

## การศึกษาความสามารถในการให้เหตุผลทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียน ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 จังหวัดสุพรรณบุรี

ธัญญลักษณ์ บัวชื่น<sup>1</sup> อนาวิน มีมุ่งบุญ<sup>2</sup> และ วันเพ็ญ คำเทศ<sup>3\*</sup>

<sup>1,2,3</sup>สาขาวิชาชีววิทยา คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยราชภัฏนครปฐม, นครปฐม

\*ผู้รับผิดชอบบทความ: kwanpen@webmail.npru.ac.th

### บทคัดย่อ

การวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาความสามารถในการให้เหตุผลทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 จังหวัดสุพรรณบุรี กลุ่มตัวอย่างเป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ของโรงเรียนมัธยมศึกษาในจังหวัดสุพรรณบุรี จำนวน 194 คน เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย คือ แบบสอบถามความสามารถในการให้เหตุผลทางวิทยาศาสตร์ที่ปรับปรุงมาจากของลอร์สัน วิเคราะห์ ข้อมูลด้วยสถิติค่าเฉลี่ย ค่าร้อยละ และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน ผลการวิจัย พบว่า นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 จังหวัดสุพรรณบุรี มีคะแนนเฉลี่ยความสามารถในการให้เหตุผลทางวิทยาศาสตร์อยู่ในระดับต่ำ (คะแนนเฉลี่ย 3.41)

**คำสำคัญ:** ความสามารถในการให้เหตุผลทางวิทยาศาสตร์ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 จังหวัดสุพรรณบุรี

## The Study of Scientific Reasoning Ability of 10<sup>th</sup> Grade Students in Suphan Buri Province

Thunyalak Beauchuen<sup>1</sup> Anawin Meemungbun<sup>2</sup> and Wanpen Kamtet<sup>3\*</sup>

<sup>1,2,3</sup>Program of Biology, Faculty of Science and Technology,

Nakhon Pathom Rajabhat University, Nakhon Pathom

\*corresponding author: kwanpen@webmail.npru.ac.th

### Abstract

The purpose of this research was to study the ability of scientific reasoning of 10<sup>th</sup> grade students in Suphan Buri Province. The sample were 194 10<sup>th</sup> grade students in Suphan Buri Province. The research instrument was scientific reasoning ability test that improved from Lawson's classroom test of scientific reasoning: multiple choice version (Lawson, 2000). The collected data were analyzed by mean, percentage and standard deviation. The data revealed that 10<sup>th</sup> grade students in Suphan Buri province had low average scores of scientific reasoning abilities (mean equals to 3.41).

**Keywords:** scientific reasoning ability, 10<sup>th</sup> grade student, Suphan Buri province

### บทนำ

วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีเป็นสิ่งสำคัญในการพัฒนาประเทศ ไม่ว่าจะเป็นด้านเศรษฐกิจและสังคม ซึ่งมีความสำคัญอย่างยิ่งในการยกระดับมาตรฐานความเป็นอยู่ของบุคคลในสังคมให้สูงขึ้น ที่สำคัญวิทยาศาสตร์มีบทบาทสำคัญอย่างยิ่งในการดำรงชีวิตของมนุษย์ เนื่องจากการเรียนรู้วิทยาศาสตร์เป็นกระบวนการสำคัญที่จะทำให้เกิดการพัฒนาวิธีคิด ทั้งความคิดเป็นเหตุเป็นผล คิดสร้างสรรค์ และคิดวิเคราะห์วิจารณ์ นอกจากนี้ การเรียนรู้วิทยาศาสตร์ยังพัฒนาทักษะที่สำคัญในการค้นคว้าหาความรู้ พัฒนาความสามารถในการแก้ปัญหาอย่างเป็นระบบ ตลอดจนพัฒนาความสามารถในการตัดสินใจโดยใช้ข้อมูลที่หลากหลายและมีประจักษ์พยานตรวจสอบได้

การให้เหตุผลทางวิทยาศาสตร์ (Scientific Reasoning) เป็นส่วนหนึ่งในการอธิบายทางวิทยาศาสตร์ โดยการให้เหตุผล (Reasoning) เป็นสิ่งที่แสดงถึงความสัมพันธ์อย่างสมเหตุสมผลระหว่างคำตอบ (Claim) กับหลักฐาน (Evidence) โดยต้องแสดงให้เห็นว่าเพราะเหตุใดหลักฐานนี้จึงเหมาะสมในการนำมาใช้สนับสนุนคำตอบ โดยใช้เหตุผลหรือหลักการทางวิทยาศาสตร์ (สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี [สสวท.], 2562)

Programme for International Student Assessment หรือ PISA 2018 ได้กล่าวถึงการรู้วิทยาศาสตร์ (Scientific Literacy) ไว้ว่า เป็นความสามารถในการเชื่อมโยงสิ่งต่าง ๆ เข้ากับประเด็นที่เกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์ และแนวคิดทางวิทยาศาสตร์ ได้อย่างมีวิจารณญาณ โดยบุคคลที่รู้วิทยาศาสตร์ (Scientific Literate Person) คือผู้ที่สามารถสื่อสารหรือโต้แย้งในประเด็นที่เกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีอย่างเป็นเหตุเป็นผลซึ่งบุคคลนั้นจำเป็นต้องมีความสามารถในการอธิบายปรากฏการณ์

ในทางวิทยาศาสตร์ การประเมินและออกแบบกระบวนการสืบเสาะหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์ และการแปลความหมายข้อมูลและใช้ประจักษ์พยานเชิงวิทยาศาสตร์

ผลการประเมินผู้เรียนในโครงการการประเมินสมรรถนะนักเรียนมาตรฐานสากล (Programme for International Student Assessment หรือ PISA) ในปี ค.ศ. 2018 พบว่า นักเรียนไทยในกลุ่มโรงเรียน สพฐ. มีคะแนนเฉลี่ยในด้านวิทยาศาสตร์ 426 คะแนนซึ่งอยู่ในเกณฑ์ต่ำกว่าค่าเฉลี่ย (ค่าเฉลี่ย OECD 489 คะแนน) (สสวท., 2562) หมายความว่านักเรียนไทยส่วนใหญ่ไม่สามารถระบุ อธิบาย และนำความรู้ด้านวิทยาศาสตร์มาประยุกต์ใช้ในสถานการณ์จริงที่มีความหลากหลายของปัญหาได้ นักเรียนไม่สามารถนำความรู้มาเชื่อมโยงและใช้ในการอธิบายได้ ไม่สามารถใช้ประจักษ์พยานหรือหลักฐานทางวิทยาศาสตร์ต่าง ๆ มาประกอบใช้ในการตัดสินใจได้ และนักเรียนมีปัญหาในการใช้เหตุผลในการแก้ไขปัญหาที่มีความซับซ้อนมาก (สสวท., 2562)

จากการศึกษาเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง ผู้วิจัยพบว่า มีงานวิจัยจำนวนหนึ่งที่ศึกษาเกี่ยวกับความสามารถในการให้เหตุผลทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียน โดยใช้แบบสอบที่เป็นคำถามชนิดปลายเปิด เช่น Zeinedin and Abd-El-Khalick (2010) ที่พบว่า นักเรียนมีความสามารถในการให้เหตุผลทางวิทยาศาสตร์ทั้งด้านการศึกษาและการนำไปใช้ในชีวิตประจำวันไม่เพียงพอ และนักเรียนประสบปัญหาเกี่ยวกับการให้เหตุผลทางวิทยาศาสตร์ สอดคล้องกับ ฉลองวุฒิ จันท์หอม และ สมเกียรติ พรพิสุทธิ มาศ (2563) ที่พบว่า การให้เหตุผลทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนปลายอยู่ในระดับต้องปรับปรุง นอกจากนี้ นลินี สอนชา จีระวรรณ เกษสิงห์ และ เมษยะมาศ คงเสมา (2560) พบว่าในการให้เหตุผลทางวิทยาศาสตร์ นักเรียนมีแนวโน้มใช้อารมณ์และความรู้สึกในการลงข้อสรุปในสถานการณ์ที่เป็นปัญหาวิทยาศาสตร์ที่กำหนดให้มากกว่าการใช้หลักคิดทางวิทยาศาสตร์และหลักฐานเชิงประจักษ์ นอกจากนี้ ผู้วิจัยยังพบว่า งานวิจัยส่วนใหญ่ศึกษาเกี่ยวกับความสามารถในการให้เหตุผลทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนที่เจาะจงเนื้อหาเฉพาะในบางวิชา เช่น วิทยาศาสตร์ และชีววิทยา โดยใช้แบบสอบที่เป็นคำถามชนิดปลายเปิด ผู้วิจัยจึงมีความสนใจที่จะศึกษาความสามารถในการให้เหตุผลทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนโดยใช้แบบสอบวัดความสามารถในการให้เหตุผลทางวิทยาศาสตร์ที่ประกอบด้วยเนื้อหาที่เกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์ ได้แก่ คณิตศาสตร์ ชีววิทยา เคมี และฟิสิกส์ ซึ่งปรับปรุงจากแบบสอบวัดความสามารถในการให้เหตุผลทางวิทยาศาสตร์ของ Lawson (Lawson, 2000) เป็นเครื่องมือในการประเมินความสามารถในการให้เหตุผลทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียน เพื่อใช้เป็นแนวทางในการแก้ปัญหาและพัฒนาการเรียนต่อไปในอนาคต

## วัตถุประสงค์ของการวิจัย

เพื่อศึกษาความสามารถในการให้เหตุผลทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 จังหวัดสุพรรณบุรี

## วิธีดำเนินการวิจัย

### กลุ่มตัวอย่าง

กลุ่มตัวอย่างในการวิจัยครั้งนี้ เป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 เป็นนักเรียนจากแผนการเรียนวิทยาศาสตร์-คณิตศาสตร์ของโรงเรียนสังกัดสำนักงานคณะกรรมการการศึกษาขั้นพื้นฐานในเขตจังหวัดสุพรรณบุรี ที่ได้มาโดยการเลือกแบบเจาะจง (Purposive Sampling) จำนวน 194 คน

### เครื่องมือวิจัย

เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้ คือ แบบสอบวัดความสามารถในการให้เหตุผลทางวิทยาศาสตร์ที่ปรับปรุงจากแบบสอบวัดความสามารถในการให้เหตุผลทางวิทยาศาสตร์ของ Lawson (Lawson, 2000) ซึ่งมีลักษณะเป็นข้อสอบแบบเลือกตอบ 2 ระดับ (Two – tier Multiple Choice Test) ที่ประกอบด้วยส่วนของตัวเลือกและเหตุผล จำนวน 12 ข้อ โดยมีเกณฑ์ในการให้คะแนนคือ ต้องตอบถูกทั้งตัวเลือกและเหตุผล จึงจะได้ 1 คะแนน หากตอบผิดส่วนใดส่วนหนึ่งจะได้ 0 คะแนน เนื้อหาที่เกี่ยวข้องในแบบ

สอบประกอบด้วย 1) คณิตศาสตร์ จำนวน 4 ข้อ 2) ชีววิทยา จำนวน 4 ข้อ 3) ฟิสิกส์ จำนวน 3 ข้อ และ 4) เคมี จำนวน 1 ข้อ แบบสอบฉบับนี้ผ่านการตรวจสอบความเที่ยงตรงเชิงเนื้อหา (content validity) โดยผู้เชี่ยวชาญในสาขาการสอนวิทยาศาสตร์ จำนวน 2 คน และสาขาการสอนภาษาอังกฤษ จำนวน 1 คน ผลการตรวจสอบ พบว่า ข้อสอบทุกข้อมีค่าดัชนีความสอดคล้องของผู้เชี่ยวชาญ (IOC) อยู่ในช่วง 0.67 – 1.00 ผลการตรวจสอบคุณภาพของแบบสอบทั้งฉบับโดยการหาค่าความเชื่อมั่น (Reliability) โดยใช้สูตร KR – 20 ของคูเดอร์ ริชาร์ดสัน (Kuder-Richardson 20) พบว่า แบบสอบฉบับนี้มีค่าความเชื่อมั่นเท่ากับ 0.93

#### การเก็บรวบรวมข้อมูล

ผู้วิจัยดำเนินการเก็บรวบรวมข้อมูล ในภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2563 โดยการนำแบบสอบวัดความสามารถในการให้เหตุผลทางวิทยาศาสตร์ไปทดสอบกับกลุ่มตัวอย่าง โดยให้เวลาในการทำข้อสอบ 30 นาที

#### การวิเคราะห์ข้อมูล

ผู้วิจัยดำเนินการหาค่าเฉลี่ย ค่าร้อยละ และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน ของคะแนนที่ได้จากแบบสอบวัดความสามารถในการให้เหตุผลทางวิทยาศาสตร์ โดยกำหนดเกณฑ์การแปลความหมายของค่าคะแนนเฉลี่ยคะแนนความสามารถในการให้เหตุผลทางวิทยาศาสตร์ ดังนี้

คะแนนเฉลี่ยต่ำกว่าร้อยละ 50.00 หมายถึง ความสามารถในการให้เหตุผลทางวิทยาศาสตร์อยู่ในระดับต่ำ  
คะแนนเฉลี่ยร้อยละ 50.10 – 75.00 หมายถึง ความสามารถในการให้เหตุผลทางวิทยาศาสตร์อยู่ในระดับปานกลาง  
คะแนนเฉลี่ยร้อยละ 75.10 – 100.00 หมายถึง ความสามารถในการให้เหตุผลทางวิทยาศาสตร์อยู่ในระดับสูง

#### ผลการวิจัย

##### ความสามารถในการให้เหตุผลทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 (ภาพรวม)

ค่าเฉลี่ยและส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของคะแนนความสามารถในการให้เหตุผลทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ซึ่งมีคะแนนเต็ม 12 คะแนน (ภาพรวม) ได้ผลแสดงดังตารางที่ 1

ตารางที่ 1 ค่าเฉลี่ยและส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของคะแนนความสามารถในการให้เหตุผลทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 (ภาพรวม)

คะแนน	N	Minimum	Maximum	Mean	S.D.
ความสามารถในการให้เหตุผลทางวิทยาศาสตร์	194	0	12	3.41	4.01

จากตารางที่ 1 แสดงให้เห็นว่า คะแนนเฉลี่ยความสามารถในการให้เหตุผลทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 เท่ากับ 3.41 คะแนน จากคะแนนเต็ม 12 คะแนน คิดเป็นร้อยละ 28.42 ซึ่งอยู่ในระดับต่ำ

##### ความสามารถในการให้เหตุผลทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 (จำแนกรายข้อ)

ค่าเฉลี่ยและส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของคะแนนความสามารถในการให้เหตุผลทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 (จำแนกรายข้อ) ได้ผลแสดงดังตารางที่ 2 และค่าร้อยละของผู้ตอบถูกและตอบผิดในแต่ละข้อของแบบสอบวัดความสามารถในการให้เหตุผลทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 (จำแนกรายข้อ) ได้ผลแสดงดังตารางที่ 3

ตารางที่ 2 ค่าเฉลี่ยและส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานในแต่ละข้อของแบบสอบวัดความสามารถในการให้เหตุผลทางวิทยาศาสตร์ของ  
นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 (จำแนกรายข้อ)

ข้อที่	Mean	S.D.
1	0.56	0.50
2	0.29	0.46
3	0.21	0.41
4	0.17	0.38
5	0.24	0.43
6	0.25	0.43
7	0.25	0.43
8	0.29	0.46
9	0.30	0.46
10	0.29	0.45
11	0.30	0.46
12	0.30	0.46

จากตารางที่ 2 แสดงให้เห็นว่า คะแนนเฉลี่ยความสามารถในการให้เหตุผลทางวิทยาศาสตร์ของข้อสอบข้อที่ 1 มีค่าเท่ากับ 0.56 ซึ่งอยู่ในระดับปานกลาง นอกนั้นมีคะแนนเฉลี่ยต่ำกว่าร้อยละ 50 ซึ่งอยู่ในระดับต่ำ

ตารางที่ 3 ค่าร้อยละของผู้ตอบถูกและตอบผิดในแต่ละข้อของแบบสอบวัดความสามารถในการให้เหตุผลทางวิทยาศาสตร์ของ  
นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 (จำแนกรายข้อ)

ข้อที่	ร้อยละของผู้ตอบถูก	ร้อยละของผู้ตอบผิด
1	51.50	42.50
2	29.40	70.60
3	21.10	78.90
4	17.00	83.00
5	24.20	75.80
6	24.70	75.30
7	24.70	75.30
8	29.40	70.60
9	29.90	70.10
10	28.90	71.10
11	29.90	70.10
12	29.90	70.10

จากตารางที่ 3 แสดงให้เห็นว่า ข้อสอบข้อที่ 1 มีค่าร้อยละของผู้ตอบถูกมากกว่าค่าร้อยละของผู้ตอบผิด ส่วนข้อสอบข้อที่ 2 - 12 มีค่าร้อยละของผู้ตอบถูกน้อยกว่าค่าร้อยละของผู้ตอบผิด

### สรุปผลการวิจัย

ผลการวิเคราะห์ข้อมูลจากแบบสอบวัดความสามารถในการให้เหตุผลทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 พบว่า นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 มีคะแนนเฉลี่ยความสามารถในการให้เหตุผลทางวิทยาศาสตร์ 3.41 คะแนน จากคะแนนเต็ม 12 คะแนน คิดเป็นร้อยละ 28.42 ซึ่งอยู่ในระดับต่ำ เมื่อพิจารณาคะแนนเฉลี่ยรายข้อพบว่า ส่วนใหญ่ (11 ข้อ จาก 12 ข้อ) มีคะแนนเฉลี่ยความสามารถในการให้เหตุผลทางวิทยาศาสตร์อยู่ในระดับต่ำ มีเพียงข้อ 1 ที่อยู่ในระดับปานกลาง (ร้อยละ 56) เมื่อพิจารณาค่าร้อยละของผู้ตอบถูกและตอบผิดในแต่ละข้อของแบบสอบวัดความสามารถในการให้เหตุผลทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 พบว่า นักเรียนส่วนใหญ่ตอบผิด (11 ข้อ จาก 12 ข้อ) มีเพียงข้อ 1 เท่านั้นที่นักเรียนส่วนใหญ่ตอบถูก

### อภิปรายผลการวิจัย

จากผลการวิจัย สะท้อนให้เห็นว่านักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 มีความสามารถในการให้เหตุผลทางวิทยาศาสตร์อยู่ในระดับต่ำ สอดคล้องกับงานวิจัยของลือชา ลดาชาติ และ ลฎาภา สุทธิกุล (2555) ที่พบว่านักเรียนส่วนใหญ่ไม่มีความสามารถในการให้เหตุผลทางวิทยาศาสตร์ เช่นเดียวกับ ฉลองวุฒิ จันทร์หอม และ สมเกียรติ พรพิสุทธิมาศ (2563) ที่พบว่าการให้เหตุผลทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนปลายอยู่ในระดับต้องปรับปรุง และในการให้เหตุผลทางวิทยาศาสตร์นักเรียนมีแนวโน้มใช้อารมณ์และความรู้สึกในการลงข้อสรุปในสถานการณ์ที่เป็นปัญหาวิทยาศาสตร์ที่กำหนดให้มากกว่าการใช้หลักคิดทางวิทยาศาสตร์และหลักฐานเชิงประจักษ์ (นลินี สอนชา จีระวรรณ เกษสิงห์ และ เมษยะมาศ คงเสมา, 2560) ทั้งนี้อาจเนื่องมาจากการจัดการเรียนการสอนวิชาวิทยาศาสตร์ของไทยส่วนใหญ่ไม่ได้เน้นให้นักเรียนได้พัฒนาความสามารถในการให้เหตุผลทางวิทยาศาสตร์ การจัดการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ในประเทศไทยยังคงเน้นการบรรยายให้นักเรียนจดจำเนื้อหาสาระมากกว่าการพัฒนาการคิด (ญาณพัฒน์ พรหมประสิทธิ์, นฤมล ยุตาคม, และ พัฒน์ จันทร์โรทัย, 2551; ลือชา ลดาชาติ และ วรรณทิพา รอดแรงคำ, 2555) ดังนั้น จึงควรดำเนินการวิจัยเพื่อหาวิธีการที่ช่วยส่งเสริมและพัฒนาความสามารถในการให้เหตุผลทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนต่อไป

### ข้อเสนอแนะ

งานวิจัยนี้สะท้อนให้เห็นถึงสภาพปัจจุบันของความสามารถในการให้เหตุผลทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ซึ่งสามารถใช้เป็นข้อมูลเบื้องต้นเพื่อการพัฒนาความสามารถด้านดังกล่าวของนักเรียนต่อไป นอกจากนี้ ในการวิจัยครั้งถัดไป ควรศึกษาเพิ่มเติมเกี่ยวกับปัจจัยอื่นที่ส่งผลต่อความสามารถในด้านดังกล่าวของนักเรียน เช่น โน้ตค้นทางวิทยาศาสตร์ หรือทักษะการคิด เพื่อสะท้อนว่าปัจจัยใดเป็นปัจจัยหลักที่ส่งผลต่อความสามารถในการให้เหตุผลทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนและส่งผลมาน้อยเพียงใด

## เอกสารอ้างอิง

- ฉลองวุฒิ จันทรหอม และ สมเกียรติ พรพิสุทธิมาศ. (2563). รายงานการวิจัยเรื่อง การสำรวจความสามารถในการสร้าง  
คำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ เรื่อง ระบบย่อยอาหารของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย. ขอนแก่น:  
มหาวิทยาลัยขอนแก่น.
- ญาณพัฒน์ พรหมประสิทธิ์, นฤมล ยุตาคม, และ พัฒนี จันทรโรทัย. (2551). การรับรู้ของครูและนักเรียนเกี่ยวกับสภาพการจัดการเรียน  
การสอนเรื่องความหลากหลายของสิ่งมีชีวิต. *วิทยาสารเกษตรศาสตร์ (สาขาสังคมศาสตร์)*, 29 (1), 1–10.
- นลินี สอนชา จีระวรรณ เกษสิงห์ และ เมษยะมาศ คงเสมา. (2560). ความสามารถในการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ของนักเรียน  
ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ในวิชาชีววิทยา. *วารสารศึกษาศาสตร์*, 56, 116–125
- ลือชา ลดาชาติ และ ลฎาภา สุทธกุล. (2555). การสำรวจและพัฒนาความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้น  
มัธยมศึกษาปีที่ 4. *วารสารมหาวิทยาลัยนราธิวาสราชนครินทร์*, 4 (2), 73–90.
- ลือชา ลดาชาติ และ วรณทิพา รอดแรงคำ. (2555). การสำรวจสภาพการเรียนการสอนเรื่องเสียงในโรงเรียน ระดับมัธยมศึกษา  
ตอนปลาย จังหวัดตรัง. *วารสารวิจัย มข.*, 13 (11), 1310–1320.
- สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี. (2562). ผลการประเมิน PISA 2018: นักเรียนไทยวัย 15 ปี รู้และทำอะไร  
ได้บ้าง. ค้นเมื่อ 1 เมษายน 2564 จาก <https://pisathailand.ipst.ac.th/issue-2019-48/>
- Lawson, A. E. (2000). *CLASSROOM TEST OF SCIENTIFIC REASONING: Multiple Choice Version*.  
ค้นเมื่อ 15 ตุลาคม 2563 จาก <http://www.public.asu.edu/~anton1/AssessArticles/Assessments/Mathematics%20Assessments/Scientific%20Reasoning%20Test.pdf>.
- Zeineddin, A. & Abd-El-Khalick, F. (2010). Scientific Reasoning and Epistemological Commitments:  
Coordination of Theory and Evidence among College Science Student. *Journal of Research  
in Science Teaching*, 47 (9), 1064–1093.