ผลการใช้วงจรการเรียนรู้แบบการทำนายและอภิปรายเป็นฐานที่มีต่อมโนทัศน์ชีววิทยา
และการให้เหตุผลด้านความสัมพันธ์ของนักเรียนมัธยมศึกษาตอนปลาย

นางสาวยุวากร กลมอ่อน

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

บทคัดย่อและแฟ้มข้อมูลฉบับเต็มของวิทยานิพนธ์ตั้งแต่ปีการศึกษา 2554 ที่ให้บริการในคลังปัญญาจุฬาฯ (CUIR)
เป็นแฟ้มข้อมูลของนิสิตเจ้าของวิทยานิพนธ์ ที่ส่งผ่านทางบัณฑิตวิทยาลัย
The abstract and full text of theses from the academic year 2011 in Chulalongkorn University Intellectual Repository (CUIR)
are the thesis authors' files submitted through the University Graduate School.

วิทยานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาครุศาสตรมหาบัณฑิต
สาขาวิชาการศึกษาวิทยาศาสตร์ ภาควิชาหลักสูตรและการสอน
คณะครุศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
ปีการศึกษา 2560
ลิขสิทธิ์ของจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

EFFECTS OF USING THE PREDICTION AND DISCUSSION-BASED LEARNING CYCLE ON BIOLOGY CONCEPTS AND CORRELATION REASONING OF UPPER SECONDARY SCHOOL STUDENTS

Miss Yuwagon Klom-on

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY

A Thesis Submitted in Partial Fulfillment of the Requirements
for the Degree of Master of Education Program in Science Education
Department of Curriculum and Instruction
Faculty of Education
Chulalongkorn University
Academic Year 2017

Copyright of Chulalongkorn University

หัวข้อวิทยานิพนธ์	ผลการใช้วงจรการเรียนรู้แบบการทำนายและอภิปรายเป็นฐานที่มีต่อมโนทัศน์ชีววิทยา และการให้เหตุผลด้านความสัมพันธ์ของนักเรียนมัธยมศึกษาตอนปลาย
โดย	นางสาวยุวากร กลมอ่อน
สาขาวิชา	การศึกษาวิทยาศาสตร์
อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์หลัก	อาจารย์ ดร.สายรุ้ง ซาวสุภา
อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ร่วม	รองศาสตราจารย์ ดร.จันทร์เพ็ญ จันทร์เจ้า

คณะครุศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย อนุมัติให้นับวิทยานิพนธ์ฉบับนี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญามหาบัณฑิต

.....คณบดีคณะครุศาสตร์

(รองศาสตราจารย์ ดร.ศิริเดช สุชีวะ)

คณะกรรมการสอบวิทยานิพนธ์

.....ประธานกรรมการ

(รองศาสตราจารย์ ดร.สุจินต์ วิศวธีรานนท์)

.....อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์หลัก

(อาจารย์ ดร.สายรุ้ง ซาวสุภา)

.....อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ร่วม

(รองศาสตราจารย์ ดร.จันทร์เพ็ญ จันทร์เจ้า)

.....กรรมการ

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.สกลรัชต์ แก้วดี)

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY

ยุวากร กลมอ่อน : ผลการใช้วงจรการเรียนรู้แบบการทำนายและอภิปรายเป็นฐานที่มีต่อมโนทัศน์ชีววิทยา และการให้เหตุผลด้านความสัมพันธ์ของนักเรียนมัธยมศึกษาตอนปลาย (EFFECTS OF USING THE PREDICTION AND DISCUSSION-BASED LEARNING CYCLE ON BIOLOGY CONCEPTS AND CORRELATION REASONING OF UPPER SECONDARY SCHOOL STUDENTS) อ.ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์หลัก: อ. ดร.สายรุ้ง ชาวสุภา, อ.ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ร่วม: รศ. ดร.จันทร์เพ็ญ จันทร์เจ้า, 95 หน้า.

การวิจัยครั้งนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อ 1) เปรียบเทียบมโนทัศน์ชีววิทยาของนักเรียนมัธยมศึกษาตอนปลายที่เรียนด้วยการจัดการเรียนการสอนโดยใช้วงจรการเรียนรู้แบบการทำนายและอภิปรายเป็นฐานเทียบกับเกณฑ์ 2) เปรียบเทียบมโนทัศน์ชีววิทยาของนักเรียนมัธยมศึกษาตอนปลายที่เรียนด้วยการจัดการเรียนการสอนโดยใช้วงจรการเรียนรู้แบบการทำนายและอภิปรายเป็นฐานกับนักเรียนกลุ่มที่เรียนด้วยการจัดการเรียนการสอนแบบทั่วไป 3) เปรียบเทียบการให้เหตุผลด้านความสัมพันธ์ระหว่างก่อนเรียนและหลังเรียนของนักเรียนมัธยมศึกษาตอนปลายที่เรียนด้วยการจัดการเรียนการสอนโดยใช้วงจรการเรียนรู้แบบการทำนายและอภิปรายเป็นฐาน และ 4) เปรียบเทียบการให้เหตุผลด้านความสัมพันธ์ของนักเรียนมัธยมศึกษาตอนปลายที่เรียนด้วยการจัดการเรียนการสอนโดยใช้วงจรการเรียนรู้แบบการทำนายและอภิปรายเป็นฐานกับนักเรียนกลุ่มที่เรียนด้วยการจัดการเรียนการสอนแบบทั่วไป กลุ่มตัวอย่าง คือ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 จำนวน 2 ห้องเรียน แผนการเรียนวิทยาศาสตร์-คณิตศาสตร์ โรงเรียนขนาดใหญ่พิเศษ ภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2560 เครื่องมือในการเก็บรวบรวมข้อมูล ได้แก่ แบบวัดมโนทัศน์ชีววิทยา และแบบวัดการให้เหตุผลด้านความสัมพันธ์ วิเคราะห์ข้อมูลด้วยค่าสถิติ ค่าเฉลี่ย ค่าเฉลี่ยร้อยละ ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานและสถิติทดสอบที

ผลการวิจัยสรุปดังนี้

1) นักเรียนมัธยมศึกษาตอนปลายที่เรียนด้วยการจัดการเรียนการสอนโดยใช้วงจรการเรียนรู้แบบการทำนายและอภิปรายเป็นฐานมีคะแนนเฉลี่ยมโนทัศน์ชีววิทยาคิดเป็นร้อยละ 51.93 จัดอยู่ในระดับผ่านเกณฑ์ ซึ่งต่ำกว่าเกณฑ์ที่กำหนดไว้คือร้อยละ 70

2) นักเรียนมัธยมศึกษาตอนปลายที่เรียนด้วยการจัดการเรียนการสอนโดยใช้วงจรการเรียนรู้แบบการทำนายและอภิปรายเป็นฐานมีคะแนนเฉลี่ยมโนทัศน์ชีววิทยาสูงกว่านักเรียนกลุ่มที่เรียนด้วยการจัดการเรียนการสอนแบบทั่วไปอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

3) นักเรียนมัธยมศึกษาตอนปลายที่เรียนด้วยการจัดการเรียนการสอนโดยใช้วงจรการเรียนรู้แบบการทำนายและอภิปรายเป็นฐานมีคะแนนเฉลี่ยการให้เหตุผลด้านความสัมพันธ์หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

4) นักเรียนมัธยมศึกษาตอนปลายที่เรียนด้วยการจัดการเรียนการสอนโดยใช้วงจรการเรียนรู้แบบการทำนายและอภิปรายเป็นฐานมีคะแนนเฉลี่ยการให้เหตุผลด้านความสัมพันธ์หลังเรียนไม่แตกต่างกับคะแนนเฉลี่ยของนักเรียนกลุ่มที่ได้รับการจัดการเรียนการสอนแบบทั่วไปอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

ภาควิชา	หลักสูตรและการสอน	ลายมือชื่อนิสิต ----------
สาขาวิชา	การศึกษาวิทยาศาสตร์	ลายมือชื่อ อ.ที่ปรึกษาหลัก ----------
ปีการศึกษา	2560	ลายมือชื่อ อ.ที่ปรึกษาร่วม ----------

5883430027 : MAJOR SCIENCE EDUCATION
KEYWORDS: PREDICTION AND DISCUSSION-BASED LEARNING CYCLE / BIOLOGY CONCEPTS / CORRELATION REASONING

YUWAGON KLOM-ON: EFFECTS OF USING THE PREDICTION AND DISCUSSION-BASED LEARNING CYCLE ON BIOLOGY CONCEPTS AND CORRELATION REASONING OF UPPER SECONDARY SCHOOL STUDENTS. ADVISOR: SAIROONG SAOWSUPA, Ph.D., CO-ADVISOR: ASSOC. PROF. CHANPEN CHANCHAO, Ph.D., 95 pp.

The purposes of this study were to 1) compare biology concepts of students who learned with the Prediction/Discussion-based learning cycle with criteria 2) compare biology concepts of students who learned through the Prediction/Discussion-based learning cycle and those who learned through conventional teaching instruction 3) compare correlation reasoning between pre-test and post-test of students who learned with the Prediction/Discussion-based learning cycle and 4) compare correlation reasoning of students who learned through the Prediction/Discussion-based learning cycle and those who learned through conventional teaching instruction. The sample groups were two classes of eleventh grade students in Science-Mathematics program from the extra large school in the first semester of 2017. The data collecting tools included biology concepts test and correlational reasoning test.The data were analysed by mean, mean of percentage, standard deviation and t-test.

The research findings were found that :

1) The student who learned through the Prediction/Discussion-based learning cycle had a mean percentage score in biology concepts at 51.93 percent which lower than criterion score at 70 percent.

2) The student who learned through the Prediction/Discussion-based learning cycle had a mean score in biology concepts higher than students who learned through conventional teaching instruction at .05 level of significance.

3) The student who learned through the Prediction/Discussion-based learning cycle had a post-test-mean score in correlation reasoning higher than pre-test mean score at .05 level of significance.

4) The student who learned through the Prediction/Discussion-based learning cycle had a post-test mean score in correlation reasoning not significantly difference from students who learned through conventional teaching method at .05 level of significance.

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

Department:	Curriculum and Instruction	Student's Signature	----------
Field of Study:	Science Education	Advisor's Signature	----------
Academic Year:	2017	Co-Advisor's Signature	----------

กิตติกรรมประกาศ

วิทยานิพนธ์ฉบับนี้สำเร็จลุล่วงได้ด้วยดี เนื่องจากได้รับความกรุณาและความช่วยเหลือจาก อาจารย์ ดร.สายรุ้ง ซาวสุภา อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ และ รองศาสตราจารย์. ดร.จันทร์เพ็ญ จันทร์เจ้า อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ร่วม ที่ได้ให้คำแนะนำจนทำให้วิทยานิพนธ์ฉบับนี้สำเร็จลุล่วงได้ในที่สุด จึงขอขอบพระคุณเป็นอย่างสูงมา ณ โอกาสนี้

ขอขอบพระคุณรองศาสตราจารย์ ดร.สุจินต์ วิศวธีรานนท์ ประธานกรรมการสอบวิทยานิพนธ์ ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.สกลรัชต์ แก้วดี กรรมการสอบวิทยานิพนธ์ ที่ได้สละเวลาในการตรวจและให้คำแนะนำในการปรับปรุงวิทยานิพนธ์ให้มีความถูกต้อง รวมถึงคณาจารย์ผู้ทรงคุณวุฒิทุกท่านที่ได้กรุณาตรวจสอบและให้ข้อเสนอแนะในการพัฒนาคุณภาพเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้

ขอขอบคุณท่านผู้อำนวยการโรงเรียนและอาจารย์ทุกท่านที่ให้ความอนุเคราะห์ในการเก็บรวบรวมข้อมูล และได้ให้ความช่วยเหลือตลอดระยะเวลาในการดำเนินงานวิจัย ตลอดจนนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ภาคการศึกษาต้น ปีการศึกษา 2560 ทุกคนที่ให้ความร่วมมือในการทำวิจัยเป็นอย่างดี

ขอขอบคุณบิดา มารดา และครอบครัวที่ให้ความห่วงใย ให้กำลังใจและสนับสนุนการศึกษาตลอดมา ตลอดจนขอขอบคุณเพื่อน รุ่นพี่ รุ่นน้องสาขาการศึกษาวิทยาศาสตร์ที่ได้ให้ความช่วยเหลือและเป็นกำลังใจทั้งในการเรียนและการทำวิทยานิพนธ์ให้สำเร็จลุล่วงได้ด้วยดี

ทั้งนี้ ผู้วิจัยขอขอบคุณทุนการศึกษาในโครงการส่งเสริมการผลิตครูที่มีความสามารถพิเศษทางวิทยาศาสตร์และคณิตศาสตร์ (สควค.) ตลอดหลักสูตรที่ผู้วิจัยได้รับไว้ ณ โอกาสนี้

สารบัญ

หน้า

บทคัดย่อภาษาไทย ..... ง

บทคัดย่อภาษาอังกฤษ ..... จ

กิตติกรรมประกาศ ..... ฉ

สารบัญ ..... ช

สารบัญตาราง ..... ฌ

สารบัญแผนภาพ ..... ฎ

บทที่ 1 บทนำ 1

ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา 1

คำถามการวิจัย 4

วัตถุประสงค์ของการวิจัย 5

สมมติฐานการวิจัย 5

ขอบเขตการวิจัย 6

คำจำกัดความที่ใช้ในการวิจัย 7

บทที่ 2 เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง 9

1. วงจรการเรียนรู้แบบการทำนายและอภิปรายเป็นฐาน 10

2. มโนทัศน์ชีววิทยา 16

3. การให้เหตุผลด้านความสัมพันธ์ 22

4. งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง 28

5. กรอบแนวคิดงานวิจัย 31

บทที่ 3 วิธีดำเนินงานวิจัย 32

1. รูปแบบการวิจัย 32

2. ประชากรและกลุ่มตัวอย่าง 33

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

3. เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย 34

4. การเก็บรวบรวมข้อมูล 41

5. การวิเคราะห์ข้อมูล 41

บทที่ 4 ผลการวิเคราะห์ข้อมูล 43

บทที่ 5 สรุปผลการวิจัย อภิปรายผล และข้อเสนอแนะ 48

รายการอ้างอิง 55

ภาคผนวก 61

ภาคผนวก ก รายนามผู้ทรงคุณวุฒิ 63

ภาคผนวก ข ตัวอย่างเครื่องมือที่ใช้ในการทดลอง 64

ภาคผนวก ค ตัวอย่างเครื่องมือที่ใช้ในการเก็บรวบรวมข้อมูล 77

ภาคผนวก ง คุณภาพของเครื่องมือที่ใช้ในการเก็บรวบรวมข้อมูล 85

ภาคผนวก จ คะแนนเฉลี่ยก่อนเรียนของนักเรียนกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม 93

ประวัติผู้เขียนวิทยานิพนธ์ 95

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY

สารบัญตาราง

ตารางที่ 1 หัวข้อและจำนวนคาบเรียนในการจัดการเรียนการสอนวิชาชีววิทยา.....35

ตารางที่ 2 หัวข้อและจำนวนข้อสอบแบบวัดมโนทัศน์ชีววิทยา จำแนกตามพฤติกรรมบ่งชี้.....38

ตารางที่ 3 เกณฑ์การประเมินมโนทัศน์ชีววิทยา.....42

ตารางที่ 4 คะแนนเฉลี่ย ($\overline{X}$) ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (S.D.) และคะแนนเฉลี่ยร้อยละ ($\overline{X}_{ร้อยละ}$) มโนทัศน์ชีววิทยาของนักเรียนกลุ่มทดลอง (n=38).....43

ตารางที่ 5 เปรียบเทียบคะแนนเฉลี่ย ($\overline{X}$) ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (S.D.) และคะแนนเฉลี่ยร้อยละ ($\overline{X}_{ร้อยละ}$) มโนทัศน์ชีววิทยาของนักเรียนกลุ่มทดลอง (n=38) และนักเรียนกลุ่มควบคุม (n=38).....44

ตารางที่ 6 เปรียบเทียบคะแนนแต่ละพฤติกรรมบ่งชี้ของมโนทัศน์ชีววิทยาหลังเรียนของนักเรียนกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม.....45

ตารางที่ 7 เปรียบเทียบคะแนนเฉลี่ยร้อยละแต่ละพฤติกรรมบ่งชี้ของมโนทัศน์ชีววิทยาหลังเรียนของนักเรียนกลุ่มทดลองในหน่วยการเรียนรู้ที่ 1 และ หน่วยการเรียนรู้ที่ 2 45

ตารางที่ 8 คะแนนเฉลี่ย ($\overline{X}$) ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (S.D.) และคะแนนเฉลี่ยร้อยละ ($\overline{X}_{ร้อยละ}$) การให้เหตุผลด้านความสัมพันธ์ของนักเรียนกลุ่มทดลอง (n=38).....46

ตารางที่ 9 เปรียบเทียบ($\overline{X}$) ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (S.D.) และคะแนนเฉลี่ยร้อยละ ($\overline{X}_{ร้อยละ}$) การให้เหตุผลด้านความสัมพันธ์ของนักเรียนกลุ่มทดลอง (n=38) และนักเรียนกลุ่มควบคุม (n=38).....47

ตารางที่10ค่าดัชนีความสอดคล้อง (I.O.C) จำแนกเป็นรายข้อของแบบวัดมโนทัศน์ชีววิทยาก่อนเรียน.....86

ตารางที่ 11 ค่าระดับความยาก (P) และค่าอำนาจจำแนก (r) เป็นรายข้อของแบบวัดมโนทัศน์ชีววิทยาก่อนเรียน.....87

ตารางที่ 12ค่าดัชนีความสอดคล้อง (I.O.C) จำแนกเป็นรายข้อของแบบวัดมโนทัศน์ชีววิทยาหลังเรียน.....88

ตารางที่ 13 ค่าระดับความยาก (P) และค่าอำนาจจำแนก (r) เป็นรายข้อของแบบวัดมโนทัศน์ชีววิทยาหลังเรียน.....89

ตารางที่ 14 ค่าดัชนีความสอดคล้อง (I.O.C) ของแบบวัดการให้เหตุผลด้านความสัมพันธ์.....91

ตารางที่ 15 ค่าระดับความยาก (P) และค่าอำนาจจำแนก (r) เป็นรายข้อของแบบวัดการให้เหตุผลด้านความสัมพันธ์.....92

ตารางที่ 16 เปรียบเทียบคะแนนเฉลี่ยมโนทัศน์ชีววิทยาก่อนเรียนของนักเรียนกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม 94

ตารางที่ 17 เปรียบเทียบคะแนนเฉลี่ยการให้เหตุผลด้านความสัมพันธ์ก่อนเรียนของนักเรียนกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม.....94

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

สารบัญแผนภาพ

แผนภาพที่ 1 ผังรูปตัว V การทดลองของ Van Helmont โดย Mintzes et al. (2001).....20

แผนภาพที่ 2 คำถามประเมิน 20 คำถามของ Wandersee โดย Mintzes et al. (2001) 21

แผนภาพที่ 3 ตัวอย่างแบบวัดการให้เหตุผลด้านความสัมพันธ์ โดย Han (2013).....26

แผนภาพที่ 4 ตัวอย่างแบบวัดการให้เหตุผลด้านความสัมพันธ์ โดย Han (2013).....26

แผนภาพที่ 5 ตัวอย่างแบบวัดการให้เหตุผลด้านความสัมพันธ์ โดย Vass (2000), Fah (2009) และ Bird (2010).....27

แผนภาพที่ 6 รูปแบบการวิจัย Two Group pretest-posttest design.....32

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY

บทที่ 1
บทนำ

ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา

การจัดการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์มีจุดมุ่งหมายเพื่อพัฒนาให้นักเรียนมีความรู้ความเข้าใจต่อข้อเท็จจริง ทฤษฎี ความรู้พื้นฐานทางวิทยาศาสตร์ สามารถเชื่อมโยงความรู้และกระบวนการมีทักษะสำคัญในการค้นคว้าและสร้างองค์ความรู้โดยใช้กระบวนการในการสืบเสาะหาความรู้ จุดมุ่งหมายดังกล่าวแสดงให้เห็นได้ว่าการสอนวิทยาศาสตร์ต้องการให้นักเรียนสร้างมโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์ และสามารถนำมโนทัศน์นั้นไปใช้ในสถานการณ์ใหม่ได้ (Rybee, Powell, and Trowbridge, 2008 ; กระทรวงศึกษาธิการ, 2551) ชีววิทยาเป็นแขนงหนึ่งของวิทยาศาสตร์ เป้าหมายสำคัญของการจัดการเรียนการสอนชีววิทยาคือเพื่อให้มีความรู้ความเข้าใจหลักการและทฤษฎีที่เป็นพื้นฐานในวิชาชีววิทยา เข้าใจขอบเขตของธรรมชาติ มีทักษะในการศึกษาค้นคว้า มีการพัฒนากระบวนการคิดและจินตนาการ สามารถใช้ความจริงและหลักการทางชีววิทยาในการแก้ปัญหาอย่างมีประสิทธิภาพ ดำรงชีวิตอยู่ในสังคมอย่างรอบคอบ ใช้ความรู้ในการตัดสินใจ พร้อมทั้งการศึกษาสิ่งมีชีวิตและสิ่งแวดล้อมนี้เป็นสิ่งสำคัญในการขับเคลื่อนโลกในปัจจุบันและอนาคต ช่วยในการดำเนินชีวิต ทั้งในด้านการทำการเกษตร อุตสาหกรรม สาธารณสุขและสิ่งแวดล้อม มีความเกี่ยวข้องกับการส่งเสริมให้คุณภาพชีวิตของมนุษย์ดีขึ้น (กระทรวงศึกษาธิการ, 2556)

การสอนชีววิทยาดำเนินมาอย่างต่อเนื่องเพื่อพัฒนาความรู้ความเข้าใจของนักเรียน แต่กลับพบหัวข้อมโนทัศน์ชีววิทยาจำนวนไม่น้อยที่ยากต่อการทำความเข้าใจสำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย ได้แก่ การลำเลียงในพืช การสังเคราะห์โปรตีน กระบวนการหายใจ การสังเคราะห์ด้วยแสง การแลกเปลี่ยนแก๊ส เซลล์ กระบวนการทางสรีรวิทยา ฮอร์โมน การขนส่งออกซิเจน พันธุศาสตร์ กฎของเมนเดล พันธุวิศวกรรม และระบบประสาทส่วนกลาง ซึ่งสิ่งที่ส่งผลให้นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนปลายประสบปัญหากับมโนทัศน์ชีววิทยามีหลายสาเหตุประกอบกัน ได้แก่ รูปแบบในการจัดการเรียนการสอนของครู หนังสือเรียน ตลอดจนเครื่องมือที่ใช้ในการทดลอง (Tekkaya, Özkan, and Sungur, 2001; Çimer, 2012) นอกจากนี้ธรรมชาติของวิชาและวิธีการสอนของครูยังเป็นเหตุผลสำคัญต่อการเรียนรู้ หรือในส่วนของมโนทัศน์ชีววิทยาที่อยู่ในลักษณะเป็นนามธรรมประกอบกับเนื้อหาที่มากจนเกินไป ก็เป็นสิ่งที่ขัดขวางการเรียนรู้อย่างมีประสิทธิภาพของนักเรียนเช่นกัน (Lazarowitz and Penso, 1992; Tekkaya et al, 2001)

ปัญหาการเรียนชีววิทยาในประเทศไทยพิจารณาได้จากการทดสอบระดับชาติ โดยข้อมูลจากแบบสอบทางการศึกษาแห่งชาติขั้นพื้นฐาน (ONET) ระบุว่าคะแนนสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ลดลง

อย่างต่อเนื่อง โดยผลการทดสอบของระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 ในปีการศึกษา 2558 และ 2559 พบว่าคะแนนเฉลี่ยในสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์อยู่ที่ 33.40 และ 31.77 คะแนนเฉลี่ยปีการศึกษา 2559 จำแนกตามสาระพบว่า สาระที่ 1 สิ่งมีชีวิตกับกระบวนการดำรงชีวิต คะแนนเฉลี่ยเท่ากับ 36.75 สาระที่ 2 ชีวิตกับสิ่งแวดล้อม คะแนนเฉลี่ยเท่ากับ 41.33 มีค่าต่ำกว่าร้อยละ 50 (สถาบันทดสอบทางการศึกษาแห่งชาติ, 2560 : online) นอกจากนี้การประเมินผลตามโครงการ PISA (Programme for International Student Assment) พบว่าคะแนนเฉลี่ยในด้านวิทยาศาสตร์ PISA 2015 ของนักเรียนไทยอยู่ที่ 421 คะแนน ต่ำกว่าคะแนนเฉลี่ยของ OECD (Organisation for Economic Co-operation and Development) อย่างมีนัยสำคัญ มีคะแนนเฉลี่ย 493 คะแนน ส่งผลให้ประเทศไทยมีคะแนนเฉลี่ยด้านวิทยาศาสตร์ใน PISA 2015 อยู่ในอันดับที่ 55 จาก 72 ประเทศ/เขตเศรษฐกิจ (สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี, 2559 : online) โดยจากสภาพปัญหาและจุดมุ่งหมายดังกล่าวข้างต้นทำให้วิทยาศาสตร์เป็นสาระการเรียนรู้ที่ยังต้องพัฒนาในการถ่ายทอดความรู้สู่นักเรียนให้เกิดความรู้ความเข้าใจได้อย่างเหมาะสมและมีประสิทธิภาพ

การจัดการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์มีรูปแบบและวิธีการสอนมากมายที่มุ่งเน้นให้นักเรียนสามารถสร้างมโนทัศน์ชีววิทยาได้ เช่น การจัดการเรียนการสอนแบบการเปลี่ยนแปลงมโนทัศน์ผสมผสานกับการใช้ผังมโนทัศน์ การจัดการเรียนการสอนตามแนวคอนสตรักติวิสต์ (Driver and Oldham, 1986 อ้างถึงใน ชุติมา รอดสุด, 2550 ; Sungur, Tekkaya, and Geban, 2001) หนึ่งในการจัดการเรียนการสอนที่ทำให้นักเรียนเกิดความรู้ความเข้าใจ มีการสร้างความรู้ได้ด้วยตนเอง เกิดการเรียนรู้อย่างมีความหมาย และสามารถสร้างมโนทัศน์ซึ่งเป็นเป้าหมายของการเรียนวิทยาศาสตร์ คือ การจัดการเรียนการสอนแบบวงจรการเรียนรู้ (learning cycle) เป็นวิธีที่มีลำดับการจัดการเรียนการสอนที่มีความต่อเนื่องและเชื่อมโยงกันซึ่งถูกนำมาเริ่มต้นใช้ในการสอนวิทยาศาสตร์โดยนักวิทยาศาสตร์ ชื่อ Karplusและคณะ ในปีค.ศ.1970 (Lawson, 1995) ประกอบด้วย 3 ระยะ คือ ระยะการสำรวจและตรวจสอบ (exploration) ระยะสร้าง (invention) และระยะค้นพบ (discovery) เพื่อให้นักเรียนสามารถสร้างมโนทัศน์ได้ด้วยตนเอง

หลังจากนั้นการจัดการเรียนการสอนโดยใช้วงจรการเรียนรู้ได้ถูกพัฒนาโดยนักการศึกษามีการเพิ่มเติมและปรับเปลี่ยนระยะการสอนเพื่อพัฒนาให้มีรูปแบบที่มีประสิทธิภาพสูงขึ้น การจัดการเรียนการสอนโดยใช้วงจรการเรียนรู้นี้มีรากฐานมาจากทฤษฎีสรรคนิยม (constructivism) ที่เชื่อว่าการเรียนรู้เป็นกระบวนการที่เกิดภายในผู้เรียน ซึ่งมีความสอดคล้องกับการเรียนรู้แต่ละระยะของวงจรการเรียนรู้ โดยนักเรียนเรียนรู้จากการมีประสบการณ์ เกิดกระบวนการการขัดแย้งทางปัญญาหรือเกิดความไม่สมดุลทางปัญญา (disequilibrium) เนื่องจากได้พบกับสถานการณ์ใหม่ที่ถูกกำหนดขึ้น จึงเกิดคำถาม เกิดประเด็นที่มีความขัดแย้งกับประสบการณ์เดิม ในลำดับถัดไปนักเรียนได้ค้นคว้า สำรวจข้อมูล และเกิดกระบวนการในการดูดซึม (assimilation) หลังจากนั้นจะเกิด

กระบวนการปรับโครงสร้างทางปัญญา (accommodation) เพื่อให้โครงสร้างทางปัญญาเข้าสู่สภาวะสมดุล นอกจากนี้การสอนโดยใช้วงจรการเรียนรู้สามารถประยุกต์ร่วมกับกิจกรรมการเรียนรู้ในการสอนวิทยาศาสตร์ได้หลากหลาย การจัดการเรียนการสอนโดยใช้วงจรการเรียนรู้นั้นเมื่อเกิดการเรียนการสอนต่อเนื่องจนครบวงจร นักเรียนจะเกิดการเชื่อมโยงความรู้ และจะเป็นการช่วยให้นักเรียนสามารถสร้างมโนทัศน์ได้ด้วยตนเอง พร้อมทั้งพัฒนาด้านการมีทักษะการให้เหตุผลได้ในนักเรียนหลายระดับชั้น (Abraham and Renner, 1986 ; Marek and Cavallo, 1997 cited in Yilmaz, Tekkaya, and Sungur, 2011)

ในปี ค.ศ. 1999 นักการศึกษา ชื่อ Lavoie ได้ทำการพัฒนาวงจรการเรียนรู้แบบการทำนายและอภิปรายเป็นฐาน (prediction/discussion-based learning cycle) โดยเป็นรูปแบบหนึ่งของวงจรการเรียนรู้ที่ส่งเสริมให้นักเรียนได้มีความเข้าใจและมีการปรับเปลี่ยนมโนทัศน์ ประกอบด้วย 4 ระยะ ได้แก่ 1.ระยะการทำนายและอภิปราย (prediction/discussion phase) นักเรียนทำการทำนายสถานการณ์ที่ครูกำหนดให้และอภิปรายร่วมกัน พร้อมทั้งมีการอธิบายถึงเหตุผลในการทำนาย 2. ระยะการสำรวจและตรวจสอบ (exploration phase) นักเรียนสำรวจสถานการณ์ที่ครูกำหนดให้ พร้อมทั้งมีการค้นคว้ารวบรวมความรู้ 3. ระยะแนะนำมโนทัศน์ (termintroduction phase) ศึกษาคำศัพท์เกี่ยวกับมโนทัศน์ที่เรียน และ 4.ระยะประยุกต์มโนทัศน์ (concept application phase) นักเรียนนำมโนทัศน์ไปประยุกต์ในสถานการณ์ใหม่ (Lavoie, 1999) วงจรการเรียนรู้แบบการทำนายและอภิปรายเป็นฐานเน้นให้นักเรียนสร้างมโนทัศน์โดยใช้การทำนายจากความรู้เดิมเป็นพื้นฐาน เมื่อนักเรียนทำนายจะเป็นการสร้างความรับผิดชอบและกระตุ้นให้ค้นหาคำตอบการสำรวจตรวจสอบตลอดจนการอภิปรายทำให้นักเรียนได้ตระหนักถึงสิ่งที่ได้ทำนาย นอกจากนี้กระบวนการอภิปรายที่เกิดขึ้นในแต่ละระยะของวงจรการเรียนรู้ยังเป็นจุดสำคัญที่เปิดโอกาสให้นักเรียนได้ทบทวนหรือปรับเปลี่ยนสิ่งที่ตนเองได้ทำนายจนเกิดเป็นความเข้าใจที่ถูกต้องได้ (Al khawaldeh 2013 ; Yilmaz et al 2011 ; Lavoie 1999) ซึ่งสามารถยืนยันได้จากการวิจัยของ Yilmaz et al (2011) ที่ได้ทำการเปรียบเทียบมโนทัศน์พันธุศาสตร์โดยใช้วงจรการเรียนรู้แบบการทำนายและอภิปรายเป็นฐานและการจัดการเรียนการสอนแบบทั่วไป โดยผลการทดลองพบว่านักเรียนที่เรียนด้วยการจัดการเรียนการสอนโดยใช้วงจรการเรียนรู้แบบการทำนายและอภิปรายเป็นฐานมีความเข้าใจมโนทัศน์พันธุศาสตร์สูงกว่านักเรียนกลุ่มที่เรียนด้วยการจัดการเรียนการสอนแบบทั่วไป

การสร้างองค์ความรู้ทางวิทยาศาสตร์มีพื้นฐานจากการที่บุคคลมีคุณลักษณะช่างสังเกตและมีความอยากรู้อยากเห็น มีการค้นคว้ารวบรวมข้อมูลหรืออาจเกิดการทดลองจนสรุปเป็นความรู้ จากการสังเกตจะทำให้เกิดคำถามถึงความสัมพันธ์ของสถานการณ์หรือตัวแปรนั้นๆ แล้วก่อให้เกิดการคิดแก้ปัญหาจนนำสู่ข้อสรุปเกิดเป็นความรู้ใหม่ขึ้น ดังนั้นความสัมพันธ์ของสถานการณ์

หรือตัวแปรจึงเป็นสิ่งพื้นฐานสำคัญที่ก่อให้เกิดความรู้ทางวิทยาศาสตร์ การให้เหตุผลด้านความสัมพันธ์ (correlation reasoning) คือรูปแบบการคิดของแต่ละบุคคลเพื่อตัดสินใจถึงความสัมพันธ์ของตัวแปร ซึ่งการให้เหตุผลด้านความสัมพันธ์นี้ถือเป็นพื้นฐานของการสร้างคำทำนายในระหว่างการสำรวจ ค้นคว้าข้อมูลเพื่อหาความรู้ในทางวิทยาศาสตร์ เป็นการให้เหตุผลที่พบได้ในทางวิทยาศาสตร์และการดำเนินชีวิตประจำวัน การขาดการให้เหตุผลด้านความสัมพันธ์จะทำให้เกิดปัญหาในการลงความเห็นเกี่ยวกับความสัมพันธ์ของข้อเท็จจริงหรือปรากฏการณ์ ตลอดจนไม่สามารถสรุปผลของปรากฏการณ์ที่เกิดขึ้นได้ ส่งผลต่อการตัดสินใจและทักษะการแก้ไขปัญหาต่างๆ (iSTAR Assessment, 2011 cited in Hanson, 2016) โดยในแต่ละสาขาวิชาจะมีแนวทางในการปรับใช้การให้เหตุผลด้านความสัมพันธ์ในบริบทที่แตกต่างกัน (Zieffler and Garfield, 2009) จากการศึกษารูปแบบการจัดการเรียนการสอนโดยใช้วงจรการเรียนรู้แบบการทำนายและอภิปรายเป็นฐานพบว่าในระยะของการทำนายความเป็นไปได้ของสถานการณ์ที่ถูกกำหนดให้ นักเรียนจะมีโอกาสได้แสดงความคิดเห็นถึงเหตุผลของการทำนายซึ่งเป็นการกระตุ้นให้นักเรียนได้วิเคราะห์ถึงความสัมพันธ์ของตัวแปรที่พบในสถานการณ์ที่กำหนด พร้อมทั้งในระยะการสำรวจนักเรียนจะได้ค้นคว้าความรู้ที่เกี่ยวข้องกับความสัมพันธ์ของตัวแปรนั้นๆ เพื่อให้เกิดความเชื่อมโยงได้มากขึ้น

จากความสำคัญดังกล่าวข้างต้นการจัดการเรียนการสอนโดยใช้วงจรการเรียนรู้แบบการทำนายและอภิปรายเป็นฐานเป็นวิธีที่มีประสิทธิภาพในการช่วยให้นักเรียนสามารถเกิดการเรียนรู้ได้ด้วยตนเอง โดยในแต่ละระยะของการเรียนรู้สามารถก่อให้เกิดการสร้างมโนทัศน์และกระตุ้นให้นักเรียนเกิดการคิดอย่างมีเหตุผล พร้อมทั้งเห็นถึงความสัมพันธ์ของสถานการณ์หรือตัวแปรที่ได้เรียนรู้ ผู้วิจัยจึงมีความสนใจในการนำวงจรการเรียนรู้แบบการทำนายและอภิปรายเป็นฐานมาใช้ในการจัดการเรียนการสอนวิชาชีววิทยาเพื่อศึกษามโนทัศน์ชีววิทยาและการให้เหตุผลด้านความสัมพันธ์

คำถามการวิจัย

1. นักเรียนมัธยมศึกษาตอนปลายที่เรียนด้วยการจัดการเรียนการสอนโดยใช้วงจรการเรียนรู้แบบการทำนายและอภิปรายเป็นฐานมีมโนทัศน์ชีววิทยาแตกต่างกับนักเรียนกลุ่มที่เรียนด้วยการจัดการเรียนการสอนแบบทั่วไปและมีคะแนนร้อยละ 70 ขึ้นไปหรือไม่

2. นักเรียนมัธยมศึกษาตอนปลายที่เรียนด้วยการจัดการเรียนการสอนโดยใช้วงจรการเรียนรู้แบบการทำนายและอภิปรายเป็นฐานมีการให้เหตุผลด้านความสัมพันธ์แตกต่างจากก่อนเรียนและแตกต่างจากนักเรียนกลุ่มที่เรียนด้วยการจัดการเรียนการสอนแบบทั่วไปหรือไม่

วัตถุประสงค์ของการวิจัย

1. เปรียบเทียบมโนทัศน์ชีววิทยาของนักเรียนมัธยมศึกษาตอนปลายที่เรียนด้วยการจัดการเรียนการสอนโดยใช้วงจรการเรียนรู้แบบการทำนายและอภิปรายเป็นฐานเทียบกับเกณฑ์

2. เปรียบเทียบมโนทัศน์ชีววิทยาของนักเรียนมัธยมศึกษาตอนปลายที่เรียนด้วยการจัดการเรียนการสอนโดยใช้วงจรการเรียนรู้แบบการทำนายและอภิปรายเป็นฐานกับนักเรียนกลุ่มที่เรียนด้วยการจัดการเรียนการสอนแบบทั่วไป

3. เปรียบเทียบการให้เหตุผลด้านความสัมพันธ์ก่อนเรียนและหลังเรียนของนักเรียนมัธยมศึกษาตอนปลายที่เรียนด้วยการจัดการเรียนการสอนโดยใช้วงจรการเรียนรู้แบบการทำนายและอภิปรายเป็นฐาน

4. เปรียบเทียบการให้เหตุผลด้านความสัมพันธ์ของนักเรียนมัธยมศึกษาตอนปลายที่เรียนด้วยการจัดการเรียนการสอนโดยใช้วงจรการเรียนรู้แบบการทำนายและอภิปรายเป็นฐานกับนักเรียนกลุ่มที่เรียนด้วยการจัดการเรียนการสอนแบบทั่วไป

สมมติฐานการวิจัย

จากการศึกษาข้อมูลการใช้วงจรการเรียนรู้ในการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์ สามารถทำให้การเรียนรู้ของนักเรียนเป็นไปอย่างมีประสิทธิภาพ ช่วยส่งเสริมการสร้างมโนทัศน์ซึ่งเป็นสิ่งสำคัญสำหรับการเรียนรู้ มีความสอดคล้องกับงานวิจัยของ Lavoie (1999) ศึกษาการจัดการเรียนการสอนโดยใช้วงจรการเรียนรู้แบบการทำนายและอภิปรายเป็นฐานเปรียบเทียบกับการจัดการเรียนการสอนแบบทั่วไปที่มีต่อมโนทัศน์ชีววิทยา ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ เจตคติทางวิทยาศาสตร์ และทักษะการคิดเชิงตรรกะซึ่งประกอบด้วย 6 คุณลักษณะ ได้แก่ การอนุรักษ์ การให้เหตุผลเชิงสัดส่วน การควบคุมตัวแปร การให้เหตุผลด้านการนำมารวมกัน การให้เหตุผลความน่าจะเป็น และการให้เหตุผลด้านความสัมพันธ์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ผลการศึกษาพบว่านักเรียนที่เรียนด้วยการจัดการเรียนการสอนโดยใช้วงจรการเรียนรู้แบบการทำนายและอภิปรายเป็นฐาน มีคะแนนมโนทัศน์ชีววิทยา ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ เจตคติทางวิทยาศาสตร์ และทักษะการคิดเชิงตรรกะสูงกว่ากลุ่มที่เรียนด้วยการจัดการเรียนการสอนแบบทั่วไป สอดคล้องกับการวิจัยของ Alkhawaldeh (2013) ศึกษาเปรียบเทียบการจัดการเรียนการสอนโดยใช้วงจรการเรียนรู้แบบการทำนายและอภิปรายเป็นฐานกับการจัดการเรียนการสอนแบบการเปลี่ยนมโนทัศน์ (conceptual change text) และการจัดการเรียนการสอนแบบทั่วไป (traditional instruction) ที่มีต่อมโนทัศน์ชีววิทยาเรื่อง พันธุกรรม ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ผลการศึกษาพบว่านักเรียนมัธยมศึกษาตอนปลายที่เรียนด้วยการจัดการเรียนการสอนแบบใช้วงจรการเรียนรู้แบบการทำนายและอภิปรายเป็นฐาน และการจัดการเรียนการสอน

แบบการเปลี่ยนมโนทัศน์ ส่งผลให้คะแนนมโนทัศน์สูงกว่ากลุ่มที่เรียนด้วยการจัดการเรียนการสอนแบบทั่วไปอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ

นอกจากนี้จากงานวิจัยของ เกรียงไกร อภัยวงศ์ (2548) ศึกษาการจัดการเรียนการสอนโดยใช้วงจรการเรียนรู้แบบตั้งสมมติฐานนิรนัยที่มีต่อความสามารถในการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์และมโนทัศน์ชีววิทยาของนักเรียนมัธยมศึกษาตอนปลาย ผลการศึกษาพบว่า นักเรียนมัธยมศึกษาตอนปลายที่เรียนด้วยการจัดการเรียนการสอนโดยใช้วงจรการเรียนรู้แบบตั้งสมมติฐานนิรนัยมีคะแนนเฉลี่ยมโนทัศน์ชีววิทยาสูงกว่านักเรียนที่เรียนด้วยการจัดการเรียนการสอนแบบปกติอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 และมีคะแนนเฉลี่ยมโนทัศน์หลังเรียน คิดเป็นร้อยละ53.80 จากผลการวิจัยดังกล่าวข้างต้นจึงทำให้ตั้งสมมติฐานได้ ดังนี้

1. นักเรียนมัธยมศึกษาตอนปลายที่เรียนด้วยการจัดการเรียนการสอนโดยใช้วงจรการเรียนรู้แบบการทำนายและอภิปรายเป็นฐานมีคะแนนมโนทัศน์ชีววิทยาร้อยละ 70 ขึ้นไป

2. นักเรียนมัธยมศึกษาตอนปลายที่เรียนด้วยการจัดการเรียนการสอนใช้วงจรการเรียนรู้แบบการทำนายและอภิปรายเป็นฐานมีคะแนนมโนทัศน์ชีววิทยาสูงกว่านักเรียนกลุ่มที่เรียนด้วยการจัดการเรียนการสอนแบบทั่วไปอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ .05

3. นักเรียนมัธยมศึกษาตอนปลายที่เรียนด้วยการจัดการเรียนการสอนโดยใช้วงจรการเรียนรู้แบบการทำนายและอภิปรายเป็นฐานมีคะแนนการให้เหตุผลด้านความสัมพันธ์สูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ .05

4. นักเรียนมัธยมศึกษาตอนปลายที่เรียนด้วยการจัดการเรียนการสอนโดยใช้วงจรการเรียนรู้แบบการทำนายและอภิปรายเป็นฐานมีคะแนนการให้เหตุผลด้านความสัมพันธ์สูงกว่านักเรียนกลุ่มที่เรียนด้วยการจัดการเรียนการสอนแบบทั่วไปอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ .05

ขอบเขตการวิจัย

CHULALONGKORN UNIVERSITY

1. ประชากร คือ นักเรียนมัธยมศึกษาตอนปลายโรงเรียนขนาดใหญ่พิเศษ สังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษามัธยมศึกษาเขต 5 จังหวัดลพบุรี สำนักงานคณะกรรมการการศึกษาขั้นพื้นฐาน กระทรวงศึกษาธิการ

2. กลุ่มตัวอย่าง คือ นักเรียนมัธยมศึกษาปีที่ 5 แผนการเรียนวิทยาศาสตร์-คณิตศาสตร์ จำนวน 76 คน โรงเรียนมัธยมศึกษาตอนปลายขนาดใหญ่พิเศษแห่งหนึ่ง สังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษามัธยมศึกษาเขต 5 จังหวัดลพบุรี สำนักงานคณะกรรมการการศึกษาขั้นพื้นฐาน กระทรวงศึกษาธิการ

3. ตัวแปรที่ศึกษา

3.1 ตัวแปรจัดกระทำ คือ การจัดการเรียนการสอนชีววิทยา แบ่งออกเป็น 2 ประเภท คือ

1) การจัดการเรียนการสอนชีววิทยาโดยใช้วงจรการเรียนรู้แบบการทำนายและอภิปรายเป็นฐาน

2) การจัดการเรียนการสอนชีววิทยาแบบทั่วไป

3.2 ตัวแปรตาม คือ

1) มโนทัศน์ชีววิทยา

2) การให้เหตุผลด้านความสัมพันธ์

4. เนื้อหาที่ใช้ในงานวิจัย

เนื้อหาตามหลักสูตรของโรงเรียน ตามหลักสูตรการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 ของสถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี เรื่อง ระบบประสาทและระบบต่อมไร้ท่อ

คำจำกัดความที่ใช้ในการวิจัย

1. การจัดการเรียนการสอนชีววิทยาโดยใช้วงจรการเรียนรู้แบบการทำนายและอภิปรายเป็นฐาน คือ รูปแบบการสอนที่ใช้การทำนายและอภิปรายเป็นฐานในการสร้างความรู้ ประกอบด้วยการสอน 4 ระยะที่ต่อเนื่องกันตามรูปแบบของ Lavoie (1999) ดังนี้

1) ระยะการทำนายและอภิปราย (prediction/discussion phase) คือ การเสนอสถานการณ์ปัญหาเพื่อให้นักเรียนใช้ความรู้เดิมในการทำนายความเป็นไปได้จากสถานการณ์ปัญหาและอภิปรายแลกเปลี่ยนความคิดเห็นเกี่ยวกับคำทำนาย

2) ระยะการสำรวจและตรวจสอบ (exploration phase) คือ นักเรียนทำกิจกรรมค้นคว้ารวบรวมข้อมูลเพื่อตรวจสอบคำทำนาย

3) ระยะแนะนำมโนทัศน์ (term introduction phase) คือ นักเรียนลงข้อสรุปจากการอภิปรายและค้นคว้ารวบรวมข้อมูล พร้อมกับครูแนะนำคำศัพท์พื้นฐานที่สำคัญเกี่ยวกับมโนทัศน์

4) ระยะประยุกต์มโนทัศน์ (concept application phase) คือ นักเรียนได้ประยุกต์มโนทัศน์เข้ากับสถานการณ์ใหม่

2. การจัดการเรียนการสอนชีววิทยาโดยใช้การสอนแบบทั่วไป

คือการจัดการเรียนการสอนแบบสืบสอบที่โรงเรียนกลุ่มตัวอย่างใช้ทั่วไปประกอบด้วย 3 ขั้นตอน ดังนี้

1) ขั้นนำ คือ การทบทวนความรู้เดิมของนักเรียนโดยใช้คำถาม ตัวอย่างสถานการณ์หรือวีดิทัศน์ มีการเร้าความสนใจก่อนเข้าสู่บทเรียน

2.ขั้นสอน คือ นักเรียนทำกิจกรรม ทดลอง หรือค้นคว้าความรู้จากแหล่งข้อมูล เพื่อนำไปสู่ข้อสรุปความรู้

3.ขั้นสรุป คือ นักเรียนสรุปความรู้จากการศึกษาค้นคว้าข้อมูล พร้อมทั้งครูยกตัวอย่างสถานการณ์การนำความรู้ไปใช้

3. มโนทัศน์ชีววิทยา คือ ความเข้าใจโดยสรุปของบุคคลซึ่งเกิดจากการได้รับประสบการณ์ ซึ่งวัดได้จากแบบวัดมโนทัศน์ เรื่องระบบประสาทและระบบต่อมไร้ท่อ แบบปรนัย 4 ตัวเลือก ที่ผู้วิจัยสร้างขึ้นโดยประกอบด้วยพฤติกรรมบ่งชี้ ได้แก่ 1. อธิบายมโนทัศน์ 2. ระบุหรือเรียกชื่อมโนทัศน์ 3. แยกแยะมโนทัศน์ และ 4. ระบุความสัมพันธ์มโนทัศน์

4. การให้เหตุผลด้านความสัมพันธ์ คือ การระบุและอธิบายถึงความสัมพันธ์ของตัวแปรตามสถานการณ์ที่กำหนดโดยพิจารณาด้านความเป็นเหตุเป็นผล ซึ่งวัดได้จากแบบวัดการให้เหตุผลด้านความสัมพันธ์ แบบปรนัยสองตอน 4 ตัวเลือก

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

บทที่ 2
เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

งานวิจัยนี้ทำการศึกษาผลของการใช้วงจรการเรียนรู้แบบการทำนายและอภิปรายเป็นฐานที่มีต่อมโนทัศน์ชีววิทยาและการให้เหตุผลด้านความสัมพันธ์ของนักเรียนมัธยมศึกษาตอนปลาย โดยทำการศึกษาเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง ตามลำดับหัวข้อต่อไปนี้

1. วงจรการเรียนรู้แบบการทำนายและอภิปรายเป็นฐาน
   1.1 ความหมายของวงจรการเรียนรู้แบบการทำนายและอภิปรายเป็นฐาน
   1.2 ที่มาและความสำคัญของวงจรการเรียนรู้แบบการทำนายและอภิปรายเป็นฐาน
   1.3 แนวคิดและทฤษฎีพื้นฐานของวงจรการเรียนรู้แบบการทำนายและอภิปรายเป็นฐาน
   1.4 บทบาทครู
   1.5 บทบาทนักเรียน
2. มโนทัศน์ชีววิทยา
   2.1 ความหมายของมโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์และมโนทัศน์ชีววิทยา
   2.2 ความสำคัญของมโนทัศน์ชีววิทยา
   2.3 ลักษณะของการเกิดมโนทัศน์ชีววิทยาและพฤติกรรมบ่งชี้
   2.4 แนวทางการวัดมโนทัศน์ชีววิทยา
3. การให้เหตุผลด้านความสัมพันธ์
   3.1 ความหมายของการให้เหตุผลด้านความสัมพันธ์
   3.2 ความสำคัญของการให้เหตุผลด้านความสัมพันธ์
   3.3 แนวทางการวัดการให้เหตุผลด้านความสัมพันธ์
4. งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง
   4.1 งานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการใช้วงจรการเรียนรู้ในการจัดการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์
   4.2 งานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับมโนทัศน์ชีววิทยา
   4.3 งานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการให้เหตุผลด้านความสัมพันธ์
5. กรอบแนวคิดงานวิจัย

1. วงจรการเรียนรู้แบบการทำนายและอภิปรายเป็นฐาน

1.1 ความหมายของวงจรการเรียนรู้แบบการทำนายและอภิปรายเป็นฐาน

วงจรการเรียนรู้แบบการทำนายและอภิปรายเป็นฐาน คือ รูปแบบของการเรียนการสอนแบบสืบสอบหาความรู้รูปแบบหนึ่ง ซึ่งเน้นการทำนายและการอภิปรายเป็นพื้นฐานการสร้างความรู้ ถูกพัฒนาขึ้นจากนักการศึกษาชื่อ Lavoie (Lavoie,1999) ผู้เห็นความสำคัญของทักษะการทำนาย ซึ่งเป็นหนึ่งในทักษะสำคัญของการเรียนวิทยาศาสตร์และการอภิปรายเป็นกลุ่ม เนื่องจากการอภิปรายเป็นการเสริมสร้างการเรียนรู้ของนักเรียนแต่ละบุคคล วงจรการเรียนรู้แบบการทำนายและอภิปรายเป็นฐานประกอบด้วย 4 ระยะคือ ระยะการทำนายและการอภิปราย ระยะการสำรวจและตรวจสอบ ระยะแนะนำมโนทัศน์ และระยะประยุกต์มโนทัศน์ โดยในระยะการทำนายจะมีการใช้เอกสารในการทำนาย (hypothetico-predictive problem sheet) เพื่อให้นักเรียนได้ทำนายและอธิบายเหตุผลพร้อมกับมีการอภิปรายในชั้นเรียน

1.2 ที่มาและความสำคัญของวงจรการเรียนรู้แบบการทำนายและอภิปรายเป็นฐาน

วงจรการเรียนรู้แบบการทำนายและอภิปรายเป็นฐานเป็นรูปแบบวงจรการเรียนรู้แบบหนึ่งที่ถูกพัฒนาขึ้นเพื่อให้นักเรียนได้สร้างความรู้ด้วยตนเอง การสอนแบบวงจรการเรียนรู้เกิดการพัฒนาปรับปรุง ดังนี้

Karplus et al. (1970 cited in Lawson, 1995) เริ่มต้นใช้วงจรการเรียนรู้ (learning cycle) ในการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์ โดยใช้เพื่อเป็นส่วนหนึ่งในการพัฒนาหลักสูตรการเรียนวิทยาศาสตร์ SCIS (Science Curriculum Improvement Study) ซึ่งวงจรการเรียนรู้มีทฤษฎีพื้นฐานจากทฤษฎีพัฒนาการทางสติปัญญาของเพียเจต์ ประกอบด้วย 3 ระยะหลัก ดังนี้ 1. ระยะการสำรวจและตรวจสอบ (exploration) 2. ระยะการสร้าง (invention) และ 3. ระยะค้นพบ (discovery) แต่ภายหลังในปี ค.ศ. 1977 พบว่ามีครูจำนวนมากมีความไม่เข้าใจต่อความหมายของระยะการสร้างและระยะค้นพบในบริบทของเนื้อหาการสอน Karplus จึงทำการเปลี่ยนคำใหม่จาก ระยะการสร้าง (invention) เป็น ระยะแนะนำมโนทัศน์ (term introduction) และระยะค้นพบ (discovery) เป็นระยะประยุกต์มโนทัศน์ (concept application) ซึ่งมีรายละเอียดแต่ละระยะดังต่อไปนี้

1) ระยะการสำรวจและตรวจสอบ (exploration) เป็นการสำรวจหรือทดลองเก็บข้อมูล มีการสังเกต จดบันทึกโดยอาจทำเป็นรายบุคคลหรือเป็นกลุ่ม สามารถเกิดการสร้างมโนทัศน์ได้ด้วยตนเอง

2) ระยะแนะนำมโนทัศน์ (term introduction) แนะนำคำศัพท์ที่เป็นพื้นฐานสำคัญเกี่ยวข้องกับมโนทัศน์นั้นๆ มีการเรียบเรียงความคิด เชื่อมโยงไปยังข้อมูลที่ได้จากระยะการสำรวจตรวจสอบ

มีการให้ความรู้เพิ่มเติมในเรื่องที่สัมพันธ์กับปรากฏการณ์ พร้อมทั้งมีการอภิปรายถึงผลของการสำรวจตรวจสอบคำทำนายจากในระยะการทำนายและการอภิปรายจนได้ข้อสรุปถึงมโนทัศน์นั้น

2) ระยะประยุกต์มโนทัศน์ (concept application) มีการอภิปรายปรากฏการณ์อื่นเพิ่มเติมหรือมีการค้นพบสิ่งใหม่ที่เกี่ยวข้องกับมโนทัศน์เดิมจากการลงมือทำกิจกรรมโดยการปฏิบัติด้วยตนเอง โดยอาจมีการพบตัวอย่างของมโนทัศน์เพิ่มเติมเพื่อขยายความเข้าใจมากยิ่งขึ้น

Barman (1989 cited in Abruscato, 1992) ได้พัฒนาวงจรการเรียนรู้เป็น 4 ระยะ ได้แก่ 1. ระยะการสำรวจและตรวจสอบ 2. ระยะแนะนำมโนทัศน์ 3. ระยะประยุกต์มโนทัศน์ และ 4. ระยะประเมินผลและอภิปราย หลังจากนั้น Martin (1994) ได้ทำการเปลี่ยนแปลงวงจรการเรียนรู้ใหม่ ประกอบด้วย 4 ระยะ ได้แก่ 1. ระยะการสำรวจและตรวจสอบ 2. ระยะอธิบาย 3. ระยะประยุกต์มโนทัศน์ และ 4. ระยะประเมินผล

Trowbridge and Bybee (1996) นักการศึกษาที่มีความเกี่ยวข้องกับการศึกษาวิทยาศาสตร์สาขาชีววิทยา (Biological Science Curriculum Study : BSCS) ได้ทำการพัฒนาวงจรการเรียนรู้ออกเป็น 5 ขั้นตอน ซึ่งมีรายละเอียด ดังต่อไปนี้

1) ขั้นสร้างความสนใจ (engagement) มีการกระตุ้นให้เกิดความสนใจโดยการสร้างสถานการณ์ให้เกิดความอยากรู้อยากเห็น เกิดการตั้งประเด็นคำถาม

2) ขั้นการสำรวจและตรวจสอบ (exploration) มีการกระตุ้นให้เกิดการทำงานร่วมกัน มีการสังเกต เกิดการปฏิสัมพันธ์ระหว่างบุคคล วางแผนแนวทางการตรวจสอบเพื่อพิสูจน์ประเด็นปัญหา รวบรวมข้อมูลอย่างเพียงพอ

3) ขั้นอธิบายและลงข้อสรุป (explanation) กระตุ้นให้เกิดการอธิบายมโนทัศน์และคำจำกัดความด้วยภาษาของตนเองจากการสำรวจตรวจสอบข้อมูลทั้งหมด มีการแปลผลข้อมูลและนำเสนอในรูปแบบต่างๆ

4) ขั้นขยายความรู้ (Elaboration) ประยุกต์มโนทัศน์และทักษะในสถานการณ์ใหม่ เชื่อมโยงความรู้ใหม่กับความรู้เดิม

5) ขั้นประเมิน (evaluation) ประเมินความรู้และทักษะด้วยวิธีการต่างๆ

หลังจากนั้นในปี ค.ศ. 1999 Lavoie ได้ทำการปรับปรุงวงจรการเรียนรู้เพื่อให้เหมาะสมต่อการพัฒนาการสอนวิทยาศาสตร์มากขึ้น โดยมีการเพิ่มระยะของการทำนายและอภิปรายสถานการณ์ปัญหาขึ้นเพื่อเป็นระยะเริ่มต้นของการสืบสอบหาความรู้ วงจรการเรียนรู้นี้ถูกเรียกว่าวงจงจรการเรียนรู้แบบใช้การทำนายและอภิปรายเป็นฐาน (prediction/discussion-based learning cycle) มีระยะการสอน 4 ระยะ ดังนี้

1) ระยะการทำนายและอภิปราย (prediction/discussion phase) ระยะกำหนดวัตถุประสงค์และสถานการณ์ปัญหาเพื่อการทำนายและอธิบายเหตุผลถึงความเป็นไปได้จากสถานการณ์หรือปัญหาในเอกสารในการเขียนทำนายที่กำหนด (hypothetico-predictive problem sheets) พร้อมทั้งเกิดกระบวนการอภิปรายแลกเปลี่ยนความคิดเห็นถึงคำทำนายที่สร้างขึ้น

2) ระยะการสำรวจและตรวจสอบ (exploration phase) เกิดกิจกรรมการทดสอบคำทำนาย โดยสามารถเกิดกิจกรรมการเรียนรู้ได้หลากหลาย ทำให้เกิดการตั้งประเด็นคำถามเกี่ยวกับสถานการณ์ที่ได้ทำนายในเบื้องต้น เกิดการสังเกต ค้นคว้ารวบรวมข้อมูล วิเคราะห์ข้อมูล ตลอดจนอาจมีกิจกรรมการทดลองเกิดขึ้น มีการจดบันทึกโดยอาจปฏิบัติกิจกรรมเป็นรายบุคคลหรือรายกลุ่ม เกิดการสร้างรูปแบบ คำนิยาม ค้นพบคำอธิบายเกี่ยวกับมโนทัศน์ได้ด้วยตนเอง

3) ระยะแนะนำมโนทัศน์ (term introduction phase) ระยะแนะนำคำศัพท์ที่เป็นพื้นฐานสำคัญที่เกี่ยวข้องกับมโนทัศน์นั้นๆ เพื่อช่วยให้มีการเรียบเรียงความคิด เชื่อมโยงไปยังข้อมูลที่ได้จากระยะการสำรวจและตรวจสอบ มีการให้ความรู้เพิ่มเติมในเรื่องที่สัมพันธ์กับปรากฏการณ์ พร้อมทั้งมีการอภิปรายถึงผลของการสำรวจตรวจสอบคำทำนายจากในระยะการทำนายและการอภิปรายจนได้ข้อสรุปถึงมโนทัศน์นั้น

4) ระยะประยุกต์มโนทัศน์ (concept applicationphase) ระยะที่มีการนำมโนทัศน์ที่ถูกต้องไปใช้ในการอธิบายหรือเชื่อมโยงเพื่อหาคำอธิบายทางวิทยาศาสตร์ในสถานการณ์ใหม่

การจัดการเรียนการสอนด้วยวงจรการเรียนรู้แบบการทำนายและอภิปรายเป็นฐาน เป็นรูปแบบวงจรการเรียนรู้ที่เริ่มต้นกระตุ้นความสนใจนักเรียนด้วยการทำนายจากสถานการณ์ ซึ่งการทำนายถือเป็นทักษะสำคัญในการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ เป็นจุดเริ่มต้นของการสร้างความรู้ทางวิทยาศาสตร์ นอกจากนี้การทำนายยังเป็นสิ่งที่เกิดขึ้นกับบุคคลโดยพื้นฐาน (Good, 1989) หลังจากนั้นนักเรียนจะทำการสืบค้น รวบรวมข้อมูล เกิดกิจกรรมการเรียนรู้ และเกิดการประยุกต์มโนทัศน์ เกิดการเชื่อมโยงและมีการจัดระบบโครงสร้างทางความคิด (Marek & Cavallo, 1997 ; Martin, Sexton, and Gerlovich, 2001) พร้อมทั้งจากการศึกษาในงานวิจัยพบว่าวงจรการเรียนรู้แบบการทำนายและอภิปรายเป็นฐานยังสามารถประยุกต์ได้ในหลากหลายเนื้อหา ดังตัวอย่างงานวิจัยของ Lavoie (1999) ศึกษาการใช้วงจรการเรียนรู้รูปแบบใช้การทำนายและอภิปรายเป็นฐานในการสอนวิชาชีววิทยาหัวข้อพันธุศาสตร์ สมดุลของร่างกาย ระบบนิเวศและการคัดเลือกทางธรรมชาติ โดยตัวอย่างหัวข้อสมดุลของร่างกาย เริ่มต้นโดยการทำนายและสำรวจตรวจสอบข้อมูลเกี่ยวกับการทำกิจกรรมต่างๆและอัตราการเต้นของหัวใจ ทำการอภิปราย หลังจากนั้นครูอธิบายสมดุลในร่างกาย และทำการประยุกต์มโนทัศน์การรักษาสมดุลร่างกายของสิ่งมีชีวิตอื่น ผลจากการวิจัยพบว่าการสอนโดยใช้วงจรการเรียนรู้แบบการทำนายและอภิปรายเป็นฐานส่งผลให้นักเรียนมีความรู้ความเข้าใจในชีววิทยาสูงกว่าการสอนแบบทั่วไป ซึ่งแสดงถึงประสิทธิภาพของการใช้

วงจรการเรียนรู้นี้เช่นเดียวกับงานวิจัยของ Yilmaz et al (2011) ได้ศึกษาการใช้วงจรการเรียนรู้รูปแบบใช้การทำนายและอภิปรายเป็นฐานในการสอนชีววิทยาหัวข้อ พันธุศาสตร์จากการกระตุ้นความสนใจให้นักเรียนทำนายลักษณะทางกายภาพของพ่อแม่และลูก หลังจากนั้นทำการอภิปรายครูเพิ่มเติมคำศัพท์พื้นฐานทางพันธุศาสตร์ สำรวจและตรวจสอบข้อมูลและประยุกต์มโนทัศน์จากการลงมือปฏิบัติ ผลจากการศึกษาพบว่าการสอนพันธุศาสตร์ด้วยการใช้วงจรการเรียนรู้แบบการทำนายและอภิปรายเป็นฐานส่งผลให้นักเรียนมีความรู้ความเข้าใจมโนทัศน์สูงกว่าการสอนแบบทั่วไป

ดังนั้นการสอนแบบใช้วงจรการเรียนรู้แบบการทำนายและอภิปรายเป็นฐานจึงเป็นรูปแบบการสอนที่เหมาะสมต่อการพัฒนาการสอนชีววิทยา สามารถใช้ได้กับเนื้อหาที่หลากหลายส่งผลให้เกิดมโนทัศน์และเชื่อมโยงขยายความรู้ได้

1.3 แนวคิดและทฤษฎีพื้นฐานของวงจรการเรียนรู้แบบการทำนายและอภิปรายเป็นฐาน

การเรียนการสอนแบบวงจรการเรียนรู้แบบการทำนายและอภิปรายเป็นฐานเป็นรูปแบบการสอนแบบสืบสอบที่ใช้การทำนายและอภิปรายเป็นจุดเริ่มต้นในการเรียนรู้ โดยมีทฤษฎีสรรคนิยม (constructivism) เป็นทฤษฎีพื้นฐาน (Abraham and Renner, 1986 ; Marek and Cavallo, 1997 cited in Yilmaz et al, 2011) โดยนักเรียนมีการตั้งคำถาม ค้นคว้าหาความรู้และสร้างความรู้ได้ด้วยตนเอง จากการได้มีประสบการณ์โดยตรงผ่านการได้ลงมือปฏิบัติในแต่ละระยะการสอนประกอบด้วย 4 ระยะ คือ 1.ระยะการทำนายและอภิปราย (prediction/discussion phase) 2.ระยะการสำรวจและตรวจสอบ (exploration phase) 3.ระยะแนะนำมโนทัศน์ (term introduction) และ 4.ระยะประยุกต์มโนทัศน์ (concept application) โดยในแต่ละระยะการสอนนักเรียนจะเกิดการสร้างความรู้ตามแนวทฤษฎี ดังนี้ ในระยะการทำนายและอภิปรายและระยะสำรวจและตรวจสอบนักเรียนจะพบกับสถานการณ์ปัญหาที่ไม่เคยพบมาก่อนก่อให้เกิดคำถามและความสงสัย เกิดการขัดแย้งกับประสบการณ์เดิมที่มีหรือเกิดความไม่สมดุลทางปัญญาขึ้น (disequilibrium) ซึ่งเกิดจากการที่เกิดกระบวนการในการดูดซึม (assimilation) กับสถานการณ์ปัญหาใหม่นั้น หลังจากนั้นจะเกิดกระบวนการปรับโครงสร้างทางปัญญา (accommodation) เพื่อให้โครงสร้างทางปัญญาเข้าสู่สภาวะสมดุล (equilibrium) ซึ่งจะเกิดขึ้นในช่วงที่นักเรียนนำความรู้ที่เกิดจากการรวบรวมและจากการอภิปรายมาลงข้อสรุป ตลอดจนมีการสร้างโครงสร้างทางปัญญาใหม่ขึ้นนอกจากนี้การให้ความรู้เพิ่มเติมในระยะการแนะมโนทัศน์ (term introduction) ก็เป็นส่วนหนึ่งในการปรับความรู้สู่สมดุลด้วยเช่นกันและเมื่อนักเรียนเรียนมาถึงขั้นการประยุกต์มโนทัศน์ (concept application) ซึ่งเป็นขั้นสุดท้ายของวงจรการเรียนรู้นักเรียนจะได้รับการกระตุ้นให้มีการขยายมโนทัศน์โดยการรับสถานการณ์ใหม่ ทำให้เกิดกระบวนการ

ในการจัดการรวบรวมความรู้อย่างเป็นระบบ ซึ่งสอดคล้องกับการจัดระบบโครงสร้างทางความคิด (organization) ซึ่งเกิดขึ้นอย่างต่อเนื่อง เมื่อมีการรับความรู้ใหม่เข้ามา

1.4 บทบาทครู

ระยะการทำนายและการอภิปราย

1) กระตุ้นความสนใจนักเรียนด้วยคำถาม หรือสถานการณ์ปัญหาที่เชื่อมโยงถึงมโนทัศน์ชีววิทยาที่กำหนด

2) อธิบายจุดประสงค์ของเอกสารการทำนาย (hypothetico-predictive problem sheets)เกี่ยวกับมโนทัศน์ชีววิทยาที่กำหนดเพื่อให้นักเรียนทุกคนเข้าใจแนวทางการปฏิบัติไปในแนวทางเดียวกัน

3) กระตุ้นการอภิปรายเกี่ยวกับการทำนายของนักเรียนเพื่อให้เกิดการแลกเปลี่ยนความคิดเห็นเกี่ยวกับคำทำนายที่สร้างขึ้น

ระยะการสำรวจและตรวจสอบ

1) จัดเตรียมสื่อหรือกิจกรรมการทดลองสำหรับการค้นคว้าความรู้ของนักเรียนอย่างหลากหลาย พร้อมแนะนำวิธีการในการใช้สื่ออย่างถูกต้อง

2) อำนวยความสะดวกและแนะนำนักเรียนในการใช้สื่อ หรือทำกิจกรรมการทดลองในการค้นคว้าหาความรู้

3) กระตุ้นให้นักเรียนร่วมมือกันในการทำกิจกรรม โดยทำการสังเกตพฤติกรรมของนักเรียนขณะทำกิจกรรม

4) ใช้คำถามเพื่อกระตุ้นให้นักเรียนสังเกตถึงสิ่งที่เกี่ยวข้องกับการหาคำตอบในการทำกิจกรรมการเรียนรู้

ระยะแนะนำมโนทัศน์

1) ใช้คำถามในการกระตุ้นการอภิปรายผลจากการค้นคว้ารวบรวมข้อมูลเพื่อให้นักเรียนสามารถลงข้อสรุปและเกิดมโนทัศน์ได้

2) แนะนำคำศัพท์พื้นฐานสำคัญที่มีความเกี่ยวข้องกับมโนทัศน์

3) อธิบายเพิ่มเติมถึงสิ่งที่มีความเกี่ยวข้องกับมโนทัศน์นั้น

ระยะประยุกต์มโนทัศน์

1) เตรียมสถานการณ์ปัญหาใหม่ที่เกี่ยวข้องกับมโนทัศน์ที่นักเรียนสร้างขึ้น

2) กระตุ้นนักเรียนให้เกิดการค้นคว้าหาคำตอบเพื่อขยายมโนทัศน์นั้น

1.5 บทบาทนักเรียน

ระยะการทำนายและการอภิปราย

1) ศึกษาสถานการณ์หรือปัญหาที่ครูกำหนด

2) ทำนายและอธิบายสิ่งที่เกิดจากสถานการณ์หรือปัญหาอย่างมีเหตุและผล โดยเขียนในเอกสารการทำนาย (hypothetico-predictive problem sheets)

3) อภิปรายแลกเปลี่ยนความคิดเห็นเกี่ยวกับคำทำนายที่สร้างขึ้นกับเพื่อนในกลุ่มและเพื่อนร่วมชั้นเรียน

ระยะการสำรวจและตรวจสอบ

1) ทำกิจกรรมค้นคว้ารวบรวมข้อมูลเพื่อตรวจสอบคำทำนายในเบื้องต้นจากสื่อและอุปกรณ์ที่ครูได้จัดเตรียมไว้ให้

2) สังเกตและบันทึกผลจากการทำกิจกรรมอย่างครบถ้วนและตรงกับความเป็นจริง

3) ให้ความร่วมมือในการทำกิจกรรมกับเพื่อนในกลุ่มและเพื่อนร่วมชั้นเรียน

4) ให้ความสนใจกับคำถามของครูและใช้เป็นแนวทางในการหาคำตอบ

ระยะแนะนำมโนทัศน์

1) อภิปรายแลกเปลี่ยนความคิดเห็นถึงผลการศึกษาค้นคว้าข้อมูลจากการสำรวจและตรวจสอบเพื่อนำไปสู่ข้อสรุปและการเกิดมโนทัศน์

2) มีความกระตือรือร้นในการแสดงความคิดเห็น และยอมรับฟังความคิดเห็นของเพื่อนร่วมชั้นเรียน

3) เชื่อมโยงถึงข้อสรุปที่ได้จากการสำรวจและตรวจสอบเข้ากับคำศัพท์และการอธิบายเพิ่มเติมจากครูเข้าด้วยกัน

ระยะประยุกต์มโนทัศน์

1) ให้ความร่วมมือกับเพื่อนในกลุ่มและเพื่อนร่วมชั้นเรียนในการทำกิจกรรมขยายมโนทัศน์

2) ร่วมกันแสดงความคิดเห็นและอภิปรายถึงคำตอบที่ได้จากการทำกิจกรรม

2. มโนทัศน์ชีววิทยา

2.1 ความหมายของมโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์และมโนทัศน์ชีววิทยา

เนื่องจากชีววิทยาเป็นแขนงหนึ่งในวิทยาศาสตร์ จึงมีกระบวนการและวิถีทางในการคิดการแสวงหาข้อเท็จจริงไม่ต่างกัน ดังนั้นความหมายของมโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์ย่อมมีความสอดคล้องไปในแนวทางเดียวกันกับความหมายของมโนทัศน์ชีววิทยา โดยมีนักวิชาการนักการศึกษาได้ให้ความหมายของมโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์ไว้ ดังนี้

Bloom, Hastings, and Madaus (1971 : 566) ได้ให้ความหมายไว้ว่า “มโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์ คือความเป็นนามธรรมที่ได้จากการสังเกตปรากฏการณ์หรือความสัมพันธ์ซึ่งนักวิทยาศาสตร์ค้นพบมาอย่างต่อเนื่องจากการค้นหาความจริงในธรรมชาติ”

Carin (1989 : 7) ได้ให้ความหมายไว้ว่า “มโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์คือ กระบวนการจัดการที่เกิดภายในจิตใจเกี่ยวกับโลกซึ่งอยู่บนพื้นฐานของวัตถุหรือเหตุการณ์ที่คล้ายคลึงกัน”

Jacobson and Bergman (1991 : 120) ได้ให้ความหมายไว้ว่า “มโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์ คือ ความคิดเกี่ยวกับสถานการณ์ธรรมชาติ พัฒนาได้จากประสบการณ์ที่หลากหลาย พัฒนาได้จากการปฏิบัติและประสบการณ์ทางวิทยาศาสตร์อื่นๆ และเชื่อมโยงความเข้าใจนี้ไปยังประสบการณ์เดิมที่มีอยู่”

Martin (1997 : 40) ได้ให้ความหมายไว้ว่า “มโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์คือความรู้ความคิดทางวิทยาศาสตร์ที่มีการเชื่อมโยงระหว่างข้อเท็จจริง หรือการสังเกตหลายครั้งในเวลาที่ต่างกันจนเกิดเป็นข้อมูลหนึ่ง”

Bass, Contant, and Carin (2009 : 13) ได้ให้ความหมายไว้ว่า “มโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์ คือ ความคิดเชิงนามธรรมเกิดจากการมีประสบการณ์จากการสังเกตสิ่งรอบตัว”

คณะอนุกรรมการพัฒนาการสอนและผลิตวัสดุอุปกรณ์การสอนวิทยาศาสตร์ (2525 อ้างถึงใน ภพ เลาหไพบูลย์, 2534:3) ได้ให้ความหมายไว้ว่า “มโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์คือความคิดความเข้าใจที่สรุปเกี่ยวกับสิ่งใดสิ่งหนึ่ง หรือเรื่องใดเรื่องหนึ่งอันเกิดจากการสังเกตหรือการได้รับประสบการณ์เกี่ยวกับสิ่งนั้น หรือเรื่องนั้นหลายๆแบบ และใช้คุณลักษณะของสิ่งนั้นนำมาประมวลเข้าด้วยกันให้เป็นข้อสรุปหรือคำจำกัดความของสิ่งใดสิ่งหนึ่ง หรืออาจเกิดจากการนำมโนทัศน์หลายๆอย่างมาสัมพันธ์กันอย่างมีเหตุผล”

สุวัฒก์ นิยมค้า (2531 : 116) ได้ให้ความหมายไว้ว่า “มโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์ คือรูปแบบความรู้ซึ่งเกิดจากการจัดกลุ่มหรือการจัดประเภทของสิ่งที่ได้จากการสังเกตหลายอย่างเข้าด้วยกัน ”

พันธ์ ทองชุมนุม (2547 : 202) ได้ให้ความหมายไว้ว่า “มโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์ คือ มโนทัศน์ที่เกี่ยวกับข้อเท็จจริงต่างๆของสสาร พลังงานและปรากฏการณ์ต่างๆทางธรรมชาติ”

จากความหมายที่ได้รวบรวมไว้ข้างต้นสรุปได้ว่า มโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์ คือ ความเข้าใจอันเกิดจากการสังเกตปรากฏการณ์ หรือประสบการณ์ในสิ่งนั้นๆโดยตรง รวมไปถึงมีการเชื่อมโยงถึงความสัมพันธ์ขององค์ประกอบจนสามารถสรุปเป็นคำนิยาม

ดังนั้น มโนทัศน์ชีววิทยา คือความเข้าใจโดยสรุปของบุคคลซึ่งเกิดจากการได้รับประสบการณ์เกี่ยวข้องกับสิ่งมีชีวิตและความสัมพันธ์ของสิ่งมีชีวิต

2.2 ความสำคัญของมโนทัศน์ชีววิทยา

การมีมโนทัศน์ชีววิทยาคือการมีความเข้าใจต่อสิ่งมีชีวิตที่เกิดจากการมีประสบการณ์โดยตรง ซึ่งการมีความเข้าใจในต่อสิ่งมีชีวิตคือองค์ประกอบสำคัญของการรู้ชีววิทยาซึ่งเป็นเป้าหมายสำคัญของการศึกษาชีววิทยา (Roberts, 2001) การที่บุคคลมีมโนทัศน์ชีววิทยาทำให้สามารถใช้ความรู้ในการคิดตัดสินใจแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์การคิดวิเคราะห์อย่างมีวิจารณญาณ ใช้ความจริงและหลักการทางชีววิทยาในการแก้ปัญหาอย่างมีเหตุผล รวมไปถึงการประยุกต์ความเข้าใจนี้ไปยังการดำเนินชีวิตประจำวัน มีทักษะการทดลองและส่งเสริมให้มีการทำงานอย่างนักชีววิทยา พร้อมทั้งการศึกษาสิ่งมีชีวิตและสิ่งแวดล้อมนี้ก็เป็นสิ่งสำคัญในการขับเคลื่อนโลกในปัจจุบันและอนาคต ทั้งในด้านการทำการเกษตร อุตสาหกรรม สาธารณสุขและสิ่งแวดล้อม มีความเกี่ยวข้องกับการส่งเสริมให้คุณภาพชีวิตของมนุษย์ดีขึ้น (กระทรวงศึกษาธิการ, 2556 ; Roberts and Gott, 1999) นอกจากนี้ในการเรียนการสอน สิ่งสำคัญที่ผู้สอนต้องการให้เกิดคือการที่นักเรียนสามารถประยุกต์ความรู้ที่นักเรียนมี ขยายความไปสู่สิ่งอื่น ไม่ว่าจะเป็นความรู้ในด้านสุขภาพ อุตสาหกรรม หรือเทคโนโลยี แต่การประยุกต์ความรู้จะเกิดขึ้นไม่ได้เลยหากนักเรียนยังมีมโนทัศน์พื้นฐานไม่เพียงพอ (Bybee, 2002) และเนื่องจากวิชาชีววิทยาเป็นสาขาทางวิทยาศาสตร์ที่มีการเชื่อมโยงไปยังวิชาในสาขาอื่นๆอย่างหลากหลาย ซึ่งมีความเกี่ยวข้องกับความเป็นอยู่ของมนุษย์รอบด้าน การเข้าใจในสิ่งมีชีวิต จึงไม่เพียงแต่มีความสำคัญในการพัฒนาชีวิตมนุษย์แต่ยังรวมไปถึงความเข้าใจโลกของสิ่งมีชีวิตอีกด้วย (KÖseoğlu, 2004 cited in Pehlivan and Koseoglu, 2012)

2.3 ลักษณะของการเกิดมโนทัศน์ชีววิทยาและพฤติกรรมบ่งชี้

การเกิดมโนทัศน์ชีววิทยา เป็นพฤติกรรมที่สามารถทำให้ตัดสินได้ว่าบุคคลมีมโนทัศน์หรือไม่ โดยจากการศึกษาข้อมูลพบว่านักวิชาการทางการศึกษาได้เสนอลักษณะพฤติกรรมของบุคคลที่เกิดมโนทัศน์ไว้ดังนี้

Jenkin and Deno (1971 cited in Nitko, 2004 : 212-213) ศึกษาและได้ระบุลักษณะของการเกิดมโนทัศน์ออกเป็น 4 ลักษณะ ดังนี้

1) นักเรียนสร้างคำนิยามของมโนทัศน์

2) นักเรียนยกตัวอย่างของมโนทัศน์

3) นักเรียนแยกสิ่งที่เป็นตัวอย่างในมโนทัศน์และไม่เป็นมโนทัศน์

4) นักเรียนวิเคราะห์คำนิยามของมโนทัศน์เพื่อระบุองค์ประกอบของมโนทัศน์และบอกความสัมพันธ์ระหว่างองค์ประกอบนั้น

นาตยา ปิลันธนานนท์ (2542 : 14) กล่าวถึงลักษณะพฤติกรรมของบุคคลที่เกิดมโนทัศน์ออกเป็น 4 ลักษณะ ดังนี้

1) สามารถระบุ เรียกชื่อมโนทัศน์นั้นๆ

2) สามารถคัดเลือก จำแนก แยกแยะ ยกตัวอย่างสิ่งที่เป็นและไม่เป็นตัวอย่างของมโนทัศน์

3) สามารถบอกลักษณะของมโนทัศน์นั้น

4) สามารถอธิบายสรุปความหมายของความคิดรวบยอด จากความรู้ความเข้าใจของตนและด้วยภาษาของตนเอง

พันธ์ ทองชุมนุม (2547 : 205) กล่าวถึงลักษณะการเกิดมโนทัศน์ของผู้เรียนสามารถพิจารณาจากพฤติกรรม 4 ลักษณะดังนี้

1) สามาถระบุหรือเรียกชื่อมโนทัศน์นั้น

2) สามารถบอกลักษณะของมโนทัศน์นั้น

3) สามารถจำแนก คัดเลือก ยกตัวอย่างและสิ่งที่ไม่ใช่ตัวอย่างของมโนทัศน์

4) สามารถอธิบาย รวมถึงการสรุปความหมายของมโนทัศน์นั้นได้จากความรู้ ความเข้าใจของตนเองด้วยภาษาของตนเอง

จากการศึกษาค้นคว้าลักษณะพฤติกรรมที่แสดงถึงการเกิดมโนทัศน์ สรุปได้ว่านักเรียนที่เกิดมโนทัศน์ชีววิทยาสามารถระบุได้จากพฤติกรรมดังนี้

1. อธิบายมโนทัศน์ มีพฤติกรรมบ่งชี้ คือ

1) สามารถบอกความหมายของมโนทัศน์ด้วยภาษาของตนเอง

2) สามารถบอกลักษณะของมโนทัศน์

2. ระบุหรือเรียกชื่อมโนทัศน์ มีพฤติกรรมบ่งชี้ คือ

1) สามารถระบุหรือเรียกชื่อมโนทัศน์ได้อย่างถูกต้อง

3. แยกแยะมโนทัศน์ มีพฤติกรรมบ่งชี้ คือ

1) สามารถคัดเลือกหรือจำแนกองค์ประกอบของมโนทัศน์

2) สามารถยกตัวอย่างสิ่งที่เป็นและไม่เป็นมโนทัศน์

4. ระบุความสัมพันธ์มโนทัศน์ มีพฤติกรรมบ่งชี้ คือ

1) สามารถเปรียบเทียบมโนทัศน์ที่เกี่ยวข้องได้

4.2 สามารถเชื่อมโยงมโนทัศน์ที่เกี่ยวข้องได้

2.4 แนวทางการวัดมโนทัศน์ทางชีววิทยา

การประเมินมโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์ประเมินได้หลายแนวทางตามวัตถุประสงค์ โดยจากการศึกษาข้อมูลพบว่านักวิชาการทางการศึกษาได้เสนอแนวทางการวัดมโนทัศน์ไว้ต่างกัน ดังนี้

Cruickshank, Bainer, and Metcalf (1995 : 271-278) เสนอประเภทของการวัดมโนทัศน์เป็น 2 แบบคือ

1) แบบมีตัวเลือกตอบ (selected response items) คือการกำหนดตัวเลือกให้กับผู้ทดสอบเลือกคำตอบที่เหมาะสม ประกอบด้วย แบบวัดแบบเลือกตอบ แบบจับคู่ แบบถูก-ผิด และแบบเติมคำ

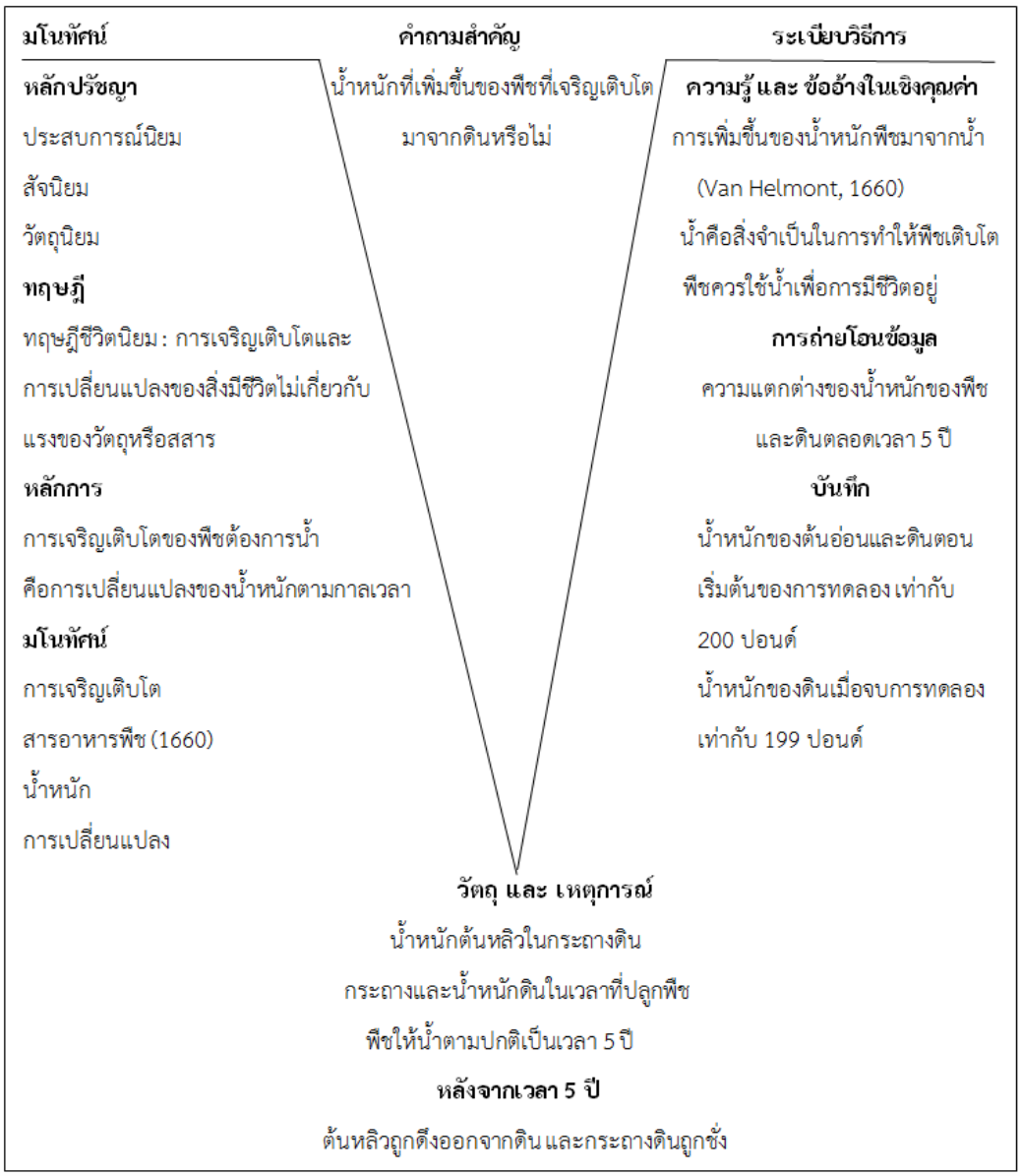
2) แบบสร้างคำตอบเอง (created response items) คือให้ผู้ทดสอบสร้างคำตอบด้วยคำตอบของตนเอง ประกอบไปด้วย แบบเขียนจำกัดและไม่จำกัดคำตอบ

Mintzes, Wandersee, and Novak (2001) แบ่งการวัดมโนทัศน์ออกเป็น 8 วิธี ดังนี้

1) ผังมโนทัศน์ (Concept maps)แสดงมโนทัศน์สำคัญและเชื่อมโยงความรู้เรื่องนั้นๆ

2) ผังรูปตัว V (V diagrams) ใช้ประเมินการคิดอย่างมีวิจารณญาณและความรู้เกี่ยวกับกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ จะช่วยให้ครูและนักเรียนเข้าใจโครงสร้างของความรู้ที่ซับซ้อนได้

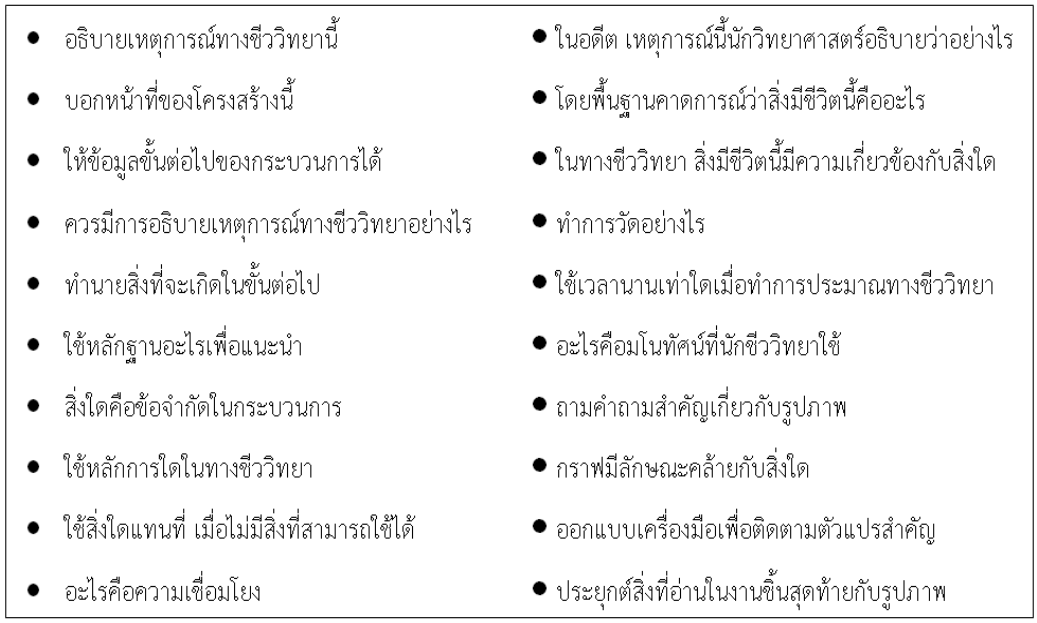
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University



แผนภาพที่ 1 ผังรูปตัว V การทดลองของ Van Helmont โดย Mintzes et al. (2001)

3) โปรแกรม Semnet (Semnet program) เป็นเครื่องมือโปรแกรมคอมพิวเตอร์ นักเรียนสามารถใช้ระบุมโนทัศน์และเห็นความสัมพันธ์ของมโนทัศน์ได้

4) แบบทดสอบแบบใช้รูปภาพเป็นฐาน (Image-based tests) ใช้ในการประเมินการเสนอรูปภาพที่มีความหลากหลาย เริ่มจากการให้นักเรียนเลือกรูปภาพที่แสดงออกถึงความเข้าใจและทำแบบประเมิน 20 คำถามที่ถูกสร้างขึ้น



แผนภาพที่ 2 คำถามประเมิน 20 คำถามของ Wandersee โดย Mintzes et al. (2001)

5) การสัมภาษณ์ (Clinical interview) สอบถามความคิดของแต่ละบุคคลเกี่ยวกับปัญหาที่มีความจำเพาะ

6) แฟ้มสะสมผลงาน (Portfolio) เป็นประเมินการทำงานในห้องเรียน ห้องทดลองหรือจากการทำกิจกรรม โดยอาจมีรวบรวมจาก สมุดบันทึก งานศิลปะ ผังมโนทัศน์ เป็นต้น

7) งานจากการเขียน (Written products) เป็นแหล่งสำคัญในการแสดงถึงความคิดทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียน เช่น รายงาน การเขียนบันทึก เป็นต้น

8) การวัดการปฏิบัติการ (Performance measures) เป็นสิ่งสำคัญที่ระบุถึงความเข้าใจของนักเรียนใช้ในการประเมินกระบวนการทำงานของนักเรียน

จากข้อมูลเบื้องต้นสามารถสรุปแนวทางการวัดมโนทัศน์ชีววิทยาได้เป็น 2 ประเภท ได้แก่

1. แบบเขียนตอบ คือ แบบวัดที่รวมการเขียนตอบทุกชนิด
2. แบบประเมินจากการปฏิบัติ คือ การวัดทักษะเฉพาะหรือความสามารถการแสดงออก

โดยสามารถสรุปพฤติกรรมบ่งชี้ได้ดังนี้

1. อธิบายมโนทัศน์ มีพฤติกรรมบ่งชี้ คือ
    1) สามารถบอกความหมายของมโนทัศน์ด้วยภาษาของตนเอง
    2) สามารถบอกลักษณะของมโนทัศน์
2. ระบุหรือเรียกชื่อมโนทัศน์ มีพฤติกรรมบ่งชี้ คือ
    1) สามารถระบุหรือเรียกชื่อมโนทัศน์ได้อย่างถูกต้อง
3. แยกแยะมโนทัศน์ มีพฤติกรรมบ่งชี้ คือ
    1) สามารถคัดเลือกหรือจำแนกองค์ประกอบของมโนทัศน์
    2) สามารถยกตัวอย่างสิ่งที่เป็นและไม่เป็นมโนทัศน์
4. ระบุความสัมพันธ์มโนทัศน์ มีพฤติกรรมบ่งชี้ คือ
    1) สามารถเปรียบเทียบมโนทัศน์ที่เกี่ยวข้องได้
    2) สามารถเชื่อมโยงมโนทัศน์ที่เกี่ยวข้องได้

3. การให้เหตุผลด้านความสัมพันธ์

3.1 ความหมายการให้เหตุผลด้านความสัมพันธ์

การให้เหตุผลด้านความสัมพันธ์ ถูกแปลมาจากภาษาอังกฤษคำว่า correlation reasoning คือการอธิบายถึงความสัมพันธ์ของตัวแปร ซึ่งเป็นทักษะด้านหนึ่งในการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ (Han, 2013) โดยมีนักวิชาการทำการศึกษาและได้ให้ความหมายของการให้เหตุผลด้านความสัมพันธ์ไว้ดังนี้

Lawson, Adi, and Karplus (1979) ได้ให้ความหมายไว้ว่า “การให้เหตุผลด้านความสัมพันธ์คือรูปแบบการคิดของแต่ละบุคคลเพื่อตัดสินใจถึงความสัมพันธ์ซึ่งกันและกันของตัวแปร เป็นการอธิบายความสัมพันธ์ใหม่ที่มีความคล้ายคลึงกับความสัมพันธ์ในลักษณะเดิม ซึ่งการให้เหตุผลด้านความสัมพันธ์นี้ถือเป็นพื้นฐานของการสร้างคำทำนายในระหว่างการสำรวจ ค้นคว้าข้อมูลเพื่อหาความรู้ในทางวิทยาศาสตร์”

Kuhn, Phelps, and Walters (1985) ได้ให้ความหมายไว้ว่า “การให้เหตุผลด้านความสัมพันธ์ คือ การให้เหตุผลอย่างเป็นทางการเกี่ยวกับตัวแปร 2 ตัวแปรที่ถูกพิจารณาด้านความเป็นเหตุเป็นผลหรือด้านความสัมพันธ์เท่านั้น”

Ross and Cousins (1993) ได้ให้ความหมายไว้ว่า “การให้เหตุผลด้านความสัมพันธ์ คือ การระบุความสัมพันธ์ของตัวแปร ประกอบไปด้วย 4 ทักษะ คือ 1. การจัดการ คือการเรียบเรียงข้อมูลจากสถานการณ์ปัญหาเพื่อสะดวกในการหาคำตอบ 2. การกำหนดหาตำแหน่ง คือ การเลือก

จำนวนของข้อมูลที่เพียงพอต่อการตรวจสอบความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปร 3. การสังเคราะห์ คือ การสรุปความสัมพันธ์ และ 4. การสรุป คือ การวาดภาพของข้อสรุปความสัมพันธ์ของตัวแปร

Lawson (1995) ได้ให้ความหมายไว้ว่า “การให้เหตุผลด้านความสัมพันธ์ คือ การจำแนกของแต่ละบุคคลถึงการประเมินค่าของตัวแปรเมื่อถูกเปลี่ยนเป็นอีกตัวแปรหนึ่งโดยบังเอิญ”

Ross and Smyth (1995) ได้ให้ความหมายไว้ว่า “การให้เหตุผลด้านความสัมพันธ์ คือ การหาความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรตั้งแต่ 2 ตัวแปรขึ้นไป ซึ่งเป็นการจัดการทางความคิด ไม่สามารถดำเนินการทางกายภาพได้”

Carlson, Jacobs, Coe, Larsen, and Hsu (2002) ได้ให้ความหมายไว้ว่า “การให้เหตุผลด้านความสัมพันธ์ คือ กิจกรรมทางพุทธิปัญญาเกี่ยวกับความสอดคล้องเกี่ยวกับปริมาณความหลากหลายที่นำไปสู่เส้นทางการเปลี่ยนแปลงความสัมพันธ์ซึ่งกันและกัน”

Zieffler and Garfield (2009) ได้ให้ความหมายไว้ว่า “การให้เหตุผลด้านความสัมพันธ์คือการให้เหตุผลเกี่ยวกับความเชื่อมโยงระหว่างตัวแปร 2 ตัวแปร นอกจากนี้ยังรวมไปถึงการตัดสินและตีความถึงความสัมพันธ์ของตัวแปรนั้น”

Rhodes (2010) ได้ให้ความหมายไว้ว่า “ความสัมพันธ์ คือ การปรากฏของความเกี่ยวข้องระหว่างปรากฏการณ์หรือสิ่งของ หรือระหว่างตัวแปรทางคณิตศาสตร์ที่มีความเชื่องโยงกันและมีการเปลี่ยนแปลงไปพร้อมกัน ซึ่งแสดงถึงความสามารถในการให้เหตุผลทางวิทยาศาสตร์”

Koenig, Schen, and Bao (2012) ได้ให้ความหมายไว้ว่า “การให้เหตุผลด้านความสัมพันธ์ คือ การระบุความสัมพันธ์ของตัวแปรตามสถานการณ์ ซึ่งอาจพบได้ในรูปแบบไม่มีความสัมพันธ์ มีความสัมพันธ์ด้านลบ หรือมีความสัมพันธ์ด้านบวก”

iSTAR Assessment (2011 cited in Hanson, 2016) ได้ให้ความหมายไว้ว่า “การให้เหตุผลด้านความสัมพันธ์ คือ รูปแบบการคิดของแต่ละบุคคลเพื่อตัดสินใจถึงความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปร”

จากการค้นคว้ารวบรวมความหมายการให้เหตุผลด้านความสัมพันธ์ทำให้สามารถสรุปได้ว่า การให้เหตุผลด้านความสัมพันธ์ คือ การระบุและอธิบายถึงความสัมพันธ์ของตัวแปรตามสถานการณ์ที่กำหนดโดยพิจารณาด้านความเป็นเหตุเป็นผล

3.2 ความสำคัญของการให้เหตุผลด้านความสัมพันธ์

การให้เหตุผลด้านความสัมพันธ์เป็นหนึ่งในทักษะพื้นฐานสำคัญทางวิทยาศาสตร์ เป็นทักษะการให้เหตุผลที่ถูกระบุไว้ว่าจะพบในบุคคลที่มีช่วงอายุอยู่ในระดับที่มีการคิดอย่างเป็นนามธรรม ตามทฤษฎีพัฒนาการทางสติปัญญาของเพียเจต์ (Inhelder and Piaget, 1958) โดยการมีทักษะการให้เหตุผลด้านความสัมพันธ์จะทำให้มีการคิดที่ซับซ้อน และมีวิจารณญาณมากขึ้น สามารถคิดแก้ไขสถานการณ์ใหม่ที่พบเจออย่างเป็นเหตุผลจากข้อมูลที่ตนเองมีอยู่ มีความจำเป็น

ต่อการเรียนรู้ทางวิทยาศาสตร์ และกระบวนการในการสร้างความรู้ทางวิทยาศาสตร์ การให้เหตุผลด้านความสัมพันธ์คือการระบุถึงความสัมพันธ์ของตัวแปรหนึ่งๆ ว่ามีความสัมพันธ์กันอย่างไร เมื่อมองเห็นถึงความสัมพันธ์จะเกิดคำถาม สร้างสมมติฐานถึงความสัมพันธ์นั้น เกิดการตรวจสอบ รวบรวมข้อมูลตามสมมติฐานที่ได้จากความสัมพันธ์ของตัวแปร ท้ายที่สุดแล้วจะเกิดเป็นความรู้ใหม่ขึ้น ดังนั้นหากการให้เหตุผลด้านความสัมพันธ์ไม่เกิดขึ้นก็จะไม่เกิดความรู้ทางวิทยาศาสตร์เช่นกัน จึงถือว่าการให้เหตุผลด้านความสัมพันธ์เป็นส่วนสำคัญในการเริ่มต้นของการได้มาซึ่งความรู้ทางวิทยาศาสตร์ (Lawson et al., 1979 ; Vass, Schiller, and Nappi, 2000) นอกจากนี้ การให้เหตุผลด้านความสัมพันธ์ยังสามารถพบได้ในการดำเนินชีวิตประจำวัน เนื่องจากบุคคลมักมีการเชื่อมโยงข้อมูล สถานการณ์ที่พบเจอและสรุปเป็นความคิดในเชิงของความสัมพันธ์อยู่แล้ว เช่น ความสัมพันธ์ของการสูบบุหรี่กับการเกิดมะเร็งปอด ความเหมือนความต่างของลักษณะพันธุกรรมของพ่อแม่และลูก สีของเห็ดและความเป็นพิษซึ่งการมีความสามารถในการให้เหตุผลด้านความสัมพันธ์นี้สามารถทำให้ตัดสินใจได้อย่างถูกต้องเมื่อพบกับปัญหาในสถานการณ์ใหม่ที่คล้ายคลึงกับสถานการณ์เดิมได้ (iSTAR Assessment, 2011 cited in Hanson, 2016) ดังนั้น การให้เหตุผลด้านความสัมพันธ์จึงถูกจัดให้เป็นหนึ่งในทักษะการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ การนำไปสู่ข้อสรุปของข้อมูล และยังเป็นส่วนหนึ่งของการใช้ปฏิสัมพันธ์ทางสังคม การยอมรับคุณค่าของสิ่งต่างๆ ไปจนถึงการปฏิเสธสิ่งที่ไม่มีความเกี่ยวข้องได้อย่างเป็นเหตุเป็นผล ส่งเสริมการคิดวิเคราะห์ การคิดอย่างมีวิจารณญาณ ซึ่งถือเป็นสิ่งสำคัญที่ต้องได้รับการพัฒนาและให้ความสำคัญในศตวรรษที่ 21 (Pacific Policy Research Center, 2010)

3.3 แนวทางการวัดการให้เหตุผลด้านความสัมพันธ์

จากการศึกษาข้อมูลพบว่ามีนักวิชาการทางการศึกษาทำการเสนอเกณฑ์ระดับการให้เหตุผลด้านความสัมพันธ์และแนวทางการวัดการให้เหตุผลด้านความสัมพันธ์ดังนี้

Pérez-Echeverría (1990 cited in Batanero, Canadas, Diaz, and Gea, 2015) ได้ศึกษาเกี่ยวกับการให้เหตุผลด้านความน่าจะเป็นและได้เสนอแนวทางการวัดการให้เหตุผลด้านความสัมพันธ์เป็น 6 ระดับ ดังนี้

1) ระดับ 0 นักเรียนตัดสินถึงความสัมพันธ์โดยใช้ความเชื่อที่มีมาก่อน โดยไม่ได้ใช้ข้อมูลจากสิ่งที่กำหนดให้

2) ระดับ 1 นักเรียนระบุความสัมพันธ์ของตัวแปรโดยการสรุปจากจำนวนความสัมพันธ์ที่มีความถี่สูงที่สุด

3) ระดับ 2 นักเรียนเปรียบเทียบความสัมพันธ์ของตัวแปรโดยใช้การสรุปจากจำนวนความสัมพันธ์ที่มีความถี่แตกต่างกัน 2 ความถี่

4) ระดับ 3 นักเรียนเปรียบเทียบความสัมพันธ์ของตัวแปรโดยใช้การสรุปจากจำนวนความสัมพันธ์ที่มีความถี่แตกต่างกัน 3 ความถี่

5) ระดับ 4 นักเรียนเปรียบเทียบความสัมพันธ์ของตัวแปรโดยใช้การสรุปจากจำนวนความสัมพันธ์ที่มีความถี่แตกต่างกัน 4 ความถี่

6) ระดับ 5 นักเรียนเปรียบเทียบความสัมพันธ์ของตัวแปรโดยใช้การสรุปจากจำนวนความสัมพันธ์ที่มีความถี่แตกต่างกัน 4 ความถี่และสามารถคำนวณเพื่อเปรียบเทียบผลเป็นเปอร์เซ็น

Ross and Cousins (1993) ได้ศึกษาเกี่ยวกับทักษะด้านความสัมพันธ์ของตัวแปรโดยกล่าวถึงการวัดระดับการให้เหตุผลด้านความสัมพันธ์เป็น 5 ระดับ ดังนี้

1) ระดับ 0 นักเรียนไม่สามารถแปลความของความสัมพันธ์ได้

2) ระดับ 1 นักเรียนระบุความสัมพันธ์ของตัวแปร 2 ตัวแปร

3) ระดับ 2 นักเรียนระบุความความสัมพันธ์ของตัวแปรได้มากกว่า 2 ตัวแปร

4) ระดับ 3 นักเรียนเปรียบเทียบความสัมพันธ์ที่ได้รับการยืนยันและไม่ได้รับการยืนยันได้

5) ระดับ 4 นักเรียนสามารถคำนวณเปอร์เซ็นต์และอัตราส่วนความสัมพันธ์ของตัวแปรได้

Karasavvidis, Pieters, and Plomp (2000) วัดการให้เหตุผลด้านความสัมพันธ์ 2 ด้านคือ

1) เชิงปริมาณ โดยการใช้ชุดทดสอบก่อนการทดลองและหลังการทดลอง

2) เชิงคุณภาพ โดยการสัมภาษณ์นักเรียน แล้วทำการวิเคราะห์คำที่เกี่ยวข้องกับตัวแปรจากบทสัมภาษณ์

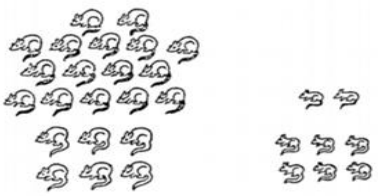
Han (2013) ศึกษาการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์และทำการเสนอแนวทางการวัดการให้เหตุผลด้านความสัมพันธ์ 2 รูปแบบ คือ

1) แบบทดสอบโจทย์ปรนัยตอนเดียวโดยเมื่อตอบถูกได้ 1 คะแนน ตอบผิดหรือไม่ตอบได้ 0 คะแนน

2) แบบทดสอบโจทย์ปรนัยสองตอน ตอนที่ 1 เป็นการเลือกตัวเลือก ตอนที่ 2 เป็นการเลือกเหตุผลสนับสนุนการเลือกคำตอบในตอนที่1 โดยเมื่อตอบถูกทั้งสองตอนได้ 1 คะแนน ตอบผิดหรือไม่ตอบได้ 0 คะแนนและมีการสัมภาษณ์เพื่อสนับสนุนคำตอบที่นักเรียนได้เลือกตอบ

กำหนดสถานการณ์ปัญหาดังนี้

ชาวนาสังเกตเห็นหนูในพื้นที่นาของ โดยพบทั้งหนูที่มี ขนาดใหญ่ ขนาดเล็ก หางสีขาว และหางสีดำ ทำให้สงสัยความสัมพันธ์ระหว่างขนาดของหนูและสีของหาง จึงทำการจับหนู ได้ผลดังรูปภาพ นักเรียนคิดว่าขนาดของหนูและสีของหางมีความสัมพันธ์กันหรือไม่



A. มีความสัมพันธ์กัน

B. ไม่มีความสัมพันธ์กัน

C. ไม่สามารถคาดเดาได้

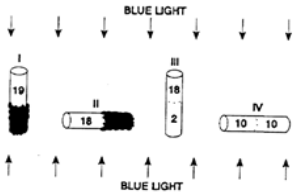
คำตอบคือ A มีความสัมพันธ์กัน

วิธีคิดหาคำตอบ คือ สร้างตารางเพื่อเปรียบเทียบจำนวนหนูและลักษณะหาง ดังตารางด้านล่าง

	หนูตัวใหญ่	หนูตัวเล็ก
หนูที่มีหางสีดำ	12	2
หนูที่มีหางสีขาว	3	8

แผนภาพที่ 3 ตัวอย่างแบบวัดการให้เหตุผลด้านความสัมพันธ์ โดย Han (2013)

กำหนดสถานการณ์ปัญหาดังนี้



ตอนที่ 1 จากรูปภาพแมลงวันมีการตอบสนองต่อแสงและแรงโน้มถ่วงหรือไม่ (การตอบสนองหมายถึงการเคลื่อนที่เข้าหรือออก)

1. ตอบสนองต่อแสง ไม่ตอบสนองต่อแรงโน้มถ่วง
2. ตอบสนองต่อแรงโน้มถ่วง ไม่ตอบสนองต่อแสง
3. ตอบสนองต่อแรงโน้มถ่วงและแสง
4. ไม่ตอบสนองต่อแรงโน้มถ่วงและแสง

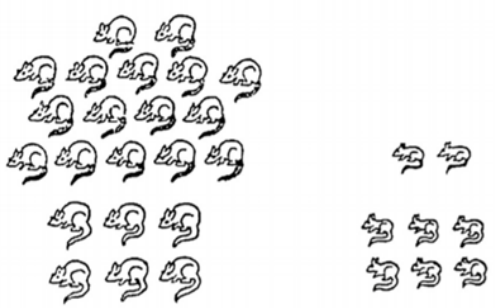
ตอนที่ 2 เพราะเหตุใดจึงคิดเช่นนั้น

1. แมลงส่วนใหญ่บินไปส่วนบนสุดของท่อที่ 3 แต่มีการกระจายอย่างเท่าๆกันในหลอดที่ 2
2. แมลงวันส่วนใหญ่ไม่เคลื่อนที่ไปบริเวณท้ายของหลอดที่ 1 และ 3
3. แมลงต้องการแสงเพื่อมองเห็นและต่อต้านแรงโน้มถ่วง
4. แมลงส่วนใหญ่บินไปที่ด้านบนของท่อ และส่วนน้อยอยู่ที่ปลายท่อ
5. แมลงบางส่วนอยู่ทั้งสองฝั่งของท่อ

แผนภาพที่ 4 ตัวอย่างแบบวัดการให้เหตุผลด้านความสัมพันธ์ โดย Han (2013)

Vass (2000), Fah (2009) และ Bird (2010) วัดการให้เหตุผลด้านความสัมพันธ์โดยใช้แบบทดสอบปรนัยสองตอน ตอนที่ 1 เป็นการเลือกตัวเลือก และตอนที่ 2 เป็นการให้เหตุผลสนับสนุนตัวเลือกในตอนที่ 1

ตัวอย่างแบบวัดการให้เหตุผลด้านความสัมพันธ์โดยใช้แบบทดสอบปรนัยสองตอน ของ Vass, Fah และ Bird



ชาวนาสังเกตเห็นหนูในพื้นที่นาของ โดยพบทั้งหนูที่มี ขนาดใหญ่ ขนาดเล็ก หางสีขาว และหางสีดำ ทำให้สงสัยความสัมพันธ์ระหว่างขนาดของหนูและสีของหาง จึงทำการจับหนูได้ผลดังรูปภาพ

ตอนที่ 1 คิดว่ามีความสัมพันธ์ระหว่างขนาดและสีของหางหนูหรือไม่

1. มี
2. ไม่มี

ตอนที่ 2 เพราะเหตุใดจึงคิดเช่นนั้น

1. 8 ใน 10 ของหนูที่มีขนาดใหญ่มีหางมีดำ และ 3 ใน 4 ของหนูตัวเล็กมีหางสีขาว
2. หนูทั้งสองขนาดมีหางสีดำหรือสีขาว
3. หนูทั้งสองขนาดไม่ได้มีหางสีขาวหรือสีดำทั้งหมด
4. หนู 18 ตัวมีหางสีดำ และอีก 12 ตัวมีหางสีขาว
5. หนู 22 ตัวมีขนาดใหญ่ และอีก 8 ตัวมีขนาดเล็ก

Chulalongkorn University

แผนภาพที่ 5 ตัวอย่างแบบวัดการให้เหตุผลด้านความสัมพันธ์ โดย Vass (2000), Fah (2009) และ Bird (2010)

จากข้อมูลเบื้องต้นสามารถสรุปแนวทางการวัดการให้เหตุผลด้านความสัมพันธ์ได้เป็น 3 ประเภท ได้แก่

1. แบบวัดมีตัวเลือก คือ แบบวัดที่ให้เลือกคำตอบที่ถูกต้องที่สุดจากตัวเลือกที่กำหนดให้

2. แบบวัดเขียนอธิบาย คือ แบบวัดที่ให้เขียนอธิบายเหตุผลสนับสนุนการระบุความสัมพันธ์ของตัวแปร

3. การสัมภาษณ์ คือ การสอบถามความคิดเห็นต่อการระบุความสัมพันธ์ของตัวแปร

4. งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

4.1 งานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการใช้วงจรการเรียนรู้ในการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์

Lavoie (1999) ศึกษาผลของการจัดการเรียนการสอนโดยใช้วงจรการเรียนรู้แบบทำนายและอภิปรายเป็นฐานและวงจรการเรียนรู้แบบดั้งเดิมที่มีต่อทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ มโนทัศน์ชีววิทยา เจตคติทางวิทยาศาสตร์ และการคิดเชิงตรรกะ ซึ่งประกอบด้วย 6 คุณลักษณะ ได้แก่ การอนุรักษ์ การให้เหตุผลเชิงสัดส่วน การควบคุมตัวแปร การให้เหตุผลด้านการนำมารวมกัน การให้เหตุผลความน่าจะเป็น และการให้เหตุผลด้านความสัมพันธ์ กลุ่มตัวอย่างคือ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 โดยทำการเพิ่มขั้นตอนการทำนายและอภิปรายในขั้นเริ่มต้นของวงจรการเรียนรู้ 3 ขั้นตอน ได้แก่ 1.ขั้นสำรวจ 2.ขั้นแนะนำคำศัพท์ และ 3.ขั้นประยุกต์มโนทัศน์ ทำการวัดผลทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ มโนทัศน์ชีววิทยา เจตคติทางวิทยาศาสตร์ และการคิดเชิงตรรกะกับนักเรียนทั้ง 2 กลุ่มด้วยแบบวัดก่อนเรียนและหลังเรียน ผลการศึกษาพบว่านักเรียนที่เรียนด้วยการจัดการเรียนการสอนโดยใช้วงจรการเรียนรู้แบบทำนายและอภิปรายเป็นฐานมีคะแนนทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์มโนทัศน์ชีววิทยา เจตคติทางวิทยาศาสตร์และการคิดเชิงตรรกะสูงกว่านักเรียนที่เรียนด้วยการจัดการเรียนการสอนแบบทั่วไปอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ

Al khawaldeh (2013) ศึกษาผลของการจัดการเรียนการสอนโดยใช้วงจรการเรียนรู้แบบใช้การทำนายและการอภิปรายเป็นฐาน การสอนแบบเปลี่ยนมโนทัศน์ (conceptual change text) และการจัดการเรียนการสอนแบบทั่วไปต่อมโนทัศน์ชีววิทยา กลุ่มตัวอย่างคือนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ทำการวัดผลมโนทัศน์ชีววิทยากับนักเรียนที่เรียนด้วยวงจรการเรียนรู้แบบการทำนายและอภิปรายเป็นฐาน การเปลี่ยนมโนทัศน์ และแบบทั่วไปด้วยแบบวัดก่อนเรียนและหลังเรียน ผลการศึกษาพบว่านักเรียนที่เรียนด้วยการจัดการเรียนการสอนโดยใช้วงจรการเรียนรู้แบบการทำนายและอภิปรายเป็นฐาน และการจัดการเรียนการสอนแบบการเปลี่ยนมโนทัศน์มีคะแนนมโนทัศน์ชีววิทยาสูงกว่านักเรียนที่เรียนด้วยการจัดการเรียนการสอนแบบทั่วไปอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ

เกรียงไกร อภัยวงศ์ (2548) ศึกษาผลของการจัดการเรียนการสอนโดยใช้วงจรการเรียนรู้แบบตั้งสมมติฐานนิรนัยและการจัดการเรียนการสอนแบบทั่วไปที่มีต่อความสามารถในการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์และมโนทัศน์ชีววิทยา กลุ่มตัวอย่างคือ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 โดยวงจรการเรียนรู้แบบการตั้งสมมติฐานนิรนัย ประกอบด้วย 3 ขั้น ได้แก่ 1. ขั้นการศึกษาสำรวจ 2.ขั้นการสร้างมโนทัศน์ และ3. ขั้นการนำมโนทัศน์ไปใช้ ทำการวัดผลโดยใช้แบบวัดความสามารถในการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์และแบบวัดมโนทัศน์ชีววิทยาก่อนเรียนและหลังเรียน ผลการศึกษาพบว่านักเรียนที่เรียนด้วยวงจรการเรียนรู้แบบการตั้งสมมติฐานนิรนัยมีคะแนนการให้เหตุผล

เชิงวิทยาศาสตร์สูงกว่าเกณฑ์ที่กำหนด และมีคะแนนเฉลี่ยมโนทัศน์สูงกว่านักเรียนที่เรียนด้วยการจัดการเรียนการสอนแบบทั่วไป

4.2 งานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับมโนทัศน์ชีววิทยา

Kiboss, Ndirangu, and Wekesa (2004) ศึกษาผลของการจัดการเรียนการสอนโดยใช้โปรแกรมคอมพิวเตอร์แบบจำลองและการจัดการเรียนการสอนแบบทั่วไปที่มีต่อมโนทัศน์เรื่องการแบ่งเซลล์ของนักเรียนมัธยมศึกษาตอนปลาย กลุ่มตัวอย่างคือนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนปลายจำนวน 102 คน หลังจากการจัดการเรียนการสอนทำการวัดมโนทัศน์โดยใช้แบบวัดมโนทัศน์เรื่องการแบ่งเซลล์ ผลการศึกษาพบว่านักเรียนมัธยมศึกษาตอนปลายที่เรียนด้วยการจัดการเรียนการสอนโดยใช้โปรแกรมคอมพิวเตอร์แบบจำลองมีมโนทัศน์เรื่องการแบ่งเซลล์สูงกว่านักเรียนที่เรียนด้วยการจัดการเรียนการสอนแบบทั่วไปอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ

Al khawaldeh and Al Olaimat (2010) ศึกษาผลของการจัดการเรียนการสอนโดยใช้การเปลี่ยนมโนทัศน์ร่วมกับแผนผังมโนทัศน์และการจัดการเรียนการสอนแบบทั่วไปที่มีต่อความคงทนของมโนทัศน์ชีววิทยาเรื่องกระบวนการหายใจระดับเซลล์ กลุ่มตัวอย่างคือนักเรียนมัธยมศึกษาปีที่ 5 ทำการวัดผลโดยใช้แบบวัดมโนทัศน์ชีววิทยาก่อนเรียนและหลังเรียน ผลการศึกษาพบว่านักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ที่เรียนด้วยการจัดการเรียนการสอนโดยใช้การเปลี่ยนมโนทัศน์ร่วมกับแผนผังมโนทัศน์มีความคงทนของมโนทัศน์ชีววิทยาสูงกว่านักเรียนที่เรียนด้วยการจัดการเรียนการสอนแบบทั่วไปอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ

ชุติมา รอดสุด (2550) ศึกษาผลของการจัดการเรียนการสอนตามแนวคอนสตรักติวิสต์และการสอนแบบทั่วไปที่มีต่อมโนทัศน์ชีววิทยาและความสามารถในการให้เหตุผลเชิงอุปนัยของนักเรียนมัธยมศึกษาตอนปลาย กลุ่มตัวอย่าง คือ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ทำการวัดผลด้วยแบบวัดมโนทัศน์ชีววิทยาและแบบวัดความสามารถในการให้เหตุผลเชิงอุปนัย ผลการศึกษาพบว่านักเรียนที่เรียนชีววิทยาด้วยการจัดการเรียนการสอนตามแนวคอนสตรักติวิสต์มีคะแนนความสามารถในการให้เหตุผลเชิงอุปนัยและมีคะแนนมโนทัศน์ชีววิทยาสูงกว่าเกณฑ์ที่กำหนด และคะแนนเฉลี่ยสูงกว่ากลุ่มที่เรียนด้วยการจัดการเรียนการสอนแบบทั่วไปอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ

พงศ์พรหม พรเพิ่มพูน (2556) ศึกษาผลของการจัดการเรียนการสอนแบบสถานการณ์สองบทบาทและการจัดการเรียนการสอนแบบทั่วไปที่มีต่อมโนทัศน์เรื่องการรักษาดุลยภาพของร่างกายและความสามารถในการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาตร์ของนักเรียนมัธยมศึกษาตอนปลาย กลุ่มตัวอย่าง คือ นักเรียนมัธยมศึกษาปีที่ 5 ทำการวัดผลด้วยแบบวัดมโนทัศน์เรื่องการรักษาดุลยภาพของร่างกาย และแบบวัดความสามารถในการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ ผลการศึกษาพบว่า นักเรียนที่เรียนด้วยการจัดการเรียนการสอนแบบสถานการณ์สองบทบาทมีคะแนนเฉลี่ย

มโนทัศน์เรื่องการรักษาดุลยภาพของร่างกายและคะแนนเฉลี่ยความสามารถในการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์สูงกว่านักเรียนที่เรียนด้วยการจัดการเรียนการสอนแบบทั่วไปอย่างมีนัยสำคัญ

4.3 งานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการให้เหตุผลด้านความสัมพันธ์

Yates (1987) ศึกษาเปรียบเทียบการสอนโดยการพัฒนาโครงการทางการศึกษาซึ่งเป็นส่วนหนึ่งของหลักสูตรการสอนเพื่อพัฒนาหลักการคิดให้นักเรียนได้เข้าใจรูปแบบของความสัมพันธ์และการสอนแบบทั่วไปที่มีต่อการให้เหตุผลด้านความสัมพันธ์ในวิชาชีววิทยา กลุ่มตัวอย่างคือนักเรียนในช่วงอายุ 11-13 ปี โดยทำการสอนในหัวข้อ การศึกษาพฤติกรรมของแมลง ประกอบการถามคำถามเชื่อมโยงความสัมพันธ์ระหว่างแมลงกับลักษณะที่อยู่ และการศึกษาความสัมพันธ์ของการให้ยาในวัวและปริมาณน้ำนม ทำการวัดผลการให้เหตุผลด้านความสัมพันธ์ก่อนเรียนและหลังเรียน ผลการศึกษาพบว่านักเรียนที่เรียนด้วยการสอนโดยการพัฒนาโครงการทางการศึกษาเพื่อพัฒนาหลักการคิดส่วนใหญ่มีความเข้าใจอย่างถูกต้องถึงการระบุความสัมพันธ์ของตัวแปรในเชิงบวก เชิงลบ และในเชิงการไม่มีความสัมพันธ์กันเมื่อเปรียบเทียบกับนักเรียนกลุ่มที่เรียนด้วยการสอนแบบทั่วไป

Bird (2010) ศึกษาความสามารถในการให้เหตุผลเชิงตรรกะของนักเรียนที่ลงทะเบียนเรียนวิชาเคมีทั่วไป โดยการให้เหตุผลเชิงตรรกะประกอบด้วย 6 คุณลักษณะ ได้แก่ 1.การอนุรักษ์มวลและปริมาตร 2.การให้เหตุผลเชิงสัดส่วน 3.การให้เหตุผลเชิงความสัมพันธ์ 4.การควบคุมตัวแปร 5.การให้เหตุผลความน่าจะเป็น 6.การให้เหตุผลด้านการนำมารวมกัน ทำการเปรียบเทียบระหว่างเพศและระดับพัฒนาทางสติปัญญาที่ต่างกัน ผลการศึกษาพบความแตกต่างของการให้เหตุผลในนักเรียนที่มีระดับสติปัญญาต่างกัน โดยการให้เหตุผลด้านความสัมพันธ์เป็นคุณลักษณะหนึ่งของนักเรียนที่บ่งบอกถึงระดับการคิดเชิงนามธรรมได้ ซึ่งผลการทดสอบพบว่านักเรียนอยู่ในระดับที่ควรได้รับการพัฒนา พร้อมทั้งผู้วิจัยชี้ให้เห็นว่าทักษะการให้เหตุผลเชิงตรรกะนี้มีความจำเป็นอย่างยิ่งต่อมโนทัศน์และการแก้ไขปัญหาในวิชาเคมี

5. กรอบแนวคิดงานวิจัย

ทฤษฎีสรรคนิยม (constructivism)

การเรียนรู้เป็นกระบวนการทางสติปัญญาของบุคคลในการสร้างความรู้และความหมายของสิ่งต่างๆผ่านกระบวนการซึมซับ (assimilation) เกิดการปรับกระบวนการรู้คิด (accommodation) ความรู้เก่าและความรู้ใหม่จนเกิดภาวะความสมดุล (equilibrium) และเป็นความรู้ความเข้าใจที่มีความหมายต่อตนเอง

การเรียนการสอนชีววิทยาโดยใช้วงจรการเรียนรู้แบบการทำนายและอภิปรายเป็นฐาน

คือ รูปแบบการสอนแบบสืบสอบอย่างมีระยะกระบวนการที่ใช้การทำนายและอภิปรายเป็นจุดเริ่มต้นในการเรียนรู้ ประกอบไปด้วย 4 ระยะตามการแบ่งของ Lavoie (1999)

ระยะการสอนโดยใช้วงจรการเรียนรู้แบบการทำนายและอภิปรายเป็นฐาน

1. ระยะการทำนายและอภิปราย (prediction/Discussion phase) กำหนดวัตถุประสงค์และสถานการณ์ปัญหาเพื่อทำนายถึงความสัมพันธ์ตัวแปร อภิปรายแลกเปลี่ยนความคิดเห็นเกี่ยวกับคำทำนาย
2. ระยะการสำรวจและตรวจสอบ (exploration phase) ตรวจสอบคำทำนายโดยใช้กิจกรรม ตั้งคำถามเกี่ยวกับสถานการณ์ สร้างรูปแบบ คำนิยาม ข้อค้นพบหรือคำอธิบายเกี่ยวกับโนทัศน์
3. ระยะแนะนำมโนทัศน์ (term introduction phase) แนะนำคำศัพท์พื้นฐานเกี่ยวกับมโนทัศน์ อภิปรายผลการตรวจสอบคำทำนายและการอภิปรายจนได้ข้อสรุปถึงมโนทัศน์ที่ถูกต้อง
4. ระยะประยุกต์มโนทัศน์ (concept application phase) นำมโนทัศน์ที่ไปใช้ในการอธิบายหรือเชื่อมโยงเพื่อหาคำอธิบายทางวิทยาศาสตร์ในสถานการณ์ใหม่

มโนทัศน์ชีววิทยา

หมายถึงความเข้าใจของบุคคลจากการรับประสบการณ์เกี่ยวกับ ระบบประสาทและระบบต่อมไร้ท่อ สามารถวัดได้จากแบบวัดมโนทัศน์ที่ผู้วิจัยสร้างขึ้น ตามพฤติกรรมบ่งชี้ ได้แก่ 1. อธิบายมโนทัศน์ 2.ระบุหรือเรียกชื่อมโนทัศน์ 3.แยกแยะมโนทัศน์ และ4.ระบุความสัมพันธ์มโนทัศน์

การให้เหตุผลด้านความสัมพันธ์

หมายถึง การระบุและอธิบายถึงความสัมพันธ์ของตัวแปรตามสถานการณ์ที่กำหนดโดยพิจารณาด้านความเป็นเหตุเป็นผล ซึ่งวัดได้จากแบบวัดการให้เหตุผลด้านความสัมพันธ์แบบปรนัยสองตอน

บทที่ 3
วิธีดำเนินงานวิจัย

การวิจัยเรื่อง ผลการใช้วงจรการเรียนรู้แบบการทำนายและอภิปรายเป็นฐานที่มีต่อมโนทัศน์ชีววิทยาและการให้เหตุผลด้านความสัมพันธ์ของนักเรียนมัธยมศึกษาตอนปลาย มีขั้นตอนการวิจัยดังนี้

1. รูปแบบการวิจัย
2. ประชากรและกลุ่มตัวอย่าง
3. เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย
4. การเก็บรวบรวมข้อมูล
5. การวิเคราะห์ข้อมูล

1. รูปแบบการวิจัย

งานวิจัยในครั้งนี้เป็นงานวิจัยกึ่งทดลอง (Quasi-Experimental Research) มีรูปแบบการวิจัยแบบ Two Group pretest-posttest design ดังรูปแบบการวิจัยในแผนภาพที่ 6 คือกลุ่มทดลองเรียนชีววิทยาโดยการจัดการเรียนการสอนด้วยวงจรการเรียนรู้แบบการทำนายและอภิปรายเป็นฐาน และกลุ่มควบคุมเรียนด้วยการจัดการเรียนการสอนแบบทั่วไป

กลุ่มทดลอง	O_1---------- X ---------- O_2
กลุ่มควบคุม	O_1---------- ~X --------- O_2

แผนภาพที่ 6 รูปแบบการวิจัย Two Group pretest-posttest design

O_1 หมายถึง การเก็บรวบรวมข้อมูลก่อนการทดลองด้วยแบบวัดมโนทัศน์ชีววิทยาและแบบวัดการให้เหตุผลด้านความสัมพันธ์

X หมายถึง การจัดการเรียนการสอนโดยใช้วงจรการเรียนรู้แบบการทำนายและอภิปรายเป็นฐาน

~X หมายถึง การจัดการเรียนการสอนแบบทั่วไป

O_2 หมายถึง การเก็บรวบรวมข้อมูลหลังการทดลองด้วยแบบวัดมโนทัศน์ชีววิทยาและแบบวัดการให้เหตุผลด้านความสัมพันธ์

2. ประชากรและกลุ่มตัวอย่าง

ประชากร

ประชากรในงานวิจัยนี้ คือ นักเรียนมัธยมศึกษาตอนปลาย แผนการเรียนวิทยาศาสตร์และคณิตศาสตร์ โรงเรียนขนาดใหญ่พิเศษ สังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษามัธยมศึกษาเขต 5 จังหวัดลพบุรี สำนักงานคณะกรรมการการศึกษาขั้นพื้นฐาน กระทรวงศึกษาธิการ

กลุ่มตัวอย่าง

กลุ่มตัวอย่างในงานวิจัยนี้ คือ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 แผนการเรียนวิทยาศาสตร์-คณิตศาสตร์ จำนวน 76 คน ภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2560 โรงเรียนมัธยมปลายขนาดใหญ่พิเศษแห่งหนึ่ง สำนักงานเขตพื้นที่การศึกษามัธยมศึกษาเขต 5 จังหวัดลพบุรี สำนักงานคณะกรรมการการศึกษาขั้นพื้นฐาน กระทรวงศึกษาธิการ มีการดำเนินการเลือกกลุ่มตัวอย่าง ดังนี้

1) การกำหนดโรงเรียน

กำหนดโรงเรียนโดยใช้วิธีการเลือกแบบเจาะจง (purposive sampling) โดยเลือกโรงเรียนมัธยมศึกษาตอนปลายขนาดใหญ่พิเศษแห่งหนึ่งในสังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษามัธยมศึกษาเขต 5 จังหวัดลพบุรี จากโรงเรียนมัธยมศึกษาตอนปลายขนาดใหญ่พิเศษสังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษามัธยมศึกษาเขต 5 จำนวน 7 โรงเรียนเป็นกลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัย เนื่องจากเป็นโรงเรียนที่มีความหลากหลายของนักเรียนและสภาพแวดล้อมของโรงเรียนคล้ายคลึงกับโรงเรียนขนาดใหญ่พิเศษโรงเรียนอื่น โดยโรงเรียนมีการเปิดสอนในระดับมัธยมศึกษาตอนปลายทั้งหมด 78 ห้องเรียน ระดับชั้นละ 26 ห้องเรียน ซึ่งประกอบไปด้วยแผนการเรียนวิทยาศาสตร์-คณิตศาสตร์ แผนการเรียนภาษาต่างประเทศ และแผนการเรียนสังคมศาสตร์ ห้องเรียนแผนการเรียนวิทยาศาสตร์มีระดับชั้นละ 13 ห้องเรียนโดยมีห้องเรียนพิเศษวิทยาศาสตร์ระดับชั้นละ 3 ห้องเรียน มีนักเรียนห้องละ 30 คน สำหรับห้องเรียนวิทยาศาสตร์ทั่วไปมีนักเรียนห้องละ 30-40 คน นอกจากนี้ คณาจารย์ในโรงเรียนให้การสนับสนุนและความร่วมมือในการทำวิจัยเป็นอย่างดี มีการจัดการเรียนการสอนตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐานเช่นเดียวกับโรงเรียนอื่น พร้อมทั้งมีสถานที่และอุปกรณ์ที่สามารถอำนวยความสะดวกให้การวิจัยเป็นไปได้อย่างราบรื่น

2) การกำหนดกลุ่มตัวอย่าง

การเลือกห้องเรียนใช้วิธีการเลือกแบบเจาะจง(purposive sampling) จากนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 แผนการเรียนวิทยาศาสตร์-คณิตศาสตร์ ที่มีจำนวน 13 ห้องเรียน เป็นห้องวิทยาศาสตร์ทั่วไปจำนวน 10 ห้องเรียน โดยได้รับอนุญาตจากทางโรงเรียนและครูผู้สอนในโรงเรียนให้ใช้เป็นกลุ่มตัวอย่างได้ 2 ห้องเรียน ทำการทดสอบก่อนเรียนนักเรียนทั้ง 2 ห้องด้วยแบบวัดมโนทัศน์ชีววิทยาและแบบวัดการให้เหตุผลด้านความสัมพันธ์ จากผลการทดสอบค่าที

(t-test) พบว่านักเรียนทั้ง 2 ห้องมีคะแนนมโนทัศน์ชีววิทยาและการให้เหตุผลด้านความสัมพันธ์ก่อนเรียนไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ .05 ดังแสดงในภาคผนวก จากนั้นใช้วิธีการจับฉลากเพื่อกำหนดห้องทดลองและห้องควบคุม ผลปรากฏว่าห้อง 5/9 เป็นห้องทดลอง มีนักเรียนจำนวน 38 คน และห้อง 5/10 เป็นห้องควบคุม มีนักเรียนจำนวน 38 คน

3. เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยแบ่งเป็น 2 ประเภท ประกอบด้วยเครื่องมือที่ใช้ในการทดลองและเครื่องมือที่ใช้ในการเก็บรวบรวมข้อมูล ดังนี้

1. เครื่องมือที่ใช้ในการทดลอง ได้แก่

    1) แผนการจัดการเรียนการสอนโดยใช้วงจรการเรียนรู้แบบการทำนายและอภิปรายเป็นฐาน

    2) แผนการจัดการเรียนการสอนโดยใช้การสอนแบบทั่วไป

2. เครื่องมือที่ใช้ในการเก็บรวบรวมข้อมูล ได้แก่

    1) แบบวัดมโนทัศน์ชีววิทยา

    2) แบบวัดการให้เหตุผลด้านความสัมพันธ์

รายละเอียดของการสร้างเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย มีดังนี้

1. เครื่องมือที่ใช้ในการทดลอง

เครื่องมือที่ใช้ในการทดลองในงานวิจัยนี้ ประกอบด้วย แผนการจัดการเรียนการสอนโดยใช้วงจรการเรียนรู้แบบการทำนายและอภิปรายเป็นฐานและแผนการจัดการเรียนการสอนแบบทั่วไป มีขั้นตอนในการสร้างเครื่องมือดังนี้

แผนการจัดการเรียนการสอนชีววิทยาโดยใช้วงจรการเรียนรู้แบบการทำนายและอภิปรายเป็นฐาน ดำเนินการพัฒนาตามขั้นตอนดังนี้

1. ศึกษาเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับแผนการจัดการเรียนการสอนชีววิทยาโดยใช้วงจรการเรียนรู้แบบการทำนายและอภิปรายเป็นฐานในการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์

2. ทำการคัดเลือกเนื้อหาเพื่อนำมาใช้ในการพัฒนามโนทัศน์ชีววิทยา โดยได้ศึกษาวิเคราะห์เนื้อหาจากโรงเรียนกลุ่มตัวอย่าง และได้ทำการเลือกเนื้อหาในเรื่อง ระบบประสาทและระบบต่อมไร้ท่อ

3. เขียนแผนการจัดการเรียนการสอนที่ครอบคลุมเนื้อหารายวิชาชีววิทยา ภาคเรียน ที่ 1 ปีการศึกษา 2560 โดยใช้วงจรการเรียนรู้แบบการทำนายและอภิปรายเป็นฐาน จำนวน 7 แผน รวมทั้งสิ้น 16 คาบ ซึ่งประกอบไปด้วยเนื้อหาระบบประสาทและระบบต่อมไร้ท่อ

4. นำแผนการจัดการเรียนการสอนเสนอต่ออาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์เพื่อตรวจสอบให้ข้อเสนอแนะเกี่ยวกับการจัดการเรียนการสอนในแต่ละระยะ ตรวจสอบความถูกต้องของเนื้อหาสาระ ความสอดคล้องของวัตถุประสงค์การเรียนรู้ กิจกรรม และการวัดประเมินผล แล้วทำการแก้ไขปรับปรุง โดยรายละเอียดแผนการจัดการเรียนการสอนวงจรการเรียนรู้แบบการทำนายและอภิปรายเป็นฐานแสดงดังตารางที่ 1

ตารางที่ 1 หัวข้อและจำนวนคาบเรียนในการจัดการเรียนการสอนวิชาชีววิทยา

แผนการจัดการเรียนการสอน	หัวข้อ	จำนวนคาบ
1	การรับรู้ การตอบสนอง และเซลล์ประสาท	2
2	การทำงานของเซลล์ประสาท	2
3	ศูนย์ควบคุมระบบประสาทและการทำงานของระบบประสาท	2
4	อวัยวะรับความรู้สึก	2
5	ต่อมไร้ท่อ ต่อมไพเนียล ต่อมใต้สมอง ต่อมไทรอยด์ และต่อมพาราไทรอยด์	3
6	ตับอ่อน ต่อมหมวกไต อวัยวะเพศ รก ไทมัส กระเพาะอาหาร ลำไส้เล็ก และฟีโรโมน	3
7	การรักษาดุลยภาพของร่างกายด้วยฮอร์โมน	2
	รวม	16

5. นำแผนการจัดการเรียนการสอนที่แก้ไขปรับปรุงแล้วให้ผู้ทรงคุณวุฒิที่มีความเชี่ยวชาญด้านแผนการจัดการเรียนการสอนจำนวน 3 ท่านได้แก่ อาจารย์ผู้สอนชีววิทยาประจำสถานศึกษา อาจารย์คณะวิทยาศาสตร์ และอาจารย์จากคณะศึกษาศาสตร์/ครุศาสตร์ รายนามดังภาคผนวก ตรวจพิจารณาด้านความถูกต้องของเนื้อหาสาระ ความสอดคล้องของวัตถุประสงค์การเรียนรู้ กิจกรรม และการวัดประเมินผล ตามหลักสูตรการศึกษาขั้นพื้นฐาน กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ จากนั้นทำการแก้ไขปรับปรุงตามคำแนะนำของผู้ทรงคุณวุฒิ ทั้งนี้ผู้ทรงคุณวุฒิได้ให้ปรับแก้ไขดังนี้

1) เขียนอธิบายสาระสำคัญของแต่ละแผนการเรียนรู้ให้ครอบคลุมชัดเจน

2) เขียนเรียบเรียงประโยคให้เข้าใจได้ง่ายขึ้น เช่น เปลี่ยนจาก “ครูใช้สถานการณ์นำเข้าสู่บทเรียนโดยเมื่อนักเรียน” เป็น “ครูนำเข้าสู่บทเรียนโดยใช้สถานการณ์ที่นักเรียน” หรือ เปลี่ยนจาก “พบกิ้งกือกำลังไต่ขาขึ้น” เป็น “พบกิ้งกือกำลังไต่ขึ้นมาบนขา”

3) ปรับเปลี่ยนขั้นตอนในแผนการการเรียนรู้ให้สอดคล้องกับการจัดการสอน เช่น เปลี่ยนจาก “ครูอธิบายเพิ่มเติมถึงกระบวนการ” เป็น “ครูและนักเรียนร่วมกันอภิปราย”

4) ให้วงเล็บคำศัพท์ภาษาอังกฤษไว้หลังภาษาไทย

5) ให้เว้นวรรคคำอย่างเหมาะสม และแก้ไขคำที่ตกหรือขาดออกจากกัน

6) ให้จัดระยะเวลาของกิจกรรมในแต่ละแผนการเรียนรู้ให้เหมาะสม เช่น ในระยะที่นักเรียนต้องมีการร่วมกันสืบค้นข้อมูลและอภิปรายกับเพื่อนในกลุ่มต้องมีการเพิ่มเวลาให้เพียงพอ

6. นำแผนการจัดการเรียนการสอนไปทดลองใช้ (try out) กับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ภาคเรียนที่ 1 อยู่โรงเรียนเดียวกับกลุ่มตัวอย่างและมีลักษณะคล้ายคลึงกับกลุ่มตัวอย่าง ผลการทดลองใช้พบข้อสังเกตดังต่อไปนี้

1) การเปิดวีดิทัศน์ในการจัดการเรียนการสอนไม่ควรเปิดครั้งเดียว เพราะนักเรียนจะไม่สามารถจำเนื้อความและสิ่งที่ต้องเน้นในการทำความเข้าใจได้ ควรเป็นการเปิดและหยุดในส่วนที่ต้องการเน้นย้ำและทำการเปิดซ้ำในส่วนนั้นอีกครั้ง

2) ในด้านพฤติกรรมการมีส่วนร่วมในชั้นเรียน เดิมครูคาดการณ์เพียงว่าใช้การพูดควบคุมบริเวณหน้าชั้นเรียนเพื่อไม่เป็นการกดดันนักเรียนมากเกินไป แต่กลับพบว่านักเรียนไม่ให้ความร่วมมือในการทำกิจกรรมเท่าที่ควร ดังนั้นครูจึงปรับเปลี่ยนโดยการเดินสำรวจนักเรียนทุกกลุ่มพร้อมถามคำถามเพื่อกระตุ้นให้นักเรียนร่วมทำกิจกรรม

3) การกำหนดกลุ่มให้นักเรียนทำให้นักเรียนขาดความกระตือรือร้นในการแสดงความคิดเห็น เนื่องจากนักเรียนมีกลุ่มเดิมที่เคยทำงานร่วมกันมาแล้วสามารถแสดงความคิดเห็นร่วมกันได้มากกว่า

แผนการจัดการเรียนการสอนแบบทั่วไป ผู้วิจัยเลือกใช้การจัดการเรียนการสอนแบบสืบสอบ ประกอบด้วย 3 ขั้นตอน ได้แก่

1.ขั้นนำ คือ ขั้นทบทวนความรู้เดิมโดยใช้คำถามเชื่อมโยงไปยังบทเรียนก่อนหน้าหรือใช้ตัวอย่างสถานการณ์ที่น่าสนใจที่นักเรียนสามารถพบได้ในชีวิตประจำวัน มีการถามคำถามเพื่อให้เกิดการแสดงความคิดเห็นเพื่อเชื่อมโยงเข้าสู่บทเรียน

2.ขั้นสอน คือ ขั้นศึกษาค้นคว้าผ่านการลงมือปฏิบัติด้วยตนเอง เช่น การทำกิจกรรมหรือค้นคว้าความรู้จากแหล่งข้อมูลที่หลากหลาย เช่น แบบจำลอง รูปภาพ ใบความรู้ วีดิทัศน์ การทดลอง

3.ขั้นสรุป คือ ขั้นสรุปความรู้จากการศึกษาค้นคว้าข้อมูลผ่านวิธีการที่หลากหลาย เช่น การนำเสนอต่อเพื่อนร่วมชั้นเรียน การตอบคำถาม การทำแผนผัง พร้อมทั้งมีการยกตัวอย่างสถานการณ์ปัญหาเพื่อเชื่อมโยงสู่การนำความรู้ไปใช้

โดยแผนการจัดการเรียนการสอนแบบทั่วไปได้มีการดำเนินการพัฒนาตามขั้นตอนเช่นเดียวกับแผนการจัดการเรียนการสอนโดยใช้โดยใช้วงจรการเรียนรู้แบบการทำนายและอภิปรายเป็นฐาน

2. เครื่องมือที่ใช้ในการเก็บรวบรวมข้อมูล

เครื่องมือที่ใช้ในการเก็บรวบรวมข้อมูลประกอบด้วย แบบวัดมโนทัศน์ชีววิทยาและแบบวัดการให้เหตุผลด้านความสัมพันธ์ มีรายละเอียดการสร้างเครื่องมือที่ใช้ในการเก็บรวบรวมข้อมูล ดังนี้

แบบวัดมโนทัศน์ชีววิทยา เป็นแบบวัดความรู้ความเข้าใจเนื้อหาชีววิทยาแบบปรนัย 4 ตัวเลือก ประกอบด้วยแบบวัด 2 ฉบับมีลักษณะเป็นแบบวัดคู่ขนานซึ่งใช้เก็บข้อมูลก่อนเรียนและหลังเรียน ประกอบไปด้วยเรื่อง ระบบประสาท และระบบต่อมไร้ท่อ ดำเนินการตามขั้นตอนดังนี้

1 ศึกษาหนังสือ เอกสาร และงานวิจัยในประเทศและต่างประเทศที่เกี่ยวข้องกับมโนทัศน์ชีววิทยา

2. ศึกษาเอกสารเกี่ยวกับการสร้างแบบวัดมโนทัศน์ชีววิทยา

3. พิจารณาเนื้อหาที่ต้องการวัดและทำการสร้างแบบวัดมโนทัศน์ชีววิทยาทั้ง 2 ฉบับที่มีความสอดคล้องกับเนื้อหาที่ต้องการวัด โดยเนื้อหาคือ เรื่อง ระบบประสาท และระบบต่อมไร้ท่อ ดังตารางที่ 3 ทำการสร้างเป็นแบบวัดมโนทัศน์แบบปรนัย 4 ตัวเลือก จำนวน 2 ฉบับ ฉบับละ 30 ข้อ โดยใช้เกณฑ์การให้คะแนน คือ หากนักเรียนตอบถูกได้ 1 คะแนน หากตอบผิดหรือไม่ตอบได้ 0 คะแนน โดยสรุปพฤติกรรมบ่งชี้ได้ดังนี้

1 อธิบายมโนทัศน์ มีพฤติกรรมบ่งชี้ คือ

1.1 สามารถบอกความหมายของมโนทัศน์ด้วยภาษาของตนเอง

1.2 สามารถบอกลักษณะของมโนทัศน์

2 ระบุหรือเรียกชื่อมโนทัศน์ มีพฤติกรรมบ่งชี้ คือ

2.1 สามารถระบุหรือเรียกชื่อมโนทัศน์ได้อย่างถูกต้อง

3 แยกแยะมโนทัศน์ มีพฤติกรรมบ่งชี้ คือ

3.1 สามารถคัดเลือกหรือจำแนกองค์ประกอบของมโนทัศน์

3.2 สามารถยกตัวอย่างสิ่งที่เป็นและไม่เป็นมโนทัศน์

4. ระบุความสัมพันธ์มโนทัศน์ มีพฤติกรรมบ่งชี้ คือ

4.1 สามารถเปรียบเทียบมโนทัศน์ที่เกี่ยวข้องได้

4.2 สามารถเชื่อมโยงมโนทัศน์ที่เกี่ยวข้องได้

ตารางที่ 2 หัวข้อและจำนวนข้อสอบแบบวัดมโนทัศน์ชีววิทยา จำแนกตามพฤติกรรมบ่งชี้

หัวข้อ	พฤติกรรมบ่งชี้							รวม (ข้อ)
	อธิบายมโนทัศน์		ระบุหรือเรียกชื่อมโนทัศน์	แยกแยะมโนทัศน์		ระบุความสัมพันธ์มโนทัศน์		
	บอกความหมายของมโนทัศน์ด้วยภาษาของตนเอง	บอกลักษณะของมโนทัศน์	ระบุหรือเรียกชื่อมโนทัศน์ได้อย่างถูกต้อง	คัดเลือก จำแนกองค์ประกอบของมโนทัศน์	ยกตัวอย่างสิ่งที่เป็นและไม่เป็นมโนทัศน์	เปรียบเทียบมโนทัศน์ที่เกี่ยวข้องได้	เชื่อมโยงมโนทัศน์ที่เกี่ยวข้องได้	
หน่วยการเรียนรู้ที่ 1 ระบบประสาท								
1.การรับรู้การตอบสนอง และเซลล์ประสาท	-	1	1	-	1	-	-	3
2.การทำงานของเซลล์ประสาท	1	-	-	1	-	1	1	4
3.ศูนย์ควบคุมระบบประสาทและการทำงานของระบบประสาท	-	1	-	1	-	1	1	4
4.อวัยวะรับความรู้สึก	1	-	1	-	-	1	1	4
หน่วยการเรียนรู้ที่ 2 ระบบต่อมไร้ท่อ								
1.ต่อมไร้ท่อ ต่อมไพเนียล ต่อมใต้สมอง ต่อมไทรอยด์และต่อมพาราไทรอยด์	-	1	3	1	-	2	-	7
2.ตับอ่อน ต่อมหมวกไต อวัยวะเพศ รก ไทมัส กระเพาะอาหาร ลำไส้เล็ก และฟีโรโมน	1	1	2	-	1	1	1	7
3.การรักษาดุลภาพของร่างกายด้วยฮอร์โมน	-	1	-	-	-	-	-	1
รวม	3	5	7	3	2	6	4	30

4. นำแบบวัดมโนทัศน์ชีววิทยาทั้ง 2 ฉบับที่สร้างขึ้นเสนออาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์เพื่อตรวจสอบภาษา ความครอบคลุมวัตถุประสงค์การเรียนรู้เนื้อหาระบบประสาทและระบบต่อมไร้ท่อและทำการปรับปรุงแก้ไข

5. นำแบบวัดมโนทัศน์ทั้ง 2 ฉบับที่ได้ปรับปรุงแก้ไขตามคำแนะนำของอาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ไปให้ผู้ทรงคุณวุฒิที่มีความเชี่ยวชาญด้านมโนทัศน์ชีววิทยา จำนวน 3 ท่าน ได้แก่ อาจารย์ผู้สอนชีววิทยาประจำสถานศึกษา อาจารย์คณะวิทยาศาสตร์ และอาจารย์คณะศึกษาศาสตร์/ครุศาสตร์ รายนามดังภาคผนวก ตรวจสอบความตรงเชิงเนื้อหาโดยพิจารณาจากค่าดัชนีความสอดคล้องระหว่างข้อคำถามกับจุดประสงค์ที่ต้องการวัด (Item Objective Congruence, IOC) โดยเกณฑ์ในการคัดเลือกข้อสอบที่มีคุณภาพควรมีค่าดัชนีความสอดคล้องมากกว่าหรือเท่ากับ 0.5 ขึ้นไป และมีความถูกต้องเหมาะสมของลักษณะการใช้คำถามตัวเลือก ตัวลวง และความถูกต้องของภาษา โดยผู้ทรงคุณวุฒิ มีข้อเสนอแนะโดยสรุปในการปรับแก้ไขดังนี้

1) ให้เน้นคำว่าถูกต้องและไม่ถูกต้อง เช่น ข้อใดกล่าวได้**ถูกต้อง** ข้อใดกล่าวได้**ไม่ถูกต้อง**

2) ให้เพิ่มคำลงในตัวเลือกเพื่อให้เข้าใจมากยิ่งขึ้น เช่น ฮอร์โมนถูกลำเลียงผ่านเลือดไปยังอวัยวะเป้าหมาย เปลี่ยนเป็น ฮอร์โมนถูกลำเลียงผ่านเลือดไปยังอวัยวะเป้าหมายบางชนิด

3) ให้เปลี่ยนคำบางคำในข้อคำถาม เช่น ส่วนใดของร่างกายไม่ได้ถูกควบคุมโดยฮอร์โมนที่สร้างจากกระเพาะอาหารหรือลำไส้เล็ก เปลี่ยนเป็น ส่วนใดของร่างกายไม่ได้ถูกควบคุมจากฮอร์โมนที่สร้างจากกระเพาะอาหารหรือลำไส้เล็ก

4) ให้มีการวงเล็บคำศัพท์ภาษาอังกฤษไว้หลังภาษาไทย

6. นำแบบวัดมโนทัศน์ชีววิทยาทั้ง 2 ฉบับที่ทำการแก้ไขแล้วไปทดลองใช้กับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 ที่ได้เรียนในเนื้อหาระบบประสาทและระบบต่อมไร้ท่อมาแล้ว นำผลที่ได้วิเคราะห์หาคุณภาพของแบบวัด เพื่อหาความเที่ยง ค่าความยากง่าย ค่าอำนาจจำแนกของข้อสอบและความเป็นคู่ขนานกัน จากนั้นนำมาทำการปรับปรุงแก้ไข พบว่าข้อสอบมีค่าความยากง่ายอยู่ในช่วง 0.22-0.82 และค่าอำนาจจำแนกอยู่ในช่วง 0.21-0.52 พร้อมทั้งทำการทดสอบค่าความเชื่อมั่น โดยจากการทดสอบมีค่าความเชื่อมั่นของแบบวัดก่อนเรียนและหลังเรียนเท่ากับ 0.72 และ 0.74 ตามลำดับ

แบบวัดการให้เหตุผลด้านความสัมพันธ์ เป็นแบบวัดความเข้าใจเกี่ยวกับความสัมพันธ์ของตัวแปรจากสภานการณ์ที่กำหนดให้ โดยเลือกใช้แบบวัดปรนัยสองตอนตามแบบการวัดของ Han (Han, 2013) ใช้ในการเก็บข้อมูลก่อนเรียนและหลังเรียน โดยดำเนินการสร้างตามขั้นตอน ดังนี้

1. กำหนดวัตถุประสงค์การสร้างแบบวัด แบบวัดใช้สำหรับวัดการให้เหตุผลด้านความสัมพันธ์ ใช้สำหรับทดสอบนักเรียนกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม ก่อนและหลังทดลอง

2. ศึกษาหนังสือ เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการให้เหตุผลด้านความสัมพันธ์

3. ศึกษาเอกสาร หลักการเกี่ยวกับการสร้างแบบวัดการให้เหตุผลด้านความสัมพันธ์

4. กำหนดเนื้อหาและขอบเขตที่ต้องการวัดและทำการสร้างแบบวัดการให้เหตุผลด้านความสัมพันธ์จำนวน 15 ข้อ ในรูปแบบปรนัยสองตอน ประกอบด้วย

ตอนที่ 1 แบบปรนัย โดยมีการกำหนดสถานการณ์ตัวอย่างให้ โดยอาจมีข้อมูลเพิ่มเติมสำหรับสถานการณ์นั้นๆ เช่น กราฟ แผนผัง รูปภาพ ตารางข้อมูล เป็นต้น เพื่อให้นักเรียนวิเคราะห์ความสัมพันธ์ของตัวแปรว่ามีความสัมพันธ์กันหรือไม่

ตอนที่ 2 แบบปรนัย โดยเป็นการเลือกเหตุผลเพื่อสนับสนุนการเลือกคำตอบตอนที่ 1 ใช้เกณฑ์การให้คะแนน คือ หากนักเรียนตอบถูกทั้งสองตอนจะได้ 1 คะแนน หากตอบในกรณีอื่นได้ 0 คะแนน

5. นำแบบวัดที่สร้างขึ้นเสนออาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์เพื่อตรวจสอบภาษา ความครอบคลุมวัตถุประสงค์ และทำการปรับปรุงแก้ไข จากนั้นนำไปให้ผู้ทรงคุณวุฒิจำนวน 3 ท่าน ได้แก่ อาจารย์คณะวิทยาศาสตร์ และอาจารย์คณะศึกษาศาสตร์/ครุศาสตร์ รายนามตามภาคผนวก ตรวจสอบการใช้ตรวจสอบความตรงเชิงเนื้อหา โดยพิจารณาจากค่าดัชนีความสอดคล้องระหว่างข้อคำถามกับจุดประสงค์ที่ต้องการวัด (Item Objective Congruence, IOC) ตลอดจนความชัดเจนของภาษา แล้วนำมาแก้ไขปรับปรุงตามข้อเสนอแนะ โดยผู้ทรงคุณวุฒิมีข้อเสนอแนะโดยสรุปการปรับแก้ไขดังนี้

1) พิจารณาข้อมูลในแต่ละสถานการณ์ให้เพียงพอต่อการลงข้อสรุปต่อข้อคำถาม

2) ในข้อมูลที่มีลักษณะเป็นกราฟให้ทำสัญลักษณ์ที่แสดงถึงความแตกต่างอย่างชัดเจนว่าเป็นข้อมูลของอะไร ป้องกันความสับสัน

3) สถานการณ์ในข้อคำถามควรมีความเกี่ยวข้องกับเนื้อหาชีววิทยาทั้งหมด มีความหลากหลาย และมีพื้นฐานอยู่บนความเป็นจริง เช่น ข้อมูลในงานวิจัยต่างๆ

6. นำแบบวัดการให้เหตุผลด้านความสัมพันธ์แบบปรนัยสองตอนที่ทำการแก้ไขแล้วไปทดลองใช้กับนักเรียนมัธยมศึกษาปีที่ 5 ภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2560 ที่ไม่ใช่กลุ่มตัวอย่าง และทำการตรวจสอบคุณภาพของแบบวัด พบว่าข้อสอบมีค่าความยากง่ายอยู่ในช่วง 0.20-0.54 และมีค่าอำนาจจำแนกอยู่ในช่วง 0.20-0.53 พร้อมทั้งทำการทดสอบค่าความเชื่อมั่น โดยจากการทดสอบมีค่าเท่ากับ 0.71

4. การเก็บรวบรวมข้อมูล

การดำเนินการทดลองและเก็บรวบรวมข้อมูลแบ่งออกเป็นระยะดังต่อไปนี้

1. ระยะการเตรียมและเก็บข้อมูลก่อนการทดลอง

1) ทำความเข้าใจกับนักเรียนโดยทำการแนะนำรายวิชา จุดประสงค์การเรียนรู้ ตลอดจนการประเมินผลการเรียนรู้ให้นักเรียนได้เข้าใจการจัดการเรียนการสอนโดยใช้วงจรการเรียนรู้แบบการทำนายและอภิปรายเป็นฐาน

2) ทำการเก็บข้อมูลก่อนการจัดการเรียนการสอนโดยทดสอบมโนทัศน์ชีววิทยาและการให้เหตุผลด้านความสัมพันธ์ก่อนเรียนด้วยแบบวัดมโนทัศน์ชีววิทยาและแบบวัดการให้เหตุผลด้านความสัมพันธ์ทั้งกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม

2. ระยะดำเนินการทดลอง

จัดการเรียนการสอนในหน่วยการเรียนรู้เรื่องระบบประสาทและระบบต่อมไร้ท่อ นักเรียนกลุ่มทดลองใช้แผนการจัดการเรียนการสอนแบบการทำนายและอภิปรายเป็นฐาน นักเรียนกลุ่มควบคุมใช้การจัดการเรียนการสอนแบบทั่วไป

3. ระยะหลังการดำเนินการทดลอง

1) ทดสอบมโนทัศน์ชีววิทยาเรื่องระบบประสาทและระบบต่อมไร้ท่อด้วยแบบวัดมโนทัศน์ชีววิทยา และทดสอบการให้เหตุผลด้านความสัมพันธ์ด้วยแบบวัดการให้เหตุผลด้านความสัมพันธ์

2) วิเคราะห์คะแนนที่ได้จากแบบวัดมโนทัศน์ชีววิทยาและแบบวัดการให้เหตุผลด้านความสัมพันธ์แล้วนำมาสรุปและอภิปรายผลการวิจัย

5. การวิเคราะห์ข้อมูล

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

การวิจัยนี้วิเคราะห์ข้อมูลโดยใช้โปรแกรมสำเร็จรูป โดยสถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูลมีดังนี้

1. หาค่าเฉลี่ย ($\bar{X}$) ค่าเฉลี่ยร้อยละ($\bar{X}_{\text{ร้อยละ}}$ และค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (S.D.) ของคะแนนมโนทัศน์ชีววิทยาหลังการทดลองของนักเรียนกลุ่มทดลอง แล้วประเมินคะแนนมโนทัศน์ชีววิทยาโดยนำ ค่าเฉลี่ยร้อยละเทียบกับเกณฑ์ของสำนักวิชาการและมาตรฐานการศึกษา สำนักงานคณะกรรมการการศึกษาขั้นพื้นฐาน (กระทรวงศึกษาธิการ, 2547 : 17) ดังตารางที่ 3

ตารางที่ 3 เกณฑ์การประเมินมโนทัศน์ชีววิทยา

ช่วงคะแนนเป็นร้อยละ	ความหมาย
80-100	มีมโนทัศน์ชีววิทยาอยู่ในระดับดีเยี่ยม
70-79	มีมโนทัศน์ชีววิทยาอยู่ในระดับดี
60-69	มีมโนทัศน์ชีววิทยาอยู่ในระดับพอใช้
50-59	มีมโนทัศน์ชีววิทยาอยู่ในระดับผ่านเกณฑ์ขั้นต่ำ
0-49	มีมโนทัศน์ชีววิทยาอยู่ในระดับไม่ผ่านเกณฑ์ขั้นต่ำ

2. ทดสอบความแตกต่างของคะแนนค่าเฉลี่ยมโนทัศน์ชีววิทยาฉบับหลังเรียนของนักเรียนกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุมด้วยสถิติทดสอบค่า t (t-test) ด้วยโปรแกรมสำเร็จรูป โดยกำหนดระดับนัยสำคัญทางสถิติที่ .05

3. หาค่าเฉลี่ย($\bar{X}$) ค่าเฉลี่ยร้อยละ($\bar{X}_{\text{ร้อยละ}}$) และค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (S.D.) ของคะแนนการให้เหตุผลด้านความสัมพันธ์ และทดสอบความแตกต่างของคะแนนเฉลี่ยการให้เหตุผลด้านความสัมพันธ์ของนักเรียนกลุ่มทดลองก่อนเรียนและหลังเรียนด้วยสถิติทดสอบค่า t (t-test) ด้วยโปรแกรมสำเร็จรูป โดยกำหนดระดับนัยสำคัญทางสถิติที่ .05

4. ทดสอบความแตกต่างของคะแนนเฉลี่ยการให้เหตุผลด้านความสัมพันธ์หลังเรียนของนักเรียนกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุมด้วยสถิติทดสอบค่า t (t-test) ด้วยโปรแกรมสำเร็จรูป โดยกำหนดระดับนัยสำคัญทางสถิติที่ .05

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

บทที่ 4
ผลการวิเคราะห์ข้อมูล

การวิจัย เรื่อง ผลการใช้วงจรการเรียนรู้แบบการทำนายและอภิปรายเป็นฐานที่มีต่อมโนทัศน์ชีววิทยาและการให้เหตุผลด้านความสัมพันธ์ของนักเรียนมัธยมศึกษาตอนปลาย ผลการวิเคราะห์ข้อมูลแบ่งออกเป็น 4 ตอนตามลำดับ ดังนี้

ตอนที่ 1 ผลการเปรียบเทียบมโนทัศน์ชีววิทยาของนักเรียนมัธยมศึกษาตอนปลายที่เรียนด้วยการจัดการเรียนการสอนโดยใช้วงจรการเรียนรู้แบบการทำนายและอภิปรายเป็นฐานเทียบกับเกณฑ์

ตอนที่ 2 ผลการเปรียบเทียบมโนทัศน์ชีววิทยาของนักเรียนมัธยมศึกษาตอนปลายที่เรียนด้วยการจัดการเรียนการสอนโดยใช้วงจรการเรียนรู้แบบการทำนายและอภิปรายเป็นฐานกับนักเรียนกลุ่มที่เรียนด้วยการจัดการเรียนการสอนแบบทั่วไป

ตอนที่ 3 ผลการเปรียบเทียบการให้เหตุผลด้านความสัมพันธ์ก่อนเรียนและหลังเรียนของนักเรียนมัธยมศึกษาตอนปลายที่เรียนด้วยการจัดการเรียนการสอนโดยใช้วงจรการเรียนรู้แบบการทำนายและอภิปรายเป็นฐาน

ตอนที่ 4 ผลการเปรียบเทียบการให้เหตุผลด้านความสัมพันธ์ของนักเรียนมัธยมศึกษาตอนปลายที่เรียนด้วยการจัดการเรียนการสอนโดยใช้วงจรการเรียนรู้แบบการทำนายและอภิปรายเป็นฐานกับนักเรียนกลุ่มที่เรียนด้วยการจัดการเรียนการสอนแบบทั่วไป

ตอนที่ 1 ผลการเปรียบเทียบมโนทัศน์ชีววิทยาของนักเรียนมัธยมศึกษาตอนปลายที่เรียนด้วยการจัดการเรียนการสอนโดยใช้วงจรการเรียนรู้แบบการทำนายและอภิปรายเป็นฐานเทียบกับเกณฑ์

การวิเคราะห์มโนทัศน์ชีววิทยาด้วยคะแนนจากแบบวัดมโนทัศน์ชีววิทยาของนักเรียนกลุ่มทดลองโดยใช้แบบวัดมโนทัศน์ชีววิทยาซึ่งประกอบด้วยข้อคำถามจำนวน 30 ข้อ ข้อสอบประเภทตัวเลือก มีคะแนนเต็ม 30 คะแนน สามารถแสดงผลได้ดังนี้

ตารางที่ 4 คะแนนเฉลี่ย ($\overline{X}$) ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (S.D.) และคะแนนเฉลี่ยร้อยละ ($\overline{X}_{ร้อยละ}$) มโนทัศน์ชีววิทยาของนักเรียนกลุ่มทดลอง (n=38)

กลุ่มตัวอย่าง	คะแนนเต็ม	ค่าสถิติ		
		$\overline{X}$	S.D.	$\overline{X}_{ร้อยละ}$
กลุ่มทดลอง	30	15.58	2.61	51.93

จากตารางที่ 4 พบว่าหลังจากการจัดการเรียนการสอนโดยการใช้วงจรการเรียนรู้แบบการทำนายและอภิปรายเป็นฐาน นักเรียนกลุ่มทดลองมีคะแนนเฉลี่ยมโนทัศน์ชีววิทยาคิดเป็นร้อยละ

51.93 ของคะแนนทั้งหมด เมื่อเปรียบเทียบกับเกณฑ์ของสำนักวิชาการและมาตรฐานการศึกษา สำนักงานคณะกรรมการการศึกษาขั้นพื้นฐาน (กระทรวงศึกษาธิการ, 2547 : 17) จัดว่าอยู่ในระดับผ่านเกณฑ์ ซึ่งต่ำกว่าเกณฑ์ที่กำหนดคือร้อยละ 70

ตอนที่ 2 ผลการเปรียบเทียบมโนทัศน์ชีววิทยาของนักเรียนมัธยมศึกษาตอนปลายที่เรียนด้วยการจัดการเรียนการสอนโดยใช้วงจรการเรียนรู้แบบการทำนายและอภิปรายเป็นฐานกับนักเรียนกลุ่มที่เรียนด้วยการจัดการเรียนการสอนแบบทั่วไป

ตารางที่ 5 เปรียบเทียบคะแนนเฉลี่ย ($\overline{X}$) ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (S.D.) และคะแนนเฉลี่ยร้อยละ ($\overline{X}_{ร้อยละ}$) มโนทัศน์ชีววิทยาของนักเรียนกลุ่มทดลอง (n=38) และนักเรียนกลุ่มควบคุม (n=38)

คะแนนมโนทัศน์ชีววิทยา	ค่าสถิติ						ค่า t
	กลุ่มทดลอง			กลุ่มควบคุม			
	$\overline{X}$	S.D.	$\overline{X}_{ร้อยละ}$	$\overline{X}$	S.D.	$\overline{X}_{ร้อยละ}$	
ก่อนเรียน	9.42	2.60	31.40	9.97	2.02	33.23	1.04
หลังเรียน	15.58	2.61	51.93	11.13	2.64	37.10	7.39*

*p< .05

จากตารางที่ 5 พบว่าคะแนนเฉลี่ยมโนทัศน์ชีววิทยาก่อนเรียนของนักเรียนกลุ่มทดลองมีค่าเท่ากับ 9.42 คิดเป็นร้อยละ 31.40 ในขณะที่กลุ่มควบคุมมีคะแนนเฉลี่ย 9.97 คิดเป็นร้อยละ 33.23 เมื่อทำการวิเคราะห์ด้วยสถิติทดสอบทีแล้วพบว่าไม่แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ .05 และเมื่อพิจารณาถึงคะแนนเฉลี่ยมโนทัศน์ชีววิทยาหลังเรียนของนักเรียนกลุ่มทดลองมีค่าเท่ากับ 15.58 คิดเป็นร้อยละ 51.93 ในขณะที่นักเรียนกลุ่มควบคุมมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 11.13 คิดเป็นร้อยละ 37.10 และเมื่อทำการเปรียบเทียบกันพบว่าคะแนนเฉลี่ยมโนทัศน์ชีววิทยาของนักเรียนกลุ่มทดลองมีค่าสูงกว่าคะแนนเฉลี่ยของนักเรียนกลุ่มควบคุมอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

เมื่อพิจารณาคะแนนเฉลี่ยของพฤติกรรมบ่งชี้ของมโนทัศน์ชีววิทยาหลังเรียนของนักเรียนกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม ได้ผลดังตาราง 6

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

ตารางที่ 6 เปรียบเทียบคะแนนแต่ละพฤติกรรมบ่งชี้ของมโนทัศน์ชีววิทยาหลังเรียนของนักเรียนกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม

พฤติกรรมบ่งชี้	จำนวนข้อ	คะแนนเต็ม	ค่าสถิติ				
			กลุ่มทดลอง		กลุ่มควบคุม		ค่า t
			$\bar{X}$	S.D.	$\bar{X}$	S.D.	
1.อธิบายมโนทัศน์	8	8	4.95	1.60	3.29	1.41	10.44*
2.ระบุหรือเรียกชื่อมโนทัศน์	7	7	4.21	2.67	3.11	2.54	4.30*
3.แยกแยะมโนทัศน์	5	5	3.53	2.77	2.29	3.44	4.76*
4.ระบุความสัมพันธ์มโนทัศน์	10	10	2.90	2.36	2.45	3.23	1.34

*p< .05

จากตารางที่ 6 พบว่าคะแนนเฉลี่ยพฤติกรรมบ่งชี้มโนทัศน์ชีววิทยาในด้านการอธิบายมโนทัศน์ การระบุหรือเรียกชื่อมโนทัศน์ และการแยกแยะมโนทัศน์ ของนักเรียนกลุ่มทดลองมีค่าสูงกว่าคะแนนเฉลี่ยของนักเรียนกลุ่มควบคุมอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ .05 ในขณะที่คะแนนเฉลี่ยพฤติกรรมบ่งชี้มโนทัศน์ชีววิทยาในด้านการระบุความสัมพันธ์มโนทัศน์ของนักเรียนกลุ่มทดลองมีค่าไม่แตกต่างกันกับนักเรียนกลุ่มควบคุมอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ .05

เมื่อพิจารณาคะแนนเฉลี่ยพฤติกรรมบ่งชี้ในแต่ละหน่วยการเรียนรู้เปรียบเทียบก่อนเรียนและหลังเรียนของนักเรียนกลุ่มทดลอง ได้ผลดังตาราง 7

ตารางที่ 7 เปรียบเทียบคะแนนเฉลี่ยร้อยละแต่ละพฤติกรรมบ่งชี้ของมโนทัศน์ชีววิทยาหลังเรียนของนักเรียนกลุ่มทดลองในหน่วยการเรียนรู้ที่ 1 และ หน่วยการเรียนรู้ที่ 2

พฤติกรรมบ่งชี้	คะแนนเฉลี่ยร้อยละ			
	หน่วยการเรียนรู้ที่1		หน่วยการเรียนรู้ที่2	
	ก่อนเรียน	หลังเรียน	ก่อนเรียน	หลังเรียน
1.อธิบายมโนทัศน์	34.21	60.53	35.53	57.24
2.ระบุหรือเรียกชื่อมโนทัศน์	27.63	61.84	40.53	59.47
3.แยกแยะมโนทัศน์	35.96	66.67	19.74	76.32
4.ระบุความสัมพันธ์มโนทัศน์	28.51	30.26	26.97	26.97

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

จากตารางที่ 7 เมื่อเปรียบเทียบพฤติกรรมบ่งชี้ของมโนทัศน์ชีววิทยาของนักเรียนกลุ่มทดลอง พบว่า เมื่อนักเรียนเรียนด้วยการจัดการเรียนการสอนโดยใช้วงจรการเรียนรู้แบบการทำนายและอภิปรายเป็นฐาน นักเรียนมีคะแนนเฉลี่ยร้อยละของมโนทัศน์ชีววิทยาในหน่วยการเรียนรู้ที่ 1 สูงกว่าก่อนเรียนในพฤติกรรมบ่งชี้การอธิบายมโนทัศน์ การระบุหรือเรียกชื่อมโนทัศน์ การแยกแยะมโนทัศน์ และการระบุความสัมพันธ์มโนทัศน์ ขณะที่ในหน่วยการเรียนรู้ที่ 2 นักเรียนมีคะแนนเฉลี่ยร้อยละของมโนทัศน์ชีววิทยาสูงกว่าก่อนเรียนในพฤติกรรมบ่งชี้การอธิบายมโนทัศน์ การระบุหรือเรียกชื่อมโนทัศน์ และการแยกแยะมโนทัศน์ ส่วนในด้านการระบุความสัมพันธ์มโนทัศน์นักเรียนมีคะแนนเฉลี่ยร้อยละเท่ากับก่อนเรียน

ตอนที่ 3 ผลการเปรียบเทียบการให้เหตุผลด้านความสัมพันธ์ก่อนเรียนและหลังเรียนของนักเรียนมัธยมศึกษาตอนปลายที่เรียนด้วยการจัดการเรียนการสอนโดยใช้วงจรการเรียนรู้แบบการทำนายและอภิปรายเป็นฐาน

การวิเคราะห์การให้เหตุผลด้านความสัมพันธ์ด้วยคะแนนจากแบบวัดการให้เหตุผลด้านความสัมพันธ์นักเรียนกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม โดยใช้แบบวัดการให้เหตุผลด้านความสัมพันธ์ ซึ่งประกอบด้วยข้อคำถามจำนวน 15 ข้อ แต่ละข้อมี 2 ตอน ตอนที่ 1 เป็นตัวเลือกเพื่อระบุถึงความสัมพันธ์ และ ตอนที่ 2 เป็นการให้เหตุผลในการสนับสนุนการเลือกคำตอบในตอนที่ 1 โดยมีคะแนนเต็ม 15 คะแนน สามารถแสดงผลได้ดังนี้

ตารางที่ 8 คะแนนเฉลี่ย ($\overline{X}$) ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (S.D.) และคะแนนเฉลี่ยร้อยละ ($\overline{X}_{ร้อยละ}$) การให้เหตุผลด้านความสัมพันธ์ของนักเรียนกลุ่มทดลอง (n=38)

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

กลุ่มตัวอย่าง	คะแนนเต็ม	ค่าสถิติ						
		ก่อนเรียน			หลังเรียน			ค่า t
		$\overline{X}$	S.D.	$\overline{X}_{ร้อยละ}$	$\overline{X}$	S.D.	$\overline{X}_{ร้อยละ}$	
กลุ่มทดลอง	15	2.08	2.12	13.87	5.18	1.87	34.53	8.70*

*p< .05

จากตารางที่ 8 พบว่า เมื่อทำการเปรียบเทียบคะแนนเฉลี่ยการให้เหตุผลด้านความสัมพันธ์ก่อนเรียนและหลังเรียนของนักเรียนกลุ่มทดลอง พบว่า หลังจากที่นักเรียนได้เรียนด้วยการจัดการเรียนการสอนโดยใช้วงจรการเรียนรู้แบบการทำนายและอภิปรายเป็นฐาน นักเรียนกลุ่มทดลองมีค่าเฉลี่ยคะแนนการให้เหตุผลด้านความสัมพันธ์สูงกว่าก่อนเรียน โดยคิดเป็นร้อยละ 34.53 ซึ่งมีคะแนนเฉลี่ยที่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ .05

ตอนที่ 4 ผลการเปรียบเทียบการให้เหตุผลด้านความสัมพันธ์ของนักเรียนมัธยมศึกษาตอนปลายที่เรียนด้วยการจัดการเรียนการสอนโดยใช้วงจรการเรียนรู้แบบการทำนายและอภิปรายเป็นฐานกับนักเรียนกลุ่มที่เรียนด้วยการจัดการเรียนการสอนแบบทั่วไป

ตารางที่ 9 เปรียบเทียบ($\overline{X}$) ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (S.D.) และคะแนนเฉลี่ยร้อยละ ($\overline{X}_{ร้อยละ}$) การให้เหตุผลด้านความสัมพันธ์ของนักเรียนกลุ่มทดลอง (n=38) และนักเรียนกลุ่มควบคุม (n=38)

คะแนน มโนทัศน์ชีววิทยา	ค่าสถิติ						
	กลุ่มทดลอง			กลุ่มควบคุม			ค่า t
	$\overline{X}$	S.D.	$\overline{X}_{ร้อยละ}$	$\overline{X}$	S.D.	$\overline{X}_{ร้อยละ}$	
ก่อนเรียน	2.08	2.12	13.87	2.00	1.76	13.33	0.18
หลังเรียน	5.18	1.87	34.53	4.47	1.57	29.80	1.79

*p< .05

จากตารางที่ 9 พบว่า คะแนนเฉลี่ยการให้เหตุผลด้านความสัมพันธ์ก่อนเรียนของนักเรียนกลุ่มทดลองมีค่าเฉลี่ย 2.08 คะแนน คิดเป็นร้อยละ 13.87 ในขณะที่คะแนนเฉลี่ยของกลุ่มควบคุมมีค่าเท่ากับ 2.00 คิดเป็นร้อยละ 13.33 ซึ่งคะแนนของนักเรียนทั้งสองกลุ่มไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ .05 และเมื่อพิจารณาถึงคะแนนเฉลี่ยการให้เหตุผลด้านความสัมพันธ์หลังเรียนของนักเรียนกลุ่มทดลองซึ่งมีค่าเฉลี่ย 5.18 คะแนน คิดเป็นร้อยละ 34.53 ในขณะที่กลุ่มควบคุมมีคะแนนเฉลี่ย 4.47 คะแนน คิดเป็นร้อยละ 29.80 หลังจากทำการเปรียบเทียบพบว่าคะแนนการให้เหตุผลด้านความสัมพันธ์ของนักเรียนกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุมนั้นไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ .05

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

บทที่ 5
สรุปผลการวิจัย อภิปรายผล และข้อเสนอแนะ

งานวิจัย เรื่อง ผลการใช้วงจรการเรียนรู้แบบการทำนายและอภิปรายเป็นฐานที่มีต่อมโนทัศน์ชีววิทยาและการให้เหตุผลด้านความสัมพันธ์ของนักเรียนมัธยมศึกษาตอนปลาย เป็นการวิจัยกึ่งทดลอง มีวัตถุประสงค์เพื่อ 1) เปรียบเทียบมโนทัศน์ชีววิทยาของนักเรียนมัธยมศึกษาตอนปลายที่เรียนด้วยการจัดการเรียนการสอนโดยใช้วงจรการเรียนรู้แบบการทำนายและอภิปรายเป็นฐานเทียบกับเกณฑ์ 2) เปรียบเทียบมโนทัศน์ชีววิทยาของนักเรียนมัธยมศึกษาตอนปลายที่เรียนด้วยการจัดการเรียนการสอนโดยใช้วงจรการเรียนรู้แบบการทำนายและอภิปรายเป็นฐานกับนักเรียนกลุ่มที่เรียนด้วยการจัดการเรียนการสอนแบบทั่วไป 3) เปรียบเทียบการให้เหตุผลด้านความสัมพันธ์ก่อนเรียนและหลังเรียนของนักเรียนมัธยมศึกษาตอนปลายที่เรียนด้วยการจัดการเรียนการสอนโดยใช้วงจรการเรียนรู้แบบการทำนายและอภิปรายเป็นฐาน และ 4) เปรียบเทียบการให้เหตุผลด้านความสัมพันธ์ของนักเรียนมัธยมศึกษาตอนปลายที่เรียนด้วยการจัดการเรียนการสอนโดยใช้วงจรการเรียนรู้แบบการทำนายและอภิปรายเป็นฐานกับนักเรียนกลุ่มที่เรียนด้วยการจัดการเรียนการสอนแบบทั่วไป กลุ่มตัวอย่างคือ นักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 แผนการเรียนวิทยาศาสตร์-คณิตศาสตร์ ภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2560 โรงเรียนมัธยมศึกษาตอนปลายขนาดใหญ่พิเศษแห่งหนึ่ง สังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษามัธยมศึกษาเขต 5 จังหวัดลพบุรี สำนักงานคณะกรรมการการศึกษาขั้นพื้นฐาน กระทรวงศึกษาธิการ จำนวน 76 คน เวลาที่ใช้ในการจัดการเรียนการสอน คือ 16 คาบ คาบละ 50 นาที ประกอบด้วยนักเรียน 2 กลุ่ม ได้แก่ กลุ่มทดลองคือนักเรียนกลุ่มที่เรียนชีววิทยาด้วยการจัดการเรียนการสอนโดยใช้วงจรการเรียนรู้แบบการทำนายและอภิปรายเป็นฐาน มีนักเรียน 38 คน และกลุ่มควบคุมคือนักเรียนกลุ่มที่เรียนชีววิทยาด้วยการจัดการเรียนการสอนแบบทั่วไป มีนักเรียน 38 คน เครื่องมือที่ใช้ในการเก็บข้อมูล ได้แก่ 1) แบบวัดมโนทัศน์ชีววิทยา และ 2) แบบวัดการให้เหตุผลด้านความสัมพันธ์ โดยสามารถแสดงรายละเอียดสรุปผลการวิจัย อภิปรายผลและข้อเสนอแนะ ได้ดังนี้

สรุปผลการวิจัย

จากการวิเคราะห์ข้อมูลเพื่อศึกษาและเปรียบเทียบมโนทัศน์ชีววิทยาและการให้เหตุผลด้านความสัมพันธ์ของนักเรียน สามารถสรุปได้ดังนี้

1. นักเรียนมัธยมศึกษาตอนปลายที่เรียนด้วยการจัดการเรียนการสอนโดยใช้วงจรการเรียนรู้แบบการทำนายและอภิปรายเป็นฐานมีคะแนนเฉลี่ยมโนทัศน์ชีววิทยาคิดเป็นร้อยละ 51.93 จัดอยู่ในระดับผ่านเกณฑ์ ซึ่งต่ำกว่าเกณฑ์ที่กำหนดไว้คือร้อยละ 70

2. นักเรียนมัธยมศึกษาตอนปลายที่เรียนด้วยการจัดการเรียนการสอนโดยใช้วงจรการเรียนรู้แบบการทำนายและอภิปรายเป็นฐานมีคะแนนเฉลี่ยมโนทัศน์ชีววิทยาสูงกว่านักเรียนกลุ่มที่เรียนด้วยการจัดการเรียนการสอนแบบทั่วไปอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

3. นักเรียนมัธยมศึกษาตอนปลายที่เรียนด้วยการจัดการเรียนการสอนโดยใช้วงจรการเรียนรู้แบบการทำนายและอภิปรายเป็นฐานมีคะแนนเฉลี่ยการให้เหตุผลด้านความสัมพันธ์หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

4. นักเรียนมัธยมศึกษาตอนปลายที่เรียนด้วยการจัดการเรียนการสอนโดยใช้วงจรการเรียนรู้แบบการทำนายและอภิปรายเป็นฐานมีคะแนนเฉลี่ยการให้เหตุผลด้านความสัมพันธ์หลังเรียนไม่แตกต่างกับคะแนนเฉลี่ยของนักเรียนกลุ่มที่ได้รับการจัดการเรียนการสอนแบบทั่วไปอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

อภิปรายผล

การอภิปรายผลแบ่งเป็น 2 ตอน ได้แก่

ตอนที่ 1 มโนทัศน์ชีววิทยา

ตอนที่ 2 การให้เหตุผลด้านความสัมพันธ์

ตอนที่ 1 มโนทัศน์ชีววิทยา

จากผลการวิจัยพบว่านักเรียนกลุ่มทดลองมีคะแนนเฉลี่ยร้อยละมโนทัศน์ชีววิทยาต่ำกว่าเกณฑ์ที่กำหนดไว้ที่ร้อยละ 70 ซึ่งไม่เป็นไปตามสมมติฐานข้อที่ 1 ซึ่งอาจอธิบายได้จากเหตุผลต่อไปนี้

ประการที่ 1 ธรรมชาติการเรียนรู้ของนักเรียนที่ไม่คุ้นเคยกับการสร้างคำทำนายในกระบวนการจัดการเรียนการสอน เนื่องจากการจัดการเรียนการสอนด้วยวงจรการเรียนรู้แบบการทำนายและอภิปรายเป็นฐานเป็นรูปแบบการเรียนแบบใหม่สำหรับนักเรียนกลุ่มทดลอง จากการสังเกตพฤติกรรมการเรียนและสอบถามนักเรียนในห้องเรียนพบว่านักเรียนมีทักษะในการสร้างคำทำนายไม่เพียงพอ ซึ่ง Lavoie and Good (1988) ได้กล่าวว่า การมีทักษะในด้านการทำนายจะแสดงออกผ่านพฤติกรรมความสนใจและความกระตือรือร้นต่อบทเรียน มีการจดบันทึกในระหว่างการเรียนการสอน แต่เมื่อสังเกตพฤติกรรมของนักเรียนพบว่านักเรียนกว่าร้อยละ 50 ยังมีความสนใจและความกระตือรือร้นต่อบทเรียนน้อย มีนักเรียนเพียงร้อยละ 10 ที่มีปฏิสัมพันธ์กับครูและกระตือรือร้นในบทเรียน ตอบคำถามในชั้นเรียน มีการจดบันทึกในระหว่างการเรียน และเมื่อดำเนินการจัดการเรียนการสอนโดยใช้วงจรการเรียนรู้แบบการทำนายและอภิปรายเป็นฐาน พบว่านักเรียนที่มีความกระตือรือร้นต่อการเรียนน้อยมีจำนวนลดลงจากกว่าร้อยละ 50 เหลือเพียงร้อยละ 40 ซึ่งนักเรียนจำนวนนี้อาจต้องการการพัฒนาทักษะการทำนายและทักษะอื่นๆ

อย่างต่อเนื่องต่อไป ด้วยเหตุนี้จึงส่งผลให้คะแนนมโนทัศน์ชีววิทยาของนักเรียนกลุ่มตัวอย่างไม่เป็นไปตามเกณฑ์ที่กำหนดไว้ในสมมติฐานงานวิจัย

ประการที่ 2 ระยะเวลาในการจัดการเรียนการสอนถูกจำกัดด้วยกิจกรรมของโรงเรียนที่แจ้งอย่างกระทันหัน เช่น การเตรียมตัวสำหรับกิจกรรมกีฬาสีภายในโรงเรียน กิจกรรมชุมนุม การซ้อมดนตรี การเข้าค่ายของนักเรียน ซึ่งกิจกรรมเหล่านี้ต้องใช้เวลาในการวางแผนงานร่วมกับคณะครูและเพื่อนร่วมระดับชั้น ส่งผลให้เวลาในการจัดการเรียนการสอนโดยใช้วงจรการเรียนรู้แบบการทำนายและอภิปรายเป็นฐานไม่เป็นไปตามที่วางแผนไว้ โดยระยะเวลาการสอนทั้งหมดที่วางแผนคือ 16 คาบเรียน เมื่อถูกกำจัดด้วยกิจกรรมของโรงเรียนพบว่าเหลือเพียง 13 คาบเรียน จึงทำให้เวลาในการสอนแต่ละระยะของวงจรการเรียนรู้มีเวลาจำกัดตามไปด้วย ดังเช่น ระยะการสำรวจและตรวจสอบนักเรียนต้องรวบรวมข้อมูลเพื่อตรวจสอบคำทำนายที่ตั้งไว้ จะมีเวลาให้นักเรียนค้นคว้าข้อมูลที่ได้จัดเตรียมไว้น้อยลง ส่งผลให้ระยะเวลาในการจัดกิจกรรมและการอภิปรายแลกเปลี่ยนความคิดเห็นลดลงไปด้วย ทำให้การสร้างมโนทัศน์ของนักเรียนมีค่อนข้างจำกัด ประกอบกับการนำคำทำนายมาร่วมการอภิปรายแลกเปลี่ยนความคิดเห็นทำได้ไม่เต็มที่ ส่งผลให้นักเรียนไม่สามารถพัฒนามโนทัศน์ชีววิทยาได้เต็มประสิทธิภาพ สอดคล้องกับคำกล่าวของ Marek และคณะ (Marek et al, 1994 cited in Lavoie, 1999) ที่ได้ระบุว่าระยะเวลาในการจัดการเรียนการสอนสามารถส่งผลต่อการเรียนรู้และการพัฒนามโนทัศน์ได้

จากผลการวิจัยพบว่าคะแนนเฉลี่ยมโนทัศน์ชีววิทยาของนักเรียนกลุ่มทดลองสูงกว่าคะแนนเฉลี่ยของนักเรียนกลุ่มควบคุมอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ .05 ซึ่งเป็นไปตามสมมติฐานข้อที่ 2 ซึ่งอาจอธิบายได้จากเหตุผลต่อไปนี้

ประการที่ 1 รูปแบบการจัดการเรียนการสอนนี้กระตุ้นให้นักเรียนอยากเรียนรู้ด้วยตนเอง โดยในการทำนายสถานการณ์ปัญหาจากความรู้เดิมก่อให้เกิดความสงสัยและความต้องการในการตรวจสอบความรู้ของตน หลังจากทำการสำรวจตรวจสอบผ่านการลงมือปฏิบัติกับอุปกรณ์หรือข้อมูลที่มีความชัดเจนต่อการลงข้อสรุป รวมถึงการอภิปรายในห้องเรียนและการแนะนำมโนทัศน์แล้วทำให้นักเรียนเกิดความรู้ความเข้าใจได้ด้วยตนเอง (Odum and Kelly, 2001) ในการแลกเปลี่ยนความคิดเห็นกับเพื่อนร่วมกลุ่มเป็นการสร้างโอกาสให้นักเรียนได้ปรับเปลี่ยนแนวคิดจากความคิดเห็นที่หลากหลาย ช่วยให้นักเรียนเข้าใจและเชื่อมโยงความรู้เดิมเกิดเป็นความรู้ใหม่ขึ้นได้ (พิมพันธ์ เดชะคุปต์ และ พเยาว์ ยินดีสุข, 2548) เช่น จากเรื่องความเร็วกระแสประสาทกับรูปร่างเซลล์ประสาท จากการสอบถามมีนักเรียนกว่าร้อยละ 40 เคยเข้าใจว่าเซลล์ประสาทขนาดเล็กจะส่งกระแสประสาทได้เร็วกว่าเซลล์ประสาทขนาดใหญ่ แต่หลังจากได้สำรวจตรวจสอบและแลกเปลี่ยนความคิดเห็นแล้วสามารถสรุปได้ว่าเซลล์ประสาทที่มีเส้นผ่านศูนย์กลางขนาดใหญ่จะมีความต้านทานน้อยทำให้ส่งกระแสประสาทได้เร็วกว่าเซลล์ประสาทเส้นผ่านศูนย์กลางขนาดเล็ก

นอกจากนี้หากความรู้เดิมที่นำมาใช้ในการทำนายสถานการณ์ที่ครูกำหนดถูกต้องจะทำให้สามารถขยายมโนทัศน์ของตนเองได้หรือในทางกลับกันนักเรียนจะเกิดการสร้างมโนทัศน์ใหม่หากความรู้เดิมไม่ถูกต้อง เรียกได้ว่าก่อให้เกิดการสร้างความรู้ (construction) หรือการสร้างขึ้นใหม่ของความรู้ (reconstruction) (Madu, 2004 ; Nali, 2011 cited in Madu, 2012) ส่งผลให้นักเรียนมีมโนทัศน์ที่ถูกต้องเพิ่มมากขึ้น

เมื่อพิจารณาพฤติกรรมบ่งชี้มโนทัศน์ชีววิทยาด้านการระบุความสัมพันธ์พบว่า นักเรียนกลุ่มทดลองมีคะแนนเฉลี่ยไม่แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติกับนักเรียนกลุ่มควบคุม ทั้งนี้อาจเนื่องมาจากนักเรียนทั้งสองกลุ่มได้มีการประยุกต์มโนทัศน์กับสถานการณ์ปัญหาใหม่เช่นเดียวกัน ในกลุ่มทดลองนักเรียนได้คิดวิเคราะห์เชื่อมโยงมโนทัศน์ในระยะประยุกต์มโนทัศน์จากการได้รับสถานการณ์ปัญหาใหม่จากครู นักเรียนได้ร่วมกันตอบคำถามพร้อมกับนำสิ่งที่ได้ทำนายในระยะการทำนายและอภิปรายมาเชื่อมโยงและแลกเปลี่ยนความคิดเห็นเพื่อหาข้อสรุปความรู้ ในส่วนของกลุ่มควบคุมการจัดการเรียนการสอนขั้นสรุปครูมีการเสนอสถานการณ์หรือให้ความรู้เพิ่มเติมที่เชื่อมโยงกับมโนทัศน์เดิม ทำให้นักเรียนได้มีโอกาสแลกเปลี่ยนความคิดเห็นเพื่อหาข้อสรุปความรู้เช่นกัน เช่น ในการประยุกต์ความรู้เรื่องสารสื่อประสาท นักเรียนกลุ่มทดลองได้สถานการณ์การสังเกตพฤติกรรมของสมาชิกในครอบครัวเมื่อดื่มและไม่ดื่มกาแฟพร้อมคำถาม “พฤติกรรมนั้นเกี่ยวข้องกับสารในกาแฟหรือไม่อย่างไร” ในขณะที่กลุ่มควบคุมครูกล่าวถึงสถานการณ์การใช้ยาระงับประสาทกับคนไข้เพื่อให้คลายความวิตกกังวลพร้อมคำถาม “นักเรียนคิดว่ายาระงับประสาทส่งผลให้ความวิตกกังวลลดลงได้อย่างไร” จากสถานการณ์ปัญหานักเรียนทั้งสองกลุ่มได้ทำการค้นคว้าความรู้และแลกเปลี่ยนความคิดเห็นเพื่อหาคำตอบจนเกิดการขยายความรู้เชื่อมโยงกับมโนทัศน์เดิม ด้วยเหตุนี้จึงทำให้พฤติกรรมบ่งชี้ด้านการระบุความสัมพันธ์มโนทัศน์ชีววิทยาของนักเรียนกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุมไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ

ตอนที่ 2 การให้เหตุผลด้านความสัมพันธ์

จากผลการวิจัยพบว่า นักเรียนกลุ่มทดลองที่เรียนโดยการใช้วงจรการเรียนรู้แบบทำนายและอภิปรายเป็นฐาน มีคะแนนเฉลี่ยการให้เหตุผลด้านความสัมพันธ์สูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ .05 ซึ่งเป็นไปตามสมมติฐานข้อที่ 3 ซึ่งอาจอธิบายได้จากเหตุผลต่อไปนี้

ประการที่ 1 การอภิปรายแลกเปลี่ยนความคิดเห็นระหว่างสมาชิกกลุ่ม จะทำให้เกิดการเปรียบเทียบ วิเคราะห์ และเชื่อมโยงข้อมูลได้ การแลกเปลี่ยนความคิดเห็นเป็นการเปิดโอกาสในการรับความคิดและข้อมูลที่หลากหลาย ทำให้นักเรียนสามารถเปรียบเทียบ วิเคราะห์และเชื่อมโยงความคิดหรือข้อมูลเหล่านั้นเพื่อหารูปแบบความสัมพันธ์ที่เหมาะสมถูกต้อง เช่น จากการสังเกตและสอบถามความคิดเห็นของนักเรียนหลังจากทำนายเกี่ยวกับความสัมพันธ์ระหว่างความเร็วกระแสประสาทและรูปร่างของเซลล์ประสาทพบว่า นักเรียนส่วนใหญ่ร้อยละ 60

คิดว่า “ในเซลล์ประสาทขนาดเล็กกระแสประสาทจะเคลื่อนที่ได้เร็วกว่าเซลล์ประสาทขนาดใหญ่ เหมือนกับน้ำในสายยางเวลาที่เราบีบให้รูมีขนาดเล็กลง” ในขณะที่นักเรียนอีกคนหนึ่งให้ความคิดเห็นว่า “ท่อน้ำไม่เหมือนเซลล์ประสาท ท่อน้ำไม่มีไฟฟ้า” จากตัวอย่างข้างต้นจะเห็นว่าเมื่อนักเรียนได้รับฟังความคิดเห็นของผู้อื่นจะส่งผลต่อความคิดเห็นเดิมของตนเอง โดยอาจคิดเห็นคล้อยตามเหตุผลของเพื่อนหรือยังคงเชื่อในความคิดเดิมของตนเอง สอดคล้องกับ King (1990) และ Slavin (1990) ที่ได้กล่าวว่าการอภิปรายเป็นกลุ่มกระตุ้นให้เกิดการแสดงความคิดเห็นและทำให้เกิดความพยายามในการอธิบายเหตุผลของตนเองมากยิ่งขึ้น นักเรียนได้ทบทวนความคิดอย่างละเอียดถี่ถ้วนเพื่อตรวจสอบและแก้ไขความเข้าใจของตนเองต่อสถานการณ์ปัญหานั้น

จากผลการวิจัยพบว่าคะแนนเฉลี่ยการให้เหตุผลด้านความสัมพันธ์ของนักเรียนกลุ่มทดลองไม่แตกต่างจากคะแนนเฉลี่ยของนักเรียนกลุ่มควบคุมอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ .05 ซึ่งไม่เป็นไปตามสมมติฐานข้อที่ 4 ซึ่งอธิบายได้จากเหตุผลต่อไปนี้

ประการที่ 1 การให้เหตุผลด้านความสัมพันธ์ต้องใช้ทักษะอื่นร่วมด้วย เช่น ทักษะการให้เหตุผลเชิงสัดส่วน เนื่องจากบางสถานการณ์มีข้อมูลในรูปแบบที่หลากหลาย เช่น ข้อความ กราฟ ตาราง ตัวเลข เป็นต้น ซึ่งการที่นักเรียนจะสามารถระบุแนวโน้มของข้อมูลหรือความสัมพันธ์ นักเรียนต้องเข้าใจโจทย์ปัญหา สามารถพิจารณาความเป็นสัดส่วนของตัวแปรและสามารถเปรียบเทียบความน่าจะเป็นของสถานการณ์ปัญหาได้ ซึ่งพบว่าจากการสุ่มแบบวัดการให้เหตุผลด้านความสัมพันธ์ประเภทตารางข้อมูล นักเรียนกลุ่มทดลองมากกว่าครึ่งหนึ่งไม่สามารถอธิบายถึงสัดส่วนและระบุถึงแนวโน้มความน่าจะเป็นของตัวแปร ส่งผลให้นักเรียนไม่สามารถอธิบายได้ว่าตัวแปรในสถานการณ์มีความสัมพันธ์กันหรือไม่ สอดคล้องกับงานวิจัยของ Mari (Mari, 2001 cited in Bello, 2014) ที่กล่าวไว้ว่าการมีทักษะการให้เหตุผลเชิงสัดส่วนเป็นพื้นฐานช่วยให้บุคคลสามารถแยกแยะหรือเปรียบเทียบตัวแปรในสถานการณ์ปัญหาได้ เป็นทักษะที่ใช้ประกอบการระบุถึงความน่าจะเป็นของตัวแปรให้มีความชัดเจน ตลอดจนสามารถระบุถึงความสัมพันธ์ของตัวแปรอย่างเป็นเหตุเป็นผล

ประการที่ 2 รูปแบบการจัดการเรียนการสอนแบบการสืบสอบทางวิทยาศาสตร์พัฒนาการให้เหตุผลด้านความสัมพันธ์ กล่าวคือในการจัดการเรียนการสอนโดยใช้วงจรการเรียนรู้แบบการทำนายและอภิปรายเป็นฐานและการจัดการเรียนการสอนแบบทั่วไป นักเรียนทั้ง 2 กลุ่มมีโอกาสในการศึกษาค้นคว้าความรู้ด้วยตนเองผ่านกระบวนการสืบสอบ นักเรียนกลุ่มทดลองใช้ความรู้จากการทำนายและอภิปรายนำไปสู่การสำรวจตรวจสอบและสร้างความรู้ใหม่ ในขณะที่กลุ่มควบคุมนักเรียนสร้างความรู้ผ่านการค้นคว้าและลงมือปฏิบัติด้วยตนเอง นักเรียนได้คิดวิเคราะห์เชื่อมโยงข้อมูลและสถานการณ์ รวมถึงการลงข้อสรุปอย่างเป็นเหตุผลในกระบวนการเรียนรู้ ส่งผลให้รูปแบบของข้อมูลที่ได้จากการสำรวจตรวจสอบต้องหารูปแบบของความสัมพันธ์

เพื่อลงข้อสรุปเหมือนกัน นอกจากนี้จากการสังเกตการลงข้อสรุปของสถานการณ์ปัญหาด้านการให้เหตุผลด้านความสัมพันธ์ของนักเรียนทั้งกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุมพบว่ามีจำนวนนักเรียนแต่ละห้องที่สามารถเชื่อมโยงความสัมพันธ์ของตัวแปรได้ใกล้เคียงกัน ตัวอย่างเช่น การเชื่อมโยงความสัมพันธ์ระหว่างการทำงานส่วนต่างๆของร่างกายกับการควบคุมของระบบประสาท จากใบกิจกรรมนักเรียนกว่าร้อยละ 50 ของทั้ง 2 ห้องเรียน สามารถระบุได้ว่าแขนสัมพันธ์กับการทำงานแบบควบคุมภายใต้อำนาจจิตใจ หัวใจสัมพันธ์กับการทำงานนอกเหนืออำนาจจิตใจ และจากตัวอย่างการเชื่อมโยงความสัมพันธ์ของอวัยวะรับความรู้สึกและสิ่งเร้า พบว่านักเรียนกว่าร้อยละ 40 ของทั้ง 2 ห้องเรียนสามารถตอบคำถามได้ว่า อวัยวะรับความรู้สึกแต่ละส่วนมีความเชื่อมโยงกับสิ่งเร้าที่แตกต่างกัน เช่น ผิวหนังสัมพันธ์กับการรับสิ่งเร้าประเภทแรงกดหรืออุณหภูมิ สอดคล้องกับ (Abd-El-Khalick and Lederman, 2000) ที่ได้กล่าวว่าการสืบสอบสามารถพัฒนาการให้เหตุผลทางวิทยาศาสตร์ได้ ซึ่งการให้เหตุผลด้านความสัมพันธ์เป็นการให้เหตุผลทางวิทยาศาสตร์ด้านหนึ่งด้วย

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

ข้อเสนอแนะ

จากผลการวิจัยในครั้งนี้มีข้อเสนอแนะสำหรับการนำผลการวิจัยไปใช้และการทำวิจัยครั้งต่อไป ดังนี้

1. ข้อเสนอแนะสำหรับการนำผลการวิจัยไปใช้

1.1 การจัดกลุ่มนักเรียนควรเป็นการจัดกลุ่มแบบคละความสามารถมากกว่าให้นักเรียนจัดกลุ่มด้วยตนเอง เนื่องจากหากนักเรียนมีความสามารถอยู่ในระดับเดียวกันอาจทำให้ไม่ทำให้เกิดการเรียนรู้ที่เพิ่มขึ้น การจัดกลุ่มนักเรียนที่มีความสามารถแตกต่างกันจะทำให้นักเรียนที่มีความสามารถสูงช่วยพัฒนานักเรียนระดับความสามารถอื่นๆได้

1.2 แบบวัดมโนทัศน์ชีววิทยาควรมีความหลากหลายมากกว่าแบบวัดแบบเลือกตอบอย่างเดียว เช่น แบบวัดแบบตอบสั้น แบบเขียนตอบ เพื่อเป็นการตรวจสอบความรู้ของนักเรียนได้ครอบคลุมมากขึ้น

2. ข้อเสนอแนะสำหรับการวิจัยครั้งต่อไป

2.1 ควรมีการจัดการเรียนการสอนโดยการใช้วงจรการเรียนรู้แบบการทำนายและอภิปรายเป็นฐานมากกว่า 7 วงจรการเรียนรู้เพื่อให้นักเรียนมีความคุ้นเคยกับรูปแบบการเรียนรู้ให้นักเรียนทุกคนได้เคยชินกับการแสดงความคิดในห้องเรียน รู้จักการโต้แย้งความคิดกับผู้อื่นมากขึ้น เพื่อศึกษาว่าจะส่งผลต่อการพัฒนามโนทัศน์และการให้เหตุผลด้านความสัมพันธ์ให้เพิ่มขึ้นได้หรือไม่

2.2 ควรทำการศึกษาตัวแปรในด้านอื่นนอกจากมโนทัศน์ชีววิทยาและการให้เหตุผลด้านความสัมพันธ์ เช่น การคิดวิเคราะห์ การระบุความสัมพันธ์ เนื่องจากพื้นฐานสำคัญในการสร้างความรู้นักเรียนต้องทำการวิเคราะห์ข้อมูลและสามารถระบุถึงความสัมพันธ์ของข้อมูลเพื่อลงข้อสรุปได้

รายการอ้างอิง

ภาษาไทย

กระทรวงศึกษาธิการ. (2547). *แนวปฏิบัติการวัดและประเมินผลการเรียนรู้ ตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551*. กรุงเทพฯ: โรงพิมพ์ชุมนุมสหกรณ์การเกษตรแห่งประเทศไทย จำกัด.

กระทรวงศึกษาธิการ. (2551). *หลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551*. กรุงเทพฯ: โรงพิมพ์ชุมนุมสหกรณ์การเกษตรแห่งประเทศไทย จำกัด.

กระทรวงศึกษาธิการ. (2556). *คู่มือครู รายวิชาเพิ่มเติม ชีววิทยา เล่ม 2*. กรุงเทพฯ: องค์การค้าของ สกสค.

เกรียงไกร อภัยวงศ์. (2548). *ผลของการเรียนการสอนชีววิทยาโดยใช้วงจรการเรียนรู้แบบตั้งสมมติฐานนิรนัยที่มีต่อความสามารถในการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์และมโนทัศน์ชีววิทยาของนักเรียนมัธยมศึกษาตอนปลาย.* (วิทยานิพนธ์ปริญญามหาบัณฑิต), สาขาวิชาการศึกษาวิทยาศาสตร์ คณะครุศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, กรุงเทพมหานคร.

ชุติมา รอดสุด. (2550). *ผลของการสอนตามแนวคอนสตรักติวิสต์ที่มีต่อมโนทัศน์ชีววิทยาและความสามารถในการให้เหตุผลเชิงอุปนัยของนักเรียนมัธยมศึกษาตอนปลาย.* (วิทยานิพนธ์ปริญญามหาบัณฑิต), สาขาวิชาการศึกษาวิทยาศาสตร์ คณะครุศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, กรุงเทพมหานคร.

นาตยา ปิลันธนานนท์. (2542). *การเรียนรู้ความคิดรวบยอด Concept learning*. กรุงเทพฯ: แม็ค.

พันธ์ ทองชุมนุม. (2547). *การสอนวิทยาศาสตร์ระดับประถมศึกษา.* กรุงเทพฯ: ไทยวัฒนาพานิช.

พิมพันธ์ เดชะคุปต์ และ พเยาว์ ยินดีสุข. (2548). *ทักษะ 5C เพื่อพัฒนาหน่วยการเรียนรู้และการจัดการเรียนการสอนแบบบูรณาการ.* กรุงเทพฯ: โรงพิมพ์แห่งจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

พงศ์พรหม พรเพิ่มพูน. (2556). *ผลของการใช้รูปแบบการเรียนรู้แบบสถานการณ์สองบทบาทที่มีต่อมโนทัศน์เรื่อง การรักษาดุลยภาพของร่างกายและความสามารถในการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย.* (วิทยานิพนธ์ปริญญามหาบัณฑิต), สาขาวิชาการศึกษาวิทยาศาสตร์ คณะครุศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, กรุงเทพมหานคร.

ภพ เลาหไพบูลย์. (2534). *แนวการสอนวิทยาศาสตร์.* กรุงเทพฯ: ไทยวัฒนาพานิช.

สถาบันทดสอบทางการศึกษาแห่งชาติ (องค์การมหาชน). (2560). *ตารางสรุปผลการทดสอบทางการศึกษาระดับชาติขั้นพื้นฐาน (O-NET) ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 ปีการศึกษา 2559*.

สืบค้น 23 พฤษภาคม 2561, แหล่งที่มา http://www.newonetresult.niets.or.th /AnnouncementWeb/PDF/ SummaryONETM6_2559.pdf.

สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี. (2559). *ผลการประเมินในโครงการ PISA 2015*. สืบค้น 23 พฤษภาคม 2561, แหล่งที่มา http://pisathailand.ipst.ac.th /news/pisa2015result.

สุวัฒก์ นิยมค้า. (2531). *ทฤษฎีและทางปฏิบัติ : ในการสอนวิทยาศาสตร์แบบสืบเสาะหาความรู้.* กรุงเทพฯ: เจเนอรัลบุ๊คเซ็นเตอร์.

ภาษาอังกฤษ

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

Abraham, M. R., & Renner, J. W. (1986). The sequence of learning cycle activities in high school chemistry. *Journal of research in science teaching*, 23(5), 121-143.

Abruscato, J. (1992). *Teaching children science : A discovery approach*. Boston: Allyn and Bacon.

Al khawaldeh, S. A., & Al Olaimat, A. M. (2010). The contribution of conceptual change texts accompanied by concept mapping to eleventh-grade students understanding of cellular respiration concepts. *Journal of Science Education and Technology*, 19, 115-125.

Al khawaldeh, S. A. (2013). Prediction/ Discussion- based learning cycle versus conceptual change text: comparative effects on students' understanding of genetics. *Research in Science & Technological Education,* 31, 168-183.

Bass, J. E., Contant, T. L., & Carin, A. A. (2009). *Teaching science as inquiry*. Boston: Allyn and Bacon.

Batanero, C., Canadas, G. R., Díaz, C., & Gea, M. M. (2015). Judgment of association between potential factors and associated risk in 2x2 tables : a study with psychology student. *The Mathematics Enthusiast*, 12(1), 347-363.

Bello, A. (2014). The acquisition of the six formal reasoning abilities by students in Kaduna State, Nigeria. *International Journal of Education and Researc,* 2(6), 613-628.

Bird, L. (2010). Logical reasoning ability and student performance in general chemistry. *Journal of Chemical Education*, 87(5), 541-546.

Bloom, B. S., Hastings, J. T., & Madaus, G. F. (1971). *Handbook on formative and summative evaluation student learning.* New York: McGraw-Hill.

Bybee, R. W. (2002). Biology education in the United States: The unfinished century. *BioScience*, *52*(7), 560-567.

Carlson, M., Jacobs, S., Coe, E., Larsen, S., & Hsu, E. (2002). Applying covariational reasoning while modeling dynamic events. *Journal for Research in Mathematics Education*, 33(5), 352-378.

Carin, A. A. (1989). *Teaching science through discovery*. New York: Macmillan.

Çimer, A. (2012). What makes biology learning difficult and effective: Students' views. *Educational Research and Reviews,* 7(3), 61-71.

Cruickshank, D. R., Bainer, D. L., & Metcalf, K. K. (1995). *The act of teaching*. New York: McGraw-Hill.

Fah, L. Y. (2009). Logical thinking abilities among form 4 students in the interior division of Sabah, Malaysia. *Journal of science and mathematics*, 32 (2), 161-187

Good, R. (1989). Toword a unified conception of thinking : Prediction within a cognitive science perspective*. Paper presented at the meeting of the National Association of Research in Science Teaching*, San Francisco: University of Victoria.

Han, J. (2013). *Sciencetific reasoning : research, development, and assessment*. (unpublished doctoral dissertation). The Ohio State University. Ohio.

Hanson, S. (2016). *The assessment of scientific reasoning skills of high school science students : a standardized assessment instrument*. (theses and dissertations), Illinois State University, USA.

Inhelder, B., & Piaget, J. (1958). *The growth of logical thinking from childhood to adolescence*. New York: Basic Book.

Jacobson, W. J., & Bergman, A. B. (1991). *Science for children a book for teacher*. 3rd ed. Englewood Cliffts. New Jersey: Prentice Hall.

Karasavvidis, I., Pieters, J. M., & Plomp, T. (2000). Investigating how secondary school students learn to solve correlational problems: quantitative and qualitative

discourse approaches to the development of self- regulation. *Learning and Instruction*, 10, 267-292.

Kiboss, J. K., Ndirangu, M., & Wekesa, E. W. (2004). Effectiveness of a computer-mediated simulations program in school biology on pupils' learning outcomes in cell theory. *Journal of Science Education and Technology*, 13(2), 207-213.

King, A. (1990). Enhancing peer interaction and learning in the classroom through reciprocal questioning. *American Educational Research Journal*, 27, 664–667.

Koenig, K., Schen, M., & Bao, L., (2012). Explicitly targeting pre-service teacher scientific reasoning abilities and understanding of nature of science through an introductory science course. *Science Educator,* 21(2), 1-9.

Kuhn, T., Phelps, E., & Walters, J. (1985). Correlational reasoning in an everyday context. *Jounal of applied developmental psychology*, 85-97.

Lavoie, D. R., & Good, R. (1988). The nature and use of predictio skills in a biological computer simulation. *Journal of Research in Science Teaching*, 25(5), 335-360.

Lavoie, D. R. (1999). Effects of emphasizing hypothetico-predictive reasoning within the science learning cycle on high school student's process skills and conceptual understandings in biology. *Journal of research in science teaching,* 36(10), 1127-1147.

Lawson, A.E., Adi H., & Karplus R. (1979). Development of correlational reasoning in secondary schools: do biology courses make a difference?.*The American Biology Teacher*, 41, 420-425.

Lawson, A. E. (1995). *Science teaching and the development of thinking*. Belmont: Wadsworth Publishing Company.

Lazarowitz, R., & Penso, S. (1992). High school students' difficulties in learning biology concepts. *Journal of Biological Education*, *26*(3), 15-223.

Madu, B. C. (2012). Effect of the four-step learning cycle model on students'understanding of concepts related to simple harmonic motion. *Asia-Pacific Forum on Science Learning and Teaching*, 13(1), 1-22.

Marek, E. A., & Cavallo, A. M. L. (1997). *The learning cycle: elementary school science and beyond.* Portsmouth: Heinemann.

Martin, D. J. (1997). *Elementary science method : a constructivist approach*. USA: Delmar Publishers.

Martin, R. E. (1994). *Teaching science for all children*. Boston: Allyn and Bacon.

Martin, R., Sexton, C., & Gerlovich, J. (2001). *Teaching science for all children.* Needham Heights: Allyn and Bacon.

Mintzes, J. J., Wandersee, J. H., & Novak, J. D. (2001). Assessing understanding in biology *Journal of Biological Education*, 35(3), 118-124.

Nitko, A. J. (2004). *Educational assessment of students*. New Jersey: Pearson Education.

Odum, A.L. & Kelly, P.V. (2001). Integrating concept mapping and the learning cycle to teach diffusion and osmosis concepts to high school biology students. *Science Education,* 85, 615-635.

Pacific Policy Research Center. (2010). *21st Century skills for students and teacher*. Honolulu: Kamehameha Schools, Research & Evaluation Division.

Pehlivan, H., & Koseoglu, P. (2012). An analysis of ankara science high school students' attitudes towards biology and their academic self-concepts in terms of some family characteristics. *Procedia-Social and Behavioral Sciences*, *46*, 944-949.

Rhodes, T. L. (2010). *Scientific reasoning rubric*. Retrieved May 23, 2017, from https://www.aacu.org/sites/default/files/files/VALUE/VALUE_ScientificReasoningRubric.pdf.

Roberts, R. & Gott, R. (1999). Procedural understanding in biology : how is it characterized in texts?. *School Science Review*, 82, 19-25.

Roberts, R. (2001). Procedural understanding in biology : The 'thinking behind the doing'. *Journal of Biological Education,* 35(3), 113-118.

Ross, J. A., & Cousins, J. B. (1993). Patterns of student growth in reasoning about correlational problems. *Journal of Educational Psychology,* 85(1), 49-65.

Ross, J. A., & Smyth, E. (1995). Thinking skills for gifted students: the case for correlational reasoning. *Roeper Review,* 17(4), 239-243.

Rybee, R. W., Powell, J. C., & Trowbridge, L. W. (2008). *Secondary school science: strategies for developing scientific literacy.* New Jersey: Prentice Hall.

Slavin, R.E. (1990). *Cooperative learning: Theory, research, and practice*. Englewood Cliffs: Prentice Hall.

Sungur, S., Tekkaya, C., & Geban, Ö. (2001). The contribution of conceptual change texts accompanied by concept mapping to students' understanding of the human circulatory system. *School Science and Mathematics*, *101*(2), 91-101.

Tekkaya, C., Özkan, Ö., & Sungur, S. (2001). Biology concepts perceived as difficult by Turkish high school students. *HacettepeUniv. J. Educ,* 21, 145-150

Trowbridge, L., W. & Bybee, R., W. (1996). *Teaching secondary school science : strategies for developing scientific literacy*. Englewood Clifts: Prentice-Hill.

Vass, E., Schiller, D., & Nappi, A. J. (2000). The effects of instructionl intervention on improving proportional, probabilistic, and correlational reasoning skills among undergraduate education majors. *Journal of Research in Science Education*, 37(9), 981-995.

Yates, C. (1987). Teaching correlational reasoning to eleven-to-thirteen year olds. *Journal of Biological Education,* 21(3), 197-202.

Yilmaz, D., Tekkaya, C., & Sungur, S. (2011). The comparative effects of prediction/discussion-based learning cycle, conceptual change text, and traditional instructions on student understanding of genetics. *International Journal of Science Education*, 33(5), 607-628.

Zieffler, A. S., & Garfield, J. B., (2009). Modeling the growth of students' covariational reasoning during an introductory statistics course. *Statistics Education Research Journal*, 8(1), 7-31.

CHULALONGKORN UNIVERSITY

ภาคผนวก

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

รายการภาคผนวก

ภาคผนวก ก รายนามผู้ทรงคุณวุฒิ

ภาคผนวก ข ตัวอย่างเครื่องมือที่ใช้ในการทดลอง

ภาคผนวก ค ตัวอย่างเครื่องมือที่ใช้ในการเก็บรวบรวมข้อมูล

ภาคผนวก ง คุณภาพของเครื่องมือที่ใช้ในการเก็บรวบรวมข้อมูล

ภาคผนวก จ คะแนนก่อนเรียนของนักเรียนกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

ภาคผนวก ก
รายนามผู้ทรงคุณวุฒิ

รายนามผู้ทรงคุณวุฒิตรวจสอบแผนการจัดการเรียนการสอน

อาจารย์วิภาณีย์ จิรธรภักดี	อาจารย์กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ โรงเรียนพิบูลวิทยาลัย
อาจารย์ ดร.สมศิริ สิงห์ลพ	อาจารย์กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ โรงเรียนสาธิต“พิบูลบำเพ็ญ”มหาวิทยาลัยบูรพา
รองศาสตราจารย์ ดร.บัณฑิกา อารีย์กุล บุทเชอร์	อาจารย์ภาควิชาชีววิทยา คณะวิทยาศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

รายนามผู้ทรงคุณวุฒิตรวจสอบแบบวัดมโนทัศน์ชีววิทยา

อาจารย์สุมิตรา จันแย้	อาจารย์กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ โรงเรียนพะเยาพิทยาคม
อาจารย์ ดร.พินิจ ขำวงษ์	อาจารย์ศูนย์วิทยาศาสตรศึกษา คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ
อาจารย์ ดร.ฐิตินันท์ สำราญวานิช	อาจารย์ภาควิชาชีววิทยา คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหิดล

รายนามผู้ทรงคุณวุฒิตรวจสอบแบบวัดการให้เหตุผลด้านความสัมพันธ์

อาจารย์ ดร.กุลธิดา นุกูลธรรม	อาจารย์ภาควิชาครุศึกษา คณะศึกษาศาสตร์และพัฒนศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ วิทยาเขตกำแพงแสน
อาจารย์ ดร.เมษยะมาศ คงเสมา	อาจารย์ภาควิชาสัตววิทยา คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์
อาจารย์ ดร.ลฎาภา ลดาชาติ	อาจารย์ภาควิชาหลักสูตร การสอนและการเรียนรู้ คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
รองศาสตราจารย์ ดร.สุขศิริ วิชาศรี กรามส์	อาจารย์ภาควิชาชีววิทยา คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหิดล

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

ภาคผนวก ข

ตัวอย่างเครื่องมือที่ใช้ในการทดลอง

1) แผนการจัดการเรียนการสอนโดยใช้วงจรการเรียนรู้แบบการทำนายและอภิปรายเป็นฐาน เรื่อง การทำงานของเซลล์ประสาท

2) แผนการจัดการเรียนการสอนแบบทั่วไป เรื่อง การทำงานของเซลล์ประสาท

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY

แผนการจัดการเรียนการสอนโดยใช้วงจรการเรียนรู้แบบการทำนายและอภิปรายเป็นฐาน
เรื่อง การทำงานของเซลล์ประสาท

รายวิชา ชีววิทยา 2 รหัสวิชา ว32242 ภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2560
ระดับชั้น ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 เวลา 100 นาที
ผู้สอน นางสาวยุวากร กลมอ่อน

ผลการเรียนรู้

สืบค้นข้อมูล ทดลอง อภิปราย และสรุปเกี่ยวกับการทำงานของระบบประสาทและอวัยวะรับความรู้สึก

จุดประสงค์การเรียนรู้ เมื่อจบการเรียนการสอนนักเรียนสามารถ

1. อธิบายการเกิดกระแสประสาทได้
2. อธิบายการถ่ายทอดกระแสประสาทได้
3. คำนวณค่าความต้านทานของเซลล์ประสาทได้
4. ระบุความสัมพันธ์รูปร่างลักษณะของเซลล์ประสาทกับการเคลื่อนที่กระแสประสาทได้
5. มีความกระตือรือร้นในการทำงานกลุ่มและการแลกเปลี่ยนความคิดเห็น

สาระสำคัญ

การเกิดกระแสประสาทเริ่มจากเซลล์ระยะพักถูกกระตุ้นจนมีค่าความต่างศักย์ที่เยื่อหุ้มเซลล์ประสาท จะเกิดศักย์ทำงานหรือกระแสประสาทขึ้น จากนั้นค่าความต่างศักย์ที่เยื่อหุ้มเซลล์กลับเข้าสู่ระยะพักตามเดิม ซึ่งการส่งสารสื่อประสาทส่งจากปลายแอกซอนหนึ่งไปยังเดนไดรต์ของอีกเซลล์ประสาทหนึ่ง การเคลื่อนที่ของกระแสประสาทมีทิศทางเดียว ซึ่งความเร็วในการเคลื่อนที่ของกระแสประสาทขึ้นอยู่กับเส้นผ่านศูนย์กลางของเซลล์และการมีไมอีลินชีท โดยเซลล์ประสาทที่มีเส้นผ่านศูนย์กลางมากกว่าจะนำกระแสประสาทได้เร็ว ส่วนเซลล์ประสาทที่มีเยื่อไมอีลินหุ้มในเซลล์ที่มีระยะห่างของโนดออฟแรนเวียร์มากกว่าจะสามารถนำกระแสประสาทได้เร็วกกว่า เนื่องจากบริเวณที่เกิดการถ่ายทอดกระแสประสาทเกิดที่บริเวณของโนดออฟแรนเวียร์เท่านั้น เป็นการนำกระแสประสาทแบบก้าวกระโดด

กิจกรรมการเรียนรู้

1. ระยะทำนายและอภิปราย (Prediction/Discussion phase) (20 นาที)

    1.1 ครูทบทวนโครงสร้างของเซลล์ประสาทโดยใช้คำถาม เซลล์ประสาทประกอบด้วยส่วนใดบ้าง *(ประกอบด้วยตัวเซลล์และเส้นใยประสาท เส้นใยประสาทที่นำกระแสประสาทเข้าสู่ตัวเซลล์เรียกว่า เดนไดรต์ เส้นใยประสาทที่นำกระแสประสาทออกจากตัวเซลล์ เรียกว่า แอกซอน)*

1.2 ครูใช้สถานการณ์และคำถาม ดังนี้

1) ครูใช้สถานการณ์ ในวันหยุดปิดเทอมภาคฤดูร้อน นักเรียนเดินทางไปเที่ยวทะเลกับครอบครัว เมื่อนักเรียนเดินบริเวณชายหาดแล้วรู้สึกได้ว่าเหยียบวัตถุมีคม นักเรียนจึงดึงเท้าขึ้นมา จากเหตุการณ์ดังกล่าว นักเรียนคิดว่าเพราะเหตุใดนักเรียนจึงสามารถรู้สึกและดึงเท้าขึ้นมาได้ *(มีเซลล์ประสาทรับความรู้สึกและมีการสื่อสารระหว่างเซลล์/มีการส่งกระแสประสาท)*

2) นักเรียนคิดว่าเซลล์ประสาทจะสามารถสื่อสารหรือส่งกระแสประสาทได้อย่างไร *(เซลล์ประสาทมีการเชื่อมกันเพื่อส่งกระแสประสาท)*

3) นักเรียนทราบหรือไม่ว่าการถ่ายทอดกระแสประสาทเกิดขึ้นได้อย่างไร และแต่ละบริเวณของร่างกายมีการเคลื่อนที่ของกระแสประสาทด้วยความเร็วเท่ากันหรือไม่ *(ไม่ทราบ/ทราบ โดยมีการสร้างกระแสประสาทจากแต่ละเซลล์ มีการใช้สารสื่อประสาท การเคลื่อนที่อาจจะมีความเร็วที่แตกต่างกัน)*

1.3 นักเรียนแบ่งกลุ่ม กลุ่มละ 4 คน

1.4 ครูแจกเอกสารการทำนายเกี่ยวกับรูปร่างของเซลล์ประสาทและความเร็วในการเคลื่อนที่ของกระแสประสาท โดยให้นักเรียนทำนายถึงความสัมพันธ์ของรูปร่างเซลล์ประสาทและความเร็วในการถ่ายทอดกระแสประสาท พร้อมกับเขียนเหตุผลของการทำนายนั้น

1.5 ครูนำอภิปรายกับนักเรียนถึงสิ่งที่นักเรียนได้ทำในเอกสารการทำนายโดยใช้คำถามในการอภิปราย ดังนี้

1) นักเรียนคิดว่า เซลล์ประสาทแต่ละเซลล์มีรูปร่าง ลักษณะ แตกต่างกันอย่างไร *(มีความแตกต่างกันของเส้นผ่านศูนย์กลางของเซลล์ จำนวนของไมอีลินชีท จำนวนของโนดออฟแรนเวียร์ เป็นต้น)*

2) นักเรียนคิดว่า ส่วนใดของเซลล์ประสาทที่ส่งผลต่อความเร็วของกระแสประสาทได้บ้าง *(เส้นผ่านศูนย์กลาง ความห่างของโนดออฟแรนเวียร์ จำนวนของไมอีลินชีท เป็นต้น)*

3) นักเรียนคิดว่า รูปร่างของเซลล์ประสาทมีความสัมพันธ์กับความเร็วของการเคลื่อนที่ของกระแสประสาทหรือไม่ อย่างไร *(เซลล์ประสาทที่มีเส้นผ่านศูนย์กลางมากกว่าจะมีความเร็วในการเคลื่อนที่ของกระแสประสาทมากกว่า เซลล์ทีมีจำนวนไมอีลินชีทมากกว่าจะมีความเร็วในการถ่ายทอดกระแสประสาทมากกว่า)*

2. ระยะการสำรวจและตรวจสอบ (Exploration phase) (35 นาที)

2.1 นักเรียนทำการค้นคว้ารวบรวมข้อมูลเพื่อหาข้อสรุปจากการทำนายและอภิปรายในระยะการทำนายและอภิปราย โดยทำกิจกรรมและรวมข้อมูล ดังนี้

1) นักเรียนคำนวณความเร็วของกระแสประสาทและพื้นที่หน้าตัดจากสูตรฟิสิกส์ $R=\rho \frac{L}{A}$ โดยครูอธิบายถึงความหมายของตัวแปรในสูตร โดยมีจุดประสงค์ให้นักเรียนสังเกตได้ว่าเซลล์ประสาทที่มีเส้นผ่านศูนย์กลางมากจะมีความต้านทานน้อย

2) นักเรียนดูวีดิทัศน์แสดงลักษณะต่างๆในการเคลื่อนที่ของกระแสประสาทในเซลล์ประสาทโดยมีจุดประสงค์ให้นักเรียนสังเกตถึงการเคลื่อนที่ของกระแสประสาทในเซลล์ประสาทที่มีไมอีลินชีทและไม่มีไมอีลินชีท

2.2 นักเรียนแต่ละกลุ่มร่วมกันลงข้อสรุปจากการศึกษาค้นคว้าข้อมูล และทำการบันทึกผลของการค้นคว้าลงในกระดาษบันทึกกิจกรรม โดยใช้คำถาม ดังนี้

1) จากการคำนวณโดยใช้สูตรทางฟิสิกส์ ได้ข้อสรุปว่าอย่างไร *(เส้นผ่านศูนย์กลางยิ่งมากจะทำให้ยิ่งมีค่าความต้านทานที่น้อยลง)*

2) นักเรียนสามารถสรุปเชื่อมโยงจากสูตรฟิสิกส์ข้างต้นกับการถ่ายทอดกระแสประสาทได้อย่างไร *(เซลล์ประสาทที่มีเส้นผ่านศูนย์กลางมากจะมีการเคลื่อนที่ของกระแสประสาทที่เร็วกว่าเซลล์ประสาทที่มีเส้นผ่านศูนย์กลางน้อยกว่า)*

3) นักเรียนสามารถระบุได้หรือไม่ว่าความเร็วของกระแสประสาทในเซลล์ประสาทที่มีไมอีลินชีทเป็นอย่างไร *(เซลล์ประสาทที่มีไมอีลินชีทจะส่งกระแสประสาทได้เร็วกว่าเซลล์ประสาทที่ไม่มีไมอีลินชีท)*

4) นักเรียนคิดว่าเพราะเหตุใดเซลล์ประสาทที่มีไมอีลินชีทจึงมีการเคลื่อนที่ของกระแสประสาทที่เร็วกว่า *(เพราะไมอีลินชีทเป็นไขมัน มีคุณสมบัติเป็นฉนวนไฟฟ้า การส่งกระแสประสาทจึงข้ามส่วนของไมอีลินชีทไป)*

3. ระยะแนะนำมโนทัศน์ (Term introduction phase) (35 นาที)

3.1 ครูนำอภิปรายถึงข้อสรุปสิ่งที่นักเรียนได้จากการค้นคว้าความรู้ในระยะการสำรวจและตรวจสอบ โดยใช้คำถามในการอภิปราย

1) นักเรียนสามารถระบุได้หรือไม่ว่า ลักษณะใดบ้างของเซลล์ประสาทที่ส่งผลต่อการเคลื่อนที่ของกระแสประสาท *(เส้นผ่านศูนย์กลางของเซลล์ ไมอีลินชีท ความห่างของโนดออฟแรนเวียร์)*

2) นักเรียนสามารถสรุปถึงความสัมพันธ์ของรูปร่างลักษณะของเซลล์ประสาทกับความเร็วของกระแสประสาทได้หรือไม่ อย่างไร *(เซลล์ประสาทประเภทที่ไม่มีเยื่อไมอีลินหุ้มพบว่า เซลล์ประสาทที่มีเส้นผ่านศูนย์กลางมากกว่าจะนำกระแสประสาทได้เร็วกว่า เนื่องจากมีความต้านทานในการนำกระแสประสาทน้อยกว่าจากการใช้สูตรการคำนวณ ส่วนเซลล์ประสาทที่มีเยื่อไมอีลินหุ้ม ในเซลล์ที่มีระยะห่างของโนดออฟแรนเวียร์มากกว่าจะสามารถนำ*

กระแสประสาทได้เร็วกกว่า เนื่องจากบริเวณที่เกิดการถ่ายทอดกระแสประสาทเกิดที่บริเวณของโนดออฟแรนเวียร์เท่านั้น เป็นการนำกระแสประสาทแบบก้าวกระโดด)

3.2 ครูอธิบายเพิ่มเติมถึงการเกิดกระแสประสาทและการถ่ายทอดกระแสประสาทระหว่างเซลล์ พร้อมกับอธิบายคำศัพท์พื้นฐานของการเกิดกระแสประสาท เช่น ศักย์เยื่อเซลล์ระยะพัก เทรสโฮลด์ ดีโพลาไรเซชั่น รีโพลาไรเซชั่น ไฮเพอร์โพลาไรเซชัน แอกชันโพเทนเชียล สารสื่อประสาท เป็นต้น

4. ระยะประยุกต์มโนทัศน์ (Concept application phase) (10 นาที)

ครูกำหนดสถานการณ์ปัญหาใหม่ที่มีความเกี่ยวข้องเชื่อมโยงกับความรู้เดิมเพื่อให้นักเรียนได้หาคำตอบ ดังนี้

4.1 ครูกล่าวถึงสถานการณ์เมื่อนักเรียนสังเกตได้ว่าสมาชิกในครอบครัวของนักเรียนส่วนใหญ่ต้องดื่มกาแฟในทุกเช้าก่อนทำงาน ต่อมานักเรียนพบว่าในวันหนึ่งกาแฟที่บ้านของนักเรียนหมด สมาชิกในครอบครัวที่เคยดื่มกาแฟเป็นประจำมีอาการไม่กระตือรือร้นในการทำงานเท่ากับวันที่ดื่มกาแฟ นักเรียนจึงนำซองกาแฟมาดูส่วนประกอบ พบสารสำคัญชื่อ คาเฟอีน นักเรียนคิดว่าคาเฟอีนส่งผลต่อการทำงานเกี่ยวกับระบบประสาทหรือไม่ อย่างไร *(เนื่องจากคาเฟอีนไปกระตุ้นให้มีการสร้างสารสื่อประสาทจำนวนมาก จึงส่งผลต่อการเกิดกระแสประสาท ทำให้เกิดการตื่นตัวต่อเนื่องเป็นระยะเวลานาน)*

สื่อการเรียนการสอน

1. วีดิทัศน์ การเคลื่อนที่ของกระแสประสาท
2. สื่อการนำเสนอ เรื่อง การทำงานของเซลล์ประสาท

การประเมินผลการเรียนรู้

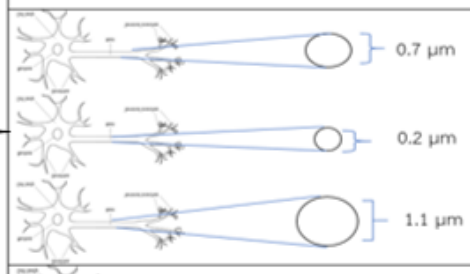
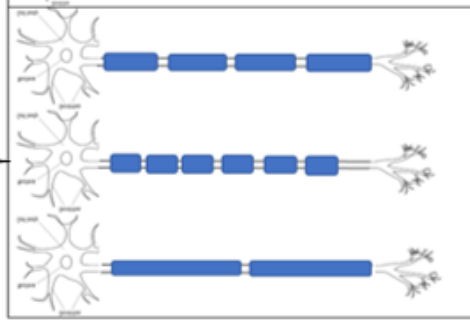
1. แบบบันทึกกิจกรรม เรื่อง การทำงานของเซลล์ประสาท
2. เอกสารในการทำนายและอภิปราย
3. การมีส่วนร่วมในชั้นเรียน

ใบกิจกรรม

เอกสารการทำนายและอภิปราย

คำชี้แจง จากตารางแสดงรูปร่างของเซลล์ประสาทและความเร็วในการเคลื่อนที่ของกระแสประสาท จงทำนายความสัมพันธ์ลักษณะรูปร่างของเซลล์ประสาทและความความเร็วในการเคลื่อนที่ของกระแสประสาท พร้อมทำการอธิบายประกอบการตอบคำถาม

ตารางแสดงรูปร่างของเซลล์ประสาทและความเร็วในการเคลื่อนที่ของกระแสประสาท

	รูปร่างของเซลล์ประสาท	ความเร็วในการเคลื่อนที่กระแสประสาท (m/s)
ภาพแสดงเส้นผ่านศูนย์กลางของเซลล์ประสาท		1.4 0.5 1.8
ภาพแสดงลักษณะไมอีลินซีทในเซลล์ประสาท		100 80 120

1. นักเรียนคิดว่า เซลล์ประสาทแต่ละเซลล์มีรูปร่าง ลักษณะ แตกต่างกันอย่างไร

.....

.....

2. นักเรียนคิดว่า ส่วนใดของเซลล์ประสาทที่ส่งผลต่อความเร็วของกระแสประสาทได้บ้าง

.....

3. นักเรียนคิดว่า รูปร่างของเซลล์ประสาทมีความสัมพันธ์กับความเร็วของการเคลื่อนที่ของกระแสประสาทหรือไม่ อย่างไร

.....

แบบบันทึกกิจกรรม

เรื่อง การทำงานของเซลล์ประสาท

รายชื่อสมาชิกกลุ่ม

1.....ชั้น ม. 5..... เลขที่.....

2.....ชั้น ม. 5..... เลขที่.....

3.....ชั้น ม. 5..... เลขที่.....

4.....ชั้น ม. 5..... เลขที่.....

วัสดุ/อุปกรณ์

.....

.....

ตารางบันทึกผล เส้นผ่านศูนย์กลางเซลล์ประสาทและค่าความต้านทาน

จงคำนวณค่าความต้านทานจากสูตร $R=\rho \frac{L}{A}$ (กำหนด ρ คือค่าคงที่ และ L = 25 μm)

เส้นผ่านศูนย์กลางเซลล์ประสาท (μm)	ค่าความต้านทาน (Ω)
13	
15	
18	
20	
25	
30	
35	
40	
50	

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY

คำถาม

1. จากการคำนวณโดยใช้สูตรทางฟิสิกส์ ได้ข้อสรุปว่าอย่างไร

.....

.....

2. นักเรียนสามารถสรุปเชื่อมโยงจากสูตรฟิสิกส์ข้างต้นกับการถ่ายทอดกระแสประสาทได้อย่างไร

.....

.....

3. จากคลิปวีดิทัศน์การเคลื่อนที่ของกระแสประสาทในยูทูปนักเรียนสามารถระบุได้หรือไม่ว่าความเร็วของกระแสประสาทในเซลล์ประสาทที่มีไมอีลินชีทเป็นอย่างไร

.....

.....

4. นักเรียนคิดว่าเพราะเหตุใดเซลล์ประสาทที่มีไมอีลินชีทจึงมีการเคลื่อนที่ของกระแสประสาทที่เร็วกว่า

.....

.....

5. นักเรียนสามารถระบุได้หรือไม่ว่า ลักษณะใดบ้างของเซลล์ประสาทที่ส่งผลต่อการเคลื่อนที่ของกระแสประสาท

.....

.....

6. นักเรียนสามารถสรุปถึงความสัมพันธ์ของรูปร่างลักษณะของเซลล์ประสาทกับความเร็วของกระแสประสาทได้หรือไม่ อย่างไร

.....

.....

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

แผนการจัดการเรียนการสอนแบบทั่วไป

เรื่อง การทำงานของเซลล์ประสาท

รายวิชา ชีววิทยา 2 รหัสวิชา ว32242 ภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2560

ระดับชั้น ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 เวลา 100 นาที

ผู้สอน นางสาวยุวากร กลมอ่อน

ผลการเรียนรู้

สืบค้นข้อมูล ทดลอง อภิปราย และสรุปเกี่ยวกับการทำงานของระบบประสาทและอวัยวะ รับความรู้สึก

จุดประสงค์การเรียนรู้

เมื่อจบการเรียนการสอนนักเรียนสามารถ

1. อธิบายการเกิดกระแสประสาทได้
2. อธิบายการถ่ายทอดกระแสประสาทได้
3. มีความกระตือรือร้นในการทำงานกลุ่มและการแลกเปลี่ยนความคิดเห็น

สาระสำคัญ

การเกิดกระแสประสาทเริ่มจากเซลล์ระยะพักถูกกระตุ้นจนมีค่าความต่างศักย์ที่เยื่อหุ้มเซลล์ประสาท จะเกิดศักย์ทำงานหรือกระแสประสาทขึ้น จากนั้นค่าความต่างศักย์ที่เยื่อหุ้มเซลล์กลับเข้าสู่ระยะพักตามเดิม ซึ่งการส่งสารสื่อประสาทส่งจากปลายแอกซอนหนึ่งไปยังเดนไดรต์ของอีกเซลล์ประสาทหนึ่ง การเคลื่อนที่ของกระแสประสาทมีทิศทางเดียว ซึ่งความเร็วในการเคลื่อนที่ของกระแสประสาทขึ้นอยู่กับเส้นผ่านศูนย์กลางของเซลล์และการมีไมอีลินชีท โดยเซลล์ประสาทที่มีเส้นผ่านศูนย์กลางมากกว่าจะนำกระแสประสาทได้เร็ว ส่วนเซลล์ประสาทที่มีเยื่อไมอีลินหุ้ม ในเซลล์ที่มีระยะห่างของโนดออฟแรนเวียร์มากกว่าจะสามารถนำกระแสประสาทได้เร็วกกว่า เนื่องจากบริเวณที่เกิดการถ่ายทอดกระแสประสาทเกิดที่บริเวณของโนดออฟแรนเวียร์เท่านั้น เป็นการนำกระแสประสาทแบบก้าวกระโดด

กิจกรรมการเรียนรู้

1. ขั้นนำ (20 นาที)

1.1 ครูทบทวนโครงสร้างของเซลล์ประสาทโดยใช้คำถาม เซลล์ประสาทประกอบด้วยส่วนใดบ้าง *(ประกอบด้วยตัวเซลล์และเส้นใยประสาท เส้นใยประสาทที่นำกระแสประสาทเข้าสู่ตัวเซลล์เรียกว่า เดนไดรต์ เส้นใยประสาทที่นำกระแสประสาทออกจากตัวเซลล์ เรียกว่า แอกซอน)*

1.2 ครูใช้คำถาม ดังนี้

1) นักเรียนคิดว่าเซลล์ประสาทจะสามารถส่งกระแสประสาทได้อย่างไร

(เซลล์ประสาทมีการเชื่อมกันเพื่อส่งกระแสประสาท)

2) นักเรียนทราบหรือไม่ว่าการถ่ายทอดกระแสประสาทเกิดขึ้นได้อย่างไร และแต่ละบริเวณของร่างกายมีการถ่ายทอดกระแสประสาทด้วยความเร็วเท่ากันหรือไม่ *(ไม่ทราบ/ทราบ โดยมีการสร้างกระแสประสาทจากแต่ละเซลล์ มีการใช้สารสื่อประสาท การเคลื่อนที่อาจจะมีความเร็วที่แตกต่างกัน)*

1.3 นักเรียนแบ่งกลุ่ม กลุ่มละ 4 คน

2. ขั้นสอน (60 นาที)

2.1 นักเรียนทำกิจกรรมการเรียนรู้ เกี่ยวกับ การถ่ายทอดกระแสประสาท ดังนี้

1) นักเรียนคำนวณความเร็วของกระแสประสาทและพื้นที่หน้าตัดจากสูตรฟิสิกส์ $R=\rho \frac{L}{A}$ โดยครูอธิบายถึงความหมายของตัวแปรในสูตร โดยมีจุดประสงค์ให้นักเรียนสังเกตได้ว่าเซลล์ประสาทที่มีเส้นผ่านศูนย์กลางมากจะมีความต้านทานน้อย

2) นักเรียนดูวีดิทัศน์แสดงลักษณะต่างๆในการเคลื่อนที่ของกระแสประสาทในเซลล์ประสาทโดยมีจุดประสงค์ให้นักเรียนสังเกตถึงการเคลื่อนที่ของกระแสประสาทในเซลล์ประสาทที่มีไมอีลินชีทและไม่มีไมอีลินชีท

2.2 นักเรียนแต่ละกลุ่มศึกษาค้นคว้าข้อมูล และทำการบันทึกผลลงในกระดาษบันทึกกิจกรรม ครูใช้คำถาม ดังนี้

1) นักเรียนสามารถสรุปเชื่อมโยงจากสูตรฟิสิกส์ข้างต้นกับการเคลื่อนที่ของกระแสประสาทได้อย่างไร *(เซลล์ประสาทที่มีเส้นผ่านศูนย์กลางมากจะมีการเคลื่อนที่ของกระแสประสาทที่เร็วกว่าเซลล์ประสาทที่มีเส้นผ่านศูนย์กลางน้อยกว่า)*

2) นักเรียนสามารถระบุได้หรือไม่ว่าความเร็วของกระแสประสาทในเซลล์ประสาทที่มีไมอีลินชีทเป็นอย่างไร *(เซลล์ประสาทที่มีไมอีลินชีทจะส่งกระแสประสาทได้เร็วกว่าเซลล์ประสาทที่ไม่มีไมอีลินชีท)*

2.3 ครูอธิบายเพิ่มเติมถึงการเกิดกระแสประสาทและการถ่ายทอดกระแสประสาทระหว่างเซลล์ โดยการใช้สื่อนำเสนอ

3. ขั้นสรุป (20 นาที)

3.1 นักเรียนแต่ละกลุ่มเขียนสรุปถึงการเกิดกระแสประสาท และการถ่ายทอดกระแสประสาทโดยนำเสนอเพื่อนร่วมชั้นเรียน

3.2 ครูกล่าวถึงสถานการณ์การให้ยาระงับประสาทกับคนไข้เพื่อคลายความวิตกกังวล นักเรียนคิดว่ายาระงับประสาทส่งผลอย่างไรต่อการทำงานของระบบประสาท

สื่อการเรียนการสอน

1. วีดิทัศน์ การเคลื่อนที่ของกระแสประสาท
2. สื่อการนำเสนอ เรื่อง การทำงานของเซลล์ประสาท

การประเมินผลการเรียนรู้

1. แบบบันทึกกิจกรรม เรื่อง การทำงานของเซลล์ประสาท
2. การมีส่วนร่วมในการตอบคำถามในชั้นเรียน

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

แบบบันทึกกิจกรรม

เรื่อง การทำงานของเซลล์ประสาท

รายชื่อสมาชิกกลุ่ม

1.....ชั้น ม. 5..... เลขที่.....

2.....ชั้น ม. 5..... เลขที่.....

3.....ชั้น ม. 5..... เลขที่.....

4.....ชั้น ม. 5..... เลขที่.....

วัสดุ/อุปกรณ์

.....

.....

ตารางบันทึกผล เส้นผ่านศูนย์กลางเซลล์ประสาทและค่าความต้านทาน

จงคำนวณค่าความต้านทานจากสูตร $R=p\frac{L}{A}$ (กำหนด p คือค่าคงที่ และ L = 25 μm)

เส้นผ่านศูนย์กลางเซลล์ประสาท (μm)	ค่าความต้านทาน (Ω)
13	
15	
18	
20	
25	
30	
35	
40	
50	

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

คำถาม

1. นักเรียนสามารถสรุปเชื่อมโยงจากสูตรฟิสิกส์ข้างต้นกับการถ่ายทอดกระแสประสาทได้อย่างไร

.....

.....

3. จากวีดิทัศน์วีดิทัศน์การเคลื่อนที่ของกระแสประสาทในยูทูปนักเรียนสามารถระบุได้หรือไม่ว่าความเร็วของกระแสประสาทในเซลล์ประสาทที่มีไมอีลินชีทเป็นอย่างไร

.....

.....

4. นักเรียนสามารถสรุปความรู้จากกิจกรรมและสิ่งที่นักเรียนสืบค้นได้ว่าอย่างไร

.....

.....

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

ภาคผนวก ค

ตัวอย่างเครื่องมือที่ใช้ในการเก็บรวบรวมข้อมูล

1. แบบวัดมโนทัศน์ชีววิทยาก่อนเรียน

2. แบบวัดการให้เหตุผลด้านความสัมพันธ์

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

1. แบบวัดมโนทัศน์ชีววิทยาก่อนเรียน

คำชี้แจง

1. ข้อสอบนี้มีทั้งหมด 30 ข้อ คะแนนเต็ม 30 คะแนน เวลาที่ใช้ในการสอบ 60 นาที
2. ข้อสอบปรนัย เป็นแบบตัวเลือก 4 ตัวเลือก ให้นักเรียนพิจารณาข้อความที่กำหนดให้แล้วเลือกคำตอบที่ถูกต้องที่สุดเพียงข้อเดียว โดยทำเครื่องหมาย ✘ ลงในกระดาษคำตอบเพียงข้อเดียว
3. เขียนชื่อและนามสกุลให้เรียบร้อยก่อนลงมือทำข้อสอบ
4. ห้ามขีดเขียนหรือทำเครื่องหมายใดลงในแบบวัดฉบับนี้
5. ให้นักเรียนส่งแบบวัดและกระดาษคำตอบคืนผู้คุมสอบเมื่อครบเวลาที่กำหนด

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

3. สิ่งมีชีวิตในข้อใดมีศูนย์กลางการรับรู้และการตอบสนองไปยังหน่วยปฏิบัติการ
(ยกตัวอย่างสิ่งที่เป็นและไม่เป็นมโนทัศน์)

1. พารามีเซียม แมลง ฟองน้ำ
2. ไฮดรา ใส้เดือนดิน พลานาเรีย
3. ฟองน้ำ ไส้เดือนดิน คน
4. พลานาเรีย คน ไส้เดือนดิน

7. หากร่างกายของมนุษย์เกิดความผิดปกติที่การทำงานของNa-K pump ในช่วงของการกลับคืนสู่ระยะพักของเซลล์จะเกิดเหตุการณ์ใดขึ้น (เชื่อมโยงมโนทัศน์)

1.เกิดการสร้างสารสื่อประสาทจำนวนมาก
2.เกิดการไหลเข้าออกของNa^+และ K^+อย่างรวดเร็ว
3. ไม่เกิดการนำกระแสประสาท
4. การนำกระแสประสาทขาดเป็นช่วงๆ

9. อวัยวะในข้อใด**ไม่ได้**มีการทำงานอยู่ในระบบประสาทอัตโนวัติทั้งหมด
(คัดเลือก จำแนกองค์ประกอบมโนทัศน์)

1. หัวใจ ต่อมเหงื่อ ต่อมหมวกไต
2. กระเพาะอาหาร ลำไส้เล็ก รูม่านตา
3. ท่อนแขน ต่อมน้ำตา ต่อมน้ำลาย
4. ลำไส้เล็ก รูม่านตา ต่อมน้ำตา

12. ข้อใดอธิบายถึงความหมายของอวัยวะรับความรู้สึกได้อย่าง**ถูกต้อง** (บอกความหมายมโนทัศน์)

1. อวัยวะในการประสานงานเพื่อสั่งการให้เกิดพฤติกรรม
2. อวัยวะในการรับสิ่งเร้าประเภทต่างๆของร่างกาย
3. อวัยวะในการรับสิ่งเร้าและแปลผลให้เกิดการตอบสนอง
4. อวัยวะในการขยายการแปลผลให้เกิดการตอบสนอง

16. ข้อใดอธิบายเกี่ยวกับฮอร์โมน**ไม่ถูกต้อง** (บอกลักษณะมโนทัศน์)

1. ฮอร์โมนถูกสร้างจากต่อมไร้ท่อเท่านั้น
2. ฮอร์โมนช่วยควบคุมร่างกายให้อยู่ในสมดุล
3. ฮอร์โมนถูกลำเลียงผ่านเลือดไปยังอวัยวะเป้าหมายบางชนิด
4. ฮอร์โมนบางชนิดถูกสร้างจากเซลล์ประสาท

17. ต่อมไร้ท่อชนิดใดมีการทำงานเกี่ยวข้องกับแสง (ระบุหรือเรียกชื่อมโนทัศน์)

1. ต่อมไพเนียล 2. ต่อมไทรอยด์
3. ต่อมพาราไทรอยด์ 4. ต่อมไทมัส

20. ข้อใดเปรียบเทียบการทำงานของระบบประสาทและระบบต่อมไร้ท่อได้อย่าง**ถูกต้อง** (เปรียบเทียบมโนทัศน์)

1. ระบบประสาทและระบบต่อมไร้ท่อมีการตอบสนองที่ช้าแต่ยาวนาน
2. ระบบประสาทและระบบต่อมไร้ท่อมีการตอบสนองอย่างรวดเร็ว
3. *ระบบประสาทมีการตอบสนองอย่างรวดเร็ว ระบบต่อมไร้ท่อมีการตอบสนองช้าแต่ยาวนาน*
4. ระบบประสาทมีการตอบสนองที่ช้าแต่ยาวนาน ระบบต่อมไร้ท่อมีการตอบสนองอย่างรวดเร็ว

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY

2. แบบวัดการให้เหตุผลด้านความสัมพันธ์

คำชี้แจง

1. แบบวัดนี้เป็นแบบวัดการให้เหตุผลด้านความสัมพันธ์สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 โดยแบบวัดจะกำหนดข้อมูลทางชีววิทยา เพื่อให้นักเรียนระบุถึงความสัมพันธ์และอธิบายถึงเหตุผลสนับสนุน

2. แบบวัดนี้เป็นข้อสอบปรนัย 2 ตอนจำนวน 15 ข้อ ทั้งหมด ใช้เวลา 30นาที

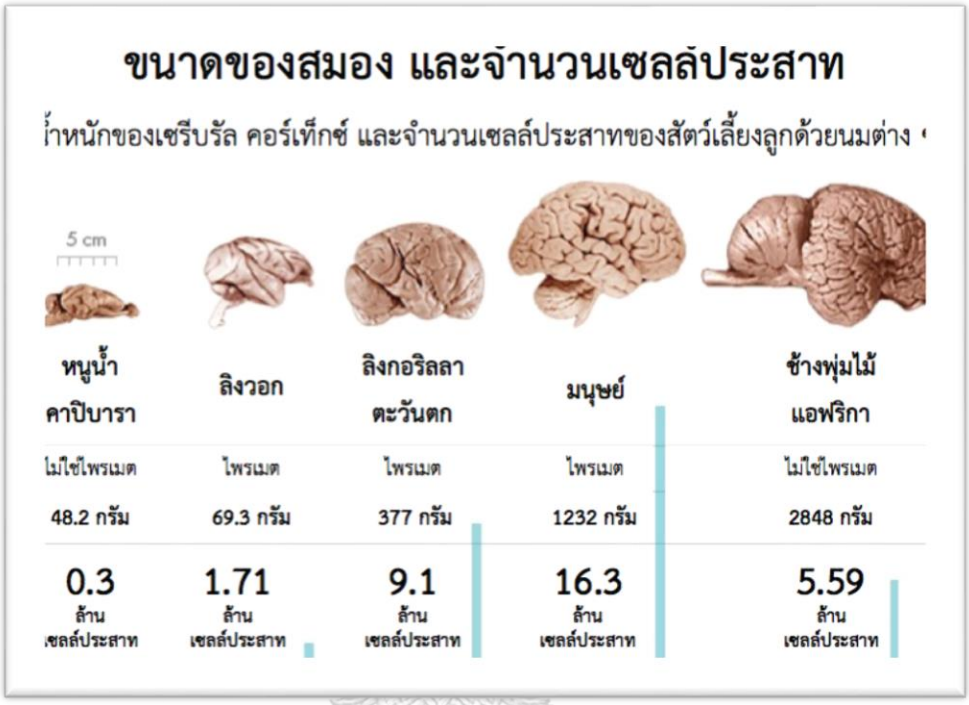
3. กรุณาอ่านคำถามแต่ละข้อให้เข้าใจ แล้วเลือกคำตอบที่เห็นว่าถูกต้องหรือเหมาะสมที่สุดเพียงข้อเดียว โดยทำเครื่องหมายกากบาท (X) ลงในกระดาษคำตอบ

4. ให้นักเรียนส่งแบบวัดและกระดาษคำตอบคืนผู้คุมสอบเมื่อครบเวลาที่กำหนด

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

โจทย์ปัญหาข้อที่ 2

สมองคือศูนย์กลางควบคุมระบบประสาทของสัตว์เลี้ยงลูกด้วยน้ำนม บริเวณสมองจึงประกอบไปด้วยเซลล์ประสาทเป็นจำนวนมาก โดยจากการศึกษาขนาดของสมองและจำนวนเซลล์ประสาทมีข้อมูล ดังนี้



รูปจาก : https://www.quantamagazine.org/how-humans-evolved-supersize-brains-20151110

จากข้อมูลข้างต้น นักเรียนคิดว่าน้ำหนักของสมองมีความสัมพันธ์กับจำนวนเซลล์ประสาทหรือไม่อย่างไร

ก. ระบุไม่ได้/ข้อมูลไม่เพียงพอ

ข. น้ำหนักของสมองแปรผันตรงกับจำนวนเซลล์ประสาท

ค. น้ำหนักของสมองแปรผกผันกับจำนวนเซลล์ประสาท

ง. น้ำหนักของสมองไม่สัมพันธ์กับจำนวนเซลล์ประสาท

เพราะเหตุใดจึงคิดเช่นนั้น

ก. มนุษย์มีน้ำหนักของสมองมากที่สุด จึงมีจำนวนเซลล์ประสาทมากที่สุด

ข. ช้างพุ่มไม้แอฟริกามีน้ำหนักมากกว่าสมองมนุษย์ แต่มีจำนวนเซลล์ประสาทน้อยกว่า

ค. สัตว์เลี้ยงลูกด้วยนมที่มีน้ำหนักของสมองมาก ยิ่งมีจำนวนเซลล์ประสาทมากขึ้น

ง. สัตว์เลี้ยงลูกด้วยนมที่มีน้ำหนักของสมองมาก ยิ่งมีจำนวนเซลล์ประสาทน้อยลง

โจทย์ปัญหาข้อที่ 11

ความเครียดเป็นสภาวะของจิตใจเมื่อพบเจอกับปัญหาต่าง โดยอาจเกิดจากปริมาณฮอร์โมนบางชนิดที่มากหรือน้อยเกินไป เช่น คอร์ติซอล เอนดอร์ฟิน การคลายเครียดสามารถทำได้หลายทางด้วยกัน ไม่ว่าจะเป็นการออกกำลังกาย การรับประทานของหวาน ช็อกโกแลตเป็นของหวานอย่างหนึ่งที่ถูกนำมาทำการวิจัยถึงผลข้างเคียงต่ออารมณ์ความรู้สึกของผู้ที่ชื่นชอบ หากทำการวิจัยถึงผลของการรับประทานช็อกโกแลต2 แบรนด์ในเพศชายและหญิงได้ผลดังตาราง

จากข้อมูลข้างต้นนักเรียนคิดว่าการรับประทานช็อกโกแลตมีความสัมพันธ์กับระดับความเครียดและปริมาณคอร์ติซอลในแต่ละเพศหรือไม่ อย่างไร

คนที่	เพศ	ปริมาณคอร์ติซอล	ระดับความเครียด
1	ชาย	ไม่เปลี่ยนแปลง	ไม่เปลี่ยนแปลง
2	ชาย	ลดลง	ลดลง
3	ชาย	ไม่เปลี่ยนแปลง	ไม่เปลี่ยนแปลง
4	ชาย	ไม่เปลี่ยนแปลง	ไม่เปลี่ยนแปลง
5	ชาย	ลดลง	ลดลง
6	หญิง	ลดลง	ลดลง
7	หญิง	ลดลง	ลดลง
8	หญิง	ลดลง	ลดลง
9	หญิง	ไม่เปลี่ยนแปลง	ไม่เปลี่ยนแปลง
10	หญิง	ลดลง	ลดลง

ก. ระบุไม่ได้/ข้อมูลไม่เพียงพอ

ข. ไม่มีความสัมพันธ์กับเพศ แต่สัมพันธ์กับปริมาณคอร์ติซอลและระดับความเครียด

ค. มีความสัมพันธ์กับเพศ แต่ไม่สัมพันธ์กับปริมาณคอร์ติซอลและระดับความเครียด

ง. สัมพันธ์กับเพศและปริมาณคอร์ติซอลและระดับความเครียด

เพราะเหตุใดจึงคิดเช่นนั้น

ก. เพศหญิงและชายมีปริมาณคอร์ติซอลและระดับความเครียดลดลง

ข. เพศหญิงและชายมีปริมาณคอร์ติซอลและระดับความเครียดเท่าเดิม

ค. เพศหญิงส่วนมากมีปริมาณคอร์ติซอลและระดับความเครียดลดลง

ง. เพศหญิงบางคนมีปริมาณคอร์ติซอลและระดับความเครียดลดลงหรือเท่าเดิม

ข้อมูลแนวทางโจทย์ปัญหาจาก : Sunni, A. A. and Latif, R. (2014). Effects of chocolate intake on Perceived Stress; a Controlled Clinical Study. *International Journal of Health Sciences*. 8(4) : 393-401.

หมายเหตุ : ข้อมูลในตารางเป็นเพียงการสมมติเท่านั้น

โจทย์ปัญหาข้อที่ 13

โปรแลคตินเป็นฮอร์โมนที่ผลิตจากต่อมใต้สมองส่วนหน้า ทำหน้าที่เกี่ยวกับการสร้างน้ำนมเพื่อทารก ปริมาณของฮอร์โมนแสดงถึงสภาวะของร่างกาย หากมีปริมาณมากเกินไปจะส่งผลต่อการตกไข่และการมีประจำเดือนได้ หากจากการรวบรวมข้อมูลการคาดการณ์ถึงสาเหตุการทำให้โปรแลคตินมีปริมาณสูง มีผลการรวบรวมข้อมูล โดยเครื่องหมาย ✓ แสดงถึงการทานยาเหล่านั้นเป็นประจำ และการมีปริมาณโปรแลคตินสูง ดังนี้

จากข้อมูลข้างต้นนักเรียนคิดว่ายาระงับประสาทและยารักษาความดันโลหิตสูงมีความสัมพันธ์กับปริมาณโปรแลคตินหรือไม่ อย่างไร

คนที่	ยาระงับประสาท	ยารักษาความดันโลหิตสูง	ปริมาณโปรแลคตินสูง
1	✓	-	✓
2	-	✓	✓
3	✓	✓	✓
4	✓	-	-
5		✓	-
6	✓	✓	✓
7	✓	-	✓
8		✓	✓
9	✓	-	✓
10	-	✓	✓

ก. ระบุไม่ได้/ข้อมูลไม่เพียงพอ

ข. ยาระงับประสาทและยารักษาความดันโลหิตสูงมีความสัมพันธ์กับปริมาณโปรแลคติน

ค. ยาระงับประสาทมีความสัมพันธ์ แต่ยารักษาความดันโลหิตสูงไม่มีความสัมพันธ์

ง. ยาระงับประสาทไม่มีความสัมพันธ์ แต่ยารักษาความดันโลหิตสูงมีความสัมพันธ์

เพราะเหตุใดจึงคิดเช่นนั้น

ก. ยาระงับประสาททำให้ผู้ทดสอบส่วนใหญ่มีปริมาณโปรแลคตินสูง

ข. ยารักษาความดันโลหิตสูงทำให้ผู้ทดสอบส่วนใหญ่มีปริมาณโปรแลคตินสูง

ค. ยาระงับประสาทและยารักษาความดันโลหิตสูงทำให้ผู้ทดสอบส่วนใหญ่มีปริมาณโปรแลคตินสูง

ง. ยาระงับประสาทและยารักษาความดันโลหิตสูงไม่ได้ทำให้ปริมาณโปรแลคตินของผู้ทดสอบสูง

ข้อมูลแนวทางโจทย์ปัญหาจาก : ธีรศักดิ์ ธำรงธีระกุล และคณะ.(2552).*ภาวะโปรแลคตินสูงผิดปกติทำให้ไข่ไม่ตก (Hyper prolactinemia).* [online]. Available from : www.vibhavadi.com [8 Jul,2017].

หมายเหตุ : ข้อมูลในตารางเป็นเพียงการสมมติเท่านั้น

ภาคผนวก ง

คุณภาพของเครื่องมือที่ใช้ในการเก็บรวบรวมข้อมูล

1. คุณภาพของแบบวัดมโนทัศน์ชีววิทยาก่อนเรียนและหลังเรียน
2. คุณภาพของแบบวัดการให้เหตุผลด้านความสัมพันธ์

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY

1. คุณภาพของแบบวัดมโนทัศน์ชีววิทยา

ตารางที่10ค่าดัชนีความสอดคล้อง (I.O.C) จำแนกเป็นรายข้อของแบบวัดมโนทัศน์ชีววิทยาก่อนเรียน

ข้อ	วัดถุประสงค์ที่วัด	ค่า I.O.C	ความหมาย
1	บอกลักษณะของมโนทัศน์	0.67	วัดได้สอดคล้อง
2	ระบุหรือเรียกชื่อมโนทัศน์ได้อย่างถูกต้อง	0.67	วัดได้สอดคล้อง
3	ยกตัวอย่างสิ่งที่เป็นและไม่เป็นมโนทัศน์	1	วัดได้สอดคล้อง
4	บอกความหมายมโนทัศน์	0.67	วัดได้สอดคล้อง
5	คัดเลือก จำแนกองค์ประกอบของมโนทัศน์	0.67	วัดได้สอดคล้อง
6	เปรียบเทียบมโนทัศน์ที่เกี่ยวข้องได้	1	วัดได้สอดคล้อง
7	เชื่อมโยงมโนทัศน์ที่เกี่ยวข้องได้	1	วัดได้สอดคล้อง
8	บอกลักษณะของมโนทัศน์	1	วัดได้สอดคล้อง
9	คัดเลือก จำแนกองค์ประกอบของมโนทัศน์	0.33*	ปรับแก้ไขแล้ว
10	เปรียบเทียบมโนทัศน์ที่เกี่ยวข้องได้	1	วัดได้สอดคล้อง
11	เชื่อมโยงมโนทัศน์ที่เกี่ยวข้องได้	1	วัดได้สอดคล้อง
12	บอกความหมายมโนทัศน์	1	วัดได้สอดคล้อง
13	ระบุหรือเรียกชื่อมโนทัศน์ได้อย่างถูกต้อง	0.67	วัดได้สอดคล้อง
14	เปรียบเทียบมโนทัศน์ที่เกี่ยวข้องได้	0.67	วัดได้สอดคล้อง
15	เชื่อมโยงมโนทัศน์ที่เกี่ยวข้องได้	1	วัดได้สอดคล้อง
16	บอกลักษณะของมโนทัศน์	0.67	วัดได้สอดคล้อง
17	ระบุหรือเรียกชื่อมโนทัศน์ได้อย่างถูกต้อง	1	วัดได้สอดคล้อง
18	ระบุหรือเรียกชื่อมโนทัศน์ได้อย่างถูกต้อง	0.67	วัดได้สอดคล้อง
19	คัดเลือก จำแนกองค์ประกอบของมโนทัศน์	1	วัดได้สอดคล้อง
20	เปรียบเทียบมโนทัศน์ที่เกี่ยวข้องได้	0.67	วัดได้สอดคล้อง
21	เปรียบเทียบมโนทัศน์ที่เกี่ยวข้องได้	1	วัดได้สอดคล้อง
22	เชื่อมโยงมโนทัศน์ที่เกี่ยวข้องได้	1	วัดได้สอดคล้อง
23	บอกความหมายมโนทัศน์	1	วัดได้สอดคล้อง
24	ระบุหรือเรียกชื่อมโนทัศน์ได้อย่างถูกต้อง	0.67	วัดได้สอดคล้อง
25	เปรียบเทียบมโนทัศน์ที่เกี่ยวข้องได้	1	วัดได้สอดคล้อง
26	เชื่อมโยงมโนทัศน์ที่เกี่ยวข้องได้	1	วัดได้สอดคล้อง
27	บอกลักษณะของมโนทัศน์	0.67	วัดได้สอดคล้อง

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

ข้อ	วัดถุประสงค์ที่วัด	ค่า I.O.C	ความหมาย
28	บอกลักษณะของมโนทัศน์	1	วัดได้สอดคล้อง
29	ระบุหรือเรียกชื่อมโนทัศน์ได้อย่างถูกต้อง	1	วัดได้สอดคล้อง
30	ยกตัวอย่างสิ่งที่เป็นและไม่เป็นมโนทัศน์	1	วัดได้สอดคล้อง

ตารางที่ 11 ค่าระดับความยาก (P) และค่าอำนาจจำแนก (r) เป็นรายข้อของแบบวัดมโนทัศน์ชีววิทยาก่อนเรียน

ข้อ	ค่าระดับความยาก(P)	ค่าอำนาจจำแนก(r)
1	0.82	0.26
2	0.55	0.37
3	0.71	0.26
4	0.74	0.32
5	0.61	0.21
6	0.30	0.21
7	0.58	0.21
8	0.26	0.32
9	0.66	0.26
10	0.58	0.52
11	0.66	0.26
12	0.47	0.32
13	0.74	0.42
14	0.50	0.26
15	0.53	0.42
16	0.61	0.26
17	0.80	0.21
18	0.34	0.26
19	0.24	0.26
20	0.74	0.42
21	0.24	0.26
22	0.37	0.42

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

ข้อ	ค่าระดับความยาก(P)	ค่าอำนาจจำแนก(r)
23	0.61	0.37
24	0.42	0.53
25	0.24	0.26
26	0.32	0.21
27	0.39	0.26
28	0.29	0.26
29	0.79	0.42
30	0.34	0.37

ตารางที่ 12ค่าดัชนีความสอดคล้อง (I.O.C) จำแนกเป็นรายข้อของแบบวัดมโนทัศน์ชีววิทยาหลังเรียน

ข้อ	วัตถุประสงค์ที่วัด	ค่า I.O.C	ความหมาย
1	บอกลักษณะของมโนทัศน์	1	วัดได้สอดคล้อง
2	ระบุหรือเรียกชื่อมโนทัศน์ได้อย่างถูกต้อง	1	วัดได้สอดคล้อง
3	ยกตัวอย่างสิ่งที่เป็นและไม่เป็นมโนทัศน์	1	วัดได้สอดคล้อง
4	บอกความหมายมโนทัศน์	0.67	วัดได้สอดคล้อง
5	คัดเลือก จำแนกองค์ประกอบของมโนทัศน์	1	วัดได้สอดคล้อง
6	เปรียบเทียบมโนทัศน์ที่เกี่ยวข้องได้	1	วัดได้สอดคล้อง
7	เชื่อมโยงมโนทัศน์ที่เกี่ยวข้องได้	1	วัดได้สอดคล้อง
8	บอกลักษณะของมโนทัศน์	0.67	วัดได้สอดคล้อง
9	คัดเลือก จำแนกองค์ประกอบของมโนทัศน์	0.67	วัดได้สอดคล้อง
10	เปรียบเทียบมโนทัศน์ที่เกี่ยวข้องได้	1	วัดได้สอดคล้อง
11	เชื่อมโยงมโนทัศน์ที่เกี่ยวข้องได้	1	วัดได้สอดคล้อง
12	บอกความหมายมโนทัศน์	0.67	วัดได้สอดคล้อง
13	ระบุหรือเรียกชื่อมโนทัศน์ได้อย่างถูกต้อง	0.67	วัดได้สอดคล้อง
14	เปรียบเทียบมโนทัศน์ที่เกี่ยวข้องได้	0.67	วัดได้สอดคล้อง
15	เชื่อมโยงมโนทัศน์ที่เกี่ยวข้องได้	1	วัดได้สอดคล้อง
16	บอกลักษณะของมโนทัศน์	1	วัดได้สอดคล้อง
17	ระบุหรือเรียกชื่อมโนทัศน์ได้อย่างถูกต้อง	1	วัดได้สอดคล้อง
18	ระบุหรือเรียกชื่อมโนทัศน์ได้อย่างถูกต้อง	0.67	วัดได้สอดคล้อง

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

ข้อ	วัตถุประสงค์ที่วัด	ค่า I.O.C	ความหมาย
19	คัดเลือก จำแนกองค์ประกอบของมโนทัศน์	1	วัดได้สอดคล้อง
20	เปรียบเทียบมโนทัศน์ที่เกี่ยวข้องได้	1	วัดได้สอดคล้อง
21	เปรียบเทียบมโนทัศน์ที่เกี่ยวข้องได้	1	วัดได้สอดคล้อง
22	ระบุหรือเรียกชื่อมโนทัศน์ได้อย่างถูกต้อง	0.67	วัดได้สอดคล้อง
23	บอกความหมายมโนทัศน์	0.67	วัดได้สอดคล้อง
24	ระบุหรือเรียกชื่อมโนทัศน์ได้อย่างถูกต้อง	1	วัดได้สอดคล้อง
25	เปรียบเทียบมโนทัศน์ที่เกี่ยวข้องได้	1	วัดได้สอดคล้อง
26	เชื่อมโยงมโนทัศน์ที่เกี่ยวข้องได้	1	วัดได้สอดคล้อง
27	บอกลักษณะของมโนทัศน์	1	วัดได้สอดคล้อง
28	บอกลักษณะของมโนทัศน์	1	วัดได้สอดคล้อง
29	ระบุหรือเรียกชื่อมโนทัศน์ได้อย่างถูกต้อง	1	วัดได้สอดคล้อง
30	ยกตัวอย่างสิ่งที่เป็นและไม่เป็นมโนทัศน์	1	วัดได้สอดคล้อง

ตารางที่ 13 ค่าระดับความยาก (P) และค่าอำนาจจำแนก (r) เป็นรายข้อของแบบวัดมโนทัศน์ชีววิทยาหลังเรียน

ข้อ	ค่าระดับความยาก(P)	ค่าอำนาจจำแนก(r)
1	0.22	0.33
2	0.53	0.27
3	0.56	0.33
4	0.25	0.27
5	0.58	0.27
6	0.22	0.22
7	0.61	0.55
8	0.47	0.38
9	0.81	0.27
10	0.33	0.44
11	0.58	0.50
12	0.81	0.38
13	0.58	0.50

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

ข้อ	ค่าระดับความยาก(P)	ค่าอำนาจจำแนก(r)
14	0.42	0.27
15	0.50	0.44
16	0.28	0.22
17	0.61	0.33
18	0.47	0.50
19	0.44	0.44
20	0.55	0.22
21	0.33	0.22
22	0.31	0.27
23	0.78	0.44
24	0.33	0.22
25	0.22	0.22
26	0.53	0.27
27	0.53	0.38
28	0.33	0.33
29	0.39	0.22
30	0.28	0.22

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY

2. คุณภาพของแบบวัดการให้เหตุผลด้านความสัมพันธ์

ตารางที่ 14 ค่าดัชนีความสอดคล้อง (I.O.C) ของแบบวัดการให้เหตุผลด้านความสัมพันธ์

ข้อ	ค่า I.O.C		ความหมาย
	ส่วนข้อคำถาม	ส่วนเหตุผล	
1	0.75	1	วัดได้สอดคล้อง
2	1	0.5	วัดได้สอดคล้อง
3	1	1	วัดได้สอดคล้อง
4	1	1	วัดได้สอดคล้อง
5	1	1	วัดได้สอดคล้อง
6	0.75	0.75	วัดได้สอดคล้อง
7	1	1	วัดได้สอดคล้อง
8	1	0.75	วัดได้สอดคล้อง
9	1	1	วัดได้สอดคล้อง
10	1	1	วัดได้สอดคล้อง
11	0.75	0.75	วัดได้สอดคล้อง
12	1	1	วัดได้สอดคล้อง
13	0.5	0.5	วัดได้สอดคล้อง
14	1	1	วัดได้สอดคล้อง
15	0.5	0.5	วัดได้สอดคล้อง

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

ตารางที่ 15 ค่าระดับความยาก (P) และค่าอำนาจจำแนก (r) เป็นรายข้อของแบบวัดการให้เหตุผลด้านความสัมพันธ์

ข้อ	ส่วนข้อคำถาม		ส่วนเหตุผล	
	ค่าระดับความยาก (P)	ค่าอำนาจจำแนก (r)	ค่าระดับความยาก (P)	ค่าอำนาจจำแนก (r)
1	0.21	0.21	0.22	0.25
2	0.23	0.33	0.27	0.38
3	0.25	0.37	0.39	0.44
4	0.36	0.20	0.30	0.26
5	0.21	0.26	0.48	0.38
6	0.32	0.32	0.24	0.31
7	0.44	0.53	0.36	0.44
8	0.25	0.39	0.54	0.50
9	0.38	0.46	0.25	0.31
10	0.30	0.32	0.36	0.33
11	0.42	0.46	0.38	0.31
12	0.20	0.26	0.45	0.49
13	0.20	0.35	0.42	0.51
14	0.36	0.34	0.23	0.33
15	0.28	0.21	0.20	0.32

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

ภาคผนวก จ
คะแนนเฉลี่ยก่อนเรียนของนักเรียนกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม

1. คะแนนเฉลี่ยมโนทัศน์ชีววิทยา
2. คะแนนเฉลี่ยการให้เหตุผลด้านความสัมพันธ์

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY

1. คะแนนเฉลี่ยมโนทัศน์ชีววิทยา

ตารางที่ 16 เปรียบเทียบคะแนนเฉลี่ยมโนทัศน์ชีววิทยาก่อนเรียนของนักเรียนกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม

คะแนนมโนทัศน์ชีววิทยา	ค่าสถิติ						
	กลุ่มทดลอง			กลุ่มควบคุม			ค่า t
	$\bar{X}$	S.D.	$\bar{X}$ ร้อยละ	$\bar{X}$	S.D.	$\bar{X}$ ร้อยละ	
ก่อนเรียน	9.42	2.60	31.40	9.97	2.02	33.23	1.04

*p< .05

2. คะแนนเฉลี่ยการให้เหตุผลด้านความสัมพันธ์

ตารางที่ 17 เปรียบเทียบคะแนนเฉลี่ยการให้เหตุผลด้านความสัมพันธ์ก่อนเรียนของนักเรียนกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม

คะแนนการให้เหตุผลด้านความสัมพันธ์	ค่าสถิติ						
	กลุ่มทดลอง			กลุ่มควบคุม			ค่า t
	$\bar{X}$	S.D.	$\bar{X}$ ร้อยละ	$\bar{X}$	S.D.	$\bar{X}$ ร้อยละ	
ก่อนเรียน	2.08	2.12	13.87	2.00	1.76	13.33	0.18

*p< .05

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

ประวัติผู้เขียนวิทยานิพนธ์

นางสาวยุวากร กลมอ่อน เกิดวันที่ 2 กรกฎาคม 2535 ภูมิลำเนาจังหวัดลพบุรี สำเร็จการศึกษาวิทยาศาสตรบัณฑิต จากภาควิชาชีววิทยา คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหิดล ในปีการศึกษา 2557 และเข้าศึกษาต่อในหลักสูตรครุศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาการศึกษาวิทยาศาสตร์ คณะครุศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย ในปีการศึกษา 2558 โดยได้รับทุนการศึกษาจากโครงการส่งเสริมการผลิตครูที่มีความสามารถพิเศษทางวิทยาศาสตร์และคณิตศาสตร์ (สควค.) โดยสถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (สสวท.)

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University