



ใบรับรองวิทยานิพนธ์  
บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ศึกษาศาสตร์มหาบัณฑิต (วิทยาศาสตร์ศึกษา)

ปริญญา

วิทยาศาสตร์ศึกษา

การศึกษา

สาขา

ภาควิชา

เรื่อง การพัฒนาแนวคิดทางวิทยาศาสตร์เกี่ยวกับระบบต่อมไร้ท่อและความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ของนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 โดยการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้

Developing Grade - 11 Students' Scientific Conceptions in the Topic of Endocrine System and Understanding of Nature of Science by Inquiry – Based Learning

นามผู้วิจัย นางขวัญฤทัย เทียงจันทราทิพย์

ได้พิจารณาเห็นชอบโดย

อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์หลัก

( ผู้ช่วยศาสตราจารย์สุมาลี กาญจนชาติวี, ค.ศ. )

อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ร่วม

( ผู้ช่วยศาสตราจารย์กัณทิมาณี พันธุ์วิเชียร, วท.ศ. )

อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ร่วม

( อาจารย์เอกรัตน์ ศรีตัญญู, ปร.ศ. )

หัวหน้าภาควิชา

( ผู้ช่วยศาสตราจารย์สุदारัตน์ สารสว่าง, Ph.D. )

บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์รับรองแล้ว

( รองศาสตราจารย์กัญจนา วีระกุล, D.Agr. )

คณบดีบัณฑิตวิทยาลัย

วันที่ เดือน พ.ศ.

วิทยานิพนธ์

เรื่อง

การพัฒนาแนวคิดทางวิทยาศาสตร์เกี่ยวกับระบบต่อมไร้ท่อและความเข้าใจธรรมชาติของ  
วิทยาศาสตร์ของนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 โดยการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้

Developing Grade – 11 Students’ Scientific Conceptions in the Topic of Endocrine System and  
Understanding of Nature of Science by Inquiry – Based Learning

โดย

นางขวัญฤทัย เทียงจันทราทิพย์

เสนอ

บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์  
เพื่อความสมบูรณ์แห่งปริญญาศึกษาศาสตรมหาบัณฑิต (วิทยาศาสตร์ศึกษา)

พ.ศ. 2553

ขวัญฤทัย เทียงจันทราทิพย์ 2553: การพัฒนาแนวคิดทางวิทยาศาสตร์เกี่ยวกับระบบต่อมไร้ท่อและความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ของนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 โดยการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ ปริญญาศึกษาศาสตรมหาบัณฑิต (วิทยาศาสตร์ศึกษา) สาขาวิทยาศาสตร์ศึกษา ภาควิชาการศึกษา อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์หลัก: ผู้ช่วยศาสตราจารย์สุมาลี กาญจนชาติ, อ.ด. 157 หน้า

วัตถุประสงค์การวิจัยเพื่อศึกษาการพัฒนาแนวคิดทางวิทยาศาสตร์เกี่ยวกับระบบต่อมไร้ท่อและความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ของนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 โดยการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ การวิจัยครั้งนี้เป็นการวิจัยแบบกรณีศึกษา กลุ่มที่ศึกษาเป็นนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ของโรงเรียนแห่งหนึ่งในสังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษาพะเยาเขต 1 จำนวนทั้งสิ้น 80 คน ซึ่งกำลังศึกษาอยู่ในภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2552 เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยประกอบด้วย แผนการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้เรื่องระบบต่อมไร้ท่อ แบบวัดแนวคิดเกี่ยวกับระบบต่อมไร้ท่อ แบบสำรวจความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ แบบบันทึกการจัดการเรียนรู้ และอนุทินสะท้อนการเรียนรู้ของนักเรียน ข้อมูลด้านการพัฒนาแนวคิดทางวิทยาศาสตร์เกี่ยวกับระบบต่อมไร้ท่อจากแบบวัดแนวคิดเกี่ยวกับระบบต่อมไร้ท่อ วิเคราะห์ข้อมูลโดยจัดกลุ่มแนวคิดของนักเรียนออกเป็น 4 กลุ่มแนวคิด จากนั้นคำนวณค่าร้อยละของนักเรียนในแต่ละกลุ่มแนวคิด ข้อมูลด้านการพัฒนาความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์จากแบบสำรวจความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ วิเคราะห์เนื้อหาคำตอบ โดยจัดกลุ่มความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ของนักเรียนตามกลุ่มคำตอบ จากนั้นคำนวณค่าร้อยละของนักเรียนในแต่ละกลุ่มความเข้าใจ สำหรับข้อมูลจากแบบบันทึกการจัดการเรียนรู้และอนุทินสะท้อนการเรียนรู้ของนักเรียนใช้การวิเคราะห์เนื้อหา

ผลการวิจัยพบว่า 1) การจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ทำให้ นักเรียนเกิดการพัฒนาแนวคิดทางวิทยาศาสตร์เกี่ยวกับระบบต่อมไร้ท่อมากขึ้น โดยจำนวนนักเรียนที่มีแนวคิดทางวิทยาศาสตร์และแนวคิดทางวิทยาศาสตร์บางส่วนเพิ่มขึ้น จำนวนนักเรียนที่มีแนวคิดทางวิทยาศาสตร์บางส่วนและแนวคิดคลาดเคลื่อนบางส่วน และแนวคิดคลาดเคลื่อนลดลง ยกเว้นแนวคิดเกี่ยวกับการรักษาคุณภาพของร่างกายด้วยฮอร์โมนจากระบบต่อมไร้ท่อ จำนวนนักเรียนที่มีแนวคิดคลาดเคลื่อนเพิ่มขึ้น 2) การจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ทำให้นักเรียนมีความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์เพิ่มขึ้นในทุกประเด็น และสามารถอธิบายเหตุผลที่สนับสนุนความเข้าใจของตนเองได้มากขึ้น ซึ่งนักเรียนมีความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ประเด็นต่างๆ เรียงตามลำดับจากมากไปหาน้อย ดังนี้ นักวิทยาศาสตร์เข้าร่วมกิจกรรมทางสังคมในฐานะผู้เชี่ยวชาญหรือพลเมืองของสังคม การพัฒนาทางวิทยาศาสตร์มีความสัมพันธ์กับสังคม เทคโนโลยี วัฒนธรรม บรรทัดฐาน และการเมือง วิทยาศาสตร์ต้องการหลักฐาน ความรู้ทางวิทยาศาสตร์เปลี่ยนแปลงได้ และวิทยาศาสตร์เป็นกิจกรรมทางสังคมที่ทุกคนสามารถมีส่วนร่วม

ลายมือชื่อนิสิต

ลายมือชื่ออาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์หลัก

Khuanruethai Thiangchanthathip 2010: Developing Grade - 11 Students' Scientific Conceptions in the Topic of Endocrine System and Understanding of Nature of Science by Inquiry – Based Learning. Master of Education (Science Education), Major Field: Science Education, Department of Education. Thesis Advisor: Assistant Professor Sumalee Kanjanachatee, Ed.D. 157 pages.

The purpose of this research was to study the developing grade – 11 students' scientific conceptions in the topic of endocrine system and understanding of nature of science by inquiry – based learning. The participants in this study were eighty grade – 11 students from a school under the jurisdiction of the Office of Phayao Education Zone 1 first academic year 2009. The research tools consist of: inquiry - based learning plan on the topic of endocrine system, an endocrine system concept test, an open-ended questionnaire, classroom observation field notes and students' journal. The data about developing students' scientific conceptions in the topic of endocrine system from an endocrine system concept test were calculated by using percentage to describe degrees of the students' conceptions in 4 groups. The data about developing students understanding of nature of science from an open - ended questionnaire were calculated by using percentage to describe degrees of the students' understanding of nature of science by groups of students' answers. The data from classroom observation field notes and students' journal were analyzed by content analysis.

The results were: 1) inquiry - based learning could develop students' conceptions in the topic of endocrine system. Students acquired more scientific conceptions, partial scientific conceptions and students had less partial scientific conceptions with misconceptions and less misconceptions. Except that on homeostasis with endocrine system, students had more misconceptions. 2) inquiry - based learning could also develop students' understanding and reasoning of nature of science in all aspects. Most students held a better understanding of the participation of scientists in public affairs both as specialists or as citizens, developing science relates to social technology cultural basis and political, science demands evidence, science is tentative and science is a social activity in which everyone should participate, respectively.

---

Student's signature

---

Thesis Advisor's signature

## กิตติกรรมประกาศ

วิทยานิพนธ์ฉบับนี้สำเร็จลุล่วงด้วยความกรุณาอย่างสูงยิ่งของผู้มีรายนาม ดังต่อไปนี้ ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. สุมาลี กาญจนชาติ อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์หลัก ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. กันทิมาณี พันธุ์เขียว และอาจารย์ ดร. เอกรัตน์ ศรีศัญญ อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ร่วม อาจารย์ ดร. ชาตรี ฝ่ายคำตา ประธานการสอบ อาจารย์ ดร. จันทรพร พรหมมาศ ผู้ทรงคุณวุฒิ ภายนอก ที่กรุณาให้แนวคิดและข้อเสนอแนะสำหรับการเรียนรู้ รวมทั้งการตรวจแก้ไขวิทยานิพนธ์ ฉบับนี้ให้มีความสมบูรณ์ยิ่งขึ้น ผู้วิจัยขอกราบขอบพระคุณเป็นอย่างสูงไว้ ณ โอกาสนี้

ขอขอบพระคุณผู้เชี่ยวชาญทั้ง 5 ท่าน ที่ให้ความอนุเคราะห์เป็นผู้เชี่ยวชาญในการตรวจ เครื่องมือวิจัยและให้คำแนะนำอันเป็นประโยชน์ในการทำวิจัยครั้งนี้

ขอขอบพระคุณผู้อำนวยการวัช ชุมชอบ ผู้อำนวยการ โรงเรียนเฉลิมพระเกียรติสมเด็จพระศรีนครินทร์ พะเยา ตลอดจนคณะครูและนักเรียนที่ให้โอกาสมาศึกษาเรียนรู้ในครั้งนี้

ขอขอบพระคุณสถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีที่มอบทุนการศึกษา สนับสนุนการศึกษาเรียนรู้ ตลอดจนงบประมาณในการทำวิจัยครั้งนี้

ขอขอบพระคุณคณาจารย์ทุกท่านที่ได้ประสิทธิ์ประสาทวิชา และขอบคุณเพื่อนๆ สาขา วิทยาศาสตร์ศึกษาทุกท่าน ที่ช่วยเหลือและให้กำลังใจตลอดระยะเวลาที่ศึกษาเรียนรู้

สุดท้ายนี้ ผู้วิจัยขอกราบขอบพระคุณบิดามารดา และขอขอบคุณทุกคนในครอบครัว ตลอด จนถึงเพื่อนผู้เป็นกัลยาณมิตรที่มอบความรัก ความเอาใจใส่ กำลังใจ โอกาส และการช่วยเหลือที่ งบประมาณค่ามิได้เสมอมา

คุณค่าอันพึงมีจากวิทยานิพนธ์ฉบับนี้ ขอมอบเป็นเครื่องบูชาพระคุณบิดามารดา ครูอาจารย์ และผู้มีพระคุณทุกท่าน

ขวัญฤทัย เทียงจันทราทิพย์

พฤษภาคม 2553

## สารบัญ

	หน้า
สารบัญตาราง	(4)
บทที่ 1 บทนำ	1
ความสำคัญของปัญหา	1
คำถามการวิจัย	4
วัตถุประสงค์ของการวิจัย	5
ขอบเขตการวิจัย	5
ประโยชน์ที่ได้รับ	6
นิยามศัพท์เฉพาะ	6
บทที่ 2 การตรวจเอกสาร	9
แนวคิด	10
ความหมายของแนวคิด	10
แนวคิดทางวิทยาศาสตร์	10
การสร้างแนวคิด	12
การตรวจสอบแนวคิด	13
การจัดกลุ่มแนวคิด	16
แนวคิดเกี่ยวกับระบบต่อมไร้ท่อในหลักสูตรการศึกษาระดับชั้นพื้นฐาน	18
การศึกษาแนวคิดทางวิทยาศาสตร์ของผู้เรียน	20
ธรรมชาติของวิทยาศาสตร์	22
ความหมายของธรรมชาติของวิทยาศาสตร์	22
ขอบข่ายของธรรมชาติของวิทยาศาสตร์	22
ธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ในวิทยาศาสตร์ศึกษา	26
การศึกษาและการพัฒนาความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์	28
การจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้	31
ความหมายของการสืบเสาะหาความรู้	31
ลักษณะสำคัญของการสืบเสาะหาความรู้	32

## สารบัญ (ต่อ)

	หน้า
ประเภทของการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้	35
การจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ 5 ขั้นตอน	37
การศึกษาผลของการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้	38
บทที่ 3 วิธีการวิจัย	41
กลุ่มที่ศึกษา	41
เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย	42
การเก็บรวบรวมข้อมูล	48
การวิเคราะห์ข้อมูล	49
บทที่ 4 ผลการวิจัยและวิจารณ์	52
การพัฒนาแนวคิดทางวิทยาศาสตร์เกี่ยวกับระบบต่อมไร้ท่อ	52
การพัฒนาความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์	84
บทที่ 5 สรุปและข้อเสนอแนะ	105
สรุป	105
ข้อเสนอแนะ	107
ข้อเสนอแนะในการนำผลการวิจัยไปใช้	107
ข้อเสนอแนะสำหรับการวิจัยครั้งต่อไป	109
เอกสารและสิ่งอ้างอิง	110
ภาคผนวก	117
ภาคผนวก ก ราชานามผู้เชี่ยวชาญตรวจสอบเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย	118
ภาคผนวก ข กรอบแนวคิดทางวิทยาศาสตร์เกี่ยวกับระบบต่อมไร้ท่อ	120
ภาคผนวก ค ตัวอย่างแบบวัดแนวคิดเกี่ยวกับระบบต่อมไร้ท่อ	129
ภาคผนวก ง ประเด็นธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ สถานการณ์และข้อคำถาม	134
ภาคผนวก จ แบบสำรวจความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์	136
ภาคผนวก ฉ ตัวอย่างแบบบันทึกการจัดการเรียนรู้	141

## สารบัญ (ต่อ)

	หน้า
ภาคผนวก ข ตัวอย่างอนุทินสะท้อนการเรียนรู้ของนักเรียน	144
ภาคผนวก ซ ตัวอย่างแผนการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้	149
ประวัติการศึกษาและการทำงาน	157



## สารบัญตาราง

ตารางที่		หน้า
1	มาตรฐานการเรียนรู้ช่วงชั้นที่ 4	19
2	ลักษณะสำคัญในการจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์กับระดับของการสืบเสาะหาความรู้	34
3	แนวคิดของนักเรียนเกี่ยวกับระบบต่อมไร้ท่อ	53
4	แนวคิดของนักเรียนเกี่ยวกับลักษณะเฉพาะ ตำแหน่งและหน้าที่ของต่อมไร้ท่อ	54
5	แนวคิดของนักเรียนเกี่ยวกับต่อมไร้ท่อและฮอร์โมนที่สร้าง	59
6	แนวคิดของนักเรียนเกี่ยวกับการควบคุมการทำงานของระบบต่อมไร้ท่อ	73
7	แนวคิดของนักเรียนเกี่ยวกับการรักษาคุณภาพของร่างกายด้วยฮอร์โมนจากระบบต่อมไร้ท่อ	77
8	ความเข้าใจของนักเรียนเกี่ยวกับธรรมชาติของวิทยาศาสตร์	84
9	ความเข้าใจของนักเรียนเกี่ยวกับความรู้ทางวิทยาศาสตร์เปลี่ยนแปลงได้	85
10	ความเข้าใจของนักเรียนเกี่ยวกับวิทยาศาสตร์ต้องการหลักฐาน	88
11	ความเข้าใจของนักเรียนเกี่ยวกับวิทยาศาสตร์เป็นกิจกรรมทางสังคมที่ทุกคนสามารถมีส่วนร่วม	90

## สารบัญตาราง (ต่อ)

ตารางที่		หน้า
12	ความเข้าใจของนักเรียนเกี่ยวกับการพัฒนาทางวิทยาศาสตร์มีความสัมพันธ์กับสังคม เทคโนโลยี วัฒนธรรม บรรทัดฐาน และการเมือง	94
13	ความเข้าใจของนักเรียนเกี่ยวกับนักวิทยาศาสตร์เข้าร่วมกิจกรรมทางสังคมในฐานะผู้เชี่ยวชาญหรือพลเมืองของสังคม	98
<b>ตารางผนวกที่</b>		
1	กรอบแนวคิดทางวิทยาศาสตร์เกี่ยวกับระบบต่อมไร้ท่อ	121
2	ประเด็นธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ สถานการณ์และข้อคำถาม	135

# บทที่ 1

## บทนำ

### ความสำคัญของปัญหา

วิทยาศาสตร์มีความสำคัญต่อบุคคลและสังคม เนื่องจากเป็นศาสตร์ที่เกี่ยวข้องกับการดำเนินชีวิตและการทำงานในอาชีพต่างๆ ของคนเรา ทั้งนี้เพราะความรู้ทางวิทยาศาสตร์สามารถนำมาใช้ในการแก้ไขปัญหาต่างๆ ที่มนุษย์ต้องเผชิญอยู่ ทั้งปัญหาการขาดแคลนพลังงาน โรคระบาด การเปลี่ยนแปลงสภาพอากาศของโลกอันเนื่องมาจากโลกร้อน หรือปัญหาอื่นๆ อีกมากมาย (สุนีย์ คล้ายนิล, ปรีชาญ เดชศรี, และอัมพลิกา ประโมจรรย์, 2551) การพัฒนาให้บุคคลในสังคมรู้วิทยาศาสตร์จึงเป็นสิ่งจำเป็นอย่างยิ่ง ทั้งนี้เพราะการรู้วิทยาศาสตร์จะทำให้บุคคลนั้นมีความรู้ความเข้าใจเกี่ยวกับโลกธรรมชาติและเทคโนโลยีที่มนุษย์สร้างสรรค์ขึ้น สามารถนำความรู้วิทยาศาสตร์มาใช้ในการพัฒนาคุณภาพชีวิต ตลอดจนมีความรู้ความเข้าใจที่ถูกต้องเกี่ยวกับการใช้ประโยชน์ การดูแลรักษาพัฒนาสิ่งแวดล้อมและทรัพยากรธรรมชาติอย่างสมดุลยั่งยืน (สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (สสวท.), 2546) ดังนั้นการจัดการศึกษาวิทยาศาสตร์จึงมีเป้าหมายเพื่อพัฒนาให้ผู้เรียนเป็นผู้รู้วิทยาศาสตร์ (scientific literate persons)

เป้าหมายของการศึกษาวิทยาศาสตร์เพื่อพัฒนาผู้เรียนให้รู้วิทยาศาสตร์ไม่ได้เป็นที่สนใจเฉพาะนักวิทยาศาสตร์ศึกษาในประเทศใดประเทศหนึ่ง แต่นักวิทยาศาสตร์ศึกษาทั่วโลกต่างให้ความสำคัญและความสนใจต่อเป้าหมายของการจัดการศึกษาวิทยาศาสตร์ดังกล่าว (Lederman, 1992; Kang, Scharman, and Noh, 2004; Crowther, Lederman and Lederman, 2005; Dass, 2005; Flick and Lederman, 2006; Yip, 2006) โดยการรู้วิทยาศาสตร์ของผู้เรียน หมายถึง การมีความรู้ความเข้าใจในแนวคิดทางวิทยาศาสตร์ มีทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ มีจิตวิทยาศาสตร์ มีความเข้าใจเกี่ยวกับลักษณะ ขอบเขต ข้อจำกัดของความรู้ทางวิทยาศาสตร์ กระบวนการสืบเสาะหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์ และกิจการทางวิทยาศาสตร์ รวมทั้งสามารถนำความรู้ทางวิทยาศาสตร์มาใช้ประโยชน์ในการดำรงชีวิต และสื่อสารสู่ผู้อื่นได้ (สสวท., 2546; Lederman, 1992; American Association for the Advancement of Science (AAAS.), 2009) แต่จากรายงานการประเมินผลนักเรียนนานาชาติ PISA 2006 ที่ประเมินการรู้วิทยาศาสตร์ของผู้เรียนอายุ 15 ปี ในประเทศต่างๆ โดยแบ่งระดับการรู้วิทยาศาสตร์ออกเป็น 6 ระดับ ได้แก่ 1 2 3 4 5 และ 6 ซึ่งระดับที่ 6 เป็นระดับการรู้วิทยาศาสตร์ที่สูงที่สุด ผลการประเมินพบว่า ผู้เรียนในหลายประเทศ เช่น ประเทศนิวซีแลนด์

ประเทศฟินแลนด์ เป็นต้น มีระดับการรู้วิทยาศาสตร์ระดับที่สูง คือ ระดับ 4 – 6 ขณะที่ประเทศไทย ผู้เรียนมีระดับการรู้วิทยาศาสตร์ในระดับ 2 เป็นส่วนมาก ซึ่งถือว่าเป็นระดับการรู้วิทยาศาสตร์ที่ค่อนข้างต่ำ (พงศ์ประพันธ์ พงษ์โสภณ, 2551; สุนีย์ คล้ายนิล และคณะ, 2551) ดังนั้นประเทศไทยจึงควรให้ความสำคัญกับการจัดการศึกษาวิทยาศาสตร์ เพราะการจัดการศึกษาวิทยาศาสตร์ที่เหมาะสมจะช่วยพัฒนาให้ผู้เรียนรู้วิทยาศาสตร์มากยิ่งขึ้น

แนวทางหนึ่งในการพัฒนาการรู้วิทยาศาสตร์ให้กับผู้เรียน คือ การจัดการเรียนรู้ที่พัฒนาให้ผู้เรียนมีแนวคิดทางวิทยาศาสตร์และมีความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ควบคู่กันไปด้วย ทั้งนี้เพราะการมีแนวคิดทางวิทยาศาสตร์จะช่วยให้ผู้เรียนสามารถเข้าใจความรู้ทางวิทยาศาสตร์ได้อย่างถูกต้องและนำความรู้ไปใช้ได้เหมาะสม และการมีความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์จะช่วยให้ผู้เรียนทราบถึงข้อจำกัดหรือขอบเขตของความรู้ทางวิทยาศาสตร์ มีความสามารถในการตัดสินใจและแก้ปัญหาทางสังคมซึ่งมีผลกระทบมาจากวิทยาศาสตร์ ตระหนักถึงคุณค่าของการเรียนรู้อาชีววิทยาศาสตร์ รวมทั้งมีเจตคติที่ดีต่อการเรียนรู้อาชีววิทยาศาสตร์มากยิ่งขึ้น (Driver *et al.*, 1996)

แม้ว่าประเทศไทยจะมีนักวิทยาศาสตร์ศึกษาให้ความสนใจศึกษาแนวคิดและการพัฒนาแนวคิดทางวิทยาศาสตร์ของผู้เรียนในหลายเรื่อง เช่น การศึกษาแนวคิดเรื่องการสังเคราะห์ด้วยแสง (สิรินภา กิจเกื้อกูล, และ นฤมล ยุตาคม, 2547) การศึกษาแนวคิดทางพันธุศาสตร์ (ทัศนียา รัตนากุทัย, กัญจนา ชีระกุล, และนฤมล ยุตาคม, 2549) การศึกษาแนวคิดเรื่องเซลล์และกระบวนการของเซลล์ (อุษา นาคทอง, ชีราพร อนันตะเศรษฐกุล, และ นฤมล ยุตาคม, 2550) การพัฒนาแนวคิดเรื่องการหายใจระดับเซลล์ (ไตรรัตน์ รัตนเดช, 2551) การพัฒนาแนวคิดเชิงวิทยาศาสตร์เรื่องการตอบสนองของพืช (อาทิตยา จิตรเอื้อเฟื้อ, 2551) เป็นต้น แต่ยังไม่พบว่ามีผู้ศึกษาแนวคิดหรือศึกษาการพัฒนาแนวคิดทางวิทยาศาสตร์เกี่ยวกับระบบต่อมไร้ท่อของผู้เรียนซึ่งเป็นอีกหนึ่งแนวคิดที่สำคัญ ทั้งนี้เพราะแนวคิดเกี่ยวกับระบบต่อมไร้ท่อถูกนำมาอธิบายถึงกลไกการรักษาคุณภาพของร่างกายและกระบวนการต่างๆ ที่เกิดขึ้นภายในระบบร่างกายของคนเรา ซึ่งทำให้คนเรามีชีวิตอยู่ได้ นอกจากนี้แนวคิดทางวิทยาศาสตร์เกี่ยวกับระบบต่อมไร้ท่อยังเป็นความรู้พื้นฐานที่สำคัญสำหรับการนำไปใช้ในการเรียนรู้ทางการแพทย์และเภสัชกรรม หลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐานพุทธศักราช 2544 จึงกำหนดให้เรื่องระบบต่อมไร้ท่อเป็นหน่วยการเรียนรู้ในสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ สาระที่ 1 สิ่งมีชีวิตกับกระบวนการดำรงชีวิต ซึ่งต้องจัดการเรียนรู้ให้กับผู้เรียนระดับมัธยมศึกษาตอนปลายที่เรียนแผนการเรียนวิทยาศาสตร์ (สสวท., 2546) ดังนั้นการพัฒนาให้ผู้เรียนมีแนวคิดทางวิทยาศาสตร์เกี่ยวกับระบบต่อมไร้ท่อ จะทำให้ผู้เรียนสามารถนำ

ความรู้ความเข้าใจเกี่ยวกับระบบต่อมไร้ท่อไปใช้ประโยชน์ในการดำเนินชีวิตได้อย่างถูกต้อง เช่น การดูแลรักษาสุขภาพของตนเองและผู้อื่น เป็นต้น

การศึกษาความเข้าใจเกี่ยวกับธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ของผู้เรียนทั้งในและต่างประเทศ พบว่า ผู้เรียนมีความเข้าใจว่าความรู้ทางวิทยาศาสตร์เปลี่ยนแปลงได้ วิทยาศาสตร์ต้องการหลักฐาน และความรู้ทางวิทยาศาสตร์สร้างขึ้นจากการสังเกตและการลงข้อสรุป (สิรินภา กิจเกื้อกุล นฤมล ยุตาคม และอรุณี อิงคกุล, 2548; สุทธิดา จำรัส นฤมล ยุตาคม และ พรทิพย์ ไชโยโส, 2552; Moss, Abrams and Robb, 2001) นอกจากนี้ยังพบว่า ผู้เรียนส่วนใหญ่ขาดความเข้าใจเกี่ยวกับ ความหมายและที่มาของกฎและทฤษฎี วิธีการหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์ และขาดความเข้าใจ เกี่ยวกับกิจการทางวิทยาศาสตร์ในประเด็นวิทยาศาสตร์เป็นกิจกรรมทางสังคมที่ซับซ้อน ปัจจัยที่ ส่งผลต่อการทำงานของนักวิทยาศาสตร์ และผลกระทบของสังคมและวัฒนธรรมที่มีต่อการพัฒนา ทางวิทยาศาสตร์ (สิรินภา กิจเกื้อกุล และคณะ, 2548; สุทธิดา จำรัส และคณะ, 2552; Moss *et al.*, 2001; Bell, Blair, Crawford and Lederman, 2003; Dass, 2005) ดังนั้นผู้เรียนจึงควรได้รับการพัฒนา และส่งเสริมให้มีความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์โดยเฉพาะด้านกิจการทางวิทยาศาสตร์ให้ มากยิ่งขึ้น โดยต้องมีจัดการเรียนรู้ธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ให้กับผู้เรียนควบคู่ไปกับการจัดการ เรียนรู้เนื้อหาวิทยาศาสตร์สาระอื่นๆ (สุรวัดชัย มีศรี, มนัส บุญประกอบ, สุณีย์ เหมะประสิทธิ์, และ ปรินทร์ ชัยวิสุทธิทางกุล, 2550; Lederman, 1992; Khishfe and Abd El-Khalick, 2002; Schwartz, Lederman, and Crawford, 2004; Crowther *et al.*, 2005; Dass, 2005; Yip, 2006)

การจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ที่จะช่วยให้ผู้เรียนมีแนวคิดทางวิทยาศาสตร์และมีความ เข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์มากยิ่งขึ้นนั้นมีหลากหลายวิธีการ และหนึ่งในวิธีการเหล่านั้น คือ การจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ (inquiry - based learning) ทั้งนี้เพราะการจัดการเรียนรู้ วิทยาศาสตร์แบบสืบเสาะหาความรู้ เป็นกระบวนการเรียนรู้ที่เปิดโอกาสให้ผู้เรียนได้ลงมือปฏิบัติ ประกอบกับใช้ทักษะการคิด ในการศึกษาค้นคว้าเกี่ยวกับปรากฏการณ์ทางธรรมชาติและอธิบาย ทำนายการเกิดปรากฏการณ์เหล่านั้น โดยอาศัยหลักฐานข้อมูลที่มีอยู่ เพื่อให้ผู้เรียนมีแนวคิดที่ สอดคล้องกับแนวคิดทางวิทยาศาสตร์ซึ่งเป็นที่ยอมรับในปัจจุบัน และเพื่อให้ผู้เรียนสามารถใช้ ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ มีจิตวิทยาศาสตร์ รวมทั้งมีความเข้าใจเกี่ยวกับการได้มาซึ่ง ความรู้ทางวิทยาศาสตร์และขอบเขต ข้อจำกัดของความรู้ทางวิทยาศาสตร์ (ชาติรี ฝ่ายคำตา, 2552ก; สาขาชีววิทยา สสวท., 2552; National Research Council (NRC.), 2000) ขณะเดียวกันการจัดการ เรียนรู้วิทยาศาสตร์แบบสืบเสาะหาความรู้ เป็นรูปแบบการจัดการเรียนรู้อย่างหนึ่งที่เน้นให้ผู้เรียน สร้างความรู้ด้วยตนเองจากประสบการณ์หรือความรู้เดิมของผู้เรียนร่วมกับความรู้ใหม่ที่เกิดขึ้น

ระหว่างการเรียนรู้ และครูผู้จัดการเรียนรู้มีหน้าที่อำนวยความสะดวกและชี้แนะแนวทางในการเรียนรู้ของผู้เรียน (สสวท., 2546) จากการศึกษางานวิจัยที่ผ่านมาพบว่า การจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้สามารถพัฒนาแนวคิดทางวิทยาศาสตร์ของผู้เรียนในเรื่อง การหายใจระดับเซลล์ (ไตรรัตน์ รัตนเดช, 2551) การตอบสนองของพืช (อาทิตย์ จิตรเอื้อเพื่อ, 2551) และการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ยังสามารถพัฒนาให้ผู้เรียนมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์สูงขึ้น (สุรจิตา เศรษฐภักดี, 2547; ยูพา กุมภาว, 2550) มีทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์สูงขึ้น และมีเจตคติต่อการเรียนวิทยาศาสตร์ในระดับสูง (สุรจิตา เศรษฐภักดี, 2547) นอกจากนี้การจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ซึ่งมีการบูรณาการเนื้อหาบทเรียนกับธรรมชาติของวิทยาศาสตร์เข้าด้วยกัน มีการหยิบยกธรรมชาติของวิทยาศาสตร์มาให้ผู้เรียนเรียนรู้ เปิดโอกาสให้ผู้เรียนสะท้อนการเรียนรู้ของตนเอง ผ่านการอภิปราย การแสดงความคิดเห็น สามารถพัฒนาผู้เรียนให้มีความเข้าใจที่ถูกต้องเกี่ยวกับธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ (Khishfe and Abd-El-Khalick, 2002; Crowther *et al.*, 2005; Khishfe and Lederman, 2006; Khishfe, 2008) จากลักษณะและความสำคัญรวมทั้งงานวิจัยที่ผ่านมาแสดงให้เห็นว่า การจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ส่งเสริมให้ผู้เรียนได้มีโอกาสพัฒนาแนวคิดทางวิทยาศาสตร์และความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ควบคู่กันไป

ดังนั้นผู้วิจัยจึงสนใจการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ที่มีการบูรณาการเนื้อหาบทเรียนเรื่องระบบต่อมไร้ท่อกับธรรมชาติของวิทยาศาสตร์เข้าด้วยกัน มีการหยิบยกประเด็นธรรมชาติของวิทยาศาสตร์มาให้ผู้เรียนเรียนรู้ และเปิดโอกาสให้ผู้เรียนได้สะท้อนการเรียนรู้ของตนเอง เพื่อพัฒนาให้ผู้เรียนมีแนวคิดทางวิทยาศาสตร์เกี่ยวกับระบบต่อมไร้ท่อและมีความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์มากยิ่งขึ้น ซึ่งเป็นแนวทางหนึ่งที่จะพัฒนาผู้เรียนให้เป็นผู้รู้วิทยาศาสตร์เห็นความสำคัญของการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ นำความรู้ทางวิทยาศาสตร์ไปใช้ในการดำรงชีวิตและสามารถดำรงชีวิตอยู่ในสังคมที่มีวิทยาศาสตร์เป็นพื้นฐานได้อย่างมีความสุข

### คำถามการวิจัย

1. การจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้สามารถพัฒนาแนวคิดทางวิทยาศาสตร์เกี่ยวกับระบบต่อมไร้ท่อของนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ได้หรือไม่ อย่างไร
2. การจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้สามารถพัฒนาความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ของนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ได้หรือไม่ อย่างไร

## วัตถุประสงค์ของการวิจัย

เพื่อศึกษาการพัฒนาแนวคิดทางวิทยาศาสตร์เกี่ยวกับระบบต่อมไร้ท่อและความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ของนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 โดยการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้

### ขอบเขตการวิจัย

1. สถานที่ดำเนินการวิจัย คือ โรงเรียนแห่งหนึ่งในสังกัดของสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษาพะเยาเขต 1 จังหวัดพะเยา
2. กลุ่มที่ศึกษา คือ นักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 แผนการเรียนวิทยาศาสตร์ ภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2552 จากโรงเรียนแห่งหนึ่งในสังกัดของสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษาพะเยาเขต 1 จำนวน 2 ห้องเรียน รวมจำนวนนักเรียนทั้งสิ้น 80 คน
3. ระยะเวลาในการทำการวิจัย ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2551 – ภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2552
4. เนื้อหาวิทยาศาสตร์ที่ใช้ในการวิจัย ได้แก่ เนื้อหาเรื่องระบบต่อมไร้ท่อ ซึ่งต้องจัดการเรียนรู้ให้กับผู้เรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 แผนการเรียนวิทยาศาสตร์ ตามหลักสูตรการศึกษาขั้นพื้นฐานพุทธศักราช 2544 โดยครอบคลุมแนวคิดเกี่ยวกับระบบต่อมไร้ท่อ ได้แก่ ลักษณะเฉพาะตำแหน่งและหน้าที่ของต่อมไร้ท่อ ต่อมไร้ท่อและฮอร์โมนที่สร้าง การควบคุมการทำงานของระบบต่อมไร้ท่อ และการรักษาคุณภาพของร่างกายด้วยฮอร์โมนจากระบบต่อมไร้ท่อ ระยะเวลาในการจัดการเรียนรู้ทั้งหมด 12 คาบ คาบละ 50 นาที
5. การศึกษาเกี่ยวกับความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ มี 3 ด้าน ได้แก่ 1) ด้านโลกทัศน์ทางวิทยาศาสตร์ (the scientific worldview) 2) ด้านการสืบเสาะความรู้ทางวิทยาศาสตร์ (scientific inquiry) 3) ด้านกิจการทางวิทยาศาสตร์ (scientific enterprise) ซึ่งมีประเด็นที่ต้องการศึกษา 5 ประเด็น ดังต่อไปนี้ (1) ความรู้ทางวิทยาศาสตร์เปลี่ยนแปลงได้ (2) วิทยาศาสตร์ต้องการหลักฐาน (3) วิทยาศาสตร์เป็นกิจกรรมทางสังคมที่ทุกคนสามารถมีส่วนร่วม (4) การพัฒนาทางวิทยาศาสตร์มีความสัมพันธ์กับเทคโนโลยีและสังคม วัฒนธรรม บรรทัดฐาน และการเมือง

(5) นักวิทยาศาสตร์เข้าร่วมในกิจกรรมทางสังคมในฐานะผู้เชี่ยวชาญหรือพลเมืองของสังคม

### ประโยชน์ที่ได้รับ

1. ครูชีววิทยาและครูวิทยาศาสตร์ นำผลการวิจัยไปเป็นแนวทางในการจัดการเรียนรู้เพื่อพัฒนาแนวคิดทางวิทยาศาสตร์เกี่ยวกับระบบต่อมไร้ท่อและความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ของนักเรียน
2. นักวิทยาศาสตร์ศึกษาและหน่วยงานที่เกี่ยวข้องสามารถนำผลการวิจัยไปเป็นแนวทางในการพัฒนาครูวิทยาศาสตร์ให้มีความรู้และความเข้าใจในการจัดการเรียนรู้ที่สามารถพัฒนาแนวคิดทางวิทยาศาสตร์และความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ของนักเรียน

### นิยามศัพท์เฉพาะ

แนวคิดเกี่ยวกับระบบต่อมไร้ท่อ หมายถึง คำตอบ เหตุผลประกอบคำตอบ และคำอธิบายที่แสดงถึงความคิด ความเข้าใจของนักเรียนเกี่ยวกับระบบต่อมไร้ท่อ ซึ่งนักเรียนแสดงออกและสามารถวัดได้จากแบบวัดแนวคิดเกี่ยวกับระบบต่อมไร้ท่อ แบบบันทึกการจัดการเรียนรู้ อนุทินสะท้อนการเรียนรู้ของนักเรียน โดยจัดกลุ่มแนวคิดของนักเรียนออกเป็น 4 กลุ่ม ได้แก่

-แนวคิดทางวิทยาศาสตร์ (Scientific Conceptions: SC) หมายถึง คำตอบ เหตุผลประกอบคำตอบ และคำอธิบายของนักเรียน สอดคล้องกับแนวคิดซึ่งเป็นที่ยอมรับของนักวิทยาศาสตร์ในปัจจุบันทั้งหมด

-แนวคิดทางวิทยาศาสตร์บางส่วน (Partial Scientific Conceptions: PC) หมายถึง คำตอบ เหตุผลประกอบคำตอบ และคำอธิบายของนักเรียน สอดคล้องกับแนวคิดซึ่งเป็นที่ยอมรับของนักวิทยาศาสตร์ในปัจจุบันบางส่วน แต่ไม่ครบทั้งหมด

-แนวคิดทางวิทยาศาสตร์บางส่วนและแนวคิดคลาดเคลื่อนบางส่วน (Partial Scientific Conceptions with Misconceptions: PC/MC) หมายถึง คำตอบ เหตุผลประกอบคำตอบ และคำอธิบายของนักเรียน สอดคล้องกับแนวคิดซึ่งเป็นที่ยอมรับของนักวิทยาศาสตร์ในปัจจุบันบางส่วนและไม่สอดคล้องกับแนวคิดซึ่งเป็นที่ยอมรับของนักวิทยาศาสตร์ในปัจจุบันบางส่วน

-แนวคิดคลาดเคลื่อน (Misconceptions: MC) หมายถึง คำตอบ เหตุผลประกอบคำตอบ และคำอธิบายของนักเรียน ไม่สอดคล้องกับแนวคิดซึ่งเป็นที่ยอมรับของนักวิทยาศาสตร์ในปัจจุบัน ทั้งหมด

**ความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์** หมายถึง ความสามารถของนักเรียนในการอธิบาย เปรียบเทียบ ยกตัวอย่างและเลือก ระบุ เกี่ยวกับประเด็นธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ ดังนี้ ความรู้ทาง วิทยาศาสตร์เปลี่ยนแปลงได้ วิทยาศาสตร์ต้องการหลักฐาน วิทยาศาสตร์เป็นกิจกรรมทางสังคมที่ ทุกคนสามารถมีส่วนร่วม การพัฒนาทางวิทยาศาสตร์มีความสัมพันธ์กับสังคม เทคโนโลยี วัฒนธรรม บรรทัดฐาน และการเมือง และนักวิทยาศาสตร์เข้าร่วมกิจกรรมทางสังคมในฐานะ ผู้เชี่ยวชาญหรือพลเมืองของสังคม โดยนักเรียนแสดงออกและสามารถวัดได้จากการแบบสำรวจ ความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ แบบบันทึกการจัดการเรียนรู้ และอนุทินสะท้อนการเรียนรู้ ของนักเรียน

**การจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้** หมายถึง การจัดการเรียนรู้ที่มีการบูรณาการ เนื้อหาบทเรียนเรื่องระบบต่อมไร้ท่อกับธรรมชาติของวิทยาศาสตร์เข้าด้วยกัน มีการหยิบยกประเด็น ธรรมชาติของวิทยาศาสตร์มาให้นักเรียนได้ร่วมแลกเปลี่ยนเรียนรู้ และเปิดโอกาสให้นักเรียนได้ สะท้อนความเข้าใจเกี่ยวกับสิ่งที่เรียนรู้ ผ่านการตอบคำถาม การอภิปราย การแสดงความคิดเห็น ซึ่ง ขั้นตอนของการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ปรับปรุงมาจากขั้นตอนของวัฏจักรการเรียนรู้ 5 ขั้นตอน (Inquiry Cycle) ของสถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มีรายละเอียด ดังต่อไปนี้

1. ขั้นสร้างความสนใจและตรวจสอบความรู้เดิมของนักเรียน (engagement) ครูใช้คำถาม สถานการณ์หรือสื่อต่างๆ เช่น คลิปวิดีโอ รูปภาพ เป็นต้น กระตุ้นให้นักเรียนเกิดความสนใจ สงสัย หรือเกิดประเด็นปัญหาที่ต้องการศึกษา ครูใช้คำถามเพื่อตรวจสอบความรู้เดิมหรือแนวคิดเดิมของ นักเรียน หากพบว่านักเรียนมีแนวคิดเดิมคลาดเคลื่อน ครูจะแก้ไขโดยอธิบายให้นักเรียนเข้าใจและ ทำให้นักเรียนมีแนวคิดที่สอดคล้องกับแนวคิดทางวิทยาศาสตร์ ก่อนนักเรียนเริ่มกิจกรรมขั้นต่อไป

2. ขั้นสำรวจและค้นหา (exploration) นักเรียนลงมือปฏิบัติการสำรวจและค้นหาใน ประเด็นปัญหาที่นักเรียนสนใจอยากเรียนรู้หรือประเด็นปัญหาที่ครูกำหนดให้ กิจกรรมการเรียนรู้ เปิดโอกาสให้นักเรียนใช้การสังเกต การสำรวจ การแก้ปัญหา การออกแบบการทดลอง ส่งเสริมให้ นักเรียนสร้างคำอธิบายจากหลักฐานที่มาจากการสำรวจและค้นหา ซึ่งกิจกรรมการเรียนรู้นี้จะ

กำหนดให้นักเรียนทำงานร่วมกันเป็นกลุ่มตามความคิดเห็นและความสนใจ หรือกำหนดให้นักเรียนแต่ละคนได้ลงมือปฏิบัติตามความสนใจของตนเอง ครูมีหน้าที่ส่งเสริม ให้คำปรึกษาชี้แนะ รวมทั้งอำนวยความสะดวกในการเรียนรู้ของนักเรียน

3. **ชั้นอธิบาย (explanation)** นักเรียนนำข้อมูลจากการสำรวจและค้นหามาวิเคราะห์สังเคราะห์ สรุป และสร้างคำอธิบายของตนเองหรือของกลุ่ม พร้อมทั้งนำเสนอคำอธิบายหรือผลงานรูปแบบต่างๆ เช่น แผนผัง กราฟ รูปภาพ ตาราง เป็นต้น คำอธิบายหรือผลงานที่นำเสนอต้องมีการอ้างอิงเอกสารและหลักฐานที่มีความถูกต้อง สามารถตรวจสอบได้ หากนักเรียนมีข้อสงสัยหรือมีคำถามที่ไม่สามารถอธิบายได้ ครูจะอธิบายเพิ่มเติมให้กับนักเรียนในประเด็นเหล่านั้น

4. **ชั้นขยายความรู้ (elaboration)** นักเรียนเพิ่มเติมความรู้ใหม่ให้ชัดเจนโดยการเชื่อมโยงความรู้เดิมสู่ความรู้ใหม่อย่างเป็นระบบ ครูหยิบยกประเด็นธรรมชาติของวิทยาศาสตร์มาให้นักเรียนเรียนรู้ โดยใช้คำถามกระตุ้นให้นักเรียนคิดและเปิดโอกาสให้นักเรียนได้สะท้อนความเข้าใจของตนเอง ผ่านการตอบคำถาม การอภิปราย การแสดงความคิดเห็น ทั้งประเด็นเกี่ยวกับธรรมชาติของวิทยาศาสตร์และแนวคิดทางวิทยาศาสตร์เรื่องระบบต่อมไร้ท่อ

5. **ชั้นสรุปและประเมินผลสิ่งที่เรียนรู้ (evaluation)** ครูกับนักเรียนร่วมกันสรุปและประเมินสิ่งที่นักเรียนได้เรียนรู้ โดยเป็นการประเมินตามสภาพจริงและใช้เครื่องมือประเมินที่หลากหลาย เช่น จากการตอบคำถาม การทำแบบวัดแนวคิด การทำแบบสำรวจความเข้าใจ เป็นต้น ครูแนะนำให้ นักเรียนเชื่อมโยงว่า ความรู้ของนักเรียนเปลี่ยนแปลงไปเมื่อนักเรียนผ่านกระบวนการเรียนรู้ ดังนั้นหากนักวิทยาศาสตร์ผ่านกระบวนการเรียนรู้หรือทำการศึกษาค้นคว้าจะทำให้ความรู้ของนักวิทยาศาสตร์เปลี่ยนแปลงเช่นเดียวกัน เมื่อความรู้ของนักวิทยาศาสตร์เปลี่ยนแปลง นักวิทยาศาสตร์จะสร้างคำอธิบายขึ้นใหม่ เมื่อกลุ่มของนักวิทยาศาสตร์ร่วมกันตรวจสอบหรือพิสูจน์และให้การยอมรับคำอธิบายเหล่านั้นแล้ว นักวิทยาศาสตร์จะเผยแพร่คำอธิบายซึ่งมีผลทำให้ความรู้ทางวิทยาศาสตร์มีการเปลี่ยนแปลงไปจากเดิม

## บทที่ 2

### การตรวจเอกสาร

การวิจัยเพื่อพัฒนาแนวคิดทางวิทยาศาสตร์เกี่ยวกับระบบต่อมไร้ท่อและความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ของนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 โดยการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ ต้องอาศัยข้อมูลพื้นฐานเพื่อนำมาเป็นกรอบแนวทางการวิจัย ซึ่งผู้วิจัยได้ศึกษาค้นคว้าตรวจสอบเอกสารและนำมาเรียบเรียงตามลำดับ ดังนี้

#### 1. แนวคิด

- 1.1 ความหมายของแนวคิด
- 1.2 แนวคิดทางวิทยาศาสตร์
- 1.3 การสร้างแนวคิด
- 1.4 การตรวจสอบแนวคิด
- 1.5 การจัดกลุ่มแนวคิด
- 1.6 แนวคิดทางวิทยาศาสตร์เกี่ยวกับระบบต่อมไร้ท่อในหลักสูตรการศึกษาขั้นพื้นฐาน
- 1.7 การศึกษาแนวคิดทางวิทยาศาสตร์ของผู้เรียน

#### 2. ธรรมชาติของวิทยาศาสตร์

- 2.1 ความหมายของธรรมชาติของวิทยาศาสตร์
- 2.2 ขอบข่ายของธรรมชาติของวิทยาศาสตร์
- 2.3 ธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ในวิทยาศาสตร์ศึกษา
- 2.4 การศึกษาและการพัฒนาความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์

#### 3. การจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้

- 3.1 ความหมายของการสืบเสาะหาความรู้
- 3.2 ลักษณะสำคัญของการสืบเสาะหาความรู้
- 3.3 ประเภทของการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้
- 3.4 การจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ 5 ขั้นตอน
- 3.5 การศึกษาผลของการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้

## แนวคิด

### 1. ความหมายของแนวคิด

แนวคิด เป็นคำศัพท์ที่บัญญัติขึ้น เพื่อใช้แทนคำภาษาอังกฤษว่า “concept” ซึ่งนักการศึกษาไทยบางท่านอาจใช้คำว่า ความคิดรวบยอด มโนทัศน์ มโนภาพ หรือมโนคติ แต่ในงานวิจัยครั้งนี้ ผู้วิจัยจะใช้คำว่า แนวคิด แทนคำว่า concept โดยมีการศึกษาความหมายพร้อมทั้งให้ความหมายไว้ดังนี้

แนวคิด หมายถึง รูปแบบของความรู้ซึ่งเกิดจากการจัดกลุ่ม จัดประเภทของสิ่งต่างๆ ที่ทำการสังเกตเข้าด้วยกัน (สุวรรณ นิชมค้ำ, 2531) นอกจากนี้แนวคิดยังหมายถึง ความคิด ความเข้าใจ โดยสรุปเกี่ยวกับสิ่งใดสิ่งหนึ่งซึ่งเกิดจากการนำคุณลักษณะต่างๆ ของสิ่งนั้นที่ได้รับจากการสังเกต หรือการมีประสบการณ์เดิมเกี่ยวกับสิ่งนั้นมาประมวลเข้าด้วยกัน (ธีระชัย ปุณณโชติ, 2536) ความรู้ความเข้าใจเกี่ยวกับวัตถุหรือปรากฏการณ์ต่างๆ ของแต่ละบุคคลซึ่งเกิดขึ้นโดยนำผลที่ได้จากการสังเกตมาสัมพันธ์กับประสบการณ์เดิมที่มีอยู่ (ภพ เลหาไพบูลย์, 2540) และความรู้สึนึกคิด ความเข้าใจ ความเห็น หรือภาพสุดท้ายที่เกิดจากสิ่งเร้าและเหตุการณ์ของบุคคลที่ได้รับจากการเรียนรู้ในลักษณะเฉพาะของสิ่งนั้น อันเกิดจากประสบการณ์ที่เคยได้รับมาเกี่ยวกับสิ่งนั้นหรือในเรื่องนั้นหลายๆ แบบ มีลักษณะเป็นนามธรรม ซึ่งผ่านกระบวนการสร้างแนวคิดที่ประกอบด้วย การรับรู้ การจัดประเภท การแยกแยะ และการสรุปอย่างครอบคลุม (Wikipedia, 2009)

จากความหมายของแนวคิดดังกล่าวมาสามารถสรุปได้ว่า แนวคิด หมายถึง ความคิด ความเข้าใจ โดยสรุปเกี่ยวกับสิ่งใดสิ่งหนึ่งของแต่ละบุคคล ซึ่งสร้างขึ้นจากประสบการณ์เดิมเกี่ยวกับสิ่งนั้นร่วมกับประสบการณ์ใหม่ที่ได้รับจากการเรียนรู้

### 2. แนวคิดทางวิทยาศาสตร์

แนวคิดทางวิทยาศาสตร์ (scientific concept) จัดเป็นความรู้ทางวิทยาศาสตร์ประเภทหนึ่ง ซึ่งเป็นผลมาจาก ความคิดรวบยอดทั้งหมดเกี่ยวกับเรื่องราว เหตุการณ์ หรือปรากฏการณ์ต่างๆ (ภพ เลหาไพบูลย์, 2540) หรือความเข้าใจของแต่ละบุคคลที่มีต่อการสรุปลักษณะสำคัญของวัตถุหรือปรากฏการณ์ที่เกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์ ซึ่งความเข้าใจของแต่ละบุคคลย่อมมีความแตกต่างกันขึ้นอยู่กับประสบการณ์และวุฒิภาวะ (ปรีชา วงศ์ชูศิริ, 2525 อ้างใน ภพ เลหาไพบูลย์, 2540) หรือ

ความคิด ความเข้าใจโดยสรุปเกี่ยวกับสิ่งใดสิ่งหนึ่ง ซึ่งเกิดจากการสังเกตและการใช้ประสบการณ์ที่เคยได้รับเกี่ยวกับสิ่งนั้นมาประมวลเข้าด้วยกันจนเกิดเป็นคำจำกัดความของสิ่งนั้น ๆ โดยมีทั้งระดับที่เป็นรูปธรรมและนามธรรม มีความเชื่อมโยงต่อเนื่องกัน มีการนำแนวคิดหลายแนวคิดมาเชื่อมโยงกันอย่างมีเหตุผล แนวคิดทางวิทยาศาสตร์จึงมีลักษณะเป็นสากล และการเรียนรู้แนวคิดทางวิทยาศาสตร์ช่วยให้ผู้เรียนมีความรู้ความเข้าใจในเนื้อหาบทเรียนที่เรียนรู้มากยิ่งขึ้น (คณะกรรมการพัฒนาการสอนและวัสดุอุปกรณ์การสอนวิทยาศาสตร์, 2525 อ้างใน ภพ เลหาไพบูลย์, 2540)

แนวคิดทางวิทยาศาสตร์มีลักษณะ (คณะกรรมการพัฒนาการสอนและวัสดุอุปกรณ์การสอนวิทยาศาสตร์, 2525 อ้างใน ภพ เลหาไพบูลย์, 2540) ดังต่อไปนี้ 1) เป็นการนำเอาข้อเท็จจริงต่างๆ มาสรุปไว้ เช่น แมงมุมเป็นสัตว์ที่มีแปดขา น้ำแข็งคือน้ำที่อยู่ในสถานะของแข็ง เป็นต้น 2) เป็นการสรุปความสัมพันธ์ระหว่างข้อเท็จจริงของสิ่งทั้งหลายเข้าไว้ด้วยกัน เช่น กระแสไฟฟ้าขึ้นอยู่กับความต้านทานในวงจร สสารอาจเปลี่ยนสถานะได้ถ้าเราเพิ่มหรือลดพลังงาน เป็นต้น 3) เป็นการนำเอาข้อมูลหรือเหตุการณ์ต่างๆ มาสรุปรวมเข้าด้วยกัน แสดงให้เห็นถึงกระบวนการต่อเนื่องของความรู้ ซึ่งอาจจะเริ่มต้นตั้งแต่ความรู้ระดับพื้นฐาน ไปจนถึงความรู้ระดับสูง เช่น แก๊สเมื่อได้รับความร้อน โมเลกุลจะเคลื่อนที่อย่างรวดเร็ว ยืนที่อยู่บน โครโมโซมจะเป็นตัวกำหนดลักษณะทางพันธุกรรมของสิ่งมีชีวิต เป็นต้น

นอกจากนี้แนวคิดทางวิทยาศาสตร์สามารถจัดได้เป็น 3 ประเภท (ปรีชา วงศ์ศิริ, 2525 อ้างใน ภพ เลหาไพบูลย์, 2540) คือ 1) แนวคิดเกี่ยวกับการแบ่งประเภท (classificational concepts) เป็นแนวคิดที่เป็นคำอธิบายหรือคำชี้แจงคุณสมบัติ บอกคุณสมบัติรวม โดยนำไปใช้ในการบรรยายวัตถุหรือปรากฏการณ์นั้นๆ เช่น ดอกไม้ประกอบด้วยส่วนต่างๆ ได้แก่ ฐานรองดอก กลีบเลี้ยง กลีบดอก เกสรตัวผู้ เกสรตัวเมีย เป็นต้น 2) แนวคิดทางทฤษฎี (theoretical concepts) เป็นแนวคิดที่นักวิทยาศาสตร์พยายามอธิบายคุณลักษณะของบางสิ่งบางอย่างหรือปรากฏการณ์ที่ไม่อาจจะสังเกตได้โดยตรงทั้งหมด แต่มีหลักฐานที่เป็นเหตุเป็นผลสนับสนุน จากนั้นจึงสร้างเป็นความเข้าใจของตนเอง เช่น อะไมเลสเป็นเอนไซม์ในน้ำลายซึ่งช่วยในการย่อยอาหารพวกแป้ง โปรตีนเป็นสารอาหารที่มีอยู่ในเนื้อสัตว์และไข่แดง เป็นต้น และ 3) แนวคิดเกี่ยวกับความสัมพันธ์ (correlational concepts) เป็นแนวคิดที่กล่าวถึงความสัมพันธ์ระหว่างเหตุและผล นำไปใช้ในการทำนายหรือการพยากรณ์เหตุการณ์ต่างๆ ได้ เช่น อาหารให้พลังงานแก่ร่างกายและทำให้ร่างกายอบอุ่น เมื่อของเหลวได้รับความร้อนจะมีปริมาณเพิ่มขึ้น เป็นต้น

จากการศึกษาความหมายและประเภทของแนวคิดทางวิทยาศาสตร์ สามารถสรุปได้ว่าแนวคิดทางวิทยาศาสตร์ หมายถึง ความคิด ความเข้าใจ โดยสรุปเกี่ยวกับวัตถุหรือปรากฏการณ์ที่เกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์ ซึ่งเป็นผลมาจากการได้รับประสบการณ์ใหม่โดยการศึกษา ค้นคว้า การสังเกต การคาดคะเน การหาความสัมพันธ์ และมีการเชื่อมโยงประสบการณ์ใหม่และประสบการณ์เดิมเข้าด้วยกัน จนเกิดเป็นคำอธิบายเกี่ยวกับวัตถุหรือปรากฏการณ์นั้นๆ ซึ่งจะมีการเผยแพร่คำอธิบายดังกล่าว และทำให้คำอธิบายนั้นเป็นที่ยอมรับร่วมกันในกลุ่มคนที่ศึกษาทางวิทยาศาสตร์

### 3. การสร้างแนวคิด

การสร้างแนวคิดเป็นการสร้างความคิด ความเข้าใจ ที่เกิดขึ้นภายในตัวบุคคลแต่ละคน ซึ่งบุคคลจะสร้างแนวคิดเกี่ยวกับสิ่งใดสิ่งหนึ่งขึ้นมาได้เมื่อบุคคลนั้นมีประสบการณ์เกี่ยวกับสิ่งนั้น และนำประสบการณ์ที่มีอยู่มาเชื่อมโยงกับประสบการณ์ใหม่ที่ได้รับจากการรับรู้ การสังเกต การมีปฏิสัมพันธ์กับสิ่งนั้น ทำให้เกิดเป็นแนวคิดเกี่ยวกับสิ่งนั้น โดยเฉพาะแยกออกจากสิ่งอื่นๆ ซึ่งทฤษฎีที่สามารถนำมาอธิบายการสร้างแนวคิดได้ คือ ทฤษฎีการสร้างความรู้ (constructivism)

ทฤษฎีการสร้างความรู้ เชื่อว่า การสร้างความรู้หรือการสร้างแนวคิดเป็นกระบวนการที่เกิดขึ้นภายในตัวคนแต่ละคน ภายใต้การควบคุมของตนเองในการต่อสู้กับความขัดแย้งระหว่างความรู้เดิมหรือประสบการณ์เดิมที่มีอยู่กับประสบการณ์ใหม่ที่เกิดจากการเรียนรู้ ซึ่งประสบการณ์ใหม่ที่เกิดขึ้นจากการเรียนรู้ อาจจะเหมือนหรือแตกต่างไปจากประสบการณ์เดิม ขณะเดียวกันทฤษฎีการสร้างความรู้เชื่อว่า ความรู้ไม่ใช่สิ่งที่ดูดซับได้ แต่ถูกสร้างขึ้นมาจากมุมมองของคนเรา โดยผ่านทางกระทำ ผู้เรียนต้องลงมือปฏิบัติการสืบเสาะหาความรู้ด้วยตนเองเพื่อพัฒนาสติปัญญา และแรงจูงใจหรือพลังที่จะสร้างสติปัญญาต้องมาจากตัวผู้เรียนเอง (วรรณทิพา รอดแรงคำ, 2540) ทั้งนี้เพราะทฤษฎีการสร้างความรู้มีรากฐานมาจากปรัชญา จิตวิทยา การศึกษาเกี่ยวกับการสื่อความหมาย และกระบวนการสื่อความหมายในตัวบุคคล โดยมีหลักการ 2 ข้อ คือ 1) ความรู้ไม่ได้เกิดจากการรับรู้เพียงอย่างเดียวแต่เป็นการสร้างขึ้น โดยบุคคลที่มีความรู้ความเข้าใจจากการมีส่วนร่วมในการรับรู้ 2) หน้าที่ของการรับรู้เพื่อให้เกิดความรู้คือ การปรับตัวและการประมวลประสบการณ์ทั้งหมดที่บุคคลเข้าไปมีส่วนร่วมในการรับรู้ (von Glasersfeld, 1991 อ้างใน วรรณทิพา รอดแรงคำ, 2540)

นอกจากนี้ทฤษฎีการสร้างความรู้ยังอธิบายว่า ความรู้เป็นสิ่งที่ชั่วคราว มีการพัฒนา ไม่เป็นปรนัยและถูกสร้างขึ้นมาจากในตัวคน โดยอาศัยสื่อกลางทางภาษาที่ใช้ในสังคมและวัฒนธรรม ส่วนการเรียนรู้เป็นกระบวนการควบคุมตนเองในการต่อสู้กับความขัดแย้งที่เกิดขึ้นระหว่างประสบการณ์

เดิมกับประสบการณ์ใหม่ที่แตกต่างไปจากเดิม (Fosnot, 1996 อ้างใน วรรณทิพา รอดแรงกล้า, 2540) และการเรียนรู้เกิดขึ้นจากการสร้างแนวคิดใหม่ ซึ่งการสร้างแนวคิดใหม่จะต้องใช้ความรู้ ประสบการณ์ และแนวคิดเดิมมาเป็นพื้นฐาน (Brooks and Brooks, 2009) สำหรับการจัดการเรียนรู้ ตามแนวทางทฤษฎีการสร้างความรู้ จะเน้นการสร้างความรู้ความเข้าใจ โดยการเชื่อมโยงความรู้เดิม หรือประสบการณ์เดิมเข้ากับความรู้ใหม่หรือประสบการณ์ใหม่ที่ผู้เรียนได้รับขณะที่เรียนรู้ โดยครู จะเป็นผู้จัดประสบการณ์ให้ผู้เรียนได้ฝึกเป็นนักคิดและนักปฏิบัติ จากการตั้งคำถาม การตอบคำถาม การแก้ปัญหาด้วยการลงมือปฏิบัติ ทั้งนี้เพื่อให้ผู้เรียนสามารถสร้างแนวคิดของตนเองให้สอดคล้อง กับแนวคิดทางวิทยาศาสตร์ที่ได้รับการยอมรับในปัจจุบัน

ดังนั้นหากต้องการทราบแนวคิดของผู้เรียนก่อนและหลังการจัดการเรียนรู้ ต้องมีการ ตรวจสอบแนวคิดของผู้เรียน ผลของการตรวจสอบแนวคิดของผู้เรียนจะช่วยให้ครูสามารถจัดการ เรียนรู้ได้อย่างมีประสิทธิภาพและเป็นการจัดการเรียนรู้ที่ส่งเสริมให้ผู้เรียนสร้างแนวคิดที่ สอดคล้องกับแนวคิดทางวิทยาศาสตร์มากยิ่งขึ้น

#### 4. การตรวจสอบแนวคิด

ในการเรียนรู้วิทยาศาสตร์สิ่งหนึ่งที่มีความสำคัญมากซึ่งจะมีผลต่อการเรียนรู้ของผู้เรียน คือ แนวคิดเดิมหรือประสบการณ์เดิมของผู้เรียน ทั้งนี้เพราะในการสร้างความรู้ ผู้เรียนต้องอาศัยทั้ง แนวคิดเดิมหรือประสบการณ์เดิมประกอบกับประสบการณ์ใหม่ที่ได้รับจากกระบวนการเรียนรู้ (Brooks and Brooks, 2009) ดังนั้นการตรวจสอบแนวคิดเดิมของผู้เรียนก่อนจัดการเรียนรู้จึงมีความ จำเป็นเช่นเดียวกับการตรวจสอบแนวคิดใหม่ของผู้เรียนหลังจากจัดการเรียนรู้ การตรวจสอบ แนวคิดใหม่ของผู้เรียนว่ามีความสอดคล้องกับแนวคิดทางวิทยาศาสตร์ที่ได้รับการยอมรับใน ปัจจุบันหรือไม่ จะทำให้ทราบว่าจัดการเรียนรู้นั้นประสบผลสำเร็จมากน้อยเพียงใด ซึ่งการ ตรวจสอบแนวคิดของผู้เรียนมีหลากหลายวิธีการและหลากหลายเครื่องมือที่สามารถนำมาใช้ รายละเอียดมีดังต่อไปนี้

การใช้แบบวัดแนวคิด (concept test) เป็นวิธีการหนึ่งที่สามารถนำมาใช้ตรวจสอบว่าผู้เรียน มีแนวคิดอย่างไรในเนื้อหาบทเรียนที่จัดการเรียนรู้ (ชาติรี ฝ่ายคำตา, 2552ข) แบบวัดแนวคิด สามารถสร้างได้หลากหลายรูปแบบทั้งแบบให้เขียนตอบแบบสั้น แบบคำถามปลายเปิดให้เขียน อธิบายคำตอบ (open - end question) แบบปรนัยหรือเลือกตอบ (multiple choice) และแบบวินิจฉัย

(two tier diagnostic concept test) ซึ่งอาจจะมีทั้งแบบเลือกตอบและเขียนอธิบายเหตุผลประกอบ หรือแบบเลือกตอบและเลือกเหตุผลประกอบ การสร้างคำตอบที่เป็นตัววางของแบบวัดแนวคิด แบบปรนัยหรือแบบวัดแบบวินิจัย อาจสร้างจากแนวคิดคลาดเคลื่อนของผู้เรียนซึ่งมาจากการศึกษาเอกสารงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง หรืออาจสร้างมาจากแนวคิดคลาดเคลื่อนของผู้เรียนที่ทำการสำรวจด้วยแบบวัดแนวคิดแบบคำถามปลายเปิดก่อน

การให้ผู้เรียนเขียนแผนผังแนวคิด (concept mapping) เป็นวิธีการที่สามารถตรวจสอบแนวคิดของผู้เรียนได้ เพราะการเขียนผังแนวคิดจะทำให้ผู้เรียนสามารถเชื่อมโยงระหว่างแนวคิดต่างๆ เข้าไว้ด้วยกันได้ (Novak, and Gowin, 1984 อ้างใน วรรณทิพา รอดแรงคำ, 2540) และเมื่อแสดงแนวคิดออกมาในรูปของแผนผังแนวคิดจะทำให้ครูทราบว่า ผู้เรียนมีแนวคิดอย่างไรก่อนที่นักเรียนจะเริ่มค้นเรียนเรื่องใหม่ และให้นักเรียนได้เริ่มต้นอภิปรายความเข้าใจเกี่ยวกับแนวคิดที่ตนเองมีอยู่ (Grant, Johnson, and Sander, 1991 อ้างใน วรรณทิพา รอดแรงคำ, 2540)

การสัมภาษณ์เกี่ยวกับตัวอย่าง (interview about instance) เป็นอีกวิธีการที่ใช้ตรวจสอบแนวคิดของผู้เรียนได้ ซึ่งทำได้โดยการกำหนดตัวอย่างประกอบกับการสัมภาษณ์ผู้เรียนเพื่อให้ผู้เรียนได้แสดงแนวคิดออกมา เช่น การที่ครูต้องการหาแนวคิดของนักเรียนเรื่องสัตว์ ครูก็แสดงภาพตัวอย่างที่เป็นสัตว์และไม่ใช่อัตว์ แล้วใช้คำถามถามผู้เรียน “ตามความเข้าใจของนักเรียน สิ่งมีชีวิตในภาพตัวอย่างนี้เป็นสัตว์หรือไม่” เมื่อผู้เรียนตอบ ครูอาจจะถามต่อไปว่า “นักเรียนรู้ได้อย่างไรว่าสิ่งมีชีวิตในภาพนี้คือสัตว์” เป็นต้น (ชาติรี ฝ่ายคำตา, 2552ข)

การสัมภาษณ์เกี่ยวกับเหตุการณ์ (interview about events) สามารถตรวจสอบแนวคิดของผู้เรียนได้เช่นเดียวกัน การสัมภาษณ์เกี่ยวกับเหตุการณ์มีความยืดหยุ่นมากกว่าการสัมภาษณ์เกี่ยวกับตัวอย่าง (ชาติรี ฝ่ายคำตา, 2552ข) เพราะสามารถให้ผู้เรียนได้แสดงแนวคิดที่มีต่อปรากฏการณ์ในขณะนั้นได้ เช่น ครูต้องการหาแนวคิดของผู้เรียนเรื่องการออสโมซิส ครูจึงหยดเอทิลแอลกอฮอล์เข้มข้น 70% ลงบนเซลล์ของสาหร่ายหางกระรอก ให้ผู้เรียนสังเกตเซลล์สาหร่ายหางกระรอกใต้กล้องจุลทรรศน์ แล้วถามผู้เรียนว่า “นักเรียนคิดว่าเซลล์ของสาหร่ายหางกระรอกจะเป็นอย่างไร” เป็นต้น

การทำนาย - การสังเกต - การอธิบาย (prediction - observation - explanation) เป็นอีกหนึ่งวิธีการที่สามารถหาได้ว่าผู้เรียนกำลังคิดอะไรอยู่ โดยครูจัดเตรียมสถานการณ์ใดสถานการณ์หนึ่งขึ้นแล้วให้ผู้เรียนทำนายว่าจะเกิดอะไรขึ้น หลังจากนั้นให้ผู้เรียนทำการสังเกตเหตุการณ์แล้วอธิบาย

ถึงสิ่งที่เกิดขึ้น พร้อมทั้งเปรียบเทียบการอธิบายและการทำนายว่าเหมือนหรือแตกต่างกันอย่างไร (ชาตรี ฝ่ายคำตา, 2552ข) และการกระตุ้นให้ผู้เรียนแสดงแนวคิดออกมาโดยการอธิบายด้วยภาษา ตามความเข้าใจของผู้เรียนก็ทำให้ครูสามารถทราบแนวคิดของผู้เรียนได้

การใช้บทสนทนาหาแนวคิด (viewfinders) เป็นวิธีการตรวจสอบแนวคิดของผู้เรียนขณะที่ จัดกิจกรรมการเรียนรู้ โดยการสนทนาไม่ได้มุ่งหาคำตอบที่ถูกต้องหรือการมีแนวคิดที่ถูกต้องของ ผู้เรียนแต่เพียงอย่างเดียว แต่เป็นการตั้งคำถามที่กระตุ้นให้ผู้เรียนแสดงแนวคิดของตนเองออกมา หรือใช้คำถามนำผู้เรียนเข้าสู่การสนทนาเพื่อให้ทราบว่าผู้เรียนมีความเข้าใจเกี่ยวกับสิ่งที่เรียนรู้ อย่างไรก็ตาม (วรรณทิพา รอดแรงคำ, 2540; ชาตรี ฝ่ายคำตา, 2552ข) ตัวอย่างบทสนทนาเพื่อหาแนวคิด เช่น นักเรียนมีความคิดเห็นยังไงเกี่ยวกับเรื่องนี้ละ ทำไมนักเรียนถึงคิดอย่างนั้น นักเรียนลองอธิบาย ให้ครูฟังอีกครั้งได้ไหม เป็นความคิดที่น่าสนใจมากเลย เป็นต้น

วิธีกล่องรับจดหมาย (post - box - method) เป็นวิธีการที่สามารถใช้ตรวจสอบแนวคิดของ ผู้เรียนทั้งชั้นเรียนได้ในคราวเดียวกัน ซึ่งการตรวจสอบแนวคิดจะทำให้ครูทราบว่าผู้เรียนมีแนวคิด เหมือนหรือแตกต่างกันอย่างไรและเปิดโอกาสให้ผู้เรียนได้เสนอแนวคิดของตนเอง ขณะเดียวกันก็ ได้รับฟังแนวคิดของเพื่อนร่วมชั้นด้วย ซึ่งจะทำให้ผู้เรียนมีการแลกเปลี่ยนความคิดร่วมกัน โดย กิจกรรมการเรียนรู้ครูจะตั้งคำถาม และให้ผู้เรียนเขียนคำตอบลงในกระดาษแล้วนำมาใส่ในกล่อง รับจดหมายซึ่งผู้เรียนไม่ต้องเขียนชื่อลงในกระดาษคำตอบ จากนั้นทำการเปิดกล่องรับจดหมาย นำ คำตอบที่ผู้เรียนเขียนตอบมาอ่านให้ครบทุกคำตอบ แล้วร่วมกันวิเคราะห์ แยกแยะ เปรียบเทียบ ความเหมือนความแตกต่างของแนวคิดที่ผู้เรียนเขียนตอบ และสรุปร่วมกันว่าผู้เรียนมีแนวคิดใน เรื่องนั้นๆ อย่างไรบ้าง (วรรณทิพา รอดแรงคำ, 2540; ชาตรี ฝ่ายคำตา, 2552ข)

การวิจัยครั้งนี้ทำการตรวจสอบแนวคิดของผู้เรียนโดยใช้แบบวัดแนวคิดแบบวินิจฉัย ซึ่ง ผู้วิจัยสร้างคำตอบตัวดวงจากแนวคิดคลาดเคลื่อนของผู้เรียนที่มาจากการสำรวจแนวคิดโดยใช้แบบ สำรวจแนวคิดแบบคำถามปลายเปิด ทั้งนี้เพราะแบบวัดแนวคิดแบบวินิจฉัยจะสามารถตรวจสอบว่า ผู้เรียนมีแนวคิดอย่างไรก่อนและหลังจากการเรียนรู้ การตรวจสอบแนวคิดของผู้เรียนโดยใช้แบบ วัดแนวคิดแบบวินิจฉัยสามารถทำได้สะดวกและรวดเร็ว ส่วนหนึ่งเพราะแบบวัดแนวคิดแบบ วินิจฉัยมีลักษณะใกล้เคียงกับแบบวัดแนวคิดแบบปรนัย ซึ่งผู้เรียนมีความคุ้นเคยเป็นอย่างดี นอกจากนี้การตรวจสอบแนวคิดโดยแบบวัดแนวคิดแบบวินิจฉัย สามารถจัดกลุ่มแนวคิดของผู้เรียน ได้เหมาะสมกว่าแบบวัดแนวคิดแบบปรนัย เพราะแบบวัดแนวคิดแบบวินิจฉัยสามารถสร้างคำตอบ ซึ่งเป็นตัวดวงได้มากกว่า

## 5. การจัดกลุ่มแนวคิด

นักวิทยาศาสตร์ศึกษาทั้งในประเทศและต่างประเทศ ได้กำหนดแนวทางการจัดกลุ่มแนวคิดหรือกำหนดลักษณะของกลุ่มแนวคิดของผู้เรียนไว้หลากหลายรูปแบบ ซึ่งอาจจะมิตั้งเหมือนและแตกต่างกัน แต่ก็สามารถสรุปได้ 3 รูปแบบ ดังนี้

1. การจัดแนวคิดแบบ 4 กลุ่ม (ทัสนียา รัตนาภทัย และคณะ, 2549; Brickhouse *et al.*, 2000) มีลักษณะของกลุ่มแนวคิดที่จัด ดังนี้

1) แนวคิดที่ถูกต้อง (sound understanding: SU) หมายถึง คำตอบที่แสดงให้เห็นถึงความเข้าใจแนวคิดทางวิทยาศาสตร์ทั้งหมด

2) แนวคิดถูกต้องบางส่วน (partial understanding: PU) หมายถึง คำตอบที่แสดงให้เห็นถึงความเข้าใจเกี่ยวกับแนวคิดทางวิทยาศาสตร์ที่ถูกต้องแต่ไม่สมบูรณ์หรือไม่ครบถ้วน

3) แนวคิดคลาดเคลื่อน (limited understanding: LU) หมายถึง คำตอบที่มีบางองค์ประกอบที่มีแนวคิดที่ถูกต้องและบางองค์ประกอบที่มีแนวคิดไม่ถูกต้องตามแนวคิดทางวิทยาศาสตร์

4) แนวคิดที่ไม่ถูกต้อง (misunderstanding: MU) หมายถึง คำตอบที่แสดงถึงความไม่เข้าใจแนวคิดนั้นๆ

2. การจัดแนวคิดแบบ 5 กลุ่ม (สิรินภา กิจเกื้อกูล และคณะ, 2548; อุษา นาคทอง และคณะ, 2550; Westbrook and Marek, 1992; Haidar, 1997) มีลักษณะของกลุ่มแนวคิด ดังนี้

1) แนวคิดเชิงวิทยาศาสตร์หรือแนวคิดที่ถูกต้อง (scientific understanding: SU) หมายถึง คำตอบที่อธิบายเหตุผลได้ถูกต้องสมบูรณ์ สอดคล้องกับแนวคิดทางวิทยาศาสตร์ซึ่งเป็นที่ยอมรับโดยทั่วไป

2) แนวคิดเชิงวิทยาศาสตร์บางส่วนหรือแนวคิดถูกต้องบางส่วน (partial understanding: PU) หมายถึง คำตอบที่อธิบายเหตุผลบางส่วนได้สอดคล้องกับแนวคิดทางวิทยาศาสตร์ และไม่มีคำอธิบายที่ผิดไปจากแนวทางวิทยาศาสตร์

3) แนวคิดทางวิทยาศาสตร์บางส่วนและแนวคิดที่คลาดเคลื่อนบางส่วน (partial understanding and misconception: PU/MU) หมายถึง คำตอบที่อธิบายเหตุผลได้ถูกต้องบางส่วน แต่มีคำอธิบายบางส่วนที่ผิดไปจากแนวคิดทางวิทยาศาสตร์

4) แนวคิดที่คลาดเคลื่อนหรือไม่มีแนวคิดวิทยาศาสตร์หรือแนวคิดที่ไม่ถูกต้อง (misconception, specific misconception: SM) หมายถึง คำตอบที่อธิบายเหตุผลไม่ถูกต้องตามแนวคิดทางวิทยาศาสตร์

5) ไม่มีแนวคิดหรือไม่ตอบคำถาม (with out answer, no conception, no understanding: NU) หมายถึง ไม่ได้ตอบคำถาม ตอบว่าไม่เข้าใจคำถาม ทวนคำถามหรือไม่ได้อธิบายเหตุผล

3. การจัดแนวคิดแบบ 6 กลุ่ม (Noh and Scharman, 1997) เนื่องจากในแต่ละแนวคิดมีองค์ประกอบที่ถูกต้องทั้งหมด 4 องค์ประกอบ ดังนั้นจึงมีการจัดกลุ่มแนวคิด ดังนี้

1) แนวคิดถูกต้อง (sound understanding: SU) หมายถึง คำตอบที่มีสามหรือสี่องค์ประกอบที่สอดคล้องกับแนวคิดทางวิทยาศาสตร์และไม่มีองค์ประกอบที่คลาดเคลื่อนจากแนวคิดทางวิทยาศาสตร์

2) แนวคิดถูกต้องบางส่วนและไม่มีแนวคิดคลาดเคลื่อน (partial understanding with no misconception: PU) หมายถึง คำตอบที่มีสองและสามองค์ประกอบที่สอดคล้องกับแนวคิดทางวิทยาศาสตร์ และไม่มีองค์ประกอบที่คลาดเคลื่อนจากแนวคิดทางวิทยาศาสตร์

3) แนวคิดถูกต้องเป็นส่วนใหญ่แต่มีแนวคิดคลาดเคลื่อนหนึ่งแนวคิด (good understanding containing one misconception: GM) หมายถึง คำตอบที่มีอย่างน้อยสามหรือสี่องค์ประกอบที่สอดคล้องกับแนวคิดทางวิทยาศาสตร์ แต่มีหนึ่งองค์ประกอบที่คลาดเคลื่อนจากแนวคิดทางวิทยาศาสตร์

4) แนวคิดถูกต้องเป็นส่วนน้อยแต่ไม่มีแนวคิดคลาดเคลื่อน (minimum understanding with no misconception: MU) หมายถึง คำตอบที่มีองค์ประกอบถูกต้องตามแนวคิดทางวิทยาศาสตร์หนึ่ง หรือสององค์ประกอบที่สอดคล้องแนวคิดทางวิทยาศาสตร์ แต่ไม่มีองค์ประกอบที่คลาดเคลื่อนจากแนวคิดทางวิทยาศาสตร์

5) แนวคิดถูกต้องเพียงบางส่วนและแนวคิดคลาดเคลื่อนบางส่วน (partial understanding containing misconception: PM) หมายถึง คำตอบที่มีองค์ประกอบเพียงหนึ่งหรือสององค์ประกอบที่ถูกต้องสอดคล้องแนวคิดทางวิทยาศาสตร์ และมีองค์ประกอบที่คลาดเคลื่อนจากแนวคิดทางวิทยาศาสตร์

6) ไม่มีแนวคิด (no scientific understanding: NU) หมายถึง ตอบทวนคำถามหรือตอบว่าไม่ทราบ หรือไม่ตอบคำถาม

การวิจัยครั้งนี้ ผู้วิจัยจำแนกแนวคิดของนักเรียนเป็น 4 กลุ่มแนวคิด ซึ่งสอดคล้องกับการจัดกลุ่มแนวคิดของ Brickhouse *et al.* (2000) เหตุผลที่ผู้วิจัยจัดแนวคิดของผู้เรียนเป็น 4 กลุ่มแนวคิด เนื่องจากแบบวัดแนวคิดที่ผู้วิจัยสร้างขึ้นและนำมาใช้วัดแนวคิดเป็นแบบวัดแบบวินิจฉัย การตอบคำถามทำได้โดยการเลือกคำตอบและเลือกเหตุผลประกอบคำตอบหรือเขียนอธิบายเหตุผลประกอบคำตอบ ซึ่งนักเรียนส่วนใหญ่สามารถเลือกคำตอบและเลือกเหตุผลประกอบหรือเขียนอธิบายเหตุผลประกอบลงไปแบบวัดแนวคิดได้ เพราะแบบวัดแบบวินิจฉัยมีความใกล้เคียงกับแบบทดสอบแบบเลือกตอบนักเรียนจึงมีความคุ้นเคยในการทำแบบวัด ทำให้ไม่พบว่ามึ้นักเรียนที่ไม่ตอบคำถามในแต่ละข้อ ดังนั้นเมื่อนักเรียนตอบคำถามทุกข้อจึงไม่มีนักเรียนในกลุ่มที่ไม่มีแนวคิด

## 6. แนวคิดเกี่ยวกับระบบต่อมไร้ท่อในหลักสูตรการศึกษาขั้นพื้นฐาน

การจัดสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ ตามหลักสูตรการศึกษาขั้นพื้นฐานพุทธศักราช 2544 กำหนดให้หน่วยการเรียนรู้เรื่องระบบต่อมไร้ท่อ จัดอยู่ในสาระวิทยาศาสตร์สาระที่ 1: สิ่งมีชีวิตกับกระบวนการดำรงชีวิต ซึ่งต้องมีการจัดการเรียนรู้ให้กับนักเรียนแผนการเรียนวิทยาศาสตร์ระดับชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย โดยมีรายละเอียดของมาตรฐาน ว1.1: เข้าใจหน่วยพื้นฐานของสิ่งมีชีวิต ความสัมพันธ์ของโครงสร้างและหน้าที่ของระบบต่างๆ ของสิ่งมีชีวิตที่ทำงานสัมพันธ์กัน มีกระบวนการสืบเสาะหาความรู้ สื่อสารสิ่งที่เรียนรู้ และนำความรู้ไปใช้ในการดำรงชีวิตของตนเอง และดูแลสิ่งมีชีวิต (สสวท., 2546)

## ตารางที่ 1 มาตรฐานการเรียนรู้ช่วงชั้นที่ 4

มาตรฐานการเรียนรู้ช่วงชั้นที่ 4	ผลการเรียนรู้ที่คาดหวัง
สำรวจตรวจสอบ อภิปราย และอธิบายการ รักษาคุณภาพของเซลล์และร่างกายพืชและ สัตว์ กลไกในการควบคุมคุณภาพของ ร่างกายมนุษย์ นำความรู้ไปใช้ใน ชีวิตประจำวันและในการหาความรู้เพิ่มเติม	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. สำรวจตรวจสอบ อภิปรายและอธิบายกระบวนการที่สารผ่าน เซลล์และการรักษาคุณภาพของเซลล์</li> <li>2. สำรวจตรวจสอบ สืบค้นข้อมูลและอธิบายเกี่ยวกับกลไกการ รักษาคุณภาพของน้ำ อุณหภูมิ กรด - เบส และแร่ธาตุต่างๆ ของ สิ่งมีชีวิต</li> <li>3. สืบค้นข้อมูลและอธิบายเกี่ยวกับระบบภูมิคุ้มกันของร่างกาย</li> <li>4. นำความรู้เรื่องการรักษาคุณภาพไปใช้ในการดูแลรักษา สุขภาพของตนเองและสิ่งมีชีวิต</li> </ol>

ที่มา: สสวท.(2546)

ซึ่งจากการศึกษาเอกสารหลักสูตร หนังสือเรียน และคู่มือครูวิชาชีววิทยาระดับชั้น  
มัธยมศึกษาตอนปลาย สามารถสรุปแนวความคิดทางวิทยาศาสตร์เกี่ยวกับระบบต่อมไร้ท่อ ดังนี้ ระบบ  
ต่อมไร้ท่อ ประกอบด้วยต่อมไร้ท่อ (endocrine gland) ซึ่งเป็นเซลล์หรือกลุ่มเซลล์ที่มีลักษณะเฉพาะ  
กระจายอยู่ตามส่วนต่างๆ ของร่างกาย ทำหน้าที่ สร้างฮอร์โมน (hormone) ซึ่งฮอร์โมนแต่ละชนิดที่  
สร้างขึ้นจากต่อมไร้ท่อต่างๆ มีหน้าที่ทำให้ร่างกายของคนและสัตว์เป็นปกติ เช่น ฮอร์โมนโกรท  
สร้างขึ้นจากต่อมใต้สมองส่วนหน้า ทำหน้าที่ควบคุมการเจริญเติบโตของร่างกาย เป็นต้น การขาด  
หรือมีปริมาณฮอร์โมนชนิดใดชนิดหนึ่งน้อยหรือมากเกินไปจะทำให้ร่างกายของคนหรือสัตว์มี  
ความผิดปกติได้ การควบคุมการทำงานของระบบต่อมไร้ท่อมียุติได้หลายแบบ ได้แก่ ต่อมไร้ท่อที่  
ทำงานภายใต้การควบคุมของระบบประสาทโดยตรง ต่อมไร้ท่อที่ทำงานภายใต้การควบคุมของ  
ต่อมใต้สมองส่วนหน้า และต่อมไร้ท่อที่ทำงานโดยอิสระจากการควบคุมของต่อมใต้สมองส่วน  
หน้า นอกจากนี้ยังมีการรักษาคุณภาพของร่างกายด้วยฮอร์โมนจากระบบต่อมไร้ท่อ หรือเรียกอีก  
อย่างหนึ่งว่า การรักษาคุณภาพโดยอาศัยการควบคุมแบบย้อนกลับ (feedback) คือ การที่ต่อมไร้ท่อ  
สร้างฮอร์โมนมาควบคุมซึ่งกันและกัน ซึ่งมีทั้งแบบกระตุ้นย้อนกลับ (positive feedback) และแบบ  
ยับยั้งย้อนกลับ (negative feedback) (สสวท., 2550)

สำหรับในการวิจัยครั้งนี้ ผู้วิจัยสนใจที่จะพัฒนาผู้เรียนให้มีแนวความคิดทางวิทยาศาสตร์  
เกี่ยวกับระบบต่อมไร้ท่อในแนวคิด ดังนี้ ลักษณะเฉพาะ ตำแหน่งและหน้าที่ของต่อมไร้ท่อ

ต่อมไร้ท่อและฮอร์โมนที่สร้าง การควบคุมการทำงานของระบบต่อมไร้ท่อ และการรักษาคุณภาพของร่างกายด้วยฮอร์โมนจากระบบต่อมไร้ท่อ โดยมีรายละเอียดครอบคลุมแนวคิดทางวิทยาศาสตร์เกี่ยวกับระบบต่อมไร้ท่อ ดังตารางผนวกที่ 1

## 7. การศึกษาแนวคิดทางวิทยาศาสตร์ของผู้เรียน

จากการศึกษางานวิจัยที่ผ่านมาพบว่า มีนักวิทยาศาสตร์ศึกษาให้ความสนใจต่อการศึกษาแนวคิดของผู้เรียนในหลายแนวคิด ดังต่อไปนี้

Westbrook and Marek (1992) ศึกษาแนวคิดของผู้เรียนเกี่ยวกับการรักษาคุณภาพของร่างกาย ผลการศึกษาพบว่า ผู้เรียนมีแนวคิดคลาดเคลื่อนเกี่ยวกับอัตราการเต้นของหัวใจ อัตราการหายใจ การรักษาระดับของอุณหภูมิในร่างกาย และการขับเหงื่อ

อำนาจ ระวิพงษ์ (2542) ศึกษาแนวคิดคลาดเคลื่อนทางชีววิทยาของผู้เรียนพบว่า ผู้เรียนมีแนวคิดคลาดเคลื่อนเกี่ยวกับระบบประสาท ฮอร์โมน และพฤติกรรม โดยสาเหตุของการมีแนวคิดคลาดเคลื่อนของผู้เรียนอาจเกิดจาก 1) ความเข้าใจของผู้เรียนเอง 2) การที่ผู้เรียนนำภาษาที่ใช้ในชีวิตประจำวันหรือภาษาที่รับมาจากสื่อต่างๆ มาอธิบายแนวคิดทางวิทยาศาสตร์ทำให้นักเรียนมีแนวคิดคลาดเคลื่อน 3) การจดจำแนวคิดคลาดเคลื่อนที่มาจากป้ายประกาศ หรือแบบเรียนที่อ่านซึ่งมีแนวคิดคลาดเคลื่อนเหล่านั้นอยู่ 4) การได้รับการอธิบายจากครูซึ่งมีแนวคิดคลาดเคลื่อนและนำแนวคิดคลาดเคลื่อนเหล่านั้นมาถ่ายทอดให้กับผู้เรียน

สิรินภา กิจเกื้อกูล และคณะ (2548) ศึกษาแนวคิดของผู้เรียนเรื่องการสังเคราะห์ด้วยแสง ผลการศึกษาพบว่า ผู้เรียนส่วนใหญ่มีแนวคิดคลาดเคลื่อน โดยเฉพาะแนวคิดเกี่ยวกับ ความสัมพันธ์ระหว่างการสังเคราะห์ด้วยแสงกับการหายใจของพืช บทบาทของคลอโรพลาสต์ และบทบาทของอิเล็กตรอนในปฏิกิริยาการสังเคราะห์ด้วยแสง ดังนั้นการจัดการเรียนรู้เกี่ยวกับการสังเคราะห์ด้วยแสงควรมีการตรวจสอบความรู้เดิมของผู้เรียนในเรื่องพลังงานและปฏิกิริยาในสิ่งมีชีวิต รวมทั้งหยิบยกแนวคิดคลาดเคลื่อนของผู้เรียนออกมาอภิปราย เปิดโอกาสให้ผู้เรียนเชื่อมโยงความสัมพันธ์ของการสังเคราะห์แสงกับกระบวนการหายใจ เพื่อลดการมีแนวคิดคลาดเคลื่อนของผู้เรียน

ทัศนียา รัตนฤทัย และคณะ (2549) ศึกษาแนวคิดของผู้เรียนเรื่องพันธุศาสตร์ ผลการศึกษาพบว่า ผู้เรียนส่วนใหญ่มีแนวคิดคลาดเคลื่อนในแนวคิดเกี่ยวกับ ยีน โครโมโซม โรคทางพันธุกรรม

แอลลิตเด่นและแอลลิตด้อย และผู้เรียนไม่มีแนวคิดเรื่องพันธุวิศวกรรม ส่วนสาเหตุของการมีแนวคิดคลาดเคลื่อนหรือไม่มีแนวคิดในเรื่องพันธุศาสตร์อาจเกิดจากการจัดการเรียนรู้ของครูที่ยังไม่สอดคล้องกับการเรียนรู้ของผู้เรียน

อุษา นาคทอง และคณะ (2550) ศึกษาแนวคิดของผู้เรียนในเรื่องเซลล์และกระบวนการของเซลล์ ผลการศึกษาพบว่า ผู้เรียนเกือบครึ่งหนึ่งของจำนวนผู้เรียนที่ศึกษายังขาดความเข้าใจเกี่ยวกับความเข้มข้นของสารขณะเกิดการแพร่และการออสโมซิส จำนวนโครโมโซมของเซลล์เริ่มต้นและเซลล์ลูกที่เกิดจากการแบ่งเซลล์แบบไมโทซิสและไมโอซิส อวัยวะที่มีการแบ่งเซลล์แต่ละแบบ รวมทั้งการแบ่งเซลล์สัตว์และเซลล์พืช ซึ่งสาเหตุที่ผู้เรียนมีแนวคิดคลาดเคลื่อนอาจเป็นเพราะผู้เรียนใช้การจดจำเนื้อหาตามที่ครูสอน ทำให้ผู้เรียนขาดความเข้าใจในเรื่องที่เรียนรู้

สำหรับเครื่องมือที่ใช้ในเก็บรวบรวมข้อมูลแนวคิดของผู้เรียนมีทั้งแบบวัดแนวคิดแบบเลือกตอบพร้อมทั้งอธิบายเหตุผลประกอบ (สิรินภา กิจเกื้อกูล และคณะ, 2548; ทศนียา รัตนฤทัย และคณะ, 2549) แบบทดสอบแนวคิดแบบคำถามปลายเปิด (Westbrook and Marek, 1992) และแบบวัดแนวคิดแบบเลือกตอบพร้อมทั้งอธิบายเหตุผลประกอบร่วมกับแบบวัดแนวคิดแบบคำถามปลายเปิด (อุษา นาคทอง และคณะ, 2550) นอกจากนี้ยังมีการใช้แบบวัดแนวคิดแบบคำถามปลายเปิดร่วมกับการสัมภาษณ์ (อานาจ ระวิพงษ์, 2542)

จากการศึกษางานวิจัยที่ผ่านพบว่า ไม่มีผู้ศึกษาแนวคิดเกี่ยวกับระบบต่อมไร้ท่อของผู้เรียนแนวคิดเกี่ยวกับต่อมไร้ท่อมีความสำคัญและจำเป็นต้องจัดการเรียนรู้ให้กับนักเรียนแผนการเรียนวิทยาศาสตร์ ระดับชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย การตรวจสอบแนวคิดเกี่ยวกับระบบต่อมไร้ท่อของผู้เรียน ทำให้ครูสามารถวางแผนการจัดการเรียนรู้เพื่อพัฒนาและส่งเสริมให้ผู้เรียนสร้างแนวคิดที่สอดคล้องกับแนวคิดทางวิทยาศาสตร์เกี่ยวกับระบบต่อมไร้ท่อ นำความรู้เกี่ยวกับระบบต่อมไร้ท่อไปใช้ดำเนินชีวิตอย่างเหมาะสม ดังนั้นผู้วิจัยจึงสนใจที่จะศึกษาแนวคิดเกี่ยวกับระบบต่อมไร้ท่อและนำผลการศึกษามาเป็นแนวทางในการออกแบบกิจกรรมการเรียนรู้ เพื่อพัฒนาให้ผู้เรียนมีแนวคิดทางวิทยาศาสตร์เกี่ยวกับระบบต่อมไร้ท่อต่อไป

## ธรรมชาติของวิทยาศาสตร์

### 1. ความหมายของธรรมชาติของวิทยาศาสตร์

การศึกษาเกี่ยวกับความหมายของธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ พบว่า มีนักวิทยาศาสตร์ศึกษาได้อธิบายไว้ ดังนี้ ธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ เป็นการอ้างถึงประวัติความเป็นมาของวิทยาศาสตร์ สังคมวิทยา จิตวิทยา และปรัชญาวิทยาศาสตร์รวมเข้าไว้ด้วยกัน เพื่อที่จะอธิบายว่า วิทยาศาสตร์คืออะไร มีการทำงานอย่างไร นักวิทยาศาสตร์ปฏิบัติงานเป็นกลุ่มอย่างไร และสังคมมีการตอบสนองต่อความพยายามในการศึกษาค้นคว้าทางวิทยาศาสตร์อย่างไรบ้าง (McComas, Clough, and Almazroa, 2000) นอกจากนี้มีกลุ่มของนักวิทยาศาสตร์ศึกษาได้ให้ความหมายของธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ว่า ธรรมชาติของวิทยาศาสตร์เป็นการอ้างถึง ญาณวิทยาและสังคมวิทยาทางวิทยาศาสตร์ วิทยาศาสตร์คือหนทางแห่งความรู้ หรือเป็นค่านิยม ความเชื่อที่เป็นลักษณะเฉพาะของความรู้ทางวิทยาศาสตร์และพัฒนาการของความรู้เหล่านั้น (Lederman *et al.*, 2002)

จากความหมายของธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ดังกล่าวมาสามารถสรุปได้ว่า ธรรมชาติของวิทยาศาสตร์เป็นการอ้างถึง ญาณวิทยาหรือวิธีการสืบเสาะหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์ สังคมวิทยาทางวิทยาศาสตร์หรือการทำงานร่วมกันเป็นกลุ่มของนักวิทยาศาสตร์และความสัมพันธ์เกี่ยวข้องกับระหว่างวิทยาศาสตร์กับสังคม รวมถึงค่านิยม ความเชื่อเป็นลักษณะเฉพาะของความรู้ทางวิทยาศาสตร์และแนวทางการพัฒนาของความรู้ทางวิทยาศาสตร์

### 2. ขอบข่ายของธรรมชาติของวิทยาศาสตร์

สถาบันที่เกี่ยวข้องกับการจัดการศึกษาวิทยาศาสตร์หลายสถาบันและนักวิทยาศาสตร์ศึกษาหลายท่าน ได้กำหนดขอบข่ายของธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ ซึ่งมีลักษณะที่เหมือนและแตกต่างกัน ทั้งนี้จากการศึกษาสามารถสรุปขอบข่ายของธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ออกเป็น 3 ด้าน ดังนี้

1. ด้านโลกทัศน์ทางวิทยาศาสตร์ อธิบายว่า โลกและปรากฏการณ์ต่างๆ ที่เกิดขึ้นสามารถทำความเข้าใจได้ ซึ่งวิทยาศาสตร์พยายามอธิบายปรากฏการณ์ทางธรรมชาติเหล่านั้น โดยใช้วิธีการศึกษาค้นคว้าที่เป็นระบบ และนำเครื่องมือต่างๆ มาช่วยขยายขอบเขตของประสาทสัมผัสทั้งห้าของมนุษย์ในการศึกษาค้นคว้า (สสวท., 2545; McComas *et al.*, 2000; AAAS., 2009) ความรู้ทางวิทยาศาสตร์ได้มาด้วยความพยายามของมนุษย์ซึ่งใช้การสืบเสาะหาความรู้ผ่านการแก้ปัญหา การ

สังเกต การสำรวจตรวจสอบ การสืบค้นข้อมูล การศึกษาค้นคว้าอย่างเป็นระบบ และการสังเกตบนพื้นฐานของทฤษฎีที่มีอยู่แล้ว (สสวท., 2545; McComas *et al.*, 2000; Lederman *et al.*, 2002) ดังนั้นความรู้ทางวิทยาศาสตร์จึงสามารถอธิบายและตรวจสอบได้ ขณะเดียวกันความรู้ทางวิทยาศาสตร์สามารถเปลี่ยนแปลงได้ และเป็นความรู้ที่ไม่เคยสมบูรณ์หรือการเติมเต็มจากการศึกษาค้นคว้าและสร้างขึ้นใหม่อยู่เสมอ (McComas *et al.*, 2000; AAAS., 2009) ทั้งนี้เพราะความรู้ทางวิทยาศาสตร์สร้างขึ้นจากการสังเกตและการลงข้อสรุป ดังนั้นเมื่อมีการสังเกตใหม่หรือมีการลงข้อสรุปใหม่ อาจจะได้ข้อมูลใหม่หรือหลักฐานใหม่มาอ้างอิงสนับสนุนหลักฐานเดิม หรือโต้แย้งหลักฐานเดิมซึ่งจะทำให้ความรู้ทางวิทยาศาสตร์มีการเปลี่ยนแปลงไปจากเดิม (สสวท., 2545; McComas *et al.*, 2000; Lederman *et al.*, 2002; Crowther *et al.*, 2005; AAAS., 2009) และการที่นักวิทยาศาสตร์แปลความหมายปรากฏการณ์ด้วยวิธีการหรือแนวคิดที่แตกต่างกัน หรือนักวิทยาศาสตร์สร้างทฤษฎีหรือคำอธิบายขึ้นมาใหม่ก็ทำให้ความรู้ทางวิทยาศาสตร์เปลี่ยนแปลงได้เช่นเดียวกัน (สสวท., 2545; Lederman *et al.*, 2002; AAAS., 2009) แม้ว่าความรู้ทางวิทยาศาสตร์จะสามารถเปลี่ยนแปลงได้ แต่ความรู้ทางวิทยาศาสตร์มีความคงทนในช่วงระยะเวลาหนึ่ง เพราะในการศึกษาค้นคว้าได้อาศัยกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ที่เน้นความถูกต้อง แม่นยำ และมีการตรวจสอบจนเป็นที่น่าเชื่อถือ หรือได้รับการยอมรับจากสังคมวิทยาศาสตร์ (McComas *et al.*, 2000; AAAS., 2009) ลักษณะของการพัฒนาความรู้ทางวิทยาศาสตร์อาจเป็นการต่อยอดความรู้เดิมให้มีความน่าเชื่อถือ มีความสามารถในการอธิบายปรากฏการณ์ธรรมชาติได้มากขึ้น โดยมีการถ่ายทอดทั้งความรู้และกระบวนการในการศึกษาค้นคว้าอย่างต่อเนื่องกันเป็นเวลายาวนาน (สสวท., 2545; AAAS., 2009) หรือเป็นการพัฒนาความรู้ที่เกิดจากการปฏิบัติความรู้ซึ่งเกิดขึ้นอย่างฉับพลัน โดยมีการคิดค้นความรู้ใหม่ขึ้นมาและความรู้นั้นสามารถอธิบายปรากฏการณ์ธรรมชาติได้มากกว่าความรู้เดิม ทำให้ความรู้ใหม่ได้รับการยอมรับและถูกนำมาแทนที่ความรู้เดิมที่มีอยู่ (AAAS., 2009) ซึ่งจากประวัติศาสตร์แสดงให้เห็นว่า การพัฒนาความรู้ทางวิทยาศาสตร์มีทั้งการต่อยอดความรู้และการปฏิบัติความรู้ (McComas *et al.*, 2000) นอกจากนี้ความรู้ทางวิทยาศาสตร์แต่ละประเภทมีความแตกต่างกัน เช่น ทฤษฎีและกฎมีความสัมพันธ์กัน แต่มีความแตกต่างกันเพราะมีที่มาแตกต่างกัน ผู้เรียนจำเป็นต้องทำความเข้าใจให้ถูกต้อง และผู้เรียนต้องมีความเข้าใจว่าทฤษฎีไม่สามารถกลายเป็นกฎได้แม้จะมีหลักฐานเพิ่มขึ้น (McComas *et al.*, 2000; Lederman *et al.*, 2002; AAAS., 2009) แต่อย่างไรก็ตามวิทยาศาสตร์ไม่สามารถให้คำตอบแก่ทุกคำถาม และไม่มีอำนาจในการบังคับให้เกิดความเชื่อตามวิทยาศาสตร์ได้ทั้งหมด เนื่องจากมีหลายสิ่งหลายอย่างในโลกที่ไม่สามารถพิสูจน์หรือตรวจสอบได้ด้วยกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ โดยเฉพาะความเชื่อเกี่ยวกับจิตวิญญาณหรือสิ่งลึกลับ นอกจากนั้นคนบางกลุ่มซึ่งมีความเชื่อเฉพาะของตนเองอาจปฏิเสธกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ได้ (AAAS., 2009)

2. ด้านการสืบเสาะหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์ อธิบายว่า การสืบเสาะหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์ใช้วิธีการที่หลากหลาย ไม่จำกัดแต่เพียงวิธีการทางวิทยาศาสตร์ห้าขั้นตอนเท่านั้น และไม่มีการเรียงลำดับขั้นตอนที่แน่นอนชัดเจนในการสืบเสาะหาความรู้ (McComas *et al.*, 2000; Lederman *et al.*, 2002; Crowther *et al.*, 2005; AAAS., 2009) แต่วิทยาศาสตร์ต้องการหลักฐานที่สามารถนำมาอ้างอิงหรือยืนยันได้ โดยหลักฐานต่างๆ อาจได้มาจากการสังเกต การทดลอง และการลงข้อสรุป การที่ต้องการหลักฐานซึ่งมีความถูกต้อง แม่นยำมาอ้างอิงทำให้มีการพัฒนาเทคนิคหรือเครื่องมือต่างๆ ให้มีประสิทธิภาพมากขึ้นอย่างต่อเนื่อง เพื่อที่จะสามารถพิสูจน์หลักฐานต่างๆ ได้มากยิ่งขึ้น (Lederman *et al.*, 2002; Crowther *et al.*, 2005; AAAS., 2009) และการสืบเสาะหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์ต้องใช้ทั้งความเป็นเหตุเป็นผลและจินตนาการ ซึ่งจินตนาการมีส่วนสำคัญอย่างมากในการสร้างทฤษฎีหรือคำอธิบายปรากฏการณ์ธรรมชาติต่างๆ แม้ว่าในบางครั้งการคิดค้นทางวิทยาศาสตร์อาจเกิดขึ้นจากความบังเอิญหรือการครุ่นคิดอย่างต่อเนื่อง แต่สิ่งสำคัญที่จะทำให้ นักวิทยาศาสตร์คิดค้นคำอธิบายหรือทฤษฎีทางวิทยาศาสตร์ขึ้นมาได้ คือ การตระหนักถึงความหมายของปรากฏการณ์ที่เกิดขึ้น ซึ่งต้องอาศัยทั้งความรู้ จินตนาการ และความคิดสร้างสรรค์ ดังนั้นนักวิทยาศาสตร์ต้องมีความคิดสร้างสรรค์ควบคู่กับความเป็นเหตุเป็นผล (สสวท., 2545; McComas *et al.*, 2000; Lederman *et al.*, 2002; AAAS., 2009) ขณะเดียวกันวิทยาศาสตร์ต้องสามารถอธิบายและทำนายปรากฏการณ์ทางธรรมชาติได้ ซึ่งนักวิทยาศาสตร์พยายามอธิบายปรากฏการณ์ที่สังเกตโดยใช้วิธีการทางวิทยาศาสตร์ซึ่งเป็นที่ยอมรับ ความน่าเชื่อถือของคำอธิบายทางวิทยาศาสตร์มาจากความสามารถในการแสดงความสัมพันธ์ระหว่างหลักฐานและปรากฏการณ์ที่ไม่เคยค้นพบมาก่อน สำหรับการทำนายต้องสามารถทำนายได้ทั้งเหตุการณ์ที่อาจจะเกิดขึ้นในอนาคต และเหตุการณ์ที่เคยเกิดขึ้นในอดีต โดยอาศัยหลักฐานและข้อมูลต่างๆ ที่มี (AAAS., 2009) นอกจากนี้การสืบเสาะหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์ต้องแยกแยะออกจากอคติ โดยเฉพาะอคติที่เกิดจากตัวนักวิทยาศาสตร์ ซึ่งอาจมีผลมาจาก เพศ อายุ เชื้อชาติ ความรู้และประสบการณ์เดิม หรือความเชื่อ ถึงแม้ว่าจะไม่สามารถกำจัดหรือหลีกเลี่ยงอคติได้ทั้งหมด แต่นักวิทยาศาสตร์ต้องการทราบถึงแหล่งที่มาและผลของอคติที่อาจมีต่อหลักฐานที่ได้ และเพื่อเป็นการตรวจสอบความถูกต้องและความน่าเชื่อถือของคำอธิบายที่สร้างขึ้น นักวิทยาศาสตร์จึงต้องการการวิพากษ์วิจารณ์ การทบทวน และการตรวจสอบจากเพื่อนนักวิทยาศาสตร์ (McComas *et al.*, 2000; AAAS., 2009)

3. ด้านกิจการทางวิทยาศาสตร์ อธิบายว่า วิทยาศาสตร์เป็นกิจกรรมที่มาจากความพยายามของมนุษย์ เป็นกิจกรรมทางสังคมที่ซับซ้อน มีหลากหลายมิติทั้งในระดับบุคคล ระดับองค์กร ระดับสังคม และเป็นกิจกรรมทางสังคมที่ทุกคนต้องมีส่วนร่วมไม่ว่าจะอยู่ในส่วนใดของโลกหรือเป็นผู้คนในวัฒนธรรมใด เพราะวิทยาศาสตร์เป็นกิจกรรมที่อยู่ภายใต้ระบบสังคมของมนุษย์ ซึ่งอาจ

ได้รับการสนับสนุนหรือถูกขัดขวางด้วยปัจจัยทางสังคม ได้แก่ ศาสนา วัฒนธรรม ค่านิยม ประเพณี รวมทั้งค่านิยมทางสังคม (สสวท., 2545; McComas *et al.*, 2000; Lederman *et al.*, 2002; AAAS., 2009) ทั้งนี้วิทยาศาสตร์แตกแขนงเป็นสาขาต่างๆ และมีการดำเนินการในหลากหลายองค์กร การทำงานที่แยกเป็นสาขาต่างๆ มีประโยชน์ในการจัดโครงสร้างการทำงานและคำอธิบายที่สร้างขึ้น โดยกิจกรรมทางวิทยาศาสตร์ยังมีการดำเนินการในหลากหลายองค์กร เช่น มหาวิทยาลัย โรงพยาบาล ภาครัฐกิจอุตสาหกรรม หน่วยงานรัฐบาล หรือองค์กรอิสระ แต่อาจมีจุดเน้นที่แตกต่างกัน เช่น มหาวิทยาลัยเน้นการแสวงหาความรู้และการให้การศึกษาทางวิทยาศาสตร์ ส่วนภาคธุรกิจอุตสาหกรรมมุ่งเน้นการศึกษาวิทยาศาสตร์เพื่อประโยชน์ในการนำไปใช้ เป็นต้น (AAAS., 2009) นอกจากนี้การศึกษาค้นคว้า การใช้ความรู้ทางวิทยาศาสตร์ต้องอยู่ภายในขอบเขตของคุณธรรม จริยธรรม เป็นที่ยอมรับของสังคม รวมทั้งเป็นการรักษาสິงแวดล้อมอย่างยั่งยืน นักวิทยาศาสตร์ อาจจะต้องทำงานภายใต้จริยธรรมทางวิทยาศาสตร์ (สสวท., 2545; AAAS., 2009) การพัฒนาทางวิทยาศาสตร์ย่อมมีความสัมพันธ์กับสังคม เทคโนโลยี วัฒนธรรม บรรทัดฐาน และการเมือง เพราะแนวคิดทางวิทยาศาสตร์ที่คิดค้นขึ้นมักได้รับอิทธิพลจากสังคมและสิ่งแวดล้อม การสื่อสารและการเผยแพร่ข้อมูลเกี่ยวกับการคิดค้นทางวิทยาศาสตร์ ทำให้คนในสังคมเกิดความคิดในเชิงวิเคราะห์ วิจัย และการพัฒนาทางวิทยาศาสตร์ที่เพิ่มขึ้นอย่างต่อเนื่องย่อมส่งผลกระทบต่อคุณภาพชีวิตของคนในสังคมและสิ่งแวดล้อม นอกจากนี้การที่วิทยาศาสตร์เป็นพื้นฐานสำคัญในการพัฒนาเทคโนโลยี ทั้งนี้เพราะเทคโนโลยีเป็นกระบวนการในงานต่างๆ ทั้งการพัฒนาและปรับปรุงผลิตภัณฑ์ ซึ่งต้องอาศัยความรู้วิทยาศาสตร์ร่วมกับศาสตร์อื่นๆ เพื่อให้ได้ผลิตภัณฑ์ที่ตอบสนองความต้องการ เอื้อประโยชน์ในการดำรงชีวิตและแก้ปัญหาต่างๆ ของคนในสังคม ดังนั้นการใช้เทคโนโลยีจึงต้องเป็นไปในทางสร้างสรรค์ต่อสังคม วิถีชีวิตและสิ่งแวดล้อม (สสวท., 2545; McComas *et al.*, 2000; Lederman *et al.*, 2002; Schwartz *et al.*, 2004) อย่างไรก็ตาม นักวิทยาศาสตร์สามารถเข้าร่วมกิจกรรมทางสังคมในฐานะผู้เชี่ยวชาญที่มีความรู้ ทักษะและประสบการณ์เฉพาะทาง และนำความรู้เหล่านั้นมาช่วยอธิบายให้สาธารณชนเกิดความเข้าใจเกี่ยวกับปรากฏการณ์ธรรมชาติที่เกิดขึ้น หรือนักวิทยาศาสตร์อาจเข้าร่วมกิจกรรมทางสังคมในฐานะพลเมืองคนหนึ่งที่มีมุมมอง ความสนใจ ค่านิยม ความเชื่อส่วนบุคคล และมีสิทธิที่จะแสดงความคิดเห็นเช่นเดียวกับบุคคลทั่วไปในสังคม (AAAS., 2009)

การวิจัยครั้งนี้ผู้วิจัยได้ศึกษาการพัฒนาความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ ครอบคลุมขอบข่ายของธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ทั้ง 3 ด้านดังกล่าว ทั้งนี้เพราะจากการศึกษาเอกสารและงานวิจัยที่ผ่านมาพบว่า ความรู้ทางวิทยาศาสตร์เปลี่ยนแปลงได้และวิทยาศาสตร์ต้องการหลักฐานเป็นประเด็นธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ที่ได้รับการยอมรับว่ามีความสำคัญต่อการเรียนรู้

วิทยาศาสตร์ของผู้เรียนและผู้เรียนจำเป็นที่จะต้องมีความเข้าใจที่ถูกต้อง (Lederman *et al.*, 2002; AAAS, 2009) นอกจากนี้ยังพบว่า ผู้เรียนขาดความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ด้านกิจการ วิทยาศาสตร์มากกว่าด้านอื่นๆ ซึ่งควรมีการส่งเสริมให้ผู้เรียนมีความเข้าใจเกี่ยวกับกิจการทาง วิทยาศาสตร์ให้มากยิ่งขึ้น (สิรินภา กิจเกื้อกูล และคณะ, 2548; Moss *et al.*, 2001; Bell *et al.*, 2003; Dass, 2005) ดังนั้นในการวิจัยครั้งนี้จึงศึกษาการพัฒนาความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ของ ผู้เรียนใน 5 ประเด็น ได้แก่ ความรู้ทางวิทยาศาสตร์เปลี่ยนแปลงได้ วิทยาศาสตร์ต้องการหลักฐาน วิทยาศาสตร์เป็นกิจกรรมทางสังคมที่ทุกคนสามารถมีส่วนร่วม การพัฒนาทางวิทยาศาสตร์มี ความสัมพันธ์กับเทคโนโลยีและสังคม วัฒนธรรม บรรทัดฐาน และการเมือง และนักวิทยาศาสตร์ เข้าร่วมในกิจกรรมทางสังคมในฐานะผู้เชี่ยวชาญหรือพลเมืองของสังคม

### 3. ธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ในวิทยาศาสตร์ศึกษา

ในปัจจุบันการจัดการเรียนรู้ธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ให้กับผู้เรียนเป็นแนวทางหนึ่งที่จะ พัฒนาให้ผู้เรียนเป็นผู้รู้วิทยาศาสตร์ (Lederman, 1992; Kang *et al.*, 2004; Crowther *et al.*, 2005; Dass, 2005; Flick and Lederman, 2006; Yip, 2006) ดังนั้นนักวิทยาศาสตร์ศึกษาทั่วโลกจึงให้ ความสำคัญกับการจัดการเรียนรู้ธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ ทั้งนี้ธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ได้รับการ เน้นย้ำให้จัดการเรียนรู้เพื่อให้ผู้เรียนมีทัศนคติหรือความเข้าใจที่ถูกต้องเกี่ยวกับธรรมชาติของ วิทยาศาสตร์ว่า ความรู้ทางวิทยาศาสตร์มีลักษณะเฉพาะ มีข้อจำกัดหรือขอบเขตของวิทยาศาสตร์ วิธีการสืบเสาะหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์มีหลากหลายวิธีการ และการสร้างความรู้ทางวิทยาศาสตร์ มาจากการทำงานร่วมกันของนักวิทยาศาสตร์ในกลุ่มคนที่ทำงานทางวิทยาศาสตร์ ซึ่งทัศนคติหรือ ความเข้าใจดังกล่าวจะทำให้บุคคลสามารถแสวงหาความรู้ได้ด้วยตนเอง และเกิดความตระหนักถึง คุณค่าของวิทยาศาสตร์ รวมทั้งเข้าใจความสัมพันธ์ระหว่างวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี และสังคมมาก ยิ่งขึ้น (Lederman, 1992)

สำหรับการจัดการเรียนรู้ธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ มีหลายวิธีการซึ่งลักษณะแตกต่างกัน ดังรายละเอียดต่อไปนี้

1. การจัดการเรียนรู้ธรรมชาติของวิทยาศาสตร์แบบเป็นนัย (implicit approach) เป็นการ จัดการเรียนรู้วิชาวิทยาศาสตร์ที่เน้นเนื้อหาความรู้และเน้นให้นักเรียนได้สืบเสาะหาความรู้ แต่ไม่มี การหยิบยกประเด็นธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ออกมาให้นักเรียนเรียนรู้และไม่เปิดโอกาสให้ผู้เรียน ได้แสดงความคิดเห็นหรือสะท้อนความเข้าใจเกี่ยวกับธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ของตนเอง ทั้งนี้

เพราะเชื่อว่า การที่ผู้เรียนเรียนรู้เนื้อหาทางวิทยาศาสตร์และใช้กระบวนการสืบเสาะหาความรู้จะสามารถทำให้ผู้เรียนมีความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ได้ ซึ่งการจัดการเรียนรู้ธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ในลักษณะดังกล่าว ยังไม่สามารถส่งเสริมให้ผู้เรียนมีความเข้าใจที่ถูกต้องเกี่ยวกับธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ได้เท่าที่ควร (สุธาวัลย์ มีศรี และคณะ, 2550; สุทธิดา จำรัส และ นฤมล บุตาคม, 2551; Khishfe and Abd El-Khalick, 2002; Schwartz *et al.*, 2004)

2. การจัดการเรียนรู้ธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ที่มีการหยิบยกประเด็นธรรมชาติของวิทยาศาสตร์มาให้ผู้เรียนได้เรียนรู้และเปิดโอกาสให้ผู้เรียนได้สะท้อนการเรียนรู้ของตนเอง (explicit - reflective approach) กิจกรรมการเรียนรู้หรือประสบการณ์ที่จัดให้กับผู้เรียนอาจจะเกี่ยวข้องกับธรรมชาติของวิทยาศาสตร์โดยเฉพาะ แต่ไม่มีการบูรณาการธรรมชาติของวิทยาศาสตร์กับเนื้อหาบทเรียนวิทยาศาสตร์อื่นๆ (Khishfe and Lederman, 2006) หรืออาจเป็นการจัดการเรียนรู้โดยบูรณาการเนื้อหาบทเรียนกับธรรมชาติของวิทยาศาสตร์เข้าด้วยกัน มีการหยิบยกประเด็นธรรมชาติของวิทยาศาสตร์มาให้ผู้เรียนได้เรียนรู้ร่วมกัน และเปิดโอกาสให้ผู้เรียนได้สะท้อนความเข้าใจเกี่ยวกับธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ของตนเอง ผ่านการอธิบาย การตอบคำถาม การอภิปราย หรือแสดงความคิดเห็น ในขณะที่เรียนรู้ ซึ่งการจัดการเรียนรู้ธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ในลักษณะดังกล่าว สามารถส่งเสริมให้ผู้เรียนมีทัศนคติและมีความเข้าใจที่ถูกต้องเกี่ยวกับธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ได้ (สุธาวัลย์ มีศรี และคณะ, 2550; สุทธิดา จำรัส และ นฤมล บุตาคม, 2551; Khishfe and Abd El-Khalick, 2002; Schwartz *et al.*, 2004; Khishfe and Lederman, 2006; Khishfe, 2008)

3. การจัดการเรียนรู้ธรรมชาติของวิทยาศาสตร์โดยให้ผู้เรียนศึกษาประวัติทางวิทยาศาสตร์ในบทเรียนวิทยาศาสตร์เรื่องต่างๆ (historical approach) เพื่อให้ผู้เรียนเกิดความเข้าใจว่า นักวิทยาศาสตร์มีกระบวนการได้มาซึ่งความรู้ทางวิทยาศาสตร์อย่างไรบ้าง และสังคม เทคโนโลยี หรือปัจจัยทางสังคมอื่นๆ มีผลต่อการสร้างความรู้ทางวิทยาศาสตร์หรือการทำงานของนักวิทยาศาสตร์อย่างไร เมื่อนักเรียนมีความเข้าใจในสิ่งเหล่านี้จะทำให้ผู้เรียนมีความเข้าใจที่ถูกต้องเกี่ยวกับเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์มากขึ้น (Dass, 2005; Yip, 2006)

นอกจากนี้การจัดการเรียนรู้เกี่ยวกับธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ ควรรวบรวมประเด็นธรรมชาติของวิทยาศาสตร์เข้าไว้ด้วยกัน เพราะจะทำให้ผู้เรียนสามารถเชื่อมโยงความเข้าใจเกี่ยวกับธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ได้ ยกตัวอย่าง การจัดการเรียนรู้เกี่ยวกับความรู้ทางวิทยาศาสตร์สามารถเปลี่ยนแปลงได้ ต้องมีการเชื่อมโยงถึงสาเหตุของการเปลี่ยนแปลงความรู้เก่าไปสู่ความรู้ใหม่ ซึ่งอาจเกิดจากมีหลักฐานหรือข้อมูลใหม่ที่สามารถนำมาประกอบการอธิบายทำให้ความรู้ใหม่ได้รับ

การยอมรับและมีความน่าเชื่อถือมากกว่าความรู้เก่า หรืออาจเป็นผลมาจากการสืบเสาะหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์ซึ่งมีวิธีการมากมายไม่จำกัดเฉพาะวิธีการทางวิทยาศาสตร์และไม่มีการเรียงลำดับขั้นตอนที่แน่นอน การจัดการเรียนรู้ในประเด็นนี้สิ่งสำคัญ คือ การให้ผู้เรียนได้ลงมือปฏิบัติการสำรวจตรวจสอบด้วยตนเองและผลจากการสำรวจตรวจสอบ การสังเกตและการลงความเห็นข้อมูลที่แตกต่างกันของผู้เรียนแต่ละคนหรือแต่ละกลุ่มที่มีประสบการณ์ มีความคิดเห็นที่แตกต่างกันจะแสดงความต่อเนื่องไปถึงหลักฐานหรือข้อมูลที่จะนำมาประกอบหรืออ้างอิง ซึ่งความแตกต่างนี้ทำให้เชื่อมโยงได้ว่า ทำไมความรู้ทางวิทยาศาสตร์จึงเปลี่ยนแปลงได้ และมนุษย์เป็นปัจจัยสำคัญที่ก่อให้เกิดการเปลี่ยนแปลงหรือการพัฒนาความรู้ทางวิทยาศาสตร์ เพราะมนุษย์มีหนทางในการสำรวจตรวจสอบที่แตกต่างกัน มีความคิดริเริ่มสร้างสรรค์ที่แตกต่างกัน มีความเป็นอัตนัยหรือความเป็นตัวตนที่จะมองเห็น ให้คุณค่าหรือตีความหมายต่อสิ่งที่พบเห็น ได้แตกต่างกัน ดังนั้นการอธิบายถึงปรากฏการณ์หรือสิ่งที่พบเห็นก็อาจจะแตกต่างกัน และขึ้นอยู่กับความรู้ ความเชี่ยวชาญ ประสบการณ์ของคนที่ให้คุณค่าหรือตัดสิน (Crowther *et al.*, 2005)

การส่งเสริมให้ผู้เรียนมีความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์และการสืบเสาะหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์ ต้องเริ่มต้นจากการจัดการเรียนรู้ที่มีความสัมพันธ์เชื่อมโยงระหว่างธรรมชาติของวิทยาศาสตร์กับการสืบเสาะหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์โดยให้ผู้เรียนได้ลงมือปฏิบัติการสืบเสาะหาความรู้ด้วยตนเองได้สร้างองค์ความรู้จากประสบการณ์เดิมและมีปฏิสัมพันธ์กับเพื่อนร่วมเรียนรู้และครูผู้สอน แต่การสร้างความสัมพันธ์เชื่อมโยงระหว่างธรรมชาติของวิทยาศาสตร์กับการสืบเสาะหาความรู้ เป็นสิ่งที่ต้องระมัดระวังเพราะบางครั้งการให้ผู้เรียนสืบเสาะโดยใช้กระบวนการสืบเสาะหาความรู้ที่อาจมีการกำหนดขั้นตอนและมีลักษณะเป็นวิธีการทางวิทยาศาสตร์ ทำให้ผู้เรียนเข้าใจว่าเป็นหนทางในการสืบเสาะหาความรู้เพียงหนทางเดียว (Flick and Lederman, 2006)

#### 4. การศึกษาและการพัฒนาความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์

การศึกษาค้นคว้าหรือทฤษฎีเกี่ยวกับธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ของผู้เรียนเป็นที่สนใจทั้งในประเทศและต่างประเทศ ทั้งนี้เป้าหมายของการศึกษาเพื่อให้ทราบว่า ผู้เรียนมีความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์หรือไม่ และมีความเข้าใจอย่างไร ซึ่งผลการศึกษานำไปใช้ประโยชน์ในการจัดการเรียนรู้ธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ว่า ควรส่งเสริมหรือพัฒนาให้ผู้เรียนเกิดความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ในด้านใดบ้าง

จากงานวิจัยที่ศึกษาทัศนคติหรือความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ของผู้เรียนพบว่า ผู้เรียนส่วนใหญ่มีความเข้าใจถูกต้องเกี่ยวกับความรู้ทางวิทยาศาสตร์สามารถเปลี่ยนแปลงได้และ นักวิทยาศาสตร์มีการศึกษาค้นคว้าทดลองเพื่อหาหลักฐานมายืนยันและสนับสนุนแนวคิดที่สร้างขึ้น (สิรินภา กิจเกื้อกูล และคณะ, 2548; สุทธิดา จำรัส และคณะ, 2552) แต่ผู้เรียนส่วนใหญ่ยังขาด ความเข้าใจและไม่ตระหนักถึงความสำคัญและความซับซ้อนของกิจการทางวิทยาศาสตร์ที่ต้อง อาศัยความร่วมมือระหว่างนักวิทยาศาสตร์และบุคคลในสังคมหลากหลายกลุ่มในการพัฒนาทาง วิทยาศาสตร์ (สิรินภา กิจเกื้อกูล และคณะ, 2548; Moss *et al.*, 2001; Bell *et al.*, 2003) ซึ่งการที่ นักเรียนยังขาดความเข้าใจด้านกิจการทางวิทยาศาสตร์ อาจเป็นเพราะนักเรียนยังไม่ได้รับ โอกาสใน การศึกษาเรียนรู้ธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ในด้านนี้อย่างเต็มที่ (Moss *et al.*, 2001) หรืออาจเพราะ นักเรียนมีความเชื่อบางอย่างที่ขัดขวางและเป็นอุปสรรคต่อการทำความเข้าใจเกี่ยวกับกิจการทาง วิทยาศาสตร์ (Bell *et al.*, 2003) นอกจากนี้ผู้เรียนส่วนใหญ่ยังมีความเข้าใจคลาดเคลื่อนเกี่ยวกับ ความหมายและที่มาของกฎและทฤษฎี ปัจจัยที่ส่งผลต่อการทำงานของนักวิทยาศาสตร์ ผลกระทบ ทางสังคมและวัฒนธรรมที่มีต่อวิทยาศาสตร์ (สุทธิดา จำรัส และคณะ, 2552) และผู้เรียนยังขาด ความเข้าใจเกี่ยวกับจุดมุ่งหมายของวิทยาศาสตร์ นิยามของวิทยาศาสตร์ ธรรมชาติของรูปแบบทาง ความคิด ความเปลี่ยนแปลงได้และจุดกำเนิดของทฤษฎีทางวิทยาศาสตร์ แม้ว่าผู้เรียนจะเรียนรู้ใน ระดับชั้นที่แตกต่างกัน แต่ก็มีทัศนคติเกี่ยวกับธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ไม่แตกต่างกันเท่าที่ควร การอธิบายเหตุผลประกอบคำตอบผู้เรียนระดับชั้นที่สูงกว่ามีแนวโน้มที่สามารถอธิบายได้ดีกว่า ผู้เรียนระดับชั้นที่ต่ำกว่า (Kang *et al.*, 2004) สำหรับวิธีการเก็บรวบรวมข้อมูลเกี่ยวกับทัศนคติ หรือความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ของผู้เรียน สามารถใช้การสัมภาษณ์กึ่ง โครงสร้าง (สิรินภา กิจเกื้อกูล และคณะ, 2548; Moss *et al.*, 2001) แบบสอบถามแบบคำถามปลายเปิด (สุทธิดา จำรัส และคณะ, 2552) แบบสอบถามแบบเลือกตอบและให้อธิบายเหตุผลประกอบ (Kang *et al.*, 2004) หรือใช้แบบสอบถามแบบคำถามปลายเปิดร่วมกับการสัมภาษณ์กึ่ง โครงสร้าง (Khishfe and Abd-El-Khalick, 2002; Bell *et al.*, 2003; Khishfe and Lederman, 2006; Khishfe, 2008)

งานวิจัยที่ศึกษาเกี่ยวกับการพัฒนาทัศนคติหรือความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ของ ผู้เรียน มีดังต่อไปนี้

Khishfe and Abd-El-Khalick (2002) ศึกษาผลกระทบของการจัดการเรียนรู้ธรรมชาติของ วิทยาศาสตร์แบบบูรณาการเนื้อหาเกี่ยวกับธรรมชาติของวิทยาศาสตร์เข้าด้วยกัน มีการหยิบยกประเด็น ธรรมชาติของวิทยาศาสตร์มาให้ผู้เรียนได้เรียนรู้ และเปิดโอกาสให้ผู้เรียนได้สะท้อนการเรียนรู้ของ

ตนเอง กับการจัดการเรียนรู้ธรรมชาติของวิทยาศาสตร์แบบเป็นนัย ที่มีต่อทัศนคติเกี่ยวกับธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ของผู้เรียน เก็บรวบรวมข้อมูลโดยใช้แบบสอบถามแบบปลายเปิดและการสัมภาษณ์แบบกึ่งโครงสร้าง ผลการศึกษาพบว่า การหิบบกประเด็นธรรมชาติของวิทยาศาสตร์มาให้ผู้เรียนได้เรียนรู้ และเปิดโอกาสให้ผู้เรียนได้สะท้อนการเรียนรู้ของตนเอง สามารถทำให้ผู้เรียนมีทัศนคติที่ถูกต้องเกี่ยวกับธรรมชาติของวิทยาศาสตร์มากขึ้นและมากกว่าการจัดการเรียนรู้ธรรมชาติของวิทยาศาสตร์แบบเป็นนัย ดังนั้นการจะพัฒนาให้ผู้เรียนมีทัศนคติหรือความเข้าใจเกี่ยวกับธรรมชาติของวิทยาศาสตร์อย่างถูกต้อง ต้องจัดการเรียนรู้ธรรมชาติของวิทยาศาสตร์แบบบูรณาการเนื้อหาเกี่ยวกับธรรมชาติของวิทยาศาสตร์เข้าด้วยกัน มีการหิบบกประเด็นธรรมชาติของวิทยาศาสตร์มาให้ผู้เรียนได้เรียนรู้ และเปิดโอกาสให้ผู้เรียนได้สะท้อนการเรียนรู้ของตนเอง แต่การจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์แบบเป็นนัย คือ การให้นักเรียนเรียนรู้เนื้อหาบทเรียนและใช้กระบวนการทางวิทยาศาสตร์ แต่ไม่มีการหิบบกประเด็นธรรมชาติของวิทยาศาสตร์มาให้นักเรียนได้เรียนรู้ นั้นไม่สามารถทำให้นักเรียนมีทัศนคติหรือความเข้าใจเกี่ยวกับธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ที่ถูกต้องได้

Khishfe and Lederman (2006) ศึกษาผลของการจัดการเรียนรู้ธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ที่มีต่อทัศนคติเกี่ยวกับธรรมชาติของวิทยาศาสตร์อย่างถูกต้องของผู้เรียน โดยแบบแรกจัดการเรียนรู้ที่บูรณาการธรรมชาติของวิทยาศาสตร์กับเนื้อหาเรื่องโลกร้อนเข้าไว้ด้วยกัน และแบบที่สองจัดการเรียนรู้กิจกรรมการเรียนรู้เกี่ยวกับธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ โดยเฉพาะไม่มีการบูรณาการกับเนื้อหาวิทยาศาสตร์ เก็บรวบรวมข้อมูลโดยใช้แบบสอบถามแบบปลายเปิดและการสัมภาษณ์แบบกึ่งโครงสร้าง ผลการศึกษาพบว่า การจัดการเรียนรู้ธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ทั้งสองแบบ สามารถให้ผู้เรียนเกิดการพัฒนาทัศนคติเกี่ยวกับธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ได้ถูกต้องมากขึ้น

Khishfe (2008) ศึกษาการพัฒนาทัศนคติเกี่ยวกับธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ของผู้เรียน โดยการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ที่มีการบูรณาการเนื้อหาและธรรมชาติของวิทยาศาสตร์เข้าด้วยกัน มีการหิบบกประเด็นธรรมชาติของวิทยาศาสตร์มาให้ผู้เรียนได้เรียนรู้ ขณะเดียวกันก็เปิดโอกาสให้ผู้เรียนได้สะท้อนสิ่งที่เรียนรู้ ใช้แบบสอบถามแบบปลายเปิดและการสัมภาษณ์แบบกึ่งโครงสร้างเก็บรวบรวมข้อมูลทัศนคติเกี่ยวกับธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ของผู้เรียนก่อนระหว่าง และหลังเข้าร่วมกิจกรรมการเรียนรู้ ผลการศึกษาพบว่า ผู้เรียนมีทัศนคติหรือความเข้าใจที่ถูกต้องเกี่ยวกับธรรมชาติของวิทยาศาสตร์เพิ่มขึ้นและเป็นไปอย่างต่อเนื่องหากเปรียบเทียบก่อนระหว่าง และหลังการจัดการเรียนรู้

จากการศึกษางานวิจัยดังกล่าวมาสามารถสรุปได้ว่า การศึกษาความเข้าใจธรรมชาติของ วิทยาศาสตร์ของผู้เรียนพบว่า ผู้เรียนส่วนใหญ่ยังขาดความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ด้าน กิจกรรมทางวิทยาศาสตร์ จึงควรส่งเสริมให้ผู้เรียนมีความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ด้านกิจกรรม ทางวิทยาศาสตร์ให้มากยิ่งขึ้น สำหรับการพัฒนาหรือส่งเสริมให้ผู้เรียนมีความเข้าใจเกี่ยวกับ ธรรมชาติของวิทยาศาสตร์อย่างถูกต้อง ต้องจัดการเรียนรู้ธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ให้กับผู้เรียน ซึ่งสามารถจัดการเรียนรู้ที่เป็นกิจกรรมเกี่ยวกับธรรมชาติของวิทยาศาสตร์โดยเฉพาะ หรือจัดการ เรียนรู้วิทยาศาสตร์ที่มีการบูรณาการระหว่างเนื้อหาบทเรียนกับธรรมชาติของวิทยาศาสตร์เข้า ด้วยกัน มีการหยิบยกประเด็นธรรมชาติของวิทยาศาสตร์มาให้ผู้เรียนได้เรียนรู้ รวมทั้งเปิดโอกาส ให้ผู้เรียนได้สะท้อนการเรียนรู้ของตนเองผ่านการตอบคำถาม การอภิปราย การแสดงความคิดเห็น

### การจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้

การจัดการเรียนรู้การสืบเสาะหาความรู้เป็นรูปแบบหนึ่งของการจัดการเรียนรู้ตามแนวทาง ทฤษฎีการสร้างองค์ความรู้ ซึ่งเน้นการสร้างความรู้ความเข้าใจจากการเชื่อมโยงความรู้ใหม่หรือ ประสบการณ์ใหม่ที่ได้รับจากการเรียนรู้กับความรู้เดิมหรือประสบการณ์เดิมของผู้เรียน ซึ่งทฤษฎี การสร้างองค์ความรู้เชื่อว่า การจัดการเรียนรู้ที่เหมาะสมจะช่วยให้ผู้เรียนปรับปรุงความรู้เดิม หรือสร้างความรู้ของตนเอง ส่วนครูมีบทบาทเป็นผู้จัดประสบการณ์การเรียนรู้ให้กับผู้เรียน เพื่อให้ ผู้เรียนฝึกคิด ตั้งคำถาม และลงมือแก้ไขปัญหาด้วยตนเอง

#### 1. ความหมายของการสืบเสาะหาความรู้

การสืบเสาะหาความรู้อาจมีความหมายแตกต่างกันไปตามบริบทที่นำไปใช้และผู้ที่ใช้คำ นิยาม (Budnitz, 2009) อย่างไรก็ตามนักการศึกษาและองค์กรทางการศึกษาหลายหน่วยงานได้ อธิบายความหมายของการสืบเสาะหาความรู้ไว้ ดังนี้ การสืบเสาะหาความรู้เป็นกระบวนการที่ผู้เรียนจะ มีการสำรวจตรวจสอบ สืบค้นข้อมูล และค้นคว้าด้วยวิธีการต่างๆ ทำให้เกิดความเข้าใจและเกิดการ รับรู้ความรู้นั้นอย่างมีความหมายแล้วจึงสามารถสร้างความรู้ของตนเองได้ ซึ่งความรู้เหล่านั้นจะ เป็นข้อมูลที่สามารถเก็บไว้ใช้ได้ยาวนานไม่ว่าจะประสบกับสถานการณ์ใดๆ ก็สามารถนำความรู้มา ใช้ได้ (สาขาชีววิทยา สสวท., 2552) หรือเป็นกระบวนการที่ผู้เรียนได้รับการกระตุ้นให้เกิดความ สนใจที่จะเรียนรู้ เป็นการเรียนรู้ที่เปิดกว้าง ผู้เรียนเป็นศูนย์กลางและมีกิจกรรมให้ผู้เรียนลงมือ ปฏิบัติ (Colburn, 2000) ซึ่งการสืบเสาะหาความรู้ หมายถึง กระบวนการที่นักวิทยาศาสตร์ใช้ในการ ค้นหาคำรู้ทางวิทยาศาสตร์หรือกิจกรรมการเรียนรู้ที่ผู้เรียนได้ปฏิบัติและเรียนรู้เพื่อพัฒนาความรู้

วิทยาศาสตร์ ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ จิตวิทยาศาสตร์ และความเข้าใจเกี่ยวกับธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ โดยกิจกรรมการเรียนรู้ที่เน้นสะท้อนถึงการทำงานของนักวิทยาศาสตร์ (ชาติรี ฝ่ายคำตา, 2552ก; NRC., 2000) นอกจากนี้ยังหมายถึง กระบวนการต่างๆ ที่นำไปสู่การเพิ่มพูนขยายความรู้ โดยการถามในสิ่งที่สงสัยหรืออยากรู้ และสืบค้นข้อมูลเกี่ยวกับข้อสงสัยที่มีอยู่ เพื่อเป็นการจัดข้อสงสัยเหล่านั้น รวมทั้งการพยายามอธิบายคำตอบของข้อสงสัยให้เป็นที่เข้าใจได้ (Budnitz, 2009; Wikipedia, 2009)

จากความหมายของการสืบเสาะหาความรู้สามารถสรุปได้ว่า การสืบเสาะหาความรู้ คือ การที่ผู้เรียนได้ลงมือปฏิบัติการสำรวจตรวจสอบประกอบกับการใช้ทักษะการคิด มีการใช้คำถาม และมีการค้นหาคำตอบหรือคำอธิบายจากคำถาม เพื่อให้ได้มาซึ่งความรู้ความเข้าใจในแนวคิดทางวิทยาศาสตร์ ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ เจตคติทางวิทยาศาสตร์ และความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์

## 2. ลักษณะสำคัญของการสืบเสาะหาความรู้

ลักษณะสำคัญของการสืบเสาะหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์ซึ่ง National Science Education Standards (NRC., 2000) ระบุไว้ มีดังต่อไปนี้

1. การสืบเสาะหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์เกี่ยวข้องกับการตั้งคำถามและการตอบคำถาม
2. มีการสำรวจตรวจสอบจากคำถามที่สนใจศึกษา และเชื่อมโยงกับการนำเสนอข้อมูลที่มีความหมาย รวมทั้งพัฒนารูปแบบของการอธิบายให้มีความต่อเนื่องและสม่ำเสมอ
3. การสำรวจตรวจสอบมีหลากหลายจุดประสงค์และหลากหลายวิธีการ
4. นักวิทยาศาสตร์สร้างคำอธิบายและตรวจสอบคำอธิบายจากการทดสอบหลักฐานและการตั้งข้อสังเกตใหม่ๆ ให้กับการอธิบายสิ่งที่เกิดขึ้น
5. นักวิทยาศาสตร์สามารถทำงานร่วมกันเป็นทีม แม้จะมีความแตกต่างระหว่างบุคคลซึ่งจะทำให้ได้แนวคิดที่หลากหลายและแตกต่าง

6. การใช้ความคิดสร้างสรรค์สามารถพบได้ทุกขั้นตอนของการทำงานทางวิทยาศาสตร์

7. นักวิทยาศาสตร์ต้องมีการนำเสนอผลงานจากการศึกษาค้นคว้าต่อสาธารณชน

สำหรับขั้นตอนของการจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์โดยใช้กระบวนการสืบเสาะหาความรู้  
ซึ่ง National Science Education Standards (NRC., 2000) ได้เสนอแนะไว้ ดังนี้

1. มีการกระตุ้นความสนใจให้ผู้เรียนเกิดความสนใจที่จะเรียนรู้
2. เปิดโอกาสให้ผู้เรียนได้ทำการสำรวจตรวจสอบผ่านกิจกรรมที่ให้ลงมือปฏิบัติโดยใช้การสังเกต การตั้งสมมติฐานและการทดสอบสมมติฐาน การแก้ปัญหา และสร้างคำอธิบายจากหลักฐานและข้อมูลที่ทำให้การสังเกต
3. ผู้เรียนได้วิเคราะห์ข้อมูลและตีความหมายข้อมูลแล้วนำข้อมูลมาสังเคราะห์ด้วยตนเอง และสร้างคำอธิบายให้มีแนวคิดที่ชัดเจนและอธิบายร่วมกับครู และเชื่อมโยงคำอธิบายของตนเองกับแหล่งข้อมูลความรู้ทางวิทยาศาสตร์อื่นๆ
4. ผู้เรียนได้ขยายความรู้ที่เกิดจากความเข้าใจด้วยตนเองและมีความสามารถในการที่จะประยุกต์ใช้ความรู้เมื่อพบกับสถานการณ์ใหม่
5. ผู้เรียนและครูร่วมกันทบทวนและประเมินสิ่งที่เรียนรู้และวิธีการเรียนรู้สิ่งนั้น

สรุปลักษณะสำคัญของการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้และบทบาทของผู้เรียนได้ดังตารางที่ 2

ตารางที่ 2 ลักษณะสำคัญในการจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์กับระดับของการสืบเสาะหาความรู้

ลักษณะสำคัญ	บทบาทของผู้เรียนกับระดับของการสืบเสาะหาความรู้			
	1	2	3	4
ผู้เรียนมีส่วนร่วมในการตั้งคำถามทางวิทยาศาสตร์	ผู้เรียนตั้งคำถามด้วยตนเอง	ผู้เรียนศึกษาตัวอย่างคำถามแล้วตั้งคำถามขึ้นมาใหม่	ผู้เรียนเลือกและทำความเข้าใจกับคำถามที่ครูตั้งขึ้นหรือคำถามที่มาจากสื่อการเรียนรู้	ครูกำหนดคำถามให้นักเรียนค้นหาคำตอบ
ผู้เรียนค้นคว้าหาข้อมูลหลักฐานในการหาคำตอบ	ผู้เรียนรวบรวมข้อมูลหลักฐานด้วยตนเอง	ผู้เรียนได้รับการแนะนำว่าควรรวบรวมข้อมูลอะไรบ้าง	ผู้เรียนได้รับข้อมูลและทำการวิเคราะห์ข้อมูล	ผู้เรียนได้รับข้อมูลและแนวทางในการวิเคราะห์ข้อมูล
ผู้เรียนสร้างคำอธิบายจากหลักฐานที่มีอยู่	ผู้เรียนสร้างคำอธิบายต่างๆ ด้วยตนเอง หลังจากสรุปผลจากหลักฐานที่มีอยู่	ผู้เรียนได้รับการแนะนำแนวทางในการสร้างคำอธิบายจากหลักฐานที่มีอยู่	ผู้เรียนเลือกใช้วิธีการต่างๆ เพื่อใช้หลักฐานในการสร้างคำอธิบาย	ผู้เรียนได้รับคำอธิบายพร้อมทั้งหลักฐานที่ใช้ประกอบคำอธิบาย
ผู้เรียนเชื่อมโยงคำอธิบายที่สร้างขึ้นกับแนวคิดทางวิทยาศาสตร์	ผู้เรียนเชื่อมโยงความรู้ทางวิทยาศาสตร์กับคำอธิบายที่สร้างขึ้นด้วยตนเอง	ผู้เรียนได้รับแนวทางในการเชื่อมโยงความรู้ทางวิทยาศาสตร์กับคำอธิบายที่ตนเองสร้างขึ้น	ผู้เรียนได้รับทางเลือกในการเชื่อมโยงความรู้ทางวิทยาศาสตร์กับคำอธิบาย	ผู้เรียนไม่มีโอกาสในการเชื่อมโยงความรู้ทางวิทยาศาสตร์กับคำอธิบาย
ผู้เรียนสื่อสารและตัดสินใจอธิบาย	ผู้เรียนสื่อสารถึงข้อสรุปของตนเองให้ผู้อื่นทราบโดยมีความเป็นเหตุและผลประกอบ	ผู้เรียนได้รับการแนะนำให้นำเสนอข้อสรุปของตนเองมาสื่อสารกับผู้อื่น	ผู้เรียนได้รับกรอบแนวทางในการสื่อสารกับผู้อื่น	ผู้เรียนได้รับการแนะนำกระบวนการและขั้นตอนในการสื่อสารกับผู้อื่น

หมายเหตุ: ปรับปรุงจาก NRC.(2000)

นอกจากนี้ มีข้อควรคำนึงถึงสำหรับการใช้กระบวนการสืบเสาะหาความรู้ในการจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ คือ เนื้อหาวิทยาศาสตร์ไม่สามารถจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะได้ทุกเรื่องต้องมีการพิจารณาความเหมาะสมของเนื้อหา ก่อนจัดการเรียนรู้ รูปแบบการจัดการเรียนรู้แบบวัฏจักรการสืบเสาะหาความรู้ 5 ขั้นตอน หรือการจัดการเรียนรู้แบบวัฏจักรการเรียนรู้ (inquiry cycle: 5E) เป็นเพียงรูปแบบหนึ่งในจำนวนหลากหลายรูปแบบของการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ และในการใช้กระบวนการสืบเสาะหาความรู้ในการจัดการเรียนการสอน ผู้เรียนต้องมีการตั้งคำถามหรือผู้เรียนได้รับการกระตุ้นให้เกิดคำถาม และได้ลงมือปฏิบัติการสำรวจตรวจสอบประกอบกับการใช้ทักษะการคิดในการทำกิจกรรมการเรียนรู้ ส่วนเป้าหมายของการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ นั้นต้องให้ความสำคัญทั้งการพัฒนาความรู้ความเข้าใจด้านความรู้ทางวิทยาศาสตร์ และการพัฒนาทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ จิตวิทยาศาสตร์ รวมทั้งความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ของผู้เรียนควบคู่กันไป ไม่ใช่เน้นการพัฒนาผู้เรียนเฉพาะด้านทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์เพียงอย่างเดียว (กุศลสิน มุสิกกุล, 2550; ชาตรี ฝ่ายคำตา, 2552ข)

### 3. ประเภทของการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้

Colburn (2000) ได้แบ่งระดับของการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ออกเป็น 4 ระดับ ตามบทบาทของครูและผู้เรียน ดังนี้

1. Structure inquiry เป็นการจัดการเรียนรู้ที่ครูกำหนดปัญหาที่ต้องการให้ผู้เรียนได้ลงมือปฏิบัติการศึกษาค้นคว้า และจัดเตรียมขั้นตอนในการสำรวจตรวจสอบและวัสดุอุปกรณ์ที่ผู้เรียนต้องนำมาใช้ โดยไม่มีการคาดหวังที่จะให้ผู้เรียนได้ค้นพบหรือสามารถจัดจำแนกข้อมูลด้วยตนเอง ซึ่งวิธีการจัดการเรียนรู้ลักษณะนี้มีความคล้ายคลึงกับการจัดการเรียนรู้ตามบทปฏิบัติการทั่วไป แต่มีความแตกต่างกันตรงที่เปิดโอกาสให้ผู้เรียนได้สังเกตและเก็บรวบรวมข้อมูลด้วยตนเอง

2. Guided inquiry เป็นการจัดการเรียนรู้ที่ครูเป็นผู้จัดเตรียมวัสดุอุปกรณ์ต่างๆ ที่ผู้เรียนต้องใช้ในการสำรวจตรวจสอบ โดยผู้เรียนสามารถปฏิบัติการสำรวจตรวจสอบและแก้ไขปัญหาด้วยตนเอง

3. Open inquiry เป็นการจัดการเรียนรู้ซึ่งครูเป็นผู้จัดเตรียมวัสดุอุปกรณ์ต่างๆ ที่ผู้เรียนต้องใช้ในการสำรวจตรวจสอบ โดยผู้เรียนสามารถปฏิบัติการสำรวจตรวจสอบและแก้ไขปัญหาด้วยตนเองเช่นเดียวกับแบบ Guided inquiry แต่แตกต่างกันที่ให้ผู้เรียนได้สร้างหรือคิดปัญหาที่ตนเอง

ต้องการสำรวจตรวจสอบด้วยตนเอง และลงมือปฏิบัติการศึกษาค้นคว้าด้วยหลากหลายวิธีการ เช่นเดียวกับกระบวนการสืบเสาะหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์ซึ่งมีหลากหลายวิธีการ และไม่มีภาระเรียงลำดับขั้นตอนที่แน่นอน

4. Learning cycle เป็นการจัดการเรียนรู้ที่กระตุ้นให้ผู้เรียนเกิดความสนใจในแนวคิดใหม่ที่จะเรียนรู้ ครูมีการจัดเตรียมแนวคิดที่จะจัดการเรียนรู้ให้กับผู้เรียน ผู้เรียนนำแนวคิดที่เกิดจากการเรียนรู้ไปประยุกต์ใช้ในบริบทที่แตกต่างออกไป

ซึ่งการแบ่งระดับของการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ดังกล่าว มีทั้งความเหมือนและความแตกต่างจากที่ Carin and Sund (1980) (อ้างใน พิมพ์พันธ์์ เดชะคุปต์, 2550) ได้แบ่งระดับของการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้เป็น 3 ประเภท โดยใช้บทบาทของครูและผู้เรียนเป็นเกณฑ์ ดังนี้

1. Guided inquiry เป็นการจัดการเรียนรู้ที่ ครูเป็นผู้กำหนดปัญหา วางแผนการทดลอง เก็บรวบรวมข้อมูล และเตรียมอุปกรณ์ต่างๆ โดยผู้เรียนทำหน้าที่ทำการทดลองตามกิจกรรมตามแนวทางที่กำหนดไว้

2. Less guided inquiry เป็นการจัดการเรียนรู้ที่ ครูเป็นผู้กำหนดปัญหา หรือร่วมกันกำหนดปัญหาพร้อมกับผู้เรียน แต่ผู้เรียนจะเป็นผู้วางแผนหาวิธีการแก้ปัญหาด้วยตนเอง โดยเริ่มตั้งแต่การตั้งสมมติฐาน วางแผนการทดลอง ทำการทดลอง จนถึงวิเคราะห์และสรุปผลการทดลอง โดยมีครูเป็นผู้อำนวยความสะดวก

3. Unguided inquiry เป็นการจัดการเรียนรู้ที่ ผู้เรียนเป็นผู้กำหนดปัญหาด้วยตัวเอง ตลอดจนถึงการวางแผนการทดลอง ดำเนินการทดลอง เก็บข้อมูล จนถึงวิเคราะห์และสรุปผลการทดลองด้วยตนเอง ซึ่งวิธีนี้ผู้เรียนจะมีอิสระเต็มที่ในการศึกษาตามความสนใจ ครูและเป็นเพียงผู้กระตุ้นเท่านั้น โดยอาจจะใช้คำถามเพื่อกระตุ้นให้ผู้เรียนกำหนดปัญหาได้ ซึ่งอาจจะเรียกวิธีการนี้ว่า วิธีสืบเสาะแบบอิสระ (free inquiry)

การวิจัยครั้งนี้ผู้วิจัยใช้การจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ที่อาศัยแนวทางการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้แบบผสมผสาน โดยในการจัดการเรียนรู้แนวคิดแรกๆ ในหน่วยการเรียนรู้เรื่องระบบต่อมไร้ท่อจะเป็นแบบ Guided inquiry ที่ครูให้ความช่วยเหลือและการแนะนำ

ขั้นตอนการสืบเสาะหาความรู้ รวมทั้งจัดเตรียมวัสดุอุปกรณ์ให้กับผู้เรียนเพื่อให้ผู้เรียนได้ค่อยๆ ปรับตัวและเข้าใจกระบวนการเรียนรู้ หลังจากนั้นในแนวคิดต่อไปครูก็ลดทอนความช่วยเหลือลง แต่ยังคงหากิจกรรมหรือสื่อต่างๆ เพื่อกระตุ้นความสนใจของผู้เรียนในการเรียนรู้แต่ละแนวคิด เปิดโอกาสให้ผู้เรียนได้กำหนดปัญหาที่จะสำรวจและค้นหาจากแนวคิดที่ครูนำเสนอ และให้ผู้เรียนสามารถใช้วิธีการสำรวจและค้นหาที่หลากหลาย เพื่อให้ผู้เรียนสามารถสร้างแนวคิดทางวิทยาศาสตร์ที่ถูกต้องและเข้าใจกระบวนการได้มาซึ่งความรู้ทางวิทยาศาสตร์ ขณะเดียวกันก็มีการเชื่อมโยงประสบการณ์จากการเรียนรู้กับประสบการณ์เดิมจนในที่สุดสามารถสร้างความรู้ของตนเองได้ และสามารถประยุกต์ใช้ความรู้ที่สร้างขึ้นในบริบทที่แตกต่างออกไป นอกจากนี้ผู้วิจัยได้ออกแบบการจัดการกิจกรรมการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้โดยใช้รูปแบบของการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้แบบ 5 ขั้นตอน เพื่อความสะดวกของการดำเนินการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้

#### 4. การจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้แบบ 5 ขั้นตอน

สาขาชีววิทยา สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (2545) ได้นำเสนอรูปแบบของการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ มาเผยแพร่ให้กับครูชีววิทยาเพื่อนำไปเป็นแนวทางในการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ โดยวัฏจักรการสืบเสาะหาความรู้ 5 ขั้นตอนประกอบด้วย

1. การสร้างความสนใจ (engage) เป็นการนำเข้าสู่บทเรียน ซึ่งครูอาจจะจัดกิจกรรมหรือสถานการณ์ที่กระตุ้น ชั่วๆ หรือท้าทายให้ผู้เรียนเกิดความสงสัย ใคร่รู้ อยากรู้ อยากเห็นหรือขัดแย้งเพื่อนำไปสู่การแก้ปัญหา การศึกษาค้นคว้า หรือการทดลอง ซึ่งทำได้หลากหลายรูปแบบ เช่น สาธิต ทดลอง นำเสนอข้อมูล เล่าเรื่องหรือเหตุการณ์ ใช้สื่อวัสดุอุปกรณ์ สร้างสถานการณ์ที่น่าสนใจ เป็นต้น

2. การสำรวจและค้นหา (explore) เป็นการจัดกิจกรรมหรือสถานการณ์ที่ให้ผู้เรียนดำเนินการสำรวจ ทดลอง ค้นหา และรวบรวมข้อมูล วางแผนกำหนดการสำรวจตรวจสอบ หรือออกแบบการทดลอง ลงมือปฏิบัติ เช่น สังเกต วัด ทดลอง รวบรวมข้อมูล เป็นต้น

3. การอธิบาย (explain) เป็นการจัดกิจกรรมหรือสถานการณ์ที่ให้ผู้เรียนนำข้อมูลที่ได้จากการสำรวจและค้นหามาวิเคราะห์ แปลผล สรุปและอภิปราย พร้อมทั้งนำเสนอผลงานในรูปแบบ

ต่างๆ ซึ่งอาจเป็นรูปวาด ตาราง แผนผัง ผลงานมีความหลากหลายสนับสนุนสมมติฐานที่ตั้งไว้หรือได้แย้งกับสมมติฐานที่ตั้งไว้ หรือไม่เกี่ยวข้องกับประเด็นที่กำหนดไว้ ที่โดยมีการอ้างอิงหลักฐานชัดเจน การลงข้อสรุปถูกต้องเชื่อถือได้ มีการใช้ทฤษฎี หลักการมาร่วมอธิบายอย่างสมเหตุสมผล

4. การขยายความรู้ (elaborate) เป็นการจัดกิจกรรมหรือสถานการณ์ที่ให้ผู้เรียนได้เพิ่มเติมหรือเติมเต็มองค์ความรู้ใหม่ให้กว้างขวางสมบูรณ์ กระจำง และลึกซึ้งมากยิ่งขึ้น โดยการอภิปราย ยกตัวอย่าง และซักถามเพื่อแลกเปลี่ยนเรียนรู้ และเชื่อมโยงความรู้เดิมสู่ความรู้ใหม่อย่างเป็นระบบ มีความละเอียด และสมบูรณ์ สามารถนำความรู้ไปประยุกต์ใช้กับเรื่องอื่นๆ ในชีวิตประจำวัน หรือหากผู้เรียนเกิดปัญหาสงสัย ใคร่รู้ ก็นำไปสู่การศึกษาค้นคว้าครั้งใหม่ต่อไป

5. การประเมินผล (evaluate) เป็นการจัดกิจกรรมหรือสถานการณ์ที่ให้ผู้เรียนได้ประเมินผลการเรียนรู้ของตนเองและผู้เรียนได้ตรวจสอบความถูกต้องของความรู้ที่ได้ โดยการวิเคราะห์วิจารณ์ อภิปราย ซักถาม แลกเปลี่ยนความรู้ซึ่งกันและกัน รวมทั้งเปิดโอกาสให้ผู้เรียนได้เปรียบเทียบความรู้ใหม่กับความรู้เดิมและเพื่อให้ผู้เรียนทราบจุดเด่น จุดด้อยในการเรียนรู้ของตนเองและนำไปปรับปรุงพัฒนาการเรียนรู้ของตนเองต่อไป

การวิจัยครั้งนี้ผู้วิจัยได้กำหนดขั้นตอนของการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้เป็น 5 ขั้นตอน ซึ่งประยุกต์มาจากการจัดการเรียนรู้แบบวัฏจักรการเรียนรู้ 5 ขั้นตอนของสาขาชีววิทยา สสวท. ดังกล่าวมา เนื่องจากการวิจัยครั้งนี้ผู้วิจัยได้บูรณาการเนื้อหาบทเรียนเรื่องระบบต่อมไร้ท่อ และธรรมชาติของวิทยาศาสตร์เข้าด้วยกัน ดังนั้นการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้บางขั้นตอนจึงมีการหยิบยกประเด็นธรรมชาติของวิทยาศาสตร์มาให้ผู้เรียนได้เรียนรู้ และเปิดโอกาสให้ผู้เรียนสะท้อนการเรียนรู้ของตนเอง เพื่อมุ่งเน้นให้ผู้เรียนเกิดการพัฒนาทั้งด้านแนวคิดทางวิทยาศาสตร์เกี่ยวกับระบบต่อมไร้ท่อและด้านความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ควบคู่กัน

## 5. การศึกษาผลการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้

งานวิจัยเกี่ยวกับการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ที่มีต่อการพัฒนาผลการเรียนรู้ และการพัฒนาแนวคิดทางวิทยาศาสตร์ของผู้เรียน มีการศึกษาไว้ดังนี้

สุรจิตา เศรษฐภักดี (2547) ศึกษาผลการเรียนรู้เรื่องการถ่ายทอดลักษณะทางพันธุกรรม ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ที่เรียนด้วยวัฏจักรการสืบเสาะหาความรู้ เก็บรวบรวมข้อมูล โดย

ใช้แบบทดสอบผลสัมฤทธิ์ แบบทดสอบวัดทักษะกระบวนการ แบบวัดเจตคติ ผลการศึกษาพบว่า นักเรียนที่เรียนรู้ด้วยวัฏจักรการสืบเสาะหาความรู้ มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนในเรื่องการถ่ายทอด ลักษณะทางพันธุกรรมสูงขึ้น มีทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์สูงขึ้น และมีเจตคติทาง วิทยาศาสตร์ในระดับสูง ผู้วิจัยได้ตั้งข้อสังเกตว่าการที่ผู้เรียนมีผลการเรียนรู้สูงขึ้นทุกด้าน อาจเป็น เพราะกิจกรรมการเรียนรู้ในชั้นขยายความรู้ มุ่งเน้นให้นักเรียนเชื่อมโยงความรู้ที่ได้รับจากการ เรียนรู้กับการถ่ายทอดลักษณะทางพันธุกรรมที่เกิดขึ้นจริงในชีวิตประจำวัน และเปิดโอกาสให้ นักเรียนสืบค้น สำรวจ และทำการวิเคราะห์ข้อมูลเพิ่มเติม เพื่อความเข้าใจที่สมบูรณ์ยิ่งขึ้น

ไตรรัตน์ รัตนเดช (2551) ศึกษาการพัฒนาแนวคิดเกี่ยวกับการหายใจระดับเซลล์ของ นักเรียนระดับมัธยมศึกษาปีที่ 4 โดยการจัดการเรียนการสอนด้วยวิธีสืบเสาะหาความรู้ เก็บรวบรวม ข้อมูล โดยใช้แบบวัดแนวคิดและอนุทินรายสัปดาห์ของนักเรียน ผลการศึกษาพบว่า การจัดการ เรียนรู้ด้วยวิธีสืบเสาะหาความรู้ ทำให้นักเรียนพัฒนาแนวคิดเกี่ยวกับการหายใจระดับเซลล์ โดย นักเรียนมีแนวคิดที่ถูกต้องและถูกต้องบางส่วนเพิ่มขึ้น และมีแนวคิดคลาดเคลื่อนและไม่มีแนวคิด ลดลง ผู้วิจัยได้ให้ข้อสังเกตถึงสาเหตุที่การจัดการเรียนรู้ด้วยวิธีสืบเสาะหาความรู้ช่วยให้นักเรียน เกิดการพัฒนาแนวคิดได้ อาจเป็นเพราะนักเรียนได้ร่วมกันการออกแบบการค้นคว้า ลงมือปฏิบัติ ฝึกคิดวิเคราะห์ และเชื่อมโยงความรู้กับชีวิตประจำวัน และมีการถามคำถามเพื่อให้นักเรียน แลกเปลี่ยนความคิดเห็นก่อนการจัดการเรียนการสอนซึ่งทำให้ผู้เรียนสนใจเรียนรู้มากขึ้น

อาทิตยา จิตรเอื้อเพื่อ (2551) ศึกษาการส่งเสริมแนวคิดเชิงวิทยาศาสตร์และการคิดอย่างมี วิจัยญาณในเรื่องการตอบสนองของพืชของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 ด้วยวิธีสืบเสาะหา ความรู้ทางวิทยาศาสตร์ เก็บรวบรวมข้อมูลจากแบบสำรวจแนวคิด แบบบันทึกการสังเกต แบบ สัมภาษณ์ อนุทินและผลงานของนักเรียน ผลการศึกษาพบว่า กิจกรรมสืบเสาะหาความรู้ช่วยให้นักเรียนพัฒนาความรู้ความเข้าใจและการให้เหตุผลที่เกี่ยวข้องกับแนวคิดเรื่องการตอบสนองของ พืช โดยนักเรียนมีการพัฒนาแนวคิดที่สอดคล้องกับแนวคิดเชิงวิทยาศาสตร์เพิ่มขึ้นและมีแนวคิดที่ คลาดเคลื่อนลดลง รวมทั้งนักเรียนสามารถการพัฒนาทักษะการคิดอย่างมีวิचारณญาณในด้านการ อ้างอิง การให้เหตุผลโดยอนุมาน ฯลฯ และผู้เรียนได้แสดงออกถึงคุณลักษณะของผู้ที่มีการคิดอย่าง มีวิचारณญาณในด้านการวิเคราะห์หาเหตุผล มีความเป็นระบบ มีความเชื่อมั่นในตนเอง ฯลฯ

Wilder and Shuttleworth (2005) ศึกษาผลการจัดการเรียนรู้แบบวัฏจักรการเรียนรู้ 5E เรื่อง เซลล์ ในนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 เก็บรวบรวมข้อมูลโดยใช้แบบทดสอบ ผลการศึกษา พบว่า การจัดการเรียนรู้แบบวัฏจักรการเรียนรู้ 5E เรื่องเซลล์ ทำให้นักเรียนมีความรู้ความเข้าใจ

เกี่ยวกับเซลล์มากยิ่งขึ้น และกิจกรรมการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้สามารถกระตุ้นความสนใจ  
ของนักเรียนให้อยากเรียนรู้ มีการขยายความรู้โดยการอภิปรายแลกเปลี่ยนผลการเรียนรู้ร่วมกัน  
ส่งเสริมให้ผู้เรียนมีทักษะการสืบเสาะหาความรู้และสามารถสร้างความรู้ด้วยตนเองได้

จากการศึกษางานวิจัยดังกล่าวมาสรุปได้ว่า การจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้  
สามารถพัฒนาให้ผู้เรียนมีผลการเรียนรู้ทางวิทยาศาสตร์สูงขึ้น และสามารถพัฒนาให้ผู้เรียนมี  
แนวคิดที่สอดคล้องกับแนวคิดทางวิทยาศาสตร์ได้



### บทที่ 3

#### วิธีการวิจัย

การวิจัยครั้งนี้ใช้รูปแบบการวิจัยแบบกรณีศึกษา (case study) ซึ่งมีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาการพัฒนาแนวคิดทางวิทยาศาสตร์เกี่ยวกับระบบต่อมไร้ท่อและความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 โดยการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ ซึ่งผู้วิจัยได้ดำเนินการ ดังต่อไปนี้

1. เลือกกลุ่มที่ศึกษา
2. สร้างเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย
3. เก็บรวบรวมข้อมูล
4. วิเคราะห์ข้อมูล

#### กลุ่มที่ศึกษา

การวิจัยครั้งนี้กลุ่มที่ศึกษาเป็นนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ซึ่งศึกษาในภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2552 ของโรงเรียนแห่งหนึ่งของเขตพื้นที่การศึกษาพะเยาเขต 1 จำนวน 2 ห้องเรียน ห้องเรียนละ 40 คน รวมทั้งสิ้น 80 คน เป็นนักเรียนชาย 40 คน นักเรียนหญิง 40 คน มีอายุระหว่าง 16-17 ปี ซึ่งมาจากการเลือกแบบเจาะจง (purposive sampling) เหตุผลที่เลือกกลุ่มที่ศึกษาดังกล่าวเนื่องจาก 1) นักเรียนกลุ่มที่ศึกษาเข้าร่วมกิจกรรมการเรียนรู้ด้วยความสมัครใจ 2) นักเรียนกลุ่มที่ศึกษาแต่ละห้องเรียนมีนักเรียนชายและนักเรียนหญิงคละกัน มีความสามารถและพื้นฐานทางการเรียนใกล้เคียงกัน และมาจากครอบครัวที่ผู้ปกครองประกอบอาชีพแตกต่างกัน 3) โรงเรียนของนักเรียนกลุ่มที่ศึกษาเป็นโรงเรียนมัธยมศึกษาขนาดกลาง เปิดสอนทั้งในระดับมัธยมศึกษาตอนต้น และระดับชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย มีจำนวนนักเรียนทั้งหมด 766 คน 4) โรงเรียนของนักเรียนกลุ่มที่ศึกษาเป็นโรงเรียนสนับสนุนและส่งเสริมการจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ให้กับนักเรียนเป็นอย่างดี มีความพร้อมทั้งด้านวัสดุ อุปกรณ์ที่ใช้ในการจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ มีห้องเรียน ห้องปฏิบัติการทางวิทยาศาสตร์ มีแหล่งสำรวจและค้นหาข้อมูลที่เป็นแหล่งการเรียนรู้ในธรรมชาติ เช่น สวนพฤกษศาสตร์ อ่างเก็บน้ำ เป็นต้น นอกจากนี้ยังมีห้องสมุด อินเทอร์เน็ตสำหรับสืบค้นข้อมูล

## เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้ประกอบไปด้วย เครื่องมือที่ใช้ในการจัดการเรียนรู้ ได้แก่ แผนการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้เรื่องระบบต่อมไร้ท่อ และเครื่องมือที่ใช้ในการเก็บรวบรวมข้อมูล ได้แก่ แบบวัดแนวคิดเกี่ยวกับระบบต่อมไร้ท่อ แบบสำรวจความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ แบบบันทึกการจัดการเรียนรู้ และอนุทินสะท้อนการเรียนรู้ของนักเรียน รายละเอียดในการสร้างเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย มีดังนี้

### 1. แผนการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้เรื่องระบบต่อมไร้ท่อ

ผู้วิจัยสร้างแผนการจัดการเรียนรู้ในหน่วยการเรียนรู้เรื่องระบบต่อมไร้ท่อ ทั้งหมด 9 แผน โดยมีระยะเวลาในการจัดการเรียนรู้ทั้งหมด 12 คาบ ซึ่งแต่ละแผนการจัดการเรียนรู้จะประกอบด้วย ขั้นตอนการสืบเสาะหาความรู้ 5 ขั้นตอน คือ ขั้นสร้างความสนใจและตรวจสอบความรู้เดิมของนักเรียน ขั้นการสำรวจและค้นหา ขั้นการอธิบาย ขั้นขยายความรู้ ขั้นสรุปและประเมินผลสิ่งที่เรียนรู้ สำหรับการสร้างแผนการจัดการเรียนรู้ ผู้วิจัยดำเนินการตามขั้นตอน ดังนี้

1. ศึกษาหลักสูตรการศึกษาขั้นพื้นฐานพุทธศักราช 2544 มาตรฐานการเรียนรู้สาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ สาระที่ 1 สิ่งมีชีวิตกับกระบวนการดำรงชีวิต หนังสือเรียนชีววิทยา เล่ม 3 ของสถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี เอกสารและงานวิจัยต่างๆ เพื่อจัดทำกรอบแนวคิดทางวิทยาศาสตร์เกี่ยวกับระบบต่อมไร้ท่อ (ตารางผนวกที่ 1) นำกรอบแนวคิดทางวิทยาศาสตร์เกี่ยวกับระบบต่อมไร้ท่อให้ผู้เชี่ยวชาญจำนวน 3 ท่าน ตรวจสอบความถูกต้องของเนื้อหาและความเหมาะสมของภาษาที่ใช้ในการเรียบเรียงเนื้อหา จากการตรวจสอบของผู้เชี่ยวชาญ ผู้วิจัยได้รับข้อเสนอแนะให้ปรับปรุงภาษาที่ใช้ในการเรียบเรียงแนวคิดทางวิทยาศาสตร์เกี่ยวกับระบบต่อมไร้ท่อให้มีความถูกต้องและเหมาะสมมากยิ่งขึ้น

2. นำกรอบแนวคิดทางวิทยาศาสตร์เกี่ยวกับระบบต่อมไร้ท่อมาสร้างแบบสำรวจแนวคิดเกี่ยวกับระบบต่อมไร้ท่อ และนำแบบสำรวจแนวคิดเกี่ยวกับระบบต่อมไร้ท่อไปทำการสำรวจแนวคิดเกี่ยวกับระบบต่อมไร้ท่อของนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ปีการศึกษา 2551 จำนวน 87 คน นำแนวคิดคลาดเคลื่อนเกี่ยวกับระบบต่อมไร้ท่อของนักเรียนที่ได้จากการสำรวจแนวคิดมาใช้เป็นแนวทางสร้างแผนการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้เรื่องระบบต่อมไร้ท่อ เพื่อให้

แผนการจัดการเรียนรู้ที่สร้างขึ้น มีกิจกรรมการเรียนรู้ที่สามารถลดการมีแนวคิดคลาดเคลื่อนเกี่ยวกับระบบต่อมไร้ท่อของนักเรียนลงได้

3. ออกแบบและสร้างกิจกรรมการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้เรื่องระบบต่อมไร้ท่อ ในแต่ละแผนการจัดการเรียนรู้ จำนวน 9 แผน ดังนี้

- 1) ลักษณะเฉพาะ ตำแหน่งและหน้าที่ของต่อมไร้ท่อ
- 2) ต่อมไร้ท่อและฮอร์โมนที่สร้างขึ้น
- 3) ประวัติการค้นพบฮอร์โมนซีครีทิน
- 4) ความผิดปกติของร่างกายเนื่องจากฮอร์โมนโกรทไม่สมดุล
- 5) การศึกษาต่อมไทรอยด์
- 6) ความผิดปกติของร่างกายที่เกิดจากจากระบบต่อมไร้ท่อ
- 7) การควบคุมการทำงานของระบบต่อมไร้ท่อ
- 8) ภาวะโรคเบาหวานกันเถอะ
- 9) การรักษาคุณภาพของร่างกายด้วยฮอร์โมนจากระบบต่อมไร้ท่อ

4. นำแผนการจัดการเรียนรู้ทั้ง 9 แผน ให้อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์และผู้เชี่ยวชาญด้านการจัดการเรียนรู้วิชาชีววิทยา จำนวน 2 ท่าน ซึ่งเป็นครูที่มีประสบการณ์ในการจัดการเรียนรู้วิชาชีววิทยาไม่น้อยกว่า 5 ปี และจบการศึกษาระดับปริญญาโทด้านวิทยาศาสตร์ศึกษาและการสอนวิทยาศาสตร์ ตรวจสอบทั้งด้านเนื้อหาและด้านกิจกรรมการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ จากการตรวจสอบของอาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์และผู้เชี่ยวชาญทั้ง 2 ท่าน ผู้วิจัยได้รับข้อเสนอแนะเพื่อนำมาปรับปรุงกิจกรรมการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ คือ 1) ควรปรับปรุงกิจกรรมการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ให้มีความเหมาะสมกับวัยของนักเรียนกลุ่มที่ศึกษาและให้มีความเหมาะสมกับเนื้อหาที่จัดการเรียนรู้ 2) ควรปรับเวลาที่ใช้ในการจัดกิจกรรมการเรียนรู้บางกิจกรรม เพื่อให้ นักเรียนกลุ่มที่ศึกษาสามารถทำกิจกรรมการเรียนรู้ได้บรรลุตามผลการเรียนรู้ที่คาดหวัง

5. นำข้อเสนอแนะของอาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์และผู้เชี่ยวชาญทั้ง 2 ท่าน มาปรับปรุงแผนการจัดการเรียนรู้ แล้วนำแผนการจัดการเรียนรู้ให้ผู้เชี่ยวชาญตรวจสอบอีกครั้ง ก่อนนำแผนการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้เรื่องระบบต่อมไร้ท่อ ไปใช้จัดการเรียนรู้ให้กับนักเรียนกลุ่มที่ศึกษา

## 2. แบบวัดแนวคิดเกี่ยวกับระบบต่อมไร้ท่อ

แบบวัดแนวคิดเกี่ยวกับระบบต่อมไร้ท่อ ซึ่งเป็นแบบวัดแนวคิดแบบวินิจฉัย จำนวน 30 ข้อ ครอบคลุมแนวคิดเกี่ยวกับระบบต่อมไร้ท่อ 4 แนวคิด ได้แก่ ลักษณะเฉพาะ ตำแหน่งและหน้าที่ของต่อมไร้ท่อ ต่อมไร้ท่อและฮอร์โมนที่สร้าง การควบคุมการทำงานของระบบต่อมไร้ท่อ และการรักษาคุณภาพของร่างกายด้วยฮอร์โมนจากระบบต่อมไร้ท่อ แบบวัดแนวคิดแต่ละข้อประกอบด้วย 3 ส่วน ได้แก่ ส่วนที่เป็นคำถาม ส่วนที่เป็นคำตอบแบบเลือกตอบ 4 ตัวเลือก และ ส่วนที่เป็นเหตุผลประกอบคำตอบ 7 ตัวเลือก รวมทั้งเหตุผลอื่นๆ ที่นักเรียนสามารถเขียนอธิบายเพิ่มเติมได้ คำตอบและเหตุผลประกอบคำตอบของแบบวัดแนวคิดฉบับนี้ สร้างขึ้นจากการที่ผู้วิจัยได้สำรวจแนวคิดคลาดเคลื่อนเกี่ยวกับระบบต่อมไร้ท่อของนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ปีการศึกษา 2551 จำนวน 87 คน ของโรงเรียนแห่งหนึ่งในเขตพื้นที่การศึกษาพะเยาเขต 1 ซึ่งเป็นนักเรียนที่ผ่านการเรียนรู้เรื่องระบบต่อมไร้ท่อมาแล้ว

ผู้วิจัยดำเนินการสร้างแบบวัดแนวคิดเกี่ยวกับระบบต่อมไร้ท่อ ตามขั้นตอนดังนี้

1. ศึกษาหลักสูตรการศึกษาขั้นพื้นฐานพุทธศักราช 2544 มาตรฐานการเรียนรู้สาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ สาระที่ 1 สิ่งมีชีวิตกับกระบวนการดำรงชีวิต หนังสือเรียนชีววิทยา เล่ม 3 ของสถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี เอกสารและงานวิจัยต่างๆ เพื่อจัดทำกรอบแนวคิดทางวิทยาศาสตร์เกี่ยวกับระบบต่อมไร้ท่อ (ตารางผนวกที่ 1) นำกรอบแนวคิดทางวิทยาศาสตร์เกี่ยวกับระบบต่อมไร้ท่อ ไปให้ผู้เชี่ยวชาญจำนวน 3 ท่าน ตรวจสอบความถูกต้องของเนื้อหาและความเหมาะสมของภาษาที่ใช้ในการเรียบเรียงเนื้อหา จากการตรวจสอบของผู้เชี่ยวชาญ ผู้วิจัยได้รับข้อเสนอแนะให้ปรับปรุงภาษาที่ใช้ในการเรียบเรียงแนวคิดทางวิทยาศาสตร์เกี่ยวกับระบบต่อมไร้ท่อให้มีความถูกต้องและเหมาะสมมากยิ่งขึ้น

2. นำกรอบแนวคิดทางวิทยาศาสตร์เกี่ยวกับระบบต่อมไร้ท่อมาสร้างแบบสำรวจแนวคิดเกี่ยวกับระบบต่อมไร้ท่อ ซึ่งเป็นแบบสำรวจแนวคิดที่เป็นคำถามปลายเปิดให้เขียนอธิบายคำตอบ จำนวน 16 ข้อ นำแบบสำรวจดังกล่าวไปให้ผู้เชี่ยวชาญด้านเนื้อหา ด้านเครื่องมือการวิจัย และผู้สอนวิชาชีววิทยา ตรวจสอบความตรงเชิงเนื้อหา ความตรงเชิงโครงสร้าง และความเหมาะสมของภาษาที่ใช้ ข้อเสนอแนะที่ผู้วิจัยได้รับจากผู้เชี่ยวชาญได้นำมาปรับปรุงภาษาที่ใช้ในการสร้างข้อคำถามในแบบสำรวจแนวคิดให้มีความถูกต้องเหมาะสมมากยิ่งขึ้น หลังจากปรับปรุงแบบสำรวจแนวคิดตามข้อเสนอแนะของผู้เชี่ยวชาญแล้ว ผู้วิจัยนำแบบสำรวจแนวคิดให้ผู้เชี่ยวชาญตรวจสอบ

อีกครั้งก่อนนำไปทดลองใช้กับนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ของโรงเรียนแห่งหนึ่งในเขตพื้นที่การศึกษา พะเยาเขต 2 จำนวน 10 คน ซึ่งเป็นนักเรียนที่ผ่านการเรียนรู้เรื่องระบบต่อมไร้ท่อมาแล้ว ซึ่งผลจากการทดลองใช้พบว่าแบบสำรวจแนวคิดมีความเหมาะสมทั้งด้านภาษาและระยะเวลาที่ใช้ในการทำแบบสำรวจ จากนั้นผู้วิจัยนำแบบสำรวจแนวคิดเกี่ยวกับระบบต่อมไร้ท่อไปสำรวจแนวคิดของนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ซึ่งศึกษาอยู่ในภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2551 ของโรงเรียนแห่งหนึ่งในเขตพื้นที่การศึกษา พะเยาเขต 1 จำนวน 87 คน เป็นนักเรียนที่ผ่านการเรียนรู้เรื่องระบบต่อมไร้ท่อมาแล้ว นำคำตอบของนักเรียนจากแบบสำรวจแนวคิดเกี่ยวกับระบบต่อมไร้ท่อ มาวิเคราะห์เป็นรายชื่อ โดยอ่านคำตอบหรือคำอธิบายของนักเรียนทุกคนในแต่ละคำถาม เพื่อคุณภาพรวมของคำตอบที่เป็นไปได้ทั้งหมดอย่างละเอียด ติความ และคัดเลือกคำตอบที่เป็นแนวคิดคลาดเคลื่อนซึ่งเป็นแนวคิดที่นักเรียนเขียนอธิบายอย่างเป็นเหตุเป็นผล แต่ไม่ถูกต้องตามแนวคิดทางวิทยาศาสตร์จากทุกข้อคำถามมารวบรวมไว้ เพื่อนำแนวคิดคลาดเคลื่อนดังกล่าวใช้เป็นส่วนหนึ่งสำหรับการสร้างแผนการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้เรื่องระบบต่อมไร้ท่อและแบบวัดแนวคิดเกี่ยวกับระบบต่อมไร้ท่อ

3. นำแนวคิดคลาดเคลื่อนที่ได้จากแบบสำรวจแนวคิดเกี่ยวกับระบบต่อมไร้ท่อ ซึ่งทำการสำรวจแนวคิดเกี่ยวกับระบบต่อมไร้ท่อของนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ปีการศึกษา 2551 จำนวน 87 คน มาใช้เป็นส่วนหนึ่งในการสร้างข้อคำถาม คำตอบและเหตุผลประกอบคำตอบในแบบวัดแนวคิดเกี่ยวกับระบบต่อมไร้ท่อ

4. นำแบบวัดแนวคิดเกี่ยวกับระบบต่อมไร้ท่อที่สร้างขึ้นให้ผู้เชี่ยวชาญด้านเนื้อหาจำนวน 2 ท่าน และผู้เชี่ยวชาญด้านการสร้างเครื่องมือวิจัยจำนวน 1 ท่าน ตรวจสอบความตรงเชิงเนื้อหา ความตรงเชิงโครงสร้าง และความเหมาะสมของภาษา นำข้อเสนอแนะของผู้เชี่ยวชาญมาปรับปรุงภาษาที่ใช้ตั้งคำถาม คำตอบและเหตุผลประกอบคำตอบในแบบวัดแนวคิดให้มีความเหมาะสมมากยิ่งขึ้น แล้วนำกลับไปให้ผู้เชี่ยวชาญตรวจสอบอีกครั้ง จากนั้นนำแบบวัดแนวคิดไปทดลองใช้กับนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ปีการศึกษา 2551 ของโรงเรียนแห่งหนึ่งในเขตพื้นที่การศึกษา พะเยาเขต 1 จำนวน 15 คน ซึ่งเป็นนักเรียนที่ผ่านการเรียนรู้เรื่องระบบต่อมไร้ท่อมาแล้ว นำผลการทดลองใช้มาปรับระยะเวลาที่นักเรียนใช้ทำแบบวัดแนวคิดให้มีความเหมาะสมยิ่งขึ้น

5. ได้แบบวัดแนวคิดเกี่ยวกับระบบต่อมไร้ท่อและนำไปใช้เก็บรวบรวมข้อมูลด้านแนวคิดเกี่ยวกับระบบต่อมไร้ท่อจากนักเรียนกลุ่มที่ศึกษา

### 3. แบบสำรวจความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์

แบบสำรวจความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ เป็นแบบสำรวจชนิดคำถามปลายเปิด มีข้อคำถามทั้งหมด 12 ข้อ จากสถานการณ์ทั้งหมด 5 สถานการณ์ ครอบคลุมประเด็นธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ 5 ประเด็น (ตารางผนวกที่ 2) โดยให้นักเรียนเขียนอธิบายคำตอบตามความเข้าใจของนักเรียน

ผู้วิจัยดำเนินการสร้างแบบสำรวจความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ ดังนี้

1. ศึกษาเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง เพื่อเลือกประเด็นธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ที่จะศึกษา จากนั้นกำหนดสถานการณ์ตัวอย่าง 5 สถานการณ์ แล้วสร้างคำถามปลายเปิดเกี่ยวกับประเด็นธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ที่สอดคล้องกับสถานการณ์ตัวอย่าง (ตารางผนวกที่ 2)

2. นำแบบสำรวจความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ไปให้ผู้เชี่ยวชาญจำนวน 3 ท่าน ตรวจสอบความตรงเชิงเนื้อหาและความตรงเชิงโครงสร้าง ความเหมาะสมของภาษาที่ใช้ และนำข้อเสนอแนะของผู้เชี่ยวชาญ มาปรับปรุงภาษาที่ใช้ในการสร้างข้อคำถามและสถานการณ์ตัวอย่าง ในแบบสำรวจความเข้าใจให้มีความเหมาะสม ปรับปรุงข้อคำถามให้มีความสอดคล้องกับประเด็นธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ที่ต้องการศึกษาให้มากยิ่งขึ้น จากนั้นนำแบบสำรวจความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ไปให้ผู้เชี่ยวชาญตรวจสอบอีกครั้ง

3. นำแบบสำรวจความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ไปทดลองใช้กับนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ปีการศึกษา 2551 ของโรงเรียนแห่งหนึ่งในเขตพื้นที่การศึกษา พะเยาเขต 1 จำนวน 15 คน นำผลการทดลองใช้มาปรับระยะเวลาที่ใช้ทำแบบสำรวจให้มีความเหมาะสมยิ่งขึ้น

4. ได้แบบสำรวจความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์และนำไปใช้เก็บรวบรวมข้อมูลเกี่ยวกับความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์จากนักเรียนกลุ่มที่ศึกษา

### 4. แบบบันทึกการจัดการเรียนรู้

แบบบันทึกการจัดการเรียนรู้มีลักษณะกึ่งโครงสร้าง สร้างขึ้นสำหรับให้ผู้วิจัยใช้บันทึกเหตุการณ์ระหว่างจัดการเรียนรู้ และบันทึกผลหลังจากการจัดการเรียนรู้ ซึ่งผู้วิจัยมีแนวทางในการสร้างแบบบันทึกการจัดการเรียนรู้ ดังนี้

1. ศึกษารูปแบบของแบบบันทึกการจัดการเรียนรู้จากเอกสารต่างๆ เพื่อกำหนดกรอบการบันทึกของผู้วิจัย ระหว่างและหลังจากการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้เรื่องระบบต่อมไร้ท่อให้กับนักเรียน

2. สร้างแบบบันทึกการจัดการเรียนรู้และนำแบบบันทึกการจัดการเรียนรู้ไปให้ผู้เชี่ยวชาญด้านการจัดการเรียนรู้วิชาชีววิทยา จำนวน 2 ท่าน ซึ่งเป็นครูที่มีประสบการณ์ในการจัดการเรียนรู้วิชาชีววิทยามาไม่น้อยกว่า 5 ปี และจบการศึกษาระดับปริญญาโทด้านวิทยาศาสตร์ศึกษาและการสอนวิทยาศาสตร์ ตรวจสอบความเหมาะสมของแบบบันทึกการจัดการเรียนรู้ นำข้อเสนอแนะของผู้เชี่ยวชาญทั้ง 2 ท่าน มาปรับปรุงกรอบการบันทึกให้สามารถบันทึกข้อมูลที่ต้องการเก็บรวบรวมให้มากยิ่งขึ้น

3. ได้แบบบันทึกการจัดการเรียนรู้ที่มีกรอบการบันทึก ได้แก่ แนวคิดทางวิทยาศาสตร์และธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ที่นักเรียนได้เรียนรู้ สภาพโดยทั่วไปของการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ ปัญหาและอุปสรรคที่พบ การแก้ปัญหา และผลที่ได้รับจากการแก้ปัญหา นำแบบบันทึกการจัดการเรียนรู้ไปใช้เก็บรวบรวมข้อมูล

## 5. อนุทินสะท้อนการเรียนรู้ของนักเรียน

อนุทินสะท้อนการเรียนรู้ของนักเรียน เป็นแบบบันทึกการเรียนรู้ของนักเรียน ซึ่งมีการกำหนดหัวข้อให้นักเรียนเขียนบันทึก จุดมุ่งหมายของการใช้อนุทินสะท้อนการเรียนรู้ เพื่อศึกษาการพัฒนาแนวคิดทางวิทยาศาสตร์เกี่ยวกับระบบต่อมไร้ท่อและความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ของนักเรียน โดยการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ ซึ่งผู้วิจัยมีแนวทางในการสร้างอนุทินสะท้อนการเรียนรู้ของนักเรียน ดังนี้

1. ศึกษารูปแบบของอนุทินสะท้อนการเรียนรู้ของนักเรียนจากเอกสารและงานวิจัยต่างๆ จากนั้นสร้างหัวข้อ เพื่อให้นักเรียนเขียนบันทึกการเรียนรู้ของตนเอง

2. นำอนุทินสะท้อนการเรียนรู้ของนักเรียนไปให้อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ตรวจสอบความเหมาะสมของหัวข้อที่กำหนดให้นักเรียนเขียนบันทึก และปรับปรุงความเหมาะสมของหัวข้อในการเขียนบันทึกของนักเรียนตามข้อเสนอแนะของอาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์

3. ได้อนุทินสะท้อนการเรียนรู้ของนักเรียนที่มีหัวข้อให้นักเรียนเขียนบันทึก ได้แก่ สิ่งที่ได้เรียนรู้ สิ่งที่ยากเรียนรู้เพิ่มเติม จุดอ่อน / จุดแข็งของกิจกรรมการเรียนรู้ และความรู้สึกความคิดเห็นต่อกิจกรรมการเรียนรู้ นำอนุทินสะท้อนการเรียนรู้ของนักเรียนไปใช้ในการเก็บรวบรวมข้อมูล

### การเก็บรวบรวมข้อมูล

ในการเก็บรวบรวมข้อมูล ผู้วิจัยดำเนินการตามขั้นตอน ดังต่อไปนี้

1. นำแบบวัดแนวคิดเกี่ยวกับระบบต่อมไร้ท่อ ไปวัดแนวคิดเกี่ยวกับระบบต่อมไร้ท่อของนักเรียนกลุ่มที่ศึกษาก่อนจัดการเรียนรู้ โดยให้นักเรียนใช้เวลาในการทำแบบวัดแนวคิดเกี่ยวกับระบบต่อมไร้ท่อ 60 นาที
2. นำแบบสำรวจความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ ไปสำรวจความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ของนักเรียนกลุ่มที่ศึกษาก่อนจัดการเรียนรู้ โดยให้นักเรียนใช้เวลาในการทำแบบสำรวจความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ 60 นาที เช่นเดียวกัน
3. ดำเนินจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้หน่วยการเรียนรู้เรื่องระบบต่อมไร้ท่อให้กับนักเรียนกลุ่มที่ศึกษา ตามแผนการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้เรื่องระบบต่อมไร้ท่อทั้งหมด 9 แผน โดยใช้ระยะเวลาในการจัดการเรียนรู้ทั้งหมด 12 คาบ คาบละ 50 นาที และบันทึกการจัดการเรียนรู้ระหว่างการจัดการเรียนรู้และหลังจากการจัดการเรียนรู้ทุกแผน
4. ให้นักเรียนเขียนอนุทินสะท้อนการเรียนรู้ของตนเอง หลังการจัดกิจกรรมการเรียนรู้เรื่องระบบต่อมไร้ท่อทุกกิจกรรม โดยกำหนดให้นักเรียนส่งอนุทินสะท้อนการเรียนรู้ สัปดาห์ละ 2 ครั้ง ทุกวันอังคารและวันพุธ ซึ่งตลอดระยะเวลาการจัดการกิจกรรมการเรียนรู้เรื่องระบบต่อมไร้ท่อนักเรียนต้องส่งอนุทินสะท้อนการเรียนรู้ทั้งหมด 9 ครั้ง
5. นำแบบวัดแนวคิดเกี่ยวกับระบบต่อมไร้ท่อ ไปทำการวัดแนวคิดของนักเรียนกลุ่มที่ศึกษาหลังจากจัดการเรียนรู้ โดยใช้แบบวัดแนวคิดเกี่ยวกับระบบต่อมไร้ท่อชุดเดียวกับก่อนการจัดการเรียนรู้ และให้เวลานักเรียนทำแบบวัดแนวคิด 60 นาที เช่นเดียวกัน

6. นำแบบสำรวจความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ชุดเดียวกันกับก่อนการจัดการเรียนรู้ ไปทำการสำรวจความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ของนักเรียนกลุ่มที่ศึกษาหลังการจัดการเรียนรู้ โดยให้นักเรียนใช้เวลาในการทำแบบสำรวจ 60 นาที

### การวิเคราะห์ข้อมูล

#### การวิเคราะห์ข้อมูลด้านการพัฒนาแนวคิดทางวิทยาศาสตร์เกี่ยวกับระบบต่อมไร้ท่อ

ผู้วิจัยวิเคราะห์ข้อมูลเกี่ยวกับการพัฒนาแนวคิดทางวิทยาศาสตร์เกี่ยวกับระบบต่อมไร้ท่อ โดยการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ จากแบบวัดแนวคิดเกี่ยวกับระบบต่อมไร้ท่อ แบบบันทึกการจัดการเรียนรู้ และอนุทินสะท้อนการเรียนรู้ของนักเรียน ผู้วิจัยดำเนินการตั้งขั้นตอนต่อไป

1. ทำการวิเคราะห์แนวคิดเกี่ยวกับระบบต่อมไร้ท่อของนักเรียนจากการที่นักเรียนตอบคำถามในแบบวัดแนวคิด โดยการตรวจสอบคำตอบและเหตุผลประกอบคำตอบที่นักเรียนเลือกตอบกับแนวคิดทางวิทยาศาสตร์ซึ่งเป็นที่ยอมรับในปัจจุบัน และจัดกลุ่มแนวคิดของนักเรียนออกเป็น 4 กลุ่ม ซึ่งมีความสอดคล้องกับการจัดกลุ่มแนวคิดของ Brickhouse *et al.* (2000) ดังนี้

แนวคิดทางวิทยาศาสตร์ (Scientific Conceptions: SC) หมายถึง คำตอบ เหตุผลประกอบคำตอบ และคำอธิบายของนักเรียน สอดคล้องกับแนวคิดซึ่งเป็นที่ยอมรับของนักวิทยาศาสตร์ในปัจจุบันทั้งหมด

แนวคิดทางวิทยาศาสตร์บางส่วน (Partial Scientific Conceptions: PC) หมายถึง คำตอบ เหตุผลประกอบคำตอบ และคำอธิบายของนักเรียน สอดคล้องกับแนวคิดซึ่งเป็นที่ยอมรับของนักวิทยาศาสตร์ในปัจจุบันบางส่วน แต่ไม่ครบทั้งหมด

แนวคิดทางวิทยาศาสตร์บางส่วนและแนวคิดคลาดเคลื่อนบางส่วน (Partial Scientific Conceptions with Misconceptions: PC/MC) หมายถึง คำตอบ เหตุผลประกอบคำตอบ และคำอธิบายของนักเรียน สอดคล้องกับแนวคิดซึ่งเป็นที่ยอมรับของนักวิทยาศาสตร์ในปัจจุบันบางส่วนและไม่สอดคล้องกับแนวคิดซึ่งเป็นที่ยอมรับของนักวิทยาศาสตร์ในปัจจุบันบางส่วน

แนวคิดคลาดเคลื่อน (Misconceptions: MC) หมายถึง คำตอบ เหตุผลประกอบคำตอบ และคำอธิบายของนักเรียน ไม่สอดคล้องกับแนวคิดซึ่งเป็นที่ยอมรับของนักวิทยาศาสตร์ในปัจจุบัน ทั้งหมด

2. หาค่าความถี่และคำนวณค่าร้อยละของนักเรียนที่อยู่ในแต่ละกลุ่มแนวคิด ทั้งก่อนและหลังการเรียนรู้
3. ทำการเปรียบเทียบค่าร้อยละของนักเรียนในแต่ละกลุ่มแนวคิด ก่อนและหลังเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้
4. ทำการวิเคราะห์ข้อมูลจากแบบบันทึกการจัดการเรียนรู้ โดยใช้หลักการวิเคราะห์แบบอุปนัย (analytic induction) ซึ่งเป็นการนำข้อมูลที่เป็นรูปธรรมหรือปรากฏการณ์ที่มองเห็นได้มาตีความและสร้างข้อสรุปเชิงนามธรรม (สุภางค์ จันทวานิช, 2549)
5. ทำการวิเคราะห์อนุทินสะท้อนการเรียนรู้ของนักเรียน โดยใช้หลักการวิเคราะห์แบบจำแนกข้อมูล (typological analysis) ซึ่งเป็นการแบ่งข้อมูลเป็นชนิด แต่เป็นการแบ่งชนิดของข้อมูลที่ไม่ใช้ทฤษฎี คือ จำแนกข้อมูลที่จะวิเคราะห์ตามความเหมาะสมของข้อมูล โดยใช้สามัญสำนึกและประสบการณ์ของผู้วิจัย (สุภางค์ จันทวานิช, 2549) มีการกำหนดสัญลักษณ์แทนนักเรียนกลุ่มที่ศึกษา ดังนี้ ตัวอักษร S แทน นักเรียน ตัวเลขตัวที่หนึ่ง แทน ห้องเรียน ตัวเลขตัวที่สองและสาม แทน ลำดับที่ของนักเรียนในห้องเรียนนั้น เช่น S104 หมายถึง นักเรียนห้องที่ 1 ลำดับที่ 4 เป็นต้น และคัดเลือกข้อความต่างๆ จากอนุทินสะท้อนการเรียนรู้ของนักเรียนซึ่งมีความหมายที่แสดงให้เห็นถึงการพัฒนาแนวคิดทางวิทยาศาสตร์เกี่ยวกับระบบต่อมไร้ท่อของนักเรียน

การวิเคราะห์ข้อมูลด้านการพัฒนาความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์

ผู้วิจัยทำการวิเคราะห์ข้อมูลเกี่ยวกับการพัฒนาความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์โดยการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ จากแบบสำรวจความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์แบบบันทึกการจัดการเรียนรู้ และอนุทินสะท้อนการเรียนรู้ของนักเรียน ผู้วิจัยดำเนินการ ดังนี้

1. นำผลที่ได้จากการตอบแบบสำรวจความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ของนักเรียนมาวิเคราะห์เป็นรายชื่อ โดยอ่านคำตอบหรือคำอธิบายของนักเรียนทุกคนในแต่ละคำถามอย่าง

ละเอียด ดีความ และจัดกลุ่มคำตอบที่นักเรียนตอบเหมือนกันออกเป็นกลุ่มๆ พร้อมทั้งระบุความถี่ของจำนวนนักเรียนที่ตอบในแต่ละกลุ่ม

2. ตั้งหัวข้อความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ตามกลุ่มคำตอบของนักเรียน กำหนดสัญลักษณ์แทนนักเรียนกลุ่มที่ศึกษา ดังนี้ ตัวอักษร S แทน นักเรียน ตัวเลขตัวที่หนึ่ง แทน ห้องเรียน ตัวเลขตัวที่สองและสาม แทน ลำดับที่ของนักเรียนในห้องเรียนนั้น เช่น S206 หมายถึง นักเรียนห้องที่ 2 ลำดับที่ 6 เป็นต้น จากนั้นคัดเลือกคำตอบของนักเรียนที่จะนำมาเป็นตัวอย่างคำตอบที่แสดงถึงความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ในแต่ละหัวข้อ

3. นำความถี่รวมในแต่ละกลุ่มมาคำนวณค่าร้อยละของนักเรียนที่มีความเข้าใจในแต่ละกลุ่มคำตอบ แล้วจึงทำการเปรียบเทียบค่าร้อยละของนักเรียนที่มีความเข้าใจในแต่ละกลุ่มความเข้าใจ ก่อนและหลังเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้

4. ทำการวิเคราะห์ข้อมูลจากแบบบันทึกการจัดการเรียนรู้ โดยใช้หลักการวิเคราะห์แบบอุปนัย ซึ่งเป็นการนำข้อมูลที่เป็นรูปธรรมหรือปรากฏการณ์ที่มองเห็น ได้มาตีความและสร้างข้อสรุปเชิงนามธรรม (สุภางค์ จันทวานิช, 2549)

5. ทำการวิเคราะห์อนุทินสะท้อนการเรียนรู้ของนักเรียน โดยใช้หลักการวิเคราะห์แบบจำแนกข้อมูล ซึ่งเป็นการแบ่งข้อมูลเป็นชนิด แต่เป็นการแบ่งชนิดของข้อมูลที่ไม่ใช้ทฤษฎี คือ จำแนกข้อมูลที่จะวิเคราะห์ตามความเหมาะสมของข้อมูล โดยใช้สามัญสำนึกและประสบการณ์ของผู้วิจัย (สุภางค์ จันทวานิช, 2549) มีการกำหนดสัญลักษณ์แทนนักเรียนกลุ่มที่ศึกษา ดังนี้ ตัวอักษร S แทน นักเรียน ตัวเลขตัวที่หนึ่ง แทน ห้องเรียน ตัวเลขตัวที่สองและสาม แทน ลำดับที่ของนักเรียนในห้องเรียนนั้น เช่น S104 หมายถึง นักเรียนห้องที่ 1 ลำดับที่ 4 เป็นต้น และคัดเลือกข้อความต่างๆ จากอนุทินสะท้อนการเรียนรู้ของนักเรียนซึ่งมีความหมายที่สะท้อนให้เห็นถึงการพัฒนาความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ของนักเรียน

## บทที่ 4

### ผลการวิจัยและวิจารณ์

ในการวิจัยศึกษาการพัฒนาแนวคิดทางวิทยาศาสตร์เกี่ยวกับระบบต่อมไร้ท่อและความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ของนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 โดยการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ นั้น ผู้วิจัยนำเสนอผลการวิเคราะห์ข้อมูลและวิจารณ์เป็น 2 ตอน คือ การพัฒนาแนวคิดทางวิทยาศาสตร์เกี่ยวกับระบบต่อมไร้ท่อ และการพัฒนาความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ ดังรายละเอียดต่อไปนี้

#### การพัฒนาแนวคิดทางวิทยาศาสตร์เกี่ยวกับระบบต่อมไร้ท่อ

ผู้วิจัยได้ศึกษาการพัฒนาแนวคิดทางวิทยาศาสตร์เกี่ยวกับระบบต่อมไร้ท่อของนักเรียนโดยการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ เก็บรวบรวมข้อมูลจากแบบวัดแนวคิดเกี่ยวกับระบบต่อมไร้ท่อ แบบบันทึกการจัดการเรียนรู้ และอนุทินสะท้อนการเรียนรู้ของนักเรียน ผู้วิจัยนำเสนอผลการศึกษา ดังรายละเอียดต่อไปนี้

ผลจากการวิเคราะห์แนวคิดเกี่ยวกับลักษณะเฉพาะ ตำแหน่งและหน้าที่ของต่อมไร้ท่อต่อมไร้ท่อและฮอร์โมนที่สร้าง การควบคุมการทำงานของระบบต่อมไร้ท่อ การรักษาคุณภาพของร่างกายด้วยฮอร์โมนจากระบบต่อมไร้ท่อ พบว่า ก่อนการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ นักเรียนส่วนใหญ่อยู่ในกลุ่มที่มีแนวคิดทางวิทยาศาสตร์บางส่วนและแนวคิดคลาดเคลื่อนบางส่วนในทุกแนวคิด แต่หลังการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ นักเรียนในกลุ่มที่มีแนวคิดทางวิทยาศาสตร์และแนวคิดทางวิทยาศาสตร์บางส่วนมีจำนวนเพิ่มขึ้น นักเรียนในกลุ่มที่มีแนวคิดทางวิทยาศาสตร์บางส่วนและแนวคิดคลาดเคลื่อนบางส่วน และนักเรียนในกลุ่มที่มีแนวคิดคลาดเคลื่อนมีจำนวนลดลง ยกเว้นแนวคิดเกี่ยวกับการรักษาคุณภาพของร่างกายด้วยฮอร์โมนจากระบบต่อมไร้ท่อ ที่มีนักเรียนในกลุ่มที่มีแนวคิดคลาดเคลื่อนมีจำนวนเพิ่มขึ้น ดังตารางที่ 3

**ตารางที่ 3** แนวคิดของนักเรียนเกี่ยวกับระบบต่อมไร้ท่อ

(n = 80)

แนวคิดเกี่ยวกับ	ร้อยละของจำนวนนักเรียนที่มีแนวคิดในแต่ละกลุ่ม							
	ก่อนการจัดการเรียนรู้				หลังการจัดการเรียนรู้			
	แบบสืบเสาะหาความรู้				แบบสืบเสาะหาความรู้			
	SC	PC	PC/MC	MC	SC	PC	PC/MC	MC
1. ลักษณะเฉพาะ ตำแหน่ง และหน้าที่ของต่อมไร้ท่อ	4.80	20.12	54.60	25.10	12.50	62.13	21.27	4.18
2. ต่อมไร้ท่อและฮอร์โมน ที่สร้าง	1.68	11.14	57.06	30.12	17.10	36.38	38.35	8.20
3. การควบคุมการทำงานของต่อมไร้ท่อ	1.25	7.50	63.77	27.50	2.08	55.00	36.70	6.27
4. การรักษาคุณภาพของร่างกายด้วยฮอร์โมนจากระบบต่อมไร้ท่อ	3.75	0.63	48.75	46.90	19.40	3.75	16.28	60.65

หมายเหตุ: SC: แนวคิดทางวิทยาศาสตร์ PC: แนวคิดทางวิทยาศาสตร์บางส่วน PC/MC: แนวคิดทางวิทยาศาสตร์บางส่วนและแนวคิดคลาดเคลื่อนบางส่วน MC: แนวคิดคลาดเคลื่อน

เมื่อแยกพิจารณาในแต่ละแนวคิดพบว่า นักเรียนมีองค์ประกอบของแต่ละแนวคิดหลัก แต่ละแนวคิดแตกต่างกัน ดังรายละเอียดแนวคิดของนักเรียน ต่อไปนี้

**1. แนวคิดเกี่ยวกับลักษณะเฉพาะ ตำแหน่งและหน้าที่ของต่อมไร้ท่อ**

จากการวิเคราะห์แนวคิดของนักเรียนเกี่ยวกับ ลักษณะเฉพาะ ตำแหน่งและหน้าที่ของต่อมไร้ท่อ ทั้งก่อนและหลังการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้พบว่า ก่อนการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ นักเรียนส่วนใหญ่มีแนวคิดเกี่ยวกับ ตำแหน่งของต่อมไร้ท่อ ลักษณะเฉพาะของต่อมไร้ท่อ และหน้าที่ของต่อมไร้ท่อ อยู่ในกลุ่มที่มีแนวคิดทางวิทยาศาสตร์บางส่วนและแนวคิดคลาดเคลื่อนบางส่วน แต่หลังการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ นักเรียนส่วนใหญ่มีแนวคิดเกี่ยวกับเรื่องดังกล่าวอยู่ในกลุ่มที่มีแนวคิดทางวิทยาศาสตร์บางส่วน (ดังตารางที่ 4)

ตารางที่ 4 แนวคิดของนักเรียนเกี่ยวกับลักษณะเฉพาะ ตำแหน่งและหน้าที่ของต่อมไร้ท่อ

(n = 80)

แนวคิดเกี่ยวกับ	ร้อยละของนักเรียนในแต่ละกลุ่มแนวคิด							
	ก่อนการจัดการเรียนรู้				หลังการจัดการเรียนรู้			
	แบบสืบเสาะหาความรู้				แบบสืบเสาะหาความรู้			
	SC	PC	PC/MC	MC	SC	PC	PC/MC	MC
ลักษณะเฉพาะของต่อมไร้ท่อ	0.00	26.30	55.00	18.80	0.00	78.80	21.30	0.00
ตำแหน่งของต่อมไร้ท่อ	0.00	32.80	68.80	23.40	2.50	71.30	25.00	1.25
หน้าที่ของต่อมไร้ท่อ	14.40	1.25	40.00	33.10	35.00	36.30	17.50	11.30

หมายเหตุ: SC: แนวคิดทางวิทยาศาสตร์ PC: แนวคิดทางวิทยาศาสตร์บางส่วน PC/MC: แนวคิดทางวิทยาศาสตร์บางส่วนและแนวคิดคลาดเคลื่อนบางส่วน MC: แนวคิดคลาดเคลื่อน

### 1.1 แนวคิดเกี่ยวกับลักษณะเฉพาะของต่อมไร้ท่อ

ก่อนการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ นักเรียนร้อยละ 55.00 อยู่ในกลุ่มที่มีแนวคิดทางวิทยาศาสตร์บางส่วนและแนวคิดคลาดเคลื่อนบางส่วน โดยนักเรียนอธิบายได้สอดคล้องกับแนวคิดทางวิทยาศาสตร์ คือ ต่อมไทรอยด์เป็นต่อมที่ไม่มีท่อ และลำเลียงสารเคมีที่สร้างขึ้นไปยังอวัยวะเป้าหมายทางหลอดเลือด แต่นักเรียนมีแนวคิดคลาดเคลื่อนว่า ต่อมทอนซิลและต่อมน้ำลาย เป็นต่อมไร้ท่อซึ่งลำเลียงสารที่สร้างขึ้นไปยังอวัยวะเป้าหมายทางเซลล์ประสาท

หลังการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ นักเรียนส่วนใหญ่ (ร้อยละ 78.80) อยู่ในกลุ่มที่มีแนวคิดทางวิทยาศาสตร์บางส่วน โดยนักเรียนอธิบายได้สอดคล้องกับแนวคิดทางวิทยาศาสตร์ว่า

“ต่อมทอนซิลและต่อมน้ำลายเป็นต่อมมีท่อ” (แบบวัดแนวคิดเกี่ยวกับระบบต่อมไร้ท่อ)

“ต่อมไร้ท่อเป็นต่อมที่มีเซลล์เพียงเซลล์เดียวหรือหลายเซลล์ที่มารวมตัวกัน ไม่มีท่อลำเลียงสารที่สร้างขึ้นจากต่อม” (แบบบันทึกการจัดการเรียนรู้)

“ฮอร์โมนที่สร้างจากต่อมไร้ท่อมีการลำเลียงไปยังอวัยวะเป้าหมายทางกระแสเลือด เพราะต่อมไร้ท่อจะมีหลอดเลือดมาหล่อเลี้ยงจำนวนมาก” (แบบบันทึกการจัดการเรียนรู้)

“ต่อมมีท่อลำเลียงสารไปยังอวัยวะเป้าหมายทางท่อที่ต่อมสร้างขึ้น ต่อมไร้ท่อ ลำเลียงสารไปสู่อวัยวะเป้าหมายทางหลอดเลือด” (แบบบันทึกการจัดการเรียนรู้)

“ต่อมไร้ท่อในร่างกายเรา อาจจะมีที่เป็นต่อมต่างๆ ซึ่งมีเซลล์เดี่ยว หรือเป็นกลุ่ม เซลล์อยู่ในอวัยวะ เช่น ตับอ่อน” (อนุทิน, S117)

“ในกระเพาะอาหารกับลำไส้เล็กก็มีต่อมไร้ท่อซึ่งเป็นกลุ่มเซลล์” (อนุทิน, S105)

“ต่อมไร้ท่อในร่างกาย มีต่อมใต้สมอง ต่อมไพเนียล ต่อมพาราไทรอยด์ ต่อมไทรอยด์ ต่อมไทมัส ต่อมหมวกไต ตับอ่อน อัณฑะ รังไข่ ต่อมไร้ท่อต่างๆ ลำเลียงสารไปทางหลอดเลือด” (อนุทิน, S221)

คำตอบของนักเรียนแสดงให้เห็นว่า การจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ ช่วยให้นักเรียนมีแนวคิดเกี่ยวกับลักษณะเฉพาะของต่อมไร้ท่อสอดคล้องกับแนวคิดทางวิทยาศาสตร์ คือ ต่อมไร้ท่อเป็นต่อมที่ประกอบด้วยเซลล์เพียงเซลล์เดียวหรือหลายเซลล์ที่มารวมตัวกัน มีหลอดเลือดมาหล่อเลี้ยงจำนวนมาก ตัวอย่างต่อมไร้ท่อ ได้แก่ ต่อมใต้สมอง ต่อมไพเนียล ต่อมไทรอยด์ ต่อมพาราไทรอยด์ ต่อมหมวกไต ต่อมไทมัส ตับอ่อน กระเพาะอาหาร ลำไส้เล็ก อัณฑะและรังไข่ ต่อมไร้ท่อลำเลียงสารไปสู่อวัยวะเป้าหมายทางหลอดเลือด ส่วนต่อมทอนซิลและต่อมน้ำลายเป็นต่อมมีท่อลำเลียงสารไปยังอวัยวะเป้าหมายทางท่อที่ต่อมสร้างขึ้น แต่นักเรียนส่วนใหญ่ยังไม่สามารถอธิบายได้ว่า ต่อมไร้ท่อประกอบด้วยเซลล์หรือกลุ่มเซลล์ที่มีลักษณะพิเศษแตกต่างจากเซลล์อื่นๆ อย่างไร

## 1.2 แนวคิดเกี่ยวกับตำแหน่งของต่อมไร้ท่อ

ก่อนการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ นักเรียนร้อยละ 68.00 อยู่ในกลุ่มที่มีแนวคิดทางวิทยาศาสตร์บางส่วนและแนวคิดคลาดเคลื่อนบางส่วน โดยนักเรียนมีแนวคิดที่สอดคล้องกับแนวคิดทางวิทยาศาสตร์ว่า ภายในรังไข่และอัณฑะซึ่งเป็นอวัยวะสืบพันธุ์มีกลุ่มเซลล์ที่ทำหน้าที่เป็นต่อมไร้ท่อ ต่อมไทรอยด์และต่อมพาราไทรอยด์ก็เป็นต่อมไร้ท่อแต่เป็นต่อมพบที่

บริเวณคอหอย แต่นักเรียนส่วนใหญ่ยังมีแนวคิดคลาดเคลื่อนว่า ตับและไตเป็นอวัยวะที่มีกลุ่มเซลล์ที่เป็นต่อมไร้ท่อ และต่อมไร้ท่อพบมากบริเวณสมอง

หลังการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ นักเรียนร้อยละ 71.30 อยู่ในกลุ่มที่มีแนวคิดทางวิทยาศาสตร์บางส่วน โดยอธิบายได้สอดคล้องกับแนวคิดทางวิทยาศาสตร์ว่า

“ต่อมไร้ท่อในร่างกายสามารถพบได้ทั้งที่เป็นต่อมอยู่ตามบริเวณต่างๆ ของร่างกาย ได้แก่ ต่อมไพเนียลพบบริเวณสมอง ต่อมใต้สมองอยู่ติดกับสมองส่วนไฮโปทาลามัส ต่อมหมวกไตอยู่เหนือไตทั้งสองข้าง และพบต่อมไร้ท่อที่เป็นกลุ่มเซลล์อยู่ในบางอวัยวะของร่างกาย ได้แก่ ตับอ่อน รังไข่ อัณฑะ กระจกอาหาร ลำไส้เล็ก และรก” (แบบวัดแนวคิดเกี่ยวกับระบบต่อมไร้ท่อ)

“ต่อมใต้สมองกับต่อมไพเนียลอยู่บริเวณสมอง” (อนุทิน, S102)

“ต่อมไทรอยด์อยู่บริเวณคอหอย” (อนุทิน, S236)

คำตอบของนักเรียนสะท้อนให้เห็นว่า การจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้สามารถพัฒนาให้นักเรียนมีแนวคิดเกี่ยวกับตำแหน่งของต่อมไร้ท่อที่สอดคล้องกับแนวคิดทางวิทยาศาสตร์ คือ ต่อมไร้ท่อในร่างกายสามารถพบได้ทั้งที่เป็นต่อมอยู่ตามบริเวณต่างๆ ของร่างกาย เช่น ต่อมไพเนียลพบบริเวณสมอง ต่อมใต้สมองอยู่ติดกับสมองส่วนไฮโปทาลามัส ต่อมหมวกไตอยู่เหนือไตทั้งสองข้าง ส่วนต่อมไร้ท่อที่เป็นกลุ่มเซลล์จะพบอยู่ในบางอย่างของร่างกาย ได้แก่ ตับอ่อน รังไข่ อัณฑะ กระจกอาหาร ลำไส้เล็ก และรก แต่นักเรียนยังไม่สามารถระบุตำแหน่งของต่อมไทมัสว่าอยู่ระหว่างปอดทั้งสองข้าง

### 1.3 แนวคิดเกี่ยวกับหน้าที่ของต่อมไร้ท่อ

ก่อนการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ นักเรียนร้อยละ 40.00 อยู่ในกลุ่มที่มีแนวคิดทางวิทยาศาสตร์บางส่วนและแนวคิดคลาดเคลื่อนบางส่วน โดยนักเรียนอธิบายสอดคล้องกับแนวคิดทางวิทยาศาสตร์ คือ ต่อมไร้ท่อสร้างฮอร์โมนมาควบคุมเมแทบอลิซึมของโปรตีน คาร์โบไฮเดรต ไขมัน และควบคุมการรักษาคุณภาพของน้ำและแร่ธาตุในร่างกาย แต่นักเรียนมีแนวคิดคลาดเคลื่อนว่า สารเคมีที่สร้างขึ้นจากต่อมไร้ท่อสามารถทำลายเชื้อโรคและสิ่งแปลกปลอมที่เข้าสู่ร่างกายได้หรือสร้างภูมิคุ้มกันให้กับร่างกายได้ การขาดต่อมไร้ท่อไม่ว่าจะเป็นต่อมไพเนียล

ต่อมหมวกไต และต่อมไทมัส สามารถทำให้เสียชีวิตได้ในระยะเวลาอันสั้น ซึ่งตามแนวคิดทางวิทยาศาสตร์ การขาดต่อมหมวกไตอาจทำให้เสียชีวิตในระยะเวลาอันสั้น แต่การขาดต่อมไพเนียล และต่อมไทมัสทำให้ร่างกายผิดปกติแต่ไม่ถึงกับเสียชีวิต

หลังการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ นักเรียนร้อยละ 36.30 อยู่ในกลุ่มที่มีแนวคิดทางวิทยาศาสตร์บางส่วน โดยนักเรียนอธิบายได้สอดคล้องกับแนวคิดทางวิทยาศาสตร์ว่า

“การขาดต่อมหมวกไตอาจทำให้เสียชีวิตในระยะเวลาอันสั้น เพราะต่อมหมวกไต ส่วนนอกสร้างแอลโดสเตอโรน ซึ่งทำหน้าที่ควบคุมการดูดกลับโซเดียมและน้ำของท่อหน่วยไต เมื่อไม่มีแอลโดสเตอโรนร่างกายจึงสูญเสียโซเดียมและน้ำ ทำให้ความดันเลือดต่ำจนเสียชีวิต” (แบบวัดแนวคิดเกี่ยวกับระบบต่อมไร้ท่อ)

“ต่อมไร้ท่อมีความสำคัญกับร่างกายของคนเราเพราะต่อมไร้ท่อสร้างฮอร์โมน และฮอร์โมนทำหน้าที่ควบคุมความเป็นปกติให้กับร่างกายของคนเรา” (แบบบันทึกการจัดการเรียนรู้)

“ฮอร์โมนทำหน้าที่ควบคุมเมแทบอลิซึมของโปรตีน คาร์โบไฮเดรต ไขมันในร่างกายของคนเรา และควบคุมการเจริญเติบโตของร่างกายหรือบางอวัยวะ” (แบบบันทึกการจัดการเรียนรู้)

“ต่อมไร้ท่อเป็นต่อมที่สร้างสารเคมีที่เรียกว่า ฮอร์โมน และมีการลำเลียงฮอร์โมนไปทางหลอดเลือด” (อนุทิน, S101)

จากคำตอบของนักเรียนแสดงให้เห็นว่า การจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ ช่วยให้นักเรียนมีแนวคิดเกี่ยวกับหน้าที่ของต่อมไร้ท่อที่สอดคล้องกับแนวคิดทางวิทยาศาสตร์ คือต่อมไร้ท่อทำหน้าที่สร้างฮอร์โมนมาควบคุมเมแทบอลิซึมของโปรตีน คาร์โบไฮเดรต ไขมัน ควบคุมการรักษาคุณภาพของน้ำและแร่ธาตุในร่างกาย และควบคุมการเจริญเติบโตของร่างกายหรือบางอวัยวะ การขาดต่อมหมวกไตอาจทำให้เสียชีวิตในระยะเวลาอันสั้น เพราะต่อมหมวกไต ส่วนนอกสร้างแอลโดสเตอโรน ซึ่งทำหน้าที่ควบคุมการดูดกลับโซเดียมและน้ำของท่อหน่วยไต เมื่อไม่มีแอลโดสเตอโรนร่างกายจึงสูญเสียโซเดียมและน้ำ ทำให้ความดันเลือดต่ำจนเสียชีวิต แต่ นักเรียนยังไม่สามารถระบุได้ว่า ฮอร์โมนส่วนใหญ่เป็นสารประเภทโปรตีน เอมีน และสเตอรอยด์

## 2. แนวคิดเกี่ยวกับต่อมไร้ท่อและฮอร์โมนที่สร้าง

จากการวิเคราะห์แนวคิดของนักเรียนเกี่ยวกับต่อมไร้ท่อและฮอร์โมนที่สร้าง ทั้งก่อนและหลังการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้พบว่า ก่อนการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ นักเรียนมากกว่าครึ่งหนึ่งอยู่ในกลุ่มที่มีแนวคิดคลาดเคลื่อนเกี่ยวกับรกและต่อมไพเนียล นักเรียนส่วนใหญ่อยู่ในกลุ่มที่มีแนวคิดทางวิทยาศาสตร์บางส่วนและแนวคิดคลาดเคลื่อนบางส่วนเกี่ยวกับ อัณฑะ ต่อมหมวกไตส่วนใน ตับอ่อน ต่อมใต้สมองส่วนหลัง ต่อมหมวกไตส่วนนอก ต่อมใต้สมองส่วนหน้า ภาวะอาหารและลำไส้เล็ก รังไข่ ต่อมพาราไทรอยด์ และต่อมไทมัส แต่หลังการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ นักเรียนมากกว่าครึ่งหนึ่งอยู่ในกลุ่มที่มีแนวคิดทางวิทยาศาสตร์เกี่ยวกับต่อมไทมัส นักเรียนส่วนใหญ่อยู่ในกลุ่มที่มีแนวคิดทางวิทยาศาสตร์บางส่วนเกี่ยวกับต่อมใต้สมองส่วนหลัง ต่อมพาราไทรอยด์ ต่อมหมวกไตส่วนนอก ต่อมหมวกไตส่วนใน ภาวะอาหาร ลำไส้เล็ก ตับอ่อน และนักเรียนส่วนใหญ่อยู่ในกลุ่มที่มีแนวคิดทางวิทยาศาสตร์บางส่วนและมีแนวคิดคลาดเคลื่อนบางส่วนเกี่ยวกับอัณฑะ รังไข่ รก ต่อมไทรอยด์ ต่อมใต้สมองส่วนหน้า และต่อมไพเนียล (ดังตารางที่ 5) ซึ่งรายละเอียดของแต่ละแนวคิด มีดังนี้

ตารางที่ 5 แนวคิดของนักเรียนเกี่ยวกับต่อมไร้ท่อและฮอร์โมนที่สร้าง

(n = 80)

แนวคิดเกี่ยวกับ	ร้อยละของนักเรียนในแต่ละกลุ่มแนวคิด							
	ก่อนการจัดการเรียนรู้				หลังการจัดการเรียนรู้			
	แบบสืบเสาะหาความรู้				แบบสืบเสาะหาความรู้			
	SC	PC	PC/MC	MC	SC	PC	PC/MC	MC
ต่อมไพเนียล	0.00	2.50	41.30	56.30	26.30	5.00	47.50	21.30
ต่อมใต้สมองส่วนหน้า	1.67	7.08	60.00	31.30	16.70	31.30	47.90	4.17
ต่อมใต้สมองส่วนหลัง	0.00	18.80	62.50	18.80	1.25	71.30	23.80	3.75
ต่อมไพโรยด์	3.13	8.13	48.10	40.60	23.10	20.60	49.40	6.88
ต่อมพาราไพโรยด์	1.25	16.30	55.00	27.50	6.25	61.30	30.00	2.50
ต่อมหมวกไตส่วนนอก	0.00	6.25	61.90	31.90	5.00	68.10	19.40	7.50
ต่อมหมวกไตส่วนใน	0.00	21.30	70.00	8.75	1.25	72.50	26.30	0.00
ต่อมไทมัส	10.00	20.00	51.30	18.8	51.30	33.80	13.80	1.25
กระเพาะอาหาร ลำไส้เล็ก	1.87	8.75	57.50	31.9	35.00	36.25	23.15	5.63
ตับอ่อน	0.00	15.00	64.20	20.80	13.80	42.90	20.00	23.0
รังไข่	0.00	14.40	56.90	28.10	0.63	22.50	70.00	6.88
อวัยวะ	0.00	8.75	73.80	17.50	1.25	6.25	87.50	5.00
รวม	3.75	0.00	38.80	57.50	22.50	1.25	55.00	21.30

หมายเหตุ: SC: แนวคิดทางวิทยาศาสตร์ PC: แนวคิดทางวิทยาศาสตร์บางส่วน PC/MC: แนวคิดทางวิทยาศาสตร์บางส่วนและแนวคิดคลาดเคลื่อนบางส่วน MC: แนวคิดคลาดเคลื่อน

## 2.1 แนวคิดเกี่ยวกับต่อมไพเนียลและฮอร์โมนที่สร้าง

ก่อนการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ นักเรียน ร้อยละ 56.30 อยู่ในกลุ่มที่มีแนวคิดคลาดเคลื่อน โดยนักเรียนอธิบายว่า ต่อมไพเนียลสร้างเมลาโทนินมากระตุ้นการสร้างเม็ดสีที่ผิวหนังและกระตุ้นการเจริญเติบโตของอวัยวะสืบพันธุ์ การขาดเมลาโทนินจะทำให้อวัยวะสืบพันธุ์เจริญเติบโตเร็วตามปกติ มีอาการผิวเผือกเพราะไม่สามารถสร้างเม็ดสีที่ผิวหนัง

หลังการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ นักเรียนร้อยละ 47.50 อยู่ในกลุ่มที่มีแนวคิดทางวิทยาศาสตร์บางส่วนและแนวคิดคลาดเคลื่อนบางส่วน โดยอธิบายได้สอดคล้องกับแนวคิดทางวิทยาศาสตร์ว่า

“ต่อมไพบีเซลสร้างเมลาโทนิน ซึ่งทำหน้าที่ยับยั้งการเจริญเติบโตของอวัยวะสืบพันธุ์ การขาดเมลาโทนินจะทำให้อวัยวะสืบพันธุ์เจริญเติบโตเร็วกว่าปกติและสามารถสร้างฮอร์โมนเพศได้เร็วขึ้น” (แบบวัดแนวคิดเกี่ยวกับระบบต่อมไร้ท่อ)

“หากขาดต่อมไพบีเซลจะทำให้เป็นหนุ่มเป็นสาวเร็วขึ้น เพราะไม่มีเมลาโทนิน ทำให้อวัยวะสืบพันธุ์สร้างฮอร์โมนเพศได้เร็วขึ้น” (แบบบันทึกการจัดการเรียนรู้)

จากคำตอบของนักเรียนแสดงให้เห็นว่า การจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ช่วยให้นักเรียนมีแนวคิดเกี่ยวกับต่อมไพบีเซลและเมลาโทนินที่สอดคล้องกับแนวคิดทางวิทยาศาสตร์ คือ ต่อมไพบีเซลสร้างเมลาโทนิน ซึ่งทำหน้าที่ยับยั้งการเจริญเติบโตของอวัยวะสืบพันธุ์ การขาดเมลาโทนินจะทำให้อวัยวะสืบพันธุ์เจริญเติบโตเร็วกว่าปกติและสามารถสร้างฮอร์โมนเพศได้เร็วขึ้น ทำให้เป็นหนุ่มเป็นสาวเร็วขึ้น แต่ยังไม่สามารถทำให้นักเรียนเข้าใจได้ว่า เมลาโทนินไม่มีส่วนเกี่ยวข้องกับการสร้างเม็ดสีที่ผิวหนังและการเกิดอาการผิวเผือก เพราะอาการผิวเผือกเกิดขึ้นจากความผิดปกติทางพันธุกรรม

## 2.2 แนวคิดเกี่ยวกับต่อมไร้ท่อส่วนหน้าและฮอร์โมนที่สร้าง

ก่อนการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ นักเรียนร้อยละ 60.00 อยู่ในกลุ่มที่มีแนวคิดทางวิทยาศาสตร์บางส่วนและแนวคิดคลาดเคลื่อนบางส่วน โดยนักเรียนอธิบายได้สอดคล้องกับแนวคิดทางวิทยาศาสตร์ว่า ฮอร์โมนที่สร้างและหลังจากต่อมไร้ท่อส่วนหน้า ได้แก่ ฮอร์โมนโกรท ฮอร์โมนลูทีไนซิง ฮอร์โมนฟอลลิเคิลสติมูเลติง ฮอร์โมนไทรอยด์สติมูเลติง โพรแลกติน อะครีโนคอร์ติโคโทรฟิน และเอนดอร์ฟิน แต่นักเรียนมีแนวคิดคลาดเคลื่อน โดยอธิบายว่า อาการกระดูกแขนขา นิ้วมือ นิ้วเท้า คาง ขากรรไกร กระดูกตามใบหน้ายืดยาว ขยายใหญ่ ผิดปกติ มีชื่อเรียกว่า โรคซิมมอนด์ และฮอร์โมนฟอลลิเคิลสติมูเลติงไม่มีผลต่อการสร้างฮอร์โมนเพศชาย

หลังการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ นักเรียนร้อยละ 47.90 อยู่ในกลุ่มที่มีแนวคิดทางวิทยาศาสตร์บางส่วนและแนวคิดคลาดเคลื่อนบางส่วน โดยนักเรียนสามารถอธิบายได้สอดคล้องกับแนวคิดทางวิทยาศาสตร์ว่า

“อาการกระดูกแขนขา นิ้วมือ นิ้วเท้า คาง ขากรรไกร กระดูกตามใบหน้ายืดยาว และขยายใหญ่ผิดปกติ มีชื่อเรียกว่า กลุ่มอาการอะโครเมกาลี ซึ่งเป็นความผิดปกติที่เกิดจากการมีปริมาณฮอร์โมนโกรทมากกว่าปกติในวัยผู้ใหญ่” (แบบวัดแนวคิดเกี่ยวกับระบบต่อมไร้ท่อ)

“ต่อมใต้สมองส่วนหน้าสร้างฮอร์โมนโกรท โพรแลกทิน เอนดอร์ฟิน และฮอร์โมนพอลิเพปไทด์” (แบบบันทึกการจัดการเรียนรู้)

“ทำให้ทราบว่าคนที่สูงมากๆ และเตี้ยมากๆ เกิดจากสาเหตุของฮอร์โมนโกรทในร่างกายไม่สมดุล คนที่รูปร่างสูงใหญ่ผิดปกติเกิดจากการมีฮอร์โมนโกรทในวัยเด็กมากเกินไป” (อนุทิน, S105)

“ถ้ามีฮอร์โมนโกรทในวัยผู้ใหญ่มากเกินไปจะทำให้มีอาการอะโครเมกาลี....” (อนุทิน, S139)

จากคำตอบของนักเรียนแสดงให้เห็นว่า การจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ ช่วยทำให้นักเรียนมีแนวคิดเกี่ยวกับต่อมใต้สมองส่วนหน้าและฮอร์โมนที่สร้างสอดคล้องกับแนวคิดทางวิทยาศาสตร์ คือ ต่อมใต้สมองส่วนหน้าสร้างและหลั่งฮอร์โมน ได้แก่ ฮอร์โมนโกรท ฮอร์โมนลูทีไนซิง ฮอร์โมนพอลิเพปไทด์ ฮอร์โมนไทรอยด์สติมูเลตติ้ง โพรแลกทิน อะดรีโนคอร์ติโคโทรฟิน และเอนดอร์ฟิน กลุ่มอาการอะโครเมกาลีเป็นความผิดปกติที่เกิดจากการมีปริมาณฮอร์โมนโกรทมากกว่าปกติในวัยผู้ใหญ่ มีลักษณะอาการ คือ กระดูกแขนขา นิ้วมือ นิ้วเท้า คาง ขากรรไกร กระดูกตามใบหน้ายืดยาวและขยายใหญ่ผิดปกติ และอาการรูปร่างสูงใหญ่ผิดปกติ เกิดจากการมีฮอร์โมนโกรทในวัยเด็กมากเกินไป แต่นักเรียนยังคงมีแนวคิดคลาดเคลื่อนโดยเข้าใจว่า ฮอร์โมนพอลิเพปไทด์ไม่มีผลต่อการสร้างฮอร์โมนเพศชาย

### 2.3 แนวคิดเกี่ยวกับต่อมใต้สมองส่วนหลังและฮอร์โมนที่สะสม

ก่อนการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ นักเรียนร้อยละ 62.50 อยู่ในกลุ่มที่มีแนวคิดทางวิทยาศาสตร์บางส่วนและแนวคิดคลาดเคลื่อนบางส่วน โดยนักเรียนมีแนวคิดที่สอดคล้องกับแนวคิดทางวิทยาศาสตร์ คือ ต่อมใต้สมองส่วนหลังไม่สามารถสร้างฮอร์โมนได้ แต่ทำหน้าที่สะสมฮอร์โมนซึ่งสร้างมาจากสมองส่วนไฮโปทาลามัส 2 ชนิด คือ วาโซเพรสซินและ

ออกซิโทซิน แต่นักเรียนมีแนวคิดคลาดเคลื่อนโดยอธิบายว่า การที่ร่างกายมีปริมาณออกซิโทซินมากกว่าปกติทำให้ปีศาจมีความเข้มข้นสูง มีอาการปวดปีศาจแต่ไม่สามารถจับปีศาจออกมาได้ เนื่องจากออกซิโทซินมีหน้าที่ยับยั้งการดูดกลับน้ำของท่อหน่วยไตและยับยั้งการหดตัวของหลอดเลือดแดง

หลังการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ นักเรียนร้อยละ 71.30 อยู่ในกลุ่มที่มีแนวคิดทางวิทยาศาสตร์บางส่วน โดยนักเรียนอธิบายได้สอดคล้องกับแนวคิดทางวิทยาศาสตร์ว่า

“การมีปริมาณวาโซเพรสซินมากกว่าปกติ จะทำให้ปีศาจมีความเข้มข้นสูงและมีอาการปวดปีศาจแต่ไม่สามารถจับปีศาจออกมาได้ เพราะวาโซเพรสซินทำหน้าที่ควบคุมการดูดกลับน้ำของท่อหน่วยไต” (แบบวัดแนวคิดเกี่ยวกับระบบต่อมไร้ท่อ)

“การมีปริมาณออกซิโทซินมากกว่าปกติทำให้มีโอกาสแท้งบุตรได้ เพราะออกซิโทซินทำหน้าที่กระตุ้นกล้ามเนื้อมดลูก เต้านม ภาวะปีศาจให้มีการหดตัวและทำให้คลอดลูก หลังน้ำนม หลังปีศาจได้ง่ายขึ้น” (แบบบันทึกการจัดการเรียนรู้)

จากคำตอบของนักเรียนแสดงให้เห็นว่า การจัดการเรียนรู้ แบบสืบเสาะหาความรู้สามารถพัฒนาให้นักเรียนมีแนวคิดเกี่ยวกับต่อมได้สมองส่วนหลังและฮอร์โมนที่สะสม คือต่อมใต้สมองส่วนหลังสะสมฮอร์โมนที่สร้างจากสมองส่วนไฮโปทาลามัส ได้แก่ วาโซเพรสซินทำหน้าที่ควบคุมการดูดกลับน้ำของท่อหน่วยไต การมีปริมาณวาโซเพรสซินมากกว่าปกติทำให้ปีศาจมีความเข้มข้นสูง มีอาการปวดปีศาจแต่ไม่สามารถจับปีศาจออกมาได้ และออกซิโทซินทำหน้าที่ กระตุ้นกล้ามเนื้อมดลูก เต้านม ภาวะปีศาจให้มีการหดตัวและทำให้คลอดลูก หลังน้ำนม หลังปีศาจได้ง่ายขึ้น การมีปริมาณออกซิโทซินมากกว่าปกติทำให้มีโอกาสแท้งบุตรได้ แต่นักเรียนยังไม่สามารถอธิบายถึงแนวคิดทางวิทยาศาสตร์ที่ว่า การขาดวาโซเพรสซินทำให้ปีศาจเงี้ยวและเป็นโรคเบาจัด

#### 2.4 แนวคิดเกี่ยวกับต่อมไทรอยด์และฮอร์โมนที่สร้าง

ก่อนการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ นักเรียนร้อยละ 48.10 อยู่ในกลุ่มที่มีแนวคิดทางวิทยาศาสตร์บางส่วนและแนวคิดคลาดเคลื่อนบางส่วน โดยนักเรียนอธิบายได้สอดคล้องกับแนวคิดทางวิทยาศาสตร์ว่า อาการตัวสั้น มือสั้น ตกใจง่าย มีเหงื่อออกตามมือและเท้า

มีอัตราเมแทบอลิซึมสูง เข้าตาโปน เป็นอาการของโรคคอปอกเป็นพิษ แต่นักเรียนมีแนวคิดคลาดเคลื่อนโดยอธิบายว่า โรคเครทินิซึม เป็นความผิดปกติในวัยเด็กซึ่งเกิดจากการขาดไทโมซินฮอร์โมนโกรท และแคลซิโทนิน อาการของโรคเครทินิซึม จะมีการเจริญเติบโตของร่างกายเป็นไปตามปกติ แต่สมองไม่เจริญเติบโตทำให้มีอาการปัญญาอ่อน

หลังการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ นักเรียนร้อยละ 49.40 อยู่ในกลุ่มที่มีแนวคิดทางวิทยาศาสตร์บางส่วนและแนวคิดคลาดเคลื่อนบางส่วน โดยนักเรียนอธิบายได้สอดคล้องกับแนวคิดทางวิทยาศาสตร์ว่า

“ไทรอกซินทำหน้าที่ช่วยเร่งอัตราเมแทบอลิซึมของร่างกาย จำเป็นต่อการเจริญเติบโตและการพัฒนาการของร่างกายโดยเฉพาะสมอง โรคคอปอกเป็นพิษเกิดจากการมีปริมาณไทรอกซินจากต่อมไทรอยด์มากกว่าปกติ” (แบบวัดแนวคิดเกี่ยวกับระบบต่อมไร้ท่อ)

“โรคคอปอกเป็นพิษ เกิดจากการมีไทรอกซินที่สร้างจากต่อมไทรอยด์มากเกินไป อาการ คือ มีเหงื่อออกตามมือและเท้า ตัวสั่น มือสั่น ตื่นเต้นตกใจง่าย เข้าตาโปน” (แบบบันทึกการจัดการเรียนรู้)

“โรคคอปอกธรรมดา เกิดจากการขาดไอโอดีน อาการไม่เหมือนกับโรคคอปอกเป็นพิษ อาการของโรคคอปอกธรรมดา คือ เหนื่อยง่าย กล้ามเนื้ออ่อนแรง ชีพและเนื้อหา มีก้อนเนื้อโตที่ลำคอ” (แบบบันทึกการจัดการเรียนรู้)

จากคำตอบของนักเรียนแสดงให้เห็นว่า การจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ ช่วยให้นักเรียนมีแนวคิดเกี่ยวกับต่อมไทรอยด์และฮอร์โมนที่สร้าง คือ ไทรอกซินทำหน้าที่ช่วยเร่งอัตราเมแทบอลิซึมของร่างกาย จำเป็นต่อการเจริญเติบโตและการพัฒนาการของร่างกายโดยเฉพาะสมอง โรคคอปอกเป็นพิษ มีอาการตัวสั่น มือสั่น ตกใจง่าย มีเหงื่อออกตามมือและเท้า เข้าตาโปน มีอัตราเมแทบอลิซึมสูง เป็นโรคที่เกิดจากการมีปริมาณไทรอกซินจากต่อมไทรอยด์มากกว่าปกติ แต่นักเรียนยังคงมีแนวคิดคลาดเคลื่อนโดยเข้าใจว่า โรคเครทินิซึม มีลักษณะอาการ คือ ฟันผุ กระดูกเปราะหักง่าย และมีระดับแคลเซียมในเลือดสูงกว่าปกติ ซึ่งตามแนวคิดทางวิทยาศาสตร์อธิบายว่า อาการดังกล่าวเกิดจากการขาดหรือมีปริมาณแคลซิโทนินน้อยกว่าปกติ

## 2.5 แนวคิดเกี่ยวกับต่อมพาราไทรอยด์และฮอร์โมนที่สร้าง

ก่อนการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ นักเรียนร้อยละ 55.00 อยู่ในกลุ่มที่มีแนวคิดทางวิทยาศาสตร์บางส่วนและแนวคิดคลาดเคลื่อนบางส่วน โดยนักเรียนอธิบายได้สอดคล้องกับแนวคิดทางวิทยาศาสตร์ คือ ต่อมพาราไทรอยด์สร้างพาราไทรอยด์ฮอร์โมนซึ่งช่วยกระตุ้นให้ไตและลำไส้เล็กดูดแคลเซียมกลับคืน แต่นักเรียนมีแนวคิดคลาดเคลื่อน โดยอธิบายว่า พาราไทรอยด์ฮอร์โมนช่วยให้ตับดูดแคลเซียมกลับคืนเช่นเดียวกับไตและลำไส้เล็ก

หลังการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ นักเรียนร้อยละ 61.30 อยู่ในกลุ่มที่มีแนวคิดทางวิทยาศาสตร์บางส่วน โดยนักเรียนอธิบายสอดคล้องกับแนวคิดทางวิทยาศาสตร์ คือ

“พาราไทรอยด์ฮอร์โมนไม่สามารถช่วยให้ตับดูดแคลเซียมกลับคืนได้” (แบบวัดแนวคิดเกี่ยวกับระบบต่อมไร้ท่อ)

จากคำตอบของนักเรียนแสดงให้เห็นว่า การจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ช่วยให้นักเรียนมีแนวคิดเกี่ยวกับต่อมพาราไทรอยด์และพาราไทรอยด์ฮอร์โมน คือ ต่อมพาราไทรอยด์สร้างพาราไทรอยด์ฮอร์โมนมาช่วยกระตุ้นไตและลำไส้เล็กให้ดูดแคลเซียมกลับคืน แต่ไม่สามารถทำให้ตับดูดแคลเซียมกลับคืนได้ แต่นักเรียนยังไม่สามารถอธิบายได้ว่า พาราไทรอยด์ฮอร์โมนช่วยควบคุมระดับของแคลเซียม แมกนีเซียมและฟอสฟอรัสในเลือดให้ปกติ

## 2.6 แนวคิดเกี่ยวกับต่อมหมวกไตส่วนนอกและฮอร์โมนที่สร้าง

ก่อนการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ นักเรียนร้อยละ 61.90 อยู่ในกลุ่มที่มีแนวคิดทางวิทยาศาสตร์บางส่วนและแนวคิดคลาดเคลื่อนบางส่วน โดยนักเรียนอธิบายได้สอดคล้องกับแนวคิดทางวิทยาศาสตร์ คือ คอร์ติซอลและแอลโดสเตอโรนเป็นฮอร์โมนที่สร้างจากต่อมหมวกไตส่วนนอก คอร์ติซอลทำหน้าที่ควบคุมเมแทบอลิซึมของคาร์โบไฮเดรตโดยเปลี่ยนไกลโคเจนในตับและกล้ามเนื้อให้เป็นกลูโคส และแอลโดสเตอโรนทำหน้าที่กระตุ้นการดูดกลับโซเดียมและน้ำของท่อหน่วยไต แต่นักเรียนมีแนวคิดคลาดเคลื่อน โดยอธิบายว่า การขาดหรือมีปริมาณคอร์ติซอลน้อยกว่าปกติทำให้เกิดโรคเบาหวาน แอลโดสเตอโรนทำหน้าที่กระตุ้นให้ตับกำจัดโซเดียมออกจากร่างกาย รวมทั้งกระตุ้นและยับยั้งการขยายตัวของหลอดเลือดแดงที่นำเลือดเข้าสู่หัวใจ

หลังการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ นักเรียนร้อยละ 68.10 อยู่ในกลุ่มที่มีแนวคิดทางวิทยาศาสตร์บางส่วน โดยนักเรียนอธิบายได้สอดคล้องกับแนวคิดทางวิทยาศาสตร์ว่า

“ต่อมหมวกไตส่วนนอกสร้างฮอร์โมนกลูโคคอร์ติคอยด์ เช่น คอร์ติซอล สร้างฮอร์โมนมินเนราโลคอร์ติคอยด์ เช่น แอลโดสเตอโรน และสร้างฮอร์โมนเพศ” (แบบบันทึกการจัดการเรียนรู้)

“การมีปริมาณคอร์ติซอลจากต่อมหมวกไตส่วนนอกมากกว่าปกติ ทำให้เกิดกลุ่มอาการ cushing ซึ่งมีลักษณะอาการ คือ ร่างกายอ้วน อ่อนแอ มีการสะสมของไขมันบริเวณกลางลำตัว หน้ากลมคล้ายดวงจันทร์ หน้าท้องลาย ระดับน้ำตาลในเลือดสูง และการขาดแอลโดสเตอโรนจะ ทำให้ความดันเลือดต่ำเพราะร่างกายขาด โซเดียมและน้ำ” (แบบวัดแนวคิดเกี่ยวกับระบบต่อมไร้ท่อ)

จากคำตอบของนักเรียนแสดงให้เห็นว่า การจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ ช่วยให้นักเรียนมีแนวคิดเกี่ยวกับต่อมหมวกไตส่วนนอกและฮอร์โมนที่สร้างขึ้นสอดคล้องกับแนวคิดทางวิทยาศาสตร์ คือ ต่อมหมวกไตส่วนนอกสร้างคอร์ติซอลมาควบคุมเมแทบอลิซึมของคาร์โบไฮเดรตโดยเปลี่ยนไกลโคเจนในตับและกล้ามเนื้อให้เป็นกลูโคส การมีคอร์ติซอลจากต่อมหมวกไตส่วนนอกมากกว่าปกติทำให้เกิดกลุ่มอาการ cushing ซึ่งมีลักษณะอาการ คือ ร่างกายอ้วน อ่อนแอ มีการสะสมของไขมันบริเวณกลางลำตัว หน้ากลมคล้ายดวงจันทร์ หน้าท้องลาย ระดับน้ำตาลในเลือดสูง และต่อมหมวกไตส่วนนอกสร้างแอลโดสเตอโรนมากระตุ้นการดูดกลับโซเดียมและน้ำของท่อหน่วยไต การขาดแอลโดสเตอโรนจะ ทำให้ความดันเลือดต่ำเพราะร่างกายขาดโซเดียมและน้ำ แต่นักเรียนยังไม่สามารถอธิบายถึงแนวคิดทางวิทยาศาสตร์ที่ว่า กลุ่มอาการ cushing สามารถเกิดขึ้นจากไข้ป้องกันการอักเสบที่มีคอร์ติโคสเตอรอยด์เป็นส่วนผสม เพราะขาดกล่าว ทำให้ต่อมหมวกไตส่วนนอกสร้างคอร์ติซอลมากกว่าปกติ

## 2.7 แนวคิดเกี่ยวกับต่อมหมวกไตส่วนในและฮอร์โมนที่สร้าง

ก่อนการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ นักเรียนร้อยละ 70.00 อยู่ในกลุ่มที่มีแนวคิดทางวิทยาศาสตร์บางส่วนและแนวคิดคลาดเคลื่อนบางส่วน โดยนักเรียนอธิบายได้สอดคล้องกับแนวคิดทางวิทยาศาสตร์ว่า ต่อมหมวกไตส่วนในสร้างและหลั่งเอพิเนฟรินและนอร์เอพิเนฟริน ซึ่งในภาวะฉุกเฉินการหลั่งเอพิเนฟรินจะทำให้ร่างกายมีพลังงานเพิ่มขึ้น เพราะเอพิเนฟรินกระตุ้นการเปลี่ยนไกลโคเจนในตับและกล้ามเนื้อให้เป็นกลูโคสในเลือด แต่นักเรียนมี

แนวคิดคลาดเคลื่อน โดยอธิบายว่า ในภาวะฉุกเฉินการหลั่งนอร์เอพิเนฟรินจะทำให้ร่างกายมีพลังงานลดลง เพราะนอร์เอพิเนฟรินทำหน้าที่ยับยั้งการบีบตัวของหัวใจทำให้ความดันเลือดต่ำลง และกระตุ้นการให้ร่างกายเปลี่ยนกลูโคสให้เป็นไกลโคเจนในตับและกล้ามเนื้อ

หลังการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ นักเรียนร้อยละ 72.50 อยู่ในกลุ่มที่มีแนวคิดทางวิทยาศาสตร์บางส่วน โดยนักเรียนอธิบายได้สอดคล้องกับแนวคิดทางวิทยาศาสตร์ว่า

“ในภาวะฉุกเฉินการหลั่งเอพิเนฟรินและนอร์เอพิเนฟริน ทำให้ร่างกายมีพลังงานเพิ่มขึ้น เพราะทั้งเอพิเนฟรินและนอร์เอพิเนฟริน กระตุ้นให้หัวใจบีบตัวแรงทำให้ความดันเลือดสูง และกระตุ้นให้ร่างกายเปลี่ยนไกลโคเจนในตับและกล้ามเนื้อให้เป็นกลูโคสในเลือด” (แบบวัดแนวคิดเกี่ยวกับระบบต่อมไร้ท่อ)

จากคำตอบของนักเรียนแสดงให้เห็นว่า การจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ ช่วยให้นักเรียนมีแนวคิดเกี่ยวกับต่อมหมวกไตส่วนในและฮอร์โมนที่สร้างขึ้น คือ ต่อมหมวกไตส่วนในสร้างและหลั่งเอพิเนฟรินและนอร์เอพิเนฟริน มากระตุ้นการบีบตัวของหัวใจ และกระตุ้นการเปลี่ยนไกลโคเจนในตับและกล้ามเนื้อให้เป็นกลูโคสในเลือด ทำให้ร่างกายมีพลังงานเพิ่มขึ้น แต่นักเรียนยังไม่สามารถอธิบายถึงแนวคิดทางวิทยาศาสตร์ที่ว่า เอพิเนฟรินทำให้หลอดเลือดแดงที่ไปเลี้ยงหัวใจและกล้ามเนื้อขยายตัว แต่นอร์เอพิเนฟรินทำให้หลอดเลือดแดงที่ไปเลี้ยงอวัยวะภายในหดตัว

## 2.8 แนวคิดเกี่ยวกับต่อมไทมัสและฮอร์โมนที่สร้าง

ก่อนการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ นักเรียนร้อยละ 51.30 อยู่ในกลุ่มที่มีแนวคิดทางวิทยาศาสตร์บางส่วนและแนวคิดคลาดเคลื่อนบางส่วน โดยนักเรียนอธิบายได้สอดคล้องกับแนวคิดทางวิทยาศาสตร์ คือ ต่อมไทมัสสร้างไทโมซิน การขาดไทโมซินในวัยเด็กจะส่งผลให้ร่างกายอ่อนแอเนื่องจากการสร้างภูมิคุ้มกันลดลง แต่นักเรียนมีแนวคิดคลาดเคลื่อนโดยอธิบายว่า ไทโมซินทำหน้าที่กระตุ้นให้เซลล์ภายในต่อมไทมัสสร้างเซลล์เม็ดเลือดแดง เมื่อไม่มีเซลล์เม็ดเลือดแดงจะทำให้ร่างกายสร้างภูมิคุ้มกันลดลง เมื่อมีเซลล์เม็ดเลือดแดงมากกว่าเซลล์เม็ดเลือดขาวชนิดที่ร่างกายจะสร้างภูมิคุ้มกันตามปกติ

หลังการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ นักเรียนร้อยละ 51.30 อยู่ในกลุ่มที่มีแนวคิดทางวิทยาศาสตร์ โดยนักเรียนสามารถอธิบายได้สอดคล้องกับแนวคิดทางวิทยาศาสตร์ว่า

“การขาดไทโมซินในวัยเด็กจะส่งผลให้ร่างกายอ่อนแอเนื่องจากการสร้างภูมิคุ้มกันลดลง เพราะไทโมซินทำหน้าที่กระตุ้นให้เซลล์ภายในต่อมไทมัสสร้างเซลล์เม็ดเลือดขาวชนิดที เมื่อไม่มีเซลล์เม็ดเลือดขาวชนิดทีจะทำให้ร่างกายสร้างภูมิคุ้มกันลดลง” (แบบวัดแนวคิดเกี่ยวกับระบบต่อมไร้ท่อ)

จากคำตอบของนักเรียนแสดงให้เห็นว่า การจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ทำให้นักเรียนมีแนวคิดเกี่ยวกับต่อมไทมัสและไทโมซินสอดคล้องกับแนวคิดทางวิทยาศาสตร์ซึ่งเป็นที่ยอมรับในปัจจุบัน คือ ต่อมไทมัสสร้างไทโมซินมากระตุ้นให้ต่อมไทมัสสร้างเซลล์เม็ดเลือดขาวชนิดที เมื่อไม่มีเซลล์เม็ดเลือดขาวชนิดทีจะทำให้ร่างกายสร้างภูมิคุ้มกันลดลง การขาดไทโมซินในวัยเด็กจะส่งผลให้ร่างกายอ่อนแอ เพราะร่างกายสร้างภูมิคุ้มกันลดลง

## 2.9 แนวคิดเกี่ยวกับกระเพาะอาหาร ลำไส้เล็กและฮอร์โมนที่สร้าง

ก่อนการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ นักเรียนร้อยละ 57.50 อยู่ในกลุ่มที่มีแนวคิดทางวิทยาศาสตร์บางส่วนและแนวคิดคลาดเคลื่อนบางส่วน โดยนักเรียนอธิบายได้สอดคล้องกับแนวคิดทางวิทยาศาสตร์ คือ เนื้อเยื่อชั้นในของกระเพาะอาหารสร้างแกสตริน ส่วนลำไส้เล็กสร้างซีครีทินมากระตุ้นให้ตับอ่อนหลั่งเอนไซม์ตามปกติ และนักเรียนมีแนวคิดคลาดเคลื่อนโดยอธิบายว่า เอนไซม์ที่สร้างขึ้นจากตับอ่อนช่วยเร่งปฏิกิริยาการย่อยอาหารประเภทโปรตีนและคาร์โบไฮเดรต แต่ไม่ช่วยเร่งปฏิกิริยาการย่อยอาหารประเภทไขมัน การขาดซีครีทินจะมีผลกระทบต่ออาหารประเภทโปรตีนและคาร์โบไฮเดรต แต่ไม่เกี่ยวข้องกับการย่อยอาหารประเภทไขมัน และซีครีทินทำหน้าที่กระตุ้นให้ตับหลั่งเอนไซม์สำหรับเร่งปฏิกิริยาการย่อยอาหารประเภทไขมัน

หลังการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ นักเรียนร้อยละ 36.25 อยู่ในกลุ่มที่มีแนวคิดทางวิทยาศาสตร์บางส่วน โดยนักเรียนอธิบายได้สอดคล้องกับแนวคิดทางวิทยาศาสตร์ว่า

“เนื้อเยื่อชั้นในของกระเพาะอาหารสร้างแกสตรินมากระตุ้นการหลั่งเอนไซม์และกรดไฮโดรคลอริกในกระเพาะอาหารที่ช่วยย่อยอาหารประเภทโปรตีน และลำไส้เล็กสร้างซีครีทิน

มากระตุ้นให้ตับอ่อนหลั่งเอนไซม์และโซเดียมไฮโดรเจนคาร์บอเนต เอนไซม์ที่สร้างจากตับอ่อนช่วยเร่งปฏิกิริยาการย่อยอาหารประเภทโปรตีน คาร์โบไฮเดรตและไขมัน” (แบบวัดแนวคิดเกี่ยวกับระบบต่อมไร้ท่อ)

“ซีครีตินสร้างจากกลุ่มเซลล์ซึ่งเป็นต่อมไร้ท่อในลำไส้เล็ก” (อนุทิน, S117)

“ซีครีตินสร้างจากบริเวณคูโอดินัมของลำไส้เล็ก เพื่อกระตุ้นตับอ่อนให้หลั่งเอนไซม์และโซเดียมไฮโดรเจนคาร์บอเนต....” (อนุทิน, S127)

จากคำตอบของนักเรียนแสดงให้เห็นว่า การจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ช่วยให้นักเรียนมีแนวคิดเกี่ยวกับกระเพาะอาหาร ลำไส้เล็กและฮอร์โมนที่สร้างขึ้น คือ เนื้อเยื่อชั้นในของกระเพาะอาหารสร้างแกสตรินมากระตุ้นการหลั่งเอนไซม์และกรดไฮโดรคลอริกในกระเพาะอาหารที่ช่วยย่อยอาหารประเภทโปรตีน การขาดแกสตรินทำให้ไม่สามารถย่อยอาหารประเภทโปรตีนได้ และลำไส้เล็กส่วนคูโอดินัมสร้างซีครีตินมากระตุ้นให้ตับอ่อนหลั่งเอนไซม์และโซเดียมไฮโดรเจนคาร์บอเนต เอนไซม์ที่สร้างจากตับอ่อนช่วยเร่งปฏิกิริยาการย่อยอาหารประเภทโปรตีน คาร์โบไฮเดรต และไขมัน การขาดซีครีตินจะทำให้ไม่สามารถย่อยอาหารประเภทโปรตีน คาร์โบไฮเดรต และไขมันได้ แต่นักเรียนยังไม่สามารถอธิบายถึงแนวคิดทางวิทยาศาสตร์ที่ว่าซีครีตินทำหน้าที่กระตุ้นการบีบตัวของท่อน้ำดีในตับให้หลั่งน้ำดี

## 2.10 แนวคิดเกี่ยวกับตับอ่อนและฮอร์โมนที่สร้าง

ก่อนการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ นักเรียนร้อยละ 64.20 อยู่ในกลุ่มที่มีแนวคิดทางวิทยาศาสตร์บางส่วนและแนวคิดคลาดเคลื่อนบางส่วน โดยนักเรียนอธิบายได้สอดคล้องกับแนวคิดทางวิทยาศาสตร์ คือ ตับอ่อนเป็นทั้งต่อมมีท่อและต่อมไร้ท่อเพราะสร้างเอนไซม์และฮอร์โมนได้ ตับอ่อนสร้างและหลั่งเอนไซม์ เช่น ไลเปส เป็นต้นและสร้างและหลั่งฮอร์โมน เช่น อินซูลิน กลูคากอน เป็นต้น แต่นักเรียนมีแนวคิดคลาดเคลื่อนโดยอธิบายว่า ตับอ่อนสามารถสร้างและหลั่งน้ำดีได้ ตับอ่อนลำเลียงสารที่สร้างขึ้นทุกชนิดไปสู่อวัยวะเป้าหมายโดยท่อเล็กๆ ที่อยู่รอบๆ ตับอ่อน อินซูลินเพิ่มระดับน้ำตาลในเลือด และกลูคากอนลดระดับน้ำตาลในเลือด การมีปริมาณอินซูลินมากเกินไปทำให้ระดับน้ำตาลในเลือดต่ำซึ่งเป็นอาการของโรคเบาจัด

หลังการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ นักเรียนร้อยละ 42.90 อยู่ในกลุ่มที่มีแนวคิดทางวิทยาศาสตร์บางส่วน โดยนักเรียนอธิบายได้สอดคล้องกับแนวคิดทางวิทยาศาสตร์ว่า

“ฮอร์โมนที่สร้างขึ้นจากตับอ่อนทำหน้าที่เกี่ยวข้องกับการเพิ่มและลดระดับน้ำตาลในเลือด โดยอินซูลินลดระดับน้ำตาลในเลือดและเร่งการนำกลูโคสเข้าสู่เซลล์ แต่กลูคาگونเพิ่มระดับน้ำตาลในเลือดและเร่งสลายไกลโคเจนในตับและกล้ามเนื้อให้เป็นกลูโคส การขาดหรือมีปริมาณอินซูลินน้อยเกินไปทำให้มีระดับน้ำตาลในเลือดสูงกว่าปกติและมีอาการของโรคเบาหวาน” (แบบวัดแนวคิดเกี่ยวกับระบบต่อมไร้ท่อ)

“เอนไซม์ลำเลียงไปทางท่อเล็กๆ ที่อยู่รอบๆ ตับอ่อน แต่ฮอร์โมนลำเลียงไปตามกระแสเลือด” (แบบบันทึกการจัดการเรียนรู้)

“ตับอ่อนจัดว่าเป็นทั้งต่อมมีท่อและต่อมไร้ท่อ เพราะตับอ่อนสร้างได้ทั้งเอนไซม์และฮอร์โมน ตัวอย่างฮอร์โมนที่สร้างจากตับอ่อน เช่น อินซูลิน กลูคาگون อินซูลินทำหน้าที่ลดระดับน้ำตาลในเลือด เพราะอินซูลินช่วยเร่งการนำกลูโคสเข้าสู่เซลล์ เร่งการสร้างไกลโคเจนในตับและกล้ามเนื้อ” (แบบบันทึกการจัดการเรียนรู้)

“โรคเบาหวานเป็นโรคที่มีระดับน้ำตาลในเลือดสูงผิดปกติ รักษาโดยการฉีดอินซูลิน (กินไม่ได้) ซึ่งสร้างขึ้นจากบีต้าเซลล์ของ Islets of Langerhans” (อนุทิน, S212)

จากคำตอบของนักเรียนแสดงให้เห็นว่า การจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ช่วยให้นักเรียนมีแนวคิดเกี่ยวกับตับอ่อนและฮอร์โมนที่สร้างสอดคล้องกับแนวคิดทางวิทยาศาสตร์คือ ตับอ่อนเป็นต่อมมีท่อเพราะตับอ่อนสร้างเอนไซม์ได้ โดยลำเลียงเอนไซม์ที่สร้างไปยังอวัยวะเป้าหมายทางท่อเล็กๆ ที่อยู่รอบๆ ตับอ่อน และตับอ่อนเป็นต่อมไร้ท่อเพราะสร้างฮอร์โมนได้ โดยลำเลียงฮอร์โมนที่สร้างขึ้นไปยังอวัยวะเป้าหมายทางหลอดเลือด ตัวอย่างฮอร์โมนที่สร้างจากตับอ่อน เช่น อินซูลิน กลูคาгон อินซูลินลดระดับน้ำตาลในเลือดและเร่งการนำกลูโคสเข้าสู่เซลล์ แต่กลูคาгонเพิ่มระดับน้ำตาลในเลือดและเร่งสลายไกลโคเจนในตับและกล้ามเนื้อให้เป็นกลูโคส การขาดหรือมีปริมาณอินซูลินน้อยเกินไปทำให้มีระดับน้ำตาลในเลือดสูงกว่าปกติซึ่งเป็นอาการของโรคเบาหวาน แต่นักเรียนยังไม่สามารถอธิบายถึงแนวคิดทางวิทยาศาสตร์ที่ว่า อินซูลินเร่งการสร้างไกลโคเจนสะสมไว้ที่ตับและกล้ามเนื้อ และเร่งการใช้กลูโคสของเซลล์ทั่วไป คนที่มีระดับน้ำตาลในเลือดระหว่าง 80 - 100 ml/cm<sup>3</sup> ถือว่ามีระดับน้ำตาลในเลือดปกติ

## 2.11 แนวคิดเกี่ยวกับรังไข่และฮอร์โมนที่สร้าง

ก่อนการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ นักเรียนร้อยละ 56.90 อยู่ในกลุ่มที่มีแนวคิดทางวิทยาศาสตร์บางส่วนและแนวคิดคลาดเคลื่อนบางส่วน โดยนักเรียนอธิบายได้สอดคล้องกับแนวคิดทางวิทยาศาสตร์ คือ การสร้างและหลั่งฮอร์โมนเพศหญิงของรังไข่ มีความเกี่ยวข้องกับฮอร์โมนที่สร้างและหลั่งจากต่อมใต้สมองส่วนหน้า คือ ฮอร์โมนลูทิไนซิงและฮอร์โมนฟอลลิเคิลสติมูเลติง เพราะฮอร์โมนลูทิไนซิงกระตุ้นให้คอร์ปีสลูเทียมซึ่งเป็นกลุ่มเซลล์ในรังไข่สร้างโปรเจสเทอโรน และฮอร์โมนฟอลลิเคิลสติมูเลติงกระตุ้นเซลล์ฟอลลิเคิลในรังไข่สร้างเอสโตรเจน แต่นักเรียนมีแนวคิดคลาดเคลื่อนโดยอธิบายว่า เอสโตรเจนทำหน้าที่กระตุ้นให้ต่อมน้ำนมเจริญเติบโต ป้องกันการแท้งบุตร โปรเจสเทอโรนทำหน้าที่ควบคุมลักษณะเพศหญิง เช่น มีเสียงเล็ก อวัยวะเพศและเต้านมเติบโต เป็นต้น การขาดเอสโตรเจนเท่านั้นที่มีผลกระทบต่อร่างกายของเพศหญิง

หลังการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ นักเรียนร้อยละ 70.00 อยู่ในกลุ่มที่มีแนวคิดทางวิทยาศาสตร์บางส่วนและแนวคิดคลาดเคลื่อนบางส่วน โดยนักเรียนอธิบายได้สอดคล้องกับแนวคิดทางวิทยาศาสตร์ว่า

“เอสโตรเจนทำหน้าที่ควบคุมลักษณะที่สองของเพศหญิง เช่น มีเต้านมและอวัยวะเพศเจริญเติบโต มีประจำเดือน เป็นต้น โปรเจสเทอโรนทำหน้าที่กระตุ้นให้ต่อมน้ำนมเจริญเติบโต ป้องกันการแท้งบุตร” (แบบวัดแนวคิดเกี่ยวกับระบบต่อมไร้ท่อ)

“ฮอร์โมนลูทิไนซิงจากต่อมใต้สมองส่วนหน้ากระตุ้นให้คอร์ปีสลูเทียมในรังไข่สร้างโปรเจสเทอโรน ส่วนฮอร์โมนฟอลลิเคิลสติมูเลติงจากต่อมใต้สมองส่วนหน้ากระตุ้นเซลล์ฟอลลิเคิลในรังไข่สร้างเอสโตรเจน” (แบบบันทึกการจัดการเรียนรู้)

จากคำตอบของนักเรียนแสดงให้เห็นว่า การจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ทำให้นักเรียนมีแนวคิดเกี่ยวกับรังไข่และฮอร์โมนที่สร้างสอดคล้องกับแนวคิดทางวิทยาศาสตร์ คือ การสร้างและหลั่งฮอร์โมนของรังไข่มีความเกี่ยวข้องกับฮอร์โมนฟอลลิเคิลสติมูเลติงและฮอร์โมนลูทิไนซิงจากต่อมใต้สมองส่วนหน้า โดยฮอร์โมนฟอลลิเคิลสติมูเลติงกระตุ้นให้เซลล์ฟอลลิเคิลในรังไข่สร้างและหลั่งเอสโตรเจนมาควบคุมลักษณะที่สองของเพศหญิง เช่น มีเต้านมและอวัยวะเพศเจริญเติบโต มีประจำเดือน เป็นต้น ส่วนฮอร์โมนลูทิไนซิงกระตุ้นให้คอร์ปีสลูเทียม

ในรังไข่สร้างและหลังโพรงเทอโรนมากระตุ้นให้ต่อมน้ำนมเจริญเติบโต ป้องกันการแท้งบุตร แต่นักเรียนยังคงมีแนวคิดคลาดเคลื่อนโดยอธิบายว่า การขาดเอสโตรเจนเท่านั้นที่มีผลกระทบต่อร่างกายของเพศหญิง ส่วนการขาดโพรงเทอโรนไม่มีผลกระทบต่อร่างกายของเพศหญิง

## 2.12 แนวคิดเกี่ยวกับอวัยวะและฮอร์โมนที่สร้างขึ้น

ก่อนการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ นักเรียนร้อยละ 73.80 อยู่ในกลุ่มที่มีแนวคิดทางวิทยาศาสตร์บางส่วนและแนวคิดคลาดเคลื่อนบางส่วน นักเรียนอธิบายได้สอดคล้องกับแนวคิดทางวิทยาศาสตร์ คือ ฮอร์โมนฟอลลิเคิลสติมูเลติงและฮอร์โมนลูทีไนซิงจากต่อมใต้สมองส่วนหน้ามีผลต่อการสร้างและหลังเทสโทสเตอโรน แต่นักเรียนมีแนวคิดคลาดเคลื่อน โดยอธิบายว่า เทสโทสเตอโรน ทำหน้าที่ยับยั้งการเจริญเติบโตของอวัยวะเพศชาย และช่วยชะลอไม่ให้เพศชายมีเสียงแตกตั้งแต่ยังเป็นเด็ก รวมทั้งช่วยกระตุ้นให้สมองมีพัฒนาการที่เหมาะสมตามวัย ยับยั้งการเกิดอาการสมองพิการ โดยกำเนิดของเพศชาย

หลังการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ นักเรียนร้อยละ 87.50 อยู่ในกลุ่มที่มีแนวคิดทางวิทยาศาสตร์บางส่วนและแนวคิดคลาดเคลื่อนบางส่วน โดยนักเรียนอธิบายได้สอดคล้องกับแนวคิดทางวิทยาศาสตร์ว่า

“อวัยวะสร้างและหลังฮอร์โมนเพศชาย คือ เทสโทสเตอโรน” (แบบบันทึกการจัดการเรียนรู้)

“ฮอร์โมนลูทีไนซิงและฮอร์โมนฟอลลิเคิลสติมูเลติงจากต่อมใต้สมองส่วนหน้า มีผลต่อการสร้างและหลังฮอร์โมนเพศชาย คือ เทสโทสเตอโรน ซึ่งทำหน้าที่ควบคุมและกระตุ้นให้ร่างกายเพศชายแสดงลักษณะทางเพศอย่างชัดเจน เช่น เสียงแตก นมขึ้นพาน มีหนวดบริเวณริมฝีปาก กระดูกหัวไหล่กว้าง สะโพกแคบ เป็นต้น” (แบบวัดแนวคิดเกี่ยวกับระบบต่อมไร้ท่อ)

จากคำตอบของนักเรียนแสดงให้เห็นว่า การจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ ช่วยให้นักเรียนมีแนวคิดเกี่ยวกับอวัยวะและฮอร์โมนที่สร้างสอดคล้องกับแนวคิดทางวิทยาศาสตร์ คือ อวัยวะสร้างและหลังฮอร์โมนเพศชาย คือ เทสโทสเตอโรน ซึ่งทำหน้าที่ควบคุมและกระตุ้นให้ร่างกายเพศชายแสดงลักษณะทางเพศอย่างชัดเจน เช่น เสียงแตก นมขึ้นพาน มีหนวดบริเวณ

ริมฝีปาก กระดูกร้าวไหล่กว้าง สะโพกแคบ เป็นต้น การสร้างและหลังฮอร์โมนเพศชายควบคุมโดยฮอร์โมนลูทีไนซิงและฮอร์โมนฟอลลิเคิลสติมูเลติงจากต่อมใต้สมองส่วนหน้า แต่นักเรียนยังมีแนวคิดคลาดเคลื่อน โดยอธิบายว่า ฮอร์โมนลูทีไนซิงและฮอร์โมนฟอลลิเคิลสติมูเลติงทำหน้าที่กระตุ้นการเจริญเติบโตของร่างกายและช่วยกระตุ้นให้สมองมีพัฒนาการที่เหมาะสมตามวัย ยับยั้งการเกิดอาการสมองพิการ โดยกำเนิดของเพศชาย

### 2.13 แนวคิดเกี่ยวกับบรอกและฮอร์โมนที่สร้าง

ก่อนการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ นักเรียนร้อยละ 57.50 อยู่ในกลุ่มที่มีแนวคิดคลาดเคลื่อน โดยนักเรียนอธิบายว่า ฮอร์โมนฮิวแมนคอร์ริโอนิกโกนาโดโทรฟินซึ่งสร้างจากรก ทำหน้าที่กระตุ้นฟอลลิเคิลในรังไข่สร้างเอสโตรเจนกับเทสโทสเตอโรน

หลังการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ นักเรียนร้อยละ 55.00 อยู่ในกลุ่มที่มีแนวคิดทางวิทยาศาสตร์บางส่วนและแนวคิดคลาดเคลื่อนบางส่วน โดยนักเรียนอธิบายได้สอดคล้องกับแนวคิดทางวิทยาศาสตร์ว่า

“ฮอร์โมนฮิวแมนคอร์ริโอนิกโกนาโดโทรฟินกระตุ้นคอร์ปัสลูเทียมในรังไข่ให้สร้างโปรเจสเทอโรน” (แบบวัดแนวคิดเกี่ยวกับระบบต่อมไร้ท่อ)

จากคำตอบของนักเรียนแสดงให้เห็นว่า การจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ช่วยให้นักเรียนมีแนวคิดเกี่ยวกับบรอกและฮอร์โมนที่สร้างสอดคล้องกับแนวคิดทางวิทยาศาสตร์ คือ รกสร้างฮอร์โมนฮิวแมนคอร์ริโอนิกโกนาโดโทรฟินมากกระตุ้นคอร์ปัสลูเทียมในรังไข่ให้สร้างโปรเจสเทอโรน แต่นักเรียนยังคงมีแนวคิดคลาดเคลื่อน โดยอธิบายว่า ฮอร์โมนฮิวแมนคอร์ริโอนิกโกนาโดโทรฟินสามารถกระตุ้นคอร์ปัสลูเทียมในรังไข่ให้สร้างเอสโตรเจนด้วยเช่นเดียวกัน

### 3. แนวคิดเกี่ยวกับการควบคุมการทำงานของระบบต่อมไร้ท่อ

จากการวิเคราะห์แนวคิดของนักเรียนเกี่ยวกับการควบคุมการทำงานของระบบต่อมไร้ท่อ ทั้งก่อนและหลังการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้พบว่า ก่อนการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ นักเรียนอยู่ในกลุ่มที่มีแนวคิดทางวิทยาศาสตร์บางส่วนและแนวคิดคลาดเคลื่อนบางส่วนเกี่ยวกับ ต่อมไร้ท่อที่ทำงานภายใต้การควบคุมของต่อมใต้สมองส่วนหน้า

ต่อมไร้ท่อที่ทำงานภายใต้การควบคุมของระบบประสาทโดยตรง และต่อมไร้ท่อที่ทำงานเป็นอิสระจากการควบคุมของต่อมใต้สมองส่วนหน้า แต่หลังการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ นักเรียนส่วนใหญ่อยู่ในกลุ่มที่มีแนวคิดทางวิทยาศาสตร์บางส่วนเกี่ยวกับ ต่อมไร้ท่อที่ทำงานภายใต้การควบคุมของต่อมใต้สมองส่วนหน้า และต่อมไร้ท่อที่ทำงานเป็นอิสระจากการควบคุมของต่อมใต้สมองส่วนหน้า แต่นักเรียนมากกว่าครึ่งหนึ่งยังคงมีแนวคิดทางวิทยาศาสตร์บางส่วนและแนวคิดคลาดเคลื่อนบางส่วนเกี่ยวกับต่อมไร้ท่อที่ทำงานภายใต้การควบคุมของระบบประสาทโดยตรง (ดังตารางที่ 6) ซึ่งรายละเอียดลักษณะแนวคิดของนักเรียน มีดังนี้

ตารางที่ 6 แนวคิดของนักเรียนเกี่ยวกับการควบคุมการทำงานของระบบต่อมไร้ท่อ

(n = 80)

แนวคิดเกี่ยวกับ	ร้อยละของนักเรียนในแต่ละกลุ่มแนวคิด							
	ก่อนการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้				หลังการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้			
	SC	PC	PC/MC	MC	SC	PC	PC/MC	MC
ต่อมไร้ท่อที่ทำงานภายใต้การควบคุมของระบบประสาทโดยตรง	2.50	12.50	65.00	20.00	1.25	22.50	62.50	13.80
ต่อมไร้ท่อที่ทำงานภายใต้การควบคุมของต่อมใต้สมองส่วนหน้า	1.25	2.50	66.30	30.00	5.00	75.00	16.30	3.75
ต่อมไร้ท่อที่ทำงานเป็นอิสระจากการควบคุมของต่อมใต้สมองส่วนหน้า	0.00	7.50	60.00	32.50	0.00	67.50	31.30	1.25

หมายเหตุ: SC: แนวคิดทางวิทยาศาสตร์ PC: แนวคิดทางวิทยาศาสตร์บางส่วน PC/MC: แนวคิดทางวิทยาศาสตร์บางส่วนและแนวคิดคลาดเคลื่อนบางส่วน MC: แนวคิดคลาดเคลื่อน

### 3.1 แนวคิดเกี่ยวกับต่อมไร้ท่อที่ทำงานภายใต้การควบคุมของระบบประสาทโดยตรง

ก่อนการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ นักเรียนร้อยละ 65.00 อยู่ในกลุ่มที่มีแนวคิดทางวิทยาศาสตร์บางส่วนและแนวคิดคลาดเคลื่อนบางส่วน โดยนักเรียนอธิบายได้สอดคล้องกับแนวคิดทางวิทยาศาสตร์ คือ ต่อมหมวกไตส่วนในทำงานภายใต้การควบคุมของระบบประสาทอัตโนมัติ แต่นักเรียนมีแนวคิดคลาดเคลื่อนโดยอธิบายว่า ต่อมใต้สมองส่วนหน้าและ

ต่อมหมวกไตส่วนนอกทำงานภายใต้การควบคุมของระบบประสาทอัตโนมัติ ที่มีชื่อว่า ระบบประสาทพาราซิมพาเทติก

หลังการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ นักเรียนร้อยละ 62.50 อยู่ในกลุ่มที่มีแนวคิดทางวิทยาศาสตร์บางส่วนและแนวคิดคลาดเคลื่อนบางส่วน โดยนักเรียนอธิบายได้สอดคล้องกับแนวคิดทางวิทยาศาสตร์ว่า

“ต่อมหมวกไตส่วนในทำงานภายใต้การควบคุมของระบบประสาทอัตโนมัติ คือระบบประสาทซิมพาเทติก” (แบบวัดแนวคิดเกี่ยวกับระบบต่อมไร้ท่อ)

“ตัวอย่างต่อมไร้ท่อที่ทำงานภายใต้การควบคุมของระบบประสาทโดยตรง คือต่อมใต้สมองส่วนหน้ากับต่อมหมวกไตส่วนใน” (แบบบันทึกการจัดการเรียนรู้)

จากคำตอบของนักเรียนแสดงให้เห็นว่า การจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ช่วยให้นักเรียนมีแนวคิดเกี่ยวกับต่อมไร้ท่อที่ทำงานภายใต้การควบคุมของระบบประสาทโดยตรงสอดคล้องกับแนวคิดทางวิทยาศาสตร์ คือ ต่อมไร้ท่อที่ทำงานภายใต้การควบคุมของระบบประสาทโดยตรง คือ ต่อมใต้สมองส่วนหน้ากับต่อมหมวกไตส่วนใน ซึ่งต่อมหมวกไตส่วนในทำงานภายใต้การควบคุมของระบบประสาทอัตโนมัติที่เรียกว่า ระบบประสาทซิมพาเทติก แต่นักเรียนยังคงมีแนวคิดคลาดเคลื่อน โดยอธิบายว่า ต่อมใต้สมองส่วนหน้าทำงานภายใต้การควบคุมของระบบประสาทอัตโนมัติเช่นเดียวกับต่อมหมวกไตส่วนใน

### 3.2 แนวคิดเกี่ยวกับต่อมไร้ท่อที่ทำงานภายใต้การควบคุมของต่อมใต้สมองส่วนหน้า

ก่อนการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ นักเรียนร้อยละ 66.30 อยู่ในกลุ่มที่มีแนวคิดทางวิทยาศาสตร์บางส่วนและแนวคิดคลาดเคลื่อนบางส่วน โดยนักเรียนอธิบายสอดคล้องกับแนวคิดทางวิทยาศาสตร์ คือ ต่อมไทรอยด์ทำงานภายใต้การควบคุมของต่อมใต้สมองส่วนหน้า เพราะฮอร์โมนไทรอยด์สติมิวเลติงจากต่อมใต้สมองส่วนหน้ากระตุ้นให้ต่อมไทรอยด์สร้างและหลั่งไทรอกซิน แต่นักเรียนมีแนวคิดคลาดเคลื่อน โดยอธิบายว่า ฮอร์โมนไทรอยด์สติมิวเลติงจากต่อมใต้สมองส่วนหน้ายับยั้งการสร้างและหลั่งพาราไทมอร์โมนของต่อมพาราไทรอยด์อะดรีนัลคอร์ติโคโทรฟินจากต่อมใต้สมองส่วนหน้ายับยั้งการสร้างและหลั่งเอพิเนฟรินและนอร์เอพิเนฟรินจากต่อมหมวกไตส่วนใน

หลังการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ นักเรียนร้อยละ 75.00 อยู่ในกลุ่มที่มีแนวคิดทางวิทยาศาสตร์บางส่วน โดยอธิบายได้สอดคล้องกับแนวคิดทางวิทยาศาสตร์ว่า

“ต่อมหมวกไตส่วนนอก ต่อมไทรอยด์ รังไข่และอัณฑะ ทำงานภายใต้การควบคุมของต่อมใต้สมองส่วนหน้า เพราะอะครีโนคอร์ติโคโทรฟินจากต่อมใต้สมองส่วนหน้ากระตุ้นให้ต่อมหมวกไตส่วนนอกสร้างและหลั่งฮอร์โมนตามปกติ ฮอร์โมนไทรอยด์สติมิวเลติงจากต่อมใต้สมองส่วนหน้ากระตุ้นให้ต่อมไทรอยด์สร้างและหลั่งไทรอกซิน” (แบบวัดแนวคิดเกี่ยวกับระบบต่อมไร้ท่อ)

“ต่อมไทรอยด์ รังไข่ อัณฑะทำงานภายใต้การควบคุมของสมองส่วนหน้า เพราะต่อมใต้สมองส่วนหน้าสร้างฮอร์โมนไทรอยด์สติมิวเลติงกระตุ้นให้ต่อมไทรอยด์สร้างและหลั่งฮอร์โมนตามปกติ” (แบบบันทึกการจัดการเรียนรู้)

จากคำตอบของนักเรียนแสดงให้เห็นว่า การจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ช่วยให้นักเรียนมีแนวคิดเกี่ยวกับต่อมไร้ท่อที่ทำงานภายใต้การควบคุมของต่อมใต้สมองส่วนหน้าสอดคล้องกับแนวคิดทางวิทยาศาสตร์ คือ ต่อมหมวกไตส่วนนอกทำงานภายใต้การควบคุมของต่อมใต้สมองส่วนหน้าเพราะการสร้างและหลั่งฮอร์โมนถูกควบคุมโดยอะครีโนคอร์ติโคโทรฟินจากต่อมใต้สมองส่วนหน้า ส่วนต่อมไทรอยด์ทำงานภายใต้การควบคุมของต่อมใต้สมองส่วนหน้าเพราะการสร้างและหลั่งฮอร์โมนถูกควบคุมโดยฮอร์โมนไทรอยด์สติมิวเลติง นอกจากนี้ต่อมไร้ท่อที่ทำงานภายใต้การควบคุมของระบบต่อมไร้ท่อ คือ รังไข่และอัณฑะ แต่นักเรียนยังไม่สามารถอธิบายแนวคิดทางวิทยาศาสตร์ที่ว่า โกลนาโดโทรฟินจากต่อมใต้สมองส่วนหน้ากระตุ้นให้รังไข่และอัณฑะสร้างและหลั่งฮอร์โมนตามปกติ

### 3.3 แนวคิดเกี่ยวกับต่อมไร้ท่อที่ทำงานเป็นอิสระจากการควบคุมของต่อมใต้สมองส่วนหน้า

ก่อนการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ นักเรียนร้อยละ 60.60 อยู่ในกลุ่มที่มีแนวคิดทางวิทยาศาสตร์บางส่วนและแนวคิดคลาดเคลื่อนบางส่วน โดยอธิบายได้สอดคล้องกับแนวคิดทางวิทยาศาสตร์ว่า ต่อมไทมัสและต่อมไพเนียลทำงานเป็นอิสระจากการควบคุมของต่อมใต้สมองส่วนหน้า แต่นักเรียนมีแนวคิดคลาดเคลื่อนโดยอธิบายว่า ต่อมพาราไทรอยด์ทำงานภายใต้

การควบคุมของต่อมใต้สมองส่วนหน้า เพราะฮอร์โมนไทรอยด์สติมูเลติงจากต่อมใต้สมองส่วนหน้า ทำหน้าที่กระตุ้นการสร้างและหลั่งพาราไทรอยด์

หลังการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ นักเรียนร้อยละ 67.50 อยู่ในกลุ่มที่มีแนวคิดทางวิทยาศาสตร์บางส่วน โดยนักเรียนอธิบายได้สอดคล้องกับแนวคิดทางวิทยาศาสตร์ว่า

“ต่อมพาราไทรอยด์ ต่อมไพเนียลและต่อมไทมัส ทำงานเป็นอิสระจากการควบคุมของต่อมใต้สมองส่วนหน้า เพราะต่อมพาราไทรอยด์หลั่งพาราไทรอยด์ฮอร์โมนเมื่อระดับแคลเซียมในเลือดลดลงกว่าปกติซึ่งไม่เกี่ยวข้องกับฮอร์โมนจากต่อมใต้สมองส่วนหน้า” (แบบวัดแนวคิดเกี่ยวกับระบบต่อมไร้ท่อ)

“ต่อมไร้ท่อที่ทำงานเป็นอิสระจากการควบคุมของต่อมใต้สมองส่วนหน้า ได้แก่ ต่อมไพเนียล ต่อมไทมัส ต่อมพาราไทรอยด์ ภาวะอาหาร ลำไส้เล็ก ตับอ่อน แล้วยี่กรก” (แบบบันทึกการจัดการเรียนรู้)

จากคำตอบของนักเรียนแสดงให้เห็นว่า การจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ ช่วยให้นักเรียนมีแนวคิดเกี่ยวกับต่อมไร้ท่อที่ทำงานเป็นอิสระจากการควบคุมของต่อมใต้สมองส่วนหน้าสอดคล้องกับแนวคิดทางวิทยาศาสตร์ คือ ต่อมไร้ท่อที่ทำงานเป็นอิสระจากการควบคุมของต่อมใต้สมองส่วนหน้า ได้แก่ ต่อมไพเนียล ต่อมไทมัส ต่อมพาราไทรอยด์ ภาวะอาหาร ลำไส้เล็ก ตับอ่อน และรก ต่อมพาราไทรอยด์ทำงานเป็นอิสระจากการควบคุมของต่อมใต้สมองส่วนหน้า เพราะต่อมพาราไทรอยด์หลั่งพาราไทรอยด์ฮอร์โมนเมื่อระดับแคลเซียมในเลือดลดลงกว่าปกติซึ่งไม่เกี่ยวข้องกับฮอร์โมนจากต่อมใต้สมองส่วนหน้า แต่นักเรียนยังไม่สามารถระบุได้ว่า เพราะเหตุใดการหลั่งไทโมซินของต่อมไทมัสจึงไม่มีความเกี่ยวข้องกับฮอร์โมนจากต่อมใต้สมองส่วนหน้า

#### 4. แนวคิดเกี่ยวกับการรักษาคุณภาพของร่างกายด้วยฮอร์โมนจากระบบต่อมไร้ท่อ

จากการวิเคราะห์แนวคิดของนักเรียนเกี่ยวกับการรักษาคุณภาพของร่างกายด้วยฮอร์โมนจากระบบต่อมไร้ท่อ ทั้งก่อนและหลังการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้พบว่า ก่อนการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ นักเรียนส่วนใหญ่อยู่ในกลุ่มที่มีแนวคิดทางวิทยาศาสตร์บางส่วนและมีแนวคิดคลาดเคลื่อนบางส่วนเกี่ยวกับการรักษาคุณภาพของร่างกายด้วยฮอร์โมนจากระบบต่อมไร้ท่อแบบกระตุ้นย้อนกลับ และนักเรียนมากกว่าครึ่งหนึ่งอยู่ในกลุ่มที่มี

แนวคิดคลาดเคลื่อนเกี่ยวกับการรักษาคุณภาพของร่างกายด้วยฮอร์โมนจากระบบต่อมไร้ท่อแบบ ยับยั้งย้อนกลับ แต่หลังการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ นักเรียนเกือบทั้งหมดอยู่ในกลุ่มที่มี แนวคิดคลาดเคลื่อนเกี่ยวกับการรักษาคุณภาพของร่างกายด้วยฮอร์โมนจากระบบต่อมไร้ท่อแบบ ยับยั้งย้อนกลับ นักเรียนส่วนใหญ่อยู่ในกลุ่มที่มีแนวคิดทางวิทยาศาสตร์ เกี่ยวกับการรักษาคุณภาพ ของร่างกายด้วยฮอร์โมนจากระบบต่อมไร้ท่อแบบกระตุ้นย้อนกลับ (ดังตารางที่ 7) ซึ่งรายละเอียด ลักษณะแนวคิดของนักเรียน มีดังนี้

ตารางที่ 7 แนวคิดของนักเรียนเกี่ยวกับการรักษาคุณภาพของร่างกายด้วยฮอร์โมนจากระบบ ต่อมไร้ท่อ

(n = 80)

แนวคิดเกี่ยวกับ	ร้อยละของนักเรียนในแต่ละกลุ่มแนวคิด							
	ก่อนการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้				หลังการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้			
	SC	PC	PC/MC	MC	SC	PC	PC/MC	MC
แบบกระตุ้นย้อนกลับ	3.75	1.25	57.5	37.50	36.30	7.50	23.80	32.50
แบบยับยั้งย้อนกลับ	3.75	0.00	40.00	56.30	2.50	0.00	8.75	88.80

หมายเหตุ: SC: แนวคิดทางวิทยาศาสตร์ PC: แนวคิดทางวิทยาศาสตร์บางส่วน PC/MC: แนวคิดทาง วิทยาศาสตร์บางส่วนและแนวคิดคลาดเคลื่อนบางส่วน MC: แนวคิดคลาดเคลื่อน

#### 4.1 แนวคิดเกี่ยวกับการรักษาคุณภาพของร่างกายด้วยฮอร์โมนจากระบบต่อมไร้ท่อแบบกระตุ้นย้อนกลับ

ก่อนการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ นักเรียนร้อยละ 57.50 อยู่ในกลุ่มที่มี แนวคิดทางวิทยาศาสตร์บางส่วนและแนวคิดคลาดเคลื่อนบางส่วน โดยนักเรียนอธิบายได้ สอดคล้องกับแนวคิดทางวิทยาศาสตร์ว่า การดูแลน้ำหนักของลูกมีผลทำให้ต่อมได้สมองส่วนหน้าของ แม่หลังฮอร์โมนมากขึ้น เพราะการดูแลน้ำหนักของลูกทำให้กระแสประสาทบริเวณเต้านมกระตุ้น ต่อมได้สมองส่วนหน้าของแม่ให้หลัง โพรแลกตินมากยิ่งขึ้น แต่นักเรียนมีแนวคิดคลาดเคลื่อน โดย อธิบายว่า ฮอร์โมนจากต่อมได้สมองส่วนหน้าของแม่ทุกชนิดถูกควบคุมการหลั่งจากระบบ ประสาทส่วนกลาง คือ สมองส่วนไฮโปทาลามัส แต่ไม่เกี่ยวข้องกับการดูแลน้ำหนักของลูก หลังการ จัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ นักเรียนร้อยละ 36.30 อยู่ในกลุ่มที่มีแนวคิดทางวิทยาศาสตร์ โดยอธิบายได้สอดคล้องกับแนวคิดทางวิทยาศาสตร์ว่า

“การหลังโพรแลกทินจากต่อมใต้สมองส่วนหน้าของแม่จากการถูกกระตุ้นของ กระแสประสาทบริเวณเต้านมเมื่อลูกดูดนมเป็นการรักษาคุณภาพของร่างกายด้วยฮอร์โมนจากระบบต่อมไร้ท่อแบบกระตุ้นย้อนกลับ เพราะเมื่อลูกดูดนมจากเต้านมของแม่ กระแสประสาทบริเวณเต้านมจะไปกระตุ้นให้ต่อมใต้สมองส่วนหน้าให้หลังโพรแลกทินออกมา ยิ่งลูกดูดนมมาก และมีน้ำนมไหลออกมามาก โพรแลกทินจากต่อมใต้สมองส่วนหน้าของแม่ก็จะยิ่งหลังมากขึ้น” (แบบวัดแนวคิดเกี่ยวกับระบบต่อมไร้ท่อ)

“การหลังโพรแลกทินจากต่อมใต้สมองส่วนหน้าของแม่มีความเกี่ยวข้องกับการดูดน้ำนมของลูก ยิ่งลูกดูดนมมากเท่าไร ต่อมใต้สมองส่วนหน้าของแม่ก็จะยิ่งหลังโพรแลกทิน” (แบบบันทึกการจัดการเรียนรู้)

จากคำตอบของนักเรียนแสดงให้เห็นว่า การจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ ช่วยให้นักเรียนมีแนวคิดเกี่ยวกับการรักษาคุณภาพของร่างกายด้วยฮอร์โมนจากระบบต่อมไร้ท่อแบบกระตุ้นย้อนกลับที่สอดคล้องกับแนวคิดทางวิทยาศาสตร์ คือ การหลังโพรแลกทินจากต่อมใต้สมองส่วนหน้าของแม่เกิดจากการถูกกระตุ้นของกระแสประสาทบริเวณเต้านมเมื่อลูกดูดนม ยิ่งลูกดูดนมมากและมีน้ำนมไหลออกมามาก โพรแลกทินจากต่อมใต้สมองส่วนหน้าของแม่ก็จะยิ่งหลังมากขึ้น

#### 4.2 แนวคิดเกี่ยวกับการรักษาคุณภาพของร่างกายด้วยฮอร์โมนจากระบบต่อมไร้ท่อแบบยับยั้งย้อนกลับ

ก่อนการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ นักเรียนร้อยละ 56.30 อยู่ในกลุ่มที่มีแนวคิดคลาดเคลื่อน โดยนักเรียนยกตัวอย่างว่า การรักษาคุณภาพของร่างกายด้วยฮอร์โมนจากระบบต่อมไร้ท่อแบบยับยั้งย้อนกลับ คือ การที่ร่างกายอยู่ในภาวะฉุกเฉินแล้วต่อมหมวกไตส่วนในหลั่งเอพิเนฟรินและนอร์เอพิเนฟริน โดยเอพิเนฟรินทำหน้าที่กระตุ้นให้หัวใจเต้นเร็วขึ้น ความดันเลือดสูงขึ้น แต่นอร์เอพิเนฟรินจะทำหน้าที่ยับยั้งการเต้นของหัวใจ ลดความดันเลือดให้เป็นปกติ

หลังการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ นักเรียนร้อยละ 88.80 อยู่ในกลุ่มที่มีแนวคิดคลาดเคลื่อน โดยนักเรียนยกตัวอย่างว่า

“การขยายตัวของปากมดลูกขณะคลอดลูกและการหลั่งออกซิโทซินจากต่อมใต้สมองส่วนหลังของแม่เป็นการรักษาคุณภาพของร่างกายด้วยฮอร์โมนจากระบบต่อมไร้ท่อแบบยับยั้งย้อนกลับ เพราะขณะคลอดทารกปากมดลูกจะขยายออก หน่วยรับความรู้สึกบริเวณปากมดลูกจะส่งกระแสประสาทไปยังต่อมใต้สมองส่วนหลังให้หลั่งออกซิโทซิน เมื่อปากมดลูกขยายกว้างขึ้นต่อมใต้สมองส่วนหลังของแม่จะหยุดหลั่งออกซิโทซิน” (แบบวัดแนวคิดเกี่ยวกับระบบต่อมไร้ท่อ)

จากคำตอบของนักเรียนแสดงให้เห็นว่า การจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ไม่สามารถช่วยให้นักเรียนมีแนวคิดเกี่ยวกับการรักษาคุณภาพของร่างกายด้วยฮอร์โมนจากระบบต่อมไร้ท่อแบบยับยั้งย้อนกลับที่สอดคล้องกับแนวคิดทางวิทยาศาสตร์ได้ เพราะนักเรียนยังมีแนวคิดคลาดเคลื่อน โดยนักเรียนยกตัวอย่างว่า การขยายตัวของปากมดลูกขณะคลอดลูกและการหลั่งออกซิโทซินจากต่อมใต้สมองส่วนหลังของแม่เป็นการรักษาคุณภาพของร่างกายด้วยฮอร์โมนจากระบบต่อมไร้ท่อแบบยับยั้งย้อนกลับ ซึ่งตามแนวคิดทางวิทยาศาสตร์ ตัวอย่างของการรักษาคุณภาพของร่างกายด้วยฮอร์โมนจากระบบต่อมไร้ท่อแบบยับยั้งย้อนกลับ คือ เมื่อระดับแคลเซียมในเลือดลดลงกว่าปกติของร่างกายต่อมพาราไทรอยด์จะหลั่งพาราไทรอยด์ฮอร์โมนเข้าสู่กระแสเลือดเพื่อออกฤทธิ์ที่เซลล์เป้าหมาย เช่น กระดูกโดยกระตุ้นให้กระดูกปล่อยแคลเซียมออกมาเพิ่มขึ้นจนถึงระดับปกติ เมื่อแคลเซียมในเลือดอยู่ในระดับปกติก็จะไปควบคุมต่อมพาราไทรอยด์ ให้อยู่ยังการหลั่งพาราไทรอยด์ ฮอร์โมน เป็นต้น

จากผลการวิจัยพบว่า การจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ช่วยให้นักเรียนมีแนวคิดทางวิทยาศาสตร์และแนวคิดทางวิทยาศาสตร์บางส่วนเพิ่มขึ้น มีแนวคิดทางวิทยาศาสตร์บางส่วนและแนวคิดคลาดเคลื่อนบางส่วนและแนวคิดคลาดเคลื่อนลดลง สอดคล้องกับผลการศึกษาของ ไตรรัตน์ รัตนเดช (2551) และอาทิตยา จิตรเอื้อเพื่อ (2551) ซึ่งพบว่า การจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้สามารถพัฒนานักเรียนให้มีแนวคิดที่สอดคล้องกับแนวคิดทางวิทยาศาสตร์หรือแนวคิดซึ่งเป็นที่ยอมรับของนักวิทยาศาสตร์ในปัจจุบันมากขึ้น ทั้งนี้เนื่องมาจาก

1. มีการตรวจสอบความรู้เดิมของนักเรียนก่อนการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ทำให้ครูสามารถจัดการเรียนรู้ให้กับนักเรียนได้อย่างมีประสิทธิภาพมากขึ้น รวมทั้งป้องกันไม่ให้นักเรียนนำแนวคิดเดิมที่คลาดเคลื่อนไปใช้ในการสร้างแนวคิดใหม่ ซึ่งสอดคล้องกับแนวคิดที่ว่า การตรวจสอบความรู้เดิมของนักเรียนจะช่วยป้องกันไม่ให้นักเรียนนำแนวคิดเดิมที่คลาดเคลื่อนไปใช้สร้างแนวคิดใหม่ที่คลาดเคลื่อนไปด้วย เพราะการมีแนวคิดคลาดเคลื่อนในแนวคิดใดแนวคิดหนึ่งสามารถนำไปสู่การมีแนวคิดคลาดเคลื่อนในแนวคิดอื่นได้ เนื่องจากลำดับของการพัฒนา

แนวคิดหนึ่งที่จะเกิดขึ้นต้องอาศัยแนวคิดหลายแนวคิดมาประกอบ เช่นเดียวกันในการสร้างแนวคิดใหม่ที่สอดคล้องกับแนวคิดทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนต้องอาศัยการจัดระเบียบระหว่างสิ่งที่เรียนรู้ใหม่และแนวคิดเดิมที่มีอยู่ให้เกิดความสมดุล เมื่อนักเรียนเกิดสมดุลทางความคิดทำให้การเรียนรู้ของนักเรียนที่เกิดขึ้นเป็นการเรียนรู้ที่มีความหมายและลดการมีแนวคิดคลาดเคลื่อนลงได้ (อุษา นาคทอง และคณะ, 2550; Westbrook and Marek, 1992; Eisenkraft, 2003; Brooks and Brooks, 2009)

2. มีการใช้คำถามกระตุ้นให้นักเรียนมีส่วนร่วมในกิจกรรมการเรียนรู้และมีการนำสื่อการเรียนรู้ ได้แก่ รูปภาพ คลิปวิดีโอ มากระตุ้นความสนใจของนักเรียน ตัวอย่างกิจกรรมการเรียนรู้ เรื่อง การศึกษาต่อมไทรอยด์ ครุฑนำคลิปวิดีโอเกี่ยวกับการผ่าตัดต่อมไทรอยด์มากระตุ้นความสนใจของนักเรียนให้อยากเรียนรู้ ทำให้นักเรียนเกิดข้อสงสัยหรือมีประเด็นที่ต้องการศึกษาเรียนรู้เกี่ยวกับต่อมไทรอยด์หลายประเด็น เช่น ทำไมต้องมีการผ่าตัดเอาเนื้อเยื่อบางส่วนของต่อมไทรอยด์ออก ต่อมไทรอยด์มีความสำคัญอย่างไรต่อร่างกายคนเรา เป็นต้น จากนั้นนักเรียนได้รวมกลุ่มกันตามความสนใจในประเด็นที่ต้องการศึกษาเกี่ยวกับต่อมไทรอยด์เพื่อทำกิจกรรมขั้นสำรวจและค้นหาต่อไป แสดงให้เห็นว่าการกระตุ้นความสนใจดังกล่าวทำให้นักเรียนเกิดข้อสงสัย มีประเด็นปัญหาที่อยากทำการสำรวจและค้นหาเพื่อหาคำตอบด้วยตนเอง รวมทั้งสามารถทำการสำรวจและค้นหาร่วมกับเพื่อนร่วมชั้นเรียนที่มีความสนใจที่จะศึกษาเรียนรู้ในประเด็นเดียวกันได้ สอดคล้องกับแนวคิดที่ว่า การจัดการเรียนรู้ที่สามารถพัฒนาให้นักเรียนประสบความสำเร็จในการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ได้นั้น ต้องเป็นกิจกรรมที่มีการกระตุ้นความสนใจของผู้เรียนให้อยากมีส่วนร่วมในการเรียนรู้ (สาขาชีววิทยา สสวท., 2552; Colburn, 2000; NRC., 2000; Schwartz *et al.*, 2004; Wilder and Shuttleworth, 2005) และสอดคล้องกับคำกล่าวของ วรณทิพา รอดแรงคำ (2540) ซึ่งกล่าวว่า การที่นักเรียนจะเกิดเรียนรู้ตามแนวทางการสร้างความรู้ นักเรียนต้องมีส่วนร่วมรับผิดชอบในการเรียนรู้ของตนเองและสร้างความหมายให้กับสิ่งที่รับรู้ ซึ่งการสร้าง ความหมายของสิ่งที่รับรู้ อาจได้รับคำแนะนำจากบุคคลอื่นรอบตัวหรือจากการมีปฏิสัมพันธ์กับบุคคลอื่น ครูเป็นเพียงแต่ผู้คอยกระตุ้น สนับสนุนและอำนวยความสะดวกในการเรียนรู้ให้กับนักเรียน

3. มีกิจกรรมที่เน้นให้นักเรียนได้ลงมือปฏิบัติประกอบกับการใช้ทักษะการคิดในสำรวจและค้นหา เปิดโอกาสให้นักเรียนได้อธิบาย อภิปราย สรุปและประเมินผลสิ่งที่เรียนรู้ร่วมกัน ตัวอย่างกิจกรรมการเรียนรู้ ได้แก่

กิจกรรมการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้เรื่อง ลักษณะเฉพาะ ตำแหน่งและหน้าที่ของ ต่อมไร้ท่อ ชั้นสำรวจและค้นหา นักเรียนรวมกลุ่มกันเพื่อสำรวจและค้นหาเกี่ยวกับ ลักษณะเฉพาะ ตำแหน่งและหน้าที่ของต่อมไร้ท่อชนิดต่างๆ ในร่างกาย โดยแต่ละกลุ่มจะศึกษาต่อมไร้ท่อแต่ละ ชนิดแตกต่างกันออกไป จากนั้นนักเรียนแต่ละกลุ่มจะอธิบายความรู้จากการสำรวจและค้นหา พร้อมกับนำเสนอสรุปวาทลักษณะของต่อมไร้ท่อที่ศึกษามาประกอบการอธิบาย มีการระบุแหล่งที่มา ของข้อมูล มีการซักถามแลกเปลี่ยนเรียนรู้ร่วมกัน ครูอธิบายเพิ่มเติมในประเด็นที่นักเรียนสงสัยและ ยังไม่สามารถหาคำตอบจากการสำรวจและค้นหาหรือการอธิบายร่วมกันได้ ชั้นขยายความรู้ นักเรียนสามารถตอบคำถามที่ครูถามเพิ่มเติมได้ รวมทั้งสามารถสรุปและประเมินผลสิ่งที่เรียนรู้ได้

กิจกรรมการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้เรื่อง ความผิดปกติของร่างกายที่เกิดจากระบบต่อมไร้ท่อ นักเรียนได้ทำการสำรวจและค้นหาตามสถานการณ์ที่ครูจัดขึ้น หลังจากสำรวจและค้นหา นักเรียนแต่ละกลุ่มออกมาอธิบายความรู้จากการสำรวจและค้นหาหน้าชั้นเรียนโดยมี ข้อมูลหลักฐานที่นักเรียนได้จากการสำรวจและค้นหาประกอบ หลังการอธิบายนักเรียนได้อภิปราย แลกเปลี่ยนความคิดเห็นร่วมกับครูและเพื่อนร่วมชั้นเรียน นักเรียนมีการซักถามความรู้เพิ่มเติมจากครูในประเด็นที่ยังสงสัยและไม่สามารถสำรวจและค้นหาได้ ครูนำภาพตัวอย่างของคน ที่มีความผิดปกติของร่างกายที่เกิดจากระบบต่อมไร้ท่อมาให้ให้นักเรียนดูประกอบการสรุปสิ่งที่นักเรียนได้เรียนรู้ร่วมกัน

กิจกรรมการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้เรื่อง การควบคุมการทำงานของระบบ ต่อมไร้ท่อ ชั้นสำรวจและค้นหา นักเรียนได้ลงมือปฏิบัติการสำรวจและค้นหาเป็นรายบุคคล โดย นักเรียนแต่ละคนจัดทำหนังสือพิมพ์ทำมือขึ้นมาเพื่ออธิบายสิ่งที่ตนเองสำรวจและค้นหาให้มีความ น่าสนใจ จากนั้นนักเรียนจึงนำผลงานของตนเองมาอธิบายและร่วมแลกเปลี่ยนเรียนรู้กับครูและ เพื่อนร่วมชั้นเรียน และมีการตรวจสอบแนวคิดทางวิทยาศาสตร์ที่นักเรียนสำรวจและค้นหามาว่า ถูกต้องหรือไม่ อย่างไร ถ้าหากนักเรียนมีแนวคิดคลาดเคลื่อน ครูและเพื่อนร่วมชั้นเรียนจะอธิบาย เพิ่มเติมให้ถูกต้องหรือเสนอแนะให้นักเรียนแก้ไขปรับเปลี่ยนแนวคิดให้สอดคล้องกับแนวคิดทาง วิทยาศาสตร์ชั้นขยายความรู้ นักเรียนสามารถตอบคำถามที่ครูถามเพิ่มเติมได้

กิจกรรมการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้เรื่อง การรักษาคุณภาพของร่างกายด้วย ฮอร์โมนจากระบบต่อมไร้ท่อ เปิดโอกาสนักเรียนได้ทำสำรวจและค้นหาเป็นกลุ่ม ซึ่งข้อมูลที่ต้องการสำรวจและค้นหาจากคำถามที่แต่ละกลุ่มตั้งขึ้นเองจากความสงสัยหรือความสนใจของ นักเรียนเอง และขณะที่ทำการสำรวจและค้นหาร่วมกัน นักเรียนจึงมีการอภิปราย ถกเถียงกันภายใน

กลุ่มของตนเองเกี่ยวกับคำถามหรือข้อสงสัยที่ต้องการสำรวจและค้นหา เมื่อถึงชั้นอธิบาย ทุกกลุ่มสามารถอธิบายและนำเสนอถึงผลจากการศึกษาได้อย่างน่าสนใจ ทำให้เพื่อนๆ กลุ่มอื่นสนใจที่จะฟังการอธิบายด้วยเช่นเดียวกัน

ลักษณะของกิจกรรมการเรียนรู้ดังกล่าวมา สอดคล้องกับแนวคิดที่ว่า การจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ต้องเป็นกระบวนการการเรียนรู้ที่เปิดกว้าง เน้นนักเรียนเป็นศูนย์กลาง มีกิจกรรมให้นักเรียนลงมือปฏิบัติ สนับสนุนให้นักเรียนได้ใช้ทักษะการคิด ได้ถามในสิ่งที่สงสัย อยากรู้ และสามารถสำรวจและค้นหาคำตอบในประเด็นที่สงสัย ใช้การวิเคราะห์ ตีความหมายและสังเคราะห์ข้อมูลจากการสำรวจและค้นหา อธิบายสิ่งที่เรียนรู้ และสรุปได้ว่าตนเองได้เรียนรู้อะไร และเรียนรู้ได้อย่างไร ซึ่งจะส่งผลให้นักเรียนเกิดความเข้าใจความหมายของสิ่งที่ตนเองเรียนรู้มากยิ่งขึ้น รวมทั้งยังเป็นการส่งเสริมให้นักเรียนใช้ทักษะการสืบเสาะหาความรู้ในการสร้างความรู้ด้วยตนเอง เพราะการเรียนรู้ของนักเรียนจะเกิดขึ้นได้มากที่สุด เมื่อกิจกรรมการเรียนรู้มีความเหมาะสมกับวัยของนักเรียน มีความท้าทายต่อสติปัญญา และเป็นกิจกรรมที่นักเรียนสามารถปฏิบัติได้จริง (สาขาชีววิทยา สสวท., 2552; Colburn, 2000; NRC., 2000; Schwartz *et al.*, 2004; Wilder and Shuttleworth, 2005; Budnitz, 2009; Wikipedia, 2009)

4. มีกิจกรรมการเรียนรู้ที่ให้นักเรียนได้ศึกษาประวัติการค้นพบซีครีทิน โดยซีครีทินเป็นฮอร์โมนตัวแรกที่มีการค้นพบและเป็นฮอร์โมนที่สร้างจากกลุ่มเซลล์ที่เป็นต่อมไร้ท่อในลำไส้เล็ก ในกิจกรรมการเรียนรู้ นักเรียนจะรวมกลุ่มกันศึกษาและมีการอภิปรายร่วมกันในประเด็นต่างๆ เช่น จรรยาบรรณในการใช้สัตว์ทดลองเกี่ยวกับซีครีทินของนักวิทยาศาสตร์ การเผยแพร่ผลการศึกษาเกี่ยวกับซีครีทินของนักวิทยาศาสตร์ รวมทั้งบทบาทของซีครีทินที่มีต่อร่างกายของคนและสัตว์บางชนิด ซึ่งนักเรียนมีความสนใจและกระตือรือร้นในการเรียนรู้ รวมทั้งให้ความร่วมมือในกิจกรรมการเรียนรู้เป็นอย่างดี นักเรียนมีการอภิปรายและแลกเปลี่ยนเรียนรู้ภายในกลุ่ม แล้วจึงขยายการอภิปรายและแลกเปลี่ยนเรียนรู้จากระดับกลุ่มเป็นระดับชั้นเรียน การที่นักเรียนมีความสนใจที่จะเรียนเกี่ยวกับประวัติการค้นพบซีครีทิน ทำให้นักเรียนสามารถพัฒนาแนวคิดทางวิทยาศาสตร์เกี่ยวกับซีครีทินมากยิ่งขึ้น สอดคล้องกับคำกล่าวของ McComas *et al.* (2000) ที่กล่าวว่า การส่งเสริมให้นักเรียนศึกษาและทำความเข้าใจประวัติการค้นพบทางวิทยาศาสตร์ในบทเรียนวิทยาศาสตร์เรื่องต่างๆ จะช่วยให้นักเรียนมีความเข้าใจแนวคิดทางวิทยาศาสตร์ที่เรียนรู้ได้ดียิ่งขึ้น

อย่างไรก็ตาม หลังการจัดเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้พบว่า นักเรียนยังคงมีแนวคิดทางวิทยาศาสตร์บางส่วนและแนวคิดคลาดเคลื่อนบางส่วนเกี่ยวกับอวัยวะ รั้งไข่ รก ต่อมไทรอยด์

ต่อมได้ส่องส่วนหน้า และต่อมไฟเนียล อาจมีสาเหตุมาจากการที่นักเรียนเกิดแนวคิดใหม่ขึ้น ระหว่างการเรียนรู้ แต่แนวคิดใหม่นั้นถูกนำไปตีความหมายอย่างผิดๆ เพื่อให้เข้ากันได้กับแนวคิดเดิมที่มีอยู่ จนในที่สุดนักเรียนมีทั้งแนวคิดทางวิทยาศาสตร์และแนวคิดที่คลาดเคลื่อนควบคู่กันไป (Osborne, Bell, Gilbert, 1983 อ้างใน วรรณทิพา รอดแรงคำ, 2540) สำหรับกรณีที่นักเรียนยังคงมีแนวคิดทางวิทยาศาสตร์บางส่วนและแนวคิดคลาดเคลื่อนบางส่วนเกี่ยวกับต่อมไร้ท่อที่ทำงาน ภายใต้การควบคุมของระบบประสาทโดยตรง อาจเป็นเพราะนักเรียนส่วนใหญ่ยังขาดความเข้าใจ บทบาทของฮอร์โมนที่สร้างจากสมองส่วนไฮโปทาลามัส ซึ่งทำหน้าที่กระตุ้นการสร้างและหลั่ง ฮอร์โมนของต่อมไร้ท่อส่วนหน้า ทำให้นักเรียนไม่สามารถระบุว่า ต่อมไร้ท่อส่วนหน้าทำงาน ภายใต้การควบคุมของระบบประสาทส่วนกลาง คือ สมองส่วนไฮโปทาลามัส สอดคล้องกับแนวคิดที่ว่า การเรียนรู้วิทยาศาสตร์ในเนื้อหาบทเรียนต่างๆ ต้องมีความเชื่อมโยงความรู้อย่างต่อเนื่องกัน หากนักเรียนเรียนรู้แบบแยกส่วนขาดการเชื่อมโยงเนื้อหาบทเรียนเข้าด้วยกัน จะทำให้นักเรียนมีความเข้าใจที่ไม่ต่อเนื่องและไม่สามารถนำความรู้ที่เรียนรู้แล้วมาประยุกต์ใช้ในสถานการณ์อื่นๆ ได้ (สิรินภา กิจเกื้อกูล และ นฤมล ยุตาคม, 2547; อุษา นาคทองและคณะ, 2550)

นอกจากนี้หลังการจัดเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ นักเรียนมีแนวคิดคลาดเคลื่อนเพิ่มขึ้น เกี่ยวกับการรักษาคุณภาพของร่างกายด้วยฮอร์โมนจากระบบต่อมไร้ท่อแบบยับยั้งย้อนกลับ อาจเป็นเพราะก่อนจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ มีนักเรียนในกลุ่มที่มีแนวคิดคลาดเคลื่อนเกี่ยวกับเรื่องนี้มากทำให้นักเรียนไม่สามารถสร้างแนวคิดที่สอดคล้องกับแนวคิดทางวิทยาศาสตร์ สอดคล้องกับข้อสังเกตที่ว่า หากนักเรียนมีแนวคิดเดิมที่คลาดเคลื่อนอาจส่งผลให้การสร้างแนวคิดใหม่ที่ถูกต้องเกิดขึ้นได้ยาก เพราะการมีแนวคิดเดิมที่คลาดเคลื่อนจะส่งผลให้เกิดการสร้างแนวคิดใหม่ที่คลาดเคลื่อนด้วย (Westbrook and Marek, 1992; Tytler 2002) และสอดคล้องกับแนวคิดที่ว่า แม้นักเรียนจะสามารถสร้างแนวคิดใหม่ขึ้นระหว่างการเรียนรู้และแนวคิดใหม่นั้นได้รับการยอมรับจากนักเรียน แต่ขณะเดียวกันแนวคิดใหม่นั้นอาจทำให้นักเรียนเกิดความสับสน นักเรียนจึงละเลยแนวคิดใหม่นั้นและยึดติดกับแนวคิดเดิม หากนักเรียนมีแนวคิดเดิมที่คลาดเคลื่อนนักเรียนอาจจะยังคงมีแนวคิดเช่นนั้นหลังการเรียนรู้ (Osborne *et al.*, 1983 อ้างใน วรรณทิพา รอดแรงคำ, 2540)

### การพัฒนาความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์

ผู้วิจัยได้ศึกษาการพัฒนาความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ของนักเรียนโดยการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ เก็บรวบรวมข้อมูลจากแบบสำรวจความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ แบบบันทึกการจัดการเรียนรู้ และอนุทินสะท้อนการเรียนรู้ของนักเรียน ผู้วิจัยจึงนำเสนอผลการการศึกษา ดังตารางที่ 8

ตารางที่ 8 ความเข้าใจของนักเรียนเกี่ยวกับธรรมชาติของวิทยาศาสตร์

ประเด็นธรรมชาติของวิทยาศาสตร์	ความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ของนักเรียน (ร้อยละ)	
	ก่อนเรียน	หลังเรียน
1. ความรู้ทางวิทยาศาสตร์เปลี่ยนแปลงได้	64.06	73.13
2. วิทยาศาสตร์ต้องการหลักฐาน	78.13	86.88
3. วิทยาศาสตร์เป็นกิจกรรมทางสังคมที่ทุกคนสามารถมีส่วนร่วม	57.51	70.00
4. การพัฒนาทางวิทยาศาสตร์มีความสัมพันธ์กับสังคมเทคโนโลยี วัฒนธรรม บรรทัดฐาน และการเมือง	93.13	97.51
5. นักวิทยาศาสตร์เข้าร่วมกิจกรรมทางสังคมในฐานะผู้เชี่ยวชาญหรือพลเมืองของสังคม	90.64	97.52

จากตารางที่ 8 พบว่า ก่อนการจัดเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ นักเรียนมีความเข้าใจประเด็นธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ เรียงลำดับจากมากไปหาน้อย ดังนี้ การพัฒนาทางวิทยาศาสตร์มีความสัมพันธ์กับสังคมเทคโนโลยี วัฒนธรรม บรรทัดฐาน และการเมือง นักวิทยาศาสตร์เข้าร่วมกิจกรรมทางสังคมในฐานะผู้เชี่ยวชาญหรือพลเมืองของสังคม วิทยาศาสตร์ต้องการหลักฐาน ความรู้ทางวิทยาศาสตร์เปลี่ยนแปลงได้ และวิทยาศาสตร์เป็นกิจกรรมทางสังคมที่ทุกคนสามารถมีส่วนร่วม เมื่อเปรียบเทียบความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ของนักเรียนก่อนและหลังการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้พบว่า การจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ทำให้นักเรียนมีความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์เพิ่มขึ้นทุกประเด็น สำหรับประเด็นธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ที่นักเรียนมีความเข้าใจเพิ่มขึ้นมากที่สุดคือ วิทยาศาสตร์เป็นกิจกรรมทางสังคมที่ทุกคนสามารถมีส่วนร่วม

เมื่อวิเคราะห์ประเด็นธรรมชาติของวิทยาศาสตร์แต่ละประเด็นพบว่า นักเรียนมีความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ก่อนและหลังการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ ดังนี้

### 1. ความรู้ทางวิทยาศาสตร์เปลี่ยนแปลงได้

จากการศึกษาพบว่า ทั้งก่อนและหลังการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ นักเรียนส่วนใหญ่มีความเข้าใจว่าความรู้ทางวิทยาศาสตร์เปลี่ยนแปลงได้ แต่มีนักเรียนบางส่วนที่มีความเข้าใจว่า ความรู้ทางวิทยาศาสตร์เปลี่ยนแปลงไม่ได้ และมีนักเรียนบางส่วนที่ตอบคำถามแต่ไม่ได้สะท้อนความเข้าใจเกี่ยวกับธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ ดังรายละเอียดในตารางที่ 9

ตารางที่ 9 ความเข้าใจของนักเรียนเกี่ยวกับความรู้ทางวิทยาศาสตร์เปลี่ยนแปลงได้

กลุ่มคำตอบของนักเรียน	ร้อยละของนักเรียน	
	ก่อนเรียน	หลังเรียน
1. นักเรียนเข้าใจว่าความรู้ทางวิทยาศาสตร์เปลี่ยนแปลงได้ เนื่องจาก	64.06	73.13
1.1 วิทยาศาสตร์เป็นกระบวนการสร้างความรู้อย่างต่อเนื่อง	27.19	10.94
1.2 นักวิทยาศาสตร์สร้างทฤษฎีหรือคำอธิบายปรากฏการณ์ขึ้นมาใหม่	2.81	2.50
1.3 นักวิทยาศาสตร์สร้างทฤษฎีหรือคำอธิบายปรากฏการณ์ขึ้นมาใหม่ และการใช้เครื่องมือที่มีความละเอียด แม่นยำทำให้ได้หลักฐานมาเพิ่มเติมหรือโต้แย้งหลักฐานเดิม	2.50	1.25
1.4 การสำรวจ การสังเกต การทดลองใหม่ๆ ทำให้ได้หลักฐานมาเพิ่มเติมหรือโต้แย้งหลักฐานเดิม	15.31	15.63
1.5 การใช้เครื่องมือที่มีความละเอียด แม่นยำทำให้ได้หลักฐานมาเพิ่มเติมหรือโต้แย้งหลักฐานเดิม	9.69	11.25
1.6 การสำรวจ การสังเกต การทดลองใหม่ๆ ทำให้ได้หลักฐานมาเพิ่มเติมหรือโต้แย้งหลักฐานเดิม นักวิทยาศาสตร์สร้างทฤษฎีหรือคำอธิบายปรากฏการณ์ขึ้นมาใหม่	1.25	13.75
1.7 การสำรวจ การสังเกต การทดลองใหม่ๆ รวมทั้งการใช้เครื่องมือที่มีความละเอียด แม่นยำ ทำให้ได้หลักฐานมาเพิ่มเติมหรือโต้แย้งหลักฐานเดิม	1.25	2.50
1.8 การสำรวจ การสังเกต การทดลองใหม่ๆ รวมทั้งการใช้เครื่องมือที่มีความละเอียด แม่นยำ ทำให้ได้หลักฐานมาเพิ่มเติมหรือโต้แย้งหลักฐานเดิม นักวิทยาศาสตร์สร้างทฤษฎีหรือคำอธิบายปรากฏการณ์ขึ้นมาใหม่	2.81	3.13
1.9 วิทยาศาสตร์เป็นกระบวนการสร้างความรู้อย่างต่อเนื่อง และการสำรวจ การสังเกต การทดลองใหม่ๆ ทำให้ได้หลักฐานมาเพิ่มเติมหรือโต้แย้งหลักฐานเดิม	0.00	3.44

## ตารางที่ 9 (ต่อ)

กลุ่มคำตอบของนักเรียน	ร้อยละของนักเรียน	
	ก่อนเรียน	หลังเรียน
1.10 วิทยาศาสตร์เป็นกระบวนการสร้างความรู้อย่างต่อเนื่อง และ การใช้เครื่องมือที่มีความละเอียด แม่นยำทำให้ได้หลักฐานมาเพิ่มเติมหรือโต้แย้งหลักฐานเดิม	0.94	8.75
1.11 วิทยาศาสตร์เป็นกระบวนการสร้างความรู้อย่างต่อเนื่อง การสำรวจ การสังเกต การทดลองใหม่ ๆ ทำให้ได้หลักฐานมาเพิ่มเติมหรือโต้แย้งหลักฐานเดิม และ นักวิทยาศาสตร์สร้างทฤษฎีหรือคำอธิบายปรากฏการณ์ขึ้นมาใหม่	0.31	0.00
2. นักเรียนมีความเข้าใจว่าความรู้ทางวิทยาศาสตร์เปลี่ยนแปลงไม่ได้ เพราะไม่มีตัวอย่างหรือหลักฐานใหม่มาโต้แย้ง ไม่มีสิ่งที่จะนำมาศึกษาทดลอง หรือเป็นความรู้ที่ได้รับการยืนยันเป็นความจริงแท้แน่นอน	3.44	2.81
3. นักเรียนมีความเข้าใจว่าความรู้ทางวิทยาศาสตร์เปลี่ยนแปลงไปตามกาลเวลา	3.13	1.25
4. นักเรียนตอบคำถามแต่ไม่ได้สะท้อนความเข้าใจเกี่ยวกับธรรมชาติของวิทยาศาสตร์	29.38	22.81

จากตารางที่ 9 เมื่อนำคำตอบของนักเรียนก่อนและหลังการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้มาจัดกลุ่มคำตอบพบว่า ได้กลุ่มคำตอบที่เหมือนกัน แต่หลังการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ นักเรียนสามารถอธิบายเหตุผลสนับสนุนความเข้าใจของตนเองได้มากขึ้น นักเรียนส่วนใหญ่ยังคงเข้าใจว่าความรู้ทางวิทยาศาสตร์เปลี่ยนแปลงได้ ส่วนนักเรียนที่เข้าใจว่าความรู้ทางวิทยาศาสตร์เปลี่ยนแปลงไม่ได้ ความรู้ทางวิทยาศาสตร์เปลี่ยนแปลงไปตามกาลเวลา และตอบคำถามแต่ไม่ได้สะท้อนความเข้าใจเกี่ยวกับธรรมชาติของวิทยาศาสตร์มีจำนวนลดลง ดังตัวอย่างคำตอบของนักเรียนก่อนการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ที่ว่า

“ถ้ามีคนพยายามที่จะคิดค้นสิ่งใหม่ๆ ขึ้นมาเรื่อยๆ ก็ย่อมจะมีสิ่งใหม่เกิดขึ้นมาทดแทนเสมอ” (แบบสำรวจความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์, S102)

“มีการค้นพบหลักฐานใหม่ๆ ที่สามารถนำมาโต้แย้งซึ่งกันและกัน” (แบบสำรวจความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์, S101)

“หากนักวิทยาศาสตร์มีการศึกษาค้นคว้าใหม่ๆ อาจทำให้ค้นพบหลักฐานใหม่ๆ ที่แตกต่างไปจากเดิม และสามารถล้มล้างข้อสรุปเก่าได้ ก็จะทำให้ข้อความรู้เปลี่ยนไปจากปัจจุบัน” (แบบสำรวจความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์, S230)

จากคำตอบของนักเรียนสะท้อนให้เห็นความเข้าใจของนักเรียนว่า ความรู้ทางวิทยาศาสตร์เปลี่ยนแปลงได้เนื่องจาก วิทยาศาสตร์เป็นกระบวนการสร้างความรู้ที่ต้องอาศัยการสำรวจ การสังเกต การทดลองใหม่ๆ ทำให้ได้หลักฐานมาเพิ่มเติมหรือโต้แย้งหลักฐานเดิม

หลังการจัดเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ นักเรียนส่วนใหญ่จะอธิบายและให้เหตุผลได้มากขึ้นว่าเพราะเหตุใดความรู้ทางวิทยาศาสตร์จึงเปลี่ยนแปลงได้ โดยนักเรียนที่อธิบายเหตุผลมากกว่าหนึ่งเหตุผลมีจำนวนเพิ่มขึ้น คำอธิบายของนักเรียนมีความซับซ้อนมากขึ้น ดังตัวอย่างคำตอบของนักเรียนที่ว่า

“นักวิทยาศาสตร์คนอื่นอาจจะไปค้นคว้า สืบค้นหาข้อมูลเพิ่มเติมให้ได้มากกว่าเดิม มีกระบวนการค้นคว้าหรือขั้นตอนการทดลอง เพิ่มมากขึ้น หรือมีแนวคิดใหม่ๆ” (แบบสำรวจความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์, S122)

“จากการทดลองของเบย์ลิสและสตาร์ลิง ทำให้ความรู้ทางวิทยาศาสตร์เปลี่ยนแปลง เพราะนักวิทยาศาสตร์ยุคนั้นเชื่อว่าอวัยวะต่างๆ ในร่างกายของคนเราส่งสัญญาณไปยังอวัยวะอื่นทางระบบประสาทเท่านั้น แต่เมื่อเบย์ลิสและสตาร์ลิงทำการทดลองสำเร็จ ทำให้พวกเขาอธิบายว่า นอกจากการส่งสัญญาณทางกระแสประสาทแล้ว ยังมีการส่งสัญญาณโดยสารเคมีที่สร้างขึ้นจากอวัยวะบางอย่าง เช่น ลำไส้เล็ก” (แบบบันทึกการจัดการเรียนรู้)

“อนาคตความรู้เกี่ยวกับการรักษาคุณภาพของร่างกายด้วยฮอร์โมนจากต่อมไร้ท่อ อาจจะเหมือนเดิมหรือเปลี่ยนแปลงไป ถ้าไม่มีการศึกษาค้นคว้าของนักวิทยาศาสตร์อีกความรู้ก็จะเหมือนเดิม แต่ถ้านักวิทยาศาสตร์ศึกษาค้นคว้าแล้วมีข้อมูลหรือหลักฐานมาเพิ่มเติม หรือเมื่อมีเทคโนโลยีใหม่ๆ มากขึ้น ก็จะทำให้ศึกษาและสรุปผลข้อมูลต่างๆ สะดวกและแม่นยำขึ้นทำให้ได้ข้อมูลที่ชัดเจนขึ้นกว่าเดิมทำให้ความรู้เปลี่ยนแปลงไป” (แบบบันทึกการจัดการเรียนรู้)

“ถ้านักวิทยาศาสตร์ทำการทดลองใหม่ๆ แล้วได้ข้อมูลที่ขัดแย้งกับความรู้ในปัจจุบัน การทดลองนั้นมีหลักฐานมายืนยัน นักวิทยาศาสตร์คนอื่นๆ เชื่อถือหลักฐานเหล่านั้น ความรู้ก็เปลี่ยนไป” (แบบบันทึกการจัดการเรียนรู้)

จากคำตอบของนักเรียนแสดงให้เห็นว่า การจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ช่วยให้นักเรียนมีความเข้าใจว่า ความรู้ทางวิทยาศาสตร์สามารถเปลี่ยนแปลงได้ เนื่องจากวิทยาศาสตร์เป็น

กระบวนการสร้างความรู้อย่างต่อเนื่อง การสำรวจ การสังเกต การทดลองใหม่ๆ รวมถึงการใช้เครื่องมือที่มีความละเอียด แม่นยำ ทำให้ได้หลักฐานมาเพิ่มเติมหรือโต้แย้งหลักฐานเดิม ซึ่งนักวิทยาศาสตร์นำมาสร้างทฤษฎีหรืออธิบายปรากฏการณ์ใหม่ๆ

## 2. วิทยาศาสตร์ต้องการหลักฐาน

จากการวิเคราะห์คำตอบของนักเรียนเกี่ยวกับ ความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ในประเด็น “วิทยาศาสตร์ต้องการหลักฐาน” ทั้งก่อนและหลังการจัดเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ พบว่า สามารถจัดกลุ่มคำตอบของนักเรียนได้เหมือนกัน แต่หลังการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ นักเรียนที่เข้าใจว่า วิทยาศาสตร์ต้องการหลักฐานมีจำนวนเพิ่มขึ้น ส่วนนักเรียนที่คำตอบไม่ได้สะท้อนถึงความเข้าใจเกี่ยวกับธรรมชาติของวิทยาศาสตร์มีจำนวนลดลง (ดังตารางที่ 10)

ตารางที่ 10 ความเข้าใจของนักเรียนเกี่ยวกับวิทยาศาสตร์ต้องการหลักฐาน

กลุ่มคำตอบของนักเรียน	ร้อยละของนักเรียน	
	ก่อนเรียน	หลังเรียน
1. นักเรียนมีความเข้าใจว่าวิทยาศาสตร์ต้องการหลักฐาน เนื่องจาก	78.13	86.88
1.1 นักวิทยาศาสตร์ทำการศึกษาค้นคว้า สังเกต ทดลอง เพื่อให้ได้หลักฐานมาอ้างอิงหรือยืนยัน	31.25	37.50
1.2 นักวิทยาศาสตร์ศึกษาหลักฐานที่มีอยู่และลงข้อสรุปจากการศึกษาหลักฐาน	46.88	49.38
2. นักเรียนตอบคำถามแต่ไม่ได้สะท้อนความเข้าใจเกี่ยวกับธรรมชาติของวิทยาศาสตร์	21.88	13.13

ก่อนการจัดเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ นักเรียนร้อยละ 31.25 มีความเข้าใจว่า นักวิทยาศาสตร์ทำการศึกษาค้นคว้า สังเกต ทดลอง เพื่อให้ได้หลักฐานมาอ้างอิงหรือยืนยัน ดังตัวอย่างคำตอบของนักเรียนที่ว่า

“ต้องมีการทดลอง ทดสอบ หลายๆ ครั้งหลายๆ อย่างหรือใช้วิธีการหลายอย่างร่วมกัน”  
(แบบสำรวจความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์, S102)

นักเรียนร้อยละ 46.88 เข้าใจว่า นักวิทยาศาสตร์ศึกษาหลักฐานที่มีอยู่และลงข้อสรุปจากการศึกษาหลักฐาน ดังตัวอย่างคำตอบของนักเรียน คือ

“ศึกษาจากฟอสซิลของพืชชนิดนั้น ศึกษาพืชในปัจจุบันที่มีลักษณะใกล้เคียง” (แบบสำรวจความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์, S119)

หลังการจัดเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ นักเรียนร้อยละ 37.50 มีความเข้าใจว่า นักวิทยาศาสตร์ทำการศึกษาค้นคว้า สังเกต ทดลอง เพื่อให้ได้หลักฐานมาอ้างอิงหรือยืนยัน ดังตัวอย่างคำตอบของนักเรียนที่ว่า

“มีการทดลอง ตรวจสอบ วิจัยแล้วว่าเป็นสารเคมีที่ใช้แทนอินซูลินได้จริงซึ่งถ้ามีการเผยแพร่ การทดลองและวิจัยว่าใช้สารเคมีนี้ใช้ได้ดีกว่าอินซูลินก็จะได้รับการยอมรับให้ใช้ได้” (แบบสำรวจความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์, S111)

“การได้มาซึ่งหลักฐานที่นำมาประกอบความรู้ให้เป็นที่ยอมรับไม่จำเป็นต้องทำการทดลองอย่างเดียว บางครั้งอาจจะเป็นผลจากการสำรวจ การสังเกต ก็เป็นได้หลักฐานเหมือนกัน ยกตัวอย่างเช่นในการศึกษาค้นคว้าเกี่ยวกับต่อมไทรอยด์ เดวิด มาร์ติน ทำการสำรวจและสังเกตคนที่อยู่ใกล้ทะเลกับคนที่อยู่ไกลจากทะเลว่าคนกลุ่มไหนเป็นโรคคอพอกมากกว่ากัน จากนั้นถึงทำการทดลองกับสัตว์” (แบบบันทึกการจัดการเรียนรู้)

“การที่นักวิทยาศาสตร์แต่ละท่านทำการทดลองมีข้อดี คือ ทำให้มีหลักฐานที่สามารถนำมาอ้างอิงหรือยืนยันได้ ทำให้ความรู้ที่ได้มีความน่าเชื่อถือและเป็นประโยชน์ต่อการศึกษาค้นคว้าความรู้เหล่านี้” (แบบบันทึกการจัดการเรียนรู้)

นักเรียนร้อยละ 49.38 เข้าใจว่า นักวิทยาศาสตร์ศึกษาหลักฐานที่มีอยู่และลงข้อสรุปจากการศึกษาหลักฐาน ดังตัวอย่างคำตอบของนักเรียนที่ว่า

“ศึกษาจากซากฟอสซิลต่างๆ และอาจจะพบเศษพืชโบราณบนซากฟอสซิล และนำมาศึกษาค้นคว้าแล้วจึงสันนิษฐานและอธิบายลักษณะของพืชโบราณชนิดนี้” (แบบสำรวจความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์, S138)

จากคำตอบของนักเรียนแสดงให้เห็นว่า การจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ช่วยให้นักเรียนมีความเข้าใจว่า วิทยาศาสตร์ต้องการหลักฐาน โดยนักวิทยาศาสตร์ทำการศึกษาค้นคว้า

สังเกต ทดลอง เพื่อให้ได้หลักฐานมาอ้างอิงหรือยืนยัน บางครั้งนักวิทยาศาสตร์อาจศึกษาหลักฐานที่มีอยู่และลงข้อสรุปจากการศึกษาหลักฐานนั้น

### 3. วิทยาศาสตร์เป็นกิจกรรมทางสังคมที่ทุกคนสามารถมีส่วนร่วม

จากการวิเคราะห์คำตอบของนักเรียนเกี่ยวกับ ความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ในประเด็น “วิทยาศาสตร์เป็นกิจกรรมทางสังคมที่ทุกคนสามารถมีส่วนร่วม” ทั้งก่อนและหลังการจัดเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้พบว่า ก่อนการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ นักเรียนที่มีความเข้าใจว่า วิทยาศาสตร์เป็นกิจกรรมทางสังคมที่ทุกคนสามารถมีส่วนร่วม และนักเรียนที่ตอบคำถามแต่ไม่ได้สะท้อนถึงความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์มีจำนวนใกล้เคียงกัน แต่หลังจากการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ นักเรียนส่วนใหญ่มีความเข้าใจว่า วิทยาศาสตร์เป็นกิจกรรมทางสังคมที่ทุกคนสามารถมีส่วนร่วม แต่ยังคงมีนักเรียนบางส่วนที่ตอบคำถามโดยไม่ได้สะท้อนถึงความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ (ดังตารางที่ 11) รายละเอียดความเข้าใจของนักเรียน มีดังนี้

ตารางที่ 11 ความเข้าใจของนักเรียนเกี่ยวกับวิทยาศาสตร์เป็นกิจกรรมทางสังคมที่ทุกคนสามารถมีส่วนร่วม

กลุ่มคำตอบของนักเรียน	ร้อยละของนักเรียน	
	ก่อนเรียน	หลังเรียน
1. นักเรียนมีความเข้าใจว่าวิทยาศาสตร์เป็นกิจกรรมทางสังคมที่ทุกคนสามารถมีส่วนร่วม เนื่องจาก		
1.1 ความรู้ทางวิทยาศาสตร์ต้องถูกตรวจสอบและเผยแพร่ต่อสาธารณชน	57.51	70.00
1.2 คนทุกเพศ เชื้อชาติ ศาสนา สามารถใช้ความรู้ทางวิทยาศาสตร์ในชีวิตประจำวัน การทำงาน หรือการต่อยอดความรู้ได้	45.63	48.75
2. นักเรียนตอบคำถามแต่ไม่ได้สะท้อนความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์	42.50	30.00

ก่อนการจัดเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ นักเรียนมีความเข้าใจว่าวิทยาศาสตร์เป็นกิจกรรมทางสังคมที่ทุกคนสามารถมีส่วนร่วม ได้เนื่องจากความรู้ทางวิทยาศาสตร์ต้องถูกตรวจสอบและเผยแพร่ต่อสาธารณชนเพียงร้อยละ 11.88 ตัวอย่างคำตอบของนักเรียน ดังนี้

“การทดลองจากแพทย์ นักวิทยาศาสตร์ เพราะพวกเขามีการคิดค้นและทำการทดลองมาอย่างดี และทำการทดลองหลายครั้งจนเกิดความมั่นใจว่าใช้แล้วเกิดประสิทธิภาพจริง” (แบบสำรวจความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์, S122)

“มีการยอมรับอย่างแพร่หลาย และได้รับการตรวจสอบแล้ว” (แบบสำรวจความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์, S212)

นักเรียนร้อยละ 45.63 เข้าใจว่าวิทยาศาสตร์เป็นกิจกรรมทางสังคมที่ทุกคนสามารถมีส่วนร่วมได้ เนื่องจากคนทุกเพศ เชื้อชาติ ศาสนา สามารถใช้ความรู้ทางวิทยาศาสตร์ในชีวิตประจำวัน การทำงาน หรือการต่อยอดความรู้ได้ ดังตัวอย่างคำตอบของนักเรียน คือ

“จำเป็นอย่างยิ่งที่ต้องมีความรู้เกี่ยวกับโรคระบาด และมีความรู้ในการป้องกันตนเองจากโรคระบาด เพราะหากไม่มีความรู้แล้วเราก็อาจเป็นอันตรายถึงชีวิตได้” (แบบสำรวจความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์, S235) เป็นต้น

หลังการจัดเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ นักเรียนร้อยละ 21.25 มีความเข้าใจว่าวิทยาศาสตร์เป็นกิจกรรมทางสังคมที่ทุกคนสามารถมีส่วนร่วมได้ เนื่องจากความรู้ทางวิทยาศาสตร์ต้องถูกตรวจสอบ และเผยแพร่ต่อสาธารณชน ดังตัวอย่างคำตอบของนักเรียนที่ว่า

“มีการพิสูจน์ทางวิทยาศาสตร์ว่าเป็นจริงน่าเชื่อถือและถูกทดลองหรือพิสูจน์แล้ว และได้รับการยอมรับจากนักวิทยาศาสตร์และสังคมแล้ว” (แบบสำรวจความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์, S107)

“นักวิทยาศาสตร์ได้รับการทดลองค้นคว้าจนประสบความสำเร็จทำให้เป็นที่ยอมรับของทางการแพทย์” (แบบสำรวจความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์, S135)

“ข้อมูลที่นักวิทยาศาสตร์นำเสนอต่อกลุ่มของนักวิทยาศาสตร์จะต้อง เป็นข้อเท็จจริงที่สามารถพิสูจน์ได้ มีการแหล่งของข้อมูลที่ชัดเจนสามารถตรวจสอบได้ นักวิทยาศาสตร์ต้องเสนอข้อมูลด้วยความซื่อสัตย์ ตามผลการศึกษาค้นคว้าที่ทำอยู่” (แบบบันทึกการจัดการเรียนรู้)

“การที่ความรู้ทางวิทยาศาสตร์จะได้รับการยอมรับต้องผ่านกระบวนการตรวจสอบจากนักวิทยาศาสตร์คนอื่นๆ ก่อน เพราะ เมื่อมีการคิดค้นขึ้นมาแล้วต้องมีการตรวจสอบ เมื่อถูกตรวจสอบจากจากนักวิทยาศาสตร์คนอื่นๆ และได้รับการยอมรับแล้วสามารถเผยแพร่สู่คนทั่วไป” (แบบบันทึกการจัดการเรียนรู้)

นักเรียนร้อยละ 48.75 มีความเข้าใจว่าวิทยาศาสตร์เป็นกิจกรรมทางสังคมที่ทุกคนสามารถมีส่วนร่วมได้ เนื่องจากคนทุกเพศ เชื้อชาติ ศาสนา สามารถใช้ความรู้ทางวิทยาศาสตร์ในชีวิตประจำวัน การทำงาน หรือการต่อยอดความรู้ได้ ดังตัวอย่างคำตอบของนักเรียนที่ว่า

“มีความรู้ไว้เพื่อจะได้ป้องกันตนเองจากโรคระบาดและจะได้นำความรู้ไปประยุกต์ใช้ในการดำรงชีพ และจะได้นำความรู้ไปบอกคนอื่นให้ป้องกันตัวด้วย” (แบบสำรวจความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์, S122)

“จำเป็นต้องมีความรู้เพราะเอาไว้ป้องกันตัวเอง รักษาตัวเองในเบื้องต้น และป้องกันการแพร่ระบาดของโรค” (แบบสำรวจความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์, S240)

“ถ้าเรามีญาติที่เป็นโรคเบาหวาน เราก็บอกเขาได้ว่า เบาหวานเกิดจากสาเหตุอะไรได้บ้าง ควรดูแลสุขภาพของตัวเองยังไงถ้าเป็นโรคเบาหวาน” (แบบบันทึกการจัดการเรียนรู้)

“ทำให้กระตือรือร้นเมื่อรู้สาเหตุของโรคเบาหวาน อาการและการรักษา เพราะสามารถนำความรู้ไปบอกผู้อื่นได้” (อนุทิน, S123)

“การศึกษาเรื่องโรคเบาหวานทำให้ทราบถึงลักษณะอาการของโรค ทำให้เราสามารถสังเกตอาการของตนเองและป้องกันตนเองจากโรคเบาหวานได้ และนำความรู้ไปแนะนำญาติหรือพ่อแม่ได้” (อนุทิน, S210)

จากคำตอบและคำอธิบายของนักเรียนแสดงให้เห็นว่า การจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ช่วยให้นักเรียนมีความเข้าใจว่า วิทยาศาสตร์เป็นกิจกรรมทางสังคมที่ทุกคนสามารถมีส่วนร่วม เนื่องจาก คนทุกเพศ เชื้อชาติ ศาสนา สามารถใช้ความรู้ทางวิทยาศาสตร์ในชีวิตประจำวัน การทำงาน หรือการต่อยอดความรู้ได้ แต่ขณะเดียวกันความรู้ทางวิทยาศาสตร์ที่นักวิทยาศาสตร์สร้างขึ้นต้องถูกตรวจสอบก่อนการเผยแพร่ต่อสาธารณชน

#### 4. การพัฒนาทางวิทยาศาสตร์มีความสัมพันธ์กับสังคม เทคโนโลยี วัฒนธรรม บรรทัดฐาน และการเมือง

จากการวิเคราะห์คำตอบของนักเรียนในคำถามเกี่ยวกับประเด็นธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ที่ว่า “การพัฒนาทางวิทยาศาสตร์มีความสัมพันธ์กับสังคม เทคโนโลยี วัฒนธรรม บรรทัดฐาน และการเมือง” ทั้งก่อนและหลังการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้พบว่า ก่อนการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ นักเรียนส่วนใหญ่มีความเข้าใจว่า การพัฒนาทางวิทยาศาสตร์มีความสัมพันธ์กับสังคม เทคโนโลยี วัฒนธรรม บรรทัดฐาน และการเมือง มีนักเรียนเพียงส่วนน้อยที่มีความเข้าใจว่า การพัฒนาทางวิทยาศาสตร์ไม่มีความสัมพันธ์กับสังคม เทคโนโลยี วัฒนธรรม บรรทัดฐาน และการเมือง และตอบคำถามแต่ไม่ได้สะท้อนความเข้าใจเกี่ยวกับธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ หลังการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ นักเรียนส่วนใหญ่ยังคงมีความเข้าใจว่า การพัฒนาทางวิทยาศาสตร์มีความสัมพันธ์กับสังคม เทคโนโลยี วัฒนธรรม บรรทัดฐาน และการเมือง และสามารถอธิบายเหตุผลสนับสนุนความเข้าใจดังกล่าวมากขึ้น ส่วนนักเรียนที่มีความเข้าใจว่า การพัฒนาทางวิทยาศาสตร์ไม่มีความสัมพันธ์กับสังคม เทคโนโลยี วัฒนธรรม บรรทัดฐาน และการเมือง และตอบคำถามแต่ไม่ได้สะท้อนความเข้าใจเกี่ยวกับธรรมชาติของวิทยาศาสตร์มีจำนวนลดลงเล็กน้อย (ดังตารางที่ 12) รายละเอียดความเข้าใจของนักเรียน มีดังนี้

**ตารางที่ 12** ความเข้าใจของนักเรียนเกี่ยวกับการพัฒนาทางวิทยาศาสตร์มีความสัมพันธ์กับสังคม  
เทคโนโลยี วัฒนธรรม บรรทัดฐาน และการเมือง

กลุ่มคำตอบของนักเรียน	ร้อยละของนักเรียน	
	ก่อนเรียน	หลังเรียน
1. นักเรียนมีความเข้าใจว่าการพัฒนาทางวิทยาศาสตร์มีความสัมพันธ์กับสังคมเทคโนโลยี วัฒนธรรม บรรทัดฐาน และการเมือง เพราะ	93.13	97.51
1.1 สังคม วัฒนธรรม บรรทัดฐาน และการเมือง มีส่วนสนับสนุนหรือขัดขวางการศึกษา ค้นคว้าทางวิทยาศาสตร์หรือการทำงานของนักวิทยาศาสตร์ และผลของการพัฒนาทางวิทยาศาสตร์ทำให้สังคม วัฒนธรรม บรรทัดฐาน และการเมืองเปลี่ยนแปลง	47.50	21.88
1.2 เทคโนโลยีมีผลต่อการพัฒนาทางวิทยาศาสตร์ขณะเดียวกันความรู้ทางวิทยาศาสตร์ก็เป็นพื้นฐานสำคัญในการพัฒนาทางเทคโนโลยี	0.00	1.88
1.3 การศึกษาค้นคว้า การใช้ความรู้ทางวิทยาศาสตร์ต้องอยู่ภายในขอบเขตคุณธรรม จริยธรรม เป็นที่ยอมรับของสังคมและเป็นการรักษาสິงแวดล้อมอย่างยั่งยืน	0.63	1.25
1.4 สังคม วัฒนธรรม บรรทัดฐาน และการเมือง มีส่วนสนับสนุนหรือขัดขวางการศึกษา ค้นคว้าทางวิทยาศาสตร์หรือการทำงานของนักวิทยาศาสตร์ และผลของการพัฒนาทางวิทยาศาสตร์ทำให้สังคม วัฒนธรรม บรรทัดฐาน และการเมืองเปลี่ยนแปลง และเทคโนโลยีมีผลต่อการพัฒนาทางวิทยาศาสตร์ขณะเดียวกันความรู้ทางวิทยาศาสตร์ก็เป็นพื้นฐานสำคัญในการพัฒนาทางเทคโนโลยี	42.50	47.50
1.5 สังคม วัฒนธรรม บรรทัดฐาน และการเมือง มีส่วนสนับสนุนหรือขัดขวางการศึกษา ค้นคว้าทางวิทยาศาสตร์หรือการทำงานของนักวิทยาศาสตร์ และผลของการพัฒนาทางวิทยาศาสตร์ทำให้สังคม วัฒนธรรม บรรทัดฐาน และการเมืองเปลี่ยนแปลง และการศึกษาค้นคว้า การใช้ความรู้ทางวิทยาศาสตร์ต้องอยู่ภายในขอบเขต คุณธรรม จริยธรรม เป็นที่ยอมรับของสังคมและเป็นการรักษาสິงแวดล้อมอย่างยั่งยืน	0.00	25.00
1.6 สังคม วัฒนธรรม บรรทัดฐาน และการเมือง มีส่วนสนับสนุนหรือขัดขวางการศึกษา ค้นคว้าทางวิทยาศาสตร์หรือการทำงานของนักวิทยาศาสตร์ และผลของการพัฒนาทางวิทยาศาสตร์ทำให้สังคม วัฒนธรรม บรรทัดฐาน และการเมืองเปลี่ยนแปลง และเทคโนโลยีมีผลต่อการพัฒนาทางวิทยาศาสตร์ ขณะเดียวกันความรู้ทางวิทยาศาสตร์ก็เป็นพื้นฐานสำคัญในการพัฒนาทางเทคโนโลยี และการศึกษาค้นคว้า การใช้ความรู้ทางวิทยาศาสตร์ต้องอยู่ภายในขอบเขต คุณธรรม จริยธรรม เป็นที่ยอมรับของสังคมและเป็นการรักษาสິงแวดล้อมอย่างยั่งยืน	2.50	0.00

## ตารางที่ 12 (ต่อ)

กลุ่มคำตอบของนักเรียน	ร้อยละของนักเรียน	
	ก่อนเรียน	หลังเรียน
2. นักเรียนมีความเข้าใจว่าการพัฒนาทางวิทยาศาสตร์ไม่มีความสัมพันธ์กับสังคม เทคโนโลยี วัฒนธรรม บรรทัดฐาน และการเมือง	0.63	1.25
3. นักเรียนตอบคำถามแต่ไม่ได้สะท้อนความเข้าใจเกี่ยวกับธรรมชาติของวิทยาศาสตร์	6.25	1.25

ก่อนการจัดเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ นักเรียนร้อยละ 47.50 เข้าใจว่าการพัฒนาทางวิทยาศาสตร์มีความสัมพันธ์กับสังคม เทคโนโลยี วัฒนธรรม บรรทัดฐาน และการเมือง เพราะ สังคม วัฒนธรรม บรรทัดฐาน และการเมือง มีส่วนสนับสนุนหรือขัดขวางการศึกษา ค้นคว้าทางวิทยาศาสตร์หรือการทำงานของนักวิทยาศาสตร์ และผลของการพัฒนาทางวิทยาศาสตร์ทำให้สังคม วัฒนธรรม บรรทัดฐาน และการเมืองเปลี่ยนแปลง ดังตัวอย่างคำตอบของนักเรียน คือ

“ความเดือดร้อนของประชาชน ความคาดหวังจะเป็นตัวเร่งให้นักวิทยาศาสตร์รีบเร่งที่จะศึกษา ค้นคว้า” (แบบสำรวจความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์, S102)

นักเรียนร้อยละ 42.50 เข้าใจว่าสังคม วัฒนธรรม บรรทัดฐาน และการเมือง มีส่วนสนับสนุนหรือขัดขวางการศึกษา ค้นคว้าทางวิทยาศาสตร์หรือการทำงานของนักวิทยาศาสตร์ และผลของการพัฒนาทางวิทยาศาสตร์ทำให้สังคม วัฒนธรรม บรรทัดฐาน และการเมืองเปลี่ยนแปลง นอกจากนี้เทคโนโลยีมีผลต่อการพัฒนาทางวิทยาศาสตร์ ขณะเดียวกันความรู้ทางวิทยาศาสตร์ก็เป็นพื้นฐานสำคัญในการพัฒนาทางเทคโนโลยี ดังตัวอย่างคำตอบของนักเรียน คือ

“หากนักวิทยาศาสตร์อยู่ในเมืองที่มีความเสรี ยอมรับสิ่งใหม่ มีความเจริญด้านเทคโนโลยี และรัฐบาลส่งเสริมการศึกษา ค้นคว้าใหม่ ก็จะทำให้ให้นักวิทยาศาสตร์มีโอกาสที่จะได้ศึกษา ค้นคว้าอย่างเต็มที่” (แบบสำรวจความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์, S102)

หลังการจัดเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ นักเรียนร้อยละ 47.50 เข้าใจว่าสังคม วัฒนธรรม บรรทัดฐาน และการเมือง มีส่วนสนับสนุนหรือขัดขวางการศึกษา ค้นคว้าทางวิทยาศาสตร์หรือการทำงานของนักวิทยาศาสตร์ และผลของการพัฒนาทางวิทยาศาสตร์ทำให้สังคม

วัฒนธรรม บรรทัดฐาน และการเมืองเปลี่ยนแปลง และเทคโนโลยีมีผลต่อการพัฒนาทางวิทยาศาสตร์ ขณะเดียวกันความรู้ทางวิทยาศาสตร์เป็นพื้นฐานที่สำคัญในการพัฒนาทางเทคโนโลยี ดังตัวอย่างคำตอบของนักเรียน ต่อไปนี้

“การพัฒนาของเทคโนโลยีมีผลต่อการค้นคว้าใหม่ ๆ แน่นนอน การยอมรับและการสนับสนุนทางสังคมก็มีผลกระทบต่อการศึกษา เช่น การที่คนไม่ยอมรับการโคลนนิ่งวัฒนธรรม การปลูกฝังอาจทำให้คนต่อต้าน การทดลอง บรรทัดฐาน กรอบของบรรทัดฐานอาจทำให้นักวิทยาศาสตร์ ไม่กล้าละเมิดทำการทดลองใหม่ ๆ ทางการเมืองรัฐบาลมีส่วนในการสนับสนุน หรือยุติการทดลอง” (แบบสำรวจความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์, S107)

“ปัจจัยที่ทำให้ให้นักวิทยาศาสตร์หันมาสนใจศึกษาเกี่ยวกับระบบต่อมไร้ท่อมากขึ้น เพราะสังคมให้การสนับสนุน เพราะมีการให้รางวัลโนเบลนักวิทยาศาสตร์ที่ค้นพบอินซูลิน ไทรอกซิน เอสโตรเจน มีเทคโนโลยีมาใช้ในการศึกษามากขึ้น ทำให้สามารถตรวจสอบฮอร์โมนที่สร้างจากต่อมไร้ท่อต่างๆ ได้ และสังคมให้การสนับสนุนเพราะอยากให้นักวิทยาศาสตร์นำความรู้เรื่องฮอร์โมนมาผลิตยารักษาคนที่ป่วย” (แบบบันทึกการจัดการเรียนรู้)

นอกจากนี้ยังมีนักเรียนร้อยละ 25.00 เข้าใจว่า สังคม วัฒนธรรม บรรทัดฐาน และการเมืองมีส่วนสนับสนุนหรือขัดขวางการศึกษาค้นคว้าทางวิทยาศาสตร์หรือการทำงานของนักวิทยาศาสตร์ และผลของการพัฒนาทางวิทยาศาสตร์ทำให้สังคม วัฒนธรรม บรรทัดฐาน และการเมืองเปลี่ยนแปลง และการศึกษาค้นคว้าและการใช้ความรู้ทางวิทยาศาสตร์ต้องอยู่ภายในขอบเขต คุณธรรม จริยธรรม เป็นที่ยอมรับของสังคมและเป็นการรักษาสิ่งแวดล้อมอย่างยั่งยืน ดังตัวอย่างคำตอบของนักเรียน คือ

“ความคาดหวังย่อมเป็นแรงผลักดันหรือกำลังใจให้นักวิทยาศาสตร์มีความกระตือรือร้น มีความตั้งใจในการทำงานและทำการคิดค้น ค้นคว้าวิจัยให้เป็นที่ยอมรับของสังคม” (แบบสำรวจความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์, S201)

“สังคมควรให้การสนับสนุน เพราะความรู้ที่ได้จากการศึกษาหรือทดลองจะสามารถช่วยชีวิตคนที่มีอาการผิดปกติของร่างกายให้หายจากอาการเหล่านั้น และมีสุขภาพร่างกายที่แข็งแรงขึ้น นอกจากนี้ถ้าหากในสังคมที่นักวิทยาศาสตร์อยู่มีวัฒนธรรมที่ไม่เห็นด้วยกับการทำการทดลองทางวิทยาศาสตร์กับคน นักวิทยาศาสตร์ก็ทำการทดลองไม่ได้” (แบบบันทึกการจัดการเรียนรู้)

“ทำให้รู้ข้อจำกัดของสังคมและการที่นักวิทยาศาสตร์ต้องมีจรรยาบรรณของในการศึกษาสิ่งต่างๆ ซึ่งใช้สิ่งมีชีวิตในการทดลอง” (อนุทิน, S117)

“การที่จะนำสัตว์มาทดลองต้องคำนึงถึงปัจจัยหลายๆ อย่าง การทดลองบางอย่างสังคมอาจจะไม่ยอมรับ...” (อนุทิน, S124)

จากคำตอบและคำอธิบายของนักเรียนแสดงให้เห็นว่า การจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ทำให้นักเรียนมีความเข้าใจว่า การพัฒนาทางวิทยาศาสตร์มีความสัมพันธ์กับสังคม เทคโนโลยี วัฒนธรรม บรรทัดฐาน และการเมือง เพราะปัจจัยดังกล่าวมีส่วนสนับสนุนหรือขัดขวางการศึกษาค้นคว้าทางวิทยาศาสตร์หรือการทำงานของนักวิทยาศาสตร์ ผลของการพัฒนาทางวิทยาศาสตร์ทำให้สังคม วัฒนธรรม บรรทัดฐาน และการเมืองเปลี่ยนแปลง ขณะเดียวกันความรู้ทางวิทยาศาสตร์ก็เป็นพื้นฐานสำคัญในการพัฒนาทางเทคโนโลยี นอกจากนี้การศึกษาค้นคว้า การใช้ความรู้ทางวิทยาศาสตร์ต้องอยู่ภายในขอบเขต คุณธรรม จริยธรรม เป็นที่ยอมรับของสังคมและเป็นการรักษาสิ่งแวดล้อมอย่างยั่งยืน

##### 5. นักวิทยาศาสตร์เข้าร่วมกิจกรรมทางสังคมในฐานะผู้เชี่ยวชาญหรือพลเมืองของสังคม

จากการวิเคราะห์คำตอบของนักเรียนในคำถามเกี่ยวกับธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ในประเด็น “นักวิทยาศาสตร์เข้าร่วมกิจกรรมทางสังคมในฐานะผู้เชี่ยวชาญหรือพลเมืองของสังคม” ก่อนและหลังการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้พบว่า ก่อนการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ นักเรียนส่วนใหญ่มีความเข้าใจว่า นักวิทยาศาสตร์เข้าร่วมกิจกรรมทางสังคมในฐานะผู้เชี่ยวชาญหรือพลเมืองของสังคม และนักเรียนบางส่วนตอบคำถามแต่ไม่ได้สะท้อนถึงความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ หลังการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ นักเรียนเกือบทั้งหมดมีความเข้าใจว่า นักวิทยาศาสตร์เข้าร่วมกิจกรรมทางสังคมในฐานะผู้เชี่ยวชาญหรือพลเมืองของสังคม (ดังตารางที่ 13) รายละเอียดความเข้าใจของนักเรียน มีดังนี้

**ตารางที่ 13** ความเข้าใจของนักเรียนเกี่ยวกับนักวิทยาศาสตร์เข้าร่วมกิจกรรมทางสังคมในฐานะ  
ผู้เชี่ยวชาญหรือพลเมืองของสังคม

กลุ่มคำตอบของนักเรียน	ร้อยละของนักเรียน	
	ก่อนเรียน	หลังเรียน
1. นักเรียนมีความเข้าใจว่านักวิทยาศาสตร์เข้าร่วมกิจกรรมทางสังคมในฐานะผู้เชี่ยวชาญหรือพลเมืองของสังคม	90.64	97.52
1.1 นักเรียนมีความเข้าใจว่านักวิทยาศาสตร์เข้าร่วมกิจกรรมทางสังคมในฐานะผู้เชี่ยวชาญ เพราะ	49.38	42.51
1.1.1 นักวิทยาศาสตร์ทำหน้าที่ศึกษา คิดค้น หรือทำงานวิจัยทางวิทยาศาสตร์และเผยแพร่ความรู้ทางวิทยาศาสตร์ที่ศึกษา คิดค้นสู่สาธารณชนด้วยความซื่อสัตย์ไม่บิดเบือนข้อมูล และมีความรับผิดชอบต่อผลงานวิจัยทางวิทยาศาสตร์ที่ตนเองคิดค้นขึ้น	29.38	31.88
1.1.2 นักวิทยาศาสตร์ ใช้ความรู้ความสามารถ ประสิทธิภาพเฉพาะทางด้านวิทยาศาสตร์อธิบายถึงสาเหตุ ลักษณะของปรากฏการณ์ที่เกิดขึ้นให้สาธารณชนเข้าใจ และมีความรับผิดชอบต่อการอธิบายของตนเอง	20.00	4.38
1.1.3 นักวิทยาศาสตร์ทำหน้าที่ศึกษา คิดค้น หรือทำงานวิจัยทางวิทยาศาสตร์และเผยแพร่ความรู้ทางวิทยาศาสตร์ที่ศึกษา คิดค้นสู่สาธารณชนด้วยความซื่อสัตย์ไม่บิดเบือนข้อมูล และมีความรับผิดชอบต่อผลงานวิจัยทางวิทยาศาสตร์ที่ตนเองคิดค้นขึ้น และใช้ความรู้ ความสามารถ ประสิทธิภาพเฉพาะทางด้านวิทยาศาสตร์อธิบายถึงสาเหตุ ลักษณะของปรากฏการณ์ที่เกิดขึ้นให้สาธารณชนเข้าใจและมีความรับผิดชอบต่อการอธิบายของตนเอง	0.00	6.25
1.2. นักเรียนมีความเข้าใจว่านักวิทยาศาสตร์เข้าร่วมกิจกรรมทางสังคมพลเมืองของสังคม เพราะนักวิทยาศาสตร์สามารถนำเสนอความคิดเห็นหรือแสดงความเชื่อ ค่านิยมของตนเองต่อปรากฏการณ์ต่างๆ เช่นเดียวกับคนทั่วไป	31.88	22.50
1.3. นักเรียนมีความเข้าใจว่านักวิทยาศาสตร์เข้าร่วมกิจกรรมทางสังคมในฐานะผู้เชี่ยวชาญและพลเมืองของสังคม เพราะ	9.38	32.51
1.3.1 นักวิทยาศาสตร์ศึกษา คิดค้น หรือทำงานวิจัยทางวิทยาศาสตร์และเผยแพร่ความรู้ทางวิทยาศาสตร์ที่ศึกษา คิดค้นสู่สาธารณชนด้วยความซื่อสัตย์ไม่บิดเบือนข้อมูล และมีความรับผิดชอบต่อผลงานวิจัยทางวิทยาศาสตร์ที่ตนเองคิดค้นขึ้น และนักวิทยาศาสตร์สามารถนำเสนอความคิดเห็นหรือแสดงความเชื่อ ค่านิยมของตนเองต่อปรากฏการณ์ต่างๆ เช่นเดียวกับคนทั่วไป	7.50	23.13

## ตารางที่ 13 (ต่อ)

กลุ่มคำตอบของนักเรียน	ร้อยละของนักเรียน	
	ก่อนเรียน	หลังเรียน
1.3.2 นักวิทยาศาสตร์ ใช้ความรู้ ความสามารถ ประสบการณ์เฉพาะทางด้านวิทยาศาสตร์อธิบายถึงสาเหตุ ลักษณะของปรากฏการณ์ที่เกิดขึ้นให้สาธารณชนเข้าใจ และมีความรับผิดชอบต่อการอธิบายของตนเอง และนักวิทยาศาสตร์สามารถนำเสนอความคิดเห็นหรือแสดงความเชื่อ ค่านิยมของตนเองต่อปรากฏการณ์ต่างๆ เช่นเดียวกับคนทั่วไป	1.88	0.00
1.3.3 นักวิทยาศาสตร์ทำหน้าที่ศึกษา คิดค้น หรือทำงานวิจัยทางวิทยาศาสตร์ และเผยแพร่ความรู้ทางวิทยาศาสตร์ที่ศึกษา คิดค้นสู่สาธารณชนด้วยความซื่อสัตย์ไม่บิดเบือนข้อมูล และมีความรับผิดชอบต่อผลงานวิจัยทางวิทยาศาสตร์ที่ตนเองคิดค้นขึ้น และนักวิทยาศาสตร์ ใช้ความรู้ ความสามารถ ประสบการณ์เฉพาะทางด้านวิทยาศาสตร์ อธิบายถึงสาเหตุ ลักษณะของปรากฏการณ์ที่เกิดขึ้นให้สาธารณชนเข้าใจและมีความรับผิดชอบต่ออธิบายของตนเอง และนักวิทยาศาสตร์สามารถนำเสนอความคิดเห็นหรือแสดงความเชื่อ ค่านิยมของตนเองต่อปรากฏการณ์ต่างๆ เช่นเดียวกับคนทั่วไป	0.00	9.38
2. นักเรียนตอบคำถามแต่ไม่ได้สะท้อนความเข้าใจเกี่ยวกับธรรมชาติของวิทยาศาสตร์	9.38	2.50

ก่อนการจัดเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ นักเรียนร้อยละ 49.38 มีความเข้าใจว่า นักวิทยาศาสตร์เข้าร่วมกิจกรรมทางสังคมในฐานะผู้เชี่ยวชาญ เพราะในการเข้าร่วมกิจกรรมทางสังคม นักวิทยาศาสตร์ทำหน้าที่ศึกษา คิดค้น หรือทำงานวิจัยทางวิทยาศาสตร์และเผยแพร่ความรู้ทางวิทยาศาสตร์ที่ศึกษา คิดค้น สู่สาธารณชนด้วยความซื่อสัตย์ไม่บิดเบือนข้อมูล และมีความรับผิดชอบต่อผลงานวิจัยทางวิทยาศาสตร์ที่ตนเองคิดค้นขึ้น ดังตัวอย่างคำตอบของนักเรียนที่ว่า

“นักวิทยาศาสตร์เป็นผู้ที่ศึกษาวิจัยค้นคว้าและประดิษฐ์สิ่งต่างๆ ขึ้นมา นักวิทยาศาสตร์ต้องศึกษาค้นคว้า ทดลองว่ามีประโยชน์มากน้อยเพียงใดจะเกิดผลดี ผลเสียอย่างไรบ้าง” (แบบสำรวจความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์, S122)

นักเรียนร้อยละ 20.00 มีความเข้าใจว่า ในการเข้าร่วมกิจกรรมทางสังคมนักวิทยาศาสตร์ ใช้ความรู้ความสามารถ ประสบการณ์เฉพาะทางด้านวิทยาศาสตร์อธิบายถึงสาเหตุ ลักษณะของปรากฏการณ์ที่เกิดขึ้นให้สาธารณชนเข้าใจ และมีความรับผิดชอบต่ออธิบายของตนเอง ดังตัวอย่างคำตอบของนักเรียน คือ

“นักวิทยาศาสตร์ช่วยให้ความรู้เกี่ยวกับการสร้างเตาปฏิกรณ์นิวเคลียร์ และอธิบายหลักการให้คนในสังคมได้ทราบ เพื่อให้ประชาชนที่อยู่ใกล้บริเวณที่สร้างปฏิบัติตัวได้ถูก” (แบบสำรวจความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์, S116)

ขณะเดียวกันมีนักเรียนถึงร้อยละ 31.88 ที่เข้าใจว่า นักวิทยาศาสตร์เข้าร่วมกิจกรรมทางสังคมพลเมืองของสังคม เพราะนักวิทยาศาสตร์สามารถนำเสนอความคิดเห็นหรือแสดงความคิดเห็น ค่านิยมของตนเองต่อปรากฏการณ์ต่างๆ เช่นเดียวกับคนทั่วไป ดังตัวอย่างคำตอบของนักเรียน คือ

“ต้องมีการแสดงความคิดเห็นว่าควรสร้างหรือไม่ ถ้าสร้างแล้วจะมีผลเสียอย่างไรต่อประชาชนและประเทศ” (แบบสำรวจความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์, S103)

หลังการจัดเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้นักเรียนร้อยละ 42.51 ยังคงมีความเข้าใจว่า นักวิทยาศาสตร์เข้าร่วมกิจกรรมทางสังคมในฐานะผู้เชี่ยวชาญและให้เหตุผลประกอบว่า เพราะนักวิทยาศาสตร์ทำหน้าที่ศึกษา คิดค้น หรือทำงานวิจัยทางวิทยาศาสตร์ และเผยแพร่ความรู้ทางวิทยาศาสตร์ที่ศึกษาคิดค้นสู่สาธารณชนด้วยความซื่อสัตย์ไม่บิดเบือนข้อมูล และมีความรับผิดชอบต่อผลงานวิจัยทางวิทยาศาสตร์ที่ตนเองคิดค้นขึ้น

นักเรียนร้อยละ 32.51 เข้าใจว่า นักวิทยาศาสตร์เข้าร่วมกิจกรรมทางสังคมในฐานะผู้เชี่ยวชาญและพลเมืองของสังคม เพราะในการเข้าร่วมกิจกรรมทางสังคมนักวิทยาศาสตร์สามารถศึกษา คิดค้น หรือทำงานวิจัยทางวิทยาศาสตร์และเผยแพร่ความรู้ทางวิทยาศาสตร์ที่ศึกษา คิดค้นสู่สาธารณชนด้วยความซื่อสัตย์ไม่บิดเบือนข้อมูล รวมทั้งมีความรับผิดชอบต่อผลงานวิจัยทางวิทยาศาสตร์ที่ตนเองคิดค้นขึ้น ขณะเดียวกันนักวิทยาศาสตร์ก็สามารถนำเสนอความคิดเห็นหรือแสดงความคิดเห็น ค่านิยมของตนเองต่อปรากฏการณ์ต่างๆ เช่นเดียวกับคนทั่วไป ดังตัวอย่างคำตอบของนักเรียนที่ว่า

“ในฐานะที่เป็นนักวิจัยก็ คือ คิดหาวิธีการสร้างและการใช้งบประมาณมากเพียงใด บอกข้อดี ข้อเสีย แนวทางการป้องกันอันตรายให้ประชาชนรู้และในฐานะที่เป็นพลเมืองก็บอกผลกระทบที่อาจจะเกิดขึ้นต่อสังคมว่ามีความเสี่ยงมากเพียงใด” (แบบสำรวจความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์, S101)

“ในฐานะผู้เชี่ยวชาญหรือนักวิทยาศาสตร์ เบย์ลิสและสตาร์ลิง ควรศึกษาค้นคว้าทางวิทยาศาสตร์ด้วยความซื่อสัตย์ ไม่บิดเบือนข้อมูลที่ได้ เผยแพร่ข้อความรู้ทางวิทยาศาสตร์สู่คนทั่วไปด้วยความถูกต้อง การที่เบย์ลิสและสตาร์ลิงฟ้อง สตีเฟน โคลริจจ์ในข้อหาหมิ่นประมาท หลังจากที่ถูกโคลริจจ์กล่าวหาว่า เบย์ลิสและสตาร์ลิงละเมิดกฎหมายในการทำการทดลองเกี่ยวกับซีครีทินนั้น สามารถทำได้เพราะนอกจากเบย์ลิสและสตาร์ลิงจะเป็นนักวิทยาศาสตร์ แล้วก็ยังเป็นพลเมืองของสังคมที่มีความเชื่อ ค่านิยมในเรื่องต่างๆ ได้เช่นเดียวกับคนทั่วไป สามารถเรียกร้องสิทธิในการถูกละเมิดโดยการกล่าวหาจากผู้อื่นได้” (แบบบันทึกการจัดการเรียนรู้)

นอกจากนี้นักเรียนร้อยละ 22.50 มีความเข้าใจว่า นักวิทยาศาสตร์เข้าร่วมกิจกรรมทางสังคมในฐานะพลเมืองของสังคม เพราะนักวิทยาศาสตร์สามารถนำเสนอความคิดเห็นหรือแสดง ความเชื่อ ค่านิยมของตนเองต่อปรากฏการณ์ต่างๆ เช่นเดียวกับคนทั่วไป

จากคำตอบของนักเรียนแสดงให้เห็นว่า การจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ ทำให้จำนวนนักเรียนที่มีความเข้าใจว่า นักวิทยาศาสตร์เข้าร่วมกิจกรรมทางสังคมในฐานะผู้เชี่ยวชาญหรือพลเมืองของสังคมเพิ่มมากขึ้น โดยนักเรียนสามารถให้เหตุผลสนับสนุนว่า ในการเข้าร่วมกิจกรรมทางสังคม นักวิทยาศาสตร์อาจทำหน้าที่ศึกษา คิดค้น ทางวิทยาศาสตร์ พร้อมทั้งเผยแพร่ความรู้ทางวิทยาศาสตร์ที่ศึกษา คิดค้นสู่สาธารณชนด้วยความซื่อสัตย์ไม่บิดเบือนข้อมูล และมีความรับผิดชอบต่อผลงานวิจัยทางวิทยาศาสตร์ที่ตนเองคิดค้นขึ้น หรือนักวิทยาศาสตร์อาจใช้ความรู้ความสามารถ ประสิทธิภาพเฉพาะทางด้านวิทยาศาสตร์อธิบายถึงสาเหตุ ลักษณะของปรากฏการณ์ที่เกิดขึ้นให้สาธารณชนเข้าใจและมีความรับผิดชอบต่อการอธิบายของตนเอง แต่นักวิทยาศาสตร์ก็สามารถนำเสนอความคิดเห็นหรือแสดง ความเชื่อ ค่านิยมของตนเองต่อปรากฏการณ์ต่างๆ เช่นเดียวกับคนทั่วไป

จากผลการวิจัยพบว่า การจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้สามารถพัฒนาให้นักเรียนมีความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์เพิ่มขึ้นในทุกประเด็น และสามารถอธิบายเหตุผลสนับสนุนความเข้าใจของตนเองได้มากขึ้น ทั้งนี้เนื่องมาจาก

1. กิจกรรมการเรียนรู้ที่มีการบูรณาการเนื้อหาบทเรียนเรื่องระบบต่อมไร้ท่อและธรรมชาติของวิทยาศาสตร์เข้าด้วยกัน มีการหยิบยกธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ประเด็นต่างๆ มาให้นักเรียนได้เรียนรู้ร่วมกัน นอกจากนี้ยังเปิดโอกาสให้นักเรียนได้สะท้อนการเรียนรู้หรือสะท้อนความเข้าใจของตนเอง โดยครูใช้คำถามกระตุ้นให้นักเรียนคิด แล้วตอบคำถามหรือแสดงความคิดเห็นของตนเอง

ออกมา แล้วร่วมกันอภิปราย วิเคราะห์วิจารณ์คำตอบหรือความคิดเห็นที่นักเรียนนำเสนอ ทำให้นักเรียนมีความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ในประเด็นต่างๆ มากยิ่งขึ้น สอดคล้องกับผลการวิจัยของ Khishfe and Abd El-Khalick (2002); Khishfe and Lederman (2006); Khishfe (2008); Lainingkrilas (2009) ซึ่งพบว่า การจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ที่มีการบูรณาการเนื้อหาบทเรียนและธรรมชาติของวิทยาศาสตร์เข้าด้วยกัน มีการหยิบยกประเด็นธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ออกมาให้นักเรียนได้เรียนรู้ รวมทั้งเปิดโอกาสให้นักเรียนได้สะท้อนความเข้าใจของตนเอง ผ่านการอภิปรายและการแสดงความคิดเห็นเกี่ยวกับธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ ช่วยทำให้นักเรียนมีทัศนคติหรือมีความเข้าใจที่ถูกต้องเกี่ยวกับธรรมชาติของวิทยาศาสตร์มากยิ่งขึ้น

2. กิจกรรมการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ ที่เปิดโอกาสให้นักเรียนได้ลงมือปฏิบัติ การศึกษาค้นคว้า สำรวจและค้นหา ออกแบบการทดลอง และใช้กระบวนการต่างๆ เพื่อให้ได้มาซึ่งความรู้ทางวิทยาศาสตร์ ทำให้นักเรียนเกิดความเข้าใจเกี่ยวกับกระบวนการได้มาซึ่งความรู้ทางวิทยาศาสตร์ว่า การได้มาซึ่งความรู้ทางวิทยาศาสตร์นั้นไม่จำกัดเฉพาะการทดลอง นักวิทยาศาสตร์อาจจะใช้การสำรวจ การสังเกต หรือกระบวนการศึกษาค้นคว้าหลายอย่างร่วมกัน เช่น การสังเกต ร่วมกับการทดลอง เป็นต้น ซึ่งความเข้าใจของนักเรียนดังกล่าวมานั้นเกิดขึ้นจากการที่นักเรียนได้เรียนรู้และซึมซับวิธีการด้วยตนเองจึงช่วยให้นักเรียนมีความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์มากยิ่งขึ้น สอดคล้องกับแนวคิดที่ว่า การเปิดโอกาสให้นักเรียนได้ใช้กระบวนการสืบเสาะหาความรู้ที่หลากหลาย จะทำให้นักเรียนเกิดเข้าใจว่า การสืบเสาะหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์มิได้หลากหลายวิธีการและไม่จำเป็นต้องลำดับขั้นตอนที่แน่นอน (McComas *et al.*, 2000; Lederman *et al.*, 2002; Crowther *et al.*, 2005; AAAS., 2009) และสอดคล้องกับคำกล่าวของ Flick and Lederman (2006) ซึ่งกล่าวว่า การจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ที่มีการเชื่อมโยงระหว่างธรรมชาติของวิทยาศาสตร์และการสืบเสาะหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์โดยให้นักเรียนได้ลงมือปฏิบัติ การสืบเสาะหาความรู้ด้วยตนเอง ได้สร้างความรู้จากประสบการณ์เดิมร่วมกับการมีปฏิสัมพันธ์กับเพื่อนร่วมเรียนรู้และครูจะช่วยให้นักเรียนเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์มากยิ่งขึ้น นอกจากนี้ยังสอดคล้องกับแนวคิดที่ว่า การจัดการเรียนรู้ธรรมชาติของวิทยาศาสตร์โดยให้นักเรียนมีการสำรวจ ตรวจสอบ สืบเสาะหาความรู้ช่วยให้นักเรียนสามารถเชื่อมโยงระหว่างสิ่งที่พวกเขาทำในห้องเรียน วิทยาศาสตร์กับการทำงานของนักวิทยาศาสตร์ได้ รวมทั้งช่วยให้นักเรียนเข้าใจการทำงานของนักวิทยาศาสตร์และบทบาทของนักวิทยาศาสตร์ที่มีต่อสังคมมากกว่า การที่นักเรียนได้รับรู้ถึงการ ทำงานและบทบาทของนักวิทยาศาสตร์จากทางโทรทัศน์ วิทยุ หนังสือพิมพ์ หรือแบบเรียนเท่านั้น (Crowther *et al.*, 2005; Flick and Lederman, 2006)

3. กิจกรรมการเรียนรู้มีการนำประวัติการค้นพบซีคริตินมาให้นักเรียนศึกษาเรียนรู้ซึ่งช่วยให้นักเรียนเกิดความเข้าใจว่า เพราะเหตุใดความรู้ทางวิทยาศาสตร์ถึงเปลี่ยนแปลงได้ ทำไมการพัฒนาทางวิทยาศาสตร์จึงมีความสัมพันธ์กับ สังคม เทคโนโลยี วัฒนธรรม บรรทัดฐานและการเมือง รวมถึงการเข้าใจว่า บทบาทของคนในสังคมแต่ละยุคสมัยที่มีผลต่อการพัฒนาความรู้ทางวิทยาศาสตร์ เช่น การทดลองบางอย่างที่สังคมไม่ให้การยอมรับ ก็จะทำให้ความรู้ที่นักวิทยาศาสตร์คิดค้นหรือศึกษาค้นคว้าไม่ได้รับการยอมรับด้วยเช่นเดียวกัน เป็นต้น นอกจากนี้ยังช่วยให้นักเรียนมีความเข้าใจมากขึ้นว่า คนเราทุกคนสามารถใช้ความรู้ทางวิทยาศาสตร์ในชีวิตประจำวัน การทำงานหรือการต่อยอดความรู้ การจัดกิจกรรมการเรียนรู้ดังกล่าวมา สอดคล้องกับแนวคิดที่ว่า การนำประวัติการค้นพบทางวิทยาศาสตร์ในบทเรียนวิทยาศาสตร์เรื่องต่างๆ มาจัดการเรียนรู้ให้กับนักเรียน เป็นการส่งเสริมให้นักเรียนมีความเข้าใจว่า นักวิทยาศาสตร์มีกระบวนการคิดและการได้มาซึ่งความรู้ทางวิทยาศาสตร์อย่างไรบ้าง สังคม เทคโนโลยี วัฒนธรรม บรรทัดฐานและการเมืองมีผลต่อการทำงานของนักวิทยาศาสตร์อย่างไร (Dass, 2005; Yip, 2006; Laingkrilas, 2009) และ สอดคล้องกับคำกล่าวของ McComas *et al.* (2000) ที่กล่าวว่า การส่งเสริมให้นักเรียนศึกษาและทำความเข้าใจประวัติของการค้นพบความรู้ทางวิทยาศาสตร์ในบทเรียนวิทยาศาสตร์เรื่องต่างๆ จะช่วยให้นักเรียนมีความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์และเข้าใจแนวคิดทางวิทยาศาสตร์ได้ดีขึ้น

4. กิจกรรมการเรียนรู้มีการเชื่อมโยงประเด็นธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ที่จะอภิปรายเข้าใจไว้ด้วยกันและอภิปรายให้มีความต่อเนื่องกันไป ยกตัวอย่างเช่น การอภิปรายเกี่ยวกับวิทยาศาสตร์ต้องการหลักฐาน เมื่อมีการอภิปรายถึงความน่าเชื่อถือของหลักฐานที่มาจากการศึกษาของนักวิทยาศาสตร์ ครูได้แนะนำให้นักเรียนรู้จักบทบาทขององค์กรทางวิทยาศาสตร์หรือกลุ่มของนักวิทยาศาสตร์ที่ร่วมกันตรวจสอบหลักฐานหรือความรู้ทางวิทยาศาสตร์ก่อนที่จะเผยแพร่ให้แก่คนทั่วไป เพื่อให้นักเรียนมีความเข้าใจว่า ก่อนที่นักวิทยาศาสตร์จะเผยแพร่ความรู้ที่คิดค้นขึ้น ความรู้นั้นต้องผ่านการตรวจสอบจากกลุ่มของนักวิทยาศาสตร์ หรือเมื่ออภิปรายเกี่ยวกับความรู้ทางวิทยาศาสตร์เปลี่ยนแปลงได้ ครูจะเชื่อมโยงให้นักเรียนเข้าใจว่า สาเหตุที่ความรู้ทางวิทยาศาสตร์มีการเปลี่ยนแปลงได้ เพราะวิทยาศาสตร์ต้องการหลักฐาน เมื่อมีการศึกษาค้นคว้า สุ่ม สังเกต หรือทดลองใหม่ๆ ทำให้ได้หลักฐานใหม่มาเพิ่มเติมหรือโต้แย้งหลักฐานเดิม ทำให้ความรู้ทางวิทยาศาสตร์เปลี่ยนแปลง ซึ่งลักษณะกิจกรรมดังกล่าวสอดคล้องกับคำกล่าวของ Crowther *et al.* (2005) ซึ่งกล่าวว่า การอภิปรายและแลกเปลี่ยนเรียนรู้เกี่ยวกับธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ ครูควรรวมประเด็นธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ต่างๆ เข้าไว้ด้วยกัน และเชื่อมโยงการอภิปรายจากประเด็นหนึ่งสู่อีกประเด็นหนึ่งอย่างเหมาะสม จะทำให้นักเรียนสามารถเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ประเด็นต่างๆ ควบคู่กันไป

5. กิจกรรมการเรียนรู้มีการแสดงให้เห็นถึงการเปลี่ยนแปลงของความรู้ทางวิทยาศาสตร์ ตัวอย่างเช่น กิจกรรมการเรียนรู้เรื่อง “มารู้จักโรคเบาหวานกันเถอะ” ครุณาประเด็นการเปลี่ยนแปลง ความรู้เรื่อง โรคเบาหวาน ซึ่งมีรายละเอียดดังนี้ “แต่เดิมนักวิทยาศาสตร์มีความเชื่อว่าคนที่ เป็นโรคเบาหวานเกิดจากการที่ร่างกายของคนคนนั้นไม่สามารถสร้างอินซูลินได้ ทำให้ระดับน้ำตาล กลูโคสในเลือดสูงเพราะเซลล์กล้ามเนื้อไม่สามารถนำน้ำตาลกลูโคสไปสร้างเป็นไกลโคเจน ต่อมาการศึกษาและพบว่าผู้ป่วยโรคเบาหวานบางคนร่างกายสามารถสร้างอินซูลินได้ตามปกติแต่ ขาดตัวรับอินซูลินซึ่งเป็นสารประเภทโปรตีนที่อยู่บนเยื่อหุ้มเซลล์ของอวัยวะเป้าหมาย ทำให้ ร่างกายไม่สามารถใช้อินซูลินได้และมีระดับน้ำตาลในเลือดสูง” มาให้นักเรียนเรียนรู้และร่วมกัน อภิปรายสาเหตุของการที่ความรู้เรื่องโรคเบาหวานมีการเปลี่ยนแปลง โดยนักเรียนสามารถอธิบาย สาเหตุของการที่ความรู้เรื่องโรคเบาหวานเปลี่ยนแปลงได้หลายสาเหตุ เช่น อาจเป็นเพราะมี เครื่องมือใหม่ๆ ที่มีความละเอียดแม่นยำเข้ามาตรวจสอบ นักวิทยาศาสตร์สร้างคำอธิบายเกี่ยวกับ กลไกการเกิดโรคเบาหวานขึ้นมาใหม่ นักวิทยาศาสตร์ได้สำรวจตรวจสอบเซลล์ของอวัยวะ เป้าหมายที่อินซูลินเข้าไปทำงานหรือ ฯลฯ การจัดกิจกรรมการเรียนรู้ของครูดังกล่าวมาสอดคล้อง กับคำกล่าวของ Crowther *et al.* (2005) ซึ่งกล่าวว่า ครูสามารถช่วยออกแบบกิจกรรมการเรียนรู้ซึ่งมี บทเรียนที่แสดงให้เห็นว่า ความรู้ทางวิทยาศาสตร์ในเรื่องใดเรื่องหนึ่งมีการเปลี่ยนแปลงได้อย่างไร และทำไมต้องเปลี่ยนแปลง จะช่วยทำให้นักเรียนเกิดความเข้าใจมากยิ่งขึ้นว่า ความรู้ทาง วิทยาศาสตร์สามารถเปลี่ยนแปลงได้เพราะเหตุใด

6. กิจกรรมการเรียนรู้มีขั้นสรุปและประเมินผลสิ่งที่เรียนรู้ ซึ่งขั้นตอนนี้ครูและนักเรียนจะ ร่วมกันสรุปว่านักเรียนได้เรียนรู้อะไรและเรียนรู้ได้อย่างไร รวมทั้งมีการประเมินผลการเรียนรู้ของ นักเรียนตามสภาพจริง เพื่อให้นักเรียนพัฒนาการเรียนรู้ของตนเอง นอกจากนี้ครูแนะนำให้นักเรียน เปรียบเทียบว่า ความรู้เดิมของนักเรียนกับความรู้ใหม่ที่นักเรียนได้รับจากการเรียนรู้ มีความเหมือน หรือแตกต่างกันอย่างไร ความรู้ของนักเรียนเปลี่ยนแปลงไปหรือไม่ อย่างไร เมื่อผ่านการเรียนรู้ เมื่อ นักเรียนแสดงความคิดเห็นว่าตนเองได้เรียนรู้มากขึ้น ความรู้ของตนเองได้เปลี่ยนแปลงไปจากเดิม และเพราะเหตุใดความรู้ของตนเองจึงเปลี่ยนแปลงไป ครูจะเชื่อมโยงให้นักเรียนเข้าใจว่า การสร้าง ความรู้ทางวิทยาศาสตร์ของนักวิทยาศาสตร์เกิดขึ้นเช่นเดียวกับการสร้างความรู้ของนักเรียน ความรู้ ทางวิทยาศาสตร์นักวิทยาศาสตร์สร้างขึ้น เกิดจากการที่นักวิทยาศาสตร์ใช้หรือผ่านกระบวนการ เรียนรู้มากมาย ดังนั้นความรู้ทางวิทยาศาสตร์จึงไม่หยุดนิ่งอยู่กับที่ แต่จะมีการเปลี่ยนแปลงได้ เช่นเดียวกับความรู้ของนักเรียน การเชื่อมโยงดังกล่าวทำให้นักเรียนมีความเข้าใจเกี่ยวกับธรรมชาติ ของวิทยาศาสตร์มากยิ่งขึ้น

## บทที่ 5

### สรุปและข้อเสนอแนะ

#### สรุป

#### 1. การพัฒนาแนวคิดทางวิทยาศาสตร์เกี่ยวกับระบบต่อมไร้ท่อ

การวิจัยในครั้งนี้ทำการศึกษาการพัฒนาแนวคิดทางวิทยาศาสตร์เกี่ยวกับระบบต่อมไร้ท่อ ครอบคลุมแนวคิดเกี่ยวกับระบบต่อมไร้ท่อ 4 แนวคิด ได้แก่ ลักษณะเฉพาะ ตำแหน่งและหน้าที่ของต่อมไร้ท่อ ต่อมไร้ท่อและฮอร์โมนที่สร้าง การควบคุมการทำงานของระบบต่อมไร้ท่อ และการรักษาคุณภาพของร่างกายด้วยฮอร์โมนจากระบบต่อมไร้ท่อ โดยผู้วิจัยจัดกลุ่มแนวคิดของนักเรียนออกเป็น 4 กลุ่ม ได้แก่ แนวคิดทางวิทยาศาสตร์ แนวคิดทางวิทยาศาสตร์บางส่วน แนวคิดทางวิทยาศาสตร์บางส่วนและแนวคิดคลาดเคลื่อนบางส่วน และแนวคิดคลาดเคลื่อน ผลการวิจัยพบว่า

ก่อนการจัดเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ นักเรียนมีแนวคิดคลาดเคลื่อนมากที่สุด ในแนวคิดเกี่ยวกับ การรักษาคุณภาพของร่างกายด้วยฮอร์โมนจากระบบต่อมไร้ท่อ รองลงมาคือ ต่อมไร้ท่อและฮอร์โมนที่สร้าง การควบคุมการทำงานของระบบต่อมไร้ท่อ และลักษณะเฉพาะ ตำแหน่งและหน้าที่ของต่อมไร้ท่อ คิดเป็นร้อยละ 46.90, 30.12, 27.50 และ 25.10 ตามลำดับ และนักเรียนส่วนใหญ่มีแนวคิดทางวิทยาศาสตร์บางส่วนและแนวคิดคลาดเคลื่อนบางส่วนในแนวคิดเกี่ยวกับ การควบคุมการทำงานของระบบต่อมไร้ท่อ ต่อมไร้ท่อและฮอร์โมนที่สร้าง ลักษณะเฉพาะ ตำแหน่งและหน้าที่ของต่อมไร้ท่อ และการรักษาคุณภาพของร่างกายด้วยฮอร์โมนจากระบบต่อมไร้ท่อ คิดเป็นร้อยละ 63.77, 57.06, 54.60 และ 48.75 ตามลำดับ

ภายหลังการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ นักเรียนมีแนวคิดทางวิทยาศาสตร์บางส่วนมากที่สุด ในแนวคิดเกี่ยวกับ ลักษณะเฉพาะ ตำแหน่งและหน้าที่ของต่อมไร้ท่อ รองลงมาคือ การควบคุมการทำงานของระบบต่อมไร้ท่อ ต่อมไร้ท่อและฮอร์โมนที่สร้าง การรักษาคุณภาพของร่างกายด้วยฮอร์โมนจากระบบต่อมไร้ท่อ คิดเป็นร้อยละ 62.13, 55.00, 36.38 และ 3.75 ตามลำดับ ในแนวคิดเกี่ยวกับการรักษาคุณภาพของร่างกายด้วยฮอร์โมนจากระบบต่อมไร้ท่อ นักเรียนมีแนวคิดทางวิทยาศาสตร์มากที่สุดและมีแนวคิดคลาดเคลื่อนมากที่สุด คิดเป็นร้อยละ 19.40 และ 60.65 ตามลำดับ

จากผลการวิจัยแสดงให้เห็นว่า การจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้สามารถพัฒนา นักเรียนให้มีแนวคิดทางวิทยาศาสตร์เกี่ยวกับลักษณะเฉพาะ ตำแหน่งและหน้าที่ของต่อมไร้ท่อ ต่อมไร้ท่อและฮอร์โมนที่สร้าง การควบคุมการทำงานของระบบต่อมไร้ท่อ การรักษาคุณภาพของ ร่างกายด้วยฮอร์โมนจากระบบต่อมไร้ท่อ ทั้งนี้เนื่องจากกิจกรรมการเรียนรู้มีการตรวจสอบความรู้ เดิมของนักเรียน ช่วยให้นักเรียนลดการนำแนวคิดเดิมที่คลาดเคลื่อนไปใช้ในการสร้างแนวคิดใหม่ ส่งผลให้นักเรียนสามารถสร้างแนวคิดใหม่ได้สอดคล้องกับแนวคิดทางวิทยาศาสตร์มากขึ้น กิจกรรมการเรียนรู้มีการกระตุ้นความสนใจของนักเรียนให้เกิดข้อสงสัยและอยากเรียนรู้ กิจกรรม การเรียนรู้เน้นให้นักเรียนลงมือปฏิบัติและใช้ทักษะการคิดในสำรวจและค้นหา เปิดโอกาสให้นักเรียน ได้อภิปราย อภิปราย รวมทั้งสรุปและประเมินสิ่งที่เรียนรู้ร่วมกัน และกิจกรรมการเรียนรู้ส่งเสริมให้ นักเรียนศึกษาและทำความเข้าใจประวัติการค้นพบทางวิทยาศาสตร์ ส่งผลให้นักเรียนมีการพัฒนา แนวคิดทางวิทยาศาสตร์ที่เกี่ยวข้องกับประวัติการค้นพบทางวิทยาศาสตร์มากยิ่งขึ้น

อย่างไรก็ตาม หลังการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ นักเรียนมีแนวคิดคลาดเคลื่อน เกี่ยวกับการรักษาคุณภาพของร่างกายด้วยฮอร์โมนจากระบบต่อมไร้ท่อเพิ่มขึ้น ซึ่งอาจเกิดจากการ ที่นักเรียนมีแนวคิดคลาดเคลื่อนในเรื่องดังกล่าวตั้งแต่ก่อนการจัดการเรียนรู้และไม่สามารถปรับเปลี่ยน แนวคิดของตนเองภายหลังการจัดการเรียนรู้ ทั้งนี้เพราะแนวคิดใหม่ที่นักเรียนเรียนรู้ทำให้นักเรียน เกิดความสับสนและไม่เข้าใจ นักเรียนจึงละเลยแนวคิดใหม่นั้นและยึดถือแนวคิดเดิมซึ่งเป็นแนวคิด คลาดเคลื่อน

## 2. การพัฒนาความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์

การวิจัยในครั้งนี้ทำการศึกษาการพัฒนาความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ มีประเด็น ธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ที่ศึกษา ได้แก่ ความรู้ทางวิทยาศาสตร์เปลี่ยนแปลงได้ วิทยาศาสตร์ ต้องการหลักฐาน วิทยาศาสตร์เป็นกิจกรรมทางสังคมที่ทุกคนสามารถมีส่วนร่วม การพัฒนาทาง วิทยาศาสตร์มีความสัมพันธ์กับเทคโนโลยีและสังคม วัฒนธรรม บรรทัดฐาน และการเมือง และ นักวิทยาศาสตร์เข้าร่วมในกิจกรรมทางสังคมในฐานะผู้เชี่ยวชาญหรือพลเมืองของสังคม โดยผู้วิจัย จัดกลุ่มความเข้าใจของนักเรียนออกตามกลุ่มคำตอบของนักเรียน ผลการวิจัยพบว่า

การจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้สามารถพัฒนาให้นักเรียนมีความเข้าใจธรรมชาติ ของวิทยาศาสตร์เพิ่มขึ้นทุกประเด็น และสามารถอธิบายเหตุผลที่สนับสนุนความเข้าใจของตนเอง ได้ถูกต้องมากขึ้น ประเด็นธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ที่นักเรียนมีความเข้าใจมากที่สุด คือ นักวิทยาศาสตร์เข้าร่วมกิจกรรมทางสังคมในฐานะผู้เชี่ยวชาญหรือพลเมืองของสังคม รองลงมา คือ

การพัฒนาทางวิทยาศาสตร์มีความสัมพันธ์กับสังคม เทคโนโลยี วัฒนธรรม บรรทัดฐาน และ การเมือง วิทยาศาสตร์ต้องการหลักฐาน ความรู้ทางวิทยาศาสตร์เปลี่ยนแปลงได้ และวิทยาศาสตร์ เป็นกิจกรรมทางสังคมที่ทุกคนสามารถมีส่วนร่วม หากเปรียบเทียบความเข้าใจของนักเรียนก่อน และหลังเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้พบว่า นักเรียนมีความเข้าใจเพิ่มขึ้นมากที่สุดในประเด็น วิทยาศาสตร์เป็นกิจกรรมทางสังคมที่ทุกคนสามารถมีส่วนร่วม

จากผลการวิจัยแสดงให้เห็นว่า การจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้สามารถพัฒนาให้ นักเรียนมีความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ได้ เนื่องจากกิจกรรมการเรียนรู้มีการบูรณาการ เนื้อหาบทเรียนเรื่องระบบต่อมไร้ท่อและธรรมชาติของวิทยาศาสตร์เข้าด้วยกัน มีการหยิบยก ประเด็นธรรมชาติของวิทยาศาสตร์มาให้ให้นักเรียนเรียนรู้ เปิดโอกาสให้นักเรียนสะท้อนความเข้าใจ เกี่ยวกับธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ของตนเองผ่านการตอบคำถาม การอภิปราย และการแสดงความคิดเห็น กิจกรรมการเรียนรู้เน้นให้นักเรียนลงมือปฏิบัติและใช้ทักษะการคิดในสำรวจและค้นหา สร้างคำอธิบายจากหลักฐานที่มาจากการสำรวจและค้นหา นำคำอธิบายเหล่านั้นมาอธิบาย ร่วม แลกเปลี่ยนเรียนรู้กับเพื่อนร่วมชั้นเรียนและครู ทำให้นักเรียนเข้าใจว่าวิทยาศาสตร์ต้องการหลักฐาน และวิธีการได้มาซึ่งหลักฐาน รวมทั้งเข้าใจบทบาทหน้าที่และการทำงานร่วมกันของนักวิทยาศาสตร์ กิจกรรมการเรียนรู้ส่งเสริมให้นักเรียนศึกษาและทำความเข้าใจประวัติการค้นพบทางวิทยาศาสตร์ และกิจกรรมการเรียนรู้ส่งเสริมให้มีการอภิปรายเกี่ยวกับธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ในประเด็น ต่างๆ อย่างเชื่อมโยงและต่อเนื่องกัน รวมทั้งมีการอภิปรายและเชื่อมโยงระหว่างการศึกษาการเปลี่ยนแปลง ความรู้ของนักเรียนกับการเปลี่ยนแปลงความรู้ของนักวิทยาศาสตร์เมื่อผ่านกระบวนการเรียนรู้

### ข้อเสนอแนะ

#### ข้อเสนอแนะที่ได้จากการวิจัย

1. จากการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้เรื่องระบบต่อมไร้ท่อซึ่งมีการบูรณาการ เนื้อหาบทเรียนกับธรรมชาติของวิทยาศาสตร์เข้าด้วยกัน สามารถพัฒนาให้นักเรียนมีแนวคิดทาง วิทยาศาสตร์เกี่ยวกับระบบต่อมไร้ท่อและมีความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์มากยิ่งขึ้น ดังนั้น ในการจัดการเรียนรู้เรื่องระบบต่อมไร้ท่อ ครูควรจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ที่มีการ บูรณาการเนื้อหาบทเรียนกับธรรมชาติของวิทยาศาสตร์เข้าด้วยกัน มีการกำหนดผลการเรียนรู้ที่ คาดหวัง รวมทั้งมีการวัดและประเมินผลการเรียนรู้ทั้งด้านแนวคิดทางวิทยาศาสตร์เกี่ยวกับระบบ

ต่อมไร้ท่อและธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ เพื่อส่งเสริมให้นักเรียนมีแนวคิดทางวิทยาศาสตร์และความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ควบคู่กันไป

2. จากการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้เรื่องระบบต่อมไร้ท่อ ซึ่งมีการตรวจสอบแนวคิดเดิมของนักเรียนก่อนจัดการเรียนรู้แนวคิดใหม่ให้กับนักเรียน เมื่อพบว่านักเรียนมีแนวคิดเดิมคลาดเคลื่อน ครูได้ทำการแก้ไขให้นักเรียนมีแนวคิดที่สอดคล้องกับแนวคิดทางวิทยาศาสตร์ ช่วยให้นักเรียนลดการนำแนวคิดเดิมที่คลาดเคลื่อนไปใช้ในการสร้างแนวคิดใหม่ได้ ส่งผลให้นักเรียนสามารถสร้างแนวคิดใหม่ที่สอดคล้องกับแนวคิดทางวิทยาศาสตร์มากยิ่งขึ้น ดังนั้นในการจัดการเรียนรู้เรื่องระบบต่อมไร้ท่อ ครูควรตรวจสอบแนวคิดเดิมของนักเรียนและแก้ไขแนวคิดเดิมที่คลาดเคลื่อนของนักเรียนให้เป็นแนวคิดที่สอดคล้องกับแนวคิดทางวิทยาศาสตร์ก่อนจัดการเรียนรู้แนวคิดใหม่ให้กับนักเรียน เพื่อให้นักเรียนสามารถสร้างแนวคิดใหม่ที่สอดคล้องกับแนวคิดทางวิทยาศาสตร์มากขึ้น

3. จากการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้เรื่องระบบต่อมไร้ท่อพบว่า การจัดกิจกรรมการเรียนรู้แต่ละกิจกรรมต้องมีกำหนดระยะเวลาที่เหมาะสม ต้องใช้แหล่งการเรียนรู้และสื่อประกอบการเรียนรู้ที่หลากหลาย ขณะเดียวกันครูต้องมีแนวคิดทางวิทยาศาสตร์เกี่ยวกับระบบต่อมไร้ท่อและความเข้าใจที่ถูกต้องเกี่ยวกับธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ รวมทั้งมีความสามารถในการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ ดังนั้นการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้เรื่องระบบต่อมไร้ท่อ ครูควรมีการเตรียมความพร้อมในทุกด้าน ไม่ว่าจะเป็นการออกแบบกิจกรรมการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ที่ครอบคลุมเนื้อหาและหลักสูตร การเลือกใช้สื่อประกอบการจัดการเรียนรู้ หรือการแนะนำแหล่งเรียนรู้ให้กับนักเรียน นอกจากนี้ครูต้องคำนึงถึงการกำหนดระยะเวลาในกิจกรรมการเรียนรู้ขึ้นตอนต่างๆ ของนักเรียนอย่างเหมาะสม

4. จากการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้เรื่องระบบต่อมไร้ท่อให้กับนักเรียน บางแนวคิดอาจมีความเกี่ยวข้องกับบุคคลที่มีความผิดปกติอันเนื่องมาจากระบบต่อมไร้ท่อ เช่น โรคเกรทนิซิม โรคคอปอก โรคเบาหวาน กลุ่มอาการคุชชิง กลุ่มอาการอะโครเมกาตี เป็นต้น ดังนั้นการจัดการเรียนรู้ครูควรสอดแทรกเรื่องของ คุณธรรม จริยธรรม ในการอยู่ร่วมกับบุคคลที่มีความผิดปกติอันเนื่องมาจากระบบต่อมไร้ท่อ และควรเน้นให้นักเรียนเกิดความเข้าใจร่วมกันว่า ความผิดปกติอันเนื่องมาจากระบบต่อมไร้ท่อที่เกิดขึ้น สามารถอธิบายด้วยแนวคิดทางวิทยาศาสตร์ และควรเน้นให้นักเรียนเห็นความสำคัญของการรักษาโรคเกี่ยวกับความผิดปกติของระบบต่อมไร้ท่อ รวมทั้งให้การยอมรับและช่วยเหลือบุคคลที่มีความผิดปกติเกี่ยวกับระบบต่อมไร้ท่ออย่างเหมาะสม

## ข้อเสนอแนะสำหรับการวิจัยครั้งต่อไป

1. ควรศึกษาผลการจัดการเรียนรู้แบบอื่นๆ ที่มีต่อการพัฒนาแนวคิดทางวิทยาศาสตร์เกี่ยวกับระบบต่อมไร้ท่อ โดยเฉพาะในแนวคิดเกี่ยวกับการรักษาคุณภาพของร่างกายด้วยฮอร์โมนจากระบบต่อมไร้ท่อ ซึ่งหลังจากเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ นักเรียนมีแนวคิดคลาดเคลื่อนเพิ่มขึ้น โดยใช้การจัดการเรียนรู้ที่ตามแนวทางการสร้างความรู้ เช่น การจัดการเรียนรู้แบบกรณีศึกษาเป็นฐาน การจัดการเรียนรู้แบบโครงการเป็นฐาน การจัดการเรียนรู้แบบใช้ปัญหาเป็นฐาน เป็นต้น
2. ควรมีการศึกษาสาเหตุของการมีแนวคิดคลาดเคลื่อนในเรื่องระบบต่อมไร้ท่อของนักเรียน เพื่อนำข้อมูลมาใช้ในการหาแนวทางแก้ไขแนวคิดคลาดเคลื่อนของนักเรียนก่อนการจัดการเรียนรู้
3. ควรศึกษาผลการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ที่มีต่อการพัฒนาแนวคิดทางวิทยาศาสตร์เกี่ยวกับระบบต่อมไร้ท่อและความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ของนักเรียน โดยใช้เครื่องมือในการเก็บรวบรวมข้อมูลที่แตกต่างจากงานวิจัยนี้ เช่น ใช้แบบทดสอบแบบอัตนัย ใช้การสัมภาษณ์กึ่งโครงสร้าง ใช้แบบวัดแนวคิดร่วมกับการสัมภาษณ์ ใช้แบบสำรวจร่วมกับการสัมภาษณ์ เป็นต้น
4. ควรศึกษาผลการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ เพื่อพัฒนาแนวคิดทางวิทยาศาสตร์ในเรื่องอื่นๆ กับนักเรียนระดับต่างๆ โดยปรับกิจกรรมการเรียนรู้ให้เหมาะสมกับเนื้อหาบทเรียน ระดับชั้นและวัยของผู้เรียน
5. ควรศึกษาผลการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ด้านอื่นๆ เช่น ความสามารถในการนำความรู้ทางวิทยาศาสตร์ไปใช้ในชีวิตประจำวัน ความสามารถในการตัดสินใจและแก้ไขปัญหาทางวิทยาศาสตร์ ความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ในประเด็นที่แตกต่างจากการศึกษาในครั้งนี้ เป็นต้น

## เอกสารและสิ่งอ้างอิง

กุศลีน มุสิกกุล. 2550. “การเรียนการสอนโดยใช้ Scientific Inquiry.” นิตยสารสถาบันส่งเสริมการ  
สอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี 35 (149): 36-38.

ชาติรี ฝ่ายคำตา. 2551. “แนวคิดทางเล็อกของนักเรียนในวิชาเคมี.” วารสารศึกษาศาสตร์  
มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ วิทยาเขตปัตตานี 19 (2): 10-28.

\_\_\_\_\_. 2552ก. “การจัดการเรียนรู้ที่เน้นกระบวนการสืบเสาะหาความรู้.” วารสารศึกษาศาสตร์  
มหาวิทยาลัยนเรศวร 11 (1): 33-45.

\_\_\_\_\_. 2552ข. “วิธีหาแนวคิดของผู้เรียน เครื่องมือสำหรับครูวิทยาศาสตร์ในยุคปฏิรูป  
การศึกษา.” วารสารศึกษาศาสตร์ปริทัศน์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ 24 (2): 1-10.

ไตรรัตน์ รัตนเดช. 2551. การพัฒนาแนวคิดเกี่ยวกับการหายใจระดับเซลล์ของนักเรียนระดับ  
มัธยมศึกษาปีที่ 4 โดยการจัดการเรียนการสอนด้วยวิธีสืบเสาะหาความรู้. วิทยานิพนธ์  
ศิลปศาสตรมหาบัณฑิต สาขาการสอนวิทยาศาสตร์, มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

ทัศนียา รัตนากุทัย, กัญจนา ชีระกุล, และ นฤมล ยุตาคม. 2549. “แนวคิดทางพันธุศาสตร์ของ  
นักเรียนด้อยโอกาสช่วงชั้นที่ 4 ของประเทศไทย.” วิทยาสารเกษตรศาสตร์ สาขา  
สังคมศาสตร์ 27 (2): 234-245.

ธีระชัย ปุณณโชติ. 2536. “ความรู้ทางวิทยาศาสตร์” ประมวลสาระชุดสารัตถะและวิทยวิธีทาง  
วิชาวิทยาศาสตร์. นนทบุรี: โรงพิมพ์สุโขทัยธรรมมาธิราช.

พงศ์ประพันธ์ พงษ์โสภณ. 2551. เป้าหมายของวิทยาศาสตร์ศึกษา: การรู้วิทยาศาสตร์. ภาควิชา  
การศึกษา คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์. (อัครสำเนา)

พิมพ์พันธ์ เดชะคุปต์. 2550. ทักษะ 5E เพื่อการพัฒนาหน่วยการเรียนรู้และการจัดการเรียนการ  
สอนแบบบูรณาการ. พิมพ์ครั้งที่ 2. กรุงเทพฯ: โรงพิมพ์จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

ภพ เลหาไพบุลย์. 2540. **แนวการสอนวิทยาศาสตร์**. พิมพ์ครั้งที่ 2. กรุงเทพฯ: ไทยวัฒนาพานิช.

ยุพา กุมภาวี. 2550. **ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้**. วิทยานิพนธ์ศึกษาศาสตร์มหาบัณฑิต สาขาวิทยาศาสตร์ศึกษา, มหาวิทยาลัยขอนแก่น.

วรรณทิพา รอดแรงคำ. 2540. **Constructivism**. กรุงเทพฯ: มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี. 2545. **มาตรฐานครุวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี**. กรุงเทพฯ: สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี.

\_\_\_\_\_. 2546. **การจัดสาระการเรียนรู้กลุ่ม วิทยาศาสตร์หลักสูตรการศึกษาขั้นพื้นฐาน**. กรุงเทพฯ: สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี.

\_\_\_\_\_. 2550. **หนังสือเรียนสาระการเรียนรู้ พื้นฐานและเพิ่มเติม ชีววิทยา เล่ม 3**. กรุงเทพฯ: โรงพิมพ์คุรุสภาลาดพร้าว.

สาขาชีววิทยา สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี. 2545. **การจัดกระบวนการเรียนรู้แบบวัฏจักรการสืบเสาะหาความรู้ 5 ขั้นตอนเพื่อพัฒนากระบวนการคิดระดับสูง**. (Online). [www.ipst.ac.th/biology](http://www.ipst.ac.th/biology), 10 กุมภาพันธ์ 2552.

สิรินภา กิจเกื้อกูล, และ นฤมล ยุตาคม. 2547. “การศึกษาแนวคิดเรื่องการสังเคราะห์ด้วยแสงของนักเรียนช่วงชั้นที่ 4.” **วิทยาสารเกษตรศาสตร์ สาขาสังคมศาสตร์** 25 (2): 139-149.

สิรินภา กิจเกื้อกูล, นฤมล ยุตาคม, และ อรุณี อิงกากุล. 2548. “ความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5.” **วิทยาสารเกษตรศาสตร์ สาขาสังคมศาสตร์** 26 (2): 133-145.

- สุธาวัลย์ มีศรี, มนัส บุญประกอบ, สุนีย์ เหมาะประสิทธิ์, และ ปรินทร์ ชัยวิสุทธางกูล. 2550. “ผลของโปรแกรมฝึกอบรมครูวิทยาศาสตร์เพื่อเสริมสร้างความรู้ด้านการสอนเรื่องธรรมชาติของวิทยาศาสตร์.” วารสารวิจัยทางการศึกษา มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร 2 (1): 101-110.
- สุนีย์ คล้ายนิล, ปรีชาญ เดชศรี, และ อัมพิกา ประโมจน์ย์. 2551. ความรู้และสมรรถนะทางวิทยาศาสตร์สำหรับวันพรุ่งนี้ รายงานจากการประเมินผลนักเรียนนานาชาติ PISA 2006. กรุงเทพฯ: สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี.
- สุภางค์ จันทวานิช. 2549. วิธีการวิจัยเชิงคุณภาพ. พิมพ์ครั้งที่ 14. กรุงเทพฯ: สำนักพิมพ์แห่งจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- สุรจิตา เศรษฐภักดี. 2547. ผลการเรียนรู้เรื่อง การถ่ายทอดลักษณะทางพันธุกรรมของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ที่เรียนด้วยวีดิทัศน์การสืบเสาะหาความรู้. วิทยานิพนธ์ศิลปศาสตรมหาบัณฑิต สาขาการสอนวิทยาศาสตร์, มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.
- สุวัฒน์ นิยมคำ. 2531. ทฤษฎีและทางปฏิบัติในการสอนวิทยาศาสตร์สืบเสาะหาความรู้. กรุงเทพมหานคร: เจเนอรัลบุ๊กส์ เซนเตอร์.
- สุทธิดา จำรัส และ นฤมล ยุตาคม. 2551. “ความเข้าใจและการสอนธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ในเรื่องโครงสร้างอะตอมของครูผู้สอนวิชาเคมี.” วิทยาสารเกษตรศาสตร์ สาขาสังคมศาสตร์ 29 (3): 228-239.
- \_\_\_\_\_, นฤมล ยุตาคม, และ พรทิพย์ ไชยโส. 2552. “ความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ของนักเรียนแผนการเรียนวิทยาศาสตร์ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4.” วารสารวิจัยมหาวิทยาลัยขอนแก่น 14 (4): 360–374.
- อาทิตยา จิตรเอื้อเฟื้อ. 2551. การส่งเสริมแนวคิดเชิงวิทยาศาสตร์และการคิดอย่างมีวิจารณญาณในเรื่องการตอบสนองของพืชของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 ด้วยวิธีสืบเสาะหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์. วิทยานิพนธ์ศิลปศาสตรมหาบัณฑิต สาขาการสอนวิทยาศาสตร์, มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

อุษา นาคทอง, ธีราพร อนันตะเศรษฐกุล, และ นฤมล ชูตากม. 2550. “แนวคิดเรื่องเซลล์และกระบวนการของเซลล์ของนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4.” *วิทยาศาสตร์ สาขาสังคมศาสตร์* 28 (1): 3-10.

อำนาจ ระวิพงษ์. 2542. การศึกษามโนคติที่คลาดเคลื่อนในวิชาชีววิทยาของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 จังหวัดสุรินทร์. วิทยานิพนธ์ศึกษาศาสตร์มหาบัณฑิต สาขาหลักสูตรและการสอน, มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมมาธิราช.

American Association for the Advancement of Science. 2009. **Science For All American, The Nature of science.** (Online).  
www.project2061.org/publications/sfaa/online/sfaatoc.htm, February 10, 2009.

Bell, R., L., B. Blair, B. Crawford, and N. G. Lederman. 2003. “Just Do It? Impact of a science apprenticeship program on high school students’ and scientific inquiry.” **Journal of Research in Science Teaching** 40 (5): 487-509.

Brickhouse, N. W., Z. R. Dagher, W. J. Letts, H. L. Shipman. 2000. “Diversity of students’ views about evidence, theory, and the interface between science and religion in an astronomy course.” **Journal of Research in Science Teaching** 37 (4): 340-362.

Brooks, J. G. and M. G. Brooks. 2009. **The Case for Constructivist Classrooms.** (Online).  
www.funderstanding.com/constructivism.cfm, February 10, 2009.

Budnitz, N. 2009. **What Do We Mean by Inquiry.** (Online).  
www.biology.duke.edu/cibl/inquiry/what\_is\_inquiry/htm, February 14, 2009.

Colburn, A. 2000. “An inquiry primer.” **Science Scope** 23 (6): 42 – 44.

Crowther, D. T., N. G. Lederman and J. S. Lederman. 2005. “Understanding the true meaning of nature of science.” **Science and Children** 43 (2): 50-52.

- Dass, P. M. 2005. "Understanding the nature of science enterprise (NOSE) through a discourse with its history: the influence of an understanding 'History of sciences' course." **International Journal of Science and Mathematics Education** 3: 87-115.
- Driver, R., J. Leach, R. Millar, and P. Scott. 1996. **Young Peoples Images of Science**. Pennsylvania Bristol: Open University Press.
- Eisenkraft, A. 2003. "Expanding the 5E model." **Science Teacher** 70 (6): 56-59.
- Flick, L. B. and N.G. Lederman. 2006. **Scientific Inquiry and Nature of Science**. Netherlands: Springer.
- Haidar, A.H. 1997. "Perspective chemistry teachers' conceptions of the conversation of matter and related conception." **Journal of Research in Science Teaching** 34 (2): 181-197.
- Kang, S., L. C. Scharman and T. Noh. 2004. "Examining students' views on the nature of science: results from Korean 6<sup>th</sup>, 8<sup>th</sup> and 10<sup>th</sup> graders." **Science Education** 89 (2): 314-334.
- Khishfe, R. 2008. "The development of seventh graders' views of nature of science." **Journal of Research in Science Teaching** 45 (4): 470-496.
- Khishfe, R., and Abd-El-Khalick, F. 2002. "Influence on explicit and reflective versus implicit inquiry-oriented instruction on sixth graders' view of nature of science." **Journal of Research in Science Teaching** 39 (7): 551-578.
- Khishfe, R. and N.G. Lederman. 2006. "Teaching nature of science within a controversial topic: Integrated versus nonintegrated." **Journal of Research in Science Teaching** 43 (4): 377-394.

- Lederman, N. G. 1992. "Students' and teachers' conceptions of the nature of science: a review of the research." **Journal of Research in Science Teaching** 29 (4 ): 331-359.
- Lederman, N. G., F. Abd-El-Khalick, R. L. Bell, and R. S. Schwartz. 2002. "Views of nature of science questionnaire: toward valid and meaningful assessment of learner's conceptions of nature of science." **Journal of Research in Science Teaching** 39 (3): 497-521.
- Liangkrilas, J. 2009. **Development of Level 4 Biology Students' Understanding of the Nature of Science in the Context of the unit on Respiration: Explicit and Reflective Inquiry based Approach**. Doctor of Philosophy Thesis in Science Education, Kasetsart University.
- McComas, W. F., M. P. Clough, and H. Almazroa. 2000. "The role and character of the nature of science in science education." In W. F. McComas. (ed.). **The Nature of Science in Science Education Rationales and Strategies**. Netherlands: Kluwer Academic Publishers, 3-39.
- Moss, M. D., E. D. Abrams and Robb, J. 2001. "Examining students conceptions of the nature of science." **International Journal of Science Education** 23 (8): 771-790.
- National Research Council. 2000. **Inquiry and the national science education standards**. Washington, DC: National Academic Press.
- Noh, T. and L. C. Scharman. 1997. "Instructional influence of a molecular-level pictorial presentation of matter on students' conception and problem solving ability." **Journal of Research in Science Teaching** 34 (2): 199-217.
- Schwartz, R. S., N. G. Lederman and B. A. Crawford. 2004. "Developing view of nature of science in an authentic context: an explicit approach to bridging of science and scientific inquiry." **Science Education** 88 (4): 610-645.

Tytler, R. 2002. "Teaching for understanding in science: student conceptions research and changing views of learning." **Australian Science Teachers' Journal** 48 (3): 14-21.

Westbrook, S. L. and E. A. Marek. 1992. "A cross –age study of student understanding of concept of homeostasis." **Journal of Research in Science Teaching** 29 (1): 51-61.

Wilder, M. and P. Shuttleworth. 2005. "Cell inquiry: a 5E learning cycle lesson." **Science Activity** 41 (4): 37-43.

Wikipedia. 2009. **Concept**. (Online). <http://en.wikipedia.org/wiki/Concept>, February 10, 2009.

Wikipedia. 2009. **Inquiry**. (Online). <http://en.wikipedia.org/wiki/Inquiry>, February 10, 2009.

Yip, D. Y. 2006. "Using history to promote understanding of nature of science in science teachers." **Teaching Education** 17 (2): 157-166.





ภาคผนวก ก  
รายนามผู้เชี่ยวชาญตรวจสอบเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

### รายนามผู้เชี่ยวชาญตรวจสอบเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

1. ผู้ช่วยศาสตราจารย์เยาวลักษณ์ บุรินทรธิกุล  
อาจารย์ประจำภาควิชาสัตววิทยา คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ วิทยาเขตบางเขน
2. ดร. วสันต์ ทองไทย  
อาจารย์ประจำภาควิชาการศึกษา คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ วิทยาเขตบางเขน
3. ดร. สุทธิดา จำรัส  
ครูช่วยราชการ สถาบันวิทยาศาสตร์ สำนักวิชาการและมาตรฐานการศึกษา สำนักงาน  
คณะกรรมการการศึกษาขั้นพื้นฐาน
4. อาจารย์อรรวรรณ กุห์เพ็ญแสง  
อาจารย์กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ โรงเรียนสาธิตแห่งมหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์  
มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ วิทยาเขตบางเขน
5. อาจารย์บุศรา จิตวรรณ  
อาจารย์ประจำกลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ โรงเรียนพะเยาพิทยาคม สำนักงานเขตพื้นที่  
การศึกษาพะเยาเขต 1 จังหวัดพะเยา



ภาคผนวก ข

กรอบแนวคิดทางวิทยาศาสตร์เกี่ยวกับระบบต่อมไร้ท่อ

## ตารางผนวกที่ 1 กรอบแนวคิดทางวิทยาศาสตร์เกี่ยวกับระบบต่อมไร้ท่อ

แนวคิดที่ต้องการวัด	แนวคิดทางวิทยาศาสตร์
ลักษณะเฉพาะของต่อมไร้ท่อ	ต่อมไร้ท่อ (endocrine gland) ประกอบด้วยเซลล์เดียวหรือหลายเซลล์ที่มีลักษณะพิเศษแตกต่างจากเซลล์อื่นๆ ไม่มีท่อลำเลียงสารที่สร้างขึ้นจากต่อม และมีหลอดเลือดมาหล่อเลี้ยงจำนวนมาก ตัวอย่างต่อมไร้ท่อ เช่น ต่อมไพเนียล ต่อมใต้สมอง ต่อมไทรอยด์ ต่อมพาราไทรอยด์ เป็นต้น
ตำแหน่งของต่อมไร้ท่อ	สามารถพบต่อมไร้ท่อซึ่งมีทั้งที่เป็นต่อมอยู่ตามจุดต่างๆของร่างกาย ได้แก่ ต่อมไพเนียลอยู่บริเวณสมอง ต่อมใต้สมองอยู่ติดกับสมองส่วนไฮโปทาลามัส ต่อมไทรอยด์และต่อมพาราไทรอยด์อยู่บริเวณคอหอย ต่อมไทมัสอยู่ระหว่างปอดทั้งสองข้าง ต่อมหมวกไตอยู่เหนือไตทั้งสองข้าง และต่อมไร้ท่อที่เป็นกลุ่มเซลล์ที่อยู่ในอวัยวะบางอย่างของร่างกาย ได้แก่ ตับอ่อน กระจกอาหาร ลำไส้เล็ก รังไข่ อัณฑะ และรก
หน้าที่ของต่อมไร้ท่อ	มีหน้าที่สร้าง สารเคมีที่เรียกว่า ฮอร์โมน (hormone) ซึ่งฮอร์โมนส่วนใหญ่เป็นสารประเภท โปรตีน เอมีน และสเตอรอยด์ ฮอร์โมนมีหน้าที่ เช่น ควบคุมเมแทบอลิซึมของคาร์โบไฮเดรต โปรตีน ไขมัน และเกี่ยวข้องกับการทำงานของแร่ธาตุ น้ำ และเร่งการเจริญเติบโต การเปลี่ยนแปลงรูปร่าง ลักษณะ การเปลี่ยนแปลงของอวัยวะ เป็นต้น
ต่อมไร้ท่อและฮอร์โมนที่สร้าง	1. ต่อมไพเนียล (pineal gland) อยู่ระหว่างเซรีบรัมซีกซ้ายและซีกขวา สร้างและหลั่งเมลาโทนิน (melatonin) มีหน้าที่ยับยั้งการเจริญเติบโตของอวัยวะสืบพันธุ์ไม่ให้เติบโตเร็วเกินไป การขาดเมลาโทนินจะทำให้อวัยวะสืบพันธุ์เจริญเติบโตเร็วกว่าปกติและสามารถสร้างฮอร์โมนเพศได้เร็วขึ้นทำให้เป็นวัยรุ่นเร็วขึ้น การมีปริมาณเมลาโทนินมากกว่าปกติจะทำให้อวัยวะสืบพันธุ์เจริญเติบโตช้าและสร้างฮอร์โมนเพศช้าลง ทำให้เป็นวัยรุ่นช้า
ต่อมไร้ท่อและฮอร์โมนที่สร้าง	2. ต่อมใต้สมอง (pituitary gland) อยู่ติดกับสมองส่วนไฮโปทาลามัส มีขนาดประมาณ 1 เซนติเมตรแบ่งออกเป็น 2 ส่วนใหญ่ๆ ที่เป็นแหล่งสร้างและเก็บสะสมฮอร์โมน ได้แก่

## ตารางผนวกที่ 1 (ต่อ)

แนวคิดที่ต้องการวัด	แนวคิดทางวิทยาศาสตร์
ต่อมไร้ท่อและฮอร์โมนที่สร้าง	<p>2.1 ต่อมใต้สมองส่วนหน้า สร้างและหลั่งฮอร์โมน ดังนี้</p> <p>2.1.1 ฮอร์โมนโกรท (growth hormone) หรือโซมาโตโทรฟิน (somatotrophin) ทำหน้าที่ควบคุมการเจริญเติบโตของร่างกาย การขาดหรือมีปริมาณฮอร์โมนโกรทน้อยกว่าปกติในวัยเด็กจะทำให้ร่างกายเตี้ยแคระ (dwarfism) ในวัยผู้ใหญ่จะมีระดับน้ำตาลในเลือดต่ำกว่าคนปกติทำให้ร่างกายไม่สามารถทนต่อความเครียดต่างๆทางอารมณ์ได้ เรียกว่า โรคซิมมอนด์ (Simon's disease) การมีปริมาณฮอร์โมนโกรทมากกว่าปกติในวัยเด็กร่างกายจะสูงใหญ่ผิดปกติ (gigantism) ในวัยผู้ใหญ่จะทำให้กระดูกตามแขนขา นิ้วมือ นิ้วเท้า คาง ขากรรไกรหรือกระดูกตามใบหน้ายืดยาวผิดปกติ เรียกว่า กลุ่มอาการอะโครเมกาลี (acromegaly)</p> <p>2.1.2 โภนาโดโทรฟิน (gonadotrophin) ซึ่งประกอบด้วยฮอร์โมน 2 ชนิด คือ</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1) ฮอร์โมนฟอลลิเคิลสติมูเลติง (follicle stimulating hormone, FSH) ทำหน้าที่กระตุ้นการเจริญเติบโตของอวัยวะและหลอดสร้างอสุจิในเพศชาย และกระตุ้นการเจริญของฟอลลิเคิล (follicle) ในรังไข่ให้สร้างฮอร์โมนเอสโตรเจน (estrogen) ในเพศหญิง</li> <li>2) ฮอร์โมนลูทีไนซิง (luteinizing hormone, LH) ทำหน้าที่กระตุ้นการเจริญของเซลล์อินเตอร์สติเชียล (interstitial cell) ให้สร้างฮอร์โมนเพศชาย คือ เทสโทสเตอโรน (testosterone) และกระตุ้นการตกไข่และการเกิดคอร์ปัสลูเทียม (corpus luteum) ซึ่งการเกิดคอร์ปัสลูเทียมจะสร้างฮอร์โมนโพรเจสเตอโรน (progesterone) ในเพศหญิง</li> </ol> <p>2.1.3 โพรแลกติน (prolactin) ทำหน้าที่กระตุ้นให้ต่อมน้ำนมสร้างน้ำนมเพื่อเลี้ยงลูกอ่อนหลังคลอด</p> <p>2.1.4 อะดรีโนคอร์ติโคโทรฟิน (adenocorticotrophin) ทำหน้าที่กระตุ้นต่อมหมวกไตส่วนนอกให้หลั่งฮอร์โมนตามปกติ</p> <p>2.1.5 ฮอร์โมนไทรอยด์สติมูเลติง (thyroid stimulating hormone) ทำหน้าที่ กระตุ้นต่อมไทรอยด์ให้หลั่งฮอร์โมนให้เป็นปกติทำให้หลังฮอร์โมนให้เป็นปกติ</p> <p>2.1.6 เอนดอร์ฟิน (endorphin) เป็นสารที่มีฤทธิ์คล้ายมอร์ฟิน สามารถระงับความเจ็บปวดได้และเชื่อกันว่าทำให้คนเรามีความคิดในเชิงสร้างสรรค์ ช่วยเพิ่มความตื่นตัวมีชีวิตชีวาและความสุข</p>

## ตารางผนวกที่ 1 (ต่อ)

แนวคิดที่ต้องการวัด	แนวคิดทางวิทยาศาสตร์
ต่อมไร้ท่อและฮอร์โมนที่สร้าง	<p>2.2 ต่อมไร้ท่อส่วนหลังไม่สามารถสร้างฮอร์โมนได้ แต่มีกลุ่มเซลล์นิวโรซีครีทอรี (neurosecretory cell) ของเนื้อเยื่อประสาทจากสมองส่วนไฮโปทาลามัส (hypothalamus) ทำหน้าที่สร้างฮอร์โมนแล้วลำเลียงมาเก็บสะสม ดังนี้</p> <p>2.2.1 วาโซเพรสซิน (vasopressin) หรือฮอร์โมนแอนติไดยูเรติก (antidiuretic hormone) ทำหน้าที่ กระตุ้นให้ท่อหน่วยไตดูดน้ำกลับคืน ทำให้ลดการสูญเสียน้ำที่จะออกมากับปัสสาวะ การขาดฮอร์โมนชนิดนี้ทำให้ปัสสาวะเจือจางหรือเป็นโรคเบาจืด (diabetes insipidus) การมีปริมาณฮอร์โมนนี้มากกว่าปกติทำให้ปัสสาวะเข้มข้นและมีอาการปวดปัสสาวะแต่ไม่สามารถขับปัสสาวะออกมาได้</p> <p>2.2.2 ออกซิโทซิน (oxytocin) ทำหน้าที่ กระตุ้นกล้ามเนื้อมดลูกเต้านม กระเพาะปัสสาวะให้มีการหดตัว การขาดหรือมีปริมาณฮอร์โมนนี้น้อยกว่าทำให้ไม่สามารถคลอดบุตรได้ การมีปริมาณฮอร์โมนนี้มากกว่าปกติทำให้มีโอกาสแท้งบุตรได้</p>
ต่อมไร้ท่อและฮอร์โมนที่สร้าง	<p>3. ต่อมไทรอยด์ (thyroid gland) อยู่ตรงคอหอยติดกับกล่องเสียงมีลักษณะเป็น 2 พู สร้างและหลั่งฮอร์โมน ได้แก่</p> <p>3.1 ไทรอกซิน (thyroxin) ทำหน้าที่ช่วยเร่งอัตราเมแทบอลิซึมของร่างกายและจำเป็นต่อการเจริญเติบโตของร่างกายโดยเฉพาะสมอง การขาดหรือมีปริมาณไทรอกซินน้อยกว่าปกติในวัยเด็ก ทำให้เกิดโรคเอ๋อหรือเครตินิซึม (cretinism) และในวัยผู้ใหญ่ทำให้มีอาการมิกซีเดมา (myxedema) และโรคคอพอกธรรมดา (simple goiter) การมีปริมาณไทรอกซินมากกว่าปกติทั้งในวัยเด็กและผู้ใหญ่ทำให้เกิดโรคคอพอกเป็นพิษ (toxic goiter)</p> <p>3.2 แคลซิโทนิน (calcitonin) ทำหน้าที่ ลดระดับของแคลเซียมในเลือดที่สูงเกินปกติให้เข้าสู่ระดับปกติ การขาดหรือมีปริมาณฮอร์โมนนี้น้อยกว่าปกติทำให้ฟันผุ กระดูกพรุนและมีระดับแคลเซียมในเลือดสูง การมีปริมาณฮอร์โมนนี้มากกว่าปกติทำให้ระดับแคลเซียมในเลือดต่ำ</p>

## ตารางผนวกที่ 1 (ต่อ)

แนวคิดที่ต้องการวัด	แนวคิดทางวิทยาศาสตร์
ต่อมไร้ท่อและฮอร์โมนที่สร้าง	<p>4. ต่อมพาราไทรอยด์ (parathyroid gland) อยู่ติดกับต่อมไทรอยด์ สร้างและหลั่งพาราไทรอยด์ฮอร์โมน (parathormone) ทำหน้าที่ ควบคุมระดับแคลเซียม แมกนีเซียม และฟอสฟอรัสในเลือดและเนื้อเยื่อให้ปกติ ช่วยให้ไตและลำไส้เล็กดูดแคลเซียมกลับคืน การขาดหรือมีปริมาณพาราไทรอยด์ฮอร์โมนน้อยกว่าปกติทำให้เกิดอาการที่เรียกว่า กล้ามเนื้อเกร็ง (tetany) มีลักษณะอาการคือ เป็นตะคริว กล้ามเนื้อชักกระตุกและเกร็ง มีปริมาณแคลเซียมในปัสสาวะสูงกว่าปกติ</p>
ต่อมไร้ท่อและฮอร์โมนที่สร้าง	<p>5. ต่อมหมวกไต (adrenal gland) อยู่เหนือไตทั้งสองข้าง แบ่งออกเป็น 2 ส่วน ได้แก่</p> <p>5.1 ต่อมหมวกไตส่วนนอก (adrenal cortex) สร้างและหลั่งฮอร์โมนภายใต้การควบคุมของอะดรีนัลคอร์ติโคโทรฟินจากต่อมใต้สมองส่วนหน้า แบ่งฮอร์โมนที่สร้างเป็น 3 กลุ่มที่สำคัญ ดังนี้</p> <p>5.1.1 ฮอร์โมนกลูโคคอร์ติคอยด์ (glucocorticoid hormone) ได้แก่ คอร์ติซอล (cortisol) ซึ่งทำหน้าที่ ควบคุมเมแทบอลิซึมของคาร์โบไฮเดรต โดยเปลี่ยนไกลโคเจนในตับและกล้ามเนื้อให้เป็นกลูโคส การมีปริมาณฮอร์โมนนี้มากกว่าปกติจะทำให้เกิดกลุ่มอาการคุชชิง (Cushing's syndrome) มีลักษณะอาการ คือ ร่างกายอ้วน อ่อนแอ มีการสะสมของไขมันบริเวณแก้มกลางลำตัว หน้ากลมคล้ายดวงจันทร์ หน้าท้องลาย ระดับน้ำตาลในเลือดสูง</p> <p>5.1.2 ฮอร์โมนมินิราโลคอร์ติคอยด์ (mineralocorticoid hormone) ได้แก่ แอลโดสเตอโรน (aldosterone) ซึ่งทำหน้าที่ ควบคุมสมดุลของโซเดียมและน้ำ การขาดหรือมีปริมาณฮอร์โมนนี้น้อยกว่าปกติจะทำให้ร่างกายสูญเสียโซเดียมและน้ำไปพร้อมกับปัสสาวะ ส่งผลให้เลือดในร่างกายลดลง อาจทำให้เสียชีวิตในระยะเวลาอันสั้นเพราะความดันเลือดต่ำ</p> <p>5.1.3 ฮอร์โมนเพศ (adrenal sex hormone) ทำหน้าที่ กระตุ้นให้มีลักษณะทางเพศที่สมบูรณ์ทั้งชายและหญิง</p> <p>5.2 ต่อมหมวกไตส่วนใน (adrenal medulla) อยู่ภายใต้การควบคุมของระบบประสาทอัตโนมัติ (autonomic nervous system) สร้างและหลั่งฮอร์โมน ได้แก่</p>

## ตารางผนวกที่ 1 (ต่อ)

แนวคิดที่ต้องการวัด	แนวคิดทางวิทยาศาสตร์
ต่อมไร้ท่อและฮอร์โมนที่สร้าง	<p>5.2.1 เอพิเนฟรินหรืออะดรีนาลิน (epinephrine or adrenalin) ทำหน้าที่กระตุ้นให้หัวใจบีบตัวแรงขึ้น (มีผลทำให้ความดันเลือดสูง) ทำให้หลอดเลือดขนาดเล็กที่บริเวณอวัยวะต่างๆ ขยายตัว และเปลี่ยนไกลโคเจนในตับให้เป็นกลูโคสในเลือด</p> <p>5.2.2 นอร์เอพิเนฟรินหรือนอร์อะดรีนาลิน (norepinephrine or noradrenalin) ทำหน้าที่ กระตุ้นให้หัวใจบีบตัวแรงขึ้น (มีผลทำให้ความดันเลือดสูง) ทำให้หลอดเลือดแดงที่ไปเลี้ยงอวัยวะภายในต่างๆ หดตัว และเปลี่ยนไกลโคเจนในตับให้กลายเป็นกลูโคสในเลือด แต่มีฤทธิ์น้อยกว่าเอพิเนฟริน</p>
ต่อมไร้ท่อและฮอร์โมนที่สร้าง	<p>6. ต่อมไทมัส (thymus gland) อยู่ระหว่างกระดูกอกกับหลอดเลือดใหญ่ของหัวใจ มีลักษณะเป็นพู สร้างและหลั่งไทโมซิน (thymosin) ทำหน้าที่กระตุ้นให้ต่อมไทมัสสร้างเซลล์ลิมโฟไซต์ชนิดที (T-lymphocyte) หรือเซลล์ที (T-Cell) การขาดหรือมีปริมาณฮอร์โมนนี้ต่ำกว่าปกติในวัยเด็กจะทำให้ร่างกายอ่อนแอเนื่องจากสร้างภูมิคุ้มกันลดลง</p>
ต่อมไร้ท่อและฮอร์โมนที่สร้าง	<p>7. กระเพาะอาหารและลำไส้เล็ก สร้างฮอร์โมน ได้แก่</p> <p>7.1 แกสตริน (gastrin) สร้างและหลั่งจากเนื้อเยื่อชั้นในของกระเพาะอาหาร ทำหน้าที่กระตุ้นการหลั่งเอนไซม์และกรดไฮโดรคลอริก การขาดหรือมีปริมาณฮอร์โมนนี้ต่ำกว่าปกติทำให้ร่างกายไม่สามารถย่อยอาหารประเภทโปรตีนในกระเพาะอาหารได้</p> <p>7.2 ซีครีทิน (secretin) สร้างและหลั่งจากเนื้อเยื่อชั้นในบริเวณลำไส้เล็กส่วนต้น (duodenum) ทำหน้าที่กระตุ้นให้ตับอ่อนหลั่งเอนไซม์และโซเดียมไฮโดรเจนคาร์บอเนต รวมทั้งกระตุ้นการบีบตัวของท่อน้ำดีในตับให้หลั่งน้ำดี การขาดหรือมีปริมาณฮอร์โมนนี้ต่ำกว่าปกติทำให้ร่างกายไม่สามารถย่อยอาหารประเภทโปรตีน คาร์โบไฮเดรต และไขมัน ในลำไส้เล็ก</p>

## ตารางผนวกที่ 1 (ต่อ)

แนวคิดที่ต้องการวัด	แนวคิดทางวิทยาศาสตร์
ต่อมไร้ท่อและฮอร์โมนที่สร้าง	<p>8. ตับอ่อน (pancreas) มีกลุ่มเซลล์ไอเลตออฟแลงเกอร์ฮาน (islets of Langerhans cell) สามารถสร้างและหลั่งฮอร์โมน ได้แก่</p> <p>8.1 อินซูลิน (insulin) สร้างมาจากเบต้าเซลล์ (β - cell) ซึ่งเป็นเซลล์ที่มีขนาดเล็กและมีจำนวนมาก ทำหน้าที่ รักษาระดับน้ำตาลในเลือดให้เป็นปกติ ช่วยเร่งการนำกลูโคสเข้าเซลล์ เร่งการสร้างไกลโคเจนสะสมไว้ที่ตับ และกล้ามเนื้อ และเร่งการใช้กลูโคสของเซลล์ทั่วไป ทำให้กลูโคสในเลือดลดน้อยลง การขาดหรือมีปริมาณฮอร์โมนอินซูลินน้อยกว่าปกติทำให้มีระดับกลูโคสในเลือดสูง ทำให้เป็นโรคเบาหวาน (diabetes mellitus) การมีปริมาณฮอร์โมนนี้มากกว่าปกติทำให้เกิดอาการกลูโคสในเลือดต่ำ</p> <p>8.2 กลูคาγον (glucagon) สร้างมาจากแอลฟาเซลล์ (α - cell) เป็นเซลล์ที่มีขนาดใหญ่และมีจำนวนน้อย ทำหน้าที่เพิ่มระดับน้ำตาลในเลือด โดยเร่งสลายไกลโคเจนในตับและกล้ามเนื้อให้เป็นกลูโคส</p>
ต่อมไร้ท่อและฮอร์โมนที่สร้าง	<p>9. อวัยวะสืบพันธุ์หรือต่อมเพศ ถูกควบคุมการสร้างฮอร์โมนโดยฮอร์โมนโกนาโดโทรฟินที่สร้างและหลั่งจากต่อมใต้สมองส่วนหน้า แบ่งเป็นการสร้างและหลั่งฮอร์โมนในเพศชายและเพศหญิง ได้แก่</p> <p>9.1 อัณฑะ (testis) มีกลุ่มเซลล์อินเตอร์สติเชียลสร้างฮอร์โมนเพศชายที่เรียกว่า แอนโดเจน (androgens) ประกอบด้วยฮอร์โมนหลายชนิดที่สำคัญคือ เทสโทสเตอโรน ทำหน้าที่ควบคุมลักษณะของเพศชาย เช่น เสียงแตก นมขึ้นพาน มีหนวดบริเวณที่ริมฝีปาก กระจุกหัวไหล่กว้าง สะโพกแคบ เป็นต้น การขาดหรือมีปริมาณฮอร์โมนนี้มากเกินไปทำให้แสดงลักษณะเพศชายไม่สมบูรณ์หรือเป็นหนุ่มช้าลง</p> <p>9.2 รังไข่ (ovary) มีกลุ่มเซลล์ฟอลลิเคิลและคอร์ปัสลูเทียมสร้างและหลั่งฮอร์โมนได้ ดังนี้</p> <p>9.2.1 เอสโตรเจน เป็นฮอร์โมนที่สร้างจากฟอลลิเคิล ทำหน้าที่ควบคุมลักษณะเพศหญิง เช่น มีเสียงเล็ก สะโพกผาย อวัยวะเพศและเต้านมมีขนาดโต การมีประจำเดือน เตรียมการตั้งครรภ์ ห้ามการสร้างไข่ เป็นต้น การขาดหรือมีปริมาณฮอร์โมนนี้น้อยกว่าปกติทำให้แสดงลักษณะเพศหญิงไม่สมบูรณ์หรือมีประจำเดือนช้า</p>

## ตารางผนวกที่ 1 (ต่อ)

แนวคิดที่ต้องการวัด	แนวคิดทางวิทยาศาสตร์
ต่อมไร้ท่อและฮอร์โมนที่สร้าง	9.2.2 โพรเจสเทอโรน สร้างจากคอร์ปีสลูเทียมในรังไข่ ทำหน้าที่กระตุ้นให้ผนังมดลูกหนา ห้ามการมีประจำเดือน ห้ามการตกไข่ กระตุ้นให้ต่อมน้ำนมเจริญเติบโต ป้องกันการแท้งบุตร อยู่ภายใต้การควบคุมของ FSH และ LH จากต่อมใต้สมองส่วนหน้า
ต่อมไร้ท่อและฮอร์โมนที่สร้าง	10. รก (placenta) ในกรณีที่มีเอมบริโอฝังตัวอยู่ที่ผนังมดลูก เซลล์ของรกจะสร้างและหลั่งฮิวแมนคอร์ริโอนิกโกนาโดโทรฟิน (human chorionic gonadotrophine) ทำหน้าที่ กระตุ้นคอร์ปีสลูเทียมในรังไข่ให้เจริญเติบโต และสร้างโพรเจสเทอโรน
การควบคุมการทำงานของระบบต่อมไร้ท่อ	การควบคุมการทำงานของระบบต่อมไร้ท่อมามีได้หลายแบบ ได้แก่ <ol style="list-style-type: none"> <li>1. ต่อมไร้ท่อที่ทำงานโดยการควบคุมของระบบประสาท คือ ต่อมใต้สมองส่วนหน้า ซึ่งถูกควบคุมโดยฮอร์โมนประสาทจากสมองส่วนไฮโปทาลามัส และต่อมหมวกไตส่วนในอยู่ภายใต้การควบคุมของระบบประสาทอัตโนมัติ เป็นต้น</li> <li>2. ต่อมไร้ท่อที่ทำงานโดยการควบคุมของต่อมใต้สมองส่วนหน้า ได้แก่ ต่อมไทรอยด์ ต่อมหมวกไตส่วนนอก รังไข่และอัณฑะ ซึ่งการสร้างและหลั่งฮอร์โมนของต่อมไร้ท่อเหล่านี้ถูกควบคุมโดยฮอร์โมนที่สร้างจากต่อมใต้สมองส่วนหน้า</li> <li>3. ต่อมไร้ท่อที่ทำงานโดยอิสระจากการควบคุมของต่อมใต้สมองส่วนหน้า ได้แก่ ต่อมไทมัส ต่อมพาราไทรอยด์ ต่อมไพเนียล กระเพาะอาหาร ลำไส้เล็ก ตับอ่อนและต่อมใต้สมองกลาง</li> </ol>
การรักษาคุณภาพของร่างกายด้วยฮอร์โมนจากระบบต่อมไร้ท่อ	การรักษาคุณภาพของร่างกายด้วยฮอร์โมนจากระบบต่อมไร้ท่อ คือ การรักษาคุณภาพโดยการควบคุมแบบย้อนกลับ ซึ่งมีทั้งแบบกระตุ้นย้อนกลับและยับยั้งย้อนกลับ ดังนี้ <ol style="list-style-type: none"> <li>1. การควบคุมแบบกระตุ้นย้อนกลับ เช่น ขณะคลอดทารกปากมดลูกจะขยายออก หนาวรับความรู้สึกบริเวณปากมดลูกจะส่งกระแสประสาทไปยังต่อมใต้สมองส่วนหลังให้หลั่งออกซิโทซิน ยิ่งปากมดลูกขยายกว้างขึ้นก็จะกระตุ้นให้มีการหลั่งฮอร์โมนมากยิ่งขึ้น เป็นต้น</li> </ol>

ตารางผนวกที่ 1 (ต่อ)

แนวคิดที่ต้องการวัด	แนวคิดทางวิทยาศาสตร์
การรักษาคุณภาพของร่างกายด้วยฮอร์โมนจากระบบต่อมไร้ท่อ	<p>2. การควบคุมแบบขั้วขั้วย้อนกลับ เช่น ต่อมใต้สมองส่วนหน้าสร้างฮอร์โมนไทรอยด์สติมิวเลติงมากระตุ้นให้ต่อมไทรอยด์ สร้างไทรอกซินเพิ่มขึ้น เมื่อไทรอกซินมีมากเกินไปก็จะย้อนกลับไปยับยั้งการสร้างฮอร์โมนไทรอยด์สติมิวเลติงจากต่อมใต้สมองส่วนหน้า หรือเมื่อระดับแคลเซียมในเลือดลดลงกว่าระดับปกติของร่างกาย ต่อมพาราไทรอยด์จะหลั่งพาราไทรอยด์ฮอร์โมนเข้าสู่กระแสเลือดเพื่อออกฤทธิ์ที่เซลล์เป้าหมาย เช่น กระดูกโดยกระตุ้นให้กระดูกปล่อยแคลเซียมออกมาเพิ่มขึ้นจนถึงระดับปกติ เมื่อแคลเซียมในเลือดอยู่ในระดับปกติก็จะควบคุมต่อมพาราไทรอยด์ให้ยับยั้งการหลั่งพาราไทรอยด์ ฮอร์โมน เป็นต้น</p>
ที่มา: สสวท.(2550)	



ภาคผนวก ค  
ตัวอย่างแบบวัดแนวคิดเกี่ยวกับระบบต่อมไร้ท่อ

## ตัวอย่างแบบวัดแนวคิดเกี่ยวกับระบบต่อมไร้ท่อ

### คำชี้แจงสำหรับนักเรียน

แบบวัดประกอบด้วยข้อคำถาม คำตอบแบบเลือกตอบ 4 เลือก และเหตุผลประกอบคำตอบ ในการตอบคำถามให้นักเรียนเลือกคำตอบและเลือกเหตุผลประกอบ ตามเงื่อนไขต่อไปนี้

1. การเลือกคำตอบให้นักเรียนทำเครื่องหมายวงกลมล้อมรอบตัวเลือกที่นักเรียนพิจารณาแล้วว่าเป็นคำตอบที่ถูกต้อง โดยนักเรียนสามารถเลือกคำตอบได้เพียงตัวเลือกเดียวเท่านั้น

2. การเลือกเหตุผลประกอบคำตอบ ให้นักเรียนพิจารณาว่าเหตุผลประกอบคำตอบใดที่นักเรียนต้องการเลือก แล้วจึงทำเครื่องหมายวงกลมล้อมรอบเหตุผลนั้น โดยนักเรียนสามารถเลือกเหตุผลประกอบคำตอบได้มากกว่า 1 เหตุผล และหากนักเรียนมีเหตุผลประกอบคำตอบที่แตกต่างไปจากตัวเลือกที่ให้ไว้ นักเรียนสามารถเขียนเหตุผลของนักเรียนลงในช่องเหตุผลอื่นๆ

\*\*\*\*\*

### 1. ข้อใดเป็นต่อมไร้ท่อ

ก. ต่อมทอนซิล

ข. ต่อมไทรอยด์

ค. ต่อมน้ำลาย

ง. ต่อมทอนซิลและต่อมไทรอยด์

เหตุผลที่เลือกคำตอบนี้ เพราะ

1. ไม่มีต่อมลำเลียงสารเคมีที่ต่อมสร้างขึ้น
2. สารเคมีที่ต่อมสร้างขึ้นสร้างภูมิคุ้มกันให้กับร่างกาย
3. สารเคมีที่ต่อมสร้างขึ้นจะช่วยทำลายเชื้อโรคหรือสิ่งแปลกปลอมที่เข้าสู่ร่างกาย
4. ประกอบด้วยเซลล์หรือกลุ่มเซลล์ที่มีลักษณะพิเศษแตกต่างจากเซลล์อื่นๆ
5. มีเซลล์ประสาทช่วยในการลำเลียงสารที่ต่อมสร้างขึ้น ไปยังเนื้อเยื่อหรืออวัยวะเป้าหมาย
6. มีหลอดเลือดที่มาหล่อเลี้ยงและช่วยลำเลียงสารเคมีที่สร้างขึ้นไปสู่กระแสเลือด
7. ไม่มีต่อมขนาดใหญ่แต่มีต่อมขนาดเล็กรอบๆต่อมช่วยลำเลียงสารเคมีที่ต่อมสร้างขึ้นไปสู่กระแสเลือด
8. เหตุผลอื่นๆ .....

### 2. ต่อมไร้ท่อทำหน้าที่สร้างสารเคมีในข้อใด

ก. เอนไซม์

ข. ฮอร์โมน

ค. แอนติบอดี

ง. แอนติเจน

### เหตุผลที่เลือกคำตอบนี้ เพราะ

1. ทำหน้าที่เป็นตัวเร่งปฏิกิริยาในการทำงานของเซลล์
2. รักษาคุณภาพของน้ำและแร่ธาตุในร่างกาย
3. ส่วนใหญ่เป็นสารประเภทโปรตีนหรือไกลโคเจน
4. ส่วนใหญ่เป็นสารประเภทโปรตีน สเตอรอยด์ และเอมีน
5. กำจัดสิ่งแปลกปลอมหรือเชื้อโรคที่เข้าสู่ร่างกาย
6. ควบคุมเมแทบอลิซึมของคาร์โบไฮเดรต โปรตีน และไขมัน
7. เร่งปฏิกิริยาการสลายสารอาหารประเภทคาร์โบไฮเดรต โปรตีน และไขมัน
8. เหตุผลอื่นๆ .....

### 3. โรคเอ๋หรือเครตินิซึม (cretinism) เป็นความผิดปกติในเด็กที่เกิดจากการขาดฮอร์โมนในข้อใด

- |                 |             |
|-----------------|-------------|
| ก. ฮอร์โมนไทรอธ | ข. ไทรอกซิน |
| ค. แคลซิโทนิน   | ง. โทโมซิน  |

### เหตุผลที่เลือกคำตอบนี้ เพราะ

1. ฮอร์โมนนี้สร้างขึ้นจากต่อมไทมัส
2. ฮอร์โมนนี้ทำหน้าที่ ควบคุมการเจริญเติบโตต่างๆ ไปของร่างกาย
3. ฮอร์โมนนี้ทำหน้าที่ลดระดับของแคลเซียมในเลือดที่สูงเกินปกติให้เข้าสู่ระดับปกติ
4. ลักษณะอาการ คือ ฟันผุ กระดูกเปราะหักง่าย และมีระดับแคลเซียมในเลือดสูงกว่าปกติ
5. การเจริญเติบโตของร่างกายเป็นไปตามปกติแต่สมองไม่เจริญเติบโตทำให้มีอาการปัญญาอ่อน
6. ลักษณะอาการ คือ มีอัตราการเต้นของหัวใจช้า สติปัญญาไม่ดี ร่างกายเตี้ยแคระ อวัยวะเพศไม่เจริญเติบโต
7. ฮอร์โมนนี้ทำหน้าที่ช่วยเร่งอัตราเมแทบอลิซึมของร่างกาย และจำเป็นต่อการเจริญเติบโตและพัฒนาการของร่างกายโดยเฉพาะสมอง
8. เหตุผลอื่นๆ .....

### 4. หากลำไส้เล็กไม่สามารถสร้างซีครีติน (secretin) จะมีผลกระทบต่อการทำงานของอาหารประเภทใด

- |                         |                                    |
|-------------------------|------------------------------------|
| ก. เฉพาะไขมันเท่านั้น   | ข. โปรตีนและคาร์โบไฮเดรต           |
| ค. คาร์โบไฮเดรตและไขมัน | ง. ทั้งโปรตีน คาร์โบไฮเดรตและไขมัน |

### เหตุผลที่เลือกคำตอบนี้ เพราะ

1. ซีครีทินทำหน้าที่กระตุ้นให้ตับอ่อนหลั่งเอนไซม์และโซเดียมไฮโดรเจนคาร์บอเนต
2. ซีครีทินทำหน้าที่กระตุ้นการบีบตัวของท่อน้ำดีในตับให้หลั่งน้ำดี
3. ซีครีทินทำหน้าที่กระตุ้นให้ตับอ่อนหลั่งเอนไซม์และกรดไฮโดรคลอริก
4. ซีครีทินทำหน้าที่กระตุ้นให้ตับหลั่งเอนไซม์ช่วยเร่งปฏิกิริยาการย่อยอาหารประเภทไขมันเท่านั้น
5. ซีครีทินทำหน้าที่กระตุ้นการบีบตัวของท่อน้ำดีในตับอ่อนให้หลั่งน้ำดี
6. เอนไซม์ที่สร้างขึ้นจากตับอ่อนมีทั้งที่ช่วยเร่งปฏิกิริยาการย่อยอาหารประเภทโปรตีน คาร์โบไฮเดรตและไขมัน
7. เอนไซม์ที่สร้างขึ้นจากตับอ่อนมีทั้งที่ช่วยเร่งปฏิกิริยาการย่อยอาหารประเภทโปรตีน และคาร์โบไฮเดรตแต่ไม่ช่วยเร่งปฏิกิริยาการย่อยอาหารประเภทไขมัน
8. เหตุผลอื่นๆ .....

### 5. ต่อมไร้ท่อใดบ้างที่ทำงานโดยการควบคุมของต่อมใต้สมองส่วนหน้า

- ก. ต่อมหมวกไตส่วนนอก ต่อมหมวกไตส่วนในและต่อมไทรอยด์
- ข. ต่อมหมวกไตส่วนนอก ต่อมพาราไทรอยด์และต่อมไทรอยด์
- ค. ต่อมหมวกไตส่วนนอก ต่อมไทรอยด์ รังไข่และอัณฑะ
- ง. ต่อมหมวกไตส่วนใน ต่อมไทรอยด์และต่อมพาราไทรอยด์

### เหตุผลที่เลือกคำตอบนี้ เพราะ

1. ฮอร์โมนไทรอยด์สติมิวเลติงจากต่อมใต้สมองส่วนหน้ากระตุ้นให้ต่อมไทรอยด์สร้างและหลั่งไทรอกซิน
2. ฮอร์โมนไทรอยด์สติมิวเลติงจากต่อมใต้สมองส่วนหน้ากระตุ้นให้ต่อมพาราไทรอยด์สร้างและหลั่งพาราธอร์โมน
3. อะดรีโนคอร์ติโคโทรฟินจากต่อมใต้สมองส่วนหน้ากระตุ้นให้ต่อมหมวกไตส่วนนอกสร้างและหลั่งฮอร์โมนตามปกติ
4. อะดรีโนคอร์ติโคโทรฟินจากต่อมใต้สมองส่วนหน้ากระตุ้นให้ต่อมหมวกไตส่วนในสร้างและหลั่งฮอร์โมนตามปกติ
5. โกลนาโดโทรฟินจากต่อมใต้สมองส่วนหน้ากระตุ้นให้รังไข่และอัณฑะสร้างและหลั่งฮอร์โมนตามปกติ
6. ฮอร์โมนไทรอยด์สติมิวเลติงจากต่อมใต้สมองส่วนหน้ายับยั้งการสร้างและหลั่งไทรอกซินจากต่อมไทรอยด์ และยับยั้งการสร้างและหลั่งพาราธอร์โมนของต่อมพาราไทรอยด์

7. อะครีโนคอร์ติโคโทรฟินจากต่อมใต้สมองส่วนหน้ายับยั้งการสร้างและหลั่งเอพิเนฟริน และนอร์เอพิเนฟรินจากต่อมหมวกไตส่วนใน

8. เหตุผลอื่นๆ .....

**6. การดูดน้ำนมของลูกจากเต้านมของแม่ (หลังคลอดลูก) มีผลหรือไม่กับการหลั่งฮอร์โมนจากต่อมใต้สมองส่วนหน้าของแม่ ถ้ามี ผลเป็นอย่างไร**

- ก. การดูดน้ำนมของลูกไม่มีผลต่อการหลั่งต่อมใต้สมองส่วนหน้าของแม่
- ข. การดูดน้ำนมของลูกมีผลทำให้ต่อมใต้สมองส่วนหน้าของแม่หยุดหลั่งฮอร์โมน
- ค. การดูดน้ำนมของลูกมีผลทำให้ต่อมใต้สมองส่วนหน้าของแม่หลั่งฮอร์โมนมากขึ้น
- ง. การดูดน้ำนมของลูกมีผลทำให้ต่อมใต้สมองส่วนหน้าของแม่หลั่งฮอร์โมนน้อยลงขึ้น

**เหตุผลที่เลือกคำตอบนี้ เพราะ**

1. ฮอร์โมนจากต่อมใต้สมองส่วนหน้าที่ถูกกระตุ้นให้หลั่งออกมาขณะลูกดูดน้ำนม คือ โพรแลกติน
2. ฮอร์โมนจากต่อมใต้สมองส่วนหน้าที่ถูกยับยั้งไม่ให้หลั่งออกมาขณะลูกดูดน้ำนม คือ ออกซิโทซิน
3. ฮอร์โมนจากต่อมใต้สมองส่วนหน้าที่ถูกกระตุ้นให้หลั่งออกมาขณะลูกดูดน้ำนม คือ ฮอร์โมนลูทีไนซิง
4. การดูดน้ำนมของลูกทำให้กระแสนประสาทบริเวณต่อมน้ำนมกระตุ้นต่อมใต้สมองส่วนหน้าของแม่หลั่งฮอร์โมน
5. การดูดน้ำนมของลูกทำให้กระแสนประสาทบริเวณต่อมน้ำนมไปชะลอการหลั่งฮอร์โมนจากต่อมใต้สมองส่วนหน้าของแม่ ทำให้ต่อมใต้สมองส่วนหน้าของแม่หลั่งฮอร์โมนน้อยกว่าปกติ
6. ฮอร์โมนจากต่อมใต้สมองส่วนหน้าของแม่ทุกชนิดถูกควบคุมการหลั่งจากระบบประสาทส่วนกลางคือสมองส่วนไฮโปทาลามัสไม่เกี่ยวข้องกับการดูดน้ำนมของลูก
7. การดูดน้ำนมของลูกทำให้กระแสนประสาทบริเวณต่อมน้ำนมยับยั้งต่อมใต้สมองส่วนหน้าของแม่ให้หยุดหลั่งฮอร์โมน เมื่อลูกหยุดดูดน้ำนมกระแสนประสาทจึงกระตุ้นให้ต่อมใต้สมองส่วนหน้าของแม่หลั่งฮอร์โมน
8. เหตุผลอื่นๆ .....



ตารางผนวกที่ 2 ประเด็นธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ สถานการณ์และข้อคำถาม

ประเด็นธรรมชาติของวิทยาศาสตร์	ชื่อสถานการณ์ (สถานการณ์ที่ : ข้อคำถามที่)
ความรู้ทางวิทยาศาสตร์เปลี่ยนแปลงได้	การค้นพบอินซูลิน (1:1) พีชโบราณ (2:1) ดาวพลูโต (3 : 1, 2)
วิทยาศาสตร์ต้องการหลักฐาน	การค้นพบอินซูลิน (1:2) พีชโบราณ (2:2)
วิทยาศาสตร์เป็นกิจกรรมทางสังคมที่ทุกคนสามารถมีส่วนร่วม	การค้นพบอินซูลิน (1:3) โรคระบาด (4:1)
การพัฒนาทางวิทยาศาสตร์มีความสัมพันธ์กับสังคม เทคโนโลยี วัฒนธรรม บรรทัดฐาน และการเมือง	การค้นพบอินซูลิน (1:4) โรคระบาด (4:2)
นักวิทยาศาสตร์เข้าร่วมกิจกรรมทางสังคมในฐานะผู้เชี่ยวชาญ หรือพลเมืองของสังคม	จดหมายจากอินส์ไนด์ (5:1,2)



ภาคผนวก จ  
แบบสำรวจความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์

### แบบสำรวจความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์

คำชี้แจง: ให้นักเรียนอ่านสถานการณ์ที่กำหนดให้และตอบคำถามตามความเข้าใจของนักเรียน

สถานการณ์ที่ 1: ปี พ.ศ. 2411 พอล ได้เผยแพร่ข้อมูลการค้นพบกลุ่มเซลล์โอเลตออฟแลงเกอร์ ฮานส์ในตับอ่อน ต่อมาใน ปี พ.ศ. 2455 มีผู้ทดลองและเผยแพร่ข้อมูลว่ากลุ่มเซลล์โอเลตออฟแลงเกอร์ ฮานส์สามารถผลิตสารเคมีบางอย่างออกมาทางกระแสเลือดและให้ชื่อสารเคมีนั้นว่า “อินซูลิน” และในปี พ.ศ. 2463 แบนดิงและเบสต์ก็พิสูจน์ให้เห็นว่าอินซูลินสามารถลดระดับน้ำตาลในเลือดได้ ข้อค้นพบของแบนดิงและเบสต์ได้นำมาซึ่งหนทางในการรักษาโรคเบาหวานแบบที่ร่างกายไม่สามารถสร้างอินซูลินได้ตามปกติ

1. นักเรียนคิดว่าเป็นไปได้หรือไม่ ที่จะมีการค้นพบสารเคมีชนิดใหม่ที่สามารถรักษาโรคเบาหวานได้ดีกว่าอินซูลิน เพราะเหตุใด

.....

.....

2. ถ้าหากนักวิทยาศาสตร์กลุ่มหนึ่งค้นพบสารเคมีชนิดใหม่ ที่สามารถรักษาโรคเบาหวานซึ่งเกิดจากการที่ร่างกายไม่สามารถสร้างอินซูลินได้ตามปกติแทนการใช้อินซูลินในการรักษา นักเรียนคิดว่าสารเคมีที่นักวิทยาศาสตร์กลุ่มนี้ค้นพบจะได้รับการยอมรับให้นำมารักษาผู้ป่วยโรคเบาหวานหรือไม่ อย่างไร

.....

.....

3. การที่แพทย์ใช้อินซูลินรักษาโรคเบาหวานที่เกิดจากการที่ร่างกายไม่สามารถสร้างอินซูลินได้ตามปกติ และผู้ป่วยยอมรับการรักษา นั้น นักเรียนคิดว่าเป็นเพราะเหตุใด จงอธิบาย

.....

.....

4. นักเรียนคิดว่าปัจจัยด้านเทคโนโลยี สังคม วัฒนธรรม บรรทัดฐาน และการเมืองมีส่วนในการกำหนดทิศทางการศึกษาค้นคว้าและการวิจัยด้านการรักษาโรคเบาหวานของนักวิทยาศาสตร์หรือไม่ ยกตัวอย่างประกอบเพื่อสนับสนุนคำตอบของนักเรียน

.....

.....

**สถานการณ์ที่ 2:** พีช โบราณชนิดหนึ่งที่นักวิทยาศาสตร์ยืนยันว่ามีอยู่ใน โลกของเราเมื่อหลายล้านปี ที่ผ่านมาและสูญพันธุ์ไปแล้ว โดยนักวิทยาศาสตร์อธิบายว่าพีชชนิดนี้เป็นเฟิร์นที่มีเมล็ด ใบของ เฟิร์นชนิดนี้มีลักษณะคล้ายลิ้นและมีเมล็ดที่รวมตัวกันเป็นกระจุก

1. นักเรียนคิดว่าในอนาคตข้อความรู้เกี่ยวกับพีช โบราณชนิดนี้ จะเปลี่ยนแปลงไปจาก ปัจจุบันหรือไม่ เพราะเหตุใด

.....

.....

2. นักวิทยาศาสตร์มั่นใจได้อย่างไรว่าพีช โบราณชนิดนี้เคยมีอยู่จริง และสามารถอธิบาย ลักษณะของพีช โบราณชนิดนี้ได้อย่างไร

.....

.....

**สถานการณ์ที่ 3:** นักดาราศาสตร์ของสหภาพนักดาราศาสตร์นานาชาติ ประมาณ 2,500 คน ร่วม ประชุมกันที่กรุงปราก สาธารณรัฐเช็ก ระหว่างวันที่ 14 - 25 สิงหาคม 2549 ได้มีมติถอนดาวพลูโต หรือดาวขมออกจากการเป็นดาวบริวารของดวงอาทิตย์ในระบบสุริยะจักรวาล และเตรียมจัดฐานะ ให้ดาวพลูโตเป็นเพียงดาวเคราะห์แคระ ส่งผลให้ดาวเคราะห์ในระบบสุริยะจักรวาลที่ยอมรับโดย นักดาราศาสตร์นานาชาติ เหลือเพียง 8 ดวงเท่านั้น

1. นักเรียนคิดอย่างไรที่มีนักวิทยาศาสตร์บางท่านเสนอว่าในอนาคตอาจจะมีการค้นพบ ดาวเคราะห์ดวงใหม่ที่เป็นบริวารของดวงอาทิตย์

.....

.....

2. นักเรียนคิดว่าเป็นไปได้หรือไม่ ที่สหภาพดาราศาสตร์นานาชาติจะปลดดาวเคราะห์ อื่นๆ เช่น ดาวเนปจูนออกจากการเป็นดาวบริวารของดวงอาทิตย์ในระบบสุริยะจักรวาลเช่นเดียวกับ ดาวพลูโต เพราะเหตุใด

.....

.....

**สถานการณ์ที่ 4:** ปัจจุบันมีโรคอุบัติใหม่ เช่น ไข้หวัดนก ไข้หวัดใหญ่สายพันธุ์ใหม่ 2009 เป็นต้น แพร่ระบาดสร้างความเสียหายต่อชีวิตผู้คนในสังคมและสร้างความเสียหายแก่เศรษฐกิจโลกมากขึ้น

ทุกขณะ สื่อต่างๆ ไม่ว่าจะเป็นหนังสือพิมพ์ วิทยุ โทรทัศน์และอินเทอร์เน็ต มีการนำเสนอข่าวเกี่ยวกับโรคเหล่านี้โดยมีการอ้างถึงหน่วยงานอย่างองค์การอนามัยโลกหรือกระทรวงสาธารณสุขของแต่ละประเทศในการให้ข้อมูลเกี่ยวกับการระบาดของโรค แนวทางในการรักษาโรค และคำแนะนำในการป้องกันตนเองจากโรคให้กับประชาชนอย่างต่อเนื่อง

1. นักเรียนคิดว่าจำเป็นหรือไม่ที่คนทั่วไปซึ่งไม่ได้มีอาชีพเกี่ยวข้องกับการรักษาโรคอย่างแพทย์ พยาบาลหรือนักวิทยาศาสตร์ที่คิดค้นยาและวัคซีนป้องกันหรือรักษาโรค ต้องมีความรู้เกี่ยวกับโรคระบาด เพราะเหตุใด

.....

.....

2. นักเรียนคิดว่า ความคาดหวังของคนในสังคมโลกที่อยากให้นักวิทยาศาสตร์คิดค้นหายารักษาโรคหรือวัคซีนป้องกันโรคไข้หวัดใหญ่สายพันธุ์ใหม่ 2009 สำเร็จ มีส่วนกำหนดทิศทางการวิจัยเพื่อพัฒนาความรู้เกี่ยวกับการรักษาโรคไข้หวัดใหญ่หรือไม่ อย่างไร

.....

.....

**สถานการณ์ที่ 5:** เดือนสิงหาคม ค.ศ.1936 อัลเบิร์ต ไอน์สไตน์ ได้เขียนจดหมายถึงประธานาธิบดีแห่งสหรัฐอเมริกา แฟรงคลิน ดี รูสเวลต์ เพื่อกระตุ้นให้รัฐบาลตระหนักถึงการแผ่อำนาจของนาซีและเตือนภัยถึงระเบิดปรมาณู (atomic bomb) ซึ่งฮิตเลอร์พยายามจะมีไว้ในครอบครอง โดยในจดหมายดังกล่าวไอน์สไตน์ได้เตือนว่า “นักฟิสิกส์เยอรมันกำลังพยายามสร้างระเบิดชนิดใหม่ที่สามารถปลดปล่อยพลังแห่งการทำลายล้างออกมาอย่างมหาศาล” เมื่อได้รับจดหมายฉบับดังกล่าว ประธานาธิบดีรูสเวลต์ได้แต่งตั้งคณะกรรมการที่ปรึกษาเกี่ยวกับเรื่องนี้ในทันที แต่สหรัฐอเมริกาก็ยังไม่มีท่าทีที่จะสร้างระเบิดปรมาณู

จนกระทั่งเดือนธันวาคม ค.ศ. 1941 เมื่อญี่ปุ่นได้โจมตีฐานทัพเรือสหรัฐอเมริกาที่อ่าวเพิร์ลฮาร์เบอร์ในฮาวาย สหรัฐอเมริกาก็ประกาศเข้าร่วมสงครามโลกครั้งที่ 2 และดำเนินการสร้างระเบิดปรมาณู ในเดือนสิงหาคม ค.ศ.1945 สหรัฐอเมริกาก็ทิ้งระเบิดปรมาณูที่เมืองฮิโรชิมาและนางาซากิของญี่ปุ่นเพื่อบังคับให้ญี่ปุ่นยอมแพ้สงคราม เมื่อไอน์สไตน์รู้ข่าวการระเบิดที่ทำให้ผู้คนล้มตายไปจำนวนมาก เขาก็เศร้าโศกและเสียใจเป็นอันมาก ทั้งนี้เพราะระเบิดปรมาณูนั้นสร้างขึ้นมาจาก สมการ  $E = mc^2$  ( $E$  คือ พลังงาน  $m$  คือ มวล  $c$  คือ ความเร็วของแสง) อันเนื่องชื่อที่ไอน์สไตน์คิดค้นและเผยแพร่ในปี ค.ศ. 1905

1. นักเรียนคิดว่ากรณีที่ไอน์สไตน์ส่งจดหมายถึงประธานาธิบดีแห่งสหรัฐอเมริกาในขณะนั้น เป็นการแสดงจุดยืนของตนเองในฐานะนักวิจัยทางวิทยาศาสตร์หรือพลเมืองของสังคม  
จงอธิบาย

.....

.....

2. กระทรวงพลังงานมีแนวคิดที่จะสร้างเตาปฏิกรณ์นิวเคลียร์เพื่อผลิตกระแสไฟฟ้าขึ้นในประเทศไทย นักเรียนคิดว่านักวิทยาศาสตร์ควรมีบทบาทอย่างไรบ้างทั้งในฐานะที่เป็นนักวิจัยและพลเมืองของสังคม

.....

.....





ภาคผนวก ฉ  
ตัวอย่างแบบบันทึกการจัดการเรียนรู้







ภาคผนวก ข  
ตัวอย่างอนุทินสะท้อนการเรียนรู้ของนักเรียน

อนุทินสะท้อนการเรียนรู้ของนักเรียน

ชื่อ - สกุล... น.ส. ปานจาด สารพัส... เลขที่... 30... ชั้น ม. 5/1

**สิ่งที่เรียนรู้**  
 ทำแผนผังของต่อมไร้ท่อในร่างกาย หน้าที่ยอดแต่ละต่อม น้อย ๐๖๗๑:  
 ตำแหน่งที่ต่อมไร้ท่อ ๐๖๗๑ ต่อมน้ำลาย ต่อมน้ำตา ต่อมน้ำลาย และต่อมน้ำลาย

**สิ่งที่อยากเรียนรู้เพิ่มเติม**  
 การทำงานของต่อมน้ำลาย ต่อมน้ำตา และต่อมน้ำลาย

**จุดอ่อน / จุดแข็งของกิจกรรมการเรียนรู้**  
 จุดอ่อน: การที่กิจกรรมการเรียนรู้ เวลาในการศึกษา ค้นคว้า และ งานงานไม่พอ  
 ในชั้น ทำกิจกรรม

**ความรู้สึกรู้สึกและความคิดเห็น**  
 รู้สึกว่าดีที่ได้ทำแผนที่ร่างกายของต่อมน้ำลาย ออกทำกิจกรรมร่วมกันแบบนี้  
 ดีกว่า มาแล้ว ความคิดกัน แบ่งงานกันทำ ทำให้ไม่ง่วงนอนแล้ว

อนุทินสะท้อนการเรียนรู้ของนักเรียน

ชื่อ - สกุล... น.ส. กมลทิพย์ แก้วสุ... เลขที่... 22... ชั้น ม. 5/1

**สิ่งที่เรียนรู้**  
 ได้รู้เรื่องโรคที่เกิดจากความผิดปกติของฮอร์โมน สำหรับต่อมไร้ท่อ วัฏจักรชีวิต

**สิ่งที่อยากเรียนรู้เพิ่มเติม**  
 อยากรู้จักต่อมไร้ท่อใน และต่อมไร้ท่อในร่างกายมากขึ้น

**จุดอ่อน / จุดแข็งของกิจกรรมการเรียนรู้**  
 ฝึกในสมาธิในกลุ่มที่คิดพละกำลัง และ ได้ความคิดที่แตกต่าง

**ความรู้สึกรู้สึกและความคิดเห็น**  
 รู้สึกดีที่ได้ทำ และ ทำให้เกิดความคิดสร้างสรรค์ในกลุ่ม สนุกสนานในระหว่างกิจกรรม

**อนุทินสะท้อนการเรียนรู้ของนักเรียน**

ชื่อ - สกุล..... น.ส. ศิณดาเจียร กิ่งก้าน..... เลขที่..... 23..... ชั้น ม. 5/4.....

**สิ่งที่เรียนรู้**  
 ได้ศึกษาเกี่ยวกับเชื้อโรคที่นำ ภูมิต้านทานต่อโรคที่นำไปสู่โรค จะกระตุ้นตัวอ่อนให้ฆ่าเชื้อโรค (โดยยงไธโลเดเรียมคัมโบรา) การดำเนินการปฏิบัติของตัวอ่อนได้ ได้ศึกษาการค้นพบสารเชื้อโรค และได้ออกแบบการทดลองการค้นพบเชื้อโรคใน  
 ของแต่ละกลุ่ม

**สิ่งที่อยากเรียนรู้เพิ่มเติม**  
 ศึกษาว่าหาสารที่สร้างภูมิต้านทานที่ส่วคณาใช้ที่กลุ่มของเรา

**จุดอ่อน / จุดแข็งของกิจกรรมการเรียนรู้**  
 .....

**ความรู้สึกรู้สึกและความคิดเห็น**  
 ปฏิบัติงานในระบอบกลุ่ม รู้สึกสนุก ประทับใจที่ได้เรียนรู้

**อนุทินสะท้อนการเรียนรู้ของนักเรียน**

ชื่อ - สกุล..... นพ. ดิชากร..... วงศ์ไพฑูริย์..... เลขที่..... 17..... ชั้น ม. 5/2.....

**สิ่งที่เรียนรู้**  
 ทดสอบการอยู่ดีและต่อมารู้ว่าใครอยู่ดี การเกิดโรคคอกนอก การค้นพบไวรัสโคโรนาในทาง  
 ศึกษารักษาโรคคอกนอกในคนและสัตว์ของ นาย David Marine

**สิ่งที่อยากเรียนรู้เพิ่มเติม**  
 .....

**จุดอ่อน / จุดแข็งของกิจกรรมการเรียนรู้**  
 จุดอ่อน ไม่ค่อยเข้าใจ เข้าใจแต่กลุ่มของตนเอง เหมือนไม่ตั้งใจฟังกลุ่มอื่น  
 จุดแข็ง ประหยัดเวลา เรียนรู้ได้เร็วทำในวันเดียว ประทับใจที่วันนี้วันวันเรียน... กक्षाแสดงออก

**ความรู้สึกรู้สึกและความคิดเห็น**  
 คิดคนที่มีเชื้อที่คิดจะตัวเอง ทำสวดใจ และควมวิ่งไปนำเชื้อ... นักวิจัยที่กระตือรือร้นในการ  
 เรียนรู้ในวันเรียน

อนุทินสะท้อนการเรียนรู้ของนักเรียน

ชื่อ - สกุล วิรัช ทรัพย์ ตรีรัตน์ เลขที่ 12 ชั้น ม. 8/2

สิ่งที่เรียนรู้  
ได้อะไรจากงาน  
- หน้าที่ของเซลล์ในเนื้อเยื่อชนิดปกติ มีหน้าที่ผลิต อินซูลิน และโปรตีน  
สร้างจาก  $\beta$ -cell ของ Islets of Langerhans

สิ่งที่อยากเรียนรู้เพิ่มเติม  
หน้าที่ของเซลล์ชนิดอื่นในตับ ตับอ่อน อินซูลิน

จุดอ่อน / จุดแข็งของกิจกรรมการเรียนรู้  
อีกให้ อธิบายงานของเซลล์ เป็นคนพูดเอง

ความรู้สึกรู้สึกและความคิดเห็น

อนุทินสะท้อนการเรียนรู้ของนักเรียน

ชื่อ - สกุล ป.ส. ศิวะวงศ์ ศรีสุชา เลขที่ 32 ชั้น ม. 5/2

สิ่งที่เรียนรู้  
เป็นทบทวนเรื่องสร้าง การเรียนรู้ใหม่ ๆ และได้ศึกษาต้นตอเกี่ยวกับ เรื่อง ต่อมา  
ได้เรียนรู้ถึง ส่วนต่าง ๆ ของ ต่อมาไว้ก่อน และ ยังได้รู้ว่า อยู่ ส่วนไหนของร่างกาย

สิ่งที่อยากเรียนรู้เพิ่มเติม  
อยากให้ได้เรียนรู้ถึง ต่อมาไว้ก่อน อธิบายให้ ทราบ หรือ สักทำนี้

จุดอ่อน / จุดแข็งของกิจกรรมการเรียนรู้  
มีเวลาไม่เพียงพอ ในการ ทำกิจกรรม

ความรู้สึกรู้สึกและความคิดเห็น  
ได้ รับ ความ สาคัญ ใน เรื่อง นี้ และได้ ความ สนุกสนาน ได้ รับ ประสิทธิภาพ ใน การ ทำ กิจกรรม แบบ นี้

อนุทินสะท้อนการเรียนรู้ของนักเรียน

ชื่อ - สกุล...นางจิรโรจน์...เมื่อวัน...เลขที่... 1... ชั้น ม. 5/2

สิ่งที่เรียนรู้  
ได้รู้จักกับ ดอโรน ซอร์คิน ที่สวนใน ไร่ไม้ ไม้ที่ขง กระทั่งการนำเอาดอกไม้จริง  
ที่ส่งในกล่อง ๗๗ ไปรับ ดอโรน โฮลด์ และโพรมินในสีน้ำเงิน

สิ่งที่อยากเรียนรู้เพิ่มเติม

จุดอ่อน / จุดแข็งของกิจกรรมการเรียนรู้  
จุดแข็ง ของกิจกรรมนี้คือ มีคน กระทั่งในวัน ที่เข้าร่วมกิจกรรมในเชิงเรียน ทำใ้ผมได้เรียน  
ในสิ่งที่คนรอบคอบคน แมวก็เห็น พร้อมที่ใ้รับความรู

ความรู้สึกละความคิดเห็น  
กิจกรรมน่าสนใจ ในสิ่งที่คนรอบคอบและคนรอบคอบ

อนุทินสะท้อนการเรียนรู้ของนักเรียน

ชื่อ - สกุล... น.ส. ปุณยพรใจดี... เลขที่... ๒๖... ชั้น ม. ๕/๒

สิ่งที่เรียนรู้  
การวิเคราะห์ภาพของดอกไม้

สิ่งที่อยากเรียนรู้เพิ่มเติม  
อยากให้ทุกคนช่วยอธิบายหัวข้อ เพื่อให้ได้เข้าใจ

จุดอ่อน / จุดแข็งของกิจกรรมการเรียนรู้  
จุดอ่อน มีเนื้อหาที่ไม่ค่อยเข้าใจ อยากให้ทุกคนช่วย ทบทวน

ความรู้สึกละความคิดเห็น  
ถ้าคนรอบคอบ อธิบายเนื้อหาเพิ่มเติม พร้อมยกตัวอย่างให้เข้าใจง่าๆ จะช่วยใ้  
เข้าใจ และสามารถเข้าใจในผล, จุดจำในเนื้อหา มากขึ้น



ภาคผนวก ข

ตัวอย่างแผนการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้

## แผนการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ (inquiry - based learning )

กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์      รายวิชา ชีววิทยา      ระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5  
เรื่อง ลักษณะเฉพาะ ตำแหน่งและหน้าที่ของต่อมไร้ท่อ      เวลา 1 คาบ (50 นาที)

### สาระที่ 1 สิ่งมีชีวิตกับกระบวนการดำรงชีวิต

**มาตรฐาน ว 1.1:** เข้าใจหน่วยพื้นฐานของสิ่งมีชีวิตความสัมพันธ์ของโครงสร้างและหน้าที่ของระบบต่างๆ ของสิ่งมีชีวิตที่ทำงานสัมพันธ์กัน มีกระบวนการสืบเสาะหาความรู้ สื่อสารสิ่งที่เรียนรู้ และนำความรู้ไปใช้ในการดำรงชีวิตของตนเอง และดูแลสิ่งมีชีวิต

#### มาตรฐานการเรียนรู้ช่วงชั้นที่ 4

สำรวจตรวจสอบ อภิปรายและอธิบายการรักษาคูลยภาพของเซลล์และร่างกายพืชและสัตว์กลไกในการควบคุมคูลยภาพของร่างกายมนุษย์ นำความรู้ไปใช้ในชีวิตประจำวันและในการหาความรู้เพิ่มเติม

### สาระที่ 8 ธรรมชาติของวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี

**มาตรฐาน ว 8.1:** ใช้กระบวนการทางวิทยาศาสตร์และจิตวิทยาศาสตร์ในการสืบเสาะหาความรู้ การแก้ปัญหา รู้ว่าปรากฏการณ์ทางธรรมชาติที่เกิดขึ้นส่วนใหญ่มีรูปแบบที่แน่นอน สามารถอธิบาย และตรวจสอบได้ภายใต้ข้อมูลและเครื่องมือที่มีอยู่ในช่วงเวลานั้นๆ เข้าใจว่าธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี สังคมและสิ่งแวดล้อมมีความเกี่ยวข้องสัมพันธ์กัน

#### มาตรฐานการเรียนรู้ช่วงชั้นที่ 4

1. ตั้งคำถามที่อยู่บนพื้นฐานของความรู้และความเข้าใจทางวิทยาศาสตร์ ความสนใจหรือจากประเด็นที่เกิดขึ้นในขณะนั้น ที่สามารถทำการตรวจสอบหรือศึกษาค้นคว้าได้อย่างครอบคลุมและเชื่อถือ

2. ตระหนักถึงความสำคัญในการที่จะต้องมีส่วนร่วมรับผิดชอบการอธิบาย การลงความเห็น และการสรุปผลการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ที่นำเสนอต่อสาธารณชนด้วยความถูกต้อง

3. จัดแสดงผลงาน เขียนรายงาน หรืออธิบายเกี่ยวกับแนวคิดกระบวนการ และผลของโครงการหรือชิ้นงานให้ผู้อื่นเข้าใจ

### ผลการเรียนรู้ที่คาดหวัง

1. ตั้งคำถามเกี่ยวกับ ลักษณะเฉพาะ ตำแหน่งและหน้าที่ของต่อมไร้ท่อในร่างกาย
2. สังเกต สำรวจ รวบรวมข้อมูล อธิบายหรือจัดแสดงผลงานเกี่ยวกับลักษณะเฉพาะ ตำแหน่งและหน้าที่ของต่อมไร้ท่อในร่างกาย พร้อมทั้งยกตัวอย่างต่อมไร้ท่อที่มีความสำคัญกับร่างกายของมนุษย์
3. ร่วมตอบคำถาม อภิปราย แสดงความคิดเห็น ยกตัวอย่าง และแลกเปลี่ยนเรียนรู้เกี่ยวกับ ธรรมชาติของวิทยาศาสตร์
4. ทำงานร่วมกับผู้อื่น ได้อย่างสร้างสรรค์

### แนวคิดหลัก

ต่อมไร้ท่อประกอบด้วยเซลล์เดียวหรือหลายเซลล์ที่มีลักษณะพิเศษแตกต่างจากเซลล์อื่นๆ ไม่มีท่อลำเลียงสารที่สร้างขึ้นจากต่อม แต่มีหลอดเลือดมาหล่อเลี้ยงจำนวนมาก และลำเลียงสารที่สร้างขึ้นทางหลอดเลือด

ตำแหน่งที่พบต่อมไร้ท่อ สามารถพบต่อมไร้ท่อซึ่งมีทั้งที่เป็นต่อมกระจายอยู่ตามจุดต่างๆ ของร่างกาย ได้แก่ ต่อมไพนีล ต่อมใต้สมอง ต่อมไทรอยด์ ต่อมพาราไทรอยด์ ต่อมหมวกไต ต่อมไทมัส และเป็นกลุ่มเซลล์ที่อยู่ในอวัยวะบางอย่างของร่างกาย ได้แก่ ตับอ่อน กระจกตา ลำไส้เล็ก รก และอวัยวะสืบพันธุ์ (อัณฑะและรังไข่)

ต่อมไร้ท่อ มีหน้าที่สร้างสารเคมีที่เรียกว่า ฮอร์โมน ซึ่งส่วนใหญ่เป็นสารประเภทโปรตีน เอมีน และสเตอรอยด์

### ประเด็นธรรมชาติของวิทยาศาสตร์

1. ความรู้ทางวิทยาศาสตร์เปลี่ยนแปลงได้
2. วิทยาศาสตร์ต้องการหลักฐาน

### กระบวนการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้

#### ขั้นสร้างความสนใจ (5 นาที)

1. นักเรียนดูภาพและข้อความข่าวเกี่ยวกับเด็กชายอายุ 11 เดือน ที่มีขนาดของร่างกายอ้วนผิดปกติ สาเหตุเนื่องมาจากมีความผิดปกติเกี่ยวกับระบบต่อมไร้ท่อ จากนั้นครูใช้คำถาม ดังต่อไปนี้
  - จากภาพและข่าวนักเรียนคิดว่าเด็กคนนี้มีโอกาสที่จะมีขนาดของร่างกายเป็นปกติได้หรือไม่ (มีโอกาสร่างกายจะเป็นปกติได้ถ้าได้รับการรักษาความผิดปกติของระบบต่อมไร้ท่อ)

- ลองยกตัวอย่างต่อมไร้ท่อที่นักเรียนรู้จัก (นักเรียนสามารถตอบได้ตามพื้นฐานความรู้ของนักเรียนที่มีอยู่ เช่น ต่อมไทรอยด์ ต่อมใต้สมอง เป็นต้น หากมีนักเรียนที่ตอบว่า ต่อมน้ำลาย ต่อมน้ำเหลือง แสดงว่านักเรียนมีแนวคิดคลาดเคลื่อน ซึ่งครูต้องอธิบายให้นักเรียนเข้าใจว่า ต่อมน้ำลาย ต่อมน้ำเหลืองเป็นต่อมมีท่อ ลำเลียงสารที่สร้างขึ้นจากต่อมโดยท่อเล็กๆที่อยู่รอบๆ ต่อมเหล่านั้น การอธิบายให้นักเรียนเข้าใจเป็นการแก้ไขให้นักเรียนมีแนวคิดที่สอดคล้องกับแนวคิดทางวิทยาศาสตร์ก่อนที่จะจัดการเรียนรู้แนวคิดใหม่ให้กับนักเรียนต่อไป)

- นักเรียนคิดว่าระบบต่อมไร้ท่อมีความสำคัญต่อร่างกายของคนเราหรือไม่ (มีความสำคัญ เพราะช่วยควบคุมให้ร่างกายของเราปกติ ถ้าหากระบบต่อมไร้ท่อที่มีความผิดปกติก็จะทำให้ร่างกายของคนเราผิดปกติไปด้วย)

- นักเรียนคิดว่าต่อมไร้ท่อในร่างกายของคนเรามีลักษณะอย่างไร และอยู่บริเวณใดบ้างของร่างกาย (นักเรียนสามารถตอบได้ตามพื้นฐานความรู้ของนักเรียนที่มีอยู่ เช่น นักเรียนอาจจะรู้จัก ต่อมไทรอยด์ก็จะตอบว่ามีลักษณะเป็นก้อนอยู่บริเวณคอ หรือต่อมใต้สมองมีลักษณะเป็นต่อมขนาดเล็กมากอยู่ใต้สมองส่วนไฮโปทาลามัส)

- นักเรียนคิดว่าอยากเรียนรู้อะไรบ้างเกี่ยวกับต่อมไร้ท่อ (ต่อมไร้ท่อที่มีลักษณะเป็นอย่างไร ต่อมไร้ท่ออยู่บริเวณใดของร่างกายบ้าง ต่อมไร้ท่อมีหน้าที่อะไร เป็นต้น)

2. ครูเขียนสรุปบนกระดานว่านักเรียนอยากเรียนรู้อะไรบ้างเกี่ยวกับต่อมไร้ท่อ โดยแยกตามความสนใจของนักเรียนแต่ละกลุ่ม

### ขั้นสำรวจและค้นหา (20 นาที)

1. นักเรียนดูแผนภาพลักษณะและตำแหน่งของต่อมไร้ท่อในร่างกายของคนเรา จากนั้นครูใช้คำถามดังต่อไปนี้

- นักเรียนคิดว่าต่อมไร้ท่อ คืออะไร (นักเรียนตอบตามความคิดของนักเรียน เช่น กระจุกของกลุ่มเซลล์ที่อยู่ตามจุดต่างๆ ของร่างกาย อวัยวะที่อยู่ตามจุดต่างๆ ของร่างกาย เป็นต้น)

- จากแผนภาพต่อมไร้ท่อที่กระจายอยู่ตามจุดต่างๆ ของร่างกายมีลักษณะเป็นต่อมเพียงอย่างเดียวหรือไม่ อย่างไร (ต่อมไร้ท่ออาจจะเป็นต่อมที่ประกอบด้วยเซลล์เพียงเซลล์เดียวหรือเป็นกลุ่มเซลล์ที่มีลักษณะพิเศษแตกต่างจากเซลล์ชนิดอื่นๆ ในร่างกาย เช่น ต่อมใต้สมอง ต่อมไทมัส และต่อมหมวกไต เป็นต้น หรือเป็นกลุ่มเซลล์ในอวัยวะ เช่น ตับอ่อน อัณฑะ รังไข่ ลำไส้เล็ก กระเพาะอาหาร เป็นต้น)

- นักเรียนคิดว่าเป็นไปได้หรือไม่ ที่ในอนาคตจะพบต่อมไร้ท่อมากกว่าที่มีอยู่ในปัจจุบัน เพราะเหตุใด (เป็นไปได้ เพราะในอนาคตอาจจะมีการพัฒนาความรู้ทางวิทยาศาสตร์จนสามารถสร้างเครื่องมือที่สามารถตรวจสอบได้ว่า มีต่อมไร้ท่ออื่นๆ อีกที่มีบทบาทหน้าที่ในร่างกายของ

คนเรา หรือหากนักวิทยาศาสตร์มีการสังเกต ทดลองหรือศึกษาค้นคว้าใหม่ๆ อาจจะทำให้พบว่ามิต่อมไร้ท้ออื่นๆ อีก)

2. นักเรียนแบ่งกลุ่ม ออกเป็นกลุ่มละ 4 คน เพื่อทำกิจกรรมสำรวจและค้นหาเกี่ยวกับลักษณะเฉพาะ ตำแหน่งและหน้าที่ของต่อมไร้ท้อ (ใบกิจกรรมที่ 1)

3. ครูชี้แจงให้นักเรียนว่าผลการสำรวจและค้นหาที่นักเรียนนำมาอธิบาย ต้องสามารถอ้างอิงและระบุแหล่งที่มาของข้อมูลได้

#### ชั้นอธิบาย (10 นาที)

1. นักเรียนแต่ละกลุ่มนำผลงานจากการสำรวจและค้นหามาอธิบายหน้าชั้นเรียน
2. นักเรียนร่วมกันแลกเปลี่ยนเรียนรู้กับเพื่อนกลุ่มอื่น พร้อมทั้งอธิบายผลจากการสำรวจและค้นหาของกลุ่มตนเองให้กับเพื่อนกลุ่มอื่นๆ เข้าใจ
3. ครูอธิบายเพิ่มเติมในประเด็นที่นักเรียนยังสงสัยหรือไม่เข้าใจ

#### ชั้นขยายความรู้ (10 นาที)

1. หลังจากชั้นอธิบาย ครูใช้คำถามดังต่อไปนี้
  - ต่อมไร้ท้อมีลักษณะเฉพาะอะไรบ้าง (ต่อมไร้ท้ออาจจะเป็นต่อมที่ประกอบด้วยเซลล์เพียงเซลล์เดียวหรือหลายเซลล์ที่มารวมตัวกัน ซึ่งเซลล์เหล่านี้จะมีลักษณะพิเศษแตกต่างจากเซลล์อื่นๆ ของร่างกายไม่มีท่อลำเลียงสารที่สร้างขึ้นจากต่อมและมีหลอดเลือดมาหล่อเลี้ยงจำนวนมาก หลอดเลือดที่มาหล่อเลี้ยงจะช่วยลำเลียงสารเคมีที่ต่อมไร้ท้อสร้างขึ้นไปตามกระแสเลือดเพื่อสู่อวัยวะเป้าหมาย)
  - ต่อมไร้ท้อแตกต่างจากต่อมมีท่ออย่างไร ให้นักเรียนยกตัวอย่างต่อมมีท่อที่นักเรียนรู้จัก (ต่อมมีท่อลำเลียงสาร ไปยังอวัยวะเป้าหมายทางท่อที่ต่อมสร้างขึ้น ต่อมไร้ท้อลำเลียงสาร ไปสู่อวัยวะเป้าหมายทางกระแสเลือด ตัวอย่างของต่อมมีท่อ เช่น ต่อมทอนซิล ต่อมน้ำลาย ต่อมลูกหมาก ต่อมน้ำตา เป็นต้น)
  - ทำไมต่อมไร้ท้อจึงมีความสำคัญกับร่างกายของคนเรา (เพราะต่อมไร้ท้อสร้างสารเคมีที่เรียกว่าฮอร์โมน และฮอร์โมนทำหน้าที่ควบคุมความเป็นปกติให้กับร่างกายของคนเรา เช่น ควบคุมเมแทบอลิซึม ของสารในร่างกายของคนเรา ควบคุมการเจริญเติบโตของร่างกายหรือบางอวัยวะ เป็นต้น)
  - ฮอร์โมนที่สร้างขึ้นจากต่อมไร้ท้อลำเลียงไปยังอวัยวะเป้าหมายด้วยวิธีการใด (ลำเลียงไปทางกระแสเลือดร่วมกับน้ำ สารอาหาร ก๊าซออกซิเจนและก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์)
  - นักเรียนคิดว่าฮอร์โมนที่ต่อมไร้ท้อสร้างขึ้นเป็นสารประเภทเดียวกันทั้งหมดหรือไม่อย่างไร (ไม่ใช่ประเภทเดียวกันทั้งหมด เพราะบางต่อมไร้ท้อจะสร้างฮอร์โมนที่เป็นสารประเภทโปรตีน บางต่อมไร้ท้อจะสร้างฮอร์โมนประเภทสเตอรอยด์ หรือเอมีน)

2. ครูยกตัวอย่างสถานการณ์มาอ่านให้กับนักเรียนฟัง ดังต่อไปนี้

“ถ้าหากมีนักวิทยาศาสตร์กลุ่มหนึ่งออกมานำเสนอข้อมูลว่า ได้ค้นพบต่อมไร้ท่อต่อมใหม่ ขึ้นมาในร่างกายของผู้ป่วยโรคไตช้ำ และพบว่าต่อมไร้ท่อดังกล่าวสร้างฮอร์โมนประเภท คาร์โบไฮเดรตและฮอร์โมนชนิดนี้ มีหน้าที่ควบคุมให้ร่างกายของผู้ป่วยไม่สามารถสร้างน้ำดีได้ ทำให้ผู้ป่วยโรคไตช้ำไม่สามารถย่อยอาหารประเภทไขมันได้ เพราะไม่มีน้ำดีที่จะทำให้อาหารประเภท ไขมันแตกตัว”

3. จากนั้นครูใช้คำถามกระตุ้นให้นักเรียนร่วมกันอภิปราย แสดงความคิดเห็น ดังนี้

- นักเรียนคิดว่าหน้าที่ข้อมูลของนักวิทยาศาสตร์กลุ่มนี้จะเป็นที่ยอมรับได้นั้น พวกเขา จะต้องทำอย่างไรบ้าง (นักวิทยาศาสตร์กลุ่มนี้ต้องมีหลักฐานมาแสดง เช่น ระบุได้ว่าต่อมไร้ท่อชนิด ใหม่ที่ค้นพบมีลักษณะอย่างไร อยู่ตำแหน่งใดของร่างกาย ฮอร์โมนที่ต่อมไร้ท่อนั้นสร้างขึ้น สามารถนำมาทดสอบได้ว่าเป็นสารประเภทคาร์โบไฮเดรตหรือไม่ และทดสอบว่าฮอร์โมนดังกล่าว มีผลต่อการสร้างน้ำดีอย่างไร)

4. ให้นักเรียนร่วมตั้งคำถามและแลกเปลี่ยนเรียนรู้ร่วมกันด้วยการตอบคำถามเหล่านั้น (เป็นคำถามเพิ่มเติมที่นักเรียนสนใจอยากรู้ และอยากแลกเปลี่ยนเรียนรู้ร่วมกับครูและเพื่อนๆ)

**ขั้นสรุปและประเมินผลสิ่งที่เรียนรู้ (5 นาที)**

1. ครูและนักเรียนร่วมกันสรุปลักษณะเฉพาะของต่อมไร้ท่อ ระบุตำแหน่งของต่อมไร้ท่อที่มีในร่างกายของคนเรา และบอกหน้าที่ของต่อมไร้ท่อ

2. ครูแนะนำให้นักเรียนเปรียบเทียบความรู้ที่มีอยู่เดิมกับความรู้ใหม่ที่นักเรียนสร้างขึ้น หลังจากผ่านการเรียนรู้ และอธิบายให้นักเรียนเห็นความเชื่อมโยงระหว่างการเปลี่ยนแปลงของ ความรู้ที่นักเรียนสร้างขึ้นและการเปลี่ยนแปลงของความรู้ทางวิทยาศาสตร์เมื่อนักวิทยาศาสตร์สร้าง ความรู้ใหม่ขึ้นหลังจากผ่านกระบวนการเรียนรู้ เพื่อให้นักเรียนเข้าใจว่าความรู้ทางวิทยาศาสตร์ เปลี่ยนแปลงได้อย่างไรและทำไมความรู้ทางวิทยาศาสตร์จึงเปลี่ยนแปลง

3. นักเรียนเขียนอนุทินสะท้อนการเรียนรู้ของตนเองเกี่ยวกับเรื่อง ลักษณะเฉพาะ ตำแหน่ง และหน้าที่ของต่อมไร้ท่อในร่างกาย

**สื่อการเรียนรู้**

1. หนังสือชีววิทยา เล่ม 3 ของสถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี
2. รูปภาพและข้อความข่าวเกี่ยวกับเด็กชายวัย 11 เดือนที่มีร่างกายอ้วนผิดปกติเนื่องจาก ความผิดปกติของระบบต่อมไร้ท่อในร่างกาย จาก [www.fwdder.com/topic/60087](http://www.fwdder.com/topic/60087)
3. แผนภาพระบบต่อมไร้ท่อในร่างกายของคนเรา
4. ใบกิจกรรมที่ 1 เรื่อง ลักษณะเฉพาะ ตำแหน่งและหน้าที่ของต่อมไร้ท่อ

## 5. หนังสืออ่านประกอบเกี่ยวกับระบบต่อมไร้ท่อ

### แนวทางการวัดและประเมินผล

1. ด้านความรู้ ประเมินจากการใช้แบบสังเกต ซึ่งบันทึกการสังเกตเกี่ยวกับ การตอบคำถาม การอธิบายให้เหตุผล การร่วมแสดงความคิดเห็นกับเพื่อนและครู ประเมินจากการตอบคำถาม ในใบกิจกรรม ประเมินจากอนุทินสะท้อนการเรียนรู้ของนักเรียน และประเมินจากแบบวัดแนวคิด เกี่ยวกับระบบต่อมไร้ท่อ

2. ด้านทักษะกระบวนการ ประเมินจากการใช้แบบสังเกต ซึ่งบันทึกการสังเกตเกี่ยวกับการใช้ทักษะการสังเกต การสืบค้นข้อมูล และการนำเสนอข้อมูล

3. ด้านเจตคติ ประเมินจากการใช้แบบสังเกต ซึ่งบันทึกการสังเกตเกี่ยวกับความรับผิดชอบ ความกระตือรือร้นสนใจและให้ความร่วมมือในกิจกรรมการเรียนรู้ ใจกว้างยอมรับฟังความคิดเห็นของผู้อื่นเมื่อมีหลักฐานหรือเหตุผลที่เพียงพอ

4. ด้านความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ ประเมินจากการใช้แบบสังเกต ซึ่งบันทึกการสังเกตเกี่ยวกับการร่วมอภิปราย แสดงความคิดเห็น ยกตัวอย่าง และแลกเปลี่ยนเรียนรู้เกี่ยวกับธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ และประเมินจากแบบสำรวจความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์

### แหล่งเรียนรู้

1. ห้องเรียนชีววิทยาเป็นแหล่งจัดกิจกรรมการเรียนรู้
2. อินเทอร์เน็ตเป็นแหล่งสืบค้นข้อมูล

## ใบกิจกรรมที่ 1 เรื่อง ลักษณะเฉพาะ ตำแหน่งและหน้าที่ของต่อมไร้ท่อ

### จุดประสงค์การเรียนรู้

1. สามารถตั้งคำถามและตอบคำถามที่ตั้งขึ้น รวมทั้งตอบคำถามที่กำหนดให้เกี่ยวกับลักษณะเฉพาะ ตำแหน่ง และหน้าที่ของต่อมไร้ท่อ

2. สืบหาและค้นหาข้อมูลเกี่ยวกับลักษณะเฉพาะ ตำแหน่งและหน้าที่ของต่อมไร้ท่อ

### คำชี้แจงสำหรับนักเรียน

1. สมาชิกของแต่ละกลุ่มร่วมกันตั้งคำถามและตอบคำถามที่ตั้งขึ้นเกี่ยวกับลักษณะเฉพาะ ตำแหน่งและหน้าที่ของต่อมไร้ท่อ

2. สมาชิกของแต่ละกลุ่มร่วมกันสืบหาและค้นหาและตอบคำถามเกี่ยวกับลักษณะเฉพาะ ตำแหน่งและหน้าที่ของต่อมไร้ท่อที่ศึกษา ระบุแหล่งที่มาของข้อมูลที่ใช้ตอบคำถาม (แต่ละกลุ่มเลือกต่อมไร้ท่อที่ต้องการศึกษาซึ่งต้องไม่ซ้ำกับกลุ่มอื่นๆ)

3. วาดรูปลักษณะของต่อมไร้ท่อและระบุตำแหน่งของต่อมไร้ท่อที่พบในร่างกายลงในกระดาษบรูฟ เพื่อนำเสนอต่อเพื่อนๆ หน้าชั้นเรียน

### สมาชิกกลุ่มประกอบด้วย

1.....2.....  
3.....4.....

คำถามที่กลุ่มของนักเรียนสนใจศึกษาค้นคว้าเกี่ยวกับ ต่อมไร้ท่อ (ให้นักเรียนตอบคำถามดังกล่าว)

.....  
.....  
.....  
.....

### จงตอบคำถามดังต่อไปนี้

ต่อมไร้ท่อที่ทำการศึกษา คือ .....

หน้าที่ของต่อมไร้ท่อ คือ .....

.....

ลักษณะเฉพาะของ..... (ระบุชื่อต่อม ไร้ท่อที่ศึกษาเรียนรู้)

.....

ตำแหน่งที่อยู่ของ ..... อยู่บริเวณ.....

.....

แหล่งที่มาของข้อมูล.....

## ประวัติการศึกษาและการทำงาน

ชื่อ -นามสกุล	นางขวัญฤทัย เทียงจันทราทิพย์
วัน เดือน ปี ที่เกิด	11 กุมภาพันธ์ 2521
สถานที่เกิด	จังหวัดพะเยา
ประวัติการศึกษา	วิทยาศาสตรบัณฑิต สาขาชีววิทยาประยุกต์ จาก สถาบันราชภัฏเชียงใหม่ พ.ศ. 2544 ประกาศนียบัตรบัณฑิตวิชาชีพครู สาขาการศึกษา จากสถาบันราชภัฏเชียงใหม่ พ.ศ. 2545
ตำแหน่งปัจจุบัน	ครู คศ. 1
สถานที่ทำงานปัจจุบัน	โรงเรียนเฉลิมพระเกียรติสมเด็จพระศรีนครินทร์ พะเยา จังหวัดพะเยา
ทุนการศึกษาที่ได้รับ	ทุนการศึกษาระดับปริญญาโทสำหรับข้าราชการ ครู สควค. จากสถาบันส่งเสริมการสอน วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี พ.ศ. 2551-2553