

การพัฒนาหนังสือเทคโนโลยีความจริงเสมือน วิชาชีววิทยา เรื่อง  
ความหลากหลายทางชีวภาพ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6  
ในโรงเรียนสังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษามัธยมศึกษา เขต 8

นางสาวกาญจนา วิวัฒน์รุ่งเรืองดี



วิทยานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาศึกษาศาสตรมหาบัณฑิต  
แขนงวิชาเทคโนโลยีและสื่อสารการศึกษา สาขาวิชาศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมาธิราช

พ.ศ. 2561

Development of a Virtual Technology Book in the Biology Course on the  
Topic of Bio-diversity for Mathayom Suksa VI Students in Schools under  
the Secondary Education Service Area Office 8

Miss Kanjana Viwatrungrueangdee



A Thesis Submitted in Partial Fulfillment of the Requirements for  
the Degree of Master of Education in Educational Technology and Communications

School of Educational Studies

Sukhothai Thammathirat Open University

2018

**หัวข้อวิทยานิพนธ์** การพัฒนาหนังสือเทคโนโลยีความจริงเสมือน วิชาชีววิทยา  
เรื่อง ความหลากหลายทางชีวภาพ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6  
ในโรงเรียนสังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษามัธยมศึกษา เขต 8

**ชื่อและนามสกุล** นางสาวกาญจนา วิวัฒน์รุ่งเรืองดี

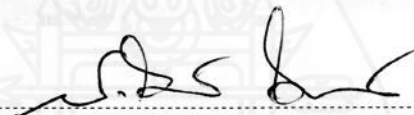
**แขนงวิชา** เทคโนโลยีและสื่อสารการศึกษา

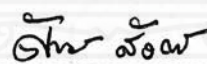
**สาขาวิชา** ศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมาธิราช

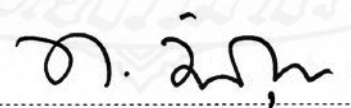
**อาจารย์ที่ปรึกษา** 1. รองศาสตราจารย์ ดร.ศันสนีย์ สังสรรค์อนันต์  
2. รองศาสตราจารย์ ดร.ทวิวัฒน์ วัฒนกุลเจริญ

วิทยานิพนธ์นี้ ได้รับความเห็นชอบให้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษา  
ตามหลักสูตรระดับปริญญาโท เมื่อวันที่ 24 สิงหาคม 2561

คณะกรรมการสอบวิทยานิพนธ์

  
..... ประธานกรรมการ  
(รองศาสตราจารย์ ดร.สาโรช โศภีรักษ์)

  
..... กรรมการ  
(รองศาสตราจารย์ ดร.ศันสนีย์ สังสรรค์อนันต์)

  
..... กรรมการ  
(รองศาสตราจารย์ ดร.ทวิวัฒน์ วัฒนกุลเจริญ)

  
..... ประธานกรรมการบัณฑิตศึกษา  
(รองศาสตราจารย์ ดร.วรางคณา จันทร์คง)

**ชื่อวิทยานิพนธ์** การพัฒนาหนังสือเทคโนโลยีความจริงเสมือน วิชาชีววิทยา เรื่อง ความหลากหลายทางชีวภาพ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 ในโรงเรียนสังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษามัธยมศึกษา เขต 8

**ผู้วิจัย** นางสาวกาญจนา วิวัฒน์รุ่งเรืองดี **รหัสนักศึกษา** 2592700708 **ปริญญา** ศึกษาศาสตรมหาบัณฑิต (เทคโนโลยีและสื่อสารการศึกษา) **อาจารย์ที่ปรึกษา** (1) รองศาสตราจารย์ ดร.ศันสนีย์ สังสรรค์อนันต์ (2) รองศาสตราจารย์ ดร.ทวีวัฒน์ วิวัฒนกุลเจริญ **ปีการศึกษา** 2561

### บทคัดย่อ

การวิจัยครั้งนี้ มีวัตถุประสงค์เพื่อ (1) พัฒนาหนังสือเทคโนโลยีความจริงเสมือน วิชาชีววิทยา เรื่อง ความหลากหลายทางชีวภาพ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 ในโรงเรียนสังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษามัธยมศึกษา เขต 8 ให้มีประสิทธิภาพตามเกณฑ์ที่กำหนด (2) ศึกษาความก้าวหน้าทางการเรียนของนักเรียนที่เรียนด้วยหนังสือเทคโนโลยีความจริงเสมือน เรื่อง ความหลากหลายทางชีวภาพ และ (3) ศึกษาความพึงพอใจของนักเรียนที่มีต่อหนังสือเทคโนโลยีความจริงเสมือน เรื่อง ความหลากหลายทางชีวภาพ

กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัย เป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 โรงเรียนหนองรี-ประชานิมิต จังหวัดกาญจนบุรี ที่เรียนในภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2561 จำนวน 35 คน ได้มาจากการสุ่มแบบกลุ่ม เครื่องมือที่ใช้ได้แก่ (1) หนังสือเทคโนโลยีความจริงเสมือน วิชาชีววิทยา เรื่อง ความหลากหลายทางชีวภาพ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 (2) แบบทดสอบก่อนเรียนและแบบทดสอบหลังเรียนแบบคู่ขนาน และ (3) แบบสอบถามความพึงพอใจของนักเรียนที่มีต่อหนังสือเทคโนโลยีความจริงเสมือน เรื่อง ความหลากหลายทางชีวภาพ สถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล คือ ค่าประสิทธิภาพ  $E_1/E_2$  ค่าเฉลี่ย ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน และการทดสอบค่าที

ผลการวิจัยปรากฏว่า (1) หนังสือเทคโนโลยีความจริงเสมือน วิชาชีววิทยา เรื่อง ความหลากหลายทางชีวภาพ มีประสิทธิภาพ คือ 80.26/80.77 80.90/81.03 และ 80.64/80.77 เป็นไปตามเกณฑ์ที่กำหนด 80/80 (2) นักเรียนที่เรียนด้วยหนังสือเทคโนโลยีความจริงเสมือน วิชาชีววิทยา เรื่อง ความหลากหลายทางชีวภาพ มีความก้าวหน้าทางการเรียนเพิ่มขึ้นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 และ (3) นักเรียนมีความพึงพอใจต่อหนังสือเทคโนโลยีความจริงเสมือน เรื่อง ความหลากหลายทางชีวภาพ ในระดับมากที่สุด

**คำสำคัญ** หนังสือเทคโนโลยีความจริงเสมือน ชีววิทยา มัธยมศึกษา

**Thesis title:** Development of a Virtual Technology Book in the Biology Course on the Topic of Bio-diversity for Mathayom Suksa VI Students in Schools under the Secondary Education Service Area Office 8

**Researcher:** Miss Kanjana Viwatrungrueangdee; **ID:** 2592700708;

**Degree:** Master of Education (Educational Technology and Communications);

**Thesis advisors:** (1) Dr. Sunsanee Sungsunanun, Associate Professor;

(2) Dr. Taweewat Watthanakuljaroen, Associate Professor; **Academic year:** 2018

### Abstract

The purposes of this study were (1) to develop a virtual technology book in the Biology Course on the topic of Bio-Diversity for Mathayom Suksa VI students based on the set efficiency criterion; (2) to study the learning progress of the students learning from the virtual technology book in the Biology Course on the topic of Bio-Diversity; and (3) to study the satisfaction of the students with the virtual technology book in the Biology Course on the topic of Bio-Diversity.

The research sample consisted of 35 Mathayom VI students studying in the first semester of the 2018 academic year at Nong Ree Prachanimit School in Kanchanaburi province, obtained by cluster sampling. The employed research instruments comprised (1) a virtual technology book in the Biology Course on the topic of Bio-Diversity for Mathayom Suksa VI students; (2) two parallel forms of an achievement test for pre-testing and post-testing; and (3) a questionnaire on the student's satisfaction with the virtual technology book in the Biology Course on the topic of Bio-Diversity. Statistics used for data analysis were the  $E_1/E_2$  efficiency index, mean, standard deviation, and t-test.

Research findings showed that (1) the developed virtual technology book in the Biology Course on the topic of Bio-Diversity was efficient at 80.26/80.77, 80.90/81.03 and 80.64/80.77, respectively, thus meeting the set 80/80 efficiency criterion; (2) students learning from the virtual technology book in the Biology Course on the topic of Bio-Diversity achieved significant learning progress at the .05 level; and (3) the students were satisfied with the virtual technology book in the Biology Course on the topic of Bio-Diversity at the highest level.

**Keywords:** Virtual technology book, Biology, Mathayom Suksa

## กิตติกรรมประกาศ

การทำวิทยานิพนธ์ฉบับนี้สำเร็จลุล่วงได้ด้วยความอนุเคราะห์อย่างยิ่งจากท่าน รองศาสตราจารย์ ดร.ศันย์สนีย์ สังสรรค์อนันต์ และรองศาสตราจารย์ ดร.ทวีวัฒน์ วัฒนกุลเจริญ ที่ได้กรุณาให้คำแนะนำ ให้คำปรึกษา ตลอดจนช่วยชี้แนะแนวทางในการดำเนินงาน ช่วยติดตามและให้ความช่วยเหลือในการปรับปรุงแก้ไขการทำวิทยานิพนธ์ครั้งนี้อย่างใกล้ชิดเสมอมา นับตั้งแต่เริ่มต้นจนกระทั่งสำเร็จเรียบร้อยสมบูรณ์

ขอขอบพระคุณ ท่านประธานกรรมการสอบวิทยานิพนธ์ รองศาสตราจารย์ ดร.สาโรช โศภีรักษ์ และกรรมการสอบวิทยานิพนธ์ อันประกอบด้วย รองศาสตราจารย์ ดร.ทวีวัฒน์ วัฒนกุลเจริญ และรองศาสตราจารย์ ดร.วราภรณ์ โทโพธิ์ไทย ที่ได้ให้ความช่วยเหลือและคำแนะนำในการปรับปรุงข้อบกพร่องต่างๆ อย่างดียิ่ง รวมทั้งขอขอบพระคุณผู้ทรงคุณวุฒิทุกท่าน ประกอบด้วย อาจารย์จิตรกร อารีย์วงศ์สถิต อาจารย์โสภี สิงห์จันทร์ อาจารย์มุกดา วันเย็น และศึกษานิเทศก์สุวิไล จันทร์สนอง ที่กรุณาให้ความช่วยเหลือในการตรวจสอบ แก้ไข ให้คำปรึกษาเกี่ยวกับเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย และให้คำแนะนำที่มีประโยชน์ เป็นส่วนสำคัญที่ทำให้งานวิจัยครั้งนี้มีคุณค่ามากยิ่งขึ้น

ในส่วนของสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษามัธยมศึกษา เขต 8 โรงเรียนหนองรีประชานิมิต และโรงเรียนพระแท่นดงรังวิทยาการ จังหวัดกาญจนบุรี ขอขอบคุณท่านผู้อำนวยการเขตพื้นที่การศึกษามัธยมศึกษา เขต 8 ผู้อำนวยการโรงเรียนพระแท่นดงรังวิทยาการ ท่านผู้อำนวยการคงคา จุลกิจวัฒน์ ศึกษานิเทศก์ คณะครูและนักเรียน ที่ให้การสนับสนุน ให้คำปรึกษา ช่วยอำนวยความสะดวก ให้ความช่วยเหลือ และให้ความร่วมมือในการทดลองเครื่องมือของงานวิจัยครั้งนี้เป็นอย่างดี

นอกจากนี้ ผู้วิจัยขอขอบพระคุณคณาจารย์และบุคลากรประจำสาขาวิชาศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมาธิราช บิดา มารดา ญาติพี่น้อง และเพื่อนผู้มีส่วนเกี่ยวข้องในการทำวิทยานิพนธ์ครั้งนี้ทุกท่าน ที่กรุณาให้การช่วยเหลือ และให้กำลังใจตลอดมา

คุณค่าและประโยชน์ใดๆ อันพึงเกิดจากการวิจัยครั้งนี้ ผู้วิจัยขอมอบเป็นเครื่องบูชาพระคุณของบิดามารดาผู้ให้กำเนิดและเลี้ยงดูให้การศึกษา ตลอดจนครูบาอาจารย์และผู้มีพระคุณทุกท่านที่มีส่วนในการวางรากฐานการศึกษาของผู้วิจัย ด้วยความเคารพยิ่ง

กาญจนา วิวัฒน์รุ่งเรืองดี

สิงหาคม 2561

## สารบัญ

|  | หน้า |
|--|------|
| บทคัดย่อภาษาไทย .....  | ง    |
| บทคัดย่อภาษาอังกฤษ .....   | จ    |
| กิตติกรรมประกาศ .....  | ฉ    |
| สารบัญตาราง .....  | ญ    |
| สารบัญภาพ .....  | ฎ    |
| บทที่ 1 บทนำ .....   | 1    |
| ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา .....   | 1    |
| วัตถุประสงค์การวิจัย .....   | 11   |
| สมมติฐานการวิจัย .....   | 11   |
| ขอบเขตการวิจัย .....   | 11   |
| นิยามศัพท์เฉพาะ .....  | 12   |
| ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ .....  | 13   |
| บทที่ 2 วรรณกรรมที่เกี่ยวข้อง .....  | 14   |
| เทคโนโลยีความจริงเสมือน (Augmented Reality : AR) .....   | 14   |
| สื่อสิ่งพิมพ์เพื่อการศึกษา .....   | 18   |
| การเรียนการสอนวิทยาศาสตร์ .....  | 21   |
| บริบทเขตพื้นที่การศึกษามัธยมศึกษา เขต 8 .....  | 27   |
| การทดสอบประสิทธิภาพ .....  | 29   |
| งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง .....  | 32   |
| บทที่ 3 วิธีดำเนินการวิจัย .....   | 36   |
| ประชากรและกลุ่มตัวอย่าง .....  | 36   |
| เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย .....   | 37   |
| การเก็บรวบรวมข้อมูล .....  | 62   |
| การวิเคราะห์ข้อมูล .....   | 64   |
| บทที่ 4 ผลการวิเคราะห์ข้อมูล .....   | 67   |
| ตอนที่ 1 ผลการวิเคราะห์ประสิทธิภาพหนังสือเทคโนโลยีความจริงเสมือน<br>เรื่อง ความหลากหลายทางชีวภาพ ..... | 67   |



## สารบัญ (ต่อ)

|   | หน้า |
|---|------|
| ตอนที่ 2 ความก้าวหน้าทางการเรียนของนักเรียนที่เรียนด้วยหนังสือเทคโนโลยี   |      |
| ความจริงเสมือน .....  | 70   |
| ตอนที่ 3 ความพึงพอใจของนักเรียนที่มีต่อหนังสือเทคโนโลยีความจริงเสมือน .....   | 71   |
| บทที่ 5 รายละเอียดต้นแบบชิ้นงาน .....   | 73   |
| ภาคที่ 1 คู่มือการใช้หนังสือเทคโนโลยีความจริงเสมือน สำหรับครูผู้สอน .....   | 75   |
| ภาคที่ 2 คู่มือการเรียนด้วยหนังสือเทคโนโลยีความจริงเสมือน .....   | 84   |
| ภาคที่ 3 แบบฝึกปฏิบัติ .....  | 94   |
| ภาคที่ 4 รายละเอียดหนังสือเทคโนโลยีความจริงเสมือน .....   | 166  |
| บทที่ 6 สรุปการวิจัย อภิปรายผล และข้อเสนอแนะ .....  | 200  |
| สรุปการวิจัย .....  | 200  |
| อภิปรายผล .....   | 202  |
| ข้อเสนอแนะ .....  | 204  |
| บรรณานุกรม .....  | 206  |
| ภาคผนวก .....   | 210  |
| ก รายนามผู้ทรงคุณวุฒิตรวจสอบเครื่องมือวิจัย .....   | 211  |
| ข แบบประเมินคุณภาพของหนังสือเทคโนโลยีความจริงเสมือน .....   | 213  |
| ค แบบประเมินความสอดคล้อง (IOC) ระหว่างวัตถุประสงค์การเรียนรู้<br>และแบบทดสอบของหนังสือเทคโนโลยีความจริงเสมือน .....       | 231  |
| ง ผลการวิเคราะห์การประเมินความสอดคล้อง (IOC) .....  | 264  |
| จ การวิเคราะห์ ค่าความยากง่าย (p) ค่าอำนาจจำแนก (r) และค่าความเชื่อมั่น<br>ของแบบทดสอบก่อนเรียนและแบบทดสอบหลังเรียน ..... | 269  |
| ฉ ตารางคะแนนการทดสอบประสิทธิภาพแบบเดี่ยว แบบกลุ่ม<br>และแบบภาคสนาม .....  | 279  |
| ช ตารางคะแนนความก้าวหน้าทางการเรียนของนักเรียนที่เรียนด้วย<br>หนังสือเทคโนโลยีความจริงเสมือน .....                        | 292  |
| ซ แบบประเมินความพึงพอใจของนักเรียนที่มีต่อหนังสือเทคโนโลยี<br>ความจริงเสมือน .....  | 299  |



ณ

## สารบัญ (ต่อ)

|   | หน้า |
|---|------|
| ณ ตารางแสดงค่าความถี่ของคะแนนความพึงพอใจของนักเรียนที่มีต่อ<br>หนังสือเทคโนโลยีความจริงเสมือน ..... | 303  |
| ประวัติผู้วิจัย .....   | 306  |

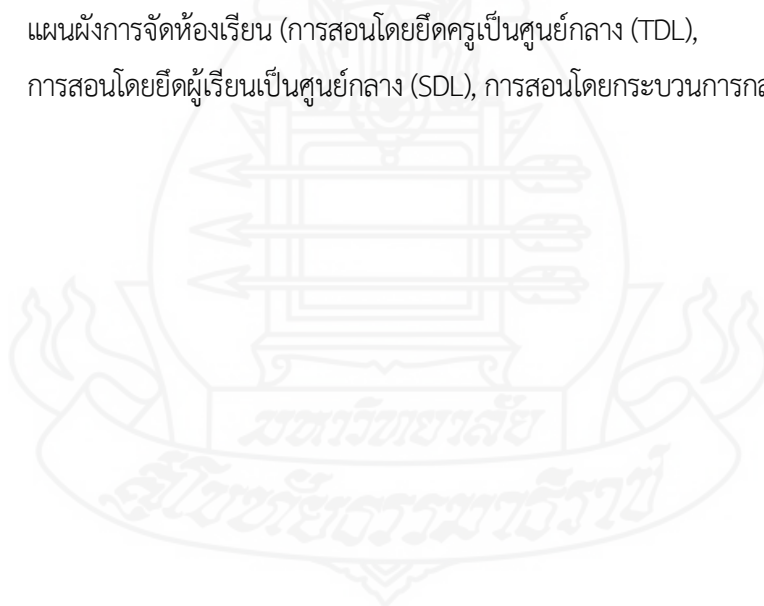


สารบัญตาราง

|  | หน้า |
|--|------|
| ตารางที่ 3.1 ผลการเรียนรู้ของรายวิชาชีววิทยา .....   | 38   |
| ตารางที่ 3.2 รายชื่อหน่วยเนื้อหาและประเภทของเนื้อหา กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์<br>วิชาชีววิทยา .....  | 40   |
| ตารางที่ 3.3 การวิเคราะห์หัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรมด้านพุทธิพิสัยของแบบทดสอบ<br>หน่วยที่ 1 ความหลากหลายของสิ่งมีชีวิต .....                              | 56   |
| ตารางที่ 3.4 การวิเคราะห์หัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรมด้านพุทธิพิสัยของแบบทดสอบ<br>หน่วย 2 สิ่งมีชีวิตเซลล์เดียว .....                                      | 57   |
| ตารางที่ 3.5 การวิเคราะห์หัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรมด้านพุทธิพิสัยของแบบทดสอบ<br>หน่วย 3 สิ่งมีชีวิตหลายเซลล์ .....                                       | 58   |
| ตารางที่ 3.6 ค่าดัชนีความสอดคล้อง (IOC) ของแบบทดสอบ .....  | 59   |
| ตารางที่ 3.7 ค่าความยากง่าย (p) และค่าอำนาจจำแนก (r) ของแบบทดสอบ .....   | 60   |
| ตารางที่ 3.8 ค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบก่อนเรียนและหลังเรียน .....  | 61   |
| ตารางที่ 3.9 กำหนดวันและเวลาการทดสอบประสิทธิภาพแบบเดี่ยว แบบกลุ่ม<br>และแบบภาคสนาม .....   | 62   |
| ตารางที่ 3.10 ขั้นตอนการเรียนรู้ด้วยหนังสือเทคโนโลยีความจริงเสมือน<br>และการเก็บรวบรวมข้อมูล .....   | 63   |
| ตารางที่ 4.1 ผลการทดสอบประสิทธิภาพของหนังสือเทคโนโลยีความจริงเสมือน<br>เรื่อง ความหลากหลายทางชีวภาพในการทดสอบแบบเดี่ยว (n = 3) .....                   | 68   |
| ตารางที่ 4.2 ผลการทดสอบประสิทธิภาพของหนังสือเทคโนโลยีความจริงเสมือน<br>เรื่อง ความหลากหลายทางชีวภาพในการทดสอบแบบกลุ่ม (n = 6) .....                    | 69   |
| ตารางที่ 4.3 ผลการทดสอบประสิทธิภาพของหนังสือเทคโนโลยีความจริงเสมือน<br>เรื่อง ความหลากหลายทางชีวภาพในการทดสอบแบบภาคสนาม (n = 26) .....                 | 70   |
| ตารางที่ 4.4 ความก้าวหน้าทางการเรียนของนักเรียนที่เรียนด้วยหนังสือเทคโนโลยี<br>ความจริงเสมือน วิชาชีววิทยา เรื่อง ความหลากหลายทางชีวภาพ (n = 26) ..... | 70   |
| ตารางที่ 4.5 ความพึงพอใจของนักเรียนที่มีต่อหนังสือเทคโนโลยีความจริงเสมือน<br>เรื่อง ความหลากหลาย ทางชีวภาพ (n = 26) .....                              | 71   |

สารบัญภาพ

|   | หน้า |
|---|------|
| ภาพที่ 3.1 แผนผังแนวคิดหน่วยที่ 1 ความหลากหลายของสิ่งมีชีวิต .....  | 41   |
| ภาพที่ 3.2 แผนผังแนวคิดหน่วยที่ 2 สิ่งมีชีวิตเซลล์เดียว .....   | 42   |
| ภาพที่ 3.3 แผนผังแนวคิดหน่วย 3 สิ่งมีชีวิตหลายเซลล์ .....   | 43   |
| ภาพที่ 3.4 ส่วนหน้าปก .....   | 46   |
| ภาพที่ 3.5 ตัวอย่างส่วนเนื้อหาในเล่มหนังสือ .....   | 46   |
| ภาพที่ 3.6 ตัวอย่างส่วนเนื้อหาในสื่อเทคโนโลยีความจริงเสมือน .....   | 47   |
| ภาพที่ 3.7 ตัวอย่างส่วนของแบบฝึกปฏิบัติ .....   | 47   |
| ภาพที่ 3.8 ตัวอย่างส่วนของแบบบันทึก .....   | 48   |
| ภาพที่ 3.9 ตัวอย่างส่วนของแบบทดสอบ .....  | 48   |
| ภาพที่ 3.10 แผนผังการจัดห้องเรียน (การสอนโดยยึดครูเป็นศูนย์กลาง (TDL),<br>การสอนโดยยึดผู้เรียนเป็นศูนย์กลาง (SDL), การสอนโดยกระบวนการกลุ่ม (PDL)) ..... | 53   |
| ภาพที่ 5.1 แผนผังการจัดห้องเรียน (การสอนโดยยึดครูเป็นศูนย์กลาง (TDL),<br>การสอนโดยยึดผู้เรียนเป็นศูนย์กลาง (SDL), การสอนโดยกระบวนการกลุ่ม (PDL)) .....  | 81   |



# บทที่ 1

## บทนำ

### 1. ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา

รัฐบาลมีนโยบายที่จะพัฒนาคุณภาพการศึกษา เพื่อยกระดับคุณภาพทางการศึกษาและการเรียนรู้ทั้งระบบให้ทันสมัย และก้าวทันเทคโนโลยีต่าง ๆ ให้ทัดเทียมนานาประเทศที่มีประสิทธิภาพ ทำให้เกิดการเปลี่ยนแปลงของโลกในยุคปัจจุบันอย่างรวดเร็ว ไม่ว่าจะเป็นเทคโนโลยีคอมพิวเตอร์ เทคโนโลยีการสื่อสาร โทรคมนาคม และเทคโนโลยีสารสนเทศ ส่งผลให้เกิดเป็นสังคมแห่งการเรียนรู้ตลอดชีวิต ต้องมีการปรับเปลี่ยนตามอย่างเท่าทัน รูปแบบการเรียนรู้กับสื่อเสมือนจริง จึงเป็นอีกวิธีการหนึ่งที่จะช่วยส่งเสริมให้เกิดการตอบสนองและดึงดูดความสนใจของผู้เรียน ทั้งนี้ สื่อเทคโนโลยีความจริงเสมือน(Augmented Reality) สามารถปรับใช้ได้กับการเรียนรู้ได้อย่างหลากหลายในทุกรายวิชา

หลักสูตรการเรียนรู้ของนักเรียนระดับมัธยมศึกษา ได้ใช้หลักสูตรแกนกลางการศึกษา ขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 (หลักสูตรปรับปรุง 2560) เป็นหลักสูตรที่เน้นพัฒนาผู้เรียนทุกคน ซึ่งเป็นกำลังของชาติให้เป็นมนุษย์ที่มีความสมดุลทั้งด้านร่างกาย ความรู้ คุณธรรม มีจิตสำนึกในความเป็นพลเมืองไทย และเป็นพลเมืองโลก ยึดมั่นในการปกครองระบอบประชาธิปไตยอันมีพระมหากษัตริย์ทรงเป็นประมุข มีความรู้และทักษะพื้นฐาน รวมทั้งเจตคติที่จำเป็นต่อการศึกษานอกโรงเรียนและการประกอบอาชีพและการศึกษาตลอดชีวิต โดยมุ่งเน้นผู้เรียนเป็นสำคัญบนพื้นฐานความเชื่อว่าทุกคนสามารถเรียนรู้และพัฒนาตนเองได้เต็มศักยภาพ (กระทรวงศึกษาธิการ, 2551, น. 4) ซึ่งจุดมุ่งหมายของการศึกษาที่เน้นผู้เรียนเป็นสำคัญ คือมุ่งพัฒนาผู้เรียนให้เป็นคนดี มีปัญญา มีความสุข ซึ่งการที่ผู้เรียนจะบรรลุเป้าหมายตามหลักสูตรได้ต้องมีการจัดการเรียนรู้ ที่เน้นผู้เรียนเป็นสำคัญ โดยมีกระบวนการเรียนรู้เป็นเครื่องมือนำพาผู้เรียนให้ไปสู่เป้าหมายของหลักสูตร ผู้สอนจึงจำเป็นต้องศึกษาหลักสูตรแกนกลาง หลักสูตรสถานศึกษา ศึกษากระบวนการเรียนรู้ต่างๆ ให้เข้าใจ เพื่อให้สามารถเลือกใช้ในการจัดกระบวนการเรียนรู้ได้อย่างมีประสิทธิภาพ แล้วจึงพิจารณาออกแบบการจัดการเรียนรู้โดยเลือกใช้วิธีสอนและเทคนิคการสอน สื่อ/แหล่งการเรียนรู้ การวัดและประเมินผล เพื่อให้ผู้เรียนได้พัฒนาเต็มตามศักยภาพและบรรลุตามมาตรฐานการเรียนรู้ซึ่งเป็นเป้าหมายกำหนด (หลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551, น. 25)

#### 1.1 สภาพที่พึงประสงค์

บทบัญญัติในพระราชบัญญัติการศึกษาแห่งชาติ พุทธศักราช 2542 หมวด 9 ว่าด้วยเทคโนโลยีเพื่อการศึกษา มาตรา 64 ได้กล่าวถึงความจำเป็นของรัฐที่ต้องส่งเสริมและสนับสนุนให้มีการผลิต

และพัฒนาแบบเรียน ตำรา หนังสือทางวิชาการ สื่อสิ่งพิมพ์อื่นๆ วัสดุอุปกรณ์ และเทคโนโลยีเพื่อการศึกษา และจากมาตรา 65 ให้มีการพัฒนาบุคลากรทั้งด้านผู้ผลิต และผู้ใช้เทคโนโลยีเพื่อการศึกษา เพื่อให้มีความรู้ ความสามารถ และทักษะในการผลิต รวมทั้งการใช้เทคโนโลยีที่เหมาะสม มีคุณภาพ และประสิทธิภาพ และมาตรา 66 กล่าวว่า ผู้เรียนมีสิทธิได้รับการพัฒนาขีดความสามารถในการใช้เทคโนโลยีเพื่อการศึกษา ในโอกาสแรกที่ทำได้ เพื่อให้มีความรู้และทักษะเพียงพอที่จะใช้เทคโนโลยีเพื่อการศึกษาในการแสวงหา ความรู้ด้วยตนเองได้อย่างต่อเนื่องตลอดชีวิต (กระทรวงศึกษาธิการ, 2542) จากพระราชบัญญัติการศึกษา แห่งชาติ ที่ได้กล่าวมาข้างต้น จะเห็นได้ว่าการจัดการศึกษานั้นจะต้องยึดหลักว่าผู้เรียนทุกคนมี ความสามารถเรียนรู้และพัฒนาตนเองได้ และถือผู้เรียนเป็นสำคัญที่สุด กระบวนการจัดการศึกษาต้อง ส่งเสริมให้ผู้เรียนสามารถพัฒนาตามธรรมชาติและเต็มตามศักยภาพ ดังนั้นในกระบวนการจัดการศึกษา จำเป็นต้องมีแหล่งข้อมูลที่น่าเชื่อถือ นอกเหนือจากตำราเรียนที่ให้นักเรียนได้ศึกษาค้นคว้าอย่างเพียงพอ มีสื่อเทคโนโลยีที่ทันสมัยและเพียงพอต่อผู้เรียน เพื่อให้เกิดการเรียนรู้เต็มศักยภาพ ดังนั้น ครูที่เก่ง คือ ครูที่สามารถสร้างนักเรียนที่เก่ง ไม่ได้เป็นครูที่มีความรู้เพียงอย่างเดียว เพราะครูเป็นรากฐานสำคัญของการ ปฏิรูปการศึกษา ที่จะต้องแสวงหาความรู้ ความคิดสร้างสรรค์ และส่งเสริมนวัตกรรม ทั้งนี้ การศึกษาไทย ในยุค 4.0 จึงต้องจัดการศึกษาทั้งระบบตั้งแต่ประถม มัธยม อาชีวศึกษาไปจนถึงอุดมศึกษา (กำจร ตติยกวี, 2559)

### 1.1.1 วิธีการจัดการเรียนการสอนวิชาวิทยาศาสตร์

วิชาวิทยาศาสตร์ เป็นกลุ่มสาระการเรียนรู้หลักที่มุ่งพัฒนาคุณภาพผู้เรียน ให้มี ความเข้าใจ และพัฒนาทักษะในการดำเนินชีวิตด้วยหลักการทางวิทยาศาสตร์ ประกอบด้วยศาสตร์ การศึกษาย่อยๆ จำนวน 4 สาขาด้วยกัน ได้แก่ สาขาชีววิทยา สาขาฟิสิกส์ สาขาเคมี และสาขาดาราศาสตร์ กระบวนการเรียนการสอนวิชาชีววิทยา ในกลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ ควรเน้นหนักด้านเนื้อหา ทฤษฎีและเทคโนโลยี เป้าหมายในการจัดหลักสูตรนอกจากต้องการให้นักเรียนมีความรู้ในเนื้อหาวิชาแล้ว ยังต้องการให้นักเรียนได้ฝึกทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ปลูกฝังค่านิยมที่เหมาะสมและเจตคติ ทางวิทยาศาสตร์ด้วย การจัดเนื้อหาสาระและกิจกรรมควรให้สอดคล้องกับหลักสูตร ตัวชี้วัด คุณลักษณะ อันพึง ประสงค์ ความสนใจและความถนัดของผู้เรียน คำนึงถึงความแตกต่างระหว่างบุคคล ใช้เทคนิควิธีการ กระตุ้น ให้นักเรียนรู้จักศึกษาหาความรู้และแสวงหาคำตอบด้วยตนเอง มีการประเมินพัฒนาการของผู้เรียน ด้วยวิธีการที่หลากหลายและต่อเนื่อง ทางการเรียนการสอนคือสิ่งใหม่ ๆ ที่สร้างขึ้นมาเพื่อช่วยแก้ปัญหา เกี่ยวกับการเรียนการสอนหรือพัฒนาให้ผู้เรียนเกิดการเรียนรู้อย่างมีประสิทธิภาพ ได้แก่ แนวคิด รูปแบบ วิธีการ กระบวนการ สื่อต่าง ๆ ที่เกี่ยวกับการศึกษา (ไพบุลย์ แคนวัง, 2558) การเรียนการสอนในศตวรรษที่ 21 จะเน้นทักษะการเรียนรู้ (Learning Skill) เป็นสำคัญโดยให้ผู้เรียนได้มีโอกาสศึกษาเรียนรู้ด้วยตนเอง อาจารย์จะเป็นเพียงผู้คอยชี้แนะแนวทางเท่านั้น เทคโนโลยีสารสนเทศจึงเป็นตัวแปรสำคัญที่เข้ามา มีบทบาทต่อการเรียนการสอนเพื่อให้นักเรียนการศึกษามีประสิทธิภาพมากยิ่งขึ้น (ธีรเดช บุญญา และคณะ, 2558)

### 1.1.2 สื่อการสอนวิชาวิทยาศาสตร์

จากจุดเน้นเชิงนโยบายของกระทรวงศึกษาธิการ กล่าวว่า ควรเพิ่มโอกาสทางการศึกษาผ่านเทคโนโลยีดิจิทัล โดยบูรณาการเทคโนโลยีดิจิทัล เพื่อการศึกษาให้สามารถใช้ประโยชน์ร่วมกัน ทั้งด้านโครงสร้างพื้นฐานและระบบเครือข่าย ด้านระบบข้อมูลสารสนเทศเพื่อการศึกษา ด้านสื่อและองค์ความรู้ รวมถึงการพัฒนาบุคลากรให้ใช้เทคโนโลยีดิจิทัลอย่างสร้างสรรค์และรู้เท่าทันการเปลี่ยนแปลง

ดังนั้นสื่อการสอน จึงควรเป็นสื่อการสอนที่ดึงดูดความสนใจของผู้เรียนได้และยังสามารถส่งเสริมให้นักเรียนฝึกการคิด การแก้ปัญหา และการค้นพบความรู้ โดยผ่านมัลติมีเดียในรูปแบบต่างๆ สื่อการสอนจะช่วยให้เกิดการเรียนรู้อย่างมีประสิทธิภาพ สร้างแรง จูงใจ และกระตุ้นให้เกิดการเรียนรู้ โดยการใช้เทคนิคการนำเสนอที่หลากหลาย สามารถดึงดูดและคงความสนใจของผู้เรียนช่วยให้เกิดการจดจำ ช่วยให้เกิดการเรียนรู้และสามารถเข้าใจเนื้อหาได้ดี ช่วยให้ผู้เรียนมีส่วนร่วมในกิจกรรม การเรียนการสอนมากขึ้น ช่วยสร้างเสริมลักษณะที่ดี ในการศึกษาค้นคว้าหาความรู้ ดังนั้นจึงสมควรนำเอาเทคโนโลยีที่ทันสมัยมาใช้เป็นสื่อการเรียนการสอน ซึ่งสื่อการเรียนการสอนที่ได้รับการยอมรับ จากบุคคลในวงการการศึกษา คือ การนำคอมพิวเตอร์เข้ามาใช้ในการเรียนการสอน สามารถนำเสนอเนื้อหา ได้หลากหลาย ทำให้เกิดความสนุกกับการอ่านหนังสือมากขึ้น (ธีรเดช บุญญาและคณะ, 2558)

### 1.1.3 การจัดสภาพแวดล้อมในการสอนวิชาวิทยาศาสตร์

ชัยยงค์ พรหมวงศ์ และวาสนา ทวีกุลทรัพย์ (2556, น. 8) กล่าวว่า การจัดสภาพแวดล้อมในการสอน ประกอบด้วย การจัดสภาพแวดล้อมทางด้านกายภาพ จิตภาพ และสังคม ดังนี้

การจัดสภาพแวดล้อมในการเรียนการสอนวิชาวิทยาศาสตร์ ควรประกอบด้วย การจัดสภาพแวดล้อมทางกายภาพ คือ อากาศควรถ่ายเทสะดวก มีแสงสว่างเพียงพอ ไม่อยู่ใกล้สิ่งรบกวน เช่น กลิ่นหรือเสียง ห้องเรียนควรมีอุณหภูมิที่เหมาะสม จัดโต๊ะและเก้าอี้ สะดวกและเหมาะสมกับการเรียนรู้และวัยของผู้เรียน มีการจัดป้ายนิเทศหรือมุมวิชาการ มุมหนังสือ ที่เกี่ยวข้องกับเนื้อหาวิชาทางวิทยาศาสตร์ที่น่าสนใจ

การจัดสภาพแวดล้อมทางจิตภาพ คือ ครูควรเข้าใจภูมิหลังและสภาพจิตใจผู้เรียน สภาวะพื้นฐานของแต่ละบุคคลและพยายามช่วยนักเรียนให้ดีที่สุด ครูควรเป็นแบบอย่างที่ดีด้านการแต่งกายที่สะอาด มีสุขภาวะด้านอารมณ์ที่ดี ด้านลักษณะนิสัยที่เหมาะสมและสอนด้วยน้ำเสียงที่เหมาะสมต่อการเรียนรู้

การจัดสภาพแวดล้อมทางสังคม คือ ครูควรเอาใจใส่นักเรียนเป็นรายบุคคลและแสดงความเมตตาให้นักเรียนอย่างทั่วถึง คอยให้คำปรึกษาและคำแนะนำเมื่อนักเรียนมีปัญหาในการเรียนรู้ มีการจัดการเรียนรู้ทั้งแบบเดี่ยวและแบบกลุ่มแลกเปลี่ยนเรียนรู้และมีการช่วยเหลือกัน



## 1.2 สภาพที่เป็นอยู่ในปัจจุบัน

โรงเรียนส่วนใหญ่ในสังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษามัธยมศึกษา เขต 8 ได้มีการจัดการเรียนการสอนในรายวิชาต่างๆ โดยสนับสนุนให้มีการนำสื่อที่หลากหลายมาใช้ในการจัดการเรียนการสอน ควบคู่กับหนังสือและตำรา สำหรับการจัดการเรียนการสอน วิชาชีววิทยา เรื่องความหลากหลายทางชีวภาพ ระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ โดยส่วนใหญ่เน้นเนื้อหาทฤษฎีมากกว่าปฏิบัติ โดยผู้สอนพบว่าสภาพที่เป็นอยู่ในปัจจุบันในแต่ละด้าน ดังนี้

### 1.2.1 วิธีการจัดการเรียนการสอนในการสอนวิชาวิทยาศาสตร์

การสอนวิชาวิทยาศาสตร์ที่เป็นอยู่ในปัจจุบันใช้วิธีการถ่ายทอดความรู้จากครูสู่นักเรียนด้วยวิธีการสอนแบบบรรยาย ทำให้นักเรียนเกิดความเบื่อหน่าย ไม่อยากเรียนรู้ การสอนแบบสาธิตบ้างในบางครั้งอาจ โดยนำสื่อประเภท ภาพ หรือ วิดีทัศน์ และสื่อสไลด์คอมพิวเตอร์ นำเสนอสอดแทรกในการเรียนการสอนบ้าง โดยที่ครูยังคงยึดรูปแบบการสอนที่มีครูเป็นศูนย์กลาง ครูบอกความรู้หน้าชั้นเรียน ผู้เรียนนั่งฟังแล้วจดบันทึกความรู้

### 1.2.2 สื่อการสอนในการสอนวิชาวิทยาศาสตร์

การสอนวิชาวิทยาศาสตร์ที่เป็นอยู่ในปัจจุบันใช้สื่อสิ่งพิมพ์ประเภทหนังสือ ได้แก่ หนังสือเรียนรายวิชาวิทยาศาสตร์ ใบความรู้และสไลด์คอมพิวเตอร์ ที่ประกอบด้วยข้อความและภาพนิ่ง โดยมีสื่อประเภท ภาพ หรือ วิดีทัศน์ ในบางวิชา

### 1.2.3 การจัดสภาพแวดล้อมในการสอนวิชาวิทยาศาสตร์

การจัดสภาพแวดล้อมทางกายภาพ สำหรับห้องที่ใช้ในการการสอนวิชาวิทยาศาสตร์ที่เป็นอยู่ในปัจจุบันอากาศถ่ายเทได้สะดวก มีแสงสว่างเพียงพอ มีการจัดโต๊ะและเก้าอี้เป็นกลุ่มๆละประมาณ 8 คน

การจัดสภาพแวดล้อมทางจิตภาพ คือ ครูมีความรู้ในเนื้อหาวิชาที่สอน แต่งกายเหมาะสม มีสุขภาวะด้านอารมณ์ที่ดี รู้จักผู้เรียนเป็นรายบุคคล

การจัดสภาพแวดล้อมทางสังคม มีการจัดการเรียนรู้ทั้งแบบเดี่ยวและแบบกลุ่ม แลกเปลี่ยนเรียนรู้และมีการช่วยเหลือกัน โดยมีครูเป็นผู้พุดนักเรียนเป็นผู้ฟัง

## 1.3 สภาพปัญหาที่เกิดขึ้น

ในการเรียนการสอนวิชาวิทยาศาสตร์ สำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 สำนักงานเขตพื้นที่การศึกษามัธยมศึกษา เขต 8 จากผลการทดสอบในระดับชาติ (O-net) วิชาวิทยาศาสตร์มีระดับต่ำกว่าค่าเฉลี่ยระดับประเทศและพบว่านักเรียนมีผลการเรียนลดลงเรื่อยๆ (อ้างอิงข้อมูลจากแผนปฏิบัติการปีการศึกษา 2561 สำนักงานเขตพื้นที่การศึกษามัธยมศึกษาเขต 8 พบว่าปีการศึกษา 2558 มีคะแนน O-net ม.3 เฉลี่ยลดลงร้อยละ 0.99 และปีการศึกษา 2559 มีคะแนนลดลงร้อยละ 2.84 ส่วน ม.6 ลดลงร้อยละ 2.22) เนื่องจากนักเรียนยังขาดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ในเรื่องการสังเกต การใช้



เครื่องมือ การค้นคว้าหาความรู้เพิ่มเติม การใช้เทคโนโลยีอย่างมีประสิทธิภาพ ทักษะกระบวนการคิด การเขียนรายงานการทดลอง ขาดความพยายามในการแสวงหาความรู้ ขาดทักษะการวิเคราะห์ สังเคราะห์ และการประเมินค่า ระดับความสามารถในการเรียนรู้ของนักเรียนส่วนใหญ่จึงอยู่ในขั้นความรู้ ความจำ และความเข้าใจเท่านั้น อีกทั้งระบบการศึกษายังไม่ได้ส่งเสริมพัฒนาให้นักเรียนเป็นผู้มีความรู้ความสามารถและมีทักษะที่เพียงพอสำหรับโลกยุคใหม่ รวมถึงกระแสสังคมออนไลน์ (Social Network) ที่เป็นตัวการสำคัญที่ทำให้เกิดปัญหาต่อการเรียนรู้ที่มีประสิทธิภาพ และความถูกต้อง สื่อเหล่านี้ทำให้บทบาทของการจัดการเรียนการสอนในห้องเรียนค่อนข้างลดลง ผู้เรียนขาดกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ในเรื่องการสังเกต การค้นคว้าหาความรู้เพิ่มเติม ทักษะกระบวนการคิด ในด้านการจัดการเรียนการสอนในวิชาวิทยาศาสตร์ ครูยังเน้นที่เนื้อหาทางวิทยาศาสตร์มากกว่าวิธีการคิดแก้ปัญหา ทำให้ผู้เรียนส่วนใหญ่ คิดไม่เป็นระบบ เมื่อรวมกับกระแส ในโลกยุคสังคมออนไลน์ด้วยแล้ว ยิ่งส่งผลให้นักเรียนไม่ชอบอ่านหนังสือ ไม่ค้นคว้าหาความรู้ด้วยตนเอง ไม่เน้นกระบวนการคิด จึงไม่สามารถนำความรู้ที่ได้รับไปใช้ในชีวิตประจำวันในสภาพสังคมปัจจุบันได้

การจัดการเรียนการสอน ของสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษามัธยมศึกษา เขต 8 สามารถพิจารณาได้เป็น 4 ประการ ดังนี้

**1.3.1 การจัดการเรียนการสอนในการสอนวิชาวิทยาศาสตร์** การเรียนการสอนที่ยึดให้ครูเป็นศูนย์กลาง โดยมีครูเป็นผู้ดำเนินการสอนหลักหรือเป็นผู้บอกเล่าความรู้ การสอนแบบบรรยายทำให้เกิดความเบื่อหน่าย ส่งผลให้ผู้เรียนขาดทักษะในการคิดวิเคราะห์ด้วยตนเอง การแก้ปัญหา ขาดความเชื่อมั่น ไม่กล้าตัดสินใจด้วยตนเอง ต้องให้ครูคอยกระตุ้นและชี้แนะแนวทางให้เกิดความสนใจใฝ่เรียนรู้ และนักเรียนยังไม่สามารถวิเคราะห์โจทย์ปัญหา หรือเชื่อมโยงสถานการณ์ต่าง ๆ อย่างเป็นระบบได้

**1.3.2 สื่อการสอนในการสอนวิชาวิทยาศาสตร์** สื่อที่ใช้ไม่สามารถดึงดูดความสนใจหรือเชื่อมโยงเนื้อหากับการนำไปใช้ ทำให้ผู้เรียนเกิดความเบื่อหน่ายไม่สนใจเรียน และไม่สามารถทำความเข้าใจในเนื้อหา ตลอดจนไม่สามารถคิดวิเคราะห์หรือประยุกต์ใช้ความรู้ได้ การใช้หนังสือเรียน และสไลด์คอมพิวเตอร์ ทำให้นักเรียนทุกคนต้องรับรู้ข้อมูลพร้อมกันภายในเวลาเดียวกัน และไม่มีสิ่งดึงดูดความน่าสนใจในการศึกษาทำให้นักเรียนเกิดความเบื่อหน่าย นักเรียนไม่สามารถเรียนรู้หรือทบทวนบทเรียนได้ด้วยตนเอง

### **1.3.3 การจัดสภาพแวดล้อมในการสอนวิชาวิทยาศาสตร์**

การจัดสภาพแวดล้อมทางกายภาพ สำหรับห้องที่ใช้ในการการสอนยังขาดแหล่งเรียนรู้เพิ่มเติมที่เกี่ยวข้องกับเนื้อหาวิชาที่เรียนเพื่อให้นักเรียนสามารถหาความรู้ด้วยตนเอง

การจัดสภาพแวดล้อมทางจิตภาพ คือ นักเรียนไม่สามารถเรียนรู้และทำความเข้าใจได้พร้อมๆ กัน อันเนื่องมาจากความแตกต่างระหว่างบุคคล หากครูสอนซ้ำอธิบายรายละเอียดมาก

นักเรียนเก่งๆก็จะเกิดความเบื่อหน่ายไม่สนใจเรียน หากครูสอนเร็ว นักเรียนบางคนก็จะไม่สามารถทำความเข้าใจได้ทันอีกเลยจนจบเรื่อง

การจัดสภาพแวดล้อมทางสังคม เนื่องจากระยะเวลาที่จำกัดในการพบกับนักเรียน ทำให้ยากต่อการทำความเข้าใจกับนักเรียนเป็นรายบุคคล ในการเข้าถึงปัญหาอุปสรรคในการเรียนรู้ ครูมุ่งเน้นแต่ให้สอนจบเนื้อหาเพื่อบรรลุตามจุดประสงค์การเรียนรู้ จึงขาดการปฏิสัมพันธ์ระหว่างครูและนักเรียน

#### 1.4 ความพยายามในการแก้ปัญหา

การแก้ปัญหาคือการเรียนการสอนวิชาวิทยาศาสตร์นั้น ทุกโรงเรียนในสังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษามัธยมศึกษา เขต 8 ได้พยายามคิดแก้ปัญหาในทุกๆ ด้าน ทั้งในด้านการกำหนดนโยบาย สนับสนุน กำกับติดตาม การพัฒนาบุคลากรอย่างต่อเนื่อง อีกทั้งได้มีการตอบรับนโยบายจากรัฐบาล จากกระทรวงศึกษาธิการ สำนักงานคณะกรรมการการศึกษาขั้นพื้นฐานในด้านต่างๆ ทั้งด้านการสอนได้ สนับสนุนให้มีการจัดการเรียนรู้โดยเน้นผู้เรียนเป็นสำคัญ ด้านสื่อ โรงเรียนจัดให้มีการใช้สื่อเทคโนโลยี สำหรับทุกห้องเรียนและส่งเสริมให้ครูใช้สื่ออิเล็กทรอนิกส์ที่ทันสมัยมาใช้ในการจัดการเรียนรู้ที่หลากหลาย ด้านสภาพแวดล้อม ได้จัดให้มีระบบดูแลช่วยเหลือนักเรียนเพื่อทำความเข้าใจกับนักเรียนเป็นรายบุคคลและหาแนวทางแก้ไขปัญหา พยายามปรับปรุงห้องเรียนให้เหมาะสมกับการจัดกิจกรรมการเรียนการสอน มีการส่งเสริมให้ครูผู้สอนเข้าร่วมการอบรมที่เป็นประโยชน์และสามารถนำความรู้มาใช้ในการจัดการเรียนการสอน และส่งเสริมให้ครูผู้สอนนำนวัตกรรมใหม่ๆ มาปรับให้มีประสิทธิภาพมากที่สุด โดยการนิเทศติดตาม การจัดการเรียนการสอนเป็นระยะ เน้นให้ครูจัดกิจกรรมการเรียนการสอนที่นักเรียนได้สามารถลงมือปฏิบัติ ได้เอง ค้นคว้าหาความรู้ไม่ว่าจะในและนอกสถานศึกษา สนับสนุนการใช้สื่อการสอนที่หลากหลายโดยเฉพาะ สื่อเทคโนโลยีต่างๆ และให้ครูศึกษาประสิทธิภาพการใช้นวัตกรรมเพื่อพัฒนาการเรียนการสอนโดยทำวิจัย ในชั้นเรียนทุกภาคเรียน การพัฒนาเทคโนโลยีสารสนเทศอย่างต่อเนื่อง ทำให้เกิดสื่อการเรียนการสอนที่ทันสมัยมากมาย สื่อมัลติมีเดียก็เป็นอีกหนึ่งทางเลือกที่ครูพยายามนำมาใช้ สื่อเทคโนโลยีความจริงเสมือน (Augmented Reality) เป็นเทคนิคเพิ่มความเสมือนจริง โดยการผสมผสานโลกแห่งความเป็นจริง (Real) เข้ากับ โลกเสมือน (Virtual) โดยผ่านอุปกรณ์เคลื่อนที่ (Mobile Device) เช่น สมาร์ทโฟนหรือแท็บเล็ต ร่วมกับการ ใช้ซอฟต์แวร์ ทำให้เกิดภาพสามมิติ (ธีรเดช บุญญา และคณะ, 2558)

Augmented Reality (AR) เป็นเทคโนโลยีใหม่ที่กำลังเข้ามามีบทบาทในการศึกษา และในอนาคตมีความเป็นไปได้สูงในการใช้สื่อประเภทนี้ในเชิงธุรกิจ การนำเสนอสินค้า และโฆษณา ปัจจุบันได้นำ เทคโนโลยี AR มาประยุกต์ใช้ในด้านจัดการเรียนรู้ ช่วยกระตุ้นให้ผู้เรียนมีความสนใจทางการเรียน อยากรู้ อยากเห็น อยากเรียนรู้สิ่งใหม่ และมีส่วนร่วมในการเรียนรู้มากขึ้น ผู้เรียนสามารถเรียนรู้ได้โดยการ มองสิ่งต่างๆ ของเนื้อหาที่อยากทำความเข้าใจและอยากอธิบายของครู การจัดทำเนื้อหาให้อยู่ในรูปของ ภาพสามมิติ และมีการเคลื่อนไหว จะช่วยให้ผู้เรียนมีความสนใจในเนื้อหามากขึ้น ทั้งยังเป็นการส่งเสริมให้เกิดความคงทนในการเรียนรู้อีกด้วย การใช้ระบบเทคโนโลยีความจริงเสมือนสร้างสภาพแวดล้อมสำหรับการ

เรียนรู้แบบร่วมมือที่เรียกว่า Collaborative Learning (Rambi, 2012) โดยมีแนวคิดการใช้โลกเสมือน (Virtual) และวัตถุจริง (Physical Object) เพื่อจำลองสถานการณ์และสร้างสภาพแวดล้อมให้ผู้เรียนทำงานร่วมกันจากนั้น นักวิจัยและนักการศึกษาได้มีแนวคิดพัฒนา หนังสือสื่อเสริม (Augmented Books) ขึ้นเพื่อเสริมรายละเอียดเนื้อหาเพิ่มเติมจากข้อความในหนังสือ โดยการใช้เทคโนโลยีต่างๆ ใส่เพิ่มเติมเข้าไป (Homecker & Dunser, 2009) เช่น Interactive Visualizations, Animations, 3D graphic หรือ AR (Augmented Reality) เป็นต้น

ผู้วิจัยได้ศึกษางานวิจัยเกี่ยวกับเรื่องความจริงเสมือน (Augmented Reality) ที่มีผู้ทำไว้ตั้งแต่ปี 2552 ถึง 2560 มีจำนวน 13 เรื่อง ดังนี้

อรรถศาสตร์ เวียงสงค์ และคณะ (2552) ได้ทำการวิจัยเรื่องการพัฒนาสื่อความเป็นจริงเสมือน พบว่า สื่อความเป็นจริงเสมือนที่ผู้วิจัยพัฒนาขึ้น สามารถทำให้ผู้ชมสื่อ รู้สึกเหมือนอยู่ในเหตุการณ์นั้นจริงไม่ว่าจะเป็นทางด้านภาพโมเดล 3 มิติ สภาพแวดล้อมเสมือนจริง เสียง หรือประสาทสัมผัส โดยใช้อุปกรณ์พื้นฐานทางคอมพิวเตอร์ ซึ่งมีลักษณะแบบตอบโต้กับผู้ใช้หรือมัลติมีเดียปฏิสัมพันธ์ สามารถนำสื่อความเป็นจริงเสมือนไปใช้ในการประชาสัมพันธ์มหาวิทยาลัยได้จริง และมีประสิทธิภาพได้สื่อความเป็นจริงเสมือนที่พัฒนาขึ้นตามรูปแบบที่ได้จากการศึกษาและนิสิตมีความพึงพอใจต่อการใช้สื่อความเป็นจริงเสมือนโดยรวมอยู่ในระดับมาก

นวรรตน์ แซ่ไคว (2556) ได้ทำการวิจัยเรื่อง การพัฒนาแบบจำลองโลกเสมือนจริง สำหรับบทเรียนมัลติมีเดียปฏิสัมพันธ์ เรื่อง การท่องเที่ยวโลกอุปกรณ์คอมพิวเตอร์ ผลการวิจัยพบว่า 1) แบบจำลองโลกเสมือนจริงสำหรับบทเรียนมัลติมีเดียปฏิสัมพันธ์ มีคุณลักษณะดังนี้ (1) การเข้าไปใช้ระบบได้ในเวลาเดียวกัน (2) การติดต่อระบบด้วยกราฟิก (3) การใกล้ชิดกับระบบ (4) การจัดการข้อมูล (5) ชุมชนออนไลน์ (6) การจำลองเสมือนจริง (7) การมีปฏิสัมพันธ์กับระบบ และ (8) สิ่งแทนตัวตน 2) มีคุณภาพอยู่ในระดับดี และมีประสิทธิภาพ 86.92/84.42 ตามเกณฑ์ที่กำหนด 3) คะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังเรียนผ่านบทเรียนมัลติมีเดียปฏิสัมพันธ์โลกเสมือนจริง สูงกว่าคะแนนทดสอบก่อนเรียน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 และ 4) นักศึกษามีความพึงพอใจต่อบทเรียนมัลติมีเดียปฏิสัมพันธ์ ในระดับมาก

มานพ สว่างจิต (2556) ได้ทำการวิจัยเรื่อง การพัฒนาสื่อความจริงเสมือน วิชาวิทยาศาสตร์ โรงเรียนที่มีผลสัมฤทธิ์ต่ำกว่าเกณฑ์มาตรฐาน สังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษาประถมศึกษานครนายก ผลการวิจัยพบว่า 1) สื่อความจริงเสมือน วิชาวิทยาศาสตร์ โรงเรียนที่มีผลสัมฤทธิ์ต่ำกว่าเกณฑ์มาตรฐาน สังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษาประถมศึกษานครนายก มีคุณภาพอยู่ในระดับดีมาก และมีประสิทธิภาพ 88.33/87.17 ซึ่งเป็นไปตามที่กำหนดไว้ 2) คะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนที่เรียนด้วยสื่อความจริงเสมือน สูงกว่าคะแนนก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญ ทางสถิติที่ระดับ .05 3) ดัชนีประสิทธิผลของสื่อความจริงเสมือน มีค่าเท่ากับ .65 และ 4) นักเรียนมีความพึงพอใจต่อการเรียนด้วยสื่อความจริงเสมือน อยู่ในระดับมากที่สุด (ค่าเฉลี่ย 4.61)

กัณฑ์ วรอาจ (2557) ได้ทำการวิจัยเรื่อง การพัฒนาหนังสืออ่านเพิ่มเติมที่มีความจริงเสมือน เรื่องประเทศสิงคโปร์ผ่านไอแพด สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ผลการวิจัยพบว่า 1) หนังสืออ่านเพิ่มเติมที่มีความจริงเสมือน เรื่องประเทศสิงคโปร์ผ่านไอแพด มีคุณภาพอยู่ในระดับดี โดยด้านเนื้อหา มีคุณภาพอยู่ในระดับดี และด้านเทคนิคมีคุณภาพอยู่ในระดับดีมาก และมีประสิทธิภาพ 92.14/91.42 2) ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังจากเรียนด้วยหนังสืออ่านเพิ่มเติมที่มีความจริงเสมือน เรื่องประเทศสิงคโปร์ผ่านไอแพด สูงกว่าคะแนนก่อนเรียน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 และ 3) นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 มีความพึงพอใจต่อหนังสืออ่านเพิ่มเติมที่มีความจริงเสมือน เรื่องประเทศสิงคโปร์ ผ่านไอแพด อยู่ในระดับมาก

จุฑามาศ ฉัญญเจริญ (2557) ได้ทำการวิจัยเรื่อง การพัฒนาหนังสือภาพความจริงเสมือนผ่านไอแพดเรื่อง ทำร้ายมาตรฐาน สำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 พบว่า หนังสือภาพความจริงเสมือนผ่านไอแพดเรื่อง ทำร้ายมาตรฐาน ที่ประเมินโดยผู้ทรงคุณวุฒิด้านเนื้อหาอยู่ใน ระดับดี และด้านเทคนิคมีคุณภาพอยู่ในระดับดีมาก มีประสิทธิภาพตามเกณฑ์มาตรฐาน 80/80 อยู่ในเกณฑ์ 82.17/82.00 ตามที่กำหนดไว้ ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังจากเรียนด้วยหนังสือภาพ ความจริงเสมือนผ่านไอแพดเรื่อง ทำร้ายมาตรฐาน สูงกว่าคะแนนก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทาง สถิติที่ระดับ .05 ผลการปฏิบัติทำร้ายมาตรฐานของนักเรียนที่เรียนด้วยหนังสือภาพความจริงเสมือน อยู่ในระดับดีมาก นักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 มีความพึงพอใจต่อการใช้นี้หนังสือภาพความจริง เสมือนผ่านไอแพดเรื่อง ทำร้ายมาตรฐาน อยู่ในระดับมากที่สุด

ญาณวุฒิ ไชโย, วีรพันธุ์ ศิริฤทธิ์ (2557) ได้ทำการวิจัยเรื่อง การพัฒนาหนังสือความจริงเสมือนสามมิติ เรื่อง สมุนไพรจีน สำหรับนักศึกษา ระดับปริญญาตรี คณะแพทยตะวันออก วิทยาลัย เชียงรายผลการวิจัยพบว่า ประสิทธิภาพของหนังสือความจริงเสมือนสามมิติ เรื่อง สมุนไพรจีน มีประสิทธิภาพ เท่ากับ 83.20/87.40 ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของผู้เรียนที่เรียนด้วยหนังสือความจริงเสมือนสามมิติ เรื่อง สมุนไพรจีนมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05 ความพึงพอใจของผู้เรียนที่มีต่อหนังสือความจริงเสมือนสามมิติ เรื่อง สมุนไพรจีนอยู่ในระดับมาก โดยมีค่าเฉลี่ย เท่ากับ 4.29 และค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 0.65

ธนชพร ท่าใหญ่ (2557) ได้ทำการวิจัยเรื่อง การพัฒนาหนังสืออ่านเพิ่มเติมความจริงเสมือน เรื่องบทธวดมนต์ ผ่านไอแพด สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ผลการวิจัยพบว่า 1) หนังสืออ่านเพิ่มเติมความจริงเสมือน เรื่อง บทธวดมนต์ ผ่านไอแพด ที่ประเมินโดยผู้ทรงคุณวุฒิด้านเนื้อหาอยู่ในระดับดีมากและด้านเทคนิคมีคุณภาพอยู่ในระดับดีและมีประสิทธิภาพ 83.33/84.67 2) ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังจากเรียนด้วยหนังสืออ่านเพิ่มเติมความจริงเสมือน เรื่อง บทธวดมนต์ ผ่านไอแพด สูงกว่าคะแนนก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 3) ดัชนีประสิทธิผลมีค่าเท่ากับ .70 และ 4) นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 มีความพึงพอใจต่อการใช้นี้หนังสืออ่านเพิ่มเติมความจริงเสมือน เรื่อง บทธวดมนต์ ผ่านไอแพด อยู่ในระดับมากที่สุด



วิวัฒน์ มีสุวรรณ (2557) ได้ทำการวิจัยเรื่อง การพัฒนาสื่อการเรียนการสอนด้วยเทคโนโลยีออกเมนต์โต้ตอบเรียลไทม์ เรื่องชุดประจำชาติของกลุ่มประชาคมอาเซียน ผลการวิจัยพบว่าผู้เรียนที่มีความรู้สึกชอบในความแปลกใหม่ ตื่นเต้น สนุกสนาน และมีความพึงพอใจต่อการเรียนการสอนที่ผู้วิจัยได้พัฒนาขึ้น ช่วยลดเวลาในการเรียนรู้ให้น้อยลง สามารถเข้าใจได้ง่ายขึ้น ผู้เรียนมีความสุขกับการได้ทดลองใช้สื่อ AR ช่วยให้การจัดการเรียนรู้มีประสิทธิภาพ

สหพร ขวัญวิชา (2557) ได้ทำการวิจัยเรื่อง การพัฒนาหนังสือคำศัพท์ภาษาอังกฤษภาพความจริงเสมือน เรื่อง สัตว์ ผ่านแท็บเล็ต สำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 1 ผลการวิจัยพบว่า 1) หนังสือคำศัพท์ภาษาอังกฤษภาพความจริงเสมือน เรื่อง สัตว์ ผ่านแท็บเล็ต ที่ประเมินโดยผู้ทรงคุณวุฒิ ด้านเนื้อหาอยู่ในระดับดีมากและด้านเทคนิคมีคุณภาพอยู่ในระดับดีและมีประสิทธิภาพเท่ากับ 81.17/82.33 2) ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังจากเรียนด้วยหนังสือคำศัพท์ภาษาอังกฤษภาพความจริงเสมือน เรื่อง สัตว์ ผ่านแท็บเล็ต สูงกว่าคะแนนก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 และ 3) นักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 มีความพึงพอใจต่อการใช้หนังสือคำศัพท์ภาษาอังกฤษภาพความจริงเสมือน เรื่อง สัตว์ ผ่านแท็บเล็ต อยู่ในระดับมากที่สุด

สถิตย์โชค โปธิ์สอาด (2558) ได้ทำการวิจัยเรื่อง การพัฒนาระบบพาณิชย์อิเล็กทรอนิกส์ความจริงเสมือนเพื่อเพิ่มประสบการณ์การซื้อเสมือนจริง ผลการศึกษาแสดงให้เห็นว่า การแสดงสินค้าแบบความจริงเสมือนมีผลต่อเวลาที่ใช้ในการสำรวจสินค้า การเรียนรู้สินค้า ทศนคติต่อสินค้า และความตั้งใจในการซื้อสินค้า แสดงให้เห็นถึงประโยชน์ของระบบ นอกจากนี้ การทดสอบการใช้งานได้และความพึงพอใจของระบบแสดงให้เห็นว่าผู้ใช้มีแนวโน้มที่ดีในการที่จะใช้ระบบในชีวิตจริง

สุทธิกานต์ บ่อจักรพันธ์ (2558) ได้ทำการวิจัยเรื่อง การพัฒนาสื่อการเรียนการสอนด้วยเทคโนโลยีความจริงเสริม วิชาเคมี เรื่อง แบบจำลองอะตอม สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ผลการวิจัย พบว่า ประสิทธิภาพของสื่อการเรียนการสอนด้วยเทคโนโลยีความจริงเสริม เรื่อง แบบจำลองอะตอม มีค่า 87.55/80.19 นักเรียนมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังเรียนสูงกว่าผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 และ นักเรียนมีความพึงพอใจต่อการเรียนด้วยสื่อการเรียนการสอนอยู่ในระดับมาก

สุพจน์ พ่วงศิริ (2558) ได้ทำการวิจัยเรื่อง การพัฒนาคู่มือความจริงเสริม เรื่อง การใช้เครื่องมือวัดปริมาณไขมันในร่างกาย สำหรับนิสิตสาขาวิชาสาธารณสุขศาสตร์ชั้นปีที่ 1 คณะพลศึกษา มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ผลการวิจัยพบว่า คู่มือความจริงเสริม มีคุณภาพด้านสื่ออยู่ในระดับดีมาก มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 4.92 ด้านเนื้อหาอยู่ในระดับดีมาก มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 4.78 และมีประสิทธิภาพตามเกณฑ์เท่ากับ 81/82 ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนก่อนเรียนมีคะแนนเฉลี่ยเท่ากับ 12.10 มีคะแนนเฉลี่ยหลังเรียนเท่ากับ 18.37 การวิเคราะห์ t-test ระหว่างก่อนเรียนและหลังเรียนมีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05 และผู้เรียนมีความพึงพอใจต่อคู่มือความจริงเสริมอยู่ในระดับมาก โดยมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 4.47

อุไรวรรณ ศรีไชยเลิศ และสรเดช ครุฑจ้อน (2560) ได้ทำการวิจัยเรื่อง การพัฒนาสื่อการสอนด้วยเทคโนโลยีโลกเสมือนจริง 2 มิติ แบบมีปฏิสัมพันธ์ เรื่อง ปรัชญาการณของโลกและเทคโนโลยีอวกาศ สำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 ผลการวิจัยพบว่า สื่อการสอนแบบเสมือนจริง 2 มิติแบบมีปฏิสัมพันธ์กับผู้เรียน มีประสิทธิภาพเท่ากับ 80.52/84.06 เป็นไปตามเกณฑ์ที่กำหนดคือสูงกว่า 80/80 ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของผู้เรียนหลังเรียน ( $x = 25.22$ , S.D. = 2.67) สูงกว่าก่อนเรียน ( $x = 11.09$ , S.D. = 3.49) อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 และความพึงพอใจของนักศึกษาที่มีต่อสื่อการสอนอยู่ในระดับมากที่สุด ( $x = 4.87$ , S.D. = 0.34)

จากงานวิจัยที่เกี่ยวข้องพบว่า การนำเทคโนโลยีความจริงเสมือน (Augmented Reality) มาใช้ในการจัดการเรียนการสอน มีส่วนช่วยให้ประสิทธิภาพในการจัดการเรียนการสอนดีขึ้น โดยสังเกตได้จากผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนที่เรียนด้วยเทคโนโลยีความจริงเสมือนมีค่าสูงขึ้น ช่วยกระตุ้นให้ผู้เรียนรู้สึกถึงความแปลกใหม่ ตื่นเต้น สนุกสนาน และมีความพึงพอใจต่อการเรียนรู้มากขึ้น ช่วยลดเวลาในการเรียนรู้ให้น้อยลง สามารถเข้าใจและได้ง่ายขึ้น เนื่องจากเป็นช่องทางให้ผู้เรียนได้สัมผัสและเรียนรู้ได้สอดคล้องกับเนื้อหาและเห็นภาพเคลื่อนไหวได้จริง ทำให้ผู้เรียนมีความสุขกับการได้ทดลองใช้สื่อ AR ส่งผลให้ผู้เรียนมีความก้าวหน้าทางการเรียนเพิ่มขึ้น

### 1.5 แนวทางที่ผู้วิจัยจะดำเนินการแก้ปัญหา

จากการศึกษาสภาพปัญหาและวิธีการที่ผู้วิจัยพบในการจัดการเรียนการสอน วิชาชีววิทยา เรื่องความหลากหลายทางชีวภาพ กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 ตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 ซึ่งผู้วิจัยได้สนใจการพัฒนาหนังสือเทคโนโลยีความจริงเสมือนและได้ศึกษาแนวทางในการแก้ปัญหาดังกล่าว ที่เหมาะสมกับสภาพปัจจุบัน คือการใช้หนังสือเทคโนโลยีความจริงเสริมใช้ในการจัดการเรียนการสอน พบว่า การเรียนการสอนด้วยหนังสือเทคโนโลยีความจริงเสริมเป็นสื่อที่มีประสิทธิภาพในการนำมาแก้ปัญหา เพื่อเป็นสื่อการสอนที่ช่วยเพิ่มความน่าสนใจในบทเรียนและช่วยให้นักเรียนเกิดการเรียนรู้ เข้าใจในเรื่อง ความหลากหลายทางชีวภาพได้มากยิ่งขึ้น เนื่องจากเนื้อหาในเรื่องนี้ควรมีตัวอย่างสิ่งมีชีวิตที่หลากหลาย ซึ่งสิ่งมีชีวิตบางชนิดนักเรียนไม่เคยเห็นก็จะสามารถเห็นได้ในลักษณะของภาพสามมิติหรือวิดีโอ ทำให้เกิดความน่าสนใจ และเข้าใจง่ายมากขึ้นได้อย่างรวดเร็ว จากหนังสือโดยผ่านช่องทางต่างๆ ได้แก่ โทรศัพท์มือถือสมาร์ทโฟนหรือแท็บเล็ต ทำให้ระบบการศึกษาไทยมีการใช้ประโยชน์จากเทคโนโลยีในการจัดการศึกษามากมาย สำหรับหนังสือเทคโนโลยีความจริงเสริมเป็นสื่ออย่างหนึ่งที่ทำให้นักเรียนได้ศึกษาค้นคว้าได้มากกว่าการศึกษาจากหนังสือทั่วไป สามารถบรรจุเนื้อหาได้ในจำนวนมากเป็นสื่อการเรียนการสอนที่สามารถช่วยสอนในสิ่งที่เข้าใจยากให้ง่ายขึ้น สิ่งที่เป็นนามธรรมกลับเป็นรูปธรรมมากยิ่งขึ้น มีการผสมผสานเนื้อหาวิชา แบบฝึกหัดรูปภาพ สื่อวีดิทัศน์อย่างเป็นลำดับขั้นตอน สามารถสอดแทรกเกร็ดความรู้เพิ่มเติมต่างๆ ได้กว้างขวางตรงตามตัวชี้วัด ผู้เรียนสามารถเรียนรู้ด้วยตนเองได้

## 2. วัตถุประสงค์การวิจัย

### 2.1 วัตถุประสงค์ทั่วไป

เพื่อพัฒนาหนังสือเทคโนโลยีความจริงเสมือนวิชาชีววิทยา เรื่อง ความหลากหลายทางชีวภาพ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 สังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษามัธยมศึกษา เขต 8

### 2.2 วัตถุประสงค์เฉพาะ

2.2.1 เพื่อพัฒนาหนังสือเทคโนโลยีความจริงเสมือนวิชาชีววิทยา เรื่อง ความหลากหลายทางชีวภาพ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 สังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษามัธยมศึกษา เขต 8

2.2.2 เพื่อศึกษาความก้าวหน้าทางการเรียนของนักเรียนที่เรียนด้วยหนังสือเทคโนโลยีความจริงเสมือนเรื่อง ความหลากหลายทางชีวภาพ

2.2.3 เพื่อศึกษาความพึงพอใจของนักเรียนต่อหนังสือเทคโนโลยีความจริงเสมือน เรื่อง ความหลากหลายทางชีวภาพ

## 3. สมมติฐานการวิจัย

นักเรียนที่เรียนด้วยหนังสือเทคโนโลยีความจริงเสมือนวิชาชีววิทยา เรื่อง ความหลากหลายทางชีวภาพ มีความก้าวหน้าทางการเรียนเพิ่มขึ้นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ที่ระดับ 0.05

## 4. ขอบเขตการวิจัย

### 4.1 รูปแบบการวิจัย การวิจัยและพัฒนา

### 4.2 ประชากร

ประชากรที่ใช้ในการวิจัย ได้แก่ นักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 โรงเรียนในสังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษามัธยมศึกษา เขต 8 ที่กำลังศึกษาอยู่ในภาคเรียนที่ 1 ในปีการศึกษา 2561

4.3 เนื้อหาสาระที่ใช้ในการวิจัย เนื้อหาที่ใช้ในการสร้างหนังสือเทคโนโลยีความจริงเสมือนวิชาชีววิทยา เรื่อง ความหลากหลายทางชีวภาพ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 ประกอบด้วย

หน่วยที่ 1 ความหลากหลายของสิ่งมีชีวิต

หน่วยที่ 2 สิ่งมีชีวิตเซลล์เดียว

หน่วยที่ 3 สิ่งมีชีวิตหลายเซลล์



#### 4.4 เครื่องมือที่ใช้ในงานวิจัย

4.4.1 หนังสือเทคโนโลยีความจริงเสมือนวิชาชีววิทยา เรื่อง ความหลากหลายทางชีวภาพ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6

4.4.2 แบบทดสอบก่อนและหลังเรียนแบบคู่ขนาน

4.4.3 แบบสอบถามความพึงพอใจ

#### 4.5 สถิติที่ใช้ในงานวิจัย

การหาประสิทธิภาพ  $E_1/E_2$  การทดสอบค่า t-test แบบ t-dependent ค่าเฉลี่ย และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน

4.6 ระยะเวลาดำเนินการวิจัย ภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2561

### 5. นิยามศัพท์เฉพาะ

5.1 หนังสือเทคโนโลยีความจริงเสมือน หมายถึง หนังสือที่รวบรวมข้อมูลประเภทตัวอักษร และรูปภาพต่างๆ พิมพ์ลงบนแผ่นกระดาษ โดยมีการนำแอปพลิเคชันมาประยุกต์ใช้ร่วมในการจัดทำ โดยการนำแท็บเล็ตหรือโทรศัพท์มือถือสมาร์ทโฟน มาส่องที่หนังสือภาพความจริงเสมือนผ่านแอปพลิเคชัน จะแสดงภาพเคลื่อนไหวที่มีเสียงบรรยายเนื้อหาประกอบเพิ่มเติมจากเนื้อหาในหนังสือ ทำให้เกิดปฏิสัมพันธ์กับผู้ใช้ และช่วยให้เกิดการเรียนรู้อย่างเป็นรูปธรรม ซึ่งประกอบด้วยเนื้อหา 3 หน่วย ได้แก่ (1) ความหลากหลายทางชีวภาพ (2) ประชากร และ (3) มนุษย์กับความยั่งยืนของสิ่งแวดล้อม

5.2 นักเรียน หมายถึง ผู้ที่กำลังศึกษาระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 สำนักงานเขตพื้นที่ การศึกษามัธยมศึกษา เขต 8

5.3 ความพึงพอใจ หมายถึง ความรู้สึกของนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 มีต่อหนังสือเทคโนโลยีความจริงเสมือนวิชาชีววิทยา เรื่อง ความหลากหลายทางชีวภาพ ประกอบด้วยด้านคุณภาพ รูปแบบและประโยชน์ วัดโดยการใช้การสอบถามที่เป็นแบบมาตราประเมินค่า 5 ระดับ คือในระดับมากที่สุด ระดับมาก ระดับปานกลาง ระดับน้อย และระดับน้อยที่สุดและคำถามปลายเปิด อ้างอิงระดับคะแนนจาก ตารางค่าระดับความพึงพอใจของ Likert

5.4 เขตพื้นที่การศึกษามัธยมศึกษา เขต 8 หมายถึง พื้นที่ในการกำกับดูแลสถานศึกษา ระดับมัธยมศึกษา ที่ครอบคลุมโรงเรียนที่เปิดสอนในระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ถึงระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 ภายในจังหวัดราชบุรีและกาญจนบุรี รวมทั้งสิ้นจำนวน 55 โรงเรียน

5.5 ประสิทธิภาพตามเกณฑ์ 80/80 หมายถึง ระดับคุณภาพหนังสือเทคโนโลยีความจริงเสมือนได้รับจากกระบวนการ และผลลัพธ์ โดยกำหนดตัวเลขเป็นร้อยละของคะแนนเฉลี่ย มีค่าเป็น  $E_1/E_2$  ซึ่งมีความหมายดังนี้

80 ตัวแรก ( $E_1$ ) คือ ค่าประสิทธิภาพของกระบวนการ คิดเป็นร้อยละของคะแนนที่นักเรียนได้รับโดยเฉลี่ย จากการทำแบบฝึกปฏิบัติและประกอบกิจกรรมระหว่างเรียน

80 ตัวหลัง ( $E_2$ ) คือ ค่าประสิทธิภาพของผลลัพธ์ คิดเป็นร้อยละของคะแนนที่นักเรียนได้รับโดยเฉลี่ย จากการทำแบบทดสอบหลังเรียน

## 6. ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

6.1 ได้หนังสือเทคโนโลยีความจริงเสริมสำหรับนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 สำนักงานเขตพื้นที่การศึกษามัธยมศึกษาเขต 8 ที่มีประสิทธิภาพตามเกณฑ์ที่กำหนดเท่ากับ 80/80

6.2 ได้สื่อที่ส่งเสริมและสนับสนุนการเรียนรู้รายบุคคล



## บทที่ 2

### วรรณกรรมที่เกี่ยวข้อง

การวิจัยเรื่องการพัฒนาหนังสือเทคโนโลยีความจริงเสมือน วิชาชีววิทยา เรื่อง ความหลากหลายทางชีวภาพ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 สังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษา มัธยมศึกษา เขต 8 ผู้วิจัยได้ศึกษาเอกสารแนวคิดและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องครอบคลุมเกี่ยวกับ (1) เทคโนโลยีความจริงเสมือน (Augmented Reality : AR) (2) สื่อสิ่งพิมพ์เพื่อการศึกษา (3) การจัดการเรียนการสอน วิทยาศาสตร์ (4) บริบทเขตพื้นที่การศึกษามัธยมศึกษาเขต 8 (5) การทดสอบประสิทธิภาพ และ (6) งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

#### 1. เทคโนโลยีความจริงเสมือน (Augmented Reality : AR)

ในการศึกษาวรรณกรรมที่เกี่ยวข้องกับเทคโนโลยีความจริงเสมือน (Augmented Reality : AR) ผู้วิจัยได้ศึกษาเนื้อหาครอบคลุม (1) ความหมายของเทคโนโลยีความจริงเสมือน (2) หลักการของเทคโนโลยีความจริงเสมือน (3) ประโยชน์ของเทคโนโลยีความจริงเสมือน และ (4) การพัฒนาหนังสือเทคโนโลยีความจริงเสมือน โดยมีรายละเอียดดังนี้

##### 1.1 ความหมายของเทคโนโลยีความจริงเสมือน

เทคโนโลยีความจริงเสมือน (Augmented Reality: AR) เป็นการนำระบบความจริงเสมือนมาผนวกกับเทคโนโลยีภาพเพื่อสร้างสิ่งที่เสมือนจริงให้กับผู้ใช้ และเป็นนวัตกรรมหรือเทคโนโลยีที่มีมาตั้งแต่ปี ค.ศ. 2004 จัดเป็นแขนงหนึ่งของงานวิจัยด้านวิทยาการคอมพิวเตอร์ว่าด้วยการเพิ่มภาพเสมือนของโมเดลสามมิติที่สร้างจากคอมพิวเตอร์ลงไปบนภาพที่ถ่ายมาจากกล้องวิดีโอ เว็บแคมหรือกล้องในโทรศัพท์มือถือ แบบเฟรมต่อเฟรมด้วยเทคนิคทางด้านคอมพิวเตอร์กราฟิก ได้มีผู้ให้ความหมายเทคโนโลยีความจริงเสมือน (Augmented Reality : AR) ดังนี้

อซุมา (Azuma, 1997 อ้างถึงใน ประหยัด จิระวรพงศ์, 2553, น. 190 ได้ให้ความหมายของเทคโนโลยีความจริงเสมือน ไว้ว่า เป็นการรวบรวมเอาความจริงและความเสมือนเข้าด้วยกัน (Real + Virtual) มีการปฏิสัมพันธ์ในเวลาจริง และเป็นการทำงานด้วยระบบ 3D เช่นเดียวกับกับ คิชิโน (Kishino, 1994) ที่กล่าวว่า AR เป็นความต่อเนื่องของการขยายสภาพความจริงไปสู่สภาพเสมือนหรือเป็นความสัมพันธ์อย่างใกล้ชิดระหว่างสภาพแวดล้อมที่เป็นจริงกับสภาพแวดล้อมที่เสมือน

วิวัฒน์ มีสุวรรณ (2556, น. 2) ได้กล่าวถึง ความหมายของ Augmented Reality ไว้ว่า เป็นเทคโนโลยีผสมผสานระหว่างโลกที่มีการปฏิสัมพันธ์ระหว่างความเป็นจริง (Real World) เข้ากับการปฏิสัมพันธ์เสมือนจริง (Virtual World) โดยผ่านเทคนิคการแสดงผล 3 มิติจากกล้องเว็บแคม ทำให้เกิดความซ้อนทับระหว่างภาพในโลกความจริงกับภาพที่เกิดขึ้นในโลกเสมือน ซึ่งการผสมผสานของภาพที่ได้เกิดขึ้นนั้นจะต้องเกิดจากการปฏิสัมพันธ์หรือมีความสัมพันธ์กัน

ไพฑูรย์ ศรีฟ้า (2556, น. 1) กล่าวว่า Augmented Reality เทคโนโลยีผสมผสานระหว่างโลกแห่งความจริง (Reality) และความเสมือนจริง (Virtual) เข้าด้วยกันผ่านวัสดุทางเทคโนโลยีต่างๆ เช่น Webcam Computer Pattern Software และอุปกรณ์อื่นๆ ที่เกี่ยวข้อง ซึ่งสภาพความเสมือนจริงนั้นจะแสดงผลผ่านหน้าจอคอมพิวเตอร์ มอนิเตอร์ โปรเจคเตอร์ และอุปกรณ์แสดงผล โดยภาพเสมือนจริงที่ปรากฏขึ้น จะมีปฏิสัมพันธ์กับผู้ชมได้ทันที ซึ่งอาจมีลักษณะเป็นภาพนิ่ง ภาพ 3 มิติ และภาพเคลื่อนไหว รวมถึงภาพเคลื่อนไหวที่มีเสียงประกอบด้วย ขึ้นอยู่กับการออกแบบสื่อแต่ละรูปแบบ

สรุปได้ว่า ความจริงเสมือน (Augmented Reality : AR) เทคโนโลยีที่นำความจริงเสมือนมาผสมผสานกับความจริง โดยมีการปฏิสัมพันธ์กันผ่านอุปกรณ์ทางเทคโนโลยีต่างๆ เชื่อมโยงซ้อนทับกันด้วยแอปพลิเคชัน และแสดงผลนั้นบนหน้าจอกของอุปกรณ์ทางเทคโนโลยีนั้นได้ในรูปแบบของภาพนิ่ง ภาพเคลื่อนไหว วิดีโอและเสียง

## 1.2 หลักการของเทคโนโลยีความจริงเสมือน

เทคโนโลยีความจริงเสมือน คือการพัฒนาเทคโนโลยีที่ผสมผสานเอาโลกแห่งความจริง (Reality) และความเสมือนจริง (Virtual) เข้าด้วยกัน ผ่านซอฟต์แวร์และอุปกรณ์เชื่อมต่อต่างๆ เช่น Webcam Computer Cloud Computing หรืออุปกรณ์อื่นที่เกี่ยวข้อง ซึ่งภาพเสมือนจริงนั้นจะแสดงผลผ่านหน้าจอคอมพิวเตอร์บน Monitor บน Projector หรือบนอุปกรณ์แสดงผลอื่นๆ โดยภาพเสมือนจริงที่ปรากฏขึ้นจะมีปฏิสัมพันธ์ (Interactive) กับผู้ชมได้ทันที อาจมีลักษณะทั้งที่เป็นภาพนิ่งสามมิติ ภาพเคลื่อนไหว หรืออาจจะเป็นสื่อที่มีเสียงประกอบ ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับการออกแบบสื่อแต่ละรูปแบบว่าให้ออกมาแบบใด

พื้นฐานหลักของ AR ที่จะต้องรวบรวมหลักการของ (Motion Detection Beat Detection และ Voice Recognize and Image Processing นอกจากการจับการเคลื่อนไหวผ่าน Motion Detect แล้ว การตอบสนองบางอย่างของระบบผ่านสื่อ นั้น ต้องมีการจับ Voice ของผู้ใช้บริการและประมวลผลด้วยหลักการ Beat Detection เพื่อเกิดจังหวะการสร้างทางเลือกให้แก่ระบบ เช่น เสียงในการสั่งให้ตัว Interactive ทำอะไรต่อไป โดยกระบวนการภายในของเทคโนโลยีเสมือนจริงประกอบด้วย 3 กระบวนการ ได้แก่ (พนิดา ตันศิริ, 2553)

1. การวิเคราะห์ภาพ (Image Analysis) เป็นขั้นตอนการค้นหา Trigger จากภาพที่ได้จากกล้องแล้ว

2. สืบค้นจากฐานข้อมูล (Trigger Database) ที่มีการเก็บข้อมูลขนาด และรูปแบบของ Trigger

3. การคำนวณค่าตำแหน่งเชิง 3 มิติ (Post Estimation) ของ Trigger เพื่อนำมาวิเคราะห์รูปแบบของ Trigger เทียบกับกล้องกระบวนการสร้างภาพ 2 มิติ จากโมเดล 3 มิติ (3D Rendering) หรือวิดีโอเป็นการเพิ่มข้อมูลเข้าไปในภาพ โดยใช้ค่าตำแหน่งเชิง 3 มิติ ที่คำนวณได้จนได้ภาพเสมือนจริง

องค์ประกอบของการสร้างเทคโนโลยีความจริงเสมือนประกอบด้วย

- 1) Trigger คือภาพที่ใช้ระบุตำแหน่งหรือสัญลักษณ์ในการเชื่อมโยงกับความจริงเสมือน
- 2) Overlay คือภาพนิ่ง ภาพ 3 มิติ ภาพเคลื่อนไหวหรือวิดีโอ
- 3) กล้อง VDO กล้อง Webcam กล้องโทรศัพท์มือถือ หรือตัวจับ Sensor อื่นๆ
- 4) ส่วนแสดงผล อาจเป็นจอภาพคอมพิวเตอร์ หรือจอภาพโทรศัพท์มือถือ หรืออื่นๆ
- 5) ซอฟต์แวร์หรือส่วนประมวลผลเพื่อสร้างภาพหรือวัตถุแบบสามมิติ

### 1.3 ประโยชน์ของเทคโนโลยีความจริงเสมือน

ปัจจุบันเทคโนโลยี เสมือนจริงถูกนำมาประยุกต์ใช้กับธุรกิจต่างๆ ไม่ว่าจะเป็นด้านอุตสาหกรรม การแพทย์ การตลาด การบันเทิง การสื่อสาร โดยใช้เทคโนโลยีความจริงเสมือนมาผนวกเข้ากับเทคโนโลยีภาพผ่าน ซอฟต์แวร์และอุปกรณ์เชื่อมต่อต่างๆ และแสดงผลผ่านหน้าจคอมพิวเตอร์หรือบนหน้าจโทรศัพท์มือถือ ทำให้ผู้ใช้สามารถนำเทคโนโลยีเสมือนจริงมาใช้ในการทำงานแบบออนไลน์ที่สามารถโต้ตอบได้ทันทีระหว่างผู้ใช้กับสินค้าหรืออุปกรณ์ต่อเชื่อมแบบเสมือนจริงของโมเดลแบบสามมิติ ที่มีมุมมองถึง 360 องศา โดยผู้ใช้ไม่จำเป็นต้องไปสถานที่จริง

เทคโนโลยีความจริงเสมือน (Augmented Reality: AR) เป็นเทคโนโลยีที่เป็นที่น่าจับตามองเป็นอย่างยิ่งในยุคปัจจุบัน จากสภาพการเรียนรู้แบบเดิมที่ผู้เรียนนั่งฟังการบรรยายจดบันทึก อ่านหนังสือ และวัดผลการเรียนการสอนโดยการสอบสู่การเรียนรู้จากประสบการณ์จริงของผู้เรียนซึ่งเป็นการลงมือปฏิบัติจริงย่อมจะเกิดผลดีต่อผู้เรียนมากกว่าการนั่งฟังบรรยายเพียงอย่างเดียว Adams (2004 อ้างใน วิชาวิทย์ พรพิชพงศ์, 2547)

สรุปได้ว่า เทคโนโลยี Augmented Reality สามารถนำมาประยุกต์ใช้ได้อย่างหลากหลาย และกว้างขวางมาก ทั้งด้านธุรกิจ อุตสาหกรรม การแพทย์ ความบันเทิง การสื่อสาร การรักษาความปลอดภัย และการศึกษา จึงถือได้ว่าเป็นเทคโนโลยีที่น่าสนใจ

### 1.4 การพัฒนาหนังสือเทคโนโลยีความจริงเสมือน

ไอโทกุ และคณะ (2006) ได้ให้แนวทางในการนำเทคโนโลยีความจริงเสมือนมาออกแบบเพื่อวัตถุประสงค์ต่างๆ ดังนี้

1. ศึกษาข้อมูล โดยศึกษาเนื้อหาที่ต้องการนำเสนอในรูปแบบความเป็นจริงเสมือนให้สอดคล้องกับบริบทของโลกจริง ต้องวิเคราะห์เนื้อหา ให้เหมาะสมกับวัตถุประสงค์ที่กำหนดไว้

2. การออกแบบสื่อเทคโนโลยีความจริงเสมือน ต้องเป็นไปในลักษณะที่สนับสนุนให้ผู้  
ใช้ได้มีปฏิสัมพันธ์กับความจริงเสมือนและโลกจริงได้ตลอดเวลา จึงเป็นการเปิดโอกาสสำหรับประสบการณ์  
ใหม่ได้มากขึ้น ด้วยการสร้างแรงจูงใจแบบต่างๆ อันจะส่งผลต่อการมีส่วนร่วมอย่างต่อเนื่องในกิจกรรมของ  
สื่อเทคโนโลยีความจริงเสมือน

3. การออกแบบ ต้องให้ผู้ใช้มีความสะดวก ง่ายต่อการใช้งาน จำเป็นต้องอาศัยเครื่องมือ  
หรืออุปกรณ์พิเศษ เพื่อช่วยสนับสนุนการใช้งาน ซึ่งในยุคแรกๆ จำเป็นต้องใช้จอภาพสวมศีรษะ (Head-  
Mounted Display: HMD) เป็นอุปกรณ์คล้ายแว่นตาเชื่อมต่อกับคอมพิวเตอร์ทำให้สามารถมองเห็น  
ภาพเสมือนจริง แต่ในระยะหลังได้มีการพัฒนาให้เทคโนโลยีนี้สามารถเข้าถึงผู้ใช้งานได้มากขึ้นผ่านกล้อง  
เว็บแคมในแท็บเล็ตหรือกล้องสมาร์ทโฟนที่ใช้กันแพร่หลายทั่วไป

4. การออกแบบสื่อเทคโนโลยีความจริงเสมือน นอกจากการนำเสนอในรูปแบบของภาพ  
3 มิติแล้ว ยังสามารถนำเสนอสื่อที่หลากหลาย ไม่ว่าจะเป็น เสียง ภาพนิ่ง ภาพเคลื่อนไหว หรืออื่นๆ แบบ  
มัลติมีเดียได้ แต่โดยส่วนใหญ่นิยมใช้ภาพ 3 มิติ ผู้พัฒนาจึงต้องศึกษาโปรแกรมสร้างงาน 3 มิติ เพิ่มเติม

รูปแบบการเรียนการสอนร่วมกับเทคโนโลยีความจริงเสมือน

วิวัฒน์ มีสุวรรณ (2558) ได้กล่าวถึงรูปแบบการจัดการเรียนการสอนร่วมกับเทคโนโลยี  
ความจริงเสมือน (Augmented Reality) ดังนี้

#### 1. การกำหนดวัตถุประสงค์

ผู้สอนต้องกำหนดเป้าหมายหลักและวัตถุประสงค์ย่อยในการเรียนการสอน และ  
นำเสนอเนื้อหาบทเรียน ทำกิจกรรมให้สอดคล้องกับวัตถุประสงค์การเรียนรู้ที่กำหนดเหล่านั้น ผู้สอนต้อง  
เขียนเป็นวัตถุประสงค์ที่วัดและสังเกตได้ และเลือกเนื้อหาบทเรียนที่สอดคล้องกับวัตถุประสงค์ที่ตั้งไว้

#### 2. การวิเคราะห์ผู้เรียน

การวิเคราะห์ผู้เรียนมีความสำคัญมาก ผู้เรียนควรมีความพร้อมและทักษะในการใช้  
เครื่องคอมพิวเตอร์ แท็บเล็ต หรือโทรศัพท์มือถือ เพื่อที่จะกำหนดวัตถุประสงค์ในการนำเสนอเนื้อหาให้  
เหมาะสมกับกลุ่มผู้เรียน และอุปกรณ์ที่ใช้ ผู้สอนจะต้องทราบพื้นฐานของผู้เรียน ตลอดจนสามารถกำหนด  
กิจกรรมการเรียนการสอนให้สอดคล้องและเหมาะสม

#### 3. การวิเคราะห์เนื้อหา

วิเคราะห์เนื้อหาด้วยรูปแบบการเรียนการสอนร่วมกับเทคโนโลยีความจริงเสมือน ซึ่ง  
ควรเน้นเนื้อหาที่เกี่ยวข้องกับการจำ โดยนำมาประยุกต์ให้เหมาะสมกับเนื้อหา ผู้สอนจึงต้องวิเคราะห์เนื้อหา  
ให้สอดคล้องกับกระบวนการจัดการเรียนรู้ร่วมกับเทคโนโลยีความจริงเสมือน ที่ตอบสนองต่อความต้องการ  
ของผู้เรียนเป็นสำคัญอย่างรอบคอบ เพื่อให้การจัดการเรียนรู้ร่วมกับเทคโนโลยีความจริงเสมือน เกิดการ  
เรียนรู้ตามขั้นตอนที่ได้กำหนดไว้อย่างง่ายและเป็นระบบ



## 2. สื่อสิ่งพิมพ์เพื่อการศึกษา

ในการศึกษาวรรณกรรมที่เกี่ยวกับสื่อสิ่งพิมพ์ทางการศึกษา ผู้วิจัยได้ศึกษาเนื้อหาครอบคลุม (1) ความหมายของสื่อสิ่งพิมพ์เพื่อการศึกษา (2) ประเภทของสื่อสิ่งพิมพ์เพื่อการศึกษา และ (3) รูปแบบของสื่อสิ่งพิมพ์เพื่อการศึกษา โดยมีรายละเอียดดังนี้

### 2.1 ความหมายของสื่อสิ่งพิมพ์เพื่อการศึกษา

สื่อสิ่งพิมพ์เพื่อการศึกษา ประกอบด้วยคำว่า “สื่อสิ่งพิมพ์” และ “การศึกษา” ซึ่งได้มีผู้ให้ความหมายของสื่อสิ่งพิมพ์ไว้ดังนี้

พจนานุกรมฉบับราชบัณฑิตยสถานได้ให้ความหมายคำที่เกี่ยวกับสื่อสิ่งพิมพ์ ไว้ว่า “สิ่งพิมพ์ หมายถึง สมุด แผ่นกระดาษ หรือวัตถุใด ๆ ที่พิมพ์ขึ้น รวมตลอดทั้งบทเพลงแผ่นที่ แผ่นผัง แผนภาพ ภาพวาด ภาพระบายสี ใบประกาศ แผ่นเสียง หรือสิ่งอื่นใดอันมีลักษณะเช่นเดียวกัน”

กิตานันท์ มลิทอง (2543) ได้กล่าวว่า สิ่งพิมพ์ คือ ข้อความ ข้อเขียน หรือภาพที่เกี่ยวกับแนวความคิด ข้อมูล สารคดี บันทึกลง ฯลฯ ซึ่งถ่ายทอดด้วยการพิมพ์ลงบนกระดาษ ฟิล์ม หรือวัสดุพื้นเรียบอื่นๆ เพื่อสามารถเผยแพร่ไปยังผู้อ่านจำนวนมากให้ได้รับความรู้และความบันเทิงจากนิยามดังกล่าวสามารถสรุปได้ว่า สื่อสิ่งพิมพ์ เป็นสื่อกลางที่ใช้ในการติดต่อข่าวสาร ทำความเข้าใจกันโดยภาษาเขียนหรือแผ่นกระดาษภาพ ที่ประกอบไปด้วย ตัวอักษร รูปภาพ สัญลักษณ์ต่างๆ โดยจะออกมาในรูปแบบที่อยู่บนตัวกระดาษ ฟิล์ม หรือวัสดุพื้นเรียบอื่นๆ เพื่อสามารถเผยแพร่ไปยังผู้อ่านให้ได้รับความรู้และความบันเทิงด้วย

### 2.2 สิ่งพิมพ์เพื่อการศึกษา

#### 2.2.1 หนังสือตำรา

เป็นสื่อที่พิมพ์เป็นเล่ม ประกอบด้วยเนื้อหาการเรียนการสอนโดยอธิบายเนื้อหาวิชาอย่างละเอียดชัดเจน อาจมีภาพถ่ายหรือภาพเขียนประกอบเพื่อเพิ่มความสนใจของผู้เรียน หนังสือตำรานี้อาจใช้เป็นสื่อการเรียนในวิชานั้นโดยตรงนอกเหนือจากการบรรยายในชั้นเรียน หรืออาจใช้เป็นหนังสืออ่านประกอบหรือหนังสืออ่านเพิ่มเติมก็ได้ การใช้หนังสือในการเรียนการสอนนับว่ามีประโยชน์แก่ผู้เรียนทั้งในด้านการศึกษารายบุคคลเพื่อให้ผู้เรียนสามารถใช้อ่านในเวลาที่ต้องการและในด้านเศรษฐกิจเนื่องจากสามารถใช้อ่านได้หลายคนและเก็บไว้ได้เป็นเวลานาน

#### 2.2.2 แบบฝึกปฏิบัติ

เป็นสมุดหรือหนังสือที่พิมพ์ขึ้นโดยมีเนื้อหาเป็นแบบฝึกหัดหรือแบบฝึกปฏิบัติ เพื่อเป็นการเพิ่มทักษะหรือทดสอบผู้เรียน อาจมีเนื้อหาในรูปแบบคำถามให้เลือกคำตอบ หรือเป็นต้นแบบเพื่อให้ผู้เรียนฝึกปฏิบัติตามโดยอาจมีรูปประกอบเพื่อให้เข้าใจได้ง่ายยิ่งขึ้น เช่น แบบคัดตัวอักษร ก ไก่ เป็นต้น



### 2.2.3 พจนานุกรม

เป็นหนังสือที่มีเนื้อหาเป็นคำศัพท์และคำอธิบายความหมายของคำศัพท์ แต่ละคำนั้น โดยการเรียงตามลำดับจากอักษรตัวแรกถึงตัวสุดท้ายของภาษาที่ต้องการจะอธิบาย คำศัพท์และคำอธิบาย จะเป็นภาษาเดียวกันหรือต่างภาษาก็ได้ เช่น คำศัพท์ภาษาอังกฤษและมีคำอธิบายเป็นภาษาไทย หรือทั้ง คำศัพท์และคำอธิบายต่างก็เป็นภาษาอังกฤษ เป็นต้น

### 2.2.4 สารานุกรม

เป็นหนังสือที่พิมพ์ขึ้นเพื่ออธิบายหัวข้อหรือข้อความต่างๆ ตามลำดับของ ตัวอักษร เพื่อให้ผู้อ่านสามารถค้นคว้าเพื่อความรู้อ้างอิง โดยมีรูปภาพ แผนภูมิ ฯลฯ ประกอบ คำอธิบายให้ชัดเจนยิ่งขึ้น

### 2.2.5 หนังสือภาพและภาพชุดต่างๆ

เป็นหนังสือที่ประกอบด้วยภาพต่างๆ ที่เป็นเรื่องเดียวกันตลอดทั้งเล่ม ส่วนใหญ่ จะเป็นหนังสือภาพที่พิมพ์สอดสีสวยงาม เหมาะแก่การเก็บไว้ศึกษาหรือเป็นที่ระลึก เช่น หนังสือภาพชุด พระที่นั่งวิมานเมฆ หรือหนังสือภาพชุดทัศนียภาพของประเทศต่างๆ เป็นต้น

### 2.2.6 วิทยานิพนธ์และรายงานการวิจัย

เป็นสิ่งพิมพ์ที่พิมพ์ออกมาจำนวนไม่มากนักเพื่อเผยแพร่ไปยังห้องสมุด สถาบันการศึกษาต่างๆ หรือหน่วยงานที่เกี่ยวข้องกับงานวิจัยนั้น เพื่อให้ผู้สนใจใช้เป็นเอกสารค้นคว้าข้อมูล หรือใช้ในการอ้างอิง

### 2.2.7 สิ่งพิมพ์ย่อส่วน (Microforms)

หนังสือที่เก่าหรือชำรุดหรือหนังสือพิมพ์ที่มีอยู่เป็นจำนวนมากย่อมไม่เป็นที่ สะดวกในการเก็บรักษาไว้ จึงจำเป็นต้องหาวิธีเก็บสิ่งพิมพ์เหล่านี้ไว้โดยอาศัยลักษณะการย่อส่วนลงให้เหลือ เล็กที่สุดเท่าที่จะทำได้ เพื่อประหยัดเนื้อที่ในการเก็บรักษาและสามารถที่จะนำมาใช้ได้สะดวก จึงมีวิธีการ ต่างๆ โดยอาศัยเนื้อที่ในการเก็บรักษาและสามารถที่จะนำมาใช้ได้สะดวก จึงมีวิธีการต่างๆ โดยอาศัย เทคโนโลยีในการทำสิ่งพิมพ์ย่อส่วน

## 2.3 ขั้นตอนในการออกแบบสื่อสิ่งพิมพ์

ปราโมทย์ แสงพลสิทธิ์ (2540) ได้กล่าวถึงกระบวนการออกแบบสื่อสิ่งพิมพ์ถือเป็น กระบวนการสำคัญที่สุดในกระบวนการสร้างสรรค์สิ่งพิมพ์ให้ปรากฏต่อผู้รับสาร เพราะในขั้นตอนนี้จะรวม ส่วนประกอบในการนำเสนอรูปแบบและเนื้อหา ชนิดของภาพประกอบ แบบตัวอักษรชนิดกระดาษและ เทคนิคการพิมพ์ต่างๆเข้ามาดำเนินการโดยไม่ให้ละเลยหรือละทิ้งส่วนใดให้หลุดหายไปจากแนวคิดที่ได้ กำหนดไว้ ซึ่งการออกแบบสิ่งพิมพ์สามารถแบ่งได้ 6 ขั้นตอน ดังนี้

1. ขั้นศึกษาข้อมูลหรือขั้นตีโจทย์ (Identity) หมายถึงขั้นพิจารณาเกี่ยวกับปัญหาของ โจทย์เพื่อให้เข้าใจถึงความต้องการของลูกค้าหรือกลุ่มเป้าหมาย โดยกำหนดรายละเอียดปลีกย่อยที่ เกี่ยวข้องกับสิ่งที่ลูกค้าหรือโจทย์กำหนด รวมทั้งข้อจำกัดในการสื่อสาร
2. ขั้นร่างแบบจิ๋วหรือขั้นระดมสมอง (Preliminary) หมายถึง ขั้นตอนในการแสวงหา คำตอบในหลายๆ หนทางและหลายๆ วิธีการ เหยียดแนวความคิดในการตอบปัญหานั้นๆ ให้กว้างขึ้น วิธีการหาคำตอบในขั้นนี้ถือเป็นขั้นตอนแรกที่จะปรากฏ ออกมาเป็นรูปวาดคร่าวๆ ขนาดเล็ก(Thumbnail) บางกลุ่มนิยมเรียก “แบบสเก็ตช์ขนาดเล็ก” (Thumbnail Sketch) หรือบางกลุ่มเรียก“เลย์เอาท์ขนาดเล็ก” (Thumbnail Layout)
3. ขั้นร่างแบบหยาบ หรือขั้นจัดกลุ่มคำตอบ (Refinement) หมายถึง ขั้นตอนที่คัดเลือก คำตอบที่มีลักษณะใกล้เคียงกันเข้ากลุ่มเดียวกัน โดยคัดเลือกอันที่เด่นที่สุดในแต่ละกลุ่มมาออกแบบใหม่ เพิ่มเติม เพื่อแสดงรายละเอียดเพิ่มขึ้น เช่น ขนาด การจัดวาง แบบตัวอักษรชนิดคร่าวๆ และการใช้สี เรียก ขั้นตอนที่จัดกลุ่มคำตอบขั้นนี้เรียกว่า “สเก็ตช์หยาบ” (Rough Sketch)หรือ “เลย์เอาท์หยาบ” (Rough Layout)
4. ขั้นร่างแบบละเอียดหรือขั้นคำตอบที่สมบูรณ์ (Analyze) หมายถึง ขั้นตอนที่เกี่ยวข้องกับ การประเมินและตรวจสอบเกี่ยวกับรายละเอียดของรูปแบบทั้งหมด ในส่วนของรายละเอียดในส่วน ของ ตัวอักษร การจัดวางภาพประกอบ การใช้สี การเจียนตัด และการประกอบหน้า ฯลฯ โดยนักออกแบบ กราฟิก จะต้องทำการออกแบบให้ใกล้เคียงความจริง เรียกว่า “คอมพรีเฮนซีฟ สเก็ตช์” (Comprehensive Sketch) หรือ “คอมพรีเฮนซีฟ เลย์เอาท์” (Comprehensive Layout) เพื่อเลือกคำตอบที่ดีที่สุดจากขั้นจัด กลุ่มคำตอบโดยวิธีการเปรียบเทียบและตัดสินใจเพียงคำตอบเดียว
5. ขั้นจัดทำต้นฉบับงานออกแบบสิ่งพิมพ์หรือกราฟิก เรียกว่าขั้นตัดสินใจ (Decide) เป็นขั้นตอนสุดท้ายในกระบวนการออกแบบที่นักออกแบบและผู้เกี่ยวข้องตัดสินใจเลือกใช้ชิ้นงานใดชิ้นงาน หนึ่งปรากฏอยู่ตรงหน้า ชิ้นงานที่ได้รับการคัดเลือกจะถูกนำไปสู่การจัดทำต้นฉบับทางการพิมพ์ (Artwork) ที่เปรียบเสมือนคำตอบที่ตรงกับโจทย์ในขั้นตอนแรก
6. ชิ้นงานพิมพ์สำเร็จ หรือขั้นการนำไปใช้ (Implement) เป็นขั้นตอนของการนำคำตอบ ซึ่งผ่านการพิจารณาและคัดเลือกแล้วอย่างพิถีพิถันว่าเป็นคำตอบที่ดีและสมบูรณ์ที่สุดเพื่อนำออกเผยแพร่ ด้วยสื่อชนิดต่างๆ เช่น ใบปลิว โปสเตอร์ นิตยสาร เป็นต้นจากข้อความข้างต้น สามารถสรุปได้ว่า งาน ออกแบบสิ่งพิมพ์หรือกราฟิกมีส่วนประกอบที่สำคัญได้แก่ตัว อักษร ภาพประกอบ และเทคนิควิธีการ สร้างสรรค์งานศิลปกรรมเพื่อนำไปใช้ให้เกิดประโยชน์ในการจัดทำต้นฉบับทางการพิมพ์ ซึ่งประกอบด้วย การสร้างสรรค์ภาพชนิดต่างๆ เช่น ภาพลายเส้น ภาพฮาโลโทน และภาพถ่ายสำเนา กลุ่มภาพเหล่านี้ต้อง คำนึงกระบวนการสร้างสรรค์ให้สัมพันธ์กับขนาดของงานกราฟิกหรือสิ่งพิมพ์ โดยผ่านกระบวนการย่อ การ ขยาย และการครอบภาพ เป็นต้น

### 3. การเรียนการสอนวิทยาศาสตร์

การเรียนการสอนวิทยาศาสตร์ ครอบคลุม (1) เป้าหมายของการจัดการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์ (2) สมรรถนะสำคัญของการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ (3) หลักการพัฒนาแบบการสอนวิทยาศาสตร์ (4) วิธีการสอนวิทยาศาสตร์ และ (5) การวัดและประเมินผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ โดยมีรายละเอียดดังนี้

#### 3.1 เป้าหมายของการจัดการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์

กระทรวงศึกษาธิการ (2546, น. 3-4) กำหนดไว้ว่า วิทยาศาสตร์เป็นเรื่องของการเรียนรู้เกี่ยวกับวิทยาศาสตร์ โดยมนุษย์ใช้กระบวนการสังเกต สำรวจตรวจสอบ และทดลองเกี่ยวกับปรากฏการณ์ทางธรรมชาติและนำผลมาจัดระบบ หลักการ แนวคิดและทฤษฎี ดังนั้นการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์จึงมุ่งเน้นให้ผู้เรียนได้เป็นผู้เรียนและค้นพบด้วยตนเองมากที่สุด นั่นคือให้ได้ทั้งกระบวนการและองค์ความรู้ตั้งแต่เริ่มก่อนเข้าเรียนและเมื่ออยู่ในสถานศึกษาและออกจากสถานศึกษาไปประกอบอาชีพแล้ว

การจัดการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์มีเป้าหมายสำคัญ ดังนี้

1. เพื่อให้เข้าใจหลักการ ทฤษฎีที่เป็นพื้นฐานในวิทยาศาสตร์
2. เพื่อให้เข้าใจขอบเขตธรรมชาติ และข้อจำกัดของวิทยาศาสตร์
3. เพื่อให้มีทักษะที่สำคัญในการศึกษาค้นคว้าและคิดค้นทางวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี
4. เพื่อพัฒนากระบวนการคิดและจินตนาการ ความสามารถในการแก้ปัญหาและจัดการทักษะ ในการสื่อสาร และความสามารถในการตัดสินใจ
5. เพื่อให้ตระหนักถึงความสัมพันธ์ระหว่างวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยีไปใช้ให้เกิดมวลมนุษย และสภาพแวดล้อมในเชิงที่มีอิทธิพลและผลกระทบซึ่งกันและกัน
6. เพื่อนำความรู้ความเข้าใจในเรื่องวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีไปใช้ให้เกิดประโยชน์ต่อสังคม และการดำรงชีวิต
7. เพื่อให้เป็นคนมีจิตวิทยา มีคุณธรรม จริยธรรม และค่านิยมในการใช้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีอย่างสร้างสรรค์

โดยสรุป เป้าหมายของการจัดการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์เพื่อให้เข้าใจหลักการ ทฤษฎี ธรรมชาติวิชา การค้นคว้าและคิดค้นทางด้านวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี พัฒนากระบวนการคิด และจินตนาการ มีความสามารถในการแก้ปัญหา การจัดการ มีทักษะในการสื่อสาร การตัดสินใจ ตระหนักถึงความสัมพันธ์ระหว่างวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยีไปใช้ให้เกิดมวลมนุษยและสภาพแวดล้อมในเชิงที่มีอิทธิพลและผลกระทบ ซึ่งกันและกัน นำความรู้ความเข้าใจในเรื่องวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีไปใช้ให้เกิด

ประโยชน์ต่อสังคมและการดำรงชีวิต และพัฒนาให้เป็นคนมีจิตวิทยา มีคุณธรรม จริยธรรม และค่านิยม ในการใช้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีอย่างสร้างสรรค์

### 3.2 วิสัยทัศน์และสมรรถนะสำคัญของการเรียนรู้วิทยาศาสตร์

**3.2.1 วิสัยทัศน์ของการเรียนวิทยาศาสตร์** วิสัยทัศน์เป็นมุมมองภาพในอนาคตที่มุ่งหวังว่า จะมีการพัฒนาอะไร อย่างไร ซึ่งสอดคล้องกับการปรับเปลี่ยนของสังคม วิสัยทัศน์การเรียนรู้วิทยาศาสตร์กำหนดไว้เพื่อเป็นแนวทางให้ผู้บริหารสถานศึกษา ผู้สอน บุคลากรทางการศึกษา ผู้เรียน และชุมชนร่วมกันพัฒนาการศึกษาวิทยาศาสตร์ และปฏิบัติร่วมกันสู่ความสำเร็จ

ในการกำหนดวิสัยทัศน์การเรียนรู้วิทยาศาสตร์ใช้กรอบความคิดในเรื่องของการพัฒนาการศึกษา เพื่อเตรียมคนในสังคมแห่งการเรียนรู้และสอดคล้องกับพระราชบัญญัติการศึกษาแห่งชาติ พ.ศ. 2542 ดังนี้

- 1) หลักสูตรการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์จะเชื่อมโยงเนื้อหา แนวคิดหลักและกระบวนการที่เป็นสากล แต่มีความสอดคล้องกับชีวิตจริงทั้งระดับท้องถิ่นและระดับประเทศ และมีความยืดหยุ่นหลากหลาย
- 2) หลักสูตรและสาระการเรียนการสอนต้องตอบสนองผู้เรียนที่มีความถนัดและความสนใจแตกต่างกันในการวิทยาศาสตร์ สำหรับการศึกษต่อการประกอบอาชีพที่เกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์
- 3) ผู้เรียนทุกคนจะได้รับการส่งเสริมให้พัฒนากระบวนการคิด ความสามารถในการเรียนรู้กระบวนการสืบเสาะหาความรู้ กระบวนการแก้ปัญหา และการคิดค้นสร้างสรรค์องค์ความรู้
- 4) ใช้แหล่งเรียนรู้ในท้องถิ่น โดยถือว่ามีสำคัญควบคู่กับการเรียนในสถานศึกษา
- 5) ใช้ยุทธศาสตร์การเรียนการสอนที่หลากหลายเพื่อตอบสนองความต้องการ ความสนใจและวิธีเรียนที่แตกต่างกันของผู้เรียน
- 6) การเรียนรู้เป็นกระบวนการที่สำคัญที่ทุกคนต้องได้รับการพัฒนา เพื่อให้สามารถเรียนรู้ตลอดชีวิต จึงจะประสบความสำเร็จในการดำเนินชีวิต
- 7) การเรียนการสอนต้องส่งเสริมและพัฒนาผู้เรียนให้มีเจตคติ คุณธรรม จริยธรรม ค่านิยมที่เหมาะสมต่อวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี งามและสิ่งแวดล้อม

**3.2.2 สมรรถนะสำคัญของผู้เรียน** ในการพัฒนาผู้เรียนตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน มุ่งพัฒนาผู้เรียนให้มีสมรรถนะสำคัญ 5 ประการ ดังนี้

- 1) **ความสามารถในการสื่อสาร** เป็นความสามารถในการรับและส่งสาร มีวัฒนธรรมในการใช้ภาษาถ่ายทอดความคิด ความรู้ความเข้าใจ ความรู้สึก และทัศนะของตนเองเพื่อแลกเปลี่ยนข้อมูลข่าวสารและประสบการณ์อันจะเป็นประโยชน์ต่อการพัฒนาตนเองและสังคม รวมทั้งการ

เจรจาต่อรองเพื่อขจัดและลดปัญหาความขัดแย้งต่างๆ การเลือกรับหรือไม่รับข้อมูลข่าวสารด้วยหลักเหตุผล และความถูกต้อง ตลอดจนการเลือกใช้วิธีการสื่อสาร ที่มีประสิทธิภาพโดยคำนึงถึงผลกระทบที่มีต่อตนเอง และสังคม

2) *ความสามารถในการคิด* เป็นความสามารถในการคิดวิเคราะห์ การคิด สังเคราะห์ การคิดอย่างสร้างสรรค์ การคิดอย่างมีวิจารณญาณ และการคิดเป็นระบบ เพื่อนำไปสู่การสร้าง องค์ความรู้หรือสารสนเทศเพื่อการตัดสินใจเกี่ยวกับตนเองและสังคมได้อย่างเหมาะสม

3) *ความสามารถในการแก้ปัญหา* เป็นความสามารถในการแก้ปัญหาและอุปสรรค ต่างๆ ที่เผชิญได้อย่างถูกต้องเหมาะสมบนพื้นฐานของหลักเหตุผล คุณธรรมและข้อมูลสารสนเทศ เข้าใจ ความสัมพันธ์และการเปลี่ยนแปลงของเหตุการณ์ต่าง ๆ ในสังคม แสวงหาความรู้ ประยุกต์ความรู้มาใช้ในการ ป้องกันและแก้ไขปัญหา และมีการตัดสินใจที่มีประสิทธิภาพโดยคำนึงถึงผลกระทบ ที่เกิดขึ้นต่อตนเอง สังคมและสิ่งแวดล้อม

4) *ความสามารถในการใช้ทักษะชีวิต* เป็นความสามารถในการนำกระบวนการ ต่างๆ ไปใช้ในการดำเนินชีวิตประจำวัน การเรียนรู้ด้วยตนเอง การเรียนรู้อย่างต่อเนื่อง การทำงาน และการ อยู่ร่วมกันในสังคมด้วยการสร้างเสริมความสัมพันธ์อันดีระหว่างบุคคล การจัดการปัญหาและความขัดแย้ง ต่าง ๆ อย่างเหมาะสม การปรับตัวให้ทันกับการเปลี่ยนแปลงของสังคมและสภาพแวดล้อม และการรู้จัก หลีกเลี่ยงพฤติกรรมไม่พึงประสงค์ที่ส่งผลกระทบต่อตนเองและผู้อื่น

5) *ความสามารถในการใช้เทคโนโลยี* เป็นความสามารถในการเลือกและใช้ เทคโนโลยีด้านต่าง ๆ และมีทักษะกระบวนการทางเทคโนโลยี เพื่อการพัฒนาตนเองและสังคมในด้านการ เรียนรู้ การสื่อสาร การทำงาน การแก้ปัญหา อย่างสร้างสรรค์ ถูกต้อง เหมาะสม และมีคุณธรรม

โดยสรุป วิสัยทัศน์และสมรรถนะสำคัญของการเรียนรู้วิทยาศาสตร์เป็นมุมมองและ เป้าหมายในอนาคตของการพัฒนาผู้เรียนให้มีความสามารถในการสื่อสาร ความสามารถในการคิด ความสามารถในการแก้ปัญหา ความสามารถในการใช้ทักษะชีวิต และความสามารถในการใช้เทคโนโลยี

### 3.3 หลักการพัฒนาแบบการสอนวิทยาศาสตร์

การสอนวิทยาศาสตร์ควรมีการวางแผนแทนที่จะทำกันไปอย่างเลื่อนลอยไร้จุดหมาย เพราะการเรียนรู้ของมนุษย์สามารถนำมาจัดการ สร้างสรรค์ และพัฒนาตามศักยภาพได้อย่างใจ มีความหมาย คงทนและนำไปใช้ได้ การออกแบบการสอนเป็นกิจกรรมสำคัญของการพัฒนาการสอนที่จัดทำขึ้น เพื่อ ตอบสนองหลักการเบื้องต้น 4 ประการดังนี้

3.3.1 พัฒนาการเรียนรู้ของแต่ละบุคคลให้เต็มที่ตามความสามารถ ความต้องการ ความ ถนัด และความสนใจ



3.3.2 การออกแบบการสอนมีทั้งระยะสั้นและระยะยาว แบบการสอนระยะยาว จะครอบคลุมบทเรียนที่ใหญ่และระยะเวลาการสอนยาวกว่าแบบการสอนระยะสั้น ซึ่งใช้สำหรับบทเรียน 1-2 ชั่วโมง โดยประมาณ

3.3.3 แบบการสอนควรมีลักษณะการจัดเป็นระบบ เพื่อพัฒนาการเรียนรู้ของผู้เรียนแต่ละคนให้ได้มีประสิทธิภาพมากที่สุด

3.3.4 แบบการสอนต้องสร้างขึ้นโดยอาศัยความรู้เกี่ยวกับจิตวิทยาการเรียนการสอน

3.3.5 การสอน ไม่ใช่สร้างชิ้นเพื่อให้ผู้เรียนได้เรียนอะไร เพื่ออะไรเท่านั้น แต่ควรพิจารณาว่าจะทำอย่างไรจึงจะทำให้ผู้เรียนเรียนรู้ได้

### 3.4 วิธีการสอนวิชาวิทยาศาสตร์

#### 3.4.1 องค์ประกอบที่มีผลต่อการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์

ประจวบจิตร คำจตุรัส (2537, น. 35-52) ได้กล่าวว่า เพื่อให้การจัดการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์บรรลุวัตถุประสงค์ ประกอบด้วย

1. บทบาทของครูวิทยาศาสตร์ ได้แก่

1) บทบาทในด้านการสอน

2) บทบาทในด้านการควบคุมดูแลและจัดการห้องปฏิบัติการที่เกี่ยวข้อง

เครื่องมือในการทดลอง

3) บทบาทในด้านเกี่ยวกับสื่อ วัสดุ อุปกรณ์

4) บทบาทในการสร้างบรรยากาศที่ส่งเสริมการเรียนรู้ของนักเรียน

5) บทบาทในการใช้หลักสูตร

6) บทบาทในการให้คำปรึกษาแนะนำ

7) บทบาทในด้านการวัดและประเมินผลการเรียน

8) บทบาทในด้านการเป็นต้นแบบที่ดี

2. แนวทางในการจัดการเรียนการสอน

แนวทางในการจัดการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์ให้มีประสิทธิภาพและบรรลุวัตถุประสงค์ในการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์ คือ การนำหลักการและวัตถุประสงค์ของการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์ไปสู่การปฏิบัติการสอนในชั้นเรียนได้อย่างถูกต้อง

การจัดการเรียนรู้ตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พ.ศ. 2551 ในระดับการศึกษาขั้นพื้นฐานมุ่งเน้นการเชื่อมโยงความรู้กับกระบวนการ มีทักษะสำคัญในการค้นคว้าและสร้างองค์ความรู้ โดยใช้กระบวนการในการสืบเสาะหาความรู้ และการแก้ปัญหาที่หลากหลาย ให้ผู้เรียนมีส่วนร่วมในการเรียนรู้ทุกขั้นตอน มีการทำกิจกรรมด้วยการลงมือปฏิบัติจริงอย่างหลากหลาย เหมาะสมกับระดับชั้น

### 3. ปัจจัยที่ส่งผลต่อการเรียนการสอน

ปัจจัยที่ส่งผลต่อการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์ ได้แก่

- 1) ปัจจัยด้านผู้เรียน
- 2) ปัจจัยด้านผู้สอน
- 3) ปัจจัยด้านกระบวนการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์
- 4) ปัจจัยด้านโรงเรียน
- 5) ปัจจัยด้านสภาพแวดล้อม

#### 3.4.2 ทักษะและเทคนิคที่ใช้ในการสอนวิทยาศาสตร์

ทักษะและเทคนิคที่ใช้ในการสอนวิทยาศาสตร์ ได้แก่

1) *การนำเข้าสู่บทเรียน* เป็นกิจกรรมแรกที่คุณสอนจะต้องจัดให้แก่ผู้เรียนก่อนที่จะดำเนินกิจกรรมการเรียนการสอน เพื่อกระตุ้นความสนใจและเตรียมผู้เรียนให้เกิดความพร้อมที่จะเรียนเรื่องใหม่หรือปฏิบัติกิจกรรมใหม่ต่อไป

2) *การใช้คำถาม* การใช้คำถามมีความสำคัญมากในการจัดการเรียนการสอนและการทดสอบ เนื่องจากคำถามเป็นเครื่องมือสำคัญในการเสาะแสวงหาความรู้ ทำให้ผู้เรียนพัฒนาความคิดอย่างมีเหตุผล

3) *การอธิบาย* เป็นกระบวนการสื่อความหมาย เพื่อให้เกิดความเข้าใจแนวคิดและเรื่องได้อย่างครบถ้วน โดยอาจใช้วาจาประกอบกับท่าทาง สื่อ หรือกิจกรรมที่เลือกให้เหมาะสมกับลักษณะของเนื้อหา และลักษณะของผู้เรียน

4) *การสรุปบทเรียน* เป็นการประมวลเรื่องที่สอนจบไปในแต่ละเรื่อง หรือแต่ละบทเรียนโดยสังเขป เน้นสาระสำคัญของเรื่องหรือของบทเรียนนั้น ๆ

#### 3.5 การวัดและการประเมินผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์

การวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ เป็นการวัดความเปลี่ยนแปลงพฤติกรรมของผู้เรียนที่เป็นผล มาจากการได้รับประสบการณ์ จากการเรียนการสอนหรือการแสวงหาความรู้โดยสามารถวัดและประเมินออกมาได้ โดยใช้แบบทดสอบวัดผลการเรียนด้านความรู้

ประทุม อัทชู (2547, น. 3) กล่าวว่า การวัดผลการเรียนรู้ด้านความรู้ให้ครอบคลุม ทั้งด้านความรู้ด้านวิทยาศาสตร์ และกระบวนการหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์นั้น จำแนกพฤติกรรมที่พึงประสงค์ หรือพฤติกรรมที่ต้องการวัดออกเป็น 4 ด้าน คือ

1. ด้านความรู้ - ความจำ หมายถึง ความสามารถที่จะระลึกสิ่งที่เคยเรียนมาแล้วเกี่ยวกับข้อเท็จจริง ความคิดรวบยอด หลักการและทฤษฎี

2. ด้านความเข้าใจ หมายถึง ความสามารถในการอธิบาย จำแนกความรู้ได้เมื่อปรากฏอยู่ในรูปแบบใหม่ โดยการแปลความหมายแล้วเปรียบเทียบหรือผสมผสานสิ่งใหม่ที่พบเห็นกับประสบการณ์เดิม



3. ด้านการนำความรู้ไปใช้ หมายถึง ความสามารถในการนำความรู้ วิธีการทางวิทยาศาสตร์ไปใช้ในสถานการณ์ใหม่ที่แตกต่างออกไป โดยเฉพาะอย่างยิ่งการนำไปใช้ในชีวิตประจำวัน

4. ด้านทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ หมายถึง ความชำนาญ ในการคิดและการปฏิบัติทางวิทยาศาสตร์ ซึ่งเกิดจากการปฏิบัติฝึกฝนความคิดทางสมองคลอฟเฟอร์ (พิมพันธ์ เตชะคุปต์, 2545, น. 110-113 อ้างอิงจาก Kolpfer, 1971) ได้กล่าวถึง การประเมินผลด้านการเรียนรู้ด้านความรู้ ซึ่งสามารถวัดได้จากกิจกรรมทั้ง 4 ด้าน คือ

4.1 ด้านความรู้ - ความจำ หมายถึง พฤติกรรมที่นักเรียนมีความจำในเรื่องราวต่างๆ ที่ได้รับการคว่าด้วยกระบวนการทางวิทยาศาสตร์จากการอ่านหนังสือ และการฟังการบรรยายเป็นต้น ความรู้ทางวิทยาศาสตร์ แบ่งออกเป็น 8 ประเภท คือ

- 4.1.1 ความรู้เกี่ยวกับความจริงเดียว
- 4.1.2 ความรู้เกี่ยวกับมโนคติหรือมโนทัศน์
- 4.1.3 ความรู้เกี่ยวกับหลักการและกฎทางวิทยาศาสตร์
- 4.1.4 ความรู้เกี่ยวกับข้อตกลง
- 4.1.5 ความรู้เกี่ยวกับลำดับขั้นตอนของปรากฏการณ์ต่าง ๆ
- 4.1.6 ความรู้เกี่ยวกับกฎเกณฑ์ในการแบ่งประเภทของสิ่งต่าง ๆ
- 4.1.7 ความรู้เกี่ยวกับเทคนิคและกรรมวิธีทางวิทยาศาสตร์
- 4.1.8 ความรู้เกี่ยวกับศัพท์วิทยาศาสตร์

4.2 ด้านความเข้าใจ หมายถึง พฤติกรรมที่นักเรียนใช้ความคิดที่สูงกว่าด้านความรู้ ความจำแบ่งเป็น 2 ประเภท

4.2.1 ความเข้าใจข้อเท็จจริง วิธีการ กฎเกณฑ์ หลักการและทฤษฎีต่าง ๆ คือ เป็นการบรรยายในรูปแบบใหม่ที่แตกต่างจากที่เคยเรียน

4.2.2 ความเข้าใจเกี่ยวกับการแปรความหมายข้อเท็จจริง คำศัพท์ มโนคติ หลักการและทฤษฎี ที่อยู่ในรูปของสัญลักษณ์หนึ่งไปเป็นสัญลักษณ์อื่นได้

4.3 ด้านทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ หมายถึง พฤติกรรมที่นักเรียนแสวงหาความรู้และแก้ปัญหาด้วยกระบวนการทางวิทยาศาสตร์และเจตคติทางวิทยาศาสตร์

4.4 ด้านการนำความรู้และกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ไปใช้ หมายถึง พฤติกรรมที่นักเรียนนำความรู้ มโนคติ กฎ หลักการ ตลอดจนวิธีการทางวิทยาศาสตร์ไปใช้แก้ปัญหาในสถานการณ์ใหม่ ได้โดยสามารถแก้ปัญหาได้อย่างน้อย 3 ประการ คือ

- 4.4.1 แก้ปัญหาที่เป็นเรื่องวิทยาศาสตร์ในสาขาเดียวกัน
- 4.4.2 แก้ปัญหาที่เป็นเรื่องวิทยาศาสตร์สาขาอื่น
- 4.4.3 แก้ปัญหาที่นอกเหนือจากเรื่องของวิทยาศาสตร์

## 4. บริบทเขตพื้นที่การศึกษามัธยมศึกษาเขต 8

### 4.1 ที่ตั้ง

สำนักงานเขตพื้นที่การศึกษามัธยมศึกษา เขต 8 ประกอบด้วยห้องที่จังหวัดราชบุรี และจังหวัดกาญจนบุรี ให้สำนักงานเขตพื้นที่การศึกษามัธยมศึกษา เขต 8 ตั้งอยู่ที่อำเภอเมืองราชบุรี สำนักงานเขตพื้นที่การศึกษามัธยมศึกษา เขต 8 ตั้งอยู่เลขที่ 421 โรงเรียนราชโบริกานุเคราะห์อาคาร 6 ชั้น 6 ตำบลหน้าเมือง อำเภอเมืองราชบุรี จังหวัดราชบุรี รหัสไปรษณีย์ 70000 โทรศัพท์ 032 – 327443 โทรสาร ต่อ 20 รับผิดชอบการจัดการศึกษาขั้นพื้นฐานของโรงเรียนมัธยมศึกษา จำนวน 55 โรงเรียน ใน 2 จังหวัด ประกอบด้วย

จังหวัดราชบุรี มี 10 อำเภอ คือ อำเภอเมืองราชบุรี อำเภอโพธาราม อำเภอจอมบึง อำเภอปากท่อ อำเภอสวนผึ้ง อำเภอบ้านคา อำเภอวัดเพลง อำเภอบางแพ อำเภอดำเนินสะดวก และอำเภอบ้านโป่ง โรงเรียนมัธยมศึกษา รวม 26 โรงเรียน

จังหวัดกาญจนบุรี มี 13 อำเภอ คือ อำเภอเมืองกาญจนบุรี อำเภอด่านมะขามเตี้ย อำเภอพนมทวน อำเภอเลาขวัญ อำเภอห้วยกระเจา อำเภอบ่อพลอย อำเภอหนองปรือ อำเภอศรีสวัสดิ์ อำเภอสังขละบุรี อำเภอไทรโยค อำเภอทองผาภูมิ อำเภอท่าม่วง และอำเภอท่ามะกา โรงเรียนมัธยมศึกษา จำนวน 29 โรงเรียน

### 4.2 ลักษณะภูมิประเทศ

เขตพื้นที่การศึกษามัธยมศึกษา เขต 8 ประกอบด้วย จังหวัดราชบุรี และจังหวัดกาญจนบุรี เป็นพื้นที่ชายแดนด้านตะวันตกของประเทศไทย ประกอบด้วยภูเขา ที่ราบ มีสภาพภูมิศาสตร์เกือบทุกลักษณะของภูมิประเทศ มีอากาศแบบมรสุมเมืองร้อน 3 ฤดู ประชากรส่วนใหญ่นับถือศาสนาพุทธ อาชีพทั่วไปประกอบอาชีพเกษตรกรรม เช่น ทำไร่ ทำนา ทำสวน ประมง และเลี้ยงสัตว์ นอกจากนี้ ยังมีการอุตสาหกรรมโรงงานน้ำตาล โรงงานกระดาษ โรงงานผลไม้กระป๋อง โรงงานเครื่องปั้นดินเผา โรงงานสิ่งทอ โรงงานเคลือบพลาสติก และโรงงานอาหารสัตว์ เป็นต้น

### 4.3 อำนาจหน้าที่

สำนักงานเขตพื้นที่การศึกษามัธยมศึกษา เขต 8 อยู่ภายใต้การกำกับดูแลของสำนักงานคณะกรรมการการศึกษา ขั้นพื้นฐาน กระทรวงศึกษาธิการ มีอำนาจหน้าที่ตามมาตรา 34 แห่งพระราชบัญญัติระเบียบบริหารราชการกระทรวงศึกษาธิการ พ.ศ. 2546 กฎกระทรวงกำหนดหลักเกณฑ์การแบ่งส่วนราชการภายในสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษา พ.ศ. 2546 และประกาศกระทรวงศึกษาธิการ เรื่องการแบ่งส่วนราชการภายในสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษามัธยมศึกษา พ.ศ. 2553 มีอำนาจหน้าที่ดังนี้

1. จัดทำนโยบาย แผนพัฒนา และมาตรฐานการศึกษาของเขตพื้นที่ การศึกษา ให้ สอดคล้องกับนโยบาย มาตรฐานการศึกษา แผนการศึกษา แผนพัฒนาการศึกษาขั้นพื้นฐาน และ ความ ต้องการของท้องถิ่น

2. วิเคราะห์การจัดตั้งงบประมาณเงินอุดหนุนทั่วไปของสถานศึกษา และหน่วยงานใน เขตพื้นที่การศึกษา และแจ้งการจัดสรรงบประมาณที่ได้รับให้หน่วยงานข้างต้นรับทราบ รวมทั้งกำกับ ตรวจสอบ ติดตามการใช้จ่ายงบประมาณของหน่วยงานดังกล่าว

3. ประสาน ส่งเสริม สนับสนุน และพัฒนาหลักสูตรร่วมกับสถานศึกษาในเขตพื้นที่ การศึกษา

4. กำกับ ดูแล ติดตามและประเมินผลสถานศึกษาขั้นพื้นฐานและในเขตพื้นที่การศึกษา

5. ศึกษา วิเคราะห์ วิจัย และรวบรวมข้อมูลสารสนเทศด้านการศึกษาในเขตพื้นที่ การศึกษา

6. ประสานการระดมทรัพยากรด้านต่าง ๆ รวมทั้งทรัพยากรบุคคล เพื่อส่งเสริม สนับสนุนการจัดและพัฒนาการศึกษาในเขตพื้นที่การศึกษา

7. จัดระบบประกันคุณภาพการศึกษา และประเมินผลสถานศึกษาในเขตพื้นที่การศึกษา

8. ประสาน ส่งเสริม สนับสนุนการจัดการศึกษาของสถานศึกษาเอกชน องค์กรปกครอง ส่วนท้องถิ่น รวมทั้งบุคคล องค์กรชุมชน องค์กรวิชาชีพ สถาบันศาสนา สถานประกอบการ และสถาบันอื่น ที่จัดการศึกษารูปแบบ ที่หลากหลายในเขตพื้นที่การศึกษา

9. ดำเนินการและประสาน ส่งเสริม สนับสนุนการวิจัย และพัฒนาการศึกษาในเขตพื้นที่ การศึกษา

10. ประสาน ส่งเสริมการดำเนินงานของคณะอนุกรรมการ และคณะทำงานด้าน การศึกษา

11. ประสานการปฏิบัติราชการทั่วไปกับองค์กรหรือหน่วยงานต่าง ๆ ทั้งภาครัฐ เอกชน และองค์กรปกครองส่วนท้องถิ่นในฐานะสำนักงานผู้แทนกระทรวงศึกษาธิการในเขตพื้นที่การศึกษา

12. ปฏิบัติหน้าที่อื่นเกี่ยวกับกิจการภายในเขตพื้นที่การศึกษาที่มีได้ระบุให้เป็นหน้าที่ ของหน่วยงานใดโดยเฉพาะ หรือปฏิบัติงานอื่นที่ได้รับมอบหมาย

ตามประกาศกระทรวงศึกษาธิการ เรื่อง การแบ่งส่วนราชการภายในสำนักงานเขตพื้นที่ การศึกษามัธยมศึกษา พ.ศ. 2553 ให้แบ่งส่วนราชการสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษา ดังต่อไปนี้

1. กลุ่มอำนวยการ
2. กลุ่มบริหารงานบุคคล
3. กลุ่มนโยบายและแผน
4. กลุ่มส่งเสริมการจัดการศึกษา

5. กลุ่มนิเทศ ติดตาม และประเมินผลการจัดการศึกษา
6. กลุ่มบริหารงานการเงินและสินทรัพย์

## 5. การทดสอบประสิทธิภาพ

ในการศึกษาวรรณกรรมที่เกี่ยวกับการทดสอบประสิทธิภาพ ผู้วิจัยได้ศึกษาเนื้อหาครอบคลุม (1) การกำหนดเกณฑ์ประสิทธิภาพ (2) วิธีการคำนวณหาประสิทธิภาพของหนังสือเทคโนโลยีความจริงเสมือน (3) ขั้นตอนการทดลองหาประสิทธิภาพของหนังสือเทคโนโลยีความจริงเสมือน และ (4) เกณฑ์ประสิทธิภาพของบทเรียน โดยมีรายละเอียดดังนี้

### 5.1 การกำหนดเกณฑ์ประสิทธิภาพ

การกำหนดเกณฑ์ประสิทธิภาพ หมายถึง ระดับประสิทธิภาพของหนังสือเทคโนโลยีความจริงเสมือนจะช่วยให้นักเรียนเกิดการเรียนรู้ เป็นระดับที่ผู้ผลิตหนังสือเทคโนโลยีความจริงเสมือนจะพึงพอใจว่าหากหนังสือเทคโนโลยีความจริงเสมือนมีประสิทธิภาพถึงระดับนั้นแล้ว แสดงว่าหนังสือเทคโนโลยีความจริงเสมือนนั้นมีคุณค่าที่จะนำไปสอนนักเรียน และคุ้มกับการลงทุนผลิตออกมาเป็นจำนวนมาก การที่จะกำหนดเกณฑ์ประสิทธิภาพของหนังสือเทคโนโลยีความจริงเสมือนนั้น กระทำโดยการประเมินพฤติกรรมของนักเรียน 2 ประเภท คือ พฤติกรรมต่อเนื่อง (กระบวนการ) และพฤติกรรมขั้นสุดท้าย (ผลลัพธ์) โดยกำหนดค่าประสิทธิภาพเป็น  $E_1$  (ประสิทธิภาพของกระบวนการ)  $E_2$  (ประสิทธิภาพของผลลัพธ์) ประสิทธิภาพของหนังสือเทคโนโลยีความจริงเสมือนจะกำหนดเป็นเกณฑ์ที่ผู้สอนคาดหวังว่านักเรียนจะเปลี่ยนแปลงพฤติกรรมเป็นที่พอใจ โดยกำหนด ให้เป็นเปอร์เซ็นต์ของผลเฉลี่ยของคะแนนการทำงานทั้งหมด นั่นคือ  $E_1/E_2$  คือ ประสิทธิภาพของกระบวนการ/ประสิทธิภาพของผลลัพธ์ การที่จะกำหนดเกณฑ์  $E_1/E_2$  ให้มีค่าเท่าใดนั้นผู้สอนเป็นผู้พิจารณา โดยปกติเนื้อหาที่เกี่ยวกับความรู้ความจำมักตั้งไว้ที่ 80/80 85/85 หรือ 90/90 ส่วนเนื้อหาที่เป็นทักษะหรือเจตคติอาจตั้งไว้ 70/70 หรือ 75/75 (ชัยยงค์ พรหมวงศ์ และคณะ 2520: 135-136) การกำหนดประสิทธิภาพของบทเรียนนิยมกำหนดเป็น 80/80 สำหรับเนื้อหาเกี่ยวกับความรู้ความจำ โดยมีความคลาดเคลื่อน  $\pm 2.5$  (ชัยยงค์ พรหมวงศ์ และคณะ, 2520, น. 142)

โดยสรุป การกำหนดเกณฑ์ประสิทธิภาพ เป็นการกำหนดระดับประสิทธิภาพของหนังสือเทคโนโลยีความจริงเสมือนจะช่วยให้นักเรียนเกิดการเรียนรู้ เป็นระดับที่ผู้ผลิตหนังสือเทคโนโลยีความจริงเสมือนพึงพอใจ โดยกำหนดเกณฑ์ประสิทธิภาพของกระบวนการและประสิทธิภาพของผลลัพธ์

### 5.2 วิธีการคำนวณหาประสิทธิภาพของหนังสือเทคโนโลยีความจริงเสมือน

ชัยยงค์ พรหมวงศ์ (2546, น. 22-23) กล่าวว่า การทดสอบประสิทธิภาพและปรับปรุงบทเรียนเป็นการตรวจสอบว่าผู้เรียนได้รับความรู้เพิ่มขึ้น เกิดการเรียนรู้ตามเกณฑ์ประสิทธิภาพ และเป็น

พึงพอใจของผู้สอนและผู้เรียนหรือไม่ ซึ่งการทดสอบประสิทธิภาพมี 2 ขั้นตอนคือ การทดลองใช้เบื้องต้น และการทดลองใช้จริง ดังนี้

1. การทดลองใช้เบื้องต้น (Try Out) เป็นการทดลองใช้กับผู้เรียน 3 ขั้นตอน คือ
  - 1) ทดสอบแบบเดี่ยว (1:1) กับผู้เรียน 1-3 คน
  - 2) ทดสอบแบบกลุ่ม (1:10) กับผู้เรียน 6-12 คน
  - 3) ทดสอบแบบภาคสนาม (1:100) กับผู้เรียนทั้งชั้น ตั้งแต่ 20 คน ขึ้นไป
2. การทดลองใช้จริง (Trial Run) เป็นการนำไปใช้ในสถานการณ์จริงในระยะเวลาหนึ่ง เพื่อหาข้อดีข้อด้อย แล้วนำมาปรับปรุงให้ได้ประสิทธิภาพตามเกณฑ์ที่กำหนด เกณฑ์ (Criterion) หมายถึง ระดับต่ำสุดที่กำหนดเป็นตัวเลข ของการเปลี่ยนแปลงพฤติกรรม มี 3 ประเภท ได้แก่

1) ความก้าวหน้าในผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน คือ ผลต่างอย่างมีนัยสำคัญระหว่าง คะแนนประเมินหลังเรียนและคะแนนก่อนเรียน

2) ประสิทธิภาพของกระบวนการ/ผลลัพธ์ ( $E_1/E_2$ ) โดย

$E_1$  คือ ร้อยละของคะแนนที่ได้จากการประกอบกิจกรรมระหว่างเรียน เช่น แบบ

ฝึกปฏิบัติ รายงาน

$E_2$  คือ ร้อยละของคะแนนที่ได้จากการประเมินหลังจากเรียนเสร็จแล้ว เช่น ผลการ

ทดสอบหลังเรียน

การใช้สูตร  $E_1/E_2$  ซึ่งประยุกต์มาจากแนวคิดในการหาประสิทธิภาพชุดการสอน ของชัยยงค์ พรหมวงศ์ ที่กำหนดว่า  $E_1$  เป็นประสิทธิภาพของกระบวนการ และ  $E_2$  เป็นประสิทธิภาพของผลลัพธ์ โดยมีวิธีการคำนวณตามสูตรดังนี้

$$E_1 = \frac{\sum X}{A} \times 100$$

$E_1$  คือ ประสิทธิภาพของกระบวนการ

$\sum X$  คือ คะแนนรวมของแบบทดสอบระหว่างเรียน

A คือ คะแนนเต็มของแบบทดสอบทุกชิ้นรวมกัน

N คือ จำนวนนักเรียน

$$E_2 = \frac{\sum F}{\frac{N}{B}} \times 100$$

$E_2$  คือ ประสิทธิภาพของผลลัพธ์

$\sum F$  คือ คะแนนรวมของแบบทดสอบหลังเรียน

$B$  คือ คะแนนเต็มของแบบทดสอบหลังเรียน

$N$  คือ จำนวนนักเรียน

3) ความพึงพอใจของ ผู้สอน และ ผู้เรียน โดยการถามความคิดเห็นของผู้สอนและผู้เรียนที่มีต่อสื่อหรือวิธีการที่ใช้สอน

โดยสรุป วิธีการคำนวณหาประสิทธิภาพของหนังสือเทคโนโลยีความจริงเสมือน ทำโดยใช้สูตร  $E_1/E_2$

### 5.3 ขั้นตอนการทดลองหาประสิทธิภาพของหนังสือเทคโนโลยีความจริงเสมือน

เมื่อสร้างหนังสือเทคโนโลยีความจริงเสมือนแล้วจะต้องไปทดลองหาประสิทธิภาพตามขั้นตอนดังนี้ (ชัยยงค์ พรหมวงศ์ และคณะ, 2520, น. 137-138)

**5.3.1 ทดลองแบบหนึ่งต่อหนึ่ง (One to one Testing)** โดยนำหนังสือเทคโนโลยีความจริงเสมือนที่สร้างขึ้นไปทดลองกับนักเรียน 3 คน โดยเลือกระดับผลการเรียนสูง ปานกลาง และต่ำระดับละ 1 คน เพื่อเป็นการศึกษาถึงข้อบกพร่องที่ควรแก้ไขในด้านสำนวนภาษา กราฟิก ความเหมาะสมของระยะเวลาที่กำหนดในบทเรียนและข้อเสนอแนะอื่นๆ เพื่อนำไปปรับปรุงแก้ไข

**5.3.2 การทดลองในชั้นทดลองกับกลุ่มเล็ก (Small Group Testing)** เป็นการศึกษาถึงความเหมาะสมของบทเรียนในด้านต่างๆ เช่น การใช้ภาษาในบทเรียน นักเรียนในกลุ่มเล็ก ความเข้าใจตรงกันหรือไม่ ภาษาที่ใช้คลุมเครือหรือไม่ ระยะเวลาที่กำหนดไว้มีความเหมาะสมหรือไม่ผลเป็นอย่างไร เมื่อนำผลการทำแบบทดสอบระหว่างเรียนและผลการทดสอบหลังเรียนด้วยบทเรียนไปวิเคราะห์หาประสิทธิภาพแล้วได้ตามเกณฑ์ที่กำหนดไว้หรือไม่นำข้อมูลที่ได้ในขั้นตอนนี้ไปปรับปรุงแก้ไขบทเรียนต่อไป

**5.3.3 การทดลองในชั้นทดลองกับกลุ่มใหญ่ (Field Testing)** เพื่อนำผลการทำแบบทดสอบระหว่างเรียน และผลการทดสอบหลังการเรียนด้วยบทเรียนไปวิเคราะห์หาประสิทธิภาพของบทเรียน

โดยสรุป ขั้นตอนการทดลองหาประสิทธิภาพของหนังสือเทคโนโลยีความจริงเสมือน ประกอบด้วย การทดลองแบบหนึ่งต่อหนึ่ง การทดลองในชั้นทดลองกับกลุ่มเล็ก และการทดลองในชั้นทดลองกับกลุ่มใหญ่

**5.4 เกณฑ์ประสิทธิภาพของบทเรียน** ประสิทธิภาพของบทเรียนจะกำหนดให้เป็นเกณฑ์ที่ผู้สอนคาดหวังว่านักเรียนเปลี่ยนพฤติกรรมเป็นที่น่าพึงพอใจ โดยกำหนดให้เป็นเปอร์เซ็นต์ผลเฉลี่ยของ



คะแนนการทำงานและการประกอบกิจกรรมของนักเรียนทั้งหมดต่อเปอร์เซ็นต์ของผลการสอนหลังการเรียนของนักเรียนทั้งหมดนั้นคือ  $E_1/E_2$  หรือประสิทธิภาพของกระบวนการ/ประสิทธิภาพของผลลัพธ์ (ชัยยงค์ พรหมวงศ์ และคณะ, 2520, น. 135)

ประสิทธิภาพของกระบวนการ คือ การประเมินพฤติกรรมต่อเนื่อง (Transitional Behavior) ของนักเรียน ได้แก่ การประเมินกิจกรรม งานที่มอบหมายและกิจกรรมอื่นๆ ที่ผู้สอนกำหนดไว้ประสิทธิภาพของผลลัพธ์ คือ การประเมินพฤติกรรมขั้นสุดท้าย (Terminal Behavior) โดยพิจารณาจากการสอบหลังเรียนและการสอบไล่

โดยสรุป เกณฑ์ประสิทธิภาพของบทเรียน เป็นการกำหนดเปอร์เซ็นต์ผลเฉลี่ยของคะแนนในการประกอบกิจกรรมของนักเรียนทั้งหมดต่อเปอร์เซ็นต์ของผลการสอนหลังการเรียนของนักเรียนทั้งหมด

## 6. งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

ผู้วิจัยได้ศึกษางานวิจัยที่มีผู้ทำไว้ตั้งแต่ปี 2552 ถึง 2560 ดังนี้

อรรถศาสตร์ เวียงสงค์ และคณะ (2552) ได้ทำการวิจัยเรื่องการพัฒนาสื่อความเป็นจริงเสมือนพบว่า สื่อความเป็นจริงเสมือนที่ผู้วิจัยพัฒนาขึ้น สามารถทำให้ผู้ชมสื่อ รู้สึกเหมือนอยู่ในเหตุการณ์นั้นจริง ไม่ว่าจะผ่านทางด้านภาพโมเดล 3 มิติ สภาพแวดล้อมเสมือนจริง เสียง หรือประสาทสัมผัส โดยใช้อุปกรณ์พื้นฐานทางคอมพิวเตอร์ ซึ่งมีลักษณะแบบตอบโต้กับผู้ใช้หรือมีลติมีเดียปฏิสัมพันธ์ สามารถนำสื่อความเป็นจริงเสมือนไปใช้ในการประชาสัมพันธ์มหาวิทยาลัยได้จริง และมีประสิทธิภาพได้สื่อความเป็นจริงเสมือนที่พัฒนาขึ้นตามรูปแบบที่ได้จากการศึกษาและนิสิตมีความพึงพอใจต่อการใช้สื่อความเป็นจริงเสมือนโดยรวมอยู่ในระดับมาก

นวรรตน์ แซ่ไคว้ว (2556) ได้ทำการวิจัยเรื่อง การพัฒนาแบบจำลองโลกเสมือนจริง สำหรับบทเรียนมัลติมีเดียปฏิสัมพันธ์ เรื่อง การท่องโลกอุปกรณ์คอมพิวเตอร์ ผลการวิจัยพบว่า 1) แบบจำลองโลกเสมือนจริงสำหรับบทเรียนมัลติมีเดียปฏิสัมพันธ์ มีคุณลักษณะดังนี้ (1) การเข้าไปใช้ระบบได้ในเวลาเดียวกัน (2) การติดต่อระบบด้วยกราฟิก (3) การใกล้ชิดกับระบบ (4) การจัดการข้อมูล (5) ชุมชนออนไลน์ (6) การจำลองเสมือนจริง (7) การมีปฏิสัมพันธ์กับระบบ และ (8) สิ่งแทนตัวตน 2) มีคุณภาพอยู่ในระดับดีและมีประสิทธิภาพ 86.92/84.42 ตามเกณฑ์ที่กำหนด 3) คะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังเรียนผ่านบทเรียนมัลติมีเดียปฏิสัมพันธ์โลกเสมือนจริง สูงกว่าคะแนนทดสอบก่อนเรียน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 และ 4) นักศึกษามีความพึงพอใจต่อบทเรียนมัลติมีเดียปฏิสัมพันธ์ ในระดับมาก

มานพ สว่างจิต (2556) ได้ทำการวิจัยเรื่อง การพัฒนาสื่อความจริงเสมือน วิชาวิทยาศาสตร์ โรงเรียนที่มีผลสัมฤทธิ์ต่ำกว่าเกณฑ์มาตรฐาน สังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษาประถมศึกษานครนายก ผลการวิจัยพบว่า 1) สื่อความจริงเสมือน วิชาวิทยาศาสตร์ โรงเรียนที่มีผลสัมฤทธิ์ต่ำกว่าเกณฑ์มาตรฐาน

สังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษาประถมศึกษาขอนแก่น มีคุณภาพอยู่ในระดับดีมาก และมีประสิทธิภาพ 88.33/87.17 ซึ่งเป็นไปตามที่กำหนดไว้ 2) คะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนที่เรียนด้วยสื่อความจริงเสมือน สูงกว่าคะแนนก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญ ทางสถิติที่ระดับ .05 3) ดัชนีประสิทธิผลของสื่อความจริงเสมือน มีค่าเท่ากับ .65 และ 4) นักเรียนมีความพึงพอใจต่อการเรียนด้วยสื่อความจริงเสมือน อยู่ในระดับมากที่สุด (ค่าเฉลี่ย 4.61)

กัญชรี วรอาจ (2557) ได้ทำการวิจัยเรื่อง การพัฒนาหนังสืออ่านเพิ่มเติมที่มีความจริงเสมือน เรื่องประเทศสิงคโปร์ผ่านไอแพด สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ผลการวิจัยพบว่า 1) หนังสืออ่านเพิ่มเติมที่มีความจริงเสมือน เรื่องประเทศสิงคโปร์ผ่านไอแพด มีคุณภาพอยู่ในระดับดี โดยด้านเนื้อหา มีคุณภาพอยู่ในระดับดี และด้านเทคนิคมีคุณภาพอยู่ในระดับดีมาก และมีประสิทธิภาพ 92.14/91.42 2) ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังจากเรียนด้วยหนังสืออ่านเพิ่มเติมที่มีความจริงเสมือน เรื่องประเทศสิงคโปร์ผ่านไอแพด สูงกว่าคะแนนก่อนเรียน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 3) นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 มีความพึงพอใจต่อหนังสืออ่านเพิ่มเติมที่มีความจริงเสมือน เรื่องประเทศสิงคโปร์ ผ่านไอแพด อยู่ในระดับมาก

จุฑามาต ธัญญเจริญ (2557) ได้ทำการวิจัยเรื่อง การพัฒนาหนังสือภาพความจริงเสมือนผ่านไอแพดเรื่อง ทำร้ายมาตรฐาน สำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 พบว่า หนังสือภาพความจริงเสมือนผ่านไอแพดเรื่อง ทำร้ายมาตรฐาน ที่ประเมินโดยผู้ทรงคุณวุฒิด้านเนื้อหาอยู่ใน ระดับดี และด้านเทคนิคมีคุณภาพอยู่ในระดับดีมาก มีประสิทธิภาพตามเกณฑ์มาตรฐาน 80/80 อยู่ในเกณฑ์ 82.17/82.00 ตามที่กำหนดไว้ ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังจากเรียนด้วยหนังสือภาพ ความจริงเสมือนผ่านไอแพด เรื่อง ทำร้ายมาตรฐาน สูงกว่าคะแนนก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทาง สถิติที่ระดับ .05 ผลการปฏิบัติทำร้ายมาตรฐานของนักเรียนที่เรียนด้วยหนังสือภาพความจริงเสมือน อยู่ในระดับดีมาก นักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 มีความพึงพอใจต่อการใช้นี้หนังสือภาพความจริง เสมือนผ่านไอแพดเรื่อง ทำร้ายมาตรฐาน อยู่ในระดับมากที่สุด

ญาณวุฒิ ไชโยโย (2557) ได้ทำการวิจัยเรื่อง การพัฒนาหนังสือความจริงเสมือนสามมิติ เรื่อง สมุนไพรจีน สำหรับนักศึกษา ระดับปริญญาตรี คณะแพทยตะวันออก วิทยาลัยเชียงรายผลการวิจัยพบว่า ประสิทธิภาพของหนังสือความจริงเสมือนสามมิติ เรื่อง สมุนไพรจีน มีประสิทธิภาพ เท่ากับ 83.20/87.40 ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของผู้เรียนที่เรียนด้วยหนังสือความจริงเสมือนสามมิติ เรื่อง สมุนไพรจีนมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05 ความพึงพอใจของผู้เรียนที่มีต่อหนังสือความจริงเสมือนสามมิติ เรื่อง สมุนไพรจีนอยู่ในระดับมาก โดยมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 4.29 และค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 0.65

ธัญพร ท่าใหญ่ (2557) ได้ทำการวิจัยเรื่อง การพัฒนาหนังสืออ่านเพิ่มเติมความจริงเสมือน เรื่องบทสวดมนต์ ผ่านไอแพด สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ผลการวิจัยพบว่า 1) หนังสืออ่านเพิ่มเติมความจริงเสมือน เรื่อง บทสวดมนต์ ผ่านไอแพด ที่ประเมินโดยผู้ทรงคุณวุฒิด้านเนื้อหาอยู่ในระดับ ดีมากและด้านเทคนิคมีคุณภาพอยู่ในระดับดีและมีประสิทธิภาพ 83.33/84.67 2) ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

หลังจากเรียนด้วยหนังสืออ่านเพิ่มเติมความจริงเสมือน เรื่อง บทสวดมนต์ ผ่านไอแพด สูงกว่าคะแนนก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 3) ดัชนีประสิทธิผลมีค่าเท่ากับ .70 และ 4) นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 มีความพึงพอใจต่อการใช้นักเรียนอ่านเพิ่มเติมความจริงเสมือน เรื่อง บทสวดมนต์ ผ่านไอแพด อยู่ในระดับมากที่สุด

วิวัฒน์ มีสุวรรณ (2557) ได้ทำการวิจัยเรื่อง การพัฒนาสื่อการเรียนการสอนด้วยเทคโนโลยีออกมเนตต์เรียลลิตี้ เรื่องชุดประจำชาติของกลุ่มประชาคมอาเซียน ผลการวิจัยพบว่าผู้เรียนที่มีความรู้ลึกซึ้งในความแปลกใหม่ ตื่นเต้น สนุกสนาน และมีความพึงพอใจต่อการเรียนการสอนที่ผู้วิจัยได้พัฒนาขึ้น ช่วยลดเวลาในการเรียนรู้ให้น้อยลง สามารถเข้าใจได้ง่ายขึ้น ผู้เรียนมีความสุขกับการได้ทดลองใช้สื่อ AR ช่วยให้การจัดการเรียนรู้มีประสิทธิภาพ

สหพร ขวัญวิชา (2557) ได้ทำการวิจัยเรื่อง การพัฒนาหนังสือคำศัพท์ภาษาอังกฤษภาพความจริงเสมือน เรื่อง สัตว์ ผ่านแท็บเล็ต สำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 1 ผลการวิจัยพบว่า 1) หนังสือคำศัพท์ภาษาอังกฤษภาพความจริงเสมือน เรื่อง สัตว์ ผ่านแท็บเล็ต ที่ประเมินโดยผู้ทรงคุณวุฒิด้านเนื้อหา อยู่ในระดับดีมากและด้านเทคนิคมีคุณภาพอยู่ในระดับดีและมีประสิทธิภาพเท่ากับ 81.17/82.33 2) ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังจากเรียนด้วยหนังสือคำศัพท์ภาษาอังกฤษภาพความจริงเสมือน เรื่อง สัตว์ ผ่านแท็บเล็ต สูงกว่าคะแนนก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 และ 3) นักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 มีความพึงพอใจต่อการใช้นักเรียนคำศัพท์ภาษาอังกฤษภาพความจริงเสมือน เรื่อง สัตว์ ผ่านแท็บเล็ต อยู่ในระดับมากที่สุด

สถิตย์โชค โพธิ์สอาด (2558) ได้ทำการวิจัยเรื่อง การพัฒนาระบบพาณิชย์อิเล็กทรอนิกส์ความจริงเสมือนเพื่อเพิ่มประสบการณ์การซื้อเสมือนจริง ผลการศึกษาแสดงให้เห็นว่า การแสดงสินค้าแบบความจริงเสมือนมีผลต่อเวลาที่ใช้ในการสำรวจสินค้า การเรียนรู้สินค้า ทักษะติดต่อสินค้า และความตั้งใจในการซื้อสินค้า แสดงให้เห็นถึงประโยชน์ของระบบ นอกจากนี้ การทดสอบการใช้งานได้และความพึงพอใจของระบบแสดงให้เห็นว่าผู้ใช้มีแนวโน้มที่ดีในการที่จะใช้ระบบในชีวิตจริง

สุทธิกานต์ บ่อจักรพันธ์ (2558) ได้ทำการวิจัยเรื่อง การพัฒนาสื่อการเรียนการสอนด้วยเทคโนโลยีความจริงเสริม วิชาเคมี เรื่อง แบบจำลองอะตอม สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ผลการวิจัยพบว่า ประสิทธิภาพของสื่อการเรียนการสอนด้วยเทคโนโลยีความจริงเสริม เรื่อง แบบจำลองอะตอม มีค่า 87.55/80.19 นักเรียนมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังเรียนสูงกว่าผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 และนักเรียนมีความพึงพอใจต่อการเรียนด้วยสื่อการเรียนการสอนอยู่ในระดับดีมาก

สุพจน์ พ่วงศิริ (2558) ได้ทำการวิจัยเรื่อง การพัฒนาคู่มือความจริงเสริม เรื่อง การใช้เครื่องมือวัดปริมาณไขมันในร่างกาย สำหรับนิสิตสาขาวิชาสาธารณสุขศาสตร์ชั้นปีที่ 1 คณะพลศึกษา มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ผลการวิจัยพบว่า คู่มือความจริงเสริม มีคุณภาพด้านสื่ออยู่ในระดับดีมาก

มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 4.92 ด้านเนื้อหาอยู่ในระดับดีมาก มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 4.78 และมีประสิทธิภาพตามเกณฑ์เท่ากับ 81/82 ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนก่อนเรียนมีคะแนนเฉลี่ยเท่ากับ 12.10 มีคะแนนเฉลี่ยหลังเรียนเท่ากับ 18.37 การวิเคราะห์ t-test ระหว่างก่อนเรียนและหลังเรียนมีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05 และผู้เรียนมีความพึงพอใจต่อคู่มือความจริงเสริมอยู่มนระดับมาก โดยมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 4.47

อุไรวรรณ ศรีไชยเลิศ และสรเดช ครุทจ๋อน (2560) ได้ทำการวิจัยเรื่อง การพัฒนาสื่อการสอนด้วยเทคโนโลยีโลกเสมือนจริง 2 มิติ แบบมีปฏิสัมพันธ์ เรื่อง ปรัชญาการณของโลกและเทคโนโลยีอวกาศ สำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 ผลการวิจัยพบว่า สื่อการสอนแบบเสมือนจริง 2 มิติแบบมีปฏิสัมพันธ์กับผู้เรียน มีประสิทธิภาพเท่ากับ 80.52/84.06 เป็นไปตามเกณฑ์ที่กำหนดคือสูงกว่า 80/80 ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของผู้เรียนหลังเรียน ( $x = 25.22$ , S.D. = 2.67) สูงกว่าก่อนเรียน ( $x = 11.09$ , S.D. = 3.49) อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 และความพึงพอใจของนักศึกษาที่มีต่อสื่อการสอนอยู่ในระดับมากที่สุด ( $x = 4.87$ , S.D. = 0.34)

จากการศึกษาวรรณกรรมที่เกี่ยวข้องกับการนำเทคโนโลยีความจริงเสมือนมาใช้ในการจัดการเรียนการสอนนั้น พบว่า เทคโนโลยีความจริงเสมือนมีประสิทธิภาพในการพัฒนาสื่อการสอนให้เกิดความสนใจ และช่วยเสริมสร้างความเข้าใจในบทเรียนได้มากขึ้น ส่งผลให้ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของผู้เรียนสูงขึ้น ได้จริง สามารถพัฒนาคุณภาพการจัดการเรียนการสอนให้ดีขึ้น โดยเทคโนโลยีความจริงเสมือนสามารถนำมาประยุกต์ใช้ได้หลากหลายรายวิชา



## บทที่ 3

### การดำเนินการวิจัย

การวิจัยเรื่องการพัฒนาหนังสือเทคโนโลยีความจริงเสมือน วิชาชีววิทยา เรื่อง ความหลากหลายทางชีวภาพ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 สังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษา มัธยมศึกษา เขต 8 เป็นการวิจัยเชิงวิจัยและพัฒนา โดยมีวัตถุประสงค์เพื่อ (1) พัฒนาหนังสือเทคโนโลยีความจริงเสมือน วิชาชีววิทยา เรื่อง ความหลากหลายทางชีวภาพ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 ให้มีประสิทธิภาพตามเกณฑ์ที่กำหนด (2) ศึกษาความก้าวหน้าทางการเรียนของนักเรียนที่เรียนด้วยพัฒนาหนังสือเทคโนโลยีความจริงเสมือนเรื่อง ความหลากหลายทางชีวภาพ และ (3) ศึกษาความพึงพอใจของนักเรียนต่อการเรียนด้วยหนังสือเทคโนโลยีความจริงเสมือน เรื่อง ความหลากหลายทางชีวภาพ

ในการวิจัยนี้มีการดำเนินการวิจัยครอบคลุม (1) การกำหนดประชากรและกลุ่มตัวอย่าง (2) การสร้างเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย (3) เก็บรวบรวมข้อมูล และ (4) การวิเคราะห์ข้อมูล

#### 1. ประชากรและกลุ่มตัวอย่าง

**1.1 ประชากร** ที่ใช้ในการวิจัย คือ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 สำนักงานเขตพื้นที่ การศึกษามัธยมศึกษา เขต 8 ภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2561 จำนวนทั้งหมด 26 โรงเรียน จำนวน 3,387 คน

**1.2 กลุ่มตัวอย่าง** เป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 โรงเรียนหนองรีประชานิมิต สังกัด สำนักงานเขตพื้นที่การศึกษามัธยมศึกษา เขต 8 จังหวัดกาญจนบุรี ที่เรียนในภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2561 จำนวน 35 คน ได้มาจากการสุ่มแบบแข่งขัน มีขั้นตอนดังนี้

**1.2.1 สุ่มโรงเรียน** จากโรงเรียนในสังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษามัธยมศึกษา เขต 8 ซึ่งประกอบด้วย จังหวัดกาญจนบุรี และจังหวัดราชบุรี จำนวน 26 โรงเรียน ได้โรงเรียนหนองรีประชานิมิต จังหวัดกาญจนบุรี

**1.2.2 สุ่มห้องเรียน** ได้แก่ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 จากจำนวน 2 ห้อง ได้นักเรียน ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6/2 จำนวน 35 คน

**1.2.3 จำแนกนักเรียนตามผลการเรียน** โดยจำแนกตามผลการเรียนของนักเรียนชั้น มัธยมศึกษาปีที่ 6/2 จำนวน 35 คน เพื่อใช้ทดสอบประสิทธิภาพ โดยจำแนกตามผลการเรียนวิชาชีววิทยา ของนักเรียน ในภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2560 มีเกณฑ์ในการจำแนกผลการเรียนดังนี้ คือ ผลการเรียน ของนักเรียน ระดับ 3.5 – 4 จัดเป็นกลุ่มผลการเรียนดี ระดับ 2 – 3 จัดเป็นกลุ่มผลการเรียนปานกลาง และระดับ 1 – 1.5



จัดเป็นกลุ่มผลการเรียนอ่อน ได้นักเรียนที่มีผลการเรียนดีจำนวน 8 คน ปานกลางจำนวน 18 คน และอ่อนจำนวน 9 คน

**1.2.4 สุ่มเพื่อทดสอบประสิทธิภาพแบบเดี่ยว** ด้วยวิธีสุ่มอย่างง่าย โดยวิธีการจับสลากนักเรียนแต่ละกลุ่ม กลุ่มละ 1 คน โดยการสุ่มจากนักเรียนที่มีผลการเรียนดี 1 คน ปานกลาง 1 คน และอ่อน 1 คนรวมนักเรียนที่ใช้ทดสอบแบบเดี่ยว รวมนักเรียนที่ใช้ทดสอบแบบเดี่ยว จำนวน 3 คน

**1.2.5 สุ่มเพื่อทดสอบประสิทธิภาพแบบกลุ่ม** ด้วยวิธีสุ่มอย่างง่าย โดยวิธีการจับสลากนักเรียนแต่ละกลุ่ม กลุ่มละ 2 คน โดยจำแนกตามผลการเรียนจากนักเรียนที่มีผลการเรียนดี 2 คน ปานกลาง 2 คน และอ่อน 2 คน รวมนักเรียนที่ใช้ทดสอบแบบกลุ่ม จำนวน 6 คน

**1.2.6 ทดสอบประสิทธิภาพแบบภาคสนาม** ได้จากนักเรียนทั้งหมดที่เหลือจากการสุ่มเพื่อทดสอบประสิทธิภาพแบบเดี่ยว และแบบกลุ่มแล้ว เพื่อให้ที่มีผลการเรียนคละกัน คือ นักเรียนที่มีผลการเรียนดี จำนวน 5 คน ปานกลาง จำนวน 15 คน และอ่อน จำนวน 6 คน รวมนักเรียนที่ใช้ทดสอบแบบภาคสนาม จำนวน 26 คน

## 2. เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยประกอบด้วย (1) หนังสือเทคโนโลยีความจริงเสมือน วิชาชีววิทยา เรื่อง ความหลากหลายทางชีวภาพ (2) แบบทดสอบก่อนเรียนและแบบทดสอบหลังเรียนแบบคู่ขนาน และ (3) แบบสอบถามความพึงพอใจของนักเรียนที่มีต่อการเรียนด้วยหนังสือเทคโนโลยีความจริงเสมือน โดยมีรายละเอียดดังนี้

### 2.1 หนังสือเทคโนโลยีความจริงเสมือน วิชาชีววิทยา เรื่องความหลากหลายทางชีวภาพ

ในการพัฒนาหนังสือเทคโนโลยีความจริงเสมือน วิชาชีววิทยา เรื่อง ความหลากหลายทางชีวภาพ ผู้วิจัยได้ยึดหลักการสร้างหนังสือเทคโนโลยีความจริงเสมือนและรูปแบบการจัดการเรียนการสอนร่วมกับเทคโนโลยีความจริงเสมือน (Augmented Reality) โดยใช้ ADDIE Model ตามแนวคิดของ Barbara Seels & Zita Glasgow (1998) โดยแบ่งขั้นตอนการสร้างหนังสือเทคโนโลยีความจริงเสมือนไว้ 5 ขั้นตอน คือ (1) การวิเคราะห์ (2) การออกแบบ (3) การพัฒนา (4) การนำไปใช้ และ (5) การประเมิน โดยมีรายละเอียดดังนี้

#### ขั้นที่ 1 การวิเคราะห์ (Analysis)

แบ่งออกเป็น (1) การวิเคราะห์ผู้เรียน (2) วัตถุประสงค์ (3) วิเคราะห์เนื้อหา (4) วิเคราะห์ความต้องการด้านสื่อเทคโนโลยี

##### 1.1 การวิเคราะห์ผู้เรียน

ผู้วิจัยได้วิเคราะห์ผู้เรียนในด้านต่างๆ ได้แก่



1.1.1 เพศ ชาย 16 คน หญิง 19 คน รวม 35 คน

1.1.2 ระดับผลการเรียนวิชาชีววิทยา สามารถ จำแนกเป็น 3 กลุ่ม ได้แก่ กลุ่มเก่ง 8 คน กลุ่มกลาง 18 คน และกลุ่มอ่อน 9 คน รวม 35 คน

## 1.2 วิเคราะห์วัตถุประสงค์

ผู้วิจัยได้กำหนดวัตถุประสงค์ในการเรียนการสอนตามผลการเรียนรู้ วิชาชีววิทยา หลักสูตรแกนกลาง ปี 2551 โดยมีรายละเอียดดังตารางที่ 3.1

ตารางที่ 3.1 ผลการเรียนรู้ของรายวิชาชีววิทยา

| สาระ                     | ผลการเรียนรู้   |
|--------------------------|---|
| 1. ความหลากหลายทางชีวภาพ | 1. สืบค้นข้อมูล อภิปราย และอธิบายเกี่ยวกับความหมายและองค์ประกอบของความหลากหลายทางชีวภาพ   |
|                          | 2. สืบค้นข้อมูล อภิปราย และอธิบายการศึกษาความหลากหลายของสิ่งมีชีวิต การจัดหมวดหมู่ของสิ่งมีชีวิต ชื่อของสิ่งมีชีวิต และการระบุชนิด  |
|                          | 3. สืบค้นข้อมูล อภิปราย อธิบายและสรุปเกี่ยวกับกำเนิดของชีวิต กำเนิดของเซลล์โพรคาริโอตและเซลล์ยูคาริโอต  |
|                          | 4. สืบค้นข้อมูล ทดลอง อภิปราย อธิบาย และสรุปเกณฑ์ที่ใช้ในการจัดจำแนกสิ่งมีชีวิตออกเป็นโดเมนและอาณาจักร ลักษณะที่เหมือนและแตกต่างกันของสิ่งมีชีวิตในอาณาจักรมอเนอราอาณาจักรโพรทิสตา อาณาจักรพืช อาณาจักรฟังไจ และอาณาจักรสัตว์ |
|                          | 5. สืบค้นข้อมูล อภิปราย อธิบาย และนำเสนอคุณค่าของความหลากหลายทางชีวภาพกับการใช้ประโยชน์ของมนุษย์ที่มีผลต่อสังคมและสิ่งแวดล้อม   |
|                          | 6. สืบค้นข้อมูล อภิปราย และนำเสนอสถานการณ์ความหลากหลายทางชีวภาพในประเทศไทยและผลกระทบจากการสูญเสียความหลากหลายทางชีวภาพ  |
| 2. ประชากร               | 7. ออกแบบสถานการณ์จำลองที่แสดงถึงการเปลี่ยนแปลงปัจจัยต่างๆ ของสิ่งแวดล้อมที่มีผลต่อการอยู่รอดของสิ่งมีชีวิต   |
|                          | 8. วิเคราะห์ อภิปราย และสรุปได้ว่าการอยู่รอดของสิ่งมีชีวิตสัมพันธ์กับความหลากหลายของสิ่งมีชีวิต   |
|                          | 9. สืบค้นข้อมูล อภิปราย และอธิบายเกี่ยวกับความหมายของประชากร ความหนาแน่นของประชากร อัตราการเปลี่ยนแปลงขนาดของประชากร และปัจจัยสำคัญที่มีผลต่อการเปลี่ยนแปลงขนาดของประชากร   |

ตารางที่ 3.1 (ต่อ)

| สาระ                                  | ผลการเรียนรู้   |
|---------------------------------------|---|
|                                       | 10. สืบค้นข้อมูล อภิปราย และวิเคราะห์ข้อมูลเกี่ยวกับเรื่องประชากรมนุษย์ การเติบโต และโครงสร้างอายุของประชากรมนุษย์  |
| 3. มนุษย์กับความยั่งยืนของสิ่งแวดล้อม | 11. สืบค้นข้อมูล อภิปราย และอธิบายความสัมพันธ์ระหว่างมนุษย์กับการใช้ทรัพยากรธรรมชาติ  |
|                                       | 12. อภิปราย อธิบาย และสรุปแนวทางการจัดการทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม รวมทั้งการอนุรักษ์และพัฒนาที่ยั่งยืน พร้อมทั้งเสนอแนวทางในการอนุรักษ์ทรัพยากรธรรมชาติ |
|                                       | 13. สืบค้นข้อมูล อภิปราย และอธิบายเกี่ยวกับชนิดพันธุ์ต่างถิ่นที่ส่งผลกระทบต่อสภาพแวดล้อม  |

### 1.3 การวิเคราะห์เนื้อหา

การวิเคราะห์เนื้อหา ประกอบด้วยขั้นตอนย่อย 4 ขั้นตอน ได้แก่ (1) การศึกษาคำอธิบายรายวิชา (2) วิเคราะห์เนื้อหาสาระ (3) เขียนแผนผังความคิด (4) ออกแบบลำดับเนื้อหา โดยมีรายละเอียดดังนี้

#### 1.3.1 การศึกษาคำอธิบายรายวิชา

วิชาชีววิทยา ระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 ประกอบด้วยสาระการเรียนรู้ จำนวน 3 สาระ ได้แก่ (1) ความหลากหลายทางชีวภาพ ครอบคลุม ความหลากหลายของสิ่งมีชีวิต สิ่งมีชีวิตเซลล์เดียว สิ่งมีชีวิตหลายเซลล์ (2) ประชากร ครอบคลุม ความหนาแน่นของประชากร การแพร่กระจายของประชากร ขนาดของประชากร รูปแบบการเพิ่มของประชากร การรอดชีวิตของประชากร ประชากรมนุษย์ (3) มนุษย์กับความยั่งยืนของสิ่งแวดล้อม ครอบคลุม ทรัพยากรน้ำ ทรัพยากรดิน ทรัพยากรอากาศ ทรัพยากรป่าไม้และสัตว์ป่า ปัญหา การจัดการและหลักการอนุรักษ์ทรัพยากรธรรมชาติ ชนิดพันธุ์ต่างถิ่นที่ส่งผลกระทบต่อสภาพแวดล้อม

#### 1.3.2 วิเคราะห์เนื้อหาสาระ

ผู้วิจัยได้ดำเนินการวิเคราะห์เนื้อหาสาระที่จะนำมาพัฒนาหนังสือเทคโนโลยีความจริงเสมือน โดยการแบ่งเนื้อหาสาระวิชาชีววิทยา ออกเป็น 15 หน่วย แต่ละหน่วยใช้เวลาในการสอนอย่างน้อย 60 นาที ขึ้นอยู่กับปริมาณเนื้อหา โดยได้จำแนกประเภทของเนื้อหาไว้ตามรายละเอียดดังตารางที่ 3.2

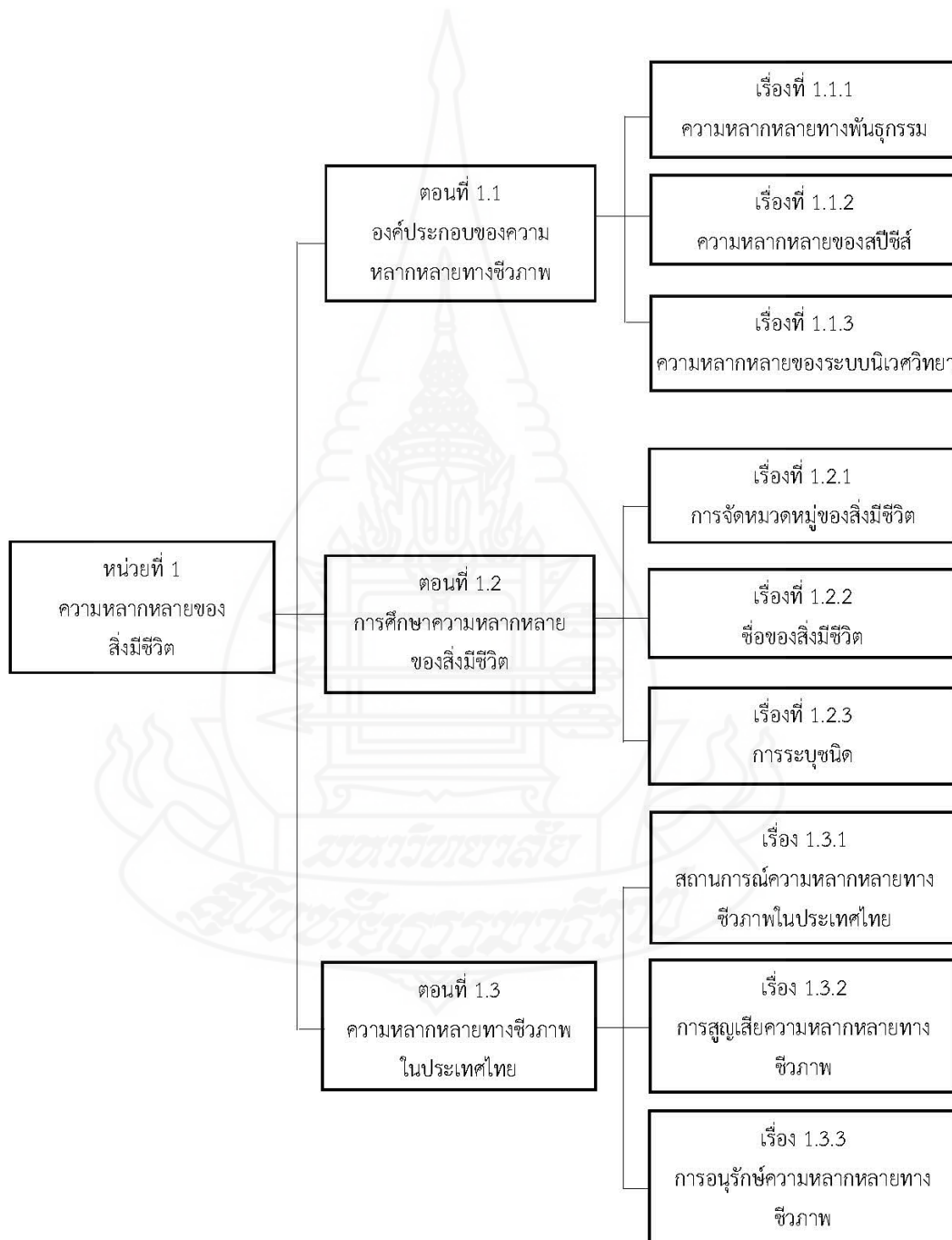
ตารางที่ 3.2 รายชื่อหน่วยเนื้อหาและประเภทของเนื้อหา กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ วิชาชีววิทยา

| สาระ                               | หน่วยการเรียนรู้  | ประเภทเนื้อหา |
|------------------------------------|---|---------------|
| ความหลากหลายทางชีวภาพ              | หน่วยที่ 1 ความหลากหลายของสิ่งมีชีวิต                         | พุทธิพิสัย    |
|                                    | หน่วยที่ 2 สิ่งมีชีวิตเซลล์เดียว                              | พุทธิพิสัย    |
|                                    | หน่วยที่ 3 สิ่งมีชีวิตหลายเซลล์                               | พุทธิพิสัย    |
| ประชากร                            | หน่วยที่ 4 ความหนาแน่นของประชากร                              | พุทธิพิสัย    |
|                                    | หน่วยที่ 5 การแพร่กระจายของประชากร                            | พุทธิพิสัย    |
|                                    | หน่วยที่ 6 ขนาดของประชากร                                     | พุทธิพิสัย    |
|                                    | หน่วยที่ 7 รูปแบบการเพิ่มของประชากร                           | พุทธิพิสัย    |
|                                    | หน่วยที่ 8 การรอดชีวิตของประชากร                              | พุทธิพิสัย    |
|                                    | หน่วยที่ 9 ประชากรมนุษย์                                      | พุทธิพิสัย    |
| มนุษย์กับความยั่งยืนของสิ่งแวดล้อม | หน่วยที่ 10 ทรัพยากรน้ำ                                       | พุทธิพิสัย    |
|                                    | หน่วยที่ 11 ทรัพยากรดิน                                       | พุทธิพิสัย    |
|                                    | หน่วยที่ 12 ทรัพยากรอากาศ                                     | พุทธิพิสัย    |
|                                    | หน่วยที่ 13 ทรัพยากรป่าไม้และสัตว์ป่า                         | พุทธิพิสัย    |
|                                    | หน่วยที่ 14 ปัญหา การจัดการและหลักการอนุรักษ์ทรัพยากรธรรมชาติ | ทักษะพิสัย    |
|                                    | หน่วยที่ 15 ชนิดพันธุ์ต่างถิ่นที่ส่งผลกระทบต่อสภาพแวดล้อม     | พุทธิพิสัย    |

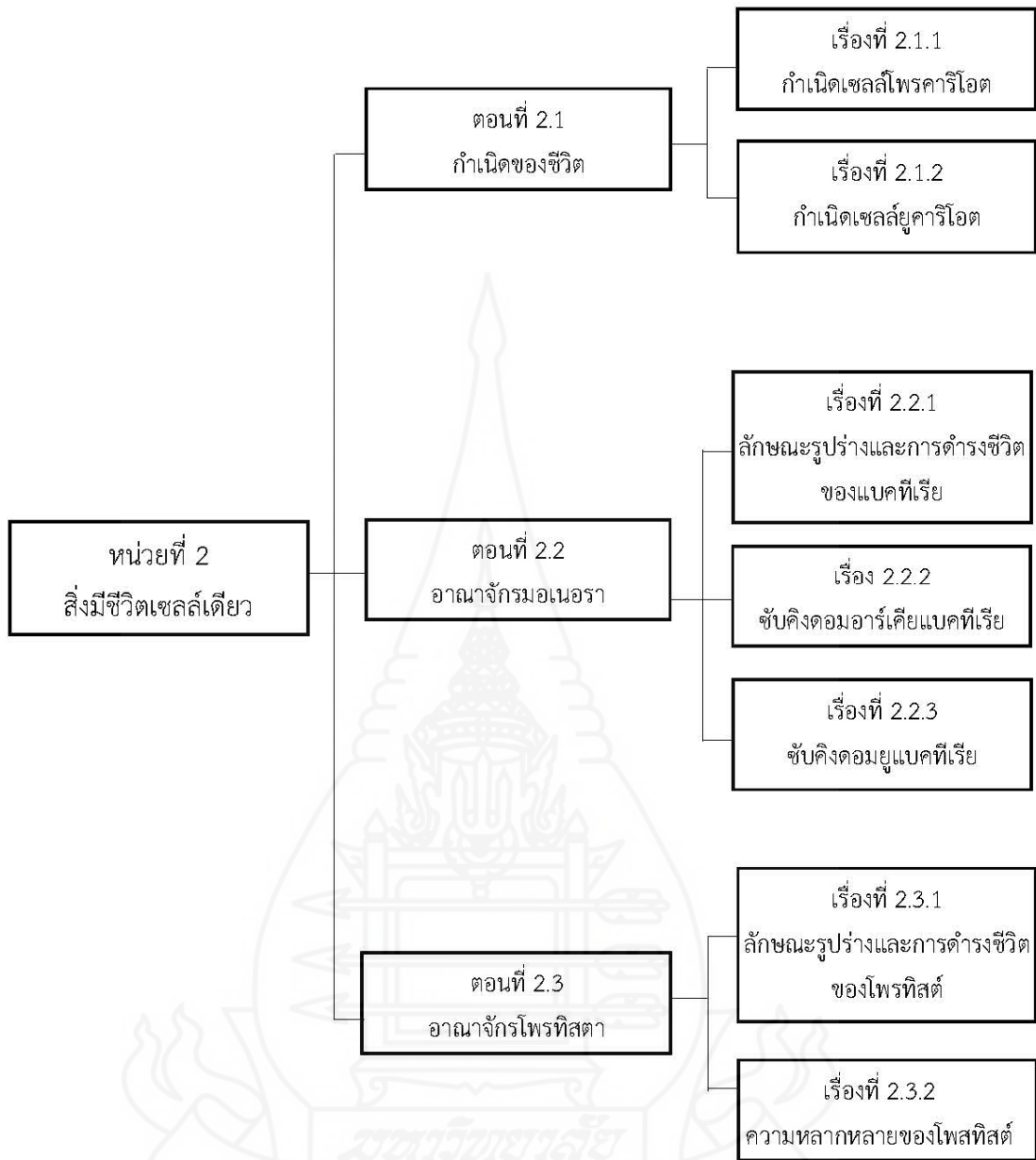
ในการวิจัยครั้งนี้ ผู้วิจัยได้คัดเลือกเนื้อหาโดยการสุ่มแบบเจาะจง ซึ่งเป็นเนื้อหาในสาระการเรียนรู้ เรื่อง ความหลากหลายทางชีวภาพ ประกอบด้วย หน่วยการเรียนรู้ จำนวน 3 หน่วย ได้แก่ หน่วยที่ 1 ความหลากหลายของสิ่งมีชีวิต หน่วยที่ 2 สิ่งมีชีวิตเซลล์เดียว และ หน่วยที่ 3 สิ่งมีชีวิตหลายเซลล์ มาจัดทำเป็นหนังสือเทคโนโลยีความจริงเสมือน โดยเนื้อหาที่ได้คัดเลือกนั้นมีความต่อเนื่องเกี่ยวข้องกันอย่างเป็นลำดับ และมีเนื้อหาที่เป็นประโยชน์ต่อการเรียนรู้เรื่องความหลากหลายของสิ่งมีชีวิต ซึ่งมีสิ่งมีชีวิตอีกมากมายที่นักเรียนไม่อาจพบเห็นได้ในชีวิตประจำวัน แต่จะสามารถศึกษาได้จากหนังสือเทคโนโลยีความจริงเสมือนเล่มนี้

### 1.3.3 เขียนแผนผังความคิด

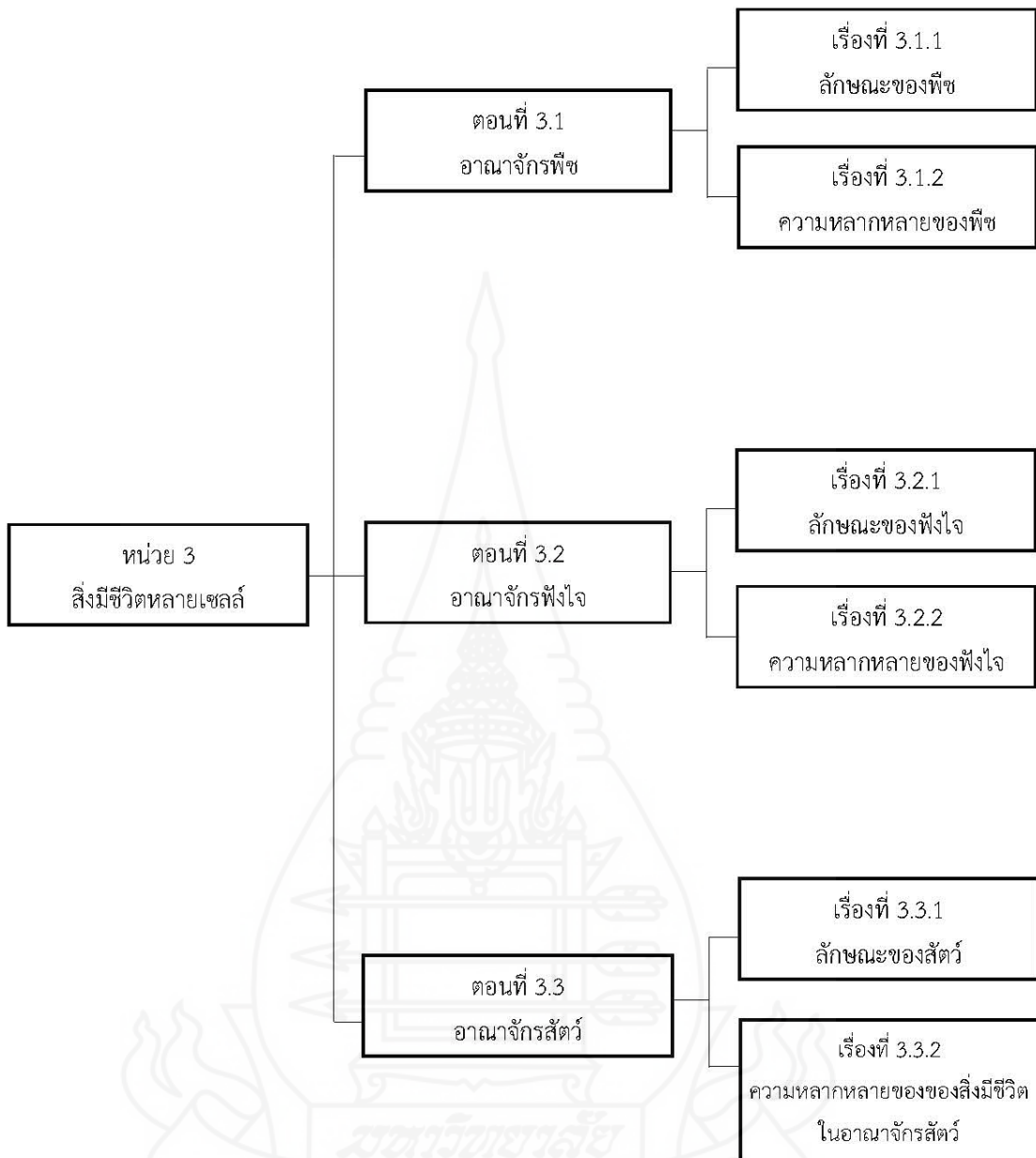
ผู้วิจัยได้นำเนื้อหาที่ผ่านการวิเคราะห์และออกแบบเนื้อหาจัดทำเป็นแผนผังแนวคิดในกลุ่มสาระการเรียนรู้ เรื่อง ความหลากหลายทางชีวภาพ ประกอบด้วย หน่วยการเรียนรู้ จำนวน 3 หน่วย ได้แก่ หน่วยที่ 1 ความหลากหลายของสิ่งมีชีวิต หน่วยที่ 2 สิ่งมีชีวิตเซลล์เดียว และ หน่วยที่ 3 สิ่งมีชีวิตหลายเซลล์ โดยมีรายละเอียดดังภาพที่ 3.1-3.3



ภาพที่ 3.1 แผนผังแนวคิดหน่วยที่ 1 ความหลากหลายของสิ่งมีชีวิต



ภาพที่ 3.2 แผนผังแนวคิดหน่วยที่ 2 สิ่งมีชีวิตเซลล์เดียว



ภาพที่ 3.3 แผนผังแนวคิดหน่วย 3 สิ่งมีชีวิตหลายเซลล์

#### 1.3.4 ออกแบบลำดับเนื้อหา

ผู้วิจัยได้นำเนื้อหาจากแผนผังแนวคิดที่ได้จากการลำดับไว้ส่วนหนึ่งแล้ว มากำหนดลำดับการนำเสนอจากกว้างไปแคบ เพื่อให้นักเรียนเข้าถึงได้อย่างรวดเร็วที่สุด ซึ่งเนื้อหาที่ได้จะมีความชัดเจนและสมบูรณ์ ทั้งอักษร ภาพ และเสียง โดยคัดเลือกสื่อวีดิทัศน์สำหรับการเชื่อมโยงกับเนื้อหาในหนังสือ ให้มีความสอดคล้องต่อเนื่องกัน โดยผู้วิจัยได้ดำเนินการสรุปเนื้อหาเพื่อจัดแบ่งเป็นหัวเรื่องดังนี้



## หน่วยที่ 1 ความหลากหลายของสิ่งมีชีวิต

### ตอนที่ 1.1 องค์ประกอบของความหลากหลายทางชีวภาพ

เรื่องที่ 1.1.1 ความหลากหลายทางพันธุกรรม

เรื่องที่ 1.1.2 ความหลากหลายของสปีชีส์

เรื่องที่ 1.1.3 ความหลากหลายของระบบ

นิเวศวิทยา

### ตอนที่ 1.2 การศึกษาความหลากหลายของสิ่งมีชีวิต

เรื่องที่ 1.2.1 การจัดหมวดหมู่ของสิ่งมีชีวิต

เรื่องที่ 1.2.2 ชื่อของสิ่งมีชีวิต

เรื่องที่ 1.2.3 การระบุชนิด

### ตอนที่ 1.3 ความหลากหลายทางชีวภาพในประเทศไทย

เรื่องที่ 1.3.1 สถานการณ์ความหลากหลายทางชีวภาพในประเทศไทย

เรื่องที่ 1.3.2 การสูญเสียความหลากหลายทางชีวภาพ

เรื่องที่ 1.3.3 การอนุรักษ์ความหลากหลายทางชีวภาพ

## หน่วย 2 สิ่งมีชีวิตเซลล์เดียว

### ตอนที่ 2.1 กำเนิดของชีวิต

เรื่องที่ 2.1.1 กำเนิดเซลล์โพรคาริโอต

เรื่องที่ 2.1.2 กำเนิดเซลล์ยูคาริโอต

### ตอนที่ 2.2 อาณาจักรมอเนอรา

เรื่องที่ 2.2.1 ลักษณะรูปร่างและการดำรงชีวิตของแบคทีเรีย

เรื่องที่ 2.2.2 ซับคิงดอมอาร์เคียแบคทีเรีย

เรื่องที่ 2.2.3 ซับคิงดอมยูแบคทีเรีย

### ตอนที่ 2.3 อาณาจักรโพรทิสตา

เรื่องที่ 2.3.1 ลักษณะรูปร่างและการดำรงชีวิตของโพรทิสต์

เรื่องที่ 2.3.2 ความหลากหลายของโพรทิสต์

### หน่วย 3 สิ่งมีชีวิตหลายเซลล์

#### ตอนที่ 3.1 อาณาจักรพืช

เรื่องที่ 3.1.1 ลักษณะของพืช

เรื่องที่ 3.1.2 ความหลากหลายของพืช

#### ตอนที่ 3.2 อาณาจักรฟังไจ

เรื่องที่ 3.2.1 ลักษณะของฟังไจ

เรื่องที่ 3.2.2 ความหลากหลายของฟังไจ

#### ตอนที่ 3.3 อาณาจักรสัตว์

เรื่องที่ 3.3.1 ลักษณะของสัตว์

เรื่องที่ 3.3.2 ความหลากหลายของสิ่งมีชีวิต  
ในอาณาจักรสัตว์

**1.4 สืบค้นความต้องการด้านสื่อเทคโนโลยี ใช้วิธีการสอบถามนักเรียน กลุ่มตัวอย่าง พบว่า นักเรียนทุกคนมีความสนใจในการนำสื่อเทคโนโลยีเข้ามามีส่วนร่วมในการจัดการศึกษา ซึ่งสื่อที่นักเรียนมีทุกคน ได้แก่ โทรศัพท์มือถือแบบสมาร์ตโฟน แท็บเล็ต โดยนักเรียนทุกคนมีโทรศัพท์มือถือ และนักเรียนจำนวน 2 คน ที่มีทั้งโทรศัพท์มือถือและแท็บเล็ต**

### ขั้นที่ 2 การออกแบบ(Desing)

**2.1 การออกแบบหนังสือเทคโนโลยีความจริงเสมือน มีการออกแบบแต่ละหน้าให้มีรูปแบบคล้ายกับหนังสือทั่วไป คือ มีวิธีการใช้งาน มีภาพประกอบคำอธิบาย มีภาพประกอบบางภาพที่มีสัญลักษณ์รูปกล้องวิดีโอ เพื่อแสดงให้เห็นทราบว่าเป็นจุดที่สามารถเข้าถึงวิดีโอได้ โดยการเข้าถึงวิดีโอ นั้นจะอยู่ในรูปแบบของ AR ซึ่งใช้แอปพลิเคชัน HP Reveal ซึ่งต้องใช้แท็บเล็ตหรือสมาร์ตโฟนในการสแกนรูปในหน้านั้นเพื่อให้เห็นผลวิดีโอที่ค้น**

**2.2 การกำหนดคุณลักษณะของหนังสือเทคโนโลยีความจริงเสมือน ผู้วิจัยได้กำหนดให้หนังสือเทคโนโลยีความจริงเสมือน เรื่องความหลากหลายทางชีวภาพ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 เป็นสื่อสิ่งพิมพ์ประเภทหนังสือ ที่มีการเชื่อมโยงกับความจริงเสมือนผ่านโทรศัพท์มือถือ รูปแบบของหนังสือ ประกอบด้วยตัวอักษรที่เป็นส่วนของเนื้อหาหลักๆและรูปภาพ โดยภาพที่มีสัญลักษณ์เฉพาะ ที่จะเป็นรูปภาพที่ผู้เรียนสามารถใช้โทรศัพท์มือถือหรือแท็บเล็ต สแกนผ่านกล้องและแอปพลิเคชัน HP Reveal เกิดเป็นวิดีโอที่แสดงภาพและเสียงของรายละเอียดเนื้อหาส่วนนั้นๆ เป็นส่วนประกอบของกิจกรรมการเรียนรู้เป็นระยะ ทำให้ผู้เรียนได้เรียนรู้และสร้างแรงจูงใจ ในการใช้สื่อเทคโนโลยีความจริงเสมือน ทำให้ผู้เรียนได้เห็นภาพเสมือนจริง ผู้เรียนเกิดแรงจูงใจในการเรียน ใฝ่รู้และเหมาะสมกับพัฒนาการของผู้เรียน ประกอบด้วย (1) ส่วนหน้าปก (2) ส่วนเนื้อหา (3) ส่วนแบบฝึกปฏิบัติ แบบบันทึกและแบบทดสอบ โดยมีรายละเอียด ดังนี้**

### 2.2.1 ส่วนหน้าปก เป็นส่วนแสดงชื่อเรื่องของสาระการเรียนรู้



ภาพที่ 3.4 ส่วนหน้าปก

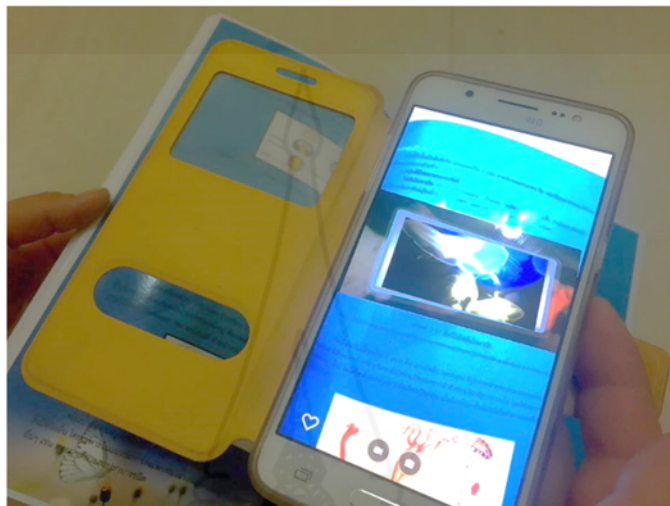
### 2.2.2 ส่วนเนื้อหา แบ่งออกเป็น

1) เนื้อหาสาระในเล่มหนังสือ ผู้วิจัยได้กำหนดกรอบเนื้อหาตามลำดับเนื้อหาตั้งที่กล่าวไปแล้วในขั้นตอนออกแบบและลำดับเนื้อหา ประกอบด้วยคำอธิบาย และรูปภาพปกติและรูปภาพที่เชื่อมโยงกับเทคโนโลยีความจริงเสมือน



ภาพที่ 3.5 ตัวอย่างส่วนเนื้อหาในเล่มหนังสือ

2) ส่วนเนื้อหาในสื่อเทคโนโลยีความจริงเสมือน ที่นำเสนอ ประกอบด้วยภาพสามมิติ ภาพเคลื่อนไหว เสียง และวีดิทัศน์ ที่มีเนื้อหาความสัมพันธ์เชื่อมโยงกับเนื้อหาในส่วนอื่นๆ เป็นส่วนช่วยให้เกิดความเข้าใจได้ง่ายและรวดเร็วกว่าอ่านหรือการเล่าการอธิบาย



ภาพที่ 3.6 ตัวอย่างส่วนเนื้อหาในสื่อเทคโนโลยีความจริงเสมือน

3) ส่วนแบบฝึกปฏิบัติ แบบบันทึกและแบบทดสอบ คือส่วนที่ใช้ในการตรวจสอบความก้าวหน้าทางการเรียนของนักเรียน จากการเรียนด้วยหนังสือเทคโนโลยีความจริงเสมือน

| แบบฝึกปฏิบัติ 1.1          |  |
|----------------------------|--|
| ความหลากหลายของสิ่งมีชีวิต |  |
| คำชี้แจง                   | ให้นักเรียนเขียนเครื่องหมาย ✓ หน้าข้อความที่ถูก เขียนเครื่องหมาย x หน้าข้อความที่ผิด (10 คะแนน)  |
| ..... 1.                   | ลักษณะของเปลือกหอยที่บิที่มีลวดลายและสีแตกต่างกันเป็นความหลากหลายของสปีชีส์ของสิ่งมีชีวิต        |
| ..... 2.                   | ความหลากหลายทางชีวภาพหมายถึงสิ่งมีชีวิตหลากหลายชนิดพันธุ์มาอยู่รวมกันในระบบนิเวศใดระบบนิเวศหนึ่ง |
| ..... 3.                   | การเปลี่ยนแปลงของธรรมชาติมีผลทำให้ความหลากหลายทางชีวภาพเปลี่ยนแปลงไป                             |
| ..... 4.                   | พื้นที่เขตป่าดิบชื้นเป็นแหล่งที่พบความหลากหลายทางชีวภาพมากที่สุด                                 |
| ..... 5.                   | ชื่อวิทยาศาสตร์ประกอบด้วยส่วนที่เป็นชื่อจีนัสและส่วนที่เป็นชื่อสปีชีส์                           |
| ..... 6.                   | ชื่อสามัญของสิ่งมีชีวิตคือชื่อที่คนรู้จักกันอย่างกว้างขวางและชื่อไม่ซ้ำกับชนิดอื่น               |

ภาพที่ 3.7 ตัวอย่างส่วนของแบบฝึกปฏิบัติ

**แบบบันทึกสาระสำคัญ ตอนที่ 1.1**

บันทึกสาระสำคัญ เรื่องที่ 1.1.1  
ความหลากหลายทางพันธุกรรม

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

บันทึกสาระสำคัญ เรื่องที่ 1.1.2  
ความหลากหลายของสปีชีส์

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

ภาพที่ 3.8 ตัวอย่างส่วนของแบบบันทึก

**แบบทดสอบก่อนเรียน**  
**วิชาชีววิทยา เรื่องความหลากหลายทางชีวภาพ**

---

คำชี้แจง      แบบทดสอบฉบับนี้เป็นข้อสอบแบบปรนัยเลือกตอบ 4 ตัวเลือก จำนวน 45 ข้อ ข้อละ 1 คะแนน รวม 45 คะแนน

คำสั่ง      จงเขียนเครื่องหมายกากบาท(x) ในช่องตัวอักษร ก ข ค ง ที่ถูกต้องลงในกระดาษคำตอบ

1. ข้อใดไม่ใช่ลักษณะขององค์ประกอบความหลากหลายทางชีวภาพ

ก. เพ็ลือกของหยอหับทิมมีลวดลายและสีสันแตกต่างกัน

ข. ลักษณะของดอกกล้วยไม้มีรูปร่างแตกต่างกัน

ค. จำนวนของปลาในแหล่งน้ำแตกต่างกัน

ง. ลักษณะระบบนิเวศแตกต่างกัน

2. ข้อใดให้ความหมายของความหลากหลายทางชีวภาพได้ถูกต้องที่สุด

ก. การมีชนิดพันธุ์ของสิ่งมีชีวิตหลากหลายชนิดมาอยู่รวมกันในระบบนิเวศหนึ่ง

ภาพที่ 3.9 ตัวอย่างส่วนของแบบทดสอบ

**2.3 วางรูปแบบของหนังสือเทคโนโลยีความจริงเสมือน เรื่องความหลากหลายทางชีวภาพ** ดังนี้ หน้าปก คำแนะนำการใช้งาน คำนำ สารบัญ จุดประสงค์การเรียนรู้ เนื้อหาความหลากหลายทางชีวภาพ 3 บท บรรณานุกรม ข้อมูลผู้จัดทำ ปกหลัง

### ขั้นที่ 3 การพัฒนา (Development)

3.1 การสร้างเนื้อหาต่างๆ นำ Storyboard ที่ได้ปรับปรุงแก้ไขให้เหมาะสมแล้ว มาสร้างเป็นหนังสือเทคโนโลยีความจริงเสมือน เรื่อง ความหลากหลายทางชีวภาพ สำหรับนักเรียนชั้น



มัธยมศึกษาปีที่ 6 จากนั้นทำ การตรวจสอบและทดสอบความสมบูรณ์ในการใช้งาน โดยมีการทดสอบหลาย ครั้งจนเป็นที่พอใจ โปรแกรมต่างๆขั้นตอนในการสร้างมีดังต่อไปนี้

3.1.1 ใช้โปรแกรม คอมพิวเตอร์ในการแต่งภาพ ตัดต่อรูปภาพ พิมพ์ ตัวอักษร

3.1.2 ใช้โปรแกรม นำเสนองานในการสร้างหนังสือเทคโนโลยีความจริง เสมือน จัดวางเนื้อหา รูปภาพและข้อความในแต่ละหน้า

3.1.3 ใช้โปรแกรม ตัดต่อวิดีโอในการตัดต่อวิดีโอ

3.1.4 ใช้เว็บไซต์ <http://www.hpreveal.com> ใช้ในการอัปโหลดภาพ วิดีทัศน์ ที่ต้องการให้เชื่อมต่อกับหนังสือเทคโนโลยีความจริงเสมือน

3.2 นำหนังสือเทคโนโลยีความจริงเสมือนที่มีความจริงเสมือน เรื่องความ หลากหลายทางชีวภาพ ที่สร้างขึ้นให้ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์และผู้ทรงคุณวุฒิด้านเนื้อหา และ ด้านเทคโนโลยีทางการศึกษา (รายนามผู้ทรงคุณวุฒิ แสดงในภาคผนวก ก) ทำการตรวจสอบคุณภาพของหนังสือเทคโนโลยี ความจริงเสมือน เรื่องความหลากหลายทางชีวภาพ โดยใช้แบบประเมินคุณภาพเทคโนโลยีความจริงเสมือน เรื่องความหลากหลายทางชีวภาพ เพื่อนำผลการประเมินมาปรับปรุงแก้ไข โดยรายละเอียดการแก้ไขมีดังนี้

3.2.1 การแก้ไขด้านเนื้อหา

ครั้งที่ 1 รูปแบบการสร้างหนังสือเทคโนโลยีความจริงเสมือน ยังไม่ อยู่ในลักษณะของหนังสือ ให้ผู้วิจัยไปศึกษาตัวอย่างรูปแบบผลงานหนังสือเทคโนโลยีความจริงเสมือนเพื่อ เป็นแนวทางการดำเนินการปรับปรุงแก้ไข ให้ใส่ข้อความเนื้อหาและรูปภาพ โดยเนื้อหาในหนังสือเรียนต้องมีความ สอดคล้องกับวิทัศน์ในความจริงเสมือนแต่ไม่ซ้ำกัน และช่วยให้การศึกษามีความละเอียด เข้าใจง่าย มากขึ้น

ครั้งที่ 2 ให้เพิ่มภาพพื้นหลังหรือสีพื้นหลัง ไม่ให้เป็นเพียงหนังสือ สีขาว เพื่อเพิ่มความน่าสนใจของหนังสือมากขึ้น

ครั้งที่ 3 แก้ไขขนาดตัวอักษร

ครั้งที่ 4 แก้ไขการสะกดคำ การเว้นวรรค และความถูกต้องของ ข้อมูล

ครั้งที่ 5 การจัดวางรูปภาพและข้อความให้หลากหลาย เหมาะสม ไม่ วางที่เดิมๆ ซ้ำๆ เช่นจัดรูปภาพตรงกลางไว้ตลอดทั้งเล่ม ให้จัดวางภาพได้หลากหลายตำแหน่ง

3.2.2 การแก้ไขด้านเทคโนโลยี

ครั้งที่ 1 เปลี่ยนสัญลักษณ์ในรูปแบบของหนังสือเทคโนโลยีความจริง เสมือน จากการใส่สัญลักษณ์ HP Reveal ในภาพเชื่อมโยงไปเป็นสัญลักษณ์ภาพกล้องวิดีโอเล็กๆไว้บริเวณ

มุมมองภาพที่สามารถเชื่อมโยงกับวิดีโอเสมือนได้ เพื่อให้ผู้เรียนเกิดความเข้าใจตรงกันเป็นสากลและเข้าใจง่ายขึ้นว่าภาพใดที่มีวิดีโอเชื่อมโยงวิดีโอที่ซ่อนอยู่

ครั้งที่ 2 การเลือกภาพสำหรับทำ Trigger ให้เลือกใช้ภาพที่มีความคมชัด และโดดเด่น เพื่อความง่ายในการสแกนจับภาพ

#### ขั้นที่ 4 การนำไปใช้ (Implementation)

การนำไปใช้ประกอบด้วย การเตรียมตัวของผู้สอน การเตรียมตัวของผู้เรียน การจัดการเรียนการสอน การจัดสภาพแวดล้อมทางการเรียนรู้ และการนำหนังสือเทคโนโลยีความจริงเสมือนไปทดลองใช้ โดยมีรายละเอียดดังนี้

**4.1 การเตรียมการของผู้สอน** การจัดการเรียนรู้ โดยใช้กิจกรรมการเรียนรู้ร่วมกับเทคโนโลยีความจริงเสมือน ผู้สอนต้องมีทักษะในการใช้สื่อ Augmented Reality มาบูรณาการในการสอน โดยออกแบบให้การจัดกิจกรรมการเรียนการสอนที่ทำให้เกิดกิจกรรมการเรียนรู้ตามขั้นตอนและวิธีการ ฝึกฝนให้ผู้เรียนเกิดการเรียนรู้ก่อนดำเนินการสอน ให้ผู้สอนทำการปฐมนิเทศผู้เรียนที่จะเรียนด้วยสื่อนี้ ชี้แจง ทำความเข้าใจ และแนะนำการใช้สื่อ โดยมีรายละเอียดดังนี้

4.1.1 เตรียมหนังสือเทคโนโลยีความจริงเสมือน เรื่อง ความหลากหลายทางชีวภาพ

4.1.2 ศึกษาส่วนประกอบหนังสือเทคโนโลยีความจริงเสมือน เรื่อง ความหลากหลายทางชีวภาพ อย่างครบถ้วน

4.1.3 ให้คำปรึกษาและคำแนะนำ เมื่อนักเรียนต้องการความช่วยเหลือได้ตลอดเวลา

4.1.4 ให้ความรู้และเป็นแหล่งเรียนรู้เกี่ยวกับ เรื่อง ความหลากหลายทางชีวภาพ

4.1.5 อำนวยความสะดวกให้กับนักเรียนในการจัดการเรียนรู้โดยใช้หนังสือเทคโนโลยีความจริงเสมือน เรื่อง ความหลากหลายทางชีวภาพ ครูผู้สอนต้องเตรียมสื่อและสิ่งอำนวยความสะดวก ดังนี้

1) หนังสือเทคโนโลยีความจริงเสมือน เรื่อง ความหลากหลายทางชีวภาพ

2) แบบทดสอบก่อนเรียนและหลังเรียน

3) สไลด์คอมพิวเตอร์

4) แบบฝึกปฏิบัติ

5) จัดเตรียมระบบอินเทอร์เน็ตไร้สาย (Wifi) ให้พร้อมใช้งานอยู่เสมอ

4.1.6 ประเมินการเรียนรู้ของนักเรียนเป็นระยะตามที่ได้กำหนดไว้

**4.2 การเตรียมการของผู้เรียน** ผู้เรียนต้องมีความใฝ่รู้ในเรื่องของการเปลี่ยนแปลงและความก้าวหน้าด้านเทคโนโลยีสารสนเทศ เพื่อให้กิจกรรมการเรียนรู้ร่วมกับสื่อเทคโนโลยีความจริงเสมือนเป็นไปได้อย่างมีประสิทธิภาพ ผู้เรียนควรได้รับการชี้แจง ทำความใจ รับฟังคำแนะนำ ระเบียบ วิธีการใช้ และการสาธิตการใช้สื่อ Augmented Reality จากผู้สอน และได้รับการประเมินระหว่างเรียนอย่างต่อเนื่องและการประเมินหลังเรียนที่สอดคล้องกับวัตถุประสงค์การเรียนรู้ และดาวน์โหลดแอปพลิเคชัน HP Reveal ไว้ให้พร้อมสำหรับการใช้งาน โดยมีรายละเอียดดังนี้

4.2.1 เข้าร่วมและปฏิบัติกิจกรรมอย่างตั้งใจทุกกิจกรรม

4.2.2 หาความรู้ด้วยตนเอง และช่วยเหลือเพื่อนในกลุ่ม เมื่อเพื่อนมีปัญหาในกลุ่มต้องรีบเข้าไปช่วย โดยทันที

4.2.3 แสดงความคิดเห็น เมื่อมีข้อสงสัยหรือข้อซักถาม

4.2.4 เป็นผู้นำและผู้ตาม เมื่อมีการนำเสนอต้องทำหน้าที่ผลัดเปลี่ยนหมุนเวียนกันได้

4.2.5 มีความรับผิดชอบมีความตั้งใจ และกระตือรือร้นในการทำกิจกรรม

4.2.6 เตรียมโทรศัพท์มือถือสมาร์ทโฟน หรือแท็บเล็ตให้พร้อมใช้งานอยู่เสมอ

เสมอ

### 4.3 การจัดการเรียนการสอน

การจัดการเรียนรู้ร่วมกับเทคโนโลยีความจริงเสมือน ได้กำหนดกิจกรรมการเรียนการสอน ดังนี้

#### 4.3.1 ชั้นก่อนเรียน

1) ศึกษาคู่มือการใช้หนังสือเทคโนโลยีความจริงเสมือนโดยละเอียด  
2) จัดห้องเรียน โดยดูจากแผนผังการจัดห้องเรียน  
3) จัดเตรียมสิ่งอำนวยความสะดวกและสื่อต่างๆ เช่น โทรศัพท์มือถือหรือแท็บเล็ตที่ใช้สำหรับการจัดกิจกรรมให้ครบถ้วน

4) ให้นักเรียนทำแบบทดสอบก่อนเรียน

4.3.2 ชั้นระหว่างเรียน ให้นักเรียนได้ศึกษาเนื้อหาผ่านสื่อเทคโนโลยีความจริงเสมือน โดยมีขั้นตอน ดังนี้

1) ครูแนะนำให้เด็กเข้าใจเกี่ยวกับวิธีการเรียน

2) ดำเนินการสอนตามแผนการสอน ประกอบด้วย 5 ขั้นตอน ดังนี้

(1) สร้างความสนใจ (Engagement)

(2) สำรวจและค้นหา (Exploration)

(3) อธิบายและลงข้อสรุป (Explanation)

(4) ขยายความรู้ (Elaboration)

(5) ประเมิน (Evaluation)

ผู้วิจัยได้กำหนดกิจกรรมการจัดการเรียนการสอนให้สอดคล้องกับวิธีการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะ (Inquiry : 5E) โดยใช้เทคโนโลยีความจริงเสมือนเป็นองค์ประกอบในชั้นสำรวจและค้นหา ของกระบวนการสืบเสาะหาความรู้ เป็นกิจกรรมที่มอบหมายให้ผู้เรียนทำระหว่างการเรียนด้วยหนังสือเทคโนโลยีความจริงเสมือน กิจกรรมการจัดการเรียนการสอนแบบ 5E ประกอบด้วย

**1) สร้างความสนใจ (Engagement)** ให้นักเรียนทำแบบทดสอบก่อนเรียน จากนั้นผู้สอนนำเข้าสู่บทเรียน เรื่องความหลากหลายทางชีวภาพ จากประเด็นคำถามที่มีอยู่ในแบบทดสอบก่อนเรียน เพื่อกระตุ้นให้นักเรียนเกิดขึ้นความสงสัยในสิ่งที่รู้และยังไม่มีรู้ โดยการเริ่มจากความสนใจของตัวนักเรียนเอง เป็นตัวกระตุ้นให้นักเรียนสร้างคำถาม กำหนดประเด็นที่ศึกษา

**2) สำรวจและค้นหา (Exploration)** เมื่อทำความเข้าใจในประเด็นหรือคำถามที่สนใจจะศึกษาแล้ว ผู้สอนให้นักเรียนลงมือปฏิบัติเพื่อเก็บรวบรวมข้อมูล จากการใช้โทรศัพท์มือถือเปิดเข้าแอปพลิเคชันสำหรับสื่อเทคโนโลยีความจริงเสมือน (Augmented Reality) โดยให้นักเรียนค้นหาข้อมูลจาก วิดีทัศน์ที่ซ่อนอยู่ในภาพของหนังสือเทคโนโลยีความจริงเสมือน รวบรวมและจัดบันทึกข้อมูลเพื่อตอบคำถาม

**3) อธิบายและลงข้อสรุป (Explanation)** เมื่อได้ข้อมูลอย่างเพียงพอจากการสำรวจตรวจสอบแล้ว จึงนำข้อมูลข้อสนเทศที่ได้มาวิเคราะห์ แปลผล สรุปผลและนำเสนอผลการศึกษาในรูปแบบต่าง ๆ เช่น บรรยายสรุป สร้างแบบจำลองทางคณิตศาสตร์ หรือรูปภาพ สร้างตาราง เป็นต้น การค้นพบในขั้นนี้อาจเป็นไปได้หลายทาง เช่น สนับสนุนสมมติฐานที่ตั้งไว้ โต้แย้งกับสมมติฐานที่ตั้งไว้ หรือไม่เกี่ยวข้องกับประเด็นที่ได้กำหนดไว้ แต่ผลที่ได้จะอยู่ในรูปใดก็สามารถสร้างความรู้และช่วยให้เกิดการเรียนรู้ได้

**4) ขยายความรู้ (Elaboration)** ผู้สอนชี้ให้นักเรียนรู้จักการนำความรู้ที่สร้างขึ้นไปเชื่อมโยงกับความรู้เดิม หรือสถานการณ์ต่าง ๆ ในชีวิตประจำวัน โดยให้แนะนำแนวทางการพัฒนาและการประยุกต์ใช้ความรู้นั้นให้เกิดความรู้กว้างขวางขึ้น

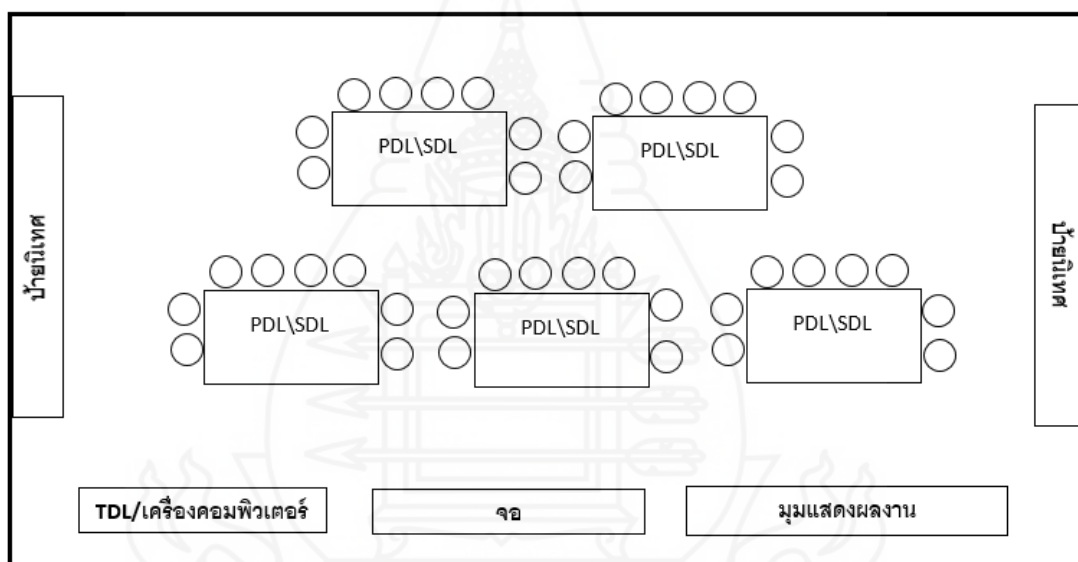
**5) ประเมิน (Evaluation)** เป็นขั้นตอนการประเมินการเรียนรู้อันผู้วิจัยได้ใช้กระบวนการประเมินผลการจัดการเรียนรู้โดยใช้แบบทดสอบหลังเรียน ซึ่งเป็นแบบทดสอบแบบคู่ขนานกับแบบทดสอบก่อนเรียน

**4.3.3 ชั้นหลังเรียน** เมื่อได้เรียนรู้และทำกิจกรรมแล้ว ควรมีการสรุปอภิปราย แนะนำ และทำแบบทดสอบทดสอบหลังเรียน

#### 4.4 การจัดสภาพแวดล้อมทางการเรียนรู้

ในการจัดสภาพแวดล้อมทางการเรียนรู้โดยใช้กิจกรรมการเรียนรู้ร่วมกับเทคโนโลยีความจริงเสมือน ประกอบด้วย (1) การจัดชั้นเรียน (2) การจัดการเรียนการสอนของครู (3) สื่อการสอน และ (4) ผู้เรียน โดยมีรายละเอียดดังนี้

**4.4.1 การจัดชั้นเรียน** สำหรับการเรียนด้วยหนังสือเทคโนโลยีความจริงเสมือน เรื่อง ความหลากหลายทางชีวภาพ จัดโต๊ะเรียนและเก้าอี้ เป็นกลุ่ม โดยให้นักเรียนนั่งกลุ่มละประมาณ 7-8 คน มีบอร์ดป้ายนิเทศอยู่ด้านข้าง มีแผนภาพหรือโปสเตอร์เกี่ยวกับความหลากหลายทางชีวภาพและเครื่องคอมพิวเตอร์ให้ความรู้ มุมแสดงผลงาน จัดแสดงผลงานที่เกิดจากการเรียนรู้ของนักเรียน มุมสาระการเรียนรู้ มีสื่อโสตทัศนูปกรณ์สำหรับครู ได้แก่ เครื่องคอมพิวเตอร์ เครื่องโปรเจคเตอร์ จอ LCD ดึงภาพ



ภาพที่ 3.10 แผนผังการจัดห้องเรียน

(การสอนโดยยึดครูเป็นศูนย์กลาง (TDL), การสอนโดยยึดผู้เรียนเป็นศูนย์กลาง (SDL), การสอนโดยกระบวนการกลุ่ม (PDL))

**4.4.2 การจัดการเรียนการสอนของครู** การเรียนการสอนที่ให้ผู้เรียนเป็นศูนย์กลาง โดยมีครูเป็นที่ปรึกษาและช่วยกระตุ้นให้ผู้เรียนดำเนินการสืบเสาะหาความรู้ คอยกระตุ้นและชี้แนะแนวทางให้เกิดความสนใจใฝ่เรียนรู้ ทำให้เกิดกระบวนการคิดวิเคราะห์ การแก้ปัญหา ด้วยตนเอง และนักเรียนสามารถวิเคราะห์โจทย์ปัญหา หรือเชื่อมโยงสถานการณ์ต่าง ๆ อย่างเป็นระบบได้



**4.4.3 สื่อการสอน** ได้แก่ หนังสือเทคโนโลยีความจริงเสมือน ซึ่งเป็นสื่อที่สามารถดึงดูดความสนใจหรือเชื่อมโยงเนื้อหากับการนำไปใช้ร่วมกับโทรศัพท์มือถือสมาร์ทโฟน ทำให้ผู้เรียนเกิดความสนใจเรียนมากขึ้น ไม่น่าเบื่อ และสามารถทำความเข้าใจในเนื้อหาเพิ่มเติมนอกเหนือจากข้อความและภาพนิ่งในหนังสือ ตลอดจนสามารถวิเคราะห์หรือประยุกต์ใช้ความรู้ได้ การใช้หนังสือเรียน และสไลด์คอมพิวเตอร์ ทำให้นักเรียนทุกคนต้องรับรู้ข้อมูลพร้อมกันภายในเวลาเดียวกัน เป็นสื่อที่ดึงดูดความสนใจในการศึกษา นักเรียนสามารถเรียนรู้หรือทบทวนบทเรียนได้ด้วยตนเองได้ตลอดเวลา

**4.4.4 ผู้เรียน** ผู้เรียนมีความกดดันทางการเรียนน้อยลง สามารถเปิดรับการเรียนรู้ได้ดีขึ้น

#### 4.5 การนำหนังสือเทคโนโลยีความจริงเสมือนไปทดลองใช้

นำหนังสือเทคโนโลยีความจริงเสมือน เรื่องความหลากหลายทางชีวภาพ ไปทดลองใช้กับกลุ่มตัวอย่าง คือ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 ที่กำลังศึกษาอยู่ในภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2561 โรงเรียนหนองรีประชานิมิต และมีความพร้อมด้านอุปกรณ์ คือ โทรศัพท์มือถือแบบสมาร์ทโฟน นักเรียนมีโทรศัพท์มือถือแบบสมาร์ทโฟน 1 คน ต่อ 1 เครื่อง รวมทั้งหมด 35 คน แบ่งการทดลองเป็น 3 ครั้ง เพื่อตรวจสอบความเข้าใจเนื้อหา และความเข้าใจในการใช้หนังสือเทคโนโลยีความจริงเสมือน วิชาชีววิทยา เรื่อง ความหลากหลายทางชีวภาพ ซึ่งมีขั้นตอนดังต่อไปนี้

การทดลองครั้งที่ 1 การทดลองรายบุคคล จำนวน 3 คน (นักเรียนที่มีผลการเรียนแก่ ปานกลางและอ่อน) โดยให้นักเรียนแต่ละคนทดลองใช้ หนังสือเทคโนโลยีความจริงเสมือน วิชาชีววิทยา เรื่อง ความหลากหลายทางชีวภาพ เพื่อตรวจสอบหาข้อบกพร่องและแก้ไขบทเรียน จากการสังเกตผู้ทดลองใช้ ความคิดเห็น โดยหลังจากการทดลอง มีการแก้ไขขนาดอักษร จากเดิมใช้ ขนาด 20 แล้วพบว่า ไม่เหมาะสมกับระดับของนักเรียน จึงเปลี่ยนเป็น ขนาดมาตรฐานที่ 16

การทดลองครั้งที่ 2 การทดลองรายกลุ่ม จำนวน 6 คน (นักเรียนที่มีผลการเรียนแก่ ปานกลางและอ่อน) ให้นักเรียนแต่ละคนทดลองใช้หนังสือเทคโนโลยีความจริงเสมือน วิชาชีววิทยา เรื่อง ความหลากหลายทางชีวภาพ เพื่อสังเกตปฏิกิริยา สอบถามความคิดเห็น หาข้อบกพร่องจากการสังเกตผู้ทดลองใช้ พบว่า นักเรียนมีความสนใจ และชื่นชอบ ในการนำสื่อเทคโนโลยีความจริงเสมือนมาสอดแทรกในหนังสือ

การทดลองครั้งที่ 3 การทดลองภาคสนาม จำนวน 26 คน (นักเรียนที่มีผลการเรียนแก่ ปานกลางและอ่อน) โดยให้นักเรียนแต่ละคนทดลองใช้ หนังสือเทคโนโลยีความจริงเสมือน วิชาชีววิทยา เรื่อง ความหลากหลายทางชีวภาพ จากนั้นให้ทำแบบทดสอบหลังเรียน เพื่อหาประสิทธิภาพ ผลปรากฏว่า ได้คะแนนแบบฝึกหัดระหว่างเรียน คิดเป็นร้อยละ 80.13 และได้คะแนนแบบทดสอบหลังเรียน คิดเป็นร้อยละ 80.26 ซึ่งแสดงว่าหนังสือเทคโนโลยีความจริงเสมือน วิชาชีววิทยา เรื่อง ความหลากหลายทางชีวภาพ ที่ผู้วิจัยได้พัฒนาขึ้นมีประสิทธิภาพซึ่งได้ตามเกณฑ์ 80/80



## ขั้นที่ 5 การประเมิน (Evaluation)

ผู้วิจัยได้กำหนดกิจกรรมและการประเมินผลการจัดการเรียนการสอน โดยพิจารณาถึงการบรรลุวัตถุประสงค์การเรียนรู้ของผู้เรียน ประกอบด้วย (1) แบบทดสอบก่อนเรียน (2) แบบบันทึกสาระสำคัญ (3) แบบฝึกปฏิบัติ (4) แนวการตอบบันทึกสาระสำคัญ (5) แนวการตอบแบบฝึกปฏิบัติ (6) แบบทดสอบหลังเรียน (7) เฉลยแบบทดสอบก่อนเรียนและหลังเรียน โดยมีรายละเอียดดังนี้

5.1 แบบทดสอบก่อนเรียน เป็นแบบทดสอบแบบปรนัย 4 ตัวเลือก จำนวน 45 ข้อ ใช้สำหรับประเมินผลก่อนเรียน เพื่อวัดความรู้เดิมของนักเรียน

5.2 แบบบันทึกสาระสำคัญ ใช้สำหรับบันทึกสาระสำคัญที่ได้หลังจากการศึกษา เนื้อหาจากสื่อเทคโนโลยีความจริงเสมือนในแต่ละตอน

5.3 แบบฝึกปฏิบัติ ใช้สำหรับประกอบกิจกรรมหลังจากการศึกษาในแต่ละตอน

5.4 แนวการตอบบันทึกสาระสำคัญ ใช้สำหรับตรวจสอบบันทึกสาระสำคัญที่ได้หลังจากการศึกษา เนื้อหาจากสื่อเทคโนโลยีความจริงเสมือนในแต่ละตอน

5.5 แนวการตอบแบบฝึกปฏิบัติ ใช้สำหรับตรวจสอบคำตอบหลังจากการศึกษา เนื้อหาจากสื่อเทคโนโลยีความจริงเสมือนในแต่ละตอน

5.6 แบบทดสอบหลังเรียน ใช้สำหรับประเมินผลหลังเรียน เพื่อวัดความก้าวหน้าทางการเรียนของนักเรียน เป็นแบบทดสอบแบบปรนัย 4 ตัวเลือก จำนวน 45 ข้อ

5.7 เฉลยแบบทดสอบก่อนเรียนและหลังเรียน ใช้สำหรับตรวจสอบคำตอบหลังจากนักเรียนทำแบบทดสอบก่อนเรียนและแบบทดสอบหลังเรียน

### 2.2 แบบทดสอบก่อนเรียนและแบบทดสอบหลังเรียนแบบคู่ขนาน

ผู้วิจัยได้สร้างแบบทดสอบก่อนเรียนและแบบทดสอบหลังเรียน สำหรับทดสอบนักเรียนจากการเรียนหนังสือเทคโนโลยีความจริงเสมือน เรื่องความหลากหลายทางชีวภาพ เพื่อวัดความก้าวหน้าทางการเรียน โดยมีขั้นตอน ดังต่อไปนี้

2.2.1 ศึกษาเอกสารที่เกี่ยวข้องกับวิธีการสร้างแบบทดสอบการเขียน และการวิเคราะห์ข้อสอบ

2.2.2 สร้างแบบทดสอบ ผู้วิจัยสร้างแบบทดสอบเพื่อวัดความรู้ของนักเรียนโดยใช้ตารางวิเคราะห์วัตถุประสงค์ เพื่อให้ครอบคลุมเนื้อหาวัตถุประสงค์ โดยสร้างแบบทดสอบก่อนเรียนและหลังเรียนแบบปรนัยชนิดเลือกตอบ 4 ตัวเลือก ในแนวทางที่เป็นข้อสอบลักษณะคู่ขนาน แบบทดสอบก่อนเรียนจำนวน 45 ข้อ และแบบทดสอบหลังเรียน จำนวน 45 ข้อ โดยมีขั้นตอนในการสร้างแบบทดสอบก่อนเรียนและแบบทดสอบหลังเรียนจำนวน 8 ขั้นตอน ครอบคลุม (1) สร้างตารางวิเคราะห์วัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรม (2) ศึกษาตำราและเอกสารที่เกี่ยวข้องกับการสร้างแบบทดสอบและเนื้อหาที่ใช้ในการสร้างแบบทดสอบ (3) กำหนดรูปแบบของแบบทดสอบก่อนเรียนและแบบทดสอบหลังเรียน (4) สร้างแบบทดสอบ

(5) ตรวจสอบคุณภาพของแบบทดสอบโดยผู้ทรงคุณวุฒิ (6) ปรับปรุงแก้ไขแบบทดสอบ (7) ทดสอบประสิทธิภาพของแบบทดสอบ (8) จัดทำแบบทดสอบฉบับสมบูรณ์ โดยมีรายละเอียดดังนี้

ขั้นที่ 1 สร้างตารางวิเคราะห์วัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรม เพื่อใช้เป็นแนวทางในการสร้างแบบทดสอบให้สอดคล้องกับเนื้อหาและวัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรมที่กำหนดไว้ โดยยึดรูปแบบของเบนจามิน บลูม ซึ่งแบ่งประเภทของวัตถุประสงค์ออกเป็นวัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรมด้านพุทธิพิสัยออกเป็น 6 ระดับ คือ ความรู้ ความเข้าใจ การนำไปใช้ การวิเคราะห์ การสังเคราะห์ และการประเมินค่า ซึ่งแบบทดสอบที่ผู้วิจัยได้สร้างขึ้น มี 5 ระดับ คือ ความรู้ ความเข้าใจ การนำไปใช้ การวิเคราะห์ และการประเมินค่า โดยมีรายละเอียดดังต่อไปนี้

ตารางที่ 3.3 การวิเคราะห์วัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรมด้านพุทธิพิสัยของแบบทดสอบ  
หน่วยที่ 1 ความหลากหลายของสิ่งมีชีวิต

| ข้อที่ | ชื่อหน่วย  | พุทธิพิสัย    |            |            |              |               |               |
|--------|--|---------------|------------|------------|--------------|---------------|---------------|
|        |  | ความรู้ความจำ | ความเข้าใจ | การนำไปใช้ | การวิเคราะห์ | การสังเคราะห์ | การประเมินค่า |
| 1      | หลังจากศึกษาเรื่อง “องค์ประกอบของความหลากหลายทางชีวภาพ” แล้วผู้เรียนสามารถอธิบายเกี่ยวกับองค์ประกอบของความหลากหลายทางชีวภาพได้ถูกต้อง      | 2<br>(ข้อ)    | 2<br>(ข้อ) |            | 1<br>(ข้อ)   |               |               |
| 2      | หลังจากศึกษาเรื่อง “การศึกษาความหลากหลายของสิ่งมีชีวิต” แล้วผู้เรียนสามารถอธิบายเกี่ยวกับวิธีการศึกษาความหลากหลายของสิ่งมีชีวิตได้ถูกต้อง  |               | 2<br>(ข้อ) | 2<br>(ข้อ) | 1<br>(ข้อ)   |               |               |
| 3      | หลังจากศึกษาเรื่อง “ความหลากหลายทางชีวภาพในประเทศไทย” แล้วผู้เรียนสามารถอธิบายเกี่ยวกับสถานการณ์ความหลากหลายทางชีวภาพในประเทศไทยได้ถูกต้อง |               | 2<br>(ข้อ) | 1<br>(ข้อ) | 2<br>(ข้อ)   |               |               |
|        | <b>รวม</b>   | <b>2</b>      | <b>6</b>   | <b>3</b>   | <b>4</b>     |               |               |

ตารางที่ 3.4 การวิเคราะห์วัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรมด้านพุทธิพิสัยของแบบทดสอบ  
หน่วย 2 สิ่งมีชีวิตเซลล์เดียว

| ข้อที่ | ชื่อหน่วย  | พุทธิพิสัย    |            |            |              |               |               |
|--------|--|---------------|------------|------------|--------------|---------------|---------------|
|        |  | ความรู้ความจำ | ความเข้าใจ | การนำไปใช้ | การวิเคราะห์ | การสังเคราะห์ | การประเมินค่า |
| 1      | หลังจากศึกษาเรื่อง “กำเนิดของชีวิต” แล้วผู้เรียนสามารถอธิบายเกี่ยวกับองค์ประกอบของความหลากหลายทางชีวภาพได้ถูกต้อง          | 2<br>(ข้อ)    | 2<br>(ข้อ) |            | 1<br>(ข้อ)   |               |               |
| 2      | หลังจากศึกษาเรื่อง “อาณาจักรมอเนอรา” แล้วผู้เรียนสามารถอธิบายเกี่ยวกับวิธีการศึกษาความหลากหลายของสิ่งมีชีวิตได้ถูกต้อง     | 2<br>(ข้อ)    | 2<br>(ข้อ) |            | 1<br>(ข้อ)   |               |               |
| 3      | หลังจากศึกษาเรื่อง “อาณาจักรโพรทิสตา” แล้วผู้เรียนสามารถอธิบายเกี่ยวกับสถานการณ์ความหลากหลายทางชีวภาพในประเทศไทยได้ถูกต้อง | 2<br>(ข้อ)    | 2<br>(ข้อ) |            | 1<br>(ข้อ)   |               |               |
|        | <b>รวม</b>   | <b>6</b>      | <b>6</b>   |            | <b>3</b>     |               |               |

ตารางที่ 3.5 การวิเคราะห์วัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรมด้านพุทธิพิสัยของแบบทดสอบ  
หน่วย 3 สิ่งมีชีวิตหลายเซลล์

| ข้อที่     | ชื่อหน่วย  | พุทธิพิสัย    |            |            |              |               |               |
|------------|--|---------------|------------|------------|--------------|---------------|---------------|
|            |  | ความรู้ความจำ | ความเข้าใจ | การนำไปใช้ | การวิเคราะห์ | การสังเคราะห์ | การประเมินค่า |
| 1          | หลังจากศึกษาเรื่อง “อาณาจักรพืช” แล้ว ผู้เรียนสามารถอธิบายเกี่ยวกับองค์ประกอบของความหลากหลายทางชีวภาพได้ถูกต้อง          | 2<br>(ข้อ)    | 2<br>(ข้อ) |            | 1<br>(ข้อ)   |               |               |
| 2          | หลังจากศึกษาเรื่อง “อาณาจักรฟังไจ” แล้ว ผู้เรียนสามารถอธิบายเกี่ยวกับวิธีการศึกษาความหลากหลายของสิ่งมีชีวิตได้ถูกต้อง    | 2<br>(ข้อ)    | 2<br>(ข้อ) |            | 1<br>(ข้อ)   |               |               |
| 3          | หลังจากศึกษาเรื่อง “อาณาจักรสัตว์” แล้ว ผู้เรียนสามารถอธิบายเกี่ยวกับสถานการณ์ความหลากหลายทางชีวภาพในประเทศไทยได้ถูกต้อง | 2<br>(ข้อ)    | 2<br>(ข้อ) |            | 1<br>(ข้อ)   |               |               |
| <b>รวม</b> |  | <b>6</b>      | <b>6</b>   |            | <b>3</b>     |               |               |

ขั้นที่ 2 ศึกษาตำราและเอกสารที่เกี่ยวข้องกับการสร้างแบบทดสอบและเนื้อหาที่ใช้ในการสร้างแบบทดสอบ เพื่อใช้ในการกำหนดรูปแบบของแบบทดสอบ และวิธีการสร้างแบบทดสอบก่อนเรียนและแบบทดสอบหลังเรียนแบบคู่ขนานที่สอดคล้องกับวัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรม

ขั้นที่ 3 กำหนดรูปแบบของแบบทดสอบก่อนเรียนและแบบทดสอบหลังเรียน ผู้วิจัยกำหนดรูปแบบของแบบทดสอบก่อนเรียนและแบบทดสอบหลังเรียนแบบคู่ขนาน โดยเป็นแบบทดสอบแบบปรนัยชนิดเลือกตอบ 4 ตัวเลือก ประกอบด้วยแบบทดสอบก่อนเรียน จำนวน 45 ข้อ และแบบทดสอบหลังเรียน จำนวน 45 ข้อ

ขั้นที่ 4 สร้างแบบทดสอบ ผู้วิจัยได้สร้างแบบทดสอบก่อนเรียนและแบบทดสอบหลังเรียน เพื่อวัดระดับพฤติกรรมความก้าวหน้าทางการเรียนด้านพุทธิพิสัย เป็นแบบทดสอบแบบคู่ขนานเป็นแบบปรนัย ชนิดเลือกตอบ 4 ตัวเลือก ประกอบด้วยแบบทดสอบก่อนเรียน จำนวน 45 ข้อ และแบบทดสอบหลังเรียน จำนวน 45 ข้อ

ขั้นที่ 5 ตรวจสอบคุณภาพของแบบทดสอบโดยผู้ทรงคุณวุฒิ ผู้วิจัยได้นำแบบทดสอบที่นำเสนอต่ออาจารย์ที่ปรึกษาแล้วให้ผู้ทรงคุณวุฒิด้านเนื้อหา จำนวน 3 ท่าน และผู้ทรงคุณวุฒิด้านวัดผลและประเมินผล จำนวน 1 ท่าน เพื่อตรวจสอบความตรงเชิงเนื้อหา ภาษาที่ใช้ ความถูกต้องของแบบทดสอบตามหลักการวัดผลและประเมินผล ความสอดคล้องกับวัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรม โดยนำผลการประเมินมาวิเคราะห์หาค่าดัชนีความสอดคล้อง (IOC) (Rovinelli & Hambelton, 1977, pp. 49-60) จากนั้นเลือกแบบทดสอบที่มีค่าดัชนีความสอดคล้องมากกว่าหรือเท่ากับ 0.50 จากผลการวิเคราะห์รายชื่อของหนังสือเทคโนโลยีความจริงเสมือน จนกระทั่งได้แบบทดสอบก่อนเรียนและหลังเรียนรวม 90 ข้อ เป็นไปตามเกณฑ์ที่กำหนด โดยมีค่าดัชนีความสอดคล้อง (IOC) ของแบบทดสอบ ดังตารางที่ 3.6 (รายละเอียดการวิเคราะห์ผลการประเมินความสอดคล้อง (IOC) ดังแสดงในภาคผนวก ค) จากนั้นเลือกแบบทดสอบที่มีค่าดัชนีความสอดคล้องมากกว่าหรือเท่ากับ 0.50 จากผลการวิเคราะห์รายชื่อของหนังสือเทคโนโลยีความจริงเสมือน จนกระทั่งได้แบบทดสอบก่อนเรียนและหลังเรียนรวม 90 เป็นไปตามเกณฑ์ที่กำหนด โดยมีค่าดัชนีความสอดคล้อง (IOC) ของแบบทดสอบ ดังตารางที่ 3.5 (รายละเอียดการวิเคราะห์ผลการประเมินความสอดคล้อง (IOC) ดังแสดงในภาคผนวก ง)

ตารางที่ 3.6 ค่าดัชนีความสอดคล้อง (IOC) ของแบบทดสอบ

| หน่วยการเรียนรู้ | แบบทดสอบ  | ค่าดัชนีความสอดคล้อง (IOC) |
|------------------|-----------|----------------------------|
| หน่วยที่ 1       | ก่อนเรียน | 0.67 – 1.00                |
|                  | หลังเรียน | 0.67 – 1.00                |
| หน่วยที่ 2       | ก่อนเรียน | 0.67 – 1.00                |
|                  | หลังเรียน | 0.67 – 1.00                |
| หน่วยที่ 3       | ก่อนเรียน | 0.67 – 1.00                |
|                  | หลังเรียน | 0.67 – 1.00                |

ขั้นที่ 6 ปรับปรุงแก้ไขแบบทดสอบ ผู้วิจัยได้ปรับปรุงแก้ไขแบบทดสอบตามคำแนะนำของที่ปรึกษาและผู้ทรงคุณวุฒิด้านเนื้อหาจำนวน 3 ท่านและผู้ทรงคุณวุฒิด้านวัดผลประเมินผล จำนวน 1 ท่าน โดยได้ปรับปรุงตามข้อเสนอแนะ ดังนี้ (1) ปรับปรุงแบบทดสอบก่อนเรียนและแบบทดสอบ

หลังเรียนให้มีความสอดคล้องกับเนื้อหาและวัตถุประสงค์มากขึ้น (2) ปรับปรุงแบบทดสอบให้มีระดับการวัดผลและประเมินผลที่หลากหลาย (3) ปรับปรุงภาษาที่ใช้ให้เข้าใจได้ง่ายขึ้น

ขั้นที่ 7 ทดสอบค่าคุณภาพของแบบทดสอบ ผู้วิจัยได้นำแบบทดสอบที่ผ่านการปรับปรุงแก้ไขตามข้อเสนอแนะของผู้ทรงคุณวุฒิ ไปทดลองกับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษา ปีที่ 6 ที่เพิ่งจบการศึกษาไป โดยเป็นนักเรียนที่เคยเรียน วิชาชีววิทยา เรื่องความหลากหลายทางชีวภาพ มาแล้ว จำนวน 30 คน เพื่อนำมาวิเคราะห์ค่าความยากง่าย (p) และค่าอำนาจจำแนก (r) (Nitko, 1996, pp. 310-313) แล้วคัดเลือกแบบทดสอบที่มีค่าความยากง่าย (p) ระหว่าง 0.3 - 0.7 (เนื่องจากค่า p เข้าใกล้ 0.2 เป็นข้อสอบยาก และค่า p เข้าใกล้ 0.8 เป็นข้อสอบง่าย) และค่าอำนาจจำแนกตั้งแต่ 0.2 ขึ้นไป เพื่อใช้เป็นข้อสอบหนังสือเทคโนโลยีความจริงเสมือน เรื่องความหลากหลายทางชีวภาพ จำนวน 90 ข้อ เป็นไปตามเกณฑ์ที่กำหนด โดยมีค่าความยากง่าย (p) และค่าอำนาจจำแนก (r) (การวิเคราะห์ค่าความยากง่าย ค่าอำนาจจำแนก และค่าความเชื่อมั่น แสดงในภาคผนวก จ)

ตารางที่ 3.7 ค่าความยากง่าย (p) และค่าอำนาจจำแนก (r) ของแบบทดสอบ

| หน่วยการเรียนรู้ | แบบทดสอบ  | ความยากง่าย (p) | ค่าอำนาจจำแนก (r) |
|------------------|-----------|-----------------|-------------------|
| หน่วยที่ 1       | ก่อนเรียน | 0.33 – 0.77     | 0.44 – 0.53       |
|                  | หลังเรียน | 0.33 – 0.77     | 0.40 - 0.65       |
| หน่วยที่ 2       | ก่อนเรียน | 0.33 – 0.77     | 0.40 – 0.80       |
|                  | หลังเรียน | 0.33 – 0.77     | 0.40 - 0.87       |
| หน่วยที่ 3       | ก่อนเรียน | 0.33 – 0.77     | 0.40 – 0.73       |
|                  | หลังเรียน | 0.33 – 0.77     | 0.40 - 0.60       |

จากนั้นวิเคราะห์ความเชื่อมั่นของแบบทดสอบ โดยหาค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบทั้งฉบับ โดยใช้สูตรคำนวณ KR20 (Kuder Richardson Formula 20/KR20) (Kuder Richardson, 1937, pp. 151-160) มีดังนี้ ผลการหาค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบ แสดงดังตารางที่ 3.8



ตารางที่ 3.8 ค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบก่อนเรียนและหลังเรียน

| หน่วยการเรียนรู้ | ค่าความเชื่อมั่น  |                   |
|------------------|-------------------|-------------------|
|                  | แบบทดสอบก่อนเรียน | แบบทดสอบหลังเรียน |
| หน่วยที่ 1       | 0.81              | 0.81              |
| หน่วยที่ 2       | 0.81              | 0.83              |
| หน่วยที่ 3       | 0.82              | 0.83              |

ขั้นที่ 8 จัดทำแบบทดสอบฉบับสมบูรณ์ ผู้วิจัยได้นำแบบทดสอบฉบับสมบูรณ์ไปใช้กับกลุ่มตัวอย่างที่เรียนด้วยหนังสือเทคโนโลยีความจริงเสมือน เพื่อนำไปทดสอบจริง

### 2.3 แบบสอบถามความพึงพอใจ

ในการทดลองครั้งนี้ผู้วิจัยได้สร้างแบบสอบถามความพึงพอใจของนักเรียนที่มีต่อหนังสือเทคโนโลยีความจริงเสมือน เรื่องความหลากหลายทางชีวภาพ เป็นแบบสอบถามแบบมาตรวัดประมาณค่า 5 ระดับ ตามวิธีของลิเคิร์ต (Likert's scale) จำนวน 10 ข้อ โดยเนื้อหาครอบคลุมเกี่ยวกับความพึงพอใจด้านวิธีใช้ ด้านเนื้อหาและการออกแบบ ด้านการเชื่อมโยง ด้านคุณค่าและประโยชน์ โดยมีการสร้างแบบสอบถามดังต่อไปนี้

**2.3.1 ศึกษาเอกสารและตำราที่เกี่ยวข้องกับการสร้างแบบสอบถาม** ครอบคลุม ประเภทวิธีการและเครื่องมือในการรวบรวมข้อมูล

**2.3.2 สร้างแบบสอบถาม** โดยกำหนดสิ่งที่จะสอบถาม จำนวน 10 ข้อ โดยมีเนื้อหาครอบคลุมเกี่ยวกับ

1) ด้านการออกแบบหนังสือเทคโนโลยีความจริงเสมือน ได้แก่ การจัดวางเนื้อหาและส่วนประกอบต่างๆ ได้แก่ ตัวอักษร เสียงบรรยาย ภาพประกอบเนื้อหาวิดีโอที่ค้นพบบทเรียน การเชื่อมโยงเนื้อหา และวิธีใช้

2) ด้านคุณค่าและประโยชน์ ได้แก่ แบบทดสอบก่อนเรียน แผนการสอนแบบฝึกหัด แบบทดสอบหลังเรียน ความรู้ที่ได้รับ ความมั่นใจในการเรียน ความรับผิดชอบในการเรียนรู้ด้วยตนเอง ความชอบในการเรียนด้วยหนังสือเทคโนโลยีความจริงเสมือน และความต้องการในการใช้หนังสือเทคโนโลยีความจริงเสมือนในวิชาอื่นๆ

**2.3.3 ตรวจสอบโดยผู้ทรงคุณวุฒิ** โดยนำแบบสอบถามความพึงพอใจให้ผู้ทรงคุณวุฒิด้านวัดและประเมินผลเพื่อตรวจสอบข้อคำถาม ผู้ทรงคุณวุฒิเสนอแนะข้อควรปรับปรุง คือ แบบทดสอบยังไม่ครอบคลุมวัตถุประสงค์ และตัวเลือกบางข้อมีความหมายไม่ชัดเจน หลังจากนั้นผู้วิจัยได้ทำการแก้ไขปรับปรุงตามข้อเสนอแนะ

**2.3.4 ทดลองการใช้แบบสอบถามและปรับปรุง** ผู้วิจัยได้นำแบบสอบถามที่ปรับปรุงเรียบร้อยแล้วไปใช้กับนักเรียนในการทดสอบประสิทธิภาพแบบกลุ่ม จำนวน 6 คน เพื่อทดสอบความเข้าใจในคำถามของแบบสอบถาม

**2.3.5 จัดพิมพ์แบบสอบถามฉบับสมบูรณ์** ดำเนินการจัดพิมพ์แบบสอบถามความพึงพอใจฉบับสมบูรณ์ เพื่อนำมาใช้กับกลุ่มตัวอย่างในการศึกษาครั้งนี้

### 3. การเก็บรวบรวมข้อมูล

การทดสอบประสิทธิภาพหนังสือเทคโนโลยีความจริงเสมือน เรื่อง ความหลากหลายทางชีวภาพ ผู้วิจัยได้ทำการทดสอบประสิทธิภาพด้วยตนเอง โดยใช้นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 โรงเรียนหนองรีประชานิมิต ปีการศึกษา 2561 ที่เป็นกลุ่มตัวอย่าง จำนวน 35 คน การเก็บรวบรวมข้อมูล ครอบคลุม (1) การเตรียมสถานที่ใช้ในการวิจัย (2) วันและเวลาในการทดสอบประสิทธิภาพ และ (3) ขั้นตอนการเรียนรู้ด้วยหนังสือเทคโนโลยีความจริงเสมือน

#### 3.1 การเตรียมสถานที่ในการวิจัย

การทดลองเพื่อหาประสิทธิภาพหนังสือเทคโนโลยีความจริงเสมือนทั้ง 3 ครั้ง ใช้ห้องเรียนวิทยาศาสตร์ของโรงเรียนหนองรีประชานิมิต ที่มีระบบอินเทอร์เน็ต WIFI

**3.2 วันและเวลาในการทดสอบประสิทธิภาพ** ในการทดสอบประสิทธิภาพของหนังสือเทคโนโลยีความจริงเสมือนแบบเดี่ยว แบบกลุ่ม และแบบภาคสนาม ผู้วิจัยทำการทดสอบตามวันและเวลาดังตารางที่ 3.9

ตารางที่ 3.9 กำหนดวันและเวลาการทดสอบประสิทธิภาพแบบเดี่ยว แบบกลุ่ม และแบบภาคสนาม

| การทดสอบประสิทธิภาพ | วัน/เดือน/ปี     | เวลา             |
|---------------------|------------------|------------------|
| การทดสอบแบบเดี่ยว   | 18 มิถุนายน 2561 | 08.30 – 12.30 น. |
| การทดสอบแบบกลุ่ม    | 25 มิถุนายน 2561 | 08.30 – 12.30 น. |
| การทดสอบแบบภาคสนาม  | 2 กรกฎาคม 2561   | 08.30 – 12.30 น. |

**3.3 การเตรียมความพร้อมให้กับนักเรียน** ผู้วิจัยได้จัดเตรียมความพร้อมให้กับนักเรียนที่จะทำการเรียนด้วยหนังสือเทคโนโลยีความจริงเสมือนโดยการอธิบายขั้นตอนวิธีการเรียนด้วยหนังสือเทคโนโลยีความจริงเสมือน

**3.4 ขั้นตอนก่อนการเรียนรู้ด้วยหนังสือเทคโนโลยีความจริงเสมือน เรื่องความหลากหลายทางชีวภาพ** ผู้วิจัยได้ดำเนินการในการทดสอบประสิทธิภาพแบบเดี่ยว แบบกลุ่ม และแบบภาคสนาม ดังนี้

3.4.1 กำหนดเครื่องแท็บเล็ตหรือสมาร์ทโฟน โดยกำหนดให้นักเรียน 1 คน ต่อ 1 เครื่อง

3.4.2 ปฐมนิเทศนักเรียน โดยชี้แจงวัตถุประสงค์ของการวิจัยและการทดลองเพื่อหาประสิทธิภาพหนังสือเทคโนโลยีความจริงเสมือน กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ เรื่องความหลากหลายทางชีวภาพ พร้อมทั้งแนะนำ การใช้บทเรียน แลกหนังสือเทคโนโลยีความจริงเสมือน แก่นักเรียน

**3.5 ขั้นตอนการเรียนรู้ด้วยหนังสือเทคโนโลยีความจริงเสมือน กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ เรื่องความหลากหลายทางชีวภาพ** แสดงดังตารางที่ 3.10

ตารางที่ 3.10 ขั้นตอนการเรียนรู้ด้วยหนังสือเทคโนโลยีความจริงเสมือน และการเก็บรวบรวมข้อมูล

| ขั้นตอนการเรียนรู้ด้วยหนังสือเทคโนโลยีความจริงเสมือน                                      | การรวบรวมข้อมูล  |
|---|--|
| ขั้นที่ 1 ประเมินก่อนเรียนด้วยเทคโนโลยีความจริงเสมือน โดยการ<br>ทำแบบทดสอบก่อนเรียน       | คะแนนการทดสอบก่อนเรียน<br>เพื่อนำมาทดสอบค่าที่                               |
| ขั้นที่ 2 ศึกษาเนื้อหาสาระจากหนังสือเทคโนโลยีความจริงเสมือน<br>และบันทึกสาระสำคัญ         | -  |
| ขั้นที่ 3 ดำเนินกิจกรรมโดยให้นักเรียนทำกิจกรรมระหว่างเรียน                                | คะแนนกิจกรรมในแบบฝึกปฏิบัติ<br>เพื่อนำมาหาประสิทธิภาพค่า $E_1$               |
| ขั้นที่ 4 ประเมินหลังเรียนด้วยหนังสือเทคโนโลยีความจริงเสมือน<br>โดยการทำแบบทดสอบหลังเรียน | คะแนนทดสอบหลังเรียนเพื่อ<br>นำมาหาประสิทธิภาพค่า $E_2$ และ<br>การทดสอบค่าที่ |

การเก็บข้อมูลจากการใช้หนังสือเทคโนโลยีความจริงเสมือน ผู้วิจัยดำเนินการ ดังนี้  
(1) การเก็บข้อมูลจากแบบทดสอบก่อนเรียนและหลังเรียน และกิจกรรมระหว่างเรียน (2) การเก็บข้อมูลจาก  
การสัมภาษณ์แบบเดี่ยวและแบบกลุ่ม และ (3) การเก็บข้อมูลจากแบบสอบถามความพึงพอใจ

**3.5.1 การเก็บข้อมูลจากแบบทดสอบก่อนเรียนและหลังเรียน และกิจกรรมระหว่างเรียน** จากการใช้หนังสือเทคโนโลยีความจริงเสมือน ในการทดสอบแบบเดี่ยว แบบกลุ่ม และแบบภาคสนาม

**3.5.2 การเก็บข้อมูลจากการสัมภาษณ์แบบเดี่ยวและแบบกลุ่ม** เมื่อนักเรียนได้ทดสอบ  
ประสิทธิภาพแบบเดี่ยวและแบบกลุ่มของหนังสือเทคโนโลยีความจริงเสมือน แล้ว ผู้วิจัยได้สัมภาษณ์

นักเรียน จำนวน 3 คน ในการทดลองแบบเดี่ยว แล้วนำมาปรับปรุง และในการทดลองแบบกลุ่ม จำนวน 6 คน เพื่อหาข้อบกพร่องของหนังสือเทคโนโลยีความจริงเสมือน และนำข้อเสนอแนะมาปรับปรุงและแก้ไข

**3.5.3 การเก็บข้อมูลจากแบบสอบถามความพึงพอใจ** หลังจากทดสอบประสิทธิภาพแบบภาคสนาม ผู้วิจัยได้แจกแบบสอบถามความพึงพอใจนักเรียน จำนวน 35 คน โดยผู้วิจัยได้แจกและเก็บแบบสอบถามด้วยตนเอง ได้รับแบบสอบถามฉบับสมบูรณ์กลับคืนมา จำนวน 35 ฉบับ คิดเป็นร้อยละ 100 นำมาวิเคราะห์ข้อมูลต่อไป

#### 4. การวิเคราะห์ข้อมูล

ผู้วิจัยได้วิเคราะห์ข้อมูล 3 ประเด็น ดังนี้ (1) การวิเคราะห์หาประสิทธิภาพของหนังสือเทคโนโลยีความจริงเสมือน (2) การวิเคราะห์ความก้าวหน้าของนักเรียนที่เรียนด้วยหนังสือเทคโนโลยีความจริงเสมือน และ (3) การวิเคราะห์ความพึงพอใจของนักเรียนที่มีต่อหนังสือเทคโนโลยีความจริงเสมือน โดยมีรายละเอียดดังนี้

##### 4.1 วิเคราะห์หาประสิทธิภาพของหนังสือเทคโนโลยีความจริงเสมือน

การวิเคราะห์หาประสิทธิภาพของหนังสือเทคโนโลยีความจริงเสมือน วิชาชีววิทยา เรื่อง ความหลากหลายทางชีวภาพ ผู้วิจัยได้ทำการวิเคราะห์โดยการนำคะแนนที่ได้จากแบบฝึกหัดและแบบทดสอบหลังเรียน มาคำนวณหาค่าเฉลี่ยและค่าร้อยละ แล้วนำไปวิเคราะห์ประสิทธิภาพของกระบวนการ ( $E_1$ ) และ หาประสิทธิภาพผลลัพธ์ ( $E_2$ ) ของหนังสือเทคโนโลยีความจริงเสมือน โดยการหาประสิทธิภาพของหนังสือเทคโนโลยีความจริงเสมือน ตามเกณฑ์ 80/80 ใช้สูตรดังนี้ (ชัยยงค์ พรหมวงศ์, 2546 , น. 22-23)

$$E_1 = \frac{\sum X}{N} \times 100$$

เมื่อกำหนดให้

$E_1$  คือ ประสิทธิภาพของกระบวนการ คิดเป็นร้อยละของคะแนนที่นักเรียนได้รับ โดยเฉลี่ยจากการทำแบบฝึกหัดระหว่างเรียน

$\sum X$  คือ ผลรวมของคะแนนในการทำแบบฝึกหัดระหว่างเรียนของนักเรียนกลุ่มตัวอย่าง

$N$  คือ จำนวนนักเรียน

$A$  คือ คะแนนเต็มของแบบฝึกหัด

$$E_2 = \frac{\sum F}{N} \times 100$$

เมื่อกำหนดให้

$E_2$  คือ ประสิทธิภาพของผลลัพธ์ คิดเป็นร้อยละของคะแนนที่นักเรียนได้รับโดยเฉลี่ยจากการทำแบบทดสอบหลังเรียน

$\sum F$  คือ ผลรวมของคะแนนทดสอบหลังเรียนของนักเรียนกลุ่มตัวอย่าง

$N$  คือ จำนวนนักเรียน

$B$  คือ คะแนนเต็มของแบบทดสอบหลังเรียน

#### 4.2 การวิเคราะห์ความก้าวหน้าของนักเรียนที่เรียนด้วยหนังสือเทคโนโลยีความจริงเสมือน

เป็นการวิเคราะห์เปรียบเทียบความแตกต่างของคะแนนที่ได้จากการทดสอบก่อนเรียนและหลังเรียนของนักเรียนที่เรียนด้วยหนังสือเทคโนโลยีความจริงเสมือน (William Sealy Gosset and David Wechsler อ้างถึงใน Glass, V. and Hopkins, Kenneth D., 1987, pp. 217-220 and 240-242)

$$t = \frac{\sum D}{\sqrt{\frac{n \sum D^2 - (\sum D)^2}{n-1}}}, \text{ เมื่อ } df = n-1$$

เมื่อกำหนดให้  $t$  คือ ค่านัยสำคัญ

$n$  คือ จำนวนนักเรียน

$D$  คือ ความแตกต่างของคะแนนแต่ละคน

4.3 การวิเคราะห์ความพึงพอใจของนักเรียนเกี่ยวกับหนังสือเทคโนโลยีความจริงเสมือน การวิเคราะห์ใช้ค่าเฉลี่ย ( $\bar{X}$ ) และค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน (S.D.) (Best, John W. and Kahn, James V. 1986, pp. 181-182)

##### 4.3.1 การหาค่าเฉลี่ย ใช้สูตร ดังนี้

$$\bar{X} = \frac{\sum x}{N}$$

|                         |     |   |
|-------------------------|-----|---|
| เมื่อกำหนดให้ $\bar{X}$ | คือ | คะแนนเฉลี่ย                             |
| $\sum X$                | คือ | ผลรวมทั้งหมดของคะแนน                    |
| F                       | คือ | จำนวนนักเรียนที่ตอบคำถามในแต่ละข้อคำถาม |
| N                       | คือ | จำนวนกลุ่มตัวอย่าง                      |

การวิเคราะห์แบบสอบถามความพึงพอใจของนักเรียนเกี่ยวกับหนังสือเทคโนโลยีความจริงเสมือน กำหนดช่วงของค่าเฉลี่ย ตามแนวคิดของริเคอร์ท (Likert Rating Scale) ดังนี้

|           |             |         |                   |
|-----------|-------------|---------|-------------------|
| ค่าเฉลี่ย | 4.50 - 5.00 | หมายถึง | พึงพอใจมากที่สุด  |
| ค่าเฉลี่ย | 3.50 - 4.49 | หมายถึง | พึงพอใจมาก        |
| ค่าเฉลี่ย | 2.50 - 3.49 | หมายถึง | พึงพอใจปานกลาง    |
| ค่าเฉลี่ย | 1.50 - 2.49 | หมายถึง | พึงพอใจน้อย       |
| ค่าเฉลี่ย | 1.00 - 1.49 | หมายถึง | พึงพอใจน้อยที่สุด |

**4.3.2 การหาค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน** ในการหาค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน (S.D Standard Deviation) โดยใช้สูตร ดังนี้ (Lefferty, Peter and Rowe, Julain, 1995)

$$S.D. = \sqrt{\frac{n \sum X^2 - (\sum X)^2}{n(n-1)}}$$

|             |     |                                     |
|-------------|-----|-------------------------------------|
| เมื่อ $S^2$ | คือ | ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน                 |
| $\sum X^2$  | คือ | ผลรวมยกกำลังสองของคะแนนทั้ง n จำนวน |
| $\sum X$    | คือ | คะแนนดิบ                            |
| n           | คือ | จำนวนกลุ่มตัวอย่าง                  |



## บทที่ 4

### ผลการวิเคราะห์ข้อมูล

ผลการวิเคราะห์ข้อมูลการวิจัย เรื่อง การพัฒนาหนังสือเทคโนโลยีความจริงเสมือน วิชาชีววิทยา เรื่อง ความหลากหลายทางชีวภาพ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 สำนักงานเขตพื้นที่การศึกษามัธยมศึกษา เขต 8 สามารถแบ่งผลการวิเคราะห์ข้อมูลได้เป็น 3 ตอน คือ

ตอนที่ 1 การวิเคราะห์ประสิทธิภาพหนังสือเทคโนโลยีความจริงเสมือน เรื่องความหลากหลายทางชีวภาพ

ตอนที่ 2 การวิเคราะห์ความก้าวหน้าในการเรียนของนักเรียนที่เรียนด้วยหนังสือเทคโนโลยีความจริงเสมือน เรื่อง ความหลากหลายทางชีวภาพ

ตอนที่ 3 การวิเคราะห์ความพึงพอใจของนักเรียนที่มีต่อหนังสือเทคโนโลยีความจริงเสมือน เรื่อง ความหลากหลายทางชีวภาพ

#### ตอนที่ 1 ผลการวิเคราะห์ประสิทธิภาพหนังสือเทคโนโลยีความจริงเสมือน เรื่อง ความหลากหลายทางชีวภาพ

การวิเคราะห์หาประสิทธิภาพหนังสือเทคโนโลยีความจริงเสมือน เรื่องความหลากหลายทางชีวภาพมีขั้นตอนการหาประสิทธิภาพของกระบวนการและผลลัพธ์ ( $E_1/E_2$ ) 3 ขั้นตอน คือ (1) การทดสอบแบบเดี่ยว (2) การทดสอบแบบกลุ่ม และ (3) การทดสอบแบบภาคสนาม ซึ่งผลการวิเคราะห์ เป็นดังนี้

**1.1 ผลการวิเคราะห์ประสิทธิภาพของหนังสือเทคโนโลยีความจริงเสมือน ในการทดสอบประสิทธิภาพแบบเดี่ยว** ได้แก่ ทดลองกับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 โรงเรียนหนองรีประชานิมิต ภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2561 จำนวน 3 คน ซึ่งมีผลการเรียนคละกัน คือ นักเรียนที่มีผลการเรียนดี 1 คน ปานกลาง 1 คน และอ่อน 1 คน รวมจำนวนนักเรียนทั้งหมด 3 คน โดยใช้สูตรการหาประสิทธิภาพ ( $E_1/E_2$ ) ผลปรากฏ ดังตารางที่ 4.1

ตารางที่ 4.1 ผลการทดสอบประสิทธิภาพของหนังสือเทคโนโลยีความจริงเสมือน เรื่อง ความหลากหลายทางชีวภาพในการทดสอบแบบเดี่ยว ( $n = 3$ )

| หน่วยการเรียนรู้ | ร้อยละของคะแนน<br>กิจกรรมระหว่างเรียน<br>( $E_1$ ) | ร้อยละของคะแนน<br>ทดสอบหลังเรียน<br>( $E_2$ ) | ค่าประสิทธิภาพ<br>$E_1/E_2$ |
|------------------|--|---|-----------------------------|
| หน่วยที่ 1       | 65.56  | 66.67   | 65.56/66.67                 |
| หน่วยที่ 2       | 67.78  | 68.89   | 67.78/68.89                 |
| หน่วยที่ 3       | 70.00  | 71.11   | 70.00/71.11                 |

จากตารางที่ 4.1 พบว่า ผลการทดสอบประสิทธิภาพแบบเดี่ยว ของหนังสือเทคโนโลยีความจริงเสมือน วิชาชีววิทยา เรื่อง ความหลากหลายทางชีวภาพ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 พบว่า หน่วยที่ 1 ความหลากหลายของสิ่งมีชีวิต มีค่าประสิทธิภาพ  $E_1/E_2 = 71.11$  หน่วยที่ 2 สิ่งมีชีวิตเซลล์เดียว มีค่าประสิทธิภาพ  $E_1/E_2 = 67.78/68.89$  หน่วยที่ 3 สิ่งมีชีวิตหลายเซลล์ มีค่าประสิทธิภาพ  $E_1/E_2 = 70.00/71.11$

ผู้วิจัยได้ศึกษาผลการทดสอบประสิทธิภาพแบบเดี่ยว พบว่ายังมีค่าต่ำกว่าเกณฑ์ที่ตั้งไว้ จึงได้ดำเนินการสัมภาษณ์นักเรียนกลุ่มตัวอย่างจำนวน 3 คน ที่ได้ทำแบบทดสอบประสิทธิภาพแบบเดี่ยว โดย ผู้วิจัยได้สอบถามปัญหา ข้อสงสัย จากนักเรียนและทำการปรับปรุงเพิ่มเติมได้แก่

- 1) แบบฝึกปฏิบัติยากเกินไป จึงได้ปรับปรุงให้แบบฝึกปฏิบัติได้ง่ายมากขึ้น
- 2) ปรับขนาดตัวอักษร และสีตัวอักษร เพื่อให้การแสดงผลชัดเจนขึ้น โดยรูปแบบตัวอักษร TH SarabunPSK ขนาด 16 พอยต์ สีตัวอักษรเข้ม
- 3) ปรับสีพื้นหลังให้อ่อนลง เพื่อให้มองเห็นตัวอักษรได้ชัดเจนขึ้น
- 4) ภาษาที่ใช้เข้าใจยาก ได้ปรับภาษาที่ใช้ให้เข้าใจง่ายขึ้น

**1.2 ผลการวิเคราะห์ประสิทธิภาพของหนังสือเทคโนโลยีความจริงเสมือน ในการทดสอบประสิทธิภาพแบบกลุ่ม** ผู้วิจัยได้ดำเนินการทดสอบประสิทธิภาพแบบกลุ่มกับนักเรียนกลุ่มตัวอย่าง จำนวน 6 คน โดยเลือกนักเรียนที่มีผลการเรียนคละกัน คือ นักเรียนที่มีผลการเรียนดี 2 คน ปานกลาง 2 คน และอ่อน 2 คน รวมจำนวนนักเรียนทั้งหมด 6 คน โดยใช้สูตรการหาประสิทธิภาพ ( $E_1/E_2$ ) ในการวิเคราะห์ประสิทธิภาพของหนังสือเทคโนโลยีความจริงเสมือน ผลปรากฏดังตารางที่ 4.2

ตารางที่ 4.2 ผลการทดสอบประสิทธิภาพของหนังสือเทคโนโลยีความจริงเสมือน เรื่อง ความหลากหลายทางชีวภาพในการทดสอบแบบกลุ่ม (n = 6)

| หน่วยการเรียนรู้ | ร้อยละของคะแนน<br>กิจกรรมระหว่างเรียน<br>(E <sub>1</sub> ) | ร้อยละของคะแนน<br>ทดสอบหลังเรียน<br>(E <sub>2</sub> ) | ค่าประสิทธิภาพ<br>E <sub>1</sub> /E <sub>2</sub> |
|------------------|--|---|--|
| หน่วยที่ 1       | 75.00  | 75.56   | 75.00/75.56                                      |
| หน่วยที่ 2       | 76.67  | 77.78   | 76.67/77.78                                      |
| หน่วยที่ 3       | 77.78  | 78.89   | 77.78/78.89                                      |

จากตารางที่ 4.2 ผลการทดสอบประสิทธิภาพแบบกลุ่ม ของหนังสือเทคโนโลยีความจริงเสมือน วิชาชีววิทยา เรื่อง ความหลากหลายทางชีวภาพ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 พบว่า หน่วยที่ 1 ความหลากหลายของสิ่งมีชีวิต มีค่าประสิทธิภาพ  $E_1/E_2 = 75.00/75.56$  หน่วยที่ 2 สิ่งมีชีวิตเซลล์เดียว มีค่าประสิทธิภาพ  $E_1/E_2 = 76.67/77.78$  หน่วยที่ 3 สิ่งมีชีวิตหลายเซลล์ มีค่าประสิทธิภาพ  $E_1/E_2 = 77.78/78.89$

ผู้วิจัยได้ศึกษาผลการทดสอบประสิทธิภาพแบบกลุ่ม และนำมาเปรียบเทียบกับผลการทดสอบประสิทธิภาพมีค่าเพิ่มขึ้น แต่ยังมีค่าต่ำกว่าเกณฑ์ที่ตั้งไว้ในส่วนของแบบฝึกปฏิบัติบางหน่วย จึงได้ดำเนินการสัมภาษณ์นักเรียนกลุ่มตัวอย่างจำนวน 6 คน ที่ได้ทำแบบทดสอบประสิทธิภาพแบบกลุ่ม โดยผู้วิจัยได้สอบถามปัญหา ข้อเสนอแนะ จากนักเรียนและทำการปรับปรุงเพิ่มเติมได้แก่

- 1) ตัดลดความยาวของวิดีโอที่สั้นลง และมีการสอดแทรกรายละเอียดที่น่าสนใจมากขึ้น
- 2) เพิ่มวิดีโอที่สั้นเพื่อดึงดูดความสนใจของผู้เรียนในการเข้าไปศึกษา
- 3) ให้เวลาเพิ่มขึ้นในการศึกษาย้อนหลังและจดบันทึก
- 4) ปรับข้อคำถามทั้งในแบบฝึกปฏิบัติและแบบทดสอบให้เข้าใจง่าย

**1.3 ผลการวิเคราะห์ประสิทธิภาพของหนังสือเทคโนโลยีความจริงเสมือน ในการทดสอบประสิทธิภาพแบบภาคสนาม** ผู้วิจัยได้ดำเนินการทดสอบประสิทธิภาพภาคสนามกับนักเรียนกลุ่มตัวอย่างจำนวน 26 คน ที่มีผลการเรียนคละกัน คือ นักเรียนที่มีผลการเรียนดี จำนวน 5 คน ปานกลาง จำนวน 15 คน และอ่อน จำนวน 6 คน โดยใช้สูตรการหาประสิทธิภาพ ( $E_1/E_2$ ) ผลปรากฏดังตารางที่ 4.3

ตารางที่ 4.3 ผลการทดสอบประสิทธิภาพของหนังสือเทคโนโลยีความจริงเสมือน เรื่อง ความหลากหลายทางชีวภาพในการทดสอบแบบภาคสนาม (n = 26)

| หน่วยการเรียนรู้ | ร้อยละของคะแนนกิจกรรม     | ร้อยละของคะแนน              | ค่าประสิทธิภาพ<br>$E_1/E_2$ |
|------------------|---------------------------|-----------------------------|-----------------------------|
|                  | ระหว่างเรียน<br>( $E_1$ ) | ทดสอบหลังเรียน<br>( $E_2$ ) |                             |
| หน่วยที่ 1       | 80.26                     | 80.77                       | 80.26/80.77                 |
| หน่วยที่ 2       | 80.90                     | 81.03                       | 80.90/81.03                 |
| หน่วยที่ 3       | 80.64                     | 80.77                       | 80.64/80.77                 |

ผลการทดสอบประสิทธิภาพแบบภาคสนาม ของหนังสือเทคโนโลยีความจริงเสมือน วิชาชีววิทยา เรื่อง ความหลากหลายทางชีวภาพ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 พบว่า หน่วยที่ 1 ความหลากหลายของสิ่งมีชีวิต มีค่าประสิทธิภาพ  $E_1/E_2 = 80.26/80.77$  หน่วยที่ 2 สิ่งมีชีวิตเซลล์เดียว มีค่าประสิทธิภาพ  $E_1/E_2 = 80.90/81.03$  หน่วยที่ 3 สิ่งมีชีวิตหลายเซลล์ มีค่าประสิทธิภาพ  $E_1/E_2 = 80.64/80.77$  ซึ่งเป็นไปตามเกณฑ์ที่กำหนด คือ 80/80

## ตอนที่ 2 ความก้าวหน้าทางการเรียนของนักเรียนที่เรียนด้วยหนังสือเทคโนโลยีความจริงเสมือน

ผลการวิเคราะห์ความก้าวหน้าทางการเรียนของนักเรียน ที่เรียนด้วยหนังสือเทคโนโลยีความจริงเสมือน วิชาชีววิทยา เรื่อง ความหลากหลายทางชีวภาพ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 ได้ผลดังตารางที่ 4.4

ตารางที่ 4.4 ความก้าวหน้าทางการเรียนของนักเรียนที่เรียนด้วยหนังสือเทคโนโลยีความจริงเสมือน วิชาชีววิทยา เรื่อง ความหลากหลายทางชีวภาพ (n = 26)

| หน่วยการเรียนรู้ | คะแนนก่อนเรียน |      | คะแนนหลังเรียน |      | t-test |
|------------------|----------------|------|----------------|------|--------|
|                  | $\bar{X}$      | S.D. | $\bar{X}$      | S.D. |        |
| หน่วยที่ 1       | 6.19           | 1.50 | 12.12          | 1.42 | 15.45* |
| หน่วยที่ 2       | 5.31           | 1.16 | 12.15          | 1.38 | 27.81* |
| หน่วยที่ 3       | 5.00           | 1.17 | 12.12          | 1.14 | 26.01* |

\*p < .05, df = 25, t = 1.70

จากตารางที่ 4.4 พบว่า คะแนนเฉลี่ยก่อนเรียนและคะแนนเฉลี่ยหลังเรียนของนักเรียนที่เรียนด้วยหนังสือเทคโนโลยีความจริงเสมือน วิชาชีววิทยา เรื่อง ความหลากหลายทางชีวภาพ ที่ได้จากการทดสอบประสิทธิภาพแบบภาคสนามจำนวน 26 คน มีคะแนนเฉลี่ยหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน แสดงว่าคะแนนเฉลี่ยหลังเรียนเพิ่มขึ้นกว่าคะแนนเฉลี่ยก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

### ตอนที่ 3 ความพึงพอใจของนักเรียนที่มีต่อหนังสือเทคโนโลยีความจริงเสมือน

ผลการวิเคราะห์ความพึงพอใจของนักเรียนที่มีต่อหนังสือเทคโนโลยีความจริงเสมือน วิชาชีววิทยา เรื่อง ความหลากหลายทางชีวภาพ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 ในการทดสอบแบบภาคสนาม ปรากฏดังตารางที่ 4.5  $\bar{X}$

ตารางที่ 4.5 ความพึงพอใจของนักเรียนที่มีต่อหนังสือเทคโนโลยีความจริงเสมือน เรื่อง ความหลากหลายทางชีวภาพ (n = 26)

| อันดับที่ | รายการ  | $\bar{X}$ | S.D. | แปลผล     |
|-----------|---|-----------|------|-----------|
| 1         | หนังสือเทคโนโลยีความจริงเสมือนช่วยให้เกิดการเรียนรู้ได้ดีขึ้น             | 4.92      | 0.27 | มากที่สุด |
| 2         | หนังสือเทคโนโลยีความจริงเสมือนช่วยดึงดูดความสนใจในการเรียน<br>ของนักเรียน | 4.88      | 0.33 | มากที่สุด |
| 3         | นักเรียนต้องการให้ใช้หนังสือเทคโนโลยีความจริงเสมือนในวิชาอื่นๆ<br>ด้วย    | 4.81      | 0.40 | มากที่สุด |
| 4         | เนื้อหาในบทเรียนมีการอธิบายอย่างชัดเจน เข้าใจง่าย                         | 4.73      | 0.45 | มากที่สุด |
| 5         | แบบฝึกปฏิบัติช่วยให้นักเรียนได้ทบทวนเนื้อหาที่เรียนมาแล้ว                 | 4.73      | 0.53 | มากที่สุด |
| 6         | เนื้อหาที่มีการเรียบเรียงอย่างเหมาะสมจากง่ายไปยาก                         | 4.69      | 0.55 | มากที่สุด |
| 7         | รูปแบบอักษรในหนังสืออ่านง่าย เหมาะสม                                      | 4.62      | 0.75 | มากที่สุด |
| 8         | การใช้งานไม่ยุ่งยาก ไม่ซับซ้อน  | 4.62      | 0.64 | มากที่สุด |
| 9         | การจัดวางองค์ประกอบของหนังสือเทคโนโลยีความจริงเสมือน                      | 4.58      | 0.50 | มากที่สุด |
| 10        | แบบทดสอบหลังเรียนช่วยให้นักเรียนทราบถึงความก้าวหน้า<br>ทางการเรียน        | 4.58      | 0.64 | มากที่สุด |
| 11        | นักเรียนสามารถเรียนรู้และทบทวนบทเรียนได้ด้วยตนเอง                         | 4.58      | 0.76 | มากที่สุด |
| 12        | แบบทดสอบก่อนเรียนช่วยให้นักเรียนทบทวนความรู้เดิม                          | 4.46      | 0.65 | มาก       |
| 13        | การออกแบบหนังสือเทคโนโลยีความจริงเสมือนมีความน่าสนใจ                      | 4.38      | 0.70 | มาก       |
| 14        | ความคมชัดของภาพและเสียงของวิดีโอ  | 4.35      | 0.80 | มาก       |
|           | รวม   | 4.64      | 0.57 | มากที่สุด |

จากตารางที่ 4.5 พบว่า ความพึงพอใจของนักเรียนที่มีต่อหนังสือเทคโนโลยีความจริงเสมือน วิชาชีววิทยา เรื่อง ความหลากหลายทางชีวภาพ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 โดยภาพรวมความพึงพอใจอยู่ในระดับมากที่สุด ( $\bar{X} = 4.64, S.D. = 0.57$ )

เมื่อพิจารณาเป็นรายข้อ พบว่า มีรายการที่มีระดับความพึงพอใจมากที่สุด จำนวน 11 รายการ จากรายการทั้งหมด 14 รายการ ซึ่งรายการที่มีค่าเฉลี่ยสูงที่สุด คือ หนังสือเทคโนโลยีความจริงเสมือนช่วยให้เกิดการเรียนรู้ได้ดีขึ้น ( $\bar{X} = 4.92, S.D. = 0.27$ )





## บทที่ 5

### รายละเอียดต้นแบบชิ้นงาน

ในการวิจัยเรื่อง การพัฒนาหนังสือเทคโนโลยีความจริงเสมือน วิชาชีววิทยา เรื่อง ความหลากหลายทางชีวภาพ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 สังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษา มัธยมศึกษา เขต 8 มีต้นแบบชิ้นงานคือ หนังสือเทคโนโลยีความจริงเสมือน วิชาชีววิทยา เรื่อง ความหลากหลายทางชีวภาพ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 โดยมีรายละเอียดดังนี้

ภาคที่ 1 คู่มือการใช้หนังสือเทคโนโลยีความจริงเสมือน สำหรับครูผู้สอน

คำนำ

สารบัญ

รายละเอียดวิชาชีววิทยา ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6

การเตรียมความพร้อม

บทบาทของครูผู้สอนและนักเรียน

สิ่งที่ครูผู้สอนและนักเรียนต้องเตรียม

การจัดห้องเรียน

ส่วนประกอบของหนังสือเทคโนโลยีความจริงเสมือน

ภาคที่ 2 คู่มือการเรียนรู้หนังสือเทคโนโลยีความจริงเสมือน สำหรับนักเรียน

คำนำ

สารบัญ

การเตรียมตัวของนักเรียน

บทบาทของนักเรียน

ขั้นตอนการเรียนรู้ด้วยหนังสือเทคโนโลยีความจริงเสมือน

การใช้หนังสือเทคโนโลยีความจริงเสมือน

ภาคที่ 3 แบบฝึกปฏิบัติ

คำนำ

สารบัญ

คำชี้แจงการใช้แบบฝึกปฏิบัติ

แผนการสอน

แบบทดสอบก่อนเรียน

แบบบันทึกสาระสำคัญ

แบบฝึกปฏิบัติ

แบบทดสอบหลังเรียนเฉลยแบบทดสอบก่อนเรียนและแบบทดสอบหลังเรียน

ภาคที่ 4 รายละเอียดหนังสือเทคโนโลยีความจริงเสมือน

แนะนำการใช้หนังสือเทคโนโลยีความจริงเสมือน

คำนำ

สารบัญ

จุดประสงค์การเรียนรู้

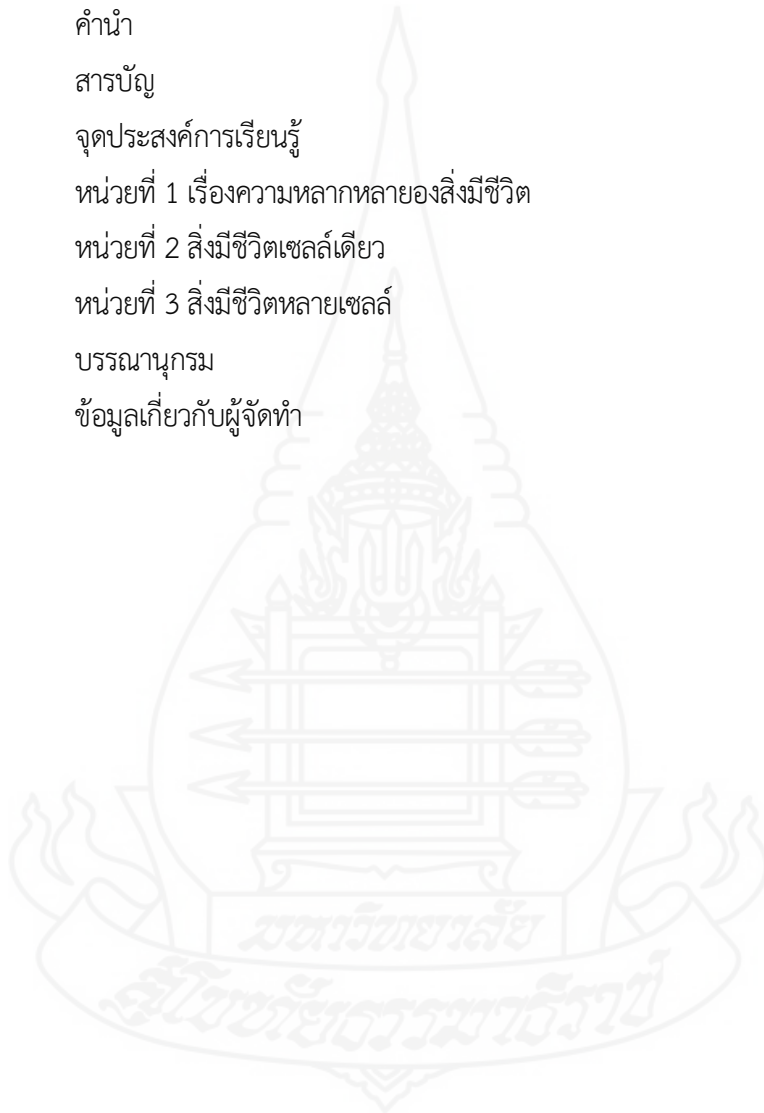
หน่วยที่ 1 เรื่องความหลากหลายของสิ่งมีชีวิต

หน่วยที่ 2 สิ่งมีชีวิตเซลล์เดียว

หน่วยที่ 3 สิ่งมีชีวิตหลายเซลล์

บรรณานุกรม

ข้อมูลเกี่ยวกับผู้จัดทำ



**ภาคที่ 1**

คู่มือการใช้หนังสือเทคโนโลยีความจริงเสมือน สำหรับครูผู้สอน





แขนงวิชาเทคโนโลยีและสื่อสารการศึกษา  
สาขาวิชาศึกษาศาสตร์  
มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมมาธิราช

คู่มือการใช้หนังสือเทคโนโลยีความจริงเสมือน  
วิชาชีววิทยา เรื่อง ความหลากหลายทางชีวภาพ  
ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6  
(สำหรับครูผู้สอน)

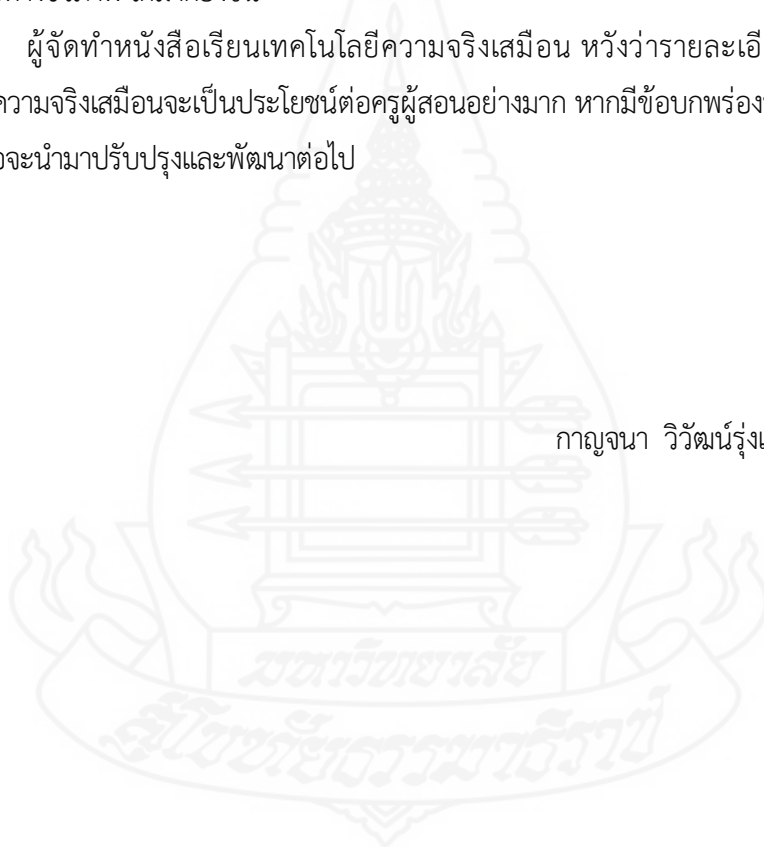
ผลิตโดย นางสาวกาญจนา วิวัฒน์รุ่งเรืองดี

## คำนำ

การพัฒนาหนังสือเรียนเทคโนโลยีความจริงเสมือน กลุ่มสาระวิทยาศาสตร์ วิชาชีววิทยา เรื่อง ความหลากหลายทางชีวภาพ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 เป็นการนำเนื้อหา เรื่อง ความหลากหลายทางชีวภาพ ทั้ง 3 หน่วย ได้แก่ หน่วยที่ 1 ความหลากหลายของสิ่งมีชีวิต หน่วยที่ 2 สิ่งมีชีวิตเซลล์เดียว หน่วยที่ 3 สิ่งมีชีวิตหลายเซลล์ ที่ผ่านการตรวจสอบจากผู้ทรงคุณวุฒิ ปรับปรุงคุณภาพ และผ่านการทดสอบประสิทธิภาพมาพัฒนาเป็นหนังสือเรียนเทคโนโลยีความจริงเสมือน เพื่อให้นักเรียนได้ใช้เป็นหนังสือเรียนเสริมศึกษาเพิ่มเติมจากหนังสือที่ใช้ในชั้นเรียนปกติ เพื่อให้เข้าใจเนื้อหา เรื่อง ความหลากหลายทางชีวภาพ ได้มากยิ่งขึ้น

ผู้จัดทำหนังสือเรียนเทคโนโลยีความจริงเสมือน หวังว่ารายละเอียดของหนังสือเรียนเทคโนโลยีความจริงเสมือนจะเป็นประโยชน์ต่อครูผู้สอนอย่างมาก หากมีข้อบกพร่องประการใด ผู้จัดทำขอน้อมรับเพื่อจะนำมาปรับปรุงและพัฒนาต่อไป

กาญจนา วิวัฒน์รุ่งเรืองดี



## สารบัญ

|   | หน้า |
|---|------|
| รายละเอียดกลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 ..... | 79   |
| การเตรียมความพร้อม .....  | 80   |
| แผนผังการจัดชั้นเรียน .....   | 81   |
| บทบาทของครูผู้สอนและนักเรียน .....                                    | 82   |
| ส่วนประกอบของหนังสือเทคโนโลยีความจริงเสมือน .....                     | 82   |





## 1. รายละเอียดกลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6

### 1.1 คำอธิบายรายวิชา

ศึกษาเกี่ยวกับความหลากหลายทางชีวภาพและความยั่งยืนของสิ่งแวดล้อม ความหลากหลายของสิ่งมีชีวิต การศึกษาความหลากหลายของสิ่งมีชีวิต กำเนิดของสิ่งมีชีวิต กำเนิดของสิ่งมีชีวิต อาณาจักรสิ่งมีชีวิต ความหลากหลายทางชีวภาพในประเทศไทย การสูญเสียความหลากหลายทางชีวภาพ ศึกษาเกี่ยวกับประชากร ความหนาแน่นและการแพร่กระจายของประชากร ขนาดของประชากร ขนาดของประชากร รูปแบบการเพิ่มของประชากร การรอดชีวิตของประชากร ประชากรมนุษย์ ศึกษาเกี่ยวกับมนุษย์กับความยั่งยืนของสิ่งแวดล้อม ทรัพยากรธรรมชาติ การใช้ประโยชน์ ปัญหาและการจัดการ หลักการอนุรักษ์ทรัพยากรธรรมชาติ และชนิดพันธุ์ต่างถิ่นที่ส่งผลกระทบต่อสภาพแวดล้อม โดยใช้กระบวนการทางวิทยาศาสตร์ กระบวนการสืบเสาะหาความรู้ การสืบค้นข้อมูล การสังเกต การวิเคราะห์ การทดลอง การอภิปราย และสรุป เพื่อให้เกิดความรู้ ความคิด ความเข้าใจ มีความสามารถในการตัดสินใจ สื่อสารสิ่งที่เรียนรู้ และนำความรู้ไปใช้ในชีวิตของตนเอง มีจิตวิทยาศาสตร์ จริยธรรม คุณธรรม และค่านิยม

### 1.2 ผลการเรียนรู้ที่คาดหวัง

1.2.1 สืบค้นข้อมูล อภิปราย และอธิบายเกี่ยวกับความหมายและองค์ประกอบความหลากหลายทางชีวภาพ

1.2.2 สืบค้นข้อมูล อภิปราย และอธิบายการศึกษาความหลากหลายของสิ่งมีชีวิต การจัดหมวดหมู่ของ สิ่งมีชีวิต ชื่อของสิ่งมีชีวิต และการระบุชนิด

1.2.3 สืบค้นข้อมูล อภิปราย อธิบายและสรุปเกี่ยวกับกำเนิดของชีวิต กำเนิดของเซลล์ โพรคาริโอตและเซลล์ยูคาริโอต

1.2.4 สืบค้นข้อมูล ทดลอง อภิปราย อธิบาย และสรุปเกณฑ์ที่ใช้ในการจัดจำแนก สิ่งมีชีวิตออกเป็นโดเมนและอาณาจักร ลักษณะที่เหมือนและแตกต่างกันของสิ่งมีชีวิตในอาณาจักรมอเนอราอาณาจักรโพรทิสตา อาณาจักรพืช อาณาจักรฟังไจ และอาณาจักรสัตว์

1.2.5 สืบค้นข้อมูล อภิปราย อธิบาย และนำเสนอคุณค่าของความหลากหลายทางชีวภาพกับการใช้ประโยชน์ของมนุษย์ที่มีผลต่อสังคมและสิ่งแวดล้อม

1.2.6 สืบค้นข้อมูล อภิปราย และนำเสนอสถานการณ์ความหลากหลายทางชีวภาพในประเทศไทยและผลกระทบจากการสูญเสียความหลากหลายทางชีวภาพ

1.2.7 ออกแบบสถานการณ์จำลองที่แสดงถึงการเปลี่ยนแปลงปัจจัยต่างๆ ของสิ่งแวดล้อมที่ส่งผลต่อการอยู่รอดของสิ่งมีชีวิต

1.2.8 วิเคราะห์ อธิบาย และสรุปได้ว่า การอยู่รอดของสิ่งมีชีวิต สัมพันธ์กับความหลากหลายของสิ่งมีชีวิต

1.2.9 สืบค้นข้อมูล อภิปราย และอธิบาย เกี่ยวกับความหมายของประชากร ความหนาแน่นของประชากร อัตรา

1.2.10 สืบค้นข้อมูล อภิปราย และวิเคราะห์ข้อมูลเกี่ยวกับเรื่องประชากรมนุษย์ การเติบโต และโครงสร้างอายุของประชากร

1.2.11 สืบค้นข้อมูล อภิปราย และอธิบายความสัมพันธ์ระหว่างมนุษย์กับการใช้ทรัพยากรธรรมชาติ

1.2.12 อภิปราย อธิบาย และสรุปแนวทางการจัดการทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม รวมทั้งการอนุรักษ์และพัฒนาที่ยั่งยืน พร้อมทั้งเสนอแนวทางในการอนุรักษ์ทรัพยากรธรรมชาติ

1.2.13 สืบค้นข้อมูล อภิปราย และอธิบายเกี่ยวกับชนิดพันธุ์ต่างถิ่น ที่ส่งผลกระทบต่อสภาพแวดล้อม

### 1.3 หน่วยการเรียนรู้

หน่วยที่ 1 ความหลากหลายของสิ่งมีชีวิต

หน่วยที่ 2 สิ่งมีชีวิตเซลล์เดียว

หน่วยที่ 3 สิ่งมีชีวิตหลายเซลล์

หน่วยที่ 4 ประชากร

หน่วยที่ 5 มนุษย์กับความยั่งยืนของสิ่งแวดล้อม

## 2. การเตรียมความพร้อม

### 2.1 ก่อนการใช้หนังสือเทคโนโลยีความจริงเสมือน

2.1.1 ครูผู้สอนควรศึกษาคู่่มือการใช้หนังสือเทคโนโลยีความจริงเสมือนอย่างละเอียด

2.1.2 ครูผู้สอนตรวจสอบความพร้อมของอุปกรณ์ที่ใช้ร่วมกับหนังสือเรียนเทคโนโลยีความจริงเสมือนของนักเรียน ได้แก่ โทรศัพท์สมาร์ทโฟน แท็บเล็ต หรือ iPad และหูฟัง ให้อยู่ในสภาพพร้อมใช้งาน

2.1.3 ครูผู้สอนต้องจัดชั้นเรียนในลักษณะนักเรียน 1 คนต่อหนังสือเรียนเทคโนโลยีความจริงเสมือน 1 เล่ม

2.1.4 ครูผู้สอนควรมีทักษะในการใช้โทรศัพท์แบบสมาร์ทโฟนเบื้องต้น เพื่อสามารถใช้งานร่วมกับหนังสือเทคโนโลยีความจริงเสมือนได้อย่างมีประสิทธิภาพ

2.1.5 ครูผู้สอนต้องจัดเตรียมคู่มือการเรียนรู้ด้วยหนังสือเทคโนโลยีความจริงเสมือนสำหรับนักเรียน และแบบฝึกปฏิบัติให้พร้อม

## 2.2 ระหว่างการใช้หนังสือเทคโนโลยีความจริงเสมือน

2.2.1 ปฐมนิเทศนักเรียน โดยชี้แจงวัตถุประสงค์การเรียนรู้ด้วยหนังสือเทคโนโลยีความจริงเสมือน เรื่อง ความหลากหลายทางชีวภาพ พร้อมทั้งแนะนำขั้นตอนการเรียนรู้ และการติดตั้งแอปพลิเคชันลงในโทรศัพท์มือถือของนักเรียน แจกคู่มือการเรียนรู้และแบบฝึกหัดแก่นักเรียน

2.2.2 ดำเนินกิจกรรมการเรียนการสอน ตามลำดับดังนี้

1) ทดสอบก่อนเรียน โดยให้นักเรียนทำแบบทดสอบก่อนเรียน แบบปรนัยชนิดเลือกตอบจำนวน 45 ข้อ ลงในกระดาษคำตอบในแบบฝึกหัด เวลา 30 นาที

2) ศึกษาบทเรียน นักเรียนศึกษาเนื้อหาของบทเรียนในแต่ละตอน หลังจากนั้นทำแบบฝึกหัดจนครบทุกเรื่อง

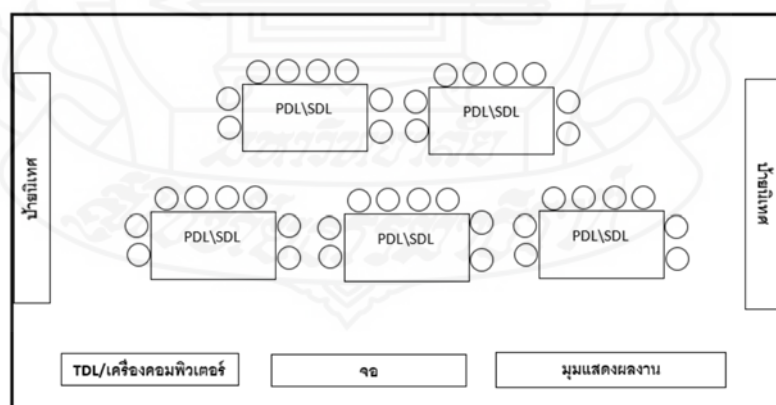
3) ทดสอบหลังเรียน โดยให้นักเรียนทำแบบทดสอบหลังเรียนแบบปรนัยเลือกตอบ จำนวน 45 ข้อลงในกระดาษคำตอบในแบบฝึกหัด เวลา 30 นาที

## 2.3 หลังการใช้หนังสือเรียนเทคโนโลยีความจริงเสมือน

2.3.1 เก็บแบบฝึกหัดของนักเรียนไปตรวจสอบ เพื่อดูการเปลี่ยนแปลงพฤติกรรมและความก้าวหน้าของนักเรียน

2.3.2 ตรวจสอบสภาพหนังสือและวัสดุอุปกรณ์ที่ใช้ในการเรียน และจัดเก็บเข้าที่ให้เรียบร้อย

## 3. แผนผังการจัดชั้นเรียน



ภาพที่ 5.1 แผนผังการจัดห้องเรียน

(การสอนโดยยึดครูเป็นศูนย์กลาง (TDL), การสอนโดยยึดผู้เรียนเป็นศูนย์กลาง (SDL), การสอนโดยกระบวนการกลุ่ม (PDL))

## 4. บทบาทของครูผู้สอนและนักเรียน

4.1 บทบาทของครู การสอนด้วยหนังสือเทคโนโลยีความจริงเสมือน ผู้สอนมีบทบาท ดังนี้

- 4.1.1 กำกับดูแลการเรียนรู้ให้นักเรียนศึกษาบทเรียนด้วยตนเอง
- 4.1.2 ให้คำแนะนำแก่นักเรียนเมื่อพบปัญหาขณะเรียน
- 4.1.3 ตรวจสอบการทำกิจกรรมระหว่างเรียนของนักเรียน
- 4.1.4 ประเมินการเรียนรู้ของนักเรียนของนักเรียนแต่ละคน

4.2 บทบาทของนักเรียน

- 4.2.1 ศึกษาเนื้อหาในหนังสือเรียนเทคโนโลยีความจริงเสมือน
- 4.2.2 ทำแบบฝึกหัดท้ายบทเรียนทุกหน่วยการเรียนรู้
- 4.2.3 ทำแบบทดสอบก่อนเรียนและแบบทดสอบหลังเรียน

## 5. ส่วนประกอบของหนังสือเทคโนโลยีความจริงเสมือน

หนังสือเรียนเทคโนโลยีความจริงเสมือน วิชาชีววิทยา เรื่องความหลากหลายทางชีวภาพ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 ประกอบด้วยรายการหลัก 6 รายการ ได้แก่ (1) แนะนำวิธีเรียน (2) ทดสอบก่อนเรียน (3) เนื้อหา (4) กิจกรรมระหว่างเรียน (5) ทดสอบหลังเรียน (6) ข้อมูลผู้จัดทำ โดยมีรายละเอียดดังนี้

5.1 แนะนำวิธีเรียน เป็นรายการที่แนะนำให้นักเรียนทราบวิธีเรียนด้วยหนังสือเรียนเทคโนโลยีความจริงเสมือน

- 5.1.1 คำชี้แจงการใช้หนังสือเรียนเทคโนโลยีความจริงเสมือน
- 5.1.2 คำนำ
- 5.1.3 สารบัญ
- 5.1.4 จุดประสงค์การเรียนรู้

5.2 แบบทดสอบก่อนเรียน เป็นรายการสำหรับให้นักเรียนทำแบบทดสอบก่อนเรียน ซึ่งประกอบด้วยแบบทดสอบปรนัยชนิดเลือกตอบจำนวน 4 ตัวเลือก จำนวน 45 ข้อ โดยให้นักเรียนทำลงในแบบฝึกหัด

5.3 เนื้อหา เป็นรายการสำหรับให้นักเรียนศึกษาเกี่ยวกับความหลากหลายทางชีวภาพ โดยแบ่งเป็น 3 หน่วยการเรียนรู้ ได้แก่

- หน่วยที่ 1 ความหลากหลายของสิ่งมีชีวิต
- หน่วยที่ 2 สิ่งมีชีวิตเซลล์เดียว

### หน่วยที่ 3 สิ่งมีชีวิตหลายเซลล์

เมื่อนักเรียนศึกษาเนื้อหาในแต่ละเรื่องเรียบร้อยแล้ว ให้นักเรียนทำแบบฝึกหัดของแต่ละเรื่อง

**5.4 กิจกรรมระหว่างเรียน** ในรายการนี้แบ่งแบบฝึกหัดออกเป็น 3 แบบฝึกหัด เช่นเดียวกับเนื้อหา โดยนักเรียนศึกษาเนื้อหาแต่ละเรื่องจบแล้ว จึงทำแบบฝึกหัด

**5.5 แบบทดสอบหลังเรียน** เป็นรายการสำหรับให้นักเรียนทำแบบทดสอบหลังเรียน ซึ่งประกอบด้วยแบบทดสอบแบบปรนัยชนิดเลือกตอบจำนวน 4 ตัวเลือก จำนวน 10 ข้อ โดยนักเรียนต้องทำแบบฝึกหัดให้ครบทุกแบบฝึกหัดก่อนจึงจะสามารถทำแบบทดสอบหลังเรียนได้

**5.6 เกี่ยวกับผู้จัดทำ** แสดงข้อมูลเกี่ยวกับผู้พัฒนาหนังสือเรียนเทคโนโลยีความจริงเสมือน



ภาคที่ 2

คู่มือการเรียนรู้ด้วยหนังสือเทคโนโลยีความจริงเสมือน







แขนงวิชาเทคโนโลยีและสื่อสารการศึกษา  
สาขาวิชาศึกษาศาสตร์  
มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมมาธิราช

คู่มือการเรียนรู้ด้วยหนังสือเทคโนโลยีความจริงเสมือน  
วิชาชีววิทยา เรื่อง ความหลากหลายทางชีวภาพ  
ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6  
(สำหรับนักเรียน)

ผลิตโดย นางสาวกาญจนา วิวัฒน์รุ่งเรืองดี

## คำนำ

คู่มือการเรียนรู้ด้วยหนังสือเรียนเทคโนโลยีความจริงเสมือน วิชา ชีววิทยา เรื่องความหลากหลายทางชีวภาพ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 ผลิตขึ้นเพื่อเป็นคู่มือในการใช้หนังสือเรียนเทคโนโลยีความจริงเสมือนสำหรับนักเรียน รายละเอียดประกอบด้วย การเตรียมตัวและบทบาทของนักเรียน ขั้นตอนการเรียนรู้และวิธีการใช้หนังสือเรียนเทคโนโลยีความจริงเสมือน

ผู้ผลิตหนังสือเรียนเทคโนโลยีความจริงเสมือน หวังเป็นอย่างยิ่งว่าหนังสือเรียนเทคโนโลยีความจริงเสมือนที่พัฒนาขึ้นนี้จะประโยชน์ต่อผู้สอนและผู้เรียนเป็นอย่างมาก

กาญจนา วิวัฒน์รุ่งเรืองดี

ผู้ผลิต



## สารบัญ

| เนื้อหา   | หน้า |
|---|------|
| การเตรียมตัวของนักเรียน .....                                   | 88   |
| บทบาทของนักเรียน .....  | 88   |
| ขั้นตอนการเรียนรู้ด้วยหนังสือเรียนเทคโนโลยีความจริงเสมือน ..... | 88   |
| การใช้หนังสือเรียนเทคโนโลยีความจริงเสมือน .....                 | 89   |



## 1. การเตรียมตัวของนักเรียน

ในการเรียนด้วยหนังสือเรียนเทคโนโลยีความจริงเสมือน วิชาชีววิทยา เรื่องความหลากหลายทางชีวภาพ นักเรียนต้องเตรียมตัวในการเรียนดังนี้

1.1 ศึกษารายละเอียดการใช้หนังสือเรียนเทคโนโลยีความจริงเสมือน ในคู่มือการเรียนด้วยหนังสือเรียนเทคโนโลยีความจริงเสมือนอย่างละเอียด

1.2 ตรวจสอบความพร้อมของโทรศัพท์ แท็บเล็ต หรือไอแพดที่ใช้ร่วมกับหนังสือเรียนเทคโนโลยีความจริงเสมือนพร้อมทั้งหูฟัง หากพบปัญหาให้แจ้งครูผู้สอนทันที

1.3 เตรียมอุปกรณ์เครื่องเขียน สำหรับทำแบบฝึกปฏิบัติ

## 2. บทบาทนักเรียน

ในขณะที่เรียนด้วยหนังสือเรียนเทคโนโลยีความจริงเสมือน วิชาชีววิทยา เรื่องความหลากหลายทางชีวภาพ นักเรียนมีบทบาทดังนี้

2.1 ศึกษาเนื้อหาของหนังสือเรียนเทคโนโลยีความจริงเสมือน วิชาชีววิทยา เรื่องความหลากหลายทางชีวภาพ

2.2 ปฏิบัติตามกิจกรรมการเรียนรู้ตามลำดับขั้นตอนอย่างเต็มความสามารถ

2.3 หากพบปัญหาในการใช้บทเรียน ให้นักเรียนรีบแจ้งครูผู้สอนโดยทันที

2.4 ไม่รบกวนผู้อื่นขณะเรียนด้วยหนังสือเรียนเทคโนโลยีความจริงเสมือน

## 3. ขั้นตอนการเรียนด้วยหนังสือเรียนเทคโนโลยีความจริงเสมือน

ในการเรียนด้วยหนังสือเรียนเทคโนโลยีความจริงเสมือน วิชาชีววิทยา เรื่องความหลากหลายทางชีวภาพ มีลำดับขั้นตอนในการเรียนดังนี้

3.1 ทดสอบก่อนเรียน โดยให้นักเรียนทำแบบทดสอบก่อนเรียน แบบปรนัยชนิดเลือกตอบ จำนวน 45 ข้อ ลงในกระดาษคำตอบในแบบฝึกปฏิบัติ เวลา 30 นาที

3.2 ศึกษาบทเรียน นักเรียนศึกษาเนื้อหาของบทเรียนในแต่ละหัวเรื่องและบันทึกสาระสำคัญ

3.3 ทำแบบฝึกหัด โดยทำลงในเอกสารแบบฝึกปฏิบัติที่ครูแจกให้

3.4 ทดสอบหลังเรียน โดยให้นักเรียนทำแบบทดสอบหลังเรียนแบบปรนัยชนิดเลือกตอบ จำนวน 45 ข้อ ลงในกระดาษคำตอบในแบบฝึกหัด 30 นาที

#### 4. การใช้หนังสือเรียนเทคโนโลยีความจริงเสมือน

การใช้หนังสือเรียนเทคโนโลยีความจริงเสมือน วิชาชีววิทยา เรื่องความหลากหลายทางชีวภาพ มีขั้นตอนการใช้ ดังนี้

4.1 ดาวน์โหลดแอปพลิเคชัน hp reveal และติดตั้งแอปพลิเคชันลงในโทรศัพท์มือถือ

4.2 ลงทะเบียนเข้าใช้งานใน แอปพลิเคชัน hp reveal ตามคำแนะนำในหนังสือเรียน

เทคโนโลยีความจริงเสมือน

4.3 ให้นักเรียนเริ่มเรียนด้วยหนังสือเทคโนโลยีความจริงเสมือน ตามลำดับขั้นตอนต่อไปนี้

4.3.1 หน้าปกของหนังสือเรียนจะแสดงชื่อหนังสือและรายละเอียดของหนังสือเรียน

เทคโนโลยีความจริงเสมือน



4.3.2 ให้นักเรียนอ่านคำชี้แจงในการใช้หนังสือเรียนเทคโนโลยีความจริงเสมือน




4.3.3 หน้าสารบัญนักเรียนสามารถค้นหาหัวข้อที่ต้องการศึกษาว่าอยู่หน้าใดของหนังสือได้

| สารบัญ     |                                   |
|------------|-----------------------------------|
| หน้า 1     | ความหมายของหนังสือ                |
| หน้า 1.1   | คำจำกัดความของหนังสือ             |
| หน้า 1.1.1 | ความหมายของหนังสือ                |
| หน้า 1.1.2 | ความสำคัญของหนังสือ               |
| หน้า 1.1.3 | ความสำคัญของหนังสือเรียน          |
| หน้า 1.2   | การศึกษาค้นคว้าหาความรู้ด้วยตนเอง |
| หน้า 1.2.1 | การศึกษาค้นคว้าหาความรู้ด้วยตนเอง |
| หน้า 1.2.2 | การศึกษาค้นคว้าหาความรู้ด้วยตนเอง |
| หน้า 1.2.3 | การศึกษาค้นคว้าหาความรู้ด้วยตนเอง |
| หน้า 1.3   | การศึกษาค้นคว้าหาความรู้ด้วยตนเอง |
| หน้า 1.3.1 | การศึกษาค้นคว้าหาความรู้ด้วยตนเอง |
| หน้า 1.3.2 | การศึกษาค้นคว้าหาความรู้ด้วยตนเอง |
| หน้า 1.3.3 | การศึกษาค้นคว้าหาความรู้ด้วยตนเอง |
| หน้า 2     | ลักษณะของหนังสือ                  |
| หน้า 2.1   | ลักษณะของหนังสือ                  |
| หน้า 2.1.1 | ลักษณะของหนังสือ                  |
| หน้า 2.1.2 | ลักษณะของหนังสือ                  |
| หน้า 2.2   | ลักษณะของหนังสือ                  |
| หน้า 2.2.1 | ลักษณะของหนังสือ                  |
| หน้า 2.2.2 | ลักษณะของหนังสือ                  |
| หน้า 2.2.3 | ลักษณะของหนังสือ                  |
| หน้า 2.3   | ลักษณะของหนังสือ                  |
| หน้า 2.3.1 | ลักษณะของหนังสือ                  |
| หน้า 2.3.2 | ลักษณะของหนังสือ                  |
| หน้า 3     | ลักษณะของหนังสือ                  |
| หน้า 3.1   | ลักษณะของหนังสือ                  |
| หน้า 3.1.1 | ลักษณะของหนังสือ                  |
| หน้า 3.1.2 | ลักษณะของหนังสือ                  |
| หน้า 3.2   | ลักษณะของหนังสือ                  |
| หน้า 3.2.1 | ลักษณะของหนังสือ                  |
| หน้า 3.2.2 | ลักษณะของหนังสือ                  |
| หน้า 3.3   | ลักษณะของหนังสือ                  |
| หน้า 3.3.1 | ลักษณะของหนังสือ                  |
| หน้า 3.3.2 | ลักษณะของหนังสือ                  |
| หน้า 4     | บทสรุป                            |



4.3.4 เมื่อนักเรียนศึกษาคำแนะนำการใช้หนังสือเรียนเข้าใจดีแล้ว ให้นักเรียนทำแบบทดสอบก่อนเรียนในแบบฝึกหัด

| แบบทดสอบก่อนเรียน  |  |
|--|--|
| วิชา ชีววิทยา  | ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6  |
| หน่วยที่ 1 ความหลากหลายของสิ่งมีชีวิต  | เวลา 30 ชั่วโมง  |
| คำชี้แจง   | แบบทดสอบฉบับนี้เป็นข้อสอบแบบปรนัยเลือกตอบ 4 ตัวเลือก จำนวน 15 ข้อ ข้อละ 1 คะแนน รวม 15 คะแนน |
| คำสั่ง   | จงเขียนเครื่องหมายกากบาท(x) ในช่องตัวอักษร ก ข ค ง ที่ถูกต้องลงในกระดาษคำตอบ                 |
| <p>1. ข้อใดไม่ใช่ลักษณะขององค์ประกอบความหลากหลายทางชีวภาพ</p> <p>ก. เปลือกของหอยทาบที่มีลวดลายและสีสันท่างกัน</p> <p>ข. ลักษณะของดอกกล้วยไม้มีรูปร่างแตกต่างกัน</p> <p>ค. จำนวนของปลาในแหล่งน้ำแตกต่างกัน</p> <p>ง. ลักษณะระบบนิเวศแตกต่างกัน</p> <p>2. ข้อใดให้ความหมายของความหลากหลายทางชีวภาพได้ถูกต้องที่สุด</p> <p>ก. การมีชนิดพันธุ์ของสิ่งมีชีวิตหลากหลายชนิดมาอยู่ร่วมกันในระบบนิเวศหนึ่ง</p> <p>ข. สิ่งมีชีวิตหลายชนิดอยู่ร่วมกัน</p> |  |

4.3.5 ศึกษาเนื้อหา โดยไม่จำเป็นต้องเรียงลำดับเนื้อหา และใช้โทรศัพท์สแกนรูปภาพที่มีสัญลักษณ์  เพิ่มศึกษาจากวิดีโอเพิ่มเติม

1. **สัตว์ไม่มีกระดูกสันหลัง (ไม่มีกระดูกสันหลัง) และพรारาชอาณาจักร (Kingdom Animalia)** เป็นกลุ่มของสิ่งมีชีวิตที่เป็นสัตว์ทุกชนิดที่ไม่มีผนังเซลล์แข็ง คือ ไม่มีโครงสร้างที่แข็งแรงและคงที่เหมือนพืชหรือเชื้อรา พวกมันมีรูปร่างที่หลากหลายและมีลักษณะที่แตกต่างอย่างกว้างขวาง พวกมันมีทั้งที่อาศัยอยู่ในน้ำและบนบก และบางชนิดก็อาศัยอยู่ในที่ที่มีอากาศชื้นและเย็น โดย **สัตว์ไม่มีกระดูกสันหลัง** มีหลายล้านชนิด ตัวอย่างเช่น แมลงสาบ แมลงเต่าทอง แมลงวัน และปลิง



ภาพที่ 2-17 ก. ไม่นานก่อนที่ตัวหนอนผีเสื้อจะกลายเป็นผีเสื้อ (หน้า 16)

2. **ถูกพิษ (พิษ)** เป็นพิษที่เกิดจากสิ่งมีชีวิตที่มีพิษหลายชนิด ถูกพิษสามารถฆ่าหรือทำให้บาดเจ็บได้ และบางครั้งก็ทำให้เกิดอาการแพ้ได้ ตัวอย่างเช่น พิษจากผึ้งและแมงป่อง



ภาพที่ 2-18 ถูกพิษ (หน้า 16)

3. **แมลง (Insecta)** เป็นสัตว์ที่มีกระดูกสันหลังที่มีลักษณะเฉพาะคือมี 6 ขา และ 2 คู่ปีก (บางชนิดไม่มีปีก) พวกมันมีรูปร่างที่หลากหลายและมีลักษณะที่แตกต่างอย่างกว้างขวาง พวกมันมีทั้งที่อาศัยอยู่ในน้ำและบนบก และบางชนิดก็อาศัยอยู่ในที่ที่มีอากาศชื้นและเย็น โดย **แมลง** มีหลายล้านชนิด ตัวอย่างเช่น แมลงสาบ แมลงเต่าทอง แมลงวัน และปลิง



ภาพที่ 2-19 ก. ไก่แม่เลี้ยงเดี่ยว (หน้า 17)

**สัตว์ไม่มีกระดูกสันหลัง (ไม่มีกระดูกสันหลัง) และพรारาชอาณาจักร (Kingdom Animalia)** เป็นกลุ่มของสิ่งมีชีวิตที่เป็นสัตว์ทุกชนิดที่ไม่มีผนังเซลล์แข็ง คือ ไม่มีโครงสร้างที่แข็งแรงและคงที่เหมือนพืชหรือเชื้อรา พวกมันมีรูปร่างที่หลากหลายและมีลักษณะที่แตกต่างอย่างกว้างขวาง พวกมันมีทั้งที่อาศัยอยู่ในน้ำและบนบก และบางชนิดก็อาศัยอยู่ในที่ที่มีอากาศชื้นและเย็น โดย **สัตว์ไม่มีกระดูกสันหลัง** มีหลายล้านชนิด ตัวอย่างเช่น แมลงสาบ แมลงเต่าทอง แมลงวัน และปลิง



ภาพที่ 2-20 วัฏจักรของผีเสื้อ (หน้า 17)

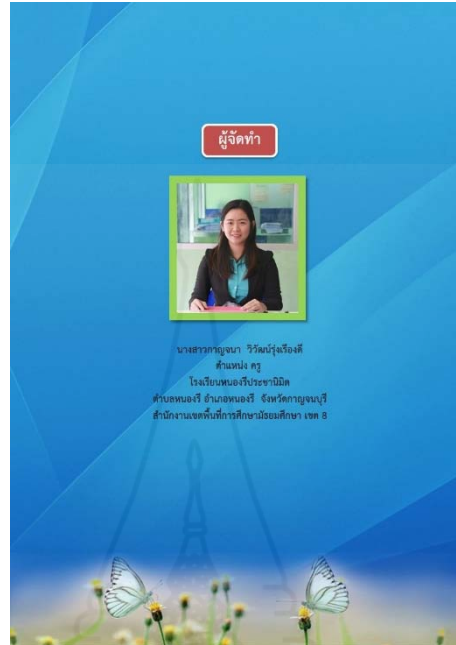
4.3.6 เมื่อศึกษาเนื้อหาในแต่ละหน่วยการเรียนรู้จบแล้ว ให้นักเรียนทำกิจกรรมการเรียนรู้  
ในแบบฝึกปฏิบัติ

| แบบฝึกปฏิบัติ หน่วยที่ 1<br>ความหลากหลายของสิ่งมีชีวิต |  |
|--|--|
| คำชี้แจง   | ให้นักเรียนเขียนเครื่องหมาย ✓ หน้าข้อความที่ถูก เขียนเครื่องหมาย x หน้าข้อความที่ผิด<br>(10 คะแนน) |
| .....1.  | ลักษณะของเปลือกหอยทับทิมมีลวดลายและสีสันท่างกันเป็นความหลากหลายของสปีชีส์ของสิ่งมีชีวิต            |
| .....2.  | ความหลากหลายทางชีวภาพหมายถึงสิ่งมีชีวิตหลากหลายชนิดพันธุ์มาอยู่รวมกันในระบบนิเวศใดระบบนิเวศหนึ่ง   |
| .....3.  | การเปลี่ยนแปลงของธรรมชาติมีผลทำให้ความหลากหลายทางชีวภาพเปลี่ยนแปลงไป                               |
| .....4.  | พื้นที่เขตป่าดิบชื้นเป็นแหล่งที่พบความหลากหลายทางชีวภาพมากที่สุด                                   |
| .....5.  | ชื่อวิทยาศาสตร์ประกอบด้วยส่วนที่เป็นชื่อจีนัสและส่วนที่เป็นชื่อสปีชีส์                             |
| .....6.  | ชื่อสามัญของสิ่งมีชีวิตคือชื่อที่คนรู้จักกันอย่างกว้างขวางและชื่อไม่ซ้ำกับชนิดอื่น                 |
| .....7.  | การจำแนกสิ่งมีชีวิตพิจารณาจากลักษณะภายนอก ลักษณะภายใน เอมบริโอและลักษณะทางชีวเคมี                  |

4.3.7 เมื่อศึกษาเนื้อหาและทำแบบฝึกหัดเรียบร้อยแล้ว ให้นักเรียนทำแบบทดสอบ  
หลังเรียน

| แบบทดสอบหลังเรียน  |  |
|--|--|
| วิชา ชีววิทยา  | ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6  |
| หน่วยที่ 1 ความหลากหลายของสิ่งมีชีวิต                          | เวลา 30 ชั่วโมง  |
| คำชี้แจง   | แบบทดสอบฉบับนี้เป็นข้อสอบแบบปรนัยเลือกตอบ 4 ตัวเลือก จำนวน 15 ข้อ ข้อละ 1 คะแนน รวม 15 คะแนน |
| คำสั่ง   | จงเขียนเครื่องหมายกากบาท(x) ในช่องตัวอักษร ก ข ค ง ที่ถูกต้องลงในกระดาษคำตอบ                 |
| 1. ข้อใด <u>ไม่ใช่</u> องค์ประกอบสำคัญของความหลากหลายทางชีวภาพ |  |
| ก. ความหลากหลายทางวิวัฒนาการ                                   |  |
| ข. ความหลากหลายทางระบบนิเวศ                                    |  |
| ค. ความหลากหลายทางพันธุกรรม                                    |  |
| ง. ความหลากหลายของสปีชีส์                                      |  |
| 2. ข้อใดให้ความหมายของความหลากหลายทางชีวภาพได้ถูกต้องที่สุด    |  |
| ก. สิ่งมีชีวิตหลายๆ ชนิดอยู่ร่วมกัน                            |  |

## 4.3.8 ตูรายนละเอียดเกี่ยวกับผู้จัดทำหนังสือเทคโนโลยีความจริงเสมือน





ภาคที่ 3  
แบบฝึกปฏิบัติ



แขนงวิชาเทคโนโลยีและสื่อสารการศึกษา  
สาขาวิชาศึกษาศาสตร์  
มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมมาธิราช

แบบฝึกหัด

วิชาชีววิทยา เรื่อง ความหลากหลายทางชีวภาพ  
ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6

ผลิตโดย นางสาวกาญจนา วิวัฒน์รุ่งเรืองดี

## คำนำ

แบบฝึกหัดประกอบการเรียนหนังสือเทคโนโลยีความจริงเสมือน วิชาชีววิทยา เรื่องความหลากหลายทางชีวภาพ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 ผิดขึ้นเพื่อให้นักเรียนทำแบบฝึกหัดขณะที่ยังเรียนโดยใช้หนังสือเรียนเทคโนโลยีความจริงเสมือน วิชาชีววิทยา เรื่องความหลากหลายทางชีวภาพ

ผู้ผลิตหนังสือเรียนเทคโนโลยีความจริงเสมือน หวังเป็นอย่างยิ่งว่า หนังสือเรียนเทคโนโลยีความจริงเสมือนที่พัฒนาขึ้นนี้จะเป็นประโยชน์ต่อผู้สอนและนักเรียนเป็นอย่างมาก

กาญจนา วิวัฒน์รุ่งเรืองดี



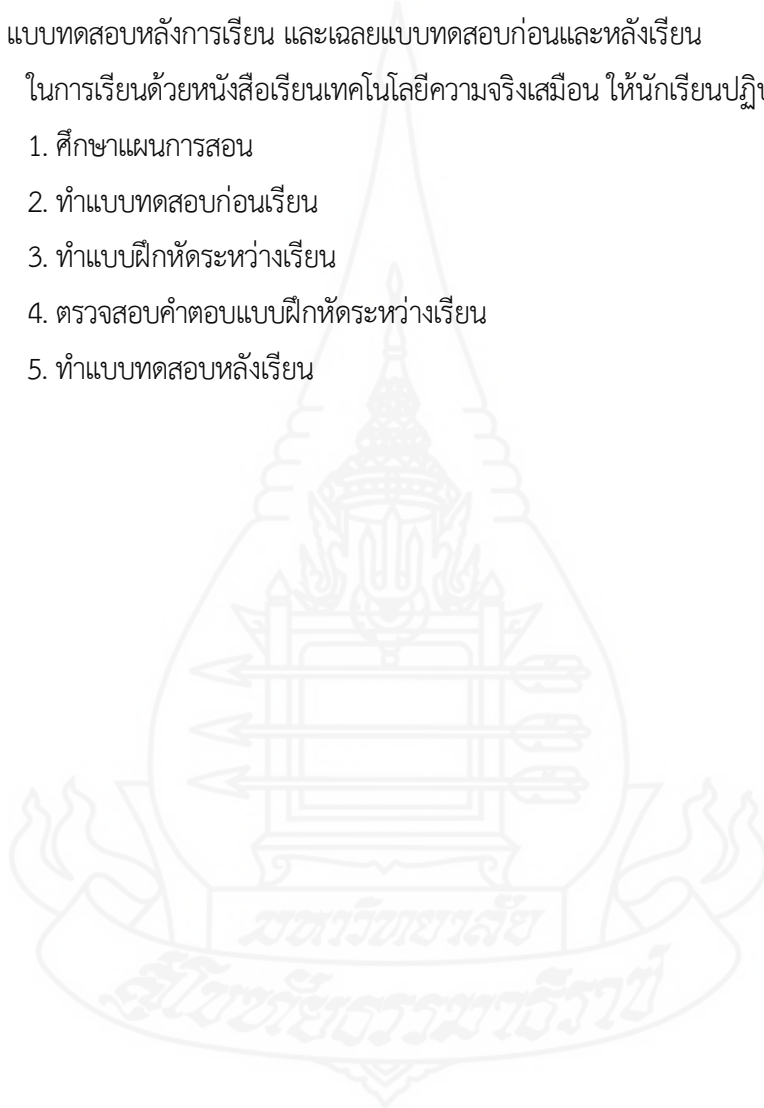


## คำชี้แจงการใช้แบบฝึกหัด วิชาชีววิทยา เรื่องความหลากหลายทางชีวภาพ

แบบฝึกหัดประกอบการเรียนหนังสือเรียนเทคโนโลยีความจริงเสมือน วิชาชีววิทยา เรื่องความหลากหลายทางชีวภาพ ประกอบด้วย แบบทดสอบก่อนเรียน แผนการสอน แบบฝึกหัดระหว่างเรียน เฉลยแบบฝึกหัด แบบทดสอบหลังการเรียน และเฉลยแบบทดสอบก่อนและหลังเรียน

ในการเรียนด้วยหนังสือเรียนเทคโนโลยีความจริงเสมือน ให้นักเรียนปฏิบัติตามขั้นตอนดังนี้

1. ศึกษาแผนการสอน
2. ทำแบบทดสอบก่อนเรียน
3. ทำแบบฝึกหัดระหว่างเรียน
4. ตรวจสอบคำตอบแบบฝึกหัดระหว่างเรียน
5. ทำแบบทดสอบหลังเรียน



หน่วยที่ 1

ความหลากหลายของสิ่งมีชีวิต



## แผนการสอน

วิชา ชีววิทยา

ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6

หน่วยที่ 1 ความหลากหลายของสิ่งมีชีวิต

เวลา 5 ชั่วโมง

## หัวเรื่อง

เรื่องที่ 1.1 องค์ประกอบของความหลากหลายทางชีวภาพ

เรื่องที่ 1.2 การศึกษาความหลากหลายของสิ่งมีชีวิต

เรื่องที่ 1.3 ความหลากหลายทางชีวภาพในประเทศไทย

## แนวคิด

ในระบบนิเวศจะมีปัจจัยที่เหมาะสมกับสิ่งมีชีวิตที่อยู่อาศัยในระบบนิเวศนั้น เมื่อโลกมีความหลากหลายของระบบนิเวศ จึงก่อให้เกิดความหลากหลายทางชีวภาพไปด้วย การจัดหมวดหมู่ของสิ่งมีชีวิตใช้ความสัมพันธ์ที่ใกล้ชิดกันทางสายวิวัฒนาการและความคล้ายคลึงกันของสิ่งมีชีวิตเหล่านั้นเป็นเกณฑ์ในการจำแนก โดยมีลำดับชั้นหมวดหมู่จาก อาณาจักร ไฟลัม คลาส อันดับ วงศ์ สกุล และสปีชีส์ ตามลำดับ การเรียกชื่อเริ่มจากชื่อสกุลตามด้วยสปีชีส์ เครื่องมือที่ใช้จำแนกสิ่งมีชีวิตเรียกว่าไดโคโตมีสคีย์

## วัตถุประสงค์

1. นักเรียนสามารถอธิบายเกี่ยวกับความหมายและองค์ประกอบความหลากหลายทางชีวภาพได้
2. นักเรียนสามารถอธิบายการศึกษาความหลากหลายของสิ่งมีชีวิต การจัดหมวดหมู่ของ สิ่งมีชีวิต ชื่อของสิ่งมีชีวิต และการระบุชนิดได้
3. นักเรียนสามารถอธิบาย และนำเสนอคุณค่าของความหลากหลายทางชีวภาพกับการใช้ประโยชน์ของมนุษย์ที่มีผลต่อสังคมและสิ่งแวดล้อมได้
4. นักเรียนสามารถอธิบายสถานการณ์ความหลากหลายทางชีวภาพในประเทศไทยและผลกระทบจากการสูญเสียความหลากหลายทางชีวภาพได้

## กิจกรรมการเรียนการสอน

1. ทดสอบก่อนเรียน
2. ศึกษาเนื้อหาหน่วยที่ 1 เรื่องความหลากหลายของสิ่งมีชีวิต
3. บันทึกสาระสำคัญแต่ละหัวเรื่อง

4. ทำแบบฝึกปฏิบัติแต่ละหัวเรื่อง
5. ทำแบบทดสอบหลังเรียน

#### สื่อการเรียนรู้

1. หนังสือเทคโนโลยีความจริงเสมือน เรื่องความหลากหลายทางชีวภาพ
2. แบบฝึกปฏิบัติ

#### การประเมินผลการเรียนรู้

1. จากการทำทดสอบก่อนเรียนและหลังเรียน
2. จากการทำแบบฝึกหัด



## แบบทดสอบก่อนเรียน

วิชา ชีววิทยา

ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6

หน่วยที่ 1 ความหลากหลายของสิ่งมีชีวิต

เวลา 30 ชั่วโมง

**คำชี้แจง** แบบทดสอบฉบับนี้เป็นข้อสอบแบบปรนัยเลือกตอบ 4 ตัวเลือก จำนวน 15 ข้อ ข้อละ 1 คะแนน รวม 15 คะแนน

**คำสั่ง** จงเขียนเครื่องหมายกากบาท(X) ในช่องตัวอักษร ก ข ค ง ที่ถูกต้องที่สุดลงในกระดาษคำตอบ

1. ข้อใดไม่ใช่ลักษณะขององค์ประกอบความหลากหลายทางชีวภาพ
  - ก. เปลือกของหอยทับทิมมีลวดลายและสีสันแตกต่างกัน
  - ข. ลักษณะของดอกกล้วยไม้มีรูปร่างแตกต่างกัน
  - ค. จำนวนของปลาในแหล่งน้ำแตกต่างกัน
  - ง. ลักษณะระบบนิเวศแตกต่างกัน
2. ข้อใดให้ความหมายของความหลากหลายทางชีวภาพได้ถูกต้องที่สุด
  - ก. การมีชนิดพันธุ์ของสิ่งมีชีวิตหลากหลายชนิดมาอยู่รวมกันในระบบนิเวศหนึ่ง
  - ข. สิ่งมีชีวิตหลายๆ ชนิดอยู่ร่วมกัน
  - ค. สิ่งมีชีวิตชนิดใดชนิดหนึ่งอยู่ร่วมกันในระบบนิเวศ
  - ง. สิ่งมีชีวิตชนิดเดียวอาศัยร่วมกันมีความหลากหลายทางพันธุกรรมทำให้เกิดสายพันธุ์ต่างๆ
3. การที่คนแต่ละประเทศมีรูปร่างลักษณะแตกต่างกันเป็นความหลากหลายทางด้านใด
  - ก. ความหลากหลายทางพันธุกรรม
  - ข. ความหลากหลายของสปีชีส์
  - ค. ความหลากหลายของระบบนิเวศ
  - ง. ความหลากหลายของสิ่งแวดล้อม
4. ความแตกต่างของลักษณะสุนัขแต่ละสายพันธุ์เป็นความหลากหลายทางด้านใด
  - ก. ความหลากหลายทางพันธุกรรม
  - ข. ความหลากหลายของสปีชีส์
  - ค. ความหลากหลายของระบบนิเวศ
  - ง. ความหลากหลายของสิ่งแวดล้อม

5. ในทุ่งหญ้าแห่งหนึ่งมีนกเอี้ยง นกกระจอก นกอีกา และนกอินทรี จัดเป็นความหลากหลายทางด้านใด
- ความหลากหลายทางพันธุกรรม
  - ความหลากหลายของสปีชีส์
  - ความหลากหลายของระบบนิเวศ
  - ความหลากหลายของสิ่งแวดล้อม
6. Artificial system เป็นการจำแนกสิ่งมีชีวิตโดยอาศัยหลักการใด
- พิจารณาความสัมพันธ์ ทางวิวัฒนาการของสิ่งมีชีวิตและการมีบรรพบุรุษร่วมกัน
  - อาศัยหลักธรรมชาติ ลักษณะภายนอก ลักษณะภายใน พฤติกรรมและนิเวศวิทยา
  - พิจารณาลักษณะภายนอก ลักษณะภายใน เอ็มบริโอและลักษณะทางชีวเคมี
  - พิจารณาลักษณะภายนอกต่างๆ ไปเท่าสังเกตได้ ลักษณะคล้ายกันจัดอยู่พวกเดียวกัน ลักษณะแตกต่างกันจัดแยกกันออกไป
7. มนุษย์มีชื่อทางวิทยาศาสตร์ ว่า *Homo sapiens* คำว่า *Homo* เป็นชื่อของอะไร
- จีนัส
  - ไฟลัม
  - คลาส
  - คิงดอม
8. สิ่งมีชีวิตในข้อใดมีความคล้ายคลึงกันมากที่สุด
- สิ่งมีชีวิตที่อยู่ในอันดับ (Order) เดียวกัน
  - สิ่งมีชีวิตที่อยู่ในสกุล (Genus) เดียวกัน
  - สิ่งมีชีวิตที่อยู่ในวงศ์ (Family) เดียวกัน
  - สิ่งมีชีวิตที่อยู่ในคลาส (Class) เดียวกัน
9. สิ่งมีชีวิตในข้อใดมีสายวิวัฒนาการห่างกันมากที่สุด
- สิ่งมีชีวิตที่อยู่ในอันดับ (Order) เดียวกัน
  - สิ่งมีชีวิตที่อยู่ในสกุล (Genus) เดียวกัน
  - สิ่งมีชีวิตที่อยู่ในวงศ์ (Family) เดียวกัน
  - สิ่งมีชีวิตที่อยู่ในคลาส (Class) เดียวกัน
10. ระบบการจัดหมวดหมู่พืชของลินเนียส ยึดเกณฑ์ใด
- ขนาดและอายุของพืช
  - ที่อยู่อาศัยและโครงสร้าง
  - นับจำนวนโครงสร้างบางอย่าง
  - ความสัมพันธ์ทางพันธุกรรม



11. เพราะเหตุใดประเทศไทยจึงเป็นพื้นที่ที่มีความหลากหลายทางชีวภาพอุดมสมบูรณ์
  - ก. มีความหลากหลายทางระบบนิเวศ
  - ข. มีพื้นที่จำนวนมาก
  - ค. มีประชากรมนุษย์มาก
  - ง. มีแหล่งน้ำจำนวนมาก
12. สิ่งมีชีวิตที่พบในประเทศไทยคิดเป็นร้อยละเท่าใดของสิ่งมีชีวิตที่พบในโลก
  - ก. ร้อยละ 3
  - ข. ร้อยละ 7
  - ค. ร้อยละ 10
  - ง. ร้อยละ 30
13. สิ่งมีชีวิตที่ประเทศไทยศึกษาส่วนมากเป็นกลุ่มใด
  - ก. กลุ่มสัตว์เลี้ยง
  - ข. กลุ่มสัตว์สวยงาม
  - ค. กลุ่มสัตว์ที่นำมาเป็นอาหาร
  - ง. กลุ่มสัตว์ที่เสี่ยงต่อการสูญพันธุ์
14. สาเหตุสำคัญที่ทำให้สัตว์ป่าในประเทศไทยบางชนิดใกล้สูญพันธุ์เกิดจากอะไร
  - ก. ภาวะโลกร้อน
  - ข. ฝนไม่ตกต้องตามฤดูกาล
  - ค. พื้นที่ป่าถูกทำลาย
  - ง. เกิดโรคระบาด
15. เขตภูมิอากาศแบบใดที่จะพบความหลากหลายทางชีวภาพอุดมสมบูรณ์มากกว่าเขตอื่น
  - ก. หนาว
  - ข. อบอุ่น
  - ค. ร้อนชื้น
  - ง. ทะเลทราย

## กระดาษคำตอบแบบทดสอบก่อนเรียน

วิชา ชีววิทยา

ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6

หน่วยที่ 1 ความหลากหลายของสิ่งมีชีวิต

เวลา 30 ชั่วโมง

คะแนนที่ได้

| ข้อ | ก | ข | ค | ง |
|-----|---|---|---|---|
| 1   |   |   |   |   |
| 2   |   |   |   |   |
| 3   |   |   |   |   |
| 4   |   |   |   |   |
| 5   |   |   |   |   |
| 6   |   |   |   |   |
| 7   |   |   |   |   |
| 8   |   |   |   |   |
| 9   |   |   |   |   |
| 10  |   |   |   |   |
| 11  |   |   |   |   |
| 12  |   |   |   |   |
| 13  |   |   |   |   |
| 14  |   |   |   |   |
| 15  |   |   |   |   |



บันทึกสาระสำคัญ ตอนที่ 1.3

ความหลากหลายทางชีวภาพในประเทศไทย

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---



## แบบฝึกปฏิบัติ ที่ 1.1

## องค์ประกอบของความหลากหลายทางชีวภาพ

**คำชี้แจง** ให้นักเรียนเขียนเครื่องหมาย ✓ หน้าข้อความที่ถูกต้อง เขียนเครื่องหมาย X หน้าข้อความที่ผิด (5 คะแนน)

- ..... 1. ลักษณะของเปลือกหอยทับทิมมีลวดลายและสีสันแตกต่างกันเป็นความหลากหลายของสปีชีส์ของสิ่งมีชีวิต
- ..... 2. ความหลากหลายทางชีวภาพหมายถึงสิ่งมีชีวิตหลากหลายชนิดพันธุ์มาอยู่รวมกันในระบบนิเวศใดระบบนิเวศหนึ่ง
- ..... 3. การเปลี่ยนแปลงของธรรมชาติมีผลทำให้ความหลากหลายทางชีวภาพเปลี่ยนแปลงไป
- ..... 4. พื้นที่เขตป่าดิบชื้นเป็นแหล่งที่พบความหลากหลายทางชีวภาพมากที่สุด
- ..... 5. สิ่งมีชีวิตต่างสปีชีส์ที่อยู่ในสภาพแวดล้อมเดียวกันจะไม่มีกรรมพันธุ์กัน



แบบฝึกปฏิบัติ ที่ 1.2  
การศึกษาความหลากหลายของสิ่งมีชีวิต

---

คำชี้แจง ให้นักเรียนเขียนเครื่องหมาย ✓ หน้าข้อความที่ถูกต้อง เขียนเครื่องหมาย X หน้าข้อความที่ผิด (5 คะแนน)

- ..... 1. ชื่อวิทยาศาสตร์ประกอบด้วยส่วนที่เป็นชื่อจีนัสและส่วนที่เป็นชื่อสปีชีส์
- ..... 2. ชื่อสามัญของสิ่งมีชีวิตคือชื่อที่คนรู้จักกันอย่างกว้างขวางและชื่อไม่ซ้ำกับชนิดอื่น
- ..... 3. การจำแนกสิ่งมีชีวิตพิจารณาจากลักษณะภายนอก ลักษณะภายใน เอ็มบริโอและลักษณะทางชีวเคมี
- ..... 4. สิ่งมีชีวิตที่จัดอยู่ในกลุ่มเดียวกันจะต้องมีลักษณะบางอย่างร่วมกัน
- ..... 5. การตั้งชื่อชื่อวิทยาศาสตร์จะไม่ใช้ภาษาลาติน เพราะเป็นภาษาที่ไม่ใช้พูดกันในปัจจุบันแล้ว



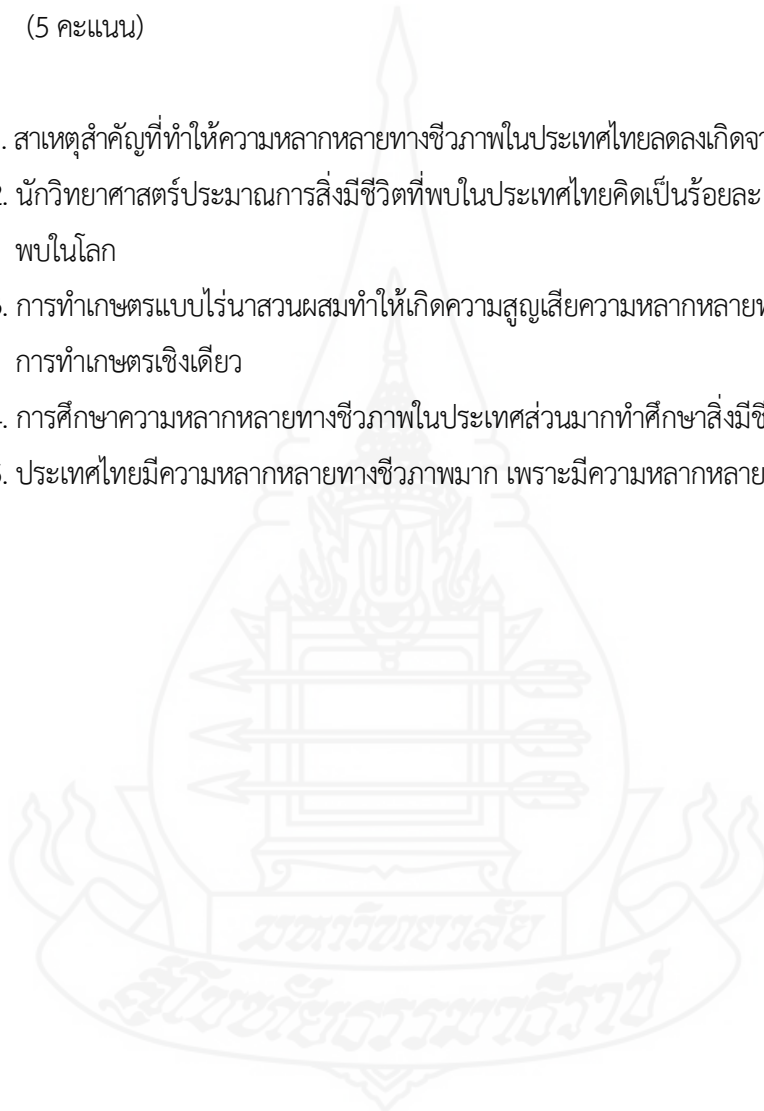


แบบฝึกปฏิบัติ ที่ 1.3  
ความหลากหลายทางชีวภาพในประเทศไทย

---

คำชี้แจง ให้นักเรียนเขียนเครื่องหมาย ✓ หน้าข้อความที่ถูก เขียนเครื่องหมาย X หน้าข้อความที่ผิด (5 คะแนน)

- ..... 1. สาเหตุสำคัญที่ทำให้ความหลากหลายทางชีวภาพในประเทศไทยลดลงเกิดจากการบุกรุกทำลายป่า
- ..... 2. นักวิทยาศาสตร์ประมาณการสิ่งมีชีวิตที่พบในประเทศไทยคิดเป็นร้อยละ 20 ของสิ่งมีชีวิตที่พบในโลก
- ..... 3. การทำเกษตรแบบไร่นาสวนผสมทำให้เกิดความสูญเสียความหลากหลายทางชีวภาพมากกว่าการทำเกษตรเชิงเดี่ยว
- ..... 4. การศึกษาความหลากหลายทางชีวภาพในประเทศส่วนมากทำการศึกษาสิ่งมีชีวิตกลุ่มฟังไจ
- ..... 5. ประเทศไทยมีความหลากหลายทางชีวภาพมาก เพราะมีความหลากหลายทางระบบนิเวศมาก



## แนวตอบบันทึกสาระสำคัญ หน่วยที่ 1

### แนวตอบบันทึกสาระสำคัญ ตอนที่ 1.1

#### องค์ประกอบของความหลากหลายทางชีวภาพ

ความหลากหลายทางชีวภาพ หมายถึง การมีสิ่งมีชีวิตนานาชนิด นานาพันธุ์ในระบบนิเวศอันเป็นแหล่งที่อยู่อาศัย ซึ่งมีมากมายและแตกต่างกันทั่วโลก หรือง่ายๆ คือ การที่มีชนิดพันธุ์ (Species) สายพันธุ์ (Genetic) และระบบนิเวศ (Ecosystem) ที่แตกต่างหลากหลายบนโลก ประกอบด้วยความหลากหลายทางพันธุกรรม ความหลากหลายของสปีชีส์ และความหลากหลายของระบบนิเวศ

### แนวตอบบันทึกสาระสำคัญ ตอนที่ 1.2

#### การศึกษาความหลากหลายของสิ่งมีชีวิต

การจัดหมวดหมู่ของสิ่งมีชีวิต ใช้ความสัมพันธ์ที่ใกล้ชิดกันทางสายวิวัฒนาการและความคล้ายคลึงกันของสิ่งมีชีวิตเหล่านั้นเป็นเกณฑ์ในการจำแนก โดยมีลำดับชั้นหมวดหมู่จาก อาณาจักร ไฟลัม คลาส อันดับ(ออร์เดอร์) วงศ์(แฟมิลี) สกุล(จีนัส) และสปีชีส์ ตามลำดับ

การเรียกชื่อแบบทวินามเริ่มจากชื่อสกุลตามด้วยสปีชีส์ เครื่องมือที่ใช้จำแนกสิ่งมีชีวิตเรียกว่าไคโคโตมัสคีย์ซึ่งระบุลักษณะย่อย ๆ ของสิ่งมีชีวิต

### แนวตอบบันทึกสาระสำคัญ ตอนที่ 1.3

#### ความหลากหลายทางชีวภาพในประเทศไทย

ประเทศไทยมีถิ่นอาศัยหรือระบบนิเวศที่หลากหลาย เช่น ระบบนิเวศน้ำจืดระบบนิเวศน้ำเค็มและระบบนิเวศบนบกที่ประกอบด้วยป่าไม้หลากหลายชนิด ทั้งป่าชายเลน ป่าเบญจพรรณ ป่าพรุ ป่าเต็งรังและป่าดิบ เป็นต้น อีกทั้งมีสภาพภูมิอากาศที่เหมาะสมต่อการอยู่รอด การเจริญเติบโตและการแพร่พันธุ์ของสิ่งมีชีวิตหลายชนิดตลอดทั้งปี ด้วยปัจจัยดังกล่าวนี้จึงได้เอื้ออำนวยให้ประเทศไทยมีความหลากหลายทางชีวภาพที่อุดมสมบูรณ์แห่งหนึ่งของโลก

### แนวตอบแบบฝึกปฏิบัติ ที่ 1.1

องค์ประกอบของความหลากหลายทางชีวภาพ

คำชี้แจง ให้นักเรียนเขียนเครื่องหมาย ✓ หน้าข้อความที่ถูกต้อง เขียนเครื่องหมาย X หน้าข้อความที่ผิด (5 คะแนน)

- X..... 1. ลักษณะของเปลือกหอยทับทิมมีลวดลายและสีสันทัดต่างกันเป็นความหลากหลายของสปีชีส์ของสิ่งมีชีวิต
- ✓..... 2. ความหลากหลายทางชีวภาพหมายถึงสิ่งมีชีวิตหลากหลายชนิดพันธุ์มาอยู่รวมกันในระบบนิเวศใดระบบนิเวศหนึ่ง
- ✓..... 3. การเปลี่ยนแปลงของธรรมชาติมีผลทำให้ความหลากหลายทางชีวภาพเปลี่ยนแปลงไป
- ✓..... 4. พื้นที่เขตป่าดิบชื้นเป็นแหล่งที่พบความหลากหลายทางชีวภาพมากที่สุด
- ✓..... 5. สิ่งมีชีวิตต่างสปีชีส์ที่อยู่ในสภาพแวดล้อมเดียวกันจะไม่มีกรรมพันธุ์กัน

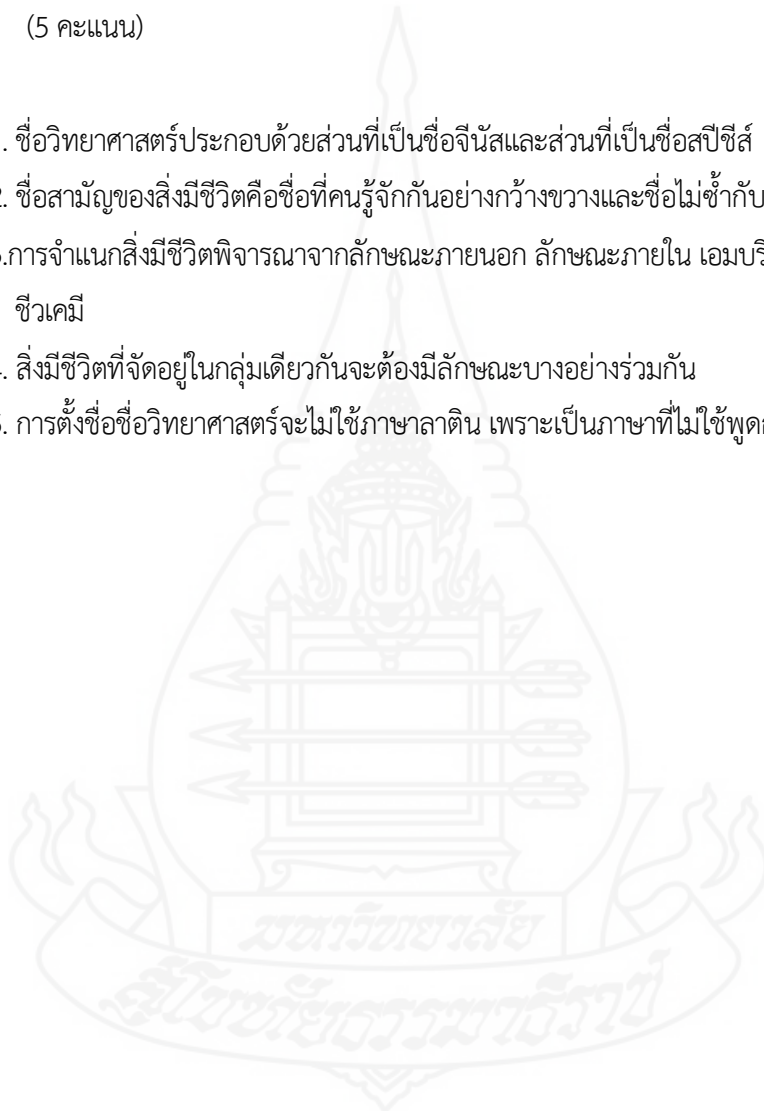


**แนวตอบแบบฝึกปฏิบัติ ที่ 1.2**  
**การศึกษาความหลากหลายของสิ่งมีชีวิต**

---

**คำชี้แจง** ให้นักเรียนเขียนเครื่องหมาย ✓ หน้าข้อความที่ถูก เขียนเครื่องหมาย X หน้าข้อความที่ผิด (5 คะแนน)

- ✓..... 1. ชื่อวิทยาศาสตร์ประกอบด้วยส่วนที่เป็นชื่อจีนัสและส่วนที่เป็นชื่อสปีชีส์
- X..... 2. ชื่อสามัญของสิ่งมีชีวิตคือชื่อที่คนรู้จักกันอย่างกว้างขวางและชื่อไม่ซ้ำกับชนิดอื่น
- ✓..... 3. การจำแนกสิ่งมีชีวิตพิจารณาจากลักษณะภายนอก ลักษณะภายใน เอ็มบริโอและลักษณะทางชีวเคมี
- ✓..... 4. สิ่งมีชีวิตที่จัดอยู่ในกลุ่มเดียวกันจะต้องมีลักษณะบางอย่างร่วมกัน
- X..... 5. การตั้งชื่อชื่อวิทยาศาสตร์จะไม่ใช้ภาษาลาติน เพราะเป็นภาษาที่ไม่ใช้พูดกันในปัจจุบันแล้ว

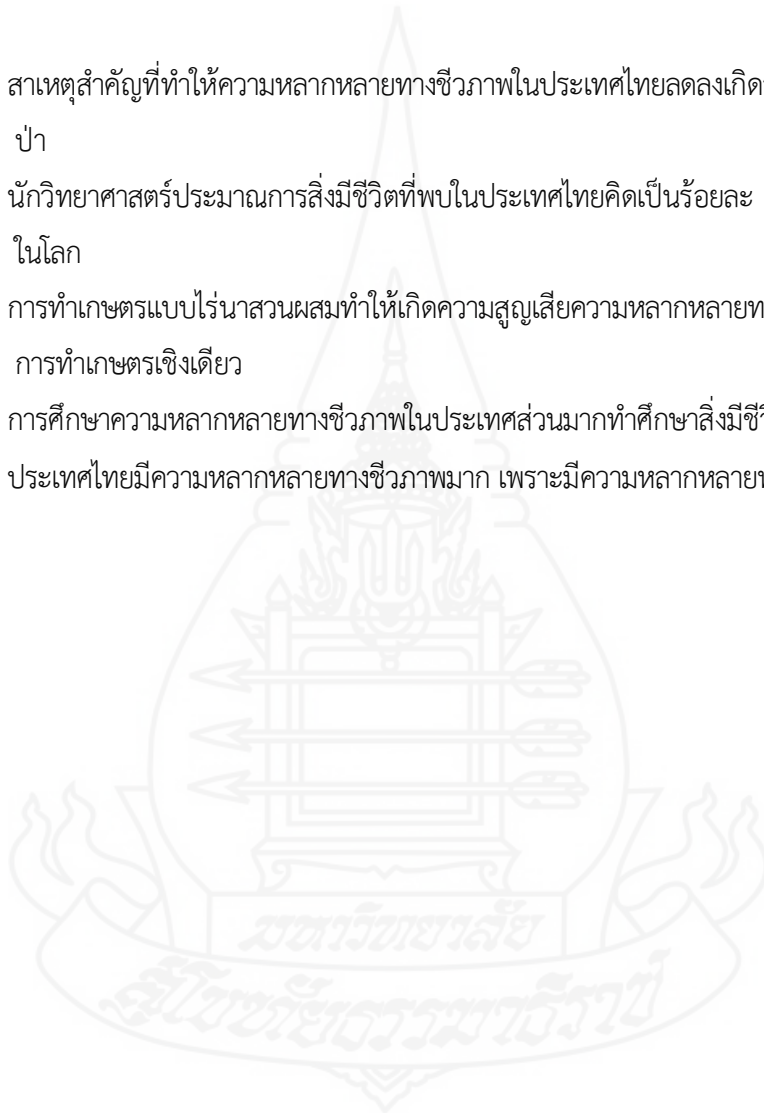


**แบบฝึกปฏิบัติ ที่ 1.3**  
**ความหลากหลายทางชีวภาพในประเทศไทย**

---

**คำชี้แจง** ให้นักเรียนเขียนเครื่องหมาย ✓ หน้าข้อความที่ถูกต้อง เขียนเครื่องหมาย X หน้าข้อความที่ผิด

- ✓.....1. สาเหตุสำคัญที่ทำให้ความหลากหลายทางชีวภาพในประเทศไทยลดลงเกิดจากการบุกรุกทำลายป่า
- X.....2. นักวิทยาศาสตร์ประมาณการสิ่งมีชีวิตที่พบในประเทศไทยคิดเป็นร้อยละ 10 ของสิ่งมีชีวิตที่พบในโลก
- X.....3. การทำเกษตรแบบไร่นาสวนผสมทำให้เกิดความสูญเสียความหลากหลายทางชีวภาพมากกว่าการทำเกษตรเชิงเดี่ยว
- X.....4. การศึกษาความหลากหลายทางชีวภาพในประเทศไทยส่วนมากทำการศึกษาสิ่งมีชีวิตกลุ่มฟังไจ
- ✓.....5. ประเทศไทยมีความหลากหลายทางชีวภาพมาก เพราะมีความหลากหลายทางระบบนิเวศมาก





5. ในแหล่งน้ำแห่งหนึ่งมีปลาช่อน ปลาหมอ ปลากระดี่และปลาตะเพียน จัดเป็นความหลากหลายทางด้านใด
- ความหลากหลายทางพันธุกรรม
  - ความหลากหลายของสปีชีส์
  - ความหลากหลายของระบบนิเวศ
  - ความหลากหลายของสิ่งแวดล้อม
6. Artificial system เป็นการจำแนกสิ่งมีชีวิตโดยอาศัยหลักการใด
- พิจารณาความสัมพันธ์ ทางวิวัฒนาการของสิ่งมีชีวิตและการมีบรรพบุรุษร่วมกัน
  - อาศัยหลักธรรมชาติ ลักษณะภายนอก ลักษณะภายใน พฤติกรรมและนิเวศวิทยา
  - พิจารณาลักษณะภายนอก ลักษณะภายใน เอ็มบริโอและลักษณะทางชีวเคมี
  - พิจารณาลักษณะภายนอกต่างๆ ไปเท่าสังเกตได้ ลักษณะคล้ายกันจัดอยู่พวกเดียวกัน ลักษณะแตกต่างกันจัดแยกกันออกไป
7. รมีชื่อทางวิทยาศาสตร์ ว่า *Puccinia graministritici* คำว่า *Puccinia* เป็นชื่อของอะไร
- จีนัส
  - ไฟลัม
  - คลาส
  - คิงดอม
8. สิ่งมีชีวิตในข้อใดมีความแตกต่างกันมากที่สุด
- สิ่งมีชีวิตที่อยู่ในอันดับ (Order) เดียวกัน
  - สิ่งมีชีวิตที่อยู่ในสกุล (Genus) เดียวกัน
  - สิ่งมีชีวิตที่อยู่ในวงศ์ (Family) เดียวกัน
  - สิ่งมีชีวิตที่อยู่ในคลาส (Class) เดียวกัน
9. สิ่งมีชีวิตในข้อใดมีสายวิวัฒนาการใกล้เคียงกันมากที่สุด
- สิ่งมีชีวิตที่อยู่ในอันดับ (Order) เดียวกัน
  - สิ่งมีชีวิตที่อยู่ในสกุล (Genus) เดียวกัน
  - สิ่งมีชีวิตที่อยู่ในวงศ์ (Family) เดียวกัน
  - สิ่งมีชีวิตที่อยู่ในคลาส (Class) เดียวกัน
10. ระบบการจัดหมวดหมู่พืชของลินเนียส (Linnaeus) ยึดเกณฑ์ใด
- ขนาดและอายุของพืช
  - ที่อยู่อาศัยและโครงสร้าง
  - ความสัมพันธ์ทางพันธุกรรม
  - นับจำนวนโครงสร้างบางอย่าง



11. เพราะเหตุใดประเทศไทยจึงเป็นพื้นที่ที่มีความหลากหลายทางชีวภาพอุดมสมบูรณ์
  - ก. มีแหล่งน้ำจำนวนมาก
  - ข. มีพื้นที่จำนวนมาก
  - ค. มีประชากรมนุษย์มาก
  - ง. มีความหลากหลายทางระบบนิเวศ
12. ปลาที่พบในประเทศไทยคิดเป็นร้อยละเท่าใดของสิ่งมีชีวิตที่พบในโลก
  - ก. ร้อยละ 3.5
  - ข. ร้อยละ 7
  - ค. ร้อยละ 10.2
  - ง. ร้อยละ 12.6
13. สิ่งมีชีวิตที่ประเทศไทยศึกษาส่วนมากเป็นกลุ่มใด
  - ก. กลุ่มสัตว์เลี้ยง
  - ข. กลุ่มสัตว์สวยงาม
  - ค. สัตว์ที่เสี่ยงต่อการสูญพันธุ์
  - ง. กลุ่มสัตว์ที่นำมาเป็นอาหารกลุ่ม
14. สาเหตุสำคัญที่ทำให้ภูปริและละมั่งในประเทศไทยใกล้สูญพันธุ์เกิดจากอะไร
  - ก. ภาวะโลกร้อน
  - ข. ฝนไม่ตกต้องตามฤดูกาล
  - ค. พื้นที่ป่าถูกทำลาย
  - ง. เกิดโรคระบาด
15. ประเทศที่มีความหลากหลายทางชีวภาพสมบูรณ์ เนื่องจากอยู่ในเขตภูมิอากาศแบบใด
  - ก. หนาว
  - ข. อบอุ่น
  - ค. ร้อนชื้น
  - ง. ทะเลทราย

## กระดาษคำตอบแบบทดสอบหลังเรียน

วิชา ชีววิทยา

หน่วยที่ 1 ความหลากหลายของสิ่งมีชีวิต

ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6

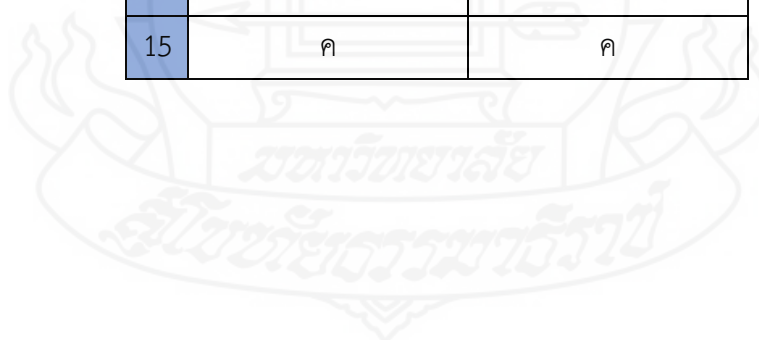
เวลา 30 นาที

คะแนนที่ได้

| ข้อ | ก | ข | ค | ง |
|-----|---|---|---|---|
| 1   |   |   |   |   |
| 2   |   |   |   |   |
| 3   |   |   |   |   |
| 4   |   |   |   |   |
| 5   |   |   |   |   |
| 6   |   |   |   |   |
| 7   |   |   |   |   |
| 8   |   |   |   |   |
| 9   |   |   |   |   |
| 10  |   |   |   |   |
| 11  |   |   |   |   |
| 12  |   |   |   |   |
| 13  |   |   |   |   |
| 14  |   |   |   |   |
| 15  |   |   |   |   |

## เฉลยแบบทดสอบก่อนเรียนและแบบทดสอบหลังเรียน

| ข้อ | แบบทดสอบก่อนเรียน | แบบทดสอบหลังเรียน |
|-----|-------------------|-------------------|
| 1   | ค                 | ค                 |
| 2   | ก                 | ค                 |
| 3   | ก                 | ก                 |
| 4   | ก                 | ก                 |
| 5   | ข                 | ข                 |
| 6   | ค                 | ค                 |
| 7   | ก                 | ก                 |
| 8   | ข                 | ง                 |
| 9   | ง                 | ข                 |
| 10  | ง                 | ค                 |
| 11  | ก                 | ง                 |
| 12  | ข                 | ง                 |
| 13  | ง                 | ค                 |
| 14  | ค                 | ค                 |
| 15  | ค                 | ค                 |



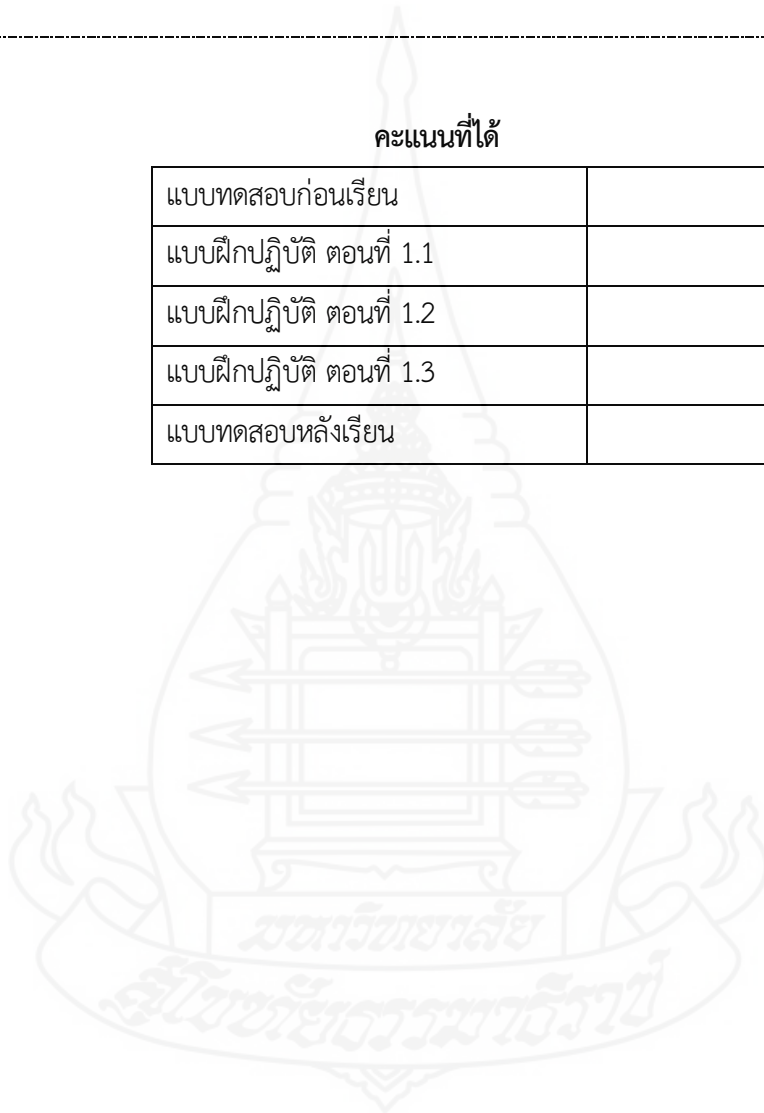
## แบบบันทึกคะแนน

## หน่วยที่ 1 ความหลากหลายของสิ่งมีชีวิต

ชื่อ.....นามสกุล..... ชั้น.....

## คะแนนที่ได้

|                          |  |
|--------------------------|--|
| แบบทดสอบก่อนเรียน        |  |
| แบบฝึกปฏิบัติ ตอนที่ 1.1 |  |
| แบบฝึกปฏิบัติ ตอนที่ 1.2 |  |
| แบบฝึกปฏิบัติ ตอนที่ 1.3 |  |
| แบบทดสอบหลังเรียน        |  |





หน่วยที่ 2  
สิ่งมีชีวิตเซลล์เดียว

## แผนการสอน

วิชา ชีววิทยา

หน่วยที่ 2 สิ่งมีชีวิตเซลล์เดียว

ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6

เวลา 5 ชั่วโมง

## หัวเรื่อง

เรื่องที่ 2.1 กำเนิดของชีวิต

เรื่องที่ 2.2 อาณาจักรมอเนอรา

เรื่องที่ 2.3 อาณาจักรโพรทิสตา

## แนวคิด

1. แนวคิดของกำเนิดสิ่งมีชีวิตมีลำดับขั้นคือ บรรยากาศของโลกยุคแรก ๆ มีภูเขาไฟระเบิด เกิดแก๊สต่าง ๆ และน้ำ จากนั้นสารต่าง ๆ รวมตัวกันเกิดกรดอะมิโน น้ำตาล กรดไขมัน และกลีเซอรอล แล้วสารต่าง ๆ รวมตัวกันเกิดโมเลกุลของพอลิแซ็กคาไรด์ โปรตีน ลิพิด และกรดนิวคลีอิก ในที่สุดสุดสารต่าง ๆ จะรวมตัวกันเกิดเซลล์เริ่มแรกของสิ่งมีชีวิตที่ช่วงแรกสร้างอาหารไม่ได้ แล้ววิวัฒนาการเป็นเซลล์ที่สามารถสร้างอาหารเองได้ จนกระทั่งวิวัฒนาการเป็นเซลล์ยูคาริโอตที่มีสารพันธุกรรมอยู่ในนิวเคลียส

2. อาณาจักรของสิ่งมีชีวิต ซึ่งจำแนกตามหลักฐานของซากดึกดำบรรพ์ หลักฐานจากกายวิภาคเปรียบเทียบ หลักฐานจากคัพภวิทยาเปรียบเทียบ หลักฐานด้านชีววิทยาระดับโมเลกุล และความสัมพันธ์ทางสายวิวัฒนาการของสิ่งมีชีวิต ได้แก่อาณาจักรมอเนอราซึ่งมีอาณาจักรย่อยคืออาณาจักรย่อยอาร์เคียแบคทีเรียกับอาณาจักรย่อยยูแบคทีเรีย อาณาจักรโพรทิสตา อาณาจักรพืช และอาณาจักรสัตว์

3. โพรทิสตาเป็นอาณาจักรที่มีความหลากหลายมากที่สุด จำแนกตามสายวิวัฒนาการได้เป็นดิโพลโมนาดีดาและพาราบาซาลา ยูกลีโนซัว แอลวีโอลาตา สตรามีโนพลา โรโดไฟตา, คลอโรไฟตา และไมซีโทซัว

## วัตถุประสงค์

1. นักเรียนสามารถอธิบายและสรุปเกี่ยวกับกำเนิดของชีวิต กำเนิดของเซลล์โพรคาริโอตและเซลล์ยูคาริโอตได้
2. นักเรียนสามารถอธิบาย และสรุปเกณฑ์ที่ใช้ในการจัดจำแนกสิ่งมีชีวิตออกเป็นโดเมนและอาณาจักร ลักษณะที่เหมือนและแตกต่างกันของสิ่งมีชีวิตในอาณาจักรมอเนอราอาณาจักรโพรทิสตา

**กิจกรรมการเรียนการสอน**

1. ทดสอบก่อนเรียน
2. ศึกษาเนื้อหาหน่วยที่ 2 เรื่องสิ่งมีชีวิตเซลล์เดียว
3. บันทึกสาระสำคัญแต่ละหัวเรื่อง
4. ทำแบบฝึกปฏิบัติแต่ละหัวเรื่อง
5. ทำแบบทดสอบหลังเรียน

**สื่อการเรียนรู้**

1. หนังสือเทคโนโลยีความจริงเสมือน เรื่องความหลากหลายทางชีวภาพ
2. แบบฝึกปฏิบัติ

**การประเมินผลการเรียนรู้**

1. จากการทำทดสอบก่อนเรียนและหลังเรียน
2. จากการทำแบบฝึกหัด





## แบบทดสอบก่อนเรียน

วิชา ชีววิทยา

ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6

หน่วยที่ 2 สิ่งมีชีวิตเซลล์เดียว

เวลา 30 นาที

**คำชี้แจง** แบบทดสอบฉบับนี้เป็นข้อสอบแบบปรนัยเลือกตอบ 4 ตัวเลือก จำนวน 15 ข้อ ข้อละ 1 คะแนน รวม 15 คะแนน

**คำสั่ง** จงเขียนเครื่องหมายกากบาท (X) ในช่องตัวอักษร ก ข ค ง ที่ถูกต้องที่สุดในกระดาษคำตอบ

- เซลล์ยูคาริโอตมีลักษณะแตกต่างจากเซลล์โพรคาริโอตอย่างไร
  - มีนิวเคลียส
  - มีสารพันธุกรรม
  - มีไรโบโซม
  - ถูกทั้ง ก และ ข
- ข้อใดกล่าวถึงการกำเนิดของชีวิต(Origin of life) ได้ถูกต้อง
  - สิ่งมีชีวิตกำเนิดมาจากสิ่งมีชีวิต
  - สิ่งมีชีวิตกำเนิดจากสิ่งไม่มีชีวิต
  - พระเจ้าเป็นผู้สร้างสิ่งมีชีวิต
  - ไม่สามารถพิสูจน์ได้อย่างชัดเจน
- ข้อใดไม่ใช่ลักษณะของเซลล์เริ่มแรกของสิ่งมีชีวิตตามแนวคิดของนักวิทยาศาสตร์
  - ไม่สามารถสร้างอาหารเองได้
  - สารพันธุกรรมแขวนลอยอยู่ในไซโทพลาซึม
  - มีนิวเคลียสอยู่ภายในเซลล์
  - มีเพียงสารพันธุกรรมอยู่ภายในเซลล์
- การเกิดเซลล์ยูคาริโอตตามแนวคิดของนักวิทยาศาสตร์เกิดขึ้นได้อย่างไร
  - เกิดขึ้นพร้อมกับเซลล์โพรคาริโอต
  - เกิดจากเซลล์โพรคาริโอตสองเซลล์รวมตัวกัน
  - เกิดจากการรวมตัวของสารอินทรีย์ในน้ำและอากาศ
  - เกิดจากการเจริญเยื่อหุ้มเซลล์ไปล้อมรอบสารพันธุกรรม

5. ไมโทคอนเดรียของเซลล์ยูคาริโอตเริ่มแรกเกิดขึ้นได้อย่างไร
- สร้างจากนิวเคลียสภายในเซลล์
  - การรวมตัวของสารอินทรีย์ภายในไซโทพลาซึม
  - เกิดจากเซลล์โพรคาริโอตอื่นเข้ามาอยู่ภายในเซลล์
  - เกิดจากการเจริญของเยื่อหุ้มเซลล์มาล้อมรอบ RNA
6. ลักษณะของสิ่งมีชีวิตในอาณาจักรมอเนอรา ตรงกับข้อใด
- เซลล์แบบโพรคาริโอต ไม่มีเยื่อหุ้มนิวเคลียส
  - เซลล์แบบยูคาริโอต ส่วนใหญ่มีเซลล์เดียว
  - เซลล์แบบยูแคริโอตที่มีผนังเซลล์ประกอบด้วยสารไคติน และเซลลูโลส
  - สร้างอาหารเองได้ ผนังเซลล์ประกอบด้วยเซลลูโลสเป็นส่วนใหญ่
7. แบคทีเรียกลุ่มใดที่มนุษย์นิยมนำมาใช้ประโยชน์ทางการแพทย์
- กลุ่มคลาไมเดีย
  - กลุ่มสไปโรคีท
  - แบคทีเรียแกรมบวก
  - ไซยาโนแบคทีเรีย
8. แบคทีเรียกลุ่มใดที่ทำหน้าที่เป็นผู้ผลิตในระบบนิเวศและสามารถตรึงแก๊สไนโตรเจนในอากาศได้
- Cyanobacteria
  - โพรทิสต์
  - แบคทีเรีย
  - รา
9. ไมโครพลาสมาจัดเป็นสิ่งมีชีวิตในกลุ่มใด
- แบคทีเรีย
  - ไวรัส
  - โพรทิสตา
  - รา
10. แบคทีเรียกลุ่มใดที่มีความทนทานต่อสภาพแวดล้อมได้มากที่สุด
- กลุ่มสไปโรคีท
  - อาร์เคียแบคทีเรีย
  - แบคทีเรียแกรมบวก
  - ไซยาโนแบคทีเรีย
11. ข้อใดกล่าวไม่ถูกต้องเกี่ยวกับสิ่งมีชีวิตในอาณาจักรโพรทิสตา
- มีการดำรงชีวิตทั้งแบบอิสระ แบบปรสิต
  - มีความหลากหลายทั้งชนิดและขนาด มีตั้งแต่ เซลล์เดียวไปจนถึงหลายเซลล์
  - มีทั้งชนิดที่เคลื่อนที่ได้และเคลื่อนที่ไม่ได้
  - เซลล์รวมตัวกันพัฒนาไปเป็นเนื้อเยื่อ

12. โพรทิสตากลุ่มใดไม่สามารถนำมาใช้เป็นอาหารของมนุษย์ได้
- ก. ไดโนแฟลเจลเลต
  - ข. สาหร่ายสีน้ำตาล
  - ค. สาหร่ายสีแดง
  - ง. สาหร่ายสีเขียว
13. วัณที่นำมาทำขนม ผลิตมาจากสิ่งมีชีวิตกลุ่มใด
- ก. ไดอะตอม
  - ข. ราเมือก
  - ค. สาหร่ายสีแดง
  - ง. สาหร่ายสีเขียว
14. ลักษณะโครงสร้างที่เด่นชัดของไดอะตอมคือข้อใด
- ก. เป็นเซลล์เดี่ยวหรือหลายเซลล์ที่ไม่มีคลอโรฟิลล์
  - ข. เป็นเซลล์เดี่ยวที่มีสารพอกซิลิกาหุ้มผนังเซลล์
  - ค. เป็นเซลล์เดี่ยวมีหินปูนสะสมที่ผนังเซลล์
  - ง. ผนังเซลล์เป็นฝาครอบ 2 ฝา เป็นสารพอกแคลเซียมคาร์บอเนต
15. ปปรากฏการณ์ขึ้นปลาวาฬ(red tide) ซึ่งเป็นอันตรายต่อสัตว์น้ำ เกิดจากสิ่งมีชีวิตกลุ่มใด
- ก. แบคทีเรียแกรมบวก
  - ข. ไดโนแฟลเจลเลต
  - ค. ยูกลีโนซัว
  - ง. สาหร่ายสีแดง

## กระดาษคำตอบแบบทดสอบก่อนเรียน

วิชา ชีววิทยา  
หน่วยที่ 2 สิ่งมีชีวิตเซลล์เดียว

ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6  
เวลา 30 นาที

คะแนนที่ได้

| ข้อ | ก | ข | ค | ง |
|-----|---|---|---|---|
| 1   |   |   |   |   |
| 2   |   |   |   |   |
| 3   |   |   |   |   |
| 4   |   |   |   |   |
| 5   |   |   |   |   |
| 6   |   |   |   |   |
| 7   |   |   |   |   |
| 8   |   |   |   |   |
| 9   |   |   |   |   |
| 10  |   |   |   |   |
| 11  |   |   |   |   |
| 12  |   |   |   |   |
| 13  |   |   |   |   |
| 14  |   |   |   |   |
| 15  |   |   |   |   |



บันทึกสาระสำคัญ ตอนที่ 2.3

อาณาจักรโปรทิสตา

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

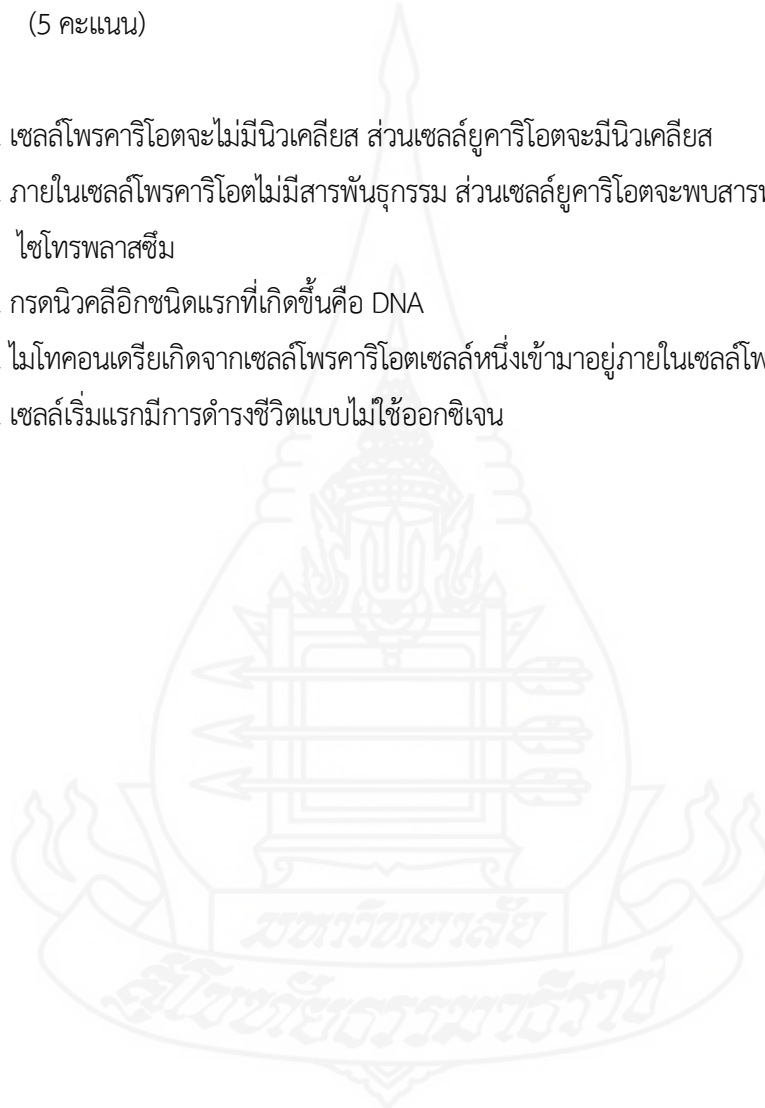


แบบฝึกปฏิบัติ ที่ 2.1  
กำเนิดของชีวิต

---

คำชี้แจง ให้นักเรียนเขียนเครื่องหมาย ✓ หน้าข้อความที่ถูกต้อง เขียนเครื่องหมาย X หน้าข้อความที่ผิด (5 คะแนน)

- ..... 1. เซลล์โพรคาริโอตจะไม่มีนิวเคลียส ส่วนเซลล์ยูคาริโอตจะมีนิวเคลียส
- ..... 2. ภายในเซลล์โพรคาริโอตไม่มีสารพันธุกรรม ส่วนเซลล์ยูคาริโอตจะพบสารพันธุกรรมลอยอยู่ในไซโทพลาสซึม
- ..... 3. กรดนิวคลีอิกชนิดแรกที่เกิดขึ้นคือ DNA
- ..... 4. ไมโทคอนเดรียเกิดจากเซลล์โพรคาริโอตเซลล์หนึ่งเข้ามาอยู่ภายในเซลล์โพรคาริโอตอีกเซลล์หนึ่ง
- ..... 5. เซลล์เริ่มแรกมีการดำรงชีวิตแบบไม่ใช้ออกซิเจน





แบบฝึกปฏิบัติ ที่ 2.2  
อาณาจักรมอเนอร่า

---

คำชี้แจง ให้นักเรียนเขียนเครื่องหมาย ✓ หน้าข้อความที่ถูก เขียนเครื่องหมาย X หน้าข้อความที่ผิด  
(5 คะแนน)

- ..... 1. สิ่งมีชีวิตในอาณาจักรมอเนอร่าเป็นเซลล์แบบยูคาริโอต ส่วนใหญ่มีเซลล์เดียว
- ..... 2. แบคทีเรียเป็นสิ่งมีชีวิตที่มีทั้งประโยชน์และโทษแก่มนุษย์
- ..... 3 ยาปฏิชีวนะส่วนมากผลิตมาจากแบคทีเรียกลุ่มคลอสตราไมเดีย
- ..... 4. ไซยาโนแบคทีเรียสามารถสังเคราะห์ด้วยแสงได้ เนื่องจากมีสารสีอยู่ภายในเซลล์
- ..... 5. การผลิตน้ำส้มสายชูต้องใช้แบคทีเรียเป็นตัวช่วย



แบบฝึกปฏิบัติ ที่ 2.3  
อาณาจักรโพธิस्ता

---

คำชี้แจง ให้นักเรียนเขียนเครื่องหมาย ✓ หน้าข้อความที่ถูกต้อง เขียนเครื่องหมาย X หน้าข้อความที่ผิด (5 คะแนน)

- ..... 1. ปรากฎการณ์ขี้ปลาวาฬเกิดจากสิ่งมีชีวิตในกลุ่มโพธิस्ता
- ..... 2. สาหร่ายสีเขียวแกมน้ำเงินเป็นสิ่งมีชีวิตชนิดหนึ่งในอาณาจักรโพธิस्ता
- ..... 3. เราไม่สามารถนำสิ่งมีชีวิตกลุ่มโพธิस्ताมารับประทานได้ เนื่องจากเซลล์มีขนาดเล็ก
- ..... 4. วุ้นที่มาทำขนม ผลิตจากสาหร่ายสีแดง
- ..... 5. สิ่งมีชีวิตกลุ่มโพธิस्ताส่วนมากอาศัยอยู่ในน้ำ



## แนวตอบบันทึกสาระสำคัญ หน่วยที่ 2

### แนวตอบบันทึกสาระสำคัญ ตอนที่ 2.1

#### กำเนิดของชีวิต

แนวคิดของกำเนิดสิ่งมีชีวิตมีลำดับขั้นดังนี้

1. บรรยากาศของโลกยุคแรก ๆ มีภูเขาไฟระเบิด เกิดแก๊ส แอมโมเนีย ไฮโดรเจน มีเทน และน้ำ
2. สารต่าง ๆ รวมตัวกันเกิดกรดอะมิโน น้ำตาล กรดไขมัน และกลีเซอรอล
3. สารต่าง ๆ รวมตัวกันเกิดโมเลกุลของพอลิแซ็กคาไรด์ โปรตีน ลิพิด และกรดนิวคลีอิก
4. สารต่าง ๆ รวมตัวกันเกิดเซลล์เริ่มแรกของสิ่งมีชีวิต เป็นเซลล์โพรคาริโอต มีสารพันธุกรรมแขวนลอยอยู่ในไซโตพลาสซึม ช่วงแรกสร้างอาหารไม่ได้ แล้ววิวัฒนาการเป็นเซลล์ที่สามารถสร้างอาหารเองได้
5. วิวัฒนาการเป็นเซลล์ยูคาริโอตที่มีสารพันธุกรรมอยู่ในนิวเคลียส และมีองค์ประกอบอื่น ๆ ในเซลล์อย่างสมบูรณ์

### แนวตอบบันทึกสาระสำคัญ ตอนที่ 2.2

#### อาณาจักรมอเนอร่า

1. อาณาจักรมอเนอร่า ได้แก่พวกแบคทีเรียมีรูปร่าง 3 แบบคือ ทรงกลม เป็นท่อน และเป็นเกลียว ส่วนใหญ่สร้างอาหารไม่ได้ แบคทีเรียมี 2 อาณาจักรย่อยคือ
  - 1.1 อาณาจักรย่อยอาร์เคียแบคทีเรีย
    - 1.1.1 กลุ่มยูริอาร์เคียโอตา สามารถดำรงชีวิตในน้ำพุร้อน และน้ำที่มีความเป็นกรดสูงได้
    - 1.1.2 กลุ่มครีนิอาร์เคียโอตา สามารถดำรงชีวิตในน้ำทะเลลึกได้
  - 1.2 อาณาจักรย่อยยูแบคทีเรีย
    - 1.2.1 กลุ่มโพรทีโอแบคทีเรีย บางกลุ่มสังเคราะห์ด้วยแสงได้ บางกลุ่มตรึงไนโตรเจนได้ เช่น ไรโซเปียม
    - 1.2.2 กลุ่มคาร์ไมเดีย เป็นปรสิต เช่น เชื้อโกโนเรีย
    - 1.2.3 กลุ่มสไปโรคีทหรือแบคทีเรียแกรมลบ ดำรงชีวิตแบบอิสระ เช่น เชื้อซิฟิลิส
    - 1.2.4 แบคทีเรียแกรมบวก บางชนิดสร้างกรดแลกติกได้ ใช้ผลิตโยเกิร์ต บางชนิดสร้างเอนโดสปอร์ได้ เช่น เชื้อแอนแทรกซ์
    - 1.2.5 ไชยาโนแบคทีเรีย สังเคราะห์ด้วยแสงได้ เช่น แอนนาปينا

### แนวตอบบันทึกสาระสำคัญ ตอนที่ 2.3

อาณาจักรโปรทิสตา

เป็นอาณาจักรที่มีความหลากหลายมากที่สุด เป็นยูคาริโอตกลุ่มแรกที่พัฒนามาจากเซลล์โปรคาริโอต  
จำแนกตามสายวิวัฒนาการได้ดังนี้

1. ดิโพลโมนาดีตาและพาราบาซาลา เป็นกลุ่มที่ยังไม่มีออร์แกเนลล์ในเซลล์ เช่น ไตรโคนิมฟาในลำไส้

ปลวก

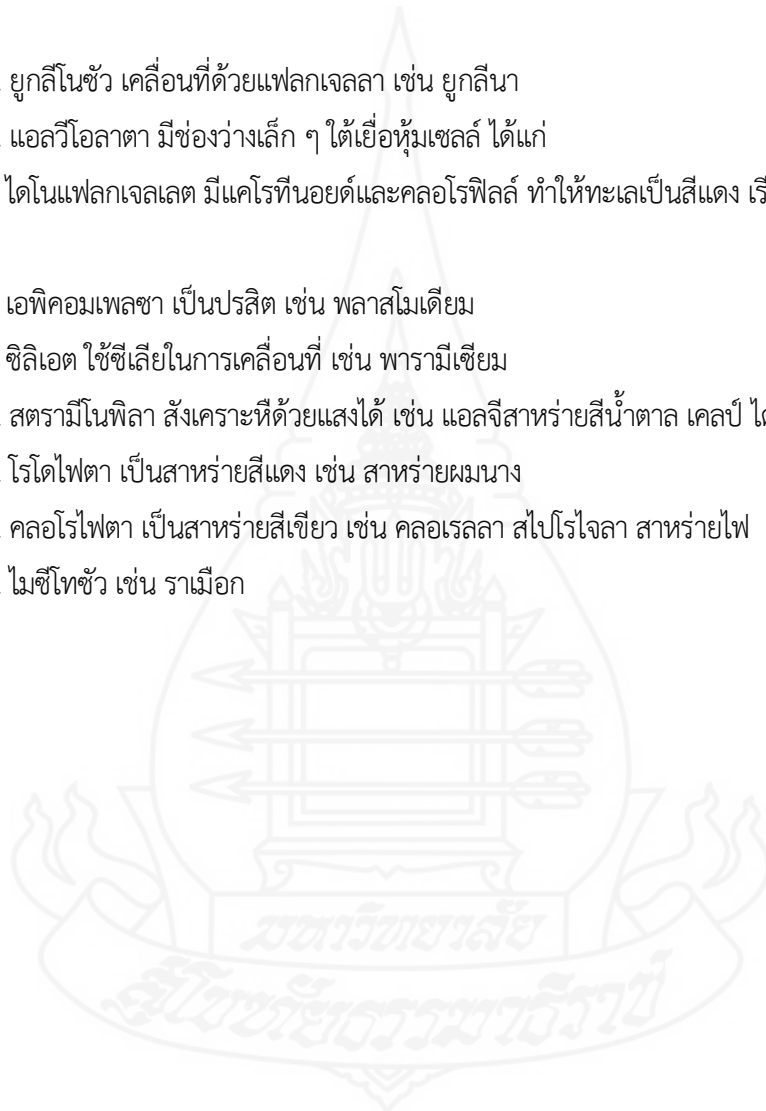
2. ยูกลีโนซัว เคลื่อนที่ด้วยแฟลกเจลลา เช่น ยูกลีนา
3. แอลวีโอลาตา มีช่องว่างเล็ก ๆ ใต้เยื่อหุ้มเซลล์ ได้แก่  
ไดโนแฟลกเจลเลต มีแคโรทีนอยด์และคลอโรฟิลล์ ทำให้ทะเลเป็นสีแดง เรียกว่าปรากฏการณ์ซี

ปลาวาฬ

เอพิกอมเพลซา เป็นปรสิตร เช่น พลาสโมเดียม

ซิลิเอต ใช้ซิลิเลียในการเคลื่อนที่ เช่น พารามีเซียม

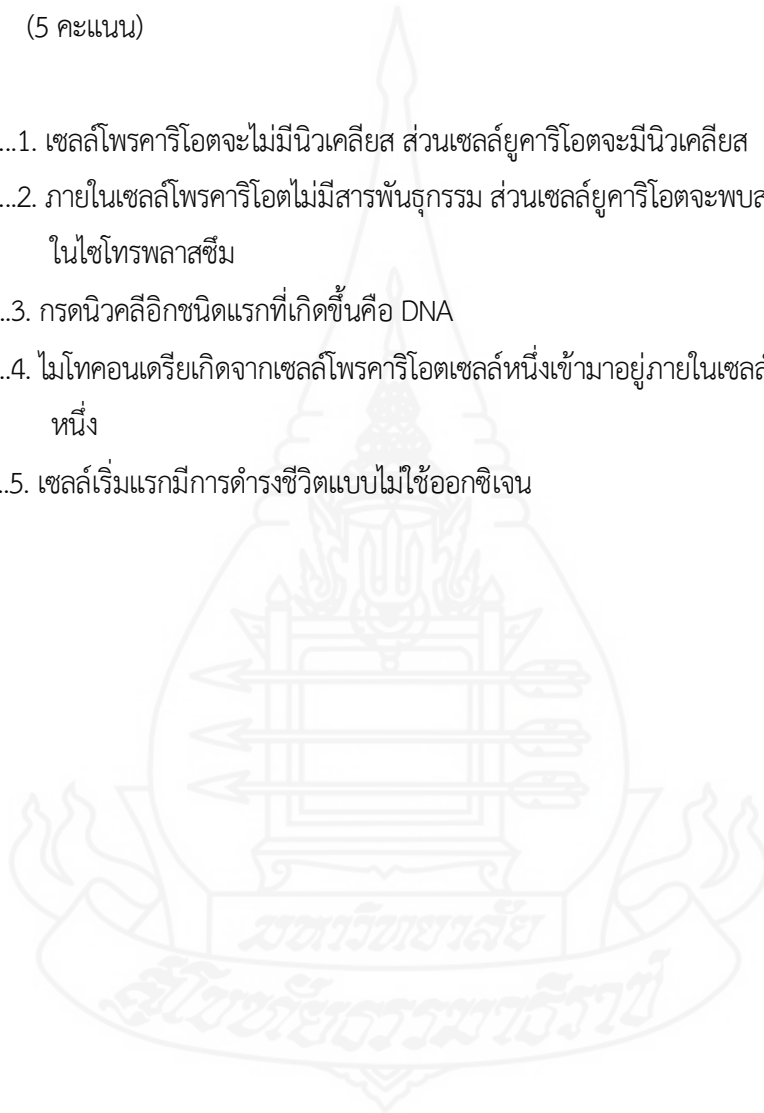
4. สตรามีโนพิลลา สังเคราะห์ด้วยแสงได้ เช่น แอลจีสาหร่ายสีน้ำตาล เคลป์ ไดอะตอม
5. โรโดไฟตา เป็นสาหร่ายสีแดง เช่น สาหร่ายผมนาง
6. คลอโรไฟตา เป็นสาหร่ายสีเขียว เช่น คลอเรลลา สไปโรไจลา สาหร่ายไฟ
7. ไมซีโทซัว เช่น ราเมือก



แนวตอบแบบฝึกปฏิบัติ ที่ 2.1  
กำเนิดของชีวิต

คำชี้แจง ให้นักเรียนเขียนเครื่องหมาย ✓ หน้าข้อความที่ถูกต้อง เขียนเครื่องหมาย X หน้าข้อความที่ผิด (5 คะแนน)

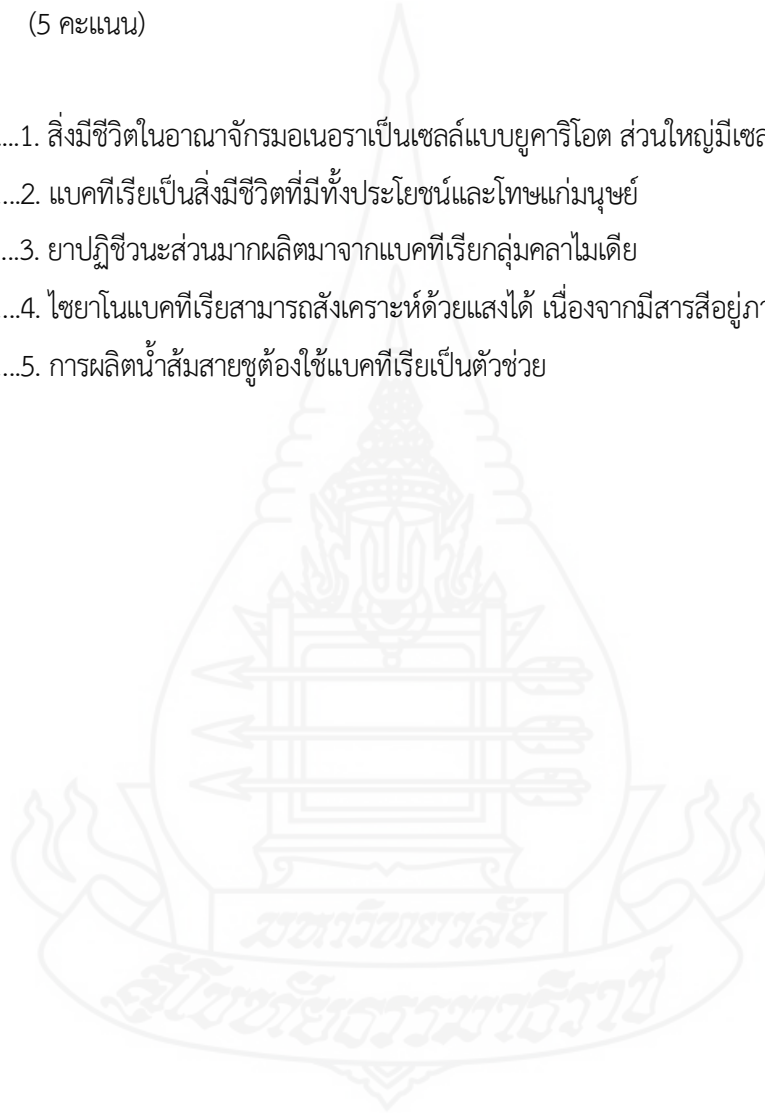
- ..... ✓ .....1. เซลล์โพรคาริโอตจะไม่มีนิวเคลียส ส่วนเซลล์ยูคาริโอตจะมีนิวเคลียส
- ..... x .....2. ภายในเซลล์โพรคาริโอตไม่มีสารพันธุกรรม ส่วนเซลล์ยูคาริโอตจะพบสารพันธุกรรมลอยอยู่ในไซโทพลาสซึม
- ..... ✓ .....3. กรดนิวคลีอิกชนิดแรกที่เกิดขึ้นคือ DNA
- ..... ✓ .....4. ไมโทคอนเดรียเกิดจากเซลล์โพรคาริโอตเซลล์หนึ่งเข้ามาอยู่ภายในเซลล์โพรคาริโอตอีกเซลล์หนึ่ง
- ..... ✓ .....5. เซลล์เริ่มแรกมีการดำรงชีวิตแบบไม่ใช้ออกซิเจน



แนวตอบแบบฝึกปฏิบัติ ที่ 2.2  
อาณาจักรมอเนอรา

คำชี้แจง ให้นักเรียนเขียนเครื่องหมาย ✓ หน้าข้อความที่ถูกต้อง เขียนเครื่องหมาย X หน้าข้อความที่ผิด  
(5 คะแนน)

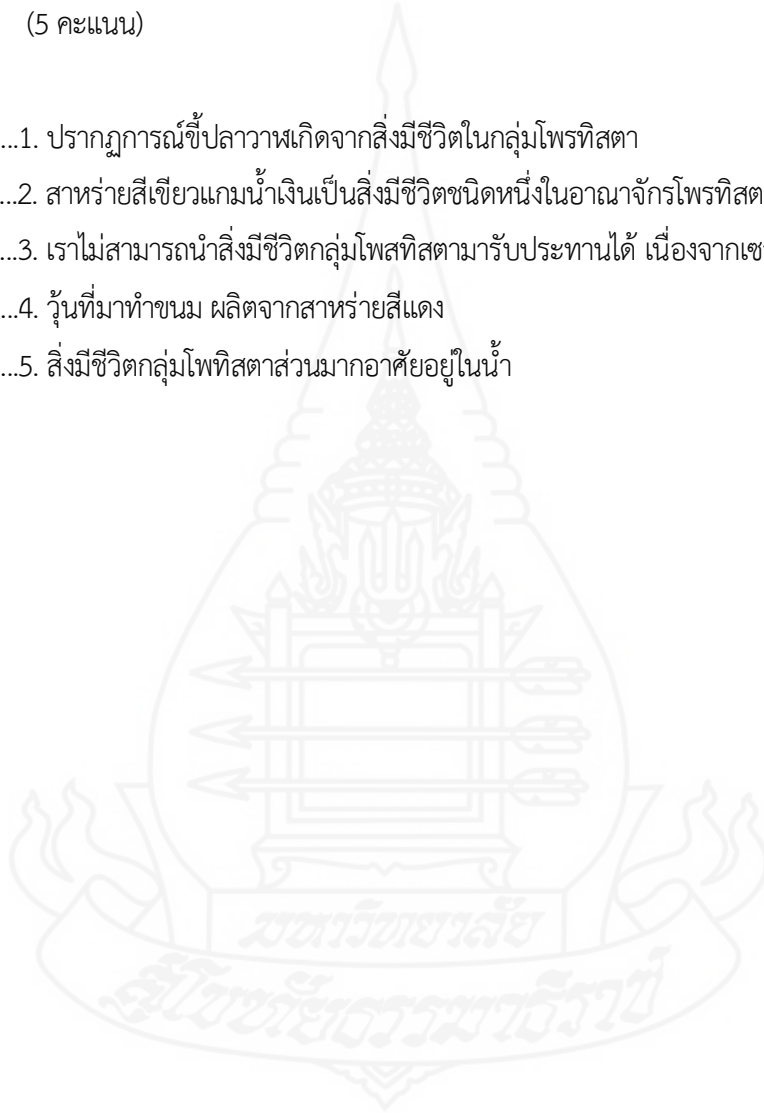
- .....x.....1. สิ่งมีชีวิตในอาณาจักรมอเนอราเป็นเซลล์แบบยูคาริโอต ส่วนใหญ่มีเซลล์เดียว
- .....✓.....2. แบคทีเรียเป็นสิ่งมีชีวิตที่มีทั้งประโยชน์และโทษแก่มนุษย์
- .....x.....3. ยาบปฏิชีวนะส่วนมากผลิตมาจากแบคทีเรียกลุ่มคลอสตราเดีย
- .....✓.....4. ไสยอนแบคทีเรียสามารถสังเคราะห์ด้วยแสงได้ เนื่องจากมีสารสีอยู่ในเซลล์
- .....✓.....5. การผลิตน้ำส้มสายชูต้องใช้แบคทีเรียเป็นตัวช่วย



แนวตอบแบบฝึกปฏิบัติ ที่ 2.3  
อาณาจักรโพธิสตา

คำชี้แจง ให้นักเรียนเขียนเครื่องหมาย ✓ หน้าข้อความที่ถูกต้อง เขียนเครื่องหมาย X หน้าข้อความที่ผิด  
(5 คะแนน)

- .....✓.....1. ปรากฏการณ์ขี้อาวพเกิดจากสิ่งมีชีวิตในกลุ่มโพธิสตา
- .....x.....2. สาหร่ายสีเขียวแกมน้ำเงินเป็นสิ่งมีชีวิตชนิดหนึ่งในอาณาจักรโพธิสตา
- .....x.....3. เราไม่สามารถนำสิ่งมีชีวิตกลุ่มโพธิสตามารับประทานได้ เนื่องจากเซลล์มีขนาดเล็ก
- .....✓.....4. รุ้งที่มาทำขนม ผลิตจากสาหร่ายสีแดง
- .....✓.....5. สิ่งมีชีวิตกลุ่มโพธิสตาส่วนมากอาศัยอยู่ในน้ำ





## แบบทดสอบหลังเรียน

วิชา ชีววิทยา

ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6

หน่วยที่ 2 สิ่งมีชีวิตเซลล์เดียว

เวลา 30 นาที

**คำชี้แจง** แบบทดสอบฉบับนี้เป็นข้อสอบแบบปรนัยเลือกตอบ 4 ตัวเลือก จำนวน 15 ข้อ ข้อละ 1 คะแนน รวม 15 คะแนน

**คำสั่ง** จงเขียนเครื่องหมายกากบาท (X) ในช่องตัวอักษร ก ข ค ง ที่ถูกต้องที่สุดในกระดาษคำตอบ

- เซลล์โพรคาริโอตมีลักษณะแตกต่างจากเซลล์ยูคาริโอตอย่างไร
  - ไม่พบนิวเคลียส
  - ไม่มีสารพันธุกรรม
  - ไม่พบไรโบโซม
  - ถูกทั้ง ก และ ข
- ข้อใดกล่าวถึงการกำเนิดของชีวิต(Origin of life) ได้ถูกต้อง
  - พระเจ้าเป็นผู้สร้างสิ่งมีชีวิต
  - สิ่งมีชีวิตกำเนิดจากสิ่งไม่มีชีวิต
  - สิ่งมีชีวิตกำเนิดมาจากสิ่งมีชีวิต
  - ไม่สามารถพิสูจน์ได้อย่างชัดเจน
- ข้อใดคือลักษณะของเซลล์เริ่มแรกของสิ่งมีชีวิตตามแนวคิดของนักวิทยาศาสตร์
  - ไม่สามารถสร้างอาหารเองได้
  - สารพันธุกรรมแขวนลอยอยู่ในไซโทพลาซึม
  - มีนิวเคลียสอยู่ภายในเซลล์
  - ข้อ ก และ ข ถูก
- การเกิดเซลล์ยูคาริโอตตามแนวคิดของนักวิทยาศาสตร์เกิดขึ้นได้อย่างไร
  - เกิดขึ้นก่อนเซลล์โพรคาริโอต
  - เกิดจากการรวมตัวของสารอินทรีย์ในน้ำและอากาศ
  - เกิดจากเซลล์โพรคาริโอตเซลล์หนึ่งมาเข้าอยู่ในโพรคาริโอตอีกเซลล์หนึ่ง
  - เกิดจากการเจริญเยื่อหุ้มเซลล์ไปล้อมรอบสารพันธุกรรม

5. ไมโทคอนเดรียของเซลล์ยูคาริโอตเริ่มแรกเกิดขึ้นได้อย่างไร
  - ก. สร้างจากนิวเคลียสภายในเซลล์
  - ข. การรวมตัวของสารอินทรีย์ภายในไซโทพลาซึม
  - ค. เกิดจากเซลล์โพรคาริโอตอื่นเข้ามาอยู่ภายในเซลล์
  - ง. เกิดจากการเจริญของเยื่อหุ้มเซลล์มาล้อมรอบ RNA
6. ข้อใดไม่ใช่ลักษณะของสิ่งมีชีวิตในอาณาจักรมอเนรา
  - ก. เซลล์แบบโพรคาริโอต ไม่มีเยื่อหุ้มนิวเคลียส
  - ข. เซลล์แบบยูคาริโอต ส่วนใหญ่มีเซลล์เดียว
  - ค. มีผนังเซลล์ประกอบด้วยเพปทิโดไกลแคน
  - ง. บางชนิดสร้างอาหารเองได้
7. แบคทีเรียที่เป็นปรสิตและทำให้เกิดโรคติดต่อทางเพศสัมพันธ์อยู่ในกลุ่มใด
  - ก. กลุ่มสไปโรคีท
  - ข. กลุ่มคลาไมเดีย
  - ค. แบคทีเรียแกรมบวก
  - ง. โพรทีโอแบคทีเรีย
8. แบคทีเรียกลุ่มใดที่ทำหน้าที่เป็นผู้ผลิตในระบบนิเวศและสามารถตรึงแก๊สไนโตรเจนในอากาศได้
  - ก. Cyanobacteria
  - ข. โพรทีโอแบคทีเรีย
  - ค. แบคทีเรีย
  - ง. รา
9. แอนาบีนาจัดเป็นสิ่งมีชีวิตในกลุ่มใด
  - ก. แบคทีเรีย
  - ข. ไวรัส
  - ค. โฟทิสตา
  - ง. รา
10. แบคทีเรียกลุ่มใดที่มีความทนทานต่อสภาพแวดล้อมได้มากที่สุด
  - ก. กลุ่มสไปโรคีท
  - ข. อาร์เคียแบคทีเรีย
  - ค. แบคทีเรียแกรมบวก
  - ง. ไชยาโนแบคทีเรีย

11. ข้อใดกล่าวไม่ถูกต้องเกี่ยวกับสิ่งมีชีวิตในอาณาจักรโพรทิสตา
  - ก. มีการดำรงชีวิตทั้งแบบอิสระ แบบปรสิต
  - ข. เซลล์รวมตัวกันพัฒนาไปเป็นเนื้อเยื่อ
  - ค. มีทั้งชนิดที่เคลื่อนที่ได้และเคลื่อนที่ไม่ได้
  - ง. มีความหลากหลายทั้งชนิดและขนาด มีตั้งแต่ เซลล์เดี่ยวไปจนถึงหลายเซลล์
12. โพรทิสตาที่ก่อให้เกิดโรคมะลาเลียเป็นสิ่งมีชีวิตในกลุ่มใด
  - ก. ไดโนแฟลเจลเลต
  - ข. เอพิกอมเพลซา
  - ค. สาหร่ายสีแดง
  - ง. สาหร่ายสีเขียว
13. จิณ่ายที่นำมาเป็นอาหาร ผลิตมาจากสิ่งมีชีวิตกลุ่มใด
  - ก. ไดอะตอม
  - ข. ราเมือก
  - ค. สาหร่ายสีแดง
  - ง. สาหร่ายสีเขียว
14. ลักษณะโครงสร้างที่เด่นชัดของไดอะตอมคือข้อใด
  - ก. เป็นเซลล์เดี่ยวหรือหลายเซลล์ที่ไม่มีคลอโรพิลล์
  - ข. เป็นเซลล์เดี่ยวที่มีสารพอกซิลิกาหุ้มผนังเซลล์
  - ค. เป็นเซลล์เดี่ยวมีหินปูนสะสมที่ผนังเซลล์
  - ง. ผนังเซลล์เป็นฝาครอบ 2 ฝา เป็นสารพอกแคลเซียมคาร์บอเนต
15. ปรากฏการณ์ขึ้นปลาวาฬ(red tide) ซึ่งเป็นอันตรายต่อสัตว์น้ำ เกิดจากสิ่งมีชีวิตกลุ่มใด
  - ก. ยูกลีโนซัว
  - ข. สาหร่ายสีแดง
  - ค. ไดโนแฟลเจลเลต
  - ง. แบคทีเรียแกรมบวก

## กระดาษคำตอบแบบทดสอบหลังเรียน

วิชา ชีววิทยา

หน่วยที่ 2 สิ่งมีชีวิตเซลล์เดียว

ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6

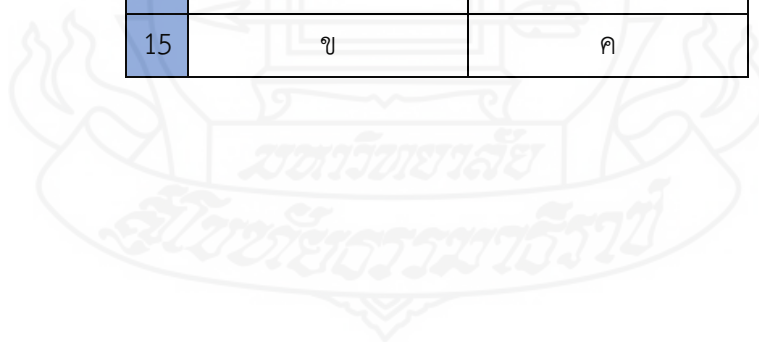
เวลา 30 นาที

คะแนนที่ได้

| ข้อ | ก | ข | ค | ง |
|-----|---|---|---|---|
| 1   |   |   |   |   |
| 2   |   |   |   |   |
| 3   |   |   |   |   |
| 4   |   |   |   |   |
| 5   |   |   |   |   |
| 6   |   |   |   |   |
| 7   |   |   |   |   |
| 8   |   |   |   |   |
| 9   |   |   |   |   |
| 10  |   |   |   |   |
| 11  |   |   |   |   |
| 12  |   |   |   |   |
| 13  |   |   |   |   |
| 14  |   |   |   |   |
| 15  |   |   |   |   |

## เฉลยแบบทดสอบก่อนเรียนและแบบทดสอบหลังเรียน

| ข้อ | แบบทดสอบก่อนเรียน | แบบทดสอบหลังเรียน |
|-----|-------------------|-------------------|
| 1   | ก                 | ก                 |
| 2   | ข                 | ข                 |
| 3   | ค                 | ง                 |
| 4   | ง                 | ง                 |
| 5   | ค                 | ค                 |
| 6   | ก                 | ก                 |
| 7   | ค                 | ข                 |
| 8   | ข                 | ข                 |
| 9   | ก                 | ก                 |
| 10  | ข                 | ข                 |
| 11  | ง                 | ข                 |
| 12  | ก                 | ข                 |
| 13  | ค                 | ค                 |
| 14  | ข                 | ข                 |
| 15  | ข                 | ค                 |



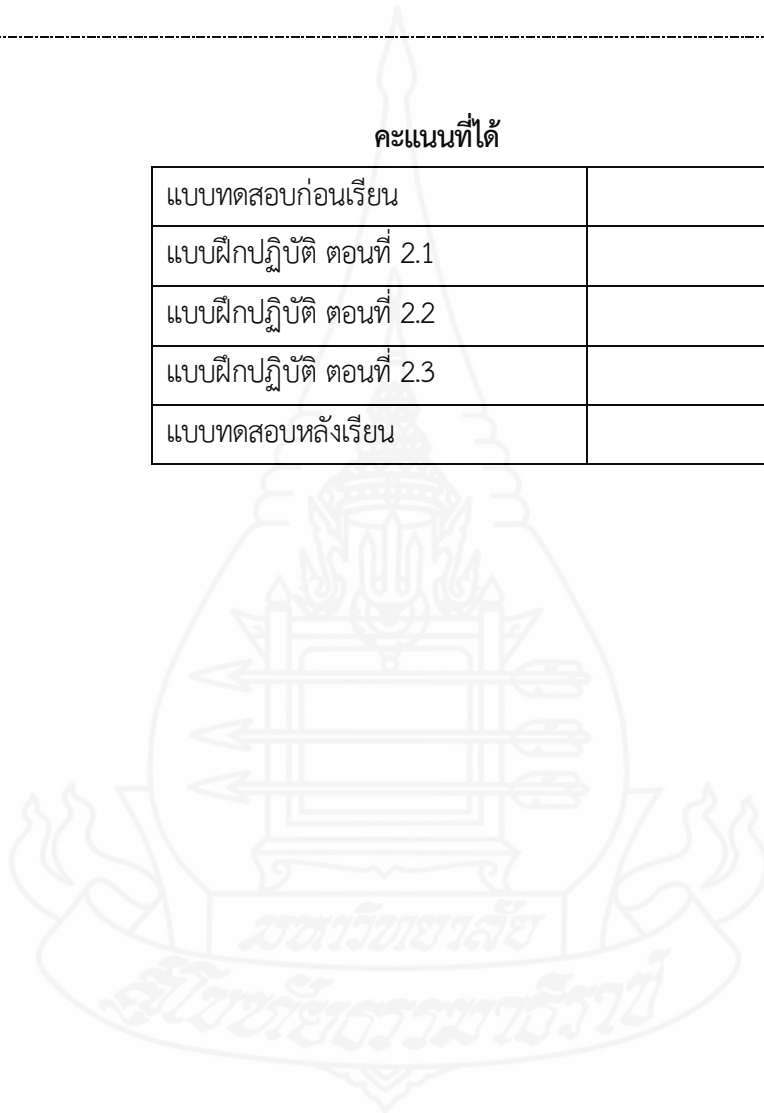
## แบบบันทึกคะแนน

## หน่วยที่ 2 สิ่งมีชีวิตเซลล์เดียว

ชื่อ.....นามสกุล..... ชั้น.....

## คะแนนที่ได้

|                          |  |
|--------------------------|--|
| แบบทดสอบก่อนเรียน        |  |
| แบบฝึกปฏิบัติ ตอนที่ 2.1 |  |
| แบบฝึกปฏิบัติ ตอนที่ 2.2 |  |
| แบบฝึกปฏิบัติ ตอนที่ 2.3 |  |
| แบบทดสอบหลังเรียน        |  |



หน่วยที่ 3

สิ่งมีชีวิตหลายเซลล์





## แผนการสอน

วิชา ชีววิทยา

หน่วยที่ 3 สิ่งมีชีวิตหลายเซลล์

ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6

เวลา 5 ชั่วโมง

## หัวข้อเรื่อง

เรื่องที่ 3.1 อาณาจักรพืช

เรื่องที่ 3.2 อาณาจักรฟังไจ

เรื่องที่ 3.3 อาณาจักรสัตว์

## แนวคิด

พืชมีการปรับตัวเพื่อดำรงชีวิตบนพื้นดิน โดยการปรับตัวด้านโครงสร้าง การปรับตัวด้านองค์ประกอบทางเคมี และการปรับตัวด้านการสืบพันธุ์ พืชไม่มีเนื้อเยื่อลำเลียง จำแนกเป็น ไฟลัมเฮปาทอไฟตา ไฟลัมแอนโทไซโรไฟตา และไฟลัมไบรโอไฟตา พืชมีเนื้อเยื่อลำเลียงที่ไม่มีเมล็ด จำแนกเป็นไฟลัมไลโคไฟตา และไฟลัมเทอโรไฟตา พืชมีเนื้อเยื่อลำเลียงที่มีเมล็ดเปลือย จำแนกเป็นไฟลัมไซแคโดไฟตา ไฟลัมกิงโกไฟตา ไฟลัมโคนิเฟอโรไฟตา และไฟลัมนีโทไฟตา ส่วนพืชดอกมีไฟลัมเดียวคือไฟลัมแอนโทไฟตา

อาณาจักรฟังไจ มีทั้งเซลล์เดียวและหลายเซลล์ที่ยังไม่พัฒนาเป็นเนื้อเยื่อ จำแนกเป็น ไฟลัมไคทริดิโอไมโคตา ไฟลัมไซโกไมโคตา ไฟลัมแอสโคไมโคตา และไฟลัมเบสิดีโอไมโคตา

การจำแนกสัตว์ใช้เกณฑ์ด้านเนื้อเยื่อไม่แท้และเนื้อเยื่อแท้ ลักษณะสมมาตรแบบรัศมีและสมมาตรแบบด้านข้าง การเปลี่ยนแปลงของบลาสโทพอร์แบบปากกับแบบทวารหนัก และ การเจริญในระยะตัวอ่อน สัตว์จำแนกได้เป็นไฟลัมพอริเฟอรา ไฟลัมไนดาเรีย ไฟลัมเพลทีเฮลมินทิส ไฟลัมมอลลัสคา ไฟลัมแอนเนลิดา ไฟลัมนีมาโทดา ไฟลัมอาร์โทรโพดา ไฟลัมไคโนเดอมาตา และไฟลัมคอร์ดาตา คลาสแมมมาเลียเป็นเลี้ยงลูกด้วยนม

## วัตถุประสงค์

1. นักเรียนสามารถอธิบาย และสรุปเกณฑ์ที่ใช้ในการจัดจำแนกสิ่งมีชีวิตออกเป็นโดเมนและอาณาจักร ลักษณะที่เหมือนและแตกต่างกันของสิ่งมีชีวิตใน อาณาจักรพืช อาณาจักรฟังไจ และอาณาจักรสัตว์ได้

**กิจกรรมการเรียนรู้การสอน**

1. ทดสอบก่อนเรียน
2. ศึกษาเนื้อหาหน่วยที่ 3 เรื่องสิ่งมีชีวิตหลายเซลล์
3. บันทึกสาระสำคัญแต่ละหัวเรื่อง
4. ทำแบบฝึกปฏิบัติแต่ละหัวเรื่อง
5. ทำแบบทดสอบหลังเรียน

**สื่อการเรียนรู้**

1. หนังสือเทคโนโลยีความจริงเสมือน เรื่องความหลากหลายทางชีวภาพ
2. แบบฝึกปฏิบัติ

**การประเมินผลการเรียนรู้**

1. จากการทำทดสอบก่อนเรียนและหลังเรียน
2. จากการทำแบบฝึกหัด



## แบบทดสอบก่อนเรียน

วิชา ชีววิทยา

ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6

หน่วยที่ 3 สิ่งมีชีวิตหลายเซลล์

เวลา 30 นาที

**คำชี้แจง** แบบทดสอบฉบับนี้เป็นข้อสอบแบบปรนัยเลือกตอบ 4 ตัวเลือก จำนวน 15 ข้อ ข้อละ 1 คะแนน รวม 15 คะแนน

**คำสั่ง** จงเขียนเครื่องหมายกากบาท (X) ในช่องตัวอักษร ก ข ค ง ที่ถูกต้องที่สุดลงในกระดาษคำตอบ

1. กลุ่มพืชที่ไม่มีระบบท่อลำเลียง คือข้อใด

- ก. มอส ลิเวอร์เวิร์ต
- ข. หวายทะนอย ต้นหางสิงห์
- ค. ชื่องนางคลี่ สามร้อยยอด
- ง. หล้าถอดปล้อง เฟิน

2. มอสเป็นพืชที่มีขนาดเล็ก ถ้าสมมติว่ามอสมีขนาดใหญ่เท่าต้นข้าวโพด มอสจะต้องตาย เพราะอะไร

- ก. ขาดอาหารเนื่องจากไม่มีใบที่แท้จริง
- ข. ขาดน้ำและอาหาร เนื่องจากไม่มีระบบท่อลำเลียง
- ค. ขาดน้ำและแร่ธาตุ เนื่องจากไม่มีรากที่แท้จริง
- ง. ขาดอาหาร เนื่องจากสังเคราะห์ด้วยแสงได้ไม่พอ

3. เฟิร์น เป็นพืชที่มีประโยชน์มากพวกหนึ่ง ลักษณะเด่นที่ทำให้แยกออกจากพืชอื่น ๆ ได้ง่าย คืออะไร

- ก. ใบอ่อนม้วนคล้ายลานนาฬิกา
- ข. ใบมีกลุ่มอับสปอร์อยู่ด้านล่าง
- ค. ลำต้นเป็นเถามีลักษณะเหนียว
- ง. ต้นสปอร์โรไฟต์ขึ้นบนต้นมีโตไฟต์

4. ข้อใดเรียงลำดับพืชตามหมวดหมู่(อนุกรมวิธาน) จากต่ำไปสูงได้อย่างถูกต้อง

- ก. มอส ชื่องนางคลี่ ผักแว่น สนญี่ปุ่น หล้าแพรก
- ข. ลิเวอร์เวิร์ต หล้าร้างไก่ พรุง กูดเกียะ สนญี่ปุ่น
- ค. มอส หวายทะนอย สนทะเล แป๊ะแก้ว
- ง. ลิเวอร์เวิร์ต เฟินใบมะขาม สนปฏิพัทธ์ สนสองใบ หล้าถอดปล้อง

5. พืชใดอยู่ในกลุ่มไม้ดอกทั้งหมด
  - ก. สร้อยสุกรม บอน แหน ผักแว่น
  - ข. สาหร่ายหางกระรอก สาหร่ายข้าวเหนียว จอก
  - ค. สร้อยสีดา ชายผ้าสีดา กระเช้าสีดา พลุ
  - ง. หน้ารังไก่ หน้าถอดปล้อง หน้าแพรก หน้านกสีชมพู
6. ข้อใดเป็นลักษณะทั่วไปของฟังไจ (fungi)
  - ก. มีกลุ่มเส้นใยของไฮฟาเรียกว่า mycelium ดูดซับอาหารเข้าสู่เซลล์
  - ข. มีการสืบพันธุ์ทั้งแบบอาศัยเพศและแบบไม่อาศัยเพศ
  - ค. มีผนังเซลล์เป็นสารพวกเซลลูโลสเช่นเดียวกับพืช
  - ง. ข้อ ก. และ ข้อ ข. ถูก
7. ฟังไจกลุ่มโคทริดแตกต่างจากฟังไจกลุ่มอื่นอย่างไร
  - ก. เซลล์สืบพันธุ์มีแฟลเจลลา
  - ข. มีการสืบพันธุ์แบบไม่อาศัยเพศ
  - ค. เส้นใยไฮฟามีเยื่อกัน
  - ง. มีการดำรงชีวิตแบบไม่ใช้ออกซิเจน
8. เห็ดที่เรานำมาประกอบอาหารรับประทานส่วนมากเป็นฟังไจกลุ่มใด
  - ก. โคทริด
  - ข. ไฮโม่โคตา
  - ค. แอสโคโคตา
  - ง. เบสิดิโอโคตา
9. ข้อใดคือประโยชน์จากเชื้อรา
  - ก. ข้าวหมาก เต้าเจี้ยว รูปแป้ง
  - ข. ขนம்பึง ยาคุลย์ น้ำส้ม
  - ค. แอลกอฮอล์ นมเปรี้ยว วิตามินบี
  - ง. ไม่มีข้อถูก
10. สารพิษที่เรียกว่า อะฟลาทอกซิน (Afla-toxin) เกิดจากราชนิดใด
  - ก. *Rhizopus nigricans*
  - ข. *Aspergillus flavus*
  - ค. *Penicillium notatum*
  - ง. *Saccharomyces cerevisiae*

11. ข้อใดไม่ใช่ลักษณะสำคัญของอาณาจักรสัตว์
- ก. เซลล์ของสัตว์ไม่มีมีผนังเซลล์
  - ข. มีเซลล์แบบโพรคาริโอต
  - ค. เป็นสิ่งมีชีวิตหลายเซลล์เรียงตัวกันเป็นเนื้อเยื่อ
  - ง. ไม่สามารถสร้างอาหารเองได้
12. ปูน้ำจืดและปูน้ำเค็ม เป็นสิ่งมีชีวิตที่จัดอยู่ในไฟลัมใดดังต่อไปนี้
- ก. phylum Echinodermata
  - ข. phylum Chaetognatha
  - ค. phylum Arthropoda
  - ง. phylum Mollusca
13. หนอนทะเลเป็นสิ่งมีชีวิตที่จัดอยู่ในไฟลัมใดต่อไปนี้
- ก. phylum Coelenterata
  - ข. phylum Platyhelminthes
  - ค. phylum Mollusca
  - ง. phylum Annelida
14. สัตว์ในไฟลัมใดมีความหลากหลายมากที่สุด
- ก. phylum Echinodermata
  - ข. phylum Chaetognatha
  - ค. phylum Arthropoda
  - ง. phylum Mollusca
15. มนุษย์มีวิวัฒนาการใกล้เคียงกับสัตว์ชนิดใดมากที่สุด
- ก. ลิงสไปเดอร์
  - ข. ลิงแสม
  - ค. ลิงบาบูน
  - ง. ลิงชิมแปนซี

## กระดาษคำตอบแบบทดสอบก่อนเรียน

วิชา ชีววิทยา

หน่วยที่ 3 สิ่งมีชีวิตหลายเซลล์

ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6

เวลา 30 ชั่วโมง

คะแนนที่ได้

| ข้อ | ก | ข | ค | ง |
|-----|---|---|---|---|
| 1   |   |   |   |   |
| 2   |   |   |   |   |
| 3   |   |   |   |   |
| 4   |   |   |   |   |
| 5   |   |   |   |   |
| 6   |   |   |   |   |
| 7   |   |   |   |   |
| 8   |   |   |   |   |
| 9   |   |   |   |   |
| 10  |   |   |   |   |
| 11  |   |   |   |   |
| 12  |   |   |   |   |
| 13  |   |   |   |   |
| 14  |   |   |   |   |
| 15  |   |   |   |   |





บันทึกสาระสำคัญ ตอนที่ 3.3

อาณาจักรสัตว์

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---



แบบฝึกปฏิบัติ ที่ 3.1  
อาณาจักรพืช

---

คำชี้แจง ให้นักเรียนเขียนเครื่องหมาย ✓ หน้าข้อความที่ถูกต้อง เขียนเครื่องหมาย X หน้าข้อความที่ผิด  
(5 คะแนน)

- .....1. พืชมีสายวิวัฒนาการใกล้เคียงกับสาหร่ายสีแดง
- .....2. พืชกลุ่มไม้ท่อลำเลียงส่วนมากเป็นพืชที่มีขนาดเล็ก
- .....3. ลักษณะเด่นของเฟิร์นคือต้นสปอร์โรไฟต์ขึ้นบนต้นแกมีโทไฟต์
- .....4. กลุ่มพืชไม่มีท่อลำเลียงได้แก่ หญ้าถอดปล้อง เฟิร์น
- .....5. พืชทุกชนิดมีวิวัฒนาการชีวิตแบบสลับ



แบบฝึกปฏิบัติ ที่ 3.2  
อาณาจักรฟิงใจ

---

คำชี้แจง ให้นักเรียนเขียนเครื่องหมาย ✓ หน้าข้อความที่ถูกต้อง เขียนเครื่องหมาย X หน้าข้อความที่ผิด (5 คะแนน)

- .....1. ยีสต์มีการกระจายพันธุ์โดยการแตกหน่อ
- .....2. ลักษณะสำคัญของฟิงใจคือผนังเซลล์ประกอบด้วยสารไคติน
- .....3. ฟิงใจมีการดำรงชีวิตแบบภาวะย่อยสลายและบางชนิดเป็นปรสิต
- .....4. ฟิงใจบางชนิดสามารถสังเคราะห์ด้วยแสงได้
- .....5. เราสามารถนำฟิงใจมาใช้ในการผลิตเบียร์หรือไวน์ได้



แบบฝึกปฏิบัติ ที่ 3.3  
อาณาจักรสัตว์

---

คำชี้แจง ให้นักเรียนเขียนเครื่องหมาย ✓ หน้าข้อความที่ถูก เขียนเครื่องหมาย X หน้าข้อความที่ผิด (5 คะแนน)

- .....1. สัตว์ในกลุ่มฟอริเฟอราดำรงชีวิตอยู่ทั้งบนบกและในน้ำ
- .....2. ลักษณะสำคัญของสัตว์คือเซลล์จะเรียงยืดและเกาะติดกันด้วยโปรตีนคอลลาเจน
- .....3. สัตว์กลุ่มอาร์โทรพอดามีความหลากหลายมากที่สุดในอาณาจักรสัตว์
- .....4. โลมมาและวาฬไม่ได้ถูกจัดให้อยู่ในกลุ่มปลา
- .....5. กุ้ง ปู ฝูเห่ และหิ่ง ถูกจัดให้อยู่ในไฟลัมเดียวกัน



## แนวตอบบันทึกสาระสำคัญ หน่วยที่ 3

### แนวตอบบันทึกสาระสำคัญ ตอนที่ 3.1

#### อาณาจักรพีช

พีชไม่มีเนื้อเยื่อลำเลียง จำแนกเป็น 3 ไฟลัม ดังนี้

1. ไฟลัมเฮปาทอไฟตา ขยายพันธุ์ด้วยสปอร์ เช่น ลิเวอร์เวิร์ท
2. ไฟลัมแอนโทไซโรไฟตา มีเนื้อเยื่อเจริญที่โคนต้น เช่น ฮอว์นเวิร์ท
3. ไฟลัมไบรโอไฟตา มีช่องเปิดเพื่อกระจายสปอร์ เช่น มอส

พีชมีเนื้อเยื่อลำเลียงที่ไม่มีเมล็ด จำแนกเป็น 2 ไฟลัม ดังนี้

1. ไฟลัมไลโคไฟตา มีลำต้นและใบที่แท้จริง แต่ใบยังเล็กมีเส้นใบ 1 เส้น เช่น กระจับปี่น้ำ
2. ไฟลัมเทอโรไฟตา บางชนิดไม่มีรากไม่มีใบ เช่น หวายทะนอย บางชนิดลำต้นมีข้อปล้อง

เช่น หญ้าถอดปล้อง บางชนิดใต้ใบมีสปอร์ เช่น เฟิน

พีชมีเนื้อเยื่อลำเลียงที่มีเมล็ดเปลือย จำแนกเป็น 2 ไฟลัม ดังนี้

1. ไฟลัมไซแคโดไฟตา กระจายพันธุ์ในที่แห้งแล้งได้ดี เช่น พรอง
2. ไฟลัมกิงโกไฟตา สร้างอวุลที่ปลายกิ่งพิเศษ มีชนิดเดียวคือ แป๊ะก๊วย
3. ไฟลัมโคนิเฟอร์ไฟตา โคนเพศผู้และเพศเมียอาศัยอยู่ในต้นเดียวกัน เช่น สนสองใบ สนสามใบ
4. ไฟลัมนีโทไฟตา มีกลีบดอก มีใบเลี้ยง เช่น มะเมื่อย

พีชดอก มีไฟลัมเดียวคือ

1. ไฟลัมแอนโทไฟตา มีความหลากหลายมากที่สุดในอาณาจักรพีช อวุลอยู่ในรังไข่ ได้แก่พีช

ดอกทั่วไป

### แนวตอบบันทึกสาระสำคัญ ตอนที่ 3.2

#### อาณาจักรฟังไจ

อาณาจักรฟังไจ มีทั้งเซลล์เดี่ยวและหลายเซลล์ที่ยังไม่พัฒนาเป็นเนื้อเยื่อ จำแนกเป็น 4 ไฟลัม คือ

1. ไฟลัมไคทริดีโอไมโคตา ใช้แฟลกเจลลาในการเคลื่อนที่ เรียกว่าไคทริด
2. ไฟลัมไซโกไมโคตา มีไฮฟา ไม่มีเยื่อชั้นเซลล์ ดำรงชีวิตบนพื้นดิน เช่น ราดำ ราขนมปัง ราน้ำค้าง
3. ไฟลัมแอสโคไมโคตา สร้างแอสโคสปอร์สืบพันธุ์ เช่น ยีสต์ ราแดง
4. ไฟลัมเบสิดีโอไมโคตา เป็นปรสิตร สืบพันธุ์ด้วยสปอร์ เช่น เห็ด

### แนวตอบบันทึกสาระสำคัญ ตอนที่ 3.3

#### อาณาจักรสัตว์

การจำแนกสัตว์ใช้เกณฑ์ดังนี้

1. เนื้อเยื่อไม่แท้และเนื้อเยื่อแท้
2. ลักษณะสมมาตรแบบรัศมีและสมมาตรแบบด้านข้าง
3. การเปลี่ยนแปลงของบลาสโทพอร์แบบปากกับแบบทวารหนัก
4. การเจริญในระยะตัวอ่อน

สัตว์จำแนกได้ 9 ไฟลัมดังนี้

1. ไฟลัมพอริเฟอรา ไม่มีเนื้อเยื่อที่แท้จริง เช่น ฟองน้ำ
2. ไฟลัมไนดาเรีย มีเนื้อเยื่อ 2 ชั้น มีสมมาตรแบบรัศมี เช่น ไฮดรา แมงกะพรุน
3. ไฟลัมแพลทีเฮลมินทิส มีสมมาตรด้านข้าง ลำตัวแบน ทางเดินอาหารไม่สมบูรณ์เช่น หนอน

ตัวแบน

4. ไฟลัมมอลลัสคา ลำตัวนิ่ม มีเปลือกหุ้มลำตัว เช่น หมึก หอย ทาก
5. ไฟลัมแอนเนลิดา ลำตัวเป็นปล้อง เช่น ไส้เดือนดิน
6. ไฟลัมนีมาโทดา ลำตัวรูปทรงกระบอก ทางเดินอาหารสมบูรณ์ เช่น หนอนตัวกลม
7. ไฟลัมอาร์โทรพอดา มีจำนวนและสปีชีส์มากที่สุด ลำตัวเป็นปล้อง มีรยางค์ เช่น กุ้ง แมงดา

ทะเล แมงมุม แมงป่อง เห็บ ตะขาบ แมลง

8. ไฟลัมไคโนเดอมาตา ลำตัวเป็นแฉก เช่น ดาวทะเล เม่นทะเล ปลิงทะเล
9. ไฟลัมคอร์ดาตา มีท่ออาหาร มีท่อประสาท มีช่องเหงือกที่คอหอย และมีหาง เช่น เพรียง

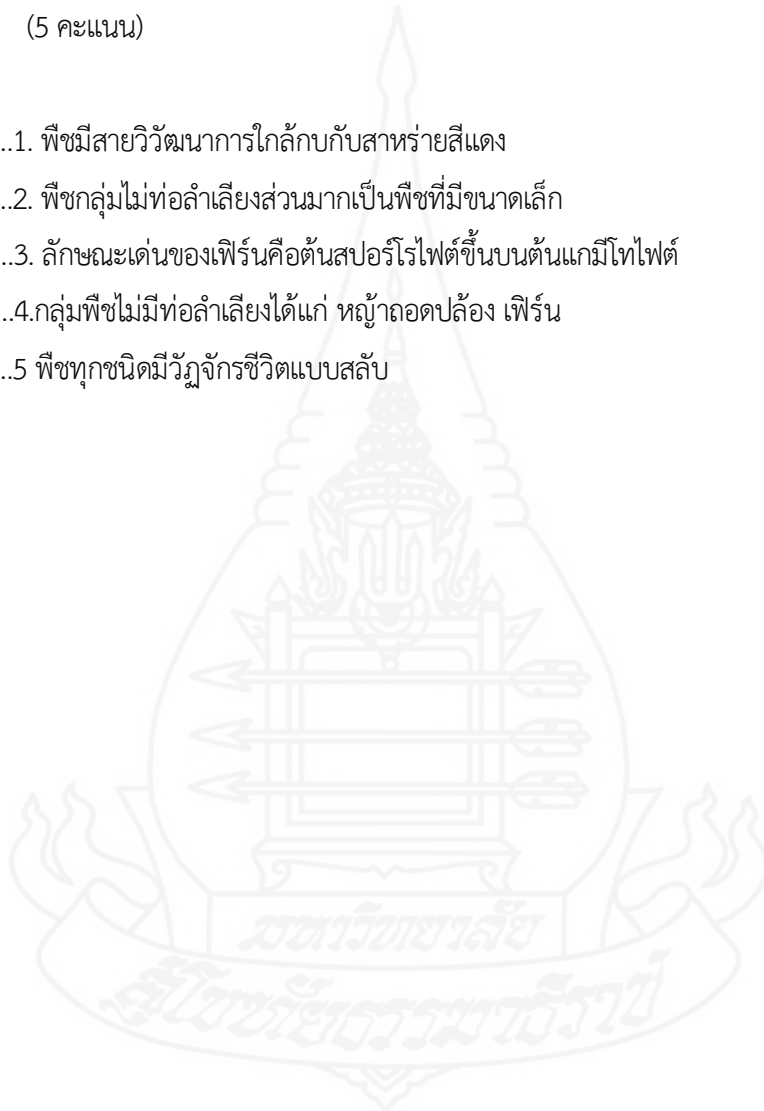
แอมฟิออกซัส แสกฟิช ปลา สัตว์ครึ่งบกครึ่งน้ำ สัตว์เลื้อยคลาน สัตว์ปีก และสัตว์เลี้ยงลูกด้วยนม

คลาสแมมมาเลีย เลี้ยงลูกด้วยนม เช่น ตุ่นปากเป็ด จิงโจ้ และลิง

แนวตอบแบบฝึกปฏิบัติ ที่ 3.1  
อาณาจักรพืช

คำชี้แจง ให้นักเรียนเขียนเครื่องหมาย ✓ หน้าข้อความที่ถูกต้อง เขียนเครื่องหมาย X หน้าข้อความที่ผิด  
(5 คะแนน)

- ..... ✓ .....1. พืชมีสายวิวัฒนาการใกล้เคียงกับสาหร่ายสีแดง
- ..... ✓ .....2. พืชกลุ่มไม่ท่อลำเลียงส่วนมากเป็นพืชที่มีขนาดเล็ก
- ..... X .....3. ลักษณะเด่นของเฟิร์นคือต้นสปอร์โรไฟต์ขึ้นบนต้นแกมีโทไฟต์
- ..... X .....4. กลุ่มพืชไม่มีท่อลำเลียงได้แก่ หล่อกอตอบล้อง เฟิร์น
- ..... ✓ .....5. พืชทุกชนิดมีวัฏจักรชีวิตแบบสลับ



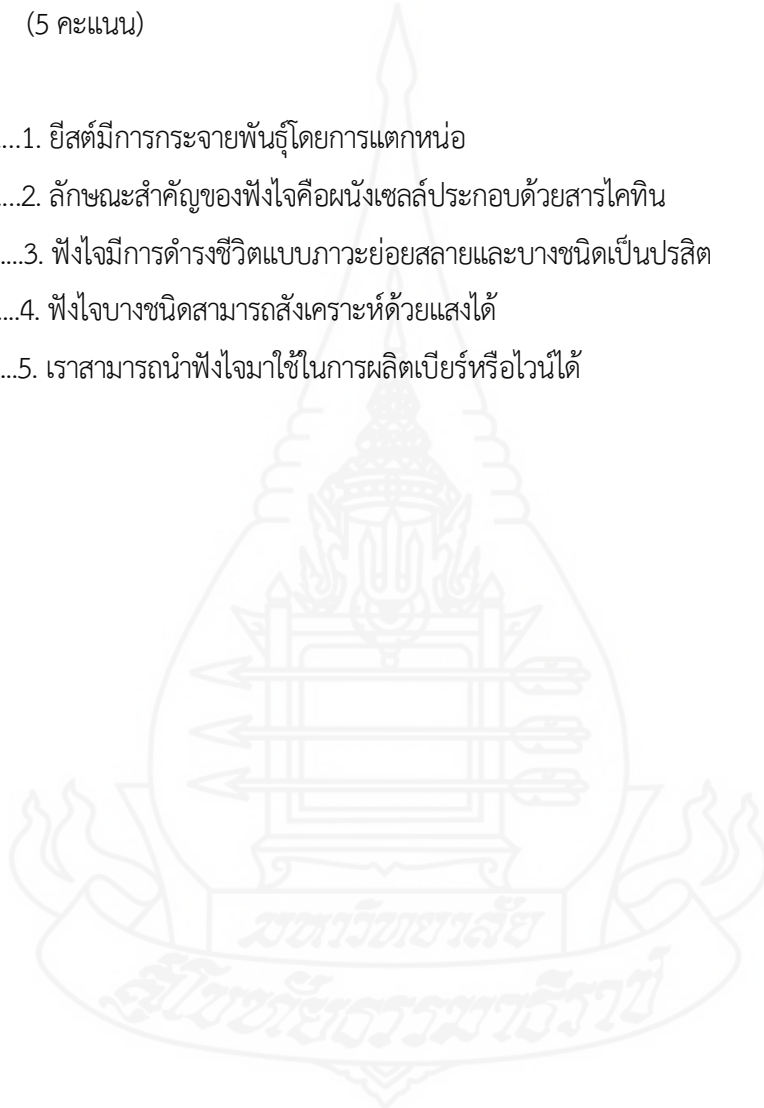


แบบฝึกปฏิบัติ ที่ 3.2  
อาณาจักรฟิงไจ

---

คำชี้แจง    ให้นักเรียนเขียนเครื่องหมาย ✓ หน้าข้อความที่ถูกต้อง เขียนเครื่องหมาย X หน้าข้อความที่ผิด  
(5 คะแนน)

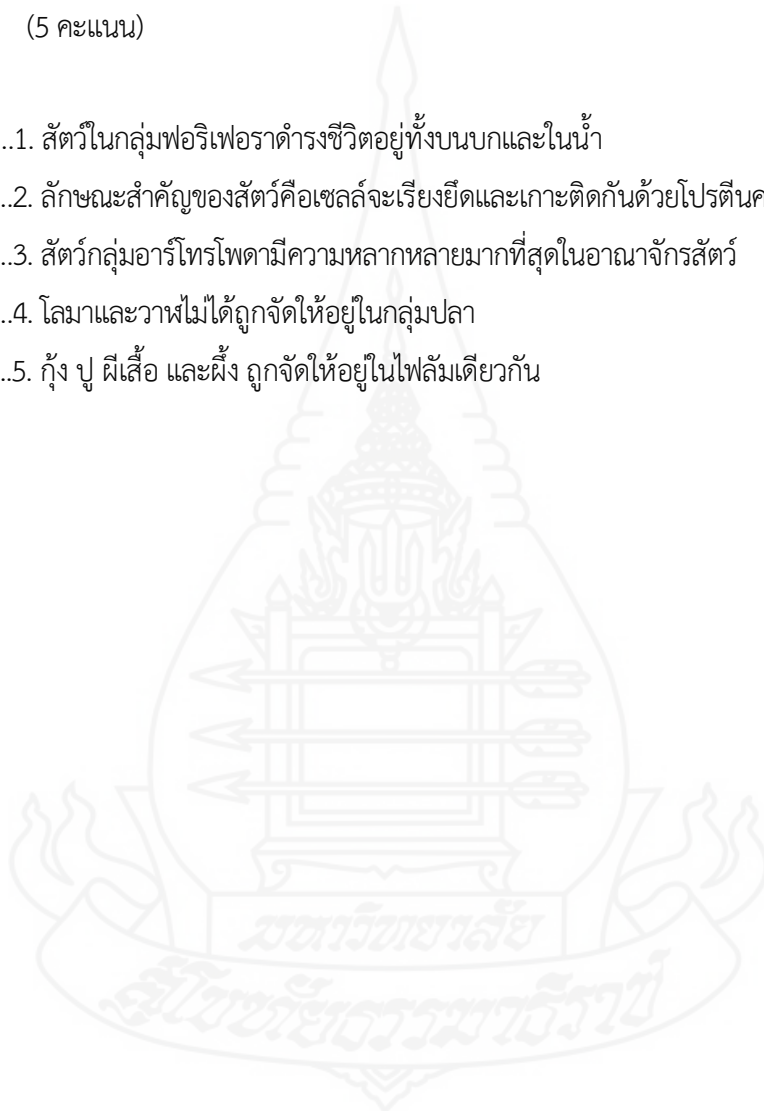
- ..... ✓ .....1. ยีสต์มีการกระจายพันธุ์โดยการแตกหน่อ
- ..... ✓ .....2. ลักษณะสำคัญของฟิงไจคือผนังเซลล์ประกอบด้วยสารไคติน
- ..... ✓ .....3. ฟิงไจมีการดำรงชีวิตแบบภาวะย่อยสลายและบางชนิดเป็นปรสิต
- ..... X.....4. ฟิงไจบางชนิดสามารถสังเคราะห์ด้วยแสงได้
- ..... ✓ .....5. เราสามารถนำฟิงไจมาใช้ในการผลิตเบียร์หรือไวน์ได้



แบบฝึกปฏิบัติ ที่ 3.3  
อาณาจักรสัตว์

คำชี้แจง ให้นักเรียนเขียนเครื่องหมาย ✓ หน้าข้อความที่ถูก เขียนเครื่องหมาย X หน้าข้อความที่ผิด (5 คะแนน)

- ..... X .....1. สัตว์ในกลุ่มฟอริเฟอราดำรงชีวิตอยู่ทั้งบนบกและในน้ำ
- ..... ✓ .....2. ลักษณะสำคัญของสัตว์คือเซลล์จะเรียงยัดและเกาะติดกันด้วยโปรตีนคอลลาเจน
- ..... ✓ .....3. สัตว์กลุ่มอาร์โทรพอดามีความหลากหลายมากที่สุดในอาณาจักรสัตว์
- ..... ✓ .....4. โลมและวาฬไม่ได้ถูกจัดให้อยู่ในกลุ่มปลา
- ..... ✓ .....5. กุ้ง ปู ผีเสื้อ และผึ้ง ถูกจัดให้อยู่ในไฟลัมเดียวกัน



## แบบทดสอบหลังเรียน

วิชา ชีววิทยา

ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6

หน่วยที่ 3 สิ่งมีชีวิตหลายเซลล์

เวลา 30 นาที

**คำชี้แจง** แบบทดสอบฉบับนี้เป็นข้อสอบแบบปรนัยเลือกตอบ 4 ตัวเลือก จำนวน 15 ข้อ ข้อละ 1 คะแนน รวม 15 คะแนน

**คำสั่ง** จงเขียนเครื่องหมายกากบาท(X) ในช่องตัวอักษร ก ข ค ง ที่ถูกที่สุดลงในกระดาษคำตอบ

- กลุ่มพืชที่ไม่มีระบบท่อลำเลียง คือข้อใด
  - หญ้าถอดปล้อง เฟิน
  - มอส ลิเวอร์เวิร์ต
  - ซ็องนางคลี่ สามร้อยยอด
  - หวายทะนออย ต้นหางสิงห์
- เพราะเหตุใดมอสจึงไม่สามารถเจริญเติบโตเป็นต้นไม้ขนาดใหญ่ได้
  - ขาดอาหารเนื่องจากไม่มีใบที่แท้จริง
  - ขาดน้ำและอาหาร เนื่องจากไม่มีระบบท่อลำเลียง
  - ขาดน้ำและแร่ธาตุ เนื่องจากไม่มีรากที่แท้จริง
  - ขาดอาหาร เนื่องจากสังเคราะห์ด้วยแสงได้ไม่พอ
- ลักษณะเฉพาะของกลุ่มเฟิน คืออะไร
  - ใบอ่อนม้วนจากปลายใบสู่โคนใบ
  - ใบมีกลุ่มอับสปอร์อยู่ด้านล่าง
  - ลำต้นเป็นเถามีลักษณะเหนียว
  - ต้นสปอร์โรไฟต์ขึ้นบนต้นแกมีโตไฟต์
- ข้อใดเรียงลำดับพืชตามหมวดหมู่(อนุกรมวิธาน) จากต่ำไปสูงได้อย่างถูกต้อง
  - มอส ซ็องนางคลี่ ผักแว่น สนญี่ปุ่น หญ้าแพรก
  - ลิเวอร์เวิร์ต หญ้ารังไก่อ่ ปรง กูดเกียะ สนญี่ปุ่น
  - มอส หวายทะนออย สนทะเล แปะแก้ว หญ้าถอดปล้อง
  - ลิเวอร์เวิร์ต เฟินใบมะขาม สนปฏิพัทธ์ สนสองใบ หญ้าถอดปล้อง

5. พืชใดอยู่ในกลุ่มไม้ดอกทั้งหมด
  - ก. เฟิน หวายทะนอย แหน ผักแว่น
  - ข. สาหร่ายหางกระรอก บัว จอก แหน
  - ค. สร้อยสีดา กลั้วไม้ กระเช้าสีดา พลุ
  - ง. หนุ่ยร้างไก่ หนุ่ยถอดปล้อง หนุ่ยแพรก หนุ่ยนกสีชมพู
6. ข้อใดไม่ใช่ลักษณะทั่วไปของฟังไจ (fungi)
  - ก. มีกลุ่มเส้นใยของไฮฟาเรียกว่า mycelium ดูดซับอาหารเข้าสู่เซลล์
  - ข. มีการสืบพันธุ์ทั้งแบบอาศัยเพศและ แบบไม่อาศัยเพศ
  - ค. ไม่สามารถสร้างอาหารเองได้
  - ง. เซลล์เรียงตัวกันพัฒนาไปเป็นเนื้อเยื่อ
7. ฟังไจกลุ่มโคทริดแตกต่างจากฟังไจกลุ่มอื่นอย่างไร
  - ก. เซลล์สืบพันธุ์มีแฟลเจลลา
  - ข. มีการสืบพันธุ์แบบไม่อาศัยเพศ
  - ค. เส้นใยไฮฟามีเยื่อกัน
  - ง. มีการดำรงชีวิตแบบไม่ใช้ออกซิเจน
8. เห็ดฟาง เห็ดนางฟ้าที่เรานำมาประกอบอาหารรับประทานส่วนมากเป็นฟังไจกลุ่มใด
  - ก. โคทริด
  - ข. ไฮโม่โคตตา
  - ค. แอสโคโคไมโคตตา
  - ง. เบสิดิโอไมโคตตา
9. ข้อใดคือประโยชน์จากเชื้อรา
  - ก. นำมาประกอบอาหาร
  - ข. ใช้ผลิตยาปฏิชีวนะ
  - ค. ใช้ผลิตยาคุลย์
  - ง. ใช้ผลิตแอลกอฮอล์
10. กรดซิตริก เกิดจากราชนิดใด
  - ก. *Rhizopus nigricans*
  - ข. *Aspergillus flavus*
  - ค. *Penicillium notatum*
  - ง. *Saccharomyces cerevisiae*

11. ข้อใดไม่ใช่ลักษณะสำคัญของอาณาจักรสัตว์
- ก. เซลล์ของสัตว์ไม่มีมีผนังเซลล์
  - ข. มีเซลล์แบบโพรคาริโอต
  - ค. เป็นสิ่งมีชีวิตหลายเซลล์เรียงตัวกันเป็นเนื้อเยื่อ
  - ง. ไม่สามารถสร้างอาหารเองได้
12. ดาวทะเลและหอยเม่น เป็นสิ่งมีชีวิตที่จัดอยู่ในไฟลัมใดดังต่อไปนี้
- ก. phylum Echinodermata
  - ข. phylum Chaetognatha
  - ค. phylum Arthropoda
  - ง. phylum Mollusca
13. หอยและหมึกเป็นสิ่งมีชีวิตที่จัดอยู่ในไฟลัมใดต่อไปนี้
- ก. phylum Coelenterata
  - ข. phylum Platyhelminthes
  - ค. phylum Mollusca
  - ง. phylum Annelida
14. สัตว์ในไฟลัมใดมีความหลากหลายมากที่สุด
- ก. phylum Echinodermata
  - ข. phylum Chaetognatha
  - ค. phylum Arthropoda
  - ง. phylum Mollusca
15. สิ่งมีชีวิตคู่ใดมีวิวัฒนาการใกล้เคียงกันมากที่สุด
- ก. ลิงสไปเดอร์-ชะนี
  - ข. ลิงแสม-ลิงบาบูน
  - ค. ลิงบาบูน-ลิงสไปเดอร์
  - ง. ลิงชิมแปนซี-มนุษย์

## กระดาษคำตอบแบบทดสอบหลังเรียน

วิชา ชีววิทยา

หน่วยที่ 3 สิ่งมีชีวิตหลายเซลล์

ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6

เวลา 30 นาที

คะแนนที่ได้

| ข้อ | ก | ข | ค | ง |
|-----|---|---|---|---|
| 1   |   |   |   |   |
| 2   |   |   |   |   |
| 3   |   |   |   |   |
| 4   |   |   |   |   |
| 5   |   |   |   |   |
| 6   |   |   |   |   |
| 7   |   |   |   |   |
| 8   |   |   |   |   |
| 9   |   |   |   |   |
| 10  |   |   |   |   |
| 11  |   |   |   |   |
| 12  |   |   |   |   |
| 13  |   |   |   |   |
| 14  |   |   |   |   |
| 15  |   |   |   |   |

## เฉลยแบบทดสอบก่อนเรียนและแบบทดสอบหลังเรียน

| ข้อ | แบบทดสอบก่อนเรียน | แบบทดสอบหลังเรียน |
|-----|-------------------|-------------------|
| 1   | ก                 | ข                 |
| 2   | ข                 | ข                 |
| 3   | ก                 | ก                 |
| 4   | ค                 | ข                 |
| 5   | ค                 | ค                 |
| 6   | ก                 | ง                 |
| 7   | ก                 | ก                 |
| 8   | ง                 | ง                 |
| 9   | ก                 | ข                 |
| 10  | ข                 | ข                 |
| 11  | ข                 | ข                 |
| 12  | ค                 | ก                 |
| 13  | ง                 | ค                 |
| 14  | ค                 | ค                 |
| 15  | ง                 | ง                 |

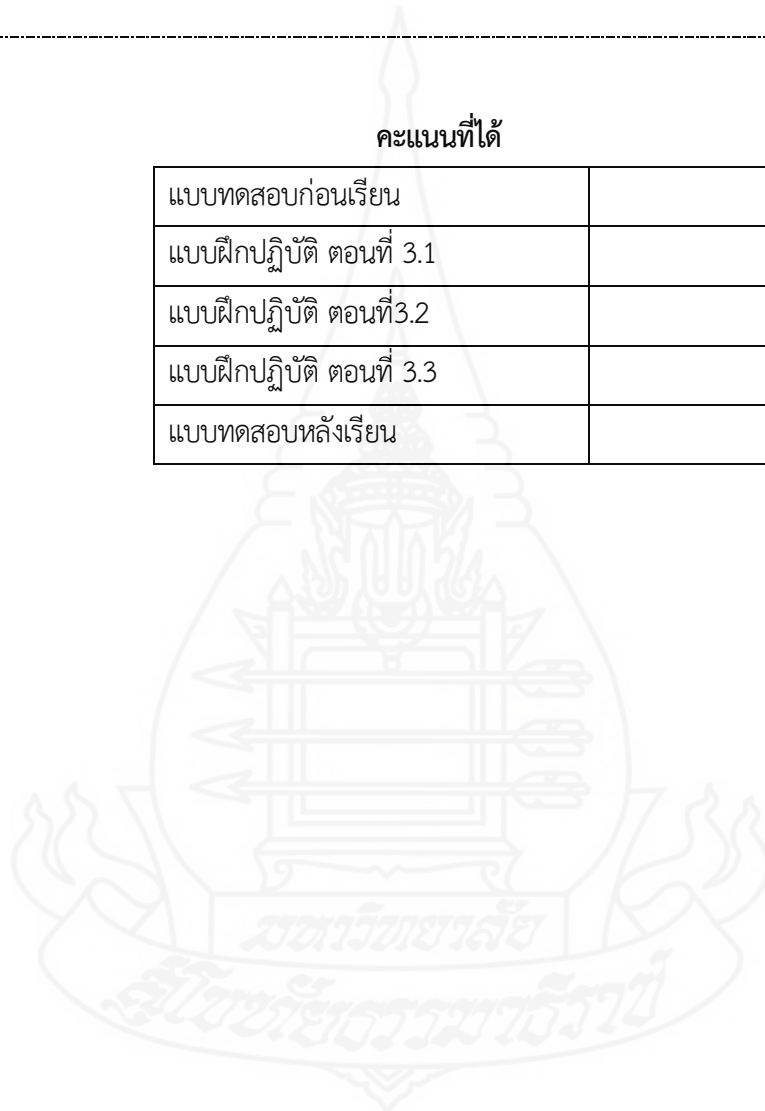
## แบบบันทึกคะแนน

## หน่วยที่ 3 สิ่งมีชีวิตหลายเซลล์

ชื่อ.....นามสกุล..... ชั้น.....

## คะแนนที่ได้

|                          |  |
|--------------------------|--|
| แบบทดสอบก่อนเรียน        |  |
| แบบฝึกปฏิบัติ ตอนที่ 3.1 |  |
| แบบฝึกปฏิบัติ ตอนที่ 3.2 |  |
| แบบฝึกปฏิบัติ ตอนที่ 3.3 |  |
| แบบทดสอบหลังเรียน        |  |





ภาคที่ 4

รายละเอียดหนังสือเทคโนโลยีความจริงเสมือน





แขนงวิชาเทคโนโลยีและสื่อสารการศึกษา  
สาขาวิชาศึกษาศาสตร์  
มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมมาธิราช

รายละเอียดหนังสือเทคโนโลยีความจริงเสมือน  
วิชาชีววิทยา เรื่อง ความหลากหลายทางชีวภาพ  
ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6

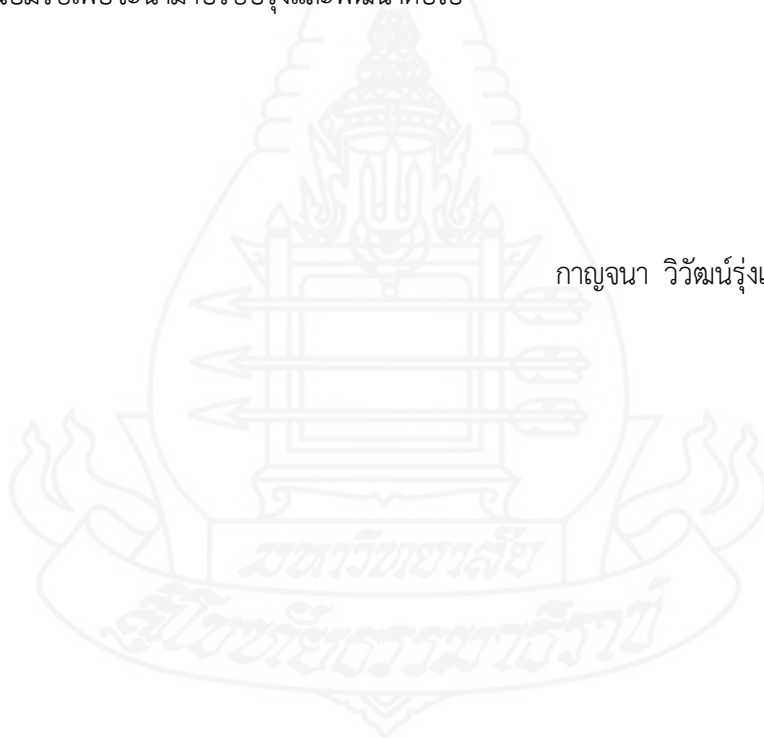
ผลิตโดย นางสาวกาญจนา วิวัฒน์รุ่งเรืองดี

## คำนำ

การพัฒนาหนังสือเรียนเทคโนโลยีความจริงเสมือน กลุ่มสาระวิทยาศาสตร์ วิชาชีววิทยา เรื่อง ความหลากหลายทางชีวภาพ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 เป็นการนำเนื้อหา เรื่อง ความหลากหลายทางชีวภาพ ทั้ง 3 หน่วย ได้แก่ หน่วยที่ 1 ความหลากหลายของสิ่งมีชีวิต หน่วยที่ 2 สิ่งมีชีวิตเซลล์เดียว หน่วยที่ 3 สิ่งมีชีวิตหลายเซลล์ ที่ผ่านการตรวจสอบจากผู้ทรงคุณวุฒิ ปรับปรุงคุณภาพ และผ่านการทดสอบประสิทธิภาพมาพัฒนาเป็นหนังสือเรียนเทคโนโลยีความจริงเสมือน เพื่อให้นักเรียนได้ใช้เป็นหนังสือเรียนเสริมศึกษาเพิ่มเติมจากหนังสือที่ใช้ในชั้นเรียนปกติ เพื่อให้เข้าใจเนื้อหา เรื่อง ความหลากหลายทางชีวภาพ ได้มากยิ่งขึ้น

ผู้จัดทำหนังสือเรียนเทคโนโลยีความจริงเสมือน หวังว่ารายละเอียดของหนังสือเรียนเทคโนโลยีความจริงเสมือนจะเป็นประโยชน์ต่อครูผู้สอนและนักเรียนอย่างมาก หากมีข้อบกพร่องประการใด ผู้จัดทำขออภัยและจะนำมาปรับปรุงและพัฒนาต่อไป

กาญจนา วิวัฒน์รุ่งเรืองดี



## สารบัญ

|   | หน้า |
|---|------|
| หน้าหลักของหนังสือเทคโนโลยีความจริงเสมือน .....   | 170  |
| แนะนำบทเรียน .....                                | 171  |
| หน่วยที่ 1 เรื่องความหลากหลายของสิ่งมีชีวิต ..... | 175  |
| หน่วยที่ 2 สิ่งมีชีวิตเซลล์เดียว .....            | 179  |
| หน่วยที่ 3 สิ่งมีชีวิตหลายเซลล์ .....             | 185  |



หน้าปกหนังสือเทคโนโลยีความจริงเสมือน



คำแนะนำวิธีการใช้หนังสือเทคโนโลยีความจริงเสมือน

**คู่มือการใช้หนังสือเทคโนโลยีความจริงเสมือน**  
**กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์**  
**เรื่อง ความหลากหลายทางชีวภาพ**  
**(Biodiversity)**

วิธีใช้งานโปรแกรม hp reveal

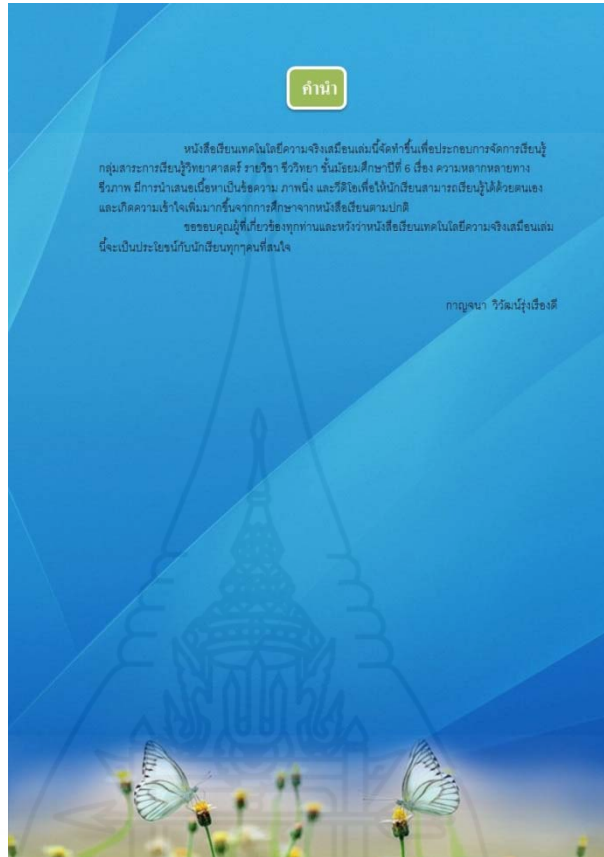
1. แอปพลิเคชัน hp reveal สามารถใช้ได้กับอุปกรณ์ประเภทสมาร์ตโฟนหรืออุปกรณ์คอมพิวเตอร์พกพาต่างๆ ที่ใช้ระบบปฏิบัติการไอโอเอสและแอนดรอยด์
2. ทำการดาวน์โหลดและติดตั้งแอปพลิเคชัน hp reveal
  - ระบบปฏิบัติการ ios ดาวน์โหลดแอปพลิเคชันได้ที่ App store  
 แอปพลิเคชัน App store
  - ระบบปฏิบัติการ Android ดาวน์โหลดแอปพลิเคชันได้ที่ Play store  
 แอปพลิเคชัน Play store
3. เข้าแอปพลิเคชัน hp reveal โดยแตะที่สัญลักษณ์ของโปรแกรม



4. เข้าแอปพลิเคชัน โอนและที่สัญลักษณ์แอปพลิเคชัน แล้วทำการ LOG IN
5. เชื่อมผ่านระบบ ที่ชื่อค้นหาว่า KAJANA v.1.0 หลังจากนั้นก็เลือก FOLLOWING
6. เลือก แล้วนำมาร่างไปแสดงภาพที่มีสัญลักษณ์ ในหนังสือเรียนเทคโนโลยีความจริงเสมือน




## คำนำ





## สารบัญ

| สารบัญ   |    | หน้า |
|--|----|------|
| <b>หน่วยที่ 1 ความหลากหลายของสิ่งมีชีวิต</b>                 |    |      |
| ตอนที่ 1.1 องค์ประกอบของความหลากหลายทางชีวภาพ                | 1  | 1    |
| เรื่องที่ 1.1.1 ความหลากหลายทางพันธุกรรม                     | 1  | 1    |
| เรื่องที่ 1.1.2 ความหลากหลายของสปีชีส์                       | 1  | 1    |
| เรื่องที่ 1.1.3 ความหลากหลายของระบบนิเวศวิทยา                | 1  | 1    |
| ตอนที่ 1.2 การศึกษาความหลากหลายของสิ่งมีชีวิต                | 2  | 2    |
| เรื่องที่ 1.2.1 การจัดทำหมวดหมู่ของสิ่งมีชีวิต               | 3  | 3    |
| เรื่องที่ 1.2.2 ชื่อของสิ่งมีชีวิต                           | 4  | 4    |
| เรื่องที่ 1.2.3 การระบุชนิด                                  | 5  | 5    |
| ตอนที่ 1.3 ความหลากหลายทางชีวภาพในประเทศไทย                  | 6  | 6    |
| เรื่อง 1.3.1 สถานการณ์ความหลากหลายทางชีวภาพในประเทศไทย       | 6  | 6    |
| เรื่อง 1.3.2 การอนุรักษ์ความหลากหลายทางชีวภาพ                | 7  | 7    |
| เรื่องที่ 1.3.3 การอนุรักษ์ความหลากหลายทางชีวภาพ             | 8  | 8    |
| <b>หน่วยที่ 2 สิ่งมีชีวิตเซลล์เดียว</b>                      |    |      |
| ตอนที่ 2.1 กำเนิดของชีวิต                                    | 9  | 9    |
| เรื่องที่ 2.1.1 กำเนิดเซลล์โพรคาริโอต                        | 10 | 10   |
| เรื่องที่ 2.1.2 กำเนิดเซลล์ยูคาริโอต                         | 10 | 10   |
| ตอนที่ 2.2 อณูชีวโมเลกุล                                     | 11 | 11   |
| เรื่องที่ 2.2.1 ลักษณะทั่วไปของสารก่อการมีชีวิตของแบคทีเรีย  | 11 | 11   |
| เรื่อง 2.2.2 ขั้นตอนการสังเคราะห์โปรตีน                      | 12 | 12   |
| เรื่องที่ 2.2.3 ซึ่สังเคราะห์กรดไขมัน                        | 13 | 13   |
| ตอนที่ 2.3 อณูชีววิทยาวิวัฒนาการ                             | 15 | 15   |
| เรื่องที่ 2.3.1 ลักษณะทั่วไปของสารก่อการมีชีวิตของโพรคาริโอต | 15 | 15   |
| เรื่องที่ 2.3.2 ความหลากหลายของโพรคาริโอต                    | 15 | 15   |
| <b>หน่วยที่ 3 สิ่งมีชีวิตหลายเซลล์</b>                       |    |      |
| ตอนที่ 3.1 อณูชีววิทยา                                       | 21 | 21   |
| เรื่องที่ 3.1.1 ลักษณะของพืช                                 | 21 | 21   |
| เรื่องที่ 3.1.2 ความหลากหลายของสัตว์                         | 22 | 22   |
| ตอนที่ 3.2 อณูชีววิทยา                                       | 29 | 29   |
| เรื่องที่ 3.2.1 ลักษณะของพืช                                 | 29 | 29   |
| เรื่องที่ 3.2.2 ความหลากหลายของพืช                           | 29 | 29   |
| ตอนที่ 3.3 อณูชีววิทยา                                       | 32 | 32   |
| เรื่องที่ 3.3.1 ลักษณะของสัตว์                               | 32 | 32   |
| เรื่องที่ 3.3.2 ความหลากหลายของสิ่งมีชีวิตในอาณาจักรสัตว์    | 32 | 32   |
| บรรณานุกรม   | 45 | 45   |





## จุดประสงค์การเรียนรู้

**จุดประสงค์การเรียนรู้**

1. นักเรียนสามารถอธิบายเกี่ยวกับความหมายและองค์ประกอบความหลากหลายทางชีวภาพได้
2. นักเรียนสามารถอธิบายการศึกษาความหลากหลายของสิ่งมีชีวิต การจัดหมวดหมู่ของ สิ่งมีชีวิต ชื่อของสิ่งมีชีวิต และการระบุชนิดได้
3. นักเรียนสามารถอธิบายและสรุปเกี่ยวกับกำเนิดของชีวิต กำเนิดของเซลล์โพรคาริโอตและเซลล์ยูคาริโอตได้
4. นักเรียนสามารถอธิบาย และสรุปเกณฑ์ที่ใช้ในการจัดจำแนกสิ่งมีชีวิตออกเป็น โคนัมและอาณาจักร ลักษณะที่เหมือนและแตกต่างกันของสิ่งมีชีวิตในอาณาจักรมอนอราชาอาณาจักรโพรทิสตา อาณาจักรพืช อาณาจักรฟังไจ และอาณาจักรสัตว์ได้
5. นักเรียนสามารถอธิบาย และนำเสนอคุณค่าของความหลากหลายทางชีวภาพกับการใช้ประโยชน์ของมนุษย์ที่มีต่อสิ่งมีชีวิตอื่นได้
6. นักเรียนสามารถอธิบายสถานการณ์ความหลากหลายทางชีวภาพในประเทศไทยและผลกระทบจากการสูญเสียความหลากหลายทางชีวภาพได้





หน่วยที่ 1 ความหลากหลายของสิ่งมีชีวิต


**1.2.2 ชื่อของสิ่งมีชีวิต**

สิ่งมีชีวิตมีการกระจายพันธุ์เป็นวงกว้าง ดังนั้นสิ่งมีชีวิตชนิดเดียวกันจึงมีชื่อเรียกแตกต่างกันไปในแต่ละท้องถิ่น โดยชื่อท้องถิ่นจะแตกต่างกันไปตามภาษาถิ่น เช่น วานทองระเร่ ผักแตงกุ่มไม้ หรือ ตีตมาเป็นต้น เป็นต้น ผักขบขรา ต้นยางอินเดีย ไม้ฝรั่ง หรือต้นมะพร้าวไซโยย เช่น หลอดกล้วย เป็นต้น

ชื่อท้องถิ่นมีประโยชน์ในการเรียกชื่อสิ่งมีชีวิตในบริเวณประจำถิ่น เมื่อใช้สื่อสารกันคนต่างท้องถิ่นอาจมีความหมายไม่ตรงกัน เช่น มีชื่อเรียกเหมือนกันแต่อาจเป็นสิ่งมีชีวิตคนละชนิดกันก็ได้

ดังนั้นจึงได้มีการกำหนดชื่อเรียกสิ่งมีชีวิตเพื่อใช้ในการอ้างอิงเป็นระบบเดียวกัน โดยสิ่งมีชีวิตแต่ละชนิดจะมี **ชื่อวิทยาศาสตร์** (scientific name) 1 ชื่อเรียกเดียว

**คาร์ล ลินเนียส** (Carolus Linnaeus) ผู้ได้ริบการออกผลงานนิยามและอนุกรมวิธาน เป็นคนแรกที่เสนอชื่อวิทยาศาสตร์ของสิ่งมีชีวิต แบบ **ทวินาม** (binomial nomenclature) คือส่วนแรกเป็น **ชื่อสกุล** (generic name) ส่วนที่สองเป็น **ชื่อที่ระบุชนิด** (specific epithet) ที่ส่วนแรกและส่วนที่สองนี้จัดทำให้เป็นคำในภาษาละตินเสมอ




ภาพที่ 1-7 คาร์ล ลินเนียส

การเขียนชื่อวิทยาศาสตร์ คำแรกเป็นต้นด้วยตัวพิมพ์ใหญ่ ส่วนคำหลังใช้ตัวพิมพ์เล็ก มีพื้นหลังสีแดงจากตัวต้นโดยใช้ตัวแรกของชื่อสกุลได้และขยายมีชื่อของสกุลหรือวิทยาศาสตร์กำกับไว้ด้วยเสมอเมื่อกล่าวถึงครั้งแรกในบทความ เช่น ข้าวมีชื่อวิทยาศาสตร์ว่า

**Oryza sativa Linn**

คำว่า Linn. เป็นชื่อของ Carolus Linnaeus ซึ่งเป็นผู้ตั้งชื่อการกำหนดชื่อวิทยาศาสตร์ที่ได้ใช้กันและของสิ่งมีชีวิตหรือสถานที่ค้นพบ เช่น โคนไม้สำหรับในประเทศไทยเป็นชนิดใหม่ของโลก มีชื่อวิทยาศาสตร์ว่า *Phyllanthus niruri* และชื่อวิทยาศาสตร์คือ *Phyllanthus niruri* (L.) Poiteau ชื่อวิทยาศาสตร์นี้ใช้กันอยู่ทั่วไปในชื่อวิทยาศาสตร์ของพืชชนิดนี้




ภาพที่ 1-8 ก. ข้าว ข. ข้าวสีเบญจ

**1.2.3 การระบุชนิด**

การที่หาความแตกต่างของสิ่งมีชีวิต นักวิทยาศาสตร์ จะต้องระบุชนิดของสิ่งมีชีวิตนั้นโดยการทำเครื่องหมายเฉพาะหรือระบุชื่อของสิ่งมีชีวิตนั้นโดยพิจารณาจากลักษณะที่ปรากฏ หากพบว่า เป็นสิ่งมีชีวิตที่ไม่เคยถูกจัดจำแนกหรือชื่อมาก่อน ก็จะศึกษาเพื่อจัดจำแนกและตั้งชื่อต่อไปหรือมีชื่อที่ขึ้นกับการระบุชื่อของสิ่งมีชีวิต คือ **ไคโตโลยี** (ichthology key)

ตัวอย่างเช่นได้แก่สิ่งมีชีวิตที่มีกระดูกสันหลัง



ภาพที่ 1-9 กลุ่มสัตว์ที่มีกระดูกสันหลัง

**ไคโตโลยีของสัตว์มีกระดูกสันหลัง**

- 1 ก มีขน ..... คู่ข้อ 2
- 1 ข ไม่มีขน ..... คู่ข้อ 3
- 2 ก ขนเป็นเส้น (ขน) ..... สัตว์เลี้ยงลูกด้วยนม
- 2 ข ขนเป็นแผ่นแบนขนนก (feather) ..... สัตว์ปีก
- 3 ก มีวิบและช่องเหงือก ..... คู่ข้อ 4
- 3 ข ไม่มีที่กั้นช่องเหงือก ..... คู่ข้อ 5
- 4 ก มีแผ่นกระดูกของเหงือก มีช่องเหงือก 1 ช่อง ..... ปลากระดูกแข็ง
- 4 ข ไม่มีแผ่นกระดูกของเหงือก มีช่องเหงือก 5-7 ช่อง ..... ปลากระดูกอ่อน
- 5 ก ผิวหนังมีเกล็ด ..... สัตว์เลื้อยคลาน
- 5 ข ผิวหนังไม่มีเกล็ด ..... สัตว์สะเทินน้ำสะเทินบก



## หน่วยที่ 1 ความหลากหลายของสิ่งมีชีวิต

1.3.3 การอนุรักษ์ความหลากหลายทางชีวภาพ

1. จัดระบบนิเวศให้ใกล้เคียงธรรมชาติ โดยฟื้นฟูหรือพัฒนาพื้นที่เสื่อมโทรมให้มีความหลากหลายทางชีวภาพไม่มากก็พอ



รูปที่ 1-13 ความหลากหลายทางชีวภาพในบึงพระเช็ด จังหวัดนครสวรรค์  
ที่มา: <http://www.manager.co.th/Travel/ViewNews.aspx?NewsID=955000018516>

2. จัดให้มีศูนย์อนุรักษ์หรือรักษาสิ่งมีชีวิตนอกถิ่นกำเนิด เพื่อเป็นที่พึ่งชั่วคราวที่ปลอดภัย ก่อนนำกลับไปสู่ธรรมชาติ เช่น สวนพฤกษศาสตร์ ศูนย์เพาะเลี้ยงสัตว์น้ำจืด เป็นต้น
3. ส่งเสริมการเกษตรแบบอินทรีย์ปลอดภัย และใช้ดินมีเชื้อจุลินทรีย์ในดินที่ปลอดภัย เพื่อไม่พินาศและสัตว์หลายสายชนิดมาอาศัยอยู่ร่วมกัน ซึ่งเป็นกรอนุรักษ์ความหลากหลายทางชีวภาพได้



รูปที่ 1-14 การปลูกป่าชุมชน  
ที่มา: [http://www.doninproperty.com/post/สวนเกษตรอินทรีย์ปลอดภัยสร้างมาจากระบบคาร์บอน-4000-ตันต่อไร่ \(ฉบับ 1\)](http://www.doninproperty.com/post/สวนเกษตรอินทรีย์ปลอดภัยสร้างมาจากระบบคาร์บอน-4000-ตันต่อไร่ (ฉบับ 1))  
<http://www.kunakunshot.blogspot.com/> (ภาพซ้าย) <http://www.doninproperty.com/2012/09/15/entry-13813.html>





## หน่วยที่ 2 สิ่งมีชีวิตเซลล์เดียว

**2. สิ่งมีชีวิตเซลล์เดียว**

**2.1 การกำเนิดของชีวิต**

**2.1 การกำเนิดของชีวิต**

ในปี พ.ศ. 2467 นักชีวเคมีชาวรัสเซีย **เอ ไอ โอลาฮิน** (A.I. Oparin) ได้เสนอแนวคิดที่ว่า สิ่งมีชีวิตไม่สามารถเกิดขึ้นได้เองในช่วงเวลาสั้นๆ เพียงชั่วขณะเดียว แต่ต้องใช้เวลาอย่างมากโดยกระบวนการวิวัฒนาการตามลำดับขั้นๆ เป็นการสังเคราะห์โดยอินทรีย์จากโมเลกุลง่ายๆ เป็นโมเลกุลที่ซับซ้อนขึ้น แนวคิดกำเนิดของชีวิตแบบนี้มีลักษณะคล้ายกับขั้นตอนต่างๆ ดังภาพที่ 2-1



ภาพที่ 2-1 แนวคิดกำเนิดของสิ่งมีชีวิตโมเลกุลของโอลาฮิน

ก. บรรยากาศของโลกในยุคแรกๆ มีแก๊สพวก  $N_2$ ,  $H_2$ ,  $CH_4$  จากแก๊สที่เกิดจากปฏิกิริยาของภูเขาไฟระเบิด  
ข. เกิดโมเลกุลของสารอะมีน น้ำตาล กรดไขมัน กรดอะมิโน  
ค. เกิดโมเลกุลของกรดอะมิโนเชิงซ้อน วิตามิน โปรตีนและกรดนิวคลีอิก ง. เป็นปรากฏการณ์แรกของการเกิดชีวิต

ในปี พ.ศ. 2496 **สแตนลีย์ มิลเลอร์** (Stanley Miller) ได้ทำการทดลองเพื่อพิสูจน์แนวคิดของโอลาฮิน โดยแสดงให้เห็นว่าสารประกอบอย่างง่ายของสิ่งมีชีวิต เช่น กรดอะมิโน กรดอินทรีย์ ชนิดอื่นและสารอินทรีย์อื่นๆ สามารถเกิดขึ้นได้จากในหลอดทดลองที่จำลองเป็นสภาวะของโลกในระยะเวลาสั้น คือไม่มีออกซิเจน และมีฟ้าผ่าแทนแสงอาทิตย์ นำเสนอวิธีได้โดยเจน โอลีย์มิลเลอร์ตามภาพที่ 2-2



ภาพที่ 2-2 มิลเลอร์และยูรีย์ในการทดลอง เพื่อพิสูจน์แนวคิดของโอลาฮิน

**คณาจารย์ดี ฟอกซ์** (Sidney Fox) นักชีวเคมีชาวอเมริกันและคณะได้แสดงให้เห็นว่าเซลล์ที่มาจากสิ่งมีชีวิตจะไม่มีให้เห็นในหลอดทดลองเลย แต่มีโมเลกุลประกอบที่คล้ายกับเซลล์ของสิ่งมีชีวิต เช่น มีการจับตัวเป็นก้อน สามารถเพิ่มจำนวนโดยการแตกและมีการรวมการแบ่งของก้อนที่จับตัวเป็นก้อน



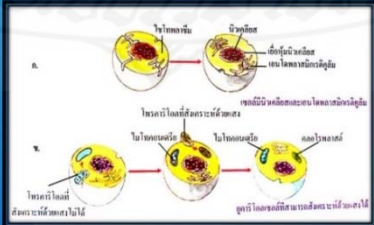
ภาพที่ 2-3 การเกิดเซลล์ต้นมาจากโมเลกุลของกรดอะมิโน

**2.1.1 การกำเนิดของเซลล์โพรทิสโต**

นักวิทยาศาสตร์สันนิษฐานว่าสิ่งมีชีวิตที่มีวิวัฒนาการจากเซลล์ไม่อาจจะเป็นสิ่งมีชีวิตที่มีเซลล์โพรทิสโต เช่น แบคทีเรีย เนื่องจากบรรพบุรุษของสิ่งมีชีวิตที่มีเซลล์โพรทิสโตเกิดขึ้นก่อนที่สิ่งมีชีวิตที่ตนน่าจะดำรงชีวิตแบบไม่ใช้ออกซิเจนและไม่สามารถดำรงชีวิตในสภาวะที่มีออกซิเจนได้เป็นต้นกำเนิด ดังนั้นจึงมีวิวัฒนาการของเซลล์ที่มีลักษณะพิเศษเฉพาะในเซลล์ของยูคาริโอตที่เรียกว่าเยื่อหุ้มเซลล์ ซึ่งได้ปริมาณของแก๊สออกซิเจนในบรรยากาศเพิ่มขึ้นอย่างมาและเป็นที่รู้จักที่ชื่อการเกิดวิวัฒนาการเป็นสิ่งมีชีวิตที่มีเซลล์ยูคาริโอตในปัจจุบัน

**2.1.2 กำเนิดของเซลล์ยูคาริโอต**

ถ้าเขียนรวมมาแล้วว่าลักษณะที่เด่นชัดของเซลล์ยูคาริโอตคือ มีสารพันธุกรรมอยู่ในนิวเคลียส ซึ่งแตกต่างจากเซลล์โพรทิสโตที่สารพันธุกรรมแขวนลอยในไซโทพลาซึม นอกจากนี้ในเซลล์ยูคาริโอตยังมีไมโทคอนเดรียที่มีดีเอ็นเอ เช่น ไมโทคอนเดรีย คลอโรพลาสต์และไลโซโซมอีกด้วย



ภาพที่ 2-4 กำเนิดของเซลล์ยูคาริโอต

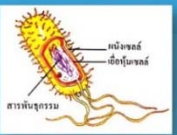
ก. การกำเนิดของยูคาริโอตแบบซิมไบโอติกและแบบเอนโดซิมไบโอติก  
ข. การกำเนิดของเซลล์ยูคาริโอตแบบเอนโดซิมไบโอติก

จากภาพแสดงกำเนิดของเซลล์ยูคาริโอต พบว่าการเจริญของเยื่อหุ้มเซลล์เข้าไปในเซลล์ต้นแบบของบริเวณที่สารพันธุกรรมอยู่จึงจัดเป็นนิวเคลียสทำให้สิ่งมีชีวิตยูคาริโอตและแบบโพรทิสโตแตกต่างกันโดยสิ้นเชิง ในขณะที่โพรทิสโตและเซลล์โพรทิสโตที่กำเนิดจากเซลล์โพรทิสโตจะแตกต่างกันไปโดยตัวเซลล์ยูคาริโอตโพรทิสโตขนาดเล็กมีรูปร่างและลักษณะที่คล้ายกับเซลล์ของสัตว์ เช่น ไมโทคอนเดรียและคลอโรพลาสต์สามารถแบ่งตัวเพิ่มจำนวนได้โดยมีเยื่อหุ้มที่บรรจุดีเอ็นเอในกระบวนการถ่ายทอดพันธุกรรม มี DNA และโปรตีนโพรทิสโตคล้ายกับแบคทีเรีย

หน่วยที่ 2 สิ่งมีชีวิตเซลล์เดียว

**2.2 อาณาจักรมอนเอรา**


สิ่งมีชีวิตในอาณาจักรมอนเนรา (Kingdom Monera) หรือ เดิมทีสิ่งมีชีวิตในอาณาจักรนี้ว่าแบคทีเรีย ที่รู้จักและสามารถจำแนกชนิดได้มีประมาณ 5,000 ชนิด แต่นักวิทยาศาสตร์ได้ประมาณว่ามีจำนวนมากถึง 4 ล้านชนิด แบคทีเรียเป็นสิ่งมีชีวิตที่สามารถอยู่ในสภาพแวดล้อมที่หลากหลาย ไร้ขีด จำกัด และมีคุณสมบัติเฉพาะตัวที่ไม่สามารถพบในสิ่งมีชีวิตอื่น ๆ สิ่งมีชีวิตเหล่านี้มีความสามารถในการดำรงชีวิตอยู่ในระบบนิเวศที่มีความหลากหลายด้วย



ภาพที่ 2-5 โครงสร้างของแบคทีเรีย

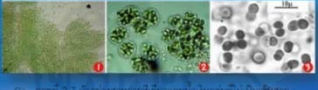
**2.2.1 ลักษณะรูปร่างและการดำรงชีวิตของแบคทีเรีย**

แบคทีเรียเป็นสิ่งมีชีวิตเซลล์เดียวที่มีขนาดเล็กระหว่าง 1-5 ไมโครเมตร มีนิวเคลียสเป็นสารประกอบเหลวที่ไม่มีเยื่อหุ้ม เยื่อหุ้มเซลล์ และไม่มีเยื่อหุ้มเยื่อหุ้มเซลล์ เช่น คลอโรพลาสต์ ไมโทคอนเดรีย เป็นต้น แบคทีเรียที่พบส่วนใหญ่มี เซลล์เดี่ยวหรืออาจรวมกันเป็นกลุ่มหรือเป็นสายที่เรียกว่า **รูปทรงกลม (cocci)** **รูปทรงแท่ง (bacilli)** และ **รูปทรงเกลียว (spirilla)** ดังภาพที่ 2-6



ภาพที่ 2-6 แบคทีเรียรูปทรงต่างๆ


แบคทีเรียมีกระบวนการเมแทบอลิซึมในการดำรงชีวิตที่หลากหลาย หลายชนิดสามารถดำรงชีวิตโดยการสังเคราะห์แสงได้โดยใช้พลังงานแสง เช่น ไฮโดรเจนแบคทีเรียที่ใช้พลังงานจากปฏิกิริยาเคมี เช่น ซัลเฟอร์แบคทีเรีย จุลินทรีย์ส่วนใหญ่สร้างอาหารไม่ได้ จึงต้องดำรงชีวิตโดยกินอาหารที่พบในสิ่งแวดล้อมได้แก่ แบคทีเรียและสิ่งมีชีวิตอื่นที่ไม่สามารถสร้างอาหารด้วยตัวมันเอง



ภาพที่ 2-7 ตัวอย่างของสาหร่ายสีน้ำเงินและสาหร่ายสีน้ำเงิน-เขียว

1. Microcystis sp. ([www.cyanobio.bio.gundar.edu.au](http://www.cyanobio.bio.gundar.edu.au))  
 2. Spirulina sp. ([www.spirulina.gov/](http://www.spirulina.gov/))  
 3. Synechococcus sp. ([www.biologie.uni-hamburg.de/](http://www.biologie.uni-hamburg.de/))


จากการศึกษาวิวัฒนาการของแบคทีเรีย โดยการศึกษารหัสพันธุกรรมของ DNA/RNA รวมทั้งการประกอบของผนังเซลล์และเยื่อหุ้มเซลล์ ทำให้จำแนกแบคทีเรียออกเป็น 2 กลุ่มใหญ่คือ **อาณาจักรย่อยอาร์เคียแบคทีเรีย (Archaeobacteria)** และ **อาณาจักรย่อยแบคทีเรีย (Bacteria)** (Bacteria) มีผลจากการจัดหมวดหมู่ของแบคทีเรียในระดับใหม่โดยนักวิทยาศาสตร์ที่นำโดย คาร์ล วอน ลินเนียส ได้ตั้งในบทเรียนนี้ไว้จำแนกแบคทีเรียออกเป็นกลุ่มตามสายวิวัฒนาการดังนี้



ภาพที่ 2-8 สายวิวัฒนาการของแบคทีเรีย

**2.2.2 อาณาจักรย่อยอาร์เคียแบคทีเรีย**

อาร์เคียแบคทีเรีย เป็นแบคทีเรียที่มีผนังเซลล์ที่ไม่มีเพปไทโดไกลแคน สามารถดำรงชีวิตในสภาพแวดล้อมที่มีอุณหภูมิสูงสามารถดำรงชีวิตอยู่ในสภาพแวดล้อมที่เย็นจัด ในบริเวณที่มีความเป็นกรดสูงและบริเวณที่มีกำมะถันเป็นพิษ อาร์เคียแบคทีเรียแบ่งออกเป็น 2 กลุ่ม คือ **กลุ่มฮาโลฟิลิก (Halobacteriota)** ซึ่งดำรงชีวิตในสภาพแวดล้อมเค็มจัด และ **กลุ่มเทอร์โมฟิลิก (Thermobacteriota)** ซึ่งชอบอุณหภูมิสูงและกรดจัด



ภาพที่ 2-9 อาร์เคียแบคทีเรีย  
 ก. อาร์เคียแบคทีเรียฮาโลฟิลิก (Halobacterium) ความเป็นกรดสูง  
 ข. อาร์เคียแบคทีเรียเทอร์โมฟิลิก (Thermobacterium) ความเป็นกรดสูง  
 ค. อาร์เคียแบคทีเรียฮาโลฟิลิก (Halobacterium) ความเป็นกรดสูง

# หน่วยที่ 2 สิ่งมีชีวิตเซลล์เดียว

**2.2.3 สาขาน้ำจืดของแบคทีเรีย**

แบคทีเรียที่สามารถพบได้ในดิน น้ำ อากาศ อาหาร และในวัชพืชของสิ่งมีชีวิตอื่น สามารถพบได้ทั้งในน้ำจืด น้ำจืด น้ำกร่อย ในธารน้ำแข็ง หรือแม้กระทั่งแหล่งน้ำพุร้อน เป็นต้น นอกจากนี้แบคทีเรียยังมีกระบวนการแลกเปลี่ยนก๊าซในการดำรงชีวิตที่หลากหลาย จึงอาจกล่าวได้ว่าเป็นสิ่งมีชีวิตที่มีบทบาทสำคัญต่อระบบนิเวศ แบคทีเรียแบ่งเป็นกลุ่มใหญ่ๆ ได้ดังนี้

- 1. กลุ่มโรทีโอแบคทีเรีย (Rotobacteria)** เป็นแบคทีเรียที่มีการแยกตัวมาจากยูคาริโอตและกระบวนการแลกเปลี่ยนก๊าซที่แตกต่างจากยูคาริโอตสามารถสังเคราะห์ด้วยแสงได้คล้ายพืช บางกลุ่มสามารถดำรงชีวิตโดยใช้ไฮโดรเจนซัลไฟด์ (H<sub>2</sub>S) และไฮโดรเจนซัลไฟด์ในกระบวนการที่เรียกว่าสังเคราะห์แสง เช่น เชื้อแบคทีเรียโรทีโอแบคทีเรีย (purple sulfur bacteria) บางกลุ่มมักพบอาศัยร่วมกับสาหร่ายในสภาพน้ำจืดเป็นสารประกอบไฮโดรเจนในดิน ซึ่งเป็นประโยชน์ต่อการเจริญเติบโตของพืช เช่น *Pinus sp.* ในป่าพรุของพื้นที่พรุภูมิลี เป็นต้น
- 2. กลุ่มคลอสทริเดียม (Clostridium)** เป็นแบคทีเรียแกรมลบที่เป็นโปรตีนในเซลล์และทำให้อินทรีย์วัตถุคatabolic เป็นแก๊ส ไบโอดีเจนหรือแก๊สพิษ เป็นต้น
- 3. กลุ่มสปิโรเชตัส (Spirochetes)** เป็นแบคทีเรียแกรมลบที่มีรูปร่างคล้าย มีวาลอนประมาณ 0.25-2 มิลลิเมตร กลุ่มนี้มักเป็นสาเหตุของโรคต่างๆ เช่น โรค Lyme disease เป็นต้น
- 4. แบคทีเรียแกรมบวก (Gram-positive)**

**คลอสทริเดียม** เป็นกลุ่มของโรทีโอแบคทีเรียที่พบมากที่สุดในดิน อากาศ และในสิ่งมีชีวิตสามารถผลิตแก๊สได้ เช่น *acetobacter sp.* ซึ่งสามารถใช้ในการหมักอาหารหลายชนิด เช่น การทำเนย ชีส และโยเกิร์ต เป็นต้น การเจริญเติบโตของ *acetobacter sp.* ใช้สารที่มีกำมะถัน เช่น ซัลเฟอร์ไดออกไซด์ (S<sub>2</sub>) และคาร์บอนไดออกไซด์ (CO<sub>2</sub>) เป็นต้น

**สเตรปโตคอคคัส** เป็นแบคทีเรียแกรมบวกที่มีรูปร่างเป็นรูปท่อนสั้น เป็นเส้น แบคทีเรียกลุ่มนี้สามารถสังเคราะห์ไฮโดรเจนซัลไฟด์ได้ และสามารถสังเคราะห์ไฮโดรเจนซัลไฟด์ได้จากคาร์บอนไดออกไซด์ที่ผลิตโดยพืชและบางชนิดเป็นสาเหตุทำให้เกิดโรคในสัตว์




ภาพที่ 2-10 Pinus sp. ในป่าพรุภูมิลี



ภาพที่ 2-11 แบคทีเรียแกรมบวก

แบคทีเรียแกรมบวกอีกกลุ่มหนึ่ง เป็นกลุ่มที่ไม่มีผนังเซลล์แต่มีเยื่อหุ้มเซลล์ที่ประกอบด้วยชั้นของไขมัน ได้แก่ **ไมโคพลาสมา (Mycoplasma)** เป็นสิ่งที่มีขนาดเล็กที่สุดประมาณ 0.2-0.3 ไมครอนสามารถเจริญและเติบโตได้ในสภาพแวดล้อมที่ ส่วนใหญ่ไม่ก่อให้เกิดอันตรายต่อสิ่งมีชีวิตอื่น แต่มีบางชนิดที่ก่อโรคในสัตว์และโรคระบาดในคนและวัว




ภาพที่ 2-12 แบคทีเรียแกรมบวก  
ก. รูปร่างของ *Spirillum volutans* sp.  
ข. เส้นโคโรนาของ *Spirillum* sp.

ภาพที่ 2-13 ไมโคพลาสมา

- 5. โอลิโกแบคทีเรีย (Oligobacteria)** เป็นแบคทีเรียที่สามารถสังเคราะห์ด้วยแสงได้ ไม่มีการมีเซลล์ที่เคลือบ และไรโบซอมและดีเอ็นเอไม่มีเยื่อหุ้มในหลายๆชนิด ที่อยู่ในเซลล์ พบแพร่กระจายในสภาพแวดล้อมที่หลากหลายทั้งในทะเลน้ำจืด น้ำเค็ม บางชนิดที่พบในน้ำพุร้อน และบางครั้งพบในน้ำจืดของมหาสมุทร เป็นต้น จากหลักฐานทางพันธุกรรมที่ได้อาจบ่งชี้ว่าสาขานี้มีความสัมพันธ์กับโอลิโกแบคทีเรียที่อยู่ในบรรพบุรุษร่วมกัน มาจากสิ่งมีชีวิตยุคแรกและก่อให้เกิดวิวัฒนาการของสิ่งมีชีวิตหลายชนิดโดยใช้พลังงานปฏิกิริยา

โอลิโกแบคทีเรียเป็นกลุ่มสิ่งมีชีวิตที่อยู่ในระบบนิเวศและบางชนิดสามารถสังเคราะห์ไฮโดรเจนในอากาศได้เป็นสารประกอบในเซลล์และ **แอนาบีนา (Anabaena)** **นอสตอค (Nostoc)** และ **ออสซิลลาตารี (Oscillatoria)**



ภาพที่ 2-14 โอลิโกแบคทีเรีย ออสซิลลาตารี



# หน่วยที่ 2 สิ่งมีชีวิตเซลล์เดียว

**2.3 อาณาจักรโพรทิสตา**

**2.3.1 ลักษณะรูปร่างและการดำรงชีวิตของโพรทิสต์**

โพรทิสต์เป็นยูคาริโอตกลุ่มแรกที่มีวิวัฒนาการมาจากเซลล์โพรทิสต์โดยมีประมาณ 2 พันล้านปีที่ผ่านมา และไม่มีวิวัฒนาการไปตามสภาพแวดล้อมที่ดำรงชีวิตอยู่จนกระทั่งเป็นสิ่งมีชีวิตที่มีความหลากหลายมากที่สุดในปัจจุบัน โพรทิสต์มีความแตกต่างกับสิ่งมีชีวิตเซลล์เดียวอื่นๆ เช่น อะมีบา จนถึงสิ่งมีชีวิตหลายเซลล์ธรรมดา โพรทิสต์ที่โครงสร้างซับซ้อน และเซลล์เหล่านั้นไม่พัฒนาไปเป็นเนื้อเยื่อ สารประกอบเซลล์ อันมีวิวัฒนาการส่วนใหญ่ เป็นสิ่งมีชีวิตเซลล์เดียวสามารถดำรงชีวิตอยู่ได้เหมือนสิ่งมีชีวิตหลายเซลล์

โพรทิสต์ส่วนใหญ่ทั่วไปเป็นริ้วแบนๆ หรือลำใย และไม่มีหางหรือขา มีการใช้ของแข็งในกระบวนการเคลื่อนที่ เช่น ในบางชนิดที่อยู่ในสภาพแวดล้อมที่มีออกซิเจน กระบวนการเคลื่อนที่ของสิ่งมีชีวิตเหล่านี้จะเกิดขึ้นภายในโครงสร้างที่มีชื่อเรียกว่าแฟลเจลลัมหรือแฟลเจลลูลัมหรือแฟลเจลลัม (flagellum) ซึ่งดำรงชีวิตที่ขอบหรือระนาบการอยู่ร่วมกันแบบ**การที่เพิกงัน** (trophont) หรืออาจดำรงชีวิตแบบ**สภาวะปรสิต** (parasitism) ซึ่งพวกที่ดำรงชีวิตแบบภาวะปรสิตนั้นทำให้เกิดโรคร้ายแรง เช่น โรคมาลาเรีย เป็นต้น



ภาพที่ 2-15 โพรทิสต์ในหลอดน้ำ

**2.3.2 ความหลากหลายของโพรทิสต์**

ในการจำแนกสิ่งมีชีวิตในเขตริ้วแบนนี้ไม่ได้พิจารณาอยู่ในระดับโพธิ์ เนื่องจากโพรทิสต์มีความหลากหลายมาก และมีลักษณะที่เกี่ยวกับโพรทิสต์อื่นๆ ทำให้การพิจารณาของโพรทิสต์มีการเปลี่ยนแปลงและจำแนกเป็นโพธิ์ใหม่ๆ อยู่เสมอเมื่อมีการศึกษาเพิ่มเติมเกี่ยวกับโพรทิสต์ ดังนั้นจึงนับโพรทิสต์ออกเป็นอนุกรมสายวิวัฒนาการดังภาพที่ 2-16



ภาพที่ 2-16 สายวิวัฒนาการของโพรทิสต์

**1. สิ่งท่อน้ำคาว (Diplomonadida) และพาราบาซาลา (Parabasalida)** เป็นกลุ่มของโพรทิสต์ที่เป็นเซลล์เดียวโดยที่ไม่มีออร์แกเนลล์ คือ ไม่มีไมโทคอนเดรีย ว่างานของเซลล์อาศัยอยู่มีกลไกที่แตกต่างและซับซ้อน เป็นต้น อาจเป็นได้ว่าโพรทิสต์กลุ่มนี้ปรับตัววิวัฒนาการจากบรรพบุรุษของยูคาริโอต ซึ่งการไปอยู่ที่สิ่งมีชีวิตอื่นแบบหนึ่งๆ โดย **สิ่งท่อน้ำคาว** (Diplomonadida) มีเซลล์ของเซลล์เดียว มีนิวเคลียส 2 อัน ตัวอย่างเช่น *Gardoa lamellosa* (เป็นปรสิตในลำไส้ของคอบและ**พาราบาซาลา** (parabasalida) มีสภาพคล้ายกับสิ่งมีชีวิตที่มีลักษณะเป็นเซลล์เดียวเช่นสัตว์จำพวก**โตรีโตนินท์** (trichonymph) พืชอาศัยอยู่ในลำไส้ของสัตว์จำพวกบงการระพื้เท่านั้น โดยที่บางชนิดของเซลล์เหล่านี้ไม่ได้มีปลอกและ**โตรีโตนินท์** (trichonymph) เป็นโพรทิสต์ที่ก่อให้เกิดอาการคันซึ่งในของคอบคอบ เป็นต้น



ภาพที่ 2-17 ก. โตรีโตนินท์ของคอบคอบ ค. พาราบาซาลา (Gardoa sp.)

**2. ยูกลีนาซี (Euglenozoa)** เป็นโพรทิสต์กลุ่มที่ค่อนข้างมีทั้งเซลล์เดียว เช่น ยูกลีนาและอะพริซันใน **ยูกลีนาซี** (Euglenozoa) เป็นโพรทิสต์เซลล์เดียวที่มีสารสีในเซลล์และเซลล์ที่โกล่ง จึงสามารถดำรงชีวิตเป็นผู้ผลิตที่มีแสงและเมื่อไม่มีแสงดำรงชีวิตเป็นผู้บริโภค**สปอต** (eye spot) ในการหลบแสงของคอบคอบ **ทริพานาโซโซ** (Trypanosomatida) เป็นโพรทิสต์ที่ดำรงชีวิตเป็นปรสิตในเลือดของสัตว์มีกระดูกสันหลัง ทำให้เกิดโรคร้ายหลายชนิด



ภาพที่ 2-18 ยูกลีนา



# หน่วยที่ 2 สิ่งมีชีวิตเซลล์เดียว

**ไดอะตอม (Diatom)** เป็นสาหร่ายที่มีสารพิษเดียวที่พบบ่อยในสาหร่ายสีน้ำตาล ทำให้มีเปลือกหรือน้ำหนักแห้งเฉลี่ย มีผนังเซลล์ประกอบด้วยซิลิกา ไดอะตอมพบปริมาณมากที่สุดในแหล่งน้ำจืดและน้ำเค็ม เป็นแหล่งอาหารที่สำคัญของสิ่งมีชีวิตในระบบนิเวศทางทะเลในรูปของน้ำขึ้น ชาวทะเลมีชื่อเรียกอีกอย่างกับกินบางๆ จะกลายเป็นส่วนต่อพันต้นได้เช่นกัน ที่เรียกว่า**ไดอะตอมและเซียมอิฐ (Diatomaceous earth)** เป็นผลผลิตรวมของสาหร่ายและน้ำขึ้น ซึ่งนำมาใช้ประโยชน์ในการทำสีผงและยาฆ่าเชื้อต่างๆ



ภาพที่ 2-24 ไดอะตอมชนิดหนึ่ง

**5. ไฟโตไดตรู (Phycoerythrin) หรือไฟโคโรทีน** เป็นรงควัตถุที่พบในสาหร่ายสีแดง (red algae) มีสารสีไฟโคโรทีน (phycoerythrin) และไฟโคไซยานิน (phycocyanin) แยกออกจากสารขายอนิน คือ ไม่มีอะตอมไนโตรเจนในโมเลกุลของรงควัตถุเหล่านี้ มีอะตอมไนโตรเจนในโมเลกุลของรงควัตถุที่รู้จักกันดีคือ **ซีนัย หรือคลอโรฟิลา (Porphyra sp.)** นำมาทำเป็นอาหาร **สาหร่ายแอมะเนจิกอราซิเลีย (Gracilaria sp.)** ใช้เลี้ยงกุ้ง เป็นต้น



ภาพที่ 2-25 สาหร่ายสีแดง

เว็บไซต์: [https://commons.wikimedia.org/wiki/File:SAF01\\_000\\_0002C\\_South\\_East\\_Island\\_Three\\_Kings\\_Islands\\_PA111328.JPG](https://commons.wikimedia.org/wiki/File:SAF01_000_0002C_South_East_Island_Three_Kings_Islands_PA111328.JPG)

**6. คลอโรไดตรู (Chlorophyta) หรือไฟโคไรต์** กลุ่มนี้เรียกว่า**สาหร่ายสีเขียว (green algae)** มีลักษณะคล้ายพืชในน้ำ มีโครงสร้างเซลล์และส่วนประกอบของสารสี คือ คลอโรฟิลล์ a, คลอโรฟิลล์ b และแซนโทฟิลล์ปริมาณน้อยซึ่งพบบ่อยในแหล่งน้ำจืด สาหร่ายสีเขียวที่พบในน้ำเค็ม เป็นแหล่งอาหารที่สำคัญของสัตว์น้ำและช่วยเพิ่มปริมาณออกซิเจนในแหล่งน้ำจืด สาหร่ายสีเขียวที่พบบ่อยในน้ำเค็มคือ **คลอโรเซลลา (Chlorella sp.)** เป็นสาหร่ายสีเขียวเซลล์เดียวที่มีโปรตีนสูงและมีคาร์โบไฮเดรตเป็นอาหารสำหรับปลา **โพรทอยูเรีย (Protophyta sp.)** หรือสาหร่ายน้ำจืดเป็นกลุ่ม พบบริเวณที่มีอุณหภูมิเย็นหรือที่น้ำจืดในเขตเขตร้อนและเป็นกลุ่มที่อยู่ใน**สาหร่ายน้ำจืด (Chara sp.)** มีลักษณะคล้ายพืชชั้นสูง มีรากเป็นต้นที่โผล่ขึ้นสู่ผิวน้ำและสามารถกินได้



ภาพที่ 2-26 สาหร่ายสีเขียว ก. คลอโรเซลลา ข. สาหร่ายน้ำจืด ค. สาหร่ายน้ำจืด

**7. ไมซีโตซัว (Myxozoa)** หรือไฟโคโรทีนกลุ่มนี้รวมมีลักษณะเป็นริ้วและเซลล์หลายเซลล์หรือเป็นน้ำเหนียว มี 2 กลุ่ม คือราเมียมัยซอซัวและไมซีโตซัว (Myxozoa) ซึ่งเป็นเซลล์ที่มีหลายนิวเคลียส และราเมียมัยซอซัว (Cystodinium thomasi) เป็นเซลล์ที่มี 1 นิวเคลียสและเซลล์เดี่ยว ราเมียมัยซอซัวเป็นกลุ่มของสาหร่ายสำคัญในระบบน้ำจืด ตัวอย่างได้แก่**สโตนโอบีซิส (Stenobolus sp.)** **ไฟซาลัม (Physarum sp.)** เป็นต้น



ภาพที่ 2-27 ราเมียมัยซอซัว

นอกจากไฟโคโรทีน 7 กลุ่มที่ได้กล่าวมาแล้ว ยังมีไฟโคโรทีนอีกกลุ่มหนึ่งที่มีการศึกษาเกี่ยวกับวิวัฒนาการน้อยมาก ซึ่งก็คือมีพิริโรซัวซึ่งมีสถานะที่คลุมเครือในวิวัฒนาการของไฟโคโรทีนกลุ่มนี้ด้วย ได้แก่ **ไฟไฟโตซา (Pfiesteria)** เป็นไฟโคโรทีนที่มีการเคลื่อนตัวหรือกินอาหารโดยการสร้างลำเลียง เช่น แฮมโมรา ลำเลียงอยู่ใต้พื้นดิน แหล่งน้ำจืดและแหล่งน้ำเค็ม ส่วนใหญ่ดำรงชีวิตแบบอิสระแต่บางชนิดก็เป็นปรสิตที่สำคัญ เช่นไฟไฟโตซา (Pfiesteria) เป็นสาเหตุของโรคพิษเห็บในคน เป็นต้น



ภาพที่ 2-28 แฮมโมรา (Pfiesteria dubia)














หน่วยที่ 3 สิ่งมีชีวิตหลายเซลล์

**3.2 สาขาสีใจ**

สีใจ (flagellum) เป็นสิ่งมีชีวิตที่มีเซลล์เดียวและหลายเซลล์ที่ไม่ใช่พืชแบบเป็นต้นเดียว มีลักษณะคล้ายสาหร่ายในหลายด้าน โดยเฉพาะการใช้สารอาหารในคาร์โบไฮเดรต การเจริญเติบโตและการสืบพันธุ์

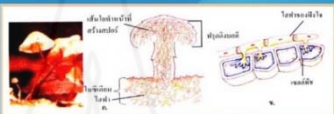
**3.2.1 ลักษณะของสีใจ**

สีใจชนิดในสาขาสีใจที่มีลักษณะร่วมกับพืช มีเซลล์ที่มีารไหลเป็นองค์ประกอบ มีการดำรงชีวิตแบบการระดมสายและบางชนิดเป็นปรสิตของสิ่งมีชีวิตอื่น



ภาพที่ 3-17 โครงสร้างของสีใจ ก. โครงสร้างสีใจแบบเซลล์ ข. โครงสร้างสีใจแบบเซลล์


สีใจมีการสืบพันธุ์แบบอาศัยเพศและไม่อาศัยเพศโดยการสร้างสปอร์ ลักษณะการสร้างสปอร์ในการสืบพันธุ์แบบอาศัยเพศจะใช้ในการจำแนกสีใจออกเป็นชนิดต่างๆ และมี สีใจลักษณะอาศัยเพศและการสืบพันธุ์แบบไม่อาศัยเพศเท่านั้น



ภาพที่ 3-18 ก. ลักษณะของสีใจ ข. โครงสร้างสีใจที่เป็นปรสิต

**3.2.2 ความหลากหลายของสีใจ**


สีใจมีผู้ศึกษาว่าจำนวนชนิดมีประมาณ 100,000 ชนิด และยังมีสีใจที่ยังไม่มีศึกษาอีกจำนวนมากที่คาดคะเนได้ก็จะมีจำนวนประมาณ 1 ล้านชนิดในน้ำจืด 1.5 ล้านชนิดในทะเลและของดึกดำบรรพ์



ภาพที่ 3-19 ความหลากหลายของสีใจ

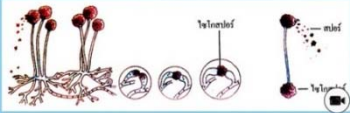
นักอนุกรมวิธานได้จำแนกสีใจออกเป็น 4 ไฟลัม ดังนี้

**ไฟลัมไคทไดโอนิดา (Phylum Chytridiomycota)** มีการสืบพันธุ์แบบอาศัยเพศและไม่อาศัยเพศ โดย การสร้างสปอร์ซึ่งสืบพันธุ์แบบอาศัยเพศใช้ในการเคลื่อนที่เป็นหลักฐานสนับสนุนว่าเป็นสิ่งมีชีวิตแรกที่มีวิวัฒนาการมาจากสัตว์ที่มีเซลล์เดียวที่เปลี่ยนเป็นสัตว์มีกระดูกสันหลัง ส่วนใหญ่อาศัยอยู่ในแหล่งน้ำ เป็นปรสิตในพืชและสัตว์ เชื่อกันว่าสาหร่ายน้ำใสได้วิวัฒนาการมาจากระบบนิเวศของสาหร่ายน้ำจืด



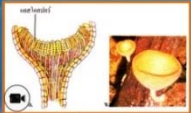
ภาพที่ 3-20 ไคทไดโอนิดา

**ไฟลัมไซโกไมโคตา (Phylum Zygomycota)** เป็นสีใจที่ดำรงชีวิตแบบต้นเดียว ตัวอ่อนของสีใจกลุ่มนี้เช่น จวดำ (Rhizopus sp.) เป็นราชินีบนขนมปัง ซึ่งถูกมองว่าเป็นหนึ่งในสาเหตุการเน่าเสียของอาหาร เช่น Rhizopus oryzae) บางชนิดยังได้ใช้โดยชาวจีนและอินเดียในพืช เป็นต้น สีใจกลุ่มนี้ส่วนใหญ่ไม่มีถิ่นอาศัย ในสภาพแวดล้อมในโรงงานจะมีการสืบพันธุ์แบบอาศัยเพศโดยการสร้าง **ไซโกสปอร์ (zygospore)**



ภาพที่ 3-21 ไซโกไมโคตา

**ไฟลัมแอสโคไมโคตา (Phylum Ascomycota)** เป็นสีใจที่มีจำนวนมากที่สุด พบทั้งในดิน แหล่งน้ำ และบนพืชต้น มีรูปร่างทั้งแบบต้นเดียวและหลายเซลล์ มีลักษณะที่พบในสภาพแวดล้อมการดำรง **แอสโคไมโคตา (Ascomycota)** ในกลุ่มนี้คือ **แอสคัส (ascus)** ตัวอ่อนของสีใจกลุ่มนี้ ได้แก่ โคน้ำตาล ราสีเงิน และราสีเขียว เป็นต้น



ภาพที่ 3-22 แอสโคไมโคตา ก. การวางและแทงสปอร์ ข. การวางและแทงสปอร์ในไซโกไมโคตา

# หน่วยที่ 3 สิ่งมีชีวิตหลายเซลล์

**ไฟลัมเบสิดีโอไมโคตา (Phylum Basidiomycota)** ได้แก่ เห็ดชนิดต่างๆ เช่น เห็ดโคน เห็ดฟาง เห็ดนางรม เห็ดเป๋าฮื้อ เห็ดหูหนู เห็ดขี้เหล็ก ราสนิมและราขนแมว ฟังไจกลุ่มนี้มีการสืบพันธุ์แบบอาศัยเพศโดยการสร้าง **เบสิดิโอสปอร์ (basidiospores)** ออกมาด้วยวิธีการที่พิเศษเฉพาะที่เรียกว่า **ไมโครโกธา (microgamete)** ซึ่งเป็นเพียงฝั่งของคู่นี้ด้วย บทบาทที่สำคัญของสิ่งมีชีวิตชนิดนี้คือ การย่อยสลายไม้ ซึ่งจัดเป็นผู้ย่อยสลายสารอินทรีย์ที่มีประสิทธิภาพมากที่สุด และยังสามารถย่อยสลายสารพิษในสิ่งแวดล้อมได้ เช่น คีโบิน เป็นต้น นอกจากนี้ราสนิมและราขนแมวจัดเป็นปรสิตของพืชหลายชนิดอีกด้วย

ภาพที่ 3-23 ก. ก้านเห็ด ก. ฝาเห็ด ข. เห็ดโคน ค. เห็ดฟาง ง. เห็ดนางรม จ. เห็ดเป๋าฮื้อ ฉ. เห็ดหูหนู ซ. ราสนิม ค. ราขนแมว

**บทบาทของฟังไจ**

ในปัจจุบันนี้จำพวกฟังไจมีประโยชน์ในการค้าและอุตสาหกรรมหลายอย่าง เช่น นำไปยีสต์ผลิตเบียร์และเครื่องดื่มแอลกอฮอล์และสารอินทรีย์ต่างๆและนำสารบางชนิดไปใช้กับยาปฏิชีวนะ นอกจากนี้ยังมีการเพาะและนำเห็ดหลายชนิดมาประกอบอาหาร เช่น เห็ดฟาง เห็ดหูหนู เห็ดโคน เห็ดขี้เหล็ก เห็ดเป๋าฮื้อ เป็นต้น

ทางด้านอุตสาหกรรมได้มีเห็ดชนิดที่ใช้ทำขนมปัง และเห็ดชนิดอื่นที่มีลักษณะคล้ายเห็ด เช่น เห็ดโคนและไทร่วมกับการหมักอาหารเช่นเห็ดที่มีวิตามิน บี<sub>2</sub> และวิตามินซีซึ่งได้จาก *Aspergillus niger* ของกรมสหประชาชาติว่าราดพืชมีพิษ (Phenol) ใน 18 ชนิดสามารถกำจัดพิษเห็ดพิษได้ เพื่อใช้รักษาโรคที่เกี่ยวกับผิวหนัง

ฟังไจไม่ใช่ออร์แกนีสมาก 5% ที่เป็นปรสิตต่อสิ่งมีชีวิตต่างๆในพืช เช่น ไวรัสโมโนมิโนสเฟีย ไคราที ฟังไจในกลุ่มไคโรพตัม เป็นต้น ราชนิดที่ชื่อ *Aspergillus flavus* ที่พบในเมล็ดข้าวและถั่วซึ่งจะสร้างสารพิษ **อะฟลาทอกซิน (Aflatoxin)** ซึ่งเป็นสารก่อมะเร็ง ถ้าสะสมในร่างกายมากกว่าปกติจะก่อให้เกิดโรคมะเร็งในตับได้ ฟังไจบางชนิดสามารถนำสารพิษมาผลิต **พริกขี้หนู (Capsaicin)** ให้มีการรักษาโรคความดันโลหิตสูง

ภาพที่ 3-24 เห็ดชนิดต่างๆที่ฟังไจ

ภาพที่ 3-25 เห็ดน้ำแข็งที่ฟังไจ

**3.3 สัตว์อาณาจักรสัตว์**

สัตว์ที่มีอาณาจักรสัตว์ (Kingdom Animalia) พบทั้งในเขตขั้วโลก ขั้วโลกและเขตร้อน มีรูปร่างแตกต่างกัน บางชนิดมีขนาดเล็กรวมถึงขนาดยักษ์เช่นไดโนเสาร์ปลา ชนและสัตว์โบราณชนิด เช่น วาฬ มีลำตัวขนาดใหญ่โตมาก

**3.3.1 ลักษณะของสัตว์**

สัตว์ที่เป็นสิ่งมีชีวิตกลุ่มยูคาริโอตที่มีหลายเซลล์ โดยเซลล์จะมีผนังและกระดูกสันหลังด้วยหรือไม่ **คอลอเจน (collagen)** สัตว์จะมีการเจริญและแตกต่างกันอย่างกว้าง รวมทั้งมีการเคลื่อนที่โดยการทำลายของเนื้อเยื่อประสาทและกล้ามเนื้อ ทำให้สัตว์สามารถดำรงชีวิตเป็นอิสระในบริเวณแวดล้อมโดยรอบได้เป็นอย่างดี

**3.3.2 ความหลากหลายของสิ่งมีชีวิตอาณาจักรสัตว์**

จากภาพแสดงสายวิวัฒนาการของสิ่งมีชีวิตอาณาจักรสัตว์ มีแกนหลักในการจำแนกสัตว์ออกเป็นกลุ่มต่างๆ โดยพิจารณาจากและจำนวนคู่ขาของสัตว์ ซึ่งสอดคล้องกับที่อยู่อาศัยและวิธีการดำรงชีพ

ภาพที่ 3-26 สายวิวัฒนาการของสิ่งมีชีวิตอาณาจักรสัตว์

1. **เป็นเซลล์** แบ่งออกเป็น 2 กลุ่มคือ กลุ่มที่ไม่มีเนื้อเยื่อซึ่งจำใจไม่ได้แก่ ฟังไจ และกลุ่มที่มีเนื้อเยื่อที่แท้จริง ซึ่งถือเป็นลักษณะของสัตว์ชั้นสูง

2. **ลักษณะสมมาตร (symmetry)** ของสัตว์แบ่งออกเป็น **สมมาตรแบบครึ่ง (bilateral symmetry)** และ **สมมาตรแบบด้านข้าง (radial symmetry)** ซึ่งพบในสัตว์ส่วนใหญ่ โดยมีการแบ่งออกเป็นสองซีกตามระนาบแนวทแยงซึ่งสมมาตรไปรอบๆ

ภาพที่ 3-27 ลักษณะสมมาตร ก. สมมาตรแบบครึ่ง ข. สมมาตรแบบด้านข้าง

















## หน่วยที่ 3 สิ่งมีชีวิตหลายเซลล์

**ไพรเมต** (primate) เป็นสัตว์ที่อาศัยอยู่บนต้นไม้เป็นส่วนใหญ่ เช่น ลิง ชิมแปนซี ชิมแปนซี และมนุษย์ สัตว์กลุ่มนี้มีมือและเท้าสำหรับยึดเกาะ มีสมองขนาดใหญ่ มีขากรรไกรที่งอทำให้โอบำงบน มีตาที่เชื่อมถึงกัน มีเล็บแบบที่นิ้วมือและนิ้วเท้า ซึ่งพัฒนาดีว่าเล็บอื่นในสัตว์มีเลือดอุ่นชนิดอื่น มีพฤติกรรมในการเลี้ยงลูกอ่อนและพฤติกรรมทางสังคมที่ซับซ้อนขึ้นกว่าสัตว์เลี้ยงลูกด้วยนมกลุ่มอื่น สัตว์กลุ่มไพรเมตมีวิวัฒนาการแยกออกเป็น 2 สาย คือ **โพรซิมียน** (Prosimian) และ **แอนโทรพอยด์** (Anthropoid) ดังภาพที่ 3-56



ภาพที่ 3-56 วิวัฒนาการของไพรเมต

**โพรซิมียน** เป็นสัตว์กลุ่มไพรเมตตระกูลแรกเริ่มที่อาศัยอยู่บนต้นไม้ ได้แก่ ลิงลม สัตว์กินใบชา และ ลิงการคิดอร์ พบอยู่ในทวีปแอฟริกาและเอเชียใต้

**แอนโทรพอยด์** ได้แก่ ลิงชิมแปนซี ลิงหาง และมนุษย์

**ลิงมีหาง**

ลิงมีหาง ได้แก่ ลิงโลกเก่าและลิงโลกใหม่ มีวิวัฒนาการเกิดขึ้นเมื่อประมาณ 45 ล้านปีที่ผ่านมา และมีการแพร่กระจายอยู่ในสภาพแวดล้อมที่แตกต่างกันโดยลิงโลกใหม่ถูกขจัดออกจากออสเตรเลียได้ มีการแพร่กระจายตามธรรมชาติเฉพาะทวีปอเมริกาใต้ มีขนยาวที่ใช้ปีนไผ่ชนิดในการปีนไผ่และห้อยนอน แต่ลิงโลกเก่ามีขนสั้นและกินอาหารที่ลิงที่สองกลุ่มเป็นสัตว์ที่หากินในเวลากลางวันอยู่รวมกันเป็นฝูงมีการควบคุมกันโดยใช้พฤติกรรมทางสังคม



ภาพที่ 3-57 ลิงมีหาง น. ลิงโลกใหม่ ข. ลิงโลกเก่า

**ลิงไม่มีหาง**

ลิงไม่มีหางหรือเซพตา (ape) ได้แก่ ชิมแปนซี ลูว์ซี่ดิง กอริลลา และชิมแปนซี มีการสืบพันธุ์จากมารจากครรภ์เพียงข้างเป็นลิงโลกเก่าเมื่อประมาณ 25-30 ล้านปีที่ผ่านมา มีขนยาว แต่ขี้และไม่มีหาง สามารถห้อยโหนไปมาได้ มีเพียงชิมแปนซีลูว์ซี่ดิงเท่านั้นที่อาศัยอยู่คู่บนต้นไม้ ลิงไม่มีหางที่พัฒนาการทางสมองดีกว่าลิงโลกเก่ามาก มีการสื่อสารระหว่างกลุ่ม มีการพัฒนาพฤติกรรมทางสังคม มีการอยู่รวมกันเป็นครอบครัว ลิงไม่มีหางเป็นไพรเมตกลุ่มที่มีวิวัฒนาการใกล้เคียงกับมนุษย์ที่สุด



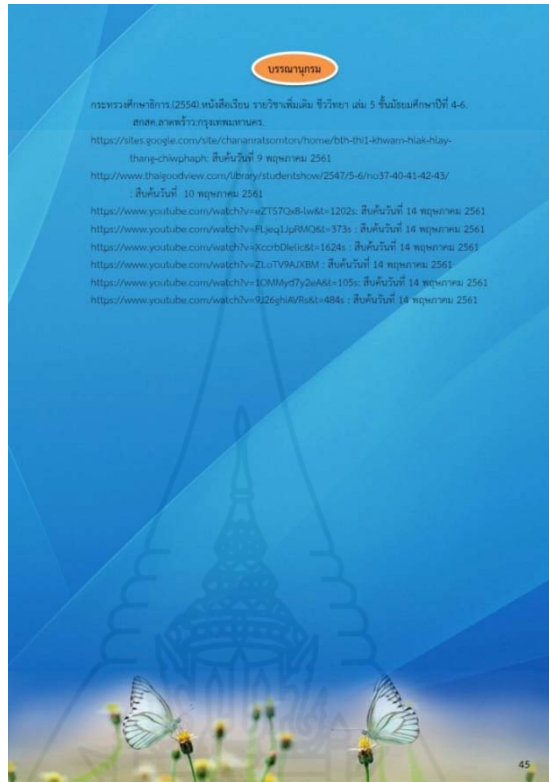
ภาพที่ 3-58 ลิงไม่มีหาง  
ลิงชิมแปนซี ลูว์ซี่ดิง กอริลลา และชิมแปนซี

ลิงชิมแปนซี ลูว์ซี่ดิง กอริลลา และชิมแปนซี

44



## บรรณานุกรม



## ข้อมูลเกี่ยวกับผู้จัดทำ



## บทที่ 6

### สรุปการวิจัย อภิปรายผล และข้อเสนอแนะ

การวิจัย เรื่อง การพัฒนาหนังสือเทคโนโลยีความจริงเสมือน วิชาชีววิทยา เรื่อง ความหลากหลายทางชีวภาพ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 สังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษา มัธยมศึกษาเขต 8 ครอบคลุม (1) สรุปการวิจัย (2) อภิปรายผล และ (3) ข้อเสนอแนะ ดังรายละเอียดต่อไปนี้

#### 1. สรุปการวิจัย

1.1 รูปแบบการวิจัย เป็นการวิจัยและพัฒนา

1.2 วัตถุประสงค์ของการวิจัย

1.2.1 วัตถุประสงค์ทั่วไป

เพื่อพัฒนาหนังสือเทคโนโลยีความจริงเสมือน วิชาชีววิทยา เรื่อง ความหลากหลายทางชีวภาพ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6

1.2.2 วัตถุประสงค์เฉพาะ

1) เพื่อพัฒนาหนังสือเทคโนโลยีความจริงเสมือน วิชาชีววิทยา เรื่อง ความหลากหลายทางชีวภาพ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 สังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษา มัธยมศึกษาเขต 8 ให้มีประสิทธิภาพตามเกณฑ์ที่กำหนด

2) เพื่อศึกษาความก้าวหน้าทางการเรียนของนักเรียนที่เรียนด้วยพัฒนาหนังสือเทคโนโลยีความจริงเสมือนเรื่อง ความหลากหลายทางชีวภาพ

3) เพื่อศึกษาความพึงพอใจของนักเรียนต่อพัฒนาหนังสือเทคโนโลยีความจริงเสมือน เรื่อง ความหลากหลายทางชีวภาพ

1.3 สมมติฐานการวิจัย

1.3.1 นักเรียนที่เรียนด้วยหนังสือเทคโนโลยีความจริงเสมือน วิชาชีววิทยา เรื่อง ความหลากหลายทางชีวภาพ มีความก้าวหน้าทางการเรียนเพิ่มขึ้นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ที่ระดับ 0.05

## 1.4 วิธีดำเนินการวิจัย

### 1.4.1 ประชากรและกลุ่มตัวอย่าง

1) ประชากรที่ใช้ในการวิจัย ได้แก่ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 สำนักงานเขตพื้นที่การศึกษามัธยมศึกษา เขต 8 ภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2561 จำนวนทั้งหมด 26 โรงเรียน จำนวน 7,541 คน

2) กลุ่มตัวอย่าง ที่ใช้ในการวิจัย คือ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 โรงเรียนหนองรี-ประชานิมิต สังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษามัธยมศึกษา เขต 8 จังหวัดกาญจนบุรี ที่เรียนในภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2561 จำนวน 35 คน ได้มาจากการสุ่มแบบกลุ่ม

### 1.4.2 เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

1) หนังสือเทคโนโลยีความจริงเสมือน วิชาชีววิทยา เรื่อง ความหลากหลายทางชีวภาพ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6

2) แบบทดสอบก่อนเรียนและแบบทดสอบหลังเรียนแบบคู่ขนาน

3) แบบสอบถามความพึงพอใจของนักเรียนที่มีต่อการเรียนด้วยหนังสือเทคโนโลยีความจริงเสมือน เรื่อง ความหลากหลายทางชีวภาพ

### 1.4.3 การเก็บรวบรวมข้อมูล

ในการเก็บรวบรวมข้อมูลผู้วิจัยได้ดำเนินการดังนี้ คือ (1) สถานที่ในการวิจัย คือ ห้องเรียนวิทยาศาสตร์ของโรงเรียนหนองรีประชานิมิต ประกอบด้วยโต๊ะ จำนวน 5 ตัวและเก้าอี้ 40 ตัว (2) วันและเวลาในการทดสอบประสิทธิภาพ เป็นเวลา 3 ครั้ง ใช้เวลาครั้งละ 5 ชั่วโมง (3) ขั้นตอนการเรียน ประกอบด้วย ทดสอบก่อนเรียน นำเข้าสู่บทเรียน ศึกษาเนื้อหา ทำแบบฝึกหัด และทดสอบหลังเรียน (4) ผู้วิจัยได้นำคะแนนแบบทดสอบก่อนเรียนและหลังเรียน และแบบฝึกหัด มาวิเคราะห์ข้อมูล และ (5) ผู้วิจัยได้สัมภาษณ์นักเรียนในการทดสอบแบบเดี่ยว และแบบกลุ่ม เพื่อนำข้อมูลมาปรับปรุงแก้ไขสำหรับการทดสอบภาคสนาม และสอบถามความพึงพอใจของนักเรียนโดยใช้แบบสอบถามความพึงพอใจในการทดสอบกับนักเรียนทุกคน

### 1.4.4 การวิเคราะห์ข้อมูล

ผู้วิจัยได้วิเคราะห์ข้อมูล 3 ประเด็น ดังนี้ (1) การวิเคราะห์หาประสิทธิภาพของหนังสือเทคโนโลยีความจริงเสมือน โดยการหาค่า  $E_1/E_2$  (2) การวิเคราะห์ความก้าวหน้าของนักเรียนที่เรียนด้วยหนังสือเทคโนโลยีความจริงเสมือน โดยการทดสอบค่า t-test และ (3) การวิเคราะห์ความพึงพอใจของนักเรียนที่มีต่อหนังสือเทคโนโลยีความจริงเสมือน โดยการหาค่าเฉลี่ย และค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน

1.5 ผลการวิจัย ในการพัฒนาหนังสือเทคโนโลยีความจริงเสมือน วิชาชีววิทยา เรื่อง ความหลากหลายทางชีวภาพ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 ผลการวิจัยสรุปได้ดังนี้



**1.5.1 ผลการทดสอบประสิทธิภาพหนังสือเทคโนโลยีความจริงเสมือน** พบว่า มีประสิทธิภาพคือ 80.13/80.00 80.64/80.00 80.13/80.26 เป็นไปตามเกณฑ์ที่กำหนด 80/80

**1.5.2 ผลการหาความก้าวหน้าทางการเรียนของนักเรียนที่เรียนด้วยหนังสือเทคโนโลยีความจริงเสมือน วิชาชีววิทยา เรื่อง ความหลากหลายทางชีวภาพ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6** พบว่า นักเรียนมีความก้าวหน้าทางการเรียนเพิ่มขึ้นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

**1.5.3 ผลการหาความพึงพอใจของนักเรียนที่มีต่อหนังสือเทคโนโลยีความจริงเสมือน วิชาชีววิทยา เรื่อง ความหลากหลายทางชีวภาพ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6** พบว่า นักเรียนมีความพึงพอใจในระดับมากที่สุด

## 2. อภิปรายผล

การศึกษาวิจัยครั้งนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อพัฒนาหนังสือเทคโนโลยีความจริงเสมือน วิชาชีววิทยา เรื่อง ความหลากหลายทางชีวภาพ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 ผลการวิจัยเป็นไปตามที่ตั้งไว้ อภิปรายผลได้ดังนี้

### 2.1 ประสิทธิภาพของหนังสือเทคโนโลยีความจริงเสมือน

หนังสือเทคโนโลยีความจริงเสมือน วิชาชีววิทยา เรื่อง ความหลากหลายทางชีวภาพ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 ที่ผู้วิจัยพัฒนาขึ้นมีประสิทธิภาพตามเกณฑ์ 80/80 สอดคล้องกับสมมติฐานที่ตั้งไว้ ทั้งนี้เนื่องจาก 3 ประเด็นหลัก ได้แก่ (1) การออกแบบสื่อที่น่าสนใจ (2) การทดสอบประสิทธิภาพอย่างเป็นระบบ และ (3) การเรียบเรียงเนื้อหาสาระในบทเรียน

#### 2.1.1 การออกแบบสื่อที่น่าสนใจ

เนื่องจากการวางแผน ผู้วิจัยได้ดำเนินการศึกษาการออกแบบรูปแบบหนังสือ ก่อนการสร้างหนังสือเทคโนโลยีความจริงเสมือน และในส่วนของ การออกแบบสื่อเทคโนโลยีความจริงเสมือน ผู้วิจัยได้เลือกใช้ ADDIE Model ตามแนวคิดของ Barbara Seels & Zita Glasgow (1998) โดยมีขั้นตอนตั้งแต่ การวิเคราะห์ การออกแบบ การพัฒนาอย่างเป็นระบบ ก่อนการนำไปใช้ และการประเมินผลอย่าง เป็นขั้นตอน โดยหนังสือเทคโนโลยีความจริงเสมือนเป็นการนำเอาเทคโนโลยีคอมพิวเตอร์สมัยใหม่ที่เป็น ภาพเคลื่อนไหวมาผสมผสานกับการใช้โทรศัพท์มือถือแบบสมาร์ตโฟนหรือแท็บเล็ต ซึ่งสื่อทั้ง 2 ประเภท เป็นสื่อใกล้ตัวซึ่งนักเรียนทุกคนสามารถเข้าถึงและจับต้องได้ มาพัฒนาเป็นสื่อในการนำเสนอเนื้อหาวิชา ประกอบด้วย ตัวอักษร ภาพ ภาพนิ่ง ภาพเคลื่อนไหว วิดิทัศน์ที่น่าสนใจ ทำให้ผู้เรียนสนุกสนานไปกับการเรียน ไม่รู้สึกเบื่อหน่าย สามารถเข้าถึงและทบทวนบทเรียนได้ทุกที่โดยไม่ต้องใช้เครื่องคอมพิวเตอร์



### 2.1.2 การทดสอบประสิทธิภาพอย่างเป็นระบบ

ผู้วิจัยได้ดำเนินการทดสอบประสิทธิภาพอย่างเป็นระบบ โดยยึดตามแนวทางของ ชัยยงค์ พรหมวงศ์ (2520, น. 134) ที่กล่าวว่า การหาประสิทธิภาพตามลำดับขั้น จะช่วยให้ได้ชุดการเรียนรู้ที่มีคุณค่าทางการสอนจริงตามเกณฑ์ที่กำหนดไว้ ผู้วิจัยได้ดำเนินการผลิตหนังสือเทคโนโลยีความจริงเสมือน วิชาชีววิทยา เรื่อง ความหลากหลายทางชีวภาพ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 ครอบคลุมการทดสอบประสิทธิภาพแบบเดี่ยว แบบกลุ่ม และแบบภาคสนาม โดยผู้วิจัยได้นำข้อมูลย้อนกลับที่ได้จากการทดสอบประสิทธิภาพแบบเดี่ยวและแบบกลุ่มมาปรับปรุงแก้ไขเครื่องมือให้สมบูรณ์ รวมทั้งได้ปรับปรุงแก้ไขเครื่องมือตามข้อเสนอแนะของผู้ทรงคุณวุฒิด้านเนื้อหา ด้านการวัดและประเมินผล และด้านเทคโนโลยีการศึกษา เพื่อให้ได้หนังสือเทคโนโลยีความจริงเสมือนที่มีประสิทธิภาพตามเกณฑ์ที่กำหนดไว้

### 2.1.3 การเรียบเรียงเนื้อหาสาระในบทเรียน

ผู้วิจัยได้จัดแบ่งเนื้อหาออกเป็นหน่วยย่อย จัดเรียงลำดับเนื้อหาให้เหมาะสมกับผู้เรียน จากง่ายไปยาก โดยคำนึงถึงความแตกต่างระหว่างบุคคล ความพร้อม แรงจูงใจในการเรียนของแต่ละคน มีการทำแบบฝึกปฏิบัติทำหน่วยเพื่อเป็นการทบทวนความรู้ของนักเรียน สอดคล้องกับ อารี พันธุ์มณี (2539) ที่กล่าวว่า การคำนึงถึงความแตกต่างระหว่างบุคคลจะช่วยให้การจัดการเรียนการสอน บรรลุวัตถุประสงค์ เนื่องจากผู้เรียนแต่ละคนมีความแตกต่างกันทางด้านร่างกาย ด้านอารมณ์ ด้านสังคม ด้านสติปัญญา และด้านบุคลิกภาพอื่นๆ ซึ่งความแตกต่างเหล่านี้ ล้วนมีผลต่อการเรียนรู้ของบุคคลทั้งสิ้น

## 2.2 ความก้าวหน้าของนักเรียนที่เรียนด้วยหนังสือเทคโนโลยีความจริงเสมือน

การเปรียบเทียบคะแนนเฉลี่ยผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนที่เรียนด้วยหนังสือเทคโนโลยีความจริงเสมือน วิชาชีววิทยา เรื่อง ความหลากหลายทางชีวภาพ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 พบว่า ผู้เรียนมีความก้าวหน้าในการเรียนเพิ่มขึ้นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 ทั้งนี้เนื่องจากหนังสือเทคโนโลยีความจริงเสมือน ที่พัฒนาขึ้นมีความสอดคล้อง สัมพันธ์กันอย่างเป็นระบบระหว่างเนื้อหา มีการจัดแบ่งเนื้อหาออกเป็นส่วนย่อยๆ และจัดลำดับให้เหมาะสมกับผู้เรียน คำนึงถึงความแตกต่าง ความพร้อม และแรงจูงใจในการเรียนรู้ของแต่ละคน โดยใช้คอมพิวเตอร์และเครือข่ายอินเทอร์เน็ต เป็นช่องทางในการนำเสนอเนื้อหาสาระ ซึ่งมีทั้ง ตัวอักษร ภาพนิ่ง ภาพเคลื่อนไหวและวีดิทัศน์ ที่สอดคล้อง ตรงตามวัตถุประสงค์และเนื้อหา ช่วยให้นักเรียนได้รับความรู้ ความเข้าใจเนื้อหา มากขึ้น มีแบบฝึกปฏิบัติ ที่ส่งผลให้นักเรียนคะแนนหลังเรียนสูงกว่าคะแนนก่อนเรียน ซึ่งสอดคล้องกับ มานพ สว่างจิต (2556) ซึ่งได้ทำการวิจัยเรื่อง การพัฒนาสื่อความจริงเสมือน วิชาวิทยาศาสตร์ โรงเรียนที่มีผลสัมฤทธิ์ต่ำกว่าเกณฑ์มาตรฐานสังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษาประถมศึกษานครนายก ผลการวิจัยพบว่า สื่อความจริงเสมือนสามารถพัฒนาผลสัมฤทธิ์วิชาวิทยาศาสตร์ โรงเรียนที่ต่ำกว่าเกณฑ์มาตรฐาน ให้มีคุณภาพอยู่ในระดับดีมาก นอกจากนี้ ทักษิณา วิไลลักษณ์ (2551, น. 28-29) ได้กล่าวถึงข้อดีของบทเรียนคอมพิวเตอร์ไว้ว่า มีส่วนช่วยสนับสนุนการเรียนการสอนแบบรายบุคคล(individualization)ได้อย่างมีประสิทธิภาพ ผู้เรียนสามารถเรียนรู้

ได้ด้วยตนเอง เวลาใดก็ได้ตามความต้องการ แรงจูงใจให้ผู้เรียนสนใจเรียนเพิ่มขึ้น เนื่องจากบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนใช้คอมพิวเตอร์เป็นอุปกรณ์ในการนำเสนอบทเรียน เป็นสิ่งแปลกใหม่ มีการปฏิสัมพันธ์กับบทเรียนตลอดเวลา ผู้เรียนไม่เบื่อหน่าย ทำให้ช่วยเพิ่มผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของผู้เรียน

### 2.3 ความพึงพอใจของนักเรียนที่มีต่อหนังสือเทคโนโลยีความจริงเสมือน

ความพึงพอใจของนักเรียนที่มีต่อหนังสือเทคโนโลยีความจริงเสมือน วิชาชีววิทยา เรื่อง ความหลากหลายทางชีวภาพ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 พบว่า ผู้เรียนมีความพึงพอใจโดยเฉลี่ยอยู่ในระดับมากที่สุด ทั้งด้านเนื้อหา ด้านการออกแบบ ด้านวิธีการใช้ และผู้เรียนมีความพึงพอใจมากที่สุดในด้านความสนใจของนักเรียน ทั้งนี้เนื่องจากการออกแบบหนังสือเทคโนโลยีความจริงเสมือน มีการนำเอาเทคโนโลยี เนื้อหาเข้ามาผสมผสาน เพื่อให้ให้นักเรียนได้ศึกษา ค้นคว้า หาคำตอบเพิ่มเติม ทั้งนี้ธรรมชาติของเนื้อหา เรื่องความหลากหลายของสิ่งมีชีวิต จะประกอบด้วยเนื้อหาที่ยากต่อการอธิบายด้วยคำพูดหรือข้อความ มีสิ่งมีชีวิตหลากหลายชนิดที่ผู้เรียนไม่เคยเห็นไม่เคยรู้จัก การนำหนังสือเทคโนโลยีความจริงเสมือนมาใช้ในการจัดการเรียนรู้ จะช่วยให้ผู้เรียนเข้าใจเนื้อหาวิชามากขึ้น เนื่องจากการเรียนไม่จำกัดเวลาสามารถทบทวนเนื้อหาได้ตลอดเวลาเพื่อความเข้าใจที่มากขึ้น ตอบสนองความต่างระหว่างบุคคล และการเรียนด้วยหนังสือเทคโนโลยีความจริงเสมือน ช่วยกระตุ้นให้ผู้เรียนอยากเรียนในวิชานั้นๆมากขึ้น ซึ่งสอดคล้องกับการวิจัยของกัณฐี วรอาจ (2557) ได้ทำการวิจัยเรื่อง การพัฒนาหนังสืออ่านเพิ่มเติมที่มีความจริงเสมือน เรื่องประเทศสิงคโปร์ผ่านไอแพด สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ผลการวิจัยพบว่า นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 มีความพึงพอใจต่อหนังสืออ่านเพิ่มเติมที่มีความจริงเสมือน เรื่องประเทศสิงคโปร์ ผ่านไอแพด อยู่ในระดับมาก และการวิจัยของจุฑามาศ ธัญญเจริญ (2557) ได้ทำการวิจัยเรื่อง การพัฒนาหนังสือภาพความจริงเสมือนผ่านไอแพดเรื่อง ทำร้ายมาตรฐาน สำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 พบว่า นักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 มีความพึงพอใจต่อการใช้หนังสือภาพความจริง เสมือนผ่านไอแพด เรื่อง ทำร้ายมาตรฐาน อยู่ในระดับมากที่สุด

## 3. ข้อเสนอแนะ

ในการทำวิจัยครั้งนี้ ผู้วิจัยมีข้อเสนอแนะที่อาจเป็นประโยชน์ในการนำผลการวิจัยไปใช้ในการจัดการเรียนการสอน ดังนี้

### 3.1 ข้อเสนอแนะจากผลการวิจัย

ครูควรมีความรู้เบื้องต้นในการใช้แอปพลิเคชันจากโทรศัพท์มือถือ และดาวนโหลดแอปพลิเคชันสำหรับการทำงานไว้ล่วงหน้าก่อนเริ่มจัดการเรียนการสอน ทั้งนี้ ห้องเรียนที่ใช้ในการจัดการเรียนการสอนควรมีระบบสัญญาณอินเทอร์เน็ตที่ดีและทั่วถึง

### 3.2 ข้อเสนอแนะในการวิจัยครั้งต่อไป

การวิจัยครั้งนี้ ผู้วิจัยได้พัฒนาหนังสือเทคโนโลยีความจริงเสมือนในลักษณะที่เป็นการแทรกคลิปวิดีโอที่ค้นมาในรูปแบบประกอบของหนังสือ ในการวิจัยครั้งต่อไปควรพัฒนาหนังสือเทคโนโลยีความจริงเสมือนโดยการแทรกภาพเคลื่อนไหว 3 มิติเสมือนจริง เพื่อให้เกิดความหลากหลายและมีความน่าสนใจมากขึ้น





บรรณานุกรม

มหาวิทยาลัย

สกลนครราชภัฏ

## บรรณานุกรม

- กระทรวงศึกษาธิการ. (2551). *หลักสูตรการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551*. กรุงเทพฯ: คุรุสภาลาดพร้าว.
- \_\_\_\_\_. (2560). *ตัวชี้วัดและสาระการเรียนรู้แกนกลาง กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ (ฉบับปรับปรุง พ.ศ. 2560) ตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551*. กรุงเทพฯ: ชุมนุมสหกรณ์การเกษตรแห่งประเทศไทย.
- กัญจรี วรอาจ. (2557). *การพัฒนาหนังสืออ่านเพิ่มเติมที่มีความจริงเสมือน เรื่องประเทศสิงคโปร์ผ่านไอแพด สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1*. (วิทยานิพนธ์ปริญญาศึกษาศาสตรมหาบัณฑิต ไม่ได้ตีพิมพ์). มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพฯ.
- กิดานันท์ มลิทอง. (2540). *เทคโนโลยีทางการศึกษาและนวัตกรรม*. กรุงเทพฯ: จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- คณะกรรมการการศึกษาแห่งชาติ. (2545). *พระราชบัญญัติการศึกษาแห่งชาติ พุทธศักราช 2542 แก้ไขเพิ่มเติม (ฉบับที่ 2) พุทธศักราช 2545*. กรุงเทพฯ: สำนักงานคณะกรรมการการศึกษาแห่งชาติ.
- จุฑามาศ ธีบุญเจริญ. (2557). *การพัฒนาหนังสือภาพความจริงเสมือนผ่านไอแพดเรื่อง ทำร้ายมาตรฐาน สำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6*. (วิทยานิพนธ์ปริญญาศึกษาศาสตรมหาบัณฑิต ไม่ได้ตีพิมพ์). มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพฯ.
- ชัยยงค์ พรหมวงศ์. (2520). *ระบบสื่อการสอน*. กรุงเทพฯ: จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- \_\_\_\_\_. (2546). *การผลิตชุดการเรียนรู้ทางอิเล็กทรอนิกส์*. กรุงเทพฯ: เอ็มพันธ์.
- ญาณวุฒิ ไชโยโย. (2560). *การพัฒนาหนังสือความจริงเสมือนสามมิติ เรื่อง สมุนไพรจีน สำหรับนักศึกษา ระดับปริญญาตรี คณะแพทยตะวันออก วิทยาลัยเซียงราย*. *วารสารวิชาการ Veridian E-Journal ฉบับภาษาไทย สาขาวิชาวิศวกรรมคอมพิวเตอร์*, 10(1), 471-483.
- ณัฐกร สงคราม. (2553). *การออกแบบและพัฒนาวัสดุมีเดียเพื่อการเรียนรู้*. กรุงเทพฯ: จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- ธนัชพร ท่าใหญ่. (2557). *การพัฒนาหนังสืออ่านเพิ่มเติมความจริงเสมือน เรื่องบทสวดมนต์ ผ่านไอแพด สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1*. (วิทยานิพนธ์ปริญญาศึกษาศาสตรมหาบัณฑิต ไม่ได้ตีพิมพ์). มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพฯ.
- นวรรตน์ แซ่ไคว้. (2556). *การพัฒนาแบบจำลองโลกเสมือนจริง สำหรับบทเรียนวัสดุมีเดียปฏิสัมพันธ์ เรื่อง การท่องเที่ยวอุปกรณ์คอมพิวเตอร์*. (วิทยานิพนธ์ปริญญาศึกษาศาสตรมหาบัณฑิต ไม่ได้ตีพิมพ์). มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพฯ.
- ฝ่ายวิชาการ สำนักพิมพ์เดอะบุคส์. (2553). *พระราชบัญญัติการศึกษาแห่งชาติ พ.ศ. 2542*. กรุงเทพฯ: เดอะบุคส์.
- ไพฑูริย์ ศรีฟ้า. (2556). *เทคโนโลยีอีอาร์สมา*. *CAT Magazine*, (เมษายน), 15-16.

- ไพบูลย์ แคนวัง. (2558). *นวัตกรรมและสื่อการเรียนการสอน*. สืบค้นจาก <http://noompai boon.blogspot.com/2015/09/blog-post.html>.
- มานพ สว่างจิต. (2557). การพัฒนาสื่อความจริงเสมือน วิชาวิทยาศาสตร์ โรงเรียนที่มีผลสัมฤทธิ์ต่ำกว่าเกณฑ์มาตรฐาน สังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษาประถมศึกษานครนายก. *วารสารเทคโนโลยีการศึกษาและมีเดียคอนเวอร์เจนซ์*, 1(2), 87-95.
- รมณียา สุธรรมจรยา. (2559). ผลการใช้แอปพลิเคชันสำหรับสอนคำศัพท์ภาษาอังกฤษบนแท็บเล็ตวิชาภาษาอังกฤษสำหรับ นักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 2 สังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษาประถมศึกษาราชบุรี เขต 2. *วารสารวิชาการ Veridian E-Journal ฉบับภาษาไทย สาขามนุษยศาสตร์ สังคมศาสตร์และศิลปะ*, 9(2), 1030-1045.
- วิวัฒน์ มีสุวรรณ. (2558). *การพัฒนาสื่อ Augmented Reality ด้วยโปรแกรม Processing และ OpenSpace 3D*. กรุงเทพฯ: จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- สหพร ขวัญวิชา. (2557). *การพัฒนาหนังสือคำศัพท์ภาษาอังกฤษภาพความจริงเสมือน เรื่อง สัตว์ ผ่านแท็บเล็ต สำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 1*. (วิทยานิพนธ์ปริญญาศึกษาศาสตรมหาบัณฑิต ไม่ได้ตีพิมพ์). มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพฯ.
- สำนักงานเขตพื้นที่การศึกษามัธยมศึกษา เขต 8. (2560). *รายงานผลการดำเนินงานประจำปีงบประมาณ 2560*. ราชบุรี: สำนักงานเขตพื้นที่การศึกษามัธยมศึกษา เขต 8. (เอกสารอัดสำเนา).
- สุทธิกานต์ บ่อจักรพันธ์. (2558). *การพัฒนาสื่อการเรียนการสอนด้วยเทคโนโลยีความจริงเสริม วิชาเคมี เรื่อง แบบจำลองอะตอม สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4*. *เอกสารการประชุมวิชาการระดับชาติการจัดการเทคโนโลยีและนวัตกรรมครั้งที่ 2 มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม วันที่ 30 - 31 มีนาคม 2559*, 51-157, กรุงเทพฯ.
- สุพจน์ พ่วงศิริ. (2558). *การพัฒนาคู่มือความจริงเสริม เรื่อง การใช้เครื่องมือวัดปริมาณไขมันในร่างกาย สำหรับนิสิตสาขาวิชาสาธารณสุขศาสตร์ ชั้นปีที่ 1 คณะพลศึกษา มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ*. (วิทยานิพนธ์การศึกษามหาบัณฑิต ไม่ได้ตีพิมพ์). มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี, กรุงเทพฯ.
- สุรสิทธิ์ วิทยารัฐ. (2549). *การผลิตสื่อสิ่งพิมพ์*. กรุงเทพฯ: ศูนย์หนังสือสวนสุนันทา.
- อภิชาติ อนุกุลเวช. (2555). *การผลิตสื่อดิจิทัลแบบเสมือนจริงโดยใช้เทคโนโลยี AR บนสมาร์ตโฟนและแท็บเล็ตด้วยโปรแกรม Aurasma*. *เอกสารประกอบการบรรยาย ณ เทคโนโลยีราชชมงคล-ตะวันออก วิทยาลัยเขตจันทบุรี, จันทบุรี*.
- อรรถศาสตร์ เวียงสงค์. (2553). *การพัฒนาสื่อความเป็นจริงเสมือนเพื่อประชาสัมพันธ์ มหาวิทยาลัยมหาสารคาม*. (วิทยานิพนธ์ปริญญาการศึกษามหาบัณฑิต ไม่ได้ตีพิมพ์). มหาวิทยาลัยมหาสารคาม, มหาสารคาม.

อุไรวรรณ ศรีไชยเลิศ. (2560). การพัฒนาสื่อการสอนด้วยเทคโนโลยีโลกเสมือนจริง 2 มิติ แบบมีปฏิสัมพันธ์ เรื่อง ปรัชญาการณ์ของโลกและเทคโนโลยีอวกาศ สำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6. เอกสารการประชุมสวนสุนันทาวิชาการด้านวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีระดับชาติ ครั้งที่ 1, 1-10, กรุงเทพฯ.

Hamilton, K. E. (2011). *Augmented Reality in Education*. Retrieved from [http://wik.ed.uiuc.edu/articles/a/u/g/Augmented\\_Reality\\_in\\_Education\\_51fa.html](http://wik.ed.uiuc.edu/articles/a/u/g/Augmented_Reality_in_Education_51fa.html).

Wendy, E. (1998). *Augmented Reality: Linking real and virtual worlds A new paradigm for interacting with computers*. Department of Computer Science, University de Paris-Sud.







ภาคผนวก

มหาวิทยาลัยราชภัฏสกลนคร

สภามหาวิทยาลัยราชภัฏสกลนคร



ภาคผนวก ก

รายนามผู้ทรงคุณวุฒิตรวจสอบเครื่องมือวิจัย

## รายนามผู้ทรงคุณวุฒิตรวจสอบเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

- |                                 |   |
|---------------------------------|---|
| 1. อาจารย์จิตรกร อารีวงศ์สถิตย์ | ผู้ทรงคุณวุฒิด้านเทคโนโลยีทางการศึกษา<br>วุฒิ วท.บ.วิทยาการคอมพิวเตอร์<br>ศษ.ม.การบริหารการศึกษา<br>ครูโรงเรียนหนองรีประชานิมิต<br>วิทยฐานะ ครูชำนาญการพิเศษ  |
| 2. อาจารย์โสภี สิงห์จันทร์      | ผู้ทรงคุณวุฒิด้านเนื้อหา<br>วุฒิ กศ.ม.วิทยาศาสตร์ศึกษา<br>ครูโรงเรียนเทพมงคลรังษี<br>วิทยฐานะ ครูชำนาญการพิเศษ  |
| 3. อาจารย์มุกดา วันเย็น         | ผู้ทรงคุณวุฒิด้านเนื้อหา<br>วุฒิ กศ.ม.ชีววิทยาศึกษา<br>ครูโรงเรียนพนมทวนชนูปถัมภ์<br>วิทยฐานะ ครูชำนาญการพิเศษ  |
| 4. ศีษานิเทศก์สุวิไล จันทร์สนอง | ผู้ทรงคุณวุฒิด้านวัดและประเมินผล<br>วุฒิ ศษ.ม.การวัดและประเมินผลการศึกษา<br>ศึกษานิเทศก์กลุ่มงานวัดผลและประเมินผล<br>สำนักงานเขตพื้นที่การศึกษามัธยมศึกษาเขต 8<br>วิทยฐานะ ศีษานิเทศก์ชำนาญการพิเศษ |

**ภาคผนวก ข**

แบบประเมินคุณภาพของหนังสือเทคโนโลยีความจริงเสมือน





แบบประเมินคุณภาพของหนังสือเทคโนโลยีความจริงเสมือน วิชาชีววิทยา  
เรื่อง ความหลากหลายทางชีวภาพ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6  
หน่วยที่ 1 ความหลากหลายของสิ่งมีชีวิต  
(สำหรับผู้ทรงคุณวุฒิด้านเทคโนโลยีการศึกษา)

**คำชี้แจง** แบบประเมินคุณภาพด้านเทคโนโลยีการศึกษาของหนังสือเทคโนโลยีความจริงเสมือน วิชาชีววิทยา เรื่อง ความหลากหลายทางชีวภาพ แบ่งออกเป็น 3 ตอน ดังนี้  
ตอนที่ 1 ข้อมูลส่วนตัวของผู้ประเมิน  
ตอนที่ 2 ความคิดเห็นด้านเทคโนโลยีการศึกษา ต่อหนังสือเทคโนโลยีความจริงเสมือน วิชาชีววิทยา เรื่อง ความหลากหลายทางชีวภาพ  
ตอนที่ 3 ข้อเสนอแนะเพิ่มเติม

**ตอนที่ 1 ข้อมูลส่วนตัวของผู้ประเมิน**

**คำชี้แจง** โปรดกรอกข้อมูลลงในช่องว่าง

1. ชื่อ - สกุล .....
2. ตำแหน่ง .....
3. สถานที่ทำงาน .....
4. โทรศัพท์ .....
5. E-mail .....

**แบบประเมินคุณภาพของหนังสือเทคโนโลยีความจริงเสมือน วิชาชีววิทยา**  
**เรื่อง ความหลากหลายทางชีวภาพ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6**  
**หน่วยที่ 1 ความหลากหลายของสิ่งมีชีวิต**  
**(สำหรับผู้ทรงคุณวุฒิด้านเทคโนโลยีการศึกษา)**

ตอนที่ 2 ความคิดเห็นด้านเทคโนโลยีการศึกษา ต่อหนังสือเทคโนโลยีความจริงเสมือน  
 วิชาชีววิทยา เรื่อง ความหลากหลายทางชีวภาพ

คำชี้แจง โปรดเติมเครื่องหมายถูก (✓) ลงในช่องว่างที่ตรงกับความคิดเห็นของท่านมากที่สุด  
 โดยกำหนดเกณฑ์ให้เลือก 5 ระดับ ดังนี้

ระดับ 5 หมายถึง มีคุณภาพอยู่ในระดับ ดีมาก

ระดับ 4 หมายถึง มีคุณภาพอยู่ในระดับ ดี

ระดับ 3 หมายถึง มีคุณภาพอยู่ในระดับ ปานกลาง

ระดับ 2 หมายถึง มีคุณภาพอยู่ในระดับ พอใช้

ระดับ 1 หมายถึง มีคุณภาพอยู่ในระดับ ควรปรับปรุง

| หัวข้อการประเมิน                       | ระดับคุณภาพ |   |   |   |   |
|--|-------------|---|---|---|---|
|  | 5           | 4 | 3 | 2 | 1 |
| <b>1. ตัวอักษร</b>                     |             |   |   |   |   |
| 1.1 ความเหมาะสมของรูปแบบตัวอักษร       |             |   |   |   |   |
| 1.2 ความเหมาะสมของขนาดตัวอักษร         |             |   |   |   |   |
| 1.3 ความเหมาะสมของสีอักษรและสีพื้นหลัง |             |   |   |   |   |
| <b>2. รูปภาพ</b>                       |             |   |   |   |   |
| 2.1 ความเหมาะสมของขนาดของภาพ           |             |   |   |   |   |
| 2.2 ความเหมาะสมของการวางตำแหน่งภาพ     |             |   |   |   |   |
| 2.3 ความสอดคล้องของภาพและเนื้อหา       |             |   |   |   |   |
| 2.4 ความชัดเจนของภาพ                   |             |   |   |   |   |

| หัวข้อการประเมิน   | ระดับคุณภาพ |   |   |   |   |
|--|-------------|---|---|---|---|
|  | 5           | 4 | 3 | 2 | 1 |
| <b>3. พื้นหลัง</b>   |             |   |   |   |   |
| 3.1 ความเหมาะสมของสีพื้นหลัง   |             |   |   |   |   |
| 3.2 ความเหมาะสมของภาพพื้นหลัง  |             |   |   |   |   |
| <b>4. การจัดวางองค์ประกอบ</b>  |             |   |   |   |   |
| 4.1 องค์ประกอบของหนังสือมีความถูกต้อง  |             |   |   |   |   |
| 4.2 ความเหมาะสมของการจัดวางภาพและเนื้อหา   |             |   |   |   |   |
| <b>5. การใช้งาน</b>  |             |   |   |   |   |
| 5.1 มีคำแนะนำการเข้าใช้งานชัดเจน เข้าใจง่าย  |             |   |   |   |   |
| 5.2 หนังสือเทคโนโลยีความจริงเสมือน เรื่องความหลากหลายทางชีวภาพ ใช้งานง่าย ไม่ซับซ้อน |             |   |   |   |   |
| 5.3 การเชื่อมโยงระหว่างความจริงเสมือนกับเนื้อหา มีความถูกต้อง เหมาะสม                |             |   |   |   |   |
| <b>6. ความจริงเสมือน</b>   |             |   |   |   |   |
| 6.1 สื่อความจริงเสมือนมีความน่าสนใจ และเหมาะสม                                       |             |   |   |   |   |
| 6.2 ภาพเคลื่อนไหวที่ใช้มีความเหมาะสม   |             |   |   |   |   |
| 6.3 ผู้เรียนสามารถควบคุมการเรียนรู้ได้ด้วยตนเอง                                      |             |   |   |   |   |

ตอนที่ 3 ข้อเสนอแนะเพิ่มเติม

.....

.....

.....

.....

.....

.....



โดยภาพรวม ด้านเทคโนโลยีการศึกษาของหนังสือเทคโนโลยีความจริงเสมือน วิชาชีววิทยา เรื่อง ความหลากหลายทางชีวภาพ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 หน่วยที่ 1 ความหลากหลายของสิ่งมีชีวิต มีคุณภาพอยู่ในระดับ

ดีมาก

ดี

ปานกลาง

ปรับปรุง

ลงชื่อ .....ผู้ประเมิน

( )

ผู้ทรงคุณวุฒิด้านเทคโนโลยีการศึกษา



แบบประเมินคุณภาพของหนังสือเทคโนโลยีความจริงเสมือน วิชาชีววิทยา  
เรื่อง ความหลากหลายทางชีวภาพ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6  
หน่วยที่ 2 สิ่งมีชีวิตเซลล์เดียว  
(สำหรับผู้ทรงคุณวุฒิด้านเทคโนโลยีการศึกษา)

ตอนที่ 2 ความคิดเห็นด้านเทคโนโลยีการศึกษา ต่อหนังสือเทคโนโลยีความจริงเสมือน  
วิชาชีววิทยา เรื่อง ความหลากหลายทางชีวภาพ

คำชี้แจง โปรดเติมเครื่องหมายถูก (✓) ลงในช่องว่างที่ตรงกับความคิดเห็นของท่านมากที่สุด  
โดยกำหนดเกณฑ์ให้เลือก 5 ระดับ ดังนี้

ระดับ 5 หมายถึง มีคุณภาพอยู่ในระดับ ดีมาก

ระดับ 4 หมายถึง มีคุณภาพอยู่ในระดับ ดี

ระดับ 3 หมายถึง มีคุณภาพอยู่ในระดับ ปานกลาง

ระดับ 2 หมายถึง มีคุณภาพอยู่ในระดับ พอใช้

ระดับ 1 หมายถึง มีคุณภาพอยู่ในระดับ ควรปรับปรุง

| หัวข้อการประเมิน                       | ระดับคุณภาพ |   |   |   |   |
|--|-------------|---|---|---|---|
|  | 5           | 4 | 3 | 2 | 1 |
| <b>1. ตัวอักษร</b>                     |             |   |   |   |   |
| 1.1 ความเหมาะสมของรูปแบบตัวอักษร       |             |   |   |   |   |
| 1.2 ความเหมาะสมของขนาดตัวอักษร         |             |   |   |   |   |
| 1.3 ความเหมาะสมของสีอักษรและสีพื้นหลัง |             |   |   |   |   |
| <b>2. รูปภาพ</b>                       |             |   |   |   |   |
| 2.1 ความเหมาะสมของขนาดของภาพ           |             |   |   |   |   |
| 2.2 ความเหมาะสมของการวางตำแหน่งภาพ     |             |   |   |   |   |
| 2.3 ความสอดคล้องของภาพและเนื้อหา       |             |   |   |   |   |
| 2.4 ความชัดเจนของภาพ                   |             |   |   |   |   |

| หัวข้อการประเมิน   | ระดับคุณภาพ |   |   |   |   |
|--|-------------|---|---|---|---|
|  | 5           | 4 | 3 | 2 | 1 |
| <b>3. พื้นหลัง</b>   |             |   |   |   |   |
| 3.1 ความเหมาะสมของสีพื้นหลัง   |             |   |   |   |   |
| 3.2 ความเหมาะสมของภาพพื้นหลัง  |             |   |   |   |   |
| <b>4. การจัดวางองค์ประกอบ</b>  |             |   |   |   |   |
| 4.1 องค์ประกอบของหนังสือมีความถูกต้อง  |             |   |   |   |   |
| 4.2 ความเหมาะสมของการจัดวางภาพและเนื้อหา   |             |   |   |   |   |
| <b>5. การใช้งาน</b>  |             |   |   |   |   |
| 5.1 มีคำแนะนำการเข้าใช้งานชัดเจน เข้าใจง่าย  |             |   |   |   |   |
| 5.2 หนังสือเทคโนโลยีความจริงเสมือน เรื่องความหลากหลายทางชีวภาพ ใช้งานง่าย ไม่ซับซ้อน |             |   |   |   |   |
| 5.3 การเชื่อมโยงระหว่างความจริงเสมือนกับเนื้อหาที่มีความถูกต้อง เหมาะสม              |             |   |   |   |   |
| <b>6. ความจริงเสมือน</b>   |             |   |   |   |   |
| 6.1 สื่อความจริงเสมือนมีความน่าสนใจ และเหมาะสม                                       |             |   |   |   |   |
| 6.2 ภาพเคลื่อนไหวที่ใช้มีความเหมาะสม   |             |   |   |   |   |
| 6.3 ผู้เรียนสามารถควบคุมการเรียนรู้ได้ด้วยตนเอง                                      |             |   |   |   |   |

ตอนที่ 3 ข้อเสนอแนะเพิ่มเติม

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

โดยภาพรวม ด้านเทคโนโลยีการศึกษาของหนังสือเทคโนโลยีความจริงเสมือน วิชาชีววิทยา เรื่อง ความหลากหลายทางชีวภาพ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 หน่วยที่ 2 สิ่งมีชีวิตเซลล์เดียว มีคุณภาพอยู่ในระดับ

ดีมาก

ดี

ปานกลาง

ปรับปรุง

ลงชื่อ .....

( )

ผู้ทรงคุณวุฒิด้านเทคโนโลยีการศึกษา



แบบประเมินคุณภาพของหนังสือเทคโนโลยีความจริงเสมือน วิชาชีววิทยา  
เรื่อง ความหลากหลายทางชีวภาพ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6  
หน่วยที่ 3 สิ่งมีชีวิตหลายเซลล์  
(สำหรับผู้ทรงคุณวุฒิด้านเทคโนโลยีการศึกษา)

ตอนที่ 2 ความคิดเห็นด้านเทคโนโลยีการศึกษา ต่อหนังสือเทคโนโลยีความจริงเสมือน  
วิชาชีววิทยา เรื่อง ความหลากหลายทางชีวภาพ

คำชี้แจง โปรดเติมเครื่องหมายถูก (✓) ลงในช่องว่างที่ตรงกับความคิดเห็นของท่านมากที่สุด  
โดยกำหนดเกณฑ์ให้เลือก 5 ระดับ ดังนี้

ระดับ 5 หมายถึง มีคุณภาพอยู่ในระดับ ดีมาก

ระดับ 4 หมายถึง มีคุณภาพอยู่ในระดับ ดี

ระดับ 3 หมายถึง มีคุณภาพอยู่ในระดับ ปานกลาง

ระดับ 2 หมายถึง มีคุณภาพอยู่ในระดับ พอใช้

ระดับ 1 หมายถึง มีคุณภาพอยู่ในระดับ ควรปรับปรุง

| หัวข้อการประเมิน                       | ระดับคุณภาพ |   |   |   |   |
|--|-------------|---|---|---|---|
|  | 5           | 4 | 3 | 2 | 1 |
| <b>1. ตัวอักษร</b>                     |             |   |   |   |   |
| 1.1 ความเหมาะสมของรูปแบบตัวอักษร       |             |   |   |   |   |
| 1.2 ความเหมาะสมของขนาดตัวอักษร         |             |   |   |   |   |
| 1.3 ความเหมาะสมของสีอักษรและสีพื้นหลัง |             |   |   |   |   |
| <b>2. รูปภาพ</b>                       |             |   |   |   |   |
| 2.1 ความเหมาะสมของขนาดของภาพ           |             |   |   |   |   |
| 2.2 ความเหมาะสมของการวางตำแหน่งภาพ     |             |   |   |   |   |
| 2.3 ความสอดคล้องของภาพและเนื้อหา       |             |   |   |   |   |
| 2.4 ความชัดเจนของภาพ                   |             |   |   |   |   |

| หัวข้อการประเมิน   | ระดับคุณภาพ |   |   |   |   |
|--|-------------|---|---|---|---|
|  | 5           | 4 | 3 | 2 | 1 |
| <b>3. พื้นหลัง</b>   |             |   |   |   |   |
| 3.1 ความเหมาะสมของสีพื้นหลัง   |             |   |   |   |   |
| 3.2 ความเหมาะสมของภาพพื้นหลัง  |             |   |   |   |   |
| <b>4. การจัดวางองค์ประกอบ</b>  |             |   |   |   |   |
| 4.1 องค์ประกอบของหนังสือมีความถูกต้อง  |             |   |   |   |   |
| 4.2 ความเหมาะสมของการจัดวางภาพและเนื้อหา   |             |   |   |   |   |
| <b>5. การใช้งาน</b>  |             |   |   |   |   |
| 5.1 มีคำแนะนำการเข้าใช้งานชัดเจน เข้าใจง่าย  |             |   |   |   |   |
| 5.2 หนังสือเทคโนโลยีความจริงเสมือน เรื่องความหลากหลายทางชีวภาพ ใช้งานง่าย ไม่ซับซ้อน |             |   |   |   |   |
| 5.3 การเชื่อมโยงระหว่างความจริงเสมือนกับเนื้อหาที่มีความถูกต้อง เหมาะสม              |             |   |   |   |   |
| <b>6. ความจริงเสมือน</b>   |             |   |   |   |   |
| 6.1 สื่อความจริงเสมือนมีความน่าสนใจ และเหมาะสม                                       |             |   |   |   |   |
| 6.2 ภาพเคลื่อนไหวที่ใช้มีความเหมาะสม   |             |   |   |   |   |
| 6.3 ผู้เรียนสามารถควบคุมการเรียนรู้ได้ด้วยตนเอง                                      |             |   |   |   |   |

ตอนที่ 3 ข้อเสนอแนะเพิ่มเติม

.....

.....

.....

.....

.....

โดยภาพรวม ด้านเทคโนโลยีการศึกษาของหนังสือเทคโนโลยีความจริงเสมือน วิชาชีววิทยา เรื่อง ความหลากหลายทางชีวภาพ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 หน่วยที่ 3 สิ่งมีชีวิตหลายเซลล์ มีคุณภาพอยู่ในระดับ

ดีมาก

ดี

ปานกลาง

ปรับปรุง

ลงชื่อ .....ผู้ประเมิน

( )

ผู้ทรงคุณวุฒิด้านเทคโนโลยีการศึกษา







แบบประเมินคุณภาพของหนังสือเทคโนโลยีความจริงเสมือน วิชาชีววิทยา  
เรื่อง ความหลากหลายทางชีวภาพ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6  
หน่วยที่ 1 ความหลากหลายของสิ่งมีชีวิต  
(สำหรับผู้ทรงคุณวุฒิด้านเนื้อหา)

**คำชี้แจง** แบบประเมินคุณภาพด้านเนื้อหาของหนังสือเทคโนโลยีความจริงเสมือน วิชาชีววิทยา เรื่อง ความหลากหลายทางชีวภาพ แบ่งออกเป็น 3 ตอน ดังนี้  
ตอนที่ 1 ข้อมูลส่วนตัวของผู้ประเมิน  
ตอนที่ 2 ความคิดเห็นด้านเนื้อหา ต่อหนังสือเทคโนโลยีความจริงเสมือน วิชาชีววิทยา เรื่อง ความหลากหลายทางชีวภาพ  
ตอนที่ 3 ข้อเสนอแนะเพิ่มเติม

**ตอนที่ 1** ข้อมูลส่วนตัวของผู้ประเมิน

**คำชี้แจง** โปรดกรอกข้อมูลลงในช่องว่าง

1. ชื่อ - สกุล .....
2. ตำแหน่ง .....
3. สถานที่ทำงาน .....
4. โทรศัพท์ .....
5. E-mail .....

**แบบประเมินคุณภาพของหนังสือเทคโนโลยีความจริงเสมือน วิชาชีววิทยา**  
**เรื่อง ความหลากหลายทางชีวภาพ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6**  
**หน่วยที่ 1 ความหลากหลายของสิ่งมีชีวิต**  
**(สำหรับผู้ทรงคุณวุฒิด้านเนื้อหา)**

**ตอนที่ 2** ความคิดเห็นด้านเนื้อหา ต่อหนังสือเทคโนโลยีความจริงเสมือน วิชาชีววิทยา  
**เรื่อง ความหลากหลายทางชีวภาพ**

**คำชี้แจง** โปรดเติมเครื่องหมายถูก (✓) ลงในช่องว่างที่ตรงกับความคิดเห็นของท่านมากที่สุด  
 โดยกำหนดเกณฑ์ให้เลือก 5 ระดับ ดังนี้

ระดับ 5 หมายถึง มีคุณภาพอยู่ในระดับ ดีมาก

ระดับ 4 หมายถึง มีคุณภาพอยู่ในระดับ ดี

ระดับ 3 หมายถึง มีคุณภาพอยู่ในระดับ ปานกลาง

ระดับ 2 หมายถึง มีคุณภาพอยู่ในระดับ พอใช้

ระดับ 1 หมายถึง มีคุณภาพอยู่ในระดับ ควรปรับปรุง

| หัวข้อการประเมิน   | ระดับคุณภาพ |   |   |   |   |
|--|-------------|---|---|---|---|
|  | 5           | 4 | 3 | 2 | 1 |
| <b>1. ด้านเนื้อหาและการนำเสนอ</b>                        |             |   |   |   |   |
| 1.1 เนื้อหาสอดคล้องกับวัตถุประสงค์                       |             |   |   |   |   |
| 1.2 ความเหมาะสมของปริมาณเนื้อหา                          |             |   |   |   |   |
| 1.3 ความถูกต้องของเนื้อหา                                |             |   |   |   |   |
| 1.4 การจัดลำดับขั้นการนำเสนอเนื้อหา                      |             |   |   |   |   |
| 1.5 ความยากง่ายของเนื้อหา เหมาะสมกับระดับ<br>ของผู้เรียน |             |   |   |   |   |
| 1.6 วิธีการแสดงเนื้อหา ชัดเจน เข้าใจง่าย                 |             |   |   |   |   |
| <b>2. รูปภาพและตัวอักษร</b>                              |             |   |   |   |   |
| 2.1 ความสอดคล้องระหว่างภาพกับเนื้อหา                     |             |   |   |   |   |

| หัวข้อการประเมิน                               | ระดับคุณภาพ |   |   |   |   |
|--|-------------|---|---|---|---|
|  | 5           | 4 | 3 | 2 | 1 |
| 2.2 รูปภาพเหมาะสมกับวัยของผู้เรียน             |             |   |   |   |   |
| 2.3 ความชัดเจนของภาพและเนื้อหา                 |             |   |   |   |   |
| 2.4 ขนาดตัวอักษรกับเนื้อหา เหมาะสมกับวัยของ    |             |   |   |   |   |
| <b>3. กิจกรรม/แบบฝึกปฏิบัติ</b>                |             |   |   |   |   |
| 3.1 ความชัดเจนของคำสั่งในกิจกรรม/แบบฝึก        |             |   |   |   |   |
| 3.2 ความเหมาะสมของรูปแบบแบบฝึกปฏิบัติ          |             |   |   |   |   |
| <b>4. เนื้อหาในความจริงเสมือน</b>              |             |   |   |   |   |
| 4.1 สื่อความจริงเสมือนมีความน่าสนใจ และเหมาะสม |             |   |   |   |   |
| 4.2 มีความเหมาะสมกับวัตถุประสงค์การเรียนรู้    |             |   |   |   |   |

ตอนที่ 3 ข้อเสนอแนะเพิ่มเติม

.....

.....

.....

.....

.....

.....

โดยภาพรวม ด้านเทคโนโลยีการศึกษาของหนังสือเทคโนโลยีความจริงเสมือน วิชาชีววิทยา เรื่อง ความหลากหลายทางชีวภาพ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 หน่วยที่ 1 ความหลากหลายของสิ่งมีชีวิต มีคุณภาพอยู่ในระดับ

ดีมาก

ดี

ปานกลาง

ปรับปรุง

ลงชื่อ ..... ผู้ประเมิน

( ..... )

ผู้ทรงคุณวุฒิด้านเนื้อหา

**แบบประเมินคุณภาพของหนังสือเทคโนโลยีความจริงเสมือน วิชาชีววิทยา**  
**เรื่อง ความหลากหลายทางชีวภาพ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6**  
**หน่วยที่ 2 สิ่งมีชีวิตเซลล์เดียว**  
**(สำหรับผู้ทรงคุณวุฒิด้านเนื้อหา)**

**ตอนที่ 2** ความคิดเห็นด้านเนื้อหา ต่อหนังสือเทคโนโลยีความจริงเสมือน วิชาชีววิทยา  
**เรื่อง ความหลากหลายทางชีวภาพ**

**คำชี้แจง** โปรดเติมเครื่องหมายถูก (✓) ลงในช่องว่างที่ตรงกับความคิดเห็นของท่านมากที่สุด  
 โดยกำหนดเกณฑ์ให้เลือก 5 ระดับ ดังนี้

ระดับ 5 หมายถึง มีคุณภาพอยู่ในระดับ ดีมาก

ระดับ 4 หมายถึง มีคุณภาพอยู่ในระดับ ดี

ระดับ 3 หมายถึง มีคุณภาพอยู่ในระดับ ปานกลาง

ระดับ 2 หมายถึง มีคุณภาพอยู่ในระดับ พอใช้

ระดับ 1 หมายถึง มีคุณภาพอยู่ในระดับ ควรปรับปรุง

| หัวข้อการประเมิน   | ระดับคุณภาพ |   |   |   |   |
|--|-------------|---|---|---|---|
|  | 5           | 4 | 3 | 2 | 1 |
| <b>1. ด้านเนื้อหาและการนำเสนอ</b>                        |             |   |   |   |   |
| 1.1 เนื้อหาสอดคล้องกับวัตถุประสงค์                       |             |   |   |   |   |
| 1.2 ความเหมาะสมของปริมาณเนื้อหา                          |             |   |   |   |   |
| 1.3 ความถูกต้องของเนื้อหา                                |             |   |   |   |   |
| 1.4 การจัดลำดับขั้นการนำเสนอเนื้อหา                      |             |   |   |   |   |
| 1.5 ความยากง่ายของเนื้อหา เหมาะสมกับระดับ<br>ของผู้เรียน |             |   |   |   |   |
| 1.6 วิธีการแสดงเนื้อหา ชัดเจน เข้าใจง่าย                 |             |   |   |   |   |
| <b>2. รูปภาพและตัวอักษร</b>                              |             |   |   |   |   |
| 2.1 ความสอดคล้องระหว่างภาพกับเนื้อหา                     |             |   |   |   |   |

| หัวข้อการประเมิน                               | ระดับคุณภาพ |   |   |   |   |
|--|-------------|---|---|---|---|
|  | 5           | 4 | 3 | 2 | 1 |
| 2.2 รูปภาพเหมาะสมกับวัยของผู้เรียน             |             |   |   |   |   |
| 2.3 ความชัดเจนของภาพและเนื้อหา                 |             |   |   |   |   |
| 2.4 ขนาดตัวอักษรกับเนื้อหา เหมาะสมกับวัยของ    |             |   |   |   |   |
| <b>3. กิจกรรม/แบบฝึกปฏิบัติ</b>                |             |   |   |   |   |
| 3.1 ความชัดเจนของคำสั่งในกิจกรรม/แบบฝึก        |             |   |   |   |   |
| 3.2 ความเหมาะสมของรูปแบบแบบฝึกปฏิบัติ          |             |   |   |   |   |
| <b>4. เนื้อหาในความจริงเสมือน</b>              |             |   |   |   |   |
| 4.1 สื่อความจริงเสมือนมีความน่าสนใจ และเหมาะสม |             |   |   |   |   |
| 4.2 มีความเหมาะสมกับวัตถุประสงค์การเรียนรู้    |             |   |   |   |   |

ตอนที่ 3 ข้อเสนอแนะเพิ่มเติม

.....

.....

.....

.....

.....

.....

โดยภาพรวม ด้านเทคโนโลยีการศึกษาของหนังสือเทคโนโลยีความจริงเสมือน วิชาชีววิทยา เรื่อง ความหลากหลายทางชีวภาพ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 หน่วยที่ 2 สิ่งมีชีวิตเซลล์เดียว มีคุณภาพอยู่ในระดับ

ดีมาก

ดี

ปานกลาง

ปรับปรุง

ลงชื่อ .....

ผู้ประเมิน

( )

ผู้ทรงคุณวุฒิด้านเนื้อหา

**แบบประเมินคุณภาพของหนังสือเทคโนโลยีความจริงเสมือน วิชาชีววิทยา**  
**เรื่อง ความหลากหลายทางชีวภาพ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6**  
**หน่วยที่ 3 สิ่งมีชีวิตหลายเซลล์**  
**(สำหรับผู้ทรงคุณวุฒิด้านเนื้อหา)**

**ตอนที่ 2** ความคิดเห็นด้านเนื้อหา ต่อหนังสือเทคโนโลยีความจริงเสมือน วิชาชีววิทยา  
**เรื่อง ความหลากหลายทางชีวภาพ**

**คำชี้แจง** โปรดเติมเครื่องหมายถูก (✓) ลงในช่องว่างที่ตรงกับความคิดเห็นของท่านมากที่สุด  
 โดยกำหนดเกณฑ์ให้เลือก 5 ระดับ ดังนี้

ระดับ 5 หมายถึง มีคุณภาพอยู่ในระดับ ดีมาก

ระดับ 4 หมายถึง มีคุณภาพอยู่ในระดับ ดี

ระดับ 3 หมายถึง มีคุณภาพอยู่ในระดับ ปานกลาง

ระดับ 2 หมายถึง มีคุณภาพอยู่ในระดับ พอใช้

ระดับ 1 หมายถึง มีคุณภาพอยู่ในระดับ ควรปรับปรุง

| หัวข้อการประเมิน   | ระดับคุณภาพ |   |   |   |   |
|--|-------------|---|---|---|---|
|  | 5           | 4 | 3 | 2 | 1 |
| <b>1. ด้านเนื้อหาและการนำเสนอ</b>                        |             |   |   |   |   |
| 1.1 เนื้อหาสอดคล้องกับวัตถุประสงค์                       |             |   |   |   |   |
| 1.2 ความเหมาะสมของปริมาณเนื้อหา                          |             |   |   |   |   |
| 1.3 ความถูกต้องของเนื้อหา                                |             |   |   |   |   |
| 1.4 การจัดลำดับขั้นการนำเสนอเนื้อหา                      |             |   |   |   |   |
| 1.5 ความยากง่ายของเนื้อหา เหมาะสมกับระดับ<br>ของผู้เรียน |             |   |   |   |   |
| 1.6 วิธีการแสดงเนื้อหา ชัดเจน เข้าใจง่าย                 |             |   |   |   |   |
| <b>2. รูปภาพและตัวอักษร</b>                              |             |   |   |   |   |
| 2.1 ความสอดคล้องระหว่างภาพกับเนื้อหา                     |             |   |   |   |   |

| หัวข้อการประเมิน                               | ระดับคุณภาพ |   |   |   |   |
|--|-------------|---|---|---|---|
|  | 5           | 4 | 3 | 2 | 1 |
| 2.2 รูปภาพเหมาะสมกับวัยของผู้เรียน             |             |   |   |   |   |
| 2.3 ความชัดเจนของภาพและเนื้อหา                 |             |   |   |   |   |
| 2.4 ขนาดตัวอักษรกับเนื้อหา เหมาะสมกับวัยของ    |             |   |   |   |   |
| <b>3. กิจกรรม/แบบฝึกปฏิบัติ</b>                |             |   |   |   |   |
| 3.1 ความชัดเจนของคำสั่งในกิจกรรม/แบบฝึก        |             |   |   |   |   |
| 3.2 ความเหมาะสมของรูปแบบแบบฝึกปฏิบัติ          |             |   |   |   |   |
| <b>4. เนื้อหาในความจริงเสมือน</b>              |             |   |   |   |   |
| 4.1 สื่อความจริงเสมือนมีความน่าสนใจ และเหมาะสม |             |   |   |   |   |
| 4.2 มีความเหมาะสมกับวัตถุประสงค์การเรียนรู้    |             |   |   |   |   |

ตอนที่ 3 ข้อเสนอแนะเพิ่มเติม

.....

.....

.....

.....

.....

.....

โดยภาพรวม ด้านเทคโนโลยีการศึกษาของหนังสือเทคโนโลยีความจริงเสมือน วิชาชีววิทยา เรื่อง ความหลากหลายทางชีวภาพ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 หน่วยที่ 3 สิ่งมีชีวิตหลายเซลล์ มีคุณภาพอยู่ในระดับ

ดีมาก

ดี

ปานกลาง

ปรับปรุง

ลงชื่อ .....ผู้ประเมิน

( ..... )

ผู้ทรงคุณวุฒิด้านเนื้อหา





**ภาคผนวก ค**

แบบประเมินความสอดคล้อง (IOC) ระหว่างวัตถุประสงค์การเรียนรู้  
และแบบทดสอบของหนังสือเทคโนโลยีความจริงเสมือน



แบบประเมินคุณภาพด้านเนื้อหา การพัฒนาหนังสือเทคโนโลยีความจริงเสมือน  
 วิชาชีววิทยา เรื่อง ความหลากหลายทางชีวภาพ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6  
 หน่วยที่ 1 ความหลากหลายของสิ่งมีชีวิต  
 (สำหรับผู้ทรงคุณวุฒิด้านเนื้อหา)

**คำชี้แจง** แบบประเมินคุณภาพด้านเนื้อหาของหนังสือเทคโนโลยีความจริงเสมือน วิชาชีววิทยา  
 เรื่อง ความหลากหลายทางชีวภาพ แบ่งออกเป็น 3 ตอน ดังนี้  
 ตอนที่ 1 ข้อมูลส่วนตัวของผู้ประเมิน  
 ตอนที่ 2 ความคิดเห็นด้านเนื้อหาต่อหนังสือเทคโนโลยีความจริงเสมือน วิชาชีววิทยา  
 เรื่อง ความหลากหลายทางชีวภาพ  
 ตอนที่ 3 ข้อเสนอแนะเพิ่มเติม

**ตอนที่ 1** ข้อมูลส่วนตัวของผู้ประเมิน

**คำชี้แจง** โปรดกรอกข้อมูลลงในช่องว่าง

1. ชื่อ - สกุล .....
2. ตำแหน่ง .....
3. สถานที่ทำงาน .....
4. โทรศัพท์ .....
5. E-mail .....

**แบบประเมินความสอดคล้อง (IOC)**  
**ระหว่างวัตถุประสงค์การเรียนรู้และแบบทดสอบก่อนเรียน**  
**หนังสือเทคโนโลยีความจริงเสมือน วิชาชีววิทยา เรื่อง ความหลากหลายทางชีวภาพ**  
**สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6**  
**หน่วยที่ 1 ความหลากหลายของสิ่งมีชีวิต**  
**(สำหรับผู้ทรงคุณวุฒิด้านเนื้อหา)**

- ตอนที่ 2** โปรดพิจารณาว่าแบบทดสอบก่อนเรียนแต่ละข้อต่อไปนี้ มีความสอดคล้องกับวัตถุประสงค์การเรียนรู้ที่ระบุไว้หรือไม่ โดยเขียนเครื่องหมาย ✓ ลงในช่อง “คะแนนการพิจารณา” ตามความคิดเห็นของท่าน ดังนี้
- เกณฑ์การประเมินความสอดคล้อง (Index of consistency : IOC)
- ให้คะแนนเท่ากับ + 1 หมายถึง แน่ใจว่าแบบทดสอบมีความสอดคล้องตรงกับวัตถุประสงค์
- ให้คะแนนเท่ากับ 0 หมายถึง ไม่แน่ใจว่าแบบทดสอบมีความสอดคล้องกับวัตถุประสงค์
- ให้คะแนนเท่ากับ - 1 หมายถึง แน่ใจว่าแบบทดสอบไม่มีความสอดคล้องกับวัตถุประสงค์

| วัตถุประสงค์การเรียนรู้  | แบบทดสอบก่อนเรียน   | คะแนนการพิจารณา |   |    |
|--|---|-----------------|---|----|
|  |   | +1              | 0 | -1 |
| 1. หลังจากศึกษาเรื่อง “องค์ประกอบของความหลากหลายทางชีวภาพ” แล้ว ผู้เรียนสามารถอธิบายเกี่ยวกับองค์ประกอบของ | 1. ข้อใดไม่ใช่ลักษณะขององค์ประกอบความหลากหลายทางชีวภาพ<br>ก. เปลือกของหอยทับทิมมีลวดลายและสีสันแตกต่างกัน<br>ข. ลักษณะของดอกกล้วยไม้มีรูปร่างแตกต่างกัน<br>ค. จำนวนของปลาในแหล่งน้ำแตกต่างกัน<br>ง. ลักษณะระบบนิเวศแตกต่างกัน |                 |   |    |

| วัตถุประสงค์การเรียนรู้  | แบบทดสอบก่อนเรียน  | คะแนนการพิจารณา |   |    |
|--|--|-----------------|---|----|
|  |  | +1              | 0 | -1 |
| ความหลากหลายทางชีวภาพได้ถูกต้อง  | <p>2. ข้อใดให้ความหมายของความหลากหลายทางชีวภาพได้ถูกต้องที่สุด</p> <p>ก. การมีชนิดพันธุ์ของสิ่งมีชีวิตหลากหลายชนิดมาอยู่รวมกันในระบบนิเวศหนึ่ง</p> <p>ข. สิ่งมีชีวิตหลายๆ ชนิดอยู่รวมกัน</p> <p>ค. สิ่งมีชีวิตชนิดใดชนิดหนึ่งอยู่รวมกันในระบบนิเวศ</p> <p>ง. สิ่งมีชีวิตชนิดเดียวอาศัยร่วมกันมีความหลากหลายทางพันธุกรรมทำให้เกิดสายพันธุ์ต่างๆ</p> |                 |   |    |
| 1. หลังจากศึกษาเรื่อง “องค์ประกอบของความหลากหลายทางชีวภาพ” แล้วผู้เรียนสามารถอธิบายเกี่ยวกับองค์ประกอบของความหลากหลายทางชีวภาพได้ถูกต้อง | <p>3. การที่คนแต่ละประเทศมีรูปร่างลักษณะแตกต่างกันเป็นความหลากหลายทางด้านใด</p> <p>ก. ความหลากหลายทางพันธุกรรม</p> <p>ข. ความหลากหลายของสปีชีส์</p> <p>ค. ความหลากหลายของระบบนิเวศ</p> <p>ง. ความหลากหลายของสิ่งแวดล้อม</p>  |                 |   |    |
|  | <p>4. ความแตกต่างของลักษณะสุนัขแต่ละสายพันธุ์เป็นความหลากหลายทางด้านใด (ระดับการนำไปใช้)</p> <p>ก. ความหลากหลายทางพันธุกรรม</p> <p>ข. ความหลากหลายของสปีชีส์</p> <p>ค. ความหลากหลายของระบบนิเวศ</p> <p>ง. ความหลากหลายของสิ่งแวดล้อม</p>   |                 |   |    |
|  | <p>5. ในทุ่งหญ้าแห่งหนึ่งมีนกเอี้ยง นกกระจอก นกอีกา และนกอินทรี จัดเป็นความหลากหลายทางด้านใด</p> <p>ก. ความหลากหลายทางพันธุกรรม</p> <p>ข. ความหลากหลายของสปีชีส์</p> <p>ค. ความหลากหลายของระบบนิเวศ</p> <p>ง. ความหลากหลายของสิ่งแวดล้อม</p>   |                 |   |    |

| วัตถุประสงค์การเรียนรู้  | แบบทดสอบก่อนเรียน   | คะแนนการพิจารณา |   |    |
|--|---|-----------------|---|----|
|  |   | +1              | 0 | -1 |
| 2. หลังจากศึกษาเรื่อง “การศึกษาความหลากหลายของสิ่งมีชีวิต” แล้วผู้เรียนสามารถอธิบายเกี่ยวกับวิธีการศึกษาความหลากหลายของสิ่งมีชีวิตได้ถูกต้อง | <p>1. Artificial system เป็นการจำแนกสิ่งมีชีวิตโดยอาศัยหลักการใด</p> <p>ก. พิจารณาความสัมพันธ์ ทางวิวัฒนาการของสิ่งมีชีวิตและการมีบรรพบุรุษร่วมกัน</p> <p>ข. อาศัยหลักธรรมชาติ ลักษณะภายนอก ลักษณะภายใน พฤติกรรมและนิเวศวิทยา</p> <p>ค. พิจารณาลักษณะภายนอก ลักษณะภายใน เอ็มบริโอและลักษณะทางชีวเคมี</p> <p>ง. พิจารณาลักษณะภายนอกต่างๆ ไปเท่าสังเกตได้ ลักษณะคล้ายกันจัดอยู่พวกเดียวกัน ลักษณะแตกต่างกันจัดแยกกันออกไป</p> |                 |   |    |
| 2. หลังจากศึกษาเรื่อง “การศึกษาความหลากหลายของสิ่งมีชีวิต” แล้วผู้เรียนสามารถอธิบายเกี่ยวกับวิธีการศึกษาความหลากหลายของสิ่งมีชีวิตได้ถูกต้อง | <p>2. มนุษย์มีชื่อทางวิทยาศาสตร์ ว่า <i>Homo sapiens</i> คำว่า <i>Homo</i> เป็นชื่อของอะไร</p> <p>ก. จีโนส</p> <p>ข. ไฟลัม</p> <p>ค. คลาส</p> <p>ง. คิงดอม</p>  |                 |   |    |
|  | <p>3. สิ่งมีชีวิตในข้อใดมีความคล้ายคลึงกันมากที่สุด</p> <p>ก. สิ่งมีชีวิตที่อยู่ในอันดับ (Order) เดียวกัน</p> <p>ข. สิ่งมีชีวิตที่อยู่ในสกุล(Genus) เดียวกัน</p> <p>ค. สิ่งมีชีวิตที่อยู่ในวงศ์ (Family) เดียวกัน</p> <p>ง. สิ่งมีชีวิตที่อยู่ในคลาส (Class) เดียวกัน</p>   |                 |   |    |
|  | <p>4. สิ่งมีชีวิตในข้อใดมีสายวิวัฒนาการห่างกันมากที่สุด</p> <p>ก. สิ่งมีชีวิตที่อยู่ในอันดับ (Order) เดียวกัน</p> <p>ข. สิ่งมีชีวิตที่อยู่ในสกุล(Genus) เดียวกัน</p> <p>ค. สิ่งมีชีวิตที่อยู่ในวงศ์ (Family) เดียวกัน</p> <p>ง. สิ่งมีชีวิตที่อยู่ในคลาส (Class) เดียวกัน</p>   |                 |   |    |

| วัตถุประสงค์การเรียนรู้  | แบบทดสอบก่อนเรียน   | คะแนนการพิจารณา |   |    |
|--|---|-----------------|---|----|
|  |   | +1              | 0 | -1 |
|  | 5. ระบบการจัดหมวดหมู่พืชของลินเนียส ยึดเกณฑ์ใด<br>ก. ขนาดและอายุของพืช<br>ข. ที่อยู่อาศัยและโครงสร้าง<br>ค. นับจำนวนโครงสร้างบางอย่าง<br>ง. ความสัมพันธ์ทางพันธุกรรม                  |                 |   |    |
| 3. หลังจากศึกษาเรื่อง “ความหลากหลายทางชีวภาพในประเทศไทย” แล้ว ผู้เรียนสามารถอธิบายเกี่ยวกับสถานการณ์ความหลากหลายทางชีวภาพในประเทศไทยได้ถูกต้อง | 1. เพราะเหตุใดประเทศไทยจึงเป็นพื้นที่ที่มีความหลากหลายทางชีวภาพอุดมสมบูรณ์<br>ก. มีความหลากหลายทางระบบนิเวศ<br>ข. มีพื้นที่จำนวนมาก<br>ค. มีประชากรมนุษย์มาก<br>ง. มีแหล่งน้ำจำนวนมาก |                 |   |    |
| 3. หลังจากศึกษาเรื่อง “ความหลากหลายทางชีวภาพในประเทศไทย” แล้ว ผู้เรียนสามารถอธิบายเกี่ยวกับสถานการณ์ความหลากหลายทางชีวภาพในประเทศไทยได้ถูกต้อง | 2. สิ่งมีชีวิตที่พบในประเทศไทยคิดเป็นร้อยละเท่าใดของสิ่งมีชีวิตที่พบในโลก<br>ก. ร้อยละ 3<br>ข. ร้อยละ 7<br>ค. ร้อยละ 10<br>ง. ร้อยละ 30   |                 |   |    |
| 3. หลังจากศึกษาเรื่อง “ความหลากหลายทางชีวภาพในประเทศไทย” แล้ว ผู้เรียนสามารถอธิบายเกี่ยวกับสถานการณ์ความหลากหลายทางชีวภาพในประเทศไทยได้ถูกต้อง | 3. สิ่งมีชีวิตที่ประเทศไทยศึกษาส่วนมากเป็นกลุ่มใด<br>ก. กลุ่มสัตว์เลี้ยง<br>ข. กลุ่มสัตว์สวยงาม<br>ค. กลุ่มสัตว์ที่นำมาเป็นอาหาร<br>ง. กลุ่มสัตว์ที่เสี่ยงต่อการสูญพันธุ์             |                 |   |    |

| วัตถุประสงค์การเรียนรู้ | แบบทดสอบก่อนเรียน   | คะแนนการพิจารณา |   |    |
|-------------------------|---|-----------------|---|----|
|                         |   | +1              | 0 | -1 |
|                         | 4. สาเหตุสำคัญที่ทำให้สัตว์ป่าในประเทศไทยบางชนิดใกล้สูญพันธุ์เกิดจากอะไร<br>ก. ภาวะโลกร้อน<br>ข. ฝนไม่ตกต้องตามฤดูกาล<br>ค. พื้นที่ป่าถูกทำลาย<br>ง. เกิดโรคระบาด |                 |   |    |
|                         | 5. เขตภูมิอากาศแบบใดที่จะพบความหลากหลายทางชีวภาพอุดมสมบูรณ์มากกว่าเขตอื่น<br>ก. หนาว<br>ข. อบอุ่น<br>ค. ร้อนชื้น<br>ง. ทะเลทราย                                   |                 |   |    |

ตอนที่ 3 ข้อเสนอแนะเพิ่มเติม

.....

.....

.....

.....

.....

โดยภาพรวม ด้านเนื้อหาของหนังสือเทคโนโลยีความจริงเสมือน วิชาชีววิทยา เรื่อง ความหลากหลายทางชีวภาพ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 หน่วยที่ 1 ความหลากหลายของสิ่งมีชีวิต มีคุณภาพอยู่ในระดับ

ดีมาก

ดี

ปานกลาง

ปรับปรุง

ลงชื่อ .....ผู้ประเมิน

( )

ผู้ทรงคุณวุฒิด้านเนื้อหา



## แบบประเมินความสอดคล้อง (IOC)

ระหว่างวัตถุประสงค์การเรียนรู้และแบบทดสอบก่อนเรียน  
หนังสือเทคโนโลยีความจริงเสมือน วิชาชีววิทยา เรื่อง ความหลากหลายทางชีวภาพ  
สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6  
หน่วยที่ 2 สิ่งมีชีวิตเซลล์เดียว  
(สำหรับผู้ทรงคุณวุฒิด้านเนื้อหา)

- ตอนที่ 2** โปรดพิจารณาว่าแบบทดสอบก่อนเรียนแต่ละข้อต่อไปนี้ มีความสอดคล้องกับวัตถุประสงค์การเรียนรู้ที่ระบุไว้หรือไม่ โดยเขียนเครื่องหมาย ✓ ลงในช่อง “คะแนนการพิจารณา” ตามความคิดเห็นของท่าน ดังนี้
- เกณฑ์การประเมินความสอดคล้อง (Index of consistency : IOC)
- ให้คะแนนเท่ากับ + 1 หมายถึง แน่ใจว่าแบบทดสอบมีความสอดคล้องตรงกับวัตถุประสงค์
- ให้คะแนนเท่ากับ 0 หมายถึง ไม่แน่ใจว่าแบบทดสอบมีความสอดคล้องกับวัตถุประสงค์
- ให้คะแนนเท่ากับ - 1 หมายถึง แน่ใจว่าแบบทดสอบไม่มีความสอดคล้องกับวัตถุประสงค์

| วัตถุประสงค์การเรียนรู้  | แบบทดสอบก่อนเรียน  | คะแนนการพิจารณา |   |    |
|--|--|-----------------|---|----|
|  |  | +1              | 0 | -1 |
| 1. หลังจากศึกษาเรื่อง “กำเนิดของชีวิต” แล้วผู้เรียนสามารถอธิบายเกี่ยวกับองค์ประกอบของความหลากหลายทางชีวภาพได้ถูกต้อง | 1. เซลล์ยูคาริโอตมีลักษณะแตกต่างจากเซลล์โพรคาริโอตอย่างไร<br>ก. มีนิวเคลียส<br>ข. มีสารพันธุกรรม<br>ค. มีไรโบโซม<br>ง. ถูกทั้ง ก และ ข |                 |   |    |
|  | 2. ข้อใดกล่าวถึงการกำเนิดของชีวิต(Origin of life) ได้ถูกต้อง   |                 |   |    |

| วัตถุประสงค์การเรียนรู้  | แบบทดสอบก่อนเรียน   | คะแนนการพิจารณา |   |    |
|--|---|-----------------|---|----|
|  |   | +1              | 0 | -1 |
|  | ก. สิ่งมีชีวิตกำเนิดมาจากสิ่งมีชีวิต<br>ข. สิ่งมีชีวิตกำเนิดจากสิ่งไม่มีชีวิต<br>ค. พระเจ้าเป็นผู้สร้างสิ่งมีชีวิต<br>ง. ไม่สามารถพิสูจน์ได้อย่างชัดเจน   |                 |   |    |
| 1. หลังจากศึกษาเรื่อง “กำเนิดของชีวิต” แล้วผู้เรียนสามารถอธิบายเกี่ยวกับองค์ประกอบของความหลากหลายทางชีวภาพได้ถูกต้อง | 3. ข้อใดไม่ใช่ลักษณะของเซลล์เริ่มแรกของสิ่งมีชีวิตตามแนวคิดของนักวิทยาศาสตร์<br>ก. ไม่สามารถสร้างอาหารเองได้<br>ข. สารพันธุกรรมแขวนลอยอยู่ในไซโทพลาซึม<br>ค. มีนิวเคลียสอยู่ภายในเซลล์<br>ง. มีเพียงสารพันธุกรรมอยู่ภายในเซลล์                                      |                 |   |    |
|  | 4. การเกิดเซลล์ยูคาริโอตตามแนวคิดของนักวิทยาศาสตร์เกิดขึ้นได้อย่างไร<br>ก. เกิดขึ้นพร้อมกับเซลล์โพรคาริโอต<br>ข. เกิดจากเซลล์โพรคาริโอตสองเซลล์รวมตัวกัน<br>ค. เกิดจากการรวมตัวของสารอินทรีย์ในน้ำและอากาศ<br>ง. เกิดจากการเจริญเยื่อหุ้มเซลล์ไปล้อมรอบสารพันธุกรรม |                 |   |    |
|  | 5. ไมโทคอนเดรียของเซลล์ยูคาริโอตเริ่มแรกเกิดขึ้นได้อย่างไร<br>ก. สร้างจากนิวเคลียสภายในเซลล์<br>ข. การรวมตัวของสารอินทรีย์ภายในไซโทพลาซึม<br>ค. เกิดจากเซลล์โพรคาริโอตอื่นเข้ามาอยู่ภายในเซลล์<br>ง. เกิดจากการเจริญของเยื่อหุ้มเซลล์มาล้อมรอบ RNA                  |                 |   |    |

| วัตถุประสงค์การเรียนรู้   | แบบทดสอบก่อนเรียน  | คะแนนการพิจารณา |   |    |
|---|--|-----------------|---|----|
|   |  | +1              | 0 | -1 |
| 2. หลังจากศึกษาเรื่อง “อาณาจักรมอเนอรา” แล้วผู้เรียนสามารถอธิบายเกี่ยวกับวิธีการศึกษาความหลากหลายของสิ่งมีชีวิตได้ถูกต้อง | <p>1. ลักษณะของสิ่งมีชีวิตในอาณาจักรมอเนอรา ตรงกับข้อใด</p> <p>ก. เซลล์แบบโพรแคริโอต ไม่มีเยื่อหุ้มนิวเคลียส</p> <p>ข. เซลล์แบบยูแคริโอต ส่วนใหญ่มีเซลล์เดียว</p> <p>ค. เซลล์แบบยูแคริโอตที่มีผนังเซลล์</p> <p>ประกอบด้วยสารโคติน และเซลลูโลส</p> <p>ง. สร้างอาหารเองได้ ผนังเซลล์ประกอบด้วยเซลลูโลสเป็นส่วนใหญ่</p> |                 |   |    |
| 2. หลังจากศึกษาเรื่อง “อาณาจักรมอเนอรา” แล้วผู้เรียนสามารถอธิบายเกี่ยวกับวิธีการศึกษาความหลากหลายของสิ่งมีชีวิตได้ถูกต้อง | <p>2. แบคทีเรียกลุ่มใดที่มนุษย์นิยมนำมาใช้ประโยชน์ทางการแพทย์</p> <p>ก. กลุ่มคลาไมเดีย</p> <p>ข. กลุ่มสไปโรคีท</p> <p>ค. แบคทีเรียแกรมบวก</p> <p>ง. ไชยาโนแบคทีเรีย</p>  |                 |   |    |
|   | <p>3. แบคทีเรียกลุ่มใดที่ทำหน้าที่เป็นผู้ผลิตในระบบนิเวศและสามารถตรึงแก๊สไนโตรเจนในอากาศได้</p> <p>ก. Cyanobacteria</p> <p>ข. โพรทีโอแบคทีเรีย</p> <p>ค. แบคทีเรีย</p> <p>ง. รา</p>  |                 |   |    |
|   | <p>4. ไมโครพลาสมาจัดเป็นสิ่งมีชีวิตในกลุ่มใด</p> <p>ก. แบคทีเรีย</p> <p>ข. ไวรัส</p> <p>ค. โฟทิสตา</p> <p>ง. รา</p>  |                 |   |    |
|   | <p>5. แบคทีเรียกลุ่มใดที่มีความทนทานต่อสภาพแวดล้อมได้มากที่สุด (ระดับความรู้)</p> <p>ก. กลุ่มสไปโรคีท</p>  |                 |   |    |

| วัตถุประสงค์การเรียนรู้   | แบบทดสอบก่อนเรียน   | คะแนนการพิจารณา |   |    |
|---|---|-----------------|---|----|
|   |   | +1              | 0 | -1 |
|   | ข. อาร์เคียบแคททีเรีย<br>ค. แบคทีเรียแกรมบวก<br>ง. ไชยาโนแบคทีเรีย  |                 |   |    |
| 3. หลังจากศึกษาเรื่อง “อาณาจักรโพรทิสตา” แล้วผู้เรียนสามารถอธิบายเกี่ยวกับสถานการณ์ความหลากหลายทางชีวภาพในประเทศไทยได้ถูกต้อง | 1. ข้อใดกล่าวไม่ถูกต้องเกี่ยวกับสิ่งมีชีวิตในอาณาจักรโพรทิสตา<br>ก. มีการดำรงชีวิตทั้งแบบอิสระ แบบปรสิต<br>ข. มีความหลากหลายทั้งชนิดและขนาด มีตั้งแต่เซลล์เดียวไปจนถึงหลายเซลล์<br>ค. มีทั้งชนิดที่เคลื่อนที่ได้และเคลื่อนที่ไม่ได้<br>ง. เซลล์รวมตัวกันพัฒนาไปเป็นเนื้อเยื่อ |                 |   |    |
| 3. หลังจากศึกษาเรื่อง “อาณาจักรโพรทิสตา” แล้วผู้เรียนสามารถอธิบายเกี่ยวกับสถานการณ์ความหลากหลายทางชีวภาพในประเทศไทยได้ถูกต้อง | 2. โพรทิสตากลุ่มใดไม่สามารถนำมาใช้เป็นอาหารของมนุษย์ได้<br>ก. ไดโนแฟลเจลเลต<br>ข. สาหร่ายสีน้ำตาล<br>ค. สาหร่ายสีแดง<br>ง. สาหร่ายสีเขียว   |                 |   |    |
|   | 3. วัณที่นำมาทำขนม ผลิตมาจากสิ่งมีชีวิตกลุ่มใด<br>ก. ไดอะตอม<br>ข. ราเมือก<br>ค. สาหร่ายสีแดง<br>ง. สาหร่ายสีเขียว  |                 |   |    |
|   | 4. ลักษณะโครงสร้างที่เด่นชัดของไดอะตอมคือข้อใด<br>ก. เป็นเซลล์เดียวหรือหลายเซลล์ที่ไม่มีคลอโรฟิลล์<br>ข. เป็นเซลล์เดียวที่มีสารพอลิซิลิกาหุ้มผนังเซลล์  |                 |   |    |

| วัตถุประสงค์การเรียนรู้ | แบบทดสอบก่อนเรียน   | คะแนนการพิจารณา |   |    |
|-------------------------|---|-----------------|---|----|
|                         |   | +1              | 0 | -1 |
|                         | ค. เป็นเซลล์เดียวมีหินปูนสะสมที่ผนังเซลล์<br>ง. ผนังเซลล์เป็นฝาครอบ 2 ฝา เป็นสารพวกแคลเซียมคาร์บอเนต  |                 |   |    |
|                         | 5. ปรากฏการณ์ซีปลาวาฟ(red tide) ซึ่งเป็นอันตรายต่อสัตว์น้ำ เกิดจากสิ่งมีชีวิตกลุ่มใด<br>ก. แบคทีเรียแกรมบวก<br>ข. ไดโนแฟลเจลเลต<br>ค. ยูกลีโนซัว<br>ง. สาหร่ายสีแดง |                 |   |    |

ตอนที่ 3 ข้อเสนอแนะเพิ่มเติม

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

โดยภาพรวม ด้านเนื้อหาของหนังสือเทคโนโลยีความจริงเสมือน วิชาชีววิทยา เรื่อง ความหลากหลายทางชีวภาพ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 หน่วยที่ 2 สิ่งมีชีวิตเซลล์เดียว มีคุณภาพอยู่ในระดับ

ดีมาก

ดี

ปานกลาง

ปรับปรุง

ลงชื่อ .....ผู้ประเมิน

( )

ผู้ทรงคุณวุฒิด้านเนื้อหา

## แบบประเมินความสอดคล้อง (IOC)

ระหว่างวัตถุประสงค์การเรียนรู้และแบบทดสอบก่อนเรียน

หนังสือเทคโนโลยีความจริงเสมือน วิชาชีววิทยา เรื่อง ความหลากหลายทางชีวภาพ

สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6

หน่วยที่ 3 สิ่งมีชีวิตหลายเซลล์

(สำหรับผู้ทรงคุณวุฒิด้านเนื้อหา)

**ตอนที่ 2** โปรดพิจารณาว่าแบบทดสอบก่อนเรียนแต่ละข้อต่อไปนี้ มีความสอดคล้องกับวัตถุประสงค์การเรียนรู้ที่ระบุไว้หรือไม่ โดยเขียนเครื่องหมาย ✓ ลงในช่อง “คะแนนการพิจารณา” ตามความคิดเห็นของท่าน ดังนี้

เกณฑ์การประเมินความสอดคล้อง (Index of consistency : IOC)

ให้คะแนนเท่ากับ + 1 หมายถึง แน่ใจว่าแบบทดสอบมีความสอดคล้องตรงกับวัตถุประสงค์

ให้คะแนนเท่ากับ 0 หมายถึง ไม่แน่ใจว่าแบบทดสอบมีความสอดคล้องกับวัตถุประสงค์

ให้คะแนนเท่ากับ - 1 หมายถึง แน่ใจว่าแบบทดสอบไม่มีความสอดคล้องกับวัตถุประสงค์

| วัตถุประสงค์การเรียนรู้  | แบบทดสอบก่อนเรียน  | คะแนนการพิจารณา |   |    |
|--|--|-----------------|---|----|
|  |  | +1              | 0 | -1 |
| 1. หลังจากศึกษาเรื่อง “อาณาจักรพืช” แล้ว ผู้เรียนสามารถอธิบายเกี่ยวกับองค์ประกอบของความหลากหลายทางชีวภาพได้ถูกต้อง | 1.กลุ่มพืชที่ไม่มีระบบท่อลำเลียง คือข้อใด<br>ก. มอส ลิเวอร์เวิร์ต<br>ข. หวายทะนอย ต้นหางสิงห์<br>ค. ช้องนางคลี่ สามร้อยยอด<br>ง. หญ้าถอดปล้อง เฟิน |                 |   |    |
|  | 2. มอสเป็นพืชที่มีขนาดเล็ก ถ้าสมมติว่ามอสมีขนาดใหญ่เท่าต้นข้าวโพด มอสจะต้องตาย เพราะอะไร<br>ก. ขาดอาหารเนื่องจากไม่มีใบที่แท้จริง                  |                 |   |    |

| วัตถุประสงค์การเรียนรู้   | แบบทดสอบก่อนเรียน   | คะแนนการพิจารณา |   |    |
|---|---|-----------------|---|----|
|   |   | +1              | 0 | -1 |
|   | ข. ขาดน้ำและอาหาร เนื่องจากไม่มีระบบท่อลำเลียง<br>ค. ขาดน้ำและแร่ธาตุ เนื่องจากไม่มีรากที่แท้จริง<br>ง. ขาดอาหาร เนื่องจากสังเคราะห์ด้วยแสงได้ไม่พอ   |                 |   |    |
| 1. หลังจากศึกษาเรื่อง “อาณาจักรพืช” แล้วผู้เรียนสามารถอธิบายเกี่ยวกับองค์ประกอบของความหลากหลายทางชีวภาพได้ถูกต้อง | 3. เฟิร์น เป็นพืชที่มีประโยชน์มากพวกหนึ่ง ลักษณะเด่นที่ทำให้แยกออกจากพืชอื่น ๆ ได้ง่าย คืออะไร<br>ก. ใบอ่อนม้วนคล้ายลานนาฬิกา<br>ข. ใบมีกลุ่มอับสปอร์อยู่ด้านล่าง<br>ค. ลำต้นเป็นเถามีลักษณะเหนียว<br>ง. ต้นสปอร์โรไฟต์ขึ้นบนต้นมีโตไฟต์  |                 |   |    |
|   | 4. ข้อใดเรียงลำดับพืชตามหมวดหมู่(อนุกรมวิธาน) จากต่ำไปสูงได้อย่างถูกต้อง<br>ก. มอส ชื่อนางคลี ผักแว่น สนญี่ปุ่น หญ้าแพรก<br>ข. ลิเวอร์เวิร์ต หญ้ารังไก่อ่ พรุง กูดเกียะ สนญี่ปุ่น<br>ค. มอส หวายทะนอย สนทะเล เปะแก๊วย<br>ง. ลิเวอร์เวิร์ต เฟินใบมะขาม สนปฏิพัทธ์ สนสองใบ หญ้าถอดปล้อง |                 |   |    |
|   | 5. พืชใดอยู่ในกลุ่มไม้ดอกทั้งหมด<br>ก. สร้อยสุกรม บอน แหน ผักแว่น<br>ข. สาหร่ายหางกระรอก สาหร่ายข้าวเหนียว<br>จอก<br>ค. สร้อยสีดา ชายผ้าสีดา กระเช้าสีดา พลู<br>ง. หญ้ารังไก่อ่ หญ้าถอดปล้อง หญ้าแพรก<br>หญ้านกสีชมพู   |                 |   |    |
| 2. หลังจากศึกษาเรื่อง “อาณาจักรฟังไจ” แล้วผู้เรียนสามารถ  | 1. ข้อใดเป็นลักษณะทั่วไปของฟังไจ (fungi)<br>ก. มีกลุ่มเส้นใยของไฮฟาเรียกว่า mycelium<br>ดูดซึบอาหารเข้าสู่เซลล์   |                 |   |    |



| วัตถุประสงค์การเรียนรู้   | แบบทดสอบก่อนเรียน  | คะแนนการพิจารณา |   |    |
|---|--|-----------------|---|----|
|   |  | +1              | 0 | -1 |
| อธิบายเกี่ยวกับวิธีการศึกษาความหลากหลายของสิ่งมีชีวิตได้ถูกต้อง   | <p>ข. มีการสืบพันธุ์ทั้งแบบอาศัยเพศและแบบไม่อาศัยเพศ</p> <p>ค. มีผนังเซลล์เป็นสารพวกเซลลูโลสเช่นเดียวกับพืช</p> <p>ง. ข้อ ก. และ ข้อ ข. ถูก</p>  |                 |   |    |
|   | <p>2. ฟังไจกลุ่มโคทริดแตกต่างจากฟังไจกลุ่มอื่นอย่างไร</p> <p>ก. เซลล์สืบพันธุ์มีแฟลเจลลา</p> <p>ข. มีการสืบพันธุ์แบบไม่อาศัยเพศ</p> <p>ค. เส้นใยไฮฟาไม่เยื่อกัน</p> <p>ง. มีการดำรงชีวิตแบบไม่ใช้ออกซิเจน</p>                              |                 |   |    |
| 2. หลังจากศึกษาเรื่อง “อาณาจักรฟังไจ” แล้วผู้เรียนสามารถอธิบายเกี่ยวกับวิธีการศึกษาความหลากหลายของสิ่งมีชีวิตได้ถูกต้อง | <p>3. เห็ดที่เรานำมาประกอบอาหารรับประทานส่วนมากเป็นฟังไจกลุ่มใด</p> <p>ก. โคทริด</p> <p>ข. ไฮโคโนไมโคตา</p> <p>ค. แอสโคไมโคตา</p> <p>ง. เบสิดิโอไมโคตา</p>   |                 |   |    |
|   | <p>4. ข้อใดคือประโยชน์จากเชื้อรา</p> <p>ก. ข้าวหมาก เต้าเจี้ยว  रूपแป้ง</p> <p>ข. ขนมอบ่ง ยาคุมกำเนิด น้ำส้ม</p> <p>ค. แอลกอฮอล์ นมเปรี้ยว วิตามินบี</p> <p>ง. ไม่มีข้อถูก</p>   |                 |   |    |
|   | <p>5. สารพิษที่เรียกว่า อะฟลาทอกซิน (Afla-toxin) เกิดจากราชนิดใด (ระดับความรู้)</p> <p>ก. <i>Rhizopus nigricans</i></p> <p>ข. <i>Aspergillus flavus</i></p> <p>ค. <i>Penicillium notatum</i></p> <p>ง. <i>Saccharomyces cerevisiae</i></p> |                 |   |    |

| วัตถุประสงค์การเรียนรู้  | แบบทดสอบก่อนเรียน  | คะแนนการพิจารณา |   |    |
|--|--|-----------------|---|----|
|  |  | +1              | 0 | -1 |
| 3. หลังจากศึกษาเรื่อง “อาณาจักรสัตว์” แล้วผู้เรียนสามารถอธิบายเกี่ยวกับสถานการณ์ความหลากหลายทางชีวภาพในประเทศไทยได้ถูกต้อง | 1. ข้อใดไม่ใช่ลักษณะสำคัญของอาณาจักรสัตว์<br>ก. เซลล์ของสัตว์ไม่มีผนังเซลล์<br>ข. มีเซลล์แบบโพรคาริโอต<br>ค. เป็นสิ่งมีชีวิตหลายเซลล์เรียงตัวกันเป็นเนื้อเยื่อ<br>ง. ไม่สามารถสร้างอาหารเองได้ |                 |   |    |
|  | 2. ปูน้ำจืดและปูน้ำเค็ม เป็นสิ่งมีชีวิตที่จัดอยู่ในไฟลัมใดดังต่อไปนี้<br>ก. phylum Echinodermata<br>ข. phylum Chaetognatha<br>ค. phylum Arthropoda<br>ง. phylum Mollusca                       |                 |   |    |
| 3. หลังจากศึกษาเรื่อง “อาณาจักรสัตว์” แล้วผู้เรียนสามารถอธิบายเกี่ยวกับสถานการณ์ความหลากหลายทางชีวภาพในประเทศไทยได้ถูกต้อง | 3. หนอนทะเลเป็นสิ่งมีชีวิตที่จัดอยู่ในไฟลัมใดต่อไปนี้<br>ก. phylum Coelenterata<br>ข. phylum Platyhelminthes<br>ค. phylum Mollusca<br>ง. phylum Annelida                                       |                 |   |    |
|  | 4. สัตว์ในไฟลัมใดมีความหลากหลายมากที่สุด<br>ก. phylum Echinodermata<br>ข. phylum Chaetognatha<br>ค. phylum Arthropoda<br>ง. phylum Mollusca  |                 |   |    |
|  | 5. มนุษย์มีวิวัฒนาการใกล้เคียงกับสัตว์ชนิดใดมากที่สุด<br>ก. ลิงโปเดอร์<br>ข. ลิงแสม<br>ค. ลิงบาบูน<br>ง. ลิงชิมแปนซี   |                 |   |    |

ตอนที่ 3 ข้อเสนอแนะเพิ่มเติม

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

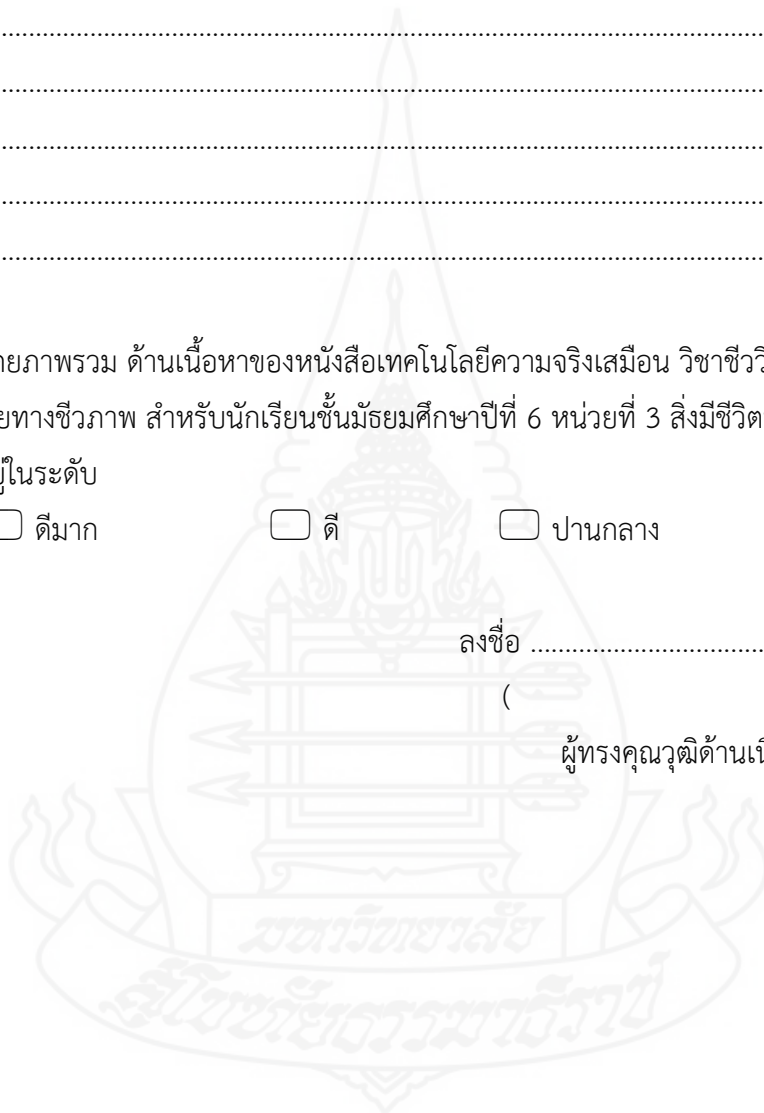
โดยภาพรวม ด้านเนื้อหาของหนังสือเทคโนโลยีความจริงเสมือน วิชาชีววิทยา เรื่อง ความหลากหลายทางชีวภาพ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 หน่วยที่ 3 สิ่งมีชีวิตหลายเซลล์ มีคุณภาพอยู่ในระดับ

ดีมาก                       ดี                       ปานกลาง                       ปรับปรุง

ลงชื่อ .....ผู้ประเมิน

( )

ผู้ทรงคุณวุฒิด้านเนื้อหา





แบบประเมินคุณภาพด้านเนื้อหา การพัฒนาหนังสือเทคโนโลยีความจริงเสมือน วิชา  
ชีววิทยา

เรื่อง ความหลากหลายทางชีวภาพ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6  
หน่วยที่ 1 ความหลากหลายของสิ่งมีชีวิต  
(สำหรับผู้ทรงคุณวุฒิด้านวัดผลและประเมินผล)

**คำชี้แจง** แบบประเมินคุณภาพด้านเนื้อหาของหนังสือเทคโนโลยีความจริงเสมือน วิชาชีววิทยา  
เรื่อง ความหลากหลายทางชีวภาพ แบ่งออกเป็น 3 ตอน ดังนี้  
ตอนที่ 1 ข้อมูลส่วนตัวของผู้ประเมิน  
ตอนที่ 2 ความคิดเห็นด้านเนื้อหาต่อหนังสือเทคโนโลยีความจริงเสมือน วิชาชีววิทยา  
เรื่อง ความหลากหลายทางชีวภาพ  
ตอนที่ 3 ข้อเสนอแนะเพิ่มเติม

ตอนที่ 1 ข้อมูลส่วนตัวของผู้ประเมิน

**คำชี้แจง** โปรดกรอกข้อมูลลงในช่องว่าง

1. ชื่อ - สกุล .....
2. ตำแหน่ง .....
3. สถานที่ทำงาน .....
4. โทรศัพท์ .....
5. E-mail .....

**แบบประเมินความสอดคล้อง (IOC)**  
**ระหว่างวัตถุประสงค์การเรียนรู้และแบบทดสอบก่อนเรียน**  
**หนังสือเทคโนโลยีความจริงเสมือน วิชาชีววิทยา เรื่อง ความหลากหลายทางชีวภาพ**  
**สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6**  
**หน่วยที่ 1 ความหลากหลายของสิ่งมีชีวิต**  
**(สำหรับผู้ทรงคุณวุฒิด้านวัดผลและประเมินผล)**

- ตอนที่ 2** โปรดพิจารณาว่าแบบทดสอบก่อนเรียนแต่ละข้อต่อไปนี้ มีความสอดคล้องกับวัตถุประสงค์การเรียนรู้ที่ระบุไว้หรือไม่ โดยเขียนเครื่องหมาย ✓ ลงในช่อง “คะแนนการพิจารณา” ตามความคิดเห็นของท่าน ดังนี้
- เกณฑ์การประเมินความสอดคล้อง (Index of consistency : IOC)
- ให้คะแนนเท่ากับ + 1 หมายถึง แน่ใจว่าแบบทดสอบมีความสอดคล้องตรงกับวัตถุประสงค์
- ให้คะแนนเท่ากับ 0 หมายถึง ไม่แน่ใจว่าแบบทดสอบมีความสอดคล้องกับวัตถุประสงค์
- ให้คะแนนเท่ากับ - 1 หมายถึง แน่ใจว่าแบบทดสอบไม่มีความสอดคล้องกับวัตถุประสงค์

| วัตถุประสงค์การเรียนรู้  | แบบทดสอบก่อนเรียน   | คะแนนการพิจารณา |   |    |
|--|---|-----------------|---|----|
|  |   | +1              | 0 | -1 |
| 2. หลังจากศึกษาเรื่อง “องค์ประกอบของความหลากหลายทางชีวภาพ” แล้ว ผู้เรียนสามารถอธิบายเกี่ยวกับองค์ประกอบของ | 1. ข้อใดไม่ใช่ลักษณะขององค์ประกอบความหลากหลายทางชีวภาพ<br>ก. เปลือกของหอยทับทิมมีลวดลายและสีสันแตกต่างกัน<br>ข. ลักษณะของดอกกล้วยไม้มีรูปร่างแตกต่างกัน<br>ค. จำนวนของปลาในแหล่งน้ำแตกต่างกัน<br>ง. ลักษณะระบบนิเวศแตกต่างกัน |                 |   |    |

| วัตถุประสงค์การเรียนรู้  | แบบทดสอบก่อนเรียน   | คะแนนการพิจารณา |   |    |
|--|---|-----------------|---|----|
|  |   | +1              | 0 | -1 |
| ความหลากหลายทางชีวภาพได้ถูกต้อง  | <p>2. ข้อใดให้ความหมายของความหลากหลายทางชีวภาพได้ถูกต้องที่สุด</p> <p>ก. การมีชนิดพันธุ์ของสิ่งมีชีวิตหลากหลายชนิดมาอยู่ร่วมกันในระบบนิเวศหนึ่ง</p> <p>ข. สิ่งมีชีวิตหลายๆ ชนิดอยู่ร่วมกัน</p> <p>ค. สิ่งมีชีวิตชนิดใดชนิดหนึ่งอยู่ร่วมกันในระบบนิเวศ</p> <p>ง. สิ่งมีชีวิตชนิดเดียวอาศัยร่วมกันมีความหลากหลายทางพันธุกรรมทำให้เกิดสายพันธุ์ต่างๆ</p> |                 |   |    |
| 1. หลังจากศึกษาเรื่อง “องค์ประกอบของความหลากหลายทางชีวภาพ” แล้วผู้เรียนสามารถอธิบายเกี่ยวกับองค์ประกอบของความหลากหลายทางชีวภาพได้ถูกต้อง | <p>3. การที่คนแต่ละประเทศมีรูปร่างลักษณะแตกต่างกันเป็นความหลากหลายทางด้านใด</p> <p>ก. ความหลากหลายทางพันธุกรรม</p> <p>ข. ความหลากหลายของสปีชีส์</p> <p>ค. ความหลากหลายของระบบนิเวศ</p> <p>ง. ความหลากหลายของสิ่งแวดล้อม</p>   |                 |   |    |
|  | <p>4. ความแตกต่างของลักษณะสุนัขแต่ละสายพันธุ์เป็นความหลากหลายทางด้านใด (ระดับการนำไปใช้)</p> <p>ก. ความหลากหลายทางพันธุกรรม</p> <p>ข. ความหลากหลายของสปีชีส์</p> <p>ค. ความหลากหลายของระบบนิเวศ</p> <p>ง. ความหลากหลายของสิ่งแวดล้อม</p>  |                 |   |    |
|  | <p>5. ในทุ่งหญ้าแห่งหนึ่งมีนกเอี้ยง นกกระจอก นกอีกา และนกอินทรี จัดเป็นความหลากหลายทางด้านใด</p> <p>ก. ความหลากหลายทางพันธุกรรม</p> <p>ข. ความหลากหลายของสปีชีส์</p> <p>ค. ความหลากหลายของระบบนิเวศ</p> <p>ง. ความหลากหลายของสิ่งแวดล้อม</p>  |                 |   |    |

| วัตถุประสงค์การเรียนรู้  | แบบทดสอบก่อนเรียน   | คะแนนการพิจารณา |   |    |
|--|---|-----------------|---|----|
|  |   | +1              | 0 | -1 |
| 2. หลังจากศึกษาเรื่อง “การศึกษาความหลากหลายของสิ่งมีชีวิต” แล้วผู้เรียนสามารถอธิบายเกี่ยวกับวิธีการศึกษาความหลากหลายของสิ่งมีชีวิตได้ถูกต้อง | <p>1. Artificial system เป็นการจำแนกสิ่งมีชีวิตโดยอาศัยหลักการใด</p> <p>ก. พิจารณาความสัมพันธ์ ทางวิวัฒนาการของสิ่งมีชีวิตและการมีบรรพบุรุษร่วมกัน</p> <p>ข. อาศัยหลักธรรมชาติ ลักษณะภายนอก ลักษณะภายใน พฤติกรรมและนิเวศวิทยา</p> <p>ค. พิจารณาลักษณะภายนอก ลักษณะภายใน เอ็มบริโอและลักษณะทางชีวเคมี</p> <p>ง. พิจารณาลักษณะภายนอกต่างๆ ไปเท่าสังเกตได้ ลักษณะคล้ายกันจัดอยู่พวกเดียวกัน ลักษณะแตกต่างกันจัดแยกกันออกไป</p> |                 |   |    |
| 2. หลังจากศึกษาเรื่อง “การศึกษาความหลากหลายของสิ่งมีชีวิต” แล้วผู้เรียนสามารถอธิบายเกี่ยวกับวิธีการศึกษาความหลากหลายของสิ่งมีชีวิตได้ถูกต้อง | <p>2. มนุษย์มีชื่อทางวิทยาศาสตร์ ว่า <i>Homo sapiens</i> คำว่า <i>Homo</i> เป็นชื่อของอะไร</p> <p>ก. จินัส</p> <p>ข. ไฟลัม</p> <p>ค. คลาส</p> <p>ง. คิงดอม</p>  |                 |   |    |
|  | <p>3. สิ่งมีชีวิตในข้อใดมีความคล้ายคลึงกันมากที่สุด</p> <p>ก. สิ่งมีชีวิตที่อยู่ในอันดับ (Order) เดียวกัน</p> <p>ข. สิ่งมีชีวิตที่อยู่ในสกุล(Genus) เดียวกัน</p> <p>ค. สิ่งมีชีวิตที่อยู่ในวงศ์ (Family) เดียวกัน</p> <p>ง. สิ่งมีชีวิตที่อยู่ในคลาส (Class) เดียวกัน</p>   |                 |   |    |
|  | <p>4. สิ่งมีชีวิตในข้อใดมีสายวิวัฒนาการห่างกันมากที่สุด</p> <p>ก. สิ่งมีชีวิตที่อยู่ในอันดับ (Order) เดียวกัน</p> <p>ข. สิ่งมีชีวิตที่อยู่ในสกุล(Genus) เดียวกัน</p> <p>ค. สิ่งมีชีวิตที่อยู่ในวงศ์ (Family) เดียวกัน</p> <p>ง. สิ่งมีชีวิตที่อยู่ในคลาส (Class) เดียวกัน</p>   |                 |   |    |



| วัตถุประสงค์การเรียนรู้  | แบบทดสอบก่อนเรียน   | คะแนนการพิจารณา |   |    |
|--|---|-----------------|---|----|
|  |   | +1              | 0 | -1 |
|  | 5. ระบบการจัดหมวดหมู่พืชของลินเนียส ยึดเกณฑ์ใด<br>ก. ขนาดและอายุของพืช<br>ข. ที่อยู่อาศัยและโครงสร้าง<br>ค. นับจำนวนโครงสร้างบางอย่าง<br>ง. ความสัมพันธ์ทางพันธุกรรม                  |                 |   |    |
| 3. หลังจากศึกษาเรื่อง “ความหลากหลายทางชีวภาพในประเทศไทย” แล้ว ผู้เรียนสามารถอธิบายเกี่ยวกับสถานการณ์ความหลากหลายทางชีวภาพในประเทศไทยได้ถูกต้อง | 1. เพราะเหตุใดประเทศไทยจึงเป็นพื้นที่ที่มีความหลากหลายทางชีวภาพอุดมสมบูรณ์<br>ก. มีความหลากหลายทางระบบนิเวศ<br>ข. มีพื้นที่จำนวนมาก<br>ค. มีประชากรมนุษย์มาก<br>ง. มีแหล่งน้ำจำนวนมาก |                 |   |    |
| 3. หลังจากศึกษาเรื่อง “ความหลากหลายทางชีวภาพในประเทศไทย” แล้ว ผู้เรียนสามารถอธิบายเกี่ยวกับสถานการณ์ความหลากหลายทางชีวภาพในประเทศไทยได้ถูกต้อง | 2. สิ่งมีชีวิตที่พบในประเทศไทยคิดเป็นร้อยละเท่าใดของสิ่งมีชีวิตที่พบในโลก<br>ก. ร้อยละ 3<br>ข. ร้อยละ 7<br>ค. ร้อยละ 10<br>ง. ร้อยละ 30   |                 |   |    |
| 3. หลังจากศึกษาเรื่อง “ความหลากหลายทางชีวภาพในประเทศไทย” แล้ว ผู้เรียนสามารถอธิบายเกี่ยวกับสถานการณ์ความหลากหลายทางชีวภาพในประเทศไทยได้ถูกต้อง | 3. สิ่งมีชีวิตที่ประเทศไทยศึกษาส่วนมากเป็นกลุ่มใด<br>ก. กลุ่มสัตว์เลี้ยง<br>ข. กลุ่มสัตว์สวยงาม<br>ค. กลุ่มสัตว์ที่นำมาเป็นอาหาร<br>ง. กลุ่มสัตว์ที่เสี่ยงต่อการสูญพันธุ์             |                 |   |    |

| วัตถุประสงค์การเรียนรู้ | แบบทดสอบก่อนเรียน   | คะแนนการพิจารณา |   |    |
|-------------------------|---|-----------------|---|----|
|                         |   | +1              | 0 | -1 |
|                         | 4. สาเหตุสำคัญที่ทำให้สัตว์ป่าในประเทศไทยบางชนิดใกล้สูญพันธุ์เกิดจากอะไร<br>ก. ภาวะโลกร้อน<br>ข. ฝนไม่ตกต้องตามฤดูกาล<br>ค. พื้นที่ป่าถูกทำลาย<br>ง. เกิดโรคระบาด |                 |   |    |
|                         | 5. เขตภูมิอากาศแบบใดที่จะพบความหลากหลายทางชีวภาพอุดมสมบูรณ์มากกว่าเขตอื่น<br>ก. หนาว<br>ข. อบอุ่น<br>ค. ร้อนชื้น<br>ง. ทะเลทราย                                   |                 |   |    |

ตอนที่ 3 ข้อเสนอแนะเพิ่มเติม

.....

.....

.....

.....

.....

โดยภาพรวม ด้านเนื้อหาของหนังสือเทคโนโลยีความจริงเสมือน วิชาชีววิทยา เรื่อง ความหลากหลายทางชีวภาพ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 หน่วยที่ 1 ความหลากหลายของสิ่งมีชีวิต มีคุณภาพอยู่ในระดับ

ดีมาก

ดี

ปานกลาง

ปรับปรุง

ลงชื่อ .....ผู้ประเมิน

( )

ผู้ทรงคุณวุฒิด้านวัดผลและประเมินผล

## แบบประเมินความสอดคล้อง (IOC)

ระหว่างวัตถุประสงค์การเรียนรู้และแบบทดสอบก่อนเรียน  
หนังสือเทคโนโลยีความจริงเสมือน วิชาชีววิทยา เรื่อง ความหลากหลายทางชีวภาพ  
สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6  
หน่วยที่ 2 สิ่งมีชีวิตเซลล์เดียว  
(สำหรับผู้ทรงคุณวุฒิด้านวัดผลและประเมินผล)

- ตอนที่ 2** โปรดพิจารณาว่าแบบทดสอบก่อนเรียนแต่ละข้อต่อไปนี้ มีความสอดคล้องกับวัตถุประสงค์การเรียนรู้ที่ระบุไว้หรือไม่ โดยเขียนเครื่องหมาย ✓ ลงในช่อง “คะแนนการพิจารณา” ตามความคิดเห็นของท่าน ดังนี้
- เกณฑ์การประเมินความสอดคล้อง (Index of consistency : IOC)
- ให้คะแนนเท่ากับ + 1 หมายถึง แน่ใจว่าแบบทดสอบมีความสอดคล้องตรงกับ วัตถุประสงค์
- ให้คะแนนเท่ากับ 0 หมายถึง ไม่แน่ใจว่าแบบทดสอบมีความสอดคล้องกับ วัตถุประสงค์
- ให้คะแนนเท่ากับ - 1 หมายถึง แน่ใจว่าแบบทดสอบไม่มีความสอดคล้องกับ วัตถุประสงค์

| วัตถุประสงค์การเรียนรู้  | แบบทดสอบก่อนเรียน  | คะแนนการพิจารณา |   |    |
|--|--|-----------------|---|----|
|  |  | +1              | 0 | -1 |
| 1. หลังจากศึกษาเรื่อง “กำเนิดของชีวิต” แล้วผู้เรียนสามารถอธิบายเกี่ยวกับองค์ประกอบของความหลากหลายทางชีวภาพได้ถูกต้อง | 1. เซลล์ยูคาริโอตมีลักษณะแตกต่างจากเซลล์โพรคาริโอตอย่างไร<br>ก. มีนิวเคลียส<br>ข. มีสารพันธุกรรม<br>ค. มีไรโบโซม<br>ง. ถูกทั้ง ก และ ข |                 |   |    |

| วัตถุประสงค์การเรียนรู้   | แบบทดสอบก่อนเรียน  | คะแนนการพิจารณา |   |    |
|---|--|-----------------|---|----|
|   |  | +1              | 0 | -1 |
|   | <p>2. ข้อใดกล่าวถึงการกำเนิดของชีวิต(Origin of life) ได้ถูกต้อง</p> <p>ก. สิ่งมีชีวิตกำเนิดมาจากสิ่งมีชีวิต</p> <p>ข. สิ่งมีชีวิตกำเนิดจากสิ่งไม่มีชีวิต</p> <p>ค. พระเจ้าเป็นผู้สร้างสิ่งมีชีวิต</p> <p>ง. ไม่สามารถพิสูจน์ได้อย่างชัดเจน</p>   |                 |   |    |
| <p>1. หลังจากศึกษาเรื่อง “กำเนิดของชีวิต” แล้วผู้เรียนสามารถอธิบายเกี่ยวกับองค์ประกอบของความหลากหลายทางชีวภาพได้ถูกต้อง</p> | <p>3. ข้อใดไม่ใช่ลักษณะของเซลล์เริ่มแรกของสิ่งมีชีวิตตามแนวคิดของนักวิทยาศาสตร์</p> <p>ก. ไม่สามารถสร้างอาหารเองได้</p> <p>ข. สารพันธุกรรมแขวนลอยอยู่ในไซโทพลาซึม</p> <p>ค. มีนิวเคลียสอยู่ในเซลล์</p> <p>ง. มีเพียงสารพันธุกรรมอยู่ในเซลล์</p>  |                 |   |    |
|   | <p>4. การเกิดเซลล์ยูคาริโอตตามแนวคิดของนักวิทยาศาสตร์เกิดขึ้นได้อย่างไร</p> <p>ก. เกิดขึ้นพร้อมกับเซลล์โพรคาริโอต</p> <p>ข. เกิดจากเซลล์โพรคาริโอตสองเซลล์รวมตัวกัน</p> <p>ค. เกิดจากการรวมตัวของสารอินทรีย์ในน้ำและอากาศ</p> <p>ง. เกิดจากการเจริญเยื่อหุ้มเซลล์ไปล้อมรอบสารพันธุกรรม</p> |                 |   |    |
|   | <p>5. ไมโทคอนเดรียของเซลล์ยูคาริโอตเริ่มแรกเกิดขึ้นได้อย่างไร</p> <p>ก. สร้างจากนิวเคลียสภายในเซลล์</p> <p>ข. การรวมตัวของสารอินทรีย์ภายในไซโทพลาซึม</p> <p>ค. เกิดจากเซลล์โพรคาริโอตอื่นเข้ามาอยู่ในเซลล์</p>   |                 |   |    |

| วัตถุประสงค์การเรียนรู้   | แบบทดสอบก่อนเรียน   | คะแนนการพิจารณา |   |    |
|---|---|-----------------|---|----|
|   |   | +1              | 0 | -1 |
|   | ง. เกิดจากการเจริญของเยื่อหุ้มเซลล์มาล้อมรอบ RNA  |                 |   |    |
| 2. หลังจากศึกษาเรื่อง “อาณาจักรมอเนอรา” แล้วผู้เรียนสามารถอธิบายเกี่ยวกับวิธีการศึกษาความหลากหลายของสิ่งมีชีวิตได้ถูกต้อง | 1. ลักษณะของสิ่งมีชีวิตในอาณาจักรมอเนอรา ตรงกับข้อใด<br>ก. เซลล์แบบโพรแคริโอต ไม่มีเยื่อหุ้มนิวเคลียส<br>ข. เซลล์แบบยูแคริโอต ส่วนใหญ่มีเซลล์เดียว<br>ค. เซลล์แบบยูแคริโอตที่มีผนังเซลล์<br>ประกอบด้วยสารไคติน และเซลลูโลส<br>ง. สร้างอาหารเองได้ ผนังเซลล์ประกอบด้วยเซลลูโลสเป็นส่วนใหญ่ |                 |   |    |
| 2. หลังจากศึกษาเรื่อง “อาณาจักรมอเนอรา” แล้วผู้เรียนสามารถอธิบายเกี่ยวกับวิธีการศึกษาความหลากหลายของสิ่งมีชีวิตได้ถูกต้อง | 2. แบคทีเรียกลุ่มใดที่มนุษย์นิยมนำมาใช้ประโยชน์ทางการแพทย์<br>ก. กลุ่มคลาไมเดีย<br>ข. กลุ่มสไปโรคีท<br>ค. แบคทีเรียแกรมบวก<br>ง. ไชยาโนแบคทีเรีย  |                 |   |    |
|   | 3. แบคทีเรียกลุ่มใดที่ทำหน้าที่เป็นผู้ผลิตในระบบนิเวศและสามารถตรึงแก๊สไนโตรเจนในอากาศได้<br>ก. Cyanobacteria<br>ข. โพรทิโอแบคทีเรีย<br>ค. แบคทีเรีย<br>ง. รา  |                 |   |    |
|   | 4. ไมโครพลาสมาจัดเป็นสิ่งมีชีวิตในกลุ่มใด<br>ก. แบคทีเรีย<br>ข. ไวรัส<br>ค. โฟทิสตา<br>ง. รา  |                 |   |    |

| วัตถุประสงค์การเรียนรู้   | แบบทดสอบก่อนเรียน   | คะแนนการพิจารณา |   |    |
|---|---|-----------------|---|----|
|   |   | +1              | 0 | -1 |
|   | 5. แบทที่เรียกลุ่มใดที่มีความทนทานต่อสภาพแวดล้อมได้มากที่สุด (ระดับความรู้)<br>ก. กลุ่มสไปโรคิท<br>ข. อาร์เคียแบคทีเรีย<br>ค. แบทที่เรียแกรมบวก<br>ง. ไชยาโนแบคทีเรีย   |                 |   |    |
| 3. หลังจากศึกษาเรื่อง “อาณาจักรโพรทิสตา” แล้วผู้เรียนสามารถอธิบายเกี่ยวกับสถานการณ์ความหลากหลายทางชีวภาพในประเทศไทยได้ถูกต้อง | 1. ข้อใดกล่าวไม่ถูกต้องเกี่ยวกับสิ่งมีชีวิตในอาณาจักรโพรทิสตา<br>ก. มีการดำรงชีวิตทั้งแบบอิสระ แบบปรสิต<br>ข. มีความหลากหลายทั้งชนิดและขนาด มีตั้งแต่เซลล์เดียวไปจนถึงหลายเซลล์<br>ค. มีทั้งชนิดที่เคลื่อนที่ได้และเคลื่อนที่ไม่ได้<br>ง. เซลล์รวมตัวกันพัฒนาไปเป็นเนื้อเยื่อ |                 |   |    |
| 3. หลังจากศึกษาเรื่อง “อาณาจักรโพรทิสตา” แล้วผู้เรียนสามารถอธิบายเกี่ยวกับสถานการณ์ความหลากหลายทางชีวภาพในประเทศไทยได้ถูกต้อง | 2. โพรทิสตากลุ่มใดไม่สามารถนำมาใช้เป็นอาหารของมนุษย์ได้<br>ก. ไดโนแฟลเจลเลต<br>ข. สาหร่ายสีน้ำตาล<br>ค. สาหร่ายสีแดง<br>ง. สาหร่ายสีเขียว   |                 |   |    |
|   | 3. วุ้นที่นำมาทำขนม ผลิตมาจากสิ่งมีชีวิตกลุ่มใด<br>ก. ไดอะตอม<br>ข. ราเมือก<br>ค. สาหร่ายสีแดง<br>ง. สาหร่ายสีเขียว   |                 |   |    |

| วัตถุประสงค์การเรียนรู้ | แบบทดสอบก่อนเรียน  | คะแนนการพิจารณา |   |    |
|-------------------------|--|-----------------|---|----|
|                         |  | +1              | 0 | -1 |
|                         | 4. ลักษณะโครงสร้างที่เด่นชัดของไดอะตอมคือข้อใด<br>ก. เป็นเซลล์เดี่ยวหรือหลายเซลล์ที่ไม่มีคลอโรฟิลล์<br>ข. เป็นเซลล์เดี่ยวที่มีสารพุกซิลิกาหุ้มผนังเซลล์<br>ค. เป็นเซลล์เดี่ยวมีหินปูนสะสมที่ผนังเซลล์<br>ง. ผนังเซลล์เป็นฝาครอบ 2 ฝา เป็นสารพุกแคลเซียมคาร์บอเนต |                 |   |    |
|                         | 5. ปรากฏการณ์ซีปลาวาฟ(red tide) ซึ่งเป็นอันตรายต่อสัตว์น้ำ เกิดจากสิ่งมีชีวิตกลุ่มใด<br>ก. แบคทีเรียแกรมบวก<br>ข. ไดโนแฟลเจลเลต<br>ค. ยูกลีโนซัว<br>ง. สาหร่ายสีแดง  |                 |   |    |

ตอนที่ 3 ข้อเสนอแนะเพิ่มเติม

.....

.....

.....

โดยภาพรวม ด้านวัดผลและประเมินผลของหนังสือเทคโนโลยีความจริงเสมือน วิชาชีววิทยา เรื่อง ความหลากหลายทางชีวภาพ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 หน่วยที่ 2 สิ่งมีชีวิตเซลล์เดียว มีคุณภาพอยู่ในระดับ

ดีมาก

ดี

ปานกลาง

ปรับปรุง

ลงชื่อ .....ผู้ประเมิน

( )

ผู้ทรงคุณวุฒิด้านวัดผลและประเมินผล



**แบบประเมินความสอดคล้อง (IOC)**  
**ระหว่างวัตถุประสงค์การเรียนรู้และแบบทดสอบก่อนเรียน**  
**หนังสือเทคโนโลยีความจริงเสมือน วิชาชีววิทยา เรื่อง ความหลากหลายทางชีวภาพ**  
**สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6**  
**หน่วยที่ 3 สิ่งมีชีวิตหลายเซลล์**  
**(สำหรับผู้ทรงคุณวุฒิด้านวัดผลและประเมินผล)**

- ตอนที่ 2** โปรดพิจารณาว่าแบบทดสอบก่อนเรียนแต่ละข้อต่อไปนี้ มีความสอดคล้องกับวัตถุประสงค์การเรียนรู้ที่ระบุไว้หรือไม่ โดยเขียนเครื่องหมาย ✓ ลงในช่อง “คะแนนการพิจารณา” ตามความคิดเห็นของท่าน ดังนี้
- เกณฑ์การประเมินความสอดคล้อง (Index of consistency : IOC)
- ให้คะแนนเท่ากับ + 1 หมายถึง แน่ใจว่าแบบทดสอบมีความสอดคล้องตรงกับวัตถุประสงค์
- ให้คะแนนเท่ากับ 0 หมายถึง ไม่แน่ใจว่าแบบทดสอบมีความสอดคล้องกับวัตถุประสงค์
- ให้คะแนนเท่ากับ - 1 หมายถึง แน่ใจว่าแบบทดสอบไม่มีความสอดคล้องกับวัตถุประสงค์

| วัตถุประสงค์การเรียนรู้  | แบบทดสอบก่อนเรียน  | คะแนนการพิจารณา |   |    |
|--|--|-----------------|---|----|
|  |  | +1              | 0 | -1 |
| 1. หลังจากศึกษาเรื่อง “อาณาจักรพืช” แล้ว ผู้เรียนสามารถอธิบายเกี่ยวกับองค์ประกอบของความหลากหลายทางชีวภาพได้ถูกต้อง | 1.กลุ่มพืชที่ไม่มีระบบท่อลำเลียง คือข้อใด<br>ก. มอส ลิเวอร์เวิร์ต<br>ข. หวายทะนอย ต้นหางสิงห์<br>ค. ช้องนางคลี่ สามร้อยยอด<br>ง. หญ้าถอดปล้อง เฟิน |                 |   |    |

| วัตถุประสงค์การเรียนรู้  | แบบทดสอบก่อนเรียน   | คะแนนการพิจารณา |   |    |
|--|---|-----------------|---|----|
|  |   | +1              | 0 | -1 |
|  | <p>2. มอสเป็นพืชที่มีขนาดเล็ก ถ้าสมมติว่ามอสมีขนาดใหญ่เท่าต้นข้าวโพด มอสจะต้องตาย เพราะอะไร</p> <p>ก. ขาดอาหารเนื่องจากไม่มีใบที่แท้จริง</p> <p>ข. ขาดน้ำและอาหาร เนื่องจากไม่มีระบบท่อลำเลียง</p> <p>ค. ขาดน้ำและแร่ธาตุ เนื่องจากไม่มีรากที่แท้จริง</p> <p>ง. ขาดอาหาร เนื่องจากสังเคราะห์ด้วยแสงได้ไม่พอ</p> |                 |   |    |
| <p>1. หลังจากศึกษาเรื่อง “อาณาจักรพืช” แล้วผู้เรียนสามารถอธิบายเกี่ยวกับองค์ประกอบของความหลากหลายทางชีวภาพได้ถูกต้อง</p> | <p>3. เฟิร์น เป็นพืชที่มีประโยชน์มากพวกหนึ่ง ลักษณะเด่นที่ทำให้แยกออกจากพืชอื่น ๆ ได้ง่าย คืออะไร</p> <p>ก. ใบอ่อนม้วนคล้ายลานนาฬิกา</p> <p>ข. ใบมีกลุ่มอับสปอร์อยู่ด้านล่าง</p> <p>ค. ลำต้นเป็นเถามีลักษณะเหนียว</p> <p>ง. ต้นสปอร์โรไฟต์ขึ้นบนต้นมิโตไฟต์</p>   |                 |   |    |
|  | <p>4. ข้อใดเรียงลำดับพืชตามหมวดหมู่(อนุกรมวิธาน) จากต่ำไปสูงได้อย่างถูกต้อง</p> <p>ก.มอส ช็องนางคลี่ ผักแว่น สนญี่ปุ่น หญ้าแพรก</p> <p>ข.ลิเวอร์เวิร์ด หญ้ารังไก่อ่ ปรง กูดเกียะ สนญี่ปุ่น</p> <p>ค.มอส หวายทะนอย สนทะเล แป๊ะแก้ว</p> <p>ง.ลิเวอร์เวิร์ด เฟินใบมะขาม สนปฎิพัทธ์ สนสองใบ หญ้าถอดปล้อง</p>        |                 |   |    |
|  | <p>5. พืชใดอยู่ในกลุ่มไม้ดอกทั้งหมด</p> <p>ก. สร้อยสุกรม บอน แหน ผักแว่น</p> <p>ข. สาหรัยหางกระรอก สาหรัยข้าวเหนียว จอก</p> <p>ค. สร้อยสีดา ชายผ้าสีดา กระเช้าสีดา พลุ</p> <p>ง. หญ้ารังไก่อ่ หญ้าถอดปล้อง หญ้าแพรก หญ้านกสีชมพู</p>  |                 |   |    |

| วัตถุประสงค์การเรียนรู้   | แบบทดสอบก่อนเรียน   | คะแนนการพิจารณา |   |    |
|---|---|-----------------|---|----|
|   |   | +1              | 0 | -1 |
| 2. หลังจากศึกษาเรื่อง “อาณาจักรฟังไจ” แล้วผู้เรียนสามารถอธิบายเกี่ยวกับวิธีการศึกษาความหลากหลายของสิ่งมีชีวิตได้ถูกต้อง | 1. ข้อใดเป็นลักษณะทั่วไปของฟังไจ (fungi)<br>ก. มีกลุ่มเส้นใยของไฮฟาเรียกว่า mycelium<br>ดูดซับอาหารเข้าสู่เซลล์<br>ข. มีการสืบพันธุ์ทั้งแบบอาศัยเพศและแบบไม่อาศัยเพศ<br>ค. มีผนังเซลล์เป็นสารพวกเซลลูโลสเช่นเดียวกับพืช<br>ง. ข้อ ก. และ ข้อ ข. ถูก |                 |   |    |
|   | 2. ฟังไจกลุ่มไคทริดแตกต่างจากฟังไจกลุ่มอื่นอย่างไร<br>ก. เซลล์สืบพันธุ์มีแฟลเจลลา<br>ข. มีการสืบพันธุ์แบบไม่อาศัยเพศ<br>ค. เส้นใยไฮฟามีเยื่อกัน<br>ง. มีการดำรงชีวิตแบบไม่ใช้ออกซิเจน   |                 |   |    |
| 2. หลังจากศึกษาเรื่อง “อาณาจักรฟังไจ” แล้วผู้เรียนสามารถอธิบายเกี่ยวกับวิธีการศึกษาความหลากหลายของสิ่งมีชีวิตได้ถูกต้อง | 3. เห็ดที่เรานำมาประกอบอาหารรับประทานส่วนมากเป็นฟังไจกลุ่มใด<br>ก. ไคทริด<br>ข. ไฮโกไมโคตา<br>ค. แอสโคไมโคตา<br>ง. เบสิดิโอไมโคตา   |                 |   |    |
|   | 4. ข้อใดคือประโยชน์จากเชื้อรา<br>ก. ข้าวหมาก เต้าเจี้ยว  रुपแป้ง<br>ข. ขนมอบึง ยาкуль น้ำส้ม<br>ค. แอลกอฮอล์ นมเปรี้ยว วิตามินบี<br>ง. ไม่มีข้อถูก  |                 |   |    |
|   | 5. สารพิษที่เรียกว่า อะฟลาทอกซิน (Afla-toxin) เกิดจากราชนิดใด (ระดับความรู้)<br>ก. <i>Rhizopus nigricans</i>  |                 |   |    |

| วัตถุประสงค์การเรียนรู้  | แบบทดสอบก่อนเรียน  | คะแนนการพิจารณา |   |    |
|--|--|-----------------|---|----|
|  |  | +1              | 0 | -1 |
|  | ข. <i>Aspergillus flavus</i><br>ค. <i>Penicillium notatum</i><br>ง. <i>Saccharomyces cerevisiae</i>  |                 |   |    |
| 3. หลังจากศึกษาเรื่อง “อาณาจักรสัตว์” แล้วผู้เรียนสามารถอธิบายเกี่ยวกับสถานการณ์ความหลากหลายทางชีวภาพในประเทศไทยได้ถูกต้อง | 1. ข้อใดไม่ใช่ลักษณะสำคัญของอาณาจักรสัตว์<br>ก. เซลล์ของสัตว์ไม่มีมีผนังเซลล์<br>ข. มีเซลล์แบบโพรคาริโอต<br>ค. เป็นสิ่งมีชีวิตหลายเซลล์เรียงตัวกันเป็นเนื้อเยื่อ<br>ง. ไม่สามารถสร้างอาหารเองได้ |                 |   |    |
|  | 2. ปูน้ำจืดและปูน้ำเค็ม เป็นสิ่งมีชีวิตที่จัดอยู่ในไฟลัมใดดังต่อไปนี้<br>ก. phylum Echinodermata<br>ข. phylum Chaetognatha<br>ค. phylum Arthropoda<br>ง. phylum Mollusca                         |                 |   |    |
| 3. หลังจากศึกษาเรื่อง “อาณาจักรสัตว์” แล้วผู้เรียนสามารถอธิบายเกี่ยวกับสถานการณ์ความหลากหลายทางชีวภาพในประเทศไทยได้ถูกต้อง | 3. หนอนทะเลเป็นสิ่งมีชีวิตที่จัดอยู่ในไฟลัมใดต่อไปนี้<br>ก. phylum Coelenterata<br>ข. phylum Platyhelminthes<br>ค. phylum Mollusca<br>ง. phylum Annelida   |                 |   |    |
|  | 4. สัตว์ในไฟลัมใดมีความหลากหลายมากที่สุด<br>ก. phylum Echinodermata<br>ข. phylum Chaetognatha<br>ค. phylum Arthropoda<br>ง. phylum Mollusca  |                 |   |    |
|  | 5. มนุษย์มีวิวัฒนาการใกล้เคียงกับสัตว์ชนิดใดมากที่สุด<br>ก. ลิงสไปเดอร์<br>ข. ลิงแสม   |                 |   |    |

| วัตถุประสงค์การเรียนรู้ | แบบทดสอบก่อนเรียน             | คะแนนการพิจารณา |   |    |
|-------------------------|-------------------------------|-----------------|---|----|
|                         |                               | +1              | 0 | -1 |
|                         | ค. ลิงบาบูน<br>ง. ลิงชิมแปนซี |                 |   |    |

ตอนที่ 3 ข้อเสนอแนะเพิ่มเติม

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

โดยภาพรวม ด้านเนื้อหาของหนังสือเทคโนโลยีความจริงเสมือน วิชาชีววิทยา เรื่อง ความหลากหลายทางชีวภาพ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 หน่วยที่ 3 สิ่งมีชีวิตหลายเซลล์ มีคุณภาพอยู่ในระดับ

ดีมาก                       ดี                       ปานกลาง                       ปรับปรุง

ลงชื่อ ..... ผู้ประเมิน

( )

ผู้ทรงคุณวุฒิด้านวัดผลและประเมินผล



ภาคผนวก ง

ผลการวิเคราะห์การประเมินความสอดคล้อง (IOC)

## การวิเคราะห์ผลการประเมินความสอดคล้อง (Index of Item-Objective Consistency : IOC)

ในการวิเคราะห์ผลการประเมินความสอดคล้อง (IOC) ระหว่างวัตถุประสงค์การเรียนรู้กับแบบทดสอบก่อนเรียนและหลังเรียน ของหนังสือเทคโนโลยีความจริงเสมือน ผู้วิจัยได้วิเคราะห์ผลการประเมิน โดยใช้สูตรการคำนวณค่า IOC (Index of Item-Objective Consistency) (Rovinelli & Hambelton, 1977, pp. 49-60) โดยมีรายละเอียดดังนี้

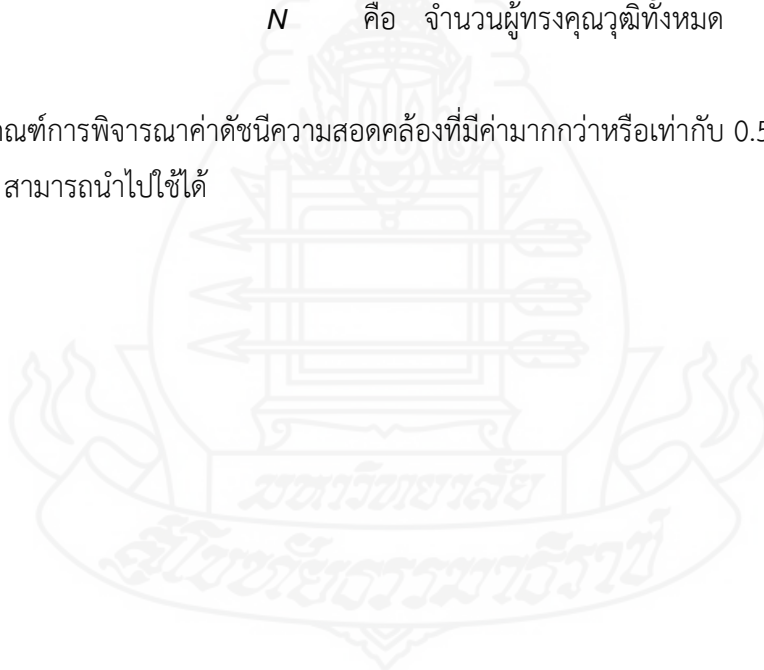
$$\text{สูตร} \quad IOC = \frac{\sum R}{N}$$

เมื่อ  $IOC$  คือ ค่าดัชนีความสอดคล้อง

$\sum R$  คือ ผลรวมของคะแนนความคิดเห็นจากผู้ทรงคุณวุฒิ

$N$  คือ จำนวนผู้ทรงคุณวุฒิทั้งหมด

เกณฑ์การพิจารณาค่าดัชนีความสอดคล้องที่มีค่ามากกว่าหรือเท่ากับ 0.50 แสดงว่ามีความสอดคล้อง สามารถนำไปใช้ได้





ตารางที่ 1 ผลการประเมินความสอดคล้อง (IOC) ระหว่างวัตถุประสงค์การเรียนรู้กับแบบทดสอบ  
ก่อนเรียนและหลังเรียน หน่วยที่ 1 ความหลากหลายของสิ่งมีชีวิต

| แบบทดสอบก่อนเรียน | คะแนนการพิจารณาของผู้ทรงคุณวุฒิ |    |    |            | ค่า IOC | แปลผล  |
|-------------------|---------------------------------|----|----|------------|---------|--------|
|                   | 1                               | 2  | 3  | $\Sigma R$ |         |        |
| ข้อที่ 1          | +1                              | +1 | +1 | 3          | 1.00    | ใช้ได้ |
| ข้อที่ 2          | +1                              | +1 | +1 | 3          | 1.00    | ใช้ได้ |
| ข้อที่ 3          | +1                              | +1 | +1 | 3          | 1.00    | ใช้ได้ |
| ข้อที่ 4          | +1                              | +1 | +1 | 3          | 1.00    | ใช้ได้ |
| ข้อที่ 5          | +1                              | +1 | +1 | 3          | 1.00    | ใช้ได้ |
| ข้อที่ 6          | +1                              | +1 | +1 | 3          | 1.00    | ใช้ได้ |
| ข้อที่ 7          | +1                              | +1 | +1 | 3          | 1.00    | ใช้ได้ |
| ข้อที่ 8          | +1                              | +1 | +1 | 3          | 1.00    | ใช้ได้ |
| ข้อที่ 9          | +1                              | +1 | +1 | 3          | 1.00    | ใช้ได้ |
| ข้อที่ 10         | +1                              | +1 | +1 | 3          | 1.00    | ใช้ได้ |
| ข้อที่ 11         | +1                              | +1 | +1 | 3          | 1.00    | ใช้ได้ |
| ข้อที่ 12         | +1                              | +1 | +1 | 3          | 1.00    | ใช้ได้ |
| ข้อที่ 13         | +1                              | 0  | +1 | 2          | 0.67    | ใช้ได้ |
| ข้อที่ 14         | +1                              | +1 | +1 | 3          | 1.00    | ใช้ได้ |
| ข้อที่ 15         | +1                              | +1 | +1 | 3          | 1.00    | ใช้ได้ |

| แบบทดสอบก่อนเรียน | คะแนนการพิจารณาของผู้ทรงคุณวุฒิ |    |    |            | ค่า IOC | แปลผล  |
|-------------------|---------------------------------|----|----|------------|---------|--------|
|                   | 1                               | 2  | 3  | $\Sigma R$ |         |        |
| ข้อที่ 1          | +1                              | +1 | +1 | 3          | 1.00    | ใช้ได้ |
| ข้อที่ 2          | +1                              | +1 | +1 | 3          | 1.00    | ใช้ได้ |
| ข้อที่ 3          | +1                              | +1 | +1 | 3          | 1.00    | ใช้ได้ |
| ข้อที่ 4          | 0                               | +1 | +1 | 2          | 0.67    | ใช้ได้ |
| ข้อที่ 5          | +1                              | +1 | +1 | 3          | 1.00    | ใช้ได้ |
| ข้อที่ 6          | +1                              | +1 | +1 | 3          | 1.00    | ใช้ได้ |
| ข้อที่ 7          | +1                              | +1 | +1 | 3          | 1.00    | ใช้ได้ |
| ข้อที่ 8          | +1                              | +1 | +1 | 3          | 1.00    | ใช้ได้ |
| ข้อที่ 9          | +1                              | +1 | 0  | 2          | 0.67    | ใช้ได้ |
| ข้อที่ 10         | +1                              | +1 | +1 | 3          | 1.00    | ใช้ได้ |
| ข้อที่ 11         | +1                              | +1 | +1 | 3          | 1.00    | ใช้ได้ |
| ข้อที่ 12         | +1                              | +1 | +1 | 3          | 1.00    | ใช้ได้ |
| ข้อที่ 13         | +1                              | +1 | +1 | 3          | 1.00    | ใช้ได้ |
| ข้อที่ 14         | +1                              | +1 | +1 | 3          | 1.00    | ใช้ได้ |
| ข้อที่ 15         | +1                              | +1 | +1 | 3          | 1.00    | ใช้ได้ |

ตารางที่ 2 ผลการประเมินความสอดคล้อง (IOC) ระหว่างวัตถุประสงค์การเรียนรู้กับแบบทดสอบ  
ก่อนเรียนและหลังเรียน หน่วยที่ 1 สิ่งมีชีวิตเซลล์เดียว

| แบบทดสอบก่อนเรียน | คะแนนการพิจารณาของผู้ทรงคุณวุฒิ |    |    |            | ค่า IOC | แปลผล  |
|-------------------|---------------------------------|----|----|------------|---------|--------|
|                   | 1                               | 2  | 3  | $\Sigma R$ |         |        |
| ข้อที่ 1          | +1                              | +1 | +1 | 3          | 1.00    | ใช้ได้ |
| ข้อที่ 2          | +1                              | +1 | +1 | 3          | 1.00    | ใช้ได้ |
| ข้อที่ 3          | +1                              | +1 | +1 | 3          | 1.00    | ใช้ได้ |
| ข้อที่ 4          | +1                              | +1 | +1 | 3          | 1.00    | ใช้ได้ |
| ข้อที่ 5          | +1                              | 0  | +1 | 2          | 0.67    | ใช้ได้ |
| ข้อที่ 6          | +1                              | +1 | +1 | 3          | 1.00    | ใช้ได้ |
| ข้อที่ 7          | +1                              | +1 | +1 | 3          | 1.00    | ใช้ได้ |
| ข้อที่ 8          | +1                              | +1 | +1 | 3          | 1.00    | ใช้ได้ |
| ข้อที่ 9          | +1                              | +1 | +1 | 3          | 1.00    | ใช้ได้ |
| ข้อที่ 10         | +1                              | +1 | +1 | 3          | 1.00    | ใช้ได้ |
| ข้อที่ 11         | +1                              | +1 | +1 | 3          | 1.00    | ใช้ได้ |
| ข้อที่ 12         | +1                              | +1 | +1 | 3          | 1.00    | ใช้ได้ |
| ข้อที่ 13         | +1                              | +1 | +1 | 3          | 1.00    | ใช้ได้ |
| ข้อที่ 14         | +1                              | +1 | +1 | 3          | 1.00    | ใช้ได้ |
| ข้อที่ 15         | +1                              | +1 | +1 | 3          | 1.00    | ใช้ได้ |

| แบบทดสอบก่อนเรียน | คะแนนการพิจารณาของผู้ทรงคุณวุฒิ |    |    |            | ค่า IOC | แปลผล  |
|-------------------|---------------------------------|----|----|------------|---------|--------|
|                   | 1                               | 2  | 3  | $\Sigma R$ |         |        |
| ข้อที่ 1          | +1                              | +1 | +1 | 3          | 1.00    | ใช้ได้ |
| ข้อที่ 2          | +1                              | +1 | +1 | 3          | 1.00    | ใช้ได้ |
| ข้อที่ 3          | +1                              | +1 | +1 | 3          | 1.00    | ใช้ได้ |
| ข้อที่ 4          | +1                              | +1 | +1 | 3          | 1.00    | ใช้ได้ |
| ข้อที่ 5          | +1                              | +1 | +1 | 3          | 1.00    | ใช้ได้ |
| ข้อที่ 6          | +1                              | +1 | +1 | 3          | 1.00    | ใช้ได้ |
| ข้อที่ 7          | +1                              | +1 | +1 | 3          | 1.00    | ใช้ได้ |
| ข้อที่ 8          | +1                              | +1 | +1 | 3          | 1.00    | ใช้ได้ |
| ข้อที่ 9          | +1                              | +1 | +1 | 3          | 1.00    | ใช้ได้ |
| ข้อที่ 10         | +1                              | +1 | +1 | 3          | 1.00    | ใช้ได้ |
| ข้อที่ 11         | +1                              | +1 | +1 | 3          | 1.00    | ใช้ได้ |
| ข้อที่ 12         | +1                              | +1 | +1 | 3          | 1.00    | ใช้ได้ |
| ข้อที่ 13         | +1                              | +1 | 0  | 2          | 0.67    | ใช้ได้ |
| ข้อที่ 14         | +1                              | +1 | +1 | 3          | 1.00    | ใช้ได้ |
| ข้อที่ 15         | +1                              | +1 | +1 | 3          | 1.00    | ใช้ได้ |

ตารางที่ 3 ผลการประเมินความสอดคล้อง (IOC) ระหว่างวัตถุประสงค์การเรียนรู้กับแบบทดสอบ  
ก่อนเรียนและหลังเรียน หน่วยที่ 3 สิ่งมีชีวิตหลายเซลล์

| แบบทดสอบก่อนเรียน | คะแนนการพิจารณาของผู้ทรงคุณวุฒิ |    |    |          | ค่า IOC | แปลผล  |
|-------------------|---------------------------------|----|----|----------|---------|--------|
|                   | 1                               | 2  | 3  | $\sum R$ |         |        |
| ข้อที่ 1          | +1                              | +1 | +1 | 3        | 1.00    | ใช้ได้ |
| ข้อที่ 2          | +1                              | +1 | +1 | 3        | 1.00    | ใช้ได้ |
| ข้อที่ 3          | +1                              | +1 | +1 | 3        | 1.00    | ใช้ได้ |
| ข้อที่ 4          | +1                              | +1 | +1 | 3        | 1.00    | ใช้ได้ |
| ข้อที่ 5          | +1                              | +1 | +1 | 3        | 1.00    | ใช้ได้ |
| ข้อที่ 6          | +1                              | +1 | +1 | 3        | 1.00    | ใช้ได้ |
| ข้อที่ 7          | +1                              | +1 | +1 | 3        | 1.00    | ใช้ได้ |
| ข้อที่ 8          | +1                              | +1 | 0  | 2        | 0.67    | ใช้ได้ |
| ข้อที่ 9          | +1                              | +1 | +1 | 3        | 1.00    | ใช้ได้ |
| ข้อที่ 10         | +1                              | +1 | +1 | 3        | 1.00    | ใช้ได้ |
| ข้อที่ 11         | +1                              | +1 | +1 | 3        | 1.00    | ใช้ได้ |
| ข้อที่ 12         | +1                              | +1 | +1 | 3        | 1.00    | ใช้ได้ |
| ข้อที่ 13         | +1                              | +1 | +1 | 3        | 1.00    | ใช้ได้ |
| ข้อที่ 14         | +1                              | +1 | +1 | 3        | 1.00    | ใช้ได้ |
| ข้อที่ 15         | +1                              | +1 | +1 | 3        | 1.00    | ใช้ได้ |

| แบบทดสอบก่อนเรียน | คะแนนการพิจารณาของผู้ทรงคุณวุฒิ |    |    |          | ค่า IOC | แปลผล  |
|-------------------|---------------------------------|----|----|----------|---------|--------|
|                   | 1                               | 2  | 3  | $\sum R$ |         |        |
| ข้อที่ 1          | +1                              | +1 | +1 | 3        | 1.00    | ใช้ได้ |
| ข้อที่ 2          | +1                              | +1 | +1 | 3        | 1.00    | ใช้ได้ |
| ข้อที่ 3          | +1                              | +1 | +1 | 3        | 1.00    | ใช้ได้ |
| ข้อที่ 4          | 0                               | +1 | +1 | 2        | 0.67    | ใช้ได้ |
| ข้อที่ 5          | +1                              | +1 | +1 | 3        | 1.00    | ใช้ได้ |
| ข้อที่ 6          | +1                              | +1 | +1 | 3        | 1.00    | ใช้ได้ |
| ข้อที่ 7          | +1                              | +1 | +1 | 3        | 1.00    | ใช้ได้ |
| ข้อที่ 8          | +1                              | +1 | +1 | 3        | 1.00    | ใช้ได้ |
| ข้อที่ 9          | +1                              | +1 | +1 | 3        | 1.00    | ใช้ได้ |
| ข้อที่ 10         | +1                              | +1 | +1 | 3        | 1.00    | ใช้ได้ |
| ข้อที่ 11         | +1                              | +1 | +1 | 3        | 1.00    | ใช้ได้ |
| ข้อที่ 12         | +1                              | +1 | +1 | 3        | 1.00    | ใช้ได้ |
| ข้อที่ 13         | +1                              | +1 | +1 | 3        | 1.00    | ใช้ได้ |
| ข้อที่ 14         | +1                              | +1 | +1 | 3        | 1.00    | ใช้ได้ |
| ข้อที่ 15         | +1                              | +1 | 0  | 2        | 0.67    | ใช้ได้ |

## ภาคผนวก จ

การวิเคราะห์ ค่าความยากง่าย ( $p$ ) ค่าอำนาจจำแนก ( $r$ ) และค่าความเชื่อมั่น  
ของแบบทดสอบก่อนเรียนและแบบทดสอบหลังเรียน



ตารางที่ 7 ค่าความยากง่าย (p) ค่าอำนาจจำแนก (r) ของแบบทดสอบก่อนเรียนและแบบทดสอบ  
หลังเรียน หน่วย 1 ความหลากหลายของสิ่งมีชีวิต

| แบบทดสอบก่อนเรียน |                    |                   |                     |
|-------------------|--------------------|-------------------|---------------------|
| ข้อที่            | ค่าความยากง่าย (p) | ค่าอำนาจจำแนก (r) | วัตถุประสงค์มาตรฐาน |
| 1                 | 0.47               | 0.4               | ความรู้             |
| 2                 | 0.63               | 0.47              | การนำไปใช้          |
| 3                 | 0.37               | 0.47              | ความเข้าใจ          |
| 4                 | 0.6                | 0.53              | การวิเคราะห์        |
| 5                 | 0.63               | 0.47              | การวิเคราะห์        |
| 6                 | 0.33               | 0.53              | ความรู้             |
| 7                 | 0.33               | 0.4               | ความเข้าใจ          |
| 8                 | 0.67               | 0.4               | ความเข้าใจ          |
| 9                 | 0.5                | 0.47              | ความเข้าใจ          |
| 10                | 0.37               | 0.47              | ความเข้าใจ          |
| 11                | 0.5                | 0.47              | การวิเคราะห์        |
| 12                | 0.53               | 0.4               | ความเข้าใจ          |
| 13                | 0.77               | 0.47              | การนำไปใช้          |
| 14                | 0.73               | 0.53              | การวิเคราะห์        |
| 15                | 0.7                | 0.47              | การนำไปใช้          |

| แบบทดสอบหลังเรียน |                    |                   |                     |
|-------------------|--------------------|-------------------|---------------------|
| ข้อที่            | ค่าความยากง่าย (p) | ค่าอำนาจจำแนก (r) | วัตถุประสงค์มาตรฐาน |
| 1                 | 0.33               | 0.4               | ความรู้             |
| 2                 | 0.53               | 0.4               | การนำไปใช้          |
| 3                 | 0.4                | 0.4               | ความเข้าใจ          |
| 4                 | 0.7                | 0.47              | การวิเคราะห์        |
| 5                 | 0.73               | 0.4               | การวิเคราะห์        |
| 6                 | 0.37               | 0.6               | ความรู้             |
| 7                 | 0.43               | 0.47              | ความเข้าใจ          |
| 8                 | 0.63               | 0.47              | ความเข้าใจ          |
| 9                 | 0.53               | 0.4               | ความเข้าใจ          |
| 10                | 0.5                | 0.6               | ความเข้าใจ          |
| 11                | 0.6                | 0.4               | การวิเคราะห์        |
| 12                | 0.43               | 0.47              | ความเข้าใจ          |
| 13                | 0.63               | 0.47              | การนำไปใช้          |
| 14                | 0.77               | 0.47              | การวิเคราะห์        |
| 15                | 0.57               | 0.6               | การนำไปใช้          |

ตารางที่ 8 ค่าความยากง่าย (p) ค่าอำนาจจำแนก (r) ของแบบทดสอบก่อนเรียนและแบบทดสอบ  
หลังเรียน หน่วย 2 สิ่งมีชีวิตเซลล์เดียว

| แบบทดสอบก่อนเรียน |                    |                   |                      |
|-------------------|--------------------|-------------------|----------------------|
| ข้อที่            | ค่าความยากง่าย (p) | ค่าอำนาจจำแนก (r) | วัตถุประสงค์เริ่มต้น |
| 1                 | 0.53               | 0.4               | ความรู้              |
| 2                 | 0.37               | 0.47              | ความรู้              |
| 3                 | 0.57               | 0.47              | ความเข้าใจ           |
| 4                 | 0.6                | 0.4               | การวิเคราะห์         |
| 5                 | 0.6                | 0.4               | ความรู้              |
| 6                 | 0.53               | 0.4               | ความเข้าใจ           |
| 7                 | 0.53               | 0.4               | การวิเคราะห์         |
| 8                 | 0.73               | 0.4               | การวิเคราะห์         |
| 9                 | 0.37               | 0.47              | ความรู้              |
| 10                | 0.33               | 0.4               | ความเข้าใจ           |
| 11                | 0.7                | 0.47              | การวิเคราะห์         |
| 12                | 0.37               | 0.73              | การนำไปใช้           |
| 13                | 0.67               | 0.53              | ความเข้าใจ           |
| 14                | 0.4                | 0.8               | การนำไปใช้           |
| 15                | 0.5                | 0.47              | การวิเคราะห์         |

| แบบทดสอบหลังเรียน |                    |                   |                      |
|-------------------|--------------------|-------------------|----------------------|
| ข้อที่            | ค่าความยากง่าย (p) | ค่าอำนาจจำแนก (r) | วัตถุประสงค์เริ่มต้น |
| 1                 | 0.6                | 0.4               | ความรู้              |
| 2                 | 0.37               | 0.47              | ความรู้              |
| 3                 | 0.5                | 0.87              | ความเข้าใจ           |
| 4                 | 0.53               | 0.4               | การวิเคราะห์         |
| 5                 | 0.7                | 0.47              | ความรู้              |
| 6                 | 0.43               | 0.47              | ความเข้าใจ           |
| 7                 | 0.47               | 0.53              | การวิเคราะห์         |
| 8                 | 0.7                | 0.47              | การวิเคราะห์         |
| 9                 | 0.33               | 0.4               | ความรู้              |
| 10                | 0.37               | 0.47              | ความเข้าใจ           |
| 11                | 0.6                | 0.67              | การวิเคราะห์         |
| 12                | 0.43               | 0.47              | การนำไปใช้           |
| 13                | 0.77               | 0.47              | ความเข้าใจ           |
| 14                | 0.37               | 0.47              | การนำไปใช้           |
| 15                | 0.5                | 0.47              | การวิเคราะห์         |

ตารางที่ 9 ค่าความยากง่าย (p) ค่าอำนาจจำแนก (r) ของแบบทดสอบก่อนเรียนและแบบทดสอบ  
หลังเรียน หน่วย 3 สิ่งมีชีวิตหลายเซลล์

| แบบทดสอบก่อนเรียน |                    |                   |                      |
|-------------------|--------------------|-------------------|----------------------|
| ข้อที่            | ค่าความยากง่าย (p) | ค่าอำนาจจำแนก (r) | วัตถุประสงค์เริ่มต้น |
| 1                 | 0.77               | 0.47              | ความรู้              |
| 2                 | 0.47               | 0.4               | ความเข้าใจ           |
| 3                 | 0.73               | 0.4               | การนำไปใช้           |
| 4                 | 0.57               | 0.47              | ความเข้าใจ           |
| 5                 | 0.73               | 0.4               | ความรู้              |
| 6                 | 0.33               | 0.4               | การนำไปใช้           |
| 7                 | 0.53               | 0.53              | การวิเคราะห์         |
| 8                 | 0.57               | 0.73              | การวิเคราะห์         |
| 9                 | 0.5                | 0.47              | การวิเคราะห์         |
| 10                | 0.7                | 0.47              | การวิเคราะห์         |
| 11                | 0.73               | 0.4               | การนำไปใช้           |
| 12                | 0.7                | 0.47              | การนำไปใช้           |
| 13                | 0.6                | 0.4               | การวิเคราะห์         |
| 14                | 0.37               | 0.47              | ความเข้าใจ           |
| 15                | 0.57               | 0.6               | ความเข้าใจ           |

| แบบทดสอบหลังเรียน |                    |                   |                      |
|-------------------|--------------------|-------------------|----------------------|
| ข้อที่            | ค่าความยากง่าย (p) | ค่าอำนาจจำแนก (r) | วัตถุประสงค์เริ่มต้น |
| 1                 | 0.7                | 0.47              | ความรู้              |
| 2                 | 0.57               | 0.47              | ความเข้าใจ           |
| 3                 | 0.67               | 0.53              | การนำไปใช้           |
| 4                 | 0.67               | 0.4               | ความเข้าใจ           |
| 5                 | 0.77               | 0.47              | ความรู้              |
| 6                 | 0.43               | 0.6               | การนำไปใช้           |
| 7                 | 0.5                | 0.47              | การวิเคราะห์         |
| 8                 | 0.47               | 0.4               | การวิเคราะห์         |
| 9                 | 0.4                | 0.53              | การวิเคราะห์         |
| 10                | 0.77               | 0.47              | การวิเคราะห์         |
| 11                | 0.73               | 0.4               | การนำไปใช้           |
| 12                | 0.57               | 0.47              | การนำไปใช้           |
| 13                | 0.5                | 0.47              | การวิเคราะห์         |
| 14                | 0.37               | 0.47              | ความเข้าใจ           |
| 15                | 0.67               | 0.53              | ความเข้าใจ           |



ตารางที่ 10 ค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบก่อนเรียน หน่วย 1 ความหลากหลายของสิ่งมีชีวิต

| คนที่ | ข้อที่<br>1 | ข้อที่<br>2 | ข้อที่<br>3 | ข้อที่<br>4 | ข้อที่<br>5 | ข้อที่<br>6 | ข้อที่<br>7 | ข้อที่<br>8 | ข้อที่<br>9 | ข้อที่<br>10 | ข้อที่<br>11 | ข้อที่<br>12 | ข้อที่<br>13 | ข้อที่<br>14 | ข้อที่<br>15 | x    | x <sup>2</sup> |
|-------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|------|----------------|
| 1     | 1           | 1           | 0           | 0           | 1           | 1           | 1           | 1           | 0           | 0            | 0            | 0            | 1            | 1            | 1            | 9    | 81             |
| 2     | 0           | 1           | 0           | 1           | 0           | 0           | 0           | 0           | 1           | 0            | 0            | 1            | 1            | 1            | 0            | 6    | 36             |
| 3     | 0           | 1           | 1           | 1           | 0           | 1           | 0           | 1           | 1           | 1            | 1            | 1            | 1            | 1            | 1            | 12   | 144            |
| 4     | 0           | 1           | 1           | 1           | 1           | 0           | 0           | 1           | 1           | 1            | 1            | 0            | 1            | 1            | 1            | 11   | 121            |
| 5     | 1           | 0           | 1           | 1           | 1           | 0           | 0           | 0           | 1           | 0            | 1            | 1            | 1            | 1            | 1            | 10   | 100            |
| 6     | 1           | 0           | 1           | 1           | 1           | 1           | 1           | 1           | 1           | 0            | 1            | 1            | 1            | 1            | 1            | 13   | 169            |
| 7     | 1           | 0           | 0           | 1           | 1           | 0           | 0           | 1           | 1           | 0            | 0            | 0            | 1            | 1            | 1            | 8    | 64             |
| 8     | 0           | 1           | 0           | 1           | 0           | 0           | 0           | 1           | 0           | 0            | 1            | 0            | 1            | 0            | 0            | 5    | 25             |
| 9     | 1           | 1           | 1           | 0           | 1           | 0           | 1           | 1           | 1           | 1            | 1            | 1            | 1            | 1            | 0            | 12   | 144            |
| 10    | 1           | 1           | 1           | 0           | 1           | 0           | 0           | 0           | 0           | 0            | 0            | 1            | 0            | 0            | 0            | 5    | 25             |
| 11    | 0           | 0           | 0           | 0           | 1           | 0           | 0           | 0           | 0           | 0            | 1            | 0            | 1            | 0            | 0            | 3    | 9              |
| 12    | 1           | 1           | 1           | 1           | 1           | 1           | 0           | 1           | 0           | 1            | 1            | 1            | 1            | 1            | 1            | 13   | 169            |
| 13    | 0           | 1           | 0           | 1           | 1           | 0           | 1           | 1           | 1           | 0            | 0            | 1            | 1            | 1            | 1            | 10   | 100            |
| 14    | 0           | 0           | 0           | 1           | 1           | 1           | 1           | 1           | 0           | 0            | 0            | 0            | 1            | 1            | 1            | 8    | 64             |
| 15    | 0           | 0           | 0           | 0           | 0           | 0           | 0           | 1           | 1           | 1            | 0            | 1            | 0            | 0            | 1            | 5    | 25             |
| 16    | 0           | 0           | 0           | 0           | 1           | 0           | 0           | 1           | 0           | 1            | 0            | 0            | 0            | 0            | 0            | 3    | 9              |
| 17    | 1           | 1           | 0           | 0           | 0           | 0           | 0           | 0           | 0           | 0            | 1            | 0            | 1            | 0            | 1            | 5    | 25             |
| 18    | 1           | 1           | 1           | 1           | 1           | 0           | 0           | 1           | 1           | 1            | 1            | 0            | 1            | 1            | 1            | 12   | 144            |
| 19    | 1           | 0           | 0           | 0           | 0           | 0           | 0           | 0           | 0           | 0            | 1            | 0            | 0            | 1            | 1            | 4    | 16             |
| 20    | 0           | 1           | 0           | 1           | 0           | 1           | 1           | 1           | 1           | 0            | 1            | 1            | 1            | 1            | 1            | 11   | 121            |
| 21    | 0           | 0           | 0           | 0           | 0           | 0           | 1           | 1           | 0           | 0            | 0            | 0            | 0            | 1            | 1            | 4    | 16             |
| 22    | 1           | 1           | 0           | 1           | 1           | 1           | 1           | 1           | 0           | 1            | 1            | 1            | 1            | 1            | 1            | 13   | 169            |
| 23    | 1           | 1           | 0           | 1           | 1           | 1           | 0           | 1           | 1           | 1            | 0            | 1            | 1            | 1            | 1            | 12   | 144            |
| 24    | 0           | 0           | 1           | 0           | 0           | 0           | 0           | 1           | 0           | 0            | 0            | 0            | 1            | 1            | 0            | 4    | 16             |
| 25    | 0           | 1           | 1           | 1           | 1           | 0           | 0           | 0           | 1           | 1            | 1            | 1            | 1            | 1            | 1            | 11   | 121            |
| 26    | 0           | 1           | 0           | 1           | 0           | 0           | 0           | 0           | 0           | 0            | 0            | 0            | 0            | 0            | 1            | 3    | 9              |
| 27    | 0           | 0           | 0           | 0           | 1           | 0           | 0           | 0           | 1           | 0            | 0            | 1            | 0            | 1            | 0            | 4    | 16             |
| 28    | 1           | 1           | 1           | 1           | 1           | 1           | 1           | 1           | 1           | 0            | 0            | 1            | 1            | 1            | 1            | 13   | 169            |
| 29    | 1           | 1           | 0           | 1           | 1           | 1           | 1           | 1           | 0           | 1            | 1            | 0            | 1            | 1            | 1            | 12   | 144            |
| 30    | 0           | 1           | 0           | 0           | 0           | 0           | 0           | 0           | 0           | 0            | 0            | 1            | 1            | 0            | 0            | 3    | 9              |
| E     | 14          | 19          | 11          | 18          | 19          | 10          | 10          | 20          | 15          | 11           | 15           | 16           | 23           | 22           | 21           | 244  | 2404           |
| p     | 0.47        | 0.63        | 0.37        | 0.6         | 0.63        | 0.33        | 0.33        | 0.67        | 0.5         | 0.37         | 0.5          | 0.53         | 0.77         | 0.73         | 0.7          | 8.13 |                |
| q     | 0.53        | 0.37        | 0.63        | 0.4         | 0.37        | 0.67        | 0.67        | 0.33        | 0.5         | 0.63         | 0.5          | 0.47         | 0.23         | 0.27         | 0.3          | 6.87 |                |
| pq    | 0.25        | 0.23        | 0.23        | 0.24        | 0.23        | 0.22        | 0.22        | 0.22        | 0.25        | 0.23         | 0.25         | 0.25         | 0.18         | 0.2          | 0.21         | 3.42 |                |

$$\Sigma pq = 3.42, S_t^2 = 13.98, r_{tt} = 0.81$$

ตารางที่ 11 ค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบหลังเรียน หน่วย 1 ความหลากหลายของสิ่งมีชีวิต

| คนที่ | ข้อที่ 1 | ข้อที่ 2 | ข้อที่ 3 | ข้อที่ 4 | ข้อที่ 5 | ข้อที่ 6 | ข้อที่ 7 | ข้อที่ 8 | ข้อที่ 9 | ข้อที่ 10 | ข้อที่ 11 | ข้อที่ 12 | ข้อที่ 13 | ข้อที่ 14 | ข้อที่ 15 | x    | x <sup>2</sup> |
|-------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|------|----------------|
| 1     | 0        | 1        | 1        | 1        | 0        | 0        | 0        | 0        | 0        | 0         | 0         | 0         | 0         | 1         | 1         | 5    | 25             |
| 2     | 0        | 0        | 1        | 0        | 1        | 0        | 0        | 1        | 0        | 0         | 0         | 0         | 0         | 0         | 0         | 3    | 9              |
| 3     | 0        | 1        | 0        | 1        | 0        | 1        | 1        | 1        | 1        | 1         | 1         | 1         | 1         | 1         | 1         | 12   | 144            |
| 4     | 0        | 1        | 1        | 1        | 1        | 0        | 1        | 1        | 0        | 1         | 1         | 0         | 0         | 1         | 1         | 10   | 100            |
| 5     | 0        | 0        | 0        | 1        | 1        | 0        | 0        | 0        | 0        | 1         | 1         | 1         | 1         | 0         | 1         | 7    | 49             |
| 6     | 0        | 0        | 0        | 1        | 0        | 0        | 0        | 1        | 1        | 0         | 1         | 0         | 1         | 0         | 0         | 5    | 25             |
| 7     | 1        | 0        | 0        | 1        | 1        | 1        | 0        | 1        | 1        | 0         | 1         | 1         | 1         | 1         | 1         | 11   | 121            |
| 8     | 0        | 1        | 1        | 1        | 1        | 0        | 1        | 1        | 1        | 1         | 1         | 1         | 1         | 1         | 1         | 13   | 169            |
| 9     | 0        | 0        | 0        | 0        | 1        | 0        | 1        | 0        | 1        | 0         | 0         | 0         | 0         | 1         | 1         | 5    | 25             |
| 10    | 0        | 1        | 1        | 1        | 0        | 0        | 0        | 0        | 0        | 0         | 0         | 0         | 0         | 1         | 0         | 4    | 16             |
| 11    | 1        | 0        | 0        | 1        | 1        | 1        | 0        | 1        | 1        | 1         | 1         | 0         | 1         | 1         | 1         | 11   | 121            |
| 12    | 1        | 1        | 0        | 1        | 1        | 1        | 1        | 1        | 1        | 1         | 1         | 1         | 1         | 1         | 1         | 14   | 196            |
| 13    | 1        | 0        | 1        | 1        | 1        | 1        | 1        | 1        | 0        | 1         | 1         | 1         | 1         | 1         | 0         | 12   | 144            |
| 14    | 1        | 0        | 0        | 0        | 0        | 0        | 1        | 1        | 0        | 0         | 0         | 1         | 0         | 0         | 0         | 4    | 16             |
| 15    | 0        | 1        | 1        | 1        | 1        | 1        | 0        | 1        | 1        | 0         | 0         | 0         | 0         | 1         | 1         | 9    | 81             |
| 16    | 0        | 0        | 0        | 0        | 1        | 0        | 1        | 0        | 0        | 0         | 0         | 0         | 0         | 0         | 0         | 2    | 4              |
| 17    | 0        | 0        | 0        | 0        | 0        | 0        | 0        | 0        | 1        | 0         | 0         | 0         | 0         | 1         | 1         | 3    | 9              |
| 18    | 0        | 1        | 1        | 1        | 1        | 1        | 1        | 1        | 0        | 1         | 0         | 1         | 1         | 1         | 1         | 12   | 144            |
| 19    | 1        | 1        | 1        | 1        | 1        | 1        | 1        | 1        | 0        | 1         | 1         | 1         | 1         | 1         | 1         | 14   | 196            |
| 20    | 0        | 1        | 0        | 1        | 1        | 0        | 0        | 0        | 0        | 0         | 1         | 0         | 1         | 0         | 0         | 5    | 25             |
| 21    | 0        | 1        | 1        | 1        | 1        | 0        | 1        | 0        | 0        | 1         | 0         | 1         | 1         | 1         | 1         | 10   | 100            |
| 22    | 1        | 1        | 0        | 1        | 1        | 1        | 1        | 1        | 1        | 0         | 1         | 1         | 1         | 1         | 0         | 12   | 144            |
| 23    | 0        | 1        | 0        | 0        | 1        | 0        | 0        | 0        | 1        | 1         | 0         | 0         | 1         | 1         | 0         | 6    | 36             |
| 24    | 0        | 1        | 0        | 1        | 0        | 0        | 0        | 0        | 0        | 0         | 0         | 0         | 0         | 1         | 0         | 3    | 9              |
| 25    | 1        | 1        | 1        | 1        | 1        | 0        | 0        | 1        | 1        | 1         | 1         | 1         | 1         | 1         | 1         | 13   | 169            |
| 26    | 1        | 0        | 0        | 1        | 1        | 0        | 0        | 1        | 1        | 1         | 1         | 0         | 1         | 1         | 1         | 10   | 100            |
| 27    | 0        | 0        | 0        | 1        | 1        | 1        | 0        | 1        | 0        | 1         | 1         | 0         | 1         | 1         | 0         | 8    | 64             |
| 28    | 1        | 0        | 0        | 0        | 0        | 0        | 0        | 0        | 1        | 0         | 1         | 0         | 1         | 0         | 0         | 12   | 144            |
| 29    | 0        | 1        | 1        | 0        | 1        | 1        | 1        | 1        | 1        | 1         | 1         | 0         | 1         | 1         | 1         | 6    | 36             |
| 30    | 0        | 0        | 0        | 0        | 1        | 0        | 0        | 1        | 1        | 0         | 1         | 1         | 0         | 1         | 0         | 245  | 2437           |
| E     | 10       | 16       | 12       | 21       | 22       | 11       | 13       | 19       | 16       | 15        | 18        | 13        | 19        | 23        | 17        | 486  |                |
| p     | 0.33     | 0.53     | 0.4      | 0.7      | 0.73     | 0.37     | 0.43     | 0.63     | 0.53     | 0.5       | 0.6       | 0.43      | 0.63      | 0.77      | 0.57      | 8.15 |                |
| q     | 0.67     | 0.47     | 0.6      | 0.3      | 0.27     | 0.63     | 0.57     | 0.37     | 0.47     | 0.5       | 0.4       | 0.57      | 0.37      | 0.23      | 0.43      | 6.85 |                |
| pq    | 0.22     | 0.25     | 0.24     | 0.21     | 0.2      | 0.23     | 0.25     | 0.23     | 0.25     | 0.25      | 0.24      | 0.25      | 0.23      | 0.18      | 0.25      | 3.47 |                |

$$\Sigma pq = 3.47, S_t^2 = 14.54, r_{tt} = 0.81$$

ตารางที่ 12 ค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบก่อนเรียน หน่วย 2 สิ่งมีชีวิตเซลล์เดียว

| คนที่ | ข้อที่<br>1 | ข้อที่<br>2 | ข้อที่<br>3 | ข้อที่<br>4 | ข้อที่<br>5 | ข้อที่<br>6 | ข้อที่<br>7 | ข้อที่<br>8 | ข้อที่<br>9 | ข้อที่<br>10 | ข้อที่<br>11 | ข้อที่<br>12 | ข้อที่<br>13 | ข้อที่<br>14 | ข้อที่<br>15 | x    | x <sup>2</sup> |
|-------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|------|----------------|
| 1     | 0           | 0           | 1           | 0           | 1           | 1           | 0           | 1           | 0           | 0            | 1            | 0            | 1            | 0            | 0            | 6    | 36             |
| 2     | 0           | 0           | 0           | 0           | 1           | 0           | 1           | 0           | 0           | 0            | 1            | 0            | 0            | 0            | 1            | 4    | 16             |
| 3     | 1           | 1           | 1           | 1           | 1           | 0           | 0           | 1           | 0           | 0            | 1            | 1            | 1            | 1            | 1            | 11   | 121            |
| 4     | 1           | 0           | 1           | 1           | 1           | 0           | 1           | 1           | 1           | 1            | 1            | 0            | 1            | 0            | 1            | 11   | 121            |
| 5     | 0           | 1           | 1           | 1           | 1           | 1           | 1           | 1           | 0           | 0            | 1            | 1            | 1            | 1            | 1            | 12   | 144            |
| 6     | 1           | 0           | 1           | 1           | 0           | 0           | 1           | 1           | 1           | 0            | 1            | 1            | 1            | 1            | 1            | 11   | 121            |
| 7     | 0           | 0           | 0           | 0           | 1           | 1           | 1           | 1           | 0           | 0            | 0            | 0            | 1            | 0            | 0            | 5    | 25             |
| 8     | 0           | 0           | 1           | 0           | 0           | 0           | 0           | 1           | 1           | 0            | 0            | 0            | 1            | 0            | 0            | 4    | 16             |
| 9     | 1           | 0           | 0           | 0           | 0           | 0           | 0           | 0           | 0           | 1            | 0            | 0            | 0            | 0            | 0            | 2    | 4              |
| 10    | 0           | 0           | 0           | 1           | 0           | 1           | 0           | 1           | 0           | 0            | 0            | 0            | 0            | 0            | 1            | 4    | 16             |
| 11    | 0           | 1           | 1           | 0           | 1           | 1           | 1           | 1           | 1           | 0            | 1            | 1            | 1            | 1            | 1            | 12   | 144            |
| 12    | 1           | 1           | 1           | 1           | 1           | 1           | 1           | 1           | 0           | 1            | 1            | 1            | 0            | 0            | 1            | 12   | 144            |
| 13    | 0           | 0           | 0           | 0           | 0           | 1           | 1           | 1           | 0           | 0            | 1            | 0            | 1            | 0            | 1            | 6    | 36             |
| 14    | 1           | 0           | 0           | 1           | 1           | 1           | 1           | 1           | 0           | 1            | 1            | 0            | 1            | 1            | 0            | 10   | 100            |
| 15    | 1           | 0           | 0           | 1           | 1           | 0           | 0           | 0           | 0           | 0            | 1            | 0            | 0            | 0            | 1            | 5    | 25             |
| 16    | 1           | 0           | 1           | 1           | 0           | 1           | 0           | 1           | 1           | 1            | 1            | 0            | 1            | 1            | 1            | 11   | 121            |
| 17    | 0           | 1           | 1           | 1           | 1           | 1           | 1           | 1           | 1           | 1            | 1            | 1            | 1            | 1            | 1            | 14   | 196            |
| 18    | 1           | 1           | 0           | 0           | 0           | 1           | 1           | 1           | 1           | 1            | 1            | 1            | 1            | 1            | 0            | 11   | 121            |
| 19    | 0           | 1           | 0           | 1           | 1           | 1           | 1           | 1           | 1           | 0            | 0            | 0            | 1            | 1            | 0            | 9    | 81             |
| 20    | 0           | 1           | 1           | 0           | 1           | 0           | 0           | 1           | 0           | 0            | 0            | 0            | 0            | 0            | 0            | 4    | 16             |
| 21    | 1           | 0           | 1           | 0           | 1           | 0           | 0           | 1           | 1           | 1            | 1            | 1            | 1            | 1            | 0            | 10   | 100            |
| 22    | 0           | 0           | 1           | 1           | 0           | 0           | 0           | 1           | 0           | 0            | 0            | 0            | 0            | 0            | 0            | 3    | 9              |
| 23    | 1           | 0           | 0           | 1           | 0           | 0           | 0           | 0           | 0           | 0            | 1            | 0            | 1            | 0            | 0            | 4    | 16             |
| 24    | 1           | 0           | 0           | 0           | 0           | 0           | 0           | 1           | 0           | 1            | 1            | 0            | 0            | 0            | 0            | 4    | 16             |
| 25    | 1           | 0           | 1           | 1           | 1           | 1           | 1           | 1           | 1           | 0            | 1            | 1            | 1            | 0            | 1            | 12   | 144            |
| 26    | 0           | 1           | 1           | 1           | 0           | 1           | 1           | 0           | 1           | 0            | 0            | 0            | 0            | 0            | 0            | 6    | 36             |
| 27    | 1           | 1           | 1           | 1           | 1           | 1           | 1           | 0           | 0           | 1            | 1            | 1            | 1            | 1            | 1            | 13   | 169            |
| 28    | 1           | 0           | 0           | 0           | 1           | 0           | 0           | 0           | 0           | 0            | 1            | 0            | 0            | 0            | 0            | 3    | 9              |
| 29    | 0           | 0           | 0           | 1           | 0           | 0           | 1           | 0           | 0           | 0            | 0            | 0            | 1            | 0            | 0            | 3    | 9              |
| 30    | 1           | 1           | 1           | 1           | 1           | 1           | 0           | 1           | 0           | 0            | 1            | 1            | 1            | 1            | 1            | 12   | 144            |
| E     | 16          | 11          | 17          | 18          | 18          | 16          | 16          | 22          | 11          | 10           | 21           | 11           | 20           | 12           | 15           | 234  | 2256           |
| p     | 0.53        | 0.37        | 0.57        | 0.6         | 0.6         | 0.53        | 0.53        | 0.73        | 0.37        | 0.33         | 0.7          | 0.37         | 0.67         | 0.4          | 0.5          | 7.8  |                |
| q     | 0.47        | 0.63        | 0.43        | 0.4         | 0.4         | 0.47        | 0.47        | 0.27        | 0.63        | 0.67         | 0.3          | 0.63         | 0.33         | 0.6          | 0.5          | 7.2  |                |
| pq    | 0.25        | 0.23        | 0.25        | 0.24        | 0.24        | 0.25        | 0.25        | 0.2         | 0.23        | 0.22         | 0.21         | 0.23         | 0.22         | 0.24         | 0.25         | 3.51 |                |

$$\Sigma pq = 3.51, S_t^2 = 14.36, r_{tt} = 0.81$$

ตารางที่ 13 ค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบหลังเรียน หน่วย 2 สิ่งมีชีวิตเซลล์เดียว

| คนที่ | ข้อที่ 1 | ข้อที่ 2 | ข้อที่ 3 | ข้อที่ 4 | ข้อที่ 5 | ข้อที่ 6 | ข้อที่ 7 | ข้อที่ 8 | ข้อที่ 9 | ข้อที่ 10 | ข้อที่ 11 | ข้อที่ 12 | ข้อที่ 13 | ข้อที่ 14 | ข้อที่ 15 | x    | x <sup>2</sup> |
|-------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|------|----------------|
| 1     | 0        | 0        | 0        | 0        | 0        | 0        | 0        | 1        | 0        | 1         | 0         | 0         | 0         | 1         | 0         | 3    | 9              |
| 2     | 1        | 0        | 0        | 0        | 1        | 1        | 1        | 1        | 1        | 1         | 1         | 0         | 1         | 0         | 0         | 9    | 81             |
| 3     | 0        | 0        | 0        | 1        | 1        | 1        | 1        | 0        | 1        | 0         | 1         | 0         | 1         | 0         | 0         | 7    | 49             |
| 4     | 1        | 1        | 1        | 1        | 1        | 0        | 0        | 1        | 0        | 1         | 1         | 1         | 1         | 0         | 1         | 11   | 121            |
| 5     | 0        | 0        | 1        | 0        | 0        | 0        | 0        | 1        | 0        | 1         | 0         | 1         | 1         | 0         | 0         | 5    | 25             |
| 6     | 0        | 1        | 1        | 1        | 1        | 1        | 0        | 1        | 1        | 0         | 1         | 0         | 1         | 1         | 1         | 11   | 121            |
| 7     | 1        | 1        | 1        | 1        | 1        | 1        | 1        | 1        | 0        | 0         | 0         | 1         | 1         | 0         | 1         | 11   | 121            |
| 8     | 1        | 1        | 0        | 1        | 1        | 0        | 0        | 0        | 0        | 0         | 0         | 0         | 0         | 0         | 0         | 4    | 16             |
| 9     | 1        | 0        | 0        | 1        | 1        | 0        | 0        | 0        | 0        | 0         | 0         | 0         | 0         | 0         | 0         | 3    | 9              |
| 10    | 1        | 0        | 1        | 0        | 1        | 1        | 0        | 1        | 1        | 0         | 1         | 1         | 1         | 0         | 1         | 10   | 100            |
| 11    | 0        | 0        | 0        | 0        | 1        | 0        | 0        | 0        | 0        | 0         | 0         | 0         | 1         | 0         | 0         | 2    | 4              |
| 12    | 0        | 1        | 1        | 0        | 1        | 1        | 1        | 1        | 1        | 0         | 1         | 0         | 1         | 1         | 0         | 10   | 100            |
| 13    | 1        | 1        | 1        | 0        | 1        | 0        | 0        | 0        | 0        | 1         | 1         | 1         | 1         | 0         | 1         | 9    | 81             |
| 14    | 1        | 0        | 1        | 1        | 1        | 0        | 1        | 1        | 0        | 1         | 1         | 1         | 1         | 1         | 1         | 12   | 144            |
| 15    | 0        | 0        | 0        | 0        | 1        | 0        | 0        | 1        | 0        | 0         | 1         | 1         | 1         | 1         | 0         | 6    | 36             |
| 16    | 1        | 0        | 0        | 0        | 0        | 0        | 0        | 1        | 0        | 0         | 0         | 0         | 1         | 0         | 1         | 4    | 16             |
| 17    | 1        | 0        | 1        | 1        | 1        | 1        | 1        | 1        | 1        | 1         | 1         | 1         | 1         | 1         | 1         | 14   | 196            |
| 18    | 1        | 1        | 1        | 1        | 1        | 1        | 1        | 1        | 1        | 0         | 1         | 0         | 1         | 1         | 0         | 12   | 144            |
| 19    | 1        | 0        | 0        | 0        | 0        | 0        | 0        | 1        | 0        | 0         | 0         | 0         | 1         | 0         | 0         | 3    | 9              |
| 20    | 0        | 0        | 0        | 1        | 0        | 1        | 0        | 0        | 0        | 0         | 0         | 0         | 1         | 0         | 1         | 4    | 16             |
| 21    | 1        | 1        | 1        | 1        | 0        | 0        | 1        | 1        | 1        | 1         | 1         | 0         | 1         | 1         | 1         | 12   | 144            |
| 22    | 1        | 0        | 1        | 1        | 1        | 1        | 1        | 1        | 0        | 1         | 1         | 1         | 1         | 1         | 1         | 13   | 169            |
| 23    | 1        | 0        | 0        | 0        | 0        | 0        | 0        | 1        | 0        | 0         | 0         | 0         | 0         | 0         | 0         | 2    | 4              |
| 24    | 0        | 0        | 0        | 0        | 1        | 1        | 1        | 0        | 1        | 0         | 0         | 0         | 1         | 0         | 0         | 5    | 25             |
| 25    | 0        | 1        | 1        | 1        | 1        | 1        | 1        | 1        | 0        | 0         | 1         | 1         | 1         | 1         | 1         | 12   | 144            |
| 26    | 1        | 1        | 1        | 1        | 1        | 0        | 1        | 1        | 1        | 1         | 1         | 1         | 1         | 0         | 0         | 12   | 144            |
| 27    | 0        | 0        | 0        | 1        | 1        | 0        | 1        | 0        | 0        | 0         | 1         | 0         | 0         | 0         | 1         | 5    | 25             |
| 28    | 1        | 0        | 0        | 0        | 0        | 0        | 0        | 1        | 0        | 0         | 0         | 0         | 0         | 0         | 1         | 3    | 9              |
| 29    | 1        | 0        | 1        | 1        | 1        | 1        | 1        | 1        | 0        | 1         | 1         | 1         | 1         | 1         | 1         | 13   | 169            |
| 30    | 0        | 1        | 0        | 0        | 0        | 0        | 0        | 0        | 0        | 0         | 1         | 1         | 0         | 0         | 0         | 3    | 9              |
| E     | 18       | 11       | 15       | 16       | 21       | 13       | 14       | 21       | 10       | 11        | 18        | 13        | 23        | 11        | 15        | 230  | 2240           |
| p     | 0.6      | 0.37     | 0.5      | 0.53     | 0.7      | 0.43     | 0.47     | 0.7      | 0.33     | 0.37      | 0.6       | 0.43      | 0.77      | 0.37      | 0.5       | 7.67 |                |
| q     | 0.4      | 0.63     | 0.5      | 0.47     | 0.3      | 0.57     | 0.53     | 0.3      | 0.67     | 0.63      | 0.4       | 0.57      | 0.23      | 0.63      | 0.5       | 7.33 |                |
| pq    | 0.24     | 0.23     | 0.25     | 0.25     | 0.21     | 0.25     | 0.25     | 0.21     | 0.22     | 0.23      | 0.24      | 0.25      | 0.18      | 0.23      | 0.25      | 3.49 |                |

$$\Sigma pq = 3.49, S_t^2 = 15.89, r_{tt} = 0.83$$

ตารางที่ 14 ค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบก่อนเรียน หน่วย 3 สิ่งมีชีวิตหลายเซลล์

| คนที่ | ข้อที่ | ข้อที่ | ข้อที่ | ข้อที่ | ข้อที่ | ข้อที่ | ข้อที่ | ข้อที่ | ข้อที่ | ข้อที่ | ข้อที่ | ข้อที่ | ข้อที่ | ข้อที่ | ข้อที่ | ข้อที่ | x    | x <sup>2</sup> |
|-------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|------|----------------|
| ที่   | 1      | 2      | 3      | 4      | 5      | 6      | 7      | 8      | 9      | 10     | 11     | 12     | 13     | 14     | 15     |        |      |                |
| 1     | 1      | 1      | 1      | 0      | 1      | 1      | 1      | 1      | 1      | 1      | 1      | 1      | 1      | 0      | 1      | 13     | 169  |                |
| 2     | 1      | 0      | 1      | 1      | 0      | 0      | 1      | 0      | 1      | 1      | 1      | 0      | 1      | 0      | 0      | 8      | 64   |                |
| 3     | 1      | 0      | 1      | 1      | 0      | 0      | 0      | 0      | 0      | 0      | 1      | 1      | 1      | 0      | 1      | 7      | 49   |                |
| 4     | 1      | 0      | 1      | 1      | 1      | 0      | 0      | 1      | 1      | 1      | 1      | 1      | 1      | 1      | 0      | 11     | 121  |                |
| 5     | 1      | 0      | 1      | 0      | 1      | 1      | 0      | 0      | 1      | 1      | 0      | 0      | 0      | 0      | 0      | 6      | 36   |                |
| 6     | 1      | 0      | 1      | 1      | 1      | 0      | 0      | 0      | 0      | 0      | 1      | 1      | 0      | 0      | 1      | 7      | 49   |                |
| 7     | 1      | 1      | 1      | 1      | 1      | 1      | 0      | 1      | 1      | 1      | 1      | 0      | 1      | 0      | 1      | 12     | 144  |                |
| 8     | 1      | 1      | 1      | 1      | 1      | 1      | 1      | 1      | 1      | 1      | 1      | 1      | 1      | 0      | 1      | 14     | 196  |                |
| 9     | 1      | 0      | 1      | 0      | 1      | 1      | 1      | 0      | 1      | 1      | 1      | 1      | 1      | 1      | 0      | 11     | 121  |                |
| 10    | 1      | 0      | 1      | 0      | 0      | 0      | 0      | 1      | 0      | 1      | 1      | 1      | 1      | 0      | 0      | 7      | 49   |                |
| 11    | 0      | 0      | 1      | 0      | 1      | 0      | 0      | 0      | 0      | 1      | 0      | 0      | 0      | 1      | 0      | 4      | 16   |                |
| 12    | 1      | 0      | 0      | 0      | 1      | 1      | 1      | 0      | 0      | 1      | 0      | 1      | 1      | 0      | 0      | 7      | 49   |                |
| 13    | 1      | 0      | 0      | 1      | 1      | 0      | 1      | 1      | 1      | 1      | 1      | 1      | 1      | 1      | 1      | 12     | 144  |                |
| 14    | 0      | 0      | 0      | 0      | 0      | 0      | 0      | 0      | 0      | 1      | 0      | 1      | 0      | 0      | 0      | 2      | 4    |                |
| 15    | 0      | 1      | 1      | 1      | 0      | 0      | 0      | 1      | 0      | 0      | 1      | 0      | 1      | 0      | 0      | 6      | 36   |                |
| 16    | 1      | 1      | 1      | 1      | 0      | 1      | 0      | 1      | 0      | 1      | 1      | 1      | 1      | 0      | 1      | 11     | 121  |                |
| 17    | 1      | 0      | 1      | 0      | 0      | 0      | 0      | 0      | 0      | 0      | 1      | 0      | 1      | 0      | 0      | 4      | 16   |                |
| 18    | 1      | 0      | 0      | 1      | 1      | 0      | 0      | 0      | 0      | 0      | 0      | 1      | 0      | 1      | 0      | 5      | 25   |                |
| 19    | 1      | 1      | 1      | 1      | 1      | 0      | 1      | 1      | 1      | 1      | 0      | 1      | 1      | 1      | 1      | 13     | 169  |                |
| 20    | 1      | 0      | 1      | 1      | 1      | 1      | 1      | 1      | 0      | 1      | 1      | 1      | 1      | 0      | 1      | 12     | 144  |                |
| 21    | 0      | 1      | 0      | 0      | 0      | 0      | 0      | 0      | 1      | 0      | 1      | 1      | 0      | 0      | 0      | 4      | 16   |                |
| 22    | 1      | 0      | 1      | 1      | 1      | 1      | 1      | 1      | 1      | 1      | 1      | 1      | 0      | 1      | 1      | 13     | 169  |                |
| 23    | 1      | 1      | 1      | 1      | 1      | 0      | 1      | 1      | 1      | 1      | 1      | 1      | 1      | 1      | 1      | 14     | 196  |                |
| 24    | 1      | 1      | 1      | 0      | 1      | 0      | 1      | 1      | 1      | 1      | 1      | 1      | 0      | 1      | 1      | 12     | 144  |                |
| 25    | 0      | 0      | 0      | 0      | 1      | 0      | 1      | 0      | 1      | 0      | 1      | 0      | 0      | 0      | 1      | 5      | 25   |                |
| 26    | 0      | 1      | 0      | 0      | 1      | 0      | 1      | 0      | 0      | 1      | 0      | 0      | 0      | 0      | 1      | 5      | 25   |                |
| 27    | 1      | 1      | 1      | 1      | 1      | 0      | 1      | 1      | 1      | 1      | 1      | 1      | 1      | 0      | 1      | 13     | 169  |                |
| 28    | 0      | 1      | 0      | 0      | 1      | 0      | 0      | 1      | 0      | 0      | 0      | 0      | 0      | 0      | 0      | 3      | 9    |                |
| 29    | 1      | 1      | 1      | 1      | 1      | 1      | 1      | 1      | 0      | 0      | 1      | 1      | 1      | 1      | 1      | 13     | 169  |                |
| 30    | 1      | 1      | 1      | 1      | 1      | 0      | 1      | 1      | 0      | 1      | 1      | 1      | 0      | 1      | 1      | 12     | 144  |                |
| E     | 23     | 14     | 22     | 17     | 22     | 10     | 16     | 17     | 15     | 21     | 22     | 21     | 18     | 11     | 17     | 266    | 2788 |                |
| p     | 0.77   | 0.47   | 0.73   | 0.57   | 0.73   | 0.33   | 0.53   | 0.57   | 0.5    | 0.7    | 0.73   | 0.7    | 0.6    | 0.37   | 0.57   | 8.87   |      |                |
| q     | 0.23   | 0.53   | 0.27   | 0.43   | 0.27   | 0.67   | 0.47   | 0.43   | 0.5    | 0.3    | 0.27   | 0.3    | 0.4    | 0.63   | 0.43   | 6.13   |      |                |
| pq    | 0.18   | 0.25   | 0.2    | 0.25   | 0.2    | 0.22   | 0.25   | 0.25   | 0.25   | 0.21   | 0.2    | 0.21   | 0.24   | 0.23   | 0.25   | 3.39   |      |                |

$$\Sigma pq = 3.36, S_t^2 = 14.32, r_{tt} = 0.82$$



ตารางที่ 15 ค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบหลังเรียน หน่วย 3 สิ่งมีชีวิตหลายเซลล์

| คนที่ | ข้อที่<br>1 | ข้อที่<br>2 | ข้อที่<br>3 | ข้อที่<br>4 | ข้อที่<br>5 | ข้อที่<br>6 | ข้อที่<br>7 | ข้อที่<br>8 | ข้อที่<br>9 | ข้อที่<br>10 | ข้อที่<br>11 | ข้อที่<br>12 | ข้อที่<br>13 | ข้อที่<br>14 | ข้อที่<br>15 | x    | x <sup>2</sup> |
|-------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|------|----------------|
| 1     | 1           | 1           | 1           | 1           | 1           | 1           | 1           | 0           | 0           | 1            | 1            | 1            | 1            | 1            | 1            | 13   | 169            |
| 2     | 0           | 0           | 1           | 1           | 1           | 0           | 1           | 1           | 1           | 1            | 1            | 1            | 0            | 0            | 1            | 10   | 100            |
| 3     | 0           | 0           | 1           | 1           | 1           | 1           | 0           | 0           | 0           | 0            | 1            | 0            | 1            | 0            | 1            | 7    | 49             |
| 4     | 1           | 0           | 1           | 1           | 1           | 0           | 0           | 1           | 1           | 0            | 0            | 1            | 0            | 1            | 1            | 9    | 81             |
| 5     | 1           | 0           | 1           | 1           | 1           | 1           | 0           | 1           | 1           | 1            | 1            | 1            | 1            | 0            | 1            | 12   | 144            |
| 6     | 1           | 1           | 1           | 1           | 1           | 1           | 1           | 1           | 1           | 1            | 1            | 1            | 1            | 1            | 1            | 15   | 225            |
| 7     | 1           | 0           | 0           | 0           | 0           | 0           | 1           | 1           | 0           | 0            | 0            | 1            | 1            | 0            | 0            | 5    | 25             |
| 8     | 1           | 1           | 1           | 0           | 1           | 1           | 0           | 1           | 1           | 1            | 1            | 0            | 0            | 1            | 1            | 11   | 121            |
| 9     | 1           | 1           | 1           | 1           | 1           | 0           | 0           | 0           | 0           | 1            | 1            | 1            | 0            | 0            | 0            | 8    | 64             |
| 10    | 0           | 0           | 0           | 0           | 0           | 0           | 0           | 0           | 0           | 1            | 1            | 0            | 0            | 0            | 1            | 3    | 9              |
| 11    | 0           | 0           | 0           | 1           | 0           | 0           | 1           | 1           | 0           | 1            | 1            | 0            | 0            | 0            | 0            | 5    | 25             |
| 12    | 1           | 1           | 1           | 1           | 1           | 1           | 1           | 0           | 0           | 1            | 1            | 1            | 1            | 1            | 1            | 13   | 169            |
| 13    | 1           | 0           | 1           | 1           | 0           | 0           | 0           | 0           | 0           | 0            | 0            | 0            | 1            | 0            | 0            | 4    | 16             |
| 14    | 0           | 0           | 0           | 0           | 1           | 0           | 1           | 1           | 0           | 0            | 1            | 1            | 0            | 1            | 0            | 6    | 36             |
| 15    | 1           | 1           | 1           | 1           | 1           | 1           | 1           | 1           | 1           | 1            | 1            | 0            | 0            | 0            | 0            | 11   | 121            |
| 16    | 1           | 1           | 1           | 1           | 1           | 0           | 0           | 0           | 0           | 1            | 1            | 0            | 0            | 0            | 0            | 7    | 49             |
| 17    | 1           | 0           | 1           | 1           | 1           | 0           | 0           | 1           | 1           | 1            | 1            | 1            | 1            | 0            | 1            | 11   | 121            |
| 18    | 0           | 0           | 0           | 0           | 1           | 0           | 0           | 0           | 0           | 1            | 0            | 0            | 1            | 0            | 1            | 4    | 16             |
| 19    | 1           | 1           | 1           | 1           | 1           | 1           | 1           | 1           | 1           | 1            | 1            | 1            | 1            | 1            | 1            | 15   | 225            |
| 20    | 1           | 1           | 1           | 0           | 1           | 0           | 1           | 1           | 0           | 1            | 1            | 1            | 1            | 1            | 1            | 12   | 144            |
| 21    | 0           | 1           | 0           | 0           | 0           | 0           | 1           | 0           | 0           | 0            | 1            | 0            | 0            | 0            | 0            | 3    | 9              |
| 22    | 1           | 0           | 1           | 0           | 1           | 0           | 0           | 0           | 1           | 1            | 0            | 1            | 0            | 0            | 0            | 6    | 36             |
| 23    | 1           | 1           | 1           | 1           | 1           | 1           | 1           | 1           | 1           | 1            | 0            | 0            | 1            | 0            | 1            | 12   | 144            |
| 24    | 1           | 1           | 1           | 1           | 1           | 0           | 1           | 0           | 1           | 1            | 1            | 1            | 1            | 1            | 1            | 13   | 169            |
| 25    | 1           | 0           | 0           | 0           | 0           | 0           | 0           | 0           | 0           | 1            | 1            | 0            | 0            | 0            | 1            | 4    | 16             |
| 26    | 1           | 1           | 1           | 1           | 1           | 1           | 0           | 0           | 0           | 1            | 1            | 1            | 1            | 1            | 1            | 12   | 144            |
| 27    | 0           | 1           | 0           | 0           | 0           | 0           | 0           | 0           | 0           | 1            | 0            | 0            | 0            | 0            | 1            | 3    | 9              |
| 28    | 0           | 1           | 0           | 1           | 1           | 1           | 0           | 0           | 0           | 0            | 0            | 0            | 0            | 0            | 0            | 4    | 16             |
| 29    | 1           | 1           | 1           | 1           | 1           | 1           | 1           | 0           | 0           | 1            | 1            | 1            | 1            | 1            | 1            | 13   | 169            |
| 30    | 1           | 1           | 0           | 1           | 1           | 1           | 1           | 1           | 1           | 1            | 1            | 1            | 0            | 0            | 1            | 12   | 144            |
| E     | 21          | 17          | 20          | 20          | 23          | 13          | 15          | 14          | 12          | 23           | 22           | 17           | 15           | 11           | 20           | 263  | 2765           |
| p     | 0.7         | 0.57        | 0.67        | 0.67        | 0.77        | 0.43        | 0.5         | 0.47        | 0.4         | 0.77         | 0.73         | 0.57         | 0.5          | 0.37         | 0.67         | 8.79 |                |
| q     | 0.3         | 0.43        | 0.33        | 0.33        | 0.23        | 0.57        | 0.5         | 0.53        | 0.6         | 0.23         | 0.27         | 0.43         | 0.5          | 0.63         | 0.33         | 6.21 |                |
| pq    | 0.21        | 0.25        | 0.22        | 0.22        | 0.18        | 0.25        | 0.25        | 0.25        | 0.24        | 0.18         | 0.2          | 0.25         | 0.25         | 0.23         | 0.22         | 3.4  |                |

$$\Sigma pq = 3.39, S_t^2 = 15.31, r_{tt} = 0.83$$

**ภาคผนวก ฉ**

ตารางคะแนนการทดสอบประสิทธิภาพแบบเดี่ยว แบบกลุ่ม และแบบภาคสนาม





คะแนนแบบฝึกปฏิบัติ คะแนนแบบทดสอบหลังเรียน ค่าเฉลี่ย และค่าประสิทธิภาพของ  
กระบวนการ ( $E_1$ ) และค่าประสิทธิภาพของผลลัพธ์ ( $E_2$ ) ของหนังสือเทคโนโลยีความจริงเสมือน  
วิชาชีววิทยา เรื่องความหลากหลายทางชีวภาพ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6  
โรงเรียนในสังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษามัธยมศึกษาเขต 8 ในการทดสอบแบบเดี่ยว (1:1)  
หน่วยที่ 1 ความหลากหลายของสิ่งมีชีวิต

ตารางที่ 16 คะแนนการทดสอบประสิทธิภาพแบบเดี่ยว หน่วยที่ 1 ความหลากหลายของสิ่งมีชีวิต

| ลำดับที่           | คะแนนแบบฝึกปฏิบัติระหว่างการใช้<br>หนังสือเทคโนโลยีความจริงเสมือน |                            |                            | รวมคะแนน<br>แบบฝึกปฏิบัติ<br>(30) | คะแนน<br>แบบทดสอบ<br>หลังเรียน<br>(15) |
|--------------------|---|----------------------------|----------------------------|-----------------------------------|--|
|                    | แบบฝึกปฏิบัติที่ 1<br>(10)  | แบบฝึกปฏิบัติที่ 2<br>(10) | แบบฝึกปฏิบัติที่ 3<br>(10) |                                   |  |
| 1                  | 8   | 8                          | 7                          | 23                                | 12                                     |
| 2                  | 6   | 7                          | 7                          | 20                                | 10                                     |
| 3                  | 5   | 6                          | 5                          | 16                                | 8                                      |
| รวม                | 19  | 21                         | 19                         | 59                                | 30                                     |
| ค่าเฉลี่ย          | 6.33  | 7.00                       | 6.33                       | 19.67                             | 10.00                                  |
| ค่า<br>ประสิทธิภาพ | 63.33   | 70.00                      | 63.33                      | $E_1 = 65.56$                     | $E_2 = 66.67$                          |

คะแนนแบบฝึกปฏิบัติ คะแนนแบบทดสอบหลังเรียน ค่าเฉลี่ย และค่าประสิทธิภาพของ  
กระบวนการ ( $E_1$ ) และค่าประสิทธิภาพของผลลัพธ์ ( $E_2$ ) ของหนังสือเทคโนโลยีความจริงเสมือน  
วิชาชีววิทยา เรื่องความหลากหลายทางชีวภาพ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6  
โรงเรียนในสังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษามัธยมศึกษาเขต 8 ในการทดสอบแบบเดี่ยว (1:1)  
หน่วยที่ 2 สิ่งมีชีวิตเซลล์เดียว

ตารางที่ 17 คะแนนการทดสอบประสิทธิภาพแบบเดี่ยว หน่วยที่ 2 สิ่งมีชีวิตเซลล์เดียว

| ลำดับที่           | คะแนนแบบฝึกปฏิบัติระหว่างการใช้<br>หนังสือเทคโนโลยีความจริงเสมือน |                            |                            | รวมคะแนน<br>แบบฝึกปฏิบัติ<br>(30) | คะแนน<br>แบบทดสอบ<br>หลังเรียน<br>(15) |
|--------------------|---|----------------------------|----------------------------|-----------------------------------|--|
|                    | แบบฝึกปฏิบัติที่ 1<br>(10)  | แบบฝึกปฏิบัติที่ 2<br>(10) | แบบฝึกปฏิบัติที่ 3<br>(10) |                                   |  |
| 1                  | 8   | 7                          | 8                          | 23                                | 12                                     |
| 2                  | 6   | 7                          | 8                          | 21                                | 10                                     |
| 3                  | 5   | 6                          | 6                          | 17                                | 9                                      |
| รวม                | 19  | 20                         | 22                         | 61                                | 31                                     |
| ค่าเฉลี่ย          | 6.33  | 6.67                       | 7.33                       | 20.33                             | 10.33                                  |
| ค่า<br>ประสิทธิภาพ | 63.33   | 66.67                      | 73.33                      | $E_1 = 67.78$                     | $E_2 = 68.89$                          |

คะแนนแบบฝึกปฏิบัติ คะแนนแบบทดสอบหลังเรียน ค่าเฉลี่ย และค่าประสิทธิภาพของ  
กระบวนการ ( $E_1$ ) และค่าประสิทธิภาพของผลลัพธ์ ( $E_2$ ) ของหนังสือเทคโนโลยีความจริงเสมือน  
วิชาชีววิทยา เรื่องความหลากหลายทางชีวภาพ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6  
โรงเรียนในสังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษามัธยมศึกษาเขต 8 ในการทดสอบแบบเดี่ยว (1:1)  
หน่วยที่ 3 สิ่งมีชีวิตหลายเซลล์

ตารางที่ 18 คะแนนการทดสอบประสิทธิภาพแบบเดี่ยว หน่วยที่ 3 สิ่งมีชีวิตหลายเซลล์

| ลำดับที่           | คะแนนแบบฝึกปฏิบัติระหว่างการใช้<br>หนังสือเทคโนโลยีความจริงเสมือน |                            |                            | รวมคะแนน<br>แบบฝึกปฏิบัติ<br>(30) | คะแนน<br>แบบทดสอบ<br>หลังเรียน<br>(15) |
|--------------------|---|----------------------------|----------------------------|-----------------------------------|--|
|                    | แบบฝึกปฏิบัติที่ 1<br>(10)  | แบบฝึกปฏิบัติที่ 2<br>(10) | แบบฝึกปฏิบัติที่ 3<br>(10) |                                   |  |
| 1                  | 9   | 7                          | 8                          | 24                                | 13                                     |
| 2                  | 7   | 7                          | 8                          | 22                                | 10                                     |
| 3                  | 6   | 6                          | 5                          | 17                                | 9                                      |
| รวม                | 22  | 20                         | 21                         | 63                                | 32                                     |
| ค่าเฉลี่ย          | 7.33  | 6.67                       | 7.00                       | 21.00                             | 10.67                                  |
| ค่า<br>ประสิทธิภาพ | 73.33   | 66.67                      | 70.00                      | $E_1 = 70.00$                     | $E_2 = 71.11$                          |

คะแนนแบบฝึกปฏิบัติ คะแนนแบบทดสอบหลังเรียน ค่าเฉลี่ย และค่าประสิทธิภาพของ  
กระบวนการ ( $E_1$ ) และค่าประสิทธิภาพของผลลัพธ์ ( $E_2$ ) ของหนังสือเทคโนโลยีความจริงเสมือน  
วิชาชีววิทยา เรื่องความหลากหลายทางชีวภาพ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6  
โรงเรียนในสังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษามัธยมศึกษาเขต 8 ในการทดสอบแบบกลุ่ม (1:10)  
หน่วยที่ 1 ความหลากหลายของสิ่งมีชีวิต

ตารางที่ 19 คะแนนการทดสอบประสิทธิภาพแบบกลุ่ม หน่วยที่ 1 ความหลากหลายของสิ่งมีชีวิต

| ลำดับที่                 | คะแนนแบบฝึกปฏิบัติระหว่างการใช้<br>หนังสือเทคโนโลยีความจริงเสมือน |                            |                            | รวมคะแนน<br>แบบฝึกปฏิบัติ<br>(30) | คะแนน<br>แบบทดสอบ<br>หลังเรียน<br>(15) |
|--------------------------|---|----------------------------|----------------------------|-----------------------------------|--|
|                          | แบบฝึกปฏิบัติที่ 1<br>(10)  | แบบฝึกปฏิบัติที่ 2<br>(10) | แบบฝึกปฏิบัติที่ 3<br>(10) |                                   |  |
| 1                        | 8   | 9                          | 10                         | 27                                | 14                                     |
| 2                        | 9   | 8                          | 8                          | 25                                | 13                                     |
| 3                        | 8   | 8                          | 7                          | 23                                | 12                                     |
| 4                        | 7   | 7                          | 8                          | 22                                | 12                                     |
| 5                        | 6   | 7                          | 7                          | 20                                | 9                                      |
| 6                        | 5   | 6                          | 7                          | 18                                | 8                                      |
| รวม                      | 43  | 45                         | 47                         | 135                               | 68                                     |
| ค่าเฉลี่ย                | 7.17  | 7.50                       | 7.83                       | 22.50                             | 11.33                                  |
| ค่าเฉลี่ย<br>ประสิทธิภาพ | 71.67   | 75.00                      | 78.33                      | $E_1 = 75.00$                     | $E_2 = 75.56$                          |

แบบฝึกปฏิบัติ คะแนนแบบทดสอบหลังเรียน ค่าเฉลี่ย และค่าประสิทธิภาพของ  
กระบวนการ ( $E_1$ ) และค่าประสิทธิภาพของผลลัพธ์ ( $E_2$ ) ของหนังสือเทคโนโลยีความจริงเสมือน  
วิชาชีววิทยา เรื่องความหลากหลายทางชีวภาพ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6  
โรงเรียนในสังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษามัธยมศึกษาเขต 8 ในการทดสอบแบบกลุ่ม (1:10)  
หน่วยที่ 2 สิ่งมีชีวิตเซลล์เดียว

ตารางที่ 20 คะแนนการทดสอบประสิทธิภาพแบบกลุ่ม หน่วยที่ 2 สิ่งมีชีวิตเซลล์เดียว

| ลำดับที่                 | คะแนนแบบฝึกปฏิบัติระหว่างการใช้<br>หนังสือเทคโนโลยีความจริงเสมือน |                            |                            | รวมคะแนน<br>แบบฝึกปฏิบัติ<br>(30) | คะแนน<br>แบบทดสอบ<br>หลังเรียน<br>(15) |
|--------------------------|---|----------------------------|----------------------------|-----------------------------------|--|
|                          | แบบฝึกปฏิบัติที่ 1<br>(10)  | แบบฝึกปฏิบัติที่ 2<br>(10) | แบบฝึกปฏิบัติที่ 3<br>(10) |                                   |  |
| 1                        | 10  | 9                          | 9                          | 28                                | 14                                     |
| 2                        | 9   | 8                          | 9                          | 26                                | 14                                     |
| 3                        | 8   | 7                          | 8                          | 23                                | 12                                     |
| 4                        | 7   | 7                          | 8                          | 22                                | 11                                     |
| 5                        | 6   | 8                          | 7                          | 21                                | 10                                     |
| 6                        | 5   | 7                          | 6                          | 18                                | 9                                      |
| รวม                      | 45  | 46                         | 47                         | 138                               | 70                                     |
| ค่าเฉลี่ย                | 7.50  | 7.67                       | 7.83                       | 23.00                             | 11.67                                  |
| ค่าเฉลี่ย<br>ประสิทธิภาพ | 75.00   | 76.67                      | 78.33                      | $E_1 = 76.67$                     | $E_2 = 77.78$                          |

แบบฝึกปฏิบัติ คะแนนแบบทดสอบหลังเรียน ค่าเฉลี่ย และค่าประสิทธิภาพของ  
กระบวนการ ( $E_1$ ) และค่าประสิทธิภาพของผลลัพธ์ ( $E_2$ ) ของหนังสือเทคโนโลยีความจริงเสมือน  
วิชาชีววิทยา เรื่องความหลากหลายทางชีวภาพ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6  
โรงเรียนในสังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษามัธยมศึกษาเขต 8 ในการทดสอบแบบกลุ่ม (1:10)  
หน่วยที่ 3 สิ่งมีชีวิตหลายเซลล์

ตารางที่ 21 คะแนนการทดสอบประสิทธิภาพแบบกลุ่ม หน่วยที่ 3 สิ่งมีชีวิตหลายเซลล์

| ลำดับที่                 | คะแนนแบบฝึกปฏิบัติระหว่างการใช้<br>หนังสือเทคโนโลยีความจริงเสมือน |                            |                            | รวมคะแนน<br>แบบฝึกปฏิบัติ<br>(30) | คะแนน<br>แบบทดสอบ<br>หลังเรียน<br>(15) |
|--------------------------|---|----------------------------|----------------------------|-----------------------------------|--|
|                          | แบบฝึกปฏิบัติที่ 1<br>(10)  | แบบฝึกปฏิบัติที่ 2<br>(10) | แบบฝึกปฏิบัติที่ 3<br>(10) |                                   |  |
| 1                        | 10  | 9                          | 8                          | 27                                | 14                                     |
| 2                        | 9   | 9                          | 8                          | 26                                | 13                                     |
| 3                        | 8   | 8                          | 7                          | 23                                | 13                                     |
| 4                        | 8   | 7                          | 8                          | 23                                | 12                                     |
| 5                        | 7   | 8                          | 7                          | 22                                | 10                                     |
| 6                        | 6   | 6                          | 7                          | 19                                | 9                                      |
| รวม                      | 48  | 47                         | 45                         | 140                               | 71                                     |
| ค่าเฉลี่ย                | 8.00  | 7.83                       | 7.50                       | 23.33                             | 11.83                                  |
| ค่าเฉลี่ย<br>ประสิทธิภาพ | 80.00   | 78.33                      | 75.00                      | $E_1 = 77.78$                     | $E_2 = 78.89$                          |

คะแนนแบบฝึกปฏิบัติ คะแนนแบบทดสอบหลังเรียน ค่าเฉลี่ย และค่าประสิทธิภาพของ  
กระบวนการ ( $E_1$ ) และค่าประสิทธิภาพของผลลัพธ์ ( $E_2$ ) ของหนังสือเทคโนโลยีความจริงเสมือน

วิชาชีววิทยา เรื่องความหลากหลายทางชีวภาพ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6  
โรงเรียนในสังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษามัธยมศึกษาเขต 8 ในการทดสอบแบบภาคสนาม  
(1:100)

หน่วยที่ 1 ความหลากหลายของสิ่งมีชีวิต

ตารางที่ 22 คะแนนการทดสอบประสิทธิภาพแบบภาคสนาม หน่วยที่ 1 ความหลากหลายของ  
สิ่งมีชีวิต

| ลำดับที่ | คะแนนแบบฝึกปฏิบัติระหว่างการใช้<br>หนังสือเทคโนโลยีความจริงเสมือน |                            |                            | รวมคะแนน<br>แบบฝึกปฏิบัติ<br>(30) | คะแนน<br>แบบทดสอบ<br>หลังเรียน<br>(15) |
|----------|---|----------------------------|----------------------------|-----------------------------------|--|
|          | แบบฝึกปฏิบัติที่ 1<br>(10)  | แบบฝึกปฏิบัติที่ 2<br>(10) | แบบฝึกปฏิบัติที่ 3<br>(10) |                                   |  |
| 1        | 8   | 9                          | 7                          | 24                                | 11                                     |
| 2        | 8   | 7                          | 8                          | 23                                | 12                                     |
| 3        | 10  | 8                          | 9                          | 27                                | 13                                     |
| 4        | 6   | 7                          | 7                          | 20                                | 9                                      |
| 5        | 7   | 8                          | 7                          | 22                                | 11                                     |
| 6        | 8   | 9                          | 8                          | 25                                | 13                                     |
| 7        | 9   | 10                         | 9                          | 28                                | 14                                     |
| 8        | 7   | 8                          | 7                          | 22                                | 11                                     |
| 9        | 7   | 8                          | 6                          | 21                                | 11                                     |
| 10       | 10  | 8                          | 9                          | 27                                | 14                                     |
| 11       | 7   | 7                          | 8                          | 22                                | 12                                     |
| 12       | 8   | 8                          | 8                          | 24                                | 13                                     |
| 13       | 9   | 7                          | 7                          | 23                                | 12                                     |
| 14       | 8   | 9                          | 10                         | 27                                | 13                                     |
| 15       | 6   | 7                          | 8                          | 21                                | 10                                     |
| 16       | 8   | 8                          | 7                          | 23                                | 11                                     |
| 17       | 9   | 9                          | 9                          | 27                                | 14                                     |
| 18       | 8   | 7                          | 8                          | 23                                | 11                                     |
| 19       | 9   | 10                         | 10                         | 29                                | 15                                     |
| 20       | 7   | 7                          | 8                          | 22                                | 11                                     |
| 21       | 8   | 7                          | 8                          | 23                                | 12                                     |



| ลำดับที่                 | คะแนนแบบฝึกปฏิบัติระหว่างการใช้<br>หนังสือเทคโนโลยีความจริงเสมือน |                            |                            | รวมคะแนน<br>แบบฝึกปฏิบัติ<br>(30) | คะแนน<br>แบบทดสอบ<br>หลังเรียน<br>(15) |
|--------------------------|---|----------------------------|----------------------------|-----------------------------------|--|
|                          | แบบฝึกปฏิบัติที่ 1<br>(10)  | แบบฝึกปฏิบัติที่ 2<br>(10) | แบบฝึกปฏิบัติที่ 3<br>(10) |                                   |  |
| 22                       | 9   | 9                          | 10                         | 28                                | 14                                     |
| 23                       | 8   | 8                          | 8                          | 24                                | 12                                     |
| 24                       | 7   | 7                          | 8                          | 22                                | 11                                     |
| 25                       | 7   | 9                          | 8                          | 24                                | 12                                     |
| 26                       | 9   | 9                          | 7                          | 25                                | 13                                     |
| รวม                      | 207   | 210                        | 209                        | 626.00                            | 315.00                                 |
| ค่าเฉลี่ย                | 7.96  | 8.08                       | 8.04                       | 24.08                             | 12.12                                  |
| ค่าเฉลี่ย<br>ประสิทธิภาพ | 79.62   | 80.77                      | 80.38                      | $E_1 = 80.26$                     | $E_2 = 80.77$                          |



คะแนนแบบฝึกปฏิบัติ คะแนนแบบทดสอบหลังเรียน ค่าเฉลี่ย และค่าประสิทธิภาพของ  
กระบวนการ ( $E_1$ ) และค่าประสิทธิภาพของผลลัพธ์ ( $E_2$ ) ของหนังสือเทคโนโลยีความจริงเสมือน

วิชาชีววิทยา เรื่องความหลากหลายทางชีวภาพ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6  
โรงเรียนในสังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษามัธยมศึกษาเขต 8 ในการทดสอบแบบภาคสนาม

(1:100)

หน่วยที่ 2 สิ่งมีชีวิตเซลล์เดียว

ตารางที่ 23 คะแนนการทดสอบประสิทธิภาพแบบภาคสนาม หน่วยที่ 2 สิ่งมีชีวิตเซลล์เดียว

| ลำดับที่ | คะแนนแบบฝึกปฏิบัติระหว่างการใช้<br>หนังสือเทคโนโลยีความจริงเสมือน |                            |                            | รวมคะแนน<br>แบบฝึกปฏิบัติ<br>(30) | คะแนน<br>แบบทดสอบ<br>หลังเรียน<br>(15) |
|----------|---|----------------------------|----------------------------|-----------------------------------|--|
|          | แบบฝึกปฏิบัติที่ 1<br>(10)  | แบบฝึกปฏิบัติที่ 2<br>(10) | แบบฝึกปฏิบัติที่ 3<br>(10) |                                   |  |
| 1        | 9   | 9                          | 8                          | 26                                | 13                                     |
| 2        | 8   | 7                          | 8                          | 23                                | 12                                     |
| 3        | 10  | 8                          | 9                          | 27                                | 13                                     |
| 4        | 7   | 6                          | 7                          | 20                                | 10                                     |
| 5        | 7   | 8                          | 9                          | 24                                | 9                                      |
| 6        | 8   | 9                          | 9                          | 26                                | 13                                     |
| 7        | 9   | 10                         | 9                          | 28                                | 14                                     |
| 8        | 7   | 8                          | 7                          | 22                                | 12                                     |
| 9        | 7   | 8                          | 7                          | 22                                | 11                                     |
| 10       | 8   | 9                          | 9                          | 26                                | 13                                     |
| 11       | 7   | 8                          | 8                          | 23                                | 12                                     |
| 12       | 8   | 8                          | 8                          | 24                                | 12                                     |
| 13       | 9   | 8                          | 7                          | 24                                | 12                                     |
| 14       | 9   | 9                          | 10                         | 28                                | 15                                     |
| 15       | 6   | 7                          | 8                          | 21                                | 10                                     |
| 16       | 8   | 8                          | 7                          | 23                                | 11                                     |
| 17       | 9   | 9                          | 9                          | 27                                | 13                                     |
| 18       | 8   | 7                          | 8                          | 23                                | 12                                     |
| 19       | 9   | 10                         | 9                          | 28                                | 14                                     |
| 20       | 7   | 8                          | 8                          | 23                                | 11                                     |
| 21       | 8   | 7                          | 8                          | 23                                | 12                                     |
| 22       | 9   | 8                          | 10                         | 27                                | 14                                     |

| ลำดับที่                 | คะแนนแบบฝึกปฏิบัติระหว่างการใช้<br>หนังสือเทคโนโลยีความจริงเสมือน |                            |                            | รวมคะแนน<br>แบบฝึกปฏิบัติ<br>(30) | คะแนน<br>แบบทดสอบ<br>หลังเรียน<br>(15) |
|--------------------------|---|----------------------------|----------------------------|-----------------------------------|--|
|                          | แบบฝึกปฏิบัติที่ 1<br>(10)  | แบบฝึกปฏิบัติที่ 2<br>(10) | แบบฝึกปฏิบัติที่ 3<br>(10) |                                   |  |
| 23                       | 8   | 7                          | 8                          | 23                                | 12                                     |
| 24                       | 7   | 7                          | 8                          | 22                                | 11                                     |
| 25                       | 7   | 9                          | 8                          | 24                                | 12                                     |
| 26                       | 9   | 8                          | 7                          | 24                                | 13                                     |
| รวม                      | 208   | 210                        | 213                        | 631.00                            | 316.00                                 |
| ค่าเฉลี่ย                | 8.00  | 8.08                       | 8.19                       | 24.27                             | 12.15                                  |
| ค่าเฉลี่ย<br>ประสิทธิภาพ | 80.00   | 80.77                      | 81.92                      | $E_1 = 80.90$                     | $E_2 = 81.03$                          |



คะแนนแบบฝึกปฏิบัติ คะแนนแบบทดสอบหลังเรียน ค่าเฉลี่ย และค่าประสิทธิภาพของ  
กระบวนการ ( $E_1$ ) และค่าประสิทธิภาพของผลลัพธ์ ( $E_2$ ) ของหนังสือเทคโนโลยีความจริงเสมือน

วิชาชีววิทยา เรื่องความหลากหลายทางชีวภาพ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6  
โรงเรียนในสังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษามัธยมศึกษาเขต 8 ในการทดสอบแบบภาคสนาม

(1:100)

หน่วยที่ 3 สิ่งมีชีวิตหลายเซลล์

ตารางที่ 24 คะแนนการทดสอบประสิทธิภาพแบบภาคสนาม หน่วยที่ 3 สิ่งมีชีวิตหลายเซลล์

| ลำดับที่ | คะแนนแบบฝึกปฏิบัติระหว่างการใช้<br>หนังสือเทคโนโลยีความจริงเสมือน |                            |                            | รวมคะแนน<br>แบบฝึกปฏิบัติ<br>(30) | คะแนน<br>แบบทดสอบ<br>หลังเรียน<br>(15) |
|----------|---|----------------------------|----------------------------|-----------------------------------|--|
|          | แบบฝึกปฏิบัติที่ 1<br>(10)  | แบบฝึกปฏิบัติที่ 2<br>(10) | แบบฝึกปฏิบัติที่ 3<br>(10) |                                   |  |
| 1        | 8   | 9                          | 8                          | 25                                | 13                                     |
| 2        | 8   | 7                          | 9                          | 24                                | 12                                     |
| 3        | 9   | 8                          | 9                          | 26                                | 12                                     |
| 4        | 6   | 8                          | 7                          | 21                                | 11                                     |
| 5        | 7   | 8                          | 8                          | 23                                | 11                                     |
| 6        | 7   | 9                          | 8                          | 24                                | 12                                     |
| 7        | 9   | 10                         | 9                          | 28                                | 15                                     |
| 8        | 7   | 8                          | 7                          | 22                                | 12                                     |
| 9        | 7   | 8                          | 7                          | 22                                | 11                                     |
| 10       | 10  | 8                          | 9                          | 27                                | 14                                     |
| 11       | 8   | 7                          | 9                          | 24                                | 12                                     |
| 12       | 8   | 9                          | 8                          | 25                                | 12                                     |
| 13       | 9   | 7                          | 8                          | 24                                | 12                                     |
| 14       | 8   | 8                          | 7                          | 23                                | 12                                     |
| 15       | 6   | 7                          | 6                          | 19                                | 9                                      |
| 16       | 8   | 9                          | 10                         | 27                                | 13                                     |
| 17       | 9   | 9                          | 8                          | 26                                | 12                                     |
| 18       | 8   | 7                          | 9                          | 24                                | 11                                     |
| 19       | 9   | 7                          | 8                          | 24                                | 13                                     |
| 20       | 8   | 8                          | 8                          | 24                                | 12                                     |
| 21       | 8   | 9                          | 7                          | 24                                | 12                                     |
| 22       | 9   | 9                          | 8                          | 26                                | 13                                     |

| ลำดับที่                 | คะแนนแบบฝึกปฏิบัติระหว่างการใช้<br>หนังสือเทคโนโลยีความจริงเสมือน |                            |                            | รวมคะแนน<br>แบบฝึกปฏิบัติ<br>(30) | คะแนน<br>แบบทดสอบ<br>หลังเรียน<br>(15) |
|--------------------------|---|----------------------------|----------------------------|-----------------------------------|--|
|                          | แบบฝึกปฏิบัติที่ 1<br>(10)  | แบบฝึกปฏิบัติที่ 2<br>(10) | แบบฝึกปฏิบัติที่ 3<br>(10) |                                   |  |
| 23                       | 8   | 9                          | 8                          | 25                                | 12                                     |
| 24                       | 7   | 8                          | 8                          | 23                                | 11                                     |
| 25                       | 8   | 9                          | 9                          | 26                                | 13                                     |
| 26                       | 7   | 8                          | 8                          | 23                                | 13                                     |
| รวม                      | 206   | 213                        | 210                        | 629.00                            | 315.00                                 |
| ค่าเฉลี่ย                | 7.92  | 8.19                       | 8.08                       | 24.19                             | 12.12                                  |
| ค่าเฉลี่ย<br>ประสิทธิภาพ | 79.23   | 81.92                      | 80.77                      | $E_1 = 80.64$                     | $E_2 = 80.77$                          |





**ภาคผนวก ข**

ตารางคะแนนความก้าวหน้าทางการเรียน  
ของนักเรียนที่เรียนด้วยหนังสือเทคโนโลยีความจริงเสมือน

ตารางที่ 25 คะแนนความก้าวหน้าทางการเรียนของนักเรียนที่เรียนด้วยหนังสือเทคโนโลยีความจริง  
เสมือนหน่วยที่ 1 ความหลากหลายของสิ่งมีชีวิต

| ผู้เรียนลำดับที่ | คะแนน<br>แบบทดสอบ<br>ก่อนเรียน<br>(15 คะแนน) | คะแนน<br>แบบทดสอบ<br>หลังเรียน<br>(15 คะแนน) | คะแนน<br>ความก้าวหน้า<br>(D) | คะแนน<br>ความก้าวหน้ายก<br>กำลังสอง<br>(D <sup>2</sup> ) |
|------------------|--|--|------------------------------|--|
| 1                | 9  | 11   | 2                            | 4  |
| 2                | 8  | 12   | 4                            | 16   |
| 3                | 6  | 13   | 7                            | 49   |
| 4                | 7  | 9  | 2                            | 4  |
| 5                | 5  | 11   | 6                            | 36   |
| 6                | 6  | 13   | 7                            | 49   |
| 7                | 8  | 14   | 6                            | 36   |
| 8                | 5  | 11   | 6                            | 36   |
| 9                | 7  | 11   | 4                            | 16   |
| 10               | 6  | 14   | 8                            | 64   |
| 11               | 5  | 12   | 7                            | 49   |
| 12               | 7  | 13   | 6                            | 36   |
| 13               | 4  | 12   | 8                            | 64   |
| 14               | 7  | 13   | 6                            | 36   |
| 15               | 6  | 10   | 4                            | 16   |
| 16               | 7  | 11   | 4                            | 16   |
| 17               | 7  | 14   | 6                            | 36   |
| 18               | 9  | 11   | 2                            | 4  |
| 19               | 7  | 15   | 8                            | 64   |
| 20               | 5  | 11   | 6                            | 36   |
| 21               | 5  | 12   | 6                            | 36   |
| 22               | 7  | 14   | 7                            | 49   |
| 23               | 6  | 12   | 6                            | 36   |
| 24               | 5  | 11   | 5                            | 25   |

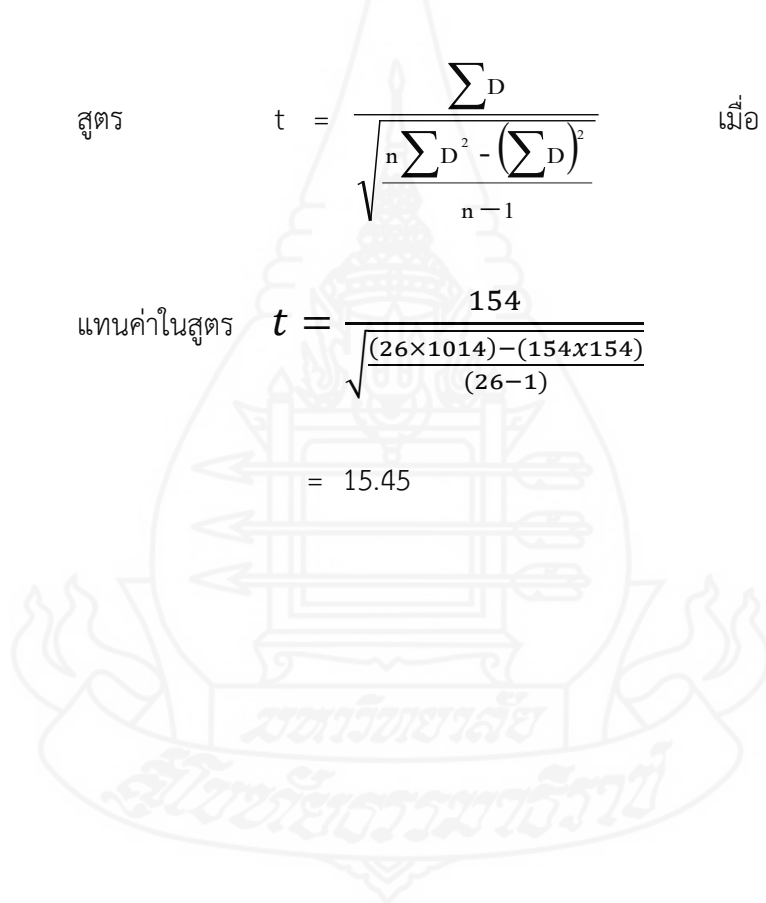


| ผู้เรียนลำดับที่ | คะแนน<br>แบบทดสอบ<br>ก่อนเรียน<br>(15 คะแนน) | คะแนน<br>แบบทดสอบ<br>หลังเรียน<br>(15 คะแนน) | คะแนน<br>ความก้าวหน้า<br>(D) | คะแนน<br>ความก้าวหน้ายก<br>กำลังสอง<br>(D <sup>2</sup> ) |
|------------------|--|--|------------------------------|--|
| 25               | 4  | 12   | 6                            | 36   |
| 26               | 3  | 13   | 10                           | 100  |
| รวม              | 161  | 315  | 154                          | 1014   |
| ค่าเฉลี่ย        | 6.19   | 12.12  |                              |  |
| ค่า S.D.         | 1.50   | 1.42   |                              |  |

สูตร 
$$t = \frac{\sum D}{\sqrt{\frac{n \sum D^2 - (\sum D)^2}{n-1}}}$$
 เมื่อ  $df = n-1$

แทนค่าในสูตร 
$$t = \frac{154}{\sqrt{\frac{(26 \times 1014) - (154 \times 154)}{(26-1)}}}$$
  

$$= 15.45$$



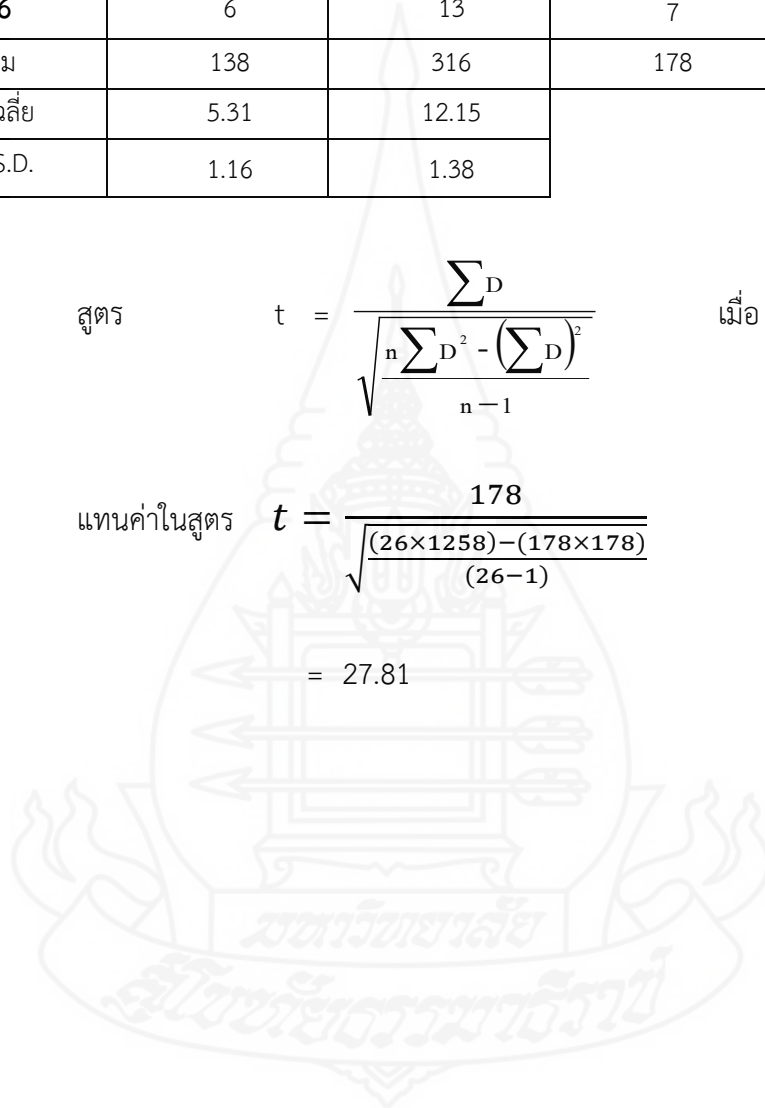
ตารางที่ 26 คะแนนความก้าวหน้าทางการเรียนของนักเรียนที่เรียนด้วยหนังสือเทคโนโลยีความจริง  
เสมือนหน่วยที่ 2 สิ่งมีชีวิตเซลล์เดียว

| ผู้เรียนลำดับที่ | คะแนน<br>แบบทดสอบ<br>ก่อนเรียน<br>(15 คะแนน) | คะแนน<br>แบบทดสอบ<br>หลังเรียน<br>(15 คะแนน) | คะแนน<br>ความก้าวหน้า<br>(D) | คะแนน<br>ความก้าวหน้ายก<br>กำลังสอง<br>(D <sup>2</sup> ) |
|------------------|--|--|------------------------------|--|
| 1                | 5  | 13   | 8                            | 64   |
| 2                | 4  | 11   | 7                            | 49   |
| 3                | 6  | 13   | 7                            | 49   |
| 4                | 4  | 10   | 6                            | 36   |
| 5                | 5  | 9  | 4                            | 16   |
| 6                | 5  | 13   | 8                            | 64   |
| 7                | 7  | 13   | 6                            | 36   |
| 8                | 5  | 10   | 5                            | 25   |
| 9                | 6  | 11   | 5                            | 25   |
| 10               | 6  | 13   | 7                            | 49   |
| 11               | 5  | 12   | 7                            | 49   |
| 12               | 6  | 12   | 6                            | 36   |
| 13               | 7  | 12   | 5                            | 25   |
| 14               | 6  | 15   | 9                            | 81   |
| 15               | 4  | 10   | 6                            | 36   |
| 16               | 3  | 11   | 8                            | 64   |
| 17               | 7  | 13   | 6                            | 36   |
| 18               | 4  | 12   | 8                            | 64   |
| 19               | 5  | 15   | 10                           | 100  |
| 20               | 5  | 11   | 6                            | 36   |
| 21               | 4  | 12   | 8                            | 64   |
| 22               | 7  | 13   | 6                            | 36   |
| 23               | 5  | 12   | 7                            | 49   |
| 24               | 4  | 11   | 7                            | 49   |

| ผู้เรียนลำดับที่ | คะแนน<br>แบบทดสอบ<br>ก่อนเรียน<br>(15 คะแนน) | คะแนน<br>แบบทดสอบ<br>หลังเรียน<br>(15 คะแนน) | คะแนน<br>ความก้าวหน้า<br>(D) | คะแนน<br>ความก้าวหน้ายก<br>กำลังสอง<br>(D <sup>2</sup> ) |
|------------------|--|--|------------------------------|--|
| 25               | 7  | 12   | 5                            | 25   |
| 26               | 6  | 13   | 7                            | 49   |
| รวม              | 138  | 316  | 178                          | 1258   |
| ค่าเฉลี่ย        | 5.31   | 12.15  |                              |  |
| ค่า S.D.         | 1.16   | 1.38   |                              |  |

สูตร  $t = \frac{\sum D}{\sqrt{\frac{n \sum D^2 - (\sum D)^2}{n-1}}}$  เมื่อ  $df = n-1$

แทนค่าในสูตร  $t = \frac{178}{\sqrt{\frac{(26 \times 1258) - (178 \times 178)}{(26-1)}}}$   
 $= 27.81$



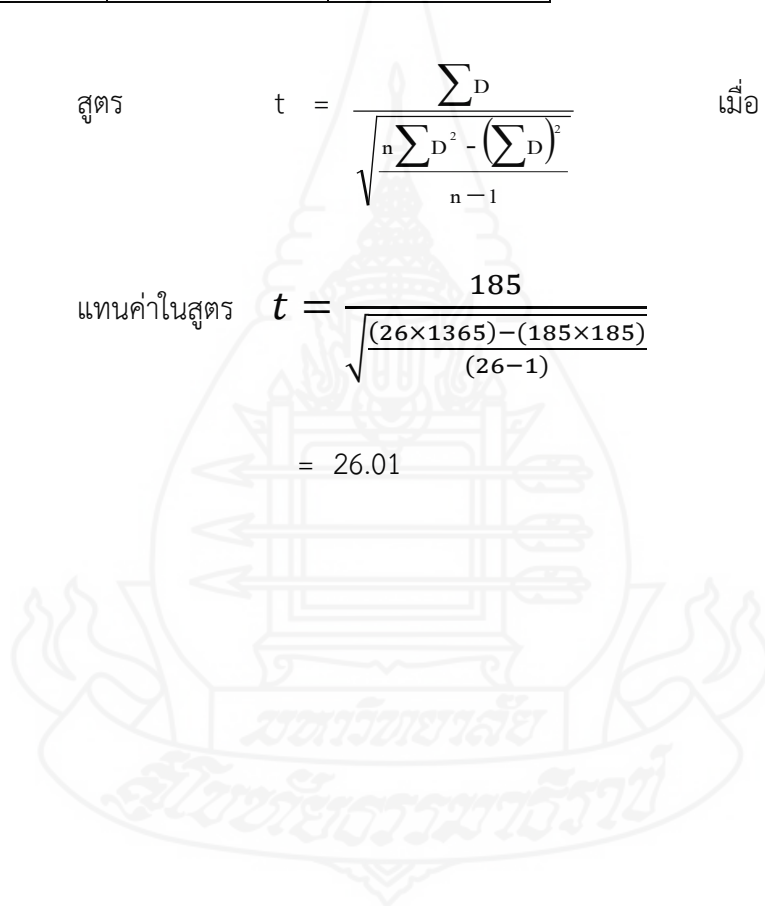
ตารางที่ 27 คะแนนความก้าวหน้าทางการเรียนของนักเรียนที่เรียนด้วยหนังสือเทคโนโลยีความจริง  
เสมือนหน่วยที่ 3 สิ่งมีชีวิตหลายเซลล์

| ผู้เรียนลำดับที่ | คะแนน<br>แบบทดสอบ<br>ก่อนเรียน<br>(15 คะแนน) | คะแนน<br>แบบทดสอบ<br>หลังเรียน<br>(15 คะแนน) | คะแนน<br>ความก้าวหน้า<br>(D) | คะแนน<br>ความก้าวหน้ายก<br>กำลังสอง<br>(D <sup>2</sup> ) |
|------------------|--|--|------------------------------|--|
| 1                | 5  | 13   | 8                            | 64   |
| 2                | 5  | 12   | 7                            | 49   |
| 3                | 6  | 12   | 6                            | 36   |
| 4                | 4  | 11   | 7                            | 49   |
| 5                | 5  | 11   | 6                            | 36   |
| 6                | 6  | 12   | 6                            | 36   |
| 7                | 7  | 15   | 8                            | 64   |
| 8                | 4  | 12   | 8                            | 64   |
| 9                | 5  | 11   | 6                            | 36   |
| 10               | 6  | 14   | 8                            | 64   |
| 11               | 8  | 12   | 4                            | 16   |
| 12               | 7  | 12   | 5                            | 25   |
| 13               | 4  | 12   | 8                            | 64   |
| 14               | 6  | 12   | 6                            | 36   |
| 15               | 4  | 9  | 5                            | 25   |
| 16               | 4  | 13   | 9                            | 81   |
| 17               | 3  | 12   | 9                            | 81   |
| 18               | 5  | 11   | 6                            | 36   |
| 19               | 4  | 13   | 9                            | 81   |
| 20               | 5  | 12   | 7                            | 49   |
| 21               | 4  | 12   | 8                            | 64   |
| 22               | 5  | 13   | 8                            | 64   |
| 23               | 4  | 12   | 8                            | 64   |
| 24               | 5  | 11   | 6                            | 36   |

| ผู้เรียนลำดับที่ | คะแนน<br>แบบทดสอบ<br>ก่อนเรียน<br>(15 คะแนน) | คะแนน<br>แบบทดสอบ<br>หลังเรียน<br>(15 คะแนน) | คะแนน<br>ความก้าวหน้า<br>(D) | คะแนน<br>ความก้าวหน้ายก<br>กำลังสอง<br>(D <sup>2</sup> ) |
|------------------|--|--|------------------------------|--|
| 25               | 5  | 13   | 8                            | 64   |
| 26               | 4  | 13   | 9                            | 81   |
| รวม              | 130  | 315  | 185                          | 1365   |
| ค่าเฉลี่ย        | 5.00   | 12.12  |                              |  |
| ค่า S.D.         | 1.17   | 1.14   |                              |  |

สูตร  $t = \frac{\sum D}{\sqrt{\frac{n \sum D^2 - (\sum D)^2}{n-1}}}$  เมื่อ  $df = n-1$

แทนค่าในสูตร  $t = \frac{185}{\sqrt{\frac{(26 \times 1365) - (185 \times 185)}{(26-1)}}}$   
 $= 26.01$



ภาคผนวก ซ

แบบประเมินความพึงพอใจของนักเรียนที่มีต่อหนังสือเทคโนโลยีความจริงเสมือน



แบบสอบถามความพึงพอใจของผู้เรียนที่มีต่อหนังสือเทคโนโลยีความจริงเสมือน  
เรื่อง ความหลากหลายทางชีวภาพ วิชาชีววิทยา สำหรับนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6

**คำชี้แจง** แบบสอบถามความพึงพอใจของผู้เรียนที่มีต่อหนังสือเทคโนโลยีความจริงเสมือน  
เรื่อง ความหลากหลายทางชีวภาพ แบ่งออกเป็น 3 ตอน ดังนี้  
ตอนที่ 1 ข้อมูลทั่วไปของผู้ตอบแบบสอบถาม  
ตอนที่ 2 ความพึงพอใจของผู้เรียนที่มีต่อหนังสือเทคโนโลยีความจริงเสมือน  
เรื่อง ความหลากหลายทางชีวภาพ  
ตอนที่ 3 ข้อเสนอแนะ

**ตอนที่ 1** ข้อมูลทั่วไปของผู้ตอบแบบสอบถาม

**คำชี้แจง** กรุณาเติมเครื่องหมายถูก ✓ ลงในช่องว่างที่ตรงกับข้อมูล

เพศ  ชาย  หญิง

**ตอนที่ 2** ความพึงพอใจของผู้เรียนที่มีต่อหนังสือเทคโนโลยีความจริงเสมือน เรื่อง ความหลากหลายทางชีวภาพ

**คำชี้แจง** กรุณาเติมเครื่องหมายถูก ✓ ลงในช่องว่างที่ตรงกับระดับความพึงพอใจของท่านมากที่สุด โดยกำหนดเกณฑ์ให้เลือก 5 ระดับ ดังนี้

ระดับ 5 หมายถึง ผลการประเมินอยู่ในระดับ มากที่สุด

ระดับ 4 หมายถึง ผลการประเมินอยู่ในระดับ มาก

ระดับ 3 หมายถึง ผลการประเมินอยู่ในระดับ ปานกลาง

ระดับ 2 หมายถึง ผลการประเมินอยู่ในระดับ น้อย

ระดับ 1 หมายถึง ผลการประเมินอยู่ในระดับ น้อยที่สุด



| หัวข้อการประเมิน  | ระดับความพึงพอใจ |   |   |   |   |
|---|------------------|---|---|---|---|
|   | 5                | 4 | 3 | 2 | 1 |
| <b>1. ด้านเนื้อหา</b>   |                  |   |   |   |   |
| 1.1 เนื้อหาในบทเรียนมีการอธิบายอย่างชัดเจน เข้าใจง่าย                     |                  |   |   |   |   |
| 1.2 เนื้อหามีการเรียบเรียงอย่างเหมาะสมจากง่ายไป                           |                  |   |   |   |   |
| <b>2. ด้านการออกแบบ</b>   |                  |   |   |   |   |
| 2.1 การออกแบบหนังสือเทคโนโลยีความจริงเสมือนมีความน่าสนใจ                  |                  |   |   |   |   |
| 2.2 การจัดวางองค์ประกอบของหนังสือเทคโนโลยีความจริงเสมือน                  |                  |   |   |   |   |
| 2.3 รูปแบบอักษรในหนังสืออ่านง่าย เหมาะสม                                  |                  |   |   |   |   |
| 2.4 ความคมชัดของภาพและเสียงของวีดิทัศน์                                   |                  |   |   |   |   |
| <b>3. ด้านการใช้งาน</b>   |                  |   |   |   |   |
| 3.1 การใช้งานไม่ยุ่งยาก ไม่ซับซ้อน  |                  |   |   |   |   |
| 3.2 แบบทดสอบก่อนเรียนช่วยให้นักเรียนทบทวนความรู้เดิม                      |                  |   |   |   |   |
| 3.3 แบบฝึกปฏิบัติช่วยให้นักเรียนได้ทบทวนเนื้อหาที่เรียนมาแล้ว             |                  |   |   |   |   |
| 3.4 แบบทดสอบหลังเรียนช่วยให้นักเรียนทราบถึงความก้าวหน้าทางการเรียน        |                  |   |   |   |   |
| <b>4. ด้านความสนใจของผู้เรียน</b>   |                  |   |   |   |   |
| 4.1 หนังสือเทคโนโลยีความจริงเสมือนช่วยดึงดูดความสนใจในการเรียนของนักเรียน |                  |   |   |   |   |
| 4.2 นักเรียนสามารถเรียนรู้และทบทวนบทเรียนได้ด้วยตนเอง                     |                  |   |   |   |   |

| หัวข้อการประเมิน  | ระดับความพึงพอใจ |   |   |   |   |
|---|------------------|---|---|---|---|
|   | 5                | 4 | 3 | 2 | 1 |
| 4.3 หนังสือเทคโนโลยีความจริงเสมือนช่วยให้เกิดการ<br>เรียนรู้ได้ดีขึ้น       |                  |   |   |   |   |
| 4.4 นักเรียนต้องการให้ใช้หนังสือเทคโนโลยีความจริง<br>เสมือนในวิชาอื่นๆ ด้วย |                  |   |   |   |   |

ตอนที่ 3 ข้อเสนอแนะเพิ่มเติม

คำชี้แจง โปรดเขียนข้อความเพื่อแสดงข้อเสนอแนะ

.....

.....

.....

.....

.....

.....





**ภาคผนวก ฅ**

ตารางแสดงค่าความถี่ของคะแนนความพึงพอใจของนักเรียน  
ที่มีต่อหนังสือเทคโนโลยีความจริงเสมือน

ตารางที่ 28 ค่าความถี่ของคะแนนความพึงพอใจของนักเรียนที่มีต่อหนังสือเทคโนโลยี

ความจริงเสมือน (N = 26)

| หัวข้อการประเมิน  | ระดับความพึงพอใจ |    |   |   |   | $\bar{X}$ | S.D. |
|---|------------------|----|---|---|---|-----------|------|
|   | 5                | 4  | 3 | 2 | 1 |           |      |
| <b>1. ด้านเนื้อหา</b>   |                  |    |   |   |   |           |      |
| 1.1 เนื้อหาในบทเรียนมีการอธิบายอย่างชัดเจน เข้าใจง่าย                     | 19               | 7  | - | - | - | 4.73      | 0.45 |
| 1.2 เนื้อหาที่มีการเรียบเรียงอย่างเหมาะสมจากง่ายไปยาก                     | 19               | 6  | 1 | - | - | 4.69      | 0.55 |
| <b>2. ด้านการออกแบบ</b>   |                  |    |   |   |   |           |      |
| 2.1 การออกแบบหนังสือเทคโนโลยีความจริงเสมือนมีความน่าสนใจ                  | 13               | 10 | 3 | - | - | 4.38      | 0.70 |
| 2.2 การจัดวางองค์ประกอบของหนังสือเทคโนโลยีความจริงเสมือน                  | 15               | 11 | - | - | - | 4.58      | 0.50 |
| 2.3 รูปแบบอักษรในหนังสืออ่านง่าย เหมาะสม                                  | 20               | 2  | 4 | - | - | 4.62      | 0.75 |
| 2.4 ความคมชัดของภาพและเสียงของวีดิทัศน์                                   | 14               | 7  | 5 | - | - | 4.35      | 0.80 |
| <b>3. ด้านการใช้งาน</b>   |                  |    |   |   |   |           |      |
| 3.1 การใช้งานไม่ยุ่งยาก ไม่ซับซ้อน  | 18               | 6  | 2 | - | - | 4.62      | 0.64 |
| 3.2 แบบทดสอบก่อนเรียนช่วยให้นักเรียนทบทวนความรู้เดิม                      | 14               | 10 | 2 | - | - | 4.46      | 0.65 |
| 3.3 แบบฝึกปฏิบัติช่วยให้นักเรียนได้ทบทวนเนื้อหาที่เรียนมาแล้ว             | 20               | 5  | 1 | - | - | 4.73      | 0.53 |
| 3.4 แบบทดสอบหลังเรียนช่วยให้นักเรียนทราบถึงความก้าวหน้าทางการเรียน        | 17               | 7  | 2 | - | - | 4.58      | 0.64 |
| <b>4. ด้านความสนใจของผู้เรียน</b>   |                  |    |   |   |   |           |      |
| 4.1 หนังสือเทคโนโลยีความจริงเสมือนช่วยดึงดูดความสนใจในการเรียนของนักเรียน | 23               | 3  | - | - | - | 4.88      | 0.33 |
| 4.2 นักเรียนสามารถเรียนรู้และทบทวนบทเรียนได้ด้วยตนเอง                     | 19               | 3  | 4 | - | - | 4.58      | 0.76 |

| หัวข้อการประเมิน   | ระดับความพึงพอใจ |   |   |   |   | $\bar{X}$ | S.D. |
|--|------------------|---|---|---|---|-----------|------|
|  | 5                | 4 | 3 | 2 | 1 |           |      |
| 4.3 หนังสือเทคโนโลยีความจริงเสมือนช่วยให้เกิดการเรียนรู้ได้ดีขึ้น      | 24               | 2 | - | - | - | 4.92      | 0.27 |
| 4.4 นักเรียนต้องการให้ใช้หนังสือเทคโนโลยีความจริงเสมือนในวิชาอื่นๆด้วย | 21               | 5 | - | - | - | 4.81      | 0.40 |



**ประวัติผู้วิจัย**

|                  |  |
|------------------|--|
| ชื่อ             | นางสาวกาญจนา วิวัฒน์รุ่งเรืองดี                      |
| วัน เดือน ปีเกิด | 13 เมษายน 2531                                       |
| สถานที่เกิด      | อำเภอดำเนินสะดวก จังหวัดราชบุรี                      |
| ประวัติการศึกษา  | วท.บ. (เทคโนโลยีชีวภาพ) มหาวิทยาลัยศิลปากร พ.ศ. 2552 |
| สถานที่ทำงาน     | -  |
| ตำแหน่ง          | -  |

