกรรมตรวจสอบความเข้าใจ) แล้วนำมาเสนอต่ออาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์เพื่อตรวจสอบความสอดคล้องเหมาะสมระหว่างจุดประสงค์การเรียนรู้ เนื้อหากิจกรรม และการประเมินผลการเรียนรู้ รวมทั้งความถูกต้องของเนื้อหา ความชัดเจนของภาษาที่ใช้ และข้อเสนอแนะ

1.3 นำแผนจัดการเรียนรู้และใบกิจกรรมที่ปรับปรุงตามคำแนะนำของอาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์แล้วเสนอต่อผู้ทรงคุณวุฒิ 3 ท่าน ได้แก่ ผู้เชี่ยวชาญด้านการศึกษาสาขาการศึกษาวิทยาศาสตร์ ผู้เชี่ยวชาญด้านวิทยาศาสตร์ และครูกลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ ข้อเสนอแนะผู้ทรงคุณวุฒิสรุปได้ดังนี้ ตรวจสอบการสะกดคำ วรรคคำ ปรับการเขียนให้นักเรียนมีบทบาทมากกว่าครู และกิจกรรมค่อนข้างมาก หลังจากนั้นปรับปรุงตามคำแนะนำของผู้ทรงคุณวุฒิ

1.4 นำแผนการจัดการเรียนรู้และใบกิจกรรมที่ปรับปรุงเรียบร้อยแล้วไปทดลองใช้กับนักเรียนที่มีลักษณะใกล้เคียงกับกลุ่มเป้าหมาย ข้อสังเกตที่ค้นพบสรุปได้ดังนี้ ปรับลดกิจกรรมขั้นอื่นให้เหมาะสมกับเวลา และให้เวลานักเรียนทำใบกิจกรรมขั้นที่ 4 มากขึ้น นำข้อสังเกตที่ค้นพบมาปรับปรุงแผนการจัดการเรียนรู้ก่อนนำไปใช้กับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2564

2. เครื่องมือที่ใช้ในการเก็บรวบรวมข้อมูล

การประเมินความก้าวหน้าในการเรียนรู้ คือ แบบทดสอบความเข้าใจมโนทัศน์ชีววิทยา มีขั้นตอนและตรวจสอบคุณภาพดังต่อไปนี้

2.1 วิเคราะห์เนื้อหามโนทัศน์และตัวชี้วัดพฤติกรรมการเรียนรู้รายวิชาชีววิทยาเพิ่มเติมของหน่วยการเรียนรู้ เรื่อง เซลล์และการทำงานของเซลล์ ของหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 (ฉบับปรับปรุง พ.ศ. 2560) และหลักสูตรสถานศึกษา รวมทั้งสืบค้นมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อน

2.2 เขียนแผนผังโครงสร้างเชิงสันนิษฐาน (hypothetical construct map) แบ่งออกเป็น 5 ระดับ ได้แก่ 1) ระดับแนวคิดโครงสร้างพื้นฐาน 2) ระดับแนวคิดที่มีหนึ่งมุมมอง 3) ระดับแนวคิดที่มากกว่าหนึ่งมุมมอง 4) ระดับแนวคิดที่มีความสัมพันธ์กัน และ 5) ระดับแนวคิดต่อขยายเชิงนามธรรม ตามกรอบแนวคิดของ SOLO Taxonomy ของ Biggs and Collis (1982) แล้วนำเป็นเป็นแนวทางในการสร้างแบบทดสอบความเข้าใจมโนทัศน์และเกณฑ์การประเมินความก้าวหน้าในการเรียนรู้

2.3 นำแผนผังโครงสร้างเชิงสันนิษฐานที่สร้างขึ้นเสนอต่ออาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์เพื่อตรวจสอบความถูกต้องและความสอดคล้องระหว่างระดับความก้าวหน้าในการเรียนรู้

2.4 ปรับปรุงแก้ไขตามคำแนะนำอาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์แล้วนำมาเสนอต่อผู้ทรงคุณวุฒิ 3 ท่าน ได้แก่ ผู้เชี่ยวชาญด้านการ

ศึกษาสาขาการศึกษาวิทยาศาสตร์ ผู้เชี่ยวชาญด้านวิทยาศาสตร์ และครูกลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ เพื่อตรวจสอบความถูกต้องและความสอดคล้องเหมาะสมระหว่างระดับความก้าวหน้าในการเรียนรู้

2.5 สร้างแบบทดสอบความเข้าใจมโนทัศน์ชีววิทยาก่อนเรียนและหลังเรียนใช้ชุดดียวกันแบบอัตนัย ข้อคำถามจำนวน 10 ข้อ คะแนนรวม 40 คะแนน

2.6 นำแบบทดสอบความเข้าใจมโนทัศน์ชีววิทยาเสนอต่ออาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์เพื่อตรวจสอบความถูกต้องของเนื้อหาและข้อเสนอแนะ

2.7 ปรับปรุงตามคำแนะนำของอาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์แล้วนำมาเสนอต่อผู้ทรงคุณวุฒิ 3 ท่านข้างต้น ปรับข้อคำถามบางข้อเพื่อให้นักเรียนมีความเข้าใจที่ชัดเจน เพิ่มอ้างอิงรูปภาพ ตามคำแนะนำของผู้ทรงคุณวุฒิ

2.8 นำแบบทดสอบความเข้าใจมโนทัศน์ไปทดลองใช้กับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ที่เคยผ่านการเรียนเรื่องนี้มาแล้ว พบว่า แบบทดสอบมีค่าความยาก (p) อยู่ระหว่าง 0.36-0.79 อำนาจจำแนก (R) 0.23-0.61 และค่าความเที่ยงด้วยสัมประสิทธิ์แอลฟาของครอนบัคเท่ากับ 0.85 จากนั้นนำแบบทดสอบความเข้าใจมโนทัศน์ชีววิทยาไปใช้กับนักเรียนกลุ่มที่ศึกษา

การเก็บรวบรวมข้อมูล

1. ก่อนจัดการเรียนการสอนแนะนำรายวิชาชี้แจงจุดประสงค์การจัดการเรียนการสอน ลักษณะการจัดการเรียนรู้ตามวงจรการประเมินการเรียนการสอน และการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ การวัดประเมินผล รวมทั้งแจ้งรายละเอียดของการเก็บรวบรวมข้อมูลวิจัยด้วยแบบทดสอบความเข้าใจมโนทัศน์ชีววิทยาก่อนเรียนและหลังเรียน เวลาที่ใช้ในการทำแบบทดสอบ 90 นาที

2. ดำเนินการจัดการเรียนการสอนตามวงจรการประเมิน การเรียนการสอน และการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ รูปแบบออนไลน์ ทั้งหมด 3 แผน จำนวน 16 คาบ เป็นระยะเวลา 8 สัปดาห์

3. ระหว่างจัดการเรียนการสอนผู้วิจัยเก็บรวบรวมข้อมูลใบกิจกรรมในขั้นที่ 4 การพัฒนามโนทัศน์และทักษะ เพื่อตรวจสอบความเข้าใจของนักเรียน และสังเกตพฤติกรรมการเรียนรู้ของนักเรียน และปฏิสัมพันธ์ต่างๆ ระหว่างครูกับนักเรียน และนักเรียนกับนักเรียน พร้อมบันทึกหลังการจัดการเรียนการสอนทุกครั้ง

4. ผู้วิจัยนำข้อมูลจากการตอบคำถามในใบกิจกรรมและบันทึกหลังการจัดการเรียนการสอน มาประมวลและพิจารณาปัญหาและอุปสรรคในการเรียนรู้ของนักเรียน และนำไปเตรียมข้อมูลหรือกิจกรรมเพิ่มเติมในกรณีจำเป็นที่ต้องใช้ในการจัดการเรียนการสอนครั้งถัดไป

5. ผู้วิจัยให้นักเรียนเขียนสะท้อนคิดซึ่งมีกรอบคำถามที่กำหนดไว้ คือ สิ่งที่นักเรียนทราบแล้วก่อนเรียน สิ่งที่นักเรียนสับสนหรือไม่เข้าใจระหว่างเรียน และสิ่งที่นักเรียนได้เรียนรู้หลังเรียนจบในแต่ละหัวข้อ หลังจบหัวข้อนั้นทั้งหมดจำนวน 3 หัวข้อ เพื่อผู้สอนจะได้ทราบการเรียนรู้ของนักเรียน และนักเรียนจะได้ตระหนักการเรียนรู้ของตนเอง

การวิเคราะห์ข้อมูล

1. วิเคราะห์คำตอบจากแบบทดสอบความเข้าใจมโนทัศน์ชีววิทยาก่อนเรียนและหลังเรียน จากนั้นนำคะแนนนักเรียนแต่ละคนมาเทียบกับแผนผังโครงสร้างเชิงสันนิษฐานเพื่อระบุระดับความก้าวหน้าในการเรียนรู้

2. หาค่าเฉลี่ยร้อยละในแต่ระดับความก้าวหน้าในการเรียนรู้จากแบบทดสอบความเข้าใจมโนทัศน์

3. เปรียบเทียบระดับความก้าวหน้าในการเรียนรู้จากแบบทดสอบความเข้าใจมโนทัศน์ก่อนเรียนและหลังเรียนเป็นรายบุคคล เพื่อจัดกลุ่มการเปลี่ยนแปลงระดับความก้าวหน้าในการเรียนรู้

4. หลังจากที่จัดกลุ่มการเปลี่ยนระดับความก้าวหน้าในการเรียนรู้แล้ว วิเคราะห์พฤติกรรมการเรียนรู้ของนักเรียนในแต่ละกลุ่มว่ามีพฤติกรรมการเรียนรู้เป็นอย่างไรบ้าง

5. ผู้วิจัยคัดเลือกนักเรียนที่มีการเปลี่ยนแปลงระดับความก้าวหน้าในการเรียนรู้มโนทัศน์ชีววิทยาทั้งหมด 3 แบบ ได้แก่ นักเรียนที่มีระดับความก้าวหน้าในการเรียนรู้มโนทัศน์ชีววิทยาเพิ่มขึ้นตั้งแต่ 2 ระดับขึ้นไป ความก้าวหน้าในการเรียนรู้มโนทัศน์ชีววิทยาเพิ่มขึ้น 1 ระดับ และไม่มีการเปลี่ยนแปลงระดับความก้าวหน้าในการเรียนรู้มโนทัศน์ชีววิทยา

ผลการวิจัย

การวิจัยเรื่อง ผลการใช้วงจรการประเมินการเรียนการสอน และการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ ที่มีต่อความก้าวหน้าในการเรียนรู้มโนทัศน์ชีววิทยาของนักเรียนมัธยมศึกษาตอนปลาย สรุปได้ดังนี้

1. ความก้าวหน้าในการเรียนรู้มโนทัศน์ชีววิทยา เรื่อง เซลล์และการทำงานของเซลล์ ของนักเรียนกลุ่มที่ศึกษา จำนวน 28 คน วิเคราะห์จากการคำตอบคำถามในแบบทดสอบความเข้าใจมโนทัศน์หลังเรียนใน 3 หัวข้อ ได้แก่ 1) กล้องจุลทรรศน์ 2) โครงสร้างและหน้าที่ของเซลล์ 3) การลำเลียงสารเข้าและออกจากเซลล์ แล้วเทียบกับแผนผังโครงสร้างเชิงสันนิษฐาน พบว่า นักเรียนส่วนใหญ่มีระดับความก้าวหน้าในการเรียนรู้มโนทัศน์ชีววิทยาอยู่ในระดับที่ 4 แนวคิดที่มีความสัมพันธ์กัน คิดเป็นร้อยละ 42.86 รองลงมาระดับความก้าวหน้าในการเรียนรู้มโนทัศน์ชีววิทยาอยู่ในระดับที่ 3 แนวคิดที่มากกว่าหนึ่งมุมมอง คิดเป็นร้อยละ 32.14 และระดับความก้าวหน้าในการเรียนรู้มโนทัศน์ชีววิทยาอยู่ในระดับที่ 5 แนวคิดต่อขยายเชิงนามธรรม คิดเป็นร้อยละ 25 ตามลำดับ ดังตารางที่ 1

ตารางที่ 1 จำนวนและร้อยละของนักเรียนกลุ่มที่ศึกษา จำนวน 28 คน ในแต่ละระดับความก้าวหน้าในการเรียนรู้มโนทัศน์ชีววิทยา เรื่อง เซลล์และการทำงานของเซลล์

ระดับความก้าวหน้าในการเรียนรู้มโนทัศน์ชีววิทยา	จำนวนและร้อยละของนักเรียน	
	ก่อนเรียน	หลังเรียน
ระดับแนวคิดที่ 5 แนวคิดต่อขยายเชิงนามธรรม (Extended abstract) นักเรียนสามารถเชื่อมโยงความรู้ เรื่อง เซลล์และการทำงานของเซลล์ ไปใช้ในสถานการณ์ใหม่ หรือสรุปอ้างอิงโดยใช้ความรู้มโนทัศน์เกี่ยวกับเรื่องที่เรียน	0 คน (0 %)	7 คน (25 %)

ตารางที่ 1 จำนวนและร้อยละของนักเรียนกลุ่มที่ศึกษา จำนวน 28 คน ในแต่ละระดับความก้าวหน้าในการเรียนรู้มโนทัศน์ชีววิทยา เรื่อง เซลล์และการทำงานของเซลล์ (ต่อ)

ระดับความก้าวหน้าในการเรียนรู้มโนทัศน์ชีววิทยา	จำนวนและร้อยละของนักเรียน	
	ก่อนเรียน	หลังเรียน
ระดับแนวคิดที่ 4 แนวคิดที่มีความสัมพันธ์กัน (Relational) เปรียบเทียบภาพที่ปรากฏภายใต้กล้องจุลทรรศน์ใช้แสง เปรียบเทียบลักษณะและโครงสร้างที่พบในเซลล์พืชและเซลล์สัตว์ เปรียบเทียบการลำเลียงสารเข้าและออกจากเซลล์	0 คน (0 %)	12 คน (42.86 %)
ระดับแนวคิดที่ 3 แนวคิดที่มากกว่าหนึ่งมุมมอง (Multistructural) คำนวณหากำลังขยายของกล้องจุลทรรศน์หรือหาขนาดภาพที่เกิดขึ้นภายใต้กล้องจุลทรรศน์ อธิบายวิธีการศึกษาตัวอย่างภายใต้กล้องจุลทรรศน์ อธิบายลักษณะสำคัญและหน้าที่ของโครงสร้างที่พบในเซลล์พืชและเซลล์สัตว์ อธิบายกลไกการลำเลียงสารเข้าและออกจากเซลล์	12 คน (42.86 %)	9 คน (32.14 %)
ระดับแนวคิดที่ 2 แนวคิดที่มีหนึ่งมุมมอง (Unistructural) ระบุชื่อส่วนประกอบของกล้องจุลทรรศน์ เขียนสูตรการคำนวณภาพที่ปรากฏภายใต้กล้องจุลทรรศน์ ระบุชื่อโครงสร้างของเซลล์พืชและเซลล์สัตว์ ระบุชื่อการลำเลียงสารเข้าและออกจากเซลล์	16 คน (57.14 %)	0 คน (0 %)
ระดับแนวคิดที่ 1 แนวคิดโครงสร้างพื้นฐาน (Prestructural)	0 คน (0 %)	0 คน (0 %)
รวม	**28 คน (100 %)**	**28 คน (100 %)**

2. การเปลี่ยนแปลงระดับความก้าวหน้าในการเรียนรู้มโนทัศน์ชีววิทยาของนักเรียน เมื่อเปรียบเทียบคะแนนความเข้าใจมโนทัศน์ชีววิทยาก่อนเรียนและหลังเรียน และเมื่อพิจารณาลักษณะการเรียนรู้นักเรียนมีการเรียนรู้ที่แตกต่างกันสรุปได้ 3 กลุ่ม ได้แก่ นักเรียนที่มีระดับความก้าวหน้าในการเรียนรู้มโนทัศน์ชีววิทยาเพิ่มขึ้นตั้งแต่ 2 ระดับขึ้นไป มีจำนวน 14 คน ระดับความก้าวหน้าในการเรียนรู้มโนทัศน์ชีววิทยาเพิ่มขึ้น 1 ระดับ มีจำนวน 12 คน และไม่เปลี่ยนแปลงระดับความก้าวหน้าในการเรียนรู้มโนทัศน์ชีววิทยา มีจำนวน 2 คน มีรายละเอียดดังนี้

1) ระดับความก้าวหน้าในการเรียนรู้มโนทัศน์ชีววิทยาเพิ่มขึ้นตั้งแต่ 2 ระดับขึ้นไป

นักเรียนมีพฤติกรรมเข้าเรียนทุกคาบและตรงต่อเวลาไม่เคยขาดหรือลา หรือกรณีนักเรียนติดภารกิจจะแจ้งผู้สอนและตามส่งใบกิจกรรมทีหลัง ระหว่างจัดการเรียนการสอนมีส่วนร่วมในการตอบคำถามเมื่อมีการเรียกชื่อ และตอบชัดเจนตรงประเด็น ทำงานร่วมกับเพื่อนได้ดีทั้งกรณีนักเรียนเลือกสมาชิกเองและกลุ่มที่มาจากผู้สอนกำหนด ส่วนใหญ่ปฏิสัมพันธ์กับครูผู้สอนสอบถามกรณีไม่เข้าใจหรือสงสัยทั้งในเวลาเรียนและนอกเวลาเรียน ส่งใบกิจกรรมตรวจสอบความเข้าใจตรง

ต่อเวลาภายในคาบเรียน ส่วนใหญ่นักเรียนติดตามงานตนเองอย่างสม่ำเสมอ และเขียนใบสะท้อนคิดบอกสิ่งที่ตนเองไม่เข้าใจหรือสับสน รวมถึงบอกได้ว่าตนเองเรียนรู้อะไรบ้างหลังจากจบการเรียนในแต่ละหัวข้อ

2) ระดับความก้าวหน้าในการเรียนรู้มโนทัศน์ชีววิทยาเพิ่มขึ้น 1 ระดับ

นักเรียนมีพฤติกรรมการเรียนรู้เข้าเรียนทุกคาบ มีสายบ้างเป็นบางคน หรือกรณีนักเรียนติดภารกิจจะแจ้งผู้สอนและตามส่งใบกิจกรรมทีหลัง ระหว่างจัดการเรียนการสอนมีส่วนร่วมในการตอบคำถามเมื่อมีการเรียกชื่อ ทำงานร่วมกับเพื่อนได้ดีทั้งกรณีนักเรียนเลือกสมาชิกเองและกลุ่มที่มาจากผู้สอนกำหนด มีปฏิสัมพันธ์กับครูผู้สอนสอบถามกรณีไม่เข้าใจหรือสงสัย ส่วนใหญ่ส่งใบกิจกรรมตรวจสอบความเข้าใจภายในคาบตรงต่อเวลา และบางคนติดตามงานตนเอง มีเฉพาะบางกลุ่มส่งช้าจนผู้สอนต้องติดตามงานนักเรียน ส่วนใหญ่นักเรียนเขียนใบสะท้อนคิดสามารถบอกสิ่งที่ตนเองไม่เข้าใจหรือสับสน รวมถึงบอกได้ว่าตนเองเรียนรู้อะไรบ้างหลังจากจบการเรียนในแต่ละหัวข้อเป็นข้อความสั้นๆ เท่านั้น ซึ่งนักเรียนบางคนทำให้ผู้สอนไม่ทราบนักเรียนเรียนรู้เป็นอย่างไรบ้าง

3) ไม่เปลี่ยนแปลงระดับความก้าวหน้าในการเรียนรู้มโนทัศน์ชีววิทยา

นักเรียนมีพฤติกรรมการเรียนรู้เข้าเรียนไม่ครบทุกคาบมีเข้าสายหรือขาด ระหว่างจัดการเรียนการสอนไม่มีส่วนร่วมในการตอบคำถามเมื่อมีการเรียกชื่อ ทำงานร่วมกับเพื่อนได้ดีทั้งกรณีนักเรียนเลือกสมาชิกเองและกลุ่มที่มาจากผู้สอนกำหนด ส่งใบกิจกรรมตรวจสอบความเข้าใจไม่ตรงเวลาผู้สอนต้องติดตามงานนักเรียน การเขียนใบสะท้อนคิดเป็นข้อความสั้นๆ เท่านั้น บางครั้งนักเรียนเขียนสิ่งที่ได้เรียนรู้และประเด็นที่สงสัยมีความขัดแย้งกัน

อภิปรายผล

จากการวิจัยผลการใช้วงจรการประเมินการเรียนการสอน และการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ ที่ต่อความก้าวหน้าในการเรียนรู้มโนทัศน์ชีววิทยาของนักเรียนมัธยมศึกษาตอนปลาย พบว่า นักเรียนมีความก้าวหน้าในการเรียนรู้มโนทัศน์ชีววิทยาเพิ่มขึ้น มาจากเหตุผล 2 ประการ ดังต่อไปนี้

ประการที่ 1 การเขียนสะท้อนคิด

การจัดการเรียนการสอนด้วยวงจรการประเมิน การเรียนการสอน และการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ ให้นักเรียนเขียนสะท้อนคิดหลังจบบทเรียนทุกครั้งเพื่อสะท้อนการเรียนรู้ของตนเอง Baron (1981); Demmans Epp *et al.* (2019) การเขียนสะท้อนคิดเป็นวิธีการหนึ่งที่เพิ่มองค์ความรู้และศักยภาพการเรียนรู้ของนักเรียน รวมถึงการสะท้อนคิดเป็นส่วนหนึ่งที่สำคัญของการเรียนรู้ช่วยทำให้นักเรียนเกิดการรู้คิด (metacognition) จะตระหนักการเรียนรู้ของตนเอง ได้มีเวลาทบทวนเกี่ยวกับการเรียนรู้ของตนเองในแต่ละหัวข้อที่เรียนและสามารถกำหนดแนวทางหรือเป้าหมายในการเรียนรู้ของตนเองได้ เพื่อปรับปรุงและพัฒนาการเรียนรู้ของตนเองให้ดีขึ้น

การวิจัยครั้งนี้การเขียนสะท้อนคิดมีกรอบคำถามที่กำหนดไว้ คือ สิ่งที่นักเรียนทราบแล้วก่อนเรียน สิ่งที่นักเรียนสับสนหรือไม่เข้าใจระหว่างเรียน และสิ่งที่นักเรียนได้เรียนรู้หลังเรียนจบในแต่ละหัวข้อ ลักษณะของใบกิจกรรมให้นักเรียนเขียนสะท้อนคิดการเรียนรู้ของตนเองหลังจบหัวข้อนั้นทั้งหมดจำนวน 3 หัวข้อ 1) ใบกิจกรรมกล้องจุลทรรศน์ นักเรียนประเมินการเรียนรู้ของ

ตนเองพร้อมเขียนประเด็นที่ยังไม่เข้าใจหรือสับสน (muddiest point) 2) ใบกิจกรรมโครงสร้างและหน้าที่ของเซลล์ ต้องการให้นักเรียนอธิบายการเรียนรู้ตนเอง นักรียนรู้อะไรบ้างแล้ว ต้องการเรียนรู้อะไรบ้าง และหลังเรียนหัวข้อนี้นักเรียนเรียนรู้อะไรบ้าง (K-W-L variations) และ 3) ใบกิจกรรมการลำเลียงสารเข้าและออกจากเซลล์ นักเรียนเขียนอธิบายการเรียนรู้ตนเองก่อนเรียนและหลังเรียน (I used to think.....but now I know) เพื่อทราบการเปลี่ยนแปลงมโนทัศน์ของนักเรียน (Keeley, 2015)

การจัดการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์ให้นักเรียนสะท้อนคิดนั้นผู้สอนสามารถให้นักเรียนสะท้อนคิดได้หลากหลายวิธี ได้แก่ การเขียนอนุทินการเรียนรู้ (learning journal) การเขียนแผนผัง (concept map) การใช้คำถาม (question) การตอบคำถามด้วยตนเอง (self-question) การเรียนรู้แบบเจรจาต่อรอง (negotiated learning) และการประเมินตนเอง (self-assessment) จากที่กล่าวมานี้การเขียนอนุทินการเรียนรู้เป็นที่นิยมและมีประสิทธิภาพในการสะท้อนคิด เนื่องจากการเขียนช่วยให้นักเรียนคิดเกี่ยวกับความก้าวหน้าในการเรียนรู้และวิธีการเรียนรู้ของตนเอง (Ersözlü & Arslan, 2009) สอดคล้องกับงานวิจัยของ Han *et al.* (2014) มีการประเมินการเขียนสะท้อนคิดของนักเรียนเป็นรายบุคคล พบว่า การเขียนสะท้อนคิดช่วยให้นักเรียนพัฒนาด้านความรู้ และเกิดความความเข้าใจในระดับที่สูงขึ้น กล่าวได้ว่าถ้านักเรียนเขียนสะท้อนคิดที่ผ่านกระบวนการคิดและไตร่ตรองการเรียนรู้ของตนเองอย่างถี่ถ้วนทราบได้ว่าตนเองต้องปรับปรุงการเรียนรู้อะไรบ้างและมีแนวทางอย่างไรในการพัฒนาการเรียนรู้ของตนเองให้เข้าใจได้อย่างชัดเจน เพื่อบรรลุเป้าหมายในการเรียนรู้ของตนเอง ส่งผลทำให้นักเรียนมีความก้าวหน้าในการเรียนรู้

ประการที่ 2 การตรวจสอบความเข้าใจและวิเคราะห์การเรียนรู้ของตนเอง

การจัดการเรียนการสอนด้วยวงจรการประเมิน การเรียนการสอน และการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ ประกอบด้วย 6 ขั้นตอน ซึ่งในขั้นที่ 4 การพัฒนามโนทัศน์และทักษะ มีการนำใบกิจกรรมและเทคนิคสำคัญมาใช้ในการจัดการเรียนการสอน ซึ่งสอดคล้องกับรูปแบบการประเมินเพื่อการเรียนรู้ (assessment for learning) Cambridge International Education (2022) มีลักษณะเทียบเคียงกับการประเมินระหว่างเรียน (formative assessment) เป็นการบูรณาการการจัดการเรียนการสอนและการเรียนรู้ เน้นให้ข้อมูลป้อนกลับระหว่างที่จัดการเรียนการสอนสำหรับนักเรียนและผู้สอนเพื่อนำมาพัฒนาการเรียนรู้ของนักเรียน และเป็นแนวทางในการจัดการเรียนการสอนคาบถัดไป สอดคล้องกับงานวิจัยของ Tarmo (2022) มีการนำเทคนิคการประเมินเพื่อการเรียนรู้มาบูรณาการในการจัดการเรียนการสอนนักเรียนระดับมัธยมศึกษตอนต้น วิชาชีววิทยา เรื่อง โครงสร้างและองค์ประกอบของเซลล์ เทคนิคประเมินเพื่อการเรียนรู้ที่นำมาใช้ ได้แก่ การใช้คำถามและให้เวลานักเรียนในการคิดเพื่อตอบคำถาม โครงการขนาดเล็ก รายงานการนำเสนองาน รายการตรวจสอบแบบสังเกต ใบกิจกรรม และการเขียนหรือพูดในการให้ข้อมูลป้อนกลับ ผลการวิจัยพบว่า การบูรณาการการจัดการเรียนการสอนด้วยเทคนิคการประเมินเพื่อการเรียนรู้ส่งเสริมการเรียนรู้และมีส่วนทำให้ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนสูงขึ้น

การวิจัยครั้งนี้ให้นักเรียนตรวจสอบสอบความเข้าในการเรียนรู้ผ่านการทำใบกิจกรรม จำนวนทั้งหมด 3 หัวข้อ 1) ใบกิจกรรมกล้องจุลทรรศน์ คือ การวิเคราะห์ความคิดหรือ

สัญลักษณ์ตัวแทน (Representation analysis) มีการนำเสนอข้อมูลลักษณะรูปภาพที่สื่อถึงแนวคิดวิทยาศาสตร์ให้นักเรียนได้วิเคราะห์ พร้อมทั้งอธิบายแนวคิดวิทยาศาสตร์ที่เรียนมา 2) ใบกิจกรรมเซลล์และโครงสร้างของเซลล์ การคัดเลือกข้อความที่ไม่เข้าพวก (Odd One Out) คัดเลือกข้อความที่ไม่เข้าพวกพร้อมอธิบายเหตุผลทางวิทยาศาสตร์ และเฟร์เยอร์โมเดล (Frayer Model) ให้นักเรียนอธิบายข้อมูลนิยามศัพท์ หรืออธิบายถึงลักษณะสำคัญ หน้าที่ รวมถึงยกตัวอย่าง ที่เกี่ยวข้องกับเนื้อหาที่เรียน และ 3) ใบกิจกรรมการลำเลียงสารเข้าและออกจากเซลล์ มีสถานการณ์ให้นักเรียนเลือกตอบว่าสถานการณ์นั้นถูกต้องหรือไม่ พร้อมอธิบายเหตุผลทางวิทยาศาสตร์ (Justified True or False Statement) (Keeley, 2015)

วงจรการประเมิน การเรียนการสอนและการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ พัฒนามาจากวงจรการเรียนรู้ 5E และการจัดการเรียนการสอนเพื่อเปลี่ยนแปลงมโนทัศน์ มีการนำใบกิจกรรมหรือเทคนิคการประเมินระหว่างเรียน (Formative Assessment Classroom Techniques; FACTs) มาใช้ในวงจรการเรียนรู้ เพื่อตรวจสอบความเข้าใจและการเรียนรู้ของนักเรียน (Keeley, 2015) สอดคล้องกับงานวิจัยของ Babinčáková *et al.* (2020) มีการนำเทคนิคการประเมินระหว่างเรียนมาใช้ในการจัดการเรียนการสอน ได้แก่ การให้ตัดสินข้อความถูกหรือผิด (justified true or false statement) เฟร์เยอร์โมเดล (frayer model) การประเมินตนเอง K-W-L (K-W-L chart) แผนผังมโนทัศน์ (concept map) เป็นต้น พบว่า เทคนิคการประเมินระหว่างเรียนที่นำมาใช้นั้นให้ผลลัพท์การเรียนรู้ด้านความรู้และทักษะที่สูงขึ้น รวมถึงนักเรียนมีเจตคติที่ดีต่อการจัดการเรียนการสอนด้วยเทคนิคการประเมินระหว่างเรียนที่นำมาใช้ในบทเรียน และการประเมินระหว่างเรียน

ข้อเสนอแนะ

ข้อเสนอแนะสำหรับการนำผลการวิจัยไปใช้

1. บทเรียนแรกนักเรียนบางคนมีลักษณะการเขียนการสะท้อนคิดเป็นข้อความสั้นๆ ไม่ได้เขียนอธิบายแสดงถึงความรู้หรือความเข้าใจ ทำให้ผู้สอนไม่ทราบการเรียนรู้ของนักรียนเป็นอย่างไรบ้าง ผู้วิจัยเสนอแนะให้ครูผู้สอนควรแนะนำและแสดงตัวอย่างการเขียนสะท้อนคิดแก่นักเรียน 2-3 ครั้ง นักเรียนสามารถขยายความคิดและความเข้าใจของตนเองได้อย่างชัดเจน

2. การวิจัยครั้งนี้มีข้อสังเกตนักเรียนส่วนใหญ่ไม่สามารถเชื่อมโยงความรู้มโนทัศน์กับสถานการณ์ใหม่ได้ในระดับความก้าวหน้าในการเรียนรู้ระดับที่ 5 ผู้วิจัยแนะนำจัดเวลาในขั้นที่ 3 การสำรวจและค้นหา ให้เวลานักเรียนมีส่วนร่วมในการอภิปรายมากขึ้น

ข้อเสนอแนะสำหรับการวิจัยครั้งต่อไป

1. ขณะที่เก็บรวบรวมข้อมูลผู้วิจัยสังเกตเห็นเมื่อมีการทำงานเป็นกลุ่ม นักเรียนมีการแบ่งงานกันภายในกลุ่ม รวมถึงมีส่วนร่วมในการอภิปราย ส่งผลให้งานบรรลุเป้าหมายได้อย่างราบรื่น ดังนั้นผู้วิจัยเสนอแนะควรศึกษาเพิ่มเกี่ยวกับวงจรการประเมิน การเรียนการสอนและการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ มาใช้ในการพัฒนาสมรรถนะการรวมพลังทำงานเป็นทีม

เอกสารอ้างอิง

กระทรวงศึกษาธิการ. (2560). *มาตรฐานการเรียนรู้และตัวชี้วัดกลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตาสตร์ วิทยาศาสตร์และสาระภูมิศาสตร์ ในกลุ่มสาระการเรียนรู้สังคมศึกษา ศาสนา และวัฒนธรรม (ฉบับปรับปรุง พ.ศ. 2560) ตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551*. โรงพิมพ์ชุมนุมสหกรณ์การเกษตรแห่งประเทศไทย จำกัด.

วรรณวิภา อนุกูลสวัสดิ์, จีระวรรณ เกษสิงห์ และธีราพร อนันตะเศรษฐกูล. (2014). แนวคิดเรื่องเซลล์และโครงสร้างเซลล์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5. *การประชุมทางวิชาการของมหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ ครั้งที่ 50: สาขาศึกษาศาสตร์, สาขาเศรษฐศาสตร์และบริหารธุรกิจ, สาขามนุษยศาสตร์และสังคมศาสตร์.* (น. 96-104). สำนักงานกองทุนสนับสนุนการวิจัย.

Babinčáková, M., Ganajová, M., Sotáková, I., & Bernard, P. (2020). Influence of formative assessment classroom techniques (Facts) on student's outcomes in chemistry at secondary school. *Journal of Baltic Science Education, 19*(1).

Baron, J. (1981). Reflective thinking as a goal of education. *Intelligence, 5*(4), 291-309.

Biggs, J.B., & Collis, K.F. (1882). *Evaluating the quality of learning of learning: The SOLO taxonomy (Structure of the Observed Learning Outcome)*. Academic Press.

Cambridge International Education. (2022). *Getting started with assessment for Learning*. https://cambridge-community.org.uk/professional-development/gswafl/index.html

Demmans Epp, C., Akcayir, G., & Phirangee, K. (2019). Think twice: exploring the effect of reflective practices with peer review on reflective writing and writing quality in computer-science education. *Reflective Practice, 20*(4), 533-547.

Ersözlü, Z. N., & Arslan, M. (2009). The effect of developing reflective thinking on metacognition awareness at primary education level in Turkey. *Reflective Practice, 10*(5), 683-695.

Gotwals, A. W. (2012). *Learning progressions for multiple purposes: Challenges in using learning progressions. In Learning progressions in science* (pp. 461-472). Brill Sense.

Han, N. S., Li, H.K., Sin, L.C., & Sin, K.P. (2018). The evaluation of student's written reflection on the learning of general chemistry lab experiment. *MOJES: Malaysian Online Journal of Educational Sciences, 2*(4), 45-52.

Keeley, P. (2015). *Science formative assessment, volume 1: 75 practical strategies for linking assessment, instruction, and learning*. Corwin Press.

Konicek-Moran, R., & Keeley, P. (2015). *Teaching for conceptual understanding in science*. Arlington: NSTA Press, National Science Teachers Association.

National Research Council. (2001). *Knowing what students know: The science and design of educational assessment*. National Academies Press.

Tarmo, A. (2022). *Integrating Assessment for Learning into the Teaching and Learning of Secondary School Biology in Tanzania*. Center for Educational Policy Studies Journal.