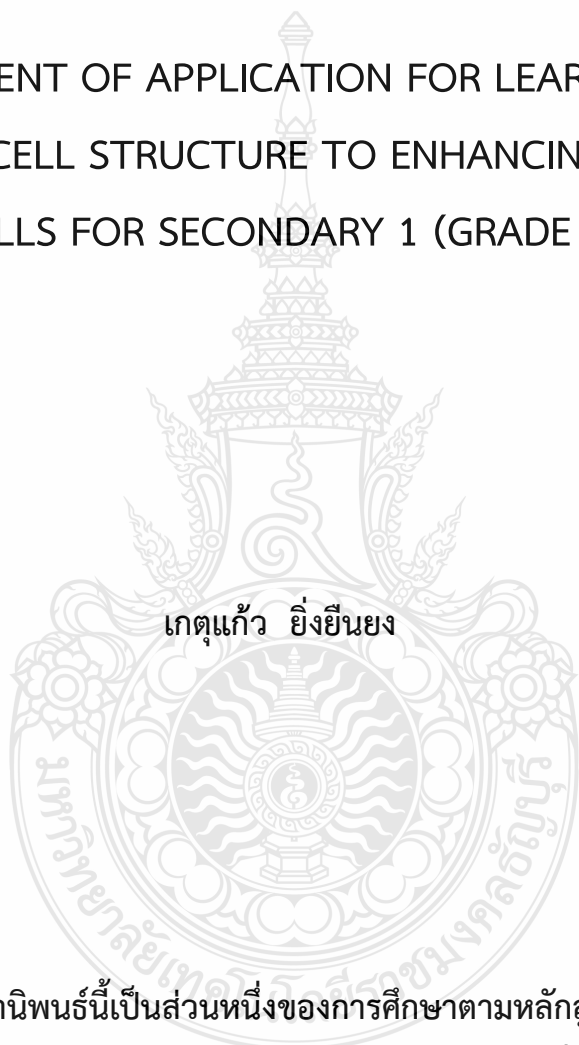


การพัฒนาแอปพลิเคชันสำหรับการเรียนรู้ เรื่อง เซลล์และโครงสร้างของเซลล์
เพื่อส่งเสริมทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์
ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1

THE DEVELOPMENT OF APPLICATION FOR LEARNING IN TOPIC
OF CELL AND CELL STRUCTURE TO ENHANCING STUDENT'S
SCIENTIFIC SKILLS FOR SECONDARY 1 (GRADE 7) STUDENTS



วิทยานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตร
ปริญญาศึกษาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาเทคโนโลยีและสื่อสารการศึกษา
คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม
มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี
ปีการศึกษา 2562
ลิขสิทธิ์ของมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี

การพัฒนาแอปพลิเคชันสำหรับการเรียนรู้ เรื่อง เซลล์และโครงสร้าง
ของเซลล์ เพื่อส่งเสริมทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์
ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1



เกตุแก้ว ยั่งยืนยง

วิทยานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตร
ปริญญาศึกษาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาเทคโนโลยีและสื่อสารการศึกษา

คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลบุรีรัมย์

ปีการศึกษา 2562

ลิขสิทธิ์ของมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลบุรีรัมย์

หัวข้อวิทยานิพนธ์ การพัฒนาแอปพลิเคชันสำหรับการเรียนรู้ เรื่อง เซลล์และโครงสร้างของเซลล์
เพื่อส่งเสริมทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1
The Development of Application for Learning in Topic of Cell and Cell
Structure to Enhancing Student's Scientific Skills for Secondary 1
(Grade 7) Students

ชื่อ - นามสกุล นางสาวเกตแก้ว ยิ่งยืนยง
สาขาวิชา เทคโนโลยีและสื่อสารการศึกษา
อาจารย์ที่ปรึกษา อาจารย์นฤมล เทพนवल, กศ.ด.
ปีการศึกษา 2562

คณะกรรมการสอบวิทยานิพนธ์



..... ประธานกรรมการ
(ผู้ช่วยศาสตราจารย์เทียมยศ ปะสาวะโน, ศษ.ด.)


..... กรรมการ
(รองศาสตราจารย์ณัฐพล รำไพ, ศษ.ด.)


..... กรรมการ
(ผู้ช่วยศาสตราจารย์เมธี พิกุลทอง, ปร.ด.)


..... กรรมการ
(อาจารย์นฤมล เทพนवल, กศ.ด.)

คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี อนุมัติวิทยานิพนธ์ฉบับนี้
เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาโทบริหารบัณฑิต


..... คณบดีคณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม
(ผู้ช่วยศาสตราจารย์อานนท์ นิยมผล, ค.อ.ม.)

วันที่..25..เดือน..พฤษภาคม..พ.ศ. 2563..

หัวข้อวิทยานิพนธ์	การพัฒนาแอปพลิเคชันสำหรับการเรียนรู้ เรื่อง เซลล์และโครงสร้างของเซลล์ เพื่อส่งเสริมทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1
ชื่อ - นามสกุล	นางสาวเกตุแก้ว ยิงยีนยง
สาขาวิชา	เทคโนโลยีและสื่อสารการศึกษา
อาจารย์ที่ปรึกษา	อาจารย์นฤมล เทพนवल, กศ.ด.
ปีการศึกษา	2562

บทคัดย่อ

การวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อ 1) พัฒนาแอปพลิเคชันสำหรับการเรียนรู้ เรื่อง เซลล์และโครงสร้างของเซลล์ เพื่อส่งเสริมทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ที่มีเกณฑ์ประสิทธิภาพ 80/80 2) เปรียบเทียบคะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน 3) ศึกษาทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ และ 4) ศึกษาความพึงพอใจของผู้เรียนที่มีต่อแอปพลิเคชันสำหรับการเรียนรู้

กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้ คือ นักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 โรงเรียนวังม่วง ในภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2562 จำนวน 30 คน ซึ่งได้มาโดยการสุ่มอย่างง่าย โดยวิธีจับสลาก เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย ประกอบด้วย แอปพลิเคชันสำหรับการเรียนรู้ แบบประเมินคุณภาพด้านสื่อและด้านเนื้อหา แบบทดสอบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน แบบประเมินทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ และแบบประเมินความพึงพอใจ สถิติที่ใช้ในการวิจัย ได้แก่ ค่าเฉลี่ย ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน และการทดสอบค่าทีของกลุ่มตัวอย่างที่ไม่เป็นอิสระจากกัน

ผลการวิจัยพบว่า 1) แอปพลิเคชันสำหรับการเรียนรู้ มีคุณภาพด้านสื่ออยู่ในระดับดีมาก มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 4.74 และมีคุณภาพด้านเนื้อหาอยู่ในระดับดีมาก มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 4.58 มีประสิทธิภาพเท่ากับ 80.67/82.44 2) ผู้เรียนมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 3) ผู้เรียนมีทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ คะแนนหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 7.50/17.40 และ 4) ผู้เรียนมีความพึงพอใจต่อแอปพลิเคชันสำหรับการเรียนรู้ อยู่ในระดับมากที่สุด มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 4.60

คำสำคัญ: แอปพลิเคชันสำหรับการเรียนรู้ เซลล์และโครงสร้างของเซลล์ ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์

Thesis Title	The Development of Application for Learning in Topic of Cell and Cell Structure to Enhancing Student's Scientific Skills for Secondary 1 (Grade 7) Students
Name - Surname	Miss Ketkaew Yingyuenyong
Program	Educational Technology and Communications
Thesis Advisor	Miss Naruemon Thepnuan, Ph.D.
Academic Year	2019

ABSTRACT

The objectives of this research were to: 1) develop learning in topic of cell and cell structure to enhancing student's scientific skills for secondary 1 (grade 7) students to meet the efficiency criterion of 80/80, 2) compare academic achievement scores, 3) study scientific skills and 4) evaluate student's satisfaction towards the learning application.

The samples included 30 students chosen by lottery method of simple random sampling. The research instruments consisted of learning application, evaluation forms on media and content, achievement test, scientific skills assessment, and student's satisfaction form. The statistics used to analyze the data were mean, standard deviation, and dependent t-test.

The research results showed that: 1) the quality of media and content of the learning application was at a very good level with an average score of 4.74 and 4.58, respectively, 2) the learners' learning achievement was higher at the statistically significant difference level of .05, 3) students scientific skills higher with at the average of 7.50/17.40, and 4) the students were satisfied with the learning application at the level of 4.60.

Keywords: application for learning, cell and cell structure, scientific skills

กิตติกรรมประกาศ

วิทยานิพนธ์ฉบับนี้สำเร็จลุล่วงอย่างสมบูรณ์ได้ด้วยความอนุเคราะห์และความเมตตากรุณาของ ดร.นฤมล เทพนวล อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ ที่กรุณาสละเวลาให้คำปรึกษา คำแนะนำ และให้ข้อเสนอแนะในการปรับปรุงแก้ไขข้อบกพร่องต่างๆ จนสำเร็จลุล่วงไปได้ด้วยดี ผู้วิจัยขอกราบขอบพระคุณอย่างสูงมา ณ ที่นี้

ขอขอบพระคุณ ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.เทียมยศ ปะสาวะโน ประธานกรรมการสอบรองศาสตราจารย์ ดร.ณัฐพล ร้าไพ และ ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.เมธี พิกุลทอง กรรมการสอบ ผู้ทรงคุณวุฒิที่กรุณาเมตตาให้คำแนะนำ ตลอดจนให้ความช่วยเหลือแก้ไขส่วนต่างๆ เพื่อให้วิทยานิพนธ์ฉบับนี้มีความสมบูรณ์ยิ่งขึ้น

ขอขอบพระคุณ คณาจารย์คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรมทุกท่านที่ประสิทธิ์ประสาทวิชาจนผู้วิจัยสามารถนำเอาหลักการมาประยุกต์ใช้และอ้างอิงในการวิจัยในครั้งนี้ คุณค่าอันพึงมีจากวิทยานิพนธ์ฉบับนี้ ขอมอบเพื่อบูชาพระคุณบิดา มารดา ครู อาจารย์ ครอบครัว ตลอดจนผู้เขียนหนังสือและบทความต่างๆ ที่ให้ความรู้แก่ผู้วิจัยจนสามารถทำวิทยานิพนธ์ฉบับนี้สำเร็จได้ด้วยดี

สุดท้ายนี้ ผู้วิจัยหวังเป็นอย่างยิ่งว่าวิทยานิพนธ์ฉบับนี้จะเป็นประโยชน์สำหรับผู้สนใจ หากมีข้อบกพร่องหรือไม่สมบูรณ์ประการใด ผู้วิจัยขอกราบขอภัยมา ณ โอกาสนี้ด้วย

เกตุแก้ว ยิ่งยืนยง

สารบัญ

	หน้า
บทคัดย่อภาษาไทย.....	(3)
บทคัดย่อภาษาอังกฤษ.....	(4)
กิตติกรรมประกาศ.....	(5)
สารบัญ.....	(6)
สารบัญตาราง.....	(10)
สารบัญภาพ.....	(11)
บทที่ 1 บทนำ.....	12
1.1 ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา.....	12
1.2 วัตถุประสงค์การวิจัย.....	14
1.3 สมมติฐานการวิจัย.....	15
1.4 ขอบเขตการวิจัย.....	15
1.5 คำจำกัดความในการวิจัย.....	16
1.6 กรอบแนวคิดในการวิจัย.....	16
1.7 ประโยชน์ที่จะได้รับ.....	17
บทที่ 2 เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง.....	18
2.1 แอปพลิเคชัน.....	18
2.2 หลักการแนวคิดการออกแบบและพัฒนาระบบการเรียนการสอน ADDIE Model.....	24
2.3 วิชาวิทยาศาสตร์พื้นฐาน 1 เรื่อง เซลล์และโครงสร้างของเซลล์.....	27
2.4 ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์.....	31
2.5 ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน.....	35
2.6 ความพึงพอใจ.....	41
2.7 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง.....	43
บทที่ 3 วิธีดำเนินการวิจัย.....	48
3.1 ประชากรและกลุ่มตัวอย่าง.....	48
3.2 เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย.....	48
3.3 การเก็บรวบรวมข้อมูล.....	56
3.4 การวิเคราะห์ข้อมูล.....	57

สารบัญ (ต่อ)

	หน้า
บทที่ 4 ผลการวิเคราะห์ข้อมูล.....	58
4.1 ผลการพัฒนาแอปพลิเคชันสำหรับการเรียนรู้ เรื่อง เซลล์และโครงสร้างของเซลล์ เพื่อส่งเสริมทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1..	58
4.2 ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนระหว่างคะแนนก่อนเรียนและหลังเรียนของผู้เรียน ที่ด้วยแอปพลิเคชันสำหรับการเรียนรู้.....	61
4.3 ผลการศึกษาทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์.....	61
4.4 ผลการศึกษาความพึงพอใจของผู้เรียนที่มีต่อแอปพลิเคชันสำหรับการเรียนรู้.....	62
บทที่ 5 สรุปผลการวิจัย อภิปรายผล และข้อเสนอแนะ.....	64
5.1 สรุปผลการวิจัย.....	64
5.2 อภิปรายผล.....	65
5.3 ข้อเสนอแนะ.....	68
บรรณานุกรม.....	69
ภาคผนวก.....	72
ภาคผนวก ก.....	73
- รายนามผู้เชี่ยวชาญตรวจสอบเครื่องมือวิจัย.....	74
- หนังสือเชิญผู้เชี่ยวชาญตรวจสอบเครื่องมือวิจัย.....	75
ภาคผนวก ข.....	84
- แบบประเมินคุณภาพสำหรับผู้เชี่ยวชาญ ด้านสื่อ.....	85
- แบบประเมินคุณภาพ สำหรับผู้เชี่ยวชาญ ด้านเนื้อหา.....	87
- แบบประเมินทักษะด้านทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์.....	89
- แบบประเมินด้านความพึงพอใจของผู้เรียนที่มีต่อแอปพลิเคชันสำหรับ การเรียนรู้ เรื่อง เซลล์และโครงสร้างของเซลล์ เพื่อส่งเสริมทักษะ กระบวนการทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1.....	91
- แบบทดสอบก่อนเรียนและหลังเรียนด้วยแอปพลิเคชันสำหรับ การเรียนรู้ เรื่อง เซลล์และโครงสร้างของเซลล์ เพื่อส่งเสริมทักษะ กระบวนการทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1.....	93

สารบัญ (ต่อ)

	หน้า
ภาคผนวก ค.....	100
- แบบประเมินค่าดัชนีความสอดคล้องของข้อคำถามวัดดูประสงค์ (IOC) เพื่อนำไปสร้างแบบประเมินคุณภาพด้านเนื้อหา สำหรับผู้เชี่ยวชาญ.....	101
- แบบประเมินค่าดัชนีความสอดคล้องของข้อคำถามวัดดูประสงค์ (IOC) เพื่อนำไปสร้างแบบประเมินคุณภาพด้านสื่อ สำหรับผู้เชี่ยวชาญ.....	103
- แบบประเมินค่าดัชนีความสอดคล้องของข้อคำถามวัดดูประสงค์ (IOC) เพื่อนำไปสร้างแบบประเมินทักษะด้านการสังเกต สำหรับผู้เชี่ยวชาญ.....	105
- - แบบประเมินค่าดัชนีความสอดคล้องของข้อคำถามวัดดูประสงค์ (IOC) เพื่อนำไปสร้างแบบทดสอบก่อนเรียนและหลังเรียน	108
- - แบบประเมินค่าดัชนีความสอดคล้องของข้อคำถามวัดดูประสงค์เพื่อ นำไปสร้างแบบประเมินด้านความพึงพอใจของผู้เรียน.....	116
ภาคผนวก ง.....	118
- ผลการประเมินแบบประเมินค่าดัชนีความสอดคล้องของข้อคำถาม กับวัดดูประสงค์ เพื่อนำไปสร้างแบบประเมินคุณภาพด้านเนื้อหา สำหรับผู้เชี่ยวชาญ.....	119
- แบบประเมินค่าดัชนีความสอดคล้องของข้อคำถามวัดดูประสงค์ เพื่อนำไปสร้างแบบประเมินคุณภาพด้านสื่อ สำหรับผู้เชี่ยวชาญ.....	121
- ผลการประเมินดัชนีความสอดคล้องของข้อคำถามกับวัดดูประสงค์ เพื่อนำไปสร้างแบบประเมินทักษะด้านการสังเกต.....	122
- ผลการประเมินค่าดัชนีความสอดคล้องของข้อคำถามกับวัดดูประสงค์ เพื่อนำไปสร้างแบบประเมินด้านความพึงพอใจของผู้เรียน.....	124
- ผลการประเมินค่าดัชนีความสอดคล้องของข้อคำถามกับวัดดูประสงค์เพื่อ นำไปสร้างแบบทดสอบก่อนเรียนและหลังเรียน.....	126
- สรุปผลการวิเคราะห์ข้อสอบค่าความยากง่าย (p) และค่าอำนาจจำแนก (r) ของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนผ่านแอปพลิเคชัน.....	134

สารบัญ (ต่อ)

	หน้า
ภาคผนวก จ.....	136
- คู่มือการใช้แอปพลิเคชันสำหรับการเรียนรู้ เรื่อง เซลล์และโครงสร้าง ของเซลล์ เพื่อส่งเสริมทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์.....	126
ประวัติผู้เขียน.....	142



สารบัญตาราง

	หน้า
ตารางที่ 3.1 แบบแผนการทดลอง.....	56
ตารางที่ 4.1 ผลการประเมินคุณภาพแอปพลิเคชันสำหรับการเรียนรู้ ด้านสื่อ.....	58
ตารางที่ 4.2 ผลการประเมินคุณภาพแอปพลิเคชันสำหรับการเรียนรู้ ด้านเนื้อหา.....	59
ตารางที่ 4.3 ผลการหาประสิทธิภาพของแอปพลิเคชันสำหรับการเรียนรู้ เรื่อง เซลล์และโครงสร้าง ของเซลล์ เพื่อส่งเสริมทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยม ศึกษาปีที่ 1 จำนวน 3 คน.....	60
ตารางที่ 4.4 ผลการเปรียบเทียบทางการเรียนคะแนนก่อนเรียนและหลังเรียนด้วยแอปพลิเคชัน สำหรับ การเรียนรู้ เรื่อง เซลล์และโครงสร้างของเซลล์.....	61
ตารางที่ 4.5 ผลการประเมินทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ของผู้เรียนหลังจากการเรียนการสอน โดยใช้แอปพลิเคชันสำหรับการเรียนรู้.....	61
ตารางที่ 4.6 ผลการความพึงพอใจของผู้เรียนที่ได้เรียนที่มีต่อแอปพลิเคชันสำหรับการเรียนรู้.....	62



สารบัญภาพ

	หน้า
ภาพที่ 1.1 กรอบแนวคิดในการวิจัย.....	16
ภาพที่ 2.1 หลักการออกแบบของ ADDIE Model.....	24



บทที่ 1

บทนำ

1.1 ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา

พระราชบัญญัติการศึกษาแห่งชาติ พ.ศ.2542 และที่แก้ไขเพิ่มเติม (ฉบับที่ 4) พ.ศ.2562 ในหมวด 4 มาตรา 22 ได้กำหนดว่า การจัดการศึกษาต้องยึดหลักว่าผู้เรียนทุกคนมีความสามารถเรียนรู้และพัฒนาตนเองได้ ถือว่าผู้เรียนมีความสำคัญที่สุด ทุกคนเรียนรู้และพัฒนาตนเองได้ กระบวนการจัดการศึกษาต้องส่งเสริมให้ผู้เรียนสามารถพัฒนาตามธรรมชาติและเต็มตามศักยภาพ มาตรา 24 การจัดการกระบวนการเรียนรู้ให้สถานศึกษาและหน่วยงานที่เกี่ยวข้องจัดเนื้อหาสาระและกิจกรรมให้สอดคล้องกับความสนใจและความถนัดของผู้เรียน ฝึกทักษะกระบวนการคิด จัดการเรียนการสอนโดยผสมผสานสาระความรู้ด้านต่างๆ รวมทั้งปลูกฝังคุณธรรม ค่านิยมที่ดีงาม และคุณลักษณะอันพึงประสงค์ ส่งเสริมสนับสนุนให้ผู้สอนสามารถจัดบรรยากาศ สภาพแวดล้อม สื่อการเรียน และอำนวยความสะดวกเพื่อให้ผู้เรียนเกิดการเรียนรู้ และมีความรอบรู้ ทั้งนี้ผู้สอนและผู้เรียนอาจเรียนรู้ไปพร้อมกันจากสื่อการเรียนการสอน จัดการเรียนรู้ให้เกิดขึ้นได้ทุกเวลาทุกสถานที่ มีการประสานความร่วมมือกับบิดามารดา ผู้ปกครอง เพื่อร่วมกันพัฒนาผู้เรียนตามศักยภาพ และการจัดการศึกษาต้องยึดหลักผู้เรียนทุกคนมีความสามารถในการเรียนรู้และพัฒนาตนเองได้ กระบวนการจัดการศึกษาต้องส่งเสริมให้ผู้เรียนสามารถพัฒนาตามธรรมชาติและเต็มตามศักยภาพ การจัดการศึกษาต้องเน้นความสำคัญทั้งด้านความรู้และทักษะด้านวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี รวมทั้งส่งเสริมสนับสนุนให้ผู้สอนสามารถจัดบรรยากาศ และสภาพแวดล้อม อำนวยความสะดวกให้ผู้เรียนเกิดการเรียนรู้ มีความรู้รอบตัว และจัดการเรียนรู้ให้สามารถเกิดขึ้นได้ทุกเวลาสถานที่ โดยมุ่งหวังเพื่อยกระดับการพัฒนาคุณภาพของการศึกษาไทยให้ได้มาตรฐานสากลและเพิ่มโอกาสทางการศึกษา การเรียนรู้ในรูปแบบที่หลากหลาย (กระทรวงศึกษาธิการ, 2562)

การศึกษาทางวิทยาศาสตร์จึงเป็นสิ่งสำคัญที่ควรได้รับการพัฒนาให้มีคุณภาพ เพื่อส่งเสริมการพัฒนาทักษะของผู้เรียน เช่น ทักษะการคิดระดับสูง การแก้ปัญหา และการสื่อสาร รวมทั้งมีการฝึกปฏิบัติด้วยกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ให้เป็นผู้ที่กล้าคิด กล้าทำ กล้าตัดสินใจ และมีการทำงานอย่างเป็นระบบ (สุพรรณณี ชาญประเสริฐ, 2557, น.13) มีการเปิดโอกาสให้ผู้เรียนได้พัฒนาตนเองอย่างเต็มที่ เปิดกว้างทางความคิดให้มีเจตคติที่ดีต่อวิทยาศาสตร์ มีการพัฒนาชีวิตด้วยทักษะกระบวนการและเรียนรู้สิ่งต่างๆ จากสิ่งแวดล้อมภายนอกมากกว่าการซึมซับความรู้ในห้องเรียน การทำความเข้าใจในวิทยาศาสตร์ต้องเปิดพื้นที่การเรียนรู้ และขยายขอบเขตการสร้างความรู้ให้สอดคล้องกับสภาพสังคมที่กำลังพัฒนาอย่างต่อเนื่อง ส่งเสริมทักษะต่างๆ ที่จำเป็นต่อการนำไปใช้ดำรงชีวิต และช่วยให้ผู้เรียน

สามารถอยู่ร่วมกับสังคมได้อย่างปกติสุข (Marzano, 2001) นอกจากนี้การจัดการเรียนวิทยาศาสตร์ตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 ยังมุ่งหวังให้ผู้เรียนนำความรู้และกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ไปใช้ในการค้นคว้าหาความรู้ มีทักษะการคิด และทักษะในการสร้างองค์ความรู้ได้ด้วยตนเอง (กระทรวงศึกษาธิการ 2551, น.92) โดยสถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีได้ให้แนวทางการจัดการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีที่เน้นกระบวนการที่ผู้เรียนเป็นผู้คิดลงมือปฏิบัติ ศึกษาค้นคว้าอย่างเป็นระบบด้วยกิจกรรมที่หลากหลาย ทำให้ผู้เรียนเกิดความเข้าใจและเกิดการรับรู้ สามารถสร้างองค์ความรู้ได้และมีความรู้ที่คงทน โดยใช้กระบวนการเรียนแบบสืบเสาะหาความรู้ เพื่อสร้างทักษะการแสวงหาความรู้และพัฒนาการคิดได้ (สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี, 2551, น.8)

ในปัจจุบันความก้าวหน้าทางเทคโนโลยี ได้เข้ามามีบทบาททางด้านการจัดการศึกษามากขึ้น โดยครูผู้สอนได้นำข้อดีของวิวัฒนาการความเจริญก้าวหน้าทางเทคโนโลยี รวมกับความทันสมัยของระบบเครือข่ายอินเทอร์เน็ต มาใช้ในการส่งเสริมและสนับสนุนให้มีบทบาทต่อการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ เช่น การเรียนการสอนผ่านเว็บ การเรียนการสอนออนไลน์ การเรียนผ่านโทรศัพท์มือถือ โดยปัจจุบันนี้มีการใช้โทรศัพท์มือถือมากกว่าห้าร้อยล้านเครื่องทั่วโลก โดยได้มีการใช้เทคโนโลยีไร้สายเป็นช่องทางในการบริหารจัดการบทเรียน ซึ่งเป็นการพัฒนาระบบการศึกษาไทยและเพิ่มประสิทธิภาพการเรียนและการสอน โดยสามารถใช้เครือข่ายอินเทอร์เน็ตเป็นทรัพยากรในการส่งเสริมการเรียนรู้ของผู้เรียนได้ สามารถสืบค้นข้อมูลจากแหล่งความรู้อย่างไม่จำกัดสถานที่ และเวลา ซึ่งเป็นวิธีในการจูงใจให้ผู้เรียนเกิดความสนใจ รู้สึกสนุกสนาน ตื่นเต้น โดยมีเป้าหมายเพื่อส่งเสริมสนับสนุนให้เกิดกระบวนการเรียนรู้ที่มีประสิทธิภาพต่อผู้เรียน การเรียนรู้สามารถมีหรือเกิดขึ้นได้จากเครื่องมือหรืออุปกรณ์ต่างๆ ซึ่งเกี่ยวข้องกับชีวิตประจำวันของมนุษย์ ไม่ว่าจะเป็นคอมพิวเตอร์หรือพวกโทรศัพท์มือถือ และยังครอบคลุมถึงการใช้งานซอฟต์แวร์ ฐานข้อมูลความรู้ และการเข้าถึงการจัดการเรียนรู้ด้วยเทคโนโลยีสารสนเทศ ทำให้สามารถสนองตอบต่อความต้องการที่หลากหลายของผู้ใช้มากขึ้นด้วย

แอปพลิเคชัน เป็นโปรแกรมที่ทำงานบนสมาร์ตโฟน อาจเป็นโปรแกรมเกม รูปแบบคำสั่งหรือสิ่งอำนวยความสะดวกบนสมาร์ตโฟน ทำให้มีการพัฒนาแอปพลิเคชันต่างๆ มากขึ้น เพื่อให้ตรงกับความต้องการของผู้ใช้งาน ซึ่งปัจจุบันแอปพลิเคชันบนมือถือ ถือว่ามีให้เลือกใช้และดาวน์โหลดกันอย่างมากมาย ผู้ใช้สามารถดาวน์โหลดและติดตั้งลงในเครื่องการใช้งานครั้งต่อไป ผู้ใช้สามารถศึกษาเนื้อหาได้เลยโดยไม่ต้องเชื่อมต่ออินเทอร์เน็ต การนำเอาเทคโนโลยีมาใช้อย่างเหมาะสมนั้นเป็นการขยายขอบเขตการเรียนรู้ออกไปอย่างกว้างขวาง ทำให้การเรียนรู้เป็นไปอย่างรวดเร็วยิ่งขึ้น ปัจจุบันสมาร์ตโฟนเป็นที่นิยมใช้กันอย่างแพร่หลาย เนื่องจากง่ายต่อการพกพาและสะดวกต่อการใช้งานทำให้มีการพัฒนาแอปพลิเคชันต่างๆ มากขึ้น การศึกษาและแวดวงการทำงานเริ่มมีการใช้สมาร์ตโฟนกันอย่างกว้างขวาง การใช้สมาร์ตโฟน

จึงเข้าถึงอย่างง่ายดาย และเข้าไปถึงกลุ่มคนทุกเพศทุกวัยไม่ว่าจะอยู่ในชนบทห่างไกลแค่ไหนก็ตาม
สมาร์ทโฟน จึงกลายเป็นช่องทางใหม่ที่เปลี่ยนรูปแบบ และกระจายความรู้ให้เข้าถึงอย่างมากมาย

จากการจัดการเรียนการสอนวิชาวิทยาศาสตร์ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 โรงเรียนวังม่วงวิทยาคม พบว่า ยังไม่ประสบผลสำเร็จมากนัก จะเห็นได้จากผลการทดสอบระดับชาติขั้นพื้นฐาน (O-NET) ปีการศึกษา 2561 โดยผลคะแนนในระดับชาติ มีคะแนน 36.10 ระดับสังกัด มีคะแนน 36.43 และระดับโรงเรียน มีคะแนน 30.69 (สถาบันการทดสอบทางการศึกษาแห่งชาติ, 2561) ซึ่งคะแนนของนักเรียนในระดับโรงเรียนต่ำกว่าทั้งในระดับประเทศและระดับสังกัด มีคะแนนต่ำกว่าระดับประเทศติดต่อกัน 3 ปีการศึกษา ผู้วิจัยได้วิเคราะห์ถึงปัญหารวมถึงการค้นคว้า จึงสนใจที่จะพัฒนาแอปพลิเคชันสำหรับการเรียนรู้ ที่มีทั้งภาพนิ่ง ตัวอักษร วิดีโอ เสียงบรรยายที่ชัดเจน ซึ่งจะทำให้ผู้เรียนจากสิ่งที่เป็นนามธรรมเป็นรูปธรรม ทำให้ผู้เรียนเกิดองค์ความรู้และจดจำได้นาน อีกทั้งแอปพลิเคชันเน้นผู้เรียนเป็นศูนย์กลางทำให้ผู้เรียนสามารถทบทวนความรู้ฝึกปฏิบัติได้ตลอดเวลา เพิ่มพูนประสิทธิภาพในการเรียนรู้ เรื่อง เซลล์และโครงสร้างของเซลล์

จากข้อมูลดังกล่าวข้างต้น ผู้วิจัยจึงสนใจพัฒนาแอปพลิเคชันสำหรับการเรียนรู้ เรื่อง เซลล์ และโครงสร้างของเซลล์ เพื่อส่งเสริมทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 เนื่องจากแอปพลิเคชันเป็นสื่อการสอนที่จะช่วยให้การจัดการเรียนการสอนในรายวิชาวิทยาศาสตร์ มีประสิทธิภาพมากขึ้น เป็นสื่อที่มีความหลากหลายและเหมาะสมกับผู้เรียนที่มีความแตกต่างระหว่างบุคคลได้ดี อีกทั้งยังช่วยให้ผู้เรียนได้ศึกษาหาความรู้ เพื่อส่งเสริมให้ผู้เรียนใช้กระบวนการคิดในการแก้ปัญหาและสร้างองค์ความรู้ได้ด้วยตนเอง เกิดสนใจในการเรียน ซึ่งจะส่งผลให้ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนสูงขึ้น

1.2 วัตถุประสงค์การวิจัย

1.2.1 เพื่อพัฒนาแอปพลิเคชันสำหรับการเรียนรู้ เรื่อง เซลล์และโครงสร้างของเซลล์ เพื่อส่งเสริมทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ให้มีเกณฑ์ประสิทธิภาพ 80/80

1.2.2 เพื่อเปรียบเทียบคะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ก่อนและหลังเรียนด้วยแอปพลิเคชัน สำหรับการเรียนรู้ เรื่อง เซลล์และโครงสร้างของเซลล์

1.2.3 เพื่อศึกษาทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ที่เรียนด้วยแอปพลิเคชันสำหรับการเรียนรู้ เรื่องเซลล์และโครงสร้างของเซลล์

1.2.4 เพื่อศึกษาความพึงพอใจของผู้เรียนที่มีต่อแอปพลิเคชันสำหรับการเรียนรู้ เรื่อง เซลล์ และโครงสร้างของเซลล์

1.3 สมมติฐานการวิจัย

ผู้เรียนที่เรียนด้วยแอปพลิเคชันสำหรับการเรียนรู้ เรื่อง เซลล์และโครงสร้างของเซลล์ เพื่อส่งเสริมทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 มีคะแนนหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05

1.4 ขอบเขตการวิจัย

1.4.1 ประชากรและกลุ่มตัวอย่าง

1.4.1.1 ประชากร เป็นนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 โรงเรียนวังม่วงวิทยาคม ตำบลวังม่วง อำเภอวังม่วง จังหวัดสระบุรี ปีการศึกษา 2562 จำนวน 2 ห้องเรียน ทั้งหมด 61 คน

1.4.1.2 กลุ่มตัวอย่างเป็นนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษา ปีที่ 1 โรงเรียนวังม่วงวิทยาคม ตำบลวังม่วง อำเภอวังม่วง จังหวัดสระบุรี ในภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2562 จำนวน 30 คน ซึ่งได้มาโดยการสุ่มอย่างง่าย โดยวิธีจับสลาก

1.4.3 เนื้อหาที่ใช้ในการวิจัย แอปพลิเคชันสำหรับการเรียนรู้ เรื่อง เซลล์และโครงสร้างของเซลล์ มีรายละเอียดเนื้อหา ดังนี้

1.4.3.1 ความหมายของเซลล์

1.4.3.2 ลักษณะของเซลล์พืชและเซลล์สัตว์

1.4.3.3 หน้าที่ของส่วนประกอบในเซลล์

1.4.3.4 วัสดุ อุปกรณ์ และสารเคมี

1.4.3.5 ขั้นตอนการทำสไลด์พืช

1.4.3.6 ขั้นตอนการทำสไลด์สัตว์

1.4.4 ระยะเวลา ระยะเวลาที่ใช้ ได้แก่ ภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2562

1.4.5 ตัวแปรที่ใช้ในการวิจัย

1.4.5.1 ตัวจัดกระทำ ได้แก่ แอปพลิเคชันสำหรับการเรียนรู้ เรื่อง เซลล์และโครงสร้างของเซลล์

1.4.5.2 ผลของตัวจัดกระทำ ได้แก่

- 1) ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของผู้เรียน
- 2) ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์
- 3) ความพึงพอใจของผู้เรียน

1.5 คำจำกัดความในการวิจัย

1.5.1 แอปพลิเคชัน หมายถึง โปรแกรมบนโทรศัพท์มือถือสมาร์ทโฟน ที่ทำงานบนอุปกรณ์ที่ใช้ระบบปฏิบัติการแอนดรอยด์ (Android) พัฒนาให้ผู้เรียนมีความรู้ความเข้าใจในเรื่อง เซลล์และโครงสร้างของเซลล์ และส่งเสริมให้เกิดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์

1.5.2 ผู้เรียน หมายถึง นักเรียนที่กำลังศึกษาในระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 โรงเรียนวังม่วงวิทยาคม ในภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2562

1.5.3 ประสิทธิภาพสื่อ หมายถึง แอปพลิเคชันสำหรับการเรียนรู้ เรื่อง เซลล์และโครงสร้างของเซลล์ เพื่อส่งเสริมทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ที่สร้างขึ้นตามเกณฑ์ประสิทธิภาพ 80/80 โดยมีเกณฑ์การยอมรับประสิทธิภาพของแอปพลิเคชัน 3 เกณฑ์ คือ เท่าเกณฑ์ 80/80 สูงกว่าเกณฑ์ไม่เกินร้อยละ 25 และต่ำกว่าเกณฑ์ไม่เกินร้อยละ 25

1.5.4 ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน หมายถึง ผลการเรียนรู้ของผู้เรียนที่เรียนด้วยแอปพลิเคชันสำหรับการเรียนรู้ เรื่อง เซลล์และโครงสร้างของเซลล์ เพื่อส่งเสริมทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 สูงกว่าผู้เรียนที่ไม่ได้เรียนด้วยแอปพลิเคชัน

1.5.5 ความพึงพอใจ หมายถึง ความรู้สึกของผู้เรียนที่มีต่อแอปพลิเคชันสำหรับการเรียนรู้ เรื่อง เซลล์และโครงสร้างของเซลล์ เพื่อส่งเสริมทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 โดยแบ่งระดับความพึงพอใจออกเป็น 5 ระดับ ได้แก่ มากที่สุด มาก ปานกลาง น้อย และน้อยที่สุด

1.5.6 ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ หมายถึง ระดับความสามารถในการสังเกตที่จะนำไปสู่การค้นหาทางวิทยาศาสตร์ ประกอบไปด้วย การดำเนินการสังเกต การใช้ประสาทสัมผัส การบอกรายละเอียดของสิ่งที่สังเกต บันทึกผลการสังเกตโดยตรงไปตรงตามความเป็นจริง และความปลอดภัยขณะทำการสังเกต

1.6 กรอบแนวคิดในการวิจัย



ภาพที่ 1.1 กรอบแนวคิดในการวิจัย

1.7 ประโยชน์ที่จะได้รับ

1.7.1 ได้รับแอปพลิเคชันสำหรับการเรียนรู้ เรื่อง เซลล์และโครงสร้างของเซลล์ เพื่อส่งเสริมกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ที่มีประสิทธิภาพและคุณภาพ

1.7.2 ผู้เรียนมีความพึงพอใจต่อแอปพลิเคชันสำหรับการเรียนรู้ เรื่อง เซลล์และโครงสร้างของเซลล์ และกระตุ้นให้ผู้เรียนมีการคิดค้นและมีการพัฒนาด้วยตนเองผ่านแอปพลิเคชัน

1.7.3 เป็นแนวทางในการพัฒนาแอปพลิเคชัน เพื่อส่งเสริมทักษะด้านต่างๆ ต่อไป



บทที่ 2

เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

การวิจัย เรื่อง การพัฒนาแอปพลิเคชันสำหรับการเรียนรู้ เรื่องเซลล์และโครงสร้างของเซลล์ เพื่อส่งเสริมทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ผู้วิจัยได้ทำการศึกษา เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องในประเด็นต่างๆ ตามลำดับ ดังนี้

2.1 แอปพลิเคชัน

2.1.1 การพัฒนาแอปพลิเคชัน

2.1.2 การพัฒนาแอปพลิเคชันบนระบบปฏิบัติการแอนดรอยด์

2.1.3 การหาประสิทธิภาพของแอปพลิเคชัน

2.2 หลักการแนวความคิดการออกแบบและพัฒนาระบบการเรียนการสอน ADDIE model

2.3 วิชาวิทยาศาสตร์ พื้นฐาน 1 เรื่อง เซลล์และโครงสร้างของเซลล์

2.4 ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์

2.5 ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

2.6 ความพึงพอใจ

2.7 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

2.1 แอปพลิเคชัน

2.1.1 การพัฒนาแอปพลิเคชัน

Mango erp. (2019) กล่าวว่า แอปพลิเคชัน (application) คือ โปรแกรมประเภทหนึ่งที่ถูกสร้างขึ้นเพื่อใช้งานบนมือถือหรือแท็บเล็ต สามารถใช้งานบนระบบปฏิบัติการ Android และ iOS การติดตั้งโปรแกรม โดยทั่วไปทำได้โดยโหลดผ่านอินเทอร์เน็ตหรือติดตั้งผ่านแผ่นซีดี แต่สำหรับการติดตั้งแอปพลิเคชันนั้นสามารถทำได้ง่ายกว่า โดยสามารถดาวน์โหลดและติดตั้งแอปพลิเคชันผ่านทาง App store สำหรับผู้ที่ใช้งานในระบบ iOS ส่วนผู้ใช้งานมือถือหรือแท็บเล็ตที่ใช้ระบบปฏิบัติการ Android สามารถดาวน์โหลด และติดตั้งแอปพลิเคชันผ่านทาง Google Play Store อุปกรณ์ต่างๆ ที่ใช้ในมือถือ หรือแท็บเล็ตของผู้ใช้บนอุปกรณ์สื่อสารแบบพกพา เช่น สมาร์ทโฟน ซึ่งแอปพลิเคชันเหล่านั้น จะทำงานบนระบบปฏิบัติการที่แตกต่างกันไปตัวอย่างของระบบปฏิบัติการ ได้แก่ ซิมเบียน ไอโอเอส และ แอนดรอยด์ แอปพลิเคชันสามารถแบ่งออกเป็น 3 ประเภท ดังนี้

1) เนทีฟแอปพลิเคชัน (Native Application) คือ แอปพลิเคชันที่พัฒนาขึ้นด้วยชุดคำสั่ง เพื่อเอาไว้สำหรับพัฒนาโปรแกรมหรือแอปพลิเคชันของระบบปฏิบัติการโมบาย โดยเฉพาะข้อดีคือ ผู้ใช้งานสามารถเข้าถึงได้ง่าย จากกูเกิลเพลย์หรือแอปเปิ้ลสโตร์ รวมถึงการทำงานแบบไม่ต้องเชื่อมต่ออินเทอร์เน็ตในบางแอปพลิเคชัน ทำให้ผู้ใช้งานสะดวก

2) ไฮบริดแอปพลิเคชัน (Hybrid Application) คือ แอปพลิเคชันที่ถูกพัฒนาขึ้นมาด้วยจุดประสงค์ที่ต้องการให้สามารถรันบนระบบปฏิบัติการได้ทุกระบบปฏิบัติการ โดยใช้ชุดคำสั่งเข้าช่วยเพื่อให้สามารถทำงานได้ทุกระบบปฏิบัติการ และหลายแพลตฟอร์มในแอปพลิเคชันเดียว จึงมีข้อดีคือ ทำให้ผู้พัฒนาไม่ต้องเสียเวลาในการพัฒนาเพราะเขียนชุดคำสั่งครั้งเดียว สามารถใช้ได้ทุกแพลตฟอร์ม และเสียค่าใช้จ่ายน้อย

3) เว็บแอปพลิเคชัน (Web Application) คือ แอปพลิเคชันที่ถูกเขียนขึ้นมาสำหรับการใช้งานเว็บเพจต่างๆ ซึ่งถูกปรับแต่งให้แสดงผลแต่ส่วนที่จำเป็นเพื่อเป็นการลดทรัพยากร ในการประมวลผลของตัวเครื่องสมาร์ทโฟน หรือแท็บเล็ต ทำให้โหลดหน้าเว็บไซต์ได้เร็วขึ้น ข้อดีคือ ใช้งานง่าย ได้สะดวกทุกที่ ทุกเวลา รวมถึงมีการอัปเดต แก้ไขข้อผิดพลาดต่างๆ อยู่ตลอดเวลา และใช้งานได้ทุกแพลตฟอร์ม

สรุปได้ว่า ในการพัฒนาแอปพลิเคชันสำหรับการเรียนรู้ เรื่อง เซลล์และโครงสร้างของเซลล์ คือ การพัฒนาโปรแกรมบนโทรศัพท์มือถือ เพื่อพัฒนาให้ผู้เรียนให้มีความรู้ความเข้าใจในเรื่อง เซลล์และโครงสร้างของเซลล์ เพื่อส่งเสริมให้เกิดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์

2.1.2 การพัฒนาแอปพลิเคชันบนระบบปฏิบัติการแอนดรอยด์

2.1.2.1 ระบบปฏิบัติการแอนดรอยด์

ระบบปฏิบัติการแอนดรอยด์เป็นซอฟต์แวร์ประเภทหนึ่ง ที่มีระบบปฏิบัติการแบบเปิดหรือซอฟต์แวร์ต้นฉบับ ใช้สำหรับทำงานบนอุปกรณ์พกพาเคลื่อนที่โดยเฉพาะ เช่น สมาร์ทโฟน และแท็บเล็ต เป็นต้น ซึ่งเป็นระบบปฏิบัติการซอฟต์แวร์ที่มีโครงสร้างแบบเรียงทับซ้อนหรือแบบสแต็ค ซึ่งรวมเอาระบบปฏิบัติการ มิดเดิลแวร์ และแอปพลิเคชันที่สำคัญเข้าไว้ด้วยกัน

2.1.2.2 โปรแกรมใช้พัฒนาแอปพลิเคชันบนระบบปฏิบัติการแอนดรอยด์

1) โปรแกรม แอนดรอยด์ สตูดิโอ (Android Studio) เป็นเครื่องมือพัฒนา IDE (ไอ ดี อี) หรือ Integrated Development Environment (อินทิเกรต ดีเวลลอปเม้นท์ เอนไวรอนเม้นท์) ที่ถูกสร้างขึ้นมาเพื่อการพัฒนาแอนดรอยด์แอปพลิเคชัน บนพื้นฐานของแนวคิด อินเทล ไอ เจ ไอดีอีเอ (IntelliJ IDEA) คล้ายๆ กับการทำงานของ อีคิปส์ (Eclipse) และ แอนดรอยด์ เอทีที ปลั๊กอิน (Android ADT Plugin) และเป็น ไอ ดี เอ็ม ทูล (IDE Tools) ล่าสุดจากกูเกิ้ล (Google) ไว้พัฒนาโปรแกรมแอนดรอยด์ (Android)

หลักการของโปรแกรมแอนดรอยด์ สตูดิโอ เป็นเครื่องมือที่รวดเร็วที่สุดใน การสร้างแอปที่มีประสิทธิภาพสูงและคุณภาพสูงที่ใช้งานในอุปกรณ์ Android ทุกประเภท รวมถึง โทรศัพท์, Android Auto, Android Wear และ Android TV Android Studio ซึ่งเป็น IDE สำหรับ Android อย่างเป็นทางการจาก Google ได้รวมทุกอย่างที่คุณต้องการในการสร้างแอป รวมถึงเครื่องมือ แก้ไขโค้ดและโปรแกรมแก้ไขข้อบกพร่องที่ชาญฉลาด เครื่องมือวิเคราะห์ประสิทธิภาพ โปรแกรมจำลอง และอีกมากมาย

2) โปรแกรม App Inventor เป็นเครื่องมือตัวใหม่ที่สามารถพัฒนาแอปพลิเคชัน บนมือถือแอนดรอยด์ได้ โดยไม่จำเป็นต้องเป็นนักพัฒนาโปรแกรมก็สามารถสร้างแอปพลิเคชันได้ คุณสมบัติของเครื่องมือที่ใช้พัฒนาแอนดรอยด์ (Android Development Tools) เป็นการออกแบบ ภาพ (Visually Design) คือ ทำให้เราสามารถพัฒนาแอปพลิเคชันบนแอนดรอยด์ได้โดยไม่ต้องเขียน ชุดคำสั่ง หลักการของ App Inventor คือ จะมาพร้อมๆกับเครื่องมือพัฒนาแอปพลิเคชันด้วยวิธีเชื่อมโยง ส่วนต่างๆ หรือบล็อก (Blocks) ของการทำงานเข้าด้วยกัน ผู้ใช้เพียงแค่คลิกเลือกส่วนการทำงานที่ ต้องการ และกำหนดขอบเขตของการทำงาน โดยสามารถสร้างแอปพลิเคชันได้ด้วยการกรอก และคลิก เลือกรายการและข้อมูลต่างๆ ที่อยู่ในรูปแบบของฟอร์ม

3) โปรแกรม iBuildApp เป็นบริการออนไลน์ที่มีวิธีที่ง่ายในการสร้างการ ทดสอบ ติดตามและปรับปรุงแอปพลิเคชันบน Android มีลักษณะเป็นเว็บแอปพลิเคชัน สนับสนุน รูปแบบข้อความ อาร์เอสเอส (RSS) คือ ข้อมูลที่อยู่ในรูปแบบเอ็กซ์เอ็มแอล (XML) ที่กำหนดขึ้นมาเพื่อ ใช้ในการกระจายข่าวทางเว็บไซต์และเว็บล็อก ภาพ เสียงและวิดีโอและอื่นๆ สามารถสร้างแอปพลิเคชันฟรี สำหรับองค์กร บริษัท สถาบันการศึกษา หรือส่วนบุคคล มีเครื่องมือที่ใช้งานง่ายต่อการเข้าใจและ สะดวกเมื่อมีการสร้างหรือปรับปรุงแอปพลิเคชัน มีความเรียบง่ายและเวลาในการโหลดอย่างรวดเร็ว

2.1.2.3 การออกแบบงานกราฟิก

1) งานกราฟิกเป็นส่วนสำคัญที่มีบทบาทยิ่งต่อการออกแบบและ กระบวนการผลิตแอปพลิเคชัน โดยเฉพาะอย่างยิ่งสื่อที่ต้องการการสัมผัสรับรู้ด้วยตา วิธีการทางการ ออกแบบร่วมกันสร้างรูปแบบสื่อ เพื่อให้เกิดศักยภาพสูงสุดในการที่จะเป็นตัวกลางในการสื่อความหมาย ระหว่างผู้ส่งสารและผู้รับสาร วิธีการออกแบบและวิธีแก้ปัญหาการออกแบบ โดยการนำเอารูปภาพ ประกอบ ภาพ สัญลักษณ์ รูปแบบ ขนาดตัวอักษร มาจัดวางเพื่อให้เกิดการนำเสนอข้อมูลอย่างชัดเจน เกิดผลดีต่อกระบวนการสื่อความหมาย

2) ภาพกราฟิก เป็นสื่อในการนำเสนอที่ดีเนื่องจากมีสีสันมีรูปแบบที่น่าสนใจ สามารถสื่อความหมายได้กว้าง ประกอบด้วย

(1) ภาพเวกเตอร์ (Vector) จะเป็นภาพที่ประกอบด้วยเส้นลักษณะต่างๆ เช่น เส้นตรง โค้ง และรูปทรงของเลขาคณิต จะถูกจัดเก็บในคำสั่งของโปรแกรมและค่าตัวเลข ซึ่งเวลาทำการแสดงผลจะมีการคำนวณทุกๆ ครั้ง ส่งผลให้ภาพลักษณะเช่นนี้มีความคมชัดและไม่แตกเมื่อมีการขยายให้ภาพมีขนาดใหญ่ขึ้น

(2) ภาพบิตแมป (Bitmap) จะเป็นภาพที่ประกอบจากจุดสีขนาดเล็กๆ จำนวนมากเรียงเรียงตัวกันในลักษณะรูปแบบตาราง เรียกว่า พิกเซล (Pixel) โดยในแต่ละภาพจะมีค่าและขนาดที่แน่นอน ถ้ามีการขยายเพิ่มมากขึ้นจากขนาดเดิมจะทำให้มองเห็นเป็นภาพหยابหรือรูปภาพแตกอย่างชัดเจน

สรุปได้ว่า แอปพลิเคชันเป็นโปรแกรมที่ช่วยการทำงานของผู้ใช้งานบนอุปกรณ์สื่อสารแบบพกพา เช่น สมาร์ทโฟน การพัฒนาแอปพลิเคชันสำหรับการเรียนรู้ เรื่อง เซลล์และโครงสร้างของเซลล์นี้ ผู้วิจัยได้เลือกใช้โปรแกรม แอนดรอยด์ สตูดิโอ ในการพัฒนาแอปพลิเคชัน เพราะเป็นโปรแกรมฟรี ไม่มีลิขสิทธิ์ และมีไลบรารีที่เก็บรวบรวมชุดคำสั่งโปรแกรมต่างๆ สามารถเรียกใช้ชุดคำสั่งเหล่านั้นซึ่งมักจะเป็นชุดคำสั่งที่มีการเรียกใช้บ่อยๆ ได้ทันที

2.1.3 การหาประสิทธิภาพของแอปพลิเคชัน

ชัยยงค์ พรหมวงศ์; สมเชาว์ เนตรประเสริฐ และ สุดา สิ้นสกุล (2550, น.134) กล่าวว่า การทดสอบประสิทธิภาพ หมายถึง การนำแอปพลิเคชันไปทำการทดลองใช้ (Trial Out) เพื่อปรับปรุงประสิทธิภาพแล้วนำไปสอนจริง (Trial Run) นำผลที่ได้มาปรับปรุงแก้ไข เสร็จแล้วจึงผลิตออกมาเป็นปริมาณมาก

1) การทดลองใช้ (Trial Out) หมายถึง การนำแอปพลิเคชันที่ได้ผลิตขึ้นมาเป็นต้นแบบชิ้นงาน (Prototype) ไปทดลองใช้ตามขั้นตอนที่กำหนดไว้ในแต่ละระบบเพื่อปรับปรุงประสิทธิภาพของชุดฝึกอบรมให้ได้ตามเกณฑ์ที่กำหนดไว้

2) การทดลองจริง (Try Run) การทดลองจริง หมายถึง การนำแอปพลิเคชันที่เราได้นำไปทดลองใช้ และทำการปรับปรุงแก้ไขข้อบกพร่องต่างๆ ที่ตรวจพบไปทำการทดลองจริง

โดยสรุป การนำแอปพลิเคชันไปทำการทดลองใช้ (Trial Out) เพื่อปรับปรุงประสิทธิภาพแล้วนำไปสอนจริง (Trial Run) นำผลที่ได้มาปรับปรุงแก้ไข เสร็จแล้วจึงผลิตออกมาเป็นจำนวนมาก

ความจำเป็นในการทดสอบประสิทธิภาพ

ชัยยงค์ พรหมวงศ์; สมเชาว์ เนตรประเสริฐ และ สุดา สิ้นสกุล (2550, น.134) กล่าวว่า การผลิตชุดฝึกอบรมต้องทำการหาประสิทธิภาพของแอปพลิเคชัน เพื่อให้เราเชื่อมั่นว่าแอปพลิเคชันที่เราได้ผลิตขึ้นนั้นมีคุณภาพและเกิดความมั่นใจในการนำไปใช้ในการสอนนักเรียนที่เกี่ยวข้อง เราจึงต้องมีการทดสอบเพื่อหาประสิทธิภาพของแอปพลิเคชัน

โดยสรุป ความจำเป็นในการทดสอบประสิทธิภาพมีจุดมุ่งหมายเพื่อให้หน่วยงานผู้พัฒนาแอปพลิเคชันผู้ใช้แอปพลิเคชัน และผู้พัฒนาแอปพลิเคชัน มีความมั่นใจว่าแอปพลิเคชันมีประสิทธิภาพและสามารถนำมาใช้ทำสอนได้

เกณฑ์ในการทดสอบประสิทธิภาพ

ชัยยงค์ พรหมวงศ์; สมเชาว์ เนตรประเสริฐ และ สุดา สิ้นสกุล (2550, น.134) กล่าวว่า การกำหนดเกณฑ์ในการทดสอบประสิทธิภาพแอปพลิเคชัน กำหนดการประเมินพฤติกรรมเป็น 2 ประเภท คือ 1) พฤติกรรมต่อเนื่อง (กระบวนการ) และ 2) พฤติกรรมขั้นสุดท้าย (ผลลัพธ์) โดยกำหนดค่าประสิทธิภาพเป็น E_1 , (ประสิทธิภาพของกระบวนการ) E_2 , (ประสิทธิภาพของผลลัพธ์) โดยมีรายละเอียดดังนี้

1) ประเมินพฤติกรรมต่อเนื่อง (Transitional Behavior) คือ การประเมินผลต่อเนื่อง ประกอบด้วยพฤติกรรมย่อยหลายพฤติกรรม เรียกว่า “กระบวนการ” (Process) ของผู้เรียนที่สังเกตจากการประกอบกิจกรรมกลุ่ม (รายงานของกลุ่ม) และรายงานบุคคล ได้แก่ งานที่มอบหมาย และกิจกรรมอื่นตามที่ผู้สอนกำหนดไว้

2) ประเมินกิจกรรมขั้นสุดท้าย (Terminal Behavior) คือ ประเมินผลลัพธ์ของผู้เรียน โดยพิจารณาจากการทดสอบหลังเรียนประสิทธิภาพของแอปพลิเคชัน กำหนดเป็นเกณฑ์ที่ผู้สอนคาดหวังว่า ผู้เรียนจะเปลี่ยนพฤติกรรมเป็นที่พึงพอใจ โดยกำหนดให้เป็น เปอร์เซนต์ของผลเฉลี่ยของคะแนนการทำงานและการประกอบกิจกรรมของนักเรียนทั้งหมด ต่อเปอร์เซนต์ของผลการทดสอบหลังเรียนของผู้เรียนทั้งหมด นั่นคือ E_1/E_2 คือ ประสิทธิภาพของกระบวนการ/ประสิทธิภาพของผลลัพธ์

การกำหนดเกณฑ์ E_1/E_2 ให้มีค่าเท่าใดนั้นให้วิทยากรพิจารณาตามความพึงพอใจโดยปกติเนื้อหาที่เป็นความรู้ความจำ มักตั้งไว้ 80/80, 85/85, หรือ 90/90 ส่วนเนื้อหาที่เป็นทักษะอาจตั้งไว้ต่ำกว่านี้ เช่น 75/75 เป็นต้น

โดยสรุป เกณฑ์ประสิทธิภาพแอปพลิเคชัน หมายถึง ระดับประสิทธิภาพของแอปพลิเคชันที่ช่วยให้เรียนเกิดการเรียนรู้ในระดับที่ผู้พัฒนา หรือผู้สอนพอใจ

ขั้นตอนการดำเนินการทดสอบหาประสิทธิภาพ

ชัยยงค์ พรหมวงศ์; สมเชาว์ เนตรประเสริฐ และ สุดา สิ้นสกุล (2550, น.137-138) กล่าวว่า ขั้นตอนการดำเนินการทดสอบประสิทธิภาพ มีขั้นตอนการดำเนินการ ดังนี้

1) การทดสอบประสิทธิภาพแบบเดี่ยว คือ การทดลองกับนักเรียน 1 คน โดยใช้ นักเรียนที่เรียนอ่อน ปานกลาง และเก่ง คำนวณหาประสิทธิภาพ เสร็จแล้วปรับปรุงให้ดีขึ้น โดยปกติคะแนนที่ได้จากการทดลองแบบเดี่ยวนี้อาจได้คะแนนต่ำกว่าเกณฑ์มาก แต่ไม่ต้องวิตกเพราะเมื่อปรับปรุงแล้วจะสูงขึ้นมาก ก่อนนำไปทดลองแบบกลุ่ม ในขั้นนี้ E_1/E_2 ที่ได้จะมีค่าประมาณ 60/60

2) การทดสอบประสิทธิภาพแบบกลุ่ม คือ การทดลองกับนักเรียน 6-10 คน (คละนักเรียนที่เรียนเก่ง ปานกลาง และอ่อน) คำนวณหาประสิทธิภาพแล้วปรับปรุง ในคราวนี้คะแนนของนักเรียนจะเพิ่มขึ้นอีกเกือบเท่าเกณฑ์ โดยเฉลี่ยห่างจากเกณฑ์ประมาณ ร้อยละ 10 นั่นคือ E_1/E_2 ที่ได้จะมีค่าประมาณ 70/70

3) การทดสอบประสิทธิภาพแบบภาคสนาม คือ การทดลองกับนักเรียนทั้งชั้น จำนวน 40-100 คน ควรเลือกห้องเรียนที่มีนักเรียนคละกันที่มีระดับผลการเรียนอ่อน ปานกลาง และเก่ง คำนวณหาประสิทธิภาพ แล้วทำการปรับปรุงผลลัพธ์ที่ได้ควรใกล้เคียงกับเกณฑ์ที่ตั้งไว้ หากต่ำกว่าเกณฑ์ไม่เกินร้อยละ 25 ก็ให้ยอมรับ หากแตกต่างกันมากผู้สอนต้องกำหนดเกณฑ์ประสิทธิภาพ โดยยึดจากสภาพความจริงเป็นเกณฑ์

โดยสรุป การทดสอบประสิทธิภาพของแอปพลิเคชันมี 3 ขั้นตอน คือ การทดสอบประสิทธิภาพแบบเดี่ยว แบบกลุ่ม และแบบภาคสนาม

การยอมรับประสิทธิภาพ

ชัยยงค์ พรหมวงศ์; สมเชาว์ เนตรประเสริฐ และ สุดา สิ้นสกุล (2550, น.142) กล่าวว่า การยอมรับประสิทธิภาพ ให้ถือค่าความคลาดเคลื่อนที่ระดับ 2.5 นั่นคือ ประสิทธิภาพของชุดแอปพลิเคชัน ไม่ควรต่ำกว่าหรือสูงกว่าร้อยละ 25 การยอมรับประสิทธิภาพของแอปพลิเคชันจะยอมรับได้เมื่อมีค่าเท่ากับเกณฑ์หรือสูงต่ำกว่าเกณฑ์ไม่เกินร้อยละ 25 ซึ่งกำหนดไว้ 3 ระดับ คือ

1) สูงกว่าเกณฑ์ เมื่อประสิทธิภาพชุดการเรียนรู้สูงกว่าเกณฑ์ที่ตั้งไว้ มีค่าเกินร้อยละ 2.5 ขึ้นไป ต้องปรับกิจกรรมและแบบทดสอบ และทดลองใหม่ หากค่ายังสูงเกินร้อยละ 25 ต้องปรับเกณฑ์ให้สูงขึ้น

2) เท่าเกณฑ์ เมื่อประสิทธิภาพชุดการเรียนรู้เท่ากับหรือสูงต่ำกว่าเกณฑ์ที่ตั้งไว้ แต่ไม่เกินร้อยละ 25

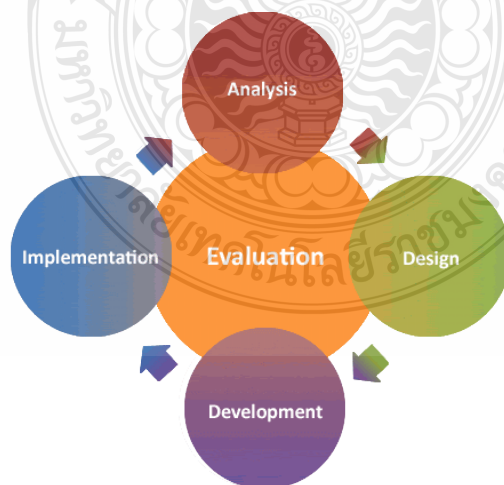
3) ต่ำกว่าเกณฑ์ เมื่อประสิทธิภาพชุดการเรียนรู้ต่ำกว่าเกณฑ์ที่ตั้งไว้ มีค่าต่ำกว่าร้อยละ 25 ในการวิจัยในครั้งนี้ ผู้วิจัยได้ตั้งเกณฑ์ประสิทธิภาพ 80/80 โดยมีเกณฑ์การยอมรับประสิทธิภาพของแอปพลิเคชัน 3 เกณฑ์ คือ เท่าเกณฑ์ 80/80 สูงกว่าเกณฑ์ ไม่เกินร้อยละ 25 และต่ำกว่าเกณฑ์ ไม่เกินร้อยละ 25

โดยสรุป การยอมรับหรือไม่ยอมรับประสิทธิภาพแอปพลิเคชัน เป็นการเปรียบเทียบค่า E_1/E_2 ที่หาได้จากชุดฝึกอบรม กับค่า E_1/E_2 ที่กำหนด ซึ่งการยอมรับค่าประสิทธิภาพให้ถือค่าแปรปรวนบวกร้อยละ 25 นั่นคือ ต่ำกว่าเกณฑ์ที่กำหนด ไม่เกินร้อยละ 25 และสูงกว่าเกณฑ์ที่กำหนด ไม่เกินร้อยละ 25

2.2 หลักการแนวความคิดการออกแบบและพัฒนาระบบการเรียนการสอน ADDIE Model

ADDIE Model คือ การออกแบบระบบการเรียนการสอน กล่าวคือ กระบวนการพัฒนาโปรแกรมการสอน จากจุดเริ่มต้นจนถึงจุดสิ้นสุด มีแบบจำลองจำนวนมากมายที่นักออกแบบการสอนใช้สำหรับตามความประสงค์ทางการสอนต่างๆ กระบวนการออกแบบการเรียนการสอนแบบ ADDIE สามารถสรุปเป็นขั้นตอนทั่วไปได้เป็น 5 ขั้นตอน ประกอบด้วย 1) Analysis (การวิเคราะห์) 2) Design (การออกแบบ) 3) Development (การพัฒนา) 4) Implementation (การนำไปใช้) และ 5) Evaluation (การประเมินผล) โดยมีนักวิชาการได้ให้ความหมาย ดังนี้

สมจิต จันทรฉาย (2557, น.11) ได้ให้ความหมายการออกแบบการเรียนการสอนตามรูปแบบแอดดี (ADDIE Model) ประกอบด้วยกิจกรรม 5 กิจกรรม ได้แก่ การวิเคราะห์ (Analyze) การออกแบบ (Design) การพัฒนา (Development) การนำไปใช้ (Implement) และการประเมินผล (Evaluate) ซึ่งเมื่อพิจารณาให้ดีแล้วมีลักษณะคล้ายกระบวนการแก้ปัญหาอย่างเป็นระบบ เริ่มจากการวิเคราะห์ปัญหา (Analyze) การนำเสนอแนวทางการแก้ปัญหา (Design) การเตรียมการแก้ปัญหา (Development) การทดลองการแก้ปัญหา (Implement) และสุดท้ายประเมินแนวทางการแก้ปัญหาว่าประสบความสำเร็จหรือไม่ (Evaluate) รูปแบบ ADDIE นี้จึงเป็นรูปแบบที่สามารถนำไปประยุกต์ใช้ในการออกแบบการเรียนการสอนในเรื่องต่างๆ ได้อย่างกว้างขวาง โดยเฉพาะมีผู้นิยมนำไปใช้ในการออกแบบสื่อ วัสดุการเรียนการสอน เช่น การออกแบบชุดการเรียนการสอน ออกแบบบทเรียน ออกแบบโปรแกรม เป็นต้น ตลอดจนนำไปใช้ในการออกแบบการเรียนการสอนในระดับมหภาค คือ ระบบการศึกษาในชุมชน และการออกแบบการเรียนการสอนในระดับห้องเรียน เพื่อพัฒนาผลการเรียนรู้ของผู้เรียนในด้านต่างๆ องค์ประกอบของกิจกรรมทั้ง 5 งานนี้ มีความสัมพันธ์ดังแสดงในภาพที่ 2.4



ภาพที่ 2.4 หลักการออกแบบของ ADDIE model

ที่มา: เพ็ญสกา วริมเขต (2562)

ผู้วิจัยได้นำ ADDIE Model มาใช้ในกระบวนการพัฒนาแอปพลิเคชันสำหรับการเรียนรู้ เรื่อง เซลล์และโครงสร้างของเซลล์ เพื่อส่งเสริมทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ดังนี้

2.2.1 การวิเคราะห์ปัญหาและความต้องการในการเรียนการสอน ศึกษา และกำหนดโครงสร้างเนื้อหา วัตถุประสงค์ให้ตรงตามตัวชี้วัด เป็นการเตรียมความพร้อมก่อนจะทำการออกแบบบทเรียน โดยศึกษาและรวบรวมเนื้อหา รวมทั้งศึกษาผู้ใช้ วางแผน วิเคราะห์ และกำหนดรูปแบบของบทเรียนให้เหมาะสม

2.2.1.1 ศึกษาหลักการ และทฤษฎีการพัฒนาแอปพลิเคชันและศึกษาโปรแกรมมาใช้ในการสร้างแอปพลิเคชัน

2.2.1.2 การกำหนดจุดประสงค์การเรียนรู้ของบทเรียนให้สอดคล้องกับเนื้อหา

2.2.1.3 กำหนดรูปแบบการเรียนการสอนของแอปพลิเคชัน

2.2.2 ดำเนินการออกแบบและพัฒนาแอปพลิเคชันสำหรับการเรียนรู้ เรื่อง เซลล์และโครงสร้างของเซลล์ เพื่อส่งเสริมทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ให้สอดคล้องกับเนื้อหา วัตถุประสงค์ และตัวชี้วัด ดำเนินการตามทีออกแบบ ดังนี้

2.2.2.1 เลือกแหล่งข้อมูลซึ่งได้ดำเนินการจากชั้นวิเคราะห์แล้วนำมาออกแบบ

2.2.2.2 ออกแบบมาตรฐานการนำเสนออาจารย์ที่ปรึกษาเกี่ยวกับการกำหนดมาตรฐานการนำเสนอแอปพลิเคชัน ได้แก่ มาตรฐานจอภาพ รูปแบบตัวหนังสือและขนาดของตัวหนังสือ ภาพพื้นหลัง การกำหนดตำแหน่ง หัวเรื่อง เนื้อหา รูปภาพ และเครื่องมือ เพื่อการใช้งานและการปฏิสัมพันธ์ของผู้ใช้แอปพลิเคชัน

2.2.2.3 ออกแบบบทเรียน เป็นการออกแบบและจัดลำดับเนื้อหาของบทเรียน โดยผู้วิจัยได้แบ่งเนื้อหาออกเป็น ดังนี้

- 1) ลักษณะของเซลล์พืชและเซลล์สัตว์
- 2) วัสดุ อุปกรณ์ และสารเคมี
- 3) ขั้นตอนการทำสไลด์พืช
- 4) ขั้นตอนการทำสไลด์สัตว์

2.2.2.4 การสร้างสตอรี่บอร์ด การออกแบบเพื่อเป็นแนวทางในการลำดับเนื้อหา นำเสนอเนื้อหาทั้งที่เป็นข้อความ และรูปภาพที่เป็นลักษณะของจอภาพที่ผู้เรียนจะได้เห็นบนหน้าจอแอปพลิเคชัน มีความสอดคล้องกับวัตถุประสงค์ ออกแบบให้มีความน่าสนใจ มีขั้นตอนการสร้างสตอรี่บอร์ด ดังนี้

- 1) ศึกษาขั้นตอนการสร้างของสตอรี่บอร์ด
- 2) ออกแบบสตอรี่บอร์ด
- 3) สร้างสตอรี่บอร์ด
- 4) นำสตอรี่บอร์ดให้อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ ตรวจสอบ
- 5) ปรับปรุงสตอรี่บอร์ดตามคำแนะนำของอาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์

2.2.3 การพัฒนาแอปพลิเคชันสำหรับการเรียนรู้ เรื่อง เซลล์และโครงสร้างของเซลล์ เป็นขั้นนำเนื้อหาที่ออกแบบไว้มาดำเนินการพัฒนา ดังนี้

2.2.3.1 พัฒนาแอปพลิเคชันที่ได้ออกแบบไว้ด้วยโปรแกรม Android Studio เพื่อให้ชิ้นงานน่าสนใจมากขึ้น แล้วนำชิ้นงานที่จัดทำแบบมัลติมีเดียเดียว นำเข้าไปในโปรแกรม Android Studio เป็นสภาพแวดล้อมการพัฒนาแบบรวมอย่างเป็นทางการสำหรับระบบปฏิบัติการแอนดรอยด์ของ Google สร้างขึ้นจากซอฟต์แวร์ IntelliJ IDEA ของ JetBrains และออกแบบมาเฉพาะสำหรับการพัฒนาแอนดรอยด์ เพื่อพัฒนาแอปพลิเคชันให้สมบูรณ์

2.2.3.2 การพัฒนาแอปพลิเคชัน ผู้วิจัยพัฒนาเนื้อหาด้วยโปรแกรม Android Studio ครบองค์ประกอบทุกส่วน จากนั้นนำไปให้อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ตรวจสอบเพื่อหาข้อบกพร่องและนำมาปรับปรุงแก้ไขจนครบเนื้อหาที่ได้ออกแบบ

2.2.3.3 นำแอปพลิเคชันที่ปรับปรุงแก้ไขแล้ว ไปปรึกษาผู้เชี่ยวชาญเพื่อตรวจสอบความถูกต้องและปรับปรุงตามคำแนะนำ

2.2.4 การนำแอปพลิเคชันสำหรับการเรียนรู้ เรื่อง เซลล์และโครงสร้างของเซลล์ ไปทดลองเพื่อหาประสิทธิภาพสื่อนำไปใช้ (Implementation) เป็นขั้นที่นำแอปพลิเคชันที่ครบสมบูรณ์พร้อมใช้หาข้อบกพร่องและทำการปรับปรุง มีขั้นตอนการดำเนินการ ดังนี้

2.2.4.1 จัดเตรียมสถานที่ในการทดลอง พร้อมเตรียมสมาร์ทโฟนที่เป็นระบบปฏิบัติการแอนดรอยด์ พร้อมแอปพลิเคชันที่พัฒนาขึ้น

2.2.4.2 ทดลองใช้ครั้งที่ 1 กับนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 โรงเรียนวังม่วงวิทยาคม ที่ไม่ใช่กลุ่มตัวอย่าง โดยทดลองใช้แบบรายบุคคล จำนวน 3 คน โดยให้ใช้แอปพลิเคชันที่ละคน ขณะทดลองผู้วิจัยคอยสังเกตอย่างใกล้ชิด เมื่อเสร็จผู้วิจัยสัมภาษณ์เพื่อหาข้อบกพร่องของแอปพลิเคชัน และนำผลมาปรับปรุงแก้ไขข้อบกพร่องก่อนนำไปทดลองใช้กับกลุ่มตัวอย่าง

2.2.5 การประเมินผลการหาประสิทธิภาพสื่อ โดยการนำข้อมูลผลการทำกิจกรรมระหว่างเรียนและข้อมูลผลการทดสอบหลังเรียน มาใช้ในการหาประสิทธิภาพของแอปพลิเคชันสำหรับการเรียนรู้ เรื่อง เซลล์และโครงสร้างของเซลล์ ที่สร้างขึ้นตามเกณฑ์มาตรฐาน 80/80 ที่กำหนด ผู้ศึกษานำ

แอปพลิเคชันที่พัฒนาขึ้นให้ผู้เชี่ยวชาญ ด้านเนื้อหา จำนวน 3 คน และด้านสื่อ จำนวน 3 คน ทำการประเมินคุณภาพ

ขั้นตอนการทดลองเพื่อหาประสิทธิภาพตามเกณฑ์มาตรฐาน 80/80 นำแอปพลิเคชันไปหาประสิทธิภาพ โดยมีขั้นตอนดังนี้ (ชัยยงค์ พรหมวงศ์, 2556)

2.2.5.1 การทดลองรายบุคคล (One to One Try-out and Revised) โดยทดลองกับนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 จำนวน 3 คน

2.2.5.2 การทดลองกลุ่มเล็ก (Small Group Try-out and Revised) โดยทดลองกับนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 จำนวน 9 คน

2.2.5.3 การทดลองภาคสนาม (Field Try-out and revised) นำแอปพลิเคชันสำหรับการเรียนรู้ เรื่อง เซลล์และโครงสร้างของเซลล์ จำนวน 30 คน ที่ไม่ใช่กลุ่มตัวอย่าง

2.3 วิชาวิทยาศาสตร์พื้นฐาน 1 เรื่อง เซลล์และโครงสร้างของเซลล์

มาตรฐานการเรียนรู้

มาตรฐาน ว 1.2 เข้าใจสมบัติของสิ่งมีชีวิต หน่วยพื้นฐานของสิ่งมีชีวิต การลำเลียงสารเข้าและออกจากเซลล์ ความสัมพันธ์ของโครงสร้างและหน้าที่ของระบบต่างๆ ของสัตว์และมนุษย์ที่ทำงานสัมพันธ์กันความสัมพันธ์ของโครงสร้างและหน้าที่ของอวัยวะต่างๆ ของพืชและสัตว์ ที่ทำงานสัมพันธ์กัน รวมทั้งนำความรู้ไปใช้ประโยชน์ (สถาบันพัฒนาคุณภาพวิชาการ, 2561, น.7)

ตัวชี้วัด

ว 1.2 ม.1/1 เปรียบเทียบรูปร่าง ลักษณะ และโครงสร้างของเซลล์พืชและเซลล์สัตว์ รวมทั้งบรรยายหน้าที่ของผนังเซลล์ เยื่อหุ้มเซลล์ ไซโทพลาซึม นิวเคลียส แวกิวโอลไมโทคอนเดรีย และคลอโรพลาสต์

ว 1.2 ม.1/3 อธิบายความสัมพันธ์ระหว่างรูปร่างกับการทำหน้าที่ของเซลล์

เซลล์ (Cell) คือ หน่วยที่เล็กที่สุดของสิ่งมีชีวิตที่สามารถแสดงสมบัติของสิ่งมีชีวิตได้ครบถ้วนสมบูรณ์ ซึ่งเซลล์พืชและเซลล์สัตว์จัดเป็นสิ่งมีชีวิตทั้งเซลล์เดียวและหลายเซลล์ จะมีส่วนประกอบที่สำคัญบางอย่างเหมือนกันหรือคล้ายคลึงกัน แต่รูปร่างและลักษณะและหน้าที่ของเซลล์จะแตกต่างกันตามชนิด

2.3.1 องค์ประกอบโครงสร้างและหน้าที่ของเซลล์พืชและเซลล์สัตว์ โครงสร้างพื้นฐานของเซลล์แบ่งออกได้เป็น 3 ส่วนใหญ่ๆ คือ 1) ส่วนที่ห่อหุ้มเซลล์ 2) นิวเคลียส และ 3) ไซโทพลาซึม

2.3.1.1 ส่วนที่ห่อหุ้มเซลล์ ส่วนของเซลล์ที่ทำหน้าที่ห่อหุ้มองค์ประกอบภายในเซลล์ให้คงรูปอยู่ได้ มีดังนี้

1) เยื่อหุ้มเซลล์ (Cell Membrane) เป็นเยื่อที่บางมากประมาณ 10 นาโนเมตร ประกอบด้วย โปรตีน และไขมัน โดยมีโปรตีนแทรกอยู่ในชั้นไขมัน เยื่อหุ้มเซลล์จะมีรูเล็กๆ ช่วยให้จำกัดขนาดของโมเลกุลของสารที่จะผ่านเยื่อหุ้มเซลล์ได้ จึงทำหน้าที่ควบคุมปริมาณและชนิดของสารที่ผ่านเข้าออกจากเซลล์ด้วย โมเลกุลของสารบางชนิด เช่น น้ำ ออกซิเจน และคาร์บอนไดออกไซด์ สามารถผ่านเยื่อนี้ได้ แต่สารที่มีโมเลกุลใหญ่ๆ เช่น โปรตีน ไม่สามารถผ่านได้ เยื่อหุ้มเซลล์ จึงมีสมบัติเป็นเยื่อเลือกผ่าน (Differentially Permeable Membrane) พบได้ทั้งในเซลล์พืชและเซลล์สัตว์

2) ผนังเซลล์ (Cell Wall) พบได้ในเซลล์พืชทุกชนิด และในเซลล์ของสิ่งมีชีวิตเซลล์เดียว รา และแบคทีเรียบางชนิด โดยจะห่อหุ้มเยื่อหุ้มเซลล์ไว้อีกชั้นหนึ่ง ทำหน้าที่เพิ่มความแข็งแรงและป้องกันอันตรายให้แก่เซลล์ ซึ่งแม้ว่าผนังเซลล์จะหนาและมีความยืดหยุ่นดี แต่ผนังเซลล์ก็ยอมให้สารเกือบทุกชนิดผ่านเข้าออกได้ ทั้งนี้ ผนังเซลล์ของสิ่งมีชีวิตต่างชนิดกันจะมีองค์ประกอบไม่เหมือนกัน สำหรับองค์ประกอบหลักของผนังเซลล์พืช ได้แก่ เซลลูโลส เซลล์ของสัตว์ไม่มีผนังเซลล์ แต่มีสารเคลือบผิวเซลล์ที่เป็นสารประกอบของโปรตีนและคาร์โบไฮเดรต สารเคลือบผิวเซลล์เหล่านี้มีประโยชน์ต่อสิ่งมีชีวิต เพราะเป็นโครงสร้างที่มีความเหนียว แข็งแรง ไม่ละลายน้ำ จึงทำให้เซลล์คงรูปร่าง และช่วยลดการสูญเสียน้ำให้กับเซลล์ นอกจากนี้ยังช่วยให้เซลล์เกาะกลุ่มรวมกันอยู่ได้เป็นเนื้อเยื่อและอวัยวะ

2.3.1.2 นิวเคลียส (Nucleus) เป็นศูนย์กลางควบคุมการทำงานของเซลล์ โดยทำงานร่วมกับไซโทพลาซึม มีความสำคัญต่อกระบวนการแบ่งเซลล์และการสืบพันธุ์ของเซลล์เป็นอย่างมาก ในเซลล์ของสิ่งมีชีวิตทั่วไปจะมีเพียงหนึ่งนิวเคลียส แต่เซลล์บางชนิด เช่น เซลล์เม็ดเลือดแดง เมื่อเจริญเต็มที่แล้วจะไม่มีนิวเคลียส โครงสร้างของนิวเคลียสแบ่งออกเป็น 3 ส่วน คือ

1) เยื่อหุ้มนิวเคลียส (Nuclear Membrane) เป็นเยื่อบางๆ 2 ชั้น อยู่รอบนิวเคลียส มีคุณสมบัติเป็นเยื่อเลือกผ่านเช่นเดียวกับเยื่อหุ้มเซลล์ มีรูเล็กๆ กระจายอยู่ทั่วไป เพื่อเป็นช่องทางแลกเปลี่ยนของสารระหว่างนิวเคลียสกับไซโทพลาซึม โดยบริเวณเยื่อชั้นนอกจะมีไรโบโซมเกาะติดอยู่

2) นิวคลีโอลัส (Nucleolus) เป็นโครงสร้างที่ปรากฏเป็นก้อนเล็กๆ อยู่ในนิวเคลียส ทำหน้าที่สังเคราะห์กรดนิวคลีอิกชนิดหนึ่งชื่อ ไรโบนิวคลีอิก (Ribonucleic Acid หรือ RNA) กับสารอื่นที่เป็นองค์ประกอบของไรโบโซม โดยสารเหล่านี้จะถูกส่งผ่านรูของเยื่อหุ้มนิวเคลียสออกไปยังไซโทพลาซึม

3) โครมาติน (Chromatin) เป็นเส้นใยของโปรตีนหลายชนิดกับกรดดีออกซีไรโบนิวคลีอิก (Deoxyribonucleic Acid หรือ DNA) ซึ่งเป็นสารพันธุกรรม ในขณะที่มีการแบ่งเซลล์จะพบโครมาตินลักษณะเป็นแท่งๆ เรียกว่า โครโมโซม (Chromosome)

2.3.1.3 ไซโทพลาซึม (Cytoplasm) สิ่งที่อยู่ภายในเยื่อหุ้มเซลล์ทั้งหมด ยกเว้น นิวเคลียส เรียกว่า ไซโทพลาซึม ซึ่งเป็นของเหลวที่มีโครงสร้างเล็กๆ คือ ออร์แกเนลล์ (Organelle) กระจายอยู่ทั่วไป โดยออร์แกเนลล์ส่วนใหญ่จะมีเยื่อหุ้ม ทำให้องค์ประกอบภายในออร์แกเนลล์แยกออกจากองค์ประกอบอื่นๆ ในไซโทพลาซึม เช่น คลอโรพลาสต์ ไมโทคอนเดรีย เป็นต้น

1) คลอโรพลาสต์ (Chloroplast) เป็นออร์แกเนลล์ที่พบในพืช เป็นพลาสติดที่มีสีเขียว พบเฉพาะในเซลล์พืช และสาหร่ายเกือบทุกชนิด พลาสติดมีเยื่อหุ้มสองชั้น ภายในโครงสร้างพลาสติดจะมีเม็ดสี หรือรงควัตถุบรรจุอยู่ ถ้าเม็ดสีคลอโรฟิลล์ (Chlorophyll) เรียกว่า คลอโรพลาสต์ ทำหน้าที่เป็นแหล่งเก็บสะสมโปรตีน หรือเก็บสะสมแป้ง ที่เรียกว่า เม็ดสี (Starch Grains) เรียกว่า Amyloplast ซึ่งส่วนใหญ่เป็นสารคลอโรฟิลล์ ภายในคลอโรพลาสต์ ประกอบด้วย ส่วนที่เป็นของเหลว เรียกว่า สโตรมา (Stroma) มีเอนไซม์ที่เกี่ยวข้องกับการสังเคราะห์ด้วยแสง แบบที่ไม่ต้องใช้แสง (Dark Reaction) มี DNA RNA และไรโบโซม และเอนไซม์อีกหลายชนิดปะปนกันอยู่

2) ไมโทคอนเดรีย (Mitochondria) คือ ออร์แกเนลล์ชนิดหนึ่งภายในเซลล์ พบได้ในเซลล์ของสิ่งมีชีวิต ประเภทยูแคริโอตแทบทุกชนิด ทำหน้าที่เป็นแหล่งพลังงานในเซลล์ ผลิตสารที่ให้พลังงานสูงแก่เซลล์ มีรูปร่างหลายแบบขึ้นอยู่กับชนิดของเซลล์ ในเซลล์ของต่อมหมวกไตมีรูปร่างทรงกลมในเซลล์ตับมีรูปร่างเป็นแท่งสั้นๆ ในเซลล์บุผิวของลำไส้เล็กมีรูปร่างค่อนข้างยาว เยื่อหุ้มไมโทคอนเดรียมี 2 ชั้น เยื่อชั้นนอกมีลักษณะเรียบ เยื่อชั้นในจะพับทบแล้วยื่นเข้าไปด้านใน ส่วนที่ยื่นเข้าไปนี้เรียกว่า คริสตี (Cristae) เพื่อเพิ่มพื้นที่ผิว ภายในไมโทคอนเดรียมีของเหลวบรรจุอยู่เรียกว่า เมทริกซ์ (Matrix) ซึ่งจะพบเอนไซม์ที่เกี่ยวข้องกับกระบวนการหายใจระดับเซลล์และการจำลองตัวของไมโทคอนเดรีย

2.3.2 วัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรม

เมื่อศึกษาบทปฏิบัติการนี้แล้ว สามารถ

2.3.2.1 เตรียมสไลด์สดพืช และสัตว์ เพื่อศึกษาโครงสร้างและส่วนประกอบที่สำคัญ

2.3.2.2 บอกชนิด และส่วนประกอบต่างๆ ของเซลล์ที่ศึกษาจากกล้องจุลทรรศน์

อิเล็กตรอน

2.3.2.3 บอกความแตกต่างของโครงสร้างของเซลล์พืชและเซลล์สัตว์

2.3.3 วัสดุและอุปกรณ์

2.3.3.1 กระจกเช็ดเลนส์และน้ำยาเช็ดเลนส์

2.3.3.2 สไลด์แก้ว และแผ่นกระจกปิดสไลด์ (Cover Glass)

2.3.3.3 ไขมีดโกน หลอดหยด ไม้จิ้มฟัน

2.3.3.4 ตัวอย่างเซลล์เยื่อบุข้างแก้ม

2.3.3.5 ตัวอย่างสิ่งมีชีวิต เช่น สาหร่ายหางกระรอก หัวหอม ฯลฯ

2.3.3.6 ภาพถ่ายแสดงเซลล์และออร์แกเนลล์ โดยกล้องจุลทรรศน์อิเล็กตรอน

2.3.3.7 กล้องจุลทรรศน์

2.3.3.8 วิธีทัศน์แสดงลักษณะและส่วนประกอบของเซลล์

2.3.4 การปฏิบัติ

2.3.4.1 ศึกษาส่วนประกอบของเซลล์โดยใช้กล้องจุลทรรศน์ โดยสังเกตส่วนประกอบแต่ละส่วน

2.3.4.2 ฝึกหัดการใช้กล้องจุลทรรศน์โดยปฏิบัติตามวิธีการใช้กล้องจุลทรรศน์ ดังนี้

1) ตรวจสอบความสะอาดเลนส์ก่อนใช้กล้องจุลทรรศน์ทุกครั้ง

2) เปิดสวิตช์ไฟที่ฐานกล้อง ปรับสเกลให้ปริมาณแสงสว่างพอเหมาะ

3) เลื่อนเลนส์ใกล้วัตถุกำลังขยาย 4 เท่าให้ตรงกับวัตถุและหมุนวงล้อปรับภาพหยาบ ให้แท่นวางวัตถุอยู่ในตำแหน่งต่ำที่สุด

4) เลื่อนแท่นวางวัตถุ (Condenser) ให้สูงสุด

5) ปรับช่องรับแสง (Iris Diaphragm) ให้กว้างที่สุด แล้วปรับให้แคบลงเล็กน้อย เพื่อลดปริมาณแสง

6) ปรับเลนส์ใกล้ตาทั้งสองให้เหมาะสมกับระยะห่างระหว่างตาของผู้ใช้ ถ้ามองเห็นภาพในกล้องเป็นภาพกว้างและเห็นเป็นภาพเดี่ยว ไม่มีภาพซ้อน และสบายตา แสดงว่าปรับระยะห่างของเลนส์ใกล้ตาทั้งสองข้างได้ระยะเหมาะสม และต้องปรับโฟกัสเลนส์ใกล้ตาทั้งสองข้างให้เหมาะสมกับสายตาแต่ละข้างของผู้ใช้กล้อง

7) วางสไลด์บนแท่นวางวัตถุโดยใช้คลิปเกาะสไลด์ แล้วเลื่อนสไลด์ให้วัตถุอยู่ที่กึ่งกลางช่องแสงที่ผ่านขึ้นมาจากแท่นวางวัตถุ

8) ปรับระยะทำงานของกล้องจุลทรรศน์จนได้ภาพชัด ฝึกหัดหาภาพโดยเลื่อนสไลด์ไปทางซ้าย ขวา หน้าและหลังซ้ายๆ สังเกตการเลื่อนของภาพในกล้องจุลทรรศน์เมื่อเลื่อนสไลด์

9) ถ้าต้องการภาพให้มีขนาดใหญ่ขึ้น พยายามเลื่อนภาพที่ต้องการให้อยู่กึ่งกลางของวงภาพในกล้อง แล้วเปลี่ยนกำลังขยายของเลนส์ใกล้วัตถุกำลังขยาย $\times 10$ มาแทนที่จะมองเห็นภาพ ถ้ายังไม่ชัดเจนสามารถปรับให้ชัดโดยหมุนวงล้อปรับภาพหยาบเล็กน้อย แล้วปรับด้วยวงล้อปรับภาพละเอียดจนได้ภาพคมชัด ถ้าต้องการขยายภาพให้ใหญ่ขึ้นอีก ต้องเลื่อนภาพที่ต้องการดูรายละเอียดให้อยู่กึ่งกลางกล้อง แล้วเลื่อนเลนส์ใกล้วัตถุกำลังขยาย $\times 40$ มาแทนที่ จะเห็นภาพที่ต้องการ แล้วปรับให้ชัดขึ้นด้วยวงล้อปรับภาพละเอียดเพียงเล็กน้อยจะได้ภาพคมชัด หากแสงสว่างไม่พออาจเพิ่มแสงสว่างได้ โดยเปิดไอริสไดอะแฟรม ให้กว้างขึ้นอีกเล็กน้อย

10) เมื่อศึกษาเสร็จแล้ว ก่อนนำสไลด์ออกต้องเปลี่ยนเลนส์ใกล้วัตถุเป็นเลนส์ที่มีกำลังขยายต่ำสุดก่อน จึงจะนำแผ่นสไลด์แก้วออกจากแท่นวางวัตถุ เปลี่ยนสเกลปริมาณแสงสว่างเป็นเลข 0 แล้วปิดสวิทช์ไฟที่ฐานกล้อง ปรับแท่นวางวัตถุลงต่ำที่สุด ตรวจสอบความสะอาดของกล้องก่อนนำเก็บเข้ากล่อง หรือคลุมด้วยถุงคลุมกล้องเพื่อกันฝุ่นละออง

2.3.5 การเตรียมสไลด์สด

2.3.5.1 หยดน้ำบนสไลด์แก้ว 1 หยด แล้วใช้ปลายเข็มเขียนตัวอย่างสิ่งมีชีวิต เช่น สหราชอาณาจักร ลงบนหยดน้ำนั้น แล้วปิดทับด้วยกระจกปิดสไลด์ ระมัดระวังให้มีฟองอากาศและน้ำล้นออกนอกแผ่นกระจกปิด

2.3.5.2 การศึกษาสิ่งมีชีวิตอื่นๆ อาจศึกษาจากน้ำในสระ โดยใช้หลอดดูดน้ำแล้วหยดลงบนแผ่นสไลด์แก้ว 1 หยด หรือถ้าศึกษาเยื่อพืชม้วนหอย ต้องลอกเยื่อบางๆ วางบนหยดน้ำสะอาดบนแผ่นสไลด์ ศึกษาเยื่อพืชม้วนหอย โดยใช้ไม้จิ้มฟันขูดเยื่อพืชม้วนหอยในกระพุ้งแก้มเบาๆ แล้วเกลี่ยบนแผ่นสไลด์หยดสารละลายไอโอดีนและทำให้เซลล์กระจาย ก่อนปิดทับด้วยแผ่นกระจกปิดสไลด์

2.4 ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์

สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (2556) ให้ความหมายของ ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ว่าเป็นพฤติกรรมที่เกิดจากการปฏิบัติและการฝึกฝนความคิดอย่างเป็นระบบ ซึ่งก่อให้เกิดการพัฒนาทางด้านสติปัญญา การแก้ปัญหาและการค้นคว้าหาความรู้ใหม่อย่างมีประสิทธิภาพและเชื่อถือได้ ในการศึกษาวิทยาศาสตร์จำเป็นต้องใช้ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์เพื่อนำไปสู่การค้นคว้าความรู้ จากการสำรวจตรวจสอบ หรือจากการทดลอง ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์มีทั้งหมด 14 ทักษะ ได้แก่ การสังเกต การวัด การจำแนกประเภท การหาความสัมพันธ์ระหว่างมิติ และมิติกับเวลา การคำนวณการจัดกระทำและสื่อความหมายข้อมูล การลงความเห็นจากข้อมูล การพยากรณ์ การตั้งสมมติฐาน การนิยามเชิงปฏิบัติการ การกำหนดและควบคุมตัวแปร การทดลอง การตีความหมายข้อมูล การลงข้อสรุปการตีความหมายข้อมูล และการสร้างแบบจำลอง ซึ่งมีรายละเอียดดังต่อไปนี้

2.4.1 การสังเกต (Observing) หมายถึง การใช้ประสาทสัมผัสอย่างใดอย่างหนึ่งหรือหลายอย่างรวมกัน ได้แก่ ตา หู จมูก ลิ้น และผิวหนัง เข้าไปสัมผัสโดยตรงกับวัตถุหรือเหตุการณ์ โดยมีจุดประสงค์ที่จะหาข้อมูลซึ่งเป็นรายละเอียดของสิ่งนั้นๆ โดยไม่ใส่ความคิดเห็นของผู้สังเกตลงไป การสังเกตเป็นกระบวนการหลักที่จะนำไปสู่การค้นพบทางวิทยาศาสตร์ ข้อมูลที่ได้จากการสังเกตมี 3 ประเภท คือ

2.4.1.1 ข้อมูลเชิงคุณภาพ เป็นข้อมูลเกี่ยวกับลักษณะและคุณสมบัติประจำตัวของสิ่งของที่สังเกต รูปร่าง กลิ่น รส เสียง และความรู้สึกจากการสัมผัส

2.4.1.2 ข้อมูลเชิงปริมาณ เป็นข้อมูลที่บอกรายละเอียดเกี่ยวกับปริมาณ

2.4.1.3 ข้อมูลเกี่ยวกับการเปลี่ยนแปลง เป็นข้อมูลที่ได้จากการสังเกตปฏิสัมพันธ์ของสิ่งนั้นกับสิ่งอื่น นอกจากนี้การได้ข้อมูลเกี่ยวกับการเปลี่ยนแปลงบางอย่างสามารถกระทำได้ด้วยการทดลอง โดยเก็บข้อมูลระยะก่อนและหลังการทดลอง หรือขณะทำการทดลอง สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี ได้เสนอข้อควรระวังในการสังเกตไว้ ดังนี้

- 1) ควรจดบันทึกไว้ทุกครั้ง
- 2) ควรแยกเป็นข้อสั้นๆ เพื่อตรวจสอบง่าย
- 3) อย่าใส่ความรู้เดิม หรือการคาดคะเนลงไปด้วย ต้องเป็นการสังเกตที่ตรงไป

ตรงมา

2.4.2 ทักษะการวัด (Measuring) หมายถึง การเลือกและการใช้เครื่องมือทำการวัดปริมาณสิ่งของต่างๆ ออกเป็นตัวเลขที่แน่นอนได้อย่างเหมาะสมและถูกต้อง โดยมีหน่วยกำกับเสมอ และจะต้องมีจุดมุ่งหมายในการวัดว่า จะวัดอะไร วัดทำไม จะใช้อะไรวัด และวัดอย่างไร

2.4.3 ทักษะการใช้ตัวเลขการคำนวณ (Using Numbers) หมายถึง การนำเอาตัวเลขที่ได้จากการวัด การสังเกตการทดลอง และจากแหล่งอื่นๆ มาจัดกระทำให้เกิดค่าใหม่ เช่น การบวก การลบ การคูณ การหาร การหาค่าเฉลี่ย การยกกำลัง เป็นต้น เพื่อให้ได้ข้อมูลที่มีความหมายซึ่งจะนำไปใช้ประโยชน์ในการตีความหมายและลงข้อสรุปต่อไป ตัวเลขที่นำมาคำนวณโดยทั่วไปเป็นตัวเลขที่ได้จากการใช้เครื่องมือต่างๆ วัดหาค่าปริมาณของสิ่งหนึ่ง เช่น ความยาว น้ำหนัก ปริมาตร อุณหภูมิ หรือเวลา

2.4.4 ทักษะการจำแนกประเภท (Classifying) หมายถึง การจำแนกหรือจัดจำพวกวัตถุหรือเหตุการณ์ออกเป็นประเภทต่างๆ โดยมีเกณฑ์ในการจำแนกหรือจัดจำพวก เกณฑ์ที่ใช้อาจพิจารณาจากลักษณะที่เหมือนกัน แตกต่างกัน หรือสัมพันธ์กันอย่างไรอย่างหนึ่งก็ได้ การกำหนดเกณฑ์อาจทำได้โดยการกำหนดขึ้นเองหรือมีผู้อื่นกำหนดให้ การจำแนกประเภทอาจทำได้หลายรูปแบบ ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับเกณฑ์ที่กำหนด เช่น การแบ่งประเภทสิ่งของ เกณฑ์ที่ใช้มักเป็น สี ขนาด รูปร่าง ลักษณะผิว วัสดุที่ใช้ทำ ราคา หรือการนำไปใช้ ส่วนพวกสิ่งที่มีชีวิตมักจะใช้เกณฑ์ลักษณะของเซลล์โครงสร้างและรูปร่าง อาหาร ลักษณะที่อยู่อาศัย การสืบพันธุ์ ประโยชน์ เป็นต้น

2.4.5 ทักษะการใช้ความสัมพันธ์ระหว่างสเปสกับสเปส และสเปสกับเวลา (Using Space/Relationship) สเปส หมายถึง ที่ว่างหรืออวกาศ สเปสของวัตถุ หมายถึง ทางที่วัตถุนั้นครองที่หรือกินอยู่ และมีรูปร่าง ลักษณะเช่นเดียวกับวัตถุนั้น โดยทั่วไปแล้วสเปสของวัตถุจะมี 3 มิติ คือ ความกว้าง ความยาว และความสูง (หรือความหนา) ความสัมพันธ์ระหว่างสเปสกับสเปสของวัตถุ ได้แก่

ความสัมพันธ์ระหว่างมิติ 3 มิติ กับ 2 มิติ ความสัมพันธ์ระหว่างตำแหน่งที่อยู่ของวัตถุหนึ่งกับอีกวัตถุหนึ่ง ความสัมพันธ์ระหว่างสเปสของวัตถุกับเวลา ได้แก่ ความสัมพันธ์ระหว่างการเปลี่ยนแปลงตำแหน่งที่อยู่ของวัตถุกับเวลาหรือความสัมพันธ์ระหว่างการเปลี่ยนขนาดหรือปริมาณของวัตถุกับเวลา อาจกล่าวโดยภาพรวมได้ว่า การใช้ความสัมพันธ์เกี่ยวกับสเปส หมายถึง ความสามารถในการระบุความสัมพันธ์ระหว่างสิ่งต่อไปนี้ คือ

2.4.5.1 ความสัมพันธ์ระหว่าง 2 มิติ กับ 3 มิติ

2.4.5.2 สิ่งที่อยู่หน้ากระจกเงากับภาพที่ปรากฏในกระจกเงาว่าจะเป็นการย้ายขวาของกันและกันอย่างไร

2.4.5.3 ตำแหน่งที่อยู่ของวัตถุหนึ่งกับอีกวัตถุหนึ่ง

2.4.5.4 การเปลี่ยนแปลงตำแหน่งที่อยู่ของวัตถุกับเวลาหรือสเปสของวัตถุที่เปลี่ยนไปกับเวลา

2.4.6 ทักษะการสื่อความหมายของข้อมูล (Communication) การสื่อความหมาย หมายถึง การนำข้อมูลที่ได้จากการสังเกต การวัด การทดลอง และจากแหล่งอื่นๆ มาจัดกระทำเสียใหม่ โดยอาศัยวิธีการต่างๆ เช่น การจัดลำดับ การจัดหมู่ หรือการคำนวณหาค่าใหม่ ทั้งนี้เพื่อให้ง่ายต่อการนำไปใช้และหรือให้ผู้อื่นเข้าใจความหมายของข้อมูลนั้นๆ ดีขึ้น การสื่อความหมายข้อมูล สามารถนำข้อมูลที่ได้จัดกระทำแล้วมาเสนอและแสดงให้ผู้อื่นเข้าใจความหมายของข้อมูลชุดนั้นได้ดีขึ้น โดยการนำเสนอได้หลายรูปแบบ คือ

2.4.6.1 โดยการพูดปากเปล่าหรือเล่าให้ฟัง

2.4.6.2 โดยการเขียนเป็นรายงาน

2.4.6.3 โดยเขียนเป็นตาราง แผนภูมิ แผ่นภาพ แผ่นผัง วงจร กราฟ แผนสถิติ สมการ หรือการใช้สัญลักษณ์ โดยวิธีผสมผสานหลายวิธีตามความเหมาะสม

2.4.7 ทักษะการลงความคิดเห็น (Inferring) หมายถึง การนำข้อมูลที่ได้จากการสังเกตวัตถุหรือปรากฏการณ์ไปสัมพันธ์กับความรู้หรือประสบการณ์เดิม เพื่อลงข้อสรุปหรืออธิบายปรากฏการณ์หรือวัตถุนั้น

2.4.8 ทักษะการพยากรณ์ (Predicting) หมายถึง การทำนายหรือการคาดคะเนสิ่งที่จะเกิดขึ้นล่วงหน้า โดยอาศัยข้อมูลที่ได้จากการสังเกตหรือปรากฏการณ์ที่เกิดขึ้นซ้ำๆ ความรู้ที่เป็นความจริง หลักการ กฎหรือทฤษฎีที่มีอยู่แล้วในเรื่องนั้นๆ มาช่วยทำนายหรือคาดคะเน การพยากรณ์อาจทำได้ 2 แบบ คือ การพยากรณ์ในขอบเขตของข้อมูล และการพยากรณ์ภายนอกขอบเขตของข้อมูล

2.4.9 ทักษะการตั้งสมมติฐาน (Formulating Hypthesis) หมายถึง การคิดหาคำตอบล่วงหน้าก่อนที่จะทำการทดลอง โดยอาศัยการสังเกต ความรู้ ประสบการณ์เดิมเป็นพื้นฐาน คำตอบที่

คิดล่วงหน้ายังไม่ทราบ หรือเป็นหลักการ กฎหรือทฤษฎีมาก่อน สมมติฐานหรือคำตอบที่คิดไว้ล่วงหน้า มักเป็นข้อความที่บอกความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรต้นกับตัวแปรตาม ซึ่งอาจผิดหรือถูกก็ได้

2.4.10 ทักษะการกำหนดนิยามเชิงปฏิบัติการ (Defining Operationally) หมายถึง การกำหนดความหมายและขอบเขตของคำต่างๆ ในสมมติฐานที่ต้องการทดลองให้เข้าใจตรงกัน และสามารถสังเกตหรือวัดได้ความสามารถที่แสดงว่าเกิดทักษะแล้ว คือ สามารถกำหนดความหมายและขอบเขตของคำหรือ ตัวแปรต่างๆ ให้สังเกตและวัดได้

2.4.11 ทักษะการกำหนดและควบคุมตัวแปร (Controlling Variables) หมายถึง การชี้แจงตัวแปรต้น ตัวแปรตาม และ ตัวแปรที่ต้องควบคุมในสมมติฐานหนึ่งๆ

ตัวแปรต้น คือ สิ่งที่เป็นสาเหตุที่ทำให้เกิดผลต่างๆ หรือสิ่งที่เราต้องการทดลองดูว่าเป็นสาเหตุที่ก่อให้เกิดผลเช่นนั้นจริงหรือไม่

ตัวแปรตาม คือ สิ่งที่เป็นผลเนื่องมาจากตัวแปรต้น เมื่อตัวแปรต้นหรือสิ่งที่เป็นสาเหตุเปลี่ยนไป ตัวแปรตามหรือสิ่งที่เป็นผลจะเปลี่ยนตามไปด้วย

ตัวแปรที่ต้องควบคุม คือ สิ่งอื่นๆ นอกเหนือจากตัวแปรต้นที่มีผลต่อการทดลองด้วย ซึ่งจะต้องควบคุมให้เหมือนกัน มิเช่นนั้นอาจทำให้ผลการทดลองคลาดเคลื่อนความสามารถที่แสดงว่าเกิดทักษะแล้ว คือ ชี้แจงและกำหนดตัวแปรต้น ตัวแปรตาม และตัวแปรที่ต้องควบคุมได้

2.4.12 ทักษะการทดลอง (Experimenting) หมายถึง กระบวนการปฏิบัติการเพื่อหาคำตอบของสมมติฐานที่ตั้งไว้ หรือความสามารถในการดำเนินการตรวจสอบสมมติฐานโดยการทดลอง โดยเริ่มตั้งแต่การออกแบบ การทดลอง การปฏิบัติการทดลองตามขั้นตอนที่ออกแบบไว้ ตลอดจนการใช้วัสดุอุปกรณ์ได้อย่างถูกต้องและการบันทึกผลการทดลอง

2.4.13 ทักษะการแปลความหมายข้อมูล (Interpreting Data) การแปลความหมายข้อมูล หมายถึง การตีความหมายหรือการบรรยายลักษณะเพื่อสรุปความสัมพันธ์ของข้อมูลทั้งหมด การแปลความหมายข้อมูลจึงจัดเป็นกระบวนการขั้นสุดยอด หรือขั้นสุดท้ายของกระบวนการวิทยาศาสตร์ การทดลองใดๆ แม้ว่าจะออกแบบการทดลอง ทำการทดลองอย่างรัดกุม ได้ข้อมูลจากการทดลองอย่างละเอียด แต่ถ้าขาดกระบวนการขั้นนี้ก็จะไม่สามารถสรุปผลการทดลอง ตอบรับ หรือตอบปฏิเสธสมมติฐานได้ เพราะ การแปลความหมายข้อมูล เป็นการมองข้อมูลในทุกแง่ทุกมุม การพิจารณาถึงความหนักแน่นของหลักฐานที่สนับสนุนหรือขัดแย้ง การตั้งเอาประสบการณ์ ความรู้และหลักการคิดหาเหตุผลมาเป็นเครื่องมือในการตีความหมายแล้วจึงลงเป็นข้อสรุปต่อไป

2.4.14 การสร้างแบบจำลอง นำเสนอข้อมูล แนวคิด ความคิดรวบยอดเพื่อให้เข้าใจในรูปของแบบจำลองแบบต่างๆ เช่น กราฟ รูปภาพ ภาพเคลื่อนไหว วัสดุ สิ่งของ สิ่งประดิษฐ์ หุ่น เป็นต้น

สรุปได้ว่า ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ในการวิจัยครั้งนี้เป็นทักษะวิทยาศาสตร์ เรื่อง เซลล์และโครงสร้างของเซลล์ ประกอบไปด้วย การดำเนินการสังเกต การใช้ประสาทสัมผัส การบอก รายละเอียดของสิ่งที่สังเกต บันทึกผลการสังเกตอย่างตรงไปตรงมาตามความเป็นจริง และมีความปลอดภัย ขณะสังเกต

2.5 ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

2.5.1 ความหมายของผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน (Learning Achievement) เป็นผลที่เกิดจากปัจจัยในการจัดการศึกษา นักการศึกษาได้ให้ความสำคัญกับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน และเนื่องจากผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เป็นดัชนีที่บอกถึงคุณภาพการศึกษา ดังที่ อนาตาสี (Anastasi, 1970) กล่าวไว้ พอสรุปได้ว่า ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนมีความสัมพันธ์กับองค์ประกอบด้านสติปัญญาและองค์ประกอบด้านที่ไม่ใช่สติปัญญา ได้แก่ องค์ประกอบด้านเศรษฐกิจสังคมแรงจูงใจ และองค์ประกอบที่ไม่ใช่สติปัญญาด้านอื่น โดยมีผู้ให้ความหมายไว้หลากหลาย ดังนี้

ปรียทิพย์ บุญคง (2546) ให้ความหมายคำว่า ผลสัมฤทธิ์ หมายถึง ขนาดของความสำเร็จที่ได้จากการทำงานที่ต้องอาศัยความพยายามอย่างมาก ซึ่งเป็นผลมาจากการกระทำที่ต้องอาศัยทั้งความสามารถทั้งทางร่างกายและทางสติปัญญา ดังนั้น ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนจึงเป็นขนาดของความสำเร็จที่ได้จากการเรียนโดยอาศัยความสามารถเฉพาะตัวบุคคลผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนอาจได้จากการบวนการที่ไม่ต้องอาศัยการทดสอบ เช่น การสังเกตการตรวจการบ้านหรืออาจได้ในรูปของเกรดจากโรงเรียน ซึ่งต้องอาศัยกระบวนการที่ซับซ้อนและระยะเวลาอันยาวนานหรืออาจได้จากการวัดแบบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนทั่วไป สอดคล้องกับ ไพศาล หวังพานิช (2536) ที่ให้ความหมายผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนว่า หมายถึง คุณลักษณะและความสามารถของบุคคลอันเกิดจากการเรียนการสอน เป็นการเปลี่ยนแปลงพฤติกรรมและประสบการณ์การเรียนที่เกิดขึ้นจากการฝึกอบรมหรือการสอบ จึงเป็นการตรวจสอบระดับความสามารถของบุคคล ว่าเรียนแล้วมีความรู้เท่าใดสามารถวัดได้โดยการใช้แบบทดสอบต่างๆ เช่น ใช้ข้อสอบวัดผลสัมฤทธิ์ ข้อสอบวัดภาคปฏิบัติ สามารถวัดได้ 2 รูปแบบ ดังนี้

2.5.1.1 การวัดด้านปฏิบัติเป็นการตรวจสอบระดับความสามารถในการปฏิบัติโดยทักษะของผู้เรียน โดยมุ่งเน้นให้ผู้เรียนแสดงความสามารถดังกล่าวในรูปของการกระทำจริงให้ออกเป็นผลงานการวัดต้องใช้ข้อสอบภาคปฏิบัติ

2.5.1.2 การวัดด้านเนื้อหาเป็นการตรวจสอบความสามารถเกี่ยวกับเนื้อหาซึ่งเป็นประสบการณ์เรียน รวมถึงพฤติกรรมความสามารถในด้านต่างๆ สามารถวัดได้โดยใช้แบบวัดผลสัมฤทธิ์

สรุปได้ว่า ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน หมายถึง ผลการวัดการเปลี่ยนแปลงและ ประสิทธิภาพการเรียนรู้ในเนื้อหาสาระที่เรียนมาแล้ว เกิดการเรียนรู้เท่าใด มีความสามารถชนิดใด โดยสามารถวัดได้จากแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ในลักษณะต่างๆ และการวัดผลตามสภาพจริง เพื่อบอกถึง คุณภาพการศึกษาความหมายของการวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

พิชิต ฤทธิ์จรรยา (2544) ได้ให้ความหมายของผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนไว้ว่าแบบทดสอบ วัดผลสัมฤทธิ์เป็นแบบทดสอบที่ใช้วัดความรู้ทักษะ และความสามารถทางวิชาการที่ผู้เรียนได้เรียนรู้ มาแล้วว่าบรรลุผลสำเร็จตามจุดประสงค์ที่ตั้งไว้

ณัฐชา วัฒนวิไล (2552) ได้ให้ความหมายของผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนไว้ว่าความรู้และ ทักษะที่ได้รับจากการเรียนที่ทำให้ผู้เรียนมีความสามารถในการประมวลความรู้ ในการคิดวิเคราะห์โดย ผลของความสำเร็จวัดได้จากคะแนนที่ผู้เรียนได้รับ

สรุปได้ว่า ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน หมายถึง ผลจากการวัดผลการเรียนหลังจากได้รับ การเรียนรู้มาแล้ว ที่แสดงถึงความสำเร็จในการเรียนรู้นั้นๆ ซึ่งในการศึกษานี้ก็คือผลการเรียนรู้หลังจากที่ ได้เรียนรู้ด้วยแอปพลิเคชันเพื่อการเรียนรู้ เรื่อง เซลล์และโครงสร้างของเซลล์

2.5.2 องค์ประกอบที่มีผลต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

อดิศักดิ์ พงษ์พลผลศักดิ์ (2541) พบว่า เจตคติที่มีต่อการเรียนส่งผลโดยตรงต่อ ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน และมีผลทางอ้อมผ่านมาทางการปรับตัวของผู้เรียน รวมทั้งความสนใจในวิชา แรงจูงใจใฝ่สัมฤทธิ์และความรับผิดชอบในการเรียน

สุขฤกษ์ ดีโนนโพธิ์ (2554) พบว่า องค์ประกอบที่มีผลต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ได้แก่ เวลาที่ใช้ในการศึกษาเพิ่มเติม แรงจูงใจใฝ่สัมฤทธิ์ มโนภาพเกี่ยวกับตนเอง ความตั้งใจเรียน คุณภาพการสอน สภาพแวดล้อมทางบ้านบรรยากาศชั้นเรียน ความถนัดทางการเรียน และเจตคติทาง การเรียน

2.5.3 ความหมายของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

นักวิชาการศึกษาหลายท่านได้ให้ความหมายของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ไว้ดังนี้

สมนึก ภัททิยธนี (2546) ได้ให้ความหมายของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ว่าหมายถึง แบบทดสอบวัดสมรรถภาพทางสมองต่างๆ ที่นักเรียนได้รับการเรียนรู้ผ่านมาแล้ว ซึ่งแบ่ง ได้เป็น 2 ประเภท คือ แบบทดสอบที่ครูสร้างกับแบบทดสอบมาตรฐานแต่เนื่องจากครูต้องทำหน้าที่ วัดผลนักเรียน คือ เขียนข้อสอบวัดผลสัมฤทธิ์ที่ตนได้สอน ซึ่งเกี่ยวข้องโดยตรงกับแบบทดสอบที่ครูสร้าง และมีหลายแบบ แต่ที่นิยมใช้มี 6 แบบ ดังนี้

2.5.3.1 ข้อสอบแบบอัตนัยหรือความเรียงลักษณะทั่วไป เป็นข้อสอบที่มีเฉพาะคำถามแล้วให้นักเรียน เขียนตอบอย่างเสรีเขียนบรรยายตามความรู้และข้อคิดเห็นแต่ละคน

2.5.3.2 ข้อสอบแบบกาถูก-ผิด ลักษณะทั่วไปถือได้ว่าข้อสอบแบบกาถูก-ผิด คือข้อสอบแบบเลือกตอบที่มี 2 ตัวเลือก แต่ตัวเลือกดั้งกล่าวเป็นแบบคงที่และมีความหมายตรงกันข้าม เช่น ถูก-ผิดใช่-ไม่ใช่ จริง-ไม่จริง เหมือนกัน-ต่างกัน เป็นต้น

2.5.3.3 ข้อสอบแบบเติมคำลักษณะทั่วไปเป็นข้อสอบที่ประกอบด้วยประโยคหรือข้อความที่ยังไม่สมบูรณ์ให้ผู้ตอบเติมคำหรือประโยคหรือข้อความลงในช่องว่างที่เว้นไว้นั้น เพื่อให้มีใจความสมบูรณ์และถูกต้อง

2.5.3.4 ข้อสอบแบบตอบสั้นๆ ลักษณะทั่วไปข้อสอบประเภทนี้คล้ายกับข้อสอบแบบเติมคำ แต่แตกต่างกันที่ข้อสอบแบบตอบสั้นๆ เขียนเป็นประโยคคำถามสมบูรณ์ (ข้อสอบเติมคำเป็นประโยคที่ยังไม่สมบูรณ์) แล้วให้ผู้ตอบเป็นคนเขียนตอบคำตอบที่ต้องการจะสั้นและกะทัดรัดได้ใจความสมบูรณ์ ไม่ใช่เป็นการบรรยายแบบข้อสอบอัตนัยหรือความเรียง

2.5.3.5 ข้อสอบแบบจับคู่ลักษณะทั่วไปเป็นข้อสอบเลือกตอบชนิดหนึ่ง โดยมีคำหรือข้อความแยกจากกันเป็น 2 ชุด แล้วให้ผู้ตอบเลือกจับคู่ว่าแต่ละข้อความในชุดหนึ่ง (ตัวยืน) จะคู่กับคำหรือข้อความใดในอีกชุดหนึ่ง (ตัวเลือก) ซึ่งมีความสัมพันธ์กันอย่างไรอย่างหนึ่งตามที่ผู้ออกข้อสอบกำหนดไว้

2.5.3.6 ข้อสอบแบบเลือกตอบ ข้อสอบแบบเลือกตอบนี้จะประกอบด้วย 2 ตอน ตอนนำหรือคำถาม กับตอนเลือก ในตอนเลือกนี้จะประกอบด้วยตัวเลือกที่เป็นคำตอบถูกและตัวเลือกที่เป็นตัวลวงปกติจะมีคำถามที่กำหนดให้นักเรียนพิจารณาแล้วหาตัวเลือกที่ถูกต้องมากที่สุดเพียงตัวเลือกเดียวจากตัวเลือกอื่นๆ และคำถามแบบเลือกตอบที่นิยมใช้ตัวเลือกที่ใกล้เคียงกันหากดูไม่ละเอียดจะเห็นว่าทุกตัวเลือกถูกหมดแต่ความจริงมีน้ำหนักถูกมากน้อยต่างกัน

พวงรัตน์ ทวีรัตน์ (2543) ได้กล่าวถึง แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนในทำนองเดียวกันว่า หมายถึง แบบทดสอบที่วัดความรู้ของนักเรียนที่ได้เรียนไปแล้ว ซึ่งมักจะเป็นข้อคำถามให้นักเรียนตอบด้วยกระดาษและดินสอกับให้นักเรียนปฏิบัติจริง

จากความหมายของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนที่กล่าวมาแล้ว สรุปได้ว่าแบบทดสอบที่วัดความรู้ความสามารถทางการเรียนด้านเนื้อหาวิชาความรู้ และทักษะของวิชาต่างๆ

2.5.4 หลักเกณฑ์ในการสร้างแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

ในการสร้างแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนผู้วิจัยได้วิเคราะห์จากนักการศึกษาหลายท่านที่กล่าวถึงหลักเกณฑ์ไว้ สอดคล้องกันและได้ลำดับเป็นขั้นตอน ดังนี้

2.5.4.1 เนื้อหาหรือทักษะที่ครอบคลุมในแบบทดสอบนั้นจะต้องเป็นพฤติกรรมที่สามารถวัดผลสัมฤทธิ์ได้

2.5.4.2 ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนที่ใช้แบบทดสอบวัดนั้นถ้านำไปเปรียบเทียบกันจะต้องให้ทุกคนมีโอกาสเรียนรู้ในสิ่งต่างๆ เหล่านั้นได้ครอบคลุมและเท่าเทียมกัน

2.5.4.3 วัดให้ตรงกับจุดประสงค์การสร้างแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ควรจะวัดตามวัตถุประสงค์ทุกอย่างของการสอนและจะต้องมั่นใจว่าได้วัดสิ่งที่ต้องการจะวัดได้จริง

2.5.4.4 การวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนเป็นการวัดความเจริญงอกงามของนักเรียนการเปลี่ยนแปลงและความก้าวหน้าไปสู่วัตถุประสงค์ที่วางไว้ ดังนั้น ครูควรจะทราบมาก่อนเรียนนักเรียนมีความรู้ความสามารถอย่างไร เมื่อเรียนเสร็จแล้วมีความรู้แตกต่างจากเดิมหรือไม่ โดยการทดสอบก่อนเรียนและทดสอบหลังเรียน

2.5.4.5 การวัดผล เป็นการวัดผลทางอ้อมเป็นการยากที่จะใช้ข้อสอบแบบเขียนตอบวัดพฤติกรรมตรงๆ ของบุคคลได้ สิ่งที่วัดได้ คือ การตอบสนองต่อข้อสอบดังนั้นการเปลี่ยนวัตถุประสงค์ให้เป็นพฤติกรรมที่จะสอบจะต้องทำอย่างไรรอบคอบและถูกต้อง

2.5.4.6 การวัดการเรียนรู้เป็นการยากที่จะวัดทุกสิ่งทุกอย่างที่สอนได้ภายในเวลาจำกัดสิ่งที่วัดได้เป็นเพียงตัวแทนของพฤติกรรมทั้งหมดเท่านั้น ต้องมั่นใจว่าสิ่งที่วัดนั้นเป็นตัวแทนแท้จริงได้

2.5.4.7 การวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนเป็นเครื่องช่วยพัฒนาการสอนของครู และเป็นเครื่องช่วยในการเรียนของเด็ก

2.5.4.8 การศึกษาที่สมบูรณ์นั้นสิ่งสำคัญไม่ได้อยู่ที่การทดสอบแต่เพียงอย่างเดียว การทบทวนการสอนของครูก็เป็นสิ่งสำคัญยิ่ง

2.5.4.9 การวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ควรจะเน้นในการวัดความสามารถในการใช้ความรู้ให้เป็นประโยชน์หรือการนำความรู้ไปใช้ในสถานการณ์ใหม่ๆ

2.5.4.10 ควรใช้คำถามให้สอดคล้องกับเนื้อหาวิชาและวัตถุประสงค์ที่วัด

2.5.4.11 ให้ข้อสอบมีความเหมาะสมกับนักเรียนในด้านต่างๆ เช่น ความยากง่าย พอเหมาะ มีเวลาพอสำหรับนักเรียนในการทำข้อสอบ

จากที่กล่าวข้างต้นสรุปได้ว่า ในการสร้างแบบทดสอบให้มีคุณภาพวิธีการสร้างแบบทดสอบที่เป็นคำถามเพื่อวัดเนื้อหาและพฤติกรรมที่สอนไปแล้วต้องตั้งคำถามที่สามารถวัดพฤติกรรมการเรียนการสอนได้อย่างครอบคลุม และตรงตามจุดประสงค์การเรียนรู้

2.5.5 ชนิดของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

ล้วน สายยศ และ อังคณา สายยศ (2538) ได้ให้ความหมายของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนไว้ว่า เป็นแบบทดสอบที่วัดความรู้ของนักเรียนหลังจากที่ได้เรียนไปแล้วซึ่งมักจะ

เป็นข้อคำถามให้นักเรียนตอบด้วยกระดาษและดินสอกับให้นักเรียนปฏิบัติจริง ซึ่งแบ่งแบบทดสอบประเภทนี้เป็น 2 ประเภท คือ

2.5.5.1 แบบทดสอบของครู หมายถึง ชุดของข้อคำถามที่ครูเป็นผู้สร้างขึ้นเป็นข้อคำถามที่เกี่ยวกับความรู้ที่นักเรียนได้เรียนในห้องเรียน เป็นการทดสอบว่านักเรียนมีความรู้มากแค่ไหนในบทเรียนในส่วนใดจะได้สอนซ่อมเสริม หรือเป็นการวัดเพื่อดูความพร้อมที่จะเรียนในเนื้อหาใหม่ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับความต้องการของครู

2.5.5.2 แบบทดสอบมาตรฐาน หมายถึง แบบทดสอบที่สร้างขึ้นจากผู้เชี่ยวชาญในแต่ละสาขาวิชาหรือจากครูที่สอนวิชานั้น แต่ผ่านการทดลองหาคุณภาพหลายครั้งจนมีคุณภาพดีจึงสร้างเกณฑ์ปกติของแบบทดสอบนั้นสามารถใช้หลักและเปรียบเทียบผลเพื่อประเมินค่าของการเรียนการสอนในเรื่องใดๆ ก็ได้ แบบทดสอบมาตรฐานจะมีคู่มือดำเนินการสอนบอกถึงวิธีการและยังมีมาตรฐานในด้าน การแปลคะแนน มีวิธีการในการสร้างข้อคำถามที่เหมือนกันเป็นคำถามที่วัดเนื้อหาและพฤติกรรมในด้านต่างๆ ทั้ง 4 ด้าน ดังนี้

- 1) วัดด้านการนำไปใช้
- 2) วัดด้านการวิเคราะห์
- 3) วัดด้านการสังเคราะห์
- 4) วัดด้านการประเมินค่า

2.5.6 การทดลองใช้บทเรียนกับกลุ่มเป้าหมาย

ในการทดลองเพื่อหาประสิทธิภาพและผลสัมฤทธิ์จากการใช้บทเรียนมีขั้นตอนที่สำคัญ ดังนี้

2.5.6.1 ทำการทดลองการดำเนินการทดสอบหาประสิทธิภาพด้วยกลุ่มตัวอย่างเป้าหมาย จำนวนไม่เกิน 10 คน ทำการปรับปรุงและนำผลและปัญหาที่เกิดมากำหนดกลวิธีการหาประสิทธิภาพจริงในขั้นตอนทดลองกับกลุ่มตัวอย่างจริงต่อไป

2.5.6.2 ทำการทดลองเพื่อหาประสิทธิภาพและผลสัมฤทธิ์จริง ในขั้นตอนนี้ผู้พัฒนาบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนจะต้องเลือกกลุ่มตัวอย่างจากประชากรกลุ่มเป้าหมายไม่น้อยกว่า 30 คน เพื่อให้ได้ค่าต่ำสุดทางสถิติที่อยู่ในโค้งปกติ (Normal Curve) โดยวิธีการเลือกกลุ่มตัวอย่างในการทดลองที่สะดวกที่สุด ได้แก่ การเลือกกลุ่มตัวอย่างแบบสุ่มตัวอย่างแบบเจาะจง (Purposive Sampling or Judgment Sampling) (พิชิต ฤทธิ์จรูญ, 2544) เพื่อให้เกิดความสะดวกต่อการทดลองและเก็บรวบรวมข้อมูล

2.5.7 การประเมินประสิทธิภาพและผลสัมฤทธิ์ของบทเรียน

สำหรับการประเมินหาประสิทธิภาพของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนนั้น นับเป็นกระบวนการการประเมินประสิทธิภาพของสื่อสื่อที่จะต้องได้รับการประเมินประสิทธิภาพ ส่วนใหญ่จะเป็นสื่อที่ผลิตขึ้นมาตามหลักการของการสอนแบบโปรแกรม เช่น บทเรียนโปรแกรมชุดการสอนโมดูล และโสตทัศนูปกรณ์โปรแกรม เป็นต้น ซึ่งหมายรวมถึงบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนด้วยเช่นกัน การประเมินสื่อโดยวิธีนี้คำนึงถึงจุดมุ่งหมายของสื่อการเรียนการสอนและวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของผู้เรียนภายหลังจากที่เรียนสื่อชิ้นนั้นแล้ว วิธีการประเมินทำได้ 2 ลักษณะ ดังนี้

2.5.7.1 ทำการทดสอบเพื่อหาประสิทธิภาพ (Efficiency) ของสื่อ และหาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน (Effectiveness) จากกลุ่มตัวอย่างเป้าหมายไม่น้อยกว่า 30 คน หากได้ผลตามเป้าหมายที่ต้องการเป็นอันใช้ได้หากผลที่ได้ไม่เป็นไปตามเกณฑ์ที่กำหนดไว้จะต้องปรับปรุงแก้ไขบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนใหม่

สูตรหาประสิทธิภาพของบทเรียนคำนวณจากสูตร E_1/E_2 (กรมวิชาการ, 2545)

$$E_1 = \frac{\sum x}{N} \times 100 \quad \text{หรือ} \quad E_1 = \frac{\bar{A}}{N} \times 100$$

โดยที่ E_1 คือ ประสิทธิภาพของกระบวนการ

$\sum x$ คือ ผลรวมของคะแนนที่นักเรียนได้จากการวัดระหว่างเรียน

A คือ คะแนนเต็มของแบบวัด

N คือ จำนวนผู้เรียน

$$E_2 = \frac{\sum Y}{N} \times 100 \quad \text{หรือ} \quad E_2 = \frac{B}{N} \times 100$$

โดยที่ E_2 คือ ประสิทธิภาพของผลลัพธ์ได้จากคะแนนเฉลี่ยของการทำแบบทดสอบหลังเรียนของผู้เรียนทั้งหมด

$\sum Y$ คือ คะแนนรวมของผลลัพธ์หลังเรียน

B คือ คะแนนเต็มของการสอบหลังเรียน

N คือ จำนวนผู้เรียน

2.5.7.2 การหาผลสัมฤทธิ์ของบทเรียน หมายถึง การเปรียบเทียบผลคะแนนการสอบของผู้เรียนหลังจากที่เรียนด้วยบทเรียนคอมพิวเตอร์การสอน (Post-Test) ว่าสูงกว่าผลคะแนนสอบก่อนเรียน (Pre-Test) อย่างมีนัยสำคัญหรือไม่ หากผลการเปรียบเทียบ พบว่า ผู้เรียนได้คะแนนสอบหลังเรียนสูงกว่า

คะแนนสอบก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญ ก็แสดงว่าบทเรียนสำเร็จรูปคอมพิวเตอร์การสอนที่สร้างขึ้น มีผลทำให้ผู้เรียนมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนสูงขึ้น สถิติที่ใช้วิเคราะห์หาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของ บทเรียน

การทดสอบหาค่าความแตกต่างของผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนระหว่างการ ทดสอบก่อนเรียน (Pre-Test) และการทดสอบหลังเรียน (Post-Test) จากการเรียนด้วยบทเรียนสูตร ดังนี้ (รวิวรรณ ชินะตระกูล, 2536)

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

เมื่อ t หมายถึง ค่าสถิติที่จะใช้เปรียบเทียบกับค่าวิกฤตเพื่อทราบความมี นัยสำคัญ

D หมายถึง ค่าผลต่างระหว่างคู่คะแนนหลังสอบและก่อนสอบ

N หมายถึง จำนวนกลุ่มตัวอย่างหรือจำนวนคู่คะแนนโดยกำหนด

df = n-1

กล่าวโดยสรุป การประเมินผลเป็นการตรวจสอบคุณภาพของบทเรียนว่า มีคุณภาพในการ นำไปใช้สอนจริงได้หรือไม่ ซึ่งมีกระบวนการประเมินผล ได้แก่ การตรวจสอบโดยผู้เชี่ยวชาญ การนำ บทเรียนที่สร้างขึ้นไปทำการทดลองกับกลุ่มตัวอย่างหรือกลุ่มเป้าหมายจริง เพื่อหาประสิทธิภาพของ บทเรียน (E₁/E₂) และการเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ก่อนเรียนและหลังเรียนจากการเรียนด้วยแอปพลิเคชัน ซึ่งสามารถนำมาใช้กับการประเมินผลประสิทธิภาพแอปพลิเคชันสำหรับการเรียนรู้ เรื่อง เซลล์และ โครงสร้างของเซลล์ เพื่อส่งเสริมทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของผู้เรียนได้

2.6 ความพึงพอใจ

ความพึงพอใจเป็นตัวแปรหนึ่งที่เกิดขึ้นในกระบวนการจูงใจ หากบุคคลเกิดความพึงพอใจ จะมีผลย้อนกลับให้เกิดแรงจูงใจในการทำงานด้วย มีนักวิชาการและนักการศึกษาให้ความหมายของ ความพึงพอใจ สามารถสรุปได้ ดังนี้

2.6.1 ความหมาย

ความพึงพอใจ (Satisfaction) เป็นทัศนคติเป็นนามธรรม ไม่สามารถมองเห็นเป็น รูปร่างได้ การที่เราจะทราบว่า บุคคลมีความพึงพอใจหรือไม่ สามารถสังเกตโดยการแสดงออกที่ค่อนข้าง สลับซับซ้อน จึงเป็นการยากที่จะวัดความพึงพอใจโดยตรง แต่สามารถวัดได้โดยทางอ้อม โดยการวัด

ความคิดเห็นของบุคคลเหล่านั้นและการแสดงความคิดเห็นนั้นจะต้องตรงกับความรู้สึกที่แท้จริง จึงสามารถวัดความพึงพอใจนั้นได้ พจนานุกรมฉบับบัณฑิตยสถาน (2545) กล่าวไว้ว่า “พึง” เป็นคำช่วย กริยาอื่น หมายความว่า “ควร” เช่น พึงใจ หมายความว่า พอใจ ชอบใจ และคำว่า “พอ” หมายความว่า เท่าที่ต้องการเติมความต้องการถูกชอบ เมื่อนำคำสองคำมาผสมกัน “พึงพอใจ” จะหมายถึง ชอบใจ ถูกใจ ตามที่ต้องการ ความรู้สึกมีความสุขเมื่อได้รับผลสำเร็จตามความมุ่งหมายที่ต้องการ หรือความแรงจูงใจ

กาญจนา อรุณสุขขุจี (2546) กล่าวว่า ความพึงพอใจ เป็นการแสดงความรู้สึกดีใจยินดี ของเฉพาะบุคคลในการตอบสนองความต้องการในส่วนที่ขาดหายไป ซึ่งเป็นผลมาจากปัจจัยต่างๆ ที่เกี่ยวข้อง โดยปัจจัยเหล่านั้นสามารถสนองความต้องการของบุคคลทั้งทางร่างกายและจิตใจได้อย่างเหมาะสม และเป็นการแสดงออกทางพฤติกรรมของบุคคลที่จะเลือกปฏิบัติในกิจกรรมนั้นๆ การแสดงออกทางพฤติกรรมนั้นจะมีความเป็นนามธรรมไม่สามารถมองเห็นเป็นรูปร่างได้ การที่เราจะทราบว่า บุคคลมีความพึงพอใจหรือไม่ สามารถสังเกตโดยการแสดงออกที่ค่อนข้างสลับซับซ้อนและต้องมีสิ่งเร้าที่ตรงต่อความต้องการของบุคคล จึงจะทำให้บุคคลเกิดความพึงพอใจ ดังนั้น การสร้างสิ่งเร้าจึงเป็นแรงจูงใจของบุคคลนั้นให้เกิดความพึงพอใจในงานนั้น

ชวนพิศ จะรา (2556) ได้กล่าวว่า ความพึงพอใจ คือ ผลรวมของความรู้สึกของบุคคล ที่มีทัศนคติต่อสิ่งเร้า อาจเป็นความรู้สึกในทางบวก ทางเป็นกลาง หรือทางลบ ที่แสดงออกต่องานปฏิบัติ บุคคล วัตถุ หรือสถานการณ์ต่างๆ

จากความหมายดังกล่าวสามารถสรุปได้ว่า ความพึงพอใจ หมายถึง ความพอใจ ความชอบใจ ที่เกิดขึ้นเมื่อได้รับการตอบสนองตรงตามวัตถุประสงค์

2.6.2 องค์ประกอบของความพึงพอใจ

การที่บุคคลหนึ่งบุคคลใดจะมีความพึงพอใจในงานมากน้อยเพียงใดจะต้องอาศัย องค์ประกอบของความพึงพอใจในงาน องค์ประกอบของความพึงพอใจมี 3 ประการ ได้แก่

2.6.2.1 อารมณ์ตอบสนองต่อสถานการณ์ทำงานนั้น

2.6.2.2 อารมณ์ตอบสนองต่อการเปรียบเทียบผลตอบแทนจริงจากการทำงานกับ ผลตอบแทนตามความคาดหวัง

2.6.2.3 อารมณ์ตอบสนองที่มีต่อลักษณะต่างๆ ของงานนั้น ได้แก่ ตั๋วงาน ค่าจ้าง โอกาสก้าวหน้า หัวหน้างาน และเพื่อนร่วมงาน

2.6.3 การวัดความพึงพอใจ

กาญจนา อรุณสุขขุจี (2546) ความพึงพอใจเป็นคุณลักษณะทางจิตของบุคคลที่ไม่อาจ วัดได้ โดยตรงการวัดความพึงพอใจจึงเป็นการวัดโดยอ้อม วิธีการวัดความพึงพอใจในงานที่ใช้กันอย่าง

กว้างขวาง ในปัจจุบันนี้มีหลากหลายวิธีด้วยกัน จากการศึกษาวิธีการวัดความพึงพอใจของนักวิชาการหลายท่านพบประเด็นของวิธีการวัดที่คล้ายกัน มาตราวัดความพึงพอใจสามารถกระทำได้หลายวิธี ได้แก่

2.6.3.1 การใช้แบบสอบถามโดยผู้สอบถามจะออกแบบสอบถามเพื่อต้องการทราบความคิดเห็น ซึ่งสามารถทำได้ในลักษณะที่กำหนดคำตอบให้เลือก หรือตอบคำถามอิสระ คำถามดังกล่าวอาจถามความพึงพอใจในด้านต่างๆ เช่น การบริหารและการควบคุมงาน และเงื่อนไขต่างๆ เป็นต้น

2.6.3.2 การสัมภาษณ์เป็นวิธีวัดความพึงพอใจทางตรงทางหนึ่ง ซึ่งต้องอาศัยเทคนิคและวิธีการที่ดียิ่งจะทำให้ได้ ข้อมูลที่เป็นจริงได้

2.6.3.3 การสังเกต เป็นวิธีการวัดความพึงพอใจโดยสังเกตพฤติกรรมของบุคคลเป้าหมาย ไม่ว่าจะแสดงออกจากการพูด กิริยาท่าทาง วิธีนี้จะต้องอาศัยการกระทำอย่างจริงจัง และการสังเกตอย่างมีระเบียบแบบแผน

2.7 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

2.7.1 งานวิจัยในประเทศ

อภิณัฐ สัตยจรรยาวงศ์ (2557) ได้ศึกษาเกี่ยวกับการพัฒนาแอปพลิเคชันบนแท็บเล็ตระบบปฏิบัติการแอนดรอยด์ เรื่อง ประชาคมอาเซียนสำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 2 การวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อ 1) พัฒนาแอปพลิเคชันบนแท็บเล็ตระบบปฏิบัติการแอนดรอยด์ เรื่อง ประชาคมอาเซียน สำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 2 ที่มีคุณภาพและมีประสิทธิภาพ ตามเกณฑ์ 80/80 2) เปรียบเทียบคะแนนทดสอบก่อนเรียนกับคะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน จากการเรียนด้วยแอปพลิเคชันบนแท็บเล็ต 3) ศึกษาดัชนีประสิทธิผลของผู้เรียนที่เรียนด้วยแอปพลิเคชันบนแท็บเล็ต และ 4) ศึกษาความพึงพอใจของผู้เรียนที่มีต่อแอปพลิเคชันบนแท็บเล็ตระบบปฏิบัติการแอนดรอยด์ กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัย คือ นักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 2 โรงเรียนมงกุฎกัลยาวิทยา ที่ศึกษาอยู่ในภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2556 จำนวน 43 คน ได้มาโดยวิธีการสุ่มแบบง่าย โดยวิธีจับสลากมา 1 ห้องเรียน จากทั้งหมด 5 ห้องเรียน เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย ได้แก่ 1) แอปพลิเคชันบนแท็บเล็ตระบบปฏิบัติการแอนดรอยด์ เรื่อง ประชาคมอาเซียน 2) แบบประเมินคุณภาพของแอปพลิเคชันบนแท็บเล็ต 3) แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน และ 4) แบบสอบถามความพึงพอใจ สถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล ได้แก่ ค่าร้อยละ ค่าเฉลี่ย ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน และ t-test ผลการวิจัยพบว่า 1) แอปพลิเคชันบนแท็บเล็ต ระบบปฏิบัติการแอนดรอยด์ เรื่อง ประชาคมอาเซียน มีคุณภาพเฉลี่ยอยู่ในระดับดีมาก และมีประสิทธิภาพเท่ากับ 87.29/87.10 ซึ่งเป็นไปตามเกณฑ์ที่กำหนดไว้ 2) คะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนสูงกว่าคะแนนทดสอบก่อนเรียน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

3) ค่าดัชนีประสิทธิผลเท่ากับ 0.76 และ 4) ผู้เรียนมีความพึงพอใจต่อแอปพลิเคชันบนแท็บเล็ต ระบบปฏิบัติการแอนดรอยด์ อยู่ในระดับมากที่สุด

ถาวร ภูเขา (2559) ได้ศึกษาเกี่ยวกับการพัฒนาสื่ออิเล็กทรอนิกส์บนแท็บเล็ต สำหรับบาลีไวยากรณ์ พบว่า การออกแบบและพัฒนาสื่ออิเล็กทรอนิกส์บนแท็บเล็ตสำหรับบาลีไวยากรณ์ การวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อ 1) พัฒนาสื่ออิเล็กทรอนิกส์บนแท็บเล็ตสำหรับบาลีไวยากรณ์ 2) ประเมินประสิทธิภาพสื่ออิเล็กทรอนิกส์บนแท็บเล็ตสำหรับบาลีไวยากรณ์ 3) ประเมินผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนระหว่างก่อนเรียนและหลังเรียนของผู้ใช้งานสื่ออิเล็กทรอนิกส์บนแท็บเล็ตสำหรับบาลีไวยากรณ์ กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัย ได้แก่ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 จำนวน 70 คน ได้มีการประเมินคุณภาพสื่ออิเล็กทรอนิกส์บนแท็บเล็ตสำหรับบาลีไวยากรณ์ โดยผู้เชี่ยวชาญแบ่งออกเป็น 3 ด้าน ได้แก่ ด้านทฤษฎีการเรียนรู้ ($\bar{X} = 4.16, S.D. = 0.87$) อยู่ในระดับเหมาะสมมาก ซึ่งเป็นไปตามสมมติฐานข้อที่ 1 ที่ตั้งไว้ ประสิทธิภาพสื่ออิเล็กทรอนิกส์บนแท็บเล็ตสำหรับบาลีไวยากรณ์มีประสิทธิภาพตามเกณฑ์ 80/80 ซึ่งเป็นไปตามสมมติฐานข้อที่ 2 ที่ตั้งไว้ ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนระหว่างก่อนเรียนและหลังเรียนของผู้ใช้งานสื่ออิเล็กทรอนิกส์บนแท็บเล็ตสำหรับบาลีไวยากรณ์ ผลการวิจัยพบว่า การทดสอบกลุ่มตัวอย่างได้ผลการศึกษาที่สอดคล้องกัน คือ ผลคะแนนการทำแบบทดสอบหลังเรียนสูงกว่าผลคะแนนการทำแบบทดสอบก่อนเรียนผลการวิเคราะห์ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนระหว่างก่อนเรียนและหลังเรียนของผู้ใช้งานสื่ออิเล็กทรอนิกส์บนแท็บเล็ตสำหรับบาลีไวยากรณ์ แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 ซึ่งเป็นไปตามสมมติฐานข้อที่ 3 ที่ตั้งไว้

สุธิรา จันทรปุ้ม (2560) ได้ศึกษาเกี่ยวกับการพัฒนาโมบายแอปพลิเคชันแหล่งท่องเที่ยวในจังหวัดสกลนคร บนระบบปฏิบัติการแอนดรอยด์ การวิจัยครั้งนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อ 1) พัฒนาโมบายแอปพลิเคชันแหล่งท่องเที่ยวในจังหวัดสกลนคร บนระบบปฏิบัติการแอนดรอยด์ และ 2) ศึกษาความพึงพอใจของผู้ใช้โมบายแอปพลิเคชันแหล่งท่องเที่ยวในจังหวัดสกลนคร บนระบบปฏิบัติการแอนดรอยด์ กลุ่มตัวอย่าง ได้แก่ บุคคลทั่วไปที่มางานพระราชทานปริญญาบัตร ในปี พ.ศ.2558 ณ มหาวิทยาลัยราชภัฏสกลนคร จำนวน 500 คน เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย แบบสอบถามความพึงพอใจของผู้ใช้โมบายแอปพลิเคชันแหล่งท่องเที่ยวในจังหวัดสกลนคร บนระบบปฏิบัติการแอนดรอยด์ สถิติที่ใช้ในการวิจัย ได้แก่ ค่าเฉลี่ยและส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน ผลการวิจัยพบว่า 1) โมบายแอปพลิเคชันแหล่งท่องเที่ยวในจังหวัดสกลนคร บนระบบปฏิบัติการแอนดรอยด์ที่พัฒนาขึ้น สามารถแสดงข้อมูลสถานที่ ระบุตำแหน่งปัจจุบันของผู้ใช้งาน แสดงข่าวประชาสัมพันธ์จากเว็บไซต์ และค้นหาข้อมูลสถานที่ได้ และ 2) ผลการศึกษาความพึงพอใจต่อการใช้งานโมบายแอปพลิเคชันแหล่งท่องเที่ยวในจังหวัดสกลนคร มีความพึงพอใจในภาพรวมอยู่ในระดับมาก

อนุชา จันทร์เต็ม (2561) ได้ศึกษาเกี่ยวกับการพัฒนาแอปพลิเคชันโดยใช้การเรียนรู้ร่วมกัน เรื่อง การออกกำลังกายเพื่อสุขภาพสำหรับผู้สูงอายุ การวิจัยครั้งนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อ 1) สำรวจความต้องการของผู้สูงอายุที่มีต่อการพัฒนาแอปพลิเคชัน โดยใช้การเรียนรู้ร่วมกัน เรื่อง การออกกำลังกายเพื่อสุขภาพสำหรับผู้สูงอายุ 2) ศึกษาคุณภาพของแอปพลิเคชันโดยใช้การเรียนรู้ร่วมกัน เรื่อง การออกกำลังกายเพื่อสุขภาพสำหรับผู้สูงอายุ 3) ศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนรู้ของการใช้แอปพลิเคชันโดยใช้การเรียนรู้ร่วมกัน เรื่อง การออกกำลังกายเพื่อสุขภาพสำหรับผู้สูงอายุ 4) ศึกษาความพึงพอใจของกลุ่มตัวอย่างที่มีต่อการใช้แอปพลิเคชันโดยใช้การเรียนรู้ร่วมกัน เรื่อง การออกกำลังกายเพื่อสุขภาพสำหรับผู้สูงอายุ ประชากรที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้ คือ กลุ่มผู้สูงอายุในเขตอำเภอหนองสูง จังหวัดมุกดาหาร ที่มีช่วงอายุตั้งแต่ 60 ปีขึ้นไป จำนวน 1,865 คน กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการสำรวจ ได้แก่ กลุ่มผู้สูงอายุบ้านภู ตำบลบ้านเป้า อำเภอหนองสูง จังหวัดมุกดาหาร ที่มีช่วงอายุตั้งแต่ 60 ปีขึ้นไป จำนวน 100 คน ซึ่งได้มาโดยใช้วิธีการสุ่มแบบแบ่งชั้นภูมิ (Cluster Sampling) จาก 6 ตำบลในเขตอำเภอหนองสูง แบ่งเป็นเขตการปกครองของเทศบาลตำบลบ้านเป้า มี 4 หมู่บ้าน ประกอบไปด้วย บ้านภู บ้านเป้า บ้านป่าแสด บ้านคำพิ จับฉลากมา 1 หมู่บ้าน คือ บ้านภู จำนวน 133 คน ได้มาจากการสุ่มอย่างง่าย (Simple random sampling) โดยวิธีการจับฉลาก กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการทดลอง ได้แก่ กลุ่มผู้สูงอายุบ้านภู ตำบลบ้านเป้า อำเภอหนองสูง จังหวัดมุกดาหาร ที่มีช่วงอายุตั้งแต่ 60 ปีขึ้นไป ได้มาด้วยวิธีการเลือกแบบสุ่มอย่างง่าย (Simple random sampling) โดยการจับฉลาก จำนวน 40 คน ผลการศึกษาพบว่า 1) การพัฒนาแอปพลิเคชันโดยใช้การเรียนรู้ร่วมกัน เรื่อง การออกกำลังกายเพื่อสุขภาพสำหรับผู้สูงอายุ มีผลการสำรวจความต้องการโดยภาพรวมอยู่ในระดับมาก มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 4.69 และส่วนเบี่ยงเบน เท่ากับ 0.61 2) ผลการประเมินคุณภาพด้านเนื้อหาจากผู้เชี่ยวชาญด้านเนื้อหา จำนวน 3 ท่าน โดยภาพรวมมีคุณภาพอยู่ในระดับดี มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 4.27 และส่วนเบี่ยงเบนเท่ากับ 0.52 และผลการประเมินคุณภาพด้านสื่อ จำนวน 3 ท่าน โดยภาพรวมอยู่ในระดับดีมาก มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 4.62 และส่วนเบี่ยงเบนเท่ากับ 0.53 3) ผลการวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนรู้ พบว่า คะแนนหลังการเรียนสูงขึ้นกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 โดยมีค่า t คำนวณเท่ากับ 21.39 4) ผลการประเมินความพึงพอใจโดยภาพรวม มีความพึงพอใจทุกด้านอยู่ในระดับมากที่สุด มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 4.57 และส่วนเบี่ยงเบนเท่ากับ 0.57 และหลังจากมีการเรียนรู้ร่วมกันผ่านกลุ่มไลน์ โดยมีการแลกเปลี่ยนความรู้และการมีส่วนร่วมในสังคมของผู้สูงอายุ เรื่อง การออกกำลังกายเพื่อสุขภาพสำหรับผู้สูงอายุ ส่งผลให้ผู้สูงอายุมีการติดต่อ สื่อสารที่รวดเร็วและสะดวกมากขึ้น ดังนั้น จึงพบว่าการพัฒนาแอปพลิเคชันโดยใช้การเรียนรู้ร่วมกัน เรื่อง การออกกำลังกายเพื่อสุขภาพสำหรับผู้สูงอายุ มีคุณภาพสามารถนำไปใช้เป็นสื่อในการเรียนรู้ได้จริงอย่างมีประสิทธิภาพ

นาฏยา มงคลจิตร (2561) ได้ศึกษาเกี่ยวกับการพัฒนาแอปพลิเคชันบนระบบปฏิบัติการแอนดรอยด์ “Taladnut Night Market” การวิจัยครั้งนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อ 1) ศึกษากระบวนการพัฒนาแอปพลิเคชันบนระบบปฏิบัติการแอนดรอยด์ 2) ออกแบบและพัฒนาแอปพลิเคชัน “Taladnut Night Market” ที่ใช้งานบนระบบปฏิบัติการแอนดรอยด์ สำหรับนำเสนอข้อมูล และโปรโมชันของตลาดนัดกลางคืน และ 3) ศึกษาความพึงพอใจของกลุ่มตัวอย่างที่มีต่อแอปพลิเคชัน “Taladnut Night Market” กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการทำวิจัย เป็นนักท่องเที่ยวในตลาดนัดกลางคืน จำนวน 100 คน โดยได้มาจากการสุ่ม แบบบังเอิญ (Accidental Sampling) เครื่องมือที่ใช้ในการทำวิจัย 1) แอปพลิเคชันบนระบบปฏิบัติการแอนดรอยด์ “Taladnut Night Market” 2) แบบสอบถามความพึงพอใจของกลุ่มตัวอย่างสถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล ได้แก่ ค่าเฉลี่ย และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (S.D.) พัฒนาขึ้น ผลวิจัยพบว่า 1) ผลการวิเคราะห์การใช้งานแอปพลิเคชัน Taladnut Night Market จากผู้ใช้งานจำนวน 291,230 คน วิเคราะห์ตามประเภทของอุปกรณ์การใช้งานได้ ดังนี้ ร้อยละ 97.74 ใช้งานผ่านโทรศัพท์มือถือ ร้อยละ 2.25 ใช้งานผ่านแท็บเล็ต และร้อยละ 0.01 ใช้งานผ่านคอมพิวเตอร์ความละเอียดของหน้าจอโทรศัพท์มือถือที่มีผู้ใช้งานมากที่สุด คือ ขนาด 720x1280 พิกเซล และ 2) ผลการศึกษาความพึงพอใจของกลุ่มนักท่องเที่ยวในตลาดนัดกลางคืนที่มีต่อแอปพลิเคชัน มีความพึงพอใจอยู่ในระดับมากที่สุด โดยมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 4.85

2.7.2 งานวิจัยต่างประเทศ

Azham & Maria (2009) ได้ศึกษาเกี่ยวกับกรอบการวัดการใช้งานสำหรับแอปพลิเคชัน โทรศัพท์มือถือ โดยศึกษาทฤษฎีเรื่อง Quality in Use Integrated Measurement (QUIM) ซึ่ง QUIM เป็นโมเดลที่รวบรวมเกี่ยวกับการวัดการใช้งาน (Usability) และดำเนินการพัฒนาตัวชี้วัดการใช้งาน โมบายแอปพลิเคชัน โดยใช้ Goal Question Metric (GQM) ผลวิจัยพบว่า มีแนวทางทั้งหมด 6 ด้าน ที่จะช่วยให้บรรลุเป้าหมายในการสร้างเฟรมเวิร์ค คือ 1) ความง่ายในการใช้งาน 2) ความถูกต้อง 3) ระยะเวลาในการเข้าถึงข้อมูล 4) ฟังก์ชันการใช้งาน 5) ความปลอดภัย และ 6) ความสวยงาม

Jailani, Abdullah, Bakar and Haron (2015) ได้ศึกษาเกี่ยวกับแนวทางการใช้งาน สำหรับการพัฒนาแอปพลิเคชันมือถือในอุตสาหกรรมก่อสร้าง มีวัตถุประสงค์เพื่อทราบองค์ประกอบการใช้งานของแอปพลิเคชันมือถือสำหรับอุตสาหกรรมก่อสร้าง ตลอดจนรายละเอียดแนวทางการใช้งานของแอปพลิเคชันบนอุปกรณ์เคลื่อนที่บนพื้นฐานขององค์ประกอบที่สำคัญสำหรับอุตสาหกรรมก่อสร้าง โดยศึกษาทฤษฎีโดยใช้การวิเคราะห์ความพึงพอใจและศึกษา โดยการสังเกต รวมทั้งการสัมภาษณ์นักพัฒนาแอปพลิเคชันมือถือ เพื่อหาองค์ประกอบของการใช้งานโทรศัพท์มือถือ สำหรับอุตสาหกรรมก่อสร้าง จากการวิเคราะห์โมเดลทั้ง 7 และศึกษาแนวทางการใช้งานแสดงให้เห็นถึงองค์ประกอบ 13 อย่าง ที่เหมาะสมสำหรับอุตสาหกรรมก่อสร้าง ได้แก่ 1) ประสิทธิภาพ

2) ประสิทธิภาพ 3) ความพึงพอใจ 4) ความสามารถในการเรียนรู้ 5) การได้รับความสนใจจากผู้บริโภค 6) การนำเสนอหรือการแสดงผล 7) ปฏิสัมพันธ์ระหว่างมนุษย์กับคอมพิวเตอร์ 8) การนำทาง 9) ข้อมูลจะได้รับจากแผนที่ 10) การติดตั้ง 11) อุปกรณ์เคลื่อนที่ 12) การรักษาความปลอดภัย และ 13) ความช่วยเหลือ ผลการวิจัยจากการสัมภาษณ์ถูกนำมาใช้เพื่อสร้างแนวทางการใช้งานสำหรับการพัฒนาแอปพลิเคชันบนมือถือโดยละเอียด นอกจากนี้ยังมีการประเมินผลโดยผู้เชี่ยวชาญซึ่งแสดงให้เห็นว่าแนวทางการใช้งานที่แนะนำแอปพลิเคชันบนมือถือ สามารถเป็นแนวทางให้แก่ นักพัฒนาแอปพลิเคชันเพื่อใช้เป็นองค์ประกอบในการพัฒนาแอปพลิเคชันสำหรับอุตสาหกรรมก่อสร้าง

Jia Tan, Kari Ronkko and Cigdem Gencel (2015) ศึกษาเกี่ยวกับ เภนธ์การใช้งานซอฟต์แวร์และประสบการณ์ของผู้ใช้ในอุตสาหกรรมโทรศัพท์มือถือ โดยศึกษาเกี่ยวกับทฤษฎีเรื่องการจัดหมวดหมู่สำหรับ Usability และ UX และใช้วิธีแจกแบบสอบถามเป็นเครื่องมือในการวัดผลพบว่า ด้านการเข้าถึงข้อมูลและการแปลความหมาย เช่น การใช้งานได้หลายภาษา อินเทอร์เน็ต เฟซ และฟังก์ชันการใช้งานต่างๆ ไม่ได้มีผลต่อการออกแบบแอปพลิเคชันมากนัก แต่การเรียนรู้และความเข้าใจมีผลต่อการออกแบบแอปพลิเคชัน จากผลการทดสอบปรากฏว่า การจัดกลุ่มและการจัดลำดับของเมนูที่ทำให้เข้าใจยากจะส่งผลให้ผู้ใช้งานเกิดความสับสนได้ นอกจากนี้ สิ่งที่เป็นที่ควรทำ คือ การจัดหมวดหมู่ของความสัมพันธ์ของข้อมูล และการตอบคำถามที่เป็นประโยชน์แก่ผู้ใช้งาน

จากการศึกษางานวิจัยที่เกี่ยวข้อง พบว่า แอปพลิเคชันมีบทบาทเพิ่มทักษะกระบวนการการเรียนรู้ โดยอาศัยระบบปฏิบัติการแอนดรอยด์เป็นสื่อสำหรับการเรียนรู้ เนื่องจากเป็นระบบปฏิบัติการที่ใช้กับสมาร์ตโฟน ที่ได้รับความนิยมเป็นอย่างสูง เนื่องจากอุปกรณ์ที่ใช้ระบบปฏิบัติการแอนดรอยด์มีจำนวนมาก อุปกรณ์มีหลากหลายระดับ หลายราคา รวมทั้งสามารถทำงานบนอุปกรณ์ที่มีขนาดหน้าจอและความละเอียดแตกต่างกันได้ ทำให้ผู้เรียนสามารถเลือกได้ตามต้องการ ซึ่งสามารถนำมาศึกษาตัดแปลงการทำงานของระบบปฏิบัติการเพื่อนำไปใช้งานตามที่ต้องการได้ในปัจจุบัน เป็นวิธีการแบบใหม่ที่จะช่วยพัฒนาให้เกิดการเรียนรู้โดยไม่จำกัดเวลาและสถานที่อีกต่อไป

ดังนั้น ผู้วิจัยจึงการพัฒนาแอปพลิเคชันสำหรับการเรียนรู้ เรื่อง เซลล์และโครงสร้างของเซลล์ เพื่อส่งเสริมทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 เพื่อเป็นเครื่องมือสร้างแรงจูงใจที่จะช่วยให้นักเรียนสามารถเรียนรู้ได้ทุกที่ทุกเวลา มีความสะดวกผ่านสมาร์ตโฟน หรืออุปกรณ์แท็บเล็ต โดยใช้ระบบปฏิบัติการแอนดรอยด์

บทที่ 3

วิธีดำเนินการวิจัย

การวิจัย เรื่อง การพัฒนาแอปพลิเคชันสำหรับการเรียนรู้ เรื่อง เซลล์และโครงสร้างของเซลล์ เพื่อส่งเสริมทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ผู้วิจัยขอเสนอวิธีการดำเนินการวิจัยตามลำดับ ดังนี้

- 3.1 ประชากรและกลุ่มตัวอย่าง
- 3.2 เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย
- 3.3 การเก็บรวบรวมข้อมูล
- 3.4 การวิเคราะห์ข้อมูล

3.1 ประชากรและกลุ่มตัวอย่าง

3.1.1 ประชากร เป็นนักเรียน โรงเรียนวังม่วงวิทยาคม ตำบลวังม่วง อำเภอวังม่วง จังหวัดสระบุรี ในภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2562 จำนวน 2 ห้องเรียน จำนวนทั้งสิ้น 61 คน

3.1.2 กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้ เป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 โรงเรียนวังม่วงวิทยาคม ในภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2562 จำนวนทั้งสิ้น 30 คน ซึ่งได้มาโดยการสุ่มอย่างง่าย ด้วยวิธีการจับสลาก

3.2 เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

3.2.1 เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย ประกอบด้วย

- 3.2.1.1 แอปพลิเคชันสำหรับการเรียนรู้ เรื่อง เซลล์และโครงสร้างของเซลล์
- 3.2.1.2 แบบประเมินคุณภาพแอปพลิเคชันสำหรับการเรียนรู้ เรื่อง เซลล์และโครงสร้างของเซลล์ ซึ่งมีการประเมิน 2 ด้าน คือ ด้านสื่อ และด้านเนื้อหา
- 3.2.1.3 แบบทดสอบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน
- 3.2.1.4 แบบประเมินทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์
- 3.2.1.5 แบบประเมินความพึงพอใจ

3.2.2 ขั้นตอนในการสร้างเครื่องมือ ดังนี้

3.2.2.1 แอปพลิเคชันสำหรับการเรียนรู้ เรื่อง เซลล์และโครงสร้างของเซลล์ ผู้วิจัยได้ดำเนินการพัฒนาแอปพลิเคชันสำหรับการเรียนรู้ เรื่อง เซลล์และโครงสร้างของเซลล์ ซึ่งประกอบด้วย 5 ขั้นตอน ดังต่อไปนี้

1) ขั้นการวิเคราะห์ (Analysis) ผู้วิจัยได้ดำเนินการ ดังนี้

(1.1) กำหนดกลุ่มเป้าหมาย กลุ่มเป้าหมายในครั้งนี้ คือ สำหรับนักเรียน ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 โดยศึกษาความต้องการของนักเรียน เพื่อนำมาประกอบการสร้างแอปพลิเคชันให้สอดคล้อง

(1.2) วิเคราะห์เนื้อหา ในการวิเคราะห์เนื้อหา ผู้วิจัยได้เลือกเนื้อหาเกี่ยวกับ เรื่อง เซลล์และโครงสร้างของเซลล์

2) ขั้นการออกแบบ (Design) ผู้วิจัยได้นำข้อมูลจากการวิเคราะห์แล้วมา ดำเนินการตามทีออกแบบ ดังนี้

(2.1) เลือกแหล่งข้อมูลซึ่งได้ดำเนินการจากชั้นวิเคราะห์แล้วนำมา ออกแบบ

(2.2) ออกแบบการนำเสนอเกี่ยวกับการกำหนดมาตรฐานการนำเสนอ แอปพลิเคชัน ได้แก่ มาตรฐานจอภาพ รูปแบบตัวหนังสือและขนาดของตัวหนังสือ ภาพพื้นหลัง การกำหนดตำแหน่ง หัวเรื่อง เนื้อหา รูปภาพ และเครื่องมือ เพื่อการใช้งานและการปฏิสัมพันธ์ของผู้ใช้ แอปพลิเคชัน

(2.3) ออกแบบบทเรียน เป็นการออกแบบและจัดลำดับเนื้อหาของ บทเรียน โดยผู้วิจัยได้แบ่งเนื้อหาออกเป็น ดังนี้

(2.3.1) ลักษณะของเซลล์พืชและเซลล์สัตว์

(2.3.2) วัสดุ อุปกรณ์ และสารเคมี

(2.3.3) ขั้นตอนการทำสไลด์พืช

(2.3.4) ขั้นตอนการทำสไลด์สัตว์

(2.4) การสร้างสตอรี่บอร์ด การออกแบบเพื่อเป็นแนวทางในการลำดับ เนื้อหา นำเสนอเนื้อหาทั้งที่เป็นข้อความ และรูปภาพที่เป็นลักษณะของจอภาพที่ผู้เรียนจะให้เห็นบน หน้าจอแอปพลิเคชัน มีความสอดคล้องกับวัตถุประสงค์ ออกแบบให้มีความน่าสนใจ มีขั้นตอนการสร้าง สตอรี่บอร์ด ดังนี้

(2.4.1) ศึกษาขั้นตอนการสร้างของสตอรี่บอร์ด

(2.4.2) ออกแบบสตอรี่บอร์ด

(2.4.3) สร้างสตอรี่บอร์ด

(2.4.4) นำสตอรี่บอร์ดให้อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ตรวจสอบ

ความถูกต้องของภาษา

(2.4.5) ปรับปรุงสตอรี่บอร์ดตามคำแนะนำของอาจารย์ที่ปรึกษา

วิทยานิพนธ์

3) ขั้นการพัฒนา (Development)

เป็นขั้นนำเนื้อหาที่ออกแบบไว้ในขั้นที่ 2 มาดำเนินการพัฒนา ดังนี้

(3.1) พัฒนาแอปพลิเคชันที่ได้ออกแบบไว้ด้วยโปรแกรม เพื่อให้ชิ้นงาน น่าสนใจมากขึ้น แล้วนำชิ้นงานที่จัดทำแบบมัลติมีเดีย นำเข้าในโปรแกรม Android Studio เป็น สภาพแวดล้อมการพัฒนาแบบรวมอย่างเป็นทางการสำหรับระบบปฏิบัติการ Android ของ Google โดยสร้างขึ้นจากซอฟต์แวร์ IntelliJ IDEA ของ JetBrains และออกแบบมาเฉพาะสำหรับการพัฒนา แอนดรอยด์ เพื่อพัฒนาแอปพลิเคชันให้สมบูรณ์

(3.2) การพัฒนาแอปพลิเคชัน ผู้วิจัยพัฒนาโดยถ่ายวิดีโอคลิปพร้อมตัดต่อ ด้วยโปรแกรม Movavi Video Editor นำอัปโหลดขึ้นยูทูป แล้วนำมาทำการสร้างเนื้อหาด้วยโปรแกรม Android Studio ครบองค์ประกอบทุกส่วน จากนั้นนำไปให้อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ตรวจสอบเพื่อ หาข้อบกพร่อง เพื่อมาปรับปรุงแก้ไขจนครบเนื้อหาที่ได้ออกแบบไว้ก่อนนำไปให้ผู้เชี่ยวชาญประเมิน

(3.3) นำแอปพลิเคชันที่ปรับปรุงแก้ไขแล้ว ไปปรึกษาผู้เชี่ยวชาญเพื่อ ตรวจสอบความถูกต้องและปรับปรุงตามคำแนะนำ

4) ขั้นการนำไปใช้ (Implementation) เป็นขั้นที่นำแอปพลิเคชันที่ครบ สมบูรณ์พร้อมใช้หาข้อบกพร่องและทำการปรับปรุง มีขั้นตอนการดำเนินการดังนี้

(4.1) จัดเตรียมสถานที่ในการทดลอง พร้อมเตรียมสมาร์ทโฟนที่เป็นระบบ ปฏิบัติการแอนดรอยด์ พร้อมแอปพลิเคชันที่พัฒนาขึ้น

ขั้นตอนการทดลองเพื่อหาประสิทธิภาพตามเกณฑ์มาตรฐาน 80/80 นำแอปพลิเคชันไปหาประสิทธิภาพ โดยมีขั้นตอนดังนี้ (ชัยยงค์ พรหมวงศ์, 2556)

(1) การทดลองรายบุคคล โดยทดลองกับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษา ปีที่ 1 จำนวน 3 คน

(2) การทดลองกลุ่มเล็กโดยทดลองกับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษา ปีที่ 1 จำนวน 9 คน

(3) การทดลองภาคสนามนำแอปพลิเคชันสำหรับการเรียนรู้ เรื่อง เซลล์และโครงสร้างของเซลล์ เพื่อส่งเสริมกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 จำนวน 30 คน ที่ไม่ใช่กลุ่มตัวอย่าง โดยมีขั้นตอนการทดลอง ดังนี้

(3.1) ทดสอบก่อนเรียน โดยใช้แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน จำนวน 30 ข้อ

(3.2) จัดการเรียนรู้โดยใช้แอปพลิเคชันสำหรับการเรียนรู้ เรื่อง เซลล์และโครงสร้างของเซลล์ เพื่อส่งเสริมทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 และเก็บข้อมูลผลการเรียนรู้และหรือคะแนนการทำกิจกรรมระหว่างเรียน

(3.3) ทดสอบหลังเรียน โดยใช้แบบทดสอบชุดเดียวกันกับที่ใช้ในการทดสอบก่อนเรียน

(3.4) นำข้อมูลผลการทำกิจกรรมระหว่างเรียนและข้อมูลผลการทดสอบหลังเรียน มาใช้ในการหาประสิทธิภาพของแอปพลิเคชันสำหรับการเรียนรู้ เรื่อง เซลล์และโครงสร้างของเซลล์ เพื่อส่งเสริมทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ที่สร้างขึ้นตามเกณฑ์มาตรฐาน 80/80 ที่กำหนด

5) Evaluation (การประเมินผล) การสร้างแบบประเมินแอปพลิเคชันสำหรับการเรียนรู้ เรื่อง เซลล์และโครงสร้างของเซลล์ เพื่อส่งเสริมทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1

(5.1) ศึกษาเอกสาร หนังสือ วารสารงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการออกแบบแบบประเมิน กำหนดรูปแบบของแบบประเมิน รวบรวมข้อมูล

(5.2) กำหนดรูปแบบของแบบประเมิน สำหรับเป็นแนวทางในการสร้างแบบประเมินที่สามารถให้ผลลัพธ์ของการประเมินเป็นไปตามความต้องการ โดยแบ่งออกเป็นด้านเนื้อหาและด้านสื่อ

(5.3) สร้างแบบประเมินคุณภาพแอปพลิเคชันสำหรับการเรียนรู้ เรื่อง เซลล์และโครงสร้างของเซลล์ เพื่อส่งเสริมทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 โดยกำหนดค่าคะแนนของแบบประเมินเป็นแบบมาตราส่วนประมาณค่า โดยกำหนดระดับคะแนนไว้ 5 ระดับ (บุญชม ศรีสะอาด, 2553, น.82) ได้แก่

ระดับ 5 คะแนนเฉลี่ย 4.51–5.00 หมายถึง ดีมาก

ระดับ 4 คะแนนเฉลี่ย 3.51–4.50 หมายถึง ดี

ระดับ 3 คะแนนเฉลี่ย 2.51–3.50 หมายถึง ปานกลาง

ระดับ 2 คะแนนเฉลี่ย 1.51–2.50 หมายถึง น้อย

ระดับ 1 คะแนนเฉลี่ย 1.00–1.50 หมายถึง ควรปรับปรุง

(5.4) นำแบบประเมินไปให้อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ตรวจสอบความถูกต้อง และปรับปรุงแก้ไขแบบประเมินตามคำแนะนำ

(5.5) ขอความอนุเคราะห์ผู้เชี่ยวชาญตรวจสอบความเหมาะสม และความสอดคล้องของคำถาม เพื่อตรวจสอบความเหมาะสมของแบบประเมินคุณภาพด้านเนื้อหาและด้านสื่อของแอปพลิเคชันสำหรับการเรียนรู้ เรื่อง เซลล์และโครงสร้างของเซลล์ เพื่อส่งเสริมทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1

(5.6) นำแบบประเมินที่ได้รับการตรวจสอบและข้อเสนอแนะจากผู้เชี่ยวชาญมาหาค่าดัชนีความสอดคล้อง (Index of item - Objective Congruence: IOC) จากการพิจารณาของผู้เชี่ยวชาญแต่ละท่านแล้วนำมาคำนวณสูตร ผลสรุปได้ค่าเฉลี่ยด้านเนื้อหา เท่ากับ 0.89 ด้านสื่อ เท่ากับ 0.96

(5.7) ได้แบบประเมินแอปพลิเคชันสำหรับการเรียนรู้ เรื่อง เซลล์และโครงสร้างของเซลล์ เพื่อส่งเสริมทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1

(5.8) นำแบบประเมินให้ผู้เชี่ยวชาญด้านเนื้อหา และด้านสื่อ ประเมินแอปพลิเคชันสำหรับการเรียนรู้ เรื่อง เซลล์และโครงสร้างของเซลล์ เพื่อส่งเสริมทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1

3.2.2.2 แบบประเมินคุณภาพแอปพลิเคชันสำหรับการเรียนรู้ เรื่อง เซลล์และโครงสร้างของเซลล์

ผู้วิจัยได้ดำเนินการสร้างแบบประเมินคุณภาพแอปพลิเคชันสำหรับการเรียนรู้ เรื่อง เซลล์และโครงสร้างของเซลล์ มีขั้นตอนดังนี้

1) กำหนดหัวข้อ ออกแบบ และสร้างประเมินคุณภาพของแอปพลิเคชันฯ ทั้งด้านเนื้อหา และด้านสื่อ แบบมาตราส่วนประมาณค่า 5 ระดับ (พรรณี ลีกิจวิวัฒนะ, 2554, น.171) มีเกณฑ์การให้คะแนน ดังนี้

คะแนน	ระดับคุณภาพ
5	หมายถึง ดีมาก
4	หมายถึง ดี
3	หมายถึง ปานกลาง
2	หมายถึง พอใช้
1	หมายถึง ควรปรับปรุง

2) นำแบบประเมินคุณภาพของแอปพลิเคชันเสนออาจารย์ที่ปรึกษา
วิทยานิพนธ์ตรวจสอบ และนำไปแก้ไขปรับปรุงให้ถูกต้องเหมาะสม

3) นำแบบประเมินคุณภาพของแอปพลิเคชันให้ผู้ทรงคุณวุฒิด้านเนื้อหา
และผู้ทรงคุณวุฒิด้านสื่อ ทำการประเมินแอปพลิเคชันในแบบประเมินคุณภาพแอปพลิเคชันสำหรับการ
เรียนรู้ เรื่อง เซลล์และโครงสร้างของเซลล์

4) นำผลการประเมินคุณภาพแอปพลิเคชันมาทำการวิเคราะห์ข้อมูล
หาค่าเฉลี่ย และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน เพื่อหาคุณภาพของแอปพลิเคชันสำหรับการเรียนรู้ เรื่อง เซลล์
และโครงสร้างของเซลล์

3.2.2.3 แบบทดสอบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนเป็นแบบทดสอบแบบเลือกตอบ
4 ตัวเลือก (บุญชม ศรีสะอาด, 2553, น.65) มีขั้นตอนการสร้างและพัฒนา ดังนี้

1) ศึกษาหลักการ ทฤษฎีในการสร้างแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน
2) วิเคราะห์เนื้อหาสาระและตัวชี้วัด/มาตรฐานการเรียนรู้
3) สร้างแบบทดสอบให้มีความสอดคล้องกับเนื้อหาและจุดประสงค์การ
เรียนรู้ จำนวน 30 ข้อ

4) นำแบบทดสอบที่สร้างขึ้นให้อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ตรวจสอบ
ความถูกต้องของเนื้อหา และความสอดคล้องของวัตถุประสงค์การเรียนรู้

5) นำแบบทดสอบที่สร้างขึ้นให้ผู้เชี่ยวชาญ จำนวน 3 ท่าน เพื่อหาค่าดัชนี
ความสอดคล้องระหว่างแบบทดสอบกับจุดประสงค์การเรียนรู้ แล้วนำผลการประเมินลงความเห็นของ
ผู้เชี่ยวชาญทั้ง 3 ท่าน หาค่าดัชนีความสอดคล้องและคัดเลือกข้อสอบที่มีค่าดัชนีความสอดคล้อง
มากกว่าหรือเท่ากับ 0.5 ขึ้นไป จากการพิจารณาของผู้เชี่ยวชาญแต่ละท่าน แล้วนำมาคำนวณสูตร
ผลสรุปได้ค่าเฉลี่ย เท่ากับ 1.00

6) นำแบบทดสอบที่สร้างขึ้นไปทดสอบกับผู้เรียน จำนวน 30 คน ที่เรียน
ด้วยแอปพลิเคชันสำหรับการเรียนรู้ เรื่อง เซลล์และโครงสร้างของเซลล์ นำคะแนนที่ได้มาวิเคราะห์หา
ความยาก ค่าอำนาจจำแนก และค่าความเชื่อมั่น

7) หาค่าความยากของแบบทดสอบ (p) พิจารณาเปรียบเทียบข้อสอบกับ
เกณฑ์ โดยค่าความยากของข้อสอบที่ค่าตั้งแต่ 0.02-0.08 ถือว่าข้อสอบนั้นมีความยากเหมาะสม
ตามภาคผนวก ง (บุญชม ศรีสะอาด, 2553, น.97)

8) หาค่าอำนาจจำแนก (r) พิจารณาข้อสอบเปรียบเทียบกับเกณฑ์ โดยหาค่า (r) ที่มีค่าไม่ต่ำกว่า 0.20 ขึ้นไป ถือว่าข้อสอบนั้นมีคุณภาพในด้านอำนาจจำแนก ตามภาคผนวก ง (บุญชม ศรีสะอาด, 2553, น.97)

9) คัดเลือกข้อสอบที่ผ่านเกณฑ์การวิเคราะห์แล้วไปจัดทำเป็นแบบทดสอบก่อนเรียนและแบบทดสอบหลังเรียน วัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน จำนวน 30 ข้อ โดยให้ครอบคลุมผลการเรียนรู้นำไปทดสอบกับกลุ่มตัวอย่าง

3.2.2.4 แบบประเมินทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์

แบบประเมินทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ด้วยการให้คะแนนการประเมิน ซึ่งมีเกณฑ์การให้คะแนนแบบรูบริก (Scoring Rubric) ที่สร้างขึ้น มีขั้นตอนการสร้างและพัฒนา ดังนี้

- 1) ศึกษาหลักการ ทฤษฎีในการสร้างแบบประเมินแบบรูบริก
- 2) วิเคราะห์จุดประสงค์การเรียนรู้และขอบข่าย
- 3) จัดทำกรอบการประเมินที่ครอบคลุมประเด็นที่จะนำมาประเมิน
- 4) อธิบายการแสดงออกถึงระดับทักษะตามประเด็นที่กำหนดเป็นระดับ

เลือกประเด็นที่จะประเมินด้านทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ และกำหนดวิธีการวัด โดยกำหนดค่าคะแนนของแบบประเมินเป็นแบบมาตราส่วนประมาณค่า โดยกำหนดระดับคะแนนไว้ 5 ระดับ การให้คะแนนการประเมินชิ้นงานที่สร้างขึ้น โดยมีเกณฑ์การให้คะแนน ดังนี้

ระดับ 4	หมายถึง	มีทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ดีมาก
ระดับ 3	หมายถึง	มีทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ดี
ระดับ 2	หมายถึง	มีทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์พอใช้
ระดับ 1	หมายถึง	มีทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์น้อย

5) สร้างแบบประเมินทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ให้มีความสอดคล้องกับเนื้อหาและจุดประสงค์การเรียนรู้

6) นำแบบประเมินทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ที่สร้างขึ้นให้ผู้เชี่ยวชาญด้านวัดและประเมินผล จำนวน 3 ท่าน เพื่อหาค่าดัชนีความสอดคล้องระหว่างแบบประเมินกับจุดประสงค์ในการเรียนรู้ และนำผลการประเมินลงความเห็นของผู้เชี่ยวชาญทั้ง 3 ท่าน มาวิเคราะห์หาค่าดัชนีความสอดคล้อง

7) คัดเลือกข้อคำถามที่มีค่าดัชนีความสอดคล้องมากกว่าหรือเท่ากับ 0.5 ขึ้นไป จากการพิจารณาของผู้เชี่ยวชาญแต่ละท่านแล้วนำมาคำนวณสูตร ผลสรุปได้ค่าเฉลี่ยเท่ากับ 1.00

3.2.2.5 แบบประเมินความพึงพอใจ มีขั้นตอนการสร้างดังนี้

- 1) ศึกษาเอกสารที่เกี่ยวข้องกับวิธีการสร้างแบบประเมินความพึงพอใจ
- 2) เลือกประเด็นที่จะประเมินความพึงพอใจและกำหนดวิธีการวัด โดยกำหนดค่าคะแนนของแบบประเมินเป็นแบบมาตราส่วนประมาณค่า โดยกำหนดระดับคะแนนไว้ 5 ระดับ (บุญชม ศรีสะอาด, 2553, น.82) ได้แก่

ระดับ 5 คะแนนเฉลี่ย 4.51–5.00 หมายถึง มีความพึงพอใจมากที่สุด

ระดับ 4 คะแนนเฉลี่ย 3.51–4.50 หมายถึง มีความพึงพอใจมาก

ระดับ 3 คะแนนเฉลี่ย 2.51–3.50 หมายถึง มีความพึงพอใจปานกลาง

ระดับ 2 คะแนนเฉลี่ย 1.51–2.50 หมายถึง มีความพึงพอใจน้อย

ระดับ 1 คะแนนเฉลี่ย 1.00–1.50 หมายถึง มีความพึงพอใจน้อยที่สุด

- 3) ร่างแบบประเมินความพึงพอใจให้สอดคล้องกับแอปพลิเคชันสำหรับการเรียนรู้ เรื่อง เซลล์และโครงสร้างของเซลล์

- 4) นำแบบประเมินความพึงพอใจไปให้อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ตรวจสอบความถูกต้องและนำมาปรับปรุงแก้ไข โดยอาจารย์ที่ปรึกษาให้คำแนะนำในการปรับเปลี่ยนข้อความให้สอดคล้องกับคำถามและจัดเรียงข้อความให้ถูกต้อง

- 5) นำแบบประเมินความพึงพอใจไปให้ผู้เชี่ยวชาญด้านวัดและประเมินผล ประเมิน จำนวน 3 ท่าน ประเมินค่าดัชนีความสอดคล้องของเนื้อหา และการใช้ภาษาของแต่ละรายการ และนำผลการประเมินของผู้เชี่ยวชาญมาวิเคราะห์หาค่าดัชนีความสอดคล้อง ค่าที่ได้ต้องมีค่ามากกว่าหรือเท่ากับ 0.5 ขึ้นไป จากการพิจารณาของผู้เชี่ยวชาญแต่ละท่านแล้วนำมาคำนวณสูตร ผลสรุปได้ค่าเฉลี่ย เท่ากับ 0.95

- 6) จัดทำแบบประเมินความพึงพอใจ นำไปให้ผู้เรียนประเมินความพึงพอใจที่มีต่อแอปพลิเคชันสำหรับการเรียนรู้ เรื่อง เซลล์และโครงสร้างของเซลล์

- 7) นำผลการประเมินความพึงพอใจของผู้เรียนมาวิเคราะห์หาค่าเฉลี่ยและส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน

3.2.3 ผู้วิจัยได้ดำเนินการทดลอง แบบแผนการทดลอง One-group Pretest-Posttest Design มีลักษณะการทดลอง ดังนี้ (ล้วน สายยศ และ อังคณา สายยศ, 2538, น.249) ดังแสดงไว้ในตารางที่ 3.1

ตารางที่ 3.1 แบบแผนการทดลอง

ก่อนเรียน	ทดลอง	หลังเรียน
T ₁	X	T ₂

สัญลักษณ์ที่ใช้ในแบบแผนการทดลอง

T₁ แทน การทดสอบก่อนเรียน

X แทน แอปพลิเคชันสำหรับการเรียนรู้ เรื่อง เซลล์และโครงสร้างของเซลล์ เพื่อส่งเสริมกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1

T₂ แทน การทดสอบหลังเรียน

3.3 การเก็บรวบรวมข้อมูล

การวิจัยเรื่อง การพัฒนาแอปพลิเคชันสำหรับการเรียนรู้ เรื่องเซลล์และโครงสร้างของเซลล์ เพื่อส่งเสริมกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ผู้วิจัยได้ดำเนินการเก็บรวบรวมข้อมูลโดยมีขั้นตอนดังนี้

3.3.1 แนะนำให้ทราบถึงรายละเอียดที่สำคัญเกี่ยวกับขั้นตอน และวิธีการเรียนด้วยแอปพลิเคชันสำหรับการเรียนรู้ เรื่องเซลล์และโครงสร้างของเซลล์ เพื่อส่งเสริมทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1

3.3.2 ทดสอบก่อนเรียน โดยผู้วิจัยจะให้กลุ่มตัวอย่างทุกคนทำแบบทดสอบก่อนเรียนเพื่อทดสอบระดับความสามารถของผู้เรียน และทำการเก็บผลคะแนนจากกลุ่มตัวอย่างไว้

3.3.3 ดำเนินการจัดกิจกรรมการเรียนรู้กับกลุ่มตัวอย่าง โดยเริ่มต้นจากการเรียนด้วยแอปพลิเคชันสำหรับการเรียนรู้ เรื่องเซลล์และโครงสร้างของเซลล์ เพื่อส่งเสริมทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1

3.3.3.1 ให้ผู้เรียนแบ่งกลุ่ม กลุ่มละ 4-5 คน

3.3.3.2 ให้ผู้เรียนเริ่มทำการทดสอบแอปพลิเคชันฯ

3.3.3.3 ผู้เรียนศึกษาเนื้อหาเรื่องเซลล์ ที่มีอยู่ภายในแอปพลิเคชันฯ และศึกษาคลิบวิดีโอวัสดุ-อุปกรณ์ คลิปวิดีโอการทำสไลด์พีช สไลด์สัตว์

3.3.3.4 ให้ผู้เรียนลงมือปฏิบัติจริง หลังจากที่ได้ศึกษาจากแอปพลิเคชันฯ

3.3.4 การทดสอบหลังเรียน หลังจากกลุ่มตัวอย่างศึกษาด้วยแอปพลิเคชันสำหรับการเรียนรู้ เรื่อง เซลล์และโครงสร้างของเซลล์ โดยการทดลองใช้เครื่องมือและแปลผลเรียบร้อยแล้ว กลุ่มตัวอย่าง

ทั้ง 30 คน ทำแบบทดสอบหลังเรียนเพื่อทดสอบความรู้หลังจากเรียนด้วยแอปพลิเคชันสำหรับการเรียนรู้ เรื่อง เซลล์และโครงสร้างของเซลล์ และทำการเก็บผลคะแนนจากกลุ่มตัวอย่างไว้

3.3.5 ดำเนินการวัดผลด้านทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ หลังจากกลุ่มตัวอย่างที่เรียนด้วยแอปพลิเคชันสำหรับการเรียนรู้ เรื่อง เซลล์และโครงสร้างของเซลล์ โดยให้ผู้เรียนลงมือปฏิบัติทำสไลด์เซลล์พืชและเซลล์สัตว์ จากนั้นครูผู้สอนทำการประเมินจากกระบวนการทำงานของผู้เรียน

3.3.6 การประเมินความพึงพอใจ หลังจากทีกลุ่มตัวอย่างได้ทำแบบทดสอบหลังเรียนเรียบร้อยแล้ว ผู้วิจัยให้กลุ่มตัวอย่างทำแบบประเมินความพึงพอใจที่มีต่อแอปพลิเคชันสำหรับการเรียนรู้ เรื่อง เซลล์และโครงสร้างของเซลล์ โดยแบบประเมินมีลักษณะเป็นแบบมาตราส่วนประมาณค่า 5 ระดับ จำนวน 4 ด้าน ประกอบด้วย ด้านสื่อ ด้านเนื้อหา ด้านการวัดและประเมิน และด้านการจัดกิจกรรมการเรียนรู้

3.4 การวิเคราะห์ข้อมูล

ภายหลังจากทำการประเมินคุณภาพโดยผู้เชี่ยวชาญด้านสื่อและเนื้อหา ให้ผู้เรียนทำแบบทดสอบก่อนเรียนและหลังเรียน และแบบประเมินความพึงพอใจแล้ว ดำเนินการวิเคราะห์ข้อมูลตามหลักสถิติ ดังนี้

3.4.1 การหาประสิทธิภาพแอปพลิเคชันสำหรับการเรียนรู้ เรื่อง เซลล์และโครงสร้างของเซลล์ ด้วยการหาค่าเฉลี่ยและส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของผู้เชี่ยวชาญ จากนั้นนำค่าเฉลี่ยที่คำนวณได้ไปเปรียบเทียบกับช่วงค่าเฉลี่ยคุณภาพ

3.4.2 การวิเคราะห์เปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนก่อนเรียนและหลังเรียนของผู้เรียนที่เรียนด้วยแอปพลิเคชันสำหรับการเรียนรู้ วิชาวิทยาศาสตร์พื้นฐาน โดยใช้การทดสอบค่าที (t-test) ของกลุ่มตัวอย่างที่ไม่เป็นอิสระจากกัน โดยได้ตั้งค่าระดับนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05 เมื่อคำนวณค่าที่ได้แล้วเปิดค่าที่จากตาราง แล้วนำค่าที่ได้จากการคำนวณและจากตารางมาเปรียบเทียบกันเพื่อตรวจสอบสมมติฐาน

3.4.3 การวิเคราะห์ข้อมูลแบบประเมินด้านทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ โดยวิเคราะห์ข้อมูลด้วยการหาค่าเฉลี่ย และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของคะแนนทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์จากกลุ่มตัวอย่าง จากนั้นนำค่าเฉลี่ยที่คำนวณมาเปรียบเทียบกับช่วงค่าเฉลี่ยของทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์

3.4.4 การวิเคราะห์ข้อมูลแบบประเมินความพึงพอใจ โดยวิเคราะห์ข้อมูลด้วยการหาค่าเฉลี่ย และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของคะแนนความพึงพอใจจากกลุ่มตัวอย่าง จากนั้นนำค่าเฉลี่ยมาเปรียบเทียบกับช่วงค่าเฉลี่ยความพึงพอใจ

บทที่ 4

ผลการวิเคราะห์ข้อมูล

การวิจัย เรื่อง การพัฒนาแอปพลิเคชันสำหรับการเรียนรู้ เรื่อง เซลล์และโครงสร้างของเซลล์ เพื่อส่งเสริมทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ผู้วิจัยได้เสนอการวิเคราะห์ข้อมูลในรูปของตารางและความเรียงตามวัตถุประสงค์ ดังต่อไปนี้

4.1 ผลการพัฒนาแอปพลิเคชันสำหรับการเรียนรู้ เรื่อง เซลล์และโครงสร้างของเซลล์ เพื่อส่งเสริมทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1

ผลการพัฒนาแอปพลิเคชันสำหรับการเรียนรู้ เรื่อง เซลล์และโครงสร้างของเซลล์ เพื่อส่งเสริมทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ประกอบด้วย

4.1.1 ผลการประเมินคุณภาพแอปพลิเคชันสำหรับการเรียนรู้ ด้านสื่อ

ผลการประเมินคุณภาพจากผู้เชี่ยวชาญด้านสื่อ จำนวน 3 ท่าน ที่ประเมินแอปพลิเคชันสำหรับการเรียนรู้ เรื่อง เซลล์และโครงสร้างของเซลล์ ดังแสดงในตารางที่ 4.1

ตารางที่ 4.1 ผลการประเมินคุณภาพแอปพลิเคชันสำหรับการเรียนรู้ ด้านสื่อ

รายการประเมิน	\bar{X}	S.D.	แปลผล
1. ด้านภาพ สี ตัวอักษรและภาษา			
1.1 ความเหมาะสมของปริมาณภาพกับเนื้อหา	5.00	.00	ดีมาก
1.2 ความเหมาะสมของขนาดตัวอักษร	5.00	.00	ดีมาก
1.3 ความชัดเจนในการใช้สีของตัวอักษร	5.00	.00	ดีมาก
1.4 ความเหมาะสมของสีพื้นหลังของแอปพลิเคชัน	4.33	.57	มาก
1.5 ความถูกต้องของภาษา	4.66	.57	ดีมาก
ค่าเฉลี่ย	4.80	.14	ดีมาก
2. ด้านการออกแบบหน้าจอ			
2.1 การจัดองค์ประกอบ	4.66	.57	ดีมาก
2.2 ความรวดเร็วในการโหลดข้อมูล	4.33	.57	มาก
2.3 ความถูกต้องในการเชื่อมโยง	5.00	.00	ดีมาก

ตารางที่ 4.1 ผลการประเมินคุณภาพแอปพลิเคชันสำหรับการเรียนรู้ ด้านสื่อ (ต่อ)

รายการประเมิน	\bar{X}	S.D.	แปลผล
2.4 การออกแบบหน้าจอมีสัดส่วนเหมาะสม สวยงาม	4.66	.57	ดีมาก
ค่าเฉลี่ย	4.66	.14	ดีมาก
ค่าเฉลี่ยรวม	4.74	.06	ดีมาก

จากตารางที่ 4.1 พบว่า แอปพลิเคชันสำหรับการเรียนรู้ เรื่อง เซลล์และโครงสร้างของเซลล์ โดยรวมมีคุณภาพด้านสื่ออยู่ในระดับดีมาก มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 4.74 และเมื่อพิจารณารายด้านพบว่า ด้านภาพ สี ตัวอักษร และภาษา อยู่ในระดับดีมาก มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 4.80 รองลงมา ด้านการออกแบบหน้าจอ มีคุณภาพอยู่ในระดับดีมาก มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 4.66 ตามลำดับ

4.1.2 ผลการประเมินคุณภาพแอปพลิเคชันสำหรับการเรียนรู้ ด้านเนื้อหา

ผลการประเมินคุณภาพแอปพลิเคชันสำหรับการเรียนรู้ เรื่อง เซลล์และโครงสร้างของเซลล์ จากผู้เชี่ยวชาญด้านเนื้อหา จำนวน 3 ท่าน ดังแสดงในตารางที่ 4.2

ตารางที่ 4.2 ผลการประเมินคุณภาพแอปพลิเคชันสำหรับการเรียนรู้ ด้านเนื้อหา

รายการประเมิน	\bar{X}	S.D.	แปลผล
1. ด้านเนื้อหา			
1.1 โครงสร้างเนื้อหาสอดคล้องกับหลักสูตร	5.00	.00	ดีมาก
1.2 ความถูกต้องของเนื้อหา	5.00	.00	ดีมาก
1.3 เนื้อหา มีความเหมาะสมกับระดับของผู้เรียน	4.66	.57	ดีมาก
1.4 เนื้อหา มีความชัดเจน เข้าใจง่าย	4.33	.57	ดี
ค่าเฉลี่ย	4.75	.25	ดีมาก
2. ด้านภาษาและรูปแบบการนำเสนอ			
2.1 เนื้อหากับภาพประกอบมีความเหมาะสม	4.66	.57	ดีมาก
2.2 การใช้ภาษา มีความเหมาะสมกับระดับผู้เรียน	4.33	.57	ดี
2.3 รูปแบบตัวอักษรมีความเหมาะสมกับเนื้อหา	4.66	.57	ดีมาก
2.4 ภาพและวิดีโอมีความเหมาะสม	4.00	.00	ดี
ค่าเฉลี่ย	4.41	.14	ดี

ตารางที่ 4.2 ผลการประเมินคุณภาพแอปพลิเคชันสำหรับการเรียนรู้ ด้านเนื้อหา (ต่อ)

รายการประเมิน	\bar{X}	S.D.	แปลผล
3. ด้านแบบทดสอบ			
3.1 ข้อคำถามความชัดเจน	4.66	.57	ดีมาก
3.2 คำตอบมีความชัดเจน	5.00	.00	ดีมาก
3.3 จำนวนแบบทดสอบมีความเหมาะสม	4.00	.00	ดี
3.4 แบบทดสอบมีความสอดคล้องของกับเนื้อหา	4.66	.57	ดีมาก
ค่าเฉลี่ย	4.58	.28	ดีมาก
ค่าเฉลี่ยรวม	4.58	.08	ดีมาก

จากตารางที่ 4.2 พบว่า แอปพลิเคชันสำหรับการเรียนรู้ เรื่อง เซลล์และโครงสร้างของเซลล์ โดยรวมมีคุณภาพด้านเนื้อหาอยู่ในระดับดีมาก มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 4.58 เมื่อพิจารณารายด้านพบว่า ด้านเนื้อหาที่มีคุณภาพอยู่ในระดับดีมาก มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 4.75 รองลงมา ได้แก่ ด้านแบบทดสอบมีคุณภาพอยู่ในระดับดีมาก มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 4.66 และด้านภาษาและรูปแบบการนำเสนอ มีคุณภาพอยู่ในระดับดี มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 4.41 ตามลำดับ

4.1.3 ผลการหาประสิทธิภาพแอปพลิเคชันสำหรับการเรียนรู้

ผลการหาประสิทธิภาพสื่อตามเกณฑ์มาตรฐาน 80/80 โดยนำแอปพลิเคชันสำหรับการเรียนรู้ เรื่อง เซลล์และโครงสร้างของเซลล์ โดยการนำไปทดลองกับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 โรงเรียนวังม่วงวิทยาคม ดังแสดงในตารางที่ 4.3

ตารางที่ 4.3 ผลการหาประสิทธิภาพของแอปพลิเคชันสำหรับการเรียนรู้ เรื่อง เซลล์และโครงสร้างของเซลล์ เพื่อส่งเสริมทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 จำนวน 30 คน

การทดลอง	คะแนนก่อนเรียน		คะแนนหลังเรียน		E ₁	E ₂
	คะแนนเต็ม	คะแนนที่ได้	คะแนนเต็ม	คะแนนที่ได้	ร้อยละ	ร้อยละ
	30	24.20	30	24.73	80.67	82.44

จากตารางที่ 4.3 พบว่า ผลการเรียนรู้ด้วยของแอปพลิเคชันสำหรับการเรียนรู้ มีคะแนนเฉลี่ยจากการทดสอบระหว่างเรียน (E₁) เท่ากับ 24.20 คิดเป็นร้อยละ 80.67 และมีคะแนนเฉลี่ยหลังเรียน (E₂) เท่ากับ 24.73 คิดเป็นร้อยละ 82.44 แสดงว่า แอปพลิเคชันสำหรับการเรียนรู้ เรื่อง เซลล์และ

โครงสร้างของเซลล์ มีประสิทธิภาพสูงกว่าเกณฑ์ 80/80 กล่าวคือ E_1 , E_2 มีค่าเท่ากับ 80.67/82.44 ซึ่งเป็นไปตามเกณฑ์ที่กำหนดไว้

4.2 ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนระหว่างคะแนนก่อนเรียนและหลังเรียนของผู้เรียน

ผลการวิเคราะห์ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนระหว่างคะแนนก่อนเรียนและหลังเรียนของผู้เรียนที่เรียนด้วยแอปพลิเคชันสำหรับการเรียนรู้ เรื่อง เซลล์และโครงสร้างของเซลล์ ดังแสดงในตารางที่ 4.4

ตารางที่ 4.4 ผลการเปรียบเทียบทางการเรียนคะแนนก่อนเรียนและหลังเรียนด้วยแอปพลิเคชันสำหรับการเรียนรู้ เรื่อง เซลล์และโครงสร้างของเซลล์

รายการ	คะแนนเต็ม	คะแนนเฉลี่ย	S.D.	t	p
การทดสอบก่อนเรียน	30	9.50	2.19		
การทดสอบหลังเรียน	30	25.60	2.51	-25.07	.00*

*นัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

จากตารางที่ 4.4 พบว่า ผู้เรียนมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนด้วยแอปพลิเคชันสำหรับการเรียนรู้ เรื่อง เซลล์และโครงสร้างของเซลล์ มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 9.50/25.60 มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

4.3 ผลการศึกษาทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์

ผลการวิเคราะห์ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ของผู้เรียนหลังจากการเรียนการสอนด้วยแอปพลิเคชันสำหรับการเรียนรู้ เรื่อง เซลล์และโครงสร้างของเซลล์ ดังแสดงในตารางที่ 4.5

ตารางที่ 4.5 ผลการประเมินทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ของผู้เรียนหลังจากการเรียนการสอน โดยใช้แอปพลิเคชันสำหรับการเรียนรู้

	คะแนนเต็ม	คะแนนเฉลี่ย	S.D.	t	P
ก่อนเรียน	20	7.50	2.38		
หลังเรียน	20	17.40	1.94	-19.06	.00*

*นัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

จากตารางที่ 4.5 พบว่า ผู้เรียนมีทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์คะแนนหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 7.50/17.40 เมื่อเปรียบเทียบคะแนนก่อนเรียนและหลังเรียนด้วย

แอปพลิเคชันสำหรับการเรียนรู้ พบว่า คะแนนทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์หลังเรียนสูงกว่า ก่อนเรียน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

4.4 ผลการศึกษาความพึงพอใจของผู้เรียนที่มีต่อแอปพลิเคชันสำหรับการเรียนรู้

ผลการศึกษาระดับความพึงพอใจของผู้เรียนหลังจากการเรียนโดยใช้แอปพลิเคชันสำหรับการเรียนรู้ เรื่อง เซลล์และโครงสร้างของเซลล์ ดังแสดงในตารางที่ 4.6

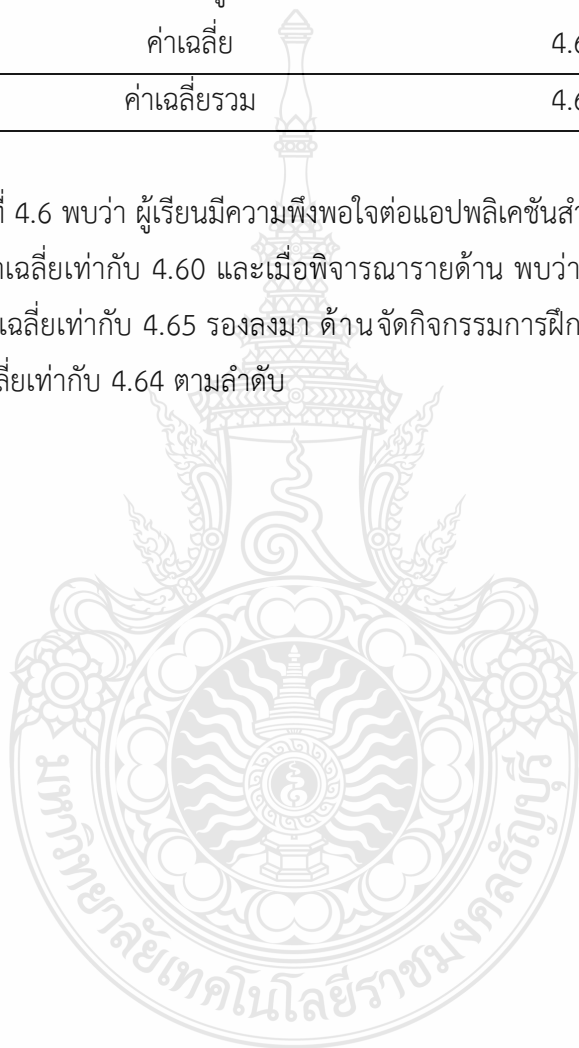
ตารางที่ 4.6 ผลการศึกษาความพึงพอใจของผู้เรียนที่มีต่อแอปพลิเคชันสำหรับการเรียนรู้

รายการประเมิน (N=30)		\bar{X}	S.D.	แปลผล
1. ด้านสื่อ				
1.1	คำอธิบายการใช้สื่อได้อย่างชัดเจน	4.60	.49	มากที่สุด
1.2	รูปแบบสื่อสวยงาม น่าใช้	4.70	.47	มากที่สุด
1.3	การใช้งานง่ายและสะดวกต่อการเรียนรู้	4.63	.49	มากที่สุด
1.4	สื่อมีความเหมาะสมในการนำไปใช้ในการเรียนรู้	4.70	.46	มากที่สุด
	ค่าเฉลี่ย	4.65	.23	มากที่สุด
2. ด้านเนื้อหา				
2.1	เนื้อหาตรงตามวัตถุประสงค์การเรียนรู้	4.63	.55	มากที่สุด
2.2	ภาษาที่ใช้ในบทเรียนเข้าใจง่าย	4.70	.46	มากที่สุด
2.3	การนำเสนอเนื้อหาเข้าใจง่าย	4.43	.62	มาก
2.4	ปริมาณเนื้อหาในแต่ละเรื่องมีความเหมาะสม	4.60	.62	มากที่สุด
2.5	การจัดเรียงเนื้อหาและขั้นตอนการเรียนการสอนเข้าใจง่าย	4.66	.47	มากที่สุด
	ค่าเฉลี่ย	4.59	.30	มากที่สุด
3. ด้านวัดและประเมินผล				
3.1	ความชัดเจนของคำถามและคำตอบ	4.50	.68	มาก
3.2	ความเหมาะสมของจำนวนแบบทดสอบ	4.43	.77	มาก
3.3	ความสอดคล้องของแบบทดสอบกับเนื้อหา	4.56	.62	มากที่สุด
	ค่าเฉลี่ย	4.53	.37	มากที่สุด

ตารางที่ 4.6 ผลการศึกษาความพึงพอใจของผู้เรียนที่มีต่อแอปพลิเคชันสำหรับการเรียนรู้ (ต่อ)

รายการประเมิน (N=30)	\bar{X}	S.D.	แปลผล
4. ด้านจัดกิจกรรมการเรียนรู้			
4.1 ส่งเสริมให้ผู้เรียนมีความสนใจในการเข้าร่วมกิจกรรม	4.50	.68	มาก
4.2 ช่วยให้ผู้เรียนศึกษาเนื้อหา เรียนรู้ได้ทุกที่ ทุกเวลา	4.70	.46	มากที่สุด
4.3 ส่งเสริมให้ผู้เรียนค้นคว้าหาความรู้ด้วยตนเอง	4.73	.44	มากที่สุด
ค่าเฉลี่ย	4.64	.30	มากที่สุด
ค่าเฉลี่ยรวม	4.60	.18	มากที่สุด

จากตารางที่ 4.6 พบว่า ผู้เรียนมีความพึงพอใจต่อแอปพลิเคชันสำหรับการเรียนรู้ โดยรวมอยู่ในระดับมากที่สุด มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 4.60 และเมื่อพิจารณารายด้าน พบว่า ด้านสื่อมีความพึงพอใจอยู่ในระดับมากที่สุด มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 4.65 รองลงมา ด้านจัดกิจกรรมการฝึกอบรมมีความพึงพอใจอยู่ในระดับมากที่สุด มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 4.64 ตามลำดับ





บทที่ 5

สรุปผลการวิจัย อภิปรายผล และข้อเสนอแนะ

การวิจัย เรื่อง แอปพลิเคชันสำหรับการเรียนรู้ เรื่อง เซลล์และโครงสร้างของเซลล์ เพื่อส่งเสริมทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ผู้วิจัยได้สรุปผลการวิจัย อภิปรายผล และข้อเสนอแนะ ดังต่อไปนี้

5.1 สรุปผลการวิจัย

ผลการวิจัยเป็นไปตามสมมติฐานที่กำหนดไว้ ดังนี้

5.1.1 ผลการพัฒนาแอปพลิเคชันสำหรับการเรียนรู้ เรื่อง เซลล์และโครงสร้างของเซลล์ ประกอบด้วย

5.1.1.1 ผลการประเมินคุณภาพแอปพลิเคชันสำหรับการเรียนรู้ด้านสื่อ พบว่าคุณภาพแอปพลิเคชันสำหรับการเรียนรู้ โดยรวมมีคุณภาพอยู่ในระดับดีมาก มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 4.74 และเมื่อพิจารณารายด้าน พบว่า ด้านภาพ สี ตัวอักษร และภาษา มีคุณภาพอยู่ในระดับดีมาก มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 4.80 รองลงมา ด้านการออกแบบหน้าจอ มีคุณภาพอยู่ในระดับดีมาก มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 4.66 ตามลำดับ

5.1.1.2 ผลการประเมินคุณภาพแอปพลิเคชันสำหรับการเรียนรู้ด้านเนื้อหา พบว่าแอปพลิเคชันสำหรับการเรียนรู้ โดยรวมมีคุณภาพอยู่ในระดับดีมาก มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 4.58 เมื่อพิจารณารายด้าน พบว่า ด้านเนื้อหา มีคุณภาพอยู่ในระดับดีมาก มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 4.75 รองลงมา ได้แก่ ด้านแบบทดสอบมีคุณภาพอยู่ในระดับดีมาก มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 4.66 และด้านภาษาและรูปแบบการนำเสนอมีคุณภาพอยู่ในระดับดี มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 4.41 ตามลำดับ

5.1.1.3 ผลการหาประสิทธิภาพของแอปพลิเคชันสำหรับการเรียนรู้ พบว่า ผู้เรียนมีคะแนนเฉลี่ยจากการทดสอบระหว่างเรียน (E_1) เท่ากับ 24.20 คิดเป็นร้อยละ 80.67 และมีคะแนนเฉลี่ยหลังเรียน (E_2) เท่ากับ 24.73 คิดเป็นร้อยละ 82.44 แสดงให้เห็นว่า แอปพลิเคชันสำหรับการเรียนรู้มีประสิทธิภาพสูงกว่าเกณฑ์ 80/80 กล่าวคือ E_1 , E_2 มีค่าเท่ากับ 80.67/82.44 ซึ่งเป็นไปตามเกณฑ์ที่กำหนดไว้

5.1.2 ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนระหว่างคะแนนก่อนเรียนและหลังเรียนของผู้เรียนที่ด้วยแอปพลิเคชันสำหรับการเรียนรู้ พบว่า ผู้เรียนมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนด้วยแอปพลิเคชันสำหรับการเรียนรู้ มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 9.50/25.60 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

5.1.3 ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ พบว่า ผู้เรียนมีคะแนนหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 7.50/17.40 เมื่อเปรียบเทียบคะแนนก่อนเรียนและหลังเรียนด้วยแอปพลิเคชันสำหรับการเรียนรู้ พบว่า คะแนนทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

5.1.4 ผลศึกษาระดับความพึงพอใจของผู้เรียนที่มีต่อแอปพลิเคชันสำหรับการเรียนรู้ พบว่า ผู้เรียนมีความพึงพอใจต่อแอปพลิเคชันสำหรับการเรียนรู้ โดยรวมอยู่ในระดับมากที่สุด มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 4.60 และเมื่อพิจารณารายด้าน พบว่า ด้านสื่อมีความพึงพอใจอยู่ในระดับมากที่สุด มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 4.65 รองลงมา ได้แก่ ด้านจัดกิจกรรมการเรียนรู้มีความพึงพอใจอยู่ในระดับมากที่สุด มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 4.64 และด้านเนื้อหาที่มีความพึงพอใจอยู่ในระดับมากที่สุด มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 4.59 ตามลำดับ

5.2 อภิปรายผล

การวิจัย เรื่อง แอปพลิเคชันสำหรับการเรียนรู้ เรื่อง เซลล์และโครงสร้างของเซลล์ เพื่อส่งเสริมทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ผู้วิจัยขอเสนอการอภิปรายผล ดังนี้

5.2.1 ผลการประเมินคุณภาพด้านสื่อและด้านเนื้อหาของแอปพลิเคชันสำหรับการเรียนรู้ เรื่อง เซลล์และโครงสร้างของเซลล์ คุณภาพสื่อโดยรวมอยู่ในระดับดีมาก มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 4.74 คุณภาพเนื้อหาโดยรวมอยู่ในระดับดี มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 4.58 โดยผู้วิจัยได้นำหลักของ ADDIE Model มาเป็นหลักในการสร้างแอปพลิเคชันสำหรับการเรียนรู้ โดยให้ผู้เชี่ยวชาญด้านสื่อ 3 ท่าน ที่มีประสบการณ์ในการสอนและพัฒนาสื่อการเรียนการสอน และด้านเนื้อหา 3 ท่าน ที่มีประสบการณ์ในการสอน เรื่อง เซลล์และโครงสร้างของเซลล์ ได้ประเมินและนำข้อเสนอแนะต่างๆ ของผู้เชี่ยวชาญมาปรับปรุงแก้ไข จึงทำให้ได้แอปพลิเคชันสำหรับการเรียนรู้ที่มีคุณภาพ โดยภายในแอปพลิเคชันจะสรุปเนื้อหาให้ผู้เรียนสามารถเรียนเข้าใจง่ายขึ้น มีคลิปวิดีโอ และเสียงบรรยายประกอบ เพื่อให้ผู้เรียนสามารถปฏิบัติตามได้ สอดคล้องกับผลงานวิจัยของ อภินันท์ สัตยจรรยาวงศ์ (2557) ได้ทำการวิจัย เรื่อง การพัฒนาแอปพลิเคชันบนแท็บเล็ตระบบปฏิบัติการแอนดรอยด์ เรื่อง ประชาคมอาเซียนสำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 2 พบว่า แอปพลิเคชันบนแท็บเล็ตระบบปฏิบัติการแอนดรอยด์ เรื่อง ประชาคมอาเซียน มีคุณภาพเฉลี่ยอยู่ในระดับดีมาก และสอดคล้องกับผลการวิจัยของ อนุชา จันทร์เต็ม (2561) ได้ทำการวิจัย เรื่อง พัฒนาแอปพลิเคชันโดยใช้การเรียนรู้ร่วมกัน เรื่อง การออกกำลังกายเพื่อสุขภาพสำหรับผู้สูงอายุ พบว่า ผลการประเมินคุณภาพด้านสื่อ จำนวน 3 ท่าน โดยภาพรวมอยู่ในระดับดีมาก มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 4.62

5.2.2 ผลการหาประสิทธิภาพของแอปพลิเคชันสำหรับการเรียนรู้ พบว่า มีคะแนนเฉลี่ยจากการทดสอบระหว่างเรียน (E_1) เท่ากับ 24.20 คิดเป็นร้อยละ 80.67 และมีคะแนนเฉลี่ยหลังเรียน (E_2)

เท่ากับ 24.73 คิดเป็นร้อยละ 82.44 ตามลำดับ แสดงให้เห็นว่า แอปพลิเคชันสำหรับการเรียนรู้มีประสิทธิภาพสูงกว่าเกณฑ์ 80/80 ซึ่งเป็นไปตามเกณฑ์ที่กำหนดไว้ สอดคล้องกับผลงานวิจัยของ อภินันท์ สัตยจรรยาวงศ์ (2557) เรื่อง การพัฒนาแอปพลิเคชันบนแท็บเล็ตระบบปฏิบัติการแอนดรอยด์ เรื่อง ประชาคมอาเซียนสำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 2 พบว่า มีคุณภาพเฉลี่ยอยู่ในระดับดีมาก และมีประสิทธิภาพ เท่ากับ 87.29/87.10 ซึ่งเป็นไปตามเกณฑ์ที่กำหนดไว้

5.2.3 ผลการเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนระหว่างคะแนนก่อนเรียนและหลังเรียนของผู้เรียนที่ด้วยแอปพลิเคชันสำหรับการเรียนรู้ เรื่อง เซลล์และโครงสร้างของเซลล์ พบว่า ผู้เรียนมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนด้วยแอปพลิเคชันสำหรับการเรียนรู้ เรื่อง เซลล์และโครงสร้างของเซลล์ มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 9.50/25.60 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 เนื่องมาจากการเรียนด้วยวิธีปกติที่เรียนจากตำราเรียนทำให้ผู้เรียนเกิดความไม่เข้าใจ แล้วไม่กล้าสอบถามครูผู้สอนหรือเรียนตามไม่ทัน จึงเกิดความเบื่อหน่าย ดังนั้น แอปพลิเคชันสำหรับการเรียนรู้ เรื่อง เซลล์และโครงสร้างของเซลล์ ได้รับออกแบบให้มีลักษณะของการทำงานที่ผู้เรียนสามารถเข้าไปดูคลิปวิดีโอซ้ำหลายรอบได้ จึงให้ผู้เรียนนั้นเกิดการจดจำ ทำให้สามารถเรียนรู้และแก้ปัญหาได้เร็วมากขึ้น จึงเกิดการเรียนรู้ได้ดีกว่าผู้ที่เรียนด้วยวิธีปกติ สอดคล้องกับผลงานวิจัยของ อภินันท์ สัตยจรรยาวงศ์ (2557) เรื่อง การพัฒนาแอปพลิเคชันบนแท็บเล็ตระบบปฏิบัติการแอนดรอยด์ เรื่อง ประชาคมอาเซียนสำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 2 พบว่า ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของผู้เรียนมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนด้วยแอปพลิเคชันบนแท็บเล็ตระบบปฏิบัติการแอนดรอยด์ เรื่อง ประชาคมอาเซียน มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนสูงกว่าคะแนนทดสอบก่อนเรียน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 สอดคล้องกับผลงานวิจัยของ ถาวร ภูเขา (2559) การพัฒนาสื่ออิเล็กทรอนิกส์บนแท็บเล็ต สำหรับบาลีไวยากรณ์ พบว่า การออกแบบและพัฒนาสื่ออิเล็กทรอนิกส์บนแท็บเล็ตสำหรับบาลีไวยากรณ์ พบว่า การทดสอบกลุ่มตัวอย่างได้ผลการศึกษาที่สอดคล้องกัน คือ ผลคะแนนการทำแบบทดสอบหลังเรียนสูงกว่าผลคะแนนการทำแบบทดสอบก่อนเรียน ผลการวิเคราะห์ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนระหว่างก่อนเรียนและหลังเรียนของผู้ใช้งานสื่ออิเล็กทรอนิกส์บนแท็บเล็ตสำหรับบาลีไวยากรณ์ แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 ซึ่งเป็นไปตามสมมติฐานข้อที่ 3 ที่ตั้งไว้ และสอดคล้องกับผลงานวิจัยของ อนุชา จันทร์เต็ม (2561) เรื่อง การพัฒนาแอปพลิเคชันโดยใช้การเรียนรู้ร่วมกัน เรื่อง การออกกำลังกายเพื่อสุขภาพสำหรับผู้สูงอายุ พบว่า คะแนนหลังการเรียนสูงขึ้นกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

5.2.4 ผลการศึกษาทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ของผู้เรียนหลังเรียนด้วยแอปพลิเคชันสำหรับการเรียนรู้ เรื่อง เซลล์และโครงสร้างของเซลล์ พบว่า ผู้เรียนมีทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์คะแนนหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 7.50/17.40 เมื่อเปรียบเทียบคะแนนก่อนเรียนและหลังเรียนด้วยแอปพลิเคชันสำหรับการเรียนรู้ เรื่อง เซลล์และโครงสร้างของเซลล์

พบว่า คะแนนทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 เนื่องจากแอปพลิเคชันถูกออกแบบมาเพื่อให้ผู้เรียนสามารถเข้าใจในเนื้อหา และปฏิบัติตามได้ง่ายขึ้น อีกทั้งผู้เรียนสามารถเข้าดูได้ทุกที่ทุกเวลาตามที่คุณเรียนต้องการ จึงทำให้ผู้เรียนสามารถจดจำได้ดีขึ้น สอดคล้องกับผลงานวิจัยของ อภินันท์ สัตยจรรยาวงศ์ (2557) เรื่อง การพัฒนาแอปพลิเคชันบนแท็บเล็ตระบบปฏิบัติการแอนดรอยด์ เรื่อง ประชาคมอาเซียนสำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 2 พบว่า ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของผู้เรียนด้วยแอปพลิเคชันบนแท็บเล็ตระบบปฏิบัติการแอนดรอยด์ เรื่อง ประชาคมอาเซียน มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนสูงกว่าคะแนนทดสอบก่อนเรียน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 และสอดคล้องกับผลงานวิจัยของ ถาวร ภูเขา (2559) การพัฒนาสื่ออิเล็กทรอนิกส์บนแท็บเล็ตสำหรับบาลีไวยากรณ์ พบว่า การออกแบบและพัฒนาสื่ออิเล็กทรอนิกส์บนแท็บเล็ตสำหรับบาลีไวยากรณ์ พบว่า การทดสอบกลุ่มตัวอย่างได้ผลการศึกษาที่สอดคล้องกัน คือ ผลคะแนนการทำแบบทดสอบหลังเรียนสูงกว่าผลคะแนนการทำแบบทดสอบก่อนเรียน ผลการวิเคราะห์ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนระหว่างก่อนเรียนและหลังเรียนของผู้ใช้งานสื่ออิเล็กทรอนิกส์บนแท็บเล็ตสำหรับบาลีไวยากรณ์ แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 ซึ่งเป็นไปตามสมมติฐานข้อที่ 3 ที่ตั้งไว้

5.2.5 ผลการศึกษาความพึงพอใจของผู้เรียน ที่มีต่อแอปพลิเคชันสำหรับการเรียนรู้ เรื่อง เซลล์และโครงสร้างของเซลล์ พบว่า ผู้เรียนมีความพึงพอใจต่อแอปพลิเคชันสำหรับการเรียนรู้ เรื่อง เซลล์และโครงสร้างของเซลล์ โดยรวมอยู่ในระดับมากที่สุด เนื่องจากแอปพลิเคชันสามารถจัดกิจกรรมสำหรับการแลกเปลี่ยนเรียนรู้ รวมถึงให้คำแนะนำแก่ผู้เรียน และจัดเตรียมสภาพแวดล้อมให้เอื้ออำนวยต่อการเรียนการสอนบนโทรศัพท์มือถือ ผู้เรียนสามารถกำหนดเป้าหมายการเรียนรู้ของตนเองแล้วแสวงหาความรู้ด้วยตนเองจากแอปพลิเคชัน จึงทำให้ผู้เรียนมีความพึงพอใจต่อแอปพลิเคชันสำหรับการเรียนรู้ เรื่อง เซลล์และโครงสร้างของเซลล์ โดยรวมมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 4.60 และเมื่อพิจารณารายด้านพบว่า ด้านสื่ออยู่ในระดับมากที่สุด มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 4.65 รองลงมา ได้แก่ ด้านจัดกิจกรรมการเรียนการสอนอยู่ในระดับมากที่สุด มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 4.64 ตามลำดับ สอดคล้องกับผลงานวิจัยของ อภินันท์ สัตยจรรยาวงศ์ (2557) เรื่อง การพัฒนาแอปพลิเคชันบนแท็บเล็ตระบบปฏิบัติการแอนดรอยด์ เรื่อง ประชาคมอาเซียนสำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 2 พบว่า ผู้เรียนมีความพึงพอใจต่อแอปพลิเคชันบนแท็บเล็ตระบบปฏิบัติการแอนดรอยด์ อยู่ในระดับมากที่สุด สอดคล้องกับผลงานวิจัยของ สุธิรา นทร์ปทุม (2560) เรื่อง การพัฒนาโมบายแอปพลิเคชันแหล่งท่องเที่ยวในจังหวัดสกลนคร บนระบบปฏิบัติการแอนดรอยด์ พบว่า ความพึงพอใจต่อการใช้งานโมบายแอปพลิเคชันแหล่งท่องเที่ยวในจังหวัดสกลนคร มีความพึงพอใจในภาพรวมอยู่ในระดับมาก

ข้อสังเกตที่พบในระหว่างการเรียนรู้จากแอปพลิเคชันสำหรับการเรียนรู้ เรื่อง เซลล์และโครงสร้างของเซลล์ เพื่อส่งเสริมทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 อันเนื่องมาจากสาเหตุต่างๆ เช่น แอปพลิเคชันเป็นการเรียนแบบอิสระ ผู้เรียนสามารถเรียนรู้ได้ด้วยตนเอง การมีปฏิสัมพันธ์ระหว่างผู้เรียนกับสื่อ ผู้เรียนสามารถเลือกเรียนเนื้อหาและทบทวนเนื้อหาได้บ่อยครั้งตามที่ต้องการ เป็นวิธีการเรียนรู้รูปแบบหนึ่งที่มีโครงสร้างอย่างเป็นระบบ สามารถตอบสนองต่อความต้องการของผู้เรียนได้ การเรียนรู้ด้วยตนเองจะช่วยให้ผู้เรียนมีอิสระในการเลือกเรียนตามเวลาสถานที่เรียน ระยะเวลาในการเรียนแต่ละบทในเนื้อหาของบทเรียน แต่จะต้องอยู่ภายใต้ข้อจำกัดของโครงสร้างในบทเรียนนั้น เพราะในแต่ละบทเรียนจะมีวิธีเรียนที่ชี้แนะไว้ในคู่มือการเรียน จึงทำให้ผู้เรียนมีความพึงพอใจที่ดีต่อการเรียนรู้ด้วยแอปพลิเคชัน

5.3 ข้อเสนอแนะ

5.3.1 ข้อเสนอแนะจากการวิจัย

5.3.1.1 การพัฒนาแอปพลิเคชันสำหรับการเรียนรู้ เรื่อง เซลล์และโครงสร้างของเซลล์ เพื่อส่งเสริมทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ในส่วนวิดีโอควรมีการพัฒนาให้มีความน่าสนใจเพิ่มมากขึ้น

5.3.1.2 ควรมีการบูรณาการแอปพลิเคชันกับสื่อประเภทอื่น เพื่อเป็นการเพิ่มช่องทางการเรียนรู้

5.3.1.3 พัฒนาเพิ่มให้สามารถรองรับการใช้งานบนระบบปฏิบัติการ iOS ได้

5.3.2 ข้อเสนอแนะสำหรับการวิจัยครั้งต่อไป

5.3.2.1 การพัฒนาแอปพลิเคชันสำหรับการเรียนรู้ เรื่อง การคำนวณปริมาณ พื้นที่ ระยะทาง และการกระจัด

5.3.2.2 แอปพลิเคชันสามารถนำไปใช้กับวิชาที่มีลักษณะเนื้อหาตรงกัน เช่น บูรณาการกับกลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์

บรรณานุกรม

- กรมวิชาการ. (2545). การวิจัยเพื่อพัฒนาการเรียนรู้ตามหลักสูตรการศึกษาขั้นพื้นฐาน. กรุงเทพฯ: กรมวิชาการ กระทรวงศึกษาธิการ.
- กระทรวงศึกษาธิการ. (2562). พระราชบัญญัติการศึกษาแห่งชาติ พุทธศักราช 2562 (ฉบับที่ 4). กรุงเทพฯ: ศุภสภา ลาดพร้าว.
- กระทรวงศึกษาธิการ. (2551). หลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551. กรุงเทพฯ: ชุมนุมสหกรณ์การเกษตรแห่งประเทศไทย.
- กาญจนา อรุณสุขจุฑา. (2546). ความพึงพอใจของสมาชิกสหกรณ์ ต่อการดำเนินงานของสหกรณ์ การเกษตรไชยปราการจำกัด อำเภอไชยปราการ จังหวัดเชียงใหม่. เชียงใหม่: มหาวิทยาลัยเชียงใหม่.
- ณัฐชา วัฒนวิไล. (2552). ปัจจัยที่มีอิทธิพลต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาหลักการบัญชี 1 กรณีศึกษานักศึกษาคณะบัญชี (รายงานการวิจัย). ปทุมธานี: มหาวิทยาลัยกรุงเทพ.
- ถาวร ภูเขา. (2559). การพัฒนาสื่ออิเล็กทรอนิกส์บนแท็บเล็ตสำหรับบาสีไวยากรณ์. (วิทยานิพนธ์ปริญญาโทบริหารธุรกิจ, มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี).
- นาฎยา มงคลจิตร. (2557). การพัฒนาแอปพลิเคชันบนแอนดรอยด์เรื่องนิทานชาดก (โครงการวิจัย). มหาสารคาม: มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม.
- ชวณพิศ จะรา. (2556). การพัฒนาการเรียนการสอนด้วยเทคโนโลยีผสมผสานความจริง (AR) ร่วมกับหนังสือนิทานสองภาษา โดยใช้กระบวนการกลุ่มเพื่อส่งเสริมความสามารถทางภาษา ด้านการฟังและการพูดของเด็กปฐมวัย. (วิทยานิพนธ์ปริญญาโทบริหารธุรกิจ, มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี).
- ชัยยงค์ พรหมวงศ์. (2556). การทดสอบประสิทธิภาพสื่อหรือชุดการสอน. วารสารศิลปการศึกษาศาสตร์วิจัย, 5(1), 7-19.
- ชัยยงค์ พรหมวงศ์, สมเชาว์ เนตรประเสริฐ และ สุดา สิ้นสกุล. (2550). ระบบสื่อการสอน. กรุงเทพฯ: จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- บุญชม ศรีสะอาด. (2553). การวิจัยเบื้องต้น (พิมพ์ครั้งที่ 8). กรุงเทพฯ: สุวีริยาสาส์น.
- ปรียทิพย์ บุญคง. (2546). การศึกษาปัจจัยบางประการที่สัมพันธ์กับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน วิชาคณิตศาสตร์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1. (วิทยานิพนธ์ปริญญาโทบริหารธุรกิจ, มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ).

บรรณานุกรม (ต่อ)

- พรรณี ลีกิจวัฒน์. (2554). **วิธีการวิจัยทางการศึกษา** (พิมพ์ครั้งที่ 7 ปรับปรุงแก้ไข). กรุงเทพฯ: สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง.
- พวงรัตน์ ทวีรัตน์. (2543). **วิธีการวิจัยทางพฤติกรรมศาสตร์และสังคมศาสตร์** (พิมพ์ครั้งที่ 7). กรุงเทพฯ: มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ.
- พิชิต ฤทธิจรรยา. (2544). **แนวทางการวิจัยเพื่อพัฒนาการเรียนรู้อบรมครูกับการวิจัยในชั้นเรียน**. กรุงเทพฯ: พริกหวาน กราฟฟิค.
- ไพศาล หวังพานิช. (2536). **การวัดผลการศึกษา**. กรุงเทพฯ: ไทยวัฒนาพานิช.
- เพ็ญสกา ริมเขต. (2562). **หลักการออกแบบของ ADDIE model**. สืบค้นจาก <https://sites.google.com/site/pensakaorimkhet/home>.
- รวีวรรณ ชินะตระกูล. (2536). **การทำวิจัยทางการศึกษา**. กรุงเทพฯ: ที.พี. พรินท์.
- ล้วน สายยศ และ อังคณา สายยศ. (2538). **เทคนิคการวิจัยทางการศึกษา** (พิมพ์ครั้งที่ 4). กรุงเทพฯ: สุวีริยาสาส์น.
- สมจิต จันทรฉาย. (2557). **การออกแบบและพัฒนาการเรียนการสอน**. นครปฐม: เพชรเกษมพริ้นติ้ง.
- สมนึก ภัททยธนี. (2546). **การวัดผลการศึกษา** (พิมพ์ครั้งที่ 4). กทม: ประสานการพิมพ์.
- สุชฤกษ์ ดีโนนโพธิ์. (2554). **ปัจจัยเชิงสาเหตุที่มีอิทธิพลต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 สังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษามัธยมศึกษา เขต 30. (วิทยานิพนธ์ปริญญาโทมหาบัณฑิต, มหาวิทยาลัยราชภัฏชัยภูมิ)**.
- สุธีรา จันทรปุม. (2560). **การพัฒนาโมบายแอปพลิเคชันแหล่งท่องเที่ยวในจังหวัดสกลนครบนระบบปฏิบัติการแอนดรอยด์**. สกลนคร: มหาวิทยาลัยราชภัฏสกลนคร.
- สุพรรณิ ชาญประเสริฐ. (2557). **การจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์และทักษะที่จำเป็นในศตวรรษที่ 21**. กรุงเทพฯ: สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี.
- สถาบันการทดสอบทางการศึกษาแห่งชาติ. (2561). **ผลการทดสอบทางการศึกษาระดับชาตินี้พื้นฐาน**. สืบค้นจาก <https://www.niets.or.th/th/>
- สถาบันพัฒนาคุณภาพวิชาการ. (2561). **หนังสือเรียนสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์พื้นฐาน ฉบับปรับปรุง 2560**. กรุงเทพฯ: พัฒนาคุณภาพวิชาการ.
- สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี. (2556). **คู่มือการใช้หลักสูตรวิทยาศาสตร์ ฉบับอนาคต**. กรุงเทพฯ: สสวท.

บรรณานุกรม (ต่อ)

- สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี. (2551). **หนังสือเรียนสาระการเรียนรู้พื้นฐาน คณิตศาสตร์ กลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ ชั้นประถมศึกษาปีที่ 1**. กรุงเทพฯ: สกสศ. ลาดพร้าว.
- สำนักงานราชบัณฑิตยสภา. (2545). **พจนานุกรมฉบับบัณฑิตยสถาน**. สืบค้นจาก <http://www.royin.go.th/dictionary/>
- อภิณัฐ สัตยจรรยาวงศ์. (2557). **การพัฒนาแอปพลิเคชันบนแท็บเล็ต ระบบปฏิบัติการแอนดรอยด์ เรื่อง ประชาคมอาเซียน สำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 2**. (วิทยานิพนธ์ปริญญา มหาบัณฑิต, มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี).
- อดิศักดิ์ พงษ์พูลผลศักดิ์. (2541). **การควบคุมคุณภาพ**. กรุงเทพฯ: ศูนย์สื่อเสริมกรุงเทพ.
- อนุชา จันทร์เต็ม. (2561). **การพัฒนาแอปพลิเคชันโดยใช้การเรียนรู้ร่วมกัน เรื่อง การออกกำลังกาย เพื่อสุขภาพสำหรับผู้สูงอายุ**. (วิทยานิพนธ์ปริญญา มหาบัณฑิต, มหาวิทยาลัยเทคโนโลยี พระจอมเกล้าธนบุรี).
- Anastasi, B. (1970). **Psychological Testing**. London: Macmillan.
- Azham Hussain, and Maria Kutar. (2009). **Usability Metric Framework for Mobile Phone Application**. (Conference: The 10th Annual Post Graduate Symposium on The Convergence of Telecommunications, Networking and Broadcasting At: Holiday Inn, Liverpool City Centre, United Kingdom).
- Jia Tan and Kari Ronkko. (2015). **Cigdem Gencel A Framework for Software Usability & User Experience Measurement in Mobile Industry**. Blekinge institute of technology karlskrona Sweden.
- Mango erp. (2019). **Application on Mobile**. Retrieved from : <https://www.mangoconsultant.com/th/>
- Marzano, et.al. (2001). **Classroom instruction that works: Research-based strategies for increasing student achievement**. Alexandria, VA: ASCD.
- Norleyza Jailani, Zuraidah Abdullah, and Marini Abu Bakar. (2015). **Usability Guidelines For Developing Mobile Application in the Construction Industry**. (Software Technology and Management Research Centre, Faculty of Information Science and Technology Universiti Kebangsaan Malaysia).

ภาคผนวก





ภาคผนวก ก

- รายนามผู้เชี่ยวชาญตรวจสอบเครื่องมือวิจัย
- หนังสือเชิญผู้เชี่ยวชาญตรวจสอบเครื่องมือวิจัย

รายนามผู้เชี่ยวชาญตรวจสอบเครื่องมือวิจัย

ผู้เชี่ยวชาญด้านวัดและประเมินผล

1. ดร.วิโรจน์ มงคลเทพ
อาจารย์ประจำ สาขาวิทยาศาสตร์ คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีการเกษตร
มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลล้านนา น่าน
2. ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.สรศักดิ์ เชี่ยวชาญ
อาจารย์ประจำ สาขาศิลปศาสตร์ คณะบริหารธุรกิจและศิลปศาสตร์
มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลล้านนา น่าน
3. ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.พิมลพรรณ เพชรสมบัติ
อาจารย์ประจำ สาขาบริหารการศึกษา ภาควิชาการศึกษา
คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี

ผู้เชี่ยวชาญด้านสื่อ

1. ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.เกษม แสงนนท์
อาจารย์ประจำ สาขาเทคโนโลยีสารสนเทศ คณะครุศาสตร์
มหาวิทยาลัยมหาจุฬาลงกรณราชวิทยาลัย วิทยาเขตเชียงใหม่
2. ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.วรวิทย์ นิตะศิลป์
อาจารย์ประจำ สาขาหลักสูตรและการสอน คณะครุศาสตร์
มหาวิทยาลัยมหาจุฬาลงกรณราชวิทยาลัย วิทยาเขตเชียงใหม่
3. ดร.กิตติศักดิ์ แป้นงาม
ศึกษานิเทศก์ ชำนาญการพิเศษ
สำนักงานเขตพื้นที่การศึกษาประถมศึกษานครนายก

ผู้เชี่ยวชาญด้านเนื้อหา

1. นางระเบียบ ละโว้ชัย
ครู ชำนาญการ กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ โรงเรียนธัญบุรี
2. นางสาวพรสวรรค์ มูลสาร
ครู ชำนาญการ กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ โรงเรียนธัญบุรี
3. นางสาวนริศรา วรรณโกษิต
ครู ชำนาญการ กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ โรงเรียนธัญบุรี

ที่ อว ๐๖๔๙.๐๒/ ๑๐๖๗๐๗



คณะกรรมการอุตสาหกรรม
มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี
๓๙ หมู่ ๑ ต.คลองหก อ.คลองหลวง
จ.ปทุมธานี ๑๒๑๑๐

๙ ตุลาคม ๒๕๖๒

เรื่อง ขอเรียนเชิญเป็นผู้เชี่ยวชาญในการตรวจสอบเครื่องมือวิจัย


เรียน ดร.วิโรจน์ มงคลเทพ

เนื่องด้วย นางสาวเกตุแก้ว ยิ่งยืนยง นักศึกษาปริญญาโท หลักสูตรศึกษาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาเทคโนโลยีและสื่อสารการศึกษา คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี ได้รับอนุมัติให้จัดทำวิทยานิพนธ์ เรื่อง การพัฒนาแอปพลิเคชันสำหรับการเรียนรู้ วิชาวิทยาศาสตร์ เพื่อส่งเสริมทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ ๑ โดย ดร.นฤมล เทพนวล เป็นอาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์

ในการนี้ คณะกรรมการบริหารหลักสูตรฯ พิจารณาเห็นว่า ท่านเป็นผู้ทรงคุณวุฒิที่มีความรู้ความสามารถอย่างยิ่ง คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรมจึงขอเรียนเชิญท่านเป็นผู้เชี่ยวชาญในการตรวจสอบเครื่องมือวิจัยให้แก่ นางสาวเกตุแก้ว ยิ่งยืนยง เพื่อประโยชน์ทางการศึกษาต่อไป

จึงเรียนมาเพื่อโปรดพิจารณาให้ความอนุเคราะห์ด้วย จะเป็นพระคุณยิ่ง

ขอแสดงความนับถือ


(ผู้ช่วยศาสตราจารย์อานนท์ นิยมผล)
คณบดีคณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม

งานบัณฑิตศึกษา
โทร. ๐๒ ๕๔๙ ๓๒๐๕
โทรสาร ๐๒ ๕๗๗ ๓๒๐๗

ที่ อว ๐๖๔๙.๐๒/๑๕๙๗๗



คณะกรรมการอุตสาหกรรม
มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี
๓๙ หมู่ ๑ ต.คลองหก อ.คลองหลวง
จ.ปทุมธานี ๑๒๑๑๐

๙ ตุลาคม ๒๕๖๒

เรื่อง ขอเรียนเชิญเป็นผู้เชี่ยวชาญในการตรวจสอบเครื่องมือวิจัย

เรียน ผู้ช่วยศาสตราจารย์สรศักดิ์ เชี่ยวชาญ

เนื่องด้วย นางสาวเกตุแก้ว ยิ่งยืนยง นักศึกษาปริญญาโท หลักสูตรศึกษาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาเทคโนโลยีและสื่อสารการศึกษา คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี ได้รับอนุมัติให้จัดทำวิทยานิพนธ์ เรื่อง การพัฒนาแอปพลิเคชันสำหรับการเรียนรู้ วิชาวิทยาศาสตร์ เพื่อส่งเสริมทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ ๑ โดย ดร.นฤมล เทพนวล เป็นอาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์

ในการนี้ คณะกรรมการบริหารหลักสูตรฯ พิจารณาเห็นว่า ท่านเป็นผู้ทรงคุณวุฒิที่มีความรู้ความสามารถอย่างยิ่ง คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรมจึงขอเรียนเชิญท่านเป็นผู้เชี่ยวชาญในการตรวจสอบเครื่องมือวิจัยให้แก่ นางสาวเกตุแก้ว ยิ่งยืนยง เพื่อประโยชน์ทางการศึกษาต่อไป

จึงเรียนมาเพื่อโปรดพิจารณาให้ความอนุเคราะห์ด้วย จะเป็นพระคุณยิ่ง

ขอแสดงความนับถือ

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์อานนท์ นิยมผล)
คณบดีคณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม

งานบัณฑิตศึกษา

โทร. ๐๒ ๕๔๔ ๓๒๐๕

โทรสาร ๐๒ ๕๗๗ ๓๒๐๗



บันทึกข้อความ

ส่วนราชการ คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม ฝ่ายวิชาการและวิจัย งานบัณฑิตศึกษา โทร. ๐-๒๕๔๔-๔๗๑๓

ที่ อว ๐๖๔๙.๐๒/๒๕๖๑

วันที่ ๘ ตุลาคม ๒๕๖๒

เรื่อง ขอเรียนเชิญเป็นผู้เชี่ยวชาญในการตรวจสอบเครื่องมือวิจัย

เรียน ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.พิมลพรรณ เพชรสมบัติ

เนื่องด้วย นางสาวเกตุแก้ว ยิ่งยืนยง นักศึกษาปริญญาโท หลักสูตรศึกษาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาเทคโนโลยีและสื่อสารการศึกษา คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี ได้รับอนุมัติให้จัดทำวิทยานิพนธ์ เรื่อง การพัฒนาแอปพลิเคชันสำหรับการเรียนรู้ วิชาวิทยาศาสตร์ เพื่อส่งเสริมทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ ๑ โดย ดร.นฤมล เทพนวล เป็นอาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์

ในการนี้ คณะกรรมการบริหารหลักสูตรฯ พิจารณาเห็นว่า ท่านเป็นผู้ทรงคุณวุฒิที่มีความรู้ความสามารถอย่างดียิ่ง คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรมจึงขอเรียนเชิญท่านเป็นผู้เชี่ยวชาญในการตรวจสอบเครื่องมือวิจัยให้แก่ นางสาวเกตุแก้ว ยิ่งยืนยง เพื่อประโยชน์ทางการศึกษาต่อไป

จึงเรียนมาเพื่อโปรดพิจารณาให้ความอนุเคราะห์ด้วย จะเป็นพระคุณยิ่ง

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์อานนท์ นิยมผล)
คณบดีคณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม

ที่ อว ๐๖๔๙.๐๒/๑๙๗๗



คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม
มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี
๓๙ หมู่ ๑ ต.คลองหก อ.คลองหลวง
จ.ปทุมธานี ๑๒๑๑๐

๙ ตุลาคม ๒๕๖๒

เรื่อง ขอเรียนเชิญเป็นผู้เชี่ยวชาญในการตรวจสอบเครื่องมือวิจัย

เรียน ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.เกษม แสงนนท์

เนื่องด้วย นางสาวเกตแก้ว ยิ่งยืนยง นักศึกษาปริญญาโท หลักสูตรศึกษาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาเทคโนโลยีและสื่อสารการศึกษา คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี ได้รับอนุมัติให้จัดทำวิทยานิพนธ์ เรื่อง การพัฒนาแอปพลิเคชันสำหรับการเรียนรู้ วิชาวิทยาศาสตร์ เพื่อส่งเสริมทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ ๑ โดย ดร.นฤมล เทพนวล เป็นอาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์

ในการนี้ คณะกรรมการบริหารหลักสูตรฯ พิจารณาเห็นว่า ท่านเป็นผู้ทรงคุณวุฒิที่มีความรู้ความสามารถอย่างยิ่ง คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรมจึงขอเรียนเชิญท่านเป็นผู้เชี่ยวชาญในการตรวจสอบเครื่องมือวิจัยให้แก่ นางสาวเกตแก้ว ยิ่งยืนยง เพื่อประโยชน์ทางการศึกษาต่อไป

จึงเรียนมาเพื่อโปรดพิจารณาให้ความอนุเคราะห์ด้วย จะเป็นพระคุณยิ่ง

ขอแสดงความนับถือ

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์อานนท์ นิยมผล)
คณบดีคณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม

งานบัณฑิตศึกษา

โทร. ๐๒ ๕๔๔ ๓๒๐๕

โทรสาร ๐๒ ๕๗๗ ๓๒๐๗



ที่ อว ๐๖๔๙.๐๒/๑๙๗๗

คณะกรรมการอุตสาหกรรม
มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี
๓๙ หมู่ ๑ ต.คลองหก อ.คลองหลวง
จ.ปทุมธานี ๑๒๑๑๐

๙ ตุลาคม ๒๕๖๒

เรื่อง ขอเรียนเชิญเป็นผู้เชี่ยวชาญในการตรวจสอบเครื่องมือวิจัย

เรียน ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.วรวิทย์ นิตะศิลป์

เนื่องด้วย นางสาวเกตุแก้ว ยิ่งยืนยง นักศึกษาปริญญาโท หลักสูตรศึกษาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาเทคโนโลยีและสื่อสารการศึกษา คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี ได้รับอนุมัติให้จัดทำวิทยานิพนธ์ เรื่อง การพัฒนาแอปพลิเคชันสำหรับการเรียนรู้ วิชาวิทยาศาสตร์ เพื่อส่งเสริมทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ ๑ โดย ดร.นฤมล เทพนวล เป็นอาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์

ในการนี้ คณะกรรมการบริหารหลักสูตรฯ พิจารณาเห็นว่า ท่านเป็นผู้ทรงคุณวุฒิที่มีความรู้ความสามารถอย่างยิ่ง คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรมจึงขอเรียนเชิญท่านเป็นผู้เชี่ยวชาญในการตรวจสอบเครื่องมือวิจัยให้แก่ นางสาวเกตุแก้ว ยิ่งยืนยง เพื่อประโยชน์ทางการศึกษาต่อไป

จึงเรียนมาเพื่อโปรดพิจารณาให้ความอนุเคราะห์ด้วย จะเป็นพระคุณยิ่ง

ขอแสดงความนับถือ


(ผู้ช่วยศาสตราจารย์อานนท์ นิยมผล)
คณบดีคณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม

งานบัณฑิตศึกษา

โทร. ๐๒ ๕๔๙ ๓๒๐๕

โทรสาร ๐๒ ๕๗๗ ๓๒๐๗



ที่ อว ๐๖๔๙.๐๒/๑๓๗/๗

คณะกรรมการอำนวยการ
มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี
๓๙ หมู่ ๑ ต.คลองหก อ.คลองหลวง
จ.ปทุมธานี ๑๒๑๑๐

๙ ตุลาคม ๒๕๖๒

เรื่อง ขอร้องเรียนเชิญเป็นผู้เชี่ยวชาญในการตรวจสอบเครื่องมือวิจัย

เรียน ดร.กิตติศักดิ์ แป้นงาม

เนื่องด้วย นางสาวเกตุแก้ว ยิ่งยืนยง นักศึกษาปริญญาโท หลักสูตรศึกษาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาเทคโนโลยีและสื่อสารการศึกษา คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี ได้รับอนุมัติให้จัดทำวิทยานิพนธ์ เรื่อง การพัฒนาแอปพลิเคชันสำหรับการเรียนรู้ วิชาวิทยาศาสตร์ เพื่อส่งเสริมทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ ๑ โดย ดร.นฤมล เทพนวล เป็นอาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์

ในการนี้ คณะกรรมการบริหารหลักสูตรฯ พิจารณาเห็นว่า ท่านเป็นผู้ทรงคุณวุฒิที่มีความรู้ความสามารถอย่างยิ่ง คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรมจึงขอร้องเรียนเชิญท่านเป็นผู้เชี่ยวชาญในการตรวจสอบเครื่องมือวิจัยให้แก่ นางสาวเกตุแก้ว ยิ่งยืนยง เพื่อประโยชน์ทางการศึกษาต่อไป

จึงเรียนมาเพื่อโปรดพิจารณาให้ความอนุเคราะห์ด้วย จะเป็นพระคุณยิ่ง

ขอแสดงความนับถือ

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์อานนท์ นิยมผล)

คณบดีคณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม

งานบัณฑิตศึกษา

โทร. ๐๒ ๕๔๙ ๓๒๐๕

โทรสาร ๐๒ ๕๗๗ ๓๒๐๗



ที่ อว ๐๖๔๙.๐๒/๑๓๙๗/๗

คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม
มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี
๓๙ หมู่ ๑ ต.คลองหก อ.คลองหลวง
จ.ปทุมธานี ๑๒๑๑๐

๙ ตุลาคม ๒๕๖๒

เรื่อง ขอรียนเชิญเป็นผู้เชี่ยวชาญในการตรวจสอบเครื่องมือวิจัย

เรียน คุณระเบียบ ละโว้ชัย

เนื่องด้วย นางสาวเกตุแก้ว ยั่งยืน นักศึกษาปริญญาโท หลักสูตรศึกษาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาเทคโนโลยีและสื่อสารการศึกษา คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี ได้รับอนุมัติให้จัดทำวิทยานิพนธ์ เรื่อง การพัฒนาแอปพลิเคชันสำหรับการเรียนรู้ วิชาวิทยาศาสตร์ เพื่อส่งเสริมทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ ๑ โดย ดร.นฤมล เทพนวล เป็นอาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์

ในการนี้ คณะกรรมการบริหารหลักสูตรฯ พิจารณาเห็นว่า ท่านเป็นผู้ทรงคุณวุฒิที่มีความรู้ความสามารถอย่างยิ่ง คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรมจึงขอเรียนเชิญท่านเป็นผู้เชี่ยวชาญในการตรวจสอบเครื่องมือวิจัยให้แก่ นางสาวเกตุแก้ว ยั่งยืน เพื่อประโยชน์ทางการศึกษาต่อไป

จึงเรียนมาเพื่อโปรดพิจารณาให้ความอนุเคราะห์ด้วย จะเป็นพระคุณยิ่ง

ขอแสดงความนับถือ

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์อานนท์ นียมผล)
คณบดีคณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม

งานบัณฑิตศึกษา

โทร. ๐๒ ๕๔๙ ๓๒๐๕

โทรสาร ๐๒ ๕๗๗ ๓๒๐๗



ที่ อว ๐๖๔๙.๐๒/๑๙๙๗๗

คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม
มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี
๓๙ หมู่ ๑ ต.คลองหก อ.คลองหลวง
จ.ปทุมธานี ๑๒๑๑๐

๙ ตุลาคม ๒๕๖๒

เรื่อง ขอเรียนเชิญเป็นผู้เชี่ยวชาญในการตรวจสอบเครื่องมือวิจัย

เรียน คุณพรสวรรค์ มูลสาร

เนื่องด้วย นางสาวเกตุแก้ว ยั่งยืน นักศึกษาปริญญาโท หลักสูตรศึกษาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาเทคโนโลยีและสื่อสารการศึกษา คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี ได้รับอนุมัติให้จัดทำวิทยานิพนธ์ เรื่อง การพัฒนาแอปพลิเคชันสำหรับการเรียนรู้ วิชาวิทยาศาสตร์ เพื่อส่งเสริมทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ ๑ โดย ดร.นฤมล เทพนวล เป็นอาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์

ในการนี้ คณะกรรมการบริหารหลักสูตรฯ พิจารณาเห็นว่า ท่านเป็นผู้ทรงคุณวุฒิที่มีความรู้ความสามารถอย่างยิ่ง คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรมจึงขอเรียนเชิญท่านเป็นผู้เชี่ยวชาญในการตรวจสอบเครื่องมือวิจัยให้แก่ นางสาวเกตุแก้ว ยั่งยืน เพื่อประโยชน์ทางการศึกษาต่อไป

จึงเรียนมาเพื่อโปรดพิจารณาให้ความอนุเคราะห์ด้วย จะเป็นพระคุณยิ่ง

ขอแสดงความนับถือ

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์อานนท์ นิยมผล)
คณบดีคณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม

งานบัณฑิตศึกษา

โทร. ๐๒ ๕๔๙ ๓๒๐๕

โทรสาร ๐๒ ๕๗๗ ๓๒๐๗



ที่ อว ๐๖๔๙.๐๒/๑๙๗๖๗

คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม
มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี
๓๙ หมู่ ๑ ต.คลองหก อ.คลองหลวง
จ.ปทุมธานี ๑๒๑๑๐

๙ ตุลาคม ๒๕๖๒

เรื่อง ขอเรียนเชิญเป็นผู้เชี่ยวชาญในการตรวจสอบเครื่องมือวิจัย

เรียน คุณนริสรา วรรณโกษิต

เนื่องด้วย นางสาวเกตแก้ว ยิ่งยืนยง นักศึกษาปริญญาโท หลักสูตรศึกษาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาเทคโนโลยีและสื่อสารการศึกษา คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี ได้รับอนุมัติให้จัดทำวิทยานิพนธ์ เรื่อง การพัฒนาแอปพลิเคชันสำหรับการเรียนรู้ วิชาวิทยาศาสตร์ เพื่อส่งเสริมทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ ๑ โดย ดร.นฤมล เทพนวล เป็นอาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์

ในการนี้ คณะกรรมการบริหารหลักสูตรฯ พิจารณาเห็นว่า ท่านเป็นผู้ทรงคุณวุฒิที่มีความรู้ความสามารถอย่างยิ่ง คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรมจึงขอเรียนเชิญท่านเป็นผู้เชี่ยวชาญในการตรวจสอบเครื่องมือวิจัยให้แก่ นางสาวเกตแก้ว ยิ่งยืนยง เพื่อประโยชน์ทางการศึกษาต่อไป

จึงเรียนมาเพื่อโปรดพิจารณาให้ความอนุเคราะห์ด้วย จะเป็นพระคุณยิ่ง

ขอแสดงความนับถือ

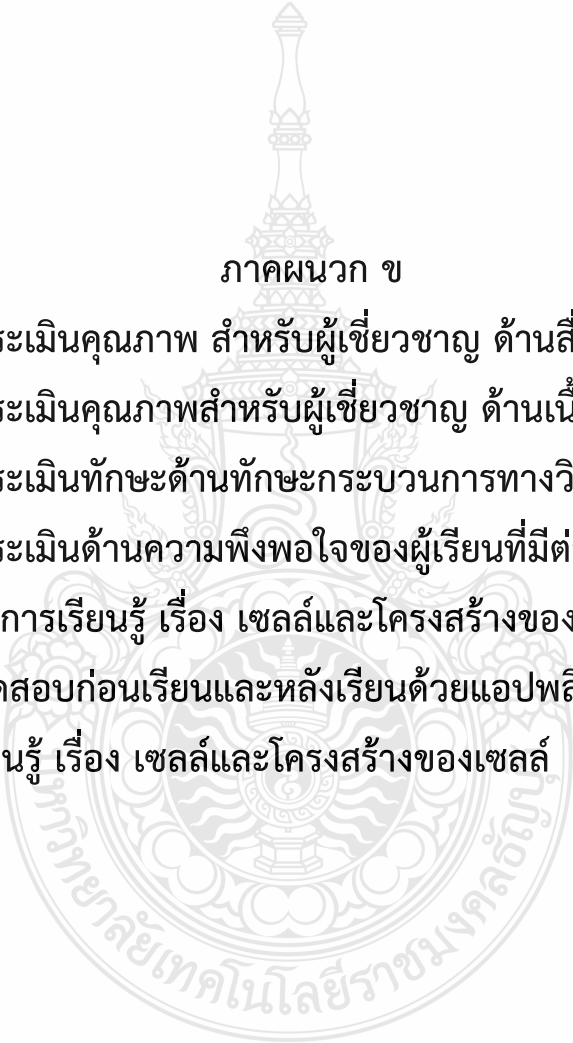
(ผู้ช่วยศาสตราจารย์อานนท์ นิยมผล)

คณบดีคณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม

งานบัณฑิตศึกษา

โทร. ๐๒ ๕๔๙ ๓๒๐๕

โทรสาร ๐๒ ๕๗๗ ๓๒๐๗



ภาคผนวก ข

- แบบประเมินคุณภาพ สำหรับผู้เชี่ยวชาญ ด้านสื่อ
- แบบประเมินคุณภาพสำหรับผู้เชี่ยวชาญ ด้านเนื้อหา
- แบบประเมินทักษะด้านทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์
- แบบประเมินด้านความพึงพอใจของผู้เรียนที่มีต่อแอปพลิเคชัน
สำหรับการเรียนรู้ เรื่อง เซลล์และโครงสร้างของเซลล์
- แบบทดสอบก่อนเรียนและหลังเรียนด้วยแอปพลิเคชันสำหรับ
การเรียนรู้ เรื่อง เซลล์และโครงสร้างของเซลล์

แบบประเมินคุณภาพ สำหรับผู้เชี่ยวชาญ ด้านสื่อ

แบบประเมินคุณภาพแอปพลิเคชันด้านสื่อ เป็นส่วนหนึ่งของวิทยานิพนธ์ เรื่อง การพัฒนาพัฒนาแอปพลิเคชันสำหรับการเรียนรู้ เรื่อง เซลล์และโครงสร้างของเซลล์ เพื่อส่งเสริมทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ของ นางสาวเกตุแก้ว ยิ่งยีนยง นักศึกษาปริญญาโท สาขาเทคโนโลยีและสื่อสารการศึกษา คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี

คำชี้แจง โปรดทำเครื่องหมายถูก (✓) ลงในช่องที่ตรงกับความคิดเห็นของท่าน โดยมีเกณฑ์ดังนี้

- 5 หมายถึง มีคุณภาพดีมาก
- 4 หมายถึง มีคุณภาพดี
- 3 หมายถึง มีคุณภาพปานกลาง
- 2 หมายถึง มีคุณภาพน้อย
- 1 หมายถึง ควรปรับปรุง

หมายเหตุ หากท่านมีความคิดเห็นใดๆ นอกเหนือจากที่มีแบบประเมินนี้ กรุณาระบุลงในข้อเสนอแนะเพื่อจะได้เป็นแนวทางในการปรับปรุงพัฒนาสื่อต่อไป

รายการประเมิน	เกณฑ์ที่ประเมิน				
	5	4	3	2	1
1. ด้านภาพ สี ตัวอักษรและภาษา					
1.1 ความเหมาะสมของปริมาณภาพกับเนื้อหา					
1.2 ความเหมาะสมของขนาดตัวอักษร					
1.3 ความชัดเจนในการใช้สีของตัวอักษร					
1.4 ความเหมาะสมของสีพื้นหลังของแอปพลิเคชัน					
1.5 ความถูกต้องของภาษา					
2. ด้านการออกแบบหน้าจอ					
2.1 การจัดองค์ประกอบ					
2.2 ความรวดเร็วในการโหลดข้อมูล					
2.3 ความถูกต้องในการเชื่อมโยง					
2.4 การออกแบบหน้าจอมีสัดส่วนเหมาะสม สวยงาม					

ข้อเสนอแนะ

.....

.....

.....

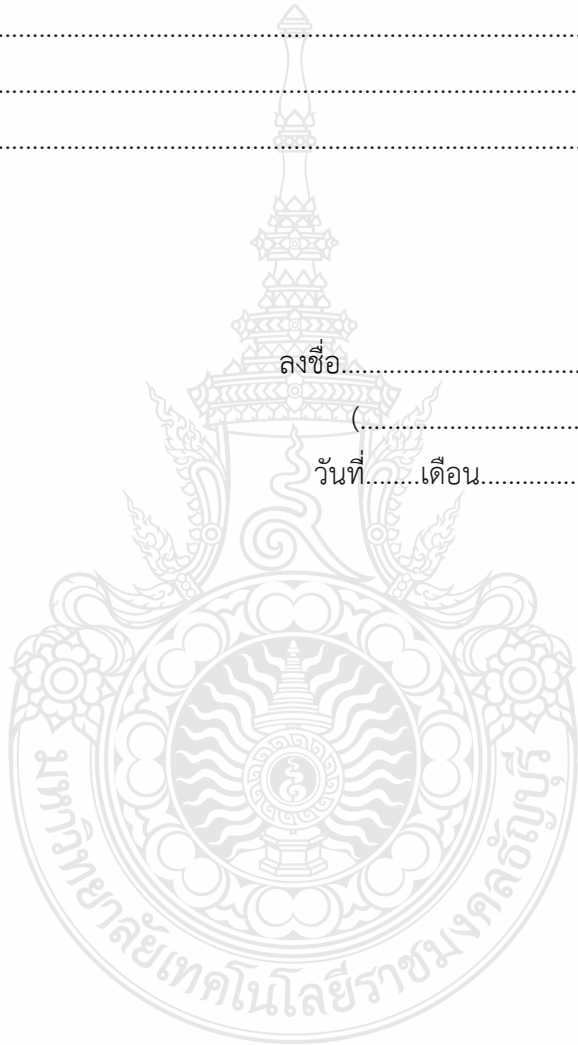
.....

.....

.....

.....

.....



ลงชื่อ.....ผู้ประเมิน

(.....)

วันที่.....เดือน.....พ.ศ.....

แบบประเมินคุณภาพ สำหรับผู้เชี่ยวชาญ ด้านเนื้อหา

แบบประเมินคุณภาพแอปพลิเคชันด้านเนื้อหา เป็นส่วนหนึ่งของวิทยานิพนธ์ เรื่อง การพัฒนาพัฒนาแอปพลิเคชันสำหรับการเรียนรู้ เรื่อง เซลล์และโครงสร้างของเซลล์ เพื่อส่งเสริมทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ของ นางสาวเกตุแก้ว ยิ่งยั้ง นักศึกษาปริญญาโท สาขาเทคโนโลยีและสื่อสารการศึกษา คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี

คำชี้แจง โปรดทำเครื่องหมายถูก (✓) ลงในช่องที่ตรงกับความคิดเห็นของท่าน โดยมีเกณฑ์ดังนี้

- 5 หมายถึง มีคุณภาพดีมาก
- 5 หมายถึง มีคุณภาพดี
- 3 หมายถึง มีคุณภาพปานกลาง
- 2 หมายถึง มีคุณภาพน้อย
- 1 หมายถึง ควรปรับปรุง

หมายเหตุ หากท่านมีความคิดเห็นใดๆ นอกเหนือจากที่มีแบบประเมินนี้ กรุณาระบุลงในข้อเสนอแนะเพื่อจะได้เป็นแนวทางในการปรับปรุงพัฒนาต่อไป

รายการประเมิน	เกณฑ์ที่ประเมิน				
	5	4	3	2	1
1. เนื้อหา					
1.1 โครงสร้างเนื้อหาสอดคล้องกับหลักสูตร					
1.2 ความถูกต้องของเนื้อหา					
1.3 เนื้อหามีความเหมาะสมกับระดับของผู้เรียน					
1.4 เนื้อหามีความชัดเจน เข้าใจง่าย					
2. ด้าน ภาษา และรูปแบบการนำเสนอ					
2.1 เนื้อหากับภาพประกอบมีความเหมาะสม					
2.2 การใช้ภาษามีความเหมาะสมกับระดับผู้เรียน					
2.3 รูปแบบตัวอักษรมีความเหมาะสมกับเนื้อหา					
2.4 ภาพและวิดีโอมีความเหมาะสม					

รายการประเมิน	เกณฑ์ที่ประเมิน				
	5	4	3	2	1
3. ด้านแบบทดสอบ					
3.1 ข้อคำถามความชัดเจน					
3.2 คำตอบมีความชัดเจน					
3.3 จำนวนแบบทดสอบมีความเหมาะสม					
3.4 แบบทดสอบมีความสอดคล้องของกับเนื้อหา					

ข้อเสนอแนะ

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

ลงชื่อ.....ผู้ประเมิน

(.....)

วันที่.....เดือน.....พ.ศ.....

แบบประเมินทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์

แบบประเมินทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ เป็นส่วนหนึ่งของวิทยานิพนธ์ เรื่อง การพัฒนาแอปพลิเคชันสำหรับการเรียนรู้ เรื่อง เซลล์และโครงสร้างของเซลล์ เพื่อส่งเสริมกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ของ นางสาวเกตุแก้ว ยิ่งยืนยง นักศึกษาปริญญาโท สาขาเทคโนโลยีและสื่อสารการศึกษา คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี รายละเอียดการให้คะแนนการประเมินผลงาน โดยมีเกณฑ์การให้คะแนน ดังนี้

ระดับ 4	คะแนน 19 - 24	หมายถึง ดีมาก
ระดับ 3	คะแนน 13 - 18	หมายถึง ดี
ระดับ 2	คะแนน 7 - 12	หมายถึง พอใช้
ระดับ 1	คะแนน 1 - 6	หมายถึง ต้องปรับปรุง

รายการประเมิน	เกณฑ์การให้คะแนนผลงาน				คะแนน
	4	3	2	1	
1. การดำเนินการสังเกต	ดำเนินการสังเกตตามลำดับขั้นตอนได้ดีและทันตามเวลาที่กำหนด	ดำเนินการสังเกตได้ตามลำดับขั้นตอน ต้องการความช่วยเหลือจากครูเป็นบางครั้ง	ดำเนินการสังเกตค่อนข้างจะผิดพลาด ไม่สามารถปฏิบัติได้บ้าง ขั้นตอน ทำให้ดำเนินการเสร็จไม่ทันเวลา	ดำเนินการสังเกตผิดพลาด ต้องให้ความช่วยเหลือตลอดเวลา	
2. การใช้ประสาทสัมผัส	การใช้ประสาทสัมผัสอย่างใดอย่างหนึ่งหรือหลายอย่างรวมกันได้เหมาะสมกับสิ่งที่สังเกต ทำให้ได้ข้อมูลมากที่สุด	การใช้ประสาทสัมผัสอย่างใดอย่างหนึ่งหรือหลายอย่างรวมกันได้ค่อนข้างเหมาะสมกับสิ่งที่สังเกต แต่ต้องได้รับคำแนะนำจากครูเป็นบางครั้ง	การใช้ประสาทสัมผัสอย่างใดอย่างหนึ่งหรือหลายอย่างรวมกัน ไม่เหมาะสมกับสิ่งที่สังเกต	ใช้การคาดเดามากกว่าใช้ประสาทสัมผัส	

รายการ ประเมิน	เกณฑ์การให้คะแนนผลงาน				คะแนน
	4	3	2	1	
3.การบอก รายละเอียด ของสิ่งที่ สังเกต	บอกหรืออธิบาย ลักษณะของสิ่ง ที่สังเกตได้อย่าง สมบูรณ์และ ครบถ้วน	บอกหรืออธิบาย องค์ประกอบ หลักของสิ่งที่ สังเกตได้	บอกหรืออธิบาย องค์ประกอบ หลักของสิ่งที่ สังเกตได้เพียง บางส่วน	บอกหรือ อธิบายสิ่งที่ สังเกตได้น้อย มาก	
4.บันทึกผล การสังเกต อย่างตรง ไปตรงมา ตามความ เป็นจริง	มีการบันทึกผล การสังเกตอย่าง ตรงไปตรงมา ตามความเป็น จริง ไม่แสดง ความคิดเห็น หรือใช้เหตุผล ประกอบ	มีการบันทึกผล การสังเกตอย่าง ตรงไปตรงมา ตามความเป็น จริง และแสดง ความคิดเห็น หรือใช้เหตุผล ประกอบบ้าง เล็กน้อย	มีการบันทึกผล การสังเกตตาม ความเป็นจริง บางส่วนและ แสดงความ คิดเห็นหรือให้ เหตุผลประกอบ เป็นส่วนใหญ่	มีการบันทึกผล การสังเกตตาม ความคิดเห็น ของตนเอง	
5.ความ ปลอดภัย ขณะสังเกต	สังเกตด้วยความ ระมัดระวังและ สามารถแนะนำ เพื่อนเพื่อให้เกิด ความปลอดภัย ได้	สังเกตด้วยความ ระมัดระวัง ครู ต้องดูแลและ ชี้แนะเป็น บาง ครั้ง	สังเกตด้วยความ ระมัดระวัง ครู ต้องดูแลและ ชี้แนะบ่อยครั้ง	ขาดความระมัด ระวัง ทำให้เกิด อันตรายขณะที่ สังเกต	

ข้อเสนอแนะ

.....

.....

.....

.....

**แบบประเมินด้านความพึงพอใจของผู้เรียนที่มีต่อ
แอปพลิเคชันสำหรับการเรียนรู้ เรื่อง เซลล์และโครงสร้างของเซลล์ เพื่อส่งเสริมทักษะ
กระบวนการทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1**

โปรดทำเครื่องหมายถูก (✓) ลงในช่องที่ตรงกับความคิดเห็นของท่าน โดยมีเกณฑ์ดังนี้

- 5 หมายถึง มีความพึงพอใจมากที่สุด
- 4 หมายถึง มีความพึงพอใจมาก
- 3 หมายถึง มีความพึงพอใจปานกลาง
- 2 หมายถึง มีความพึงพอใจน้อย
- 1 หมายถึง มีความพึงพอใจน้อยที่สุด

รายการประเมิน	เกณฑ์ที่ประเมิน				
	5	4	3	2	1
1. ด้านสื่อ					
1.1 คำอธิบายการใช้สื่อได้อย่างชัดเจน					
1.2 รูปแบบสื่อสวยงาม น่าใช้					
1.3 การใช้งานง่ายและสะดวกต่อการเรียนรู้					
1.4 สื่อมีความเหมาะสมในการนำไปใช้ในการเรียนรู้					
2. ด้านเนื้อหา					
2.1 เนื้อหาตรงตามวัตถุประสงค์การเรียนรู้					
2.2 ภาษาที่ใช้ในบทเรียนเข้าใจง่าย					
2.3 การนำเสนอเนื้อหาเข้าใจง่าย					
2.4 ปริมาณเนื้อหาในแต่ละเรื่องมีความเหมาะสม					
2.5 การจัดเรียงเนื้อหาและขั้นตอนการเรียนการสอนเข้าใจง่าย					
3. ด้านการวัดและประเมินผล					
3.1 ความชัดเจนของคำถามและคำตอบ					
3.2 ความเหมาะสมของจำนวนแบบทดสอบ					
3.3 ความสอดคล้องของแบบทดสอบกับเนื้อหา					

รายการประเมิน	เกณฑ์ที่ประเมิน				
	5	4	3	2	1
4. ด้านจัดกิจกรรมการเรียนรู้					
4.1 ส่งเสริมให้ผู้เรียนมีความสนใจในการเข้าร่วมกิจกรรม					
4.2 ช่วยให้ผู้เรียนศึกษาเนื้อหา เรียนรู้ได้ทุกที่ ทุกเวลา					
4.3 ส่งเสริมให้ผู้เรียนค้นคว้าหาความรู้ด้วยตนเอง					

ข้อเสนอแนะ

.....

.....

.....

.....

.....

.....

ลงชื่อ.....ผู้ประเมิน
 (.....)
 วันที่.....เดือน.....พ.ศ.....

แบบทดสอบก่อนเรียนและหลังเรียนด้วยแอปพลิเคชันสำหรับการเรียนรู้
เรื่อง เซลล์และโครงสร้างของเซลล์ เพื่อส่งเสริมทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์
ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1

วัตถุประสงค์	แบบทดสอบ
1. เตรียมสไลด์สตัดพีชและสัตรี เพื่อศึกษาโครงสร้างและส่วนประกอบที่สำคัญ	1. เมื่อนำเซลล์พีชไปส่องดูด้วยกล้องจุลทรรศน์ผลการสังเกตได้ถูกต้อง ก. ไม่พบผนังเซลล์ ข. มีนิวเคลียสรูปเหลี่ยม ค. เซลล์มีรูปร่างค่อนข้างกลม ง. พบคลอโรพลาสต์อยู่ภายในเซลล์
	2. จากการสังเกตเซลล์ได้ผลดังนี้ 1. เยื่อหุ้มเซลล์ประกอบด้วยไขมันและโปรตีน 2. นิวเคลียสมีลักษณะค่อนข้างกลม 3. ผนังเซลล์ประกอบด้วยเซลลูโลส 4. ไส้โทพลาซึมอยู่ภายในเยื่อหุ้มเซลล์ จากข้อมูลดังกล่าว สามารถสรุปได้ว่าเป็นเซลล์พีชเพราะเหตุใด ก. 1 เท่านั้น ข. 2 เท่านั้น ค. 3 เท่านั้น ง. 1 และ 4
	3. ข้อใดไม่ใช่อุปกรณ์ในการทำสไลด์สตัด ก. แผ่นสไลด์ ข. กระจกปิดแผ่นสไลด์ ค. ลวด ง. ปากคีบ
	4. “เซลล์เยื่อหุ้ม” หมายถึงส่วนใดของหัวหอม ก. เยื่อด้านนอกของกาบใบ ข. เยื่อด้านในของกาบใบ ค. รากหอม ง. ลำต้น

วัตถุประสงค์	แบบทดสอบ
	<p>5. ในการดูเซลล์หว่านกาบหอย นักเรียนควรเริ่มดูด้วยเลนส์ใกล้วัตถุอันใดก่อน</p> <p>ก. กำลังขยายสูงสุด</p> <p>ข. กำลังขยายปานกลาง</p> <p>ค. กำลังขยายต่ำสุด</p> <p>ง. อันใดก็ได้</p>
	<p>6. ข้อความต่อไปนี้ข้อใดไม่ถูกต้อง</p> <p>ก. การดูภาพจากกล้องจุลทรรศน์ควรลึบตาทั้งสองข้าง</p> <p>ข. ถ้าต้องการเลื่อนภาพที่เห็นจากกล้องลงด้านล่างต้องเลื่อนแผ่นสไลด์ขึ้นด้านบน</p> <p>ค. ถ้าบริเวณที่วางกล้องจุลทรรศน์มีแสงสว่างมาก จะต้องใช้กระจกเงารับแสง</p> <p>ง. การหาภาพต้องหมุนปุ่มปรับสภาพหยาบให้ลำกล้องขึ้นไปอยู่ที่ตำแหน่งสูงสุดก่อนแล้วจึงเลื่อนลง</p>
	<p>7. ถ้าเลนส์ใกล้วัตถุกำลังขยาย 4x 10x 50x นักเรียนควรเลือกใช้เลนส์ขนาดใดก่อน</p> <p>ก. 4x</p> <p>ข. 10x</p> <p>ค. 50x</p> <p>ง. สามารถใช้เลนส์ขนาดใดก่อนก็ได้</p>
	<p>8. ถ้าภาพในกล้องจุลทรรศน์เห็นไม่ชัดเจนควรทำอย่างไร</p> <p>ก. หมุนปุ่มปรับภาพละเอียด</p> <p>ข. หมุนปุ่มปรับภาพหยาบ</p> <p>ค. เลื่อนสไลด์ไปมา</p> <p>ง. หมุนกระจกเพื่อให้แสงเข้า</p>

วัตถุประสงค์	แบบทดสอบ
	<p>9. การทำสไลด์เซลล์พืชทำไมจึงต้องหยดน้ำลงไป เพราะเหตุใด</p> <p>ก. ป้องกันไม่ให้เซลล์แตก</p> <p>ข. เพื่อให้เห็นโครงสร้างและส่วนประกอบของเซลล์ได้ชัดเจน</p> <p>ค. เพื่อป้องกันไม่ให้เซลล์เหี่ยว</p> <p>ง. เพื่อให้เห็นการทำงานของเซลล์</p>
	<p>10. เพราะเหตุใดการทำสไลด์เซลล์สัตว์ทำไมจึงต้องหยดสารละลายไอโอดีนหรือสารละลายเมทิลีนบลูลงไป</p> <p>ก. ป้องกันไม่ให้เซลล์แตก</p> <p>ข. เพื่อให้เห็นโครงสร้างและส่วนประกอบของเซลล์ได้ชัดเจน</p> <p>ค. เพื่อป้องกันไม่ให้เซลล์เหี่ยว</p> <p>ง. เพื่อให้เห็นการทำงานของเซลล์</p>
<p>2. บอกชนิดและส่วนประกอบต่างๆของเซลล์ที่ศึกษาจากกล้องจุลทรรศน์อิเล็กตรอน</p>	<div style="text-align: center;">  </div> <p>11. หมายเลขใด คือการสังเคราะห์ด้วยแสงเกิดขึ้นในส่วนประกอบของเซลล์</p> <p>ก. หมายเลข 1</p> <p>ข. หมายเลข 2</p> <p>ค. หมายเลข 3</p> <p>ง. หมายเลข 4</p>
	<p>12. ข้อใดกล่าวได้ถูกต้องเกี่ยวกับเซลล์สัตว์</p> <p>ก. มีผนังเซลล์แต่ไม่มีเยื่อหุ้มเซลล์</p> <p>ข. มีผนังเซลล์และคลอโรพลาสต์</p> <p>ค. มีนิวเคลียสแต่ไม่มีคลอโรพลาสต์</p> <p>ง. มีเยื่อหุ้มเซลล์แต่ไม่มีไซโทพลาซึม</p>

วัตถุประสงค์	แบบทดสอบ
	<p>14. ส่วนประกอบใดของเซลล์ที่มีลักษณะเป็นเยื่อบางๆ ทำหน้าที่ควบคุมปริมาณและชนิดของสารที่ผ่านเข้าออกจากเซลล์</p> <p>ก. ผนังเซลล์ ข. เยื่อหุ้มเซลล์ ค. คลอโรพลาสต์ ง. ไโซโทพลาซึม</p>
	<p>15. ส่วนประกอบใดของเซลล์ที่ทำหน้าที่สร้างความแข็งแรงและป้องกันอันตรายให้เซลล์พืช</p> <p>ก. ผนังเซลล์ ข. เยื่อหุ้มเซลล์ ค. คลอโรพลาสต์ ง. ไโซโทพลาซึม</p>
	<p>16. ใช้ข้อมูลต่อไปนี้ตอบคำถามข้อ 16</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. เยื่อหุ้มเซลล์ประกอบด้วยไขมันและโปรตีน 2. นิวเคลียสมีลักษณะค่อนข้างกลม 3. ผนังเซลล์ประกอบด้วยเซลลูโลส 4. ไโซโทพลาซึมอยู่ภายในเยื่อหุ้มเซลล์ <p>จากข้อมูลดังกล่าว สามารถสรุปได้ว่าเป็นเซลล์พืชเพราะเหตุใด</p> <p>ก. ข้อ 1 ข. ข้อ 2 ค. ข้อ 3 ง. ข้อ 1 และ ข้อ 4</p>
	<p>17. เยื่อหุ้มเซลล์มีคุณสมบัติอย่างไร</p> <p>ก. ยอมให้สารบางชนิดผ่านเข้าออกจากเซลล์ได้ ข. ยอมให้สารทุกชนิดผ่านเข้าออกจากเซลล์ได้ ค. ไม่ยอมให้สารทุกชนิดผ่านเข้าออกจากเซลล์ได้ ง. ไม่ยอมให้น้ำผ่านเข้าออกจากเซลล์ได้</p>

วัตถุประสงค์	แบบทดสอบ
	18. ส่วนประกอบของเซลล์พืชส่วนใดที่ทำหน้าที่คล้ายยาม ก. ผนังเซลล์ ข. เยื่อหุ้มเซลล์ ค. นิวเคลียส ง. ไซโทพลาสซึม
	19. ข้อใดกล่าวไม่ถูกต้อง ก. เซลล์เป็นหน่วยพื้นฐานที่เล็กที่สุดของสิ่งมีชีวิต ข. เซลล์มีรูปร่างและขนาดแตกต่างกัน เซลล์พืชส่วนมากจะมีรูปร่างสี่เหลี่ยม ค. เซลล์ที่มีขนาดใหญ่มองเห็นด้วยตาเปล่า ได้แก่ ไข่ของสัตว์ปีก ง. เซลล์ที่ยังมีชีวิตต้องมีนิวเคลียสเสมอ
	20. พืชสร้างอาหารได้เองเพราะในไซโทพลาสซึมมีสารใด ก. โรโบโซม ข. นิวเคลียส ค. ไมโทคอนเดรีย ง. เม็ดคลอโรพลาสต์
	21. เซลล์จะเก็บสะสมสารต่างๆ ไว้ในโครงสร้างใด ก. กอลจิบอดี ข. โรโบโซม ค. แวกิวโอล ง. ร่างแหเอนโดพลาสซึม
3. บอกความแตกต่างของโครงสร้างของเซลล์พืชและเซลล์สัตว์	22. ส่วนประกอบของเซลล์ส่วนใดพบเฉพาะในเซลล์พืช ก ไซโทพลาสซึมกับโรโบโซม ข เยื่อหุ้มเซลล์กับนิวเคลียส ค ผนังเซลล์กับคลอโรพลาสต์ ง ไมโทคอนเดรียกับนิวคลีโอลัส

วัตถุประสงค์	แบบทดสอบ
	<p>23. ส่วนประกอบของเซลล์ส่วนใดทำให้เซลล์พืชแตกต่างจากเซลล์สัตว์</p> <p>ก. ไซโทพลาซึมกับไรโบโซม</p> <p>ข. เยื่อหุ้มเซลล์กับนิวเคลียส</p> <p>ค. ผนังเซลล์กับคลอโรพลาสต์</p> <p>ง. ไมโทคอนเดรียกับนิวคลีโอไลต์</p>
	<p>24. เซลล์พืชและเซลล์สัตว์ มีลักษณะแตกต่างกันอย่างไร</p> <p>ก. เซลล์พืชมีลักษณะกลมรี ส่วนเซลล์สัตว์มีลักษณะเป็นเหลี่ยม</p> <p>ข. เซลล์พืชมีลักษณะเป็นสี่เหลี่ยม ส่วนเซลล์สัตว์เป็นทรงกลม</p> <p>ค. เซลล์พืชและเซลล์สัตว์มีลักษณะเหมือนกันมาก</p> <p>ง. เซลล์พืชและเซลล์สัตว์มีลักษณะรูปร่างนิวเคลียสที่แตกต่างกัน</p>
	<p>25. ในเซลล์พืชและเซลล์สัตว์มีโครงสร้างใดที่มีขนาดแตกต่างกันอย่างชัดเจน</p> <p>ก. แวกคิวโอล</p> <p>ข. เยื่อหุ้มเซลล์</p> <p>ค. นิวเคลียส</p> <p>ง. ไซโทพลาซึม</p>
	<p>26. สิ่งใดที่พบในเซลล์พืช ไม่พบในเซลล์สัตว์</p> <p>ก. ผนังเซลล์</p> <p>ข. เยื่อหุ้มเซลล์</p> <p>ค. นิวเคลียส</p> <p>ง. ไซโทพลาซึม</p>
	<p>27. เซลล์ใดต่อไปนี้มีลักษณะค่อนข้างกลม</p> <p>ก. เซลล์เยื่อหุ้ม</p> <p>ข. เซลล์สาหร่ายหางกระรอก</p> <p>ค. เซลล์ใบว่านกาบหอย</p> <p>ง. เซลล์เยื่อข้างแก้ม</p>

วัตถุประสงค์	แบบทดสอบ
	28. สิ่งมีชีวิตเซลล์เดียวกับสิ่งมีชีวิตหลายเซลล์มีสิ่งใดที่เหมือนกัน ก. ความแข็งแรงของเซลล์ ข. ส่วนประกอบพื้นฐานของเซลล์ ค. รูปร่างของเซลล์ ง. ขนาดของเซลล์
	29. สิ่งใดเป็นเกณฑ์การจำแนกสิ่งมีชีวิตเซลล์เดียวกับสิ่งมีชีวิตหลายเซลล์ ก. จำนวนเซลล์ ข. ขนาดของเซลล์ ค. รูปร่างของเซลล์ ง. ส่วนประกอบของเซลล์
	30. หน่วยที่เล็กที่สุดที่ทำหน้าที่ในการดำรงชีวิตอย่างสมบูรณ์ ได้แก่ ก. เม็ดคลอโรพลาสต์ ข. โมเลกุลของโปรตีน ค. เซลล์ ง. นิวเคลียส





ภาคผนวก ค

- แบบประเมินค่าดัชนีความสอดคล้องของข้อคำถามวัตถุประสงค์ (IOC) เพื่อนำไปสร้างแบบประเมินคุณภาพด้านเนื้อหา สำหรับผู้เชี่ยวชาญ
- แบบประเมินค่าดัชนีความสอดคล้องของข้อคำถามวัตถุประสงค์ (IOC) เพื่อนำไปสร้างแบบประเมินคุณภาพด้านสื่อ สำหรับผู้เชี่ยวชาญ
- แบบประเมินค่าดัชนีความสอดคล้องของข้อคำถามวัตถุประสงค์ (IOC) เพื่อนำไปสร้างแบบประเมินทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ สำหรับผู้เชี่ยวชาญ
- แบบประเมินค่าดัชนีความสอดคล้องของข้อคำถามกับวัตถุประสงค์ (IOC) เพื่อนำไปสร้างแบบทดสอบก่อนเรียนและหลังเรียน
- แบบประเมินค่าดัชนีความสอดคล้องของข้อคำถามวัตถุประสงค์ (IOC) เพื่อนำไปสร้างแบบประเมินด้านความพึงพอใจของผู้เรียน

แบบประเมินค่าดัชนีความสอดคล้องของข้อคำถามวัตถุประสงค์ (IOC) เพื่อนำไปสร้างแบบประเมินคุณภาพด้านเนื้อหา

คำชี้แจง

1. แบบประเมินนี้สร้างขึ้นเพื่อประเมินค่าดัชนีความสอดคล้องของข้อคำถามกับวัตถุประสงค์ด้านเนื้อหาของแอปพลิเคชันสำหรับการเรียนรู้ เรื่อง เซลล์และโครงสร้างของเซลล์ เพื่อส่งเสริมทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1

2. โดยใส่หมายเลข +1, 0 หรือ -1 ลงในช่องระดับความเหมาะสม ตามความรู้สึกของท่าน โดยแต่ละระดับมีความหมาย ดังนี้

- +1 หมายถึง แน่ใจว่าข้อคำถามสอดคล้องกับวัตถุประสงค์การประเมินด้านเนื้อหา
- 0 หมายถึง ไม่แน่ใจว่าข้อคำถามสอดคล้องกับวัตถุประสงค์การประเมินด้านเนื้อหา
- 1 หมายถึง แน่ใจว่าข้อคำถามไม่สอดคล้องกับวัตถุประสงค์การประเมินด้านเนื้อหา

รายการประเมิน	ค่าความสอดคล้อง			ข้อเสนอแนะ
	+1	0	-1	
1. ด้านเนื้อหา				
1.1 โครงสร้างเนื้อหาสอดคล้องกับหลักสูตร				
1.2 ความถูกต้องของเนื้อหา				
1.3 เนื้อหา มีความเหมาะสมกับระดับของผู้เรียน				
1.4 เนื้อหา มีความชัดเจน เข้าใจง่าย				
2. ด้าน ภาษา และรูปแบบการนำเสนอ				
2.1 เนื้อหากับภาพประกอบมีความเหมาะสม				
2.2 การใช้ภาษามีความเหมาะสมกับระดับผู้เรียน				
2.3 รูปแบบตัวอักษรมีความเหมาะสมกับเนื้อหา				
2.4 ภาพและวิดีโอมีความเหมาะสม				
3. ด้านแบบทดสอบ				
3.1 ข้อคำถามความชัดเจน				
3.2 คำตอบมีความชัดเจน				
3.3 จำนวนแบบทดสอบมีความเหมาะสม				
3.4 แบบทดสอบมีความสอดคล้องของกับเนื้อหา				

ข้อเสนอแนะ

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

ลงชื่อ.....ผู้ประเมิน

(.....)

วันที่.....เดือน.....พ.ศ.....



แบบประเมินค่าดัชนีความสอดคล้องของข้อคำถามวัตถุประสงค์ (IOC) เพื่อนำไปสร้างแบบประเมินคุณภาพด้านสื่อ สำหรับผู้เชี่ยวชาญ

คำชี้แจง

1. แบบประเมินนี้สร้างขึ้นเพื่อประเมินค่าดัชนีความสอดคล้องของข้อคำถามกับวัตถุประสงค์ด้านสื่อที่มีต่อพัฒนาแอปพลิเคชันสำหรับการเรียนรู้ เรื่อง เซลล์และโครงสร้างของเซลล์ เพื่อส่งเสริมทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1

2. โดยใส่หมายเลข +1, 0 หรือ -1 ลงในช่องระดับความเหมาะสม ตามความรู้สึกของท่าน โดยแต่ละระดับมีความหมาย ดังนี้

- +1 หมายถึง แน่ใจว่าข้อคำถามสอดคล้องกับวัตถุประสงค์การประเมินด้านสื่อ
- 0 หมายถึง ไม่แน่ใจว่าข้อคำถามสอดคล้องกับวัตถุประสงค์การประเมินด้านสื่อ
- 1 หมายถึง แน่ใจว่าข้อคำถามไม่สอดคล้องกับวัตถุประสงค์การประเมินด้านสื่อ

รายการประเมิน	ค่าความสอดคล้อง			ข้อเสนอแนะ
	+1	0	-1	
1. ด้านภาพ สี ตัวอักษรและภาษา				
1.1 ความเหมาะสมของปริมาณภาพกับเนื้อหา				
1.2 ความเหมาะสมของขนาดตัวอักษร				
1.3 ความชัดเจนในการใช้สีของตัวอักษร				
1.4 ความเหมาะสมของสีพื้นหลังของแอปพลิเคชัน				
1.5 ความถูกต้องของภาษา				
2. ด้านการออกแบบหน้าจอ				
2.1 การจัดองค์ประกอบ				
2.2 ความรวดเร็วในการโหลดข้อมูล				
2.3 ความถูกต้องในการเชื่อมโยง				
2.4 การออกแบบหน้าจอมีส่วนเหมาะสม สวยงาม				

ข้อเสนอแนะ

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

ลงชื่อ.....ผู้ประเมิน

(.....)

วันที่.....เดือน.....พ.ศ.....



**แบบประเมินค่าดัชนีความสอดคล้องของข้อคำถามวัตถุประสงค์ (IOC)
เพื่อนำไปสร้างแบบประเมินทักษะด้านการสังเกต สำหรับผู้เชี่ยวชาญ**

คำชี้แจง

1. แบบประเมินนี้สร้างขึ้นเพื่อประเมินค่าดัชนีความสอดคล้องของข้อคำถามกับวัตถุประสงค์ด้านทักษะด้านการสังเกตผู้เรียนที่มีต่อแอปพลิเคชันสำหรับการเรียนรู้ เรื่อง เซลล์และโครงสร้างของเซลล์ เพื่อส่งเสริมกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1

2. โดยใส่หมายเลข +1, 0 หรือ -1 ลงในช่องระดับความเหมาะสม ตามความรู้สึกของท่าน โดยแต่ละระดับมีความหมาย ดังนี้

+1 หมายถึง แน่ใจว่าข้อคำถามสอดคล้องกับวัตถุประสงค์การประเมินทักษะด้านการสังเกต

0 หมายถึง ไม่แน่ใจว่าข้อคำถามสอดคล้องกับวัตถุประสงค์การประเมินทักษะด้านการสังเกต

-1 หมายถึง แน่ใจว่าข้อคำถามไม่สอดคล้องกับวัตถุประสงค์การประเมินทักษะด้านการสังเกต

รายการประเมิน	เกณฑ์การให้คะแนนผลงาน				ค่าความสอดคล้อง			ข้อเสนอแนะ
	4	3	2	1	+1	0	-1	
1. การดำเนินการสังเกต	ดำเนินการสังเกตตามลำดับขั้นตอนได้ดีและทันตามเวลาที่กำหนด	ดำเนินการสังเกตได้ตามลำดับขั้นตอนต้องการความช่วยเหลือจากครูเป็นบางครั้ง	ดำเนินการสังเกตค่อนข้างจะผิดพลาดไม่สามารถปฏิบัติได้บางขั้นตอนทำให้ดำเนินการเสร็จไม่ทันเวลา	ดำเนินการสังเกตผิดพลาดต้องให้ความช่วยเหลือตลอดเวลา				
2. การใช้ประสาทสัมผัส	ใช้ประสาทสัมผัสอย่างใดอย่างหนึ่ง	ใช้ประสาทสัมผัสอย่างใดอย่างหนึ่ง	ใช้ประสาทสัมผัสอย่างใดอย่างหนึ่ง	ใช้การคาดเดามากกว่าใช้ประสาท				

รายการประเมิน	เกณฑ์การให้คะแนนผลงาน				ค่าความสอดคล้อง			ข้อเสนอแนะ
	4	3	2	1	+1	0	-1	
	หรือหลายอย่างรวมกัน ได้เหมาะสมกับสิ่งที่สังเกต ทำให้ได้ข้อมูลมากที่สุด	หรือหลายอย่างรวมกัน ได้ค่อนข้างเหมาะสมกับสิ่งที่สังเกต แต่ต้องได้รับคำแนะนำจากครูเป็นบางครั้ง	หรือหลายอย่างรวมกัน ไม่เหมาะสมกับสิ่งที่สังเกต	สัมผัส				
3. การบอกรายละเอียดของสิ่งที่สังเกต	บอกหรืออธิบายลักษณะของสิ่งที่สังเกตได้อย่างสมบูรณ์และครบถ้วน	บอกหรืออธิบายองค์ประกอบหลักของสิ่งที่สังเกตได้	บอกหรืออธิบายองค์ประกอบหลักของสิ่งที่สังเกตได้เพียงบางส่วน	บอกหรืออธิบายสิ่งที่สังเกตได้น้อยมาก				
4. บันทึกผลการสังเกตอย่างตรงไปตรงมาตามความเป็นจริง	มีการบันทึกผลการสังเกตอย่างตรงไปตรงมาตามความเป็นจริง ไม่แสดงความคิดเห็นหรือใช้เหตุผลประกอบ	มีการบันทึกผลการสังเกตอย่างตรงไปตรงมาตามความเป็นจริง และแสดงความคิดเห็นหรือใช้เหตุผลประกอบบ้างเล็กน้อย	มีการบันทึกผลการสังเกตตามความเป็นจริง บางส่วนและแสดงความคิดเห็นหรือใช้เหตุผลประกอบเป็นส่วนใหญ่	มีการบันทึกผลการสังเกตตามความคิดเห็นของตนเอง				

รายการประเมิน	เกณฑ์การให้คะแนนผลงาน				ค่าความสอดคล้อง			ข้อเสนอแนะ
	4	3	2	1	+1	0	-1	
5. ความปลอดภัยขณะสังเกต	สังเกตด้วยความระมัดระวัง และสามารถแนะนำเพื่อนเพื่อให้เกิดความปลอดภัยได้	สังเกตด้วยความระมัดระวัง ครูต้องดูแลและชี้แนะเป็นบางครั้ง	สังเกตด้วยความระมัดระวัง ครูต้องดูแลและชี้แนะบ่อย ครั้ง	ขาดความระมัดระวัง ทำให้เกิดอันตรายขณะที่สังเกต				

ข้อเสนอแนะ

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

ลงชื่อ.....ผู้ประเมิน

(.....)

วันที่.....เดือน.....พ.ศ.....

แบบประเมินค่าดัชนีความสอดคล้องของข้อคำถามกับวัตถุประสงค์(IOC)
เพื่อนำไปสร้างแบบทดสอบก่อนเรียนและหลังเรียนด้วยแอปพลิเคชันสำหรับการเรียนรู้
เรื่อง เซลล์และโครงสร้างของเซลล์ เพื่อส่งเสริมทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์
ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1

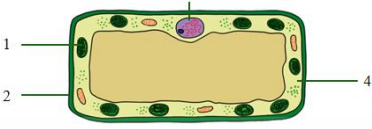
คำชี้แจง

1. แบบทดสอบมีทั้งหมด 30 ข้อ
2. โปรดใส่หมายเลข +1, 0 หรือ -1 ลงในช่องการประเมินตามความเป็นจริง
 - +1 หมายถึง แน่ใจว่าแบบทดสอบมีความสอดคล้องกับวัตถุประสงค์การเรียนรู้
 - 0 หมายถึง ไม่แน่ใจว่าแบบทดสอบมีความสอดคล้องกับวัตถุประสงค์การเรียนรู้
 - 1 หมายถึง แน่ใจว่าแบบทดสอบไม่สอดคล้องกับวัตถุประสงค์การเรียนรู้

วัตถุประสงค์	แบบทดสอบ	ค่าความสอดคล้อง			ข้อเสนอแนะ
		+1	0	-1	
	1. เมื่อนำเซลล์พืชไปส่องดูด้วยกล้องจุลทรรศน์ ผลการสังเกตได้ถูกต้อง ก. ไม่พบผนังเซลล์ ข. มีนิวเคลียสรูปเหลี่ยม ค. เซลล์มีรูปร่างค่อนข้างกลม ง. พบคลอโรพลาสต์อยู่ภายในเซลล์				
1. เตรียมสไลด์สดพืชและสัตว์เพื่อศึกษาโครงสร้างและส่วนประกอบที่สำคัญ	2. จากการสังเกตเซลล์ได้ผลดังนี้ 1. เยื่อหุ้มเซลล์ประกอบด้วยไขมันและโปรตีน 2. นิวเคลียสมีลักษณะค่อนข้างกลม 3. ผนังเซลล์ประกอบด้วยเซลลูโลส 4. ไส้โทพลาซึมอยู่ภายในเยื่อหุ้มเซลล์ จากข้อมูลดังกล่าว สามารถสรุปได้ว่าเป็นเซลล์พืชเพราะเหตุใด ก. 1 เท่านั้น ข. 2 เท่านั้น ค. 3 เท่านั้น ง. 1 และ 4				

วัตถุประสงค์	แบบทดสอบ	ค่าความสอดคล้อง			ข้อเสนอแนะ
		+1	0	-1	
	3. ข้อใดไม่ใช่อุปกรณ์ในการทำสไลด์สด ก. แผ่นสไลด์ ข. กระจกปิดแผ่นสไลด์ ค. ลวด ง. ปากคีบ				
	4. “เซลล์เยื่อหุ้ม” หมายถึงส่วนใดของหัวหอม ก. เยื่อด้านนอกของกาบใบ ข. เยื่อด้านในของกาบใบ ค. รากหอม ง. ลำต้น				
	5. ในการดูเซลล์หว่านกาบหอย นักเรียนควรเริ่มดูด้วยเลนส์ใกล้วัตถุอันใดก่อน ก. กำลังขยายสูงสุด ข. กำลังขยายปานกลาง ค. กำลังขยายต่ำสุด ง. อันใดก็ได้				
	6. ข้อความต่อไปนี้ข้อใดไม่ถูกต้อง ก. การดูภาพจากกล้องจุลทรรศน์ควรลืมหามองทั้งสองข้าง ข. ถ้าต้องการเลือนภาพที่เห็นจากกล้องลงด้านล่างต้องเลื่อนแผ่นสไลด์ขึ้นด้านบน ค. ถ้าบริเวณที่วางกล้องจุลทรรศน์มีแสงสว่างมาก จะต้องใช้กระจกเงาราบรับแสง ง. การหาภาพต้องหมุนปุ่มปรับสภาพหยาบให้ลำกล้องขึ้นไปอยู่ที่ตำแหน่งสูงสุดก่อนแล้วจึงเลื่อนลง				

วัตถุประสงค์	แบบทดสอบ	ค่าความ สอดคล้อง			ข้อเสนอแนะ
		+1	0	-1	
	<p>7. ถ้าเลนส์ใกล้วัตถุกำลังขยาย 4x 10x 50x นักเรียนควรเลือกใช้เลนส์ขนาดใดก่อน</p> <p>ก. 4x</p> <p>ข. 10x</p> <p>ค. 50x</p> <p>ง. สามารถใช้เลนส์ขนาดใดก่อนก็ได้</p>				
	<p>8. ถ้าภาพในกล้องจุลทรรศน์เห็นไม่ชัดเจน ควรทำอย่างไร</p> <p>ก. หมุนปุ่มปรับภาพละเอียด</p> <p>ข. หมุนปุ่มปรับภาพหยาบ</p> <p>ค. เลื่อนสไลด์ไปมา</p> <p>ง. หมุนกระจกเพื่อให้แสงเข้า</p>				
	<p>9. การทำสไลด์เซลล์พืชทำไมจึงต้องหยดน้ำลงไป เพราะเหตุใด</p> <p>ก. ป้องกันไม่ให้เซลล์แตก</p> <p>ข. เพื่อให้เห็นโครงสร้างและส่วนประกอบของเซลล์ได้ชัดเจน</p> <p>ค. เพื่อป้องกันไม่ให้เซลล์เหี่ยว</p> <p>ง. เพื่อให้เห็นการทำงานของเซลล์</p>				
	<p>10. เพราะเหตุใดการทำสไลด์เซลล์สัตว์ทำไมจึงต้องหยดสารละลายไอโอดีน หรือสารละลายเมทิลีนบลูลงไป</p> <p>ก. ป้องกันไม่ให้เซลล์แตก</p> <p>ข. เพื่อให้เห็นโครงสร้างและส่วนประกอบของเซลล์ได้ชัดเจน</p> <p>ค. เพื่อป้องกันไม่ให้เซลล์เหี่ยว</p> <p>ง. เพื่อให้เห็นการทำงานของเซลล์</p>				

วัตถุประสงค์	แบบทดสอบ	ค่าความ สอดคล้อง			ข้อเสนอแนะ
		+1	0	-1	
2. บอกชนิดและส่วนประกอบต่างๆ ของเซลล์ที่ศึกษาจากกล้องจุลทรรศน์อิเล็กตรอน	 <p>11. หมายเลขใด คือ การสังเคราะห์ด้วยแสงเกิดขึ้นในส่วนประกอบของเซลล์</p> <p>ก. หมายเลข 1 ข. หมายเลข 2 ค. หมายเลข 3 ง. หมายเลข 4</p>				
	<p>12. ข้อใดกล่าวได้ถูกต้องเกี่ยวกับเซลล์สัตว์</p> <p>ก. มีผนังเซลล์แต่ไม่มีเยื่อหุ้มเซลล์ ข. มีผนังเซลล์และคลอโรพลาสต์ ค. มีนิวเคลียสแต่ไม่มีคลอโรพลาสต์ ง. มีเยื่อหุ้มเซลล์แต่ไม่มีไซโทพลาซึม</p>				
	<p>14. ส่วนประกอบใดของเซลล์ที่มีลักษณะเป็นเยื่อบางๆ ทำหน้าที่ควบคุมปริมาณและชนิดของสารที่ผ่านเข้าออกจากเซลล์</p> <p>ก. ผนังเซลล์ ข. เยื่อหุ้มเซลล์ ค. คลอโรพลาสต์ ง. ไซโทพลาซึม</p>				
	<p>15. ส่วนประกอบใดของเซลล์ที่ทำหน้าที่สร้างความแข็งแรงและป้องกันอันตรายให้เซลล์พืช</p> <p>ก. ผนังเซลล์ ข. เยื่อหุ้มเซลล์ ค. คลอโรพลาสต์ ง. ไซโทพลาซึม</p>				

วัตถุประสงค์	แบบทดสอบ	ค่าความ สอดคล้อง			ข้อเสนอแนะ
		+1	0	-1	
	<p>16. ใช้ข้อมูลต่อไปนี้ตอบคำถามข้อ 12</p> <p>1. เยื่อหุ้มเซลล์ประกอบด้วยไขมันและโปรตีน</p> <p>2. นิวเคลียสมีลักษณะค่อนข้างกลม</p> <p>3. ผนังเซลล์ประกอบด้วยเซลลูโลส</p> <p>4. ไซโทพลาซึมอยู่ภายในเยื่อหุ้มเซลล์</p> <p>จากข้อมูลดังกล่าว สามารถสรุปได้ว่าเป็นเซลล์พืชเพราะเหตุใด</p> <p>ก. ข้อ 1</p> <p>ข. ข้อ 2</p> <p>ค. ข้อ 3</p> <p>ง. ข้อ 1 และ ข้อ 4</p>				
	<p>17 เยื่อหุ้มเซลล์มีคุณสมบัติอย่างไร</p> <p>ก. ยอมให้สารบางชนิดผ่านเข้าออกจากเซลล์ได้</p> <p>ข. ยอมให้สารทุกชนิดผ่านเข้าออกจากเซลล์ได้</p> <p>ค. ไม่ยอมให้สารทุกชนิดผ่านเข้าออกจากเซลล์ได้</p> <p>ง. ไม่ยอมให้น้ำผ่านเข้าออกจากเซลล์ได้</p>				
	<p>18. ส่วนประกอบของเซลล์พืชส่วนใดที่ทำหน้าที่คล้ายยาม</p> <p>ก. ผนังเซลล์</p> <p>ข. เยื่อหุ้มเซลล์</p> <p>ค. นิวเคลียส</p> <p>ง. ไซโทพลาซึม</p>				

วัตถุประสงค์	แบบทดสอบ	ค่าความ สอดคล้อง			ข้อเสนอแนะ
		+1	0	-1	
	19. ข้อใดกล่าวไม่ถูกต้อง ก. เซลล์เป็นหน่วยพื้นฐานที่เล็กที่สุดของสิ่งมีชีวิต ข. เซลล์มีรูปร่างและขนาดแตกต่างกัน เซลล์พืชส่วนมากจะมีรูปสี่เหลี่ยม ค. เซลล์ที่มีขนาดใหญ่มองเห็นด้วยตาเปล่า ได้แก่ ไข่ของสัตว์ปีก ง. เซลล์ที่ยังมีชีวิตต้องมีนิวเคลียสเสมอ				
	20. พืชสร้างอาหารได้เองเพราะในไซโทพลาซึมมีสารใด ก. ไรโบโซม ข. นิวเคลียส ค. ไมโทคอนเดรีย ง. เม็ดคลอโรพลาสต์				
	21. เซลล์จะเก็บสะสมสารต่างๆ ไว้ในโครงสร้างใด ก. กอลจิบอดี ข. ไรโบโซม ค. แวกิวโอล ง. ร่างแหเอนโดพลาซึม				
3. บอกความแตกต่างของโครงสร้างของเซลล์พืชและเซลล์สัตว์	22. ส่วนประกอบของเซลล์ส่วนใดพบเฉพาะในเซลล์พืช ก. ไซโทพลาซึมกับไรโบโซม ข. เยื่อหุ้มเซลล์กับนิวเคลียส ค. ผนังเซลล์กับคลอโรพลาสต์ ง. ไมโทคอนเดรียกับนิวคลีโอลัส				

วัตถุประสงค์	แบบทดสอบ	ค่าความ สอดคล้อง			ข้อเสนอแนะ
		+1	0	-1	
	<p>23. ส่วนประกอบของเซลล์ส่วนใดทำให้เซลล์พืชแตกต่างจากเซลล์สัตว์</p> <p>ก. ไซโทพลาซึมกับไรโบโซม</p> <p>ข. เยื่อหุ้มเซลล์กับนิวเคลียส</p> <p>ค. ผนังเซลล์กับคลอโรพลาสต์</p> <p>ง. ไมโทคอนเดรียกับนิวคลีโอลัส</p>				
	<p>24. เซลล์พืชและเซลล์สัตว์มีลักษณะแตกต่างกันอย่างไร</p> <p>ก. เซลล์พืชมีลักษณะกลมรี ส่วนเซลล์สัตว์มีลักษณะเป็นเหลี่ยม</p> <p>ข. เซลล์พืชมีลักษณะเป็นสี่เหลี่ยม ส่วนเซลล์สัตว์เป็นทรงกลม</p> <p>ค. เซลล์พืชและเซลล์สัตว์มีลักษณะเหมือนกันมาก</p> <p>ง. เซลล์พืชและเซลล์สัตว์มีลักษณะรูปร่างนิวเคลียสที่แตกต่างกัน</p>				
	<p>25. ในเซลล์พืชและเซลล์สัตว์มีโครงสร้างใดที่มีขนาดแตกต่างกันอย่างชัดเจน</p> <p>ก. แวคิวโอล</p> <p>ข. เยื่อหุ้มเซลล์</p> <p>ค. นิวเคลียส</p> <p>ง. ไซโทพลาซึม</p>				
	<p>26. สิ่งใดที่พบในเซลล์พืช ไม่พบในเซลล์สัตว์</p> <p>ก. ผนังเซลล์</p> <p>ข. เยื่อหุ้มเซลล์</p> <p>ค. นิวเคลียส</p> <p>ง. ไซโทพลาซึม</p>				

วัตถุประสงค์	แบบทดสอบ	ค่าความ สอดคล้อง			ข้อเสนอแนะ
		+1	0	-1	
	27. เซลล์ใดต่อไปนี้มีลักษณะค่อนข้างกลม ก. เซลล์เยื่อหุ้ม ข. เซลล์สาหร่ายหางกระรอก ค. เซลล์ใบว่านกาบหอย ง. เซลล์เยื่อขุ้ข้างแก้ม				
	28. สิ่งมีชีวิตเซลล์เดียวกับสิ่งมีชีวิตหลายเซลล์ มีสิ่งใดที่เหมือนกัน ก. ความแข็งแรงของเซลล์ ข. ส่วนประกอบพื้นฐานของเซลล์ ค. รูปร่างของเซลล์ ง. ขนาดของเซลล์				
	29. สิ่งใดเป็นเกณฑ์การจำแนกสิ่งมีชีวิตเซลล์ เดียวกับสิ่งมีชีวิตหลายเซลล์ ก. จำนวนเซลล์ ข. ขนาดของเซลล์ ค. รูปร่างของเซลล์ ง. ส่วนประกอบของเซลล์				
	30. หน่วยที่เล็กที่สุดที่ทำหน้าที่ในการดำรงชีวิต อย่างสมบูรณ์ ได้แก่ ก. เม็ดคลอโรพลาสต์ ข. โมเลกุลของโปรตีน ค. เซลล์ ง. นิวเคลียส				

แบบประเมินค่าดัชนีความสอดคล้องของข้อคำถามวัตถุประสงค์ (IOC)
เพื่อนำไปสร้างแบบประเมินด้านความพึงพอใจของผู้เรียนที่มีต่อ
แอปพลิเคชันสำหรับการเรียนรู้ เรื่อง เซลล์และโครงสร้างของเซลล์ เพื่อส่งเสริมทักษะ
กระบวนการทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1

คำชี้แจง

1. แบบประเมินนี้สร้างขึ้นเพื่อประเมินค่าดัชนีความสอดคล้องของข้อคำถามกับวัตถุประสงค์ด้านความพึงพอใจของนักเรียนที่มีต่อแอปพลิเคชันสำหรับการเรียนรู้ เรื่อง เซลล์และโครงสร้างของเซลล์ เพื่อส่งเสริมทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1
2. โดยใส่หมายเลข +1, 0 หรือ -1 ลงในช่องระดับความเหมาะสม ตามความรู้สึกของท่าน โดยแต่ละระดับมีความหมาย ดังนี้
 - +1 หมายถึง แน่ใจว่าข้อคำถามสอดคล้องกับวัตถุประสงค์การประเมินความพึงพอใจ
 - 0 หมายถึง ไม่แน่ใจว่าข้อคำถามสอดคล้องกับวัตถุประสงค์การประเมินความพึงพอใจ
 - 1 หมายถึง แน่ใจว่าข้อคำถามไม่สอดคล้องกับวัตถุประสงค์การประเมินความพึงพอใจ

รายการประเมิน	ค่าความสอดคล้อง			ข้อเสนอแนะ
	+1	0	-1	
1. ด้านสื่อ				
1.1 คำอธิบายการใช้สื่อได้อย่างชัดเจน				
1.2 รูปแบบสื่อสวยงาม น่าใช้				
1.3 การใช้งานง่ายและสะดวกต่อการเรียนรู้				
1.4 สื่อมีความเหมาะสมในการนำไปใช้ในการเรียนรู้				
2. ด้านเนื้อหา				
2.1 เนื้อหาตรงตามวัตถุประสงค์การเรียนรู้				
2.2 ภาษาที่ใช้ในบทเรียนเข้าใจง่าย				
2.3 การนำเสนอเนื้อหาเข้าใจง่าย				
2.4 ปริมาณเนื้อหาในแต่ละเรื่องมีความเหมาะสม				
2.5 การจัดเรียงเนื้อหาและขั้นตอนการเรียนการสอนเข้าใจง่าย				

รายการประเมิน	ค่าความสอดคล้อง			ข้อเสนอแนะ
	+1	0	-1	
3. ด้านการวัดและประเมินผล				
3.1 ความชัดเจนของคำถามและคำตอบ				
3.2 ความเหมาะสมของจำนวนแบบทดสอบ				
3.3 ความสอดคล้องของแบบทดสอบกับเนื้อหา				
4. ด้านจัดกิจกรรมการเรียนรู้				
4.1 ส่งเสริมให้ผู้เรียนมีความสนใจในการเข้าร่วมกิจกรรม				
4.2 ช่วยให้ผู้เรียนศึกษาเนื้อหา เรียนรู้ได้ทุกที่ ทุกเวลา				
4.3 ส่งเสริมให้ผู้เรียนค้นคว้าหาความรู้ด้วยตนเอง				

ข้อเสนอแนะ

.....

.....

.....

.....

.....

.....

ลงชื่อ.....ผู้ประเมิน

(.....)

วันที่.....เดือน.....พ.ศ.....

ภาคผนวก ง

- ผลการประเมินแบบประเมินค่าดัชนีความสอดคล้องของข้อคำถามกับ
วัตถุประสงค์ (IOC) เพื่อนำไปสร้างแบบประเมินคุณภาพด้านเนื้อหา
สำหรับผู้เชี่ยวชาญ
- ผลการประเมินแบบประเมินค่าดัชนีความสอดคล้องของข้อคำถามกับ
วัตถุประสงค์ (IOC) เพื่อนำไปสร้างแบบประเมินคุณภาพด้านสื่อ
สำหรับผู้เชี่ยวชาญ
- ผลการประเมินดัชนีความสอดคล้องของข้อคำถามกับวัตถุประสงค์ (IOC)
เพื่อนำไปสร้างแบบประเมินทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์
- ผลการประเมินค่าดัชนีความสอดคล้องของข้อคำถามกับวัตถุประสงค์ (IOC)
เพื่อนำไปสร้างแบบประเมินด้านความพึงพอใจของผู้เรียน
- ผลการประเมินค่าดัชนีความสอดคล้องของข้อคำถามกับวัตถุประสงค์ (IOC)
เพื่อนำไปสร้างแบบทดสอบก่อนเรียนและหลังเรียน
- สรุปผลการวิเคราะห์ข้อสอบค่าความยากง่าย (p) และค่าอำนาจจำแนก (r)
ของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนผ่านแอปพลิเคชัน

**ผลการประเมินแบบประเมินค่าดัชนีความสอดคล้องของข้อคำถามกับวัตถุประสงค์
(IOC) เพื่อนำไปสร้างแบบประเมินคุณภาพด้านเนื้อหา สำหรับผู้เชี่ยวชาญ**

คำชี้แจง

1. แบบประเมินนี้สร้างขึ้นเพื่อประเมินค่าดัชนีความสอดคล้องของข้อคำถามกับวัตถุประสงค์ด้านเนื้อหาของแอปพลิเคชันสำหรับการเรียนรู้ เรื่อง เซลล์และโครงสร้างของเซลล์ เพื่อส่งเสริมทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1

2. โดยทำเครื่องหมาย ลงในช่องระดับความเหมาะสม ตามความรู้สึกของท่าน โดยแต่ละระดับมีความหมาย ดังนี้

- +1 หมายถึง แน่ใจว่าข้อคำถามสอดคล้องกับวัตถุประสงค์การประเมินด้านเนื้อหา
- 0 หมายถึง ไม่แน่ใจว่าข้อคำถามสอดคล้องกับวัตถุประสงค์การประเมินด้านเนื้อหา
- 1 หมายถึง แน่ใจว่าข้อคำถามไม่สอดคล้องกับวัตถุประสงค์การประเมินด้านเนื้อหา

รายการประเมิน	ความคิดเห็นของ ผู้เชี่ยวชาญ (คนที่)			เฉลี่ย
	1	2	3	
1. ด้านเนื้อหา				
1.1 โครงสร้างเนื้อหาสอดคล้องกับหลักสูตร	+1	+1	+1	1.0
1.2 ความถูกต้องของเนื้อหา	+1	+1	+1	1.0
1.3 เนื้อหา มีความเหมาะสมกับระดับของผู้เรียน	+1	+1	+1	1.0
1.4 เนื้อหา มีความชัดเจน เข้าใจง่าย	+1	+1	0	0.67
2. ด้าน ภาษาและรูปแบบการนำเสนอ				
2.1 เนื้อหากับภาพประกอบมีความเหมาะสม	+1	+1	0	0.67
2.2 การใช้ภาษา มีความเหมาะสมกับระดับผู้เรียน	+1	+1	+1	1.0
2.3 รูปแบบตัวอักษรมีความเหมาะสมกับเนื้อหา	+1	+1	+1	1.0
2.4 ภาพและวิดีโอมีความเหมาะสม	+1	+1	+1	1.0
3. ด้านแบบทดสอบ				
3.1 ข้อคำถามความชัดเจน	+1	+1	0	0.67
3.2 คำตอบมีความชัดเจน	+1	+1	0	0.67

รายการประเมิน	ความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญ (คนที่)			เฉลี่ย
	1	2	3	
3.3 จำนวนแบบทดสอบมีความเหมาะสม	+1	+1	+1	1.0
3.4 แบบทดสอบมีความสอดคล้องของกับเนื้อหา	+1	+1	+1	1.0
รวม	12	12	8	32.00
รวมทั้งสิ้น	32			
ค่า IOC เฉลี่ย	0.89			



**ผลการประเมินแบบประเมินค่าดัชนีความสอดคล้องของข้อคำถามกับวัตถุประสงค์
(IOC) เพื่อนำไปสร้างแบบประเมินคุณภาพด้านสื่อ สำหรับผู้เชี่ยวชาญ**

คำชี้แจง

1. แบบประเมินนี้สร้างขึ้นเพื่อประเมินค่าดัชนีความสอดคล้องของข้อคำถามกับวัตถุประสงค์ด้านสื่อที่มีต่อพัฒนาแอปพลิเคชันสำหรับการเรียนรู้ เรื่อง เซลล์และโครงสร้างของเซลล์ เพื่อส่งเสริมทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1

2. โดยทำเครื่องหมาย ลงในช่องระดับความเหมาะสม ตามความรู้สึกของท่านโดยแต่ละระดับมีความหมาย ดังนี้

- +1 หมายถึง แน่ใจว่าข้อคำถามสอดคล้องกับวัตถุประสงค์การประเมินด้านสื่อ
- 0 หมายถึง ไม่แน่ใจว่าข้อคำถามสอดคล้องกับวัตถุประสงค์การประเมินด้านสื่อ
- 1 หมายถึง แน่ใจว่าข้อคำถามไม่สอดคล้องกับวัตถุประสงค์การประเมินด้านสื่อ

รายการประเมิน	ความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญ (คนที่)			เฉลี่ย
	1	2	3	
1. ด้านภาพ สี ตัวอักษรและภาษา				
1.1 ความเหมาะสมของปริมาณภาพกับเนื้อหา	+1	+1	+1	1.0
1.2 ความเหมาะสมของขนาดตัวอักษร	+1	+1	+1	1.0
1.3 ความชัดเจนในการใช้สีของตัวอักษร	+1	+1	+1	1.0
1.4 ความเหมาะสมของสีพื้นหลังของแอปพลิเคชัน	+1	0	+1	0.67
1.5 ความถูกต้องของภาษา	+1	+1	+1	1.0
2. ด้านการออกแบบหน้าจอ				
2.1 การจัดองค์ประกอบ	+1	+1	+1	1.0
2.2 ความรวดเร็วในการโหลดข้อมูล	+1	+1	+1	1.0
2.3 ความถูกต้องในการเชื่อมโยง	+1	+1	+1	1.0
2.4 การออกแบบหน้าจอมีส่วนเหมาะสม สวยงาม	+1	+1	+1	1.0
รวม	9	8	9	26.00
รวมทั้งสิ้น	26			
ค่า IOC เฉลี่ย	0.96			

ผลการประเมินดัชนีความสอดคล้องของข้อคำถามกับวัตถุประสงค์ (IOC)

เพื่อนำไปสร้างแบบประเมินทักษะด้านการสังเกต

คำชี้แจง

1. แบบประเมินนี้สร้างขึ้นเพื่อประเมินค่าดัชนีความสอดคล้องของข้อคำถามกับวัตถุประสงค์ ด้านทักษะด้านการสังเกต ผู้เรียนที่มีต่อแอปพลิเคชันสำหรับการเรียนรู้ เรื่อง เซลล์และโครงสร้างของ เซลล์ เพื่อส่งเสริมกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1

2. โดยทำเครื่องหมาย ลงในช่องระดับความเหมาะสม ตามความรู้สึกของท่านโดยแต่ละระดับ มีความหมาย ดังนี้

+1 หมายถึง แน่ใจว่าข้อคำถามสอดคล้องกับวัตถุประสงค์การประเมินทักษะด้านการสังเกต

0 หมายถึง ไม่แน่ใจว่าข้อคำถามสอดคล้องกับวัตถุประสงค์การประเมินทักษะด้านการสังเกต

-1 หมายถึง แน่ใจว่าข้อคำถามไม่สอดคล้องกับวัตถุประสงค์การประเมินทักษะด้านการสังเกต

รายการประเมิน	เกณฑ์การให้คะแนนผลงาน				ความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญ (คนที่)			เฉลี่ย
	4	3	2	1	1	2	3	
1. การดำเนินการสังเกต	ดำเนินการสังเกตตามลำดับขั้นตอนได้ดี และทันตามเวลาที่กำหนด	ดำเนินการสังเกตได้ตามลำดับขั้นตอน ต้องการความช่วยเหลือจากครูเป็นบางครั้ง	ดำเนินการสังเกตค่อนข้างจะผิดพลาด ไม่สามารถปฏิบัติได้บ้างขั้นตอน ทำให้ดำเนินการเสร็จไม่ทันเวลา	ดำเนินการสังเกตผิดพลาด ต้องให้ความช่วยเหลือตลอดเวลา	+1	+1	+1	1.0
2. การใช้ประสาทสัมผัส	การใช้ประสาทสัมผัสอย่างใดอย่างหนึ่งหรือหลายอย่างรวมกันได้เหมาะสมกับสิ่งที่สังเกต ทำให้ได้ข้อมูลมากที่สุด	การใช้ประสาทสัมผัสอย่างใดอย่างหนึ่งหรือหลายอย่างรวมกันได้ค่อนข้างเหมาะสมกับสิ่งที่สังเกต แต่ต้องได้รับคำแนะนำจากครูเป็นบางครั้ง	การใช้ประสาทสัมผัสอย่างใดอย่างหนึ่งหรือหลายอย่างรวมกันไม่เหมาะสมกับสิ่งที่สังเกต	ใช้การคาดเดามากกว่าใช้ประสาทสัมผัส	+1	+1	+1	1.0

รายการประเมิน	เกณฑ์การให้คะแนนผลงาน				ความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญ (คนที)			เฉลี่ย
	4	3	2	1	1	2	3	
3. การบอกรายละเอียดของสิ่งที่สังเกต	บอกหรืออธิบายลักษณะของสิ่งที่สังเกตได้อย่างสมบูรณ์และครบถ้วน	บอกหรืออธิบายองค์ประกอบหลักของสิ่งที่สังเกตได้	บอกหรืออธิบายองค์ประกอบหลักของสิ่งที่สังเกตได้เพียงบางส่วน	บอกหรืออธิบายสิ่งที่สังเกตได้น้อยมาก	+1	+1	+1	1.0
4. บันทึกผลการสังเกตอย่างตรงไปตรงมาตามความเป็นจริง	มีการบันทึกผลการสังเกตอย่างตรงไปตรงมาตามความเป็นจริง ไม่แสดงความคิดเห็นหรือใช้เหตุผลประกอบ	มีการบันทึกผลการสังเกตอย่างตรงไปตรงมาตามความเป็นจริงและแสดงความคิดเห็นหรือใช้เหตุผลประกอบบ้างเล็กน้อย	มีการบันทึกผลการสังเกตตามความเป็นจริงบางส่วนและแสดงความคิดเห็นหรือให้เหตุผลประกอบเป็นส่วนใหญ่	มีการบันทึกผลการสังเกตตามความคิดเห็นของตนเอง	+1	+1	+1	1.0
5. ความปลอดภัยขณะสังเกต	สังเกตด้วยความระมัดระวังและสามารถแนะนำเพื่อนเพื่อให้เกิดความปลอดภัยได้	สังเกตด้วยความระมัดระวัง ครูต้องดูแลและชี้แนะเป็นบางครั้ง	สังเกตด้วยความระมัดระวัง ครูต้องดูแลและชี้แนะบ่อยครั้ง	ขาดความระมัดระวัง ทำให้เกิดอันตรายขณะที่สังเกต	+1	+1	+1	1.0
รวม					5	5	5	15.0
รวมทั้งสิ้น					15			
ค่า IOC เฉลี่ย					1.0			

ผลการประเมินค่าดัชนีความสอดคล้องของข้อคำถามกับวัตถุประสงค์ (IOC)

เพื่อนำไปสร้างแบบประเมินด้านความพึงพอใจของผู้เรียน

คำชี้แจง

1. แบบประเมินนี้สร้างขึ้นเพื่อประเมินค่าดัชนีความสอดคล้องของข้อคำถามกับวัตถุประสงค์ด้านความพึงพอใจของนักเรียนที่มีต่อแอปพลิเคชันสำหรับการเรียนรู้ เรื่อง เซลล์และโครงสร้างของเซลล์ เพื่อส่งเสริมทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1

2. โดยทำเครื่องหมาย ลงในช่องระดับ ความเหมาะสม ตามความรู้สึกรู้สึกของท่านโดยแต่ละระดับมีความหมายดังนี้

+1 หมายถึง แน่ใจว่าข้อคำถามสอดคล้องกับวัตถุประสงค์การประเมินความพึงพอใจ

0 หมายถึง ไม่แน่ใจว่าข้อคำถามสอดคล้องกับวัตถุประสงค์การประเมินความพึงพอใจ

-1 หมายถึง แน่ใจว่าข้อคำถามไม่สอดคล้องกับวัตถุประสงค์การประเมินความพึงพอใจ

รายการประเมิน	ความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญ(คนที่)			เฉลี่ย
	1	2	3	
1. ด้านสื่อ				
1.1 คำอธิบายการใช้สื่อได้อย่างชัดเจน	+1	+1	+1	1.0
1.2 รูปแบบสื่อสวยงาม น่าใช้	+1	+1	+1	1.0
1.3 การใช้งานง่ายและสะดวกต่อการเรียนรู้	+1	+1	+1	1.0
1.4 สื่อมีความเหมาะสมในการนำไปใช้ในการเรียนรู้	+1	+1	0	0.67
2. ด้านเนื้อหา				
2.1 เนื้อหาตรงตามวัตถุประสงค์การเรียนรู้	+1	+1	+1	1.0
2.2 ภาษาที่ใช้ในบทเรียนเข้าใจง่าย	+1	+1	+1	1.0
2.3 การนำเสนอเนื้อหาเข้าใจง่าย	+1	+1	+1	1.0
2.4 ปริมาณเนื้อหาในแต่ละเรื่องมีความเหมาะสม	+1	+1	+1	1.0
2.5 การจัดเรียงเนื้อหาและขั้นตอนการเรียนการสอนเข้าใจง่าย	+1	+1	+1	1.0
3. ด้านการวัดและประเมินผล				
3.1 ความชัดเจนของคำถามและคำตอบ	+1	+1	+1	1.0
3.2 ความเหมาะสมของจำนวนแบบทดสอบ	+1	+1	+1	1.0

รายการประเมิน	ความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญ(คนที่)			เฉลี่ย
	1	2	3	
3.3 ความสอดคล้องของแบบทดสอบกับเนื้อหา	+1	+1	+1	1.0
4. ด้านจัดกิจกรรมการเรียนรู้				
4.1 ส่งเสริมให้ผู้เรียนมีความสนใจในการเข้าร่วมกิจกรรม	+1	+1	0	0.67
4.2 ช่วยให้ผู้เรียนศึกษาเนื้อหา เรียนรู้ได้ทุกที่ ทุกเวลา	+1	+1	+1	1.0
4.3 ส่งเสริมให้ผู้เรียนค้นคว้าหาความรู้ด้วยตนเอง	+1	+1	+1	1.0
รวม	15	15	13	14.37
รวมทั้งสิ้น	43			
ค่า IOC เฉลี่ย	0.95			



ผลการประเมินค่าดัชนีความสอดคล้องของข้อคำถามกับวัตถุประสงค์ (IOC)
เพื่อนำไปสร้างแบบทดสอบก่อนเรียนและหลังเรียน

คำชี้แจง

1. แบบทดสอบมีทั้งหมด 30 ข้อ
2. โปรดใส่หมายเลข +1, 0 หรือ -1 ลงในช่องการประเมินตามความเป็นจริง
 - +1 หมายถึง แน่ใจว่าแบบทดสอบมีความสอดคล้องกับวัตถุประสงค์การเรียนรู้
 - 0 หมายถึง ไม่แน่ใจว่าแบบทดสอบมีความสอดคล้องกับวัตถุประสงค์การเรียนรู้
 - 1 หมายถึง แน่ใจว่าแบบทดสอบไม่สอดคล้องกับวัตถุประสงค์การเรียนรู้

วัตถุประสงค์	แบบทดสอบ	ความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญ(คนที่)			เฉลี่ย
		1	2	3	
1. เตรียมสไลด์สดพืช และสัตว์เพื่อศึกษาโครงสร้างและส่วนประกอบที่สำคัญ	1. เมื่อนำเซลล์พืชไปส่องดูด้วยกล้องจุลทรรศน์ผลการสังเกตได้ถูกต้อง ก. ไม่พบผนังเซลล์ ข. มีนิวเคลียสรูปเหลี่ยม ค. เซลล์มีรูปร่างค่อนข้างกลม ง. พบคลอโรพลาสต์อยู่ภายในเซลล์	+1	+1	+1	1.0
	2. จากการสังเกตเซลล์ได้ผลดังนี้ 1. เยื่อหุ้มเซลล์ประกอบด้วยไขมันและโปรตีน 2. นิวเคลียสมีลักษณะค่อนข้างกลม 3. ผนังเซลล์ประกอบด้วยเซลลูโลส 4. ไซโทพลาซึมอยู่ภายในเยื่อหุ้มเซลล์ จากข้อมูลดังกล่าว สามารถสรุปได้ว่าเป็นเซลล์พืชเพราะเหตุใด ก. 1 เท่านั้น ข. 2 เท่านั้น ค. 3 เท่านั้น ง. 1 และ 4	+1	+1	+1	1.0

วัตถุประสงค์	แบบทดสอบ	ความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญ(คนที่)			เฉลี่ย
		1	2	3	
	3. ข้อใดไม่ใช่อุปกรณ์ในการทำสไลด์สด ก. แผ่นสไลด์ ข. กระจกปิดแผ่นสไลด์ ค. ลวด ง. ปากคีบ	+1	+1	+1	1.0
	4. “เซลล์เยื่อหอม” หมายถึงส่วนใดของหัวหอม ก. เยื่อด้านนอกของกาบใบ ข. เยื่อด้านในของกาบใบ ค. รากหอม ง. ลำต้น	+1	+1	+1	1.0
	5. ในการดูเซลล์หว่านกาบหอย นักเรียนควรเริ่มดูด้วยเลนส์ใกล้วัตถุอันใดก่อน ก. กำลังขยายสูงสุด ข. กำลังขยายปานกลาง ค. กำลังขยายต่ำสุด ง. อันใดก็ได้	+1	+1	+1	1.0
	6. ข้อความต่อไปนีข้อใดไม่ถูกต้อง ก. การดูภาพจากกล้องจุลทรรศน์ควรมีตาทั้งสองข้าง ข. ถ้าต้องการเลื่อนภาพที่เห็นจากกล้องลงด้านล่างต้องเลื่อนแผ่นสไลด์ขึ้นด้านบน ค. ถ้าบริเวณที่วางกล้องจุลทรรศน์มีแสงสว่างมาก จะต้องใช้กระจกเงารับแสง ง. การหาภาพต้องหมุนปุ่มปรับสภาพหยาบให้ลำกล้องขึ้นไปอยู่ที่ตำแหน่งสูงสุดก่อนแล้วจึงเลื่อนลง	+1	+1	+1	1.0

วัตถุประสงค์	แบบทดสอบ	ความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญ(คนที่)			เฉลี่ย
		1	2	3	
	<p>7. ถ้าเลนส์ใกล้วัตถุกำลังขยาย 4x 10x 50x นักเรียนควรเลือกใช้เลนส์ขนาดใดก่อน</p> <p>ก. 4x ข. 10x ค. 50x ง. สามารถใช้เลนส์ขนาดใดก่อนก็ได้</p>	+1	+1	+1	1.0
	<p>8. ถ้าภาพในกล้องจุลทรรศน์เห็นไม่ชัดเจนควรทำอย่างไร</p> <p>ก. หมุนปุ่มปรับภาพละเอียด ข. หมุนปุ่มปรับภาพหยาบ ค. เลื่อนสไลด์ไปมา ง. หมุนกระจกเพื่อให้แสงเข้า</p>	+1	+1	+1	1.0
	<p>9. การทำสไลด์เซลล์พืชทำไมจึงต้องหยดน้ำลงไป เพราะเหตุใด</p> <p>ก. ป้องกันไม่ให้เซลล์แตก ข. เพื่อให้เห็นโครงสร้างและส่วนประกอบของเซลล์ได้ชัดเจน ค. เพื่อป้องกันไม่ให้เซลล์เหี่ยว ง. เพื่อให้เห็นการทำงานของเซลล์</p>	+1	+1	+1	1.0
	<p>10. เพราะเหตุใดการทำสไลด์เซลล์สัตว์ทำไมจึงต้องหยดสารละลายไอโอดีน หรือสารละลายเมทิลีนบลูลงไป</p> <p>ก. ป้องกันไม่ให้เซลล์แตก ข. เพื่อให้เห็นโครงสร้างและส่วนประกอบของเซลล์ได้ชัดเจน ค. เพื่อป้องกันไม่ให้เซลล์เหี่ยว ง. เพื่อให้เห็นการทำงานของเซลล์</p>	+1	+1	+1	1.0

วัตถุประสงค์	แบบทดสอบ	ความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญ(คนที่)			เฉลี่ย
		1	2	3	
2. บอกชนิดและส่วนประกอบต่างๆของเซลล์ที่ศึกษาจากกล้องจุลทรรศน์อิเล็กตรอน	 <p>11. หมายเลขใด คือการสังเคราะห์ด้วยแสงเกิดขึ้นในส่วนประกอบของเซลล์</p> <p>ก. หมายเลข 1</p> <p>ข. หมายเลข 2</p> <p>ค. หมายเลข 3</p> <p>ง. หมายเลข 4</p>	+1	+1	+1	1.0
	<p>12. ข้อใดกล่าวได้ถูกต้องเกี่ยวกับเซลล์สัตว์</p> <p>ก. มีผนังเซลล์แต่ไม่มีเยื่อหุ้มเซลล์</p> <p>ข. มีผนังเซลล์และคลอโรพลาสต์</p> <p>ค. มีนิวเคลียสแต่ไม่มีคลอโรพลาสต์</p> <p>ง. มีเยื่อหุ้มเซลล์แต่ไม่มีไซโทพลาซึม</p>	+1	+1	+1	1.0
	<p>14. ส่วนประกอบใดของเซลล์ที่มีลักษณะเป็นเยื่อบางๆ ทำหน้าที่ควบคุมปริมาณและชนิดของสารที่ผ่านเข้าออกจากเซลล์</p> <p>ก. ผนังเซลล์</p> <p>ข. เยื่อหุ้มเซลล์</p> <p>ค. คลอโรพลาสต์</p> <p>ง. ไซโทพลาซึม</p>	+1	+1	+1	1.0
	<p>15. ส่วนประกอบใดของเซลล์ที่ทำหน้าที่สร้างความแข็งแรงและป้องกันอันตรายให้เซลล์พืช</p> <p>ก. ผนังเซลล์</p> <p>ข. เยื่อหุ้มเซลล์</p> <p>ค. คลอโรพลาสต์</p> <p>ง. ไซโทพลาซึม</p>	+1	+1	+1	1.0

วัตถุประสงค์	แบบทดสอบ	ความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญ(คนที่)			เฉลี่ย
		1	2	3	
	<p>16. ใช้ข้อมูลต่อไปนี้ตอบคำถามข้อ 12</p> <p>1) เยื่อหุ้มเซลล์ประกอบด้วยไขมันและโปรตีน</p> <p>2) นิวเคลียสมีลักษณะค่อนข้างกลม</p> <p>3) ผนังเซลล์ประกอบด้วยเซลลูโลส</p> <p>4) ไซโทพลาซึมอยู่ภายในเยื่อหุ้มเซลล์</p> <p>จากข้อมูลดังกล่าว สามารถสรุปได้ว่าเป็นเซลล์พืชเพราะเหตุใด</p> <p>ก. ข้อ 1</p> <p>ข. ข้อ 2</p> <p>ค. ข้อ 3</p> <p>ง. ข้อ 1 และ ข้อ 4</p>	+1	+1	+1	1.0
	<p>17 เยื่อหุ้มเซลล์มีคุณสมบัติอย่างไร</p> <p>ก. ยอมให้สารบางชนิดผ่านเข้าออกจากเซลล์ได้</p> <p>ข. ยอมให้สารทุกชนิดผ่านเข้าออกจากเซลล์ได้</p> <p>ค. ไม่ยอมให้สารทุกชนิดผ่านเข้าออกจากเซลล์ได้</p> <p>ง. ไม่ยอมให้น้ำผ่านเข้าออกจากเซลล์ได้</p>	+1	+1	+1	1.0
	<p>18. ส่วนประกอบของเซลล์พืชส่วนใดที่ทำหน้าที่คล้ายยาม</p> <p>ก. ผนังเซลล์</p> <p>ข. เยื่อหุ้มเซลล์</p> <p>ค. นิวเคลียส</p> <p>ง. ไซโทพลาซึม</p>	+1	+1	+1	1.0

วัตถุประสงค์	แบบทดสอบ	ความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญ(คนที่)			เฉลี่ย
		1	2	3	
	19. ข้อใดกล่าวไม่ถูกต้อง ก. เซลล์เป็นหน่วยพื้นฐานที่เล็กที่สุดของสิ่งมีชีวิต ข. เซลล์มีรูปร่างและขนาดแตกต่างกัน เซลล์พืชส่วนมากจะมีรูปสี่เหลี่ยม ค. เซลล์ที่มีขนาดใหญ่มองเห็นด้วยตาเปล่าได้แก่ ไข่ของสัตว์ปีก ง. เซลล์ที่ยังมีชีวิตต้องมีนิวเคลียสเสมอ	+1	+1	+1	1.0
	20. พืชสร้างอาหารได้เองเพราะในไซโตพลาสซึมมีสารใด ก. ไรโบโซม ข. นิวเคลียส ค. ไมโทคอนเดรีย ง. เม็ดคลอโรพลาสต์	+1	+1	+1	1.0
	21. เซลล์จะเก็บสะสมสารต่างๆ ไว้ในโครงสร้างใด ก. กอลจิบอดี ข. ไรโบโซม ค. แวกคิวโอล ง. ร่างแหเอนโดพลาสซึม	+1	+1	+1	1.0
3. บอกความแตกต่างของโครงสร้างของเซลล์พืชและเซลล์สัตว์	22. ส่วนประกอบของเซลล์ส่วนใดพบเฉพาะในเซลล์พืช ก ไซโทพลาสซึมกับไรโบโซม ข เยื่อหุ้มเซลล์กับนิวเคลียส ค ผนังเซลล์กับคลอโรพลาสต์ ง ไมโทคอนเดรียกับนิวคลีโอลัส	+1	+1	+1	1.0

วัตถุประสงค์	แบบทดสอบ	ความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญ(คนที่)			เฉลี่ย
		1	2	3	
	<p>23. ส่วนประกอบของเซลล์ส่วนใดทำให้เซลล์พืชแตกต่างจากเซลล์สัตว์</p> <p>ก. ไซโทพลาซึมกับไรโบโซม</p> <p>ข. เยื่อหุ้มเซลล์กับนิวเคลียส</p> <p>ค. ผนังเซลล์กับคลอโรพลาสต์</p> <p>ง. ไมโทคอนเดรียกับนิวคลีโอลัส</p>	+1	+1	+1	1.0
	<p>24. เซลล์พืชและเซลล์สัตว์มีลักษณะแตกต่างกันอย่างไร</p> <p>ก. เซลล์พืชมีลักษณะกลมรี ส่วนเซลล์สัตว์มีลักษณะเป็นเหลี่ยม</p> <p>ข. เซลล์พืชมีลักษณะเป็นสี่เหลี่ยม ส่วนเซลล์สัตว์เป็นทรงกลม</p> <p>ค. เซลล์พืชและเซลล์สัตว์มีลักษณะเหมือนกันมาก</p> <p>ง. เซลล์พืชและเซลล์สัตว์มีลักษณะรูปร่างนิวเคลียสที่แตกต่างกัน</p>	+1	+1	+1	1.0
	<p>25. ในเซลล์พืชและเซลล์สัตว์มีโครงสร้างใดที่มีขนาดแตกต่างกันอย่างชัดเจน</p> <p>ก. แวคิวโอล</p> <p>ข. เยื่อหุ้มเซลล์</p> <p>ค. นิวเคลียส</p> <p>ง. ไซโทพลาซึม</p>	+1	+1	+1	1.0
	<p>26. สิ่งใดที่พบในเซลล์พืช ไม่พบ ในเซลล์สัตว์</p> <p>ก. ผนังเซลล์</p> <p>ข. เยื่อหุ้มเซลล์</p> <p>ค. นิวเคลียส</p> <p>ง. ไซโทพลาซึม</p>	+1	+1	+1	1.0

วัตถุประสงค์	แบบทดสอบ	ความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญ(คนที่)			เฉลี่ย
		1	2	3	
	27. เซลล์ใดต่อไปนี้มีลักษณะค่อนข้างกลม ก. เซลล์เยื่อหุ้ม ข. เซลล์สำหรับหายใจ ค. เซลล์ใบว่านกาบหอย ง. เซลล์เยื่อบุช่องแก้ม	+1	+1	+1	1.0
	28. สิ่งมีชีวิตเซลล์เดียวกับสิ่งมีชีวิตหลายเซลล์มีสิ่งใดที่เหมือนกัน ก. ความแข็งแรงของเซลล์ ข. ส่วนประกอบพื้นฐานของเซลล์ ค. รูปร่างของเซลล์ ง. ขนาดของเซลล์	+1	+1	+1	1.0
	29. สิ่งใดเป็นเกณฑ์การจำแนกสิ่งมีชีวิตเซลล์เดียวกับสิ่งมีชีวิตหลายเซลล์ ก. จำนวนเซลล์ ข. ขนาดของเซลล์ ค. รูปร่างของเซลล์ ง. ส่วนประกอบของเซลล์	+1	+1	+1	1.0
	30. หน่วยที่เล็กที่สุดที่ทำหน้าที่ในการดำรงชีวิตอย่างสมบูรณ์ ได้แก่ ก. เม็ดคลอโรพลาสต์ ข. โมเลกุลของโปรตีน ค. เซลล์ ง. นิวเคลียส	+1	+1	+1	1.0
	รวม	30	30	30	1.00
	รวมทั้งสิ้น	90			
	ค่า IOC เฉลี่ย	1.00			

สรุปผลการวิเคราะห์ข้อสอบค่าความยากง่าย (p) และค่าอำนาจจำแนก (r)
ของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนผ่านแอปพลิเคชัน

ข้อที่	ค่าความยาก ง่าย (p)	ค่าอำนาจ จำแนก(r)	สรุป	การนำไปใช้	
				ฉบับ Pretest	ฉบับ Posttest
1	0.73	0.40	นำไปใช้	√	√
2	0.60	0.53	นำไปใช้	√	√
3	0.63	0.47	นำไปใช้	√	√
4	0.70	0.33	นำไปใช้	√	√
5	0.67	0.40	นำไปใช้	√	√
6	0.63	0.20	นำไปใช้	√	√
7	0.73	0.27	นำไปใช้	√	√
8	0.80	0.40	นำไปใช้	√	√
9	0.53	0.53	นำไปใช้	√	√
10	0.63	0.33	นำไปใช้	√	√
11	0.83	0.33	นำไปใช้	√	√
12	0.73	0.27	นำไปใช้	√	√
13	0.63	0.47	นำไปใช้	√	√
14	0.70	0.33	นำไปใช้	√	√
15	0.57	0.47	นำไปใช้	√	√
16	0.67	0.27	นำไปใช้	√	√
17	0.83	0.33	นำไปใช้	√	√
18	0.83	0.20	นำไปใช้	√	√
19	0.47	0.40	นำไปใช้	√	√
20	0.77	0.33	นำไปใช้	√	√
21	0.80	0.27	นำไปใช้	√	√
22	0.57	0.47	นำไปใช้	√	√
23	0.73	0.27	นำไปใช้	√	√
24	0.60	0.40	นำไปใช้	√	√
25	0.63	0.33	นำไปใช้	√	√

สรุปผลการวิเคราะห์ข้อสอบค่าความยากง่าย (p) และค่าอำนาจจำแนก (r)
ของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนผ่านแอปพลิเคชัน (ต่อ)

ข้อที่	ค่าความยาก ง่าย (p)	ค่าอำนาจ จำแนก(r)	สรุป	การนำไปใช้	
				ฉบับ Pretest	ฉบับ Posttest
26	0.73	0.27	นำไปใช้	√	√
27	0.77	0.33	นำไปใช้	√	√
28	0.67	0.27	นำไปใช้	√	√
29	0.73	0.27	นำไปใช้	√	√
30	0.70	0.33	นำไปใช้	√	√



ภาคผนวก จ

คู่มือการใช้แอปพลิเคชันสำหรับการเรียนรู้
เรื่อง เซลล์และโครงสร้างของเซลล์
เพื่อส่งเสริมทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์



คู่มือการใช้แอปพลิเคชันสำหรับการเรียนรู้ วิชาวิทยาศาสตร์พื้นฐาน 1

1. สัญลักษณ์แอปพลิเคชัน ภายใต้ชื่อ Cell Science



2. การดาวน์โหลดแอปพลิเคชัน โดยการสแกน คิวอาร์โค้ด หรือค้นหาคำว่า Cell Science ใน เพลสโตร์



3. การเข้าแอปพลิเคชัน บนเพลสโตร์ สามารถเข้าผ่านลิงค์

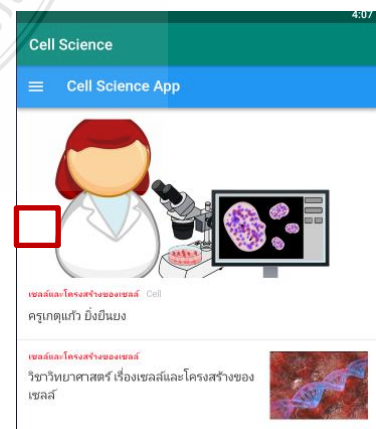
<https://play.google.com/store/apps/details?id=com.iteaminnovation.cellscience>

- ใช้บนอุปกรณ์โมบาย เวอร์ชัน Android ที่กำหนด 8.0 และสูงกว่า
- ขนาดไฟล์ 1.3 M
- เวอร์ชันปัจจุบัน 1.0

4. เมื่อเปิดแอปพลิเคชันขึ้นมาจะพบกับหน้าหลัก ดังภาพที่ 1



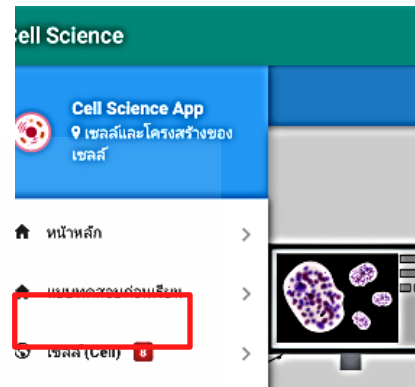
5. คลิกที่สัญลักษณ์ แถบเครื่องมือภายในแอปพลิเคชัน ปุ่มขยายเมนู ประกอบไปด้วย เมนูหลัก เมนูแบบทดสอบ เมนูเนื้อหารายละเอียดของเซลล์ (Cell) เมนู



ภาพที่ 1

วัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรม เมทิวส์ดูอุปกรณ์ การปฏิบัติ เมนูการเตรียมสไลด์ เปรียบเทียบเซลล์พืชและเซลล์สัตว์เมนู แบบทดสอบหลังเรียน และเมนูผู้พัฒนา

6. ให้คลิกที่ทำแบบทดสอบก่อนเรียน ดังภาพที่ 2 จะปรากฏหน้าตาแบบทดสอบก่อนเรียน



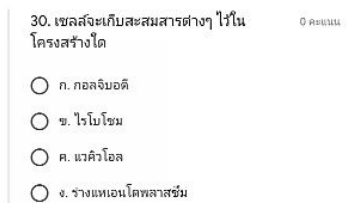
ภาพที่ 2

7. กรอกข้อมูลที่จำเป็น คือ ชื่อ นามสกุล ให้ครบทุกช่อง ดังภาพที่ 3 และเริ่มทำข้อสอบก่อนเรียน จำนวน 30 ข้อ



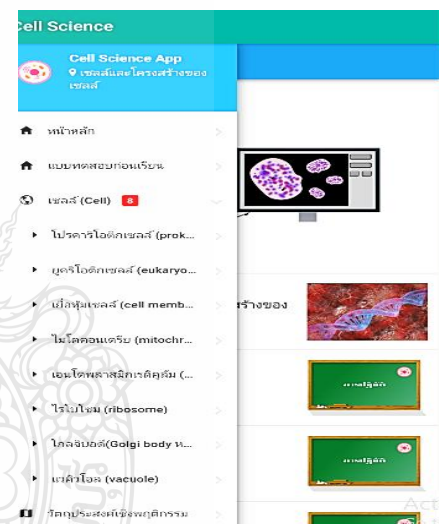
ภาพที่ 3

8. เมื่อทำข้อสอบจนครบ 30 ข้อ แล้วให้กดส่งคำตอบ
ดังภาพที่ 4



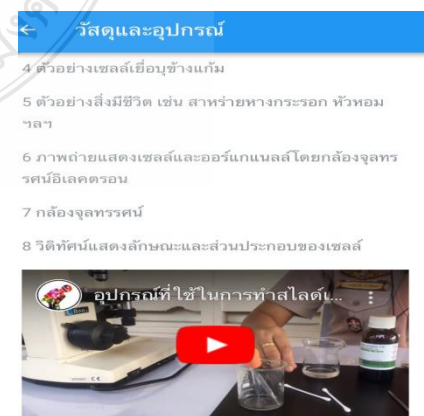
ภาพที่ 4

9. เมื่อทำแบบทดสอบก่อนเรียนเสร็จ ให้ผู้เรียนเข้าเรียนเนื้อหา
เรื่องเซลล์ ตามหัวข้อต่างๆ จนครบทุกหัวข้อ ดังภาพที่ 5



ภาพที่ 5

10. ผู้เรียนสามารถศึกษาเกี่ยวกับวัสดุและอุปกรณ์ที่ใช้ใน
การทำสไลด์ได้ โดยเลือกเมนูวัสดุและอุปกรณ์ ก็จะปรากฏ
หน้าต่างขึ้นมา และกดเข้าดูคลิปวิดีโอการแนะนำอุปกรณ์
ดังภาพที่ 6

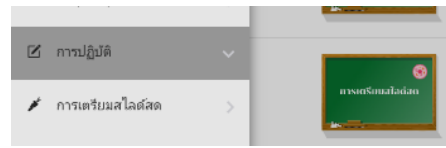


ภาพที่ 6

11. ถ้าผู้เรียนต้องการจะศึกษาขั้นตอนการทำสไลด์เซลล์พืช และเซลล์สัตว์ ให้เลือกเมนู การปฏิบัติจะปรากฏ

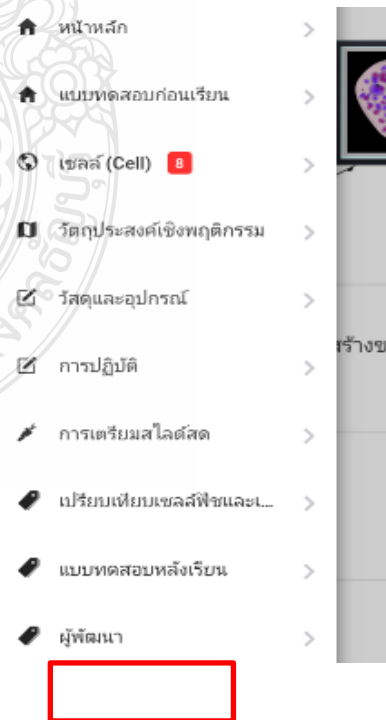
หน้าต่าง ดังภาพที่ 7 และเข้าไปศึกษาดูคลิปวิดีโอการทำสไลด์ซึ่งจะบอกขั้นตอนและกระบวนการทำอย่างละเอียด

12. เมื่อผู้เรียนศึกษาเนื้อหา และขั้นตอนการปฏิบัติอย่างละเอียดแล้วให้ผู้เรียน ลงมือปฏิบัติทำการทดลองจริงและสามารถเปิดย้อนดูคลิปวิดีโอได้ตลอดเวลา



ภาพที่ 7

13. หลังจากทำการทดลองแล้ว ผู้เรียนต้องเข้าไปทำแบบทดสอบหลังเรียนโดยเลือกที่เมนู แบบทดสอบหลังเรียน ดังภาพที่ 8



ภาพที่ 8

14. กรอกข้อมูลที่จำเป็น ชื่อ - นามสกุล และเริ่มทำแบบทดสอบหลังเรียน จนครบ 30 ข้อ กดส่งคำตอบ ดังภาพที่ 9 เสร็จสิ้นการทดสอบ

แบบทดสอบหลังเรียน

ใส่ข้อความของคุณที่นี่

*จำเป็น

ชื่อ *



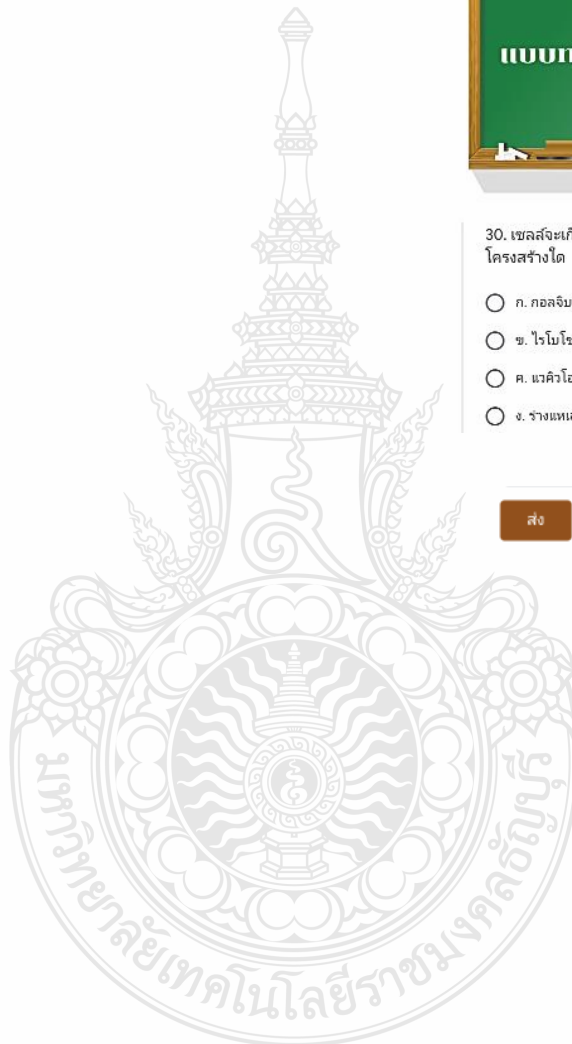
30. เซลล์จะเก็บสะสมสารต่างๆ ไว้ในโครงสร้างใด

0 คะแนน

- ก. กอลจิบอดี
- ข. ไรโบโซม
- ค. แวคิวโอล
- ง. ว่างเหนือโคพลาสซึม

ส่ง

ภาพที่ 9



ประวัติผู้เขียน

ชื่อ - นามสกุล	นางสาวเกตแก้ว ยั่งยืนง
วัน เดือน ปีเกิด	24 ตุลาคม พ.ศ.2523
ที่อยู่	34/317 หมู่บ้านไทยสมบูรณ์ 2 หมู่ 2 ถ.เลียบคลองสาม ต.คลองสาม อ.คลองหลวง จ.ปทุมธานี 12120
การศึกษา	วิทยาศาสตรบัณฑิต คณะเทคโนโลยีการเกษตร สาขาวิทยาศาสตร์และ เทคโนโลยีการอาหาร มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี
ประสบการณ์การทำงาน	
พ.ศ. 2553 – 2558	ครูอัตราจ้าง โรงเรียนธัญบุรี
พ.ศ. 2558 – 2560	ครูผู้ช่วย โรงเรียนวังม่วงวิทยาคม
พ.ศ. 2560 ถึงปัจจุบัน	ครู โรงเรียนวังม่วงวิทยาคม
โทรศัพท์	08-2594-5692
อีเมล	ketkaew_y@mail.rmutt.ac.th

