

ความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4

Tenth grade students' views of nature of science

ธัญยาภรณ์ กักดี (Thanyaporn Pakdee)\* ดร.ชาตรี ฝ้ายคำตา (Dr.Chatree Faikhamta)\*\*

ดร.พจนารต สุวรรณรุจิ (Dr.Potjanart Suwanruji)\*\*\*

บทคัดย่อ

การวิจัยนี้เป็นส่วนหนึ่งของงานวิจัยปฏิบัติการในชั้นเรียน โดยมีวัตถุประสงค์เพื่อสำรวจความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 จำนวน 21 คน โดยใช้แบบสอบถามที่มีลักษณะเป็นคำถามปลายเปิดที่ครอบคลุมธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ทั้งหมด 7 ประเด็น วิเคราะห์ข้อมูลโดยการวิเคราะห์เชิงเนื้อหา ผลการวิจัยพบว่าไม่มีนักเรียนที่มีความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ถูกต้องในประเด็นความแตกต่างระหว่างกฎและทฤษฎี ความแตกต่างระหว่างการสังเกตและลงความเห็น และมายาคติของการแสวงหาความรู้วิทยาศาสตร์ นักเรียนมากกว่าร้อยละ 50 มีความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์บางส่วนในประเด็น วิทยาศาสตร์อาศัยความคิดสร้างสรรค์และจินตนาการ วิทยาศาสตร์ต้องการหลักฐาน และสังคมและวัฒนธรรมมีอิทธิพลต่อวิทยาศาสตร์ แม้นักเรียนส่วนใหญ่มีความเข้าใจถูกต้องในประเด็นความรู้วิทยาศาสตร์เปลี่ยนแปลงได้ แต่ก็ยังไม่สามารถยกตัวอย่างและอธิบายได้ จากผลการวิจัยนี้ส่งเสริมให้มีการจัดการเรียนรู้เพื่อพัฒนาความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ของนักเรียนให้ถูกต้องในทุกๆ ประเด็น

ABSTRACT

This study is part of action research project which aims to explore twenty one grade 10 students' understandings of nature of science (NOS). Data were gathered by using an open-ended questionnaire covering seven aspects and were analyzed by content analysis. The results indicated all of the students held inadequate understanding of all three aspects, theories and laws, observation and inference, scientific inquiry. More than fifty percent of students held transitional views in creativity and imagination, evidence and the influence of social and cultural milieu on science. However, most of them held informed views in tentative but they cannot describe this aspect clearly. This finding suggests that teaching and learning science should focus on all of aspects of NOS.

**คำสำคัญ:** ธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ ความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์

**Key Words:** Nature of science, Understanding of nature of science

\*นิสิต หลักสูตรศึกษาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาวิทยาศาสตร์ศึกษา คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

\*\* ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ภาควิชาการศึกษา คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

\*\*\* ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ภาควิชาเคมีอุตสาหกรรม คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

**บทนำ**

การเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ถือเป็นกุญแจสำคัญที่จะทำให้บุคคลสามารถนำเอาความรู้วิทยาศาสตร์ที่ได้ มาปรับใช้ในชีวิตประจำวัน การประกอบอาชีพ รวมไปถึงการเข้าร่วมกิจการต่างๆทางวิทยาศาสตร์ (American Association for the Advancement of Science [AAAS], 1990) หรือที่เรียกว่าเป็นผู้รู้วิทยาศาสตร์ตามเป้าหมายของการจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์นั่นเอง ซึ่งการเป็นผู้รู้วิทยาศาสตร์ไม่ใช่เพียงแต่การเข้าใจเนื้อหาวิทยาศาสตร์เท่านั้น แต่จะต้องเข้าใจกระบวนการทำงานของวิทยาศาสตร์ตลอดจนธรรมชาติและข้อจำกัดของความรู้วิทยาศาสตร์ด้วย National Science Education Standard (National Research Council [NRC], 2000) ส่งผลให้ทั้งในและต่างประเทศมีมาตรฐานการจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ที่ให้ความสำคัญกับการสอนธรรมชาติวิทยาศาสตร์สำหรับประเทศไทยเอง ได้มีการบรรจุความสำคัญของธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ไว้ในสาระการเรียนรู้ที่ 8 เพื่อส่งเสริมความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์แก่ผู้เรียน

อย่างไรก็ดีพบว่ายังมีภาระงานวิจัยในประเทศไทยที่ศึกษาและพัฒนาความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ของนักเรียนไม่มากนัก และผลการศึกษามีความสอดคล้องกันว่า ผู้เรียนส่วนใหญ่ยังมีแนวโน้มที่มีความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์อยู่ในระดับที่ไม่ถูกต้องและเข้าใจคลาดเคลื่อน (สุทธิดา และคณะ, 2552; ลือชา, ลฎาภา, 2555) โดยสาเหตุหนึ่งที่มีผลสำคัญ ทำให้ผู้เรียนมีความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ไม่ถูกต้องนั้นเกิดจากการที่ครูจำนวนหนึ่งไม่มีความเข้าใจ ธรรมชาติของวิทยาศาสตร์หรือมีความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ที่คลาดเคลื่อน (Lederman, 1992; McComas, 1998; สุทธิดา, นฤมล, 2551) ส่งผลให้ครูไม่ได้มีการจัดการเรียนการสอนที่

เน้น หรือส่งเสริมความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ให้แก่ผู้เรียน (Khishfe, Abd-El-Khalick, 2002; Khishfe, 2008)

จากประสบการณ์การศึกษาวิทยาศาสตร์ของ ผู้วิจัยเองการจัดการเรียนการสอน ในชั้นเรียนวิทยาศาสตร์เป็นการเน้นเพียงแต่เนื้อหาวิทยาศาสตร์เท่านั้น ผู้วิจัยเองไม่เคยได้ยินคำว่าธรรมชาติของวิทยาศาสตร์มาก่อน จนกระทั่งได้มีโอกาสเรียนวิชาการสอนเคมี ทำกิจกรรมที่มีชื่อว่ากล่องปริศนา ซึ่งผู้วิจัยรู้สึกประทับใจมาก และในตอนนั้นเองทำให้ผู้วิจัยได้รู้จักกับคำว่าธรรมชาติของวิทยาศาสตร์และตระหนักได้ว่าการได้เข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ ช่วยให้ผู้วิจัยเรียนวิทยาศาสตร์อย่างมีความหมาย ซึ่งสอดคล้องกับประสบการณ์ที่ผู้วิจัยได้มีโอกาสไปสังเกตการสอนในชั้นเรียนวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ณ โรงเรียนมัธยมศึกษาแห่งหนึ่ง พบว่า การจัดการเรียนการสอน ในชั้นเรียนวิทยาศาสตร์ไม่ได้มีการสอดแทรกธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ในชั้นเรียน การเรียนการสอนเป็นเพียงการเน้นเนื้อหาวิทยาศาสตร์เท่านั้น ด้วยเหตุผลดังกล่าว จึงเป็นจุดเริ่มต้นทำให้ผู้วิจัยมีความสนใจที่จะศึกษาเกี่ยวกับการเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์

ด้วยเหตุผลดังกล่าว ผู้วิจัยคิดว่าการสำรวจความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ของนักเรียนที่มีอยู่เดิม เป็นสิ่งจำเป็นอย่างยิ่งที่ครูผู้สอนจะต้องศึกษาเพื่อนำมาใช้เป็นข้อมูลสำหรับการวางแผนจัดการเรียนการสอนที่จะช่วยแก้ปัญหาและพัฒนาความเข้าใจธรรมชาติของนักเรียน ทำให้ผู้วิจัยสนใจที่จะสำรวจความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ของนักเรียนของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ในประเด็นต่างๆเพื่อนำผลการสำรวจที่ได้มาพิจารณาร่วมกับการวางแผนการจัดการเรียนการสอนเพื่อพัฒนาความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ของนักเรียนต่อไป

**วัตถุประสงค์การวิจัย**

เพื่อสำรวจความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ในประเด็นต่างๆ

**วิธีวิจัย**

การวิจัยนี้เป็นการวิจัยเชิงสำรวจ โดยกลุ่มตัวอย่างคือ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ห้องเรียนพิเศษวิทยาศาสตร์จำนวน 1 ห้องเรียน มีนักเรียนทั้งหมด 21 คน เป็นชาย 7 คน หญิง 14 คน ที่เรียนรายวิชาเคมี ภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2557 ณ โรงเรียนมัธยมศึกษา ขนาดใหญ่พิเศษแห่งหนึ่ง สังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษามัธยมศึกษา เขต 3 (นนทบุรี-พระนครศรีอยุธยา) กระทรวงศึกษาธิการ

**ระเบียบวิธีวิจัย**

สำหรับเครื่องมือที่ใช้ในการเก็บรวบรวมข้อมูล ได้แก่ แบบวัดความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ของนักเรียน ที่ครอบคลุมธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ 7 ประเด็น ได้แก่ 1) ความรู้วิทยาศาสตร์สามารถเปลี่ยนแปลงได้ 2) วิทยาศาสตร์ต้องการหลักฐาน 3) วิทยาศาสตร์อาศัยความคิดสร้างสรรค์และจินตนาการ 4) มายาคติของขั้นตอนการแสวงหาความรู้วิทยาศาสตร์ 5) สังคมและวัฒนธรรมมีอิทธิพลต่อวิทยาศาสตร์ 6) ความแตกต่างระหว่างกฎและทฤษฎี 7) ความแตกต่างระหว่างการสังเกตและการลงความเห็น โดยมีลักษณะเป็นคำถามปลายเปิดที่ปรับปรุงคำถามให้มีความสอดคล้องกับเนื้อหาเคมีจำนวนทั้งสิ้น 7 ข้อ โดยใช้เวลาให้นักเรียนทำแบบสอบถาม 50 นาที

**วิเคราะห์ข้อมูล**

ผู้วิจัยนำคำตอบที่ได้มาวิเคราะห์ข้อมูลด้วยวิธีการวิเคราะห์ข้อมูลเชิงเนื้อหาโดยเรียงข้อคำถาม โดยกำหนดรหัสของนักเรียนแต่ละคน แล้วจึงจัดเส้นใต้คำตอบของนักเรียนที่เกี่ยวข้องกับความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์แล้วนำคำตอบที่มีความคล้ายคลึงกันมาจัดกลุ่มแล้วเทียบกับแนวคิดธรรมชาติของวิทยาศาสตร์และจัดคำตอบของนักเรียนออกเป็น 3 กลุ่ม ได้แก่ 1) เข้าใจถูกต้อง หมายถึง คำตอบที่แสดงสามารถอธิบาย ขยายความได้ถูกต้องและสอดคล้องกับแนวคิดธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ 2) เข้าใจบางส่วน หมายถึง คำตอบบางส่วนถูกต้อง หรือมีบางส่วนยังไม่สอดคล้อง หรือยังไม่สามารถขยายความยกตัวอย่างได้ถูกต้องกับแนวคิดธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ 3) ไม่เข้าใจ หมายถึง นักเรียนไม่ตอบคำถาม หรือไม่ได้แสดงความคิดเห็น หรือคำตอบไม่ได้สอดคล้องและถูกต้องตามแนวคิดธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ โดยผลการวิเคราะห์ข้อมูลนี้จะได้รับการตรวจสอบการตีความจากผู้เชี่ยวชาญด้านการจัดการเรียนการสอนธรรมชาติของวิทยาศาสตร์จำนวน 1 ท่าน เพื่อความถูกต้องและน่าเชื่อถือของข้อมูล

**ผลการวิจัย**

**1. ประเด็นความรู้วิทยาศาสตร์สามารถเปลี่ยนแปลงได้**

สำหรับประเด็นนี้ ผู้วิจัยใช้คำถามเพื่อวัดความเข้าใจของนักเรียนว่า นักเรียนคิดว่าข้อความรู้เกี่ยวกับแบบจำลองอะตอมในอนาคตจะมีการเปลี่ยนแปลงไปจากปัจจุบันหรือไม่ เพราะเหตุใดพบว่า จากคำตอบของนักเรียน พบว่านักเรียนส่วนใหญ่มีจำนวน 11 คน (ร้อยละ 52) มีความเข้าใจถูกต้องว่าความรู้วิทยาศาสตร์สามารถเปลี่ยนแปลงได้ โดยให้เหตุผลว่าการมีเทคโนโลยีที่ก้าวหน้าทำให้ได้ข้อมูลเกี่ยวกับอะตอมที่ใกล้เคียงความเป็นจริงมากขึ้น (5 คน) มีการค้นพบทฤษฎีอื่นที่สามารถพิสูจน์และเป็นที่ยอมรับ

ยอมรับ (4 คน) ข้อมูลใหม่ที่ถูกค้นพบทำให้ความรู้  
วิทยาศาสตร์สมบูรณ์มากขึ้น (2 คน)

นักเรียนจำนวน 6 คน (ร้อยละ 29) ที่มีความ  
เข้าใจบางส่วนในประเด็นนี้ ให้เหตุผลว่า ความรู้  
วิทยาศาสตร์สามารถเปลี่ยนแปลงได้ เนื่องจาก  
นักวิทยาศาสตร์แต่ละคนมีความคิดเห็นที่แตกต่างกัน  
ออกไป (2 คน) และการที่นักวิทยาศาสตร์มีการคิดค้น  
อยู่เสมออาจทำให้เกิดแบบจำลองอะตอมเพิ่มเติมจากที่  
เป็นอยู่ (2 คน) นอกจากนี้ยังมีนักเรียนบางคนให้  
เหตุผลว่า การประดิษฐ์ที่ทันสมัยทำให้เกิดแบบจำลอง  
อะตอมมากขึ้น (1 คน) และการค้นพบทฤษฎีใหม่  
ที่ถูกต้องจะล้มล้างทฤษฎีเดิม (1 คน)

นอกจากนี้ยังมีนักเรียนที่ไม่เข้าใจในประเด็นนี้  
จำนวน 4 คน (ร้อยละ 19) โดยให้เหตุผลว่า  
แบบจำลองอะตอมในปัจจุบันสามารถอธิบาย  
โครงสร้างอะตอมได้ดีที่สุดแล้วจึงไม่เกิดการ  
เปลี่ยนแปลงอีก (1 คน) และนักเรียนจำนวน 3 คนที่ไม่  
สามารถจัดกลุ่มของคำตอบได้ เนื่องจากนักเรียนไม่  
เข้าใจเรื่องโครงสร้างอะตอม

## 2. ประเด็นวิทยาศาสตร์อาศัยความคิดสร้างสรรค์และ จินตนาการ

ผู้วิจัยใช้คำถามว่า นักเรียนคิดว่าการสร้าง  
และพัฒนาข้อความรู้ทางวิทยาศาสตร์ นักวิทยาศาสตร์  
ต้องใช้ความคิดสร้างสรรค์และจินตนาการหรือไม่  
อย่างไร ยกตัวอย่างประกอบ เพื่อวัดความเข้าใจของ  
นักเรียนในประเด็นนี้ พบว่านักเรียนส่วนใหญ่จำนวน  
12 คน (ร้อยละ 57) มีความเข้าใจในประเด็นนี้ในกลุ่ม  
เข้าใจบางส่วน โดยให้เหตุผลว่า ความคิดสร้างสรรค์  
และจินตนาการใช้ในการคิดค้นสิ่งใหม่นำมาซึ่งการ  
พัฒนาความรู้วิทยาศาสตร์ (5 คน) อีกลักษณะหนึ่งคือ  
ความคิดสร้างสรรค์และจินตนาการใช้ในการสร้าง  
แบบจำลองและออกแบบสิ่งที่ศึกษา (3 คน) อย่างไรก็ตาม  
ทั้งสามคนก็ยังอธิบายได้ไม่ชัดเจน และยังมีนักเรียน

ให้เหตุผลว่ามีการใช้ความคิดสร้างสรรค์ในการสร้าง  
สูตร หาคณะ สมบัติและการทดลองใหม่ๆ (2 คน)  
นอกจากนี้ยังมีนักเรียนให้เหตุผลอื่นๆ ได้แก่ ใช้  
ความคิดสร้างสรรค์และจินตนาการในการตั้งปัญหา  
สมมติฐานเพื่อทดลองและค้นคว้าสิ่งใหม่ๆ (1 คน)  
หรือใช้ในการประดิษฐ์สิ่งต่างๆหรือกำหนดทฤษฎี (1)  
อย่างไรก็ตามนักเรียนในกลุ่มนี้มักจะขาดการอธิบาย  
และยกตัวอย่างที่ชัดเจน

สำหรับนักเรียนที่มีความเข้าใจถูกต้องใน  
ประเด็นนี้มีจำนวน 4 คน (ร้อยละ 19) โดยนักเรียนทั้ง  
4 คนให้เหตุผลที่คล้ายคลึงกันคือความคิดสร้างสรรค์  
และจินตนาการจำเป็นสำหรับการศึกษาเรื่องที่ไม่  
สามารถมองเห็นหรือจับต้องได้โดยการสร้าง  
แบบจำลองหรือรูปภาพให้มองเห็นชัดเจนและยัง  
จำเป็นต่อการริเริ่มสิ่งใหม่ๆ อีกทั้งยังมีการอธิบายที่  
ชัดเจน

อย่างไรก็ตามยังมีนักเรียนอีก 5 คน (ร้อยละ  
24) ที่ยังไม่มีความเข้าใจในประเด็นนี้โดยให้เหตุผล  
ว่า นักวิทยาศาสตร์ใช้ความคิดสร้างสรรค์และ  
จินตนาการเพื่อไม่ให้ซ้ำกับคนอื่น (1คน) และต้องคิด  
นอกกรอบเพื่อสร้างสิ่งใหม่ๆ (1คน) อีก 2 คนไม่ได้มี  
การอธิบายคำตอบ และมีนักเรียน 1 คนที่ให้เหตุผลว่า  
เพราะสมองต้องได้รับการพัฒนาทั้งสองด้าน ซึ่งไม่  
เกี่ยวข้องกับคำถาม

## 3. ประเด็นวิทยาศาสตร์ต้องการหลักฐาน

ในประเด็นนี้ ผู้วิจัยใช้คำถามวัดความเข้าใจ  
ของนักเรียนว่า ถ้าหากมีการเสนอแบบจำลองอะตอม  
ขึ้นใหม่ นักเรียนคิดว่าแบบจำลองอะตอมนั้นจะ  
สามารถเป็นที่ยอมรับของนักวิทยาศาสตร์โดยทั่วไป  
ได้หรือไม่ อย่างไร จากคำตอบของนักเรียนพบว่า  
นักเรียนจำนวน 11 คน (ร้อยละ 52) มีความเข้าใจ  
ประเด็นนี้อยู่ในกลุ่มเข้าใจบางส่วน โดยเหตุผลของ  
นักเรียนในกลุ่มนี้ส่วนใหญ่มักพูดถึงการพิสูจน์ได้ว่า

เป็นจริงแต่พูดถึงสิ่งที่พิสูจน์แตกต่างกันครั้งนี้ กลุ่มแรก พูดถึงการพิสูจน์ทฤษฎีให้เป็นที่ยอมรับ (3 คน) อีกกลุ่มหนึ่งกล่าวถึงการพิสูจน์แบบจำลอง (3 คน) และอีกกลุ่มหนึ่งกล่าวถึงการมีหลักการประกอบการพิสูจน์ (2 คน) ส่วนนักเรียนอีก 2 คน กล่าวว่าต้องมีการทดลองที่น่าเชื่อถือและเป็นความจริง แตกต่างกันที่คนหนึ่งพูดถึงเพิ่มเติมว่าการทดลองนั้นต้องมีการทำซ้ำ มีนักเรียนเพียง 1 คน ที่พูดถึงการอธิบายทฤษฎีให้กระจ่าง อย่างไรก็ตามก็เห็นว่านักเรียนในกลุ่มนี้ส่วนใหญ่ยังไม่มีการกล่าวถึงหลักฐานอย่างชัดเจนและยังมีจำนวนน้อยมากที่กล่าวถึงการอธิบายประกอบหลักฐาน

นักเรียนที่มีความเข้าใจถูกต้องในประเด็นนี้ทั้งหมด 24% โดยนักเรียนทั้ง 5 คน กล่าวถึงการมีข้อมูลหรือมีการทดลองให้ดูประกอบการให้เหตุผลในการอธิบายให้ผู้อื่นเข้าใจได้จะทำให้ความรู้วิทยาศาสตร์ได้รับการเชื่อถือและยอมรับ

อย่างไรก็ดีพบว่ายังมีนักเรียนอีก 5 คน (ร้อยละ 24) ที่ยังมีความเข้าใจไม่ถูกต้องในประเด็นนี้ โดยนักเรียนจำนวน 3 คนคิดว่าความรู้วิทยาศาสตร์สามารถยอมรับและเชื่อถือได้แต่ไม่ได้กล่าวถึงหลักฐาน แต่ให้เหตุผลดังนี้ สามารถยอมรับได้เพราะแบบจำลองมีได้หลายรูปแบบไม่มีข้อบ่งชี้ชัดว่าถูกหรือผิด (2 คน) ทฤษฎีใหม่ถูกกว่าอันเก่าและเมื่อทำตามขั้นตอนทางวิทยาศาสตร์ (1 คน) นอกจากนี้ยังมีเหตุผลในลักษณะอื่นๆ ได้แก่ อาจเจอธาตุอื่นที่มีแบบจำลองต่างออกไป (1 คน) และมีนักเรียนหนึ่งคนที่คิดว่าความรู้ใหม่จะไม่ได้รับการยอมรับเพราะไม่มีข้อบ่งว่าเป็นจริง

**4. ประเด็น สังคมและวัฒนธรรมมีอิทธิพลต่อวิทยาศาสตร์**

สำหรับในประเด็นนี้ผู้วิจัยใช้คำถามเพื่อวัดความเข้าใจของนักเรียนในประเด็นนี้ว่า นักเรียนคิดว่าปัจจัยด้านสังคม วัฒนธรรม มีอิทธิพลต่อการวิจัยเพื่อ

พัฒนากรรมพันธุ์สี ในด้านการแพทย์ของนักวิทยาศาสตร์หรือไม่ อย่างไรก็ตามพบว่าคำตอบของนักเรียนส่วนใหญ่มีจำนวน 12 คน (ร้อยละ 57) อยู่ในกลุ่มมีความเข้าใจบางส่วน โดยนักเรียนส่วนใหญ่มีความเข้าใจว่า ถ้าหากสังคมมีความเชื่อเดิมที่ขัดกับความรู้นั้นก็อาจไม่ได้รับการยอมรับ (7 คน) หากสังคมและวัฒนธรรมมีพัฒนาการที่ดี การวิจัยทางวิทยาศาสตร์ก็จะสะดวกขึ้น (3 คน) และสังคมและวัฒนธรรมทำให้พบสิ่งใหม่ๆ (2 คน)

นักเรียนจำนวน 5 คน (ร้อยละ 24) มีความเข้าใจประเด็นนี้ถูกต้อง โดยนักเรียนจำนวน 3 คนในกลุ่มนี้ให้เหตุผลว่าสังคมและวัฒนธรรมกำหนดสิ่งที่นักวิทยาศาสตร์ศึกษา และนักเรียนอีก 2 คนกล่าวถึงสังคมมีส่วนสนับสนุนการศึกษาทางวิทยาศาสตร์ในแง่ของเงิน ทุกและการขนส่ง วัฒนธรรมมีผลต่อวิทยาศาสตร์โดยความรู้วิทยาศาสตร์นั้นต้องไม่ขัดกับความเชื่อเดิม

อย่างไรก็ดียังคงมีนักเรียนที่มีความเข้าใจในประเด็นนี้ไม่ถูกต้องจำนวน 4 คน (ร้อยละ 19) โดยทั้ง 4 คน คิดว่าสังคมและวัฒนธรรมมีอิทธิพลต่อวิทยาศาสตร์แต่ให้เหตุผลที่แตกต่างกันดังนี้ นักเรียนเข้าใจว่าสังคมและวัฒนธรรมกลัวการเปลี่ยนแปลง (1 คน) การเป็นที่รู้จักของสังคมทำให้ความรู้วิทยาศาสตร์ได้รับการยอมรับ (1 คน) มีการใช้เงินในการทำวิจัย (1 คน) ต้องได้รับการยอมรับจากบุคคลที่เกี่ยวข้องกับเหตุการณ์ (1 คน)

**5. ประเด็น มายาคติของการแสวงหาความรู้วิทยาศาสตร์**

สำหรับประเด็นนี้ผู้วิจัยแบ่งเป็น 2 คำถาม โดยคำถามแรกเกี่ยวกับการทำตามขั้นตอนการสืบเสาะหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์ ผู้วิจัยใช้คำถามว่านักเรียนคิดว่าในการได้มาซึ่งความรู้เกี่ยวกับการค้นพบธาตุกัมมันตรังสี นักวิทยาศาสตร์จำเป็นต้องดำเนินการ

ตามขั้นตอนของการสืบเสาะหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์หรือไม่อย่างไร พบว่า นักเรียนทั้ง 21 คน (ร้อยละ 100) ไม่เข้าใจในประเด็นนี้ โดยนักเรียนมีความเข้าใจว่าการได้มาซึ่งความรู้วิทยาศาสตร์จำเป็นต้องทำตามขั้นตอนการสืบเสาะหาความรู้ แต่มีเหตุผลแตกต่างกันดังนี้ กลุ่มแรกให้เหตุผลว่าการทำตามขั้นตอนการสืบเสาะหาความรู้ทำให้งานมีคุณภาพถูกต้องตามหลักวิทยาศาสตร์และมีความน่าเชื่อถือมากขึ้น (9 คน) นักเรียนบางกลุ่มเชื่อว่าหากทำตามขั้นตอนแล้วจะสามารถหาความรู้ได้มากขึ้น (2 คน) ต้องทำตามขั้นตอนเพราะทำให้การทำงานเป็นระบบมีแบบแผน (1 คน) เชื่อว่าต้องทำขั้นตอนเช่นนี้ทุกครั้ง (4 คน) นอกจากนี้ยังมีการให้เหตุผลในลักษณะว่า ในแต่ละขั้นตอนจำเป็นต้องทำต่อเนื่องกันไปจึงจะได้ผล (2 คน) เข้าใจว่ากระบวนการเป็นสิ่งที่สำคัญ (1 คน) ในทุกครั้งต้องมีการทดลอง (1 คน) เป็นการเปรียบเทียบความรู้ (1 คน)

สำหรับคำถามที่ 2 ผู้วิจัยใช้คำถามว่า นักเรียนเห็นด้วยหรือไม่กับความคิดว่าความรู้ทางวิทยาศาสตร์จำเป็นต้องมาจากการทดลองอย่างไร จงอธิบายเพื่อวัดความเข้าใจของนักเรียนว่าความรู้ทางวิทยาศาสตร์จำเป็นต้องมาจากการทดลองหรือไม่ พบว่าไม่มีนักเรียนที่มีความเข้าใจถูกต้องในประเด็นนี้เลย นักเรียนจำนวน 18 คน (ร้อยละ 86) มีความเข้าใจในประเด็นนี้ไม่ถูกต้อง โดยนักเรียนส่วนใหญ่มีความเข้าใจว่าความรู้วิทยาศาสตร์จำเป็นต้องมาจากการทดลอง (15 คน) โดยให้เหตุผลที่แตกต่างกันดังนี้ ผลการทดลองทำให้ข้อมูลน่าเชื่อถือสามารถตรวจสอบและพิสูจน์ความรู้ได้ (7 คน) ผลการทดลองทำให้เกิดความรู้ใหม่ (3 คน) การทดลองช่วยเพิ่มความรู้วิทยาศาสตร์ (2 คน) การทดลองทำให้วิทยาศาสตร์มีความหมาย (1 คน) นอกจากนี้ยังมีนักเรียนให้เหตุผลที่ต่างออกไปว่าการทดลองทำให้การเรียนรู้ไม่น่าเบื่อ (2

คน) แต่มีนักเรียนอีก 3 คนในกลุ่มนี้ที่เข้าใจว่าในการได้มาซึ่งความรู้วิทยาศาสตร์ไม่จำเป็นต้องทำการทดลองเสมอไป อย่างไรก็ตาม นักเรียนทั้งสามคนยังให้เหตุผลไม่ถูกต้องโดยนักเรียนเข้าใจว่า อาจมาจากหนังสือก็ได้ (1 คน) หรือมาจากทฤษฎีก็ได้ (1 คน) และไม่ได้ใช้การทดลองเพียงอย่างเดียวแต่ต้องใช้จินตนาการร่วมด้วย (1 คน) อย่างไรก็ตามพบว่ามีนักเรียนจำนวน 3 คน (ร้อยละ 14) มีความเข้าใจในประเด็นนี้บางส่วน โดยเข้าใจว่าความรู้วิทยาศาสตร์ไม่จำเป็นต้องมาจากการทดลองเท่านั้น แต่ยังมาจากการสังเกต (2 คน) หรือเกิดความสงสัยสิ่งรอบตัวจึงหาข้อมูล (1 คน)

#### 6. ความแตกต่างระหว่างการสังเกตและการลงความเห็น

ผู้วิจัยใช้คำถามเพื่อวัดความเข้าใจของนักเรียนในประเด็นนี้ว่า นักเรียนคิดว่าการสังเกตและการลงความเห็นมีความแตกต่างกันหรือไม่อย่างไร จงอธิบายพร้อมยกตัวอย่างประกอบ พบว่า นักเรียนส่วนใหญ่จำนวน 16 คน (ร้อยละ 76) มีความเข้าใจบางส่วนในประเด็นนี้ โดยนักเรียนทั้ง 18 คนมีความเข้าใจว่าการสังเกตและการลงความเห็นแตกต่างกัน โดยสามารถจัดกลุ่มของคำตอบของนักเรียนได้แตกต่างกันดังนี้ นักเรียนจำนวน 11 คน เข้าใจว่าการลงความเห็นคือการแสดงความคิดเห็นหรือความรู้สึกของตนเองลงไป อย่างไรก็ตามในกลุ่มนี้มีการกล่าวถึงการสังเกตที่แตกต่างกันโดยนักเรียน 4 คน เข้าใจว่าการสังเกตเป็นการใช้ตาสังเกตเท่านั้น นักเรียนอีก 4 คน เข้าใจว่า การสังเกตคือการสังเกตสิ่งต่างๆแล้วบันทึก นอกจากนี้นักเรียนในกลุ่มนี้ยังอธิบายการสังเกตดังนี้ การสังเกตมีการใช้ประสาทสัมผัสทั้ง 5 หาข้อมูลจากความจริง (1 คน) การสังเกตเป็นการหาความแตกต่างระหว่างสองสิ่ง (1 คน) การสังเกตเป็นการเก็บรายละเอียด ตั้งข้อสงสัยและหาคำตอบ (1 คน)

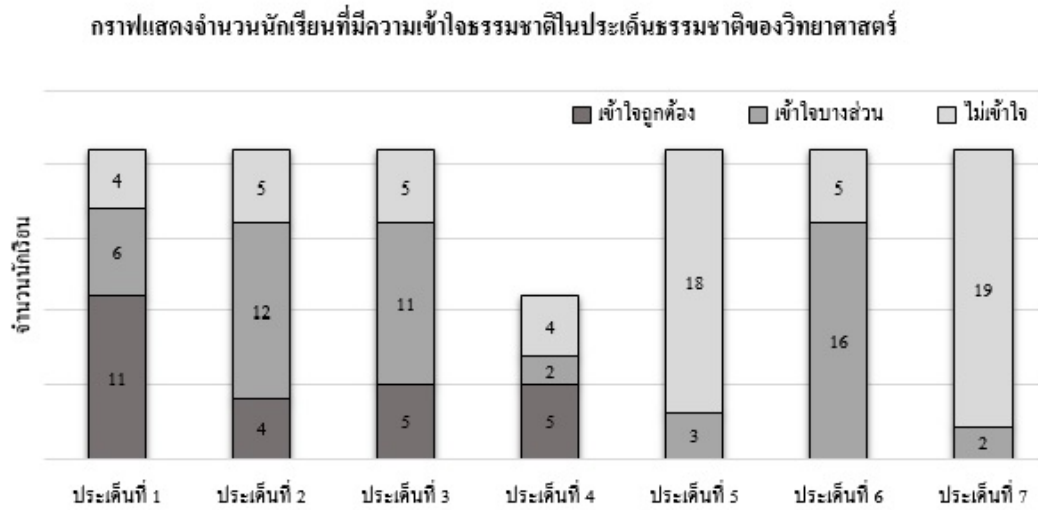
นอกจากนี้ยังมีนักเรียนอีกกลุ่มหนึ่งเข้าใจว่าการลงความเห็นเป็นผลจากการสังเกตแต่ใส่การคาดเดาลงไป (2 คน) ส่วนการสังเกตเป็นการสังเกตสิ่งรอบตัว นอกจากนี้ยังมีนักเรียนบางส่วนให้เหตุผลที่ต่างออกไปดังนี้ การลงความเห็นเป็นการถ่ายทอดความรู้ ส่วนการสังเกตเป็นการจดจำ นำมาใช้ (1 คน) การลงความเห็นเป็นการเสนอแนะ ส่วนการสังเกตเป็นการให้ความสำคัญกับสิ่งที่เราสนใจ (1 คน) และการลงความเห็นเป็นสรุปประเด็นที่วิเคราะห์ ส่วนการสังเกตเป็นการใช้ประสาทสัมผัสทั้งห้าเก็บข้อมูล (1 คน) อย่างไรก็ดี พบว่ายังมีนักเรียนจำนวน 5 คน (ร้อยละ 24) มีความเข้าใจไม่ถูกต้องในประเด็นนี้ โดยนักเรียนเข้าใจว่าการสังเกตและลงความเห็นแตกต่างกัน แต่ยังไม่ให้เหตุผลไม่ถูกต้องเช่น แตกต่างกันเพราะนักวิทยาศาสตร์แต่ละคนคิดแตกต่างกัน(1 คน) การทดลองที่ต่างกันทำให้ความคิดเห็นต่างกัน (1 คน) การสังเกตเป็นการหาความรู้คู่ตนเองแต่การลงความเห็นเป็นการเผยแพร่ความรู้ให้ผู้อื่น (1 คน) ส่วนนักเรียนอีกหนึ่งคนให้คำตอบที่ไม่เกี่ยวข้องกับคำถาม และนักเรียนอีกหนึ่งคน ไม่ได้ให้คำอธิบาย

**7. ความแตกต่างระหว่างกฎและทฤษฎี**

สำหรับประเด็นนี้ถามเพื่อวัดความเข้าใจในประเด็นนี้ว่า นักเรียนคิดว่ากฎและทฤษฎีทางวิทยาศาสตร์มีความแตกต่างกันหรือไม่ อย่างไร จงอธิบายพร้อมยกตัวอย่างประกอบ พบว่า นักเรียนจำนวน 19 คน (ร้อยละ 90) มีความเข้าใจไม่ถูกต้องในประเด็นนี้ โดยสามารถจัดกลุ่มคำตอบของนักเรียนได้ ดังนี้ นักเรียนกลุ่มแรกจำนวน 6 คน คิดว่ากฎและทฤษฎีแตกต่างกัน โดยมีความเข้าใจว่า กฎเป็นสิ่งที่ถูกต้องเป็นจริงเสมอและตายตัว ส่วนทฤษฎีคือสิ่งที่นักวิทยาศาสตร์คิดขึ้นแต่ยังไม่มีความแน่นอน นักเรียน 2 คนเข้าใจว่า กฎและทฤษฎีต่างกันที่กฎเปลี่ยนแปลงไม่ได้ ทฤษฎีเปลี่ยนแปลงได้ และยังมี

นักเรียนที่เข้าใจว่ากฎมาจากทฤษฎีที่ได้รับการพิสูจน์แน่นอนแล้ว (1 คน) นอกจากนี้ยังมีนักเรียน 4 คนที่เข้าใจในลักษณะว่ากฎเป็นข้อบังคับ อย่างไรก็ตามนักเรียนทั้ง 4 คน มีความเข้าใจเกี่ยวกับทฤษฎีที่แตกต่างกัน ดังนี้ ทฤษฎีเป็นแนวทางการดำเนินงาน (2 คน) ทฤษฎีเป็นข้อมูลที่เป็นจริงแก้ไขไม่ได้ นำมาใช้ในการพิสูจน์ (1 คน) ทฤษฎีเป็นความคิดว่าควรจะเป็นอย่างนั้น (1 คน) และยังมีนักเรียนอีก 2 คนที่ให้เหตุผลต่างออกไปจากนี้คือ ต่างกันเพราะนักวิทยาศาสตร์มีแนวคิดที่แตกต่างกัน (1 คน) กฎทำให้เกิดสิ่งต่างๆ ทฤษฎีคือสิ่งที่ปฏิบัติแล้วเป็นอย่างนั้น (1) ส่วนนักเรียนอีกกลุ่มหนึ่งมีความเข้าใจว่ากฎและทฤษฎีไม่มีความแตกต่างกัน (5 คน) โดยให้เหตุผลว่า กฎและทฤษฎีต่างก็สามารถเปลี่ยนแปลงได้ (1 คน) ต่างก็สามารถพิสูจน์ได้ (2 คน) ต่างก็เป็นการบอกที่มาของความรู้ (1 คน) ต่างก็ต้องอาศัยการทดลองในการได้มา (1 คน) อย่างไรก็ดีพบว่านักเรียนจำนวน 2 คน (ร้อยละ 10) มีความเข้าใจบางส่วนในประเด็นนี้ โดยเข้าใจว่าทฤษฎีสามารถเปลี่ยนแปลงได้ (1 คน) และเข้าใจว่ากฎจะมีหลักที่แน่นอน ส่วนทฤษฎีเป็นแนวคิดของนักวิทยาศาสตร์ (1 คน) อย่างไรก็ดีคำตอบของนักเรียนในกลุ่มนี้ยังมีบางส่วนไม่ถูกต้องและขาดการอธิบายที่ชัดเจน

กราฟที่ 1 จำนวนของนักเรียนที่มีความเข้าใจในประเด็นธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ 7 ประเด็น



- ประเด็นที่ 1 ความรู้วิทยาศาสตร์เปลี่ยนแปลงได้
- ประเด็นที่ 2 วิทยาศาสตร์คือความคิดสร้างสรรค์และจินตนาการ
- ประเด็นที่ 3 วิทยาศาสตร์คือองค์การหลักฐาน
- ประเด็นที่ 4 สังคมและวัฒนธรรมมีอิทธิพลต่อวิทยาศาสตร์
- ประเด็นที่ 5 มายาคติของการแสวงหาความรู้วิทยาศาสตร์
- ประเด็นที่ 6 ความแตกต่างระหว่างการสังเกตและลงความเห็น
- ประเด็นที่ 7 ความแตกต่างระหว่างกฎและทฤษฎี



**อภิปรายและสรุปผลการวิจัย**

จากผลสำรวจความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 พบว่านักเรียนมีความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ทั้ง 7 ประเด็นแตกต่างกันออกไป โดยในทุกๆ ประเด็นมีนักเรียนที่มีความเข้าใจถูกต้องไม่ถึงร้อยละ 50 ของนักเรียนทั้งหมด มีเพียงประเด็นวิทยาศาสตร์สามารถเปลี่ยนแปลงได้เท่านั้น ที่นักเรียนมีความเข้าใจคิดเป็นร้อยละ 52 โดยนักเรียนเข้าใจว่า ความรู้วิทยาศาสตร์สามารถเปลี่ยนแปลงได้ โดยอาจเกิดจากความก้าวหน้าของเทคโนโลยีที่ทำให้ได้ข้อมูลใหม่มากขึ้น หรือเกิดจากการค้นพบข้อมูลใหม่ที่อธิบายได้ดีกว่า เป็นต้น อย่างไรก็ตาม พบว่ายังมีนักเรียนอีกเกือบครึ่งหนึ่งที่มีความเข้าใจบางส่วนและเข้าใจไม่ถูกต้องในประเด็นนี้

สำหรับประเด็นที่นักเรียนมีความเข้าใจบางส่วนมากที่สุด ได้แก่ ประเด็นความแตกต่างระหว่างการสังเกตและการลงความเห็น (ร้อยละ 76) โดยนักเรียนส่วนใหญ่บอกได้ว่าการสังเกตและลงความเห็นมีความแตกต่างกัน แต่ยังไม่ให้เหตุผลถูกต้องบางส่วนเท่านั้น เช่น การสังเกตเป็นการใช้ตาเท่านั้น หรือเข้าใจว่าสังเกตแล้วต้องจดบันทึก ส่วนการลงความเห็นเป็นการแสดงความรู้สึกส่วนตัวลงไป อย่างไรก็ตาม นักเรียนในกลุ่มนี้ยังยกตัวอย่างได้ไม่ถูกต้องและชัดเจนประกอบการอธิบายนัก นอกจากนี้ นักเรียนยังมีความเข้าใจบางส่วนในประเด็น สังคมและวัฒนธรรมมีอิทธิพลต่อวิทยาศาสตร์ วิทยาศาสตร์อาศัยความคิดสร้างสรรค์และจินตนาการ และวิทยาศาสตร์ต้องการหลักฐาน อยู่จำนวนมาก

นอกจากนี้ยังพบว่า นักเรียนส่วนใหญ่ไม่มีความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ในประเด็นความแตกต่างระหว่างกฎและทฤษฎี (ร้อยละ 90) มากที่สุด สอดคล้องกับผลการวิจัยที่ผ่านมา (McComas, 1996; สุทธิดา และคณะ, 2552; อังคณา, 2555) โดย

นักเรียนมักเข้าใจว่า กฎเป็นสิ่งที่ถูกต้องเป็นจริงเสมอ และเปลี่ยนแปลงไม่ได้ ส่วน ทฤษฎี คือ สิ่งที่นักวิทยาศาสตร์คิดขึ้นสามารถเปลี่ยนแปลงได้ หรือเข้าใจว่ากฎคือทฤษฎีที่ได้รับการพิสูจน์แล้ว เป็นต้น ซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยส่วนใหญ่ที่ผ่านมา (Akerson et al., 2000; Schwartz et al., 2004; สุทธิดา และคณะ, 2552; อังคณา, 2555) และประเด็นมายาคติของวิธีการแสวงหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์ (ร้อยละ 86) โดยนักเรียนมักเข้าใจว่าความรู้วิทยาศาสตร์จำเป็นต้องทำตามขั้นตอนการแสวงหาความรู้และต้องมาจากการทดลองเพราะทำให้ผลที่ได้ถูกต้องและน่าเชื่อถือ ซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยที่ผ่านมา (สิรินภา และคณะ, 2548; ขจรศักดิ์, 2552; ทศนีย์, 2555)

อย่างไรก็ดี จะเห็นว่าในประเด็นธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ของวิทยาศาสตร์ทั้ง 3 ประเด็น ได้แก่ ความแตกต่างระหว่างการสังเกตและลงความเห็น ความแตกต่างระหว่างกฎและทฤษฎี และมายาคติของการแสวงหาความรู้วิทยาศาสตร์ ไม่พบนักเรียนที่อยู่ในกลุ่มมีความเข้าใจถูกต้องเลย

สาเหตุที่ทำให้ นักเรียน มีความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์บางส่วนหรือไม่เข้าใจ เกิดจากหลายปัจจัย แต่สาเหตุหนึ่งที่มีผลสำคัญทำให้ผู้เรียนมีความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ไม่ถูกต้องนั้นเกิดจากการที่ครู

ไม่มีความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์หรือมีความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ที่คลาดเคลื่อน (Lederman, 1992; McComas, 1998; สุทธิดา, นฤมล, 2551) ส่งผลให้ครูไม่ได้มีการจัดการเรียนการสอนที่เน้น หรือ ส่งเสริม ความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ให้แก่ผู้เรียน (Khishfe et al., 2008) และมีครูจำนวนไม่น้อยที่มีความเข้าใจว่าการสอนธรรมชาติของวิทยาศาสตร์คือ การสอนทักษะกระบวนการทาง

วิทยาศาสตร์ให้แก่ผู้เรียน ซึ่งเป็นความเข้าใจที่คลาดเคลื่อน (ลฎาภา และคณะ, 2554)

ดังนั้นครูผู้สอนวิทยาศาสตร์จึงควรจัดการเรียนรู้ที่ส่งเสริมให้นักเรียนมีความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ที่ถูกต้องมากขึ้น ในทุกๆ ประเด็น โดยเฉพาะในประเด็น กฎและทฤษฎี มายาคติของการแสวงความรู้วิทยาศาสตร์ และความแตกต่างระหว่างกฎและทฤษฎี ซึ่งเป็นประเด็นที่ผลการสำรวจในงานวิจัยนี้แสดงให้เห็นว่ายังไม่มึนักเรียนที่มีความเข้าใจในประเด็นดังกล่าว ซึ่งวิธีการสอนธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ที่มีงานวิจัยจำนวนมากสนับสนุนว่ามีประสิทธิภาพในการพัฒนาความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ คือการสอนธรรมชาติของวิทยาศาสตร์อย่างชัดเจนร่วมกับการสะท้อนความคิด(Khishfe, Abd-El-Khalick, 2002; ลือชา, ลฎาภา, 2555; กาญจนนา, 2553) ครูอาจใช้วิธีการสอนธรรมชาติของวิทยาศาสตร์นี้ผนวกเข้ากับการสอนเนื้อหาวิทยาศาสตร์ในชั้นเรียน โดยการสอดแทรกประเด็นธรรมชาติของวิทยาศาสตร์เข้ากับเนื้อหาวิทยาศาสตร์เพื่อส่งเสริมและพัฒนาความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ของนักเรียนต่อไป

**กิตติกรรมประกาศ**

ผู้วิจัยขอขอบคุณสถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (สสวท.) ที่ได้สนับสนุนทุนการศึกษาภายใต้โครงการส่งเสริมการผลิตครูที่มีความสามารถพิเศษทางวิทยาศาสตร์และคณิตศาสตร์ (สควค.) ประจำปีการศึกษา 2556

**เอกสารอ้างอิง**

กาญจนนา มหาลี. ความเข้าใจธรรมชาติวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 [วิทยานิพนธ์ปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิทยาศาสตร์ศึกษา].

กรุงเทพฯ: บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์; 2553.

ขจรศักดิ์ บัวระพันธ์. ความคิดเห็นของนิสิตสาขาการสอนวิทยาศาสตร์ที่มีต่อการเขียนอนุทิน. วารสารเกษตรศาสตร์ 2550; 28(1): 43-57.

ทัศนีย์ พูนนอก . ความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5. การประชุมวิชาการการเสนอผลงานวิจัยระดับบัณฑิตศึกษา ครั้งที่ 13; 17 กุมภาพันธ์ 2555; วิทยาลัยการปกครองท้องถิ่น มหาวิทยาลัยขอนแก่น. ขอนแก่น: มหาวิทยาลัยขอนแก่น; 2555. 911-922.

ลือชา ลดาชาติ, ลฎาภา สุทธกุล. การสำรวจและพัฒนาความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4. วารสารมหาวิทยาลัยนราธิวาสราชนครินทร์ 2555; 4(2): 73-90.

ลฎาภา สุทธกุล, นฤมล ยุตาคม, บุญเกื้อ วัชรเสถียร. กรณีศึกษาความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์และการปฏิบัติการสอนของครูระดับประถมศึกษา. วารสารเกษตรศาสตร์ 2554; 32(3): 458-469.

สิรินภา เกื้อกุล, นฤมล ยุตาคม และอรุณี อิงคากุล. ความเข้าใจธรรมชาติของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5. วารสารเกษตรศาสตร์ 2548; 26(2): 133-145.

สุทธิดา จำรัส, นฤมล ยุตาคม. ความเข้าใจและการสอนธรรมชาติวิทยาศาสตร์ในเรื่องโครงสร้างอะตอมของครูผู้สอนวิชาเคมี. วารสารเกษตรศาสตร์ 2551; 29(3): 228-239.

สุทธิดา จำรัส, นฤมล ยุตาคม, พรทิพย์ ไชยโส. ความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ของ

- นักเรียนแผนการเรียนวิทยาศาสตร์ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4. วารสารวิจัย มหาวิทยาลัยขอนแก่น 2552; 14(4): 360-374.
- อังคณา ปัทมพงศา. การพัฒนาแนวคิดเรื่องการสังเคราะห์ด้วยแสงและมุมมองธรรมชาติของวิทยาศาสตร์โดยใช้การจัดการเรียนการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ร่วมกับการสอนธรรมชาติของวิทยาศาสตร์แบบจัดแจ้งของนักเรียนระดับมัธยมศึกษาตอนปลาย [วิทยานิพนธ์ปริญญาศึกษาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิทยาศาสตร์ศึกษา]. กรุงเทพฯ: บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์; 2555.
- Akerson, V.L., Abd-El-Khalich F., Lederman N.G. Influence of a reflective explicit activity-based approach on elementary teachers' conceptions of nature of science. *Journal of Research in Science Teaching* 2000; 37(4): 295-317.
- American Association for the Advancement of Science [AAAS]. *Science for all Americans*. New York: Oxford University Press. 1990.
- Khishfe, R., Abd-El-Khalick F. Influence on explicit and reflective versus implicit inquiry oriented instruction on sixth grader' views of nature of science. *Journal of Research in Science Teaching* 2002; 39(7): 551-578.
- Khishfe, R. The development of Seventh Grader's Views of Nature of Science. *Journal of research in Science Teaching* 2008; 45(4): 470-496.
- Lederman, N.G. Student's and Teacher's Conception of Science: A Review of the research. *Journal of Research in Science Teaching* 1992; 29(4): 331-359.
- McComas, W. F. Ten myths of science: Reexamining what we think we know. *School Science & Mathematics* 1996; 96(1): 1-14.
- McComas, W. F. *The nature of science education: Rationales and Strategies*. Netherlands: Kluwer Academic Publishers. 1998.
- National Research Council. *Inquiry and the National Science Education Standards*. Washington DC: National Academic Press. 2000.
- Schwartz, R.S., Lederman N.G., Crawford B. 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* 2004; 88(4): 610-645.