



## การพัฒนาบทเรียนผ่านระบบอินเตอร์เน็ตเรื่อง การสืบพันธุ์ของพืชดอก



สานิต ศรีสิงห์

การค้นคว้าอิสระนี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิทยาศาสตร์มหาบัณฑิต  
สาขาวิชาเทคโนโลยีสารสนเทศการเกษตรและพัฒนาชุมชน คณะเกษตรศาสตร์  
มหาวิทยาลัยอุบลราชธานี

พ.ศ. 2550

ลิขสิทธิ์เป็นของมหาวิทยาลัยอุบลราชธานี



**DEVELOPMENT OF INTERNET LEARNING PROGRAM  
ON REPRODUCTION OF FLOWERING PLANTS**

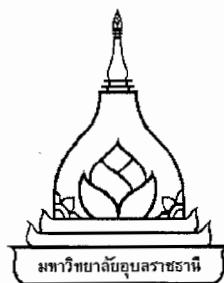
**SANIT SRISING**

**AN INDEPENDENT STUDY SUBMITTED IN PARTIAL FULFILLMENT OF  
THE REQUIREMENTS FOR DEGREE OF MASTER OF SCIENCE  
MAJOR IN AGRICULTURAL INFORMATION TECHNOLOGY AND  
RURAL DEVELOPMENT FACULTY OF AGRICULTURE**

**UBON RAJATHANEE UNIVERSITY**

**YEAR 2007**

**COPY RIGHT OF UBON RAJATHANEE UNIVERSITY**



ใบรับรองการค้นคว้าอิสระ<sup>๑</sup>  
มหาวิทยาลัยอุบลราชธานี  
ปริญญา วิทยาศาสตร์มหาบัณฑิต  
สาขาวิชาเทคโนโลยีสารสนเทศการเกษตรและพัฒนาชุมชน คณะเกษตรศาสตร์

เรื่อง การพัฒนาบทเรียนผ่านระบบอินเตอร์เน็ต เรื่องการสืบพันธุ์ของพืชดอก

ผู้วิจัย นายสานิต ศรีสิงห์

ได้พิจารณาเห็นชอบโดย

อาจารย์ที่ปรึกษา

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. วสุ อมฤตสุทธิ)

กรรมการ

(รองศาสตราจารย์ ดร. กฤษณะนต์ วัฒนาณรงค์)

กรรมการ

(ดร. นรินทร์ บุญพราหมณ์)

คณบดี

(รองศาสตราจารย์ ดร. วัชรพงษ์ วัฒนกุล)

มหาวิทยาลัยอุบลราชธานี รับรองแล้ว

*Dr. Saneet*  
(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. อุทิศ อินทร์ประสิทธิ์)

รองอธิการบดีฝ่ายวิชาการ

ปฏิบัติราชการแทนอธิการบดี มหาวิทยาลัยอุบลราชธานี

ปีการศึกษา 2550

## กิตติกรรมประกาศ

การจัดทำสาระนิพนธ์ฉบับนี้สำเร็จลุล่วงลงได้ด้วยดี เพราะได้รับการประสิทธิประสาทความรู้จากคณาจารย์ทุกท่านที่ช่วยเหลือให้คำแนะนำและข้อคิดเห็นในทำสาระนิพนธ์ เป็นอย่างดี ขอขอบพระคุณ รองศาสตราจารย์ ดร.กฤตมันต์ วัฒนาณรงค์ ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.วสุ อมฤตสุทธิ์ ดร.นรินทร์ บุญพราหมณ์ และอาจารย์ทัศพร สาครวิศิษฐ์ คณะเกษตรศาสตร์ มหาวิทยาลัย อุบลราชธานี ที่ให้ความรู้ข้อคิด แนวทางและตรวจสอบแก้ไขเนื้อหาสาระ ของการค้นคว้าอิสระ

ขอขอบพระคุณ รองศาสตราจารย์ ดร.ณรงค์ หุตานุวัต ประธานหลักสูตรวิทยาศาสตร์ มหาบัณฑิต สาขาวิชาเทคโนโลยีสารสนเทศการเกษตรและพัฒนาชนบท รวมทั้งคณาอาจารย์ประจำหลักสูตรทุกท่าน ที่ให้คำปรึกษา ชี้แนะในการศึกษาตลอดระยะเวลาการศึกษาในมหาวิทยาลัย อุบลราชธานี

ขอขอบคุณ คุณสุชัย ลิ่มวัฒนา คุณประจันบาน อ่อนสนิท คุณกิริวัฒน์ จังอินทร์ อาจารย์สมควร สาがら และอาจารย์สมมิตร ดวงสมสา ผู้เชี่ยวชาญด้านระบบคอมพิวเตอร์ที่ให้คำแนะนำในด้านเทคนิค วิธีการและประเมินผลเครื่องมือในการวิจัย

ขอขอบคุณอาจารย์สุกัตรา ปริสุทธิกุล อาจารย์จันทร์เพ็ญ อรพล อาจารย์ทัศนา กองศรี อาจารย์กฤตณา ชำนินออก และอาจารย์บุญมา พินพงษ์ ผู้เชี่ยวชาญด้านเนื้อหาที่ให้ความกรุณาประเมินคุณภาพสื่อ รวมทั้งแนะนำให้ปรับปรุงแก้ไขจนได้สื่อที่ดี

ขอขอบพระคุณ คุณแม่นพรัตน์ โอดรัทัศน์ มารดา คุณวรภรณ์ ศรีสิงห์ ภรรยา พร้อมครอบครัว และเพื่อน ๆ ที่เคยให้กำลังใจความอบอุ่นในการศึกษาและการทำงาน โดยตลอดมา จนทำให้การทำสาระนิพนธ์นี้สำเร็จลงด้วยดี



(นายسانิต ศรีสิงห์)

ผู้วิจัย

## บทคัดย่อ

**ชื่อเรื่อง** : การพัฒนาบทเรียนผ่านระบบอินเตอร์เน็ตเรื่อง การสืบพันธุ์ของพืชดอก

**โดย** : สาริน ศรีสิงห์

**ชื่อปริญญา** : วิทยาศาสตรมหาบัณฑิต

**สาขาวิชา** : เทคโนโลยีสารสนเทศการเกษตรและพัฒนาชนบท

**ประธานกรรมการที่ปรึกษา** : ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.วสุ อมฤตสุทธิ์

**คัพท์สำคัญ** : บทเรียนออนไลน์การสืบพันธุ์ของพืชดอก

การวิจัยครั้งนี้มีวัตถุประสงค์ เพื่อพัฒนาและหาประสิทธิภาพของบทเรียนออนไลน์ เรื่อง การสืบพันธุ์ของพืชดอก เพื่อพัฒนาผลลัพธ์ที่ทางการเรียนของนักเรียนให้สูงขึ้น เพื่อช่วยให้ นักเรียนเกิดความสนใจและเข้าใจเนื้อหาได้ถูกต้องรวดเร็ว และเพื่อเปรียบเทียบความพึงพอใจของ นักเรียนที่มีต่อบทเรียนออนไลน์ที่พัฒนาขึ้น บทเรียนออนไลน์ผ่านระบบเครือข่ายอินเตอร์เน็ตที่ พัฒนาขึ้นใช้ภาษา PHP และโปรแกรม Macromedia Flash เป็นหลัก โดยมีผู้เชี่ยวชาญเป็นผู้ประเมิน 2 ด้านคือ ด้านระบบคอมพิวเตอร์ และด้านเนื้อหา ด้านระบบคอมพิวเตอร์ ได้แยกการประเมินเป็น 3 ด้านคือด้านประสิทธิภาพของโปรแกรม ด้านภาพ เสียง การใช้ภาษา และด้านการออกแบบหน้าจอ โดยมีผลการประเมินอยู่ในระดับดี การประเมินประสิทธิภาพของบทเรียน ได้ใช้กลุ่มตัวอย่างของ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 จำนวน 2 โรงเรียนคือ โรงเรียนบ้านวุ่งเจียว และ โรงเรียนชุมชน โภกสารวิทยา จำนวน 30 คน ผลการศึกษาพบว่า บทเรียนออนไลน์ที่พัฒนาขึ้นมีประสิทธิภาพอยู่ ในระดับพอใช้ โดยมีค่า E-CAI = 80.99 ผลลัพธ์ที่ทางการเรียนของนักเรียนทั้งสองสถานศึกษา แตกต่างกัน มีผลลัพธ์ที่ทางการเรียนหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน ส่วนการประเมินความพึงพอใจ ของนักเรียนที่มีต่อบทเรียนออนไลน์ ผลการประเมินอยู่ในระดับมากที่สุด ( $\bar{X} = 9.11$ )

## ABSTRACT

TITLE : DEVELOPMENT OF INTERNET LEARNING PROGRAM ON  
REPRODUCTION OF FLOWERING PLANTS

BY : SANIT SRISING

DEGREE : MASTER OF SCIENCE

MAJOR : AGRICULTURAL INFORMATION TECHNOLOGY AND RURAL  
DEVELOPMENT

CHAIR : ASST. PROF. WASU AMARITSUT, Ph.D.

KEYWORDS : ONLINE LESSON ON REPRODUCTION OF FLOWERING PLANS

The objective of this study were. 1) The development and validation of the efficiency of “internet learning program on reproduction of flowering plants”; 2) The development of the progress of learning achievement; 3) study the students’ interest and understanding of internet learning programs; and 4) study the students’ satisfaction with internet learning programs. The internet learning program developed by using PHP language and Macromedia Flash program. The development of internet learning program was evaluated by the experts on computer systems and context. The computer systems were the efficiency design of picture, sound, language and screen as being at a “good” level. The samples consisted of 30 students (Mathayom I) of Ban Bung Khieo School and Chomchonkhoksan School. The results indicated that the efficiency of Internet Learning Program was at a “fair” level ( $E\text{-}CAI=80.99$ ). The learning achievement of two groups were different ( $p < 0.05$ ). The students’ satisfaction in learning through internet learning program was at a “good” level ( $\bar{X} = 9.11$ ).

## สารบัญ

	หน้า
<b>กิตติกรรมประกาศ</b>	ก
<b>บทคัดย่อภาษาไทย</b>	ข
<b>บทคัดย่อภาษาอังกฤษ</b>	ค
<b>สารบัญ</b>	ง
<b>สารบัญตาราง</b>	ฉ
<b>สารบัญภาพ</b>	ช
<b>บทที่</b>	

### 1 บทนำ

1.1 ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา	1
1.2 วัตถุประสงค์	2
1.3 ขอบเขตของการศึกษา	3
1.4 คำจำกัดความและนิยามศัพท์เฉพาะ	3
1.5 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ	4

### 2 เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

2.1 ความรู้พื้นฐานการจัดการศึกษาและหลักสูตรการศึกษา <sup>ขั้นพื้นฐาน</sup>	5
2.2 ทฤษฎีการเรียนรู้และรูปแบบการเรียนการสอน	5
2.3 ความรู้เกี่ยวกับการเรียนการสอนออนไลน์	8
2.4 ความรู้ด้านซอฟแวร์	10
2.5 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง	14

### 3 วิธีดำเนินการวิจัย

3.1 การศึกษาและรวบรวมข้อมูล	18
3.2 กลุ่มตัวอย่าง	18
3.3 แนวทางและขั้นตอนในการพัฒนา	19
3.4 การสร้างแบบประเมินผล	20
3.5 การทดสอบบทเรียน	21

สารบัญ (ต่อ)	หน้า
3.6 การวิเคราะห์ข้อมูล	21
<b>4 ผลการวิเคราะห์ข้อมูล</b>	
4.1 การวิเคราะห์ประสิทธิภาพของบทเรียนออนไลน์บนระบบเครือข่าย	25
4.2 การวิเคราะห์การเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนก่อนและหลังเรียน	28
4.3 การวิเคราะห์ความพึงพอใจของนักเรียนที่มีค่าการเรียนด้วยบทเรียนออนไลน์	31
<b>5 สรุปผล อภิปรายผล และข้อเสนอแนะ</b>	
5.1 สรุปผลการวิจัย	32
5.2 อภิปรายผลการวิจัย	34
5.3 ข้อเสนอแนะ	35
<b>เอกสารอ้างอิง</b>	<b>36</b>
<b>ภาคผนวก</b>	
ก คู่มือการใช้งานบทเรียนออนไลน์	42
ข การออกแบบระบบ	54
ค แบบประเมินประสิทธิภาพ	64
ง รายนามผู้เชี่ยวชาญ	75
จ เนื้อหาบทเรียนการสืบพันธุ์ของพืชดอก	78
ฉ การวิเคราะห์ข้อสอบ	98
<b>ประวัติผู้วิจัย</b>	<b>101</b>

## สารบัญตาราง

ตารางที่	หน้า
4.1 ค่าเฉลี่ยและค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานของการประเมินประสิทธิภาพโดยผู้เชี่ยวชาญด้านบทเรียนที่มีต่อบทเรียนออนไลน์ เรื่องการสืบพันธุ์ของพืชดอก	25
4.2 ค่าเฉลี่ยและค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานของการประเมินโดยผู้เชี่ยวชาญด้านประสิทธิภาพของระบบคอมพิวเตอร์ ต่อบทเรียนออนไลน์ เรื่อง การสืบพันธุ์ของพืชดอก	26
4.3 ค่าเฉลี่ยและค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานของการประเมินโดยผู้เชี่ยวชาญด้านประสิทธิภาพของระบบคอมพิวเตอร์ ต่อภาพ เสียง และการใช้ภาษาของบทเรียนออนไลน์เรื่อง การสืบพันธุ์ของพืชดอก	27
4.4 ค่าเฉลี่ยและค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานของการประเมินโดยผู้เชี่ยวชาญด้านประสิทธิภาพของระบบคอมพิวเตอร์ ต่อการออกแบบและการแสดงผลหน้าจอของบทเรียนออนไลน์เรื่อง การสืบพันธุ์ของพืชดอก	28
4.5 จำนวนและร้อยละของผู้ตอบแบบสอบถาม จำแนกตาม เพศ อายุ สถานศึกษา	29
4.6 ตารางเปรียบเทียบผลการเรียนก่อนเรียนและหลังเรียนด้วยบทเรียนออนไลน์บนระบบเครือข่าย เรื่อง การสืบพันธุ์ของพืชดอก	29
4.7 เปรียบเทียบผลการเรียนหลังเรียนด้วยบทเรียนออนไลน์บนระบบเครือข่าย เรื่อง การสืบพันธุ์ของพืชดอก ระหว่างเพศชายกับเพศหญิง	30
4.8 เปรียบเทียบผลการเรียนหลังเรียนด้วยบทเรียนออนไลน์บนระบบเครือข่าย เรื่อง การสืบพันธุ์ของพืชดอก ระหว่างโรงเรียนบ้านบุ่งเพี้ยวกับโรงเรียนชุมชน โภกสารวิทยา	30
4.9 ค่าเฉลี่ยและค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานความพึงพอใจของนักเรียนที่มีต่อบทเรียนออนไลน์บนระบบเครือข่าย	31
๔.1 แฟ้มข้อมูลผู้ใช้บริการ (Clients)	62
๔.2 แฟ้มข้อมูลผู้ใช้ (users)	62
๔.3 แฟ้มข้อมูลการทำแบบทดสอบ (user_test)	63

### สารบัญตาราง (ต่อ)

ตารางที่	หน้า
ค.1 ความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญด้านระบบคอมพิวเตอร์	66
ค.2 ความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญด้านเนื้อหาบทเรียน	70
ค.3 ความพึงพอใจของนักเรียน ที่มีต่อการเรียนบทเรียนบนระบบเครือข่าย	73
ฉ.1 การหาคุณภาพของข้อสอบ ค่าความยากง่ายของข้อสอบ	99

## สารบัญภาพ

ภาคที่	หน้า
2.1 ระบบการเรียนการสอนของคลาสเซอร์	7
2.2 หลักการทำงานของ PHP	10
2.3 ส่วนประกอบของโครงสร้าง MySQL	12
ก.1 หน้าแรกของระบบ	43
ก.2 หน้า Login ก่อนเข้ามาที่เรียน	44
ก.3 หน้าการลงทะเบียนเข้าใช้	44
ก.4 หน้าการแจ้ง Username และ Password ให้ผู้สมัครทราบ	45
ก.5 หน้าการต้อนรับเข้าสู่ระบบเรียน	45
ก.6 คำชี้แจงการทดสอบก่อนเรียน	46
ก.7 การแจ้งผลคะแนนทดสอบก่อนเรียน	46
ก.8 ข้อความแจ้งผลการบันทึกคะแนน	47
ก.9 คำแนะนำการเข้าสู่ระบบเรียน	47
ก.10 คะแนนการทำแบบทดสอบ	48
ก.11 บทเรียนและจุดประสงค์การเรียนรู้	48
ก.12 เนื้อหาบทเรียน	49
ก.13 เมนูการเข้าสู่แบบทดสอบทั่วไปบทเรียน	49
ก.14 แบบทดสอบทั่วไปบทเรียน	50
ก.15 การแจ้งผลการบันทึกคะแนนการทำแบบทดสอบ	50
ก.16 เมนูผู้ดูแลระบบ	51
ก.17 ข้อมูลผู้ใช้ระบบ	51
ก.18 การกำหนดศิทธิในการเข้าใช้ระบบ	52
ก.19 การแก้ไขข้อมูลของผู้เข้าใช้แล้ว	52
ก.20 การยืนยันแจ้งการออกจากระบบ	53
ก.21 เมนูการออกจากระบบขณะเรียน	53
ข.1 Entity Relationship Diagram ERD	55
ข.2 Use case Diagram	56
ข.3 Activity การเข้าสู่ระบบบทเรียนออนไลน์ ในระบบล็อกอิน และบทเรียน	57

## สารบัญภาพ (ต่อ)

ภาพที่	หน้า
๑.๔ Activity Diagram แสดงการ Login เข้าทเว็บ	58
๑.๕ Activity Diagram แสดงการเข้าเรียน	59
๑.๖ Activity Diagram แสดงการเข้าเรียนแต่ละบทเรียน	60
๑.๗ Sequence Diagram แสดงระบบการเรียนบทเรียนออนไลน์	61
๑.๑ ส่วนประกอบของคอร์ส	80
๑.๒ เกสรตัวเมีย	80
๑.๓ กลีบเลี้ยง	81
๑.๔ กลีบดอก	81
๑.๕ ก้านดอก	81
๑.๖ คอกกุหลาบ	82
๑.๗ คอกหน้าวัว	82
๑.๘ คอกชนา	82
๑.๙ คอกหน้าวัวและคอกควาย	83
๑.๑๐ คอกบัว	83
๑.๑๑ คอกซ้อ	83
๑.๑๒ การถ่ายคลิปของเรณู	84
๑.๑๓ การถ่ายคลิปของเรณูข้ามต้น	84
๑.๑๔ การปฏิสนธินิพีช	85
๑.๑๕ ผลเดียว	85
๑.๑๖ ผลกลุ่ม	86
๑.๑๗ ผลรวม	86
๑.๑๘ แมลงช่วยผสมเกสร	86
๑.๑๙ น้ำช่วยถ่ายละอองเรณู	87
๑.๒๐ นกกินเกสรดอกไม้	87

## บทที่ 1

### บทนำ

#### 1.1 ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา

พระราชบัญญัติการศึกษาแห่งชาติ พ.ศ. 2542 นับเป็นกฎหมายแม่นท์ในการจัดการศึกษา ของประเทศไทยที่สอดคล้องกับเจตนารมณ์ของรัฐธรรมนูญแห่งราชอาณาจักรไทย พุทธศักราช 2540 สาระสำคัญคือมุ่งเน้นให้มีการปฏิรูประบบบริหารและจัดการศึกษาให้มี ประสิทธิภาพและประสิทธิผล ตลอดจนกระบวนการเรียนรู้ที่มุ่งเน้นให้ผู้เรียนทุกคนมีความสามารถ เรียนรู้และพัฒนาตนเอง ได้ โดยถือว่าผู้เรียนมีความสำคัญที่สุด กระบวนการจัดการศึกษาต้อง ส่งเสริมให้ผู้เรียนสามารถพัฒนาตามธรรมชาติและเต็มตามศักยภาพ และให้เป็นการเรียนรู้อย่าง ต่อเนื่องตลอดชีวิต

การจัดการเรียนรู้ตามแนวทางของหลักสูตรการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2544 นอกจากจะมุ่งปลูกฝังด้านปัญญา พัฒนาการคิดของผู้เรียนให้มีความสามารถในการคิดสร้างสรรค์ คิดอย่างมีวิจารณญาณแล้ว ยัง ได้มุ่งพัฒนาความสามารถทางอารมณ์ โดยการปลูกฝังให้ผู้เรียนเห็น คุณค่าของตนเอง เข้าใจตนเอง เห็นอกเห็นใจผู้อื่น สิ่งหนึ่งที่ผู้สอนต้องระลึกถึงอยู่เสมอ ก็คือการ ช่วยเหลือให้ผู้เรียนทุกคนสามารถเรียนรู้และพัฒนาตนเอง ได้ การส่งเสริมให้ผู้เรียน ได้รับการพัฒนา ตามธรรมชาติและเต็มตามศักยภาพ สอดคล้องกับความต้องการของผู้เรียน ชุมชน และสังคม

สื่อการเรียนรู้นับเป็นปัจจัยสำคัญอย่างหนึ่ง ที่จะช่วยให้สถานศึกษาจัดการเรียนรู้ให้ บรรลุตามจุดมุ่งหมายของหลักสูตร สื่อเป็นเครื่องมือถ่ายทอดความรู้ ความคิด เสริมสร้างคุณธรรม จริยธรรม ประสบการณ์ให้ผู้เรียน กระตุ้นให้เกิดการพัฒนาศักยภาพทางการคิด

ใชยก เรืองสุวรรณ และวชิระ อินทร์อุ่น (2542) ได้กล่าวถึงสื่อการเรียนการสอนที่ จัดให้สอดคล้องกับความแตกต่างระหว่างบุคคลว่า กระบวนการเรียนการสอนนั้นผู้เรียนมีศักยภาพ แตกต่างกันทั้งทางร่างกาย ความรู้ ความสามารถ และระดับมั่นสมอง แม้จะมีการจัดการเรียน การสอนแล้วผู้เรียนแต่ละคนจะรับรู้ได้ไม่เท่ากัน ทำให้ผู้เรียนที่เรียนช้าต้องใช้เวลามากในการ เรียนรู้ส่วนผู้เรียนที่เรียนรู้ได้เร็วต้องเสียเวลารอผู้ที่เรียนช้า ทำให้เกิดอาการเบื่อหน่าย ได้จึงมีนักการ ศึกษาทำการพัฒนาการเรียนการสอนให้เป็นเอกภาพตามระดับความสามารถของผู้เรียน เรียกว่าการ เรียนตามเอกภาพ หรือการศึกษารายบุคคลทำให้เกิดสื่อการเรียนขึ้นมา มี 3 ลักษณะ ได้แก่ บทเรียน ไม่คุ้ล บทเรียนโปรแกรม และบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วงสอน

สันติ วิจักษณ์มาลัยน์ (2544) กล่าวว่าระบบการเรียนการสอนโดยใช้เทคโนโลยีสารสนเทศ เป็นฐานการเรียนรู้ทำให้ผู้เรียนมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนสูงขึ้น และเห็นว่าในยุคของ การปฏิรูป การเรียนรู้ควรนำเทคโนโลยีคอมพิวเตอร์เข้ามาช่วยเพิ่มประสิทธิภาพในการจัดการเรียนรู้ เพื่อให้ผู้เรียนสามารถเรียนรู้ด้วยตัวเอง เรียนได้ทุกเวลา จากแหล่งเรียนรู้ที่มีให้ ประกอบด้วย บทเรียนบนเครือข่ายอินเทอร์เน็ต โดยขึดหลักการสอนที่เน้นผู้เรียนเป็นสำคัญ

ปัจจุบันการจัดการเรียนการสอนในโรงเรียนนักเรียนมีข้อจำกัดเรื่องเวลาเรียน สถานที่เรียน โดยต้องเรียนกับครุพัฒนาและเวลาเรียนในโรงเรียนเท่านั้น ไม่สามารถตอบสนองผู้เรียนที่ต้องการทบทวนความรู้ที่ยังไม่เข้าใจนอกเวลาเรียนและไม่จำกัดสถานที่ได้

บทเรียนการสืบพันธุ์ของพีชมีคอก เป็นเนื้อหาที่ใช้ศึกษาในกลุ่มสาระการเรียนรู้ วิทยาศาสตร์ ระดับมัธยมศึกษาตอนต้น ซึ่งในการจัดการเรียนการสอนจำเป็นต้องมีสื่อการสอนที่หลากหลายเพื่อให้นักเรียนได้ศึกษาค้นคว้า สามารถเรียนรู้ด้วยตัวเอง ทั้งในและนอกเวลาเรียน และสามารถศึกษาได้ตลอดเวลา

จากแนวคิดดังกล่าว จึงเห็นสมควรที่จะนำวิธีการสอนโดยผ่านระบบเครือข่ายเพื่อ ส่งเสริม การเรียนรู้ได้อย่างรวดเร็วและบังอาจความสะดวกให้ผู้เรียนสามารถเรียนรู้ได้ด้วยตนเอง เรียนรู้โดยมีภาพประกอบพร้อมเสียงบรรยายที่ลักษณะต้น จนเกิดความเข้าใจในเนื้อหาอีกทั้งยัง สามารถทบทวนเนื้อหาได้อย่างไม่จำกัดจำนวนครั้งทั้งในและนอกเวลาเรียน

ดังนั้นจึงจำเป็นต้อง ออกแบบและพัฒนาบทเรียนการสืบพันธุ์ของพีชมีคอกขึ้น สำหรับ นักเรียนระดับมัธยมศึกษาตอนต้นขึ้น เพื่อเป็นประโยชน์ในการจัดการเรียนการสอนต่อไป

## 1.2 วัตถุประสงค์

1.2.1 เพื่อพัฒนาสร้างบทเรียนออนไลน์เรื่องการสืบพันธุ์ของพีชมีคอก บนเครือข่าย อินเทอร์เน็ต ผ่านเว็บบราวเซอร์ ที่มีประสิทธิภาพในระดับคะแนน 80 เปอร์เซ็นต์ขึ้นไป

1.2.2 เพื่อให้นักเรียนที่เรียนบทเรียนออนไลน์บนเครือข่ายอินเทอร์เน็ต เรื่องการ สืบพันธุ์ของพีชมีคอก มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนสูงขึ้น

1.2.3 บทเรียนออนไลน์เรื่องการสืบพันธุ์ของพีชมีคอกที่พัฒนาขึ้นสามารถช่วยให้ นักเรียนเกิดความสนใจและเข้าใจเนื้อหาการเรียนได้อย่างถูกต้องและรวดเร็ว

### 1.3 ขอบเขตของการศึกษา

พัฒนาบทเรียน โดยมุ่งเน้นให้ผู้ใช้ระบบที่เป็นนักเรียนระดับมัธยมศึกษาปีที่ 1 ศึกษา ค้นคว้าเนื้อหาของการสืบพันธุ์ของพืชคอกตามหัวข้อต่อไปนี้

1.3.1 โครงสร้างของคอก

1.3.2 ชนิดของคอกไม้

1.3.3 การถ่ายละอองเรณู

1.3.4 การปฏิสนธิ

1.3.5 ชนิดของผล

1.3.6 ปัจจัยที่ช่วยในการถ่ายละอองเรณู

ทั้งนี้บุคคลที่ว่าไปก็สามารถลงทะเบียนเข้าเรียนบทเรียนออนไลน์ได้เช่นกัน

### 1.4 คำจำกัดความและนิยามศัพท์เฉพาะ

1.4.1 e-Learning หรือ Electronic-Learning หมายถึงการดำเนินการศึกษาหรือการเรียนรู้ด้วยเทคโนโลยีอิเล็กทรอนิกส์หรือดิจิตอล ทั้งด้านการเรียนการสอน การบริหารทางการศึกษา และการบริหารจัดการการศึกษา เพื่อสนับสนุนความต้องการการศึกษาที่ไร้พรมแดน

1.4.2 บทเรียนออนไลน์ หมายถึง บทเรียนที่ผ่านเครือข่ายคอมพิวเตอร์อินเทอร์เน็ต หรือ อินทราเน็ต โดยเนื้อหาของบทเรียนซึ่งประกอบด้วยข้อความ รูปภาพ เสียง วีดีโอ และมัลติมีเดีย อื่นๆ จะถูกส่งไปยังผู้เรียนผ่าน Web Browser

1.4.3 ฐานข้อมูล (Database) หมายถึง หน่วยที่ใช้สำหรับการรวบรวมข้อมูลที่มีความสัมพันธ์กันให้สามารถทำงานร่วมกันได้

1.4.4 เครือข่ายคอมพิวเตอร์ (Computer Network) หมายถึง การนำคอมพิวเตอร์มาเชื่อมต่อกันโดยอุปกรณ์รับ-ส่งข้อมูลเพื่อให้สามารถใช้ทรัพยากร่วมกันได้

1.4.5 เครือข่ายอินเทอร์เน็ต (Internet) หมายถึงระบบเครือข่ายคอมพิวเตอร์สาธารณะที่มีขนาดใหญ่ที่เชื่อมต่อเครือข่ายคอมพิวเตอร์ในระยะไกลจากทั่วโลกเข้าไว้ด้วยกันเพื่อให้สามารถสื่อสารกัน และใช้ทรัพยากร่วมกันได้

1.4.6 ระบบปฏิบัติการ (Operation System) หมายถึง โปรแกรมคอมพิวเตอร์ที่ทำหน้าที่พื้นฐานของระบบคอมพิวเตอร์ซึ่งจำเป็นต้องมีในคอมพิวเตอร์ทุกเครื่อง และเป็นโปรแกรมในการเริ่มต้นของระบบคอมพิวเตอร์

1.4.7 เซิร์ฟเวอร์ (Server) หมายถึง เครื่องคอมพิวเตอร์ที่ทำหน้าที่เป็นเครื่องแม่ข่ายที่ให้บริการทรัพยากรในระบบเครือข่าย

1.4.8 ไคลเอนต์ (Client) หมายถึง เครื่องคอมพิวเตอร์ที่ทำหน้าที่เป็นเครื่องทำงานลูกข่าย โดยจะรับ - ส่งข้อมูลกับเครื่องเซิร์ฟเวอร์

1.4.9 เว็บไซต์เว็บ (World Wide Web: WWW) หมายถึง รูปแบบการนำเสนอข้อมูลผ่านทางระบบเครือข่ายอินเทอร์เน็ต ที่สามารถนำเสนอข้อมูลที่เป็นทั้ง ข้อความ ภาพนิ่ง ภาพเคลื่อนไหว และเสียงได้

1.4.10 เว็บบราวเซอร์ (Web Browser) หมายถึง โปรแกรมคอมพิวเตอร์ที่ใช้สำหรับการอ่านข้อมูล WWW. ที่ได้จากเว็บเซิร์ฟเวอร์โดยโปรแกรมนี้จะต้องทำงานที่เครื่องไคลเอนต์

1.4.11 ครู หมายถึง ผู้ที่เป็นเจ้าของบทเรียนออนไลน์

1.4.12 นักเรียน หมายถึง นักเรียนระดับมัธยมศึกษาตอนต้น โรงเรียนบ้านบุ่งเบียงและโรงเรียนชุมชน โคงสารวิทยาที่เข้ามาเรียนด้วยบทเรียนออนไลน์

1.4.13 ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน หมายถึง คะแนนของผู้เรียนที่ได้จากการทำแบบทดสอบหลังเรียนเรื่องการสืบพันธุ์ของพืชมีดอก หลังจากที่เรียนกับบทเรียนออนไลน์จบ

1.4.14 ประสิทธิภาพของบทเรียนออนไลน์ หมายถึง ผลจากการประเมินแบบผีกหัดระหว่างเรียนกับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ของนักเรียน

## 1.5 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

1.5.1 ได้บทเรียนออนไลน์เรื่องการสืบพันธุ์ของพืชดอกที่มีประสิทธิภาพ

1.5.2 นักเรียนที่เรียนบทเรียนออนไลน์เรื่องการสืบพันธุ์ของพืชดอกมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนสูงขึ้น

1.5.3 นักเรียนที่เรียนบทเรียนออนไลน์เรื่องการสืบพันธุ์ของพืชดอกมีความสนใจและเข้าใจเนื้อหาอย่างถูกต้อง รวดเร็วและเรียนได้ตลอดเวลา

## บทที่ 2

### เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

ในการทำสารนิพนธ์ครั้งนี้ ผู้วิจัยได้ศึกษาหลักการ ทฤษฎี และงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง กับการพัฒนาโปรแกรม ตามลำดับดังนี้

- 2.1 ความรู้พื้นฐานการจัดการศึกษาและหลักสูตรการศึกษาขั้นพื้นฐาน
- 2.2 ทฤษฎีการเรียนรู้และรูปแบบการเรียนการสอน
- 2.3 ความรู้เกี่ยวกับการเรียนการสอนออนไลน์
- 2.4 ความรู้ด้านซอฟแวร์
- 2.5 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

#### **2.1 ความรู้พื้นฐานการจัดการศึกษาและหลักสูตรการศึกษาขั้นพื้นฐาน**

พระราชบัญญัติการศึกษาแห่งชาติ พุทธศักราช 2542 ได้กำหนดให้การศึกษาเป็น กระบวนการเรียนรู้ เพื่อความเจริญของงานของบุคคลและสังคม โดยมีการถ่ายทอดความรู้ การฝึกอบรม การสร้างสรรค์ความก้าวหน้าทางวิชาการ การสร้างความรู้ที่เกิดจากสิ่งแวดล้อมให้บุคคล เกิดการเรียนรู้ตลอดชีวิตสามารถอยู่ร่วมกับผู้อื่น ได้อย่างมีความสุข เปิดโอกาสให้สังคมมีส่วนร่วม ในการจัดการศึกษาพัฒนาสาระ และกระบวนการเรียนรู้ให้เป็นไปอย่างต่อเนื่อง

นอกจากนี้พระราชบัญญัติการศึกษาแห่งชาติคังกล่าว ได้กำหนดจัดทำหลักสูตร การศึกษา ขั้นพื้นฐาน เพื่อเป็นหลักสูตรแกนกลาง ให้สถานศึกษาจัดทำสารการเรียนรู้เป็นรายปี หรือรายภาค ได้ ในการจัดการศึกษานี้จะต้องมุ่งเน้นความสำคัญ ด้านความรู้ ความคิด ความสามารถ คุณธรรม และความรับผิดชอบต่อสังคมเพื่อพัฒนาคนให้มีความสมดุล โดยยึดหลักผู้เรียน มี ความสำคัญที่สุด

#### **2.2 ทฤษฎีการเรียนรู้และรูปแบบการเรียนการสอน**

2.2.1 รูปแบบการสอนของกา耶 (Gagne) (อ้างถึงใน บุญเรือง เนียมหอม, 2540) ได้ เสนอการเรียนการสอนซึ่ง ได้มีการนำมาประยุกต์ใช้ในการออกแบบบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน และการออกแบบการเรียนการสอนในระบบเครือข่าย รูปแบบตามแนวคิดนี้มีเป้าหมายให้ผู้เรียน

เชื่อมโยงการจัดสภาพการเรียนการสอนอันเป็นภาวะภายนอกของตัวผู้เรียน ให้สอดคล้องกับกระบวนการเรียนรู้ภายในตัวผู้เรียนซึ่งเป็นกระบวนการที่เกิดขึ้นภายในสมองของคนเราซึ่งมีการทำงานของสมองคล้ายกับการทำงานของคอมพิวเตอร์ขั้นตอนกระบวนการสอนมีดังนี้

2.2.1.1 การสร้างความสนใจ เป็นขั้นตอนที่ทำให้ผู้เรียนเกิดความสนใจในบทเรียน ถลายเป็นแรงจูงใจ ผู้สอนอาจใช้วิธีการสนทนากลุ่ม ทายปัญหา หรือมีวัสดุอุปกรณ์ต่างๆ ที่ทำให้ผู้เรียนตื่นตัวและมีความสนใจที่จะเรียนรู้

2.2.1.2 แจ้งจุดประสงค์ เป็นการบอกให้ผู้เรียนทราบถึงผลของการเรียนในบทนี้ โดยเฉพาะลงไว้เพื่อให้ผู้เรียนเห็นประโยชน์ในการเรียน ทำให้ผู้เรียนวางแผนการเรียนของตนเองได้ และยังช่วยให้ผู้สอนดำเนินการสอนตามแนวทางที่จะนำไปสู่จุดหมายได้

2.2.1.3 กระตุ้นให้ผู้เรียนระลึกถึงการเรียนรู้ที่จำเป็น ซึ่งเป็นการทบทวนความรู้เดิมที่จำเป็นต่อการเชื่อมโยง ให้เกิดการเรียนรู้ความรู้ใหม่เนื่องจากการเรียนรู้เป็นกระบวนการที่ต่อเนื่อง การเรียนรู้ความรู้ใหม่ต้องมีพื้นฐานความรู้เก่าเพื่อการเรียนรู้ที่ดี

2.2.1.4 เสนอบทเรียนใหม่ การเสนอบทเรียนใหม่เป็นการเริ่มกิจกรรมของบทเรียนใหม่โดยใช้วัสดุอุปกรณ์ต่างๆที่เหมาะสมมาประกอบการสอน

2.2.1.5 ชี้แนวทางการเรียนรู้ เป็นการบอกแนวทางให้ผู้เรียนสามารถทำกิจกรรมด้วยตัวของเขารองผู้สอนอาจแนะนำวิธีการทำกิจกรรม แนะนำแหล่งค้นคว้าเป็นการนำแนวทางให้ผู้เรียนไปคิดเอง

2.2.1.6 การฝึกปฏิบัติ เป็นการให้ผู้เรียนลงมือปฏิบัติ ทำแบบฝึกหัด ทำการบ้าน เป็นการให้ผู้เรียนแสดงพฤติกรรมตามจุดประสงค์

2.2.1.7 การให้ข้อมูลป้อนกลับ ผู้สอนแสดงให้ผู้เรียนเห็นว่าผลจากการปฏิบัติ กิจกรรมหรือพฤติกรรมที่ผู้เรียนแสดงออกมานั้นถูกต้องหรือไม่

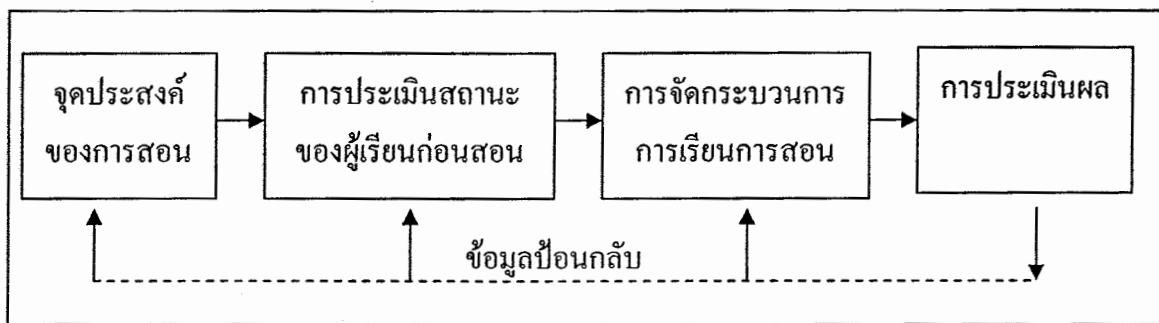
2.2.1.8 การประเมินผลการเรียนตามจุดประสงค์ ผู้สอนวัดและประเมินผู้เรียนว่า สามารถเรียนรู้ตามจุดประสงค์การเรียนรู้ของบทเรียนเพียงใด อาจทำการวัดโดยใช้แบบทดสอบ แบบสังเกต การตรวจผลงานหรือการสัมภาษณ์แล้วแต่ว่าจะวัดตามจุดประสงค์ด้านใด

2.2.1.9 ส่งเสริมความแม่นยำและการถ่ายทอดการเรียนรู้ เป็นขั้นตอนการข้ามทบทวนการเรียนที่ผ่านมาเพื่อให้ผู้เรียนมีพฤติกรรมการเรียนรู้ที่ฝังแน่นขึ้น กิจกรรมในขั้นนี้อาจจะเป็นแบบฝึกหัด การให้ทำกิจกรรมเพิ่มพูนความรู้รวมทั้งการให้ทำการบ้าน การทำงานหรือหาความรู้เพิ่มเติมจากที่ได้เรียนมาในชั้น

รูปแบบกระบวนการสอนนี้สามารถนำไปใช้ได้กับทุกเนื้อหาวิชาและกับผู้เรียนทุกระดับอายุ สามารถนำมาออกแบบบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนและการเรียนการสอนในระบบ

เครือข่าย เนื่องจากเป็นกระบวนการที่สร้างปฏิสัมพันธ์ระหว่างผู้สอน และผู้เรียนช่วยให้ผู้เรียนได้รับความรู้ใหม่ๆ ได้อย่างมีความหมายโดยการเชื่อมโยงกับความรู้เดิมที่มีอยู่และช่วยให้ผู้สอนตรวจสอบผลการจัดกิจกรรมการเรียนการสอนว่าเป็นไปตามจุดประสงค์หรือไม่ สามารถช่วยเหลือผู้เรียนได้ด้วยข้อมูลป้อนกลับ

2.2.2 กลาสเซอร์ (Glasser, 1962) (อ้างถึงใน สังค. อุทราณัท, 2532) ได้รายงานถึงรูปแบบระบบการเรียนการสอน ประกอบด้วย 5 องค์ประกอบคือ (1) จุดประสงค์ของการสอน (2) การประเมินสถานะของผู้เรียนก่อนสอน (3) การจัดกระบวนการเรียนการสอน (4) การประเมินผลการเรียนการสอน และ (5) ข้อมูลป้อนกลับ โดยเขียนเป็นแผนภูมิได้ดังภาพ



ภาพที่ 2.1 ระบบการเรียนการสอนของ กลาสเซอร์

2.2.2.1 จุดประสงค์ของการสอน (instructional objectives) ในการสอนจำเป็นจะต้องกำหนด จุดประสงค์ไว้ให้ชัดเจน เพื่อว่าผู้สอนจะได้วางแผนการสอนให้ได้ตามจุดประสงค์

2.2.2.2 การประเมินสถานะของผู้เรียนก่อนการสอน (entering behavior) เป็นการตรวจสอบคุณภาพผู้เรียน มีความรู้ความสามารถเพียงพอที่จะเรียนสิ่งใหม่ที่กำลังจะสอนหรือไม่ ถ้าพบว่าผู้เรียน มีความรู้ความสามารถไม่เพียงพอ ก็จำเป็นต้องให้ความรู้พื้นฐานแก่ผู้เรียนเสียก่อน

2.2.2.3 การจัดกระบวนการเรียนการสอน (learning experiences) เป็นขั้นที่ผู้สอนจะดำเนินกิจกรรมการเรียนการสอน เป็นการจัดประสบการณ์การเรียนรู้ให้กับผู้เรียน การเลือกใช้เทคนิคการสอน สื่อการสอน เพื่อให้ผู้เรียนเกิดการเปลี่ยนแปลง เกิดการเรียนรู้

2.2.2.4 การประเมินผล (evaluation) เป็นขั้นที่ดำเนินการต่อจากกิจกรรมการเรียนการสอน เพื่อที่จะได้ทราบว่าผู้เรียนได้เรียนรู้รูปแบบใด ความต้องการที่กำหนดไว้หรือไม่ หากน้อยเพียงใด

2.2.2.5 ข้อมูลป้อนกลับ (feedback) เป็นการนำเอาผลที่ได้จากการประเมินไปประกอบพิจารณาแก้ไของค์ประกอบต่างๆ อาจเป็นจุดประสงค์การสอน การประเมินสถานะของ

ผู้เรียน ก่อนสอน การจัดกระบวนการเรียนการสอน หากพบว่าส่วนใดยังมีข้อบกพร่องและทำการปรับปรุงให้มีความเหมาะสมยิ่งขึ้น

### 2.3 ความรู้เกี่ยวกับการเรียนการสอนออนไลน์

#### 2.3.1 ความหมายของ e-Learning

ถนนพrho เลาหจรสแสง (2545) กล่าวว่า ความหมายของ e-Learning สามารถแบ่งออกเป็น 2 ลักษณะด้วยกัน ได้แก่ ความหมายโดยทั่วไป และความหมายเฉพาะเจาะจงสำหรับความหมายโดยทั่วไป คำว่า e-Learning จะครอบคลุมความหมายที่กว้างมาก กล่าวคือ จะหมายถึง การเรียนในลักษณะใดก็ได้ซึ่งใช้การถ่ายทอดเนื้อหาผ่านทางอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์ ไม่ว่าจะเป็น คอมพิวเตอร์ เครื่องข่ายอินเตอร์เน็ต อินทราเน็ต เอ็ชทรายเน็ต หรือ ทางสัญญาณโทรศัพท์ หรือ สัญญาณดาวเทียม (satellite) ก็ได้ซึ่งเนื้อหาสาระสนเทศ อาจอยู่ในรูปแบบ เช่น คอมพิวเตอร์ช่วยสอน (Computer Assisted Instruction: CAI) การสอนบนเว็บ (Web Based Instruction: WBI) การเรียนออนไลน์ (On-line Learning) การเรียนทางไกลผ่านดาวเทียมหรืออาจอยู่ในรูปแบบที่ยังไม่แพร่หลายกันนัก เช่น การเรียนจากวิดีโอทัศน์ตามอัธยาศัย (Video On-Demand) เป็นต้น ความหมายเฉพาะเจาะจง คนส่วนใหญ่มีออกล่าวถึง e-Learning ในปัจจุบันจะมีความหมายเฉพาะถึง การเรียนเนื้อหาหรือสารสนเทศสำหรับการสอนหรือการอบรม ซึ่งในการนำเสนอด้วยตัวอักษร ภาพนิ่ง ผสมผสานกับการใช้ภาพเคลื่อนไหว วิดีโอทัศน์และเสียง โดยอาศัยเทคโนโลยีของเว็บ (Web technology) ในการถ่ายทอดเนื้อหา รวมทั้งการใช้เทคโนโลยีระบบจัดการรายวิชา (Course Management System: CMS) ในการบริหารจัดการงานสอนด้านต่าง ๆ เช่น การจัดให้มีเครื่องมือสื่อสาร ด้านต่าง ๆ เช่น e-Mail, Web Board สำหรับตั้งคำถาม หรือแลกเปลี่ยนแนวคิดระหว่างผู้เรียนด้วยกันหรือ กับครุภู่สอน การจัดให้มีแบบทดสอบ หลังจากเรียนจบ เพื่อวัดผลการเรียน รวมทั้ง การจัดให้มีระบบบันทึก ติดตามตรวจสอบและประเมินผลการเรียน โดยผู้เรียนที่เรียนจาก e-Learning นี้ ส่วนใหญ่แล้วจะศึกษาเนื้อหาในลักษณะออนไลน์ หมายถึงจากเครื่องที่มีการเชื่อมต่อ กับระบบเครือข่ายคอมพิวเตอร์

ไฟโตรนี ตีระชนากุล (2546) กล่าวว่า e-Learning หรือการเรียนรู้ทางสื่ออิเล็กทรอนิกส์ เป็นการเรียนรู้ผ่านสื่ออิเล็กทรอนิกส์ทุกประเภท ในปัจจุบันสื่อคอมพิวเตอร์ นับว่า เป็นสื่ออิเล็กทรอนิกส์ทรงพลังที่สุดในกระบวนการเรียนรู้ ดังนั้น โดยทั่วๆ ไป จึงสรุปได้ว่า e-Learning เป็นการเรียนรู้ผ่านสื่อคอมพิวเตอร์ ทั้งแบบ on-line ผ่านระบบเครือข่าย (internet) ซึ่ง อาจเรียกเป็น WBI (Web-based Instruction) และแบบ off-line หรือเรียนจาก CD อาจเป็น VI (Virtual Instruction หรือ Computer Instruction) เป็นต้น

e-Learning เป็นการศึกษาหรือการเรียนรู้ด้วยเทคโนโลยีอิเล็กทรอนิกส์ หรือดิจิตอล ทั้งทางด้านการเรียนการสอน การบริหารการศึกษา และการบริหารการจัดการศึกษา เพื่อสนองความต้องการการศึกษาที่ไร้พรมแดน ไร้เงื่อนไขของเวลา และสถานที่ เป็นการจัดให้การศึกษาสนองตอบต่อความต้องการของเอกบุคคล รวมทั้งการศึกษาโดยผู้เรียนเป็นสำคัญ จะเป็นการศึกษาในสถานที่ ในห้องเรียน ที่บ้าน หรือที่ไหนๆ ก็ได้ โดยใช้คอมพิวเตอร์แบบ Stand Alone หรือ Network, Internet หรือ Intranet ตามความจำเป็นและเหมาะสม

### 2.3.2 เทคนิคและวิธีการการเรียนการสอนบน e-Learning

ไฟโตรน์ ตีรัตนานาภูล (2546) การดำเนินการเรียน e-Learning ส่วนใหญ่จะเน้นเป็น Web-Based Instruction (WBI) ซึ่งเป็นเทคโนโลยีทางการศึกษาที่สถาบันชั้นนำ การจัดการข้อมูลและบทเรียนสำหรับ WBI จะต้องสนองตอบต่อการเรียนแบบ Synchronous และแบบ Asynchronous การเรียนแบบ Synchronous จะเป็นการเรียน Real Time แบบในห้องเรียน (face to face) แต่จะไม่เชิงปฏิบัติในห้องเรียน จะมีสื่อถือทางขึ้นอยู่ เช่น Chat Board, Voice Chat หรือบนหน้าจอโทรศัพท์มือถือ เป็นต้น ซึ่งการใช้สื่อเสริมการสอนจะต้องผ่านระบบ Digital เท่านั้น การเตรียมตัวจะต้องกระทำล่วงหน้า การดำเนินการต้องกระชับ แต่ต้องครอบคลุมทั่วถึงทุกอย่าง ในระหว่างดำเนินการ จะต้องมีกระบวนการประเมินผลแบบบูรณาการ (Formative Evaluation) และการมอบงาน การตรวจงานด้วย

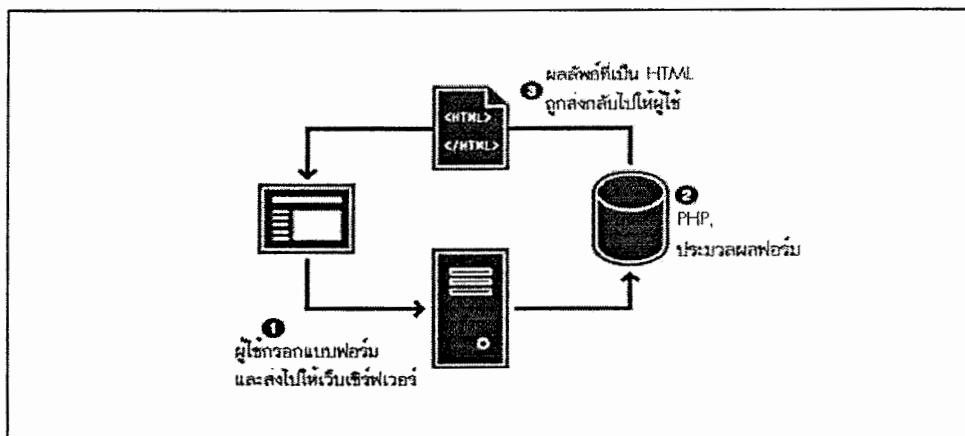
สำหรับการเรียนแบบ Asynchronous Learning นั้น นอกจากข้อมูลความรู้ ตามแหล่งที่จะค้นคว้าแล้ว บทเรียนที่จะจัดไว้เรียนแบบ WBI จะต้องดำเนินการพัฒนาเป็นบทเรียนสำเร็จรูปแบบโปรแกรมที่สามารถเร้าความสนใจ (Motivational Function) ในการเรียน รวมทั้งการมอบงานการบ้าน (On-line Homework) การย้อนผลกลับ การตรวจสอบ การประเมินความก้าวหน้า และผลสัมฤทธิ์ในการเรียนด้วย การพัฒนาบทเรียน WBI นอกจากจะต้องอาศัยความชำนาญในเนื้อหาวิชา โปรแกรมคอมพิวเตอร์ นักมัลติมีเดีย นักวัดผลแล้ว ยังต้องอาศัยความชำนาญของนักออกแบบการสอน (Instructional Design) ด้วย ความสัมฤทธิ์ผลของ e-Learning จะขึ้นอยู่กับบทเรียนที่ได้พัฒนาขึ้นเป็นสำคัญ

## 2.4 ความรู้ด้านซอฟต์แวร์

### 2.4.1 ภาษา PHP

กิติศักดิ์ เจริญโภคานนท์ (2542) PHP หมายถึง PHP Hypertext Preprocessor เป็นภาษาสคริปต์ (Script Language) ที่ได้รับความนิยมจากผู้พัฒนาเว็บไซต์ต่างๆ พัฒนาขึ้นมาเพื่อการพัฒนาเว็บไซต์โดยเฉพาะ PHP มีการทำงานแบบ Server Side Script ซึ่งจะทำงานที่ฝั่งเครื่องคอมพิวเตอร์แม่ข่าย (Server) มีจุดความสามารถสูง มีรูปแบบในการเขียนคำสั่งการทำงานที่ใช้ร่วมกับภาษา HTML ได้อย่างมีประสิทธิภาพ และ มีความสามารถและความสามารถในการสร้าง ได้นิคเว็บเพจ (Dynamic Web Page)

PHP เป็นภาษาที่มีความสามารถในการเชื่อมต่อกับระบบฐานข้อมูลได้หลายประเภท เรียกว่าเป็น Database-Enabled Web Page รวมทั้งสามารถใช้กับระบบแฟ้มข้อมูลได้สามารถจัดการกับข้อมูลตัวอักษรได้



ภาพที่ 2.2 หลักการทำงานของ PHP

หลักการทำงานของ PHP ประกอบด้วย 3 ขั้นตอน คือ

ขั้นตอนที่ 1 เครื่องลูกข่าย (Client) จะร้องขอหรือเรียกใช้งานไฟล์ PHP ที่เก็บในเครื่องแม่ข่าย (Server)

ขั้นตอนที่ 2 เครื่องแม่ข่าย (Server) จะค้นหาไฟล์ PHP แล้วประมวลผลไฟล์ PHP ตามที่เครื่องลูกข่ายร้องขอเข้ามา

ขั้นตอนที่ 3 เครื่องแม่ข่าย (Server) จะส่งผลลัพธ์ที่ได้จากการประมวลผลไปยังเครื่องลูกข่าย (Client)

PHP เป็นสคริปต์ที่สามารถแทรกร่วมกับ HTML Tag ได้ และสามารถพัฒนาโค้ดไว้ในรูปแบบของ Class ที่สามารถเรียกใช้ช้าได้ ทำให้สะดวกและรวดเร็วต่อการพัฒนาโปรแกรม

PHP สามารถใช้งานได้โดยไม่มีค่าใช้จ่าย และ มีผู้ใช้งานอยู่เป็นจำนวนมากกว่าทั่วโลกที่ใช้ติดมากกันที่เป็นแหล่งรวมซอฟต์แวร์ต่างๆ ที่เกี่ยวกับ PHP ทำให้สามารถค้นหาข้อมูลเพื่อเป็นแนวทางในการพัฒนาโปรแกรมได้

การบริหารหน่วยความจำ (Memory Usage) PHP มีการเรียกใช้หน่วยความจำอย่างมีประสิทธิภาพ โดยจะเรียกใช้หน่วยความจำเฉพาะเวลาการทำงาน ทำให้มีประสิทธิภาพในการทำงานสูงขึ้น เว็บแอพพลิเคชันที่ถูกพัฒนาขึ้นมาจากภาษา PHP สามารถที่จะทำงานได้หลายระบบปฏิบัติการ เช่น Unix, Linux, Windows 98/XP/2000/2003 ฯลฯ

#### 2.4.2 ภาษา HTML

HTML (Hypertext Markup Language) เป็นภาษาคอมพิวเตอร์ที่ใช้ในการพัฒนาเว็บเพจ (Web Page) เพื่อให้แสดงผลบนเบราว์เซอร์ (Browser) การสร้างเว็บเพจด้วยภาษา HTML จะต้องสร้างเป็นไฟล์ข้อความที่มีนามสกุลเป็น \*.html, \*.htm โดยที่ผู้เขียนจะใช้ Text Editor ใดๆ ก็ได้ เช่น Notepad, Word Processor เป็นต้น เมื่อแสดงบนเบราว์เซอร์แล้วจะไม่ปรากฏโค้ดแต่จะแสดงเป็นผลลัพธ์ที่ประกอบไปด้วย ข้อความ รูปภาพหรือเสียงตามที่ผู้เขียนกำหนด โดย ข้อความภาพ เสียง ฯลฯ จะมีหน้าตาอย่างไรนั้น จะขึ้นกับการประมวลผลของ Web Browser ซึ่งอาจแตกต่างกันตามแต่ละ Web Browser

โครงสร้างของ HTML จะประกอบไปด้วยส่วนของคำสั่ง 2 ส่วน คือ ส่วนที่เป็นส่วนหัว (Head) และส่วนที่เป็นเนื้อหา (Body) HTML เป็น Script ที่เรียก Tag (คำสั่ง) ไว้เป็นไฟล์เพื่อเป็นตัวบอกเบราว์เซอร์ ว่าจะต้องแสดงอะไร ลักษณะอย่างไร Tag (คำสั่ง) จะประกอบด้วยเครื่องหมาย < ตามด้วยชื่อ Tag และเครื่องหมาย > โดยทั่วไป Tag จะมีเป็นคู่เพื่อเปิดและปิดคำสั่ง โดย Tag เปิดจะมีลักษณะดังกล่าวข้างต้นแต่ Tag ปิดจะเพิ่ม Slash (/) หน้า Tag เท่านั้น เช่น คำสั่ง Heading Tag จะพิมพ์ด้วยอักษรตัวเล็กหรือใหญ่ก็ได้ สำหรับโครงสร้างของ HTML ลำดับใน Tag ใน HTML Document คือจะเริ่มต้นและสิ้นสุดของโปรแกรมและแจ้งแก่เบราว์เซอร์ ว่า เป็น HTML Document

โดยมีรูปแบบคำสั่งดังนี้

<HTML>

<HEAD>

<TITLE> ชื่อโปรแกรมหรือข้อมูลที่ต้องการแสดงในส่วนหัว </TITLE>

</HEAD>

```

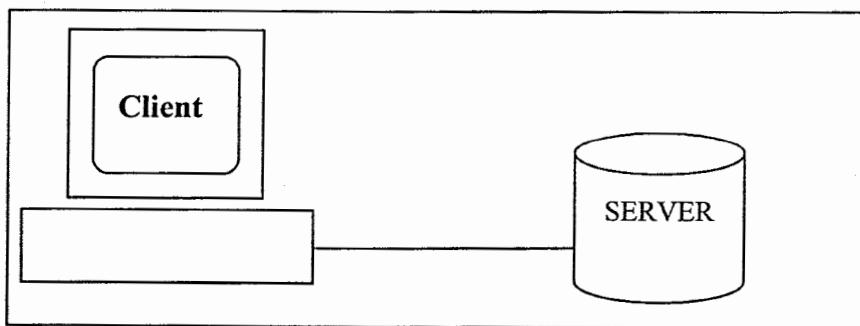
<BODY>
    คำสั่งหรือข้อความที่ต้องการให้แสดง
</BODY>
</HTML>

```

#### 2.4.3 ระบบการจัดฐานข้อมูล MySQL

สังกรานต์ ทองสว่าง (2548) MySQL เป็นระบบจัดการฐานข้อมูลเชิงสัมพันธ์ (Relational Database Management System: RDBMS) ที่นิยมใช้บนอินเตอร์เน็ต เนื่องจาก MySQL เป็น Software ด้านฐานข้อมูลที่มีประสิทธิภาพสูง สนับสนุนการใช้งานบนระบบปฏิบัติการต่างๆ เช่น Unix OS/2, Mac OS หรือ Windows นอกจากนี้ MySQL สามารถใช้งานร่วมกับ Web Development Platform ทั้งหลาย ไม่ว่าจะเป็น C, C++, Java, Perl, PHP หรือ ASP ก็ตาม MySQL เป็นซอฟต์แวร์ประเภท Open Source Software สามารถดาวน์โหลด Source Code ด้านฉบับໄ้ด์จากอินเตอร์เน็ต โดยไม่เสียค่าใช้จ่ายใดๆ และ MySQL ได้พัฒนาตามข้อกำหนดมาตรฐาน SQL ดังนั้นจึงสามารถใช้คำสั่ง SQL ในการทำงานกับ MySQL ได้

การทำงานของ MySQL เป็นการทำงานในลักษณะของ Client/Server ประกอบด้วยส่วนหลักๆ 2 ส่วน ส่วนผู้ให้บริการ (Server) และส่วนของผู้ใช้บริการ (Client) โดยในแต่ละส่วนจะมีโปรแกรมสำหรับการทำงานตามหน้าที่ของตน



ภาพที่ 2.3 ส่วนประกอบของโครงสร้าง MySQL

ส่วนของผู้ให้บริการ หรือ Server จะเป็นส่วนที่ทำหน้าที่บริหารการจัดการระบบฐานข้อมูล โดยใช้ MySQL เป็น Database Server จัดเก็บข้อมูลทั้งหมด ข้อมูลที่เก็บไว้มีทั้งข้อมูลที่จำเป็นสำหรับการทำงานกับระบบฐานข้อมูล และข้อมูลที่เกิดจากการที่ผู้ใช้แต่ละคนสร้างขึ้นมา

ส่วนของผู้ใช้บริการ หรือ Client ก็คือผู้ใช้ โดยโปรแกรมสำหรับใช้งานในส่วนนี้ได้ MySQL Client Access, Web Development platform ต่างๆ เช่น Java, Perl, PHP, ASP

#### 2.4.4 Macromedia Flash

วสุ อมฤตสุทธิ์ (2549) โปรแกรม Macromedia Flash เป็นเครื่องมือมาตรฐานที่ใช้สร้างงานแอนิเมชั่น ไม่ว่าเป็นการสร้างภาพนิ่ง (art work) โลโก้เคลื่อนไหวได้ (animated logos) ภาพเคลื่อนไหว (animation) ภาพเคลื่อนไหวที่ได้ตอบได้ (interactive movie) ใช้ในการออกแบบและพัฒนาเว็บเพจ ได้เป็นอย่างดี

Macromedia Flash สามารถใช้กับโปรแกรม Application งาน Presentation Game ต่างๆ โดยการนำรูปภาพเสียง วิดีโอ ข้อความต่างๆ มาใช้ในการสร้างชิ้นงาน Macromedia Flash เป็นโปรแกรมที่มีประสิทธิภาพในการออกแบบ นำเสนอผลงานต่างๆ ที่ผ่าน Web site ได้ เนื่องจากมีขนาดเล็ก จึง Download ข้อมูลได้อย่างรวดเร็ว

เครื่องมือค่าต่างๆ ของโปรแกรม Macromedia Flash ช่วยให้สามารถสร้างชิ้นงานที่มีหลากหลาย มีหน้าที่ในการทำงานครบถ้วน เช่น ทำงานกับ Database รองรับการใช้งานกับ XML นอกจากนี้ยังสามารถนำเสียงต่างๆ เข้ามาใช้สร้างภาพเคลื่อนไหว ได้ตามต้องการ

#### 2.4.5 Macromedia Dreamweaver

วงศ์ประชา จันทร์สมวงศ์ (2547) Macromedia Dreamweaver เป็นโปรแกรมสำหรับพัฒนาเว็บไซต์ ซึ่งมีคุณสมบัติในการใช้งานในแบบ WYSIWYG อ่านว่า วิสติวิก (What You See Is What You Get) การใช้งานของโปรแกรมจะอำนวยความสะดวกให้กับการออกแบบเว็บเพจเป็นอย่างมาก โดยโปรแกรมจะทำงานในลักษณะ HTML Generator นั่นคือโปรแกรมจะสร้างรหัสคำสั่ง HTML โดยที่ไม่จำเป็นต้องเรียนรู้ CODE ของ HTML เลย ก็สามารถสร้าง website ได้โดยโปรแกรมมีลักษณะการทำงาน คล้ายๆ กับการพิมพ์เอกสารด้วย Word Processing ที่สามารถใช้เครื่องมือ (Tool bars) หรือแถบคำสั่ง (Menu bar) ควบคุมการทำงาน ช่วยให้การใช้งานง่าย สะดวก และรวดเร็ว

ข้อเด่นของโปรแกรม Macromedia Dreamweaver

(1) ผู้ใช้ไม่ต้องศึกษาภาษา HTML ก็สามารถสร้างเว็บเพจได้ เพราะโปรแกรมนี้ฟังก์ชันการทำงานแบบ HTML Generator

(2) สามารถสร้างภาพเคลื่อนไหว (Animation) โดยใช้รูปแบบของ Macromedia Director ด้วยคุณสมบัติ Animate Netscape และ CSS-P Layers ทำให้ภาพเคลื่อนไหวบนบรรทัดโดยไม่ต้องอาศัยโปรแกรมเสริมใดๆ

(3) สามารถนำข้อความเข้ามาในโปรแกรมได้ (Import Text File)

(4) สนับสนุน CSS (Cascading Style Sheet)

(5) สามารถตรวจสอบชนิดของบรรทัดได้

(6) สามารถเกี่ยวกับการปรับปรุง ดูแลรักษาไซต์ เช่น โอนถ่ายข้อมูล (FTP) ขึ้นเครื่องแม่บ้าน และจัดการเพิ่มลงเว็บเพจได้

(7) ความสามารถในการทำ Image Roller

(8) สนับสนุนภาษาไทย

#### 2.4.6 เว็บเซิร์ฟเวอร์ (Web Server)

ไฟศาล โมลิกุลมงคล (2538) เว็บเซิร์ฟเวอร์ คือ โปรแกรมที่ทำหน้าที่รับและประมวลผลข้อมูลที่ร้องขอจากผู้ใช้บริการอินเตอร์เน็ตโดยผ่านทางเว็บбраузอร์ หลังจากที่เว็บเซิร์ฟเวอร์รับคำร้องและประมวลผลแล้ว ผลลัพธ์จะถูกส่งกลับไปยังผู้ใช้โดยแสดงผลในเว็บбраузอร์นั้นเอง นอกจากเว็บเซิร์ฟเวอร์จะให้บริการในอินเตอร์เน็ตแล้ว อาจจะนำมาประยุกต์มาใช้ในเครือข่ายภายในองค์กร หรืออินทราเน็ตได้อีกด้วย

แต่เดิมนั้นเว็บเซิร์ฟเวอร์มักจะอยู่ในเครื่องคอมพิวเตอร์แบบ UNIX ที่มีประสิทธิภาพสูง รองรับผู้ใช้งานได้จำนวนมาก และราคาสูง แต่เมื่ออินเตอร์เน็ตเข้ามามีบทบาทและความนิยมมากขึ้น ทำให้มีการพัฒนาซอฟแวร์เพื่อใช้เป็นเว็บเซิร์ฟเวอร์บนเครื่องคอมพิวเตอร์ส่วนบุคคลมากขึ้น

เว็บเซิร์ฟเวอร์ที่นิยมใช้บันอินเตอร์เน็ต คือ Apache Web Server เพราะเป็นซอฟแวร์ที่ใช้ได้โดยไม่มีค่าใช้จ่าย และมีประสิทธิภาพในการทำงานสูง

### 2.5 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

ชัยพร ตั้งตน (2538) ได้พัฒนาบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนวิชาคณิตศาสตร์ เรื่อง การหาร สำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 3 โดยใช้โปรแกรม authorware กลุ่มตัวอย่างเป็นนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 3 โรงเรียนคราภาน กรุงเทพมหานคร จำนวน 30 คน แบ่งเป็น 2 กลุ่ม โดยวิจัยกลุ่มนักเรียนที่มีคะแนนสอบจากแบบทดสอบที่มีผู้วิจัยสร้างขึ้นเท่ากัน แล้วสุ่มตัวอย่างแบบง่ายภายในคู่ เพื่อแบ่งนักเรียนเป็นกลุ่มทดลองที่ 1 และ 2 กลุ่มทดลองที่ 1 เรียนจากบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน 18 คาบ คาบละ 20 นาที โดยผู้วิจัยสังเกตพฤติกรรมการเรียนด้วยบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนของนักเรียน สัมภาษณ์นักเรียนเมื่อเรียนจบให้ทำแบบฝึกหัดนำข้อมูลที่ได้มาปรับปรุงแก้ไข จากนั้นนำไปทดลองกับกลุ่มทดลองที่ 2 นำผลการทดสอบและข้อมูลที่ได้จากการสังเกตพฤติกรรมการเรียนด้วยบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนของนักเรียน การสัมภาษณ์นักเรียนถึงความเห็นชอบของภาษากราฟิกที่ใช้แล้วนำมาปรับปรุงให้เป็นบทเรียนที่สมบูรณ์ ผลการศึกษาพบว่า ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังจากเรียนด้วยบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนของนักเรียนทั้งสองกลุ่มไม่แตกต่างกัน



ปча ทับทิมห้อม (2543) ได้พัฒนาบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนผ่านเครือข่าย อินเตอร์เน็ต กรณีศึกษา : บทเรียนเรื่อง ENVIRONMENTAL RISK ASSESSMENT เพื่อพัฒนาระบบคอมพิวเตอร์ช่วยสอนผ่านเครือข่ายอินเตอร์เน็ตบทเรียนเรื่อง ENVIRONMENTAL RISK ASSESSMENT ที่เป็นระบบ Interactive และเปรียบเทียบผลการเรียนของกลุ่มทดลอง ผู้วิจัยพบว่า กลุ่มทดลองมีคะแนนเฉลี่ยก่อนเรียนบทเรียน 7.73 คะแนน หลังจากได้เรียนแล้วมีคะแนนเฉลี่ยเป็น 11.20 เมื่อเปรียบเทียบความแตกต่างของคะแนนเฉลี่ยก่อนและหลังเรียนของกลุ่มทดลอง โดยใช้ T-Test พบร่วมกับความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 (ที่ระดับความเชื่อมั่น 95%) ( $t-test = 6.612$ ) แสดงให้เห็นว่าบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนผ่านอินเตอร์เน็ตนี้มีประสิทธิภาพที่สามารถช่วยให้ผู้ศึกษามีความรู้เพิ่มขึ้น

ศิริพจน์ มะโนดี (2544) ได้วิจัยผลของการจัดการสอนบนเว็บ เรื่อง การนำทฤษฎีการพยาบาลมาใช้คูณและสุขภาพของบุคคล ต่อความพร้อมในการเรียนรู้ด้านการนำตนเอง และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักศึกษาพยาบาล พบร่วมกับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักศึกษาพยาบาลกลุ่มที่ได้รับการจัดการสอนบนเว็บ เรื่อง การนำทฤษฎีการพยาบาลมาใช้คูณและสุขภาพของบุคคล กับกลุ่มที่ได้รับการสอนแบบปกติ คะแนนเฉลี่ยความพร้อมในการเรียนรู้ด้านการนำตนเอง โดยรวมของนักศึกษาพยาบาลกลุ่มทดลองหลังการทดลอง สูงกว่าก่อนการทดลองอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 คะแนนเฉลี่ยความพร้อมในการเรียนรู้ด้านการนำตนเอง โดยรวมของนักศึกษาพยาบาล หลังการทดลองของกลุ่มทดลอง สูงกว่ากลุ่มควบคุมอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 คะแนนเฉลี่ยผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักศึกษาพยาบาลกลุ่มทดลอง สูงกว่ากลุ่มควบคุมอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

รจนา อินกลับ (2548) ได้วิจัยเพื่อสร้างบทเรียนและหาประสิทธิภาพบทเรียนบนเครือข่ายอินเตอร์เน็ต วิชาบทเรียนโปรแกรม พบร่วมบทเรียนบนเครือข่ายอินเตอร์เน็ต วิชาบทเรียนโปรแกรมที่สร้างมีคุณภาพตามความคิดเห็นของผู้ทรงคุณวุฒิในระดับดี และมีประสิทธิภาพเท่ากับ  $84.75/82.00$  เป็นไปตามเกณฑ์ที่กำหนดคือ  $80/80$  และมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

วางณา หอมจันทร์ (2542) ได้วิจัยเพื่อศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างโปรแกรมการเรียนการสอนผ่านเว็บแบบเปิดและปิดของโปรแกรมการเรียนการสอนผ่านเว็บ และระดับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาภาษาอังกฤษ ผลการวิจัยพบว่า ไม่มีปฏิสัมพันธ์ระหว่างนักเรียนที่มีระดับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนสูงและต่ำกับโปรแกรมการเรียนการสอนผ่านเว็บแบบเปิดและแบบปิด อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 นักเรียนที่เรียนด้วยโปรแกรมการเรียนการสอนผ่านเว็บแบบเปิดและแบบปิด มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

นักเรียนที่มีระดับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนต่างกันเมื่อเรียนด้วยโปรแกรมการเรียนการสอนผ่านเว็บ มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

รุ่งทิวา เสาร์สิงห์ (2541 : บทคัดย่อ) ได้ทำการวิจัยและพัฒนาโปรแกรมคอมพิวเตอร์ ในห้องคราฟฟิกช่วยจัดการเรียนการสอน ในสถาบันเทคโนโลยีราชมงคล วิทยาเขตเทคนิค กรุงเทพฯ โดยใช้เครื่องไมโครคอมพิวเตอร์และโปรแกรมคอมพิวเตอร์เพื่องานจัดการเรียนการสอน และได้ทำการประเมินผลโปรแกรมพบว่า โปรแกรมคอมพิวเตอร์มีความสามารถและประสิทธิภาพ ในการนำไปใช้งานได้ในระดับดี

ทิพย์เกสร บุญจำปา (2540) ได้ทำการวิจัย การพัฒนาระบบการสอนเสริมทางไกลผ่าน อินเตอร์เน็ตของมหาวิทยาลัย ได้ทดลองเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักศึกษาที่เรียน จากการสอนเสริมทางไกลผ่านอินเตอร์เน็ต กับนักศึกษาที่เรียนจากการสอนเสริมโดยวิธีพิชิตหน้า และประเมินความคิดเห็นของนักศึกษาที่มีต่อการสอนเสริมทางไกลผ่านอินเตอร์เน็ต ผลการวิจัย พบว่า ระบบการสอนเสริมทางไกลผ่านอินเตอร์เน็ตที่พัฒนาขึ้น ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนจากการ สอนเสริมทางไกลผ่านอินเตอร์เน็ตกับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนจากการสอนเสริมโดยวิธีพิชิตหน้า ไม่แตกต่างกัน ที่ระดับนัยสำคัญ .05 และความคิดเห็นของนักศึกษาอยู่ในเกณฑ์เห็นด้วยมาก

สุทธิชา อนุพันธ์ (2548) ได้วิจัยเพื่อพัฒนาบทเรียนบนเครือข่ายอินเตอร์เน็ต วิชาการ พลิตราיה โทรทัศน์เพื่อการสอนและการฝึกอบรม พบร่วมบทเรียนบนเครือข่ายอินเตอร์เน็ต วิชาการพลิตราיה โทรทัศน์เพื่อการสอนและการฝึกอบรม ที่พัฒนามีคุณภาพตามความคิดเห็นของ ผู้ทรงคุณวุฒิทั้งด้านเนื้อหา และด้านการผลิตสื่ออยู่ในระดับดี และมีประสิทธิภาพเท่ากับ 83.25/80.00 มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับ .05

อมรเดช ดีนาน (2544) ได้พัฒนาบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนแบบมัลติมีเดียเรื่อง “การขยายพันธุ์พืช” ให้มีประสิทธิภาพ ตามเกณฑ์มาตรฐาน 80/80 และเพื่อศึกษาเปรียบเทียบ ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนโดยใช้บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนแบบมัลติมีเดียเรื่อง “การขยายพันธุ์พืช” ระหว่างนักเรียนที่มีระดับคะแนนเฉลี่ยสะสมต่างกัน พบร่วม ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังเรียน สูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 และเมื่อเปรียบเทียบผลต่างของคะแนนก่อน เรียนและหลังเรียนระหว่างกลุ่มนักเรียนที่มีระดับคะแนนเฉลี่ยสะสมสูงและต่ำพบว่าไม่แตกต่างกัน

โททศ อัคคพงศ์พันธุ์ (2545) ได้วิจัยเพื่อสร้างและหาประสิทธิภาพของบทเรียนบน เครือข่ายอินเตอร์เน็ต วิชาทฤษฎีการออกแบบพัฒนาระบบปี 1 และ เพื่อหาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน หลังเรียนด้วยบทเรียนเครือข่ายอินเตอร์เน็ต พบร่วมบทเรียนบนเครือข่ายอินเตอร์เน็ต วิชาทฤษฎีการ ออกแบบพัฒนาระบบปี 1 ที่สร้างมีประสิทธิภาพตามความคิดเห็นของผู้ทรงคุณวุฒิอยู่ในระดับดี และ

ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของผู้เรียนที่เรียนด้วยบทเรียนบนเครือข่ายอินเตอร์เน็ต วิชาทฤษฎีการออกแบบพานิชย์ศิลป์ 1 หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

อารีย์ มีมุ่งกิจ (2541) ได้พัฒนาบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนเพื่อการซ้อมเสริมวิชาคณิตศาสตร์ เรื่อง เศษส่วน สำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 โดยใช้กลุ่มตัวอย่างจำนวน 30 คน ประกอบด้วยนักเรียนที่มีผลการเรียนอยู่ในระดับปานกลาง 10 คน และนักเรียนที่มีผลการเรียนอยู่ในระดับต่ำ 20 คน ผลการวิจัยพบว่า นักเรียนทุกคนที่มีคะแนนสอบระหว่างเรียน และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังจากการเรียนด้วยบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนของนักเรียนทุกคนในทั้งสองกลุ่ม สูงกว่าผลสัมฤทธิ์ก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

ชาร์บอท และมาร์แซค (Chabot and marsa, 1983: 157–165) ได้ทำการวิจัยเกี่ยวกับการนำบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน เรื่อง “Thoracic medicine” ใช้สอนนักศึกษาแพทย์ในโรงพยาบาลกลางของมหาวิทยาลัย 2 แห่งในกรุงปารีส โดยโปรแกรมแบ่งออกเป็นส่วนๆ สำหรับสอนผู้ที่เริ่มวินิจฉัยโรค ซึ่งผลปรากฏว่าต่อต่อระยะเวลา 2 ปี ได้รับการยอมรับอย่างดีจากนักศึกษามีอัตราเทียบกับการเรียนด้วยวิธีอื่นๆ

Katherine Nova, Blair (2000) ได้วิจัยโดยมีวัตถุประสงค์ของการวิจัยคือวัดผลสัมฤทธิ์และวัดเขตติดต่อการเรียนด้วยเว็บไซต์เพื่อการศึกษา ประชากรจำนวน 36 คน เป็นนักศึกษาปีที่ 1 ที่เรียนวิชา IDE120, Interior Design, Studio II ในภาคเรียนฤดูหนาวปี 1999 กลุ่มตัวอย่างจำนวน 31 คน แบ่งเป็น 3 กลุ่ม วิธีการทดลองได้กำหนดให้นักศึกษากลุ่มที่ 1 เรียนจากเว็บไซต์เพื่อการศึกษา กลุ่มที่ 2 พิจารณารายละเอียดของเว็บไซต์เพื่อการศึกษา กลุ่มที่ 3 พิจารณารายละเอียดของเว็บไซต์เพื่อการศึกษา กลุ่มที่ 1 ที่เรียนจากเว็บไซต์เพื่อการศึกษา ต่ำกว่าอีก 2 กลุ่มอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ 0.003 จากการวิเคราะห์ผลการเรียนของนักศึกษา กลุ่มที่ 1 พบร่วมกับผลการเรียนในแต่ละหน่วยมีความสัมพันธ์กับคะแนนเฉลี่ยก่อนเรียน ( $P=0.026, r=0.636$ ) สามารถสรุปผลการทดลองได้ว่าผลการเรียนจากเว็บไซต์เพื่อการศึกษาสัมพันธ์กับคะแนนก่อนเรียน โดยผู้เรียนที่มีผลการเรียนอ่อนจะไม่ประสบผลสำเร็จในการเรียนที่มีสภาพแวดล้อมแบบช่วยเหลือตนเอง ซึ่งเป็นรูปแบบของการเรียนผ่านอินเตอร์เน็ต

Apiwan Dejnaronk (2000) ได้ทำการศึกษาเกี่ยวกับผลของการเรียนแบบออนไลน์ของนักศึกษาโดยเปรียบเทียบผลการเรียนระหว่างกลุ่มที่เรียนในห้องเรียนและกลุ่มที่เรียนแบบออนไลน์ โดยวิธีการเรียนการสอนที่เหมือนกันพบว่า นักศึกษาที่เรียนแบบออนไลน์ได้คะแนนดีกว่าผู้ที่เรียนปกติ

## บทที่ 3

### วิธีดำเนินการวิจัย

การจัดทำสารนิพนธ์ เพื่อพัฒนาบทเรียนออนไลน์ เรื่อง การสืบพันธุ์ของพืชดอก ได้กำหนด วิธีการพัฒนาไว้ดังนี้

- 3.1 การศึกษาและรวบรวมข้อมูล
- 3.2 กลุ่มตัวอย่าง
- 3.3 แนวทางและขั้นตอนในการพัฒนา
- 3.4 การสร้างแบบประเมินผล
- 3.5 การทดสอบบทเรียน
- 3.6 การวิเคราะห์ข้อมูล

#### 3.1 การศึกษาและรวบรวมข้อมูล

ศึกษาข้อมูลเกี่ยวกับสภาพปัจจุบันปัญหา วิเคราะห์หลักสูตร วิเคราะห์ผู้เรียน งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง เพื่อเป็นข้อมูลที่ใช้ในการออกแบบบทเรียน โดยมีหัวข้อดังนี้

3.1.1 ศึกษาหลักการ และวิธีการสร้างบทเรียนออนไลน์ ในด้านการวิเคราะห์ออกแบบ การนำเสนอ จากเอกสารตำรา และงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

3.1.2 ศึกษาเครื่องมือสำหรับสร้างบทเรียน ที่ใช้บนเครื่อข่ายอินเตอร์เน็ต ประกอบด้วย โปรแกรมต่างๆ ได้แก่ ภาษา PHP, ระบบจัดการฐานข้อมูล MySQL, Macromedia Flash Macromedia Dreamweaver, Adobe Photoshop, Apache ฯลฯ

3.1.3 ศึกษาวิเคราะห์หลักสูตร เนื้อหา จุดประสงค์การเรียนรู้ ที่สอดคล้องกับการพัฒนาบทเรียน

#### 3.2 กลุ่มตัวอย่าง

เป็นนักเรียนระดับมัธยมศึกษาปีที่ 1 โรงเรียนชุมชนโภกสารวิทยา และโรงเรียนบ้านบึงเจียว ปีการศึกษา 2550 จำนวน 15 คน

3.2.1 นักเรียนระดับมัธยมศึกษาปีที่ 1 โรงเรียนชุมชนโภกสารวิทยา จำนวน 15 คน

3.2.2 นักเรียนระดับมัธยมศึกษาปีที่ 1 โรงเรียนบ้านบุ่งเบิ瓦 จำนวน 15 คน

### 3.3 แนวทางและขั้นตอนในการพัฒนา

3.3.1 ศึกษาหลักสูตร รายละเอียดของเนื้อหา เรื่องการสืบพันธุ์ของพืชดอก ซึ่งรวมรวม  
ได้ 6 หัวข้อ คือ

3.3.1.1 โครงสร้างของดอก

3.3.1.2 ชนิดของดอกไม้

3.3.1.3 การถ่ายละอองเรณู

3.3.1.4 การปฏิสนธิ

3.3.1.5 ชนิดของผล

3.3.1.6 ปัจจัยที่ช่วยในการถ่ายละอองเรณู

3.3.2 กำหนดจุดประสงค์การเรียนรู้เชิงพฤติกรรม ให้ครอบคลุมขอบเขตของ เนื้อหา

3.3.3 กำหนดขอบข่ายของการนำเสนอเนื้อหาของบทเรียนที่พัฒนา

3.3.4 นำเนื้อหาที่รวมรวมได้ เสนอให้ผู้เชี่ยวชาญด้านเนื้อหา ตรวจสอบ

3.3.5 เขียน Story Board ของบทเรียนเรื่องการสืบพันธุ์ของพืชดอก เพื่อให้เหมาะสมกับการนำเสนอ

3.3.6 สร้างบทเรียน เรื่องการสืบพันธุ์ของพืชดอก ด้วยโปรแกรมต่างๆ ตามหัวข้อที่

3.3.1

3.3.7 นำบทเรียนที่พัฒนาแล้ว เสนอต่อผู้เชี่ยวชาญด้านระบบคอมพิวเตอร์ ตรวจสอบความถูกต้อง และเหมาะสม

3.3.8 ทดสอบ ตรวจสอบบทเรียนเรื่องการสืบพันธุ์ของพืชดอก ผ่านเว็บбраузอร์ (Web Browser) เพื่อตรวจสอบความน่ารื่นรมย์และเข้าใจพิเศษ

3.3.9 แก้ไข ปรับปรุงระบบ และบทเรียน ตามคำแนะนำของผู้เชี่ยวชาญด้านคอมพิวเตอร์

3.3.10 ประเมินประสิทธิภาพของระบบและบทเรียน โดยผู้เชี่ยวชาญ

3.3.11 แบบประเมินที่ใช้ในการประเมินประสิทธิภาพของโปรแกรม เป็นแบบสอบถามใช้แบบ Black-Box ซึ่งแบบประเมินประสิทธิภาพของโปรแกรม กำหนดเกณฑ์ตามวิธีของ ไอลิเกิร์ต (Likert) (อ้างถึงใน กฎหมายวัฒนาการ พ.ศ. 2549) เป็นมาตราอันดับเชิงคุณภาพนิด 5 ระดับ และ มาตราอันดับเชิงปริมาณ ชนิด 10 มาตรส่วน มีเกณฑ์ประสิทธิภาพดังนี้

9 – 10 หมายถึง มีประสิทธิภาพในระดับดีมาก

7 – 8 หมายถึง มีประสิทธิภาพในระดับดี

5 – 6 หมายถึง มีประสิทธิภาพในระดับพอใช้

3 – 4 หมายถึง มีประสิทธิภาพควรปรับปรุง

1 – 2 หมายถึง มีประสิทธิภาพไม่เหมาะสม

3.3.12 นำบทเรียนที่ผ่านการประเมินจากผู้เชี่ยวชาญ ว่ามีคุณภาพอยู่ในเกณฑ์ที่สามารถนำไปใช้เป็นสื่อสำหรับสอนได้ ทดลองใช้กับนักเรียนกลุ่มตัวอย่าง จำนวน 30 คน จากนั้นให้ นักเรียนตอบแบบสอบถามความพึงพอใจ

### 3.4 การสร้างแบบประเมินผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

3.4.1 ศึกษาเนื้อหา เรื่องการสืบพันธุ์ของพืชดอก

3.4.2 กำหนดคุณค่าและคุณภาพของการเรียนรู้เชิงพฤติกรรม

3.4.3 ตรวจสอบคุณภาพและประสิทธิภาพของข้อสอบ โดยนำแบบทดสอบให้ ผู้เชี่ยวชาญด้านเนื้อหาและการวัดประเมินผล

3.4.4 ตรวจสอบคุณภาพของข้อสอบ ด้วยการหาความยาก-ง่ายของแบบทดสอบแต่ละ ข้อ ด้วยวิธีวิเคราะห์ข้อสอบแบบอิงเกณฑ์ของ แบรนแนน (Brennan) (อ้างถึงใน บุญชุม ศรีสะอาด, 2535) จากข้อสอบทั้งหมด 35 ข้อ นำไปใช้กับประชากรที่ไม่ใช่กลุ่มตัวอย่างเพื่อวิเคราะห์ความยาก ง่ายโดยแบ่งนักเรียนเป็น 3 กลุ่ม คือ

กลุ่มที่ 1 แบ่งเป็น เก่ง : ปานกลาง : อ่อน ในสัดส่วน 1 : 1 : 1

กลุ่มที่ 2 แบ่งเป็น เก่ง : ปานกลาง : อ่อน ในสัดส่วน 3 : 3 : 3

กลุ่มไกล์เคียง จำนวน 10 คน

ปรากฏว่า ได้ข้อสอบที่มีความยากง่าย อยู่ระหว่าง .2 - .8 (P) ครบตามจำนวน

20 ข้อ

3.4.5 การหาค่าความเชื่อมั่นของข้อสอบทั้งฉบับ โดยใช้วิธีหาค่าความเชื่อมั่นแบบ อิงเกณฑ์ใช้วิธีของ Lovett (อ้างถึงใน สมนึก ภัททิยชนี, 2544) สรุปได้ว่าข้อสอบมีค่าความเชื่อมั่น อยู่ในเกณฑ์ดี

3.4.6 นำแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ของการเรียนไปตรวจสอบความถูกต้องและ ปรับปรุงแก้ไข แล้วนำไปใช้งานในบทเรียน

3.4.7 แบบสอนความพึงพอใจของนักเรียน ได้ดำเนินการดังนี้

3.4.7.1 ศึกษาวิธีสร้างแบบสอนความพึงพอใจ

3.4.7.2 สร้างแบบสอบถามความพึงพอใจ

3.4.7.3 นำแบบสอบถามที่ได้เสนอให้ผู้เชี่ยวชาญและอาจารย์ที่ปรึกษา

ตรวจสอบความถูกต้อง

3.4.7.4 แก้ไขข้อบกพร่องและปรับปรุงตามคำแนะนำของผู้เชี่ยวชาญและอาจารย์ที่ปรึกษา

3.4.7.5 นำแบบสอบถามไปใช้เก็บรวบรวมข้อมูลต่อไป

### 3.5 การทดสอบบทเรียน

เมื่อพัฒนาบทเรียนบนระบบเครือข่าย โดยผ่านการประเมินจากผู้เชี่ยวชาญและผ่านความเห็นชอบจากอาจารย์ที่ปรึกษาแล้ว ได้ดำเนินการทดสอบดังนี้

3.5.1 แบ่งกลุ่มทดลองออกเป็น 2 กลุ่ม คือ นักเรียนมัธยมศึกษาปีที่ 1 จากโรงเรียนบ้านบุ่งเขียว จำนวน 15 คน และ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 จากโรงเรียนชุมชนโภกสารวิทยา จำนวน 15 คน รวมจำนวน 30 คน

3.5.2 เตรียมอุปกรณ์คอมพิวเตอร์ที่ต่อเป็นระบบเครือข่ายอินเตอร์เน็ต

3.5.3 ชี้แจงการใช้งานบทเรียนให้กับนักเรียนกลุ่มทดลองให้เข้าใจ

3.5.4 ให้นักเรียนทดสอบวัดผลก่อนเรียนก่อนแล้วศึกษาบทเรียน กลุ่มละ 4 ชั่วโมง แล้วทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังการเรียนสิ้นสุดลง

3.5.5 ทดสอบวัดความพึงพอใจของนักเรียนกลุ่มทดลอง โดยกรอกแบบสอบถามเพื่อหาค่าความพึงพอใจที่มีต่อบทเรียน

3.5.6 นำข้อมูลที่รวบรวมได้มาวิเคราะห์หาค่าทางสถิติ

### 3.6 การวิเคราะห์ข้อมูล

3.6.1 การวิเคราะห์คุณภาพแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

3.6.1.1 ค่าความยากง่ายของข้อสอบ (Difficulty Index) เป็นค่าแสดงความยากง่ายของแบบทดสอบ โดยคำนวณจากสูตร

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

เมื่อ

$P$  = ค่าความยากง่าย

$R$  = จำนวนผู้เข้าสอบที่ตอบถูก

$n$  = จำนวนผู้เข้าสอบทั้งหมด

ค่าความยากง่ายของข้อสอบก่อนเรียนควร น้อยกว่า 0.4

ค่าความยากง่ายของข้อสอบหลังเรียนควร มากกว่า 0.75

3.6.1.2 ค่าความเชื่อมั่นของข้อสอบ (Reliability) เป็นการวิเคราะห์ความเชื่อมั่นของแบบทดสอบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ใช้สูตรในโนเมียล ของ Lovett (1978 ถึงใน สมนึกภัททิยชนี, 2544)

$$r_{cc} = 1 - \frac{K \sum X_i - \sum X_i^2}{\{(K-1) \sum (X_i - C)^2\}}$$

เมื่อ

$r_{cc}$  แทน ค่าความเชื่อมั่นแบบ Lovett

$K$  แทน จำนวนข้อสอบ

$\sum X_i$  แทน ผลรวมของคะแนนทั้งหมด

$\sum X_i^2$  แทน ผลรวมของคะแนนแต่ละตัวยกกำลังสอง

$X_i$  แทน คะแนนของแต่ละคน

$C$  แทน คะแนนจุดตัดของข้อสอบแบบอิงเกณฑ์ (เป็นข้อ)

ค่าความเชื่อมั่นจะมีค่าระหว่าง -1.00 ถึง +1.00 ข้อสอบที่มีค่าความเชื่อมั่นเป็นศูนย์หรือติดลบ แสดงว่าเป็นข้อสอบที่ไม่มีค่าความเชื่อมั่น ทั้งนี้ข้อสอบที่ดีควรมีค่าความเชื่อมั่น 0.70 ขึ้นไป

3.6.2 การวิเคราะห์ความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญ โดยใช้สถิติตดังนี้

3.6.2.1 ค่าเฉลี่ย ( $\bar{X}$ ) (คริซซ์ พงษ์วิชัย, 2547)

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

$$i = 1 \dots N$$

เมื่อ

$\bar{X}$  แทน คะแนนเฉลี่ย

$\sum X_i$  แทน ผลรวมของคะแนนทั้งหมด

N แทน จำนวนคนในกลุ่มตัวอย่าง

### 3.6.2.2 ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (standard deviation) (ศิริชัย พงษ์วิชัย, 2547)

$$SD = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (X_i - \bar{X})^2}{n-1}}$$

เมื่อ

SD แทน ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานของกลุ่มตัวอย่าง

$X_i$  แทน ค่าของข้อมูลตัวที่ i

$\bar{X}$  แทน ค่าเฉลี่ยของข้อมูลตัวอย่าง

n แทน ค่าของจำนวนข้อมูลทั้งหมด

### 3.6.3 การวิเคราะห์ประสิทธิภาพของบทเรียนบนระบบเครือข่าย โดยใช้วิธีของ กญมันต์ วัฒนาณรงค์ (2549) ดังนี้

$$E - CAI = \frac{\overline{E_a} + \overline{E_b}}{2} \times 100$$

$$\text{หรือ } E - CAI = 50(\overline{E_a} + \overline{E_b})$$

เมื่อ

$E - CAI$  แทน ประสิทธิภาพของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน

$\overline{E_a}$  แทน ค่าเฉลี่ยอัตราส่วนของคะแนนแบบฝึกหัด (ค่าจากสูตร KW-A)

$\overline{E_b}$  แทน ค่าเฉลี่ยของคะแนนจากการทำแบบทดสอบ (ค่าจากสูตร KW-B)

#### สูตร KW-A

$$\overline{E_a} = \frac{\sum_{i=1}^n \left( \frac{x}{A} \right)_i}{N}$$

เมื่อ

$\overline{E_a}$  แทน ค่าเฉลี่ยอัตราส่วนคะแนนแบบฝึกหัดกับคะแนนเต็ม

X แทน คะแนนที่ได้จากการทำแบบฝึกหัด

A แทน คะแนนเต็มของแบบฝึกหัด

N แทน จำนวนผู้เรียน  
 i แทน ลำดับที่ของผู้เรียน

#### สูตร KW-B

$$\overline{E_b} = \frac{\sum_{i=1}^n \left( \frac{x}{B} \right)_i}{N}$$

เมื่อ

$\overline{E_b}$  แทน ค่าเฉลี่ยอัตราส่วนคะแนนแบบทดสอบกับคะแนนเต็ม  
 X แทน คะแนนที่ได้จากการทำแบบทดสอบ  
 B แทน คะแนนเต็มของแบบทดสอบ  
 N แทน จำนวนผู้เรียน  
 I แทน ลำดับที่ของผู้เรียน

การประเมินค่า E – CAI มีหน่วยเป็นเบอร์เซ็นต์ไม่เกลี้ยงเท่ากับนี้

95 - 100	มีประสิทธิภาพ ดีมาก
90 - 94	มีประสิทธิภาพ ดี
80 - 89	มีประสิทธิภาพ พอดี
ต่ำกว่า 80	ต้องปรับปรุงแก้ไข

3.6.4 ค่า t-test เพื่อหาค่าความแตกต่างของคะแนนเฉลี่ยก่อนเรียนและหลังเรียน

(สนอง อินทร์落ちร, 2543)

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

$$df = N-1$$

เมื่อ D แทน ผลต่างของคะแนนก่อนเรียนและหลังเรียน  
 N แทน จำนวนนักเรียน  
 df แทน ชั้นแห่งความอิสระ (Degree of Freedom)

## บทที่ 4

### ผลการวิเคราะห์ข้อมูล

ในการวิจัยการพัฒนาบทเรียนออนไลน์ เรื่องการสืบพันธุ์ของพืชดอก ผู้วิจัยได้นำเสนอผลการวิเคราะห์ดังต่อไปนี้

- 4.1 การวิเคราะห์หาประสิทธิภาพของบทเรียนออนไลน์บนระบบเครือข่าย
- 4.2 การวิเคราะห์การเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนก่อนและหลังเรียน
- 4.3 การวิเคราะห์ความพึงพอใจของนักเรียนที่มีต่อการเรียนด้วยบทเรียนออนไลน์

#### 4.1 ผลการวิเคราะห์หาประสิทธิภาพของบทเรียนออนไลน์บนระบบเครือข่าย

จากการหาค่าประสิทธิภาพของบทเรียนออนไลน์พบว่า มีประสิทธิภาพอยู่ในระดับพอใช้ โดยคิดจากสูตรการหาค่าประสิทธิภาพของบทเรียน บนระบบเครือข่าย ได้ค่า  $\overline{E_a} = .75$ ,  $\overline{E_b} = .87$  และค่า E-CAI = 80.99

ตารางที่ 4.1 ค่าเฉลี่ยและค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานของการประเมินประสิทธิภาพโดยผู้เชี่ยวชาญค้านบทเรียนที่มีต่อนบทเรียนออนไลน์ เรื่องการสืบพันธุ์ของพืชดอก

รายการประเมิน	ค่าเฉลี่ย	ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน	ระดับการประเมิน
1. จุดประสงค์มีความสมบูรณ์ชัดเจน	9.20	0.45	ดีมาก
2. หัวข้อเรื่องแต่ละส่วนของบทเรียนมีความชัดเจนกับเนื้อหา	9.60	0.55	ดีมาก
3. เนื้อหาบทเรียนครอบคลุมสอดคล้องกับวัตถุประสงค์	9.40	0.55	ดีมาก
4. รูปแบบการนำเสนอ การจัดลำดับบทเรียนเหมาะสม	8.84	0.84	ดี
5. เนื้อหาถูกต้องสมบูรณ์	8.60	0.89	ดี
6. การอธิบายเนื้อหาชัดเจน	8.60	0.89	ดี
7. เนื้อหาอ่านเข้าใจง่ายเหมาะสมที่จะศึกษาด้วยตนเอง	9.00	0.71	ดีมาก
8. แบบทดสอบสอดคล้องกับเนื้อหา	8.80	0.45	ดี
9. การประเมินผลสอดคล้องกับวัตถุประสงค์	8.60	0.55	ดี
10. การเชื่อมโยงความรู้แต่ละเนื้อหา	9.40	0.55	ดีมาก
เฉลี่ย	9.00	0.64	ดีมาก

จากการที่ 4.1 ค่าเฉลี่ยจากการประเมินโดยผู้เชี่ยวชาญด้านบทเรียน จำนวน 5 ท่าน มีค่าเฉลี่ย ( $\bar{X}$ ) = 9.00 ระดับการประเมินอยู่ในเกณฑ์คีมา ก โดยดูประสิทธิภาพมีความสมบูรณ์ชัดเจน หัวข้อเรื่องแต่ละส่วนของบทเรียนมีความชัดเจนกับเนื้อหา บทเรียนครอบคลุมสอดคล้องกับวัตถุประสงค์ เนื้อหาอ่านเข้าใจง่ายเหมาะสมสมที่จะศึกษาด้วยตนเอง และการเขียนโดยความรู้แต่ละเนื้อหา อธิบายในระดับคีมา ก ส่วนรูปแบบการนำเสนอ การจัดลำดับของบทเรียน เนื้อหาถูกต้อง สมบูรณ์ การอธิบายเนื้อหาชัดเจน แบบทดสอบสอดคล้องกับเนื้อหา การประเมินผลสอดคล้องกับวัตถุประสงค์ อธิบายในระดับ ดี เนื่องจากรูปแบบข้อความเร้าใจ ไม่สามารถสร้างความสนใจได้ เท่าที่ควร บทเรียนควรต้องให้กระชับ แบบทดสอบต้องให้มีความหลากหลาย

**ตารางที่ 4.2 ค่าเฉลี่ยและค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานของการประเมินโดยผู้เชี่ยวชาญด้านประสิทธิภาพ  
ของระบบคอมพิวเตอร์ ต่อบทเรียนออนไลน์ เรื่อง การสืบพันธุ์ของพืชดอก**

รายการประเมิน	ค่าเฉลี่ย	ค่าเบี่ยงเบน มาตรฐาน	ระดับการ ประเมิน
<b>ด้านประสิทธิภาพของโปรแกรม</b>			
1. การกรอกข้อมูลเข้าสู่ระบบมีความรวดเร็ว	8.80	0.45	ดี
2. ระบบงานมีความสะดวก ง่ายต่อการใช้งาน	8.20	0.45	ดี
3. การใช้งานมีการจัดเก็บข้อมูลเข้าสู่ฐานข้อมูล	8.80	0.45	ดี
4. การกำหนดสิทธิ เข้าใช้งานระบบมีความชัดเจน	8.20	0.84	ดี
5. มีการแจ้งเตือนเมื่อป้อนข้อมูลผิดพลาดระหว่างใช้งาน	8.20	0.84	ดี
6. เมนูแสดงผลแต่ละส่วนมีความชัดเจนตรงกับฟังชั่น การทำงาน	8.60	0.55	ดี
7. การใช้ถ้อยคำด้านการแสดงผลข้อมูลระหว่างทำงาน เข้าใจง่าย	8.60	0.55	ดี
8. ประสิทธิภาพของโปรแกรมมีความเหมาะสม	8.00	0.00	ดี
<b>เฉลี่ย</b>	<b>8.43</b>	<b>0.51</b>	<b>ดี</b>

จากการที่ 4.2 ด้านประสิทธิภาพของโปรแกรม ประเมินโดยผู้เชี่ยวชาญด้านระบบ คอมพิวเตอร์ จะพบว่าค่าเฉลี่ยของการประเมินโดยรวมอยู่ในเกณฑ์ ดี ( $\bar{X} = 8.43$ ) โดยพิจารณาจาก การเรียงลำดับดังนี้ การกรอกข้อมูลเข้าสู่ระบบ การเก็บข้อมูลเข้าสู่ฐานข้อมูล เมนูแสดงผลชัดเจน การใช้ถ้อยคำการแสดงข้อมูลระหว่างทำงาน ความรวดเร็วในการใช้งาน การกำหนดสิทธิเข้าใช้งาน

การแจ้งเดือนเมื่อป้อนข้อมูลผิดพลาด เมื่อจากประสิทธิภาพของโปรแกรมยังมีปัญหาในการใช้คำสั่ง การเข้าออกระบบและการป้องกันข้อมูลผิดพลาดในการล็อกอิน การใช้งานของ Session ทำให้ประสิทธิภาพของป้องกันความปลอดภัยของระบบลดลง

**ตาราง 4.3 ค่าเฉลี่ยและค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานของการประเมินโดยผู้เชี่ยวชาญด้านประสิทธิภาพของระบบคอมพิวเตอร์ ต่อภาพ เสียง และการใช้ภาษาของบทเรียนออนไลน์เรื่อง การสืบพันธุ์ของพืชดอก**

รายการประเมิน	ค่าเฉลี่ย	ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน	ระดับการประเมิน
<b>ด้านภาพ เสียง และการใช้ภาษา</b>			
9. ภาพที่ใช้ประกอบบทเรียนสื่อความหมายตรงกับเนื้อหา	8.40	0.55	ดี
10. ภาพประกอบบทเรียนมีความน่าสนใจ	8.00	0.71	ดี
11. เสียงที่ใช้ประกอบบทเรียนมีความเหมาะสม	9.20	0.84	ดีมาก
12. ภาษาที่ใช้ในบทเรียนมีความเข้าใจง่าย	8.80	0.45	ดี
13. การใช้ภาษาถูกต้องเหมาะสมกับผู้เรียน	8.40	0.55	ดี
14. การใช้ภาพ เสียง และภาษา มีความเหมาะสม	8.40	0.55	ดี
เฉลี่ย	8.53	0.61	ดี

จากการที่ 4-3 ด้านภาพ เสียง และการใช้ภาษา พนว่า ค่าเฉลี่ยของการประเมินโดยผู้เชี่ยวชาญด้านระบบคอมพิวเตอร์ผลการประเมินอยู่ในเกณฑ์ดี ( $\bar{X} = 8.53$ ) จากการพิจารณาจะเห็นว่า เสียงที่ใช้ประกอบบทเรียนมีความเหมาะสม ดีมาก ส่วนภาษาที่ใช้ประกอบบทเรียน ภาพประกอบบทเรียน ภาษาที่ใช้ถูกต้องเหมาะสมกับผู้เรียน อยู่ในเกณฑ์ดี ผู้เชี่ยวชาญเห็นว่า องค์ประกอบส่วนใหญ่ทำได้ดี น่าสนใจ แต่ภาพที่ใช้ประกอบบทเรียนควรต้องมีการเคลื่อนไหวมากกว่านี้เพื่อเพิ่มความสนใจของผู้เรียน ภาพโดยรวมอยู่ในเกณฑ์ดี

**ตารางที่ 4.4 ค่าเฉลี่ยและค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานของการประเมินโดยผู้เชี่ยวชาญด้านประถมศึกษา  
ของระบบคอมพิวเตอร์ ต่อการออกแบบและการแสดงผลหน้าจอ ของบทเรียน  
ออนไลน์เรื่อง การสืบพันธุ์ของพืชดอก**

รายการประเมิน	ค่าเฉลี่ย	ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน	ระดับการประเมิน
<b>ด้านการออกแบบและการแสดงผลหน้าจอ</b>			
15. รูปแบบ สี ขนาดตัวอักษรมีความเหมาะสม อ่านง่าย	9.00	1.00	ดีมาก
16. ขนาดตัวอักษรในการนำเสนอเนื้อหา มีความเหมาะสม เหมาะสมอ่านได้ชัดเจน	8.40	0.55	ดี
17. สีพื้นของข้อภาพเหมาะสมสมบูรณ์	8.80	0.45	ดี
18. การวางปุ่มเมนูต่างๆ มีความเหมาะสม	8.20	0.45	ดี
19. การใช้เมนูในการทำงานมีความสะดวกเข้าใจง่าย	8.40	0.89	ดี
20. การออกแบบการแสดงผลหน้าจอภาพเหมาะสม	9.00	0.71	ดีมาก
เฉลี่ย	8.63	0.38	ดี

จากตารางที่ 4.4 ด้านการออกแบบและการแสดงผลหน้าจอ พนับว่า ค่าเฉลี่ยของการประเมินโดยผู้เชี่ยวชาญด้านระบบคอมพิวเตอร์ผลการประเมินอยู่ในเกณฑ์ดี ( $\bar{X} = 8.63$ ) จากการพิจารณาจะเห็นว่า รูปแบบสี ขนาดตัวอักษร การออกแบบการแสดงผลหน้าจอ อยู่ในเกณฑ์ดีมาก ส่วนขนาดตัวอักษรในการนำเสนอเนื้อหา สีพื้นของข้อภาพ การใช้เมนูในการทำงาน และการวางปุ่มเมนูต่าง ๆ ค่าเฉลี่ยอยู่ในเกณฑ์ดี การใช้เมนูในการทำงานควรต้องอธิบายให้ชัดเจน การเลือกใช้สีตัวอักษรควรต้องพิจารณาตามหลักการออกแบบเพื่อให้ผู้เรียนอ่านง่าย สวยงาม

#### 4.2 ผลการวิเคราะห์การเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนก่อนและหลังเรียน

ในการวิเคราะห์เปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ผู้วิจัยได้กำหนดตัวแปรสำหรับการวิจัยไว้คือ ข้อมูลเพศ อายุ สถานศึกษาที่ก่อตั้งตัวอย่างกำลังเรียนอยู่

ตารางที่ 4.5 จำนวนและร้อยละของผู้ตอบแบบสอบถามตาม จำแนกตาม เพศ อายุ สถานศึกษา

ตัวแปร	จำนวน	ร้อยละ
เพศ		
ชาย	12	40.00
หญิง	18	60.00
รวม	30	100.00
อายุ		
12 ปี	8	26.67
13 ปี	22	73.33
รวม	30	100.00
สถานศึกษา		
บ้านบุ่งเพียง	15	50.00
ชุมชน โภคสารวิทยา	15	50.00
รวม	30	100.00

จากตารางที่ 4.5 พบร่วมกันว่า ผู้ตอบแบบสอบถามเป็นเพศหญิง จำนวน 18 คน คิดเป็นร้อยละ 60.00 และเป็นเพศชาย จำนวน 12 คน คิดเป็นร้อยละ 40.00 และจำแนกตามอายุโดยมีอายุ 12 ปี จำนวน 8 คน คิดเป็นร้อยละ 26.67 อายุ 13 ปี จำนวน 22 คน คิดเป็นร้อยละ 73.33 จำแนกตาม สถานศึกษาเป็นโรงเรียนบ้านบุ่งเพียง จำนวน 15 คน คิดเป็นร้อยละ 50 โรงเรียนชุมชน โภคสาร วิทยา จำนวน 15 คน คิดเป็นร้อยละ 50

ตารางที่ 4.6 ตารางเปรียบเทียบผลการเรียนก่อนเรียนและหลังเรียนด้วยบทเรียนออนไลน์บนระบบเครือข่าย เรื่อง การสืบพันธุ์ของพืชดอก

ข้อมูล	$\bar{X}$	SD	t	p
คะแนนก่อนเรียน	9.53	2.11		
คะแนนหลังเรียน	17.37	0.96	17.92*	.000

\* หมายถึงค่าเฉลี่ยมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ( $p < 0.05$ )

จากตารางที่ 4-6 แสดงให้เห็นว่า นักเรียนทำคะแนนก่อนเรียนบทเรียนได้คะแนนเฉลี่ย 9.53 หลังจากเรียนด้วยบทเรียนออนไลน์แล้วนักเรียนได้คะแนนหลังการเรียนเฉลี่ย 17.37 จะเห็นว่าคะแนนหลังจากการเรียนเพิ่มขึ้นกว่าคะแนนก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ( $p < 0.05$ )

**ตารางที่ 4.7 เปรียบเทียบผลการเรียนหลังเรียนด้วยบทเรียนออนไลน์บนระบบเครือข่าย เรื่อง การสืบพันธุ์ของพืชดอก ระหว่างเพศชายกับเพศหญิง**

เพศ	จำนวน	$\bar{X}$	SD	t	p
ชาย	12	17.42	0.90		
หญิง	18	17.33	1.03	0.228*	.821

\* หมายถึงค่าเฉลี่ยมีความแตกต่างกัน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ( $p > 0.05$ )

จากตารางที่ 4.7 แสดงให้เห็นว่า หลังจากเรียนด้วยบทเรียนออนไลน์แล้วทำแบบทดสอบ หลังเรียน นักเรียนชายมีคะแนนเฉลี่ย 17.42 นักเรียนหญิงมีคะแนนเฉลี่ย 17.33 จะเห็นว่า ความสามารถในการทำแบบทดสอบหลังเรียนด้วยบทเรียนออนไลน์บนระบบเครือข่าย เรื่องการสืบพันธุ์ของพืชดอก ระหว่างเพศชาย กับเพศหญิง 2 กลุ่มนี้มีความแตกต่างกัน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ( $p > 0.05$ ) โดยเพศชายมีความสามารถในการทำแบบทดสอบสูงกว่าเพศหญิง

**ตารางที่ 4.8 เปรียบเทียบผลการเรียนหลังเรียนด้วยบทเรียนออนไลน์บนระบบเครือข่ายเรื่อง การสืบพันธุ์ของพืชดอก ระหว่างโรงเรียนบ้านบุ่งเขียวกับโรงเรียนชุมชนโภกสารวิทยา**

โรงเรียน	จำนวน	$\bar{X}$	SD	t	p
บ้านบุ่งเขียว	15	17.87	0.83		
ชุมชนโภกสารวิทยา	15	16.87	0.83	3.28*	.003

\* หมายถึงค่าเฉลี่ยมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ( $p < 0.05$ )

จากตารางที่ 4.8 แสดงให้เห็นว่า หลังจาก เรียนด้วยบทเรียนออนไลน์แล้วทำแบบทดสอบหลังเรียน นักเรียนจากโรงเรียนบ้านบุ่งเขียวมีคะแนนเฉลี่ย 17.87 ส่วนนักเรียนจากโรงเรียนชุมชนโภกสารวิทยามีคะแนนเฉลี่ย 16.87 แสดง ให้เห็นว่า ความสามารถในการทำแบบทดสอบหลังเรียนของนักเรียนทั้งสองโรงเรียนนี้มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ

( $p < 0.05$ ) โดยนักเรียนโรงเรียนบ้านปู่เจียวมีความสามารถในการทำแบบทดสอบ หลังเรียนสูงกว่า นักเรียนโรงเรียนชุมชนโภกสารวิทยา

#### 4.3 ผลการวิเคราะห์ความพึงพอใจของนักเรียนที่มีต่อการเรียนด้วยบทเรียนออนไลน์

การวิเคราะห์ความพึงพอใจของนักเรียนที่มีต่อบทเรียนออนไลน์ หลังจากที่นักเรียนได้ เรียนผ่านไปแล้ว ได้ข้อมูลจากกลุ่มตัวอย่างของนักเรียน จำนวน 30 คน ทำการตอบแบบสอบถาม ความพึงพอใจ

**ตารางที่ 4.9 ค่าเฉลี่ยและค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานความพึงพอใจของนักเรียนที่มีต่อบทเรียนออนไลน์ บนระบบเครือข่าย**

รายการประเมิน	$\bar{X}$	SD	ระดับ
1. บทเรียนบนเครือข่ายทำให้ได้ความรู้เช่นเดียวกับเรียนในห้อง	9.00	0.74	มากที่สุด
2. บทเรียนบนเครือข่ายทำให้เข้าใจเนื้อหาที่เรียนมากขึ้น	9.20	0.92	มากที่สุด
3. บทเรียนบนเครือข่ายทำให้สนใจเรียนมากขึ้น	8.93	0.94	มาก
4. บทเรียนบนเครือข่ายทำให้ได้เรียนรู้เร็วขึ้น	9.13	0.97	มากที่สุด
5. โปรแกรม ภาพรวมใช้งานง่ายสะดวก รวดเร็ว	8.83	0.91	มาก
6. รูปแบบขนาดตัวหนังสือ อ่านง่าย ศึกษาสนับสนุน	9.17	0.79	มากที่สุด
7. ภาพประกอบบทเรียนชัดเจน เข้าใจง่าย	9.20	1.00	มากที่สุด
8. เสียงบรรยายชัดเจน	9.17	0.83	มากที่สุด
9. แบบทดสอบท้าทายทำเข้าใจง่าย	8.83	0.91	มาก
10. การแจ้งผลการประเมินสะดวก รวดเร็ว	9.60	0.81	มากที่สุด
รวม	9.11	0.88	มากที่สุด

จากการที่นักเรียนได้เรียนบทเรียนออนไลน์บนระบบเครือข่ายเรื่องการ สืบพันธุ์ของพืชดอก มีความพึงพอใจอยู่ในระดับ มากที่สุด โดยมี ค่าเฉลี่ย ( $\bar{X} = 9.11$ )พิจารณาตาม รายการประเมินจะพบว่า นักเรียนมีความพึงพอใจมากที่สุด เรียงตามลำดับคือ บทเรียนทำให้ได้ ความรู้เช่นเดียวกับเรียนในห้องเรียน บทเรียนบนเครือข่ายทำให้เข้าใจเนื้อหาที่เรียนมากขึ้น บทเรียน ทำให้เรียนรู้เร็วขึ้น รูปแบบขนาดตัวหนังสืออ่านง่าย ศึกษาสนับสนุน ภาพประกอบบทเรียนชัดเจน เสียงบรรยายชัดเจน และการแจ้งผลการประเมินสะดวก รวดเร็ว ส่วนความพึงพอใจด้านอื่นๆ มี ค่าเฉลี่ยในระดับมาก ทั้งหมด

## บทที่ 5

### สรุป อภิปรายผล และข้อเสนอแนะ

#### 5.1 สรุปผลการวิจัย

##### 5.1.1 ขั้นตอนการวิจัย ปรับปรุง และพัฒนา

การสร้างและพัฒนาบทเรียนออนไลน์เรื่องการสืบพันธุ์ของพืชดอก มีวัตถุประสงค์เพื่อ พัฒนาบทเรียนออนไลน์ที่มีประสิทธิภาพในระดับ 80 เปอร์เซ็นต์ขึ้นไป เพื่อให้นักเรียนเกิดความสนใจและเรียนรู้ได้ดีขึ้น และเพื่อให้นักเรียนมีผลลัพธ์ทางการเรียนสูงขึ้น โดยมีขั้นตอนการดำเนินการ ดังนี้

5.1.1.1 ขั้นการวิจัย ได้จัดสร้างและพัฒนาบทเรียนโดยศึกษาและวิเคราะห์ หลักสูตรของข่าย ของเนื้อหาบทเรียนที่จะให้นักเรียนศึกษา นำเสนอหัวที่ได้ปรึกษาผู้เชี่ยวชาญด้าน เนื้อหา เมื่อได้รายละเอียดของเนื้อหาครบแล้วแล้ว โดยแบ่งเป็น 6 หัวข้อ และได้ออกแบบข้อสอบ เพื่อให้ครอบคลุมจุดประสงค์เชิงพฤติกรรม นำเสนอข้อสอบมาตรฐานคุณภาพและประสิทธิภาพ โดยทดลองกับกลุ่มเดียว กลุ่มย่อย และกลุ่มใหญ่ ในปีการศึกษา 2550 ในการวิเคราะห์แบบทดสอบ เพื่อหาความยากง่าย ผู้วิจัยได้เลือกใช้โปรแกรม IRA2004 ซึ่งพัฒนาโดยนิสิตจากสถาบันเทคโนโลยี พระจอมเกล้าพระนครเหนือ ผลจากการวิเคราะห์ได้เลือกเอาข้อสอบที่มีความยากง่าย น้อยกว่า 0.4 จำนวน 20 ข้อ ในการสร้างบทเรียน ได้ทำการเลือกโปรแกรมที่จะใช้พัฒนาบทเรียน โดยเลือกใช้ โปรแกรม Macromedia Flash และ PHP จัดเตรียมสื่อ อุปกรณ์ รูปภาพที่เกี่ยวข้อง เมื่อได้นบทเรียน ตามต้องการแล้ว ได้นำมาปรึกษาอาจารย์ที่ปรึกษาและผู้เชี่ยวชาญด้านระบบคอมพิวเตอร์ แล้วนำมา ปรับปรุงตามคำแนะนำ ได้นบทเรียนที่สมบูรณ์ แล้วนำบทเรียนออนไลน์ที่ได้แกะข้อมูลต่างๆ ส่ง เก็บไว้บนเว็บเซิร์ฟเวอร์ ที่ <http://61.19.117.198/~snj53/sanit> การดำเนินการหาประสิทธิภาพของ โปรแกรม ได้นำบทเรียนออนไลน์ที่ได้มาหาประสิทธิภาพของโปรแกรม โดยการประเมินจาก ผู้เชี่ยวชาญด้านระบบคอมพิวเตอร์และใช้แบบสอบถาม แบบ Black-Box ซึ่งแบบประเมิน ประสิทธิภาพของโปรแกรม กำหนดค่าตัดต่อตามวิธีของ ไลเกิร์ต (Likert) (อ้างถึงใน กฤยมันต์ วัฒนาธรรมค์, 2549) ส่วนการวิเคราะห์ข้อมูล ใช้การคำนวณค่าสถิติ ได้แก่ ค่าเฉลี่ย ( $\bar{X}$ ) ค่าเบี่ยงเบน มาตรฐาน (SD) ค่าความเชื่อมั่น และค่า t-test แบบ Dependent Group (PAIRS)

5.1.1.2 ขั้นการพัฒนา ได้นำบทเรียนออนไลน์ไปใช้จริง โดยใช้ประกอบการ สอนกลุ่มสาระวิทยาศาสตร์ เรื่องการสืบพันธุ์ของพืชดอก และให้นักเรียนได้ศึกษาด้วยตนเอง โดย

เป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 แยกเป็นโรงเรียนบ้านบุ่งเพียวจำนวน 15 คน โรงเรียนชนชนโคลสารวิทยา จำนวน 15 คน รวมทั้งสิ้น 30 คน สำหรับการจัดลำดับการศึกษาบทเรียนออนไลน์เรื่อง การสืบพันธุ์ของพืชดอกนี้ ระบบจะบังคับให้นักเรียนที่เป็นสมาชิก หรือบุคคลทั่วไปที่สนใจทำแบบทดสอบก่อนเรียนก่อนเพื่อให้ผู้เข้าเรียนได้ทราบความรู้พื้นฐานก่อนเรียนว่าตนเองมีความรู้พื้นฐานเกี่ยวกับเรื่องการสืบพันธุ์ของพืชดอกมากน้อยเพียงใด เมื่อทำแบบทดสอบก่อนเรียนแล้ว ระบบจะจัดให้ผู้เข้าเรียนเข้าศึกษานៅห้องเรียน แต่ละบทเรียนผู้เข้าเรียนสามารถเลือกศึกษานบทเรียนใดก่อนก็ได้ เมื่อเรียนจบแต่ละบทเรียนแล้วผู้เข้าเรียนจะต้องทำแบบทดสอบท้ายบทเรียน แล้วเก็บคะแนน หลังจากนั้นระบบจะให้ผู้เข้าเรียนเรียนทำแบบทดสอบหลังเรียนเพื่อเปรียบเทียบ ความก้าวหน้าทางการเรียนของผู้เข้าเรียน ตามลำดับ โดยที่ผู้เข้าเรียนไม่สามารถข้ามขั้นตอนได้

**5.1.1.3 ขั้นประเมินผลและเผยแพร่ หลังจากได้นำบทเรียนออนไลน์ไปใช้จริง แล้ว ได้ทำการประเมินผลด้านต่างๆ เพื่อตรวจสอบความก้าวหน้าจากการดับคะแนนของนักเรียน และจัดทำรายงานเพื่อเผยแพร่**

### **5.1.2 ผลการวิจัย ปรับปรุง และพัฒนา**

**5.1.2.1 การหาประสิทธิภาพของบทเรียนบนเครือข่ายผลการประเมินแยกเป็น ด้านประสิทธิภาพของโปรแกรม พนว่าค่าเฉลี่ยของการประเมินโดยรวมอยู่ในเกณฑ์ดี ( $\bar{X} = 8.43$ ) ด้านภาพ เสียง และการใช้ภาษา พนว่า ค่าเฉลี่ยของการประเมินโดยรวม อยู่ในเกณฑ์ดี ( $\bar{X} = 8.53$ ) ด้านการออกแบบและขอภาพ พนว่า ค่าเฉลี่ยของการประเมินโดยรวม อยู่ใน เกณฑ์ดี ( $\bar{X} = 8.63$ ) การวิเคราะห์หาประสิทธิภาพของบทเรียนบนเครือข่าย ได้ตั้งเกณฑ์มาตรฐานไว้ที่ 80 เปอร์เซ็นต์ จากการประเมินคะแนนแบบฟีกหัดและคะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียน พนว่าได้ค่า ประสิทธิภาพ E-CAI = 80.99 %**

**5.1.2.2 การเปรียบเทียบคะแนนทดสอบก่อนเรียนและหลังเรียนโดยหาจาก ค่าเฉลี่ยและค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานของคะแนนก่อนเรียนและหลังเรียน ด้วยการแปลผลผลคำสั่ง t-test แบบ Dependent Group (PAIRS) คะแนนก่อนเรียนบทเรียนออนไลน์ มีค่าเฉลี่ย = 9.53 ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน = 2.11 คะแนนหลังเรียนมีค่าเฉลี่ย = 17.37 ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน = 0.96 ค่าความแตกต่างทางสถิติของผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของบทเรียนบนเครือข่าย พนว่า ค่า p = .000 ซึ่งน้อยกว่า 0.05 ที่ตั้งไว้ แสดงว่า คะแนนทดสอบหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทาง สถิติ ( $p < 0.05$ ) การเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังเรียนด้วยบทเรียนออนไลน์ระหว่างเพศ ชาย กับเพศหญิงพบว่า ค่าเฉลี่ยของคะแนนหลังเรียนเพศชาย = 17.42 เพศหญิงได้ = 17.33 จะเห็นว่า ความสามารถในการทำแบบทดสอบหลังเรียนด้วยบทเรียนออนไลน์บนระบบเครือข่าย ระหว่างเพศ ชาย กับเพศหญิง 2 กลุ่มนี้มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05 โดยเพศชายมี**

ความสามารถในการทำแบบทดสอบสูงกว่าเพศหญิง เมื่อเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังเรียนด้วยบทเรียนออนไลน์ระหว่างนักเรียนทั้ง 2 สถาบัน ด้วยการแปลผลผลคำสั่ง t-test แบบ Independent Group พบว่าค่าเฉลี่ยของคะแนน หลังเรียน โรงเรียนบ้านบึงเขียว = 17.87 และโรงเรียนชุมชนโภกสารวิทยา = 16.87 ค่าความแตกต่างทางสถิติของทั้งสองโรงเรียนหลังจากเรียนบทเรียนออนไลน์แล้ว พบว่า มีค่า  $t = 3.28$  ค่า  $p = .003$  แสดงว่า ความสามารถในการทำแบบทดสอบหลังเรียนของนักเรียนทั้งสองโรงเรียนแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ( $p < 0.05$ ) โดยนักเรียนโรงเรียนบ้านบึงเขียว มีความสามารถในการทำแบบทดสอบ หลังเรียนสูงกว่านักเรียนโรงเรียนชุมชนโภกสารวิทยา

5.1.2.3 การวิเคราะห์ความพึงพอใจของนักเรียนที่มีต่อการเรียนด้วยบทเรียนออนไลน์ หลังจากเรียนด้วยบทเรียนออนไลน์แล้วพบว่า มีค่าเฉลี่ย = 9.11 ความพึงพอใจของนักเรียนอยู่ในระดับมากที่สุด

## 5.2 อภิปรายผลการวิจัย

5.2.1 จากการคำนวณหาค่าประสิทธิภาพของบทเรียนบนเครือข่าย พบว่ามีค่าประสิทธิภาพ E-CAI = 80.99 % ซึ่งสูงกว่าเกณฑ์ที่ตั้งไว้ที่ระดับคะแนน 80 % จัดอยู่ในระดับ พอดีใช้

5.2.2 การเปรียบเทียบคะแนนทดสอบก่อนเรียนและหลังเรียน พบว่าคะแนนจากการประเมินผลหลังเรียนสูงกว่าคะแนนก่อนเรียน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 แสดงว่า บทเรียนสามารถทำให้นักเรียนมีความก้าวหน้าทางการเรียนได้จริง เมื่อเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังเรียนของเพศชายและเพศหญิง สรุปได้ว่า มีความสามารถในการทำแบบทดสอบหลังเรียนแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 โดยเพศชายมีความสามารถในการทำแบบทดสอบมากกว่าเพศหญิง เมื่อเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังเรียนของนักเรียนทั้งสอง สถาบันสรุปได้ว่า มีความสามารถในการทำแบบทดสอบหลังเรียนแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 โดยนักเรียนโรงเรียนบ้านบึงเขียวมีความสามารถในการทำแบบทดสอบ หลังเรียนสูงกว่านักเรียนโรงเรียนชุมชนโภกสารวิทยา

5.2.3 จากการวิเคราะห์ความพึงพอใจของนักเรียนที่มีต่อบทเรียนออนไลน์สรุปว่า มีความพึงพอใจในระดับมากที่สุด

จะเห็นได้ว่าบทเรียนออนไลน์ เรื่องการสืบพันธุ์ของพืชดอกนี้ มีความเหมาะสมกับนักเรียน ที่อยู่ในระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 สามารถทำให้นักเรียนที่เรียนด้วยบทเรียนออนไลน์นี้มีความเข้าใจเนื้อหาถูกต้อง จนทำให้มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนสูงขึ้น

### 5.3 ข้อเสนอแนะ

จากการวิจัยการพัฒนาบทเรียนออนไลน์ เรื่องการสืบพันธุ์ของพืชคอก ผู้วิจัยมี ข้อเสนอแนะดังนี้

5.3.1 บทเรียนออนไลน์เป็นบทเรียนที่ต้องศึกษาคืนกว่าค่ำขัตตนเอง ดังนั้นจะใช้ได้ผลดี กับนักเรียนที่มีทักษะด้านการอ่าน มีสมาร์ต และมีความตั้งใจเรียน

5.3.2 ก่อนการใช้บทเรียนออนไลน์ผู้สอนควรศึกษานาบทเรียนให้ละเอียด และควรทำ ความเข้าใจกับนักเรียนให้ชัดเจนก่อนเรียนบทเรียนนี้

5.3.3 การเข้าศึกษานาบทเรียนนี้ควรให้ผู้เข้าเรียน ปฏิบัติตามขั้นตอนอย่างเคร่งครัด ไม่ข้าม ขั้นตอน

5.3.4 การทำแบบทดสอบนักเรียนสามารถทำได้หลายครั้งซึ่งอาจเป็นผลเสียต่อการ เปรียบเทียบผลลัพธ์ทางการเรียน

5.3.5 การใช้บทเรียนออนไลน์บนระบบอินเตอร์เน็ต อาจทำให้เกิดความล่าช้าทำให้ นักเรียน เกิดความเบื่อหน่ายได้ง่าย แต่ถ้าใช้ระบบอินทราเน็ตจะทำให้ไม่มีปัญหา

5.3.6 ในการวิจัยครั้งต่อไปควรจัดทำกิจกรรมการเรียนที่หลากหลายเพื่อไม่ให้นักเรียน เกิดความเบื่อหน่าย

5.3.7 ในการพัฒนาบทเรียนครั้งต่อไปควรให้ภาพกราฟิกเป็นสามมิติ เพื่อให้ผู้เรียนเกิด ความสนใจมากขึ้น

5.3.8 การพัฒนาบทเรียนโดยใช้โปรแกรม Flash ต้องคำนึงถึงขนาดของไฟล์ เพราะจะ ทำให้เกิดปัญหาเรื่องความเร็วในการเข้าเรียน

5.3.9 ในการพัฒนาระบบท่อไปควรมีการจัดการเปิดโอกาสให้ครูคนอื่นสามารถเข้ามา สร้างบทเรียนและควรให้สามารถเปลี่ยนบทเรียนอื่นได้

เอกสารอ้างอิง

## เอกสารอ้างอิง

- กรมวิชาการ. หลักสูตรการศึกษาขั้นพื้นฐาน. กรุงเทพฯ : คุรุสภา, 2545.
- กิตติศักดิ์ เจริญโภคานนท์. E-Commerce Application PHP4. กรุงเทพฯ : บริษัทชั้นเซ็นเมเดีย จำกัด, 2542.
- กฤษมนันต์ วัฒนาณรงค์. “วิธีวิจัยทางด้าน E-Learning และ MIS”, เอกสารประกอบการบรรยาย การวิจัยทางด้าน E-Learning, อุบลราชธานี : มหาวิทยาลัยอุบลราชธานี, 2549.
- คณะอาจารย์ภาควิชาการประยุกต์และการวิจัย. วิจัยและสอดคล้องทางการศึกษา. กรุงเทพฯ : สูนย์ส่งเสริมวิชาการ, 2548.
- ชัยพร ตั้งตน. การพัฒนาบทเรียนวิชาคอมพิวเตอร์เรื่องการแก้สมการ โดยใช้คอมพิวเตอร์ช่วยสอนของนักเรียน. วิทยานิพนธ์ปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต : มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, 2538.
- ไชยศร เรืองสุวรรณ และ วชิระ อินทร์อุดม. คอมพิวเตอร์เพื่อการเรียนการสอน. เอกสารการสอน ภาควิชาเทคโนโลยีและสื่อสารการศึกษา คณะศึกษาศาสตร์ : มหาวิทยาลัยมหาสารคาม, 2542.
- ตอนอมพร เลาหจรัสแสง. Designing e-Learning : หลักการออกแบบและการสร้างเว็บเพื่อการเรียนการสอน. เชียงใหม่ : มหาวิทยาลัยเชียงใหม่, 2545.
- พิพัฒน์ เบญจรงค์. การพัฒนาระบบการสอนเสริมทางไกลผ่านอินเทอร์เน็ตของมหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมราษฎร์. วิทยานิพนธ์ปริญญาครุศาสตรดุษฎีบัณฑิต สาขาวิชาโสตทัศนศึกษา : จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, 2540.
- โททศ อัคคพงศ์พันธุ์. บทเรียนบนเครือข่ายอินเทอร์เน็ตวิชาทฤษฎีออกแบบพาณิชย์ศิลป์ 1. วิทยานิพนธ์ปริญญาครุศาสตรดุษฎีบัณฑิต : สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง, 2545.
- บุญชน ศรีสะอาด. การวิจัยเบื้องต้น. กรุงเทพฯ : โรงพิมพ์สุวิรยาสาสน์, 2535.
- บุญเรือง เนียมหอม. การพัฒนาระบบการเรียนการสอนทางอินเทอร์เน็ตในระดับอุดมศึกษา. วิทยานิพนธ์ปริญญาครุศาสตรดุษฎีบัณฑิต สาขาวิชาโสตทัศนศึกษา : จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, 2540.
- ปชา ทับกิมหอน. การพัฒนาบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนผ่านเครือข่ายอินเทอร์เน็ต กรณีศึกษาบทเรียนเรื่อง ENVIRONMENTAL RISK ASSESSMENT. วิทยานิพนธ์ปริญญา วิทยาศาสตรมหาบัณฑิต : มหาวิทยาลัยหิ惦, 2543.

### เอกสารอ้างอิง (ต่อ)

- ประวิตร เอราวัณ. การวิจัยในชั้นเรียน. กรุงเทพฯ : สำนักพิมพ์คอกหมูวิชาการ จำกัด, 2545.
- ไฟโรมน์ ศิริวนานาภุก. การออกแบบและการผลิต บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน สำหรับ e-Learning. กรุงเทพฯ : ศูนย์สื่อเสริมกรุงเทพ, 2546.
- ไฟศาล โนเลสกุลวงศ์. พัฒนา Web Database ด้วย PHP. กรุงเทพฯ : หจก.ไทยเจริญการพิมพ์ จำกัด, 2538.
- gap เลาห ไพบูลย์. แนวการสอนวิทยาศาสตร์. กรุงเทพฯ : โรงพิมพ์ไทยวัฒนาพาณิช, 2540.
- นานพ มีไช. การพัฒนาโปรแกรมคอมพิวเตอร์จัดการเรียนการสอนในระดับอุดมศึกษา.  
วิทยานิพนธ์ปริญญาวิทยาศาสตร์บัณฑิต สาขาวิชาเทคโนโลยีเคมีคึกศึกษา  
สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ, 2539.
- มนีโชค สมานไทย. สร้างและปรับแต่งเว็บเพจด้วย HTML. กรุงเทพฯ : อินโฟเพรส, 2544.
- รุ่งทิวา เสาร์สิงห์. การพัฒนาและหาประสิทธิภาพโปรแกรมคอมพิวเตอร์ในใหม่กราฟฟิกช่วย  
จัดการเรียนการสอนในสถาบันเทคโนโลยีราชมงคล วิทยาเขตเทคโนโลยีกรุงเทพฯ.  
วิทยานิพนธ์ปริญญาวิทยาศาสตร์บัณฑิต สาขาวิชาเทคโนโลยีเคมีคึกศึกษา :  
สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ, 2541.
- ธนา อินกลับ. บทเรียนบนเครือข่ายอินเตอร์เน็ตวิชางานบทเรียนโปรแกรม. วิทยานิพนธ์ปริญญา  
ครุศาสตรอุดสาหกรรมบัณฑิต : สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหาร  
ลาดกระบัง, 2548.
- วสุ อมฤตสุทธิ. Macromedia flash Professional 8. เอกสารการสอนภาษาอังกฤษ  
สารสนเทศการเกย์ต์และพัฒนาชนบท คณะเกษตรศาสตร์ : มหาวิทยาลัยอุบลราชธานี,  
2549.
- วงศ์ภา พอมจันทร์. ผลของโปรแกรมการเรียนการสอนผ่านเว็บแบบปีดและแบบปีดและระดับ  
ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาภาษาอังกฤษของนักเรียนมัธยมศึกษาปีที่ 2. วิทยานิพนธ์  
ปริญญาวิทยาศาสตร์บัณฑิต : จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, 2542.
- วงศ์ประชา จันทร์สมวงศ์. อินไซท์ Dreamweaver MX 2004. กรุงเทพฯ : โปรดิวชั่น, 2547.
- ศิริชัย พงษ์วิชัย. การวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติด้วยคอมพิวเตอร์. กรุงเทพฯ :  
สำนักพิมพ์แห่งจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, 2547.

### เอกสารอ้างอิง (ต่อ)

ศิริพันธ์ มะโนดี. ผลของการจัดการสอนบนเว็บ เรื่องการนำทฤษฎีการพยาบาลมาใช้คู่แหล่งเรียนรู้ของบุคคลต่อความพร้อมในการเรียนรู้ด้วยการนำเสนอตนเอง และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักศึกษาพยาบาล. วิทยานิพนธ์ปริญญาวิทยาศาสตร์มหาบัณฑิต : จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, 2544.

สังค์ อุทرانันท์. เทคนิคการจัดการเรียนการสอนอย่างเป็นระบบ. พิมพ์ครั้งที่ 6. กรุงเทพฯ : โรงพิมพ์มิตรสยาม, 2532.

สันติ วิจักษณ์. “การพัฒนาระบบการเรียนการสอนโดยใช้เทคโนโลยีสารสนเทศเป็นฐานการเรียนรู้ สำหรับนักศึกษาระดับอุดมศึกษา”, เอกสารประกอบการประชุมเชิงปฏิบัติการ การดำเนินกิจกรรมบนระบบเครือข่ายสารสนเทศเพื่อพัฒนาการศึกษา, ขอนแก่น : มหาวิทยาลัยขอนแก่น, 2544.

สงกรานต์ ทองสว่าง. MySQLระบบฐานข้อมูลสำหรับอินเทอร์เน็ต. กรุงเทพฯ : ซีเอ็ดยูเคชั่น, 2548.  
สนอง อินทร์ลักษร. การวิจัยในชั้นเรียนเพื่อพัฒนาการเรียนการสอน. อุบลราชธานี : หจก.อุบลกิจօฟเซ็ทการพิมพ์, 2543.

สุทธิชา อนุพันธ์. บทเรียนบนเครือข่ายอินเตอร์เน็ตวิชาการผลิตรายการโทรทัศน์เพื่อการสอนและการฝึกอบรม. วิทยานิพนธ์ปริญญาครุศาสตร์อุดมศึกษารัฐกรุงเทพมหานคร : สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง, 2548.

สมนึก ภัททิยชนี. การวัดผลทางการศึกษา. ก้าวสินธ์ : ประสานการพิมพ์, 2544.

อมรเดช ดีนาน. การเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนด้วยบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนแบบมัดติดมีเดีย เรื่อง การขยายพันธุ์พืช ระหว่างนักเรียนที่มีระดับคะแนนเฉลี่ยสะสมต่างกัน. วิทยานิพนธ์ปริญญาวิทยาศาสตร์มหาบัณฑิต : มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, 2544.

อารีย์ มีมุ่งกิจ. การพัฒนาบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนเพื่อการสอนซ่อมเสริมวิชาคณิตศาสตร์เรื่องเศษส่วน สำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6. วิทยานิพนธ์ปริญญาวิทยาศาสตร์มหาบัณฑิต : มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, 2541.

Chabot J, Marsac J. Computer-assisted teaching in pneumology. Application to the diagnosis of Pulmonary opacities. Rev Fr Mal Respir, 1983.

Dejnaronk Apiwan. A Preliminary Investigation of Online Education, Online Students, and their Learning Outcomes. University of Illinois at Springfield, 2000.

### เอกสารอ้างอิง (ต่อ)

Katherine Nova, Blair. Evaluation of Web-Based instruction in interior design education : A pilot study. MA Eastern Michigan University, 2000:  
[http://WWW.lib.umi.com/dissertations/fullcit/1397955.](http://WWW.lib.umi.com/dissertations/fullcit/1397955)

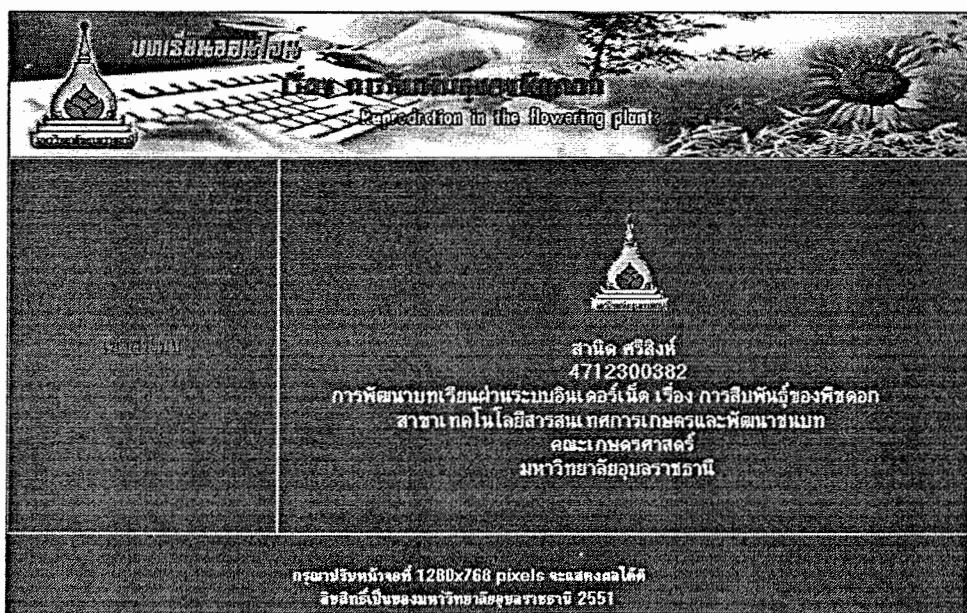
**ภาคผนวก**

ภาคผนวก ก  
คู่มือการใช้งานบทเรียนออนไลน์

## คู่มือการใช้งานบทเรียนออนไลน์

บทเรียนออนไลน์ เรื่องการสืบพันธุ์ของพืชดอก เป็นบทเรียนที่พัฒนาขึ้นผ่านระบบเครือข่ายอินเตอร์เน็ต ผู้ใช้งาน หรือนักเรียนต้องมีคอมพิวเตอร์ที่สามารถต่อใช้งานอินเตอร์เน็ตได้ และต้องศึกษาคู่มือการใช้งานระบบก่อนเรียนเพื่อให้เข้าใจวิธีการเรียน เมื่อนักเรียนเข้าสู่โปรแกรม เว็บเบราว์เซอร์ เช่น Internet Explorer

1. เข้าสู่หน้าแรก ให้พิมพ์ URL ในช่อง Address ของ Browser ที่ <http://61.19.117.198/~snj/sanit> แล้วกด Enter จะปรากฏหน้าจอดังภาพที่ ก.1



ภาพที่ ก.1 หน้าแรกของระบบ

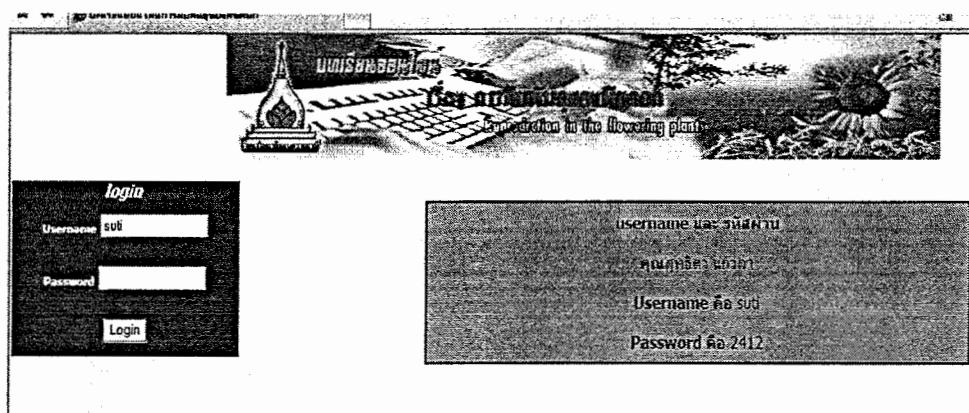
2. เลื่อนมาส์ปีซีที่ เข้าสู่ระบบ แล้วคลิกมาส์ 1 ครั้ง จะแสดงหน้าจอการ Login เข้าสู่ระบบ ดังภาพที่ ก.2

ກາພທີ່ ก.2 ມັນເຂົ້າບັນທຶກ

3. ສໍາຮັບບຸກຄລທຳໄປທີ່ຈະເຂົ້າສົກຍາບທຶນ ສາມາດເຂົ້າສົກຍາບທຶນໄດ້ເລີຍໂດຍໄນ່ຕ້ອງສົມກັບສາມາດໃກ້ໄກລິກທີ່ເມນູ ເຂົ້າສູ່ຮະບັບບຸກຄລທຳໄປ
4. ບັນດາອນດາຮັດທະບຽນເຂົ້າໃໝ່ ໄກລິກທີ່ ລົງທະບຽນສາມາດໃກ່ ຈະປະກຸດການກົດລົງທະບຽນ

ກາພທີ່ ก.3 ມັນກົດລົງທະບຽນເຂົ້າໃໝ່

5. กรอกข้อมูลตามแบบฟอร์มให้ครบถ้วนซ่อง แล้ว คลิกที่เมนูสมัครสมาชิก ระบบจะทำการตอบรับการสมัคร โดยแจ้ง Username และ Password ให้สมาชิกทราบตามภาพที่ ก.4



ภาพที่ ก.4 หน้าการแจ้ง Username และ Password ให้ผู้สมัครทราบ

6. เมื่อทำการ Login เข้าสู่ระบบโดยกรอก Username และ Password จะแสดงหน้าของระบบการต้อนรับผู้ใช้ระบบ ตามภาพที่ ก.5



### ภาพที่ ก.5 หน้าการต้อนรับเข้าสู่บทเรียน

7. เมื่อคลิกที่เมนูเข้าสู่ระบบจะให้ทำแบบทดสอบก่อนเรียนก่อน ดังภาพที่ ก.๖



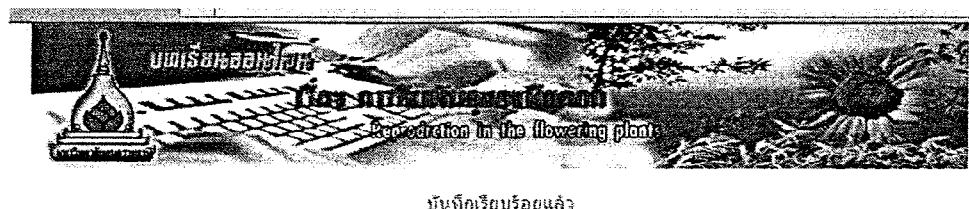
ภาพที่ ก.6 คำชี้แจงการทดสอบก่อนเรียน

8. เมื่อทำแบบทดสอบก่อนเรียนแล้วระบบจะแจ้งผลคะแนนที่ทำได้ ให้คลิกบันทึกคะแนนเพื่อเก็บคะแนนลงในฐานข้อมูล



ภาพที่ ก.7 การแจ้งผลคะแนนทดสอบก่อนเรียน

9. ระบบจะแจ้งผลการบันทึกคะแนนลงในฐานข้อมูล คลิกเมนูปิดหน้าต่างเดี๋วคลิกกดปุ่มเข้าสู่บทเรียนตามภาพที่ ก.8



บัญชีการเพาะขยายพันธุ์

ข้อสอบนี้

### ภาพที่ ก.8 ข้อความแจ้งผลการบันทึกคะแนน

10. เมื่อคลิกเข้าสู่หน้าเรียนจะปรากฏหน้าเข้าสู่หน้าเรียน ตามภาพที่ ก.9

ค่าตอบแทนเข้าสู่หน้าเรียน

- ยกเว้นค่าใช้จ่ายเดินทางและที่พักสำหรับผู้สอน
- กรณีสอนทั้งหมดในระบบเรียน ตลอดห้องเรียนทั้งหมด ไม่รวมห้องเรียนที่สอน หน้าต่อหน้าให้สัดส่วนของรายได้เพิ่ม 50 % คร่าว ลักษณะที่สอนทั้งหมดที่ใหม่
- กรณีสอนที่สอนทั้งหมดในระบบเรียน ให้ค่าตอบแทนค่าสอนบทที่เรียน ซึ่งประกอบด้วยค่าเดินทางและค่าอาหารเช่นเดียวกับครูสอนปกติ

### ภาพที่ ก.9 หน้าคำแนะนำเข้าสู่หน้าเรียน

11. หากต้องการทราบผลคะแนนการทำแบบทดสอบสามารถคลิกที่เมนูทางขวามือ จะปรากฏตามภาพที่ ก.10

The application interface features a header with the title 'Preparation to the Flowering plant' in both Thai and English. Below the header is a navigation bar with six items: ภาษาไทย, ภาษาอังกฤษ, คุณสมบัติของผัก, เมืองท่องเที่ยว, สถานที่ท่องเที่ยว, and ข้อมูลอื่นๆ.

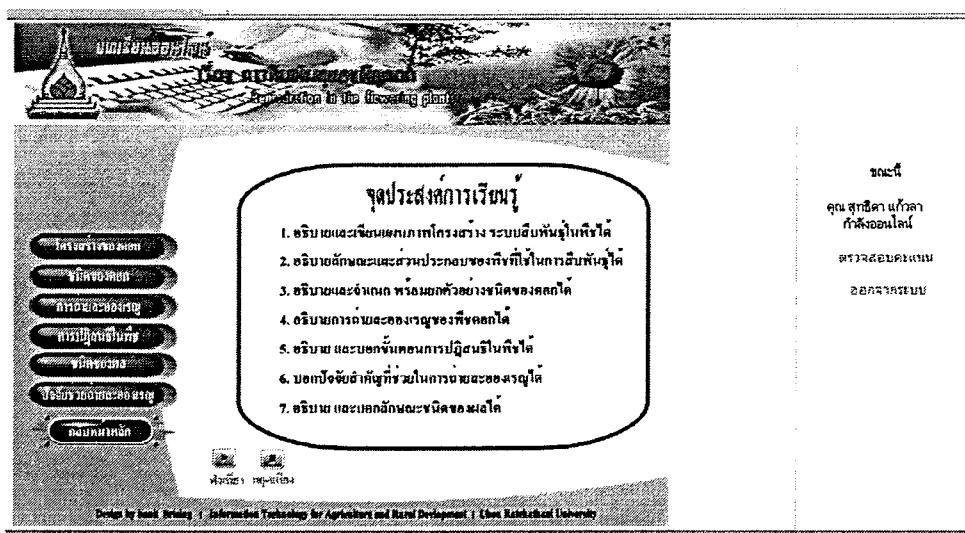
Below the navigation bar is a section titled 'แสดงข้อมูล ดูด สามินิค ศรีสิงห์' (Show information about Dood Saminik Sirsingh).

ข้อมูลผลิตภัณฑ์	คะแนน
ผลิตภัณฑ์เรือน คุณภาพดี ระดับ 20	8
ผลิตภัณฑ์เรือน คุณภาพดี ระดับ 20	4
โครงสร้างดี คุณภาพดี ระดับ 10	3
ขนาดตัวอักษร คุณภาพดี ระดับ 5	3
การถ่ายทอดสารทู คุณภาพดี ระดับ 5	2
การปรับแต่งให้พอดี คุณภาพดี ระดับ 5	3
รายละเอียด คุณภาพดี ระดับ 5	2
ปัจจัยภายในตัวของเรือน คุณภาพดี ระดับ 5	3

**กดยืนยันการซื้อ**

### ภาพที่ ก.10 คะแนนการทำแบบทดสอบ

12. เมื่อเข้าสู่หน้าเรียนจะมีเมนูเดียวทางด้านขวา การศึกษานี้ขอحاกรศึกษาตามลำดับก่อนหลัง หากต้องการฟังเสียงบรรยายให้คลิกที่ปุ่มฟังเสียง หากไม่ต้องการฟังเสียงสามารถหยุดได้โดยคลิกที่ปุ่มหยุดเสียง ตามภาพที่ ก.11



### ภาพที่ ก.11 หน้าบทเรียนและจุดประสงค์การเรียนรู้

13. การเข้าศึกษาเนื้อหาแต่ละหัวข้อ ให้คลิก Next ไปเรื่อยๆ จนจบเนื้อหา ตามภาพที่ ก.12



ภาพที่ ก.12 เนื้อหาบทเรียน

14. เมื่อศึกษาจบเนื้อหาแล้วให้ คลิกแบบทดสอบท้ายบท ตามภาพที่ ก.13



ภาพที่ ก.13 เมนูการเข้าสู่แบบทดสอบท้ายบทเรียน

15. ให้ทำแบบทดสอบที่ลงทะเบียนโดยคลิกเลือกข้อต่อไปเรื่อยๆ จนจบแบบทดสอบตามภาพที่ ก.14



ภาพที่ ก.14 แบบทดสอบที่ขยับทิเรียน

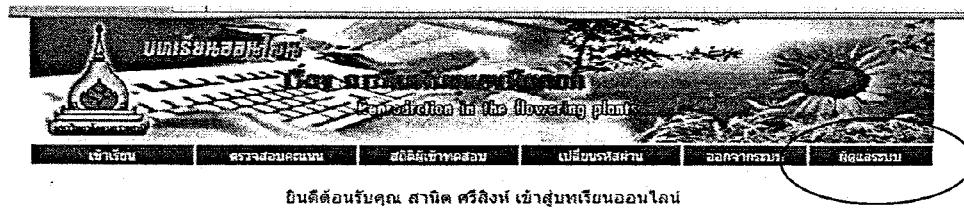
16. แล้วคลิกบันทึกคะแนนเพื่อเก็บคะแนนลงในฐานข้อมูล ระบบจะแจ้งผลการบันทึกคะแนนแล้วให้ปิดหน้านี้ ระบบจะถามเพื่อยืนยันให้ตอบ yes ตามภาพที่ ก.15



บันทึกเสร็จเรียบร้อยแล้ว

ภาพที่ ก.15 การแจ้งผลการบันทึกคะแนนทำแบบทดสอบ

17. ผู้ดูแลระบบ กรอกชื่อผู้ใช้ Admin และรหัสผ่าน Admin เพื่อเข้าสู่ระบบในส่วนของผู้ดูแลระบบ จะมีเมนูผู้ดูแลระบบเพิ่มขึ้นมา



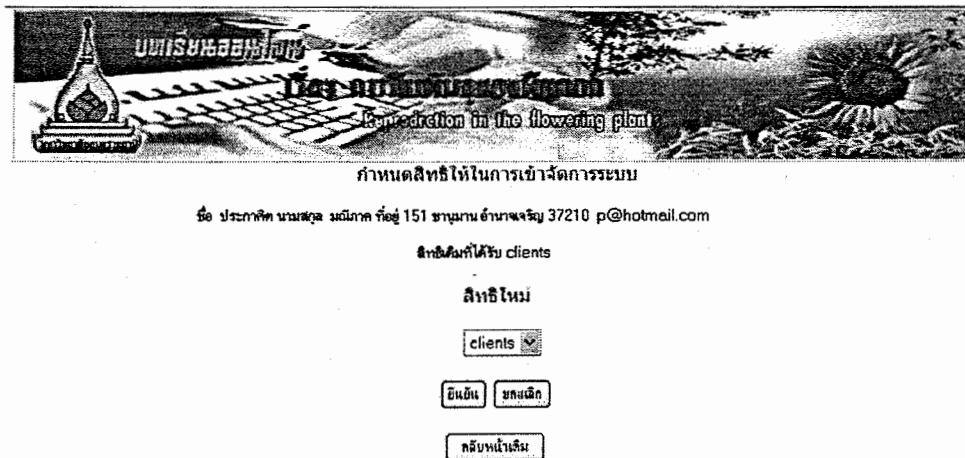
ภาพที่ ก.16 เมนูผู้ดูแลระบบ

18. เมื่อคลิกที่เมนู ผู้ดูแลระบบจะแสดงข้อมูลของผู้ใช้ระบบ และสามารถแก้ไข หรือลบ ข้อมูลของผู้ใช้ระบบได้ เมื่อคลิกลำดับที่จะปรากฏจะແນນการนำแบบทดสอบของผู้ใช้ระบบ

ลำดับ	ชื่อ - นามสกุล	แก้ไข / ลบ
12	คุณ ยอดยอดยอด ยอดยอดยอด 1233 1234 ลุงพี่	แก้ไข / ลบ
18	คุณ สาวนิศ ศรีสิงห์ 123 รามคำแหง ถ.รามคำแหง	แก้ไข / ลบ
19	คุณ สำเร็จ พงษ์ 69 หมู่12 เมืองราชบุรี อุตรดิตถ์	แก้ไข / ลบ
20	คุณ ประภากิจ มณีมาก 151 รามคำแหง ถ.รามคำแหง	แก้ไข / ลบ
21	คุณ วนิดา ศรีสิงห์ 151หมู่3 รามคำแหง อุตรดิตถ์	แก้ไข / ลบ
22	คุณ สุกันดา แวงวานิช หมู่3 รามคำแหง ถ.รามคำแหง	แก้ไข / ลบ

ภาพที่ ก.17 ข้อมูลผู้ใช้ระบบ

19. ผู้ดูแลระบบสามารถแก้ไข กำหนดสิทธิของผู้ใช้ได้ โดยเลือกแก้ไข แล้วกำหนดสิทธิใหม่แล้ว คลิกเมนูยืนยันข้อมูล



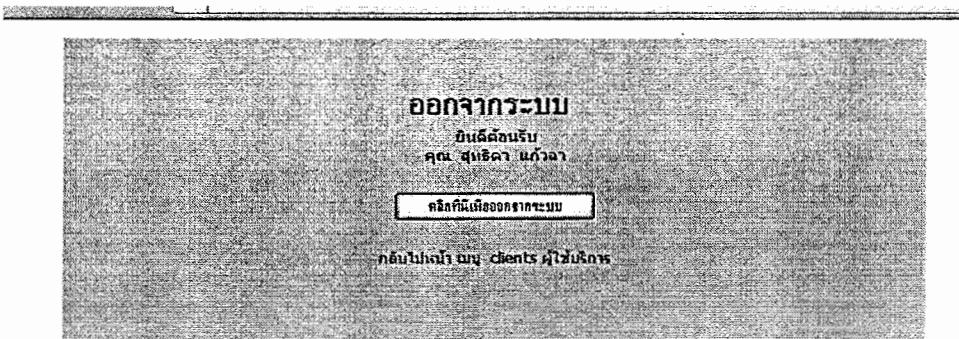
ภาพที่ ก.18 การกำหนดสิทธิในการเข้าจัดการระบบ

20. เมื่อยืนยันข้อมูลแล้ว ระบบจะแจ้งการแก้ไข แล้วกลับเข้าหน้าแสดงข้อมูลผู้ใช้ระบบ ตามภาพที่ ก.19

ลำดับ	ชื่อ - นามสกุล	ผู้ใช้ / ลบ
17	กฤษณะ ใจดี 1233 1234 ใจดี	ผู้ใช้ / ลบ
18	กฤษณะ ใจดี 123 ใจดี อัจฉราษร	ผู้ใช้ / ลบ
19	กฤษณะ ใจดี 69 หมู่ 12 เมือง อุตรดิตถ์	ผู้ใช้ / ลบ
20	กฤษณะ กฤษณะ 151 ใจดี อัจฉราษร	ผู้ใช้ / ลบ
21	กฤษณะ กฤษณะ 151 หมู่ 3 ใจดี อุตรดิตถ์	ผู้ใช้ / ลบ
22	กฤษณะ กฤษณะ หมู่ 3 ใจดี อัจฉราษร	ผู้ใช้ / ลบ

ภาพที่ ก.19 การแก้ไขข้อมูลของผู้เข้าใช้แล้ว

21. หากต้องการออกจากระบบ ให้คลิกที่ ออกจากระบบ และระบบจะแจ้งผลให้ยืนยัน เพื่อออกจากระบบ ตามภาพที่ ก.20



ภาพที่ ก.20 การยืนยันแจ้งการออกจากระบบ

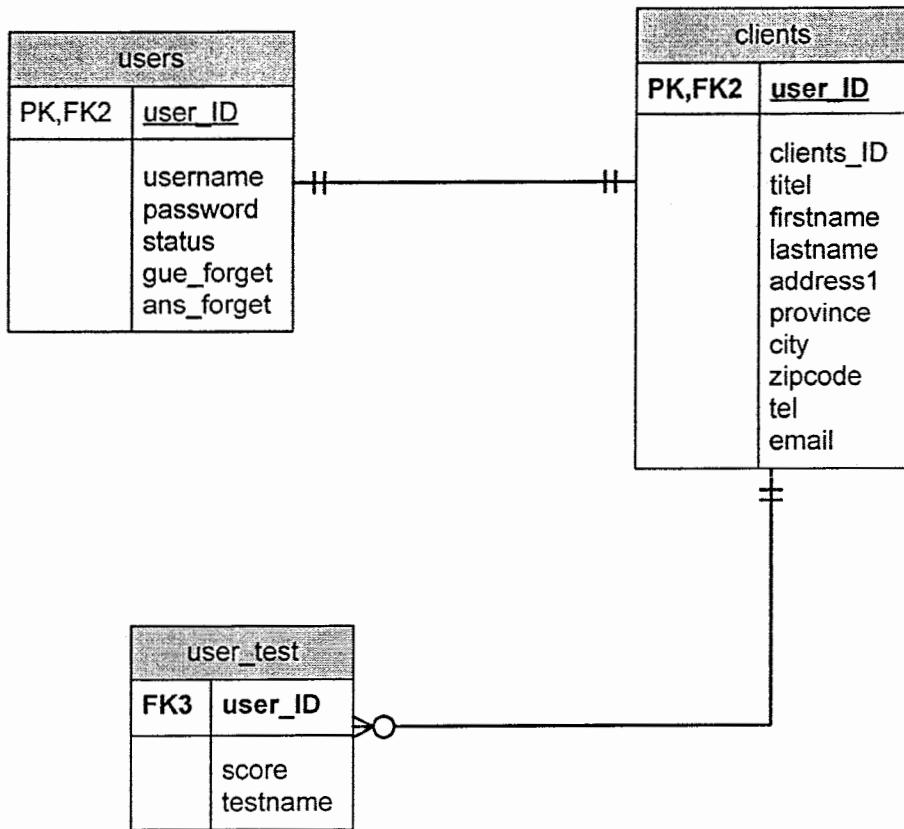
22. ขณะที่กำลังเรียนในบทเรียนผู้เรียนสามารถออกจากระบบได้โดยคลิกเมนูออกจากระบบทาง ขวามือ



ภาพที่ ก.21 เมนูการออกจากระบบขณะเรียน

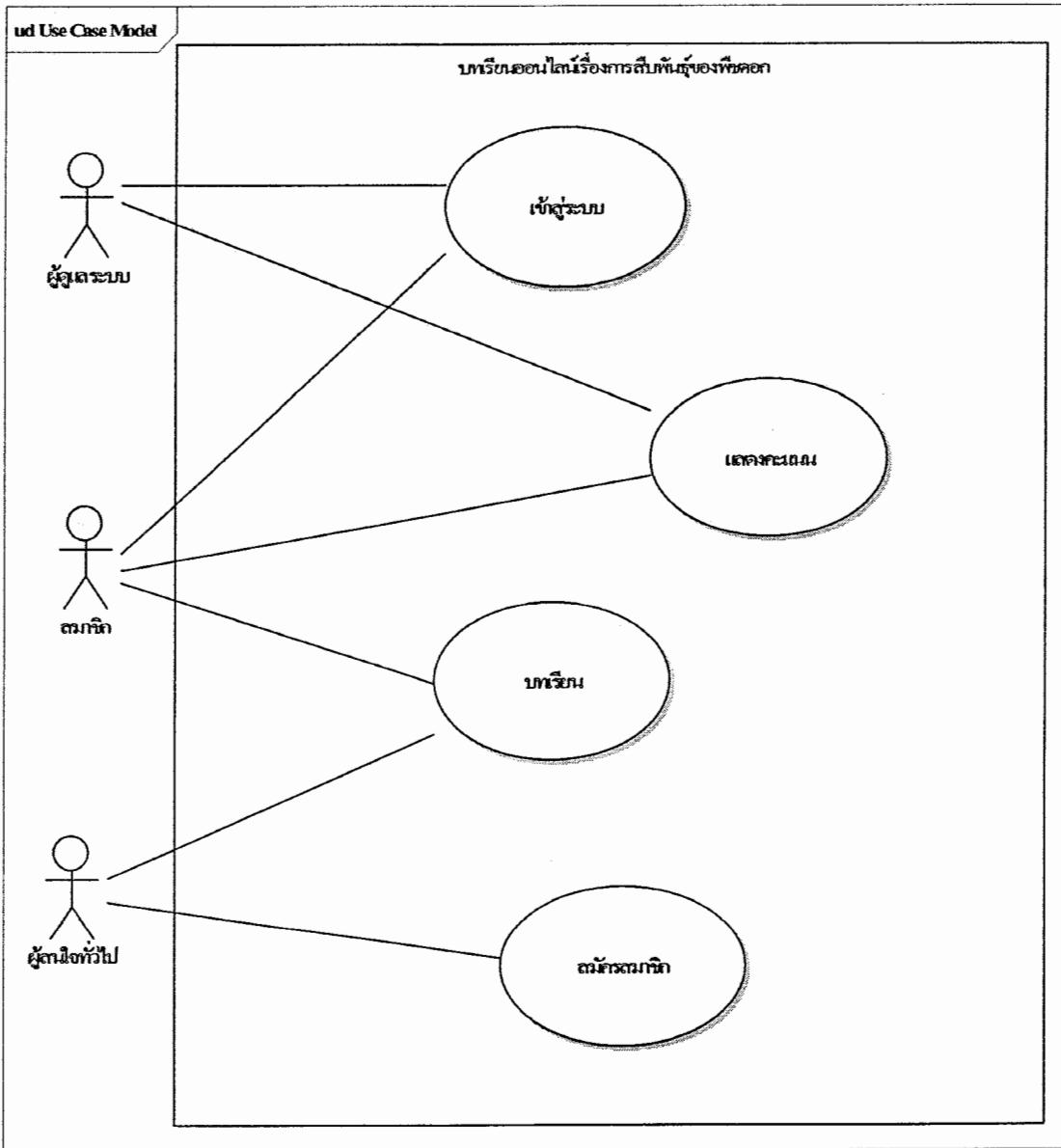
ภาคผนวก ข  
การออคแบบระบบ

### ER-Diagram



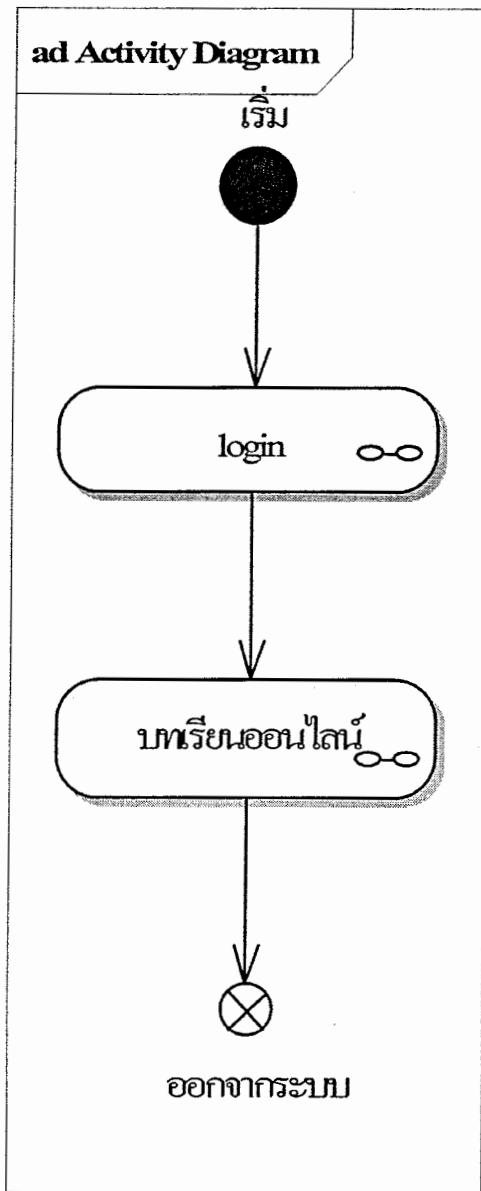
ภาพที่ ๔.๑ Entity Relationship Diagram ERD

## Use Case



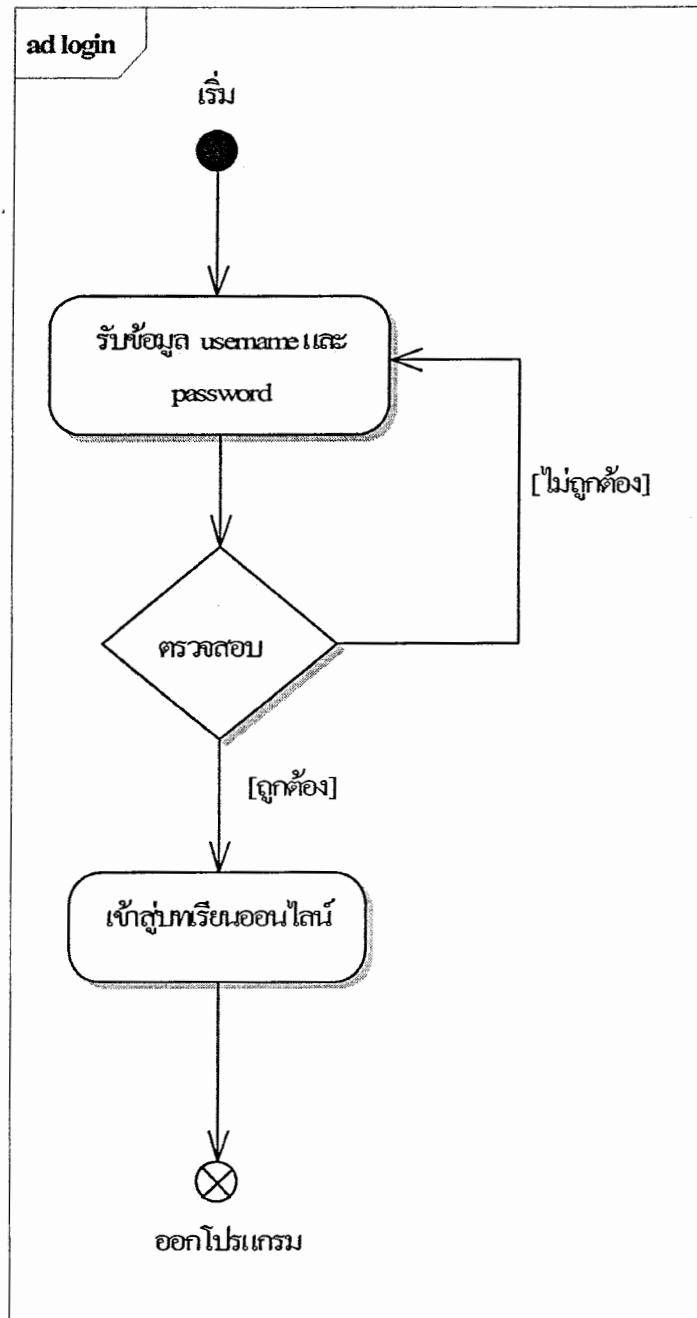
ภาพที่ ๖.๒ Use case diagram

### Activity Diagram แสดงระบบบทเรียนออนไลน์



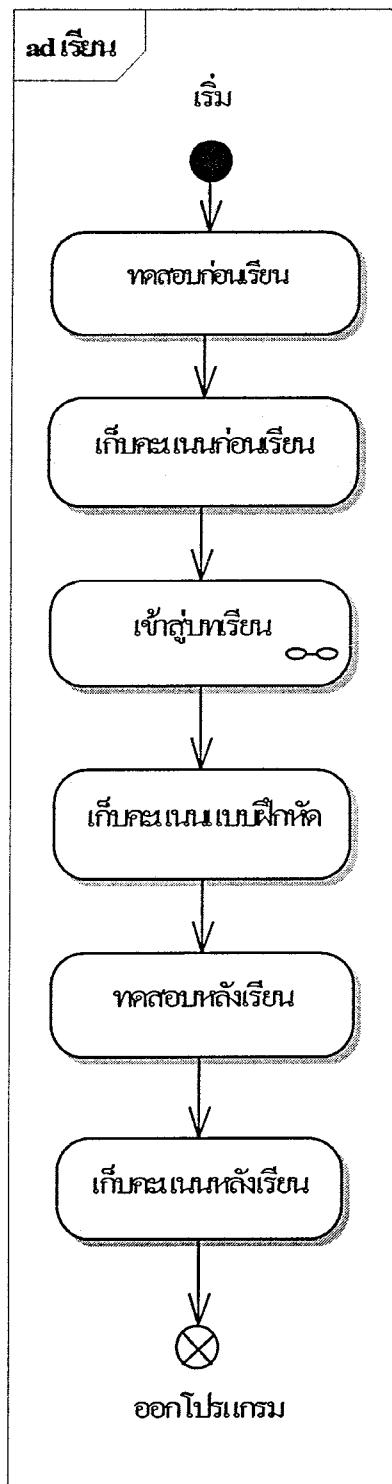
ภาพที่ ช.3 Activity การเข้าสู่ระบบบทเรียนออนไลน์ ในระบบล็อกอิน และบทเรียน

### Activity Diagram แสดงระบบ Login



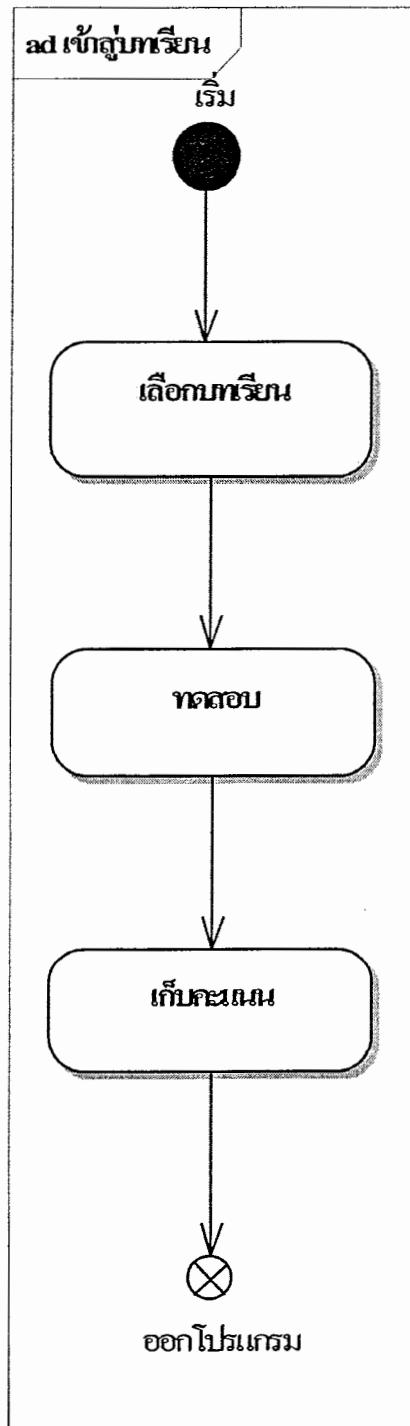
ภาพที่ ๔ Activity Diagram แสดงการ Login เข้าบทเรียน

### Activity Diagram แสดงระบบเข้าเรียน



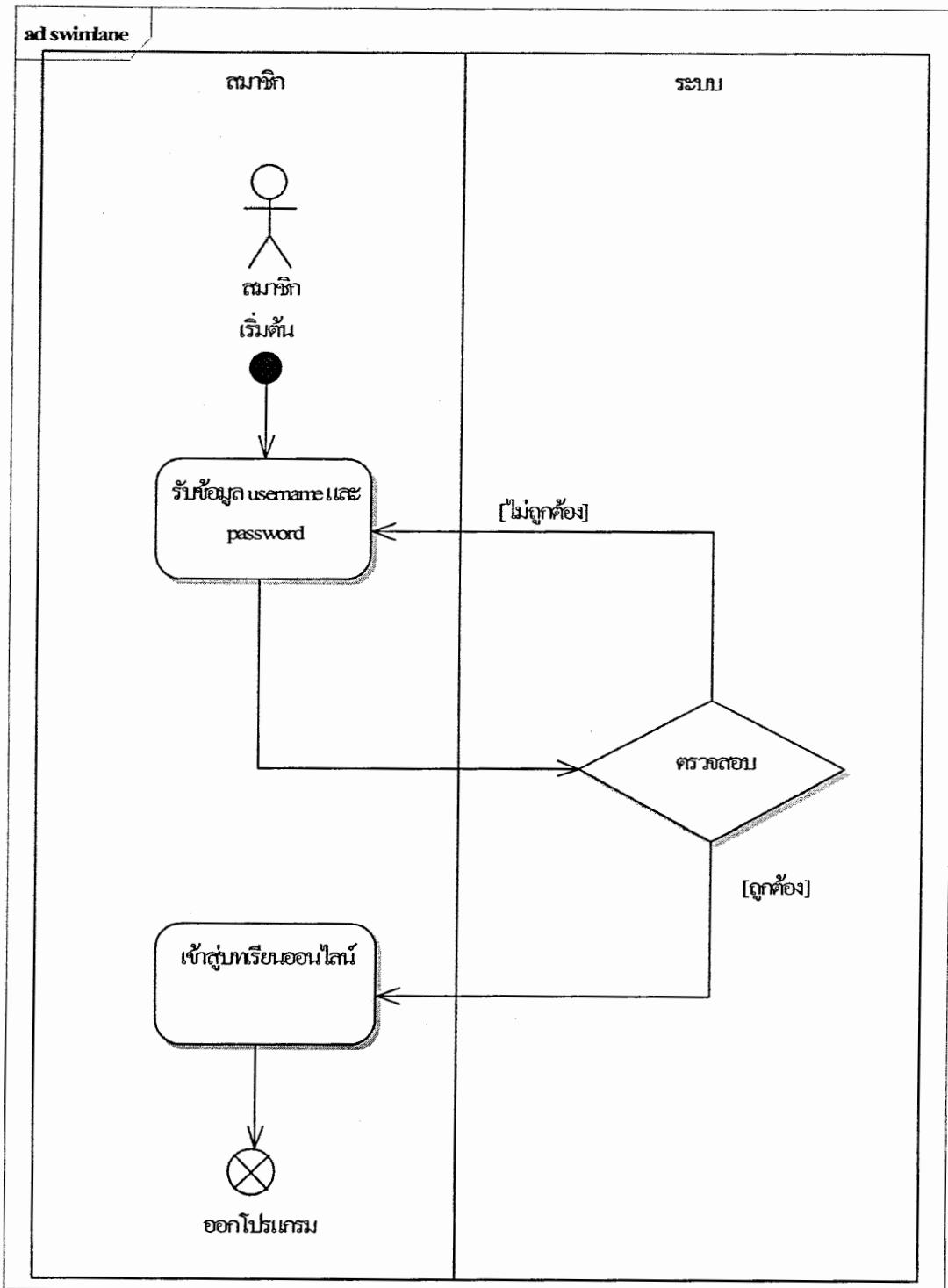
ภาพที่ ๖.๕ Activity Diagram แสดงการเข้าเรียน

### Activity Diagram แสดงระบบเข้าสู่บทเรียน



ภาพที่ ช.6 Activity Diagram แสดงการเข้าเรียนแต่ละบทเรียน

### Activity Diagram Swimlanes



ภาพที่ ช.7 Sequence Diagram แสดงระบบการเรียนบทเรียนออนไลน์

### TABLE

**ตารางที่ ข.1 แฟ้มข้อมูลผู้ใช้บริการ (Clients)**

ชื่อฟิลด์	ชนิดข้อมูล	ขนาด	คำอธิบาย
clients_ID	int	6	ลำดับที่ผู้ใช้บริการ
user_ID	int	6	รหัสผู้ใช้
firstname	varchar	30	ชื่อผู้ใช้
lastname	varchar	30	ชื่อสกุลผู้ใช้
Address1	varchar	50	ที่อยู่
province	varchar	50	อำเภอ
city	varchar	50	จังหวัด
zipcode	varchar	20	รหัสไปรษณีย์
tel	varchar	20	หมายเลขโทรศัพท์
email	varchar	50	อีเมล

**ตารางที่ ข.2 แฟ้มข้อมูลผู้ใช้ (users)**

ชื่อฟิลด์	ชนิดข้อมูล	ขนาด	คำอธิบาย
user_ID	int	6	รหัสผู้ใช้ระบบ
username	varchar	30	ชื่อผู้ใช้ระบบ
password	varchar	30	รหัสผ่านผู้ใช้ระบบ
status	varchar	20	สถานะผู้ใช้ระบบ
que_forget	text		คำถามลืมรหัสผ่าน
ans_forget	text		คำตอบลืมรหัสผ่าน

**ตารางที่ ข.3 เพิ่มข้อมูลการทำแบบทดสอบ (user\_test)**

ชื่อฟิลด์	ชนิดข้อมูล	ขนาด	คำอธิบาย
user_ID	int	6	รหัสผู้ใช้ระบบ
score	int	5	คะแนนแบบทดสอบ
testname	varchar	20	ชื่อแบบทดสอบ

ภาคผนวก ค  
แบบประเมินประสิทธิภาพ

**แบบประเมินประสิทธิภาพ  
การพัฒนาบทเรียนบนเครือข่ายอินเตอร์เน็ตเรื่อง การสืบพันธุ์ของพืชดอก**

**คำชี้แจง**

แบบประเมินผลชุดนี้เป็นแบบสอบถามความคิดเห็นเพื่อประเมินประสิทธิภาพระบบคอมพิวเตอร์ โดยแบ่งการประเมินออกเป็น 3 ส่วน ดังนี้

ตอนที่ 1 ข้อมูลผู้ใช้ข้อมูลด้านระบบคอมพิวเตอร์

ตอนที่ 2 ความคิดเห็นของผู้ประเมินที่มีต่อระบบคอมพิวเตอร์

ตอนที่ 3 ข้อเสนอแนะเพิ่มเติม

**ตอนที่ 1 ข้อมูลผู้ใช้ข้อมูลด้านระบบคอมพิวเตอร์**

1. ชื่อ - ชื่อสกุล.....

2. ตำแหน่ง.....

3. การศึกษา ระดับ  ปริญญาตรี สาขา.....

ปริญญาโท สาขา.....

ปริญญาเอก สาขา.....

4. สถานที่ทำงาน.....

5. หมายเลขโทรศัพท์.....

ตอนที่ 2 ความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญด้านระบบคอมพิวเตอร์

พิจารณาจากการประเมินที่ตรงกับความคิดเห็นของท่านแล้วว่าเครื่องหมาย ✓ ในช่องระดับประสิทธิภาพด้านข้ามมือ โดยมีเกณฑ์ประสิทธิภาพดังนี้

- 9 – 10 หมายถึง ระบบมีประสิทธิภาพในระดับค่อนข้างมาก  
7 – 8 หมายถึง ระบบมีประสิทธิภาพในระดับดี  
5 – 6 หมายถึง ระบบมีประสิทธิภาพในระดับพอใช้  
3 – 4 หมายถึง ระบบมีประสิทธิภาพควรปรับปรุง  
1 – 2 หมายถึง ระบบมีประสิทธิภาพไม่เหมาะสม

ตารางที่ ค.1 ความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญด้านระบบคอมพิวเตอร์



รายการประเมิน	ระดับประสิทธิภาพ									
	ดีมาก		ดี		พอใช้		ปรับปรุง		ไม่เหมาะสม	
	10	9	8	7	6	5	4	3	2	1
19. การใช้เม็ดในการทำงานมีความสะดวกเข้าใจง่าย										
20. การออกแบบการแสดงผลหน้าจอภาพเหมาะสม										

### ตอนที่ 3 ข้อเสนอแนะเพิ่มเติม

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

**แบบประเมินประสิทธิภาพ  
การพัฒนาบทเรียนบนเครือข่ายอินเตอร์เน็ตเรื่อง การสืบพันธุ์ของพืชดอก**

**คำชี้แจง**

แบบประเมินผลชุดนี้เป็นแบบสอบถามความคิดเห็นเพื่อประเมินประสิทธิภาพบทเรียนผ่านระบบเครือข่ายอินเตอร์เน็ต โดยแบ่งการประเมินออกเป็น 3 ส่วน ดังนี้

ตอนที่ 1 ข้อมูลผู้ใช้ภาษาไทยด้านเนื้อหาบทเรียน

ตอนที่ 2 ความคิดเห็นของผู้ประเมินบทเรียน

ตอนที่ 3 ข้อเสนอแนะเพิ่มเติม

**ตอนที่ 1 ข้อมูลผู้ใช้ภาษาไทยด้านเนื้อหาบทเรียน**

1. ชื่อ - ชื่อสกุล.....

2. ตำแหน่ง.....

3. การศึกษา ระดับ  ปริญญาตรี สาขา.....

ปริญญาโท สาขา.....

ปริญญาเอก สาขา.....

4. สถานที่ทำงาน.....

5. หมายเลขโทรศัพท์.....

#### ตอนที่ 2 ความคิดเห็นของผู้เรียนชั้นปีต้นเนื้อหาบทเรียน

พิจารณาจากการประเมินที่ตรงกับความคิดเห็นของท่านแล้วการเครื่องหมาย ✓ ในช่องระดับประสิทธิภาพด้านขวามือ โดยมีเกณฑ์ประสิทธิภาพดังนี้

- 9 – 10 หมายถึง เนื้อหามีประสิทธิภาพในระดับดีมาก  
7 – 8 หมายถึง เนื้อหามีประสิทธิภาพในระดับดี  
5 – 6 หมายถึง เนื้อหามีประสิทธิภาพในระดับพอใช้  
3 – 4 หมายถึง เนื้อหามีประสิทธิภาพควรปรับปรุง  
1 – 2 หมายถึง เนื้อหามีประสิทธิภาพไม่เหมาะสม

#### ตารางที่ ค.2 ความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญด้านเนื้อหาบทเรียน

### ตอนที่ 3 ข้อเสนอแนะเพิ่มเติม

---

---

---

---

---

---

---

## แบบสอบถามความพึงพอใจ

**ของนักเรียนที่มีต่อบทเรียนบนระบบเครือข่ายเรื่อง การสืบพันธุ์ของพืชดอก**

### คำชี้แจง

แบบสอบถามชุดนี้จัดทำขึ้นเพื่อสอบถามถึงความพึงพอใจของนักเรียน ที่มีต่อบทเรียนบนระบบเครือข่ายอินเตอร์เน็ต เรื่อง การสืบพันธุ์ของพืชดอก โดยแบ่งการประเมินออกเป็น 3 ส่วน คือ

ตอนที่ 1 ข้อมูลพื้นฐาน

ตอนที่ 2 แบบสอบถามความพึงพอใจของนักเรียน

ตอนที่ 3 ข้อเสนอแนะเพิ่มเติม

### ตอนที่ 1 ข้อมูลพื้นฐาน

1. ชื่อ – ชื่อสกุล.....

2. เพศ                  ^      ชาย                  ^      หญิง

3. อายุ.....

4. การศึกษา ระดับ.....

5. โรงเรียน.....

ตอนที่ 2 ความพึงพอใจของนักเรียน ที่มีต่อการเรียนบทเรียนบนระบบเครือข่าย

พิจารณาจากรายการประเมินที่ตรงกับความคิดเห็นของท่านแล้วว่าเครื่องหมาย ✓ ในช่องระดับประสิทธิภาพด้านขวามือ โดยมีเกณฑ์ประสิทธิภาพดังนี้

9 – 10 หมายถึง มีระดับความพึงพอใจมากที่สุด

7-8 หมายถึง มีระดับความพึงพอใจมาก

5 – 6 หมายถึง มีระดับความพึงพอใจปานกลาง

### 3 – 4 หมายถึง มีระดับความพึงพอใจน้อย

1 – 2 หมายถึง มีระดับความพึงพอใจอยู่ที่สุด

ตารางที่ ค.3 ความพึงพอใจของนักเรียน ที่มีต่อการเรียนบทเรียนบนระบบเครือข่าย

ตอนที่ 3 ข้อเสนอแนะเพิ่มเติม

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

ภาคผนวก ๔  
รายนามผู้เขียนวาระ

## ผู้เขียนรายงานด้านระบบคอมพิวเตอร์

**1. นายกิริวัฒน์ จังอินทร์**

การศึกษา ปริญญาวิทยาศาสตร์มหาบัณฑิต<sup>๑</sup>  
 สาขาวิชาเทคโนโลยีสารสนเทศการเกษตรและพัฒนาชุมชน  
 ตำแหน่ง นักวิชาการคอมพิวเตอร์  
 สถานที่ทำงาน คณะบริหารศาสตร์ มหาวิทยาลัยอุบลราชธานี

**2. นายประจันบาน อ่อนสนิท**

การศึกษา ปริญญาวิทยาศาสตร์มหาบัณฑิต<sup>๒</sup>  
 สาขาวิชาเทคโนโลยีสารสนเทศการเกษตรและพัฒนาชุมชน  
 ตำแหน่ง พนักงานคอมพิวเตอร์  
 สถานที่ทำงาน คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยอุบลราชธานี

**3. นายสุขัย ลีมวัฒนา**

การศึกษา ปริญญาวิทยาศาสตร์มหาบัณฑิต<sup>๓</sup>  
 สาขาวิชาเทคโนโลยีสารสนเทศการเกษตรและพัฒนาชุมชน  
 ตำแหน่ง สัตวแพทย์  
 สถานที่ทำงาน สำนักงานปศุสัตว์อำเภอคอนตาก

**4. นายสมมิตร ดวงสมส่า**

การศึกษา ปริญญาปริญญาวิทยาศาสตร์มหาบัณฑิต<sup>๔</sup>  
 สาขาวิชาเทคโนโลยีสารสนเทศการเกษตรและพัฒนาชุมชน  
 ตำแหน่ง เวชสถิติ, อาจารย์พิเศษ มหาวิทยาลัยอุบลราชธานี (ศูนย์การเรียนรู้  
 จังหวัดมุกดาหาร)  
 สถานที่ทำงาน โรงพยาบาลคอนตาก จังหวัดมุกดาหาร

**5. นายสมควร สาคำ**

การศึกษา ปริญญาวิทยาศาสตร์มหาบัณฑิต<sup>๕</sup>  
 สาขาวิชาเทคโนโลยีสารสนเทศการเกษตรและพัฒนาชุมชน  
 ตำแหน่ง ครุ คศ.1  
 สถานที่ทำงาน วิทยาลัยการอาชีพโพนทอง

## รายนามผู้เชี่ยวชาญด้านเนื้อหา

**1. นางสุภัตรา ปริสุทธิกุล**

การศึกษา ปริญญาศึกษาศาสตรมหาบัณฑิต สาขา เทคโนโลยีการศึกษา  
 ตำแหน่ง ครู ศศ. 3  
 สถานที่ทำงาน โรงเรียนวิจิตรพิทยา

**2. นางสาวจันทร์เพ็ญ อรพล**

การศึกษา ปริญญาศึกษาศาสตรมหาบัณฑิต สาขา หลักสูตรและการสอน  
 ตำแหน่ง รองผู้อำนวยการ โรงเรียนมัธยมแมด  
 สถานที่ทำงาน โรงเรียนมัธยมแมด

**3. นางทัศนา กองศรี**

การศึกษา ปริญญาวิทยาศาสตรบัณฑิต สาขา วิทยาศาสตร์ทั่วไป  
 ตำแหน่ง ครูชำนาญการพิเศษ  
 สถานที่ทำงาน โรงเรียนยโสธรพิทยาคม

**4. นางกฤณณา ชำนินอก**

การศึกษา ปริญญาศึกษาศาสตรมหาบัณฑิต สาขา หลักสูตรและการสอน  
 ตำแหน่ง ครูชำนาญการพิเศษ  
 สถานที่ทำงาน โรงเรียนวิจิตรพิทยา

**5. นายบุญมา พินพงษ์**

การศึกษา ปริญญาศึกษาศาสตรบัณฑิต สาขา ประถมศึกษา  
 ตำแหน่ง ครูชำนาญการพิเศษ (สาขาวิทยาศาสตร์)  
 สถานที่ทำงาน โรงเรียนบ้านหนองໄร

ภาคผนวก จ  
เนื้อหาสาระการสืบพันธุ์ของพีชดอก

## การสืบพันธุ์ของพืชดอก (Reproduction in a flowering plants)

### จุดประสงค์การเรียนรู้

1. อธิบายและเขียนแผนภาพ โครงสร้าง ระบบสืบพันธุ์ในพืชได้
2. อธิบายลักษณะและส่วนประกอบของพืชที่ใช้ในการสืบพันธุ์ได้
3. อธิบายและจำแนก พร้อมยกตัวอย่างชนิดของดอกได้
4. อธิบายการถ่ายละอองเรณูของพืชดอกได้
5. อธิบาย และบอกขั้นตอนการปฏิสนธิในพืชได้
6. บอกปัจจัยสำคัญที่ช่วยในการถ่ายละอองเรณูได้
7. อธิบาย และบอกลักษณะชนิดของผลได้

### โครงสร้างของดอก

**ดอกไม้ (Flower)** เป็นอวัยวะสืบพันธุ์ของพืชดอก ทำหน้าที่ในการสร้างเซลล์สืบพันธุ์ และเป็นแหล่งให้เซลล์สืบพันธุ์ผู้สมกัน ดอกไม้มีโครงสร้างที่สำคัญหลายอย่าง แต่ละส่วนจะทำหน้าที่แตกต่างกันออกไป โครงสร้างของดอกแบ่งตามความสำคัญ ในการสืบพันธุ์ แบ่งเป็น 2 ส่วน

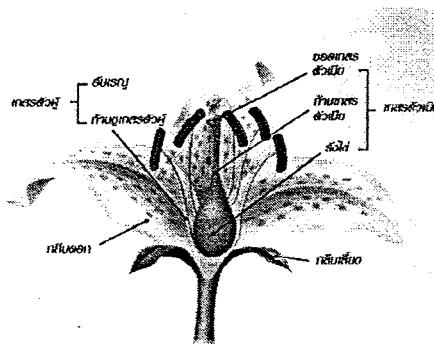
1. โครงสร้างที่จำเป็นในการสืบพันธุ์ (Essential parts)
2. โครงสร้างที่ไม่จำเป็นในการสืบพันธุ์ (Accessory parts)

โครงสร้างที่จำเป็นในการสืบพันธุ์ (Essential parts) เป็นโครงสร้างที่ทำหน้าที่ในการสร้างเซลล์สืบพันธุ์ และเป็นแหล่งผู้สมกันของเซลล์สืบพันธุ์ มีดังนี้

1. เกสรตัวผู้ (Stamens) เป็นโครงสร้างที่ทำหน้าที่สร้างเซลล์สืบพันธุ์เพศผู้ อยู่ดัดจาก กลีบดอกเข้าไป เกสรตัวผู้มักมีหลายอันและเรียงตัวเป็นวง เรียกว่า แอนโครเซียม (androecium) มีส่วนประกอบที่สำคัญคือ

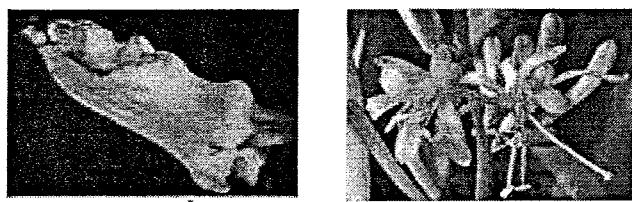
1.1 ก้านเกสรตัวผู้ (Filament) มีลักษณะเป็นแท่งกลมอาจยาวหรือสั้นหรือทรงกระบอกแล้ว แต่ชนิดของพืชทำหน้าที่ซูบเรณู

1.2 อับเรณู (Anther) อยู่ปลายสุดของก้านเกสรตัวผู้ มีรูปร่างทรงกระบอก หรือค่อนข้างกลม 2 พู ภายในเป็นถุงขาว 4 ถุง เรียกว่า ถุงเกสรตัวผู้ (pollen sac) ภายในมีลักษณะของเกสรตัวผู้ (pollen grain) จำนวนมาก มีลักษณะเป็นเม็ดเล็กๆ สีเหลือง เมื่อดอกเจริญเติบโตเต็มที่ถุงละอองเรณูจะแตกออก ละอองเรณูก็จะปลิวออกมาน



ภาพที่ จ.1 ส่วนประกอบของดอก

2. เกสรตัวเมีย (Pistil) เป็นส่วนที่อยู่ในสุดของดอก ทำหน้าที่ในการสร้างเซลล์สืบพันธุ์เพศเมีย จำนวนเกสรตัวเมียในดอกหนึ่งอาจมีอันเดียว หรือหลายอันเรียงตัวเป็นวง เรียกว่า จินเนเซียม (Gynaecium) มีส่วนประกอบที่สำคัญ 3 ส่วน



ภาพที่ จ.2 เกสรตัวเมีย

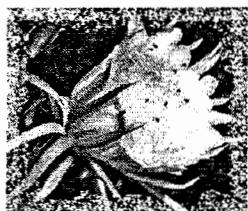
2.1 ยอดเกสรตัวเมีย (Stigma) เป็นส่วนที่อยู่ปลายสุด ทำหน้าที่รับละออง雷雨 ประกอบด้วยเซลล์ที่สามารถผลิตของเหลวลักษณะเป็นน้ำเหนียวๆ คล้ายน้ำตาด เรียกว่า Stigmatic fluid เพื่อคอยตักจับละออง雷雨 ที่บุคคลาหารือพำนัชต่างๆ นำมา

2.2 ก้านชูยอดเกสรตัวเมีย (Style) มีลักษณะเป็นเส้นเรียวเล็กซึ่อมต่อระหว่างรังไข่ กับ ยอดเกสรตัวเมีย เป็นทางผ่านของเซลล์สืบพันธุ์เพศผู้เข้าผสมกับ ไข่

2.3 รังไข่ (Ovary) เป็นส่วนล่างสุดของเกสรตัวเมีย มีลักษณะเป็นกระเพาะพองออก ภายในมีลักษณะเป็นห้องๆ เรียกว่า โอลิคูล (locule) ภายในมี ออวูล (ovule) อาจมีอันเดียวหรือหลายอันก็ได้ ภายในอวูลจะมีเซลล์สืบพันธุ์เพศเมีย เรียกว่า ไข่ (egg) เมื่อเกิดการปฏิสนธิแล้วรังไข่จะเจริญไปเป็นผล ส่วนอวูลเจริญไปเป็นเมล็ด

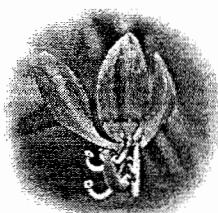
### โครงสร้างที่ไม่จำเป็นในการสืบพันธุ์ ( Accessory parts )

1. กลีบเลี้ยง (Sepal) เป็นส่วนของดอกที่อยู่นอกสุด มีสีเขียวเหมือนใบทำหน้าที่ห่อหุ้มและป้องกันอันตรายแก่ส่วนของดอกที่อยู่ภายใน เมื่อดอกบานแล้วส่วนของกลีบเลี้ยงจะหมุนหน้าที่ แล้วหลุดร่วงไป วงของกลีบเลี้ยง เรียกว่า แคลิกซ์ (calyx)



ภาพที่ จ.3 กลีบเลี้ยง

2. กลีบดอก (Petal) เป็นส่วนที่อยู่ดัดจากกลีบเลี้ยงเข้ามา มักมีสีสันสวยงาม เนื่องจากมีรงควัตถุ เช่น แอนโธไซยานิน (anthocyanin) ละลายอยู่ทำให้เกิดสีต่างๆ ในพืชบางชนิดมีกลิ่นหอมเนื่องจากมีต่อมกลิ่น และที่บริเวณโคนของกลีบดอกมักมี ต่อมน้ำหวาน (nectary gland) เพื่อช่วยในการล่อแมลงมาผสมเกสร



ภาพที่ จ.4 กลีบดอก

3. ฐานรองดอก (Receptacle) เป็นส่วนปลายสุด ของก้านดอกมีรูปร่างหลายแบบ มีหน้าที่รองรับหรือ เป็นที่ติดของส่วนประกอบต่างๆ ของดอก

4. ก้านดอก (Peduncle) เป็นส่วนที่อยู่ต่อลงมาจากฐานรองดอก ทำหน้าที่ชูดอก ให้ติดกับกิ่ง หรือลำต้น ก้านของดอกเดียวหรือดอกซ่อน เรียกว่า พีดังเกลล์ (Pedicel) ส่วนก้านดอกย่อยของดอกซ่อน เรียกว่า เพดิเซลล์ (Pedicell)



ภาพที่ จ.5 ก้านดอก

### ชนิดของดอกไม้

จำแนกโดยอาศัยส่วนประกอบของดอกไม้เป็นเกณฑ์ แบ่งได้ 4 ชนิด

1. ดอกสมบูรณ์ (Complete flowers) หรือดอกครบส่วน คือดอกที่มีส่วนประกอบของดอกครบ 4 ส่วน คือ กลีนเลี้ยง (Sepal) กลีบดอก (Petal) เกสรตัวผู้ (Stamen) เกสรตัวเมีย (Pistil)  
ตัวอย่างเช่น ดอกกุหลาบ ดอกชบา ดอกพุ่มระหง ดอกพุทธรักษา



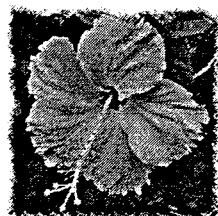
ภาพที่ จ.6 ดอกกุหลาบ

2. ดอกไม่สมบูรณ์ (Incomplete flowers) หรือดอกไม่ครบส่วน คือดอกที่มีส่วนประกอบไม่ครบ 4 ส่วน โดยขาดส่วนหนึ่งส่วนใดไป ตัวอย่าง เช่น ดอกบานเย็น ขาดกลีบดอก ดอกหน้าวัว ดอกอุตพิดขาดกลีบเลี้ยงและกลีบดอก ดอกฟิกทอง ดอกมะลิ ก朵เกสรตัวผู้หรือ เกสรตัวเมีย



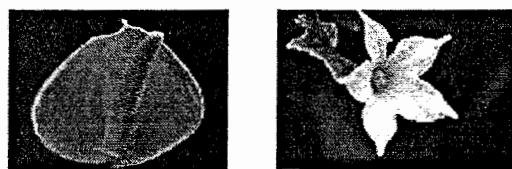
ภาพที่ จ.7 ดอกหน้าวัว

3. ดอกสมบูรณ์เพศ (Perfect flowers) คือดอกที่มีเกสรตัวผู้และเกสรตัวเมียอยู่ในดอกเดียวกัน เช่น ดอกชบา ดอกพุ่มระหง ดอกพุทธรักษา ดอกบัว ดอกบานบุรี ดอกมะลิ เชือ ดอกต้อดึง ดอกกุหลาบ



ภาพที่ จ.8 ดอกชบา

4. ดอกไม่สมบูรณ์เพศ (Imperfect flowers) เป็นดอกที่มีเฉพาะเกสรตัวผู้ หรือเกสรตัวเมียเพียงอย่างเดียว ถ้ามีแต่เกสรตัวผู้ ไม่มีเกสรตัวเมีย เรียกว่า ดอกตัวผู้ (staminate flower) ถ้ามีเฉพาะเกสรตัวเมีย ไม่มีเกสรตัวผู้ เรียกว่า ดอกตัวเมีย (pistillate flower) ตัวอย่างเช่น ดอกคำลีง ดอกมะลิก ดอกหน้าวัว ดอกบัว ดอกคุตพิด ดอกฟักทอง ดอกมะพร้าว ดอกกระหุ่ง ดอกหม่อน เป็นต้น



ภาพที่ จ.9 ดอกหน้าวัวและดอกบัว

#### ชนิดของดอก

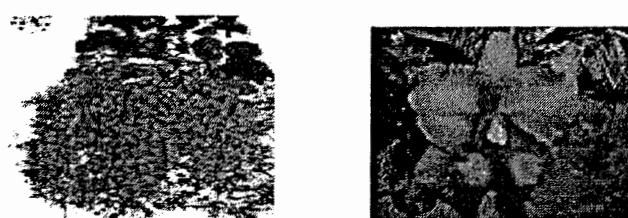
จำแนกตามจำนวนดอกที่อยู่บนก้านดอก จำแนกเป็น 2 ชนิด

1. ดอกเดี่ยว (Solitary flowers) หมายถึง ดอกที่เกิดอยู่บนก้านดอกเพียง朵เดียว ดอกอาจเกิดบริเวณปลายกิ่งหรือริเวณลำต้น หรือด้านข้างของกิ่ง เช่นดอกจำปี ดอกชบา ดอกพุ่มเงี้ยง ดอกบัว ดอกมะลิ ดอกกุหลาบ เป็นต้น



ภาพที่ จ.10 ดอกบัว

2. ดอกช่อ (inflorescence flower) คือดอกที่เกิดเป็นกลุ่มอยู่บนก้านดอกใหญ่เดียวกัน ประกอบด้วย ดอกยอด (floret) หลายๆ ดอกแต่ละดอกมี ก้านดอกยอด (pedicel) มาจาก ที่โคนก้านดอกยอดนี้ ไปประดับ (bract) รองรับด้วยก้านดอกยอดอยู่บน ช่อดอก (peduncel) ตัวอย่าง เช่น ดอกกุหลาบ ดอกกล้วยไม้ ดอกกระถินธรรศ์ ดอกพากทรงง ดอกว่านสีทิศ ดอกมะม่วง



ภาพที่ จ.11 ดอกช่อ

### การถ่ายละอองเรณู (Pollination)

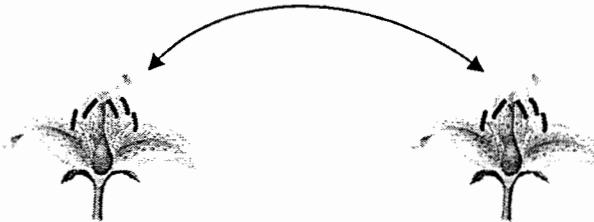
การถ่ายละอองเรณู (Pollination) หมายถึงการที่ละอองเรณู (pollen grain) เคลื่อนที่จากอับละอองเรณู (anther) ไปตกลงบนยอดเกสรตัวเมีย (stigma) การถ่ายละอองเรณู แบ่งออกเป็น 2 แบบ

1. การถ่ายละอองเรณูในดอกเดียวกัน (self pollination) เป็นการผสมตัวเองอาจจะเกิดจาก การผสมภายในคอกเดียวกันหรือคนละคอก แต่อยู่ในต้นเดียวกันก็ได้



ภาพที่ จ.12 การถ่ายละอองเรณู

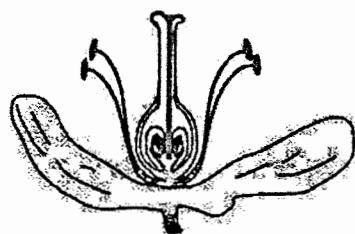
2. การถ่ายละอองเรณูข้ามต้น (cross pollination) เป็นการถ่ายละอองเรณูของพืชชนิดเดียวกันแต่คนละต้น



ภาพที่ จ.13 การถ่ายละอองเรณูข้ามต้น

### การปฏิสนธิ (Fertilization)

เมื่อลำอองเรณูตกลงบนยอดเกสรตัวเมีย ลำอองเรณูจะงอกท่อยาว เรียกว่า พอลเลนทิบ (pollen tube) ลงสู่ยอดเกสรตัวเมีย ทิวบ์นิวเคลียสจะเคลื่อนตัวไปตามท่อในขณะที่ เจนเนรีฟ นิวเคลียสจะแบ่งนิวเคลียสแบบไมโทซีส ไดสเปร์มนิวเคลียส 2 ตัวเข้ามาสมกับนิวเคลียสของไว้ได้ เป็น ไซโgot (zygote) และเจริญเป็นอ่อนบริโภ (embryo) ส่วนอีกนิวเคลียสจะเจริญเป็นเยื่อโคลสเปร์ม ซึ่งเป็นอาหารเลี้ยงอ่อนบริโภ



ภาพที่ จ.14 การปฏิสนธิในพืช

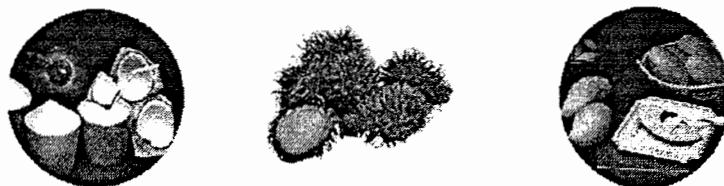
#### การปฏิสนธิซ้อน (Double fertilization)

การปฏิสนธิซ้อน หมายถึง ปรากฏการณ์ที่มีการปฏิสนธิ 2 ครั้งในเวลาเดียวกันของพืชดอก ระหว่างสเปร์มนิวเคลียส กับ นิวเคลียสของไข่ และระหว่างสเปร์มนิวเคลียส กับ โพลาร์นิวเคลียส อีกอย่างหนึ่ง เรียกว่า เป็นการปฏิสนธิซ้อนในพืชดอก หลังการปฏิสนธิซ้อน ออวูล (ovule) จะเปลี่ยนแปลงเป็นเมล็ด (seed) ส่วน รังไข่ (ovary) จะเจริญไปเป็นผล(fruit)

#### ผล (Fruits)

ผล (Fruits) คือ รังไข่ (Ovary) ที่ขยายตัวเจริญเติบโตขึ้นภายหลังเกิดการปฏิสนธิ ผลแบ่งเป็น 3 ชนิด

1. ผลเดียว (Simple fruits) คือผลที่เกิดจากดอกๆ เดียว มีรังไข่ อันเดียว ผลเดียวที่มีเมล็ดเดียว ภายใน รังไข่มีอวุล อันเดียว เช่น มะม่วง มะพร้าว เงา ลำไย พุตรา เป็นต้น ส่วนผลเดียวที่มีหลายเมล็ด จะมีอวุลหลายอัน เช่น ทุเรียน ละมุด มะเขือ มะขาม มังคุด มะละกอ ถั่ว และแตงโมนิคต่างๆ



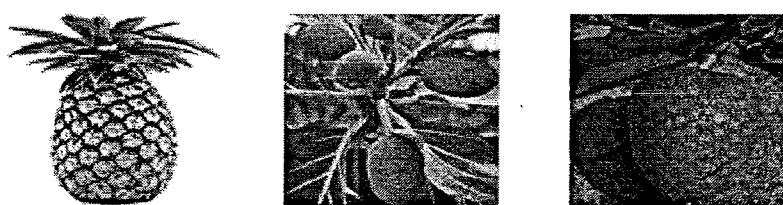
ภาพที่ จ.15 ผลเดียว

2. ผลกลุ่ม (Aggregate fruits) คือผลที่เกิดจากดอกๆ เดียวมีรังไข่หลายอันอยู่บนฐานรองดอกเดียวกัน โดยที่รังไข่แต่ละอัน จะเจริญเป็น ผลเดียว 1 ผลอยู่เบื้องคิดกันเป็นกลุ่ม หรือ กระจาย เช่น ลูกหวาย สารออบอร์ ฝักบัว กระเบก กระดังงา น้ำขยหน่า เป็นต้น



ภาพที่ จ.16 ผลกลุ่ม

3. ผลรวม (Multiple) คือผลที่เกิดจากดอกช่อ (Inflorescence) โดยที่รังไข่ในแต่ละอันเมื่อเจริญเป็นผลจะหลอมเป็นเนื้อเดียวกัน แน่นจนเป็นผลเดียว ได้แก่ ขมุน สับปะรด สาเก มะเดื่อ ลูกยอ เป็นต้น

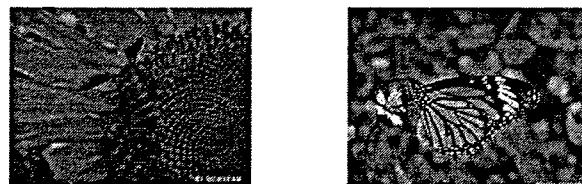


ภาพที่ จ.17 ผลรวม

#### ปัจจัยที่ช่วยในการถ่ายละอองเรณู

1. ลม ดอกจำพวกนี้ จะมีลักษณะแห้ง และเบา ปลิวลมได้ง่าย เกสรตัวผู้จะอยู่สูงกว่า เกสรตัวเมีย ดอกมักมีขนาดเล็ก จำนวนมาก ไม่มีกลิ่น เช่น ดอกหญ้า ข้าว ข้าวโพด ละหุ่ง สนภูเขา เป็นต้น การใช้ลมพาไป เรียกว่า "แอนโนไมฟลี" (anemophily)

2. แมลง ดอกจำพวกนี้มักมีกลิ่นหอม หรือมีสีสวยงาม และมีต่อมน้ำหวาน เพื่อล่อแมลงให้มาคลุกเคล้าติดละอองเรณูไปด้วยตามปีก ขา และปากเพื่อพาละอองเรณูไปตกบนยอดเกสรตัวเมีย การที่แมลงเป็นสื่อในการนำละอองเรณูไปแบบนี้ เรียกว่า "เอนโนไมฟลี" (entomophily)



ภาพที่ จ.18 แมลงช่วยผสมเกสร

3. น้ำ ส่วนใหญ่เป็นพืชน้ำ ละอองเรณูจะลอยน้ำไปสู่ยอดเกษตรตัวเมียได้ เช่น กระจังพักสันตะวา สาหร่าย เป็นต้น การใช้น้ำเป็นสื่อในการพาละอองเรณูไปเรียกว่า "ไฮdrophilic" (hydrophily)



ภาพที่ จ.19 น้ำช่วยถ่ายละอองเรณู

4. สัตว์อื่นๆ นกชอบกินเกษตรดอกไม้ อาจมีค่อนข้างน้อย นอกจากนี้ยังมีนุ่มๆ ที่ช่วยในการถ่ายละอองเรณู เราเรียกว่า "ออร์นิโโทฟิลี" (ornithophily)



ภาพที่ จ.20 นกกินเกษตรดอกไม้

**แบบทดสอบท้ายบท เรื่อง โครงสร้างของดอก**

1. ส่วนประกอบใดของดอก ที่อยู่ชั้นในสุด

- |                |               |
|----------------|---------------|
| ก. เกสรตัวเมีย | ข. เกสรตัวผู้ |
| ค. กลีบเลี้ยง  | ง. กลีบดอก    |

2. ข้อใดสำคัญที่สุดในระบบสืบพันธุ์ของพืช

- |                               |                               |
|-------------------------------|-------------------------------|
| ก. เกสรตัวผู้ กับ กลีบดอก     | ข. เกสรตัวผู้ กับ เกสรตัวเมีย |
| ค. เกสรตัวเมีย กับ กลีบเลี้ยง | ง. รังไข่ กับ ไข่อ่อน         |

3. ส่วนประกอบของดอกที่ทำหน้าที่ช่วยล่อแมลงให้มาผสมเกสร คือข้อใด

- |            |                   |
|------------|-------------------|
| ก. กลีบดอก | ข. กลีบเลี้ยง     |
| ค. อับเรณู | ง. ยอดเกสรตัวเมีย |

4. มีลักษณะเป็นเม็ดสีเหลืองเล็กๆ อยู่บนก้านเกสรตัวผู้ หมายถึงข้อใด

- |              |                          |
|--------------|--------------------------|
| ก. อับเรณู   | ข. ไข่อ่อน               |
| ค. ละอองเรณู | ง. ตัวสร้างกลินของพืชดอก |

5. ส่วนประกอบของพืชดอกข้อใด ทำหน้าที่ผลิตน้ำเหนียวๆ ที่เรียกว่า “Stigmatic”

- |                      |                   |
|----------------------|-------------------|
| ก. อับเรณู           | ข. ละอองเรณู      |
| ค. ก้านชูเกสรตัวเมีย | ง. ยอดเกสรตัวเมีย |

6. ส่วนใดของดอกที่ทำหน้าที่ชุดออกให้ดอกติดกับกิ่ง

- |              |               |
|--------------|---------------|
| ก. ฐานรองดอก | ข. ก้านดอก    |
| ค. กลีบดอก   | ง. กลีบเลี้ยง |

7. ส่วนใดของดอกที่มีลักษณะค่อนข้างกลมมี 2 พู ภายในเป็น ถุงยา 4 ถุง

- |                   |                   |
|-------------------|-------------------|
| ก. ก้านเกสรตัวผู้ | ข. ยอดเกสรตัวเมีย |
| ค. อับเรณู        | ง. กลีบเลี้ยง     |

8. ส่วนที่สำคัญที่สุด ของเกสรตัวเมีย หมายถึงข้อใด

- |                            |                            |
|----------------------------|----------------------------|
| ก. ออวูล (Ovule)           | ข. ไข่ (Egg)               |
| ค. ยอดเกสรตัวเมีย (Stigma) | ง. ก้านเกสรตัวเมีย (Style) |

9. ทำหน้าที่ห่อหุ้ม ป้องกันอันตรายให้ดอก กือข้อใด

- |                           |                       |
|---------------------------|-----------------------|
| ก. กลีบเลี้ยง (Sepal)     | ข. กลีบดอก (Petal)    |
| ค. ฐานรองดอก (Receptacle) | ง. ก้านดอก (Peduncle) |

10. ข้อใดค่าทางจากพวง

ก. กลีบเดี่ยง

ข. ฐานรองดอก

ค. รังไข่

ง. ก้านดอก

เฉลย โครงสร้างของดอก 1. ก 2. ข 3. ก 4. ค 5. ง 6. ข 7. ค 8. ข 9. ก 10. ค

แบบทดสอบท้ายบท เรื่อง ชนิดของดอก

1. ดอกพุทธรักษา ดอกชบา เป็นดอกชนิดใด

- |                  |                    |
|------------------|--------------------|
| ก. ดอกสมบูรณ์    | ข. ดอกไม่สมบูรณ์   |
| ค. ดอกสมบูรณ์เพศ | ง. ข้อ ก และ ค ถูก |

2. คำกล่าวในข้อใดถูกต้อง

- |   |
|---|
| ก. ดอกสมบูรณ์จะเป็นดอกสมบูรณ์เพศเสมอ                      |
| ข. ดอกสมบูรณ์อาจเป็นดอกสมบูรณ์เพศหรือไม่ก็ได้             |
| ค. ดอกสมบูรณ์เพศจะเป็นดอกสมบูรณ์เสมอ                      |
| ง. ดอกไม่สมบูรณ์เพศหมายถึงดอกที่มีเฉพาะเกสรตัวผู้เท่านั้น |

3. ข้อใดเป็นดอกที่ต่างจากพวง

- |          |               |
|----------|---------------|
| ก. คำลีง | ข. มะละกอ     |
| ค. ฝรั่ง | ง. ดอกหน้าวัว |

4. ดอกไม่ที่มีส่วนประกอบของดอกครบ 4 ส่วน หมายถึงข้อใด

- |                     |                  |
|---------------------|------------------|
| ก. ดอกสมบูรณ์เพศ    | ข. ดอกสมบูรณ์    |
| ค. ดอกไม่สมบูรณ์เพศ | ง. ดอกไม่สมบูรณ์ |

5. ข้อใดเป็นดอกซ่อห้งหมด

- |  |
|--|
| ก. ดอกคุณ ดอกกลิวย์ไม้ ดอกมะลิ         |
| ข. ดอกคุณ ดอกจำปี ดอกว่านสีทิศ         |
| ค. ดอกมะม่วง ดอกกลิวย์ไม้ ดอกว่านสีทิศ |
| ง. ดอกมะม่วง ดอกมะลิ ดอกพากกรอง        |

เฉลยชนิดของดอก      1. ง    2. ก    3. ค    4. ข    5. ค

### แบบทดสอบท้ายบท เรื่อง การถ่ายละอองเรณู

1. ข้อใดกล่าวถึงการถ่ายละอองเรณูได้ถูกต้อง

- ก. อับเรณูสร้างละอองเรณู
- ข. อับเรณูแก่แล้วแตกละอองเรณูปลิวไป
- ค. ละอองเรณูปลิวไปตกลงบนยอดเกษตรตัวเมีย
- ง. ละอองเรณูงอกห่อไปยังรังไข่

2. ข้อใดคือการถ่ายละอองเรณู แบบ Self – Pollination

- ก. การถ่ายละอองเรณูของพืชชนิดเดียวกัน คนละต้น
- ข. การถ่ายละอองเรณูของพืชชนิดเดียวกัน ต้นเดียวกัน
- ค. การถ่ายละอองเรณูของพืชต่างชนิดกัน คนละต้น
- ง. การถ่ายละอองเรณูโดยตัวเอง

3. การถ่ายละอองเรณูในดอกเดียวกัน มักไม่นิยม เนื่องจากเหตุผลข้อใด

- ก. ผลที่ได้มักไม่แข็งแรง
- ข. ไม่เจริญเติบโต
- ค. เกิดผลมากเกินไป
- ง. ทุกข้อที่กล่าวมา

4. สารที่มีลักษณะเป็นยางเหนียวๆ บนยอดเกษตรตัวเมียเพื่อประโยชน์ตามข้อใด

- ก. ช่วยดื่มแมลง
- ข. ช่วยให้ละอองเรณูงอกลงในห่อได้เร็วขึ้น
- ค. ช่วยดักให้ละอองเรณูติดบนยอดเกษตร
- ง. เป็นกรดช่วยให้ดอกสอดคล้องเวลา

5. พืชในข้อใดที่จะเกิดการถ่ายละอองเรณูในดอกเดียวกัน

- ก. ดอกข้าวโพด
- ข. ดอกหน้าวัว
- ค. ดอกฟิกทอง
- ง. ดอกชบา

เฉลยการถ่ายละอองเรณู 1. ค 2. ข 3. ก 4. ค 5. ง

### แบบทดสอบท้ายบท เรื่อง การปฏิสนธินิในพืช

1. ข้อใดคือผลที่ได้จากสเปร์ม ผสมกับ ไข่

- |                            |                    |
|----------------------------|--------------------|
| ก. เออมบราโอ (Embryo)      | ข. ไซโgot (Zygote) |
| ค. เอนโดสเปร์ม (Endosperm) | ง. เมล็ด (Seed)    |

2. เอนโดสเปร์ม (Endosperm) หมายถึงข้อใด

- |                             |                          |
|-----------------------------|--------------------------|
| ก. สเปร์ม + โพลาร์นิวเคลียส | ข. สเปร์ม + ไข่          |
| ค. สเปร์มที่ไม่ได้รับการผสม | ง. ไข่ที่ไม่ได้รับการผสม |

3. ข้อใดเป็นเหตุการณ์ที่เกิดขึ้นหลังจากคลอดของเรณู ตกลงบนยอดเกษตรตัวเมีย

- |  |
|--|
| ก. ละของเรณูจะละลายแล้วเข้าไปผสมกับไข่       |
| ข. ละของเรณูจะค่อยๆ เคลื่อนลงไปแล้วผสมกับไข่ |
| ค. ละของเรณูจะสร้างหลอดแล้วยื่นลงไปผสมกับไข่ |
| ง. ละของเรณูจะแบ่งออกเป็น 2 นิวเคลียส        |

4. หลังเกิดการปฏิสนธิแล้ว รังไข่ (Ovary) จะเป็นอย่างไร

- |             |                    |
|-------------|--------------------|
| ก. ตื้นอ่อน | ข. ผล              |
| ค. เมล็ด    | ง. เปลือกหุ้มเมล็ด |

5. ละของเรณูจะสามารถเข้าไปผสมกับไข่ได้ดีในสภาวะใด

- |                     |                  |
|---------------------|------------------|
| ก. มีความชื้น       | ข. มีอุณหภูมิคำ  |
| ค. มีสารละลายน้ำตาล | ง. มีสารละลายน้ำ |

### เฉลยการปฏิสนธิ

1. ข 2. ก 3. ค 4. ข 5. ค

**แบบทดสอบท้ายบท เรื่อง ชนิดของผล**

1. ข้อใด กล่าวถึงผลได้ถูกต้อง

- ก. ออวูล (Ovule) ที่เจริญเติบโตหลังการปฏิสนธิ
- ข. รังไข่ (Ovary) ที่เจริญเติบโตหลังการปฏิสนธิ
- ค. ไข่ (Egg) ที่เจริญเติบโตหลังการปฏิสนธิ
- ง. ทุกข้อที่กล่าวมา

2. ข้อใด คือ คือ ผลเดียว

- |            |                     |
|------------|---------------------|
| ก. มะขาม   | ข. มะม่วง           |
| ค. มะพร้าว | ง. ทุกข้อที่กล่าวมา |

3. เป็นผลที่เกิดจากดอกๆเดียว แต่มีรังไข่ (Ovary) หลายอันอยู่บนฐานรองดอกเดียวกัน

หมายถึงข้อใด

- |            |            |
|------------|------------|
| ก. ผลเดียว | ข. ผลกลุ่ม |
| ค. ผลรวม   | ง. ผลสู่   |

4. ผลที่เกิดจากดอกซ่อน หมายถึงผลในข้อใด

- |            |            |
|------------|------------|
| ก. ผลรวม   | ข. ผลเดียว |
| ค. ผลกลุ่ม | ง. ผลสู่   |

5. ข้อใด คือ คือ ผลกลุ่มทั้งหมด

- |                            |                              |
|----------------------------|------------------------------|
| ก. กระดังงา ฝักบัว มะเขือ  | ข. กระดังงา สูกหวาน ขมุน     |
| ค. สูกหวาน สูกขอก น้อยหน่า | ง. สูกหวาน กระดังงา น้อยหน่า |

**เฉลยชนิดของผล**

1. ข 2. ง 3. ข 4. ก 5. ง

แบบทดสอบท้ายบท เรื่อง ปัจจัยที่ช่วยถ่ายละอองเรณู

1. ไฮdroฟลี (hydrophily) เป็นการใช้สื่อใดช่วยถ่ายละอองเรณู

- |         |          |
|---------|----------|
| ก. แมลง | ข. สัตว์ |
| ค. ลม   | ง. น้ำ   |

2. ละอองเรณูที่มีลักษณะเป็นรูปสี่เหลี่ยมไข่ ใช้อะไร ช่วยในการถ่ายละอองเรณู

- |             |             |
|-------------|-------------|
| ก. อุณหภูมิ | ข. ความชื้น |
| ค. ลม       | ง. สัตว์    |

3. คอกเขี้ยว ส่วนใหญ่ใช้อะไรเป็นสื่อในการถ่ายละอองเรณู

- |       |         |
|-------|---------|
| ก. ลม | ข. น้ำ  |
| ค. คน | ง. แมลง |

4. คอกไม้ที่อาศัยแมลงช่วยในการถ่ายละอองเรณูมักมีลักษณะอย่างไร

- |                            |                               |
|----------------------------|-------------------------------|
| ก. คอกขนาดเล็ก ไม่มีกัลลิน | ข. คอกมีสีสันสวยงาม กัลลินหอม |
| ค. คอกเป็น มีลักษณะแห้ง    | ง. คอกที่ลอยน้ำได้            |

5. สาหร่าย ใช้สื่อใดช่วยในการถ่ายละอองเรณู

- |         |        |
|---------|--------|
| ก. ลม   | ข. น้ำ |
| ค. แมลง | ง. นก  |

เฉลยปัจจัยที่ช่วยถ่ายละอองเรณู 1. ง 2. ค 3. ก 4. ข 5. ง

### แบบทดสอบก่อนเรียน และหลังเรียน

1. โครงสร้างที่จำเป็นในการสืบพันธุ์ เป็นโครงสร้างที่ทำหน้าที่สร้างเซลล์สืบพันธุ์ มีส่วนประกอบ  
หลายอย่าง ยกเว้นข้อใด
 

ก. กลีบดอก (Petal)	ข. อับเรณู (Anther)
ค. ก้านเกสรตัวผู้ (Filament)	ง. ยอดเกสรตัวเมีย (Stigma)
2. เป็นโครงสร้างที่อยู่ปลายสุดของก้านเกสร ภายในมีถุงบรรจุเม็ดสีเหลืองเล็กๆ จำนวนมาก  
หมายถึงข้อใด
 

ก. ยอดเกสรตัวเมีย	ข. ก้านชูยอดเกสรตัวเมีย
ค. อับเรณู	ง. ก้านเกสรตัวผู้
3. หลังการปฏิสนธิแล้ว อนุรดิษฐ์จะเจริญเป็นอะไร
 

ก. กลีบดอก	ข. เมล็ด
ค. คอก	ง. ผล
4. ข้อใดเป็นส่วนประกอบของพืชดอกที่ทำหน้าที่ช่วยล่อแมลงให้มาพัฒนา
 

ก. เกสรตัวผู้	ข. กลีบเลี้ยง
ค. กลีบดอก	ง. เกสรตัวเมีย
5. คอกไม้ในข้อใดที่แตกต่างไปจากพวง
 

ก. คอกแตงกวา	ข. คอกชบา
ค. คอกกุหลาบ	ง. คอกต้อขิดิ่ง
6. คอกไม้ในข้อใดหมายถึงคอกสมบูรณ์เพศ
 

ก. คอกมะลอก	ข. คอกข้าวโพด
ค. คอกคำลี	ง. คอกกลวยไม้
7. ข้อใดไม่ใช่ปัจจัยในการถ่ายทอดองเรณู
 

ก. อุณหภูมิ	ข. ลม
ค. แมลง	ง. น้ำ
8. ส่วนประกอบในข้อใดของพืชที่เกี่ยวข้องกับการสืบพันธุ์แบบอาศัยเพศโดยตรง
 

ก. สารละลายน้ำตาลบนยอดเกสรตัวเมีย	ข. เกสรตัวผู้และเกสรตัวเมีย
ค. กลีบเลี้ยง	ง. กลีบดอก

9. กลุ่มของดอกที่เจริญอยู่บนก้านดอกเดียวกัน แต่ละดอกอาจมีก้านดอกย่อยมากมาย หมายถึงดอก ในข้อใด
- ก. ดอกสมบูรณ์  
ข. ดอกเดียว  
ค. ดอกสมบูรณ์เพศ  
ง. ดอกช่อ
10. การปฏิสนธิในพืชดอก หมายถึงข้อใด
- ก. ละอองเรณูตกลงบนยอดเกสรตัวเมีย  
ข. ละอองเรณูตกหลอดคลอดของเรณูยื่นลงในยอดเกสรตัวเมีย  
ค. สารปริมาณของละอองเรณูเข้ารวมกับไข่ในอวุล  
ง. ไม่มีข้อใดถูก
11. ดอกไม้ในข้อใดที่แตกต่างไปจากพวง
- ก. ดอกกุหลาบ  
ข. ดอกแตงกวา  
ค. ดอกต้อติ่ง  
ง. ดอกชบา
12. การถ่ายละอองเรณู ในดอกเดียวกันจะไม่เกิดขึ้นในพืชชนิดใด
- ก. ข้าวโพด  
ข. มะเขือ  
ค. อัญชัน  
ง. พุทธรักษา
13. ส่วนประกอบของดอกที่อยู่วงนอกสุดหมายถึงข้อใด
- ก. เกสรตัวผู้ (Stamen)  
ข. กลีบดอก (Petal)  
ค. เกสรตัวเมีย (Pistil)  
ง. แคลิกซ์ (Calyx)
14. เมล็ดเจริญเติบโตมาจากส่วนใด
- ก. ต้นอ่อน (Embryo)  
ข. รังไข่ (Ovary)  
ค. ออวุล (Ovule)  
ง. เอ็น โอดีสเปร์ม (Endosperm)
15. ข้อใดยกล่าวถูกต้องที่สุด
- ก. ดอกครบส่วนจะเป็นดอกสมบูรณ์เพศเสมอ  
ข. ดอกสมบูรณ์เพศต้องเป็นดอกครบส่วนเสมอ  
ค. ดอกสมบูรณ์อาจเป็นดอกสมบูรณ์เพศหรือไม่ก็ได้  
ง. ดอกไม่สมบูรณ์เพศต้องเป็นดอกครบส่วนเสมอ
16. ส่วนใดของดอกที่เจริญไปเป็นเมล็ด หลังจากปฏิสนธิแล้ว
- ก. รังไข่  
ข. ฐานรองดอก  
ค. เกสรตัวเมีย<sup>1</sup>  
ง. ไข่อ่อน

17. ข้อใดจัดเป็นผลเดี่ยวทั้งหมด

- |                           |                              |
|---------------------------|------------------------------|
| ก. มะเดื่อ สาเก สารอเบอร์ | ข. มะละกอ ทุเรียน มะม่วง     |
| ค. พุทรา ถั่ว ขนวน        | ง. มะม่วง สับปะรด น้ำยอกหน่า |

18. ถ้าเรียงส่วนประกอบของดอกไม้จากชั้นนอกไปยังชั้นในสุด ข้อใดถูกต้อง

- |  |
|--|
| ก. กลีบดอก กลีบเลี้ยง เกสรตัวผู้ เกสรตัวเมีย |
| ข. กลีบดอก กลีบเลี้ยง เกสรตัวเมีย เกสรตัวผู้ |
| ค. กลีบเลี้ยง กลีบดอก เกสรตัวเมีย เกสรตัวผู้ |
| ง. กลีบเลี้ยง กลีบดอก เกสรตัวผู้ เกสรตัวเมีย |

19. การถ่ายละองเรณูโดยวิธีใด ที่ช่วยให้สามารถควบคุมลักษณะของพืชต้นใหม่ได้

- |         |           |
|---------|-----------|
| ก. แมลง | ข. มนุษย์ |
| ค. ลม   | ง. น้ำ    |

20. ส่วนประกอบของดอกที่ทำหน้าที่ห่อหุ้มป้องกันอันตรายให้ดอกคือข้อใด

- |              |               |
|--------------|---------------|
| ก. กลีบดอก   | ข. กลีบเลี้ยง |
| ค. ฐานรองดอก | ง. ก้านดอก    |

เฉลยแบบทดสอบก่อนเรียนและหลังเรียน

- |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |
|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
| 1. ก  | 2. ค  | 3. ข  | 4. ค  | 5. ก  | 6. ง  | 7. ก  | 8. ข  | 9. ง  | 10. ค |
| 11. ข | 12. ก | 13. ง | 14. ค | 15. ก | 16. ง | 17. ข | 18. ง | 19. ข | 20. ข |

ภาคผนวก ๙  
การวิเคราะห์ข้อสอบ

**ตารางที่ ฉ.1 การหาคุณภาพของข้อสอบ ค่าความยากง่ายของข้อสอบ**

Item	N1	N2	U	L	P	B	Total
1	28	8	26	5	0.86	0.30	35
2	28	8	20	3	0.64	0.34	35
3	28	8	20	3	0.61	0.46	35
4	28	8	19	2	0.61	0.30	35
5	28	8	9	1	0.28	0.20	35
6	28	8	6	0	0.17	0.21	35
7	28	8	23	2	0.69	0.57	35
8	28	8	9	0	0.25	0.32	35
9	28	8	26	6	0.89	0.18	35
10	28	8	21	1	0.61	0.63	35
11	28	8	12	0	0.33	0.43	35
12	28	8	28	7	0.97	0.13	35
13	28	8	22	3	0.69	0.41	35
14	28	8	26	3	0.81	0.55	35
15	28	8	3	0	0.08	0.11	35
16	26	10	12	1	0.36	0.36	35
17	26	10	22	2	0.67	0.65	35
18	26	10	19	3	0.61	0.43	35
19	26	10	19	1	0.56	0.63	35
20	20	16	1	0	0.03	0.05	35
21	20	16	19	4	0.64	0.70	35
22	20	16	10	3	0.36	0.31	35
23	27	16	17	5	0.61	0.54	35
24	27	9	20	3	0.64	0.41	35
25	27	9	11	0	0.31	0.41	35
26	27	9	25	5	0.83	0.37	35

**ตารางที่ ฉ.1 การหาคุณภาพของข้อสอบ ค่าความยากง่ายของข้อสอบ (ต่อ)**

27	27	9	11	0	0.31	0.41	35
28	31	5	14	0	0.39	0.45	35
29	31	5	31	2	0.92	0.60	35
30	31	5	28	2	0.83	0.50	35
31	31	5	4	0	0.11	0.13	35
32	25	11	25	5	0.83	0.55	35
33	25	11	8	0	0.22	0.32	35
34	25	11	10	1	0.31	0.31	35
35	25	11	19	3	0.61	0.49	35

จำนวนข้อสอบที่วิเคราะห์	36
คะแนนเฉลี่ย	0.00
ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน (SD)	19.44
ค่าความเชื่อมั่น	1.01

จากตารางที่ ฉ.1 พนว่า การหาค่าความยากง่าย ของแบบทดสอบแต่ละข้อใช้วิธีวิเคราะห์ข้อสอบแบบอิงเกณฑ์ของแบรนแนน (Brennan) (อ้างถึงใน บุญชม ศรีสะอาด, 2535) จากข้อสอบทั้งหมด 35 ข้อ แล้วนำไปใช้กับประชากรที่ไม่ใช่กลุ่มตัวอย่าง เพื่อวิเคราะห์ ค่าความยากง่าย พนว่า ค่าระดับความยากอยู่ระหว่าง .2 - .8 (P) พิจารณาจากค่า P จนได้ข้อสอบจำนวน 20 ข้อ แล้วนำไปใช้กับแบบเรียนออนไลน์