

การพัฒนาแบบทดสอบความพร้อมของนิสิตนักศึกษาครุวิชาเอกชีววิทยาตามกรอบแนวคิดที่แพค



บทคัดย่อและแฟ้มข้อมูลฉบับเต็มของวิทยานิพนธ์ตั้งแต่ปีการศึกษา 2554 ที่ให้บริการในคลังปัญญาจุฬาฯ (CUIR)  
เป็นแฟ้มข้อมูลของนิสิตเจ้าของวิทยานิพนธ์ ที่ส่งผ่านทางบัณฑิตวิทยาลัย

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

วิทยานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาครุศาสตรมหาบัณฑิต

สาขาวิชาการวัดและประเมินผลการศึกษา ภาควิชาวิจัยและจิตวิทยาการศึกษา

คณะครุศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ปีการศึกษา 2559

ลิขสิทธิ์ของจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

DEVELOPMENT OF A READINESS TEST OF PRE-SERVICE BIOLOGY TEACHERS BASED ON  
TPACK FRAMEWORK

Mr. Arnuparp Kamhangharn



A Thesis Submitted in Partial Fulfillment of the Requirements  
for the Degree of Master of Education Program in Educational Measurement and  
Evaluation

Department of Educational Research and Psychology

Faculty of Education

Chulalongkorn University

Academic Year 2016

Copyright of Chulalongkorn University

หัวข้อวิทยานิพนธ์	การพัฒนาแบบทดสอบความพร้อมของนิสิตนักศึกษาครู วิชาเอกชีววิทยาตามกรอบแนวคิดที่แพค
โดย	นายอานูภาพ กำแพงหาญ
สาขาวิชา	การวัดและประเมินผลการศึกษา
อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์หลัก	รองศาสตราจารย์ ดร.ศิริเดช สุชีวะ

---

คณะครุศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย อนุมัติให้หัวข้อวิทยานิพนธ์ฉบับนี้เป็นส่วนหนึ่ง  
ของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิทยาศาสตรบัณฑิต

.....คณบดีคณะครุศาสตร์  
(รองศาสตราจารย์ ดร.ศิริเดช สุชีวะ)

คณะกรรมการสอบวิทยานิพนธ์

.....ประธานกรรมการ  
(รองศาสตราจารย์ ดร.กมลวรรณ ตั้งธนกานนท์)

.....อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์หลัก  
(รองศาสตราจารย์ ดร.ศิริเดช สุชีวะ)

.....กรรมการภายนอกมหาวิทยาลัย  
(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.พินดา วราสุนันท์)



# # 5783886427 : MAJOR EDUCATIONAL MEASUREMENT AND EVALUATION

KEYWORDS: TPACK / BIOLOGY / TEST

ARNUPARP KAMHANGHARN: DEVELOPMENT OF A READINESS TEST OF PRE-SERVICE BIOLOGY TEACHERS BASED ON TPACK FRAMEWORK. ADVISOR: ASSOC. PROF. SIRIDEJ SUJIVA, Ph.D., 223 pp.

The purpose of this research has been three-fold. First, to study the elements and indicators to develop a test that measures the readiness of pre-service biology teachers based on a technological pedagogical content knowledge framework (TPACK). Second, to verify the quality of the content validity, construct validity, and reliability of the readiness tests of pre-service biology teachers based on the TPACK framework. Third, to analyze the readiness of pre-service biology teachers. A total of 85 undergraduate student major in biology in the Faculty of Education in universities in Bangkok were selected. Also, the measurement tool used in this study was the readiness tests of pre-service biology teachers based on the TPACK framework. Results indicated that

(1) The elements used to determine the availability of pre-service biology teachers had three main components: 1.) *Content knowledge* concerning the digestive system and cellular respiration, animal reproduction and growth, nervous system and sense organs, photosynthesis, flowering plant reproduction and growth, genetic transformation, genes and chromosomes, and population; 2.) *Pedagogical knowledge*; and 3.) *Knowledge technology* including the instruction media equipment and technology that develop a test consisting of 118 multiple-choice items and 12 subjective questions

(2) The quality of a test's content validity of both multiple-choice exams and subjective questions pass the set of the criteria of IOC value more than 0.5 according to the recommendation of three experts. Two test forms had the construct validity and reliability of the test content knowledge, pedagogical knowledge and technology knowledge value at 0.9, 0.704, and 0.816, respectively.

(3) the readiness of pre-service biology teachers among pre-service biology teachers in autonomous university is significantly higher than that of Rajabhat University at the statistically significant level of .05 The statistical analysis revealed that pre-service biology teachers in autonomous university and rajabhat University resulting in the norm appeared fair.

Department: Educational Research and  
Psychology

Student's Signature .....

Advisor's Signature .....

Field of Study: Educational Measurement and  
Evaluation

Academic Year: 2016

## กิตติกรรมประกาศ

วิทยานิพนธ์เล่มนี้ดำเนินการสำเร็จลุล่วงไปได้ด้วยดี เนื่องจากความกรุณาและเมตตาของ อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ รองศาสตราจารย์ ดร.ศิริเดช สุชีวะ ที่คอยให้คำปรึกษาและการแก้ปัญหาต่างๆ เกี่ยวกับการวิจัย รวมทั้งเสียสละเวลาอันมีค่าในการให้ข้อคิดเห็นและข้อเสนอแนะต่างๆ ผู้วิจัยซาบซึ้งและขอกราบขอบพระคุณอาจารย์เป็นอย่างสูงมา ณ โอกาสนี้ด้วย

ขอขอบพระคุณ รองศาสตราจารย์ ดร.กมลวรรณ ตั้งชนกานนท์ และผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.พินดา วราสุนันท์ ที่กรุณาเสียสละเวลาอันมีค่าเป็นกรรมการสอบวิทยานิพนธ์ รวมทั้งคอยให้คำปรึกษา ส่งผลให้งานวิจัยสำเร็จไปได้ด้วยดี และขอขอบพระคุณอาจารย์สาขาการวัดและประเมินผลการศึกษาที่อบรมสั่งสอนและประสิทธิ์ประสาทองค์ความรู้ทางด้านการวัดและประเมินผลการศึกษาให้แก่ผู้วิจัย

ขอขอบพระคุณผู้ทรงคุณวุฒิทุกท่าน ที่ได้สละเวลาและให้คำแนะนำในการปรับปรุงคุณภาพเครื่องมือ ทำให้ได้เครื่องมือที่มีคุณภาพสำหรับการวิจัย และขอขอบคุณนิสิตนักศึกษาที่เป็นตัวอย่างวิจัยที่ได้สละเวลาในการทำแบบทดสอบ

ขอขอบคุณพี่ๆ เพื่อน และน้องๆ ที่คอยให้การสนับสนุน ช่วยเหลือ และให้กำลังใจแก่ผู้วิจัยด้วยดีเสมอมา โดยเฉพาะอย่างยิ่ง นายภูริ ศิริรัตนพล และอีกหลายท่านที่ไม่ได้เอ่ยนามที่ได้มีส่วนช่วยในการดำเนินการวิจัยนี้ประสบความสำเร็จเป็นอย่างดี

ขอขอบคุณพี่ๆ เพื่อน และน้องๆ ภาควิชาวิจัยและจิตวิทยาการศึกษา ที่คอยให้การช่วยเหลือและให้คำปรึกษาด้วยดีเสมอมา โดยเฉพาะอย่างยิ่ง นายเฉลิมศักดิ์ มะลิงาม และอีกหลายท่านที่ไม่ได้เอ่ยนามที่ได้มีส่วนช่วยในการดำเนินการวิจัยนี้ประสบความสำเร็จเป็นอย่างดี

ท้ายที่สุดนี้ ขอกราบขอบพระคุณคุณพ่ออุดม กำแหงหาญ และคุณแม่สุขจินดา กำแหงหาญ ผู้ที่คอยให้การสนับสนุน ช่วยเหลือ และให้กำลังใจแก่ผู้วิจัยเสมอมา ทำให้มีความมุ่งมั่นและพยายามจนประสบความสำเร็จไปได้ด้วยดี

## สารบัญ

	หน้า
บทคัดย่อภาษาไทย.....	ง
บทคัดย่อภาษาอังกฤษ.....	จ
กิตติกรรมประกาศ.....	ฉ
สารบัญ.....	ช
สารบัญตาราง.....	1
สารบัญภาพ.....	4
บทที่ 1 บทนำ .....	5
ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา.....	5
คำถามของการวิจัย.....	8
วัตถุประสงค์ของการวิจัย.....	8
ขอบเขตการวิจัย.....	9
คำจำกัดความที่ใช้ในการวิจัย.....	9
ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ.....	10
บทที่ 2 เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง.....	11
ตอนที่ 1 แนวคิดเกี่ยวกับกรอบแนวคิดที่แพค.....	11
ตอนที่ 2 แนวคิดเกี่ยวกับเนื้อหาวิชาชีววิทยา.....	28
ตอนที่ 3 แนวคิดเกี่ยวกับวิธีการสอนวิชาชีววิทยา.....	36
ตอนที่ 4 แนวคิดเกี่ยวกับเทคโนโลยีวิชาชีววิทยา.....	45
บทที่ 3 วิธีดำเนินการวิจัย.....	56
ประชากรและกลุ่มตัวอย่าง.....	56
ขั้นตอนการดำเนินงาน.....	57
เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย.....	58

การเก็บรวบรวมข้อมูล .....	82
การวิเคราะห์ข้อมูล .....	83
บทที่ 4 ผลการวิเคราะห์ข้อมูล .....	85
ตอนที่ 1 ผลการศึกษาคงประกอบและตัวบ่งชี้ในการพัฒนาแบบทดสอบความพร้อมของนิสิต นักศึกษาครุวิชาเอกชีววิทยาตามกรอบแนวคิดที่แพค .....	85
ตอนที่ 2 เพื่อตรวจสอบคุณภาพในด้านความตรงเชิงโครงสร้าง ความเที่ยงของแบบทดสอบ ความพร้อมของนิสิตนักศึกษาครุวิชาเอกชีววิทยาตามกรอบแนวคิดที่แพค .....	96
ตอนที่ 3 ผลการวิเคราะห์ความพร้อมของนิสิตฝึกประสบการณ์วิชาชีพครู หลังจากทดสอบกับ แบบทดสอบความพร้อมของนิสิตนักศึกษาครุวิชาเอกชีววิทยาตามกรอบแนวคิดที่แพคใน ภาพรวม .....	106
บทที่ 5 สรุปผลการวิจัย อภิปรายผล และข้อเสนอแนะ .....	116
สรุปผลการวิจัย .....	118
อภิปรายผลการวิจัย .....	124
ข้อเสนอแนะ .....	131
รายการอ้างอิง .....	133
ภาคผนวก .....	137
ภาคผนวก ก. รายชื่อผู้ทรงคุณวุฒิที่ตรวจสอบเครื่องมือวิจัย .....	138
ภาคผนวก ข. ผลการตรวจสอบความตรงเชิงเนื้อหาของข้อสอบ และความเหมาะสมของ เกณฑ์การให้คะแนน .....	140
ภาคผนวก ค. เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย .....	203
ประวัติผู้เขียนวิทยานิพนธ์ .....	223



## สารบัญตาราง

ตารางที่	หน้า
1 ตารางแสดงการสังเคราะห์องค์ประกอบความรู้ด้านเนื้อหา .....	18
2 ตารางแสดงการสังเคราะห์องค์ประกอบความรู้ด้านการสอน .....	21
3 ตารางแสดงการสังเคราะห์องค์ประกอบความรู้ด้านเทคโนโลยี.....	24
4 แสดงการบรรยายองค์ประกอบในการบูรณาการความรู้การสอนวิชาชีววิทยา .....	26
5 การออกแบบแบบทดสอบของการบูรณาการความรู้การสอนวิชาชีววิทยา.....	26
6 จำนวนประชากรและกลุ่มตัวอย่างที่เก็บได้ของนิสิตนักศึกษาที่กำลังฝึกประสบการณ์วิชาชีพครู วิชาเอกชีววิทยา สังกัดมหาวิทยาลัยในกำกับของรัฐ และมหาวิทยาลัยราชภัฏ.....	57
7 ลักษณะของเครื่องมือและน้ำหนักการให้คะแนน.....	59
8 โครงสร้างแบบทดสอบความพร้อมของนิสิตนักศึกษาครุวิชาเอกชีววิทยาตามกรอบแนวคิดที่ แพค ด้านความรู้เนื้อหา.....	60
9 โครงสร้างแบบทดสอบความพร้อมของนิสิตนักศึกษาครุวิชาเอกชีววิทยาตามกรอบแนวคิดที่ แพค ด้านความรู้การสอน.....	67
10 โครงสร้างแบบทดสอบความพร้อมของนิสิตนักศึกษาครุวิชาเอกชีววิทยาตามกรอบแนวคิดที่ แพค ด้านความรู้เทคโนโลยี .....	67
11 เกณฑ์การให้คะแนนรูปแบบรูบิกแบบองค์รวมของข้อสอบความเรียงด้านความรู้การสอน....	68
12 เกณฑ์การให้คะแนนรูปแบบรูบิกแบบองค์รวมของข้อสอบความเรียงด้านความรู้เทคโนโลยี.77	
13 การสุ่มบทเรียนอย่างง่ายจากหนังสือเรียนชีววิทยา .....	86
14 กำหนดโครงสร้างของแบบทดสอบความพร้อมของนิสิตนักศึกษาครุวิชาเอกชีววิทยาตาม กรอบแนวคิดที่แพครูปแบบแบบทดสอบเลือกตอบ 4 ตัวเลือก .....	86
15 กำหนดโครงสร้างของแบบทดสอบความพร้อมของนิสิตนักศึกษาครุวิชาเอกชีววิทยาตาม กรอบแนวคิดที่แพครูปแบบแบบทดสอบความเรียง .....	89

ตารางที่	หน้า
16 ค่าความยาก(p) ค่าอำนาจจำแนก(r) และค่าความเที่ยงของแบบทดสอบความพร้อมของนิสิต นักศึกษาคณะครุวิชาเอกชีววิทยาตามกรอบแนวคิดที่แพคด้านความรู้เนื้อหาจากการทดลองใช้ .....	91
17 ค่าความยาก(p) ค่าอำนาจจำแนก(r) และค่าความเที่ยงของแบบทดสอบความพร้อมของนิสิต นักศึกษาคณะครุวิชาเอกชีววิทยาตามกรอบแนวคิดที่แพคด้านความรู้การสอนและความรู้เทคโนโลยี จากการทดลองใช้.....	96
18 ตารางแสดงค่าคะแนนเฉลี่ย( $\bar{X}$ ) ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน(SD) ค่าความเบ้(SK) ค่าความโด่ง (KU) ของคะแนนแบบทดสอบ .....	97
19 ตารางแสดงผลการวิเคราะห์โดยวิธีเปรียบเทียบคะแนนระหว่างกลุ่มที่ทราบ.....	100
20 ค่าความยาก(p) ค่าอำนาจจำแนก(r) และค่าความเที่ยงของแบบทดสอบความพร้อมของนิสิต นักศึกษาคณะครุวิชาเอกชีววิทยาตามกรอบแนวคิดที่แพคด้านความรู้เนื้อหา .....	101
21 ค่าความยาก(p) ค่าอำนาจจำแนก(r) และค่าความเที่ยงของแบบทดสอบความพร้อมของนิสิต นักศึกษาคณะครุวิชาเอกชีววิทยาตามกรอบแนวคิดที่แพคด้านความรู้การสอนและความรู้ เทคโนโลยี .....	106
22 ตารางแสดงผลการทดสอบการเปรียบเทียบค่าคะแนนเฉลี่ยรวมระหว่างกลุ่มโดยใช้สถิติ ANOVA.....	107
23 ตารางแสดงผลการทดสอบการเปรียบเทียบค่าคะแนนเฉลี่ยด้านความรู้การสอนระหว่างกลุ่ม โดยใช้สถิติ ANOVA.....	108
24 ตารางแสดงผลการทดสอบการเปรียบเทียบค่าคะแนนเฉลี่ยด้านความรู้เทคโนโลยีระหว่าง กลุ่มโดยใช้สถิติ ANOVA.....	108
25 ตารางแสดงผลการทดสอบการเปรียบเทียบค่าคะแนนเฉลี่ยด้านความรู้เนื้อหาระหว่างกลุ่ม โดยใช้สถิติ ANOVA.....	109
26 ตารางแสดงความแตกต่างระหว่างคะแนนรวมระหว่างกลุ่มนิสิตนักศึกษาสังกัดมหาวิทยาลัย ในกำกับของรัฐ และมหาวิทยาลัยราชภัฏ .....	110

ตารางที่	หน้า
27 ตารางแสดงความแตกต่างระหว่างคะแนนเฉลี่ยด้านความรู้การสอน ความรู้เทคโนโลยี และ ความรู้เนื้อหา ระหว่างกลุ่มนิสิตนักศึกษาสังกัดมหาวิทยาลัยในกำกับของรัฐ และมหาวิทยาลัย ราชภัฏ .....	112
28 ผลการแปลงคะแนนดิบให้เป็นคะแนนปกติ ที่.....	114
29 ผลการจัดกลุ่มคะแนนของผู้ทดสอบโดยการหาเกณฑ์ปกติวิสัย .....	115



## สารบัญภาพ

ภาพที่	หน้า
1 กรอบแนวคิด TPACK ( Technological Pedagogical Content Knowledge ) .....	12
2 องค์ประกอบที่แพคแบบรวม.....	16



## บทที่ 1

### บทนำ

#### ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา

โลกยุคปัจจุบันเป็นยุคแห่งโลกาภิวัตน์ เป็นยุคที่พัฒนาเทคโนโลยีด้านต่างๆขึ้นมา และนำมาใช้กับการทำงานที่หลากหลาย เช่น การสื่อสาร การค้นคว้า ระบบจัดการ เป็นต้น ทุกองค์กรจึงจำเป็นต้องนำเทคโนโลยีเข้ามาใช้ เพื่อพัฒนางานให้มีทั้งประสิทธิภาพ และประสิทธิผล ส่วนทางด้านการศึกษา ได้นำเทคโนโลยีมาเพื่อประกอบกับการจัดการเรียนรู้ ซึ่งครูต้องมีความสามารถในการใช้เทคโนโลยีตามที่กำหนดไว้ในมาตรฐานความรู้ ข้อที่ 8. นวัตกรรมและเทคโนโลยีสารสนเทศทางการศึกษา (พระราชบัญญัติสภาครูและบุคลากรทางการศึกษา, 2546) โดยครูควรบูรณาการเทคโนโลยีกับการจัดการเรียนการสอนให้เหมาะสมกับความรู้เนื้อหา (Singh, 2011) โดยรัฐบาลจัดการส่งเสริมการเรียนรู้โดยบูรณาการเทคโนโลยี โดยการจัดห้องเรียนอัจฉริยะมีการจัดการเรียนในสถานศึกษา 1. Smart Classroom 2. ห้องเรียนคอมพิวเตอร์ 3. ห้องเรียน e-learning และระบบการศึกษาทางไกลผ่านดาวเทียม (สำนักงานคณะกรรมการการศึกษาขั้นพื้นฐาน, 2557) เป็นโครงการที่เกิดการบูรณาการการจัดการเรียนรู้ของครูทางด้านความรู้เทคโนโลยี การสอน และเนื้อหาปรับให้เหมาะสมต่อความต้องการของผู้เรียน สอดคล้องกับกรอบแนวคิด ทีแพคของ Mishra & Koehler (2006) ซึ่งจะช่วยพัฒนาการจัดการเรียนการสอนขึ้น เพราะการใช้เทคโนโลยีประกอบการจัดการเรียนการสอนช่วยให้พัฒนาทักษะการคิด และทักษะการแก้ปัญหาของนักเรียนมากกว่าการไม่ใช้เทคโนโลยีประกอบการจัดการเรียนการสอน (Christensen et al., 2008)

ความรู้ทางด้านเทคโนโลยี จะส่งเสริมให้ครูสามารถนำไปใช้ประกอบการจัดการเรียนรู้ตามวิชาต่างๆได้ แต่ด้วยการใช้เทคโนโลยีกับการสอนของครูปัจจุบันนี้ แสดงให้เห็นว่าครูขาดความรู้ด้านเทคโนโลยี ซึ่งควรจะมีทักษะด้านสารสนเทศ สื่อ และ เทคโนโลยี (ประสาธน์ เถลิงเฉลิม, 2558) นั้นจะทำให้ใช้สิ่งอำนวยความสะดวก โปรแกรมคอมพิวเตอร์ เครื่องมือชนิดใหม่ประกอบการจัดการเรียนรู้ เช่น smart board ใช้ประกอบการจัดการเรียนการสอน ที่มีเพียงครูไม่กี่ท่านเท่านั้นที่ใช้ได้ นอกจากนั้นจะใช้ไม่เป็น รัฐบาลพยายามให้โรงเรียนใช้เทคโนโลยีประกอบการสอน ทำให้พบสิ่งอำนวยความสะดวกต่างๆ ถูกสั่งมาให้ใช้ แต่ก็ไม่ได้ถูกใช้ แค่อัดตั้งไว้ และเสื่อมสภาพไป ทำให้รัฐบาลสูญเสียเงินไปกับการใช้จ่ายเรื่องเทคโนโลยีโดยไม่ได้ประโยชน์ แต่ถ้าสิ่งอำนวยความสะดวกต่างๆถูกนำไปใช้จะยิ่งทำให้ส่งเสริมการจัดการเรียนการสอนให้มีประสิทธิภาพมากขึ้น ทั้งนี้ได้นำกรอบแนวคิดที่แสดงถึงความสามารถของครู เป็นความสามารถที่ครูควรมีโดยเกี่ยวข้องกับให้นำเทคโนโลยีมาใช้ประกอบการจัดการเรียนการสอนด้วย ประกอบด้วยด้านความรู้เทคโนโลยี การสอน และเนื้อหา ซึ่งเรียกว่า กรอบแนวคิดทีแพค (Mishra & Koehler, 2009)

การศึกษาเรื่องกรอบแนวคิดความรู้เทคโนโลยี การสอน และเนื้อหา หรือกรอบแนวคิดที่แพค โดยการศึกษาที่แพค นั้นมาจากกรอบแนวคิดเชิงทฤษฎีความรู้ด้านเนื้อหาบูรณาการกับการสอน Shulman (1986) ที่ทำการศึกษาด้านความรู้เนื้อหา กับความรู้การสอน ที่จะเน้นที่การบูรณาการทั้งสองอย่างเป็นการศึกษาที่ครูทุกคนควรมี เพื่อประสิทธิภาพในการสอนที่มีคุณภาพ Mishra & Koehler (2006) นำมาศึกษาเพิ่มเติมเกี่ยวกับด้านเทคโนโลยี เกิดการบูรณาการทั้งความรู้เทคโนโลยี การสอน และเนื้อหา จนได้มาเป็นรูปแบบการศึกษาแนวใหม่ที่บูรณาการด้านเทคโนโลยีเข้าเป็นกรอบแนวคิดที่ เรียกว่า Technological Pedagogical Content Knowledge: TPCK (Mishra & Koehler, 2006) หรือ ทีแพค (TPACK) (Mishra & Koehler, 2009) เพื่อให้เรียกง่ายขึ้น ซึ่งเป็นการรวมสาระที่ครูควรมี แบ่งออกเป็น 3 ด้าน ได้แก่ ด้านความรู้เนื้อหา (Content Knowledge: CK) ด้านความรู้การสอน (Pedagogical Knowledge: PK) และด้านความรู้เทคโนโลยี (Technology Knowledge: TK) โดยเน้นที่การศึกษาด้านการใช้เทคโนโลยีที่ครูจะสามารถใช้เทคโนโลยีประกอบการสอน และความรู้ได้เหมาะสมกับผู้เรียน จนบูรณาการทั้งสามด้านได้ออกมาเป็น 7 องค์ประกอบ (Mishra & Koehler, 2006; Mishra & Koehler, 2009) ได้แก่ 1. ความรู้เนื้อหา (Content Knowledge: CK) 2. ความรู้การสอน (Pedagogical Knowledge: PK) 3. ความรู้เทคโนโลยี (Technology Knowledge: TK) 4. ความรู้เทคโนโลยีบูรณาการกับความรู้เนื้อหา (Technology Content Knowledge: TCK) 5. ความรู้เทคโนโลยีบูรณาการกับความรู้การสอน (Technology Pedagogical Knowledge: TPK) 6. ความรู้การสอนบูรณาการกับความรู้เนื้อหา (Pedagogical Content Knowledge: PCK) 7. ทีแพค (Technological Pedagogical Content Knowledge: TPACK)

ปัจจุบันได้มีการศึกษาที่นำกรอบแนวคิดที่แพคมาประยุกต์ใช้กับคุณสมบัติครูและนิสิต นักศึกษาคูเกี่ยวกับวิธีการพัฒนาคุณภาพการผลิตนิสิตนักศึกษาคู (Koehler, Mishra & Yahya, 2007; Angeli & Valanides, 2009; Hsu, 2012; Polly, Mims, Shepherd, & Inan, 2010; Jaipal & Figg, 2010; Kafyulilo, 2010; Schmidt, Sahin, Thompson and Seymour, 2008 อ้างถึงใน วรงค์ศรี แสงบรรจง, 2555) โปรแกรมการพัฒนาคูเรื่องการใช้สภาพแวดล้อมการเรียนรู้แบบออนไลน์ไปใช้กับนักเรียน (Doering et al., 2009) การพัฒนาคูวิชาคณิตศาสตร์ให้มีความรู้ตามกรอบแนวคิดที่แพค (Sachau and Ku, 2012) การประเมินเชิงคุณภาพความรู้ครูด้านความรู้ที่แพค (Groth, Spickler, Bergner & Bardzell, 2009) จากการศึกษาการนำกรอบแนวคิดที่แพคมาประยุกต์ใช้ พบว่ายังไม่มี การนำไปประยุกต์ใช้ในการจัดการเรียนการสอนตามวิชาเฉพาะเพื่อทดสอบความสามารถ แต่เป็นการศึกษาการรับรู้ เช่น การจัดการเรียนรู้ที่เน้นนักเรียนเป็นศูนย์กลางตามกรอบแนวคิดที่แพคเอส (วรงค์ศรี แสงบรรจง, 2555) แต่จะมีการศึกษาในวิชาเฉพาะที่ทำการทดสอบความสามารถนั้นแต่เพียงในด้านความรู้ที่ไม่ได้บูรณาการความรู้ทั้ง 3 ด้าน โดยส่วนมากจะ

เป็นการศึกษาทางด้านความรู้เนื้อหาบูรณาการการสอน ตามกรอบแนวคิดเชิงทฤษฎีความรู้ด้านเนื้อหาบูรณาการกับการสอน (Pedagogical Content Knowledge: PCK) Shulman (1986) เช่น การศึกษาและพัฒนาใช้การทดสอบเพื่อวัดความสามารถของครูวิชาชีววิทยาด้านความรู้เนื้อหา (content knowledge : CK) และ ด้านความรู้เนื้อหาบูรณาการความรู้การสอน (Pedagogical Content Knowledge: PCK) (Melanie Jüttner, et al., 2013) ซึ่ง PCK นี้เป็นงานต้นแบบที่ Mishra & Koehler (2006) ได้นำมาศึกษาและพัฒนาจนเป็นกรอบแนวคิดที่แพค จึงได้ทำการศึกษาตามวิชาเฉพาะเพื่อนำกรอบแนวคิดที่แพคมาประยุกต์ใช้ให้เกิดการพัฒนาแบบทดสอบที่ทดสอบความสามารถ เพื่อส่งผลให้ผู้ทดสอบแสดงความสามารถออกมาได้ และเพื่อประสิทธิภาพต่อการพัฒนาการจัดการเรียนการสอนต่อไป

การวิจัยในครั้งนี้ศึกษากับกลุ่มวิชาเฉพาะ จะทำการศึกษากับกลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ เพราะเป็นกลุ่มวิชาหลัก ที่ควรส่งเสริมให้เกิดการเรียนรู้ในระดับสูงขึ้นโดยการใช้เทคโนโลยีของครูช่วยประกอบการจัดการเรียนการสอนให้มีประสิทธิภาพสูงที่สุด (ประสาธ เนิ่งเฉลิม, 2558) วิชาเฉพาะที่ใช้ศึกษาคือวิชา ชีววิทยา เนื่องจากเป็นวิชาที่มีความสำคัญต่อนักเรียน เพราะวิชานี้เป็นวิชาที่ศึกษาเกี่ยวกับ ชีวิต ไม่ว่าจะเป็นของ พืช มนุษย์ และสัตว์ต่างๆ ทำให้สามารถเข้าใจความเป็นมาของชีวิต และสามารถนำมาประยุกต์ใช้ตามการดำรงชีวิตประจำวันได้ เช่น บทเรียนพันธุกรรม นักเรียนก็จะเข้าใจความเป็นมาของเรา รวมถึงโรคที่มีโอกาสเกิดขึ้นได้เองตามพันธุกรรมของเราอีกด้วย (หลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน, 2551) ด้วยกรอบแนวคิดที่แพค จะช่วยยกระดับความสมบูรณ์การจัดการเรียนรู้ ทั้งเทคโนโลยีการสอน ความรู้ วิชาชีววิทยา โดยส่วนใหญ่การเรียนรู้ของนักเรียนจะเน้นความจำ ซึ่งเนื้อหาวิชาที่บางบทจะเป็นบทที่เข้าใจได้ยาก ทำให้การใช้ความจำเพียงอย่างเดียวไม่ช่วยให้เกิดการเรียนรู้ที่ส่งผลให้เกิดประสิทธิภาพมากที่สุด กรอบแนวคิดพุทธิพลของ Bloom (1956) หรือ Bloom's taxonomy แสดงระดับของความรู้ที่มีการพัฒนาด้านความคิดไปเป็นขั้นๆ ซึ่งในส่วนของความคิดด้านความจำเป็น ความคิดขั้นพื้นฐานที่ทุกคนมี ดังนั้นการจัดการเรียนการสอนต้องพัฒนาความคิดให้สูงขึ้นกว่าระดับเดิม ตั้งแต่ความเข้าใจเป็นต้นไป (ประสาธ เนิ่งเฉลิม, 2558) ซึ่งกรอบแนวคิดที่แพค จะสามารถช่วยให้เกิดการจัดการเรียนรู้ที่เกิดความคิดระดับสูงให้เกิดขึ้นได้

เนื่องด้วยวิชาชีพครูเป็นวิชาชีพที่ต้องเกิดการเรียนรู้ด้วยประสบการณ์ ตามมาตรฐานประสบการณ์คือไม่น้อยกว่า 1 ปี (พระราชบัญญัติสภาครูและบุคลากรทางการศึกษา, 2546) โดยที่กระบวนการฝึกประสบการณ์วิชาชีพเป็นกระบวนการหล่อหลอมให้นิสิตครูมีความพร้อม เพื่อการเป็นครูที่มีประสิทธิภาพในอนาคต กระบวนการฝึกประสบการณ์วิชาชีพจึงสำคัญของการผลิตครู ซึ่งก่อให้เกิดประสบการณ์ที่สำคัญและจำเป็นอย่างยิ่งต่อนิสิตครู เพราะเป็นช่วงเวลาที่นิสิตครูได้นำความรู้ใน ภาคทฤษฎีที่ตนได้ศึกษามาทั้งหมดมาประยุกต์ใช้ในภาคปฏิบัติ ซึ่งกระบวนการฝึก

ประสบการณ์วิชาชีพตลอดจนกิจกรรมต่างๆเหล่านี้จะหล่อหลอมให้นิสิตเกิดการพัฒนา บุคลิกภาพ เจตคติ และความเจริญงอกงามในวิชาชีพครู (หทัยทิพย์ สีส่วน, 2557) ดังนั้นการจะพัฒนาครูจะทำได้ ชัดเจนมากที่สุดโดยการส่งเสริมประสบการณ์จากการฝึกประสบการณ์วิชาชีพของนิสิต โดยแต่ละ มหาวิทยาลัยก็จะมีสมรรถนะของนิสิตฝึกประสบการณ์วิชาชีพจะใกล้เคียงกันจะแตกต่างกันไปตาม แนวคิด และบริบท ซึ่งจะต้องมีประสบการณ์จริงจากการเป็นครู การนำทฤษฎีต่างๆที่เรียนไป ประยุกต์ใช้ได้ การแก้ปัญหา การทำงานร่วมกับผู้อื่น พัฒนาบุคลิกภาพให้เหมาะสมกับการเป็นครู และทัศนคติที่ดีต่อวิชาชีพครู (บุษราคัม ดุลบุตร, 2555) ผู้วิจัยจึงสนใจที่จะศึกษาความพร้อมในการ ปฏิบัติหน้าที่ครูตามความรู้ที่ควรมี 3 ด้านของนิสิตฝึกประสบการณ์วิชาชีพครูวิชาชีววิทยา เพื่อทราบ ถึงความสามารถที่เป็นอยู่นั้นพร้อมที่จะออกไปเป็นครูที่มากความสามารถที่เป็นไปตามกรอบแนวคิด ที่แพค และจะแสดงให้เห็นถึงประสิทธิภาพของครูในอนาคตได้

จากข้อความข้างต้นทำให้ผู้วิจัยสนใจศึกษาเรื่อง การพัฒนาแบบทดสอบความพร้อมของนิสิต ฝึกประสบการณ์วิชาชีพครูวิชาชีววิทยาตามกรอบแนวคิดที่แพค เพื่อประโยชน์ในการวัดความสามารถ ของนิสิตนักศึกษาครูที่กำลังฝึกประสบการณ์วิชาชีพครูวิชาเอกชีววิทยาทั้ง 3 ด้าน ได้แก่ ความรู้ เนื้อหา ความรู้การสอน และความรู้เทคโนโลยี ซึ่งเป็นส่วนสำคัญของกรอบแนวคิดที่แพค และใช้ผล การวัดนี้ไปพัฒนาศักยภาพของตนเองต่อไป

### คำถามของการวิจัย

1. การพัฒนาแบบทดสอบความพร้อมของนิสิตนักศึกษาฝึกประสบการณ์วิชาชีพครูวิชา ชีววิทยาตามกรอบแนวคิดที่แพค ควรมีองค์ประกอบอย่างไรบ้าง และองค์ประกอบเหล่านั้นวัดอย่างไร
2. คุณภาพของแบบทดสอบความพร้อมของนิสิตนักศึกษาฝึกประสบการณ์วิชาชีพครูวิชา ชีววิทยาตามกรอบแนวคิดที่แพค ในด้านความตรงเชิงโครงสร้าง ความเที่ยงของแบบทดสอบ เป็น อย่่างไร
3. การวิเคราะห์ความพร้อมของนิสิตนักศึกษาฝึกประสบการณ์วิชาชีพ หลังจากทดสอบกับ แบบทดสอบความพร้อมของนิสิตนักศึกษาฝึกประสบการณ์วิชาชีพครูวิชาชีววิทยาตามกรอบแนวคิด ที่แพคในภาพรวมแล้ว มีความพร้อมแค่ไหน

### วัตถุประสงค์ของการวิจัย

1. เพื่อศึกษาองค์ประกอบและตัวบ่งชี้ในการพัฒนาแบบทดสอบความพร้อมของนิสิต นักศึกษาครูวิชาเอกชีววิทยาตามกรอบแนวคิดที่แพค
2. เพื่อตรวจสอบคุณภาพในด้านความตรงเชิงโครงสร้าง ความเที่ยงของแบบทดสอบความ พร้อมของนิสิตนักศึกษาครูวิชาเอกชีววิทยาตามกรอบแนวคิดที่แพค



3. เพื่อวิเคราะห์ความพร้อมของนิสิตนักศึกษาครู หลังจากทดสอบกับแบบทดสอบความพร้อมของนิสิตนักศึกษาครูวิชาเอกชีววิทยาตามกรอบแนวคิดที่แพคในภาพรวม

### ขอบเขตการวิจัย

ประชากรของการวิจัย ได้แก่ นิสิตนักศึกษาระดับปริญญาตรี คณะครุศาสตร์ และศึกษาศาสตร์ ปีการศึกษา 2559 ในกรุงเทพมหานครฯ ที่กำลังฝึกประสบการณ์วิชาชีพรูวิชาเอกชีววิทยา สังกัดมหาวิทยาลัยในกำกับของรัฐ และมหาวิทยาลัยราชภัฏ

การพัฒนาแบบทดสอบความพร้อมของนิสิตฝึกประสบการณ์วิชาชีพรูวิชาชีววิทยาตามกรอบแนวคิดที่แพคนี้ ผู้วิจัยได้ทำการศึกษาองค์ประกอบและตัวบ่งชี้ของทั้ง 3 ด้าน โดยเป็นองค์ประกอบที่แพคแบบรวม Graham (2011) ได้แก่ ด้านความรู้เนื้อหา ความรู้การสอน ความรู้เทคโนโลยี พบว่า ด้านความรู้เนื้อหา สอดคล้องกับสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ ตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 ได้แก่ ระบบย่อยอาหารและการสลายสารอาหารระดับเซลล์ การสืบพันธุ์และการเจริญเติบโตของสัตว์ ระบบประสาทและอวัยวะรับความรู้สึก การสังเคราะห์ด้วยแสง การสืบพันธุ์ของพืชดอกและการเจริญเติบโต การถ่ายทอดทางพันธุกรรม ยีนและโครโมโซม และ ประชากร ด้านความรู้การสอน ได้แก่ วิธีการสอน ด้านความรู้เทคโนโลยี ได้แก่ สื่ออุปกรณ์ และเทคโนโลยีต่างๆ และจากประชากรของการวิจัย ผู้วิจัยจึงเลือกตัวแปรที่จะศึกษา ได้แก่ มหาวิทยาลัย

### คำจำกัดความที่ใช้ในการวิจัย

1. ความรู้เนื้อหา (Content Knowledge: CK) หมายถึง ความรู้ของนิสิตนักศึกษาฝึกประสบการณ์วิชาชีพรูวิชาเอกชีววิทยา ตามสาระความรู้จากบทเรียนชีววิทยา ได้แก่ ระบบย่อยอาหารและการสลายสารอาหารระดับเซลล์ การสืบพันธุ์และการเจริญเติบโตของสัตว์ ระบบประสาทและอวัยวะรับความรู้สึก การสังเคราะห์ด้วยแสง การสืบพันธุ์ของพืชดอกและการเจริญเติบโต การถ่ายทอดทางพันธุกรรม ยีนและโครโมโซม และ ประชากร โดยศึกษาเกี่ยวกับความรู้ที่ชัดเจนถูกต้องแม่นยำ และความเข้าใจหลักการ

2. ความรู้การสอน (Pedagogical Knowledge: PK) หมายถึง ความรู้ของนิสิตนักศึกษาฝึกประสบการณ์วิชาชีพรูวิชาเอกชีววิทยาในด้านวิธีการสอน โดยศึกษาเกี่ยวกับความรู้ด้านการเรียนการสอน

3. ความรู้เทคโนโลยี (Technology Knowledge: TK) หมายถึง ความรู้ของนิสิตนักศึกษาฝึกประสบการณ์วิชาชีพรูวิชาเอกชีววิทยา เกี่ยวกับเทคโนโลยีทางการศึกษา ได้แก่ สื่อ อุปกรณ์ และเทคโนโลยีต่างๆ โดยศึกษาเกี่ยวกับความรู้พื้นฐานด้านเทคโนโลยี และทักษะการใช้เทคโนโลยี

4. ความรู้เนื้อหา การสอน บูรณาการกับเทคโนโลยี (Technology Pedagogical Content Knowledge: TPACK) หมายถึง ความรู้ของนิสิตนักศึกษาฝึกประสบการณ์วิชาชีพครูวิชาเอกชีววิทยา ตามกรอบแนวคิดที่แพค โดยเป็นองค์ประกอบที่แพคแบบรวม ได้แก่ ด้านความรู้เทคโนโลยี ความรู้ การสอน และความรู้เนื้อหา

5. แบบทดสอบความพร้อมของนิสิตนักศึกษาครูวิชาเอกชีววิทยาตามกรอบแนวคิดที่แพค หมายถึง แบบทดสอบที่วัดเกี่ยวกับความสามารถด้านความรู้เนื้อหา การสอน และเทคโนโลยี ตาม กรอบแนวคิดที่แพค ซึ่งเป็นการแสดงความพร้อมของนิสิตนักศึกษาฝึกประสบการณ์วิชาชีพครูวิชา ชีววิทยา ที่จะพัฒนาไปเป็นครูที่มีศักยภาพในอนาคต

6. คุณภาพของแบบทดสอบความพร้อม หมายถึง การตรวจสอบคุณภาพของแบบทดสอบ ความพร้อมของนิสิตนักศึกษาครูวิชาเอกชีววิทยาตามกรอบแนวคิดที่แพค ในด้านความตรงเชิงเนื้อหา ความตรงเชิงโครงสร้าง และความเที่ยงของแบบทดสอบ ซึ่งจะแสดงให้เห็นถึงคุณภาพของ แบบทดสอบที่จะมีประสิทธิภาพในการแสดงความพร้อมของนิสิตฝึกประสบการณ์วิชาชีพครู ในการที่ จะเป็นครูที่มีความสามารถตามกรอบแนวคิดที่แพคในอนาคต

#### **ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ**

1. ได้แบบทดสอบความพร้อมของนิสิตนักศึกษาครูวิชาเอกชีววิทยาตามกรอบแนวคิดที่แพค เพื่อนำไปใช้ในการประเมินนิสิตฝึกประสบการณ์วิชาชีพครู

2. ได้ข้อมูลการตรวจสอบคุณภาพของแบบทดสอบความพร้อมของนิสิตนักศึกษาครูวิชาเอก ชีววิทยาตามกรอบแนวคิดที่แพค ในด้านความตรงเชิงโครงสร้าง ความเที่ยงของแบบทดสอบ เพื่อใช้ เป็นข้อมูลเบื้องต้นในการศึกษาต่อไป

3. ได้ข้อมูลการวิเคราะห์ความพร้อมของนิสิตฝึกประสบการณ์วิชาชีพครูวิชาชีววิทยา ตาม กรอบแนวคิดที่แพคโดยรวม เพื่อเป็นข้อมูลเบื้องต้นในการศึกษาต่อไป

## บทที่ 2

### เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

การวิจัยครั้งนี้ผู้วิจัยได้ศึกษา ทบทวนเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับมโนทัศน์มโนทัศน์ที่เกี่ยวข้องกับการพัฒนาแบบทดสอบความพร้อมของนิสิตฝึกประสบการณ์วิชาชีพครูวิชาชีววิทยา ตามกรอบแนวคิดที่แพคโดยแบ่งออกเป็น 4 ตอน ดังนี้

ตอนที่ 1 แนวคิดเกี่ยวกับที่แพค

ตอนที่ 2 แนวคิดเกี่ยวกับเนื้อหาวิชาชีววิทยา

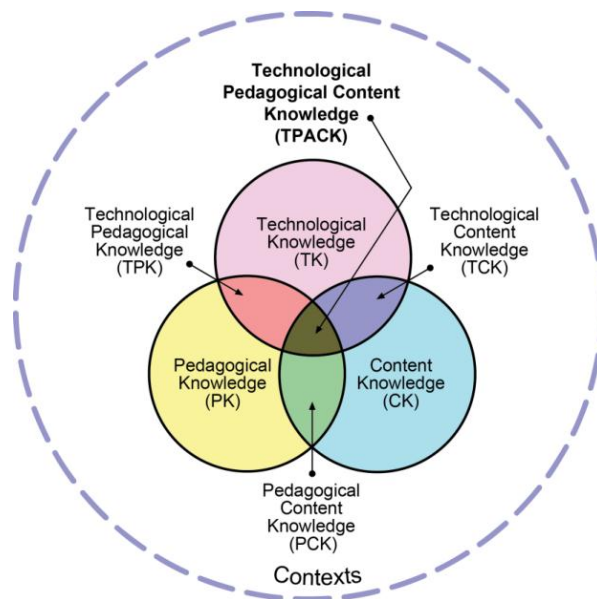
ตอนที่ 3 แนวคิดเกี่ยวกับวิธีการสอนวิชาชีววิทยา

ตอนที่ 4 แนวคิดเกี่ยวกับเทคโนโลยีวิชาชีววิทยา

#### ตอนที่ 1 แนวคิดเกี่ยวกับกรอบแนวคิดที่แพค

##### 1.1 ความเป็นมาของกรอบแนวคิดที่แพค

Technological Pedagogical Content Knowledge: TPCK (Mishra & Koehler, 2006) ได้ถูกเรียกใหม่ให้เรียกได้ง่ายขึ้น เรียกว่า ที่แพค (TPACK) (Mishra & Koehler, 2009) เป็นกรอบแนวคิดที่ได้รับการศึกษาจากกรอบแนวคิดเชิงทฤษฎีความรู้ด้านเนื้อหาบูรณาการกับการสอน Shulman (1986) ที่ทำการศึกษาด้านความรู้เนื้อหา กับความรู้การสอน ที่จะเน้นที่การบูรณาการทั้งสองอย่าง ให้มีการเสริมด้านเทคโนโลยีเข้าไปด้วยเพื่อเพิ่มประสิทธิภาพของครู ซึ่งเป็นอีกสิ่งหนึ่งที่ครูในโลกปัจจุบันพึงมี กรอบแนวคิดที่แพค ประกอบด้วยสาระที่ครูควรมี แบ่งออกเป็น 3 ด้าน ได้แก่ ด้านความรู้เนื้อหา (Content Knowledge: CK) ด้านความรู้การสอน (Pedagogical Knowledge: PK) และด้านความรู้เทคโนโลยี (Technology Knowledge: TK) และได้บูรณาการทั้งสามด้านได้ออกมาเป็น 7 องค์ประกอบ (Mishra & Koehler, 2006; Mishra & Koehler, 2009) ได้แก่ 1.ความรู้เนื้อหา (Content Knowledge: CK) 2.ความรู้การสอน (Pedagogical Knowledge: PK) 3.ความรู้เทคโนโลยี (Technology Knowledge: TK) 4.ความรู้เทคโนโลยีบูรณาการกับความรู้เนื้อหา (Technology Content Knowledge: TCK) 5.ความรู้เทคโนโลยีบูรณาการกับความรู้การสอน (Technology Pedagogical Knowledge: TPK) 6.ความรู้การสอนบูรณาการกับความรู้เนื้อหา (Pedagogical Content Knowledge: PCK) 7.ความรู้เทคโนโลยีบูรณาการกับความรู้การสอนและความรู้เนื้อหา (Technological Pedagogical Content Knowledge: TPACK) ดังภาพที่ 1



ภาพที่ 1 กรอบแนวคิด TPACK ( Technological Pedagogical Content Knowledge )

ทีมา (Mishra & Koehler, 2009)

1. ความรู้เนื้อหา (Content Knowledge: CK) คือ ความรู้เกี่ยวกับรายวิชา ที่ได้เรียนรู้หรือใช้สอน เกี่ยวกับ ความจริง มโนทัศน์ ทฤษฎี และกระบวนการ ความรู้เกี่ยวกับกรอบแนวคิดเป็นการเชื่อมกันของความคิดมโนทัศน์ และความรู้เกี่ยวกับกฎของหลักฐานและข้อพิสูจน์ (Shulman, 1986)

2. ความรู้การสอน (Pedagogical Knowledge: PK) คือ ความรู้ในเชิงลึกเกี่ยวกับกระบวนการและการปฏิบัติหรือวิธีการสอน การเรียนรู้ ทำอย่างไรให้ครอบคลุมทุกสิ่ง ได้แก่ จุดประสงค์การศึกษา คุณค่า เป้าหมาย ที่เป็นรูปแบบเพื่อแปรเปลี่ยนตามหัวข้อที่นักเรียนศึกษา การจัดการห้องเรียน บทเรียน พัฒนาแผนการสอน ซึ่งรวมเอาความรู้เกี่ยวกับเทคนิคหรือวิธีการมาใช้ในห้องเรียน โดยธรรมชาติของนักเรียน และวางแผนในการประเมินผลความเข้าใจของนักเรียน

3. ความรู้เทคโนโลยี (Technology Knowledge: TK) คือ เป็นส่วนของเทคโนโลยี ซึ่งรวมถึงความรู้ของระบบปฏิบัติการ คอมพิวเตอร์ฮาร์ดแวร์ และความสามารถมาตรฐานในการใช้ซอฟต์แวร์ ได้แก่ เวิร์ด การสร้างใบความรู้ การค้นหา และอีเมล รวมถึงวิธีการติดตั้ง และการลบโปรแกรม การสร้างแฟ้มสะสมงาน

4. ความรู้เทคโนโลยีบูรณาการกับความรู้เนื้อหา (Technology Content Knowledge: TCK) คือ ความรู้เกี่ยวกับการใช้ การจัดการความรู้และเทคโนโลยีให้สัมพันธ์กัน เทคโนโลยีจะเป็นส่วนช่วยให้เนื้อหาดีขึ้น เทคโนโลยีใหม่มักที่ผลทำให้เกิดสิ่งใหม่ และเป็นตัวแทนที่แตกต่าง ยืดหยุ่นมากขึ้นที่จะเป็นตัวชี้เกี่ยวกับความเป็นตัวแทนของเนื้อหา

5. ความรู้เทคโนโลยีบูรณาการกับความรู้การสอน (Technology Pedagogical Knowledge: TPK) คือ ความรู้เกี่ยวกับการคงอยู่ ส่วนประกอบ ความสามารถ ของเทคโนโลยีที่หลากหลาย

ใช้ประกอบการสอน และการเรียนที่จัดขึ้น และประยุกต์ความรู้ในการสอนให้ใช้เทคโนโลยีประกอบมากขึ้น

6. ความรู้การสอนบูรณาการกับความรู้เนื้อหา (Pedagogical Content Knowledge: PCK) คือ ความรู้ที่เกี่ยวกับเนื้อหาคู่กับการสอน ซึ่งจะต้องพิจารณาเกี่ยวกับเนื้อหาและการสอนในผู้เรียนที่แตกต่างกัน จะทำการผสมของเนื้อหาและการสอน ในส่วนที่เป็นความเข้าใจในการจะทำการอย่างไรในส่วนของการจัดการเนื้อหา ปรับตัว แลการเป็นตัวแทนของวิธีการสอน

7. ความรู้เทคโนโลยีบูรณาการกับความรู้การสอนและความรู้เนื้อหา (Technological Pedagogical Content Knowledge: TPACK) คือ การสอนที่ดี ประกอบกับเทคโนโลยี ความเข้าใจของการบรรยายในส่วนมโนทัศน์ของการใช้เทคโนโลยี เทคนิคการสอนที่ใช้เทคโนโลยี ซึ่งจะเป็นโครงสร้างที่ซับซ้อนศาสตร์การสอน ความรู้ในการทำให้มโนทัศน์ที่ยากหรือง่ายที่จัดการเรียนรู้ผ่านทางเทคโนโลยี ซึ่งจะช่วยให้เข้าใจ ปัญหาบางอย่างของนักเรียน ความรู้เกี่ยวกับทฤษฎีการเรียนรู้ของนักเรียน และความรู้ในการใช้เทคโนโลยีที่จะสร้างความเข้าใจออกไปซึ่งจะพัฒนาการเรียนรู้ใหม่ๆ และทำให้เข้มแข็งมากขึ้น

## 1.2 งานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับกรอบแนวคิดที่แพค

Doering et al. (2009) ทำการวิจัยโดยใช้แนวคิดที่แพค TPACK ในโปรแกรมการพัฒนาคูและศึกษาว่าครูรับรู้ความรู้ของตนเองตามแนวคิดดังกล่าวอย่างไร โปรแกรมที่สร้างขึ้นเป็นการพัฒนาคูเรื่องการใช้อุปกรณ์แวดล้อมการเรียนรู้แบบออนไลน์และการนำสภาพแวดล้อมการเรียนรู้แบบออนไลน์ไปใช้กับนักเรียน

การวิจัยนี้มุ่งเน้นการเพิ่มความรู้เทคโนโลยี การสอน และสาระเนื้อหาให้ครู โดยมีคำถามวิจัยคือ ครูรับรู้ความรู้ตามแนวคิด TPACK ว่าอย่างไร และมีการเปลี่ยนแปลงอย่างไร หลังจากผ่านโปรแกรมที่สร้างขึ้น และความรู้เทคโนโลยี การสอน และสาระเนื้อหาของครูได้รับอิทธิพลจากสภาพแวดล้อมการเรียนรู้แบบออนไลน์และการพัฒนาวิชาชีพที่ถูกออกแบบโดยใช้แนวคิด TPACK อย่างไร

กลุ่มตัวอย่างเป็นครูที่มีประสบการณ์สอนด้านภูมิศาสตร์ระดับมัธยมมากกว่า 10 ปี จำนวน 20 คน ผู้วิจัยพัฒนาโปรแกรมชื่อ GeoThentic เป็นสภาพแวดล้อมการเรียนรู้แบบออนไลน์สำหรับครูและนักเรียน เป้าหมายของ GeoThentic เพื่อเพิ่มการรู้ภูมิศาสตร์ของครูและนักเรียนระดับการศึกษาขั้นพื้นฐานผ่านแนวคิดการสืบสอบและการแก้ปัญหาภูมิศาสตร์ตามสภาพจริง กรอบแนวคิดที่ใช้พัฒนา GeoThentic คือแนวคิด TPACK ซึ่งมีของเขตของสาระเนื้อหาภูมิศาสตร์จึงเรียกว่า G-TPCK

โดย G-TPCK นี้ เป็นการศึกษาเพื่อให้ครูพัฒนาความรู้ตามกรอบแนวคิด 3 ขอบเขต คือ 1) ความรู้เทคโนโลยี เป็นความรู้ในการใช้ geospatial technologies 2) ความรู้การสอน เป็นด้านการสำรวจศาสตร์การสอนที่เหมาะสมที่สุดในการแก้ปัญหาทางภูมิศาสตร์ด้วย geospatial

technologies และ3) ความรู้เนื้อหาสาระ เป็นการพัฒนาความรู้ของเนื้อหาเฉพาะเรื่องภูมิศาสตร์ที่จำเป็นต่อการสอนที่มีประสิทธิผลในโมดูลการแก้ปัญหาซึ่งมีหลายโมดูลตามปัญหาทางภูมิศาสตร์ที่ใช้การสืบสอบเป็นฐาน

Cox, Suzy and Graham (2009) ทำการวิจัยเพื่อนำเสนอความชัดเจนขององค์ประกอบตามแนวคิด TPACK ดำเนินการวิจัยโดยใช้เทคนิคการวิเคราะห์นิยามที่เกิดขึ้นจากการนำไปใช้รูปแบบความขัดแย้งและความสอดคล้องจากกรณีศึกษา เส้นแบ่งองค์ประกอบและสร้างรูปแบบจากกรณีศึกษา ผลการทบทวนนิยามองค์ประกอบของ TPACK พบว่า Magnusson, Krajcik, and Borko (1999) (อ้างถึงใน Cox, Suzy and Graham, 2009) ให้นิยาม PCK ว่าเป็นความรู้ในเรื่องยุทธศาสตร์เฉพาะเนื้อหาสาระ หมายถึง วิธีสอนที่มีความเฉพาะเหมาะสมตามเนื้อหาสาระที่กำหนด เช่น การสอนแบบสืบสอบในเนื้อหาวิทยาศาสตร์ และการวิจัยข้อมูลแบบปฐมภูมิในเนื้อหาสังคมศึกษา และเป็นความรู้ในเรื่องยุทธศาสตร์เฉพาะหัวข้อ หมายถึง ยุทธศาสตร์เฉพาะที่ช่วยให้นักเรียนเข้าใจมโนทัศน์ของหัวข้อนั้น อีกทั้งได้แบ่งยุทธศาสตร์เฉพาะหัวข้อออกเป็น 2 ลักษณะคือ 1.กิจกรรมเฉพาะหัวข้อ เป็นวิธีการที่ช่วยให้นักเรียนเข้าใจมโนทัศน์และความสัมพันธ์ เช่น การใช้ปัญหา การสาธิต การทดลอง 2.ตัวแทนเฉพาะหัวข้อ เป็นการแสดงถึงตัวอย่าง แบบจำลอง การเปรียบเทียบอย่างเป็นรูปธรรมให้เห็นถึงมโนทัศน์ของหัวข้อนั้น

จากการศึกษา สรุปนิยามแต่ละองค์ประกอบตามแนวคิด TPACK เป็นดังนี้

PK หมายถึง ความรู้ในเรื่องกิจกรรมการสอนทั่วไป

CK หมายถึง ความรู้ในการแสดงตัวแทนของหัวข้อเฉพาะซึ่งแสดงออกมาในลักษณะแบบจำลอง กราฟข้อมูล หรือการลำดับเหตุการณ์

TK หมายถึง ความรู้วิธีใช้เทคโนโลยีที่กำลังปรากฏขึ้น หรือเทคโนโลยีใหม่

TCK หมายถึง ความรู้เกี่ยวกับตัวแทนเฉพาะหัวข้อตามเนื้อหาที่กำหนดซึ่งใช้ประโยชน์จากเทคโนโลยีใหม่หรือเป็นความรู้วิธีที่จะแสดงมโนทัศน์ด้วยเทคโนโลยี จวบจนกระทั่งเทคโนโลยีที่ใช้แสดงมโนทัศน์นั้นกลายเป็นกระแสหลักในระบบการสอนแล้ว TCK จะกลายเป็น CK ในที่สุด

TPK หมายถึง ความรู้กิจกรรมการสอนทั่วไปที่ครูสามารถเชื่อมโยงเข้ากับการใช้เทคโนโลยีใหม่ กล่าวได้ว่าเป็นความรู้ในการจูงใจนักเรียนด้วยการใช้เทคโนโลยีหรือวิธีการที่ทำให้นักเรียนเข้าสู่การเรียนรู้แบบร่วมกันโดยการใช้เทคโนโลยี จะเห็นว่ากิจกรรมเหล่านี้เป็นอิสระจากเนื้อหา เนื่องจากเป็นกิจกรรมที่สามารถใช้กับเนื้อหาใดก็ได้ และเมื่อเทคโนโลยีที่ใช้มีความกลมกลืนจนเป็นเนื้อเดียวกับระบบการสอนอย่างแยกไม่ออกแล้ว TPK จะกลายเป็น PK ในที่สุด

TPACK หมายถึง ความรู้ของครูในเรื่องวิธีการประสานการใช้กิจกรรมเฉพาะเนื้อหาสาระหรือกิจกรรมเฉพาะหัวข้อเข้ากับตัวแทนเฉพาะหัวข้อด้วยการใช้เทคโนโลยีใหม่เพื่อให้ผู้เรียนเกิดการ

เรียนรู้และเมื่อเทคโนโลยีที่ใช้ในกิจกรรมและตัวแทนเฉพาะเนื้อหากลายเป็นสิ่งที่พบเห็นทั่วไป TPACK จะเปลี่ยนเป็น PCK ในที่สุด

Niess, Van Zee, and Gillow-Wiles (2010) ทำการวิจัยโดยใช้แนวคิด TPACK พัฒนาหลักสูตรเพื่อพัฒนาครูวิทยาศาสตร์และคณิตศาสตร์ระดับชั้นประถมศึกษาและมัธยมศึกษาตอนต้น ในการใช้โปรแกรมการจัดการตารางบูรณาการในการเรียนการสอน การวิจัยมีวัตถุประสงค์เพื่อหาผลกระทบของหลักสูตรแบบออนไลน์ที่มีต่อความรู้ TPACK ของครูซึ่งเป็นหลักสูตรเกี่ยวกับการบูรณาการโปรแกรมการจัดการตารางในการเรียนการสอนที่เป็นเครื่องมือการเรียนรู้วิชาคณิตศาสตร์และวิทยาศาสตร์ โดยศึกษาผลกระทบที่มีต่อครูใน 4 ด้าน ตามแนวคิด TPACK ได้แก่ 1.ความคิดรวบยอดที่เป็นกรอบของกระบวนการสอนคณิตศาสตร์และวิทยาศาสตร์ด้วยโปรแกรมการจัดการตาราง (TPACK) 2.ความรู้ในเรื่องยุทธศาสตร์การสอนและเป็นตัวแทนสำหรับการสอนหัวข้อทางคณิตศาสตร์และวิทยาศาสตร์ด้วยโปรแกรมการจัดการตาราง (PCK) 3.ความรู้ในเรื่องความเข้าใจ การคิดและการเรียนรู้คณิตศาสตร์และวิทยาศาสตร์ด้วยโปรแกรมการจัดการตารางของนักเรียน (TPK) 4.ความรู้ในเรื่องหลักสูตรและเนื้อหาหลักสูตรกับการเรียนรู้คณิตศาสตร์และวิทยาศาสตร์ด้วยโปรแกรมการจัดการตาราง (TCK)

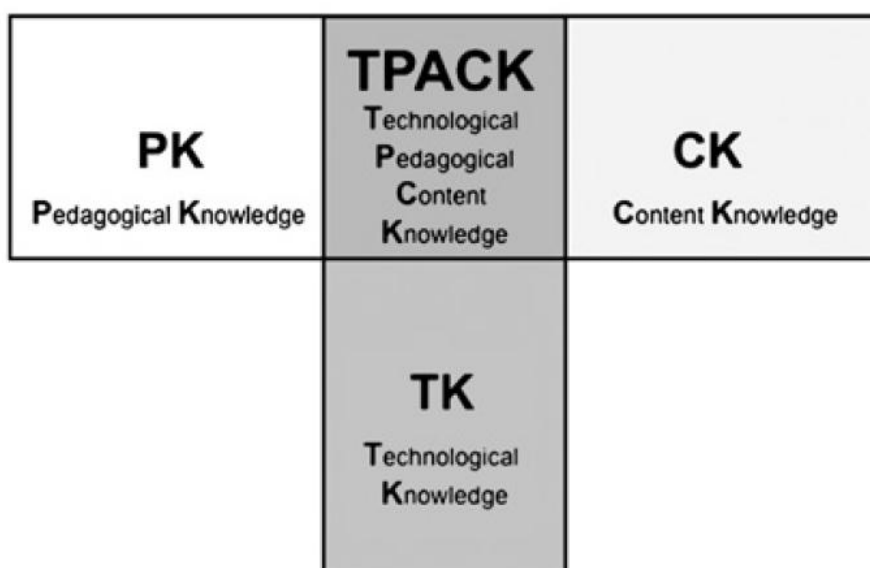
Swan and Hofer (2011) ทำการศึกษาวิธีการบูรณาการสื่อมัลติมีเดียผ่านเครื่องมือสื่อสารส่วนบุคคลของครูสังคมศึกษาในการสอนการรู้เศรษฐศาสตร์และแนวคิดแก่นักเรียนมัธยมศึกษาปีที่ 3 การวิจัยนี้ใช้มาตรฐานเนื้อหาด้านเศรษฐศาสตร์และแนวคิด TPACK ผลการวิจัยพบว่าครูแสดงออกถึงความรู้ด้านเทคโนโลยีพื้นฐานการสอน (TPK) แต่ขาดความรู้ด้านเทคโนโลยีพื้นฐานเนื้อหา (TCK) ในการออกแบบและการนำสื่อมัลติมีเดียผ่านเครื่องมือสื่อสารส่วนบุคคลไปใช้

จากงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการศึกษาตามกรอบแนวคิดที่แพค เป็นการศึกษาที่นำกรอบแนวคิดที่แพคมาเป็นแนวทางในการบูรณาการตามวิชาต่างๆที่กำลังศึกษาซึ่งวิชานั้นจำเป็นจะต้องมีการบูรณาการเทคโนโลยีเพื่อให้เกิดประสิทธิภาพมากขึ้น โดยจะกำหนดการศึกษาให้ชัดเจนว่าต้องการศึกษาอะไรตามกรอบแนวคิดที่แพคบ้าง โดยเลือกทั้ง 7 องค์ประกอบ หรือเลือกองค์ประกอบหลัก 3 ด้านเพื่อทำการศึกษาก็ได้ ซึ่งงานวิจัยนี้จะแสดงให้เห็นว่าสามารถเลือกการศึกษารอบประกอบตามกรอบแนวคิดที่แพค โดยที่ในการศึกษาการพัฒนาแบบทดสอบความพร้อมนี้ จะทำการศึกษาด้วยความรู้ทั้ง 3 ด้าน ที่เป็นองค์ประกอบหลัก ได้แก่ ความรู้เทคโนโลยี ความรู้การสอน และความรู้เนื้อหา

### 1.3 แนวคิดเกี่ยวกับการพัฒนาองค์ประกอบตามกรอบแนวคิดที่แพค

จากการศึกษา การนิยามความหมายของ ที่แพค นั้นยังไม่ชัดเจนเมื่อเทียบกับการให้ความหมายของกรอบแนวคิดเชิงทฤษฎีความรู้ด้านเนื้อหาบูรณาการกับการสอน Shulman (1986) ทำให้ยังแยกกันไม่ออกระหว่าง ความรู้เทคโนโลยี กับ ที่แพค (Koehler & Mishra, 2008; Mishra & Koehler, 2006). การขาดการนิยามที่ชัดเจน ทำให้นักวิจัยทำการอธิบายและกำหนดขอบข่ายของ

ความรู้เทคโนโลยี ที่จะมาทำให้เกิดระบุที่แพค ได้ชัดเจน (Graham, 2011) เช่น Angel i & Valanides (2009) ศึกษา ICT-TPCK เป็นการศึกษาเทคโนโลยีข้อมูลสารสนเทศและการสื่อสาร Lee & Tsai (2010) ศึกษา TPCK-W ศึกษาเทคโนโลยีเว็บไซต์ TPACK-S การจัดการเรียนการสอนที่เน้นครูเป็นศูนย์กลางและความรู้ของครูเกี่ยวกับนักเรียน (วรงค์ศรี แสงบรรจง, 2555) เป็นต้น จากการศึกษากรอบแนวคิดเชิงทฤษฎีความรู้ด้านเนื้อหาบูรณาการกับการสอน Shulman (1986) เป็นการศึกษา 2 องค์ประกอบ 1.ด้านความรู้เนื้อหา 2.ความรู้การสอน และ Mishra & Koehler (2006) นำมาศึกษาโดยการเพิ่มเข้าไปอีก 1 องค์ประกอบนั้น คือ ความรู้เทคโนโลยี ดังนั้นการศึกษา ที่แพค โดยแต่ละส่วนของที่แพคนั้นมีความใกล้เคียงกันมากตามโมเดลในลักษณะแบบรวม ดังรูปภาพที่ 1 โดยจะต้องระบุโครงสร้างที่ร่วมกันให้ออกจากกันให้ชัดเจน ความรู้การสอนบูรณาการความรู้เนื้อหา จาก ที่แพค, ความรู้เทคโนโลยีบูรณาการความรู้การสอนจาก ที่แพค, และความรู้เทคโนโลยีบูรณาการความรู้การสอน จาก ที่แพค และจะสามารถสร้างเครื่องมือวัดความตรงของทุกโครงสร้าง ที่แพค (Graham, 2011) ที่แพค การศึกษาที่แสดงถึงความสามารถของครูที่ศึกษาความรู้ด้วยกัน 3 องค์ประกอบ คือ 1.ความรู้เทคโนโลยี 2.ความรู้การสอน 3.ความรู้เนื้อหา (Graham, 2011) ทำให้สามารถวัดความตรงในแต่ละองค์ประกอบได้ ดังภาพที่ 2



ภาพที่ 2 องค์ประกอบที่แพคแบบรวม

ที่มา Graham (2011)

เพื่อช่วยให้เข้าใจจะพิจารณากรอบแนวคิดที่แพค โดยจะรวมกันในด้านความรู้เทคโนโลยี การสอน และเนื้อหา ทำให้เกิดการวันในแต่ละด้านเพื่อรวมความสามารถในแต่ละด้านให้ชัดเจนที่สุด



## 1.4 การสังเคราะห์องค์ประกอบด้านความรู้เนื้อหา การสอน และเทคโนโลยี ตามกรอบแนวคิด ที่แพค

### 1.4.1 ความรู้ด้านเนื้อหา (Content Knowledge: CK)

จากการศึกษาเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับความรู้ของครูด้านเนื้อหา (Content Knowledge: CK) พบว่า ครูและนิสิตฝึกประสบการณ์วิชาชีพครูต้องมีความเข้าใจที่ชัดเจนถูกต้องแม่นยำในเนื้อหาที่ตนเองสอน (Hill, 2008; Koehler & Mishra, 2011; Koehler & Mishra, 2008; Shulman, 1987; Schmidt et al., 2009; Ball et al., 2008; Lux, 2010; Laundry, 2010; Kafyulilo, 2010; Even, 1993; Simon, 1995; Webb, 2002; Beatty, 2005 อ้างถึงใน วรงค์ศรี แสงบรรจง, 2555) ความเข้าใจในสาระจนสามารถอธิบายขั้นตอนได้ ระบุข้อผิดพลาด และสาเหตุของการผิดพลาดตามเนื้อหาได้ (Lowery, 2002; Hill, 2008; Chai, 2011; Ball et al., 2008; Mishra & Koehler, 2006; Beatty, 2005 อ้างถึงใน วรงค์ศรี แสงบรรจง, 2555) มีทักษะในการอธิบายสาระที่ยากได้ด้วยคำอธิบายที่ง่ายและสมเหตุสมผล (Lowery, 2002; Ben-Peretz, 2011; Hill, 2008; Angeli & Valanides, 2009; Koehler & Mishra, 2011; Lux, 2010 อ้างถึงใน วรงค์ศรี แสงบรรจง, 2555) มีความสนใจและมีพื้นฐานแนวคิดที่สามารถศึกษาเนื้อหาขั้นสูงได้ด้วยตนเองได้ (Chai, 2011; Schmidt et al., 2009; Ball et al., 2008; Lux, 2010; Laundry, 2010; Kafyulilo, 2010 อ้างถึงใน วรงค์ศรี แสงบรรจง, 2555)

จากที่กล่าวมาสรุปได้ว่า ความรู้ด้านเนื้อหา (Content Knowledge: CK) หมายถึง ผลของการเรียนด้านสาระทางวิชาการที่แสดงถึงความเข้าใจในสาระที่ชัดเจนถูกต้องแม่นยำ ความเข้าใจในสาระจนสามารถอธิบายขั้นตอนได้ ระบุข้อผิดพลาดและสาเหตุของการผิดพลาด มีทักษะในการอธิบายสาระที่ยากได้ด้วยคำอธิบายที่ง่ายและสมเหตุสมผล และมีความสนใจและมีพื้นฐานแนวคิดที่สามารถศึกษาเนื้อหาขั้นสูงได้ด้วยตนเอง ซึ่งจะจำแนกออกเป็น 4 องค์ประกอบ 1.ความรู้ที่ชัดเจนถูกต้องแม่นยำ 2.ความเข้าใจหลักการ 3.ทักษะการอธิบายสาระที่ยาก 4.การศึกษาเนื้อหาขั้นสูงได้ด้วยตนเอง

ตารางที่ 1 ตารางแสดงการสังเคราะห์องค์ประกอบความรู้ด้านเนื้อหา

องค์ประกอบ บทความที่	มิติ 1 ความรู้ที่ ชัดเจนถูกต้อง แม่นยำ	มิติ 2 ความเข้าใจ หลักการ	มิติ 3 ทักษะการ อธิบายสาระที่ ยาก	มิติ 4 การศึกษา เนื้อหาขั้นสูงได้ ด้วยตนเอง
Lowery (2002)		/	/	
Voss, et al. (2011)				
Ben-Peretz (2011)			/	
Hill (2008)	/	/	/	
Angeli & Valanides (2009)			/	
Koehler & Mishra (2011)	/		/	
Koehler & Mishra (2008)	/			
Shulman (1987)	/			/
Chai (2011)		/		/
Schmidt et al. (2009)	/			/
Ball et al. (2008)	/	/		/
Lux (2010)	/		/	/
Laundry (2010)	/			/
Kafyulilo (2010)	/			/
Even (1993)	/			
Simon (1995)	/			
Webb (2002)	/			
Mishra & Koehler (2006)		/		
Beatty, 2005	/			

แหล่งที่มา วรงค์ศรี แสงบรรจง (2555)

### 1.4.1.1 อธิบายองค์ประกอบความรู้ด้านเนื้อหา

#### 1.4.1.1.1 ความรู้ที่ชัดเจนถูกต้องแม่นยำ

ครูที่จัดการเรียนการสอนแก่นักเรียนต้องเข้าใจเนื้อหาได้อย่างชัดเจนและถูกต้องแม่นยำ สามารถอธิบายความรู้ให้นักเรียนเข้าใจได้อย่างถูกต้อง และตอบคำถามตามความสงสัยของนักเรียน ได้ตรงกับเรื่องที่สอนได้ชัดเจนถูกต้องแม่นยำ

#### 1.4.1.1.2 ความเข้าใจหลักการ

ครูที่จัดการเรียนการสอนแก่นักเรียนต้องเข้าใจในหลักการที่ตนเองสอน นั่นคือมโนทัศน์ของเรื่องนั้นๆ โดยตนเองจะต้องเข้าใจอย่างลึกซึ้ง ไม่ให้ผิดพลาด เพราะถ้าครูเข้าใจผิดพลาด จะถ่ายทอดออกมาให้นักเรียน นักเรียนจะเกิดการเรียนรู้เนื้อหาแบบที่ผิดได้

#### 1.4.1.1.3 ทักษะการอธิบายสาระที่ยาก

ครูที่จัดการเรียนการสอนแก่นักเรียนต้องสามารถอธิบายเนื้อหาที่ทำให้ให้นักเรียนเข้าใจได้ง่าย ทำให้นักเรียนเข้าใจเรื่องที่ยากได้ในเวลาอันสั้น ช่วยลดเวลาที่นักเรียนจะไปทบทวนเรื่องที่ยาก และส่งผลให้เกิดการเรียนรู้ได้อย่างมีประสิทธิภาพมากขึ้น

#### 1.4.1.1.4 การศึกษาเนื้อหาขั้นสูงได้ด้วยตนเอง

ครูที่จัดการเรียนการสอนแก่นักเรียนต้องเข้าใจเนื้อหาที่ยากตามวิชาเฉพาะได้ด้วยตนเอง นั่นคือสามารถค้นคว้า สืบค้น และสังเคราะห์เนื้อหา หรือเกิดการเรียนรู้จากการปฏิบัติ อบรม จนตนเองเข้าใจเนื้อหาความรู้ที่ยากนั้นได้ด้วยตนเอง

ความรู้ด้านเนื้อหา เป็นการนำเอาองค์ประกอบจากตารางสังเคราะห์นี้ได้แก่ ความรู้ที่ชัดเจน ถูกต้องแม่นยำ และความเข้าใจหลักการ มาศึกษาเนื้อหาสาระวิชาชีววิทยาตามหลักสูตรแกนกลาง สถานศึกษา โดยแบ่งการศึกษาเป็น 8 บทเรียน ได้แก่ ระบบย่อยอาหารและการสลายสารอาหาร ระดับเซลล์ การสืบพันธุ์และการเจริญเติบโตของสัตว์ ระบบประสาทและอวัยวะรับความรู้สึก การสังเคราะห์ด้วยแสง การสืบพันธุ์ของพืชดอกและการเจริญเติบโต การถ่ายทอดทางพันธุกรรม ยีนและโครโมโซม และ ประชากร

### 1.4.2 ความรู้ด้านการสอน (Pedagogical Knowledge: PK)

จากการศึกษาเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับความรู้ของครูด้านการสอน (Pedagogical Knowledge: PK) พบว่า ครูและนิสิตฝึกประสบการณ์วิชาชีพครูต้องมีความเข้าใจชัดเจนถูกต้องในด้านหลักสูตร (Lowery, 2002; Voss et al., 2011; Ben-Peretz, 2011; Hill, 2008; Koehler & Mishra, 2011; Koehler & Mishra, 2008; Shulman, 1987; Schmidt et al., 2009; Chai et al., 2011 อ้างถึงใน วรงค์ศรี แสงบรรจง, 2555) สามารถวิเคราะห์ ประเมินและพัฒนาหลักสูตรได้ (Lowery, 2002; Koehler & Mishra, 2011; Koehler & Mishra, 2008; Shulman, 1987; Schmidt et al., 2009; Chai et al., 2011 อ้างถึงใน วรงค์ศรี แสงบรรจง, 2555) ความเข้าใจด้าน

หลักการกระบวนการเรียนการสอน จนสามารถดำเนินการเรียนการสอนอย่างได้ผลในในชั้นการวางแผนและจัดทำแผน (Shulman, 1987; Koehler & Mishra, 2008; Koehler & Mishra, 2009; Mishra & Koehler, 2006; Schmidt et al., 2009; Koehler & Mishra, 2011 อ้างถึงใน วรงค์ศรี แสงบรรจง, 2555) การบริหารจัดการชั้นเรียน (Voss et al., 2011; Koehler & Mishra, 2011; Schmidt et al., 2009; Shulman, 1987; Abrami, d'Aollonia, & Rosenfield, 2007 อ้างถึงใน วรงค์ศรี แสงบรรจง, 2555) การดำเนินการสอน (Lowery, 2002; Voss et al., 2011; Angeli & Valanides, 2009; Zuljan, Zuljan & Pavlin, 2011; Shulman, 1987; Heritage, 2007; Hill, Ball, & Schilling, 2008; Chai, 2011; Yurdakul, 2012; Lux, 2010, Graham, 2011; Kafyulilo, 2010 อ้างถึงใน วรงค์ศรี แสงบรรจง, 2555) การประเมินการเรียนการสอน และปรับปรุงการเรียนการสอน (Voss et al., 2011; Gimba, 2012; Heritage, 2007; Koehler & Mishra, 2008; Schmidt et al., 2009; Koehler & Mishra, 2011 อ้างถึงใน วรงค์ศรี แสงบรรจง, 2555) และความรู้ที่สามารถทำวิจัยในชั้นเรียนเกี่ยวกับการพัฒนาหลักสูตรและกระบวนการเรียนการสอนได้ (Somekh & Zeichner, 2009; Aldridge, Fraser, Bell & Dorman, 2012; Bersh, Benton, Lewis & McKenzie-Parralles, 2012; Dawson, 2012; Barrs, 2012 อ้างถึงใน วรงค์ศรี แสงบรรจง, 2555)

จากที่กล่าวมาสรุปได้ว่า ความรู้ด้านการสอน (Pedagogical Knowledge: PK) ผลของการเรียนด้านสาระหลักสูตรและกระบวนการเรียนการสอนที่แสดงถึงความเข้าใจชัดเจนถูกต้องหลักสูตร จนสามารถวิเคราะห์ ประเมินและพัฒนาหลักสูตรได้ ความเข้าใจด้านหลักการกระบวนการเรียนการสอน จนสามารถดำเนินการเรียนการสอนอย่างได้ผลในในชั้นการวางแผนและจัดทำแผน การบริหารจัดการชั้นเรียน การดำเนินการสอน การประเมินการเรียนการสอน และปรับปรุงการเรียนการสอน และความรู้ที่สามารถทำวิจัยในชั้นเรียนเกี่ยวกับการพัฒนาหลักสูตรและกระบวนการเรียนการสอนได้ ซึ่งสามารถจำแนกออกเป็น 4 องค์ประกอบ ดังนี้ 1.ความรู้พื้นฐานด้านหลักสูตร 2.การวิเคราะห์และประเมินหลักสูตร 3.ความรู้ด้านการเรียนการสอน 4.ความสามารถด้านการวิจัยในชั้นเรียน

ตารางที่ 2 ตารางแสดงการสังเคราะห์องค์ประกอบความรู้ด้านการสอน

องค์ประกอบ บทความที่	มิติ 1 ความรู้ พื้นฐานด้าน หลักสูตร	มิติ 2 การ วิเคราะห์และ ประเมินหลักสูตร	มิติ 3 ความรู้ ด้านการเรียน การสอน	มิติ 4 ความสามารถด้าน การวิจัยในชั้น เรียน
Lowery (2002)	/	/	/	
Voss, et al. (2011)	/		/	
Ben-Peretz (2011)	/			
Hill (2008)	/			
Angeli & Valanides (2009)			/	
Koehler & Mishra (2011)	/	/	/	
Koehler & Mishra (2008)	/	/	/	
Shulman (1987)	/	/	/	
Schmidt et al. (2009)	/	/	/	
Abrami et al. (2007)			/	
Zuljan et al. (2011)			/	
Heritage (2007)			/	
Hill et al. (2008)			/	
Gimba (2012)			/	
Chai (2011)	/	/	/	
Yurdakul (2012)			/	
Lux (2010)			/	
Graham (2011)			/	
Kafyulilo (2010)			/	
Somekh & Zeichner (2009)				/
Aldridge et al. (2012)				/
Bersh et al. (2012)				/
Dawson (2012)				/
Barrs (2012)				/

### 1.4.2.1 อธิบายองค์ประกอบความรู้ด้านการสอน

#### 1.4.2.1.1 ความรู้พื้นฐานด้านหลักสูตร

ครูต้องมีความรู้พื้นฐานเกี่ยวกับหลักสูตรเนื่องจาก หลักสูตรจะเป็นขอบเขตกำหนดว่า นักเรียนจะต้องเกิดการเรียนรู้สิ่งใดบ้างตามกำหนดเวลาที่กำหนดไว้ ครูที่รู้หลักสูตรจะสามารถจัดการเรียนการสอนแก่นักเรียนได้ตามขอบข่าย ซึ่งจะทำไม้เกิดการดำเนินงานได้อย่างเป็นระบบ

#### 1.4.2.1.2 การวิเคราะห์และประเมินหลักสูตร

ครูต้องสามารถวิเคราะห์หลักสูตรนั้นคือ การนำหลักสูตรมาทำความเข้าใจให้ถูกต้องตามที่กำหนดเอาไว้ และสามารถนำมาเขียนเป็นจุดประสงค์การเรียนรู้ที่ตรงตามหลักสูตรได้ และสามารถประเมินหลักสูตรนั้นคือการประเมินว่าหลักสูตรที่ใช้นั้นมีความเหมาะสมต่อนักเรียนของเราในด้านใด และนำมาปรับให้เหมาะสมแก่นักเรียนในชั้นเรียนได้

#### 1.4.2.1.3 ความรู้ด้านการเรียนการสอน

ครูต้องสามารถทำการจัดการเรียนการสอนได้ ตามรูปแบบการจัดการเรียนการสอนที่เหมาะสมต่อนักเรียนที่ตนเองสอน รู้จักการใช้เทคนิคการสอนที่เหมาะสมต่อการจัดการเรียนรู้ ใช้การควบคุมชั้นเรียน และประเมินผลการเรียนรู้ได้อย่างเหมาะสม

#### 1.4.2.1.4 ความสามารถด้านการวิจัยในชั้นเรียน

ครูต้องสามารถทำการวิจัยในชั้นเรียน ซึ่งจะทำให้เกิดการรู้จักและแก้ไขปัญหาที่เกิดขึ้นทั้งต่อผู้เรียน และต่อครู เพื่อพัฒนาการเรียนการสอนให้มีประสิทธิภาพมากขึ้น เป็นรากฐานที่ช่วยให้เกิดการปรับการจัดการเรียนรู้ได้เหมาะสมต่อผู้เรียนได้มากขึ้น

ความรู้ด้านการสอน เป็นการนำเอาองค์ประกอบจากตารางสังเคราะห์นี้ ได้แก่ ความรู้ด้านการเรียนการสอน มาศึกษาในเรื่องวิธีการสอนตามรูปแบบที่เหมาะสมต่อการจัดการเรียนการสอนนั้น

### 1.4.3 ความรู้ด้านเทคโนโลยี (Technological Knowledge: TK)

จากการศึกษาเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับความรู้ของครูด้านเทคโนโลยี (Technological Knowledge: TK) พบว่า ครูและนิสิตฝึกประสบการณ์วิชาชีพครูต้องมีความรู้ ความเข้าใจและทักษะเฉพาะทางด้านเทคนิคทั้งด้านแนวคิด รูปแบบ ระบบ และด้านอุปกรณ์ เครื่องมือ ครุภัณฑ์ ทั้งเก่าและใหม่ ที่แสดงถึงความเข้าใจที่ชัดเจนถูกต้องเกี่ยวกับวิธีการใช้ และประโยชน์ของเทคนิคเหล่านั้น ในการช่วยเหลือสนับสนุนให้การปฏิบัติงานในหน้าที่ครูได้ผลตามจุดมุ่งหมายที่กำหนดไว้ (Cox & Marshall, 2007; Gao, Tan, Wang, Wong, & Choy, 2011; ISTE, 2008; Koehler & Mishra, 2011; Koehler & Mishra, 2008; Chai, 2011; Schmidt et al., 2009; Yurdakul, 2012; Hew & Brush, 2007; Chai et al., 2010; Lux, 2010; Landry, 2010; Archambault & Barnett, 2010; Angeli & Valanides, 2009; Graham, 2011; Koh, 2011; Kafyulilo, 2010; Bersh, Benton, Lewis & McKenzie-Parrales, 2012; Lee, Feldman &

Beatty, 2012 อ้างถึงใน วรงค์ศรี แสงบรรจง, 2555) ความเข้าใจหลักการทำงานของเทคนิค สามารถขยายผลไปศึกษาเทคนิคขั้นสูงได้ด้วยตนเอง (Koehler & Mishra, 2011; Koehler & Mishra, 2008; Chai, 2011; Schmidt et al., 2009; Yurdakul, 2012; Chai et al., 2010; Landry, 2010; Kafyulilo, 2010; Bersh, Benton, Lewis & McKenzie-Parrales, 2012 อ้างถึงใน วรงค์ศรี แสงบรรจง, 2555) ความสามารถในการวิจัยเพื่อพัฒนานวัตกรรมทางเทคนิคที่มีประสิทธิผลสูง

จากที่กล่าวมาสรุปได้ว่า ความรู้ด้านเทคโนโลยี (Technological Knowledge: TK) หมายถึง ผลของการเรียนด้านความเข้าใจและทักษะเฉพาะทางด้านเทคนิคทั้งด้านแนวคิด รูปแบบ ระบบ และด้านอุปกรณ์ เครื่องมือ ครุภัณฑ์ ทั้งเก่าและใหม่ ที่แสดงถึงความเข้าใจที่ชัดเจนถูกต้องเกี่ยวกับวิธีการใช้ และประโยชน์ของเทคนิคเหล่านั้น ในการช่วยเหลือสนับสนุนให้การปฏิบัติงานในหน้าที่ครู ได้ผลตามจุดมุ่งหมายที่กำหนดไว้ ความเข้าใจหลักการทำงานของเทคนิค สามารถขยายผลไปศึกษาเทคนิคขั้นสูงได้ด้วยตนเอง และความสามารถในการวิจัยเพื่อพัฒนานวัตกรรมทางเทคนิคที่มีประสิทธิผลสูง ซึ่งสามารถจำแนกออกเป็น 4 องค์ประกอบ คือ 1.ความรู้พื้นฐานด้านเทคโนโลยี 2.ทักษะการใช้เทคโนโลยี 3.ทักษะการเรียนรู้เทคโนโลยีขั้นสูง 4.ทักษะการวิจัยเพื่อพัฒนาเทคโนโลยี

ตารางที่ 3 ตารางแสดงการสังเคราะห์องค์ประกอบความรู้ด้านเทคโนโลยี

องค์ประกอบ บทความที่	มิติ 1 ความรู้ พื้นฐานด้าน เทคโนโลยี	มิติ 2 ทักษะการ ใช้เทคโนโลยี	มิติ 3 ทักษะการ เรียนรู้เทคโนโลยี ขั้นสูง	มิติ 4 ทักษะการ วิจัยเพื่อพัฒนา เทคโนโลยี
Koehler & Mishra (2011)	/	/	/	
Koehler & Mishra (2008)	/		/	
Chai (2011)	/	/	/	
Schmidt et al. (2009)	/	/	/	
Yurdakul (2012)	/			
Hew & Brush (2007)	/	/		
Chai et al. (2010)	/	/	/	
Lux (2010)	/			
Landry (2010)	/		/	
Archambault & Barnett (2010)	/			
Angeli & Valanides (2009)	/			
Graham (2011)	/	/		
Koh (2011)	/			
Kafyulilo (2010)	/	/	/	
Cox & Marshall (2007)	/			
Geo et al. (2011)	/			
ISTE (2008)	/			
Bersh, Benton, Lewis & McKenzie- Parrales (2012)	/	/	/	
วรงค์ศรี แสงบรรจง (2555)				/

แหล่งที่มา วรงค์ศรี แสงบรรจง (2555)



### 1.4.3.1 อธิบายองค์ประกอบความรู้ด้านเทคโนโลยี

#### 1.4.3.1 ความรู้พื้นฐานด้านเทคโนโลยี

ครูต้องเข้าใจความรู้เกี่ยวกับเทคโนโลยีต่างๆ ที่เกี่ยวข้องกับเนื้อหาวิชาเฉพาะของตน เพื่อเป็นฐานให้เกิดการนำไปใช้ แก้ไข ปรับปรุงเทคโนโลยี ประกอบการสอนของตนเองได้

#### 1.4.3.2 ทักษะการใช้เทคโนโลยี

ครูต้องสามารถนำความรู้เทคโนโลยีต่างๆ ที่เกี่ยวข้องกับวิชาเฉพาะของตนมาจัดการเรียนการสอนประกอบกับเนื้อหาให้สอดคล้องกัน และส่งผลนักเรียนเข้าใจเรื่องที่กำลังเรียนรู้ให้มีประสิทธิภาพมากขึ้น

#### 1.4.3.3 ทักษะการเรียนรู้เทคโนโลยีขั้นสูง

ครูต้องสามารถเรียนรู้เทคโนโลยีขั้นสูงตามวิชาเฉพาะของตนเองได้ เพื่อนำมาประกอบการจัดการเรียนการสอนที่ส่งผลให้เกิดการเรียนรู้ที่มีประสิทธิภาพยิ่งขึ้น

#### 1.4.3.4 ทักษะการวิจัยเพื่อพัฒนาเทคโนโลยี

ครูต้องสามารถทำการวิจัยเนื่องจากเกิดปัญหาในการนำเทคโนโลยีมาใช้ และสามารถปรับปรุงแก้ไขให้เกิดการนำเทคโนโลยีมาใช้จัดการเรียนการสอนที่เหมาะสมต่อนักเรียนได้ ส่งผลให้นักเรียนเกิดการเรียนรู้อย่างมีประสิทธิภาพมากขึ้น

ความรู้ด้านเทคโนโลยี เป็นการนำเอาองค์ประกอบจากตารางสังเคราะห์นี้ ได้แก่ ความรู้พื้นฐานด้านเทคโนโลยี และทักษะการใช้เทคโนโลยี มาศึกษาเกี่ยวกับเทคโนโลยีทางการศึกษา ได้แก่ สื่อ อุปกรณ์ และเทคโนโลยีต่างๆ ที่เหมาะสมต่อการจัดการเรียนการสอนนั้น

## 1.5 แนวทางการพัฒนาแบบทดสอบความพร้อมของนิสิตนักศึกษาครูวิชาเอกชีววิทยาตามกรอบแนวคิดที่แพค

แนวทางการพัฒนาเกี่ยวกับการนำกรอบแนวคิดที่แพคมาใช้ การกำหนดองค์ประกอบจาก Melanie Jüttner, et al. (2013) ที่ออกแบบแบบทดสอบ ด้านความรู้เนื้อหา กับด้านความรู้เนื้อหา บูรณาการความรู้การสอนวิชาชีววิทยา ที่นำมาอธิบายของประกอบของสิ่งที่ทำการวัด ได้แก่ ความรู้ การอธิบาย ความรู้กระบวนการ ความรู้เชื่อมโยง ดังนี้ต่อไปนี้

ตารางที่ 4 แสดงการบรรยายองค์ประกอบในการบูรณาการความรู้การสอนวิชาชีววิทยา

องค์ประกอบของการศึกษาความรู้เนื้อหา	บรรยาย
ความรู้การอธิบาย	การรับรู้สิ่งนั้น
ความรู้กระบวนการ	การรับรู้ว่าเป็นอย่างไร
ความรู้เงื่อนไข	การรับรู้ว่าเป็นอย่างไร และทำไม
องค์ประกอบของการศึกษาความรู้การสอน	องค์ประกอบความรู้การสอน
ความรู้การอธิบาย	ความรู้เกี่ยวกับความเข้าใจของนักเรียน
ความรู้กระบวนการ	ความรู้เกี่ยวกับจำลองแบบ
ความรู้เงื่อนไข	ความรู้เกี่ยวกับการทดลอง

เมื่อกำหนดการอธิบายแล้วจะนำมาออกแบบแบบทดสอบ ตามเรื่องที่กำลังศึกษา ทั้งในด้านความรู้เนื้อหา กับความรู้เนื้อหาบูรณาการความรู้การสอนวิชาชีววิทยาในด้าน ความรู้การอธิบาย ความรู้กระบวนการ ความรู้เงื่อนไข ดังนี้ต่อไป

ตารางที่ 5 การออกแบบแบบทดสอบของการบูรณาการความรู้การสอนวิชาชีววิทยา

มิติของความรู้เนื้อหา และความรู้การสอน	หัวข้อ		
	เซลล์ของสิ่งมีชีวิต	โครงสร้างของพืชดอก	วิวัฒนาการ
ความรู้การอธิบาย	อัตรนัย/ข้อสอบหลาย ตัวเลือก	อัตรนัย/ข้อสอบหลาย ตัวเลือก	อัตรนัย/ข้อสอบหลาย ตัวเลือก
ความรู้กระบวนการ	อัตรนัย/ข้อสอบหลาย ตัวเลือก	อัตรนัย/ข้อสอบหลาย ตัวเลือก	อัตรนัย/ข้อสอบหลาย ตัวเลือก
ความรู้เงื่อนไข	อัตรนัย/ข้อสอบหลาย ตัวเลือก	อัตรนัย/ข้อสอบหลาย ตัวเลือก	อัตรนัย/ข้อสอบหลาย ตัวเลือก

#### ตัวอย่างการออกแบบการสร้างแบบทดสอบสถานการณ์

(ตัวอย่าง) แบบวัดความสามารถในการแก้ปัญหา (รัตนภรณ์ จินดาสวัสดิ์, 2555)

#### คำชี้แจง

1.แบบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาลักษณะเป็นข้อสอบอัตรนัยแบบกำหนดสถานการณ์ สถานการณ์จำนวน 5 เรื่อง เรื่องละ 4 ข้อคำถาม รวมทั้งสิ้น 20 ข้อคำถาม มีคะแนนเต็ม 60 คะแนน เวลาที่ใช้ในการสอบ 40 นาที

2.ให้นักเรียนอ่านสถานการณ์ที่กำหนดให้แล้วตอบคำถามแต่ละข้ออย่างละเอียดที่สุด

### สถานการณ์ที่ 1

เกาะแห่งหนึ่งเป็นเกาะขนาดเล็ก ประชากรส่วนใหญ่ประกอบอาชีพประมง เกาะนี้มีการผลิตไฟฟ้าใช้เองภายในเกาะได้ใช้เครื่องปั่นไฟฟ้าดีเซลในการผลิต และกำหนดให้มีการเดินเครื่องเฉพาะในช่วงกลางคืนเวลา 18.00-22.00 น. เท่านั้น เนื่องจากเกาะแห่งนี้มีธรรมชาติรอบเกาะที่สวยงามทำให้เริ่มมีนักท่องเที่ยวเข้ามาที่เกาะนี้มากขึ้น มีการก่อสร้างบ้านพักขนาดเล็กบริเวณชายหาดกว่า 30 หลัง มีการเพิ่มระยะเวลาการเดินเครื่องปั่นไฟเป็นช่วง 15.00-2.00 น. และช่วง 5.00-8.00 น. แทนเมื่อเวลาผ่านไปพบว่าสัตว์น้ำและปะการังน้ำตื้นลดจำนวนลง มีสีสนที่ไม่สดใส อีกทั้งชาวบ้านกลุ่มที่มีหน้าที่ดูแลเครื่องปั่นไฟและอาศัยอยู่ใกล้เคียงเริ่มมีอาการระคายเคืองตาและจมูก หายใจลำบากขึ้น ต้นไม้ที่อยู่โดยรอบมีคราบเขม่าสีเทาเข้มติดอยู่ตามใบมากผิดปกติ

1.ปัญหาที่เกิดขึ้นคืออะไร

.....

.....

2.นักเรียนคิดว่าสาเหตุของปัญหานั้นคืออะไร

.....

.....

3.นักเรียนมีข้อเสนอแนะอย่างไรในการช่วยแก้ปัญหา

.....

.....

4.ผลที่เกิดขึ้นจากการแก้ปัญหาที่นักเรียนได้เลือกไปในข้อที่สามคืออะไร

.....

.....

ผู้วิจัยนำการออกแบบการทดสอบมาเป็นแบบอย่างของการออกแบบในแบบทดสอบความพร้อมของนิสิตฝึกประสบการณ์วิชาชีพครู วิชา ชีววิทยา ตามกรอบแนวคิดที่แพค ซึ่งจะเป็นการทดสอบด้วยสถานการณ์ตามความสามารถด้านความรู้เทคโนโลยี การสอน และเนื้อหา โดยจะกำหนดแผนผังข้อสอบตามองค์ประกอบ ทั้งด้านความรู้เทคโนโลยี การสอน เนื้อหา ตามกรอบแนวคิดที่แพค ให้สอดคล้องกับวิชาชีววิทยา

## ตอนที่ 2 แนวคิดเกี่ยวกับเนื้อหาวิชาชีววิทยา

### 2.1 หลักสูตรชีววิทยา

การจัดทำหลักสูตรโดยสถานศึกษา ต้องจัดให้อยู่ในกรอบของหลักสูตรแกนกลางของประเทศ โดยสถานศึกษาเป็นผู้จัดทำหลักสูตรได้ตามความเหมาะสมกับผู้เรียนและท้องถิ่นที่เป็นที่ตั้งของสถานศึกษา ภายใต้กรอบสาระการเรียนรู้ และมาตรฐานการเรียนรู้ในแต่ละกลุ่มสาระของช่วงชั้นต่าง ๆ ที่กระทรวงศึกษาธิการกำหนดไว้ โดยกลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ ประกอบด้วย สาระที่เป็นองค์ความรู้ 8 สาระ และแต่ละสาระได้กำหนดมาตรฐานการเรียนรู้ของผู้เรียนไว้ด้วย สำหรับสาระที่เป็น องค์ความรู้ของชีววิทยา ประกอบด้วย สาระที่ 1 สิ่งมีชีวิตกับกระบวนการดำรงชีวิต และสาระที่ 2 ชีวิตกับสิ่งแวดล้อม (หลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน, 2551)

#### 2.1.1 สาระและมาตรฐานการเรียนรู้ชีววิทยา

หลักสูตรสาระการเรียนรู้ชีววิทยาในช่วงชั้นที่ 4 (มัธยมศึกษาปีที่ 4-6) ได้กำหนดคุณภาพของผู้เรียน สาระและมาตรฐานการเรียนรู้ไว้ดังนี้

##### 2.1.1.1 สาระที่ 1 : สิ่งมีชีวิตกับกระบวนการดำรงชีวิต

มาตรฐาน ว 1.1 เข้าใจหน่วยพื้นฐานของสิ่งมีชีวิต ความสัมพันธ์ของโครงสร้างและหน้าที่ของระบบต่าง ๆ ของสิ่งมีชีวิตที่ทำงานสัมพันธ์กัน มีกระบวนการสืบเสาะหาความรู้ สื่อสารสิ่งที่เรียนรู้ และนำความรู้ไปใช้ในการดำรงชีวิตของตนเองและดูแลสิ่งมีชีวิต

มาตรฐาน ว 1.2 เข้าใจกระบวนการและความสำคัญของการถ่ายทอดลักษณะพันธุกรรม วิวัฒนาการของสิ่งมีชีวิต ความหลากหลายทางชีวภาพ การใช้เทคโนโลยีชีวภาพที่มีผลต่อมนุษย์และสิ่งแวดล้อม มีกระบวนการสืบเสาะหาความรู้และจิตวิทยาศาสตร์ สื่อสารสิ่งที่เรียนรู้และนำความรู้ไปใช้ประโยชน์

##### 2.1.1.2 สาระที่ 2 : ชีวิตกับสิ่งแวดล้อม

มาตรฐาน ว 2.1 เข้าใจสิ่งแวดล้อมในท้องถิ่น ความสัมพันธ์ระหว่างสิ่งแวดล้อมกับสิ่งมีชีวิต ความสัมพันธ์ระหว่างสิ่งมีชีวิตต่าง ๆ ในระบบนิเวศมีกระบวนการสืบเสาะหาความรู้และจิตวิทยาศาสตร์ สื่อสารสิ่งที่เรียนรู้และนำความรู้ไปใช้ประโยชน์

มาตรฐาน ว 2.2 เข้าใจความสำคัญของทรัพยากรธรรมชาติ การใช้ทรัพยากร ธรรมชาติในระดับท้องถิ่นและโลก นำความรู้ไปใช้ในการจัดการทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อมในท้องถิ่นอย่างยั่งยืน

#### 2.1.2 แนวทางการจัดสาระการเรียนรู้ชีววิทยา

สาระการเรียนรู้ชีววิทยาพื้นฐานและเพิ่มเติมแบ่งตามหน่วยการเรียนรู้ดังต่อไปนี้

บทที่ 1 ธรรมชาติของสิ่งมีชีวิต

- บทที่ 2 เคมีที่เป็นพื้นฐานของสิ่งมีชีวิต
- บทที่ 3 เซลล์ของสิ่งมีชีวิต
- บทที่ 4 ระบบย่อยอาหารและการสลายสารอาหารระดับเซลล์
- บทที่ 5 การสืบพันธุ์และการเจริญเติบโตของสัตว์
- บทที่ 6 การรักษาคุณภาพในร่างกาย
- บทที่ 7 การเคลื่อนที่ของสิ่งมีชีวิต
- บทที่ 8 ระบบประสาทและอวัยวะรับความรู้สึก
- บทที่ 9 ระบบต่อมไร้ท่อ
- บทที่ 10 พฤติกรรมของสัตว์
- บทที่ 11 โครงสร้างและหน้าที่ของพืชดอก
- บทที่ 12 การสังเคราะห์ด้วยแสง
- บทที่ 13 การสืบพันธุ์ของพืชดอกและการเจริญเติบโต
- บทที่ 14 การควบคุมการเจริญเติบโตและการตอบสนองของพืช
- บทที่ 15 การถ่ายทอดทางพันธุกรรม
- บทที่ 16 ยีนและโครโมโซม
- บทที่ 17 พันธุศาสตร์และเทคโนโลยี DNA
- บทที่ 18 วิวัฒนาการ
- บทที่ 19 ความหลากหลายทางชีววิทยา
- บทที่ 20 ประชากร
- บทที่ 21 มนุษย์กับความยั่งยืนของสิ่งแวดล้อม

กล่าวโดยสรุปสาระและมาตรฐานการเรียนรู้ชีววิทยา ประกอบไปด้วย 2 สาระ ได้แก่ สาระที่ 1 สิ่งมีชีวิตกับกระบวนการดำรงชีวิต และสาระที่ 2 ชีวิตกับสิ่งแวดล้อม โดยแต่ละสถานศึกษาจะจัดการเรียนการสอนตามหลักสูตรไม่เหมือนกัน เพราะเป็นหลักสูตรช่วงชั้น แต่จะครอบคลุมกลุ่มสาระวิชาชีววิทยาทั้ง 6 กลุ่มเนื้อหา

## 2.2 มโนทัศน์ชีววิทยา

ความหมายของมโนทัศน์ คือ มโนทัศน์ เป็นคำที่แปลมาจากคำว่า concept ในภาษาอังกฤษ และได้มีการแปลมาเป็นคำภาษาไทยอีกหลายๆคำ เช่น ความคิดรวบยอด สังกัป มโนภาพ มโนคติ หรือ มโนมิตี โดยนักจิตวิทยาการศึกษาและนักศึกษาวิทยาศาสตร์ได้ให้ความหมายของคำว่า มโนทัศน์ หมายถึง ภาพทางสติปัญญาหรือนามธรรม ที่ถูกสร้างขึ้นโดยการขยายความรู้จากหลายๆ ประสบการณ์ที่มีความคล้ายคลึงกัน (Morse & Wingo, 1955 อ้างถึงใน เกรียงไกร อภัยวงศ์, 2548) การจำแนก หรือจัดระบบของสิ่งเร้า หรือเหตุการณ์ที่มีลักษณะเฉพาะร่วมกัน ทั้งนี้มโนทัศน์ไม่ใช่ตัว

ของสิ่งเร้าหรือเหตุการณ์และไม่ใช่ประสบการณ์ที่เกี่ยวกับสิ่งเร้านั้นๆ แต่เป็นการจัดประเภทของสิ่งเร้า (McDonald, 1960 อ้างถึงใน เกรียงไกร อภัยวงศ์, 2548) เป็นการเรียนรู้ที่นำไปสู่การคิด เป็นความคงที่ของการตอบสนองต่อสิ่งต่างๆ ซึ่งมีการสรุปครอบคลุมและการจำแนกความแตกต่างร่วมอยู่ด้วย (Ebel, 1972 อ้างถึงใน เกรียงไกร อภัยวงศ์, 2548) การจัดกลุ่มวัตถุ เหตุการณ์ หรือบุคคลที่มีสมบัติคล้ายคลึงกันเข้าด้วยกัน ซึ่งจะทำให้เกิดความเข้าใจในสิ่งต่างๆ ได้ง่าย และ มโนทัศน์จะทำให้เราจำแนกสิ่งใหม่ๆ ที่พบเห็นให้อยู่ในรูปที่เราสามารถเข้าใจตามพื้นฐานประสบการณ์ที่ผ่านมาของเรา (Feldmad, 1990 อ้างถึงใน เกรียงไกร อภัยวงศ์, 2548) ความคิดหลักที่เรามีต่อสิ่งนั้น เป็นความคิดโดยสรุปต่อสิ่งนั้น เป็นจินตนาการที่เกิดขึ้นในใจของเราต่อสิ่งนั้นเป็นจุดสำคัญของสิ่งนั้น เป็นคุณสมบัติหรือลักษณะเฉพาะของสิ่งนั้น ซึ่งแต่ละคนอาจสร้างมโนทัศน์ของสิ่งเดียวกันได้แตกต่างกัน (สุวัฒน์ นิยมคำ, 2517 อ้างถึงใน เกรียงไกร อภัยวงศ์, 2548) ความคิดความเข้าใจของบุคคลเกี่ยวกับสิ่งของหรือเหตุการณ์ต่างๆ ซึ่งทำให้บุคคลนั้นสามารถสรุปรวมลักษณะเหมือนหรือแยกแยะลักษณะแตกต่างเชิงคุณสมบัติของสิ่งของหรือเหตุการณ์นั้นได้ (สุจินต์ วิศวกรรมนท์, 2538 อ้างถึงใน เกรียงไกร อภัยวงศ์, 2548)

จากความหมายของมโนทัศน์ สรุปได้ว่า มโนทัศน์ คือ สิ่งที่แสดงให้เห็นถึงความคิด ความเข้าใจโดยสรุปเกี่ยวกับสิ่งใดสิ่งหนึ่ง ซึ่งสิ่งนั้นอาจจะเป็นได้ทั้งเหตุการณ์ วัตถุ ความคิด การกระทำ โดยเกิดจากการได้รับประสบการณ์ เกี่ยวกับสิ่งนั้นๆ แล้วใช้ลักษณะร่วมหรือลักษณะเฉพาะของสิ่งนั้นๆ มาประมวลเข้าด้วยกันเป็นความคิดโดยสรุปของสิ่งๆ นั้น เพื่อจัดจำแนกออกเป็นกลุ่ม เป็นประเภท โดยมโนทัศน์ที่ได้ของบุคคลหนึ่ง อาจจะมีเหมือนหรือแตกต่างกัน ตามประสบการณ์ วิทยุฒิของบุคคล

ความหมายของมโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์และมโนทัศน์ชีววิทยา

มโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์ ได้ถูกนักจิตวิทยาการศึกษาและนักศึกษาวิทยาศาสตร์ได้ให้ความหมายไว้ว่า สิ่งที่เป็นนามธรรมที่เกิดขึ้นจากการใช้ประสาทสัมผัสศึกษาสังเกตวัตถุที่เป็นรูปธรรม เช่น เซลล์ หรือเป็นสิ่งที่เกี่ยวข้องกับกระบวนการ เช่น ทฤษฎีจลน์ของสาร การอุปนัย หรือกระบวนการสังเคราะห์ด้วยแสง เป็นต้น (Sund & Trowbridge, 1973 อ้างถึงใน เกรียงไกร อภัยวงศ์, 2548) เป็นรูปแบบของความเข้าใจสิ่งแวดล้อมรอบตัวที่ง่ายที่สุด และเป็นการลงความเห็นหรือขยายความเข้าใจเกี่ยวกับการสังเกตความสัมพันธ์ระหว่างสิ่งแวดล้อม (George, 1974 อ้างถึงใน เกรียงไกร อภัยวงศ์, 2548) ความคิดที่เกี่ยวข้องกับสถานการณ์ทางธรรมชาติ สามารถพัฒนาผ่าน ประสบการณ์ทางวิทยาศาสตร์ที่หลากหลาย โดยนักเรียนจะพัฒนามโนทัศน์เมื่อเขาเข้าใจสิ่งที่เกิดขึ้นจากสิ่งที่เขาสำรวจตรวจสอบ ปฏิบัติทดลอง และประสบการณ์ทางวิทยาศาสตร์อื่นๆ เชื่อมโยงความเข้าใจนี้ไปยังประสบการณ์เดิมที่มีอยู่ มโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์สามารถประยุกต์ใช้ได้หลายวิชาหรือสถานการณ์ มโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์เป็นความคิดสำคัญของวิทยาศาสตร์ ถือว่ามโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์เป็น

ส่วนประกอบของสติปัญญาจากประสบการณ์หนึ่งไปยังอีกประสบการณ์หนึ่ง (Jacobson & Bergman, 1999 อ้างถึงใน เกรียงไกร อภัยวงศ์, 2548) เป็นความคิดหลักที่เรามีต่อสิ่งใดสิ่งหนึ่งซึ่งช่วยให้มีความรู้ ความเข้าใจเกี่ยวกับวัตถุหรือสถานการณ์ต่างๆ โดยที่ความเข้าใจดังกล่าวจะแตกต่างกันไปตามประสบการณ์ของบุคคล (ปรีชา วงศ์ชูศิริ, 2531 อ้างถึงใน เกรียงไกร อภัยวงศ์, 2548)

จากความหมายของมโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์สรุปได้ว่า มโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์ คือ ความคิด ความเข้าใจเกี่ยวกับสิ่งแวดล้อมที่อยู่รอบตัว อาจเป็นวัตถุ ปรากฏการณ์ หรือสถานการณ์ต่างๆ โดยเกิดจากการสังเกต สำรวจ ทดลอง และเชื่อมโยงความเข้าใจในข้อเท็จจริงของแต่ละ วัตถุ ปรากฏการณ์ หรือสถานการณ์ให้เข้ากับประสบการณ์เดิมที่มีอยู่ โดยคนเราสามารถพัฒนามโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์ซึ่งถือเป็นความคิดสำคัญของวิทยาศาสตร์ผ่านประสบการณ์ทางวิทยาศาสตร์ที่หลากหลาย

จากการศึกษาความหมายของมโนทัศน์ และมโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์ข้างต้น สรุปได้ว่า มโนทัศน์ของสิ่งใด จะหมายถึงความรู้ ความเข้าใจของสิ่งนั้น ดังนั้นจึงสรุปเป็นความหมายของมโนทัศน์ชีววิทยาได้ว่า มโนทัศน์ชีววิทยาคือ ความคิด ความเข้าใจโดยสรุปเกี่ยวกับเนื้อหาสาระชีววิทยา อันเกิดจากการได้รับประสบการณ์ทางวิทยาศาสตร์เกี่ยวกับเนื้อหาสาระชีววิทยา แล้วเชื่อมโยงสัมพันธ์ลักษณะหรือข้อเท็จจริงร่วมของแต่ละประสบการณ์เข้าด้วยกันให้เกิดเป็นความคิดโดยสรุป

### 2.2.1 ประเภทของมโนทัศน์

นักจิตวิทยาการศึกษาและนักการศึกษาได้จัดจำแนกประเภทของมโนทัศน์ไว้ โดย Gagne (1970) ได้แบ่งมโนทัศน์ออกเป็น 2 ประเภท

1. มโนทัศน์เชิงรูปธรรม (concrete concept) หมายถึง กลุ่มหรือสมาชิกภายในกลุ่มที่มีลักษณะทางกายภาพที่สัมผัสได้โดยใช้ประสาทสัมผัสที่คล้ายคลึงกันตั้งแต่หนึ่งลักษณะหรือมากกว่า
2. มโนทัศน์เชิงคำอธิบาย (defined concept) หมายถึง กลุ่มหรือสมาชิกภายในกลุ่มที่สามารถกำหนดนิยามหรือคำจำกัดความโดยใช้ลักษณะที่คล้ายกัน โดยลักษณะเหล่านี้ไม่สามารถสัมผัสและมีความสัมพันธ์กับมโนทัศน์อื่นๆ จึงเรียกว่า มโนทัศน์เชิงสัมพันธ์ (relation concept)

George et al. (1974) (อ้างถึงใน เกรียงไกร อภัยวงศ์, 2548) ได้แบ่งมโนทัศน์ออกเป็น 2 ประเภท ได้แก่

1. มโนทัศน์ที่สามารถสังเกตได้ (observable concept) หมายถึง มโนทัศน์ที่สามารถเรียนรู้ผ่านการสังเกตตัวอย่างเฉพาะของมโนทัศน์หรือสถานการณ์ที่เกี่ยวข้องกับมโนทัศน์
2. มโนทัศน์เชิงนามธรรม (abstract concept) หมายถึง มโนทัศน์ที่แสดงความสัมพันธ์ของสิ่งใดๆ ที่ถูกสร้างขึ้นโดยการนิยาม อาจจะยากสำหรับเด็กที่จะสร้างความเข้าใจ เพราะว่า มโนทัศน์นี้ถูกนำเสนอผ่านการพูดหรือการเขียน เช่น อะตอม ความดัน พลังงาน เป็นต้น

Bruner et al. (1996) (อ้างถึงใน เกรียงไกร อภัยวงศ์, 2548) ได้แบ่งมโนทัศน์เป็น 3 ประเภท ได้แก่

1. มโนทัศน์เชิงเชื่อมโยง (conjunctive concept) หมายถึง เกิดจากการเชื่อมโยงสัมพันธ์ ลักษณะที่คล้ายคลึงกันหลายๆลักษณะของสิ่งต่างๆ โดยลักษณะเหล่านั้นเป็นนามธรรมจากหลายๆ ประสบการณ์ของแต่ละคนที่เกี่ยวข้องกับวัตถุ สิ่งของ หรือเหตุการณ์ที่สามารถจัดเป็นประเภทหรือ ลำดับชั้นได้ เช่น เด็กผู้ชาย รถยนต์ หนังสือ เป็นต้น หรือการรวมลักษณะและคุณค่าเข้าด้วยกัน เช่น ลักษณะของน้ำหนักรวมกันเป็นมโนทัศน์ของสสาร และคำนิยามของสสาร คือ เป็นสิ่งที่มีน้ำหนักและ ต้องการที่อยู่

2. มโนทัศน์เชิงตรงกันข้าม (disjunctive concept) หมายถึง เป็นมโนทัศน์ที่เกิดจากการ ยอมรับตามกติกากำหนดไว้ โดยใช้คุณลักษณะหลายคุณลักษณะในการจัดประเภทต่างๆ เข้าเป็น มโนทัศน์โดยคุณลักษณะของลักษณะเหล่านั้นมีความแตกต่างกัน 3. มโนทัศน์เชิงความสัมพันธ์ (relation concept) หมายถึง การสร้างมโนทัศน์ด้วยความสัมพันธ์ระหว่างกลุ่มหรือสมาชิกภายใน กลุ่มมาพิจารณาคุณลักษณะที่แตกต่างกัน แต่กลุ่มหรือสมาชิกภายในกลุ่มมีความสัมพันธ์กันในบาง ลักษณะ

Gibson (1960) (อ้างถึงใน เกรียงไกร อภัยวงศ์, 2548) ได้แบ่งมโนทัศน์ออกเป็น 2 ประเภท ได้แก่

1. มโนทัศน์เชิงรูปธรรม (concrete concept) หมายถึง ความคิดที่สามารถเชื่อมโยงไปสู่ กลุ่มของวัตถุที่สัมผัสได้ เช่น สุนัข หนังสือ สี ขนาด เป็นต้น

2. มโนทัศน์เชิงนามธรรม (abstract concept) หมายถึง ความคิดที่ไม่สามารถเชื่อมโยงไปสู่ วัตถุที่สามารถสัมผัสได้หรือคุณภาพของวัตถุโดยตรง นั่นคือ คำนิยามของมโนทัศน์

จากการศึกษาประเภทของมโนทัศน์ที่ได้จัดจำแนกไว้ สรุปได้ว่า มโนทัศน์แบ่งออกเป็น 3 ประเภท ตามลักษณะที่เกิดขึ้น ได้แก่

1. มโนทัศน์ที่สังเกตได้โดยตรงโดยใช้ประสาทสัมผัส เป็นมโนทัศน์เกิดจากการใช้ประสาท สัมผัสในการสังเกตลักษณะของสิ่งใดๆ แล้วเชื่อมโยงสัมพันธ์ลักษณะสำคัญของแต่ละสิ่งเข้า ด้วยกันเกิดเป็นมโนทัศน์

2. มโนทัศน์ที่ไม่สามารถสังเกตได้โดยตรงโดยใช้ประสาทสัมผัส เป็นมโนทัศน์ที่แสดง ความสัมพันธ์ของสิ่งใดๆในลักษณะที่เป็นนามธรรม มักจะอยู่ในรูปคำนิยาม

3. มโนทัศน์ที่ใช้คุณลักษณะหลายๆลักษณะในการจัดประเภท เป็นมโนทัศน์ที่ยอมรับตาม กติกาหรือข้อกำหนดที่เกิดขึ้น โดยคุณลักษณะที่ใช้ในการจัดประเภทมีความแตกต่างกัน



ประเภทของมโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์

นักจิตวิทยาการศึกษาและนักการศึกษาได้จัดจำแนกประเภทของมโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์ไว้ โดย Romey (1968) (อ้างถึงใน เกรียงไกร อภัยวงศ์, 2548) ได้แบ่งมโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์เป็น 3 ประเภท ได้แก่

1. มโนทัศน์เกี่ยวกับแบ่งประเภท (classification concept) หมายถึง มโนทัศน์ที่เป็นคำอธิบายลักษณะร่วม โดยนำไปใช้บรรยายวัตถุ หรือสถานการณ์ต่างๆ

2. มโนทัศน์เชิงสัมพันธ์ (correlation concept) หมายถึง เป็นมโนทัศน์ที่บอกความสัมพันธ์ระหว่างข้อเท็จจริงที่เกี่ยวข้องกัน

3. มโนทัศน์เชิงทฤษฎี (theoretical concept) หมายถึง มโนทัศน์ที่อยู่นอกเหนือประสบการณ์ทางประสาทสัมผัสหรือข้อเท็จจริง แต่สอดคล้องกับเหตุการณ์ของคนที่สอดคล้องกับข้อเท็จจริง กล่าวถึงความสัมพันธ์ระหว่างเหตุและผล นำไปใช้ทำนายหรือพยากรณ์ต่างๆ

Sund & Trowbridge (1973) (อ้างถึงใน เกรียงไกร อภัยวงศ์, 2548) ได้แบ่งมโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์เป็น 2 ประเภท ได้แก่

1. มโนทัศน์เชิงรูปธรรม (concrete concept) เช่น เซลล์ เลนส์ เป็นต้น

2. มโนทัศน์เชิงกระบวนการพลวัต (dynamic process concept) เช่น การสังเคราะห์ด้วยแสง ออสโมซิส เป็นต้น

Lawson et al. (2000) (อ้างถึงใน เกรียงไกร อภัยวงศ์, 2548) ได้แบ่งมโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์เป็น 3 ประเภท ได้แก่

1. มโนทัศน์เชิงทฤษฎี (concrete concept) หมายถึง มโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์ที่ไม่สามารถสังเกตได้โดยตรงโดยใช้ประสาทสัมผัส แต่สามารถรับรู้ได้จากแนวคิดทฤษฎีที่นักวิทยาศาสตร์เสนอขึ้นมา เช่น มโนทัศน์อิเล็กตรอน อะตอม เป็นต้น และรวมทั้งมโนทัศน์ของกระบวนการที่เกี่ยวข้องกับปฏิกิริยาของอะตอมหรือโมเลกุล เช่น การแพร่ ไกลโคซิส เป็นต้น

2. มโนทัศน์เชิงบรรยาย (descriptive concept) หมายถึง มโนทัศน์เกิดขึ้นโดยตรงจากการสังเกตจากวัตถุหรือสถานการณ์ต่างๆ หลายๆ ครั้ง และเชื่อมโยงสัมพันธ์กับลักษณะร่วมที่สำคัญของวัตถุหรือเหตุการณ์นั้นๆ เข้าด้วยกันจนเกิดเป็นมโนทัศน์ รวมถึงมโนทัศน์เกี่ยวกับตำแหน่ง และขนาดของวัตถุ เช่น การนอน การร้องไห้ สั้นกว่า เป็นต้น 3. มโนทัศน์เชิงสอดแทรก (intermediate concept) หมายถึง มโนทัศน์ที่ไม่สามารถสังเกตได้โดยตรง แต่รับรู้ได้ เช่น กระบวนการแทนที่ทางธรรมชาติ การคัดเลือกโดยธรรมชาติ เป็นต้น การเกิดมโนทัศน์มีข้อจำกัดที่ระยะเวลาในการสังเกตสถานการณ์นั้นๆ

จากการศึกษาประเภทของมโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์ที่ได้จัดจำแนกไว้ สรุปได้ว่า มโนทัศน์แบ่งออกเป็น 3 ประเภท ได้แก่

1. มโนทัศน์เชิงทฤษฎี เป็นมโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์ที่เกิดขึ้นหรือรับรู้จากการศึกษาแนวคิดทฤษฎีที่นักวิทยาศาสตร์แต่ละคนได้นำเสนอไว้ เช่น มโนทัศน์ของอะตอม อิเล็กตรอน เป็นต้น
2. มโนทัศน์เชิงบรรยาย เป็นมโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์ที่เกิดขึ้นหรือรับรู้จากการใช้ประสาทสัมผัสสังเกตสิ่งต่างๆหลายๆครั้ง และเชื่อมโยงสัมพันธ์ลักษณะร่วมที่สำคัญเข้าด้วยกันจนเกิดเป็นมโนทัศน์เช่น การทดลองสารอาหารจำพวกโปรตีน การเคลื่อนที่ของวัตถุ เป็นต้น
3. มโนทัศน์เชิงสอดแทรก เป็นมโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์ที่เกิดขึ้นหรือรับรู้ได้ แต่ไม่สามารถสังเกตได้โดยตรง เนื่องจากข้อจำกัดด้านระยะเวลาในการสังเกต เช่น การเคลื่อนที่ของเปลือกโลก กระบวนการแทนที่ในระบบนิเวศ เป็นต้น

## 2.2.2 แนวทางการวัดมโนทัศน์ชีววิทยา

นักจิตวิทยาการศึกษาและนักการศึกษาได้เสนอแนวทางการวัดมโนทัศน์ชีววิทยาไว้ดังนี้  
 Odum & Barrow (1995) (อ้างถึงใน เกรียงไกร อภัยวงศ์, 2548) ได้เสนอลำดับขั้นในการพัฒนาแบบวัดมโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์ โดยสรุปได้ว่า

1. ศึกษามโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนจากการทำแบบวัดมโนทัศน์แบบเลือกตอบที่กำหนดให้เขียนเหตุผลสนับสนุนในการเลือกตอบ และการสัมภาษณ์
2. สร้างแบบวัดมโนทัศน์แบบเลือกตอบ ซึ่งประกอบด้วยคำถาม 2 ตอน คือ
  - 2.1 เป็นข้อคำถามเชิงเนื้อหา ซึ่งอาจมีตัวเลือก 2-4 ตัว
  - 2.2 ส่วนของเหตุผลสนับสนุนคำตอบที่เลือกในตอนแรกซึ่งมี 4 เหตุผลสนับสนุนแบ่งออกเป็น 2 ส่วน
    - 2.2.1 เหตุผลสนับสนุนคำตอบ 3 เหตุผลแรก โดยสร้างขึ้นจากมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียน
    - 2.2.2 เหตุผลสนับสนุนคำตอบที่ 4 ลักษณะเป็นปลายเปิด

Jenkins & Deno (1971) (อ้างถึงใน เกรียงไกร อภัยวงศ์, 2548) เสนอแนวทางการวัดมโนทัศน์ไว้ ดังนี้

1. ให้นักเรียนเขียนคำนิยามของมโนทัศน์ โดยการทำแบบสอบอัตนัยหรือการพูดอธิบาย
2. ให้นักเรียนยกตัวอย่างของมโนทัศน์ โดยการทำแบบสอบอัตนัยหรือการพูดอธิบาย
3. ให้นักเรียนจำแนกว่า สิ่งใดที่เป็นตัวอย่างและสิ่งใดที่ไม่เป็นตัวอย่างของมโนทัศน์ โดยการใช้แบบสอบปรนัยหรืออัตนัย
4. ให้นักเรียนวิเคราะห์คำนิยามของมโนทัศน์เพื่อระบุองค์ประกอบและสิ่งที่เกี่ยวข้องกับมโนทัศน์ โดยการทำแบบสอบปรนัยหรืออัตนัย

Anderson, Fisher & Norman (2002) (อ้างถึงใน เกรียงไกร อภัยวงศ์, 2548) ได้พัฒนาแบบวัดมโนทัศน์ชีววิทยา เรื่อง การคัดเลือกทางธรรมชาติ โดยมีขั้นตอนการพัฒนา ดังต่อไปนี้

1. ประเมินความรู้เกี่ยวกับการคัดเลือกทางธรรมชาติของนักศึกษาที่ไม่ได้เรียนวิชาเอกชีววิทยา โดยให้ทำแบบสอบถามปลายเปิด ที่พัฒนามาจากแบบวัดของ Bishop & Anderson เพื่อจะได้รับข้อมูลเกี่ยวกับความเชื่อในเรื่องการคัดเลือกทางธรรมชาติที่ครอบคลุม

2. ศึกษาเอกสารงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการคัดเลือกทางธรรมชาติ โดยทำงานร่วมกับนักศึกษาปริญญาตรีและปริญญาโท

3. สัมภาษณ์เชิงลึกนักศึกษาศึกษาที่เรียนวิชาเอกชีววิทยา เพื่อจะได้รับข้อมูลเกี่ยวกับความเข้าใจมโนทัศน์เกี่ยวกับการคัดเลือกทางธรรมชาติและมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อน

4. กำหนดเนื้อหาที่ต้องการวัดมโนทัศน์

5. เลือกประเภทและรูปแบบของแบบวัดมโนทัศน์

6. สร้างแบบวัดมโนทัศน์รูปแบบเลือกตอบตอนเดียว โดยกำหนดสถานการณ์ให้ เพื่อนำไปสู่คำถามที่สะท้อนความคิด

จากการศึกษาแนวทางในการวัดมโนทัศน์ชีววิทยา สรุปได้ดังนี้

1. ใช้แบบวัดมโนทัศน์แบบอัตนัย
2. ใช้แบบวัดมโนทัศน์แบบปรนัยตอนเดียว โดยกำหนดสถานการณ์ให้ เพื่อนำไปสู่ข้อคำถาม
3. ใช้แบบวัดแบบปรนัยสองตอนโดยตอนที่หนึ่งเป็นข้อคำถามเชิงเนื้อหา และตอนที่สองเป็นส่วนเหตุผลสนับสนุนคำตอบที่เลือกในตอนทีหนึ่ง

4. ใช้วิธีการสอบปากเปล่า

จากการทบทวนวรรณกรรมเนื้อหาในวิชาชีววิทยาจะเป็นไปตามหลักสูตรแกนกลางสถานศึกษา (2551) และสาระการเรียนรู้นั้นจะทำการศึกษามโนทัศน์วิชาชีววิทยา โดยการทบทวนวรรณกรรมที่เกี่ยวข้องในด้านความรู้เนื้อหา ตามกรอบแนวคิดที่แพค ได้เป็นดังนี้ 1. ความรู้ที่ชัดเจนถูกต้องแม่นยำ 2. ความเข้าใจหลักการ 3. ทักษะการอธิบายสาระที่ยาก 4. การศึกษาเนื้อหาขั้นสูงได้ด้วยตนเอง โดยการศึกษานี้จะทำการศึกษาความรู้เนื้อหาในด้านความรู้ที่ชัดเจนถูกต้องแม่นยำ ความเข้าใจหลักการ และการศึกษาเนื้อหาขั้นสูงได้ด้วยตนเอง และไม่ได้ทำการศึกษาทักษะการอธิบายสาระที่ยาก เพราะเกี่ยวข้องกับความรู้ด้านการสอน ทั้งหมดนี้จะครอบคลุมเนื้อหาตามหลักสูตรแกนกลางสถานศึกษา (2551) วิชา ชีววิทยา ที่ประกอบไปด้วย 2 สาระ ได้แก่ สิ่งมีชีวิตกับกระบวนการดำรงชีวิต และชีวิตกับสิ่งแวดล้อม

### ตอนที่ 3 แนวคิดเกี่ยวกับวิธีการสอนวิชาชีววิทยา

#### 3.1 วิธีสอนโดยการทดลอง

เป็นกระบวนการเรียนรู้ที่ผู้สอนช่วยให้ผู้เรียนเกิดการเรียนรู้ตามจุดประสงค์ที่กำหนด โดยได้ร่วมกันกำหนดปัญหาและสมมติฐานในการทดลอง ซึ่งผู้สอนได้ให้คำแนะนำกับผู้เรียนให้เกิดการลงมือปฏิบัติตามขั้นตอนที่กำหนดโดยใช้วัสดุอุปกรณ์ที่จำเป็น ในการเก็บรวบรวมข้อมูล วิเคราะห์ข้อมูล สรุปและอภิปรายผลการทดลอง และสรุปการเรียนรู้ที่ได้จากการทดลองวิธีสอนโดยใช้การทดลอง เป็นวิธีที่มุ่งให้ผู้เรียนรายบุคคลหรือรายกลุ่มเกิดการเรียนรู้โดยการเห็นผลประจักษ์ชัดจากการคิด และการกระทำของตนเอง ซึ่งทำให้เกิดการเรียนรู้ที่ตรงกับความจริง ซึ่งจะมีความหมายแก่ผู้เรียนทำให้จำได้นาน (ทิตินา แชมมณี, 2554)

##### 3.1.1 องค์ประกอบของวิธีสอน

1.ผู้สอนและผู้เรียน 2.ปัญหาและสมมติฐานในการทดลอง 3.วัสดุอุปกรณ์สำหรับการทดลอง 4.การทดลอง 5.ผลการเรียนรู้ของผู้เรียนที่เกิดขึ้นจากการทดลอง

##### 3.1.2 ขั้นตอนสำคัญ

1.การร่วมกันกำหนดปัญหาและสมมติฐานการทดลอง 2.ผู้สอนให้ความรู้ที่จำเป็นในการประกอบการทดลอง 3.ผู้เรียนลงมือทดลองโดยวัสดุอุปกรณ์ที่จำเป็นตามขั้นตอนที่กำหนดให้ 4.ผู้เรียนวิเคราะห์และสรุปผลการทดลอง 5.ผู้เรียนและผู้สอนอภิปรายผลการทดลอง และสรุปการเรียนรู้ 6.ผู้สอนประเมินผลการเรียนรู้ของผู้เรียน

##### 3.1.3 เทคนิคและข้อเสนอแนะในการใช้วิธีสอนโดยการทดลอง

1. การเตรียมการ ผู้สอนจะกำหนดจุดมุ่งหมาย กำหนดปัญหาการทดลอง และกระบวนการหรือขั้นตอนในการดำเนินการทดลองให้ชัดเจน การจัดเตรียมวัสดุอุปกรณ์ในการทดลองให้พร้อม และลองซ้อมการทดลองเพื่อให้สอดคล้องกับประเด็นปัญหาเพื่อนำกลับมาปรับปรุงขั้นตอนการทดลองให้มีความละเอียดและชัดเจนยิ่งขึ้น โดยผู้สอนจะต้องมีคู่มือการทดลองแก่ผู้เรียน และประเด็นคำถามที่ให้ผู้เรียนตอบตามแนวทางของการทดลอง รวมถึงความรู้ที่เป็นพื้นฐานในการทดลองที่มีความจำเป็นอย่างต่อการทดลองนี้อย่างเหมาะสม

2. การนำเสนอเรื่อง/ตัวปัญหาที่จะใช้ในการทดลอง ผู้สอนอาจเป็นผู้นำเสนอปัญหาที่จะใช้ในการทดลอง ซึ่งถ้าสามารถทำให้ปัญหามาจากตัวผู้เรียนก็จะยิ่งดี และจำทำให้การทดลองนั้นมีความหมายแก่ผู้เรียนมากขึ้น

3. การให้ความรู้/ขั้นตอน/รายละเอียดในการทดลอง ผู้สอนอาจจะเป็นผู้กำหนดขั้นตอนและรายละเอียดในการทดลอง หรืออาจจะให้ผู้เรียนร่วมกันวางแผนและกำหนดขั้นตอนการทดลองที่

แล้วแต่เนื้อหาสาระให้เหมาะสม ซึ่งการร่วมกันกำหนดจะช่วยพัฒนาผู้เรียนด้านทักษะต่างๆ ได้มากขึ้นอีก และผู้เรียนจะกระตือรือร้นมากขึ้น อย่างไรก็ตามครูต้องเป็นผู้คอยดูแลให้คำปรึกษาและความช่วยเหลือต่อผู้เรียนอย่างใกล้ชิด

4. การทดลอง การทดลองสามารถทำได้หลายแบบ ซึ่งผู้ทดลองอาจจะเป็นผู้ให้คำแนะนำการทดลองและให้ผู้เรียนปฏิบัติตามขั้นตอนที่กำหนดไว้ทั้งหมด หรือผู้สอนอาจจะลงมือทำเอง ให้ผู้เรียนทำตามและสังเกตการทดลองตามไปที่ละขั้น หรือผู้สอนสามารถทำการทดลองจนจบขั้นตอนและผู้เรียนเริ่มทำการทดลองเอง ซึ่งจะต้องใช้เทคนิคให้เหมาะสมกับลักษณะการทดลองในครั้งนั้น ซึ่งผู้เรียนจะทำการเรียนรู้ได้ดีถ้าหากมีทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ซึ่งผู้สอนควรจะฝึกฝนให้ผู้เรียนก่อนที่ผู้เรียนจะทำการทดลอง ดังนี้

1. ทักษะการสังเกต
2. ทักษะการวัด
3. ทักษะการจำแนกประเภท
4. ทักษะการหาความสัมพันธ์ระหว่างสเปซกับเวลา
5. ทักษะการใช้ตัวเลข
6. ทักษะการสื่อความหมายข้อมูล
7. ทักษะการลงความคิดเห็นจากข้อมูล
8. ทักษะการพยากรณ์
9. ทักษะการตั้งสมมติฐาน
10. ทักษะการกำหนดนิยามเชิงปฏิบัติการของตัวแปร
11. ทักษะการกำหนดและควบคุมตัวแปร
12. ทักษะการทดลอง
13. ทักษะการตีความหมายข้อมูลและลงข้อสรุป

5. การรวบรวมข้อมูล ผู้สอนควรให้คำแนะนำแก่ผู้เรียนในการสังเกตการณ์ทดลอง บันทึกข้อมูลการทดลองและเก็บรวบรวมข้อมูลอย่างเป็นระบบ ให้ความเอาใจใส่ในการทดลอง และกระบวนการร่วมกันทำงานของผู้เรียนด้วย

6. การวิเคราะห์สรุปผลการทดลองและสรุปการเรียนรู้ ผู้สอนควรให้คำแนะนำแก่ผู้เรียนเกี่ยวกับวิธีการวิเคราะห์ข้อมูลและการสรุปผล ซึ่งจะช่วยให้ผู้เรียนพัฒนาทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ซึ่งสามารถนำไปใช้ประโยชน์ในเรื่องอื่นๆ อีกมากมาย และผู้สอนควรให้ผู้เรียนอภิปรายเกี่ยวกับกระบวนการแสวงหาความรู้ กระบวนการทำงาน และกระบวนการอื่นๆ รวมทั้งสรุปการเรียนรู้ร่วมกัน

### 3.1.4 ข้อดีและข้อจำกัดของวิธีสอนโดยใช้การทดลอง

ข้อดี 1.เป็นวิธีสอนที่ผู้เรียนได้รับประสบการณ์โดยตรง ทำให้เกิดการเรียนรู้ที่ดี มีความเข้าใจ และจะจดจำการเรียนรู้ได้นาน 2.เป็นวิธีสอนที่ผู้เรียนมีโอกาสได้เรียนรู้และพัฒนาทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ 3.เป็นวิธีสอนที่ผู้เรียนมีส่วนร่วมในกิจกรรมมาก

ข้อจำกัด 1.เป็นวิธีสอนที่มีค่าใช้จ่ายสูง เนื่องจากมีอุปกรณ์ วัสดุ เครื่องมือต่างๆ 2.เป็นวิธีสอนที่ใช้เวลามาก 3.เป็นวิธีสอนที่ผู้สอนต้องมีความรู้ความเข้าใจ และทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ จึงจะสามารถสอนและฝึกฝนให้ผู้เรียนเกิดการเรียนรู้ได้ดี

### 3.2 วิธีสอนโดยใช้การบรรยาย

เป็นกระบวนการสอนที่ผู้สอนช่วยให้ผู้เรียนเกิดการเรียนรู้ตามวัตถุประสงค์ที่กำหนด โดยการเตรียมเนื้อหาสาระ แล้วบรรยายเนื้อหาสาระหรือสิ่งที่ต้องการสอนแก่ผู้เรียน โดยที่มุ่งเน้นให้ผู้เรียนจำนวนมากได้เรียนรู้เนื้อหาสาระหรือข้อความรู้จำนวนมากพร้อมๆกันได้ในเวลาจำกัด

#### 3.2.1 องค์ประกอบสำคัญของวิธีสอน

1.ผู้สอนและผู้เรียน 2.เนื้อหาสาระ หรือข้อความรู้ที่ต้องการให้ผู้เรียนได้เรียนรู้ 3.การบรรยายโดยผู้สอน 4.ผลการเรียนรู้ของผู้เรียนที่เกิดจากการบรรยาย

#### 3.2.2 ขั้นตอนสำคัญของการสอน

1.ผู้สอนเตรียมเนื้อหาสาระที่จะบรรยาย 2.ผู้สอนบรรยายเนื้อหาสาระที่ต้องการให้ผู้เรียนได้เรียนรู้ 3. ผู้สอนประเมินผลการเรียนรู้ของผู้เรียน

#### 3.2.3 เทคนิคและข้อเสนอแนะต่างๆที่ทำให้เกิดการสอนบรรยายอย่างมีประสิทธิภาพ

1. การเตรียมการบรรยาย ผู้สอนต้องศึกษาเนื้อหาสาระที่จะสอนให้เข้าใจแจ่มแจ้ง หากพบว่ามีจุดใดที่สงสัย ควรค้นคว้าให้กระจ่างเสียก่อน ต่อจากนั้นเลือกเนื้อหาสาระที่จำเป็น และเนื้อหาสาระที่ไม่จำเป็นอาจตัดออก และจัดลำดับเนื้อหาสาระว่าสิ่งใดควรพูดก่อน พูดหลัง และจะเชื่อมโยงกันอย่างไร เนื้อหาสาระใดที่ยังคลุมเครือควรหาตัวอย่างประกอบหรือควรใช้สื่อช่วย และควรแสวงหาเทคนิคการนำเสนอที่น่าสนใจ ทำทหายความคิดและเข้าใจได้ง่าย ผู้สอนควรมีโครงร่างสำหรับการบรรยาย และเอกสารประกอบการบรรยายแจกให้แก่ผู้เรียน

2. การบรรยาย เมื่อเริ่มบรรยาย ผู้บรรยายควรเร้าความสนใจของผู้เรียน และพยายามรักษาความสนใจนั้นให้คงอยู่ตลอดการบรรยายด้วยเทคนิคต่างๆ เช่น

1. การใช้ปัญหาเป็นสิ่งเร้า
2. การใช้การทดสอบก่อนเรียนและหลังเรียน
3. การใช้สื่อประกอบ

4. การใช้ช้คำถามประกอบการบรรยาย
5. การใช้กิจกรรมประกอบการบรรยาย
6. การยกตัวอย่างประกอบการบรรยาย
7. การใช้อารมณ์ขัน
8. การเปิดโอกาสให้ผู้ฟังซักถาม และแสดงความคิดเห็น

3. การอภิปรายซักถาม และประเมินผลการเรียนรู้ของผู้เรียน ก่อนยุติการบรรยายผู้สอนควรสรุปสาระสำคัญของการบรรยาย และควรเปิดโอกาสให้ซักถามอภิปรายแลกเปลี่ยนความคิดเห็นกัน และควรมีการทดสอบหลังบรรยายด้วยวิธีการต่างๆ เช่น การสุ่มถามผู้เรียน เป็นต้น

### 3.2.4 ข้อดีและข้อจำกัดของวิธีสอนโดยการบรรยาย

ข้อดี ได้แก่ 1.เป็นวิธีสอนที่ใช้เวลาน้อย เมื่อเทียบกับวิธีสอนแบบอื่นๆ 2.เป็นวิธีสอนที่ใช้กับผู้เรียนจำนวนมาก 3.เป็นวิธีสอนที่สะดวก ไม่ยุ่งยาก 4.เป็นวิธีสอนที่ถ่ายทอดเนื้อหาสาระได้มาก

ข้อจำกัด ได้แก่ 1.เป็นวิธีสอนที่ผู้เรียนมีบทบาทน้อย จึงทำให้ผู้เรียนขาดความสนใจ 2.เป็นวิธีสอนที่อาศัยความสามารถของผู้บรรยาย ถ้าผู้บรรยายไม่มีศิลปะในการบรรยายที่ดึงดูดใจผู้เรียน ผู้เรียนอาจขาดความสนใจ และถ้าผู้สอนขาดการเรียบเรียงเนื้อหาสาระอย่างเหมาะสม ผู้เรียนอาจไม่เข้าใจ และไม่สามารถซักถามได้ 3.เป็นวิธีสอนที่ไม่สามารถสนองตอบความต้องการและความแตกต่างระหว่างบุคคล

### 3.3. วิธีสอนโดยใช้การสาธิต

เป็นกระบวนการสอนที่ผู้สอนช่วยให้ผู้เรียนเกิดการเรียนรู้ตามวัตถุประสงค์ที่กำหนด โดยแสดงหรือทำสิ่งที่ต้องการให้ผู้เรียนได้เรียนรู้ ให้นักเรียนสังเกตดู แล้วให้นักเรียนซักถาม อภิปรายและสรุปการเรียนรู้ที่ได้จากการสังเกตการณ์สาธิต ซึ่งเป็นวิธีสอนที่มุ่งเน้นให้ผู้เรียนทั้งชั้นได้เห็นการปฏิบัติจริงด้วยตนเอง ทำให้เกิดความเข้าใจในเรื่องหรือการปฏิบัตินั้นชัดเจนขึ้น

#### 3.3.1 องค์ประกอบสำคัญของวิธีสอน

1.ผู้สอนและผู้เรียน 2.เรื่องหรือสิ่งที่จะสาธิต 3.การแสดง/การทำ/ให้ผู้เรียนสังเกต 4.ผลการเรียนรู้ของผู้เรียนที่เกิดจากการสาธิต

#### 3.3.2 ขั้นตอนสำคัญของการสอน

1.ผู้สอนแสดงการสาธิต ผู้เรียนสังเกตการณ์สาธิต 2.ผู้สอนและผู้เรียนอภิปรายและสรุปการเรียนรู้ที่ได้จากการสาธิต 3.ผู้สอนประเมินผลการเรียนรู้ของผู้เรียน

### 3.3.3 เทคนิคและข้อเสนอแนะต่างๆที่ทำให้เกิดการสอนบรรยายอย่างมีประสิทธิภาพ

1. การเตรียมการ ผู้สอนควรมีการซ้อมการสาธิตก่อนเพื่อจะให้เห็นปัญหาและเตรียมแก้ไข/ป้องกันปัญหาที่จะเกิดขึ้น ต่อไปจึงจัดเตรียมวัสดุ อุปกรณ์ เครื่องมือ และสถานที่ที่จะใช้ในการสาธิต และจัดวางไว้อย่างเหมาะสมสะดวกแก่การใช้ ควรจัดเตรียมแบบสังเกตการสาธิต และเตรียมคำถามหรือประเด็นที่จะให้ผู้เรียนได้ร่วมคิดและอภิปรายด้วย

2. ก่อนการสาธิต ผู้สอนควรให้ความรู้เกี่ยวกับเรื่องที่สาธิตแก่ผู้เรียนอย่างเพียงพอที่จะทำให้ผู้เรียนเกิดความเข้าใจสิ่งที่สาธิตได้ดี โดยอาจให้วิธีบรรยาย หรือเตรียมเอกสารที่ให้รายละเอียดเกี่ยวกับลำดับขั้นตอนให้ผู้เรียน หรือใช้สื่อ หรือผู้สอนอาจมอบหมายให้ผู้เรียนไปศึกษาเนื้อหาสาระที่จะสาธิตมาล่วงหน้า นอกจากนั้นควรให้คำแนะนำแก่ผู้เรียนในการสังเกต ผู้สอนอาจใช้เทคนิคการมอบหมายผู้เรียนรายบุคคลสังเกตเป็นพิเศษเฉพาะจุดเฉพาะประเด็น เพื่อช่วยให้ผู้เรียนตั้งใจสังเกต และมีส่วนร่วมอย่างทั่วถึง

3. การสาธิต ผู้สอนอาจใช้วิธีบรรยายประกอบการสาธิต การสาธิตควรเป็นไปอย่างมีลำดับขั้นตอน ใช้เวลาอย่างเหมาะสมไม่เร็วเกินไป ขณะสาธิตอาจใช้แผนภูมิกระดานดำหรือแผ่นใสประกอบ และควรเปิดโอกาสให้ผู้เรียนซักถาม หรือซักถามผู้เรียนเพื่อกระตุ้นความคิดและความสนใจของผู้เรียน และในบางกรณีอาจให้ผู้เรียนบางคนมาช่วยในการสาธิตด้วย อาจมีการสาธิตซ้ำหากผู้เรียนยังไม่เกิดความเข้าใจชัดเจน ในกรณีที่มีการสาธิตมีสิ่งนี้อาจเป็นอันตรายได้ ผู้สอนจะต้องสอนให้ผู้เรียนรู้และระมัดระวังในเรื่องความปลอดภัย และควรเตรียมการป้องกันและแก้ไขปัญหาไว้ด้วย

4. การอภิปรายสรุปการเรียนรู้ หลังจากการสาธิตแล้ว ผู้สอนควรให้ผู้เรียนรายงานสิ่งที่ได้สังเกตแลกเปลี่ยนกัน เปิดโอกาสให้ผู้เรียนซักถาม ผู้สอนควรเตรียมคำถามไว้กระตุ้นให้ผู้เรียนคิดด้วย ผู้เรียนอภิปรายแลกเปลี่ยนความรู้ความคิดที่แต่ละคนได้รับจากการสาธิตของครูและร่วมกันสรุปการเรียนรู้ที่ได้รับ

### 3.3.4 ข้อดีและข้อจำกัดของวิธีสอนโดยใช้การสาธิต

ข้อดี 1. เป็นวิธีสอนที่ช่วยให้ผู้เรียนได้รับประสบการณ์ตรงเห็นสิ่งที่เรียนรู้อย่างเป็นรูปธรรม ทำให้เกิดความเข้าใจและจดจำในเรื่องที่สาธิตได้ดีและนาน 2. เป็นวิธีสอนที่ประหยัดเวลา อุปกรณ์และค่าใช้จ่าย หากใช้ทดแทนการทดลอง 3. เป็นวิธีสอนที่สามารถสอนผู้เรียนได้จำนวนมาก

ข้อจำกัด 1. หากกลุ่มใหญ่ ผู้เรียนอาจสังเกตเห็นการสาธิตไม่ชัดเจน และทั่วถึง 2. เป็นวิธีที่ผู้สอนเป็นผู้สาธิต จึงอาจไม่เห็นพฤติกรรมของผู้เรียน 3. เป็นวิธีที่ผู้เรียนอาจมีส่วนร่วมไม่ทั่วถึง และมากพอ 4. เป็นวิธีที่ผู้เรียนไม่ได้ลงมือทำเอง จึงอาจไม่เกิดความรู้ที่ลึกซึ้งเพียงพอ



### 3.4. วิธีสอนโดยการใช้เกม

วิธีสอนโดยการใช้เกม คือ กระบวนการที่ผู้สอนใช้ในการช่วยให้ผู้เรียนเกิดการเรียนรู้ตามวัตถุประสงค์ที่กำหนด โดยการให้ผู้เรียนเล่นเกมตามกติกา และนำเนื้อหาและข้อมูลของเกม พฤติกรรมการเล่น วิธีการเล่น และผลการเล่นเกมของผู้เรียนมาใช้ในการอภิปรายเพื่อสรุปการเรียนรู้ โดยวิธีสอนโดยการใช้เกม เป็นวิธีการที่ช่วยให้ผู้เรียนได้เรียนรู้เรื่องต่างๆ อย่างสนุกสนานและท้าทายความสามารถ โดยผู้เรียนเป็นผู้เล่นเอง ทำให้ได้รับประสบการณ์ตรง เป็นวิธีการที่เปิดโอกาสให้ผู้เรียนมีส่วนร่วมสูง

#### 3.4.1 องค์ประกอบสำคัญที่ขาดไม่ได้ของวิธีสอน

1. มีผู้สอนและผู้เรียน 2. มีเกมและกติกาการเล่น 3. มีการเล่นเกมตามกติกา 4. มีการอภิปรายเกี่ยวกับผลการเล่น วิธีการเล่น และพฤติกรรมการเล่นของผู้เล่นหลังการเล่น 5. มีผลการเรียนรู้ของผู้เรียน

#### 3.4.2 ขั้นตอนสำคัญที่ขาดไม่ได้ของการสอน

1. ผู้สอนนำเสนอเกม ชี้แจงวิธีการเล่น และกติกาการเล่น 2. ผู้เรียนเล่นเกมตามกติกา 3. ผู้สอนและผู้เรียนอภิปรายเกี่ยวกับผลการเล่นและวิธีการหรือพฤติกรรมการเล่นของผู้เรียน 4. ผู้สอนประเมินผลการเรียนรู้ของผู้เรียน

#### 3.4.3 เทคนิคและข้อเสนอแนะต่างๆ ในการใช้วิธีสอนโดยการใช้เกมให้มีประสิทธิภาพ

1. การเลือกและนำเสนอเกม เกมการศึกษา เป็นเกมที่มีวัตถุประสงค์ มุ่งให้ผู้เล่นเกิดการเรียนรู้ตามวัตถุประสงค์ มิใช่เล่นเพียงเพื่อความสนุกสนานเท่านั้น อย่างไรก็ตาม ผู้สอนอาจนำเกมที่เล่นเพื่อความบันเทิงเป็นสำคัญ มาใช้ในการสอน โดยนำมาเพิ่มขั้นตอนสำคัญคือ การวิเคราะห์ อภิปรายเพื่อการเรียนรู้ เกมที่ได้รับการออกแบบให้เป็นเกมการศึกษา มี 3 ประเภท ประกอบด้วย

1.1. เกมแบบไม่มีการแข่งขัน เช่น เกมการสื่อสาร เกมการตอบคำถาม เป็นต้น

1.2. เกมแบบแข่งขัน มี ผู้แพ้ ผู้ชนะ เกมส่วนใหญ่จะเป็นเกมแบบนี้ เพราะการแข่งขันช่วยให้การเล่นเพิ่มความสนุกสนานมากขึ้น

1.3. เกมจำลองสถานการณ์ เป็นเกมที่จำลองความเป็นจริง สถานการณ์จริง ซึ่งผู้เล่นจะต้องคิด ตัดสินใจจากข้อมูลที่มีและได้รับผลของการตัดสินใจในเหมือนกับที่ควรจะได้รับความเป็นจริง

2. การชี้แจงวิธีการเล่นและกติกาการเล่น กติกาการเล่น เป็นสิ่งที่สำคัญมากในการเล่น เพราะกติกานี้จะตั้งขึ้นเพื่อควบคุมการเล่นให้เป็นไปตามวัตถุประสงค์ ผู้สอนควรศึกษากติกาการเล่น และวิเคราะห์ กติกาว่า กติกาแต่ละข้อมีขึ้นด้วยวัตถุประสงค์อะไรและควรดูแลให้ผู้เล่นปฏิบัติตาม กติกาของการเล่นอย่างเคร่งครัด

3. การเล่นเกม การเล่นเกมควรให้เป็นไปตามขั้นตอน และในบางกรณีต้องควบคุมเวลาในการเล่นด้วย ในขณะที่ผู้เรียนกำลังเล่นเกม ผู้สอนควรติดตามพฤติกรรมการเล่นของผู้เรียนอย่างใกล้ชิด และควรบันทึกข้อมูลที่จะเป็นประโยชน์ต่อการเรียนรู้ของผู้เรียนไว้ เพื่อนำไปใช้ในการอภิปรายหลังการเล่น หากเป็นไปได้ผู้สอนควรมอบหมายผู้เรียนบางคนให้ทำหน้าที่สังเกตการเล่นและควบคุมกติกาการเล่นด้วย

4. การอภิปรายหลังการเล่น การอภิปราย ควรมุ่งประเด็นไปตามวัตถุประสงค์ของการสอนนั้นๆ กล่าวคือ ถ้าการใช้เกมนั้นมุ่งเพียงเป็นเครื่องมือฝึกทักษะให้ผู้เรียน การอภิปรายก็ควรมุ่งไปที่ทักษะนั้นๆ ว่าผู้เรียนได้พัฒนาทักษะนั้นเพียงใด ประสบความสำเร็จตามต้องการหรือไม่ และจะมีวิธีใดที่จะช่วยให้ประสบความสำเร็จมากขึ้น หรือ หากมุ่งเนื้อหาสาระจากเกม ก็ควรอภิปรายในประเด็นที่ว่าผู้เรียนได้เรียนรู้เนื้อหาสาระอะไรจากเกมบ้าง รู้ได้อย่างไร ด้วยวิธีใด มีความเข้าใจเนื้อหาสาระนั้นอย่างไร ได้ความเข้าใจนั้นมาจากการเล่นเกมตรงส่วนใด เป็นต้น

#### 3.4.4 ข้อดีและข้อจำกัดของวิธีสอนโดยใช้เกม

ข้อดี 1. เป็นวิธีสอนที่ช่วยให้ผู้เรียนมีส่วนร่วมในการเรียนรู้สูง ผู้เรียนได้รับความสนุกสนานและเกิดการเรียนรู้จากการเล่น 2. เป็นวิธีสอนที่ช่วยให้ผู้เรียนเกิดการเรียนรู้ โดยการเห็นประจักษ์แจ้งด้วยตนเอง ทำให้การเรียนรู้มีความหมายและอยู่คงทน 3. เป็นวิธีสอนที่ผู้สอนไม่เหนื่อยแรงมากขณะสอนและผู้เรียนชอบ

ข้อจำกัด 1. เป็นวิธีสอนที่ใช้เวลามาก 2. เป็นวิธีสอนที่มีค่าใช้จ่าย เนื่องจากเกมบางเกมต้องซื้อหามาโดยเฉพาะเกมจำลองสถานการณ์บางเกมมีราคาสูงมาก 3. เป็นวิธีสอนที่ขึ้นอยู่กับความสามารถของผู้สอน ผู้สอนจำเป็นต้องมีความรู้ ความเข้าใจเกี่ยวกับการสร้างเกม จึงจะสามารถสร้างได้ 4. เป็นวิธีสอนที่ต้องอาศัยการเตรียมการมาก 5. เป็นวิธีสอนที่ผู้สอนต้องมีทักษะในการนำอภิปรายที่มีประสิทธิภาพ จึงจะสามารถช่วยให้ผู้เรียนประมวลและสรุปการเรียนรู้ได้ตามวัตถุประสงค์

#### 3.5 วิธีสอนการใช้สถานการณ์จำลอง

วิธีสอนโดยการใช้สถานการณ์จำลอง คือ กระบวนการที่ผู้สอนใช้ในการช่วยให้ผู้เรียนเกิดการเรียนรู้ตามวัตถุประสงค์ที่กำหนด โดยให้ผู้เรียนลงไปเล่นในสถานการณ์ที่มีบทบาท ข้อมูล และกติกาการเล่น ที่สะท้อนความเป็นจริง และมีปฏิสัมพันธ์กับสิ่งต่างๆ ที่อยู่ในสถานการณ์นั้นๆ โดยใช้ข้อมูลที่มีสภาพคล้ายกับข้อมูลในความเป็นจริง ในการตัดสินใจและแก้ปัญหาต่างๆ ซึ่งการตัดสินใจนั้นจะส่งผลถึงผู้เล่นในลักษณะเดียวกันที่เกิดขึ้นในสถานการณ์จริง โดยวิธีสอนโดยการใช้สถานการณ์จำลองเป็นวิธีการที่มุ่งช่วยให้ผู้เรียนได้เรียนรู้สภาพความเป็นจริงและเกิดความเข้าใจในสถานการณ์หรือเรื่องที่มีตัวแปรจำนวนมากที่มีความสัมพันธ์กันอย่างซับซ้อน

### 3.5.1 องค์ประกอบสำคัญที่ขาดไม่ได้ ของวิธีสอน

1. มีผู้สอนและผู้เรียน 2. มีสถานการณ์ ข้อมูล บทบาท และกติกา ที่สะท้อนความเป็นจริง 3. ผู้เล่นในสถานการณ์มีปฏิสัมพันธ์กันหรือมีปฏิสัมพันธ์กับปัจจัยต่างๆ ในสถานการณ์นั้น 4. ผู้เล่นหรือผู้สวมบทบาทมีการใช้ข้อมูลที่ทำให้เกิดการตัดสินใจ 5. การตัดสินใจส่งผลต่อผู้เล่นในลักษณะเดียวกันกับที่เกิดขึ้นในสถานการณ์จริง 6. มีการอภิปรายเกี่ยวกับสถานการณ์ ข้อมูลและกติกาของสถานการณ์ วิธีการเล่น พฤติกรรมการเล่นและผลการเล่นเพื่อการเรียนรู้ 7. มีผลการเรียนรู้ของผู้เรียน

### 3.5.2 ขั้นตอนสำคัญ ที่ขาดไม่ได้ ของการสอน

1. ผู้สอนเตรียมสถานการณ์จำลอง 2. ผู้สอนนำเสนอสถานการณ์จำลอง บทบาท ข้อมูล และกติกาการเล่น 3. ผู้เรียน เลือกบทบาทที่จะเล่น หรือผู้สอนกำหนดบทบาทให้ผู้เรียน 4. ผู้เรียนเล่นตามกติกาที่กำหนด 5. ผู้สอนและผู้เรียน ร่วมกันอภิปรายเกี่ยวกับสถานการณ์ ข้อมูล และกติกาของสถานการณ์ วิธีการเล่น พฤติกรรมการเล่น และผลการเล่น 6. ผู้สอนและผู้เรียน สรุปการเรียนรู้ที่ได้รับจากการเล่น 7. ผู้สอนประเมินผลการเรียนรู้ของผู้เรียน

### 3.5.3 เทคนิค ข้อเสนอแนะต่างๆ ในการใช้วิธีสอนโดยใช้สถานการณ์จำลองให้มีประสิทธิภาพ

1. การเตรียมการ ผู้สอนเตรียมสถานการณ์จำลองที่จะใช้สอน โดยอาจสร้างขึ้นเองหรืออาจเลือกสถานการณ์จำลองที่มีผู้สร้างไว้แล้ว ทั้งนี้ให้สอดคล้องกับวัตถุประสงค์ที่กำหนด เมื่อมีสถานการณ์จำลองแล้ว ผู้สอนจะต้องศึกษาและทำความเข้าใจในสถานการณ์จำลองนั้นและควรลงเล่นด้วยตนเอง เพื่อจะได้ทราบถึงอุปสรรคข้อขัดข้องต่างๆ ในการเล่น จะได้จัดเตรียมการป้องกันหรือแก้ไขไว้ให้พร้อม

2. การนำเสนอสถานการณ์จำลอง เนื่องจากสถานการณ์จำลองส่วนใหญ่ จะมีความซับซ้อนพอสมควรไปถึงระดับมาก การนำเสนอสถานการณ์ บทบาท และกติกา จำเป็นต้องมีการเตรียมการอย่างดี ควรนำเสนออย่างเป็นไปตามลำดับขั้นตอน ไม่สับสน และควรจัดข้อมูลทุกอย่างไว้ให้พร้อมควรเริ่มด้วยการบอกเหตุผลและวัตถุประสงค์กว้างๆ แก่ผู้เรียนว่า การเล่นในสถานการณ์จำลองนี้จะให้อะไรและเหตุใดจึงมาเล่นกัน ต่อไปจึงค่อยให้ภาพรวมของสถานการณ์จำลองทั้งหมด แล้วจึงให้รายละเอียดที่จำเป็น เช่น กติกา บทบาท เมื่อทุกคนเข้าใจพอสมควรแล้ว จึงให้เล่นได้

3. การเลือกบทบาท เมื่อผู้เรียนเข้าใจภาพรวมและกติกาแล้ว ผู้เรียนทุกคนควรได้รับบทบาทในการเล่น ซึ่งผู้เรียนอาจเป็นผู้เลือกเอง หรือในบางกรณีผู้สอนอาจกำหนดบทบาทให้ผู้เรียน

4.การเล่นในสถานการณ์จำลอง ในขณะที่ผู้เรียนกำลังเล่นในสถานการณ์จำลองนั้น ผู้สอนควรติดตามอย่างใกล้ชิด เพื่อสังเกตพฤติกรรมการเล่นของผู้เรียนและจดบันทึกข้อมูลที่จะเป็นประโยชน์ต่อการเรียนเรียนรู้ของผู้เรียน ให้คำปรึกษาตามความจำเป็น รวมทั้งแก้ปัญหาต่างๆ ที่อาจเกิดขึ้น

5.การอภิปราย การอภิปรายควรมุ่งประเด็นไปที่การเรียนรู้ความเป็นจริงว่า ในความเป็นจริงสถานการณ์เป็นอย่างไรและอะไรเป็นปัจจัยที่มีอิทธิพลต่อสถานการณ์นั้นๆ ซึ่งผู้เรียนมักได้เรียนรู้จากการเล่นของตนในสถานการณ์นั้น จึงทำให้เกิดความเข้าใจอย่างลึกซึ้ง เมื่อได้เรียนรู้ความเป็นจริงแล้ว การอภิปรายขยายต่อไปว่า เราควรจะให้สถานการณ์นั้นคงอยู่ หรือ เปลี่ยนแปลงไปเป็นอย่างไร และจะอย่างไรจึงทำให้เกิดการเปลี่ยนแปลงขึ้นได้

### 3.5.4 ข้อดีและข้อจำกัดของวิธีสอนโดยใช้สถานการณ์จำลองให้มีประสิทธิภาพ

ข้อดี ได้แก่ 1.เป็นวิธีสอนที่ช่วยให้ผู้เรียนได้เรียนรู้เรื่องที่มีความสัมพันธ์ซับซ้อนได้อย่างเข้าใจ เกิดความเข้าใจ เนื่องจากได้มีประสบการณ์ที่เห็นประจักษ์ชัดด้วยตนเอง 2.เป็นวิธีสอนที่ผู้เรียนมีส่วนร่วมในการเรียนรู้สูงมาก ผู้เรียนได้เรียนอย่างสนุกสนาน การเรียนรู้มีความหมายต่อตัวผู้เรียน 3.เป็นวิธีสอนที่ผู้เรียนมีโอกาสฝึกทักษะกระบวนการต่างๆ จำนวนมาก เช่น กระบวนการปฏิสัมพันธ์กับผู้อื่น กระบวนการสื่อสาร กระบวนการตัดสินใจ กระบวนการแก้ปัญหา และกระบวนการคิด เป็นต้น

ข้อจำกัด ได้แก่ 1.เป็นวิธีสอนที่ต้องใช้ค่าใช้จ่ายสูง เพราะต้องมีวัสดุ อุปกรณ์ และข้อมูลสำหรับผู้เล่นทุกคน และสถานการณ์จำลองบางเรื่องมีราคาแพง 2.เป็นวิธีสอนที่ใช้เวลามาก เพราะต้องให้เวลาแก่ผู้เล่นในการเล่นและการอภิปราย 3.เป็นวิธีการสอนที่ต้องใช้เวลาในการเตรียมการมาก ผู้สอนต้องศึกษารายละเอียดและลองเล่นด้วยตนเองและในกรณีที่ต้องสร้างสถานการณ์เอง ยิ่งต้องใช้เวลาเพิ่มขึ้น 4.เป็นวิธีการสอนที่ต้องพึ่งสถานการณ์จำลอง ถ้าไม่มีสถานการณ์จำลองที่ตรงกับวัตถุประสงค์หรือความต้องการ ผู้สอนต้องสร้างขึ้นเอง ถ้าผู้สอนไม่มีความรู้ ความเข้าใจในการสร้างสถานการณ์เพียงพอ ก็จะไม่สามารถสร้างได้ 5.เป็นวิธีสอนที่เปิดโอกาสให้ผู้เรียนได้เล่นและแสดงออกอย่างหลากหลาย จึงเป็นการยากสำหรับผู้สอนในการนำการอภิปรายให้ไปสู่การเรียนรู้ตามวัตถุประสงค์

จากที่กล่าวมา วิธีการสอนที่เกี่ยวกับวิชาชีววิทยาที่จะต้องใช้ แบ่งออกเป็น 3 วิธี ได้แก่ 1.วิธีสอนโดยการทดลอง 2.วิธีสอนโดยใช้การบรรยาย 3.วิธีสอนโดยใช้การสาธิต ซึ่งจากการทบทวนวรรณกรรมเบื้องต้นในด้านความรู้ด้านการสอน ตามกรอบแนวคิดที่แพค ได้เป็นดังนี้ 1.ความรู้พื้นฐานด้านหลักสูตร 2.การวิเคราะห์และประเมินหลักสูตร 3.ความรู้ด้านการเรียนการสอน 4.ความสามารถด้านการวิจัยในชั้นเรียน ซึ่งจะแสดงให้เห็นถึงความรู้ทางด้านหลักสูตรซึ่งจะเกี่ยวกับเนื้อหาที่ใช้ในการสอนที่แบ่งออกเป็น 2 สาระข้างต้น และความรู้ด้านการเรียนการสอนข้างต้น โดยทำการเพิ่มข้อมูลการสอนที่ได้ใช้จากการสัมภาษณ์ผู้เชี่ยวชาญทำให้มีความสอดคล้องต่อบริบทมากขึ้น ส่วนด้านความ

สามารถในการวิจัยในชั้นเรียน ผู้วิจัยไม่ได้นำทำการศึกษาดังนั้นแล้วในด้านความรู้ด้านการสอนตามกรอบแนวคิดในการศึกษานี้ จะทำการศึกษาความรู้ด้านการเรียนการสอนที่จำเป็นต้องนำมาประกอบการจัดการเรียนรู้อาชีวศึกษา

#### ตอนที่ 4 แนวคิดเกี่ยวกับเทคโนโลยีวิชาชีววิทยา

##### 4.1 ความสำคัญและการนำไปใช้ของสื่อและเทคโนโลยีการเรียนรู้

สำหรับสื่อและเทคโนโลยีเพื่อการศึกษาที่จะนำมาใช้จัดการเรียนรู้ตามหลักสูตรการศึกษาขั้นพื้นฐาน ควรมีความหลากหลายเน้นสื่อเพื่อการศึกษาค้นคว้าด้วยตนเอง ผู้เรียนและผู้สอนสามารถจัดทำ และพัฒนาสื่อขึ้นเองหรือนำสื่อต่าง ๆ ที่มีอยู่รอบตัวและในระบบสารสนเทศมาใช้ในการเรียนรู้ โดยใช้วิจารณญาณในการเลือกใช้สื่อและแหล่งความรู้ เพื่อส่งเสริมให้การเรียนรู้เป็นไปอย่างมีประสิทธิภาพ (สถาบันส่งเสริมการสอน วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี, 2551)

สื่อเป็นเครื่องมือของการเรียนรู้ที่สำคัญยิ่งใช้ถ่ายทอดความรู้ ความเข้าใจ ความรู้สึก ทำให้มีทักษะและประสบการณ์เพิ่มขึ้น ใช้สร้างสถานการณ์การเรียนรู้แก่ผู้เรียน ตลอดจนกระตุ้นให้ผู้เรียนเกิดการพัฒนาด้านความคิด สื่อที่ดีจะช่วยสร้างเสริมคุณภาพ จริยธรรมและค่านิยม และ ประโยชน์อื่น ๆ อีกมากมาย ได้แก่

1. ช่วยให้ผู้เรียนเข้าใจความคิดรวบยอดได้โดยง่ายและเร็ว
2. ช่วยให้ผู้เรียนเข้าใจสิ่งที่เรียนได้อย่างเป็นรูปธรรมและเป็นกระบวนการ
3. ช่วยให้ผู้เรียนเรียนได้ด้วยตนเอง
4. สร้างสภาพแวดล้อมและประสบการณ์การเรียนรู้ที่แปลกใหม่ น่าสนใจและกระตุ้นให้เกิด

ความอยากรู้อยากเห็น

5. ส่งเสริมให้เกิดกิจกรรมระหว่างผู้เรียน
6. ช่วยให้ผู้เรียนสามารถเรียนรู้ได้เท่าเทียมกัน
7. ช่วยให้เกิดบูรณาการสาระการเรียนรู้ต่าง ๆ
8. ช่วยให้ผู้เรียนเกิดการเรียนรู้วิธีใช้สื่อและแหล่งเรียนรู้เพื่อการค้นคว้า
9. ช่วยให้ผู้เรียนเรียนรู้ในหลายมิติจากสื่อที่หลากหลาย
10. ช่วยนำสิ่งที่อยู่ใกล้ตัวให้เข้ามาสู่ห้องเรียนหรือสู่การเรียนรู้ของผู้เรียน

##### 4.2 ประเภทของสื่อการเรียนรู้

สื่อที่นำมาใช้ตามวัตถุประสงค์เพื่อการเรียนการสอน ถึงสิ่งต่าง ๆ ที่อยู่รอบตัวเราทั้งคน สัตว์ สิ่งของ สถานที่ เหตุการณ์ หรือความคิด ที่เราได้เรียนรู้ เหล่านี้ถูกจัดเป็นสื่อทั้งสิ้น ดังนั้นเราอาจจำแนกสื่อเป็นประเภทได้ดังนี้

1. สื่อสิ่งพิมพ์ หมายถึง หนังสือ ตำรา และเอกสารสิ่งพิมพ์ต่าง ๆ ที่แสดงสาระโดยใช้ตัวหนังสือเป็นสื่อแสดงความหมาย ได้แก่ เอกสาร หนังสือ ตำรา เป็นต้น
2. สื่อเทคโนโลยี หมายถึง สื่อที่ผลิตขึ้นเพื่อใช้กับเครื่องมือ โสตทัศนวัสดุ หรือเครื่องมือที่เป็นเทคโนโลยีใหม่ ๆ เช่น แถบบันทึกภาพพร้อมเสียง (วีดิทัศน์) แถบบันทึกเสียง สไลด์ คอมพิวเตอร์ช่วยสอนและการประยุกต์เทคโนโลยี เพื่อการเรียนการสอน เช่น อินเทอร์เน็ตเพื่อการเรียนการสอน การศึกษาทางไกลโดยสอนผ่านดาวเทียม เป็นต้น
3. สื่อธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม หมายถึง สิ่งที่เกิดขึ้นเองตามธรรมชาติ หรือสิ่งที่อยู่รอบตัวผู้เรียน ได้แก่ พืช สัตว์ ปรากฏการณ์ธรรมชาติ ห้องเรียน แหล่งเรียนรู้ในชุมชน ห้องสมุด สังคม และวัฒนธรรม เป็นต้น
4. สื่อวัสดุ เครื่องมือและอุปกรณ์ หมายถึง วัสดุที่ประดิษฐ์ขึ้นเพื่อประกอบการเรียนรู้ เช่น หุ่นจำลอง แผนภูมิ แผนภาพ รูปภาพ รวมถึงเครื่องมือและอุปกรณ์ที่ใช้ในการปฏิบัติการ ได้แก่ อุปกรณ์ทดลองทางวิทยาศาสตร์และเครื่องมือวิชาช่าง เป็นต้น
5. สื่อกิจกรรม หมายถึง กิจกรรมหรือกระบวนการที่ครูหรือผู้เรียนจัดทำเพื่อช่วยเสริมประสบการณ์การเรียนรู้ ใช้เพื่อการฝึกทักษะซึ่งต้องใช้กระบวนการคิด การปฏิบัติ การแก้ไขสถานการณ์ และการประยุกต์ความรู้ของผู้เรียน เช่น การสาธิตสถานการณ์จำลอง การจัดนิทรรศการ การแสดงละคร บทบาทสมมติ การไปทัศนศึกษา การทำโครงการ เป็นต้น
6. สื่อบุคคล หมายถึง บุคคลที่มีความรู้ความสามารถ ความเชี่ยวชาญเฉพาะด้าน สามารถถ่ายทอดความรู้ แนวคิด เจตคติ และการปฏิบัติไปสู่ผู้อื่น เช่น ผู้บริหารสถานศึกษา ครูผู้สอน ตัวผู้เรียน เจ้าหน้าที่ของโรงเรียน รวมถึงบุคลากรในท้องถิ่นที่มีความเชี่ยวชาญในสาขาอาชีพต่าง ๆ เป็นต้น

### 4.3 หลักการเลือกสื่อการเรียนรู้

1. สื่อการเรียนรู้ต้องสัมพันธ์กับจุดมุ่งหมายและเนื้อหาที่จะสอน

การจัดการเรียนการสอนเรื่องใดในแต่ละครั้ง ผู้สอนจะต้องกำหนดจุดมุ่งหมายให้ชัดเจนว่าต้องการให้ผู้เรียนเกิดการเรียนรู้อะไรบ้าง ผู้เรียนควรมีความรู้ในเรื่องใดสามารถทำอะไรได้ และมีเจตคติที่ถูกต้องอย่างไร จากนั้นจึงจะพิจารณาว่าจะใช้สื่อการเรียนรู้ประเภทใดที่มีสภาพเหมาะสมที่จะทำให้ผู้เรียนเกิดการเรียนรู้ตามจุดมุ่งหมายที่ได้กำหนดไว้ เพราะสื่อการเรียนรู้แต่ละประเภทมีประสิทธิภาพในการสร้างประสบการณ์การเรียนรู้แตกต่างกันเช่น

ภาพนิ่ง (picture) เป็นสื่อการเรียนรู้ที่ใช้บอกลักษณะหรือส่วนประกอบของสิ่งต่าง ๆ สามารถใช้ประกอบการอธิบายเพื่อให้ผู้เรียนเกิดการเรียนรู้ได้ดียิ่งขึ้น และเหมาะสมกับผู้เรียนทุกระดับ

แถบบันทึกภาพพร้อมเสียง (วีดิทัศน์) ช่วยให้เกิดความเข้าใจความคิดรวบยอด หรือขั้นตอนการปฏิบัติ ผู้เรียนสามารถเรียนรู้ปรากฏการณ์บางอย่างได้

คอมพิวเตอร์ช่วยสอน เป็นสื่อที่มีทั้งภาพ สี เสียง มีการเคลื่อนไหวที่ช่วยให้ผู้เรียนรู้สึกสนุก และเร้าความสนใจ เป็นสื่อที่มีปฏิสัมพันธ์กับผู้เรียนได้โดยตอบสนองผู้เรียนทันที เมื่อผู้เรียนตอบคำถามก็จะให้ข้อมูลกลับทันที ผู้เรียนสามารถเรียนรู้ได้ตามความสามารถของตนเองโดยไม่จำกัดเวลา

2. สื่อการเรียนรู้ต้องเหมาะสมกับผู้เรียน ผู้สอนต้องวิเคราะห์ลักษณะผู้เรียน เพื่อพัฒนาการทั้งด้านร่างกาย สติปัญญา อารมณ์ และสังคมของผู้เรียน ในทางจิตวิทยา พบว่า เด็กเล็กจะเรียนรู้ได้ดีด้วยการกระทำ จึงควรเลือกใช้สื่อพวกเกม หรือของเล่น เมื่อโตขึ้นจะเรียนรู้ด้วยการใช้สายตาและความคิดมากขึ้น สื่อที่เหมาะสมจึงอาจเป็นประเภทภาพ และต่อมาจึงจะเรียนรู้โดยใช้สัญลักษณ์ที่เป็นนามธรรมหรือภาพ สื่อที่ใช้จึงอาจเป็นหนังสือต่าง ๆ นอกจากนี้การจัดการเรียนรู้จะต้องคำนึงถึงความแตกต่างระหว่างบุคคลด้วย เพื่อผู้เรียนจะได้เกิดการเรียนรู้เต็มตามศักยภาพ

3. พิจารณาความเป็นไปได้และค่าใช้จ่าย การนำผู้เรียนไปศึกษาจากของจริง เช่น โบราณสถาน โบราณวัตถุ แหล่งเรียนรู้ตามธรรมชาติ เป็นต้น ถ้าไม่ต้องใช้จ่ายมากนัก เช่น อยู่ในหรือไม่ไกลจากชุมชนมากนักก็ควรจะไปดูของจริง ซึ่งเป็นประสบการณ์ตรง แต่ถ้ามีข้อจำกัดด้านค่าใช้จ่าย เวลา ความไม่สะดวกก็ควรใช้สื่อการเรียนประเภทสไลด์ ซึ่งให้ผลการเรียนรู้ที่ไม่แตกต่างกันมากนักก็ควรเลือกใช้วิธีการที่ประหยัดจะดีกว่า

4. พิจารณาความสะดวกและความสามารถในการใช้สื่อการเรียนรู้ สื่อการเรียนรู้บางชนิดเป็นสื่อสมัยใหม่ เช่น สื่ออิเล็กทรอนิกส์ผู้ใช้ อาจไม่มีความชำนาญในการใช้ ผู้ใช้ต้องศึกษาและใช้สื่อนั้นโดยขอความร่วมมือจากผู้เชี่ยวชาญ สื่อบางอย่างมีความยุ่งยากในการจัดหาและเทคนิคการใช้ เช่น ภาพยนตร์ สไลด์มัลติวิชั่น อาจใช้สื่อชนิดอื่นที่จะก่อให้เกิดการเรียนรู้ได้เช่นเดียวกันแทนก็ได้ สื่อบางชนิดอาจต้องใช้เวลาในการจัดทำมากซึ่งอาจไม่คุ้มค่างบเวลาที่เสียไป เช่น การนำเสนอด้วยคอมพิวเตอร์ โปรแกรมพาวเวอร์พอยท์ อาจใช้แผ่นใสหรือแผ่นพับแทน แต่ถ้าเห็นว่าสื่อนั้นแม้วิธีการจัดทำยุ่งยากแต่ให้ผลการเรียนรู้ที่มีประสิทธิภาพสูงก็อาจเลือกใช้ก็ได้

#### 4.4 หลักการใช้สื่อการเรียนรู้

การจัดกระบวนการเรียนการสอนเพื่อให้ผู้เรียนเกิดการเรียนรู้ ส่งผลการใช้สื่อได้อย่างมีประสิทธิภาพ ซึ่งมีหลักการดังนี้

##### 1. การเตรียม (Preparation)

1.1 การเตรียมตัวของผู้สอน ผู้สอนจะต้องเตรียมการด้านต่าง ๆ ก่อนที่จะนำสื่อไปใช้ ได้แก่ 1.ศึกษาเนื้อหาในสื่อการเรียนรู้ที่ได้เลือกไว้ โดยตรวจสอบว่าเนื้อหาสมบูรณ์ตามต้องการ และยังต้องจัดหาสื่อชนิดอื่นเพิ่มหรือไม่ 2.ทดลองใช้สื่อ เพื่อไม่ให้เกิดความผิดพลาดในขณะทำการสอนหรือเพื่อทดสอบประสิทธิภาพของสื่อ หรือเพื่อดูลำดับขั้นตอนการนำเสนอพิจารณา การสร้างความเข้าใจให้กับผู้เรียนตลอดจนความเหมาะสมกับเวลาเรียน เมื่อมีข้อบกพร่องจะได้แก้ไขก่อน

นำไปใช้สอน 3. จัดเตรียมอุปกรณ์ เครื่องมือให้เป็นระบบ เพื่อลดเวลาการจัดเตรียมในชั้นเรียนถ้าใช้เวลานานเกินไปหรืออุปกรณ์ใช้งานไม่ได้จะทำให้ลดแรงจูงใจของผู้เรียน

1.2 การเตรียมสภาพแวดล้อม จัดเตรียมบริเวณจัดตั้งสื่อให้อยู่ในสภาพที่เหมาะสมกับการใช้สื่อชนิดนั้น ๆ เพื่อผู้เรียนจะได้มีเป้าหมายในการเรียนรู้ และเตรียมพร้อมในการเรียนรู้จากสื่อ นั้น ๆ

## 2. การใช้สื่อการเรียนรู้ (Presentation)

ผู้สอนจะต้องใช้สื่อการเรียนรู้ตามแผนที่ได้กำหนดไว้ การจัดการเรียนการสอนจึงจะดำเนินไปได้อย่างราบรื่น และเกิดการเรียนรู้ตามต้องการ ขณะใช้สื่อผู้สอนต้องสังเกตปฏิกิริยาผู้เรียนว่ามีความสนใจ ตั้งใจ กระตือรือร้นหรือไม่ ปฏิกิริยาของผู้เรียนที่มีต่อ สื่อการเรียนรู้ใช้เป็นเครื่องชี้วัดความเหมาะสมกับกิจกรรมผู้เรียนเพียงใด

## 3. การประเมินการใช้สื่อการเรียนรู้ (Evaluation)

การนำข้อมูลที่ได้จากการใช้สื่อมาวิเคราะห์ว่ามีความเหมาะสมกับกิจกรรมและกลุ่มผู้เรียนในระดับใด โดยพิจารณาทั้งลักษณะทางกายภาพของสื่อและสาระที่สื่อสารไปยังผู้เรียน สื่อที่นำมาใช้อาจมีความเหมาะสมเฉพาะด้านกายภาพ แต่คุณค่าด้านสาระยังไม่ทำให้ผู้เรียนเกิดการเรียนรู้ได้ตามเป้าหมาย นอกจากนี้ต้องประเมินว่า มีอุปสรรคปัญหาจากการใช้สื่อในเรื่องใดบ้าง การประเมินจะช่วยให้การตัดสินใจเลือกใช้การจัดการเรียนการสอนในครั้งต่อไป ซึ่งอาจมีการพัฒนาโดยดัดแปลง ปรับปรุงแก้ไข จัดทำเพิ่มเติมก่อนนำมาใช้ใหม่ รวมทั้งการพัฒนาสื่ออื่น ๆ เข้ามาเสริมด้วย

## 4.5 รูปแบบการใช้เทคโนโลยีในวงการศึกษา

Lager & Lokman (1999 อ้างถึงใน ชัยณรงค์ แก้วสุก, 2550) กล่าวถึงการใช้ไอซีทีที่เกี่ยวข้องในวงการศึกษาหลายรูปแบบ ดังสรุปต่อไปนี้

1. เป็นวิชาเรียน หมายถึง การจัดการเรียนรู้วิชา ไอซีที โดยจัดเป็นคอร์สวิชา โดยเนื้อหาที่เรียนจะมาน้อยเพียงใด ก็ขึ้นอยู่กับระดับผู้เรียนตามประเภทของการศึกษา เช่น ผู้เรียนในระดับมัธยมปลายเรียนเนื้อหาไม่ลึกมาก เป็นต้น

2. ใช้ไอซีทีเป็นเครื่องมือในการเรียนการสอนโดยตรง ใช้ไอซีทีเป็นสื่อเพื่อให้ครูใช้สอนและผู้เรียนใช้เรียน การใช้อาจจะมีหลายรูปแบบซึ่งจะแตกต่างกันตามเทคนิคการสอนหรือการจัดการเรียนการสอน เช่น ใช้ในการจำลอง เป็นต้น

3. ใช้ไอซีทีเป็นเครื่องมือช่วย เป็นการใช้ไอซีทีเป็นเครื่องมือช่วยในการทำงาน เช่น การจัดเก็บเอกสาร การค้นคว้าวิจัย การติดต่อสื่อสาร เป็นต้น ในลักษณะนี้เป็นการใช้งานอย่างอิสระ

4. ใช้ไอซีทีเป็นเครื่องมือที่จะช่วยจัดการและรวบรวมโครงสร้างในสถาบันการศึกษา เช่น การใช้ระบบสารสนเทศเพื่อการจัดการ เป็นต้น



รูปแบบการใช้เทคโนโลยีในการเรียนการสอน โดย กิดานันท์ มลิทอง (2548) อ้างถึงใน ชัยณรงค์ แก้วสุก, 2550 ได้แบ่งออกเป็น 7 รูปแบบ ได้แก่

1. การเรียนการสอนบนอินเทอร์เน็ตและเว็ลด์ไวด์เว็บ
2. การส่งการสอนทางไกลด้วยการส่งสัญญาณผ่านดาวเทียม
3. การเรียนการสอนโดยการประชุมทางไกลด้วยวิดีโอ
4. บทเรียนลักษณะข้อความหลายมิติและสื่อหลายมิติ
5. บันทึกข้อมูลและสารสนเทศด้วยซีดีและดีวีดี
6. การเรียนการสอนด้วยเทคโนโลยีไร้สาย
7. การศึกษาเชิงลึกด้วยเทคโนโลยีความเป็นจริงเสมือน

จากการกล่าวข้างต้นสรุปว่า เทคโนโลยีที่เกี่ยวข้องในวงการการศึกษา จะสามารถทำเป็นวิชา เรียนตามหลักสูตรต่างๆ ใช้ประกอบการจัดการเรียนรู้ของครู ใช้เป็นเครื่องมือช่วยในการทำงานต่างๆ และใช้เพื่อให้เกิดการจัดการในองค์กรต่างๆ

#### 4.6 แนวทางการใช้เทคโนโลยีเพื่อเสริมสร้างการเรียนรู้วิทยาศาสตร์

Wellington (2000) กล่าวถึงโดยสรุปดังนี้ 1. คอมพิวเตอร์สถานการณ์จำลอง (computer simulation) 2. มัลติมีเดีย (multimedia) 3. โปรแกรมประมวลคำ (word processing) และ โปรแกรมการพิมพ์ตั้งโต๊ะ (desktop publishing) 4. โปรแกรมตารางคำนวณ (spreadsheet) 5. ฟังก์ชันเก็บข้อมูล (Data-logging) 6. ฐานข้อมูล (database) 7. อินเทอร์เน็ต (internet) อลิศรา ชูชาติ (2549) กล่าวโดยสรุปดังนี้

1. การใช้คอมพิวเตอร์บทเรียนสำเร็จรูป (Computer Assisted Instruction: CAI) เป็นการ จำลองบทเรียนวิทยาศาสตร์โดยคอมพิวเตอร์ โดยการเรียนรู้ด้วยตนเอง ซึ่งควรคำนึงถึงความแตกต่าง ของนักเรียน และการกำหนดให้นักเรียนศึกษาด้วยตนเองโดยไม่ผ่านกระบวนการเรียนการสอนของครู ซึ่งอาจจะทำให้ผู้เรียนขาดทักษะด้านต่างๆ และขาดการมีปฏิสัมพันธ์ในการแลกเปลี่ยนความรู้ระหว่าง ผู้เรียนและผู้สอน ระหว่างนักเรียนด้วยกันเอง จึงควรหลีกเลี่ยงการแนะนำให้นักเรียนไปศึกษาเรียนรู้ ด้วยตนเอง แนวทางการจัดการเรียนรู้ที่ส่งผลได้ดีควรจะนำมาใช้ร่วมกับกระบวนการเรียนการสอน โดยมอบหมายเป็นประเด็นที่ศึกษา หรือเสนอผลงานด้วยตนเอง หรือใช้คอมพิวเตอร์บทเรียนสำเร็จรูป เพื่อช่วยทบทวนบทเรียน หรือการสอนซ่อมเสริมสำหรับนักเรียน ที่มีความจำเป็น ซึ่งการจะให้นักเรียนทำการศึกษบทเรียนด้วยตนเองครูควรแนะนำนักเรียนเกี่ยวกับบทเรียนสำเร็จรูปด้วย

2. การใช้เว็บไซต์และอินเทอร์เน็ต สามารถกระทำได้หลากหลายวิธี แต่วิธีที่ใช้กันอย่างมี ประสิทธิภาพคือ การใช้ควบคู่ไปกับการเรียนการสอนในห้องเรียน โดยใช้ข้อมูลจากเว็บไซต์เป็นแหล่ง เรียนรู้ โดยครูกำหนดให้ศึกษาหลังจากนำเข้าสู่บทเรียนแล้ว และกำหนดประเด็นที่จะทำการศึกษา ซึ่ง ถ้าพบปัญหาการเชื่อมต่อนั้นก็ให้จัดเก็บข้อมูลไว้ในฐานข้อมูลของโรงเรียน หรือบันทึกลงบนสื่อบันทึก

ต่างๆ ซึ่งครูสามารถดึงข้อมูลออกมาเพื่อสอนได้โดยไม่ต้องกังวลต่อปัญหาการเชื่อมต่ออินเทอร์เน็ต ภายในชั่วโมงการสอน

3. การใช้สถานการณ์จำลอง (simulation) และการสร้างแบบจำลอง (modeling) เป็นแบบจำลองที่มีผู้สร้างไว้อยู่แล้วในระบบฐานข้อมูลของคอมพิวเตอร์และผู้เรียนสามารถศึกษาเรียนรู้ได้จากสถานการณ์นั้น เช่น การศึกษาจากแบบจำลองของการทดลองต่างๆ เป็นต้น ซึ่งจะช่วยทดแทนการทดลองที่อาจจะก่อให้เกิดอันตราย หรือไม่สามารถทำที่ห้องเรียน หรือโรงเรียนได้ หรือการทดลองที่ต้องใช้เครื่องมืออุปกรณ์ที่มีราคาสูง หรือปัญหาเกี่ยวกับสารเคมี ซึ่งการจำลองเหล่านี้จะช่วยให้นักเรียนรู้จักการทดลอง ส่วนแบบสถานการณ์จำลอง เป็นการจำลองหลักการโดยให้นักเรียนสร้างแบบจำลองด้วยตนเองโดยการใส่ข้อมูล ซึ่งนักเรียนจะได้เรียนรู้เกี่ยวกับความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรหรือถ้าครูสามารถเข้าใจโปรแกรมคอมพิวเตอร์ให้มากขึ้น ครูอาจจะสร้างโปรแกรมจำลองสำเร็จรูป ซึ่งครูและนักเรียนสามารถช่วยกันศึกษาและคิดค้นแบบทดลองใหม่ๆ

4. มัลติมีเดีย ได้แก่ ภาพ เสียง เนื้อหา รูปภาพ รูปภาพ แอนิเมชัน วิดีทัศน์ สิ่งเหล่านี้จะช่วยนำภาพแห่งความเป็นจริงและเหตุการณ์หรือสถานการณ์มาสู่นักเรียน ทำให้นักเรียนมีโอกาสสัมผัสกับปรากฏการณ์เสมือนจริง ทำให้เกิดการก่อแรงบันดาลใจทำให้อยากเรียนรู้วิทยาศาสตร์มากขึ้น เช่น การนำแอนิเมชันมาใช้ในการเรียนการสอนได้ง่ายๆ ซึ่งลักษณะของมัลติมีเดียที่น่าสนใจและเป็นประโยชน์ต่อการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ต้องสามารถตอบสนองต่อข้อมูลคำสั่งของผู้ใช้

กล่าวโดยสรุปว่า แนวทางการใช้เทคโนโลยีเพื่อเสริมสร้างการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ จะประกอบไปด้วย 1. การใช้คอมพิวเตอร์บทเรียนสำเร็จรูป 2. การใช้เว็บไซต์และอินเทอร์เน็ต 3. การใช้สถานการณ์จำลอง และการสร้างแบบจำลอง 4. มัลติมีเดีย ซึ่งจะส่งผลให้เกิดการนำเอาเทคโนโลยีมาจัดการเรียนรู้ที่เสริมสร้างการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ได้อย่างมีประสิทธิภาพ

#### 4.6 แนวทางการใช้เทคโนโลยีเกี่ยวกับวิชาชีววิทยา

สื่อการเรียนรู้สำหรับชีววิทยา เป็นกระบวนการเรียนการสอนนั้น สื่อการสอนถือว่าเป็นองค์ประกอบที่สำคัญอย่างยิ่ง เพราะสื่อที่นำมาใช้ในการสอนจะช่วยให้ผู้เรียนเข้าใจในบทเรียนได้ดียิ่งขึ้น ทำให้สามารถพัฒนาความรู้ทักษะและเจตคติให้บรรลุตามผลการเรียนที่คาดหวังได้อย่างรวดเร็ว(สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี, 2551)

วิชาชีววิทยา เป็นวิทยาศาสตร์ชีวภาพซึ่งเกี่ยวข้องกับสิ่งมีชีวิตและชีวเคมีซึ่งมีลักษณะเฉพาะตัวค่อนข้างมาก ครูชีววิทยาจึงต้องมีความรู้เกี่ยวกับสื่อการสอนเฉพาะทางโดยสามารถเลือกและใช้สื่อสำหรับเนื้อหาได้อย่างเหมาะสม นอกจากเป็นผู้ใช้แล้วจะดียิ่งขึ้นไปอีกถ้าสามารถจัดซื้อจัดทำวัสดุอุปกรณ์สำหรับการสอนชีววิทยาได้เอง

#### 4.6.1 ประเภทของสื่อการสอนชีววิทยา

สื่อการสอนชีววิทยาแบ่งตามลักษณะโครงสร้างของสื่อจะแบ่งได้ 3 ประเภท คือ สื่อที่เป็นวัสดุ สื่อที่เป็นอุปกรณ์ และสื่อที่เป็นวิธีการ

##### สื่อการสอนประเภทวัสดุ

วัสดุที่ใช้เป็นสื่อการสอนที่มีลักษณะเฉพาะสำหรับวิชาชีววิทยา ได้แก่

##### 1. สารเคมีที่ใช้ในการทดลอง

สารเคมีที่จำเป็นสำหรับการทดลองชีววิทยาในระดับมัธยมศึกษา ซึ่งควรจัดเตรียมไว้เฉพาะ ได้แก่ สีย้อมเซลล์เนื้อเยื่อพืชและสัตว์ชนิดต่าง ๆ น้ำยาดองพืชและสัตว์พวก อัลกอฮอล์ ฟอร์มาลิน สารที่ใช้ทดสอบ เช่น สารละลายเบเนดิกซ์ กรดไนตริกเข้มข้น บรอมโทมอลบลู สารละลายไอโอดีน น้ำปูนใส

##### 2. ตัวอย่างของสิ่งมีชีวิต

ในการเรียนการสอนชีววิทยา สื่อที่ดีที่สุดก็คือการได้ศึกษาจากของจริง ในทางปฏิบัติเป็นเรื่องที่ยากมากในการที่จะให้ผู้เรียนได้ศึกษาจากของจริงทั้งหมด ดังนั้นตัวอย่างของพืชและสัตว์รวมทั้งชิ้นส่วนของพืชและสัตว์ซึ่งหมายถึงสิ่งที่ไม่มีชีวิตแล้ว อาจจะเป็นตัวอย่างที่ผ่านกระบวนการทำแห้งหรือการดองในสารเคมี เช่น อัลกอฮอล์หรือฟอร์มาลิน การใช้ตัวอย่างสิ่งมีชีวิตในการเรียนการสอนค่อนข้างมีความยุ่งยากและเป็นภาระมาก คือ เมื่อจัดหาสิ่งมีชีวิตที่ต้องการได้แล้วจะต้องเลี้ยงดูให้อาหาร ในบางครั้งสิ่งมีชีวิตที่นำมาเลี้ยงอาจไม่คุ้นเคยกับสถานที่หรือที่อยู่อาศัยผิดไปจากเดิม ทำให้ไม่ยอมกินอาหารและตายไป ดังนั้นการนำตัวอย่างสิ่งมีชีวิตมาใช้จึงควรได้ศึกษาความเป็นอยู่ของสิ่งมีชีวิตนั้น ๆ ให้ดีเสียก่อนและต้องมั่นใจว่าจะไม่ทำอันตรายหรือนำโรคร้ายมาสู่คน การได้ศึกษาจากของจริงที่มีชีวิตก็เป็นสิ่งดีเพราะจะได้ข้อมูลความรู้ที่ตรงกับความเป็นจริงมากที่สุด สิ่งมีชีวิตบางชนิดนำมาใช้เพื่อการทดลอง เช่น กบ แมลง ปลา ไส้เดือน สัตว์เหล่านี้ นำมาเพื่อศึกษาทางด้านสัณฐานวิทยา (Morphology) และโครงสร้าง และอวัยวะภายใน (Anatomy) จำเป็นต้องให้การผ่าตัดควรใช้ความระมัดระวังไม่ให้เกิดอุบัติเหตุ

##### 3. รูปภาพ (Picture) และวัสดุสิ่งพิมพ์

รูปภาพต่าง ๆ ไม่ว่าจะเป็นรูปถ่าย รูปโปสเตอร์ของสัตว์และพืชล้วนแต่มีความสำคัญ สิ่งมีชีวิตบางอย่างไม่มีอยู่ในท้องถิ่นหรือในประเทศ การเก็บสะสมภาพต่าง ๆ เหล่านี้จึงมีประโยชน์ โดยเฉพาะอย่างยิ่ง ถ้าครูชีววิทยาเป็นคนที่ชอบถ่ายรูปก็จะดียิ่งขึ้นก็จะมีภาพถ่ายของสิ่งที่หายากไว้สำหรับใช้สอนนักเรียนได้ รูปภาพและวัสดุสิ่งพิมพ์มีข้อดี คือ เปิดโอกาสให้ผู้เรียนเรียนตามความสามารถของตนเอง ผู้เรียนสามารถศึกษาด้วยตนเอง (self-study) และใช้ในการจัดแสดง (display) เป็นสื่อที่สามารถนำมาใช้ได้โดยไม่ต้องมีอุปกรณ์ประกอบอย่างอื่น สำหรับข้อจำกัดของสื่อ รูปภาพ และวัสดุสิ่งพิมพ์มีอยู่บ้าง คือ ไม่เหมาะกับการเรียนเป็นกลุ่มใหญ่ และบางครั้งต้องอาศัยทักษะและฝีมือในการ

ถ่ายภาพ จากภาพถ่าย ภาพลายเส้น (graphic) ที่เกี่ยวกับลักษณะโครงสร้างร่างกายหรืออวัยวะของสิ่งมีชีวิตที่ได้พบเห็นที่เป็นประโยชน์มาก โดยเฉพาะถ้าครูมีทักษะในการเขียนภาพจะช่วยส่งเสริมการเรียนรู้การสอนให้มีประสิทธิภาพยิ่งขึ้น ในปัจจุบันภาพถ่ายและภาพลายเส้นต่าง ๆ ที่อัดหรือเขียนบนกระดาษนั้นใช้กับเครื่องฉายภาพที่บแสงได้ดีมาก

#### 4. แผ่นใส (Transparency plates)

แผ่นใสเป็นสื่อวัสดุที่เหมาะสมกับการสอนชีววิทยาในสมัยก่อน ๆ มาก แม้ในปัจจุบันจะลดความสำคัญลงไป แต่ข้อดีของแผ่นใสก็ยังมีอยู่มาก เช่น ใช้ทำเป็นภาพซ้อน ซึ่งเทคนิคการผลิตก็ไม่มี ความยุ่งยากอะไรมากนัก โดยมีแผ่นใสหลักเป็นภาพโครงร่างทั้งหมด และมีภาพรายละเอียดแต่ละ ส่วนของโครงสร้างนั้นอยู่ในแผ่นอื่น ๆ ทำให้สามารถแสดงส่วนต่าง ๆ ทีละส่วนได้

#### 5. สไลด์และฟิล์มสตริป (Slides and Film strips)

สไลด์และฟิล์มสตริปเป็นวัสดุแผ่นใสที่ใช้กับเครื่องฉายสไลด์และเครื่องฉายฟิล์มสตริป ตามลำดับ ให้สีสันของของจริงได้ถูกต้องเป็นวัสดุเก็บรักษาง่าย ให้ข้อมูลที่ถูกต้อง โดยเฉพาะอย่างยิ่ง นำเสนอลักษณะที่ซับซ้อนและส่วนต่าง ๆ ของสิ่งมีชีวิตที่หาดูได้ ยากได้เป็นอย่างดี ปัจจุบันสื่อชนิดนี้ลดความสำคัญไปมากจนเกือบจะไม่มีใครรู้จัก เนื่องจากมีการพัฒนาสื่อแบบอื่นที่มีประสิทธิภาพสูงและใช้งานง่ายมาแทนที่

#### 6. ภาพยนตร์ ภาพเคลื่อนไหว และเทปโทรทัศน์

ภาพยนตร์ ภาพเคลื่อนไหว และเทปโทรทัศน์ เป็นสื่อวัสดุที่นำเสนอการเคลื่อนไหวของสิ่งมีชีวิต การเคลื่อนไหวที่เร็วเกินไปจนไม่สามารถสังเกตได้โดยตรงก็สามารถศึกษาได้จากภาพซ้ำ เช่น ศึกษาการเคลื่อนไหวของปีกแมลงในขณะที่ทำการบิน พัฒนาการบางอย่างของสิ่งมีชีวิตที่มีลำดับขั้นเข้ามาจนสังเกตได้ยากก็สามารถร่นระยะเวลาให้เร็วขึ้นได้ เช่น การบานหรือหุบของดอกไม้ เป็นต้น

#### 7. หุ่นจำลอง (model)

หุ่นจำลองเป็นสื่อวัสดุที่จำลองมาจากของจริงมีลักษณะใกล้เคียงกับของจริงมากที่สุด การใช้หุ่นจำลองแบบของจริง เนื่องมาจากของจริงมีข้อจำกัดบางประการ เช่น การศึกษาอวัยวะภายในของคน ถ้าจะศึกษาจากคนดองในห้องทดลองของโรงเรียนคงทำไม่ได้ในทุก ๆ โรงเรียน ดังนั้นการศึกษาจากหุ่นจำลองจะสะดวกและได้รับประโยชน์คุ้มค่า นอกจากนี้หุ่นจำลองยังสามารถถอดชิ้นส่วนและประกอบกลับเข้าสู่ตำแหน่งเดิมได้ ทำให้ผู้เรียนสามารถหาคำตอบจากหุ่นจำลองด้วยตนเองได้

#### 4.6.2 สื่อประเภทอุปกรณ์

สื่อการสอนประเภทอุปกรณ์ ได้แก่ เครื่องมือต่าง ๆ ซึ่งใช้ร่วมกับวัสดุอื่น ๆ ได้แก่

1. อุปกรณ์เครื่องเสียง ได้แก่ เครื่องเล่นและแถบบันทึกเสียง, เครื่องรับโทรทัศน์
2. อุปกรณ์เครื่องฉาย ได้แก่ เครื่องฉายสไลด์, เครื่องฉายภาพยนตร์, เครื่องฉายภาพที่บแสง, เครื่องฉายภาพข้ามศีรษะ

3. อุปกรณ์ทดลองวิทยาศาสตร์ ได้แก่ เครื่องมือทดลองวิทยาศาสตร์ต่าง ๆ ได้แก่ กล้องจุลทรรศน์, แวนชยาย, อุปกรณ์เก็บตัวอย่างแมลง ฯลฯ

#### 4.6.3 สื่อประเภทวิทยาการ

วิธีการเป็นสื่อการสอนที่นักเรียนได้มีส่วนร่วมในการเรียนมากที่สุด นักเรียนจะได้รับประสบการณ์ตรงจากที่ได้ปฏิบัติด้วยตนเอง ในวิชาชีววิทยาสื่อที่เป็นวิธีการ ได้แก่ การสาธิต การทดลอง การปฏิบัติจริงจากทฤษฎีที่ได้เรียนมา การไปทัศนศึกษาสถานที่ กิจกรรมโครงงาน การจัดนิทรรศการ

#### 4.6.4 การศึกษานอกสถานที่

การศึกษานอกสถานที่ คือ การพานักเรียนไปศึกษาแหล่งความรู้ที่อยู่นอกโรงเรียน เช่น ต้องการให้นักเรียนศึกษาเรื่องระบบนิเวศแบบน้ำเชื่อมก็อาจพานักเรียนไปศึกษาบริเวณน้ำตก ต้นน้ำลำธาร หรือแม่น้ำลำคลอง ซึ่งนักเรียนจะได้พบเห็นการดำรงชีวิตของพืชและสัตว์ การปรับตัวให้เหมาะสมกับแหล่งที่อยู่อาศัย หรือต้องการศึกษาเรื่องการจัดหมวดหมู่ก็อาจจัดให้นักเรียนเก็บตัวอย่างสัตว์ เพื่อนำมาศึกษาในห้องปฏิบัติการ เช่น การไปจับแมลง, ไปรวบรวมสัตว์น้ำจากสะพานปลา เป็นต้น สื่อวิธีการที่จัดให้นักเรียนไปศึกษานอกสถานที่มีจุดเด่นมากเพราะเป็นการศึกษาจากสภาพการณ์ที่เป็นจริง นักเรียนจะได้รับประสบการณ์ตรง เพราะสิ่งที่ได้เห็นในธรรมชาติบางอย่างไม่สามารถนำเข้ามาในห้องเรียนได้ และบางอย่างยากที่จะอธิบายให้เข้าใจเท่ากับการศึกษาจากของจริง นอกจากนี้การเดินทางยังทำให้เกิดความตื่นเต้น รู้สึกผ่อนคลายความเครียด อย่างไรก็ตาม การศึกษานอกสถานที่ก็มีข้อจำกัดอยู่มากโดยเฉพาะเรื่องเวลาที่ไม่เอื้ออำนวย ค่าใช้จ่ายมาก และมีความเสี่ยงในเรื่องของอุบัติเหตุ การศึกษานอกสถานที่ต้องเตรียมการให้ดีจึงจะได้ประโยชน์สูงสุด ต้องกำหนดวัตถุประสงค์วางแผนการไปศึกษา กิจกรรมระหว่างการเดินทางและขณะทำการศึกษา การวัดและประเมินผล

#### 4.6.5 สื่อประสม (multimedia)

ในการเรียนการสอนครูอาจใช้สื่อการสอนที่เป็นสื่อประสม (multimedia) คือ การนำสื่อการสอนมากกว่า 2 ชนิดขึ้นไป มาใช้ร่วมกันอย่างผสมกลมกลืนและต่อเนื่องกันโดยสื่อที่นำมาใช้นั้นส่งเสริมกันเป็นอย่างดี เช่น สื่อชนิดหนึ่งสร้างความสนใจผู้เรียนในขณะที่อีกอย่างหนึ่งอธิบายข้อเท็จจริงของเนื้อหาที่เรียน และสื่ออีกชนิดช่วยให้เกิดความเข้าใจในระดับที่ลึกซึ้งขึ้น คอมพิวเตอร์ระบบมัลติมีเดียเป็นสื่อการสอนที่แสดงผลโดยใช้หลายรูปแบบในเวลาเดียวกัน เพื่อให้บรรลุวัตถุประสงค์ที่ต้องการ เช่น ในการเรียนการสอนครูอาจใช้สื่อที่เป็นภาพกราฟิกพร้อมกับสื่อที่เป็นเสียงและภาพเคลื่อนไหว ซึ่งจะทำให้นักเรียนเข้าใจบทเรียนได้ง่าย เกิดการเรียนรู้ได้รวดเร็วกว่าการใช้สื่อชนิดเดียว

จากการทบทวนวรรณกรรมในการใช้เทคโนโลยีประกอบกับการจัดการเรียนการสอนวิชาชีววิทยา สื่อ และอุปกรณ์ต่างๆ จะเป็นส่วนของความรู้เทคโนโลยี โดยการทบทวนวรรณกรรมที่เกี่ยวข้องในด้านความรู้เทคโนโลยี ตามกรอบแนวคิดที่แพค ได้เป็นดังนี้ 1.ความรู้พื้นฐานด้านเทคโนโลยี 2.ทักษะการใช้เทคโนโลยี 3.ทักษะการเรียนรู้เทคโนโลยีขั้นสูง 4.ทักษะการวิจัยเพื่อพัฒนาเทคโนโลยี การศึกษานี้จะทำการศึกษาด้านความรู้พื้นฐานด้านเทคโนโลยี และทักษะการใช้เทคโนโลยี ซึ่งหมายถึงการใช้สื่อ อุปกรณ์ และการสอนโดยใช้เทคโนโลยีอื่นๆ ไม่ได้ทำการศึกษาทักษะการเรียนรู้เทคโนโลยีขั้นสูง และทักษะการวิจัยเพื่อพัฒนาเทคโนโลยีเพราะว่าเทคโนโลยีที่ใช้ประกอบการเรียนการสอนวิชาชีววิทยา ตามหลักสูตรแกนกลางสถานศึกษา (2551) ไม่ได้เป็นเทคโนโลยีขั้นสูง และก็ไม่จำเป็นต้องวิจัยเพื่อพัฒนาเทคโนโลยีเพราะเมื่อนักเรียนเข้าสู่มหาวิทยาลัย ก็จะได้เรียนรู้เทคโนโลยีขั้นสูงและใหม่ๆตามคณะที่ตนสนใจศึกษาอยู่แล้ว

### กรอบแนวคิดในการวิจัย

ศึกษาความพร้อมวิชาชีววิทยาตามกรอบแนวคิดที่แพค ซึ่งแบ่งออกเป็นการศึกษาด้านความรู้เนื้อหา เป็นเนื้อหาชีววิทยา 8 บท ได้แก่ ระบบย่อยอาหารและการสลายสารอาหารระดับเซลล์ การสืบพันธุ์และการเจริญเติบโตของสัตว์ ระบบประสาทและอวัยวะรับความรู้สึก การสังเคราะห์ด้วยแสง การสืบพันธุ์ของพืชดอกและการเจริญเติบโต การถ่ายทอดทางพันธุกรรม ยีนและโครโมโซม และประชากร โดยศึกษาเกี่ยวกับความรู้ที่ชัดเจนถูกต้องแม่นยำ และความเข้าใจหลักการ ด้านความรู้การสอน เป็นวิธีการสอน โดยศึกษาเกี่ยวกับความรู้ด้านการเรียนการสอน และด้านความรู้เทคโนโลยี เป็นการศึกษาเกี่ยวกับเทคโนโลยีทางการศึกษา ได้แก่ สื่อ อุปกรณ์ และเทคโนโลยีต่างๆ โดยศึกษาเกี่ยวกับความรู้พื้นฐานด้านเทคโนโลยี และทักษะการใช้เทคโนโลยี



### บทที่ 3

#### วิธีดำเนินการวิจัย

การวิจัยครั้งนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาองค์ประกอบและตัวบ่งชี้ในการพัฒนาแบบทดสอบ เพื่อวัดความพร้อมของนิสิตนักศึกษาฝึกประสบการณ์วิชาชีพครูวิชาชีววิทยาตามกรอบแนวคิดที่แพค เพื่อตรวจสอบคุณภาพในด้านความตรงเชิงเนื้อหา ความเที่ยงของแบบทดสอบความพร้อมของนิสิต นักศึกษาฝึกประสบการณ์วิชาชีพครูวิชาชีววิทยาตามกรอบแนวคิดที่แพค เพื่อวิเคราะห์ความพร้อมของนิสิตนักศึกษาฝึกประสบการณ์วิชาชีพ หลังจากทดสอบกับแบบทดสอบความพร้อมของนิสิต นักศึกษาครูวิชาเอกชีววิทยาตามกรอบแนวคิดที่แพคในภาพรวม โดยมีรายละเอียดของขั้นตอน ดังต่อไปนี้

#### ประชากรและกลุ่มตัวอย่าง

**ประชากรที่ใช้ในการวิจัย** เป็นนิสิตนักศึกษาระดับปริญญาตรี คณะครุศาสตร์ และศึกษาศาสตร์ ปีการศึกษา 2559 ในกรุงเทพมหานคร ที่กำลังฝึกประสบการณ์วิชาชีพครูวิชาเอกชีววิทยา สังกัดมหาวิทยาลัยในกำกับของรัฐ และมหาวิทยาลัยราชภัฏ

#### กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัย มีรายละเอียด ดังนี้

ขั้นที่ 1 สํารวจมหาวิทยาลัยในเขตกรุงเทพมหานคร สังกัดมหาวิทยาลัยในกำกับของรัฐ และมหาวิทยาลัยราชภัฏ พบว่า มหาวิทยาลัยในกำกับของรัฐ มีจำนวน 15 มหาวิทยาลัย และมหาวิทยาลัยราชภัฏ มีจำนวน 5 มหาวิทยาลัย โดยเป็นคณะครุศาสตร์ และศึกษาศาสตร์ พบว่ามีมหาวิทยาลัยในกำกับของรัฐ มีจำนวน 5 มหาวิทยาลัย และมหาวิทยาลัยราชภัฏ มีจำนวน 3 มหาวิทยาลัย (สำนักงานคณะกรรมการอุดมศึกษา, 2558)

ขั้นที่ 2 การเลือกตัวอย่างแบบเจาะจง (Purposive sampling) โดยกำหนดเงื่อนไขเป็น นิสิต นักศึกษาระดับปริญญาตรีที่กำลังฝึกประสบการณ์วิชาชีพครูวิชาเอกชีววิทยา ปีการศึกษา 2559 พบว่า มีมหาวิทยาลัยในกำกับของรัฐ มีจำนวน 3 มหาวิทยาลัย และมหาวิทยาลัยราชภัฏ มีจำนวน 1 มหาวิทยาลัย โดยแสดงรายละเอียดจำนวนของประชากรนิสิตนักศึกษาดังตารางที่ 6



ตารางที่ 6 จำนวนประชากรและกลุ่มตัวอย่างที่เก็บได้ของนิสิตนักศึกษาที่กำลังฝึกประสบการณ์วิชาชีพครูวิชาเอกชีววิทยา สังกัดมหาวิทยาลัยในกำกับของรัฐ และมหาวิทยาลัยราชภัฏ

สังกัด	มหาวิทยาลัย	จำนวนนิสิต	กลุ่มตัวอย่าง	ค่าเฉลี่ย
มหาวิทยาลัย		นักศึกษา	ที่เก็บได้ (คน)	(ร้อยละ)
		(คน)		
มหาวิทยาลัย	จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย	29	29	100
ในกำกับของ	มหาวิทยาลัย	19	15	78.95
รัฐ	ศรีนครินทรวิโรฒ			
	มหาวิทยาลัยรามคำแหง	15	11	73.33
มหาวิทยาลัย	มหาวิทยาลัยราชภัฏ	31	30	96.77
ราชภัฏ	พระนคร			
	<b>รวม</b>	<b>94</b>	<b>85</b>	<b>90.43</b>

กลุ่มตัวอย่างที่เก็บได้ทั้งหมด 85 คน คิดเป็นร้อยละ 90.43 กลุ่มตัวอย่างที่ขาดหายไป เพราะว่า นิสิตนักศึกษาไม่ได้ทำการทดสอบ

### ขั้นตอนการดำเนินงาน

การดำเนินการวิจัยในครั้งนี้ผู้วิจัยมีรายละเอียดการพัฒนาแบบทดสอบความพร้อมของนิสิตนักศึกษาครูวิชาเอกชีววิทยาตามกรอบแนวคิดที่แพค ดังต่อไปนี้

1. ศึกษาเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับกรอบแนวคิดที่แพค เพื่อวิเคราะห์และสร้างนิยามเพื่อนำมาสร้างแบบทดสอบ ซึ่งประกอบด้วย 3 องค์ประกอบ ได้แก่ 1) ความรู้ด้านเนื้อหา 2) ความรู้ด้านการสอน 3) ความรู้ด้านเทคโนโลยี

2. กำหนดตัวบ่งชี้ในการพัฒนาแบบทดสอบจากนิยามขององค์ประกอบทั้ง 3 อย่าง โดยการศึกษาเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับเนื้อหาวิชาชีววิทยา การสอน เทคโนโลยี โดยกำหนดตัวบ่งชี้ด้านความรู้เนื้อหาชีววิทยา 8 ตัว ความรู้การสอน 1 ตัว และความรู้เทคโนโลยี 3 ตัว

3. กำหนดแบบแผนข้อสอบ (Item Specification) เพื่อกำหนดรูปแบบทั่วไปของข้อสอบที่สามารถใช้วัดความรู้ตามตัวบ่งชี้ทั้ง 3 ด้าน สำหรับคำถามที่ใช้ในการสร้างแบบทดสอบด้านความรู้เนื้อหาชีววิทยาได้สุ่มอย่างง่ายเพื่อเลือกเนื้อหาบทเรียนชีววิทยาจำนวน 8 บท เนื่องจากการสอนชีววิทยา 1 เทอม ต้องสอนเนื้อหาอย่างน้อย 4 บท โดยการฝึกประสบการณ์วิชาชีพนั้น ได้กำหนดไว้ 1

ปีการศึกษา หรือ 2 เทอม (พระราชบัญญัติสภาครูและบุคลากรทางการศึกษา, 2546) จากหนังสือเรียนชีววิทยาจำนวน 5 เล่ม โดยได้นำตัวบ่งชี้มาจากมาตรฐานการเรียนรู้ ตามสถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (สสวท.) ทั้ง 8 บท คือมีตัวบ่งชี้ 8 ตัว ส่วนความรู้การสอบ และความรู้เทคโนโลยีได้ทำการสนทนากลุ่ม ระหว่างครูผู้สอนวิชาชีววิทยาเพื่อร่วมกันสร้างตัวบ่งชี้ซึ่งได้ตัวบ่งชี้ด้านความรู้การสอบ 1 ตัวบ่งชี้ และด้านความรู้เทคโนโลยี 3 ตัวบ่งชี้ และพัฒนาสถานการณ์จำลองที่จะใช้ในแบบทดสอบนี้ สำหรับรูปแบบของข้อสอบที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้คือเป็นแบบสอบแบบเลือกตอบจำนวน 4 ตัวเลือก และแบบสอบความเรียง

4. เขียนข้อสอบตามตัวบ่งชี้และคุณลักษณะข้อสอบหรือแผนผังข้อสอบที่กำหนดไว้ในข้อที่ 3 โดยสร้างให้ครอบคลุมตัวบ่งชี้และระดับพุทธิพิสัยของ Bloom พร้อมทั้งสร้างเกณฑ์รูบิกแบบองค์รวมเพื่อนำมาใช้ตรวจแบบทดสอบความเรียง

5. ตรวจสอบความตรงเชิงเนื้อหา (Content Validity) โดยผู้เชี่ยวชาญซึ่งพิจารณาจากค่าดัชนีความสอดคล้อง (Index of Item – Objective Congruence: IOC) และพิจารณาข้อที่มีค่า IOC ตั้งแต่ 0.5 ขึ้นไป โดยได้คัดเลือกผู้เชี่ยวชาญจากเงื่อนไข ดังนี้ 1.เป็นผู้มีประสบการณ์การการสอนวิชาชีววิทยาอย่างน้อย 5 ปี หรือ 2.เป็นอาจารย์ประจำภาควิชาเทคโนโลยีการศึกษา หลักสูตรและการสอน และวิทยาศาสตร์ สาขาชีววิทยา โดยได้กำหนดผู้เชี่ยวชาญตรวจสอบความตรงเชิงเนื้อหาทั้งหมด 7 คน ประกอบด้วยผู้เชี่ยวชาญด้านความรู้เนื้อหาชีววิทยา 3 คน ด้านความรู้การสอบ 3 คน โดยเป็นผู้เชี่ยวชาญตรวจสอบเนื้อหาชีววิทยาด้วย 2 คน และด้านความรู้เทคโนโลยี 3 คน (ภาคผนวก)

6. คัดเลือกและปรับปรุงข้อสอบตามข้อเสนอแนะ และจัดทำแบบทดสอบและนำไปทดลองใช้ (try out) กับกลุ่มตัวอย่าง ซึ่งเป็นนิสิตนักศึกษาที่กำลังฝึกประสบการณ์วิชาชีพรูวิชาเอกชีววิทยาปีการศึกษา 2559 ของจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัยจำนวน 10 คน เพื่อตรวจสอบคุณภาพของเครื่องมือรายข้อเบื้องต้น โดยการหาค่าความยาก ค่าอำนาจจำแนก ความเที่ยงและนำผลนั้นมาทำการปรับข้อสอบรายข้อ

7. ปรับปรุงเกณฑ์รูบิกแบบองค์รวมตามข้อเสนอแนะ โดยผู้วิจัยได้ให้ผู้เชี่ยวชาญพิจารณาความเหมาะสมต่อเกณฑ์รูบิกแบบองค์รวม โดยคะแนนความเหมาะสมต้องมากกว่า 3.5 ถึงจะนำเกณฑ์นั้นไปใช้เป็นเกณฑ์การตรวจแบบทดสอบความเรียง

### เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

เครื่องมือที่ใช้ในการเก็บรวบรวมข้อมูลครั้งนี้ประกอบด้วย

1. เครื่องมือที่ใช้ทดสอบความพร้อมของนิสิตนักศึกษาครูวิชาเอกชีววิทยาตามกรอบแนวคิดที่แพค จำนวน 3 ด้านดังนี้

1.1 ด้านความรู้เนื้อหา เป็นข้อสอบวิชาชีววิทยา ประกอบด้วย 8 บท ได้แก่ 1.ระบบย่อยอาหารและการสลายสารอาหารระดับเซลล์ 2.การสืบพันธุ์และการเจริญเติบโตของสัตว์ 3.ระบบประสาทและอวัยวะรับความรู้สึก 4.การสังเคราะห์ด้วยแสง 5.การสืบพันธุ์ของพืชดอกและการเจริญเติบโต 6.การถ่ายทอดทางพันธุกรรม 7.ยีนและโครโมโซม และ 8.ประชากร รูปแบบข้อสอบเป็นแบบเลือกตอบ 4 ตัวเลือก จำนวน 118 ข้อ

1.2 ด้านความรู้การสอน เป็นข้อสอบที่เกี่ยวกับความรู้ด้าน วิธีการสอน รูปแบบความเรียง จำนวน 6 ข้อ โดยการแก้ไขตามสถานการณ์จำลอง

1.3 ด้านความรู้เทคโนโลยี เป็นข้อสอบที่เกี่ยวกับความรู้ด้าน 1.สื่อ 2.อุปกรณ์ 3.เทคโนโลยี ต่างๆ ความเรียงจำนวน 6 ข้อ โดยการแก้ไขตามสถานการณ์จำลอง

#### ลักษณะของเครื่องมือ

แบบทดสอบความพร้อมของนิสิตนักศึกษาครูวิชาเอกชีววิทยาตามกรอบแนวคิดที่แพคแบ่ง ออกเป็น 3 ฉบับ โดยเป็นแบบทดสอบแบบเลือกตอบ 4 ตัวเลือก 1 ฉบับ แบบความเรียง 2 ฉบับ (ภาคผนวก)

#### โครงสร้างเครื่องมือ

ตารางที่ 7 ลักษณะของเครื่องมือและน้ำหนักการให้คะแนน

องค์ประกอบ	ลักษณะ	ระดับพุทธิพิสัย						จำนวนข้อ (ข้อ)	น้ำหนัก (คะแนน)	น้ำหนัก (ร้อยละ)
		ความรู้ความจำ	ความเข้าใจ	การประยุกต์ใช้	การวิเคราะห์	การสังเคราะห์	การประเมินค่า			
ความรู้เนื้อหา	แบบเลือกตอบ 4 ตัวเลือก	48	53	2	15	-	-	118	30	50
ความรู้การสอน	แบบความเรียง	-	-	2	2	2	-	6	15	25
ความรู้เทคโนโลยี	แบบความเรียง	-	-	1	5	-	-	6	15	25
รวม		48	53	5	22	2	-	130	60	100

ตารางที่ 8 โครงสร้างแบบทดสอบความพร้อมของนิสิตนักศึกษาครุวิชาเอกชีววิทยาตามกรอบแนวคิด  
ที่แพค ด้านความรู้เนื้อหา

ตัวบ่งชี้	มาตรฐานการ เรียนรู้	วัตถุประสงค์ เชิง พฤติกรรม	ระดับพุทธิพิสัย					
			ความรู้ความจำ	ความเข้าใจ	การประยุกต์ใช้	การวิเคราะห์	การสังเคราะห์	การประเมินค่า
1. ระบบ ย่อยอาหาร และการ สลาย สารอาหาร ระดับเซลล์	สืบค้นข้อมูล อภิปราย และสรุป เกี่ยวกับโครงสร้าง และการทำงาน ของระบบย่อย อาหาร และการ สลายสารอาหาร ระดับเซลล์ใน ร่างกายของสัตว์ และมนุษย์	อธิบาย โครงสร้าง และการ ทำงานของ ระบบย่อย อาหารได้	4	5		1		10
			1	3		1		5
	รวม		5	8		2		15
2. การ สืบพันธุ์ และการ เจริญเติบโต ของสัตว์	สืบค้นข้อมูล อภิปราย และสรุป เกี่ยวกับโครงสร้าง และการทำงาน ของระบบสืบพันธุ์ และ การ เจริญเติบโตของ สัตว์และมนุษย์	อธิบาย โครงสร้าง และการ ทำงานของ ระบบ สืบพันธุ์ได้	6	1		1		8
			3	3		1		7
	รวม		9	4		2		15

**ตารางที่ 8** โครงสร้างแบบทดสอบความพร้อมของนิสิตนักศึกษาครุวิชาเอกชีววิทยาตามกรอบแนวคิดที่แพค ด้านความรู้เนื้อหา

ตัวบ่งชี้	มาตรฐานการเรียนรู้	วัตถุประสงค์ เชิง พฤติกรรม	ระดับพุทธิพิสัย					
			ความรู้ความจำ	ความเข้าใจ	การประยุกต์ใช้	การวิเคราะห์	การสังเคราะห์	การประเมินค่า
3.ระบบ ประสาท และ อวัยวะ รับ ความรู้สึ	สืบค้นข้อมูล ทดลอง อภิปราย และสรุป เกี่ยวกับการทำงาน ของระบบประสาท และอวัยวะรับ ความรู้สึ	อธิบายการ รับรู้และการ ตอบสนอง ได้	1	1				2
		อธิบาย โครงสร้าง และการ ทำงานของ ระบบ ประสาทได้	2	2		1		5
		อธิบายการ ตอบสนอง ของอวัยวะ รับ ความรู้สึ	1	5		2		8
		<b>รวม</b>	<b>4</b>	<b>8</b>	<b>3</b>		<b>15</b>	

ตารางที่ 8 โครงสร้างแบบทดสอบความพร้อมของนิสิตนักศึกษาครูวิชาเอกชีววิทยาตามกรอบแนวคิดที่แพค ด้านความรู้เนื้อหา

ตัวบ่งชี้	มาตรฐานการเรียนรู้	วัตถุประสงค์ เชิง พฤติกรรม	ระดับพุทธิพิสัย					
			ความรู้ความจำ	ความเข้าใจ	การประยุกต์ใช้	การวิเคราะห์	การสังเคราะห์	การประเมินค่า
4.การ สังเคราะห์ ด้วยแสง	สืบค้นข้อมูล เกี่ยวกับการค้นคว้า ที่เกี่ยวข้องกับ กระบวนการ สังเคราะห์ด้วยแสง	อธิบาย กระบวนการ สังเคราะห์ ด้วยแสงได้	1	4		2		7
	ทดลองและ อภิปราย เพื่อศึกษา กระบวนการ สังเคราะห์ด้วยแสง	บอกการ ค้นคว้าที่ เกี่ยวข้อง กับ กระบวนการ สังเคราะห์ ด้วยแสงได้	1					1
	สืบค้นข้อมูล ทดลอง อภิปราย และสรุปเกี่ยวกับโฟ โตเรสไพเรชันในพืช ต่างๆ ไป กลไกการ เพิ่มความเข้มข้น ของ	เปรียบเทียบ ความ แตกต่างของ พืช C3 C4 และ CAM ได้	3	1		1		5
	คาร์บอนไดออกไซด์ ในพืช C <sub>4</sub> และพืช CAM รวมทั้งปัจจัย บางประการที่มีผล ต่อการสังเคราะห์ ด้วยแสง	อธิบาย ปัจจัยต่างๆ ที่มีผลต่อ การ สังเคราะห์ ด้วยแสงของ พืชได้	1	1				2
	รวม		6	6		3		15

ตารางที่ 8 โครงสร้างแบบทดสอบความพร้อมของนิสิตนักศึกษาครุวิชาเอกชีววิทยาตามกรอบแนวคิดที่แตก ด้านความรู้เนื้อหา

ตัวบ่งชี้	มาตรฐานการเรียนรู้	วัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรม	ระดับพุทธิพิสัย					
			ความรู้ความจำ	ความเข้าใจ	การประยุกต์ใช้	การวิเคราะห์	การสังเคราะห์	การประเมินค่า
5.การสืบพันธุ์ของพืชดอกและการเจริญเติบโต	วัฏจักรชีวิตและการสืบพันธุ์แบบอาศัยเพศ การสืบพันธุ์แบบไม่อาศัยเพศและการขยายพันธุ์พืชรวมทั้งการวัดอัตราการเจริญเติบโตของพืช	อธิบายกระบวนการสร้างเซลล์สืบพันธุ์และการปฏิสนธิในพืชดอกได้	5	2				7
		บอกโครงสร้างของผลและเมล็ด และอธิบายกระบวนการเจริญเติบโตของพืชดอกได้	3	1	1			5
		อธิบายวงจรชีวิต และการสืบพันธุ์แบบไม่อาศัยเพศของพืชได้	1	2				3
รวม			9	5	1		15	

ตารางที่ 8 โครงสร้างแบบทดสอบความพร้อมของนิสิตนักศึกษาครูวิชาเอกชีววิทยาตามกรอบแนวคิดที่แพค ด้านความรู้เนื้อหา

ตัวบ่งชี้	มาตรฐานการเรียนรู้	วัตถุประสงค์ เชิง พฤติกรรม	ระดับพุทธิพิสัย					
			ความรู้ความจำ	ความเข้าใจ	การประยุกต์ใช้	การวิเคราะห์	การสังเคราะห์	การประเมินค่า
6.การ ถ่ายทอด ทาง พันธุกรรม	สืบค้นข้อมูล วิเคราะห์ อภิปราย อธิบาย และสรุป การค้นพบกฎการ ถ่ายทอดทาง พันธุกรรมของเมน เดล	อธิบาย การศึกษา พันธุศาสตร์ ของเมนเดล ได้ อธิบายกฎ แห่งการแยก และกฎแห่ง หาร รวมกลุ่ม อย่างอิสระ ได้	1			2		3
	สืบค้นข้อมูล วิเคราะห์ อภิปราย อธิบาย และสรุป การถ่ายทอด ลักษณะทาง พันธุกรรมที่เป็น ส่วนขยายของพันธุ ศาสตร์เมนเดลและ ความแปรผันทาง พันธุกรรม	อธิบายการ ถ่ายทอด ลักษณะทาง พันธุกรรมที่ เป็นส่วน ขยายของ พันธุศาสตร์ เมนเดลได้	3	3		1		7
	รวม		4	5	2	4		15



**ตารางที่ 8** โครงสร้างแบบทดสอบความพร้อมของนิสิตนักศึกษาครูวิชาเอกชีววิทยาตามกรอบแนวคิดที่แพค ด้านความรู้เนื้อหา

ตัวบ่งชี้	มาตรฐานการเรียนรู้	วัตถุประสงค์ เชิง พฤติกรรม	ระดับพุทธิพิสัย					
			ความรู้ความจำ	ความเข้าใจ	การประยุกต์ใช้	การวิเคราะห์	การสังเคราะห์	การประเมินค่า
7. ยีนและโครโมโซม	สืบค้นข้อมูลวิเคราะห์ และอธิบายเกี่ยวกับโครโมโซม โครงสร้างและหน้าที่ของสารพันธุกรรม	อธิบายโครงสร้างและหน้าที่ของสารพันธุกรรมได้	3					3
		อธิบายการค้นพบและการถ่ายทอดสารพันธุกรรมได้		2				2
	สืบค้นข้อมูลวิเคราะห์ และสรุปเกี่ยวกับสมบัติของสารพันธุกรรม	อธิบายกระบวนการสังเคราะห์ DNA ได้	3	2				5
		อธิบายการเกิดมิวเทชันได้	2	3				5
รวม			8	7				15

**ตารางที่ 8** โครงสร้างแบบทดสอบความพร้อมของนิสิตนักศึกษาครุวิชาเอกชีววิทยาตามกรอบแนวคิดที่แพค ด้านความรู้เนื้อหา

ตัวบ่งชี้	มาตรฐานการเรียนรู้	วัตถุประสงค์ เชิง พฤติกรรม	ระดับพุทธิพิสัย					
			ความรู้ความจำ	ความเข้าใจ	การประยุกต์ใช้	การวิเคราะห์	การสังเคราะห์	การประเมินค่า
8. ประชากร	สืบค้นข้อมูล อภิปราย และ อธิบายเกี่ยวกับ ความหมายของ ประชากร ความหนาแน่นของ ประชากร อัตราการเปลี่ยนแปลงขนาด ของประชากร และ ปัจจัยสำคัญที่มีผล ต่อการเปลี่ยนแปลง ขนาดของประชากร	อธิบาย เกี่ยวกับ ความหนาแน่น และการแพร่กระจาย ของ ประชากรได้		2				2
		บอกปัจจัย สำคัญที่มีผล ต่อการเปลี่ยนแปลง ขนาดของ ประชากรได้	1	3			4	
		อธิบาย รูปแบบการเพิ่มของ ประชากรได้	2	1			3	
	ประชากรมนุษย์ การเติบโต และ โครงสร้างอายุของ ประชากรมนุษย์	อธิบายการ รอดชีวิตของ ประชากร และ ประชากร มนุษย์ได้		4			4	
	รวม		3	10			13	
	รวมทั้งหมด		48	53	2	15	118	

ตารางที่ 9 โครงสร้างแบบทดสอบความพร้อมของนิสิตนักศึกษาครุวิชาเอกชีววิทยาตามกรอบแนวคิด  
ที่แพค ด้านความรู้การสอน

องค์ประกอบ	ตัวบ่งชี้	วัตถุประสงค์เชิง พฤติกรรม	ระดับพุทธิพิสัย					รวม
			ความรู้ความจำ	ความเข้าใจ	การประยุกต์ใช้	การวิเคราะห์	การสังเคราะห์	
ความรู้การ สอน	1.วิธีการ สอน	นำวิธีการสอนไป ใช้จัดการเรียนการ สอนได้อย่าง เหมาะสม			2	2	2	6

ตารางที่ 10 โครงสร้างแบบทดสอบความพร้อมของนิสิตนักศึกษาครุวิชาเอกชีววิทยาตามกรอบ  
แนวคิดที่แพค ด้านความรู้เทคโนโลยี

องค์ประกอบ	ตัวบ่งชี้	วัตถุประสงค์เชิง พฤติกรรม	ระดับพุทธิพิสัย					รวม
			ความรู้ความจำ	ความเข้าใจ	การประยุกต์ใช้	การวิเคราะห์	การสังเคราะห์	
ความรู้ เทคโนโลยี	1.สื่อ	นำสื่อ ไปใช้ จัดการเรียนการ สอนได้อย่าง เหมาะสม				1		1
	2.อุปกรณ์	นำ อุปกรณ์ ไป ใช้จัดการเรียน การสอนได้อย่าง เหมาะสม			1			1
	3.เทคโนโลยี ต่างๆ	นำเทคโนโลยีไป ใช้จัดการเรียน การสอนได้อย่าง เหมาะสม				4		4
	รวม				1	5		6

### เกณฑ์การตรวจให้คะแนน

เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้เป็นแบบทดสอบความพร้อมของนิสิตนักศึกษาครูวิชาเอกชีววิทยาตามกรอบแนวคิดที่แพค โดยในด้านความรู้เนื้อหาที่เป็นแบบทดสอบแบบเลือกตอบ 4 ตัวเลือก จะตรวจให้คะแนนรวมแล้วเป็น 30 คะแนน เป็นร้อยละ 50 ของคะแนนรวมของแบบทดสอบ โดยด้านความรู้การสอนและความรู้เทคโนโลยีเป็นแบบทดสอบแบบความเรียง โดยแบบความเรียงนั้น ได้พัฒนาเกณฑ์การตรวจให้คะแนน เป็นรูปแบบรูบิกแบบองค์รวม จะตรวจให้คะแนนด้านความรู้การสอน 15 คะแนน เป็นร้อยละ 25 ของคะแนนรวมของแบบทดสอบ และด้านความรู้เทคโนโลยี 15 คะแนน เป็นร้อยละ 25 ของคะแนนรวมของแบบทดสอบ โดยคะแนนจะแบ่งเป็น 2 แบบคือ แบบ 2 คะแนน และแบบ 3 คะแนน ตามความละเอียดในการพัฒนาเกณฑ์การตรวจรูบิกแบบองค์รวม โดยมีรายละเอียดต่อไปนี้

ตารางที่ 11 เกณฑ์การให้คะแนนรูปแบบรูบิกแบบองค์รวมของข้อสอบความเรียงด้านความรู้การสอน

แบบทดสอบ	เกณฑ์การให้คะแนน			
	3 คะแนน	2 คะแนน	1 คะแนน	0 คะแนน
ด้านความรู้ การสอน ข้อที่ 1.1	นักศึกษาควร ตอบโดย 1. ออกแบบ กิจกรรมที่ให้นักเรียนศึกษา เรียนรู้เนื้อหาด้วยตนเอง ผ่านการอ่าน คิดวิเคราะห์ สรุปเนื้อหา พันธุ์ศาสตร์ด้วยตนเองหรือศึกษาจากสื่อ IT (โยงสู่เทคโนโลยี มีกิจกรรมเรียนรู้ด้วยตนเองไปในกิจกรรม เช่น บันทึก สรุป ตอบคำถาม) 2.มีการแบ่งกลุ่มเพราะนักเรียน	เลือกวิธีการสอนแบบบรรยายเพราะเนื้อหาจะเป็นเรื่อง ความน่าจะเป็น ที่ใช้ความสามารถด้านคณิตศาสตร์ที่ต้องการการอธิบายให้เข้าใจ มีการถาม-ตอบระหว่างครูและนักเรียน พร้อมด้วยแบบฝึกหัดที่ฝึกฝน ความสามารถด้านคณิตศาสตร์ของความน่าจะเป็น จากนั้นร่วมกันสรุปความรู้ที่ได้รับหรือเลือกสอนโดยวิธีสอนโดยการ	เลือกวิธีการสอนแบบอื่น เช่น การสาธิต ซึ่งไม่เหมาะสมต่อการสอน แต่มีเหตุผลประกอบที่เกี่ยวกับเนื้อหา ความน่าจะเป็นที่มีการจัดการสอนที่นักเรียนควรจะได้รับ เช่น ครูสาธิตการโยนเหรียญและให้นักเรียนช่วยกันตอบคำถาม เป็นต้น	เลือกวิธีการสอนที่ไม่เหมาะสม เช่น การสาธิต และมีเหตุผลประกอบที่ไม่สมเหตุสมผลต่อการจัดการเรียนการสอน เช่น ครูสาธิตการโยนเหรียญและบอกว่านับอย่างไรหรือไม่ตอบคำถาม

**ตารางที่ 11** เกณฑ์การให้คะแนนรูปแบบรูบิกแบบองค์รวมของข้อสอบความเรียงด้านความรู้การสอน

แบบทดสอบ	เกณฑ์การให้คะแนน			
	3 คะแนน	2 คะแนน	1 คะแนน	0 คะแนน
ด้านความรู้ การสอน ข้อที่ 1.1	สนใจกลุ่มหน้า ห้องเท่านั้น อาจจะใช้กิจกรรม jigsaw ให้เรียนรู้ แลกเปลี่ยน ใน กลุ่มเพราะ กิจกรรมการสอน ที่เกิดขึ้นที่เน้น การเรียนรู้ด้วย ตนเอง มีการตรวจสอบ ช่วยเหลือ แลกเปลี่ยน ให้ เข้าใจ จะทำให้ นักเรียนเรียนรู้ได้ ร่วมกันทั้งห้อง	ใช้เกม จะเป็นการ จัดกิจกรรมที่ สามารถสื่อถึง เนื้อหาของความ น่าจะเป็น เช่น การเล่นโยน เหรียญ พร้อมจด บันทึกจาก กิจกรรม และ นำมาสู่การร่วมกัน สรุปสิ่งที่เกิดขึ้น จากการเล่นเกมว่า เกี่ยวกับความ น่าจะเป็นอย่างไร พร้อมด้วย แบบฝึกหัดที่ ฝึกฝน ความสามารถด้าน คณิตศาสตร์ของ ความน่าจะเป็น		

**ตารางที่ 11** เกณฑ์การให้คะแนนรูปแบบรูบิกแบบองค์รวมของข้อสอบความเรียงด้านความรู้การสอน

แบบทดสอบ	เกณฑ์การให้คะแนน		
	2 คะแนน	1 คะแนน	0 คะแนน
ด้านความรู้ การสอน ข้อที่ 1.2	ใช้กิจกรรมที่นักเรียนได้ มีส่วนรับผิดชอบต่องาน ให้มาก ผลการเรียนรู้ ของตนเอง หรือใช้ เทคนิคให้เรียนรู้ แลกเปลี่ยนในกลุ่ม การ บันทึกการเรียนรู้ด้วย ตนเอง ให้ครูตรวจ แลกเปลี่ยนกับเพื่อน การสะท้อนการเรียนรู้ ตนเองการเก็บคะแนน รายชั่วโมงเพราะ กิจกรรมการเรียนรู้	วิธีการที่ชวนให้ส่งเสริม การเรียนรู้มากขึ้น เช่น การ ให้คะแนนรายชั่วโมง ด้วย วิธีการต่างๆ เช่น การตอบ คำถาม แต่เหตุผลไม่ เหมาะสมต่อการนำไปใช้ สอน เช่น การให้คะแนน นักเรียนในขณะที่ตอบถูก จะช่วยกระตุ้นให้นักเรียน สนใจเรียนเพิ่มขึ้นโดยเน้น ไปที่นักเรียนที่อยู่ด้านหลัง ห้องให้ตอบคำถามให้ได้	วิธีการที่ไม่ช่วย ส่งเสริมการเรียนรู้ เช่น การทำโทษ นักเรียนที่ไม่สนใจ เรียน การให้ยื่น และ เหตุผลไม่เหมาะสม ต่อการนำไปใช้สอน เช่น การทำโทษเป็น การตักเตือนว่าการไม่ เรียนเป็นสิ่งที่ไม่ดี หรือไม่ตอบคำถาม

**ตารางที่ 11** เกณฑ์การให้คะแนนรูปแบบรูบิกแบบองค์รวมของข้อสอบความเรียงด้านความรู้การสอน

แบบทดสอบ	เกณฑ์การให้คะแนน		
	2 คะแนน	1 คะแนน	0 คะแนน
ด้านความรู้ การสอน ข้อที่ 2.1	<p>ทบทวนเนื้อหาที่จะทำการสอนทุกครั้ง เพราะเนื้อหาจะมีส่วนที่เกี่ยวข้องกับความจำ รวมถึงความเข้าใจเป็นส่วนใหญ่ ถ้าไม่ได้ทบทวนเนื้อหาหรือทบทวนไม่เพียงพอก็จะทำให้การสอนนั้น ทำให้นักเรียนเข้าใจผิดไปหรือไม่สนใจ ซึ่งจะทำให้ให้นักเรียนสับสนและไม่เข้าใจได้</p> <p>หรือการจัดการเรียนการสอนด้วยวิธีการสอนที่เหมาะสม เช่น เมื่อถึงเรื่องโครงสร้างของราก ก็จะเลือกใช้กิจกรรมที่ทำให้ให้นักเรียนมีส่วนร่วมทุกคน เช่น การแลกเปลี่ยนเรียนรู้ และนำไปสู่การทดลอง เพราะเรื่องนี้จะต้องสอนให้จำชื่อโครงสร้างให้ได้ก่อนและเสริมการเข้าใจด้วยตัวอย่างการทดลองจริง โดยยึดกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ และบูรณาการทักษะวิทยาศาสตร์</p>	<p>ทบทวนเนื้อหาที่จะทำการสอนทุกครั้ง บอกเหตุผลประกอบไม่ชัดเจน เช่น เพราะการทบทวนเนื้อหาทำให้ครูแม่นยำในเนื้อหา นักเรียนจะเข้าใจได้ถูกต้อง หรือการจัดการเรียนการสอนด้วยวิธีการสอนที่เหมาะสม เช่น เมื่อถึงเรื่องโครงสร้างของราก ก็จะเลือกใช้วิธีการสอนแบบบรรยาย พร้อมเหตุผลที่ไม่ชัดเจน เช่น เพราะเนื้อหาของวิชาชีววิทยาในเรื่องนี้จำเป็นต้องให้นักเรียนจำให้ได้ก่อน</p>	<p>ตอบคำถามที่ไม่เกี่ยวข้องกับแนวคำตอบ และเป็นคำตอบที่ไม่เหมาะสม เช่น การนำแผนการสอนที่ถูกออกแบบไว้แล้วมาใช้ซึ่งนักศึกษาฝึกประสบการณ์ วิชาชีวไม่ควรถ้า เพราะต้องการฝึกประสบการณ์ หรือไม่ตอบคำถาม</p>

**ตารางที่ 11** เกณฑ์การให้คะแนนรูปแบบบุคลิกแบบองค์รวมของข้อสอบความเรียงด้านความรู้การสอน

แบบทดสอบ	เกณฑ์การให้คะแนน			
	3 คะแนน	2 คะแนน	1 คะแนน	0 คะแนน
ด้านความรู้ การสอน ข้อที่ 2.2	เลือกวิธีการสอน แบบทดลอง เพราะเนื้อหาที่จะ สอนเกี่ยวกับ โครงสร้างของราก ซึ่งควรจะมีการ ปฏิบัติจากสื่อจริง ด้วยกระบวนการ ทดลอง จึงจะทำ ให้ส่งผลให้ นักเรียนเกิดการ เรียนรู้ได้มากที่สุด	เลือกวิธีการสอน แบบสาธิต เพราะสามารถ แสดงสื่อจริงให้ นักเรียนได้เห็น และเกิดการ เรียนรู้ได้รวดเร็ว กว่าการสอน แบบการทดลอง	เลือกวิธีการสอน อื่น เช่น การสอน แบบบรรยาย พร้อมเหตุผล ประกอบที่ เหมาะสมต่อ วิธีการสอนนั้น เช่น การบรรยาย จะช่วยให้ นักเรียนสามารถ ถาม-ตอบถึงเรื่อง ที่ครูกำลังอธิบาย เพื่อให้เกิดความ เข้าใจได้มากขึ้น	เลือกวิธีการสอน ที่ไม่เหมาะสม เช่น วิธีสอนแบบ เล่นเกม หรือ เลือกวิธีการสอน อื่น เช่น การสอน แบบบรรยาย แต่ มีเหตุผลประกอบ ที่ไม่สมเหตุผล ต่อการจัดการ เรียนการสอน เช่น การบรรยาย จะช่วยอธิบาย เนื้อหาและช่วย ให้นักเรียนจดจำ ได้มากขึ้น หรือไม่ ตอบคำถาม



**ตารางที่ 11** เกณฑ์การให้คะแนนรูปแบบบุคลิกแบบองค์รวมของข้อสอบความเรียงด้านความรู้การสอน

แบบทดสอบ	เกณฑ์การให้คะแนน			
	3 คะแนน	2 คะแนน	1 คะแนน	0 คะแนน
ด้านความรู้ การสอน ข้อที่ 3.1	เลือกต่อยอด ความรู้ของ นักเรียนเก่ง วิธี สอนเน้นการคิด สร้างสรรค์ วิเคราะห์ ต่อยอด ความรู้เดิม ทำ ทนายให้ศึกษาเพิ่ม และควรการ ปฏิบัติตนควร จะเตรียมตัวสอน ทุกครั้ง เลือกออกแบบ การเรียนรู้และ เขียนแผนการ เรียนรู้ที่ เหมาะสมต่อ เนื้อหาและ ทบทวนเนื้อหา ที่จะทำการ สอนทุกครั้ง และเลือกใช้ วิธีการสอนทุก ครั้ง และเลือกใช้ วิธีการสอนอย่าง น้อย 2 แบบ พร้อมเหตุผล ประกอบดังนี้ 1. เลือกวิธีการสอน แบบทดลอง เพราะในส่วน ของเนื้อหา ความหลากหลาย ทางชีวภาพสามารถ นำมาจัดการ ทดลอง	การปฏิบัติตน ควรเตรียม ตัวสอนทุก ครั้งที่ทำการ สอน ไม่คิดว่า นักเรียนเก่ง แล้วจะสอน อย่างไรก็ได้ เลือกออกแบบ การเรียนรู้และ เขียนแผนการ เรียนรู้ที่ เหมาะสมต่อ เนื้อหาและ ทบทวนเนื้อหา ที่จะทำการ สอนทุกครั้ง และเลือกใช้ วิธีการสอน อย่างน้อย 1 แบบ พร้อม เหตุผลที่ เหมาะสม ดัง ตัวอย่างที่ เฉลยไว้ใน ส่วนของ 3 คะแนน	การปฏิบัติตน ควร จะเตรียมตัว สอนทุกครั้ง ที่ไม่คิดว่า นักเรียนเก่ง แล้วจะสอน อย่างไรก็ได้ หนึ่ง -เลือกออกแบบ การเรียนรู้และ เขียนแผนการ เรียนรู้ที่ เหมาะสมต่อ เนื้อหาที่ จะทำการสอน ทุกครั้งที่ หรือมีครบ แต่ไม่แสดง การเลือกใช้ วิธีการสอน หรือการ เลือกใช้ วิธีการสอน แต่เหตุผล ประกอบที่ ไม่เหมาะสม เช่น เลือก วิธีการสอน แบบบรรยาย เช่น เพราะ สามารถ ทบทวนได้ อย่างรวดเร็ว ทำให้ห้อง ที่เรียน ดีอยู่แล้ว เรียนรู้ได้ รวดเร็วและ มากขึ้น	การปฏิบัติตน ควร จะเตรียมตัว สอนทุกครั้ง ที่ไม่คิดว่า นักเรียนเก่ง แล้วจะสอน อย่างไรก็ได้ โดยมีการ แสดง การปฏิบัติ อย่างใด อย่างหนึ่ง ดั่งที่ เฉลยไว้ใน ส่วน ของ 1 คะแนน และไม่ แสดง การ เลือก ใช้ วิธี สอน หรือ การ เลือก ใช้ วิธี สอน แต่ เหตุผล ประกอบ ที่ ไม่ เหมาะสม เช่น เลือก วิธี การ สอน แบบ บรรยาย เช่น เพราะ ว่า สามารถ ทบทวน ได้ อย่าง รวดเร็ว ทำให้ ห้อง ที่ เรียน ดี อยู่แล้ว เรียนรู้ ได้ รวดเร็ว และ มาก ขึ้น หรือไม่ ตอบ คำถาม

**ตารางที่ 11** เกณฑ์การให้คะแนนรูปแบบบุคลิกแบบองค์รวมของข้อสอบความเรียงด้านความรู้การสอน

แบบทดสอบ	เกณฑ์การให้คะแนน			
	3 คะแนน	2 คะแนน	1 คะแนน	0 คะแนน
ด้านความรู้ การสอน ข้อที่ 3.1	<p>ในการจำแนก สิ่งมีชีวิตได้ ซึ่งจะ ทำให้นักเรียน เข้าใจเรื่องที่เรียน ได้มากขึ้น 2.เลือก วิธีการสอนแบบ บรรยาย เพราะว่า สามารถอธิบายได้ โดยตรงจาก ครูผู้สอน เกิดการ ถาม-ตอบให้ นักเรียนเข้าใจ เนื้อหาได้มากขึ้น เช่น ในเรื่อง ประชากร และใช้ ในการทบทวน เนื้อหาที่ได้เรียน ไปแล้วทั้งหมดได้ อย่างรวดเร็ว 3. วิธีการสอนแบบ สาธิต เพราะช่วย ให้เกิดการเรียนรู้ ได้รวดเร็วมากขึ้น จากการศึกษาการ กระทำของ ครูผู้สอน เช่น การสาธิตการจัด จำแนกสิ่งมีชีวิต 4.วิธีสอนแบบใช้ เกม</p>			

**ตารางที่ 11** เกณฑ์การให้คะแนนรูปแบบบุคลิกแบบองค์รวมของข้อสอบความเรียงด้านความรู้การสอน

แบบทดสอบ	เกณฑ์การให้คะแนน			
	3 คะแนน	2 คะแนน	1 คะแนน	0 คะแนน
ด้านความรู้ การสอน ข้อที่ 3.1	เช่น การจัดการ เรียนรู้แบบใช้เกม จะทำให้เกิดการ แข่งขัน และความ น่าสนใจ เช่น การ แข่งกันตอบ คำถาม 5.วิธีสอน แบบสถานการณ์ จำลอง เช่น เพราะว่าจะเกิด การจำลอง สถานการณ์ที่ สามารถกระทำ และตระหนักได้ ด้วยตนเองจาก ความรู้ที่ตนได้รับ เช่น การทำ สถานการณ์การ แพร่กระจายของ ประชากร			

**ตารางที่ 11** เกณฑ์การให้คะแนนรูปแบบของข้อสอบความเรียงด้านความรู้การสอน

แบบทดสอบ	เกณฑ์การให้คะแนน		
	2 คะแนน	1 คะแนน	0 คะแนน
ด้านความรู้ การสอน ข้อที่ 4.1	เลือกวิธีการสอนที่ลดการใช้เสียงลงให้มากที่สุด เช่น การสอนแบบบรรยายแต่เน้นไปที่การใช้ชีวิตที่เสี่ยงน้อย และให้บันทึกข้อความจากชีวิตที่เสี่ยง โดยการหยุดชีวิตที่เสี่ยงเป็นระยะเพื่อให้นักเรียนบันทึกข้อความที่สำคัญเป็นระยะๆ หรือ สอนโดยยึดหลักผู้เรียนเรียนรู้ได้ด้วยตนเอง โดยออกแบบใบงาน กิจกรรม ที่ทำให้เกิดการเรียนรู้ด้วยตนเอง ซึ่งครูจะทำหน้าแนะนำ อำนวยความสะดวก กระตุ้น เสริมแรง หรือ วิธีการสอนแบบทดลอง เนื่องจากลดการใช้เสียงเป็นช่องทางในการสื่อสารลง และใช้สื่อให้เกิดความน่าสนใจมากขึ้น ช่วยให้นักเรียนกระทำการศึกษาร่วมกัน สืบค้นความรู้จากสื่อที่เรียนร่วมกัน และร่วมกันสรุปความรู้แทนการใช้เสียงของครูเป็นการสื่อสารทั้งหมด	วิธีการสอนอื่น เช่น เลือกวิธีการสอนแบบสาธิต เนื่องจากลดการใช้เสียงเป็นช่องทางในการสื่อสารลง และใช้สื่อให้เกิดความน่าสนใจมากขึ้น ช่วยให้นักเรียนสนใจสื่อประกอบการเรียนการสอนแทนการใช้เสียงตนเองทั้งหมด หรือวิธีการสอนแบบบรรยายที่ปรับการใช้เสียงโดยการให้เสียงสูง การสร้างบุคลิกที่น่าสนใจ หรือ วิธีสอนแบบสาธิต ที่มีเหตุผลใดเหตุผลหนึ่ง -เนื่องจากลดการใช้เสียงเป็นช่องทางในการสื่อสารลง -ใช้สื่อให้เกิดความน่าสนใจมากขึ้น ช่วยให้นักเรียนสนใจสื่อประกอบการเรียนการสอนแทนการใช้เสียงตนเองทั้งหมด หรือวิธีสอนแบบทดลอง ที่มีเหตุผลใดเหตุผลหนึ่ง -เนื่องจากลดการใช้เสียงเป็นช่องทางในการสื่อสารลง -และใช้สื่อให้เกิดความน่าสนใจมากขึ้น ช่วยให้นักเรียนกระทำการศึกษาจากสื่อที่เรียนร่วมกัน เกิดการร่วมกันศึกษาภายในกลุ่ม และร่วมกันสรุปความรู้แทนการใช้เสียงของครูเป็นการสื่อสารทั้งหมด	วิธีการสอนอื่น เช่น การสอนแบบบรรยาย ที่มีเหตุผลประกอบ ไม่เหมาะสม เช่น การเพิ่มแบบฝึกหัดท้ายคาบ เพื่อเพิ่มการทบทวนให้นักเรียนเข้าใจในเรื่องที่เรียนมากขึ้น หรือไม่ตอบคำถาม

ตารางที่ 12 เกณฑ์การให้คะแนนรูปแบบบุคลิกแบบองค์รวมของข้อสอบความเรียงด้านความรู้เทคโนโลยี

แบบทดสอบ	เกณฑ์การให้คะแนน			
	3 คะแนน	2 คะแนน	1 คะแนน	0 คะแนน
ด้านความรู้เทคโนโลยี ข้อที่ 1.1	เกิดการเรียนรู้มากขึ้น บอกรายละเอียดที่สนับสนุนการใช้สื่อเทคโนโลยี ให้สื่อนี้เป็นสื่อเทคโนโลยีที่ทันสมัย น่าสนใจ สามารถใช้ร่วมกับอุปกรณ์ที่ทุกคนอาจจะมี และสามารถนำออกมาใช้ได้โดยทันที และจะแสดงรายละเอียดได้ตามต้องการที่เราจะทำได้ตามเงื่อนไขของแอปพลิเคชัน ซึ่งจะช่วยส่งเสริมความเข้าใจของนักเรียนได้มากขึ้น	เกิดการเรียนรู้มากขึ้น บอกเหตุผลการสนับสนุนใช้เทคโนโลยีพอสังเขป เนื่องจากเป็นอุปกรณ์ที่ทุกคนมี และสามารถนำออกมาใช้ได้โดยทันที และจะแสดงรายละเอียดได้ตามต้องการที่เราจะทำได้ตามเงื่อนไขของแอปพลิเคชัน	เกิดการเรียนรู้มากขึ้น หรือไม่เกิดการเรียนรู้ บอกเหตุผลการสนับสนุนใช้เทคโนโลยีอย่างไม่ละเอียด หรือแสดงความไม่เห็นประโยชน์ของการใช้เทคโนโลยี เช่น เกิดการเรียนรู้มากขึ้น เพราะว่า การใช้แอปพลิเคชันสอนจะช่วยให้ นักเรียนสนุกกับการเรียน หรือไม่เกิดการเรียนรู้ เพราะแอปพลิเคชันอาจจะไม่น่าสนใจพอที่จะทำให้นักเรียนมาเกิดการเรียนรู้มากขึ้น	ไม่เห็นด้วย และไม่แสดงเหตุผลประกอบ หรือแสดงเหตุผลที่ไม่เหมาะสม เช่น การจัดการเรียนรู้ที่แอปพลิเคชันมาใช้สอน ก็ไม่สามารถกระตุ้นให้นักเรียนที่ไม่เรียนนั้นเกิดการเรียนรู้อีกขึ้นได้หรือไม่ตอบคำถาม

ตารางที่ 12 เกณฑ์การให้คะแนนรูปแบบบูรณาการของข้อสอบความเรียงด้านความรู้เทคโนโลยี

แบบทดสอบ	เกณฑ์การให้คะแนน		
	2 คะแนน	1 คะแนน	0 คะแนน
ด้านความรู้เทคโนโลยี ข้อที่ 1.2	ข้อดีเป็นสื่อเทคโนโลยีที่เข้าถึงได้ง่ายน่าสนใจ ทันสมัย และมีเงื่อนไขการเล่นที่หลากหลาย ตามความต้องการของนักเรียน ข้อจำกัดเป็นสื่อเทคโนโลยีที่อาจจะไม่ได้มีทุกคน และบางครั้งต้อง มีค่าใช้จ่ายในการใช้แอปพลิเคชันที่ต้องการนั้นมา	ข้อดีตอบอย่างใดอย่างหนึ่ง -เป็นสื่อเทคโนโลยีที่เข้าถึงได้ง่ายและทันสมัย -มีเงื่อนไขการเล่นที่หลากหลายตามความต้องการของนักเรียน ข้อจำกัดตอบอย่างใดอย่างหนึ่ง -สื่อเทคโนโลยีที่อาจจะไม่ได้มีทุกคน -มีค่าใช้จ่ายในการใช้แอปพลิเคชันที่ต้องการนั้นมา	ไม่สามารถบอกข้อดีและข้อจำกัดได้อย่างเหมาะสม เช่น ข้อดีคือส่งเสริมให้เกิดการใช้สมาร์ตโฟนกับการเรียน ข้อจำกัดคือนักเรียนที่ไม่มีทุนมากพอก็จะไม่สามารถมีไว้ใช้ได้ หรือไม่ตอบคำถาม

ตารางที่ 12 เกณฑ์การให้คะแนนรูปแบบบูรณาการของข้อสอบความเรียงด้านความรู้เทคโนโลยี

แบบทดสอบ	เกณฑ์การให้คะแนน			
	3 คะแนน	2 คะแนน	1 คะแนน	0 คะแนน
ด้านความรู้เทคโนโลยี ข้อที่ 2.1	นักเรียนรู้จักศึกษาการใช้อินเทอร์เน็ตในวิชาชีววิทยา สามารถนำมาขยายผลในเชิงการค้นคว้าด้วยอินเทอร์เน็ตด้วย ภาระงานอื่นๆ การสร้างแหล่งเรียนรู้ให้ผู้เรียน เพื่อส่งเสริมให้สนใจเรียนมากขึ้น รู้จักพัฒนาตนเองตลอดเวลา	นักเรียนรู้จักศึกษาการใช้อินเทอร์เน็ตในวิชาชีววิทยา ตอบสอดคล้องกับสองตัวอย่าง -สามารถนำมาขยายผลในเชิงการค้นคว้าด้วยอินเทอร์เน็ตด้วย ภาระงานอื่นๆ -การสร้างแหล่งเรียนรู้ให้ผู้เรียน เพื่อส่งเสริม	นักเรียนรู้จักศึกษาการใช้อินเทอร์เน็ตในวิชาชีววิทยา ตอบสอดคล้องกับตัวอย่างใดตัวอย่างหนึ่ง -สามารถนำมาขยายผลในเชิงการค้นคว้าด้วยอินเทอร์เน็ตด้วย ภาระงานอื่นๆ -การสร้างแหล่งเรียนรู้ให้ผู้เรียน	เขียนอธิบายไม่สอดคล้องกับตัวอย่างใดตัวอย่างหนึ่ง -สามารถนำมาขยายผลในเชิงการค้นคว้าด้วยอินเทอร์เน็ตด้วย ภาระงานอื่นๆ -การสร้างแหล่งเรียนรู้ให้ผู้เรียน เพื่อส่งเสริมให้สนใจเรียนมากขึ้น

**ตารางที่ 12** เกณฑ์การให้คะแนนรูปแบบรูบิกแบบองค์รวมของข้อสอบความเรียงด้านความรู้เทคโนโลยี

แบบทดสอบ	เกณฑ์การให้คะแนน			
	3 คะแนน	2 คะแนน	1 คะแนน	0 คะแนน
ด้านความรู้ เทคโนโลยี ข้อที่ 2.1	และติดตาม แบบฝึกหัด หรือ การทดสอบ หรือ การจำลองการ ทดลองได้	ให้สนใจเรียนมาก ขึ้น รู้จักพัฒนา ตนเองตลอดเวลา -ติดตาม แบบฝึกหัด หรือ การทดสอบ หรือ การจำลองการ ทดลองผ่าน ทางการใช้ อินเทอร์เน็ตได้	เพื่อส่งเสริมให้ สนใจเรียนมาก ขึ้น รู้จักพัฒนา ตนเองตลอดเวลา -ติดตาม แบบฝึกหัด หรือ การทดสอบ หรือ การจำลองการ ทดลองผ่าน ทางการใช้ อินเทอร์เน็ตได้	รู้จักพัฒนาตนเอง ตลอดเวลา -ติดตาม แบบฝึกหัด หรือ การทดสอบ หรือ การจำลองการ ทดลองผ่าน ทางการใช้ อินเทอร์เน็ตได้

ตารางที่ 12 เกณฑ์การให้คะแนนรูปแบบรูบิกแบบองค์รวมของข้อสอบความเรียงด้านความรู้เทคโนโลยี

แบบทดสอบ	เกณฑ์การให้คะแนน		
	2 คะแนน	1 คะแนน	0 คะแนน
ด้านความรู้เทคโนโลยี ข้อที่ 2.2	ข้อดีเป็นสื่อเทคโนโลยีที่ใช้กันได้ทั่วไป ทำให้นักเรียนสนใจใช้อินเตอร์เน็ตเพื่อการศึกษา ได้ทุกที่ทุกเวลา ส่งเสริมทักษะ ICT ให้กับนักเรียน ข้อจำกัด เป็นสื่อเทคโนโลยีที่อาจจะไม่ได้มีทุกคน และมีวิธีการสอนอื่นๆที่สะดวกกว่า ไม่จำเป็นต้องให้ทำงานผ่านอินเตอร์เน็ตเพราะมีแบบฝึกหัดหรือมีการสอนในห้องอยู่แล้ว	ข้อดีตอบอย่างใดอย่างหนึ่ง -เป็นสื่อเทคโนโลยีที่ใช้กันได้ทั่วไป ทำให้นักเรียนสนใจใช้อินเตอร์เน็ตเพื่อการศึกษา ได้ทุกที่ทุกเวลา -ส่งเสริมทักษะ ICT ให้กับนักเรียน ข้อจำกัดตอบอย่างใดอย่างหนึ่ง -เป็นสื่อเทคโนโลยีที่อาจจะไม่ได้มีทุกคน -วิธีการสอนอื่นๆที่สะดวกกว่า ไม่จำเป็นต้องให้ทำงานผ่านอินเตอร์เน็ต เพราะมีแบบฝึกหัดหรือมีการสอนในห้องอยู่แล้ว	ไม่สามารถบอกข้อดีและข้อจำกัดตามตัวอย่างได้ ข้อดี -เป็นสื่อเทคโนโลยีที่ใช้กันได้ทั่วไป ทำให้นักเรียนสนใจใช้อินเตอร์เน็ตเพื่อการศึกษา ได้ทุกที่ทุกเวลา -ส่งเสริมทักษะ ICT ให้กับนักเรียน ข้อจำกัด -เป็นสื่อเทคโนโลยีที่อาจจะไม่ได้มีทุกคน -วิธีการสอนอื่นๆที่สะดวกกว่า ไม่จำเป็นต้องให้ทำงานผ่านอินเตอร์เน็ต เพราะมีแบบฝึกหัดหรือมีการสอนในห้องอยู่แล้ว



**ตารางที่ 12** เกณฑ์การให้คะแนนรูปแบบรูบิกแบบองค์รวมของข้อสอบความเรียงด้านความรู้เทคโนโลยี

แบบทดสอบ	เกณฑ์การให้คะแนน			
	3 คะแนน	2 คะแนน	1 คะแนน	0 คะแนน
ด้านความรู้เทคโนโลยี ข้อที่ 3.1	การจัดเตรียมอุปกรณ์การทดลองต้องมีการ เช็คูอุปกรณ์การทดลอง และทดลองปฏิบัติ ก่อน เพิ่ม เอกสาร ประกอบการทดลองเพื่อให้ นักเรียนติดตาม การทดลองได้ และต้องคอย กำกับการทดลอง ให้สามารถทำการทดลองได้อย่างมีประสิทธิภาพได้ ทุกคน	การจัดเตรียม อุปกรณ์การทดลอง และตอบ ให้สอดคล้องกับ สองตัวอย่าง -การเช็คูอุปกรณ์ การทดลอง และ ประกอบการทดลอง ก่อน -เพิ่มเอกสาร ประกอบการทดลองเพื่อให้ นักเรียนติดตาม การทดลองได้ -ต้องคอยกำกับ การทดลองให้ สามารถทำการทดลองได้อย่างมีประสิทธิภาพได้ ทุกคน	การจัดเตรียม อุปกรณ์การทดลอง และตอบ ให้สอดคล้องกับ ตัวอย่างใด ตัวอย่างหนึ่ง -การเช็คูอุปกรณ์ การทดลอง และ ประกอบการทดลอง ก่อน -เพิ่มเอกสาร ประกอบการทดลองเพื่อให้ นักเรียนติดตาม การทดลองได้ -ต้องคอยกำกับ การทดลองให้ สามารถทำการทดลองได้อย่างมีประสิทธิภาพได้ ทุกคน	การจัดเตรียม อุปกรณ์การทดลอง และตอบ ไม่สอดคล้องกับ ตัวอย่างใด -การเช็คูอุปกรณ์ การทดลอง และ ประกอบการทดลอง ก่อน -เพิ่มเอกสาร ประกอบการทดลองเพื่อให้ นักเรียนติดตาม การทดลองได้ -ต้องคอยกำกับ การทดลองให้ สามารถทำการทดลองได้อย่างมีประสิทธิภาพได้ ทุกคน หรือไม่ตอบคำถาม

**ตารางที่ 12** เกณฑ์การให้คะแนนรูปแบบรูบิกแบบองค์รวมของข้อสอบความเรียงด้านความรู้เทคโนโลยี

แบบทดสอบ	เกณฑ์การให้คะแนน		
	2 คะแนน	1 คะแนน	0 คะแนน
ด้านความรู้เทคโนโลยี ข้อที่ 4.1	ไม่เหมาะสม เพราะว่าการสร้างสื่อวีดิทัศน์ขึ้นมาใช้เองเพื่อให้เหมาะสมกับตนเองนั้น อาจจะเป็นสื่อการเรียนรู้ที่มีคุณภาพ หรือไม่มีคุณภาพก็ได้ แต่สื่อที่ครูพี่เลี้ยงแนะนำนั้นได้ผ่านการนำมาแล้วทำให้น่าจะเป็นสื่อการเรียนรู้ที่เหมาะสมกับการจัดการเรียนรู้อยู่แล้ว	ไม่เหมาะสม เพราะสื่อวีดิทัศน์ที่สร้างขึ้นมามีการจัดการเรียนรู้อย่างเหมาะสม หรือเหมาะสม เพราะเป็นการสร้างสื่อวีดิทัศน์ด้วยตนเองซึ่งเป็นการฝึกประสบการณ์การสร้างและใช้สื่อทำให้สามารถนำไปพัฒนาได้อีกในอนาคต หรือเหมาะสม เพราะ การสร้างสื่อวีดิทัศน์ด้วยตนเองจะให้น่ามาใช้ในการสอนได้อย่างเหมาะสมต่อตนเอง	ไม่เหมาะสม พร้อมด้วยเหตุผลที่ไม่เหมาะสม เช่น สื่อวีดิทัศน์ที่สร้างขึ้นไม่สามารถนำมาใช้ในการจัดการเรียนการสอนได้ จึงไม่ควรนำมาใช้เลย หรือเหมาะสม พร้อมด้วยเหตุผลที่ไม่เหมาะสม เช่น การจัดการเรียนการสอนด้วยสื่อวีดิทัศน์ของตนเองจะสามารถทำให้นักเรียนเข้าใจได้มากกว่าสื่อวีดิทัศน์ที่ตนเองไม่ถนัด

โดยเกณฑ์การตรวจคะแนนแบบทดสอบความเรียงนี้ ผ่านการตรวจความตรงเชิงเนื้อหาจากผู้เชี่ยวชาญ และได้ปรับปรุงแก้ไขตามข้อเสนอแนะ ซึ่งทั้งหมดผ่านระดับความเหมาะสมที่มากกว่า 3.5 ซึ่งผู้วิจัยได้นำเกณฑ์การตรวจให้คะแนนรูปแบบรูบิกแบบองค์รวมนี้มาตรวจให้คะแนนกับแบบทดสอบความเรียง ด้านความรู้การสอน และด้านความรู้เทคโนโลยี ของแบบทดสอบความพร้อมของนิสิต นักศึกษาครูวิชาเอกชีววิทยาตามกรอบแนวคิดที่แพค (ภาคผนวก)

**การเก็บรวบรวมข้อมูล**

การดำเนินการวิจัยผู้วิจัยดำเนินการเก็บรวบรวมข้อมูลดังต่อไปนี้

- 1.ติดต่อคณะครุศาสตร์หรือศึกษาศาสตร์ของมหาวิทยาลัยในกำกับของรัฐบาลและมหาวิทยาลัยราชภัฏ เพื่อขอความร่วมมือในการเก็บข้อมูล
- 2.ติดต่อประสานงานกับศูนย์ฝึกประสบการณ์วิชาชีพของทางมหาวิทยาลัยในกำกับของรัฐบาลและมหาวิทยาลัยราชภัฏเพื่อขอข้อมูลนิสิตนักศึกษาที่กำลังฝึกประสบการณ์วิชาชีพตามโรงเรียนต่างๆ

3.ทำหนังสือขออนุญาตเก็บข้อมูลนิสิตนักศึกษาที่กำลังฝึกประสบการณ์วิชาชีพรูวิชาเอกชีววิทยา ปีการศึกษา 2559 สังกัดมหาวิทยาลัยในกำกับของรัฐบาลและมหาวิทยาลัยราชภัฏ เพื่อขอความร่วมมือในการเก็บข้อมูล

4.ติดตามและประสานงานต่อกลุ่มตัวอย่างตามข้อมูลที่ได้รับกับนิสิตนักศึกษาที่กำลังฝึกประสบการณ์วิชาชีพรูวิชาเอกชีววิทยา สังกัดมหาวิทยาลัยในกำกับของรัฐบาลและมหาวิทยาลัยราชภัฏ

5.ชี้แจงให้นิสิตนักศึกษาที่เป็นกลุ่มตัวอย่างเข้าใจถึงจุดมุ่งหมายและประโยชน์ที่ได้รับจากการทำแบบทดสอบความพร้อมของนิสิตนักศึกษาวิชาเอกชีววิทยาตามกรอบแนวคิดที่แพค

6.อธิบายรูปแบบการทำแบบทดสอบให้นิสิตนักศึกษาที่เป็นกลุ่มตัวอย่างเข้าใจก่อนรับข้อสอบไปทำ และนัดหมายวัน เวลา เพื่อเก็บข้อมูลคืน

7.ติดตามแบบทดสอบความพร้อมของนิสิตนักศึกษาวิชาเอกชีววิทยาตามกรอบแนวคิดที่แพค ตามวัน และเวลาที่ได้ทำการนัดหมายไว้

### การวิเคราะห์ข้อมูล

การวิเคราะห์ข้อมูลมีขั้นตอนดังต่อไปนี้

- 1.สถิติเชิงบรรยาย ได้แก่ ค่าเฉลี่ย ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน
- 2.ตรวจสอบคุณภาพของเครื่องมือ ได้แก่ ความยาก อำนาจจำแนก ความเที่ยง
- 3.ตรวจสอบความตรงเชิงเนื้อหาด้วยค่าดัชนีความสอดคล้อง (Index of Item – Objective Congruence: IOC) และตรวจสอบความตรงเชิงโครงสร้างด้วยวิธีโดยเปรียบเทียบคะแนนระหว่างกลุ่มที่ทราบโดยเลือกนิสิตนักศึกษาที่มีผลการเรียนเฉลี่ย (GPAX) มากกว่า 3.5 ขึ้นไปเป็นกลุ่มรู้ชุด

4.วิเคราะห์ผลด้วย T-test ,one-way ANOVA และ Normalized T-score มีรายละเอียดดังนี้

คะแนนเปอร์เซ็นต์ไทล์ (percentile rank) เป็นค่าที่บอกให้ทราบว่า มีข้อมูลกี่ส่วนจาก 100 ส่วน หรือกี่ เปอร์เซ็นต์ที่ต่ำกว่าหรือเทียบเท่าของคะแนนค่านั้น และที่เปอร์เซ็นต์ที่สูงกว่าคะแนนค่านั้น โดย คำนวณได้จากสูตร

$$P_i = \frac{cf_i - 0.5f_i}{N} \times 100$$

$P_i$  หมายถึง ลำดับเปอร์เซ็นต์ไทล์ของคะแนนที่  $i$

$cf_i$  หมายถึง ความถี่สะสมของจำนวนคะแนนทั้งหมดในชั้นของค่าคะแนนที่สนใจ

$f_i$  หมายถึง ความถี่ของจำนวนคะแนนชั้นที่ค่าคะแนนที่สนใจ

$N$  หมายถึง จำนวนคะแนนหรือจำนวนผู้สอบทั้งหมด

เมื่อได้ลำดับเปอร์เซ็นต์ไทล์แล้ว จึงคำนวณคะแนนปกติ ที่ (normalized T score) ด้วยโปรแกรม Excel โดยใช้สูตรต่อไปนี้

คะแนนปกติที่ (normalized T score) =  $10 * \text{NormSInv}(\text{percentile} / 100) + 50$

การแปลงผลคะแนนปกติที่ใช้ความสัมพันธ์ระหว่าง โควิดปกติ และ T score โดยผู้วิจัย  
ต้องการแปลงผล 4 ระดับ โดยกำหนดเกณฑ์การแปลงผลคะแนน ดังนี้

$$1. \text{ระดับ } 4 = 50 + 1.5 * \text{พิสัย}$$

$$2. \text{ระดับ } 3 = 50 + 0.5 * \text{พิสัย}$$

$$3. \text{ระดับ } 2 = 50 - 0.5 * \text{พิสัย}$$

$$4. \text{ระดับ } 1 = 50 - 1.5 * \text{พิสัย}$$

$$\text{โดย พิสัย} = (\text{Tmax} - \text{Tmin}) / 4$$

ผลการประเมินระดับ 4 หมายถึง ดีมาก, 3 หมายถึง ดี, 2 หมายถึง พอใช้ และ 1 หมายถึง ปรับปรุง



## บทที่ 4

### ผลการวิเคราะห์ข้อมูล

การนำเสนอผลการวิเคราะห์ข้อมูลนำเสนอเพื่อตอบคำถามวัตถุประสงค์ย่อย 3 ประการ ดังกล่าว โดยแบ่งผลการวิเคราะห์ข้อมูลออกเป็น 3 ตอน คือ ตอนที่ 1 ผลการศึกษาองค์ประกอบและตัวบ่งชี้ในการพัฒนาแบบทดสอบความพร้อมของนิสิตนักศึกษาครุวิชาเอกชีววิทยาตามกรอบแนวคิดที่แพค ตอนที่ 2 ผลการตรวจสอบคุณภาพในด้านความตรงเชิงเนื้อหา ความตรงเชิงโครงสร้าง ความเที่ยงของแบบทดสอบความพร้อมของนิสิตนักศึกษาครุวิชาเอกชีววิทยาตามกรอบแนวคิดที่แพค และ ตอนที่ 3 การวิเคราะห์ความพร้อมของนิสิตฝึกประสบการณ์วิชาชีพรู หลังจากทดสอบกับแบบทดสอบความพร้อมของนิสิตนักศึกษาครุวิชาเอกชีววิทยาตามกรอบแนวคิดที่แพคในภาพรวม

**ตอนที่ 1 ผลการศึกษาองค์ประกอบและตัวบ่งชี้ในการพัฒนาแบบทดสอบความพร้อมของนิสิตนักศึกษาครุวิชาเอกชีววิทยาตามกรอบแนวคิดที่แพค**

การพัฒนาแบบทดสอบความพร้อมของนิสิตนักศึกษาครุวิชาเอกชีววิทยาตามกรอบแนวคิดที่แพค สำหรับนิสิตนักศึกษาคณะครุศาสตร์ และศึกษาศาสตร์ที่กำลังฝึกประสบการณ์วิชาชีพรู ของสถาบันอุดมศึกษาในกำกับของรัฐบาล ตามการศึกษารอบแนวคิดที่แพค ซึ่งประกอบด้วยองค์ประกอบ 3 องค์ประกอบ ได้แก่ ความรู้เนื้อหา ความรู้การสอน ความรู้เทคโนโลยี โดยนำทั้ง 3 องค์ประกอบนี้ มาศึกษาในด้านความรู้ชีววิทยา ได้แก่ ความรู้เนื้อหาชีววิทยา ความรู้การสอนที่นำมาใช้กับวิชาชีววิทยา ความรู้เทคโนโลยีที่นำมาใช้กับวิชาชีววิทยา เป็นต้น

จากการศึกษาเอกสารพบว่า ความรู้เนื้อหาชีววิทยาแบ่งออกเป็น 2 สาระ ได้แก่ สิ่งมีชีวิตกับกระบวนการดำรงชีวิต และชีวิตกับสิ่งแวดล้อม ที่ครอบคลุมความรู้เนื้อหาชีววิทยาทั้ง 21 บทเรียน โดยผู้วิจัยทำการสุ่มอย่างง่ายได้บทเรียนมา 8 บท จากหนังสือเรียนชีววิทยา 5 เล่ม เนื่องจากการฝึกประสบการณ์วิชาชีพรู ต้องฝึกประสบการณ์วิชาชีพรู 1 ปี แบ่งได้เป็น 2 เทอม โดยต้องสอนบทเรียนอย่างน้อย 4 บท ต่อ 1 เทอม ดังนั้นผู้วิจัยจึงสุ่มบทเรียน 8 บท เพื่อให้ครอบคลุมกับระยะเวลาที่ได้ทำการฝึกประสบการณ์วิชาชีพรู โดยสุ่มจากหนังสือทั้ง 5 เล่ม ดังรายละเอียดต่อไปนี้

ตารางที่ 13 การสุม่บทเรียนอย่างง่ายจากหนังสือเรียนชีววิทยา

หนังสือเรียน	บทเรียน	จำนวน (บท)
ชีววิทยา เล่ม 1	1.ระบบย่อยอาหารและการสลายสารอาหารระดับเซลล์ 2.การสืบพันธุ์และการเจริญเติบโตของสัตว์	2
ชีววิทยา เล่ม 2	1.ระบบประสาทและอวัยวะรับความรู้สึก	1
ชีววิทยา เล่ม 3	1.การสังเคราะห์ด้วยแสง 2.การสืบพันธุ์ของพืชดอกและการเจริญเติบโต	2
ชีววิทยา เล่ม 4	1.การถ่ายทอดทางพันธุกรรม 2.ยีนและโครโมโซม	2
ชีววิทยา เล่ม 5	1.ประชากร	1
รวม	8	

จากการศึกษาเอกสารพบว่าบทเรียนทั้ง 8 บทนี้ คือ ตัวบ่งชี้ ที่สอดคล้องกับสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ (ชีววิทยา) ที่อยู่ในมิติที่ 1 ความรู้ที่ชัดเจนถูกต้องแม่นยำ และ 2 ความเข้าใจหลักการของตารางสังเคราะห์องค์ประกอบความรู้ด้านเนื้อหา ดังนั้น ด้านความรู้เนื้อหาชีววิทยามีตัวบ่งชี้ 8 ตัว โดยได้ออกแบบเป็นรูปแบบแบบทดสอบเลือกตอบ 4 ตัวเลือก ดังแสดงรายละเอียดไว้ที่ตารางที่ 14

ตารางที่ 14 กำหนดโครงสร้างของแบบทดสอบความพร้อมของนิสิตนักศึกษาครุวิชาเอกชีววิทยาตามกรอบแนวคิดที่แพทรูปแบบแบบทดสอบเลือกตอบ 4 ตัวเลือก

องค์ประกอบ	ตัวบ่งชี้	มาตรฐานการเรียนรู้	น้ำหนัก ความสำคัญ (ร้อยละ)	จำนวน ข้อสอบ (ข้อ)
ด้านความรู้ เนื้อหา ชีววิทยา	1.ระบบย่อย อาหารและการ สลาย	สืบค้นข้อมูล อภิปราย และสรุป เกี่ยวกับโครงสร้างและการทำงาน ของระบบย่อยอาหาร และการสลาย	12.71	15
	สารอาหาร ระดับเซลล์	สารอาหารระดับเซลล์ในร่างกายของ สัตว์และมนุษย์		
	2.การสืบพันธุ์ และการ เจริญเติบโต ของสัตว์	สืบค้นข้อมูล อภิปราย และสรุป เกี่ยวกับโครงสร้างและการทำงาน ของระบบสืบพันธุ์และ การ เจริญเติบโตของสัตว์และมนุษย์	12.71	15

ตารางที่ 14 กำหนดโครงสร้างของแบบทดสอบความพร้อมของนิสิตนักศึกษาครุวิชาเอกชีววิทยาตามกรอบแนวคิดที่แปดรูปแบบแบบทดสอบเลือกตอบ 4 ตัวเลือก

องค์ประกอบ	ตัวบ่งชี้	มาตรฐานการเรียนรู้	น้ำหนัก ความสำคัญ (ร้อยละ)	จำนวน ข้อสอบ (ข้อ)
ด้านความรู้ เนื้อหา ชีววิทยา	3.ระบบ ประสาทและ อวัยวะรับ ความรู้สึก	สืบค้นข้อมูล ทดลอง อภิปราย และ สรุปเกี่ยวกับการทำงานของระบบ ประสาทและอวัยวะรับความรู้สึก	12.71	15
	4.การ สังเคราะห์ด้วย แสง	สืบค้นข้อมูลเกี่ยวกับการค้นคว้าที่ เกี่ยวข้องกับกระบวนการสังเคราะห์ ด้วยแสง ทดลองและอภิปราย เพื่อ ศึกษากระบวนการสังเคราะห์ด้วย แสง	6.78	8
	5.การสืบพันธุ์ ของพืชดอก และการ เจริญเติบโต	สืบค้นข้อมูล ทดลอง อภิปราย และ สรุปเกี่ยวกับโฟโตเรสไพเรชันในพืช ต่างๆ ไป กลไกการ เพิ่มความเข้มข้น ของคาร์บอนไดออกไซด์ในพืช C <sub>4</sub> และพืช CAM รวมทั้งปัจจัยบาง ประการที่มีผลต่อการสังเคราะห์ ด้วยแสง	5.93	7
	5.การสืบพันธุ์ ของพืชดอก และการ เจริญเติบโต	วัฏจักรชีวิตและการสืบพันธุ์แบบ อาศัยเพศ การสืบพันธุ์แบบไม่อาศัย เพศและการขยายพันธุ์พืชรวมทั้ง การวัดอัตราการเจริญเติบโตของพืช	12.71	15

ตารางที่ 14 กำหนดโครงสร้างของแบบทดสอบความพร้อมของนิสิตนักศึกษาครุวิชาเอกชีววิทยาตามกรอบแนวคิดที่แพครูปแบบแบบทดสอบเลือกตอบ 4 ตัวเลือก

องค์ประกอบ	ตัวบ่งชี้	มาตรฐานการเรียนรู้	น้ำหนัก ความสำคัญ (ร้อยละ)	จำนวน ข้อสอบ (ข้อ)
ด้านความรู้ เนื้อหา ชีววิทยา	6.การถ่ายทอด ทางพันธุกรรม	สืบค้นข้อมูล วิเคราะห์ อภิปราย	6.78	8
		อธิบาย และสรุปการค้นพบกฎการ ถ่ายทอดทางพันธุกรรมของเมนเดล		
	7.ยีนและ โครโมโซม	สืบค้นข้อมูล วิเคราะห์ อภิปราย	5.93	7
		อธิบาย และสรุปการถ่ายทอด ลักษณะทางพันธุกรรมที่เป็นส่วน ขยายของพันธุศาสตร์เมนเดลและ ความแปรผันทางพันธุกรรม		
		สืบค้นข้อมูล วิเคราะห์ และอธิบาย เกี่ยวกับโครโมโซม โครงสร้างและ หน้าที่ของสารพันธุกรรม	4.24	5
8.ประชากร	สืบค้นข้อมูล อภิปราย และอธิบาย	5.08	6	
	เกี่ยวกับความหมายของประชากร ความหนาแน่นของประชากร อัตรา การเปลี่ยนแปลงขนาดของ ประชากร และปัจจัยสำคัญที่มีผล ต่อการเปลี่ยนแปลงขนาดของ ประชากร			
		สืบค้นข้อมูล อภิปราย และ วิเคราะห์ข้อมูลเกี่ยวกับเรื่อง ประชากรมนุษย์ การเติบโต และ โครงสร้างอายุของประชากรมนุษย์	5.93	7
	รวม		100	118



จากตารางที่ 14 ผู้วิจัยได้สร้างแบบทดสอบขึ้นตามองค์ประกอบของกรอบแนวคิดที่แพคและตัวบ่งชี้ ด้านความรู้เนื้อหาของวิชาชีววิทยา โดยเป็นแบบทดสอบแบบเลือกตอบ 4 ตัวเลือก รวม 118 ข้อ โดยแบ่งเป็น 1.ระบบย่อยอาหารและการสลายสารอาหารระดับเซลล์ จำนวน 15 ข้อ 2.การสืบพันธุ์และการเจริญเติบโตของสัตว์ จำนวน 15 ข้อ 3.ระบบประสาทและอวัยวะรับความรู้สึก จำนวน 15 ข้อ 4.การสังเคราะห์ด้วยแสง จำนวน 15 ข้อ 5.การสืบพันธุ์ของพืชดอกและการเจริญเติบโต จำนวน 15 ข้อ 6.การถ่ายทอดทางพันธุกรรม จำนวน 15 ข้อ 7.ยีนและโครโมโซม จำนวน 15 ข้อ และ 8.ประชากร จำนวน 13 ข้อ แล้วนำไปให้ผู้เชี่ยวชาญทางด้านความรู้เนื้อหาชีววิทยาจำนวน 3 คน เพื่อตรวจสอบความตรงเชิงเนื้อหา และผู้วิจัยได้ทำการหาค่า IOC (Index of Item – Objective Congruence) คัดเลือกข้อคำถามที่มีค่ามากกว่า 0.5 ขึ้นไป ได้จำนวนข้อสอบ 118 ข้อ โดยผ่านเกณฑ์การตรวจสอบความตรงเชิงเนื้อหาทั้งหมด

จากการศึกษาเอกสารและการสนทนากลุ่มกับครูการสอนวิชาชีววิทยา จึงพัฒนาตัวบ่งชี้และสถานการณ์จำลอง โดยตัวบ่งชี้ด้านความรู้การสอน ที่ครอบคลุม มิติที่ 3 ความรู้ด้านการเรียนการสอนของตารางสังเคราะห์องค์ประกอบความรู้ด้านการสอน ได้สร้างมา 1 ตัวบ่งชี้ และตัวบ่งชี้ด้านความรู้เทคโนโลยี ที่ครอบคลุม มิติที่ 1 ความรู้พื้นฐานด้านเทคโนโลยี และมิติที่ 2 ทักษะการใช้เทคโนโลยี ตารางสังเคราะห์องค์ประกอบความรู้ด้านเทคโนโลยี ได้สร้างมา 3 ตัวบ่งชี้ โดยได้ออกแบบเป็นรูปแบบแบบทดสอบความเรียง ดังตารางที่ 15

ตารางที่ 15 กำหนดโครงสร้างของแบบทดสอบความพร้อมของนิสิตนักศึกษาครุวิชาเอกชีววิทยาตามกรอบแนวคิดที่แพครูปแบบแบบทดสอบความเรียง

องค์ประกอบ	ตัวบ่งชี้	น้ำหนัก ความสำคัญ (ร้อยละ)	จำนวน ข้อสอบ (ข้อ)
ด้านความรู้การสอน	1.วิธีการสอน	100	6
	รวม	100	6
ด้านความรู้เทคโนโลยี	1.สื่อ	16.67	1
	2.อุปกรณ์	16.67	1
	3.เทคโนโลยีต่างๆ	66.67	4
	รวม	100	6

จากตารางที่ 15 ผู้วิจัยได้สร้างแบบทดสอบขึ้นตามองค์ประกอบของกรอบแนวคิดที่แพคและตัวบ่งชี้ ด้านความรู้การสอบ โดยเป็นแบบทดสอบแบบความเรียง รวม 6 ข้อ ในตัวบ่งชี้วิธีสอนและด้านความรู้เทคโนโลยี โดยเป็นแบบทดสอบแบบความเรียง รวม 6 ข้อ โดยแบ่งเป็น 1.สื่อ จำนวน 1 ข้อ 2.อุปกรณ์ จำนวน 1 ข้อ และ 3.เทคโนโลยีต่างๆ จำนวน 4 ข้อ แล้วนำไปให้ผู้เชี่ยวชาญทางด้านความรู้การสอบจำนวน 3 คน และด้านความรู้เทคโนโลยีจำนวน 3 คน เพื่อตรวจสอบความตรงเชิงเนื้อหา และผู้วิจัยได้ทำการหาค่า IOC (Index of Item – Objective Congruence) คัดเลือกข้อคำถามที่มีค่ามากกว่า 0.5 ขึ้นไป ได้จำนวนข้อสอบ 12 ข้อ โดยผ่านเกณฑ์การตรวจสอบความตรงเชิงเนื้อหาทั้งหมด

จากการศึกษาเอกสารจึงได้พัฒนาเกณฑ์การตรวจให้คะแนนสำหรับแบบทดสอบแบบความเรียงด้านความรู้การสอบ และความรู้เทคโนโลยี แล้วนำไปให้ผู้เชี่ยวชาญทางด้านความรู้การสอบจำนวน 3 คน และด้านความรู้เทคโนโลยีจำนวน 3 คน เพื่อตรวจสอบความสอดคล้องและถูกต้องของเกณฑ์การให้คะแนนกับข้อสอบ โดยให้แสดงระดับความสอดคล้องในระดับคะแนน 1 ถึง 5 โดย 1 คือ ไม่เหมาะสมอย่างยิ่ง 2 คือ ไม่เหมาะสม 3 คือ เหมาะสม 4 คือ เหมาะสมมาก และ 5 คือ เหมาะสมอย่างยิ่ง ต่อการเป็นเกณฑ์ในการตอบคำถาม โดยผู้วิจัยตั้งระดับการผ่านเกณฑ์ไว้ที่ระดับเหมาะสมขึ้นไป หรือค่าเฉลี่ยคะแนนมากกว่า 3.5 โดยที่เกณฑ์ในการตอบคำถามของทุกข้อคำถามผ่านเกณฑ์ทั้งหมด โดยเกณฑ์การตรวจให้คะแนนสำหรับแบบทดสอบแบบ ความเรียงด้านความรู้การสอบ ได้รับการตรวจจากผู้เชี่ยวชาญเพิ่มเติม (รศ.ดร.กมลวรรณ ตังธนากานนท์, ผศ.ดร.พินดา วราสุนันท์) และปรับระดับของการให้คะแนนให้ชัดเจนมากขึ้น (ภาคผนวก)

### นำแบบทดสอบไปทดลองใช้

การทดลองใช้ (Try out) เป็นกลุ่มนิสิตฝึกประสบการณ์วิชาชีพครู ปีการศึกษา 2559 จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย จำนวน 10 คน เพื่อตรวจสอบความเข้าใจในการทำข้อสอบ ความชัดเจนของภาษา และตรวจสอบคุณภาพของแบบทดสอบเบื้องต้น ได้แก่ ค่าความยาก ค่าอำนาจจำแนก ค่าความเที่ยง โดยโปรแกรม B-index และปรับปรุงแบบทดสอบ

ตารางที่ 16 ค่าความยาก(p) ค่าอำนาจจำแนก(r) และค่าความเที่ยงของแบบทดสอบความพร้อมของ  
นิสิตนักศึกษาครุวิชาเอกชีววิทยาตามกรอบแนวคิดที่แพคด้านความรู้เนื้อหาจากการทดลองใช้

ตัวบ่งชี้	ข้อ	ตัวเลือก								ค่า ความ เที่ยง
		1)		2)		3)		4)		
		p	r	p	r	p	r	p	r	
1. ระบบย่อย	1	0.1	-0.33	0.1	-0.33	0.1	-0.33	0.7	1	0.94
อาหารและการ	2	0.1	-0.33	0.7	1	0.2	-0.67	0	0	
สลายสารอาหาร	3	0.1	-0.33	0.1	0.14	0.2	-0.67	0.6	0.86	
ระดับเซลล์	4	0.1	-0.33	0.5	-0.24	0.1	0.14	0.3	0.43	
	5	0.2	-0.67	0.7	1	0.1	-0.33	0	0	
	6	0.7	1	0	0	0.2	-0.67	0.1	-0.33	
	7	0.7	1	0.2	-0.67	0	0	0.1	-0.33	
	8	0.1	0.14	0.2	-0.19	0.3	-0.52	0.4	0.57	
	9	0.2	-0.67	0.1	0.14	0.6	0.86	0.1	-0.33	
	10	0	0	0.1	-0.33	0.7	0.05	0.2	0.29	
	11	0.2	-0.67	0	0	0.1	0.14	0.7	0.52	
	12	0.5	0.24	0.2	-0.19	0.1	-0.33	0.2	0.29	
	13	0	0	0.2	-0.67	0.6	0.86	0.2	-0.19	
	14	0.5	0.71	0.3	-0.05	0.1	-0.33	0.1	-0.33	
	15	0	0	0.7	1	0.2	-0.67	0.1	-0.33	
2. การสืบพันธุ์	16	0	0	0.8	0.19	0	0	0.2	-0.19	
และการ	17	0.1	-0.33	0.3	-0.05	0.1	-0.33	0.5	0.71	
เจริญเติบโตของ	18	0.3	-0.05	0.4	0.57	0.2	-0.67	0.1	0.14	
สัตว์	19	0.4	0.1	0.2	-0.19	0.3	-0.05	0.1	0.14	
	20	0.5	0.24	0.4	0.1	0.1	-0.33	0	0	
	21	0.1	0.17	0.1	-0.25	0.3	0.5	0.5	-0.42	
	22	0	0	0.6	0.17	0.3	-0.33	0.1	0.17	
	23	0	0	0.6	0.58	0.4	-0.58	0	0	
	24	0.2	-0.5	0.6	1	0.1	-0.25	0.1	-0.25	
	25	0.1	-0.25	0	0	0.4	0.25	0.5	0	

ตารางที่ 16 ค่าความยาก(p) ค่าอำนาจจำแนก(r) และค่าความเที่ยงของแบบทดสอบความพร้อมของ  
นิสิตนักศึกษาครุวิชาเอกชีววิทยาตามกรอบแนวคิดที่แพคด้านความรู้เนื้อหาจากการทดลองใช้

ตัวบ่งชี้	ข้อ	ตัวเลือก								ค่า ความ เที่ยง
		1)		2)		3)		4)		
		p	r	p	r	p	r	p	r	
	26	0.2	0.33	0	0	0.6	-0.67	0.2	0.33	
	27	0	0	0.4	-0.58	0.2	0.33	0.4	0.25	
	28	0.2	-0.5	0	0	0.4	-0.17	0.4	0.67	
	29	0.5	0.42	0.2	0.33	0.2	-0.5	0.1	-0.25	
	30	0	0	0.3	-0.75	0.2	-0.08	0.5	0.83	
3.ระบบประสาท และอวัยวะรับ ความรู้สึกร	31	0	0	0.5	0	0.4	-0.13	0.1	0.13	
	32	0.4	0.5	0.3	0.38	0.2	-0.38	0.1	-0.5	
	33	0.3	-0.25	0.2	-0.38	0	0	0.5	0.63	
	34	0	0	0.7	0.25	0.3	-0.25	0	0	
	35	0.2	-0.38	0	0	0.4	-0.13	0.4	0.5	
	36	0.5	0	0	0	0.1	0.13	0.4	-0.13	
	37	0.5	0.63	0.3	-0.25	0.1	-0.5	0.1	0.13	
	38	0.7	0.25	0	0	0.3	-0.25	0	0	
	39	0.1	0.13	0.7	0.25	0	0	0.2	-0.38	
	40	0.3	0.38	0	0	0.6	-0.5	0.1	0.13	
	41	0.3	-0.75	0.5	0.83	0	0	0.2	-0.08	
	42	0.4	0.67	0.2	-0.08	0.2	-0.5	0.2	-0.08	
	43	0	0	0.5	0	0.1	-0.25	0.4	0.25	
	44	0	0	0.1	-0.25	0.4	-0.17	0.5	0.42	
	45	0	0	0.5	0.42	0.2	-0.5	0.3	0.08	
4.การสังเคราะห์ ด้วยแสง	46	0.3	-0.75	0.5	0.42	0.2	0.33	0	0	
	47	0.1	-0.25	0.2	-0.5	0.1	-0.25	0.6	1	
	48	0.3	0.5	0.1	0.17	0.6	-0.67	0	0	
	49	0	0	0.1	-0.25	0	0	0.9	0.25	

ตารางที่ 16 ค่าความยาก(p) ค่าอำนาจจำแนก(r) และค่าความเที่ยงของแบบทดสอบความพร้อมของ  
นิสิตนักศึกษาครุวิชาเอกชีววิทยาตามกรอบแนวคิดที่แพคด้านความรู้เนื้อหาจากการทดลองใช้

ตัวบ่งชี้	ข้อ	ตัวเลือก								ค่า ความ เที่ยง
		1)		2)		3)		4)		
		p	r	p	r	p	r	p	r	
	50	0	0	0.7	0.75	0.2	-0.5	0.1	-0.25	
	51	0.6	1	0.2	-0.5	0.1	-0.25	0.1	-0.25	
	52	0.7	0.75	0.1	-0.25	0.2	-0.5	0	0	
	53	0.4	-1	0.1	0.17	0	0	0.5	0.83	
	54	0.1	0.17	0.5	0	0.3	0.08	0.1	-0.25	
	55	0	0	0	0	0.3	-0.75	0.7	0.75	
	56	0.2	-0.08	0.2	-0.5	0.1	0.17	0.5	0.42	
	57	0	0	0	0	0.3	-0.33	0.7	0.33	
	58	0.2	-0.08	0.2	-0.08	0.4	0.67	0.2	-0.5	
	59	0.5	0.42	0.2	-0.5	0.3	0.08	0	0	
	60	0	0	0.5	0.82	0.4	-0.58	0.1	-0.25	
5.การสืบพันธุ์	61	0.4	0.67	0	0	0.6	-0.67	0	0	
ของพืชดอกและ	62	0.1	0.17	0.4	-0.58	0.4	0.25	0.1	0.17	
การเจริญเติบโต	63	0.1	-0.25	0.1	-0.25	0.6	0.58	0.2	-0.08	
	64	0.5	0	0	0	0.4	0.25	0.1	-0.25	
	65	0.2	-0.5	0.1	-0.25	0.1	-0.25	0.6	1	
	66	0.2	-0.5	0.2	-0.5	0.5	0.83	0.1	0.17	
	67	0.2	0.33	0.4	-0.17	0.4	-0.17	0	0	
	68	0.5	0.42	0.2	-0.5	0.2	-0.08	0.1	0.17	
	69	0.1	0.17	0	0	0.5	0	0.4	-0.17	
	70	0.4	-0.17	0.1	-0.25	0.5	0.42	0	0	
	71	0.1	0.2	0.2	0	0.6	-0.4	0.1	0.2	
	72	0.7	-0.2	0	0	0.1	0.2	0.2	0	
	73	0	0	0.4	-0.4	0.4	0.8	0.2	-0.4	
	74	0.2	0	0.6	0.4	0.2	-0.4	0	0	

ตารางที่ 16 ค่าความยาก(p) ค่าอำนาจจำแนก(r) และค่าความเที่ยงของแบบทดสอบความพร้อมของ  
 นิสิตนักศึกษาครุวิชาเอกชีววิทยาตามกรอบแนวคิดที่แพคด้านความรู้เนื้อหาจากการทดลองใช้

ตัวบ่งชี้	ข้อ	ตัวเลือก								ค่า ความ เที่ยง
		1)		2)		3)		4)		
		p	r	p	r	p	r	p	r	
	75	0	0	0.4	-0.4	0.2	0	0.4	0.4	
6.การถ่ายทอด ทางพันธุกรรม	76	0.3	-0.2	0.4	0	0.3	0.2	0	0	
	77	0.3	-0.2	0.1	0.2	0.1	-0.2	0.5	0.2	
	78	0.5	-0.2	0.2	0	0.2	0.4	0.1	-0.2	
	79	0.4	0	0.2	0.4	0.1	-0.2	0.3	-0.2	
	80	0	0	0.3	-0.6	0.3	-0.2	0.4	0.8	
	81	0.4	-0.4	0.2	0.4	0.4	0	0	0	
	82	0.5	0.2	0.3	-0.6	0	0	0.2	0.4	
	83	0.3	-0.2	0.1	-0.2	0.4	0.8	0.2	-0.4	
	84	0.2	-0.4	0	0	0.8	0.4	0	0	
	85	0.7	0.6	0.1	-0.2	0.2	-0.4	0	0	
	86	0.5	0.6	0.1	-0.2	0.2	0	0.2	-0.4	
	87	0	0	0.6	0	0.2	0.4	0.2	-0.4	
	88	0.4	0	0.1	-0.2	0.3	-0.2	0.2	0.4	
	89	0.4	0	0.3	-0.2	0.2	0.4	0.1	-0.2	
90	0.1	-0.2	0.4	-0.4	0.4	0.4	0.1	0.2		
7.ยีนและ โครโมโซม	91	0	0	0.3	-0.6	0.6	0.4	0.1	0.2	
	92	0.2	0	0.5	0.2	0.3	-0.2	0	0	
	93	0.3	-0.6	0.2	0.4	0.5	0.2	0	0	
	94	0.2	0	0.3	0.2	0.2	0.4	0.3	-0.6	
	95	0.2	-0.4	0.6	0.8	0.1	-0.2	0.1	-0.2	
	96	0.2	-0.4	0.4	0.4	0.1	-0.2	0.3	0.2	
	97	0.1	-0.2	0.4	-0.4	0.4	0.8	0.1	-0.2	
	98	0.4	-0.8	0	0	0.2	0.4	0.4	0.4	
	99	0.2	0	0.2	0.4	0.3	-0.6	0.3	0.2	

ตารางที่ 16 ค่าความยาก(p) ค่าอำนาจจำแนก(r) และค่าความเที่ยงของแบบทดสอบความพร้อมของ  
นิสิตนักศึกษาครุวิชาเอกชีววิทยาตามกรอบแนวคิดที่แปดด้านความรู้เนื้อหาจากการทดลองใช้

ตัวบ่งชี้	ข้อ	ตัวเลือก								ค่า ความ เที่ยง
		1)		2)		3)		4)		
		p	r	p	r	p	r	p	r	
	100	0.3	0.08	0.1	-0.25	0.4	0.25	0.2	-0.08	
	101	0.1	-0.25	0.6	0.17	0.2	0.33	0.1	-0.25	
	102	0.5	0	0	0	0.4	0.25	0.1	-0.25	
	103	0	0	0.2	-0.5	0.7	0.33	0.1	0.17	
	104	0.7	0.75	0.1	-0.25	0.1	-0.25	0.1	-0.25	
	105	0.2	-0.5	0.1	-0.25	0.5	0.83	0.2	-0.08	
8.ประชากร	106	0.2	-0.5	0.1	-0.25	0.1	-0.25	0.6	1	
	107	0.6	1	0.1	-0.25	0.2	-0.5	0.1	-0.25	
	108	0	0	0.8	0.5	0	-0.5	0.2	-0.5	
	109	0.1	-0.25	0.3	-0.33	0.4	0.67	0.2	-0.08	
	110	0	0	0.6	1	0.2	-0.5	0.2	-0.5	
	111	0.3	0.5	0.5	-0.42	0.1	-0.25	0.1	0.17	
	112	0.6	0.17	0.2	0.33	0.2	-0.5	0	0	
	113	0.2	-0.5	0.4	-0.17	0.1	0.17	0.3	0.5	
	114	0.1	-0.25	0	0	0.5	0	0.4	0.25	
	115	0.1	-0.25	0.3	-0.75	0.2	0.33	0.4	0.67	
	116	0.5	0.42	0.1	-0.25	0.1	-0.25	0.3	0.08	
	117	0.1	-0.25	0.1	-0.25	0.3	0.08	0.5	0.42	
	118	0.5	0.83	0.3	-0.33	0.1	-0.25	0.1	-0.25	

ตารางที่ 17 ค่าความยาก(p) ค่าอำนาจจำแนก(r) และค่าความเที่ยงของแบบทดสอบความพร้อมของนิสิตนักศึกษาครุวิชาเอกชีววิทยาตามกรอบแนวคิดที่แพคด้านความรู้การสอนและความรู้เทคโนโลยีจากการทดลองใช้

องค์ประกอบ	ตัวบ่งชี้	ข้อ	ค่าอำนาจจำแนก (r)	ค่าความยาก(p)	ค่าความเที่ยง
ด้านความรู้ การสอน	วิธีสอน	1	0.33	0.83	0.309
		2	0.5	0.75	
		3	0.25	0.88	
		4	0.17	0.92	
		5	0.33	0.67	
		6	0.25	0.38	
ด้านความรู้ เทคโนโลยี	1.สื่อ	6	0.25	0.38	0.612
	2.อุปกรณ์	5	0.33	0.5	
		3.เทคโนโลยีต่างๆ	1	0.67	
		2	0	0.5	
		3	0.5	0.58	
		4	0.25	0.38	

จากตารางที่ 16 ได้นำข้อสอบที่มีค่าความยากไม่อยู่ในช่วง 0.2-0.8 ค่าอำนาจจำแนกต่ำกว่า 0.2 และ ตัวลวงที่มีค่าความยากและอำนาจจำแนกไม่มากกว่า 0.05 มาทำการปรับปรุงภาษาให้ชัดเจนมากขึ้น ได้แก่ ข้อที่ 4, 10, 16, 19, 20, 21, 22, 27, 31, 34, 35, 36, 40, 43, 48, 54, 62, 67, 69, 71, 72, 87, 88, 89, 90, 94, 97, 100, 102, 110, 111, 112, 115 รวม 33 ข้อ โดยไม่ตัดข้อสอบข้อใดทิ้ง จากตารางที่ 17 ได้นำข้อสอบที่มีค่าความยากไม่อยู่ในช่วง 0.2-0.8 ค่าอำนาจจำแนกต่ำกว่า 0.2 มาทำการปรับปรุงภาษาให้ชัดเจนมากขึ้น ได้แก่ ข้อสอบด้านความรู้การสอน ข้อที่ 1, 3, 4 และข้อสอบด้านความรู้เทคโนโลยี ข้อที่ 2 โดยไม่ตัดข้อสอบข้อใดทิ้ง และพบว่าเวลาที่เหมาะสมแก่การทำแบบทดสอบประมาณ 180 นาที

**ตอนที่ 2 เพื่อตรวจสอบคุณภาพในด้านความตรงเชิงโครงสร้าง ความเที่ยงของแบบทดสอบความพร้อมของนิสิตนักศึกษาครุวิชาเอกชีววิทยาตามกรอบแนวคิดที่แพค**

สำหรับตอนที่ 2 นี้จะนำเสนอเป็น ข้อ คือ 2.1) ค่าสถิติพื้นฐานของกลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการตรวจสอบคุณภาพแบบสอบ 2.2) การตรวจสอบคุณภาพด้านความตรงเชิงโครงสร้าง ค่าความยาก



ค่าอำนาจจำแนก ค่าความเที่ยงของแบบทดสอบความพร้อมของนิสิตนักศึกษาครุวิชาเอกชีววิทยาตามกรอบแนวคิดที่แพค

## 2.1 ค่าสถิติพื้นฐานของกลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการตรวจสอบคุณภาพแบบสอบ

การวิเคราะห์ข้อมูลในขั้นตอนนี้เป็นการวิเคราะห์ค่าสถิติพื้นฐานของกลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการตรวจสอบคุณภาพของแบบทดสอบความพร้อมของนิสิตนักศึกษาครุวิชาเอกชีววิทยาตามกรอบแนวคิดที่แพค เพื่ออธิบายลักษณะการแจกแจงข้อมูล ดังแสดงรายละเอียดในตารางดังต่อไปนี้

ตารางที่ 18 ตารางแสดงค่าคะแนนเฉลี่ย( $\bar{X}$ ) ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน(SD) ค่าความเบ้(SK) ค่าความโด่ง(KU) ของคะแนนแบบทดสอบ

แบบทดสอบ		มหาวิทยาลัย			
		จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย	มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ	มหาวิทยาลัยรามคำแหง	มหาวิทยาลัยราชภัฏพระนคร
แบบทดสอบ	$\bar{X}$	17.73	16.06	10.09	11.46
เลือกตอบ 4	SD	2.74	3.89	1.13	1.5
ตัวเลือก (30	SK	-1.99	-1.28	-.21	.55
คะแนน)	KU	5.02	1.02	-.06	1.9
แบบทดสอบความ	$\bar{X}$	8	7.8	9.54	9.5
เรียง ด้านความรู้	SD	4.84	4.36	1.96	2.16
การสอน (15	SK	-.73	-1.11	.30	-.76
คะแนน)	KU	-.73	-.01	-.75	1.48
แบบทดสอบความ	$\bar{X}$	5.57	6.26	8.18	5.63
เรียง ด้านความรู้	SD	4.15	4.26	1.83	1.82
เทคโนโลยี (15	SK	-.17	-.14	-1.15	.07
คะแนน)	KU	-1.26	-.63	1.43	-1.26
รวมคะแนน (60	$\bar{X}$	31.31	30.13	27.81	26.6
คะแนน)	SD	9.08	9.55	3.09	3.01
	SK	-.91	-.52	.38	-.40
	KU	.42	-.72	-1.01	.61

จากตารางที่ 18 ผลการวิเคราะห์ค่าสถิติพื้นฐานของคะแนนแบบทดสอบ พบว่า แบบทดสอบเลือกตอบ 4 ตัวเลือก ของนิสิตนักศึกษาฝึกประสบการณ์วิชาชีพครู ได้แก่ 1.จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย คะแนนเฉลี่ยเท่ากับ 17.73 ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน 2.74 ค่าความเบ้ -1.99 ค่าความโด่ง 5.02 โดยข้อมูลมีลักษณะการแจกแจงแบบเบ้ซ้ายและโด่งมาก 2.มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ คะแนนเฉลี่ยเท่ากับ 16.06 ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน 3.89 ค่าความเบ้ -1.28 ค่าความโด่ง 1.02 โดยข้อมูลมีลักษณะการแจกแจงแบบเบ้ซ้ายและโด่งมาก 3.มหาวิทยาลัยรามคำแหง คะแนนเฉลี่ยเท่ากับ 10.09 ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน 1.13 ค่าความเบ้ -.21 ค่าความโด่ง -.06 โดยข้อมูลมีลักษณะการแจกแจงแบบเบ้ซ้ายและโด่งน้อย 4.มหาวิทยาลัยราชภัฏพระนคร คะแนนเฉลี่ยเท่ากับ 11.46 ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน 1.5 ค่าความเบ้ .55 ค่าความโด่ง 1.9 โดยข้อมูลมีลักษณะการแจกแจงแบบเบ้ขวาและโด่งมาก แบบทดสอบความเรียงด้านความรู้การสอน ได้แก่ 1.จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย คะแนนเฉลี่ยเท่ากับ 8 ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน 4.84 ค่าความเบ้ -.73 ค่าความโด่ง -.73 โดยข้อมูลมีลักษณะการแจกแจงแบบเบ้ซ้ายและโด่งน้อย 2.มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ คะแนนเฉลี่ยเท่ากับ 7.8 ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน 4.36 ค่าความเบ้ -1.11 ค่าความโด่ง -.01 โดยข้อมูลมีลักษณะการแจกแจงแบบเบ้ซ้ายและโด่งน้อย 3.มหาวิทยาลัยรามคำแหง คะแนนเฉลี่ยเท่ากับ 9.54 ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน 1.96 ค่าความเบ้ .30 ค่าความโด่ง -.75 โดยข้อมูลมีลักษณะการแจกแจงแบบเบ้ขวาและโด่งน้อย 4.มหาวิทยาลัยราชภัฏพระนคร คะแนนเฉลี่ยเท่ากับ 9.5 ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน 2.16 ค่าความเบ้ -.76 ค่าความโด่ง 1.48 โดยข้อมูลมีลักษณะการแจกแจงแบบเบ้ซ้ายและโด่งมาก แบบทดสอบความเรียงด้านความรู้เทคโนโลยี ได้แก่ 1.จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย คะแนนเฉลี่ยเท่ากับ 5.57 ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน 4.15 ค่าความเบ้ -.17 ค่าความโด่ง -1.26 โดยข้อมูลมีลักษณะการแจกแจงแบบเบ้ซ้ายและโด่งน้อย 2.มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ คะแนนเฉลี่ยเท่ากับ 6.26 ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน 4.26 ค่าความเบ้ -.14 ค่าความโด่ง -.63 โดยข้อมูลมีลักษณะการแจกแจงแบบเบ้ซ้ายและโด่งน้อย 3.มหาวิทยาลัยรามคำแหง คะแนนเฉลี่ยเท่ากับ 8.18 ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน 1.83 ค่าความเบ้ -1.15 ค่าความโด่ง 1.43 โดยข้อมูลมีลักษณะการแจกแจงแบบเบ้ซ้ายและโด่งมาก 4.มหาวิทยาลัยราชภัฏพระนคร คะแนนเฉลี่ยเท่ากับ 5.63 ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน 1.82 ค่าความเบ้ .07 ค่าความโด่ง -1.26 โดยข้อมูลมีลักษณะการแจกแจงแบบเบ้ขวาและโด่งน้อย และรวมคะแนน ได้แก่ 1.จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย คะแนนเฉลี่ยเท่ากับ 31.31 ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน 9.08 ค่าความเบ้ -.91 ค่าความโด่ง .42 โดยข้อมูลมีลักษณะการแจกแจงแบบเบ้ซ้ายและโด่งมาก 2.มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ คะแนนเฉลี่ยเท่ากับ 30.13 ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน 9.55 ค่าความเบ้ -.52 ค่าความโด่ง -.72 โดยข้อมูลมีลักษณะการแจกแจงแบบเบ้ซ้ายและโด่งน้อย 3.มหาวิทยาลัยรามคำแหง คะแนนเฉลี่ยเท่ากับ 27.81 ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน 3.09 ค่าความเบ้ .38 ค่าความโด่ง -1.01 โดยข้อมูลมีลักษณะการแจกแจงแบบเบ้ขวาและโด่งน้อย 4.มหาวิทยาลัยราชภัฏพระนคร คะแนนเฉลี่ยเท่ากับ 26.6 ส่วนเบี่ยงเบน

มาตรฐาน 3.01 ค่าความเบ้ -.4 ค่าความโด่ง .61 โดยข้อมูลมีลักษณะการแจกแจงแบบเบ้ซ้ายและโด่งมาก

## 2.2 การตรวจสอบคุณภาพด้านความตรงเชิงโครงสร้าง ค่าความยาก ค่าอำนาจจำแนก ค่าความเที่ยงของแบบทดสอบความพร้อมของนิสิตนักศึกษาครุวิชาเอกชีววิทยาตามกรอบแนวคิดที่แพค

การวิเคราะห์ข้อมูลในขั้นตอนนี้เป็นการตรวจสอบคุณภาพของแบบทดสอบความพร้อมของนิสิตนักศึกษาครุวิชาเอกชีววิทยาตามกรอบแนวคิดที่แพคซึ่งแบ่งออกเป็น 2 ชั้น ได้แก่ ชั้นที่ 1 ตรวจสอบความตรงเชิงโครงสร้างของแบบทดสอบความพร้อมของนิสิตนักศึกษาครุวิชาเอกชีววิทยาตามกรอบแนวคิดที่แพค และชั้นที่ 2 ตรวจสอบค่าความยาก ค่าอำนาจจำแนก ค่าความเที่ยงของแบบทดสอบความพร้อมของนิสิตนักศึกษาครุวิชาเอกชีววิทยาตามกรอบแนวคิดที่แพค โดยมีรายละเอียดดังต่อไปนี้

### ชั้นที่ 1 ตรวจสอบความตรงเชิงโครงสร้างของแบบทดสอบความพร้อมของนิสิตนักศึกษาครุวิชาเอกชีววิทยาตามกรอบแนวคิดที่แพค

ผู้วิจัยได้ทำการตรวจสอบความตรงเชิงโครงสร้างโดยวิธีเปรียบเทียบคะแนนระหว่างกลุ่มที่ทราบ (Comparing the scores of known groups) โดยผู้วิจัยได้สร้างเกณฑ์การกำหนดกลุ่มรู้ชุด (Known groups) ว่าเป็นนิสิตนักศึกษาที่มีผลการเรียนเฉลี่ย (GPAX) มากกว่า 3.5 ขึ้นไป พบว่า จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย จำนวน 7 คน มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ จำนวน 6 คน มหาวิทยาลัยรามคำแหง จำนวน 4 คน และมหาวิทยาลัยราชภัฏพระนคร จำนวน 5 คน ทั้งหมด 22 คน และกลุ่มปกติ จำนวน 53 คน จากการทดสอบโดยใช้สถิติการเปรียบเทียบค่าเฉลี่ย (T-test) ด้วยโปรแกรม SPSS for Window พบว่า การเปรียบเทียบคะแนนระหว่างกลุ่มรู้ชุดและกลุ่มตัวปกติ แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 ( $p=0.000$ ) ดังตารางที่ 19

ตารางที่ 19 ตารางแสดงผลการวิเคราะห์โดยวิธีเปรียบเทียบคะแนนระหว่างกลุ่มที่ทราบ

	Levene's Test for Equality of Variances	t-test for Equality of Means								
		F	Sig.	t	df	Sig. (2-tailed)	Mean Difference	Std. Error Difference	95% Confidence Interval of the Difference	
									Lower	Upper
กลุ่มตัวอย่าง	Equal variances assumed	.009	.924	7.662	73	.000	9.90823	1.29323	7.33084	12.48563
	Equal variances not assumed			8.011	43.496	.000	9.90823	1.23680	7.41482	12.40165

**ขั้นที่ 2 ตรวจสอบค่าความยาก ค่าอำนาจจำแนก ค่าความเที่ยงของแบบทดสอบความพร้อมของนิสิตนักศึกษาครุวิชาเอกชีววิทยาตามกรอบแนวคิดที่แพค**

การวิเคราะห์ในขั้นตอนนี้ ผู้วิจัยได้นำคะแนนผลการตอบข้อสอบจากแบบทดสอบความพร้อมของนิสิตนักศึกษาครุวิชาเอกชีววิทยาตามกรอบแนวคิดที่แพคมาหาค่าความยาก อำนาจจำแนก และค่าความเที่ยงแบบสัมประสิทธิ์แอลฟา โดยโปรแกรม B-index แสดงผลดังตารางที่ 20

ตารางที่ 20 ค่าความยาก(p) ค่าอำนาจจำแนก(r) และค่าความเที่ยงของแบบทดสอบความพร้อมของ  
นิสิตนักศึกษาครุวิชาเอกชีววิทยาตามกรอบแนวคิดที่แพคด้านความรู้เนื้อหา

ตัวบ่งชี้	ข้อ	ตัวเลือก								ค่า ความ เที่ยง
		1)		2)		3)		4)		
		p	r	p	r	p	r	p	r	
1. ระบบ	1	0	0	0.07	0	0.05	-0.09	0.88	0.08	0.9
ย่อยอาหาร	2	0	0	0.87	0.22	0.07	-0.11	0.07	-0.11	
และการ	3	0.4	-0.65	0.08	-0.13	0.09	-0.1	0.43	0.88	
สลาย	4	0.07	-0.11	0.48	0.45	0.17	-0.23	0.28	-0.12	
สารอาหาร	5	0.04	-0.07	0.89	0.06	0.04	-0.07	0.03	0.07	
ระดับเซลล์	6	0.91	0.15	0.07	-0.11	0.01	-0.02	0.01	-0.02	
	7	0.48	0.79	0.31	-0.5	0.07	-0.11	0.15	-0.18	
	8	0.09	-0.1	0.19	-0.3	0.39	-0.24	0.33	0.64	
	9	0.05	0.08	0.39	-0.46	0.37	0.57	0.19	-0.19	
	10	0.13	0.23	0.01	-0.02	0.81	-0.2	0.04	-0.01	
	11	0.28	-0.4	0.09	-0.1	0.21	-0.18	0.41	0.68	
	12	0.37	0.4	0.12	-0.08	0.19	-0.3	0.32	-0.02	
	13	0.09	-0.04	0.25	-0.36	0.56	0.55	0.09	-0.15	
	14	0.27	0.24	0.41	0.06	0.17	-0.28	0.15	-0.01	
	15	0.05	-0.09	0.69	0.44	0.17	-0.28	0.08	-0.07	
2. การ	16	0	0	0.88	0.08	0.04	-0.07	0.08	-0.02	
สืบพันธุ์และ	17	0.05	-0.09	0.03	0.01	0.04	-0.07	0.88	0.14	
การ	18	0.59	-0.39	0.35	0.5	0.04	-0.07	0.03	-0.04	
เจริญเติบโต	19	0.36	0.03	0.21	-0.01	0.21	-0.24	0.21	0.21	
ของสัตว์	20	0.25	0.49	0.29	0.08	0.13	-0.16	0.32	-0.41	
	21	0.05	0.08	0.13	0.01	0.17	0.11	0.64	-0.2	
	22	0.07	0.12	0.23	0.31	0.2	0.12	0.51	-0.54	
	23	0.08	0.04	0.67	0.21	0.17	-0.11	0.08	-0.13	
	24	0.2	-0.1	0.61	0.41	0.16	-0.26	0.03	-0.04	
	25	0.01	-0.02	0.19	-0.3	0.69	0.11	0.11	0.22	

ตารางที่ 20 ค่าความยาก(p) ค่าอำนาจจำแนก(r) และค่าความเที่ยงของแบบทดสอบความพร้อมของ  
นิสิตนักศึกษาครุวิชาเอกชีววิทยาตามกรอบแนวคิดที่แพคด้านความรู้เนื้อหา

ตัวบ่งชี้	ข้อ	ตัวเลือก								ค่า ความ เที่ยง
		1)		2)		3)		4)		
		p	r	p	r	p	r	p	r	
	26	0.13	-0.1	0.12	0.03	0.37	-0.33	0.37	0.4	
	27	0.11	-0.12	0.35	0.33	0.39	-0.01	0.16	-0.2	
	28	0.09	0.02	0.07	-0.05	0.28	0.22	0.56	-0.18	
	29	0.84	-0.02	0.13	0.01	0.01	0.03	0.01	-0.02	
	30	0.01	-0.02	0.28	0.05	0.05	0.03	0.65	-0.05	
3.ระบบ	31	0	0	0.49	-0.35	0.33	0.07	0.17	0.28	
ประสาท	32	0.56	-0.29	0.12	-0.08	0.27	0.41	0.05	-0.03	
และอวัยวะ	33	0.2	0.01	0.32	-0.41	0.16	-0.2	0.32	0.6	
รับความรู้สึก	34	0.19	-0.25	0.36	0.09	0.27	0.01	0.19	0.15	
	35	0.08	-0.13	0.35	-0.23	0.43	0.37	0.15	-0.01	
	36	0.23	0.31	0.25	-0.24	0.24	-0.34	0.28	0.27	
	37	0.37	0.46	0.21	-0.35	0.32	0.04	0.09	-0.15	
	38	0.75	0.19	0.11	-0.12	0.08	-0.13	0.07	0.06	
	39	0.08	-0.13	0.55	0.68	0.31	-0.5	0.07	-0.05	
	40	0.07	-0.05	0.05	-0.09	0.41	0.06	0.47	0.08	
	41	0.03	-0.04	0.49	0.04	0.24	-0.34	0.24	0.34	
	42	0.28	0.39	0.19	-0.08	0.33	-0.37	0.2	0.07	
	43	0.05	-0.09	0.36	0.26	0.17	-0.11	0.41	-0.06	
	44	0.39	-0.52	0.16	-0.15	0.13	0.18	0.32	0.49	
	45	0.03	0.01	0.76	0.34	0.05	-0.09	0.16	-0.26	
4.การ	46	0.09	-0.04	0.6	0.03	0.31	0.01	0	0	
สังเคราะห์	47	0.19	0.26	0.23	-0.37	0.15	-0.13	0.44	0.24	
ด้วยแสง	48	0.51	-0.15	0.12	0.03	0.37	0.12	0	0	
	49	0.11	-0.17	0.03	-0.04	0.17	0.22	0.69	-0.01	
	50	0	0	0.72	0.29	0.11	-0.01	0.17	-0.28	

ตารางที่ 20 ค่าความยาก(p) ค่าอำนาจจำแนก(r) และค่าความเที่ยงของแบบทดสอบความพร้อมของ  
นิสิตนักศึกษาครุวิชาเอกชีววิทยาตามกรอบแนวคิดที่แพคด้านความรู้เนื้อหา

ตัวบ่งชี้	ข้อ	ตัวเลือก								ค่า ความ เที่ยง
		1)		2)		3)		4)		
		p	r	p	r	p	r	p	r	
	51	0.57	0.36	0.29	-0.31	0.08	0.04	0.05	-0.09	
	52	0.64	0.47	0.15	-0.24	0.19	-0.19	0.03	-0.04	
	53	0.13	-0.1	0.23	-0.37	0.25	-0.13	0.39	0.61	
	54	0.25	-0.02	0.4	0.3	0.19	-0.19	0.16	-0.09	
	55	0.09	-0.15	0.11	-0.17	0.13	-0.16	0.67	0.49	
	56	0.11	-0.17	0.25	-0.36	0.15	-0.24	0.49	0.77	
	57	0.12	-0.2	0.19	-0.25	0.39	-0.01	0.31	0.46	
	58	0.12	-0.08	0.23	-0.03	0.44	0.18	0.21	-0.07	
	59	0.45	0.61	0.19	-0.3	0.25	-0.24	0.11	-0.06	
	60	0.11	-0.17	0.51	0.52	0.27	-0.21	0.12	-0.14	
5.การ	61	0.35	0.11	0.24	-0.28	0.31	0.29	0.11	-0.12	
สืบพันธุ์ของ	62	0.12	-0.14	0.56	0.44	0.25	-0.19	0.07	-0.11	
พืชดอกและ	63	0.04	-0.01	0.01	-0.02	0.89	0.06	0.05	-0.03	
การ	64	0.24	0.11	0.13	0.01	0.59	-0.06	0.04	-0.07	
เจริญเติบโต	65	0.12	0.2	0.17	0.28	0.49	-0.75	0.21	0.27	
	66	0.04	-0.07	0.32	-0.41	0.57	0.53	0.07	-0.05	
	67	0.15	-0.07	0.55	-0.27	0.19	0.2	0.12	0.14	
	68	0.8	-0.01	0.05	-0.03	0.09	0.07	0.05	-0.03	
	69	0.01	-0.02	0.05	-0.09	0.28	-0.23	0.65	0.34	
	70	0.49	-0.19	0.12	0.09	0.36	0.14	0.03	-0.04	
	71	0.03	-0.04	0.08	-0.02	0.71	-0.42	0.19	0.48	
	72	0.33	0.64	0.11	-0.06	0.28	-0.4	0.28	-0.18	
	73	0.07	-0.05	0.2	-0.21	0.52	-0.12	0.21	0.38	
	74	0.09	0.13	0.45	-0.29	0.33	0.02	0.12	0.14	

ตารางที่ 20 ค่าความยาก(p) ค่าอำนาจจำแนก(r) และค่าความเที่ยงของแบบทดสอบความพร้อมของ  
นิสิตนักศึกษาครุวิชาเอกชีววิทยาตามกรอบแนวคิดที่แพคด้านความรู้เนื้อหา

ตัวบ่งชี้	ข้อ	ตัวเลือก								ค่า ความ เที่ยง
		1)		2)		3)		4)		
		p	r	p	r	p	r	p	r	
	75	0.07	-0.05	0.47	-0.42	0.13	-0.1	0.33	0.58	
6.การ	76	0.07	0.06	0.44	-0.04	0.45	-0.01	0.04	-0.01	
ถ่ายทอดทาง	77	0.16	-0.15	0.03	0.01	0.44	-0.66	0.37	0.8	
พันธุกรรม	78	0.28	-0.4	0.15	0.1	0.32	0.27	0.25	0.04	
	79	0.36	0.37	0.31	-0.33	0.16	-0.09	0.17	0.05	
	80	0.25	-0.3	0.33	-0.21	0.19	-0.02	0.23	0.53	
	81	0.19	-0.02	0.41	0.06	0.28	-0.23	0.12	0.2	
	82	0.24	0.11	0.25	-0.13	0.21	-0.12	0.29	0.14	
	83	0.28	0.22	0.36	-0.53	0.21	0.05	0.15	0.27	
	84	0.13	-0.22	0.24	-0.05	0.35	0.45	0.28	-0.18	
	85	0.39	0.72	0.24	-0.34	0.24	-0.28	0.13	-0.1	
	86	0.21	0.33	0.19	-0.19	0.53	-0.14	0.07	0	
	87	0.08	-0.13	0.52	-0.12	0.33	0.2	0.07	-0.05	
	88	0.35	0.67	0.28	-0.18	0.32	-0.47	0.05	-0.03	
	89	0.23	0.25	0.32	0.21	0.29	-0.2	0.16	-0.26	
90	0.24	0.17	0.25	0.26	0.37	-0.22	0.13	-0.22		
7.ยีนและ โครโมโซม	91	0.21	-0.29	0.31	-0.39	0.45	0.72	0.03	-0.04	
	92	0.23	-0.03	0.61	0.12	0.15	-0.13	0.01	0.03	
	93	0.19	-0.02	0.36	-0.25	0.41	0.34	0.04	-0.07	
	94	0.37	-0.22	0.15	-0.18	0.15	0.21	0.33	0.19	
	95	0.39	-0.18	0.49	0.21	0.08	-0.13	0.04	0.1	
	96	0.16	-0.2	0.33	-0.32	0.35	0.17	0.16	0.36	
	97	0.28	0.22	0.32	-0.07	0.17	-0.23	0.23	0.08	
	98	0.15	-0.18	0.13	-0.1	0.21	0.21	0.51	0.07	
	99	0.04	0.05	0.35	-0.12	0.27	-0.21	0.35	0.28	



ตารางที่ 20 ค่าความยาก(p) ค่าอำนาจจำแนก(r) และค่าความเที่ยงของแบบทดสอบความพร้อมของ  
นิสิตนักศึกษาครุวิชาเอกชีววิทยาตามกรอบแนวคิดที่แพคด้านความรู้เนื้อหา

ตัวบ่งชี้	ชื่อ	ตัวเลือก								ค่า ความ เที่ยง
		1)		2)		3)		4)		
		p	r	p	r	p	r	p	r	
	100	0.13	0.18	0.28	-0.29	0.49	-0.02	0.09	0.13	
	101	0.17	-0.11	0.41	0.17	0.35	-0.17	0.07	0.12	
	102	0.44	-0.1	0.24	-0.22	0.25	0.26	0.07	0.06	
	103	0.29	-0.42	0.41	0.17	0.27	0.24	0.03	0.01	
	104	0.77	0.03	0.12	-0.03	0.04	-0.07	0.07	0.06	
	105	0.13	-0.05	0.41	-0.11	0.24	0.23	0.21	-0.07	
8.ประชากร	106	0.35	0	0.2	-0.21	0.2	-0.1	0.25	0.32	
	107	0.25	0.32	0.56	-0.46	0.09	0.13	0.09	0.02	
	108	0.31	-0.5	0.51	0.47	0.12	0.03	0.07	0	
	109	0.16	0.02	0.19	-0.02	0.4	0.3	0.25	-0.3	
	110	0.05	0.03	0.32	0.49	0.41	-0.28	0.21	-0.24	
	111	0.33	0.07	0.43	0.15	0.12	-0.03	0.12	-0.2	
	112	0.31	0.46	0.55	-0.22	0.09	-0.15	0.05	-0.09	
	113	0.25	-0.13	0.41	0.17	0.08	0.04	0.25	-0.08	
	114	0.49	-0.07	0.11	0.16	0.17	-0.06	0.23	-0.03	
	115	0.17	0.11	0.13	0.06	0.13	0.18	0.56	-0.35	
	116	0.4	-0.48	0.24	0.11	0.09	-0.04	0.27	0.41	
	117	0.2	0.18	0.2	-0.27	0.16	-0.04	0.44	0.13	
	118	0.33	0.24	0.25	-0.36	0.32	0.1	0.09	0.02	

ตารางที่ 21 ค่าความยาก(p) ค่าอำนาจจำแนก(r) และค่าความเที่ยงของแบบทดสอบความพร้อมของนิสิตนักศึกษาครุวิชาเอกชีววิทยาตามกรอบแนวคิดที่แพคด้านความรู้การสอนและความรู้เทคโนโลยี

องค์ประกอบ	ตัวบ่งชี้	ข้อ	ค่าอำนาจจำแนก (r)	ค่าความยาก(p)	ค่าความเที่ยง
ด้านความรู้ การสอน	วิธีสอน	1	0.28	0.65	0.704
		2	0.37	0.63	
		3	0.47	0.42	
		4	0.74	0.56	
		5	0.61	0.45	
		6	0.58	0.60	
ด้านความรู้ เทคโนโลยี	1.สื่อ	6	0.67	0.36	0.816
	2.อุปกรณ์	5	0.70	0.40	
	3.เทคโนโลยีต่างๆ	1	0.47	0.39	
		2	0.45	0.54	
		3	0.47	0.29	
		4	0.42	0.46	

จากตารางที่ 20 และตารางที่ 21 ผลการวิเคราะห์ค่าอำนาจจำแนก ค่าความยาก และค่าความเที่ยงของแบบทดสอบความพร้อมของนิสิตนักศึกษาครุวิชาเอกชีววิทยาตามกรอบแนวคิดที่แพคจำนวน 130 ข้อ ที่ทดสอบกับนิสิตนักศึกษาฝึกประสบการณ์วิชาชีพรู โดยแบ่งเป็นแบบทดสอบเลือกตอบ 4 ตัวเลือก ซึ่งเป็นแบบทดสอบที่วัดด้านความรู้เนื้อหาที่มีค่าความเที่ยงแบบสัมประสิทธิ์แอลฟาที่ 0.9 และแบบทดสอบความเรียง ซึ่งเป็นแบบทดสอบที่วัดด้านความรู้การสอน และความรู้เทคโนโลยีมีค่าความเที่ยงแบบสัมประสิทธิ์แอลฟาที่ 0.704 และ 0.816 ตามลำดับ แสดงให้เห็นว่าความเที่ยงของแบบทดสอบความพร้อมของนิสิตนักศึกษาครุวิชาเอกชีววิทยาตามกรอบแนวคิดที่แพคทั้ง 3 ส่วน มีค่าความเที่ยงอยู่ในระดับที่สูง

### ตอนที่ 3 ผลการวิเคราะห์ความพร้อมของนิสิตฝึกประสบการณ์วิชาชีพรู หลังจากทดสอบกับแบบทดสอบความพร้อมของนิสิตนักศึกษาครุวิชาเอกชีววิทยาตามกรอบแนวคิดที่แพคในภาพรวม

การวิเคราะห์ขั้นตอนนี้ ผู้วิจัยได้นำคะแนนผลการทดสอบกับแบบทดสอบความพร้อมของนิสิตนักศึกษาครุวิชาเอกชีววิทยาตามกรอบแนวคิดที่แพคโดยได้แบ่งการวิเคราะห์ความพร้อมของ

นิสิตนักศึกษาฝึกประสบการณ์วิชาชีพครูในด้านความรู้เนื้อหา ความรู้การสอน และความรู้เทคโนโลยี ซึ่งรวมกันเป็นความรู้ตามกรอบแนวคิดที่แพคได้เป็น 3 แบบ ดังต่อไปนี้

### 3.1 การวิเคราะห์ความแตกต่างระหว่างกลุ่มผู้ทดสอบ

การวิเคราะห์ขั้นตอนนี้ ผู้วิจัยได้นำคะแนนรวมของผลการทดสอบกับแบบทดสอบความพร้อมของนิสิตนักศึกษาครุวิชาเอกชีววิทยาตามกรอบแนวคิดที่แพค มาเปรียบเทียบกับค่าคะแนนเฉลี่ยรวมระหว่างกลุ่มโดยใช้สถิติ ANOVA ซึ่งประกอบไปด้วย 4 กลุ่ม ได้แก่ 1.จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย 2.มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ 3.มหาวิทยาลัยรามคำแหง 4.มหาวิทยาลัยราชภัฏพระนคร โดยพบว่า ค่าคะแนนเฉลี่ยระหว่างกลุ่มทั้ง 4 กลุ่ม ไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 ( $p=0.086$ ) ดังตารางที่ 22

ตารางที่ 22 ตารางแสดงผลการทดสอบการเปรียบเทียบค่าคะแนนเฉลี่ยรวมระหว่างกลุ่มโดยใช้สถิติ ANOVA

	Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Between Groups	301.645	3	100.548	2.286	.086
Within Groups	3122.675	71	43.981		
Total	3424.320	74			

จากการวิเคราะห์นี้ ผู้วิจัยพบว่าความพร้อมด้านความรู้เนื้อหา ความรู้การสอน ความรู้เทคโนโลยี ตามกรอบแนวคิดที่แพคของกลุ่มนิสิตนักศึกษาฝึกประสบการณ์วิชาชีพครูทั้ง 4 กลุ่มนี้ ไม่แตกต่างกัน แสดงว่า ความพร้อมต่อความรู้ทั้ง 3 ด้านตามกรอบแนวคิดที่แพคสามารถนำไปปฏิบัติและประยุกต์ใช้ได้เหมือนกัน

การวิเคราะห์เพื่อเปรียบเทียบค่าคะแนนเฉลี่ยด้านความรู้การสอน, ความรู้เทคโนโลยี และความรู้เนื้อหา ระหว่างกลุ่มโดยใช้สถิติ ANOVA โดยพบว่า ค่าคะแนนเฉลี่ยด้านความรู้การสอนระหว่างกลุ่มทั้ง 4 กลุ่ม ไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 ( $p=0.276$ ) ดังตารางที่ 23 ค่าคะแนนเฉลี่ยด้านความรู้เทคโนโลยีระหว่างกลุ่มทั้ง 4 กลุ่ม ไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 ( $p=0.117$ ) ดังตารางที่ 24 และ ค่าคะแนนเฉลี่ยด้านความรู้เนื้อหาระหว่างกลุ่มทั้ง 4 กลุ่ม แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 ( $p=0.000$ ) ดังตารางที่ 25

ตารางที่ 23 ตารางแสดงผลการทดสอบการเปรียบเทียบค่าคะแนนเฉลี่ยด้านความรู้การสนระหว่างกลุ่มโดยใช้สถิติ ANOVA

	Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Between Groups	47.959	3	15.986	1.316	.276
Within Groups	862.627	71	12.150		
Total	910.587	74			

ตารางที่ 24 ตารางแสดงผลการทดสอบการเปรียบเทียบค่าคะแนนเฉลี่ยด้านความรู้เทคโนโลยีระหว่างกลุ่มโดยใช้สถิติ ANOVA

	Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Between Groups	59.752	3	19.917	2.031	.117
Within Groups	696.168	71	9.805		
Total	755.920	74			

ตารางที่ 25 ตารางแสดงผลการทดสอบการเปรียบเทียบค่าคะแนนเฉลี่ยด้านความรู้เนื้อหาระหว่างกลุ่มโดยใช้สถิติ ANOVA

Levene Statistic		df1	df2	Sig.
5.542		3	71	.002

	Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Between Groups	686.153	3	228.718	38.031	.000
Within Groups	426.993	71	6.014		
Total	1113.147	74			

กลุ่มมหาวิทยาลัย	Mean Difference (I-J)	Std. Error	Sig.	95% Confidence Interval		
				Lower Bound	Upper Bound	
Dunnett T3	จุฬา มศว.	1.67018	1.18773	.653	-1.7132	5.0536
	ราม	7.64593*	.71700	.000	5.6154	9.6765
	พระนคร	6.27018*	.68701	.000	4.3176	8.2228
	มศว. จุฬา	-1.67018	1.18773	.653	-5.0536	1.7132
	ราม	5.97576*	1.06364	.000	2.8424	9.1091
	พระนคร	4.60000*	1.04366	.003	1.5036	7.6964
	ราม จุฬา	-7.64593*	.71700	.000	-9.6765	-5.6154
	มศว.	-5.97576*	1.06364	.000	-9.1091	-2.8424
	พระนคร	-1.37576*	.43887	.026	-2.6286	-.1229
	พระนคร จุฬา	-6.27018*	.68701	.000	-8.2228	-4.3176
	มศว.	-4.60000*	1.04366	.003	-7.6964	-1.5036
	ราม	1.37576*	.43887	.026	.1229	2.6286

จากตารางที่ 25 ผลการทดสอบการเปรียบเทียบค่าคะแนนเฉลี่ยด้านความรู้เนื้อหาของกลุ่มโดยใช้สถิติ ANOVA พบว่า แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 ( $p=0.000$ ) ดังนั้นจึงแสดงผลของความแตกต่างโดย Levene Statistic มีค่า  $sig = 0.002$  ดังนั้น คะแนนเฉลี่ยความรู้เนื้อหาที่มีค่าความแปรปรวนแตกต่างกัน จึงเลือกสถิติทดสอบ Dunnett T3 เพื่อหาค่าความแตกต่างกัน พบว่า คะแนนเฉลี่ยความรู้เนื้อหาของจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย แตกต่างกับมหาวิทยาลัยรามคำแหง และมหาวิทยาลัยราชภัฏพระนคร และมีคะแนนเฉลี่ยความรู้เนื้อหาสูงกว่าอยู่ 7.65 และ 6.27 คะแนน คะแนนเฉลี่ยความรู้เนื้อหาของมหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ แตกต่างกับมหาวิทยาลัยรามคำแหง และมหาวิทยาลัยราชภัฏพระนคร และมีคะแนนเฉลี่ยความรู้เนื้อหาสูงกว่าอยู่ 5.98 และ 4.6 คะแนน คะแนนเฉลี่ยความรู้เนื้อหาของมหาวิทยาลัยราชภัฏพระนคร แตกต่างกับมหาวิทยาลัยรามคำแหง และมีคะแนนเฉลี่ยความรู้เนื้อหาสูงกว่าอยู่ 1.38 คะแนน

### 3.2 การวิเคราะห์ความแตกต่างระหว่างกลุ่มนิสิตนักศึกษาสังกัดมหาวิทยาลัยในกำกับของรัฐ และมหาวิทยาลัยราชภัฏ

การวิเคราะห์ขั้นตอนนี้ ผู้วิจัยได้นำคะแนนรวมของผลการทดสอบกับแบบทดสอบความรู้ของนิสิตนักศึกษาครุวิชาเอกชีววิทยาตามกรอบแนวคิดที่แพค มาเปรียบเทียบค่าคะแนนเฉลี่ยระหว่างกลุ่มนิสิตนักศึกษาสังกัดมหาวิทยาลัยในกำกับของรัฐ และมหาวิทยาลัยราชภัฏโดยใช้สถิติ T-test โดยพบว่า ค่าคะแนนเฉลี่ยระหว่างกลุ่มนิสิตนักศึกษาสังกัดมหาวิทยาลัยในกำกับของรัฐ และมหาวิทยาลัยราชภัฏ แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 ( $p=0.012$ ) ค่าเฉลี่ยคะแนนของนิสิตนักศึกษาสังกัดมหาวิทยาลัยในกำกับของรัฐมีค่า 30.06 คะแนน และมหาวิทยาลัยราชภัฏ 26.60 คะแนน ดังตารางที่ 26

ตารางที่ 26 ตารางแสดงความแตกต่างระหว่างคะแนนรวมระหว่างกลุ่มนิสิตนักศึกษาสังกัดมหาวิทยาลัยในกำกับของรัฐ และมหาวิทยาลัยราชภัฏ

กลุ่มมหาลัย		N	Mean	Std. Deviation	Std. Error Mean
คะแนนรวม	มหาวิทยาลัย ในกำกับของ รัฐ	45	30.0667	8.18091	1.21954
	มหาวิทยาลัย ราชภัฏ	30	26.6000	3.01262	.55003

		Levene's Test for Equality of Variances		t-test for Equality of Means						
		F	Sig.	t	df	Sig. (2-tailed)	Mean Difference	Std. Error Difference	95% Confidence Interval of the Difference	
									Lower	Upper
คะแนนรวม	Equal variances assumed	19.427	.000	2.219	73	.030	3.46667	1.56250	.35261	6.58072
	Equal variances not assumed			2.591	59.957	.012	3.46667	1.33783	.79056	6.14277

จากการวิเคราะห์นี้ ผู้วิจัยพบว่าความพร้อมด้านความรู้เนื้อหา ความรู้การสอน ความรู้เทคโนโลยี ตามกรอบแนวคิดที่แพคของกลุ่มนิสิตนักศึกษาสังกัดมหาวิทยาลัยในกำกับของรัฐ และมหาวิทยาลัยราชภัฏ แตกต่างกัน และนิสิตนักศึกษาสังกัดมหาวิทยาลัยในกำกับของรัฐมีค่ามากกว่ามหาวิทยาลัยราชภัฏ แสดงว่า กลุ่มนิสิตนักศึกษาสังกัดมหาวิทยาลัยในกำกับของรัฐมีความพร้อมต่อความรู้ทั้ง 3 ด้านตามกรอบแนวคิดที่แพคที่สามารถนำไปปฏิบัติ และประยุกต์ใช้ได้ดีกว่ากลุ่ม นิสิตนักศึกษาสังกัดมหาวิทยาลัยราชภัฏ

การวิเคราะห์เพื่อหาความแตกต่างระหว่างคะแนนเฉลี่ยด้านความรู้การสอน, ความรู้เทคโนโลยี และความรู้เนื้อหา ระหว่างกลุ่มนิสิตนักศึกษาสังกัดมหาวิทยาลัยในกำกับของรัฐ และมหาวิทยาลัยราชภัฏ โดยใช้สถิติ T-test พบว่า ค่าคะแนนเฉลี่ยด้านความรู้การสอนระหว่างกลุ่มนิสิตนักศึกษาสังกัดมหาวิทยาลัยในกำกับของรัฐ และมหาวิทยาลัยราชภัฏ ไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 ( $p=0.108$ ) ค่าคะแนนเฉลี่ยด้านความรู้เทคโนโลยีระหว่างกลุ่มนิสิตนักศึกษาสังกัดมหาวิทยาลัยในกำกับของรัฐ และมหาวิทยาลัย ราชภัฏ ไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ

ที่ระดับ .05 ( $p=0.225$ ) และค่าคะแนนเฉลี่ยด้านความรู้เนื้อหาระหว่างกลุ่มนิสิตนักศึกษาสังกัดมหาวิทยาลัยในกำกับของรัฐ และมหาวิทยาลัยราชภัฏ แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 ( $p=0.000$ ) ค่าเฉลี่ยคะแนนของนิสิตนักศึกษาสังกัดมหาวิทยาลัยในกำกับของรัฐมีค่า 15.31 คะแนน และมหาวิทยาลัยราชภัฏ 11.47 คะแนน ดังตารางที่ 27

ตารางที่ 27 ตารางแสดงความแตกต่างระหว่างคะแนนเฉลี่ยด้านความรู้การสอน ความรู้เทคโนโลยี และความรู้เนื้อหา ระหว่างกลุ่มนิสิตนักศึกษาสังกัดมหาวิทยาลัยในกำกับของรัฐ และมหาวิทยาลัยราชภัฏ

กลุ่มมหาวิทยาลัย		N	Mean	Std. Deviation	Std. Error Mean
คะแนนความรู้เนื้อหา	มหาวิทยาลัย ในกำกับของ รัฐ	45	15.3111	4.21481	.62831
	มหาวิทยาลัย ราชภัฏ	30	11.4667	1.50249	.27432



		Levene's Test for Equality of Variances		t-test for Equality of Means						
		F	Sig.	t	df	Sig. (2-tailed)	Mean Difference	Std. Error Difference	95% Confidence Interval of the Difference	
									Lower	Upper
คะแนนความรู้ การสอน	Equal variances assumed	7.422	.008	-1.449	73	.152	-1.18889	.82075	-2.82464	.44686
	Equal variances not assumed			-1.626	69.740	.108	-1.18889	.73100	-2.64691	.26913
คะแนนความรู้ เทคโนโลยี	Equal variances assumed	11.681	.001	1.078	73	.285	-.81111	.75251	-.68864	2.31086
	Equal variances not assumed			1.225	67.259	.225	-.81111	.66203	-.51021	2.13243
คะแนนความรู้ เนื้อหา	Equal variances assumed	47.877	.000	4.788	73	.000	3.84444	.80292	2.24423	5.44466
	Equal variances not assumed			5.608	59.114	.000	3.84444	.68558	2.47266	5.21623

### 3.3 การวิเคราะห์การจัดกลุ่มคะแนน

การวิเคราะห์ขั้นตอนนี้ ผู้วิจัยได้นำคะแนนรวมของผลการทดสอบกับแบบทดสอบความพร้อมของนิสิตนักศึกษาครุวิชาเอกชีววิทยาตามกรอบแนวคิดที่แพค มาทำการหาเกณฑ์ปกติวิสัย (norm) โดยการเปลี่ยนแปลงคะแนนให้เป็นเปอร์เซ็นต์ไทล์และนำเปอร์เซ็นต์ไทล์มาแปลงเป็นคะแนนปกติ ที (normalized T-score) และจัดกลุ่มคะแนนโดยใช้เกณฑ์คะแนน โดยแสดงรายละเอียดการแปลงคะแนน ดังตารางที่ 28

ตารางที่ 28 ผลการแปลงคะแนนดิบให้เป็นคะแนนปกติ ที

คะแนน	ความถี่	ความถี่สะสม	เปอร์เซ็นต์ไทล์	คะแนนปกติ ที
9.00	1	1	0.67	25
13.00	1	2	2.00	29
15.00	1	3	3.33	32
18.00	1	4	4.67	33
19.00	2	6	6.67	35
20.00	1	7	8.67	36
21.00	3	10	11.33	38
22.00	1	11	14.00	39
23.00	1	12	15.33	40
24.00	5	17	19.33	41
25.00	5	22	26.00	44
26.00	4	26	32.00	45
27.00	5	31	38.00	47
28.00	11	42	48.67	50
29.00	4	46	58.67	52
30.00	4	50	64.00	54
31.00	3	53	68.67	55
32.00	2	55	72.00	56
33.00	3	58	75.33	57
34.00	2	60	78.67	58
35.00	2	62	81.33	59
36.00	4	66	85.33	61
37.00	1	67	88.67	62

ตารางที่ 28 ผลการแปลงคะแนนดิบให้เป็นคะแนนปกติ ที่

คะแนน	ความถี่	ความถี่สะสม	เปอร์เซ็นต์ไทล์	คะแนนปกติ ที่
38.00	2	69	90.67	63
40.00	2	71	93.33	65
41.00	1	72	95.33	67
43.00	2	74	97.33	69
44.00	1	75	99.33	75

จากการวิเคราะห์นี้ ผู้วิจัยได้ทำการจัดกลุ่มคะแนนของผู้ทดสอบ โดยการจัดให้อยู่ ระดับ 4 ,3 ,2 ,1 ดังแสดงตามตารางที่ 29

ตารางที่ 29 ผลการจัดกลุ่มคะแนนของผู้ทดสอบโดยการหาเกณฑ์ปกติวิสัย

ระดับคะแนน	จำนวน (คน)
4 = 68.75 ขึ้นไป	3
3 = 56.25 – 68.74	17
2 = 43.75 – 56.24	38
1 = 43.74 ลงไป	17

จากตารางที่ 29 ผลการจัดกลุ่มคะแนนของผู้ทดสอบโดยการหาเกณฑ์ปกติวิสัย แสดงว่ากลุ่มนิสิตนักศึกษาที่ทดสอบกับแบบทดสอบความพร้อมของนิสิตนักศึกษาคณะครุศาสตร์ราชภัฏศรีวิทยาตามกรอบแนวคิดที่แพค ส่วนใหญ่มีคะแนนอยู่ระดับ 2 โดยที่การแปลความหมายของระดับคะแนนเป็นดังต่อไปนี้ 4 คือ ดีมาก 3 คือ ดี 2 คือ พอใช้ 1 คือ ปรับปรุง ดังนั้นกลุ่มนิสิตนักศึกษานี้ มีระดับคะแนนอยู่ที่ระดับ พอใช้

## บทที่ 5

### สรุปผลการวิจัย อภิปรายผล และข้อเสนอแนะ

การวิจัยครั้งนี้มีวัตถุประสงค์การวิจัย 3 ประการ ดังนี้ ประการแรก เพื่อศึกษาองค์ประกอบและตัวบ่งชี้ในการพัฒนาแบบทดสอบความพร้อมของนิสิตนักศึกษาครุวิชาเอกชีววิทยาตามกรอบแนวคิดที่แพค ประการที่สอง เพื่อตรวจสอบคุณภาพในด้านความตรงเชิงโครงสร้าง ความเที่ยงของแบบทดสอบความพร้อมของนิสิตนักศึกษาครุวิชาเอกชีววิทยาตามกรอบแนวคิดที่แพค ประการที่สาม เพื่อวิเคราะห์ความพร้อมของนิสิตฝึกประสบการณ์วิชาชีพครู หลังจากทดสอบกับแบบทดสอบความพร้อมของนิสิตนักศึกษาครุวิชาเอกชีววิทยาตามกรอบแนวคิดที่แพคในภาพรวม

ประชากรที่ใช้ในการศึกษาครั้งนี้เป็นนิสิตนักศึกษาระดับปริญญาตรี คณะครุศาสตร์ และศึกษาศาสตร์ ปีการศึกษา 2559 ในกรุงเทพมหานครฯ ที่กำลังฝึกประสบการณ์วิชาชีพครุวิชาเอกชีววิทยา สังกัดมหาวิทยาลัยในกำกับของรัฐ และมหาวิทยาลัยราชภัฏ กลุ่มตัวอย่างคือ เป็นนิสิตนักศึกษาระดับปริญญาตรี คณะครุศาสตร์ และศึกษาศาสตร์ ปีการศึกษา 2559 ในกรุงเทพมหานครฯ ที่กำลังฝึกประสบการณ์วิชาชีพครุวิชาเอกชีววิทยาของ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย มหาวิทยาลัยรามคำแหง มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ และมหาวิทยาลัยราชภัฏพระนคร โดยแบ่งออกเป็น 2 กลุ่ม กลุ่มที่ 1 เป็นนิสิตนักศึกษาระดับปริญญาตรี คณะครุศาสตร์ ปีการศึกษา 2559 ที่กำลังฝึกประสบการณ์วิชาชีพครุวิชาเอกชีววิทยาของ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย จำนวน 10 คน และกลุ่มที่ 2 เป็นนิสิตนักศึกษาระดับปริญญาตรี คณะครุศาสตร์ และศึกษาศาสตร์ ปีการศึกษา 2559 ในกรุงเทพมหานครฯ ที่กำลังฝึกประสบการณ์วิชาชีพครุวิชาเอกชีววิทยาของ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย จำนวน 19 คน มหาวิทยาลัยรามคำแหงจำนวน 11 คน มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒจำนวน 15 คน และมหาวิทยาลัยราชภัฏพระนครจำนวน 30 คน รวมทั้งหมดจำนวน 75 คน

เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย คือ แบบทดสอบความพร้อมของนิสิตนักศึกษาครุวิชาเอกชีววิทยาตามกรอบแนวคิดที่แพค ซึ่งเป็นเครื่องมือที่พัฒนาตามกรอบแนวคิดที่แพคที่ผู้วิจัยทำการศึกษาเอกสาร โดยประกอบด้วย 3 องค์ประกอบ ได้แก่ 1.ความรู้ด้านเนื้อหา ประกอบด้วยตัวบ่งชี้ ได้แก่ ระบบย่อยอาหารและการสลายสารอาหารระดับเซลล์ การสืบพันธุ์และการเจริญเติบโตของสัตว์ ระบบประสาทและอวัยวะรับความรู้สึก การสังเคราะห์ด้วยแสง การสืบพันธุ์ของพืชดอกและการเจริญเติบโต การถ่ายทอดทางพันธุกรรม ยีนและโครโมโซม และประชากร 2.ความรู้ด้านการสอน ประกอบด้วยตัวบ่งชี้ ได้แก่ วิธีการสอน 3.ความรู้ด้านเทคโนโลยี ประกอบด้วยตัวบ่งชี้ ได้แก่ สื่ออุปกรณ์ และเทคโนโลยีต่างๆ แบบทดสอบความพร้อมของนิสิตนักศึกษาครุวิชาเอกชีววิทยาตามกรอบแนวคิดที่แพค แบ่งออกเป็น 3 ส่วน ดังนี้ ส่วนที่ 1 แบบทดสอบด้านความรู้เนื้อหาชีววิทยาแบบเลือกตอบ 4 ตัวเลือก จำนวน 118 ข้อ ส่วนที่ 2 แบบทดสอบด้านความรู้การสอนแบบความเรียง

จำนวน 6 ข้อ และส่วนที่ 3 แบบทดสอบด้านความรู้เทคโนโลยีแบบความเรียง จำนวน 6 ข้อ โดยแบบทดสอบในส่วนที่ 2 และ 3 มีการพัฒนาเกณฑ์การตรวจให้คะแนนสำหรับตรวจให้คะแนน

การดำเนินการวิจัย พัฒนาแบบทดสอบความพร้อมของนิสิตนักศึกษาครูวิชาเอกชีววิทยาตามกรอบแนวคิดที่แพค โดยศึกษาเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับกรอบแนวคิดที่แพค เพื่อวิเคราะห์และสร้างนิยามเพื่อนำมาสร้างแบบทดสอบ ซึ่งประกอบด้วย 3 องค์ประกอบ ได้แก่ 1.ความรู้ด้านเนื้อหา 2.ความรู้ด้านการสอน 3.ความรู้ด้านเทคโนโลยี กำหนดตัวบ่งชี้ในการพัฒนาแบบทดสอบจากนิยามขององค์ประกอบทั้ง 3 อย่าง โดยการศึกษาเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับเนื้อหาวิชาชีววิทยา การสอน เทคโนโลยี โดยกำหนดตัวบ่งชี้ด้านความรู้เนื้อหาชีววิทยา 8 ตัวบ่งชี้ ความรู้การสอน 1 ตัวบ่งชี้ และความรู้เทคโนโลยี 3 ตัวบ่งชี้ กำหนดแบบแผนข้อสอบ (Item Specification) แบบทดสอบด้านความรู้เนื้อหาชีววิทยาได้สุ่มอย่างง่ายเพื่อเลือกเนื้อหาบทเรียนชีววิทยาจำนวน 8 บทจากหนังสือเรียนชีววิทยา จำนวน 5 เล่ม โดยได้นำตัวบ่งชี้มาจากมาตรฐานการเรียนรู้ ตามสถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (สสวท.) ทั้ง 8 บท คือมีตัวบ่งชี้ 8 ตัว ส่วนความรู้การสอน และความรู้เทคโนโลยีได้ทำการสนทนากลุ่ม ระหว่างครูผู้สอนวิชาชีววิทยาเพื่อร่วมกันสร้างตัวบ่งชี้ซึ่งได้ตัวบ่งชี้ด้านความรู้การสอน 1 ตัวบ่งชี้ และด้านความรู้เทคโนโลยี 3 ตัวบ่งชี้ และพัฒนาสถานการณ์จำลองที่จะใช้ในแบบทดสอบนี้ รูปแบบของข้อสอบที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้คือเป็นแบบสอบแบบเลือกตอบจำนวน 4 ตัวเลือก และแบบสอบความเรียง เขียนข้อสอบตามตัวบ่งชี้และคุณลักษณะข้อสอบ พร้อมทั้งสร้างเกณฑ์รูบิกแบบองค์รวมเพื่อนำมาใช้ตรวจแบบทดสอบความเรียง ตรวจสอบความตรงเชิงเนื้อหา (Content Validity) โดยผู้เชี่ยวชาญซึ่งพิจารณาจากค่าดัชนีความสอดคล้อง (Index of Item – Objective Congruence: IOC) คัดเลือกและปรับปรุงข้อสอบตามข้อเสนอแนะ และจัดทำแบบทดสอบและนำไปทดลองใช้ (try out) กับกลุ่มตัวอย่าง ซึ่งเป็นนิสิตนักศึกษาที่กำลังฝึกประสบการณ์วิชาชีพครูวิชาเอกชีววิทยา ปีการศึกษา 2559 ของจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัยจำนวน 10 คน เพื่อตรวจสอบค่าความยาก ค่าอำนาจจำแนก ความเที่ยงและนำผลนั้นมาทำการปรับข้อสอบรายข้อ และปรับปรุงเกณฑ์รูบิกแบบองค์รวมตามข้อเสนอแนะ โดยผู้วิจัยได้ให้ผู้เชี่ยวชาญแสดงความเหมาะสมต่อเกณฑ์รูบิกแบบองค์รวม เก็บรวบรวมข้อมูลเพื่อแสดงหลักฐาน ในการตรวจสอบค่าความยาก ค่าอำนาจจำแนก เพื่อแสดงหลักฐานความเที่ยงด้วยสูตรสัมประสิทธิ์แอลฟา ความตรงเชิงโครงสร้างด้วยวิธีเปรียบเทียบคะแนนระหว่างกลุ่มที่ทราบ วิเคราะห์ความพร้อมของนิสิตนักศึกษา โดยการเปรียบเทียบคะแนนเฉลี่ยระหว่างกลุ่ม และการจัดกลุ่มคะแนนโดยวิธีการหาเกณฑ์ปกติวิสัย

การวิเคราะห์ข้อมูลผู้วิจัยได้วิเคราะห์ข้อมูลโดยใช้โปรแกรมสำเร็จรูป SPSS for Window, โปรแกรม Microsoft Office Excel ,โปรแกรม B-index

## สรุปผลการวิจัย

ผลการวิจัยผู้วิจัยนำเสนอเป็น 3 ประการ ตามวัตถุประสงค์การวิจัย คือ 1) ผลการศึกษาองค์ประกอบและตัวบ่งชี้ในการพัฒนาแบบทดสอบความพร้อมของนิสิตนักศึกษาครุวิชาเอกชีววิทยาตามกรอบแนวคิดที่แพค 2) ผลการตรวจสอบคุณภาพในด้านความตรงเชิงโครงสร้าง ความเที่ยงของแบบทดสอบความพร้อมของนิสิตนักศึกษาครุวิชาเอกชีววิทยาตามกรอบแนวคิดที่แพค และ 3) ผลการวิเคราะห์ความพร้อมของนิสิตฝึกประสบการณ์วิชาชีพครู หลังจากทดสอบกับแบบทดสอบความพร้อมของนิสิตนักศึกษาครุวิชาเอกชีววิทยาตามกรอบแนวคิดที่แพคในภาพรวม โดยได้แสดงดังต่อไปนี้

### 1) ผลการศึกษาองค์ประกอบและตัวบ่งชี้ในการพัฒนาแบบทดสอบความพร้อมของนิสิตนักศึกษาครุวิชาเอกชีววิทยาตามกรอบแนวคิดที่แพค

#### ขั้นที่ 1 ผลการศึกษาและพัฒนาองค์ประกอบและตัวบ่งชี้ของแบบทดสอบความพร้อมของนิสิตนักศึกษาครุวิชาเอกชีววิทยาตามกรอบแนวคิดที่แพค

ผลการพัฒนาพัฒนาองค์ประกอบและตัวบ่งชี้ของกรอบแนวคิดที่แพค ซึ่งประกอบด้วย 3 องค์ประกอบ ได้แก่ 1.ด้านความรู้เนื้อหา 2.ด้านความรู้การสอน 3.ด้านความรู้เทคโนโลยี โดยแต่ละองค์ประกอบได้แสดงรายละเอียด ดังต่อไปนี้

1. ด้านความรู้เนื้อหา เป็นความรู้เนื้อหาชีววิทยาที่ได้มาจากสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ ในส่วนของชีววิทยา 2 สาระ ได้แก่ สิ่งมีชีวิตกับกระบวนการดำรงชีวิต และชีวิตกับสิ่งแวดล้อม สอดคล้องกับมิติที่ 1 ความรู้ที่ชัดเจนถูกต้องแม่นยำ และ 2 ความเข้าใจหลักการ ของตารางสังเคราะห์องค์ประกอบความรู้ด้านเนื้อหา ซึ่งประกอบด้วย 8 บทเรียน หรือ 8 ตัวบ่งชี้ ได้แก่

1.1 ระบบย่อยอาหารและการสลายสารอาหารระดับเซลล์ วัดความรู้เกี่ยวกับการสืบค้นข้อมูล อภิปราย และสรุปเกี่ยวกับโครงสร้างและการทำงานของระบบย่อยอาหาร และการสลายสารอาหารระดับเซลล์ในร่างกายของสัตว์และมนุษย์

1.2 การสืบพันธุ์และการเจริญเติบโตของสัตว์ วัดความรู้เกี่ยวกับการสืบค้นข้อมูล อภิปราย และสรุปเกี่ยวกับโครงสร้างและการทำงานของระบบสืบพันธุ์และ การเจริญเติบโตของสัตว์และมนุษย์

1.3 ระบบประสาทและอวัยวะรับความรู้สึก วัดความรู้เกี่ยวกับการสืบค้นข้อมูล ทดลอง อภิปราย และสรุปเกี่ยวกับการทำงานของระบบประสาทและอวัยวะรับความรู้สึก

1.4 การสังเคราะห์ด้วยแสง วัดความรู้เกี่ยวกับการสืบค้นข้อมูลเกี่ยวกับการค้นคว้าที่เกี่ยวข้องกับกระบวนการสังเคราะห์ด้วยแสง ทดลองและอภิปราย เพื่อศึกษากระบวนการสังเคราะห์ด้วยแสง และการสืบค้นข้อมูล ทดลอง อภิปราย และสรุปเกี่ยวกับโพโตเรสไพเรชันในพืชต่างๆ ไปกลไกการ เพิ่มความเข้มข้นของคาร์บอนไดออกไซด์ในพืช C4 และพืช CAM รวมทั้งปัจจัยบางประการที่มีผลต่อการสังเคราะห์ด้วยแสง

1.5 การสืบพันธุ์ของพืชดอกและการเจริญเติบโต วัดความรู้เกี่ยวกับวัฏจักรชีวิตและการสืบพันธุ์แบบอาศัยเพศ การสืบพันธุ์แบบไม่อาศัยเพศและการขยายพันธุ์พืชรวมทั้งการวัดอัตราการเจริญเติบโตของพืช

1.6 การถ่ายทอดทางพันธุกรรม วัดความรู้เกี่ยวกับการสืบค้นข้อมูล วิเคราะห์ อภิปราย อธิบาย และสรุปการค้นพบกฎการถ่ายทอดทางพันธุกรรมของเมนเดล และการสืบค้นข้อมูล วิเคราะห์ อภิปราย อธิบาย และสรุปการถ่ายทอดลักษณะทางพันธุกรรมที่เป็นส่วนขยายของพันธุศาสตร์เมนเดลและความแปรผันทางพันธุกรรม

1.7 ยีนและโครโมโซม วัดความรู้เกี่ยวกับการสืบค้นข้อมูล วิเคราะห์ และอธิบายเกี่ยวกับโครโมโซม โครงสร้างและหน้าที่ของสารพันธุกรรม และการสืบค้นข้อมูล วิเคราะห์ อธิบาย และสรุปเกี่ยวกับสมบัติของสารพันธุกรรม

1.8 ประชากร วัดความรู้เกี่ยวกับการสืบค้นข้อมูล อภิปราย และอธิบายเกี่ยวกับความหมายของประชากร ความหนาแน่นของประชากร อัตราการเปลี่ยนแปลงขนาดของประชากร และปัจจัยสำคัญที่มีผลต่อการเปลี่ยนแปลงขนาดของประชากร และการสืบค้นข้อมูล อภิปราย และวิเคราะห์ ข้อมูลเกี่ยวกับเรื่องประชากรมนุษย์ การเติบโต และโครงสร้างอายุของประชากรมนุษย์

2. ด้านความรู้การสอน เป็นความรู้การสอนที่นำมาใช้กับวิชาชีพที่ได้อาจมาจากการศึกษาเอกสาร และการสนทนากลุ่ม สอดคล้องกับมิติที่ 3 ความรู้ด้านการเรียนการสอน ของตารางสังเคราะห์องค์ประกอบความรู้ด้านการสอน โดยประกอบด้วย 1 ตัวบ่งชี้ ได้แก่

2.1 วิธีการสอน วัดความรู้เกี่ยวกับการจัดการเรียนการสอน ตามรูปแบบการจัดการเรียนการสอนที่เหมาะสมต่อนักเรียนที่ตนเองสอน รู้จักการใช้เทคนิคการสอนที่เหมาะสมต่อการจัดการเรียนรู้ ใช้การควบคุมชั้นเรียน และประเมินผลการเรียนรู้ได้อย่างเหมาะสม ตามสถานการณ์การเรียนรู้ของผู้เรียน

3. ด้านความรู้เทคโนโลยี เป็นความรู้เทคโนโลยีที่นำมาใช้กับวิชาชีพที่ได้อาจมาจากการศึกษาเอกสาร และการสนทนากลุ่ม สอดคล้องกับมิติที่ 1 ความรู้พื้นฐานด้านเทคโนโลยี และมิติที่ 2 ทักษะการใช้เทคโนโลยีของตารางสังเคราะห์องค์ประกอบความรู้ด้านเทคโนโลยี โดยประกอบด้วย 3 ตัวบ่งชี้ ได้แก่

3.1 สื่อ วัดความรู้เกี่ยวกับการใช้สื่อถ่ายทอดความรู้ ในการจัดการเรียนการสอนวิชาชีพตามสถานการณ์การเรียนรู้ของผู้เรียน

3.2 อุปกรณ์ วัดความรู้เกี่ยวกับการใช้อุปกรณ์ประกอบการจัดการเรียนการสอนวิชาชีพตามสถานการณ์การเรียนรู้ของผู้เรียน

3.3 เทคโนโลยีต่างๆ วัดความรู้เกี่ยวกับการความเข้าใจความรู้เกี่ยวกับเทคโนโลยี ที่เกี่ยวข้อง  
กับเนื้อหาวิชาชีววิทยา การใช้เทคโนโลยีเพื่อการจัดการเรียนการสอนประกอบกับเนื้อหาให้สอดคล้อง  
กัน ตามสถานการณ์การเรียนรู้ของผู้เรียน

### ขั้นที่ 2 การเขียนข้อสอบตามองค์ประกอบและตัวบ่งชี้

ผู้วิจัยได้สร้างแบบทดสอบขึ้นมาตามองค์ประกอบและตัวบ่งชี้ที่กำหนด โดยแบบทดสอบ  
ความพร้อมของนิสิตนักศึกษาครุวิชาเอกชีววิทยาตามกรอบแนวคิดที่แพค แบ่งออกเป็น 3 ส่วน ได้แก่  
1.แบบทดสอบด้านความรู้เนื้อหาชีววิทยาเป็นแบบทดสอบเลือกตอบ 4 ตัวเลือก จำนวน 118 ข้อ  
2.แบบทดสอบด้านความรู้การสอนเป็นแบบทดสอบความเรียง จำนวน 6 ข้อ และ 3.แบบทดสอบด้าน  
ความรู้เทคโนโลยีเป็นแบบทดสอบความเรียง จำนวน 6 ข้อ แล้วนำไปให้ผู้เชี่ยวชาญทางด้านความรู้  
เนื้อหาชีววิทยา ด้านความรู้การสอน ด้านความรู้เทคโนโลยี รวมจำนวน 7 คน เพื่อตรวจสอบความ  
ตรงเชิงเนื้อหา และผู้วิจัยได้ทำการหาค่า IOC (Index of Item – Objective Congruence) คัดเลือก  
ข้อคำถามที่มีค่ามากกว่า 0.5 ขึ้นไป ได้ของแบบเลือกตัว 4 ตัวเลือก จำนวน 118 ข้อ และแบบความ  
เรียงจำนวน 12 ข้อ รวมเป็น 130 ข้อ (ภาคผนวก)

### ขั้นที่ 3 นำแบบทดสอบไปทดลองใช้

การทดลองใช้ (Try out) เป็นกลุ่มนิสิตฝึกประสบการณ์วิชาชีพครู ปีการศึกษา 2559  
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย จำนวน 10 คน เพื่อตรวจสอบความเข้าใจในการทำข้อสอบ ความชัดเจน  
ของภาษา และตรวจสอบคุณภาพของแบบทดสอบเบื้องต้น ได้แก่ ค่าความยาก ค่าอำนาจจำแนก  
ค่าความเที่ยง โดยโปรแกรม B-index และปรับปรุงแบบทดสอบ

พบว่าข้อสอบที่มีค่าความยากไม่อยู่ในช่วง 0.2-0.8 ค่าอำนาจจำแนกต่ำกว่า 0.2 และ ตัวลง  
ที่มีค่าความยากและอำนาจจำแนกไม่มากกว่า 0.05 มาทำการปรับปรุงภาษาให้ชัดเจนมากขึ้น ได้แก่  
ข้อที่ 4, 10, 16, 19, 20, 21, 22, 27, 31, 34, 35, 36, 40, 43, 48, 54, 62, 67, 69, 71, 72, 87, 88,  
89, 90, 94, 97, 100, 102, 110, 111, 112, 115 รวม 33 ข้อ โดยไม่ตัดข้อสอบข้อใดทิ้ง และพบว่า  
ข้อสอบแบบความเรียงที่มีค่าความยากไม่อยู่ในช่วง 0.2-0.8 ค่าอำนาจจำแนก ต่ำกว่า 0.2 มาทำการ  
ปรับปรุงภาษาให้ชัดเจนมากขึ้น ได้แก่ ข้อสอบด้านความรู้การสอน ข้อที่ 1, 3, 4 และข้อสอบด้าน  
ความรู้เทคโนโลยี ข้อที่ 2 โดยไม่ตัดข้อสอบข้อใดทิ้ง และเวลาที่เหมาะสมแก่การทำแบบทดสอบ  
ประมาณ 180 นาที



## 2) ผลการตรวจสอบคุณภาพในด้านความตรงเชิงโครงสร้าง ความเที่ยงของแบบทดสอบ ความพร้อมของนิสิตนักศึกษาครุวิชาเอกชีววิทยาตามกรอบแนวคิดที่แพค

แบบทดสอบความพร้อมของนิสิตนักศึกษาครุวิชาเอกชีววิทยาตามกรอบแนวคิดที่แพค ประกอบด้วย 3 องค์ประกอบ ได้แก่ 1.ด้านความรู้เนื้อหา 2.ด้านความรู้การสอน 3.ด้านความรู้เทคโนโลยี จำนวน 130 ข้อ ทดสอบกับนิสิตนักศึกษาระดับปริญญาตรี คณะครุศาสตร์ และศึกษาศาสตร์ ปีการศึกษา 2559 ในกรุงเทพมหานครฯ ที่กำลังฝึกประสบการณ์วิชาชีพรุวิชาเอกชีววิทยา สังกัดมหาวิทยาลัยในกำกับของรัฐ และมหาวิทยาลัยราชภัฏ จำนวน 75 คน เพื่อทำการตรวจสอบความตรงเชิงโครงสร้าง ความเที่ยง ค่าความยาก และค่าอำนาจจำแนก สรุปได้ดังนี้

2.1 ความตรงเชิงโครงสร้าง (Construct Validity) ของแบบทดสอบความพร้อมของนิสิตนักศึกษาครุวิชาเอกชีววิทยาตามกรอบแนวคิดที่แพค เมื่อแสดงหลักฐานความตรงเชิงโครงสร้างที่วิเคราะห์โดยวิธีเปรียบเทียบคะแนนระหว่างกลุ่มที่ทราบ (Comparing the scores of known groups) โดยผู้วิจัยได้สร้างเกณฑ์การกำหนดกลุ่มรู้ชุด (Known groups) ว่าเป็นนิสิตนักศึกษาที่มีผลการเรียนเฉลี่ย (GPAX) มากกว่า 3.5 ขึ้นไป พบว่า จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย จำนวน 7 คน มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ จำนวน 6 คน มหาวิทยาลัยรามคำแหง จำนวน 4 คน และมหาวิทยาลัยราชภัฏพระนคร จำนวน 5 คน ทั้งหมด 22 คน และกลุ่มปกติ จำนวน 53 คน จากการทดสอบโดยใช้สถิติการเปรียบเทียบค่าเฉลี่ย (T-test) พบว่า การเปรียบเทียบคะแนนระหว่างกลุ่มรู้ชุด และกลุ่มปกติ แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 ( $p=0.000$ )

จากผลการเปรียบเทียบคะแนนระหว่างกลุ่มที่ทราบแสดงถึงความแตกต่างระหว่างกลุ่มกันอย่างมีนัยสำคัญ ซึ่งแสดงว่า แบบทดสอบนี้มีความตรงเชิงโครงสร้าง

2.2 ความเที่ยง (Reliability) ค่าความยาก (Difficulty) ค่าอำนาจจำแนก (Discrimination) ของแบบทดสอบความพร้อมของนิสิตนักศึกษาครุวิชาเอกชีววิทยาตามกรอบแนวคิดที่แพค เมื่อแสดงหลักฐานความเที่ยงด้วยการประมาณค่าสูตรสัมประสิทธิ์แอลฟา (Alpha coefficient) มีค่าความเที่ยงด้านความรู้เนื้อหา เท่ากับ 0.9 ด้านความรู้การสอน เท่ากับ 0.704 ด้านความรู้เทคโนโลยี เท่ากับ 0.816 แสดงให้เห็นว่าความเที่ยงของแบบทดสอบความพร้อมของนิสิตนักศึกษาครุวิชาเอกชีววิทยาตามกรอบแนวคิดที่แพคทั้ง 3 ส่วน มีค่าความเที่ยงอยู่ในระดับที่สูง และค่าความยากของแบบทดสอบที่ไม่อยู่ในระดับที่ยอมรับได้ที่ระหว่าง 0.2 - 0.8 ได้แก่ ข้อ 1 ,2 ,5 ,6 ,10,16 ,17 ,29 ,63 ,115 จำนวน 10 ข้อ และค่าอำนาจจำแนกของแบบทดสอบที่ไม่อยู่ในระดับที่ยอมรับได้ที่มากกว่า 0.2 ขึ้นไป ได้แก่ ข้อ 1 ,5 ,6 ,10 ,16 ,17 ,19 ,20 ,21 ,25 ,28 ,29 ,30 ,31 ,32 ,34 ,38 ,40 ,41 ,46 ,48 ,49 ,58 ,61 ,63 ,64 ,68 ,70 ,71 ,73 ,74 ,76 ,79 ,81 ,82 ,83 ,87 ,92 ,94 ,96 ,100 ,101 ,102 ,104 ,110 ,111 ,113 ,114 ,115 ,116 ,117 จำนวน 51 ข้อ โดยรวมแล้วพบว่า ข้อสอบที่ไม่ผ่านเกณฑ์ค่าความยากและค่าอำนาจจำแนกรวมกันเป็นจำนวน 52 ข้อ

### 3) ผลการวิเคราะห์ความพร้อมของนิสิตฝึกประสบการณ์วิชาชีพรู หลังจากทดสอบกับแบบทดสอบความพร้อมของนิสิตนักศึกษาครูวิชาเอกชีววิทยาตามกรอบแนวคิดที่แพคในภาพรวม

ผลการวิเคราะห์ขั้นตอนนี้ ผู้วิจัยได้นำคะแนนผลการทดสอบกับแบบทดสอบความพร้อมของนิสิตนักศึกษาครูวิชาเอกชีววิทยาตามกรอบแนวคิดที่แพคโดยได้แบ่งการวิเคราะห์ความพร้อมของนิสิตนักศึกษาฝึกประสบการณ์วิชาชีพรูในด้านความรู้เนื้อหา ความรู้การสอน และความรู้เทคโนโลยี ซึ่งรวมกันเป็นความรู้ตามกรอบแนวคิดที่แพคได้เป็น 3 แบบ ดังต่อไปนี้

#### 3.1 ผลการวิเคราะห์ความแตกต่างระหว่างกลุ่มผู้ทดสอบ

ผลการวิเคราะห์ขั้นตอนนี้ ผู้วิจัยได้นำคะแนนรวมของผลการทดสอบกับแบบทดสอบความพร้อมของนิสิตนักศึกษาครูวิชาเอกชีววิทยาตามกรอบแนวคิดที่แพค มาเปรียบเทียบกับค่าคะแนนเฉลี่ยระหว่างกลุ่มโดยใช้สถิติ ANOVA ซึ่งประกอบไปด้วย 4 กลุ่ม ได้แก่ 1.จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย 2.มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ 3.มหาวิทยาลัยรามคำแหง 4.มหาวิทยาลัยราชภัฏพระนคร โดยพบว่า ค่าคะแนนเฉลี่ยระหว่างกลุ่มทั้ง 4 กลุ่ม ไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับ .05 ( $p=0.086$ )

จากผลการวิจัยนี้ แสดงให้เห็นว่า ความพร้อมต่อความรู้ทั้ง 3 ด้านตามกรอบแนวคิดที่แพค ได้แก่ ด้านความรู้เนื้อหา ความรู้การสอน ความรู้เทคโนโลยี สามารถนำไปปฏิบัติ และประยุกต์ใช้ได้เหมือนกัน

การวิเคราะห์เพื่อเปรียบเทียบค่าคะแนนเฉลี่ยด้านความรู้การสอน, ความรู้เทคโนโลยี และความรู้เนื้อหา ระหว่างกลุ่มโดยใช้สถิติ ANOVA โดยพบว่า ค่าคะแนนเฉลี่ยด้านความรู้การสอนระหว่างกลุ่มทั้ง 4 กลุ่ม ไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 ( $p=0.276$ ) ค่าคะแนนเฉลี่ยด้านความรู้เทคโนโลยีระหว่างกลุ่มทั้ง 4 กลุ่ม ไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 ( $p=0.117$ ) และ ค่าคะแนนเฉลี่ยด้านความรู้เนื้อหาระหว่างกลุ่มทั้ง 4 กลุ่ม แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 ( $p=0.000$ ) และพบว่า คะแนนเฉลี่ยความรู้เนื้อหาของจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย แตกต่างกับมหาวิทยาลัยรามคำแหง และมหาวิทยาลัยราชภัฏพระนคร และมีคะแนนเฉลี่ยความรู้เนื้อหาสูงกว่าอยู่ 7.65 และ 6.27 คะแนน คะแนนเฉลี่ยความรู้เนื้อหาของมหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ แตกต่างกับมหาวิทยาลัยรามคำแหง และมหาวิทยาลัยราชภัฏพระนคร และมีคะแนนเฉลี่ยความรู้เนื้อหาสูงกว่าอยู่ 5.98 และ 4.6 คะแนน คะแนนเฉลี่ยความรู้เนื้อหาของมหาวิทยาลัยราชภัฏพระนคร แตกต่างกับมหาวิทยาลัยรามคำแหง และมีคะแนนเฉลี่ยความรู้เนื้อหาสูงกว่าอยู่ 1.38 คะแนน

จากผลการวิจัยนี้ แสดงให้เห็นว่า คะแนนเฉลี่ยด้านความรู้การสอน และความรู้เทคโนโลยี ไม่แตกต่างกัน แต่ความรู้เนื้อหาแตกต่างกัน โดยพบว่า คะแนนเฉลี่ยความรู้เนื้อหาของจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย แตกต่างกับมหาวิทยาลัยรามคำแหง และมหาวิทยาลัยราชภัฏพระนคร คะแนนเฉลี่ย

ความรู้เนื้อหาของมหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ แตกต่างกับมหาวิทยาลัยรามคำแหง และมหาวิทยาลัยราชภัฏพระนคร คะแนนเฉลี่ยความรู้เนื้อหาของมหาวิทยาลัยราชภัฏพระนคร แตกต่างกับมหาวิทยาลัยรามคำแหง

### 3.2 ผลการวิเคราะห์ความแตกต่างระหว่างกลุ่มนิสิตนักศึกษาสังกัดมหาวิทยาลัยในกำกับของรัฐ และมหาวิทยาลัยราชภัฏ

ผลการวิเคราะห์ขั้นตอนนี้ ผู้วิจัยได้นำคะแนนรวมของผลการทดสอบกับแบบทดสอบความรู้พร้อมของนิสิตนักศึกษาครุวิชาเอกชีววิทยาตามกรอบแนวคิดที่แพค มาเปรียบเทียบกับค่าคะแนนเฉลี่ยระหว่างกลุ่มนิสิตนักศึกษาสังกัดมหาวิทยาลัยในกำกับของรัฐ และมหาวิทยาลัยราชภัฏ โดยใช้สถิติ T-test โดยพบว่า ค่าคะแนนเฉลี่ยระหว่างกลุ่มนิสิตนักศึกษาสังกัดมหาวิทยาลัยในกำกับของรัฐ และมหาวิทยาลัยราชภัฏ แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับ .05 ( $p=0.012$ ) ค่าเฉลี่ยคะแนนของนิสิตนักศึกษาสังกัดมหาวิทยาลัยในกำกับของรัฐมีค่า 30.06 คะแนน และมหาวิทยาลัยราชภัฏ 26.60 คะแนน

จากผลการวิจัยนี้ แสดงให้เห็นว่า ความพร้อมด้านความรู้เนื้อหา ความรู้การสอน ความรู้เทคโนโลยี ตามกรอบแนวคิดที่แพคของกลุ่มนิสิตนักศึกษาสังกัดมหาวิทยาลัยในกำกับของรัฐ และมหาวิทยาลัยราชภัฏ แตกต่างกัน โดยที่นิสิตนักศึกษาสังกัดมหาวิทยาลัยในกำกับของรัฐมีความพร้อมต่อความรู้ทั้ง 3 ด้าน ตามกรอบแนวคิดที่แพคมากกว่ามหาวิทยาลัยราชภัฏ

การวิเคราะห์เพื่อหาความแตกต่างระหว่างคะแนนเฉลี่ยด้านความรู้การสอน, ความรู้เทคโนโลยี และความรู้เนื้อหา ระหว่างกลุ่มนิสิตนักศึกษาสังกัดมหาวิทยาลัยในกำกับของรัฐ และมหาวิทยาลัยราชภัฏ พบว่า ค่าคะแนนเฉลี่ยด้านความรู้การสอนระหว่างกลุ่มนิสิตนักศึกษาสังกัดมหาวิทยาลัยในกำกับของรัฐ และมหาวิทยาลัยราชภัฏ ไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 ( $p=0.108$ ) ค่าคะแนนเฉลี่ยด้านความรู้เทคโนโลยีระหว่างกลุ่มนิสิตนักศึกษาสังกัดมหาวิทยาลัยในกำกับของรัฐ และมหาวิทยาลัยราชภัฏ ไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 ( $p=0.225$ ) และค่าคะแนนเฉลี่ยด้านความรู้เนื้อหา ระหว่างกลุ่มนิสิตนักศึกษาสังกัดมหาวิทยาลัยในกำกับของรัฐ และมหาวิทยาลัยราชภัฏ แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 ( $p=0.000$ ) ค่าเฉลี่ยคะแนนของนิสิตนักศึกษาสังกัดมหาวิทยาลัยในกำกับของรัฐมีค่า 15.31 คะแนน และมหาวิทยาลัยราชภัฏ 11.47 คะแนน

จากผลการวิจัยนี้ แสดงให้เห็นว่า คะแนนเฉลี่ยด้านความรู้การสอน, ความรู้เทคโนโลยี ไม่แตกต่างกัน แต่ด้านความรู้เนื้อหา แตกต่างกัน โดยพบว่า ค่าเฉลี่ยคะแนนความรู้เนื้อหา ของนิสิตนักศึกษาสังกัดมหาวิทยาลัยในกำกับของรัฐมีมากกว่ามหาวิทยาลัยราชภัฏ

### 3.3 ผลการวิเคราะห์การจัดกลุ่มคะแนน

ผลการวิเคราะห์ขั้นตอนนี้ ผู้วิจัยได้นำคะแนนรวมของผลการทดสอบกับแบบทดสอบความพร้อมของนิสิตนักศึกษาครุวิชาเอกชีววิทยาตามกรอบแนวคิดที่แพค มาทำการหาเกณฑ์ปกติวิสัย (norm) โดยการเปลี่ยนแปลงคะแนนให้เป็นเปอร์เซ็นต์ไทล์และนำเปอร์เซ็นต์ไทล์มาแปลงเป็นคะแนนปกติ ที (normalized T-score) และจัดกลุ่มคะแนนโดยใช้เกณฑ์คะแนน ซึ่งมีรายละเอียดเป็นดังนี้ 1.ระดับที่ 4 มีจำนวน 3 คน 2.ระดับที่ 3 มีจำนวน 17 คน 3.ระดับที่ 2 มีจำนวน 38 คน และ 4.ระดับที่ 1 มีจำนวน 17 คน

จากผลการวิจัยนี้ แสดงให้เห็นว่ากลุ่มนิสิตนักศึกษาที่ทดสอบกับแบบทดสอบความพร้อมของนิสิตนักศึกษาครุวิชาเอกชีววิทยาตามกรอบแนวคิดที่แพค ส่วนใหญ่มีคะแนนอยู่ระดับ 2 โดยหมายความว่า กลุ่มนิสิตนักศึกษานี้ ส่วนใหญ่มีระดับคะแนนอยู่ที่ระดับ พอใช้

#### อภิปรายผลการวิจัย

การอภิปรายผลการวิจัย แบ่งออกเป็น 3 ประเด็น คือ 1) ผลการศึกษาองค์ประกอบและตัวบ่งชี้ในการพัฒนาแบบทดสอบความพร้อมของนิสิตนักศึกษาครุวิชาเอกชีววิทยาตามกรอบแนวคิดที่แพค 2) ผลการตรวจสอบคุณภาพในด้านความตรงเชิงโครงสร้าง ความเที่ยงของแบบทดสอบความพร้อมของนิสิตนักศึกษาครุวิชาเอกชีววิทยาตามกรอบแนวคิดที่แพค และ 3) ผลการวิเคราะห์ความพร้อมของนิสิตฝึกประสบการณ์วิชาชีพครู หลังจากทดสอบกับแบบทดสอบความพร้อมของนิสิตนักศึกษาครุวิชาเอกชีววิทยาตามกรอบแนวคิดที่แพคในภาพรวม ดังนี้

**ประเด็นที่ 1 ผลการศึกษาองค์ประกอบและตัวบ่งชี้ในการพัฒนาแบบทดสอบความพร้อมของนิสิตนักศึกษาครุวิชาเอกชีววิทยาตามกรอบแนวคิดที่แพค** ประกอบด้วยการอภิปรายผลการวิจัยดังนี้

จากผลการศึกษาเอกสารงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง กรอบแนวคิดที่แพค แบ่งได้เป็น 3 องค์ประกอบ ได้แก่ ด้านความรู้เนื้อหา ความรู้การสอน และความรู้เทคโนโลยี โดยด้านความรู้เนื้อหา เป็นเนื้อหาวิชาชีววิทยา ซึ่งได้ตามหลักสูตรแกนกลางสถานศึกษา พุทธศักราช ๒๕๕๑ ในหมวดของสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ โดยอยู่ในกลุ่ม 2 สาระ ได้แก่ สิ่งมีชีวิตกับกระบวนการดำรงชีวิต และชีวิตกับสิ่งแวดล้อม โดยประกอบด้วยเนื้อหาบทเรียนทั้งหมด 21 บท และเลือกมา 8 บทเรียนจากวิธีการสุ่มอย่างง่าย ซึ่งบทเรียนในด้านความรู้เนื้อหาวิชาชีววิทยานี้ คือ ตัวบ่งชี้ความรู้ด้านเนื้อหาวิชาชีววิทยาด้วย ด้านความรู้การสอน และด้านความรู้เทคโนโลยี ได้จากการศึกษาเอกสารและการสนทนากลุ่มระหว่างครูผู้สอนวิชาชีววิทยา ซึ่งได้พัฒนาตัวบ่งชี้ด้านความรู้การสอนจำนวน 1 ตัว และด้านความรู้เทคโนโลยีจำนวน 3 ตัว

ผลการพัฒนาแบบทดสอบความพร้อมของนิสิตนักศึกษาครุวิชาเอกชีววิทยาตามกรอบแนวคิดที่แพค พบว่า แบบทดสอบความพร้อมของนิสิตนักศึกษาครุวิชาเอกชีววิทยาตามกรอบแนวคิดที่แพคสำหรับนิสิตนักศึกษาที่กำลังฝึกประสบการณ์วิชาชีพครู ได้วัดตามองค์ประกอบของกรอบแนวคิดที่แพค ประกอบด้วย 3 ด้าน ดังนี้

1.1 ด้านความรู้เนื้อหา เป็นด้านความรู้เนื้อหาวิชาชีววิทยา ที่พัฒนาให้สอดคล้องกับหลักสูตรแกนกลางสถานศึกษา พุทธศักราช ๒๕๕๑ และสอดคล้องกับกรอบแนวคิดที่แพค โดยสามารถวัดในมิติด้านความรู้ที่ชัดเจนถูกต้องแม่นยำ และด้านความเข้าใจหลักการ ซึ่งวัดได้ครอบคลุมระยะเวลาที่นิสิตนักศึกษาได้ทำการฝึกประสบการณ์วิชาชีพครู ซึ่งเป็นไปตามกำหนดของพระราชบัญญัติสภาครูและบุคลากรทางการศึกษา พุทธศักราช ๒๕๕๖ ที่จะให้นิสิตนักศึกษาครูต้องฝึกประสบการณ์วิชาชีพครู 1 ปี หมายถึง 2 เทอม ซึ่งในด้านความรู้เนื้อหาชีววิทยานั้น จะต้องทำการสอนเทอมละอย่างน้อย 4 บทเรียน ซึ่งหมายความว่า นิสิตนักศึกษาที่ฝึกประสบการณ์วิชาชีพครูต้องสอนอย่างน้อย 8 บทเรียน โดยที่อาจจะสอนระดับที่แตกต่างกัน ดังนั้นผู้วิจัยจึงทำการสุ่มอย่างง่ายกับบทเรียนจากหนังสือชีววิทยาทั้ง 5 เล่ม เพื่อให้ครอบคลุมเงื่อนไขดังกล่าว โดยรวมแล้วความรู้เนื้อหาชีววิทยาทั้งหมดรวมกันมี 21 บทเรียน จึงหมายความว่าทั้ง 21 บทเรียนนี้เป็นตัวบ่งชี้ของเนื้อหาชีววิทยา แต่ด้วยเงื่อนไขของระยะเวลาการฝึกประสบการณ์วิชาชีพและด้วยความเหมาะสมของแบบทดสอบแล้ว จึงทำการเลือกบทเรียน หรือตัวบ่งชี้ไว้ดังกล่าว โดยตัวบ่งชี้ ได้แก่ ระบบย่อยอาหารและการสลายสารอาหารระดับเซลล์ การสืบพันธุ์และการเจริญเติบโตของสัตว์ ระบบประสาทและอวัยวะรับความรู้สึก การสังเคราะห์ด้วยแสง การสืบพันธุ์ของพืชดอกและการเจริญเติบโต การถ่ายทอดทางพันธุกรรม ยีนและโครโมโซม และประชากร

1.2 ด้านความรู้การสอน เป็นด้านความรู้การสอนที่ใช้ในการจัดการเรียนการสอนวิชาชีววิทยา ที่พัฒนาโดยการสนทนากลุ่มระหว่างครูการสอนวิชาชีววิทยา สอดคล้องกับกรอบแนวคิดที่แพค โดยสามารถวัดในมิติด้านความรู้ด้านการเรียนการสอน ซึ่งพัฒนาตัวบ่งชี้ได้ 1 ตัว ได้แก่ วิธีการสอน

1.3 ด้านความรู้เทคโนโลยี เป็นด้านความรู้เทคโนโลยีที่ใช้ในการจัดการเรียนการสอนวิชาชีววิทยา ที่พัฒนาโดยการสนทนากลุ่มระหว่างครูการสอนวิชาชีววิทยา สอดคล้องกับกรอบแนวคิดที่แพค โดยสามารถวัดในมิติด้านความรู้พื้นฐานด้านเทคโนโลยี และด้านการใช้เทคโนโลยี ซึ่งพัฒนาตัวบ่งชี้ได้ 3 ตัว ได้แก่ สื่อ อุปกรณ์ และเทคโนโลยีต่างๆ

โดยมีการพัฒนาแบบทดสอบ ดังนี้ 1) ศึกษาเอกสารงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับกรอบแนวคิดที่แพค 2) สนทนากลุ่มย่อยระหว่างครูการสอนวิชาชีววิทยาเพื่อพัฒนาตัวบ่งชี้และสถานการณ์จำลองของนิสิตนักศึกษาฝึกประสบการณ์วิชาชีพครู ของด้านความรู้ การสอน และด้านความรู้เทคโนโลยี และ 3) สร้างข้อคำถามทดสอบความพร้อมของนิสิตนักศึกษาครุตามกรอบแนวคิดที่แพคตามกำหนด

แบบทดสอบมี 3 ส่วน ได้แก่ ส่วนที่ 1 แบบทดสอบเลือกตอบ 4 ตัวเลือก จำนวน 118 ข้อ ส่วนที่ 2 แบบทดสอบความเรียง จำนวน 6 ข้อ และส่วนที่ 3 แบบทดสอบความเรียง จำนวน 6 ข้อ 4) พัฒนาเกณฑ์การให้คะแนนสำหรับข้อสอบความเรียง โดยทั้งหมดนี้เป็นการทดสอบตามกรอบแนวคิดที่แพคที่ทดสอบเพื่อแสดงความพร้อมของนิสิตนักศึกษาครูที่กำลังฝึกประสบการณ์วิชาชีพวิชาเอกชีววิทยา

จากที่กล่าวมาจะเห็นได้ว่า กรอบแนวคิดที่แพค ซึ่งประกอบไปด้วยด้านความรู้เนื้อหา ด้านความรู้การสอน ด้านความรู้เทคโนโลยี เป็นส่วนที่สำคัญต่อการผลิตครู เพราะครูจะต้องผสมผสานความรู้ที่ได้เรียนมาทั้งสามด้านนี้ และปฏิบัติออกมาได้ โดยการวัดตามแบบทดสอบนี้ เป็นการวัดกรอบแนวคิดที่แพคแบบองค์ประกอบที่แพคแบบรวมวิชาชีววิทยา โดยวัดเนื้อหาวิชาชีววิทยา 8 บทเรียน วิธีการสอน และเทคโนโลยีการศึกษา ซึ่งแสดงให้เห็นถึงความสามารถทั้ง 3 ด้านตามกรอบแนวคิดที่แพค การที่นิสิตนักศึกษาครูตามสถาบันการผลิตครูควรมี ทั้งนี้การทดสอบนี้เป็นการวัดความพร้อมของนิสิตนักศึกษาครูที่กำลังจะเป็นครูในอนาคตตามความรู้ชีววิทยา และตามสถานการณ์จำลอง ไม่ได้เป็นการตัดสินให้สำเร็จการศึกษา ดังนั้นแล้วความพร้อมของนิสิตนักศึกษาแต่ละคนตามกรอบแนวคิดที่แพค สามารถพัฒนาด้วยการฝึกประสบการณ์วิชาชีพครูได้

**ประเด็นที่ 2 ผลการตรวจสอบคุณภาพในด้านความตรงเชิงโครงสร้าง ความเที่ยงของแบบทดสอบความพร้อมของนิสิตนักศึกษาครูวิชาเอกชีววิทยาตามกรอบแนวคิดที่แพค ประกอบด้วยการอภิปรายผลการวิจัยดังนี้**

### 2.1 ค่าสถิติพื้นฐานของกลุ่มตัวอย่างจากผลการทดสอบ

ผู้วิจัยได้ทำการนำผลคะแนนที่ได้จากการทำแบบทดสอบความพร้อมของนิสิตนักศึกษาครูวิชาเอกชีววิทยาตามกรอบแนวคิดที่แพค มาวิเคราะห์ด้วยค่าสถิติพื้นฐานพบว่า สำหรับส่วนที่ 1 แบบทดสอบด้านความรู้เนื้อหาชีววิทยาแบบเลือกตอบ 4 ตัวเลือก ผลคือ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย คะแนนเฉลี่ยเท่ากับ 17.73 มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ คะแนนเฉลี่ยเท่ากับ 16.06 มหาวิทยาลัยรามคำแหง คะแนนเฉลี่ยเท่ากับ 10.09 มหาวิทยาลัยราชภัฏพระนคร คะแนนเฉลี่ยเท่ากับ 11.46 แบบทดสอบความเรียงด้านความรู้การสอนผลคือ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย คะแนนเฉลี่ยเท่ากับ 8 มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ คะแนนเฉลี่ยเท่ากับ 7.8 3.มหาวิทยาลัยรามคำแหง คะแนนเฉลี่ยเท่ากับ 9.54 มหาวิทยาลัยราชภัฏพระนคร คะแนนเฉลี่ยเท่ากับ 9.5 แบบทดสอบความเรียงด้านความรู้เทคโนโลยี ผลคือ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย คะแนนเฉลี่ยเท่ากับ 5.57 มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ คะแนนเฉลี่ยเท่ากับ 6.26 มหาวิทยาลัยรามคำแหง คะแนนเฉลี่ยเท่ากับ 8.18 มหาวิทยาลัยราชภัฏพระนคร คะแนนเฉลี่ยเท่ากับ 5.63 และรวมคะแนน ผลคือ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย คะแนนเฉลี่ยเท่ากับ 31.31 มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ คะแนนเฉลี่ยเท่ากับ 30.13 มหาวิทยาลัยรามคำแหง มหาวิทยาลัยราชภัฏพระนคร คะแนนเฉลี่ยเท่ากับ 26.6

จากหลักฐานแสดงให้เห็นว่า ความพร้อมทางด้านเนื้อหาวิชาชีววิทยา จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย มีความพร้อมมากที่สุด ความพร้อมทางการสอน มหาวิทยาลัยรามคำแหง มีความพร้อมมากที่สุด ความพร้อมด้านเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยรามคำแหง มีความพร้อมมากที่สุด และรวมคะแนน จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย มีมากที่สุด ดังนั้นแล้วจากผลการทดสอบความพร้อมของนิสิต นักศึกษาคณะชีววิทยาตามกรอบแนวคิดที่แพค จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัยมีความพร้อมมากที่สุด โดยการให้น้ำหนักของคะแนนจะให้น้ำหนักด้านความรู้เนื้อหาร้อยละ 50 ด้านความรู้การสอนและด้านความรู้เทคโนโลยีร้อยละ 25 โดยพบว่าคะแนนเฉลี่ยความรู้ด้านเนื้อหาของจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัยมีค่ามากที่สุด จึงส่งผลให้ค่าเฉลี่ยคะแนนรวมของจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัยมีค่ามากที่สุดตามไปด้วย ดังนั้นถ้าเปลี่ยนน้ำหนักของคะแนนก็อาจจะแสดงผลของคะแนนรวมที่แตกต่างไปจากผลลัพธ์นี้ได้

## 2.2 ตรวจสอบความตรงเชิงโครงสร้าง

จากผลการเปรียบเทียบคะแนนระหว่างกลุ่มที่ทราบ (Comparing the scores of known groups) โดยผู้วิจัยได้สร้างเกณฑ์การกำหนดกลุ่มรู้จัก (Known groups) ว่าเป็นนิสิตนักศึกษาที่มีผลการเรียนเฉลี่ย (GPAX) มากกว่า 3.5 ขึ้นไป พบว่า จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย จำนวน 7 คน มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ จำนวน 6 คน มหาวิทยาลัยรามคำแหง จำนวน 4 คน และมหาวิทยาลัยราชภัฏพระนคร จำนวน 5 คน ทั้งหมด 22 คน และกลุ่มปกติ จำนวน 53 คน จากการทำทดสอบโดยใช้สถิติการเปรียบเทียบค่าเฉลี่ย (T-test) พบว่า การเปรียบเทียบคะแนนระหว่างกลุ่มรู้จัก และกลุ่มปกติ แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 ( $p=0.000$ )

จากหลักฐานแสดงให้เห็นว่า กลุ่มรู้จักมีคะแนนเฉลี่ยแตกต่างกับกลุ่มปกติ โดยกลุ่มรู้จักมีคะแนนเฉลี่ยมากกว่ากลุ่มตัวอย่าง ดังนั้นแล้วจากผลการตรวจสอบนี้ แบบทดสอบจึงมีความตรงเชิงโครงสร้างที่สามารถวัดคะแนนเฉลี่ยระหว่างกลุ่มรู้จักและกลุ่มปกติได้แตกต่างกัน ซึ่งสามารถนำแบบทดสอบนี้ไปประยุกต์ใช้กับกลุ่มตัวอย่างอื่นได้ เนื่องจากสามารถวัดความแตกต่างระหว่างกลุ่มรู้จักและกลุ่มปกติได้

## 2.3 ตรวจสอบค่าความเที่ยง

จากการวิเคราะห์ความเที่ยงโดยวิธีสัมประสิทธิ์แอลฟาของแบบทดสอบความพร้อมของนิสิต นักศึกษาคณะชีววิทยาเอกชีววิทยาตามกรอบแนวคิดที่แพค ของด้านความรู้เนื้อหาชีววิทยา เท่ากับ 0.9 ด้านความรู้การสอน เท่ากับ 0.704 และความรู้เทคโนโลยี เท่ากับ 0.816 แสดงให้เห็นว่าความเที่ยงของแบบทดสอบความพร้อมของนิสิตนักศึกษาคณะชีววิทยาเอกชีววิทยาตามกรอบแนวคิดที่แพคทั้ง 3 ส่วน มีค่าความเที่ยงอยู่ในระดับที่สูง

จากหลักฐานแสดงให้เห็นว่า ความเที่ยงโดยวิธีสัมประสิทธิ์แอลฟาของแบบทดสอบมีค่าอยู่ในระดับ 0.70 ขึ้นไป ซึ่งเป็นค่าความเที่ยงที่ยอมรับได้ว่าเป็นการแสดงถึงความคงเส้นคงวาของการ

ทดสอบองค์ประกอบในแต่ละด้าน ซึ่งสามารถนำแบบทดสอบนี้ไปประยุกต์ใช้กับกลุ่มตัวอย่างอื่นได้ เนื่องจากสามารถวัดได้อย่าง คงเส้นคงวา

#### 2.4 ค่าความยาก ค่าอำนาจจำแนก

จากการวิเคราะห์แบบทดสอบรายข้อ พบว่า ข้อที่ไม่ผ่านเกณฑ์ค่าความยาก ได้แก่ ข้อ 1 ,2 ,5 ,6 ,10,16 ,17 ,29 ,63 ,115 จำนวน 10 ข้อ และข้อที่ไม่ผ่านเกณฑ์ค่าอำนาจจำแนก ได้แก่ ข้อ ข้อ 1 ,5 ,6 ,10 ,16 ,17 ,19 ,20 ,21 ,25 ,28 ,29 ,30 ,31 ,32 ,34 ,38 ,40 ,41 ,46 ,48 ,49 ,58 ,61 ,63 ,64 ,68 ,70 ,71 ,73 ,74 ,76 ,79 ,81 ,82 ,83 ,87 ,92 ,94 ,96 ,100 ,101 ,102 ,104 ,110 ,111 ,113 ,114 ,115 ,116 ,117 จำนวน 51 ข้อ โดยรวมแล้วพบว่า ข้อสอบที่ไม่ผ่านเกณฑ์ค่าความยาก และค่าอำนาจจำแนกรวมกันเป็นจำนวน 52 ข้อ

จากหลักฐานแสดงให้เห็นว่า มีข้อสอบไม่ผ่านเกณฑ์ค่าความยาก ค่าอำนาจจำแนก อยู่ 52 ข้อ โดยพบว่า ข้อสอบมีจำนวนการไม่ผ่านเกณฑ์ค่าความยาก และค่าอำนาจจำแนก อยู่ร้อยละ 44.06 เพราะว่า กลุ่มตัวอย่างมีขนาดไม่มากพอ และการจัดสภาพการสอบไม่เหมาะสม ดังแนวคิดของ ศิริชัย กาญจนวาสี (2556) ได้กล่าวว่า การวิเคราะห์ข้อสอบตามแนวทฤษฎีการทดสอบแบบดั้งเดิม มีจุดอ่อนที่สำคัญคือ ควรใช้กลุ่มตัวอย่างขนาดมากพอ และควรจัดสภาพการสอบให้เป็นมาตรฐาน ดังนั้นในการนำแบบทดสอบนี้ไปใช้ควรมีกกลุ่มตัวอย่างมีขนาดมากพอ และการจัดสภาพการสอบได้เหมาะสม จะสามารถวัดได้อย่างมีประสิทธิภาพ

**ประเด็นที่ 3 ผลการวิเคราะห์ความพร้อมของนิสิตฝึกประสบการณ์วิชาชีพครู หลังจากทดสอบกับแบบทดสอบความพร้อมของนิสิตนักศึกษาครุวิชาเอกชีววิทยาตามกรอบแนวคิดที่แพคในภาพรวม ประกอบด้วยการอภิปรายผลการวิจัยดังนี้**

#### 3.1 การวิเคราะห์ความแตกต่างระหว่างกลุ่มผู้ทดสอบ

จากผลการทดสอบของแบบทดสอบความพร้อมของนิสิตนักศึกษาครุวิชาเอกชีววิทยาตามกรอบแนวคิดที่แพค ผู้วิจัยได้นำคะแนนรวมของผลการทดสอบกับแบบทดสอบความพร้อมของนิสิตนักศึกษาครุวิชาเอกชีววิทยาตามกรอบแนวคิดที่แพค มาเปรียบเทียบค่าคะแนนเฉลี่ยระหว่างกลุ่มโดยใช้สถิติ ANOVA ซึ่งประกอบไปด้วย 4 กลุ่ม ได้แก่ 1.จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย 2.มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ 3.มหาวิทยาลัยรามคำแหง 4.มหาวิทยาลัยราชภัฏพระนคร โดยพบว่า ค่าคะแนนเฉลี่ยระหว่างกลุ่มทั้ง 4 กลุ่ม ไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับ .05 ( $p=0.086$ ) แสดงให้เห็นว่าความพร้อมต่อความรู้ทั้ง 3 ด้านตามกรอบแนวคิดที่แพคได้แก่ ด้านความรู้เนื้อหา ความรู้การสอน ความรู้เทคโนโลยี สามารถนำไปปฏิบัติ และประยุกต์ใช้ได้เหมือนกัน

การวิเคราะห์เพื่อเปรียบเทียบค่าคะแนนเฉลี่ยด้านความรู้การสอน, ความรู้เทคโนโลยี และความรู้เนื้อหา ระหว่างกลุ่มพบว่า ค่าคะแนนเฉลี่ยด้านความรู้การสอนระหว่างกลุ่มทั้ง 4 กลุ่ม



ไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 ( $p=0.276$ ) ค่าคะแนนเฉลี่ยด้านความรู้เทคโนโลยีระหว่างกลุ่มทั้ง 4 กลุ่ม ไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 ( $p=0.117$ ) และค่าคะแนนเฉลี่ยด้านความรู้เนื้อหาระหว่างกลุ่มทั้ง 4 กลุ่ม แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 ( $p=0.000$ ) และพบว่า คะแนนเฉลี่ยความรู้เนื้อหาของจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย แตกต่างกับมหาวิทยาลัยรามคำแหง และมหาวิทยาลัยราชภัฏพระนคร และมีคะแนนเฉลี่ยความรู้เนื้อหา มากกว่าอยู่ 7.65 และ 6.27 คะแนน คะแนนเฉลี่ยความรู้เนื้อหาของมหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ แตกต่างกับมหาวิทยาลัยรามคำแหง และมหาวิทยาลัยราชภัฏพระนคร และมีคะแนนเฉลี่ยความรู้เนื้อหา มากกว่าอยู่ 5.98 และ 4.6 คะแนน คะแนนเฉลี่ยความรู้เนื้อหาของมหาวิทยาลัยราชภัฏพระนคร แตกต่างกับมหาวิทยาลัยรามคำแหง และมีคะแนนเฉลี่ยความรู้เนื้อหา มากกว่าอยู่ 1.38 คะแนน แสดงให้เห็นว่า คะแนนเฉลี่ยด้านความรู้การสอน และความรู้เทคโนโลยี ไม่แตกต่างกัน แต่ความรู้เนื้อหาแตกต่างกัน โดยพบว่า คะแนนเฉลี่ยความรู้เนื้อหาของจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย แตกต่างกับมหาวิทยาลัยรามคำแหง และมหาวิทยาลัยราชภัฏพระนคร คะแนนเฉลี่ยความรู้เนื้อหาของมหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ แตกต่างกับมหาวิทยาลัยรามคำแหง และมหาวิทยาลัยราชภัฏพระนคร คะแนนเฉลี่ยความรู้เนื้อหาของมหาวิทยาลัยราชภัฏพระนคร แตกต่างกับมหาวิทยาลัยรามคำแหง

จากหลักฐานแสดงให้เห็นว่า ความพร้อมด้านความรู้เนื้อหา ความรู้การสอน ความรู้เทคโนโลยี ตามกรอบแนวคิดที่แพคของกลุ่มนิสิตนักศึกษาฝึกประสบการณ์วิชาชีพครูทั้ง 4 กลุ่มนี้ มีความพร้อมเหมือนกัน โดยทั้ง 4 กลุ่มนี้ มีความรู้ทั้ง 3 องค์ประกอบรวม และสามารถนำไปใช้ฝึกประสบการณ์วิชาชีพครูได้เหมือนกัน จากผลข้างต้นนี้จึงแสดงให้เห็นความรู้ตามกรอบแนวคิดที่แพคของนิสิตนักศึกษาที่สามารถพัฒนาและประกอบวิชาชีพครูได้ในอนาคตไม่ต่างกัน ซึ่งจะช่วยส่งเสริมคุณภาพทางการศึกษาด้วยความรู้ตามกรอบแนวคิดที่แพค เมื่อนำมาวิเคราะห์เพื่อเปรียบเทียบค่าคะแนนเฉลี่ยด้านความรู้การสอน, ความรู้เทคโนโลยี และความรู้เนื้อหาแล้วพบว่า คะแนนเฉลี่ยด้านความรู้การสอน และความรู้เทคโนโลยี ไม่แตกต่างกัน แต่ความรู้เนื้อหาแตกต่างกัน โดยพบว่า คะแนนเฉลี่ยความรู้เนื้อหาของจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย แตกต่างกับมหาวิทยาลัยรามคำแหง และมหาวิทยาลัยราชภัฏพระนคร คะแนนเฉลี่ยความรู้เนื้อหาของมหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ แตกต่างกับมหาวิทยาลัยรามคำแหง และมหาวิทยาลัยราชภัฏพระนคร คะแนนเฉลี่ยความรู้เนื้อหาของมหาวิทยาลัยราชภัฏพระนคร แตกต่างกับมหาวิทยาลัยรามคำแหง จากหลักฐานแสดงให้เห็นว่า ความพร้อมด้าน ความรู้การสอน ความรู้เทคโนโลยี ไม่แตกต่างกัน และสามารถนำไปใช้ฝึกประสบการณ์วิชาชีพครูได้เหมือนกัน แต่ความรู้เนื้อหา แตกต่างกัน โดยพบว่า จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย และมหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ไม่แตกต่างกัน นอกจากนั้นมีความแตกต่างทั้งหมด จากผลข้างต้นแสดงให้เห็นว่า จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย และมหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ มีความรู้ด้านเนื้อหา

เหมือนกัน นอกนั้นก็มีความแตกต่าง แต่ก็สามารถนำไปใช้ฝึกประสบการณ์วิชาชีพครูได้เหมือนกัน เนื่องจากการวัดในครั้งนี้ กลุ่มตัวอย่างมีขนาดไม่มากพอ และ การจัดสภาพการสอบอาจจะไม่เหมาะสม ซึ่งส่งผลต่อผลข้างต้นได้

### 3.2 การวิเคราะห์ความแตกต่างระหว่างกลุ่มนิสิตนักศึกษาสังกัดมหาวิทยาลัยในกำกับของรัฐ และมหาวิทยาลัยราชภัฏ

จากผลการทดสอบของแบบทดสอบความพร้อมของนิสิตนักศึกษาครุวิชาเอกชีววิทยาตามกรอบแนวคิดที่แพค ผู้วิจัยได้นำคะแนนรวมของผลการทดสอบกับแบบทดสอบความพร้อมของนิสิตนักศึกษาครุวิชาเอกชีววิทยาตามกรอบแนวคิดที่แพค มาเปรียบเทียบค่าคะแนนเฉลี่ยระหว่างกลุ่มนิสิตนักศึกษาสังกัดมหาวิทยาลัยในกำกับของรัฐ และมหาวิทยาลัยราชภัฏ โดยใช้สถิติ T-test โดยพบว่า ค่าคะแนนเฉลี่ยระหว่างกลุ่มนิสิตนักศึกษาสังกัดมหาวิทยาลัยในกำกับของรัฐ และมหาวิทยาลัยราชภัฏ แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับ .05 ( $p=0.012$ ) ค่าเฉลี่ยคะแนนของนิสิตนักศึกษาสังกัดมหาวิทยาลัยในกำกับของรัฐมีค่า 30.06 คะแนน และมหาวิทยาลัยราชภัฏ 26.60 คะแนน แสดงให้เห็นว่า ความพร้อมด้านความรู้เนื้อหา ความรู้การสอน ความรู้เทคโนโลยี ตามกรอบแนวคิดที่แพคของกลุ่มนิสิตนักศึกษาสังกัดมหาวิทยาลัยในกำกับของรัฐ และมหาวิทยาลัยราชภัฏ แตกต่างกัน โดยที่นิสิตนักศึกษาสังกัดมหาวิทยาลัยในกำกับของรัฐมีความพร้อมต่อความรู้ทั้ง 3 ด้าน ตามกรอบแนวคิดที่แพคมากกว่ามหาวิทยาลัยราชภัฏ

การวิเคราะห์เพื่อหาความแตกต่างระหว่างคะแนนเฉลี่ยด้านความรู้การสอน, ความรู้เทคโนโลยี และความรู้เนื้อหา ระหว่างกลุ่มนิสิตนักศึกษาสังกัดมหาวิทยาลัยในกำกับของรัฐ และมหาวิทยาลัยราชภัฏ พบว่า ค่าคะแนนเฉลี่ยด้านความรู้การสอนระหว่างกลุ่มนิสิตนักศึกษาสังกัดมหาวิทยาลัยในกำกับของรัฐ และมหาวิทยาลัยราชภัฏ ไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 ( $p=0.108$ ) ค่าคะแนนเฉลี่ยด้านความรู้เทคโนโลยีระหว่างกลุ่มนิสิตนักศึกษาสังกัดมหาวิทยาลัยในกำกับของรัฐ และมหาวิทยาลัยราชภัฏ ไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 ( $p=0.225$ ) และค่าคะแนนเฉลี่ยด้านความรู้เนื้อหา ระหว่างกลุ่มนิสิตนักศึกษาสังกัดมหาวิทยาลัยในกำกับของรัฐ และมหาวิทยาลัยราชภัฏ แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 ( $p=0.000$ ) ค่าเฉลี่ยคะแนนของนิสิตนักศึกษาสังกัดมหาวิทยาลัยในกำกับของรัฐมีค่า 15.31 คะแนน และมหาวิทยาลัยราชภัฏ 11.47 คะแนน แสดงให้เห็นว่า คะแนนเฉลี่ยด้านความรู้การสอน, ความรู้เทคโนโลยี ไม่แตกต่างกัน แต่ด้านความรู้เนื้อหา แตกต่างกัน โดยพบว่า ค่าเฉลี่ยคะแนนความรู้เนื้อหาของนิสิตนักศึกษาสังกัดมหาวิทยาลัยในกำกับของรัฐมีมากกว่ามหาวิทยาลัยราชภัฏ

จากหลักฐานแสดงให้เห็นว่า ความพร้อมด้านความรู้เนื้อหา ความรู้การสอน ความรู้เทคโนโลยี ตามกรอบแนวคิดที่แพคองค์ประกอบรวมของกลุ่มนิสิตนักศึกษาสังกัดมหาวิทยาลัยในกำกับของรัฐ และมหาวิทยาลัยราชภัฏ มีความพร้อมแตกต่างกัน และกลุ่มนิสิตนักศึกษาสังกัด

มหาวิทยาลัยในกำกับของรัฐมีความพร้อมต่อความรู้ทั้ง 3 ด้าน ที่สามารถนำไปปฏิบัติ และประยุกต์ใช้ได้ดีกว่ากลุ่มนิสิตนักศึกษาสังกัดมหาวิทยาลัยราชภัฏ แต่ก็สามารถนำไปใช้ฝึกประสบการณ์วิชาชีพครูได้เหมือนกันเนื่องจากการวัดนี้เป็นการวัดความรู้ทั้ง 3 ด้านเมื่อตอนเริ่มการฝึกประสบการณ์วิชาชีพครูในเดือนแรกของการเข้าโรงเรียนครั้งที่ 1 ซึ่งกลุ่มตัวอย่างต้องมีการพัฒนาจากการฝึกประสบการณ์วิชาชีพครูได้ในอนาคต (พัชรินทร์ ไชยรักษ์, 2555) และคะแนนเฉลี่ยด้านความรู้การสอน, ความรู้เทคโนโลยี ไม่แตกต่างกัน แต่ด้านความรู้เนื้อหา แตกต่างกัน โดยพบว่า ค่าเฉลี่ยคะแนนความรู้เนื้อหา ของนิสิตนักศึกษาสังกัดมหาวิทยาลัยในกำกับของรัฐมีมากกว่ามหาวิทยาลัยราชภัฏ แต่ก็สามารถนำไปใช้ฝึกประสบการณ์วิชาชีพครูได้เหมือนกันเนื่องจากการวัดในครั้งนี้ กลุ่มตัวอย่างมีขนาดไม่มากพอ และ การจัดสภาพการสอบอาจจะไม่เหมาะสม ซึ่งส่งผลต่อผลข้างต้นได้

### 3.3 การวิเคราะห์การจัดกลุ่มคะแนน

จากผลจัดกลุ่มคะแนนของแบบทดสอบความพร้อมของนิสิตนักศึกษาครูวิชาเอกชีววิทยาตามกรอบแนวคิดที่แพคด้วยวิธี การหาเกณฑ์ปกติวิสัย พบว่า กลุ่มนิสิตนักศึกษาที่ทดสอบกับแบบทดสอบความพร้อมของนิสิตนักศึกษาครูวิชาเอกชีววิทยาตามกรอบแนวคิดที่แพค โดยส่วนใหญ่มีคะแนนอยู่ระดับ 2 หรือพอใช้

จากหลักฐานแสดงให้เห็นว่า นิสิตนักศึกษาฝึกประสบการณ์วิชาชีพที่ทดสอบกับแบบทดสอบความพร้อมของนิสิตนักศึกษาครูวิชาเอกชีววิทยาตามกรอบแนวคิดที่แพค มีความพร้อมอยู่ในระดับพอใช้ ซึ่งจากการวิจัยผู้วิจัยได้เริ่มทำการทดสอบช่วงต้นเทอมของการฝึกประสบการณ์วิชาชีพครูครั้งที่ 1 ซึ่งยังจะต้องฝึกประสบการณ์วิชาชีพครูอีกจนครบ 1 ปี (พัชรินทร์ ไชยรักษ์, 2555) ดังนั้นตอนนี้ความพร้อมส่วนใหญ่อยู่ในระดับพอใช้ ซึ่งเหมาะสมต่อการฝึกประสบการณ์วิชาชีพและพัฒนาศักยภาพของความพร้อมต่อไปอีกในอนาคต

### ข้อเสนอแนะ

ข้อเสนอแนะในงานวิจัยครั้งนี้ได้นำเสนอใน 2 ประเด็น คือ ข้อเสนอแนะในการนำผลการวิจัยไปใช้ และข้อเสนอแนะในการวิจัยครั้งต่อไป โดยมีรายละเอียดดังนี้

#### 1. ข้อเสนอแนะในการนำผลการวิจัยไปใช้

จากผลการศึกษาวิจัยครั้งนี้ พบว่า ความพร้อมของนิสิตนักศึกษาฝึกประสบการณ์วิชาชีพครูตามกรอบแนวคิดที่แพค ประกอบด้วย 3 องค์ประกอบ 12 ตัวบ่งชี้ ได้แก่ ด้านความรู้เนื้อหาวิชาชีววิทยา 2.ด้านความรู้การสอน 3.ด้านความรู้เทคโนโลยี เพื่อนำผลการวิจัยไปใช้ประโยชน์อย่างมีประสิทธิภาพผู้วิจัยมีข้อเสนอแนะในการนำไปใช้ดังนี้

1) การนำแบบทดสอบความพร้อมของนิสิตนักศึกษาครูวิชาเอกชีววิทยาตามกรอบแนวคิดที่แพคไปใช้ ควรพิจารณาการจัดการสอบให้เหมาะสม เนื่องจากแบบทดสอบมีปริมาณมาก ควรมีการจัดการสอบ เพราะผู้สอบ จะทำอย่างไม่ตั้งใจ ทำให้การวัดนั้นคลาดเคลื่อนไป และควรแจ้งผู้ทดสอบล่วงหน้าถึงเนื้อหาที่ต้องการจะสอบ ก็จะทำให้การวัดมีประสิทธิภาพมากขึ้น

2) การตรวจให้คะแนนสำหรับแบบทดสอบแบบความเรียง ของแบบทดสอบความพร้อมของนิสิตนักศึกษาครูวิชาเอกชีววิทยาตามกรอบแนวคิดที่แพค ควรพิจารณาถึงเกณฑ์การให้คะแนนให้ชัดเจน และควรตรวจให้คะแนนตามวิธีการตรวจให้คะแนนสำหรับแบบทดสอบความเรียง เพื่อให้ผลการวัดนั้นมีประสิทธิภาพมากที่สุด

## 2. ข้อเสนอแนะในการวิจัยครั้งต่อไป

จากผลการศึกษาวิจัยครั้งนี้ ทำให้ผู้วิจัยมีข้อเสนอแนะในการทำวิจัยครั้งต่อไปเพื่อให้เกิดการพัฒนาคุณภาพนิสิตนักศึกษาฝึกประสบการณ์วิชาชีพรุ่นนี้

1) วิธีการทดสอบกับแบบทดสอบความพร้อมของนิสิตนักศึกษาครูวิชาเอกชีววิทยาตามกรอบแนวคิดที่แพคนี้ เป็นการตอบลงบนกระดาษคำตอบ ดังนั้นเพื่อพัฒนาวิธีทดสอบแบบใหม่ที่สามารถทำได้ทุกที่ ทุกเวลา ตามความสะดวก จึงควรจะมีการพัฒนาให้เข้าสู่ระบบการทดสอบแบบคอมพิวเตอร์

2) การวิจัยครั้งนี้ได้พัฒนาและกำหนดตัวบ่งชี้ ตามองค์ประกอบของกรอบแนวคิดที่แพคทั้ง 3 ด้าน โดยการกำหนดตัวบ่งชี้นี้ สามารถพัฒนาให้มีความหลากหลายมากขึ้น เพื่อเพิ่มศักยภาพในการวัดของแบบทดสอบ และสามารถดัดแปลงข้อสอบให้มีความหลากหลายได้ตามการสร้างข้อสอบของตนเอง

3) แบบทดสอบความพร้อมของนิสิตนักศึกษาครูวิชาเอกชีววิทยาตามกรอบแนวคิดที่แพคนี้ เป็นแบบทดสอบที่ใช้ทดสอบนิสิตนักศึกษาฝึกประสบการณ์วิชาชีพรุ่นนี้ และเพื่อให้เกิดประสิทธิภาพในการทดสอบมากขึ้น ควรนำผลที่ได้จากการทดสอบไปหาความสัมพันธ์กับการทดสอบและการประเมินแบบอื่นๆ เพื่อให้ได้หลักฐานแสดงถึงความตรงของข้อมูลมากขึ้น

4) การพัฒนาแบบทดสอบความพร้อมของนิสิตนักศึกษาครูวิชาเอกชีววิทยาตามกรอบแนวคิดที่แพคนี้ เป็นการพัฒนารอบแนวคิดที่แพคแบบรวม ดังนั้นการวิจัยในอนาคตควรมีการศึกษากรอบแนวคิดที่แพคแบบแยกส่วน ได้แก่ด้าน TCK, PCK, TPK เพื่อให้เกิดการพัฒนาตามกรอบแนวคิดที่แพคให้ละเอียดมากขึ้น

รายการอ้างอิง



## ภาษาไทย

- เกรียงไกร อภัยวงศ์. (2548). ผลของการเรียนการสอนชีววิทยาโดยใช้วงจรการเรียนรู้แบบการตั้งสมมติฐาน นิรนัยที่มีต่อความสามารถในการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์และมโนทัศน์ชีววิทยาของนักเรียนมัธยมศึกษาตอนปลาย. (มหาบัณฑิต), จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- ครุสภา สภาครูและบุคลากรทางการศึกษา. (2546). พระราชบัญญัติสภาครูและบุคลากรทางการศึกษา พุทธศักราช ๒๕๔๖.
- ชัยณรงค์ แก้วสุก. (2550). ผลของการเรียนการสอนชีววิทยาโดยใช้รูปแบบ  $ED^3U$  ร่วมกับคอมพิวเตอร์สถานการณ์จำลองที่มีต่อทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ และความคงทนในการเรียนรู้ของนักเรียนมัธยมศึกษาตอนปลาย. (มหาบัณฑิต), จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- ทิตนา แคมมณี. (2554). ศาสตร์การสอน : องค์ความรู้เพื่อการจัดกระบวนการเรียนรู้ที่มีประสิทธิภาพ (พิมพ์ครั้งที่ 14 (ฉบับพิมพ์เพิ่มเติม). กรุงเทพฯ: สำนักพิมพ์แห่งจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- บุษราคัม ดุลบุตร. (2555). การวิเคราะห์ความตรงเชิงจำแนกของแบบประเมินการฝึกประสบการณ์วิชาชีพครูสำหรับนิสิต/นักศึกษาวิชาชีพครู: การศึกษาพหุลักษณะและแหล่งข้อมูลพหุ. (มหาบัณฑิต), จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- ประสาธน์ เนิ่งเฉลิม. (2558). การเรียนรู้วิทยาศาสตร์ในศตวรรษที่ 21. กรุงเทพมหานคร: สำนักพิมพ์แห่งจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- พัชรินทร์ ชัยรักษ์. (2555). โมเดลเชิงสาเหตุของความสำเร็จในวิชาชีพครูที่มีแรงจูงใจใฝ่สัมฤทธิ์ การรับรู้ความสามารถของตนเองในวิชาชีพและความผูกพันในวิชาชีพเป็นตัวแปรส่งผ่าน (ปริญญาโท), จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- รัตนารณ จินดาสวัสดิ์. (2555). ผลของการจัดการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์ตามแนวคิดวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยีและสังคมที่มีต่อความสามารถในการแก้ปัญหาและความตระหนักเรื่องการอนุรักษ์พลังงานและสิ่งแวดล้อมของนักเรียนมัธยมศึกษาตอนต้น. (มหาบัณฑิต), จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- วงศ์ศรี แสงบรรจง. (2555). เครื่องมือและโมเดลการวัดที่แพค-เอสของนิสิตนักศึกษาครู: การพัฒนาและวิเคราะห์เปรียบเทียบโมเดลแข่งขัน. (ดุษฎีบัณฑิต), จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (สสวท.). กระทรวงศึกษาธิการ. (2551). หลักสูตรชีววิทยา ระดับมัธยมศึกษาตอนปลาย.
- สำนักงานคณะกรรมการการศึกษาขั้นพื้นฐาน กระทรวงศึกษาธิการ. (2551). หลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช ๒๕๕๑.
- หทัยทิพย์ สีส่วน. (2557). ความสัมพันธ์เชิงสาเหตุระหว่างคุณภาพของกระบวนการฝึกประสบการณ์วิชาชีพกับความยึดมั่นผูกพันในการทำงานของนิสิตครูโดยมีความเชื่อในความสามารถของตนเองเป็นตัวแปรส่งผ่าน. *An Online Journal of Education*, 9(2), 335-349.
- อลิศรา ชูชาติ. (2549). นวัตกรรมจัดการเรียนรู้ตามแนวปฏิรูปการศึกษา. กรุงเทพฯ: ศูนย์ตำราและเอกสารทางวิชาการ คณะครุศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

## ภาษาอังกฤษ

- Angeli, C., & Valanides, N. (2009). Epistemological and methodological issues for the conceptualization, development, and assessment of ICT-TPCK: Advances in technological pedagogical content knowledge (TPCK). *Computers & Education, 52*(1), 154-168.
- Cox Suzy, & Graham Charles R. (2009). Diagramming TPACK in Practice: Using an Elaborated Model of the TPACK Framework to Analyze and Depict Teacher Knowledge. *TechTrend, 53*(5), 60-69.
- Christensen, R., Knezek, G., Voogt, J., & Knezek, G. (2008). International handbook of information technology in primary and secondary education: Springer, New York.
- Doering, A., Miller, C., Scharber, C., & Veletsianos, G. (2009). Designing with and for Technological Pedagogical Content Knowledge: The Evolution of GeoThentic. Paper presented at the E-Learn: World Conference on E-Learning in Corporate, Government, Healthcare, and Higher Education.
- Graham, C. R. (2011). Theoretical considerations for understanding technological pedagogical content knowledge (TPACK). *Computers & Education, 57*(3), 1953-1960.
- Groth, R., Spickler, D., Bergner, J., & Bardzell, M. (2009). A qualitative approach to assessing technological pedagogical content knowledge. *Contemporary Issues in Technology and Teacher Education, 9*(4), 392-411.
- Jüttner, M., Boone, W., Park, S., & Neuhaus, B. J. (2013). Development and use of a test instrument to measure biology teachers' content knowledge (CK) and pedagogical content knowledge (PCK). *Educational Assessment, Evaluation and Accountability, 25*(1), 45-67.
- Koehler, M. J., & Mishra, P. (2009). What Is Technological Pedagogical Content Knowledge? *Contemporary Issues in Technology and Teacher Education, 9*(1), 60-70.
- Lee, M.-H., & Tsai, C.-C. (2008). Exploring teachers' perceived self efficacy and technological pedagogical content knowledge with respect to educational use of the World Wide Web. *Instructional Science, 38*(1), 1-21.
- Miller, C., Scharber, C., Veletsianos, G., & Doering, A. (2009). Using the Technological, Pedagogical, and Content Knowledge Framework to Design Online Learning Environments and Professional Development. *Journal of Educational Computing Research, 41*(3), 319-346.

- Mishra, P., & Koehler, M. J. (2006). Technological Pedagogical Content Knowledge: A Framework for Teacher Knowledge. *Teachers College Record, 108*(6), 1017-1054.
- Niess Margaret L., van Zee Emily H., & Gillow-Wiles Henry. (2010). Knowledge Growth in Teaching Mathematics/Science with Spreadsheet: Moving PCK to TPACK though Online Professional Development. *Journal of Digital Learning in Teacher Education, 27*(2), 42-52.
- Sachau, L., & Ku, H.-Y. (2012). Mathematics instructors' experiences stabilizing TPACK when using new technologies in a distance-based graduate program. AACE, Chesapeake, VA, 841-843.
- Shulman, L. S. (1986). Those Who Understand: Knowledge Growth in Teaching. *Educational Researcher, 15*(2), 4-14.
- Singh, J. P. (2011). United Nations Educational, Scientific, and Cultural Organization (UNESCO): Creating Norms for a Complex World: Routledge.
- Swan Kathy, & Hofer Mark. (2011). In Search of Technological Pedagogical Content Knowledge: Teacher' Initial Foray into Podcasting in Economics. *International Society for Technology in Education, 44*(1), 75-98.



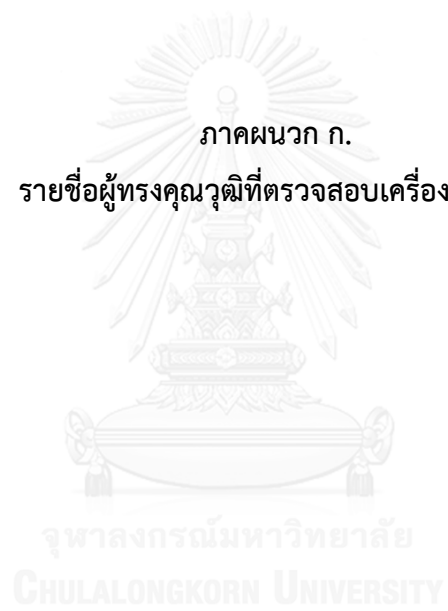
ภาคผนวก



จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย  
CHULALONGKORN UNIVERSITY

ภาคผนวก ก.

รายชื่อผู้ทรงคุณวุฒิที่ตรวจสอบเครื่องมือวิจัย



## รายชื่อผู้ทรงคุณวุฒิตรวจสอบเครื่องมือวิจัย

1. ผศ.ดร.ปัญญา ทองนิล อาจารย์ประจำภาควิชาหลักสูตรและการสอน และคณบดี คณะครุศาสตร์ มหาวิทยาลัยราชภัฏเพชรบุรี
2. ผศ.ดร.พรสุข ตันตระรุ่งโรจน์ อาจารย์ประจำภาควิชาเทคโนโลยีการศึกษา คณะครุศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
3. ผศ.สุกัญญา แพงโสม อาจารย์ประจำภาควิชาเทคโนโลยีการศึกษา คณะครุศาสตร์ มหาวิทยาลัยราชภัฏเพชรบุรี
4. อ.ดร.ธีรวดี ถังคุบุตร อาจารย์ประจำภาควิชาเทคโนโลยีการศึกษา คณะครุศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
5. อ.ดร.บุญสนอง ช่วยแก้ว อาจารย์ประจำสาขาชีววิทยาประยุกต์ คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยราชภัฏเพชรบุรี
6. วิภา เกียรติธนะบำรุง อาจารย์ประจำกลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ โรงเรียนสาธิตจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย ฝ่ายมัธยม
7. อ.สายสวาท สุวัฒน์กัญญา อาจารย์ประจำกลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ โรงเรียนสาธิตจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย ฝ่ายมัธยม

ภาคผนวก ข.

ผลการตรวจสอบความตรงเชิงเนื้อหาของข้อสอบ  
และความเหมาะสมของเกณฑ์การให้คะแนน

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย  
CHULALONGKORN UNIVERSITY

ส่วนที่ 1 แบบทดสอบความรู้เนื้อหาวิชาชีววิทยา

ข้อสอบ	ค่า IOC	ข้อเสนอแนะ
<p>1.บุคคลใด ทราบถึงความจำเป็นของระบบย่อยอาหาร</p> <p>1) ปริมาณอาหารทุกวันเมื่อเขารู้สึกปวดท้อง</p> <p>2) นภาพอบทานอาหารที่มีรสชาติอร่อย</p> <p>3) ญาติทานอาหารเพราะต้องการมีแรงในการทำงาน</p> <p>4) วัฒนาทานอาหารแต่พวกผัก ผลไม้ เพื่อสุขภาพ</p>	1	<p>1.บุคคลใด ทราบถึงความจำเป็นของระบบย่อยอาหารเพื่อนำสารอาหารเข้าสู่กระบวนการหายใจระดับเซลล์</p> <p>1) นภาพอบทานอาหารที่มีรสชาติอร่อย</p> <p>2) วัฒนาทานอาหารแต่พวกผัก ผลไม้ เพื่อสุขภาพ</p> <p>3) ปริมาณอาหารทุกครั้งเมื่อเขารู้สึกปวดท้อง</p> <p>4) ญาติทานอาหารเพราะต้องการพลังงานในการทำงาน</p> <p>เฉลย 4)</p>
<p>2.โครงสร้างใดเป็นโครงสร้างที่สำคัญในการย่อยอาหารของพองน้ำ</p> <p>1) ร่องปาก 2) โคเอโนไซต์</p> <p>3) เทนทาเคิล 4) คอหอย</p> <p>เฉลย 2)</p>	0.7	
<p>3.โครงสร้างใดของทางเดินอาหารของวัวที่ทำหน้าที่เหมือนกับ กระเพาะอาหาร</p> <p>1) รูเมน 2) เรติคิวลัม</p> <p>3) โอมาซั่ม 4) อะโบมาซั่ม</p> <p>เฉลย 4)</p>	0.7	
<p>4.หลอดอาหาร กระเพาะอาหาร ลำไส้เล็ก มีความแตกต่างกันอย่างไรบ้าง</p> <p>a.สภาพกรด-เบส</p> <p>b.การบีบอาหาร</p> <p>c.เอนไซม์</p> <p>1) a. b.                      2) a. c.</p> <p>3) b. c.                      4) a. b. c.</p>	0.7	<p>4.หลอดอาหาร กระเพาะอาหาร ลำไส้เล็ก มีความแตกต่างกันอย่างไรบ้าง</p> <p>a.สภาพกรด-เบส</p> <p>b.การบีบตัวของกล้ามเนื้อทางเดินอาหาร</p> <p>c.เอนไซม์</p> <p>1) a. b.                      2) a. c.</p> <p>3) b. c.                      4) a. b. c.</p> <p>เฉลย 2)</p>

ข้อสอบ	ค่า IOC	ข้อเสนอแนะ
<p>5.เมื่ออาหารที่มีโมเลกุลขนาดใหญ่ เดิน ทางผ่านอวัยวะใดแล้วไม่เกิดการลดขนาด ของโมเลกุล</p> <p>1) หลอดอาหาร 2) กระเพาะอาหาร 3) ปาก 4) ลำไส้เล็ก</p>	1	<p>5.ทางเดินอาหารส่วนใดที่ทำให้ขนาด โมเลกุลของอาหารไม่มีการเปลี่ยนแปลง</p> <p>1) กระเพาะอาหาร 2) หลอดอาหาร 3) ลำไส้เล็ก 4) ปาก</p> <p style="text-align: right;">เฉลย 2)</p>
<p>6.สภาพความเป็นกรดในกระเพาะอาหาร มีความสำคัญอย่างไร</p> <p>1) การทำงานของเอนไซม์ 2) ป้องกันการเกิดแผลที่กระเพาะอาหาร 3) เพิ่มประสิทธิภาพการขยายขนาดของ กระเพาะอาหาร 4) ช่วยปรับสภาพความเป็นเบสของ อาหารที่มาจากหลอดอาหาร</p> <p style="text-align: right;">เฉลย 1)</p>	1	
<p>7.สารใดที่ทำให้เกิดการเปลี่ยนแปลง โมเลกุลขนาดใหญ่ไปเป็นขนาดเล็ก</p> <p>1) น้ำดี 2) trypsinogen 3) pepsin 4) chymotrypsinogen</p>	0.7	<p>7.สารใดที่ทำให้เกิดการเปลี่ยนแปลง โมเลกุลขนาดใหญ่ไปเป็นขนาดเล็ก</p> <p>1) น้ำดี 2) trypsinogen 3) pepsinogen 4) chymotrypsinogen</p> <p style="text-align: right;">เฉลย 1)</p>
<p>8.ข้อใดถูกต้องเกี่ยวกับ การทำงานของ เอนไซม์ในระบบย่อยอาหาร</p> <p>1) amylase พบเฉพาะในปากเพื่อย่อย แป้ง 2) maltase ย่อย มอลโทส ในสภาพที่เป็น กรด 3) rennin ย่อย นม และพบบริเวณ กระเพาะอาหาร 4) lipase ย่อยไขมันจนได้โมเลกุลขนาด เล็กคือ กรดไขมัน</p>	1	<p>8.ข้อใดถูกต้องเกี่ยวกับ การทำงานของ เอนไซม์ในระบบย่อยอาหาร</p> <p>1) amylase พบเฉพาะในปากเพื่อย่อย แป้ง 2) maltase ย่อย มอลโทส ในสภาพที่ เป็นกรด 3) lipase ย่อยไขมันจนได้โมเลกุลขนาด เล็กคือ กรดไขมัน 4) rennin ย่อยโปรตีนในน้ำนม และพบ บริเวณกระเพาะอาหาร</p> <p style="text-align: right;">เฉลย 4)</p>

ข้อสอบ	ค่า IOC	ข้อเสนอแนะ
<p>9.เมื่อกลิ่นอาหาร มีการทำงานที่ถูกต้องอย่างไร</p> <p>1) เพดานอ่อนดันขึ้น</p> <p>2) ฝาปิดกล่องเสียงดันลง</p> <p>3) กล่องเสียงดันลง</p> <p>4) รุกกล่องเสียงปิด</p>	1	<p>9.เมื่อกลิ่นอาหาร มีการทำงานที่ไม่ถูกต้องอย่างไร</p> <p>1) ฝาปิดกล่องเสียงกระดกลงมาปิด</p> <p>2) เพดานอ่อนถูกดันขึ้น</p> <p>3) กล่องเสียงลดต่ำลง</p> <p>4) หลอดลมถูกปิด</p> <p>เฉลย 3)</p>
<p>10.สารใดเกิดการดูดซึมอาหารได้เร็วที่สุด</p> <p>1) กรดอะมิโน</p> <p>2) กรดไขมัน</p> <p>3) แอลกอฮอล์</p> <p>4) กลูโคส</p>	1	<p>10.สารใดเกิดการดูดซึมอาหารได้เร็วที่สุดในกระเพาะอาหาร</p> <p>1) กรดอะมิโน 2) กรดไขมัน</p> <p>3) แอลกอฮอล์ 4) กลูโคส</p> <p>เฉลย 3)</p>
<p>11.ข้อใดเป็นความแตกต่างกันของกระบวนการหายใจระดับ ทั้ง 3 แบบ</p> <p>a.บริเวณที่เกิดกระบวนการ</p> <p>b.จำนวนพลังงานที่ผลิตออกมา</p> <p>c.สารตั้งต้นที่ใช้ในกระบวนการ</p> <p>1) a. b.            2) a. c.</p> <p>3) b. c.            4) a. b. c.</p>	1	<p>11.ข้อใดเป็นความแตกต่างกันของกระบวนการหายใจระดับเซลล์ ทั้ง 3 ขั้นตอน</p> <p>a.บริเวณที่เกิดกระบวนการ</p> <p>b.จำนวนพลังงานที่ผลิตออกมา</p> <p>c.สารตั้งต้นที่ใช้ในกระบวนการ</p> <p>1) a. b.            2) a. c.</p> <p>3) b. c.            4) a. b. c.</p> <p>เฉลย 4)</p>
<p>12.สารอาหารใด ที่สามารถเกิดการสลายได้ทั้ง glycolysis และ Krebs cycle โดยไม่ต้องทำเป็นลำดับกระบวนการ</p> <p>1) กรดอะมิโน</p> <p>2) กรดไขมัน</p> <p>3) กลีเซอรอล</p> <p>4) กลูโคส</p>	1	<p>12.สารอาหารใด เข้าสู่กระบวนการหายใจระดับเซลล์ได้หลายช่องทาง</p> <p>1) กรดอะมิโน 2) กรดไขมัน</p> <p>3) กลีเซอรอล 4) กลูโคส</p> <p>เฉลย 1)</p>

ข้อสอบ	ค่า IOC	ข้อเสนอแนะ
<p>13.การถ่ายทอดอิเล็กตรอน พบว่ามี NADH 2 โมเลกุล และ FADH<sub>2</sub> 1 โมเลกุล จะสามารถได้รับ ATP กี่โมเลกุล</p> <p>1) 6 โมเลกุล 2) 7 โมเลกุล 3) 8 โมเลกุล 4) 9 โมเลกุล</p>	1	<p>13.การถ่ายทอดอิเล็กตรอน พบว่ามี NADH 2 โมเลกุล และ FADH<sub>2</sub> 1 โมเลกุล จะสร้าง ATP ได้กี่โมเลกุล</p> <p>1) 6 โมเลกุล 2) 7 โมเลกุล 3) 8 โมเลกุล 4) 9 โมเลกุล</p> <p>เฉลย 3)</p>
<p>14.สารใดใน Krebs cycle ที่จะนำมา รวมตัวกับสารตั้งต้น</p> <p>1) oxaloacetate 2) acetyl CoA 3) succinate 4) citrate</p> <p>เฉลย 1)</p>	1	
<p>15.อาการออกกำลังกายตอนเย็นอย่างหนัก ทำให้เกิดอาการปวดตามกล้ามเนื้อในวันถัดมา อาการที่ อากาศเป็นนี้ เกิดมาจากอะไร</p> <p>1) การสะสมของ ethanol 2) การสะสมของ lactic acid 3) การทำงานของ Krebs cycle ที่ ผิดพลาด 4) การขาดออกซิเจนในกระบวนการหายใจ ระดับเซลล์</p>	1	<p>15.อาการออกกำลังกายตอนเย็นอย่างหนัก ทำให้เกิดอาการปวดตามกล้ามเนื้อในวันถัดมา อาการที่ อากาศเป็นนี้ เกิดมาจากอะไร</p> <p>1) การสะสมของ ethanol 2) การสะสมของ lactic acid 3) การสะสมของ citric acid 4) การทำงานของ Krebs cycle ที่ ผิดพลาด</p> <p>เฉลย 2)</p>
<p>16.การสืบพันธุ์แบบใดเป็นการสืบพันธุ์แบบ อาศัยเพศ</p> <p>1) budding 2) conjugation 3) binary fission 4) parthenogenesis</p> <p>เฉลย 2)</p>	1	



ข้อสอบ	ค่า IOC	ข้อเสนอแนะ
<p>17.บุคคลใด เข้าใจการเกิดการปฏิสนธิได้ถูกต้อง</p> <p>1) นภา บอกว่าเป็นการให้กำเนิดสิ่งมีชีวิต</p> <p>2) คณา บอกว่าเป็นการผสมกันของเซลล์ร่างกาย</p> <p>3) ญาณี บอกว่าเป็นการผสมกันระหว่างเซลล์สืบพันธุ์</p> <p>4) อารี บอกว่าเป็นเพิ่มความหลากหลายของสิ่งมีชีวิต</p>	1	<p>17.บุคคลใด เข้าใจการเกิดการปฏิสนธิได้ถูกต้อง</p> <p>1) นภา บอกว่าเป็นการให้กำเนิดสิ่งมีชีวิต</p> <p>2) อารี บอกว่าเป็นเพิ่มความหลากหลายของสิ่งมีชีวิต</p> <p>3) คณา บอกว่าเป็นการรวมตัวกันของนิวเคลียสของเซลล์ร่างกาย</p> <p>4) ญาณี บอกว่าเป็นการรวมตัวกันของนิวเคลียสของเซลล์สืบพันธุ์</p> <p style="text-align: right;">เฉลย 4)</p>
<p>18.ระบบสืบพันธุ์เพศชายส่วนใดที่ทำหน้าที่ในการหลั่งของเหลวที่มีสภาพเป็นเบส</p> <p>1) Cowper's gland</p> <p>2) prostate gland</p> <p>3) vas deferens</p> <p>4) epididymis</p> <p style="text-align: right;">เฉลย 2)</p>	1	
<p>19.ข้อใดคือความแตกต่างในการสร้างเซลล์สืบพันธุ์เพศชายและหญิง</p> <p>a. ระยะเวลาในการแบ่งเซลล์แบบไมโอซิส</p> <p>b. จำนวนของเซลล์สืบพันธุ์ที่ถูกสร้าง</p> <p>c. การแบ่งเซลล์แบบไมโทซิส</p> <p>1) a. b.      2) a. c.</p> <p>3) b. c.      4) a. b. c.</p> <p style="text-align: right;">เฉลย 1)</p>	1	

ข้อสอบ	ค่า IOC	ข้อเสนอแนะ
<p>20.ข้อใดไม่ถูกต้องเกี่ยวกับ ระบบสืบพันธุ์ เพศหญิง</p> <p>1) FSH กระตุ้นให้เข้าสู่ secondary oocyte</p> <p>2) LH กระตุ้นให้เข้าสู่ secondary oocyte</p> <p>3) Follicle ที่ตกไข่แล้วจะเป็น corpus luteum</p> <p>4) corpus luteum จะจำเป็นในการฝังของเอ็มบริโอระยะแรก</p>	1	<p>20.ข้อใดไม่ถูกต้องเกี่ยวกับ ระบบสืบพันธุ์ เพศหญิง</p> <p>1) FSH กระตุ้นให้เข้าสู่ secondary oocyte</p> <p>2) LH กระตุ้นให้เข้าสู่ secondary oocyte</p> <p>3) หลังการตกไข่ Follicle จะกลายเป็น corpus luteum</p> <p>4) corpus luteum จะจำเป็นในการฝังของเอ็มบริโอระยะแรก</p> <p style="text-align: right;">เฉลย 2)</p>
<p>21.ข้อใดไม่ถูกต้องเกี่ยวกับ การตั้งครรภ์</p> <p>1) อสุจิจะผสมกับไข่บริเวณปีกมดลูก</p> <p>2) เอ็มบริโอจะมาฝังตัวที่ endometrium</p> <p>3) รก จะสร้างฮอร์โมนในการเจริญเติบโตของทารก</p> <p>4) เมื่อเอ็มบริโอฝังตัวแล้ว corpus luteum จะสลายไป</p> <p style="text-align: right;">เฉลย 4)</p>	1	
<p>22.วิธีใดในการรักษาภาวะมีบุตรยากที่จะนำอสุจิเข้าไปในไข่</p> <p>1) IVF                      2) ICSI</p> <p>3) ZIFT                     4) GIFT</p>	1	<p>22.วิธีใดในการรักษาภาวะมีบุตรยากที่จะนำอสุจิเข้าไปในไซโทพลาสซึมของเซลล์ไข่</p> <p>1) IVF                      2) ICSI</p> <p>3) ZIFT                     4) GIFT</p> <p style="text-align: right;">เฉลย 2)</p>
<p>23.ข้อใดเป็นฮอร์โมนสำคัญที่ทำให้เกิดการตกไข่</p> <p>1) FSH                      2) LH</p> <p>3) estrogen 4) progesterone</p> <p style="text-align: right;">เฉลย 2)</p>	1	

ข้อสอบ	ค่า IOC	ข้อเสนอแนะ
<p>24. เซลล์ที่เกิดการแบ่งเซลล์เพิ่มขึ้นเป็นจำนวนมากๆ แสดงว่าอยู่ในขั้นตอนใดของการเจริญเติบโต</p> <p>1) growth 2) cell division 3) morphogenesis 4) cell differentiation</p> <p style="text-align: right;">เฉลย 2)</p>	1	
<p>25. 10. ระยะใดที่มีการเจริญเติบโตแบบ morphogenesis</p> <p>1) fertilization 2) cleavage 3) organogenesis 4) gastrulation</p>	1	<p>25. ในการเจริญเติบโตระยะที่เกิดเนื้อเยื่อ 3 ชั้น เรียกว่าระยะใด</p> <p>1) cleavage 2) fertilization 3) gastrulation 4) organogenesis</p> <p style="text-align: right;">เฉลย 3)</p>
<p>26. ข้อใดเป็นความแตกต่างของการเจริญเติบโตของไก่และกบ</p> <p>a. เกิดการเปลี่ยนแปลงรูปร่าง b. ขนาดของไข่แดง c. การสร้างถุงน้ำคร่ำ</p> <p>1) a. b.            2) a. c. 3) b. c.            4) a. b. c.</p>	1	<p>26. ข้อใดเป็นความแตกต่างของการเจริญเติบโตของไก่และกบ</p> <p>a. การเจริญเติบโตในระยะหลังเอ็มบริโอ b. ปริมาณไข่แดง c. การสร้างถุงน้ำคร่ำ</p> <p>1) a. b.            2) a. c. 3) b. c.            4) a. b. c.</p> <p style="text-align: right;">เฉลย 4)</p>
<p>27. ข้อใดถูกต้องเกี่ยวกับ การเจริญเติบโตของคน</p> <p>1) เอ็มบริโอจะถูกฝังภายใน 5 วัน 2) เอ็มบริโอจะสร้างรกภายใน 6 วัน 3) หลังการผสมของไข่และอสุจิจะเข้าสู่ระยะ คลีเวจ 4) ถุงน้ำคร่ำมีหน้าที่ในการแลกเปลี่ยนสารอาหารระหว่างแม่และทารก</p>	1	<p>27. ข้อใดถูกต้องเกี่ยวกับ การเจริญเติบโตของคน</p> <p>1) เอ็มบริโอจะสร้างรกภายใน 6 วัน 2) หลังการปฏิสนธิจะเข้าสู่ระยะ คลีเวจ 3) เอ็มบริโอจะฝังตัวที่เยื่อบุผนังมดลูกภายใน 5 วัน 4) ถุงน้ำคร่ำมีหน้าที่ในการแลกเปลี่ยนสารอาหารระหว่างแม่และทารก</p> <p style="text-align: right;">เฉลย 2)</p>

ข้อสอบ	ค่า IOC	ข้อเสนอแนะ
<p>28.ระยะใดของทารกที่สามารถตรวจสอบและบอกเพศได้</p> <p>1) 4 สัปดาห์    2) 5 สัปดาห์ 3) 6 สัปดาห์    4) 8 สัปดาห์</p>	1	<p>28.ระยะใดของทารกที่สามารถตรวจสอบและบอกเพศได้</p> <p>1) 4 สัปดาห์    2) 6 สัปดาห์ 3) 8 สัปดาห์    4) 16 สัปดาห์</p> <p style="text-align: right;">เฉลย 4)</p>
<p>29.ถ้าจะพัฒนาสมองให้มีประสิทธิภาพโดยการทานอาหารมากที่สุด ควรจะทานอาหารในช่วงอายุเท่าใด</p> <p>1) 3 ปี                    2) 5 ปี 3) 13 ปี                  4) 18 ปี</p>	1	<p>29.ถ้าจะพัฒนาสมองของทารกให้มีประสิทธิภาพโดยการรับประทานอาหารที่มีประโยชน์ ควรรับประทานอาหารในช่วงอายุเท่าใด</p> <p>1) แรกเกิดถึง 3 ปี    2) 5 ปี 3) 13 ปี                    4) 18 ปี</p> <p style="text-align: right;">เฉลย 1)</p>
<p>30.เพราะเหตุใดผู้หญิงจึงไม่ควรมีลูกหลังอายุ 40 ปี</p> <p>1) ไม่มีไข่เพราะสลายหมดแล้ว 2) เอ็มบริโอจะเกิดการฝังตัวได้ยาก 3) ฮอโมนที่ใช้ตั้งครรภ์จะมีไม่เพียงพอ 4) ไข่มีอายุมากแล้วอาจทำให้ลูกไม่สมบูรณ์</p> <p style="text-align: right;">เฉลย 4)</p>	1	
<p>31.ข้อใดที่โครงสร้างของระบบประสาท <u>ไม่</u>มีส่วนของสมอง</p> <p>a.ไฮดรา b.ปลานาเรีย c.แมลง d.พารามีเซียม</p> <p>1) a b    2) a b d 3) a d    4) a b c d</p>	1	<p>31.สิ่งมีชีวิตใดต่อไปนี้ ระบบประสาทยังไม่มีการพัฒนาไปเป็นสมอง</p> <p>a.ไฮดรา b.ปลานาเรีย c.แมลง d.พารามีเซียม</p> <p>1) a. b.                  2) a. b. d. 3) a. d.                  4) a. b. c. d.</p> <p style="text-align: right;">เฉลย 3)</p>

ข้อสอบ	ค่า IOC	ข้อเสนอแนะ
<p>32. สิ่งสำคัญที่สุดที่ทำให้เกิดการตอบสนองของสิ่งมีชีวิตนั้นคืออะไร</p> <p>1) สิ่งเร้า</p> <p>2) หน่วยปฏิบัติงาน</p> <p>3) หน่วยแปลความรู้สึก</p> <p>4) หน่วยรับความรู้สึก</p>	0.7	<p>32. สิ่งสำคัญที่สุดที่ทำให้สิ่งมีชีวิตเริ่มมีการตอบสนองคืออะไร</p> <p>1) สิ่งเร้า</p> <p>2) หน่วยปฏิบัติงาน</p> <p>3) หน่วยรับความรู้สึก</p> <p>4) หน่วยแปลความรู้สึก</p> <p style="text-align: right;">เฉลย 1)</p>
<p>33. การเกิด nerve impulse เกิดขึ้นเมื่อใด</p> <p>1) เมื่อเกิด depolarization</p> <p>2) เมื่อเกิด repolarization</p> <p>3) เมื่อเข้าสู่ระยะ resting potential</p> <p>4) เมื่อเข้าสู่ระยะ threshold potential</p> <p style="text-align: right;">เฉลย 4)</p>	1	
<p>34. ข้อใดคือความแตกต่างกันของ synapse ในสัตว์ชั้นสูงและชั้นต่ำ</p> <p>a. ระยะห่างระหว่างปลาย axon และ dendrite ของอีกเซลล์</p> <p>b. Neurotransmitter</p> <p>c. Vesicle</p> <p>d. Nerve impulse</p> <p>1) a. c. d.    2) a. b. c.</p> <p>3) a. b. d.    4) a. b. c. d.</p> <p style="text-align: right;">เฉลย 3)</p>	0.7	
<p>35. ข้อใดคือหลักการสำคัญของการเกิด nerve impulse</p> <p>1) เมื่อเกิดการกระตุ้นเนื่องด้วยสิ่งเร้า</p> <p>2) เนื่องจาก <math>\text{Na}^+</math> และ <math>\text{K}^+</math> เกิดการเปลี่ยนแปลง</p> <p>3) การเกิดความแตกต่างของความต่างศักย์เยื่อหุ้มเซลล์ประสาท</p> <p>4) เมื่อเกิดการกระตุ้นเนื่องด้วยสิ่งเร้า เมื่อเกิดการเปิด-ปิด ช่อง <math>\text{Na}^+</math> และ <math>\text{K}^+</math> ที่แตกต่างกัน</p> <p style="text-align: right;">เฉลย 3)</p>	1	

ข้อสอบ	ค่า IOC	ข้อเสนอแนะ
<p>36.เพราะเหตุใดการเกิดกระแสประสาทจึงมีทิศทางไปข้างหน้าได้อย่างเดียว</p> <p>a. refractory period b. repolarization c. hyperpolarization d. undershoot</p> <p>1) a b c 2) a b d 3) a c d 4) a b c d</p>	0.7	<p>36.ข้อใดไม่ถูกต้องเกี่ยวกับ เหตุผลที่ทำให้กระแสประสาทมีทิศทางไปข้างหน้าได้อย่างเดียว</p> <p>1) การเดินทางของกระแสประสาทจาก axon ไปสู่ dendrite 2) การมี neurotransmitter เชื่อมกระแสประสาท 3) การมีช่องไอออนระหว่างเซลล์ประสาทก่อนไซแนปส์และหลังไซแนปส์ 4) การเดินทางของกระแสประสาทผ่าน myelin sheath</p> <p style="text-align: right;">เฉลย 4)</p>
<p>37.เพราะเหตุใด จึงเกิดการส่งกระแสประสาทบนเซลล์ประสาทแบบ saltatory conduction</p> <p>1) มี myelin sheath และ มี node of ranvier 2) มี myelin sheath และ ไม่มี node of ranvier 3) ไม่มี myelin sheath และ ไม่มี node of ranvier 4) ไม่มี myelin sheath และ มี node of ranvier</p> <p style="text-align: right;">เฉลย 1)</p>	1	
<p>38.มารี รู้สึกว่าตนเองเกิดความรักที่บริสุทธิ์กับ มียาชิ อยากทราบว่า สมองส่วนใดของมารีที่ทำงานมากที่สุด</p> <p>1) Cerebrum 2) Cerebellum 3) Olfactory bulb 4) Medulla oblongata</p> <p style="text-align: right;">เฉลย 1)</p>	1	

ข้อสอบ	ค่า IOC	ข้อเสนอแนะ
<p>39.ตำรวจฝึกให้สุนัขตรวจหาสารเสพติด แทนการที่ตำรวจต้องหาเอง เนื่องจากเหตุผลข้อใด</p> <p>1) Medulla oblongata เจริญดี</p> <p>2) Olfactory bulb เจริญดี</p> <p>3) Cerebrum เจริญดี</p> <p>4) Optic lobe เจริญดี</p> <p style="text-align: right;">เฉลย 2)</p>	1	
<p>40.ข้อใดคือความแตกต่างระหว่างเส้นประสาทสมองและเส้นประสาทไขสันหลัง</p> <p>a. จำนวนของเส้นประสาท</p> <p>b. หน้าที่ของเส้นประสาท</p> <p>c. การส่งกระแสประสาท</p> <p>1) a.            2) b. c.</p> <p>3) a. b.        4) a. b. c.</p> <p style="text-align: right;">เฉลย 3)</p>	1	
<p>41.การเกิด reflex action เนื่องจากการใช้ค้อนยางตีหัวเข่า แล้วขาจะกระตุกนั้น เกิดการทำงานของระบบประสาทอย่างไรในไขสันหลัง</p> <p>1) sensory neuron ไป brain</p> <p>2) sensory neuron ไป motor neuron</p> <p>3) sensory neuron ไป association neuron ไป brain</p> <p>4) sensory neuron ไป association neuron ไป motor neuron</p>	1	<p>41.การเกิด reflex action เนื่องจากการใช้ค้อนยางตีหัวเข่า แล้วขาจะกระตุกนั้น เกิดวงจรกระแสประสาทอย่างไร</p> <p>1) sensory neuron ไป brain</p> <p>2) sensory neuron ไป motor neuron</p> <p>3) sensory neuron ไป association neuron ไป brain</p> <p>4) sensory neuron ไป association neuron ไป motor neuron</p> <p style="text-align: right;">เฉลย 2)</p>

ข้อสอบ	ค่า IOC	ข้อเสนอแนะ
<p>42. ข้อใดคือความแตกต่างระหว่างระบบประสาท SNS และ ANS</p> <p>a. การเกิด reflex action b. ควบคุมโดยระบบคู่ขนาน sympathetic กับ parasympathetic c. หน้าที่ของเซลล์ประสาท</p> <p>1) a b            3) a c 2) b c            4) a b c</p>	1	<p>ข้อใดคือความแตกต่างระหว่างระบบประสาท SNS และ ANS</p> <p>a. หน่วยปฏิบัติงานต่างกัน b. ควบคุมโดยระบบคู่ขนาน sympathetic กับ parasympathetic c. หน้าที่ของเซลล์ประสาท</p> <p>1) a. b.            2) a. c. 3) b. c.            4) a. b. c.</p> <p style="text-align: right;">เฉลย 1)</p>
<p>43. ข้อใดเป็นการทำงานเนื่องจากระบบ ANS</p> <p>1) นามิกำลังเดินหาของที่เธอได้ทำหล่อนไว้หน้าบ้าน 2) วรากรู้สึกว่าหัวใจของหล่อนเต้นแรงเนื่องจากการวิ่ง 3) วาธูณีเดินไม่ระวังทำให้ไปเหยียบตะปู เธอได้ชักเท้าออกโดยทันที 4) สารวีทำการบ้านที่เธอได้รับมาจากครูอย่างตั้งใจ</p>	1	<p>43. ข้อใดเป็นการทำงานเนื่องจากระบบ ANS</p> <p>1) นามิกำลังเดินหาของที่ทำหล่อนไว้หน้าบ้าน 2) วรากรู้สึกหัวใจเต้นแรงเนื่องจากการวิ่ง 3) สารวีทำการบ้านที่ได้รับมาจากครูอย่างตั้งใจ 4) วาธูณีเดินไม่ระวังทำให้เหยียบตะปู เธอได้ชักเท้าออกโดยทันที</p> <p style="text-align: right;">เฉลย 2)</p>
<p>44. สารตัวใดที่เป็นเหตุผลหลัก เมื่อรับประทานผักบุ้งเป็นประจำ จึงเป็นการบำรุงสายตา</p> <p>1) opsin            2) iodopsin 3) rhodopsin    4) retinol</p> <p style="text-align: right;">เฉลย 4)</p>	1	



ข้อสอบ	ค่า IOC	ข้อเสนอแนะ
<p>45.อเนกเดินทางไปต่างประเทศ ระหว่างที่เครื่องบินกำลังบินขึ้นฟ้า อเนกรู้สึกหูอื้อ อเนกจึงกลืนน้ำลายตนเองเพื่อที่จะให้หายจากอาการหูอื้อ อยากทราบว่า สิ่งที่อเนกได้กระทำ ได้ทำให้เกิดการทำงานของส่วนใดภายในหู</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1) cochlea</li> <li>2) semicircular canal</li> <li>3) Eustachian tube</li> <li>4) tympanic cavity</li> </ol>	1	<p>45.อเนกเดินทางไปต่างประเทศ ระหว่างที่เครื่องบินกำลังบินขึ้นฟ้า อเนกรู้สึกหูอื้อ จึงกลืนน้ำลายตนเองเพื่อให้หายจากอาการหูอื้อ อยากทราบว่า สิ่งที่อเนกได้กระทำ ทำให้เกิดการทำงานของส่วนใดภายในหู</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1) cochlea</li> <li>2) Eustachian tube</li> <li>3) tympanic cavity</li> <li>4) semicircular canal</li> </ol> <p style="text-align: right;">เฉลย 2)</p>
<p>46.เพราะเหตุใดเมนเดลจึงเลือกถั่วลันเตาในการทดลอง</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1) อายุยืน ปลูกง่าย ให้ลูกมาก</li> <li>2) อายุสั้น ให้ลูกมาก มีหลายพันธุ์</li> <li>3) อายุสั้น เติบโตเร็ว มีพันธุ์เดียว</li> <li>4) อายุยืน เติบโตเร็ว มีหลายพันธุ์</li> </ol> <p style="text-align: right;">เฉลย 2)</p>	1	
<p>47.การทดลองของเมนเดลในรุ่น F<sub>1</sub> และ F<sub>2</sub> ต่างกันอย่างไร ถูกต้องที่สุด</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1) ลักษณะที่พบแตกต่างกัน</li> <li>2) การถ่ายทอดทางพันธุกรรม</li> <li>3) พบลักษณะของพ่อแม่ ในรุ่น F<sub>2</sub></li> <li>4) รุ่น F<sub>2</sub> เกิดลักษณะในอัตราส่วน 3:1</li> </ol>	1	<p>47.การทดลองของเมนเดลในรุ่น F<sub>1</sub> และ F<sub>2</sub> ต่างกันอย่างไร</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1) ลักษณะที่พบแตกต่างกัน</li> <li>2) การถ่ายทอดทางพันธุกรรม</li> <li>3) พบลักษณะของพ่อแม่ ในรุ่น F<sub>1</sub></li> <li>4) รุ่น F<sub>2</sub> พบลักษณะในอัตราส่วน 3:1 และรุ่น F<sub>1</sub> พบลักษณะในอัตราส่วนเท่ากับ 1</li> </ol> <p style="text-align: right;">เฉลย 4)</p>
<p>48.แอลลีล และ โลกัส เหมือนกันอย่างไร</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1) พบเป็นคู่บนโครโมโซม</li> <li>2) พบเป็นคู่บนโครมาทิด</li> <li>3) พบเป็นคู่บนฮอโมโลกัสโครโมโซม</li> <li>4) พบเป็นคู่ระหว่างการแบ่งเซลล์บนโครโมโซม</li> </ol> <p style="text-align: right;">เฉลย 3)</p>	1	

ข้อสอบ	ค่า IOC	ข้อเสนอแนะ
49.ข้อใดสัมพันธ์กับกฎแห่งการแยกมากที่สุด 1) Telophase 2) Metaphase 3) Prophase 4) Anaphase	1	49.ข้อใดสัมพันธ์กับกฎแห่งการแยกมากที่สุด 1) Telophase 2) Prophase 3) Metaphase 4) Anaphase เฉลย 4)
50.ข้อใดไม่ถูกต้อง เมื่อนำกระต่ายขนสีน้ำตาลเป็นฮอมอไซกัสโดมิแนนท์ ผสมกับกระต่ายขนสีดำ 1) รุ่น F <sub>1</sub> พบลักษณะขนสีดำ 100 % 2) รุ่น F <sub>1</sub> พบลักษณะขนสีน้ำตาล 100 % 3) รุ่น F <sub>1</sub> พบลักษณะขนสีดำ 75 % ขนสีน้ำตาล 25 % 4) รุ่น F <sub>1</sub> พบลักษณะขนสีดำ 25 % ขนสีน้ำตาล 75 %	1	50.ข้อใดถูกต้องเมื่อนำกระต่ายขนสีน้ำตาลเป็นฮอมอไซกัสโดมิแนนท์ผสมกับกระต่ายขนสีดำ 1) รุ่น F <sub>1</sub> พบลักษณะขนสีดำ 100 % 2) รุ่น F <sub>1</sub> พบลักษณะขนสีน้ำตาล 100 % 3) รุ่น F <sub>1</sub> พบลักษณะขนสีดำ 75 % ขนสีน้ำตาล 25 % 4) รุ่น F <sub>1</sub> พบลักษณะขนสีดำ 25 % ขนสีน้ำตาล 75 % เฉลย 2)
51.การผสมระหว่างจีโนไทป์ AaBbrr x aabbrr โอกาสที่จะเกิด Aabbrr เป็นเท่าใด 1) 0.25      2) 0.125 3) 0.50      4) 1 เฉลย 1)	1	
52.เมื่อผสมด้วยลักษณะด้อย gg แล้ว ได้ลูกออกมาเป็นลักษณะ Gg:gg เป็น 1:1 อยากทราบว่าผสมกับจีโนไทป์ใด 1) Gg      2) gg 3) GG      4) ไม่เกิดการผสม เฉลย 1)	1	52.เมื่อทำการผสมทดสอบด้วยยีน gg แล้ว ได้ลูกมีจีโนไทป์ Gg:gg เป็น 1:1 อยากทราบว่าผสมกับจีโนไทป์ใด 1) Gg      2) gg 3) GG      4) ไม่เกิดการผสม เฉลย 1)
54.หมู่เลือด ABO มีลักษณะทางพันธุกรรมแบบใด 1) พอลิยีน 2) การข่มร่วมกัน 3) การข่มไม่สมบูรณ์ 4) การแปรผันทางพันธุกรรม เฉลย 2)	1	

ข้อสอบ	ค่า IOC	ข้อเสนอแนะ
<p>54. หมู่เลือด ABO มีลักษณะทางพันธุกรรมแบบใด</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1) พอลิยีน</li> <li>2) การข่มร่วมกัน</li> <li>3) การข่มไม่สมบูรณ์</li> <li>4) การแปรผันทางพันธุกรรม</li> </ol> <p style="text-align: right;">เฉลย 2)</p>	1	
<p>55. บุคคลใดเข้าใจเรื่อง sex-linked gene มากที่สุด</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1) มานีคิดว่ามันคือการถ่ายทอดลักษณะด้วยยีน</li> <li>2) อารีคิดว่ามันคือการถ่ายทอดลักษณะด้วยโครโมโซม</li> <li>3) รานีบอกว่ามันคือการถ่ายทอดยีนบนโครโมโซม X</li> <li>4) อานิตบอกว่ามันคือการถ่ายทอดของยีนบนโครโมโซมเพศ</li> </ol> <p style="text-align: right;">เฉลย 4)</p>	1	<p>55. บุคคลใดเข้าใจเรื่อง sex-linked gene มากที่สุด</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1) มานีคิดว่ามันคือการถ่ายทอดลักษณะด้วยยีน</li> <li>2) อารีคิดว่ามันคือการถ่ายทอดลักษณะด้วยโครโมโซม</li> <li>3) รานีบอกว่ามันคือการถ่ายทอดยีนบนโครโมโซม X</li> <li>4) อานิตบอกว่ามันคือการถ่ายทอดของยีนบนโครโมโซมเพศ</li> </ol> <p style="text-align: right;">เฉลย 4)</p>
<p>56. ข้อใดเป็นความแตกต่างระหว่างโครโมโซม X และ Y</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>a. การมีผลต่อการแสดงออกทางเพศ</li> <li>b. โรคทางพันธุกรรม</li> <li>c. ขนาดของโครโมโซม</li> </ol> <ol style="list-style-type: none"> <li>1) a. b.      2) b. c.</li> <li>3) a. c.      4) a. b. c.</li> </ol> <p style="text-align: right;">เฉลย 4)</p>	1	
<p>57. ข้อใดเป็นลักษณะทางพันธุกรรมของยีนหัวล้าน</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1) Link gene</li> <li>2) Sex-linked gene</li> <li>3) Sex-limited traits</li> <li>4) Sex-influenced traits</li> </ol> <p style="text-align: right;">เฉลย 4)</p>	1	

ข้อสอบ	ค่า IOC	ข้อเสนอแนะ
<p>58.ข้อใดไม่ใช่เหตุผลสนับสนุนที่บอกว่ายีนอยู่บนโครโมโซม</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1) กฎการแยกตัว</li> <li>2) ยีนมี 2 ชุด โครโมโซมก็มี 2 ชุด</li> <li>3) การรวมตัวเป็นแบบเฉพาะต่อยีน</li> <li>4) การถ่ายทอดลักษณะทางพันธุกรรม</li> </ol> <p style="text-align: right;">เฉลย 3)</p>	1	
<p>59.ข้อใดไม่เกี่ยวข้องกับ crossing over</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1) เกิดในระยะไมโอซิส II</li> <li>2) เพิ่มการแปรผันทางพันธุกรรม</li> <li>3) เกิดบริเวณฮอมอโลกัสโครโมโซม</li> <li>4) โอกาสการเกิดขึ้นอยู่กับระยะห่างระหว่างโครโมโซม</li> </ol> <p style="text-align: right;">เฉลย 1)</p>	1	
<p>60.อนันต์พบว่าลักษณะสีผิวของคนในประเทศมีลักษณะที่แตกต่างกัน บางคนขาว บางคนคล้ำ บางคนดำ สิ่งที่อนันต์พบเกี่ยวข้องกับ พันธุศาสตร์เรื่องใด</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1) ลิงค์ยีน</li> <li>2) พอลิยีน</li> <li>3) มัลติเปิลแอลลีล</li> <li>4) การข้ามไม่สมบูรณ์</li> </ol> <p style="text-align: right;">เฉลย 2)</p>	1	
<p>61.เพราะเหตุใด DNA จึงต้องพันเข้ากับโปรตีน Histone</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1) ความเป็นประจุบวกและลบ</li> <li>2) การมีโครงสร้างที่อยู่ในนิวเคลียส</li> <li>3) จะทำให้สามารถขดเป็นโครโมโซมได้</li> <li>4) การเกิดหน่วยย่อยของสารพันธุกรรม</li> </ol> <p style="text-align: right;">เฉลย 1)</p>	0.7	

ข้อสอบ	ค่า IOC	ข้อเสนอแนะ
<p>62.ข้อใดไม่ถูกต้อง เกี่ยวกับองค์ประกอบของสารพันธุกรรม</p> <p>a. DNA ประกอบด้วย เบส น้ำตาล และหมู่ไฮดรอกซิล</p> <p>b. เบส ของ DNA มีทั้งหมด 4 ชนิด ได้แก่ A U C G</p> <p>c. ปลาย 5' จะพบหมู่ฟอสเฟต</p> <p>1) b. c.            2) a. b.</p> <p>3) a. c.            4) a. b. c.</p>	1	<p>62.ข้อใดไม่ถูกต้อง เกี่ยวกับองค์ประกอบของสารพันธุกรรม</p> <p>a. DNA ประกอบด้วย เบส น้ำตาล และหมู่ไฮดรอกซิล</p> <p>b. เบส ของ DNA มีทั้งหมด 4 ชนิด ได้แก่ A U C G</p> <p>c. ปลาย 5' จะพบหมู่ฟอสเฟต</p> <p>1) b. c.            2) a. b.</p> <p>3) a. c.            4) a. b. c.</p> <p style="text-align: right;">เฉลย 2)</p>
<p>63.ข้อใดถูกต้องเกี่ยวกับ โครงสร้างของ DNA</p> <p>a. A T จับด้วยพันธะ 3</p> <p>b. วอตสันพบว่า DNA มีลักษณะเป็นบันไดเวียน</p> <p>c. DNA หมุนเกลียว 1 รอบ ห่างกัน 34 อังสตรอม</p> <p>1) a. b.            2) a. c.</p> <p>3) b. c.            4) a. b. c.</p>	1	<p>63.ข้อใดถูกต้องเกี่ยวกับ โครงสร้างของ DNA</p> <p>a. A T จับด้วยพันธะ 3</p> <p>b. วอตสันพบว่า DNA มีลักษณะเป็นบันไดเวียน</p> <p>c. DNA หมุนเกลียว 1 รอบ ห่างกัน 34 อังสตรอม</p> <p>1) a. b.            2) a. c.</p> <p>3) b. c.            4) a. b. c.</p> <p style="text-align: right;">เฉลย 3)</p>
<p>64.การทดลองของแอเวอรี สรุปได้ว่าอย่างไร</p> <p>1) แบคทีเรียสามารถถ่ายทอดสารพันธุกรรมได้</p> <p>2) สารพันธุกรรมที่ถ่ายทอดในแบคทีเรียคือ RNA</p> <p>3) สารพันธุกรรมที่ถ่ายทอดในแบคทีเรียคือ DNA</p> <p>4) แบคทีเรียไม่สามารถถ่ายทอดสารพันธุกรรมได้</p>	1	<p>64.การทดลองของแอเวอรี สรุปได้ว่าอย่างไร</p> <p>1) แบคทีเรียสามารถถ่ายทอดสารพันธุกรรมได้</p> <p>2) สารพันธุกรรมที่ถ่ายทอดในแบคทีเรียคือ RNA</p> <p>3) สารพันธุกรรมที่ถ่ายทอดในแบคทีเรียคือ DNA</p> <p>4) แบคทีเรียไม่สามารถถ่ายทอดสารพันธุกรรมได้</p> <p style="text-align: right;">เฉลย 3)</p>

ข้อสอบ	ค่า IOC	ข้อเสนอแนะ
<p>65.เมื่อได้สาย DNA เป็น 3' ATT CGC ATG AAA TCG 5' สาย RNA เป็นอะไร</p> <p>1) 3' TAA GCG TAC TTT AGC 5'</p> <p>2) 3' UAA GCG UAC UUU AGC 5'</p> <p>3) 5' TAA GCG TAC TTT AGC 3'</p> <p>4) 5' UAA GCG UAC UUU AGC 3'</p> <p>เฉลย 4)</p>	1	
<p>66.กลไกใดที่ทำหน้าที่ที่จะดำรงไว้ซึ่งสารพันธุกรรม</p> <p>1) Translation</p> <p>2) Transcription</p> <p>3) DNA replication</p> <p>4) Protein synthesis</p> <p>เฉลย 3)</p>	1	
<p>67.ข้อใดไม่ถูกต้อง เกี่ยวกับการสังเคราะห์โปรตีน</p> <p>a. tRNA จะนำเอากรดอะมิโนที่มีรหัสตรงกับ anticodon มา</p> <p>b. rRNA พบอยู่บริเวณ Ribosome ทั้ง 2 ขนาด</p> <p>c. mRNA จะนำเอารหัสเบสที่เหมือนกับ DNA ออกมานอกนิวเคลียส</p> <p>1) a. b.      2) b. c.</p> <p>3) a. c.      4) a. b. c.</p> <p>เฉลย 3)</p>	1	
<p>68.การจำลอง DNA จะเกิดการเชื่อมสาย DNA ที่จำลองแล้ว ในสาย lagging strand ด้วยอะไร</p> <p>1) RNA polymerase</p> <p>2) DNA template</p> <p>3) DNA polymerase</p> <p>4) ligase</p>	1	<p>68.การจำลอง DNA จะเกิดการเชื่อมสาย DNA ที่จำลองแล้ว ในสาย lagging strand ด้วยเอนไซม์อะไร</p> <p>1) ligase</p> <p>2) DNA template</p> <p>3) DNA polymerase</p> <p>4) RNA polymerase      เฉลย 1)</p>

ข้อสอบ	ค่า IOC	ข้อเสนอแนะ
<p>69.การถอดรหัสของสาย DNA สามารถทำได้ด้วยอะไร</p> <p>1) RNA polymerase 2) DNA template 3) DNA polymerase 4) ligase</p>	0.7	<p>69.การถอดรหัสของสาย DNA ให้ได้ mRNA ต้องใช้เอนไซม์อะไร</p> <p>1) ligase 2) DNA template 3) DNA polymerase 4) RNA polymerase</p> <p>เฉลย 4)</p>
<p>70. DNA สายนี้ สามารถสังเคราะห์โปรตีนได้เป็นจำนวนเท่าไร</p> <p>3' AAA TGT TAC CGC CGG ATT CGC 5'</p> <p>1) 7                    2) 4 3) 3                    4) 6</p>	0.7	<p>70. DNA สายนี้ สามารถสังเคราะห์กรดอะมิโนได้กี่โมเลกุล</p> <p>3' AAA TGT TAC CGC CGG ATT CGC 5'</p> <p>1) 7                    2) 4 3) 3                    4) 6</p> <p>เฉลย 3)</p>
<p>71.ข้อใด<u>ไม่</u>เป็นประโยชน์ของการเกิดมิวเทชันที่ถูกตั้งที่สุด</p> <p>1) เกิดการแปรผันทางพันธุกรรม 2) เกิดสิ่งมีชีวิตที่หลากหลาย 3) ทำให้ได้สิ่งมีชีวิตที่แข็งแรงทนทาน 4) ทำให้เกิดสิ่งมีชีวิตชนิดใหม่ๆตลอดเวลา</p>	0.7	<p>71.ข้อใด<u>ไม่ใช่</u>ประโยชน์ของการเกิดมิวเทชัน</p> <p>1) เกิดสิ่งมีชีวิตที่หลากหลาย 2) เกิดการแปรผันทางพันธุกรรม 3) ทำให้ได้สิ่งมีชีวิตที่แข็งแรงทนทาน 4) ทำให้เกิดสิ่งมีชีวิตชนิดใหม่ๆตลอดเวลา</p> <p>เฉลย 3)</p>
<p>72.การเกิดมิวเทชันแบบใดอาจจะ<u>ไม่</u>ส่งผลร้ายแรงต่อรหัสทางพันธุกรรม</p> <p>1) Base-pair substitution 2) Insertion nucleotide 3) Deletion nucleotide 4) ข้อ 2 และ 3 ถูกต้อง</p>	1	<p>72.การเกิดมิวเทชันแบบใดที่อาจจะ<u>ไม่</u>เกิดการเปลี่ยนแปลงรหัสทางพันธุกรรม</p> <p>1) Base-pair substitution 2) Insertion nucleotide 3) Deletion nucleotide 4) ข้อ 2 และ 3 ถูกต้อง</p> <p>เฉลย 1)</p>

ข้อสอบ	ค่า IOC	ข้อเสนอแนะ
<p>73.ความผิดปกติของโครโมโซมใด ที่ทำให้เกิดกลุ่มอาการ Patau syndrome</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1) การเพิ่มขึ้นของโครโมโซม</li> <li>2) การขาดหายไปของโครโมโซม</li> <li>3) การเพิ่มขึ้นของโครโมโซมคู่ที่ 13</li> <li>4) การขาดหายไปของโครโมโซมคู่ที่ 13</li> </ol> <p style="text-align: right;">เฉลย 3)</p>	1	
<p>74.ข้อใดถูกต้อง เกี่ยวกับโรคที่เกิดเนื่องจากความผิดปกติของโครโมโซม</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>a. XYY syndrome คือผู้ชายสูงใหญ่กว่าปกติ</li> <li>b. Edwards syndrome โครโมโซมคู่ที่ 18 เกินมา 1</li> <li>c. Cri du chat syndrome โครโมโซมคู่ที่ 5 เกินมา 1</li> </ol> <ol style="list-style-type: none"> <li>1) a. c.      2) a. b.</li> <li>3) b. c.      4) a. b. c.</li> </ol> <p style="text-align: right;">เฉลย 2)</p>	0.7	
<p>75.ข้อใดทำให้เกิดความผิดปกติของโครโมโซม</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1) โครโมโซมแยกกันในระยะไมโอซิส II</li> <li>2) โครโมโซมไม่แยกกันในระยะไมโอซิส I</li> <li>3) ฮอมอโลกัสโครโมโซมแยกกันในระยะไมโอซิส II</li> <li>4) ฮอมอโลกัสโครโมโซมไม่แยกกันในระยะไมโอซิส I</li> </ol> <p style="text-align: right;">เฉลย 4)</p>	1	



ข้อสอบ	ค่า IOC	ข้อเสนอแนะ
<p>76.ข้อใดถูกต้องที่สุดเกี่ยวกับ การถ่ายทอดพลังงาน</p> <p>1) เกิดการเปลี่ยนแปลงจาก Ground state ไปสู่ Excited state</p> <p>2) เกิดการดูดกลืนพลังงานแสง ทำให้เกิดการเปลี่ยนแปลงระดับพลังงาน ของ อิเล็กตรอน</p> <p>3) เกิดการดูดกลืนพลังงานแสง อิเล็กตรอนจึงข้ามระดับพลังงาน และปล่อยพลังงานออกไป</p> <p>4) เกิดการดูดกลืนพลังงานแสง จนทำให้ อิเล็กตรอนข้ามไประดับ Excited state และคงอยู่แบบนี้</p> <p style="text-align: right;">เฉลย 3)</p>	0.7	
<p>77.ข้อใดเป็นประโยชน์ที่สุด เกี่ยวกับ กระบวนการสังเคราะห์ด้วยแสง</p> <p>1) เกิดการสร้างแก๊สออกซิเจน</p> <p>2) เกิดการลดแก๊สคาร์บอนไดออกไซด์ใน อากาศ</p> <p>3) เกิดการควบคุมอุณหภูมิของ บรรยากาศของโลก</p> <p>4) เกิดการเปลี่ยนแปลงพลังงานแสงให้ เป็นพลังงานเคมี</p> <p style="text-align: right;">เฉลย 4)</p>	1	
<p>78.ข้อใดเป็นความสัมพันธ์ ระหว่าง Light reaction กับ Dark reaction</p> <p>a. ความสมดุลของพลังงานในรูปพันธะ เคมี เช่น ATP</p> <p>b. กระบวนการในการใช้พลังงานแสงให้ เปลี่ยนแปลงมาเป็นแป้ง</p> <p>c. การเกิด Electron transport chain</p> <p>1) c. a.            2) c. b.</p> <p>3) b. a.            4) c. b. a.</p>	0.7	<p>78.ข้อใดเป็นความสัมพันธ์ ระหว่าง Light reaction กับ Dark reaction</p> <p>a. ความสมดุลของพลังงานในรูปพันธะ เคมี เช่น ATP</p> <p>b. กระบวนการในการใช้พลังงานแสง ให้เปลี่ยนแปลงมาเป็นน้ำตาล</p> <p>c. การเกิด Electron transport chain</p> <p>1) a. c.            2) b. c.</p> <p>3) a. b.            4) a. b. c.    เฉลย 3)</p>

ข้อสอบ	ค่า IOC	ข้อเสนอแนะ
<p>79.ข้อใด คือความแตกต่างระหว่าง Photosystem I และ Photosystem II</p> <p>a.ความยาวช่วงแสงที่ทำให้เกิดการกระตุ้น</p> <p>b.การมีกระบวนการ Electron transport chain</p> <p>c.การได้รับอิเล็กตรอนจากการแตกตัวของน้ำ</p> <p>1) a. b.            2) b. c.</p> <p>3) a. c.            4) a. b. c.</p>	1	<p>79.ผลลัพธ์จาก light reaction นำมาใช้ในขั้นตอนใดของ dark reaction</p> <p>1) เปลี่ยน RuBP เป็น PGA</p> <p>2) เปลี่ยน PGA เป็น G3P</p> <p>3) เปลี่ยน G3P เป็น RuBP</p> <p>4) เปลี่ยน RuBP เป็น G3P</p> <p style="text-align: right;">เฉลย 2)</p>
<p>80.เมื่อเกิด Calvin cycle ที่ได้ กลูโคส 2 โมเลกุล จะต้องใช้ CO<sub>2</sub> , ATP และ NADPH เท่าไร ตามลำดับ</p> <p>1) 3 9 6    2) 6 18 12</p> <p>3) 9 27 18    4) 12 36 24</p> <p style="text-align: right;">เฉลย 4)</p>	1	
<p>81.เมื่อใช้ CO<sub>2</sub> เพียงโมเลกุลเดียว ใน Calvin cycle จะทำให้เกิดสิ่งใดบ้าง ดังต่อไปนี้</p> <p>a.เกิด PGA 2 โมเลกุล</p> <p>b.ยังไม่เกิด Regeneration</p> <p>c.ใช้ ATP และ NADPH ไป 3 โมเลกุล</p> <p>1) a. c.            2) a. b.</p> <p>3) b. c.            4) a. b. c.</p> <p style="text-align: right;">เฉลย 2)</p>	0.7	

ข้อสอบ	ค่า IOC	ข้อเสนอแนะ
<p>82.ข้อใดไม่ถูกต้อง เกี่ยวกับ Calvin cycle</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1) การรีดิวส์ด้วย ATP ครั้งแรกทำให้เกิด G3P</li> <li>2) RuBP เป็นสารคาร์บอน 5 อะตอมตัวแรกที่มาตรึง CO<sub>2</sub></li> <li>3) การตรึง CO<sub>2</sub> จะได้สารที่ไม่เสถียรทำให้แตกเป็น PGA 2 โมเลกุล</li> <li>4) จำเป็นต้องใช้พลังงาน ATP และ NADPH จาก Photosynthesis</li> </ol> <p style="text-align: right;">เฉลย 1)</p>	1	
<p>83.นักวิทยาศาสตร์คนใด ที่ทดลองเกี่ยวกับการใช้ Spirogyra เพื่อยืนยันว่า ความยาวคลื่นแสง ใด แสงสีแดง และแสงสีม่วง ทำให้เกิดการสังเคราะห์มากที่สุด</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1) Robin Hill</li> <li>2) Daniel Arnon</li> <li>3) Whihelm Engelman</li> <li>4) Jean Baptiste Van Helmont</li> </ol> <p style="text-align: right;">เฉลย 3)</p>	0.7	
<p>84.ข้อใดคือความแตกต่างระหว่างพืช C<sub>4</sub> และ CAM</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1) การได้รับ CO<sub>2</sub> ผ่านทางปากใบ</li> <li>2) เอนไซม์ที่ใช้ในการตรึง CO<sub>2</sub> คือ PEP carboxylase</li> <li>3) การตรึง CO<sub>2</sub> จะมีช่วงกลางวันและกลางคืนในพืช CAM</li> <li>4) สารที่ได้รับการตรึง CO<sub>2</sub> ขั้นสุดท้ายก่อนนำไปใช้ต่อคือ Malic acid</li> </ol>	1	<p>84.ข้อใดคือความแตกต่างระหว่างพืช C<sub>4</sub> และ CAM</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1) การได้รับ CO<sub>2</sub> ผ่านทางปากใบ</li> <li>2) เอนไซม์ที่ใช้ในการตรึง CO<sub>2</sub> คือ PEP carboxylase</li> <li>3) การตรึง CO<sub>2</sub> จะมีช่วงกลางวันในพืช C<sub>4</sub> และกลางคืนในพืช CAM</li> <li>4) สารที่ได้รับการตรึง CO<sub>2</sub> ขั้นสุดท้ายก่อนนำไปใช้ต่อคือ Malic acid</li> </ol> <p style="text-align: right;">เฉลย 3)</p>

ข้อสอบ	ค่า IOC	ข้อเสนอแนะ
<p>85. เพราะเหตุใดนักวิทยาศาสตร์จึงเรียกพืชเป็นพืชชนิด <math>C_3</math> หรือ <math>C_4</math></p> <p>1) จากจำนวนคาร์บอนของสารที่ตรึง <math>CO_2</math> แล้วเสถียรตัวแรก</p> <p>2) จากจำนวนคาร์บอนของสารที่หลุดออกไปเพื่อสร้างกลูโคส</p> <p>3) จากจำนวนคาร์บอนของสารที่เป็นสารตั้งต้นในการตรึง <math>CO_2</math></p> <p>4) จากจำนวนคาร์บอนของสารที่เกิดการเปลี่ยนแปลงในช่วงแรกของ Calvin cycle</p>	1	<p>85. เพราะเหตุใดนักวิทยาศาสตร์จึงเรียกพืชเป็นพืชชนิด <math>C_3</math> หรือ <math>C_4</math></p> <p>1) จากจำนวนคาร์บอนของสารเสถียรตัวแรกที่เกิดจากการตรึง <math>CO_2</math></p> <p>2) จากจำนวนคาร์บอนของสารที่หลุดออกไปเพื่อสร้างกลูโคส</p> <p>3) จากจำนวนคาร์บอนของสารที่เป็นสารตั้งต้นในการตรึง <math>CO_2</math></p> <p>4) จากจำนวนคาร์บอนของสารที่เกิดการเปลี่ยนแปลงในช่วงแรกของ Calvin cycle</p> <p style="text-align: right;">เฉลย 1)</p>
<p>86. ข้อใดต่อไปนี้ไม่ถูกต้อง เกี่ยวกับ Glycolate Pathway</p> <p>1) Peroxisome ทำให้เกิดการคาย <math>CO_2</math></p> <p>2) เกิดการเปลี่ยนแปลงจนกว่าจะได้ PGA</p> <p>3) สารตัวแรกที่เกิดการเปลี่ยนแปลงคือ Glycolate</p> <p>4) การผ่านการทำงานของ Chloroplast Peroxisome และ Mitochondria</p> <p style="text-align: right;">เฉลย 1)</p>	1	
<p>87. ปัจจัยใด เมื่อได้รับในปริมาณมาก จะทำให้พืช <math>C_4</math> มีประสิทธิภาพดีกว่าพืช <math>C_3</math></p> <p>1) ธาตุอาหาร                      2) แสง</p> <p>3) คาร์บอนไดออกไซด์      4) น้ำ</p> <p style="text-align: right;">เฉลย 2)</p>	1	

ข้อสอบ	ค่า IOC	ข้อเสนอแนะ
<p>88.ข้อใดถูกต้องเกี่ยวกับ Photorespiration</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1) เกิดได้ในพืช <math>C_3</math> มากกว่าพืช <math>C_4</math></li> <li>2) ทำให้ได้ Phosphoglycolate 2 โมเลกุล</li> <li>3) เกิดเมื่อเริ่มมีการตรึง <math>O_2</math> ใน Carboxylation</li> <li>4) นำเอา Phosphoglycolate ไปผ่าน Hatch-Slack pathway</li> </ol> <p style="text-align: right;">เฉลย 1)</p>	1	
<p>89.ข้อใดต่อไปนี้ไม่ถูกต้องเกี่ยวกับการสังเคราะห์ด้วยแสงของพืช</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1) ประสิทธิภาพของพืช <math>C_3</math> ในการตรึง <math>CO_2</math> จะสูงกว่าพืช <math>C_4</math></li> <li>2) เหล็ก เป็นส่วนสำคัญที่จะไม่ทำให้พืชเกิดโรค Chlorosis</li> <li>3) อุณหภูมิที่มีผลต่อเอนไซม์ในพืชแต่ละชนิดจะแตกต่างกัน</li> <li>4) อัตราที่ปากใบเปิด-ปิด มาก จะทำให้รับ <math>CO_2</math> ได้มากขึ้น</li> </ol> <p style="text-align: right;">เฉลย 2)</p>	0.7	
<p>90.ข้อใดไม่ถูกต้องเกี่ยวกับ ปัจจัยแสงในพืช <math>C_3</math> และ <math>C_4</math></p> <ol style="list-style-type: none"> <li>a. จุด light saturation point ของพืช <math>C_3</math> สูงกว่า <math>C_4</math></li> <li>b. พืช <math>C_3</math> เป็นพืชที่มีประสิทธิภาพในการได้รับแสงในปริมาณมากกว่าพืช <math>C_4</math></li> <li>c. เมื่อเกิดจุด light compensation point จะทำให้อัตรา Photorespiration ต่ำกว่า Photosynthesis</li> </ol> <ol style="list-style-type: none"> <li>1) b.            2) a. b.</li> <li>3) b. c.        4) a. b. c.</li> </ol> <p style="text-align: right;">เฉลย 2)</p>	1	

ข้อสอบ	ค่า IOC	ข้อเสนอแนะ
<p>91.จงเรียงลำดับของวงของดอก จากด้านนอกสู่ด้านใน ตามลำดับ ดังต่อไปนี้</p> <p>a.Gynoecium b.Corolla c.Calyx d.Androecium</p> <p>1) b. c. d. a. 2) c. b. a. d. 3) c. b. d. a. 4) b. c. a. d.</p> <p style="text-align: right;">เฉลย 3)</p>	0.7	
<p>92.ข้อใดไม่ถูกต้อง เกี่ยวกับเรื่อง Complete flower และ Perfect Flower</p> <p>1) ดอก Complete flower จะเป็น Perfect Flower 2) ดอก Perfect Flower จะเป็น Complete flower 3) ดอก Incomplete flower อาจจะเป็น Perfect Flower 4) ดอก Imperfect Flower จะเป็น Incomplete flower</p> <p style="text-align: right;">เฉลย 2)</p>	1	
<p>93.ข้อใดคือกระบวนการเกิด Double Fertilization ที่ถูกต้องที่สุด</p> <p>1) การสร้าง Embryo และ Endosperm 2) การเข้าผสมกัน 2 ครั้ง ในการเกิดการปฏิสนธิ 3) เกิดการปฏิสนธิที่ Egg cell และ Polar nuclei 4) การเกิดการสร้างเมล็ดขึ้นมาเพื่อการสืบพันธุ์ของพืช</p>	1	<p>93.ข้อใดคือกระบวนการเกิด Double Fertilization ที่ถูกต้องที่สุด</p> <p>1) การสร้าง Embryo และ Endosperm 2) การเข้าผสมกัน 2 ครั้ง ในการเกิดการปฏิสนธิ 3) เกิดการปฏิสนธิของ Egg cell และ Polar nuclei 4) เกิดการสร้างเมล็ดขึ้นมาเพื่อการสืบพันธุ์ของพืช</p> <p style="text-align: right;">เฉลย 3)</p>

ข้อสอบ	ค่า IOC	ข้อเสนอแนะ
<p>94. ข้อใดไม่ถูกต้องในการเกิด Microsporogenesis</p> <p>1) Microspore สร้างมาจาก Microspore Mother Cell</p> <p>2) Pollen ก็คือส่วนที่เป็น Male gametophyte ของพืช</p> <p>3) การแบ่งเซลล์แบบ Mitosis เสร็จแล้วจะทำให้เป็น Pollen ที่สมบูรณ์</p> <p>4) เมื่อเกิดการแบ่งแบบ Meiosis จะได้ Generative Nucleus และ Tube nucleus</p>	1	<p>94. ข้อใดไม่ถูกต้องในการเกิด Microsporogenesis</p> <p>1) Microspore สร้างมาจาก Microspore Mother Cell</p> <p>2) Pollen grain คือส่วนที่เป็น Male gametophyte ของพืช</p> <p>3) การแบ่งเซลล์แบบ Mitosis เสร็จแล้วจะทำให้ได้ Pollen ที่สมบูรณ์</p> <p>4) เมื่อเกิดการแบ่งแบบ Meiosis จะได้ Generative Nucleus และ Tube nucleus</p> <p style="text-align: right;">เฉลย 4)</p>
<p>95. ข้อใดเป็นหลักในการจำแนกชนิดของดอกเป็นแบบ ดอกเดี่ยว ดอกช่อ ดอกรวม</p> <p>a. จำนวนดอกที่พบบนก้านชูดอก</p> <p>b. จำนวนดอกย่อยที่พบบนฐานรองดอก</p> <p>c. จำนวนดอกที่มีองค์ประกอบครบทั้ง 4 ชนิด</p> <p>1) a.                    2) a. b.</p> <p>3) a. c.                4) a. b. c.</p> <p style="text-align: right;">เฉลย 2)</p>	1	
<p>96. ข้อใดถูกต้องเกี่ยวกับ การเกิด Pollination</p> <p>a. Tube ที่สร้างจาก Tube nucleus จะผ่านทาง Microphyle</p> <p>b. generative nucleus จะเข้าผสมกับเซลล์ไข่</p> <p>c. Synergid จะสลายไป 1 เซลล์เพื่อให้เกิดการเข้าผสมของเซลล์สืบพันธุ์</p> <p>1) a.                    2) a. c.</p> <p>3) a. b.                4) a. b. c.</p>	1	<p>96. ข้อใดถูกต้องเกี่ยวกับ การเกิด Fertilization ของพืช</p> <p>a. Pollen tube ที่สร้างจาก Tube nucleus จะผ่านทาง Microphyle</p> <p>b. generative nucleus จะเข้าผสมกับเซลล์ไข่</p> <p>c. Synergid จะสลายไป 2 เซลล์เพื่อให้เกิดการเข้าผสมของเซลล์สืบพันธุ์</p> <p>1) a.                    2) a. c.</p> <p>3) a. b.                4) a. b. c.</p> <p style="text-align: right;">เฉลย 2)</p>

ข้อสอบ	ค่า IOC	ข้อเสนอแนะ
<p>97.ข้อใดถูกต้องเกี่ยวกับ การเกิด Megasporogenesis</p> <p>1) การแบ่งแบบ Mitosis ทำให้เกิดเป็นส่วนของ Polar nuclei</p> <p>2) Megaspore ทั้ง 4 จะเจริญต่อไปเป็น Embryo sac</p> <p>3) ส่วนที่มีเซลล์เดี่ยวแต่ 2 นิวเคลียส คือ Egg cell</p> <p>4) 3 Antipodal จะอยู่ติดกับบริเวณ Microphyle</p> <p style="text-align: right;">เฉลย 1)</p>	1	
<p>98.ข้อใดคือปัจจัยที่นำมาจำแนก ผลเดี่ยว ผลกลุ่ม ผลรวม</p> <p>a.จำนวนของรังไข่ที่อยู่ในดอก</p> <p>b.จำนวนของออวุลที่อยู่ในรังไข่</p> <p>c.ลักษณะของดอก เช่น ดอกช่อ</p> <p>1) a.                    2) b. c.</p> <p>3) a. c.                4) a. b. c.</p>	1	<p>98.ข้อใดคือปัจจัยที่นำมาจำแนก ผลเดี่ยว ผลกลุ่ม ผลรวม</p> <p>a.จำนวนของรังไข่ที่อยู่ในดอก</p> <p>b.จำนวนของออวุลที่อยู่ในรังไข่</p> <p>c.ชนิดของดอก เช่น ดอกช่อ</p> <p>1) a.                    2) b. c.</p> <p>3) a. c.                4) a. b. c.</p> <p style="text-align: right;">เฉลย 3)</p>
<p>99.ข้อใดคือความแตกต่างระหว่าง Hypogeal กับ Epigeal Germination</p> <p>a.อัตราการเจริญของ Hypocotyl</p> <p>b.อัตราการเจริญของ Epicotyl</p> <p>c.บริเวณที่อยู่ของ Cotyledon</p> <p>หลังจากเกิด Germination แล้ว</p> <p>1) a.                    2) a. c.</p> <p>3) a. b.                4) a. b. c.</p> <p style="text-align: right;">เฉลย 4)</p>	0.7	



ข้อสอบ	ค่า IOC	ข้อเสนอแนะ
<p>100. ข้อใดไม่ เป็นปัจจัยที่ทำให้เกิด Seed dormancy</p> <p>1) เอ็มบริโอในเมล็ดยังเจริญไม่เต็มที่</p> <p>2) ระดับฮอร์โมน ABA และ GA</p> <p>3) ความอ่อนนุ่มของ Seed coat</p> <p>4) เอ็มบริโอต้องการระยะพักตัว</p> <p>เฉลย 3)</p>	1	
<p>101. ข้อใดถูกต้องเกี่ยวกับ Seed</p> <p>1) Testa มีความหนาน้อยกว่า Tegmen</p> <p>2) Hilum เป็นรอยแผลเป็นที่เกิดจากการหลุดของก้านเมล็ด</p> <p>3) Exalbuminous seed เป็นเมล็ดที่มี Endosperm สะสมอาหารที่ชัดเจน</p> <p>4) Zygote จะพัฒนาเป็น Embryo จะเกิดการแบ่งเซลล์แบบ Meiosis</p> <p>เฉลย 2)</p>	1	
<p>102. เมล็ดของพืชในข้อใดที่จะพบ Coleoptile และ Coleorhiza</p> <p>1) ข้าวโพด    2) มะพร้าว</p> <p>3) ละหุ่ง        4) กาแฟ</p> <p>เฉลย 1)</p>	1	
<p>103. ข้อใดคือหลักการสำคัญในการที่พืชเป็นวงชีวิตแบบ Alternation of generation</p> <p>1) การที่มีต้น 2 แบบ คือ Sporophyte กับ Gametophyte</p> <p>2) การที่พืชมีการสร้าง spore และมีการสร้าง gamete</p> <p>3) การที่พืชมีวงชีวิต 2 ช่วง คือเป็น Haploid และ Diploid</p> <p>4) การที่พืชมีโครงสร้าง sporangium และ gametangium ไข่สร้างเซลล์สืบพันธุ์</p> <p>เฉลย 3)</p>	1	<p>103. ข้อใดคือหลักการสำคัญในการที่พืชมีวงชีวิตแบบ Alternation of generation</p> <p>1) การที่พืชมีการสร้าง spore และมีการสร้าง gamete</p> <p>2) การที่มีต้น 2 แบบ คือ Sporophyte กับ Gametophyte</p> <p>3) การที่พืชมีวงชีวิต 2 ช่วง คือเป็น Haploid และ Diploid</p> <p>4) การที่พืชมีโครงสร้าง sporangium และ gametangium ไข่สร้างเซลล์สืบพันธุ์</p> <p>เฉลย 3)</p>

ข้อสอบ	ค่า IOC	ข้อเสนอแนะ
<p>104. ข้อใดไม่ใช่ข้อดีของการสืบพันธุ์แบบไม่อาศัยเพศ</p> <p>a. ให้ผลได้รวดเร็ว</p> <p>b. ขยายพันธุ์ได้อย่างรวดเร็ว</p> <p>c. ให้ผลที่มีลักษณะของพันธุกรรมที่หลากหลาย</p> <p>d. ต้นไม้ที่ได้มีรากที่แข็งแรงมากกว่าแบบเมล็ด</p> <p>1) b. c. 2) b. c. d.</p> <p>3) c. d. 4) a. b. c. d.</p>	1	<p>104. ข้อใดคือข้อดีของการสืบพันธุ์แบบไม่อาศัยเพศ</p> <p>a. ให้ผลได้รวดเร็ว</p> <p>b. ขยายพันธุ์ได้อย่างรวดเร็ว</p> <p>c. ให้ผลที่มีลักษณะของพันธุกรรมที่หลากหลาย</p> <p>d. ต้นไม้ที่ได้มีรากที่แข็งแรงมากกว่าแบบเมล็ด</p> <p>1) a. b. 2) b. c. d.</p> <p>3) c. d. 4) a. b. c. d.</p> <p style="text-align: right;">เฉลย 1)</p>
<p>105. ข้อใดเป็นการขยายพันธุ์พืชจากส่วนที่ไม่ใช่อวัยวะสืบพันธุ์ ของต้น สตรอเบอร์รี่</p> <p>1) Rhizome</p> <p>2) Bulb</p> <p>3) Stolon</p> <p>4) Corm</p>	1	<p>105. ข้อใดใช้ในการขยายพันธุ์พืชจากส่วนที่ไม่ใช่อวัยวะสืบพันธุ์ ของต้น สตรอเบอร์รี่</p> <p>1) Rhizome 2) Bulb</p> <p>3) Stolon 4) Corm</p> <p style="text-align: right;">เฉลย 3)</p>
<p>106. บุคคลใด บอกเกี่ยวกับประชากรได้ถูกต้อง</p> <p>1) มานะ ค้นพบสิ่งมีชีวิตที่หลากหลายบนภูเขา</p> <p>2) อารีย์ ศึกษาค้นคว้าชนิดใหม่ได้จากสิ่งมีชีวิต</p> <p>3) กานดา ออกเดินทางและพบสิ่งมีชีวิตมากมาย</p> <p>4) ธีระ ศึกษาถั่วลิ้นเต้าตามแบบฉบับของเมนเดล</p> <p style="text-align: right;">เฉลย 4)</p>	1	

ข้อสอบ	ค่า IOC	ข้อเสนอแนะ
<p>107.ความหนาแน่นของประชากร สามารถบอกอะไรได้บ้าง</p> <p>a.แนวโน้่นของขนาดประชากร b.จำนวนประชากรในพื้นที่ c.ความสัมพันธ์ระหว่างสิ่งมีชีวิต</p> <p>1) a. b.      2) a. c. 3) b. c.      4) a. b. c.</p> <p style="text-align: right;">เฉลย 1)</p>	1	
<p>108.ปัจจัยทางกายภาพใดที่มีผลต่อการแพร่กระจายของประชากร ที่ทำให้กระรอกอยู่กันคนละฟากของแกรนแคนยอน</p> <p>1) แสง 2) ความสูงจากระดับน้ำทะเล 3) อุณหภูมิ 4) ความเป็นกรด-เบส</p>	1	<p>108.ปัจจัยทางกายภาพใดที่มีผลต่อการแพร่กระจายของประชากร ที่ทำให้กระรอกอยู่กันคนละฟากของแกรนแคนยอน</p> <p>1) แสง                      2) สิ่งกีดขวางทางภูมิศาสตร์ 3) อุณหภูมิ              4) ความเป็นกรด-เบส</p> <p style="text-align: right;">เฉลย 2)</p>
<p>109.ข้อใดเป็นผลที่เกิดจาก ปัจจัยทางชีวภาพที่มีผลต่อการแพร่กระจายของประชากร</p> <p>1) ปลาตูดที่ขยายพันธุ์ได้ดีในแม่น้ำ 2) ต้นไม้ที่อาศัยอยู่บริเวณที่มีสารอาหารมาก 3) การที่ผู้คนไม่อยู่อาศัยบริเวณที่มีแมลงเซทซีมาก 4) หอยเชอรี่ที่เข้ามาเพื่อเพิ่มความหลากหลายของสิ่งมีชีวิต</p> <p style="text-align: right;">เฉลย 3)</p>	1	
<p>110.รูปแบบการแพร่กระจายของประชากรแบบใดที่น่าจะเกิดขึ้นกับบริเวณที่มีความแห้งแล้งมาก</p> <p>1) การแพร่กระจายแบบสุ่ม 2) การแพร่กระจายแบบกลุ่ม 3) การแพร่กระจายแบบพื้นที่ 4) การแพร่กระจายแบบสม่ำเสมอ เฉลย 4)</p>	1	

ข้อสอบ	ค่า IOC	ข้อเสนอแนะ
<p>111.การกำหนดขนาดของประชากรแบบใดที่เหมาะสมต่อการเพิ่มกำลังในการทำงาน</p> <p>1) อัตราการเกิดที่ลดลง อัตราการอพยพเข้าที่เพิ่มขึ้น</p> <p>2) อัตราการเกิดที่เพิ่มขึ้น อัตราการอพยพเข้าที่เพิ่มขึ้น</p> <p>3) อัตราการเกิดที่ลดลง อัตราการอพยพเข้าที่ลดลง</p> <p>4) อัตราการเกิดที่เพิ่มขึ้น อัตราการอพยพเข้าที่ลดลง</p> <p style="text-align: right;">เฉลย 2)</p>	1	
<p>112.รูปของกราฟแบบใด ที่เป็นการเพิ่มขนาดของประชากรมนุษย์</p> <p>1) รูปตัว J    2) รูปตัว S</p> <p>3) รูปตัว M    4) รูปตัว N</p> <p style="text-align: right;">เฉลย 1)</p>	1	
<p>113.การเพิ่มของประชากรแบบลอจิสติก ช่วงใด ที่ส่งผลต่อการปรับตัวต่อสภาพแวดล้อมมากที่สุด</p> <p>1) ระยะเวลาที่มีอัตราการเพิ่มประชากรอย่างช้าๆ</p> <p>2) ระยะเวลาที่มีอัตราการเพิ่มประชากรอย่างรวดเร็ว</p> <p>3) ระยะเวลาที่มีอัตราการเพิ่มประชากรช้าลง</p> <p>4) ระยะเวลาที่มีอัตราการเพิ่มประชากรคงที่</p> <p style="text-align: right;">เฉลย 4)</p>	0.7	
<p>114.สิ่งมีชีวิตใด มีอัตราการรอดชีวิตต่ำในระยะเวลาแรกของช่วงชีวิต หลังจากนั้นอัตราการรอดชีวิตจะสูง</p> <p>1) นก            2) เต่า</p> <p>3) มนุษย์      4) ปลา</p> <p style="text-align: right;">เฉลย 4)</p>	1	

ข้อสอบ	ค่า IOC	ข้อเสนอแนะ
<p>115.ในสภาพสิ่งแวดล้อมที่ไม่เหมาะสมต่อการสืบพันธุ์ สิ่งมีชีวิตใดที่มีโอกาสอยู่รอดได้มากที่สุด</p> <p>1) ฝี่เสื้อ      2) แมว 3) ไผ่          4) แมลงชีปะขาว</p> <p style="text-align: right;">เฉลย 2)</p>	0.7	
<p>116.ประเทศที่ไม่มีการพัฒนาระบบสาธารณสุขปกคที่ดี น่าจะมีลักษณะรูปร่างของพีระมิดโครงสร้างอายุประชากรแบบใด</p> <p>1) พีระมิดฐานกว้างยอดแหลม 2) พีระมิดรูปกรวยปากแคบ 3) พีระมิดรูปประฆังคว่ำ 4) พีระมิดรูปดอกบัวตูม</p>	1	<p>116.ประเทศที่การพัฒนาระบบสาธารณสุขปกคไม่ดี น่าจะมีลักษณะรูปร่างของพีระมิดโครงสร้างอายุประชากรแบบใด</p> <p>1) พีระมิดฐานกว้างยอดแหลม 2) พีระมิดรูปกรวยปากแคบ 3) พีระมิดรูปประฆังคว่ำ 4) พีระมิดรูปดอกบัวตูม</p> <p style="text-align: right;">เฉลย 1)</p>
<p>117.การศึกษาการเติบโตของประชากรมนุษย์ช่วยให้วิเคราะห์เรื่องใดได้บ้าง</p> <p>a.ทรัพยากรที่จำเป็นต่อการดำรงชีวิต b.ขนาดของประชากร c.การแพร่กระจายของประชากร</p> <p>1) a. b.      2) a. c. 3) b. c.      4) a. b. c.</p> <p style="text-align: right;">เฉลย 4)</p>	1	
<p>118.ประเทศใดที่มีประชากรที่มีวัยกลางคนเป็นกำลังหลักของประเทศ</p> <p>1) สิงคโปร์      2) สเปน 3) ไทย          4) เคนยา</p> <p style="text-align: right;">เฉลย 1)</p>	0.7	

ส่วนที่ 2 แบบทดสอบความรู้การสอน

ข้อสอบ	ค่า IOC	ข้อเสนอแนะ
<p>(สถานการณ์จำลอง) 1.นักศึกษาฝึกประสบการณ์วิชาชีพครูออกฝึกประสบการณ์ในโรงเรียนแห่งหนึ่งเป็นครั้งแรก ถูกมอบหมายให้สอนในส่วนของเนื้อหา พันธุศาสตร์ ในระดับชั้น มัธยมศึกษาปีที่ 4 โดยในสัปดาห์แรกของการฝึกประสบการณ์ได้ทำการสังเกตการสอนของครูพี่เลี้ยงก่อน และได้ทำการจดบันทึกการสังเกตการสอนที่เกี่ยวกับนักเรียนไว้ว่านักเรียนที่นั่งเรียนด้านหน้าจะสนใจเรียนมาก ครูถามอะไรก็มักจะตอบ และตอบถูก แต่นักเรียนที่นั่งเรียนอยู่ด้านหลังไม่ค่อยสนใจเรียน ครูถามอะไรก็ไม่ได้ตอบ ในช่วงชั้นสรุปตอนท้ายคาบก็มีแต่นักเรียนที่นั่งเรียนด้านหน้าที่ช่วยกันตอบคำถามเพื่อสรุป ซึ่งก็เป็นแบบนี้ทุกครั้งที่สังเกตการสอนในสัปดาห์แรก ในสัปดาห์ที่สองซึ่งเป็นการปฏิบัติการสอน นักศึกษาจะทำการสอน เรื่อง กฎของเมนเดลจะเป็นและต้องการจัดการเรียนการสอนที่สามารถทำให้นักเรียนทั้งห้องมาสนใจ และตอนท้ายคาบสามารถทำให้นักเรียนทุกคนสรุปพร้อมกันได้</p>	1	
<p>1.1 นักศึกษาควรเลือกใช้วิธีการสอนอะไร เพราะเหตุใด</p>	1	<p>1.1.นักศึกษาจะเลือกใช้วิธีการสอนอะไรในการจัดการเรียนการสอน เพราะเหตุจึงเลือกวิธีการจัดการสอนนี้</p>
<p>1.2.นักศึกษาจะอย่างไรที่จะทำให้ นักเรียนที่ อยู่ด้านหลังห้องกลับมาสนใจ พร้อมเหตุผล ประกอบ</p>	1	<p>1.2.นักศึกษาจะอย่างไร ทำให้นักเรียนที่อยู่ด้านหลังห้องกลับมาสนใจเรียน พร้อมเหตุผลประกอบ</p>

ข้อสอบ	ค่า IOC	ข้อเสนอแนะ
<p>(สถานการณ์จำลอง) 2.อารี เป็นนักศึกษาฝึกประสบการณ์วิชาชีพครู ได้รับมอบหมายให้ทำการสอน เรื่อง โครงสร้างและหน้าที่ของพืชดอก ในระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 อารี พยายามจัดการเรียนการสอนที่ทำให้นักเรียนสนใจ เพราะเนื้อหาเกี่ยวกับพืช นักเรียนไม่ค่อยสนใจ เนื่องจากเข้าใจยาก จนอารีได้ทำการสอนมาถึงเรื่อง โครงสร้างและหน้าที่ของราก โดยการสอนที่ผ่านมามีครูพี่เลี้ยงแนะนำอารีว่ามีความพยายามในการจัดการเรียนการสอนดี แต่นักเรียนกลับยังไม่เข้าใจในเนื้อหาวิชา อารีจึงตั้งใจว่าจะพยายามจัดการเรียนรู้ที่นักเรียนสนใจและเข้าใจให้ได้</p>	1	
<p>2.1.อารีจะทำอย่างไรเพื่อให้จัดการเรียนการสอนแล้ว สามารถทำให้นักเรียนเข้าใจได้ พร้อมเหตุผลประกอบ</p>	1	
<p>2.2.อารีควรเลือกใช้วิธีการสอนอะไร เพราะเหตุใด</p>	1	
<p>(สถานการณ์จำลอง) 3.วิชัย เป็นนักศึกษาฝึกประสบการณ์วิชาชีพครู ถูกมอบหมายให้สอนห้องเรียนที่มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนที่ดี ในระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 วิชัยจึงไม่ได้สนใจในการเตรียมการสอน และการเขียนแผนที่ดี เนื่องจากเขาคิดว่าเป็นห้องเรียนที่มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนดีอยู่แล้ว จะสอนอย่างไรนักเรียนก็เข้าใจ จนครูพี่เลี้ยงต้องคอยตักเตือนตลอดเวลาให้ใช้วิธีการสอนที่หลากหลายมากขึ้น แต่วิชัยก็ไม่สนใจ เขาก็ยังเลือกสอนด้วยวิธีสอนแบบบรรยายในทุกเนื้อหาที่ได้รับมอบหมาย</p>	1	
<p>3.1.ถ้าคุณเป็นวิชัยจะปฏิบัติตนอย่างไร จะเลือกใช้วิธีการสอนใดบ้างให้เหมาะสมต่อห้องเรียนที่มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนที่ดี ในระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 และเพราะอะไรจึงเลือกวิธีการสอนนั้นๆ</p>	1	

ข้อสอบ	ค่า IOC	ข้อเสนอแนะ
<p>(สถานการณ์จำลอง) 4.ถวิล เป็นนักศึกษาฝึกประสบการณ์วิชาชีพครู ซึ่งกำลังสอนเรื่องเซลล์ของสิ่งมีชีวิต ได้รับการแนะนำการสอนจากครูพี่เลี้ยงในปัญหาในด้านการใช้น้ำเสียงในการสอนที่เป็นโทนเสียงเดียว และถวิลชอบสอนด้วยวิธีการสอนแบบบรรยายทำให้นักเรียนในชั้นเรียนของเธอมักจะหลับ ไม่ตั้งใจเรียนอยู่เสมอ นักเรียนจึงเรียนไม่เข้าใจ ครูพี่เลี้ยงแนะนำให้ใช้วิธีการสอนแบบต่างๆ ที่จะช่วยให้นักเรียนสนใจการเรียนให้มากขึ้น ซึ่งจะเป็นการช่วยปรับประสบการณ์การสอนให้หลากหลายมากขึ้นด้วย</p>	1	
<p>4.1.วิธีการสอนแบบใดจะช่วยแก้ไขปัญหานี้ได้เพราะเหตุใด</p>	1	



ส่วนที่ 3 แบบทดสอบความรู้เทคโนโลยี

ข้อสอบ	ค่า IOC	ข้อเสนอแนะ
<p>(สถานการณ์จำลอง) 1. นักศึกษาฝึกประสบการณ์วิชาชีพรู้ ได้รับมอบหมายให้สอนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 เรื่อง การรักษาคุณภาพในร่างกาย ซึ่งได้สังเกตการสอนของครูพี่เลี้ยงและครูอีกหลายท่าน พบว่า การนำสื่อเทคโนโลยีพวกแอปพลิเคชั่นมาใช้ประกอบการสอนนั้นยังไม่มีคุณครูท่านใดนำมาใช้ นักศึกษาจึงค้นหาเทคโนโลยีประกอบการสอนพวกแอปพลิเคชั่น ซึ่งจะตรงกับเรื่องที่กำลังจะสอนคือ การลำเลียงโลหิต จึงนำมาประกอบการสอนโดยใช้เป็นสื่อการเรียนรู้ และให้นักเรียนร่วมกันโหลดแอปพลิเคชั่นนี้ประกอบการสอนด้วย</p>	1	<p>1. นักศึกษาฝึกประสบการณ์วิชาชีพรู้ ได้รับมอบหมายให้สอนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 เรื่อง การรักษาคุณภาพในร่างกาย ซึ่งได้สังเกตการสอนของครูพี่เลี้ยงและครูอีกหลายท่าน พบว่า ยังไม่มีครูท่านใดนำสื่อเทคโนโลยีจำพวกแอปพลิเคชั่นมาใช้ นักศึกษาจึงค้นหาเทคโนโลยีประกอบการสอนพวกแอปพลิเคชั่น ซึ่งตรงกับเรื่องที่จะสอนคือ การลำเลียงโลหิต นำมาประกอบการสอนโดยใช้เป็นสื่อการเรียนรู้ และให้นักเรียนโหลดแอปพลิเคชั่น การลำเลียงโลหิต ประกอบการสอนด้วย</p>
<p>1.1. การใช้เทคโนโลยีประกอบการสอนนี้ช่วยให้นักเรียนสนใจการเรียนมากขึ้นหรือไม่ เพราะอะไร</p>	1	<p>1.1. การใช้เทคโนโลยีประกอบการสอนนี้ช่วยให้นักเรียนเกิดการเรียนรู่มากขึ้นหรือไม่ เพราะอะไร</p>
<p>1.2. การใช้เทคโนโลยีประกอบการสอนนี้มีข้อดีและข้อเสียอย่างไร</p>	1	<p>1.2. การใช้เทคโนโลยีประกอบการสอนนี้มีข้อดีและข้อจำกัดอย่างไร</p>
<p>(สถานการณ์จำลอง) 2. วิรุจ เป็นนักศึกษาฝึกประสบการณ์วิชาชีพรู้ ที่มีความรู้เรื่องการสร้างบล็อกการสอนทางคอมพิวเตอร์ โดยเขาได้สร้างบล็อกที่สามารถนำมาประกอบการสอนได้ เช่น แบบฝึกหัดออนไลน์ เนื้อหาออนไลน์ เป็นต้น ซึ่งเขาได้นำมาใช้ประกอบการสอนกับนักเรียนระดับชั้น</p>	0.7	<p>2. วิรุจ เป็นนักศึกษาฝึกประสบการณ์วิชาชีพรู้ ที่มีความรู้และการการเรียนรู้ผ่าน social media ประกอบการสอนนักเรียนระดับ ม.5 เช่น แบบฝึกหัดออนไลน์ เนื้อหาออนไลน์ เป็นต้น วิรุจเน้นให้นักเรียนทำแบบฝึกหัด และอ่านเนื้อหาจากบทเรียนที่โพสต์ไว้ใน social media ของเขา</p>
<p>2.1. การใช้สื่อเทคโนโลยีแบบนี้ส่งผลอย่างไรต่อการจัดการเรียนการสอนในปัจจุบันและอนาคต</p>	1	
<p>2.2. การจัดการเรียนการสอนโดยใช้สื่อเทคโนโลยีแบบนี้จะมีข้อดีและข้อเสียอย่างไร</p>	1	<p>2.2. การจัดการเรียนการสอนโดยใช้สื่อเทคโนโลยีแบบนี้จะมีข้อดีและข้อจำกัดอย่างไร</p>

ข้อสอบ	ค่า IOC	ข้อเสนอแนะ
<p><b>(สถานการณ์จำลอง)</b> 3.นานา เป็นนักศึกษาฝึกประสบการณ์วิชาชีพรู้ ได้ทำการจัดการเรียนการสอนเรื่อง การศึกษาเซลล์ผ่านกล้องจุลทรรศน์ โดยเธอได้ทำการจัดการเตรียมการทดลองด้วยอุปกรณ์การทดลองที่จำเป็นต้องมีเมื่อถึงเวลาจัดการเรียนการสอน นานาได้ทำการชี้แจงรายละเอียดของการทดลองก่อน และเริ่มทำการทดลองร่วมกัน</p>	1	<p>3.นานา เป็นนักศึกษาฝึกประสบการณ์วิชาชีพรู้ สอนเรื่อง การศึกษาเซลล์ผ่านกล้องจุลทรรศน์ โดยเธอได้จัดเตรียมอุปกรณ์การทดลองที่จำเป็นเมื่อถึงเวลาจัดการเรียนการสอน นานา ชี้แจงรายละเอียดของการทดลองก่อน และให้นักเรียนเริ่มลงมือปฏิบัติการทดลองร่วมกัน</p>
<p>3.1.การจัดการเรียนการสอนนี้ยังจัดการได้ไม่เหมาะสม ควรจะมีการเพิ่มเติมแก้ไขอย่างไร</p>	1	<p>3.1.การจัดการเรียนการสอนนี้ยังจัดการได้ไม่สมบูรณ์ ควรจะมีการจัดการเรียนรู้เพิ่มเติมด้วยสื่อ อุปกรณ์ และวิธีการอย่างไร</p>
<p><b>(สถานการณ์จำลอง)</b> 4.มานัส เป็นนักศึกษาฝึกประสบการณ์วิชาชีพรู้ ค้นคว้าหาสื่อการสอนใหม่ที่เป็น วิดิทัศน์ เพื่อจะนำมาใช้ประกอบการจัดการเรียนการสอน แต่ก็พบว่าไม่มีสื่อใดที่เหมาะสมต่อตนเองเลย เขาจึงปรึกษากับครูพี่เลี้ยงและครูพี่เลี้ยงก็ได้แนะนำสื่อวิดิทัศน์ต่างๆที่ได้เคยใช้สอนแล้วมาให้ แต่มานัสยังคิดว่าไม่เหมาะสมอยู่ จึงได้สร้างสื่อวิดิทัศน์ด้วยตนเอง และนำมาใช้ประกอบการจัดการเรียนการสอน</p>	0.7	<p>4.มานัส เป็นนักศึกษาฝึกประสบการณ์วิชาชีพรู้ ค้นคว้าหาสื่อวิดิทัศน์การสอนใหม่ เพื่อจะนำมาใช้ประกอบการจัดการเรียนการสอน แต่ไม่พบสื่อที่เหมาะสมเลย เขาจึงปรึกษากับครูพี่เลี้ยงและครูพี่เลี้ยงแนะนำสื่อวิดิทัศน์ต่างๆที่ได้เคยใช้สอนแล้วมาให้ แต่มานัสรู้สึกยังไม่เหมาะสมอยู่ เขาจึงตัดสินใจสร้างสื่อวิดิทัศน์ด้วยตนเอง แม้เขาจะยังไม่เคยผลิตสื่อมาก่อน เพื่อใช้ประกอบการจัดการเรียนการสอน</p>
<p>4.1.การจัดการเรียนรู้นี้เหมาะสมหรือไม่ เพราะอะไร</p>	0.7	

ส่วนที่ 4 เกณฑ์การให้คะแนนสำหรับแบบทดสอบความรู้การสอน

ระดับ คะแนน	เกณฑ์การให้คะแนน ข้อที่ 1.1	ระดับ ความ พอใจ	ข้อเสนอแนะ
3 คะแนน	<p>เลือกวิธีการสอนแบบบรรยาย เพราะเนื้อหาจะเป็นเรื่อง ความน่าจะเป็น ที่ใช้ความสามารถด้านคณิตศาสตร์ที่ต้องการการอธิบายให้เข้าใจ มีการถาม-ตอบระหว่างครูและนักเรียน พร้อมด้วยแบบฝึกหัดที่ฝึกฝนความสามารถด้านคณิตศาสตร์ของความน่าจะเป็น จากนั้นร่วมกันสรุปความรู้ที่ได้รับหรือเลือกสอนโดยวิธีสอนโดยการใช้เกม จะเป็นการจัดกิจกรรมที่สามารถสื่อถึงเนื้อหาของความน่าจะเป็น เช่น การเล่นเกมโยนเหรียญ พร้อมจดบันทึกจากกิจกรรม และนำมาสู่การร่วมกันสรุปสิ่งที่เกิดขึ้นจากการเล่นเกมว่าเกี่ยวกับความน่าจะเป็นอย่างไร พร้อมด้วยแบบฝึกหัดที่ฝึกฝนความสามารถด้านคณิตศาสตร์ของความน่าจะเป็น</p>	4.3	<p>นักศึกษาควรตอบโดย</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1.ออกแบบกิจกรรมที่ให้นักเรียนศึกษา เรียนรู้เนื้อหาด้วยตนเอง ผ่านการอ่าน คิด วิเคราะห์ สรุป เนื้อหาพันธุศาสตร์ด้วยตนเองหรือศึกษาจากสื่อ IT (โยงสู่เทคโนโลยี มีกิจกรรมเรียนรู้ด้วยตนเองไปในกิจกรรม เช่น บันทึก สรุป ตอบคำถาม)</li> <li>2.มีการแบ่งกลุ่มเพราะนักเรียนสนใจกลุ่มหน้าห้องเท่านั้นอาจจะใช้กิจกรรม jigsaw ให้เรียนรู้แลกเปลี่ยนในกลุ่ม เพราะกิจกรรมการสอนที่เกิดขึ้นที่เน้นการเรียนรู้ด้วยตนเอง มีการตรวจสอบ ช่วยเหลือ แลกเปลี่ยน ให้เข้าใจ จะทำให้นักเรียนเรียนรู้ได้ร่วมกันทั้งห้อง</li> </ol>
2 คะแนน	<p>เลือกวิธีการสอนแบบบรรยาย เพราะเนื้อหาจะเป็นเรื่อง ความน่าจะเป็น ที่ใช้ความสามารถด้านคณิตศาสตร์ โดยมีเหตุผลประกอบในอย่างใดอย่างหนึ่ง</p>	4.3	<p>เลือกวิธีการสอนแบบบรรยาย เพราะเนื้อหาจะเป็นเรื่อง ความน่าจะเป็น ที่ใช้ความสามารถด้านคณิตศาสตร์ที่ต้องการการอธิบายให้เข้าใจ มีการถาม-ตอบ ระหว่างครูและนักเรียน พร้อมด้วยแบบฝึกหัดที่ฝึกฝนความสามารถด้าน</p>

ระดับ คะแนน	เกณฑ์การให้คะแนน ข้อที่ 1.1	ระดับ ความ พอใจ	ข้อเสนอแนะ
	<p>-โดยมีการอธิบายให้เข้าใจ มีการถาม-ตอบ ระหว่างครูและนักเรียน พร้อมด้วย จากนั้นร่วมกันสรุปความรู้ที่ได้รับ</p> <p>-แบบฝึกหัดที่ฝึกฝน</p> <p>ความสามารถด้านคณิตศาสตร์ของคะแนนน่าจะเป็น</p> <p>หรือเลือกสอนโดยวิธีสอนโดยการใช้เกม จะเป็นการจัดกิจกรรมที่สามารถสื่อถึงเนื้อหา</p> <p>ของคะแนนน่าจะเป็น เช่น การเล่นเกมโยนเหรียญ พร้อมจดบันทึกจากกิจกรรม โดยมีเหตุผลประกอบในอย่างใดอย่างหนึ่ง</p> <p>-จากนั้นร่วมกันนำมาสู่การสรุปสิ่งที่เกิดขึ้นจากการเล่นเกมว่าเกี่ยวกับคะแนนน่าจะเป็นอย่างไร</p> <p>-การเสริมแบบฝึกหัดที่ฝึกฝน</p> <p>ความสามารถด้านคณิตศาสตร์ของคะแนนน่าจะเป็น</p>		<p>คณิตศาสตร์ของคะแนนน่าจะเป็น</p> <p>จากนั้นร่วมกันสรุปความรู้ที่ได้รับ</p> <p>หรือเลือกสอนโดยวิธีสอนโดยการใช้เกม จะเป็นการจัดกิจกรรมที่สามารถสื่อถึงเนื้อหาของคะแนนน่าจะเป็น เช่น การเล่นเกมโยนเหรียญ พร้อมจดบันทึกจากกิจกรรมและนำมาสู่การร่วมกันสรุปสิ่งที่เกิดขึ้นจากการเล่นเกมว่าเกี่ยวกับคะแนนน่าจะเป็นอย่างไร</p> <p>พร้อมด้วยแบบฝึกหัดที่ฝึกฝน</p> <p>ความสามารถด้านคณิตศาสตร์ของคะแนนน่าจะเป็น</p>
1 คะแนน	<p>เลือกวิธีการสอนแบบอื่น เช่น การสาธิต ซึ่งไม่เหมาะสมต่อการสอน แต่มีเหตุผลประกอบที่เกี่ยวกับเนื้อหาของคะแนนน่าจะเป็นที่มีการจัดการสอนที่นักเรียนควรจะได้รับ เช่น ครูสาธิตการโยนเหรียญและให้นักเรียนช่วยกันตอบคำถาม เป็นต้น</p>	3.7	

ระดับ คะแนน	เกณฑ์การให้คะแนน ข้อที่ 1.1	ระดับ ความ พอใจ	ข้อเสนอแนะ
0 คะแนน	เลือกวิธีการสอนที่ไม่ เหมาะสม เช่น การสาธิต และ มีเหตุผลประกอบที่ไม่ สมเหตุสมผลต่อการจัดการ เรียนการสอน เช่น ครูสาธิต การโยนเหรียญและบอกว่าจะ อย่างไร หรือไม่ตอบคำถาม	4	

ระดับ คะแนน	เกณฑ์การให้คะแนน ข้อที่ 1.2	ระดับ ความ พอใจ	ข้อเสนอแนะ
2 คะแนน	หาวิธีการที่ชวนให้สนใจ เช่น การทำให้สนใจด้วยการให้ คะแนนเพิ่มขึ้นสำหรับ นักเรียนที่ตั้งใจเรียน พร้อม เหตุผลที่สามารถนำไปใช้สอน ได้อย่างเหมาะสม เช่น การให้ คะแนนนักเรียนในขณะที่ตอบ ถูก จะช่วยกระตุ้นให้นักเรียน สนใจเรียนเพิ่มขึ้น เพราะ นักเรียนทุกคนอยากได้ คะแนนเป็นรางวัลอยู่แล้ว ก็ อาจจะมีการแข่งขันกันตอบ คำถาม และช่วยให้ บรรยากาศการเรียนน่าสนใจ ยิ่งขึ้น	4.3	ใช้กิจกรรมที่นักเรียนได้มีส่วนรับผิดชอบ ต่องานให้มาก ผลการเรียนรู้ของตนเอง หรือใช้เทคนิคให้เรียนรู้แลกเปลี่ยนในกลุ่ม การบันทึกการเรียนรู้ด้วยตนเอง ให้ครู ตรวจ แลกเปลี่ยนกับเพื่อน การสะท้อน การเรียนรู้ตนเอง การเก็บคะแนนราย ชั่วโมง เพราะกิจกรรมการเรียนรู้ด้วยตนเองจะ ช่วยให้นักเรียนหลังห้องเกิดการเรียนรู้ มากขึ้น
1 คะแนน	หาวิธีการที่ชวนให้สนใจ เช่น การทำให้สนใจด้วยการให้ คะแนนเพิ่มขึ้นสำหรับ นักเรียนที่ตั้งใจเรียน แต่ เหตุผลไม่เหมาะสมต่อการ นำไปใช้สอน เช่น การให้ คะแนนนักเรียนในขณะที่ตอบ ถูกจะช่วย	4.3	วิธีการที่ชวนให้ส่งเสริมการเรียนรู้มากขึ้น เช่น การให้คะแนนรายชั่วโมง ด้วยวิธีการ ต่างๆ เช่น การตอบคำถาม แต่เหตุผลไม่ เหมาะสมต่อการนำไปใช้สอน เช่น การให้ คะแนนนักเรียนในขณะที่ตอบถูกจะช่วย กระตุ้นให้นักเรียนสนใจเรียนเพิ่มขึ้นโดย

ระดับ คะแนน	เกณฑ์การให้คะแนน ข้อที่ 1.2	ระดับ ความ พอใจ	ข้อเสนอแนะ
	<p>ถูกจะช่วยกระตุ้นให้นักเรียนสนใจเรียนเพิ่มขึ้นโดยเน้นไปที่นักเรียนที่อยู่ด้านหลังห้องให้ตอบคำถามให้ได้ ไม่เหมาะสมเพราะว่าเป็นนักศึกษาฝึกประสบการณ์วิชาชีพการเลือกปฏิบัติเป็นสิ่งที่ไม่ควรมีในการจัดการเรียนรู้</p>		<p>เน้นไปที่นักเรียนที่อยู่ด้านหลังห้องให้ตอบคำถามให้ได้</p>
0 คะแนน	<p>หาวิธีการที่ไม่น่าสนใจ เช่น การทำโทษนักเรียนที่ไม่สนใจเรียน เช่น การให้ยืน และเหตุผลไม่เหมาะสมต่อการนำไปใช้สอน เช่น เพราะการทำโทษเป็นการตักเตือนว่าการไม่เรียนเป็นสิ่งที่ไม่ดี แต่ที่เราเป็นนักศึกษาฝึกประสบการณ์วิชาชีพวิธีนี้จะไม่เหมาะสม หรือไม่ตอบคำถาม</p>	4.3	<p>วิธีการที่ไม่ช่วยส่งเสริมการเรียนรู้ เช่น การทำโทษนักเรียนที่ไม่สนใจเรียน การให้ยืน และเหตุผลไม่เหมาะสมต่อการนำไปใช้สอน เช่น การทำโทษเป็นการตักเตือนว่าการไม่เรียนเป็นสิ่งที่ไม่ดี หรือไม่ตอบคำถาม</p>

ระดับ คะแนน	เกณฑ์การให้คะแนน ข้อที่ 2.1	ระดับ ความ พอใจ	ข้อเสนอแนะ
2 คะแนน	<p>ทบทวนเนื้อหาที่จะทำการสอนทุกครั้ง เพราะเนื้อหาจะมีส่วนที่เกี่ยวข้องกับความจำ รวมถึงความเข้าใจเป็นส่วนใหญ่ ถ้าไม่ได้ทบทวนเนื้อหาหรือทบทวนไม่เพียงพอจะทำให้การสอนนั้นผิดไปหรือไม่แม่นยำ ซึ่งจะทำให้นักเรียนสับสนและไม่เข้าใจได้ หรือการจัดการเรียนการสอนด้วยวิธีการสอนที่เหมาะสม เช่น เมื่อถึงเรื่องโครงสร้างของราก ก็จะเลือกใช้วิธีการสอนแบบบรรยาย ในขั้นต้นและนำไปสู่การทดลองให้เห็นจริงต่อไป เพราะเนื้อหาของวิชาชีววิทยาในเรื่องนี้จะต้องสอนให้จำชื่อโครงสร้างให้ได้ก่อนและเสริมด้วยการเข้าใจด้วยตัวอย่างการทดลองจริง</p>	4.3	<p>ทบทวนเนื้อหาที่จะทำการสอนทุกครั้ง เพราะเนื้อหาจะมีส่วนที่เกี่ยวข้องกับความจำ รวมถึงความเข้าใจเป็นส่วนใหญ่ ถ้าไม่ได้ทบทวนเนื้อหาหรือทบทวนไม่เพียงพอจะทำให้การสอนนั้นทำให้นักเรียนเข้าใจผิดไป หรือไม่แม่นยำ ซึ่งจะทำให้นักเรียนสับสนและไม่เข้าใจได้ หรือการจัดการเรียนการสอนด้วยวิธีการสอนที่เหมาะสม เช่น เมื่อถึงเรื่องโครงสร้างของราก ก็จะเลือกใช้กิจกรรมที่ทำให้ให้นักเรียนมีส่วนร่วมทุกคน เช่น การแลกเปลี่ยนเรียนรู้ และนำไปสู่การทดลอง เพราะเรื่องนี้จะต้องสอนให้จำชื่อโครงสร้างให้ได้ก่อนและเสริมการเข้าใจด้วยตัวอย่างการทดลองจริง โดยยึดกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ และบูรณาการทักษะวิทยาศาสตร์</p>
1 คะแนน	<p>ทบทวนเนื้อหาที่จะทำการสอนทุกครั้ง บอกเหตุผลประกอบไม่ชัดเจน เช่น เพราะการทบทวนเนื้อหาทำให้ครูแม่นยำในเนื้อหาและสอนไม่ผิด หรือการจัดการเรียนการสอนด้วยวิธีการสอนที่เหมาะสม เช่น เมื่อถึงเรื่องโครงสร้างของราก</p>	4	<p>ทบทวนเนื้อหาที่จะทำการสอนทุกครั้ง บอกเหตุผลประกอบไม่ชัดเจน เช่น เพราะการทบทวนเนื้อหาทำให้ครูแม่นยำในเนื้อหา นักเรียนจะเข้าใจได้ถูกต้อง หรือการจัดการเรียนการสอนด้วยวิธีการสอนที่เหมาะสม เช่น เมื่อถึงเรื่องโครงสร้างของราก ก็จะเลือกใช้วิธีการสอนแบบบรรยายพร้อมเหตุผลที่ไม่ชัดเจน เช่น เพราะเนื้อหาของวิชาชีววิทยาในเรื่องนี้จำเป็นต้องให้นักเรียนจำให้ได้ก่อน</p>

ระดับ คะแนน	เกณฑ์การให้คะแนน ข้อที่ 2.1	ระดับ ความ พอใจ	ข้อเสนอแนะ
	ก็จะเลือกใช้วิธีการสอนแบบ บรรยาย พร้อมเหตุผลที่ไม่ ชัดเจน เช่น เพราะเนื้อหาของ วิชาชีววิทยาในเรื่องนี้ จำเป็นต้องให้นักเรียนจำให้ได้ ก่อน		
0 คะแนน	ตอบคำถามที่ไม่เกี่ยวข้องกับ แนวคำตอบ และเป็นคำตอบ ที่ไม่เหมาะสม เช่น การนำ แผนการสอนที่ถูกรื้อแบบไปไว้ แล้วมาใช้ซึ่งนักศึกษาฝึก ประสบการณ์วิชาชีพไม่ควร ทำเพราะต้องการฝึก ประสบการณ์ หรือไม่ตอบ คำถาม	4.7	

ระดับ คะแนน	เกณฑ์การให้คะแนน ข้อที่ 2.2	ระดับ ความ พอใจ	ข้อเสนอแนะ
3 คะแนน	เลือกวิธีการสอนแบบทดลอง เพราะเนื้อหาที่จะสอน เกี่ยวกับเนื้อเยื่อของราก ซึ่ง ควรจะมีการปฏิบัติจากสื่อจริง ด้วยกระบวนการทดลอง จึง จะทำให้ส่งผลให้นักเรียนเกิด การเรียนรู้ได้มากที่สุด	4.3	เลือกวิธีการสอนแบบทดลอง เพราะ เนื้อหาที่จะสอนเกี่ยวกับโครงสร้างของ ราก ซึ่งควรจะมีการปฏิบัติจากสื่อจริง ด้วยกระบวนการทดลอง จึงจะทำให้ส่งผล ให้นักเรียนเกิดการเรียนรู้ได้มากที่สุด
2 คะแนน	เลือกวิธีการสอนแบบสาธิต เพราะสามารถแสดงสื่อจริงให้ นักเรียนได้เห็น และเกิดการ เรียนรู้ได้รวดเร็วกว่าการสอน แบบการทดลอง	4.3	



ระดับ คะแนน	เกณฑ์การให้คะแนน ข้อที่ 2.2	ระดับ ความ พอใจ	ข้อเสนอแนะ
1 คะแนน	เลือกวิธีการสอนอื่น เช่น การสอนแบบบรรยายพร้อมเหตุผลประกอบที่เหมาะสมต่อวิธีการสอนนั้น เช่น การบรรยายจะช่วยให้นักเรียนสามารถถาม-ตอบถึงเรื่องที่ครูกำลังอธิบายเพื่อให้เกิดความเข้าใจได้มากขึ้น	4.3	
0 คะแนน	เลือกวิธีการสอนที่ไม่เหมาะสม เช่น วิธีสอนแบบเล่นเกม หรือ เลือกวิธีการสอนอื่น เช่น การสอนแบบบรรยาย แต่มีเหตุผลประกอบที่ไม่สมเหตุผลต่อการจัดการเรียนการสอน เช่น การบรรยายจะช่วยอธิบายเนื้อหาและช่วยให้นักเรียนจดจำได้มากขึ้น หรือไม่ตอบคำถาม	4.3	

ระดับ คะแนน	เกณฑ์การให้คะแนน ข้อที่ 3.1	ระดับ ความ พอใจ	ข้อเสนอแนะ
3 คะแนน	การปฏิบัติตนควรจะต้องเตรียมตัวสอนทุกครั้งที่ทำการสอน ไม่คิดว่านักเรียนเก่งแล้วจะสอนอย่างไรก็ได้ เลือกออกแบบการเรียนรู้และเขียนแผนการเรียนรู้ที่เหมาะสมต่อเนื้อหา และทบทวนเนื้อหาที่จะทำการสอนทุกครั้ง และเลือกใช้วิธีการสอนอย่างน้อย	4.3	เลือกต่อยอดความรู้ของนักเรียนเก่ง วิชสอนเน้นการคิด สร้างสรรค์ วิเคราะห์ ต่อยอดความรู้เดิม ทำทนายให้ศึกษาเพิ่ม และควรการปฏิบัติตนควรจะต้องเตรียมตัวสอนทุกครั้งที่ทำการสอน เลือกออกแบบการเรียนรู้และเขียนแผนการเรียนรู้ที่เหมาะสมต่อเนื้อหา และทบทวนเนื้อหาที่จะทำการสอนทุกครั้ง และเลือกใช้วิธีการสอน

ระดับ คะแนน	เกณฑ์การให้คะแนน ข้อที่ 3.1	ระดับ ความ พอใจ	ข้อเสนอแนะ
	<p>2 แบบ พร้อมเหตุผลประกอบ ดังนี้ 1.เลือกวิธีการสอนแบบ ทดลอง เช่น เพราะใน ส่วนของเนื้อหาความหลากหลายทางชีวภาพสามารถนำมาจัดการทดลองในการจำแนกสิ่งมีชีวิตได้ ซึ่งจะทำให้ นักเรียนเข้าใจเรื่องที่เรียน ได้มากขึ้น 2.เลือกวิธีการสอนแบบบรรยาย เช่น เพราะว่าสามารถเกิดการอธิบายได้ โดยตรงจากครูผู้สอน เกิดการถาม-ตอบให้นักเรียนเข้าใจ เนื้อหาได้มากขึ้น เช่น ในเรื่อง ประชากร และใช้ในการ ทบทวนเนื้อหาที่ได้เรียนไป แล้วทั้งหมดได้อย่างรวดเร็ว 3. วิธีการสอนแบบสาธิต เช่น เพราะช่วยให้เกิดการเรียนรู้ได้ รวดเร็วมากขึ้นจากการศึกษา การกระทำของครูผู้สอน เช่น การสาธิตการจัดจำแนก สิ่งมีชีวิต 4.วิธีสอนแบบใช้เกม เช่น เพราะว่าการจัดการ เรียนรู้แบบใช้เกมจะทำให้เกิด การแข่งขัน และความ น่าสนใจ เช่น การแข่งขันตอบ คำถาม 5.วิธีสอนแบบ สถานการณ์จำลอง เช่น เพราะว่าจะเกิดการจำลอง สถานการณ์ที่สามารถกระทำ และตระหนักได้ด้วยตนเอง จากความรู้ที่ตนได้รับ เช่น</p>		<p>อย่างน้อย 2 แบบ พร้อมเหตุผลประกอบ ดังนี้ 1.เลือกวิธีการสอนแบบ ทดลอง เพราะในส่วนของเนื้อหาความหลากหลายทางชีวภาพสามารถนำมาจัดการทดลอง ในการจำแนกสิ่งมีชีวิตได้ ซึ่งจะทำให้ นักเรียนเข้าใจเรื่องที่เรียนได้มากขึ้น 2. เลือกวิธีการสอนแบบบรรยาย เพราะว่าสามารถอธิบายได้โดยตรงจากครูผู้สอน เกิดการถาม-ตอบให้นักเรียนเข้าใจเนื้อหา ได้มากขึ้น เช่น ในเรื่องประชากร และใช้ ในการทบทวนเนื้อหาที่ได้เรียนไปแล้ว ทั้งหมดได้อย่างรวดเร็ว 3.วิธีการสอนแบบ สาธิต เพราะช่วยให้เกิดการเรียนรู้ได้ รวดเร็วมากขึ้นจากการศึกษาการกระทำ ของครูผู้สอน เช่น การสาธิตการจัด จำแนกสิ่งมีชีวิต 4.วิธีสอนแบบใช้เกม เช่น การจัดการเรียนรู้แบบใช้เกมจะทำให้เกิด การแข่งขัน และความน่าสนใจ เช่น การ แข่งกันตอบคำถาม 5.วิธีสอนแบบ สถานการณ์จำลอง เช่น เพราะว่าจะเกิด การจำลองสถานการณ์ที่สามารถกระทำ และตระหนักได้ด้วยตนเองจากความรู้ที่ ตนได้รับ เช่น การทำสถานการณ์การ แพร่กระจายของประชากร</p>

ระดับ คะแนน	เกณฑ์การให้คะแนน ข้อที่ 3.1	ระดับ ความ พอใจ	ข้อเสนอแนะ
	การทำสถานการณ์การ แพร่กระจายของประชากร		
2 คะแนน	การปฏิบัติตนควรเตรียมตัว สอนทุกครั้งที่ทำการสอน ไม่ คิดว่านักเรียนเก่งแล้วจะสอน อย่างไรก็ได้ เลือกออกแบบ การเรียนรู้และเขียนแผนการ เรียนรู้ที่เหมาะสมต่อเนื้อหา และทบทวนเนื้อหาที่จะทำ การสอนทุกครั้ง และเลือกใช้ วิธีการสอนอย่างน้อย 1 แบบ พร้อมเหตุผลที่เหมาะสม ดัง ตัวอย่างที่เฉลยไว้ในส่วนของ 3 คะแนน	4.3	
1 คะแนน	การปฏิบัติตนควรเตรียมตัว สอนทุกครั้งที่ทำการสอน ไม่ คิดว่านักเรียนเก่งแล้วจะสอน อย่างไรก็ได้ โดยมีอย่างใด อย่างหนึ่ง -เลือกออกแบบการเรียนรู้ และเขียนแผนการเรียนรู้ที่ เหมาะสมต่อเนื้อหา -ทบทวนเนื้อหาที่จะทำการ สอนทุกครั้งหรือมีครบ แต่ไม่ แสดงการเลือกใช้วิธีสอน หรือ การเลือกใช้วิธีสอนแต่เหตุผล ประกอบที่ไม่เหมาะสม เช่น เลือกวิธีการสอนแบบบรรยาย เช่น เพราะสามารถทบทวน ได้อย่างรวดเร็ว ทำให้ห้องที่ เรียนได้อยู่แล้วเรียนรู้ได้ รวดเร็วและมากขึ้น	4.3	

ระดับ คะแนน	เกณฑ์การให้คะแนน ข้อที่ 3.1	ระดับ ความ พอใจ	ข้อเสนอแนะ
0 คะแนน	การปฏิบัติตนควรเตรียมตัวสอนทุกครั้งที่ทำการสอนไม่คิดว่านักเรียนเก่งแล้วจะสอนอย่างไรก็ได้ โดยไม่มีการแสดงการปฏิบัติอย่างใดอย่างหนึ่ง ดังที่เฉลยไว้ในส่วนของ 1 คะแนน และไม่แสดงการเลือกใช้วิธีสอน หรือ การเลือกใช้วิธีสอนแต่เหตุผลประกอบที่ไม่เหมาะสม เช่น เลือกวิธีการสอนแบบบรรยาย เช่น เพราะว่าสามารถทบทวนได้อย่างรวดเร็ว ทำให้ห้องที่เรียนติอยู่แล้วเรียนรู้ได้รวดเร็วและมากขึ้น หรือไม่ตอบคำถาม	4.3	

ระดับ คะแนน	เกณฑ์การให้คะแนน ข้อที่ 4.1	ระดับ ความ พอใจ	ข้อเสนอแนะ
2 คะแนน	เลือกวิธีการสอนแบบสาธิต เนื่องจากลดการใช้เสียงเป็นช่องทางในการสื่อสารลง และใช้สื่อให้เกิดความน่าสนใจมากขึ้น ช่วยให้นักเรียนสนใจสื่อประกอบการเรียนการสอน แทนการใช้เสียงตนเองทั้งหมด หรือ วิธีการสอนแบบทดลอง เนื่องจากลดการใช้เสียงเป็นช่องทางในการสื่อสารลง และใช้สื่อให้เกิดความน่าสนใจมากขึ้น ช่วยให้นักเรียนกระทำการศึกษาจาก	4.3	เลือกวิธีการสอนที่ลดการใช้เสียงลงให้มากที่สุด เช่น การสอนแบบบรรยายแต่เน้นไปที่การใช้วัตถุทัศนที่มีเสียงบรรยาย และให้บันทึกข้อความจากวัตถุทัศน โดยการหยุดวัตถุทัศนเป็นระยะๆ เพื่อให้ให้นักเรียนบันทึกข้อความที่สำคัญเป็นระยะๆ หรือ สอนโดยยึดหลักผู้เรียนเรียนรู้ได้ด้วยตนเอง โดยออกแบบใบงานกิจกรรม ที่ทำให้เกิดการเรียนรู้ด้วยตนเอง ซึ่งครูจะทำหน้า แนะนำ อำนวยความสะดวก กระตุ้น เสริมแรง หรือ วิธีการสอนแบบทดลอง เนื่องจากลดการใช้เสียงเป็นช่องทางในการสื่อสารลง และใช้สื่อให้

ระดับ คะแนน	เกณฑ์การให้คะแนน ข้อที่ 4.1	ระดับ ความ พอใจ	ข้อเสนอแนะ
	<p>สื่ออื่น เกิดการร่วมกันศึกษา ภายในกลุ่ม และร่วมกันสรุป ความรู้แทนการใช้เสียงของครู เป็นการสื่อสารทั้งหมด</p>		<p>เกิดความน่าสนใจมากขึ้น ช่วยให้นักเรียน กระทำการศึกษาจากสื่ออื่น เกิดการ ร่วมกันศึกษาภายในกลุ่ม และร่วมกันสรุป ความรู้แทนการใช้เสียงของครูเป็นการ สื่อสารทั้งหมด</p>
1 คะแนน	<p>วิธีการสอนการสอนอื่น เช่น วิธีสอนแบบการเล่น พร้อมเหตุผลประกอบที่ เหมาะสม เช่น การจัด กิจกรรมต่างๆ เช่น การตอบ ปัญหาชิงรางวัล จะช่วยลด ความน่าเบื่อของการสื่อสาร ด้วยเสียงเพียงอย่างเดียวได้ หรือวิธีการสอนแบบบรรยาย ที่ปรับการใช้เสียงโดยการใช้ เสียงสูง การสร้างบุคลิกที่ น่าสนใจ หรือ วิธีสอนแบบ สาธิต ที่มีเหตุผลใดเหตุผล หนึ่ง</p> <p>-เนื่องจากลดการใช้เสียงเป็น ช่องทางในการสื่อสารลง -ใช้สื่อให้เกิดความน่าสนใจ มากขึ้น ช่วยให้นักเรียนสนใจ สื่อประกอบการเรียนการสอน แทน การใช้เสียงตนเอง ทั้งหมด</p> <p>หรือวิธีสอนแบบทดลอง ที่มี เหตุผลใดเหตุผลหนึ่ง</p> <p>-เนื่องจากลดการใช้เสียงเป็น ช่องทางในการสื่อสารลง -และใช้สื่อให้เกิดความ น่าสนใจมากขึ้น ช่วยให้</p>	4.3	<p>วิธีการสอนอื่น เช่น เลือกวิธีการสอนแบบ สาธิต เนื่องจากลดการใช้เสียงเป็น ช่องทางในการสื่อสารลง และใช้สื่อให้เกิด ความน่าสนใจมากขึ้น ช่วยให้นักเรียน สนใจสื่อประกอบการเรียนการสอนแทน การใช้เสียงตนเองทั้งหมด หรือวิธีการ สอนแบบบรรยายที่ปรับการใช้เสียงโดย การใช้เสียงสูง การสร้างบุคลิกที่น่าสนใจ หรือ วิธีสอนแบบสาธิต ที่มีเหตุผลใด เหตุผลหนึ่ง</p> <p>-เนื่องจากลดการใช้เสียงเป็นช่องทางใน การสื่อสารลง -ใช้สื่อให้เกิดความน่าสนใจมากขึ้น ช่วยให้ นักเรียนสนใจสื่อประกอบการเรียนการ สอนแทนการใช้เสียงตนเองทั้งหมด หรือวิธีสอนแบบทดลอง ที่มีเหตุผลใด เหตุผลหนึ่ง</p> <p>-เนื่องจากลดการใช้เสียงเป็นช่องทางใน การสื่อสารลง -และใช้สื่อให้เกิดความน่าสนใจมากขึ้น ช่วยให้นักเรียนกระทำการศึกษาจากสื่อ อื่น เกิดการร่วมกันศึกษาภายในกลุ่ม และ ร่วมกันสรุปความรู้แทนการใช้เสียงของครู เป็นการสื่อสารทั้งหมด</p>

ระดับ คะแนน	เกณฑ์การให้คะแนน ข้อที่ 4.1	ระดับ ความ พอใจ	ข้อเสนอแนะ
	<p>นักเรียนกระทำการศึกษาจากสื่อ นั้น เกิดการร่วมกัน ศึกษาภายในกลุ่ม และร่วมกัน สรุปความรู้แทนการใช้เสียงของ ครูเป็นการสื่อสารทั้งหมด</p>		
0 คะแนน	<p>วิธีการสอนอื่น เช่น การสอน แบบบรรยาย ที่มีเหตุผล ประกอบไม่เหมาะสม เช่น การ เพิ่มแบบฝึกหัดท้ายคาบ เพื่อเพิ่ม การทบทวนให้นักเรียนเข้าใจใน เรื่องที่เรียนมากขึ้น หรือไม่ตอบ คำถาม</p>	4.7	

## ปรับเกณฑ์การตรวจให้คะแนนด้านความรู้เนื้อหา

การตรวจจากผู้เชี่ยวชาญเพิ่มเติม (รศ.ดร.กมลวรรณ ตังชนกานนท์, ผศ.ดร.พินดา วราสุนันท์) และปรับระดับของการให้คะแนนให้ชัดเจนมากขึ้น

แบบทดสอบ	เกณฑ์การให้คะแนน			
	3 คะแนน	2 คะแนน	1 คะแนน	0 คะแนน
ด้านความรู้ การสอน ข้อที่ 1.1	<p>นักศึกษาควรตอบโดย 1. ออกแบบกิจกรรมที่ให้นักเรียนศึกษาเรียนรู้เนื้อหาด้วยตนเอง ผ่านการอ่าน คิด วิเคราะห์ สรุปเนื้อหา พันธุศาสตร์ด้วยตนเองหรือศึกษาจากสื่อ IT (โยงสู่เทคโนโลยี มีกิจกรรมเรียนรู้ด้วยตนเองไปในกิจกรรม เช่น บันทึก สรุป ตอบคำถาม)</p> <p>2.มีการแบ่งกลุ่มเพราะนักเรียนสนใจกลุ่มหน้าห้องเท่านั้น อาจจะใช้กิจกรรม jigsaw ให้เรียนรู้แลกเปลี่ยน ในกลุ่มเพราะกิจกรรมการสอนที่เกิดขึ้นที่เน้น</p>	<p>เลือกวิธีการสอนแบบอื่น เช่น การสาธิต ซึ่งไม่เหมาะสมต่อการสอน แต่มีเหตุผลประกอบที่เกี่ยวข้องเนื้อหา ความน่าจะเป็นที่มีการจัดการสอนที่นักเรียนควรจะได้รับ เช่น ครูสาธิตการโยนเหรียญและให้นักเรียนช่วยกันตอบคำถาม เป็นต้น</p>	<p>เลือกวิธีการสอนแบบบรรยาย เพราะเนื้อหาจะเป็นเรื่อง ความน่าจะเป็น ที่ใช้ความสามารถด้านคณิตศาสตร์ที่ต้องการการอธิบายให้เข้าใจ มีการถาม-ตอบ ระหว่างครูและนักเรียน พร้อมด้วยแบบฝึกหัดที่ฝึกฝน</p> <p>ความสามารถด้านคณิตศาสตร์ของความน่าจะเป็นจากนั้นร่วมกันสรุปความรู้ที่ได้รับหรือเลือกสอนโดยวิธีสอนโดยการใช้เกม จะเป็นการจัดกิจกรรมที่สามารถสื่อถึงเนื้อหาของความน่าจะเป็น เช่น การเล่นเกมโยนเหรียญ พร้อมจัดบันทึกจากกิจกรรม และ</p>	<p>เลือกวิธีการสอนที่ไม่เหมาะสม เช่น การสาธิต และมีเหตุผลประกอบที่ไม่สมเหตุสมผลต่อการจัดการเรียนการสอน เช่น ครูสาธิตการโยนเหรียญและบอกว่าจะบอกรายละเอียดหรือไม่ตอบคำถาม</p>

แบบทดสอบ	เกณฑ์การให้คะแนน			
	3 คะแนน	2 คะแนน	1 คะแนน	0 คะแนน
ด้านความรู้ การสอน ข้อที่ 1.1	การเรียนรู้ด้วย ตนเอง มีการตรวจสอบ ช่วยเหลือ แลกเปลี่ยน ให้ เข้าใจ จะทำให้ นักเรียนเรียนรู้ได้ ร่วมกันทั้งห้อง		นำมาสู่การร่วมกัน สรุปสิ่งที่เกิดขึ้น จากการเล่นเกมว่า เกี่ยวกับความ น่าจะเป็นอย่างไร พร้อมด้วย แบบฝึกหัดที่ ฝึกฝน ความสามารถด้าน คณิตศาสตร์ของ ความน่าจะเป็น	



แบบทดสอบ	เกณฑ์การให้คะแนน		
	2 คะแนน	1 คะแนน	0 คะแนน
ด้านความรู้ การสอน ข้อที่ 4.1	<p>เลือกวิธีการสอนที่ลดการใช้เสียงลงให้มากที่สุด เช่น เลือกวิธีการสอนแบบสาธิต</p> <p>เนื่องจากลดการใช้เสียงเป็นช่องทางในการสื่อสารลง และใช้สื่อให้เกิดความน่าสนใจมากขึ้น ช่วยให้นักเรียนสนใจสื่อประกอบการเรียนการสอนแทนการใช้เสียงตนเองทั้งหมด หรือ สอนโดยยึดหลักผู้เรียนเรียนรู้ได้ด้วยตนเอง โดยออกแบบใบงาน กิจกรรม ที่ทำให้เกิดการเรียนรู้ด้วยตนเอง ซึ่งครูจะทำหน้าแนะนำ อำนวยความสะดวก กระตุ้น เสริมแรง หรือ วิธีการสอนแบบทดลอง</p> <p>เนื่องจากลดการใช้เสียงเป็นช่องทางในการสื่อสารลง และใช้สื่อให้เกิดความน่าสนใจมากขึ้น ช่วยให้นักเรียนกระทำการศึกษาจากสื่อ นั้น เกิดการร่วมกันศึกษาภายในกลุ่ม และร่วมกันสรุปความรู้แทนการใช้เสียงของครูเป็นการสื่อสารทั้งหมด</p>	<p>วิธีการสอนอื่น เช่น การสอนแบบบรรยายแต่เน้นไปที่การใช้ชีวิตที่คนที่มีเสียงบรรยายและให้บันทึกข้อความจากชีวิตที่คน โดยการหยุดชีวิตที่คนเป็นระยะเพื่อให้นักเรียนบันทึกข้อความที่สำคัญเป็นระยะๆ หรือวิธีการสอนแบบบรรยายที่ปรับการใช้เสียงโดยการใช้เสียงสูง การสร้างบุคลิกที่น่าสนใจ หรือ วิธีสอนแบบสาธิต ที่มีเหตุผลใดเหตุผลหนึ่ง</p> <p>-เนื่องจากลดการใช้เสียงเป็นช่องทางในการสื่อสารลง</p> <p>-ใช้สื่อให้เกิดความน่าสนใจมากขึ้น ช่วยให้นักเรียนสนใจสื่อประกอบการเรียนการสอนแทนการใช้เสียงตนเองทั้งหมด</p> <p>หรือวิธีสอนแบบทดลอง ที่มีเหตุผลใดเหตุผลหนึ่ง</p> <p>-เนื่องจากลดการใช้เสียงเป็นช่องทางในการสื่อสารลง</p> <p>-และใช้สื่อให้เกิดความน่าสนใจมากขึ้น ช่วยให้นักเรียนกระทำการศึกษาจากสื่อ นั้น เกิดการร่วมกันศึกษาภายในกลุ่ม และร่วมกันสรุปความรู้แทนการใช้เสียงของครูเป็นการสื่อสารทั้งหมด</p>	<p>วิธีการสอนอื่น เช่น การสอนแบบบรรยาย ที่มีเหตุผลประกอบไม่เหมาะสม เช่น การเพิ่มแบบฝึกหัดท้ายคาบ เพื่อเพิ่มการทบทวนให้นักเรียนเข้าใจในเรื่องที่เรียนมากขึ้น หรือไม่ตอบคำถาม</p>

ส่วนที่ 5 เกณฑ์การให้คะแนนสำหรับแบบทดสอบความรู้เทคโนโลยี

ระดับ คะแนน	เกณฑ์การให้คะแนน ข้อที่ 1.1	ระดับ ความ พอใจ	ข้อเสนอแนะ
3 คะแนน	สนใจเรียน เนื่องจากครูท่าน อื่นไม่ได้ใช้เลยทำให้สื่อนี้เป็น สื่อเทคโนโลยีที่ทันสมัย เป็น อุปกรณ์ที่ทุกคนน่าจะมี และ สามารถนำออกมาใช้ได้โดย ทันที และจะแสดง รายละเอียดได้ตามต้องการที่ เราจะทำได้ตามเงื่อนไขของ แอปพลิเคชัน ซึ่งจะช่วย ส่งเสริมความเข้าใจของ นักเรียนได้มากขึ้น	4.3	เกิดการเรียนรู้มากขึ้น บอกรายละเอียดที่ สนับสนุนการใช้สื่อเทคโนโลยี ให้สื่อนี้เป็น สื่อเทคโนโลยีที่ทันสมัย น่าสนใจ สามารถ ใช้ร่วมกับอุปกรณ์ที่ทุกคนอาจจะมี และ สามารถนำออกมาใช้ได้โดยทันที และจะ แสดงรายละเอียดได้ตามต้องการที่เราจะ ทำได้ตามเงื่อนไขของแอปพลิเคชัน ซึ่งจะ ช่วยส่งเสริมความเข้าใจของนักเรียน ได้มากขึ้น
2 คะแนน	สนใจเรียน เนื่องจากเป็น อุปกรณ์ที่ทุกคนมี และ สามารถนำออกมาใช้ได้โดย ทันที และจะแสดง รายละเอียดได้ตามต้องการที่ เราจะทำได้ตามเงื่อนไขของ แอปพลิเคชัน	4.7	เกิดการเรียนรู้มากขึ้น บอกเหตุการณ์การ สนับสนุนใช้เทคโนโลยีพอสังเขป เนื่องจากเป็นอุปกรณ์ที่ทุกคนมี และ สามารถนำออกมาใช้ได้โดยทันที และจะ แสดงรายละเอียดได้ตามต้องการที่เราจะ ทำได้ตามเงื่อนไขของแอปพลิเคชัน
1 คะแนน	สนใจเรียน หรือไม่สนใจเรียน พร้อมเหตุผลประกอบที่ เหมาะสมพอใช้ เช่น สนใจ เรียน เพราะว่า การใช้แ พลิเคชันสอนจะช่วยให้ นักเรียนสนุกกับการเรียน หรือ ไม่สนใจเรียน เพราะ แอปพลิเคชันอาจจะไม่ น่าสนใจพอที่จะทำให้ นักเรียน มาสนใจเรียนมากขึ้น	4.7	เกิดการเรียนรู้มากขึ้น หรือไม่เกิดการ เรียนรู้ บอกเหตุการณ์การสนับสนุนใช้ เทคโนโลยีอย่างไม่ละเอียด หรือแสดง ความไม่เห็นประโยชน์ของการใช้ เทคโนโลยี เช่น เกิดการเรียนรู้มากขึ้น เพราะว่า การใช้แอปพลิเคชันสอนจะช่วยให้ นักเรียนสนุกกับการเรียน หรือ หรือไม่ เกิดการเรียนรู้ เพราะ แอปพลิเคชัน อาจจะไม่น่าสนใจพอที่จะทำให้ นักเรียน มาเกิดการเรียนรู้มากขึ้น

ระดับ คะแนน	เกณฑ์การให้คะแนน ข้อที่ 1.1	ระดับ ความ พอใจ	ข้อเสนอแนะ
0 คะแนน	ไม่สนใจเรียน พร้อมเหตุผลที่ไม่เหมาะสม เช่น การจัดการเรียนรู้ที่แอปพลิเคชันมาใช้สอน ก็ไม่สามารถกระตุ้นให้นักเรียนที่ไม่เรียนนั้นสนใจเรียนมากขึ้นได้ หรือไม่ตอบคำถาม	5	ไม่เห็นด้วย และ ไม่แสดงเหตุผลประกอบหรือแสดงเหตุผลที่ไม่เหมาะสม เช่น การจัดการเรียนรู้ที่แอปพลิเคชันมาใช้สอน ก็ไม่สามารถกระตุ้นให้นักเรียนที่ไม่เรียนนั้นเกิดการเรียนรู้มากขึ้นได้ หรือไม่ตอบคำถาม

ระดับ คะแนน	เกณฑ์การให้คะแนน ข้อที่ 1.2	ระดับ ความ พอใจ	ข้อเสนอแนะ
2 คะแนน	ข้อดีเป็นสื่อเทคโนโลยีที่เข้าถึงได้ง่ายและน่าสนใจเพราะทันสมัย และมีเงื่อนไขการเล่นที่หลากหลายตามความต้องการของนักเรียน ข้อเสียเป็นสื่อเทคโนโลยีที่อาจจะไม่ได้มีทุกคน และบางครั้งต้องเสียเงินซื้อแอปพลิเคชันที่ต้องการนั้นมา	5	ข้อดีเป็นสื่อเทคโนโลยีที่เข้าถึงได้ง่ายน่าสนใจ ทันสมัย และมีเงื่อนไขการเล่นที่หลากหลายตามความต้องการของนักเรียน ข้อจำกัดเป็นสื่อเทคโนโลยีที่อาจจะไม่ได้มีทุกคน และบางครั้งต้อง มีค่าใช้จ่ายในการใช้แอปพลิเคชันที่ต้องการนั้นมา
1 คะแนน	ข้อดีตอบอย่างใดอย่างหนึ่ง -เป็นสื่อเทคโนโลยีที่เข้าถึงได้ง่ายและทันสมัย -มีเงื่อนไขการเล่นที่หลากหลายตามความต้องการของนักเรียน ข้อเสียตอบอย่างใดอย่างหนึ่ง -สื่อเทคโนโลยีที่อาจจะไม่ได้มีทุกคน -บางครั้งต้องเสียเงินซื้อแอปพลิเคชันที่ต้องการนั้นมา	5	ข้อดีตอบอย่างใดอย่างหนึ่ง -เป็นสื่อเทคโนโลยีที่เข้าถึงได้ง่ายและทันสมัย -มีเงื่อนไขการเล่นที่หลากหลายตามความต้องการของนักเรียน ข้อจำกัดตอบอย่างใดอย่างหนึ่ง -สื่อเทคโนโลยีที่อาจจะไม่ได้มีทุกคน -มีค่าใช้จ่ายในการใช้แอปพลิเคชันที่ต้องการนั้นมา

ระดับ คะแนน	เกณฑ์การให้คะแนน ข้อที่ 1.2	ระดับ ความ พอใจ	ข้อเสนอแนะ
0 คะแนน	ไม่สามารถบอกข้อดีและข้อเสียได้อย่างเหมาะสม เช่น ข้อดีคือส่งเสริมให้เกิดการใช้สมาร์ทโฟนกับการเรียน ข้อเสียคือนักเรียนที่ไม่มีทุนมากพอก็จะไม่สามารถมีไว้ใช้ได้ หรือไม่ตอบคำถาม	5	ไม่สามารถบอกข้อดีและข้อจำกัดได้อย่างเหมาะสม เช่น ข้อดีคือส่งเสริมให้เกิดการใช้สมาร์ทโฟนกับการเรียน ข้อจำกัดคือนักเรียนที่ไม่มีทุนมากพอก็จะไม่สามารถมีไว้ใช้ได้ หรือไม่ตอบคำถาม

ระดับ คะแนน	เกณฑ์การให้คะแนน ข้อที่ 2.1	ระดับ ความ พอใจ	ข้อเสนอแนะ
3 คะแนน	นักเรียนรู้จักศึกษาค้นคว้าด้วยอินเทอร์เน็ตในวิชาชีววิทยา สามารถนำมาขยายผลในเชิงการค้นคว้าด้วยอินเทอร์เน็ตด้วยภาระงานอื่นๆ ส่งเสริมให้มีการสนใจเรียนมากขึ้น ถึงแม้จะไม่ได้เรียนในห้องก็สามารถเข้าไปทำการศึกษผ่านบล็อกได้ และติดตามแบบฝึกหัด หรือการทดสอบ หรือการจำลองการทดลองได้	4	นักเรียนรู้จักศึกษาการใช้อินเทอร์เน็ตในวิชาชีววิทยา สามารถนำมาขยายผลในเชิงการค้นคว้าด้วยอินเทอร์เน็ตด้วยภาระงานอื่นๆ การสร้างแหล่งเรียนรู้ให้ผู้เรียน เพื่อส่งเสริมให้สนใจเรียนมากขึ้น รู้จักพัฒนาตนเองตลอดเวลา และติดตามแบบฝึกหัด หรือการทดสอบ หรือการจำลองการทดลองได้
2 คะแนน	นักเรียนรู้จักศึกษาค้นคว้าด้วยอินเทอร์เน็ตในวิชาชีววิทยา ตอบสอดคล้องกับสองตัวอย่าง -สามารถนำมาขยายผลในเชิงการค้นคว้าด้วยอินเทอร์เน็ตด้วยภาระงานอื่นๆ -ส่งเสริมให้มีการสนใจเรียนมากขึ้น ถึงแม้จะไม่ได้เรียนใน	4	นักเรียนรู้จักศึกษาการใช้อินเทอร์เน็ตในวิชาชีววิทยา ตอบสอดคล้องกับสองตัวอย่าง -สามารถนำมาขยายผลในเชิงการค้นคว้าด้วยอินเทอร์เน็ตด้วยภาระงานอื่นๆ -การสร้างแหล่งเรียนรู้ให้ผู้เรียน เพื่อส่งเสริมให้สนใจเรียนมากขึ้น รู้จักพัฒนาตนเองตลอดเวลา

ระดับ คะแนน	เกณฑ์การให้คะแนน ข้อที่ 2.1	ระดับ ความ พอใจ	ข้อเสนอแนะ
	ห้องก็สามารถเข้าไป ทำการศึกษผ่านบล็อกได้ -ทำการศึกษผ่านบล็อกได้ และติดตามแบบฝึกหัด หรือ การทดสอบ หรือการจำลอง การทดลองได้		-ติดตามแบบฝึกหัด หรือการทดสอบ หรือ การจำลองการทดลองผ่านทางการใช้ อินเทอร์เน็ตได้
1 คะแนน	นักเรียนรู้จักศึกษาค้นคว้าด้วย อินเทอร์เน็ตในวิชาชีววิทยา ตอบสนองคล้อยกับตัวอย่างใด ตัวอย่างหนึ่ง -สามารถนำมาขยายผลในเชิง การค้นคว้าด้วยอินเทอร์เน็ต ด้วยภาระงานอื่นๆ -ส่งเสริมให้มีการสนใจเรียน มากขึ้น ถึงแม้จะไม่ได้เรียนใน ห้องก็สามารถเข้าไป ทำการศึกษผ่านบล็อกได้ -ทำการศึกษผ่านบล็อกได้ และติดตามแบบฝึกหัด หรือ การทดสอบ หรือการจำลอง การทดลองได้	4	นักเรียนรู้จักศึกษาการใช้อินเทอร์เน็ตใน วิชาชีววิทยา ตอบสอดคล้องกับตัวอย่าง ใดตัวอย่างหนึ่ง -สามารถนำมาขยายผลในเชิงการค้นคว้า ด้วยอินเทอร์เน็ตด้วยภาระงานอื่นๆ -การสร้างแหล่งเรียนรู้ให้ผู้เรียน เพื่อ ส่งเสริมให้สนใจเรียนมากขึ้น รู้จักพัฒนา ตนเองตลอดเวลา -ติดตามแบบฝึกหัด หรือการทดสอบ หรือ การจำลองการทดลองผ่านทางการใช้ อินเทอร์เน็ตได้
0 คะแนน	นักเรียนรู้จักศึกษาค้นคว้าด้วย อินเทอร์เน็ตในวิชาชีววิทยา และตอบไม่สอดคล้องกับ ตัวอย่างใดตัวอย่างหนึ่งเลย -สามารถนำมาขยายผลในเชิง การค้นคว้าด้วยอินเทอร์เน็ต ด้วยภาระงานอื่นๆ -ส่งเสริมให้มีการสนใจเรียน มากขึ้น ถึงแม้จะไม่ได้เรียนใน ห้องก็สามารถเข้าไป ทำการศึกษผ่านบล็อกได้	4	เขียนอธิบายไม่สอดคล้องกับตัวอย่างใด ตัวอย่างหนึ่ง -สามารถนำมาขยายผลในเชิงการค้นคว้า ด้วยอินเทอร์เน็ตด้วยภาระงานอื่นๆ -การสร้างแหล่งเรียนรู้ให้ผู้เรียน เพื่อ ส่งเสริมให้สนใจเรียนมากขึ้น รู้จักพัฒนา ตนเองตลอดเวลา -ติดตามแบบฝึกหัด หรือการทดสอบ หรือ การจำลองการทดลองผ่านทางการใช้ อินเทอร์เน็ตได้

ระดับ คะแนน	เกณฑ์การให้คะแนน ข้อที่ 2.1	ระดับ ความ พอใจ	ข้อเสนอแนะ
	-ทำการศึกษาผ่านบล็อกได้ และติดตามแบบฝึกหัด หรือ การทดสอบ หรือการจำลอง การทดลองได้ หรือไม่ตอบคำถาม		

ระดับ คะแนน	เกณฑ์การให้คะแนน ข้อที่ 2.2	ระดับ ความ พอใจ	ข้อเสนอแนะ
2 คะแนน	ข้อดีเป็นสื่อเทคโนโลยีที่ใช้กัน ได้ทั่วไป ทำให้นักเรียนสนใจ ใช้อินเทอร์เน็ตเพื่อการศึกษา และจำเป็นอย่างมากต่อการ ทำงานในอนาคต ข้อเสียเป็น สื่อเทคโนโลยีที่อาจจะไม่ได้มี ทุกคน และไม่จำเป็นต้อง สั่งงานให้ทำทางอินเทอร์เน็ต เพราะสามารถแจก แบบฝึกหัดหรือมีการสอนใน ห้องอยู่แล้วหรือการจัดการ ทดลองในห้องเรียนอยู่แล้ว	4.7	ข้อดีเป็นสื่อเทคโนโลยีที่ใช้กันได้ทั่วไป ทำ ให้นักเรียนสนใจใช้อินเทอร์เน็ตเพื่อ การศึกษา ได้ทุกที่ทุกเวลา ส่งเสริมทักษะ ICT ให้กับนักเรียน ข้อจำกัดเป็นสื่อ เทคโนโลยีที่อาจจะไม่ได้มีทุกคน และมี วิธีการสอนอื่นๆที่สะดวกกว่า ไม่ จำเป็นต้องให้ทำงานผ่านอินเทอร์เน็ต เพราะมีแบบฝึกหัดหรือมีการสอนในห้อง อยู่แล้ว
1 คะแนน	ข้อดีตอบอย่างใดอย่างหนึ่ง -เป็นสื่อเทคโนโลยีที่ใช้กันได้ ทั่วไป -ทำให้นักเรียนสนใจใช้ อินเทอร์เน็ตเพื่อการศึกษา และจำเป็นอย่างมากต่อการ ทำงานในอนาคต ข้อเสียตอบอย่างใดอย่างหนึ่ง -เป็นสื่อเทคโนโลยีที่อาจจะ ไม่ได้มีทุกคน	4.7	ข้อดีตอบอย่างใดอย่างหนึ่ง -เป็นสื่อเทคโนโลยีที่ใช้กันได้ทั่วไป ทำให้ นักเรียนสนใจใช้อินเทอร์เน็ตเพื่อ การศึกษา ได้ทุกที่ทุกเวลา -ส่งเสริมทักษะ ICT ให้กับนักเรียน ข้อจำกัดตอบอย่างใดอย่างหนึ่ง -เป็นสื่อเทคโนโลยีที่อาจจะไม่ได้มีทุกคน -มีวิธีการสอนอื่นๆที่สะดวกกว่า ไม่ จำเป็นต้องให้ทำงานผ่านอินเทอร์เน็ต เพราะมีแบบฝึกหัดหรือมีการสอนในห้อง อยู่แล้ว

ระดับ คะแนน	เกณฑ์การให้คะแนน ข้อที่ 2.2	ระดับ ความ พอใจ	ข้อเสนอแนะ
	-ไม่จำเป็นต้องส่งงานให้ ทำทางอินเทอร์เน็ตเพราะ สามารถแจกแบบฝึกหัดหรือมี การสอนในห้องอยู่แล้วหรือ การจัดการทดลองใน ห้องเรียนอยู่แล้ว		
0 คะแนน	ไม่สามารถบอกข้อดีและ ข้อเสียตามตัวอย่างได้ ข้อดี -เป็นสื่อเทคโนโลยีที่ใช้กันได้ ทั่วไป -ทำให้นักเรียนสนใจใช้ อินเทอร์เน็ตเพื่อการศึกษา และจำเป็นอย่างมากต่อการ ทำงานในอนาคต	4.7	ไม่สามารถบอกข้อดีและข้อจำกัดตาม ตัวอย่างได้ ข้อดี -เป็นสื่อเทคโนโลยีที่ใช้กันได้ทั่วไป ทำใ้ นักเรียนสนใจใช้อินเทอร์เน็ตเพื่อ การศึกษา ได้ทุกที่ทุกเวลา -ส่งเสริมทักษะ ICT ให้กับนักเรียน ข้อจำกัด -เป็นสื่อเทคโนโลยีที่อาจจะไม่ได้มีทุกคน มีวิธีการสอนอื่นๆที่สะดวกกว่า ไม่ จำเป็นต้องให้ทำงานผ่านอินเทอร์เน็ต เพราะมีแบบฝึกหัดหรือมีการสอนในห้อง อยู่แล้ว

ระดับ คะแนน	เกณฑ์การให้คะแนน ข้อที่ 3.1	ระดับ ความ พอใจ	ข้อเสนอแนะ
3 คะแนน	การจัดเตรียมอุปกรณ์การ ทดลองต้องมีการเช็คอุปกรณ์ การทดลอง และทดลอง ปฏิบัติก่อน เพิ่มเอกสาร ประกอบการทดลองเพื่อให้ นักเรียนติดตามการทดลองได้ และต้องคอยกำกับการ ทดลองให้สามารถทำการ ทดลองได้อย่างมี ประสิทธิภาพได้ทุกคน	5	

ระดับ คะแนน	เกณฑ์การให้คะแนน ข้อที่ 3.1	ระดับ ความ พอใจ	ข้อเสนอแนะ
2	<p>การจัดเตรียมอุปกรณ์การทดลอง และตอบให้สอดคล้องกับสองตัวอย่าง</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>-การใช้คู่มืออุปกรณ์การทดลอง และทดลองปฏิบัติก่อน</li> <li>-เพิ่มเอกสารประกอบการทดลองเพื่อให้นักเรียนติดตามการทดลองได้</li> <li>-ต้องคอยกำกับกับการทดลองให้สามารถทำการทดลองได้อย่างมีประสิทธิภาพได้ทุกคน</li> </ul>	5	
1	<p>การจัดเตรียมอุปกรณ์การทดลอง และตอบให้สอดคล้องกับตัวอย่างใดตัวอย่างหนึ่ง</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>-การใช้คู่มืออุปกรณ์การทดลอง และทดลองปฏิบัติก่อน</li> <li>-เพิ่มเอกสารประกอบการทดลองเพื่อให้นักเรียนติดตามการทดลองได้</li> <li>-ต้องคอยกำกับกับการทดลองให้สามารถทำการทดลองได้อย่างมีประสิทธิภาพได้ทุกคน</li> </ul>	5	



ระดับ คะแนน	เกณฑ์การให้คะแนน ข้อที่ 3.1	ระดับ ความ พอใจ	ข้อเสนอแนะ
0 คะแนน	<p>การจัดเตรียมอุปกรณ์การทดลอง และตอบไม่สอดคล้องกับตัวอย่างใด</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>-การใช้คู่มืออุปกรณ์การทดลอง และทดลองปฏิบัติก่อน</li> <li>-เพิ่มเอกสารประกอบการทดลองเพื่อให้นักเรียนติดตามการทดลองได้</li> <li>-ต้องคอยกำกับกับการทดลองให้สามารถทำการทดลองได้อย่างมีประสิทธิภาพได้ทุกคน หรือไม่ตอบคำถาม</li> </ul>	5	

ระดับ คะแนน	เกณฑ์การให้คะแนน ข้อที่ 4.1	ระดับ ความ พอใจ	ข้อเสนอแนะ
2 คะแนน	<p>ไม่เหมาะสม เพราะว่าการสร้างสื่อวีดิทัศน์ขึ้นมาใช้เองเพื่อให้เหมาะสมกับตนเองนั้นอาจจะเป็นการเรียนรู้ที่มีคุณภาพหรือไม่มีคุณภาพก็ได้ แต่สื่อที่ครูพี่เลี้ยงแนะนำนั้นได้ผ่านการนำมาแล้วทำให้ น่าจะเป็นสื่อการเรียนรู้ที่เหมาะสมกับการจัดการเรียนรู้อยู่แล้ว</p>	4.7	
1 คะแนน	<p>ไม่เหมาะสม เพราะสื่อวีดิทัศน์ที่สร้างขึ้นมาน่าจะไม่เหมาะสมต่อการจัดการเรียนรู้ หรือเหมาะสม เพราะเป็นการสร้างสื่อวีดิทัศน์ด้วยตนเองซึ่งเป็นการฝึกประสบการณ์การสร้างและใช้สื่อทำให้สามารถ</p>	4.7	

ระดับ คะแนน	เกณฑ์การให้คะแนน ข้อที่ 4.1	ระดับ ความ พอใจ	ข้อเสนอแนะ
	นำไปพัฒนาได้อีกในอนาคต หรือ เหมาะสม เพราะ การสร้างสื่อวีดิ ทัศน์ด้วยตนเองจะทำให้นำมาใช้ สอนได้อย่างเหมาะสมต่อตนเอง		
0 คะแนน	ไม่เหมาะสม พร้อมด้วยเหตุผลที่ ไม่เหมาะสม เช่น สื่อวีดิทัศน์ที่ สร้างขึ้นไม่สามารถนำมาใช้ใน การจัดการเรียนการสอนได้ จึง ไม่ควรนำมาใช้เลย หรือ เหมาะสม พร้อมด้วยเหตุผลที่ไม่ เหมาะสม เช่น การจัดการเรียน การสอนด้วยสื่อวีดิทัศน์ของ ตนเองจะสามารถทำให้นักเรียน เข้าใจได้มากกว่าสื่อวีดิทัศน์ที่ ตนเองไม่ถนัด	4.7	

ภาคผนวก ค.  
เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย



จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย  
CHULALONGKORN UNIVERSITY

แบบทดสอบความพร้อมของนิสิตนักศึกษาครูวิชาเอกชีววิทยาตามกรอบแนวคิดที่แพค  
ชื่อ..... มหาวิทยาลัย .....เกรตเฉลีย์.....

---

**คำชี้แจง**

1. แบบทดสอบนี้แบ่งออกเป็น 3 ส่วน ได้แก่ ความรู้ด้านเนื้อหา ความรู้ด้านการสอน ความรู้ด้านเทคโนโลยี

ส่วนที่ 1. ข้อสอบความรู้ด้านเนื้อหา เป็นข้อสอบปรนัยจำนวน 118 ข้อ โดยประกอบไปด้วย  
เนื้อหาวิชาชีววิทยาทั้งหมด 8 บทเรียน

ส่วนที่ 3. ข้อสอบความรู้ด้านการสอน เป็นข้อสอบอัตนัยพร้อมบรรทัดว่างให้ตอบคำถาม  
จำนวน 4 ข้อ โดยให้แก้ไขตามสถานการณ์

ส่วนที่ 4. ข้อสอบความรู้ด้านเทคโนโลยี เป็นข้อสอบอัตนัยพร้อมบรรทัดว่างให้ตอบคำถาม  
จำนวน 4 ข้อ โดยให้แก้ไขตามสถานการณ์

2. ใช้เวลาในการทดสอบ 180 นาที

3. แบบทดสอบนี้ประกอบไปด้วยกระดาษคำตอบซึ่งเป็นกระดาษคำตอบปรนัย ในส่วนที่ 2

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย  
CHULALONGKORN UNIVERSITY

\*\*\*\*\* ผู้ทดสอบกรุณาเลือกคำตอบในส่วนที่ 1 นำมาตอบลงในกระดาษคำตอบในส่วนที่ 2  
และเติมคำตอบลงในบรรทัดว่างในส่วนที่ 3 และ 4 \*\*\*\*\*

ส่วนที่ 1 ให้นำคำตอบที่ถูกต้อง ไปทำเครื่องหมาย X ลงในกระดาษ

1.บุคคลใด ทราบถึงความจำเป็นของ ระบบย่อยอาหารเพื่อนำสารอาหารเข้าสู่

กระบวนการหายใจระดับเซลล์

- 1) นกขบถทานอาหารที่มีรสชาติอร่อย
- 2) วีสทานอาหารแต่พวกผัก ผลไม้ เพื่อ

สุขภาพ

3) ปรีดาทานอาหารทุกครั้งเมื่อเขารู้สึกปวดท้อง

4) ญาติทานอาหารเพราะต้องการพลังงานในการทำงาน

2.โครงสร้างใดเป็นโครงสร้างที่สำคัญในการย่อยอาหารของฟองน้ำ

- 1) ร่องปาก 2) โคเอโนไซต์
- 3) เทนทาเคิล 4) คอหอย

3.โครงสร้างใดของทางเดินอาหารของวัวที่ทำหน้าที่เหมือนกับ กระเพาะอาหาร

- 1) รูเมน 2) เรติคิวลัม
- 3) โอมาซัม 4) อะโบมาซัม

4.หลอดอาหาร กระเพาะอาหาร ลำไส้เล็ก มีความแตกต่างกันอย่างไรบ้าง

- a.สภาพความเป็นกรด-เบส
- b.การบีบตัวของกล้ามเนื้อระบบทางเดิน

อาหาร

c.ชนิดของเอนไซม์

- 1) a. b. 2) a. c.
- 3) b. c. 4) a. b. c.

5.ทางเดินอาหารส่วนใดที่ทำให้ขนาดโมเลกุลของอาหารไม่มีการเปลี่ยนแปลง

- 1) กระเพาะอาหาร
- 2) หลอดอาหาร
- 3) ลำไส้เล็ก
- 4) ปาก

6.สภาพความเป็นกรดในกระเพาะอาหาร มีความสำคัญอย่างไร

- 1) การทำงานของเอนไซม์

2) ป้องกันการเกิดแผลที่กระเพาะอาหาร

3) เพิ่มประสิทธิภาพการขยายขนาดของกระเพาะอาหาร

4) ช่วยปรับสภาพความเป็นเบสของอาหารที่มาจากหลอดอาหาร

7.สารใดที่ทำให้เกิดการเปลี่ยนแปลงโมเลกุลขนาดใหญ่ไปเป็นขนาดเล็ก

- 1) น้ำดี
- 2) trypsinogen
- 3) pepsinogen
- 4) chymotrypsinogen

8.ข้อใดถูกต้องเกี่ยวกับ การทำงานของเอนไซม์ในระบบย่อยอาหาร

- 1) amylase พบเฉพาะในปากเพื่อย่อยแป้ง
- 2) maltase ย่อย มอลโทส ในสภาพที่เป็น

กรด

3) lipase ย่อยไขมันจนได้โมเลกุลขนาดเล็กคือ กรดไขมัน

4) rennin ย่อยโปรตีนในน้ำนม และพบบริเวณกระเพาะอาหาร

9.เมื่อกลิ่นอาหาร มีการทำงานที่ไม่ถูกต้องอย่างไร

- 1) ฝาปิดกล่องเสียงกระดกลงมาปิด
- 2) เพดานอ่อนถูกดันขึ้น
- 3) กล่องเสียงลดต่ำลง
- 4) หลอดลมถูกปิด

10.สารใดเกิดการดูดซึมอาหารได้เร็วที่สุดในกระเพาะอาหาร

- 1) กรดอะมิโน จากโปรตีน 2) กรดไขมัน
- 3) แอลกอฮอล์ 4) น้ำตาลกลูโคส

11. ข้อใดเป็นความแตกต่างกันของกระบวนการการหายใจระดับเซลล์ ทั้ง 3 ขั้นตอน

- a. บริเวณที่เกิดกระบวนการ
- b. จำนวนพลังงานที่ผลิตออกมา
- c. สารตั้งต้นที่ใช้ในกระบวนการ

- 1) a. b.            2) a. c.
- 3) b. c.            4) a. b. c.

12. สารอาหารใด เข้าสู่กระบวนการหายใจระดับเซลล์ได้หลายช่องทาง

- 1) กรดอะมิโน 2) กรดไขมัน
- 3) กลีเซอรอล 4) กลูโคส

13. การถ่ายเทอิเล็กตรอน พบว่ามี NADH 2 โมเลกุล และ FADH<sub>2</sub> 1 โมเลกุล จะสร้าง ATP ได้กี่โมเลกุล

- 1) 6 โมเลกุล    2) 7 โมเลกุล
- 3) 8 โมเลกุล    4) 9 โมเลกุล

14. สารใดใน Krebs cycle ที่จะนำมารวมตัวกับสารตั้งต้น

- 1) oxaloacetate
- 2) acetyl CoA
- 3) succinate
- 4) citrate

15. อาการออกกำลังกายตอนเย็นอย่างหนัก ทำให้เกิดอาการปวดตามกล้ามเนื้อในวันถัดมา อาการที่ อากาศเป็นนี้ เกิดมาจากอะไร

- 1) การสะสมของ ethanol
- 2) การสะสมของ lactic acid
- 3) การสะสมของ citric acid
- 4) การทำงานของ Krebs cycle ที่

ผิดพลาด

16. การสืบพันธุ์แบบใดเป็นการสืบพันธุ์แบบอาศัยเพศ

- 1) การแตกหน่อ (budding)
- 2) คอนจูเกชัน (conjugation)

3) การแบ่งตัวออกเป็นสอง (binary fission)

4) พาร์ธีโนเจเนซิส (parthenogenesis)

17. บุคคลใด เข้าใจการเกิดการปฏิสนธิได้ถูกต้อง

- 1) นภา บอกว่าเป็นการให้กำเนิดสิ่งมีชีวิต
- 2) อารี บอกว่าเป็นการเพิ่มความหลากหลายของสิ่งมีชีวิต
- 3) คณา บอกว่าเป็นการรวมตัวกันของ

นิวเคลียสของเซลล์ร่างกาย

4) ญาณี บอกว่าเป็นการรวมตัวกันของ

นิวเคลียสของเซลล์สืบพันธุ์

18. ระบบสืบพันธุ์เพศชายส่วนใดที่ทำหน้าที่ในการหลั่งของเหลวที่มีสภาพเป็นเบส

- 1) Cowper's gland
- 2) prostate gland
- 3) vas deferens
- 4) epididymis

19. ข้อใดคือความแตกต่างในการสร้างเซลล์สืบพันธุ์ของเพศชายและเพศหญิง

- a. ระยะเวลาในการแบ่งเซลล์แบบไมโอซิส
- b. จำนวนของเซลล์สืบพันธุ์ที่ถูกสร้างขึ้น
- c. การแบ่งเซลล์แบบไมโทซิส

1) a. b.            2) a. c.

3) b. c.            4) a. b. c.

20. ข้อใดไม่ถูกต้องเกี่ยวกับ ระบบสืบพันธุ์เพศหญิง

1) FSH กระตุ้นให้เข้าสู่ระยะ secondary oocyte

2) LH กระตุ้นให้เข้าสู่ระยะ secondary oocyte

3) หลังการตกไข่ Follicle จะกลายเป็น corpus luteum

4) corpus luteum จำเป็นต่อการฝังตัวของเอ็มบริโอระยะแรก

21. ข้อใดไม่ถูกต้องเกี่ยวกับ การตั้งครรภ์

- 1) อสุจิจะเข้าผสมกับไข่บริเวณปีกมดลูก
- 2) เอ็มบริโอจะมาฝังตัวที่ endometrium
- 3) รก สามารถสร้างฮอร์โมนเพื่อใช้ในการเจริญเติบโตของทารก
- 4) เมื่อเอ็มบริโอฝังตัวแล้ว corpus luteum จะสลายไป

22. วิธีใดในการรักษาภาวะมีบุตรยากที่จะนำอสุจิเข้าไปในไซโทพลาสซึมของเซลล์ไข่

- 1) เด็กหลอดแก้ว (IVF)
- 2) อี๊กซี่ (ICSI)
- 3) ซีฟ (ZIFT)
- 4) กิฟท์ (GIFT)

23. ข้อใดเป็นฮอร์โมนสำคัญที่ทำให้เกิดการตกไข่

- 1) FSH
- 2) LH
- 3) estrogen
- 4) progesterone

24. เซลล์ที่เกิดการแบ่งเซลล์เพิ่มขึ้นเป็นจำนวนมากๆ แสดงว่าอยู่ในขั้นตอนใดของการเจริญเติบโต

- 1) growth
- 2) cell division
- 3) morphogenesis
- 4) cell differentiation

25. ในการเจริญเติบโตระยะที่เกิดเนื้อเยื่อ 3 ชั้น เรียกว่าระยะใด

- 1) cleavage
- 2) fertilization
- 3) gastrulation
- 4) organogenesis

26. ข้อใดเป็นความแตกต่างของการเจริญเติบโตของไก่และกบ

- a. การเจริญเติบโตในระยะหลังเอ็มบริโอ
- b. ปริมาณไข่แดง
- c. การสร้างถุงน้ำคร่ำ

- 1) a. b.
- 2) a. c.
- 3) b. c.
- 4) a. b. c.

27. ข้อใดถูกต้องเกี่ยวกับ การเจริญเติบโตของคน

- 1) เอ็มบริโอจะสร้างรกภายใน 6 วัน หลังจากที่เกิดการฝังตัวที่เยื่อบุผนังมดลูก
- 2) หลังการปฏิสนธิจะเข้าสู่ระยะ คลีเวจ
- 3) เอ็มบริโอจะฝังตัวที่เยื่อบุผนังมดลูกภายใน 5 วัน หลังจากที่เกิดการปฏิสนธิที่ปีกมดลูก
- 4) ภูน้ำคร่ำทำหน้าที่แลกเปลี่ยนสารอาหารระหว่างแม่และทารก

28. ระยะใดของทารกที่สามารถตรวจสอบและบอกเพศได้

- 1) 4 สัปดาห์
- 2) 6 สัปดาห์
- 3) 8 สัปดาห์
- 4) 16 สัปดาห์

29. ถ้าจะพัฒนาสมองของทารกให้มี

ประสิทธิภาพโดยการรับประทานอาหารที่มีประโยชน์ ควรรับประทานอาหารในช่วงอายุเท่าใด

- 1) แรกเกิดถึง 3 ปี
- 2) 5 ปี
- 3) 13 ปี
- 4) 18 ปี

30. เพราะเหตุใดผู้หญิงจึงไม่ควรมีลูกหลังอายุ 40 ปี

- 1) ไม่มีไข่เพราะสลายหมดแล้ว
- 2) เอ็มบริโอจะเกิดการฝังตัวได้ยาก
- 3) ฮอร์โมนที่ใช้ตั้งครรภ์จะมีไม่เพียงพอ
- 4) ไข่มีอายุมากแล้วอาจจะทำให้ลูกไม่สมบูรณ์

31. สิ่งมีชีวิตใดต่อไปนี้ที่ระบบประสาทยังไม่มี การพัฒนาไปเป็นสมอง

- a. ไฮดรา (Hydra)
- b. พลาเนเรีย (Planaria)
- c. แมลง (Insect)
- d. พารามีเซียม (Paramecium)

- 1) a. b.
- 2) a. b. d.
- 3) a. d.
- 4) a. b. c. d.

32. สิ่งสำคัญที่สุดที่ทำให้สิ่งมีชีวิตเริ่มมีการตอบสนองคืออะไร

- 1) สิ่งเร้า
- 2) หน่วยปฏิบัติงาน
- 3) หน่วยรับความรู้สึก
- 4) หน่วยแปลความรู้สึก

33. การเกิด nerve impulse เกิดขึ้นเมื่อใด

- 1) เมื่อเกิด depolarization
- 2) เมื่อเกิด repolarization
- 3) เมื่อเข้าสู่ระยะ resting potential
- 4) เมื่อเข้าสู่ระยะ threshold potential

34. ข้อใดคือความแตกต่างของ synapse ในสัตว์ชั้นสูงและสัตว์ชั้นต่ำ

- a. ระยะห่างระหว่างปลาย axon และ dendrite ของเซลล์แต่ละเซลล์
- b. สารสื่อประสาท (Neurotransmitter)
- c. เวสิเคิล (Vesicle)
- d. กระแสประสาท (Nerve impulse)

- 1) a. c. d.    2) a. b. c.
- 3) a. b. d.    4) a. b. c. d.

35. ข้อใดคือหลักการสำคัญของการเกิด nerve impulse

- 1) เมื่อเกิดการกระตุ้นด้วยสิ่งเร้า
- 2) เนื่องจากเกิดการเปลี่ยนแปลงของโซเดียม และ โพแทสเซียม
- 3) การเกิดความแตกต่างของความต่างศักย์เยื่อหุ้มเซลล์ประสาท
- 4) เมื่อเกิดการกระตุ้นด้วยสิ่งเร้าและเกิดการเปิด-ปิด ช่อง โซเดียม และ โพแทสเซียมที่ต่างต่างกัน

36. ข้อใดไม่ถูกต้องเกี่ยวกับ เหตุผลที่ทำให้กระแสประสาทมีทิศทางไปข้างหน้าเพียงอย่างเดียว

1) การเดินทางของกระแสประสาทจากปลาย axon ไปสู่ dendrite ของเซลล์แต่ละเซลล์

2) การมี สารสื่อประสาท (Neurotransmitter) เพื่อเชื่อมกระแสประสาท

3) การมีช่องโซเดียมที่อยู่ที่ระหว่างเซลล์ประสาทก่อนโซเดียมและเซลล์ประสาทหลังโซเดียม

4) การเดินทางของกระแสประสาทผ่าน myelin sheath

37. เพราะเหตุใด จึงเกิดการส่งกระแสประสาทบนเซลล์ประสาทแบบ saltatory conduction

1) มี myelin sheath และ มี node of ranvier

2) มี myelin sheath และ ไม่มี node of ranvier

3) ไม่มี myelin sheath และ ไม่มี node of ranvier

4) ไม่มี myelin sheath และ มี node of ranvier

38. มารี รู้สึกว่าตนเองเกิดความรักที่บริสุทธิ์กับ มิยาชิ อยากทราบว่า สมองส่วนใดของมารีที่ทำงานมากที่สุด

- 1) Cerebrum
- 2) Cerebellum
- 3) Olfactory bulb
- 4) Medulla oblongata

39. ตำรวจฝึกให้สุนัขตรวจหาสารเสพติด แทนการที่ตำรวจต้องหาเอง เนื่องจากเหตุผลข้อใด

- 1) Medulla oblongata เจริญดี
- 2) Olfactory bulb เจริญดี
- 3) Cerebrum เจริญดี
- 4) Optic lobe เจริญดี



40. ข้อใดคือความแตกต่างระหว่างเส้นประสาทสมอง กับเส้นประสาทไขสันหลัง

- จำนวนของเส้นประสาทที่พบ
- การส่งการต่ออวัยวะของเส้นประสาท
- การส่งกระแสประสาทของเส้นประสาท

- 1) a. c.      2) b. c.
- 3) a. b.      4) a. b. c.

41. การเกิด reflex action เนื่องจากการใช้ค้อนยางตีหัวเข่า แล้วขาจะกระตุกนั้น เกิดวงจรกระแสประสาทอย่างไร

- 1) sensory neuron ไป brain
- 2) sensory neuron ไป motor neuron
- 3) sensory neuron ไป association neuron ไป brain
- 4) sensory neuron ไป association neuron ไป motor neuron

42. ข้อใดคือความแตกต่างระหว่างระบบประสาท SNS และ ANS

- a. หน่วยปฏิบัติงานต่างกัน
- b. ควบคุมโดยระบบคู่ขนาน sympathetic กับ parasympathetic
- c. หน้าที่ของเซลล์ประสาท

- 1) a. b.      2) a. c.
- 3) b. c.      4) a. b. c.

43. ข้อใดเป็นการทำงานเนื่องจากระบบ ANS

- 1) นามิ เดินหาของที่ทำหล่นไว้หน้าบ้าน
- 2) วราภร รู้สึกหัวใจเต้นแรงเนื่องจากการวิ่ง
- 3) สารวิ ทำการบ้านที่ได้รับมาอย่างตั้งใจ
- 4) วารุณี เดินไปเหยียบตะปูเธอจึงชักเท้าออกโดยทันที

44. สารตัวใดที่เป็นเหตุผลหลัก เมื่อรับประทานผักนึ่งเป็นประจำ จึงเป็นการบำรุงสายตา

- 1) opsin      2) iodopsin
- 3) rhodopsin      4) retinol

45. อเนกเดินทางไปต่างประเทศ ระหว่างที่เครื่องบินกำลังบินขึ้นฟ้า อเนกรู้สึกหูอื้อ จึงกลืนน้ำลายตนเองเพื่อให้หายจากอาการหูอื้อ อเนกทราบว่า สิ่งที่ทำอเนกได้กระทำ ทำให้เกิดการ ทำงานของส่วนใดภายในหู

- 1) cochlea
- 2) Eustachian tube
- 3) tympanic cavity
- 4) semicircular canal

46. เพราะเหตุใดเมนเดลจึงเลือกถั่วลันเตาในการทดลอง

- 1) อายุยืน ปลูกง่าย ให้ลูกมาก
- 2) อายุสั้น ให้ลูกมาก มีหลายพันธุ์
- 3) อายุสั้น เติบโตเร็ว มีพันธุ์เดียว
- 4) อายุยืน เติบโตเร็ว มีหลายพันธุ์

47. การทดลองของเมนเดลในรุ่น  $F_1$  และ  $F_2$  ต่างกันอย่างไร

- 1) ลักษณะที่พบแตกต่างกัน
  - 2) การถ่ายทอดทางพันธุกรรม
  - 3) พบลักษณะของพ่อแม่ ในรุ่น  $F_1$
  - 4) รุ่น  $F_2$  พบลักษณะในอัตราส่วน 3:1 และรุ่น  $F_1$  พบลักษณะในอัตราส่วนเท่ากับ 1
48. แอลลีล กับ โลกีส พบได้เหมือนกันตรงส่วนใด

- 1) พบเป็นคู่อยู่บนโครโมโซม
- 2) พบเป็นคู่อยู่บนโครมาทิด
- 3) พบเป็นคู่อยู่บนฮอโมโลกัสโครโมโซม
- 4) พบเป็นคู่เมื่อเกิดการแบ่งเซลล์บนโครโมโซม

49. ข้อใดมีความสัมพันธ์กับ กฎแห่งการแยก (Law of segregation) มากที่สุด

- 1) ระยะ Telophase      2) ระยะ Prophase
- 3) ระยะ Metaphase      4) ระยะ Anaphase

50. ข้อใดถูกต้องเมื่อนำกระต่ายขนสีน้ำตาล เป็นฮอมอไซกัสโดมิแนนท์ผสมกับกระต่ายขน สีดำ

- 1) รุ่น  $F_1$  พบลักษณะขนสีดำ 100 %
- 2) รุ่น  $F_1$  พบลักษณะขนสีน้ำตาล 100 %
- 3) รุ่น  $F_1$  พบลักษณะขนสีดำ 75 % ขนสี น้ำตาล 25 %
- 4) รุ่น  $F_1$  พบลักษณะขนสีดำ 25 % ขนสี น้ำตาล 75 %

51. การผสมระหว่างจีโนไทป์  $AaBbrr \times aabbrr$  โอกาสที่จะเกิด  $Aabbrr$  เป็นเท่าใด

- 1) 0.25
- 2) 0.125
- 3) 0.50
- 4) 1

52. เมื่อทำการผสมทดสอบด้วยยีน  $gg$  แล้ว ได้ ลูกมีจีโนไทป์  $Gg:gg$  เป็น 1:1 อยากทราบว่า ผสมกับจีโนไทป์ใด

- 1)  $Gg$
- 2)  $gg$
- 3)  $GG$
- 4) ไม่เกิดการผสม

53. กระต่ายขนสีดำเป็นลักษณะเด่น สีน้ำตาล เป็นลักษณะด้อย ขนยาวเป็นลักษณะเด่น ขน สั้นเป็นลักษณะด้อย ถ้ากระต่าย ฮอมอไซกัส โดมิแนนท์ ผสมกับ กระต่ายฮอมอไซกัสรีเซส สีฟ อัตราส่วนของกระต่ายขนสีดำและขนสั้น ในรุ่นลูกเป็นเท่าใด

- 1) 1
- 2) 0.5
- 3) 0.25
- 4) ไม่พบในรุ่นลูก

54. หมู่เลือด ABO มีลักษณะทางพันธุกรรม แบบใด

- 1) พอลิยีนส์ (Polygenes)
- 2) การข่มร่วมกัน (Codominance)
- 3) การข่มไม่สมบูรณ์ (Incomplete dominance)
- 4) การแปรผันทางพันธุกรรม (Genetic variation)

55. บุคคลใดเข้าใจเรื่อง sex-linked gene มากที่สุด

1) มานีคิดว่าคือการถ่ายทอดลักษณะด้วย ยีน

2) อารีคิดว่าคือการถ่ายทอดลักษณะด้วย โครโมโซม

3) รานีบอกว่าคือการถ่ายทอดยีนบน โครโมโซม X

4) อานิตบอกว่าคือการถ่ายทอดของยีนบน โครโมโซมเพศ

56. ข้อใดเป็นความแตกต่างระหว่างโครโมโซม X และ Y

- a. การมีผลต่อการแสดงออกทางเพศ
- b. โรคทางพันธุกรรม
- c. ขนาดของโครโมโซม

- 1) a. b.
- 2) b. c.
- 3) a. c.
- 4) a. b. c.

57. ข้อใดเป็นลักษณะทางพันธุกรรมของยีน หัวล้าน

- 1) Link gene
- 2) Sex-linked gene
- 3) Sex-limited traits
- 4) Sex-influenced traits

58. ข้อใดไม่ใช่เหตุผลสนับสนุนที่บอกว่ายีนอยู่บนโครโมโซม

- 1) กฎการแยกตัว
- 2) ยีนมี 2 ชุด โครโมโซมก็มี 2 ชุด
- 3) การรวมตัวเป็นแบบเฉพาะต่อยีน
- 4) การถ่ายทอดลักษณะทางพันธุกรรม

59. ข้อใดไม่เกี่ยวข้องกับ crossing over

- 1) เกิดในระยะไมโอซิส II
- 2) เพิ่มการแปรผันทางพันธุกรรม
- 3) เกิดบริเวณฮอมอโลกัสโครโมโซม
- 4) โอกาสการเกิดขึ้นอยู่กับระยะห่าง ระหว่างโครโมโซม

60.อนันต์พบว่าลักษณะสีผิวของคนในประเทศมีลักษณะที่แตกต่างกัน บางคนขาว บางคนคล้ำ บางคนดำ สิ่งที่อนันต์พบเกี่ยวข้องกับ พันธุศาสตร์เรื่องใด

- 1) ลิงค์ยีน
- 2) พอลิยีน
- 3) มัลติเปิลแอลลีล
- 4) การข้ามไม่สมบูรณ

61.เพราะเหตุใด DNA จึงต้องพันเข้ากับโปรตีน Histone

- 1) ความเป็นประจุบวกและลบ
- 2) การมีโครงสร้างที่อยู่ในนิวเคลียส
- 3) จะทำให้สามารถขดเป็นโครโมโซมได้
- 4) การเกิดหน่วยย่อยของสารพันธุกรรม

62.ข้อใดไม่ถูกต้อง เกี่ยวกับองค์ประกอบของสารพันธุกรรมของ DNA

a. DNA ประกอบด้วย เบส น้ำตาล และหมู่ ไฮดรอกซิล (Hydroxyl group)

b. เบส ของ DNA พบรวมกันทั้งหมด 4

ชนิด ได้แก่ A U C G

c. ปลาย 5' ของ DNA จะพบหมู่ฟอสเฟต (Phosphate Group)

- 1) b. c.      2) a. b.
- 3) a. c.      4) a. b. c.

63.ข้อใดถูกต้องเกี่ยวกับ โครงสร้างของ DNA

a. A T จับด้วยพันธะ 3

b. วอตสันพบว่า DNA มีลักษณะเป็น

บันไดเวียน

c. DNA หมุนเกลียว 1 รอบ ห่างกัน 34

อังสตรอม

- 1) a. b.      2) a. c.
- 3) b. c.      4) a. b. c.

64.การทดลองของแอเวอรี่ สรุปลได้ว่าอย่างไร

1) แบคทีเรียสามารถถ่ายทอดสาร

พันธุกรรมได้

2) สารพันธุกรรมที่ถ่ายทอดในแบคทีเรียคือ RNA

3) สารพันธุกรรมที่ถ่ายทอดในแบคทีเรียคือ DNA

4) แบคทีเรียไม่สามารถถ่ายทอดสารพันธุกรรมได้

65.เมื่อได้สาย DNA เป็น 3' ATT CGC ATG AAA TCG 5' สาย RNA เป็นอะไร

- 1) 3' TAA GCG TAC TTT AGC 5'
- 2) 3' UAA GCG UAC UUU AGC 5'
- 3) 5' TAA GCG TAC TTT AGC 3'
- 4) 5' UAA GCG UAC UUU AGC 3'

66.กลไกใดที่ทำหน้าที่เพื่อการดำรงไว้ซึ่งสารพันธุกรรม

- 1) การแปลรหัส (Translation)
- 2) การถอดรหัส (Transcription)
- 3) การจำลองดีเอ็นเอ (DNA replication)
- 4) การสังเคราะห์โปรตีน (Protein synthesis)

67.ข้อใดไม่ถูกต้อง เกี่ยวกับการสังเคราะห์โปรตีน

a. tRNA จะนำเอากรดอะมิโนที่มีรหัสตรงกับ anticodon มา

b. rRNA พบอยู่บริเวณ Ribosome ทั้ง 2 ขนาด

c. mRNA จะนำเอารหัสเบสที่เหมือนกับ DNA ออกมานอกนิวเคลียส

- 1) a. b.      2) b. c.
- 3) a. c.      4) a. b. c.

68.การจำลอง DNA จะเกิดการเชื่อมสาย DNA ที่จำลองแล้ว ในสาย lagging strand ด้วยเอนไซม์อะไร

- 1) ดีเอ็นเอไลเกส (DNA Ligase)
- 2) ดีเอ็นเอต้นแบบ (DNA template)

- 3) ดีเอ็นเอพอลิเมอเรส (DNA polymerase)
- 4) อาร์เอ็นเอพอลิเมอเรส (RNA polymerase)
69. การถอดรหัสของสาย DNA ให้ได้เป็น mRNA จะต้องใช้เอนไซม์อะไร ดังต่อไปนี้
- 1) ดีเอ็นเอไลเกส (DNA Ligase)
  - 2) ดีเอ็นเอต้นแบบ (DNA template)
  - 3) ดีเอ็นเอพอลิเมอเรส (DNA polymerase)
  - 4) อาร์เอ็นเอพอลิเมอเรส (RNA polymerase)
70. DNA สายนี้ สามารถสังเคราะห์กรดอะมิโนได้กี่โมเลกุล
- 3' AAA TGT TAC CGC CGG ATT CGC 5'
- 1) 7
  - 2) 4
  - 3) 3
  - 4) 6
71. ข้อใดไม่ใช่ประโยชน์ของ การเกิดมิวเทชัน
- 1) มีโอกาสเกิดสิ่งมีชีวิตที่หลากหลาย
  - 2) มีโอกาสเกิดการแปรผันทางพันธุกรรม
  - 3) ทำให้ได้สิ่งมีชีวิตที่แข็งแรงทนทาน
  - 4) ทำให้เกิดสิ่งมีชีวิตชนิดใหม่ๆ ได้สม่ำเสมอ
72. การเกิดมิวเทชันแบบใด ที่อาจจะไม่เกิดการเปลี่ยนแปลงกรดอะมิโน เมื่อผ่านการบวนการสังเคราะห์โปรตีน
- 1) การแทนที่คู่เบส (Base-pair substitution)
  - 2) การเพิ่มขึ้นของนิวคลีโอไทด์ (Insertion nucleotide)
  - 3) การขาดหายไปของนิวคลีโอไทด์ (Deletion nucleotide)
  - 4) ข้อ 2 และ 3 ถูกต้อง
73. ความผิดปกติของโครโมโซมใด ที่ทำให้เกิดกลุ่มอาการ Patau syndrome
- 1) การเพิ่มขึ้นของโครโมโซม

- 2) การขาดหายไปของโครโมโซม
  - 3) การเพิ่มขึ้นของโครโมโซมคู่ที่ 13
  - 4) การขาดหายไปของโครโมโซมคู่ที่ 13
74. ข้อใดถูกต้อง เกี่ยวกับโรคที่เกิดเนื่องจากความผิดปกติของโครโมโซม
- a. XYY syndrome คือผู้ชายสูงใหญ่กว่าปกติ
  - b. Edwards syndrome โครโมโซมคู่ที่ 18 เกินมา 1
  - c. Cri du chat syndrome โครโมโซมคู่ที่ 5 เกินมา 1
- 1) a. c.
  - 2) a. b.
  - 3) b. c.
  - 4) a. b. c.
75. ข้อใดทำให้เกิดความผิดปกติของโครโมโซม
- 1) โครโมโซมแยกกันในระยะไมโอซิส II
  - 2) โครโมโซมไม่แยกกันในระยะไมโอซิส I
  - 3) ฮอมอโลกัสโครโมโซมแยกกันในระยะไมโอซิส II
  - 4) ฮอมอโลกัสโครโมโซมไม่แยกกันในระยะไมโอซิส I
76. ข้อใดถูกต้องที่สุดเกี่ยวกับ การถ่ายทอดพลังงาน
- 1) เกิดการเปลี่ยนแปลงจาก Ground state ไปสู่ Excited state
  - 2) เกิดการดูดกลืนพลังงานแสง ทำให้เกิดการเปลี่ยนแปลงระดับพลังงาน ของอิเล็กตรอน
  - 3) เกิดการดูดกลืนพลังงานแสง อิเล็กตรอนจึงข้ามระดับพลังงาน และปล่อยพลังงานออกไป
  - 4) เกิดการดูดกลืนพลังงานแสง จนทำให้อิเล็กตรอนข้ามไประดับ Excited state และคงอยู่แบบนี้

77. ข้อใดเป็นประโยชน์ที่สุด เกี่ยวกับ

กระบวนการสังเคราะห์ด้วยแสง

- 1) เกิดการสร้างแก๊สออกซิเจน
- 2) เกิดการลดแก๊สคาร์บอนไดออกไซด์ใน

อากาศ

3) เกิดการควบคุมอุณหภูมิของบรรยากาศของโลก

4) เกิดการเปลี่ยนแปลงพลังงานแสงให้เป็นพลังงานเคมี

78. ข้อใดเป็นความสัมพันธ์ ระหว่าง Light reaction กับ Dark reaction

a. ความสมดุลของพลังงานในรูปพันธะเคมี เช่น ATP

b. กระบวนการในการใช้พลังงานแสงให้เปลี่ยนแปลงมาเป็นน้ำตาล

c. การเกิด Electron transport chain

- 1) a. c.      2) b. c.
- 3) a. b.      4) a. b. c.

79. ผลลัพธ์จาก light reaction นำมาใช้ในขั้นตอนใดของ dark reaction

- 1) เปลี่ยน RuBP เป็น PGA
- 2) เปลี่ยน PGA เป็น G3P
- 3) เปลี่ยน G3P เป็น RuBP
- 4) เปลี่ยน RuBP เป็น G3P

80. เมื่อเกิด Calvin cycle ที่ได้ กลูโคส 2

โมเลกุล จะต้องใช้  $\text{CO}_2$ , ATP และ NADPH

เท่าไร ตามลำดับ

- 1) 3   9   6   2) 6   18   12
- 3) 9   27   18   4) 12   36   24

81. เมื่อใช้  $\text{CO}_2$  เพียงโมเลกุลเดียว ใน Calvin cycle จะทำให้เกิดสิ่งใดบ้าง ดังต่อไปนี้

- a. เกิด PGA 2 โมเลกุล
- b. ยังไม่เกิด Regeneration
- c. ใช้ ATP และ NADPH ไป 3 โมเลกุล

- 1) a. c.      2) a. b.
- 3) b. c.      4) a. b. c.

82. ข้อใดไม่ถูกต้อง เกี่ยวกับ Calvin cycle

1) การรีดิวส์ด้วย ATP ครั้งแรกทำให้เกิด G3P

2) RuBP เป็นสารคาร์บอน 5 อะตอมตัวแรกที่มาตรึง  $\text{CO}_2$

3) การตรึง  $\text{CO}_2$  จะได้สารที่ไม่เสถียรทำให้แตกเป็น PGA 2 โมเลกุล

4) จำเป็นต้องใช้พลังงาน ATP และ NADPH จาก Photosynthesis

83. นักวิทยาศาสตร์คนใด ที่ทดลองเกี่ยวกับการใช้ Spirogyra เพื่อยืนยันว่า ความยาวคลื่นแสง ณ

แสงสีแดง และแสงสีม่วง ทำให้เกิดการสังเคราะห์มากที่สุด

- 1) Robin Hill
- 2) Daniel Arnon
- 3) Whihelm Engelmann
- 4) Jean Baptiste Van Helmont

84. ข้อใดคือความแตกต่างระหว่างพืช  $\text{C}_4$  และ CAM

- 1) การได้รับ  $\text{CO}_2$  ผ่านทางปากใบ
- 2) เอนไซม์ที่ใช้ในการตรึง  $\text{CO}_2$  คือ PEP carboxylase
- 3) การตรึง  $\text{CO}_2$  จะมีช่วงกลางวันในพืช  $\text{C}_4$  และกลางคืนในพืช CAM

4) สารที่ได้รับการตรึง  $\text{CO}_2$  ขั้นสุดท้ายก่อนนำไปใช้ต่อคือ Malic acid

85. เพราะเหตุใดนักวิทยาศาสตร์จึงเรียกพืชเป็นพืชชนิด  $\text{C}_3$  หรือ  $\text{C}_4$

- 1) จากจำนวนคาร์บอนของสารเสถียรตัวแรกที่เกิดจากการตรึง  $\text{CO}_2$
- 2) จากจำนวนคาร์บอนของสารที่หลุดออกไปเพื่อสร้างกลูโคส
- 3) จากจำนวนคาร์บอนของสารที่เป็นสารตั้งต้นในการตรึง  $\text{CO}_2$

4) จากจำนวนคาร์บอนของสารที่เกิดการเปลี่ยนแปลงในช่วงแรกของ Calvin cycle

86. ข้อใดต่อไปนี้เป็นข้อที่ไม่ถูกต้อง เกี่ยวกับ

Glycolate Pathway

- 1) Peroxisome ทำให้เกิดการคาย  $\text{CO}_2$
- 2) เกิดการเปลี่ยนแปลงจนกว่าจะได้ PGA
- 3) สารตัวแรกที่เกิดการเปลี่ยนแปลงคือ

Glycolate

4) การผ่านการทำงานของ Chloroplast Peroxisome และ Mitochondria

87. ปัจจัยใด เมื่อได้รับในปริมาณมาก จะทำให้พืช  $\text{C}_4$  มีประสิทธิภาพดีกว่าพืช  $\text{C}_3$

1) ธาตุอาหารจากพื้นดิน 2) ความเข้มของแสง

3) ก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ 4) น้ำจากพื้นดิน

88. ข้อใดถูกต้องเกี่ยวกับ การหายใจแสง (Photorespiration)

- 1) เกิดได้ในพืช  $\text{C}_3$  มากกว่าพืช  $\text{C}_4$
- 2) ทำให้ได้ Phosphoglycolate เป็น

จำนวน 2 โมเลกุล

3) เกิดเมื่อเริ่มมีการตรึง ออกซิเจน ใน Carboxylation

4) เป็นกระบวนการที่นำเอา

Phosphoglycolate เข้าสู่กระบวนการ Hatch-Slack pathway

89. ข้อใดไม่ถูกต้องเกี่ยวกับ ปัจจัยในการสังเคราะห์ด้วยแสงของพืช

- 1) ประสิทธิภาพของพืช  $\text{C}_3$  ในการตรึงคาร์บอนไดออกไซด์ จะมากกว่าพืช  $\text{C}_4$
- 2) ธาตุเหล็ก เป็นส่วนสำคัญที่จะไม่ทำให้พืชเกิดโรค Chlorosis

3) อุณหภูมิมีผลต่อเอนไซม์ต่างๆในพืชแต่ละชนิดแตกต่างกัน

4) อัตราการเปิด-ปิด ของปากใบมาก จะทำให้ได้รับคาร์บอนไดออกไซด์ มากขึ้น

90. ข้อใดไม่ถูกต้องเกี่ยวกับ ปัจจัยแสงในพืช  $\text{C}_3$  และ  $\text{C}_4$

a. จุดอิ่มตัวของแสง (light saturation point) ของพืช  $\text{C}_3$  จะสูงกว่า  $\text{C}_4$

b. พืช  $\text{C}_3$  เป็นพืชที่มีประสิทธิภาพการได้รับปริมาณของแสงมากกว่าพืช  $\text{C}_4$

c. เมื่อพืชถึงจุด light compensation point จะทำให้อัตรา Photorespiration ต่ำกว่า Photosynthesis

1) b. 2) a. b.

3) b. c. 4) a. b. c.

91. จงเรียงลำดับของวงของดอก จากด้านนอกสู่ด้านใน ตามลำดับ ดังต่อไปนี้

- a. Gynoecium b. Corolla  
c. Calyx d. Androecium

1) b. c. d. a. 2) c. b. a. d.

3) c. b. d. a. 4) b. c. a. d.

92. ข้อใดไม่ถูกต้อง เกี่ยวกับเรื่อง Complete flower และ Perfect Flower

1) ดอก Complete flower จะเป็น Perfect Flower

2) ดอก Perfect Flower จะเป็น Complete flower

3) ดอก Incomplete flower อาจจะเป็น Perfect Flower

4) ดอก Imperfect Flower จะเป็น Incomplete flower

93. ข้อใดคือกระบวนการเกิด Double Fertilization ที่ถูกต้องที่สุด

- 1) การสร้าง Embryo และ Endosperm
- 2) การเข้าผสมกัน 2 ครั้ง ในการเกิดการปฏิสนธิ

3) เกิดการปฏิสนธิของ Egg cell และ Polar nuclei

4) เกิดการสร้างเมล็ดขึ้นมาเพื่อการสืบพันธุ์ของพืช

94. ข้อใดไม่ถูกต้องเกี่ยวกับ การเกิด

Microsporogenesis

1) Microspore สร้างมาจาก Microspore Mother Cell ของพืช

2) Pollen grain คือ Male gametophyte ของพืช

3) เมื่อเกิดการแบ่งเซลล์แบบ Mitosis แล้ว จะทำให้ได้ Pollen ที่สมบูรณ์

4) เมื่อเกิดการแบ่งแบบ Meiosis จะได้ Generative Nucleus และ Tube nucleus

95. ข้อใดเป็นหลักในการจำแนกชนิดของดอก

เป็นแบบ ดอกเดี่ยว ดอกช่อ ดอกรวม

a. จำนวนดอกที่พบบนก้านชูดอก

b. จำนวนดอกย่อยที่พบบนฐานรองดอก

c. จำนวนดอกที่มีองค์ประกอบครบทั้ง 4

ชนิด

1) a.                      2) a. b.

3) a. c.                    4) a. b. c.

96. ข้อใดถูกต้องเกี่ยวกับ การเกิด

Fertilization ของพืช

a. Pollen tube ที่สร้างจาก Tube nucleus จะผ่านทาง Microphyle

b. generative nucleus จะเข้าผสมกับ เซลล์ไข่

c. Synergid จะสลายไป 2 เซลล์เพื่อให้เกิดการเข้าผสมของเซลล์สืบพันธุ์

1) a.                      2) a. c.

3) a. b.                    4) a. b. c.

97. ข้อใดถูกต้องเกี่ยวกับ การเกิด

Megasporogenesis

1) การแบ่งเซลล์แบบ Mitosis ทำให้ได้ส่วนของ Polar nuclei

2) Megaspore ทั้ง 4 เซลล์ จะเจริญต่อไป กลายเป็น Embryo sac

3) Egg cell เป็นส่วนที่มีเซลล์เดียว และพบว่า มี 2 นิวเคลียส

4) 3 Antipodal จะอยู่รวมกัน และอยู่ติดกับ Microphyle

98. ข้อใดคือปัจจัยที่นำมาจำแนก ผลเดี่ยว ผลกลุ่ม ผลรวม

a. จำนวนของรังไข่ที่อยู่ในดอก

b. จำนวนของออวูลที่อยู่ในรังไข่

c. ชนิดของดอก เช่น ดอกช่อ

1) a.                      2) b. c.

3) a. c.                    4) a. b. c.

99. ข้อใดคือความแตกต่างระหว่าง Hypogeal กับ Epigeal Germination

a. อัตราการเจริญของ Hypocotyl

b. อัตราการเจริญของ Epicotyl

c. บริเวณที่อยู่ของ Cotyledon หลังจากเกิด Germination แล้ว

1) a.                      2) a. c.

3) a. b.                    4) a. b. c.

100. ข้อใดไม่ปัจจัยที่ทำให้เกิด Seed dormancy

1) เอ็มบริโอในเมล็ดยังเจริญไม่เต็มที่

2) ระดับฮอร์โมน ABA และ GA

3) ความอ่อนนุ่มของ Seed coat

4) เอ็มบริโอต้องการระยะพักตัว

101. ข้อใดถูกต้องเกี่ยวกับ Seed

1) Testa มีความหนาน้อยกว่า Tegmen

2) Hilum เป็นรอยแผลเป็นที่เกิดจากการหลุดของก้านเมล็ด

3) Exalbuminous seed คือชนิดของเมล็ดที่พบ Endosperm สะสมอาหารไว้ อย่างชัดเจน

4) Zygote จะพัฒนาเป็น Embryo จะเกิดการแบ่งเซลล์แบบ Meiosis

102. เมล็ดของพืชในข้อใดที่พบทั้ง

Coleoptile และ Coleorhiza

1) ข้าวโพด              2) ถั่ว

3) มะละกอ                4) กาแฟ

103. ข้อใดคือหลักการสำคัญในการที่พืชมีวงชีวิตแบบ Alternation of generation

1) การที่พืชมีการสร้าง spore และมีการสร้าง gamete

2) การที่มีต้น 2 แบบ คือ Sporophyte กับ Gametophyte

3) การที่พืชมีวงชีวิต 2 ช่วง คือเป็น Haploid และ Diploid

4) การที่พืชมีโครงสร้าง sporangium และ gametangium ไว้สร้างเซลล์สืบพันธุ์

104. ข้อใดคือข้อดีของการสืบพันธุ์แบบไม่อาศัยเพศ

a. ให้ผลได้รวดเร็ว

b. ขยายพันธุ์ได้อย่างรวดเร็ว

c. ให้ผลที่มีลักษณะของพันธุกรรมที่

หลากหลาย

d. ต้นไม้ที่ได้มีรากที่แข็งแรงมากกว่าแบบ

เมล็ด

1) a. b. 2) b. c. d.

3) c. d. 4) a. b. c. d.

105. ข้อใดใช้ในการขยายพันธุ์พืชจากส่วนที่ไม่ใช่อวัยวะสืบพันธุ์ ของต้น สตรอเบอร์รี่

1) Rhizome 2) Bulb

3) Stolon 4) Corm

106. บุคคลใด บอกเกี่ยวกับประชากรได้ถูกต้อง

1) มานะ ค้นพบสิ่งมีชีวิตที่หลากหลายบนภูเขา

2) อารีย์ ศึกษาค้นคว้าชนิดใหม่ได้จากสิ่งมีชีวิต

3) กานดา ออกเดินทางและพบสิ่งมีชีวิตมากมาย

4) ธีระ ศึกษาถั่วลิสงเตาตามแบบฉบับของเมนเดล

107. ความหนาแน่นของประชากร สามารถบอกอะไรได้บ้าง

a. แนวโน้มของขนาดประชากร

b. จำนวนประชากรในพื้นที่

c. ความสัมพันธ์ระหว่างสิ่งมีชีวิต

1) a. b. 2) a. c.

3) b. c. 4) a. b. c.

108. ปัจจัยทางกายภาพใดที่มีผลต่อการ

แพร่กระจายของประชากร ที่ทำให้กระรอกอยู่กันคนละฟากของแกรนแคนยอน

1) แสง 2) สิ่งกีดขวางทางภูมิศาสตร์

3) อุณหภูมิ 4) ความเป็นกรด-เบส

109. ข้อใดเป็นผลที่เกิดจาก ปัจจัยทางชีวภาพที่มีผลต่อการแพร่กระจายของประชากร

1) ปลาตูดที่ขยายพันธุ์ได้ดีในแม่น้ำ

2) ต้นไม้ที่อาศัยอยู่บริเวณที่มีสารอาหาร

มาก

3) การที่ผู้คนไม่อยู่อาศัยบริเวณที่มีแมลงเซทซีมาก

4) หอยเชอรี่ที่เข้ามาเพื่อเพิ่มความ

หลากหลายของสิ่งมีชีวิต

110. รูปแบบการแพร่กระจายของประชากรแบบใดที่อาจเกิดขึ้นได้ ในบริเวณที่มีความแห้งแล้งมาก

1) การแพร่กระจายแบบสุ่ม (Random distribution)

2) การแพร่กระจายแบบรวมกลุ่ม (Clumped distribution)

3) การแพร่กระจายแบบพื้นที่ (Area distribution)

4) การแพร่กระจายแบบสม่ำเสมอ (Uniform distribution)



111. การกำหนดอัตราการเปลี่ยนแปลงขนาดของประชากรแบบใด ที่เหมาะสมต่อการเพิ่มกำลังในการทำงานของประชากร

- 1) อัตราการตายเพิ่มขึ้น อัตราการอพยพเข้าลดลง
- 2) อัตราการเกิดเพิ่มขึ้น อัตราการอพยพเข้าเพิ่มขึ้น
- 3) อัตราการเกิดลดลง อัตราการอพยพเข้าลดลง
- 4) อัตราการตายเพิ่มขึ้น อัตราการอพยพเข้าเพิ่มขึ้น

112. รูปกราฟแบบใด ที่เป็นการเพิ่มขนาดของประชากรมนุษย์

- 1) รูปตัว J      2) รูปตัว L
- 3) รูปตัว M    4) รูปตัว N

113. การเพิ่มของประชากรแบบลอจิสติกช่วงใด ที่ส่งผลต่อการปรับตัวต่อสภาพแวดล้อมมากที่สุด

- 1) ระยะที่มีอัตราการเพิ่มประชากรอย่างช้าๆ
- 2) ระยะที่มีอัตราการเพิ่มประชากรอย่างรวดเร็ว
- 3) ระยะที่มีอัตราการเพิ่มประชากรช้าลง
- 4) ระยะที่มีอัตราการเพิ่มประชากรคงที่

114. สิ่งมีชีวิตใด มีอัตราการรอดชีวิตต่ำในระยะเวลาแรกของช่วงชีวิต หลังจากนั้นอัตราการรอดชีวิตจะสูง

- 1) นก              2) เต่า
- 3) มนุษย์       4) ปลา

115. ในสภาพสิ่งแวดล้อมที่ไม่เหมาะสมต่อช่วงวัยเจริญพันธุ์ สิ่งมีชีวิตใดที่มีโอกาสอยู่รอดได้มากที่สุด

- 1) ฟองน้ำ       2) แมว
- 3) หมึก          4) หอย

116. ประเทศที่การพัฒนาระบบสาธารณสุขบ่มิได้ น่าจะมีลักษณะรูปร่างของพีระมิดโครงสร้างอายุประชากรแบบใด

- 1) พีระมิดฐานกว้างยอดแหลม
- 2) พีระมิดรูปกรวยปากแคบ
- 3) พีระมิดรูปประฆังคว่ำ
- 4) พีระมิดรูปดอกบัวตูม

117. การศึกษาการเติบโตของประชากรมนุษย์ ช่วยทำให้วิเคราะห์เรื่องใดได้บ้าง

- a. ทรัพยากรที่จำเป็นต่อการดำรงชีวิต
- b. ขนาดของประชากร
- c. การแพร่กระจายของประชากร

- 1) a. b.            2) a. c.
- 3) b. c.            4) a. b. c.

118. ประเทศใดที่มีประชากรที่มีวัยกลางคนเป็นกำลังหลักของประเทศ

- 1) สิงคโปร์      2) สเปน
- 3) ไทย            4) เกาหลี

ส่วนที่ 2 กระดาษคำตอบข้อสอบปรนัย

ข้อ	1)	2)	3)	4)	ข้อ	1)	2)	3)	4)	ข้อ	1)	2)	3)	4)	ข้อ	1)	2)	3)	4)
1					31					61					91				
2					32					62					92				
3					33					63					93				
4					34					64					94				
5					35					65					95				
6					36					66					96				
7					37					67					97				
8					38					68					98				
9					39					69					99				
10					40					70					100				
11					41					71					101				
12					42					72					102				
13					43					73					103				
14					44					74					104				
15					45					75					105				
16					46					76					106				
17					47					77					107				
18					48					78					108				
19					49					79					109				
20					50					80					110				
21					51					81					111				
22					52					82					112				
23					53					83					113				
24					54					84					114				
25					55					85					115				
26					56					86					116				
27					57					87					117				
28					58					88					118				
29					59					89					119				
30					60					90					120				

ส่วนที่ 3 เติมคำตอบให้ถูกต้องที่สุด

1. นักศึกษาฝึกประสบการณ์วิชาชีพระหว่างปีครูออกฝึกประสบการณ์ในโรงเรียนแห่งหนึ่งเป็นครั้งแรก ถูกมอบหมายให้สอนในส่วนของเนื้อหา พันธุศาสตร์ ในระดับชั้น มัธยมศึกษาปีที่ 4 โดยในสัปดาห์แรกของการฝึกประสบการณ์ได้ทำการสังเกตการสอนของครูพี่เลี้ยงก่อน และได้ทำการจดบันทึกการสังเกตการสอนที่เกี่ยวกับนักเรียนไว้ว่า นักเรียนที่นั่งเรียนด้านหน้าจะสนใจเรียนมาก ครูถามอะไรก็มักจะตอบ และตอบถูก แต่นักเรียนที่นั่งเรียนอยู่ด้านหลังไม่ค่อยสนใจเรียน ครูถามอะไรก็ไม่ได้ตอบ ในช่วงชั้นสรุปตอนท้ายคาบก็มีแต่นักเรียนที่นั่งเรียนด้านหน้าที่ช่วยกันตอบคำถามเพื่อสรุป ซึ่งก็เป็นแบบนี้ทุกครั้งที่สังเกตการสอนในสัปดาห์แรก ในสัปดาห์ที่สองซึ่งเป็นการปฏิบัติการสอน นักศึกษาจะทำการสอน เรื่อง กฎของเมนเดลจะเป็นและต้องการจัดการเรียนการสอนที่สามารถทำให้นักเรียนทั้งห้องมาสนใจ และตอนท้ายคาบสามารถทำให้นักเรียนทุกคนสรุปพร้อมกันได้

1.1. นักศึกษาควรเลือกใช้วิธีการสอนอะไร เพื่อใช้จัดการเรียนการสอนในสถานการณ์นี้ และเพราะเหตุใดจึงเลือกวิธีการจัดการเรียนการสอนนั้น

.....

.....

.....

.....

1.2. นักศึกษาจะได้อย่างไร ทำให้นักเรียนที่อยู่ด้านหลังห้องกลับมาสนใจเรียน พร้อมเหตุผลประกอบ

.....

.....

.....

.....

2. อารี เป็นนักศึกษาฝึกประสบการณ์วิชาชีพระหว่างปี ได้รับมอบหมายให้ทำการสอน เรื่อง โครงสร้างและหน้าที่ของพืชดอก ในระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 อารี พยายามจัดการเรียนการสอนที่ทำให้นักเรียนเกิดการเรียนรู้เพิ่มขึ้น เพราะเนื้อหาที่เกี่ยวกับพืช นักเรียนมักจะเกิดการเรียนรู้ได้น้อย เนื่องจากเข้าใจยาก จนอารีได้ทำการสอนมาถึงเรื่อง โครงสร้างและหน้าที่ของราก โดยการสอนที่ผ่านมามีครูพี่เลี้ยงแนะนำอารีว่ามีความพยายามในการจัดการเรียนการสอนดี แต่นักเรียนกลับยังไม่เข้าใจในเนื้อหาวิชา อารีจึงตั้งใจว่าจะพยายามจัดการเรียนรู้ที่นักเรียนสนใจและเข้าใจให้ได้

2.1. อารีควรทำอย่างไรเพื่อให้สามารถจัดการเรียนการสอนแล้ว ทำให้นักเรียนเกิดการเรียนรู้ได้เพิ่มขึ้น พร้อมเหตุผลประกอบ

.....

.....

.....

.....

2.2.อาจารย์ควรเลือกใช้วิธีการสอนอะไร เพื่อใช้จัดการเรียนการสอนในสถานการณ์นี้ และเพราะเหตุใดจึงเลือกวิธีการจัดการเรียนการสอนนั้น

.....

.....

.....

.....

3.วิชัย เป็นนักศึกษาฝึกประสบการณ์วิชาชีพรู้ ถูกมอบหมายให้สอนห้องเรียนที่มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนที่ดี ในระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 วิชัยจึงไม่ได้สนใจในการเตรียมการสอน และการเขียนแผนที่ดี เนื่องจากเขาคิดว่าเป็นห้องเรียนที่มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนดีอยู่แล้ว จะสอนอย่างไรนักเรียนก็เข้าใจ จนครูพี่เลี้ยงต้องคอยตักเตือนตลอดเวลาให้ใช้วิธีการสอนที่หลากหลายมากขึ้น แต่วิชัยก็ไม่สนใจ เขาก็ยังเลือกสอนด้วยวิธีสอนแบบบรรยายในทุกเนื้อหาที่ได้รับมอบหมาย

3.1.ถ้าคุณเป็นวิชัยจะปฏิบัติตนอย่างไร จะเลือกใช้วิธีการสอนใดบ้างให้เหมาะสมต่อห้องเรียนที่มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนที่ดี ในระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 และเพราะอะไรจึงเลือกวิธีการสอนนั้นๆ

.....

.....

.....

.....

4.ถวิล เป็นนักศึกษาฝึกประสบการณ์วิชาชีพรู้ ซึ่งกำลังสอนเรื่อง เซลล์ของสิ่งมีชีวิต ได้รับการแนะนำการสอนจากครูพี่เลี้ยงในปัญหาในด้านการใช้น้ำเสียงในการสอนที่เป็นโทนเสียงเดียว และถวิลชอบสอนด้วยวิธีการสอนแบบบรรยายทำให้นักเรียนในชั้นเรียนของเธอมักจะหลับ ไม่ตั้งใจเรียนอยู่เสมอ นักเรียนจึงเรียนไม่เข้าใจ ครูพี่เลี้ยงแนะนำให้ใช้วิธีการสอนแบบต่างๆ ที่จะช่วยให้นักเรียนสนใจการเรียนให้มากขึ้น ซึ่งจะเป็นการช่วยปรับประสบการณ์การสอนให้หลากหลายมากขึ้นด้วย

4.1.วิธีการสอนแบบใดจะช่วยแก้ไขปัญหานี้ได้ เพราะเหตุใด

.....

.....

.....

.....

.....

**ส่วนที่ 4** เติมคำตอบให้ถูกต้องที่สุด

1. นักศึกษาฝึกประสบการณ์วิชาชีพรู้ ได้รับมอบหมายให้สอนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 เรื่อง การรักษาคุณภาพในร่างกาย ซึ่งได้สังเกตการสอนของครูพี่เลี้ยงและครูอีกหลายท่าน พบว่า ยังไม่มีครูท่านใดนำสื่อเทคโนโลยีจำพวกแอปพลิเคชันมาใช้ นักศึกษาจึงค้นหาเทคโนโลยีประกอบการสอนจำพวกแอปพลิเคชัน ซึ่งตรงกับเรื่องที่จะสอนคือ การลำเลียงโลหิต และนำมาประกอบการสอนโดยใช้เป็นสื่อการเรียนรู้ และให้นักเรียนโหลดแอปพลิเคชัน การลำเลียงโลหิต ประกอบการสอนด้วย

1.1. การใช้เทคโนโลยีประกอบการสอนตามสถานการณ์นี้ จะช่วยให้นักเรียนเกิดการเรียนรู้มากขึ้นหรือไม่ เพราะอะไร

.....

.....

.....

.....

1.2. การใช้เทคโนโลยีประกอบการสอนตามสถานการณ์นี้ นักศึกษาคิดว่าจะมีข้อดีและข้อจำกัดอย่างไร

.....

.....

.....

2. วิรุจ เป็นนักศึกษาฝึกประสบการณ์วิชาชีพรู้ ที่มีความรู้และจัดการเรียนรู้ผ่าน social media ประกอบการสอนนักเรียนระดับมัธยมศึกษาปีที่ 5 เช่น แบบฝึกหัดออนไลน์ เนื้อหาออนไลน์ เป็นต้น วิรุจเน้นให้นักเรียนทำแบบฝึกหัด และอ่านเนื้อหาจากบทเรียนที่โพสต์ไว้ใน social media ของเขา

2.1. การใช้สื่อเทคโนโลยีแบบนี้ส่งผลอย่างไรต่อการจัดการเรียนการสอนในปัจจุบันและอนาคต

.....

.....

.....

.....

2.2. การจัดการเรียนการสอนโดยใช้สื่อเทคโนโลยีแบบนี้จะมีข้อดีและข้อจำกัดอย่างไร

.....

.....

.....

3. นานา เป็นนักศึกษาฝึกประสบการณ์วิชาชีพรู้ สอนเรื่อง การศึกษาเซลล์ผ่านกล้องจุลทรรศน์ โดยเธอได้จัดเตรียมอุปกรณ์การทดลองที่จำเป็น เมื่อถึงเวลาจัดการเรียนการสอน นานา ชี้แจงรายละเอียดของการทดลองก่อน และให้นักเรียนเริ่มลงมือปฏิบัติการทดลองร่วมกัน

3.1.การจัดการเรียนการสอนนี้ยังจัดการได้ไม่สมบูรณ์ ควรจะมีการจัดการเรียนรู้เพิ่มเติมด้วยสื่อ  
อุปกรณ์ และวิธีการอย่างไร

.....

.....

.....

.....

4.มานัส เป็นนักศึกษาฝึกประสบการณ์วิชาชีพครู ค้นคว้าหาสื่อวีดิทัศน์การสอนใหม่ เพื่อจะนำมาใช้  
ประกอบการจัดการเรียนการสอน แต่ไม่พบสื่อที่เหมาะสมเลย เขาจึงปรึกษากับครูพี่เลี้ยงและครูพี่  
เลี้ยงแนะนำสื่อวีดิทัศน์ต่างๆที่เคยใช้สอนแล้วมาให้ แต่มานัสรู้สึกว่ามันไม่เหมาะสมอยู่ เขาจึงตัดสินใจ  
สร้างสื่อวีดิทัศน์ด้วยตนเอง แม้เขาจะยังไม่เคยผลิตสื่อมาก่อน เพื่อใช้ประกอบการจัดการเรียนการ  
สอน

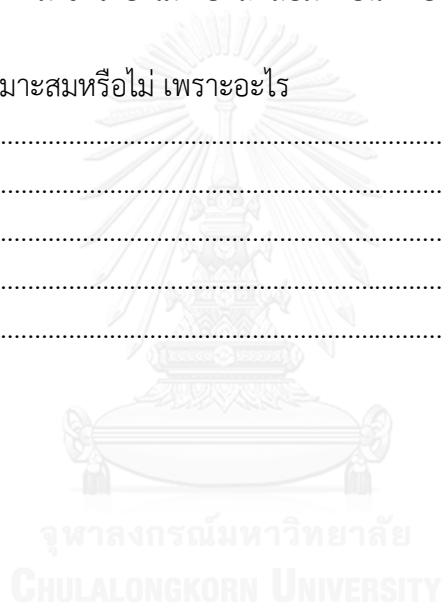
4.1.การจัดการเรียนรู้นี้เหมาะสมหรือไม่ เพราะอะไร

.....

.....

.....

.....



## ประวัติผู้เขียนวิทยานิพนธ์

นายอนุภาพ กำแพงหาญ เกิดวันที่ 21 กรกฎาคม พ.ศ. 2532 ภูมิลำเนาอยู่ที่จังหวัดเพชรบุรี สำเร็จการศึกษาระดับปริญญาตรี ครุศาสตร์บัณฑิต สาขามัธยมศึกษา (วิทยาศาสตร์) วิชาเอกชีววิทยา ภาควิชาหลักสูตรและการสอน คณะครุศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย เมื่อปีการศึกษา 2555 และเข้าศึกษาต่อระดับปริญญาโท สาขาการวัดและประเมินผลการศึกษา ภาควิชาวิจัยและจิตวิทยาการศึกษา คณะครุศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย เมื่อปีการศึกษา 2557 ปัจจุบันเป็นข้าราชการครู โรงเรียนปากท่อพิทยาคม อำเภอปากท่อ จังหวัดราชบุรี



