

บทความวิจัย (Research Article)

การพัฒนาความสามารถในการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์และการตัดสินใจ  
ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 โดยการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิด  
ประเด็นทางวิทยาศาสตร์กับสังคม เรื่อง สารชีวโมเลกุล

DEVELOPMENT OF SCIENTIFIC REASONING ABILITY AND DECISION  
MAKING OF GRADE 12 STUDENTS THROUGH SOCIO-SCIENTIFIC  
ISSUES BASED INSTRUCTION ON BIOMOLECULE

Received: June 19, 2018

Revised: August 9, 2018

Accepted: August 16, 2018

จักรกฤษ อินเปีย<sup>1\*</sup> สกนชัย ชะนูนันท์<sup>2</sup> และวิภารัตน์ เชื้อชวด ชัยสิทธิ์<sup>3</sup>  
Jakkrit Inpia<sup>1\*</sup> Skonchai Chanunan<sup>2</sup> and Wipharat Chuachud Chaiyasith<sup>3</sup>

<sup>1,2,3</sup>มหาวิทยาลัยนเรศวร

<sup>1,2,3</sup>Naresuan University, Phitsanulok 65000, Thailand

\*Corresponding Author, E-mail: jakkritinpia@gmail.com

บทคัดย่อ

การวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาวิธีการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดประเด็นทางวิทยาศาสตร์กับสังคมที่พัฒนาความสามารถในการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์และการตัดสินใจ เรื่อง สารชีวโมเลกุล ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 มีผู้เข้าร่วมจำนวน 34 คน ดำเนินการจัดการเรียนรู้โดยใช้รูปแบบการวิจัยปฏิบัติการ ปฏิบัติซ้ำตามวงจร PAOR จำนวน 3 วงจร เครื่องมือที่ใช้ ประกอบด้วย แผนการจัดการเรียนรู้ แบบสังเกตการจัดการเรียนรู้แบบกึ่งโครงสร้าง บันทึกหลังการจัดการเรียนรู้ อนุทินของนักเรียน และใบกิจกรรมของนักเรียน ทำการวิเคราะห์ข้อมูลเชิงคุณภาพ โดยการวิเคราะห์เชิงเนื้อหา ผลการวิจัย พบว่า แนวทางการจัดการเรียนรู้ควรมีลักษณะดังนี้คือ สถานการณ์ที่นำมาใช้ควรสั้น กระชับ มีประเด็นที่ไม่ยากจนเกินไป เปิดโอกาสให้นักเรียนได้ใช้ความรู้มาประยุกต์ใช้ในการแก้ปัญหาและออกแบบวิธีการสำรวจตรวจสอบ เน้นย้ำให้นักเรียนเห็นถึงความสำคัญของการใช้หลักฐานพยานที่ถูกต้องและน่าเชื่อถือ มาสนับสนุนในการลงข้อสรุปและการตัดสินใจ โดยครูเป็นผู้กระตุ้นให้นักเรียนแสดงความคิดเห็นและอภิปรายแลกเปลี่ยนความรู้ตลอดเวลา รวมทั้งสร้างบรรยากาศการเรียนรู้ที่สนุกสนาน ผ่อนคลาย ซึ่งหลังการจัดการเรียนรู้ด้วยแนวทางดังกล่าว พบว่า นักเรียนมีพัฒนาการของความสามารถในการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์และการตัดสินใจดีขึ้นตามลำดับ

**คำสำคัญ:** การให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ การตัดสินใจ ประเด็นทางวิทยาศาสตร์กับสังคม

## Abstract

This research was aimed to study how to manage learning based on socio-scientific issues that develop scientific reasoning ability for decision making on biomolecules unit of 12<sup>th</sup> grade students. There were 34 participants. This action research was run three cycles of PAOR. The instruments in this research was consisted in learning management plan, semi-structured learning observation, teacher's reflective logs, students' learning logs, and students' activity sheets. The data were analyzed qualitatively by content analysis. The research was found that the learning management approach should be as follows: the situation should be short and compact. The issues should not be too difficult or complex. Which allow students to use their knowledge in problem solving and method-designing of survey, encourage students to reflect on the importance of reasoning by using valid and reliable evidences which support conclusions and judgements. In addition, a teacher always plays a role in motivating students to discuss their knowledge as a group in classes. The teacher makes an environment fun, relax, and not stressful which allow the students to express themselves. Moreover, after learning management, students developed more scientific reasoning ability for decision making, respectively.

**Keywords:** Scientific Reasoning, Decision Making, Socio-scientific Issue

## บทนำ

การให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์และการตัดสินใจเป็นทักษะที่จำเป็นสำหรับการดำรงชีวิตของมนุษย์ โดยความสามารถทั้งสองแบบมีการผสมผสานกันอย่างเห็นได้ชัดในชีวิตประจำวันของมนุษย์ ในการศึกษาหาความรู้ ทั้งสองความสามารถจะนำไปสู่การลงข้อสรุปทางวิทยาศาสตร์ที่สามารถทำการสำรวจตรวจสอบได้ จนนำไปสู่การแลกเปลี่ยนองค์ความรู้ทางวิทยาศาสตร์ อีกทั้งยังมีบทบาทสำคัญในการเรียนรู้อย่างพึ่งพาอาศัยซึ่งกันและกัน (Johnson-Laird & Shafir, 1993, p. 1) เมื่อเกิดประเด็นปัญหาทางสังคมที่เกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์และนักเรียนได้เข้าไปเกี่ยวข้องกับปัญหานั้น การให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์และการตัดสินใจจะช่วยให้นักเรียนรับมือกับปัญหาเหล่านั้นได้ โดยมีครูคอยช่วยสนับสนุนการเรียนรู้รวมถึงช่วยส่งเสริมความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณเพื่อรับมือกับหลักฐานทางวิทยาศาสตร์ที่ซับซ้อนและต้องตรวจสอบค้นคว้าพิจารณารายละเอียดเพิ่มเติมอย่างต่อเนื่องและเพื่อสามารถตัดสินใจได้อย่างถูกต้องบนพื้นฐานข้อมูลที่เป็นข้อเท็จจริงและตามค่านิยม (Eggert et al., 2017, pp. 153-154) อีกทั้งการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ยังเป็นส่วนหนึ่งในกระบวนการที่นักวิทยาศาสตร์ใช้เพื่อพัฒนาความรู้ทางด้านวิทยาศาสตร์และใช้ประกอบการตัดสินใจอีกด้วย

โครงการประเมินผลนักเรียนนานาชาติ (PISA) ที่มีวัตถุประสงค์เพื่อวัดและประเมินการรู้วิทยาศาสตร์ของนักเรียนที่มีอายุ 15 ปี จากการประเมินในปี 2015 พบว่า นักเรียนไทยมีคะแนนเฉลี่ยการรู้วิทยาศาสตร์ต่ำกว่าค่าเฉลี่ยที่ OECD กำหนดไว้ และที่สำคัญ คือ นักเรียนไทยไม่สามารถประยุกต์ใช้ความรู้ทางวิทยาศาสตร์เชื่อมโยงระหว่าง

การอธิบายและการใช้ประจักษ์เพื่อใช้เป็นเหตุผลในการตัดสินใจเลือกวิธีการแก้ปัญหาและไม่สามารถแสดงออกถึงการใช้ความคิดอย่างเป็นเหตุเป็นผลในระดับสูงได้ (IPST, 2017, pp. 5-6) จึงสะท้อนให้เห็นว่านักเรียนมีทักษะการใช้ความรู้และทักษะในชีวิตจริงต่อนักเรียนนานาชาติ นอกจากนี้ ยังพบว่า นักเรียนไทยไม่คุ้นเคยกับข้อสอบคิดวิเคราะห์ที่มีการใช้เหตุผลประกอบการตัดสินใจ นักเรียนไทยจึงยังต้องด้านการคิด การให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ การโต้แย้งที่จำเป็นสำหรับการมีส่วนร่วมในสังคมอนาคต (IPST, 2008, pp. 2-4) และจากโครงการศึกษาแนวโน้มการจัดการศึกษาศนิตศาสตร์และวิทยาศาสตร์ (TIMSS) โดยมีจุดมุ่งหมาย คือ เพื่อประเมินผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์และวิทยาศาสตร์ตามหลักสูตรของนักเรียนระดับมัธยมศึกษาปีที่ 2 โดยผลการประเมินในปี 2015 ด้านวิทยาศาสตร์ พบว่านักเรียนไทยส่วนใหญ่มีระดับความสามารถทางการเรียนในระดับต่ำ และพบว่า ในการทำข้อสอบแบบเขียนตอบ นักเรียนตอบคำถามได้ไม่ชัดเจน ตอบไม่ตรงคำถาม ตอบคำถามไม่ครบ ไม่สามารถเขียนคำอธิบายที่ต้องแสดงเหตุผลประกอบได้ (IPST, 2016, pp. 9-10)

จากผลการประเมินระดับนานาชาติข้างต้นสอดคล้องกับปัญหาในชั้นเรียนวิทยาศาสตร์ที่ผู้วิจัยได้ทำการสอน ซึ่งเป็นโปรแกรมที่กำหนดรายวิชาพื้นฐานตามโครงสร้างของหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 และกำหนดรายวิชาเพิ่มเติมที่เน้นการพัฒนาทักษะทางด้านวิทยาศาสตร์ คณิตศาสตร์ และคอมพิวเตอร์ โดยพบว่านักเรียนไม่สามารถอธิบายและนำความรู้ทางวิทยาศาสตร์ไปประยุกต์ใช้ในการให้เหตุผลเพื่อลงข้อสรุปและไม่สามารถหาหลักฐานที่เหมาะสมมาสนับสนุนข้อสรุปของตนเองได้ อีกทั้งนักเรียนส่วนใหญ่ยังไม่สามารถตัดสินใจได้ด้วยตนเอง โดยจะต้องรอให้ครูเป็นผู้ชี้แนะหรือจะรอให้นักเรียนที่เรียนเก่งเป็นคนตัดสินใจในการทำงานกลุ่มเมื่อมีกิจกรรมที่ต้องเลือกในเงื่อนไข

เนื้อหาในวิชาเคมี เรื่อง สารชีวโมเลกุล เป็นเนื้อหาที่มีความสำคัญอีกเรื่องหนึ่งเนื่องจากเกี่ยวข้องกับการดำรงชีวิตของมนุษย์โดยตรง ดังนั้น การจัดการเรียนรู้ควรเปิดโอกาสให้นักเรียนได้ออกแบบวิธีการสำรวจตรวจสอบวิเคราะห์ รวบรวมหลักฐานเพื่อนำความรู้ไปใช้ในการอธิบายและลงข้อสรุปโดยใช้หลักฐานและเหตุผลที่มีความสมเหตุสมผล ตลอดจนนำไปสู่การเลือกตัดสินใจได้อย่างเหมาะสมเพื่อแก้ปัญหาต่างๆ ที่เกิดขึ้นรอบตัว และจากการจัดกิจกรรมดังกล่าวยังเป็นการส่งเสริมให้นักเรียนมีความเข้าใจในเนื้อหาและได้ประยุกต์ใช้ความรู้ทางทฤษฎีมาใช้ในชีวิตประจำวันมากยิ่งขึ้น

จากการศึกษาเอกสารและงานวิจัย พบว่า การจัดการเรียนรู้โดยใช้ประเด็นทางวิทยาศาสตร์กับสังคมเป็นรูปแบบหนึ่งที่สามารถพัฒนาความสามารถในการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์และการตัดสินใจได้ ซึ่งมีการจัดการเรียนรู้โดยใช้ประเด็นที่เป็นข้อถกเถียงในสังคมและสามารถแก้ปัญหาเรื่องความไม่สอดคล้องของเนื้อหาวิทยาศาสตร์กับการนำความรู้ไปใช้ในชีวิตประจำวันได้ (Kanyaprasit, 2015, p. 5) ทำให้สามารถนำความรู้มาใช้ประโยชน์และเป็นการฝึกคิดอย่างสร้างสรรค์ กล้าตัดสินใจ และเคารพความคิดเห็นและความรู้สึกของผู้อื่น อีกทั้งยังช่วยเพิ่มพูนความรู้ทางวิทยาศาสตร์ด้านการตัดสินใจในสถานการณ์ที่เกี่ยวข้องชีวิตประจำวันของนักเรียน (Zeidler et al., 2011, p. 287) นอกจากนี้ ยังเป็นการจัดการเรียนรู้ในวิชาวิทยาศาสตร์ที่เปิดโอกาสให้นักเรียนได้เข้ามามีส่วนร่วมในบทเรียน ซึ่งจะส่งผลให้นักเรียนได้ใช้และพัฒนาความรู้ในเนื้อหาวิชา การให้เหตุผลทางวิทยาศาสตร์ การตัดสินใจ การโต้แย้งทางวิทยาศาสตร์ และการให้เหตุผลทางจริยธรรมได้ (Zeidler & Nichols, 2009, p. 50) โดยผู้วิจัยได้เลือกขั้นตอนการจัดการเรียนรู้ตาม

แนวคิดของ Nuangchalem (2008, pp. 99-106) ดังนี้ คือ 1) ชั้นค้นหาประเด็นปัญหา 2) จัดกลุ่มและเรียงลำดับความสำคัญ 3) ชั้นวิเคราะห์ประเด็นเนื้อหา 4) ชั้นวางแผนการแก้ไขประเด็นปัญหา 5) ชั้นจัดประสบการณ์การเรียนรู้ และ 6) ชั้นประเมินผล เนื่องจากมีขั้นตอนการวิเคราะห์ปัญหาและสาเหตุของปัญหาที่ชัดเจน รวมทั้งยังส่งเสริมให้นักเรียนได้ทำการแลกเปลี่ยนความรู้และสืบเสาะหาข้อมูลที่ถูกต้อง นำเชื่อถือเพื่อนำมาใช้เป็นหลักฐานประกอบการให้เหตุผลทางวิทยาศาสตร์และตัดสินใจในการออกแบบวิธีการแก้ไขปัญหาและวิธีการสำรวจตรวจสอบจนได้วิธีการที่ดีที่สุดจากการตัดสินใจร่วมกันของนักเรียนในระหว่างการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ ดังนั้น ผู้วิจัยจึงได้ศึกษาแนวทางการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดประเด็นทางวิทยาศาสตร์กับสังคม เรื่อง สารชีวโมเลกุล สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 ในการพัฒนาความสามารถในการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์และการตัดสินใจของนักเรียน

### วัตถุประสงค์ของการวิจัย

เพื่อศึกษาแนวทางการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดประเด็นทางวิทยาศาสตร์กับสังคมที่พัฒนาความสามารถในการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์และการตัดสินใจ เรื่อง สารชีวโมเลกุล ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6

### วิธีดำเนินการวิจัย

#### 1. กลุ่มเป้าหมาย

นักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 โรงเรียนส่งเสริมวิทยาศาสตร์แห่งหนึ่งในจังหวัดพิษณุโลก ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2560 จำนวน 34 คน ซึ่งเป็นนักเรียนที่ผู้วิจัยรับผิดชอบสอนในรายวิชาเคมีและได้มาจากการเลือกแบบเจาะจง (Purposive Sampling)

#### 2. เครื่องมือที่ใช้ในงานวิจัย

ในงานวิจัยครั้งนี้ได้ใช้เครื่องมือ 2 ประเภท ประกอบด้วย

2.1 เครื่องมือที่ใช้ในการจัดการเรียนรู้ คือ แผนการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดประเด็นทางวิทยาศาสตร์กับสังคม เรื่อง สารชีวโมเลกุล จำนวน 3 แผน เรื่อง โปรตีน คาร์โบไฮเดรต และไขมัน ใช้เวลาในการจัดการเรียนรู้ 12 ชั่วโมง ดังแสดงในตาราง 1

ตาราง 1 แสดงรายละเอียดแผนการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดประเด็นทางวิทยาศาสตร์กับสังคม เรื่อง สารชีวโมเลกุล

วงจรที่	แผนการจัดการเรียนรู้	สถานการณ์จากข่าว	เวลา (ชั่วโมง)
1	โปรตีน	โปรตีนในนมผงและการเลือกบริโภคโปรตีนชนิดผง (whey protein)	4
2	คาร์โบไฮเดรต	น้ำตาลในเครื่องดื่มและผลของน้ำตาลจากอ้อยธรรมชาติและอ้อยดัดแปลงพันธุกรรม	4
3	ไขมัน	ไขมันกับการเกิดโรคและน้ำมันที่ใช้ในการประกอบอาหารกับการเลือกใช้	4

โดยสถานการณ์ที่ใช้ในการจัดการเรียนรู้มีเกณฑ์การพิจารณาเลือกคือ ประเด็นที่เป็นปัจจุบันและเป็นที่น่าสนใจของนักเรียน เป็นประเด็นที่มีความเกี่ยวข้องกับแนวคิดทางวิทยาศาสตร์อย่างชัดเจน เป็นประเด็นที่เกี่ยวข้องหรือผลกระทบในหลายด้าน และเป็นประเด็นยังไม่มีคำตอบหรือทางออกที่ชัดเจน

## 2.2 เครื่องมือที่ใช้ในการเก็บรวบรวมข้อมูล มีดังนี้

2.2.1 อนุทินของนักเรียน เป็นแบบบันทึกสำหรับให้นักเรียนแต่ละคน โดยเขียนหลังจากการเรียนรู้ในแต่ละวงจรแล้วนำมาใช้ในการวิเคราะห์แนวทางการจัดการเรียนรู้

2.2.2 แบบสังเกตการจัดการเรียนรู้แบบกึ่งโครงสร้าง เป็นแบบสังเกตสำหรับผู้ร่วมสะท้อนผลการจัดการเรียนรู้ (ครูพี่เลี้ยง) ในการสังเกตพฤติกรรมของนักเรียนและนำมาประเมินให้ข้อเสนอแนะเกี่ยวกับความเหมาะสมของกิจกรรมการเรียนรู้ รวมถึงให้ข้อเสนอแนะเกี่ยวกับปัญหาและแนวทางแก้ไขปัญหที่เกิดขึ้นในแต่ละขั้นตอนของการจัดการเรียนรู้

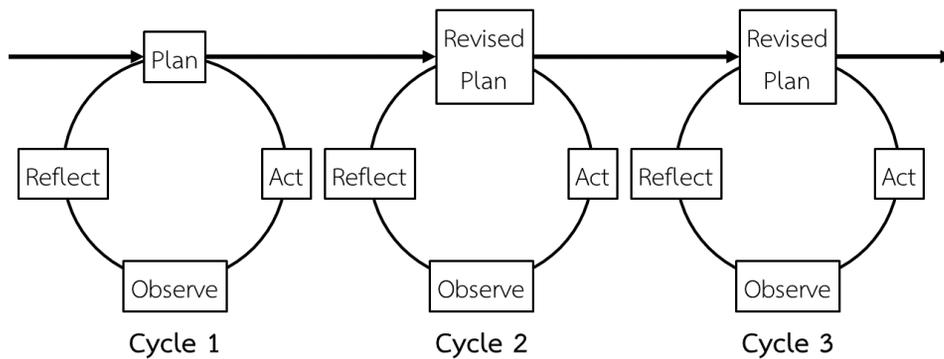
2.2.3 บันทึกหลังการจัดการเรียนรู้ เป็นแบบบันทึกหลังการจัดการเรียนรู้สำหรับผู้วิจัยในการบันทึกผลต่างๆ ที่เกิดขึ้น รวมทั้งปัญหาและแนวทางแก้ไขปัญหในแต่ละขั้นตอนของการจัดการเรียนรู้เพื่อนำมาใช้ในการวิเคราะห์แนวทางการจัดการเรียนรู้

2.2.4 ใบกิจกรรมของนักเรียน เป็นแบบบันทึกสำหรับนักเรียนในระหว่างการจัดการเรียนรู้ ซึ่งเป็นส่วนหนึ่งของแผนการจัดการเรียนรู้ โดยนักเรียนแต่ละกลุ่มจะต้องเขียนรายงานผลและตอบคำถามที่ระบุไว้จากการจัดกิจกรรมตามแนวคิดประเด็นทางวิทยาศาสตร์กับสังคม เรื่อง สารชีวโมเลกุล

ทำการตรวจสอบคุณภาพของเครื่องมือโดยผู้เชี่ยวชาญ 3 ท่าน คือ ผู้เชี่ยวชาญด้านเนื้อหา ผู้เชี่ยวชาญด้านการสอนวิทยาศาสตร์ และครูผู้มีส่วนประสบการณ์การสอน เรื่อง สารชีวโมเลกุล มากกว่า 5 ปี โดยผู้เชี่ยวชาญได้พิจารณาและลงข้อคิดเห็นตามเกณฑ์ที่ปรับปรุงจากแบบประเมินผลงานวิจัยและเกณฑ์การประเมินผล (Srisa-ard, 2011, p. 121) ผลการประเมิน พบว่า อยู่ในระดับเหมาะสมมากที่สุด ซึ่งมีค่าเฉลี่ยเป็น 4.53, 4.60 และ 4.66 ในแผนการจัดการเรียนรู้ที่ 1, 2 และ 3 ตามลำดับ โดยมีค่ามากกว่า 3.51 คือ สามารถนำมาใช้ในการวิจัยได้ (Tanachaihan, 2007, p. 41)

## 3. วิธีการเก็บรวบรวมข้อมูล

การวิจัยนี้เป็นการวิจัยปฏิบัติการในชั้นเรียน โดยมีวิธีการดำเนินการวิจัย 4 ขั้นตอน เป็นวงจรต่อเนื่องตามแนวคิดของ Kemmis (as cited in Kijkuakul, 2014, pp. 149-151) ซึ่งได้แก่ ขั้น 1) ขั้นวางแผน โดยขั้นนี้ผู้วิจัยได้ศึกษาสภาพปัญหาที่เกิดขึ้นในการจัดการเรียนรู้จากเอกสารและงานวิจัยต่างๆ ที่เกี่ยวข้องและวิธีการวัดความสามารถในการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์และการตัดสินใจของนักเรียน จากนั้นนำข้อมูลที่ได้มาใช้ออกแบบกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวคิดประเด็นทางวิทยาศาสตร์กับสังคม 2) ขั้นปฏิบัติ ผู้วิจัยนำแผนการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดประเด็นทางวิทยาศาสตร์กับสังคมที่สร้างขึ้นและปรับปรุงแล้วไปใช้ในการจัดการเรียนรู้ 3) ขั้นสังเกต เป็นขั้นการสังเกตพฤติกรรมและการเปลี่ยนแปลงในขณะจัดการเรียนรู้ 4) ขั้นสะท้อนผล ผู้วิจัยวิเคราะห์ข้อมูลจากอนุทินของนักเรียน แบบสังเกตการจัดการเรียนรู้แบบกึ่งโครงสร้าง บันทึกหลังการจัดการเรียนรู้ และใบกิจกรรมของนักเรียน เพื่อนำมาใช้เป็นแนวทางในการปรับปรุงและพัฒนาแผนการจัดการเรียนรู้ในครั้งต่อไป ทำเช่นนี้จนครบ 3 วงจร ซึ่งแสดงไว้ดังภาพ 1



ภาพ 1 ขั้นตอนของกระบวนการวิจัยเชิงปฏิบัติการในงานวิจัยครั้งนี้ โดยปรับมาจากแนวคิดของ Kemmis & McTaggart (1988, p. 11)

#### 4. การวิเคราะห์ข้อมูล

ผู้วิจัยได้วิเคราะห์ข้อมูลเชิงคุณภาพจากการวิเคราะห์เชิงเนื้อหา (Kijkuakul, 2014, pp. 177-180) โดยอ่านแล้วตีความและสรุปข้อมูลเพื่อนำมาสะท้อนผลด้านปัญหาและแนวทางแก้ไขปัญหาที่เกิดขึ้นในแต่ละขั้นตอนของการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดประเด็นทางวิทยาศาสตร์กับสังคมในแต่ละวงจรปฏิบัติการ โดยได้หาคุณภาพและความน่าเชื่อถือของข้อมูลด้วยวิธีการตรวจสอบแบบสามเส้าด้านวิธีการเก็บข้อมูล (Noppakesom, 2005, pp. 56-61) ซึ่งเป็นการเปรียบเทียบข้อมูลเดียวกันที่ได้จากเทคนิคการเก็บรวบรวมข้อมูลหลายวิธี โดยการเปรียบเทียบความสอดคล้องของปัญหาและแนวทางการจัดการเรียนรู้จากเครื่องมือ 3 ชนิด ประกอบด้วย แบบสังเกตการจัดการเรียนรู้แบบกึ่งโครงสร้าง บันทึกหลังการจัดการเรียนรู้ และอนุทินของนักเรียน จากนั้นนำผลที่ได้จากการวิเคราะห์ไปใช้ในการปรับปรุงการจัดการเรียนรู้ในวงจรปฏิบัติการถัดไป

นอกจากนี้ ผู้วิจัยได้วิเคราะห์ข้อมูลเชิงคุณภาพโดยการวิเคราะห์เชิงเนื้อหาที่ได้จากการอ่านคำตอบของนักเรียนจากใบกิจกรรมของนักเรียน แล้วทำการวิเคราะห์ข้อมูลโดยจัดระเบียบข้อมูล จากนั้นสรุปใจความสำคัญของคำตอบนักเรียน แล้วนำข้อมูลมาจัดกลุ่มให้ตรงกับความสามารถในการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์และการตัดสินใจตามเกณฑ์ที่ปรับมาจากกรอบแนวคิดของ Lawson (2009, p. 338) โดยแบ่งออกเป็น 3 ระดับ คือ ระดับต่ำ ระดับกลาง และระดับสูง

#### ผลการวิจัย

ผู้วิจัย พบว่า แนวทางการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดประเด็นทางวิทยาศาสตร์กับสังคมที่พัฒนาความสามารถในการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์และการตัดสินใจ เรื่อง สารชีวโมเลกุล ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 ควรมีลักษณะดังต่อไปนี้

**ขั้นที่ 1** **ขั้นค้นหาประเด็นปัญหา** ในขั้นนี้นักเรียนจะได้ศึกษาข่าวในใบกิจกรรม จากนั้นอ่านทำความเข้าใจข่าวและลงข้อสรุปเพื่อหาใจความสำคัญ โดยจากการจัดกิจกรรมพบว่าในวงจรปฏิบัติการที่ 1 นักเรียนให้ความสนใจ

สถานการณ์ที่ครูได้นำมาให้ศึกษาเป็นอย่างดีเนื่องจากเป็นสถานการณ์ที่เกี่ยวข้องกับชีวิตและสังคมรอบตัวที่พบเห็นได้ในชีวิตประจำวันของนักเรียน ซึ่งได้สรุปและแสดงไว้ดังต่อไปนี้ “นักเรียนสนใจสถานการณ์ที่ได้ศึกษา”

(ครูที่เลี้ยง, แบบสังเกตการจัดการเรียนรู้แบบกึ่งโครงสร้าง; ผู้วิจัย, บันทึกหลังการจัดการเรียนรู้)

นอกจากนี้ ยังสอดคล้องกับความคิดเห็นของนักเรียนที่ได้แสดงไว้ในอนุทินดังภาพ 2

### 1. นักเรียนมีความพึงพอใจต่อการจัดการเรียนรู้หรือไม่ อย่างไร

ข้อใจ ๑. เพราะ ได้ความรู้ที่มากกว่าได้มีในหนังสือเรียน และเรียน ผู้ที่ใกล้ชิด...  
ซึ่งมันได้ใจและใจประจำวัน และได้เห็นภาพและมอระอังกษณ์ ในหนังสือข้อ

ภาพ 2 แสดงอนุทินของนักเรียนคนที่ 20 เรื่อง โปรตีน

แต่อย่างไรก็ตาม กิจกรรมที่จัดขึ้นนั้นมีภาระงานเป็นจำนวนมาก ดังนั้น ในวงจรปฏิบัติการถัดไปครูควรแจกใบกิจกรรม โดยทำการแบ่งย่อยทีละส่วนและเนื้อหาข่าวที่ใช้ในการจัดกิจกรรม ควรพิจารณาก่อนนำมาใช้ในการจัดการเรียนรู้โดยให้เหมาะสมกับเวลา ไม่ควรใช้ประเด็นที่ยากและซับซ้อนมากเกินไป เพราะนักเรียนจะต้องใช้เวลาในการอ่านทำความเข้าใจ รวมทั้งครูอาจต้องใช้คำถามกระตุ้นเพื่อช่วยนักเรียนทำความเข้าใจกับสถานการณ์ได้อย่างถูกต้องตรงประเด็น และลดระยะเวลาในการทำความเข้าใจของนักเรียน ซึ่งหลังจากปรับปรุงแก้ไขปัญหาที่เกิดขึ้นแล้ว พบว่านักเรียนทำกิจกรรมและพัฒนาความสามารถในระหว่างการจัดการเรียนรู้ได้ดีขึ้นตามลำดับ ซึ่งปัญหาที่พบในระหว่างการจัดการเรียนรู้ในขั้นค้นหาประเด็นปัญหาได้สรุปและแสดงไว้ดังต่อไปนี้

“นักเรียนรู้สึกเบื่อและท้อต่อการทำกิจกรรมเพราะได้เห็นงานที่ต้องทำมีจำนวนมาก”

“ประเด็นข่าวที่นำมาใช้ในการจัดการเรียนรู้มีเนื้อหาที่เยิ่นเย้อและยาวจนเกินไป”

“ประเด็นข่าวที่นำมาใช้ในการจัดการเรียนรู้ค่อนข้างยากและซับซ้อนทำให้ใช้เวลาทำความเข้าใจนาน”

(ครูที่เลี้ยง, แบบสังเกตการจัดการเรียนรู้แบบกึ่งโครงสร้าง; ผู้วิจัย, บันทึกหลังการจัดการเรียนรู้)

**ขั้นที่ 2 ขั้นจัดกลุ่มและเรียงลำดับความสำคัญ** นักเรียนแต่ละกลุ่มจะได้ทำการวิเคราะห์ปัญหา จัดกลุ่มของปัญหาที่เกิดขึ้นเพื่อมุ่งหาสาเหตุแล้วทำการจัดอันดับความสำคัญของสาเหตุที่ทำให้เกิดปัญหา โดยในวงจรปฏิบัติการที่ 1 พบว่า นักเรียนยังไม่สามารถวิเคราะห์ปัญหาและสาเหตุของปัญหาได้ ดังนั้น ในวงจรถัดไปครูควรใช้คำถามกระตุ้น โดยให้นักเรียนได้เกิดกระบวนการคิดตามลำดับขั้นเพื่อให้นักเรียนสามารถคิดหาปัญหาจนนำไปสู่การวิเคราะห์หาสาเหตุของปัญหาที่ถูกต้องและหลากหลายได้และเพื่อให้ง่ายต่อการวิเคราะห์ นอกจากนี้ เมื่อเข้าสู่ขั้นตอนการหาสาเหตุและเรียงลำดับความสำคัญของสาเหตุที่ทำให้เกิดปัญหา พบว่า สาเหตุที่นักเรียนวิเคราะห์ได้นั้นยังไม่ครอบคลุมปัจจัยรอบด้านมากกว่าที่ควร ดังนั้น ในวงจรปฏิบัติการที่ 2 ครูอาจยกตัวอย่างประกอบกรณีวิเคราะห์สาเหตุของปัญหาร่วมด้วยเพื่อให้นักเรียนทราบเกี่ยวกับขั้นตอนและกระบวนการคิด ซึ่งจะช่วยทำให้นักเรียนสามารถวิเคราะห์หาสาเหตุของปัญหาที่เกิดขึ้นได้อย่างครอบคลุมหลายทุกด้าน ไม่ว่าจะเป็น ด้านสุขภาพ ด้านเศรษฐกิจ ด้านสังคม ด้านวิทยาศาสตร์ เป็นต้น และสามารถจัดลำดับความสำคัญของสาเหตุปัญหาเพื่อใช้ในการแก้ปัญหาให้ตรงประเด็นมากยิ่งขึ้น โดยผลสะท้อนในการจัดกิจกรรมจากวงจรปฏิบัติการที่ 2 และ 3 พบว่า นักเรียนสามารถจัดลำดับการคิดและมีวิธีการวิเคราะห์ปัญหาและ

สาเหตุได้ดีขึ้นตามลำดับ ซึ่งปัญหาที่พบในระหว่างการจัดการเรียนรู้ในชั้นจัดกลุ่มและเรียงลำดับความสำคัญได้สรุปและแสดงไว้ดังต่อไปนี้

“นักเรียนไม่สามารถเริ่มทำการวิเคราะห์ปัญหาและสาเหตุที่ทำให้เกิดปัญหาได้”

“ปัญหาและสาเหตุที่ทำให้เกิดปัญหาที่นักเรียนวิเคราะห์ได้จากข่าวไม่หลากหลาย”

(ครูพี่เลี้ยง, แบบสังเกตการจัดการเรียนรู้แบบกึ่งโครงสร้าง; ผู้วิจัย, บันทึกหลังการจัดการเรียนรู้)

**ขั้นที่ 3 ขั้นวิเคราะห์ประเด็นเนื้อหา** ในขั้นนี้นักเรียนแต่ละกลุ่มระดมความคิดของสมาชิกเพื่อหาวิธีในการแก้ไขปัญหากจากสาเหตุที่วิเคราะห์ได้เพื่อให้ได้วิธีการแก้ไขปัญหาคือดีที่สุด โดยพิจารณาเปรียบเทียบผลที่จะเกิดขึ้นจากการวิธีการแก้ปัญหา พร้อมทั้งอธิบายวิธีการแก้ไขปัญหานั้นและผลลัพธ์ที่เกิดขึ้นอย่างละเอียด ซึ่งในระหว่างการจัดการเรียนรู้วงจรรูปปฏิบัติการที่ 1 พบว่า นักเรียนมีวิธีการในการแก้ไขปัญหาคือคล้ายคลึงกัน เพราะฉะนั้นในวงจรรูปปฏิบัติการถัดไปครูควรชี้แจงก่อนการจัดกิจกรรมโดยไม่ให้ซ้ำกันในแต่ละกลุ่ม รวมทั้งควรเน้นย้ำให้นักเรียนแสดงเหตุผลและหลักฐานประกอบเพื่ออธิบายผลที่เกิดขึ้นร่วมด้วย หลังจากนั้นนักเรียนจะได้แต่ละกลุ่มจะได้ออกแบบวิธีการสำรวจตรวจสอบ โดยนักเรียนแต่ละกลุ่มจะได้ทำการแลกเปลี่ยนข้อมูลความรู้ที่มีอยู่มาใช้เป็นวิธีการในการตรวจสอบเพื่อให้ได้ผลการวิเคราะห์ที่ถูกต้องและน่าเชื่อถือ ซึ่งพบว่า การออกแบบวิธีการสำรวจในวงจรรูปปฏิบัติการที่ 1 นั้นแต่ละกลุ่มมีวิธีการที่ค่อนข้างเหมือนกัน ดังนั้น ในวงจรรูปปฏิบัติการที่ 2 และ 3 ครูควรทบทวนความรู้เกี่ยวกับคุณสมบัติของสารที่จะได้ทำการตรวจสอบให้นักเรียนทราบก่อน และแจ้งให้นักเรียนทราบว่าควรใช้วิธีการสำรวจตรวจสอบที่แตกต่างกันในแต่ละกลุ่ม ซึ่งปัญหาที่พบในระหว่างการจัดการเรียนรู้ในขั้นวิเคราะห์ประเด็นเนื้อหาได้สรุปและแสดงไว้ดังต่อไปนี้

“วิธีการแก้ปัญหของแต่ละกลุ่มซ้ำกัน”

“วิธีการสำรวจตรวจสอบซ้ำกัน”

(ครูพี่เลี้ยง, แบบสังเกตการจัดการเรียนรู้แบบกึ่งโครงสร้าง; ผู้วิจัย, บันทึกหลังการจัดการเรียนรู้)

จากการปรับปรุงวิธีการจัดการเรียนรู้ตามปัญหาที่เกิดขึ้นในวงจรรูปปฏิบัติการถัดไปแล้วพบว่านักเรียนสามารถแสดงวิธีการแก้ปัญหามากมายและอ้างอิงถึงข้อมูลหลักฐานทางวิทยาศาสตร์ในการตอบคำถามได้ดีมากยิ่งขึ้น โดยได้แสดงตัวอย่างการตอบคำถามในใบกิจกรรมของนักเรียนไว้ดังภาพ 3 นอกจากนี้ นักเรียนยังได้ใช้ความรู้ทางทฤษฎีมาประยุกต์ใช้และนำเสนอวิธีการสำรวจตรวจสอบได้อย่างหลากหลาย

1.3 จากสาเหตุของปัญหา นักเรียนมีวิธีการแก้ปัญหาดังกล่าวอย่างไร

ควบคุมการรับประทานอาหารที่มีไขมัน โดยเฉพาะอาหารจำพวกทอด และรับประทาน  
เนื้อสัตว์ในปริมาณที่พอเหมาะ เพราะในเนื้อสัตว์จะมีไขมัน และคอเลสเตอรอลสูง  
เลือกรับประทานอาหารที่ปรุงสุกด้วยความร้อนต่ำ เพราะจะไม่ทำให้อาหารมีไขมันเปลี่ยนโครงสร้าง

1.4 จากวิธีการแก้ปัญหาดังกล่าว ผลลัพธ์ที่เกิดขึ้นควรเป็นอย่างไร

จำนวนคนป่วยโรคอ้วนมีจำนวนลดลง ทุกคนสุขภาพแข็งแรง ทำให้มีอายุยืนยาว  
ในครอบครัวตัวอย่าง และ ช่วยลดอัตราการเกิดโรคที่มีไขมันเกี่ยวข้องกับได้

ภาพ 3 แสดงตัวอย่างข้อเสนอแนะในการแก้ปัญหากจากในแผนการจัดการเรียนรู้ที่ 3 เรื่อง ไขมัน

**ขั้นที่ 4** **ขั้นวางแผนการแก้ไขประเด็นปัญหา** นักเรียนจะได้วางแผนและออกแบบวิธีการสำรวจตรวจสอบ แลกเปลี่ยนความรู้ในกลุ่มเพื่อให้ทราบว่าคุณสมบัติของตนเองมีข้อมูลเพียงพอแล้วหรือไม่ และต้องการข้อมูลส่วนใดเพิ่มเติม โดยจากการสังเกตในวงจรปฏิบัติการที่ 1 พบว่า นักเรียนใช้เวลาในการทำกิจกรรมค่อนข้างมาก เนื่องจากนักเรียนยังไม่ทราบขั้นตอนการออกแบบวิธีการสำรวจตรวจสอบ ดังนั้น ครูควรแนะนำให้เห็นถึงวิธีการทำงานของนักวิทยาศาสตร์ที่มีการตั้งวัตถุประสงค์ สมมติฐาน ขั้นตอนการดำเนินการ ผลการทดลอง แล้วสรุปเป็นองค์ความรู้ในวงจรปฏิบัติการถัดไป และยังพบอีกว่า นักเรียนที่ทำกิจกรรมส่วนใหญ่เป็นนักเรียนที่มีผลการเรียนดี จึงทำให้นักเรียนบางคนไม่ค่อยมีบทบาทในการทำกิจกรรม ด้วยเหตุนี้ครูควรเข้าไปกระตุ้นให้นักเรียนทำงานและแลกเปลี่ยนความคิดเห็นมากขึ้น นอกจากนี้ควรให้สมาชิกแบ่งหน้าที่ในกลุ่มให้ทุกคนได้มีส่วนร่วมในการทำกิจกรรมตามความถนัดและความสามารถของแต่ละบุคคล เพื่อให้งานที่ได้มีคุณภาพมากที่สุด ซึ่งปัญหาที่พบในระหว่างการจัดการเรียนรู้ในขั้นวางแผนการแก้ไขประเด็นปัญหาได้สรุปและแสดงไว้ดังต่อไปนี้

“นักเรียนยังไม่ทราบว่าขั้นตอนการออกแบบวิธีการสำรวจตรวจสอบ”

“การออกแบบวิธีการสำรวจตรวจสอบภายในกลุ่มนั้นจะมีผู้นำคือนักเรียนที่เก่ง”

“นักเรียนบางคนมักจะไม่ค่อยแสดงความคิดเห็นและแลกเปลี่ยนความรู้”

(ครูที่เลี้ยง, แบบสังเกตการจัดการเรียนรู้แบบกึ่งโครงสร้าง; ผู้วิจัย, บันทึกหลังการจัดการเรียนรู้)

เมื่อทำการปรับปรุงการจัดการเรียนรู้จากการสะท้อนผลในวงจรปฏิบัติการที่ 1 แล้วพบว่า ในวงจรปฏิบัติการที่ 2 และ 3 นักเรียนมีขั้นตอนการคิดและการทำงานอย่างมากยิ่งขึ้น อีกทั้งยังสามารถทำกิจกรรมร่วมกันเป็นกลุ่มและแบ่งหน้าที่กันดีขึ้นตามลำดับอีกด้วย

**ขั้นที่ 5** **ขั้นจัดประสบการณ์การเรียนรู้** ในขั้นนี้นักเรียนจะได้สืบค้นหาข้อมูลที่จำเป็นในการออกแบบวิธีการสำรวจตรวจสอบ โดยในวงจรปฏิบัติการที่ 1 พบว่า นักเรียนมักใช้ข้อมูลที่ไม่น่าเชื่อถือมาใช้ในการออกแบบวิธีการสำรวจตรวจสอบ ดังนั้น ในวงจรปฏิบัติการถัดไปครูควรเข้าไปช่วยชี้แนะนักเรียนในการพิจารณาการใช้ข้อมูลและคัดกรองความถูกต้องของข้อมูลก่อนเบื้องต้น ในระหว่างการสืบค้นข้อมูลในการออกแบบวิธีการสำรวจตรวจสอบของนักเรียน หลังจากนั้นนักเรียนจะได้นำเสนอวิธีการสำรวจตรวจสอบของกลุ่มให้เพื่อนร่วมชั้นเรียนรับฟังและร่วมกันอภิปรายเกี่ยวกับวิธีการที่ได้นำเสนอไปถึงข้อดี ข้อเสีย พร้อมทั้งซักถาม และแสดงข้อคิดเห็นต่อวิธีการสำรวจตรวจสอบ โดยระหว่างการจัดกิจกรรม พบว่า นักเรียนผู้แนะนำเสนอกังวลว่าจะตอบคำถามเกี่ยวกับวิธีการที่นำเสนอไม่ได้หรือไม่ถูกต้อง และยังพบว่า นักเรียนบางคนไม่กล้าแสดงความคิดเห็นเมื่อครูเปิดโอกาสให้ซักถาม ดังนั้น ในวงจรถัดไปครูควรสร้างความมั่นใจให้นักเรียนในการตอบคำถาม โดยเสนอแนะให้นักเรียนนำข้อมูลที่มีหลักฐานและทฤษฎีทางวิทยาศาสตร์มาใช้ในการสนับสนุนคำตอบของนักเรียน นอกจากนี้ ครูควรกระตุ้นให้นักเรียนได้แสดงความคิดเห็นอย่างทั่วถึงทั้งชั้นเรียน โดยอาจใช้คำถามชี้เฉพาะเจาะจงเป็นรายบุคคลสำหรับคนที่ไม่ตั้งใจทำกิจกรรม รวมทั้งควรสร้างบรรยากาศระหว่างการอภิปรายนำเสนอให้ไม่ตึงเครียดจนเกินไป เพราะจะทำให้เด็กเกิดความเครียดในระหว่างการจัดกิจกรรมได้ อย่างไรก็ตาม ครูไม่ควรเข้าไปมีส่วนร่วมในการอภิปรายมากเกินไป เพราะจะทำให้ข้อสรุปที่ได้นั้นมีความคิดเห็นของครูปะปนอยู่ อีกทั้งยังเป็นการเปิดโอกาสให้นักเรียนได้เข้ามามีส่วนร่วมในการอภิปรายมากยิ่งขึ้น ซึ่งปัญหาที่พบในระหว่างการจัดการเรียนรู้ในขั้นจัดประสบการณ์การเรียนรู้ได้สรุปและแสดงไว้ดังต่อไปนี้

“ทักษะการเลือกใช้แหล่งข้อมูลของนักเรียนค่อนข้างต่ำ”

“นักเรียนไม่ค่อยแสดงความคิดเห็นเมื่อครูเปิดโอกาสให้นักเรียนได้ซักถาม”

“นักเรียนกังวลเกี่ยวกับความถูกต้องของวิธีการสำรวจตรวจสอบในระหว่างการนำเสนอ”

(ครูที่เลี้ยง, แบบสังเกตการจัดการเรียนรู้แบบกึ่งโครงสร้าง; ผู้วิจัย, บันทึกหลังการจัดการเรียนรู้)

หลังจากการปรับปรุงการจัดการเรียนรู้ พบว่า นักเรียนมีสามารถทำกิจกรรมได้ดีขึ้นตามลำดับ ซึ่งได้แสดงตัวอย่างการตอบคำถามในใบกิจกรรมของนักเรียนไว้ดังภาพ 3

### 2.3 ขั้นตอน/วิธีการตรวจสอบ

1. ให้นำแป้ง ๓๖ ฟลอสต์ สัก ๓ ไร่ ๖ วัน แล้วจดน้ำหนักที่แน่นอนไว้ด้วย
2. ชั่งถั่วอบขนาด 5 กรัม (จดน้ำหนักที่แน่นอน) ใส่กัมบิล (Himble)
3. เติร์ปไข่เค็มเข้าทอลงในฟลอสต์สำหรับสัก ๓ ไร่ ๖ วัน ๑๕๐ ml สกนนั้นหิมะจกใจออกไป
4. ทอฟลอสต์ลงในเครื่องสัก ๓ ไร่ ๖ วัน ๒ hr.
5. ให้นำฟลอสต์จาก 1 และ ๓ สัก ๓ ไร่ ๖ วัน แล้วใส่กัมบิลใส่ ถั่วอบขนาด ๕๐๐ กรัม ฟลอสต์
6. นำฟลอสต์ไปแช่ในเตาปิ้ง ๑๕๐ องศา แล้วอบที่อุณหภูมิ ๑๐๐ °C จนกว่าถั่วจะกลายเป็นสีขาวนวล จกชั้นที่ ๑ ขึ้นในโถอบที่ชั้น ๑ นั้น

ภาพ 3 แสดงตัวอย่างวิธีการสำรวจตรวจสอบที่นักเรียนออกแบบเพื่อใช้วิเคราะห์หาปริมาณน้ำมันในอาหาร

**ขั้นที่ 6 ขึ้นประเมินผล** นักเรียนจะได้ทำการอภิปรายสรุปเพื่อหาวิธีการที่ดีที่สุดที่ใช้ในการสำรวจตรวจสอบ ซึ่งในวงจรปฏิบัติการแรก พบว่า เมื่อต้องทำการอภิปรายร่วมกัน ครูจำเป็นต้องใช้คำถามเพื่อให้นักเรียนแสดงความคิดเห็นเพื่อลงข้อสรุปเกี่ยวกับวิธีการสำรวจตรวจสอบ นอกจากนี้ ยังพบอีกว่าการอภิปรายนั้นต้องใช้เวลาในการดำเนินกิจกรรมพอสมควร ดังนั้น ในวงจรปฏิบัติการถัดไปควรปรับปรุงโดยต้องควบคุมเวลาที่ใช้กิจกรรมให้ดีขึ้น และเปิดโอกาสให้นักเรียนภายในชั้นเรียนได้เป็นผู้นำในการสรุปอภิปราย และหลังจากนั้นนักเรียนจะได้ทำกิจกรรมการตัดสินใจ ซึ่งจะได้ทำการศึกษาข่าวในประเด็นที่แตกต่างจากก่อนหน้านี้ โดยในวงจรปฏิบัติการที่ 1 พบว่า นักเรียนมักกังวลเกี่ยวกับความถูกต้องของคำตอบเพราะกลัวตอบผิด ดังนั้น ในวงจรปฏิบัติการที่ 2 และ 3 ครูควรชี้แจงการตอบคำถามว่าการตัดสินใจนั้นไม่มีคำตอบที่ถูกต้องและผิดเสมอไป เพราะจะขึ้นอยู่กับเหตุผลของนักเรียนเป็นสำคัญ ดังนั้น ครูจึงจำเป็นต้องเน้นย้ำให้นักเรียนเห็นถึงความสำคัญของการใช้เหตุผลอธิบายร่วมกับคำตอบ พร้อมทั้งแสดงหลักฐานที่น่าเชื่อถือ ถูกต้อง และมากเพียงพอที่จะนำมาใช้ในการสนับสนุนคำตอบ ซึ่งปัญหาที่พบในระหว่างการจัดการเรียนรู้ในขั้นจัดประสบการณ์การเรียนรู้ได้สรุปและแสดงไว้ดังต่อไปนี้

“นักเรียนไม่แสดงความคิดเห็นต่อวิธีการที่เพื่อนำเสนอ”

“ใช้เวลาในการนำเสนอมากเกินไปทำให้งิจกรรมต่อไปต้องเร่งรัดมากขึ้น”

“นักเรียนมีความกังวลต่อคำตอบที่ตอบลงในใบกิจกรรม”

(ครูที่เลี้ยง, แบบสังเกตการจัดการเรียนรู้แบบกึ่งโครงสร้าง; ผู้วิจัย, บันทึกหลังการจัดการเรียนรู้)

หลังจากการแก้ปัญหาและปรับปรุงการจัดการเรียนรู้แล้ว นักเรียนมีการแสดงร่วมกันอภิปรายสรุปดีมาก ยิ่งขึ้นและทำกิจกรรมอย่างมีความสุข และได้แสดงตัวอย่างการตอบคำถามในใบกิจกรรมของนักเรียนไว้ ดังนี้

“...เลือกน้ำมันพืชมาใช้ในการประกอบอาหารเพราะน้ำมันพืชมีหลากหลายชนิดให้เลือกใช้ตามวัตถุประสงค์ โดยน้ำมันพืชแต่ละชนิดจะมีไขมันอิ่มตัว และไขมันไม่อิ่มตัวในปริมาณที่แตกต่างกันขึ้นอยู่กับวัตถุดิบ ไม่เหมือนกับน้ำมันสัตว์ที่มีปริมาณของกรดไขมันอิ่มตัวใกล้เคียงกัน โดยน้ำมันพืชที่มีไขมันอิ่มตัวค่อนข้างสูง เช่น น้ำมันปาล์มจะเหมาะสำหรับอาหารที่ปรุงโดยใช้อุณหภูมิสูง เช่น การทอด ส่วนน้ำมันพืชที่มีกรดไขมันไม่อิ่มตัวสูง เช่น น้ำมันมะกอก น้ำมันเมล็ดทานตะวัน น้ำมันถั่วเหลืองจะเหมาะสำหรับอาหารที่ปรุงที่ใช้อุณหภูมิต่ำ เช่น การผัดหรือทำน้ำสลัด และน้ำมันพืชยังมีวิตามินอีกด้วย เช่น วิตามินอี ดังนั้น น้ำมันพืชมีความหลากหลายทางด้านการใช้งานและประโยชน์มากกว่าน้ำมันสัตว์จึงเลือกน้ำมันพืชมาใช้ในการประกอบอาหาร”

(คำตอบในใบกิจกรรมของนักเรียนกลุ่มที่ 3)

จากการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดประเด็นทางวิทยาศาสตร์กับสังคม เรื่อง สารชีวโมเลกุล ของนักเรียน ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 พบว่า นักเรียนมีพัฒนาการของความสามารถในการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์และการตัดสินใจเพิ่มขึ้นตามลำดับ ซึ่งได้ดังแสดงตามตาราง 2

ตาราง 2 แสดงระดับความสามารถในการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์และการตัดสินใจระหว่างการจัดการเรียนรู้จากใบกิจกรรมของนักเรียน

สิ่งที่ศึกษา	ระดับ	จำนวนนักเรียน (คน)		
		วงจรปฏิบัติการที่ 1	วงจรปฏิบัติการที่ 2	วงจรปฏิบัติการที่ 3
การให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์	ต่ำ	23	6	0
	กลาง	11	11	6
	สูง	0	17	28
การตัดสินใจ	ต่ำ	22	5	0
	กลาง	12	12	5
	สูง	0	17	29

จากตาราง 2 แสดงให้เห็นว่าในวงจรปฏิบัติการที่ 1 นั้นมีจำนวนนักเรียนที่มีระดับความสามารถในการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์และการตัดสินใจอยู่ในระดับต่ำเป็นส่วนใหญ่ และหลังจากการจัดการเรียนรู้ในวงจรปฏิบัติการที่ 2 พบว่า จำนวนนักเรียนที่มีความสามารถในการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์และการตัดสินใจระดับต่ำลดลงอย่างเห็นได้ชัดเจน นอกจากนี้ ยังพบว่า นักเรียนส่วนใหญ่มีพัฒนาของความสามารถในการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์และการตัดสินใจไปอยู่ในระดับสูงมากยิ่งขึ้น และไม่พบว่า มีนักเรียนที่มีความสามารถในการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์และการตัดสินใจระดับต่ำเหลืออยู่ในวงจรปฏิบัติการที่ 3 เมื่อจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดประเด็นทางวิทยาศาสตร์กับสังคม เรื่อง สารชีวโมเลกุล

## การอภิปรายผลการวิจัย

จากผลการศึกษาแนวทางการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดประเด็นทางวิทยาศาสตร์กับสังคมที่พัฒนาความสามารถในการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์และการตัดสินใจ เรื่อง สารชีวโมเลกุล ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 ได้อภิปรายผลไว้ ดังนี้

**ขั้นที่ 1 ขั้นค้นหาประเด็นปัญหา** ครูควรเลือกสถานการณ์จากข่าวที่เป็นปัญหาและมีความเกี่ยวข้องกับการดำรงชีวิตและสังคมรอบตัวที่นักเรียนพบเห็นได้ในชีวิตประจำวัน และนำสถานการณ์ที่เป็นปัจจุบันมากที่สุดมาใช้ในการจัดการเรียนรู้เพราะสามารถกระตุ้นความสนใจของนักเรียนได้เป็นอย่างดี และในส่วนของข่าวที่ครูเลือกนำมาเป็นประเด็นให้นักเรียนได้ศึกษานั้นไม่ควรมีเนื้อหายาวมากกว่า 2 หน้ากระดาษ และเป็นประเด็นที่ยากและซับซ้อนมากเกินไปเพราะจะทำให้นักเรียนใช้เวลาในการทำกิจกรรมเพิ่มมากขึ้น และอาจทำให้นักเรียนเกิดการเบื่อในระหว่างการทำกิจกรรมได้ นอกจากนี้ การจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวคิดประเด็นทางวิทยาศาสตร์กับสังคม เรื่อง สารชีวโมเลกุลนั้น จะมีใบกิจกรรมที่นักเรียนได้ลงมือปฏิบัติมีค่อนข้างมาก ครูจึงไม่ควรแจกให้หมดเพียงครั้งเดียวเพราะเมื่อนักเรียนทราบว่าต้องทำงานในปริมาณมากจะทำให้นักเรียนเบื่อและท้อต่องานที่ต้องทำได้ ดังนั้น ครูควรแจกใบกิจกรรมทีละชิ้นและเมื่อเสร็จกิจกรรมนั้นก็จึงแจกใบกิจกรรมชิ้นต่อไป โดยบทบาทของครูในขั้นนี้ คือ เป็นผู้ใช้คำถามกระตุ้นเพื่อให้นักเรียนเกิดการกระบวนกรคิดให้ได้มาซึ่งปัญหาของข่าวอย่างถูกต้อง และกระตุ้นให้นักเรียนมีกระบวนกรคิดที่ตรงตามจุดมุ่งหมายที่กำหนดไว้และคิดอย่างครอบคลุมรอบด้าน ตามผลวิจัยที่ พบว่า การใช้คำถามที่ต้องการคำตอบและต้องการวัดความคิดนั้นจะสามารถพัฒนาผู้เรียนในด้านของทักษะกระบวนกรทางความคิดและการให้เหตุผลได้ (Sricharun et al., 2017, p. 92)

**ขั้นที่ 2 ขั้นจัดกลุ่มและเรียงลำดับความสำคัญ** ในขั้นนี้นักเรียนอาจวิเคราะห์ปัญหา สาเหตุของปัญหา และผลกระทบของปัญหาได้ในประเด็นที่แตกต่างกันออกไป เนื่องจากประเด็นทางวิทยาศาสตร์กับสังคมเป็นปัญหาที่มีโครงสร้างชัดเจนขึ้นอยู่กับมุมมองและการตีความของแต่ละบุคคล (Sadler & Zeidler, 2005, pp. 129-131) ซึ่งอาจทำให้เกิดความขัดแย้งขึ้นได้ในระหว่างการอภิปรายแลกเปลี่ยนความรู้ของนักเรียนภายในกลุ่ม เนื่องจากนักเรียนจะต้องทำการเลือกและพิจารณาข้อมูลหลักฐานที่มีอยู่อย่างหลากหลายและรอบด้านอย่างละเอียดถี่ถ้วน แต่อย่างไรก็ตามความขัดแย้งที่เกิดขึ้นดังกล่าวนั้นจะเป็นการช่วยเพิ่มความสามารถในการตัดสินใจของนักเรียนได้ด้วยเช่นกัน (Eggert & Bögeholz, 2010, p. 234) โดยในขั้นตอนนี้ ครูจะเป็นผู้อำนวยความสะดวกเพื่อให้นักเรียนดำเนินกิจกรรมตามวัตถุประสงค์ของรูปแบบการจัดการเรียนรู้ โดยอาจยกตัวอย่างประกอบเพื่อให้นักเรียนทราบเกี่ยวกับขั้นตอนวิธีในการคิดหาปัญหาและสาเหตุของปัญหา เพื่อให้นักเรียนสามารถทำการวิเคราะห์ได้อย่างครอบคลุมหลายด้านมากยิ่งขึ้น นอกจากนี้ ครูควรสร้างบรรยากาศในการเรียนให้นักเรียนทุกคนมีส่วนร่วมในระหว่างการทำกิจกรรมแลกเปลี่ยนความรู้ภายในกลุ่มให้มากที่สุด

**ขั้นที่ 3 ขั้นวิเคราะห์ประเด็นเนื้อหา** นักเรียนร่วมกันวิเคราะห์และแลกเปลี่ยนความรู้กันภายในกลุ่มจนได้วิธีการแก้ปัญหาที่ดีที่สุด และวิธีการสำรวจตรวจสอบที่จะนำมาใช้ในกลุ่มของนักเรียน ซึ่งส่งเสริมให้นักเรียนได้ฝึกการคิดวิเคราะห์พิจารณาหลักฐานและให้เหตุผลเพื่อคาดคะเนสิ่งที่จะเกิดขึ้น จากวิธีการแก้ไขปัญหาและผลการสำรวจตรวจสอบจากวิธีการที่นักเรียนเลือกมาใช้ พร้อมทั้งฝึกให้นักเรียนรู้จักการใช้หลักฐานข้อมูลเชิงประจักษ์มาประกอบ

การอธิบายและพยากรณ์คำตอบของนักเรียน เพื่อเพิ่มความถูกต้องและความน่าเชื่อถือของคำตอบนักเรียนร่วมด้วย จนนำไปสู่การตัดสินใจเลือกเพื่อให้ได้วิธีการแก้ไขปัญหาและวิธีการสำรวจตรวจสอบที่ดีที่สุด สอดคล้องกับผลวิจัยของ Uskola et al. (2010, pp. 2330-2331) ที่พบว่า การวิเคราะห์อภิปรายร่วมกันแบบกลุ่มสามารถทำให้นักเรียนได้ใช้ เกณฑ์และข้อกำหนดที่หลากหลายแยกแยะให้เกิดความชัดเจนมากยิ่งขึ้น ทั้งโดยชัดแจ้งและโดยนัย (Explicitly and Implicitly) เพื่อใช้ในการให้เหตุผลและยืนยันการตัดสินใจของนักเรียน โดยในขั้นนี้ครูทำหน้าที่เป็นผู้กระตุ้นให้นักเรียน ได้แลกเปลี่ยนความรู้กันอย่างเต็มที่ เพื่อนำความคิดเห็นเหล่านั้นมาช่วยกันตัดสินใจจนได้วิธีการแก้ไขปัญหาก็ดีที่สุด และใช้คำถามกระตุ้นเพื่อให้นักเรียนพิจารณาเปรียบเทียบผลจากวิธีแก้ไขปัญหาที่เกิดขึ้นของแต่ละวิธีการอย่างรอบคอบ และครอบคลุมรอบด้าน นอกจากนี้ ครูควรกระตุ้นให้นักเรียนได้นำความรู้ที่ได้เรียนมาประยุกต์ใช้ให้เกิดประโยชน์เพื่อให้นักเรียนเห็นถึงความสำคัญของการเรียนเนื้อหาวิชาเคมี เรื่อง สารชีวโมเลกุล

**ขั้นที่ 4 ขั้นวางแผนการแก้ไขประเด็นปัญหา** นักเรียนร่วมกันแลกเปลี่ยนความรู้กันภายในกลุ่มเพื่อทำการออกแบบขั้นตอนการทดลอง พร้อมทั้งอธิบายผลและข้อสรุปที่จะได้และประเมินความรู้ที่มีอยู่โดยการตรวจสอบซึ่งกันและกัน ส่งเสริมให้นักเรียนได้ฝึกการทำงานและออกแบบวิธีการการสำรวจตรวจสอบเพื่อให้ได้มาซึ่งองค์ความรู้ทางวิทยาศาสตร์ เช่น การที่นักวิทยาศาสตร์ทำการสืบเสาะหาองค์ความรู้ทางวิทยาศาสตร์ใหม่ๆ โดยจะต้องผ่านกระบวนการและขั้นตอนที่มีการตั้งวัตถุประสงค์ การกำหนดสมมติฐาน การออกแบบและแสดงวิธีการหรือขั้นตอนการดำเนินการทดลอง การแสดงผลที่ได้จากการทดลอง และองค์ความรู้ที่สรุปได้จากการสำรวจตรวจสอบ โดยองค์ความรู้ที่ได้จากการสำรวจตรวจสอบนั้นจะต้องมีความน่าเชื่อถือ มีหลักฐานการสำรวจตรวจสอบ และมีจริยธรรมในการทดลอง สอดคล้องกับผลวิจัยของ Lawson (2009, pp. 343-345) ที่จัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยให้นักเรียนได้สร้างองค์ความรู้ด้วยตนเอง ได้สร้างและทดสอบสมมติฐาน และใช้วิธีการคิดเช่นนักวิทยาศาสตร์เพื่อแสวงหาองค์ความรู้ทางวิทยาศาสตร์ ฝึกทักษะการให้เหตุผลและการโต้แย้งทางวิทยาศาสตร์ อีกทั้งยังสามารถทำให้นักเรียนเข้าใจหลักการทางวิทยาศาสตร์จนนำไปสู่การได้องค์ความรู้ทางวิทยาศาสตร์อีกด้วย

**ขั้นที่ 5 ขั้นจัดประสบการณ์การเรียนรู้** ในระหว่างการสืบเสาะหาข้อมูลความรู้ของนักเรียน ครูควรคำนึงถึงข้อมูลที่นักเรียนได้มาจากการสืบเสาะร่วมด้วย เพราะความรู้และความเข้าใจด้านเนื้อหาที่จำกัดของนักเรียนอาจส่งผลทำให้นักเรียนไม่สามารถใช้ความรู้หรือแนวคิดในระดับที่สูงได้ ซึ่งจะส่งผลกระทบต่อคุณภาพในการสร้างคำอธิบายของนักเรียนให้ลดต่ำลงได้ สอดคล้องผลวิจัยที่พบว่า ควรเน้นถึงความสำคัญของความรู้ด้านเนื้อหาในกระบวนการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ เพื่อที่จะนำไปสู่การสร้างคำอธิบายที่ถูกต้องมากยิ่งขึ้น (Reif & Larkin, 1991; Moore & Rubbo, 2012, pp. 9-11) และยังพบว่า การบูรณาการการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์กับสืบเสาะจะช่วยพัฒนาประสิทธิภาพในการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ของนักเรียนให้สูงขึ้นได้ เนื่องจากช่วยส่งเสริมให้นักเรียนได้พัฒนาในทักษะการคิดเชิงวิทยาศาสตร์ผ่านการฝึกฝนจนสามารถถ่ายโอนเปลี่ยนแปลงเป็นความสามารถในการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ได้

นอกจากนี้ นักเรียนยังได้ทำการนำเสนอและอภิปรายร่วมกันในชั้นเรียน โดยในกิจกรรมนี้จะช่วยส่งเสริมให้นักเรียนได้ฝึกกระบวนการคิด การวิเคราะห์ทางเลือก และระดมความคิดโดยใช้หลักฐานความรู้ที่มีอยู่มาพิจารณาทางเลือกเกี่ยวกับวิธีการสำรวจตรวจสอบเพื่อให้ได้วิธีการที่น่าเชื่อถือ ถูกต้อง และสามารถนำไปใช้ได้ในชีวิตจริงมากที่สุด ผ่านการอภิปรายโต้แย้งร่วมกันของนักเรียนบนหลักฐานความรู้ทางวิทยาศาสตร์ ซึ่งจะช่วยส่งเสริมให้นักเรียนได้ใช้ทักษะ

กระบวนการสืบเสาะหาความรู้ รวบรวมหลักฐานพยานต่าง ๆ จากแหล่งข้อมูลที่น่าเชื่อถือมาเป็นเหตุผลรับรองในการคิดวิเคราะห์ โดยจากกิจกรรมเหล่านี้จะเห็นได้ว่านักเรียนได้ฝึกฝนใช้ความสามารถในการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ และยังสามารถช่วยพัฒนากระบวนการคิดวิเคราะห์ เพื่อนำไปสู่การตัดสินใจได้ในที่สุด ซึ่งสอดคล้องกับผลวิจัยของ Abdallah Salim Zo'bi (2014, p. 120) ที่พบว่า การอภิปรายแบบกลุ่มและแลกเปลี่ยนความคิดเห็นเป็นวิธีที่ดีที่สุดที่ทำให้ นักเรียนได้แลกเปลี่ยนความคิดเห็นระหว่างกัน และเพื่อให้นักเรียนทราบว่าตนเองไม่ได้เป็นศูนย์กลางในการเรียนรู้ ดังนั้น นักเรียนจึงต้องรับฟังความเห็นของผู้อื่นและตระหนักว่ามุมมองของตนเองนั้นไม่ได้ถูกต้องเสมอไป และส่งผลให้คุณภาพของการตัดสินใจของนักเรียนดีขึ้นอีกด้วย โดยมีครูทำหน้าที่ใช้คำถามกระตุ้นให้นักเรียนแสดงความคิดเห็นหรือมุมมองต่างๆ ต่อวิธีการสำรวจตรวจสอบ ที่ได้นำเสนอภายใต้เหตุผลและหลักฐานที่มีรวมถึงชี้แนะนักเรียนเกี่ยวกับการเลือก ซึ่งควรคำนึงถึงความเป็นธรรมต่อทุกฝ่ายให้สอดคล้องกับหลักคุณธรรมจริยธรรมร่วมด้วย

**ขั้นที่ 6 ขั้นประเมินผล** นักเรียนร่วมกันอภิปรายสรุปเพื่อตัดสินใจเลือกวิธีการสำรวจตรวจสอบจากวิธีการทั้งหมดด้วยความยุติธรรมกับทุกฝ่าย จากนั้นนักเรียนแต่ละกลุ่มทำกิจกรรมการตัดสินใจในประเด็นใหม่อีกครั้ง เพื่อค้นหาสิ่งที่ดีที่สุดตามประเด็นที่ได้ศึกษา ซึ่งจากกิจกรรมดังกล่าวจะส่งเสริมให้นักเรียนได้ฝึกการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ในการลงข้อสรุป โดยใช้ข้อมูลหลักฐานและประจักษ์พยานทางวิทยาศาสตร์เข้ามาเป็นตัวช่วยในการพิจารณาและเปรียบเทียบความสมเหตุสมผลของแต่ละวิธีการ จนได้วิธีการสำรวจตรวจสอบสารชีวโมเลกุลที่มีความเหมาะสมตามที่โจทย์กำหนดไว้มากที่สุด นอกจากนี้ ยังส่งเสริมทักษะด้านการตัดสินใจ โดยทำให้นักเรียนเห็นถึงความสำคัญของการตัดสินใจและฝึกให้นักเรียนได้ศึกษาประเด็นและปัญหาต่างๆ ที่เกิดขึ้นภายในสังคม โดยครอบคลุมในหลายๆ ด้าน ทำให้นักเรียนมีความเข้าใจในประเด็นทางวิทยาศาสตร์กับสังคมมากยิ่งขึ้น อีกทั้งยังพัฒนาทักษะในการพูดคุยสื่อสารและวิธีการใช้หลักฐานทางวิทยาศาสตร์ในการแสวงหาองค์ความรู้ เพื่อใช้ในการสร้างความรู้ให้กับนักเรียนร่วมด้วย ซึ่งในขั้นตอนนี้ ครูจะเป็นผู้ใช้คำถามกระตุ้นและเปิดประเด็นให้นักเรียนแสดงความคิดเห็น ในระหว่างอภิปรายลงข้อสรุปเกี่ยวกับวิธีการสำรวจตรวจสอบ และกระตุ้นนักเรียนให้แสดงเหตุผลพร้อมหลักฐานประจักษ์พยานในการสะท้อนความคิดและการตัดสินใจของนักเรียน นอกจากนี้ ครูควรเน้นย้ำให้นักเรียนเห็นถึงความสำคัญของการใช้เหตุผลอธิบายในการลงข้อสรุป โดยจะต้องแสดงให้เห็นถึงความถูกต้อง ความน่าเชื่อถือของหลักฐาน และหลักฐานนั้นต้องมีจำนวนมากเพียงพอที่จะนำมาใช้ในการให้เหตุผลทางวิทยาศาสตร์ ซึ่งสอดคล้องกับผลการศึกษาของ Oulton et al (2004, p. 421) ที่กล่าวไว้ว่า การสอนวิทยาศาสตร์ที่ดีที่สุด คือ การสร้างแรงจูงใจในการทำงาน การจัดกิจกรรมที่ทำให้ นักเรียนได้แลกเปลี่ยนความคิดเห็น และอภิปรายประเด็นต่างๆ ที่เกิดขึ้นร่วมกันเพื่อที่จะตัดสินใจแก้ปัญหาสำหรับตัวของนักเรียนเอง

## ข้อเสนอแนะจากการวิจัย

### 1. ข้อเสนอแนะสำหรับการศึกษาวิจัยครั้งต่อไป

การจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดประเด็นทางวิทยาศาสตร์กับสังคมแสดงให้เห็นว่า มีการจัดการเรียนรู้ โดยให้นักเรียนได้มีโอกาสในการทำงานร่วมกันเป็นกลุ่ม ออกแบบวิธีการแก้ปัญหา ออกแบบวิธีการสำรวจตรวจสอบ และ ยังเปิดโอกาสให้นักเรียนได้ร่วมกันอภิปรายแสดงความคิดเห็นทั้งในกลุ่มและในชั้นเรียน ดังนั้น จึงควรมีการศึกษาผลของ

การจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดประเด็นทางวิทยาศาสตร์กับสังคมที่มีผลต่อการพัฒนาทักษะและความสามารถอื่นๆ เช่น การรู้วิทยาศาสตร์ ทักษะการแก้ปัญหาแบบร่วมมือ ทักษะการคิดอย่างมีวิจารณญาณ ทักษะการโต้แย้ง เป็นต้น

## 2. ข้อเสนอแนะสำหรับการนำวิจัยไปใช้จัดการเรียนการสอน

การจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดประเด็นทางวิทยาศาสตร์กับสังคม ควรออกแบบกิจกรรมการเรียนรู้ให้มีความน่าสนใจ เลือกใช้ปัญหาที่ส่งผลกระทบต่อชีวิตของนักเรียน มีความเป็นปัจจุบัน และใช้เหตุการณ์ที่นักเรียนได้พบได้จริง รวมทั้งเปิดโอกาสให้นักเรียนได้ทำการออกแบบวิธีการสำรวจตรวจสอบ พยากรณ์สิ่งที่จะเกิดขึ้น รวบรวมหลักฐานเชิงประจักษ์ และลงข้อสรุปโดยใช้หลักฐานและเหตุผลที่มีความสมเหตุสมผล โดยข้อสรุปของสถานการณ์ควรมีความหลากหลาย เพื่อส่งเสริมให้นักเรียนได้พัฒนาความสามารถในการให้เหตุผลทางวิทยาศาสตร์มาใช้ในกิจกรรมการตัดสินใจ ซึ่งจะช่วยให้ส่งเสริมให้นักเรียนมีความสามารถในการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์และการตัดสินใจที่ดีมากยิ่งขึ้น

## References

- Abdallah Salim Zo'bil. (2014). The effect of using socio-scientific issues approach in teaching environmental issues on improving the students' ability of making appropriate decisions towards these issues. *International Education Studies*, 7(8), 113-123.
- Eggert, S., & Bögeholz, S. (2010). Students' use of decision-making strategies with regard to socioscientific issues: An application of the Rasch partial credit model. *Science Education*, 94, 230-258.
- Eggert, S., et al. (2017). Supporting students' learning and socioscientific reasoning about climate change the effect of computer-based concept mapping scaffolds. *Research in Science Education*, 47(1), 137-159.
- Johnson-Laird, P. N., & Shafir, E. (1993). The interaction between reasoning and decision making: An introduction. *Cognition*, 49(1-2), 1-9. [https://doi.org/10.1016/0010-0277\(93\)90033-R](https://doi.org/10.1016/0010-0277(93)90033-R)
- Kanyaprasit, K. (2015). Socio-scientific issues for 21<sup>st</sup> century skills. *Journal of Education Burapha University*, 26(2), 1-9. [in Thai]
- Kemmis, S., & McTaggart, R. (1988). *The action research planer* (3rd ed.). Victoria: Deakin University.
- Kijkuakul, S. (2014). *Science management direction for 21st century teacher*. Phetchabun: Juldis Printing. [in Thai]
- Lawson, A. E. (2009). Basic inferences of scientific reasoning, Argumentation, and discovery. *International Journal of Science Education*, 94(2), 336-364.
- Moore, J. C., & Rubbo, L. J. (2012). Scientific reasoning abilities of non-science majors in physics-based courses. *Physical Review Special Topics-Physics Education Research*, 8, 10.1103/PhysRevSTPER.8.010106

- Noppakesorn, T. (2005). *Qualitative research methodology*. Nakhon Ratchasima: Chokcharoen Marketing. [in Thai]
- Nuangchalerm, P. (2008). Teaching science based on the socioscientific concept. *Journal of Education Mahasarakham University*, 2(3), 99-106. [in Thai]
- Oulton, C., Dillon, J., & Grace, M. (2004). Reconceptualising the teaching of controversial issues. *International Journal of Science Education*, 26(4), 411-423.
- Reif, F., & Larkin, J. H. (1991). Cognition in scientific and everyday domains: Comparison and learning implications. *Journal of Research in Science Teaching*, 28(9), 733-760.
- Sadler, T. D., & Zeidler, D. L. (2005). Patterns of informal reasoning in the context of socioscientific decision making. *Journal of Research in Science Teaching*, 42(1), 112-138.
- Sricharun, S., Tuntiwaranuruk, C., & Sirisawad, C. (2017). The effect of inquiry cycle learning (7E) with higher order question on rational thinking and learning achievement in the topic “digestive system” of grade 10 students. *Journal of Education Naresuan University*, 19(2), 83-94. [in Thai]
- Srisa-ard, B. (2011). *Preliminary research* (9th ed). Bangkok: Suwiryasan Publisher. [in Thai]
- Tanachaikhan, N. (2007). *Development and efficiency of innovation*. Chiang Rai: Chiang Rai Rajabhat University. [in Thai]
- The Institute for the Promotion of Teaching Science and Technology (IPST). (2008). *PISA and TIMSS Science Released Items Assessment*. Bangkok: Aroonkampim. [in Thai]
- The Institute for the Promotion of Teaching Science and Technology (IPST). (2016). *TIMSS 2015 Summary*. Retrieved May 28, 2017, from <http://timssthailand.ipst.ac.th/timss/reports/TIMSS2015summary> [in Thai]
- The Institute for the Promotion of Teaching Science and Technology (IPST). (2017). *PISA 2015 Summary Report*. Retrieved May 28, 2017, from <http://pisathailand.ipst.ac.th/pisa/reports/pisa2015summaryreport> [in Thai]
- Uskola, A., Maguregi, G., & Jiménez-Aleixandre, M. P. (2010). The Use of Criteria in Argumentation and the Construction of Environmental Concepts: A university case study. *International Journal of Science Education*, 32(17), 2311-2333.
- Zeidler, D. L., & Nichols, B. H. (2009). Socioscientific Issues: Theory and Practice. *Journal of Elementary Science Education*, 21(2), 49-58.
- Zeidler, D. L., Applebaum, S. M., & Sadler, T. D. (2011). Enacting a socioscientific issues classroom: Transformative transformations. In T. D. Sadler (Ed.), *Socio-scientific issues in the classroom: Teaching, Learning and Research* (pp. 277-305). Dordrecht: Springer.