



ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนโดยใช้บทเรียนคอมพิวเตอร์มัลติมีเดีย
เรื่อง การสังเคราะห์ด้วยแสงของพืช ของนักศึกษาปริญญาตรี
มหาวิทยาลัยราชภัฏสงขลา

ปภาวรินทร์ ยิ่งนคร

วิทยานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาครุศาสตรมหาบัณฑิต
สาขาวิชาวิทยาศาสตร์ศึกษา บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยราชภัฏสงขลา

พ.ศ. 2557

ลิขสิทธิ์ของบัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยราชภัฏสงขลา

วิทยานิพนธ์

เรื่อง

ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนโดยใช้บทเรียนคอมพิวเตอร์มัลติมีเดีย
เรื่อง การสังเคราะห์ด้วยแสงของพืช ของนักศึกษาปริญญาตรี
มหาวิทยาลัยราชภัฏสงขลา

ปภาวรินทร์ ยิ่งคร

วิทยานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาครุศาสตรมหาบัณฑิต
สาขาวิชาวิทยาศาสตร์ศึกษา บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยราชภัฏสงขลา

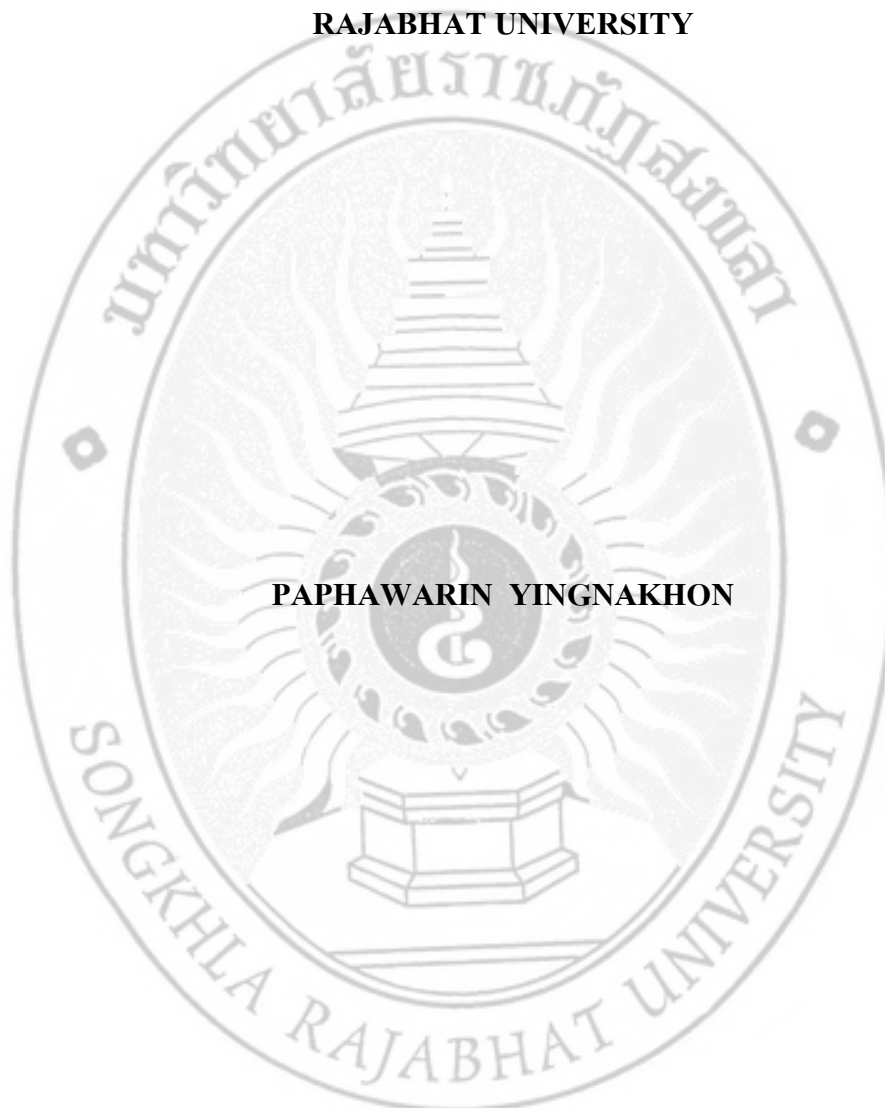
พ.ศ. 2557

ลิขสิทธิ์ของบัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยราชภัฏสงขลา

THESIS

**ACHIEVEMENT BY USING COMPUTER MULTIMEDIA THROUGHT
PHOTOSYNTHESIS OF PLANT OF UNDERGRADUATES SONGKHLA**

RAJABHAT UNIVERSITY



PAPHAWARIN YINGNAKHON

**A THESIS SUBMITTED IN PARTIAL FULFILLMENT OF THE REQUIREMENTS FOR
THE DEGREE OF MASTER OF EDUCATION PROGRAM IN SCIENCE EDUCATION
OF GRADUATE SCHOOL SONGKHLA RAJABHAT UNIVERSITY**

2014

COPYRIGHT OF SONGKHLA RAJABHAT UNIVERSITY

ชื่อวิทยานิพนธ์

ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน โดยใช้บทเรียนคอมพิวเตอร์
มัลติมีเดีย เรื่อง การสังเคราะห์ด้วยแสงของพืช ของนักศึกษา
ปริญญาตรี มหาวิทยาลัยราชภัฏสงขลา

ผู้วิจัย

นางสาวปภาวรินทร์ ยั่งยืนคร ปีการศึกษา 2557

ปริญญา

ครุศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชา วิทยาศาสตร์ศึกษา

อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์หลัก

ดร.สุวรรณิ พรหมศิริ

อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ร่วม

ดร.สชน เสนาสวัสดิ์

บทคัดย่อ

งานวิจัยครั้งนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อ 1) สร้างและหาประสิทธิภาพบทเรียนคอมพิวเตอร์มัลติมีเดีย เรื่อง การสังเคราะห์ด้วยแสงของพืช สำหรับนักศึกษาระดับปริญญาตรี มหาวิทยาลัยราชภัฏสงขลา ให้ได้ประสิทธิภาพตามเกณฑ์มาตรฐาน 80/80 2) ศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักศึกษา ก่อน และหลังจากใช้บทเรียนคอมพิวเตอร์มัลติมีเดีย 3) ศึกษาความพึงพอใจของนักศึกษาที่มีต่อการเรียน ด้วยบทเรียนคอมพิวเตอร์มัลติมีเดียที่ผู้วิจัยสร้างขึ้น ตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัย คือ นักศึกษาระดับปริญญาตรี มหาวิทยาลัยราชภัฏสงขลา ได้มาจากการเลือกแบบเจาะจง จำนวน 30 คน เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย มีดังนี้ คือ บทเรียนคอมพิวเตอร์มัลติมีเดีย เรื่อง การสังเคราะห์ด้วยแสงของพืช แบบทดสอบวัดผล สัมฤทธิ์ทางการเรียนแบบปรนัยและอัตนัย และแบบสอบถามความพึงพอใจหลังจากใช้บทเรียน คอมพิวเตอร์มัลติมีเดีย สถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล คือ ค่าเฉลี่ย ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน ค่าสัมประสิทธิ์ ความสอดคล้อง ค่าความเชื่อมั่น และทดสอบค่าทีเพื่อหาความแตกต่างระหว่างผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ผลการวิจัยพบว่า 1) บทเรียนคอมพิวเตอร์มัลติมีเดียที่สร้างขึ้นมีประสิทธิภาพตามเกณฑ์มาตรฐานที่ กำหนดไว้ (80.19/82.00) 2) ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักศึกษาหลังเรียนด้วยบทเรียนคอมพิวเตอร์ มัลติมีเดีย เรื่อง การสังเคราะห์ด้วยแสงของพืช สูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 3) ความพึงพอใจของนักศึกษาระดับปริญญาตรี ที่มีต่อการเรียนด้วยบทเรียนคอมพิวเตอร์มัลติมีเดีย เรื่อง การสังเคราะห์ด้วยแสงของพืชอยู่ในระดับมาก

Thesis Title	Achievement by using computer multimedia through photosynthesis of plant of undergraduates Songkhla Rajabhat University
Researcher	Miss Paphawarin Yingnakhon Academic year: 2015
Degree	Master of Education Program in Science Education
Advisors	1. Dr.Suwannee Phromsiri 2. Dr.Sathon Senasawat

Abstract

The objectives of this study were: 1) to a construct a computer multimedia instruction lesson on plant photosynthesis for undergraduates students to the 80/80 efficiency standard; 2) to compare the test scores on plant photosynthesis before and after learning through a computer multimedia instruction lesson; and 3) to investigate learners' satisfaction on learning plant photosynthesis through the computer multimedia instruction lesson constructed for the present study. Subjects consisted of thirty students, selected by a purposive sampling technique from the population of Songkhla Rajabhat University undergraduate students. Research instruments consisted of: 1) a computer multimedia instruction lesson on plant photosynthesis,; 2) a five-alternative multiple-choice test; 3) a subjective achievement test ; and 4) a rating–scale questionnaire on learner satisfaction. Statistical data analysis was performed to identify the means and standard deviation index of Item Objective Congruence, as well as the reliability and differences between the means through a series of t-test. Results showed that: 1) the constructed computer multimedia instruction lesson on plant photosynthesis for undergraduate students attained the 80.19/82.00 efficiency standard; 2) learners' test scores on plant photosynthesis after learning through a computer multimedia instruction lesson were significantly higher than before receiving the instruction the significant level of .50. and 3) the undergraduate students' satisfaction on learning plant photosynthesis through the constructed computer multimedia instruction lesson was at a high level.

กิตติกรรมประกาศ

วิทยานิพนธ์ฉบับนี้ สำเร็จได้ด้วยความกรุณาจาก ดร.สุวรรณี พรหมศิริ อาจารย์ที่ปรึกษา วิทยานิพนธ์หลัก และ ดร.สธน เสนาสวัสดิ์ อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ร่วม ที่ได้ให้คำปรึกษา ให้กำลังใจ สนับสนุน และช่วยเหลือแนะนำอย่างดียิ่ง ตลอดจนให้ความเอาใจใส่ในการแก้ไขปรับปรุง ข้อบกพร่องต่าง ๆ จนวิทยานิพนธ์ฉบับนี้สำเร็จด้วยดี ผู้วิจัยขอกราบขอบพระคุณเป็นอย่างสูงไว้ ณ ที่นี้

ขอกราบขอบพระคุณผู้เชี่ยวชาญทุกท่าน (ดังรายนามในภาคผนวก ก) ที่ได้กรุณาตรวจสอบ แก้ไข ปรับปรุงข้อบกพร่องต่าง ๆ ทำให้เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้สมบูรณ์ขึ้น

ขอกราบขอบพระคุณบิดา มารดา และญาติพี่น้องทุกคนที่คอยช่วยเหลือ อบรมสั่งสอน สนับสนุน ให้กำลังใจ ให้ความรักความห่วงใยแก่ผู้วิจัยตลอดมา

ขอขอบคุณเพื่อน ๆ และพี่น้องสาขาวิทยาศาสตร์ศึกษาทุกคนที่คอยช่วยเหลือ ให้คำปรึกษา และคอยเป็นกำลังในการทำวิทยานิพนธ์

ความสำเร็จ ความภาคภูมิใจ คุณค่าและประโยชน์ของวิทยานิพนธ์ฉบับนี้ ขอมอบแด่พระคุณบิดา มารดาผู้ให้กำเนิด ครู อาจารย์ผู้ประสิทธิ์ประสาทวิชาความรู้ตั้งแต่เยาว์วัยจนกระทั่งเติบโตในปัจจุบัน ตลอดจนผู้มีพระคุณทุกท่าน

ปภาวรินทร์ ชื่นนคร
กรกฎาคม 2558

สารบัญ

	หน้า
บทคัดย่อภาษาไทย.....	(1)
บทคัดย่อภาษาอังกฤษ.....	(2)
กิตติกรรมประกาศ.....	(3)
สารบัญ.....	(4)
สารบัญตาราง.....	(6)
สารบัญภาพ.....	(8)
บทที่ 1 บทนำ.....	1
ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา.....	1
วัตถุประสงค์การวิจัย.....	5
สมมติฐานการวิจัย.....	5
ขอบเขตการวิจัย.....	6
กรอบแนวคิดการวิจัย.....	8
นิยามศัพท์เฉพาะ.....	9
ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ.....	10
บทที่ 2 เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง.....	11
พระราชบัญญัติการศึกษาแห่งชาติ.....	12
สื่อการเรียนการสอน.....	12
บทเรียนคอมพิวเตอร์มัลติมีเดีย.....	18
ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน.....	36
ความพึงพอใจในการเรียน.....	52
งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง.....	55

สารบัญ (ต่อ)

	หน้า
บทที่ 3 วิธีดำเนินการวิจัย.....	63
ประชากรและกลุ่มตัวอย่าง.....	63
แบบแผนการวิจัย.....	64
เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย.....	64
การสร้างเครื่องมือและหาคุนภาพเครื่องมือ.....	65
วิธีการเก็บรวบรวมข้อมูล.....	77
การวิเคราะห์ข้อมูลและสถิติที่ใช้.....	79
บทที่ 4 ผลการวิเคราะห์ข้อมูล.....	84
การเสนอผลการวิเคราะห์ข้อมูล.....	84
สัญลักษณ์ที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล.....	84
ผลการวิเคราะห์ข้อมูล.....	85
บทที่ 5 สรุป อภิปรายผล และข้อเสนอแนะ.....	89
สรุป.....	89
อภิปรายผล.....	90
ข้อเสนอแนะ.....	94
บรรณานุกรม.....	95
ภาคผนวก.....	108
ภาคผนวก ก ราชานามผู้เชี่ยวชาญตรวจสอบเครื่องมือ.....	109
ภาคผนวก ข หนังสือขอความอนุเคราะห์เป็นผู้เชี่ยวชาญตรวจสอบเครื่องมือ.....	111
ภาคผนวก ค เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย.....	115
ภาคผนวก ง การหาคุนภาพเครื่องมือ.....	214
ภาคผนวก จ ภาพกิจกรรม.....	237
ประวัติผู้วิจัย.....	243

สารบัญญัตราง

ตาราง		หน้า
1	แสดงเป้าหมายของหลักสูตร.....	41
2	แสดงถึงแบบแผนวิธีการวิจัย.....	64
3	ประสิทธิภาพของบทเรียนคอมพิวเตอร์มัลติมีเดีย แบบเดี่ยว (1:1:1).....	85
4	ประสิทธิภาพของบทเรียนคอมพิวเตอร์มัลติมีเดีย แบบย่อย (3:3:3).....	86
5	ประสิทธิภาพของบทเรียนคอมพิวเตอร์มัลติมีเดียของกลุ่มภาคสนาม (10:10:10).....	86
6	เปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนก่อนและหลังใช้บทเรียนคอมพิวเตอร์มัลติมีเดีย.....	87
7	ผลการศึกษาความพึงพอใจของนักศึกษาที่มีต่อบทเรียนคอมพิวเตอร์มัลติมีเดีย.....	88
8	แสดงการวิเคราะห์จำนวนข้อสอบตามวัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรมในแต่ละหน่วยการเรียนรู้.....	188
9	ผลการประเมินความสอดคล้อง (IOC) บทเรียนคอมพิวเตอร์มัลติมีเดียด้านเนื้อหา.....	215
10	ผลการประเมินความสอดคล้อง (IOC) บทเรียนคอมพิวเตอร์มัลติมีเดียด้านสื่อมัลติมีเดีย.....	217
11	แสดงรายละเอียดการประเมินคุณภาพบทเรียนคอมพิวเตอร์มัลติมีเดีย เรื่อง การสังเคราะห์ด้วยแสงของพืช ของผู้เชี่ยวชาญทางด้านเนื้อหา.....	220
12	แสดงรายละเอียดการประเมินคุณภาพบทเรียนคอมพิวเตอร์มัลติมีเดีย เรื่อง การสังเคราะห์ด้วยแสงของพืช ของผู้เชี่ยวชาญทางด้านสื่อมัลติมีเดีย.....	223
13	ผลการหาประสิทธิภาพบทเรียนคอมพิวเตอร์มัลติมีเดียของกลุ่มตัวอย่าง.....	226
14	แสดงคะแนนจากการทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ก่อนเรียน และหลังเรียน โดยใช้บทเรียนคอมพิวเตอร์มัลติมีเดีย เรื่อง การสังเคราะห์ด้วยแสงของพืช.....	228
15	แสดงผลค่าความยากง่าย (p) และค่าอำนาจจำแนก (r) ของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน จำนวน 60 ข้อ.....	230

สารบัญตาราง (ต่อ)

ตาราง	หน้า
16 ผลการประเมินความสอดคล้องระหว่างข้อคำถามกับวัตถุประสงค์ ของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่อง การสังเคราะห์ ด้วยแสงของพืช ของนักศึกษามหาวิทยาลัยราชภัฏสงขลา.....	233
17 ค่าดัชนีความสอดคล้อง (IOC) แบบประเมินความพึงพอใจ.....	235



สารบัญญภาพ

ภาพ	หน้า
1 แสดงกรอบแนวคิดการวิจัย.....	8
2 แสดงกรอบแนวคิดการนำมัลติมีเดียปฏิสัมพันธ์ไปใช้ในการเรียนการสอน.....	22
3 แสดงวิธีการใช้บทเรียนคอมพิวเตอร์มัลติมีเดียในรูปแบบต่าง ๆ เพื่อสนับสนุนกระบวนการเรียนการสอน.....	24
4 แสดงความสัมพันธ์ของจุดมุ่งหมายของการสอบ.....	40
5 แสดงขั้นตอนการสร้างและหาคุณภาพบทเรียนคอมพิวเตอร์มัลติมีเดีย.....	69
6 แสดงขั้นตอนการสร้างและหาคุณภาพแบบสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน.....	73
7 แสดงขั้นตอนการสร้างและหาคุณภาพแบบสอบถามความพึงพอใจ ที่มีต่อการเรียนรู้ด้วยบทเรียนคอมพิวเตอร์มัลติมีเดีย.....	76
8 แสดงขั้นตอนกิจกรรมการเรียนการสอนด้วยบทเรียนคอมพิวเตอร์ มัลติมีเดีย เรื่อง การสังเคราะห์ด้วยแสงของพืช.....	78
9 ชี้แจงการทำแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน.....	238
10 บรรยายสภาพภายในห้องเรียนที่จัดการเรียนรู้ด้วยบทเรียนคอมพิวเตอร์ มัลติมีเดีย เรื่อง การสังเคราะห์ด้วยแสงของพืช ของนักศึกษา ปริญญาตรีมหาวิทยาลัยราชภัฏสงขลา.....	239
11 นักศึกษาเรียนรู้ด้วยบทเรียนคอมพิวเตอร์มัลติมีเดีย.....	240
12 นักศึกษาเรียนรู้ด้วยบทเรียนคอมพิวเตอร์มัลติมีเดีย.....	241
13 นักศึกษาเรียนรู้ด้วยบทเรียนคอมพิวเตอร์มัลติมีเดีย.....	242
14 นักศึกษาเรียนรู้ด้วยบทเรียนคอมพิวเตอร์มัลติมีเดีย.....	242

บทที่ 1

บทนำ

ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา

ปัจจุบันการจัดการศึกษาเพื่อพัฒนาคนให้มีคุณภาพเป็นเรื่องที่มีความสำคัญอย่างยิ่ง โดยจะต้องเป็นการศึกษาที่ทำให้ศักยภาพที่มีอยู่ในตัวคนได้รับการพัฒนาอย่างเต็มความสามารถ ทำให้เป็นคน ที่รู้จักคิดวิเคราะห์ รู้จักแก้ปัญหา มีความคิดสร้างสรรค์ มีคุณธรรมจริยธรรม เรียนรู้ พัฒนา ปรับตัว ให้อยู่ในสังคมได้อย่างเป็นสุข (ณกมล ชาวปลายนา, 2544: 46–58) ซึ่งการจัดการเรียนการสอนควร ผสมผสานความรู้ในด้านต่าง ๆ อย่างได้สัดส่วนสมดุลกัน มีการปลูกฝังคุณธรรม ค่านิยมที่ดีงามและ คุณลักษณะอันพึงประสงค์ให้เกิดแก่ผู้เรียน มีการอำนวยความสะดวกให้แก่ผู้เรียนในเรื่องของบรรยากาศ สภาพแวดล้อม สื่อการเรียน แหล่งวิทยาการประเภทต่าง ๆ เพื่อให้ผู้เรียนเกิดการเรียนรู้และมีความ รอบรู้อย่างมีประสิทธิภาพสูงสุด การใช้เทคโนโลยีเข้ามาช่วยจัดการศึกษาเป็นแนวทางหนึ่งที่ส่งเสริม ให้ผู้เรียนเกิดการเรียนรู้ด้วยตนเอง สอดคล้องกับพระราชบัญญัติการศึกษาแห่งชาติ พุทธศักราช 2542 แก้ไขเพิ่มเติม (ฉบับที่ 2) พุทธศักราช 2545 และแก้ไขเพิ่มเติม (ฉบับที่ 3) พุทธศักราช 2553 หมวด 9 เทคโนโลยีเพื่อการศึกษา มาตรา 66 ผู้เรียนมีสิทธิได้รับการพัฒนาขีดความสามารถในการใช้เทคโนโลยี เพื่อการศึกษาในโอกาสแรกที่ทำได้ เพื่อให้มีความรู้และทักษะที่เพียงพอที่จะใช้เทคโนโลยีเพื่อการศึกษา ในการแสวงหาความรู้ด้วยตนเองได้อย่างต่อเนื่องตลอดชีวิต (สำนักงานคณะกรรมการการศึกษา แห่งชาติ, 2542)

ความก้าวหน้าของเทคโนโลยีคอมพิวเตอร์ในปัจจุบัน ทำให้มีลติมีเดียถูกนำไปใช้ประโยชน์ ในด้านต่าง ๆ ในแทบทุกแขนง โดยเฉพาะอย่างยิ่งด้านการศึกษาที่มีการนำไปใช้ในการเรียนการสอน อย่างต่อเนื่อง (ณัฐกร สงคราม, 2553: 1) เทคโนโลยีถูกนำมาใช้ทางการศึกษา เรียกว่า เทคโนโลยี ทางการศึกษา (Education Technology) (ไชยยศ เรื่องสุวรรณ, 2552: 8) เทคโนโลยีทางการศึกษาจะ ช่วยปรับปรุงคุณภาพทางการศึกษาของเด็กไทยในศตวรรษที่ 21 โดยมีเป้าหมายหลักเพื่อช่วยเปลี่ยน สังคมไทยไปสู่สังคมแห่งการเรียนรู้ การประกันโอกาสของผู้เรียนในการเข้าถึงการเรียนรู้ตลอดชีวิต และเชื่อมโยงสังคมไทยเข้าสู่สังคมเศรษฐกิจบนพื้นฐานความรู้ (กิดานันท์ มลิทอง, 2548: 93–94) ซึ่งในด้านการศึกษาก็ได้มีการนำคอมพิวเตอร์ไปช่วยในการสอนมากขึ้น ทั้งยังกระตุ้นให้ผู้เรียนเกิด ความสนใจในบทเรียนมากยิ่งขึ้น (กระทรวงศึกษาธิการ, 2551)

การนำเทคโนโลยีทางคอมพิวเตอร์มาใช้ในการเรียนการสอน เป็นสื่อให้ผู้เรียนเกิดการเรียนรู้ เข้าใจบทเรียนมากขึ้น บทเรียนคอมพิวเตอร์มัลติมีเดียเป็นสื่อการเรียนการสอนหนึ่งที่จะช่วยให้ผู้เรียน เกิดการเรียนรู้ที่มีประสิทธิภาพ เพราะช่วยกระตุ้นและสร้างความสนใจให้แก่ผู้เรียน ทำให้ผู้เรียน เกิดความเข้าใจเนื้อหาบทเรียนที่ย่างยากซับซ้อนได้ในเวลาอันสั้น และสามารถช่วยให้เกิดความคิด รวบรวมข้อในเรื่อนั้นอย่างถูกต้องรวดเร็ว ทำให้เกิดความสนุกไม่รู้สึกเบื่อหน่าย การเรียนช่วยส่งเสริม ลักษณะที่ดีในการศึกษาหาความรู้ ช่วยให้เกิดความคิดสร้างสรรค์ และช่วยแก้ไขปัญหาคความแตกต่าง ระหว่างบุคคลได้ (กิดานันท์ มลิทอง, 2543: 88) นอกจากนี้ประโยชน์ของเทคโนโลยีที่มีผลต่อการศึกษา ยังช่วยส่งเสริมให้ผู้เรียนได้รับรู้และเรียนรู้ได้ในปริมาณที่เพิ่มขึ้นในเวลาที่ย่ำจำกัด รวมถึงให้ผู้เรียน เกิดความสนใจในการเรียนและได้มีส่วนร่วมในกระบวนการเรียนรู้ที่ครูสอน (วรวิทย์ นิเทศศิลป์, 2551: 16)

การนำคอมพิวเตอร์มาใช้เป็นเครื่องมือในการสอนนับว่าเป็นเทคโนโลยีระดับสูง โดยมีการ นำมาใช้พัฒนาให้เป็นบทเรียนคอมพิวเตอร์มัลติมีเดีย ซึ่งเป็นสื่อการสอนที่นิยมใช้ในด้านการศึกษา เนื่องจากบทเรียนคอมพิวเตอร์มัลติมีเดียเป็นบทเรียนที่มีความสามารถในด้านการใช้งานในลักษณะ สื่อหลายมิติ ทำให้การเรียนการสอนมีการโต้ตอบกันได้ ในระหว่างผู้เรียนกับเครื่องคอมพิวเตอร์ เช่นเดียวกับการเรียนการสอนระหว่างผู้สอนและผู้เรียน นอกจากนี้คอมพิวเตอร์มีความสามารถในการตอบสนองต่อข้อมูลที่ผู้เรียนป้อนเข้าไปได้ทันที ซึ่งเป็นการช่วยเสริมแรงให้แก่ผู้เรียน ดังนั้นจึง มีการใช้บทเรียนคอมพิวเตอร์มัลติมีเดียกันอย่างกว้างขวางและแพร่หลายในปัจจุบัน เพื่อให้ผู้เรียน สามารถเรียนรู้จากโปรแกรมบทเรียนเพื่อการสอนรูปแบบต่าง ๆ กัน (ดวงมาลัย สัมมาวิภาวิกุล, 2541: 43) สอดคล้องกับ Hall (1996) ที่กล่าวว่า คอมพิวเตอร์มัลติมีเดียเป็นสื่อที่นิยมใช้ในการสอน เนื่องจากการนำสื่อหลาย ๆ สื่อมาผสมผสานเข้าด้วยกันอย่างเป็นระบบ ได้แก่ ข้อความ เสียง กราฟิก ภาพนิ่ง ภาพเคลื่อนไหว โดยอาศัยศักยภาพทางคอมพิวเตอร์ ทำให้เกิดปฏิสัมพันธ์โต้ตอบกับผู้เรียนได้ เป็นการเชื่อมโยงทฤษฎีและการปฏิบัติเข้าด้วยกัน ผู้เรียนสามารถเรียนรู้ด้วยตนเอง โดยให้ผู้เรียนมี ส่วนร่วมในสถานการณ์นั้น ๆ สามารถตอบสนองในด้านความแตกต่างระหว่างบุคคล มีการเสริมแรง ซึ่งเป็นการสร้างแรงจูงใจ ทำให้มีความกระตือรือร้นในการเรียนและสามารถสื่อความคิดไปสู่ผู้อื่นได้ อย่างมีประสิทธิภาพ (อดิศักดิ์ เซ็นเสถียร, 2541: 35)

บทเรียนคอมพิวเตอร์มัลติมีเดียเป็นสื่อที่สร้างขึ้นโดยได้รับอิทธิพลจากแนวคิดของนักจิตวิทยา ในกลุ่มพฤติกรรมนิยมที่มีความเชื่อว่า การสอนที่ได้กำหนดวัตถุประสงค์เอาไว้ล่วงหน้าเป็นอย่างดี มีความเหมาะสมกับผู้เรียนแต่ละคน โดยจัดรูปแบบการนำเสนอความรู้เป็นหน่วยย่อย ที่สัมพันธ์กัน เป็นลำดับจะช่วยให้ผู้เรียนได้รับประสบการณ์และบรรลุผลในการเรียนที่ต่อเนื่อง (วุฒิชัย ประสารสอย, 2545: 63) โดยสอดคล้องกับทฤษฎีการสร้างความรู้ (Constructivism) ที่มีรากฐานมาจากทฤษฎีพัฒนาการ

ของเพียเจต์ (Piaget) เรียกว่า ทฤษฎีการเรียนรู้พุทธิปัญญานิยม (Cognitive constructivism) และของ วีก็อตสกี (Vygotsky) ที่เน้นเกี่ยวกับบริบททางสังคม (Social constructivism) แนวคิดของทฤษฎีนี้ มุ่งเน้นการสร้างมากกว่าการรับความรู้ โดยเชื่อว่าการเรียนรู้เป็นกระบวนการที่เกิดขึ้นภายในของ ผู้เรียน โดยมีผู้เรียนเป็นผู้สร้างความรู้จากความสัมพันธ์ระหว่างสิ่งที่พบเห็น กับความรู้ความเข้าใจ เดิมที่มีมาก่อน โดยพยายามนำความเข้าใจเกี่ยวกับเหตุการณ์และปรากฏการณ์ที่ตนพบเห็นมาสร้าง เป็นโครงสร้างทางปัญญา (Cognitive structure) หรือที่เรียกว่า สกิมา (Schema) เพื่อเชื่อมโยงความรู้ ให้เข้าสู่สภาพสมดุลหรือเกิดการเรียนรู้ขึ้นเอง (สุมาลี ชัยเจริญ, 2547: 16) ภายใต้แนวคิดการสร้าง ความรู้ บทบาทของผู้เรียนจะเป็นผู้ลงมือกระทำ ในขณะที่ผู้สอนจะเป็นผู้แนะแนว ออกแบบการเรียน การสอน จัดรูปแบบภารกิจการเรียนรู้ สร้างสิ่งแวดล้อมให้ผู้เรียนมีปฏิสัมพันธ์อย่างมีความหมายกับ เนื้อหาทางวิชาการ รวมถึงการส่งเสริมผู้เรียน ด้วยกระบวนการทางพุทธิปัญญาเกี่ยวกับการเลือก การจัดหมวดหมู่ การบูรณาการข้อมูลสารสนเทศ (Mayer, 1996) และการที่ผู้เรียนได้เชื่อมโยงสิ่งที่ เรียนรู้ใหม่เข้าสู่โครงสร้างทางปัญญาจะช่วยให้ผู้เรียนสามารถคงความรู้ และจัดลำดับความคิดเพื่อ เชื่อมโยงความรู้ ทำให้เกิดความเข้าใจ เป็นการเรียนรู้ที่มีความหมาย (Ausubel, 1969) นอกจากนี้ ยังสอดคล้องกับการเรียนแบบรายบุคคล (Individualized instruction) ช่วยลดปัญหาการเรียนการสอน แบบกลุ่มใหญ่ ซึ่งไม่สามารถตอบสนองต่อผู้เรียนแต่ละคนที่มีความแตกต่างกันได้ อันเป็นปัญหา สำคัญในการเรียนการสอน (อนันต์ มนต์สันเทียะ, 2546: 5) ซึ่งตรงกับพระราชบัญญัติการศึกษา แห่งชาติพุทธศักราช 2542 แก้ไขเพิ่มเติม (ฉบับที่ 2) พุทธศักราช 2545 และแก้ไขเพิ่มเติม (ฉบับที่ 3) พุทธศักราช 2553 หมวด 4 แนวการจัดการศึกษา มาตรา 22 ระบุไว้ว่า การจัดการศึกษาต้องยึดหลักว่า ผู้เรียนทุกคนมีความสามารถเรียนรู้และพัฒนาตนเองได้ และถือว่าผู้เรียนมีความสำคัญที่สุด กระบวนการ จัดการศึกษาต้องส่งเสริมให้ผู้เรียนสามารถพัฒนาตามธรรมชาติและเต็มตามศักยภาพ คำนึงถึงความ แตกต่างระหว่างบุคคล ฝึกให้ผู้เรียนเกิดทักษะ กระบวนการคิด การจัดการ การเผชิญสถานการณ์ การนำความรู้มาประยุกต์ใช้เพื่อป้องกันและแก้ไขปัญหาได้จริง กิจกรรมการเรียนการสอนควรส่งเสริม ให้ผู้เรียนได้เรียนรู้จากประสบการณ์จริง ฝึกปฏิบัติให้ทำได้ คิดเป็น ทำเป็น มีสำนึกในการรักการอ่าน และเกิดการใฝ่รู้อย่างต่อเนื่อง (สำนักงานคณะกรรมการการศึกษาแห่งชาติ, 2542)

ในสภาพปัจจุบันพบว่า การจัดการเรียนการสอนวิชาชีววิทยานั้น ครูส่วนใหญ่จะใช้วิธีการ สอนแบบบรรยายอย่างเดียว ไม่เห็นความจำเป็นของการใช้สื่อ เข้มงวดกวัดขันจนผู้เรียนไม่กล้าแสดง ความคิดเห็น ตลอดจนไม่ค่อยให้ความสนใจนักเรียนที่เรียนอ่อน โดยครูส่วนใหญ่มักให้ความสนใจ นักเรียนที่เรียนเก่งมากกว่านักเรียนที่เรียนอ่อน โดยมีได้คำนึงถึงความแตกต่างระหว่างบุคคลว่าผู้เรียน บางคนต้องใช้เวลาเรียน เวลาทำความเข้าใจมากกว่าผู้เรียนคนอื่น (สุนีย์ คล้ายนิล, 2545: 41-48) โดยเฉพาะเนื้อหาเรื่อง การสังเคราะห์ด้วยแสงของพืช มีลักษณะเป็นนามธรรม เข้าใจยาก และส่วน

ที่เป็นทฤษฎีผู้เรียนต้องใช้จินตนาการทำให้มีโอกาสเข้าใจคาดเคลื่อนหรือไม่เข้าใจได้ และส่งผลต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของผู้เรียน (นภคล บุญญา, 2550: 4) นอกจากนี้ยังพบว่า นักศึกษาในระดับอุดมศึกษามีแนวความคิดที่คาดเคลื่อนเกี่ยวกับการหายใจ และการสังเคราะห์ด้วยแสง (นุชนารถ ติมาภีร์ภักษ์, 2543: บทคัดย่อ) ซึ่งสอดคล้องกับการศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักศึกษาปริญญาตรี มหาวิทยาลัยราชภัฏสงขลา ปีการศึกษา 2553 ภาคเรียนที่ 1 นักศึกษารหัส 524284 โปรแกรมวิชาเอกชีววิทยา จำนวน 34 คน โดยใช้แบบทดสอบเรื่อง การสังเคราะห์ด้วยแสงของพืช จำนวน 30 ข้อ ซึ่งในหัวข้อการสังเคราะห์ด้วยแสงของพืช คิดเป็นร้อยละ 8 ของเนื้อหาทั้งหมดพบว่า ผลสัมฤทธิ์หลังเรียนของนักศึกษา คือ ร้อยละ 34.5 ซึ่งต่ำกว่าเกณฑ์ร้อยละ 50 ของแบบทดสอบ โดยนักศึกษากลุ่มนี้ได้ผ่านการเรียนรู้ เรื่อง การสังเคราะห์ด้วยแสงของพืช โดยใช้ power point ในการบรรยาย

สันทนี นิชมพงษ์ (2554: 32-37) ได้ทำการพัฒนาคอมพิวเตอร์มัลติมีเดีย เรื่อง การใช้โปรแกรม Authorware สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 พบว่า ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 ผลการประเมินชิ้นงานของผู้เรียน ค่าเฉลี่ยร้อยละ 79.93 ซึ่งสูงกว่าเกณฑ์ร้อยละ 75 และผู้เรียนที่เรียนด้วยบทเรียนคอมพิวเตอร์มัลติมีเดีย มีความพึงพอใจในระดับมากที่สุด ซึ่งสอดคล้องกับการศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน โดยใช้บทเรียนคอมพิวเตอร์มัลติมีเดีย เรื่อง ระบบหมุนเวียนเลือด กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 พบว่า ผลสัมฤทธิ์ของนักเรียนหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 และนักเรียนมีความพึงพอใจต่อการเรียน โดยใช้บทเรียนคอมพิวเตอร์มัลติมีเดียอยู่ในระดับมากที่สุด (วนิดา ไร่คง, 2555: บทคัดย่อ) และจากผลการวิจัยของ จุฑาทิพย์ วุฒิจาม (2555) ทำการวิจัย การพัฒนาบทเรียนคอมพิวเตอร์มัลติมีเดีย เรื่อง ระบบเครื่องเสียงและระบบฉายวิชาเทคโนโลยีการศึกษา พบว่า ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 และนักศึกษาที่เรียนโดยใช้บทเรียนคอมพิวเตอร์มัลติมีเดียมีความพึงพอใจอยู่ในระดับมาก สอดคล้องกับ ชูติกาญจน์ วรศิลป์, (2555: 66-72) ทำการวิจัย การพัฒนาบทเรียนคอมพิวเตอร์มัลติมีเดีย วิชาวิทยาศาสตร์ เรื่อง แรงดันและแรงโน้มถ่วงระดับชั้นประถมศึกษา ศูนย์การศึกษานอกกระบวนและศูนย์การศึกษาตามอัธยาศัย จังหวัดนครราชสีมา พบว่า ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 และนักศึกษาที่เรียน โดยใช้บทเรียนคอมพิวเตอร์มัลติมีเดียมีความพึงพอใจอยู่ในระดับมาก

จากเหตุผลของสภาพปัญหาดังกล่าวข้างต้น ผู้วิจัยคาดว่าแนวทางแก้ไขโดยใช้บทเรียนคอมพิวเตอร์มัลติมีเดียมาใช้เป็นสื่อสำหรับการจัดการเรียนการสอน จะทำให้ผู้เรียนเรียนรู้และเข้าใจเนื้อหาได้ง่ายขึ้น เนื่องจากเนื้อหาเรื่องการสังเคราะห์ด้วยแสงของพืชมีเนื้อหาและกระบวนการที่เข้าใจยาก จึงต้องใช้เวลาในการเรียนรู้และทำความเข้าใจกระบวนการต่าง ๆ และเพื่อช่วยแก้ไขปัญหาที่เกิดขึ้น

ผู้วิจัยจึงพัฒนารูปแบบการเรียนการสอนโดยเลือกใช้บทเรียนคอมพิวเตอร์มัลติมีเดีย เพื่อใช้ในการสอน เรื่อง การสังเคราะห์ด้วยแสงของพืช สำหรับนักศึกษาปริญญาตรี มหาวิทยาลัยราชภัฏสงขลา ซึ่งการเรียนรู้อย่างตนเองและสื่อการสอนที่น่าสนใจจะส่งผลให้ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของผู้เรียนสูงขึ้น กว่าปีการศึกษา 2553 และผู้เรียนมีความสุขในการเรียนมากขึ้น

วัตถุประสงค์การวิจัย

1. เพื่อสร้างและหาประสิทธิภาพบทเรียนคอมพิวเตอร์มัลติมีเดีย เรื่อง การสังเคราะห์ด้วยแสงของพืช สำหรับนักศึกษาระดับปริญญาตรี มหาวิทยาลัยราชภัฏสงขลา ให้ได้ประสิทธิภาพตามเกณฑ์มาตรฐาน 80/80
2. เพื่อเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักศึกษา ก่อนและหลังการใช้บทเรียนคอมพิวเตอร์มัลติมีเดีย เรื่อง การสังเคราะห์ด้วยแสงของพืช
3. เพื่อศึกษาความพึงพอใจของนักศึกษาที่มีต่อบทเรียนคอมพิวเตอร์มัลติมีเดีย เรื่อง การสังเคราะห์ด้วยแสงของพืช

สมมติฐานการวิจัย

1. บทเรียนคอมพิวเตอร์มัลติมีเดีย เรื่อง การสังเคราะห์ด้วยแสงของพืช สำหรับนักศึกษาระดับปริญญาตรี มหาวิทยาลัยราชภัฏสงขลา มีประสิทธิภาพตามเกณฑ์มาตรฐาน 80/80
2. นักศึกษาระดับปริญญาตรี มหาวิทยาลัยราชภัฏสงขลา ที่เรียนด้วยบทเรียนคอมพิวเตอร์มัลติมีเดีย เรื่อง การสังเคราะห์ด้วยแสงของพืช มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน
3. นักศึกษาระดับปริญญาตรี มหาวิทยาลัยราชภัฏสงขลา มีความพึงพอใจต่อการใช้บทเรียนคอมพิวเตอร์มัลติมีเดีย เรื่อง การสังเคราะห์ด้วยแสงของพืชในระดับมาก

ขอบเขตการวิจัย

การวิจัยครั้งนี้ ผู้วิจัยได้กำหนดขอบเขตของการวิจัย ดังนี้

1. ประชากรและกลุ่มตัวอย่าง

1.1 ประชากร

ประชากรที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้เป็นนักศึกษาระดับปริญญาตรีชั้นปีที่ 3 โปรแกรมวิชาชีววิทยาและชีววิทยาประยุกต์ที่ลงทะเบียนเรียนรายวิชา พฤกษศาสตร์ ในภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2557 มหาวิทยาลัยราชภัฏสงขลา จังหวัดสงขลา จำนวน 30 คน

1.2 กลุ่มตัวอย่าง

กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้เป็นนักศึกษาระดับปริญญาตรีชั้นปีที่ 3 โปรแกรมวิชาชีววิทยาและชีววิทยาประยุกต์ที่ลงทะเบียนเรียนรายวิชา พฤกษศาสตร์ ในภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2557 มหาวิทยาลัยราชภัฏสงขลา จังหวัดสงขลา จำนวน 30 คน ได้มาโดยการเลือกแบบเจาะจง (Purposive sampling)

2. ตัวแปรที่ใช้ในการศึกษา

2.1 ตัวแปรต้น คือ การสอนโดยใช้บทเรียนคอมพิวเตอร์มัลติมีเดีย เรื่อง การสังเคราะห์ด้วยแสงของพืช สำหรับนักศึกษาปริญญาตรีมหาวิทยาลัยราชภัฏสงขลา

2.2 ตัวแปรตาม ได้แก่

2.2.1 ประสิทธิภาพของบทเรียนคอมพิวเตอร์มัลติมีเดีย เรื่อง การสังเคราะห์ด้วยแสงของพืช สำหรับนักศึกษาปริญญาตรีมหาวิทยาลัยราชภัฏสงขลา ที่มีประสิทธิภาพตามเกณฑ์ 80/80

2.2.2 ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนก่อนเรียนและหลังการเรียนด้วยบทเรียนคอมพิวเตอร์มัลติมีเดีย เรื่อง การสังเคราะห์ด้วยแสงของพืช สำหรับนักศึกษาปริญญาตรีมหาวิทยาลัยราชภัฏสงขลา

2.2.3 ความพึงพอใจของนักศึกษาที่มีต่อการเรียนด้วยบทเรียนคอมพิวเตอร์มัลติมีเดีย เรื่อง การสังเคราะห์ด้วยแสงของพืช สำหรับนักศึกษาปริญญาตรีมหาวิทยาลัยราชภัฏสงขลา

3. เนื้อหาที่ใช้ในการสร้างบทเรียนคอมพิวเตอร์มัลติมีเดีย

เนื้อหาที่นำมาสร้างบทเรียนคอมพิวเตอร์มัลติมีเดีย เรื่อง การสังเคราะห์ด้วยแสงของพืช สำหรับนักศึกษาปริญญาตรีมหาวิทยาลัยราชภัฏสงขลา มีทั้งหมด 6 หัวข้อ ต่อไปนี้

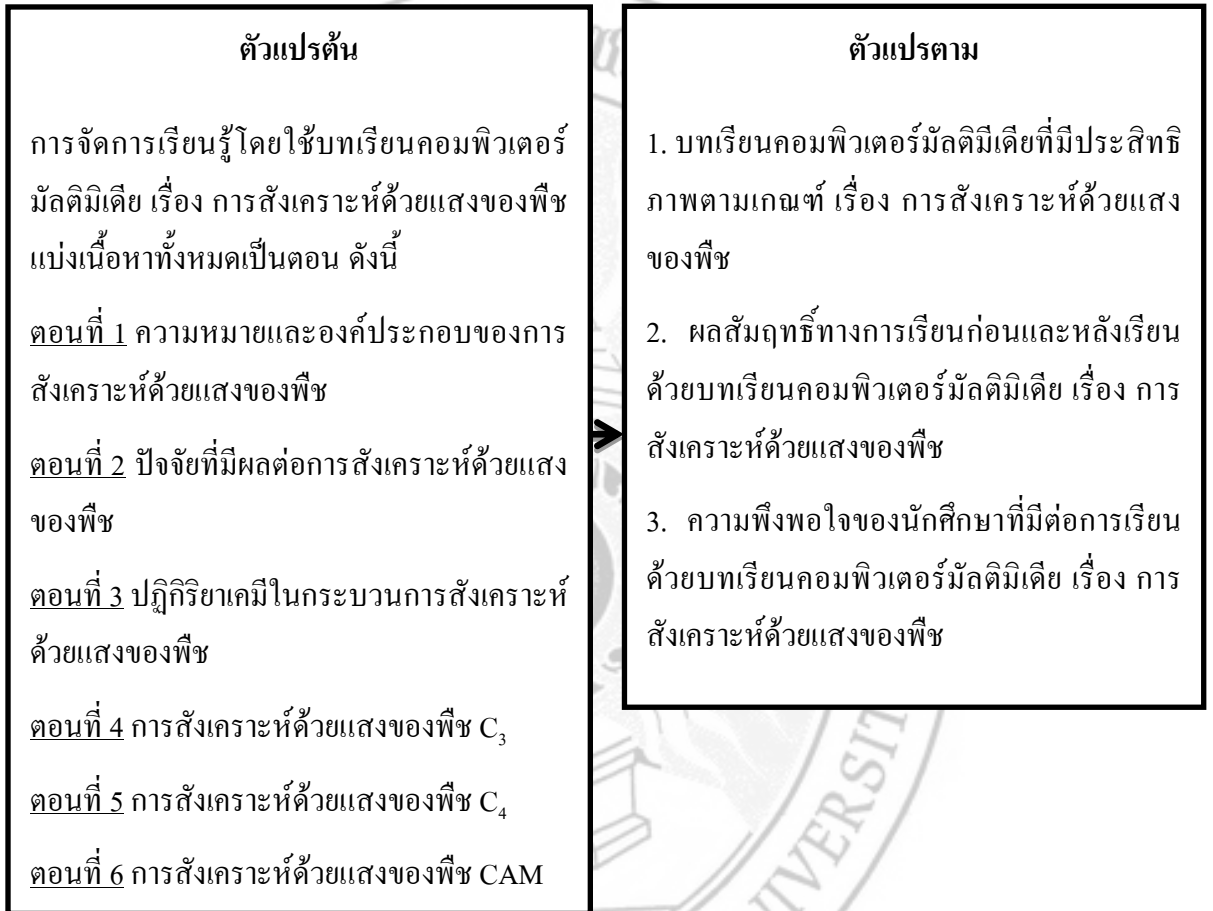
- 3.1 ความหมายและองค์ประกอบของการสังเคราะห์ด้วยแสงของพืช
- 3.2 ปัจจัยที่มีผลต่อการสังเคราะห์ด้วยแสงของพืช
- 3.3 ปฏิกริยาเคมีในกระบวนการสังเคราะห์ด้วยแสงของพืช
- 3.4 การสังเคราะห์ด้วยแสงของพืช C_3
- 3.5 การสังเคราะห์ด้วยแสงของพืช C_4
- 3.6 การสังเคราะห์ด้วยแสงของพืช CAM

4. ระยะเวลา

ระยะเวลาที่ใช้ในการศึกษาการใช้บทเรียนคอมพิวเตอร์มัลติมีเดีย เรื่อง การสังเคราะห์ด้วยแสงของพืช สำหรับนักศึกษาปริญญาตรีมหาวิทยาลัยราชภัฏสงขลา ดำเนินการวิจัยในภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2557 ใช้เวลาสอน 3 สัปดาห์ สัปดาห์ละ 3 คาบ คาบละ 50 นาที โดยทำการทดสอบก่อนเรียน 1 คาบ จากนั้นดำเนินการจัดการเรียนรู้ 7 คาบ และทำการทดสอบหลังเรียน 1 คาบ รวมใช้เวลา 9 คาบ

กรอบแนวคิดการวิจัย

ในการศึกษาวิจัยบทเรียนคอมพิวเตอร์มัลติมีเดีย เรื่อง การสังเคราะห์ด้วยแสงของพืช สำหรับ นักศึกษาปริญญาตรีมหาวิทยาลัยราชภัฏสงขลา ผู้วิจัยได้กำหนดกรอบแนวคิดในการวิจัยครั้งนี้ ดังนี้



ภาพ 1 แสดงกรอบแนวคิดการวิจัย

นิยามศัพท์เฉพาะ

การวิจัยครั้งนี้ ผู้วิจัยได้กำหนดนิยามศัพท์เฉพาะ ดังนี้

1. บทเรียนคอมพิวเตอร์มัลติมีเดีย หมายถึง บทเรียนที่ใช้โปรแกรมสำเร็จรูปในการนำเสนอ โดยใช้รูปแบบของข้อความ ภาพนิ่ง ภาพเคลื่อนไหว เสียง กราฟิก แบบฝึกหัด และแบบทดสอบ เรื่อง การสังเคราะห์ด้วยแสงของพืช ที่ผู้วิจัยสร้างขึ้น สำหรับนักศึกษาปริญญาตรีมหาวิทยาลัยราชภัฏสงขลา ซึ่งออกแบบไว้นำเสนอบทเรียนตามลำดับขั้นตอนการเรียนรู้อย่างเป็นระบบ ผู้เรียนสามารถเรียนรู้ และทบทวนบทเรียนได้ด้วยตนเอง

2. ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน หมายถึง ผลคะแนนที่ได้จากการทดสอบก่อนเรียนและการทดสอบ หลังเรียน หลังจากเรียนรู้ด้วยบทเรียนคอมพิวเตอร์มัลติมีเดีย เรื่อง การสังเคราะห์ด้วยแสงของพืช ประเมินผลด้วยข้อสอบที่ผู้วิจัยสร้างขึ้น แบ่งเป็น 2 ตอน คือ ตอนที่ 1 ข้อสอบปรนัย แบบเลือกตอบ 5 ตัวเลือก จำนวน 30 ข้อ ข้อละ 1 คะแนน คะแนนรวม 30 คะแนน และตอนที่ 2 ข้อสอบอัตนัย จำนวน 5 ข้อ ข้อละ 2 คะแนน คะแนนรวม 10 คะแนน รวมคะแนนทั้งหมดจากข้อสอบทั้ง 2 ตอน คือ 40 คะแนน โดยนำผลการทดสอบก่อนเรียนและหลังเรียนมาเปรียบเทียบกัน

3. ประสิทธิภาพของบทเรียนคอมพิวเตอร์มัลติมีเดีย หมายถึง ประสิทธิภาพของบทเรียน คอมพิวเตอร์มัลติมีเดีย เรื่อง การสังเคราะห์ด้วยแสงของพืช ที่นำไปทดสอบกับกลุ่มตัวอย่างแล้ว ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนตามเกณฑ์ประสิทธิภาพมาตรฐาน 80/80

80 ตัวแรก (E_1) หมายถึง ร้อยละของคะแนนเฉลี่ยของนักศึกษาเมื่อศึกษาจากบทเรียน คอมพิวเตอร์มัลติมีเดีย แล้วทำแบบทดสอบระหว่างเรียนแต่ละหน่วยย่อยได้คะแนนเฉลี่ยไม่น้อยกว่า ร้อยละ 80

80 ตัวหลัง (E_2) หมายถึง ร้อยละของคะแนนเฉลี่ยของนักศึกษาเมื่อศึกษาจากบทเรียน คอมพิวเตอร์มัลติมีเดีย แล้วทำแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังเรียน ได้คะแนนเฉลี่ยไม่ น้อยกว่าร้อยละ 80

4. ความพึงพอใจในการเรียน หมายถึง ความรู้สึก เจตคติที่ดี หรือความคิดเห็นในลักษณะ ชอบหรือพึงพอใจของนักศึกษาในด้านเนื้อหา และรูปแบบบทเรียนคอมพิวเตอร์มัลติมีเดีย หลังจาก ที่นักศึกษาได้เรียนด้วยบทเรียนคอมพิวเตอร์มัลติมีเดีย เรื่อง การสังเคราะห์ด้วยแสงของพืช สำหรับ นักศึกษาปริญญาตรีมหาวิทยาลัยราชภัฏสงขลา โดยใช้แบบสอบถามความพึงพอใจ ซึ่งมีมาตราวัด แบบประเมินค่า 5 ระดับ ของลิเคิร์ต โดยมีเกณฑ์ คือ มากที่สุด มาก ปานกลาง น้อย และน้อยที่สุด

ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

1. ได้บทเรียนคอมพิวเตอร์มัลติมีเดีย เรื่อง การสังเคราะห์ด้วยแสงของพืช สำหรับนักศึกษาปริญญาตรีมหาวิทยาลัยราชภัฏสงขลา ที่มีประสิทธิภาพ และสามารถนำไปใช้ในการเรียนการสอนได้จริง
2. นักศึกษาที่ได้รับการเรียนการสอนโดยใช้บทเรียนคอมพิวเตอร์มัลติมีเดีย มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนที่สูงขึ้น
3. กระตุ้นให้นักศึกษาเกิดความสนใจในการเรียนและสามารถทบทวนความรู้จากบทเรียนคอมพิวเตอร์มัลติมีเดียตามความสะดวกและตามความสามารถของตนเอง
4. เป็นแนวทางในการแก้ปัญหาการจัดการเรียนการสอนที่มีเนื้อหายากต่อการเข้าใจ และมีข้อจำกัดของเวลาให้ผู้เรียนเรียนรู้ได้รวดเร็วขึ้น และสามารถเรียนรู้ได้ด้วยตนเอง
5. เป็นแนวทางให้ครูผู้สอนนำไปพิจารณาปรับปรุงหรือพัฒนาบทเรียนคอมพิวเตอร์มัลติมีเดียในการเรียนการสอนรายวิชาชีววิทยาในหน่วยการเรียนรู้อื่น เรื่องอื่น ในระดับอื่น หรือรายวิชาอื่นต่อไป

บทที่ 2

เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

การวิจัย เรื่อง ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน โดยใช้บทเรียนคอมพิวเตอร์มัลติมีเดีย เรื่อง การสังเคราะห์ด้วยแสงของพืช ของนักศึกษาระดับปริญญาตรี มหาวิทยาลัยราชภัฏสงขลา ผู้วิจัยได้ทำการศึกษาเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง ดังต่อไปนี้

1. พระราชบัญญัติการศึกษาแห่งชาติ

พระราชบัญญัติการศึกษาแห่งชาติ พุทธศักราช 2542 แก้ไขเพิ่มเติม (ฉบับที่ 2) พุทธศักราช 2545 และที่แก้ไขเพิ่มเติม (ฉบับที่ 3) พุทธศักราช 2553

2. สื่อการเรียนการสอน

2.1 ความหมายของสื่อการเรียนการสอน

2.2 ประเภทของสื่อการสอน

2.3 คุณค่าของสื่อการเรียนการสอน

2.4 การเลือกใช้สื่อการเรียนการสอน

3. บทเรียนคอมพิวเตอร์มัลติมีเดีย

3.1 ความหมายที่เกี่ยวข้องกับบทเรียนคอมพิวเตอร์มัลติมีเดีย

3.2 รูปแบบของบทเรียนคอมพิวเตอร์มัลติมีเดีย

3.3 โครงสร้างและส่วนประกอบของบทเรียนคอมพิวเตอร์มัลติมีเดีย

3.4 ทฤษฎีการเรียนรู้ที่เกี่ยวข้องกับบทเรียนคอมพิวเตอร์มัลติมีเดีย

3.5 ประโยชน์ของบทเรียนคอมพิวเตอร์มัลติมีเดีย

4. ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

4.1 ความหมายของผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

4.2 ประเภทของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

4.3 ขั้นตอนการสร้างแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

4.4 หลักการสร้างแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

5. ความพึงพอใจในการเรียน

5.1 ความหมายความพึงพอใจในการเรียน

5.2 แนวคิดทฤษฎีเกี่ยวกับความพึงพอใจ

6. งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง
 - 6.1 งานวิจัยในประเทศ
 - 6.2 งานวิจัยต่างประเทศ

พระราชบัญญัติการศึกษาแห่งชาติ

พระราชบัญญัติการศึกษาแห่งชาติ พุทธศักราช 2542 และที่แก้ไขเพิ่มเติม (ฉบับที่ 2) พุทธศักราช 2545 และที่แก้ไขเพิ่มเติม (ฉบับที่ 3) พุทธศักราช 2553

การวิจัยครั้งนี้ผู้วิจัยได้สร้างบทเรียนคอมพิวเตอร์มัลติมีเดียขึ้น เพื่อใช้ในการจัดการเรียนการสอน เรื่อง การสังเคราะห์ด้วยแสงของพืช เพื่อให้ผู้เรียนได้เรียนรู้ด้วยตนเอง ได้เรียนรู้ด้วยสื่อที่มีความหลากหลาย และใช้เทคโนโลยีในการสร้างความรู้ความเข้าใจ ซึ่งสอดคล้องกับพระราชบัญญัติการศึกษาแห่งชาติ ในหมวด 4 และหมวด 9 ดังนี้ หมวด 4 แนวการจัดการศึกษา มาตรา 22 การจัดการศึกษาต้องยึดหลักว่าผู้เรียนทุกคนมีความสามารถเรียนรู้ และพัฒนาตนเองได้ และถือว่าผู้เรียนมีความสำคัญที่สุด กระบวนการจัดการศึกษาต้องส่งเสริมให้ผู้เรียนสามารถพัฒนาตามธรรมชาติและเต็มศักยภาพ หมวด 9 เทคโนโลยีเพื่อการศึกษา มาตรา 66 ผู้เรียนมีสิทธิได้รับการพัฒนาความสามารถในการใช้เทคโนโลยีเพื่อการศึกษาใน โอกาสแรกๆ ที่ทำได้ เพื่อให้มีความรู้และทักษะเพียงพอที่จะใช้เทคโนโลยีเพื่อการศึกษาในการแสวงหาความรู้ด้วยตนเองได้อย่างต่อเนื่องตลอดชีวิต

จากพระราชบัญญัติการศึกษาข้างต้น การศึกษาเน้นให้ผู้เรียนได้ลงมือปฏิบัติด้วยตนเอง เพื่อให้ผู้เรียนได้เรียนรู้ แก้ปัญหา และพัฒนาตนเองได้อย่างมีประสิทธิภาพ โดยเฉพาะในปัจจุบันเทคโนโลยีมีบทบาทอย่างมากเกี่ยวกับการศึกษา ดังนั้นควรส่งเสริมให้ผู้เรียนได้เรียนรู้เทคโนโลยี เพื่อให้เกิดทักษะ และสามารถประยุกต์ใช้ความรู้ให้สอดคล้องกับชีวิตประจำวันได้

สื่อการเรียนการสอน

สื่อการเรียนการสอนเป็นองค์ประกอบที่สำคัญอย่างหนึ่งของการศึกษา เนื่องจากสื่อการเรียนการสอนทำให้ผู้เรียนเรียนรู้ได้ง่ายขึ้น นักการศึกษาต่างมีความเห็นสอดคล้องกันว่า สื่อการเรียนการสอนเป็นตัวกระตุ้นให้ผู้เรียนเกิดการเรียนรู้ได้อย่างมีประสิทธิภาพ รวมทั้งผู้เรียนยังสามารถเรียนรู้ได้มากขึ้น โดยเสียเวลาน้อยลง (กนกรัตน์ วุฒิวิชารณ์, 2554: 32)

1. ความหมายของสื่อการเรียนการสอน

สื่อการเรียนการสอน เป็นเครื่องมือที่ช่วยให้คุณภาพทางการเรียนสูงขึ้น ทำให้มีความสะดวกในการจัดการเรียนการสอน และยังช่วยเพิ่มประสิทธิภาพในการเรียนรู้ ซึ่งมีผู้ให้ความหมายของสื่อการเรียนการสอนไว้ ดังนี้ วิวรรณ จันทรเทพย์ (2540: 19) ได้ให้ความหมายไว้ว่า สื่อการสอน หมายถึง วัสดุอุปกรณ์หรือวิธีการใด ๆ ก็ตามที่เป็นตัวกลาง หรือพาหนะในการถ่ายทอดความรู้ ทักษะ ทักษะ และประสบการณ์ไปสู่ผู้เรียน สื่อการสอนแต่ละชนิดจะมีคุณสมบัติพิเศษ และมีคุณค่าในตัวเองในการเก็บและแสดงความหมายที่เหมาะสมกับเนื้อหา และเทคนิควิธีการใช้อย่างมีระบบ ทำให้การเรียนการสอนดำเนินไปอย่างมีประสิทธิภาพ ผู้เรียนบรรลุวัตถุประสงค์ของการเรียนที่ตั้งไว้ (ฐาปนีย์ ธรรมเมธา, 2541: 41) ซึ่งสอดคล้องกับ Gerlach and Ely (1980: 282) อ้างถึงใน อรุณ ผ่องใส (2547: 16) กล่าวว่าสื่อการเรียนการสอน คือ บุคคล วัสดุ เหตุการณ์ต่าง ๆ ซึ่งจะทำให้ผู้เรียนได้รับความรู้ ทักษะ และทัศนคติ ครู หนังสือและสิ่งแวดล้อมในโรงเรียนจัดเป็นสื่อการเรียนการสอนทั้งสิ้น หรือสื่อการสอนจะเป็นสิ่งที่ผู้สอนจะนำมาใช้เป็นช่องทางในการจัดการเรียนการสอน เพื่อช่วยให้กระบวนการเรียนรู้บรรลุตามจุดประสงค์ที่ตั้งไว้ได้อย่างมีประสิทธิภาพ ได้แก่ วัตถุ สิ่งของที่มีอยู่ตามธรรมชาติ หรือมนุษย์สร้างขึ้นมา รวมทั้งวิธีการสอนและกิจกรรมในรูปแบบต่าง ๆ (อรุณ ผ่องใส, 2547: 16) สอดคล้องกับ กิดานันท์ มลิทอง (2548: 100) ให้ความหมายของสื่อการสอนว่า สื่อชนิดใดก็ตามไม่ว่าจะเป็นเทปบันทึกเสียง สไลด์ วิทยุ โทรทัศน์ วีดิทัศน์ แผนภูมิ ภาพนิ่ง ฯลฯ ซึ่งบรรจุเนื้อหาที่เกี่ยวกับการเรียนการสอนไว้ สิ่งเหล่านี้จัดเป็นวัสดุอุปกรณ์ทางกายภาพที่นำมาใช้ในเทคโนโลยีการศึกษา เป็นสิ่งที่ใช้เป็นเครื่องมือหรือช่องทางสำหรับการสอนของผู้สอนส่งไปถึงผู้เรียน ทำให้ผู้เรียนสามารถเกิดการเรียนรู้ตามวัตถุประสงค์หรือจุดมุ่งหมายที่ผู้สอนวางไว้ได้เป็นอย่างดี สื่อการเรียนการสอนเปรียบได้กับมือที่สามของครู เพราะครูสามารถนำมาใช้เป็นเครื่องทุ่นแรง ช่วยเสริมให้การสอนน่าสนใจ และลดพลังงานที่ครูต้องพูดอธิบายให้น้อยลง ช่วยกระตุ้นความสนใจของผู้เรียน สร้างความเข้าใจให้ชัดเจนขึ้น และช่วยให้ผู้เรียนเกิดการเรียนรู้ได้เร็วตลอดจนจำได้นาน (อาภรณ์ ใจเที่ยง, 2550: 187)

จากความหมายของสื่อการเรียนการสอนข้างต้น ผู้วิจัยได้ให้ความหมายของสื่อการเรียนการสอนในการวิจัยครั้งนี้ คือ วัสดุ อุปกรณ์ และวิธีการใด ๆ ก็ตามที่ใช้ถ่ายทอดความรู้สู่ผู้เรียน เพื่อช่วยให้กระบวนการจัดการเรียนการสอนมีประสิทธิภาพสูงสุดต่อผู้เรียน และบรรลุตามวัตถุประสงค์ที่ตั้งไว้ ซึ่งการวิจัยครั้งนี้สื่อการเรียนการสอน คือ บทเรียนคอมพิวเตอร์มัลติมีเดีย เรื่อง การสังเคราะห์ด้วยแสงของพืช ที่ผู้วิจัยสร้างขึ้น

2. ประเภทของสื่อการสอน

กิดานันท์ มลิทอง (2548: 120) ได้แบ่งประเภทของสื่อการสอนออกเป็น 4 ประเภท คือ

- 1) สื่อการสอนประเภทไม่ใช้เครื่องฉาย ได้แก่ สิ่งพิมพ์ ของจริง ของจำลอง วัสดุ กราฟิก กระดานดำ กระดานขาว กระดานผ้าสาธิต การศึกษานอกสถานที่
- 2) สื่อการสอนประเภทใช้เครื่องฉาย แบ่งเป็น ประเภทเสนองานนิ่ง ได้แก่ เครื่องฉายภาพทึบแสง แผ่นโปร่งใส สไลด์ फिल्मสตริป ไมโครฟิล์มและ ประเภทเสนองานเคลื่อนไหว ได้แก่ ภาพยนตร์ โทรทัศน์วงจรปิด โทรทัศน์วงจรเปิด วีดิทัศน์
- 3) สื่อการสอนประเภทเครื่องเสียง ได้แก่ วิทยุ เทปบันทึกเสียง แผ่นซีดี และ 4) สื่อเชิงโต้ตอบ ได้แก่ คอมพิวเตอร์ บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน ซีดี-รอม แผ่นวีดิทัศน์ สื่อหลายมิติ แผ่นวีดิทัศน์เชิงโต้ตอบ

อาภรณ์ ใจเที่ยง (2550: 187) ได้แบ่งประเภทของสื่อการสอนไว้ดังนี้ คือ สื่อประเภทวัสดุ เช่น ของจริง ของจำลอง รูปภาพ บัตรคำ แผนภูมิ แผนที่ หนังสือ ฯลฯ สื่อประเภทอุปกรณ์ เช่น เครื่องฉายข้ามศีรษะ โทรทัศน์ เครื่องบันทึกเสียง วิทยุ ฯลฯ และสื่อประเภทวิธีการ ได้แก่ กิจกรรมทุกอย่างที่ครูหรือนักเรียนจัดขึ้นทั้งในและนอกห้องเรียน เช่น การสาธิต การแสดงบทบาทสมมติ การแสดงละคร การเชิดหุ่น การศึกษานอกสถานที่ ฯลฯ

ไชยยศ เรืองสุวรรณ (2553: 90) ได้แบ่งประเภทของสื่อไว้ดังนี้ คือ สื่อของจริง ได้แก่ วิทยากรผู้ชำนาญการ วัสดุสิ่งของ เครื่องมือต่าง ๆ หุ่นจำลอง เป็นต้น สื่อประเภทไม่ต้องฉาย ได้แก่ สื่อสิ่งพิมพ์ แผ่นป้ายต่าง ๆ วัสดุกราฟิก รูปภาพและคู่มือการใช้เครื่องมือและแบบฝึกทักษะบางอย่าง สื่อประเภทเสียง ได้แก่ เทปบันทึกเสียง แผ่นเสียง และวิทยุ เป็นต้น สื่อภาพนิ่งประเภทฉาย ได้แก่ สไลด์ फिल्मสตริป แผ่นใสใช้กับเครื่องฉายข้ามศีรษะ และโฮโลแกรม เป็นต้น สื่อภาพเคลื่อนไหว เช่น ภาพยนตร์ วีดิโอ และโทรทัศน์ เป็นต้น สื่อประสม เช่น สิ่งพิมพ์ เทปเสียง ไมโครฟิช บทเรียนหรือสื่อโปรแกรมคอมพิวเตอร์ปฏิสัมพันธ์ เช่น สื่อทางไกล คอมพิวเตอร์ เกม เป็นต้น

จากประเภทของสื่อการสอนข้างต้นสรุปว่า ประเภทของสื่อการสอนสามารถแบ่งได้หลายประเภทตามลักษณะการนำไปใช้ โดยทั่วไปจะแบ่งเป็นสื่อวัสดุ สื่ออุปกรณ์ และสื่อวิธีการ โดยบทเรียนคอมพิวเตอร์มัลติมีเดียที่ผู้วิจัยสร้างขึ้น เป็นสื่อการเรียนการสอนประเภทอุปกรณ์ เพราะใช้คอมพิวเตอร์ในการสร้างบทเรียนและจัดการเรียนการสอนในชั้นเรียน

3. คุณค่าของสื่อการเรียนการสอน

สื่อการเรียนการสอนไม่ว่าจะได้รับการพัฒนาหรือสร้างขึ้น จะมีคุณค่าเกิดขึ้นก็ต่อเมื่อมีการนำสื่อดังกล่าวไปใช้ให้เกิดประโยชน์ และจากผลงานวิจัยของ จันทรฉาย เติมยาการ (2533: 7); ฐาปนีย์ ธรรมเมธา (2541: 47); อรุณ ผ่องใส (2547: 17); กิดานันท์ มลิทอง (2548: 108); ทิพวรรณ ยิ้มรัศย์ (2549: 35) และอาภรณ์ ใจเที่ยง (2550: 188) เมื่อทำการวิจัยแล้วได้แบ่งคุณค่าของสื่อการเรียนการสอนออกเป็น 3 ด้าน คือ คุณค่าของสื่อการเรียนการสอนต่อผู้สอน คุณค่าของสื่อการเรียนการสอนต่อผู้เรียน และคุณค่าของสื่อการเรียนการสอนที่ได้มาจากผลการวิจัย สรุปได้ดังนี้

3.1 คุณค่าของสื่อการเรียนการสอนต่อผู้สอน

3.1.1 ช่วยแบ่งเบาภาระของผู้สอนในด้านการเตรียมเนื้อหา เพราะในบางครั้งอาจให้ผู้เรียนศึกษาเนื้อหาจากสื่อเอง เช่น บทเรียนโปรแกรม ชุดการสอน

3.1.2 ผู้สอนสนุกสนานไปกับการสอน เนื่องจากบรรยากาศในชั้นเรียนเปลี่ยนไปจากการที่ครูพูดคนเดียวหน้าชั้นมาเป็นการใช้สื่อ อุปกรณ์ต่าง ๆ ประกอบการเรียนการสอน หรือกิจกรรมต่าง ๆ เมื่อผู้เรียนมีชีวิตชีวา สนใจการเรียน ทำให้ผู้สอนเกิดกำลังใจและมีความภาคภูมิใจในการจัดการเรียนการสอนเช่นกัน

3.1.3 เป็นการกระตุ้นให้ผู้สอนตื่นตัวอยู่เสมอในการเตรียมและผลิตอุปกรณ์ ค้นคว้าหาวิธีการใหม่ ๆ เพื่อให้การเรียนรู้น่าสนใจ ทำให้บรรยากาศทางการศึกษาไม่ซบเซา

3.1.4 ทำให้ผู้สอนมีความเชื่อมั่นในการสอนมากขึ้น เช่น กรณีที่ผู้สอนจำเนื้อหาหรือลำดับการสอนไม่ได้ ผู้สอนอาจจะดูจากสื่อประกอบคำบรรยาย เป็นต้น

3.1.5 ช่วยทดแทนจำนวนผู้สอนที่มีน้อย หรืออยู่ไกล เช่น การจัดการศึกษาทางไกล การใช้โทรทัศน์วงจรปิด การใช้สื่อการเรียนการสอนรายบุคคล เป็นต้น

3.2 คุณค่าของสื่อการเรียนการสอนต่อผู้เรียน

3.2.1 กระตุ้นและสร้างความสนใจให้แก่ผู้เรียน ทำให้เกิดความสุขและไม่รู้สึกเบื่อหน่ายต่อการเรียน

3.2.2 ช่วยให้ผู้เรียนเกิดการเรียนรู้อย่างมีประสิทธิภาพ เพราะจะช่วยให้เกิดความเข้าใจในเนื้อหาบทเรียนที่ยู่ยากซับซ้อนได้ง่ายขึ้นในระยะเวลาอันสั้น และเกิดความคิดรวบยอดในเรื่องนั้นได้อย่างถูกต้องและรวดเร็ว

3.2.3 การใช้สื่อจะทำให้ผู้เรียนมีความเข้าใจตรงกัน และเกิดประสบการณ์ร่วมกันในวิชาที่เรียน

3.2.4 ช่วยแก้ปัญหาความแตกต่างระหว่างบุคคล โดยการจัดให้มีการใช้สื่อทางการศึกษาเป็นรายบุคคล และสามารถทบทวนดูซ้ำได้ตามความต้องการเมื่อผู้เรียนยังไม่เข้าใจ

3.2.5 ผู้เรียนมีส่วนร่วมในกิจกรรมการเรียนการสอนมากขึ้น ทำให้เกิดมนุษยสัมพันธ์อันดีระหว่างผู้เรียนด้วยกัน และผู้สอน

3.2.6 ช่วยสร้างเสริมลักษณะนิสัยที่ดีในการศึกษาค้นคว้าหาความรู้ และช่วยให้ผู้เรียนเกิดความคิดสร้างสรรค์จากการใช้สื่อเหล่านั้น

3.3 คุณค่าของสื่อการเรียนการสอนที่เป็นผลมาจากการวิจัย

3.3.1 ช่วยให้ผู้เรียนเกิดการเรียนรู้ได้ดีจากประสบการณ์ที่มีความหมายในรูปแบบต่างๆ

3.3.2 ช่วยให้ผู้เรียนเรียนรู้ได้มากขึ้นในเวลาที้น้อยลง

3.3.3 ช่วยให้ผู้เรียนจำ สร้างความประทับใจ และการเรียนรู้มีความคงทน

3.3.4 ช่วยส่งเสริมการคิดและแก้ปัญหาในการเรียนรู้

3.3.5 ช่วยลดการบรรยายของผู้สอน แต่ช่วยให้ผู้เรียนเข้าใจได้ง่ายขึ้น

3.3.6 ช่วยลดการสูญเปล่าทางการศึกษา

3.3.7 ช่วยให้ผู้สามารถเรียนรู้ในสิ่งที่เรียนรู้ที่มีข้อจำกัดต่างๆ เช่น ทำสิ่งที่ซับซ้อนให้ง่ายขึ้น ทำสิ่งที่เคลื่อนไหวช้าหรือเปลี่ยนแปลงช้าให้ดูเร็วขึ้น ทำให้สิ่งที่ดูเคลื่อนไหวเร็วให้ดูช้าลง ทำสิ่งที่นามธรรมให้เป็นรูปธรรม ทำสิ่งที่ใหญ่มากให้ย่อขนาดเล็กลง ทำสิ่งที่เล็กมากให้ขยายขนาดขึ้น นำอดีตมาศึกษาได้ และนำสิ่งที่อยู่ไกล หรือลึกลับมาศึกษาได้

จากคุณค่าของสื่อการเรียนการสอนข้างต้นสรุปได้ว่า การนำสื่อการเรียนการสอนมาใช้ในการจัดการเรียนรู้ มีผลทำให้กระบวนการจัดการเรียนรู้มีประสิทธิภาพตรงตามจุดประสงค์ที่ตั้งไว้ ซึ่งการใช้สื่อการเรียนการสอนเป็นการนำประสบการณ์จริงที่พบทั้งในและนอกห้องเรียนมาสู่ผู้เรียน เพื่อให้เกิดการเรียนรู้และประหยัดเวลา ตลอดจนสื่อบางอย่างสามารถทดแทนการสอนของผู้สอนได้ ส่งผลให้ผู้เรียนมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนสูงขึ้น และมีความพึงพอใจในการเรียนสูงขึ้นด้วย ผู้วิจัยเห็นถึงความสำคัญของสื่อการเรียนการสอน จึงสร้างสื่อการเรียนการสอนในรูปแบบของบทเรียนคอมพิวเตอร์มัลติมีเดีย เรื่อง การสังเคราะห์ด้วยแสงของพืช ในการวิจัยครั้งนี้

4. การเลือกใช้สื่อการเรียนการสอน

เคมปี (Kemp, 1985: 133 อ้างถึงใน อรุณ พ่องใส, 2547: 19) กล่าวว่า การจัดการเรียนการสอนส่วนใหญ่ประสบความสำเร็จด้วยการใช้สื่อการเรียนการสอนที่เหมาะสม ทั้งนี้เพราะสื่อช่วยให้การจัดการกิจกรรมการเรียนการสอน หรือการฝึกอบรมทั้งหลายบรรลุตามจุดหมายได้อย่างมีประสิทธิภาพ ซึ่งสอดคล้องกับ กิดานันท์ มลิทอง (2548: 109) ได้กล่าวถึงการเลือกสื่อการสอนว่า การเลือกสื่อการสอนมาใช้ประกอบการสอนเพื่อให้ผู้เรียนเกิดการเรียนรู้อย่างมีประสิทธิภาพเป็นสิ่งสำคัญ ผู้สอนจะต้องตั้งจุดประสงค์เชิงพฤติกรรมในการเรียนการสอนให้แน่นอน เพื่อใช้วัดจุดประสงค์นั้นเป็นตัวชี้แนะ

ในการเลือกสื่อที่เหมาะสม และมีหลักการอื่น ๆ เพื่อประกอบการพิจารณาด้วยองค์ประกอบดังต่อไปนี้ สื่อนั้นต้องเหมาะสมกับเนื้อหา มีความสัมพันธ์กับวัตถุประสงค์ของการสอน เนื้อหาต้องถูกต้องทันสมัย น่าสนใจ ลำดับขั้นตอนให้เข้าใจง่ายเพื่อส่งผลต่อผู้เรียนให้ผู้เรียนเข้าใจเนื้อหานั้นได้ดีที่สุด นอกจากนี้ สื่อควรเหมาะสมกับวัย ระดับชั้น จำนวนผู้เรียน ความสามารถ ความสนใจ รวมทั้งทักษะ และรูปแบบ การเรียนของผู้เรียน เพื่อช่วยให้ผู้เรียนร่วมกิจกรรมตามที่ผู้สอนต้องการ รูปแบบของสื่อต้องช่วยเสนอแนะ กิจกรรมอื่น ๆ ที่นักเรียนอาจปฏิบัติเพิ่มเติมได้ ซึ่งควรจัดความเหมาะสมในเรื่องสภาพแวดล้อมในการ ใช้สื่อ นั้น เช่น สถานที่ แสงสว่าง อากาศ และสิ่งอำนวยความสะดวกอื่น ๆ เพื่อให้เป็นสื่อที่เหมาะสม กับทัศนคติและทักษะของผู้สอน ใช้การได้เป็นอย่างดี ก่อให้เกิดประสิทธิภาพในการเรียนรู้ได้ดี สะดวกต่อการใช้และเก็บรักษา คุณค่าของสื่อต้องเหมาะสมกับราคา มีราคาไม่แพงจนเกินไป หรือ ถ้าผลิตเองควรคุ้มกับเวลา และการลงทุน นอกจากนี้ อารมณ์ ใจเที่ยง (2550: 189) กล่าวว่า การเลือก ใช้สื่อ ผู้สอนควรกำหนดจุดประสงค์การสอนเสียก่อน เพื่อเป็นการชี้้นำการเลือกใช้สื่อการสอน และ ควรมีหลักการในการเลือกใช้สื่อ ดังนี้ เลือกใช้สื่อที่ตรงกับบทเรียนและตรงกับเป้าหมายของเรื่องที่สอน สื่อที่มีเนื้อหาถูกต้อง ทันสมัย สีสันดึงดูดความสนใจผู้เรียน ควรใช้สีเย็นตาสดใส ขนาดถูกต้องตาม หลักเกณฑ์ เช่น บัตรคำ ควรมีตัวอักษรสูงประมาณ 1/5 นิ้ว ความยาวประมาณ 1/8 นิ้ว และเขียนด้วย หมึกสีชัดเจน สีที่ควรใช้ คือ สีเขียว น้ำเงิน บนกระดานขาว จะช่วยให้ผู้เรียนเกิดการเรียนรู้ที่ดี รูปแบบ ตัวอักษรแบบที่อ่านง่าย มีหัวตัวอักษรชัดเจนซึ่งจะให้ผลต่อการเรียนการสอนมากที่สุด ช่วยให้ผู้เรียน เข้าใจเนื้อหาได้ดีเป็นลำดับขั้นตอน สื่อต้องเหมาะสมกับวัย ระดับชั้น ความรู้และประสบการณ์ของ ผู้เรียน เป็นสื่อที่มีคุณภาพเทคนิคการผลิตที่ดี มีความชัดเจนและเป็นจริง ราคาถูก ถ้าผลิตเองควรคุ้ม กับเวลาและการลงทุน มีความสะดวกในการใช้ มีวิธีการใช้ไม่ซับซ้อนยุ่งยากจนเกินไป และไม่เป็น อันตรายแก่ผู้เรียน ควรเลือกใช้สื่อที่แปลกไปจากสิ่งที่ผู้เรียนเคยเห็นจำเจแล้ว หรือเลือกใช้สื่อที่สามารถ เคลื่อนไหวได้ (Movement) จะช่วยเร้าความสนใจได้ดีเป็นพิเศษ และที่สำคัญพิจารณาเลือกสื่อในปริมาณ ที่พอเหมาะที่จะใช้ประกอบการสอนอย่างแท้จริงไม่มากจนเกินไป จนทำให้การเรียนการสอนส่วนอื่น บกพร่อง หรือเหลือใช้ในแต่ละชั่วโมงที่เรียน และ ไชยยศ เรื่องสุวรรณ (2553: 95) กล่าวว่า การเลือก ใช้สื่อได้อย่างเหมาะสม จะช่วยให้การจัดกิจกรรมการเรียนการสอนบรรลุจุดมุ่งหมายการเรียนการสอนได้ เนื่องจากจูงใจให้ผู้เรียนมีความตั้งใจและสนใจเรียนมากขึ้น ให้ประสบการณ์แก่ผู้เรียนอย่างมีความหมาย ก่อให้เกิดเจตคติที่ดี และมีความประทับใจในสิ่งที่เรียน อธิบายเนื้อหาวิชา และทักษะกระบวนการต่าง ๆ ได้อย่างชัดเจน และเปิดโอกาสให้ผู้เรียนมีส่วนร่วมในการเรียนมากขึ้น จากข้อมูลการเลือกใช้สื่อ การเรียนการสอนข้างต้น การเลือกใช้สื่อที่หลากหลาย เหมาะสมกับเนื้อหา เร้าความสนใจของผู้เรียน จะส่งผลให้การเรียนการสอนบรรลุตามวัตถุประสงค์ที่ตั้งไว้ ผู้วิจัยจึงเลือกสื่อมัลติมีเดียในการสร้าง บทเรียนในครั้งนี้ เพราะสื่อมัลติมีเดียมีความหลากหลายทั้งตัวอักษร (Text) ภาพนิ่ง (Still Image)

ภาพเคลื่อนไหว (Animation) เสียง (Sound) วิดีโอ (Video) และปฏิสัมพันธ์ (Interactive) เป็นการเพิ่มความสนใจให้เกิดแก่ผู้เรียนมากยิ่งขึ้น ทำให้ผู้เรียนเกิดการรับรู้ที่หลากหลาย เรียนรู้ได้เร็วขึ้น ซึ่งจะส่งผลให้ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของผู้เรียนสูงขึ้น และผู้เรียนมีความพึงพอใจต่อการเรียนเพิ่มมากขึ้นด้วย

บทเรียนคอมพิวเตอร์มัลติมีเดีย

1. ความหมายที่เกี่ยวข้องกับบทเรียนคอมพิวเตอร์มัลติมีเดีย

1.1 ความหมายของมัลติมีเดีย

บุปผชาติ ทัพทิกธน์ (2538: 25–26) ได้ให้ความหมายของ “มัลติมีเดีย” ว่าเป็นการประสมประสานอักขระเสียง ภาพนิ่ง ภาพเคลื่อนไหว และภาพวีดิทัศน์ สื่อความหมายข้อมูลผ่านคอมพิวเตอร์ไปสู่โปรแกรม ถ้าสื่อผ่านคอมพิวเตอร์มีลักษณะการสื่อสารไปมาทั้งสองทาง ทำให้เป็นมัลติมีเดียที่เรียกว่า มัลติมีเดียปฏิสัมพันธ์ (Interactive Multimedia) กล่าวคือ มีการโต้ตอบระหว่างผู้ใช้และคอมพิวเตอร์ถ้ามีการเชื่อมโยงส่วนประกอบมัลติมีเดีย ซึ่งได้แก่ อักขระ เสียง ภาพนิ่ง ภาพเคลื่อนไหว และภาพวีดิทัศน์

จันทนา บุญยากรณ์ (2539: 60) กล่าวว่า วิธีสอนที่สร้างความแปลกใหม่ให้กับผู้เรียน จะทำให้ผู้เรียนมีหน้าตาที่สดชื่นแจ่มใส แสดงความสนใจต่อการเรียนและไม่รู้สึกรู้สึท้อหน่าย ซึ่งสื่อมัลติมีเดียเป็นนวัตกรรมอย่างหนึ่งที่สร้างขึ้นเพื่อให้นักเรียนเกิดความสนใจและอยากเรียนรู้

ยีน ภูววรรณ (2539: 159) กล่าวถึงมัลติมีเดียว่า มัลติ แปลว่า หลากหลาย มีเดีย แปลว่า สื่อมัลติมีเดีย จึงหมายถึงสื่อหลายอย่าง สื่อหรือตัวกลาง คือ สิ่งที่จะส่งความเข้าใจระหว่างกันของผู้ใช้ เช่น ข้อมูลต้องการรูปภาพ เสียง ภาพเคลื่อนไหว วิดีโอ และอื่น ๆ ที่นำมาประยุกต์ร่วมกัน

ปัทมาพร เอ็นบำรุง (2541: 67) กล่าวว่า มัลติมีเดียเป็นการนำเสนอเนื้อหาความรู้ที่มีภาพนิ่ง ภาพเคลื่อนไหว ประกอบเสียงบรรยายรวมไว้ในสื่อเดียวกัน โดยใช้คอมพิวเตอร์เป็นตัวควบคุมการทำงาน

กรมวิชาการ กระทรวงศึกษาธิการ (2544: 2) กล่าวว่า มัลติมีเดียหรือสื่อหลายมิติ หมายถึง การใช้สื่อมากกว่า 1 สื่อ ร่วมกันนำเสนอข้อมูลข่าวสาร โดยมีจุดมุ่งหมายให้ผู้รับสื่อสามารถรับข้อมูลข่าวสารได้มากกว่า 1 ช่องทางและหลากหลายรูปแบบ ครอบคลุมชุดการสอนที่รวมสื่อต่าง ๆ ไว้ด้วยกันเป็นชุด เพื่อการเรียนรู้ด้วยตนเองและการนำอุปกรณ์ต่าง ๆ เช่น เครื่องฉายสไลด์ เครื่องเล่นภาพวีดิทัศน์ เครื่องบันทึกเสียง ฯลฯ มาต่อพ่วง โดยมีระบบคอมพิวเตอร์เป็นตัวควบคุมรวมถึงระบบ

สื่อสมรรถนะแบบที่นำสื่อหลากหลายเข้ามาบูรณาการ ผ่านการควบคุมและโต้ตอบด้วยระบบคอมพิวเตอร์ ส่วนบุคคลหรือเครือข่าย

ลาณี เลิศอุดมกิจไพศาล (2544: 287) ให้ความหมาย มัลติมีเดีย หมายถึง สื่อการเรียนการสอนทางคอมพิวเตอร์รูปแบบหนึ่งที่มีนิยามบันทึกลงบนแผ่น CD-ROM ที่สามารถนำเสนอสื่อประสมได้แก่ ข้อความ ภาพนิ่ง กราฟิก แผนภูมิ ที่ใกล้เคียงกับการสอนจริงมากที่สุด โดยการนำเสนอเนื้อหาที่ละเอียด ซึ่งรูปแบบจะแตกต่างกันขึ้นอยู่กับธรรมชาติวิชา เพราะโครงสร้างเนื้อหาามีเป้าหมายสำคัญคือสามารถดึงดูดความสนใจและกระตุ้นให้ผู้เรียนเกิดความต้องการที่จะเรียนรู้

ไชยศ เรืองสุวรรณ (2545: 96) กล่าวว่า มัลติมีเดียเป็นการสร้างโปรแกรมนำเสนองานมีการเคลื่อนไหว มีเสียงบรรยายสลับกันไป สื่อที่เข้าร่วมในระบบสื่อประสมอาจเป็นทั้งสัญญาณภาพและสัญญาณเสียง โดยใช้คอมพิวเตอร์เป็นตัวควบคุมการทำงาน

หนูม้วน ร่มแก้ว (2545: 136) มัลติมีเดียหรือสื่อประสม สามารถแบ่งออกเป็น 2 ความหมายคือ ความหมายที่หนึ่ง มัลติมีเดีย หมายถึง สื่อประสมที่นำสื่อหลายประเภทมาใช้ร่วมกันในการเรียนการสอน เช่น บทเรียนสำเร็จรูป ชุดการเรียนการสอน เป็นต้น ความหมายที่สอง มัลติมีเดีย หมายถึง การนำคอมพิวเตอร์มาใช้เป็นสื่อในการนำเสนอข้อมูลต่าง ๆ ทั้งข้อความ ภาพนิ่ง กราฟิก ภาพเคลื่อนไหว และมีเสียงประกอบ เช่น คอมพิวเตอร์ช่วยสอน (Computer Assisted Instruction : CAI) เป็นต้น

ทวีศักดิ์ กาญจนสุวรรณ (2548: 2-3) สำหรับคำว่า “มัลติ” หมายถึง หลาย ๆ อย่างผสมรวมกัน (ซึ่งมีศัพท์ที่ใกล้เคียงกัน เช่น Many, Much และ Multiple เป็นต้น) ส่วนคำว่า “มีเดีย” (Media) หมายถึง สื่อ ข่าวสาร ช่องทางการติดต่อสื่อสาร เมื่อนำมารวมกันเป็นคำว่า “มัลติมีเดีย” จึงหมายถึง การนำองค์ประกอบของสื่อชนิดต่าง ๆ มาผสมผสานเข้าด้วยกัน ซึ่งประกอบด้วยตัวอักษร (Text) ภาพนิ่ง (Image) ภาพเคลื่อนไหวหรืออะนิเมชัน (Animation) เสียง (Sound) และวิดีโอ (Video) โดยผ่านกระบวนการทางระบบคอมพิวเตอร์เพื่อสื่อสารความหมายกับผู้ใช้อย่างมีปฏิสัมพันธ์ (Interactive Multimedia) และได้บรรลุผลตามวัตถุประสงค์การใช้งาน

วราภรณ์ นันทียกุล และคณะ (2550: 20) กล่าวว่า มัลติมีเดีย คือ เทคโนโลยีที่ทำให้คอมพิวเตอร์มีความสามารถในการแสดงออกของข้อมูลในรูปของการผสมผสานระหว่างข้อความ ภาพนิ่ง ภาพเคลื่อนไหว และเสียงเข้าด้วยกัน ตลอดจนมีการนำระบบโต้ตอบกับผู้ใช้มาผสมผสานด้วย

ผจญ รุ่งอรุณเลิศ (2551: 32) กล่าวว่า สื่อมัลติมีเดีย หมายถึง สื่อการเรียนการสอนในรูปแบบคอมพิวเตอร์ที่นำเสนอข้อมูลเนื้อหาวิชาในรูปแบบการ์ตูนแอนิเมชัน 2 มิติ ทั้งภาพนิ่ง ภาพเคลื่อนไหว ประกอบเสียงบรรยาย โดยผู้ใช้สามารถมีปฏิสัมพันธ์กับสื่อเหล่านั้นได้

วิชาภรณ์ ผลเรื่อง (2551: 7) กล่าวว่า สื่อมัลติมีเดีย หมายถึง การใช้คอมพิวเตอร์แสดงผลในลักษณะผสมสื่อหลายชนิด โดยเน้นที่การเปิดโอกาสให้ผู้เรียนได้เห็น ได้เลือกและรับฟังข้อมูลข่าวสารผ่านจอคอมพิวเตอร์ โดยข้อมูลและข่าวสารต่าง ๆ จะรวมรูปแบบของข้อความ ภาพนิ่ง ภาพเคลื่อนไหว เสียงบรรยาย เสียงประกอบและเสียงดนตรี ผู้เรียนสามารถโต้ตอบกับบทเรียนได้ และมีการป้อนกลับทันที

ฉัฐกร สงคราม (2553: 11) มัลติมีเดีย หมายถึง การใช้คอมพิวเตอร์ผสมผสานรูปแบบการนำเสนอข้อมูลข่าวสารเพื่อก่อให้เกิดการรับรู้ที่หลากหลายต่อกลุ่มเป้าหมายไม่ว่าจะเป็นการมองเห็นข้อความ ภาพ การได้ยินเสียง หรือแม้กระทั่งความสามารถในการโต้ตอบกับสื่อ ทำให้มัลติมีเดียถูกนำมาประยุกต์ใช้เป็นที่การเรียนการสอนอย่างแพร่หลาย ทั้งในลักษณะสื่อประกอบการบรรยายของผู้สอนในชั้นเรียน และสื่อสำหรับผู้เรียนนำไปใช้เพื่อการเรียนรู้ด้วยตนเอง

กรีน (Green, 1993: 217) ได้ให้ความหมายของมัลติมีเดียว่า หมายถึง การใช้คอมพิวเตอร์มาควบคุมเครื่องเพื่อให้งานร่วมกัน เช่น การสร้างโปรแกรมเพื่อนำเสนองานที่เป็นข้อความ ภาพเคลื่อนไหวหรือเสียงบรรยายประกอบสลับกับเสียงดนตรี สร้างบรรยากาศที่น่าสนใจเป็นสื่อที่เข้ามาร่วมในระบบมีทั้งภาพและเสียงพร้อม ๆ กัน โดยการนำเสนอเนื้อหา วิธีการเรียนและการประเมินผล

ไท (1993) ให้ความหมายมัลติมีเดียว่า หมายถึง การใช้คอมพิวเตอร์เพื่อสื่อความหมายโดยการผสมผสานสื่อหลายชนิด เช่น ข้อความ ภาพนิ่ง เสียง ภาพเคลื่อนไหวที่สร้างด้วยคอมพิวเตอร์ และภาพที่ถ่ายจากของจริงด้วยวีดิทัศน์

Jeffcoate (1995) กล่าวว่า ระบบสื่อสารข้อมูลข่าวสารหลายชนิด โดยผ่านสื่อทางคอมพิวเตอร์ซึ่งประกอบด้วย ข้อความ ฐานข้อมูล ตัวเลข กราฟิก ภาพเสียง และวีดิทัศน์

1.2 ความหมายของคอมพิวเตอร์มัลติมีเดีย

ครรชิต มาลัยวงศ์ (2535: 219) อธิบายว่า เป็นเทคโนโลยีที่เกี่ยวกับการใช้สื่อต่าง ๆ เช่น วีดิทัศน์ เสียง ภาพ กราฟิก ภาพถ่าย ข้อความ และความสามารถในการทำงานแบบโต้ตอบมาใช้งานแบบผสมผสานกัน เพื่อให้คอมพิวเตอร์สามารถทำงานคำนวณค้นหาข้อมูลแสดงภาพวีดิทัศน์ และมีเสียงต่าง ๆ

ชนะพัฒน์ ถึงสุข และชานนท์ สุขวาริ (2538: 1) กล่าวว่า คอมพิวเตอร์มัลติมีเดีย หมายถึง การรวมการทำงานของไฮเปอร์เท็กซ์ (Hypertext) ภาพเคลื่อนไหว (Animation) ภาพนิ่ง (Still Image) เสียง (Sound) และวีดิทัศน์ (Video)

ศรีศักดิ์ จามรมาน (2539: 4) กล่าวว่า คอมพิวเตอร์มัลติมีเดียสามารถรวมเอาสื่อ ไม่ว่าจะเป็นข้อความ รูปภาพ ภาพเคลื่อนไหว ภาพวีดิทัศน์ และเสียง เข้าไว้ในตัวคอมพิวเตอร์มัลติมีเดีย จึงสามารถใช้เพื่อการนำเสนอแทนสื่อชนิดต่าง ๆ ได้เป็นอย่างดี

กิดานันท์ มลิทอง (2540: 83–84) กล่าวว่า ความหมายคอมพิวเตอร์มัลติมีเดีย หมายถึง สื่อประสม ปฏิสัมพันธ์ (Interactive Multimedid) โดยจัดให้มีความสัมพันธ์ระหว่างสื่อและผู้ใช้สื่อ โดยนำอุปกรณ์ต่าง ๆ เช่น CD-ROM เครื่อง Audio-Digitize เครื่องเล่น Laser disc ฯลฯ มาใช้ร่วมกัน เพื่อเสนอเนื้อหาข้อมูลที่เป็นตัวอักษร ภาพกราฟิก ภาพถ่าย ภาพเคลื่อนไหว วิดิทัศน์ และเสียงในระบบ สเตอร์ิโอ โดยใช้เทคโนโลยีคอมพิวเตอร์ช่วยในการผลิต

สานิตย์ ภายผาด (2542: 8) กล่าวว่า คอมพิวเตอร์มัลติมีเดียสามารถรวมเอาสื่อไม่ว่า จะเป็นข้อความ รูปภาพ ภาพเคลื่อนไหว ภาพวิดิทัศน์ และเสียงเข้าไปในตัวคอมพิวเตอร์มัลติมีเดีย จึงสามารถใช้เพื่อการนำเสนอแทนสื่อชนิดต่าง ๆ ได้เป็นอย่างดี

1.3 ความหมายของบทเรียนคอมพิวเตอร์มัลติมีเดีย

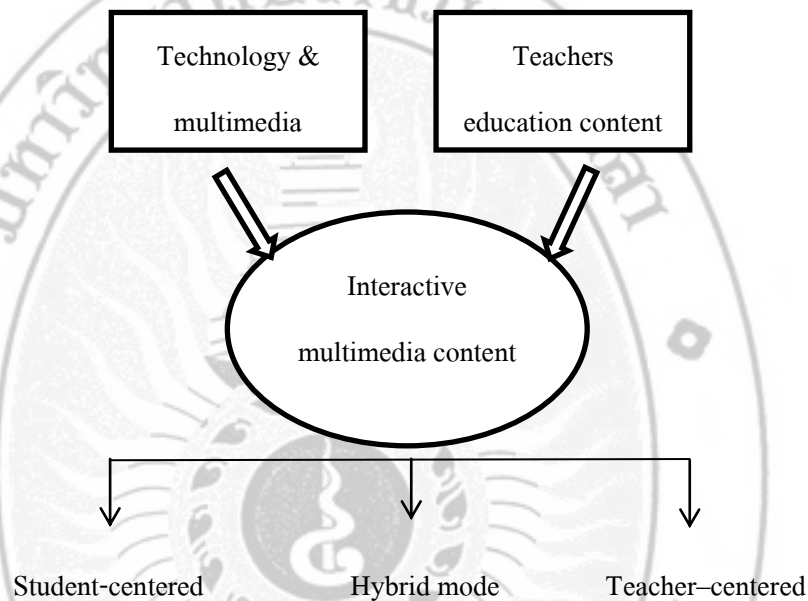
ฤทธิชัย อ่อนมิ่ง (2548: 55) กล่าวว่า บทเรียนคอมพิวเตอร์มัลติมีเดียเป็นการนำสื่อ ประสม เช่น ข้อความ เสียง ภาพนิ่ง ภาพเคลื่อนไหว เป็นต้น เข้ามาช่วยในการนำเสนอเนื้อหา ช่วยเพิ่ม ประสิทธิภาพการนำเสนอเนื้อหาได้มาก

กนกรัตน์ บุญไชโย (2549: 11) ได้ให้ความหมายบทเรียนคอมพิวเตอร์มัลติมีเดียว่า บทเรียนที่สร้างขึ้นด้วยโปรแกรมคอมพิวเตอร์ ประกอบด้วยข้อมูล เนื้อหาวิชา ภาพนิ่ง ภาพเคลื่อนไหว ภาพกราฟิก และเสียง

จากความหมายที่เกี่ยวข้องกับบทเรียนคอมพิวเตอร์มัลติมีเดียข้างต้นสรุปได้ว่า มัลติมีเดีย หรือสื่อประสม หมายถึง การนำสื่อหลายประเภทมาใช้ร่วมกันในการเรียนการสอน เช่น การสร้าง โปรแกรมเพื่อนำเสนองานที่เป็นข้อความภาพเคลื่อนไหวหรือเสียงบรรยายประกอบสลับกับเสียงดนตรี สร้างบรรยากาศให้น่าสนใจ เป็นสื่อที่เข้าร่วมในระบบมีทั้งภาพและเสียงพร้อม ๆ กันและใกล้เคียง กับการสอนจริงมากที่สุด โดยการนำเสนอเนื้อหาที่ละเอียด ซึ่งรูปแบบจะแตกต่างกันขึ้นอยู่กับธรรมชาติ วิชา เพราะโครงสร้างเนื้อหา มีเป้าหมายสำคัญ คือ สามารถดึงดูดความสนใจและกระตุ้นให้ผู้เรียน เกิดความต้องการที่จะเรียนรู้ โดยผ่านสื่อทางคอมพิวเตอร์ เรียกกระบวนการดังกล่าวว่า คอมพิวเตอร์ มัลติมีเดีย ซึ่งสามารถรวมเอาสื่อไม่ว่าจะเป็นข้อความ รูปภาพ ภาพเคลื่อนไหว ภาพวิดิทัศน์ และเสียง เข้าไว้ในตัวคอมพิวเตอร์และใช้เพื่อการนำเสนอแทนสื่อชนิดต่าง ๆ ได้เป็นอย่างดี ซึ่งการวิจัยครั้งนี้ ผู้วิจัยได้สร้างบทเรียนคอมพิวเตอร์มัลติมีเดีย เรื่อง การสังเคราะห์ด้วยแสงของพืชขึ้น โดยการผสมผสาน สื่อหลายชนิด ทั้งข้อความ ภาพนิ่ง ภาพเคลื่อนไหว แอนิเมชัน วิดีโอ เสียง โดยผ่านกระบวนการทาง ระบบคอมพิวเตอร์ ช่วยในการนำเสนอเนื้อหาและกิจกรรมการเรียนการสอนแก่ผู้เรียนอย่างมีประสิทธิภาพ มีการโต้ตอบ และป้อนกลับทันที เพื่อให้ผู้เรียนบรรลุผลตามวัตถุประสงค์ที่กำหนดไว้

2 รูปแบบของบทเรียนคอมพิวเตอร์มัลติมีเดีย

นีโอ และ นีโอ (Neo & Neo, 2001) ได้ทำการศึกษาเกี่ยวกับรูปแบบของมัลติมีเดีย เพื่อการศึกษาเรียนรู้ และได้เสนอแบบจำลองกรอบแนวคิดในการนำมัลติมีเดียปฏิสัมพันธ์ไปใช้ในการเรียนการสอน โดยแสดงให้เห็นว่า มัลติมีเดียปฏิสัมพันธ์ (Interactive multimedia content) เกิดจากการผสมผสานกันของเนื้อหาบทเรียนของครูผู้สอน (Teachers educational content) กับเทคโนโลยีและมัลติมีเดีย (Technology & Multimedia) ที่สามารถส่งผลต่อไปยังนักเรียนใน 3 รูปแบบ คือ



ภาพ 2 แสดงกรอบแนวคิดการนำมัลติมีเดียปฏิสัมพันธ์ไปใช้ในการเรียนการสอน (Neo & Neo, 2001)

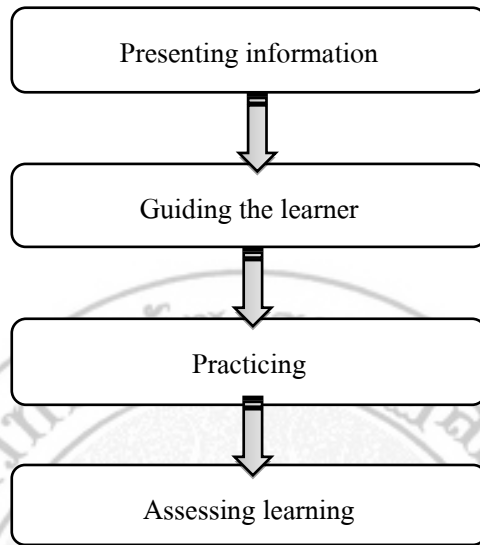
ที่มา: ญัฐกร สงคราม, 2553: 21

รูปแบบที่ 1 มัลติมีเดียแบบครูเป็นศูนย์กลาง (Teacher-centered mode) ครูจะเป็นผู้ควบคุมข้อมูลเนื้อหาที่นักเรียนจะได้รับรวมทั้งปริมาณของข้อมูลที่จะเผยแพร่ไปยังนักเรียน รูปแบบนี้ประกอบด้วย การนำเสนอ (Presentation) และการสาธิต (Demonstration) ข้อมูล โดยนักเรียนสามารถจดจำและระลึกข้อมูลเหล่านั้นได้ด้วยการฝึกฝนและปฏิบัติ (Drills and practice) รวมทั้งการสอนเนื้อหา (Tutorials) ด้วยปฏิสัมพันธ์ขั้นสูง ซึ่งโปรแกรมมัลติมีเดียรูปแบบนี้สามารถบรรจุลงในแผ่น CD-ROM/DVD-ROM และส่งไปยังผู้เรียน โดยนักเรียนจะเปิดโปรแกรมและปฏิบัติตามที่ครูบรรยายในเครื่องคอมพิวเตอร์ของพวกเขาเอง

รูปแบบที่ 2 มัลติมีเดียแบบนักเรียนเป็นศูนย์กลาง (Student-centered model) รูปแบบนี้นักเรียนจะสร้างความรู้ของพวกเขาขึ้นมาเอง และนำประสบการณ์ที่เกิดขึ้นจริงไปสู่กระบวนการเรียนรู้ โดยที่ครูจะทำหน้าที่เป็นผู้อำนวยความสะดวก บทเรียนสามารถบรรจุลงในเว็บและส่งผ่านอินเทอร์เน็ตในรูปแบบหลักสูตรออนไลน์ที่นักเรียนเข้าถึงบทเรียนผ่านบราวเซอร์ในเครื่องคอมพิวเตอร์ นักเรียนจะมีอิสระในการเรียนตามเวลาและอัตราความก้าวหน้าของตน ดังนั้นรูปแบบการเรียนรู้แบบนี้จึงยึดนักเรียนเป็นศูนย์กลาง โดยสื่อมัลติมีเดียจะถูกใช้ประโยชน์ในการดูแลกระบวนการกลุ่มและลักษณะการเรียนรู้เชิงรุก (Active learning) อย่างเช่น วิธีการเรียนรู้ร่วมกันแบบ Collaborative และ Cooperation รูปแบบนี้ถือเป็นการเรียนรู้ระดับสูง ที่สนับสนุนให้ผู้เรียนสามารถประเมินตนเอง (Self-accessed) และควบคุมการเรียนรู้ด้วยตนเอง (Self-directed Learning)

รูปแบบที่ 3 มัลติมีเดียแบบผสมผสาน (Hybrid mode) มีความยืดหยุ่นในการมีส่วนร่วมทั้งวิธีการสอนโดยครูผู้สอนและการให้นักเรียนสามารถเรียนรู้ด้วยตนเอง ครูจะเข้าไปมีบทบาทในส่วนที่คิดว่าน่าจะช่วยเพิ่มหรือพัฒนาการเรียนรู้ของนักเรียน บทเรียนมัลติมีเดียรูปแบบนี้สามารถนำเสนอผ่านดาวเทียมหรือเทคโนโลยีสำหรับการศึกษาทางไกล โดยที่นักเรียนเรียนรู้ด้วยตนเองผ่านสื่อตามเวลาและอัตราความก้าวหน้าของตนเอง และสามารถมีปฏิสัมพันธ์แบบ Real-time กับครูหรือเพื่อนผ่านช่องทางการสื่อสารทางไกล เช่น Video-conferencing หรือ Chat เป็นต้น

นอกจากรูปแบบการนำไปใช้ดังกล่าวแล้ว อเลสซี และ โทรลลิป (Alessi and Trollip, 2001) ยังได้กล่าวถึงวิธีการใช้บทเรียนคอมพิวเตอร์มัลติมีเดียในรูปแบบต่าง ๆ เพื่อสนับสนุนกระบวนการเรียนการสอน (Phase of instruction) ซึ่งประกอบไปด้วย 4 ขั้นตอนหลัก คือ 1) การนำเสนอเนื้อหาหรือข้อมูล (Presenting Information) 2) การแนะนำผู้เรียน (Guiding the information) 3) การฝึกฝนปฏิบัติ (Practicing) 4) การประเมินผลการเรียนรู้ (Assessing learning) ซึ่งบทเรียนมัลติมีเดียสามารถเข้ามาช่วยสนับสนุนขั้นตอนต่าง ๆ ดังภาพ 3



ภาพ 3 แสดงวิธีการใช้บทเรียนคอมพิวเตอร์มัลติมีเดียในรูปแบบต่าง ๆ เพื่อสนับสนุนกระบวนการเรียนการสอน (Phase of Instruction): Alessi & Trollip, (2001)

ที่มา: ญัฐกร สงคราม, 2553: 23

แต่อย่างไรก็ตาม บทเรียนคอมพิวเตอร์มัลติมีเดียหนึ่ง ๆ ไม่จำเป็นจะต้องใช้งานได้ครอบคลุมทั้ง 4 ขั้นตอน บางบทเรียนอาจสนับสนุนเพียงแค่ขั้นตอนใดขั้นตอนหนึ่ง ในขณะที่อีกบทเรียนสามารถสนับสนุนได้ครบทุกขั้นตอน หรือแม้กระทั่งการใช้งานร่วมกับห้องเรียนแบบปกติ เช่น ให้ผู้เรียนศึกษาด้วยตนเองจากบทเรียนคอมพิวเตอร์มัลติมีเดียในตอนแรก และเมื่อศึกษาเสร็จแล้วให้ทำแบบทดสอบที่เป็นกระดาษในห้องเรียน ในที่นี้จะขอกกล่าวถึงรูปแบบของบทเรียนคอมพิวเตอร์ มัลติมีเดียที่นิยมนำมาใช้เพื่อสนับสนุนกระบวนการเรียนการสอนดังกล่าว โดยมีรายละเอียด ดังนี้

2.1 รูปแบบของบทเรียนคอมพิวเตอร์มัลติมีเดียที่นิยมนำมาใช้เพื่อสนับสนุนกระบวนการเรียนการสอน

2.1.1 มัลติมีเดียแบบนำเสนอเนื้อหา (Tutorials) มัลติมีเดียรูปแบบนี้เป็นรูปแบบที่นิยมพัฒนามากที่สุด เนื่องจากความเชื่อที่ว่า คุณลักษณะของคอมพิวเตอร์มัลติมีเดียน่าจะเป็นสื่อที่ช่วยให้การเรียนการสอนมีประสิทธิภาพใกล้เคียงกับการเรียนในชั้นเรียน โดยจะทำหน้าที่เสมือนครูผู้สอนในห้องเรียนหรือเป็นบทเรียนที่ใช้นำเสนอเนื้อหา ซึ่งเนื้อหานั้นอาจเป็นเนื้อหาใหม่ที่ผู้เรียนไม่เคยศึกษามาก่อนเลย หรืออาจเป็นการทบทวนเนื้อหาเดิมที่ได้ศึกษาจากชั้นเรียนปกติแล้วก็ได้ การนำเสนอเนื้อหาบทเรียนจะถูกออกแบบอย่างมีโครงสร้างที่ชัดเจนเป็นหมวดหมู่หรือเป็นบท ๆ และนำเสนอในลักษณะผสมผสานข้อความ ภาพ หรือเสียง เพื่อให้ผู้เรียนเกิดการเรียนรู้ได้อย่างมีประสิทธิภาพพร้อม ๆ กับการหาวิธีแนะนำหรือช่วยเหลือผู้เรียนเพื่อให้บรรลุวัตถุประสงค์ของ

การเรียน นอกจากนี้บทเรียนอาจทำหน้าที่ในการประเมินผลการเรียนรู้โดยการทดสอบผู้เรียนด้วยคำถามแบบต่าง ๆ พร้อมทั้งบันทึกคำตอบเพื่อประเมินผลว่าผู้เรียนเกิดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนแล้วหรือไม่ ซึ่งขึ้นอยู่กับคำตอบของนักเรียนว่า มีความรู้ความเข้าใจในเนื้อหาที่สอนมากน้อยเพียงใด คอมพิวเตอร์ก็จะตัดสินใจว่าผู้เรียนควรจะเรียนเนื้อหาส่วนต่อไป หรือควรมีการทบทวนเนื้อหาที่เพิ่งเรียนมา รวมทั้งอาจให้มีการสอนซ่อมเสริมให้กับผู้เรียน

2.1.2 มัลติมีเดียแบบไฮเพอร์มีเดีย (Hypermedia) มัลติมีเดียรูปแบบนี้เป็นวิธีการใช้เพื่อนำเสนอเนื้อหาหรือข้อมูลเช่นเดียวกัน แต่ออกแบบมาเพื่อให้ผู้เรียนสร้างกระบวนการเรียนรู้ได้ด้วยตนเอง อาศัยคุณลักษณะของไฮเพอร์มีเดียซึ่งจะมีโครงสร้างที่ไม่ชัดเจนเท่ารูปแบบแรก เนื่องจากไฮเพอร์มีเดียเป็นแนวคิดในการนำเสนอข้อมูลที่ไม่เป็นเส้นตรง เพื่อให้ผู้เรียนสามารถกำหนดเส้นทางการศึกษาเนื้อหาด้วยตนเอง ผ่านจุดการเชื่อมโยง (Node) ของข้อในส่วนต่าง ๆ ซึ่งจะกระจายอยู่ทั่วไปในเนื้อหา ผู้เรียนสามารถเลือกสืบค้นเนื้อหาต่าง ๆ ได้อย่างอิสระ โดยไม่จำเป็นต้องเรียนตามลำดับหรือเรียนจบเนื้อหาบทใดบทหนึ่งก่อน ตัวอย่างของมัลติมีเดียแบบไฮเพอร์มีเดียมักอยู่ในรูปแบบของแหล่งข้อมูลหรือฐานข้อมูลต่าง ๆ เช่น สารานุกรม (Encyclopedic reference) ฐานข้อมูลเฉพาะด้าน (Specific subject matter reference) กรณีศึกษา (Case study) พิพิธภัณฑ์ (Museum) จดหมายเหตุ (Archive) เป็นต้น ซึ่งผู้เรียนสามารถเลือกที่จะศึกษาค้นคว้าข้อมูลส่วนใดก่อนหลังก็ได้เพื่อตอบสนองความต้องการที่แตกต่างกันระหว่างบุคคล

2.1.3 มัลติมีเดียแบบการฝึกฝน (Drills) เป็นรูปแบบที่ช่วยให้ผู้เรียนได้ทบทวนสิ่งที่ได้เรียนมาแล้ว ด้วยการมีโอกาสได้ฝึกฝนทักษะหรือฝึกปฏิบัติซ้ำ ๆ จนเกิดความจำและความชำนาญ วัตถุประสงค์หลักของการฝึกฝนก็เพื่อเสริมแรงในสิ่งที่ได้เรียนแล้ว ซึ่งหากเป็นมัลติมีเดียเพื่อการฝึกฝนโดยเฉพาะ ก็จะใช้ประกอบกับการศึกษาเนื้อหาจากวิธีการอื่น เช่น หลังจากเรียนในห้องเรียนมาแล้ว ผู้เรียนจะฝึกฝนจากคอมพิวเตอร์ซึ่งจะนำเสนอสิ่งเร้าซึ่งอาจจะเป็นในรูปแบบของคำถาม ให้ผู้เรียนได้มีโอกาสตอบสนองหรือตอบคำถาม และมีการเสริมแรงหรือให้ข้อมูลย้อนกลับแก่ผู้เรียนได้ทันที ลักษณะของคำถามที่นิยมใช้ ได้แก่ การให้ผู้เรียนจับคู่ การเติมคำ คำตอบแบบตัวเลือก คำตอบถูกผิด เป็นต้น

2.1.4 มัลติมีเดียแบบสถานการณ์จำลอง (Simulation) มัลติมีเดียรูปแบบนี้มีความซับซ้อนมากกว่ารูปแบบอื่น ๆ เนื่องจากเป็นการจำลองสถานการณ์จริง โดยคอมพิวเตอร์จะเลียนแบบหรือสร้างสถานการณ์เพื่อทดแทนสภาพจริงในชีวิตประจำวัน เนื่องจากในบางครั้งการฝึกและทดลองจริงอาจมีราคาแพง หรือมีความเสี่ยงอันตรายสูง เช่น การจำลองสถานการณ์ขับเครื่องบิน การจำลองการเกิดปฏิกิริยาของนิวเคลียร์ หรือการจำลองการทำงานของแผงวงจรไฟฟ้า เป็นต้น สถานการณ์จำลองนี้ให้โอกาสผู้เรียนได้วิเคราะห์ และตัดสินใจจากข้อมูลที่จัดให้ เพื่อที่จะทำการอย่างใดอย่างหนึ่ง

เนื่องจากสถานการณ์จำลองมีลักษณะที่ค่อนข้างซับซ้อน ดังนั้นจึงต้องใช้เวลาและทักษะระดับสูงในการเขียน โปรแกรมเพื่อสร้างบทเรียน สถานการณ์จำลองใช้ในการสอน โดยตรงที่มีขั้นตอนชัดเจน หรือใช้ในรูปแบบการสร้างความรู้ด้วยตนเอง โดยให้ผู้เรียนใช้งานโดยอิสระภายใต้สภาพแวดล้อมที่ควบคุมไว้ ยกตัวอย่างเช่น โปรแกรมสถานการณ์จำลองการทดลองทางเคมี ผู้เรียนจะสามารถใช้เครื่องมือและสารเคมีต่าง ๆ ที่ให้ไว้เพื่อทำการทดลองได้ หรือในสถานการณ์จำลองทางด้านฟิสิกส์ เกี่ยวกับการผลิตเครื่องยนต์ ผู้เรียนสามารถเลือกเครื่องมือที่หลากหลายสำหรับการผลิตโครงการงานได้ เป็นต้น

2.1.5 มัลติมีเดียแบบเกมส์ (Games) การใช้มัลติมีเดียแบบเกมส์กำลังเป็นที่นิยมใช้กันมาก เนื่องจากเป็นวิธีการที่ทำท่ายและกระตุ้นนักเรียนให้เกิดการเรียนรู้ได้โดยง่าย มัลติมีเดียแบบเกมส์มีความคล้ายคลึงกับแบบสถานการณ์จำลองแต่แตกต่างกัน โดยการเพิ่มบทบาทของนักเรียนเข้าไป ยกตัวอย่างเช่น เกมส์ผจญภัย เกมส์การต่อสู้ เกมส์ตรรกะ เกมส์ฝึกทักษะ เกมส์สวมบทบาท เกมส์คำศัพท์ เป็นต้น โดยปกติมักจะนำเกมส์เข้าไปใช้ในขั้นตอนที่ 3 ของกระบวนการเรียนการสอน นั่นก็คือ การฝึกปฏิบัติ โดยอาจใช้ร่วมกับมัลติมีเดียแบบการฝึกฝน เพื่อวัตถุประสงค์ในการกระตุ้นความสนใจ หรืออาจใช้ร่วมกับสถานการณ์จำลอง เพื่อสนับสนุนการเรียนรู้ด้วยการค้นพบด้วยตนเอง

2.1.6 มัลติมีเดียแบบเครื่องมือและสภาพแวดล้อมแบบเปิดกว้าง (Tools and open-ended learning environments) เครื่องมือในที่นี้หมายถึง โปรแกรมคอมพิวเตอร์ที่เข้ามาช่วยเสริมบทเรียนหรือกิจกรรมอื่น ๆ เพื่อให้บรรลุเป้าหมายบางอย่าง เช่น เครื่องมือทางกราฟิกช่วยในการวาดภาพทางศิลปะหรือสร้างกราฟทางคณิตศาสตร์ เครื่องมือคำนวณช่วยสนับสนุนการเรียนด้านวิทยาศาสตร์หรือธุรกิจ เครื่องมือเหล่านี้จะใช้เป็นส่วนหนึ่งของแต่ละขั้นตอนต่าง ๆ ของการเรียนการสอน ส่วนสภาพแวดล้อมแบบเปิดกว้าง หมายถึง การใช้มัลติมีเดียเพื่อสร้างสภาพแวดล้อมที่สนับสนุนการค้นคว้าสำรวจ เพื่อให้ผู้เรียนเกิดการสร้างความรู้ด้วยตนเอง เช่น โปรแกรมมีการนำเสนอสถานการณ์ที่เป็นปัญหา แล้วมอบหมายให้ผู้เรียนศึกษาค้นคว้าหาสาเหตุและแนวทางการแก้ปัญหา นั้น ๆ โดยโปรแกรมจะมีเครื่องมือสนับสนุนแหล่งข้อมูลสำหรับศึกษาค้นคว้า หรือแม้กระทั่งระบบผู้เชี่ยวชาญเพื่อขอคำแนะนำปรึกษา ซึ่งสิ่งต่าง ๆ เหล่านี้จะช่วยสนับสนุนให้ผู้เรียนเกิดกระบวนการเรียนรู้และสร้างความรู้ด้วยตนเอง

2.1.7 มัลติมีเดียแบบการทดสอบ (Test) เป็นรูปแบบที่ใช้เพื่อวัดความรู้ของผู้เรียน การทดสอบอาจแบ่งออกได้ 2 ลักษณะ ได้แก่ การทดสอบผลย่อย และการทดสอบผลรวม การทดสอบผลย่อย มีวัตถุประสงค์เพื่อวัดความพร้อมและวัดระดับความสามารถของผู้เรียน จัดสภาพแวดล้อมและกิจกรรมการเรียนการสอนให้เหมาะสมกับผู้เรียน รวมทั้งการวินิจฉัยปัญหาและข้อบกพร่องของผู้เรียนว่า ต้องการซ่อมเสริมทักษะและความรู้ในด้านใด ส่วนการทดสอบเพื่อประเมินผลรวมมีวัตถุประสงค์

เพื่อสรุปการตัดสินใจว่าผ่านหรือไม่ รวมทั้งการให้เกรดในชั้นสุดท้ายของกระบวนการเรียนรู้ มัลติมีเดียรูปแบบนี้สามารถนำมาช่วยในการทดสอบได้ 2 ลักษณะ คือ

- 1) การช่วยสร้างแบบทดสอบ ซึ่งปัจจุบัน โปรแกรมคอมพิวเตอร์สามารถช่วยสร้างแบบทดสอบได้แทบทุกประเภท ทั้งแบบเลือกตอบ แบบถูกผิด แบบจับคู่ และแบบเติมคำ
- 2) การช่วยดำเนินการทดสอบ ซึ่งเราสามารถเก็บข้อสอบไว้ในธนาคารข้อสอบ (Test bank) เพื่อสะดวกต่อการเลือกใช้ไม่ให้เกิดความซ้ำซ้อน โดยการสุ่มข้อคำถามหรือตัวเลือกรับมาแสดงผลได้

2.1.8 มัลติมีเดียแบบการเรียนรู้ผ่านเว็บ (Web-based learning) มัลติมีเดียรูปแบบสุดท้ายนี้อาจเรียกได้ว่าเป็นการผสมผสานมัลติมีเดียรูปแบบต่าง ๆ โดยใช้เว็บเป็นช่องทางในการเผยแพร่และติดต่อสื่อสาร ด้วยคุณลักษณะของไฮเพอร์มีเดียที่เชื่อมโยงข้อมูลในระบบอินเทอร์เน็ต ซึ่งมีมากมายมหาศาลและเทคโนโลยี เวิลด์ ไวด์ เว็บ ที่เป็นมาตรฐานเดียวกันทั่วโลก ทำให้ปัจจุบันมีผู้นิยมพัฒนาเว็บเพื่อเป็นมัลติมีเดียที่สนับสนุนกระบวนการเรียนรู้ที่ครอบคลุมทุกขั้นตอน โดยผู้เรียนสามารถศึกษาเนื้อหา ฝึกฝน และทดสอบผ่านหน้าเว็บ สามารถสืบค้นข้อมูลเพิ่มเติมได้จากแหล่งข้อมูลภายนอก ในขณะเดียวกันก็สามารถติดต่อสื่อสารกับผู้สอน ผู้เรียน และบุคคลภายนอกผ่านทาง E-mail Web board และ Blog เพื่อปรึกษาหรือทำกิจกรรมแลกเปลี่ยนเรียนรู้ร่วมกันได้

จากรูปแบบของบทเรียนคอมพิวเตอร์มัลติมีเดียข้างต้น ผู้วิจัยเลือกรูปแบบมัลติมีเดียแบบนำเสนอเนื้อหา และมัลติมีเดียแบบการทดสอบในการทำวิจัย เนื่องจากผู้วิจัยต้องการวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของผู้เรียน โดยใช้บทเรียนคอมพิวเตอร์มัลติมีเดียในการจัดการเรียนการสอน โดยบทเรียนคอมพิวเตอร์มัลติมีเดียจะทำหน้าที่เสมือนครูผู้สอนและถ่ายทอดเนื้อหา จากนั้นจะมีการวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนเพื่อเปรียบเทียบผลการเรียนรู้ระหว่างก่อนเรียนและหลังเรียน จากการเรียนรู้โดยใช้บทเรียนคอมพิวเตอร์มัลติมีเดีย ซึ่งสอดคล้องกับรูปแบบมัลติมีเดียแบบครูเป็นศูนย์กลางและมัลติมีเดียแบบนักเรียนเป็นศูนย์กลาง โดยนำมาเป็นแนวทางเพื่อสร้างบทเรียนคอมพิวเตอร์มัลติมีเดีย เรื่อง การสังเคราะห์ด้วยแสงของพืช

3. โครงสร้างและส่วนประกอบของบทเรียนคอมพิวเตอร์มัลติมีเดีย (ณัฐกร สงคราม, 2553: 27-34)

3.1 โครงสร้างของบทเรียนคอมพิวเตอร์มัลติมีเดีย สามารถแบ่งโครงสร้างภายในบทเรียน ออกได้เป็น 2 ลักษณะใหญ่ ๆ คือ บทเรียนที่มีโครงสร้างแบบเส้นตรง และบทเรียนที่มีโครงสร้างแบบไม่เป็นเส้นตรง

3.1.1 โครงสร้างแบบเส้นตรง (Linear structure) โครงสร้างแบบเส้นตรงนี้เป็นการ จัดโครงสร้างของบทเรียนตามลำดับความคิดที่ผู้สอนหรือผู้พัฒนาบทเรียนเห็นว่าควรจะให้ผู้เรียน เรียนอย่างไร หัวข้อใดควรเรียนก่อนเรียนหลัง การนำเสนอเนื้อหาและแบบฝึกจะนำเสนอเรียงต่อกันไปเป็นลำดับขั้นตอนไปตามที่โปรแกรมกำหนด ส่วนใหญ่โครงสร้างแบบนี้มักใช้กับเนื้อหาที่ ต้องเรียนเรื่องหนึ่งให้เข้าใจก่อนแล้วจึงจะเรียนอีกเรื่องหนึ่งได้ เช่น ต้องเรียนเรื่องการบวกเลขให้ เข้าใจก่อนแล้วจึงเริ่มเรียนการลบ การคูณ และการหาร ตามลำดับ หรือเนื้อหาที่มีปริมาณน้อย สามารถ เรียนได้จบภายในไม่กี่เฟรม เมื่อเข้าสู่บทเรียนแล้วผู้เรียนจะศึกษาหน้าจอเนื้อหาต่าง ๆ เป็นลำดับ จากง่ายไปหายาก ตั้งแต่เริ่มต้นจนจบ อาจมีการประเมินการเรียนรู้โดยแทรกหน้าจอคำถามหรือ แบบฝึกหัดเป็นช่วงสั้น ๆ ทั้งนี้เพื่อให้เกิดความแน่ใจว่า ผู้เรียนเข้าใจเนื้อหาในหน้าจอแรกก่อนที่จะ ศึกษาในหน้าจอต่อไป โครงสร้างแบบเส้นตรงนี้จะไม่ค่อยตอบสนององความแตกต่างระหว่างบุคคล เนื่องจากผู้เรียนทุกคนจะศึกษาเนื้อหาและทำแบบฝึกหัดเป็นลำดับขั้นตอนเดียวกันทั้งหมด บทเรียน แบบเส้นตรงนี้จะไม่เปิดโอกาสให้ผู้เรียนเลือกเรียนเนื้อหาเองได้ เช่น ผู้เรียนไม่สามารถข้ามเนื้อหา หรือการทำแบบทดสอบไปได้ หรืออาจจะย้อนกลับไปทำใหม่ก็ทำไม่ได้ ข้อจำกัดดังกล่าวนี้ทำให้ การสร้างบทเรียนแบบเส้นตรงไม่ได้รับความนิยมในปัจจุบัน (สุกรี รอดโพธิ์ทอง, 2546: 12)

3.1.2 โครงสร้างแบบไม่เป็นเส้นตรง (Non-linear structure) โครงสร้างแบบนี้มีชื่อ เรียกอีกอย่างหนึ่งว่า โครงสร้างแบบสาขา (Branching structure) เป็นการ จัดโครงสร้างที่ไม่บังคับ ผู้เรียน โดยให้ความยืดหยุ่นในการเลือกรูปแบบการเรียน และกิจกรรมการเรียนมากขึ้น ผู้เรียนสามารถ เลือกศึกษาเนื้อหาและกิจกรรมในบทเรียนได้หลากหลายวิธีตามความสนใจหรือความต้องการของตน จะเลือกเรียนไปตามลำดับหรือเลือกเรียนหัวข้อหรือเนื้อหาใดก่อนหลังก็ได้ หรือแม้แต่จะข้ามไม่ ศึกษาก็ได้ ในการกำหนดเส้นทางการเรียน ผู้เรียนอาจทดสอบพื้นความรู้ตนเองด้วยข้อสอบ วัดระดับ ความรู้ เพื่อกำหนดเส้นทางการศึกษาเนื้อหาให้เหมาะสมกับระดับความรู้ของตน ผู้เรียนที่มีระดับ ความรู้เดิมสูงอาจก้าวกระโดดเนื้อหาบางส่วนที่ไม่จำเป็นไปได้ ในขณะที่ผู้เรียนที่มีระดับพื้นความรู้ ต่ำอาจต้องศึกษาเนื้อหามากกว่าผู้อื่น และอาจมีเฟรมเนื้อหาเพิ่มเติมเพื่ออธิบาย ยกตัวอย่างเพื่อเสริม ความเข้าใจให้ผู้เรียน หรือมีการแสดงผลป้อนกลับที่หลากหลายรูปแบบ เพื่อกระตุ้นผู้เรียนให้คิดค้น แสวงหาหนทางที่จะไปสู่จุดหมายปลายทางที่คาดหวังไว้ได้ บทเรียนคอมพิวเตอร์มัลติมีเดียเพื่อการ

เรียนรู้ส่วนใหญ่มักใช้โครงสร้างแบบนี้ เนื่องจากเหมาะกับบทเรียนที่มีปริมาณเนื้อหา และแบ่งเนื้อหาเป็นหมวดหมู่ อีกทั้งสร้างความยืดหยุ่นให้แก่ผู้เรียน เพื่อไม่ให้ผู้เรียนรู้สึกว่าการบังคับมากเกินไป จนอาจทำให้เบื่อหน่ายการเรียนได้

จากโครงสร้างบทเรียนคอมพิวเตอร์มัลติมีเดีย ผู้วิจัยเลือกใช้โครงสร้างแบบไม่เป็นเส้นตรง ซึ่งเป็นรูปแบบที่มีความยืดหยุ่น เน้นผู้เรียนเป็นสำคัญ และตอบสนองความแตกต่างระหว่างบุคคล โดยในการสร้างบทเรียนคอมพิวเตอร์มัลติมีเดีย และได้กำหนดส่วนประกอบในบทเรียนคอมพิวเตอร์มัลติมีเดีย ไว้ดังนี้

3.2 ส่วนประกอบในบทเรียนคอมพิวเตอร์มัลติมีเดีย

ภายในบทเรียนคอมพิวเตอร์มัลติมีเดียที่เน้นการเรียนรู้ด้วยตนเอง จะประกอบด้วยส่วนย่อยที่ทำหน้าที่แตกต่างกัน ซึ่งโดยทั่วไปสามารถแบ่งออกเป็นส่วนต่าง ๆ ดังนี้

3.2.1 ส่วนนำ (Title) เป็นส่วนที่นำเสนอชื่อเรื่องของบทเรียนนั้น ๆ ซึ่งเป็นส่วนแรกของบทเรียนที่จะสร้างความน่าสนใจ และกระตุ้นให้ผู้เรียนติดตามบทเรียน จะออกแบบให้น่าสนใจด้วยภาพเคลื่อนไหว กราฟิก สี เสียง ผสมผสานกัน และการนำเสนอในเวลาอันสั้น กระชับและตรงจุด เพื่อเร่งสร้างความสนใจของผู้เรียนและเกิดความกระตือรือร้นที่จะเรียนรู้

3.2.2 ส่วนชี้แจงบทเรียน (Introduction) เป็นส่วนที่แจ้งให้ผู้เรียนทราบถึงวิธีการใช้บทเรียนและการควบคุมบทเรียน เช่น การใช้งานปุ่มควบคุมต่าง ๆ การใช้เป็นพิมพ์ การใช้เมาส์ การออกจากโปรแกรม เป็นต้น ซึ่งเป็นสิ่งจำเป็นที่ต้องชี้แจงให้ผู้เรียนเกิดความเข้าใจและมั่นใจในการใช้โปรแกรมบทเรียนและเครื่องคอมพิวเตอร์ก่อนที่จะเริ่มเข้าสู่การศึกษาเนื้อหาในบทเรียน

3.2.3 ส่วนวัตถุประสงค์ (Objectives) เพื่อแจ้งวัตถุประสงค์ของบทเรียน หรือความคาดหวังของบทเรียน ซึ่งมักเป็นพฤติกรรมที่ผู้เรียนจะแสดงออกเมื่อสิ้นสุดบทเรียน นอกจากนี้วัตถุประสงค์ยังช่วยแสดงถึงปริมาณของเนื้อหาภายใน และช่วยให้ผู้เรียนทราบเค้าโครงหรือประเด็นสำคัญของเนื้อหาที่จะเรียน

3.2.4 ส่วนเมนู (Menu) ทำหน้าที่เชื่อมโยงไปสู่เนื้อหาย่อยบทต่าง ๆ ทั้งหมดในบทเรียน เพื่อให้ผู้เรียน ได้มีโอกาสเลือกหัวข้อที่สนใจจะศึกษาก่อนหลัง ได้ตามความต้องการของตนเอง อาจอยู่ในรูปแบบของหน้าต่างรวบรวมตัวอักษรหัวข้อบทต่าง ๆ หรือเป็นภาพที่สื่อความหมายถึงหัวข้อในแต่ละบท หรือเป็นลักษณะของแผนภาพแสดงหัวข้อที่สัมพันธ์กัน โดยที่ผู้เรียนสามารถคลิกส่วนต่าง ๆ เพื่อเข้าไปศึกษารายละเอียดในส่วนนั้น ๆ ได้ แต่ในกรณีที่บทเรียนมีปริมาณเนื้อหาไม่มากนัก หรือผู้ออกแบบต้องการให้ผู้เรียนศึกษาเป็นขั้นตอนเรียงลำดับกันไป หน้าเมนูนี้ก็อาจจะเพียงแค่แสดงให้เห็นภาพรวมของเนื้อหาแต่ไม่สามารถเลือกคลิกเข้าไปดูส่วนต่าง ๆ ได้อย่างอิสระ แต่ต้องคลิกเริ่มจากหน้าแรกหรือบทแรกแล้วค่อย ๆ ศึกษาต่อไปตามลำดับ

3.2.5 ส่วนเนื้อหา (Content) เป็นหัวใจสำคัญของบทเรียนคอมพิวเตอร์มัลติมีเดีย โดยต้องอาศัยการนำเสนอที่ช่วยให้ผู้เรียนเข้าใจเนื้อหาได้ง่ายที่สุด โดยทั่วไปจะแบ่งการนำเสนอเนื้อหา ออกเป็นเฟรม (Frame) โดยแต่ละเฟรมจะมีข้อความสั้น ๆ ไม่ว่าจะในรูปแบบภาพนิ่ง กราฟิก ภาพเคลื่อนไหว ภาพวีดิทัศน์ หรือใช้เสียงเข้ามาประกอบ ซึ่งต้องพิจารณาให้เหมาะสมกับเนื้อหา โดยเฉพาะอย่างยิ่งกับเนื้อหาที่มีความซับซ้อนต้องออกแบบการนำเสนอให้เข้าใจได้ง่าย ไม่ให้มีตัวอักษรเพียงอย่างเดียว

3.2.6 ส่วนฝึกปฏิบัติ (Practices) เป็นส่วนที่ใช้ทบทวนความรู้จากเนื้อหาที่ได้ศึกษามา อาจนำเสนอในรูปแบบสถานการณ์จำลอง (Simulation) เกม (Game) หรือแบบฝึกหัด (Quiz) หรือรูปแบบอื่นตามความเหมาะสม ส่วนฝึกปฏิบัตินี้จะแทรกอยู่ระหว่างการนำเสนอเนื้อหา เพื่อตรวจสอบความเข้าใจในเนื้อหาเป็นระยะ นอกจากนี้การฝึกปฏิบัติมักจะมีผลป้อนกลับ (Feedback) เพื่อช่วยเสริมความเข้าใจแก่ผู้เรียนและให้การเสริมแรง (Reinforcement) เพื่อเสริมกำลังใจให้กับผู้เรียนและสนใจติดตามบทเรียน โดยการนำเสนอในส่วนนี้อาจจะใช้คำพูด เช่น ถูกผิด ใช้รูปภาพ กราฟิก ใช้เสียง หรือใช้การให้คะแนนก็ได้ และอาจมีเฟรมช่วยเหลือ (Help frame) เพื่อแนะแนวทางการแก้ปัญหา หรือตอบคำถาม และอาจเฉลยคำตอบให้ผู้เรียนทราบในกรณีผู้เรียนที่เข้าใจคลาดเคลื่อน หรือตอบคำถามผิด

3.2.7 ส่วนสรุปเนื้อหา (Summary) เป็นการสรุปเนื้อหาเป็นประเด็น เพื่อให้ผู้เรียนจดจำเนื้อหาส่วนนั้นไปใช้งานต่อไป ในกรณีที่ผู้เรียนประสบปัญหาในการเรียน เช่น ทำแบบทดสอบไม่ผ่านเกณฑ์ บทเรียนอาจให้หน้าเนื้อหาเพิ่มเติม หรือใช้สื่ออย่างอื่น ๆ ช่วยเหลือและแนะแนวทางการเรียนรู้ของผู้เรียน เพื่อปรับความรู้ความเข้าใจเนื้อหาก่อนที่จะเข้าสู่เนื้อหาช่วงต่อไป

3.2.8 ส่วนแบบทดสอบ (Test) เป็นส่วนที่ใช้วัดผลการเรียนรู้ด้านต่าง ๆ ตามวัตถุประสงค์ที่ตั้งไว้ของผู้เรียน หลังจากผู้เรียนได้ศึกษาเนื้อหาครบถ้วนทุกหัวข้อแล้ว เรียกว่า แบบทดสอบหลังเรียน (Post-test) โดยนำเสนอในรูปแบบข้อคำถาม ซึ่งมักเป็นแบบเลือกตอบ แบบถูกผิด แบบจับคู่ หรือแบบเติมคำตอบสั้น ๆ ขึ้นอยู่กับลักษณะเนื้อหาและวัตถุประสงค์ โดยมีการสรุปผลการเรียนรู้ให้ผู้เรียนทราบหลังจากทำแบบทดสอบเสร็จแล้ว หากไม่ผ่านเกณฑ์การทดสอบที่กำหนดไว้ เช่น ทำคะแนนได้ไม่ถึง 80% บทเรียนจะแนะนำให้ผู้เรียนศึกษาเนื้อหาใหม่อีกครั้ง หรือไปศึกษาเนื้อหาเพิ่มเติมในเฟรมที่เตรียมไว้แล้วค่อยกลับมาทำแบบทดสอบอีกครั้ง

บทเรียนคอมพิวเตอร์มัลติมีเดียที่ผู้วิจัยสร้างขึ้นในครั้งนี้ นำเอาแบบทดสอบก่อนเรียน (Pre-test) มาใช้ประเมินความรู้ความสามารถของผู้เรียนในขั้นต้น ก่อนที่จะเริ่มเรียนด้วยบทเรียนคอมพิวเตอร์มัลติมีเดีย เพื่อเปรียบเทียบผลคะแนนทดสอบก่อนเรียนและหลังเรียน หลังจากเรียนรู้ด้วยบทเรียนคอมพิวเตอร์มัลติมีเดีย เรื่อง การสังเคราะห์ด้วยแสง เพื่อทดสอบสมมติฐานการวิจัย

4. ทฤษฎีการเรียนรู้ที่เกี่ยวข้องกับบทเรียนคอมพิวเตอร์มัลติมีเดีย

ทฤษฎีการเรียนรู้ที่ผู้วิจัยเลือกมาสนับสนุนงานวิจัยในครั้งนี้ คือ ทฤษฎีกลุ่มคอนสตรัคติวิสต์ (Constructivism Theory) ทฤษฎีการเรียนรู้กลุ่มคอนสตรัคติวิสต์ เริ่มได้รับความสนใจตั้งแต่ปี ค.ศ. 1980 เป็นต้นมา โดยแตกแขนงมาจากนักจิตวิทยาและนักการศึกษาในกลุ่มปัญญานิยมที่เชื่อว่ามนุษย์สามารถคิดวิเคราะห์แยกแยะและอธิบายสิ่งต่าง ๆ ในโลกนี้ตามที่ตนเองสร้างขึ้น และผู้เรียนเป็นผู้สร้างองค์ความรู้ซึ่งไม่มีขอบเขตจำกัด มนุษย์สามารถเรียนรู้จากการสังเกต การรวบรวม และการจัดการตามพื้นฐานความรู้ของแต่ละคน นักทฤษฎีกลุ่มนี้เชื่อว่า การสอนไม่สามารถใช้ในการสร้างความรู้ ผู้สอนจะไม่สามารถระบุหรือคาดหวังผลลัพธ์ทางการเรียนได้เหมือนกันทุกคน โดยทฤษฎีกลุ่มคอนสตรัคติวิสต์นี้ สามารถแบ่งออกเป็น 2 กลุ่มใหญ่ ๆ คือ Cognitive constructivism และ Social constructivism โดยมีส่วนประกอบ ดังนี้

4.1 แนวความคิดพื้นฐาน

การที่บุคคลหนึ่งบุคคลใดได้ลงมือกระทำหรือสร้างสรรค์ความหมายจากประสบการณ์ของตน องค์ความรู้จะถูกสร้างขึ้นโดยคนผู้นั้นเอง ผ่านชุดของประสบการณ์ต่าง ๆ ที่มีลักษณะเฉพาะตน และมีความแตกต่างกันไปในแต่ละคน โดยสรุปแล้วกลุ่มคอนสตรัคติวิสต์มีหลักการใหญ่ ๆ 4 ประการ (ใจทิพย์ ณ สงขลา, 2550) คือ

4.1.1 ความรู้ใด ๆ ไม่สามารถเห็นได้คงที่อย่างที่เป็นอย่างที่ปรากฏ ความรู้ของบุคคลเกี่ยวกับสิ่งใดสิ่งหนึ่ง ได้รับอิทธิพลจากความรู้ที่มีมาอยู่ก่อน ความรู้ที่มีมาก่อนนี้เป็นตัวแปรสำคัญทำให้ความรู้ใหม่นั้นถูกเข้าใจแตกต่างกันไปในแต่ละบุคคล

4.1.2 การสร้างความรู้ เป็นกระบวนการคงความสมดุลของปัญญา ระหว่างความรู้เก่ากับประสบการณ์ใหม่จากสิ่งแวดล้อม เมื่อบุคคลได้รับรู้สิ่งใดที่ตรงข้ามขัดแย้งความรู้ที่มีมาอยู่ก่อน เกิดขาดความสมดุล และพยายามปรับสิ่งที่รับรู้ใหม่นั้นเข้ากับสิ่งที่มีอยู่ก่อน

4.1.3 กระบวนการสร้างความรู้มี 2 แนวคิด คือ กระบวนการสร้างความรู้จากตัวตนของบุคคลนั่นเอง และกระบวนการสร้างความรู้โดยสังคมนำแนวคิดทั้งสองนี้อธิบายตัวอย่าง เช่น เด็กที่ถูกเลี้ยงดูจากครอบครัวหนึ่งๆอาจมีความเหมือนหรือแตกต่างจากครอบครัวได้

4.1.4 ผู้สอนจะต้องเปลี่ยนแปลงความคิดจากการถ่ายทอดความรู้ให้กับผู้เรียนด้วยตำราหรือการจัดหลักสูตรใด ๆ ด้วยการเชื่อมโยงหลักสูตรให้ผู้เรียนตามความรู้และความสนใจของผู้เรียน

4.2 คอนสตรัคติวิสต์เชิงปัญญา (Cognitive constructivism)

เป็นทฤษฎีการเรียนรู้ที่มีรากฐานมาจากทฤษฎีพัฒนาการทางสติปัญญาของเพียเจต์ ทฤษฎีนี้ถือว่าผู้เรียนเป็นผู้กระทำ (Active) และเป็นผู้สร้างความรู้ขึ้นในใจเอง ปฏิสัมพันธ์ทางสังคม มีบทบาทในการก่อให้เกิดความไม่สมดุลทางปัญญาขึ้น เป็นเหตุให้ผู้เรียนปรับความเข้าใจเดิมที่มีอยู่ ให้เข้ากับข้อมูลข่าวสารใหม่ จนกระทั่งเกิดภาวะสมดุลทางปัญญาหรือเกิดความรู้ใหม่ขึ้น (Fowler, 1994 และ Greens et al., 1996 อ้างถึงใน สุรางค์ โค้วตระกูล, 2545) เพียเจต์เชื่อว่าคนเราทุกคนตั้งแต่เกิดมาพร้อมที่จะมีปฏิสัมพันธ์กับสิ่งแวดล้อม โดยที่มนุษย์เรามีแนวโน้มพื้นฐานที่ติดตัวมาตั้งแต่กำเนิด 2 ชนิด คือ การจัดและรวบรวม (Organization) และการปรับตัว (Adaptation) ซึ่งอธิบายดังต่อไปนี้

4.2.1 การจัดและรวบรวม (Organization) หมายถึง การจัดและรวบรวมกระบวนการต่าง ๆ ภายในเข้าเป็นระบบอย่างต่อเนื่อง เป็นระเบียบและมีการปรับปรุงเปลี่ยนแปลงอยู่ตลอดเวลา ตรงที่ยังมีปฏิสัมพันธ์กับสิ่งแวดล้อม

4.2.2 การปรับตัว (Adaptation) หมายถึง การปรับตัวให้เข้ากับสิ่งแวดล้อมเพื่ออยู่ในสภาพสมดุล การปรับตัวประกอบด้วยกระบวนการ ดังนี้

1) การซึมซับหรือดูดซึม (Assimilation) เมื่อมนุษย์มีปฏิสัมพันธ์กับสิ่งแวดล้อม จะเกิดกระบวนการทางสมองในการรับประสบการณ์ใหม่ เรืองราวข้อมูลต่าง ๆ เข้ามาสะสมเก็บรวมเข้าไว้ในโครงสร้างทางปัญญา (Cognitive structure) เพื่อใช้เป็นประโยชน์ต่อไป

2) การปรับโครงสร้างทางปัญญา (Accommodation) หมายถึง กระบวนการทางสมองในการจัดระบบหรือปรับเปลี่ยนโครงสร้างทางปัญญาที่มีอยู่แล้วให้เข้ากับสิ่งแวดล้อมหรือประสบการณ์ใหม่ เป็นระบบหรือเครือข่ายทางปัญญาที่ตนสามารถเข้าใจได้ เกิดเป็น โครงสร้างทางปัญญาใหม่ขึ้น

3) การเกิดความสมดุล (Equilibration) เป็นกระบวนการที่เกิดขึ้นจากขั้นของการปรับ หากการปรับเป็นไปอย่างผสมผสานกลมกลืนก็จะก่อให้เกิดสภาพที่มีความสมดุลเกิดขึ้น หากบุคคลไม่สามารถปรับประสบการณ์ใหม่และประสบการณ์เดิมให้เข้ากันได้ ก็จะเกิดภาวะความไม่สมดุลขึ้น ซึ่งก่อให้เกิดความขัดแย้งทางปัญญาขึ้นในตัวบุคคล

จากหลักการของเพียเจต์นี้ ถ้าผู้เรียนถูกกระตุ้นด้วยปัญหาที่ก่อให้เกิดความขัดแย้งทางปัญญา (Cognitive conflict) หรือเรียกว่าการเกิดภาวะไม่สมดุลทางปัญญา (Disequilibration) ผู้เรียนต้องพยายามปรับโครงสร้างทางปัญญาให้เข้าสู่ภาวะสมดุลโดยวิธีการซึมซับหรือดูดซึม ได้แก่ การรับข้อมูลใหม่จากสิ่งแวดล้อมเข้าไปไว้ในโครงสร้างทางปัญญา และการปรับโครงสร้างทางปัญญา คือ การเชื่อมโยงโครงสร้างทางปัญญาเดิมหรือความรู้เดิมที่มีมาก่อนกับข้อมูลข่าวสารใหม่ จนกระทั่ง

ผู้เรียนสามารถปรับโครงสร้างทางปัญญาเข้าสู่สภาพสมดุล หรือสามารถที่จะสร้างความรู้ใหม่ขึ้นมาได้หรือเกิดการเรียนรู้นั่นเอง

การนำทฤษฎีการเรียนรู้กลุ่มคอนสตรัคติวิสม์ไปใช้ในการเรียนการสอน แนวคิดกลุ่มคอนสตรัคติวิสม์จะก่อให้เกิดประสิทธิภาพต่อการเรียนรู้มากที่สุด เมื่อใช้ในกรณีดังต่อไปนี้ 1) ใช้ในลักษณะการบูรณาการเนื้อหาหลากหลายวิชาเข้าด้วยกัน และผู้เรียนมีพื้นฐานความรู้หรือประสบการณ์ของเนื้อหาเหล่านั้นมาแล้วอย่างดี 2) มีเวลาในการเรียนการสอนมาก อาจเป็นสัปดาห์หรือนานถึงภาคการศึกษา 3) เนื้อหาและกิจกรรมที่สนับสนุนให้เกิดการเรียนรู้แบบร่วมมือ เช่น การประดิษฐ์คิดค้น การแก้ปัญหาแบบซับซ้อนด้วยสถานการณ์ต่าง ๆ เป็นต้น

นักทฤษฎีกลุ่มนี้เชื่อว่ากระบวนการเรียนรู้สำคัญกว่ากระบวนการสอน แต่ละบุคคลสามารถสร้างความรู้ได้ด้วยตนเอง ฉะนั้นการออกแบบการเรียนการสอนจึงต้องมุ่งเน้นการวางแนวทางและสภาพแวดล้อมการเรียนรู้ให้เอื้อต่อการสร้างความรู้ด้วยตนเอง โดยมีหลักการ ดังนี้ 1) การเรียนรู้ที่เหมาะสม คือ การให้ผู้เรียนลงมือปฏิบัติ โดยการสร้างเป้าหมายที่ท้าทายเพื่อให้เกิดแรงจูงใจในการเรียน เช่น การค้นหาคำตอบเพื่อแก้ปัญหา การร่วมกันสร้างโครงการหรือผลผลิตในรูปแบบต่าง ๆ เช่น โปรแกรมคอมพิวเตอร์ วิดีทัศน์ สิ่งพิมพ์ เป็นต้น เน้นที่ภาระการทำงานหรือปัญหาที่สนับสนุนให้ผู้เรียนพัฒนาผลงานหรือแก้ปัญหานั้นตามแนวทางของตน 2) การสร้างบรรยากาศให้ผู้เรียนมีบทบาทในการเรียนรู้อย่างเต็มที่ โดยผู้เรียนจะนำตนเองและควบคุมตนเองในการเรียนรู้ เพื่อให้ผู้เรียนรู้สึกว่าเป็นเจ้าของการเรียน เริ่มตั้งแต่การกำหนดเป้าหมายของการเรียน หรือเลือกสิ่งที่ต้องการเรียนเอง ตั้งกฎระเบียบเอง แก้ไขปัญหาที่เกิดขึ้นเอง ขจัดความขัดแย้งที่เกิดขึ้นรวมทั้งรับผิดชอบดูแลรักษาห้องเรียนร่วมกัน 3) ภาระงานที่มอบหมายให้ผู้เรียนลงมือปฏิบัติ ควรมีความเกี่ยวข้องกับชีวิตจริง หรือให้ผู้เรียนอยู่ในบริบทเดียวกับโลกแห่งความเป็นจริง ซึ่งไม่จำเป็นต้องไปในสถานที่จริงเสมอ แต่อาจจัดกิจกรรมที่เปิดโอกาสให้ผู้เรียนมีปฏิสัมพันธ์กับสื่อ วัสดุ อุปกรณ์ สิ่งของต่าง ๆ ที่เป็นของจริงและมีความสอดคล้องกับความสนใจของผู้เรียน โดยผู้เรียนสามารถจัดกระทำ ศึกษาสำรวจ วิเคราะห์ ทดลอง ลองผิดลองถูกกับสิ่งนั้น ๆ จนเกิดเป็นความรู้ความเข้าใจขึ้น และควรสนับสนุนการทดลองแก้ไขปัญหาคด้วยวิธีการที่หลากหลายในบริบทอื่นที่ต่าง ๆ กัน 4) สร้างบรรยากาศการเรียนที่มีทางเลือกหลากหลาย สามารถตอบสนองความแตกต่างระหว่างบุคคล เพื่อให้ผู้เรียนได้เลือกตามความสนใจ หรือตามความถนัดของแต่ละคน และความมีบรรยากาศที่เป็นมิตร เป็นกันเอง ทำให้ผู้เรียนรู้สึกอบอุ่น ปลอดภัย สบายใจ ซึ่งจะเอื้อให้การเรียนรู้เป็นไปอย่างมีความสุข และที่สำคัญคือควรสนับสนุนการเรียนแบบร่วมมือกันมากกว่าการแข่งขันพยายามสร้างบรรยากาศที่เอื้อต่อการมีปฏิสัมพันธ์ทางสังคม เพื่อให้เกิดการร่วมมือ และการแลกเปลี่ยนความรู้ ความคิด และประสบการณ์ระหว่างผู้เรียนกับผู้เรียน และบุคคลอื่น ๆ จะช่วยให้การเรียนรู้ของผู้เรียนกว้างขึ้น ซับซ้อนขึ้น และ

หลากหลายขึ้น 5) ครูต้องเปลี่ยนบทบาทจากการเป็นผู้ถ่ายทอดความรู้และความรู้ ไปเป็นการให้ความร่วมมือ อำนวยความสะดวก และช่วยเหลือผู้เรียนในการเรียนรู้ เป็นจากคำว่า การให้ความรู้ (Instruction) ไปเป็นการให้ผู้เรียนสร้างความรู้ (Construction) เปลี่ยนบทบาทจากผู้ตั้งคำถามเป็นผู้กระตุ้นให้ผู้เรียนเกิดคำถามและหาวิธีตอบคำถามด้วยตนเอง ครูจะต้องทำหน้าที่ช่วยสร้างแรงจูงใจภายในให้เกิดขึ้นแก่ผู้เรียน จัดเตรียมกิจกรรมการเรียนรู้ที่ตรงกับความสนใจของผู้เรียน และช่วยส่งเสริมพัฒนาการของผู้เรียน รวมทั้งให้ความช่วยเหลือสำหรับผู้เรียนที่มีปัญหา 6) การประเมินผลจะต้องมีความยืดหยุ่นกันไปในแต่ละบุคคล หรืออาจใช้การประเมินผลที่หลากหลาย ไม่ว่าจะเป็นการประเมินจากเพื่อน แพ้ผสมผลงาน หรือการประเมินตนเอง นอกจากนี้ยังควรใช้เกณฑ์ที่ใช้ในโลกของความเป็นจริง

5. ประโยชน์ของบทเรียนคอมพิวเตอร์มัลติมีเดีย

เจริญ เทเวเวชพงษ์, (2549: 80) ได้กล่าวถึงประโยชน์ของคอมพิวเตอร์มัลติมีเดียไว้หลายด้าน ดังนี้ ช่วยส่งเสริมการเรียนแบบรายบุคคล ผู้เรียนเรียนได้ตามความสามารถ ความสนใจตามเวลาและโอกาสที่เหมาะสมของแต่ละคน มีการให้ผลย้อนกลับทันทีซึ่งถือเป็นรางวัลของผู้เรียน ยิ่งมีภาพ สี หรือเสียง ก็ยิ่งทำให้ผู้เรียนเกิดความสนใจ สนุกสนาน ตื่นเต้น ไม่เบื่อหน่าย จัดปัญหาการขาดแคลนครู เพราะชุดการสอนช่วยให้ผู้เรียนเรียนได้ด้วยตนเองหรือต้องการความช่วยเหลือจากผู้สอนเพียงเล็กน้อย อีกทั้งยังช่วยลดภาระและช่วยสร้างความพร้อม และความมั่นใจให้แก่ครู ช่วยให้ผู้รู้วัดผลผู้เรียนได้ตรงตามความมุ่งหมาย เพราะบทเรียนคอมพิวเตอร์มัลติมีเดียผลิตไว้เป็นหมวดหมู่ สามารถนำไปใช้ได้ทันที และในส่วนของสถานศึกษาในระบบโรงเรียน ผู้เรียนสามารถนำเอาบทเรียนคอมพิวเตอร์มัลติมีเดียไปใช้ได้ทุกสถานที่และทุกเวลา เปิดโอกาสให้ผู้เรียนได้แสดงความคิดเห็น ฝึกการตัดสินใจ แสวงหาความรู้ด้วยตนเอง และมีความรับผิดชอบต่อตนเองและสังคม ช่วยให้ผู้เรียนจำนวนมากได้รับความรู้แนวเดียวกันอย่างมีประสิทธิภาพ ผู้เรียนจะเรียนรู้ไปตามลำดับจากง่ายไปหายาก และไม่สามารถแอบดูคำตอบก่อนได้ เป็นการช่วยฝึกให้ผู้เรียนรู้จักเคารพ นับถือความคิดเห็นของผู้อื่น ซึ่งสอดคล้องกับ นุชรา พิมพ์ก่อ (2550: 13-14) กล่าวถึงประโยชน์ของบทเรียนคอมพิวเตอร์มัลติมีเดีย ดังนี้ ประโยชน์ต่อผู้เรียน 1) ผู้เรียนสามารถเรียนได้ดีกว่าและเร็วกว่าการสอนแบบปกติ แม้จะมีบางแห่งไม่แสดงความแตกต่างมากนักกับการเรียนในห้องเรียน ผู้เรียนจะเรียนได้ช้าหรือเร็วขึ้นอยู่กับความรู้พื้นฐานและความสามารถของผู้เรียนหรือเรียนตามเอ็กต์ภาพ และสามารถเรียนรู้ได้ด้วยตนเอง 2) เป็นติวเตอร์ (Tutor) ส่วนตัวของผู้เรียน โดยเฉพาะผู้เรียนที่ขาดการเรียน และประเมินผลความก้าวหน้าของผู้เรียนได้โดยอัตโนมัติ 3) เปิดโอกาสให้ผู้เรียนได้เรียนอย่างกระฉับกระเฉง (Active Learning) ตลอดจนการเรียนแก้ปัญหาที่สลับซับซ้อนมากกว่าปกติ ฝึกให้ผู้เรียนคิดอย่างมี

เหตุผล 4) ทำให้ผู้เรียนมีเจตคติที่ดีต่อวิชาที่เรียน 5) ทำให้ผู้เรียนไม่สามารถแอบพลิกดูคำตอบได้ก่อน จึงเป็นการบังคับผู้เรียนให้เรียนรู้จริงก่อน จึงจะผ่านบทเรียนนี้ไปได้ และ 6) สามารถให้ข้อมูลป้อนกลับ (Feedback) ทันที ให้การเสริมแรงแก่ผู้เรียน สร้างความเข้าใจทำให้ผู้เรียนมีความสนใจที่จะเรียน และ ยังกล่าวถึงประโยชน์ของบทเรียนคอมพิวเตอร์มัลติมีเดียที่มีต่อผู้สอน ดังนี้ 1) ช่วยในการสอนใน ชั้นเรียน ทำให้ครูทำงานน้อยลงในการสอน ข้อเท็จจริงต่าง ๆ เป็นการลดเวลาในการสอน ครูจึงมี โอกาสที่จะใช้เวลาเหล่านั้นในการเตรียมบทเรียนอื่น ๆ และจัดเตรียมการสอนให้ดียิ่งขึ้น 2) ครูมีเวลา ในการดูแลเอาใจใส่การเรียนของผู้เรียนแต่ละคนได้มากขึ้น 3) ช่วยลดเวลาสอนในบทเรียนหนึ่ง ๆ จากผลการวิจัยส่วนใหญ่ พบว่า บทเรียนมีลักษณะเป็นโปรแกรม สามารถสอนเนื้อหาได้มากกว่า การสอนแบบอื่น ๆ จึงสามารถเพิ่มเนื้อหาหรือแบบฝึกหัดได้เต็มที่ตามความสามารถ และตามความ ต้องการของผู้เรียน หรือที่ผู้สอนเห็นสมควร และ 4) ทำให้ครูมีเวลาและโอกาสในการสร้างสรรค์ และพัฒนานวัตกรรมสำหรับหลักสูตรและวัสดุเพื่อการศึกษาให้มีประสิทธิภาพมากขึ้น และ สุคนธ์ ลินทรพานนท์, (2553: 78) กล่าวว่า ปัจจุบันนี้ครูผู้สอนได้นำบทเรียนคอมพิวเตอร์มัลติมีเดียเข้าไปใช้ ในการเรียนการสอนอย่างแพร่หลาย หลายกลุ่มสาระการเรียนรู้จัดได้ว่าเป็นประโยชน์ต่อการพัฒนา ผู้เรียนได้ดีและรวดเร็วกว่าการสอนตามปกติ มีการนำเสนอเนื้อหาได้จับใจเมื่อกดเป็นพิมพ์บน คอมพิวเตอร์ ก็สามารถเลือกบทเรียนได้ตามต้องการ สามารถเสนอรูปภาพเคลื่อนไหวซึ่งมีประโยชน์ มากต่อบทเรียนที่มีภาพสลับซับซ้อนหรือเหตุการณ์ที่ควรเน้น ผู้เรียนได้เรียนเป็นขั้นตอนทีละน้อย จากง่ายไปหายากทำให้เกิดความแม่นยำ และผู้เรียนมีโอกาเรียนซ้ำแล้วซ้ำอีกได้ตามความต้องการ นอกจากนั้นยังทำให้เกิดการเรียนรู้และเข้าใจเนื้อหาได้มากยิ่งขึ้น สร้างความกระตือรือร้นให้แก่ผู้เรียน เพราะการเสนอบทเรียนคอมพิวเตอร์มัลติมีเดียเป็นสิ่งแปลกใหม่ ส่งผลให้ผู้เรียนมีเจตคติที่ดีต่อการ เรียนรู้ในวิชาที่เรียนด้วยบทเรียนคอมพิวเตอร์มัลติมีเดีย การเจรจาโต้ตอบกับคอมพิวเตอร์ ทำให้ผู้เรียน มีความพึงพอใจ มีการป้อนกลับ(Feedback) ทันที มีสีสัน ภาพ และเสียง ทำให้ผู้เรียนตื่นเต้นไม่เบื่อ และมีความพึงพอใจที่จะติดตามบทเรียนต่อไปเรื่อย ๆ และช่วยให้ผู้เรียนรู้จักคิดอย่างมีเหตุผลเพราะ ต้องมีการตอบคำถามอยู่ตลอดเวลา และผู้เรียนสามารถนำติดตัวไปเรียนในสถานที่ต่าง ๆ ที่มีเครื่อง คอมพิวเตอร์ ไม่จำกัดเวลา ดังนั้นผู้เรียนจึงสามารถยืดหยุ่นตารางการเรียนได้ตามเหมาะสม และเป็น การสร้างนิสัยให้ผู้เรียนมีความรับผิดชอบ

จากการศึกษาสรุปได้ว่า บทเรียนคอมพิวเตอร์มัลติมีเดียเป็นการนำเอาระบบของคอมพิวเตอร์ และมัลติมีเดียมาผสมผสานกันเพื่อนำไปใช้ประโยชน์ทางการศึกษา ซึ่งบทเรียนคอมพิวเตอร์มัลติมีเดีย มีประโยชน์ต่อผู้เรียนและผู้สอนโดยตรง และเกิดผลดีและมีประสิทธิภาพต่อการเรียนการสอนในปัจจุบันเป็นอย่างมาก และสอดคล้องกับการแก้ปัญหาการเรียนการสอนให้มีประสิทธิภาพมากยิ่งขึ้น ทั้งยังสามารถดึงดูดความสนใจในการกระตุ้นให้นักเรียนเกิดการเรียนรู้ที่มีประสิทธิภาพและประสิทธิผล สูงสุดขึ้นอีกด้วย

ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

1. ความหมายของผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

Good, Carter V. and others (1973) ได้ให้ความหมายของผลสัมฤทธิ์ว่า หมายถึง ความสำเร็จ (Accomplishment) ความคล่องแคล่ว ความชำนาญ ในการใช้ทักษะหรือการประยุกต์ใช้ความรู้ ต่าง ๆ ส่วนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน (Academic achievement) หมายถึง ความรู้หรือทักษะอันเกิดจากการเรียนรู้ในวิชาต่าง ๆ ที่ได้เรียนมาแล้ว ซึ่งได้จากผลการทดสอบ โดยครูผู้สอนหรือผู้รับผิดชอบ ในการสอน

Ross and Stanley (1967) ได้ให้ความหมายสั้น ๆ ว่า “แบบสอบผลสัมฤทธิ์” หมายถึง แบบสอบที่ใช้วัดความสามารถทางวิชาการ เช่น แบบสอบวิชาเลขคณิต แบบสอบวิชาพีชคณิต ฯลฯ

Gronlund (1993: 1) กล่าวว่าไว้ว่าแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน หมายถึง แบบวัด พฤติกรรมหรือผลของการเรียนรู้ที่คาดว่าจะเกิดขึ้นจากกิจกรรมการเรียนรู้ โดยมีหน้าที่หลักสำหรับการปรับปรุงและพัฒนาการเรียนรู้ของผู้เรียน

พวงรัตน์ ทวีรัตน์ (2530: 29-30) ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนเป็นคุณลักษณะด้านความรู้ ความสามารถของบุคคลอันเป็นผลมาจากการเรียนการสอนหรือประสบการณ์ทั้งปวงที่บุคคลได้รับ จากการเรียนการสอน ทำให้บุคคลเกิดการเปลี่ยนแปลงพฤติกรรมในด้านต่าง ๆ ของสมรรถภาพสมอง ไพศาล หวังพานิช (2531: 34) ให้ความหมายผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนว่า หมายถึง คุณลักษณะและความสามารถของบุคคลอันเกิดจากการเรียนการสอน เป็นการเปลี่ยนแปลงพฤติกรรมและประสบการณ์ของการเรียนรู้ที่เกิดขึ้นจากการฝึกอบรมหรือจากการสอน เป็นการตรวจสอบความสามารถ หรือ ความสัมฤทธิ์ผล (Level of Accomplishment) ของบุคคลว่าเรียนรู้ทำอะไร มีความสามารถชนิดใด

นิภา เมธราชวิชย์ (2536: 6) กล่าวว่าผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน หมายถึง ความรู้และทักษะ ที่ได้รับและพัฒนาจากการเรียนการสอนวิชาต่าง ๆ ครูอาศัยเครื่องมือวัดผลช่วยในการศึกษาว่า นักเรียนมีความรู้และทักษะมากน้อยเพียงใด

จิราภรณ์ เมืองพรวน (2538: 18) ได้กล่าวว่าผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน หมายถึง ความรู้ ความสามารถ ทักษะและสมรรถภาพด้านต่าง ๆ ของสมองที่พัฒนาขึ้นจากการเรียนวิชาต่าง ๆ โดยพิจารณาได้จากคะแนนสอบ หรือผลงานที่ครูมอบหมายให้

มาริษา นาคทับ (2545: 54) กล่าวว่าผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน หมายถึง ความรู้ความสามารถ ที่ผู้เรียนได้รับหลังเรียนวิชานั้น ๆ แล้ว ซึ่งจะทราบว่าปริมาณมากน้อยเพียงใด โดยพิจารณาได้จาก คะแนนผลสอบแบบทดสอบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน หรือได้จากการสังเกตพฤติกรรม และความสำเร็จด้านอื่น ๆ ประกอบ เชาวดี วิบูลศรี (2543: 28) ให้ความหมายว่า แบบทดสอบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน หมายถึง แบบทดสอบแบบวัดความรู้เชิงวิชาการ มักใช้วัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เน้นการวัด ความรู้ ความสามารถจากการเรียนรู้ในอดีต หรือในสภาพปัจจุบันของแต่ละบุคคล

บุญเรียง ขจรศิลป์ (2543: 77) ได้กล่าวว่าแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน หมายถึง แบบทดสอบที่ใช้วัดระดับความสามารถของผู้เรียนว่ามีความรู้ความสามารถ และทักษะในเนื้อหาวิชา ที่เรียนไปแล้วมากน้อยเพียงใด

สมนึก ภัททิยธนี (2544: 73) ได้ให้ความหมายว่าแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน หมายถึง แบบทดสอบที่วัดสมรรถภาพทางสมองด้านต่าง ๆ ที่นักเรียนได้รับการเรียนรู้ผ่านมาแล้ว

จากความหมายผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนข้างต้น ผู้วิจัยได้ให้ความหมายของผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน หมายถึง ผลคะแนนที่ได้จากการทดสอบก่อนเรียนและการทดสอบหลังเรียน หลังจากเรียนรู้ด้วยบทเรียนคอมพิวเตอร์มัลติมีเดีย เรื่อง การสังเคราะห์ด้วยแสงของพืช ประเมินผลด้วยข้อสอบ ที่ผู้วิจัยสร้างขึ้น โดยนำผลการทดสอบก่อนเรียนและหลังเรียนมาเปรียบเทียบกัน

2. ประเภทของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน แบ่งออกเป็น 2 ประเภท ดังนี้ (Gronlund, 1993: 6; บุญเรียง ขจรศิลป์, 2543: 75; สมนึก ภัททิยธนี, 2544: 73; พิชัย ฤทธิ์จรูญ, 2545: 96)

2.1 แบบทดสอบที่ครูสร้างขึ้นเอง หมายถึง แบบทดสอบที่มุ่งหวังผลสัมฤทธิ์ของผู้เรียน เฉพาะกลุ่มที่ครูสอน เป็นแบบทดสอบที่ครูสร้างขึ้น ใช้กันโดยทั่วไปในสถานศึกษา มีลักษณะเป็นแบบทดสอบข้อเขียน (Paper and pencil test) ซึ่งแบ่งออกได้อีก 2 ชนิด คือ

2.1.1 แบบทดสอบอัตนัย (Essay test) เป็นแบบทดสอบที่กำหนดคำถาม หรือปัญหา แล้วให้ผู้ตอบเขียนแสดงความรู้ ความคิด เจตคติ ได้อย่างเต็มที่

2.1.2 แบบทดสอบปรนัย (Objective test) เป็นแบบทดสอบที่กำหนดให้ผู้เขียนตอบสั้น ๆ หรือมีคำตอบให้เลือกแบบจำกัดคำตอบ ผู้ตอบไม่มีโอกาสได้แสดงความรู้ ความคิดอย่างกว้างขวาง เหมือนแบบทดสอบอัตนัย แบบทดสอบชนิดนี้แบ่งออกเป็น 4 แบบ คือ แบบทดสอบถูก-ผิด แบบทดสอบเติมคำ แบบทดสอบจับคู่ และแบบทดสอบเลือกตอบ

2.2 แบบทดสอบมาตรฐาน หมายถึง แบบทดสอบที่มุ่งหวังวัดผลสัมฤทธิ์ของผู้เรียนทั่ว ๆ ไป ซึ่งสร้างโดยผู้ทรงคุณวุฒิ มีการวิเคราะห์และปรับปรุงอย่างดีจนมีคุณภาพ มีมาตรฐาน กล่าวคือ มีมาตรฐานในการดำเนินการสอบ วิธีการให้คะแนนและการแปลความหมายของคะแนน

แบบสอบผลสัมฤทธิ์สามารถจำแนกออกเป็นประเภทต่าง ๆ ได้หลายลักษณะขึ้นอยู่กับเกณฑ์ที่ใช้ในการจำแนก (ศิริชัย กาญจนวาสี, 2552: 167-169)

เกณฑ์ที่ใช้ในการจำแนกลักษณะแบบสอบผลสัมฤทธิ์

1. จำแนกตามผู้สร้าง

1.1 แบบสอบมาตรฐาน (Standardized test) เป็นแบบสอบที่สร้างขึ้นด้วยกระบวนการมาตรฐาน โดยสำนักทดสอบหรือบริษัทสร้างแบบทดสอบซึ่งมักออกแบบให้ครอบคลุมเนื้อหาสาระอย่างกว้าง ๆ ที่สอนในหลักสูตรต่าง ๆ เพื่อให้สามารถใช้ได้กับสถาบันการศึกษาทั่ว ๆ ไป โดยทั่วไปมีรูปแบบที่เป็นมาตรฐานสำหรับการให้บริการ การดำเนินการสอบ การตรวจให้คะแนน การแปลผลเปรียบเทียบกับบรรทัดฐานระดับชาติ การรายงานผล และการรายงานคุณภาพของแบบทดสอบ

1.2 แบบสอบที่ผู้สอนสร้าง (Teacher-made test) เป็นแบบสอบที่ผู้สอนเป็นคนสร้างขึ้นมาใช้เอง จึงมักเป็นแบบสอบที่ครอบคลุมเนื้อหาเฉพาะตามหลักสูตรของสถาบันใดสถาบันหนึ่ง การตรวจให้คะแนนและการแปลผลจึงมักทำการเปรียบเทียบผลเฉพาะกลุ่มที่สอบด้วยกัน หรือเปรียบเทียบกับเกณฑ์ที่ผู้สอนกำหนดไว้เฉพาะ

2. จำแนกตามเนื้อหาวิชา

แบบสอบผลสัมฤทธิ์สามารถใช้กับวิชาต่าง ๆ ได้ จึงอาจจำแนกแบบสอบตามชื่อเนื้อหาวิชา เช่น แบบสอบผลสัมฤทธิ์ทางคณิตศาสตร์ วิทยาศาสตร์ ภาษาไทย ภาษาอังกฤษ ประวัติศาสตร์ แคลคูลัส สถิติศาสตร์ วิจัยทางสังคมศาสตร์ คอมพิวเตอร์ เป็นต้น

3. จำแนกตามการใช้

3.1 แบบสอบความพร้อม (Readiness test) เป็นแบบสอบที่มุ่งวัดทักษะพื้นฐานที่จำเป็นสำหรับการเรียนรู้วิชา/บทเรียน/หน่วยการเรียนรู้ เพื่อพิจารณาว่าผู้เรียนมีพื้นฐานเพียงพอหรือไม่ จะได้ทบทวนหรือปูพื้นฐานที่จำเป็นก่อนเริ่มเรียนวิชา/บทเรียน/หน่วยการศึกษานั้น

3.2 แบบสอบวินิจฉัย (Diagnosis test) เป็นแบบสอบที่มุ่งวัดจุดเด่นจุดด้อยของทักษะการเรียนรู้สำคัญ อันเป็นปัญหาของผู้เรียน แบบสอบมุ่งตรวจสอบกลไกองค์ประกอบย่อย ๆ ที่ครอบคลุมกระบวนการสำคัญของทักษะที่เป็นเป้าหมายของการเรียนรู้ เพื่อระบุว่าผู้เรียนมีปัญหาของการเรียนรู้ตรงจุดไหน อันจะเป็นประโยชน์ต่อการปรับปรุงแก้ไขและสอนซ่อมเสริม

3.3 แบบสอบสมรรถภาพ (Proficiency test) เป็นแบบทดสอบที่ใช้วัดว่าผู้สอบมีสมรรถนะถึงระดับที่เหมาะสมหรือยัง เพื่อใช้เป็นเครื่องบ่งชี้ถึงระดับความสามารถสำหรับการคัดเลือกหรือให้สิทธิบางประการ เช่น การสอบใบขับขี่รถยนต์ การสอบความสามารถทางภาษา การสอบความสามารถทางคอมพิวเตอร์เบื้องต้น เป็นต้น

3.4 แบบสอบเชิงสำรวจ (Survey test) เป็นแบบทดสอบที่ใช้สำรวจวัดระดับความรู้เชิงสรุปทั่วไปของนักเรียนหรือนิสิตศึกษาในสาขาวิชาเฉพาะ แบบสอบจึงควรครอบคลุมเนื้อหาทั่วไปที่ผู้รู้ได้จากมวลเนื้อหาอย่างกว้างขวาง เพื่อทดสอบผลการเรียนรู้ทั่วไป เช่น แบบสอบปลายภาคเรียน เป็นต้น

4. จำแนกตามการแปลผล

4.1 แบบสอบอิงกลุ่ม (Norm-Referenced test) เป็นแบบสอบที่มุ่งวัดผลการเปรียบเทียบความแตกต่างระหว่างความรู้ ความสามารถของผู้สอบ ข้อสอบอิงกลุ่มจึงถูกสร้างและเลือกมาใช้เพื่อทำหน้าที่จำแนกระดับความสามารถของผู้สอบที่แตกต่างกัน คะแนนสอบที่ได้จึงนำไปใช้แปลความหมายโดยการเปรียบเทียบความรู้ ความสามารถระหว่างกลุ่มผู้สอบด้วยตนเอง

4.2 แบบสอบอิงเกณฑ์ (Criterion-Referenced test) เป็นแบบสอบที่มุ่งวัดระดับการเรียนรู้ของผู้เรียนว่ามีความรู้ ความสามารถอะไรบ้าง ข้อสอบอิงเกณฑ์ถูกสร้างให้ครอบคลุมความรู้หรือทักษะสำคัญของการเรียนรู้ที่ต้องการให้เกิดขึ้น คะแนนสอบที่ได้จึงแปลผลโดยการเปรียบเทียบกับเกณฑ์หรือมาตรฐานที่กำหนดไว้

5. จำแนกตามรูปแบบการตอบ

5.1 แบบสอบประเภทเสนอคำตอบ (Supply type)

5.1.1 แบบสอบความเรียง (Essay test)

1) แบบสอบความเรียงไม่จำกัดคำตอบ (Essay-extended)

2) แบบสอบความเรียงจำกัดคำตอบ (Essay-restricted)

5.1.2 แบบสอบแบบตอบสั้น (Short answer)

5.1.3 แบบสอบแบบเติมคำ (Completion)

5.2 แบบสอบประเภท เลือกคำตอบ (Selection type)

5.2.1 แบบสอบแบบถูก-ผิด (True-false)

5.2.2 แบบสอบแบบจับคู่ (Matching)

5.2.3 แบบสอบแบบหลายตัวเลือก (Multiple-choice)

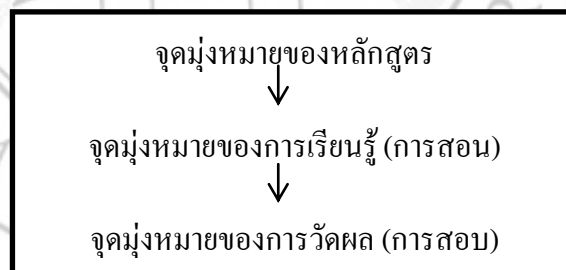
จากประเภทของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ผู้วิจัยใช้เกณฑ์แบบทดสอบมาตรฐานในการวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ตามเนื้อหาวิชา คือ วิชาพฤกษศาสตร์ เรื่อง การสังเคราะห์ด้วยแสงของพืช โดยทดสอบความพร้อมและทดสอบวินิจฉัยเมื่อเรียนรู้จบ ซึ่งใช้แบบทดสอบแบบเสนอคำตอบและเลือกตอบควบคู่กัน และแปลผลแบบอิงเกณฑ์

3. ขั้นตอนการสร้างแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

ขั้นตอนการสร้างแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนมีความสำคัญยิ่งในการสร้างแบบทดสอบให้มีประสิทธิภาพ การสร้างต้องระบุนิเวศการให้ชัดเจน ครอบคลุม ไม่ยุ่งยากซับซ้อน เพื่อสร้างแบบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนให้มีประสิทธิภาพมากที่สุด ซึ่งการวิจัยในครั้งนี้ผู้วิจัยยึดขั้นตอนการสร้างแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของ ศิริชัย กาญจนวาสี, (2552: 174-191) และกล่าวว่าขั้นตอนการสร้างและพัฒนาแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ มีดังนี้

3.1 กำหนดจุดมุ่งหมายของการสอบ (Specification of purpose)

จุดมุ่งหมายของการสอบจะต้องมีความสัมพันธ์และสอดคล้องกับจุดมุ่งหมายของการเรียนรู้ และจุดมุ่งหมายของหลักสูตร ตามลำดับ ดังภาพที่ 4



ภาพ 4 แสดงความสัมพันธ์ของจุดมุ่งหมายของการสอบ

ที่มา: ศิริชัย กาญจนวาสี, 2552: 174

เนื่องจากแบบทดสอบ (Test) เป็นเครื่องมือที่นิยมใช้ในการทดสอบ (Testing) ซึ่งเป็นวิธีการอย่างหนึ่งที่ใช้สำหรับวัดผลการเรียนรู้ของผู้เรียน การเรียนรู้เป็นการเปลี่ยนแปลงปริมาณความรู้ และพฤติกรรมของผู้เรียน อันเป็นผลมาจากประสบการณ์ที่จัดขึ้น การเรียนรู้ที่ดีควรจะต้องเป็นไปในทิศทางที่พึงประสงค์ตามจุดมุ่งหมายของหลักสูตร ดังนั้นในการดำเนินการสอนและดำเนินการสอบเพื่อวัดผลการเรียนรู้ การเรียนของผู้เรียนเนื่องมาจากกิจกรรมการสอน ผู้สอนจะต้องทำการวิเคราะห์หลักสูตร เพื่อทำความเข้าใจถึงจุดมุ่งหมาย เนื้อหาและกิจกรรมในหลักสูตร สำหรับวางแผนการจัดกิจกรรมการเรียนการสอน และกำหนดจุดมุ่งหมายของการสอบให้สอดคล้องกับจุดมุ่งหมายของการเรียนรู้และจุดมุ่งหมายของหลักสูตร

หลักสูตร หมายถึง มวลกิจกรรม (การจัดการเรียนรู้) ทั้งหมดที่สถานศึกษาจัดให้แก่ผู้เรียน หลักสูตรจึงมีความสำคัญในฐานะที่เป็นทั้งแผน จุดมุ่งหมาย เนื้อหาวิชา กระบวนการจัดกิจกรรม และประสบการณ์เรียนรู้ให้แก่ผู้เรียน การวิเคราะห์หลักสูตร จึงเป็นการแยกแยะให้เห็นความสัมพันธ์ระหว่างองค์ประกอบย่อยที่เกี่ยวข้องกัน ซึ่งประกอบด้วยจุดมุ่งหมาย เนื้อหา กิจกรรม/ประสบการณ์ และพฤติกรรมที่เป็นจุดมุ่งหมายปลายทางของหลักสูตร ซึ่งจะช่วยให้ผู้สอนมีความเข้าใจว่า สอน/สอบไปทำไม ควรสอน/ควรสอบอะไรบ้าง และควรดำเนินการสอน/สอบอย่างไร

ตาราง 1 แสดงเป้าหมายของหลักสูตร

ช่วงเวลา	เป้าหมาย
ก่อนสอน	สอนทำไม : จุดมุ่งหมายของการเรียนรู้ สอนอะไร : เนื้อหาที่สอนและน้ำหนักความสำคัญ สอนอย่างไร : วิธีสอน สื่อ และเวลาที่ใช้
ก่อนสอบ	สอบทำไม : จุดมุ่งหมายของการสอบ สอบอะไร : เนื้อหาที่สอบและน้ำหนักความสำคัญ สอบอย่างไร : วิธีการสอบ ชนิดและรูปแบบของแบบสอบและเวลาที่ใช้

ที่มา: ศิริชัย กาญจนวาสี, 2552: 175

การวิเคราะห์หลักสูตรสำหรับการกำหนดจุดมุ่งหมาย เนื้อหา และวิธีการสอบมีขั้นตอนการดำเนินงาน ดังนี้ 1) วิเคราะห์จุดมุ่งหมาย 1.1) วิเคราะห์จุดมุ่งหมายของหลักสูตร จุดมุ่งหมายของการเรียนรู้ และระบุคุณลักษณะหรือสมรรถภาพที่ต้องการวัด (Measure) ในการสอบ 1.2) แปลงคุณลักษณะหรือสมรรถภาพที่ต้องการวัดให้มีลักษณะเป็นรูปธรรม (Operational term) โดยปกติแล้วนิยมเขียนเป็น โดเมนของพฤติกรรม หรือพฤติกรรมที่เป็นจุดมุ่งหมายปลายทางที่ต้องการให้เกิดขึ้นแก่ผู้เรียน หลังจากเรียนวิชานั้นแล้ว 2) วิเคราะห์เนื้อเรื่อง 2.1) วิเคราะห์เนื้อหาของหลักสูตร เนื้อหาของการเรียนการสอนเพื่อแยกแยะเนื้อหาและรวมจัดเป็นหน่วยย่อย ๆ ที่มีความสัมพันธ์กัน เช่น จัดหมวดหมู่ของเนื้อหาเป็นบท ตอน และหน่วยการสอน 3) วิเคราะห์กิจกรรม/ประสบการณ์ วิเคราะห์กิจกรรม/ประสบการณ์ของการเรียนรู้ เพื่อเป็นแนวคิดในการกำหนดรูปแบบวิธีการสอนและวิธีการสอบที่เหมาะสมกับจุดมุ่งหมายและเนื้อหาของการเรียนรู้นั้น

จากการวิเคราะห์หลักสูตรจะช่วยให้ผู้สอนมีความเข้าใจ และสามารถกำหนดจุดมุ่งหมายของการสอนและการสอบได้ว่า มุ่งเน้นการสร้างและวัดผู้เรียนเกี่ยวกับสมรรถภาพอะไร ในเนื้อหาใด ณ ช่วงเวลาใด ซึ่งจะเป็นแนวทางสู่การออกแบบการสร้างแบบทดสอบในขั้นต่อไป

3.2 ออกแบบการสร้างแบบสอบ (Test design)

การออกแบบการสร้างแบบสอบ เป็นการกำหนดรูปแบบ ขอบเขต และแนวทางการสร้างเพื่อให้ได้มาซึ่งข้อสอบและแบบสอบที่มีคุณภาพ การออกแบบการสร้างแบบสอบ ประกอบด้วยกิจกรรมการดำเนินงาน ดังนี้

3.2.1 วางแผนการทดสอบ (Testing plans)

ก่อนการสร้างแบบสอบ ผู้สอนจะต้องวางแผนการวัดผลหรือแผนการทดสอบเสียก่อน โดยทั่วไปควรมีการทดสอบอย่างน้อยภาคเรียนละ 2 ครั้ง คือ สอบกลางภาคและสอบปลายภาค นอกจากนี้ควรมีการสอบย่อยเป็นครั้งคราว การทดสอบย่อยบ่อยครั้งน่าจะดีกว่าการทดสอบย่อยนาน ๆ ครั้ง แต่ไม่ควรทดสอบย่อยบ่อยครั้งมากเกินไป เพราะอาจกระทบต่อเวลาที่ใช้สอนและอาจสร้างความเครียดให้แก่ผู้เรียนมากเกินไป จากแผนการวัดผลที่กำหนดไว้ล่วงหน้า สมมติว่า มีการวางแผนการทดสอบ ก่อนสอน (Placement Testing) เพื่อดูความพร้อมหรือจัดกลุ่มผู้เรียนก่อนเริ่มเรียน โดยไม่นำมาคิดเป็นเปอร์เซ็นต์ คะแนนเก็บ อาจมีการทดสอบระหว่างการสอน (Formative testing) ซึ่งประกอบด้วย การทดสอบย่อย 10% การสอบภาคฝึกปฏิบัติ 30% การสอบกลางภาค 20% และมี การสอบหลังเสร็จสิ้นการสอน (Summative testing) ซึ่งเป็นการสอบปลายภาค 40% เป็นต้น ผู้สอนจะต้องวางแผนการสอบให้สอดคล้องกับแผนการวัดผลที่กำหนดไว้ นั่น โดยจะต้องวางแผนว่าเพื่อให้บรรลุจุดมุ่งหมายของการสอบ และสนองต่อแผนการวัดผลที่ต้องการว่าจะต้องทำการทดสอบทั้งหมดกี่ครั้ง?

ควรมีความถี่ห่างของการสอบเท่าใด แต่ครั้งหนึ่งจะต้องครอบคลุมเนื้อหา/จุดมุ่งหมายใด และจะใช้เวลาเท่าใด

3.2.2 กำหนดรูปแบบของแบบสอบ (Test formal)

ผู้สอนจะต้องเลือกรูปแบบของแบบสอบว่ารูปแบบใดน่าจะเหมาะสมกับสมรรถภาพและเนื้อหาที่มุ่งวัดสำหรับการทดสอบแต่ละครั้ง ซึ่งสามารถพิจารณาจากรูปแบบต่าง ๆ ได้ ดังนี้

- 1) แบบสอบอิงกลุ่ม (Norm-referenced test) กับแบบสอบอิงเกณฑ์
- 2) แบบสอบข้อเขียน (Written test) กับแบบสอบปฏิบัติการ (Performances test)
- 3) แบบสอบเสนอคำตอบ (Supply type) กับแบบสอบแบบเลือกตอบ (Selection test)
- 4) แบบสอบความเร็ว (Speed test) กับแบบสอบความสามารถ (Power test)
- 5) แบบสอบเป็นกลุ่ม (Group test) กับแบบสอบเป็นรายบุคคล (Individual test)

3.2.3 การสร้างผังการทดสอบ (Testing map)

การสร้างแผนผังการทดสอบมีเป้าหมายสำคัญเพื่อจุดมุ่งหมายการเรียนรู้ กิจกรรมการเรียนการสอน และการสร้างแบบทดสอบมีความสัมพันธ์และสอดคล้องกันอย่างเป็นระบบ การสร้างแผนผังการสอบ หรือ “Test map” มีความจำเป็นอย่างยิ่ง เพราะจะทำให้การจัดกิจกรรมอยู่บนหลักการและเหตุผลของการจัดการทดสอบได้อย่างเหมาะสม ช่วยให้เห็นจุดมุ่งหมายที่ต้องการวัด ให้นำหนักความสำคัญ ความถี่บ่อยของการสอบ ตลอดจนรูปแบบของแบบสอบที่ได้ ตารางแผนผังการสอบจึงมีความสำคัญในแง่เป็นการคิดวิเคราะห์การสอนและวางแผนจัดกิจกรรมการสอบให้สอดคล้องกับจุดมุ่งหมายของการเรียนรู้ และจุดมุ่งหมายของหลักสูตร

3.2.4 สร้างผังข้อสอบ (Test blueprint)

ผังข้อสอบ หรืออาจเรียกว่า ตารางกำหนดแผนผังการสร้างข้อสอบ (Table of specification) เป็นตารางที่สร้างขึ้นเพื่อเสนอรายละเอียดของการทดสอบแต่ละครั้งว่า จะวัดเนื้อหา (Content) อะไร และจะวัดจุดมุ่งหมายของการเรียนรู้ (Objectives) อะไร หรือจุดมุ่งหมายเชิงพฤติกรรม ที่ต้องการจะวัดจากผู้เรียนนั่นเอง ขอบเขตเนื้อหาวิชา ซึ่งอาจเป็นหัวข้อย่อย หน่วย หรือบทก็ได้ ตลอดจนมีการกำหนดน้ำหนักความสำคัญหรือสัดส่วนของจำนวนข้อกระทง หรือข้อสอบ (items) ที่จะสร้างขึ้นเป็นแบบสอบ (Test) สำหรับวัดพฤติกรรมตามขอบเขตเนื้อหาวิชาที่ต้องการทดสอบแต่ละครั้ง

การกำหนดน้ำหนักความสำคัญของจุดประสงค์การเรียนรู้นั้น ผู้สอนสามารถยึดหลักทั่วไป ๆ ได้ว่า ควรให้ความสำคัญแก่จุดประสงค์ที่มีลักษณะเป็นจุดประสงค์พื้นฐานที่จำเป็นของวิชา จุดประสงค์สำคัญของหน่วยการสอน และเป็นจุดประสงค์หลักหรือปลายทาง จากน้ำหนักความสำคัญที่กำหนดให้แก่จุดประสงค์ของแต่ละหน่วยสามารถแปลงเป็นจำนวนข้อสอบแต่ละหน่วย

เพื่อให้ได้จำนวนข้อสอบทั้งหมดตามที่ต้องการได้ โดยการเทียบสัดส่วนอย่างง่ายสำหรับการกำหนดจำนวนข้อสอบของแต่ละหน่วยย่อยก็สามารถกระทำได้โดยวิธีการเทียบสัดส่วนเช่นเดียวกัน

3.3 เขียนข้อสอบ (Item writing)

หลังจากการสร้างตารางผังข้อสอบแล้ว ผู้สอนจะมีความพร้อมสำหรับลงมือเขียนข้อสอบ การเขียนข้อสอบเป็นทักษะอย่างหนึ่งที่คุณเขียนจำเป็นต้องมีความรู้ในเนื้อหาวิชาเป็นอย่างดี และจะต้องมีความรู้ในเทคนิคการเขียน ตลอดจนการฝึกฝนจนเกิดความชำนาญ การเขียนข้อสอบที่ดีควรมีลำดับขั้นตอนการเขียน ดังนี้

3.3.1 กำหนดแบบแผนข้อสอบ (Item specification)

ผู้สอนควรกำหนดแบบแผนข้อสอบ ซึ่งเป็นรูปแบบทั่วไปของข้อสอบที่สามารถใช้วัดสมรรถภาพตามจุดประสงค์การเรียนรู้แต่ละจุดประสงค์ แบบแผนข้อสอบจะช่วยประหยัดเวลาในการเขียนข้อสอบครั้งต่อ ๆ ไป สามารถใช้สร้างข้อสอบเพื่อรวมเป็นแบบสอบได้หลายฉบับ และเป็นแนวทางในการพัฒนาแบบสอบคู่ขนานได้

3.3.2 ร่างข้อสอบ (Item drafting)

ผู้สอนลงมือร่างข้อสอบตามแบบแผนข้อสอบของแต่ละจุดประสงค์การเรียนรู้ ให้ครอบคลุมจุดประสงค์และเนื้อเรื่องที่ต้องการวัด ตลอดจนให้มีปริมาณข้อสอบตามสัดส่วนความสำคัญที่กำหนดไว้ การร่างข้อสอบควรเขียนแยกเป็นรายชื่อในบัตรข้อสอบ (Item card) ในบัตรข้อสอบควรออกแบบให้มีข้อมูลเกี่ยวกับ ชื่อวิชา จุดประสงค์ที่มุ่งวัด เนื้อเรื่อง ตัวคำถามและคำตอบ ช่องสถิติ สำหรับบันทึกผลการวิเคราะห์ข้อสอบ ค่าความยาก ค่าอำนาจจำแนก ช่องสำหรับบันทึกคำปรับปรุง และคำวิจารณ์

การเขียนข้อสอบให้มีความยากที่พอเหมาะ ผู้เขียนต้องพิจารณาองค์ประกอบหลายด้านที่สำคัญ ได้แก่ จุดมุ่งหมายของการสอบ ลักษณะของเนื้อหาวิชา และระดับความสามารถของผู้เรียน เช่น กรณีการทดสอบวัดความรู้ความสามารถก่อนเริ่มเรียน หรือทดสอบความรู้ขั้นพื้นฐาน หรือทดสอบวินิจฉัยปัญหาการเรียน ซึ่งมุ่งวัดว่า ผู้เรียนรู้อะไร ไม่รู้อะไร ระดับความยากของข้อสอบจึงไม่ค่อยมีความสำคัญเพราะขึ้นอยู่กับระดับความซับซ้อนของพฤติกรรมที่มุ่งวัด กรณีของการทดสอบความก้าวหน้าหรือผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนในสถานการณ์ของการเรียนการสอนโดยทั่วไป จึงพยายามเขียนข้อสอบให้มีความยากปานกลาง แต่ถ้าเป็นการสอบคัดเลือกแข่งขัน ซึ่งมุ่งกระจายและจำแนกระดับความสามารถระหว่างผู้สอบ ข้อสอบที่เขียนจึงควรค่อนข้างไปทางยาก

ผู้สอนควรเริ่มร่างข้อสอบเสียแต่เนิ่น ๆ ไว้เป็นการล่วงหน้า เพื่อจะได้มีเวลาสำหรับการทบทวนแก้ไขและปรับปรุง ควรเขียนข้อสอบเพื่อไว้ 25% หรือถ้าเป็นไปได้ ควรเพื่อไว้ประมาณ 1-2 เท่าของจำนวนที่ต้องการใช้จริง เพื่อไว้สำหรับการตัดออก/ปรับปรุงข้อไม่ดี และเลือกข้อที่มีคุณภาพดีไว้ใช้ต่อไป

ข้อสอบที่ถูกเขียนขึ้นมาครั้งแรกด้วยความระมัดระวังเพียงใดก็ตาม ย่อมมีข้อบกพร่องได้ด้วยสาเหตุแตกต่างกัน จึงจำเป็นที่จะต้องมีการทบทวนข้อสอบด้วยหลักการเชิงเหตุผลเสียก่อน ก่อนที่จะนำข้อสอบไปทดลองใช้และวิเคราะห์คุณภาพของข้อสอบด้วยข้อมูลเชิงประจักษ์

3.3.3 ทบทวนร่างข้อสอบ (Item review)

1) ทบทวนร่างข้อสอบโดยผู้เขียนข้อสอบ

หลังจากได้ร่างข้อสอบไว้แล้วเป็นระยะเวลาหนึ่ง ผู้สอนควรทบทวนร่างข้อสอบที่ตัวเองเขียนขึ้นมา โดยพยายามนึกว่าตัวเองเป็นผู้สอบ เพื่อตรวจสอบความตรงตามจุดประสงค์ สัดส่วนของข้อสอบ ความสมเหตุสมผล ความชัดเจนของภาษาที่ใช้

2) ทบทวนร่างข้อสอบโดยผู้อื่น

ผู้สอนควรให้เพื่อนอาจารย์หรือผู้เชี่ยวชาญ (ในกรณีสร้างแบบสอบมาตรฐาน) ช่วยตรวจสอบร่างข้อสอบเพื่อพิจารณาถึงความตรงของข้อสอบตามจุดประสงค์ ความครอบคลุม และความชัดเจนของทั้งคำถามและคำตอบ เมื่อร่างข้อสอบผ่านการทบทวนแล้ว ควรตรวจสอบให้แน่ใจอีกครั้งว่า ข้อสอบแต่ละข้อได้วัดพฤติกรรมการเรียนรู้ที่สอดคล้องกับจุดประสงค์ วัดได้ครอบคลุมเนื้อหา ไม่มีการวัดเนื้อหาที่ซ้ำซ้อนกัน และข้อสอบน่าจะมีความยากง่ายเหมาะสมกับกลุ่มผู้สอบ

3.3.4 บรรณาธิการข้อสอบ (Item editing)

ผู้สอนทำการปรับปรุงข้อบกพร่องตามคำแนะนำที่ได้รับ จัดเกล้าข้อความและภาษาที่ใช้ให้เหมาะสมกับผู้เรียน เรียบเรียงข้อสอบรวมกันเป็นแบบสอบที่พร้อมและนำไปทดลองใช้การจัดเรียงข้อสอบอย่างมีประสิทธิภาพควรดำเนินการ ดังนี้

1) ถ้าแบบสอบประกอบด้วยข้อสอบหลายประเภท ควรแบ่งแบบสอบออกเป็นตอน (Section) ข้อสอบที่อยู่ในตอนเดียวกันเป็นข้อสอบประเภทเดียวกัน โดยเรียงตอนของแบบสอบจากประเภทที่ตอบได้ง่ายไปสู่ประเภทที่มีความซับซ้อนในการตอบ ดังนี้ ข้อสอบแบบถูกผิด ข้อสอบแบบจับคู่ ข้อสอบแบบตอบสั้น ข้อสอบแบบหลายตัวเลือก และข้อสอบแบบเขียนตอบ

2) ในแบบสอบแต่ละตอน ควรเรียงลำดับข้อสอบตามจุดประสงค์ของการเรียนรู้ จากง่ายไปสู่จุดประสงค์ที่ซับซ้อน เช่น ความรู้ ความเข้าใจ การนำไปใช้ การวิเคราะห์ การสังเคราะห์ และการประเมินผล

3) ข้อสอบแต่ละข้อในแต่ละตอน ควรจัดเรียงตามลำดับความยากง่ายของข้อสอบ โดยการเรียงจากข้อง่ายไปสู่ข้อยากขึ้นตามลำดับ การเรียงข้อสอบแบบเลือกตอบตามลำดับเนื้อหา อาจทำให้ไม่ได้รับประโยชน์อย่างเต็มที่จากการสอบ เพราะอาจทำให้ผู้เรียนคาดเดาคำตอบได้ง่ายขึ้น เช่น การเรียนข้อสอบตามยุคของประวัติศาสตร์ สำหรับแบบสอบวิชาประวัติศาสตร์ การเรียงข้อสอบตามลำดับของ Tense ในแบบสอบวิชาภาษาอังกฤษ เป็นต้น การเรียงลำดับเนื้อหา อาจเป็นประโยชน์ในกรณีที่เป็นแบบสอบเพื่อความรู้ หรือแบบสอบวินิจฉัยปัญหาการเรียนรู้อ

4) ทดลองใช้ข้อสอบและวิเคราะห์ข้อสอบ (Item tryout and analysis) แบบสอบผลสัมฤทธิ์สำหรับการเรียนการสอนโดยทั่วไป เมื่อสร้างและทบทวนอย่างดีแล้ว ก็สามารถนำไปใช้ได้ แต่ถ้าเป็นไปได้และต้องการความมั่นใจควรนำข้อสอบไปทดลองใช้กับกลุ่มตัวอย่างผู้เรียน ที่มีลักษณะใกล้เคียงกับกลุ่มผู้สอบที่ตั้งใจจะนำไปใช้จริง ควรมีก่อนด้วยอย่างน้อย 50 คน (ถ้าเป็นไปได้ ควรมีขนาดเป็นร้อย) เพื่อให้ได้ผลการวิเคราะห์ก่อนข้างคั้งที่และน่าเชื่อถือ การคัดเลือกกลุ่มตัวอย่างสำหรับทดสอบข้อสอบควรกระทำด้วยความระมัดระวังทั้งในแง่การรักษาความลับของข้อสอบ และความเป็นตัวแทนของกลุ่มผู้เรียนที่ต้องการนำไปใช้จริง การใช้กลุ่มที่มีลักษณะแตกต่างจากกลุ่มเป้าหมายอย่างสุดขีด (Extrem group) ย่อมมีผลกระทบต่อความน่าเชื่อถือของค่าสถิติที่ได้จากการวิเคราะห์ข้อสอบ จุดประสงค์ของการทดลองใช้ข้อสอบเพื่อให้ได้สารสนเทศว่า กลุ่มตัวอย่างตอบสนองต่อข้อสอบอย่างไร และมีปัญหาอะไรบ้าง การวิเคราะห์ผลการตอบจึงควรกระทำทั้งการวิเคราะห์ทางกายภาพและการวิเคราะห์เชิงปริมาณ เพื่อทำการคัดเลือกข้อสอบที่เหมาะสมมาจัดรวมเป็นแบบสอบที่ต้องการต่อไป

4.1) การวิเคราะห์ข้อสอบ (Item analysis)

4.1.1) การวิเคราะห์ทางกายภาพ

ผู้สอนควรแสวงหาข้อวิจารณ์ต่อข้อสอบทางกายภาพจากกลุ่มตัวอย่าง เช่น ความชัดเจนของคำสั่ง คำถาม คำตอบ ความเหมาะสมของภาษา ความยาวของแบบสอบ ระยะเวลาที่กำหนดให้ รูปแบบการพิมพ์ เป็นต้น

4.1.2) การวิเคราะห์เชิงปริมาณ

ผู้สอนควรทำการวิเคราะห์เชิงปริมาณ หรือที่ทั่วไปเรียกว่า การวิเคราะห์ข้อสอบ (Item analysis) นั่นเอง เพื่อให้ทราบถึงคุณภาพของข้อสอบเป็นรายข้อเกี่ยวกับความยากง่ายของข้อสอบ (Item difficulty) อำนาจจำแนกของข้อสอบ (Item discrimination) ตลอดจนประสิทธิภาพของตัวลวง (Effectiveness of distracters)

4.2) การคัดเลือกข้อสอบรวมเป็นแบบสอบ (Assembling the test)

ผลจากการวิเคราะห์ข้อสอบ จะช่วยให้ผู้พัฒนาแบบสอบสามารถคัดเลือกข้อสอบที่ดีมารวมกันเป็นแบบสอบที่ต้องการ โดยทั่วไปข้อสอบควรมีความยากง่ายที่เหมาะสม และมีอำนาจจำแนกสูง ข้อสอบที่มีความยากง่ายพอเหมาะควรมีค่า P ประมาณ 0.05 เข้าใกล้ 0 หรือ 1 ค่าอำนาจจำแนกมีโอกาสที่จะลดลง (จาก 1.0) ตามลำดับ ดังนั้นค่าเฉลี่ยความยากง่ายของข้อสอบทั้งฉบับควรมีค่าประมาณ 0.05

ในการคัดเลือกข้อสอบนี้ ผู้สอนจะต้องคำนึงถึงคุณภาพระหว่างการใช้ข้อสอบที่มีค่าสถิติเหมาะสมกับข้อสอบที่วัดครอบคลุมจุดประสงค์และเนื้อหาที่ต้องการ ในบางครั้งอาจมีความจำเป็นที่จะต้องใช้ข้อสอบที่มีอำนาจจำแนกไม่สูงนัก เพื่อให้มีข้อสอบที่วัดครอบคลุมเนื้อหาที่ต้องการ เมื่อคัดเลือกและรวบรวมได้ข้อสอบที่ดีและครอบคลุมเนื้อหาแล้ว จึงนำมาจัดเรียงตามลำดับที่กล่าวมาแล้ว เพื่อพิมพ์เป็นแบบสอบฉบับที่นำไปใช้ต่อไป

4.3) การวิเคราะห์ข้อสอบ (Test analysis)

หลังจากที่คัดเลือกข้อสอบที่ดีหรือมีคุณภาพเป็นรายข้อมารวมกันเป็นแบบสอบแล้ว ในขั้นนี้ควรทำการวิเคราะห์แบบสอบที่ได้ทั้งในด้านความเที่ยง (Reliability) และความตรง (Validity) แต่เนื่องจากแบบสอบฉบับที่ได้เป็นฉบับใหม่ที่แตกต่างจากฉบับเดิม เพราะมีการคัดเลือกซึ่งอาจมีการตัด/เพิ่มหรือปรับปรุงบางข้อ ดังนั้น ค่าความเที่ยงและความตรงที่คำนวณได้จึงเป็นค่าเบื้องต้น เมื่อนำแบบสอบไปใช้ควรจะได้ทำการวิเคราะห์และรายงานค่าดังกล่าวอีกครั้งหนึ่ง

5) นำแบบสอบไปใช้ (Test administration)

เมื่อมีการเตรียมแบบสอบเป็นที่เรียบร้อยแล้ว การนำแบบสอบไปใช้วัดผล การเรียนรู้ของผู้เรียนนั้น ผู้สอนจะต้องคำนึงถึงปัจจัยรอบด้านต่าง ๆ ที่จะมาอิทธิพลต่อการแสดงความสามารถในการตอบคำถามของผู้เรียนตั้งแต่คำสั่ง ระยะเวลาในการตอบ เงื่อนไขการสอบและการตรวจให้คะแนน โดยจะต้องถือหลักว่า “ผู้สอบทุกคนจะต้องได้รับความยุติธรรมเท่าเทียมกันในการแสดงความสามารถจากการเรียนรู้ตามที่แบบสอบต้องการวัด” นั่นคือ ผู้คุมสอบจะต้องจัดสิ่งแวดล้อมทางกายภาพ (Physical environment) และสิ่งแวดล้อมทางจิตวิทยา (Psychological environment) ที่ส่งเสริมการแสดงความสามารถที่มีอยู่ และควบคุมปัจจัยต่าง ๆ ที่จะมาแทรกแซงต่อความตรงหรือความถูกต้องในการวัด

5.1) คำสั่ง (Directions)

โดยปกติแบบสอบจะประกอบด้วยคำสั่ง 2 ชุด สำหรับผู้คุมสอบ (Test administrator) และผู้สอบ (Test taker) ถ้าเป็นแบบสอบมาตรฐาน คำสั่งจะให้แนวทาง/ทิศทางที่ชัดเจนในการจัดห้องสอบ แจกข้อสอบ เก็บข้อสอบ เวลาที่ใช้และแนวทางแก้ปัญหาที่อาจเกิดขึ้นระหว่างการสอบ ซึ่งผู้คุมสอบจะต้องถือปฏิบัติอย่างเคร่งครัด คำสั่งสำหรับผู้สอบจะอธิบายการตอบอย่างชัดเจนว่า แต่ละตอนของแบบสอบจะให้ตอบอย่างไร ตอบลงในตัวแบบสอบหรือกระดาษคำตอบ ลักษณะคำตอบควรมีทิศทางเป็นอย่างไร พร้อมทั้งกำหนดเวลาการตอบและคะแนนไว้อย่างชัดเจน

5.2) กำหนดเวลาของการตอบ (Time limits)

ระยะเวลาที่เหมาะสมในการตอบขึ้นอยู่กับประเภทของข้อสอบ ความสลับซับซ้อนของจุดประสงค์การเรียนรู้ที่ต้องการวัด ตลอดจนระดับอายุของผู้ตอบ สำหรับข้อสอบประเภท Speed test มักจะมีเวลาที่จำกัด แต่ถ้าเป็น Power test ควรมีเวลาเพียงพอที่ผู้สอบส่วนใหญ่ (ประมาณ 90%) สามารถทำข้อสอบได้ครบถ้วน ข้อแนะนำโดยทั่วไปสำหรับแบบสอบที่วัดจุดประสงค์การเรียนรู้ที่ไม่สลับซับซ้อนมากนัก สำหรับผู้สอบทั่วไปควรทำข้อสอบ แบบถูกผิด ได้ 2 ข้อ ต่อ 1 นาที ข้อสอบแบบหลายตัวเลือกได้ 1 ข้อในเวลา 1 นาที ในทางปฏิบัติ เวลาที่ใช้ในการสอบมักจะถูกกำหนดตามสัดส่วนของจำนวนคาบหรือจำนวนหน่วยกิตของวิชา ดังนั้นภายใต้ระยะเวลาสอบที่ได้รับ ผู้สอบจะต้องเลือกประเภทของข้อสอบ กำหนดจำนวนและระดับความซับซ้อนของจุดประสงค์การเรียนรู้ที่มุ่งหวังให้เหมาะสมกับเวลาและผู้สอบ

5.3) เงื่อนไขการสอบ (Testing condition)

ในการสอบแต่ละครั้งผู้คุมสอบควรจัดสิ่งแวดล้อมให้เหมาะสมกับการสอบ และเป็นมาตรฐานเดียวกันทั้งการจัดสิ่งแวดล้อมทางกายภาพ และสิ่งแวดล้อมทางจิตวิทยา

5.3.1) สิ่งแวดล้อมทางกายภาพ ได้แก่ สภาพแวดล้อมทั่วไป เช่น มีบริเวณที่กว้างขวางเพียงพอ แสงสว่างเพียงพอ ปราศจากเสียง/กลิ่นรบกวน มีอุณหภูมิที่พอเหมาะ มีการหมุนเวียนถ่ายเทอากาศได้ดี

5.3.2) สิ่งแวดล้อมทางจิตวิทยา มีผลต่อคะแนนสอบเช่นกัน โดยเฉพาะอย่างยิ่ง “ความเครียดและความวิตกกังวล” ผู้สอบอาจไม่แสดงความสามารถสูงสุดออกมาถ้ามีความเครียดและวิตกกังวลมากเกินไป การจัดดำเนินการสอบที่รัดกุมสามารถช่วยลดความตึงเครียดของการสอบได้ดังนี้ ก่อนการสอบ ผู้สอบควรบอกให้ผู้สอบรู้ตัวล่วงหน้า รู้จุดประสงค์ของการสอบ ขอบเขต เนื้อหาที่จะสอบ นำหนักความสำคัญของการสอบ ตลอดจนการนำไปใช้ระหว่างการสอบ ผู้คุมสอบจะต้องไม่สร้างบรรยากาศที่เป็นการเพิ่มความเครียดหรือสิ่งรบกวนในการสอบ โดยการถือแนวปฏิบัติดังเช่น

(ก) จัดสถานที่สอบให้ผู้อยู่ภายนอกทราบที่กำลังทำการสอบ เช่น อาจมีป้ายติด ปิดกั้นบริเวณไม่ให้มีการเดินผ่านไปผ่านมา

(ข) อย่าพูดสิ่งที่ไม่จำเป็นก่อนการสอบ เพราะผู้สอบจะกังวลใจว่ามีการเบียดบังเวลาที่ใช้ในการสอบ

(ค) ถ้ามีความจำเป็น พยายามใช้การจัดจังหวะและเวลาจัดจังหวะให้น้อยที่สุด เพราะจะทำให้ผู้สอบเสียสมาธิ

(ง) หลีกเลี่ยงการให้แนวทางใด ๆ แก่ผู้ถาม ถ้ามีความจำเป็นที่ต้องชี้แจง ผู้คุมสอบต้องอธิบายกับผู้สอบทั้งสอง

(จ) ป้องกันการทุจริต ผู้คุมสอบจะต้องถือว่าเป็นหน้าที่สำคัญในการป้องกัน และควบคุมมิให้การทุจริตเกิดขึ้น เช่น การจัดที่นั่ง การให้คำตักเตือนที่เหมาะสม เป็นต้น

5.4) การตรวจให้คะแนน (Scoring)

การตรวจให้คะแนนที่ดี ควรยึดหลักการที่เห็นพ้องต้องกันระหว่างผู้ตรวจหรือผู้เชี่ยวชาญในการให้คะแนน วิธีการให้คะแนนอาจทำการตรวจด้วยมือ (Hand scoring) สำหรับข้อสอบประเภทเลือกตอบ ที่มีผู้สอบจำนวนมากอาจตรวจโดยให้เครื่องจักร (Scoring machines) ไม่ว่าจะใช้วิธีการตรวจใด การให้คะแนนจะต้องมีความเป็นปรนัย (Objective) องค์ประกอบที่ช่วยส่งเสริมความเป็นปรนัยในการตรวจให้คะแนนมีดังนี้

5.4.1) มีการบันทึกคำตอบที่ชัดเจนและสมบูรณ์

ถ้าเป็นแบบสอบข้อเขียน ผู้สอบจะต้องใช้อุปกรณ์บันทึกคำตอบได้อย่างชัดเจนตามคำสั่ง กรณีที่มีการเปลี่ยนแปลงคำตอบจะต้องแก้ไขให้ถูกต้องเด่นชัดตามคำแนะนำที่ระบุไว้ แต่ถ้าเป็นแบบสอบภาคปฏิบัติที่ผู้คุมสอบจะต้องเป็นผู้สังเกต บันทึกข้อมูลลงในแบบตรวจสอบรายการ (Check list) และทำการประเมินผลงาน (Rating scale) ควรมีการบันทึกผลทันที และอย่างสมบูรณ์ ไม่ควรใช้วิธีจำและบันทึกผลภายหลัง

5.4.2) มีการเตรียมคำตอบถูกไว้สำหรับตรวจให้คะแนน (Scoring key)

ผู้ตรวจจะต้องจัดเตรียมคำตอบที่ถูกต้องที่สุด หรือคำตอบที่ได้รับการยอมรับเห็นพ้องกันของผู้เชี่ยวชาญไว้เป็นการล่วงหน้า เพื่อใช้ในการตรวจให้คะแนน

5.4.3) มีการระบุเกณฑ์ในการเก็บคะแนน (Scoring criteria)

การตรวจข้อสอบประเภทเลือกตอบไม่ค่อยเป็นปัญหา แต่ถ้าเป็นข้อสอบประเภทเสนอคำตอบหรือเขียนตอบควรมีการระบุเกณฑ์ที่ชัดเจนว่า คำตอบควรครอบคลุมประเด็นใดบ้าง และแต่ละประเด็นมีน้ำหนักของคะแนนเท่าไร ควรมีการวินิจฉัยในการให้คะแนนอย่างไร

5.5) การนำผลไปใช้ (Using the results)

รายงานผลการสอบ นำผลการสอบไปใช้ประโยชน์ในการพัฒนาการเรียนรู้ของผู้เรียน และปรับปรุงการสอนของผู้สอน

6) วิเคราะห์คุณภาพของแบบสอบ (Test analysis)

เมื่อได้นำแบบสอบไปใช้แล้ว ผู้สอนควรนำคะแนนที่ได้มาศึกษาเพื่อทราบลักษณะของคะแนนสอบเกี่ยวกับค่าเฉลี่ย การกระจาย รูปแบบของการแจกแจง จากนั้นจึงควรทำการวิเคราะห์แบบสอบเพื่อทราบคุณภาพของแบบสอบทางด้านความเที่ยง (Reliability) และความตรง (Validity)

6.1) การวิเคราะห์ค่าสถิติเบื้องต้นของคะแนนสอบการคำนวณค่าเฉลี่ย (Mean) และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (Standard deviation) ของคะแนนสอบ จะทำให้ทราบว่าคะแนนของผู้สอบทั้งกลุ่มโดยเฉลี่ยอยู่ในระดับสูงต่ำระดับไหน และมีการเกาะกลุ่มกันของคะแนนมากน้อยเพียงไร การศึกษารูปทรงและการแจกแจงของคะแนนสอบ จะทำให้ได้สารสนเทศที่เป็นประโยชน์ต่อการเปลี่ยนแปลงความหมายของคะแนนสอบและการปรับปรุงแบบสอบ โดยเฉพาะอย่างยิ่งแบบสอบอิงกลุ่มที่มีจุดประสงค์ของการเปรียบเทียบผลการเรียนรู้ระหว่างผู้สอบด้วยกันเอง

เมื่อพิจารณาถึงค่าความเบ้ (Skewness) ของคะแนนสอบ กรณีที่ผู้สอนมีหลักฐานที่เชื่อถือได้ว่า คุณลักษณะที่แท้จริงของผู้สอบที่แบบสอบต้องการวัดมีการแจกแจงแบบปกติ แต่เมื่อแบบสอบทำการวัดคะแนนสอบที่ได้มีการแจกแจงแบบเบ้ซ้าย หรือลักษณะที่เกิด “Ceiling effect” แสดงว่าควรเพิ่มข้อสอบที่มีความยากมากขึ้น และมีอำนาจจำแนกที่ดีเข้าไปในแบบสอบสำหรับการใช้ครั้งต่อไป แต่ถ้าพบว่าคะแนนสอบที่ได้มีการแจกแจงแบบเบ้ขวา หรือลักษณะที่เกิด “Floor effect” แสดงว่า ควรเพิ่มข้อสอบที่มีความง่ายลง และมีอำนาจจำแนกที่ดีเข้าไปในแบบสอบสำหรับการใช้ครั้งต่อไป กรณีที่ผู้สอนมีหลักฐานที่เชื่อถือได้ว่าคุณลักษณะที่แท้จริงของผู้สอบที่แบบสอบต้องการวัดมีการแจกแจงแบบเบ้ซ้ายหรือเบ้ขวาอยู่แล้ว เมื่อพบว่า คะแนนสอบมีการแจกแจงแบบเบ้ไปตามนั้น ก็ไม่มีความจำเป็นต้องเปลี่ยนแปลงเกี่ยวกับการสอบฉบับนั้น

เมื่อพิจารณาถึงค่าความโด่งแบน (Kurtosis) ของคะแนนสอบ กรณีที่ผู้สอนมีหลักฐานที่เชื่อถือได้ว่าคุณลักษณะที่แท้จริงของผู้สอบ ที่แบบสอบต้องการวัดมีการแจกแจงแบบ Mesokurtic แต่เมื่อพบว่าคะแนนสอบที่ได้มีการแจกแจงแบบ Leptokurtic แสดงว่าข้อสอบมีอำนาจจำแนกต่ำระหว่างผู้มีความสามารถปานกลาง นั่นคือ มีข้อสอบประมาณครึ่งหนึ่งที่ง่ายมากและอีกครึ่งหนึ่งที่ยากมาก ทำให้คะแนนกองอยู่ตรงกลาง จึงสมควรเพิ่มข้อสอบที่มีความง่ายปานกลาง และมีอำนาจจำแนกสูงเข้าไปในแบบสอบสำหรับการใช้ครั้งต่อไป แต่ถ้าพบว่าคะแนนสอบมีการ

แจกแจงแบบ Platykurtic แสดงว่า ข้อสอบมีความยากง่ายกระจายกัน และมีอำนาจจำแนกสูง จึงควรเพิ่มข้อสอบที่มีความยากง่ายปานกลาง และมีอำนาจจำแนกสูงเข้าไปในแบบสอบ

เมื่อพิจารณาถึงจำนวนยอดของโค้งคะแนน (Modality) ถ้าพบว่ามีคะแนนสอบมีการแจกแจงแบบ โค้งสองยอด (Bimodal) และ โค้งทั้งสองมีลักษณะสมมาตรกัน แสดงว่า ผู้สอบประกอบด้วยคนสองกลุ่มที่มีความสามารถแตกต่างกัน ถ้าคะแนนสอบมีการแจกแจงแบบ โค้งสองยอดที่ไม่สมมาตรกัน แสดงว่าผู้สอบประกอบด้วยคนสองกลุ่มที่มีจำนวนสมาชิกแตกต่างกัน ถ้าคะแนนสอบมีการแจกแจงเป็น โค้งรูปตัวยู (U-shaped) แสดงว่า ข้อสอบมีความยากง่ายปานกลาง และมีอำนาจจำแนกสูงมาก ซึ่งเป็นกรณีในอุดมคติของการจำแนกผู้สอบ คะแนนตรงจุดตัด ถ้าต้องการให้คะแนนมีการแจกแจงแบบปกติ จึงควรเพิ่มทั้งข้อสอบที่ง่าย และยากเข้าไปในแบบสอบสำหรับการใช้ครั้งต่อไป

6.2) การวิเคราะห์แบบสอบ

เมื่อทราบค่าสถิติพื้นฐานที่ใช้ในการบรรยายลักษณะของคะแนนสอบที่ได้แล้ว ผู้สอนควรทำการวิเคราะห์แบบสอบทั้งฉบับ เพื่อทราบคุณภาพของแบบสอบที่นำไปใช้จริงนั้นว่า สามารถวัดผลการเรียนรู้ได้ตรงตามสิ่งที่ต้องการวัดหรือไม่ เพียงไร และผลการวัดมีความคงเส้นคงวาหรือไม่ เพียงไร ซึ่งเป็นสารสนเทศที่สำคัญสำหรับบ่งบอกความคลาดเคลื่อนของการวัดความน่าเชื่อถือของคะแนน และการแปลผลคะแนนสอบ

นอกจากนี้ ถ้ากลุ่มผู้สอบมีขนาดใหญ่ซึ่งประกอบด้วยการรวมกันของสมาชิกกลุ่มย่อย ๆ ที่มาจากสถาบันหรือท้องถิ่นที่ต่าง ๆ กัน ผู้สอนน่าจะได้แยกวิเคราะห์คุณภาพของแบบสอบเป็นรายกลุ่ม เพื่อสอบทานและเปรียบเทียบกัน

7) ปรับปรุงแบบสอบ (Test revision)

ปรับปรุงแบบสอบตามข้อบกพร่องที่พบ เพื่อนำไปใช้กับกลุ่มอื่น ๆ ที่มาจากประชากรเป้าหมายเดียวกัน การนำไปใช้ควรเป็นไปตามเงื่อนไขมาตรฐานที่กำหนดไว้ แล้วทำการวิเคราะห์ซ้ำอีก ถ้าผลการวิเคราะห์ยืนยันว่าเป็นแบบสอบที่มีคุณภาพ ควรพัฒนาปกติวิสัย (Norm) หรือเกณฑ์ เพื่อเป็นบรรทัดฐานของการเปรียบเทียบความหมายคะแนน และเก็บไว้ในคลังข้อสอบไว้ใช้ต่อไป

4. หลักการสร้างแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

แบบสอบวัดผลสัมฤทธิ์จะมีคุณภาพได้นั้น จะต้องอาศัยหลักการสร้างที่มีประสิทธิภาพ ซึ่ง Gronlund (1993: 8–11) ได้ให้หลักการสร้าง ดังนี้

4.1 ต้องนิยามพฤติกรรมหรือผลการเรียนรู้ที่ต้องการจะวัดให้ชัดเจน โดยกำหนดในรูปของจุดประสงค์การเรียนรู้ของบทเรียนหรือรายวิชาด้วยคำที่เฉพาะเจาะจง สามารถวัดและสังเกตได้

4.2 สร้างแบบทดสอบที่วัดได้ครอบคลุมผลการเรียนรู้ที่กำหนดไว้ทั้งหมด ทั้งในระดับความรู้ ความจำ ความเข้าใจ การนำไปใช้ และระดับที่ซับซ้อนมากขึ้น

4.3 แบบทดสอบที่สร้างขึ้น ควรจะวัดพฤติกรรมหรือผลการเรียนรู้ที่เป็นตัวแทนของการเรียนรู้ โดยจะต้องกำหนดตัวชี้วัด และขอบเขตของผลการเรียนรู้ที่จะวัด แล้วจึงเขียนข้อสอบตามตัวชี้วัดจากขอบเขตที่กำหนดไว้

4.4 แบบทดสอบที่สร้างขึ้น ควรประกอบด้วยข้อสอบชนิดต่าง ๆ ที่เหมาะสมสอดคล้องกับการวัดพฤติกรรมหรือผลการเรียนรู้ที่กำหนดไว้ให้มากที่สุด

4.5 ควรสร้างแบบทดสอบที่คำนึงถึงแผนหรือวัตถุประสงค์ของการนำผลการทดสอบไปใช้ประโยชน์ จะได้เขียนข้อสอบให้มีความสอดคล้องกับวัตถุประสงค์ และทันสมัยตามแผนที่กำหนด เช่น การใช้แบบทดสอบก่อนการเรียน (Pretest) และการใช้แบบทดสอบหลังการเรียน (Posttest)

4.6 แบบทดสอบที่สร้างขึ้นจะต้องให้การตรวจให้คะแนนไม่มีความคลาดเคลื่อนจากการวัด (Measurement errors) ซึ่งไม่ว่าจะนำแบบทดสอบไปทดสอบกับผู้เรียนในเวลาต่างกัน จะต้องได้ผลการวัดที่เหมือนกัน

ความพึงพอใจในการเรียน

1. ความหมายความพึงพอใจในการเรียน

ณัฐศักดิ์ ธีระกุล (2535: 54) กล่าวถึงความพึงพอใจในการเรียนว่า สื่อมีอิทธิพลและสามารถที่จะจูงใจให้ผู้เรียนสนใจเรียน ทำให้เกิดการเรียนรู้ได้มากขึ้น จำนวนขึ้น ซึ่งบางครั้งผู้สอนไม่สามารถสร้างแรงจูงใจได้ดีเท่ากับสื่อ ส่งผลให้ผู้เรียนเกิดความพึงพอใจต่อการเรียน

นิตยา ภูมิศักดิ์ (2535: 208) กล่าวว่าความพึงพอใจ หมายถึง ความต้องการที่บุคคลมุ่งที่จะแสดงพฤติกรรมออกมาเพื่อตอบสนองความต้องการ

จันทนา บุญยาภรณ์ (2539: 60) กล่าวว่า วิธีสอนที่สร้างความแปลกใหม่ให้กับผู้เรียน จะทำให้ผู้เรียนมีหน้าตาที่สดชื่นแจ่มใส แสดงความสนใจต่อการเรียนและไม่รู้สึกเบื่อหน่าย ทำให้มีความพึงพอใจในการเรียน

ลักขณา สริวัฒน์ (2539: 132) กล่าวถึงความพึงพอใจว่าความพึงพอใจ หมายถึง พฤติกรรมที่สนองความต้องการของมนุษย์ และเป็นพฤติกรรมที่นำไปสู่จุดมุ่งหมายที่ตั้งไว้

เปล่งศรี อิงคนินันท์ (2540: 27) กล่าวว่าไว้ว่าความพึงพอใจ หมายถึง องค์ประกอบและสิ่งจูงใจในด้านต่าง ๆ ที่บุคคลได้รับการตอบสนอง ความพอใจอาจเปลี่ยนแปลงไปได้เมื่อกาลเวลาและสถานการณ์แวดล้อมเปลี่ยนแปลง

ศุภศิริ โสมาเกตุ (2544: 48) กล่าวว่าความพึงพอใจ หมายถึง ความรู้สึกนึกคิดของบุคคลที่มีต่อการปฏิบัติกิจกรรมในเชิงบวก

ไกลี่รุ่ง นครวานากุล (2547: 51) กล่าวว่าความพึงพอใจ หมายถึง ความรู้สึกของบุคคลที่มีต่อสิ่งต่าง ๆ ในทางบวก ซึ่งจะทำให้ผู้เรียนร่วมกิจกรรมจนบรรลุเป้าหมายในการเรียนรู้

ประสิทธิ์ บอนคำ (2548: 60) กล่าวว่าความพึงพอใจ คือ ความรู้สึกชอบหรือไม่ชอบในการปฏิบัติกิจกรรมการเรียนการสอน

ประดิษฐ์ มาลาแสง (2548: 48) กล่าวว่าความพึงพอใจ หมายถึง ความรู้สึกที่ดีของบุคคลที่มีต่อองค์ประกอบและสิ่งจูงใจในด้านต่าง ๆ และการได้รับการตอบสนองความต้องการทำให้เกิดความรู้สึกที่ดีในสิ่งนั้น ๆ เป็นความสัมพันธ์ระหว่างความคาดหวังกับประโยชน์ที่ได้รับ

มานะชัย มะลิลีส (2549: 52) กล่าวว่าความพึงพอใจ หมายถึง ความรู้สึกนึกคิด หรือเจตคติของบุคคลต่อการทำงาน หรือการปฏิบัติกิจกรรมในเชิงบวก ดังนั้นความพึงพอใจ จึงหมายถึง ความรู้สึกพอใจ ชอบใจในการร่วมปฏิบัติกิจกรรมการเรียนการสอน ความต้องการดำเนินกิจกรรมนั้น ๆ จนบรรลุผลสำเร็จ

โวลแมน (Wolman, 1979: 283) กล่าวว่าความพึงพอใจ คือ สภาพความรู้สึกที่มีความสุข ความเอิบอิมใจ เมื่อแรงจูงใจได้รับการตอบสนอง

2. แนวคิดทฤษฎีเกี่ยวกับความพึงพอใจ

มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมมาธิราช (2536: 141) กล่าวว่า ความต้องการของมนุษย์ตามทฤษฎีของแมคคลีแลนด์ (David McClelland) แบ่งออกเป็น 3 ประเภท คือ 1) ความต้องการสัมฤทธิ์ผล เป็นพฤติกรรมที่กระทำการใด ๆ ให้เป็นผลสำเร็จดีเลิศตามมาตรฐาน เป็นแรงขับที่นำไปสู่ความเป็นเลิศ 2) ความต้องการสัมพันธ์ จัดเป็นความปรารถนาที่จะสร้างมิตรภาพและความสัมพันธ์อันดีกับผู้อื่น และ 3) ความต้องการอำนาจ เป็นความต้องการควบคุมผู้อื่น และต้องการมีอิทธิพลต่อผู้อื่น

มาสโลว์ (Maslow, 1970: 69–80) ได้เสนอทฤษฎีลำดับขั้นตอนของความต้องการ (Hierarchy of needs) นับว่าเป็นทฤษฎีหนึ่งที่ได้รับการยอมรับอย่างกว้างขวาง ซึ่งตั้งอยู่บนสมมติฐานที่ว่า “มนุษย์เรามีความต้องการอยู่เสมอไม่มีที่สิ้นสุด เมื่อความต้องการได้รับการตอบสนองหรือพึงพอใจอย่างใดอย่างหนึ่งแล้ว ความต้องการสิ่งอื่น ๆ ก็จะเกิดขึ้นมาอีก ความต้องการของคนเราอาจเกิดขึ้นซ้ำซ้อนกัน ความต้องการอย่างหนึ่งอาจไม่หมดไป ความต้องการอีกอย่างหนึ่งอาจเกิดขึ้นได้” ความต้องการของมนุษย์มีลำดับขั้น ดังนี้ 1) ความต้องการด้านร่างกาย เป็นความต้องการพื้นฐานของมนุษย์ เน้นสิ่งจำเป็นในการดำรงชีวิต 2) ความต้องการความปลอดภัย ความมั่นคงในชีวิตทั้งในปัจจุบันและอนาคต 3) ความต้องการทางสังคม เป็นสิ่งจำเป็นที่สำคัญต่อการเกิดพฤติกรรม ต้องการให้สังคมยอมรับตนเองเข้าเป็นสมาชิก ต้องการความเป็นมิตร ความรักจากเพื่อนร่วมงาน 4) ความต้องการมีฐานะโดดเด่นในสังคม มีชื่อเสียง อยากให้บุคคลอื่นยกย่องสรรเสริญตนเอง อยากมีความเป็นอิสระภาพ และ 5) ความต้องการที่จะประสบความสำเร็จในชีวิต เป็นความต้องการในระดับสูงสุด อยากให้ตนเองประสบความสำเร็จทุกอย่างในชีวิต ซึ่งเป็นไปได้ยาก

มานะชัย มะลิเลิศ (2549: 54) ได้กล่าวถึงความพึงพอใจต่อการเรียนการสอนไว้ว่า การดำเนินกิจกรรมการเรียนการสอน ความพึงพอใจเป็นสิ่งสำคัญที่จะไปกระตุ้นให้ผู้เรียนต้องการปฏิบัติงานหรือเรียนรู้ให้บรรลุผลตามวัตถุประสงค์ ดังนั้นครูผู้สอนที่ต้องการให้กิจกรรมการเรียนรู้นั้นผู้เรียนเป็นศูนย์กลางบรรลุผลสำเร็จ จึงต้องคำนึงถึงการจัดบรรยากาศและสถานการณ์ รวมทั้งสื่อ อุปกรณ์การเรียนการสอนที่เอื้ออำนวยต่อการเรียน เพื่อตอบสนองความพึงพอใจของผู้เรียน ให้มีแรงจูงใจในการทำกิจกรรมให้บรรลุผลสำเร็จ โดยหลักในการสร้างแรงจูงใจทำได้โดยการชมเชย การทดสอบ ซึ่งเป็นสิ่งจูงใจที่มีความหมายต่อนักเรียน การค้นคว้าหาความรู้ด้วยตนเอง การใช้วิธีแปลกใหม่ การตั้งรางวัลเชื่อมโยงกับสิ่งที่เรียนรู้มาก่อน เพื่อให้เกิดความชัดเจนมากขึ้น เป็นต้น

สมยศ นาวิการ (2521: 119) กล่าวถึงความสัมพันธ์ระหว่างความพึงพอใจกับการจัดกิจกรรมการเรียนการสอนว่า จะถูกเชื่อมโยงด้วยปัจจัยอื่น ๆ โดยผลของการเรียนรู้จะนำไปสู่การตอบสนองความพึงพอใจ ผลของการเรียนรู้ย่อมได้รับการตอบสนองในรูปของรางวัลหรือผลตอบแทน ซึ่งประกอบด้วยผลตอบแทนภายใน (Intrinsic Rewards) เป็นผลทางด้านความรู้สึกรักของผู้เรียนที่เกิดแก่ตัวผู้เรียนเอง เช่น ความรู้สึกต่อความสำเร็จที่เกิดขึ้น เมื่อเอาชนะความยุ่งยากต่าง ๆ และสามารถดำเนินงานภายใต้ความยุ่งยากทั้งหลายได้สำเร็จ ทำให้เกิดความภูมิใจ ความมั่นใจ ตลอดจนได้รับการยกย่องจากบุคคลอื่น ส่วนผลการตอบแทนภายนอก (Extrinsic Rewards) จะเป็นรางวัลที่ผู้อื่นจัดหามาให้มากกว่าตนเองให้ตนเอง เช่น การได้รับคำชมเชยจากครูผู้สอน พ่อแม่ ผู้ปกครอง เพื่อน หรือแม้แต่การได้คะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนในระดับที่น่าพอใจ

จากการศึกษาแนวคิดทฤษฎีดังกล่าวข้างต้น ความพึงพอใจในการเรียนและผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนมีความสัมพันธ์กันมาก โดยขึ้นอยู่กับกิจกรรมที่ผู้เรียนได้เรียนรู้และปฏิบัติว่าตอบสนองต่อความต้องการของผู้เรียนมากน้อยเพียงใด ผู้วิจัยจึงเลือกใช้บทเรียนคอมพิวเตอร์มัลติมีเดียเป็นสื่อการเรียนรู้ในการทำวิจัยในครั้งนี้ เพื่อให้ผู้เรียนได้เรียนรู้ด้วยตนเอง ตามความแตกต่างระหว่างบุคคล และเกิดความพึงพอใจที่ดีต่อการเรียน

งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

1. งานวิจัยในประเทศ

1.1 งานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับบทเรียนคอมพิวเตอร์มัลติมีเดีย

มนัสรี สังข์เดือน (2550: บทคัดย่อ) ได้ทำการวิจัยเรื่อง “การพัฒนาและทดสอบประสิทธิภาพบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน โดยใช้ภาพแอนิเมชัน 2 มิติ ผ่านระบบเครือข่ายวิชาคอมพิวเตอร์และระบบปฏิบัติการเบื้องต้น” ได้ศึกษาพบว่า บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนที่มีการใช้ภาพแอนิเมชัน 2 มิติ ที่ใช้ในวิชาคอมพิวเตอร์และระบบปฏิบัติการเบื้องต้น หลักสูตรประกาศนียบัตรวิชาชีพ ช่วยให้ผลสัมฤทธิ์ของผู้เรียนสูงกว่าการเรียนแบบปกติ อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 เนื่องจากภาพแอนิเมชัน 2 มิติ ที่นำมาประกอบกับบทเรียนนั้น ช่วยสร้างแรงจูงใจทำให้ผู้เรียนเห็นภาพเป็นรูปธรรม เมื่อนำมาใช้ประกอบกับบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน จึงส่งผลให้บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน โดยใช้ภาพแอนิเมชัน 2 มิติ มีประโยชน์มากกว่าบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนประเภทอื่น

วารภรณ์ นันทียกุล และคณะ (2550: บทคัดย่อ) ได้ทำการวิจัยเรื่อง “การพัฒนาสื่อมัลติมีเดียในการสอนวิชาฟิสิกส์ 1” พบว่า การพัฒนาสื่อมัลติมีเดียจากเดิมที่สื่อมัลติมีเดียไม่ค่อยมีความโดดเด่นในเรื่องของภาพเคลื่อนไหว สื่อมัลติมีเดียส่วนใหญ่ที่สร้างขึ้นจะมีลักษณะแบบธรรมดา ทำให้สื่อไม่มีความน่าสนใจ เป็นสื่อที่ไม่มีชีวิตผู้เรียนจึงไม่ค่อยสนใจเรียน ผู้วิจัยจึงสร้างสื่อมัลติมีเดียให้มีชีวิตมากขึ้น เพื่อดึงดูดให้ผู้เรียนผ่านสื่อมัลติมีเดียสนใจมากขึ้น เช่น การสร้างตัวการ์ตูนรูปคนแล้วขยับปากพูดได้ เพื่อแทนตัวอาจารย์ที่สอนผ่านสื่อ ผลการวิจัยพบว่า สื่อดังกล่าวทำให้นักศึกษารู้สึกเพลิดเพลิน ไม่รู้สึกเบื่อกับการเรียน

ปรเมศว์ วิบูลศิลป์ (2551: บทคัดย่อ) ได้ทำการวิจัยเรื่อง “การสร้างบทเรียนคอมพิวเตอร์มัลติมีเดียที่มีแบบทดสอบเป็นตัวกำหนดบทเรียน เรื่อง การเขียนแบบบ้านพักอาศัยด้วยโปรแกรม Auto CAD” การสร้างบทเรียนคอมพิวเตอร์มัลติมีเดียที่มีแบบทดสอบเป็นตัวกำหนดบทเรียน เรื่อง การเขียนแบบบ้านพักอาศัยด้วยโปรแกรม Auto CAD พบว่า ประสิทธิภาพของบทเรียนคอมพิวเตอร์มัลติมีเดียเมื่อทดสอบกับกลุ่มตัวอย่างและกลุ่มควบคุมพบว่า ไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ

ทางสถิติที่ระดับ .05 ประสิทธิภาพทางการเรียนของกลุ่มตัวอย่างหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 ความพึงพอใจของกลุ่มตัวอย่างและกลุ่มควบคุมที่ทดลองใช้บทเรียนอยู่ในเกณฑ์ดี

สมจิตร เทพแก้ว (2551: บทคัดย่อ) ได้ทำการวิจัยเรื่อง “การพัฒนาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนโดยใช้สื่อมัลติมีเดีย เรื่อง สุขภาพสิ่งแวดล้อม ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3” พบว่านักเรียนที่เรียนด้วยสื่อมัลติมีเดีย เรื่อง สุขภาพสิ่งแวดล้อม มีผลสัมฤทธิ์หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

ชนิตา คำปิ่น และคณะ (2552: บทคัดย่อ) ได้ทำการวิจัยเรื่อง “ผลการจัดกิจกรรมฝึกทักษะการคิดวิเคราะห์โดยใช้แผนผังโน้ตสนั้ร่วมกับสื่อมัลติมีเดีย เรื่อง ป่าชายเลน สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3” ได้พัฒนาชุดกิจกรรมฝึกทักษะการคิดวิเคราะห์โดยใช้แผนผังโน้ตสนั้ร่วมกับสื่อมัลติมีเดีย เรื่อง ป่าชายเลน สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 พบว่า ทักษะการคิดวิเคราะห์ของนักเรียนหลังเรียนโดยใช้ชุดกิจกรรมฝึกทักษะการคิดวิเคราะห์โดยใช้แผนผังโน้ตสนั้ร่วมกับสื่อมัลติมีเดีย เรื่อง ป่าชายเลน สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 สูงกว่าก่อนเรียน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ .05

ณัฐจิรา หลอดแก้ว (2552: บทคัดย่อ) ได้ทำการวิจัยเรื่อง “ผลการเรียนรู้ด้วยบทเรียนคอมพิวเตอร์มัลติมีเดียแบบร่วมมือ ที่มีผลต่อผลสัมฤทธิ์และพฤติกรรมการทำงานกลุ่ม วิชาคอมพิวเตอร์และระบบปฏิบัติการเบื้องต้นของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 โรงเรียนบางปลาม้า สูงสุมาลย์วิทยา” ได้ศึกษาผลการเรียนรู้ด้วยบทเรียนคอมพิวเตอร์มัลติมีเดียแบบร่วมมือที่มีต่อผลสัมฤทธิ์และพฤติกรรมการทำงานกลุ่มพบว่า นักเรียนมีคะแนนเฉลี่ยหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน

ประทีน ทับไทย (2552: บทคัดย่อ) ได้ทำการวิจัยเรื่อง “การสร้างบทเรียนคอมพิวเตอร์มัลติมีเดียแบบมีปฏิสัมพันธ์โดยใช้กิจกรรมกลุ่ม วิชาคณิตศาสตร์ เรื่องการคูณ” ไว้ดังนี้ การวิจัยครั้งนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อสร้างและหาคุณภาพของบทเรียนคอมพิวเตอร์มัลติมีเดียแบบมีปฏิสัมพันธ์ โดยใช้กิจกรรมกลุ่ม วิชาคณิตศาสตร์ เรื่องการคูณ เพื่อศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ความพึงพอใจของนักเรียน และเพื่อประเมินตามสภาพจริง ผลการวิจัยพบว่า บทเรียนคอมพิวเตอร์มัลติมีเดียมีปฏิสัมพันธ์ที่สร้างขึ้น มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 3.98 อยู่ในระดับดี ผลการประเมินคุณภาพ มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 4.53 อยู่ในระดับดีมาก การเปรียบเทียบความแตกต่างระหว่างค่าเฉลี่ยผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ผลปรากฏว่าคะแนนสอบหลังเรียนสูงกว่าคะแนนสอบก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 ความพึงพอใจของกลุ่มตัวอย่าง มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 4.37 อยู่ในระดับดีมาก การประเมินตามสภาพจริง มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 3.64 อยู่ในระดับดีมาก

วิฑูรย์ วงษ์อำมาตย์ (2552: บทคัดย่อ) ได้ทำการวิจัยเรื่อง “การศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและความพึงพอใจในการเรียน วิชาคณิตศาสตร์ เรื่อง การวัด ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 4 โดยใช้บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนแบบเกมการสอน” ไว้ดังนี้ การวิจัยครั้งนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อพัฒนาบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนแบบเกมการสอนให้มีประสิทธิภาพตามเกณฑ์ 75/75 เพื่อเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน โดยใช้บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนแบบเกมการสอนกับการเรียนปกติ เพื่อศึกษาความพึงพอใจที่เรียน โดยใช้บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนแบบเกมการสอน ผลการวิจัยพบว่า ประสิทธิภาพของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนแบบเกมการสอนที่ผู้วิจัยพัฒนาขึ้น มีประสิทธิภาพเท่ากับ 75.18/76.02 ซึ่งเป็นไปตามเกณฑ์ 75/75 ที่กำหนดเอาไว้ ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนสูงกว่าการเรียนแบบปกติ อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 ความพึงพอใจของนักเรียนอยู่ในระดับมาก

จันจิรา จันทรปาน (2554: บทคัดย่อ) ได้ทำการวิจัยเรื่อง “การสร้างสื่อคอมพิวเตอร์มัลติมีเดีย เพื่อส่งเสริมความคิดสร้างสรรค์ โดยใช้รูปแบบการฝึกคิดนอกกรอบแบบเลี้ยงแนวความคิดและสร้างแนวคิดใหม่” ไว้ดังนี้ การวิจัยครั้งนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อสร้างและหาคุณภาพของสื่อคอมพิวเตอร์มัลติมีเดีย ศึกษาประสิทธิภาพ เปรียบเทียบระดับความคิดสร้างสรรค์ก่อนและหลังการฝึก เพื่อประเมินคุณภาพผลงานของผู้เรียน ศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและความพึงพอใจของผู้เรียน ผลการวิจัยพบว่า สื่อคอมพิวเตอร์มัลติมีเดียที่สร้างขึ้นมีผลการประเมินคุณภาพของผู้เชี่ยวชาญด้านสื่ออยู่ในระดับดี สื่อคอมพิวเตอร์มัลติมีเดียที่สร้างขึ้นมีประสิทธิภาพ 86.00/85.66 เมื่อนำคะแนนสอบก่อนเรียนและหลังเรียนมาวิเคราะห์เพื่อหาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนพบว่า หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีระดับนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 เมื่อนำคะแนนความคิดสร้างสรรค์ก่อนฝึกและหลังฝึกมาวิเคราะห์พบว่า หลังฝึกสูงกว่าก่อนฝึกอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ .01 ผลการประเมินคุณภาพผลงานของผู้เรียนอยู่ในระดับดีมาก ความพึงพอใจของกลุ่มตัวอย่างที่มีต่อสื่อมัลติมีเดีย อยู่ในระดับมาก

กนกรัตน์ วุฒิวิชาภรณ์ (2554: บทคัดย่อ) ได้ทำการวิจัยเรื่อง “ผลการใช้สื่อมัลติมีเดียร่วมกับวิธีเรียนแบบสืบเสาะหาความรู้ที่มีผลต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน วิชาชีววิทยา สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 โรงเรียนทวารวดี จังหวัดนครปฐม” ผลการวิจัยพบว่า ผลสัมฤทธิ์ก่อนและหลังเรียนด้วยสื่อมัลติมีเดียร่วมกับวิธีการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 โดยมีผลสัมฤทธิ์หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน ผลสัมฤทธิ์หลังเรียนด้วยสื่อมัลติมีเดียร่วมกับวิธีเรียนแบบสืบเสาะหาความรู้และด้วยวิธีสอนแบบปกติ แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 โดยนักเรียนที่เรียนด้วยสื่อมัลติมีเดียร่วมกับวิธีเรียนแบบสืบเสาะหาความรู้มีผลสัมฤทธิ์สูงกว่านักเรียนที่เรียนด้วยวิธีสอนแบบปกติ และนักเรียนที่เรียนด้วยสื่อมัลติมีเดียร่วมกับวิธี

เรียนแบบสืบเสาะหาความรู้และนักเรียนที่เรียนด้วยวิธีสอนแบบปกติมีความพึงพอใจต่อการเรียนอยู่ในระดับมาก

สันทนี นียมพงษ์ (2554: บทคัดย่อ) ได้ทำการวิจัยเรื่อง “การพัฒนาบทเรียนคอมพิวเตอร์มัลติมีเดีย เรื่อง การใช้โปรแกรม Authware สำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6” ผลการศึกษาพบว่า บทเรียนคอมพิวเตอร์มัลติมีเดีย วิชาคอมพิวเตอร์ เรื่อง การใช้โปรแกรม Authware สำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 มีประสิทธิภาพเท่ากับ 83.13/87.83 เป็นไปตามเกณฑ์ 80/80 เมื่อเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนพบว่า หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 ผลการประเมินชิ้นงานของผู้เรียนค่าเฉลี่ยร้อยละ 79.93 ซึ่งสูงกว่าเกณฑ์ร้อยละ 75 และนักเรียนที่เรียนด้วยบทเรียนคอมพิวเตอร์มัลติมีเดียมีความพึงพอใจในระดับมากที่สุด

ชุตिकाญจน์ วรศิลป์ (2555: บทคัดย่อ) ได้ทำการวิจัยเรื่อง “การพัฒนาบทเรียนคอมพิวเตอร์มัลติมีเดีย วิชาวิทยาศาสตร์ เรื่อง แรงดันและแรงโน้มถ่วง ระดับชั้นประถมศึกษา ศูนย์การศึกษานอกกระบวนและศูนย์การศึกษาตามอัธยาศัย จังหวัดนครราชสีมา” ผลการศึกษาพบว่า บทเรียนคอมพิวเตอร์มัลติมีเดีย วิชาวิทยาศาสตร์ เรื่อง แรงดันและแรงโน้มถ่วงมีประสิทธิภาพ 81.43/82.38 เป็นไปตามเกณฑ์ที่กำหนดไว้ คือ 80/80 ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 และนักเรียนที่เรียนโดยใช้บทเรียนคอมพิวเตอร์มัลติมีเดียมีความพึงพอใจอยู่ในระดับมาก

ลีลารัมย์ จาตุรพล (2555: บทคัดย่อ) ได้ทำการวิจัยเรื่อง “การพัฒนาทักษะการอ่านและสะกดคำศัพท์ภาษาอังกฤษด้วยบทเรียนคอมพิวเตอร์มัลติมีเดีย เรื่อง การเชื่อมโยงตัวอักษรกับหน่วยเสียง (Phonics) ร่วมกับกิจกรรมกลุ่มของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 3” ผลการวิจัยพบว่า บทเรียนคอมพิวเตอร์มัลติมีเดียที่สร้างขึ้นมีผลการประเมินคุณภาพด้านเนื้อหา มีค่าเฉลี่ยเท่ากับอยู่ในระดับดีผลการประเมิน ($\bar{X} = 4.30$, S.D. = 0.10) คุณภาพด้านสื่อคอมพิวเตอร์มัลติมีเดีย มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ ($\bar{X} = 4.29$, S.D. = 0.31) อยู่ในระดับดี บทเรียนคอมพิวเตอร์มัลติมีเดียที่สร้างขึ้นมีประสิทธิภาพ 82.25/81.33 ผู้เรียนมีทักษะด้านการอ่านและสะกดคำศัพท์ภาษาอังกฤษ มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ ($\bar{X} = 4.22$, S.D. = 0.78) อยู่ในระดับดี ผู้เรียนมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนโดยพบว่า คะแนนสอบหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 และผู้เรียนมีความพึงพอใจต่อบทเรียนคอมพิวเตอร์มัลติมีเดีย เรื่อง การเชื่อมโยงตัวอักษรกับหน่วยเสียง (Phonics) ร่วมกับกิจกรรมกลุ่ม มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ ($\bar{X} = 4.44$, S.D. = 0.49) อยู่ในระดับมาก

วนิดา ไร่คง (2555: บทคัดย่อ) ได้ทำการวิจัยเรื่อง “การศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน โดยใช้บทเรียนคอมพิวเตอร์มัลติมีเดีย เรื่อง ระบบหมุนเวียนเลือด กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2” ผลการศึกษาพบว่า บทเรียนคอมพิวเตอร์มัลติมีเดีย เรื่อง ระบบหมุนเวียนเลือด กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ มีประสิทธิภาพ (E1/E2) เท่ากับ 78.98/82.91 เป็นไปตามเกณฑ์ 80/80 ผลสัมฤทธิ์ของนักเรียนหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 และนักเรียนมีความพึงพอใจต่อการเรียน โดยใช้บทเรียนคอมพิวเตอร์มัลติมีเดียอยู่ในระดับมากที่สุด

1.2 งานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับแนวความคิดที่คลาดเคลื่อน เรื่อง การสังเคราะห์ด้วยแสงของพืช นุชนารถ ลิมาภิกษ์ (2543: บทคัดย่อ) ได้ศึกษาแนวความคิดเลือกเกี่ยวกับมโนมติชีววิทยา: การหายใจ การหายใจและการสังเคราะห์ด้วยแสง และการสังเคราะห์ด้วยแสงของนักศึกษาครูชีววิทยาในสถาบันราชภัฏนครราชสีมาและมหาวิทยาลัยมหาสารคาม ผลการวิจัยพบว่า 1) นักศึกษาโดยรวม และจำแนกตามเพศ และสถาบันการศึกษา มีความเข้าใจเพียงบางส่วนมากที่สุด ในมโนมติการหายใจ (ร้อยละ 42.10–44.94) รองลงมาเป็นแนวความคิดที่ผิดพลาด (ร้อยละ 24.00–35.53) และมีแนวความคิดที่ผิดพลาดมากที่สุด ในมโนมติการหายใจและการสังเคราะห์ด้วยแสง (ร้อยละ 39.47–48.00) และมีมโนมติการสังเคราะห์ด้วยแสง (ร้อยละ 32.59–36.00) และรองลงมาเป็นความเข้าใจเพียงบางส่วน (ร้อยละ 23.68–26.32 และ 28.00–30.26 ตามลำดับ) 2) นักศึกษาชายและนักศึกษาหญิงมีแนวความคิดเลือกมโนมติการหายใจและมโนมติการสังเคราะห์ด้วยแสงแตกต่างกัน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05 โดยนักศึกษาชายมีความเข้าใจอย่างสมบูรณ์ ความเข้าใจเพียงบางส่วน และมีแนวความคิดที่ผิดพลาดและไม่เข้าใจอย่างสมบูรณ์มากกว่า แต่มีความไม่เข้าใจน้อยกว่านักศึกษาหญิง ในมโนมติการสังเคราะห์ด้วยแสง แต่นักศึกษาชายและนักศึกษาหญิงมีแนวคิดเลือกในมโนมติการหายใจและการสังเคราะห์ด้วยแสงไม่แตกต่างกัน และ 3) นักศึกษาในสถาบันการศึกษาต่างก็มีแนวความคิดเลือกในมโนมติการหายใจแตกต่างกัน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05 โดยนักศึกษามหาวิทยาลัยมหาสารคาม มีความเข้าใจอย่างสมบูรณ์ และความเข้าใจเพียงบางส่วน และมีแนวความคิดที่ผิดพลาดมากกว่า แต่มีแนวความคิดที่ผิดพลาดน้อยกว่านักศึกษาสถาบันราชภัฏนครราชสีมา แต่นักศึกษาทั้งสองกลุ่มมีแนวความคิดเลือกในมโนมติการหายใจและการสังเคราะห์ด้วยแสง และมีมโนมติการสังเคราะห์ด้วยแสงไม่แตกต่างกัน

ประวีณา สัจจเดชะ (2552: บทคัดย่อ) ได้ศึกษาแนวคิดคลาดเคลื่อนเกี่ยวกับการสังเคราะห์ด้วยแสง ของนักเรียนชั้นมัธยมปลายในโรงเรียนนานาชาติ ระดับมัธยมศึกษาปีที่ 3 โดยใช้เครื่องมือวัดแนวความคิดแบบ Two-tier ผลการวิเคราะห์พบว่า นักเรียนมีแนวความคิดคลาดเคลื่อนในเรื่องการสังเคราะห์ด้วยแสงหลายประการ ผลการวิเคราะห์ทั้งจากแบบทดสอบและการสัมภาษณ์ แสดงให้เห็นว่า นักเรียนส่วนใหญ่มองการสังเคราะห์ด้วยแสงเป็นกระบวนการที่สร้างพลังงานและคิดว่ากระบวนการหายใจเกิดขึ้นเฉพาะเวลากลางคืน และเป็นกระบวนการแลกเปลี่ยนแก๊ส สำหรับแนวความคิดคลาดเคลื่อนที่พบมาจากการสัมภาษณ์ เป็นเรื่องเกี่ยวกับอาหารของพืชที่ไม่มีสีเขียว รวมถึงบางส่วนของพืชที่ไม่มีสีเขียว

Amir และ Tamir (1992: 241–250) ได้ศึกษาวิเคราะห์นักเรียนที่มีแนวความคิดที่ผิดพลาด ที่เป็นพื้นฐานสำหรับการพัฒนาแก้ไขการสอนในเรื่องการสังเคราะห์ด้วยแสงของพืช กลุ่มตัวอย่างในการศึกษาเป็นนักเรียนเกรด 11 และ 12 จำนวน 235 คน ซึ่งผ่านการเรียนเรื่องการสังเคราะห์ด้วยแสงมาแล้วในประเทศอิสราเอล โดยใช้แบบทดสอบแบบเลือกตอบพร้อมให้เหตุผลประกอบ ผลการวิจัยพบว่า นักเรียนจำนวนร้อยละ 55 ตอบคำถามได้ถูกต้องเกี่ยวกับปัจจัยที่ใช้การสังเคราะห์ด้วยแสงของพืช และร้อยละ 42 ให้เหตุผลประกอบได้ถูกต้องในเรื่องการให้เหตุผลของปรากฏการณ์ตามธรรมชาติ เช่น วัฏจักรของก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ และวัฏจักรของก๊าซออกซิเจนที่เกี่ยวข้องกับการสังเคราะห์ด้วยแสงของพืช และการหายใจของพืชมีเพียง 43 เปอร์เซ็นต์ ของนักเรียนที่ตอบคำถามแต่ให้เหตุผลประกอบผิด ซึ่งชี้ให้เห็นว่าครูสามารถช่วยนักเรียนที่มีแนวความคิดที่ผิดพลาดได้ สำหรับครูที่มีแนวคิดที่ผิดพลาดต้องได้รับการแก้ไขต่อไป

Wandersee (1985: 581–597) ได้ศึกษาประวัติศาสตร์ของวิทยาศาสตร์มีส่วนทำให้นักเรียนมีแนวคิดที่ผิดพลาดในมโนคติ เรื่อง การสังเคราะห์ด้วยแสง ของนักเรียนเกรด 5 เกรด 11 และนักศึกษาชั้นปีที่ 2 ระดับวิทยาลัย โดยใช้การสัมภาษณ์พบว่า นักเรียนเกรด 5 และเกรด 11 มีแนวคิดที่ผิดพลาดมากกว่านักศึกษาชั้นปีที่ 2 ระดับวิทยาลัย

Cho, Kahle และ Nordland (1989: 2605–A) ได้ศึกษาแนวความคิดที่ผิดพลาดในมโนคติ เรื่อง การสังเคราะห์ด้วยแสง ของนักเรียนเกรด 5–8 โดยใช้แบบทดสอบอัตนัย พบว่า นักเรียนมีแนวความคิดที่ผิดพลาดในมโนคติ เรื่อง ความสัมพันธ์ของการสังเคราะห์ด้วยแสง และความหมายของการสร้างอาหาร การใช้แสงของพืช หน้าที่ของรากและใบ ผลผลิตที่ได้จากการสังเคราะห์ด้วยแสงและธาตุอาหารที่พืชต้องการ

Haslem และ Treagust (1987: 203–211) ตรวจสอบแนวความคิดที่ผิดพลาดของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาในเรื่องการสังเคราะห์ด้วยแสง และการหายใจในพืช โดยใช้ Two–Tire Multiple–Choice จำนวน 438 คน ที่เรียนในระดับ 8–12 ใน Perth, Westem Australia ผลการวิจัยพบว่านักเรียนในเกรด 8–11 มีแนวคิดที่ผิดพลาดมากที่สุดในเรื่องธรรมชาติและบทบาทของการสังเคราะห์ด้วยแสงของพืช และการหายใจที่เกี่ยวกับการอนุรักษ์พลังงาน และแนวความคิดที่ผิดพลาดนี้จะคงอยู่จนกว่านักเรียนจะได้รับความจริงจากการสอนในระดับที่สูงขึ้น

2. งานวิจัยต่างประเทศ

2.1 งานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับบทเรียนคอมพิวเตอร์มัลติมีเดีย

Brown (1994: 143) ได้ศึกษาวิจัยเรื่อง มัลติมีเดียและส่วนประกอบที่ประกอบกันเป็นมัลติมีเดีย โดยใช้มัลติมีเดียซึ่งประกอบด้วยเสียงและภาพประกอบในการสอนวิชาต่าง ๆ ภายในมหาวิทยาลัยวอชิงตัน พบว่า มัลติมีเดียเป็นเครื่องมือประกอบการสอนที่ดี สามารถแปลความหมายและวิเคราะห์เรื่องเสียง ภาพ ซึ่งเป็นการผลิตมัลติมีเดียที่มีประโยชน์ต่อการเรียนการสอน

Clark (1995: Abstract) ได้ศึกษาการใช้โปรแกรมมัลติมีเดียปฏิสัมพันธ์เป็นเครื่องมือสังเกตการณ์พัฒนาวิชาชีพของครู ผลการศึกษาพบว่า ครูที่ใช้โปรแกรมมัลติมีเดียปฏิสัมพันธ์เป็นเครื่องมือสังเกตการณ์พัฒนาวิชาชีพครูมีความสามารถในการจดจำ สามารถที่พิสูจน์และอธิบายได้มากกว่าที่ครูใช้คู่มือมาตรฐานวิชาชีพทางการสอน

Hordy and Jost (1996: 23) ได้วิจัยเกี่ยวกับมัลติมีเดีย เรื่อง การใช้ดนตรีในการออกแบบมัลติมีเดียสำหรับการสอน ซึ่งผลการวิจัยพบว่า เสียงดนตรีสามารถนำเข้าสู่บทเรียน และใช้ดนตรีไปพร้อมกับบทเรียนได้เป็นอย่างดี ดนตรีจะช่วยประกอบกิจกรรมทางวิชาการ โดยมีมัลติมีเดียเป็นสื่อในการนำเสนอ

Hallis (1996: 14) ทำการวิจัยเรื่อง การสร้างมัลติมีเดียสำหรับห้องสมุดวิชาการ การวิจัยพบว่า มัลติมีเดียที่ประกอบด้วยตัวอักษร เสียง ภาพกราฟิก ภาพเคลื่อนไหว สิ่งเหล่านี้เป็นส่วนประกอบในการดึงดูดความสนใจของผู้มาใช้บริการห้องสมุด ซึ่งเป็นการนำเสนอมัลติมีเดีย โดยมีโครงสร้างและกฎเกณฑ์ในการสร้างมัลติมีเดีย เป็นการนำคอมพิวเตอร์มาประยุกต์ในการใช้งาน

Baxter (1996: 14) วิจัยเรื่องปฏิสัมพันธ์ก่อนการเรียนการสอนสำหรับนักเรียนที่มีส่วนในการใช้มัลติมีเดีย พบว่า มัลติมีเดียในปัจจุบันจะประกอบด้วยตัวอักษร ภาพ วิดีทัศน์ ภาพเคลื่อนไหว และเสียงบรรยาย โดยการวิจัยครั้งนี้เขาใช้มัลติมีเดียนำเข้าสู่บทเรียนก่อนการเรียนการสอน ในวิชาคอมพิวเตอร์ เพื่อให้เกิดความคิดรวบยอด โดยใช้โปรแกรมเสนอหัวข้อต่าง ๆ ให้นักเรียนได้ศึกษา ผลการวิจัยพบว่า ผู้เรียนได้ศึกษามีความเข้าใจเนื้อหา และทักษะเบื้องต้นเกี่ยวกับวิชาคอมพิวเตอร์ได้ดี

Darrell (2005: Abstract) ได้ทำการวิจัยเรื่องอธิบายผลการใช้เทคโนโลยีคอมพิวเตอร์มาใช้เป็นสื่อในการเรียนของนักเรียน ผลการวิจัยพบว่า การใช้เทคโนโลยีคอมพิวเตอร์มีส่วนต่อการเรียนของนักเรียนมากกว่าตัวแปรทางด้านภูมิหลังของนักเรียน จากผลการวิจัยสามารถอธิบายได้ว่า ตัวแปรด้านเทคโนโลยีมีผลต่อการเรียนที่ดีขึ้นของนักเรียน 47 เปอร์เซ็นต์ ในขณะที่ภูมิหลังของนักเรียนมีผลต่อการเรียนเพียง 0.032 เปอร์เซ็นต์เท่านั้น การค้นคว้าวิจัยครั้งนี้ชี้ให้เห็นว่าการใช้เทคโนโลยีสามารถช่วยให้ผู้เรียนเกิดกระบวนการเรียนรู้ แม้ว่าผลที่เกิดขึ้นนั้นจะไม่มากนักก็ตาม แต่ก็ควรนำเทคโนโลยีคอมพิวเตอร์มาใช้ร่วมกับการเรียนการสอนในชั้นเรียนปกติเพื่อให้เกิดผลที่ดีที่สุด

Kristian (2006: Abstract) ได้ศึกษาผลของการออกแบบบทเรียนมัลติมีเดียแบบมีส่วนร่วม กลุ่มตัวอย่าง คือ นักเรียนที่เรียนวาดภาพจำนวน 187 คน โดยการสังเกตจากการสอบวาดภาพ ผลการวิจัยพบว่า นักเรียนที่เรียนด้วยบทเรียนมัลติมีเดียที่มีการปฏิสัมพันธ์ มีความสามารถในการวาดภาพ และนำเสนอผลงานได้ดีกว่ากลุ่มที่เรียนด้วยการนำเสนอตัวอักษรหรือภาพวาดเพียงอย่างเดียว

Klassen (1999: 281–A) ได้ศึกษาผลการใช้คอมพิวเตอร์มัลติมีเดียในการเพิ่มทักษะทางภาษาอังกฤษ ของนักเรียนในการเรียนรายวิชาภาษาอังกฤษของมหาวิทยาลัยแห่งฮ่องกง ผลการศึกษพบว่า นักเรียนมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนสูงขึ้น มีทักษะในด้านการฟังสูงขึ้น และมีเจตคติที่ดีต่อการเรียนวิชาภาษาอังกฤษด้วยคอมพิวเตอร์มัลติมีเดีย

Santer et al. (1995: 166) ได้ศึกษาเปรียบเทียบเกี่ยวกับสื่อ Multimedia textbook, lecture, printed textbook พบว่า multimedia textbook มีผลสูงกว่าการใช้ lecture หรือ printed textbook เท่ากับ 0.05

จากการศึกษาวิจัยดังกล่าวสรุปได้ว่า การเรียนรู้ด้วยบทเรียนคอมพิวเตอร์มัลติมีเดียช่วยให้ผู้เรียนมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนสูงขึ้น อีกทั้งยังมีความพึงพอใจที่ดีต่อการเรียนดังกล่าว ประกอบกับผู้เรียนมีแนวความคิดที่ผิดพลาดในเรื่อง การสังเคราะห์ด้วยแสงของพืช ผู้วิจัยจึงสร้างบทเรียนคอมพิวเตอร์มัลติมีเดีย เรื่อง การสังเคราะห์ด้วยแสงของพืช เพื่อให้ผู้เรียนมีความรู้ความเข้าใจเพิ่มมากขึ้น ซึ่งจะส่งผลต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและความพึงพอใจในการเรียนเพิ่มขึ้น

บทที่ 3

วิธีดำเนินการวิจัย

การวิจัยครั้งนี้เป็นการวิจัยกึ่งทดลอง (Quasi-experimental research) เพื่อศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนโดยใช้บทเรียนคอมพิวเตอร์มัลติมีเดีย เรื่อง การสังเคราะห์ด้วยแสงของพืช ของนักศึกษาระดับปริญญาตรี มหาวิทยาลัยราชภัฏสงขลา ซึ่งมีวิธีดำเนินการวิจัยตามลำดับ ดังนี้

1. ประชากรและกลุ่มตัวอย่าง
2. แบบแผนการวิจัย
3. เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย
4. การสร้างเครื่องมือและหาคุณภาพเครื่องมือ
5. วิธีการเก็บรวบรวมข้อมูล
6. การวิเคราะห์ข้อมูลและสถิติที่ใช้

ประชากรและกลุ่มตัวอย่าง

1. ประชากรและกลุ่มตัวอย่าง

1.1 ประชากร

ประชากรที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้เป็นนักศึกษาระดับปริญญาตรี โปรแกรมวิชาชีววิทยาและชีววิทยาประยุกต์ ที่ลงทะเบียนเรียนรายวิชาพฤกษศาสตร์ ในภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2557 มหาวิทยาลัยราชภัฏสงขลา จังหวัดสงขลา จำนวน 30 คน

1.2 กลุ่มตัวอย่าง

กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้เป็นนักศึกษาระดับปริญญาตรี โปรแกรมวิชาชีววิทยาและชีววิทยาประยุกต์ ที่ลงทะเบียนเรียนรายวิชาพฤกษศาสตร์ ในภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2557 มหาวิทยาลัยราชภัฏสงขลา จังหวัดสงขลา จำนวน 30 คน มาจากการเลือกแบบเจาะจง

แบบแผนการวิจัย

วิธีการศึกษาในการวิจัย เรื่อง การสังเคราะห์ด้วยแสงของพืช สำหรับนักศึกษาปริญญาตรี มหาวิทยาลัยราชภัฏสงขลาครั้งนี้ ผู้วิจัยใช้แบบแผนการวิจัยกึ่งทดลองแบบหนึ่งกลุ่มวัดก่อนและหลังการทดลอง (one-group pretest-posttest design) มุ่งศึกษาคุณภาพของบทเรียนที่สร้างขึ้น ผลสัมฤทธิ์ทางการศึกษาของผู้เรียนและความพึงพอใจของผู้เรียนที่มีต่อบทเรียนคอมพิวเตอร์มัลติมีเดีย ซึ่งมีรูปแบบดังนี้ (องอาจ นัยวัฒน์, 2554: 122–123)

ตาราง 2 แสดงถึงแบบแผนวิธีการวิจัย

กลุ่ม	สอบก่อนเรียน	ทดลอง	สอบหลังเรียน
E	O ₁	X	O ₂

สัญลักษณ์ที่ใช้ในแบบแผนการวิจัย

E คือ นักศึกษาระดับปริญญาตรี โปรแกรมวิชาชีววิทยาและชีววิทยาประยุกต์ ที่ลงทะเบียนรายวิชาพฤกษศาสตร์ ภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2557 มหาวิทยาลัยราชภัฏสงขลา จังหวัดสงขลา จำนวน 38 คน มาจากการเลือกแบบเจาะจง

X คือ การจัดการเรียนการสอนโดยใช้บทเรียนคอมพิวเตอร์มัลติมีเดีย

O₁ คือ การวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนก่อนเรียนด้วยบทเรียนคอมพิวเตอร์มัลติมีเดีย

O₂ คือ การวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังเรียนด้วยบทเรียนคอมพิวเตอร์มัลติมีเดีย

เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย มี 3 ชนิด ได้แก่

1. บทเรียนคอมพิวเตอร์มัลติมีเดีย เรื่อง การสังเคราะห์ด้วยแสงของพืช สำหรับนักศึกษา ระดับปริญญาตรี โปรแกรมวิชาชีววิทยาและชีววิทยาประยุกต์ มหาวิทยาลัยราชภัฏสงขลา ภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2557 ซึ่งแบ่งเนื้อหาออกเป็น 6 ตอน ดังนี้

1.1 ความหมายและองค์ประกอบของการสังเคราะห์ด้วยแสงของพืช

1.2 ปัจจัยที่มีผลต่อการสังเคราะห์ด้วยแสงของพืช

- 1.3 ปฏิบัติการเคมีในกระบวนการสังเคราะห์ด้วยแสงของพืช
- 1.4 การสังเคราะห์ด้วยแสงของพืช C_3
- 1.5 การสังเคราะห์ด้วยแสงของพืช C_4
- 1.6 การสังเคราะห์ด้วยแสงของพืช CAM
2. แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน จำนวน 1 ฉบับ แบ่งเป็น 2 ตอน คือ
 - 2.1 ข้อสอบปรนัยแบบเลือกตอบ 5 ตัวเลือก จำนวน 30 ข้อ ข้อละ 1 คะแนน คะแนนรวม 30 คะแนน
 - 2.2 ข้อสอบอัตนัย จำนวน 5 ข้อ ข้อละ 2 คะแนน คะแนนรวม 10 คะแนน
คะแนนรวมทั้งหมดจากข้อสอบทั้ง 2 ตอน คือ 40 คะแนน โดยใช้บทเรียนคอมพิวเตอร์มัลติมีเดีย เรื่อง การสังเคราะห์ด้วยแสงของพืช ในการจัดการเรียนรู้ แล้วเปรียบเทียบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนก่อนและหลังเรียน ของนักศึกษาระดับปริญญาตรี โปรแกรมวิชาชีววิทยาและชีววิทยาประยุกต์ มหาวิทยาลัยราชภัฏสงขลา ภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2557
3. แบบสอบถามความพึงพอใจที่มีต่อบทเรียนคอมพิวเตอร์มัลติมีเดีย เรื่อง การสังเคราะห์ด้วยแสงของพืช สำหรับนักศึกษาปริญญาตรี มหาวิทยาลัยราชภัฏสงขลา จำนวน 16 ข้อ ตามแบบมาตราส่วนประเมินค่า 5 ระดับ ของลิเคิ์ท (1967)

การสร้างเครื่องมือและหาคุณภาพเครื่องมือ

การวิจัยครั้งนี้เป็นการวิจัยกึ่งทดลองที่ผู้วิจัยได้สร้างเครื่องมือในการทดสอบสมมติฐาน โดยมีรายละเอียดในการสร้างเครื่องมือ ดังต่อไปนี้

1. การสร้างบทเรียนคอมพิวเตอร์มัลติมีเดีย เรื่อง การสังเคราะห์ด้วยแสงของพืช

บทเรียนคอมพิวเตอร์มัลติมีเดีย เรื่อง การสังเคราะห์ด้วยแสงของพืช สำหรับนักศึกษาระดับปริญญาตรี โปรแกรมวิชาชีววิทยาและชีววิทยาประยุกต์ มหาวิทยาลัยราชภัฏสงขลา ภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2557 มีขั้นตอนการสร้าง ดังนี้

 - 1.1 ศึกษาหลักสูตร รายละเอียดรายวิชา เนื้อหา เอกสารประกอบการเรียนการสอนวิชาพฤกษศาสตร์ เรื่อง การสังเคราะห์ด้วยแสงของพืช ระดับชั้นปริญญาตรี รวมถึงวิธีการ หลักการในการสร้างบทเรียนคอมพิวเตอร์มัลติมีเดีย และผลการเรียนรู้ตามหลักสูตรสถานศึกษา

1.2 กำหนดวัตถุประสงค์ โครงสร้างและเนื้อหาที่จะนำไปสร้างบทเรียนคอมพิวเตอร์ มัลติมีเดีย เรื่อง การสังเคราะห์ด้วยแสงของพืช สำหรับนักศึกษาระดับปริญญาตรี มหาวิทยาลัยราชภัฏ สงขลา โดยแบ่งเนื้อหาออกเป็น 6 ตอน ดังนี้

1.2.1 ความหมายและองค์ประกอบของการสังเคราะห์ด้วยแสงของพืช

1.2.2 ปัจจัยที่มีผลต่อการสังเคราะห์ด้วยแสงของพืช

1.2.3 ปฏิกิริยาเคมีในกระบวนการสังเคราะห์ด้วยแสงของพืช

1.2.4 การสังเคราะห์ด้วยแสงของพืช C_3

1.2.5 การสังเคราะห์ด้วยแสงของพืช C_4

1.2.6 การสังเคราะห์ด้วยแสงของพืช CAM

1.3 นำเนื้อหาที่แบ่งเป็น 6 ตอนมาออกแบบสตอรี่บอร์ด (Storyboard) และนำเนื้อหา บทเรียนให้ผู้เชี่ยวชาญด้านเนื้อหา เพื่อตรวจสอบเนื้อหาบทเรียนให้ถูกต้องเหมาะสม สอดคล้องกับ ตัวชี้วัดตามหลักสูตร ตลอดจนข้อจำกัดของรูปภาพ จำนวนตัวอักษร และความต่อเนื่องของกรอบ บทเรียนคอมพิวเตอร์มัลติมีเดีย

1.4 นำสตอรี่บอร์ดที่ได้ผ่านการแก้ไขปรับปรุงตามคำแนะนำจากผู้เชี่ยวชาญด้านเนื้อหา และความถูกต้องเหมาะสม มาสร้างเป็นบทเรียนคอมพิวเตอร์มัลติมีเดียแบบการสอน (Tutorial) โดยใช้ โปรแกรมสำเร็จรูป Adobe captivate 6 ในการสร้างบทเรียนคอมพิวเตอร์มัลติมีเดีย ทำการออกแบบ หน้าจอที่ใช้แสดงผลในส่วนเนื้อหาและแบบทดสอบ เตรียมภาพประกอบที่ใช้ในบทเรียน ภาพเคลื่อนไหว ที่จะใช้ในแสดงผลในส่วนต่าง ๆ เตรียมเสียงบรรยาย นำเสนอเนื้อหาภาพและเสียงบรรยายที่จัดเตรียมมา เพื่อสร้างตามสตอรี่บอร์ดที่ได้ออกแบบไว้ ไปนำเสนอต่ออาจารย์ที่ปรึกษาและผู้เชี่ยวชาญด้าน เทคโนโลยีการศึกษา พิจารณาความเหมาะสมและคุณภาพของบทเรียนคอมพิวเตอร์มัลติมีเดีย แล้วนำมา ปรับปรุงแก้ไขในข้อที่ต่ำกว่าเกณฑ์ให้อยู่ในระดับดี โดยมีคะแนนเฉลี่ย 3.50–4.49 และตามข้อเสนอ ของผู้เชี่ยวชาญ ซึ่งประเมิน โดยใช้แบบประเมินที่ผู้วิจัยสร้างขึ้น แบ่งออกเป็น 2 ด้าน ดังนี้ คือ

1.4.1 แบบประเมินด้านเนื้อหา (ภาคผนวก ง)

1.4.2 แบบประเมินด้านสื่อมัลติมีเดีย (ภาคผนวก ง)

ใช้ลักษณะการประเมินเป็นแบบมาตราส่วนประเมินค่า (Rating scale) 5 ระดับ ของ ลิเคิร์ท (1967) ที่มีค่าดัชนีความสอดคล้อง (Index of item objective congruence : IOC) เท่ากับ 1.00 โดยกำหนดค่าระดับความเหมาะสมแต่ละช่วงคะแนนและความหมาย ดังนี้

ระดับ	5	หมายถึง	มีความเหมาะสมมากที่สุด
ระดับ	4	หมายถึง	มีความเหมาะสมมาก
ระดับ	3	หมายถึง	มีความเหมาะสมปานกลาง
ระดับ	2	หมายถึง	มีความเหมาะสมน้อย
ระดับ	1	หมายถึง	มีความเหมาะสมน้อยที่สุด

สำหรับการให้ความหมายค่าที่วัดได้ผู้วิจัยได้กำหนดเกณฑ์ที่ใช้ในการให้ความหมายโดยใช้แนวความคิดของเบสท์ (Best, 1986: 195) การให้ความหมายโดยการให้ค่าเฉลี่ยเป็นรายด้านและรายชื่อ ดังนี้

คะแนน	4.50 – 5.00	หมายถึง	มีความเหมาะสมมากที่สุด
คะแนน	3.50 – 4.49	หมายถึง	มีความเหมาะสมมาก
คะแนน	2.50 – 3.49	หมายถึง	มีความเหมาะสมปานกลาง
คะแนน	1.50 – 2.49	หมายถึง	มีความเหมาะสมน้อย
คะแนน	1.00 – 1.49	หมายถึง	มีความเหมาะสมน้อยที่สุด

จากการประเมินบทเรียนคอมพิวเตอร์มัลติมีเดียโดยผู้เชี่ยวชาญพบว่า มีค่าเฉลี่ยโดยภาพรวมอยู่ในระดับมีความเหมาะสมมาก แต่มีส่วนที่ต้องปรับปรุง คือ ตัวเลือกในแบบทดสอบย่อย ควรเพิ่มตัวเลือกเป็น 3 ตัวเลือก การออกจากบทเรียนควรทำให้สะดวกเพิ่มขึ้น และเสียงในการบรรยายควรเร้าความสนใจมากขึ้น จากนั้นปรับปรุงแก้ไขตามคำแนะนำของผู้เชี่ยวชาญ (ภาคผนวก ง)

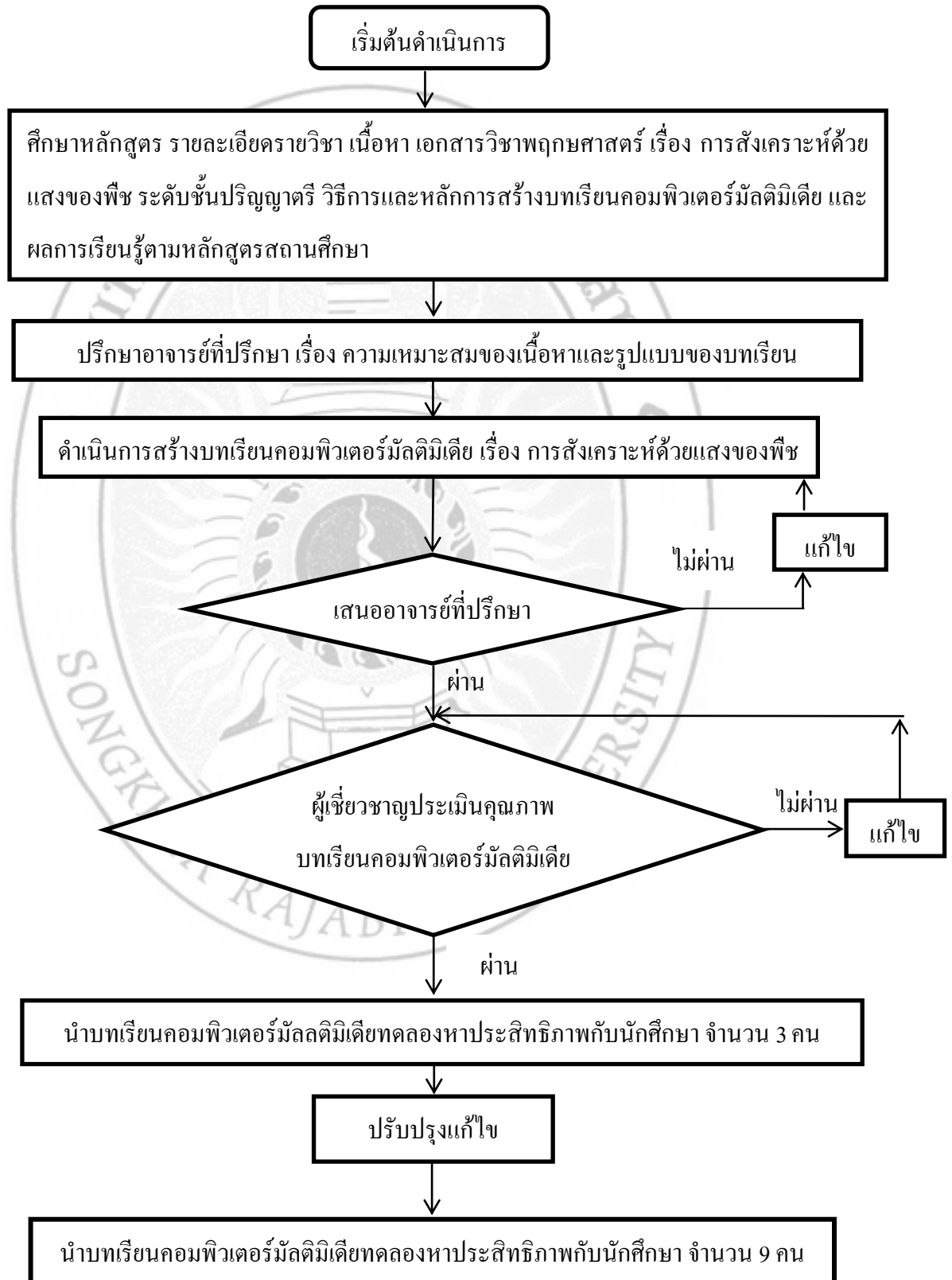
1.5 นำบทเรียนคอมพิวเตอร์มัลติมีเดียไปทดลองหาประสิทธิภาพแบบรายบุคคลกับนักศึกษา จำนวน 3 คน เป็นการทดสอบแบบเดี่ยว 1:1:1 (เก่ง 1 คน ปานกลาง 1 คน อ่อน 1 คน) เพื่อนำมาหาประสิทธิภาพของบทเรียนให้มีประสิทธิภาพตามเกณฑ์ 80/80 เพื่อทำการแก้ไขปรับปรุงครั้งที่ 1

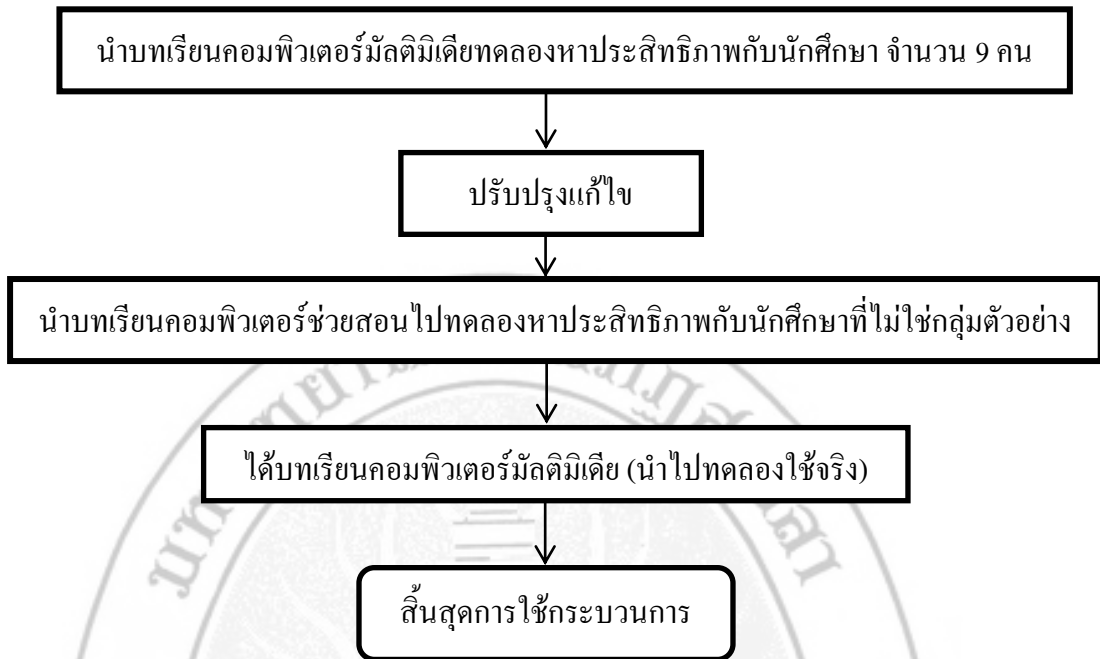
1.6 นำบทเรียนคอมพิวเตอร์มัลติมีเดียไปทดลองหาประสิทธิภาพกับนักศึกษา จำนวน 9 คน เป็นการทดสอบแบบย่อย 3:3:3 (เก่ง 3 คน ปานกลาง 3 คน อ่อน 3 คน) เพื่อนำมาหาประสิทธิภาพของบทเรียนให้มีประสิทธิภาพตามเกณฑ์ 80/80 เพื่อทำการแก้ไขปรับปรุงครั้งที่ 2

1.7 นำบทเรียนคอมพิวเตอร์มัลติมีเดียไปทดลองหาประสิทธิภาพกับนักศึกษาที่ไม่ใช่กลุ่มตัวอย่าง จำนวน 30 คน เป็นการทดสอบแบบภาคสนาม เหมือนกับการสอนในเวลาปกติ โดยทำการสอนก่อนเรียน ทำกิจกรรมระหว่างเรียน ทำแบบฝึกหัดระหว่างเรียน และทำแบบทดสอบหลังเรียน ทำการเก็บรวบรวมข้อมูลที่ได้เพื่อนำมาหาประสิทธิภาพของบทเรียนให้มีประสิทธิภาพตามเกณฑ์ 80/80 เพื่อทำการแก้ไขปรับปรุง

ทั้งนี้ได้สรุปขั้นตอนการสร้างและหาคุณภาพบทเรียนคอมพิวเตอร์มัลติมีเดีย ไว้ดัง

แผนภาพ 5





ภาพ 5 แสดงขั้นตอนการสร้างและหาคุณภาพบทเรียนคอมพิวเตอร์มัลติมีเดีย

2. แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

ผู้วิจัยได้ออกแบบและสร้างแบบทดสอบเพื่อใช้ทดสอบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักศึกษา และหาประสิทธิภาพของบทเรียนคอมพิวเตอร์มัลติมีเดีย มีขั้นตอนการสร้าง ดังนี้

2.1 ศึกษาชนิดของแบบทดสอบ เกณฑ์และขั้นตอนในการสร้างแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ และการประเมินผล

2.2 สร้างแบบทดสอบระดับชั้นปริญญาตรี ให้สอดคล้องกับมาตรฐานผลการเรียนรู้ 5 ด้าน ตามกรอบมาตรฐานคุณวุฒิอุดมศึกษาแห่งชาติ ของสาขาวิทยาศาสตร์ที่กำหนดไว้ในหลักสูตร โดยแบ่งแบบทดสอบออกเป็น 2 ตอน ตอนที่ 1 ข้อสอบปรนัย 5 ตัวเลือก จำนวน 60 ข้อ ข้อละ 1 คะแนน ตอนที่ 2 ข้อสอบอัตนัยจำนวน 15 ข้อ ข้อละ 2 คะแนน เพื่อนำมาใช้ในการวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ก่อนและหลังเรียน โดยสร้างให้ครอบคลุมเนื้อหาและจุดประสงค์ที่ตั้งไว้

2.3 นำแบบทดสอบที่สร้างขึ้นเรียบร้อยแล้วเสนอต่ออาจารย์ที่ปรึกษา เพื่อตรวจสอบภาพรวมในส่วนของเนื้อหา ความยากง่าย ข้อคำถาม และตัวเลือก ว่ามีความถูกต้องเหมาะสมมากน้อยเพียงใด

2.4 ปรับปรุงแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนตามคำแนะนำของอาจารย์ที่ปรึกษา

2.5 ให้ผู้เชี่ยวชาญด้านวัดผล ตรวจสอบความเที่ยงตรงเชิงเนื้อหา (Content validity) ด้วยดัชนีความสอดคล้อง โดยกำหนดเกณฑ์พิจารณา ดังนี้

เห็นว่าสอดคล้อง ให้คะแนน +1

ไม่แน่ใจ ให้คะแนน 0

เห็นว่าไม่สอดคล้อง ให้คะแนน -1

การวิเคราะห์ข้อมูล ความเหมาะสมสอดคล้องของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน โดยใช้ดัชนีความสอดคล้อง กำหนดค่าตามสูตร (ภาคผนวก ง)

$$IOC = \frac{\sum R}{N}$$

โดยที่ $\sum R$ = ผลรวมคะแนนความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญ

N = จำนวนผู้เชี่ยวชาญทั้งหมด

นำข้อมูลที่รวบรวมจากความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญมาคำนวณหาค่า IOC แล้วเลือกค่าดัชนีความสอดคล้องตั้งแต่ 0.5 ขึ้นไปมาพิมพ์เป็นข้อสอบฉบับใหม่

2.6 นำแบบทดสอบไปทดลองใช้กับนักศึกษาระดับชั้นปริญญาตรี จำนวน 30 คน ที่ผ่านการเรียนรู้ เรื่อง การสังเคราะห์ด้วยแสงของพืช ซึ่งไม่ใช่ นักศึกษากลุ่มตัวอย่าง

2.7 นำคะแนนที่ได้มาวิเคราะห์หาค่าความยากง่าย (P) และค่าอำนาจจำแนก (R) โดยใช้สูตร ดังนี้

$$P = \frac{H + L}{2N}$$

P = ความยากง่ายของแบบทดสอบ

H = จำนวนผู้ตอบถูกในกลุ่มสูง

L = จำนวนผู้ตอบถูกในกลุ่มต่ำ

N = จำนวนผู้ตอบทั้งหมดในกลุ่มใดกลุ่มหนึ่ง

ค่าความยากง่ายหรือค่า P ที่คำนวณได้จะมีค่าระหว่าง 0.00 ถึง 1.00 โดยแต่ละช่วงมีความหมาย ดังนี้

ค่า P ระหว่าง 0.80–1.00 หมายความว่า แบบทดสอบมีความง่ายมาก เป็นแบบทดสอบที่ต้องปรับปรุง

ค่า P ระหว่าง 0.60–0.79 หมายความว่า แบบทดสอบมีความง่าย เป็นแบบทดสอบที่พอใช้ได้

ค่า P ระหว่าง 0.40–0.59 หมายความว่า แบบทดสอบมีความยากง่ายปานกลาง เป็นแบบทดสอบที่ดีมาก

ค่า P ระหว่าง 0.20–0.39 หมายความว่า แบบทดสอบมีความยาก
เป็นแบบทดสอบที่พอใช้

ค่า P ระหว่าง 0.00–0.19 หมายความว่า แบบทดสอบมีความยากมาก
เป็นแบบทดสอบที่ต้องปรับปรุง

สรุปได้ว่า แบบทดสอบที่ใช้ในการเก็บรวบรวมข้อมูลควรเป็นแบบทดสอบที่มีความ
ยากง่ายปานกลาง คือ ประมาณ 0.5 ทั้งนี้โดยทั่วไประดับความยากง่ายที่ยอมรับจะมีค่าอยู่ระหว่าง
0.2–0.8

$$r = \frac{H - L}{N}$$

r = อำนาจจำแนก

H = จำนวนผู้ตอบถูกในกลุ่มสูง

L = จำนวนผู้ตอบถูกในกลุ่มต่ำ

N = จำนวนผู้ตอบทั้งหมดในกลุ่มใดกลุ่มหนึ่ง

ค่าความมีอำนาจจำแนก (r) ที่คำนวณได้จะมีค่าระหว่าง -1.00 – +1.00 โดยแต่ละช่วง
มีความหมาย ดังนี้

ค่า r 0.40 ขึ้นไป หมายความว่า แบบทดสอบมีความง่ายมาก

ค่า r หมายความว่า แบบทดสอบมีอำนาจจำแนกสูงมาก
เป็นแบบทดสอบที่มีคุณภาพดีมาก

ค่า r ระหว่าง 0.30 – 0.39 หมายความว่า แบบทดสอบมีอำนาจจำแนกสูง
เป็นแบบทดสอบที่มีคุณภาพดีพอสมควร

ค่า r ระหว่าง 0.20 – 0.29 หมายความว่า แบบทดสอบมีอำนาจจำแนกปานกลาง
เป็นแบบทดสอบที่มีคุณภาพพอใช้
แต่ควรปรับปรุง

ค่า r ต่ำกว่า 0.20 – 0.29 หมายความว่า แบบทดสอบมีอำนาจจำแนกต่ำ
เป็นแบบทดสอบที่ไม่มีคุณภาพ
ควรปรับปรุง

ค่า r ติดลบ หมายความว่า แบบทดสอบมีอำนาจจำแนกกลับ

โดยทั่วไป ค่า r ที่ยอมรับได้จะมีค่าอยู่ระหว่าง 0.2–1.00

2.8 เลือกแบบทดสอบที่มีค่าความยากง่ายและอำนาจจำแนกตามเกณฑ์ จำนวน 35 ข้อ โดยแบ่งข้อสอบออกเป็น 2 ตอน คือ ตอนที่ 1 ข้อสอบปรนัย 5 ตัวเลือก จำนวน 30 ข้อ และตอนที่ 2 ข้อสอบอัตนัยจำนวน 5 ข้อ นำมาหาค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบ ตามสูตรของคูเดอร์-ริชาร์ดสัน (Kuder-Richardson) หรือ KR-20 ซึ่งเป็นวิธีการหาความเชื่อมั่นเชิงความสอดคล้องภายในที่ใช้กับแบบทดสอบหรือแบบวัดที่มีการให้คะแนน 2 ค่า (dichotomous) หรือคะแนนแบบ 0 และ 1 เท่านั้น กล่าวคือ เป็นแบบทดสอบที่มีการให้คะแนนแบบตอบผิดได้ 0 ตอบถูกได้ 1

$$r_{tt} = \left(\frac{k}{k-1} \right) \left(1 - \frac{\sum pq}{S_t^2} \right)$$

เมื่อ r_{tt} = ความเชื่อมั่นของแบบทดสอบ

K = จำนวนข้อสอบ

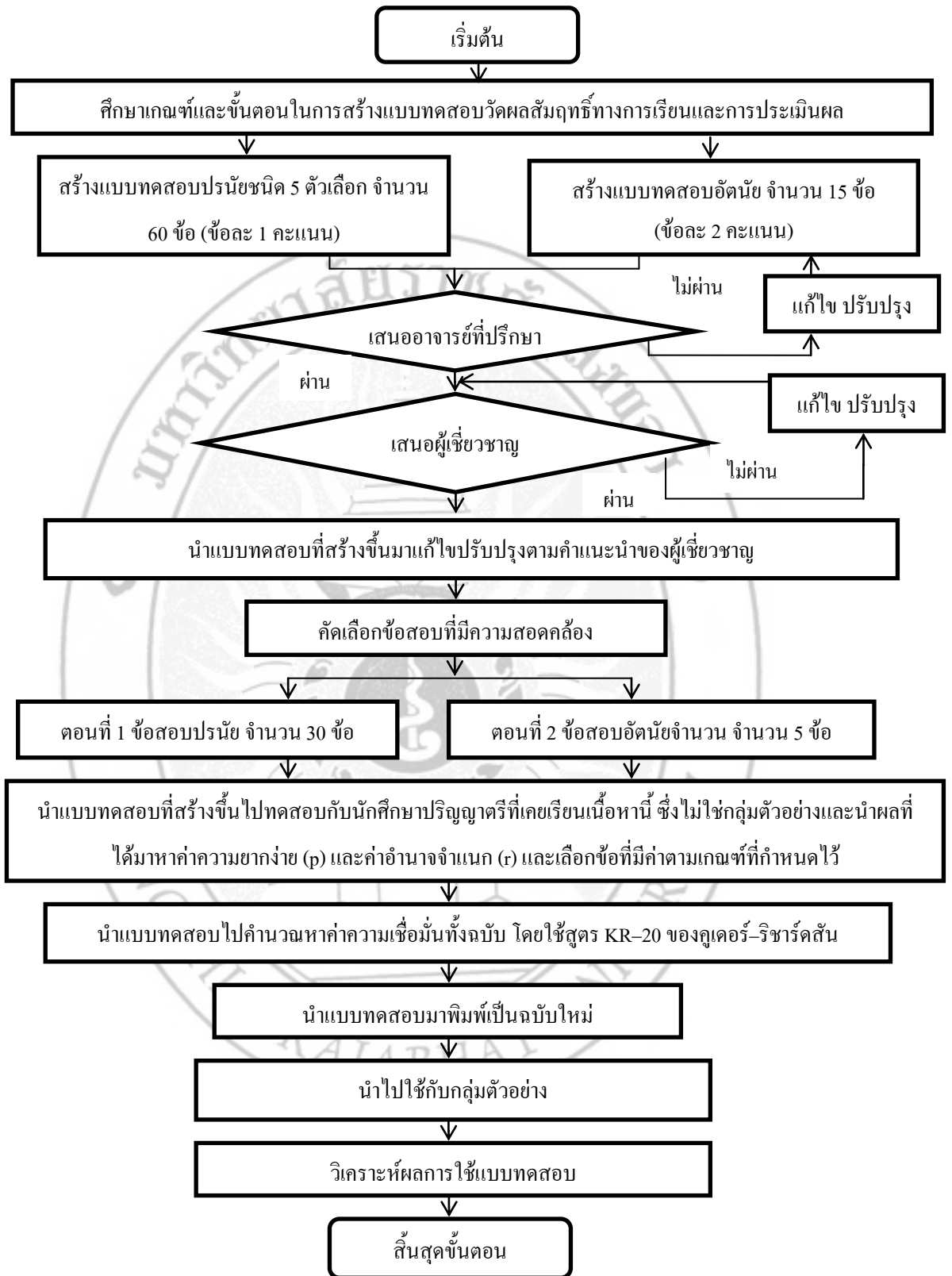
P = สัดส่วนของผู้ตอบถูกจากผู้ตอบทั้งหมด

q = สัดส่วนของผู้ตอบผิดจากผู้ตอบทั้งหมด

S_t^2 = ความแปรปรวนของคะแนนทั้งหมด

2.9 นำแบบทดสอบที่ผ่านเกณฑ์แล้วไปจัดพิมพ์เป็นข้อสอบฉบับใหม่ แล้วนำไปเก็บข้อมูลกับกลุ่มตัวอย่าง

ทั้งนี้ได้สรุปขั้นตอนการสร้างและหาคุณภาพแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนไว้ดังแผนภาพ 6



ภาพ 6 แสดงขั้นตอนการสร้างและหาคุณภาพแบบสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

3. แบบสอบถามความพึงพอใจที่มีต่อการเรียนด้วยบทเรียนคอมพิวเตอร์มัลติมีเดีย

แบบสอบถามความพึงพอใจที่มีต่อการเรียนด้วยบทเรียนคอมพิวเตอร์มัลติมีเดีย ของนักศึกษาปริญญาตรี มหาวิทยาลัยราชภัฏสงขลา มีลักษณะเป็นมาตราส่วนประเมินค่า 5 ระดับ โดยสอบถามความคิดเห็นของผู้เรียนที่มีต่อการเรียนด้วยบทเรียนคอมพิวเตอร์มัลติมีเดีย เรื่อง การสังเคราะห์ด้วยแสงของพืช จำนวน 1 ฉบับ ซึ่งมีขั้นตอนการสร้าง ดังนี้

3.1 ศึกษาค้นคว้าเอกสารและงานวิจัยเกี่ยวกับการสร้างแบบสอบถามความพึงพอใจ ซึ่งเป็นแนวทางในการสร้างแบบประเมิน พร้อมทั้งกำหนดลักษณะของคำถามตามขอบเขตเนื้อหาและวัตถุประสงค์

3.2 สร้างแบบสอบถามความพึงพอใจที่มีต่อการเรียนด้วยบทเรียนคอมพิวเตอร์มัลติมีเดีย เป็นแบบมาตราส่วนประเมินค่า 5 ระดับ ของลิเคิร์ท ข้อคำถามจำนวน 10 ข้อ โดยกำหนดค่าระดับความพึงพอใจแต่ละช่วงคะแนนและความหมาย ดังนี้

ระดับ	5	หมายถึง	มีความพึงพอใจในระดับมากที่สุด
ระดับ	4	หมายถึง	มีความพึงพอใจระดับมาก
ระดับ	3	หมายถึง	มีความพึงพอใจระดับปานกลาง
ระดับ	2	หมายถึง	มีความพึงพอใจระดับน้อย
ระดับ	1	หมายถึง	มีความพึงพอใจระดับน้อยที่สุด

สำหรับการให้ความหมายค่าที่วัดได้ ผู้วิจัยได้กำหนดเกณฑ์ที่ใช้ในการให้ความหมายโดยใช้แนวความคิดของเบสท์ (Best, 1986: 195) การให้ความหมายโดยการให้ค่าเฉลี่ยเป็นรายด้านและรายข้อ ดังนี้

คะแนน	4.50 – 5.00	หมายถึง	มีความพึงพอใจในระดับมากที่สุด
คะแนน	3.50 – 4.49	หมายถึง	มีความพึงพอใจในระดับมาก
คะแนน	2.50 – 3.49	หมายถึง	มีความพึงพอใจในระดับปานกลาง
คะแนน	1.50 – 2.49	หมายถึง	มีความพึงพอใจในระดับน้อย
คะแนน	1.00 – 1.49	หมายถึง	มีความพึงพอใจในระดับน้อยที่สุด

3.3 นำแบบสอบถามความพึงพอใจที่สร้างขึ้นเรียบร้อยแล้วเสนอต่ออาจารย์ที่ปรึกษาเพื่อตรวจสอบความถูกต้อง ความเหมาะสมในส่วนข้อคำถาม และรูปแบบของแบบสอบถาม จากนั้นปรับปรุงตามคำแนะนำของอาจารย์ที่ปรึกษา

3.4 ให้ผู้เชี่ยวชาญด้านวัดผลและประเมินผล ตรวจสอบความเที่ยงตรงเชิงเนื้อหา ด้วยดัชนีความสอดคล้อง โดยกำหนดเกณฑ์พิจารณา ดังนี้ (ภาคผนวก)

เห็นว่าสอดคล้อง ให้คะแนน +1

ไม่แน่ใจ ให้คะแนน 0

เห็นว่าไม่สอดคล้อง ให้คะแนน -1

การวิเคราะห์ข้อมูล ความเหมาะสมสอดคล้องของแบบสอบถามความพึงพอใจ โดยใช้ดัชนีความสอดคล้อง IOC กำหนดค่าตามสูตร

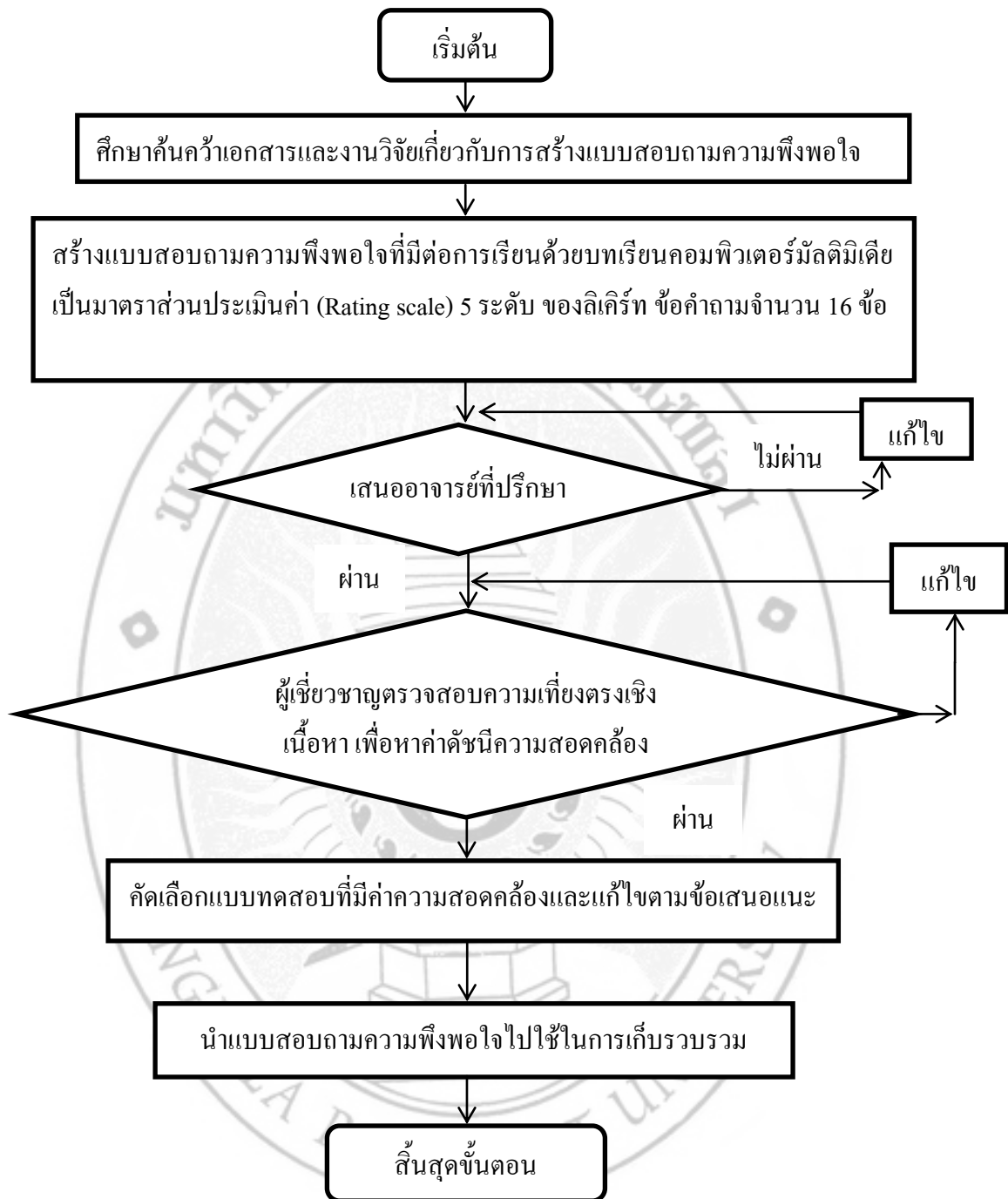
$$IOC = \frac{\sum R}{N}$$

โดยที่ $\sum R$ = ผลรวมคะแนนความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญ
 N = จำนวนผู้เชี่ยวชาญทั้งหมด

นำข้อมูลที่รวบรวมจากความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญมาคำนวณหาค่าดัชนีความสอดคล้อง แล้วปรับปรุงแก้ไขตามคำแนะนำของผู้เชี่ยวชาญ และพิมพ์เป็นแบบสอบถามฉบับใหม่

3.5 นำแบบสอบถามความพึงพอใจ สอบถามนักศึกษาในกลุ่มตัวอย่าง หลังจากได้รับการจัดการเรียนรู้ด้วยบทเรียนคอมพิวเตอร์มัลติมีเดีย เรื่อง การสังเคราะห์ด้วยแสงของพืช

ทั้งนี้ ได้สรุปขั้นตอนการสร้างและหาคุณภาพแบบสอบถามความพึงพอใจที่มีต่อการเรียนด้วยบทเรียนคอมพิวเตอร์มัลติมีเดีย ไว้ดังแผนภาพ 7



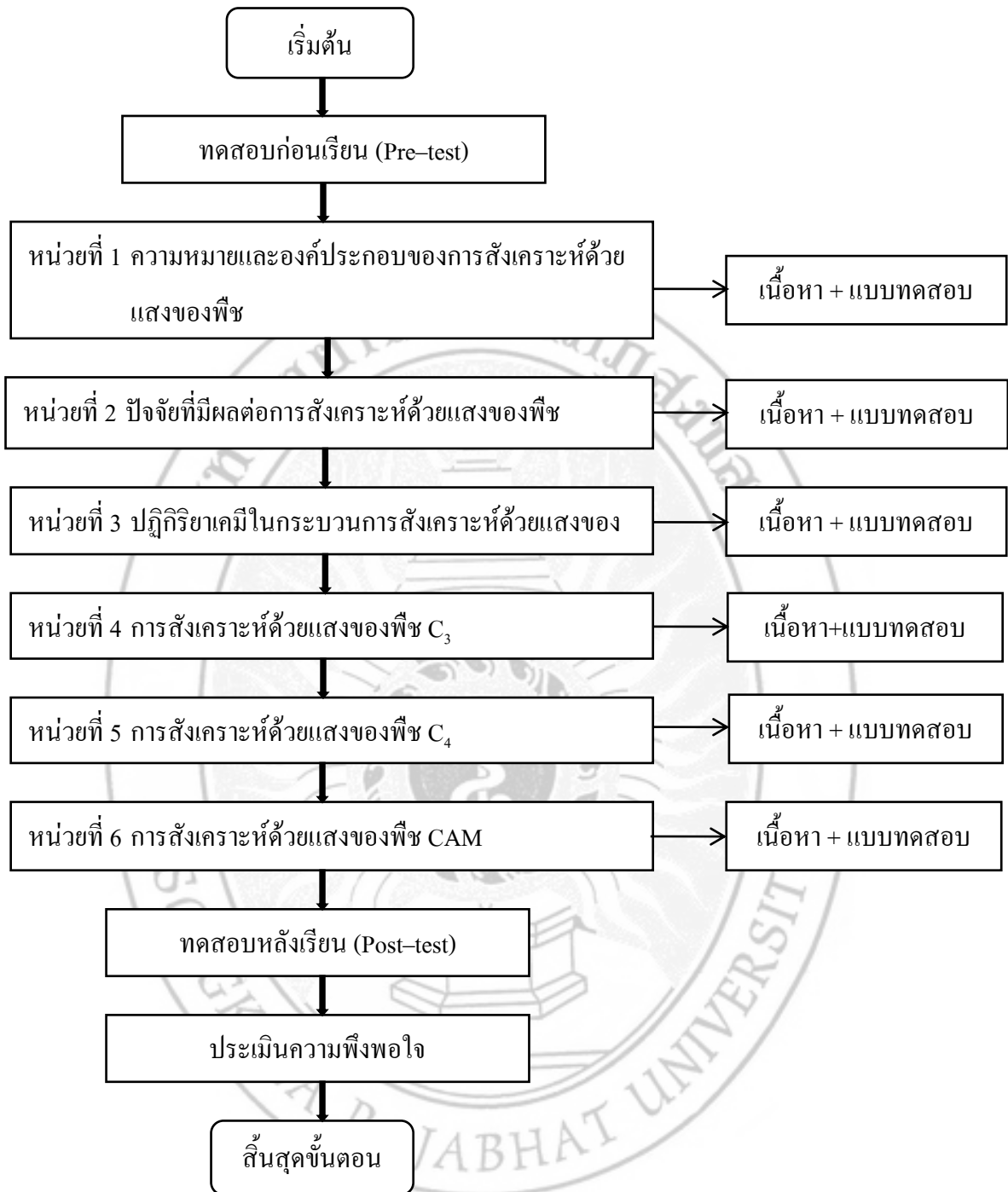
ภาพ 7 แสดงขั้นตอนการสร้างและหาคุณภาพแบบสอบถามความพึงพอใจที่มีต่อการเรียนด้วยบทเรียนคอมพิวเตอร์มัลติมีเดีย

วิธีการเก็บรวบรวมข้อมูล

ผู้วิจัยได้ใช้แบบแผนการวิจัย คือ มีการทดลองก่อนเรียน (pre-test) จากนั้นให้ผู้เรียนเรียนรู้ด้วยตนเองจากบทเรียนคอมพิวเตอร์มัลติมีเดีย แล้วทำแบบทดสอบหลังเรียน (post-test) ดำเนินการใช้บทเรียนคอมพิวเตอร์มัลติมีเดีย เรื่อง การสังเคราะห์ด้วยแสงของพืช กับนักศึกษาปริญญาตรีมหาวิทยาลัยราชภัฏสงขลา โปรแกรมวิชาชีววิทยาและชีววิทยาประยุกต์ ที่ลงทะเบียนเรียนรายวิชาพฤกษศาสตร์ ปีการศึกษา 2557 ภาคเรียนที่ 1 ซึ่งเป็นกลุ่มตัวอย่างในการวิจัยครั้งนี้ โดยมีวิธีการดำเนินการเก็บรวบรวมข้อมูล ดังนี้

1. ติดต่อประสานงานกับเจ้าหน้าที่คอมพิวเตอร์ เพื่อประสานขอใช้ห้องและเครื่องคอมพิวเตอร์ในการเก็บข้อมูล จำนวน 30 เครื่อง โดยจัดให้ผู้เรียน 1 คน ประจำเครื่องคอมพิวเตอร์ 1 เครื่อง
2. ชี้แจงรายละเอียด ข้อตกลงและคำแนะนำ ก่อนใช้บทเรียนคอมพิวเตอร์มัลติมีเดีย และให้ทดลองใช้คอมพิวเตอร์ 10 นาที
3. ทดสอบก่อนเรียน ด้วยแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่อง การสังเคราะห์ด้วยแสงของพืช กับกลุ่มตัวอย่าง จำนวน 35 ข้อ ใช้เวลาในการทดสอบ 50 นาที
4. ดำเนินกิจกรรมการเรียนการสอน โดยใช้บทเรียนคอมพิวเตอร์มัลติมีเดีย เรื่อง การสังเคราะห์ด้วยแสงของพืช จำนวน 6 ตอน ใช้เวลา 7 คาบ คาบละ 50 นาที โดยในแต่ละตอนมีแบบทดสอบท้ายหน่วย
5. ทดสอบหลังเรียน ด้วยแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่อง การสังเคราะห์ด้วยแสงของพืช จำนวน 35 ข้อ ใช้เวลาในการทดสอบ 50 นาที
6. จากนั้นประเมินความพึงพอใจของผู้เรียน ด้วยแบบสอบถามความพึงพอใจที่มีต่อบทเรียนคอมพิวเตอร์มัลติมีเดีย เรื่อง การสังเคราะห์ด้วยแสงของพืช
7. นำคะแนนที่ได้จากการทำแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนก่อนหลังเรียน และแบบสอบถามความพึงพอใจต่อบทเรียนคอมพิวเตอร์มัลติมีเดีย มาทำการวิเคราะห์เพื่อทดสอบสมมติฐานต่อไป และสรุปการวิจัย

ทั้งนี้ได้แสดงขั้นตอนกิจกรรมการเรียนการสอนด้วยบทเรียนคอมพิวเตอร์มัลติมีเดีย เรื่อง การสังเคราะห์ด้วยแสงของพืช ดังแผนภาพ 8



ภาพ 8 แสดงขั้นตอนกิจกรรมการเรียนการสอนด้วยบทเรียนคอมพิวเตอร์มัลติมีเดีย เรื่อง การสังเคราะห์ด้วยแสงของพืช

การวิเคราะห์ข้อมูลและสถิติที่ใช้

1. การวิเคราะห์ข้อมูล

การวิเคราะห์ข้อมูลที่ได้จากการดำเนินการเก็บรวบรวมข้อมูล ผู้วิจัยได้ทำการวิเคราะห์ข้อมูล ดังนี้

1.1 ค่าประสิทธิภาพของบทเรียนคอมพิวเตอร์มัลติมีเดีย เรื่อง การสังเคราะห์ด้วยแสงของพืช ให้มีประสิทธิภาพตามเกณฑ์ โดยใช้ค่าเฉลี่ย

1.2 ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนก่อนเรียนและหลังเรียนที่เรียนด้วยบทเรียนคอมพิวเตอร์มัลติมีเดีย เรื่อง การสังเคราะห์ด้วยแสงของพืช โดยใช้ค่าร้อยละ ค่าเฉลี่ย (mean) ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน (Standard deviation) และค่าสถิติที่ (t-test Dependent Sample)

1.3 ประเมินความพึงพอใจของผู้เรียนที่มีต่อการเรียนด้วยบทเรียนคอมพิวเตอร์มัลติมีเดีย เรื่อง การสังเคราะห์ด้วยแสงของพืช โดยใช้ค่าเฉลี่ย และค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน

2. สถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล

2.1 สถิติพื้นฐานมีดังนี้

2.1.1 คะแนนเฉลี่ย เป็นค่าจากผลรวมของ X ทุกค่า มีวิธีคำนวณดังนี้
(ณรงค์ โพธิ์พุกยานันท์, 2551: 228)

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

เมื่อ	\bar{X}	คือ	ค่าเฉลี่ย
	X	คือ	ข้อมูล
	$\sum X$	คือ	ผลรวมของคะแนนชุดนั้น
	N	คือ	จำนวนของข้อมูลทั้งหมด

2.1.2 ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานคำนวณ ดังนี้ (พรเลิศ อภานูทัต, 2551: 134)

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

เมื่อ	\bar{x}	คือ	ค่าเฉลี่ยเลขคณิต
	x	คือ	ค่าของตัวแปรที่นำมาคำนวณหาค่าเฉลี่ย
	n	คือ	ขนาดกลุ่มตัวอย่าง
	S.D.	คือ	ค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน

2.2 สถิติที่ใช้ในการหาคุณภาพเครื่องมือ

2.2.1 ประสิทธิภาพของสื่อการสอน (อนุวัติ คุณแก้ว, 2554: 151)

$$E_1 = \frac{\frac{\sum x}{N} \times 100}{A}$$

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

เมื่อ	E_1	แทน	ค่าเฉลี่ยของคะแนนแบบฝึกหัดระหว่างเรียน ที่คิดเป็นร้อยละ
	E_2	แทน	ค่าเฉลี่ยของคะแนนสอบหลังเรียนที่คิดเป็นร้อยละ
	$\sum x$	แทน	คะแนนรวมของนักเรียนจากการทำแบบฝึกหัด ระหว่างเรียน
	$\sum F$	แทน	คะแนนรวมของนักเรียนจากการทำแบบทดสอบ หลังเรียน
	N	แทน	จำนวนนักเรียน
	A	แทน	คะแนนเต็มของแบบฝึกหัดระหว่างเรียนทั้งหมด
	B	แทน	คะแนนเต็มของแบบทดสอบหลังเรียน

2.2.2 การวิเคราะห์ค่าดัชนีความสอดคล้องระหว่างคำถามกับจุดประสงค์การเรียนรู้ของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน หากค่าสัมประสิทธิ์ความสอดคล้อง ใช้สูตร(ล้วน สายยศ และอังคณา สายยศ, 2548: 249) ดังนี้

$$\text{ค่าดัชนีความสอดคล้อง} \quad \text{IOC} = \frac{\sum x}{n}$$

เมื่อ IOC คือ ความสอดคล้องระหว่างคำถามกับจุดประสงค์การเรียนรู้

$\sum x$ คือ ผลรวมของคะแนนความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญ

n คือ จำนวนผู้เชี่ยวชาญ

ข้อคำถามที่มีค่า $\text{IOC} \geq 0.50$ คือ คำถามนั้นวัดตรงวัตถุประสงค์

ข้อคำถามที่มีค่า $\text{IOC} < 0.50$ คือ คำถามนั้นวัดไม่ตรงตามวัตถุประสงค์

2.2.3 การวิเคราะห์หาค่าความยากง่าย ของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เป็นรายข้อแบบเลือกตอบ (ยูทซ์ ไกยวรรณ, 2550: 128) โดยใช้สูตร ดังนี้

$$P = \frac{R}{N}$$

เมื่อ P คือ ค่าความยากของข้อสอบแต่ละข้อ

R คือ จำนวนคนที่ตอบถูกในข้อสอบแต่ละข้อ

N คือ จำนวนคนที่ทำข้อสอบทั้งหมด

2.2.4 การวิเคราะห์หาค่าอำนาจจำแนก ของแบบทดสอบเป็นรายข้อ (ยูทซ์ ไกยวรรณ, 2550: 128) โดยใช้สูตร ดังนี้

$$r = \frac{H - L}{N}$$

เมื่อ r = อำนาจจำแนก

H = จำนวนผู้ตอบถูกในกลุ่มสูง

L = จำนวนผู้ตอบถูกในกลุ่มต่ำ

N = จำนวนผู้ตอบทั้งหมดในกลุ่มใดกลุ่มหนึ่ง

2.2.5 หาค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบ โดยใช้วิธีการของคูเดอร์-ริชาร์ดสัน
(พรเลิศ อภานุกัต, 2551: 135)

$$r_{tt} = \left(\frac{k}{k-1} \right) \left(1 - \frac{\sum pq}{S_t^2} \right)$$

เมื่อ r_{tt} = ความเชื่อมั่นของแบบทดสอบ
 K = จำนวนข้อสอบ
 P = สัดส่วนของผู้ตอบถูกจากผู้ตอบทั้งหมด
 q = สัดส่วนของผู้ตอบผิดจากผู้ตอบทั้งหมด
 S_t^2 = ความแปรปรวนของคะแนนทั้งฉบับ

2.2.6 หาค่าความเชื่อมั่นของแบบสอบถามความพึงพอใจ โดยใช้สูตรคำนวณหาค่าสัมประสิทธิ์แอลฟา ของ Cronbach (พิสนุ พงศ์ศรี, 2552: 176) โดยใช้สูตร

$$a = \frac{k}{k-1} \left(1 - \frac{\sum S_i^2}{S_t^2} \right)$$

เมื่อ a คือ ค่าความเชื่อมั่น
 k คือ จำนวนข้อของเครื่องมือหรือแบบวัดความพึงพอใจ
 $\sum S_i^2$ คือ ผลรวมของค่าความแปรปรวนของคะแนนรวม
 S_t^2 คือ ค่าความแปรปรวนของคะแนนรวม
 S_i^2 คือ ค่าความแปรปรวนของคะแนนเป็นรายข้อ

2.3 สถิติที่ใช้ในการทดสอบสมมติฐาน

สถิติที่ใช้เปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ของนักศึกษาที่ได้ผ่านการจัดการเรียนรู้ผ่านบทเรียนคอมพิวเตอร์มัลติมีเดีย ที่ได้จากการทดสอบก่อนเรียนและหลังเรียน (ล้วน สายยศ และ อังคณา สายยศ, 2548: 215) โดยใช้สูตร ดังนี้

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

- เมื่อ t คือ ค่าสถิติที่ 1 จะใช้เปรียบเทียบกับค่าวิกฤต เพื่อทราบความมีนัยสำคัญ
- D คือ ผลต่างระหว่างคู่คะแนนก่อนเรียนและหลังเรียน
- $\sum D$ คือ ผลรวมของผลต่างของคะแนนแต่ละคู่
- n คือ จำนวนกลุ่มตัวอย่างหรือจำนวนคู่ขนาน

บทที่ 4

ผลการวิเคราะห์ข้อมูล

การเสนอผลการวิเคราะห์ข้อมูล

การวิจัยเรื่อง ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน โดยใช้บทเรียนคอมพิวเตอร์มัลติมีเดีย เรื่อง การสังเคราะห์ด้วยแสงของพืช ของนักศึกษาปริญญาตรี มหาวิทยาลัยราชภัฏสงขลา ให้มีประสิทธิภาพตามเกณฑ์มาตรฐาน 80/80 เพื่อเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนก่อนเรียนและหลังเรียน โดยใช้บทเรียนคอมพิวเตอร์มัลติมีเดีย เรื่อง การสังเคราะห์ด้วยแสงของพืช และเพื่อประเมินความพึงพอใจของนักศึกษาที่มีต่อบทเรียนคอมพิวเตอร์มัลติมีเดีย เรื่อง การสังเคราะห์ด้วยแสงของพืช ของนักศึกษาปริญญาตรี มหาวิทยาลัยราชภัฏสงขลา ผู้วิจัยได้เสนอผลการวิจัย ดังนี้

1. ผลการวิเคราะห์ประสิทธิภาพของบทเรียนคอมพิวเตอร์มัลติมีเดีย เรื่อง การสังเคราะห์ด้วยแสงของพืช ให้มีประสิทธิภาพตามเกณฑ์มาตรฐาน 80/80
2. ผลการเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่อง การสังเคราะห์ด้วยแสงของพืช ก่อนและหลังใช้บทเรียนคอมพิวเตอร์มัลติมีเดีย
3. ผลประเมินความพึงพอใจของนักศึกษาที่มีต่อบทเรียนคอมพิวเตอร์มัลติมีเดีย เรื่อง การสังเคราะห์ด้วยแสงของพืช

สัญลักษณ์ที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล

n	แทน	ขนาดของกลุ่มตัวอย่าง
\bar{X}	แทน	ค่าเฉลี่ย
S.D.	แทน	ความเบี่ยงเบนมาตรฐาน
t	แทน	ค่าสถิติที่ใช้ในการทดสอบสมมติฐาน t-test
*	แทน	ระดับนัยสำคัญทางสถิติที่ .05

ผลการวิเคราะห์ข้อมูล

1. ผลการวิเคราะห์ประสิทธิภาพของบทเรียนคอมพิวเตอร์มัลติมีเดีย เรื่อง การสังเคราะห์ ด้วยแสงของพืช ของนักศึกษาปริญญาตรี มหาวิทยาลัยราชภัฏสงขลา ได้กำหนดการหาประสิทธิภาพ กระบวนการและผลสัมฤทธิ์ (E_1/E_2) คือ การทดสอบแบบเดี่ยว (1:1:1) จำนวน 3 คน ทดลองใช้กับ นักศึกษากลุ่มย่อย (3:3:3) จำนวน 9 คน และทดลองใช้กับนักเรียนภาคสนาม (10:10:10) จำนวน 30 คน ผลการวิเคราะห์สามารถจำแนกได้ ดังนี้

1.1 วิเคราะห์การทดสอบแบบเดี่ยว เป็นการทดลองเพื่อตรวจสอบข้อบกพร่องและปัญหา ต่าง ๆ ของบทเรียนคอมพิวเตอร์มัลติมีเดีย โดยใช้กลุ่มตัวอย่างจำนวน 3 คน โดยคละนักศึกษาที่มี พัฒนาการทางการเรียนดีมาก ปานกลาง และอ่อน ปรากฏผลดังตาราง

ตาราง 3 ประสิทธิภาพของบทเรียนคอมพิวเตอร์มัลติมีเดีย แบบเดี่ยว (1:1:1)

จำนวน นักศึกษา (n)	ผลรวมคะแนนเฉลี่ย แบบทดสอบย่อย	E_1	ผลรวมคะแนนเฉลี่ย แบบทดสอบวัดผล สัมฤทธิ์ทางการเรียน	E_2	ประสิทธิภาพของ บทเรียน (E_1/E_2)
3	42.33	64.13	19.67	65.57	64.13/65.57

จากตาราง 3 เป็นผลจากการทดสอบประสิทธิภาพของบทเรียนคอมพิวเตอร์มัลติมีเดีย กับกลุ่มตัวอย่างแบบเดี่ยว จำนวน 3 คน มีค่า E_1/E_2 เท่ากับ 64.13/65.57 ซึ่งยังมีประสิทธิภาพต่ำกว่า เกณฑ์ที่กำหนดไว้ จากการวิเคราะห์หาข้อบกพร่องต่าง ๆ ของบทเรียนคอมพิวเตอร์มัลติมีเดียด้วย การสอบถามนักศึกษาและการสังเกต พบว่า บทเรียนคอมพิวเตอร์มัลติมีเดียมีความบกพร่องเรื่องของการใช้ภาษา การลำดับเนื้อหา แบบทดสอบระหว่างเรียนไม่สอดคล้องกับเนื้อหาในบทเรียนมัลติมีเดีย ผู้วิจัยได้ดำเนินการปรับปรุงแก้ไขบทเรียนคอมพิวเตอร์มัลติมีเดีย โดยใช้สำนวนภาษาที่ชัดเจน ลำดับ เนื้อหาให้ต่อเนื่องและเป็นไปตามความสำคัญ พร้อมทั้งปรับปรุงแบบทดสอบระหว่างเรียนให้สอดคล้อง และเหมาะสมกับเนื้อหามากขึ้น

1.2 วิเคราะห์การทดสอบแบบกลุ่มเล็ก เป็นการทดลองเพื่อวิเคราะห์หาประสิทธิภาพของ บทเรียนคอมพิวเตอร์มัลติมีเดียตามเกณฑ์ 80/80 หลังจากที่ได้ปรับปรุงบทเรียนคอมพิวเตอร์มัลติมีเดีย โดยใช้กลุ่มตัวอย่างจำนวน 9 คน โดยคละนักศึกษาที่มีผลการเรียนดีมาก ปานกลาง และอ่อน ปรากฏผล ดังตาราง

ตาราง 4 ประสิทธิภาพของบทเรียนคอมพิวเตอร์มัลติมีเดียแบบย่อ (3:3:3)

จำนวน นักศึกษา (n)	ผลรวมคะแนนเฉลี่ย แบบทดสอบย่อย	E_1	ผลรวมคะแนนเฉลี่ย แบบทดสอบวัดผล สัมฤทธิ์ทางการเรียน	E_2	ประสิทธิภาพของ บทเรียน (E_1/E_2)
9	49.33	74.74	22.44	74.80	74.74/74.80

จากตาราง 4 เป็นผลจากการทดสอบประสิทธิภาพของบทเรียนคอมพิวเตอร์มัลติมีเดียกับกลุ่มตัวอย่างแบบกลุ่ม จำนวน 9 คน มีค่า (E_1/E_2) เท่ากับ 74.74/74.80 ซึ่งยังมีประสิทธิภาพต่ำกว่าเกณฑ์ที่กำหนดไว้เล็กน้อย จากการวิเคราะห์หาข้อบกพร่อง พบว่า นักศึกษามีเวลาในการทำแบบทดสอบระหว่างเรียนน้อยและการใช้ภาษายังมีบางคำผิดอยู่ ผู้วิจัยได้ดำเนินการปรับปรุงแก้ไขส่วนที่บกพร่องดังกล่าว เพื่อให้เกิดความเหมาะสมมากยิ่งขึ้น และนำไปทดลองใช้กับนักศึกษาแบบภาคสนามอีกครั้ง เพื่อให้เกิดประสิทธิภาพก่อนนำบทเรียนคอมพิวเตอร์มัลติมีเดีย ไปทดลองใช้กับกลุ่มตัวอย่าง

1.3 วิเคราะห์การทดสอบแบบภาคสนาม เพื่อวิเคราะห์หาประสิทธิภาพของบทเรียนคอมพิวเตอร์มัลติมีเดียตามเกณฑ์ 80/80 หลังจากที่ได้ปรับปรุงบทเรียนคอมพิวเตอร์มัลติมีเดียจากการทดลองแบบเดี่ยวและกลุ่มเล็กแล้ว โดยใช้กลุ่มตัวอย่างเป็นนักศึกษาระดับปริญญาตรี มหาวิทยาลัยราชภัฏสงขลา จำนวน 30 คน

ตาราง 5 ประสิทธิภาพของบทเรียนคอมพิวเตอร์มัลติมีเดียของกลุ่มภาคสนาม (10:10:10)

จำนวน นักศึกษา (n)	ผลรวมคะแนนเฉลี่ย แบบทดสอบย่อย	E_1	ผลรวมคะแนนเฉลี่ย แบบทดสอบวัดผล สัมฤทธิ์ทางการเรียน	E_2	ประสิทธิภาพของ บทเรียน (E_1/E_2)
30	28.87	80.19	32.00	82.00	80.19/82.00

จากตาราง เป็นผลจากการทดลองประสิทธิภาพของบทเรียนคอมพิวเตอร์มัลติมีเดีย เรื่อง การสังเคราะห์ด้วยแสงของพืช สำหรับนักศึกษาปริญญาตรี มหาวิทยาลัยราชภัฏสงขลา ซึ่งมีประสิทธิภาพเท่ากับ 80.19/82.00 ซึ่งเป็นไปตามเกณฑ์ที่กำหนดไว้

2. ผลการเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่อง การสังเคราะห์ด้วยแสงของพืช สำหรับ นักศึกษาปริญญาตรี มหาวิทยาลัยราชภัฏสงขลา ก่อนเรียนและการทดสอบหลังเรียน โดยการทดสอบ ค่า t สำหรับกลุ่มตัวอย่างที่ไม่เป็นอิสระต่อกัน

ในการศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่อง การสังเคราะห์ด้วยแสงของพืช ก่อนใช้บทเรียน คอมพิวเตอร์มัลติมีเดีย และหลังใช้บทเรียนคอมพิวเตอร์มัลติมีเดีย ปรากฏผลดังตาราง

ตาราง 6 เปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนก่อนและหลังใช้บทเรียนคอมพิวเตอร์มัลติมีเดีย

การ ทดสอบ	N	คะแนน เต็ม	\bar{X}	S.D.	t	Sig (1-tailed)
ก่อนเรียน	30	40	16.33	2.44		0.0000
หลังเรียน	30	40	32.80	1.94	46.00*	0.0000

* มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับที่ .05

จากตาราง 6 พบว่า ผลการเปรียบเทียบคะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่อง การสังเคราะห์ด้วยแสงของพืช ของนักศึกษาภายหลังใช้บทเรียนคอมพิวเตอร์มัลติมีเดีย มีคะแนนเฉลี่ยเท่ากับ 32.80 ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน S.D. เท่ากับ 1.937 สูงกว่าก่อนการใช้บทเรียนคอมพิวเตอร์มัลติมีเดียซึ่งมีคะแนนเฉลี่ย เท่ากับ 16.33 ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน เท่ากับ 2.44 เมื่อเปรียบเทียบระหว่างค่าเฉลี่ยทั้งสองครั้ง พบว่า คะแนนสอบหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 ดังนั้น การจัดการเรียนการสอนโดยใช้บทเรียนคอมพิวเตอร์มัลติมีเดีย จึงมีความเหมาะสมที่จะนำไปใช้เป็นสื่อการเรียนรู้ หรือสื่อการสอน เพื่อให้ นักเรียนมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนสูงขึ้นและเกิดการเรียนรู้ อย่างมีประสิทธิภาพ

ผลการศึกษาความพึงพอใจของนักศึกษาที่มีต่อบทเรียนคอมพิวเตอร์มัลติมีเดีย เรื่อง การสังเคราะห์ด้วยแสงของพืช แสดงดังตาราง 7

ตาราง 7 ผลการศึกษาความพึงพอใจของนักศึกษาที่มีต่อบทเรียนคอมพิวเตอร์มัลติมีเดีย

รายการประเมิน	\bar{X}	S.D.	ระดับความพึงพอใจ
ด้านความรู้และประโยชน์การใช้งาน	4.17	0.56	มาก
ด้านเทคนิคการสอน	4.19	0.71	มาก
ด้านสื่อการสอน	4.24	0.64	มาก
ด้านระยะเวลา	3.80	0.68	มาก
ด้านการวัดและประเมินผล	4.09	0.65	มาก
รวมเฉลี่ย	4.10	0.65	มาก

จากตาราง 7 พบว่า นักศึกษาระดับปริญญาตรี มหาวิทยาลัยราชภัฏสงขลา มีความพึงพอใจต่อบทเรียนคอมพิวเตอร์มัลติมีเดีย เรื่อง การสังเคราะห์ด้วยแสงของพืชอยู่ในระดับมาก มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 4.10 โดยนักศึกษามีความพึงพอใจในด้านสื่อการสอน มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 4.24 รองลงมา คือ ด้านเทคนิคการสอน มีค่าเฉลี่ย เท่ากับ 4.19 และมีความพึงพอใจต่อด้านเวลาน้อยที่สุด มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 3.80

บทที่ 5

สรุป อภิปรายผล และข้อเสนอแนะ

การวิจัย เรื่อง ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน โดยใช้บทเรียนคอมพิวเตอร์มัลติมีเดีย เรื่อง การสังเคราะห์ด้วยแสงของพืช สำหรับนักศึกษาปริญญาตรี มหาวิทยาลัยราชภัฏสงขลา เป็นการสร้างบทเรียนคอมพิวเตอร์มัลติมีเดียให้มีประสิทธิภาพตามเกณฑ์ 80/80 และเพื่อพัฒนาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่อง การสังเคราะห์ด้วยแสงของพืช โดยใช้บทเรียนคอมพิวเตอร์มัลติมีเดีย รวมทั้งเพื่อศึกษาความพึงพอใจของผู้เรียนที่มีต่อบทเรียนคอมพิวเตอร์มัลติมีเดีย เรื่อง การสังเคราะห์ด้วยแสงของพืช กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้เป็นนักศึกษาระดับปริญญาตรี โปรแกรมวิชาชีววิทยาและชีววิทยาประยุกต์ ที่ลงทะเบียนเรียนรายวิชาพฤกษศาสตร์ ในภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2557 มหาวิทยาลัยราชภัฏสงขลา จังหวัดสงขลา จำนวน 30 คน ซึ่งได้มาจากการเลือกแบบเจาะจง เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยประกอบด้วย บทเรียนคอมพิวเตอร์มัลติมีเดีย เรื่อง การสังเคราะห์ด้วยแสงของพืช สำหรับนักศึกษาปริญญาตรี มหาวิทยาลัยราชภัฏสงขลา แบบทดสอบวัดวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน และแบบสอบถามความพึงพอใจของผู้เรียนที่มีต่อบทเรียนคอมพิวเตอร์มัลติมีเดีย สถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล คือ ค่าเฉลี่ย ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน ค่าสัมประสิทธิ์ความสอดคล้อง ค่าความเชื่อมั่น และการทดสอบค่าที

สรุป

1. บทเรียนคอมพิวเตอร์มัลติมีเดีย เรื่อง การสังเคราะห์ด้วยแสงของพืช เป็นบทเรียนที่สร้างขึ้นเพื่อใช้ในการจัดการเรียนการสอนสำหรับนักศึกษาปริญญาตรี มหาวิทยาลัยราชภัฏสงขลา โดยประสิทธิภาพของบทเรียนที่สร้างขึ้น มีประสิทธิภาพเท่ากับ 80.19/82.00 ซึ่งสูงกว่าเกณฑ์ 80/80 ที่ตั้งไว้ ค่าประสิทธิภาพ 80 ตัวหลังมีค่ามากกว่าค่าประสิทธิภาพ 80 ตัวแรก อาจเนื่องมาจากนักศึกษามีเวลาในการทบทวนบทเรียนด้วยตัวเองมากขึ้น เพราะเป็นบทเรียนสำเร็จรูปและสามารถนำกลับไปทบทวนที่บ้านได้ และจากค่าประสิทธิภาพที่ได้บทเรียนคอมพิวเตอร์มัลติมีเดีย เรื่อง การสังเคราะห์ด้วยแสงของพืชที่ผู้วิจัยสร้างขึ้น จึงเป็นบทเรียนคอมพิวเตอร์ที่มีประสิทธิภาพตามเกณฑ์มาตรฐานที่กำหนดไว้

2. ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่อง การสังเคราะห์ด้วยแสงของพืช ของนักศึกษาปริญญาตรี มหาวิทยาลัยราชภัฏสงขลา ก่อนการเรียนโดยใช้บทเรียนคอมพิวเตอร์มัลติมีเดีย นักศึกษากลุ่มตัวอย่างได้คะแนนเฉลี่ย เท่ากับ 10.33 แต่เมื่อพิจารณาคะแนนของนักศึกษากลุ่มตัวอย่างหลังได้รับการเรียนรู้โดยใช้บทเรียนคอมพิวเตอร์มัลติมีเดียปรากฏว่า ได้คะแนนเฉลี่ย เท่ากับ 32.20 และเมื่อเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่อง การสังเคราะห์ด้วยแสงของพืช สำหรับนักศึกษาปริญญาตรี มหาวิทยาลัยราชภัฏสงขลา พบว่า ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

3. ผลการประเมินความพึงพอใจของนักศึกษาระดับปริญญาตรี มหาวิทยาลัยราชภัฏสงขลา หลังจากได้ผ่านการเรียนรู้จากกิจกรรมการเรียนการสอน โดยใช้บทเรียนคอมพิวเตอร์มัลติมีเดีย เรื่อง การสังเคราะห์ด้วยแสงของพืช อยู่ในระดับมาก ($\bar{X} = 4.10$)

อภิปรายผล

จากการศึกษาวิจัย อภิปรายผล ดังนี้

1. การสร้างบทเรียนคอมพิวเตอร์มัลติมีเดีย เรื่อง การสังเคราะห์ด้วยแสงของพืช จากผลการวิจัยจะเห็นได้ว่า บทเรียนคอมพิวเตอร์มัลติมีเดียที่ผู้วิจัยสร้างขึ้น มีประสิทธิภาพสูงกว่าเกณฑ์มาตรฐานที่ระดับ 80/80 คือ มีค่า 80.19/82.00 จัดได้ว่าบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน เรื่อง การสังเคราะห์ด้วยแสงของพืช มีประสิทธิภาพดี ทั้งนี้อาจเป็นเพราะบทเรียนที่ผู้วิจัยสร้างขึ้น ผู้วิจัยได้ศึกษาและวิเคราะห์เอกสารเกี่ยวกับหลักในการออกแบบและดำเนินการสร้างบทเรียนคอมพิวเตอร์มัลติมีเดียมาเป็นลำดับขั้น ทั้งในส่วนของเนื้อหาการผสมผสานกันทั้งข้อมูลที่เป็นข้อความ กราฟิก เสียง ภาพนิ่ง และภาพเคลื่อนไหว ตามหลักการออกแบบและสร้างบทเรียนคอมพิวเตอร์มัลติมีเดียของนีโอ และนีโอ (Neo & Neo, 2001) โดยแสดงให้เห็นว่า มัลติมีเดียปฏิสัมพันธ์เกิดจากการผสมผสานกันของเนื้อหาบทเรียนของครูผู้สอนกับเทคโนโลยีและมัลติมีเดีย ที่สามารถส่งผลต่อไปยังผู้เรียน คือ มัลติมีเดียแบบผู้เรียนเป็นศูนย์กลาง ผู้เรียนจะสร้างความรู้ของพวกเขาขึ้นมาเอง และนำประสบการณ์ที่เกิดขึ้นจริงไปสู่กระบวนการเรียนรู้ โดยที่ครูจะทำหน้าที่เป็นผู้อำนวยความสะดวก บทเรียนสามารถบรรจุลงในเว็บและส่งผ่านอินเทอร์เน็ตในรูปแบบหลักสูตรออนไลน์ ที่ผู้เรียนเข้าถึงบทเรียนผ่านบราวเซอร์ในเครื่องคอมพิวเตอร์ ผู้เรียนจะมีอิสระในการเรียนตามเวลาและอัตราความก้าวหน้าของตน เป็นรูปแบบการเรียนรู้แบบที่ผู้เรียนเป็นศูนย์กลาง โดยคือมัลติมีเดียจะถูกใช้ประโยชน์ในการดูแลกระบวนการกลุ่มและลักษณะการเรียนรู้เชิงรุก คือ วิธีการเรียนรู้ร่วมกันแบบ Collaborative และ Cooperation ซึ่งสนับสนุนให้ผู้เรียนสามารถประเมินตนเอง และควบคุมการเรียนรู้ด้วยตนเอง โดยผู้วิจัยได้ใช้

รูปแบบมัลติมีเดียแบบนำเสนอเนื้อหา เพราะมัลติมีเดียรูปแบบนี้เป็นรูปแบบที่นิยมพัฒนามากที่สุด เนื่องจากคุณลักษณะของคอมพิวเตอร์มัลติมีเดียจะเป็นสื่อที่ช่วยให้การเรียนการสอนให้มีประสิทธิภาพใกล้เคียงกับการเรียนในชั้นเรียน โดยจะทำหน้าที่เสมือนครูผู้สอนในห้องเรียนหรือเป็นบทเรียนที่ใช้นำเสนอเนื้อหา เรื่อง การสังเคราะห์ด้วยแสงของพืช ซึ่งเนื้อหาที่สร้างขึ้นเป็นเนื้อหาใหม่ที่ผู้เรียนไม่เคยศึกษามาก่อนเลย และเป็นการทบทวนเนื้อหาเดิมที่ได้ศึกษามาก่อนหน้านี้ โดยบทเรียนจะถูกออกแบบอย่างมีโครงสร้างที่ชัดเจนเป็นตอน และนำเสนอในลักษณะผสมผสานข้อความ ภาพ และเสียง เพื่อให้ผู้เรียนเกิดการเรียนรู้ได้อย่างมีประสิทธิภาพพร้อม ๆ กับการหาวิธีแนะนำหรือช่วยเหลือผู้เรียน เพื่อให้บรรลุวัตถุประสงค์ของการเรียน นอกจากนี้บทเรียนยังทำหน้าที่ในการประเมินผล การเรียนรู้ โดยการทดสอบผู้เรียนด้วยคำถามแบบต่าง ๆ พร้อมทั้งบันทึกคำตอบเพื่อประเมินผลว่าผู้เรียนเกิดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนแล้วหรือไม่ ซึ่งขึ้นอยู่กับคำตอบของนักเรียน ว่ามีความรู้ความเข้าใจในเนื้อหาที่สอนมากน้อยเพียงใด คอมพิวเตอร์ก็จะตัดสินใจว่าผู้เรียนควรจะเรียนเนื้อหาส่วนต่อไป หรือควรจะมีการทบทวนเนื้อหาที่เพิ่งเรียนมา รวมทั้งอาจให้มีการสอนซ่อมเสริมให้กับผู้เรียน (ณัฐกร สงคราม, 2553: 23) นอกจากนี้ได้มีการตรวจสอบความถูกต้องและประเมินคุณภาพบทเรียนคอมพิวเตอร์มัลติมีเดียโดยผู้เชี่ยวชาญในด้านเนื้อหา และด้านสื่อมัลติมีเดีย ผลการประเมินของผู้เชี่ยวชาญมีความเห็นสอดคล้องกันว่า บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน เรื่อง การสังเคราะห์ด้วยแสงของพืชที่สร้างขึ้น มีคุณภาพอยู่ระดับมีความเหมาะสมในการใช้งานมาก ส่งผลให้เกิดความน่าเชื่อถือในการนำไปใช้ป็นสื่อการเรียนการสอน

ผลการศึกษาค้นคว้าครั้งนี้สอดคล้องกับการศึกษาของ วนิตา ไร่คง (2555: บทคัดย่อ) ทำการวิจัยเรื่อง “การศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน โดยใช้บทเรียนคอมพิวเตอร์มัลติมีเดีย เรื่อง ระบบหมุนเวียนเลือด กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2” ผลการศึกษพบว่า บทเรียนคอมพิวเตอร์มัลติมีเดีย เรื่อง ระบบหมุนเวียนเลือด กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ มีประสิทธิภาพ (E_1/E_2) เท่ากับ 78.98/82.91 เป็นไปตามเกณฑ์ 80/80 ส่งผลให้ผลสัมฤทธิ์ของนักเรียนหลังเรียน สูงกว่าก่อนเรียน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 สอดคล้องกับการศึกษาของ จุฑาทิพย์ วุฒิงาม (2555: บทคัดย่อ) ได้ทำการวิจัยเรื่อง “การพัฒนาบทเรียนคอมพิวเตอร์มัลติมีเดีย เรื่อง ระบบเครื่องเสียงและระบบฉายวิชาเทคโนโลยีการศึกษา” ผลการศึกษพบว่า บทเรียนคอมพิวเตอร์มัลติมีเดีย มีประสิทธิภาพ เป็นไปตามเกณฑ์ที่กำหนดไว้ 80/80 และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

ดังนั้นการสร้างบทเรียนคอมพิวเตอร์มัลติมีเดีย เพื่อเป็นสื่อการเรียนการสอนในลักษณะที่เป็นการผสมผสานสื่อหลายชนิด ทั้งข้อความ ภาพนิ่ง ภาพเคลื่อนไหว แอนิเมชัน วิดีโอ เสียง โดยผ่านกระบวนการทางระบบคอมพิวเตอร์ ช่วยในการนำเสนอเนื้อหาและกิจกรรมการเรียนการสอนแก่ผู้เรียนอย่างมีประสิทธิภาพ มีการโต้ตอบและป้อนกลับทันที เพื่อให้บรรลุผลตามวัตถุประสงค์ที่กำหนดไว้ เป็นรูปแบบการเรียนที่เน้นผู้เรียนเป็นศูนย์กลาง โดยผู้เรียนมีบทบาทในการเรียนรู้อย่างเต็มที่ เพื่อเชื่อมโยงความรู้ให้เข้าสู่สภาพสมมูลและเกิดการเรียนรู้ด้วยตนเอง (สุมาลี ชัยเจริญ, 2547: 16)

2. การศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่อง การสังเคราะห์ด้วยแสงของพืช ก่อนและหลังเรียนด้วยบทเรียนคอมพิวเตอร์มัลติมีเดีย สำหรับนักศึกษาปริญญาตรี มหาวิทยาลัยราชภัฏสงขลา พบว่าผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักศึกษาภายหลังใช้บทเรียนคอมพิวเตอร์มัลติมีเดียมีคะแนนเฉลี่ย \bar{X} เท่ากับ 32.80 สูงกว่าก่อนใช้บทเรียนคอมพิวเตอร์ซึ่งมีคะแนนเฉลี่ย \bar{X} เท่ากับ 16.33 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ .05 ทั้งนี้อาจเป็นเพราะบทเรียนคอมพิวเตอร์มัลติมีเดียเป็นเทคนิคที่ช่วยให้ผู้เรียนเกิดการเรียนรู้และมีอิสระในการควบคุมการเรียนของตนเอง อีกทั้งรูปแบบการนำเสนอเนื้อหาเป็นลำดับขั้นจากง่ายไปหายาก มีคำอธิบายและมีภาพประกอบ มีทั้งภาพนิ่ง ภาพเคลื่อนไหว และวิดีโอ ซึ่งสามารถอธิบายลักษณะเนื้อหาที่เป็นนามธรรมให้แสดงผลในรูปแบบชัดเจนขึ้น ตลอดจนมีแบบฝึกหัดและแบบทดสอบให้ผู้เรียนได้ฝึกทำ ซึ่งมีการแจ้งคะแนนและประเมินผลได้ทันที ทำให้ผู้เรียนตรวจสอบความเข้าใจของตนเองได้ ซึ่งสอดคล้องกับเฟิยเจต์และวิกือทสกี ที่กล่าวว่า ความรู้ที่เกิดขึ้นมุ่งเน้นการสร้างมากกว่าการรับความรู้ โดยเชื่อว่าการเรียนรู้เป็นกระบวนการที่เกิดขึ้นภายในของผู้เรียน โดยมีผู้เรียนเป็นผู้สร้างความรู้จากความสัมพันธ์ระหว่างสิ่งที่พบเห็น กับความรู้ความเข้าใจเดิมที่มีมาก่อน โดยพยายามนำความเข้าใจเกี่ยวกับเหตุการณ์และปรากฏการณ์ที่ตนพบเห็นมาสร้างเป็นโครงสร้างทางปัญญา ซึ่งสอดคล้องกับ กิดานันท์ มลิทอง (2548: 20) กล่าวถึงบทเรียนคอมพิวเตอร์มัลติมีเดีย เป็นบทเรียนที่ประกอบด้วยเนื้อหา สื่อประสม และอาจมีการใช้คุณลักษณะของสื่อหลายมิติในการเชื่อมโยงไปยังหัวข้อย่อย เพื่อสะดวกในการเรียน ผู้เรียนสามารถเรียนรู้จากเนื้อหาที่มีทั้งข้อความ ภาพและเสียง มีการตอบสนองกับบทเรียนโดยการทำแบบทดสอบและได้ผลป้อนกลับทันที ทำให้สามารถประเมินผลการเรียนรู้ได้ด้วยตนเอง และสอดคล้องกับการศึกษาของ กนกรัตน์ วุฒิวิชากรณ์ (2554: บทคัดย่อ) ได้ทำการวิจัยเรื่อง “ผลการใช้สื่อมัลติมีเดียร่วมกับวิธีเรียนแบบสืบเสาะหาความรู้ที่มีผลต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน วิชาชีววิทยา สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 โรงเรียนทวารดีจังหวัดนครปฐม” ผลการศึกษาหลังจากผู้เรียนได้เรียนรู้โดยบทเรียนคอมพิวเตอร์มัลติมีเดีย เมื่อเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนพบว่า หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

ดังนั้นการจัดกิจกรรมการเรียนการสอนโดยใช้บทเรียนคอมพิวเตอร์มัลติมีเดีย จึงมีความเหมาะสมที่จะนำไปใช้เป็นการเรียนรู้หรือสื่อการสอน เพื่อให้ผู้เรียนมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนที่สูงขึ้นและเกิดการเรียนรู้ที่มีประสิทธิภาพ

3. ผลการประเมินความพึงพอใจของนักศึกษาปริญญาตรี มหาวิทยาลัยราชภัฏสงขลา ที่มีต่อการจัดการเรียนรู้ด้วยบทเรียนคอมพิวเตอร์มัลติมีเดีย เรื่อง การสังเคราะห์ด้วยแสงของพืช โดยรวมอยู่ในระดับมาก ($\bar{x} = 4.10$) ทั้งด้านบทเรียน การออกแบบบทเรียน และการจัดการบทเรียน สืบเนื่องจากวิธีการนำเสนอของบทเรียนคอมพิวเตอร์มัลติมีเดียมีความเข้าใจ น่าสนใจ น่าติดตาม รวมทั้งรูปแบบถูกออกแบบให้สวยงาม สีสดใส และผสมผสานสื่อเข้าด้วยกัน และการจัดระบบเนื้อหามีการเรียงลำดับจากง่ายไปหายาก และนักศึกษาสามารถเลือกเรียนเนื้อหาใดก่อนก็ได้ ทำให้นักศึกษาเรียนรู้ได้ตามความถนัดของตนเอง นักศึกษามีอิสระในการตัดสินใจในการเรียนมากขึ้น จึงช่วยให้นักศึกษาเกิดการเรียนรู้ที่มีประสิทธิภาพ เพราะบทเรียนคอมพิวเตอร์มัลติมีเดียช่วยกระตุ้นและสร้างความสนใจให้แก่นักศึกษา ทำให้นักศึกษาเกิดความเข้าใจเนื้อหาบทเรียนที่ยู่ยากซับซ้อนได้ในเวลาอันสั้น และสามารถช่วยให้เกิดความคิดรวบยอดในเรื่องนั้นอย่างถูกต้องรวดเร็ว ทำให้เกิดความสนุกไม่รู้สึกเบื่อหน่ายการเรียน ช่วยส่งเสริมลักษณะที่ดีในการศึกษาหาความรู้ ช่วยให้เกิดความคิดสร้างสรรค์ และช่วยแก้ไขปัญหาคความแตกต่างระหว่างบุคคลได้ (กิดานันท์ มลิทอง, 2543: 88) ซึ่งสอดคล้องกับสันทนี นิชมพงษ์ (2554: บทคัดย่อ) ได้ทำการวิจัยเรื่อง “การพัฒนาบทเรียนคอมพิวเตอร์มัลติมีเดีย เรื่อง การใช้โปรแกรม Authroware สำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6” ผลการศึกษาพบว่า นักเรียนที่เรียนด้วยบทเรียนคอมพิวเตอร์มัลติมีเดียมีความพึงพอใจในระดับมากที่สุด ประสิทธิภาพของบทเรียนเท่ากับ 83.13/87.83 เป็นไปตามเกณฑ์ 80/80 เมื่อเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน พบว่าหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 ผลการประเมินชิ้นงานของผู้เรียนค่าเฉลี่ยร้อยละ 79.93 ซึ่งสูงกว่าเกณฑ์ร้อยละ 75 เช่นเดียวกับงานวิจัยของ วนิดา ไร่คง (2555: บทคัดย่อ) ได้ทำการวิจัยเรื่อง “การศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนโดยใช้บทเรียนคอมพิวเตอร์มัลติมีเดีย เรื่อง ระบบหมุนเวียนเลือด กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2” ผลการศึกษาพบว่า บทเรียนคอมพิวเตอร์มัลติมีเดีย เรื่อง ระบบหมุนเวียนเลือด กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ มีประสิทธิภาพ (E_1/E_2) เท่ากับ 78.98/82.91 เป็นไปตามเกณฑ์ 80/80 ผลสัมฤทธิ์ของนักเรียนหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 และนักเรียนมีความพึงพอใจต่อการเรียนโดยใช้บทเรียนคอมพิวเตอร์มัลติมีเดียอยู่ในระดับมากที่สุด

กล่าวโดยสรุป การศึกษาวิจัยครั้งนี้พบว่า บทเรียนคอมพิวเตอร์มัลติมีเดีย เรื่อง การสังเคราะห์ ด้วยแสงของพืช สำหรับนักศึกษาปริญญาตรี มหาวิทยาลัยราชภัฏสงขลา มีประสิทธิภาพสูงกว่าเกณฑ์ 80/80 ส่งผลให้ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักศึกษาสูงขึ้น และนักศึกษามีความพึงพอใจในการเรียน อยู่ในระดับมาก

ข้อเสนอแนะ

จากการพัฒนาบทเรียนคอมพิวเตอร์มัลติมีเดีย เรื่อง การสังเคราะห์ด้วยแสงของพืช ของ นักศึกษาปริญญาตรี มหาวิทยาลัยราชภัฏสงขลา ตามที่เสนอไปแล้วข้างต้น ผู้วิจัยมีข้อเสนอแนะ ดังต่อไปนี้

1. ข้อเสนอแนะจากการวิจัย

- 1.1 การสร้างบทเรียนคอมพิวเตอร์มัลติมีเดียขึ้น ผู้สร้างจะต้องมีความรู้ในเรื่อง โปรแกรม มีทักษะและความชำนาญในการใช้โปรแกรมที่ใช้สร้างจะทำให้บทเรียนมีความสมบูรณ์
- 1.2 การเรียนโดยใช้บทเรียนคอมพิวเตอร์มัลติมีเดีย ควรให้นักศึกษาเรียนจากที่บ้านก็ได้ เนื่องจากนักศึกษาแต่ละคนมีความพร้อมและความสามารถแตกต่างกัน

2. ข้อเสนอแนะในการวิจัยครั้งต่อไป

- 2.1 ควรมีการวิจัยปรับปรุงหรือพัฒนาบทเรียนคอมพิวเตอร์มัลติมีเดียในการเรียนการสอน สำหรับนักศึกษาปริญญาตรี ในรายวิชา เรื่อง หัวข้อ หรือหน่วยการเรียนรู้อื่นต่อไป
- 2.2 ควรมีการศึกษาค้นคว้าเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนจากบทเรียนคอมพิวเตอร์ มัลติมีเดียกับการจัดการเรียนการสอนในรูปแบบอื่น ๆ



บรรณานุกรม

บรรณานุกรม

- กนกรัตน์ บุญไชโย. (2549). การพัฒนาบทเรียนคอมพิวเตอร์มัลติมีเดีย เรื่อง ทศนิยม กลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ สำหรับช่วงชั้นที่ 2. เทคโนโลยีการศึกษา มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ.
- กนกรัตน์ วุฒิวิชากรณ. (2554). ผลการใช้สื่อมัลติมีเดียร่วมกับวิธีเรียนแบบสืบเสาะหาความรู้ที่มีผลต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน วิชาชีววิทยา สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 โรงเรียนทวารวดี จังหวัดนครปฐม. วิทยุศึกษาศาสตร์มหาบัณฑิต สาขาวิชาเทคโนโลยีการศึกษา มหาวิทยาลัยศิลปากร.
- กรมวิชาการ กระทรวงศึกษาธิการ. (2544). ความรู้เกี่ยวกับสื่อมัลติมีเดียเพื่อการศึกษา. กรุงเทพมหานคร: ศูนย์พัฒนาหนังสือกรมวิชาการ.
- _____. (2544). เอกสารชุดเทคนิคการจัดกระบวนการเรียนรู้ที่ผู้เรียนสำคัญที่สุด. กรุงเทพมหานคร: ศูนย์พัฒนาหลักสูตร กรมวิชาการ.
- _____. (2543). เทคโนโลยีการศึกษาและนวัตกรรม. กรุงเทพมหานคร: อรุณการพิมพ์.
- _____. (2543). ไอซีทีเพื่อการศึกษา. กรุงเทพมหานคร: อรุณการพิมพ์.
- _____. (2548). เทคโนโลยีการสื่อสารเพื่อการศึกษา. กรุงเทพมหานคร: อรุณการพิมพ์.
- กระทรวงศึกษาธิการ. (2542). พระราชบัญญัติการศึกษาแห่งชาติ พ.ศ. 2542. (Online). <http://www.moe.go.th/main2/plan/p-r-b42-01.htm>, 26 สิงหาคม 2556.
- _____. (2551). แนวทางการปฏิรูปโรงเรียนและสถานศึกษาตามนโยบายการปฏิรูปการศึกษาของกระทรวงศึกษาธิการ. กรุงเทพมหานคร: กระทรวงศึกษาธิการ.
- กิดานันท์ มลิทอง. (2540). เทคโนโลยีการศึกษาร่วมสมัย. พิมพ์ครั้งที่ 2. กรุงเทพมหานคร: เอ็ดดิสันเพรสโปรดักส์.
- _____. (2543). เทคโนโลยีการศึกษาและนวัตกรรม. กรุงเทพมหานคร: ภาควิชา โสตทัศนศึกษา คณะครุศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- _____. (2548). เทคโนโลยีและการสื่อสารเพื่อการศึกษา. พิมพ์ครั้งที่ 1. กรุงเทพมหานคร: อรุณการพิมพ์.
- ไกล่รุ่ง นครวานากุล. (2547). การจัดการเรียนรู้โดยใช้รูปแบบสืบเสาะร่วมกับการใช้ผังมโนคติ เรื่องชีวิตพืช กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1. วิทยานิพนธ์ปริญญาครุศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาหลักสูตรและการสอน มหาวิทยาลัยมหาสารคาม.
- ครรรชิต มาลัยวงศ์. (2535). ทักษะไอที. สำนักงานพัฒนาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งชาติ.

- จันจิรา จันท์ปาน. (2554). การสร้างสื่อคอมพิวเตอร์มัลติมีเดีย เพื่อส่งเสริมความคิดสร้างสรรค์ โดยใช้รูปแบบการฝึกคิดนอกกรอบแบบเลี้ยงแนวคิดเดิม และสร้างแนวคิดใหม่. วิทยานิพนธ์ปริญญาครุศาสตรดุษฎีบัณฑิต สาขาวิชาครุศาสตรเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี.
- จันทนา บุญยาภรณ์. (2539). การพัฒนาคอมพิวเตอร์ช่วยสอนซ่อมเสริมวิชาวิทยาศาสตร์ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3. วิทยานิพนธ์นิเทศศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาเทคโนโลยีทางการศึกษา มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร.
- _____. (2549). การพัฒนาบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนซ่อมเสริมวิชาวิทยาศาสตร์สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3. วิทยานิพนธ์ปริญญามหาบัณฑิต สาขาวิชาเทคโนโลยีการศึกษา มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร.
- จันท์ฉาย เตมีयाการ. (2533). การเลือกใช้สื่อทางการศึกษา พิมพ์ครั้งที่ 2. กรุงเทพมหานคร: โอเดียนสโตร์.
- จิราภรณ์ เมืองพรวน. (2538). ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและเจตคติต่อรายวิชาวรรณคดีชาดกของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนปลายที่เรียนโดยใช้บทเพลงและไม่ใช้บทเพลง. วิทยานิพนธ์ศึกษาศาสตรมหาบัณฑิต มหาวิทยาลัยเชียงใหม่.
- จุฑาทิพย์ วุฒิงาม. (2555). “การพัฒนาบทเรียนคอมพิวเตอร์มัลติมีเดีย เรื่อง ระบบเครื่องเสียงและระบบฉายวิชาเทคโนโลยีการศึกษา”. วารสารวิชาการบัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยราชภัฏนครราชสีมา. 8 (กุมภาพันธ์-พฤษภาคม), 72-75.
- เจริญ เทวะเวชพงษ์. (2549). การพัฒนาบทเรียนคอมพิวเตอร์มัลติมีเดีย เพื่อการส่งเสริมการเรียนรู้ต่อเนื่องด้วยตนเองวิชาภาษาอังกฤษระดับมัธยมศึกษาตอนปลาย สำหรับนักศึกษาศึกษานอกโรงเรียน ตามหลักสูตรการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2544. กรุงเทพมหานคร: ศูนย์บริการการศึกษานอกโรงเรียนเขตราชบุรีบูรณะ.
- ใจทิพย์ ณ สงขลา. (2539). “การสอนผ่านเครือข่ายเวิลด์ ไวด์ เว็บ”. วารสารครุศาสตร์. ม.ป.ป. (กรกฎาคม-กันยายน), 45-50.
- _____. (2547). การออกแบบการเรียนการสอนบนเว็บ ในระบบการเรียน อิเล็กทรอนิกส์. กรุงเทพมหานคร: ศูนย์ตำราและเอกสารทางวิชาการ คณะครุศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- _____. (2550). วิธีวิทยาการออกแบบการเรียนการสอนอิเล็กทรอนิกส์. กรุงเทพมหานคร: ศูนย์ตำราและเอกสารวิชาการ คณะครุศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

- ชนิตา คำปิ่น และคณะ. (2552). ผลการจัดกิจกรรมฝึกทักษะการคิดวิเคราะห์โดยใช้แผนผังมโนทัศน์ร่วมกับสื่อมัลติมีเดีย เรื่อง ป่าชายเลน สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3. การค้นคว้าด้วยตนเองปริญาการศึกษามหาบัณฑิต สาขาวิชาเทคโนโลยีทางการศึกษา มหาวิทยาลัยนเรศวร.
- ชุตติกาญจน์ วรศิลป์. (2555). “การพัฒนาบทเรียนคอมพิวเตอร์มัลติมีเดีย วิชาวิทยาศาสตร์ เรื่อง แรงดันและแรงโน้มถ่วง ระดับชั้นประถมศึกษา ศูนย์การศึกษานอกระบบและศูนย์การศึกษาตามอัชฌาศัย จังหวัดนครราชสีมา”. วารสารวิชาการบัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยราชภัฏนครราชสีมา. 8 (ตุลาคม 2553–มกราคม 2554), 66–72.
- ไชยยศ เรื่องสุวรรณ. (2545). การออกแบบและพัฒนาบทเรียนคอมพิวเตอร์และบทเรียนบนเครือข่าย. พิมพ์ครั้งที่ 5. มหาสารคาม: มหาวิทยาลัยมหาสารคาม.
- _____. (2552). เทคโนโลยีการสอน: การออกแบบและพัฒนา. กรุงเทพมหานคร: โอเดียนสโตร์.
- _____. (2553). หลักการทฤษฎีเทคโนโลยีและนวัตกรรมทางการศึกษา. กรุงเทพมหานคร: เว็บบอกการพิมพ์.
- ฐาปนีย์ ธรรมเมธา. (2541). สื่อการศึกษาเบื้องต้น. นครปฐม: โรงพิมพ์มหาวิทยาลัยศิลปากร.
- ณกมล ชาวปลายนา. (2544). การบูรณาการปรัชญาและศาสนาเพื่อการศึกษา. กรุงเทพมหานคร: อักษรไทย.
- ณรงค์ โพธิ์พุกษานันท์. (2551). ระเบียบวิธีวิจัย **Research Methodology**. กรุงเทพมหานคร: ส.เอเชียเพรส (1989) จำกัด.
- ณัฐฉิภา หลอดแก้ว. (2552). ผลการเรียนรู้ด้วยบทเรียนคอมพิวเตอร์มัลติมีเดียแบบร่วมมือ ที่มีผลต่อผลสัมฤทธิ์และพฤติกรรมการทำงานกลุ่ม วิชาคอมพิวเตอร์และระบบปฏิบัติการเบื้องต้นของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 โรงเรียนบางปลาม้า สูงสุดมารผดุงวิทย์. การค้นคว้าอิสระปริญญาครุศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาเทคโนโลยีการศึกษา มหาวิทยาลัยศิลปากร.
- ณัฐกร สงคราม. (2553). การออกแบบและพัฒนา มัลติมีเดียเพื่อการเรียนรู้. กรุงเทพมหานคร: วีเจพรินติ้ง.
- ณัฐศักดิ์ ชีระกุล. (2535). เหตุผลของการใช้สื่อประกอบการเรียนการสอน. ขอนแก่น: คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น.
- ดวงมาลัย สัมมาวิภาวิกุล. (2541). การพัฒนาชุดการเรียนรู้แบบออนไลน์. กรุงเทพมหานคร: อักษรไทย.
- ถนอมพร เลหาจรัสแสง. (2541). หลักการออกแบบคอมพิวเตอร์ช่วยสอนด้วยโปรแกรม **Multimedia Toobook**. กรุงเทพมหานคร: บริษัทดวงกมลโปรดักชั่น จำกัด.

- ทวีศักดิ์ กาญจนสุวรรณ. (2548). **Multimedia ฉบับพื้นฐาน**. กรุงเทพมหานคร: ห้างหุ้นส่วนจำกัด ไทยเจริญการพิมพ์.
- ทิพวรรณ ยิ้มรักษ์. (2549). **การพัฒนาบทเรียนสไลด์อิเล็กทรอนิกส์ กลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ เรื่อง รูปทรงและปริมาตรของสี่เหลี่ยมมุมฉาก สำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 สำนักงานเขตพื้นที่การศึกษามหาสารคาม เขต 1**. สารนิพนธ์ปริญญาโท สาขาวิชาเทคโนโลยีการศึกษา มหาวิทยาลัยศิลปากร.
- ชนะพัฒน์ ถึงสุข และชานนท์ สุขวาริ. (2538). **เปิดโลกมัลติมีเดีย**. กรุงเทพมหานคร: โอบีซพับลิชิ่ง จำกัด.
- นภดล บุญญา. (2550). **ผลการเรียนรู้ เรื่อง การสังเคราะห์ด้วยแสงในพืช โดยเรียนผ่านเว็บเพื่อ การศึกษาบนอินเทอร์เน็ต**. วิทยานิพนธ์ศึกษาศาสตร์มหาบัณฑิต สาขาวิชาวิทยาศาสตร์ศึกษา มหาวิทยาลัยเชียงใหม่.
- นิตยา ภูมิศักดิ์. (2535). **เอกสารคำสอน วิชาจิตวิทยา**. ขอนแก่น: สถาบันเทคโนโลยีราชมงคลวิทยาเขตภาคตะวันออกเฉียงเหนือ.
- นิภา เมธธาวิชัย. (2536). **การประเมินผลการเรียน**. ฝ่ายเอกสารตำรา สำนักส่งเสริมวิชาการ:สถาบันราชภัฏธนบุรี.
- นุชนารถ ลิมาภิรักษ์. (2543). **การเปรียบเทียบแนวความคิดเลือกเกี่ยวกับโมโนคิชีวีวิทยา: การหายใจ และการสังเคราะห์ด้วยแสง ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ที่เรียนแบบ Wheatley กับ การเรียนแบบสืบเสาะ สสวท**. วิทยานิพนธ์การศึกษามหาบัณฑิต สาขาวิชาวิทยาศาสตร์ศึกษา มหาวิทยาลัยมหาสารคาม.
- นุชรา พิมพ์ก่อ. (2550). **บทเรียนคอมพิวเตอร์มัลติมีเดีย เรื่อง การเรียนรู้คำศัพท์โดยใช้ปริศนาคำทายกลุ่มสาระการเรียนรู้ภาษาต่างประเทศสำหรับนักเรียนช่วงชั้นที่ 2**. วิทยานิพนธ์ปริญญาการศึกษามหาบัณฑิต สาขาวิชาเทคโนโลยีการศึกษา มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ.
- บุญใจ ศรีสถิตนรากุล. (2555). **การพัฒนาและตรวจสอบคุณภาพเครื่องมือวิจัย: คุณสมบัตินักวัดเชิงจิตวิทยา**. กรุงเทพมหานคร: โรงพิมพ์แห่งจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- บุญชัย ศรีสะอาด. (2535). **การวิจัยเบื้องต้น**. กรุงเทพมหานคร: สุวีริยาสาส์น.
- บุญเรียง ขจรศิลป์. (2543). **วิธีวิจัยทางการศึกษา**. พิมพ์ครั้งที่ 5. กรุงเทพมหานคร: พี.เอ็น.การพิมพ์.

- บุปผชาติ ทัพหิกรณ์. (2538). การประยุกต์ใช้เทคโนโลยีสารสนเทศในการเรียนการสอน. พิมพ์ครั้งที่ 2. กรุงเทพมหานคร: สำนักราชบัณฑิตยสถาน.
- _____. (2544). เอกสารประกอบการอภิปราย เรื่อง E-Learning ไม่ไกลเกินฝัน. การประชุมวิชาการครั้งที่ 39 มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ จัดโดยคณะวิศวกรรมศาสตร์ และคณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.
- ประดิษฐ์ มาลาแสง. (2548). การเปรียบเทียบผลการเรียนรู้กลุ่มสาระการเรียนรู้สุขศึกษาและพลศึกษา เรื่อง โรคติดต่อและการป้องกัน สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ระหว่างการใช้บทเรียนคอมพิวเตอร์กับการเรียนเป็นกลุ่มด้วยเทคนิค STAD. วิทยานิพนธ์ปริญญาครุศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาเทคโนโลยีการศึกษา มหาวิทยาลัยมหาสารคาม.
- ประสิทธิ์ บอนคำ. (2548). ผลการเรียนรู้ด้วยบทเรียนมัลติมีเดียปฏิสัมพันธ์ตามกระบวนการสืบเสาะหาความรู้ กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ เรื่อง อาหารและสารอาหาร ชั้นประถมศึกษาปีที่ 4. วิทยานิพนธ์ปริญญาครุศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาเทคโนโลยีการศึกษา มหาวิทยาลัยมหาสารคาม.
- เปล่งศรี อิงคนินันท์. (2540). การบริหารทรัพยากรมนุษย์. กรุงเทพมหานคร: สถาบันราชภัฏสวนดุสิต.
- ประวีณา สัจจเดชะ. (2552). แนวคิดคลาดเคลื่อน เรื่อง การสังเคราะห์ด้วยแสงของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาโรงเรียนนานาชาติ. วิทยานิพนธ์วิทยาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีศึกษา มหาวิทยาลัยมหิดล.
- ประเมศว วิบูลศิลป์. (2551). การสร้างบทเรียนคอมพิวเตอร์มัลติมีเดียที่มีแบบทดสอบเป็นตัวกำหนดบทเรียน เรื่อง การเขียนแบบบ้านพักอาศัยด้วยโปรแกรม Auto CAD. ปริญญาครุศาสตรอุตสาหกรรมมหาบัณฑิต สาขาวิชาครุศาสตร์โยธา มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี.
- ปัทมาพร เย็นบำรุง. (2541). “เทคโนโลยีคอมพิวเตอร์เพื่อการศึกษาทางไกล”. วารสารสุโขทัยธรรมมาธิราช. 11 (พฤษภาคม-สิงหาคม), 66-73.
- ผจญ รุ่งอรุณเลิศ. (2551). ผลการใช้สื่อมัลติมีเดียที่มีต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและการจัดทำโครงการคอมพิวเตอร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 โรงเรียนคางทองวิทยา. การค้นคว้าอิสระปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาเทคโนโลยีการศึกษา มหาวิทยาลัยศิลปากร.
- ผ่องพรรณ ตรีชมกมลกุล. (2553). การออกแบบการวิจัย Reseach Design. กรุงเทพมหานคร: สำนักพิมพ์มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.
- พจนานุกรม ฉบับราชบัณฑิตยสถาน พ.ศ. 2542. (2546). ภาษาไทย-พจนานุกรม. กรุงเทพมหานคร: สำนักพิมพ์ตะเกียง.

- พรเลิศ อาภาภูทิต. (2551). **ระเบียบวิธีวิจัย**. สงขลา: เทมการพิมพ์ สงขลา.
- พวงรัตน์ ทวีรัตน์. (2530). **วิธีการวิจัยทางพฤติกรรมศาสตร์และสังคมศาสตร์**. พิมพ์ครั้งที่ 1. กรุงเทพมหานคร: สำนักทดสอบทางการศึกษาและจิตวิทยา มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร.
- พิชัย ฤทธิจัญญ. (2545). **หลักการวัดและประเมินผลการศึกษา**. พิมพ์ครั้งที่ 3. กรุงเทพมหานคร: เฮ้าส ออฟเคอร์มีสท์.
- พิสนุ ฟองศรี. (2552). **การสร้างและพัฒนาเครื่องมือวิจัย**. กรุงเทพมหานคร: บริษัทด้านสุทธาการพิมพ์ จำกัด.
- ไพศาล หวังพานิช. (2531). **วิธีการวิจัย**. พิมพ์ครั้งที่ 2. กรุงเทพมหานคร: มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร.
- มนัสรี สังข์เพื่อน. (2550). **การพัฒนาและทดสอบประสิทธิภาพบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนโดยใช้ภาพแอนิเมชัน 2 มิติ ผ่านระบบเครือข่ายวิชาคอมพิวเตอร์และระบบปฏิบัติการเบื้องต้น**. วิทยานิพนธ์ปริญญาโท สาขาวิชาเทคโนโลยีคอมพิวเตอร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ.
- มานะชัย มะลิลิศ. (2549). **การพัฒนาแผนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยวิธีสืบเสาะหาความรู้ร่วมกับการใช้แผนผังมโนคติ กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์วิชา ว41103 เรื่อง ระบบนิเวศ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4**. วิทยานิพนธ์การศึกษามหาบัณฑิต สาขาวิชาหลักสูตรและการสอน มหาวิทยาลัยมหาสารคาม.
- มาริษา นาคทับ. (2545). "ความสัมพันธ์ระหว่างวินัยในตนเอง กับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักศึกษามหาบัณฑิต สถาบันอุดมศึกษาเอกชนในตนเอง ของนิสิตระดับปริญญาตรี". วารสารศรีนครินทรวิโรฒวิจัยและพัฒนา. สาขาวิชามนุษยศาสตร์และสังคมศาสตร์ หลักสูตรบริหารธุรกิจบัณฑิต คณะสังคมศาสตร์ มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ.
- ยีน ภู่วรรณ. (2539). **เทคโนโลยีมัลติมีเดียส่งเสริมเทคโนโลยี**. กรุงเทพมหานคร: ซีเอ็ดยูเคชั่น.
- ยุทธ ไถยวรรณ. (2550). **หลักการวิจัยและการทำวิทยานิพนธ์**. กรุงเทพมหานคร: ศูนย์สื่อเสริมกรุงเทพ.
- เยาวดี วิบูลย์ศรี. (2543). **การวัดผลและการสร้างแบบสอบผลสัมฤทธิ์**. พิมพ์ครั้งที่ 2. กรุงเทพมหานคร: จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- ฤทธิชัย อ่อนมิ่ง. (2548). **การออกแบบและพัฒนาบทเรียนคอมพิวเตอร์มัลติมีเดีย**. กรุงเทพมหานคร: สำนักพิมพ์มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ.
- ล้วน สายยศ และอังคณา สายยศ. (2548). **สถิติวิทยาทางการวิจัย**. กรุงเทพมหานคร: สุวีริยาสาส์น.
- ล้วน สายยศ. (2548). **สถิติทางการศึกษา**. กรุงเทพมหานคร: วัฒนาพานิช.

- ลักษณ์ สิริวัฒน์. (2539). **จิตวิทยาเบื้องต้น**. พิมพ์ครั้งที่ 2. กรุงเทพมหานคร: สำนักพิมพ์มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.
- ลาณี เลิศอุดมกิจไพศาล. (2544). **เรียนรู้เทคนิคการใช้งาน Macromedia Authorware 6**. กรุงเทพมหานคร: เอส.พี.ซี. พรินต์ติ้ง.
- ลีลารัตน์ จาตุรพล. (2555). **การพัฒนาทักษะการอ่านและสะกดคำศัพท์ภาษาอังกฤษด้วยบทเรียนคอมพิวเตอร์มัลติมีเดีย เรื่อง การเชื่อมโยงตัวอักษรกับหน่วยเสียง (Phonics) ร่วมกับกิจกรรมกลุ่มของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3**. ปรินญาครุศาสตร์อุตสาหกรรมมหาบัณฑิต สาขาวิชาเทคโนโลยีการเรียนรู้และสื่อสารมวลชน มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี.
- วชิราภรณ์ ผลเรือง. (2551). **การศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างการรับรู้เกณฑ์การประเมินสื่อมัลติมีเดียกับความพึงพอใจต่อการผลิตสื่อมัลติมีเดียเพื่อการศึกษา ของศูนย์เทคโนโลยีทางการศึกษา กระทรวงศึกษาธิการ**. การค้นคว้าอิสระปริญญาศึกษาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาเทคโนโลยีการศึกษา มหาวิทยาลัยศิลปากร.
- วนิดา ไร่คง. (2555). “การศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนโดยใช้บทเรียนคอมพิวเตอร์มัลติมีเดีย เรื่องระบบหมุนเวียนเลือด กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2”. **วารสารวิชาการบัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยราชภัฏนครราชสีมา**. 8 (กุมภาพันธ์-พฤษภาคม), 83-87.
- วรวิทย์ นิเทศศิลป์. (2551). **สื่อและนวัตกรรมแห่งการเรียนรู้ Instructional and Innovation for learning**. ปทุมธานี: บริษัทสกายบุ๊กส์ จำกัด.
- _____ . (2543). **การพัฒนาและหาประสิทธิภาพของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน วิชาอิเล็กทรอนิกส์เบื้องต้น**. วิทยานิพนธ์ปริญญามหาบัณฑิต สาขาวิชาเทคโนโลยีการศึกษา มหาวิทยาลัยศิลปากร.
- วรภรณ์ นันทิกุล และคณะ. (2550). **การพัฒนาสื่อมัลติมีเดียในการสอนวิชาฟิสิกส์ 1**. ทุนอุดหนุนการวิจัย สถาบันการวิจัยและพัฒนา มหาวิทยาลัยราชภัฏจันทรเกษม.
- วารินทร์ รัศมีพรหม. (2531). **สื่อการสอนเทคโนโลยีทางการศึกษาและการสอนร่วมสมัย**. กรุงเทพมหานคร: ชนวนพิมพ์.
- วิฑูรย์ วงษ์อามาตย์. (2552). **การศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและความพึงพอใจในการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ เรื่องการวัด ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 4 โดยใช้บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนแบบเกมการสอน**. วิทยานิพนธ์ครุศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาเทคโนโลยีและการสอน มหาวิทยาลัยราชภัฏนครราชสีมา.

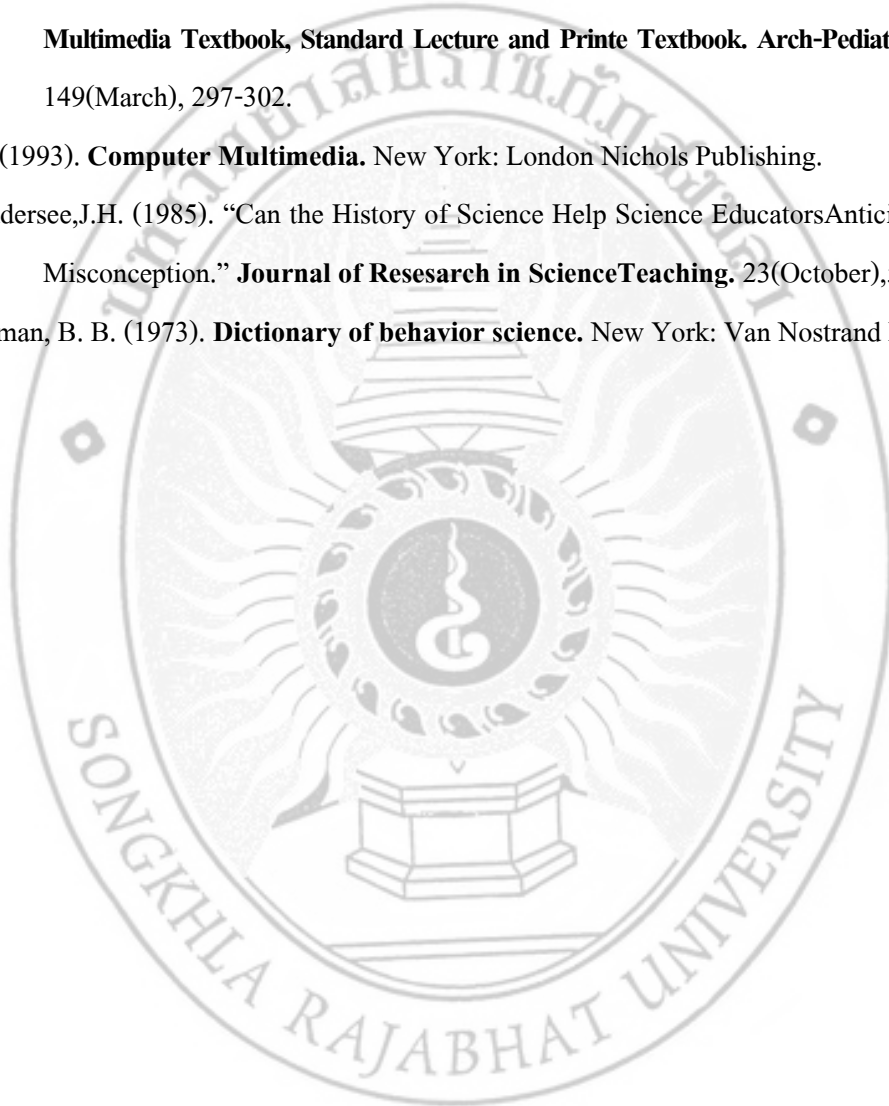
- วิวรรณ จันท์เทพย์. (2540). เอกสารประกอบการสอนวิชาเทคโนโลยีการศึกษา. ราชบุรี: ภาควิชาเทคโนโลยีและนวัตกรรมการศึกษา คณะครุศาสตร์ สถาบันราชภัฏหมู่บ้านจอมบึง.
- วุฒิชัย ประสารสอย. (2545). การใช้เทคโนโลยีในการจัดการเรียนการสอน. กรุงเทพมหานคร: บุ๊คพอยท์ จำกัด.
- ศรวิษฐา วชิรวีรุฬห์. (2541). การศึกษาประสิทธิภาพของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนวิชาชีววิทยา ระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4. ปรินญาณิพนธ์ศึกษาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาเทคโนโลยีการศึกษา มหาวิทยาลัยรามคำแหง.
- ศรีศักดิ์ จามรมาน. (2539). **Multimedia Application on Internet**. เอกสารประกอบสัมมนาเทคโนโลยีทางการศึกษา กรุงเทพมหานคร. คณะแพทยศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหิดล.
- ศิริชัย กาญจนวาสี. (2552). ทฤษฎีการทดสอบแบบดั้งเดิม = **Classical test theory**. พิมพ์ครั้งที่ 6. คณะครุศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- ศุกสิริ โสมาเกต. (2544). การเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ในการเรียนและความพึงพอใจในการเรียนภาษาอังกฤษของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 ระหว่างการเรียนรู้โดยโครงการกับการเรียนรู้ตามคู่มือครู. วิทยานิพนธ์ปริญญาโทมหาบัณฑิต มหาวิทยาลัยมหาสารคาม.
- สันตนิย์ นิยมพงษ์. (2554). “การพัฒนาบทเรียนคอมพิวเตอร์มัลติมีเดีย เรื่อง การใช้โปรแกรม Authorwaer สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6”. วารสารวิชาการบัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยราชภัฏนครราชสีมา. 9 (มิถุนายน–กันยายน), 32–37.
- สมจิตร เทพแก้ว. (2551). การศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนโดยใช้สื่อมัลติมีเดียเรื่องสุขภาพสิ่งแวดล้อมของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3. วิทยานิพนธ์วิทยาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาสิ่งแวดล้อมศึกษา มหาวิทยาลัยมหาสารคาม.
- สมนึก กัททิชณี. (2544). การวัดผลการศึกษา. กอสินธุ์: ประสานการพิมพ์.
- สมยศ นาวิการ. (2521). การพัฒนาองค์การและการจูงใจ. กรุงเทพมหานคร: โรงพิมพ์ดวงกมล.
- सानิตย์ กายาผาด. (2542). เทคโนโลยีสารสนเทศเพื่อชีวิต. กรุงเทพมหานคร: เวิร์ดเวฟ เอ็ดดูเคชั่น.
- สายชล สีนสมบูรณ์. (2553). การทดสอบเชิงสถิติ **Statistical Tests**. กรุงเทพมหานคร: จามจุรีโปรดักท์.
- สำนักงานคณะกรรมการการศึกษาแห่งชาติ. (2542). พระราชบัญญัติการศึกษาแห่งชาติ พ.ศ. 2542. กรุงเทพมหานคร: สำนักงานคณะกรรมการการศึกษาแห่งชาติ.
- สุกรี รอดโพธิ์ทอง. (2546). เอกสารคำสอน วิชา คอมพิวเตอร์ช่วยสอน (**Computer-assisted Instruction: CAI**). กรุงเทพมหานคร: จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

- สุโขทัยธรรมมาธิราช, มหาวิทยาลัย. (2536). **ประมวลสาระชุดวิชาทฤษฎีและแนวปฏิบัติในการบริหาร การศึกษา**. กรุงเทพมหานคร: สำนักพิมพ์มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมมาธิราช.
- สุคนธ์ สินธพานนท์. (2553). **นวัตกรรมการเรียนการสอน เพื่อพัฒนาคุณภาพของเยาวชน**. กรุงเทพมหานคร: ห้างหุ้นส่วนจำกัด 9119 เทคนิคพรีนติ้ง.
- สุนีย์ คล้ายนิล. (2545). **การศึกษาวิทยาศาสตร์ไทยเทียบกับนานาชาติ**. กรุงเทพมหานคร: สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี.
- สุมาลี ชัยเจริญ. (2547). **ผลของการใช้สื่อบนเครือข่ายร่วมกับการเรียนแบบร่วมมือ วิชา 212 501 เทคโนโลยีการสอน ของนักศึกษาประกาศนียบัตรบัณฑิต สาขาวิชาศึกษาศาสตร์ คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น**. ขอนแก่น: โครงการวิจัยประเภททุนอุดหนุนทั่วไป มหาวิทยาลัยขอนแก่น.
- สุรางค์ ไคว์ตระกูล. (2533). **จิตวิทยาการศึกษา**. กรุงเทพมหานคร: จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- _____. (2545). **จิตวิทยาการศึกษา**. พิมพ์ครั้งที่ 5. กรุงเทพมหานคร: สำนักพิมพ์แห่ง จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- หนูม้วน ร่มแก้ว. (2545). **เอกสารประกอบการอบรมปฏิบัติการหลักสูตร กระบวนการจัดทำและ เผยแพร่ นวัตกรรม เพื่อผลงานทางวิชาการ**. กรุงเทพมหานคร: ปริมาyard.
- ฤทธิชัย อ่อนมิ่ง. (2547). **การออกแบบและพัฒนาบทเรียนคอมพิวเตอร์มัลติมีเดีย**. กรุงเทพมหานคร: ภาควิชาเทคโนโลยีการศึกษา คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ.
- องอาจ นัยพัฒน์. (2554). **การออกแบบวิจัย: วิธีเชิงปริมาณ เชิงคุณภาพ และผสมผสานวิธีการ**. พิมพ์ครั้งที่ 2. กรุงเทพมหานคร: สำนักพิมพ์จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- อดิศักดิ์ เซ็นเสถียร. (2541). “แนวทางกว้าง ๆ ในการออกแบบสื่อมัลติมีเดีย”. **วารสารพัฒนาเทคนิค ศึกษา**. 11 (ตุลาคม-ธันวาคม), 35-38.
- อนันต์ มนต์สันเทียะ. (2546). **การพัฒนาบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนรูปแบบสถานการณ์จำลอง เรื่อง อุบัติเหตุ วิชาจราจรสำหรับนักเรียนพลตำรวจ**. วิทยานิพนธ์ครุศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาเทคโนโลยีและสื่อสารการศึกษา มหาวิทยาลัยราชภัฏนครราชสีมา.
- อนุวัติ คุ้มแก้ว. (2554). **การวิจัยเพื่อพัฒนาการเรียนรู้สู่ผลงานทางวิชาการเพื่อการเลื่อนวิทยฐานะ**. กรุงเทพมหานคร: โรงพิมพ์แห่งจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- อรุณ ผ่องใส. (2547). **การพัฒนาสื่อสไลด์อิเล็กทรอนิกส์ กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ เรื่อง ชีวิต ของพืช สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1**. สารานิพนธ์ปริญญาโทมหาบัณฑิต สาขาวิชา เทคโนโลยีการศึกษา มหาวิทยาลัยศิลปากร.

- อาภรณ์ ใจเที่ยง. (2550). **หลักการสอน. พิมพ์ครั้งที่ 4.** กรุงเทพมหานคร: โอเดียนสโตร์.
- Alessi, S. M., and Trollip, S.R. (2001). **Multimedia for Learning: Methods and Development.** 3rd Ed. Boston: Allyn & Baco.
- Amir, N. Tamir, P. (1992). **Characteristic Needs, Ways and Emphases in the Induction Process.** Dapim. 14(January), 76-84.
- Amir, R. and P.Tamir. (1992). "Detailed Analysis of Misconception as a Basic for Developing Remedial Instruction: The Case of Photosynthesis." **Science Education.** 72(June), 241-250.
- Ausubel. (1969). **Education psychology : A cognitive view.** New York: Holt Rinehart and Winston.
- Baxter, Anthony Q. (1996). **Infotech Interactive: Increasing Student Participation Using Multimedia.** ERIC Document Reproduction Service No. ED400819: 8.
- Best, John W. (1986). **Research in Education.** 5th ed. New Jersey: Prentice Hall, Inc.
- Brown, James W. ; Lewis, Richard B. and Harcleroad, Fred F. (1994). **AV Instruction: Technology, Media, and Methods.** 6th ed. New York: McGraw-Hill.
- Brown, N.H. (1994). **Null mutations in the PS2 and PS integrin subunit genes have distinct phenotypes.** **Development.** n.p.
- Campbell, D. and J . Stanley. (1969). **Experimental and Quasi-Experimental Designs for Research.** Boston: Houghton Mifflin.
- Cho, H.H., J.B. Kahle and F.H. Nordland. (1985). "An Investigation of High School Biology Textbooks as Source of Misconceptions in Genetics and Some Suggestion for Teaching Genetics." **Science Education.** 69(October), 707-719.
- Clark, B.I. (1995). **Understanding Teaching : An Interactive Multimedia Professional Development Observational Tool for Teacher.** Dissertation Thesis, Ph.D. Arizona, Arizona State University.
- Clark, D. M. & Wells, A. (1995). **A cognitive model of social phobia.** In R. Heimberg, M. Liebowitz, D. A. Hope, & F. R. Schneier (Eds.), **Social phobia: Diagnosis, assessment and treatment.** New York: Guilford Press.
- Cohn, M. M. & Gelleman, V. C. (1988). "Supervision: A developmental approach for fostering inquiry in preservice teacher education." **Journal of Teacher Education.** 39(February), 1-9.
- Darrell, L.C. (2005). **The Explained Effects of Computer Mediated Conferencing on Student Learning Outcomes and Engagement.** URN etd-04102005-125105.

- Good, Carter V. (1973). **Dictionary of Education**. New York: McGraw-Hill Book Company.
- Green, Babara and other. (1993). **Technology Edge: Guide to Multimedia**. New Jersey U.S.A: New Riders Publishing
- Gronlund, N.E. (1993). **How to Make Achievement Tests and Assessment**. 5th Edition. Boston: Allyn and Bacon.
- Hall, Tom L. (1996). **Utilizing multimedia tool book 3.0**. New York: Boyd & Fraser.
- Haslam F. and Treagust D.F., (1987). "Diagnosing secondary students' misconceptions of photosynthesis and respiration in plants using a two-tier multiple choice instrument." **Journal of Biological Education**. 21(February), 203-211.
- Hillis, Robert H. (1996). **Authoring Multimedia in an Academic Library**. ERIC Document Reproduction Service No. ED 400822: 14.
- Hordy, Donald R. And Jost L. Karen. (1996). **The Use of Music in the Instructional Design of Multimedia**. ERIC Document Reproduction Service No. ED397797.
- Jeffcoate, Judith. (1995). **Multimedia in Practice : Technology and Applications**. Great Britain: Prentice Hall International Limited.
- Klassen, Johanna ; & Milton, philip. (1990). "Enhancing English Language skills Using Multimedia." **Dissertation Abstract International**. 12(April), 284-A.
- Klassen, R.D. and Whybark, D.C. (1999b): "The Impact of Environmental Technologies on Manufacturing Performance." **Academy of Management Journal**. 42(June), 599-615.
- Kristain, Kiili. (2006). **Towards a Participatory Multimeia Learning Model**. Masters Thesis, Faculty of Education and Information Technologic, Tampere University of Technology.
- Maslow, Abraham. (1970). **Motivation and Personality**. New York: Harper and Row Publishers.
- Mayer, R.E. (1996). **Designing Instruction for Constructivist Learning. Instructional Design Theories And Models: A New Paradigm of Instructional Theory**. Volume II . Newjersey: Lawerence Erlbaum Associates.
- Neo, M., and Neo. (2001). "Innovative Teaching: Using Multimedia in a Problem-based Learning Environment." **Education Technology & Society Education**. 4(April), 60-65.
- Ross, C.C and Stanley, J.C. (1967). **Measurement in Today' School**. Englewood Cliffs, New Jersey: Prentice-Hall.

- Ross, C.C. and R.K. Hambleton. (1973). **Some Procedures for the Validation of Criterion-Referenced Test Items**. Final Report. Albany: Bureau of School and Cultural Research, New York State Education Department.
- Santer. D.M., V.E. Michaelsen, W.E. Erkonen, R.J. Winter, J.C. Woodhead, J.S. Gilmer, M.P.D`
Alessandro and J.R. Galwin. (1995). "A Comparison of educational intervention."
Multimedia Textbook, Standard Lecture and Printe Textbook. Arch-Pediatr-Adolesc-med.
149(March), 297-302.
- Tai. (1993). **Computer Multimedia**. New York: London Nichols Publishing.
- Wandersee, J.H. (1985). "Can the History of Science Help Science Educators Anticipate Students' Misconception." **Journal of Resesarch in Science Teaching.** 23(October), 584.
- Wolman, B. B. (1973). **Dictionary of behavior science**. New York: Van Nostrand Rinehold.





ภาคผนวก



ภาคผนวก ก

รายนามผู้เชี่ยวชาญตรวจสอบเครื่องมือ

รายชื่อผู้เชี่ยวชาญ

1. ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ศศลักษณ์ ทองขาว ตำแหน่งอาจารย์
คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี
มหาวิทยาลัยราชภัฏสงขลา
2. ดร.พัชรี หลุ่มหม่าน ตำแหน่งอาจารย์
คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี
มหาวิทยาลัยราชภัฏสุราษฎร์ธานี
3. รองศาสตราจารย์ทัศนีย์ ประธาน ตำแหน่งอาจารย์
มหาวิทยาลัยหาดใหญ่





ภาคผนวก ข

หนังสือขอความอนุเคราะห์เป็นผู้เชี่ยวชาญตรวจสอบเครื่องมือ



ที่ ศธ 0560.06 / 0022

บัณฑิตวิทยาลัย

มหาวิทยาลัยราชภัฏสงขลา

อำเภอเมือง จังหวัดสงขลา 90000

13 กุมภาพันธ์ 2558

เรื่อง ขอบความอนุเคราะห์เป็นผู้เชี่ยวชาญตรวจสอบเครื่องมือวิจัย

เรียน รองศาสตราจารย์ทัศนีย์ ประธาน

ด้วย นางสาวปภาวรินทร์ ยั่งยืน รหัส 53G1921013 นักศึกษาหลักสูตรครุศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาวิทยาศาสตร์ศึกษา มหาวิทยาลัยราชภัฏสงขลา ได้รับอนุมัติจากบัณฑิตวิทยาลัย ให้ดำเนินการทำวิทยานิพนธ์ เรื่อง “ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนโดยใช้บทเรียนคอมพิวเตอร์มัลติมีเดีย เรื่อง การสังเคราะห์ด้วยแสงของพืช ของนักศึกษาปริญญาตรีมหาวิทยาลัยราชภัฏสงขลา”

โดยมีคณะกรรมการควบคุมวิทยานิพนธ์ ดังนี้

1. ดร.สุวรรณี พรหมศิริ อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์หลัก
2. ดร.สรน เสนาสวัสดิ์ อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ร่วม

ในการนี้ บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยราชภัฏสงขลา พิจารณาแล้วเห็นว่าท่านเป็นผู้มีความรู้ความสามารถในเรื่องนี้เป็นอย่างดี จึงใคร่ขอความอนุเคราะห์เป็นผู้เชี่ยวชาญตรวจสอบความสอดคล้องคุณภาพเครื่องมือการวิจัย (IOC: Index of Congruence) ของนักศึกษาดังกล่าว

จึงเรียนมาเพื่อโปรดพิจารณาอนุเคราะห์ บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยราชภัฏสงขลา หวังว่าคงจะได้รับความร่วมมือจากท่านด้วยดี และขอขอบพระคุณเป็นอย่างสูงมา ณ โอกาสนี้

ขอแสดงความนับถือ

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.สุระพรรณ จุลสุวรรณ)

คณบดีบัณฑิตวิทยาลัย

สำนักงานคณบดี

โทรศัพท์/โทรสาร 0 7433 6948

<http://bundit.skru.ac.th/>

www.facebook.com/gsskru



ที่ ศธ 0560.06 / 0023

บัณฑิตวิทยาลัย

มหาวิทยาลัยราชภัฏสงขลา

อำเภอเมือง จังหวัดสงขลา 90000

13 กุมภาพันธ์ 2558

เรื่อง ขอบความอนุเคราะห์บุคลากรในสังกัดเป็นผู้เชี่ยวชาญตรวจสอบเครื่องมือวิจัย

เรียน คณะบดีคณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยราชภัฏสุราษฎร์ธานี

ด้วย นางสาวปภาวรินทร์ ยั่งยืน รหัส 53G1921013 นักศึกษาหลักสูตรครุศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาวิทยาศาสตร์ศึกษา มหาวิทยาลัยราชภัฏสงขลา ได้รับอนุมัติจากบัณฑิตวิทยาลัยให้ดำเนินการทำวิทยานิพนธ์ เรื่อง “ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนโดยใช้บทเรียนคอมพิวเตอร์มัลติมีเดีย เรื่อง การสังเคราะห์ด้วยแสงของพืช ของนักศึกษาปริญญาตรีมหาวิทยาลัยราชภัฏสงขลา”

โดยมีคณะกรรมการควบคุมวิทยานิพนธ์ ดังนี้

1. ดร.สุวรรณี พรหมศิริ อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์หลัก
2. ดร.สรน เสนาสวัสดิ์ อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ร่วม

ในการนี้ บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยราชภัฏสงขลา พิจารณาแล้วเห็นว่า ดร.พัชรี หลุ่งหม่าน บุคลากรในสังกัดของท่านเป็นผู้มีความรู้ความสามารถในเรื่องนี้เป็นอย่างดี จึงใคร่ขอความอนุเคราะห์เป็นผู้เชี่ยวชาญตรวจสอบความสอดคล้องคุณภาพเครื่องมือการวิจัย (IOC: Index of Congruence) ของนักศึกษาดังกล่าว

จึงเรียนมาเพื่อโปรดพิจารณาอนุเคราะห์ บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยราชภัฏสงขลา หวังว่าคงจะได้รับความร่วมมือจากท่านด้วยดี และขอขอบพระคุณเป็นอย่างสูงมา ณ โอกาสนี้

ขอแสดงความนับถือ

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.สุระพรรณ จุลสุวรรณ)

คณะบดีบัณฑิตวิทยาลัย

สำนักงานคณะบดี

โทรศัพท์/โทรสาร 0 7433 6948

<http://bundit.skru.ac.th/>

www.facebook.com/gsskru



บันทึกข้อความ

ส่วนราชการ มหาวิทยาลัยราชภัฏสงขลา บันทึกวิทยาลัย โทร. 246

ที่ บวล. 0111 / 2558

วันที่ 13 กุมภาพันธ์ 2558

เรื่อง ขอบความอนุเคราะห์เป็นผู้เชี่ยวชาญตรวจสอบเครื่องมือวิจัย

เรียน ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ศศลักษณ์ ทองขาว

ด้วย นางสาวปภาวรินทร์ ยั่งยืน รหัส 53G1921013 นักศึกษาหลักสูตรครุศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาวิทยาศาสตร์ศึกษา มหาวิทยาลัยราชภัฏสงขลา ได้รับอนุมัติจากบัณฑิตวิทยาลัย ให้ดำเนินการทำวิทยานิพนธ์ เรื่อง “ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนโดยใช้บทเรียนคอมพิวเตอร์มัลติมีเดีย เรื่อง การสังเคราะห์ด้วยแสงของพืช ของนักศึกษาระดับปริญญาตรีมหาวิทยาลัยราชภัฏสงขลา”

โดยมีคณะกรรมการควบคุมวิทยานิพนธ์ ดังนี้

1. ดร.สุวรรณี พรหมศิริ อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์หลัก
2. ดร.ศชน เสนาสวัสดิ์ อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ร่วม

ในการนี้ บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยราชภัฏสงขลา พิจารณาแล้วเห็นว่าท่านเป็นผู้มีความรู้ความสามารถในเรื่องนี้เป็นอย่างดี จึงใคร่ขอความอนุเคราะห์เป็นผู้เชี่ยวชาญตรวจสอบความสอดคล้องคุณภาพเครื่องมือการวิจัย (IOC: Index of Congruence) ของนักศึกษาดังกล่าว

จึงเรียนมาเพื่อโปรดพิจารณาอนุเคราะห์ บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยราชภัฏสงขลา หวังว่าคงจะได้รับความร่วมมือจากท่านด้วยดี และขอขอบพระคุณเป็นอย่างสูงมา ณ โอกาสนี้

ขอแสดงความนับถือ

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.สุระพรรณ จุลสุวรรณ์)

คณบดีบัณฑิตวิทยาลัย



ภาคผนวก ค

เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

รายละเอียดของรายวิชา

ชื่อสถาบันอุดมศึกษา มหาวิทยาลัยราชภัฏสงขลา

วิทยาเขต/คณะ/ภาควิชา วิทยาเขตสงขลา / คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี / ภาควิชาชีววิทยา

หมวดที่ 1 ข้อมูลทั่วไป

1. รหัสและชื่อรายวิชา
4332201 พฤกษศาสตร์ (Botany)
2. จำนวนหน่วยกิต
3 (2-3-6)
3. หลักสูตรและประเภทของรายวิชา
วิทยาศาสตร์บัณฑิต
4. อาจารย์ผู้รับผิดชอบรายวิชาและอาจารย์ผู้สอน
ดร.สุวรรณี พรหมศิริ อาจารย์ผู้รับผิดชอบรายวิชา / นางสาวปภาวรินทร์ ยั่งยืน ผู้สอน
5. ภาคการศึกษา/ชั้นปีที่เรียน
ภาคการศึกษาที่ 1 ชั้นปีที่ 2
6. รายวิชาที่ต้องเรียนมาก่อน (Pre-requisite) (ถ้ามี)
4331105 ชีววิทยาพื้นฐาน หรือ 4331101 ชีววิทยา 1 และ 4331103 ชีววิทยา 2
7. รายวิชาที่ต้องเรียนพร้อมกัน (Co-requisites) (ถ้ามี)
ไม่มี
8. สถานที่เรียน
ศูนย์วิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยราชภัฏสงขลา
9. วันที่จัดทำหรือปรับปรุงรายละเอียดของรายวิชาครั้งล่าสุด
11 พฤษภาคม 2555

หมวดที่ 2 จุดมุ่งหมายและวัตถุประสงค์

1. จุดมุ่งหมายของรายวิชา

- 1.1 รู้และเข้าใจเรื่องราวของพืช
- 1.2 เรียนรู้เพิ่มเติมด้วยตนเองเกี่ยวกับพืชด้วยวิธีที่หลากหลาย
- 1.3 นำความรู้ไปใช้ในการศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างพืชกับสิ่งแวดล้อมอย่างยั่งยืน
- 1.4 มีความรักและหวงแหนพืช
- 1.5 นำความรู้ทางด้านพฤกษศาสตร์ไปใช้กับวิชาวิทยาศาสตร์แขนงอื่นได้
- 1.6 นำเทคโนโลยีสมัยใหม่มาประยุกต์ใช้ในการนำเสนอข้อมูลได้
- 1.7 เป็นผู้มีความคิดสร้างสรรค์และวิสัยทัศน์กว้างไกล

2. วัตถุประสงค์ในการพัฒนา/ปรับปรุงรายวิชา

- 2.1 เพื่อให้มีพื้นฐานความรู้สำหรับการศึกษาวิชาอื่นในสาขาวิชาพฤกษศาสตร์
- 2.2 เพื่อให้ประยุกต์ความรู้เพื่อแก้ปัญหาที่เกิดขึ้นในสาขาวิชาพฤกษศาสตร์

หมวดที่ 3 ลักษณะและการดำเนินการ

1. คำอธิบายรายวิชา

ศึกษาชีววิทยาของพืช เซลล์ เนื้อเยื่อ สันฐานวิทยา กายวิภาคศาสตร์ สรีรวิทยาของพืช เช่น การหายใจ การคายน้ำ การสังเคราะห์ด้วยแสง การลำเลียง เมแทบอลิซึมของพืช โครงสร้างและหน้าที่ของส่วนประกอบของพืชดอก นิเวศวิทยาของพืช วิวัฒนาการของพืช การจำแนกประเภทการรวบรวมและการเก็บรักษาตัวอย่างพืช การศึกษาภาคสนาม

2. จำนวนชั่วโมงที่ใช้ต่อภาคการศึกษา

บรรยาย	สอนเสริม	การฝึกปฏิบัติ	การศึกษาด้วยตนเอง
28 ชั่วโมง/ ภาคการศึกษา	ตามความต้องการ ของนักศึกษาเฉพาะราย	42 ชั่วโมง/ภาคการศึกษา	56 ชั่วโมง/ภาคการศึกษา

3. จำนวนชั่วโมงต่อสัปดาห์ที่อาจารย์ให้คำปรึกษาและแนะนำทางวิชาการแก่นักศึกษาเป็นรายบุคคล
 - 3.1 อาจารย์ให้คำปรึกษาผ่านทาง e-mail swnn_p@yahoo.com โทร 086-749-4961
 - 3.2 ผู้สอนจัดเวลาให้คำปรึกษาเป็นกลุ่มและรายบุคคลตามความต้องการ 1 ชั่วโมงต่อสัปดาห์ โดยนักศึกษาสามารถติดต่อผู้สอนเพื่อขอคำปรึกษาหรือแนะนำได้ในช่วงเวลาราชการ

หมวดที่ 4 การพัฒนาผลการเรียนรู้ของนักศึกษา

1. ด้านคุณธรรม จริยธรรม

1.1 คุณธรรม จริยธรรมที่ต้องพัฒนา

พัฒนาให้ผู้เรียนตระหนักถึงคุณธรรม จริยธรรมตามคุณสมบัติหลักสูตร ดังนี้

1.1.1 มีความซื่อสัตย์ สุจริต

1.1.2 มีระเบียบวินัย

1.2 วิธีการสอน

เน้นผู้เรียนเป็นสำคัญ มีการบรรยายเนื้อหาหลักของแต่ละบท โดยแสดงที่มาของทฤษฎี และกฎเกณฑ์ต่าง ๆ ในเชิงวิเคราะห์ และเน้นให้สามารถนำไปประยุกต์ใช้งาน กระตุ้นให้คิดตามหลักและเหตุผล พยายามชี้ให้เห็นความสัมพันธ์ระหว่างทฤษฎีกับสิ่งต่าง ๆ ในธรรมชาติ และใช้สื่อเชิงวัตถุบรรยายประกอบ เพื่อให้เข้าใจง่าย ส่งเสริมให้ผู้เรียนมีทักษะความสามารถในการค้นคว้าด้วยตนเอง มอบหมายงานให้ผู้เรียนได้ฝึกฝนทักษะ รู้จักวิเคราะห์แก้ปัญหาด้วยตนเอง รู้จักการเรียนรู้ร่วมกันโดยใช้เทคโนโลยี ในการสื่อสารกับผู้อื่นทักษะการใช้ภาษาไทยและภาษาต่างประเทศ ขอมรับฟังความคิดเห็นของผู้อื่น สอดแทรกเนื้อหา หรือกิจกรรมที่ส่งเสริมด้านคุณธรรม จริยธรรม ให้ผู้เรียนเป็นผู้มีคุณธรรม จริยธรรมในตนเอง และวิชาชีพ โดย

1.2.1 กำหนดหัวข้อในการเรียนรู้ที่มุ่งเน้นวัตถุประสงค์ของรายวิชา

1.2.2 แบบทดสอบย่อยในชั่วโมงเรียนหรือการบ้านในแต่ละหัวข้อ

1.2.3 ค้นคว้า เนื้อหาที่ได้รับมอบหมายเพื่อการนำเสนอ

1.2.4 อภิปรายกลุ่ม

1.2.5 บันทึกพฤติกรรมระหว่างเรียน

1.3 วิธีการประเมินผล

1.3.1 ประเมินจากพฤติกรรมของนักศึกษาในการเข้าชั้นเรียน (การแต่งกาย ตรงต่อเวลา มารยาทในสังคม)

1.3.2 ประเมินจากพฤติกรรมของนักศึกษาในการมีส่วนร่วมในการเรียนการสอน (การอภิปรายผล การตอบคำถาม)

1.3.3 ประเมินจากพฤติกรรมการนำเสนองานที่ได้รับมอบหมาย (การเตรียมตัว ทักษะในการสื่อสาร)

2. ความรู้

2.1 ความรู้ที่ต้องได้รับ

2.1.1 มีความรู้ในหลักการและทฤษฎีทางด้านวิทยาศาสตร์

2.1.2 มีความรู้พื้นฐานทางวิทยาศาสตร์ที่จะนำมาอธิบายหลักการและทฤษฎีในศาสตร์เฉพาะ
ดังนี้

นักศึกษามีความรู้ทางชีววิทยาของพืช เซลล์ เนื้อเยื่อ สัณฐานวิทยา กายวิภาคศาสตร์ สรีรวิทยาของพืช เช่น การหายใจ การคายน้ำ การสังเคราะห์ด้วยแสง การลำเลียง เมแทบอลิซึมของพืช โครงสร้างและหน้าที่ของส่วนประกอบของพืชดอก นิเวศวิทยาของพืช วิวัฒนาการของพืช การจำแนกประเภทการรวบรวมและการเก็บรักษาตัวอย่างพืช

2.2 วิธีการสอน

ใช้การสอนที่เน้นผู้เรียนเป็นสำคัญ ได้แก่ การสอนบรรยาย อภิปราย การทำงานกลุ่ม การนำเสนอ การคิดวิเคราะห์ กรณีศึกษาร่วมกับสื่อการสอนสองทาง โดยเน้นให้ผู้เรียนค้นคว้าข้อมูลเพิ่มเติม การค้นคว้าทางอินเทอร์เน็ต โดยนำมาสรุปและนำเสนอการศึกษาโดยใช้ปัญหา (Problem learning) การสอนแบบร่วมมือกันเรียนรู้ (Co-Operative learning) และการเน้นผู้เรียนเป็นสำคัญ (Student Center)

2.3 วิธีการประเมินผล

2.3.1 ทดสอบย่อย สอบกลางภาค สอบปลายภาค

2.3.2 ประเมินคุณภาพของที่ได้รับ

2.3.3 ทักษะการนำเสนอ การตอบคำถาม พฤติกรรมการเรียนและพัฒนาการ

3. ทักษะทางปัญญา

3.1 ทักษะทางปัญญาที่ต้องพัฒนา

สามารถวิเคราะห์อย่างเป็นระบบ และมีเหตุผล ตามหลักเกณฑ์ทางวิทยาศาสตร์

3.2 วิธีการสอน

เน้นผู้เรียนเป็นสำคัญ มีการบรรยายเนื้อหาหลักของแต่ละบท โดยแสดงที่มาของทฤษฎีและกฎเกณฑ์ต่าง ๆ ในเชิงวิเคราะห์ และเน้นให้สามารถนำไปประยุกต์ใช้งาน กระตุ้นให้ติดตามหลักและเหตุผล พยายามชี้ให้เห็นความสัมพันธ์ระหว่างทฤษฎีกับสิ่งต่าง ๆ ในธรรมชาติ และใช้สื่อเชิงวัตถุบรรยายประกอบ เพื่อให้เข้าใจง่าย ส่งเสริมให้ผู้เรียนมีทักษะความสามารถในการค้นคว้าด้วยตนเอง มอบหมายงานให้ผู้เรียนได้ฝึกฝนทักษะ รู้จักวิเคราะห์แก้ปัญหาด้วยตนเอง รู้จักการเรียนรู้ร่วมกัน โดยใช้เทคโนโลยี ในการสื่อสารกับผู้อื่น ทักษะการใช้ภาษาไทยและภาษาต่างประเทศ ยอมรับฟังความคิดเห็นของผู้อื่น สอดแทรกเนื้อหาหรือกิจกรรมที่ส่งเสริมด้านคุณธรรม จริยธรรม ให้ผู้เรียนเป็นผู้มีคุณธรรม จริยธรรมในตนเอง และวิชาชีพ โดย

3.2.1 กำหนดหัวข้อในการเรียนรู้ที่มุ่งเน้นวัตถุประสงค์ของรายวิชา

3.2.2 แบบทดสอบย่อยในชั่วโมงเรียนหรือการบ้านในแต่ละหัวข้อ

3.2.3 ค้นคว้า เนื้อหาที่ได้รับมอบหมายเพื่อการนำเสนอ

3.2.4 อภิปรายกลุ่ม

3.2.5 บันทึกพฤติกรรมระหว่างเรียน

3.3 วิธีการประเมินผล

3.3.1 ทดสอบย่อย สอบก่อนเรียน สอบหลังเรียน

3.3.2 ประเมินคุณภาพงานที่ได้รับมอบหมาย

3.3.3 สังเกตพฤติกรรม การตอบคำถาม การแก้ปัญหา

4. ทักษะความสัมพันธ์ระหว่างบุคคลและความรับผิดชอบ

4.1 ทักษะความสัมพันธ์ระหว่างบุคคลและความรับผิดชอบที่ต้องพัฒนา

มีภาวะผู้นำ โดยสามารถทำงานร่วมกับผู้อื่นในฐานะผู้นำและสมาชิกที่ดี

4.2 วิธีการสอน

เน้นผู้เรียนเป็นสำคัญ มีการบรรยายเนื้อหาหลักของแต่ละบท โดยแสดงที่มาของทฤษฎีและกฎเกณฑ์ต่าง ๆ ในเชิงวิเคราะห์ และเน้นให้สามารถนำไปประยุกต์ใช้งาน กระตุ้นให้ติดตามหลักและเหตุผล พยายามชี้ให้เห็นความสัมพันธ์ระหว่างทฤษฎีกับสิ่งต่าง ๆ ในธรรมชาติ และใช้สื่อเชิงวัตถุบรรยายประกอบ เพื่อให้เข้าใจง่าย ส่งเสริมให้ผู้เรียนมีทักษะความสามารถในการค้นคว้าด้วยตนเอง มอบหมายงานให้ผู้เรียนได้ฝึกฝนทักษะ รู้จักวิเคราะห์แก้ปัญหาด้วยตนเอง รู้จักการเรียนรู้ร่วมกัน โดยใช้เทคโนโลยี ในการสื่อสารกับผู้อื่น ทักษะการใช้ภาษาไทยและภาษาต่างประเทศ ขอมรับฟังความคิดเห็นของผู้อื่น สอดแทรกเนื้อหาหรือกิจกรรมที่ส่งเสริมด้านคุณธรรม จริยธรรม ให้ผู้เรียนเป็นผู้มีคุณธรรม จริยธรรมในตนเองและวิชาชีพ โดย

- 4.2.1 กำหนดหัวข้อในการเรียนรู้ที่มุ่งเน้นวัตถุประสงค์ของรายวิชา
- 4.2.2 แบบทดสอบย่อยในชั่วโมงเรียนหรือการบ้านในแต่ละหัวข้อ
- 4.2.3 ค้นคว้า เนื้อหาที่ได้รับมอบหมายเพื่อการนำเสนอ
- 4.2.4 อภิปรายกลุ่ม
- 4.2.5 บันทึกพฤติกรรมระหว่างเรียน

4.3 วิธีการประเมินผล

- 4.3.1 ทดสอบย่อย สอบก่อนเรียน สอบหลังเรียน
- 4.3.2 ประเมินคุณภาพงานที่ได้รับมอบหมาย
- 4.3.3 เปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ก่อนเรียนและหลังเรียน

5. ทักษะการวิเคราะห์เชิงตัวเลข การสื่อสาร และการใช้เทคโนโลยีสารสนเทศ

5.1 ทักษะการวิเคราะห์เชิงตัวเลข การสื่อสาร และการใช้เทคโนโลยีสารสนเทศ

5.1.1 มีทักษะการใช้ภาษาเพื่อสื่อสารความรู้ทางวิทยาศาสตร์ ได้อย่างมีประสิทธิภาพ รวมทั้งการเลือกรูปแบบการสื่อสารได้อย่างเหมาะสม

5.1.2 สามารถใช้เทคโนโลยีสารสนเทศในการสืบค้นและเก็บรวบรวมข้อมูลได้อย่างมีประสิทธิภาพและเหมาะสม

5.2 วิธีการสอน

เน้นผู้เรียนเป็นสำคัญ มีการบรรยายเนื้อหาหลักของแต่ละบท โดยแสดงที่มาของทฤษฎีและกฎเกณฑ์ต่าง ๆ ในเชิงวิเคราะห์ และเน้นให้สามารถนำไปประยุกต์ใช้งาน กระตุ้นให้ติดตามหลักและเหตุผล พยายามชี้ให้เห็นความสัมพันธ์ระหว่างทฤษฎีกับสิ่งต่าง ๆ ในธรรมชาติ และใช้สื่อเชิงวัตถุบรรยายประกอบ เพื่อให้เข้าใจง่าย ส่งเสริมให้ผู้เรียนมีทักษะความสามารถในการค้นคว้าด้วยตนเอง มอบหมายงานให้ผู้เรียนได้ฝึกฝนทักษะ รู้จักวิเคราะห์แก้ปัญหาด้วยตนเอง รู้จักการเรียนรู้ร่วมกัน โดยใช้เทคโนโลยี ในการสื่อสารกับผู้อื่น ทักษะการใช้ภาษาไทยและภาษาต่างประเทศ ยอมรับฟังความคิดเห็นของผู้อื่น สอดแทรกเนื้อหาหรือกิจกรรมที่ส่งเสริมด้านคุณธรรม จริยธรรม ให้ผู้เรียนเป็นผู้มีคุณธรรม จริยธรรมในตนเองและวิชาชีพ โดย

- 5.2.1 กำหนดหัวข้อในการเรียนรู้ที่มุ่งเน้นวัตถุประสงค์ของรายวิชา
 - 5.2.2 แบบทดสอบย่อยในชั่วโมงเรียนหรือการบ้านในแต่ละหัวข้อ
 - 5.2.3 ค้นคว้า เนื้อหาที่ได้รับมอบหมายเพื่อการนำเสนอ
 - 5.2.4 อภิปรายกลุ่ม
 - 5.2.5 บันทึกพฤติกรรมระหว่างเรียน
- ## 5.3 วิธีการประเมินผล
- 5.3.1 ทดสอบย่อย สอบก่อนเรียน สอบหลังเรียน
 - 5.3.2 ประเมินคุณภาพงานที่ได้รับมอบหมาย
 - 5.3.3 เปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ก่อนเรียนและหลังเรียน

หมวดที่ 5 แผนการสอนและการประเมินผล

1. แผนการสอน

ลำดับที่	หัวข้อ/รายละเอียด	จำนวนชั่วโมง	กิจกรรมการเรียนการสอน/สื่อที่ใช้	ผู้สอน
1	1. ชีวิตวิทยาของพืช 1.1 ความหมายประวัติความเป็นมา 1.2 ประโยชน์ของพืช 1.3 วิธีการศึกษาค้นคว้าทางพฤกษศาสตร์	5	ทฤษฎีและปฏิบัติ - ตำราและเอกสารประกอบการสอน - อุปกรณ์ในห้องปฏิบัติการ - รูปภาพและแบบจำลอง - LCD Projector - ของจริง	ดร.สุวรรณีพรหมศิริ
2	2. เซลล์พืช 2.1 โครงสร้างของเซลล์พืชรวมทั้งปฏิบัติ 2.2 วัฏจักรของเซลล์ 2.3 การแบ่งเซลล์รวมทั้งปฏิบัติ	5	ทฤษฎีและปฏิบัติ - ตำราและเอกสารประกอบการสอน - อุปกรณ์ในห้องปฏิบัติการ - รูปภาพและแบบจำลอง - LCD Projector - ของจริง	ดร.สุวรรณีพรหมศิริ
3	3. เนื้อเยื่อพืช 3.1 ระบบของเนื้อเยื่อ 3.2 เนื้อเยื่อเจริญ 3.3 เนื้อเยื่อถาวรรวมทั้งปฏิบัติ	5	ทฤษฎีและปฏิบัติ - ตำราและเอกสารประกอบการสอน - อุปกรณ์ในห้องปฏิบัติการ - รูปภาพและแบบจำลอง - LCD Projector - ของจริง	ดร.สุวรรณีพรหมศิริ

ลำดับที่	หัวข้อ/รายละเอียด	จำนวนชั่วโมง	กิจกรรมการเรียนการสอน/ สื่อที่ใช้	ผู้สอน
4	4. สันฐานวิทยาและกายวิภาคศาสตร์ของส่วนต่าง ๆ ของพืช 4.1 ราก 4.2 ลำต้น รวมทั้งปฏิบัติ	5	ทฤษฎีและปฏิบัติ - ตำราและเอกสารประกอบการสอน - อุปกรณ์ในห้องปฏิบัติการ - รูปภาพและแบบจำลอง - LCD Projector - ของจริง	ดร.ศุวรรณิพรหมศิริ
5	4.3 ใบ 4.4 ดอก รวมทั้งปฏิบัติ	5	ทฤษฎีและปฏิบัติ - ตำราและเอกสารประกอบการสอน - อุปกรณ์ในห้องปฏิบัติการ - รูปภาพและแบบจำลอง - LCD Projector - ของจริง - บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน เรื่อง ดอกและผล	ดร.ศุวรรณิพรหมศิริ , วัลย์รัตน์ นาลีอ่อน
6	4.5 ผล 4.6 เมล็ด รวมทั้งปฏิบัติ	5	บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน เรื่อง ดอกและผล	วัลย์รัตน์ นาลีอ่อน

ลำดับที่	หัวข้อ/รายละเอียด	จำนวนชั่วโมง	กิจกรรมการเรียนการสอน/สื่อที่ใช้	ผู้สอน
7	5. สรีรวิทยา 5.1 การดูดน้ำและเกลือแร่ 5.2 การลำเลียงน้ำและเกลือแร่ รวมทั้งปฏิบัติ	5	ทฤษฎีและปฏิบัติ - ตำราและเอกสารประกอบการสอน - อุปกรณ์ในห้องปฏิบัติการ - รูปภาพและแบบจำลอง - LCD Projector - ของจริง	ดร.สุวรรณีพรหมศิริ
8	5.3 การลำเลียงอาหาร 5.4 การคายน้ำ รวมทั้งปฏิบัติ	5	ทฤษฎีและปฏิบัติ - ตำราและเอกสารประกอบการสอน - อุปกรณ์ในห้องปฏิบัติการ - รูปภาพและแบบจำลอง - LCD Projector - ของจริง	ดร.สุวรรณีพรหมศิริ
9	สอบกลางภาค			
10	5.5 การสังเคราะห์ด้วยแสง 5.6 การหายใจ รวมทั้งปฏิบัติ	5	- บทเรียนคอมพิวเตอร์ - มัลติมีเดีย เรื่อง การสังเคราะห์ด้วยแสงของพืช ทฤษฎีและปฏิบัติ - ตำราและเอกสารประกอบการสอน - อุปกรณ์ในห้องปฏิบัติการ - รูปภาพและแบบจำลอง - LCD Projector ของจริง-	ปภาวรินทร์ ยี่งนคร ดร.สุวรรณีพรหมศิริ

ลำดับที่	หัวข้อ/รายละเอียด	จำนวนชั่วโมง	กิจกรรมการเรียนการสอน/สื่อที่ใช้	ผู้สอน
11	6. นิเวศวิทยาของพืช 6.1 ป่าจืดแควดล้อมที่มีอิทธิพลต่อการเจริญเติบโต 6.2 ป่าจืดแควดล้อมที่มีผลต่อการสืบพันธุ์รวมทั้งปฏิบัติ	5	ทฤษฎีและปฏิบัติ - ตำราและเอกสารประกอบการสอน - อุปกรณ์ในห้องปฏิบัติการ - รูปภาพและแบบจำลอง - LCD Projector - ของจริง	ดร.ศุวรรณีพรหมศิริ
12	8. การจำแนกประเภทพืช 8.1 ดิวิชัน ไบรโอไฟตา (Division Bryophyta) 8.2 ดิวิชัน ไซโลโตไฟตา (Division Psilotophyta) รวมทั้งปฏิบัติ	5	ทฤษฎีและปฏิบัติ - ตำราและเอกสารประกอบการสอน - อุปกรณ์ในห้องปฏิบัติการ - รูปภาพและแบบจำลอง - LCD Projector - ของจริง	ดร.ศุวรรณีพรหมศิริ
13	8.3 ดิวิชัน ไลโคโปกโคไฟตา (Division Lycopodophyta) 8.4 ดิวิชัน เอควิเซโทไฟตา (Division Equisetophyta) รวมทั้งปฏิบัติ	5	ทฤษฎีและปฏิบัติ - ตำราและเอกสารประกอบการสอน - อุปกรณ์ในห้องปฏิบัติการ - รูปภาพและแบบจำลอง - LCD Projector - ของจริง	ดร.ศุวรรณีพรหมศิริ

ลำดับที่	หัวข้อ/รายละเอียด	จำนวนชั่วโมง	กิจกรรมการเรียนการสอน/สื่อที่ใช้	ผู้สอน
14	8.5 ดิวิชัน เทอริโดไฟตา (Division Pteridophyta) 8.6 ดิวิชัน กิงโกไฟตา (Division Ginkgophyta) 8.7 ดิวิชัน ไซแคโดตา (Division Cycadophyta) รวมทั้งปฏิบัติ	5	ทฤษฎีและปฏิบัติ - ตำราและเอกสารประกอบการสอน - อุปกรณ์ในห้องปฏิบัติการ - รูปภาพและแบบจำลอง - LCD Projector - ของจริง	ดร.สุวรรณีพรหมศิริ
15	8.8 ดิวิชัน ไพโนไฟตา (Division Pinophyta) 8.9 ดิวิชัน เนโทไฟตา (Division Gnetophyta) 8.10 ดิวิชัน แมกโนลิโอไฟตา (Division Magnoliophyta) รวมทั้งปฏิบัติ	5	ทฤษฎีและปฏิบัติ - ตำราและเอกสารประกอบการสอน - อุปกรณ์ในห้องปฏิบัติการ - รูปภาพและแบบจำลอง - LCD Projector - ของจริง	ดร.สุวรรณีพรหมศิริ
16	9. การเก็บตัวอย่างพรรณพืช 9.1 วัตถุประสงค์และอุปกรณ์ 9.2 วิธีเก็บตัวอย่าง 9.3 วิธีอัดแห้ง 9.4 วิธีอบน้ำยาและวิธีเขียนพรรณพืช	5	ทฤษฎีและปฏิบัติ - ตำราและเอกสารประกอบการสอน - อุปกรณ์ในห้องปฏิบัติการ - รูปภาพและแบบจำลอง - LCD Projector - ของจริง	ดร.สุวรรณีพรหมศิริ
17	สอบปลายภาค			

2. แผนการประเมินผลการเรียนรู้

ผล การเรียนรู้	วิธีการประเมิน	สัปดาห์ที่ประเมิน	สัดส่วนของ การประเมิน
1	การสอบกลางภาค	9	30%
	การทดสอบย่อย	ตลอดภาคการศึกษา	10%
	สอบปลายภาค	16	30%
2	การนำเสนองานที่ได้รับมอบหมาย/ การประเมินผลการมีส่วนร่วมในชั้นเรียน	ตลอดภาคการศึกษา	20%
3	การเรียนรู้/ความประพฤติในและ นอกชั้นเรียน	ตลอดภาคการศึกษา	10%
		รวม	100%

หมวดที่ 6 ทรัพยากรประกอบการเรียนการสอน

1. ตำราและเอกสารหลัก

- 1.1 กาญจนา สาลีดีด. (2541). **พฤกษศาสตร์ทั่วไป**. พิมพ์ครั้งที่ 2. กรุงเทพมหานคร: โอเดียน สโตร์.
- 1.2 วันเพ็ญ ภูติจันทร์. (2540). **พฤกษศาสตร์**. กรุงเทพมหานคร: มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.
- 1.3 ไพฑูรย์ สุขศรีงาม. (2537). **พฤกษศาสตร์: โครงสร้างของพืช**.
- 1.4 Mauseth, J.D. 1995. *Botany : An introduction to Plant biology*.
- 1.5 Mohr, H. and Schopfer, P. 1991. *Plant physiology*.
- 1.6 Moore, R., Clack, C.D. and Stern, K.R. 1995. *Botany*.
- 1.7 Raven, P.H., Evert, R.F. and Eichorn, S.E. 1999. *Biology of Plant*.
- 1.8 Salisbury, F.B. and Ross, C.W. 1991. *Plant physiology*.
- 1.9 Taiz, L. and Zeiger, E. 1991. *Plant physiology*.
- 1.10 เอกสารประกอบการสอนพฤกษศาสตร์

2. เอกสารและข้อมูลสำคัญ

2.1 Moore, Randy ; Clark,W.Dennis and Vodopich, Darrell S.1998.Botany. 2nd ed. Boston: WCB McGraw-Hill.

2.2 Parker, Risk.2000.Plant Science.Albany: Delmar Publishers.

2.3 Weier, T.Elliot; Stocking, C. Ralph and Barbour,Michael C.1974.Botany.5nd ed.New York : John Wiley & Sons.

2.4 เอกสารประกอบการสอนพฤกษศาสตร์

2.5 พืชในท้องถิ่น

2.6 อากาศพิพิธภัณฑ์พืช เรือนเพาะชำ สวนพฤกษศาสตร์

3. เอกสารและข้อมูลแนะนำ

3.1 <http://e-book.ram.edu/e-book>

3.2 www.beyondwilber.ca/en.wikipedia.org/wiki/Plant_morphology

3.3 [www.sci.sdsu.edu/ generalhorticulture.tamu.edu](http://www.sci.sdsu.edu/generalhorticulture.tamu.edu)

3.4 <http://5e.plantphys.net>

หมวดที่ 7 การประเมินและปรับปรุงการดำเนินการของรายวิชา

1. กลยุทธ์การประเมินประสิทธิผลของรายวิชาโดยนักศึกษา

การประเมินประสิทธิผลในรายวิชานี้ที่จัดทำโดยนักศึกษา ได้จัดกิจกรรมในการนำแนวคิดและความเห็นจากนักศึกษา ได้ดังนี้

1.1 การสนทนาระหว่างผู้สอนและผู้เรียน

1.2 การสังเกตจากพฤติกรรมผู้เรียน

1.3 แบบวัดพึงพอใจในการเรียน

1.4 ข้อเสนอแนะผ่านทางสื่อสารสนเทศ

1.5 แบบประเมินผู้สอนและแบบประเมินรายวิชา

2. กลยุทธ์การประเมินการสอน

2.1 จำนวนหรือร้อยละของผู้เข้าเรียนในแต่ละคาบ และการสังเกตพฤติกรรม

2.2 คำถามหรือแบบทดสอบผลการเรียนรู้ทั้ง 5 ด้าน

2.3 แบบประเมินผลการสอนที่เน้นผู้เรียนเป็นสำคัญ

3. การปรับปรุงการสอน

ทำการปรับปรุงการสอนทุกปีการศึกษา โดยพิจารณาจากผลประเมินรายวิชาโดยเน้นผู้เรียนและผลประเมินการสอน และปัจจัยอื่น ๆ ต่อไป

- 3.1 ผลประเมินรายวิชาโดยผู้เรียน ผลประเมินการสอน และแบบสอบถามความสนใจบทเรียน
- 3.2 ประเด็นปัจจุบันหรือหัวข้อที่คัดสรรตามความสนใจ
- 3.3 การวิจัยชั้นเรียน ในประเด็นต่าง ๆ ทั้งในรายวิชานี้และรายวิชาอื่น ๆ ที่เกี่ยวเนื่องกัน

4. การทวนสอบมาตรฐานผลสัมฤทธิ์ของนักศึกษาในรายวิชา

การทวนสอบมาตรฐานผลสัมฤทธิ์รายวิชาของนักศึกษา อาศัยทั้งปัจจัยภายในและภายนอก กระบวนการเรียนการสอน ทวนสอบทั้งกระบวนการ ผลลัพธ์และผลสัมฤทธิ์ เพื่อยืนยันว่า ผลประเมินประสิทธิผลของรายวิชาการสอนนั้นน่าเชื่อถือ การทวนสอบมาตรฐานผลสัมฤทธิ์รายวิชาของนักศึกษา ดำเนินการทุกครั้งที่มีการเรียนการสอนรายวิชา เช่น

- 4.1 ทวนสอบจากการประเมินพฤติกรรมของผู้เรียน (ลักษณะนิสัย ได้แก่ การเข้าเรียน และการสังเกตพฤติกรรม) โดยผู้ร่วมรับผิดชอบรายวิชา
- 4.2 การทวนสอบผลสัมฤทธิ์ที่ได้เรียนผ่านไปแล้ว โดยผู้ร่วมสอนอื่นหรือร่วมรับผิดชอบรายวิชา (Cross&Link check)
- 4.3 ผู้ร่วมสอนและผู้ร่วมรับผิดชอบรายวิชามีส่วนร่วมในการประเมินย่อย เช่น การออกข้อสอบร่วม และร่วมประเมินผลการเรียน
- 4.4 มีการตั้งคณะกรรมการในสาขาวิชา ตรวจสอบผลการประเมินการเรียนรู้ของนักศึกษา โดยตรวจสอบข้อสอบ รายงาน วิธีการให้คะแนนสอบ และการให้คะแนนพฤติกรรม เป็นต้น

5. การดำเนินการทบทวนและการวางแผนปรับปรุงประสิทธิผลของรายวิชา

5.1 การทบทวนและวางแผนปรับปรุงประสิทธิผลของรายวิชาโดยผู้สอน ดำเนินการทุกปีการศึกษา อาศัยกระบวนการใน มคอ.1 มคอ. 2 มคอ. 3 โดยเฉพาะผลการประเมินประสิทธิผลของรายวิชาโดยนักศึกษา (ข้อ 1) ผลการประเมินการสอน (ข้อ 2) การปรับปรุงการสอน (ข้อ 3) และการทวนสอบมาตรฐานผลสัมฤทธิ์รายวิชาของนักศึกษา (ข้อ 4)

5.2 การทบทวนและวางแผนปรับปรุงประสิทธิผลของรายวิชาโดยหลักสูตร คณะ และระดับสถาบัน (มหาวิทยาลัย) สอดคล้องกับนโยบาย ปรัชญา วิสัยทัศน์ พันธกิจ และการประกันคุณภาพฯ

แนวการสอน

รายวิชา พุทธศาสตร์ (4332201)

เรื่อง การสังเคราะห์ด้วยแสงของพืช

หน่วยกิต 3 (2-3-6)

เวลาเรียน 10 คาบ/คาบละ 50 นาที

ผู้สอน ปภาวรินทร์ ยั่งยืน

E-mail : ton_phai@msn.com

ลักษณะวิชา

เป็นวิชาในหมวดวิชาเฉพาะด้าน กลุ่มวิชาเนื้อหาเลือก

คำอธิบายรายวิชา

ศึกษาการสังเคราะห์ด้วยแสงของพืช ในเรื่อง ความหมายและองค์ประกอบของการสังเคราะห์ด้วยแสงของพืช ปัจจัยที่มีผลต่อการสังเคราะห์ด้วยแสงของพืช ปฏิกริยาเคมีในกระบวนการสังเคราะห์ด้วยแสงของพืช การสังเคราะห์ด้วยแสงของพืช C_3 การสังเคราะห์ด้วยแสงของพืช C_4 และการสังเคราะห์ด้วยแสงของพืช CAM

จุดประสงค์การเรียนรู้

1. เพื่อให้ผู้เรียนมีความรู้ความเข้าใจเกี่ยวกับความหมายของการสังเคราะห์ด้วยแสงของพืช
2. เพื่อให้ผู้เรียนมีความรู้ความเข้าใจเกี่ยวกับองค์ประกอบของการสังเคราะห์ด้วยแสงของพืช
3. เพื่อให้ผู้เรียนมีความรู้ความเข้าใจเกี่ยวกับกระบวนการการสังเคราะห์ด้วยแสงของพืช
4. เพื่อให้ผู้เรียนมีความรู้ความเข้าใจเกี่ยวกับปัจจัยที่มีผลต่อการสังเคราะห์ด้วยแสงของพืช
5. เพื่อให้ผู้เรียนมีความรู้ความเข้าใจเกี่ยวกับปฏิกริยาเคมีในกระบวนการสังเคราะห์ด้วยแสงของพืช
6. เพื่อให้ผู้เรียนมีความรู้ความเข้าใจเกี่ยวกับการสังเคราะห์ด้วยแสงของพืช C_3
7. เพื่อให้ผู้เรียนมีความรู้ความเข้าใจเกี่ยวกับการสังเคราะห์ด้วยแสงของพืช C_4
8. เพื่อให้ผู้เรียนมีความรู้ความเข้าใจเกี่ยวกับการสังเคราะห์ด้วยแสงของพืช CAM

เนื้อหาสาระ

1. ความหมายและองค์ประกอบของการสังเคราะห์ด้วยแสงของพืช
 - 1.1 ความหมายของการสังเคราะห์ด้วยแสงของพืช
 - 1.2 สมการการสังเคราะห์ด้วยแสงของพืช
 - 1.3 แหล่งที่มีการสังเคราะห์ด้วยแสง
 - 1.4 องค์ประกอบในการสังเคราะห์ด้วยแสงของพืช

2. ปัจจัยที่มีผลต่อการสังเคราะห์ด้วยแสงของพืช
 - 2.1 แสง
 - 2.2 คาร์บอนไดออกไซด์
 - 2.3 อุณหภูมิ
 - 2.4 สารเคมี
 - 2.5 เกลือแร่
 - 2.6 ปริมาณของคลอโรฟิลล์
 - 2.7 โครงสร้างของใบ
 - 2.8 การสะสมของผลผลิต
3. ปฏิกิริยาเคมีในกระบวนการสังเคราะห์ด้วยแสงของพืช
 - 3.1 ปฏิกิริยาใช้แสง (Light reaction)
 - 3.2 ปฏิกิริยาไม่ใช้แสง (Dark reaction)
 - 3.3 สรุปความแตกต่างของปฏิกิริยาเคมีในกระบวนการสังเคราะห์ด้วยแสงของพืช
4. การสังเคราะห์ด้วยแสงของพืช C_3
 - 4.1 ลักษณะของพืช C_3
 - 4.2 กระบวนการสังเคราะห์ด้วยแสงของพืช C_3
 - 4.3 ผลผลิตที่ได้จากกระบวนการการสังเคราะห์ด้วยแสง
5. การสังเคราะห์ด้วยแสงของพืช C_4
 - 5.1 ลักษณะของพืช C_4
 - 5.2 กระบวนการสังเคราะห์ด้วยแสงของพืช C_4
 - 5.3 ผลผลิตที่ได้จากกระบวนการการสังเคราะห์ด้วยแสง
6. การสังเคราะห์ด้วยแสงของพืช CAM
 - 6.1 ลักษณะของพืช CAM
 - 6.2 กระบวนการสังเคราะห์ด้วยแสงของพืช CAM
 - 6.3 ผลผลิตที่ได้จากกระบวนการการสังเคราะห์ด้วยแสง
7. สรุปความแตกต่างของการสังเคราะห์ด้วยแสงของพืช C_3 C_4 และพืช CAM

แผนการสอน

คาบ ที่	แนวการจัดกระบวนการเรียนรู้	เวลา (นาที)	
1	- แนะนำรายวิชาและเนื้อหา - ทดสอบก่อนเรียน	50	แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ ทางการเรียน เรื่อง การ สังเคราะห์ด้วยแสงของพืช
2	- ชี้แจงรายละเอียด ข้อตกลงในการเรียนและให้ คำแนะนำในการใช้บทเรียนคอมพิวเตอร์มัลติมีเดีย - ทดลองใช้คอมพิวเตอร์ 5 นาที - หน่วยที่ 1 ความหมายและองค์ประกอบของ การสังเคราะห์ด้วยแสงของพืช - ทำแบบทดสอบหลังเรียน หน่วยที่ 1	50	บทเรียนคอมพิวเตอร์มัลติมีเดีย เรื่อง การสังเคราะห์ด้วยแสง ของพืช
3	- หน่วยที่ 2 ปัจจัยที่มีผลต่อการสังเคราะห์ด้วยแสง ของพืช - ทดสอบย่อยหน่วยที่ 2	50	บทเรียนคอมพิวเตอร์มัลติมีเดีย เรื่อง การสังเคราะห์ด้วยแสง ของพืช
4	- หน่วยที่ 3 ปฏิกริยาเคมีในกระบวนการสังเคราะห์ ด้วยแสงของพืช - ทดสอบย่อยหน่วยที่ 3	50	บทเรียนคอมพิวเตอร์มัลติมีเดีย เรื่อง การสังเคราะห์ด้วยแสง ของพืช
5	- หน่วยที่ 4 การสังเคราะห์ด้วยแสงของพืช C_3 - ทดสอบย่อย หน่วยที่ 4	50	บทเรียนคอมพิวเตอร์มัลติมีเดีย เรื่อง การสังเคราะห์ด้วยแสง ของพืช
6	- หน่วยที่ 5 การสังเคราะห์ด้วยแสงของพืช C_4 - ทดสอบย่อย หน่วยที่ 5	50	บทเรียนคอมพิวเตอร์มัลติมีเดีย เรื่อง การสังเคราะห์ด้วยแสง ของพืช
7	- หน่วยที่ 6 การสังเคราะห์ด้วยแสงของพืช CAM - ทดสอบย่อยหน่วยที่ 6	50	บทเรียนคอมพิวเตอร์มัลติมีเดีย เรื่อง การสังเคราะห์ด้วยแสง ของพืช

คาบ ที่	แนวการจัดกระบวนการเรียนรู้	เวลา (นาที)	
8-9	- บทปฏิบัติการที่ 1 เรื่อง การสังเคราะห์ด้วยแสง ของพืช	100	บทเรียนคอมพิวเตอร์มัลติมีเดีย เรื่อง การสังเคราะห์ด้วยแสง ของพืช
10	- ทดสอบหลังเรียน	50	แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ ทางการเรียน เรื่อง การ สังเคราะห์ด้วยแสงของพืช

กิจกรรมการเรียนรู้การสอน

ผู้เรียนเรียนรู้จากบทเรียนคอมพิวเตอร์มัลติมีเดีย เรื่อง การสังเคราะห์ด้วยแสงของพืช

สื่อการเรียนรู้

บทเรียนคอมพิวเตอร์มัลติมีเดีย เรื่อง การสังเคราะห์ด้วยแสงของพืช

การวัดผลและประเมินผล

1. การวัด
 - 1.1 ทดสอบก่อนเรียน ร้อยละ 40
 - 1.2 ทดสอบย่อยระหว่างเรียน ร้อยละ 20
 - 1.3 ทดสอบหลังเรียน ร้อยละ 40
2. การประเมินผลใช้แบบอิงเกณฑ์ ดังนี้

คะแนน	ระดับคะแนน	หมายถึง	ค่าระดับคะแนน
81 – 100	A	ดีเยี่ยม	4.0
76 – 80	B+	ดีมาก	3.5
70 – 75	B	ดี	3.0
63 – 69	C+	ดีพอใช้	2.5
57 – 62	C	พอใช้	2.0
51 – 56	D+	อ่อน	1.5
45 – 50	D	อ่อนมาก	1.0
0 - 44	E	ตก	0.0

เอกสารประกอบการเรียนการสอน

- กาญจนา สลีคีต. (2541). **พฤกษศาสตร์ทั่วไป**. พิมพ์ครั้งที่ 2. กรุงเทพมหานคร: โอเดียนสโตร์.
- กิตติมา เมฆโกมล. (2534). **เอกสารประกอบการสอนวิชา ชีววิทยา 1 พฤกษศาสตร์**. ภาควิชาชีววิทยา คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ.
- เชาว์ ชิโนรักษ์ และพรณี ชิโนรักษ์. (2541). **ชีววิทยา 3**. กรุงเทพมหานคร: โสภณการพิมพ์.
- วันเพ็ญ ภูมิจันทร์. (2540). **พฤกษศาสตร์**. กรุงเทพมหานคร: มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.
- สมบุญ เตชะภิญญาวัฒน์. (2537). **พฤกษศาสตร์**. กรุงเทพมหานคร: มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.
- สุชีรัตน์ อุทัยรัตน์. (2535). **ชีววิทยาทั่วไป 2 (General biology II)**. ภาควิชาชีววิทยา คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี วิทยาลัยครูยะลา สหวิทยาลัยทักษิณ.
- Moore, Randy; W.Dennis and Vodopich, Darrell S. 1998. **Botany**. 2nd ed. Boston: WCB McGraw-Hill.
- Parker, Rick. 2000. **Plant Sciences**. Albany : Delmar Publishers.
- Weier, T.Elliot; Stocking, C. Ralph, Michel C. 1974. **Botany**. 5th ed. New York : John Wiley & Sons.

.....
(นางสาวปภาวรินทร์ ยั่งยืน)

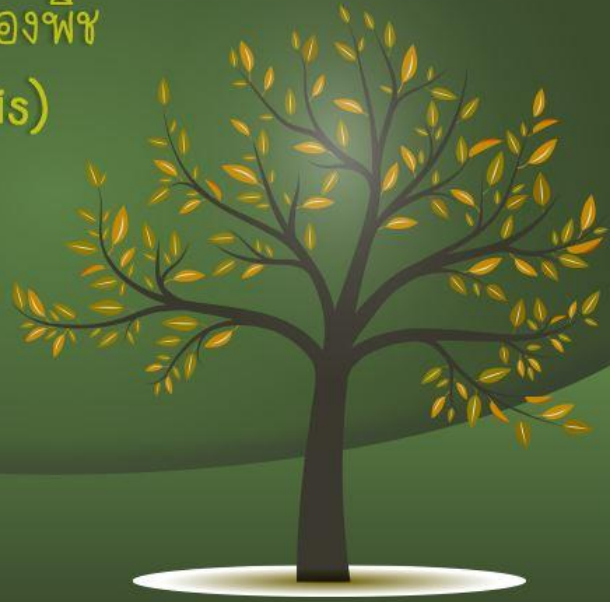
ผู้สอน

.....
(ดร.สุวรรณี พรหมศิริ)

อาจารย์ที่ปรึกษา

บทเรียนคอมพิวเตอร์มัลติมีเดีย เรื่อง การสังเคราะห์ด้วยแสงของพืช

ยินดีต้อนรับเข้าสู่บทเรียนอิเล็กทรอนิกส์
การสังเคราะห์แสงของพืช
(Photosynthesis)



จัดทำโดย

นางสาวปภาวรินทร์ ยั่งยืนคร

รหัสนักศึกษา 53G1921013

โปรแกรมวิชา วิทยาศาสตร์การศึกษา

วิชาเอก ชีววิทยา





กรรณการรอกชื่อก่อนการใช้บทเรียน

malee

พิมพ์แล้วกด Enter



ยินดีต้อนรับ

malee

เข้าสู่บทเรียน

คลิก
เข้าสู่บทเรียน



คำแนะนำก่อนการใช้บทเรียน

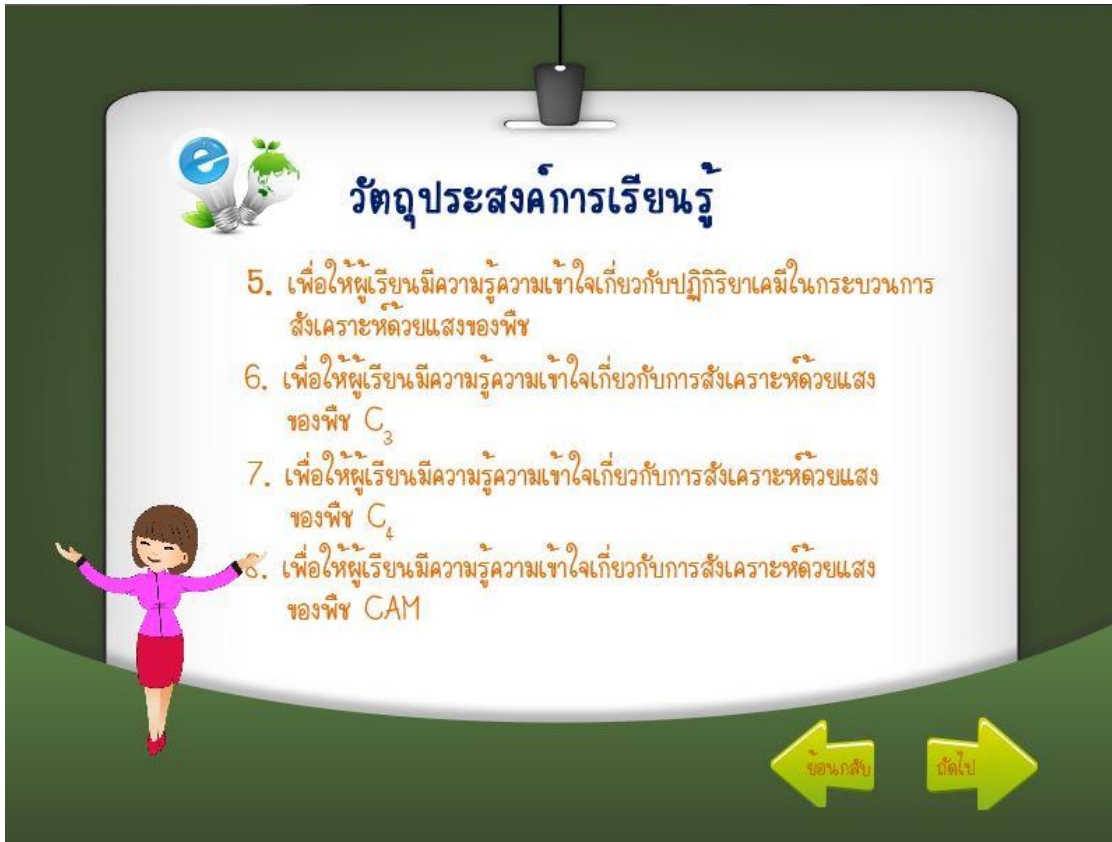
1. บทเรียนคอมพิวเตอร์มีทั้งหมด 6 หน่วยการเรียนรู้
2. นักศึกษาเลือกเรียนรู้ในหน่วยการเรียนรู้ที่สนใจ
3. นักศึกษาต้องทำแบบทดสอบท้ายบทให้ครบทุกหน่วย



วัตถุประสงค์การเรียนรู้

1. เพื่อให้ผู้เรียนมีความรู้ความเข้าใจเกี่ยวกับความหมายของการสังเคราะห์ด้วยแสงของพืช
2. เพื่อให้ผู้เรียนมีความรู้ความเข้าใจเกี่ยวกับองค์ประกอบของการสังเคราะห์ด้วยแสงของพืช
3. เพื่อให้ผู้เรียนมีความรู้ความเข้าใจเกี่ยวกับกระบวนการการสังเคราะห์ด้วยแสงของพืช
4. เพื่อให้ผู้เรียนมีความรู้ความเข้าใจเกี่ยวกับปัจจัยที่มีผลต่อการสังเคราะห์ด้วยแสงของพืช





วัตถุประสงค์การเรียนรู้

5. เพื่อให้ผู้เรียนมีความรู้ความเข้าใจเกี่ยวกับปฏิกิริยาเคมีในกระบวนการสังเคราะห์ด้วยแสงของพืช
6. เพื่อให้ผู้เรียนมีความรู้ความเข้าใจเกี่ยวกับการสังเคราะห์ด้วยแสงของพืช C_3
7. เพื่อให้ผู้เรียนมีความรู้ความเข้าใจเกี่ยวกับการสังเคราะห์ด้วยแสงของพืช C_4
8. เพื่อให้ผู้เรียนมีความรู้ความเข้าใจเกี่ยวกับการสังเคราะห์ด้วยแสงของพืช CAM

ย้อนกลับ ถัดไป



*If you want to know
How a plant grows*

It takes:

- Water
- Air
- & Sunlight

ย้อนกลับ ถัดไป



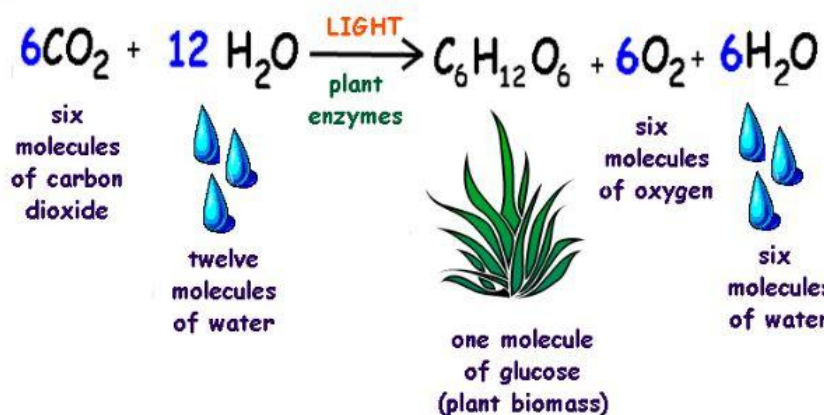
ความหมายของการสังเคราะห์ด้วยแสงของพืช

การสังเคราะห์ด้วยแสง(Photosynthesis)

เป็นกระบวนการสำคัญที่พืชสีเขียวนำพลังงานแสงเปลี่ยนเป็นพลังงานเคมีมาใช้ในการสร้างอาหารจากโมเลกุลของคาร์บอนไดออกไซด์และน้ำไปเป็นคาร์โบไฮเดรต คือน้ำตาลหรือแป้งรวมทั้งการปลดปล่อยออกซิเจนออกมา ซึ่งสิ่งมีชีวิตทั้งหลาย เช่น มนุษย์ สัตว์จะนำไปใช้ในกระบวนการเมแทบอลิซึมเพื่อสร้างสารประกอบอื่นที่จำเป็นต่อการดำรงชีวิตต่อไป



สมการการสังเคราะห์ด้วยแสงของพืช





แหล่งที่มีการสังเคราะห์ด้วยแสง

85% ของการสังเคราะห์ด้วยแสง มาจาก ทะเล

10% ของการสังเคราะห์ด้วยแสง มาจาก พื้นดิน

5% ของการสังเคราะห์ด้วยแสง มาจาก แหล่งน้ำจืด



องค์ประกอบในการสังเคราะห์ด้วยแสงของพืช

แสง


น้ำ

ก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์

เอนไซม์และโคเอนไซม์

รงควัตถุที่ใช้ในการสังเคราะห์ด้วยแสง



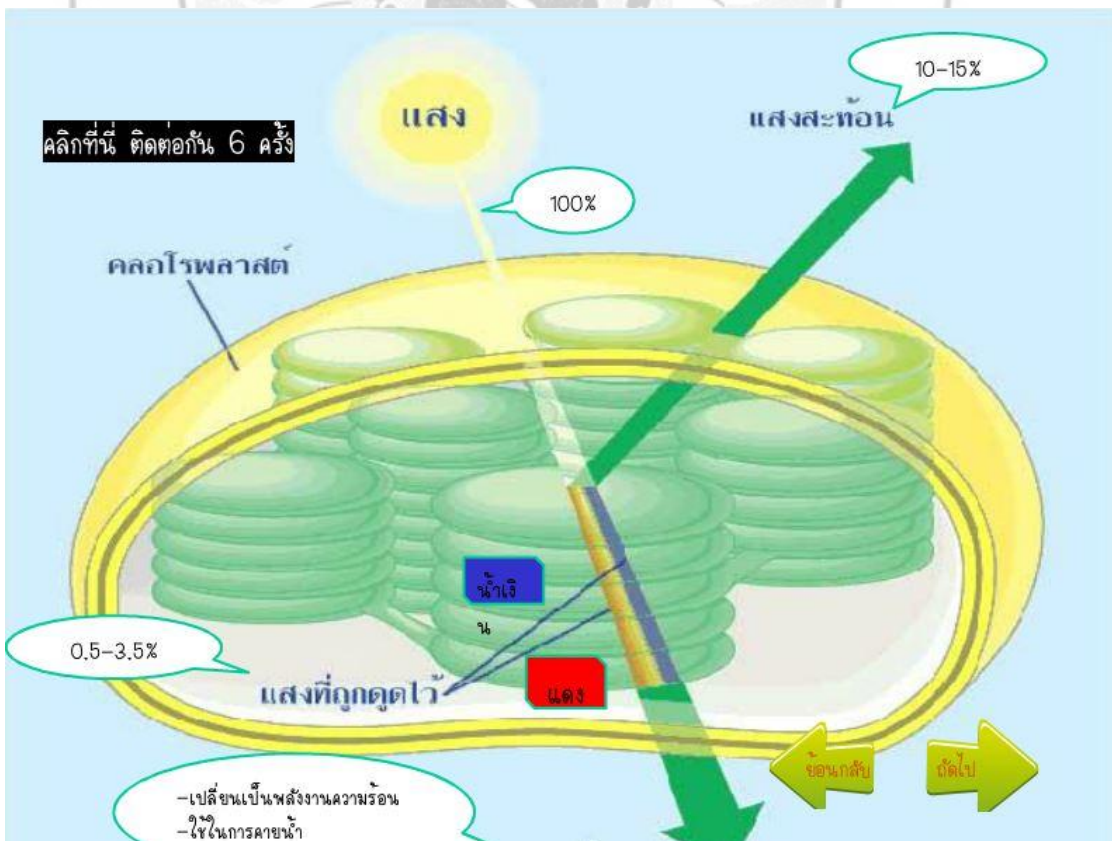


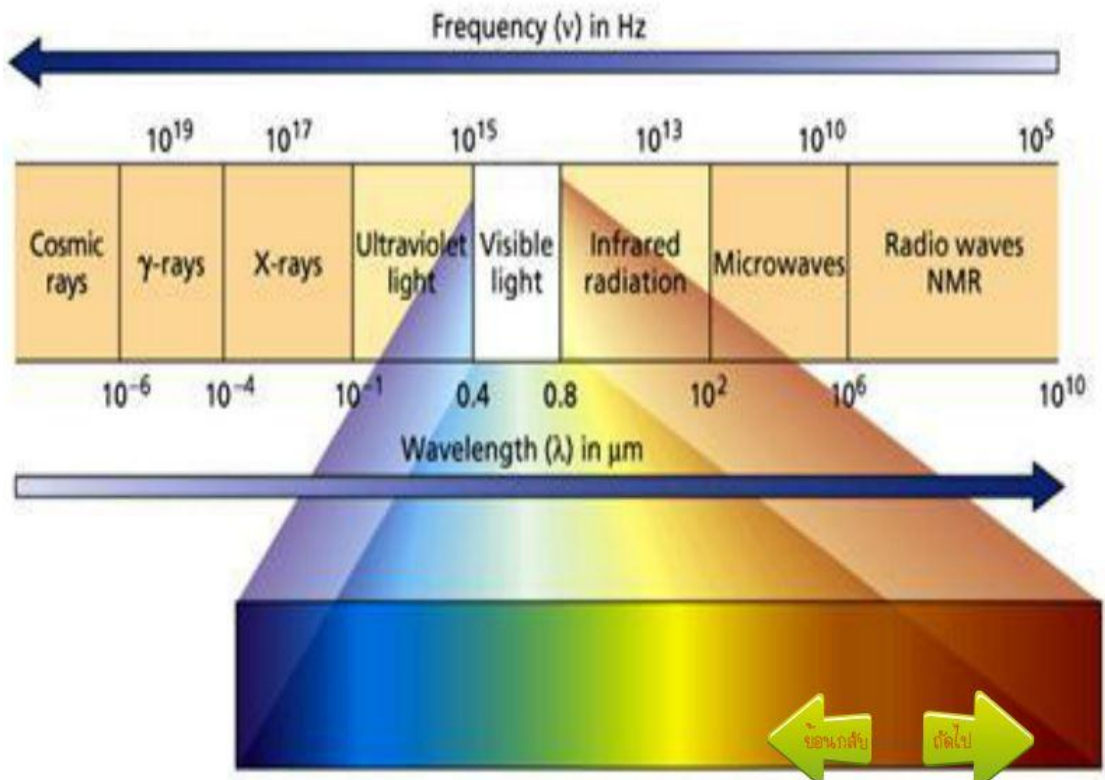
แสง

พลังงานแสงอาทิตย์ หรือ แสงประดิษฐ์

ปริมาณของแสงที่ส่องลงมาทั้งหมดพืชสามารถดูดไว้ราว 80-85%
 แต่นำมาใช้ในกระบวนการสังเคราะห์ด้วยแสงเพียง 0.5-3.5%
 เพราะแสงที่พืชสามารถนำไปใช้ในกระบวนการสังเคราะห์ด้วยแสง
 มีความยาวคลื่นอยู่ในช่วง 400-700 นาโนเมตร ซึ่งเรียกช่วงคลื่นแสง
 นี้ว่า PAR (Photosynthetically active radiation)


← ขอนกลับ → ถัดไป





น้ำ

น้ำส่วนใหญ่ที่พืชนำมาใช้ในกระบวนการการสังเคราะห์ด้วยแสงได้จากการดูดน้ำของรากและได้จากบรรยากาศในรูปของไอน้ำโดยแพร่เข้าทางปากใบ ในกระบวนการการสังเคราะห์ด้วยแสง พืชจะใช้น้ำเพียง 1% เท่านั้น



ย้อนกลับ ถัดไป



ก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์



พืชได้คาร์บอนไดออกไซด์จากบรรยากาศ 0.03–0.04%



เมื่อแพร่เข้าสู่ตัวใบจะอยู่ในรูปของสารละลาย H_2CO_3



แล้วซึมเข้าสู่เซลล์เนื้อใบเพื่อเข้าไปอยู่ในคลอโรพลาสต์



เป็นแหล่งให้คาร์บอนไดออกไซด์เพื่อใช้ในการสังเคราะห์คาร์โบไฮเดรต

ย้อนกลับ

ถัดไป

รงควัตถุที่ใช้ในการสังเคราะห์ด้วยแสง

1. คลอโรฟิลล์ (Chlorophyll)

คลอโรฟิลล์ดูดแสงและกระตุ้นปฏิกิริยาแสงในกระบวนการสังเคราะห์ด้วยแสงของพืช

2. แคโรทีนอยด์ (Carotenoids)

แคโรทีนอยด์และไฟโคบิลินเป็นรงควัตถุประกอบทำหน้าที่รับแสงและส่งพลังงานกระตุ้นให้แก่โมเลกุลของคลอโรฟิลล์ที่อยู่ถัดไป

3. ไฟโคบิลิน (Phycobilin)



ดูดกลืน (Absorbed) คลื่นแสงที่ต่างกัน

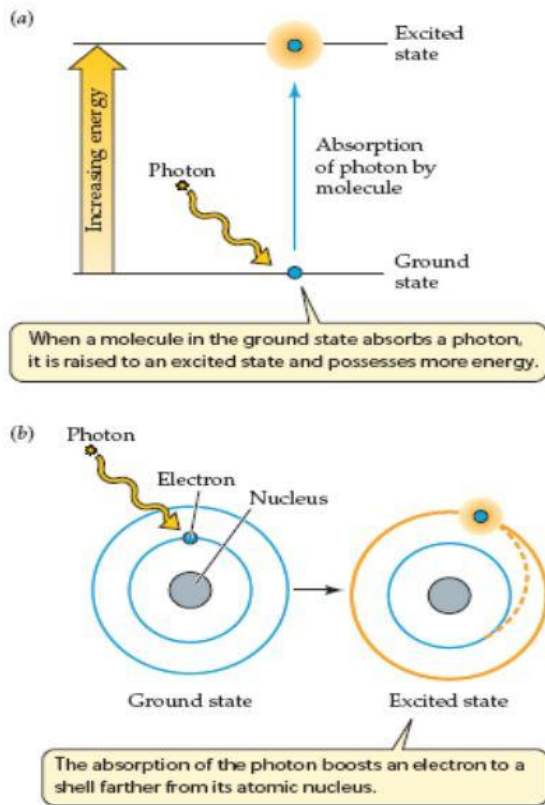
มีการส่งผ่าน (Transmitted) พลังงาน

มีการสะท้อนกลับ (Reflected) คลื่นแสงที่ไม่ได้ดูดกลืนไว้



ย้อนกลับ

ถัดไป



(a) เมื่อโมเลกุลดูดกลืนโฟตอนจากสถานะพื้นจะมีการเปลี่ยนแปลงเป็นสถานะกระตุ้นซึ่งมีพลังงานมากกว่าพลังงานที่เพิ่มขึ้นเท่ากับพลังงานของโฟตอนที่ดูดกลืนไว้

คลิ๊กที่นี้ ติดต่อกัน 3 ครั้ง

(b) การดูดกลืนโฟตอนจะไปส่งเสริมให้อิเล็กตรอนที่อยู่ในช่วงโคจรหลุดออกไปไกลจากนิวเคลียส



1. คลอโรฟิลล์ (Chlorophyll)



เป็นรงควัตถุสีเขียวที่พบมากในพืช มีหลายชนิด ได้แก่ คลอโรฟิลล์ เอ บี ซี และดี เป็นต้น



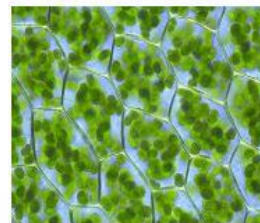
โครงสร้างของโมเลกุลต่างกัน (เล็กน้อย)

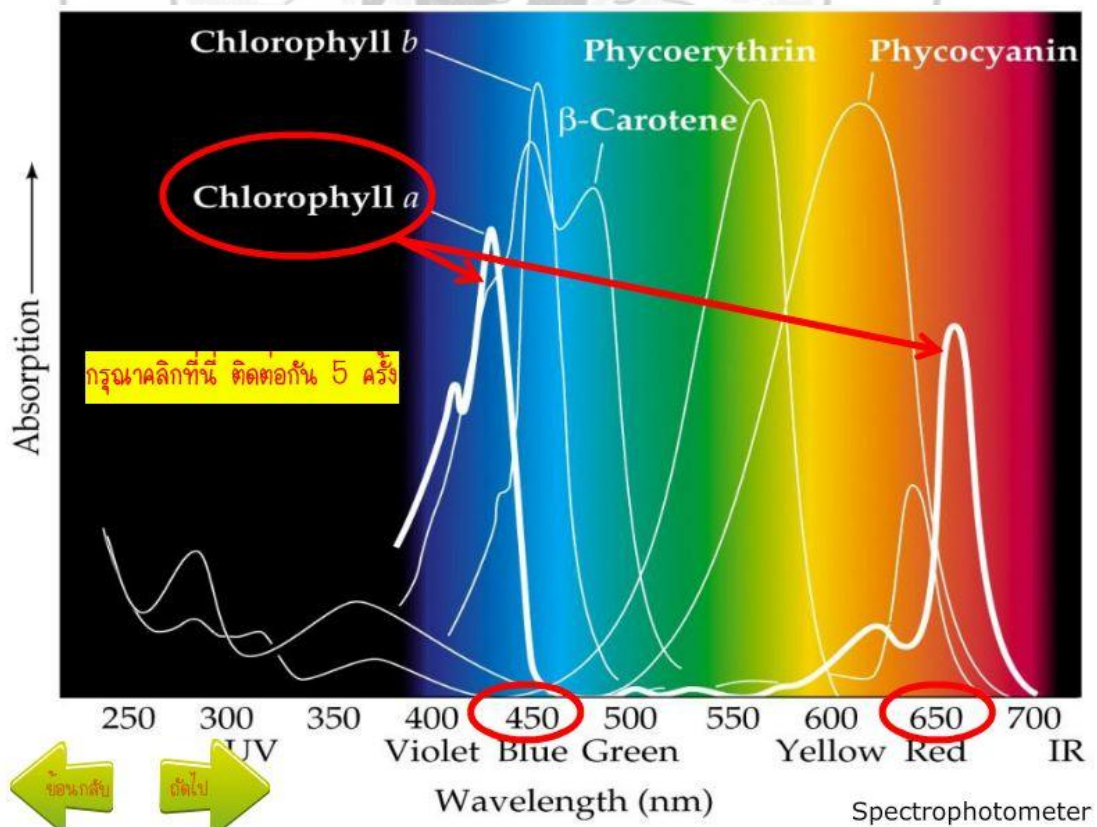
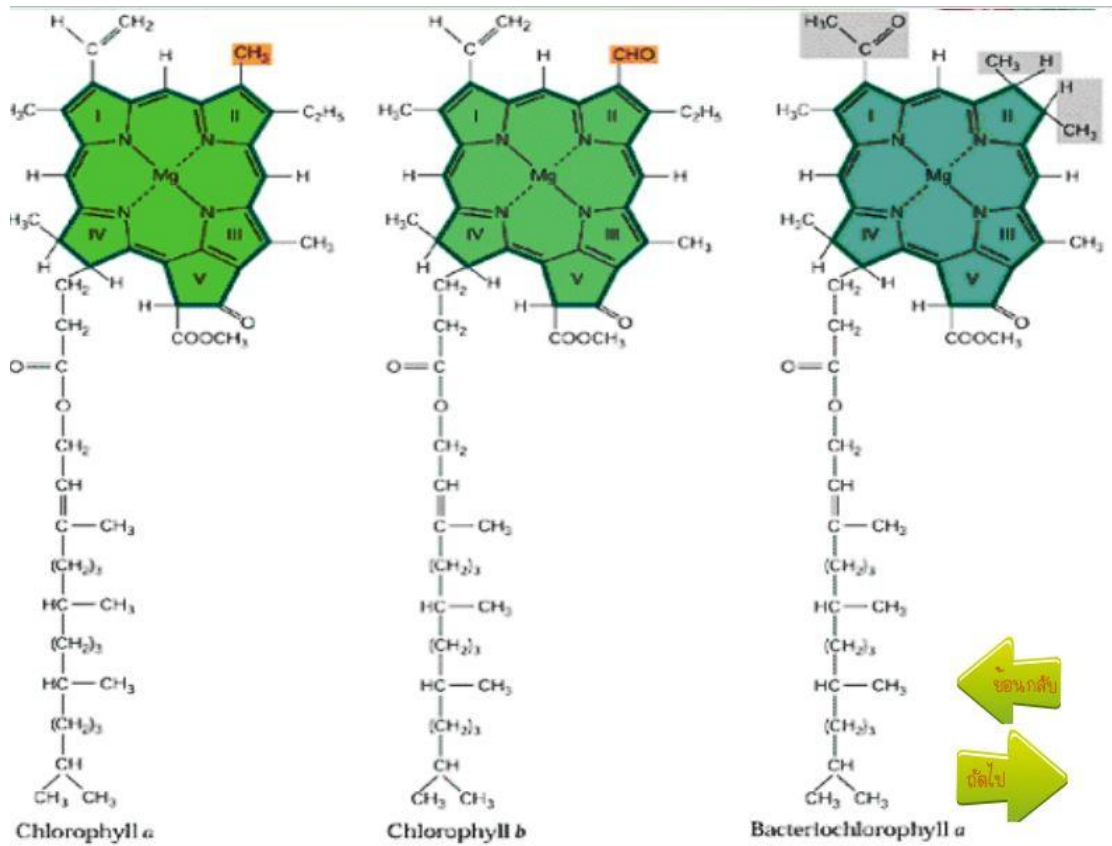


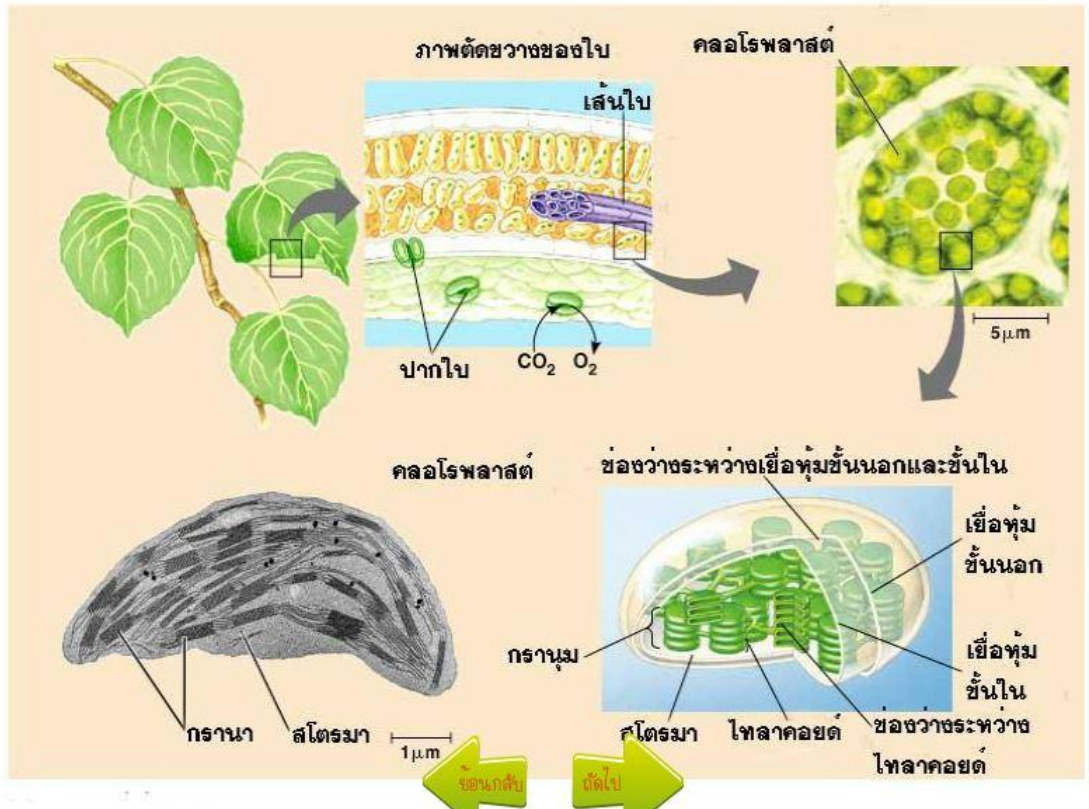
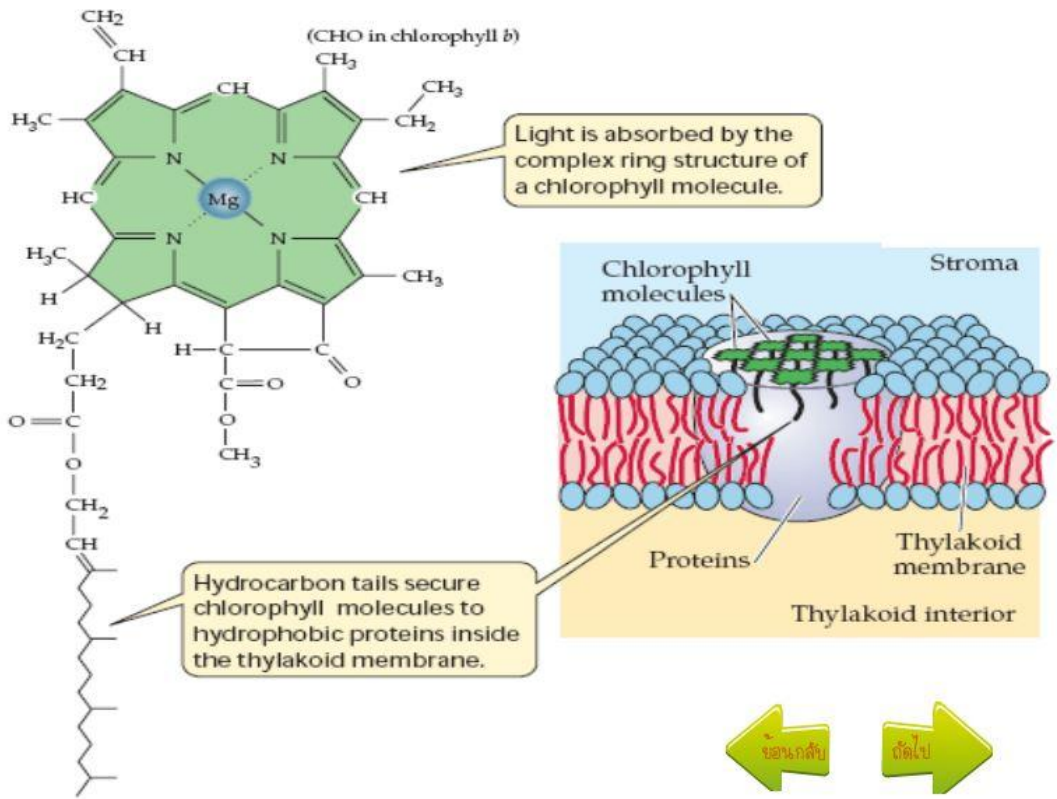
การดูดกลืนช่วงความยาวคลื่นแสงไม่เท่ากัน



มีโครงสร้างซึ่งประกอบด้วยส่วนหัว เป็นส่วนที่ชอบน้ำ (Hydrophilic) ทำหน้าที่ดูดพลังงานแสง ส่วนนี้มีโครงสร้างเป็นแบบไฟโรล วงแหวน 4 วง โดยมี Mg^{++} เป็นศูนย์กลางและมีส่วนหางที่เป็นไฮโดรคาร์บอนช่วยยึดรวบตัวอยู่กับระบบแสง







ตาราง แสดงรงควัตถุที่ใช้ในการสังเคราะห์แสงของสิ่งมีชีวิต

สิ่งมีชีวิต	คลอโรฟิลล์				แคโรทีนอยด์	ไฟโคบิลิน	แบคทีริโอคลอโรฟิลล์				
	a	b	c	d			a	b	c	d	
พืชมีดอก	+	+			+						
เฟิร์น	+	+			+						
สาหร่ายสีเขียว	+	+			+						
สาหร่ายสีน้ำตาล	+		+		+						
สาหร่ายสีแดง	+			+	+	+			+		
สาหร่ายสีเขียวแกมน้ำเงิน	+				+	+					
แบคทีเรียที่สังเคราะห์แสงได้					+				+	+	+

2. แคโรทีนอยด์ (Carotenoids)



เป็นสารประกอบจำพวกไขมันพบในสิ่งมีชีวิตทุกชนิดที่มีการสังเคราะห์ด้วยแสง เช่น พืช สาหร่าย และแบคทีเรียที่สังเคราะห์แสงได้โดยทั่วไป



จะอยู่ร่วมกับคลอโรฟิลล์ในคลอโรพลาสต์ แบ่งได้เป็น 2 ชนิด คือ carotene และ xanthophyll



ทำหน้าที่ช่วยดูดพลังงานแสงและส่งพลังงานแสงไปให้กับคลอโรฟิลล์เอ ซึ่งดูดแสงได้ดีในช่วงความยาวคลื่น 400-500 นาโนเมตร







ช่วยป้องกันไม่ให้อคลอโรฟิลล์ถูกทำลายในสภาพที่มีแสงนานเกินไป



3. ไฟโคบิลิน (Phycobilin)



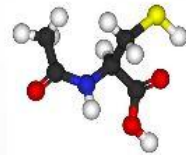
-  ดูดแสงได้ดีในช่วงความยาวคลื่น 450–650 นาโนเมตร
-  เป็นรงควัตถุที่ไม่พบในพืชชั้นสูงแต่จะพบอยู่ในเฉพะสาหร่ายสีแดงและสาหร่ายสีเขียวแกมน้ำเงิน
-  มี 2 ชนิด คือ phycoerythrin มีสีแดง พบในสาหร่ายสีแดง
phycocyanin มีสีน้ำเงิน พบในสาหร่ายสีเขียวแกมน้ำเงิน
-  ทำหน้าที่เช่นเดียวกับแคโรทีนอยด์ในการรับและรวบรวมพลังงานแสงส่งต่อไปยังคลอโรฟิลล์เอ



เอนไซม์และโคเอนไซม์




- ◆ เอนไซม์มีหน้าที่เป็นคะตะลิสต์ในปฏิกิริยาเคมีที่เกิดขึ้นในกระบวนการสังเคราะห์ด้วยแสง
- ◆ โคเอนไซม์ทำหน้าที่เป็นสารรับและถ่ายทอดอิเล็กตรอนที่อยู่ในคลอโรพลาสต์ เช่น
 - ไซโทโครม
 - พลาสโตไซยานิน
 - เฟอริดอกซิน
 - พลาสโตควิโนน
 - พลาโวโปรตีน
 - NADP⁺






คำแนะนำก่อนทำแบบทดสอบ

1. แบบทดสอบชุดที่ 1 คือ แบบทดสอบถูก-ผิด
2. นักศึกษาอ่านโจทย์ให้เข้าใจก่อนตอบคำถาม
3. แกะใจคำตอบคลิก
4. ดูสไลด์ก่อนหน้าคลิก
5. ไปสไลด์ถัดไปคลิก
6. มั่นใจคำตอบคลิก



แบบทดสอบหลังเรียนตอนที่ 1 

1.) $6\text{CO}_2 + 12\text{H}_2\text{O}$ $\text{C}_6\text{H}_{12}\text{O}_6 + 6\text{H}_2\text{O} + 6\text{O}_2$


จากสมการการสังเคราะห์ด้วยแสง น้ำ (H_2O) ตัวใดที่พืชดูดขึ้นมาจากราก

A) 1

B) 2

C) ใ้ทั้ง (1) และ (2)

Question 1 of 28

แบบทดสอบหลังเรียนตอนที่ 1 


2.) ออกซิเจน (O_2) ที่ได้จากการสังเคราะห์ด้วยแสงของพืชมาจาก

A) คาร์บอนไดออกไซด์

B) น้ำ

C) น้ำตาลกลูโคส


Question 2 of 28

แบบทดสอบหลังเรียนตอนที่ 1 

3.) แสงสีใดที่คลอโรฟิลล์สามารถดูดกลืนได้มากที่สุด

A) แดง - น้ำเงิน
 B) ส้ม - ม่วง
 C) เหลือง - เขียว

Question 3 of 28

แบบทดสอบหลังเรียนตอนที่ 1 

4.) คลื่นแสง PAR (photosynthetically active radiation) คือ

A) คลื่นแสงที่คลอโรฟิลล์สะท้อนกลับคืนสู่บรรยากาศ
 B) คลื่นแสงที่คลอโรฟิลล์ดูดแสงได้ดีในช่วงความยาวคลื่น 400-700 นาโนเมตร
 C) คลื่นแสงที่ใช้ในการสังเคราะห์แสง

Question 4 of 28

แบบทดสอบหลังเรียนตอนที่ 1

5.) รงควัตถุที่ไม่พบในพืชชั้นสูงแต่จะพบอยู่ในสาหร่ายสีแดง และสีเทียวแกมน้ำเงิน คือ

A) Carotenoid
 B) Phycobilin
 C) phycoerythin

Question 5 of 28

แบบทดสอบหลังเรียนตอนที่ 1

6.) ก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์เป็นสารตั้งต้นในการ

A) คั้นออกซิเจนสู่บรรยากาศ
 B) สังเคราะห์คาร์โบไฮเดรต
 C) ดูดกลืนน้ำ

Question 6 of 28

แบบทดสอบหลังเรียนตอนที่ 1

?

7.) คลอโรฟิลล์ส่วนใดที่มีลักษณะ Hydrophilic

A) ส่วนหัว
 B) ส่วนหาง
 C) ส่วนกลาง

ล้าง ขอรอกลับ ถัดไป ตอบ
 ชง ผง ผง ผง

Question 7 of 28

ปัจจัยที่มีผลต่อการสังเคราะห์
ด้วยแสงของพืช

ปัจจัยเกี่ยวข้องกับพืช

ปัจจัยเกี่ยวข้องกับสิ่งแวดล้อม

@ ถัดไป

ปัจจัยเกี่ยวกับพืช

ปัจจัยเกี่ยวกับพืช หมายถึง ชนิดของพืช สภาพทางสรีรวิทยาของพืช อายุ สภาพทางพันธุกรรม อายุและช่วงวงจรชีวิตของพืช ตัวอย่างเช่น ในใบพืชที่อ่อนหรือแก่เกินไปพบว่าความสามารถในการสังเคราะห์ด้วยแสงต่ำ คือ

- ใบที่อ่อนเกินไปการพัฒนาของคลอโรพลาสต์ยังไม่เจริญเต็มที่
- ใบที่แก่เกินไปจะมีการสลายตัวของกรานาและรงควัตถุในคลอโรพลาสต์การสูญเสียโครงสร้างที่สำคัญนี้มีผลทำให้อัตราการสังเคราะห์ด้วยแสงลดลง



ย้อนกลับ

ถัดไป

ปัจจัยเกี่ยวกับสิ่งแวดล้อม

1. **แสง** มีบทบาทต่อการสร้างอาหารของพืช ซึ่งสามารถจำแนกได้เป็น 3 ลักษณะ คือ

(ก) ความเข้มแสง (light intensity)

ถ้าพืชได้รับความเข้มของแสงสูงหรือต่ำเกินไปปริมาณความต้องการจะมีผลทำให้พืชไม่เจริญเติบโต พืชบางชนิดสามารถปรับตัวให้มีสภาพเหมาะสมในแหล่งที่มีความเข้มของแสงสูงโดยเฉพาะในพืชเขตร้อนถ้าความเข้มของแสงมากเกินไปเกิน จุดอิ่มตัวแสง (light saturation point) อาจทำให้ใบไหม้เกรียมตายได้พบว่าพืชซีมีประสิทธิภาพในการใช้แสงดีกว่าพืชซีสาม

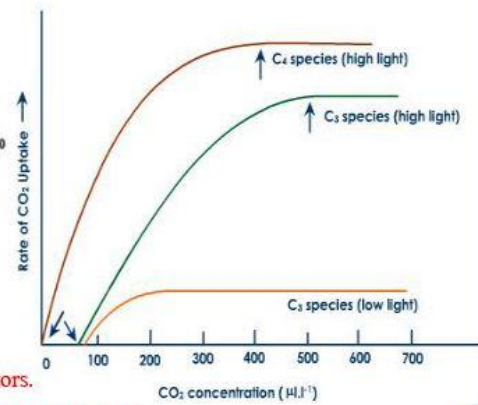
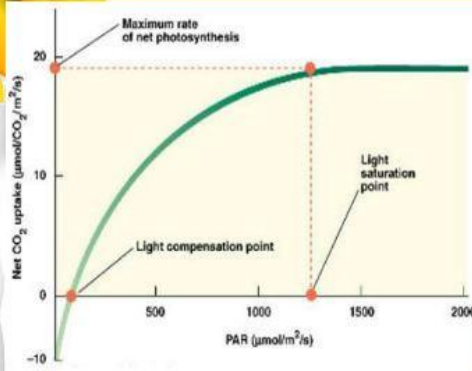
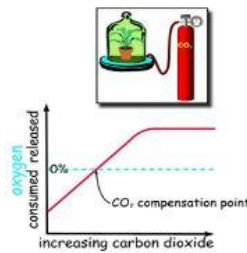


ย้อนกลับ

ถัดไป

(ก) ความเข้มแสง (light intensity)

ถ้าปริมาณความเข้มของแสงต่ำ พืชจะมีอัตราการสังเคราะห์ของแสงต่ำ พืชไม่สามารถถลล่ออาหารหายใจให้ต่ำลงไปด้วย ในสภาพที่อัตราการสังเคราะห์แสง เท่ากับอัตราการหายใจหรือจำนวนที่คาร์บอนไดออกไซด์ซึ่งพืชตรึงไว้เท่ากับจำนวน คาร์บอนไดออกไซด์ที่พืชปล่อยออกมา ที่จุดนี้มีการแลกเปลี่ยนก๊าซที่สมดุล ถ้าพืชได้รับแสงต่ำกว่าจุดนี้จะไม่เจริญเติบโตและพืชจะตายในที่สุด เราเรียกจุดนี้ว่า "light" หรือ "carbon dioxide compensation point"



<http://www.tutorvista.com/content/biology/biv/photosynthesis/photosynthesis-external-factors>
<http://www.slideshare.net/leafendril/photosynthesis-16460809>



(จ) ความยาวของช่วงแสง (light duration)

อัตราการสังเคราะห์ด้วยแสงจะเพิ่มเป็นสัดส่วนกับความยาวของช่วงวัน เมื่อสภาพแวดล้อมอื่นๆคงที่พืชที่ได้รับแสงในช่วงวันที่ยาวมีโอกาสได้รับแสงนาน ทำให้การสังเคราะห์ด้วยแสงเพิ่มมากขึ้นดังนั้นในการเร่งการเจริญเติบโตของพืชเมืองหนาว อาจทำได้โดยเพิ่มแสงไฟฟ้าให้แก่พืชในเรือนกระจกแต่ในขณะเดียวกันอาจมีผลต่อการออกดอกของพืชบางชนิดได้



แหล่งที่มา : <http://jenjira68.blogspot.com/>



(ค) คุณภาพของแสง (light quality)

รังสีจากดวงอาทิตย์ที่ส่องลงมายังพื้นผิวโลกเฉพาะช่วงแสงที่มองเห็นความยาวช่วงคลื่น 400–760 นาโนเมตรเท่านั้นที่พืชสามารถนำมาใช้ในกระบวนการสังเคราะห์ด้วยแสง นอกจากนี้พบว่าแสงสีแดงและแสงสีน้ำเงินมีผลต่อกิจกรรมการสังเคราะห์ด้วยแสงมากกว่าแสงในช่วงคลื่นอื่นๆ



ปัจจัยเกี่ยวกับสิ่งแวดล้อม

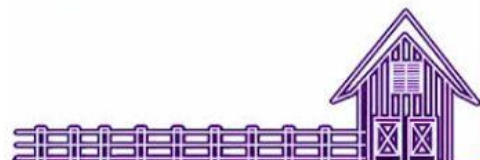
2. อุณหภูมิ (Temperature)

ปฏิกิริยามีดีในกระบวนการการสังเคราะห์ด้วยแสงอัตราการสังเคราะห์ด้วยแสงขึ้นอยู่กับการทำงานของเอนไซม์ซึ่งจะตอบสนองต่อการเปลี่ยนแปลงของอุณหภูมิอย่างมาก โดยทั่วไปพืชแต่ละชนิดมีช่วงอุณหภูมิในการสังเคราะห์ด้วยแสงที่แตกต่างกันตั้งแต่ 5–40 องศาเซลเซียสถ้าอุณหภูมิสูงหรือต่ำเกินไปจะมีผลต่อการทำงานของเอนไซม์ในปฏิกิริยานอกจากนี้ อุณหภูมิที่สูงจะมีผลต่อการเร่งการหายใจอีกด้วยส่งผลให้อัตราการสังเคราะห์ด้วยแสงลดลงและปฏิกิริยาจะงักได้



ในสภาพแวดล้อมที่มีแสงสว่างเพียงพอและมีปริมาณคาร์บอนไดออกไซด์ที่เหมาะสม เมื่ออุณหภูมิเพิ่มขึ้น 10 องศาเซลเซียส อัตราการสังเคราะห์ด้วยแสงจะเพิ่มขึ้นเป็น 2 เท่า ในช่วงระหว่างอุณหภูมิเท่ากับ 5–25 องศาเซลเซียส ($Q_{10} = 2$) ถ้าอุณหภูมิสูงมากจะมีผลทำให้ปากใบปิดอัตราการหายใจสูงและอัตราการสังเคราะห์ด้วยแสงจะลดลง และในสภาพที่อุณหภูมิสูง พืชสีเขียวจะมีการสังเคราะห์ด้วยแสงได้ดีกว่าพืชสีสาม

($Q_{10} = 2$)



ปัจจัยเกี่ยวกับสิ่งแวดล้อม

3. ปริมาณก๊าซในบรรยากาศ

ก๊าซที่มีผลต่อการสังเคราะห์ด้วยแสง คือ ก๊าซ CO_2 ซึ่งมีประมาณ 0.03 เปอร์เซ็นต์ และก๊าซ O_2 มีประมาณ 21 เปอร์เซ็นต์ในบรรยากาศ

จากการทดลองของนักสรีรวิทยาพบว่าในสภาพที่มีแสงและอุณหภูมิเหมาะสม อัตราการสังเคราะห์ด้วยแสงจะขึ้นอยู่กับปริมาณ CO_2 การปลูกพืชช่วงฤดูหนาวในเรือนกระจกซึ่งมีระบบปิดเพื่อควบคุมปริมาณก๊าซ พบว่าเมื่อเพิ่มปริมาณความเข้มข้นของ CO_2 ให้สูงขึ้น จะมีผลทำให้อัตราการสังเคราะห์ด้วยแสงเพิ่มขึ้นจนถึงจุดอิ่มตัวและพืชจะไม่เพิ่มอัตราการสังเคราะห์ด้วยแสงอีก



ปัจจัยเกี่ยวกับสิ่งแวดล้อม

4. ธาตุอาหาร (Nutrient)

แมกนีเซียมและไนโตรเจน เป็นธาตุอาหารที่สำคัญในองค์ประกอบของคลอโรฟิลล์ การขาดสารเหล่านี้มีผลทำให้พืชเกิดการใบเหลืองซีดเนื่องจากใบขาดคลอโรฟิลล์ หรือที่เรียกว่า “คลอโรซิส”



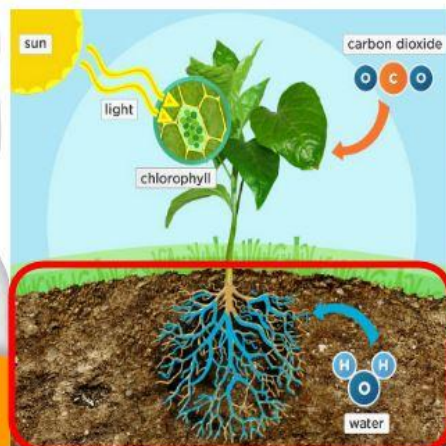
การสังเคราะห์ด้วยแสงของพืชจะเกิดขึ้นได้สมบูรณ์ต้องมีไอออนของเหล็ก
ซึ่งจำเป็นต่อการสร้างคลอโรฟิลล์ และยังเป็นสารประกอบของไซโทโครม

แมงกานีสและคลอโรฟิลล์จำเป็นต่อกระบวนการการแตกตัวของน้ำ
ในปฏิกิริยาการสังเคราะห์ด้วยแสง



ปัจจัยเกี่ยวกับสิ่งแวดล้อม

5. ปริมาณน้ำที่พืชได้รับ

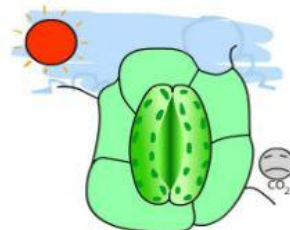


น้ำเป็นแหล่งของอิเล็กตรอนที่ใช้ในกระบวนการ
สังเคราะห์ด้วยแสงเมื่อพืชขาดน้ำอัตราการ
สังเคราะห์ด้วยแสงจะลดลง



แหล่งที่มา : http://www.myfirstbrain.com/student_view.aspx?ID=72392

น้ำมีผลต่อการเปิดปิดของปากใบ ซึ่งมีผลกระทบต่อการแพร่กระจาย CO_2 เข้าสู่ปากใบ ในสภาพพาดน้ำปากใบจะปิดเพื่อลดการคายน้ำ และป้องกันอันตรายที่จะเกิดขึ้นกับแอนไซม์ การแลกเปลี่ยนก๊าซ CO_2 และ O_2 ที่ปากใบจะเป็นไปได้ยาก มีผลทำให้ขาดแคลน CO_2 อัตราการสังเคราะห์ด้วยแสงจึงลดลง



Guard cells
เซลล์คุม

แหล่งที่มา : <http://www.thaigoodview.com/node/93407>



ในสภาพน้ำท่วม ดินชุ่มไปด้วยน้ำทำให้รากพืชขาด O_2 ที่ใช้ในการหายใจ มีผลกระทบต่อการสังเคราะห์ด้วยแสง เนื่องจาก





คำแนะนำก่อนทำแบบทดสอบ

1. แบบทดสอบชุดที่ 2 คือ แบบทดสอบแบบจับคู่
2. นักศึกษาอ่านโจทย์ให้เข้าใจก่อนตอบคำถาม
3. แกะไขคำตอบคลิก
4. คูสไลด์ก่อนหน้าคลิก
5. ไปสไลด์ถัดไปคลิก
6. มั่นใจคำตอบคลิก




แบบทดสอบหลังเรียนตอนที่ 2

แบบจับคู่ ?

<input type="checkbox"/> ใบก่เกินไป	A) คลอโรพลาสต์เจริญไม่เต็มที่
<input type="checkbox"/> ใพอ่อนเกินไป	B) ใบเหลืองซีด
<input type="checkbox"/> เกินจุดอิ่มตัวแสง	C) คลอโรพลาสต์สูญเสียโครงสร้าง
<input type="checkbox"/> คลอโรซิส	D) เร่งการเจริญเติบโตพืชเมืองหนาว
<input type="checkbox"/> light duration	E) ใบไหม้เกรียม

Question 8 of 28



แบบทดสอบหลังเรียนตอนที่ 2

แบบจับคู่ ?

<input type="checkbox"/> การเปิดปิดของปากใบ	A) ช่วงอุณหภูมิระหว่าง 5–25°C
<input type="checkbox"/> Q10 = 2	B) พืช C ₄ สังเคราะห์แสงได้ดีกว่าพืช C ₃
<input type="checkbox"/> light	C) ช่วงอุณหภูมิระหว่าง 10–35°C
<input type="checkbox"/> อุณหภูมิสูง	D) การแพร่กระจายของก๊าซ CO ₂
<input type="checkbox"/> พืชสังเคราะห์แสงได้ดี	E) จำนวน CO ₂ ที่พืชตรึงไว้เท่ากับที่ปล่อยออกมา

Question 9 of 28

แบบทดสอบหลังเรียนตอนที่ 2 แบบจับคู่ ?

ไอออนของเหล็ก

แอมกาไนส

น้ำ

น้ำท่วม

light duration

A) แหล่งของอิเล็กตรอน

B) รากพืชขาด O_2

C) ช่วยในการแตกตัวของน้ำ

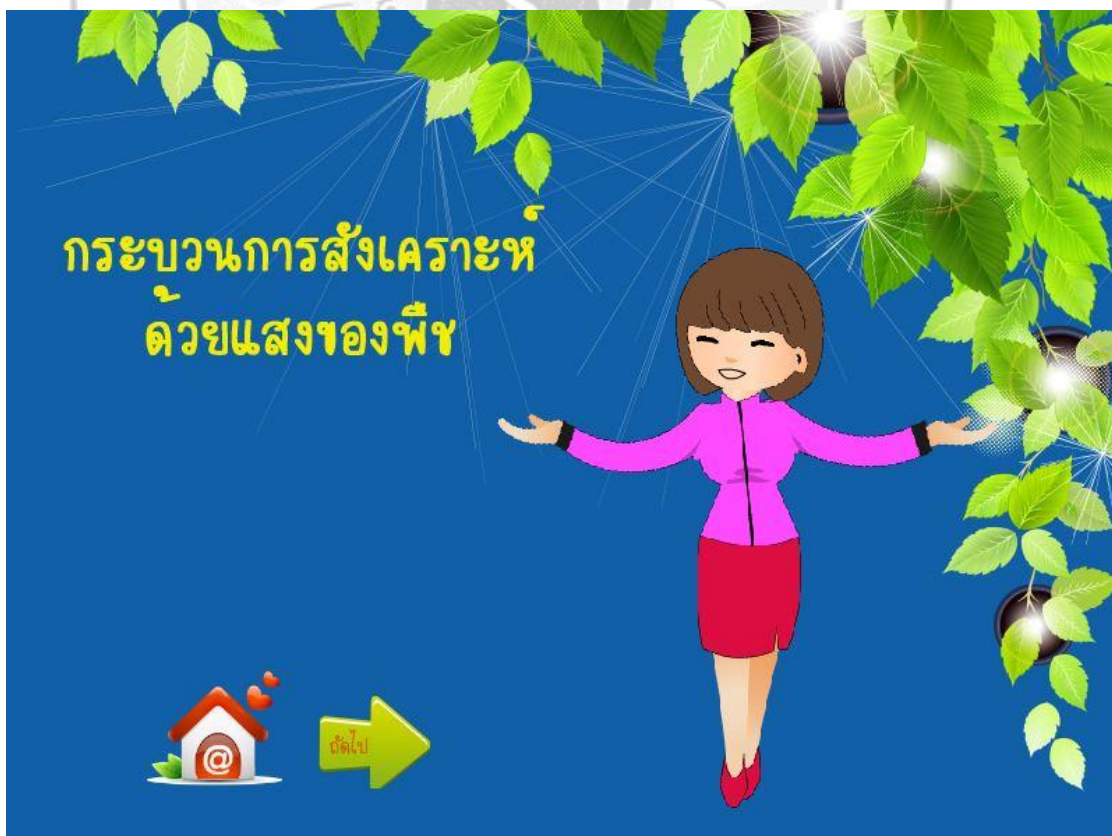
D) สร้างคลอโรฟิลล์

E) ความยาวคลื่น

ลาง ข้อหลัง ถัดไป ตอบ

Question 10 of 28

กระบวนการสังเคราะห์
ด้วยแสงของพืช



ปฏิกิริยาแสง (Light reaction หรือ Photochemical reaction)

ปฏิกิริยามืด (Dark reaction หรือ Emzymatic reaction)

ขอนกลับ

ถัดไป

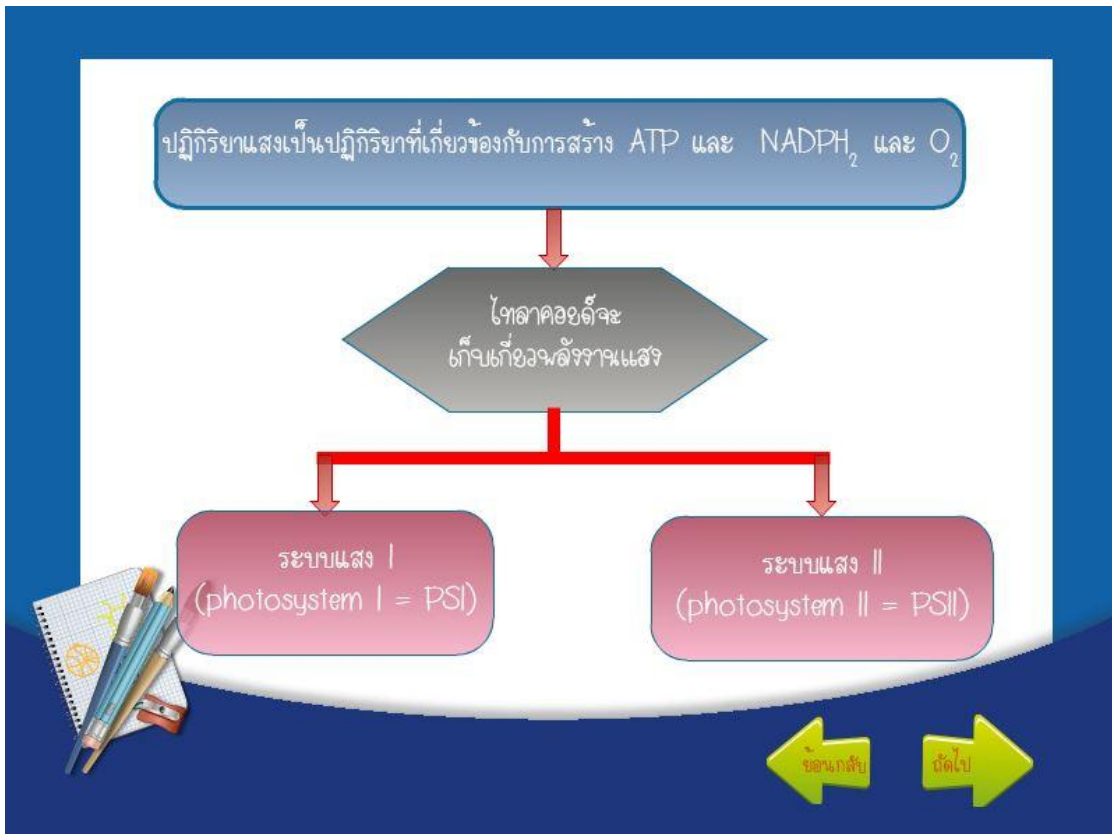
This slide features a white background with a blue border. At the top, a red speech bubble contains the text 'ปฏิกิริยาแสง (Light reaction หรือ Photochemical reaction)'. Below it, a yellow speech bubble contains 'ปฏิกิริยามืด (Dark reaction หรือ Emzymatic reaction)'. A cartoon bee is positioned to the left of the yellow bubble, and another is to the right. In the bottom left corner, there is an illustration of a notebook, pencils, and a sharpener. In the bottom right corner, there are two green arrows: one pointing left labeled 'ขอนกลับ' and one pointing right labeled 'ถัดไป'.

ปฏิกิริยาแสง (Light reaction หรือ Photochemical reaction)

ขอนกลับ

ถัดไป

This slide is similar to the first one but only contains the red speech bubble with the text 'ปฏิกิริยาแสง (Light reaction หรือ Photochemical reaction)'. The yellow speech bubble and the text 'ปฏิกิริยามืด' are absent. The cartoon bee, notebook, pencils, and navigation arrows remain in their respective positions.



ปฏิกิริยาแสง
(Light Reaction)

แหล่งที่มา : https://www.youtube.com/watch?v=L8Pfd4_C1Y

← ขอนกลับ ขัดไป →

The video player interface has a blue border. The video frame shows a blue and green background with the text 'ปฏิกิริยาแสง (Light Reaction)'. Below the frame are standard video controls: play, pause, and stop buttons, and a speaker icon. Below the controls, the text 'แหล่งที่มา : https://www.youtube.com/watch?v=L8Pfd4_C1Y' is displayed. In the bottom right corner, there are two green arrows: one pointing left labeled 'ขอนกลับ' and one pointing right labeled 'ขัดไป'. On the left side, there is an illustration of a notebook, pens, and pencils.

ปฏิกิริยามืด (Dark reaction หรือ Enzymatic reaction)



ปฏิกิริยามืด (Dark reaction)

ปฏิกิริยามืดที่เกี่ยวข้องกับการสังเคราะห์น้ำตาลจากคาร์บอนไดออกไซด์ ซึ่งไม่ได้ใช้แสงโดยตรงหากแต่ใช้ผลิตภัณฑ์จากปฏิกิริยาแสง คือ NADPH_2 และ ATP เกิดขึ้นในส่วนสโตรมาของคลอโรพลาสต์ ปฏิกิริยามืดอาจเกิดในที่ที่มีแสง ในธรรมชาติ หรือบริเวณที่ได้รับแสงตลอดเวลา โดยจะเกิดขึ้นตลอดเวลา และเกิดพร้อมกันกับปฏิกิริยาแสงในพืช



ปฏิกิริยามืดเป็นปฏิกิริยาที่มีการรีดิวซ์คาร์บอนไดออกไซด์
เป็นน้ำตาล มีแนวทางอยู่ 3 ประเภท คือ

- กระบวนการสังเคราะห์แสงแบบซีสาม
(C_3 - photosynthetic pathway)
- กระบวนการสังเคราะห์ด้วยแสงแบบพีชซีสี่
(C_4 - photosynthetic pathway)



แบบทดสอบหลังเรียนตอนที่ 3
เรื่อง
ปฏิกิริยาในการสังเคราะห์ด้วยแสงของพืช



คำแนะนำก่อนทำแบบทดสอบ

1. แบบทดสอบชุดที่ 3 คือ แบบทดสอบแบบถูก-ผิด
2. นักศึกษาอ่านโจทย์ให้เข้าใจก่อนตอบคำถาม
3. แกะใจคำตอบ คลิก 
4. ดูสไลด์ก่อนหน้า คลิก 
5. ไปสไลด์ถัดไป คลิก 
6. มั่นใจคำตอบ คลิก 



เริ่มทำแบบทดสอบ




แบบทดสอบหลังเรียนตอนที่ 3




1. light reaction เกิดขึ้นที่ส่วนใดของคลอโรพลาสต์

- A) Thylakoid membrane
- B) Stoma lamellae
- C) Grana

คลิก  ย้อนกลับ  ถัดไป  ตอบ 



แบบทดสอบหลังเรียนตอนที่ 3



2. ศูนย์รวมพลังงานแสง คือ

A) Reaction center


B) light reaction

C) Antena pigment


ลาง ขอมกลับ ถัดไป ตอบ

ขง ลอพบขง ๗๗๗ ๗๗๗

Question 12 of 28



แบบทดสอบหลังเรียนตอนที่ 3



3. ผลผลิตที่ได้จากปฏิกิริยาแสง คือ

A) ATP และ NADPH_2


B) ATP และ NADP

C) ADP และ NADPH_2

ลาง ขอมกลับ ถัดไป ตอบ

ขง ลอพบขง ๗๗๗ ๗๗๗

Question 13 of 28



แบบทดสอบหลังเรียนตอนที่ 3



4. เอนไซม์ที่เร่งการแตกตัวของน้ำในปฏิกิริยาแสง คือ

- A) Photolysis
- B) Photophosphorylation
- C) Photosynthesis

Question 14 of 28

การสังเคราะห์ด้วยแสงของพืช C_3





การสังเคราะห์ด้วยแสงของพืช C_3

m.calvin

ลำดับขั้นตอนการตรึงคาร์บอนไดออกไซด์ในปฏิกิริยามืด เรียกว่า วัฏจักรแคลวิน (Calvin Cycle)

1. ปฏิกิริยาการบดบังแสง (Carboxylation)
2. ปฏิกิริยารีดิวส์คาร์บอน (Carbon-reaction)
3. ปฏิกิริยารีเจนเนอเรชั่น (Regeneratuon)



ปฏิกิริยาการบดบังแสง (Carbon reaction) Calvin cycle



แหล่งที่มา : <https://www.youtube.com/watch?v=bFt4vWrbqXo>



แบบทดสอบหลังเรียนตอนที่ 4
เรื่อง
การสังเคราะห์ด้วยแสงของพืช C_3



คำแนะนำก่อนทำแบบทดสอบ

1. แบบทดสอบชุดที่ 4 คือ แบบทดสอบแบบถูก-ผิด
2. นักศึกษาอ่านโจทย์ให้เข้าใจก่อนตอบคำถาม
3. แกะใจคำตอบ คลิก
4. ดูสไลด์ก่อนหน้า คลิก
5. ไปสไลด์ถัดไป คลิก
6. มั่นใจคำตอบ คลิก



เริ่มทำแบบทดสอบ



แบบทดสอบหลังเรียนตอนที่ 4



1. วัฏจักร Calvin เกิดขึ้นที่ใดในคลอโรพลาสต์

- A) Stroma
- B) Granum
- C) Thylakoid

Question 15 of 28




แบบทดสอบหลังเรียนตอนที่ 4




2. ขั้นตอนหลักของการเกิด Calvin cycle คือ

- A) Carboxylation , Reduction , Regeneration
- B) Reduction , Regeneration , Carboxylation
- C) Regeneration, Reduction, Carboxylation

Question 16 of 28



แบบทดสอบหลังเรียนตอนที่ 4



3. การรวมตัวของ CO_2 กับ RuBP ทำให้เกิดการไม่เสถียรของสารทำให้เปลี่ยนไปเป็นสารใด

A) PGA

B) PGAL

C) PGALH


ลาง

ย้อนกลับ


ถัดไป

ตอบ

Question 17 of 28



แบบทดสอบหลังเรียนตอนที่ 4



4. PGAL ที่เกิดขึ้นจะถูกนำไปสร้างน้ำตาลชนิดใดใน cytoplasm

A) น้ำตาลกลูโคส

B) น้ำตาลซูโครส

C) น้ำตาลกาแลกโทส


ลาง

ย้อนกลับ


ถัดไป

ตอบ

Question 18 of 28



แบบทดสอบหลังเรียนตอนที่ 4




5. ตัวเลือกใดคือตัวอย่างของพืช C_3

- A) ข้าว มะม่วง
- B) สับปะรด อ้อย
- C) ขนุน มะม่วง

Question 19 of 28

การสังเคราะห์ด้วยแสงของพืช C_4



การสังเคราะห์ด้วยแสงของพืช C_4



พืชเขตร้อน เช่น อ้อย ข้าวโพด ข้าวฟ่าง พืชตระกูลหญ้าเขตร้อน



ได้สารประกอบตัวแรกที่ได้จากการตรึงคาร์บอนไดออกไซด์ คือ สารที่มีคาร์บอนไดออกไซด์



การตรึงคาร์บอนไดออกไซด์เกิดขึ้น 2 ครั้ง คือ

ครั้งที่ 1 เกิดขึ้นในมีโซฟิลล์ของใบ (Mesophyll cell)

ครั้งที่ 2 เกิดขึ้นในท่อลำเลียงในใบ (Bundle sheath)



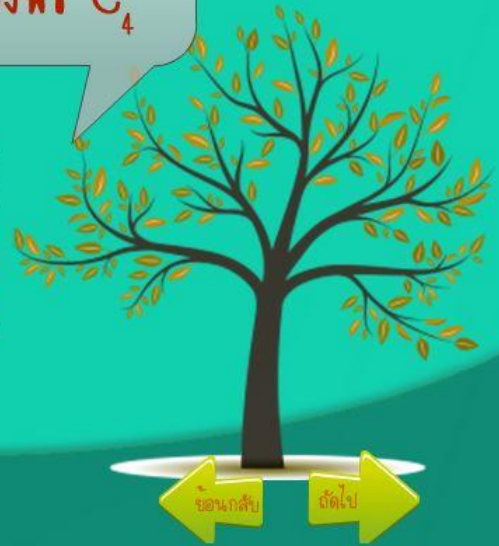
กลไกการเพิ่มความเข้มข้นของคาร์บอนไดออกไซด์ในพืช C_4



แหล่งที่มา : <https://www.youtube.com/watch?v=9CsFu5HIP>



แบบทดสอบหลังเรียนตอนที่ 5
เรื่อง
การสังเคราะห์ด้วยแสงของพืช C₄



คำแนะนำก่อนทำแบบทดสอบ

1. แบบทดสอบชุดที่ 5 คือ แบบทดสอบแบบถูก-ผิด
2. นักศึกษาอ่านโจทย์ให้เข้าใจก่อนตอบคำถาม
3. แกะใจคำตอบ คลิก
4. ดูปฏิทินก่อนหน้า คลิก
5. ไปสไลด์ถัดไป คลิก
6. มั่นใจคำตอบ คลิก



เริ่มทำแบบทดสอบ

 แบบทดสอบหลังเรียนตอนที่ 5 

1. ตัวอย่างของพืช C_4 คือ

A) ข้าวโพด ข้าวฟ่าง

B) ถั่ว กระจับปี่

C) อ้อย มันสำปะหลัง



Copyright © 2014

 แบบทดสอบหลังเรียนตอนที่ 5 

2. โครงสร้างของพืช C_4 เป็นแบบ Kranz anatomy
ข้อใดถูกต้อง

A) ประกอบด้วย Epidermal cells , Mesophyll cells , Bundle sheath cells

B) ประกอบด้วย Epidermal cells , Mesophyll cells

C) ประกอบด้วย Epidermal cells



Copyright © 2014

แบบทดสอบหลังเรียนตอนที่ 5

3. กระบวนการสังเคราะห์ด้วยแสงของพืช C_4 พบได้ที่ใด

- A) Mesophyll cells , Bundle sheath cells
- B) Epidermal cells , Bundle sheath cells
- C) Stroma , Bundle sheath cells

แบบทดสอบหลังเรียนตอนที่ 5

4. สารประกอบตัวแรกจากการตรึง CO_2 ที่พืชสร้างขึ้น เป็นสารประกอบอินทรีย์ชนิดใด

- A) Oxaloacetate
- B) Pyruvate
- C) Malic acid



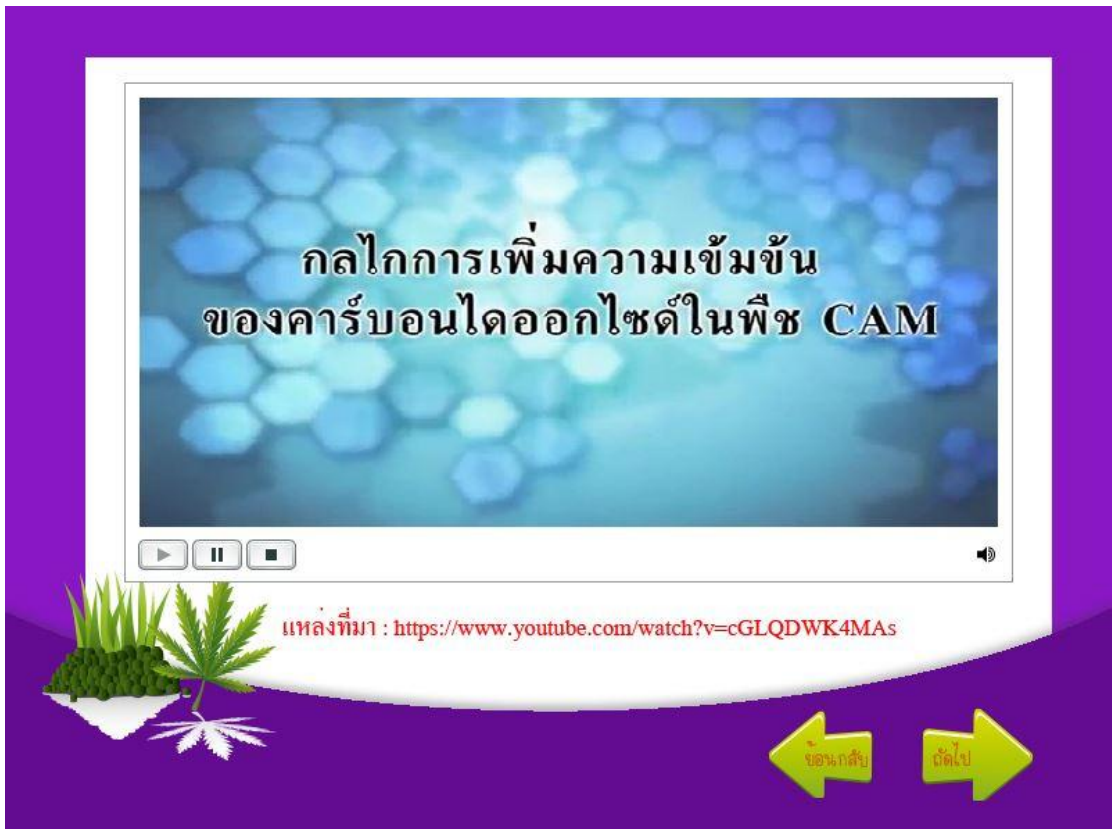
การสังเคราะห์ด้วยแสงของพืช CAM

พบกระบวนการครั้งแรกในพืช วงศ์ Crassulaceae และพบได้ในพืชที่ขึ้นในที่แห้งแล้งพวกซีโรไฟท์ (Xerophyte) ได้แก่ พืชอวบน้ำ (Succulent) ตะบองเพชร กล้วยไม้ อะกาเว รวมทั้งสับปะรด

พบว่าการตรึงคาร์บอนไดออกไซด์ต่างจากพืชซีสามและพืชซีสี่โดยพืชกลุ่มดังกล่าวมีการปรับตัวให้เจริญได้ในสภาพแวดล้อมที่มีอุณหภูมิสูงขาดแคลนน้ำ

กลไกการเพิ่มความเข้มข้น
ของคาร์บอนไดออกไซด์ในพืช CAM

แหล่งที่มา : <https://www.youtube.com/watch?v=cGLQDWK4MAs>



แบบทดสอบหลังเรียนตอนที่ 6
เรื่อง
การสังเคราะห์ด้วยแสงของพืช CAM



คำแนะนำก่อนทำแบบทดสอบ

1. แบบทดสอบชุดที่ 6 คือ แบบทดสอบแบบถูก-ผิด
2. นักศึกษาอ่านโจทย์ให้เข้าใจก่อนตอบคำถาม
3. แกะใจคำตอบ **คลิก**
4. ดูสไลด์ก่อนหน้า **คลิก**
5. ไปสไลด์ถัดไป **คลิก**
6. มั่นใจคำตอบ **คลิก**



เริ่มทำแบบทดสอบ




แบบทดสอบหลังเรียนตอนที่ 6



1. พืชปกติใช้น้ำในปริมาณเท่าใดในการสร้างอาหาร 1 Kg

- A) 100 Kg
- B) 1,000 Kg
- C) 10 Kg





 แบบทดสอบหลังเรียนตอนที่ 6 

2. ความชื้นสัมพัทธ์ในอากาศสูงทำให้การคายน้ำของพืชเป็นอย่างไร

- A) เพิ่มขึ้น
- B) ต่ำลง
- C) คงที่




Question 25 of 28

 แบบทดสอบหลังเรียนตอนที่ 6 

3. พืช CAM มีการปิด- เปิดของปากใบอย่างไร

- A) ปิดปากใบในตอนกลางวัน และเปิดปากใบในตอนกลางคืน
- B) เปิดปากใบในตอนกลางวัน และปิดปากใบในตอนกลางคืน
- C) เปิดปากใบในตอนกลางวัน และเปิดปากใบในตอนกลางคืน



Question 26 of 28



แบบทดสอบหลังเรียนตอนที่ 6



4. พืช CAM เมื่อมีการเปลี่ยนจาก malate เป็น malic acid แล้วนำไปเก็บไว้ส่วนใด

- A) Chloroplast
- B) Vacuole
- C) Bundle sheath



Question 27 of 28



แบบทดสอบหลังเรียนตอนที่ 6



5. ตอนกลางวันพืช CAM มีกระบวนการตรึงคาร์บอนไดออกไซด์หรือไม่ อย่างไร

- A) มี , แล้วนำ CO_2 เข้าสู่ Calvin cycle
- B) ไม่มี , เนื่องจาก CO_2 จะตรึงในตอนกลางคืนเท่านั้น
- C) ไม่มี เนื่องจาก CO_2 ไม่เกี่ยวข้องกับการตรึงคาร์บอนไดออกไซด์



Question 28 of 28

มาดูคะแนนกันนะคะ

คะแนนที่ได้	17
คะแนนเต็มทั้งหมด	28
จำนวนข้อที่ตอบถูก	17
จำนวนข้อทั้งหมด	28
% ของการทำแบบทดสอบ	61%
ความพยายามในการทำ	1

ถัดไป

ดูเฉลยคะ



ไม่อยากเลยใช่ไหมล่ะ:

จบการนำเสนอ



ออกจากระบบ

ตาราง 8 แสดงการวิเคราะห์จำนวนข้อสอบตามวัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรมในแต่ละหน่วยการเรียนรู้

วัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรม	พฤติกรรม				หมายเหตุ
	จำ	ใจ	ใช้	วิ	
หน่วยที่ 1 ความหมายและองค์ประกอบของ					
การสังเคราะห์ด้วยแสงของพืช					
1. ผู้เรียนสามารถอธิบายความหมายของการสังเคราะห์ด้วยแสงของพืชได้			1		
2. ผู้เรียนสามารถเขียนและอธิบายสมการการสังเคราะห์ด้วยแสงของพืชได้			1		
3. ผู้เรียนสามารถบอกถึงแหล่งที่มีการสังเคราะห์ด้วยแสงของพืชได้				1	
4. ผู้เรียนบอกองค์ประกอบในการสังเคราะห์ด้วยแสงของพืชได้				1	
5. ผู้เรียนอธิบายถึงหน้าที่ ความสำคัญ โครงสร้าง ปริมาณการนำไปใช้ กระบวนการทำงาน ขององค์ประกอบแต่ละอย่างที่เกี่ยวข้องกับการสังเคราะห์ด้วยแสงได้					1
หน่วยที่ 2 ปัจจัยที่มีผลต่อการสังเคราะห์ด้วยแสงของพืช					
1. ผู้เรียนบอกปัจจัยที่ส่งผลต่อการสังเคราะห์ด้วยแสงของพืชได้			1		
2. ผู้เรียนอธิบายถึงปัจจัยแต่ละอย่างที่ส่งผลต่อการสังเคราะห์ด้วยแสงได้				1	1
หน่วยที่ 3 ปฏิกริยาเคมีในกระบวนการสังเคราะห์ด้วยแสงของพืช					
1. ผู้เรียนสามารถอธิบายถึงปฏิกริยาใช้แสง (Light reaction) ในกระบวนการสังเคราะห์ด้วยแสงของพืชได้			1	1	1

ตาราง 8 (ต่อ)

วัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรม	พฤติกรรม				หมายเหตุ
	จำ	ใจ	ใช้	วิ	
2. ผู้เรียนสามารถบอกบริเวณที่เกิดปฏิกิริยา ใช้แสงได้	1				
3. ผู้เรียนสามารถอธิบายการถ่ายทออดีเล็กตรอน แบบเป็นวัฏจักรที่เกิดขึ้นในปฏิกิริยาใช้แสงได้			1		
4. อธิบายการถ่ายทออดีเล็กตรอนแบบไม่เป็นวัฏจักร ที่เกิดขึ้นในปฏิกิริยาใช้แสงได้	1				
5. ผู้เรียนสามารถบอกสิ่งที่ได้จากการเกิดปฏิกิริยา ใช้แสงได้				1	
6. ผู้เรียนอธิบายการนำสิ่งที่ได้จากการเกิดปฏิกิริยา ใช้แสงไปใช้ได้		1			
7. ผู้เรียนสามารถอธิบายถึงปฏิกิริยาไม่ใช้แสง (Dark reaction) ในกระบวนการสังเคราะห์ ด้วยแสงของพืชได้	1		1		
8. ผู้เรียนสามารถบอกบริเวณที่เกิดปฏิกิริยา ไม่ใช้แสงได้	1				
9. ผู้เรียนสามารถอธิบายเกี่ยวกับวัฏจักรคัลวิน (Calvin cycle) ได้				1	
หน่วยที่ 4 การสังเคราะห์ด้วยแสงของพืช C₃					
1. ผู้เรียนสามารถอธิบายลักษณะของพืช C ₃ ได้			1		
2. ผู้เรียนสามารถอธิบายกระบวนการสังเคราะห์ ด้วยแสงของพืช C ₃ ได้			1		
3. ผู้เรียนสามารถบอกสิ่งที่ได้จากการสังเคราะห์ ด้วยแสงของพืช C ₃ ได้	1				

ตาราง 8 (ต่อ)

วัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรม	พฤติกรรม				หมายเหตุ
	จำ	ใจ	ใช้	วิ	
หน่วยที่ 5 การสังเคราะห์ด้วยแสงของพืช C₄					
1. ผู้เรียนสามารถอธิบายลักษณะของพืช C ₄ ได้	1				
2. ผู้เรียนสามารถอธิบายกระบวนการสังเคราะห์ด้วยแสงของพืช C ₄ ได้		1			
3. ผู้เรียนสามารถบอกสิ่งที่ได้จากการสังเคราะห์ด้วยแสงของพืช C ₄ ได้				1	
หน่วยที่ 6 การสังเคราะห์ด้วยแสงของพืช CAM					
1. ผู้เรียนสามารถอธิบายลักษณะของพืช C ₄ ได้		1			
2. ผู้เรียนสามารถอธิบายกระบวนการสังเคราะห์ด้วยแสงของพืช C ₄ ได้				1	
3. ผู้เรียนสามารถบอกสิ่งที่ได้จากการสังเคราะห์ด้วยแสงของพืช C ₄ ได้		1			
4. ผู้เรียนสามารถบอกความสำคัญ ข้อแตกต่างระหว่างพืช C ₃ , C ₄ และพืช CAM ได้				1	
รวม	10	10	3	7	ข้อสอบ รวม 30 ข้อ

แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนก่อนและหลังเรียน
เรื่อง การสังเคราะห์ด้วยแสงของพืช (Photosynthesis) สำหรับนักศึกษาปริญญาตรี
มหาวิทยาลัยราชภัฏสงขลา

คำชี้แจง: จงอ่านคำชี้แจงให้เข้าใจก่อนทำแบบทดสอบ

1. แบบทดสอบมี 2 ตอน คือ

ตอนที่ 1 แบบทดสอบแบบปรนัยชนิดเลือกตอบ 5 ตัวเลือก จำนวน 30 ข้อ ข้อละ 1 คะแนน ให้
นักศึกษาตอบโดยทำเครื่องหมายกากบาท (X) ลงใน ของตัวเลือกในกระดาษคำตอบที่เห็นว่า
ถูกต้องที่สุดเพียงข้อเดียว

ตอนที่ 2 แบบทดสอบอัตนัยจำนวน 6 ข้อ แบ่งออกเป็นข้อย่อย รวม 10 คะแนน ให้นักศึกษาตอบ
โดยการเขียนคำตอบที่ถูกต้องลงในตัวข้อสอบที่กำหนดให้

2. แบบทดสอบชุดนี้ใช้เวลาในการทำข้อสอบ 60 นาทีและเมื่อหมดเวลาให้ส่งแบบทดสอบทันที

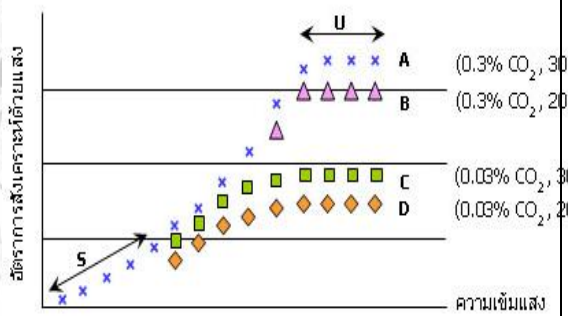
3. ไม่อนุญาตให้นักศึกษาใช้เครื่องคำนวณ และเครื่องมือสื่อสารทุกชนิดขณะทำการสอบ

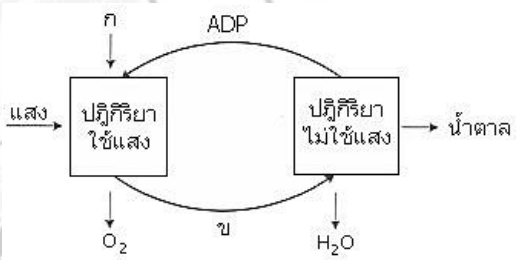
แบบทดสอบ

เรื่อง การสังเคราะห์ด้วยแสงของพืช (photosynthesis)

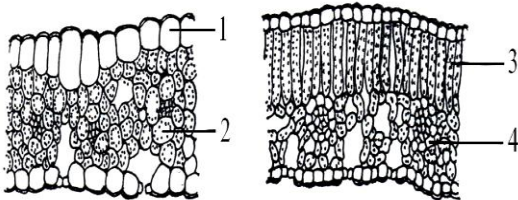
<p>คำสั่ง : เลือกตอบคำถามที่ต้องเพียงคำตอบเดียว</p> <p>1. กระบวนการสังเคราะห์ด้วยแสง หมายถึง กระบวนการที่พืชและสิ่งมีชีวิตใช้แสงในกระบวนการใด (ความจำ)</p> <p>ก. เปลี่ยนพลังงานแสงให้มาอยู่ในรูปของพลังงานเคมีที่อยู่ในโมเลกุลของสารอินทรีย์ที่สร้างขึ้น</p> <p>ข. เปลี่ยนพลังงานแสงให้มาอยู่ในรูปของพลังงานเคมีที่อยู่ในโมเลกุลของสารอนินทรีย์ที่สร้างขึ้น</p> <p>ค. เปลี่ยนพลังงานแสงให้มาอยู่ในรูปของพลังงานความร้อนที่อยู่ในโมเลกุลของสารอินทรีย์ที่สร้างขึ้น</p> <p>ง. เปลี่ยนพลังงานแสงให้มาอยู่ในรูปของพลังงานความร้อนที่อยู่ในโมเลกุลของสารอนินทรีย์ที่สร้างขึ้น</p> <p>จ. เปลี่ยนพลังงานแสงให้มาอยู่ในรูปของพลังงานความร้อนที่อยู่ในโมเลกุลของสารอินทรีย์และอนินทรีย์ที่สร้างขึ้น</p> <p>2. ข้อใดคือส่วนของคลอโรพลาสต์ ที่เรียกว่า “ลามลลา” (ความจำ)</p> <p>ก. ชั้นของกรานาที่ซ้อนกัน</p> <p>ข. ชั้นของกรานากับสโตรมาวมารวมกัน</p> <p>ค. ชั้นของคลอโรฟิลล์ที่ซ้อนเป็นชั้น</p> <p>ง. ชั้นที่มีเอนไซม์สำหรับปฏิกิริยาสังเคราะห์ด้วยแสงของพืช</p> <p>จ. ชั้นที่มีรงควัตถุสำหรับปฏิกิริยาสังเคราะห์ด้วยแสงของพืช</p>	<p>3. ข้อใดเป็นเหตุผลที่มีการสังเคราะห์แสงของพืชในน้ำทะเล (ความเข้าใจ)</p> <p>ก. มีสัตว์น้ำอาศัยเป็นอยู่เป็นจำนวนมาก</p> <p>ข. มีพืชน้ำและสาหร่ายเป็นจำนวนมาก</p> <p>ค. มีพื้นที่มากที่สุด 3 ใน 4 ของโลก</p> <p>ง. มีสารคลอโรฟิลล์ในน้ำทะเล</p> <p>4. รงควัตถุชนิดใดที่ใช้ในการสังเคราะห์แสงของใบกะหล่ำปลีสีม่วง (ความเข้าใจ)</p> <p>ก. คลอโรฟิลล์</p> <p>ข. แคโรทีนอยด์</p> <p>ค. คลอโรฟิลล์และแคโรทีนอยด์</p> <p>ง. แคโรทีนอยด์และแอนโทไซยานิน</p> <p>จ. คลอโรฟิลล์, แคโรทีนอยด์และแอนโทไซยานิน</p> <p>5. บริเวณใดที่เกิดการสังเคราะห์ด้วยแสงของใบโกสน (การวิเคราะห์)</p> <p>ก. เฉพาะส่วนที่มีสีเขียวเท่านั้น</p> <p>ข. ส่วนที่มีสีแดงและสีเหลือง</p> <p>ค. ส่วนที่มีเขียวและสีเหลือง</p> <p>ง. ส่วนที่มีสีเขียวและสีแดง</p> <p>จ. ทุกส่วนที่มีสี</p> <p>6. ตัวเลือกใดไม่ใช่องค์ประกอบของการสังเคราะห์ด้วยแสงของพืช (ความจำ)</p> <p>ก. น้ำ</p> <p>ข. แสง</p> <p>ค. ความร้อน</p> <p>ง. คลอโรฟิลล์</p> <p>จ. เอนไซม์และโคเอนไซม์</p>
--	--

<p>7. การติดหลอดไฟสีใดที่ช่วยให้<u>ไม่เกิดตะไคร้จับตู้ปลา</u> (การนำไปใช้)</p> <p>ก. ฟ้า</p> <p>ข. ขาว</p> <p>ค. แดง</p> <p>ง. เขียว</p> <p>จ. น้ำเงิน</p> <p>8. สารข้อใดเมื่อใส่ในของผสมที่มีคลอโรพลาสต์แล้ว จะทำให้น้ำในของผสมแตกตัวได้ออกซิเจน (การวิเคราะห์)</p> <p>ก. CO₂</p> <p>ข. NADP+</p> <p>ค. กรดไพรูวิก</p> <p>ง. แกลือเฟอรัส</p> <p>จ. สารรับอิเล็กตรอน</p> <p>9. ข้อใดไม่เป็นจริงเกี่ยวกับการสังเคราะห์ด้วยแสงของพืช (ความเข้าใจ)</p> <p>1. ผลิตออกซิเจน กลูโคส และน้ำ</p> <p>2. มีการลำเลียงอิเล็กตรอนจากน้ำไปให้โมเลกุลของคลอโรฟิลล์</p> <p>3. การตรึงคาร์บอนไดออกไซด์เกิดขึ้นในตอนกลางวัน</p> <p>4. เกิดที่ใบพืชเนื่องจากใบมีโครงสร้างที่เหมาะสมต่อการรับแสงและแลกเปลี่ยนก๊าซ</p> <p>ก. 1 และ 2</p> <p>ข. 2 และ 3</p> <p>ค. 1 และ 3</p> <p>ง. 2 และ 4</p> <p>จ. 1 2 3 และ 4</p>	<p>10. ข้อใดเป็นปฏิกิริยาแรกที่เกิดขึ้นในกระบวนการสังเคราะห์แสงของพืช (ความจำ)</p> <p>ก. Photophosphorylation</p> <p>ข. Photorespiration</p> <p>ค. Photo-oxidation</p> <p>ง. Phototropism</p> <p>จ. Photolysis</p> <p>11. ตัวเล็อกใดเป็นลำดับการเคลื่อนย้ายอิเล็กตรอนจากโมเลกุลของน้ำในกระบวนการสังเคราะห์ด้วยแสง (การวิเคราะห์)</p> <p>ก. H₂O, P-680, ตัวนำอิเล็กตรอน, P-700, NADPH</p> <p>ข. H₂O, P-700, ตัวนำอิเล็กตรอน, P-680, NADPH</p> <p>ค. H₂O, ตัวนำอิเล็กตรอน, P-680, P-700, NADPH</p> <p>ง. H₂O, P-680, ตัวนำอิเล็กตรอน, P-700, NADPH</p> <p>จ. H₂O, P-680, P-700, ตัวนำอิเล็กตรอน, NADPH</p> <p>12. กิจกรรมในข้อใดอาศัยพลังงาน ATP ที่ได้จากกระบวนการสังเคราะห์ด้วยแสงของพืช (ความเข้าใจ)</p> <p>ก. การตรึง CO₂</p> <p>ข. การสร้าง RuBP</p> <p>ค. การลำเลียง CO₂ เข้าสู่เซลล์</p> <p>ง. การแตกตัวโมเลกุลของน้ำได้ H⁺ และ O₂</p> <p>จ. การลำเลียงอิเล็กตรอนของน้ำไปให้คลอโรฟิลล์</p>
---	--

<p>13. ข้อใดมีการเกิดกระบวนการสังเคราะห์แสงของพืช (ความเข้าใจ)</p> <p>ก. กลางวันเท่านั้น</p> <p>ข. ไม่เกิดตอนกลางคืน</p> <p>ค. เฉพาะเวลาที่มีแดดจัด</p> <p>ง. ตลอดเวลาที่มีแสงสว่าง</p> <p>จ. กลางคืนน้อยกว่ากลางวัน</p> <p>14. พลังงานแสงเปลี่ยนเป็นพลังงานเคมีถูกเก็บไว้ในสารใด (ความจำ)</p> <p>ก. ATP</p> <p>ข. NADPH</p> <p>ค. ATP และ NADPH</p> <p>ง. NADPH และ $FADH_2$</p> <p>จ. ATP , NADPH และ $FADH_2$</p> <p>15. สารอินทรีย์ในตัวเลือกใดเกี่ยวข้องกับการผลิต ATP ในกระบวนการสังเคราะห์ด้วยแสง (ความจำ)</p> <p>ก. NADPH</p> <p>ข. NADH</p> <p>ค. PGAL</p> <p>ง. RuBP</p> <p>จ. PGA</p> <p>16. น้ำในสระที่มีพืชน้ำอาศัยอยู่ จะมีสภาพความเป็นกรดในช่วงเวลาใด (ความเข้าใจ)</p> <p>ก. เช้า</p> <p>ข. เย็น</p> <p>ค. กลางวัน</p> <p>ง. กลางคืน</p> <p>จ. เพียงตรง</p>	<p>17. นำกระถางต้นไม้ม่าเก็บไว้ในที่มีมืด 48 ชั่วโมง ก่อนนำมาต้มในแอลกอฮอล์และทดสอบด้วยน้ำยาไอโอดีน การทดสอบนี้เป็นการทดสอบปัจจัยที่เกี่ยวกับการสังเคราะห์แสงในพืช (การนำไปใช้)</p> <p>ก. น้ำ</p> <p>ข. แสงสว่าง</p> <p>ค. คลอโรฟิลล์</p> <p>ง. น้ำตาลกลูโคส</p> <p>จ. คาร์บอนไดออกไซด์</p> <p>18. อัตราการสังเคราะห์ด้วยแสงของพืชในช่วง S และช่วง U ถูกกำจัดด้วยปัจจัยในตัวเลือกใด (การวิเคราะห์)</p>  <p>ก. ความเข้มแสง</p> <p>ข. ความเข้มข้นของ CO_2</p> <p>ค. ความเข้มแสง และ อุณหภูมิ</p> <p>ง. ความเข้มข้นของ CO_2 และ อุณหภูมิ</p> <p>จ. ความเข้มแสง , ความเข้มข้นของ CO_2 และอุณหภูมิ</p>
--	--

<p>19. พลังงานจากอิเล็กตรอนที่ปลดปล่อยออกมาและถูกเซลล์นำไปสร้างสารประกอบ ADP กระบวนการแบบนี้ เรียกว่า (ความจำ)</p> <p>ก. Calvin cycle ข. CO₂ fixation ค. phosphoglyceraldehyde ง. Cyclic photophosphorylation จ. Non-Cyclic photophosphorylation</p> <p>20. ข้อใดเป็นข้อสรุปจากการถ่ายทอดอิเล็กตรอนแบบเป็นวัฏจักร (ความเข้าใจ)</p> <p>ก. อิเล็กตรอน 1 คู่ สร้าง ATP ได้ 1 อณู ข. อิเล็กตรอน 1 คู่ สร้าง ATP ได้ 2 อณู ค. อิเล็กตรอน 2 คู่ สร้าง ATP ได้ 1 อณู ง. อิเล็กตรอน 1 คู่ สร้าง ATP ได้ 2 อณู จ. อิเล็กตรอน 2 คู่ สร้าง ATP ได้ 2 อณู</p> <p>21. ข้อใดเป็นน้ำตาลตัวแรกที่ได้จากการสังเคราะห์ด้วยแสงของพืช (ความจำ)</p> <p>ก. PGAL จากวัฏจักรคัลวิน ข. กลูโคสจากวัฏจักรคัลวิน ค. กลูโคสจากไซโทพลาสซึม ง. ฟรักโทสจากไซโทพลาสซึม จ. กาแลกโทสจากไซโทพลาสซึม</p> <p>22. ข้อความใดที่ใช้ในการอธิบายความหมายของ dark reaction ในกระบวนการสังเคราะห์ด้วยแสงได้ถูกต้องที่สุด (ความเข้าใจ)</p> <p>ก. เกิดขึ้นในที่มืด ข. เกิดขึ้นในกรานา ค. เกิดเฉพาะพืชแคม ง. เกิดได้โดยไม่ต้องใช้แสง จ. เกิดขึ้นเฉพาะพืชชั้นสูงเท่านั้น</p>	<p>23. สารประกอบอินทรีย์ที่เป็นสารตั้งต้นในกระบวนการคาร์บอนไดออกไซด์ฟิกเซชัน คือ Z (ความจำ)</p> <p>ก. CO₂ ข. PGA ค. RuBP ง. RuBP และ CO₂ จ. RuBP และ PGA</p> <p>24. สาร ก และ สาร ข จากกระบวนการสังเคราะห์ด้วยแสงของพืชในภาพข้างล่างคือ ข้อใด (การวิเคราะห์)</p>  <p>ก. H₂O และ PGA ข. CO₂ และ PGA ค. H₂O และ NADPH ง. CO₂ และ NADPH จ. PGA และ NADPH</p>
--	--

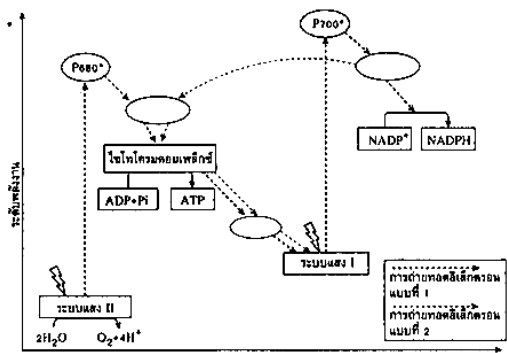
25. จากภาพตัดขวางของใบพืช 2 ชนิด เมื่อมีการสังเคราะห์ด้วยแสง ปฏิกิริยาดังสมการข้างล่างจะเกิดขึ้น มากที่เซลล์หมายเลขใด (ความเข้าใจ)



พืชชนิดที่ 1

พืชชนิดที่ 2

- ก. หมายเลข 1
- ข. หมายเลข 2
- ค. หมายเลข 3
- ง. หมายเลข 1 และ 3
- จ. หมายเลข 2 และ 4



26. ข้อใดเป็นข้อสรุปจากกระบวนการในคลอโรพลาสต์ จากภาพข้างต้น (การวิเคราะห์)

- ก. เกิดที่สโตรมาเท่านั้น
- ข. ไม่มีการเปลี่ยนรูปของพลังงาน
- ค. เป็นการถ่ายอิเล็กตรอนแบบเป็นวัฏจักร
- ง. การถ่ายทอดอิเล็กตรอนไม่เกี่ยวข้องกับกระบวนการ hydrolysis
- จ. การถ่ายทอดอิเล็กตรอนแบบที่ 1 ทำให้เกิดการสร้าง NADP และ A

27. ข้อใดเป็นข้อสรุปของการเปรียบเทียบเรื่องการตรึง CO₂ ของพืช C₃ C₄ และพืช CAM (การวิเคราะห์)

- ก. C₄ และ CAM มีจำนวนครั้งของการตรึง CO₂ ต่างกัน คือ 2 และ 1 ครั้ง ตามลำดับ
- ข. CAM ตรึง CO₂ ได้มากกว่า C₄ 3 เท่า แต่น้อยกว่าการตรึง CO₂ ของ C₃ 2 เท่า
- ค. C₃ และ CAM มีวัฏจักรคัลวินเกิดขึ้นในเวลาต่างกัน คือ กลางวันและกลางคืน ตามลำดับ
- ง. C₄ และ CAM มีเอนไซม์ที่ใช้ในการตรึง CO₂ ต่างกัน คือ PEP carboxylase และ RuBP carboxylase ตามลำดับ
- จ. CAM และ C₄ มีวัฏจักรคัลวินเกิดขึ้นในตำแหน่งที่ต่างกัน คือ Mesophyll cell และ Bundle sheath cell ตามลำดับ

28. ข้อใดเป็นคำอธิบายเกี่ยวกับพืชในทะเลทรายที่ไม่สามารถสังเคราะห์ด้วยแสงได้ดีในช่วงเที่ยงวัน (การนำไปใช้)

- ก. ผลิต ATP ได้น้อยมากเนื่องจากกระบวนการถ่ายทอดอิเล็กตรอนถูกยับยั้ง
- ข. ขาดแคลนน้ำสำหรับใช้ในกระบวนการปฏิกิริยาต้องการแสง
- ค. เอนไซม์บางชนิดถูกยับยั้งการทำงานเนื่องจากอุณหภูมิสูง
- ง. ปริมาณคาร์บอนไดออกไซด์แพร่เข้าสู่เซลล์ได้น้อยมาก
- จ. ได้รับปริมาณแสงสว่างมากเกินไปจึงทำให้ปากใบปิด

<p>29. พืชกลุ่มใดมีประสิทธิภาพในการสังเคราะห์แสงสูงสุด (ความจำ)</p> <p>ก. นุ่น สบู่ดำ ฝ้าย</p> <p>ข. หญ้า ผักตบชวา ใผ่</p> <p>ค. ขนุน มะม่วง ตะไคร้</p> <p>ง. อ้อย ข้าวโพด ข้าวฟ่าง</p> <p>จ. มันสำปะหลัง มะพร้าว ละหุ่ง</p>	<p>30. การที่ข้าวโพดสังเคราะห์แสงลดลงที่อุณหภูมิประมาณ 38°C เพราะเหตุใด (ความเข้าใจ)</p> <p>ก. การปิดปากใบเพื่อลดอัตราการคายน้ำ</p> <p>ข. การทำงานของเอนไซม์ rubisco ลดลง</p> <p>ค. ระดับความเข้มข้นของ CO₂ ต่ำเกินไป</p> <p>ง. Photosystem II ไม่ตอบสนองต่ออุณหภูมิใบที่ต่ำกว่า 45°C</p> <p>จ. Photosystem I ไม่ตอบสนองต่ออุณหภูมิใบที่ต่ำกว่า 40 °C</p>
--	--

เฉลยแบบทดสอบปรนัย

เรื่อง การสังเคราะห์ด้วยแสงของพืช (photosynthesis)

ข้อ	ก	ข	ค	ง	จ	ข้อ	ก	ข	ค	ง	จ	ข้อ	ก	ข	ค	ง	จ
1	×					11	×					21	×				
2					×	12		×				22				×	
3		×				13				×		23			×		
4			×			14			×			24			×		
5					×	15	×					25			×		
6					×	16	×					26					×
7				×		17					×	27					×
8				×		18			×			28			×		
9				×		19				×		29				×	
10			×			20	×					30		×			

ข้อสอบอัตนัย
เรื่อง การสังเคราะห์ด้วยแสงของพืช (photosynthesis)

1. จงเขียนสมการการสังเคราะห์ด้วยแสงของพืชให้ถูกต้อง (1 คะแนน)

2. กระบวนการสังเคราะห์ด้วยแสงของพืช คือ (2 คะแนน)

.....

.....

.....

.....

3. จงอธิบายปัจจัยที่ส่งผลให้กระบวนการการสังเคราะห์ด้วยแสงชะงักหรือหยุดลง (3 คะแนน)

3.1 แสง

.....

.....(1 คะแนน)

3.2 อุณหภูมิ

.....

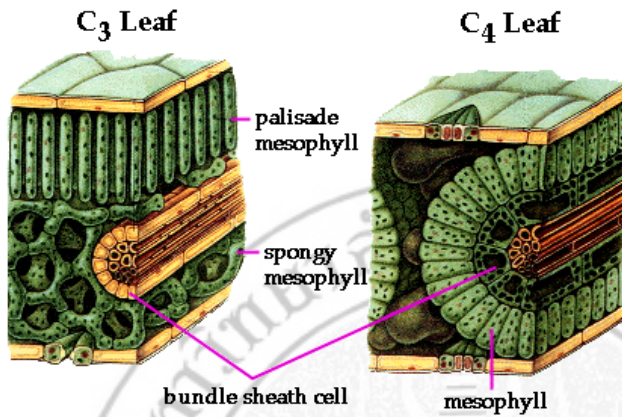
.....(1 คะแนน)

3.3 สารเคมี

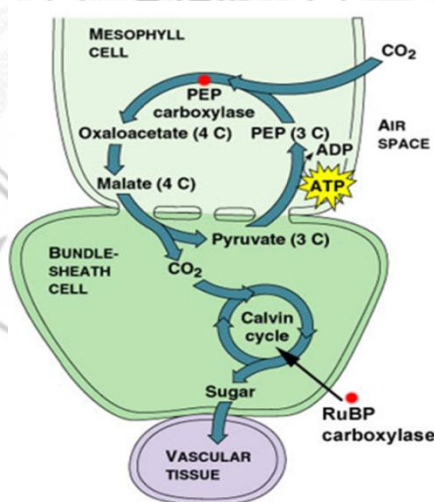
.....

.....(1 คะแนน)

4. จากภาพพืชชนิดใดสามารถตรึงก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ได้ดีกว่ากัน เพราะเหตุใด (1 คะแนน)



5. จงตอบคำถามเกี่ยวกับพืชแควให้ถูกต้อง (1 คะแนน)
- 5.1 ตัวอย่างพืชกลุ่มแคว (อย่างน้อย 2 คำตอบ) (0.5 คะแนน)
- 5.2 กรดอินทรีย์ที่ได้จากการตรึงคาร์บอนไดออกไซด์โดย PEP คือ.....(0.5 คะแนน)
6. จงตอบคำถามจากภาพให้ถูกต้อง (2 คะแนน)

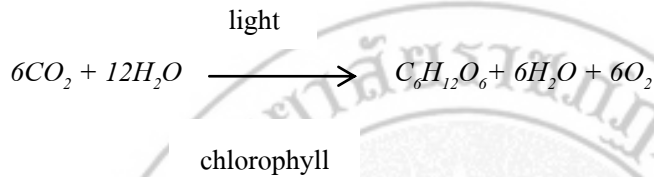


- 6.1 การตรึงคาร์บอนไดออกไซด์เกิดขึ้นครั้งที่ใด..... (1 คะแนน)
- 6.2 การสังเคราะห์น้ำตาลจะเกิดขึ้นโดย (1 คะแนน)

เฉลยข้อสอบอัตนัย

เรื่อง การสังเคราะห์ด้วยแสงของพืช (photosynthesis)

1. จงเขียนสมการการสังเคราะห์ด้วยแสงของพืชให้ถูกต้อง (1 คะแนน)



2. กระบวนการสังเคราะห์ด้วยแสงของพืช คือ (2 คะแนน)

กระบวนการสังเคราะห์ด้วยแสงของพืช คือ กระบวนการที่พืชสร้างอาหาร โดยใช้วัตถุดิบคือ คาร์บอนไดออกไซด์และไฮโดรเจนของน้ำ พืชจะใช้คลอโรฟิลล์เปลี่ยนพลังงานแสงให้เป็นพลังงานเคมีเก็บไว้ในสารประกอบพวกคาร์โบไฮเดรตหรือน้ำตาลกลูโคส และออกซิเจนเป็นผลพลอยได้ที่ได้จากกระบวนการสังเคราะห์ด้วยแสงให้คนและสัตว์ใช้ในการดำรงชีวิตต่อไป

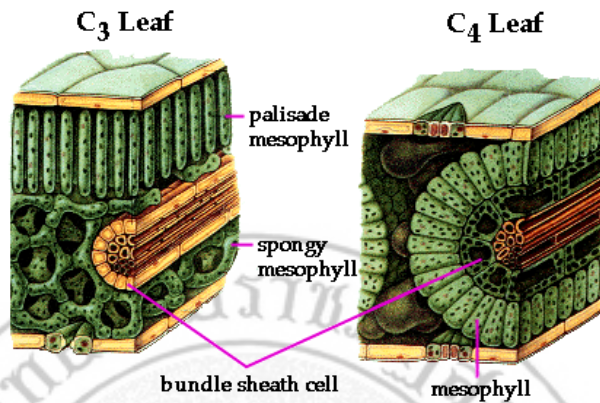
3. จงอธิบายปัจจัยที่ส่งผลให้กระบวนการการสังเคราะห์ด้วยแสงชะงักหรือหยุดลง (3 คะแนน)

3.1 แสง หากพืชได้รับแสงที่มีความเข้มมากเป็นเวลายาวนานเกินไป ก็จะมีผลทำให้กระบวนการสังเคราะห์แสงชะงักหรือหยุดลงได้ (1 คะแนน)

3.2 อุณหภูมิ ถ้าอุณหภูมิสูงหรือต่ำเกินไป จะทำให้อัตราการสังเคราะห์แสงลดต่ำลงได้ พืชจะทำการสังเคราะห์แสงได้ดีในช่วงอุณหภูมิที่พอเหมาะเท่านั้น โดยทั่วไปอุณหภูมิที่พอเหมาะจะอยู่ระหว่าง 10-35 องศาเซลเซียส (1 คะแนน)

3.3 สารเคมี สารที่มีคุณสมบัติยับยั้งการทำงานของเอนไซม์ เช่น ไซยาไนด์ อีเทอร์ คลอโรฟอร์ม ซึ่งมีผลให้กระบวนการสังเคราะห์ด้วยแสงชะงักลงได้ (1 คะแนน)

4. จากภาพเหตุใดพืช C_4 สามารถตรึงก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ได้ดีกว่าพืช C_3 (1 คะแนน)



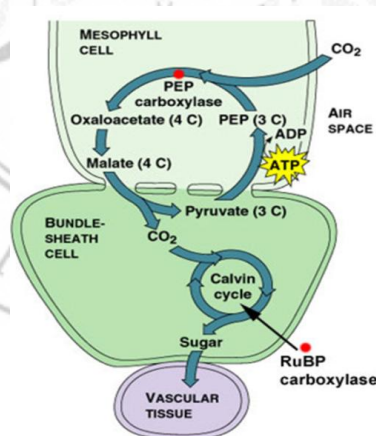
เพราะในใบของพืช C_4 นอกจากจะมีคลอโรพลาสต์อยู่ในเซลล์เนื้อใบแล้ว ยังมีคลอโรพลาสต์อยู่ในบันเดิลชีท (*bundle sheath*) ด้วย ทำให้มีการตรึงคาร์บอนไดออกไซด์มากกว่าพืช C_3

5. จงตอบคำถามเกี่ยวกับพืชแคมให้ถูกต้อง (1 คะแนน)

5.1 ตัวอย่างพืชกลุ่มแคม (ตอบอย่างน้อย 2 คำตอบ) กระบองเพชร ว่านหางจระเข้ กล้วยไม้ สับปะรด พลับพลึง (0.5 คะแนน)

5.2 กรดอินทรีย์ที่ได้จากการตรึงคาร์บอนไดออกไซด์โดย PEP คือ กรดมาลิก หรือ malic acid (0.5 คะแนน)

6. จงตอบคำถามจากภาพให้ถูกต้อง (1 คะแนน)



6.1 การตรึงคาร์บอนไดออกไซด์เกิดขึ้น 2 ครั้ง (0.5 คะแนน) ที่ ชั้นมีโซฟิลล์ หรือ mesophyll cell (0.5 คะแนน) และ ท่อลำเลียง หรือ bundle sheath (0.5 คะแนน)

6.2 การสังเคราะห์น้ำตาลจะเกิดขึ้นโดย ปฏิกิริยาของวัฏจักรคัลวิน (0.5 คะแนน)

แบบประเมินคุณภาพบทเรียนคอมพิวเตอร์มัลติมีเดีย
เรื่อง การสังเคราะห์ด้วยแสงของพืช ด้านเนื้อหา

ชื่อหัวข้อ : ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนโดยใช้บทเรียนคอมพิวเตอร์มัลติมีเดีย เรื่อง การสังเคราะห์ด้วยแสงของพืช ของนักศึกษาปริญญาตรีมหาวิทยาลัยราชภัฏสงขลา

ชื่อผู้วิจัย : นางสาวปภาวรินทร์ ชื่นนคร รหัสนักศึกษา 53G1921013 หลักสูตรครุศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิทยาศาสตร์ศึกษา วิชาเอกชีววิทยา มหาวิทยาลัยราชภัฏสงขลา เบอร์โทรติดต่อ 08-9978-5994 E-mail : paphawarin210@gmail.com

ชื่ออาจารย์ที่ปรึกษา : ดร.สุวรรณี พรหมศิริ อาจารย์ที่ปรึกษาหลัก
ดร.สชน เสนาสวัสดิ์ อาจารย์ที่ปรึกษาร่วม

ตอนที่ 1 ข้อมูลส่วนตัวของผู้เชี่ยวชาญ

คำชี้แจง โปรดกรอกรายละเอียดในช่องว่างที่กำหนดให้ตามความเป็นจริง

1. ชื่อ-สกุล

.....

2. ตำแหน่งปัจจุบัน

.....

3. สถานที่ปฏิบัติงาน

.....

4. วุฒิการศึกษาสูงสุด

จาก (สถาบันการศึกษา)

.....

คณะ/สาขาวิชา

.....

ประสบการณ์การทำงาน/การสอน

.....

.....

.....

ตอนที่ 2 รายละเอียดเกี่ยวกับแบบประเมิน

คำชี้แจง โปรดพิจารณาประเมินคุณภาพบทเรียนคอมพิวเตอร์มัลติมีเดีย เรื่อง การสังเคราะห์ด้วยแสงของพืช ด้านเนื้อหา ตามที่ท่านเห็นว่าบทเรียนมีคุณภาพด้านเนื้อหาอยู่ในระดับใด โดยทำเครื่องหมาย ✓ ลงในช่องระดับความเห็นของแต่ละข้อ โดยระดับความคิดเห็นมีเกณฑ์การให้คะแนน ดังนี้

ระดับการประเมิน	ระดับ 5	หมายถึง	มีความเหมาะสมมากที่สุด
	ระดับ 4	หมายถึง	มีความเหมาะสมมาก
	ระดับ 3	หมายถึง	มีความเหมาะสมปานกลาง
	ระดับ 2	หมายถึง	มีความเหมาะสมน้อย
	ระดับ 1	หมายถึง	มีความเหมาะสมน้อยที่สุด

ที่	รายการประเมิน	ระดับความคิดเห็น				
		1	2	3	4	5
1	ด้านเนื้อหาและการดำเนินเรื่อง					
	1.1 เนื้อหา มีความสอดคล้องกับวัตถุประสงค์					
	1.2 เนื้อหา มีความถูกต้อง ชัดเจน					
	1.3 ลำดับขั้นตอนการนำเสนอเนื้อหาเหมาะสม					
	1.4 ความชัดเจนในการนำเสนอเนื้อหา					
	1.5 ความเหมาะสมของเนื้อหากับระดับของผู้เรียน					
	1.6 การแบ่งหมวดหมู่ของเนื้อหา					
	1.7 ความทันสมัยของเนื้อหา					
	1.8 ความเหมาะสมของปริมาณเนื้อหา					
2	ด้านภาพนิ่งประกอบการนำเสนอเนื้อหา					
	2.1 ภาพนิ่ง สอดคล้องกับเนื้อหาที่นำเสนอ					
	2.2 ภาพนิ่ง สามารถสื่อความหมาย เข้าใจง่าย					
	2.3 ภาพนิ่ง มีความหมายชัดเจน เหมาะสม					

ที่	รายการประเมิน	ระดับความคิดเห็น				
		1	2	3	4	5
3	ด้านภาพเคลื่อนไหวประกอบการนำเสนอเนื้อหา					
	3.1 ภาพเคลื่อนไหวสอดคล้องกับเนื้อหาที่นำเสนอ					
	3.2 ภาพเคลื่อนไหวสามารถสื่อความหมาย เข้าใจง่าย					
	3.3 ภาพเคลื่อนไหวมีความชัดเจน เหมาะสม					
4	ด้านข้อความ ตัวอักษรประกอบการนำเสนอเนื้อหา					
	4.1 ข้อความสอดคล้องกับเนื้อหาที่นำเสนอ					
	4.2 ข้อความสื่อความหมายชัดเจน เข้าใจง่าย					
	4.3 ความเหมาะสมของภาษาที่ใช้ในการนำเสนอ					
5	ด้านเสียงบรรยายประกอบการนำเสนอเนื้อหา					
	5.1 เสียงบรรยายสอดคล้องกับเนื้อหาที่นำเสนอ					
	5.2 เสียงบรรยายสื่อความหมายได้ชัดเจน เข้าใจง่าย					
6	แบบทดสอบของบทเรียน					
	6.1 ความชัดเจนของคำสั่งแบบทดสอบ					
	6.2 จำนวนของแบบทดสอบเหมาะสมกับเนื้อหา					
	6.3 ความเหมาะสมของคำถาม					
	6.4 ความเหมาะสมของตัวเลือก					
7	เวลา					
	7.1 ความเหมาะสมของเวลาในการนำเสนอเนื้อหา แต่ละหน่วยการเรียนรู้					
	7.2 เนื้อหาทั้งหมดเหมาะสมกับเวลา					

ความคิดเห็นและข้อเสนอแนะเพิ่มเติม

.....

ลงชื่อ.....ผู้เชี่ยวชาญ

(.....)

วันที่...../...../.....

ขอกราบขอบพระคุณท่านที่ให้การอนุเคราะห์

แบบประเมินคุณภาพบทเรียนคอมพิวเตอร์มัลติมีเดีย
เรื่อง การสังเคราะห์ด้วยแสงของพืช ด้านสื่อมัลติมีเดีย

ชื่อหัวข้อ : ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนโดยใช้บทเรียนคอมพิวเตอร์มัลติมีเดีย เรื่อง การสังเคราะห์ด้วยแสงของพืช ของนักศึกษาปริญญาตรีมหาวิทยาลัยราชภัฏสงขลา

ชื่อผู้วิจัย : นางสาวปภาวรินทร์ ยี่งนคร รหัสนักศึกษา 53G1921013 หลักสูตรครุศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิทยาศาสตร์ศึกษา วิชาเอกชีววิทยา มหาวิทยาลัยราชภัฏสงขลา เบอร์โทรศัพท์ติดต่อ 08-9978-5994

E-mail : paphawarin210@gmail.com

ชื่ออาจารย์ที่ปรึกษา : ดร.สุวรรณี พรหมศิริ อาจารย์ที่ปรึกษาหลัก
ดร.สชน เสนาสวัสดิ์ อาจารย์ที่ปรึกษาร่วม

ตอนที่ 1 ข้อมูลส่วนตัวของผู้เชี่ยวชาญ

คำชี้แจง โปรดกรอกรายละเอียดในช่องว่างที่กำหนดให้ตามความเป็นจริง

1. ชื่อ-สกุล

.....

2. ตำแหน่งปัจจุบัน

.....

3. สถานที่ปฏิบัติงาน

.....

4. วุฒิการศึกษาสูงสุด

จาก (สถาบันการศึกษา)

.....

คณะ/สาขาวิชา

.....

ประสบการณ์การทำงาน/การสอน

.....

.....

.....

ตอนที่ 2 รายละเอียดเกี่ยวกับแบบประเมิน

คำชี้แจง โปรดพิจารณาประเมินคุณภาพบทเรียนคอมพิวเตอร์มัลติมีเดีย เรื่อง การสังเคราะห์ด้วยแสงของพืช ด้านเนื้อหา ตามที่ท่านเห็นว่าบทเรียนมีคุณภาพด้านเนื้อหาอยู่ในระดับใด โดยทำเครื่องหมาย ✓ ลงในช่องระดับความเห็นของแต่ละข้อ โดยระดับความคิดเห็นมีเกณฑ์การให้คะแนน ดังนี้

ระดับการประเมิน	ระดับ 5	หมายถึง	มีความเหมาะสมมากที่สุด
	ระดับ 4	หมายถึง	มีความเหมาะสมมาก
	ระดับ 3	หมายถึง	มีความเหมาะสมปานกลาง
	ระดับ 2	หมายถึง	มีความเหมาะสมน้อย
	ระดับ 1	หมายถึง	มีความเหมาะสมน้อยที่สุด

ที่	รายการประเมิน	ระดับความคิดเห็น				
		1	2	3	4	5
1	ด้านมัลติมีเดีย					
	1.1 ด้านตัวอักษร					
	1.1.1 ขนาดของตัวอักษรอ่านง่าย และชัดเจน					
	1.1.2 รูปแบบตัวอักษรสวยงาม และอ่านง่าย					
	1.1.3 ความเหมาะสมของสีตัวอักษรและสีพื้น					
	1.1.4 ความเหมาะสมในการจัดวางตัวอักษรในแต่ละเฟรม					
	1.1.5 ความถูกต้องของข้อความตามหลักภาษา					
	1.2 ด้านรูปภาพ					
	1.2.1 สีสีนของภาพ					
	1.2.2 ความชัดเจนของภาพ					
	1.2.3 ความง่ายต่อการเรียนรู้					
	1.2.4 การเร้าความสนใจของภาพ					
	1.2.5 ความสัมพันธ์ระหว่างรูปภาพกับคำบรรยาย					
	1.2.6 ขนาดความสมดุลของการจัดวางรูปภาพกับหน้าจอ					

ที่	รายการประเมิน	ระดับความคิดเห็น				
		1	2	3	4	5
	1.3 ด้านเสียง					
	1.3.1 ระดับความดังของเสียงบรรยาย					
	1.3.2 ความชัดเจนของเสียงบรรยาย					
	1.3.3 ความถูกต้องของเสียงบรรยายกับเนื้อหา					
	1.3.4 ความสอดคล้องของเสียงบรรยายกับเนื้อหา					
	1.3.5 การใช้เสียงในการสร้างความสนใจที่เหมาะสม					
	1.4 ด้านปฏิสัมพันธ์					
	1.4.1 การเชื่อมโยงเนื้อหาภายในแต่ละหน่วยการเรียนรู้					
	1.4.2 การเชื่อมโยงเนื้อหาระหว่างหน่วยการเรียนรู้					
	1.4.3 ความเหมาะสมของการโต้ตอบกับบทเรียน					
	1.4.4 การให้ผลย้อนกลับและให้การเสริมแรง					
	1.4.5 การควบคุมบทเรียนทำได้ง่ายและสะดวก					
	1.4.6 การออกจากบทเรียนทำได้สะดวก					
	1.5 ด้านภาพเคลื่อนไหว					
	1.5.1 ภาพเคลื่อนไหวมีสีสันสวยงาม เหมาะสม					
	1.5.2 ภาพเคลื่อนไหวมีความชัดเจน เหมาะสม					
	1.5.3 ภาพเคลื่อนไหวสื่อความหมายได้ชัดเจน เหมาะสม					
	1.5.4 ตำแหน่งการจัดวางภาพเคลื่อนไหว เหมาะสม					
2	ด้านเนื้อหาและการนำเสนอ					
	2.1 เนื้อหาบทเรียนครอบคลุมวัตถุประสงค์					
	2.2 การแยกย่อยเนื้อหาเหมาะสมกับวัตถุประสงค์					
	2.3 การจัดลำดับขั้นนำเสนอเนื้อหา					
	2.4 ความถูกต้องของเนื้อหา					
	2.5 ความชัดเจนในการอธิบายเนื้อหา					
	2.6 เนื้อหาเหมาะสมกับระดับความรู้ของผู้เรียน					
	2.7 ความน่าสนใจของเนื้อหาบทเรียน					

ที่	รายการประเมิน	ระดับความคิดเห็น				
		1	2	3	4	5
3	ด้านการวัดและประเมินผล					
	3.1 รูปแบบการนำเสนอข้อสอบเหมาะสม					
	3.2 ความเหมาะสมของขนาดตัวอักษร ของข้อความและตัวเลือก					
	3.3 ความเหมาะสมของสีพื้นหลังของข้อสอบ					
	3.4 รายงานผลการเรียนเข้าใจง่าย					
	3.5 การสรุปผลคะแนนรวมหลังแบบทดสอบ					
	3.6 ความเหมาะสมของจำนวนข้อในแบบทดสอบ					
	3.7 ความเหมาะสมของชนิดข้อสอบ					
4	ด้านอื่น ๆ					
	4.1 การออกแบบจอภาพเป็นมาตรฐานเดียวกัน					
	4.2 การออกแบบกราฟิกน่าสนใจและดึงดูดความสนใจ					
	4.3 การผสมผสานสื่อมัลติมีเดียต่าง ๆ เข้าด้วยกัน					

ความคิดเห็นและข้อเสนอแนะเพิ่มเติม

.....

.....

.....

.....

.....

ลงชื่อ.....ผู้เชี่ยวชาญ

(.....)

วันที่...../...../.....

ขอกราบขอบพระคุณท่านที่ให้การอนุเคราะห์

แบบประเมินความพึงพอใจของผู้เรียนที่มีต่อบทเรียนคอมพิวเตอร์มัลติมีเดีย

เรื่อง การสังเคราะห์ด้วยแสงของพืช

ชื่อหัวข้อ : ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนโดยใช้บทเรียนคอมพิวเตอร์มัลติมีเดีย เรื่อง การสังเคราะห์ด้วยแสงของพืช ของนักศึกษาปริญญาตรีมหาวิทยาลัยราชภัฏสงขลา

ชื่อผู้วิจัย : นางสาวปภาวรินทร์ ยั่งยืน รหัสนักศึกษา 53G1921013 หลักสูตรครุศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิทยาศาสตร์ศึกษา วิชาเอกชีววิทยา มหาวิทยาลัยราชภัฏสงขลา เบอร์โทรศัพท์ต่อ 08-9978-5994

E-mail : paphawarin210@gmail.com

ชื่ออาจารย์ที่ปรึกษา : ดร.สุวรรณี พรหมศิริ อาจารย์ที่ปรึกษาหลัก
ดร.สธน เสนาสวัสดิ์ อาจารย์ที่ปรึกษาร่วม

ตอนที่ 1 ข้อมูลส่วนตัวของผู้เชี่ยวชาญ

คำชี้แจง โปรดกรอกรายละเอียดในช่องว่างที่กำหนดให้ตามความเป็นจริง

1. ชื่อ-สกุล

.....

2. ตำแหน่งปัจจุบัน

.....

3. สถานที่ปฏิบัติงาน

.....

4. วุฒิการศึกษาสูงสุด

จาก (สถาบันการศึกษา)

.....

คณะ/สาขาวิชา

.....

ประสบการณ์การทำงาน/การสอน

.....

.....

.....

ตอนที่ 2 รายละเอียดเกี่ยวกับแบบประเมิน

คำชี้แจง โปรดพิจารณาประเมินคุณภาพบทเรียนคอมพิวเตอร์มัลติมีเดีย เรื่อง การสังเคราะห์ด้วยแสงของพืช ด้านเนื้อหา ตามที่ท่านเห็นว่าบทเรียนมีคุณภาพด้านเนื้อหาอยู่ในระดับใด โดยทำเครื่องหมาย ✓ ลงในช่องระดับความเห็นของแต่ละข้อ โดยระดับความคิดเห็นมีเกณฑ์การให้คะแนน ดังนี้

ระดับการประเมิน	ระดับ 5	หมายถึง	มีความเหมาะสมมากที่สุด
	ระดับ 4	หมายถึง	มีความเหมาะสมมาก
	ระดับ 3	หมายถึง	มีความเหมาะสมปานกลาง
	ระดับ 2	หมายถึง	มีความเหมาะสมน้อย
	ระดับ 1	หมายถึง	มีความเหมาะสมน้อยที่สุด

ที่	หัวข้อการประเมิน	ระดับการประเมิน				
		1	2	3	4	5
ด้านความรู้และประโยชน์การใช้งาน						
1	ผู้เรียนได้รับความรู้ความเข้าใจเพิ่มขึ้นหลังจากเรียนรู้ผ่านบทเรียนคอมพิวเตอร์มัลติมีเดีย					
2	ผู้เรียนสามารถนำความรู้ที่ได้รับจากบทเรียนไปประยุกต์ใช้ในชีวิตประจำวันได้					
ด้านเทคนิคการสอน						
3	ส่วนนำเข้าบทเรียนมีความเข้าใจ และน่าสนใจ					
4	บทเรียนมีความน่าสนใจ และดึงดูด					
ด้านสื่อการสอน						
5	การแบ่งหัวข้อของเนื้อหาชัดเจนไม่สับสน					
6	การนำเสนอเนื้อหาต่อการทำความเข้าใจ					
7	ปริมาณของเนื้อหาเหมาะสม ไม่มาก ไม่น้อยเกินไป					
8	สีเส้นของบทเรียน และความสวยงามบนจอ					
9	ตัวอักษรชัดเจน อ่านง่าย					
10	ภาพประกอบมีความสวยงามคมชัด					
11	วิธีทัศน์ถ่ายทอดได้ชัดเจน เข้าใจง่าย และน่าสนใจ					
12	การใช้งานบทเรียนง่าย และสะดวก					

ที่	หัวข้อการประเมิน	ระดับการประเมิน				
		1	2	3	4	5
ด้านระยะเวลา						
13	ระยะเวลาในการศึกษาบทเรียนแต่ละหน่วยมีความเหมาะสม					
ด้านการวัดและประเมินผล						
14	มีการวัดผลและประเมินผลหลากหลายวิธี					
15	การวัดผลและประเมินผลเหมาะสมกับเนื้อหาวิชา					
16	มีการวัดผลและประเมินผลอย่างต่อเนื่อง สม่ำเสมอ					

ความคิดเห็นและข้อเสนอแนะเพิ่มเติม

.....

.....

.....

.....

.....

ลงชื่อ.....ผู้เชี่ยวชาญ

(.....)

วันที่...../...../.....

ขอกราบขอบพระคุณท่านที่ให้การอนุเคราะห์

แบบสอบถามความพึงพอใจที่มีต่อบทเรียนคอมพิวเตอร์มัลติมีเดีย
เรื่อง การสังเคราะห์ด้วยแสงของพืช

ตอนที่ 1 : ข้อมูลทั่วไปของผู้ตอบแบบสอบถาม

ชื่อ.....นามสกุล.....รหัสนักศึกษา.....
สถาบัน.....ชั้นปี.....
อายุ.....ปี.....เพศ ชาย หญิง

ตอนที่ 2 : ประเมินความพึงพอใจในการใช้งาน

คำชี้แจง โปรดทำเครื่องหมายถูก ✓ ลงในช่องระดับที่ตรงกับความพึงพอใจของนักศึกษามากที่สุด โดยกำหนดระดับความพึงพอใจเป็น ดังนี้

ระดับ 5 หมายถึง มีความเหมาะสมมากที่สุด
ระดับ 4 หมายถึง มีความเหมาะสมมาก
ระดับ 3 หมายถึง มีความเหมาะสมปานกลาง
ระดับ 2 หมายถึง มีความเหมาะสมน้อย
ระดับ 1 หมายถึง มีความเหมาะสมน้อยที่สุด

ที่	รายการประเมิน	ระดับความพึงพอใจ				
		มากที่สุด	มาก	ปานกลาง	น้อย	น้อยที่สุด
ด้านความรู้และประโยชน์การใช้งาน						
1	ผู้เรียนได้รับความรู้ความเข้าใจเพิ่มขึ้นหลังจากเรียนรู้ผ่านบทเรียนคอมพิวเตอร์มัลติมีเดีย					
2	ผู้เรียนสามารถนำความรู้ที่ได้รับจากบทเรียนไปประยุกต์ใช้ในชีวิตประจำวันได้					
ด้านเทคนิคการสอน						
3	ส่วนนำเข้าบทเรียนมีความเข้าใจ และน่าสนใจ					
4	บทเรียนมีความน่าสนใจ และดึงดูด					

ที่	รายการประเมิน	ระดับความพึงพอใจ				
		มากที่สุด	มาก	ปานกลาง	น้อย	น้อยที่สุด
ด้านสื่อการสอน						
5	การแบ่งหัวข้อของเนื้อหาชัดเจนไม่สับสน					
6	การนำเสนอเนื้อหาต่อการทำความเข้าใจ					
7	ปริมาณของเนื้อหาเหมาะสม ไม่มาก ไม่น้อยเกินไป					
8	สีสันของบทเรียน และความสวยงามบนจอ					
9	ตัวอักษรชัดเจน อ่านง่าย					
10	ภาพประกอบมีความสวยงามคมชัด					
11	วีดิทัศน์ถ่ายทอดได้ชัดเจน เข้าใจง่าย และน่าสนใจ					
12	การใช้งานบทเรียนง่าย และสะดวก					
ด้านระยะเวลา						
13	ระยะเวลาในการศึกษาบทเรียนแต่ละหน่วยมีความเหมาะสม					
ด้านการวัดผลและประเมินผล						
14	มีการวัดผลและประเมินผลหลากหลายวิธี					
15	การวัดผลและประเมินผลที่เหมาะสมกับเนื้อหาวิชา					
16	มีการวัดผลและประเมินผลอย่างต่อเนื่องสม่ำเสมอ					

ความคิดเห็นและข้อเสนอแนะเพิ่มเติม

.....

.....

.....

.....

.....



ภาคผนวก ง

การหาคุณภาพเครื่องมือ

ตาราง 9 ผลการประเมินความสอดคล้อง (IOC) บทเรียนคอมพิวเตอร์มัลติมีเดียด้านเนื้อหา

รายการประเมิน	ผลการประเมินของ			$\sum R$	IOC	ผลการพิจารณา
	ผู้เชี่ยวชาญ					
	คนที่ 1	คนที่ 2	คนที่ 3			
1. ด้านเนื้อหาและการดำเนินเรื่อง						
1.1 เนื้อหาที่มีความสอดคล้องกับวัตถุประสงค์	+1	+1	+1	3	1.00	สอดคล้อง
1.2 เนื้อหาที่มีความถูกต้อง ชัดเจน	+1	+1	+1	3	1.00	สอดคล้อง
1.3 ลำดับขั้นตอนการนำเสนอเนื้อหาเหมาะสม	+1	+1	+1	3	1.00	สอดคล้อง
1.4 ความชัดเจนในการนำเสนอเนื้อหา	+1	+1	+1	3	1.00	สอดคล้อง
1.5 ความเหมาะสมของเนื้อหาที่ระดับของผู้เรียน	+1	+1	+1	3	1.00	สอดคล้อง
1.6 การแบ่งหมวดหมู่ของเนื้อหา	+1	+1	+1	3	1.00	สอดคล้อง
1.7 ความทันสมัยของเนื้อหา	+1	+1	+1	3	1.00	สอดคล้อง
1.8 ความเหมาะสมของปริมาณเนื้อหา	+1	0	+1	2	0.67	สอดคล้อง
2. ด้านภาพนิ่งประกอบการนำเสนอเนื้อหา						
2.1 ภาพนิ่งสอดคล้องกับเนื้อหาที่นำเสนอ	+1	+1	+1	3	1.00	สอดคล้อง
2.2 ภาพนิ่งสามารถสื่อความหมาย เข้าใจง่าย	+1	+1	+1	3	1.00	สอดคล้อง
2.3 ภาพนิ่งมีความหมายชัดเจน เหมาะสม	+1	+1	+1	3	1.00	สอดคล้อง
3. ด้านภาพเคลื่อนไหวประกอบการนำเสนอเนื้อหา						
3.1 ภาพเคลื่อนไหวสอดคล้องกับเนื้อหาที่นำเสนอ	+1	+1	+1	3	1.00	สอดคล้อง
3.2 ภาพเคลื่อนไหวสามารถสื่อความหมาย เข้าใจง่าย	+1	+1	+1	3	1.00	สอดคล้อง
3.3 ภาพเคลื่อนไหวมีความชัดเจน เหมาะสม	+1	+1	+1	3	1.00	สอดคล้อง
4. ด้านข้อความ ตัวอักษรประกอบการนำเสนอเนื้อหา						
4.1 ข้อความสอดคล้องกับเนื้อหาที่นำเสนอ	+1	+1	+1	3	1.00	สอดคล้อง
4.2 ข้อความสื่อความหมายชัดเจน เข้าใจง่าย	+1	+1	+1	3	1.00	สอดคล้อง
4.3 ความเหมาะสมของภาษาที่ใช้ในการนำเสนอ	+1	+1	+1	3	1.00	สอดคล้อง
5. ด้านเสียงบรรยายประกอบการนำเสนอเนื้อหา						
5.1 เสียงบรรยายสอดคล้องกับเนื้อหาที่นำเสนอ	+1	+1	+1	3	1.00	สอดคล้อง
5.2 เสียงบรรยายสื่อความหมายได้ชัดเจน เข้าใจง่าย	+1	+1	+1	3	1.00	สอดคล้อง

ตาราง 9 (ต่อ)

รายการประเมิน	ผลการประเมินของ			ΣR	IOC	ผลการพิจารณา
	ผู้เชี่ยวชาญ					
	คนที่ 1	คนที่ 2	คนที่ 3			
6. แบบทดสอบของบทเรียน						
6.1 ความชัดเจนของคำสั่งแบบทดสอบ	+1	+1	+1	3	1.00	สอดคล้อง
6.2 จำนวนของแบบทดสอบเหมาะสมกับเนื้อหา	+1	+1	+1	3	1.00	สอดคล้อง
6.3 ความเหมาะสมของคำถาม	+1	0	+1	2	0.67	สอดคล้อง
6.4 ความเหมาะสมของตัวลวง	+1	0	+1	2	0.67	สอดคล้อง
7. เวลา						
7.1 ความเหมาะสมของเวลาในการนำเสนอเนื้อหา แต่ละหน่วยการเรียนรู้	+1	+1	+1	3	1.00	สอดคล้อง
7.2 เนื้อหาทั้งหมดเหมาะสมกับเวลา	+1	0	+1	2	0.67	สอดคล้อง

ตาราง 10 ผลการประเมินความสอดคล้อง (IOC) บทเรียนคอมพิวเตอร์มัลติมีเดียด้านสื่อมัลติมีเดีย

รายการประเมิน	ผลการประเมินของ			$\sum R$	IOC	ผลการพิจารณา
	ผู้เชี่ยวชาญ					
	คนที่ 1	คนที่ 2	คนที่ 3			
1. ด้านมัลติมีเดีย						
1.1 ด้านตัวอักษร						
1.1.1 ขนาดของตัวอักษรอ่านง่าย และชัดเจน	+1	+1	+1	3	1.00	สอดคล้อง
1.1.2 รูปแบบตัวอักษรสวยงาม และอ่านง่าย	+1	+1	+1	3	1.00	สอดคล้อง
1.1.3 ความเหมาะสมของสีตัวอักษรและสีพื้น	+1	+1	+1	3	1.00	สอดคล้อง
1.1.4 ความเหมาะสมในการจัดวางตัวอักษรในแต่ละเฟรม	0	+1	+1	2	0.67	สอดคล้อง
1.1.5 ความถูกต้องของข้อความตามหลักภาษา	+1	+1	+1	3	1.00	สอดคล้อง
1.2 ด้านรูปภาพ						
1.2.1 สีสีนของภาพ	+1	+1	+1	3	1.00	สอดคล้อง
1.2.2 ความชัดเจนของภาพ	+1	+1	+1	3	1.00	สอดคล้อง
1.2.3 ความง่ายต่อการเรียนรู้	+1	+1	+1	3	1.00	สอดคล้อง
1.2.4 การเร้าความสนใจของภาพ	+1	+1	+1	3	1.00	สอดคล้อง
1.2.5 ความสัมพันธ์ระหว่างรูปภาพกับคำบรรยาย	+1	+1	+1	3	1.00	สอดคล้อง
1.2.6 ขนาดความสมดุลของการจัดวางรูปภาพกับหน้าจอ	+1	+1	+1	3	1.00	สอดคล้อง
1.3 ด้านเสียง						
1.3.1 ระดับความดังของเสียงบรรยาย	+1	+1	+1	3	1.00	สอดคล้อง
1.3.2 ความชัดเจนของเสียงบรรยาย	+1	+1	+1	3	1.00	สอดคล้อง
1.3.3 ความถูกต้องของเสียงบรรยายกับเนื้อหา	+1	+1	+1	3	1.00	สอดคล้อง
1.3.4 ความสอดคล้องของเสียงบรรยายกับเนื้อหา	+1	+1	+1	3	1.00	สอดคล้อง
1.3.5 การใช้เสียงในการเร้าความสนใจที่เหมาะสม	0	+1	+1	2	0.67	สอดคล้อง

ตาราง 10 (ต่อ)

รายการประเมิน	ผลการประเมินของ			ΣR	IOC	ผลการพิจารณา
	ผู้เชี่ยวชาญ					
	คนที่ 1	คนที่ 2	คนที่ 3			
1.4 ด้านปฏิสัมพันธ์						
1.4.1 การเชื่อมโยงเนื้อหาภายในแต่ละหน่วยการเรียนรู้	+1	+1	+1	3	1.00	สอดคล้อง
1.4.2 การเชื่อมโยงเนื้อหาระหว่างหน่วยการเรียนรู้	+1	+1	+1	3	1.00	สอดคล้อง
1.4.3 ความเหมาะสมของการโต้ตอบกับบทเรียน	+1	+1	+1	3	1.00	สอดคล้อง
1.4.4 การให้ผลย้อนกลับและให้การเสริมแรง	+1	+1	+1	3	1.00	สอดคล้อง
1.4.5 การควบคุมบทเรียนทำได้ง่ายและสะดวก	+1	+1	+1	3	1.00	สอดคล้อง
1.4.6 การออกจากบทเรียนทำได้สะดวก	+1	+1	+1	3	1.00	สอดคล้อง
1.4.7 การควบคุมบทเรียนทำได้ง่ายและสะดวก	+1	+1	+1	3	1.00	สอดคล้อง
1.5 ด้านภาพเคลื่อนไหว						
1.5.1 ภาพเคลื่อนไหวมีสีสันสวยงาม เหมาะสม	+1	+1	+1	3	1.00	สอดคล้อง
1.5.2 ภาพเคลื่อนไหวมีความชัดเจน เหมาะสม	+1	+1	+1	3	1.00	สอดคล้อง
1.5.3 ภาพเคลื่อนไหวสื่อความหมายได้ชัดเจน เหมาะสม	0	+1	+1	2	0.67	สอดคล้อง
1.5.4 ตำแหน่งการจัดวางภาพเคลื่อนไหว เหมาะสม	+1	+1	0	2	0.67	สอดคล้อง
2. ด้านเนื้อหาและการนำเสนอ						
2.1 เนื้อหาบทเรียนครอบคลุมวัตถุประสงค์	+1	+1	+1	3	1.00	สอดคล้อง
2.2 การแยกย่อยเนื้อหาเหมาะสมกับวัตถุประสงค์	+1	+1	+1	3	1.00	สอดคล้อง
2.3 การจัดลำดับขั้นนำเสนอเนื้อหา	+1	0	+1	2	0.67	สอดคล้อง
2.4 ความถูกต้องของเนื้อหา	+1	+1	+1	3	1.00	สอดคล้อง
2.5 ความชัดเจนในการอธิบายเนื้อหา	+1	+1	+1	3	1.00	สอดคล้อง
2.6 เนื้อหาเหมาะสมกับระดับความรู้ของผู้เรียน	+1	+1	+1	3	1.00	สอดคล้อง
2.7 ความน่าสนใจของเนื้อหาบทเรียน	+1	+1	+1	3	1.00	สอดคล้อง

ตาราง 10 (ต่อ)

รายการประเมิน	ผลการประเมินของ			ΣR	IOC	ผลการพิจารณา
	ผู้เชี่ยวชาญ					
	คนที่ 1	คนที่ 2	คนที่ 3			
3. ด้านการวัดและประเมินผล						
3.1 รูปแบบการนำเสนอข้อสอบเหมาะสม	+1	+1	+1	3	1.00	สอดคล้อง
3.2 ความเหมาะสมของขนาดตัวอักษร ของข้อ คำถามและตัวเลือก	+1	+1	+1	3	1.00	สอดคล้อง
3.3 ความเหมาะสมของสีพื้นหลังของข้อสอบ	+1	+1	+1	3	1.00	สอดคล้อง
3.4 รายงานผลการเรียนเข้าใจง่าย	+1	+1	+1	3	1.00	สอดคล้อง
3.5 การสรุปผลคะแนนรวมหลังแบบทดสอบ	+1	+1	+1	3	1.00	สอดคล้อง
3.6 ความเหมาะสมของจำนวนข้อ ในแบบทดสอบ	+1	+1	+1	3	1.00	สอดคล้อง
3.7 ความเหมาะสมของชนิดข้อสอบ	+1	0	+1	2	0.67	สอดคล้อง
4. ด้านอื่น ๆ						
4.1 การออกแบบจอภาพเป็นมาตรฐานเดียวกัน	+1	+1	+1	3	1.00	สอดคล้อง
4.2 การออกแบบกราฟิกน่าสนใจและดึงดูด ความสนใจ	+1	+1	+1	3	1.00	สอดคล้อง
4.3 การผสมผสานสื่อมัลติมีเดียต่าง ๆ เข้าด้วยกัน	0	+1	+1	2	0.67	สอดคล้อง

ตาราง 11 แสดงรายละเอียดการประเมินคุณภาพบทเรียนคอมพิวเตอร์มัลติมีเดีย เรื่อง การสังเคราะห์ ด้วยแสงของพืช ของผู้เชี่ยวชาญทางด้านเนื้อหา

ที่	รายการประเมิน	ระดับ			ค่าเฉลี่ย (\bar{x})	ส่วน เบี่ยงเบน มาตรฐาน (S.D.)	ระดับ คุณภาพ
		คุณภาพจาก ผู้เชี่ยวชาญ					
		1	2	3			
1	ด้านเนื้อหาและการดำเนินเรื่อง						
1.1	เนื้อหามีความสอดคล้องกับ วัตถุประสงค์	4	4	5	4.33	0.57	มาก
1.2	เนื้อหามีความถูกต้อง ชัดเจน	4	4	4	4.00	0.00	มาก
1.3	ลำดับขั้นตอนการนำเสนอเนื้อหา เหมาะสม	4	5	4	4.33	0.57	มาก
1.4	ความชัดเจนในการนำเสนอเนื้อหา	4	4	4	4.00	0.00	มาก
1.5	ความเหมาะสมของเนื้อหา กับระดับ ของผู้เรียน	4	4	4	4.00	0.00	มาก
1.6	การแบ่งหมวดหมู่ของเนื้อหา	4	5	4	4.33	0.57	มาก
1.7	ความทันสมัยของเนื้อหา	4	4	4	4.00	0.00	มาก
1.8	ความเหมาะสมของปริมาณเนื้อหา	4	4	4	4.00	0.00	มาก
2	ด้านภาพนิ่งประกอบการนำเสนอเนื้อหา						
2.1	ภาพนิ่งสอดคล้องกับเนื้อหาที่นำเสนอ	5	5	5	5.00	0.00	มากที่สุด
2.2	ภาพนิ่งสามารถสื่อความหมาย เข้าใจง่าย	5	5	5	5.00	0.00	มากที่สุด
2.3	ภาพนิ่งมีความหมายชัดเจน เหมาะสม	5	5	4	4.67	0.57	มากที่สุด

ตาราง 11 (ต่อ)

ที่	รายการประเมิน	ระดับ			ค่าเฉลี่ย (\bar{x})	ส่วน เบี่ยงเบน มาตรฐาน (S.D.)	ระดับ คุณภาพ
		คุณภาพจาก ผู้เชี่ยวชาญ	1	2			
3	ด้านภาพเคลื่อนไหวประกอบการนำเสนอเนื้อหา						
3.1	ภาพเคลื่อนไหวสอดคล้องกับเนื้อหาที่นำเสนอ	4	4	5	4.33	0.57	มาก
3.2	ภาพเคลื่อนไหวสามารถสื่อความหมายเข้าใจง่าย	4	4	4	4.00	0.00	มาก
3.3	ภาพเคลื่อนไหวมีความชัดเจนเหมาะสม	4	4	4	4.00	0.00	มาก
4	ด้านข้อความ ตัวอักษรประกอบการนำเสนอเนื้อหา						
4.1	ข้อความสอดคล้องกับเนื้อหาที่นำเสนอ	4	5	4	4.33	0.57	มาก
4.2	ข้อความสื่อความหมายชัดเจนเข้าใจง่าย	4	4	4	4.00	0.00	มาก
4.3	ความเหมาะสมของภาษาที่ใช้ในการนำเสนอเนื้อหา	4	4	5	4.33	0.57	มาก
5	ด้านเสียงบรรยายประกอบการนำเสนอเนื้อหา						
5.1	เสียงบรรยายสอดคล้องกับเนื้อหาที่นำเสนอ	5	5	5	5.00	0.00	มากที่สุด
5.2	เสียงบรรยายสื่อความหมายชัดเจนเข้าใจง่าย	5	5	5	5.00	0.00	มากที่สุด

ตาราง 11 (ต่อ)

ที่	รายการประเมิน	ระดับ			ค่าเฉลี่ย (\bar{x})	ส่วน เบี่ยงเบน มาตรฐาน (S.D.)	ระดับ คุณภาพ
		1	2	3			
6 แบบทดสอบของบทเรียน							
6.1	ความชัดเจนของคำสั่งแบบทดสอบ	4	4	5	4.33	0.57	มาก
6.2	จำนวนของแบบทดสอบเหมาะสม กับเนื้อหา	4	5	4	4.33	0.57	มาก
7 เวลา							
7.1	ความเหมาะสมของเวลาในการนำเสนอ เนื้อหาแต่ละหน่วยการเรียนรู้	4	4	4	4.00	0.00	มาก
7.2	เนื้อหาทั้งหมดเหมาะสมกับเวลา	4	4	4	4.00	0.00	มาก

ระดับการประเมิน	ระดับ 5	หมายถึง	มีความเหมาะสมมากที่สุด
	ระดับ 4	หมายถึง	มีความเหมาะสมมาก
	ระดับ 3	หมายถึง	มีความเหมาะสมปานกลาง
	ระดับ 2	หมายถึง	มีความเหมาะสมน้อย
	ระดับ 1	หมายถึง	มีความเหมาะสมน้อยที่สุด

ตาราง 12 แสดงรายละเอียดการประเมินคุณภาพบทเรียนคอมพิวเตอร์มัลติมีเดีย เรื่อง การสังเคราะห์
ด้วยแสงของพืช ของผู้เชี่ยวชาญทางด้านสื่อมัลติมีเดีย

รายการประเมิน	ระดับ			ค่าเฉลี่ย (\bar{x})	ส่วน เบี่ยงเบน มาตรฐาน (S.D.)	ระดับ คุณภาพ	
	คุณภาพจาก ผู้เชี่ยวชาญ						
	1	2	3				
1. ด้านมัลติมีเดีย							
1.1 ด้านตัวอักษร							
1.1.1	ขนาดของตัวอักษรอ่านง่าย และชัดเจน	5	5	5	5.00	0.00	มากที่สุด
1.1.2	รูปแบบตัวอักษรสวยงาม และอ่านง่าย	5	5	5	5.00	0.00	มากที่สุด
1.1.3	ความเหมาะสมของสีตัวอักษรและสีพื้น	5	5	5	5.00	0.00	มากที่สุด
1.1.4	ความเหมาะสมในการจัดวางตัวอักษร ในแต่ละเฟรม	4	4	5	4.33	0.57	มาก
1.1.5	ความถูกต้องของข้อความตามหลักภาษา	5	5	4	4.67	0.57	มากที่สุด
1.2 ด้านรูปภาพ							
1.2.1	สีสันของภาพ	5	5	5	5.00	0.00	มากที่สุด
1.2.2	ความชัดเจนของภาพ	5	5	5	5.00	0.00	มากที่สุด
1.2.3	ความง่ายต่อการเรียนรู้	5	5	5	5.00	0.00	มากที่สุด
1.2.4	การสร้างความสนใจของภาพ	5	5	5	5.00	0.00	มากที่สุด
1.2.5	ความสัมพันธ์ระหว่างรูปภาพกับคำบรรยาย	5	5	5	5.00	0.00	มากที่สุด
1.2.6	ขนาดความสมดุลของการจัดวางรูปภาพ กับหน้าจอ	5	5	5	5.00	0.00	มากที่สุด
1.3 ด้านเสียง							
1.3.1	ระดับความดังของเสียงบรรยาย	4	5	4	4.33	0.57	มาก
1.3.2	ความชัดเจนของเสียงบรรยาย	4	4	4	4.00	0.00	มาก
1.3.3	ความถูกต้องของเสียงบรรยายกับเนื้อหา	5	5	5	5.00	0.00	มากที่สุด
1.3.4	ความสอดคล้องของเสียงบรรยายกับเนื้อหา	4	4	4	4.00	0.00	มาก
1.3.5	การใช้เสียงในการสร้างความสนใจที่ เหมาะสม	3	4	3	3.33	0.57	ปาน กลาง

ตาราง 12 (ต่อ)

รายการประเมิน	ระดับ			ค่าเฉลี่ย (\bar{x})	ส่วน เบี่ยงเบน มาตรฐาน (S.D.)	ระดับ คุณภาพ
	คุณภาพจาก ผู้เชี่ยวชาญ					
	1	2	3			
1.4 ด้านปฏิสัมพันธ์						
1.4.1 การเชื่อมโยงเนื้อหาภายในแต่ละหน่วย การเรียนรู้	5	5	5	5.00	0.00	มากที่สุด
1.4.2 การเชื่อมโยงเนื้อหาระหว่างหน่วยการเรียนรู้	5	5	5	5.00	0.00	มากที่สุด
1.4.3 ความเหมาะสมของการโต้ตอบกับบทเรียน	4	5	4	4.33	0.57	มาก
1.4.4 การให้ผลย้อนกลับและให้การเสริมแรง	4	4	5	4.33	0.57	มาก
1.4.5 การควบคุมบทเรียนทำได้ง่ายและสะดวก	5	5	5	5.00	0.00	มากที่สุด
1.4.6 การออกจากบทเรียนทำได้สะดวก	3	3	4	3.33	0.57	ปาน กลาง
1.5 ด้านภาพเคลื่อนไหว						
1.5.1 ภาพเคลื่อนไหวมีสีสันสวยงาม เหมาะสม	5	5	5	5.00	0.00	มากที่สุด
1.5.2 ภาพเคลื่อนไหวมีความชัดเจน เหมาะสม	5	5	4	4.67	0.57	มากที่สุด
1.5.3 ภาพเคลื่อนไหวสื่อความหมายได้ชัดเจน เหมาะสม	4	5	4	4.33	0.57	มาก
1.5.4 ตำแหน่งการจัดวางภาพเคลื่อนไหว เหมาะสม	4	4	4	4.00	0.00	มาก
2. ด้านเนื้อหาและการนำเสนอ						
2.1 เนื้อหาบทเรียนครอบคลุมวัตถุประสงค์	5	5	5	5.00	0.00	มากที่สุด
2.2 การแยกย่อยเนื้อหาเหมาะสมกับวัตถุประสงค์	5	5	5	5.00	0.00	มากที่สุด
2.3 การจัดลำดับขั้นนำเสนอเนื้อหา	4	5	4	4.33	0.57	มาก
2.4 ความถูกต้องของเนื้อหา	5	5	5	5.00	0.00	มากที่สุด
2.5 ความชัดเจนในการอธิบายเนื้อหา	5	5	5	5.00	0.00	มากที่สุด
2.6 เนื้อหาเหมาะสมกับระดับความรู้ของผู้เรียน	5	5	5	5.00	0.00	มากที่สุด
2.7 ความน่าสนใจของเนื้อหาบทเรียน	5	5	5	5.00	0.00	มากที่สุด

ตาราง 12 (ต่อ)

รายการประเมิน	ระดับ			ค่าเฉลี่ย (\bar{x})	ส่วน เบี่ยงเบน มาตรฐาน (S.D.)	ระดับ คุณภาพ
	คุณภาพจาก ผู้เชี่ยวชาญ					
	1	2	3			
3. ด้านการวัดและประเมินผล						
3.1 ความชัดเจนของตัวเลือกแบบทดสอบ	4	5	4	4.33	0.57	มาก
3.2 ความเหมาะสมของขนาดตัวอักษร ของข้อคำถามและตัวเลือก	5	5	5	5.00	0.00	มากที่สุด
3.3 ความเหมาะสมของสีพื้นหลังของข้อสอบ	5	5	5	5.00	0.00	มากที่สุด
3.4 รายงานผลการเรียนเข้าใจง่าย	5	5	5	5.00	0.00	มากที่สุด
3.5 การสรุปผลคะแนนรวมหลังแบบทดสอบ	5	5	5	5.00	0.00	มากที่สุด
3.6 ความเหมาะสมของจำนวนข้อสอบใน แบบทดสอบ	4	5	4	4.33	0.57	มาก
3.7 ความเหมาะสมของชนิดข้อสอบ	3	4	3	3.33	0.57	ปาน กลาง
4. ด้านอื่นๆ						
4.1 การออกแบบจอภาพเป็นมาตรฐานเดียวกัน	4	4	4	4.00	0.00	มาก
4.2 การออกแบบกราฟิกน่าสนใจและดึงดูด ความสนใจ	4	4	4	4.00	0.00	มาก
4.3 การผสมผสานสื่อมัลติมีเดียต่างๆ เข้าด้วยกัน	3	4	4	3.67	0.57	มาก
ระดับการประเมิน	ระดับ 5	หมายถึง	มีความเหมาะสมมากที่สุด			
	ระดับ 4	หมายถึง	มีความเหมาะสมมาก			
	ระดับ 3	หมายถึง	มีความเหมาะสมปานกลาง			
	ระดับ 2	หมายถึง	มีความเหมาะสมน้อย			
	ระดับ 1	หมายถึง	มีความเหมาะสมน้อยที่สุด			

ตาราง 13 ผลการหาประสิทธิภาพพบทเรียนคอมพิวเตอร์มัลติมีเดียของกลุ่มตัวอย่าง

นักศึกษา คนที่	คะแนนแบบทดสอบย่อยระหว่างเรียน (E ₁)						คะแนน รวม (36)	คะแนนแบบทดสอบ หลังเรียน (E ₂) (40)
	หน่วย ที่ 1	หน่วย ที่ 2	หน่วย ที่ 3	หน่วย ที่ 4	หน่วย ที่ 5	หน่วย ที่ 6		
1	8	7	4	5	4	4	32	33
2	7	7	4	4	5	4	31	36
3	6	7	4	4	3	5	29	32
4	7	7	4	5	4	5	32	33
5	7	7	3	4	5	4	30	31
6	6	6	4	4	4	4	28	34
7	6	5	4	4	4	4	27	31
8	6	6	4	4	4	4	28	33
9	7	6	3	5	4	4	29	30
10	6	6	4	4	4	3	27	31
11	6	6	4	4	4	4	28	33
12	7	7	5	4	3	5	31	35
13	6	6	5	4	4	4	29	33
14	6	7	5	3	5	4	30	33
15	7	7	3	5	5	5	32	32
16	7	6	4	3	4	4	28	34
17	7	7	4	3	3	3	27	36
18	6	6	3	4	3	4	26	31
19	6	6	4	4	4	4	28	32
20	6	6	4	4	3	4	27	33
21	7	6	3	3	4	4	27	30
22	7	5	5	5	3	4	29	38
23	6	7	4	5	4	4	30	29
24	7	7	5	5	4	4	32	33
25	7	6	3	4	4	4	28	34

ตาราง 13 (ต่อ)

นักศึกษา คนที่	คะแนนแบบทดสอบย่อยระหว่างเรียน (E_1)						คะแนน รวม (36)	คะแนนแบบทดสอบ หลังเรียน (E_2) (40)
	หน่วย ที่ 1	หน่วย ที่ 2	หน่วย ที่ 3	หน่วย ที่ 4	หน่วย ที่ 5	หน่วย ที่ 6		
26	6	7	4	5	3	4	29	33
27	6	7	4	4	4	4	29	34
28	7	6	4	4	4	4	29	34
29	6	6	4	3	3	4	26	31
30	6	6	5	4	4	3	28	32
รวม							866	984
คะแนนเฉลี่ย							28.87	32.00
ค่าเฉลี่ยคิดเป็นร้อยละ							80.19	82.00

หมายเหตุ (E_1/E_2) เท่ากับ 80.19/82.00

ตาราง 14 แสดงคะแนนจากการทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ก่อนเรียน และหลังเรียน โดยใช้บทเรียนคอมพิวเตอร์มัลติมีเดีย เรื่อง การสังเคราะห์ด้วยแสงของพืช

นักเรียนคนที่	คะแนนสอบก่อนเรียน	คะแนนสอบหลังเรียน	ผลต่าง	ผลต่าง ²
	(40)	(40)	(D)	(D) ²
1	16	33	17	289
2	18	36	18	324
3	14	32	18	324
4	14	33	19	361
5	15	31	16	256
6	17	34	17	289
7	14	31	17	289
8	18	33	15	225
9	15	30	15	225
10	16	31	15	225
11	16	33	17	289
12	17	35	18	324
13	15	33	18	324
14	15	33	18	324
15	13	32	19	361
16	16	34	18	324
17	21	36	15	225
18	17	31	14	196
19	19	32	13	169
20	17	33	16	256
21	15	30	15	225
22	22	38	16	256
23	12	29	17	289
24	14	33	19	361

ตาราง 14 (ต่อ)

นักเรียนคนที่	คะแนนสอบก่อนเรียน	คะแนนสอบหลังเรียน	ผลต่าง	ผลต่าง ²
	(40)	(40)	(D)	(D) ²
25	13	34	21	441
26	16	33	17	289
27	21	34	13	169
28	19	34	15	225
29	17	31	14	196
30	18	32	14	196
รวม	490	984	494	8246
\bar{x}	16.33	32.80	-	-
S.D	2.44	1.93	-	-
ร้อยละ	40.00	82.50	-	-

จากตารางนำมาแปลผลโดยใช้สูตร t-test

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

- เมื่อ t คือ ค่าสถิติที่จะใช้เปรียบเทียบกับค่าวิกฤต เพื่อทราบความมีนัยสำคัญ
- D คือ ผลต่างระหว่างคู่คะแนนก่อนเรียนและหลังเรียน
- $\sum D$ คือ ผลรวมของผลต่างของคะแนนแต่ละคู่
- n คือ จำนวนกลุ่มตัวอย่างหรือจำนวนคู่ขนาน

แทนค่าในสูตรจะได้

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

$$t = \frac{494}{\sqrt{\frac{30(8246) - (494)^2}{30-1}}}$$

$$t = 46.00$$

ตาราง 15 แสดงผลค่าความยากง่าย (p) และค่าอำนาจจำแนก (r) ของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน จำนวน 60 ข้อ

ข้อที่	ค่า p	ค่า r	ผลการพิจารณา	
1	0.60	0.40	ใช้ได้	เลือกใช้
2	0.70	0.40	ใช้ได้	เลือกใช้
3	0.70	0.40	ใช้ได้	เลือกใช้
4	0.35	-0.10	ใช้ไม่ได้	คัดออก
5	0.55	0.70	ใช้ได้	เลือกใช้
6	0.50	0.20	ใช้ไม่ได้	คัดออก
7	0.65	0.30	ใช้ได้	เลือกใช้
8	0.45	0.10	ใช้ไม่ได้	คัดออก
9	0.70	0.40	ใช้ได้	เลือกใช้
10	0.55	0.30	ใช้ได้	เลือกใช้
11	0.70	0.60	ใช้ได้	เลือกใช้
12	0.60	0.60	ใช้ได้	เลือกใช้
13	0.70	0.40	ใช้ได้	เลือกใช้
14	0.90	0.00	ใช้ไม่ได้	คัดออก

ตาราง 15 (ต่อ)

ข้อที่	ค่า p	ค่า r	ผลการพิจารณา	
15	0.65	0.50	ใช้ได้	เลือกใช้
16	0.20	0.40	ใช้ไม่ได้	คัดออก
17	0.65	0.30	ใช้ได้	เลือกใช้
18	0.65	0.50	ใช้ได้	เลือกใช้
19	0.40	0.40	ใช้ได้	เลือกใช้
20	0.65	0.30	ใช้ได้	เลือกใช้
21	0.40	0.00	ใช้ไม่ได้	คัดออก
22	0.60	0.40	ใช้ได้	เลือกใช้
23	0.65	0.30	ใช้ได้	เลือกใช้
24	0.60	0.40	ใช้ได้	เลือกใช้
25	0.65	0.30	ใช้ได้	เลือกใช้
26	0.70	0.40	ใช้ได้	เลือกใช้
27	0.65	0.10	ใช้ไม่ได้	คัดออก
28	0.60	0.40	ใช้ได้	เลือกใช้
29	0.65	0.70	ใช้ได้	เลือกใช้
30	0.55	0.30	ใช้ได้	เลือกใช้
31	0.45	0.10	ใช้ไม่ได้	คัดออก
32	0.20	0.40	ใช้ไม่ได้	คัดออก
33	0.60	0.40	ใช้ได้	เลือกใช้
34	0.70	0.40	ใช้ได้	เลือกใช้
35	0.50	0.00	ใช้ไม่ได้	คัดออก
36	0.55	0.10	ใช้ไม่ได้	คัดออก
37	0.70	0.40	ใช้ได้	เลือกใช้
38	0.60	0.40	ใช้ได้	เลือกใช้
39	0.70	0.60	ใช้ได้	เลือกใช้
40	0.65	0.50	ใช้ได้	เลือกใช้
41	0.55	0.50	ใช้ได้	เลือกใช้

ตาราง 15 (ต่อ)

ข้อที่	ค่า p	ค่า r	ผลการพิจารณา	
42	0.65	0.50	ใช้ได้	เลือกใช้
43	0.50	0.00	ใช้ไม่ได้	คัดออก
44	0.60	0.40	ใช้ได้	เลือกใช้
45	0.50	0.20	ใช้ไม่ได้	คัดออก
46	0.65	0.30	ใช้ได้	เลือกใช้
47	0.55	0.00	ใช้ไม่ได้	คัดออก
48	0.45	0.10	ใช้ไม่ได้	คัดออก
49	0.70	0.40	ใช้ได้	เลือกใช้
50	0.60	0.40	ใช้ได้	เลือกใช้
51	0.70	0.60	ใช้ได้	เลือกใช้
52	0.50	-0.20	ใช้ไม่ได้	คัดออก
53	0.60	0.40	ใช้ได้	เลือกใช้
54	0.65	0.30	ใช้ได้	เลือกใช้
55	0.70	0.40	ใช้ได้	เลือกใช้
56	0.45	-0.10	ใช้ไม่ได้	คัดออก
57	0.50	0.20	ใช้ไม่ได้	คัดออก
58	0.70	0.40	ใช้ได้	เลือกใช้
59	0.60	0.40	ใช้ได้	เลือกใช้
60	0.70	0.60	ใช้ได้	เลือกใช้

ตาราง 16 ผลการประเมินความสอดคล้องระหว่างข้อคำถามกับวัตถุประสงค์ของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่อง การสังเคราะห์ด้วยแสงของพืช ของนักศึกษามหาวิทยาลัยราชภัฏสงขลา

ข้อสอบ ข้อที่	ผลการพิจารณาของผู้เชี่ยวชาญ			ΣR	IOC	ผลการพิจารณา
	คนที่ 1	คนที่ 2	คนที่ 3			
1	+1	+1	+1	3	1.00	สอดคล้อง
2	+1	+1	+1	3	1.00	สอดคล้อง
3	+1	+1	+1	3	1.00	สอดคล้อง
4	+1	+1	+1	3	1.00	สอดคล้อง
5	+1	+1	+1	3	1.00	สอดคล้อง
6	+1	+1	+1	3	1.00	สอดคล้อง
7	+1	+1	+1	3	1.00	สอดคล้อง
8	+1	+1	+1	3	1.00	สอดคล้อง
9	+1	+1	+1	3	1.00	สอดคล้อง
10	+1	+1	+1	3	1.00	สอดคล้อง
11	0	0	+1	1	0.33	ไม่สอดคล้อง
12	+1	+1	+1	3	1.00	สอดคล้อง
13	0	+1	+1	2	0.67	สอดคล้อง
14	+1	+1	+1	3	1.00	สอดคล้อง
15	+1	+1	+1	3	1.00	สอดคล้อง
16	+1	+1	+1	3	1.00	สอดคล้อง
17	+1	+1	+1	3	1.00	สอดคล้อง
18	+1	+1	+1	3	1.00	สอดคล้อง
19	+1	+1	+1	3	1.00	สอดคล้อง
20	+1	+1	+1	3	1.00	สอดคล้อง
21	+1	+1	+1	3	1.00	สอดคล้อง
22	+1	+1	+1	3	1.00	สอดคล้อง
23	+1	+1	+1	3	1.00	สอดคล้อง
24	+1	+1	+1	3	1.00	สอดคล้อง

ตาราง 16 (ต่อ)

ข้อสอบ ข้อที่	ผลการพิจารณาของผู้เชี่ยวชาญ			ΣR	IOC	ผลการพิจารณา
	คนที่ 1	คนที่ 2	คนที่ 3			
25	+1	+1	+1	3	1.00	สอดคล้อง
26	+1	+1	+1	3	1.00	สอดคล้อง
27	+1	+1	+1	3	1.00	สอดคล้อง
28	+1	+1	+1	3	1.00	สอดคล้อง
29	+1	+1	+1	3	1.00	สอดคล้อง
30	+1	+1	+1	3	1.00	สอดคล้อง
31	0	+1	0	1	0.33	ไม่สอดคล้อง
32	+1	+1	+1	3	1.00	สอดคล้อง
33	+1	+1	+1	3	1.00	สอดคล้อง
34	+1	+1	+1	3	1.00	สอดคล้อง
35	+1	+1	+1	3	1.00	สอดคล้อง
36	+1	+1	+1	3	1.00	สอดคล้อง
37	+1	+1	+1	3	1.00	สอดคล้อง
38	+1	+1	+1	3	1.00	สอดคล้อง
39	+1	+1	+1	3	1.00	สอดคล้อง
40	+1	+1	+1	3	1.00	สอดคล้อง
41	+1	+1	+1	3	1.00	สอดคล้อง
42	+1	+1	+1	3	1.00	สอดคล้อง
43	+1	+1	+1	3	1.00	สอดคล้อง
44	+1	+1	+1	3	1.00	สอดคล้อง
45	+1	+1	+1	3	1.00	สอดคล้อง
46	+1	+1	+1	3	1.00	สอดคล้อง
47	0	+1	0	1	0.33	ไม่สอดคล้อง
48	+1	+1	+1	3	1.00	สอดคล้อง
49	+1	+1	+1	3	1.00	สอดคล้อง
50	+1	+1	+1	3	1.00	สอดคล้อง

ตาราง 16 (ต่อ)

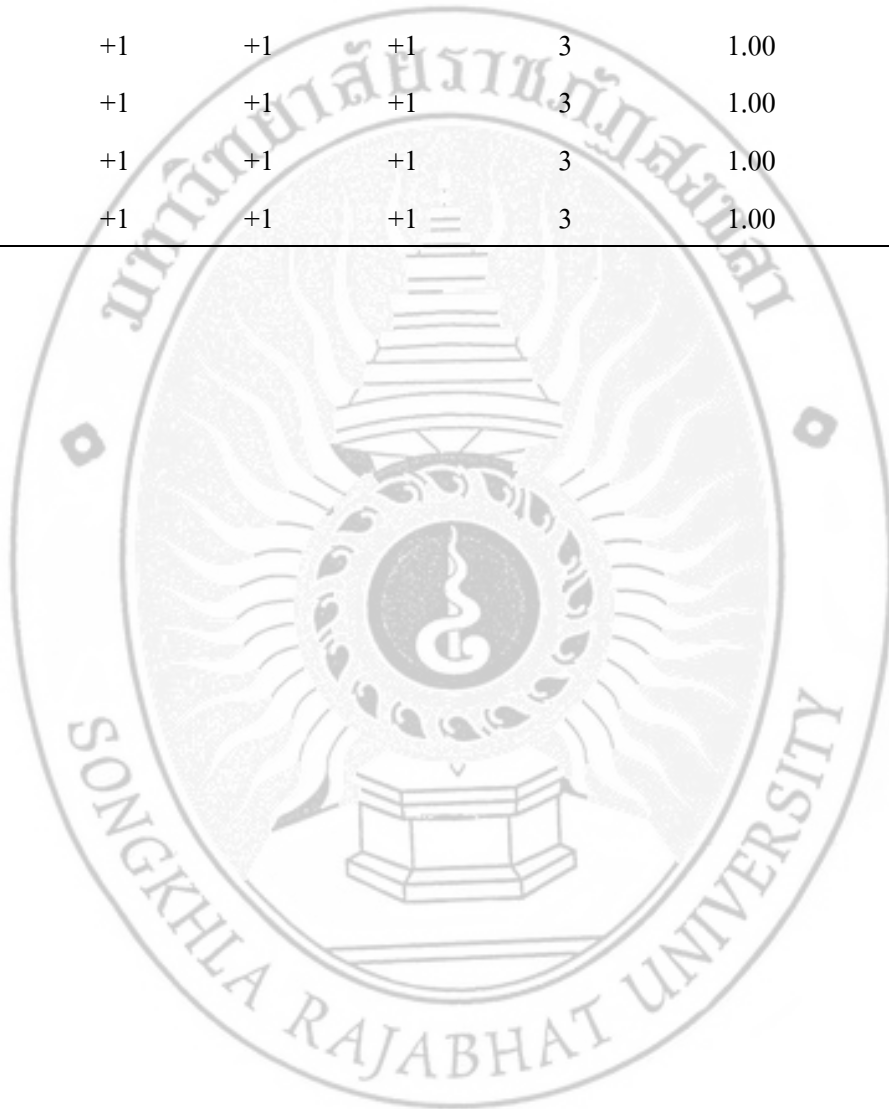
ข้อสอบ ข้อที่	ผลการพิจารณาของผู้เชี่ยวชาญ			ΣR	IOC	ผลการพิจารณา
	คนที่ 1	คนที่ 2	คนที่ 3			
51	+1	+1	+1	3	1.00	สอดคล้อง
52	+1	+1	+1	3	1.00	สอดคล้อง
52	+1	+1	+1	3	1.00	สอดคล้อง
54	+1	+1	+1	3	1.00	สอดคล้อง
55	+1	+1	+1	3	1.00	สอดคล้อง
56	+1	+1	+1	3	1.00	สอดคล้อง
57	+1	+1	+1	3	1.00	สอดคล้อง
58	+1	+1	+1	3	1.00	สอดคล้อง
59	+1	+1	+1	3	1.00	สอดคล้อง
60	+1	+1	+1	3	1.00	สอดคล้อง

ตาราง 17 ค่าดัชนีความสอดคล้อง (IOC) แบบประเมินความพึงพอใจ

ข้อที่	ผลการประเมินของผู้เชี่ยวชาญ			ΣR	IOC	ผลการพิจารณา
	คนที่ 1	คนที่ 2	คนที่ 3			
1	+1	+1	+1	3	1.00	สอดคล้อง
2	+1	+1	+1	3	1.00	สอดคล้อง
3	+1	+1	+1	3	1.00	สอดคล้อง
4	+1	+1	+1	3	1.00	สอดคล้อง
5	+1	+1	+1	3	1.00	สอดคล้อง
6	+1	+1	+1	3	1.00	สอดคล้อง
7	+1	+1	+1	3	1.00	สอดคล้อง
8	+1	+1	+1	3	1.00	สอดคล้อง
9	+1	+1	+1	3	1.00	สอดคล้อง
10	+1	+1	+1	3	1.00	สอดคล้อง
11	+1	+1	+1	3	1.00	สอดคล้อง

ตาราง 17 (ต่อ)

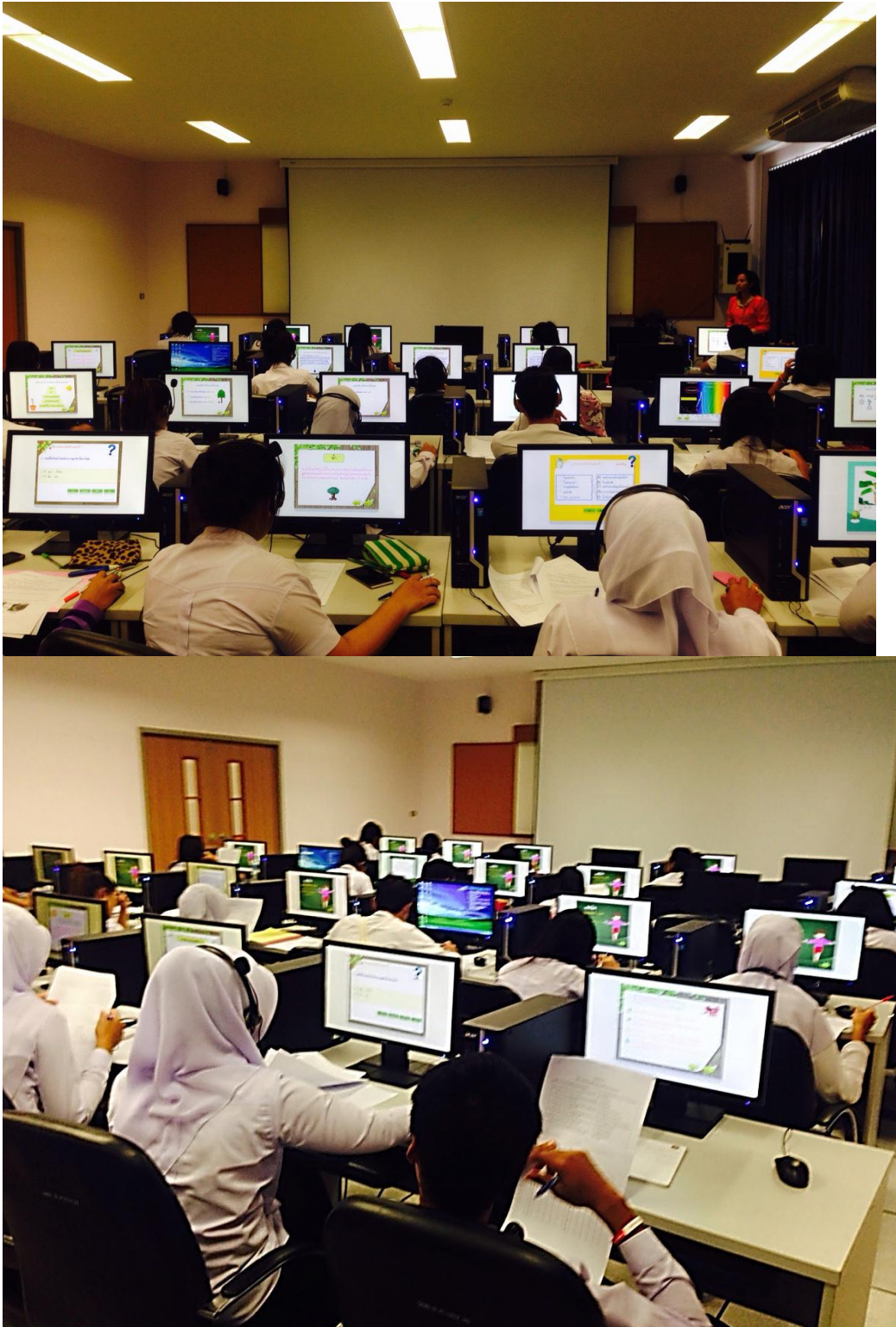
ข้อที่	ผลการประเมินของผู้เชี่ยวชาญ			ΣR	IOC	ผลการพิจารณา
	คนที่ 1	คนที่ 2	คนที่ 3			
12	+1	+1	+1	3	1.00	สอดคล้อง
13	+1	+1	+1	3	1.00	สอดคล้อง
14	+1	+1	+1	3	1.00	สอดคล้อง
15	+1	+1	+1	3	1.00	สอดคล้อง
16	+1	+1	+1	3	1.00	สอดคล้อง





ภาคผนวก จ

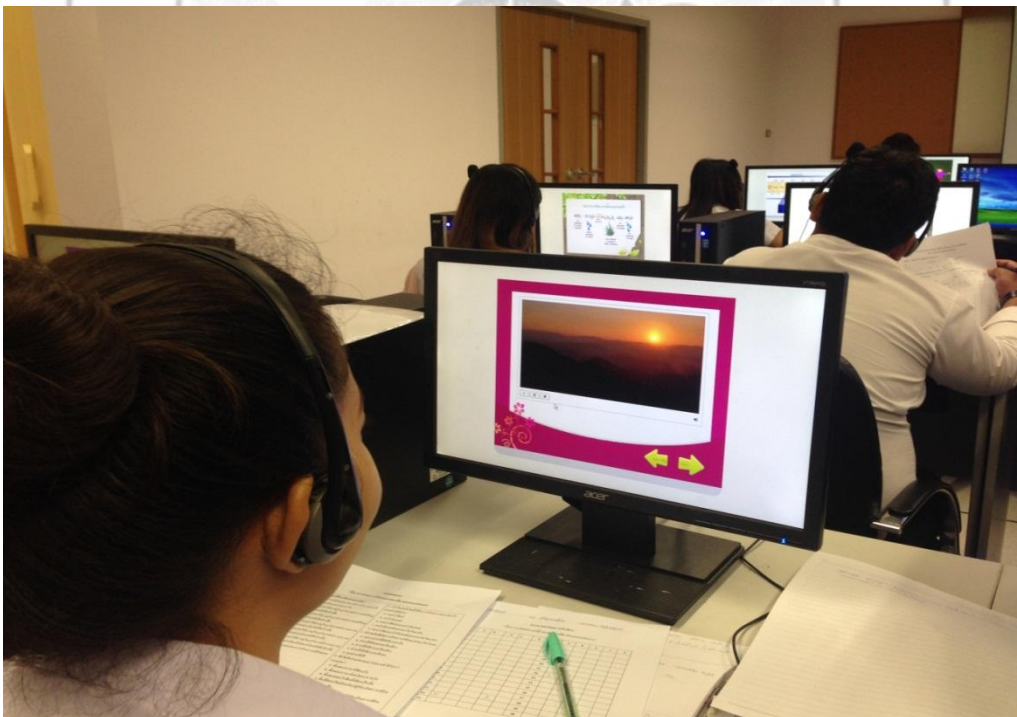
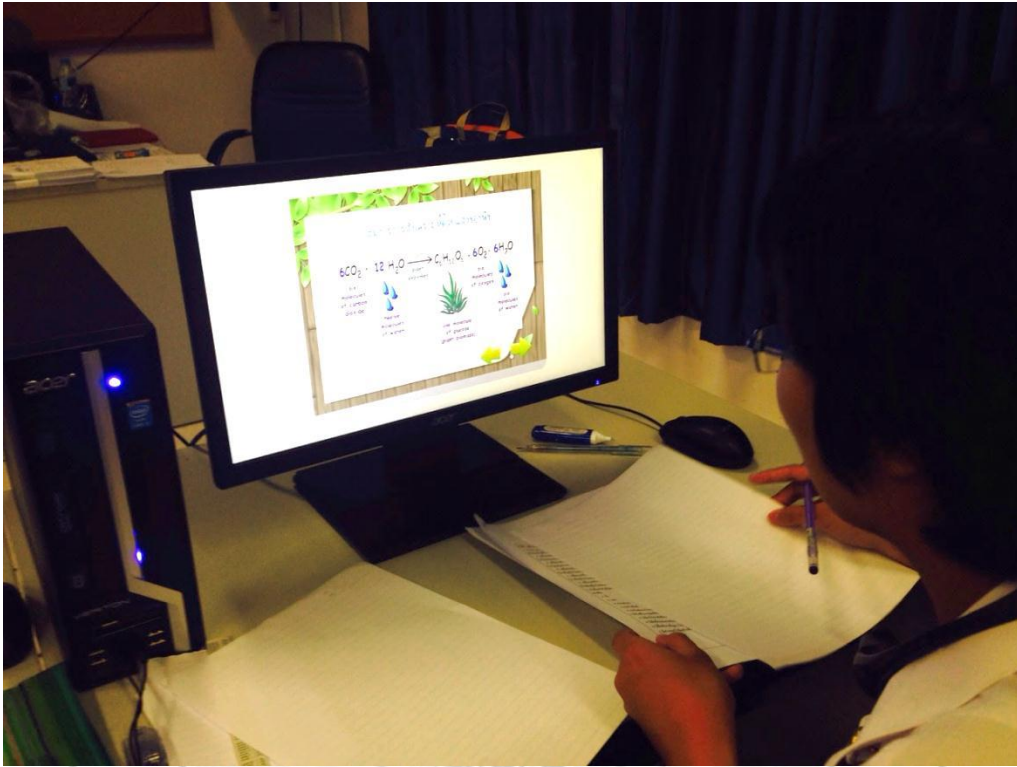
ภาพกิจกรรม



ภาพ 9 ชี้แจงการทำแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน



ภาพ 10 บรรยากาศภายในห้องเรียนที่จัดการเรียนรู้ด้วยบทเรียนคอมพิวเตอร์มัลติมีเดีย เรื่อง การสังเคราะห์ด้วยแสงของพืช ของนักศึกษาปริญญาตรีมหาวิทยาลัยราชภัฏสงขลา



ภาพ 11 นักศึกษาเรียนรู้ด้วยบทเรียนคอมพิวเตอร์มัลติมีเดีย



ภาพ 12 นักศึกษาเรียนรู้ด้วยบทเรียนคอมพิวเตอร์มัลติมีเดีย



ภาพ 13 นักศึกษาเรียนรู้ด้วยบทเรียนคอมพิวเตอร์มัลติมีเดีย



ภาพ 14 นักศึกษาเรียนรู้ด้วยบทเรียนคอมพิวเตอร์มัลติมีเดีย

ประวัติผู้วิจัย

ชื่อ – สกุล นางสาวปภาวรินทร์ ยั่งยืน

วัน เดือน ปีเกิด 9 มกราคม 2529

สถานที่เกิด อำเภอเมือง จังหวัดนครศรีธรรมราช

สถานที่อยู่ปัจจุบัน 220/53 หมู่บ้านสินทวีวัฒน์ อำเภอบางกล่ำ จังหวัดสงขลา

ตำแหน่งหน้าที่ปัจจุบัน ครู โรงเรียนเตรียมบัณฑิตพิชชาลัย

สถานที่ทำงานปัจจุบัน โรงเรียนเตรียมบัณฑิตพิชชาลัย

ประวัติการศึกษา

พ.ศ. 2536	ชั้นมัธยมศึกษาตอนต้น (ม.3) โรงเรียนทุ่งใหญ่วิทยาคม จังหวัดนครศรีธรรมราช
พ.ศ. 2542	ชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย (ม.6) โรงเรียนทุ่งใหญ่วิทยาคม จังหวัดนครศรีธรรมราช
พ.ศ. 2548	วิทยาศาสตรบัณฑิต (วท.บ.) วิชาเอกวิทยาศาสตร์ทั่วไป มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ จังหวัดสงขลา
พ.ศ. 2558	ครุศาสตรมหาบัณฑิต (ค.ม.) สาขาวิชาวิทยาศาสตรศึกษา มหาวิทยาลัยราชภัฏสงขลา จังหวัดสงขลา