ความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ ของนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5

กมลรัตน์ ฉิมพาลี[1] ประสาท เนืองเฉลิม[2*] และลือชา ลดาชาติ[3]

[1]สาขาวิชาหลักสูตรและการสอน [2]คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหาสารคาม มหาสารคาม 44000
[3]วิทยาลัยการศึกษา มหาวิทยาลัยพะเยา แม่กา เมือง พะเยา 56000
[*]E-mail: nuangchalermp@gmail.com

รับบทความ: 11 พฤษภาคม 2559 ยอมรับตีพิมพ์: 25 พฤศจิกายน 2559

บทคัดย่อ

การวิจัยครั้งนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ของนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้ภายใต้แนวคิดทฤษฎีการสร้างองค์ความรู้ประเด็นวิทยาศาสตร์กับสังคมและการสืบเสาะทางวิทยาศาสตร์ กลุ่มที่ศึกษาในการวิจัยนี้ คือ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 จำนวน 32 คน เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย ได้แก่ รูปแบบการจัดการเรียนรู้ที่ส่งเสริมธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ภายใต้แนวคิดทฤษฎีการสร้างองค์ความรู้ประเด็นวิทยาศาสตร์กับสังคมและการสืบเสาะทางวิทยาศาสตร์ แบบสอบถามความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ และแบบสัมภาษณ์ความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ ผลการวิจัยพบว่า นักเรียนมีความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

คำสำคัญ: ธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ รูปแบบการเรียนรู้ วิทยาศาสตรศึกษา

Eleventh Grade Students' Understanding of the Nature of Science

Kamonrat Chimphali[1], Prasart Nuangchalerm[2] and Luecha Ladachart[3]

[1]Program in Curriculum and Instruction, [2]Faculty of Education, Mahasarakham University, Mahasarakham 44000, Thailand; [3]School of Education, University of Phayao, Maeka, Muang, Phayao 56000, Thailand
[*]E-mail: nuangchalermp@gmail.com

Received: 11 May 2016 Accepted: 25 November 2016

Abstract

This research aimed to study understanding nature of science of 11th grade students through socioscientific issues-based inquiry instructional model. Thirty-two students of 11th grade were participated. Research tools were socioscientific issues-based inquiry instructional model, NOS understanding questionnaires, and NOS understanding interviewing form. The results revealed that they had NOS understanding posttest scores higher than those pretest scores at .01 level of statistical significance.

Keywords: Nature of science, Instructional model, Science education

บทนำ

เป้าหมายสำคัญของการจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์มุ่งส่งเสริมให้ผู้เรียนเกิดการรู้วิทยาศาสตร์ เข้าใจธรรมชาติและความเป็นไปของโลกกายภาพ สร้างความเชื่อมโยงระหว่างหลักฐานเพื่อสร้างคำอธิบายปรากฏการณ์ต่าง ๆ และนำไปสู่การสร้างสรรค์สิ่งต่างๆ แก่สังคมบนพื้นฐานของคุณธรรม (Bureau of Acdemic Affairs and Educational standard, 2008) ธรรมชาติของวิทยาศาสตร์เป็นคุณลักษณะสำคัญในการพัฒนาการรู้วิทยาศาสตร์ (Roberts, 2007) งานวิจัยและเอกสารต่างๆ ได้แสดงหลักฐานอย่างชัดเจนว่าธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ (nature of science) ส่งเสริมการรู้วิทยาศาสตร์ของบุคคล เช่น การรู้วิทยาศาสตร์ต้องอาศัยโลกทัศน์ทางวิทยาศาสตร์ที่เชื่อว่าวิทยาศาสตร์ไม่ได้อยู่อย่างอิสระและเป็นปรนัยอย่างที่สุดแต่วิทยาศาสตร์มีความสัมพันธ์เกี่ยวข้องกับตัวบุคคลและสังคม (AAAS, 1993; Abd-El-Khalick and Lederman, 2000; Callahan, 2009; Holbrook and Rannikmae, 2007, NRC, 1996) สอดคล้องกับแนวคิดของ Clough (2011) ที่ว่า ธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ช่วยส่งเสริมการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ของนักเรียน เพราะช่วยให้เห็นคุณค่าของการค้นพบความรู้ทางวิทยาศาสตร์ สร้างความเข้าใจที่ดีขึ้นเกี่ยวกับหลักการต่าง ๆ อีกทั้งยังเป็นพื้นฐานที่สำคัญที่สุดเพื่อให้

นักเรียนเกิดความเข้าใจคุณลักษณะที่เป็นเอกลักษณ์ของความรู้ทางวิทยาศาสตร์ ดังนั้นอาจกล่าวได้ว่าบุคคลจะมีการรู้วิทยาศาสตร์ไม่ได้เลยหากขาดความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ (Nuangchalerm, 2015; Perkins, 2006)

การจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์มุ่งเน้นการสืบเสาะเป็นฐาน (inquiry-based instruction) เป็นกระบวนการสำคัญที่ส่งเสริมให้นักเรียนได้สำรวจตรวจสอบ รวบรวม และสร้างความสัมพันธ์ระหว่างข้อมูล เพื่อให้ได้หลักฐานในการตอบคำถามทางวิทยาศาสตร์ (Capps and Crawford, 2013) จึงกระตุ้นให้นักเรียนเกิดกระบวนการสืบเสาะหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์ (Miranda and Hermann, 2012) การสังเคราะห์งานวิจัยเกี่ยวกับรูปแบบการรู้แบบสืบเสาะเป็นฐานของ Schwartz et. al. (2004) และ Minner et al. (2010) พบว่า ความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ ด้านการสืบเสาะและด้านโลกทัศน์ทางวิทยาศาสตร์ได้ อย่างไรก็ตามยังพบข้อจำกัดของรูปแบบการเรียนรู้แบบสืบเสาะเป็นฐาน Ong and Borich (2006) และ Rosenblatt (2011) เสนอว่า หากการสืบเสาะทางวิทยาศาสตร์เป็นไปตามคู่มือครูเพียงอย่างเดียว ทำให้นักเรียนส่วนใหญ่เกิดความเข้าใจเป้าหมายหรือความหมายของกิจกรรมการทดลองในห้องปฏิบัติการที่ไม่ถูกต้อง

แม้ว่าครูจะส่งเสริมให้นักเรียนมีพฤติกรรมในการการสืบเสาะทางวิทยาศาสตร์หลายคุณลักษณะแต่อาจไม่ได้สร้างเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ให้กับนักเรียน เนื่องจากการปฏิบัติเพียงอย่างเดียวไม่เพียงพอต่อการพัฒนาความรู้ความเข้าใจของวิธีการสร้างความรู้ทางวิทยาศาสตร์ (Capps and Crawford, 2013) เช่น นักเรียนได้รับการสอนให้ควบคุมตัวแปรในการทดลอง แต่นักเรียนไม่สามารถอธิบายได้ว่าทำไมต้องมีการควบคุมตัวแปรในการทดลองเป็นตัวอย่างที่ชัดเจนที่แสดงให้เห็นว่า การสร้างความรู้จากประสบการณ์และปฏิบัติกิจกรรมการสืบเสาะทางวิทยาศาสตร์อย่างเดียว โดยคาดว่าผู้เรียนจะเกิดความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ พบว่าเป็นวิธีการที่ไม่มีประสิทธิภาพเพียงพอ จึงจำเป็นที่ต้องพัฒนาการเรียนรู้ธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ให้ประสิทธิภาพ เพื่อให้ผู้เรียนได้เรียนรู้เกี่ยวกับธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ควบคู่กับการเรียนเนื้อหาวิทยาศาสตร์ (Lederman and Abell, 2007; McDonald, 2010; Peters and Kitsantas, 2010; Schwartz et al., 2004)

ผู้วิจัยใช้ข้อมูลจากการวิเคราะห์แนวคิดทฤษฎีและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องแบบสอบถามความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์และการจัดการเรียนรู้ของครู จำนวน 27 คน แบบสัมภาษณ์ของครู 5 คน และการสังเกตชั้นเรียน 3 ชั้นเรียน ห้องเรียนละ 2 ชั่วโมง เพื่อตรวจสอบความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์และการจัดการเรียนรู้ของครูที่เกี่ยวข้องกับการพัฒนาความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ ผลการวิเคราะห์แบบสอบถามความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ 18 รายการ พบว่า ครูยังมีความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ที่ว่า “นักวิทยาศาสตร์ใช้วิธีการทางวิทยาศาสตร์เป็นไปตามลำดับขั้นตอนที่แน่นอนในการศึกษาปรากฏการณ์ทางธรรมชาติ” ผลการวิเคราะห์การสัมภาษณ์ พบว่า ครูยังขาดความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ในคุณลักษณะ “ความแตกต่างระหว่างกฎและทฤษฎี” การสังเกตห้องเรียนในครั้งนั้น พบว่า (1) ครูไม่มีการสอดแทรกธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ในระหว่างการเรียนการสอน (2) ขาดความชัดเจนของเอกสารและสื่อการ

จัดการเรียนการสอน (3) ไม่พบแนวทางการวัดและประเมินผลความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ ในการพัฒนารูปแบบการเรียนรู้จึงต้องออกแบบกิจกรรมการศึกษาวิทยาศาสตร์ที่หลากหลาย เพื่อให้เข้าใจว่ากระบวนการทางวิทยาศาสตร์ไม่ได้มีความสัมพันธ์แบบเส้นตรงและมีวิธีการที่หลากหลาย พร้อมทั้งนำเสนอกิจกรรมที่แสดงให้เห็นความแตกต่างของกฎและทฤษฎี รวมถึงการพัฒนาคู่มือการใช้รูปแบบการเรียนรู้ให้มีเอกสารการเรียนการสอนธรรมชาติของวิทยาศาสตร์และการวัดและประเมินผลที่ชัดเจน

การพัฒนารูปแบบการเรียนรู้ที่ส่งเสริมความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ เป็นวิธีการที่มีความสำคัญเพื่อสร้างการรับรู้และแนวคิดที่ถูกต้องเกี่ยวกับคุณลักษณะเฉพาะของวิทยาศาสตร์ กระตุ้นความสนใจ และการมีส่วนร่วมกับกิจกรรมทางวิทยาศาสตร์ที่พบอย่างหลากหลายมิติในชีวิตประจำ เตรียมพร้อมผู้เรียนให้เป็นพลเมืองที่รู้วิทยาศาสตร์อย่างมีประสิทธิภาพ การวิจัยครั้งนี้จึงมีวัตถุประสงค์การวิจัยเพื่อศึกษาความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้ภายใต้แนวคิดทฤษฎีการสร้างองค์ความรู้ประเด็นวิทยาศาสตร์กับสังคมและการสืบเสาะทางวิทยาศาสตร์

กรอบแนวคิดการวิจัย

กรอบแนวคิดในการวิจัยครั้งนี้คือการพัฒนาความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์โดยใช้แนวคิดทฤษฎีการสร้างองค์ความรู้ การจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดประเด็นวิทยาศาสตร์กับสังคมและกระบวนการสืบเสาะทางวิทยาศาสตร์ ความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ในงานวิจัยนี้ผู้วิจัยสังเคราะห์จากกรอบแนวคิดของ AAAS (2009) และ Lederman and Abell (2007) หมายถึง ความสามารถในการบรรยาย อธิบายและยกตัวอย่างเกี่ยวกับลักษณะที่สำคัญและเป็นหลักการในการพัฒนาความรู้ทางวิทยาศาสตร์แบ่งเป็น 3 ด้าน ได้แก่ (1) โลกทัศน์ทางวิทยาศาสตร์ ประกอบด้วยคุณลักษณะ 4 ข้อ ได้แก่ ความรู้ทางวิทยาศาสตร์ต้องมีความน่าเชื่อถือและหลักฐานเชิงประจักษ์ ความแตกต่างระหว่างการสังเกตและการอนุมาน หลักการของกฎและทฤษฎี ชนิดของความรู้ทางวิทยาศาสตร์ และความรู้ทางวิทยาศาสตร์เปลี่ยนแปลงได้ (2) การสืบเสาะหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์ และ (3) กิจกรรมทางวิทยาศาสตร์

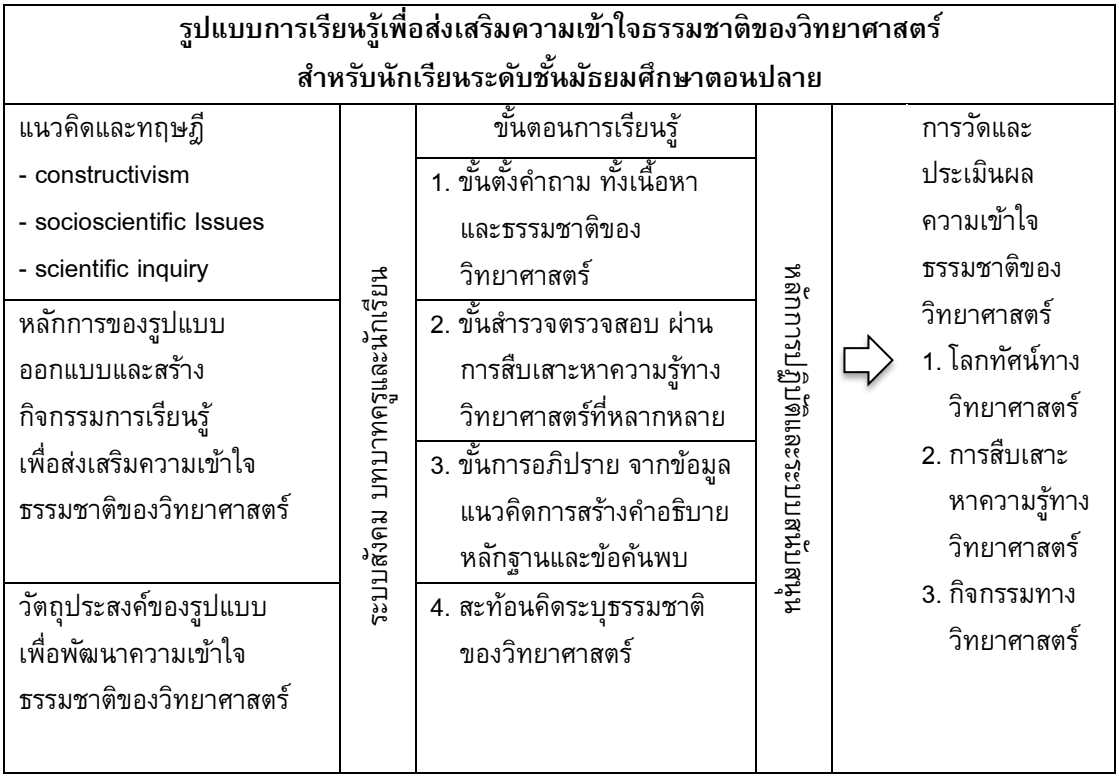
วิธีการดำเนินการวิจัย

กลุ่มผู้ให้ข้อมูล ได้แก่ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 จำนวน 32 คน เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย ได้แก่ รูปแบบการจัดการเรียนรู้เพื่อส่งเสริมความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ แบบสอบถามความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ และแบบสัมภาษณ์ความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์

การเก็บรวบรวมข้อมูล ใช้รูปแบบการวิจัยแบบ one-group pretest-posttest design และเก็บข้อมูลเชิงคุณภาพ การวิเคราะห์ข้อมูล เปรียบเทียบคะแนนความเข้าใจในธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ระหว่างก่อนเรียนและหลังเรียนด้วย *t*-test dependent samples สถิติพรรณาวิเคราะห์โดยใช้ค่าเฉลี่ย และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน และนำเสนอด้วยความเรียง

ผลการวิจัย

1. การจัดการเรียนรู้เพื่อส่งเสริมความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ภายใต้แนวคิดทฤษฎีการสร้างองค์ความรู้ประเด็นวิทยาศาสตร์กับสังคมและการสืบเสาะทางวิทยาศาสตร์ ประกอบด้วย 4 ขั้นตอน ซึ่งรายละเอียดนำเสนอดังในภาพที่ 1



ภาพที่ 1 รูปแบบการเรียนรู้เพื่อส่งเสริมความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์

ขั้นที่ 1 ขั้นตั้งคำถาม (asking) หมายถึง การตั้งคำถามที่เกี่ยวข้องกับคุณลักษณะความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ เป็นจุดเริ่มต้นที่ช่วยให้ผู้เรียนคิดเกี่ยวกับธรรมชาติของวิทยาศาสตร์

ขั้นที่ 2 ขั้นการสำรวจตรวจสอบ (investigation) หมายถึง การทำคำถาม/ข้อสงสัยในขั้นตอนแรกให้ชัดเจน เพื่อให้สามารถสืบสวนสอบได้ ครูสร้างประสบการณ์การสืบเสาะหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์ให้กับผู้เรียนอย่างหลากหลาย ทั้งการทดลองที่ผู้เรียนเป็นผู้ออกแบบและดำเนินการด้วยตนเอง การสร้างความคำอธิบายจากระหว่างข้อมูลและหลักฐาน ครูจะเป็นผู้ช่วยตรวจสอบในสิ่งที่นักเรียนกำลังศึกษาโดยการถามถึงสิ่งที่นักเรียนกำลังต้องการศึกษา วิธีการที่นักเรียนออกแบบหลักฐาน/ข้อมูลที่จะสนับสนุนหรือคัดค้านสมมติฐานหรือเป้าหมายของการศึกษา รวมถึงการจัดเตรียมข้อมูลปฐมภูมิเพื่อให้ผู้เรียนได้ฝึกวิธีการตามกระบวนการของนักวิทยาศาสตร์ จนสามารถสร้างข้อสรุปและคำอธิบายจากหลักฐาน

ที่ได้รวบรวมและความรู้ทางวิทยาศาสตร์การสรุปข้อมูลให้อยู่ในรูปแบบสารสนเทศเพื่อนำเสนอข้อมูลต่อสมาชิกในห้องเรียน

ขั้นที่ 3 การอภิปราย (discussion) หมายถึง ขั้นการสอนที่จัดให้ผู้เรียนได้สรุปความรู้ ตอบคำถามที่ศึกษานำเสนอวิธีการของแต่ละกลุ่มจนได้ข้อสรุปหรือข้อค้นพบ/การแสดงจุดยืนของตนเองหรือของกลุ่มที่ การแลกเปลี่ยนความคิดเห็นผ่านการถาม-ตอบ การลงข้อสรุปร่วมกัน/รายบุคคล รวมถึงการแสดงแนวคิด/ความคิดเห็นในบริบทสถานการณ์ที่นอกเหนือจากการศึกษา

ขั้นที่ 4 การสะท้อนคิด (reflection) หมายถึง ขั้นตอนการเชื่อมโยงการเรียนรู้ประสบการณ์ที่ได้รับเข้ากับคุณลักษณะความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ ทั้งในรูปแบบการนำเสนอหน้าชั้น การโต้แย้งอย่างมีเหตุผล การสนทนากลุ่มย่อย การเขียนอนุทิน

2. ผลความเข้าใจในธรรมชาติของวิทยาศาสตร์

จากการเปรียบเทียบคะแนนความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ก่อนเรียนและหลังเรียน (ตาราง 1) พบว่า นักเรียนมีคะแนนเฉลี่ยก่อนเรียนเท่ากับ 1.82 $\pm$ 0.228 และมีคะแนนเฉลี่ยหลังเรียนเท่ากับ 3.44 $\pm$ 0.300 เมื่อทดสอบด้วยสถิติ t = 25.538 แสดงให้เห็นว่า ความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ของนักเรียนหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

ตาราง 1 ผลการวิเคราะห์ความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์หลังเรียนระหว่างนักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้ด้วยรูปแบบการเรียนรู้เพื่อส่งเสริมความเข้าใจในธรรมชาติของวิทยาศาสตร์

การวิเคราะห์	N	คะแนน (เต็ม = 5)		df	t
		$\overline{X}$	SD		
ก่อนเรียน	32	1.81	0.228	31	25.538*
หลังเรียน	32	3.44	0.300		

3. ผลพัฒนาการความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ในแต่ละคุณลักษณะ

ผู้วิจัยเก็บรวบรวมข้อมูลพัฒนาการความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ในแต่ละคุณลักษณะ ดังนี้ (1) หลักฐานเชิงประจักษ์ จำนวน 4 ครั้ง (2) ความแตกต่างของการสังเกตและการอนุมาน จำนวน 3 ครั้ง (3) กฎและทฤษฎี จำนวน 2 ครั้ง (4) ความรู้ทางวิทยาศาสตร์เปลี่ยนแปลงได้ จำนวน 2 ครั้ง(5) กระบวนการทางวิทยาศาสตร์ จำนวน 6 ครั้ง (6) วิทยาศาสตร์กับสังคม จำนวน 2 ครั้ง โดยใช้การวิเคราะห์การตอบคำถาม การบันทึกอนุทิน แบบสัมภาษณ์ แบบประเมินความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ระหว่างการจัดการเรียนรู้ จากนักเรียน 9 คน ได้มาโดยการสุ่มอย่างง่าย โดยแบ่งนักเรียนตามผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนจากค่าเฉลี่ยเกรดวิชาวิทยาศาสตร์ประกอบด้วย เคมี ฟิสิกส์ และชีววิทยา ของระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 โดยแบ่งออกเป็น 3 กลุ่ม (ตาราง 2) ได้แก่ กลุ่มที่ 1 เกรดเฉลี่ย 1.00 – 1.99 กลุ่มที่ 2 เกรดเฉลี่ย 2.00 – 2.99 และกลุ่มที่ 3 เกรดเฉลี่ย 3.00 ขึ้นไป

ตาราง 2 ผลพัฒนาการความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ในระหว่างการจัดการเรียนรู้ด้วยรูปแบบการเรียนรู้เพื่อส่งเสริมความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ ในรายวิชาชีววิทยา เรื่อง การสังเคราะห์ด้วยแสง

กลุ่ม (คนที่)	หลักฐานเชิงประจักษ์				ความแตกต่างระหว่างการอนุมานและการสังเกต			กฎและทฤษฎี		ความรู้ทางวิทยาศาสตร์เปลี่ยนแปลงได้		กระบวนการทางวิทยาศาสตร์						วิทยาศาสตร์กับสังคม	
1 (1)	N	N	N	N	N	T	T	N	T	N	T	N	N	T	T	T	T	N	N
1 (2)	N	N	N	N	N	T	T	N	T	N	T	N	N	N	T	T	T	N	N
1 (3)	N	N	N	N	N	T	T	N	T	N	T	N	N	N	T	T	T	N	N
2 (4)	N	N	N	N	N	T	T	N	T	N	T	N	N	T	T	T	T	N	T
2 (5)	N	N	T	T	T	T	I	N	T	N	T	N	N	T	T	T	T	N	T
2 (6)	N	N	T	I	T	T	I	N	T	N	I	N	T	T	I	I	I	N	T
3 (7)	N	T	T	I	T	I	I	T	I	T	I	N	T	T	I	I	I	T	I
3 (8)	N	T	T	I	T	I	I	T	I	T	I	N	T	T	I	I	I	T	I
3 (9)	N	T	I	I	T	I	I	T	I	T	I	N	T	T	I	I	I	T	I

N = Naïve หมายถึง คำตอบแสดงถึงความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์คลาดเคลื่อนจากที่งานวิจัยกำหนด

T = Transitional หมายถึง คำตอบแสดงถึงความเข้าใจ NOS ส่วนใหญ่ ตรงกับความเข้าใจ NOS ที่งานวิจัยกำหนด

I = Informed คำตอบแสดงถึงมีความเข้าใจ NOS ตามเป้าหมายที่งานวิจัยกำหนด

จากตาราง 2 การเก็บข้อมูลพัฒนาการความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ในแต่ละลักษณะ พบว่า คุณลักษณะหลักฐานเชิงประจักษ์ มีนักเรียน 4 คนที่ไม่พบพัฒนาการ นักเรียนจำนวน 5 คนมีพัฒนาการความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ ในด้านความแตกต่างระหว่างการอนุมานและการสังเกต กฎและทฤษฎี ความรู้ทางวิทยาศาสตร์เปลี่ยนแปลงได้และกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ นักเรียนทั้ง 9 คนมีพัฒนาการความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ คุณลักษณะด้านวิทยาศาสตร์กับสังคม มีนักเรียน 3 คนที่ไม่พบพัฒนาการ นักเรียนจำนวน 5 คนมีพัฒนาการความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์

อภิปรายผลการทดลอง

1. เหตุที่ผลวิจัยเป็นเช่นนี้เนื่องจาก กระบวนการออกแบบและพัฒนารูปแบบการเรียนรู้เพื่อส่งเสริมความเข้าใจธรรมชาติสำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย ผู้วิจัยได้ดำเนินการตามกระบวนการวิจัยและพัฒนา (research and development) ที่เป็นกระบวนการที่เป็นระบบและมีประสิทธิภาพ ในการสร้างรูปแบบการจัดการเรียนรู้ ผู้วิจัยนำกรอบแนวคิดทฤษฎีสู่การปฏิบัติในแต่ละขั้นตอนการจัดการเรียนรู้ ดังนี้

ขั้นที่ 1 ขั้นตั้งคำถาม หมายถึง การตั้งคำถามที่เกี่ยวข้องกับคุณลักษณะของธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ ทำให้ผู้เรียนเกิดกระบวนการค้นหาคำตอบมากกว่า ถูก–ผิด ช่วยส่งเสริมให้ผู้เรียนตระหนักถึงวิธีการ หลักฐาน และการสร้างคำอธิบายเพื่อตอบคำถาม Bell et al. (2005) ระบุว่า หัวใจของการสืบเสาะทางวิทยาศาสตร์คือกระบวนการเรียนรู้ที่นักเรียนพยายามตอบคำถามด้วยการวิเคราะห์ข้อมูล ขั้นการตั้งคำถามต้องมีความสำคัญมาก ระดับคำถามส่งผลต่อ

ระดับของการวิเคราะห์คำตอบของผู้เรียน สอดคล้องกับ Bybee (2006) คำถามมีความสำคัญกับทุกกระบวนการสืบเสาะทางวิทยาศาสตร์ การสอนธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ต้องให้ความสำคัญกับกระบวนการสืบเสาะ นั่นคือ การใช้คำถามเป็นสิ่งกระตุ้นความสนใจให้ผู้เรียนสำรวจตรวจสอบเพื่อตอบคำถาม (Schwartz and Crawford, 2006) เช่น การนำประเด็นวิทยาศาสตร์กับสังคมที่กำลังได้รับความสนใจมาใช้ตั้งคำถามในชั้นเรียน (Zeidler and Nichols, 2009) สอดคล้อง Joyce et al. (2011) ที่ได้อธิบายว่าสิ่งสำคัญที่สามารถช่วยให้ผู้เรียนเกิดความรู้สึกหรือความต้องการที่จะสืบค้นหรือเสาะแสวงหาความรู้ก็คือคำถาม/ปัญหา แต่คำถาม/ปัญหานั้นต้องมีลักษณะที่มีความหมายต่อผู้เรียนและท้าทายเพียงพอที่จะทำให้ผู้เรียนเกิดความต้องการที่จะแสวงหาคำตอบ หรือก่อให้เกิดความขัดแย้งทางความคิดจะยิ่งทำให้ผู้เรียนเกิดความต้องการที่จะเสาะแสวงหาความรู้หรือคำตอบมากยิ่งขึ้น

ขั้นที่ 2 ขั้นการสำรวจตรวจสอบ หมายถึง การทำคำถาม/ข้อสงสัยในขั้นตอนแรกให้ชัดเจน เพื่อให้สามารถสืบสวนสอบได้โดยลักษณะของคำถามจะนำไปสู่การสืบเสาะหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์อย่างหลากหลาย ครูเป็นผู้ช่วยตรวจสอบในสิ่งที่นักเรียนกำลังสำรวจตรวจสอบโดยการถามถึงสิ่งที่นักเรียนกำลังต้องการศึกษา วิธีการที่นักเรียนออกแบบ หลักฐาน/ข้อมูลที่จะสนับสนุนหรือคัดค้านสมมติฐาน (Kim and Irving, 2010; Sawyer, 2006) รวมถึงการจัดเตรียมข้อมูลปฐมภูมิที่สามารถนำมาจากประวัติการค้นพบทางวิทยาศาสตร์ เพื่อให้ผู้เรียนได้ฝึกวิธีการตามกระบวนการของนักวิทยาศาสตร์ จนสามารถสร้างข้อสรุปและคำอธิบายจากหลักฐานที่ได้รวบรวมและความรู้ทางวิทยาศาสตร์ Bell et al. (2012) ระบุผลการวิจัยว่า การเชื่อมโยงระหว่างธรรมชาติของวิทยาศาสตร์และกระบวนการเรียนรู้โดยใช้กระบวนการทักษะเป็นฐาน (process skills-based approach) เป็นวิธีการที่มีประสิทธิภาพในการพัฒนาความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ โดยใช้คำถาม การสะท้อนกลับ หรือเทคนิคการช่วยเหลือ (scaffolding) ต่าง ๆ ที่เหมาะสมจะช่วยพัฒนาความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ของนักเรียนได้

ขั้นที่ 3 การอภิปราย หมายถึง ขั้นการสอนที่จัดให้ผู้เรียนได้สรุปความรู้ นำเสนอวิธีการศึกษาหาคำตอบของแต่ละกลุ่มจนได้ข้อสรุปหรือข้อค้นพบ/การแสดงจุดยืนของตนเองหรือของกลุ่ม การแลกเปลี่ยนความคิดเห็นผ่านการถาม–ตอบ การลงข้อสรุปร่วมกัน/รายบุคคล รวมถึงการแสดงแนวคิด/ความคิดเห็น ในบริบทสถานการณ์ที่นอกเหนือจากการศึกษา Bybee (2006) การพัฒนาความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ต้องสร้างโอกาสให้ผู้เรียนได้สื่อสารและตัดสินในคำอธิบายของแต่ละกลุ่มที่นำเสนอ ซึ่งเป็นวิธีการเดียวกันกับสังคมของนักวิทยาศาสตร์ สอดคล้องกับ Schwartz and Crawford (2006) ที่อธิบายว่า การสื่อสารของนักวิทยาศาสตร์ เป็นกระบวนการแลกเปลี่ยนเรียนรู้และช่วยให้นักวิทยาศาสตร์เข้าใจการทำงานทางด้านวิทยาศาสตร์มากขึ้น เช่นเดียวกันกับการสื่อสารการอภิปรายของนักเรียนก็เป็นส่วนหนึ่งของกระบวนการเรียนรู้ของนักเรียนเช่นกัน

ขั้นที่ 4 การสะท้อนคิด หมายถึง ขั้นตอนการเชื่อมโยงการเรียนรู้ระหว่างประสบการณ์ที่ได้รับเข้ากับคุณลักษณะความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ งานวิจัยของ Akerson et al.

(2000) แสดงให้เห็นว่า การเรียนรู้อย่างชัดแจ้งกับการสะท้อนคิดส่งเสริมให้เข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์มากขึ้น สอดคล้องกับข้อสนับสนุนของ Lederman and Abell (2007) ที่ว่า ต้องสร้างโอกาสให้ผู้เรียนได้แลกเปลี่ยนความคิดเห็น เพื่อสะท้อนคิดเกี่ยวกับสิ่งที่เชื่อหรือรู้ และต้องรวมถึงการการสะท้อนคิดในบริบทจริง (Schwartz et al., 2004)

หลักการปฏิบัติของครูซึ่งเป็นผู้ตั้งคำถามและจัดเตรียมโจทย์/สถานการณ์/สื่อที่จะช่วยให้ผู้เรียนแสดงการตอบสนองต่อกระบวนการเรียนรู้และระบบสนับสนุนที่จะช่วยให้เกิดประสิทธิภาพในการจัดการเรียนรู้ที่มีความจำเพาะเจาะจงในแต่ละขั้นตอนการสอน จึงช่วยส่งเสริมให้ผู้เรียนสามารถเกิดการเรียนรู้ สื่อการสอนมีการนำเสนอตัวอย่างและธรรมชาติของวิทยาศาสตร์อย่างชัดเจนต่อเนื่อง ดังนั้นการปฏิบัติตามรูปแบบการจัดการเรียนรู้นี้จึงมีประสิทธิภาพในการส่งเสริมความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย

2. ผลความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ พบว่า นักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้ด้วยรูปแบบการส่งเสริมความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ มีความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 การที่ผลวิจัยเป็นเช่นนี้เนื่องจากการตั้งคำถามที่เกี่ยวข้องกับความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์เป็นวิธีการที่กระตุ้นให้ผู้เรียนสืบเสาะคุณลักษณะความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ ยังช่วยให้ครูผู้สอนวิเคราะห์เข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ของผู้เรียนในเบื้องต้น และสามารถวางแผนการจัดการเรียนรู้ที่ช่วยพัฒนาความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ได้อย่างมีประสิทธิภาพ (Clough, 2011) ในขั้นการสำรวจตรวจสอบ เมื่อนักเรียนได้สำรวจตรวจสอบเพื่อหาคำตอบและหลักฐานทางวิทยาศาสตร์ตามกระบวนของนักวิทยาศาสตร์ที่หลากหลายนอกเหนือไปจากการทำตามคู่มือครูเพียงอย่างเดียว ซึ่งเป็นวิธีการที่จะช่วยให้ผู้เรียนเข้าใจวิธีการที่หลากหลายรูปแบบของการสืบเสาะทางวิทยาศาสตร์ (Bell, 2008; Crawford, 2012; Duschl and Grandy. 2008) สอดคล้องกับ Bell et al. (2012) ที่อธิบายว่า เมื่อผู้สอนออกแบบบทเรียนที่เหมาะสมระหว่างกระบวนการทักษะและธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ ในระหว่างทำกิจกรรมควรส่งเสริมให้ผู้เรียนใช้อวัยวะรับสัมผัสทั้ง 5 ในการรวบรวมข้อมูล การใช้คำถามตรวจสอบเพื่อช่วยให้ผู้เรียนเกิดความรอบคอบในการสังเกตวัตถุหรือภาพ ผู้เรียนฝึกปฏิบัติการสังเกต ผู้สอนคอยให้ความช่วยเหลือเพื่อพัฒนาความถูกต้องและความชัดเจนในการสังเกต เมื่อนักเรียนได้หลักฐานจากการสังเกต ครูต้องนำไปสู่การเชื่อมโยงระหว่างหลักการและวิธีการที่นักเรียนสังเกต รวมถึงชนิดของหลักฐาน ชี้ให้เห็นหลักฐานเชิงประจักษ์ ฝึกให้ผู้เรียนเชื่อมโยงระหว่างคำถามและคำอธิบายทางวิทยาศาสตร์ ครูต้องช่วยเหลือให้นักเรียนสามารถแยกความแตกต่างระหว่างการสังเกตและการอนุมานออกจากกันได้ รวมถึงกระบวนการที่ช่วยให้นักเรียนเข้าใจว่าความรู้สามารถเปลี่ยนแปลงได้เมื่อมีข้อมูลหรือหลักฐานใหม่ ๆ ที่น่าเชื่อถือมากกว่าข้อมูลชุดเดิม กระบวนการเหล่านี้จะช่วยให้ผู้เรียนเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ และสอดคล้องกับผลการวิจัยของ Thiangchathatip (2010) ที่พบว่า การจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์ทำให้นักเรียนมีความเข้าใจธรรมชาติของ

วิทยาศาสตร์เพิ่มขึ้นในทุกประเด็น และสามารถอธิบายเหตุผลที่สนับสนุนความเข้าใจตนเองได้มากขึ้น ซึ่งนักเรียนมีความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ ในขั้นการอธิปราย การอภิปรายกิจกรรมการเรียนรู้ช่วยให้ผู้เรียนแสดงความเชื่อมโยงระหว่างข้อมูล/หลักฐานในการตอบคำถามและแสดงความคิดเห็นเมื่อผู้อื่นนำเสนอ ช่วยให้นักเรียนเกิดการแลกเปลี่ยนเรียนรู้ทั้งด้านเนื้อหาวิทยาศาสตร์และธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ สอดคล้องกับ Limpanont (2011) และ Wong et al. (2011) ที่ใช้กิจกรรมการอภิปราย การแสดงความคิดเห็น และกิจกรรมโต้วาที เพื่อส่งเสริมและพัฒนาความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ ในขั้นการสะท้อนคิด งานวิจัยของ Ladachart (2015) การสะท้อนคิดเกี่ยวกับธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ จะช่วยให้ผู้เรียนเชื่อมตัวระหว่างประสบการณ์จากการปฏิบัติกิจกรรมเข้ากับคุณลักษณะธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ สอดคล้องกับงานวิจัยของ Mahalee (2010) และ Paenchupon et. al. (2015) ที่ได้สรุปว่า การเปิดโอกาสให้นักเรียนได้สะท้อนความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ในระหว่างการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ทำให้นักเรียนมีแนวโน้มที่มีความเข้าใจบางส่วนและมีความเข้าใจอย่างถูกต้องชัดเจนมากยิ่งขึ้นในทุกประเด็นที่ศึกษา

3. ผลพัฒนาการความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์โดยใช้การวิเคราะห์การตอบคำถาม การบันทึกอนุทิน แบบสัมภาษณ์ แบบประเมินความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ระหว่างการจัดการเรียนรู้ ผู้วิจัยเป็นผู้วิเคราะห์ มีประเด็นที่น่าสนใจคือ นักเรียน 3 กลุ่มที่แบ่งตามผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ `คือ กลุ่มที่ 1 มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนในระดับต่ำ (เกรดเฉลี่ยวิชาวิทยาศาสตร์อยู่ระหว่าง 1.00 – 1.99) กลุ่มที่ 2 มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนในระดับปานกลาง (เกรดเฉลี่ยวิชาวิทยาศาสตร์อยู่ระหว่าง 2.00 – 2.99) และกลุ่มที่ 3 มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนในระดับสูง (เกรดเฉลี่ยวิชาวิทยาศาสตร์ตั้งแต่ 3.00 ขึ้นไป) ก่อนเรียนมีความเข้าใจคลาดเคลื่อนเกี่ยวกับธรรมชาติของวิทยาศาสตร์โดยมีผลจากการสัมภาษณ์ในระดับ Naïve เหมือนกัน เมื่อได้รับการจัดการเรียนรู้เพื่อส่งเสริมความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ พบว่า คุณลักษณะหลักฐานเชิงประจักษ์ มีนักเรียน 4 คนที่ไม่พบพัฒนาการ นักเรียนจำนวน 5 คนมีพัฒนาการความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ในด้านความแตกต่างระหว่างการอนุมานและการสังเกต กฎและทฤษฎี ความรู้ทางวิทยาศาสตร์เปลี่ยนแปลงได้และกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ นักเรียนทั้ง 9 คนมีพัฒนาการความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ คุณลักษณะด้านวิทยาศาสตร์กับสังคม มีนักเรียน 3 คน ที่ไม่พบพัฒนาการ นักเรียนจำนวน 6 คนมีพัฒนาการความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ โดยเฉพาะนักเรียนในกลุ่มที่มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนระดับกลาง–สูง สามารถพัฒนาความเข้าใจไปถึงระดับที่เข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ตามที่งานวิจัยกำหนด อาจเนื่องมาจากการนำคำถามธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ร่วมกับเนื้อหาวิชาช่วยให้ผู้เรียนเกิดพัฒนาธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ สอดคล้องกับแนวคิดและงานวิจัยของ Clough (2011) ควรวัดความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์โดยการสร้างคำถามเข้าไปกับเนื้อหาวิชา จะช่วยให้นักเรียนเห็นความสำคัญของธรรมชาติของวิทยาศาสต์ว่าเป็นส่วนหนึ่งของวิทยาศาสตร์และสร้างความตระหนักในการใช้

ธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ในการเรียนวิทยาศาสตร์ ดังนั้นจึงการออกแบบคำถาม/หัวข้อการเขียนอนุทินที่บูรณาการคำถามธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ร่วมกับเนื้อหาช่วยพัฒนาความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ให้กับผู้เรียนในงานวิจัยนี้สอดคล้องกับแนวคิดการนำประเด็นวิทยาศาสตร์มาให้นักเรียนแสดงความคิดเห็น/โต้เถียง

อย่างไรก็ตาม ยังพบว่า คุณลักษณะที่ 1 “ความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ต้องมีความน่าเชื่อถือและหลักฐานเชิงประจักษ์” พบว่า นักเรียน 4 คนไม่สามารถพัฒนาความเข้าใจจากระดับ Naïve ได้ คำตอบที่เป็นตัวอย่างที่ชัดเจน คือ คำถามในแผนการจัดการเรียนรู้ที่ 7 การให้นักเรียนแสดงความคิดเห็นเรื่อง “ควรนำต้นไม้ไว้ในห้องนอนเวลากลางคืนหรือไม่ เพราะเหตุใด” แม้นักเรียนได้รับการจัดการเรียนรู้เรื่องการใช้หลักการการอธิบายด้วยเหตุผลและความรู้เรื่อง การสังเคราะห์ด้วยแสงและการหายใจแสง แต่นักเรียนทั้ง 4 ตอบคำถามด้วยข้อความที่อ้างอิงถึงการได้ยินคำบอกเล่ามา ดังข้อคำตอบ “ไม่ควรนำต้นไม้มาไว้ในห้องนอน เพราะเคยได้ยินมาว่าอย่าอยู่ใต้ต้นไม้ตอนกลางคืน เพราะพืชจะปล่อย CO_2 ออกมา ดังนั้นก็ไม่ควรนำต้นไม้มาไว้ในห้องนอน” แสดงให้เห็นว่านักเรียนยังไม่สามารถอธิบายโดยอาศัยเหตุผลและหลักฐานทางวิทยาศาสตร์ได้ และคำถามในแผนการจัดการเรียนรู้ที่ 11 “ภาคเกษตรกรรมส่งผลต่อก๊าซภาวะเรือนกระจกที่เพิ่มขึ้น นักเรียนมีความคิดเห็นอย่างไรกับบทความนี้และนำหลักฐาน ความรู้มาอธิบาย/โต้แย้ง/สนับสนุนอย่างไร” ซึ่งในใบกิจกรรมนำเสนอข้อมูลด้านลบของเกษตรกรรมต่อภาวะโลกร้อน นักเรียนจึงควรหาข้อมูลตั้งคำถามที่คัดค้านหรือปัจจัยที่ส่งผลต่อข้อมูลนี้ เช่น ฤดูที่เก็บข้อมูล (ถ้าเป็นช่วงใบไม้ร่วง CO_2 มีมากขึ้น ในฤดูใบไม้ผลิมี CO_2 ลดลง ใกล้หรือไกลแหล่งอุตสาหกรรม และถึงต้นไม้เป็นแหล่งดูดซับคาร์บอนไดออกไซด์) และสร้างข้อสรุปในเรื่อง ปัจจัยที่ส่งผลต่อภาวะโลกร้อน ผลเสียของเกษตรกรรมแบบใหม่ (ที่เน้นการปลูกแบบอุตสาหกรรมคือปลูกพืชชนิดเดียว เผาที่ดินหลังการเพาะปลูก การเน้นใช้ปุ๋ยเคมี การบุกรุกพื้นที่ป่าเพื่อทำการเกษตรเชิงเดี่ยว) ที่ไม่คำนึงถึงสิ่งแวดล้อม” นักเรียนแสดงความคิดเห็น ในลักษณะการเห็นด้วยกับข้อมูลที่กำหนดให้ ดังคำตอบ “เกษตรกรรมมีผลต่อการเกิดภาวะโลกร้อน จากหลักฐานคือการปล่อยคาร์บอนไดออกไซด์ในระหว่างการเตรียมดิน และไนตรัสออกไซด์มาจากการเพาะปลูกถึง 68% และชาวนามักจะเผาไร่นาหลังเกี่ยวข้าว จึงสรุปได้ว่า การทำเกษตรกรรมส่งผลเร่งการเกิดภาวะโลกร้อน” แสดงให้เห็นว่านักเรียนไม่มีการพิจารณาหลักฐานเชิงประจักษ์อย่างรอบคอบ สอดคล้องกับงานวิจัยของ Ladachart et al. (2015) พบว่า นักเรียนส่วนใหญ่มีความเข้าใจที่ถูกต้องเกี่ยวกับความจำเป็นของหลักฐานเชิงประจักษ์ในการได้มาซึ่งความรู้ทางวิทยาศาสตร์ แต่ยังขาดความเข้าใจที่ว่า หลักฐานเชิงประจักษ์เหล่านั้นจำเป็นต้องได้รับการตีความและอนุมานจากนักวิทยาศาสตร์ อุปสรรคสำคัญที่ทำให้นักเรียนไม่สามารถลงข้อสรุปและสร้างคำอธิบายจากหลักเชิงประจักษ์คือ นักเรียนไม่ได้พิจารณาหลักฐานแต่ละชิ้นอย่างละเอียด นักเรียนมักระบุความคิดเห็นส่วนตัวลงไปในข้อสรุปซึ่งมักจะทำให้ข้อสรุปคลาดเคลื่อน นักเรียนบางคนมองว่า หลักฐานและข้อสรุปคือสิ่งเดียวกัน นักเรียนไม่สามารถเชื่อมโยงความสัมพันธ์ระหว่างข้อสรุปต่าง ๆ และสร้างเป็นคำอธิบายทางวิทยาศาสตร์ได้ ในคุณลักษณะที่ 6 กิจกรรม

ทางวิทยาศาสตร์ มีนักเรียน 3 ที่ยังมีความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ในระดับ Naïve หลักฐานคือเมื่อให้สถานการณ์ว่า “ความรู้เรื่องคลอโรฟิลล์ส่งผลต่อคนในสังคมอย่างไรและคนในสังคมส่งผลอย่างไรต่อกระบวนการศึกษาวิจัยคลอโรฟิลล์” นักเรียนอธิบายว่า “ความรู้เรื่องคลอโรฟิลล์ช่วยให้คนในสังคมได้รับความรู้ที่เป็นประโยชน์ต่อการดูแลสุขภาพ...” โดยไม่ได้อธิบายถึงความสนใจของคนในสังคมจะส่งผลให้เกิดงานวิจัยเรื่องคลอโรฟิลล์มากขึ้น เมื่อผู้วิจัยสอบถามนักเรียนเพิ่มเติม นักเรียนให้ความคิดเห็นว่า “นักวิทยาศาสตร์น่าจะมีความรู้มากกว่าคนทั่วไป การวางแผนการออกแบบการทดลองจึงมาจากการศึกษาเอกสารงานวิจัยมากกว่าการรับฟังความคิดเห็นของคนในสังคม” แสดงให้เห็นว่านักเรียนยังมีความเข้าใจคลาดเคลื่อนในคุณลักษณะธรรมชาติของวิทยาสตร์ในข้อนี้อยู่ ซึ่ง Allchin (2011) เสนอความคิดว่า ถึงแม้นักเรียนจะมีความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ แต่บางครั้งอาจไม่สามารถประยุกต์ใช้ได้ หากพิจารณาระดับความเข้าใจของ Bloom’s taxonomy ความเข้าใจ (understanding) หมายถึง การอธิบายความคิดหรือแนวคิด และการแปลความหมาย การสรุป การถอดความ การจัดกลุ่ม การอธิบาย (Anderson et al., 2000) Heywood et. al (2000) ได้อธิบายระดับความเข้าใจเพิ่มเติมว่า มีลักษณะที่เป็นระดับพื้นฐาน (lower) เช่น การบอก (tell) การอธิบาย (describe) และระดับสูง (upper) เช่น การสร้างคำอธิบาย (explain) การอภิปราย (discuss) การทำนาย (predict) การเปรียบเทียบ (compare) ดังนั้นแม้ว่านักเรียนจะเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ในคุณลักษณะใดก็ตาม หากไม่เข้าใจลึกซึ้งอย่างเพียงพอ อาจทำให้ไม่สามารถนำไปประยุกต์ใช้ในสถานการณ์ที่อื่น ๆ ได้ จากข้อเสนอแนะงานวิจัยของ Lai (2012) พบว่า ผู้เรียนในกลุ่มระดับต่ำมีผลความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ได้ดีขึ้นหลังการจัดการเรียนรู้ด้วยการโต้แย้งอย่างมีเหตุผล ดังนั้นการไม่สามารถพัฒนาความเข้าใจของผู้เรียนในกลุ่มที่ต่ำในครั้งนี้ อาจเป็นเพราะกิจกรรมภายใต้รูปแบบการจัดการเรียนรู้ครั้งนี้เปิดโอกาสให้ผู้เรียนได้โต้แย้งในประเด็นวิทยาศาสตร์กับสังคมเพียงแค่ 2 ครั้ง คือ เรื่องคลอโรฟิลล์และภาวะโลกร้อน ซึ่งอาจยังไม่เพียงพอสำหรับนำความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ที่มีมาสะท้อนผ่านการตอบคำถามและแสดงความคิดเห็นได้

ข้อเสนอแนะ

1. ควรฝึกให้ผู้เรียนได้ระบุหลักฐานทางวิทยาศาสตร์และสร้างคำอธิบายจากหลักฐานมากขึ้น เพื่อให้ผู้เรียนเกิดพัฒนาการความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ด้านคุณลักษณะความรู้ทางวิทยาศาสตร์ต้องอาศัยหลักฐานเชิงประจักษ์

2. ควรเพิ่มกิจกรรมการอภิปราย การโต้แย้งอย่างมีเหตุผลเป็นรายกลุ่มย่อย เพื่อฝึกให้นักเรียนทุกคนมีโอกาสในการพัฒนาการแสดงความคิดเห็นในประเด็นวิทยาศาสตร์กับสังคม

กิตติกรรมประกาศ

งานวิจัยนี้ได้รับทุนการศึกษาตามโครงการส่งเสริมการผลิตครูที่มีความสามารถพิเศษทางวิทยาศาสตร์และคณิตศาสตร์ (สควค.) จากสถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (สสวท.) และทุนสนับสนุนการวิจัยทุนภูมิพล ประจำปี 2557

เอกสารอ้างอิง

Abd-El-Khalick, F., and Lederman, N. G. (2000). Improving science teachers' conceptions of the nature of science: A critical review of the literature. **International Journal of Science Education** 22(7): 665–701.

Akerson, V. L., Abd-El-Khalick, F., and Lederman, N. G. (2000). The influence of a reflective activity based approach on elementary teachers' conceptions of the nature of science. **Journal of Research in Science Teaching** 37: 295–317.

Allchin, D. (2011). Evaluating knowledge of the nature of (whole) science. **Science Education** 95(3): 518–542.

American Association for the Advancement of Science [AAAS]. (1993). **Benchmarks for Science Literacy: A Project 2061 Report**. New York: Oxford University Press.

American Association for the Advancement of Science [AAAS]. (2009). **Benchmark online**. Retrieve from http://www.project 2061.org/publications/bsl/online/index.p hp?chapter=1#B4> 2009, November 15, 2016.

Anderson, L. W., Krathwohl, D. R., Airasian, P. W., Cruikshank, K. A., Mayer, R. E., Pintrich, P. R., Raths, J., and Wittrock, M. C. (2000). **A Taxonomy for Learning, Teaching, and Assessing: A Revision of Bloom's Taxonomy of Educational Objectives**. New York: Allyn & Bacon.

Bell, R. L. (2008). Teaching the Nature of **Science through Process Skills: Activities for Grades 3–8**. New York: Allyn & Bacon/Longman.

Bell, R. L., Mulvey, B. K., and Maeng, J. L. (2012). Beyond Understanding: Process Skills as a Context for Nature of Science Instruction. In Khine, M. S. (Ed.), **Advance in Nature of Science Research**. New York: Springer.

Bell, R. L., Smetana, L., and Binns, I. (2005). Simplifying inquiry instruction assessing the inquiry level of classroom activities. **The Science Teacher** 72(7): 30–33.

Bureau of Academic Affairs and Educational standard. (2008). **Science: The Basic Education Core Curriculum 2008**. Bangkok: Author.

Bybee, R. W. (2006). Scientific inquiry and scientific teaching. In Flick, L., and Lederman, N. (Ed.), **Scientific Inquiry and Nature of Science: Implication for Teaching, Learning, and Teacher Education** (pp. 1–14). Dordrecht, The Netherland: Springer.

Callahan, B. E. (2009). **Enhancing Nature of Science Understanding, Reflective Judgment, and Argumentation through Socioscientific Issues**. Ph.D. dissertation, Graduate School, University of South Florida.

Capps, D. K., and Crawford, B. A. (2013). Inquiry-based instruction and teaching about nature of science: Are they happening. **Journal of Science Teacher Education** 24: 497–526.

Clough, M. P. (2011). Teaching and assessing the nature of science: How to effectively incorporate the nature of science in your classroom. **The Science Teacher** 78(6): 56–60.

Crawford, B. (2012). Moving the essence of inquiry into the classroom: Engaging teachers and students in authentic research. In Tan, K. C. D., and Kim, M. (Eds.), **Issues and challenges in Science Education Research: Moving Forward** (pp. 25–42). Dordrecht: Springer.

Duschl, R. A., and Grandy, R. E. (2008). **Teaching Scientific Inquiry: Recommendations for Research and Implementation**. Rotterdam: Sense.

Heywood, J. (2000). **Assessment in Higher Education**. London: Jessica Kingsley.

Holbrook, J., and Rannikmae, M. (2007). The nature of science education for enhancing scientific literacy. **International Journal of Science Education** 29(11): 1347–1362.

Joyce, B., Weil, M., and Calhoun, E. (2011). **Models of Teaching**. 8th ed. Boston: Pearson Education.

Kim, S. Y., and Irving, K. E. (2010). History of science as an instructional context: Student learning in genetics and nature of science. **Science and Education**. 19: 187–215.

Ladachart, L. (2015). Ninth grade students' making scientific inferences and explanations. **Journal of Silpakorn University** 35(1): 171–206. (in Thai)

Lai, M. C. (2012) **Nature of Science Knowledge and Scientific Argumentation Skills in Taiwanese College Biology Students**. Ph.D. Dissertation, Graduate School, the Ohio State University.

Lederman, N. G., and Abell, S. K. (2007). **Handbook of Research on Science Education**. NJ, USA: Lawrence Erbaum.

Limpanont, P. (2011). **The Development of the Integrated Nature of Science Curriculum to Enhance Student Understanding of the Nature of Science and Decision Making on Science-Based Dilemmas**. Ph.D. (Science Education) Dissertation. **Bangkok: Srinakharinwirot University.** (in Thai)

Mahalee, K. (2010). The seventh grade students' understandings of nature of science. **Songklanakarin Journal of Social Sciences & Humanities** 16: 795–809.

McDonald, C. V. (2010). The influence of explicit nature of science and argumenttation instruction on preservice primary teachers' views of nature of science. **Jour-**

nal of Research in Science Teaching 47(9): 1137–1164.

Minner, D. D., Levy, A. J., and Century, J. (2010). Inquiry based science instruction – what is it and does it matter? Results from a research synthesis years 1984 to 2002. **Journal of Research in Science Teaching**. 47: 474–496.

Miranda, R. J., and Hermann, R. S. (2012). An integrated instructional approach to facilitate inquiry in the xlassroom. **Science Scope** 35(8): 66–72.

National Research Council [NRC]. (1996). **National Science Education Standards**. Washington, DC: National Academic Press.

Nuangchalerm, P. (2015). **The 21st Century Science Instruction**. Bangkok: Chulalongkorn University. (in Thai)

Ong, A. C., and Borich, G. D., Ed. (2006). **Teaching Strategies that Promote Thinking: Model and Curriculum Approaches**. Singapore: McGraw-Hill Education.

Paenchupon, D., Pongsophon, S., and Jinuntuya, N. (2015). The development of grade 10 students' understanding of the nature of science using explicit-reflective approach in the unit of equilibrium. **RSU National Research Conference 2015.** Bangkok: Rungsit University.

Perkins, G. D. (2006). Understand the scientific enterprise: Conversation with Alan Leshner. **Educational Leadership** 64(4): 8–15.

Peters, E., and Kitsantas, A. (2010). The Effect of nature of science metacognitive prompts on science students' content and nature of science knowledge, metacognition, and self-regulatory efficacy. **School Science and Mathematics** 110(8): 382–396.

Roberts, D. A. (2007). Scientific literacy/science literacy. In Abell, S. K., and Lederman, N. G. (Eds.) **Handbook of Research on Science Education.** NJ: Lawrence Erlbaum Associates.

Rosenblatt, L. B. (2011**). Rethinking the Way We Teach Science: The Interplay of Content Pedagogy, and the Nature of Science**. UK: Routledge.

Sawyer, R. K. (2006). **The Cambridge Handbook of the Learning Sciences**. New York: Cambridge University.

Schwartz, R. S., and Crawford, B. A. (2006). Authentic scientific inquiry as context for teaching nature of science. In Flick, L. B., and Lederman, N. G. (Eds.), **Scientific Inquiry and Nature of Science: Implications for Teaching, Learning, and Teacher Education** (pp. 331–355). Dordrecht, The Netherland: Springer.

Schwartz, R. S., Lederman, N. G., and Crawford, B. A. (2004). Developing views of nature of science in an authentic context:

An explicit approach to bridging the gap between nature of science and scientific inquiry. **Science Education** 88(4): 610–645.

Thiangchathatip, K. (2010). Developing grade-11 students' scientific conceptions in the topic of endocrine system and understanding of nature of science by inquiry-based learning. M.Ed. Thesis in Science Education. Bangkok: Kasetsart University. (in Thai)

Wong, S. L, Wan, W., and Cheng, M. M. W. (2011). Learning nature of science through socioscientific issue. In Sadler, T. D. (Ed.), **Socio-scientific Issue in the classroom: teaching, Learning and Research**. New York: Springer.

Zeidler, D., and Nichols, B. (2009). Socio-scientific issues: Theory and practice. **Journal of Elementary Science Education** 21(2): 49–58.