

บทความวิชาการ

การเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้เรื่องพอลิเมอร์ดูดซับยิ่งยวดสำหรับนักเรียน หลักสูตรทวิภาษาระดับชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย

วันชัย น้อยวงศ์

นักวิชาการ สาขาวิทยาศาสตร์ภาคบังคับ สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี

Email: wnoiw@ipst.ac.th

รับบทความ: 4 เมษายน 2564 แก้ไขบทความ: 20 พฤษภาคม 2564 ยอมรับตีพิมพ์: 27 พฤษภาคม 2564

บทคัดย่อ

การเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้เป็นกระบวนการเรียนรู้หนึ่งที่สามารถนำมาใช้อย่างได้ผลในวิชาวิทยาศาสตร์ ซึ่งทำให้ผู้เรียนมีโอกาสได้สังเกต ตั้งคำถาม ทดลอง และสรุปผลเกี่ยวกับแนวคิดทางวิทยาศาสตร์ได้ด้วยตัวเอง ดังนั้นในบทความนี้ได้นำเสนอตัวอย่างแนวทางการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้เรื่องพอลิเมอร์ดูดซับยิ่งยวด สำหรับนักเรียนหลักสูตรทวิภาษา ระดับชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย โดยใช้วิธีการการสืบเสาะหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์ในห้องเรียน ตามแนวทางของสถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (สสวท.) ประกอบด้วย 5 ขั้นตอน ได้แก่ 1) มีส่วนร่วมในคำถาม 2) เก็บข้อมูลหลักฐาน 3) อธิบายสิ่งที่พบ 4) เชื่อมโยงสิ่งที่พบกับสิ่งที่ผู้อื่นพบ และ 5) สื่อสารและให้เหตุผล โดยมุ่งเน้นให้นักเรียนลงมือปฏิบัติผ่านกระบวนการสืบเสาะหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์ในประเด็นคำถามที่ว่า “ผ้าอ้อมสำเร็จรูปที่มีขายทั่วไปมีวัสดุที่เป็นพอลิเมอร์เป็นส่วนประกอบเพื่อใช้ในการดูดซับน้ำหรือของเหลวทางชีวภาพ นักเรียนจะทราบได้อย่างไรว่าผ้าอ้อมสำเร็จรูปยี่ห้อไหนมีประสิทธิภาพในการดูดซับได้ดีกว่ากัน” ผลการประเมินการเรียนรู้พบว่านักเรียนมีความเข้าใจเกี่ยวกับสมบัติพอลิเมอร์ดูดซับยิ่งยวด จากการสังเกตและสอบถามนักเรียนอย่างไม่เป็นทางการพบว่ากิจกรรมนี้ส่งเสริมให้นักเรียนมีจิตวิทยาศาสตร์ ด้านความอยากรู้อยากเห็นและกระตือรือร้น มีการใช้วิจารณ์ญาณ มีความรอบคอบ และมีความซื่อสัตย์ นอกจากนี้กระบวนการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ยังสามารถส่งเสริมให้นักเรียนเกิดทักษะที่จำเป็นในการดำรงชีวิตในศตวรรษที่ 21 เช่น ทักษะด้านการคิดอย่างมีวิจารณ์ญาณและการแก้ปัญหา ทักษะด้านการสื่อสาร สารสนเทศและการรู้เท่าทันสื่อ ทักษะด้านความร่วมมือ การทำงานเป็นทีมและภาวะผู้นำ

คำสำคัญ: การเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ พอลิเมอร์ดูดซับยิ่งยวด นักเรียนมัธยมศึกษาตอนปลาย หลักสูตรทวิภาษา

อ้างอิงบทความนี้

วันชัย น้อยวงศ์. (2564). การเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้เรื่องพอลิเมอร์ดูดซับยิ่งยวดสำหรับนักเรียนหลักสูตรทวิภาษาระดับชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย. วารสารวิทยาศาสตร์และวิทยาศาสตร์ศึกษา, 4(1), 118-129.

Academic Article

Learning activity in topic of super absorbent polymers for senior high school students of bilingual program

Wanchai Noi Wong

Academic Staff, Compulsory Science Department, Institute for the Promotion of Teaching Science and Technology

Email: wnoiw@ipst.ac.th

Received <4 April 2021>; Revised <20 May 2021>; Accepted <27 May 2021>

Abstract

Inquiry-based learning is one approach of learning process that can be used effectively in science subject. In inquiry-based science activity, the learners are able to make observation, ask question, perform experiment and make conclusion by themselves. Therefore, this academic article, we aim to present the inquiry-based learning activity in the topic of super absorbent polymers for senior high school students of bilingual program by using inquiry-based learning cycle according to the Institute for the Promotion of Teaching Science and Technology (IPST), consisting of five following features: 1) engage in scientifically oriented questions, 2) give priority to evidence in responding to questions 3) formulate explanations from evidence, 4) connect explanation to scientific knowledge and 5) communicate and justify explanations. The objective of this activity is to provide the learners' opportunity to answers the question that is "Commercially available disposable diapers contain a polymer material used to absorb water or biological fluids, how do you know which brand of diapers is more effective in absorbing?" The preliminary results revealed that the inquiry-based learning activity enhanced students' conceptual understanding about properties of super absorbent polymers. Moreover, this activity could be used to encourage students learning science with curiosity and enthusiasm, having their critical mindedness suspended judgment and honesty in according to scientific mind and 21st century skills i.e. critical thinking and problem solving, communications, information, and media literacy, collaboration, teamwork and leadership could be practiced.

Keywords: Inquiry-based learning, super absorbent polymers, senior high school student, bilingual program

Cite this article:

Noiwong, W. (2021). Learning activity in topic of super absorbent polymers for senior high school students of bilingual program (in Thai). *Journal of Science and Science Education*, 4(1), 118-129.

บทนำ

การที่จะประสบความสำเร็จในการศึกษา การประกอบอาชีพ และดำรงชีวิตในสังคมที่มีความซับซ้อนมากขึ้นในศตวรรษที่ 21 ได้นั้น ผู้เรียนจำเป็นต้องมีความรู้ควบคู่กับการพัฒนาทักษะต่าง ๆ ที่จำเป็น อาทิ ทักษะด้านการสร้างสรรค์และนวัตกรรม ทักษะด้านการสื่อสาร สารสนเทศ และการรู้เท่าทันสื่อซึ่งเป็นความสามารถในการเข้าจัดการ การประเมิน และการใช้งานสารสนเทศอย่างมีประสิทธิภาพและประสิทธิผล ทักษะด้านความร่วมมือ การทำงานเป็นทีมและภาวะผู้นำ (Partnership for 21st Century Learning, 2009) ดังนั้นการจัดการศึกษาของไทยตามโมเดล Thailand 4.0 มีความจำเป็นอย่างยิ่งที่จะต้องจัดกิจกรรมการเรียนรู้ที่มุ่งเน้นให้ผู้เรียนได้ใช้ความรู้ควบคู่กับการพัฒนาทักษะดังกล่าว ซึ่งสอดคล้องกับแผนการศึกษาแห่งชาติ พ.ศ. 2560-2579 ที่กำหนดยุทธศาสตร์และเป้าหมายของการจัดการศึกษาเพื่อพัฒนาผู้เรียนให้มีทักษะและคุณลักษณะที่จำเป็นในศตวรรษที่ 21 (Office of the Education Council, 2017) และยังสอดคล้องกับแนวทางการจัดการเรียนรู้วิชาวิทยาศาสตร์ตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 (ฉบับปรับปรุง พ.ศ. 2560) ที่เน้นการจัดการเรียนรู้ให้ผู้เรียนใช้ความรู้ทางวิทยาศาสตร์ควบคู่กับการพัฒนาและฝึกฝนทักษะที่จำเป็นสำหรับศตวรรษที่ 21 และใช้กระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรมเพื่อแก้ปัญหาในชีวิตจริง (Institute for the Promotion of Teaching Science and Technology [IPST], 2017)

การจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ (inquiry-based learning) เป็นกระบวนการเรียนรู้หนึ่งที่สามารถนำมาใช้จัดกิจกรรมการเรียนรู้ได้อย่างได้ผลและเป็นที่ยอมรับ โดยเปิดโอกาสให้ผู้เรียนได้สืบเสาะหาความรู้ผ่านการสังเกต ตั้งคำถาม ทดลอง และสรุปผลจากการลงมือปฏิบัติ National Research Council (1996) กล่าวว่า การสืบเสาะหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์เป็นกระบวนการสืบเสาะหาความรู้ที่นักวิทยาศาสตร์ใช้เพื่อศึกษาปรากฏการณ์ต่าง ๆ ที่เกิดขึ้นในธรรมชาติและนำเสนอผลการศึกษานั้นตามสารสนเทศหรือหลักฐานต่าง ๆ ที่รวบรวมได้ ซึ่งสอดคล้องกับที่ IPST (2017) ได้สรุปว่าการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้เป็นการเปิดโอกาสให้ผู้เรียนมีส่วนร่วมในกระบวนการเรียนรู้เพื่อพัฒนาความรู้ความเข้าใจในเนื้อหาทางวิทยาศาสตร์ควบคู่กับทักษะกระบวนการต่าง ๆ ซึ่งเป็นแบบเดียวกันกับที่นักวิทยาศาสตร์ใช้เพื่อทำความเข้าใจปรากฏการณ์ตามธรรมชาติโดยมีหัวใจสำคัญคือการให้ผู้เรียนใช้กระบวนการในการสำรวจ ตรวจสอบและรวบรวมข้อมูลหรือหลักฐานต่าง ๆ มาใช้อธิบายปรากฏการณ์หรือแก้ปัญหาข้อสงสัยที่ตนมีเพื่อให้เกิดความรู้ความเข้าใจในหลักการหรือเนื้อหาทางวิทยาศาสตร์ Justice et al. (2009) พบว่าการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้เป็นแนวทางหนึ่งในการปรับปรุงคุณภาพการศึกษาของผู้เรียนโดยมุ่งเน้นไปที่การเรียนรู้วิธีการเรียนรู้ Van Schijndel et al. (2018) พบว่าความอยากรู้อยากเห็นของผู้เรียนมีผลต่อการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ Khuha et al. (2019) ศึกษาผลของการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ร่วมกับการเรียนรู้แบบเน้นมีทัศนคติพบว่าหลังเรียนนักเรียนเกิดการพัฒนามโนทัศน์ทางชีววิทยาและมีความสามารถในการสื่อสารทางวิทยาศาสตร์ดีขึ้น Polnak et al. (2020) พบว่าการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้สามารถพัฒนาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ การคิดวิเคราะห์ การแก้ปัญหา และนักเรียนมีเจตคติที่ดีต่อการเรียนรู้ Pananchai et al. (2018) ได้ศึกษาผลของกิจกรรมการเรียนรู้แบบสืบเสาะร่วมกับการทำนาย สังเกต อธิบายเรื่องสมมูลเคมี พบว่านักเรียนเข้าใจมโนคติหรือมโนทัศน์เรื่องสมมูลเคมีได้อย่างมีประสิทธิภาพ Pananchai & Supasorn (2020) พบว่าการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบสืบเสาะร่วมกับแบบจำลอง (โมเดล) ระดับอนุภาคส่งเสริมการเรียนรู้ของนักเรียนให้เข้าใจมโนคติเกี่ยวกับสารประกอบไอออนิก Tingisa et al. (2018) พบว่าการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบสืบเสาะผสมผสานกับการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานทำให้นักเรียนมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน มีความสามารถในการแก้ปัญหาดีมาก Keeratichamroen & Phonnonong (2020) พบว่า การเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้สามารถพัฒนาทักษะการสื่อสารและการนำเสนอได้ นอกจากนี้ Wongsriphuak (2020) ได้จัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ร่วมกับการเรียนรู้แบบร่วมมือพบว่ากิจกรรมช่วยส่งเสริมให้นักเรียนทำงานร่วมกัน รับผิดชอบต่องาน และสามารถพัฒนาทักษะการทำงานกลุ่มได้ ดังนั้นจากรายงานผลการวิจัยดังกล่าวสรุปได้ว่าการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ส่งเสริมให้นักเรียนสามารถสร้างองค์ความรู้ได้และเกิดการพัฒนาทักษะที่จำเป็นในศตวรรษที่ 21

พอลิเมอร์ (polymer) เป็นวัสดุที่มีบทบาทสำคัญในชีวิตประจำวันและเศรษฐกิจของประเทศและของโลก ดังนั้นสถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (สสวท.) จึงได้บรรจุเนื้อหาเรื่องพอลิเมอร์ในหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 (ฉบับปรับปรุง พ.ศ. 2560) ระดับชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย ในวิชาวิทยาศาสตร์พื้นฐาน สารที่ 2: วิทยาศาสตร์กายภาพ ตัวชี้วัดที่ 15: สืบค้นข้อมูลและเปรียบเทียบสมบัติทางกายภาพระหว่างพอลิเมอร์และมอนอเมอร์ของพอลิเมอร์ชนิดนั้น นอกจากนี้ยังบรรจุเนื้อหานี้ในวิชาวิทยาศาสตร์เพิ่มเติม (สาระเคมี) ผลการเรียนรู้ที่ 14: อธิบายผลของการเปลี่ยนแปลงโครงสร้างและการสังเคราะห์พอลิเมอร์ที่มีต่อสมบัติของพอลิเมอร์ ผลการเรียนรู้ที่ 15: สืบค้นข้อมูลและนำเสนอตัวอย่างผลกระทบจากการใช้และการกำจัดผลิตภัณฑ์พอลิเมอร์และแนวทางแก้ไข จะเห็นได้ว่าผลการเรียนรู้มุ่งเน้นให้นักเรียนมีความรู้เรื่องพอลิเมอร์และสามารถนำความรู้ไปใช้ประโยชน์ได้อย่างเหมาะสมและหลากหลายโดยคำนึงถึงผลกระทบที่เกิดจากการใช้พอลิเมอร์ต่อสิ่งมีชีวิตและสิ่งแวดล้อม (Ministry of Education, 2017) จากการสืบค้นข้อมูลจากศูนย์ดัชนีการอ้างอิงวารสารไทย (<https://tci-thailand.org/>) เกี่ยวกับการวิจัยในชั้นเรียนเรื่องพอลิเมอร์ พบว่าส่วนใหญ่เป็นการวิจัยสำหรับหลักสูตรห้องเรียนปกติ อาทิ Pukae & Keeratichamroen

(2019) จัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวคิดการเรียนรู้เชิงรุกร่วมกับเทคนิค Cause and Effect เรื่องพอลิเมอร์พบว่าสามารถพัฒนาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและทักษะการคิดวิเคราะห์ของนักเรียนได้ Noi Wong & Phinyocheep (2012) จัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้แบบชี้แนะ (guided inquiry) เรื่องสมบัติทางกายภาพของพอลิเมอร์ พบว่าสามารถส่งเสริมแนวคิดที่ถูกต้องเกี่ยวกับสมบัติทางกายภาพของพอลิเมอร์ได้ Prompan, Khamhaengpol & Pansuppawat (2020) ได้จัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบร่วมมือเทคนิค STAD ร่วมกับเทคนิค POE เรื่องพอลิเมอร์พบว่าสามารถพัฒนาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและทักษะการคิดวิเคราะห์ของนักเรียนได้ Sitthisarn (2019) ได้จัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวทางสะเต็มศึกษาบูรณาการร่วมกับการเรียนรู้แบบวัฏจักรการเรียนรู้ 7 ขั้นเรื่องพอลิเมอร์พบว่านักเรียนในกลุ่มช่วยเหลือกันทำงานมีปฏิสัมพันธ์ที่ดีภายในกลุ่ม ส่งผลให้นักเรียนมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนสูงขึ้น มีทักษะการคิดวิเคราะห์ และมีความพึงพอใจต่อการจัดกิจกรรมอยู่ในระดับมาก นอกจากนี้ยังพบว่าการใช้บทเรียนช่วยสอนควบคู่กับการใช้ผังมโนทัศน์สามารถพัฒนาแนวคิดเกี่ยวกับพอลิเมอร์กับนักศึกษาระดับปริญญาตรีได้ (Koocharoenpisal, 2017) อย่างไรก็ตามการจัดการเรียนรู้ในหลักสูตรทวิภาษายังคงอ้างอิงเนื้อหาในหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 (ฉบับปรับปรุง พ.ศ. 2560) กิจกรรมพอลิเมอร์ดูซ้ำยิ่งยวดเป็นเนื้อหาเกี่ยวกับพอลิเมอร์ซึ่งสอดคล้องกับเนื้อหาในหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐานที่ต้องมีการจัดการเรียนการสอนให้กับนักเรียน และพอลิเมอร์ยังมีบทบาทสำคัญในชีวิตประจำวันและเศรษฐกิจของประเทศ นอกจากนี้จากการค้นคว้าตัวอย่างการจัดการกิจกรรมการเรียนรู้หรือการวิจัยในชั้นเรียนเรื่องพอลิเมอร์สำหรับนักเรียนหลักสูตรทวิภาษาระดับชั้นมัธยมศึกษาตอนปลายจากเว็บไซต์ <https://tci-thailand.org/> พบว่ายังมีจำนวนน้อย ดังนั้นการนำเสนอแนวทางการจัดกิจกรรมการเรียนรู้เรื่องพอลิเมอร์ดูซ้ำยิ่งยวดสำหรับนักเรียนหลักสูตรทวิภาษาน่าจะเป็นประโยชน์สำหรับครูผู้สอนที่จะสามารถนำไปเป็นแนวทางในการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ในชั้นเรียนเพื่อพัฒนาผู้เรียน และนำไปต่อยอดในการวิจัยในชั้นเรียนต่อไปได้

จากปัญหาและความสำคัญข้างต้น ผู้เขียนจึงมุ่งนำเสนอแนวทางการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้เรื่องพอลิเมอร์ดูซ้ำยิ่งยวดสำหรับนักเรียนหลักสูตรทวิภาษาระดับชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย โดยเน้นให้นักเรียนใช้กระบวนการสืบเสาะหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์ในการค้นหาคำตอบด้วยการปฏิบัติด้วยตนเองด้วยประเด็นคำถามที่ว่า “ผ้าอ้อมสำเร็จรูปที่มีขายทั่วไปมีวัสดุที่เป็นพอลิเมอร์เป็นส่วนประกอบเพื่อใช้ในการดูดซับน้ำหรือของเหลวทางชีวภาพ แล้วนักเรียนจะทราบได้อย่างไรว่าผ้าอ้อมสำเร็จรูปยี่ห้อไหนมีประสิทธิภาพในการดูดซับได้ดีกว่ากัน”

วัตถุประสงค์

เพื่อเผยแพร่กิจกรรมการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้เรื่องพอลิเมอร์ดูซ้ำยิ่งยวดสำหรับนักเรียนหลักสูตรทวิภาษาระดับชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย

ประโยชน์ที่ได้รับ

ครูที่สอนในหลักสูตรปกติหรือหลักสูตรทวิภาษาสามารถนำแนวทางการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้เรื่องพอลิเมอร์ดูซ้ำยิ่งยวดไปประยุกต์ใช้ในการจัดกิจกรรมการเรียนรู้เพื่อพัฒนาผู้เรียน และนำไปต่อยอดในการวิจัยในชั้นเรียนต่อไปได้

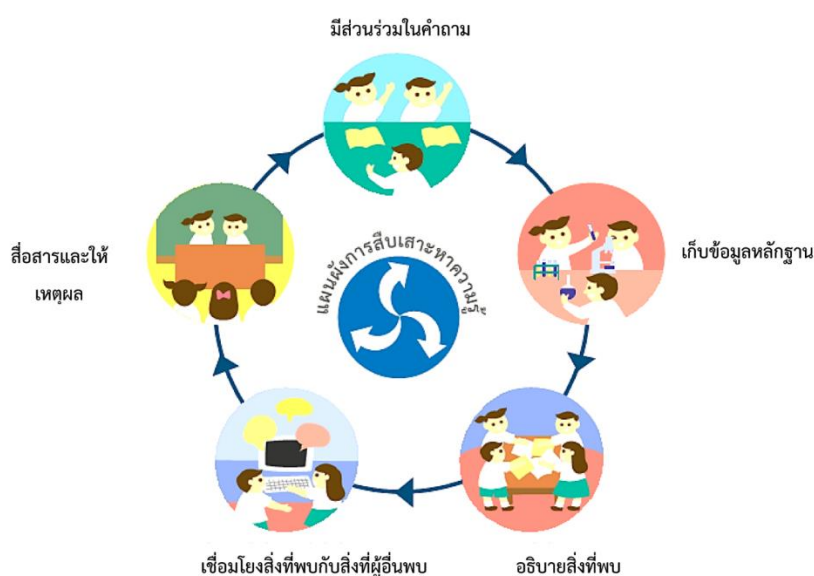
แนวทางการจัดกิจกรรมการเรียนรู้

แนวทางการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้เรื่องพอลิเมอร์ดูซ้ำยิ่งยวดสำหรับนักเรียนหลักสูตรทวิภาษาชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย ใช้เวลาจัดกิจกรรม 3 ชั่วโมง มีรายการวัสดุอุปกรณ์ดังแสดงในภาพที่ 1 และสามารถศึกษาใบบันทึกกิจกรรมโดยสแกน QR Code ในภาพที่ 1 มุมล่างขวา



ภาพที่ 1 วัสดุและอุปกรณ์ในการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้เรื่องพอลิเมอร์ดูดซับยิ่งยวด

การจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้เรื่องพอลิเมอร์ดูดซับยิ่งยวดสำหรับนักเรียนหลักสูตรวิทยาศาสตร์ชั้นมัธยมศึกษาตอนปลายในครั้งนี้ได้ใช้วิธีการสืบเสาะหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์ในห้องเรียนตามแนวทางของ สสวท. (IPST, 2017) ประกอบด้วย 5 ขั้นตอน ดังแสดงในภาพที่ 2 ซึ่งมีรายละเอียดดังนี้



ภาพที่ 2 วิธีการสืบเสาะหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์ในห้องเรียนตามแนวทางของ สสวท. (IPST, 2017)

1) **มีส่วนร่วมในคำถาม** (engage in scientifically oriented questions) เป็นขั้นที่นักเรียนมีส่วนร่วมในประเด็นคำถามที่นำไปสู่การสืบเสาะค้นหาและรวบรวมข้อมูลหลักฐาน โดยครูสร้างความสนใจด้วยการเปิดวิดีโอเกี่ยวกับพอลิเมอร์ดูดซับยิ่งยวดที่พบในชีวิตประจำวันเพื่อตรวจสอบความรู้เดิมเกี่ยวกับสมบัติของพอลิเมอร์ดูดซับยิ่งยวดและประโยชน์ของพอลิเมอร์ดูดซับยิ่งยวดและกระตุ้นให้นักเรียนเกิดคำถามและกำหนดประเด็นที่จะศึกษาร่วมกัน ทั้งนี้ครูควรชี้แจงให้นักเรียนทราบก่อนว่าหลังจากที่ชมวิดีโอเสร็จแล้วจะต้องถามคำถามเพื่อนในชั้นเรียนอย่างน้อย 1 คำถาม ตัวอย่างคำถามของนักเรียนมีดังนี้

- ผลิตภัณฑ์พอลิเมอร์ที่พบในวิดีโอมีอะไรบ้าง (What are the polymer products shown in video?)
- ผลิตภัณฑ์พอลิเมอร์แต่ละชนิดเป็นพอลิเมอร์สังเคราะห์หรือพอลิเมอร์ธรรมชาติ (Which polymer product is synthetic polymer and which one is natural polymer?)
- มอนอเมอร์ของผลิตภัณฑ์พอลิเมอร์แต่ละชนิดคืออะไร (What is the monomer of each polymer products?)

- มอนอเมอร์และพอลิเมอร์แตกต่างกันอย่างไร (What is the difference between monomer and polymer?)
- พอลิเมอร์แต่ละชนิดมีโครงสร้างเป็นอย่างไร (What is the chemical structure of each polymer?)
- พอลิเมอร์แต่ละชนิดมีสมบัติเป็นอย่างไร (What are the properties of each polymer?)
- ผลิตภัณฑ์พอลิเมอร์ที่รู้จักหรือพบเห็นในชีวิตประจำวันมีอะไรบ้าง ยกตัวอย่าง (What are polymer products found in daily life? give examples)

โดยครูเปิดโอกาสให้นักเรียนทุกคนได้ร่วมกันฝึกตั้งคำถามและตอบคำถาม ซึ่งคำตอบของนักเรียนครูยังไม่ต้องเฉลยว่าถูกหรือผิดเพื่อสร้างบรรยากาศที่เป็นกันเองในการเรียนรู้ ฝึกให้นักเรียนได้นำข้อมูลจากชีวิตจริงรวมถึงจากประสบการณ์ของนักเรียนมาตั้งคำถาม และตอบคำถามร่วมกัน โดยระหว่างจัดกิจกรรมครูควรจดคำถามและคำตอบของนักเรียนบนกระดาน จากนั้นครูเชื่อมโยงไปสู่การทำกิจกรรมซึ่งสอดคล้องกับคำถามที่นักเรียนสนใจเกี่ยวกับผลิตภัณฑ์พอลิเมอร์ที่นักเรียนรู้จักหรือพบเห็นในชีวิตประจำวัน ดังนี้

ผ้าอ้อมสำเร็จรูปที่มีขายทั่วไปมีวัสดุที่เป็นพอลิเมอร์เป็นส่วนประกอบเพื่อใช้ในการดูดซับน้ำหรือของเหลวทางชีวภาพ แล้วนักเรียนจะทราบได้อย่างไรว่าผ้าอ้อมสำเร็จรูปยี่ห้อไหนมีประสิทธิภาพในการดูดซับได้ดีกว่ากัน (Commercially available disposable diapers contain a polymer material used to absorb water or biological fluids, how do you know which brand of diapers is more effective in absorbing?)

จากนั้นแบ่งกลุ่มนักเรียนเป็นกลุ่มละ 3-4 คน และนำเข้าสู่การทำกิจกรรมเพื่อสำรวจและค้นหาต่อไป

2) เก็บข้อมูลหลักฐาน (give priority to evidence in responding to questions) เป็นขั้นที่ให้ความสำคัญกับข้อมูลหลักฐานในการอธิบายและประเมินคำอธิบายหรือคำตอบจากการลงมือปฏิบัติด้วยตนเอง เช่น สังเกต ทดลอง หรือ สร้างแบบจำลอง เพื่อนำหลักฐานเชิงประจักษ์ต่าง ๆ มาเชื่อมโยง หาแบบรูป อธิบาย หรือตอบคำถามที่ศึกษา ในกิจกรรมนี้ครูเตรียมผ้าอ้อมสำเร็จรูป 2-3 ยี่ห้อที่แตกต่างกันสำหรับให้นักเรียนทำกิจกรรมโดยไม่เปิดเผยยี่ห้อให้นักเรียนทราบ ครูเปิดโอกาสให้นักเรียนแต่ละกลุ่มร่วมกันวิเคราะห์ประเด็นข้างต้นว่านักเรียนอยากทราบข้อมูลอะไรเพิ่มเติมบ้างเกี่ยวกับผ้าอ้อมสำเร็จรูป เช่น

- พอลิเมอร์ชนิดใดที่อยู่ในผ้าอ้อมสำเร็จรูป (What is the polymer material used in disposable diapers?)
- พอลิเมอร์ที่ใช้ในผ้าอ้อมสำเร็จรูปมีโครงสร้างเป็นอย่างไร (What is the chemical structure of polymer used in disposable diapers?)
- พอลิเมอร์ที่ใช้ในผ้าอ้อมสำเร็จรูปมีสมบัติอย่างไร (What are the polymer properties used in disposable diapers?)
- ทำไมพอลิเมอร์ที่ใช้ในผ้าอ้อมสำเร็จรูปจึงมีความสามารถดูดซับได้ดี (Why the polymers used in disposable diapers have good absorbency?)
- จะออกแบบการทดลองเพื่อทดสอบการดูดซับของผ้าอ้อมสำเร็จรูปแต่ละยี่ห้ออย่างไร (How to design the experiment to test the absorbency of each brand of diapers?)

เมื่อนักเรียนสืบค้นข้อมูลเสร็จแล้ว แต่ละกลุ่มร่วมกันแลกเปลี่ยนเรียนรู้ซึ่งกันและกัน จากนั้นครูตรวจสอบความเข้าใจของนักเรียนโดยใช้คำถามว่า “จากการสืบค้นข้อมูล นักเรียนได้ข้อมูลเกี่ยวกับอะไรบ้าง ข้อมูลเหล่านั้นเพียงพอสำหรับการออกแบบการทดลองเพื่อค้นหาคำตอบหรือไม่” โดยแต่ละกลุ่มควรออกแบบการทดลองโดยมีประเด็นที่สำคัญดังนี้

- คำถามการทดลองนี้คืออะไร (What is the question of the experiment?)
- สมมติฐานของการทดลองนี้คืออะไร (What is the hypothesis?)
- ตัวแปรต้นของการทดลองนี้คืออะไร (What is the independent variable?)
- ตัวแปรตามของการทดลองนี้คืออะไร (What is the dependent variable?)
- ตัวแปรที่ต้องควบคุมให้คงที่ของการทดลองนี้คืออะไร (What are the controlled variables?)
- นิยามเชิงปฏิบัติการของการทดลองนี้คืออะไร (What is the defining operationally?)
- อธิบายขั้นตอนการทดลองอย่างเป็นขั้นตอน (Explain the procedure of the experiment)

ตัวอย่างการออกแบบการทดลองของนักเรียนดังแสดงในภาพที่ 3 หลังจากนักเรียนออกแบบการทดลองเสร็จแล้วควรให้นักเรียนนำเสนอผลการออกแบบการทดลองและอภิปรายเพื่อสรุปวิธีทำการทดลอง และหลังจากนั้นให้นักเรียนทำการทดลอง

และบันทึกผลการทดลองโดยระหว่างการจัดกิจกรรมครูจะต้องคอยให้คำปรึกษา แนะนำ และเป็นผู้อำนวยการความสะดวก (facilitator) ในด้านต่าง ๆ อาทิ การเตรียมวัสดุอุปกรณ์ในการทำกิจกรรม ตลอดจนแนะนำเว็บไซต์ในการสืบค้นข้อมูลที่จำเป็น

Design the experiment

- 1) What is the question of this experiment?
Which brand of super absorbent polymer can be absorbed the most?
- 2) What is the hypothesis of this experiment?
Brand B can be absorbed more than brand A.
- 3) What is the independent variable of this experiment?
Type of super absorbent polymer.
- 4) What is the dependent variable of this experiment?
Amount of water that can be absorbed.
- 5) What are the controlled variables of this experiment?
Amount of super absorbent polymer, type of liquid is used to absorb, temperature.
- 6) Explain step by step of doing the experiment according the experimental design
 1. *Observe and discuss the characteristics of various brands of disposable diapers.*
 2. *Cut one diaper sheet into small pieces and put in a plastic bag.*
 3. *Shake the bag to collect the super absorbent polymer beads falling out of the diaper pad.*
 4. *Design the experiment to test the liquid absorption capacity of super absorbent polymer from each brand of diapers.*
 5. *Weight the super absorbent polymer beads 0.500 grams*
 6. *Test the liquid absorption capacity of super absorbent polymer by measuring the water with cylinder and slowly pouring water. Then record the results.*
 7. *Compare the results from each brand of diapers.*
 8. *Discuss and summarize the results of the experiment.*

ภาพที่ 3 ตัวอย่างการออกแบบการทดลองของนักเรียน

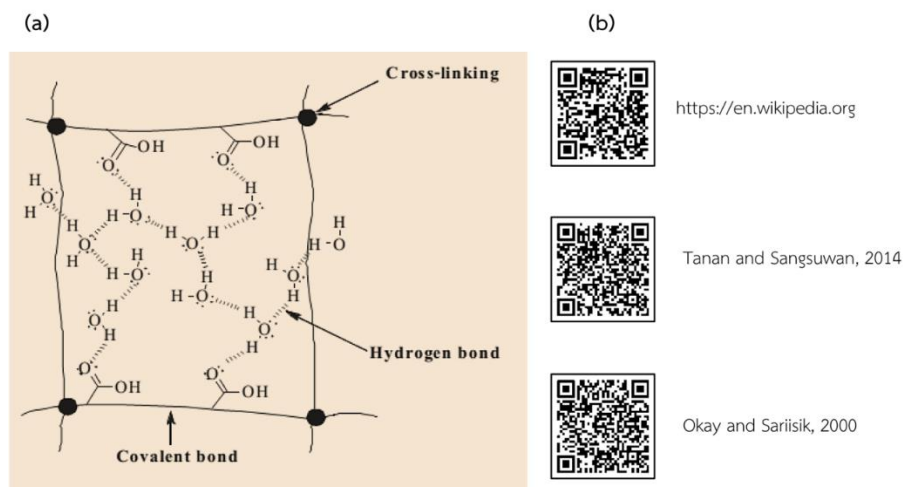
3) อธิบายสิ่งที่พบ (formulate explanations from evidence) เป็นขั้นที่นักเรียนอธิบายแนวคิดทางวิทยาศาสตร์จากหลักฐานเชิงประจักษ์ด้วยเหตุผล สามารถจำแนก เปรียบเทียบ วิเคราะห์ แปรผล และลงข้อสรุปได้ ในกิจกรรมนี้นักเรียนได้ค้นพบว่า พอลิเมอร์ที่ใช้ในผ้าอ้อมสำเร็จรูปเรียกว่า พอลิเมอร์ดูดซับยิ่งยวด (Super Absorbent Polymers: SAP) หรือเรียกอีกชื่อหนึ่งว่า ไฮโดรเจล (Hydrogel) ซึ่งมีโครงสร้างเป็นโครงร่างตาข่าย 3 มิติ ที่มีความสามารถในการดูดซับน้ำหรือของเหลวทางชีวภาพได้หลายร้อยเท่าของน้ำหนักสาร ในกิจกรรมนี้นักเรียนจะต้องสามารถอธิบายการออกแบบการทดลองเพื่อทดสอบสมมติฐานได้ว่าผ้าอ้อมสำเร็จรูปยี่ห้อไหนที่มีประสิทธิภาพในการดูดซับได้ดีกว่ากัน ซึ่งนักเรียนจะต้องชั่งเม็ดพอลิเมอร์ที่อยู่ในผ้าอ้อมสำเร็จรูปแต่ละยี่ห้อให้มีมวลที่เท่ากัน จากนั้นรินน้ำที่ทราบปริมาตรแน่นอนลงไปช้า ๆ โดยใช้กระบอกตวงจนกว่าพอลิเมอร์จะบวมน้ำเต็มที การกำหนดนิยามเชิงปฏิบัติการของการทดลองนี้ว่าพอลิเมอร์ดูดซับน้ำได้มากที่สุดหรือบวมน้ำเต็มทีจะสังเกตได้อย่างไร ซึ่งครูและนักเรียนอาจอภิปรายร่วมกันเพื่อกำหนดการสังเกตอย่างง่ายได้ เช่น การนำกระดาษเยื่อสีขาวมาแตะที่ผิวของพอลิเมอร์ที่บวมน้ำแล้วสังเกตว่าถ้ากระดาษเยื่อยังแห้งแสดงว่าพอลิเมอร์ยังสามารถดูดซับน้ำได้อีก แต่ถ้ากระดาษเยื่อเริ่มเปียกแล้วแสดงว่าพอลิเมอร์ไม่สามารถดูดซับน้ำได้เพิ่มอีกแล้วหรือเป็นจุดที่พอลิเมอร์ชนิดนั้นดูดซับน้ำได้สูงสุด จากนั้นนักเรียนสามารถเปรียบเทียบประสิทธิภาพในการดูดซับได้จากปริมาตรของน้ำที่ใช้สำหรับผ้าอ้อมแต่ละชนิด โดยผ้าอ้อมสำเร็จรูปชนิดไหนที่ดูดซับน้ำได้ปริมาณมากกว่าแสดงว่ามีประสิทธิภาพในการดูดซับมากกว่า

4) เชื่อมโยงสิ่งที่พบกับสิ่งที่ผู้อื่นพบ (connect explanation to scientific knowledge) เป็นขั้นที่นักเรียนประเมินคำอธิบายของตนเองกับคำอธิบายอื่น ๆ ที่สะท้อนให้เห็นถึงความเข้าใจแนวคิดทางวิทยาศาสตร์ จากกิจกรรมนี้ครูให้นักเรียนนำความรู้ที่สรุปได้จากกิจกรรมไปเชื่อมโยงกับคำอธิบายทางวิทยาศาสตร์ซึ่งคุณครูอาจให้นักเรียนสืบค้นข้อมูลเพิ่มเติมหรือคุณครูเตรียมแหล่งสืบค้นข้อมูลที่นำเสนอให้นักเรียน นอกจากนี้ นักเรียนยังสามารถนำความรู้ที่ได้ไปใช้อธิบายสถานการณ์หรือเหตุการณ์อื่น ๆ ที่ทำให้นักเรียนเกิดการขยายความรู้ที่กว้างขวางขึ้น โดยครูอาจถามคำถามเพื่อกระตุ้นให้นักเรียนคิดเชื่อมโยงสิ่งที่ได้เรียนรู้ เช่น 1) จากสมบัติของพอลิเมอร์ดูดซับน้ำยิ่งยวดที่มีความสามารถในการดูดซับได้ตึ้นนอกจากจะนำมาประยุกต์ใช้ในผ้าอ้อมสำเร็จรูปแล้วยังพบในผลิตภัณฑ์อื่น ๆ ชนิดไหนอีกบ้าง 2) ให้นักเรียนแต่ละกลุ่มร่วมกันเสนอแนวคิดว่าสามารถนำ พอลิเมอร์ดูดซับยิ่งยวดไปใช้ประโยชน์ในชีวิตประจำวันในด้านใดได้อีกบ้าง ตัวอย่างคำตอบของนักเรียน ได้แก่ ด้านผลิตภัณฑ์

สุขภาพ เช่น ผ่าอนามัย ด้านการเกษตร เช่น ใช้เติมลงไปดินเพื่อควบคุมความชื้นในดิน และใช้ในการปลดปล่อยปุ๋ยในการปลูกพืช ด้านการแพทย์ เช่น การนำส่งยา และ วัสดุปิดแผล

ในการจัดกิจกรรมครูเปิดโอกาสให้นักเรียนได้สืบค้นข้อมูลเพิ่มเติมเกี่ยวกับโครงสร้างของพอลิเมอร์ดูดซับยิ่งยวดและกลไกที่ทำให้พอลิเมอร์ดูดซับยิ่งยวดที่ทำให้สามารถดูดซับน้ำได้มากเพื่อนำมาอธิบายสิ่งที่เกิดขึ้นในการทดลองนี้ รวมถึงเปรียบเทียบคำอธิบายของนักเรียนว่าสอดคล้องกับแนวคิดทางวิทยาศาสตร์หรือไม่ ซึ่งนักเรียนจะได้ใช้ทักษะด้านการสื่อสารสารสนเทศและการรู้เท่าทันสื่อ ในกิจกรรมนี้นอกจากเปิดโอกาสให้นักเรียนได้สืบค้นข้อมูลด้วยตนเองแล้ว ครูอาจจัดเตรียมแหล่งข้อมูลที่น่าเชื่อถือเพื่อให้นักเรียนใช้เปรียบเทียบข้อมูลจากหลากหลายแหล่งเพื่อวิเคราะห์ ประเมินและตัดสินใจนำข้อมูลมาใช้ในการสร้างคำอธิบายในการทดลองนี้ ซึ่งนักเรียนจะได้ใช้ทักษะด้านการสื่อสาร สารสนเทศและการรู้เท่าทันสื่อเช่นกัน ตัวอย่างข้อมูลที่ครูเตรียมให้นักเรียนเป็นดังนี้

พอลิเมอร์ดูดซับยิ่งยวด (Super Absorbent Polymers: SAP) หรือ ไฮโดรเจล (Hydrogel) เป็นพอลิเมอร์ชนิดชอบน้ำที่มีโครงสร้างเป็นโครงร่างตาข่าย 3 มิติ ที่สามารถดูดซับน้ำได้มาก เนื่องจากสามารถกักเก็บโมเลกุลของน้ำไว้ในโครงสร้างที่มีลักษณะเป็นโครงร่างตาข่ายที่เกิดจากการรวมตัวกันของพอลิเมอร์ที่มีหมู่ฟังก์ชันที่ชอบน้ำหลายชนิด เช่น หมู่ $-OH$, $-COOH$, $-CONH-$, NH_2 และ $-SOH$ โดยระหว่างสายโซ่พอลิเมอร์จะเชื่อมต่อกันด้วยด้วยพันธะโคเวเลนต์ พันธะไฮโดรเจนและอันตรกิริยาระหว่างหมู่ฟังก์ชันต่าง ๆ ในสายโซ่ประกอบกันเป็นสายโซ่ยาวจำนวนมาก เมื่อโมเลกุลรวมตัวกันและขดตัวอยู่จะทำให้โครงสร้างโดยรวมเกิดเป็นรูพรุนและร่องขนาดเล็ก ๆ จำนวนมาก ทำให้มีสมบัติในการดูดซับน้ำหรือของเหลวทางชีวภาพได้หลายเท่าของน้ำหนักสาร (Tanan & Sangsuwan, 2014) จากรายงานผลการวิจัยของ Mignon et al. (2017) พบว่า SAP สามารถดูดซับน้ำได้ประมาณ 300 เท่าของน้ำหนักสาร Okay & Sariisik (2000) ได้เสนอกลไกการดูดซับน้ำของ SAP ชนิด poly(acrylamide-co-sodium acrylate) ดังแสดงในภาพที่ 4 จะเห็นว่าหมู่ฟังก์ชันของพอลิเมอร์ดูดซับน้ำยิ่งยวดสามารถสร้างพันธะไฮโดรเจนกับน้ำได้จำนวนมาก ทำให้มีสมบัติในการดูดซับน้ำได้ดีซึ่งสามารถนำไปประยุกต์ใช้ในชีวิตประจำวันได้หลากหลาย เช่น การดูดซับโลหะหนัก การนำส่งยา วัสดุปิดแผล ผ่าอนามัย และ ผ้าอ้อมสำเร็จรูป เป็นต้น สามารถศึกษาข้อมูลเพิ่มเติมโดยสแกน QR Code ในภาพที่ 4 ด้านขวามือ



ภาพที่ 4 (a) กลไกการดูดซับน้ำของ poly(acrylamide-co-sodium acrylate) และ (b) QR Code ข้อมูลเกี่ยวกับ SAP (Okay & Sariisik (2000); Tanan & Sangsuwan, 2014)

5) **สื่อสารและให้เหตุผล** (communicate and justify explanations) เป็นขั้นที่นักเรียนได้สื่อสารและนำเสนอการค้นพบของตนเองโดยจะต้องสื่อสารให้ผู้อื่นเข้าใจว่าตนเองเกิดองค์ความรู้และทักษะอะไรบ้าง จะนำไปประยุกต์ใช้ได้อย่างไร จากกิจกรรมนี้สมาชิกในกลุ่มมีการสื่อสารพูดคุยและแลกเปลี่ยนความคิดเห็นเพื่อออกแบบและทดลอง จนได้ข้อสรุปว่า “พอลิเมอร์ที่ใช้ในผ้าอ้อมสำเร็จรูปคือพอลิเมอร์ดูดซับยิ่งยวดเพราะมีความสามารถในการดูดซับน้ำได้มากเพื่อเทียบกับน้ำหนักสาร โดยผ้าอ้อมสำเร็จรูปที่ดูดซับน้ำได้ปริมาณมากกว่าแสดงว่ามีประสิทธิภาพในการดูดซับมากกว่า” โดยครูสามารถประเมินการสื่อสารและให้เหตุผลจากการตรวจใบบันทึกกิจกรรมว่านักเรียนสามารถสื่อสารสิ่งที่ได้เรียนรู้ในรูปของการเขียนข้อค้นพบ การอธิบาย การให้ข้อเสนอแนะและวิจารณ์ผลการทดลอง นอกจากนี้อาจให้แต่ละกลุ่มนำเสนอผลการทำกิจกรรมของตนเองหน้าชั้นเรียน เพื่อเป็นการแลกเปลี่ยนประสบการณ์การเรียนรู้ร่วมกัน โดยเปิดโอกาสให้เพื่อน ๆ ได้ซักถาม อภิปราย แสดงความคิดเห็น และให้ข้อเสนอแนะ ตัวอย่างภาพการทดลองจัดกิจกรรมการเรียนรู้ดังแสดงในภาพที่ 5

(a) Super Absorbent Polymer



ก่อนดูดซับน้ำ



หลังดูดซับน้ำ

(b) บรรยากาศการจัดกิจกรรมการเรียนรู้



ภาพที่ 5 (a) Super absorbent polymer ก่อนและหลังดูดซับน้ำ และ (b) ตัวอย่างภาพการจัดกิจกรรมการเรียนรู้บางส่วน

แนวทางการวัดและประเมินผล

จากการประเมินความรู้ของนักเรียนเกี่ยวกับสมบัติของพอลิเมอร์ดูดซับยิ่งยวดด้วยการถามคำถาม การตอบคำถามในชั้นเรียน และจากการตรวจใบบันทึกกิจกรรม พบว่ากิจกรรมนี้ทำให้นักเรียนเข้าใจสมบัติของพอลิเมอร์ดูดซับยิ่งยวด จากการสังเกตและสอบถามนักเรียนอย่างไม่เป็นทางการพบว่า การเรียนในกิจกรรมนี้ส่งเสริมให้นักเรียนมีจิตวิทยาศาสตร์และเกิดทักษะด้านการสื่อสาร สารสนเทศและการรู้เท่าทันสื่อ ใช้ทักษะด้านการคิดอย่างมีวิจารณญาณและการแก้ปัญหา และทักษะด้านความร่วมมือในการทำงานเป็นทีมและภาวะผู้นำ

จากจุดเด่นของกิจกรรมการเรียนรู้พอลิเมอร์ดูดซับยิ่งยวดที่เกิดขึ้นกับนักเรียนทั้งทางด้านความรู้ ทักษะและกระบวนการ ในบทความนี้ขอเสนอแนวทางการประเมินการเรียนรู้ของนักเรียน 3 ด้าน ได้แก่ ด้านความรู้ ด้านทักษะและกระบวนการ และด้านจิตวิทยาศาสตร์ ดังแสดงตารางที่ 1 ซึ่งสอดคล้องกับเทคนิคการประเมินผู้เรียนในศตวรรษที่ 21 (Sirum et al., 2020) ดังนี้

1) ด้านความรู้ความเข้าใจเกี่ยวกับพอลิเมอร์ดูดซับยิ่งยวด ประเมินจากการตอบคำถามในชั้นเรียน และจากการตรวจใบบันทึกกิจกรรม

2) ด้านทักษะและกระบวนการ เช่น ประเมินทักษะด้านการสื่อสาร สารสนเทศและการรู้เท่าทันสื่อจากรายงานผลการสืบค้นข้อมูลและการนำเสนอ ประเมินทักษะด้านการคิดอย่างมีวิจารณญาณและการแก้ปัญหาจากการวางแผนการทำกิจกรรมและรายงานผลการทำกิจกรรมอย่างเป็นระบบ ประเมินทักษะด้านความร่วมมือในการทำงานเป็นทีมและภาวะผู้นำจากการสังเกตพฤติกรรมในการทำงานเป็นกลุ่ม และประเมินทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์จากแบบประเมินทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์

3) ด้านจิตวิทยาศาสตร์ เช่น มีความอยากรู้อยากเห็นและกระตือรือร้น โดยประเมินจากการสังเกตพฤติกรรมในการทำกิจกรรม การประเมินการใช้วิจารณญาณสังเกตจากการวางแผนเพื่อค้นหาคำตอบด้วยตนเองอย่างเป็นขั้นตอนและเป็นระบบ มี

ความใจกว้างประเมินจากการสังเกตพฤติกรรมการอภิปรายและยอมรับฟังความคิดเห็นของผู้อื่น มีความรอบคอบและมีความซื่อสัตย์ประเมินจากการจัดบันทึกข้อมูลและการรายงานผลการทดลองตามผลการทดลองที่ได้จริง

ตารางที่ 1 แนวทางการวัดและประเมินการเรียนรู้

ด้านที่ประเมิน	สิ่งที่ประเมิน	เครื่องมือ	เกณฑ์การประเมิน
ด้านความรู้	- ความหมายและสมบัติของพอลิเมอร์ ดูดซับยิ่งยวด	- ใบบันทึกกิจกรรม	ถูกต้องร้อยละ 70 ขึ้นไป
ด้านทักษะและ กระบวนการ	- การสื่อสาร สารสนเทศและการรู้เท่า ทันสื่อ	- แบบประเมินทักษะการสื่อสาร สารสนเทศ และการรู้เท่าทันสื่อ	ระดับดีขึ้นไป
	- การคิดอย่างมีวิจารณญาณและ การแก้ปัญหา	- แบบประเมินทักษะการคิดอย่างมี วิจารณญาณและการแก้ปัญหา	
	- ความร่วมมือในการทำงานเป็นทีม	- แบบประเมินทักษะความร่วมมือ ในการทำงานเป็นทีม	
	- ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์	- แบบประเมินทักษะกระบวนการ ทางวิทยาศาสตร์	
ด้านจิต วิทยาาสตร์	- ความอยากรู้อยากเห็น - การใช้วิจารณญาณ - ความใจกว้าง - ความรอบคอบ - ความซื่อสัตย์	- แบบสังเกตพฤติกรรมในการทำ กิจกรรม	ระดับดีขึ้นไป

สรุป

การเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้เรื่องพอลิเมอร์ดูดซับยิ่งยวด เป็นกิจกรรมที่ส่งเสริมให้นักเรียนใช้กระบวนการสืบเสาะหาความรู้ในการค้นหาคำตอบด้วยการปฏิบัติด้วยตนเองว่าผ้าอ้อมสำเร็จรูปที่มีขายทั่วไปซึ่งมีพอลิเมอร์ดูดซับยิ่งยวดเป็นส่วนประกอบ ยี่ห้อไหนมีประสิทธิภาพในการดูดซับได้ดีกว่ากัน โดยกระบวนการเรียนรู้เปิดโอกาสให้นักเรียนมีส่วนร่วมในการสังเกต ตั้งคำถาม สืบค้นและรวบรวมข้อมูล ออกแบบและวางแผนการทำงานร่วมกันเป็นกลุ่ม ปฏิบัติการทดลอง อธิบายและเชื่อมโยงสิ่งที่ได้เรียนรู้ นำเสนอและสื่อสารสิ่งที่เรียนรู้อย่างมีเหตุผล จากผลการทดลองใช้กิจกรรมพบว่านักเรียนสามารถตั้งประเด็นคำถาม ออกแบบและวางแผนการทดลองเพื่อค้นหาคำตอบได้อย่างเป็นขั้นตอนตามกระบวนการสืบเสาะหาความรู้ สามารถอธิบายผลการทดลองและเปรียบเทียบได้ว่าผ้าอ้อมสำเร็จรูปยี่ห้อไหนมีประสิทธิภาพในการดูดซับได้ดีกว่ากัน สามารถนำเสนอและวิจารณ์ผลการทดลองได้ ซึ่งช่วยให้นักเรียนมีความรู้ความเข้าใจเกี่ยวกับพอลิเมอร์ดูดซับยิ่งยวด นอกจากนี้จากการสังเกตและการสอบถามนักเรียนอย่างไม่เป็นทางการ พบว่ากิจกรรมนี้ส่งเสริมให้นักเรียนมีจิตวิทยาศาสตร์ ด้านความความอยากรู้อยากเห็นและกระตือรือร้น มีการใช้ วิจารณญาณ มีความรอบคอบ และมีความซื่อสัตย์ นอกจากนี้กระบวนการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ยังสามารถส่งเสริมให้นักเรียน เกิดทักษะที่จำเป็นในการดำรงชีวิตในศตวรรษที่ 21 เช่น ทักษะการสื่อสาร สารสนเทศและการรู้เท่าทันสื่อ ทักษะการคิดอย่างมี วิจารณญาณและการแก้ปัญหา และทักษะความร่วมมือในการทำงานเป็นทีมและภาวะผู้นำ ซึ่งในบทความนี้ได้นำเสนอตัวอย่างแนวทางการประเมินความรู้และทักษะแห่งศตวรรษที่ 21 ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ และจิตวิทยาศาสตร์ของนักเรียนซึ่งจะเป็น ประโยชน์สำหรับครูผู้สอนในการนำแนวทางการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้เรื่องพอลิเมอร์ดูดซับยิ่งยวดไป ประยุกต์ใช้ในการจัดกิจกรรมการเรียนรู้เพื่อพัฒนาผู้เรียน และนำไปต่อยอดในการวิจัยในชั้นเรียนต่อไปได้

ข้อเสนอแนะในการจัดกิจกรรม

- 1) กิจกรรมนี้เป็นการประยุกต์ใช้ความรู้เรื่องพอลิเมอร์ในชีวิตประจำวัน ดังนั้นครูควรจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้เรื่องพอลิเมอร์ดูดซับยิ่งยวดหลังจากที่นักเรียนได้เรียนเนื้อหาพื้นฐานทางพอลิเมอร์มาแล้วหรืออาจจัดเป็น กิจกรรมความคิดรวบยอดท้ายหน่วยการเรียนรู้
- 2) เพื่อให้นักเรียนมีส่วนร่วมในการออกแบบกิจกรรมการเรียนรู้ ครูอาจให้นักเรียนร่วมกันเสนอว่าอยากจะทำผ้าอ้อม สำเร็จรูปที่มีขายในท้องตลาดยี่ห้อไหนมาทดสอบการดูดซับน้ำ พร้อมให้นักเรียนบอกเหตุผลว่าเพราะอะไร จากนั้นร่วมกันโหวต มาซัก 2-3 ยี่ห้อเพื่อนำมาเป็นสารตัวอย่างในการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ตามความสนใจของผู้เรียน

3) พอลิเมอร์ดูดซับยิ่งยวดมีหลายชนิดขึ้นอยู่กับมอนอเมอร์ โดยครูอาจยกตัวอย่างพอลิเมอร์บางตัว เช่น poly(acrylamide-co-sodium acrylate) เพื่อขยายความรู้เพิ่มเติมจากสิ่งที่นักเรียนได้เรียนรู้ ถ้าเนื้อหาส่วนนี้ยากหรือซับซ้อนเกินไป ครูอาจจะต้องพิจารณาถึงศักยภาพของนักเรียนที่แตกต่างกันด้วย

4) เพื่อส่งเสริมการใช้เทคโนโลยีที่ทันสมัยในการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ ครูอาจนำเทคโนโลยี Google Apps for Education มาประยุกต์ใช้ในบางขั้นตอนของการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ หรืออาจให้นักเรียนนำเสนอและแลกเปลี่ยนสิ่งที่ได้เรียนรู้ผ่านแอปพลิเคชัน Facebook

5) ครูอาจนำแนวทางการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ไปปรับใช้ในการออกแบบกิจกรรมการเรียนรู้ที่มุ่งเน้นสถานการณ์ให้นักเรียนมีความรู้เรื่องพอลิเมอร์และสามารถนำความรู้ไปใช้ประโยชน์ได้อย่างเหมาะสมและหลากหลาย โดยคำนึงถึงผลกระทบที่เกิดจากการใช้พอลิเมอร์ต่อสิ่งมีชีวิตและสิ่งแวดล้อม

เอกสารอ้างอิง

- Institute for the Promotion of Teaching Science and Technology. (2017). **Manual for basic science subject (revised edition 2017) according to the basic education core curriculum, B.E. 2551 (A.D.2008) for senior high school student** (in Thai) . Retrieved 15 September 2020, from SciMath: <https://www.scimath.org/ebook-science/item/8415-2-2560-2551>.
- Justice, C., Rice, J., Roy, D., Hudspeth, B., and Jenkins, H. (2009). Inquiry-based learning in higher education: administrators' perspectives on integrating inquiry pedagogy into the curriculum. **Higher Education**, 58, 841-855.
- Keeratchamroen, W., and Phonnonong, I. (2020). A comparison of learning achievement and communication skills for undergraduate students using 5E inquiry-based learning and phenomenon-based learning (in Thai). **NRRU community Research Journal**, 14(1), 29-43.
- Khuha, P., Panprueksa, K., Sirisawat, C., and Singlop, S. (2019). The effects of inquiry learning cycle (5Es) with concept-based instruction in photosynthesis on biological concepts and science communication abilities of the eleventh grade students (in Thai). **Journal of Education Naresuan University**, 21(4), 198-211.
- Koocharoenpisal, N. (2017). Learning outcomes on polymer chemistry of First-Year undergraduate students through learning with programmed lesson and concept mapping (in Thai). **Silpakorn University Journal**, 37(3), 87-108.
- Mignon, A., Vermeulen, J., Snoeck, D., Dubruel, P., Vlierberghe, S.V., and De Belie, N. (2017). Mechanical and self-healing properties of cementitious materials with pH-responsive semi-synthetic super absorbent polymers. **Materials and Structures**, 50(6), 1-12.
- Ministry of Education. (2017). **Indicators and core subject learning of Science (revised edition 2017) according to the basic education core curriculum, B.E. 2551 (A.D.2008)** (in Thai). Bangkok: Printing House Agricultural Cooperatives of Thailand Ltd.
- National Research Council. (1996). **National science education standards**. Washington, D.C.: National Academy Press.
- Noiwong, W. and Phinyocheep, P. (2012). Promoting secondary students' understanding of scientific concepts through a guided-Inquiry laboratory: Polymers and their properties. **International Journal of Learning**, 18(10), 327-344.
- Office of the Education Council. (2017). **National education plan 2017–2036** (in Thai). Bangkok: Prickwan Graphic.
- Okay, O., and Sariisik, S.B. (2000). Swelling behavior of poly(acrylamide-co-sodium acrylate) hydrogels in aqueous salt solutions: theory versus experiments. **European Polymer Journal**, 36(2), 393-399.
- Pananchai, K. and Supasorn, S. (2020). Development of grade-10 students' conceptual understanding of ionic compound by using inquiry learning in conjunction with particulate models (in Thai). **Journal of Science and Science Education**, 3(2), 165-176.

- Pananchai, K., Matarat, P., Tamuang, S. and Supasorn, S. (2018). Eleventh grade students' conceptual understanding and mental models on chemical equilibrium from learning by using inquiry incorporated with predict-observe-explain technique (in Thai). **Journal of Science and Science Education**, 1(1), 49-60.
- Partnership for 21st Century Skills. (2009). **Framework for 21st century learning**. Retrieved 31 May 2019, from: <http://www.battelleforkids.org/networks/p21>.
- Polnak, P., Chauvatcharin, N., and Sirisawat, C. (2020). The study of ability in analytical thinking, biology learning achievement and attitudes toward biology of 11th grade students using the inquiry cycle (5E) instructional model with storyline (in Thai). **Journal of Education Naresuan University**, 22(4), 160-170.
- Prompan, W., Khamhaengpol, A., and Pansuppawat, T. (2020). Comparisons of analytical thinking skills of Mathayomsuksa 6 students on the topic of polymer using the learning management based on STAD cooperative learning with POE technique and conventional instruction approach (in Thai). **Journal of Humanities and Social Sciences Nakhon Phanom University**, 10(2), 107-116.
- Pukae, W., and Keeratichamroen, W. (2019). A study of learning achievements on polymers learning unit and analytical thinking abilities of grade 10 students by active learning with cause and effect technique (in Thai). **Kasetsart Educational Review**, 34(2), 11-19.
- Sirum, U., Chaiso, P., Ekwarangkul, P., and Ugsonkid, S. (2020). Strategies of assessment for learning for learners in the 21st century (in Thai). **Sripatum Review of Humanities and Social Sciences**, 20(1), 193-206.
- Sitthisarn, P. (2019). Development of teaching sets basing on guidelines on STEM education integrated with the 7 learning steps of the learning cycle (7E) on the topic of polymer for mathayom suksa 4 students (in Thai). **Academic Journal of Mahamakut Buddhist University Roi Et Campus**, 8(1), 108-118.
- Tanan, W., and Sangsuwan, S. (2014). Super absorbent polymer: synthesis, characterization, and applications (in Thai). **Journal of Science and Technology Ubon Ratchathani University**, 16(2), 63-81.
- Tingsa, C., Jaigla, A., Tamuang, S. and Supasorn, S. (2018). Twelfth Grade students' achievement and problem-solving ability on properties and reactions of organic compounds from learning by using inquiry incorporated with problem-based learning (in Thai). **Journal of Science and Science Education**, 1(1), 97-108.
- Van Schijndel, T. J. P., Jansen, B. R. J., and Raijmakers, M. E. J. (2018). Do individual differences in children's curiosity relate to their inquiry-based learning?. **International Journal of Science Education**, 40(9), 996-1015.
- Wongsriphuak, V. (2020). The development of group working skills for grade IV students in the learning unit of "good citizen duty actions" through Inquiry-based learning with cooperative learning (in Thai). **Kasetsart Educational Review**, 35(2), 181-191.