



การพัฒนาโนมตีเรื่องการสังเคราะห์ด้วยแสงของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 โดยใช้การจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ร่วมกับยุทธศาสตร์สแคฟโพลดิ้ง

The Development of Grade 11 Students' Conception of Photosynthesis using Inquiry-Based Approach Associated with Scaffolding Strategies

ปิตุพงษ์ ท้าค้อ¹⁾, ดร. ไพโรจน์ เต็มเตชชาติพงศ์²⁾

Pitupong Thakho¹⁾, Dr. Phairoth Termtachatipongsa.²⁾

¹⁾ สาขาวิชาวิทยาศาสตร์ศึกษา คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น

Department of science education, Faculty of Educational, Khon Kaen University, Khon Kaen, Thailand, 40002

²⁾ ผู้ช่วยศาสตราจารย์ประจำสาขาวิชาวิทยาศาสตร์ศึกษา คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น

Assistant Professor, Department of Science Education, Faculty of Educational, Khon Kaen University, Khon Kaen, Thailand, 40002

บทคัดย่อ

การวิจัยครั้งนี้ มีวัตถุประสงค์เพื่อพัฒนาโนมตีเรื่องการสังเคราะห์ด้วยแสงของนักเรียนระดับมัธยมศึกษาปีที่ 5 โดยใช้การจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ร่วมกับยุทธศาสตร์สแคฟโพลดิ้ง กลุ่มเป้าหมายที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้ เป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5/10 ที่กำลังศึกษาในภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2556 โรงเรียนเชิงในพิทยาคาร จำนวน 33 คน ที่ได้มาจากการเลือกแบบเจาะจง (purposive sampling) รูปแบบการวิจัยในครั้งนี้ เป็นการวิจัยแบบไม่เข้าขั้นการทดลอง (pre – experimental design) แบบกลุ่มเดียวที่มีการทดสอบก่อนและหลังการทดลอง (one group pretest - posttest design) เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย แบ่งออกเป็น 2 ประเภท คือ 1) เครื่องมือที่ใช้ในการทดลอง ได้แก่ แผนการจัดการเรียนรู้โดยให้รูปแบบการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ร่วมกับยุทธศาสตร์สแคฟโพลดิ้ง จำนวน 8 แผน ใช้เวลาสอน 13 ชั่วโมง ซึ่งเป็นแผนการจัดการเรียนรู้ที่สร้างขึ้นเพื่อพัฒนาโนมตีเรื่องการสังเคราะห์ด้วยแสง 2) เครื่องมือที่ใช้ในการเก็บรวบรวมข้อมูล ได้แก่ แบบสำรวจมโนมตีเรื่องการสังเคราะห์ด้วยแสง แบบคำถามปลายเปิด แบบบันทึกอนุทินของนักเรียน และแบบสัมภาษณ์แบบกึ่งโครงสร้าง วิเคราะห์ข้อมูลโดยการวิเคราะห์เนื้อหา จัดกลุ่มมโนมตี และเปรียบเทียบผลโดยการหาค่าร้อยละ

ผลการวิจัยพบว่า การจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ร่วมกับยุทธศาสตร์สแคฟโพลดิ้ง สามารถพัฒนาโนมตีเรื่องการสังเคราะห์ด้วยแสงของนักเรียนได้ โดยก่อนการจัดการเรียนรู้นักเรียนส่วนใหญ่มีความเข้าใจที่คลาดเคลื่อนจากมโนมตีทางวิทยาศาสตร์ในทุกมโนมตี โดยเฉพาะมโนมตีเกี่ยวกับปฏิกิริยาการสังเคราะห์ด้วยแสง ได้แก่ หน้าทีของคลอโรพลาสต์ ปฏิกิริยาแสง ปฏิกิริยาดึงการคาร์บอนไดออกไซด์ของพืช C_3 C_4 และ CAM และ โฟโตเรสไพเรชัน หลังการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ร่วมกับยุทธศาสตร์สแคฟโพลดิ้ง พบว่า โดยเฉลี่ยนักเรียนกว่าร้อยละ 80 สามารถพัฒนาโนมตีไปสู่มโนมตีที่ถูกต้องมากขึ้น และนักเรียนร้อยละ 20 มีมโนมตีถูกต้องในทุกมโนมตีโดยนักเรียน



ส่วนใหญ่สามารถเขียนคำอธิบายโดยให้เหตุผล หรือใช้แผนภาพประกอบที่ถูกต้องตามมโนคติทางวิทยาศาสตร์ โดยเฉพาะมโนคติย่อยเรื่อง โครงสร้างและหน้าที่ของคลอโรพลาสต์ การทำงานของสารสี ปฏิกริยาแสง และปฏิกริยาการตรึงคาร์บอนไดออกไซด์ของพืช C_3 , C_4 และ CAM

คำสำคัญ : การจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ ยุทธศาสตร์สแคฟโฟลดิ้ง การสังเคราะห์ด้วยแสง

Abstract

The purpose of this research was to develop grade 11 students' conception of photosynthesis using inquiry-based approach associated with scaffolding strategies. The studied samples were 33 students of Mathayomsuksa 5/10 selected by purposive sampling in second semester in 2013 at Khuangnaipittayakarn School. Research design was pre-experimental design which was one-group pretest posttest design. The research instruments included eight photosynthesis lesson plans using inquiry-based approach associated with scaffolding strategies 13 hours, science concept survey in photosynthesis using open ended questions, students' personal reflection and semi-structured interview. Data was analyzed by content analysis, group categorization and percentage.

The research results showed that inquiry-based approach associated with scaffolding strategies could develop students' conception of photosynthesis. Before learning, most students had misconceptions in all topics, especially, photosynthetic reaction: chloroplast and pigments' function in photosynthesis, light reaction, carbon dioxide fixation in C_3 , C_4 and CAM plants, and photorespiration. After learning, 80 percentage of students moved to the more correct concepts in all topics. Moreover, 20 percentage of all students had correct understanding in all topics. Most students could explain concepts by using reason and diagram that contained scientific concepts, especially, structure and function of chloroplast, pigments' function, light reaction, and carbon dioxide fixation in C_3 , C_4 and CAM plants.

Keywords: inquiry-based approach scaffolding strategies photosynthesis

1. บทนำ

วิทยาศาสตร์เป็นวัฒนธรรมสำคัญของโลกสมัยใหม่ซึ่งเป็นสังคมแห่งความรู้ (knowledge-based society) มีบทบาทสำคัญในการช่วยให้มนุษย์พัฒนาวิถีคิด มีทักษะสำคัญในการค้นคว้าหาความรู้ มีความสามารถในการแก้ปัญหาอย่างเป็นระบบ สามารถตัดสินใจให้ข้อมูลที่หลากหลายและมีประสิทธิภาพที่ตรวจสอบได้ การจัดการเรียนการสอนกลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์จึงมุ่งเน้นให้ผู้เรียนมีความเข้าใจในหลักการทฤษฎีที่เป็นพื้นฐานของวิทยาศาสตร์ เนื่องจากนักเรียนทุกคนต้องได้รับการพัฒนาให้รู้วิทยาศาสตร์ และนำความรู้ความเข้าใจในวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีที่มนุษย์สร้างขึ้นไปใช้อย่างมีเหตุผล [1] แต่จากผลการทดสอบทางการศึกษาระดับชาตินั้นพื้นฐาน (O-NET) ในหลายปีที่ผ่านมา (ปีการศึกษา 2553-2555) พบว่า ผลคะแนนเฉลี่ยวิชาวิทยาศาสตร์ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 ระดับประเทศอยู่ในระดับต่ำ คือ ประมาณร้อยละ 30 [2] วิชาวิทยาศาสตร์จึงเป็นวิชาหนึ่งที่ยากแก่การเรียนรู้ของนักเรียน

ในวิชาชีววิทยา มโนคติเรื่องการสังเคราะห์ด้วยแสง เป็นมโนคติหนึ่งที่ยากแก่การทำความเข้าใจของนักเรียน และนักเรียนมีความเข้าใจที่คลาดเคลื่อนในลำดับต้น ๆ ของมโนคติในกลุ่มวิชาชีววิทยา [3] อาทิ สารตั้งต้นและสารผลิตภัณฑ์ในกระบวนการสังเคราะห์ด้วยแสง การแลกเปลี่ยนแก๊สออกซิเจนและคาร์บอนไดออกไซด์ การหายใจของพืช ปฏิกริยาการสังเคราะห์ด้วย เป็นต้น [4]

การจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ (inquiry-based approach) เป็นแนวทางหนึ่งที่สามารถพัฒนามโนคติวิทยาศาสตร์ได้ [5, 6] โดยเป็นการจัดการเรียนการสอนที่เน้นให้ผู้เรียนได้ใช้กระบวนการสืบเสาะหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์ (scientific inquiry) ด้วยตนเองด้วยวิธีการที่นักวิทยาศาสตร์ใช้ในการแสวงหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์ นำไปสู่การสร้างองค์ความรู้ทางวิทยาศาสตร์ ส่งผลให้นักเรียนได้ซึมซับวิธีการทำงานและวิธีคิดแบบนักวิทยาศาสตร์ ทำให้ผู้เรียนคิดเป็น ทำเป็น และแก้ปัญหาเป็น [7]

National Science Education standards [8] ได้กล่าวถึงลักษณะสำคัญของการจัดการกิจกรรม

การเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ไว้ 5 ประการ คือ

- 1) นักเรียนมีส่วนร่วมในประเด็นคำถามเชิงวิทยาศาสตร์
- 2) นักเรียนหาหลักฐานเพื่อนำไปสู่การสร้างคำอธิบายเพื่อตอบคำถามเชิงวิทยาศาสตร์
- 3) นักเรียนสร้างคำอธิบายจากหลักฐานเพื่อตอบคำถามเชิงวิทยาศาสตร์
- 4) นักเรียนประเมินการเชื่อมโยงคำอธิบายไปสู่ความรู้ทางวิทยาศาสตร์
- 5) นักเรียนสื่อสารและพร้อมแสดงหลักฐานที่สนับสนุนคำอธิบายดังกล่าวกับผู้อื่น

ซึ่ง อังคณา ปัทมพงศา [5] ได้ศึกษาการใช้ลักษณะกิจกรรมการเรียนรู้ดังกล่าวไปใช้ในการพัฒนามโนคติเรื่องการสังเคราะห์ด้วยแสง พบว่า สามารถพัฒนามโนคติเรื่องการสังเคราะห์ด้วยแสงได้ทุกมโนคติ อย่างไรก็ตาม แม้ว่านักเรียนจะมีการพัฒนามโนคติให้มีความเข้าใจมากขึ้น แต่หลังการศึกษาพบจำนวนนักเรียนที่มีความเข้าใจคลาดเคลื่อนบางส่วนเพิ่มขึ้น ซึ่งเป็นผลมาจากความซับซ้อนของเนื้อหา ประกอบกับนักเรียนขาดความรู้พื้นฐานก่อนเรียน จึงมีความจำเป็นอย่างยิ่งที่ครูจะต้องเป็นผู้ชี้แนะแนวทางที่จำเป็นสำหรับนักเรียนเพื่อให้ผู้เรียนสามารถทำความเข้าใจมโนคติได้ด้วยตนเอง และลดความเข้าใจที่คลาดเคลื่อนลง

ยุทธศาสตร์สแคฟโฟลด์เป็นแนวทางหนึ่งที่ช่วยส่งเสริมการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ให้มีประสิทธิภาพสูงขึ้น โดยการทำให้การเรียนรู้ง่ายสำหรับนักเรียนมากขึ้นโดยการลดความซับซ้อน และความยากของเนื้อหา ซึ่งเป็นการจัดการภายใต้เขตพื้นที่ของการพัฒนาได้ (zone of proximal development หรือ ZPD) [9, 10] ซึ่งทำได้หลายลักษณะ เช่น การทำให้ง่าย ตัวอย่าง การให้คำแนะนำ การจัดลำดับขั้นตอน การลดความซับซ้อนของภาระงาน การชี้ให้เห็นถึงส่วนที่สำคัญ และการใช้เครื่องมือที่ช่วยให้มองเห็นภาพรวมได้ [11]

ดังนั้น ในการศึกษาค้นคว้าครั้งนี้ ผู้วิจัยจึงสนใจศึกษาผลของการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ร่วมกับยุทธศาสตร์สแคฟโฟลด์ในการพัฒนามโนคติเรื่องการสังเคราะห์ด้วยแสงของนักเรียน และพัฒนาการสอนของผู้วิจัย เพื่อเป็นข้อมูลพื้นฐานและแนวทางในการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ให้กับครูและนักวิจัยด้านวิทยาศาสตร์ศึกษาในการวิจัยเพื่อพัฒนาการเรียนรู้อีกต่อไป

1.1 วัตถุประสงค์ของการวิจัย

เพื่อพัฒนามโนคติเรื่องการสังเคราะห์ด้วยแสงของนักเรียนระดับมัธยมศึกษาตอนปลาย โดยใช้การจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ร่วมกับยุทธศาสตร์สแคฟโฟลด์

1.2 นิยามศัพท์เฉพาะ

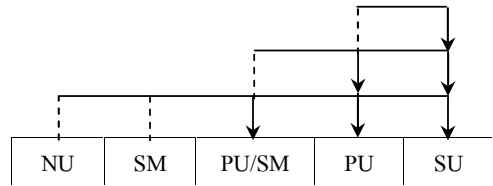
1.2.1 การจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ หมายถึง การจัดการเรียนรู้โดยใช้กระบวนการสืบเสาะหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์ในการแสวงหาความรู้โดยมีลักษณะสำคัญ 5 ประการ คือ 1) นักเรียนมีส่วนร่วมในประเด็นคำถามเชิงวิทยาศาสตร์ 2) นักเรียนหาหลักฐานเพื่อนำไปสู่การสร้างคำอธิบายเพื่อตอบคำถามเชิงวิทยาศาสตร์ 3) นักเรียนสร้างคำอธิบายจากหลักฐานเพื่อตอบคำถามเชิงวิทยาศาสตร์ 4) นักเรียนประเมินการเชื่อมโยงคำอธิบายไปสู่ความรู้ทางวิทยาศาสตร์ 5) นักเรียนสื่อสารและพร้อมแสดงหลักฐานที่สนับสนุนคำอธิบายดังกล่าวกับผู้อื่น [8]

1.2.2 ยุทธศาสตร์สแคฟโฟลด์ หมายถึง กระบวนการที่ทำให้ผู้เรียนเกิดการเรียนรู้ได้มากขึ้น หรือสามารถแก้ปัญหา และทำภาระงานได้สำเร็จ โดยอาศัยคนที่มีความรู้มากกว่าให้การแนะนำ ช่วยเหลือ เมื่อพบว่า นักเรียนไม่เกิดการเรียนรู้ หรือแสดงออกซึ่งพฤติกรรมการเรียนรู้ที่ไม่ตอบสนองตามที่ครูต้องการด้วยวิธีการต่างๆ ได้แก่ 1) การทำให้ดูเป็นตัวอย่าง (modeling) 2) การให้คำแนะนำ (coaching) 3) การจัดลำดับขั้นตอน (sequencing) 4) การลดความซับซ้อนของภาระงาน (reducing complexity) 5) การชี้ให้เห็นส่วนสำคัญ (marking critical feature) และ 6) การใช้เครื่องมือที่ช่วยให้มองเห็นภาพรวมได้ (using visual tools) [11]

1.2.3 ระดับความเข้าใจมโนคติ คือ ความเข้าใจมโนคติเรื่องการสังเคราะห์ด้วยแสงของนักเรียนที่ได้จากการวิเคราะห์เชิงตีความจากคำตอบในแบบสำรวจมโนคติ แบบบันทึกอนุทิน และการสัมภาษณ์โดยแบ่งระดับความเข้าใจออกเป็น 5 กลุ่ม ดังนี้ 1) มโนคติถูกต้อง (sound understanding: SU) 2) มโนคติถูกต้องบางส่วน (partial understanding: PU) 3) มโนคติถูกต้องบางส่วนและคลาดเคลื่อนบางส่วน (partial understanding

with specific misconception: PU/SM) 4) มโนคติคลาดเคลื่อน (specific misconception: SM) และ 5) ไม่มีมโนคติ (no understanding or no conception: NU) [12]

1.2.4 การพัฒนามโนคติ หมายถึง ระดับความเข้าใจจากการจัดกลุ่มมโนคติตามเกณฑ์ที่เพิ่มขึ้นอย่างน้อย 1 ระดับ ดังภาพที่ 1



ภาพที่ 1 การพัฒนามโนคติ

2. วิธีการดำเนินการวิจัย

2.1 รูปแบบการวิจัย

การวิจัยครั้งนี้เป็นการวิจัยแบบไม่เข้าชั้นการทดลอง (Pre-experimental design) แบบกลุ่มเดียวทดสอบก่อนเรียนและทดสอบหลังเรียน (One group pretest - posttest design)

2.2 กลุ่มเป้าหมาย

กลุ่มเป้าหมายที่ในการวิจัยเป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5/10 โรงเรียนเชิงในพิทยาคาร อำเภอเชิงใน จังหวัดอุบลราชธานี สำนักงานเขตพื้นที่การศึกษามัธยมศึกษา เขต 29 จำนวน 33 คน ซึ่งได้มาจากการเลือกแบบเจาะจง (Specified sampling)

2.3 เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

2.3.1 เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย ได้แก่ แผนการจัดการเรียนรู้โดยใช้รูปแบบการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ร่วมกับยุทธศาสตร์สแคฟโฟลด์ จำนวน 8 แผน 13 ชั่วโมง ในแต่ละแผนการจัดการเรียนรู้ถูกออกแบบให้ครอบคลุมลักษณะสำคัญของการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ทั้ง 5 ประการ [8] และเลือกใช้ยุทธศาสตร์ สแคฟโฟลด์ที่เหมาะสม อาทิ ครูกำหนดสถานการณ์ปัญหาให้นักเรียนได้ใช้ความรู้เดิมเรื่อง กลไกการตรึงคาร์บอนไดออกไซด์ของพืช C_3 และพืช C_4 เพื่ออธิบายกลไกการตรึงคาร์บอนไดออกไซด์ที่สอดคล้องกับข้อจำกัดบางอย่างของระบบของเพชร โดยให้นักเรียน

สร้างคำอธิบายจากความรู้เดิมและหลักฐานที่มีเปิดโอกาสให้นำเสนอแนวคิด และประเมินความถูกต้องของคำอธิบายของตนเอง จนนำไปสู่คำอธิบายที่ถูกต้อง ครูให้ความช่วยเหลือโดยใช้คำถามกระตุ้นให้นักเรียนคิด (coaching) เพื่อเป็นการชี้นำไปสู่การสร้างคำอธิบายที่ถูกต้อง ร่วมกับการเน้นส่วนสำคัญของเนื้อหา (marking critical feature) อาทิ มโนคติที่คลาดเคลื่อน การเปรียบเทียบข้อแตกต่างของกลไกการตรึงคาร์บอนไดออกไซด์ของพืช C_3 , C_4 และ CAM เป็นต้น

2.3.2 เครื่องมือที่ใช้ในการเก็บรวบรวมข้อมูล ได้แก่ 1) แบบสำรวจมโนคติ เรื่องการสังเคราะห์ด้วยแสง แบบคำถามปลายเปิด จำนวน 14 ข้อ 2) แบบบันทึกอนุทิน ให้นักเรียนบันทึกใน 4 ประเด็น ได้แก่ สิ่งที่ได้เรียนรู้ ข้อสงสัย ความรู้สึกต่อกิจกรรม และข้อเสนอแนะ และ 3) การสัมภาษณ์แบบกึ่งโครงสร้าง โดยผู้วิจัยกำหนดคำถามปลายเปิดเป็นแนวทางในการสัมภาษณ์ทั้งหมด 16 คำถาม ครอบคลุมในทุกมโนคติ

2.4 การเก็บรวบรวมข้อมูล

ผู้วิจัยแบ่งการเก็บรวบรวมข้อมูลออกเป็น 3 ระยะ ได้แก่ 1) ก่อนการจัดการเรียนรู้ ใช้แบบสำรวจมโนคติ เรื่องการสังเคราะห์ด้วยแสง 2) ระหว่างการจัดการเรียนรู้ ใช้แบบบันทึกอนุทินเพื่อศึกษามโนคติหลังจัดการเรียนรู้ในแต่ละแผน สะท้อนผลการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แล้วนำมาปรับการใช้ยุทธศาสตร์สแคฟโฟลด์ให้เหมาะสมในครั้งต่อไป และ 3) หลังการจัดการเรียนรู้ใช้แบบสำรวจมโนคติ เรื่องการสังเคราะห์ด้วยแสง และการสัมภาษณ์แบบกึ่งโครงสร้าง

2.5 การวิเคราะห์ข้อมูล

วิเคราะห์ข้อมูลโดยนำข้อมูลจากแบบสำรวจมโนคติ แบบบันทึกอนุทิน และการสัมภาษณ์มาวิเคราะห์เนื้อหา (Content analysis) เพื่อเปรียบเทียบมโนคติของนักเรียนก่อนเรียน และหลังเรียน โดยการจัดกลุ่มมโนคติออกเป็น 5 กลุ่ม ร่วมกับสถิติร้อยละ รวมทั้งสรุปผลการพัฒนามโนคติเพื่อใช้ในการอภิปรายผลเพิ่มเติม

3. ผลการวิจัยและอภิปรายผล

3.1 ผลการวิจัย

ผลการวิจัย ดังแสดงในตารางที่ 1 พบว่า ก่อนการจัดการเรียนรู้ นักเรียนมีมโนคติอยู่ในกลุ่มไม่มีมโนคติ (NU) โดยเฉลี่ย ร้อยละ 63.83 และมีมโนคติคลาดเคลื่อน (SM) โดยเฉลี่ย ร้อยละ 14.77 แสดงให้เห็นว่า ก่อนการจัดการเรียนรู้ นักเรียนส่วนใหญ่ขาดความเข้าใจมโนคติ เรื่องการสังเคราะห์ด้วยแสง โดยเฉพาะอย่างยิ่งมโนติย่อย เรื่อง โครงสร้างและหน้าที่ของคลอโรพลาสต์ ปฏิกริยาแสง ปฏิกริยาตรึงคาร์บอนไดออกไซด์ และกลไกการตรึงคาร์บอนไดออกไซด์ของพืช C_4 และ CAM และไฟโตเรสไพเรชัน ซึ่งกว่าร้อยละ 70 ของนักเรียนจัดอยู่ในกลุ่มไม่มีมโนคติ และมีมโนคติคลาดเคลื่อน เนื่องมาจากมโนคติเหล่านี้ นักเรียนไม่เคยเรียนมาก่อน และเป็นเนื้อหาที่ค่อนข้างยากแก่การเรียนรู้ด้วยตนเอง

หลังการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ร่วมกับยุทธศาสตร์สแคฟโฟลด์ พบว่า นักเรียนมีมโนคติอยู่ในกลุ่มมโนคติถูกต้อง (SU) มากที่สุด โดยเฉลี่ยร้อยละ 60.04 และมีมโนคติถูกต้องบางส่วน (PU) โดยเฉลี่ยร้อยละ 22.16 เมื่อพิจารณาถึงการพัฒนา มโนคติ จะเห็นได้ว่านักเรียนส่วนใหญ่ มีการพัฒนามโนคติไปสู่ระดับ

ตารางที่ 1 ร้อยละของจำนวนนักเรียนในแต่ละกลุ่มมโนมติก่อนและหลังการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ร่วมกับยุทธศาสตร์สแควฟโพลดิ้ง

มโนมติย่อย	คำถามข้อที่	มโนมติของนักเรียน (%)										การพัฒนา มโนมติ (%)
		ก่อนการจัดการเรียนรู้					หลังการจัดการเรียนรู้					
		SU	PU	PU/SM	SM	NU	SU	PU	PU/SM	SM	NU	
1. ความหมายของกระบวนการสังเคราะห์ด้วยแสง	1	0.00	30.30	9.09	15.15	45.45	54.55	42.42	3.03	0.00	0.00	87.88
2. โครงสร้างและหน้าที่ของคลอโรพลาสต์	2	3.03	9.09	0.00	12.12	75.76	75.76	15.15	0.00	3.03	6.06	90.91
3. สารสีที่เกี่ยวข้องกับกระบวนการสังเคราะห์ด้วยแสง	3	3.03	24.24	6.06	9.09	57.58	42.42	42.42	9.09	0.00	3.03	78.79
	4	9.09	12.12	3.03	9.09	66.67	69.70	0.00	9.09	12.12	9.09	78.79
	5.1	3.03	27.27	0.00	21.21	48.48	78.79	21.21	0.00	0.00	0.00	93.94
	5.2	0.00	9.09	0.00	36.36	54.55	42.42	18.18	12.12	15.15	12.12	66.67
4. ปฏิกริยาแสง	6	3.03	0.00	9.09	18.18	69.70	69.70	9.09	9.09	6.06	6.06	87.88
	7	0.00	15.15	12.12	9.09	63.64	48.48	36.36	9.09	0.00	6.06	90.91
5. ปฏิกริยาการตรึงคาร์บอนไดออกไซด์	8	3.03	9.09	3.03	15.15	69.70	63.64	9.09	6.06	3.03	18.18	78.79
	9	0.00	6.06	0.00	9.09	84.85	60.61	15.15	12.12	0.00	12.12	87.88
	10	3.03	27.27	0.00	21.21	48.48	81.82	3.03	6.06	9.09	0.00	84.85
6. ไฟโตเรดไพเรซิน	11	0.00	18.18	0.00	0.00	81.82	30.30	45.45	3.03	6.06	15.15	69.70
7. กลไกการตรึงคาร์บอนไดออกไซด์ของพืช C ₄ และ CAM	12.1	3.03	27.27	0.00	21.21	48.48	57.58	24.24	3.03	12.12	3.03	84.85
	12.2	3.03	6.06	30.30	9.09	51.52	69.70	21.21	6.06	3.03	0.00	93.94
	13	0.00	0.00	0.00	21.21	78.79	48.48	33.33	9.09	6.06	3.03	90.91
	14	3.03	3.03	9.09	9.09	75.76	66.67	18.18	0.00	0.00	15.15	84.85
เฉลี่ยทุกมโนมติย่อย (%)			2.27	14.01	5.11	14.77	63.83	60.04	22.16	6.06	4.73	6.82

หมายเหตุ : SU = มโนมติถูกต้อง, PU = มโนมติถูกต้องบางส่วน, PU/SM = มโนมติถูกต้องบางส่วนและคลาดเคลื่อนบางส่วน, SM = มโนมติคลาดเคลื่อน, NU = ไม่มีมโนมติ

ความเข้าใจที่สูงขึ้นในทุกมโนคติ โดยเฉลี่ยร้อยละ 84.47 และนักเรียนร้อยละ 20 มีมโนคติถูกต้อง (SU) ในทุกมโนคติ ทั้งนี้ นักเรียนส่วนใหญ่สามารถเขียนคำอธิบายโดยให้เหตุผล หรือใช้แผนภาพประกอบ ที่ถูกต้องตามมโนคติทางวิทยาศาสตร์ โดยเฉพาะมโนคติย่อยเรื่อง โครงสร้างและหน้าที่ของคลอโรพลาสต์ การทำงานของสารสี ปฏิกริยาแสง และปฏิกริยาตรึงคาร์บอนไดออกไซด์ของพืช C_3 , C_4 และ CAM และเมื่อศึกษาแนวคำตอบหลังจัดกระบวนการเรียนรู้พบว่า นักเรียนมีการอธิบายและให้เหตุผลที่สอดคล้องกับมโนคติทางวิทยาศาสตร์ด้วยภาษาที่สื่อสารจากความเข้าใจของตนเอง

3.2 อภิปรายผล

จากการศึกษาการพัฒนา มโนคติ เรื่อง การสังเคราะห์ด้วยแสง ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 โดยใช้การจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะร่วมกับยุทธศาสตร์สแคฟโฟลด์ พบว่า ก่อนเรียนนักเรียนส่วนใหญ่มีความเข้าใจที่คลาดเคลื่อนจากมโนคติทางวิทยาศาสตร์ในทุกมโนคติ แสดงให้เห็นว่า ก่อนการจัดการเรียนรู้ นักเรียนส่วนใหญ่ไม่มีความรู้เดิม หรือมีความเข้าใจในเรื่องเหล่านี้มาก่อน สังเกตได้จากแนวคำตอบที่นักเรียนตอบส่วนใหญ่จะเป็นข้อความสั้นๆ ไม่สามารถอธิบายรายละเอียดที่ชัดเจนได้

หลังการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ร่วมกับยุทธศาสตร์สแคฟโฟลด์ พบว่า โดยเฉลี่ยนักเรียนกว่าร้อยละ 80 สามารถพัฒนา มโนคติไปสู่ มโนคติที่ถูกต้องมากขึ้น และนักเรียน ร้อยละ 20 มีมโนคติถูกต้องในทุกมโนคติ โดยนักเรียนส่วนใหญ่สามารถเขียนคำอธิบายโดยให้เหตุผล หรือใช้แผนภาพประกอบที่ถูกต้องตามมโนคติ เมื่อพิจารณาจากแนวคำตอบของนักเรียนพบว่า นักเรียนสามารถอ้างเหตุผลที่ถูกต้องตามหลักการทางวิทยาศาสตร์ในการตอบคำถามแต่ละข้อด้วยภาษาของตนเอง ซึ่งเป็นผลเนื่องจากการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ที่เริ่มต้นด้วยการสร้างคำถามหรือข้อสงสัย ซึ่งเป็นจุดเริ่มต้นที่สำคัญของการเรียนรู้ นำไปสู่การค้นคว้าเพื่อหาหลักฐานมาใช้สร้างคำอธิบายเพื่อตอบข้อสงสัย ในระหว่างนี้นักเรียนได้คิดและลงมือปฏิบัติ

ด้วยตนเอง ผ่านกระบวนการสืบเสาะทางวิทยาศาสตร์ ทั้งจากการทดลอง การศึกษาผ่านประวัติการค้นพบทางวิทยาศาสตร์ การสืบค้นข้อมูลเพิ่มเติมจากแหล่งเรียนรู้ต่างๆ เพื่อให้ได้คำอธิบายที่เป็นเหตุเป็นผล นักเรียนได้นำเสนอคำอธิบายของตนเอง มีการสื่อสาร ปฏิสัมพันธ์ระหว่างกลุ่มทำให้เกิดการยอมรับในจุดบกพร่องของคำอธิบายของตนเอง และยอมรับในคำอธิบายที่สอดคล้องกับมโนคติทางวิทยาศาสตร์ แสดงให้เห็นว่า การจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ร่วมกับยุทธศาสตร์สแคฟโฟลด์ สามารถพัฒนามโนคติเรื่องการสังเคราะห์ด้วยแสงของนักเรียนได้ สอดคล้องกับผลการศึกษาของ อังคนา บัณฑุงศา [5] พบว่า การจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้สามารถพัฒนามโนคติเรื่องการสังเคราะห์ด้วยแสงของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ได้ทุกมโนคติ โดยมีผลการพัฒนาอยู่ในระดับสูง เนื่องจากมีขั้นตอนการตรวจสอบความรู้เดิมทำให้สามารถออกแบบกิจกรรมให้สอดคล้องกับการปรับเปลี่ยนไปสู่ มโนคติที่ถูกต้องมากขึ้น ประกอบกับลักษณะกิจกรรมมีการใช้คำถาม เปิดโอกาสให้นักเรียนได้คิดและลงมือค้นหาคำตอบด้วยตนเอง และเรียนรู้จากประสบการณ์จริง ส่งผลให้นักเรียนเกิดการสร้างความเข้าใจด้วยตนเอง

ทั้งนี้ในการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ประกอบด้วยหลากหลายเทคนิคและวิธีการสอน ที่ผู้วิจัยเลือกใช้ให้เหมาะสมกับจุดประสงค์การเรียนรู้ ผู้เรียน และบริบทที่เกี่ยวข้อกับการเรียนรู้ เช่น การใช้เทคนิคการใช้คำถาม เทคนิคการสร้างสถานการณ์ขัดแย้ง วิธีการสอนโดยตรง วิธีสอนโดยการทดลอง วิธีสอนโดยการอภิปรายกลุ่มย่อย เป็นต้น โดยมีเป้าหมายสำคัญ คือ ต้องการให้ผู้เรียนเป็นผู้สร้างคำอธิบายทางวิทยาศาสตร์ด้วยตนเองโดยใช้หลักฐานที่ได้มาจากการทดลองมาสนับสนุนคำอธิบาย มากกว่าที่จะให้นักเรียนเป็นผู้ทดลองเพื่อยืนยันความรู้ทางวิทยาศาสตร์ที่นักเรียนรับทราบมาก่อนแล้ว [13] กิจกรรมการเรียนรู้ที่ผู้วิจัยเลือกใช้ ได้แก่

1) การทดลองศึกษาสารสีในใบไม้ด้วยวิธีโครมาโทกราฟีกระดาษ ส่งผลให้นักเรียนสามารถได้คำตอบจากผลการทดลองว่า ใบไม้สีเขียวประกอบไปด้วย

สารสีหลายชนิด หรือใบไม้สีแดง หรือเหลือง ก็ประกอบไปด้วยคลอโรฟิลล์ซึ่งเป็นสารสีสีเขียวเป็นองค์ประกอบอยู่ด้วย จากการสะท้อนผลหลังการจัดการเรียนรู้ผ่านอนุทินพบว่า นักเรียนมีความสนุกสนานที่ได้ทำการทดลองผลการทดลองทำให้นักเรียนได้เรียนรู้ด้วยตนเอง และจดจำรายละเอียดได้ดีกว่าการให้ข้อมูลจากครูโดยตรง

2) การสืบเสาะโดยใช้ฐานกิจกรรมย่อย ในการจัดการเรียนรู้เรื่องปฏิกิริยาแสง โดยผู้วิจัย แบ่งเนื้อหาออกเป็นส่วยย่อยทั้งหมด 8 ฐานกิจกรรม ในแต่ละฐานกิจกรรมย่อยมีภารกิจที่เป็นส่วนเพื่อให้นักเรียนได้เรียนรู้รายละเอียดสำคัญด้วยตนเอง และสามารถใช้คำใบ้เชื่อมโยงแต่ละฐานกิจกรรมย่อยเพื่อแสดงลำดับการเกิดปฏิกิริยาแสง จนในที่สุดนักเรียนสามารถสร้างคำอธิบายเป็นแผนภาพได้ นักเรียนสามารถอธิบายกระบวนการเกิดปฏิกิริยาแสงได้อย่างถูกต้องด้วยภาษาของตนเอง ซึ่งแสดงให้เห็นว่านักเรียนเรียนรู้ด้วยความเข้าใจไม่ใช่การท่องจำเนื้อหา และความเข้าใจนี้ก็เป็นผลสืบเนื่องมาจากการทำกิจกรรมทั้ง 8 ฐานกิจกรรม

3) การสืบเสาะผ่านการศึกษาประวัติการค้นพบทางวิทยาศาสตร์ ซึ่งผู้วิจัยใช้ลักษณะกิจกรรมนี้ในการจัดการเรียนรู้ 3 มโนมติย่อย ได้แก่ 1) มโนมติย่อยเรื่อง ความหมายของกระบวนการสังเคราะห์ด้วยแสง ผู้วิจัยเลือกใช้วิธีการสอนโดยตรง ร่วมกับเทคนิคการใช้คำถาม 2) มโนมติย่อย เรื่อง ปฏิกิริยาตรึงคาร์บอนไดออกไซด์ ผู้วิจัยเลือกนำเสนอการค้นพบของ เมลวิน คัลวิน ผ่านการเลียนแบบการทดลองโดยใช้กล่องปริศนา โดยนักเรียนแสดงบทบาทเป็นผู้ให้แก๊สคาร์บอนไดออกไซด์ ($^{14}\text{CO}_2$) และให้แสงโดยการเปิดไฟฉาย และครูเป็นผู้หย่อนสารผลิตภัณฑ์ที่เกิดขึ้นแตกต่างกันเมื่อให้เวลาต่างกัน 3) มโนมติย่อย เรื่อง กลไกการตรึงคาร์บอนไดออกไซด์ของพืช C_4 ผู้วิจัยให้นักเรียนศึกษาการค้นพบของ Hatch และ Slack ผ่านการอ่านรายงานผลการวิจัยของนักวิทยาศาสตร์ด้วยตนเองจากเนื้อหาบางส่วนที่ผู้วิจัยแปลเป็นภาษาไทยโดยยังคงเค้าโครงเนื้อหาเดิม หลังการจัดการเรียนรู้พบว่า นักเรียนส่วนใหญ่มีการพัฒนามโนมติอยู่ในระดับที่สูงขึ้น

4) การใช้สถานการณ์ขัดแย้ง ประกอบการอภิปรายกลุ่มย่อย ซึ่งผู้วิจัยใช้ในการจัดการเรียนรู้

เรื่อง กลไกการตรึงคาร์บอนไดออกไซด์ของพืช CAM โดยผู้วิจัย ยกสถานการณ์ขัดแย้งว่า “กระบองเพชรเป็นพืชที่เติบโตในทะเลทราย จึงปิดปากใบตอนกลางวัน และเปิดปากใบตอนกลางคืน” จากสถานการณ์ดังกล่าว ผู้วิจัยเน้นให้นักเรียนเชื่อมโยงความรู้ไปสู่กลไกการตรึงคาร์บอนไดออกไซด์ของพืชโดยใช้คำถามว่า “กระบองเพชรสร้างน้ำตาลเวลาใด” และมอบหมายให้นักเรียนแต่ละกลุ่มเขียนแผนภาพแสดงแนวคิดของตนเองว่า กระบองเพชรน่าจะมีกลไกการตรึงคาร์บอนไดออกไซด์อย่างไร จึงจะสอดคล้องกับสถานการณ์ปัญหาข้างต้น ซึ่งนักเรียนมีแนวคำตอบเป็นไปในทิศทางเดียวกัน หลังจากนั้นผู้วิจัยให้ข้อเท็จจริงประกอบการพิจารณาเพิ่มเติมว่า แนวคำตอบที่นักเรียนคิดนั้นถูกหรือผิดอย่างไรจนนำไปสู่การปรับเปลี่ยนเป็นคำอธิบายที่ถูกต้อง

จากที่กล่าวมาผู้วิจัยได้ใช้การจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะ เพื่อให้นักเรียนได้เรียนรู้ทั้งความรู้วิทยาศาสตร์ และวิธีการเรียนรู้ของนักวิทยาศาสตร์ โดยจัดกิจกรรมให้นักเรียนได้เกิดคำถามทางวิทยาศาสตร์ มีการค้นคว้าข้อมูลเพื่อนำมาอธิบายคำตอบมีการตรวจสอบคำตอบที่ได้ ทั้งยังมีการสื่อสารและให้เหตุผลในการอธิบาย [8, 14] จากกระบวนการเรียนรู้ดังกล่าว ส่งผลให้นักเรียนสามารถใช้เหตุผลได้ดีขึ้น สังเกตได้จากแนวคำตอบของนักเรียนในแต่ละข้อคำถาม นักเรียนแต่ละคนจะให้เหตุผลหรือคำอธิบายด้วยคำพูดที่เป็นความเข้าใจของตนเอง และเป็นเหตุผลหรือคำอธิบายที่ครอบคลุมคำตอบของตนเอง ภายใต้แนวคำตอบที่จัดเป็นมโนมติที่สอดคล้องกับมโนมติทางวิทยาศาสตร์

อย่างไรก็ดี นักเรียนยังไม่สามารถเรียนรู้ผ่านกระบวนการสืบเสาะได้โดยลำพัง เนื่องจากยังขาดทักษะที่จำเป็นต่อการสืบเสาะหาความรู้ ทั้งการสืบค้น การวางแผนและออกแบบการทดลอง การให้เหตุผล หรือแม้กระทั่งการสร้างคำถามหรือข้อสงสัย จึงมีความจำเป็นที่จะต้องมีครูเป็นผู้คอยชี้แนะแนวทางให้นักเรียนเกิดการเรียนรู้บรรลุตามวัตถุประสงค์ที่ตั้งไว้ จากการวิจัย พบว่า นักเรียนส่วนใหญ่มีผลการพัฒนามโนมติไปสู่มโนมติที่ถูกต้องมากขึ้นในทุกมโนมติ โดยเฉลี่ยแต่ละมโนมติมีนักเรียนเกิดการพัฒนามโนมติร้อยละ 84.47

ซึ่งสอดคล้องกับผลการศึกษาของพิมพมาดา มงคลแสน [15] พบว่า หลังจัดการเรียนรู้เรื่องไฟฟ้า กับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 โดยใช้รูปแบบการสอนแบบ BSCS 5E ร่วมกับยุทธศาสตร์สแคฟโฟลด์ดิ้ง นักเรียนร้อยละ 77.27 มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนผ่านเกณฑ์ที่กำหนด ยุทธศาสตร์สแคฟโฟลด์ดิ้งจึงมีบทบาทในการส่งเสริมให้นักเรียนเกิดกระบวนการสืบเสาะหาความรู้ได้อย่างเต็มศักยภาพ สามารถสร้างคำอธิบายด้วยตนเองภายใต้การให้ความช่วยเหลือด้วยยุทธศาสตร์สแคฟโฟลด์ดิ้งที่เหมาะสม ดังนี้

1) การทำให้ดูเป็นตัวอย่าง (Modeling) เป็นกระบวนการที่คนที่มีความรู้มากกว่าได้แสดงให้ผู้เรียน รู้ถึงวิธีการที่จะทำให้ภาระงานล่องไปได้ ซึ่งผู้วิจัยใช้ในการให้ความช่วยเหลือนักเรียนก่อนทำการทดลอง เรื่อง การศึกษาสารสีด้วยวิธีโครมาโทกราฟีกระดาษ โดยการสาธิตวิธีการสกัดสารสีจากใบพืช การใช้โถกรองกระดาษ การเตรียมชุดการทดลองโครมาโทกราฟีกระดาษ รวมถึงข้อพึงระวังในการทดลอง เช่น ห้ามให้จุดสารสีสัมผัสกับตัวทำละลายที่อยู่ด้านล่าง เป็นต้น ทำให้ผลการทดลองไม่ผิดพลาด และนักเรียนทุกกลุ่มสามารถใช้ผลการทดลองในการศึกษาเพิ่มเติมต่อไปได้

2) การให้คำแนะนำ (Coaching) โดยการให้คำแนะนำเพื่อช่วยให้นักเรียนเกิดการพัฒนาความรู้หรือทักษะ ซึ่งเป็นยุทธศาสตร์ที่ผู้วิจัยเลือกใช้บ่อยครั้งมากที่สุด โดยผู้วิจัยใช้ใน 2 รูปแบบ คือ 1) การถามเพื่อกระตุ้นให้เกิดการคิดหรือเกิดข้อสงสัยที่จะนำไปสู่กระบวนการสืบเสาะหาความรู้ต่อไป และ 2) การให้คำแนะนำ เช่น คำแนะนำให้การตั้งคำถามเชิงวิทยาศาสตร์ คำแนะนำในการใช้คำเพื่อสืบค้นข้อมูล คำแนะนำในการเลือกแหล่งข้อมูล หรือระบุเนื้อหาส่วนที่สำคัญเพื่อให้ผู้เรียนเกิดการเรียนรู้ได้ตรงประเด็น

3) การจัดลำดับขั้นตอน (Sequencing) โดยการแบ่งภาระงานใหญ่ให้เป็นภาระงานย่อยเพื่อให้ผู้เรียนสามารถแบ่งความสนใจกับการทำภาระงานย่อยให้สำเร็จในเวลา มากกว่าที่จะกังวลเกี่ยวกับภาระงานทั้งหมดที่ต้องทำ ซึ่งผู้วิจัยเลือกใช้ในการออกแบบกิจกรรมการเรียนรู้ เรื่อง ปฏิกริยาแสง ในลักษณะของฐาน

กิจกรรม นักเรียนจะได้ทำภารกิจย่อยให้สำเร็จ และเกิดการเชื่อมโยงไปสู่กลไกการเกิดปฏิกิริยาแสงที่สมบูรณ์ได้

4) การลดความซับซ้อนของภาระงาน (Reducing complexity) โดยไม่ให้งานที่ซับซ้อนจนกว่าผู้เรียนจำทำภาระงานย่อยให้ได้เสียก่อน ซึ่งผู้วิจัยไม่ได้เลือกใช้ยุทธศาสตร์นี้ในกิจกรรมการเรียนรู้โดยตรง แต่ใช้ในการวางแผนการจัดการเรียนรู้ โดยการเรียงลำดับเนื้อหาให้เหมาะสม อาทิ ให้นักเรียนเข้าใจกระบวนการตรึงคาร์บอนไดออกไซด์ของพืช C_3 ก่อนเรียนกระบวนการตรึงคาร์บอนไดออกไซด์ของพืช C_4 และ CAM

5) การชี้ให้เห็นส่วนสำคัญ (Marking critical feature) เป็นการชี้ให้ผู้เรียนเห็นส่วนสำคัญของมโนคติหรือภาระงาน ยุทธศาสตร์นี้เป็นอีกยุทธศาสตร์หนึ่งที่ผู้วิจัยเลือกใช้บ่อยครั้ง โดยผู้วิจัยตั้งข้อสังเกตว่าการเรียนครั้งแรกนักเรียนมักไม่สามารถตัดสินใจได้ว่าเนื้อหาหรือรายละเอียดส่วนใดของเนื้อหาที่เป็นใจความหลัก ประกอบกับมโนคติเรื่องการสังเคราะห์ด้วยแสงมีเนื้อหาที่ต้องเชื่อมโยงหรือมีความสัมพันธ์กันในทุกมโนมติย่อย วิธีการที่ผู้วิจัยเลือกใช้ คือ การยกข้อความมาทบทวนกับนักเรียนอยู่บ่อยครั้ง เช่น ทบทวนเรื่องขั้นตอนการสังเคราะห์ด้วยแสง ทั้ง 2 ขั้นตอนหลัก เพื่อให้ผู้เรียนเห็นภาพรวมของเนื้อหา ก่อนเรียนรู้อีกในรายละเอียดปลีกย่อย เป็นต้น

6) การใช้เครื่องมือที่ช่วยให้มองเห็นภาพรวมได้ (Using visual tools) เป็นกระบวนการช่วยให้ผู้เรียนเข้าใจความคิด กระบวนการ มโนคติ หรือภาระงานของตนเอง การใช้เครื่องมือประเภทนี้ทำให้แนวคิดที่เป็นนามธรรมให้เป็นรูปธรรมมากขึ้นโดยการจัดระบบหรือแสดงความสัมพันธ์ของแนวคิด ยุทธศาสตร์นี้เป็นอีกยุทธศาสตร์ที่ผู้วิจัยใช้บ่อยครั้งที่สุด เนื่องจากมโนคติเรื่องการสังเคราะห์ด้วยแสง ค่อนข้างเป็นนามธรรมสูง นักเรียนไม่สามารถทำความเข้าใจโดยการจินตนาการจากคำพูดหรือคำอธิบายเพียงอย่างเดียวได้ ซึ่งรูปแบบของ Visual tools ที่ผู้วิจัยเลือกใช้ค่อนข้างหลากหลาย ได้แก่ การใช้แผนภาพ การใช้สมการเคมี การใช้แผนผัง เป็นต้น

ดังนั้น การจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ร่วมกับยุทธศาสตร์สแคฟโฟลด์ดิ้งจึงเป็นแนวทางการ

จัดการเรียนรู้ที่ส่งเสริมให้นักเรียนเกิดการพัฒนามโนมติได้เป็นอย่างดี

4. ข้อเสนอแนะ

4.1 ข้อเสนอแนะสำหรับการจัดการเรียนรู้

1) การจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ที่ใช้ในการวิจัย เป็นรูปแบบที่ค่อนข้างยืดหยุ่น ไม่มีรูปแบบการจัดกิจกรรมที่เป็นขั้นตอนชัดเจน ครูผู้สอนที่จะนำรูปแบบการจัดการเรียนรู้นี้ไปใช้ ควรศึกษาหลักการและลักษณะการจัดการเรียนรู้ให้เข้าใจ อีกทั้งควรศึกษาระดับความสามารถในการเรียนรู้ของผู้เรียน เพื่อนำไปใช้ในการออกแบบกิจกรรมการเรียนรู้แบบสืบเสาะในระดับต่างๆ ได้อย่างเหมาะสม

2) ครูผู้สอนควรศึกษาลักษณะกิจกรรมตามยุทธศาสตร์สแคฟโฟลด์ทั้ง 6 กิจกรรม เพื่อให้สามารถเลือกใช้ให้เหมาะสมกับลักษณะเนื้อหาในวิธีการที่หลากหลาย อาทิ ใช้เครื่องมือที่ช่วยให้นักมองเห็นภาพรวมได้ (Using visual tools) เมื่อเนื้อหาที่มีความซับซ้อนยากแก่การอธิบายเป็นข้อความ ใช้การแนะนำ (coaching) โดยใช้คำถามกระตุ้นการคิดเมื่อต้องการให้นักเรียนเกิดการคิดวิเคราะห์ หรือสร้างคำอธิบายด้วยตนเอง ใช้การชี้ให้เห็นส่วนสำคัญ (marking critical feature) เมื่อพบว่าบางส่วนของเนื้อหาเป็นส่วนที่นักเรียนจำเป็นต้องรู้เพื่อใช้ในการเรียนรู้มโนมติอื่น ๆ ต่อไป หรือเป็นส่วนสำคัญของมโนมตินั้นๆ เป็นต้น รวมถึงมีวิธีการประเมินผลการเรียนรู้ของนักเรียนระหว่างเรียนอย่างหลากหลาย เพื่อให้ผู้สอนสามารถเลือกใช้ยุทธศาสตร์สแคฟโฟลด์เพื่อช่วยเหลือนักเรียนเพิ่มเติมได้

4.2 ข้อเสนอแนะสำหรับการวิจัยครั้งต่อไป

1) ควรมีการศึกษาการใช้รูปแบบการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ร่วมกับยุทธศาสตร์สแคฟโฟลด์ในการพัฒนามโนมติทางวิทยาศาสตร์เรื่องอื่นๆ ต่อไป

2) ควรมีการศึกษาการใช้รูปแบบการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ร่วมกับยุทธศาสตร์สแคฟโฟลด์ในการพัฒนาความสามารถในการสร้างคำอธิบายและให้เหตุผลซึ่งเป็นทักษะที่สำคัญในการเรียนรู้วิทยาศาสตร์

5. เอกสารอ้างอิง

- [1] The ministry of education. Basic education core curriculum B.E. 2551 (A.D. 2008). Bangkok: The Agricultural Co- operative Federation of Thailand; 2008. [in Thai].
- [2] The office for national education standards and quality assessment. 2010-2012 ONET Result of 8 learning areas of basic educational institutions of grade 10-12 (Matthayomsuksa 6).[cited 2013 Aug 25]. Available from: <http://www.onesqa.or.th/onesqa/th/download/?DownloadGroupID=121>. [in Thai].
- [3] Tekkaya C. Misconception as barrier to understanding biology. Hacettepe Univ. J. Educ. 2002; 23: 145-150.
- [4] Kijkuakul S, Yutakom N. A study of senior high school students photosynthesis conceptions . Kasetsart Journal (Social science) 2004; 26: 133-145. [in Thai].
- [5] Pattamapongsa A. The development of high school students' conception of photosynthesis and views of nature of science using inquiry-based/ explicit NOS approach. [Master of education in science education]. Bangkok: Graduate school, Kasetsart University; 2012. [in Thai].
- [6] Tosamlee T. Developing learning activities by increasing level of inquiry on the topic of chemical bonding for grade 10 students. [Master of education in science education]. Bangkok: Graduate School, Kasetsart University; 2010. [in Thai].
- [7] Liangkriilas J, Yutakom N. Case study: Perception among biology teachers of an inquiry-based approach to teaching and teaching practices. Journal of Humanities and Social Sciences Mahasarakham University 2010; 29(4): 24-37. [in Thai].

- [8] National Research Council. Inquiry and the national science standards: A guide for teaching and learning. Washington, Dc: National Academy Press; 2000.
- [9] Cindy E. Hmelo-Silver, Ravit Golan Duncan, and Clark A. Chinn. Scaffolding and achievement in problem-based and inquiry learning: A response to Kirschner, Sweller, and Clark 2006. *Educational Psychologist* 2007; 42(2): 99–107.
- [10] Martin DJ. Elementary science methods : a constructivist approach. 4th ed. Belmont, Calif.: Wadsworth; 2006.
- [11] Krajcik JS, Czerniak CM, Berger CF. Teaching science in elementary and middle school classrooms a project- based approach. Boston: [n.p.]; 2003.
- [12] Domhom J. The effect of inquiry-based learning on development of concepts and attitudes towards learning on cells and cell division of grade 10th students. [Master of Education in Science Education]. Bangkok: Graduate School, Kasetsart University; 2010. [in Thai].
- [13] Ketsing J, Roadrangka V. Inquiry-based instruction for science teaching. *Journal of Humanities and Social Sciences Maharakham University* 2011; 30(1): 84-105. [in Thai]
- [14] Chiappetta EL, Koballa TR. Science instruction in the middle and secondary schools. 6th ed. New Jersey: Pearson Education; 2006.
- [15] Mongkonsean P. Learning achievement, retention and science attitude of the ninth grade students on electricity using BSCS 5E instructional model associated with scaffolding strategies. [Master of Education Thesis in Curriculum and Instruction]. Khon Kaen: Graduate School, Khon Kaen University; 2010. [in Thai].