

การพัฒนาบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนรายวิชาชีววิทยา เรื่อง การแบ่ง
เซลล์แบบไมโอซิส สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4
โรงเรียนสมเด็จพระพิทยาคม จังหวัดกาฬสินธุ์

นางสุจิตรา กอศักดิ์



การค้นคว้าอิสระนี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาศึกษาศาสตรมหาบัณฑิต
แขนงวิชาเทคโนโลยีและสื่อสารการศึกษา สาขาวิชาศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมาธิราช

พ.ศ. 2560

Development of a Computer Assisted Instruction Program in
the Biology Course on the Topic of Meiosis Cell Division for
Mathayom Suksa IV Students of Somdet Pittayakom
School in Kalasin Province

Mrs. Suchira Kosak

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

School of Educational Studies

Sukhothai Thammathirat Open University

2017

หัวข้อการศึกษาค้นคว้าอิสระ	การพัฒนาบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน รายวิชาชีววิทยา เรื่อง การแบ่งเซลล์แบบไมโอซิส สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษา ปีที่ 4 โรงเรียนสมเด็จพระพิทยาคม จังหวัดกาฬสินธุ์
ชื่อและนามสกุล	นางสุจิรา กอศักดิ์
แขนงวิชา	เทคโนโลยีและสื่อสารการศึกษา
สาขาวิชา	ศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมาธิราช
อาจารย์ที่ปรึกษา	รองศาสตราจารย์ ดร.วรางคณา โตโพธิ์ไทย

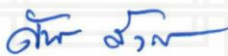
การศึกษาค้นคว้าอิสระนี้ ได้รับความเห็นชอบให้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษา ตามหลักสูตรระดับปริญญาโท เมื่อวันที่ 28 สิงหาคม 2561

คณะกรรมการสอบการศึกษาค้นคว้าอิสระ



ประธานกรรมการ

(รองศาสตราจารย์ ดร.วรางคณา โตโพธิ์ไทย)



กรรมการ

(รองศาสตราจารย์ ดร.ศันสนีย์ สังสรค์อรรถ)



(รองศาสตราจารย์ ดร.ทวีวัฒน์ วัฒนกุลเจริญ)

ประธานกรรมการประจำสาขาวิชาศึกษาศาสตร์

ชื่อการศึกษาค้นคว้าอิสระ การพัฒนาบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนรายวิชาชีววิทยา
เรื่อง การแบ่งเซลล์แบบไมโอซิส สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4
โรงเรียนสมเด็จพระพิทยาคม จังหวัดกาฬสินธุ์

ผู้ศึกษา นางสุจิตรา กอศักดิ์ **รหัสนักศึกษา** 2592700229

ปริญญา ศึกษาศาสตรมหาบัณฑิต (เทคโนโลยีและสื่อสารการศึกษา)

อาจารย์ที่ปรึกษา รองศาสตราจารย์ ดร.วรางคณา โต้โพธิ์ไทย **ปีการศึกษา** 2560

บทคัดย่อ

การวิจัยในครั้งนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อ (1) พัฒนาบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน รายวิชาชีววิทยา เรื่อง การแบ่งเซลล์แบบไมโอซิส สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ให้มีประสิทธิภาพตามเกณฑ์ที่กำหนด (2) ศึกษาความก้าวหน้าทางการเรียนของนักเรียนที่เรียนด้วยบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน รายวิชาชีววิทยา เรื่อง การแบ่งเซลล์แบบไมโอซิส และ (3) ศึกษาความคิดเห็นของนักเรียนที่เรียนด้วยบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน รายวิชาชีววิทยา เรื่อง การแบ่งเซลล์แบบไมโอซิส

กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัย คือ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 โรงเรียนสมเด็จพระพิทยาคม จังหวัดกาฬสินธุ์ ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2560 จำนวน 43 คน ได้มาโดยการสุ่มตัวอย่างแบบกลุ่ม เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย ประกอบด้วย (1) บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน รายวิชาชีววิทยา เรื่อง การแบ่งเซลล์แบบไมโอซิส (2) แบบทดสอบก่อนเรียน และแบบทดสอบหลังเรียนแบบคู่ขนาน และ (3) แบบสอบถามความคิดเห็นของนักเรียนที่มีต่อบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน รายวิชาชีววิทยา เรื่อง การแบ่งเซลล์แบบไมโอซิส สถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล ได้แก่ ค่าประสิทธิภาพ E_1/E_2 ค่าเฉลี่ย ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน และการทดสอบค่าที

ผลการวิจัยปรากฏว่า (1) บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน รายวิชาชีววิทยา เรื่อง การแบ่งเซลล์แบบไมโอซิส สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 มีประสิทธิภาพ เท่ากับ 79.22/78.82 เป็นไปตามเกณฑ์ที่กำหนด 80/80 (2) นักเรียนที่เรียนด้วยบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน รายวิชาชีววิทยาเรื่อง การแบ่งเซลล์แบบไมโอซิส มีความก้าวหน้าทางการเรียนเพิ่มขึ้นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 และ (3) นักเรียนมีความคิดเห็นต่อบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน รายวิชาชีววิทยา เรื่อง การแบ่งเซลล์แบบไมโอซิส ว่ามีความเหมาะสมในระดับมาก

คำสำคัญ บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน ชีววิทยา มัธยมศึกษา

Independent study title: Development of a Computer Assisted Instruction Program in the Biology Course on the Topic of Meiosis Cell Division for Mathayom Suksa IV Students of Somdet Pittayakom School in Kalasin Province

Author: Mrs. Suchira Kosak; **ID:** 2592700229;

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

Independent study advisor: Dr. Varangkana Topothai, Associate Professor;

Academic year: 2017

Abstract

The objectives of this research were (1) to develop a computer assisted instruction program in the Biology Course on the topic of Meiosis Cell Division for Mathayom Suksa IV students based on the set efficiency criterion; (2) to study the learning progress of students who learned from the computer assisted instruction program in the Biology Course on the topic of Meiosis Cell Division; and (3) to study the opinions of students who learned from the computer assisted instruction program in the Biology Course on the topic of Meiosis Cell Division.

The research sample consisted of 43 Mathayom Suksa IV students of Somdet Pittatakom School in Kalasin province during the second semester of the 2017 academic year, obtained by cluster random sampling. The employed research instruments comprised (1) a computer assisted instruction program in the Biology Course on the topic of Meiosis Cell Division; (2) two parallel forms of an achievement test for pre-testing and post-testing; and (3) a questionnaire on student's opinions toward the computer assisted instruction program in the Biology Course on the topic of Meiosis Cell Division. Statistics for data analysis were the E_1/E_2 efficiency index, mean, standard deviation, and t-test.

Research findings showed that (1) the developed computer assisted instruction program in the Biology Course on the topic of Meiosis Cell Division was efficient at 79.22/78.82, thus meeting the set efficiency criterion of 80/80; (2) the students who learned from the computer assisted instruction program in the Biology Course on the topic of Meiosis Cell Division achieved learning progress significantly at the .05 level; and (3) the students had opinions that the computer assisted instruction program in the Computer Course on the topic of Information Technology Process was appropriate at the high level.

Keywords: Computer assisted instruction program, Biology, Mathayom Suksa

กิตติกรรมประกาศ

การศึกษาค้นคว้าอิสระฉบับนี้สำเร็จลุล่วงได้ด้วยความกรุณาเป็นอย่างยิ่งจาก รองศาสตราจารย์ ดร.วรางคณา โตโพธิ์ไทย และรองศาสตราจารย์ ดร.ศันสนีย์ สังสรรค์อนันต์ ที่ได้กรุณาให้คำแนะนำและติดตามการศึกษาครั้งนี้อย่างใกล้ชิดตลอดมา นับตั้งแต่เริ่มต้นจนกระทั่งสำเร็จเรียบร้อยสมบูรณ์ ผู้วิจัยรู้สึกซาบซึ้งในความกรุณาของท่านเป็นอย่างยิ่ง

ขอบพระคุณผู้ทรงคุณวุฒิที่กรุณาตรวจสอบ แก้ไข ให้คำแนะนำเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย ประกอบด้วย ดร.วิทยา วรพันธ์ ผู้เชี่ยวชาญด้านหลักสูตรการสอน และเนื้อหาวิชาชีววิทยา นางปรารค์ทิพย์ ศรีเครือตอง ครูชำนาญการพิเศษ ผู้เชี่ยวชาญด้านเทคโนโลยีการศึกษา และนายประโมกษ์ ดุลณีย์ ผู้อำนวยการชำนาญการพิเศษ ผู้เชี่ยวชาญด้านการวัดประเมินผล การศึกษา

ขอบพระคุณผู้บริหาร และคณะครูโรงเรียนสมเด็จพระนเรศวรมหาราช ที่อำนวยความสะดวก และให้ความร่วมมือในการทดลองเป็นอย่างดี ขอบใจนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 โรงเรียนสมเด็จพระนเรศวรมหาราช ที่เป็นกลุ่มตัวอย่างที่ให้ความร่วมมืออย่างดียิ่งในการเก็บข้อมูล

นอกจากนี้ ผู้วิจัยขอขอบพระคุณคณาจารย์สาขาวิชาศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมาธิราช เพื่อนักศึกษา และผู้ที่มีส่วนเกี่ยวข้องในการทำรายงานการค้นคว้าอิสระครั้งนี้ทุกท่านที่ได้กรุณาให้การสนับสนุน ช่วยเหลือ และให้กำลังใจตลอดมา

สุจิรา กอศักดิ์
สิงหาคม 2561

สารบัญ

	หน้า
บทคัดย่อภาษาไทย	ง
บทคัดย่อภาษาอังกฤษ	จ
กิตติกรรมประกาศ	ฉ
สารบัญตาราง	ฌ
สารบัญภาพ	ญ
บทที่ 1 บทนำ	1
ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา	1
วัตถุประสงค์ของการวิจัย	6
สมมติฐานของการวิจัย	6
ขอบเขตของการวิจัย	6
นิยามศัพท์เฉพาะ	7
ประโยชน์ที่ได้รับ	8
บทที่ 2 วรรณกรรมที่เกี่ยวข้อง	9
บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยเหลือน	9
การเรียนการสอนรายบุคคล	48
ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน	49
การเรียนการสอนรายวิชาชีววิทยา	52
งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง	55
บทที่ 3 วิธีดำเนินการวิจัย	58
ประชากรและกลุ่มตัวอย่าง	58
เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย	59
การเก็บรวบรวมข้อมูล	72
การวิเคราะห์ข้อมูล	75
บทที่ 4 ผลการวิเคราะห์ข้อมูล	78
ตอนที่ 1 ผลการวิเคราะห์หาประสิทธิภาพของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน	78
ตอนที่ 2 ผลการวิเคราะห์ความก้าวหน้าทางการเรียนของนักเรียน	81
ตอนที่ 3 ผลการวิเคราะห์ความคิดเห็นของนักเรียน	82

สารบัญ (ต่อ)

	หน้า
บทที่ 5 รายละเอียดของต้นแบบชิ้นงาน	85
ภาคที่ 1 คู่มือการใช้บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน	87
ภาคที่ 2 คู่มือการเรียนรู้ด้วยบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน.....	98
ภาคที่ 3 รายละเอียดของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน.....	115
ภาคที่ 4 แบบทดสอบ	151
บทที่ 6 สรุปการวิจัย อภิปรายผล และข้อเสนอแนะ	162
สรุปการวิจัย	162
อภิปรายผล	164
ข้อเสนอแนะ	168
บรรณานุกรม	169
ภาคผนวก	174
ก รายงานผู้ทรงคุณวุฒิตรวจสอบเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย.....	175
ข แบบประเมินคุณภาพบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน.....	177
ค ตารางวิเคราะห์วัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรมในการสร้างแบบทดสอบ.....	184
ง ค่าความยากง่าย (p) ค่าอำนาจจำแนก (r) และค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบ ก่อนเรียนและหลังเรียน.....	186
จ ตารางคะแนนทดสอบประสิทธิภาพ แบบเดี่ยว แบบกลุ่ม และแบบภาคสนาม.....	194
ฉ ตารางแสดงค่าความถี่คะแนนความคิดเห็นของนักเรียนที่มีต่อ บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน.....	201
ช แบบสอบถามความคิดเห็น.....	204
ประวัติผู้ศึกษา	207

สารบัญตาราง

	หน้า
ตารางที่ 3.1 หัวเรื่องที่ศึกษาและแหล่งที่ศึกษาการสร้างบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนรายวิชาชีววิทยา เรื่อง การแบ่งเซลล์แบบไมโอซิส.....	59
ตารางที่ 3.2 รายชื่อหน่วยเนื้อหาและประเภทของเนื้อหาวิชาชีววิทยา หน่วยที่ 3 เรื่อง เซลล์ของสิ่งมีชีวิต.....	63
ตารางที่ 3.3 แสดงการวิเคราะห์วัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรม.....	69
ตารางที่ 3.4 ค่าความยากง่าย และค่าอำนาจจำแนกของแบบทดสอบก่อนเรียน และหลังเรียน.....	70
ตารางที่ 3.5 ค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบก่อนเรียนและหลังเรียน	63
ตารางที่ 3.6 กำหนดวันและเวลาในการทดสอบประสิทธิภาพแบบเดี่ยว แบบกลุ่ม และแบบภาคสนาม	73
ตารางที่ 3.7 ขั้นตอนการเรียนรู้ด้วยบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนและการเก็บรวบรวมข้อมูล ...	74
ตารางที่ 4.1 การทดสอบหาประสิทธิภาพของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนรายวิชาชีววิทยา เรื่อง การแบ่งเซลล์แบบไมโอซิส ในการทดสอบแบบเดี่ยว (n = 3)	78
ตารางที่ 4.2 ผลการสัมภาษณ์ และปรับปรุงบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน ในการทดสอบ ประสิทธิภาพแบบเดี่ยว	79
ตารางที่ 4.3 ผลการทดสอบประสิทธิภาพชุดการเรียนรู้ของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน รายวิชาชีววิทยา เรื่อง การแบ่งเซลล์แบบไมโอซิส ในการทดสอบแบบกลุ่ม (n = 6).....	80
ตารางที่ 4.4 ผลการสัมภาษณ์ และปรับปรุงบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน ในการทดสอบ ประสิทธิภาพแบบกลุ่ม	80
ตารางที่ 4.5 ผลการทดสอบประสิทธิภาพชุดบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนรายวิชาชีววิทยา เรื่องการ แบ่งเซลล์แบบไมโอซิส ในการทดสอบแบบภาคสนาม (n = 34).....	81
ตารางที่ 4.6 ความก้าวหน้าทางการเรียนของนักเรียนที่เรียนด้วยบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน รายวิชาชีววิทยา เรื่อง การแบ่งเซลล์แบบไมโอซิส (n = 34).....	81
ตารางที่ 4.7 ความคิดเห็นของนักเรียนที่มีต่อบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน รายวิชาชีววิทยา เรื่อง การแบ่งเซลล์แบบไมโอซิส (n = 34).....	82

สารบัญภาพ

	หน้า
ภาพที่ 2.1 โครงสร้างเนื้อหาเชิงเส้นตรง.....	34
ภาพที่ 2.2 โครงสร้างเนื้อหาแบบสาขา.....	35
ภาพที่ 2.3 โครงสร้างเนื้อหาภายในแบบสื่อหลายมิติ.....	35
ภาพที่ 2.4 แผนผังโครงสร้างแบบเชิงเส้น.....	36
ภาพที่ 2.5 แผนผังโครงสร้างแบบสาขาชนิดสมบูรณ์.....	36
ภาพที่ 2.6 แผนผังโครงสร้างแบบสาขาชนิดไม่สมบูรณ์.....	37
ภาพที่ 2.7 แผนผังโครงสร้างแบบลำดับขั้น.....	37
ภาพที่ 2.8 แผนผังโครงสร้างแบบผสม.....	38
ภาพที่ 2.9 แผนภูมิโครงสร้างของตัวอย่างบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนแบบเส้นตรง.....	39
ภาพที่ 2.10 แผนภูมิโครงสร้างของตัวอย่างบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนแบบเส้นสาขา.....	40
ภาพที่ 3.1 โครงสร้างการนำเสนอเนื้อหา.....	64
ภาพที่ 3.2 โครงสร้างการใช้ข้อมูลย้อนกลับ.....	65
ภาพที่ 3.3 แสดงผังงาน (Flowchart) บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนรายวิชาชีววิทยา เรื่อง การแบ่งเซลล์แบบไมโอซิส.....	66
ภาพที่ 3.4 แผนผังห้องปฏิบัติการคอมพิวเตอร์.....	72
ภาพที่ 5.1 หน้าจอแรก แนะนำบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน.....	116
ภาพที่ 5.2 หน้าจอลงชื่อเพื่อเข้าบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน.....	116
ภาพที่ 5.3 หน้าจอรายการหลักของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน.....	117
ภาพที่ 5.4 หน้าจอคำแนะนำการใช้บทเรียน.....	117
ภาพที่ 5.5 หน้าจอจุดประสงค์การเรียนรู้.....	118
ภาพที่ 5.6 หน้าจอผู้พัฒนาบทเรียน.....	118
ภาพที่ 5.7 หน้าจอออกจากโปรแกรม.....	119
ภาพที่ 5.8 หน้าจอแสดงคำชี้แจงการทำแบบทดสอบก่อนเรียน.....	119
ภาพที่ 5.9 แบบทดสอบก่อนเรียน ข้อที่ 1.....	120
ภาพที่ 5.10 แบบทดสอบก่อนเรียน ข้อที่ 2.....	120
ภาพที่ 5.11 แบบทดสอบก่อนเรียน ข้อที่ 3.....	121
ภาพที่ 5.12 แบบทดสอบก่อนเรียน ข้อที่ 4.....	121
ภาพที่ 5.13 แบบทดสอบก่อนเรียน ข้อที่ 5.....	122

สารบัญญภาพ (ต่อ)

	หน้า
ภาพที่ 5.14 แบบทดสอบก่อนเรียน ข้อที่ 6.....	122
ภาพที่ 5.15 แบบทดสอบก่อนเรียน ข้อที่ 7.....	123
ภาพที่ 5.16 แบบทดสอบก่อนเรียน ข้อที่ 8.....	123
ภาพที่ 5.17 แบบทดสอบก่อนเรียน ข้อที่ 9.....	124
ภาพที่ 5.18 แบบทดสอบก่อนเรียน ข้อที่ 10.....	124
ภาพที่ 5.19 หน้าจอแสดงการจบการทดสอบ.....	125
ภาพที่ 5.20 หน้าจอสรุปผลการทำแบบทดสอบก่อนเรียนของนักเรียน.....	125
ภาพที่ 5.21 หน้าจอการนำเสนอเนื้อหาของบทเรียน.....	126
ภาพที่ 5.22 หน้าจอการนำเสนอเนื้อหาของบทเรียนหน่วยที่ 1.....	126
ภาพที่ 5.23 หน้าจอการกลับเมนูเนื้อหาหลัก.....	127
ภาพที่ 5.24 หน้าจอการนำเสนอเนื้อหาของบทเรียนหน่วยที่ 2.....	127
ภาพที่ 5.25 หน้าจอการนำเสนอเนื้อหาของบทเรียนหน่วยที่ 3.....	128
ภาพที่ 5.26 หน้าจอชี้แจงการตอบแบบฝึกหัด หน่วยที่ 1.....	128
ภาพที่ 5.27 แบบฝึกหัดข้อที่ 1 ในหน่วยที่ 1.....	129
ภาพที่ 5.28 แบบฝึกหัดข้อที่ 2 ในหน่วยที่ 1.....	129
ภาพที่ 5.29 แบบฝึกหัดข้อที่ 3 ในหน่วยที่ 1.....	130
ภาพที่ 5.30 แบบฝึกหัดข้อที่ 4 ในหน่วยที่ 1.....	130
ภาพที่ 5.31 แบบฝึกหัดข้อที่ 5 ในหน่วยที่ 1.....	131
ภาพที่ 5.32 หน้าจอชี้แจงการตอบแบบฝึกหัด หน่วยที่ 2.....	131
ภาพที่ 5.33 แบบฝึกหัด ในหน่วยที่ 2.....	132
ภาพที่ 5.34 แบบฝึกหัด ในหน่วยที่ 3.....	132
ภาพที่ 5.35 คำชี้แจงแบบทดสอบประจำหน่วยที่ 1.....	133
ภาพที่ 5.36 แบบทดสอบประจำหน่วยที่ 1 ข้อที่ 1.....	133
ภาพที่ 5.37 แบบทดสอบประจำหน่วยที่ 1 ข้อที่ 2.....	134
ภาพที่ 5.38 แบบทดสอบประจำหน่วยที่ 1 ข้อที่ 3.....	134
ภาพที่ 5.39 แบบทดสอบประจำหน่วยที่ 1 ข้อที่ 4.....	135
ภาพที่ 5.40 แบบทดสอบประจำหน่วยที่ 1 ข้อที่ 5.....	135
ภาพที่ 5.41 แสดงผลคะแนนการทำแบบทดสอบประจำหน่วยที่ 1	136

สารบัญภาพ (ต่อ)

	หน้า
ภาพที่ 5.42 แสดงการเฉลยแบบทดสอบประจำหน่วยที่ 1.....	136
ภาพที่ 5.43 คำชี้แจงแบบทดสอบประจำหน่วยที่ 2.....	137
ภาพที่ 5.44 แบบทดสอบประจำหน่วยที่ 2 ข้อที่ 1.....	137
ภาพที่ 5.45 แบบทดสอบประจำหน่วยที่ 2 ข้อที่ 2.....	138
ภาพที่ 5.46 แบบทดสอบประจำหน่วยที่ 2 ข้อที่ 3.....	138
ภาพที่ 5.47 แบบทดสอบประจำหน่วยที่ 2 ข้อที่ 4.....	139
ภาพที่ 5.48 แบบทดสอบประจำหน่วยที่ 2 ข้อที่ 5.....	139
ภาพที่ 5.49 แสดงผลคะแนนการทำแบบทดสอบประจำหน่วยที่ 2	140
ภาพที่ 5.50 แสดงการเฉลยแบบทดสอบประจำหน่วยที่ 2.....	140
ภาพที่ 5.51 คำชี้แจงแบบทดสอบประจำหน่วยที่ 3.....	141
ภาพที่ 5.52 แบบทดสอบประจำหน่วยที่ 3 ข้อที่ 1.....	141
ภาพที่ 5.53 แบบทดสอบประจำหน่วยที่ 3 ข้อที่ 2.....	142
ภาพที่ 5.54 แบบทดสอบประจำหน่วยที่ 3 ข้อที่ 3.....	142
ภาพที่ 5.55 แบบทดสอบประจำหน่วยที่ 3 ข้อที่ 4.....	143
ภาพที่ 5.56 แบบทดสอบประจำหน่วยที่ 3 ข้อที่ 5.....	143
ภาพที่ 5.57 แสดงผลคะแนนการทำแบบทดสอบประจำหน่วยที่ 3	144
ภาพที่ 5.58 แสดงการเฉลยแบบทดสอบประจำหน่วยที่ 3.....	144
ภาพที่ 5.59 หน้าจอแสดงคำชี้แจงการทำแบบทดสอบหลังเรียน.....	145
ภาพที่ 5.60 แบบทดสอบหลังเรียน ข้อที่ 1.....	145
ภาพที่ 5.61 แบบทดสอบหลังเรียน ข้อที่ 2.....	146
ภาพที่ 5.62 แบบทดสอบหลังเรียน ข้อที่ 3.....	146
ภาพที่ 5.63 แบบทดสอบหลังเรียน ข้อที่ 4.....	147
ภาพที่ 5.64 แบบทดสอบหลังเรียน ข้อที่ 5.....	147
ภาพที่ 5.65 แบบทดสอบหลังเรียน ข้อที่ 6.....	148
ภาพที่ 5.66 แบบทดสอบหลังเรียน ข้อที่ 7.....	148
ภาพที่ 5.67 แบบทดสอบหลังเรียน ข้อที่ 8.....	149
ภาพที่ 5.68 แบบทดสอบหลังเรียน ข้อที่ 9.....	149
ภาพที่ 5.69 แบบทดสอบหลังเรียน ข้อที่ 10.....	150
ภาพที่ 5.70 หน้าจอสรุปผลการทำแบบทดสอบหลังเรียนของนักเรียน.....	150

บทที่ 1

บทนำ

1. ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา

หลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 จัดการศึกษาที่มุ่งพัฒนาผู้เรียนให้เป็นคนดี มีปัญญา มีความสุข มีศักยภาพในการศึกษาต่อ และประกอบอาชีพ จึงกำหนดจุดหมายให้ผู้เรียนมีความรู้อันเป็นสากลและมีความสามารถในการสื่อสาร การคิด การแก้ปัญหา การใช้เทคโนโลยี และมีทักษะชีวิต (กระทรวงศึกษาธิการ, 2551, น.5) และมีหลักการจัดการเรียนเพื่อให้ผู้เรียนมีความรู้ความสามารถตามมาตรฐานการเรียนรู้ สมรรถนะสำคัญ และคุณลักษณะอันพึงประสงค์ตามที่กำหนดไว้ในหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน โดยยึดหลักว่า ผู้เรียนมีความสำคัญที่สุด เชื่อว่าทุกคนมีความสามารถเรียนรู้และพัฒนาตนเองได้ ยึดประโยชน์ที่เกิดกับผู้เรียน กระบวนการจัดการเรียนรู้ต้องส่งเสริมให้ผู้เรียน สามารถพัฒนาตามธรรมชาติและเต็มตามศักยภาพ คำนึงถึงความแตกต่างระหว่างบุคคลและพัฒนาการทางสมอง เน้นให้เห็นความสำคัญทั้งความรู้ และคุณธรรม (กระทรวงศึกษาธิการ, 2551, น. 25) โครงสร้างของหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 จึงได้มีสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ เพราะวิทยาศาสตร์ช่วยให้มนุษย์ได้พัฒนาวิถีคิด ความคิดเป็นเหตุเป็นผล คิดสร้างสรรค์ คิดวิเคราะห์ วิจัย มีทักษะสำคัญในการค้นคว้าหาความรู้ มีความสามารถในการแก้ปัญหาอย่างเป็นระบบ สามารถตัดสินใจโดยใช้ข้อมูลที่หลากหลายและมีประจักษ์พยานที่ตรวจสอบได้ วิทยาศาสตร์เป็นวัฒนธรรมของโลกสมัยใหม่ซึ่งเป็นสังคมแห่งการเรียนรู้ (knowledge-based society) ดังนั้นทุกคนจึงจำเป็นต้องได้รับการพัฒนาให้รู้วิทยาศาสตร์ เพื่อที่จะมีความรู้ความเข้าใจในธรรมชาติและเทคโนโลยีที่มนุษย์สร้างสรรค์ขึ้น สามารถนำความรู้ไปใช้อย่างมีเหตุผล สร้างสรรค์ และมีคุณธรรม (กระทรวงศึกษาธิการ, 2551, น.92)

วิชาชีววิทยาเป็นสาขาวิชาหนึ่งของวิทยาศาสตร์ เป็นวิชาที่มีบทบาทสำคัญยิ่งสำหรับโลกปัจจุบัน และอนาคต เพราะชีววิทยาเกี่ยวข้องกับคน สิ่งมีชีวิต และสิ่งแวดล้อม อีกทั้งยังเป็นพื้นฐานของเทคโนโลยีชีวภาพ ซึ่งเป็นประโยชน์ในการปรับปรุงผลผลิตทางการเกษตร อุตสาหกรรม การสาธารณสุข และสิ่งแวดล้อม ซึ่งทำให้คุณภาพชีวิตของมนุษย์ดีขึ้นกว่าที่เป็นอยู่ การเรียนรู้วิชาชีววิทยาเป็นการพัฒนาผู้เรียนให้ได้รับทั้งความรู้ กระบวนการ และเจตคติ เป็นการเรียนรู้ตลอดชีวิต เนื่องจากความรู้วิทยาศาสตร์มีการเปลี่ยนแปลงตลอดเวลา และก้าวหน้าอย่างรวดเร็ว จำเป็นที่ทุกคน

ต้องเรียนรู้เพื่อนำผลการเรียนรู้ไปใช้ในชีวิตและประกอบอาชีพ เมื่อผู้เรียนได้เรียนวิทยาศาสตร์โดยได้รับการกระตุ้นให้เกิดความตื่นตัว ทำท่ายกกับการเผชิญสถานการณ์หรือปัญหา มีการร่วมกันคิด การลงมือปฏิบัติจริง จะเข้าใจ และเห็นความเชื่อมโยงของวิทยาศาสตร์กับวิชาอื่น ๆ และชีวิต ทำให้สามารถอธิบาย ทำนาย คาดการณ์สิ่งต่าง ๆ ได้อย่างมีเหตุผล (สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี, 2553, น.1 – 2)

ดังนั้น จึงมีความจำเป็นอย่างยิ่งที่ผู้สอนต้องจัดการเรียนการสอนในวิชาชีววิทยาให้มีประสิทธิภาพ ซึ่งจะส่งผลให้นักเรียนสามารถนำความรู้ความเข้าใจและทักษะที่ได้ไปประยุกต์ใช้ในชีวิตและการประกอบอาชีพ ให้เกิดประโยชน์อย่างเต็มที่ต่อไปในอนาคต

1.1 สภาพที่พึงประสงค์

1.1.1 สภาพที่พึงประสงค์ด้านการจัดการเรียนการสอนรายวิชาชีววิทยา

กล่าวคือ หลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 ได้กำหนดให้นักเรียนได้เรียนในกลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ ซึ่งมุ่งหวังให้ผู้เรียนได้เรียนรู้วิทยาศาสตร์ที่เน้นการเชื่อมโยงความรู้กับกระบวนการ มีทักษะสำคัญในการค้นคว้าและสร้างองค์ความรู้ โดยใช้กระบวนการในการสืบเสาะหาความรู้และการแก้ปัญหาที่หลากหลาย ให้ผู้เรียนมีส่วนร่วมในการเรียนรู้ทุกขั้นตอน มีการทำกิจกรรมด้วยการลงมือปฏิบัติจริงอย่างหลากหลายเหมาะสมกับระดับชั้น (กระทรวงศึกษาธิการ, 2551, น.92)

ในการจัดการเรียนการสอนวิชาชีววิทยามุ่งเน้นให้ผู้เรียนได้ค้นพบความรู้ด้วยตนเองมากที่สุด เน้นการเรียนรู้ที่ผ่านกระบวนการคิด กระบวนการปฏิบัติ เพื่อสร้างความรู้ด้วยตนเอง สามารถนำความรู้ไปใช้ได้อย่างมีประสิทธิภาพ ครูต้องปรับบทบาทจากผู้ป้อนข้อมูล (instructor) เป็นผู้ให้คำแนะนำ (coaching) และผู้อำนวยความสะดวกในการเรียนรู้ (facilitator) ครูควรใช้วิธีการจัดกิจกรรมหรือใช้สื่อประกอบให้ผู้เรียนเกิดความอยากรู้ในการแสวงหาความรู้จากแหล่งเรียนรู้ต่าง ๆ (สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี, 2553, น.1 – 2) ส่วนนักเรียนมีบทบาทเป็นผู้แสวงหาและเรียนรู้ด้วยการคิด การปฏิบัติอย่างแท้จริงให้เกิดการเรียนรู้ด้วยตนเอง

1.1.2 สภาพที่พึงประสงค์ด้านการใช้สื่อการเรียนการสอนรายวิชา

ชีววิทยา กล่าวคือ ทุกสิ่งทุกอย่างไม่ว่าจะเป็นคนหรือสัตว์ สิ่งของ สถานที่ เหตุการณ์ หรือความคิดก็ตาม ถือเป็นสื่อการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์ได้ทั้งสิ้น ขึ้นอยู่กับว่าเราเรียนรู้จากสิ่งนั้นๆ หรือนำสิ่งเหล่านั้นเข้ามาสู่การเรียนรู้ของเราหรือไม่ สื่อทั้งหมดอาจแยกเป็นประเภทใหญ่ๆ ได้ ดังนี้ 1) สื่อสิ่งพิมพ์ ได้แก่ เอกสาร หนังสือ ตำรา หนังสือพิมพ์ นิตยสาร วารสาร จุลสาร จดหมาย จดหมายเหตุด่วน บันทึกรายงาน วิทยานิพนธ์ เป็นต้น 2) สื่อเทคโนโลยีหรือสื่ออิเล็กทรอนิกส์ เช่น แดปแบนท์ภาพพร้อมเสียง แดปแบนท์เสียง สไลด์ สื่อคอมพิวเตอร์ช่วยสอน นอกจากนี้สื่อเทคโนโลยี ยังหมายรวมถึง

กระบวนการต่างๆ ที่เกี่ยวข้องกับการนำเทคโนโลยีมาประยุกต์ใช้ในการเรียนการสอน เช่น การใช้ อินเทอร์เน็ตเพื่อการเรียนการสอน การศึกษาผ่านดาวเทียม 3) สื่ออื่นๆ ได้แก่ สื่อบุคคล สื่อธรรมชาติ และสิ่งแวดล้อม สื่อกิจกรรม/กระบวนการ และ สื่อวัสดุ/เครื่องมือและอุปกรณ์ (กระทรวงศึกษาธิการ, 2545, น. 8-9) และ สื่อในการเรียนการสอนรายวิชาชีววิทยาจะต้องเป็นเครื่องมือสนับสนุนการจัด กระบวนการเรียนรู้ เพื่อให้ผู้เรียนเข้าถึงความรู้ ทักษะกระบวนการ และคุณลักษณะตามมาตรฐาน การเรียนรู้ของหลักสูตร เลือกและใช้สื่อที่มีคุณภาพ มีความเหมาะสม มีความหลากหลาย สอดคล้อง กับวิธีการเรียนรู้ ธรรมชาติของสาระการเรียนรู้ และความแตกต่างระหว่างบุคคลของผู้เรียน (สถาบัน ส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี, 2553, น.27)

1.2 สภาพที่เป็นอยู่ปัจจุบัน

1.2.1 สภาพที่เป็นอยู่ปัจจุบันด้านการจัดการเรียนการสอนรายวิชาชีววิทยา

กล่าวคือ โรงเรียนสมเด็จพระพิทยาคม ได้จัดโครงการอบรมสัมมนาเพื่อพัฒนาทักษะในการจัดกิจกรรม การเรียนการสอนที่หลากหลายให้ครูและบุคลากรทางการศึกษากลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ เพื่อให้ผู้เรียนเกิดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์และเจตคติที่ดีต่อวิชาวิทยาศาสตร์ แต่การสอน ในรายวิชาชีววิทยา ครูยังใช้วิธีการสอนแบบผู้สอนเป็นสำคัญโดยใช้วิธีการสอนแบบบรรยายเป็นส่วน ใหญ่ ครูเป็นผู้มีบทบาทสำคัญในการควบคุมการเรียนการสอน เป็นผู้นำเสนอบทเรียนโดยการบอกเล่า ประสบการณ์ ถ่ายทอดความรู้ผ่านสไลด์นำเสนอ ซักถามโต้ตอบกับนักเรียนในกิจกรรมต่าง ๆ โดยมุ่ง ให้นักเรียนทุกคนเกิดการเรียนรู้

1.2.2 สภาพปัจจุบันด้านการใช้สื่อการเรียนการสอนรายวิชาชีววิทยา กล่าวคือ สื่อที่ใช้ในการเรียนการสอนวิชาชีววิทยาในโรงเรียนสมเด็จพระพิทยาคม ส่วนใหญ่ ได้แก่ เอกสาร ประกอบการสอน หนังสือเรียน ภาพโปสเตอร์ประกอบการสอน หุ่นจำลอง สื่อของจริง การทดลอง สไลด์คอมพิวเตอร์ วิดีทัศน์ เว็บไซต์เพื่อการศึกษา การทดลองเสมือนจริง มีการใช้บทเรียนออนไลน์ บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนบ้าง แต่มีจำนวนไม่เพียงพอต่อเนื้อหาสาระที่ทำการสอน แต่ครูผู้สอน ชีววิทยาส่วนมากยังคงใช้เอกสารประกอบการสอน และหนังสือเรียนเป็นหลัก

1.3 สภาพปัญหาที่เกิดขึ้น

1.3.1 สภาพปัญหาด้านการจัดการเรียนการสอนรายวิชาชีววิทยา กล่าวคือ จาก สภาพที่ครูผู้สอนรายวิชาชีววิทยา โรงเรียนสมเด็จพระพิทยาคม ยังยึดวิธีการสอนแบบครูเป็นศูนย์กลาง โดยการบรรยาย และการสาธิตเป็นส่วนใหญ่ โดยเฉพาะการเรียนรู้ของนักเรียนต้องอาศัยครูผู้สอน เป็นผู้ถ่ายทอดเนื้อหาทั้งหมด จึงส่งผลต่อการเรียนการสอนในรายวิชาชีววิทยา ซึ่งเป็นวิชาที่มีเนื้อหา มาก แต่เวลาเรียนน้อย ทำให้ผู้เรียนเกิดความเบื่อหน่าย และท้อถอย จากสภาพปัญหาดังกล่าว ผลที่ ได้รับคือในการสอบทุกครั้งจะมีนักเรียนจำนวนหนึ่งสอบไม่ผ่าน ซึ่งเป็นกลุ่มเด็กที่มีพื้นฐานความรู้ไม่ เพียงพอ ทำให้เรียนตามครูสอนไม่ทัน และไม่เข้าใจ ทำให้ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนต่ำ

1.3.2 สภาพปัญหาด้านการใช้สื่อการเรียนการสอนรายวิชาชีววิทยา กล่าวคือ การเรียนการสอนในรายวิชาชีววิทยา เป็นวิชาที่มีเนื้อหาจำนวนมาก และเวลาเรียนน้อย นักเรียนแต่ละคนยังมีศักยภาพในการเรียนรู้ที่แตกต่างกัน ในการจัดการเรียนการสอนมีการใช้สื่อในประเภทต่าง ๆ ค่อนข้างน้อย ครูเลือกใช้สื่อประเภทเอกสารประกอบการสอน สไลด์คอมพิวเตอร์ และหนังสือเรียนเป็นหลัก ซึ่งดึงดูดความสนใจจากนักเรียนได้น้อย และยังขาดการใช้สื่อการสอนที่ตอบสนองการเรียนรู้เป็นรายบุคคล เนื่องจากนักเรียนแต่ละคนมีความสามารถในการเรียนรู้ที่แตกต่างกัน นักเรียนบางคนเข้าใจเนื้อหาได้อย่างรวดเร็ว ในขณะที่นักเรียนบางคนอาจต้องการดูและฟังการบรรยายซ้ำแล้วซ้ำอีก จึงจะเกิดความเข้าใจได้ จึงต้องการสื่อการสอนที่สามารถทบทวนเนื้อหาได้ตลอดเวลาและเป็นอิสระในการเรียน

1.4 ความพยายามในการแก้ปัญหา

1.4.1 ความพยายามในการแก้ปัญหาด้านการจัดการเรียนการสอนรายวิชาชีววิทยา กล่าวคือ จากสภาพปัญหาดังกล่าว โรงเรียนสมเด็จพระพิทยาคม ได้พยายามแก้ปัญหาโดยจัดโครงการพัฒนาบุคลากร เพื่ออบรมวิธีจัดการเรียนการสอนที่เน้นผู้เรียนเป็นสำคัญ

1.4.2 ความพยายามในการแก้ปัญหาด้านการใช้สื่อการเรียนการสอนรายวิชาชีววิทยา โรงเรียนสมเด็จพระพิทยาคม ได้เน้นการจัดทำโครงการอบรมเชิงปฏิบัติการให้ความรู้และฝึกทักษะในการจัดทำแผนการเรียนรู้และการพัฒนาสื่อการเรียนรู้รูปแบบต่างๆ ให้กับครูผู้สอนในโรงเรียน และส่งเสริมให้มีการใช้สื่ออิเล็กทรอนิกส์เข้ามาช่วยในการจัดการเรียนการสอนในโรงเรียน และส่งเสริมให้มีการศึกษาดูงานในโรงเรียนที่มีการจัดการเรียนการสอนโดยใช้สื่ออิเล็กทรอนิกส์เพื่อเป็นการเพิ่มพูนความรู้และคุ้นชินกับการใช้สื่อและผลิตสื่ออิเล็กทรอนิกส์ในการจัดการเรียนการสอนของครูและบุคลากรทางการศึกษา

ในส่วนความพยายามในการแก้ปัญหาด้วยการวิจัยที่เกี่ยวข้องพบว่า แนวทางในการแก้ปัญหาที่นำบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนมาใช้เป็นสื่อในการเรียนการสอนเพื่อแก้ปัญหา มีดังนี้

พจนารัตน์ อำไพฤทธิ์ (2556) ทำวิจัยเรื่อง การพัฒนาบทเรียนคอมพิวเตอร์มัลติมีเดียวิชาชีววิทยา เรื่อง อนุกรมวิธาน สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 ผลการวิจัยพบว่า 1) บทเรียนคอมพิวเตอร์มัลติมีเดียวิชาชีววิทยา เรื่อง อนุกรมวิธาน มีประสิทธิภาพ 80.17/83.83 สูงกว่าเกณฑ์ 2) นักเรียนมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังเรียนสูงขึ้นสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 และ 3) นักเรียนมีระดับความพึงพอใจอยู่ในระดับพอใจมาก

สฐาปณีย์ โสภณอดิษฐ์ (2554) ทำวิจัยเรื่อง การพัฒนาบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน เรื่อง การรับรู้และการตอบสนอง วิชาชีววิทยา ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ผลการวิจัยพบว่า 1) บทเรียนมีประสิทธิภาพ 85.75/82.13 สูงกว่าเกณฑ์ E_1/E_2 ที่กำหนดคือ 80/80 2) ผู้เรียนมี

ผลสัมฤทธิ์สูงขึ้นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 และ 3) ผู้เรียนมีความพึงพอใจต่อบทเรียนในระดับมากที่สุด ($\bar{X} = 4.74$, S.D. = 0.43

มาโนช คงนะ (2550) ทำการวิจัย เรื่อง การพัฒนาบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนวิชาชีววิทยา เรื่อง ระบบหมุนเวียนโลหิตของมนุษย์ สำหรับนักเรียนช่วงชั้นที่ 4 โรงเรียนพนมทวนพิทยาคม ผลการวิจัยพบว่า 1) บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนมีประสิทธิภาพเท่ากับ 78.89/76.78 สูงกว่าเกณฑ์มาตรฐานที่กำหนดไว้คือ 75/75 2) ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 และ 3) ความพึงพอใจของนักเรียนช่วงชั้นที่ 4 อยู่ในระดับมาก

จากงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง การนำบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนมาใช้ในการเรียนการสอน พบว่า บทเรียนมีประสิทธิภาพส่งผลให้นักเรียนมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนสูงขึ้น มีความพึงพอใจต่อบทเรียน นักเรียนมีความก้าวหน้าทางการเรียน และมีความคงทนหลังการเรียนรู้

1.5 แนวทางการดำเนินการแก้ปัญหา

จากผลการวิจัยที่ผ่านมาพบว่า การนำบทเรียนคอมพิวเตอร์มาใช้ในการจัดการเรียนการสอน มีผลทำให้นักเรียนมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนสูงขึ้น นักเรียนมีความพึงพอใจต่อบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน ถือได้ว่าเป็นการแก้ปัญหาในการจัดการเรียนการสอนได้อย่างบรรลุวัตถุประสงค์ ผู้วิจัยจึงมีแนวคิดที่จะพัฒนาบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน เนื่องจากบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนมีคุณลักษณะที่สอดคล้องกับสภาพที่พึงประสงค์ในการจัดการเรียนรู้ คือ (1) คุณลักษณะด้านการจัดการเรียนการสอนเน้นรายบุคคล บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนทำให้นักเรียนมีอิสระในการเรียนรู้ ลดผลกระทบในการเรียนรู้ที่อาจเกิดจากครูผู้สอน หรือเพื่อนในชั้นเรียน และ (2) คุณลักษณะด้านสื่อการสอน บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนเป็นสื่อที่มีความเป็นมัลติมีเดีย สามารถดึงดูดความสนใจแก่นักเรียนได้เป็นอย่างดี มีความยืดหยุ่นสนองต่อความแตกต่างของนักเรียนเป็นรายบุคคล นักเรียนได้ทำกิจกรรมการเรียนรู้และได้ผลย้อนกลับ เพื่อปรับปรุงข้อบกพร่องได้ทันที ทำให้นักเรียนมีความรู้ความเข้าใจในบทเรียนได้มากยิ่งขึ้น และเพื่อให้เกิดความเชื่อมั่นว่าบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนจะมีประสิทธิภาพสามารถพัฒนานักเรียนให้มีความก้าวหน้าทางการเรียนได้จริง ด้วยเหตุนี้ ผู้วิจัยจึงพัฒนาบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน รายวิชาชีววิทยา เรื่อง การแบ่งเซลล์แบบไมโอซิส สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 โดยใช้กระบวนการทดสอบประสิทธิภาพ เพื่อให้ได้บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนที่เป็นประโยชน์ต่อการเรียนการสอนรายวิชาชีววิทยา อันนำไปสู่การพัฒนาคุณภาพการศึกษาและคุณภาพผู้เรียนต่อไป

2. วัตถุประสงค์ของการวิจัย

2.1 วัตถุประสงค์ทั่วไป

เพื่อพัฒนาบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน รายวิชาชีววิทยา เรื่อง การแบ่งเซลล์แบบไมโอซิส สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 โรงเรียนสมเด็จพระพิทยาคม จังหวัดกาฬสินธุ์

2.2 วัตถุประสงค์เฉพาะ

2.2.1 เพื่อพัฒนาบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน รายวิชาชีววิทยา เรื่อง การแบ่งเซลล์แบบไมโอซิส สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ให้มีประสิทธิภาพตามเกณฑ์ที่กำหนด

2.2.2 เพื่อศึกษาความก้าวหน้าทางเรียนของนักเรียนที่เรียนด้วยบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน รายวิชาชีววิทยา เรื่อง การแบ่งเซลล์แบบไมโอซิส

2.2.3 เพื่อศึกษาความคิดเห็นของนักเรียนที่เรียนด้วยบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน รายวิชาชีววิทยา เรื่อง การแบ่งเซลล์แบบไมโอซิส

3. สมมติฐานของการวิจัย

3.1 บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน รายวิชาชีววิทยา เรื่อง การแบ่งเซลล์แบบไมโอซิส สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 มีประสิทธิภาพตามเกณฑ์ 80/80

3.2 นักเรียนที่เรียนด้วยบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน รายวิชาชีววิทยาเรื่อง การแบ่งเซลล์แบบไมโอซิส มีความก้าวหน้าทางการเรียนเพิ่มขึ้นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

3.3 นักเรียนมีความคิดเห็นต่อบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน รายวิชาชีววิทยา เรื่อง การแบ่งเซลล์แบบไมโอซิส สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ในระดับเห็นด้วยมาก

4. ขอบเขตของการวิจัย

4.1 รูปแบบการวิจัย การวิจัยเชิงวิจัยและพัฒนา

4.2 ประชากรและกลุ่มตัวอย่าง

4.2.1 ประชากร ที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้ คือ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 โรงเรียนสมเด็จพระพิทยาคม จังหวัดกาฬสินธุ์ ปีการศึกษา 2560 จำนวน 367 คน จำนวน 10 ห้องเรียน

4.2.2 กลุ่มตัวอย่าง ที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้ คือ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2560 จำนวน 43 คน ได้มาโดยการสุ่มตัวอย่างแบบกลุ่ม

4.3 ขอบเขตด้านเนื้อหาสาระ

เนื้อหาที่ใช้ในการวิจัย คือ การแบ่งเซลล์แบบไมโอซิส ประกอบด้วย ระยะเวลาไมโอซิส I และ ระยะเวลาไมโอซิส II ตามหลักสูตรสถานศึกษาโรงเรียนสมเด็จพิทยาคม ปีการศึกษา 2560

4.4 เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

4.4.1 บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน รายวิชาชีววิทยา เรื่อง การแบ่งเซลล์แบบไมโอซิส

4.4.2 แบบทดสอบก่อนเรียน และแบบทดสอบหลังเรียนแบบคู่ขนาน เรื่อง การแบ่งเซลล์แบบไมโอซิส

4.4.3 แบบสอบถามความคิดเห็นของนักเรียนที่มีต่อบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนรายวิชาชีววิทยา เรื่อง การแบ่งเซลล์แบบไมโอซิส

4.5 ระยะเวลาในการวิจัย ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2560

5. นิยามศัพท์เฉพาะ

5.1 บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน หมายถึง สื่อมัลติมีเดียที่ผลิตขึ้นด้วยคอมพิวเตอร์ และโปรแกรมคอมพิวเตอร์ที่มีการนำสื่อหลายชนิดมาผสมกัน ได้แก่ ภาพกราฟิก ภาพเคลื่อนไหว ตัวอักษร และเสียง ที่นำเข้ามาไว้ในโปรแกรมเดียวกัน นักเรียนสามารถศึกษาทบทวนเนื้อหาได้ด้วยตนเอง จะเรียนรู้ได้เร็วหรือช้าตามความสามารถของแต่ละคน ภายในสื่อจะแบ่งเนื้อหาออกเป็น ส่วนย่อย ๆ ตามลำดับของเนื้อหา ประกอบด้วยคำอธิบาย ภาพ เสียง ตัวอย่าง แบบฝึกหัดและแบบทดสอบ พร้อมเฉลยและกลับไปทบทวนเนื้อหาได้ ซึ่งนักเรียนสามารถประเมินผลได้ด้วยตนเอง เมื่อทำไม่ได้สามารถย้อนกลับไปศึกษาอีกครั้งได้

5.2 วิชาชีววิทยา หมายถึง วิชาเพิ่มเติมสำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ ของหลักสูตรสถานศึกษาโรงเรียนสมเด็จพิทยาคม ปีการศึกษา 2560

5.3 การแบ่งเซลล์แบบไมโอซิส หมายถึง เนื้อหาสาระในรายวิชาชีววิทยา ซึ่งเป็นรายวิชาเพิ่มเติมในกลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ ประกอบด้วย ไมโอซิส 1 (meiosis I) และไมโอซิส 2 (meiosis II)

5.4 ประสิทธิภาพของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนตามเกณฑ์ 80/80 หมายถึง คุณภาพของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน รายวิชาชีววิทยา เรื่อง การแบ่งเซลล์แบบไมโอซิส ที่ได้จากระบวนการและผลลัพธ์ กล่าวคือ ค่า 80 ตัวเลขแรก หมายถึง คะแนนร้อยละประสิทธิภาพของกระบวนการ (E_1) ได้จากคะแนนแบบทดสอบประจำหน่วย และ ค่า 80 ตัวเลขหลัง หมายถึง คะแนนร้อยละประสิทธิภาพของผลลัพธ์ (E_2) ที่ได้จากคะแนนการทำแบบทดสอบหลังเรียน การยอมรับประสิทธิภาพ ยอมรับเมื่อเท่ากับเกณฑ์ สูงกว่าและต่ำกว่าเกณฑ์ไม่เกิน ± 2.5

5.5 ความก้าวหน้าทางการเรียนของนักเรียน หมายถึง การเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยของคะแนนก่อนเรียนกับค่าเฉลี่ยของคะแนนหลังเรียนจากการวัดพฤติกรรมด้านพุทธิพิสัย หลังจากการเรียนด้วยบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน

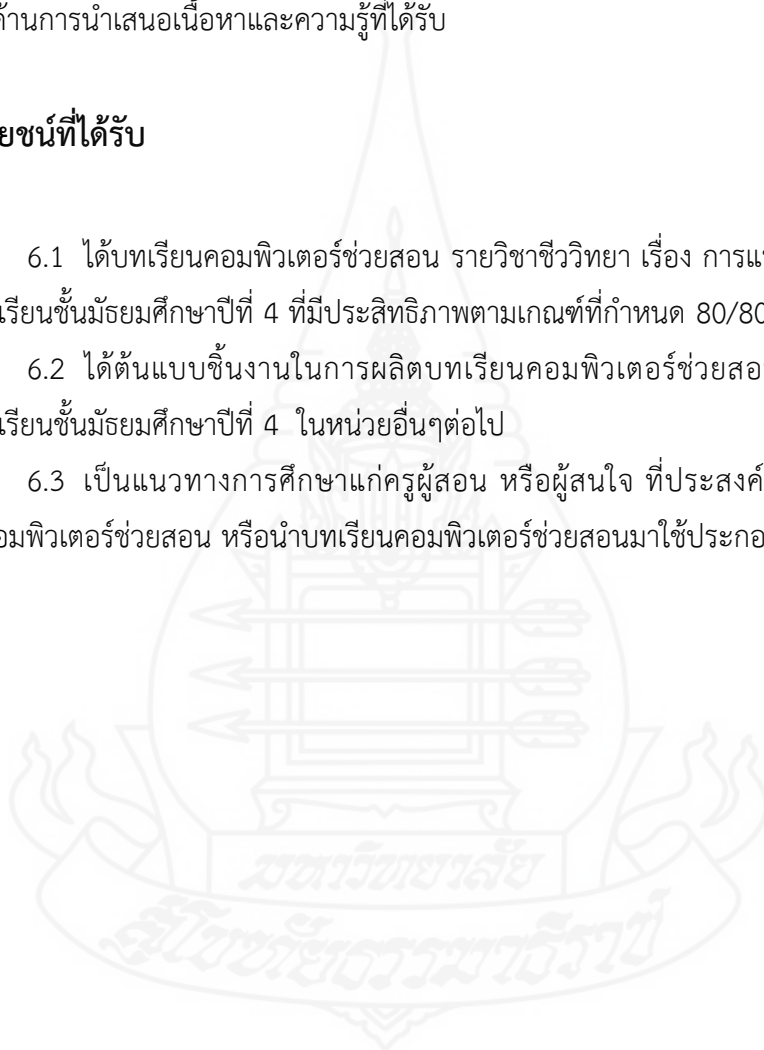
5.6 ความคิดเห็นของนักเรียน หมายถึง นำหนักการแสดงความคิดเห็นของนักเรียนที่ให้ต่อข้อคำถาม 5 ระดับ คือ ระดับเห็นด้วยมากที่สุด ระดับเห็นด้วยมาก ระดับเห็นด้วยปานกลาง ระดับเห็นด้วยน้อย และระดับเห็นด้วยน้อยที่สุด โดยครอบคลุม ด้านการออกแบบบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน และด้านการนำเสนอเนื้อหาและความรู้ที่ได้รับ

6. ประโยชน์ที่ได้รับ

6.1 ได้บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน รายวิชาชีววิทยา เรื่อง การแบ่งเซลล์แบบไมโอซิส สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ที่มีประสิทธิภาพตามเกณฑ์ที่กำหนด 80/80

6.2 ได้ต้นแบบชิ้นงานในการผลิตบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน รายวิชาชีววิทยา สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ในหน่วยอื่นๆต่อไป

6.3 เป็นแนวทางการศึกษาแก่ครูผู้สอน หรือผู้สนใจ ที่ประสงค์จะสร้างหรือพัฒนาบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน หรือนำบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนมาใช้ประกอบการสอน



บทที่ 2

วรรณกรรมที่เกี่ยวข้อง

การวิจัยเรื่องการพัฒนาบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนรายวิชาชีววิทยา การแบ่งเซลล์ แบบไมโอซิส สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 โรงเรียนสมเด็จพระพิทยาคม จังหวัดกาฬสินธุ์ ผู้วิจัยได้ศึกษาเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องครอบคลุม (1) บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน (2) การเรียนการสอนรายบุคคล (3) ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน (4) การเรียนการสอนวิชาชีววิทยา และ (5) งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

1. บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน

ในการวิจัยครั้งนี้ผู้วิจัยได้ศึกษารวบรวมวรรณกรรมที่เกี่ยวข้องเพื่อเป็นพื้นฐานสำหรับการดำเนินการวิจัย และเพื่อเป็นแนวทางในการทำวิจัยในครั้งต่อไป โดยได้นำเสนอเกี่ยวกับบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน ครอบคลุม (1) ความหมายของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน (2) คุณลักษณะของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน (3) ประโยชน์ของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน (4) ข้อดีและข้อจำกัดของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน (5) ประเภทของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน (6) องค์ประกอบของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน (7) การผลิตบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน (8) โครงสร้างของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน (9) ทฤษฎีและหลักการทางจิตวิทยาการเรียนรู้เกี่ยวกับบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน และ (10) การหาประสิทธิภาพของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน

1.1 ความหมายของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน

มีผู้วิจัยและนักการศึกษาให้ความหมายของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนไว้ ดังนี้ วุฒิชัย ประสารสอย (2543, น. 10) กล่าวว่า คอมพิวเตอร์ช่วยสอน หมายถึง การจัดโปรแกรมเพื่อการเรียนการสอนโดยใช้คอมพิวเตอร์เป็นสื่อช่วยถ่ายทอดเนื้อหาความรู้ไปสู่ผู้เรียน

ยีน ภู่วรรณ (2543, น.120-129) กล่าวว่า คอมพิวเตอร์ช่วยสอน หมายถึง โปรแกรมคอมพิวเตอร์ที่ได้นำเนื้อหาวิชาและลำดับวิธีการสอนมาบันทึกเก็บไว้ คอมพิวเตอร์จะช่วยนำบทเรียนที่เตรียมไว้อย่างเป็นระบบมาเสนอในรูปแบบที่เหมาะสมสำหรับนักเรียนแต่ละคน

กิดานันท์ มลิทอง (2543, น.242) กล่าวว่า บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน หมายถึง การนำคอมพิวเตอร์มาใช้เป็นสื่อในการสอน จะทำให้การเรียนการสอนมีการโต้ตอบกันได้ระหว่าง

นักเรียนกับเครื่องคอมพิวเตอร์เช่นเดียวกับการเรียนการสอนระหว่างครูกับนักเรียนที่อยู่ในห้องเรียนตามปกติ

บุญเกื้อ ควรหาเวช (2543, น.65) กล่าวว่า บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน หมายถึงวิธีการสอนรายบุคคล โดยอาศัยความสามารถของเครื่องคอมพิวเตอร์ที่จะจัดหาประสบการณ์ที่มีความสัมพันธ์กัน มีการแสดงเนื้อหาตามลำดับที่ต่างกันด้วยบทเรียนโปรแกรมที่เตรียมไว้อย่างเหมาะสม บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนจึงเป็นเครื่องมือช่วยสอนอย่างหนึ่งที่นักเรียนเรียนด้วยตนเองเป็นผู้ที่จะต้องปฏิบัติกิจกรรมต่างๆ ที่ส่งมาทางจอภาพ นักเรียนจะตอบคำถามทางแป้นพิมพ์ แสดงออกมาทางจอภาพ มีทั้งรูปภาพและตัวหนังสือ หรือบางที่อาจใช้ร่วมกันกับอุปกรณ์อย่างอื่นด้วย เช่น สไลด์ เทป วีดิทัศน์ เป็นต้น

บุรณะ สมชัย (2544, น.13) กล่าวว่า คอมพิวเตอร์ช่วยสอน หมายถึง บทเรียนโปรแกรมที่พัฒนาโดยการใช้คอมพิวเตอร์เป็นการนำเสนอบทเรียน

วิมลรัตน์ สุนทรโรจน์ (2545, น.145) กล่าวว่า คอมพิวเตอร์ช่วยสอน หมายถึง โปรแกรมคอมพิวเตอร์ที่สร้างขึ้นให้ผู้เรียนสามารถเรียนด้วยตนเอง โดยใช้ความสามารถของคอมพิวเตอร์ในการนำเสนอเนื้อหาจากง่ายไปหายาก ในลักษณะของสื่อประสม ได้แก่ ข้อความ รูปภาพ กราฟิก ภาพเคลื่อนไหว และเสียง เพื่อถ่ายทอดความรู้ในลักษณะใกล้เคียงกับการสอนจริงในห้องเรียนมากที่สุด ทำให้ผู้เรียนเกิดการเรียนรู้จากการมีปฏิสัมพันธ์กับคอมพิวเตอร์ พร้อมทั้งได้รับผลป้อนกลับอย่างสม่ำเสมอจากเนื้อหาและกิจกรรมต่างๆ ของบทเรียน

สุวิทย์ มูลคำ และอรทัย มูลคำ (2545, น.59) กล่าวว่า บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน หมายถึง กระบวนการเรียนรู้ของนักเรียนที่อาศัยคอมพิวเตอร์ ซึ่งเป็นเทคโนโลยีระดับสูงมาประยุกต์ใช้เป็นสื่อหรือเครื่องมือสำหรับการเรียนรู้ โดยจัดเนื้อหาสาระหรือประสบการณ์สำหรับให้นักเรียนได้เรียนรู้

บุญชม ศรีสะอาด (2546, น.98) กล่าวว่า คอมพิวเตอร์ช่วยสอน หมายถึง การใช้คอมพิวเตอร์ในการสอนรายบุคคล โดยใช้โปรแกรมที่ดำเนินการสอนภายใต้การควบคุมของคอมพิวเตอร์ซึ่งจะช่วยให้ผู้เรียนก้าวหน้าตามอัตราของตนเอง เป็นการสอนที่ตอบสนองความต้องการของผู้เรียนแต่ละคน

ทิตินา แคมมณี (2550, น. 151-152) กล่าวว่า คอมพิวเตอร์ช่วยสอน หมายถึง การนำคอมพิวเตอร์มาใช้ในการเรียนการสอนเพื่อช่วยขยายขอบเขตความสามารถในการเรียนรู้ของผู้เรียน และความสามารถในการสอนของครู โดยการสร้างบทเรียนคอมพิวเตอร์ขึ้นมา หรือจัดหาบทเรียนคอมพิวเตอร์ที่เหมาะสมที่มีผู้สร้างไว้แล้วมาให้ผู้เรียน หรือเขียนโปรแกรมให้ผู้เรียนและผู้สอน สามารถสร้างบทเรียนขึ้นเอง และใช้คอมพิวเตอร์ในการนำเสนอบทเรียน ด้วยวิธีใดวิธีหนึ่งโดยมีการนำสื่อประสมเข้ามาช่วยในการนำเสนอ เช่น ข้อความ เสียง ภาพนิ่ง ภาพเคลื่อนไหว

ผู้เรียนเป็นผู้ดำเนินการเรียนรู้ตามการนำเสนอของบทเรียน ซึ่งจะออกแบบไว้ให้ผู้เรียนได้รับผลย้อนกลับตามการตอบสนองของตน และเมื่อเรียนจบผู้เรียนจะได้รับการประเมินผลการเรียนรู้ของตน และทราบผลการเรียนรู้ของตน การนำเสนอบทเรียนแบบคอมพิวเตอร์มีหลายแบบที่นิยมกันก็มีแบบทบทวนความรู้ (tutorial) ซึ่งเป็นการทบทวนความรู้เดิม หรือนำเสนอเนื้อหาใหม่ การนำเสนอบทเรียนแบบฝึกปฏิบัติ (dill & practice) เป็นลักษณะของการฝึกการทำแบบฝึกหัดและแบบทดสอบจนสามารถเข้าใจบทเรียนนั้น ๆ ได้ เรียนแบบเกม (game) สามารถช่วยให้ผู้เรียนเกิดการเรียนรู้ไปพร้อมๆ กับการเล่นอย่างเพลิน การนำเสนอบทเรียนแบบสถานการณ์จำลอง (simulation) ผู้เรียนสามารถเล่นและใช้ข้อมูลที่มีในการตัดสินใจแก้ปัญหา และได้รับผลจากการตัดสินใจนั้น ๆ

ฟอเรียร์ (Forcier, 1996, p.9) กล่าวว่า บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน หมายถึง การนำเอาคอมพิวเตอร์มาใช้ในการจัดการเรียนการสอน ซึ่งลักษณะของบทเรียนจะเป็นการโต้ตอบกันระหว่างนักเรียนกับคอมพิวเตอร์ คอมพิวเตอร์จะทำหน้าที่เสนอเนื้อหาต่างๆ ให้นักเรียนได้ศึกษาจนชำนาญ และนักเรียนสามารถที่จะเรียนรู้ได้ด้วยตนเอง

โดยสรุป บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน หมายถึง สื่อการเรียนการสอนที่ใช้คอมพิวเตอร์เป็นเครื่องมือในการดำเนินกิจกรรมด้วยตัวเองเพื่อถ่ายทอดเนื้อหาของบทเรียนให้ผู้เรียน โดยมีโปรแกรมที่พัฒนาขึ้นให้เหมาะกับเนื้อหา ให้ผู้เรียนบรรลุจุดประสงค์การเรียนรู้ที่กำหนด เป็นวิธีการสอนรายบุคคล โดยใช้ความสามารถของคอมพิวเตอร์ในการนำเสนอสื่อประสมกัน ได้แก่ ข้อความ ภาพนิ่ง กราฟิก แผนภูมิ ภาพเคลื่อนไหว วิดิทัศน์และเสียง เพื่อถ่ายทอดเนื้อหาบทเรียนหรือองค์ความรู้ในลักษณะที่ใกล้เคียงกับการสอนจริงในห้องเรียนมากที่สุด โดยมีการปฏิสัมพันธ์หรือการโต้ตอบระหว่างผู้เรียนกับคอมพิวเตอร์ มีการให้ผลป้อนกลับอย่างสม่ำเสมอ หรือมีการออกแบบให้สนองต่อความแตกต่างระหว่างบุคคลและให้นักเรียนหรือผู้เรียนศึกษาบทเรียนด้วยตนเอง โดยครูผู้สอนยังคงคอยแนะนำช่วยเหลือนักเรียนอยู่ พร้อมทั้งตอบสนองต่อความแตกต่างระหว่างบุคคลของผู้เรียน และมีการโต้ตอบระหว่างบทเรียนกับผู้เรียน

1.2 คุณลักษณะของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน

นักการศึกษาได้กำหนดคุณลักษณะสำคัญของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนแตกต่างกัน ดังนี้

ถนอมพร เลหาจรัสแสง (2541, น.8-10) กล่าวถึงคุณลักษณะของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนมี 4 ประการ ดังนี้

1. สารสนเทศ (Information) หมายถึง เนื้อหาสาระที่ได้รับการเรียบเรียงแล้วเป็นอย่างดี ซึ่งทำให้นักเรียนเกิดการเรียนรู้หรือได้รับทักษะอย่างหนึ่งอย่างใด ตามที่ผู้สร้างได้กำหนดวัตถุประสงค์ไว้ โดยการนำเสนอเนื้อหานี้อาจจะเป็นการนำเสนอในรูปแบบต่างๆ

2. ความแตกต่างระหว่างบุคคล (Individualization) การตอบสนองความแตกต่างระหว่างบุคคลคือลักษณะสำคัญของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน บุคคลแต่ละบุคคลมีความแตกต่างกันทางการเรียนรู้ ซึ่งเกิดจากบุคลิกภาพ สติปัญญา ความสนใจพื้นฐาน ความรู้ที่แตกต่างกันไป บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนซึ่งเป็นสื่อการเรียนการสอนรายบุคคลประเภทหนึ่ง จึงต้องได้รับการออกแบบให้มีลักษณะที่ตอบสนองต่อความแตกต่างส่วนบุคคลให้มากที่สุด มีความยืดหยุ่นมากพอที่จะให้นักเรียนมีอิสระในการควบคุมการเรียนรู้ ซึ่งมีหลายลักษณะ ได้แก่

1) การควบคุมเนื้อหา การเลือกที่จะเรียนส่วนใด ข้ามส่วนใด ออกจากบทเรียนเมื่อใดหรือย้อนกลับมาเรียนในส่วนที่ยังไม่ได้ศึกษา

2) การควบคุมลำดับของการเรียน เลือกที่จะเรียนส่วนใด ก่อนหลังหรือการสร้างลำดับการเรียนรู้ด้วยตนเอง

3) การควบคุมการฝึกปฏิบัติหรือการทดสอบ ความต้องการที่จะฝึกปฏิบัติหรือทำแบบทดสอบหรือไม่ หากทำจะมากน้อยเพียงใด

3. การโต้ตอบ (Interaction) คือ การมีปฏิสัมพันธ์กันระหว่างนักเรียนกับบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน เปิดโอกาสให้นักเรียนได้มีปฏิสัมพันธ์กับผู้สอนได้มากที่สุด เพื่อให้เอื้อต่อการเรียนรู้

4. การให้ผลป้อนกลับโดยทันที (Immediate Feedback) ซึ่งตามแนวคิดของสกินเนอร์ (Skinner) กล่าวว่า ผลป้อนกลับหรือการให้คำตอบถือเป็นการเสริมแรงอย่างหนึ่งแก่นักเรียน การที่บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนมีการให้ผลป้อนกลับแก่นักเรียนทันทีทำให้นักเรียนตรวจสอบการเรียนรู้ของตนเองได้

มนต์ชัย เทียนทอง (2545, 14 – 16) กล่าวว่า บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนยึดหลักการเรียนรู้แบบโปรแกรมตามมโนคติของบทเรียนสำเร็จรูปโดยตอบสนองความแตกต่างระหว่างบุคคลเป็นหลัก และประกอบด้วยคุณลักษณะที่สำคัญ 4 ประการ ได้แก่

1. ความเป็นสารสนเทศ (Information) หมายถึง การจัดระเบียบขององค์ความรู้ที่ถ่ายโยงไปสู่เรียนอย่างเป็นระบบ โดยยึดหลักประสบการณ์การเรียนรู้ ในการจัดระเบียบองค์ความรู้นั้น เป็นการประมวลผลสารสนเทศ (Information Processing) ประกอบด้วยส่วนต่าง ๆ ดังนี้

1) การรับข้อมูลเข้า (Input) โดยใช้อุปกรณ์รับข้อมูล เช่น แป้นพิมพ์ เมาส์ เครื่องอ่านแผ่นซีดี-รอม เป็นต้น

2) ระบบปฏิบัติการ (Operating System) และโปรแกรมการใช้งาน (Application) และระบบนิพจน์บทเรียน

3) การแสดงผลออก (Output) โดยใช้อุปกรณ์แสดงผล เช่น จอภาพ เครื่องพิมพ์ เป็นต้น

2. ความแตกต่างระหว่างบุคคล (Individualization) บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนที่ดีต้องมีลักษณะยืดหยุ่นเพื่อให้นักเรียนมีอิสระในการควบคุมการเรียนของตนเอง รวมทั้งการเลือก รูปแบบของกิจกรรมการเรียนที่เหมาะสมตามความถนัดของตนเอง ได้แก่

1) การควบคุมเนื้อหา บทเรียนต้องเปิดโอกาสให้นักเรียนสามารถเลือกเรียนรู้อเนื้อหาในส่วนที่ต้องการ หรือจะออกจากบทเรียนเมื่อไรก็ได้ นักการศึกษาได้กล่าวถึง ความสามารถที่จะควบคุมกิจกรรมการ นักเรียนจะมีความพอใจในพฤติกรรมของตนเอง แต่ถ้าผลที่ตามมาเป็นการลงโทษ อาจเกิดความเรียนรู้ว่า ถ้าผลที่เกิดตามมาคือรางวัล ไม่พอใจ ทั้งความพอใจ และความไม่พอใจมีความใกล้ชิดกับมาตรฐานของพฤติกรรมที่ผู้แสดงพฤติกรรมได้ตั้งไว้

2) การควบคุมลำดับการเรียน นักเรียนสามารถเลือกเรียนเนื้อหาได้ตามความสนใจ โดยสามารถเลือกรายการใดรายการหนึ่งตามความต้องการ การเปิดโอกาสให้นักเรียนสามารถควบคุมลำดับขั้นการเรียน อันเนื่องมาจากความแตกต่างระหว่างบุคคล นักเรียนที่มีลักษณะแตกต่างกัน และมีความสามารถในการเรียนรู้ต่างกัน อาจชอบวิธีการเรียนการสอนที่แตกต่างกันเป็นธรรมชาติ

3) การควบคุมกิจกรรมการเรียน ซึ่งกิจกรรมการเรียนของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนโดยพื้นฐาน ประกอบด้วย การเลือกรายการบทเรียน การตอบคำถาม การเลือกสื่อการเรียน การสอนที่ตนเองถนัด หรือการมีส่วนร่วมในสถานการณ์จำลอง

3. การมีปฏิสัมพันธ์ (Interaction) เป็นการเปิดโอกาสให้นักเรียนได้มีโอกาสตอบโต้กับบทเรียนอย่างต่อเนื่องตลอดทั้งบทเรียน ซึ่งมีผลทำให้นักเรียนได้เรียนรู้ตามจุดประสงค์ที่ตั้งไว้

4. การให้ผลป้อนกลับโดยทันที (Immediate Feedback) เป็นการเสริมแรงอย่างหนึ่งตามแนวคิดของ Skinner ซึ่งเป็นข้อได้เปรียบในการใช้คุณสมบัติของคอมพิวเตอร์ในการให้ผลป้อนกลับโดยทันทีที่นักเรียนมีปฏิสัมพันธ์กับบทเรียน คุณลักษณะนี้ถือว่าเป็นจุดเด่นที่ทำให้บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนสามารถตอบสนองความต้องการของนักเรียนได้อย่างรวดเร็ว และยังรวมถึงการประมวลผลความรู้จากแบบทดสอบที่นักเรียนลงมือปฏิบัติ โดยไม่ต้องรอคำตอบจากการตรวจของผู้สอนเหมือนการสอนปกติในชั้นเรียน

โดยสรุป คุณลักษณะของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน คือ มีเนื้อหาสาระที่ได้รับ การเรียบเรียงอย่างเป็นระบบ มีความยืดหยุ่น ตรงตามวัตถุประสงค์การสอน นักเรียนมีอิสระในการควบคุมการเรียนหรือเลือกเรียนเนื้อหาได้ตามความสนใจ สามารถโต้ตอบกับบทเรียนได้อย่างต่อเนื่อง มีการทดสอบหรือประเมินความเข้าใจของนักเรียนในเนื้อหาหรือทักษะต่าง ๆ ตามวัตถุประสงค์การสอน และสามารถตอบสนองความแตกต่างระหว่างบุคคล โดยเปิดให้ผู้เรียนมีการปฏิสัมพันธ์กับบทเรียนที่วางไว้อยู่ตลอดเวลา มีการป้อนผลย้อนกลับทันที เพื่อให้นักเรียนได้ทราบพัฒนาการของตนเอง ถือว่าเป็นลักษณะเด่นของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน

ในการศึกษาครั้งนี้ ผู้วิจัยได้ออกแบบเนื้อหาบทเรียนให้มีคุณลักษณะตามหลักการ คือ สารสนเทศ ความแตกต่างระหว่างบุคคล การโต้ตอบ และการให้ผลตอบกลับโดยทันที

1.3 ประโยชน์ของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน

มีนักการศึกษาและนักเทคโนโลยีและสื่อสารการศึกษา กล่าวถึงประโยชน์ของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน ดังนี้

ถนอมพร เลหาจรัสแสง (2541, น.12) บุญเกื้อ ควรหาเวช (2543, น.68-69) กล่าวว่า บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนมีประโยชน์ต่อการเรียนการสอน ดังนี้

1. ใช้ในการฝึกฝนทักษะและเพิ่มเติมความรู้ ผู้สอนสามารถนำบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนไปช่วยในการสอนเสริมหรือทบทวนการสอนปกติในชั้นเรียนได้ โดยที่ผู้สอนไม่จำเป็นต้องเสียเวลาในการสอนซ้ำกับนักเรียนที่ตามไม่ทันหรือจัดการสอนเพิ่มเติม
2. ใช้ในการเรียนด้วยตนเอง นักเรียนสามารถนำบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนไปใช้ในการเรียนด้วยตนเองในเวลา และสถานที่ที่นักเรียนสะดวก เช่น แทนที่จะต้องเดินทางมายังชั้นเรียนตามปกติ นักเรียนก็สามารถเรียนด้วยตนเองที่บ้านได้
3. ใช้สร้างแรงจูงใจแก่นักเรียน บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนที่ได้รับการออกแบบมาอย่างดี ถูกต้องตามหลักการของการออกแบบบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนนั้น สามารถที่จะจูงใจนักเรียนให้เกิดความกระตือรือร้นที่จะเรียนและสนุกสนานไปกับการเรียนด้วย
4. ส่งเสริมการเรียนรู้ตามเอกัตภาพ นักเรียนสามารถเรียนรู้ได้ด้วยตนเองตามความพร้อมและพัฒนาความรู้ได้ตามศักยภาพของตนเอง
5. ใช้ในการทบทวนความรู้ นักเรียนมีโอกาสเรียนได้หลายครั้งเท่าที่ต้องการ
6. ใช้เพื่อการศึกษา นักเรียนรายบุคคล ความสามารถในการเก็บข้อมูลของเครื่องคอมพิวเตอร์ ทำให้สามารถนำมาใช้ในลักษณะของการศึกษารายบุคคลได้เป็นอย่างดี โดยสามารถกำหนดบทเรียนให้แก่แก่นักเรียนแต่ละคนและแสดงผลความก้าวหน้าให้เห็นได้ทันที
7. ใช้ในบันทึกข้อมูลเพื่อการออกแบบการเรียน ความสามารถของหน่วยความจำของเครื่องคอมพิวเตอร์ ช่วยในการบันทึกคะแนน และพฤติกรรมต่างๆ ของนักเรียน เพื่อใช้ในการวางแผนบทเรียนในขั้นต่อไปได้
8. นักเรียนสามารถควบคุมการเรียนด้วยตนเอง นักเรียนมีโอกาสโต้ตอบกับคอมพิวเตอร์และควบคุมการเรียนเองได้
9. ช่วยให้นักเรียนสนใจบทเรียน บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนมีภาพเคลื่อนไหว สีและเสียง ที่ทำให้นักเรียนไม่เบื่อหน่ายต่อการเรียน
10. ใช้ในการเรียนที่นักเรียนเป็นศูนย์กลาง ตัวนักเรียนเป็นศูนย์กลางการเรียนรู้ ความแตกต่างของนักเรียนไม่มีผลต่อการเรียนรู้ดังเช่นวิธีการอื่นๆ

11. ช่วยให้นักเรียนสามารถเรียนไปตามขั้นตอน นักเรียนได้เรียนจากง่ายไปหายาก หรือเลือกเรียนในหัวข้อที่ตนเองสนใจก่อนได้

12. ช่วยฝึกนักเรียนให้คิดอย่างมีเหตุผล นักเรียนต้องตอบโต้กับบทเรียนตลอดเวลา เพื่อแก้ปัญหาหรือตอบคำถาม

13. ช่วยให้ผู้สอนควบคุมนักเรียนได้อย่างใกล้ชิด นักเรียนสามารถใช้บทเรียน คอมพิวเตอร์ช่วยสอนในการเรียนรู้ ทำให้ผู้สอนมีเวลาเพียงพอในการดูแลนักเรียนอย่างใกล้ชิดมากขึ้น

สุพัฒน์ สุขมลสันต์ (2541, น.18 - 22) กล่าวว่า ประโยชน์ของคอมพิวเตอร์ช่วยสอน แบ่งเป็น 1) ประโยชน์สำหรับผู้เรียน และ 2) ประโยชน์สำหรับผู้สอน ดังนี้

ประโยชน์สำหรับผู้เรียน

1. ผู้เรียนสามารถเรียนได้ตามเอกภาพตามอัตราความก้าวหน้าของตนเอง

2. มีการให้ผลย้อนกลับทันทีด้วยภาพ เสียง สี สีสันที่สวยงาม ทำให้ผู้เรียน สนุกสนานตื่นเต้น ไม่เกิดความเบื่อหน่ายกับบทเรียน

3. ช่วยให้ผู้เรียน เรียนได้ดี และรวดเร็วกว่าการเรียนตามปกติ

4. สามารถประเมินผลการเรียนรู้ได้ทันที่

5. ฝึกให้ผู้เรียนคิดอย่างมีเหตุผล

6. ปลุกฝังนิสัยความรับผิดชอบให้ผู้เรียน เนื่องจากเป็นการศึกษารายบุคคล ผู้เรียนต้องรับผิดชอบการเรียนรู้ของตนเอง

7. ผู้เรียนมีส่วนร่วมในกิจกรรมการเรียนอย่างเต็มที่

8. ผู้เรียนเลือกบทเรียนได้หลายแบบ ไม่ทำให้เกิดความเบื่อหน่าย

9. สร้างแรงจูงใจให้แก่ผู้เรียน เพราะเป็นสิ่งแปลกใหม่

ประโยชน์สำหรับผู้สอน

1. ผู้สอนมีเวลาในการดูแลเอาใจใส่การเรียนของผู้เรียนเพิ่มขึ้น

2. ผู้สอนมีเวลาในการศึกษาหาความรู้เพิ่มเติมเพื่อพัฒนาความสามารถ และ ประสิทธิภาพในการสอนของตนให้ดีขึ้น

3. ช่วยลดเวลาในการสอนบทเรียนหนึ่ง ๆ เพราะผลจากการวิจัยส่วนใหญ่พบว่า บทเรียนที่มีลักษณะเป็นแบบโปรแกรม สามารถสอนเนื้อหาได้มากกว่าการสอนแบบอื่น ๆ โดยใช้เวลาน้อยกว่า ผู้สอนจึงสามารถเพิ่มเติมเนื้อหาและแบบฝึกหัดได้อย่างเต็มที่ตามความเหมาะสม และ ความต้องการของผู้เรียนหรือตามที่ผู้สอนเห็นสมควร

4. เป็นเครื่องมือสำหรับผู้สอนในการสาธิตเรื่องยาก และซับซ้อนให้เข้าใจง่าย ด้วย การใช้ภาพ สี แสง เสียง และภาพเคลื่อนไหวต่าง ๆ ในบทเรียน

5. ผู้สอนสามารถปรับปรุงแก้ไขบทเรียนได้โดยง่าย โดยสามารถเพิ่มเติมเนื้อหา และรายละเอียดของบทเรียนได้ตามต้องการ

6. ช่วยในเรื่องของการบันทึกการตอบคำถามและการประเมินผลของผู้เรียน ผู้สอนสามารถควบคุมคุณภาพของบทเรียนและผลสัมฤทธิ์ของผู้เรียนได้

ฮาลล์ (Hall,1982, p.362) กล่าวว่า บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนมีประโยชน์ สำหรับครู สรุปได้ดังนี้

1. ลดชั่วโมงสอนเพื่อปรับปรุงการสอน
2. ลดเวลาที่จะต้องติดต่อกับผู้เรียน
3. มีเวลาศึกษาคำรา งานวิจัย และพัฒนาความสามารถให้มากยิ่งขึ้น
4. ช่วยการสอนในชั้นเรียนสำหรับผู้มีงานสอนมาก โดยการเปลี่ยนแปลงจากฝึกทักษะในห้องเรียนมาใช้คอมพิวเตอร์แทน
5. ให้โอกาสในการสร้างสรรค์ และพัฒนานวัตกรรมใหม่ๆ สำหรับหลักสูตรและวัสดุการศึกษา
6. เพิ่มวิชาสอนโดยคอมพิวเตอร์ช่วยสอนตามความต้องการของนักเรียน
7. ช่วยพัฒนางานทางวิชาการ
8. ช่วยให้มีเวลาสำหรับตรวจสอบและพัฒนาหลักสูตรตามหลักวิชาการ
9. ช่วยเพิ่มวัตถุประสงค์ของการสอนได้เท่าที่จะเป็นไปได้

โดยสรุป บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนมีประโยชน์ คือ ในด้านผู้สอนสามารถนำ บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนไปช่วยในการสอนเสริมหรือทบทวนการสอนปกติในชั้นเรียนได้ ใช้เวลา สอนด้วยตัวเองน้อยลง มีเวลาในการศึกษาและพัฒนาการเรียนการสอนมากขึ้น และยังสามารถทราบ ความสามารถของผู้เรียนได้อย่างต่อเนื่อง ในด้านนักเรียนสามารถนำไปใช้ในการเรียนด้วยตนเองใน เวลาและสถานที่ที่สะดวก บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนสามารถจูงใจนักเรียนให้เกิดความ กระตือรือร้นที่จะเรียนและสนุกสนานไปกับการเรียน นักเรียนสามารถเรียนได้ตามความสามารถของ ตนเอง และสามารถประเมินความก้าวหน้าของตนเองได้ สามารถควบคุมการเรียนได้ด้วยตนเอง บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนยังมีการเสริมแรงได้อย่างรวดเร็ว ด้วยสีสรร ภาพเคลื่อนไหว และเสียง ที่สร้างแรงจูงใจให้แก่ผู้เรียนได้อย่างมีประสิทธิภาพ นอกจากนี้การบันทึกผลการเรียนลงในเครื่อง คอมพิวเตอร์เป็นประโยชน์ในการนำไปใช้ในการวางแผนบทเรียนในขั้นต่อไป

1.4 ข้อดีและข้อจำกัดของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน

1.4.1 ข้อดีของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน

มีนักการศึกษาและนักเทคโนโลยีและสื่อสารการศึกษา กล่าวว่า บทเรียน คอมพิวเตอร์ช่วยสอนมีข้อดีในการส่งเสริมการเรียนการสอน ดังนี้

กฤษมันต์ วัฒนานรงค์ (2536, น.136) กล่าวว่า ข้อดีของบทเรียนคอมพิวเตอร์ มีดังนี้

1. ด้านสีสัน ความสวยงาม เนื่องจากบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนที่มีสีสันดึงดูดใจผู้เรียนได้ดีกว่าสีขาว ดำ และยังมีผลในด้านความจำคงทนกว่า
2. ด้านเสียง นอกจากใช้เสียงเป็นสิ่งเร้ายังสามารถใช้เพื่อเป็นข้อมูลย้อนกลับในการตอบถูกผิด
3. ด้านกราฟิก ภาพหรือกราฟิกในบทเรียนคอมพิวเตอร์จะได้เปรียบในแง่การเคลื่อนไหวได้ประกอบคำอธิบาย พร้อมกับสีที่เปลี่ยนไป ทำให้ผู้เรียนมีความเข้าใจและสนใจมากยิ่งขึ้น
4. ด้านการศึกษาด้วยตนเอง ถ้าผู้เรียนมีโอกาสได้เรียนรู้ตามความสามารถและความสนใจของตนเอง การเรียนรู้จะมีประสิทธิภาพสูงสุด และได้เปรียบเทียบบทเรียนแบบโปรแกรม คือ สามารถกลับเข้าไปเรียนได้อีก เป็นวิธีการสอนที่เน้นผู้เรียนเป็นศูนย์กลาง โดยคำนึงถึงความแตกต่างของนักเรียนเป็นสำคัญ
5. ด้านกิจกรรม เพราะลักษณะของบทเรียนนั้นจะเป็นการพูดคุยกันระหว่างผู้เรียนกับคอมพิวเตอร์ ผู้เรียนมีโอกาสเลือก ตัดสินใจ หรือแสดงความคิดเห็นด้วยตนเองได้ด้วยการเติมข้อมูล
6. ด้านความรู้สึก ผู้เรียนมีความรู้สึกเหมือนกับว่าตนเองกำลังเรียน ศึกษา หรือกำลังคุยกับใครคนหนึ่ง ซึ่งมีความรู้สึก มีอารมณ์ขัน มีความชอบใจ ไม่ชอบใจ ทำให้ผู้เรียนอยากที่จะเรียนรู้
7. ด้านการให้ข้อมูลย้อนกลับ เป็นการบอกให้ผู้เรียนทราบว่าตนเองทำไปหรือตอบไปนั้นผิดหรือถูกอย่างไร และเป็นการเสริมแรงอีกทางหนึ่งด้วย ซึ่งข้อดีคือ สามารถให้ข้อมูลย้อนกลับได้อย่างรวดเร็วในลักษณะเป็นทั้งภาพและเสียง
8. ด้านกระตุ้นความอยากรู้อยากเห็น เนื่องจากผู้เรียนไม่สามารถบอกได้ว่าเขาจะพบอะไรในหน้าต่อไป
9. ผู้เรียนสามารถทราบผลการเรียนของตนเองในการปฏิบัติกิจกรรมได้เร็วกว่าสื่ออื่นๆ เนื่องจากผู้เรียนไม่สามารถแอบดูคำตอบก่อนได้เหมือนตำราเรียน และไม่สามารถข้ามขั้นตอนของระบบการเรียนการสอนได้
10. สามารถติดตามความก้าวหน้าของผู้เรียนแต่ละคน วิเคราะห์ผลการเรียนของแต่ละคนได้
11. ลดเวลาเรียนลง เมื่อเทียบกับการเรียนในห้องเรียน

กิดานันท์ มลิทอง (2543, น.253-254) กล่าวว่า ข้อดีของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน มีดังนี้

1. เพิ่มแรงจูงใจในการเรียนรู้ให้แก่นักเรียน เนื่องจากการเรียนด้วยคอมพิวเตอร์เป็นประสบการณ์ที่แปลกใหม่
2. การสร้างความเข้าใจแก่นักเรียน การใช้สี ภาพลายเส้นที่แลดูคล้ายเคลื่อนไหว ตลอดจนเสียงดนตรี จะเป็นการเพิ่มความเหมือนจริงและเร้าใจนักเรียนให้เกิดความอยากเรียนรู้ทำแบบฝึกหัด หรือทำกิจกรรมต่างๆ
3. ช่วยในการวางแผนบทเรียน ความสามารถของหน่วยความจำของเครื่องคอมพิวเตอร์ช่วยในการบันทึกคะแนนและพฤติกรรมต่างๆ ของนักเรียนไว้ เพื่อใช้ในการวางแผนบทเรียนในขั้นต่อไปได้
4. ช่วยในการศึกษานักเรียนเป็นรายบุคคล ความสามารถในการเก็บข้อมูลของเครื่อง ทำให้สามารถนำไปใช้ได้ในลักษณะของการศึกษารายบุคคลได้เป็นอย่างดี โดยสามารถกำหนดบทเรียนให้แก่แก่นักเรียนแต่ละคนและแสดงผลความก้าวหน้าให้เห็นได้ทันที
5. สร้างความเป็นส่วนตัวแก่นักเรียน ลักษณะของโปรแกรมบทเรียนที่ให้ความเป็นส่วนตัวแก่นักเรียน เป็นการช่วยให้นักเรียนที่เรียนช้าสามารถเรียนได้ตามความสามารถของตนโดยสะดวกอย่างไม่มีแรง โดยไม่ต้องอายผู้อื่นและไม่ต้องอายเครื่องเมื่อตอบคำถามผิด
6. ช่วยให้ผู้สอนควบคุมนักเรียนได้อย่างใกล้ชิด บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนช่วยขยายความสามารถของผู้สอนในการควบคุมนักเรียนได้อย่างใกล้ชิด เนื่องจากสามารถบรรจุข้อมูลได้ง่ายและสะดวกในการนำออกมาใช้

โดยสรุป บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนมีข้อดีในการช่วยให้นักเรียนเกิดความสนใจในเนื้อหา รู้สึกสนุกสนานไม่เบื่อหน่าย นักเรียนสามารถกำหนดเส้นทางการเรียนได้เอง มีอิสระในการเรียน ได้รับผลย้อนกลับทันทีที่ทำให้แก้ไขจุดบกพร่องของตนเองได้ทันเวลา ครูผู้สอนสามารถนำผลการเรียนที่บันทึกไว้ในโปรแกรมคอมพิวเตอร์มาใช้ในการออกแบบบทเรียนเพื่อพัฒนา นักเรียนต่อไปได้ สามารถแก้ไขหรือพัฒนาบทเรียนได้ง่าย มีเวลาในการควบคุมและให้คำปรึกษา นักเรียนเป็นรายบุคคลมากขึ้น สามารถลดปัญหาการขาดแคลนครูได้

1.4.2 ข้อจำกัดของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน

มีนักการศึกษาและนักเทคโนโลยีและสื่อสารการศึกษา กล่าวถึงข้อจำกัดของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน ดังนี้

กฤษมันต์ วัฒนานรงค์ (2536, น.138) กล่าวว่า ข้อจำกัดของบทเรียนคอมพิวเตอร์ มีดังนี้

1. การออกแบบต้องใช้เวลาและความสามารถ ครูผู้สอนรู้เนื้อหาวิชาอาจไม่สามารถสร้างโปรแกรมคอมพิวเตอร์ช่วยสอนด้วยตนเองได้ และการพึ่งพานักเขียนโปรแกรมคอมพิวเตอร์ยังต้องพบกับอุปสรรคและข้อจำกัดอยู่

2. โปรแกรมคอมพิวเตอร์ไม่สามารถสอนเนื้อหาบางเนื้อหาในลำดับสูงๆ ของพุทธิพิสัยได้ ทั้งนี้รวมถึงเนื้อหาที่เกี่ยวกับเจตพิสัย และทักษะพิสัยซึ่งมีข้อจำกัดมากขึ้น

3. เมื่อเวลาผ่านไปผู้เรียนจะเริ่มเคยชินกับคอมพิวเตอร์ ซึ่งจะทำให้ความกระตือรือร้นและแรงจูงใจที่เคยมีมากกลับลดลง และอาจส่งผลให้นักเรียนไม่อยากจะเรียนกับเครื่องคอมพิวเตอร์อีก

4. บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนไม่ส่งเสริมพัฒนาการทางสังคม เพราะนักเรียนจะใช้เวลาและทักษะการโต้ตอบกับเครื่องคอมพิวเตอร์มากกว่าครูผู้สอนหรือเพื่อนในห้องเรียน

5. นักเรียนบางประเภท โดยเฉพาะในกลุ่มใหญ่ที่ไม่ชอบการเรียนรู้ตามลำดับขั้นหรือเป็นไปตามขั้นตอนของโปรแกรม ซึ่งโปรแกรมคอมพิวเตอร์ช่วยสอนส่วนมากมีหลักการออกแบบเป็นขั้นตอน ซึ่งเป็นการบังคับแผนการเรียนกับนักเรียน

6. โปรแกรมที่ออกแบบใช้เพื่อบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน ส่วนมากไม่ส่งเสริมความคิดสร้างสรรค์ น้อยมากที่จะมีนักเขียนโปรแกรมคอมพิวเตอร์ที่สามารถทำให้บทเรียนส่งเสริมความคิดสร้างสรรค์ โดยมากจะถูกจำกัดความคิดให้อยู่ในกรอบที่ผู้สร้างโปรแกรมได้ทำไว้

ถนอมพร เลหาจรัสแสง (2544, น.57-60) กล่าวว่า ข้อจำกัดของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน มีดังนี้

1. การพัฒนาโปรแกรมคอมพิวเตอร์ช่วยสอนทำให้เสียค่าใช้จ่ายสูง
2. การพัฒนาบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนในแต่ละครั้ง ต้องใช้ผู้เชี่ยวชาญหลากหลายสาขาร่วมกันคิดและพัฒนาบทเรียน

3. ใช้ระยะเวลายาวนานมากในการพัฒนาบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน
4. เป็นการยากในการออกแบบบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนให้มีคุณภาพดี
5. การปฏิสัมพันธ์กันระหว่างผู้สอนกับผู้เรียนหรือระหว่างผู้เรียนกับเพื่อน
ลดลง

6. ผู้เรียนบางคนโดยเฉพาะผู้เรียนระดับผู้ใหญ่อาจไม่ชอบบทเรียนที่เป็นขั้นตอน

7. บทเรียนถูกออกแบบไว้แน่นอนตามกระบวนการจัดการของโปรแกรมจึงไม่สามารถตรวจสอบพฤติกรรมการเรียนของผู้เรียนได้

8. โปรแกรมคอมพิวเตอร์ช่วยสอนส่วนมากไม่มีความเป็นธรรมชาติเหมือนที่เรียนอยู่ในชั้นเรียนตามปกติ

โดยสรุป บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนมีข้อจำกัด คือ ข้อจำกัดเรื่องรูปแบบของการปฏิสัมพันธ์ระหว่างนักเรียนกับโปรแกรมบทเรียนซึ่งนักเรียนสามารถตอบโต้กับบทเรียนได้ตามรายการที่กำหนดไว้เท่านั้น คำอธิบายในบทเรียนถูกวางไว้ตายตัว ไม่มีความยืดหยุ่น การเน้นความสนุกสนานมากกว่าการเสนอเนื้อหาสาระ และราคาค่าใช้จ่าย

1.5 ประเภทของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน

นักการศึกษาได้มีการแบ่ง ประเภทตามรูปแบบของบทเรียนแตกต่างกัน ดังนี้

กิดานันท์ มลิทอง (2543, น.187-191) พรเทพ เมืองแมน (2544, ม.ป.น.) และ ทักษิณา สวานานนท์ (2530, ม.ป.น.) กล่าวถึงประเภทของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนสรุปได้ ดังนี้

1. การสอนเนื้อหาหรือสอนเสริม (Tutorial Instructive) บทเรียนในลักษณะแบบนี้จะเป็นโปรแกรมที่เสนอเนื้อหาความรู้เป็นเนื้อหาย่อยๆ แก่นักเรียนในรูปแบบของข้อความ ภาพ เสียง หรือทุกรูปแบบรวมกันแล้วให้นักเรียนตอบคำถาม เมื่อนักเรียนให้คำตอบแล้ว คำตอบนั้นจะได้รับการวิเคราะห์เพื่อให้ข้อมูลย้อนกลับทันที แต่ถ้านักเรียนตอบคำถามนั้นซ้ำ และยังมีผิดอีกก็จะมี การให้เนื้อหาเพื่อทบทวนใหม่จนกว่านักเรียนจะตอบถูกแล้วจึงให้ตัดสินใจว่าจะยังคงเรียนเนื้อหาในบท นั้นอีกหรือจะเรียนในบทใหม่ต่อไป บทเรียนในรูปแบบของบทเรียนโปรแกรมแบบสาขาสามารถใช้ สอนได้ในทุกสาขาวิชานับตั้งแต่ด้านมนุษยศาสตร์ไปจนถึงวิทยาศาสตร์ และเป็นบทเรียนที่เหมาะสม ในการสอนเนื้อหาข้อมูลที่เกี่ยวข้องกับข้อเท็จจริง เพื่อการเรียนรู้ทางด้านกฎเกณฑ์หรือทางด้านวิธีการ แก้ปัญหาต่างๆ สำหรับบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนแบบนี้สามารถแบ่งออกได้เป็น 2 รูปแบบ คือ

1.1 บทเรียนแบบเส้นตรง (Linear Program) โปรแกรมประเภทนี้ใช้สำหรับการ เสนอเนื้อหาของวิชาต่างๆ ให้แก่นักเรียน ดังนั้นคอมพิวเตอร์จะมีบทบาทเป็นผู้สอน หรือ Tutor เนื้อหาของบทเรียน การสอนเนื้อหาอาจจะเสนอเป็นเฟรมๆ ตั้งแต่เฟรมแรกไปจนถึงเฟรมสุดท้ายแล้ว ให้ตอบคำถามท้ายบทเรียนหรืออีกวิธีหนึ่งคือเสนอเนื้อหาเป็นตอนๆ แต่ละตอนอาจจะต้องมีตั้งแต่ 1 เฟรมขึ้นไป พอจบบทเรียนแต่ละตอนแล้วมีคำถามท้ายบท ถ้าการตอบคำถามท้ายบทไม่ผ่านเกณฑ์ที่ กำหนด นักเรียนสามารถกลับไปทบทวนเรียนใหม่ก่อนจะขึ้นบทเรียนหรือตอนใหม่ต่อไป

1.2 บทเรียนแบบสาขา (Branching Tutorial) เป็นการนำเสนอเนื้อหาและ บทเรียนหลายๆ หัวข้อแล้วให้นักเรียนเลือกบทเรียนตามความต้องการ ดังนั้นจึงเหมาะกับบทเรียนที่มี เนื้อหามากๆ การสอนเนื้อหาแบ่งเป็นหัวข้อย่อยตามความเหมาะสมกับระดับชั้น เพื่อให้ไม่ใช้เวลา มากและน่าเบื่อจนเกินไป การสอนเนื้อหาแบบใด หัวข้อใด เรื่องใด ควรเน้นเรื่องใดมาก่อนหลัง หลังจาก การศึกษาบทเรียนแต่ละเรื่องแล้วอาจจะมีคำถามท้ายบท บทเรียนแบบนี้การออกแบบและการสร้าง

ยุ่งยากกว่าแบบเส้นตรง แต่สร้างบทเรียนได้ครอบคลุมเนื้อหาได้กว้างและลึก นักเรียนสามารถเลือกบทเรียนได้ตามความถนัดและความสนใจ

2. แบบฝึกหัดและแบบฝึก (Drill and Practice) เป็นลักษณะบทเรียนโปรแกรมที่สามารถเลือกบทเรียนได้ตามระดับความสามารถของผู้เรียน มีแบบฝึกหัดให้ทำเพื่อทดสอบระดับความรู้ และสามารถทบทวนบทเรียนได้ เมื่อยังไม่เข้าใจหรือมีความรู้ไม่เพียงพอ แบบฝึกหัดอาจเป็นทักษะทางคณิตศาสตร์ วิทยาศาสตร์ ภาษาต่างๆ รวมทั้งการอ่านและการสะกดตัวอักษรด้วย หรืออาจเป็นทักษะอื่นๆ ที่ต้องทำซ้ำๆ กัน การฝึกทักษะและทำแบบฝึกหัดส่วนใหญ่จะใช้เสริมบทเรียนเมื่อผู้สอนสอนบทเรียนบางอย่างไปบ้างแล้วให้นักเรียนทำแบบฝึกหัดจากคอมพิวเตอร์ ลักษณะของแบบฝึกหัดที่นิยมกันมาก คือ การจับคู่ การชี้ว่าถูกหรือผิด การเลือกข้อที่ถูกจากตัวเลือก การใช้คอมพิวเตอร์ในกรณีนี้จะมีประสิทธิภาพดีถ้าโปรแกรมมีประสิทธิภาพดี โปรแกรมในการฝึกทักษะและทำแบบฝึกหัดนี้ ไม่เพียงแต่จะช่วยผู้เรียนในด้านความจำ แต่ยังช่วยในด้านการฝึกหัดให้คิดด้วย เพราะคอมพิวเตอร์จะเป็นฝ่ายตั้งคำถามให้ผู้เรียนเป็นผู้ตอบตลอดเวลา ถ้าผู้เรียนไม่รู้จักคิดก็ไม่สามารถตอบคำถามนั้นๆ ได้

3. แบบจำลองสถานการณ์ (Simulation) ใช้กับการเรียนที่เรียนกับของจริงได้ยาก หรือเสี่ยงอันตราย เช่น จำลองการเรียนการบิน การเดินทางในอวกาศ เป็นต้น จะช่วยให้ผู้เรียนมีความรู้และความชำนาญอย่างแท้จริง ความสำเร็จของนักเรียนจึงอยู่ที่ความสามารถในการจำลองสถานการณ์ ซึ่งแบ่งได้ 3 ลักษณะใหญ่ ๆ คือ

3.1 การจำลองสภาพการณ์ทำงาน (Task Performance Simulation) เช่น การจำลองสภาพการขับเครื่องบิน การขับรถ เป็นต้น

3.2 การจำลองสภาพแบบจำลองระบบ (System Modeling Simulation) เช่น จำลองระบบการจัดการจราจร การเดินทางรถทางเดียวในนครหลวง เพื่อดูว่าจะมีวิธีแก้ไขปัญหอย่างใดหรือไม่ ก่อนจะลงมือทำบนถนนจริงๆ

3.3 การจำลองสภาพประสบการณ์ (Experience Encounter Simulation) เช่น การทดลองทำงานหรือการตัดสินใจบางเรื่องโดยที่เหตุการณ์จริงยังไม่เกิด แต่ผู้เรียนได้เรียนรู้จากสถานการณ์ว่า ประสบการณ์ของตนจะเป็นอย่างไรถ้าอยู่ในสภาพของสถานการณ์นั้น ทำให้คิดล่วงหน้าได้ว่า ควรจะพิจารณาเป็นปัจจัยอะไรบ้าง รู้ว่าจะมีความรู้สึกความคิดเห็นต่าง ๆ อย่างไร

4. เกมการเรียนการสอน (Instruction Game) เป็นการเรียนรู้จากการเล่น ช่วยให้ผู้เรียนได้เรียนรู้เกี่ยวกับหลักวิชาการที่ผู้เรียนยังไม่เคยเรียนมาก่อน ทำให้ผู้เรียนได้ความรู้และความสนุกสนานพร้อมๆ กัน เป้าหมายสำคัญของเกมการเรียนการสอนคือช่วยให้เด็กได้เรียนรู้เป็นสำคัญ และมีส่วนที่เหมือนกับเกมทั่วไป คือ เป็นการแข่งขันเพื่อชัยชนะและนำไปสู่การเรียนรู้ เกมการเรียนการสอน มี 2 ประเภท คือ

4.1 เกมการแข่งขันเป็นเกมที่มองแต่ชัยชนะ สอนให้เป็นตัวของตัวเอง ทำให้
อยากประสบผลสำเร็จ

4.2 เกมการร่วมมือ เป็นการแก้ปัญหาของกลุ่ม สอนการทำงานเป็นกลุ่ม เช่น
เกมที่ต้องช่วยเหลือพึ่งพากัน ผู้เรียนแต่ละคนมีความสามารถพิเศษแตกต่างกัน แต่มีเป้าหมาย
ร่วมกันคือช่วยให้ทุกคนอยู่รอด

5. การสาธิต (Demonstration) การสาธิตโดยใช้คอมพิวเตอร์มีลักษณะคล้ายกับ
การสาธิตของครู แต่การสาธิตโดยใช้คอมพิวเตอร์น่าสนใจกว่า เพราะคอมพิวเตอร์ให้ทั้งเส้นกราฟที่
สวยงาม มีสีสันทัน และเสียงประกอบอีกด้วย ครูสามารถนำคอมพิวเตอร์มาช่วยเพื่อสาธิตเกี่ยวกับวิชา
คณิตศาสตร์และวิทยาศาสตร์ได้หลายแขนง เช่น สาธิตเกี่ยวกับการโคจรของดาวเคราะห์ในระบบ
สุริยจักรวาล และการหมุนเวียนของโลก เป็นต้น

6. การทดสอบ (Test) การใช้โปรแกรมคอมพิวเตอร์เพื่อการทดสอบ มิใช่เป็นการใช้
เพียงเพื่อปรับปรุงคุณภาพของแบบทดสอบเพื่อวัดความรู้ของนักเรียนเท่านั้น แต่ยังช่วยให้ผู้สอนมี
ความรู้สึกที่เป็นอิสระจากการผูกมัดทางด้านกฎเกณฑ์ต่างๆ เกี่ยวกับการทดสอบได้อีกด้วย หรือ
คำถามจากบทเรียนมาเป็นการทดสอบแบบมีปฏิสัมพันธ์ระหว่างคอมพิวเตอร์กับนักเรียนหรือผู้ที่ได้รับ
การทดลองซึ่งเป็นที่น่าสนุกสนานใจกว่า พร้อมกันนั้นก็อาจเป็นการสะท้อนถึงความสามารถของนักเรียน
ที่จะนำความรู้ต่างๆ มาใช้ในการตอบได้อีกด้วย

7. การไต่ถาม (Inquiry) คอมพิวเตอร์ช่วยสอนสามารถใช้ในการค้นหาข้อเท็จจริง
แนวคิดหรือข่าวสารที่เป็นประโยชน์ คอมพิวเตอร์ช่วยสอนจะมีแหล่งข้อมูลที่เป็นประโยชน์ซึ่ง
สามารถแสดงได้ทันทีเมื่อผู้เรียนต้องการรู้ด้วยระบบง่าย ๆ ที่ผู้เรียนสามารถทำได้เพียงกดหมายเลข
หรือใส่รหัสตัวย่อของแหล่งข้อมูล ซึ่งจะต้องคำถามของผู้เรียนได้ตามความต้องการ

8. การแก้ปัญหา (Problem-Solving) เป็นการให้นักเรียนฝึกความคิด การตัดสินใจ
โดยการมีการกำหนดเกณฑ์นั้น โปรแกรมที่ให้นักเรียนเขียนเอง นักเรียนจะเป็นผู้กำหนดปัญหาและ
เขียนโปรแกรมสำหรับแก้ปัญหานั้น โดยที่คอมพิวเตอร์จะช่วยในการคิดคำนวณและหาคำตอบที่
ถูกต้องให้ ในกรณีนี้คอมพิวเตอร์จะเป็นเครื่องช่วยสอนให้นักเรียนบรรลุถึงทักษะของการแก้ปัญหา
โดยการคำนวณข้อมูล และจัดการสิ่งที่ยุ่งยากซับซ้อนให้ง่ายต่อการเรียนรู้ แต่ถ้าเป็นการแก้ปัญหาโดย
ใช้โปรแกรมที่มีผู้เขียนไว้แล้ว คอมพิวเตอร์จะทำการคำนวณให้ ในขณะที่นักเรียนเป็นผู้จัดการกับ
ปัญหาเหล่านั้นเอง เช่น ในการหาพื้นที่ของดินแปลงหนึ่ง ปัญหาที่ได้อยู่ที่ว่านักเรียนจะคำนวณหา
พื้นที่ได้เท่าไร แต่ขึ้นอยู่กับว่าจะจัดการหาพื้นที่ได้อย่างไรเสียก่อน เป็นต้น

9. บทสนทนา (Dialogue) เป็นการเลียนแบบการสอนในห้องเรียน กล่าวคือ
พยายามให้เป็นการพูดคุยระหว่างผู้สอนและผู้เรียน เพียงแต่ว่าแทนที่จะใช้เสียงก็อาจจะเป็นจอภาพ

แล้วมีการสอนด้วยการตั้งคำถาม ลักษณะในการใช้แบบสอบถามก็เป็นการแก้ปัญหาอย่างหนึ่ง เช่น บทเรียนสำหรับนักเรียนแพทย์ อาจเป็นสมมติสภาพของคนไข้ให้ผู้เรียนกำหนดวิธีการรักษาให้ได้

10. การค้นหา (Discovery) เป็นการเปิดโอกาสให้นักเรียนสามารถเรียนรู้จากประสบการณ์ของตนเองให้มากที่สุด โดยการเสนอปัญหาให้นักเรียนแก้ไขด้วยการลองผิดลองถูก หรือโดยวิธีการจัดระบบเข้ามาช่วย โปรแกรมคอมพิวเตอร์จะช่วยให้ข้อมูลแก่นักเรียนเพื่อช่วยในการค้นพบนั้นจนกว่าจะได้ข้อสรุปที่ดีที่สุด ตัวอย่างเช่น นักขายที่มีความสนใจจะขายสินค้าเพื่อเอาชนะคู่แข่งโปรแกรมจะจัดให้มีสินค้ามากมายหลายประเภท เพื่อให้นักขายทดลองจัดแสดงเพื่อดึงดูดความสนใจของลูกค้า และเลือกวิธีการดูว่าจะขายสินค้าประเภทใดด้วยวิธีการใดจึงจะทำให้ลูกค้าซื้อสินค้าของตน เพื่อนำไปสู่ข้อสรุปว่าควรจะมีวิธีการขายอย่างไรที่จะสามารถเอาชนะคู่แข่งได้

11. แบบรวมวิธีการต่าง ๆ เข้าด้วยกัน (Combination) เป็นโปรแกรมที่สร้างจากวิธีการสอนหลายแบบรวมกัน ซึ่งจะต้องสอดคล้องกับวัตถุประสงค์ในการเรียนการสอน มีทั้งลักษณะที่เป็นการใช้เพื่อการสอนเกม การโต้ถามให้ข้อมูล รวมทั้งประสบการณ์แก้ปัญหา

ถนอมพร เลหาจรัสแสง (2541, น.11 – 12) กล่าวว่า บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนสามารถแบ่งออกได้เป็น 5 ประเภทด้วยกัน ดังนี้

1. คอมพิวเตอร์ช่วยสอนประเภทติวเตอร์ คือ บทเรียนคอมพิวเตอร์ซึ่งนำเสนอเนื้อหาแก่นักเรียน ไม่ว่าจะป็นเนื้อหาใหม่หรือการทบทวนเนื้อหาเดิมก็ตาม ส่วนใหญ่คอมพิวเตอร์ช่วยสอนประเภทติวเตอร์จะมีแบบทดสอบหรือแบบฝึกหัด เพื่อทดสอบความเข้าใจของนักเรียนอยู่ด้วย อย่างไรก็ตาม นักเรียนมีอิสระพอที่จะเลือกตัดสินใจว่าจะทำแบบทดสอบหรือแบบฝึกหัดหรือไม่อย่างไร หรืออาจจะเลือกเรียนเนื้อหาส่วนไหน เรียงลำดับในรูปแบบใด เพราะการเรียนโดยคอมพิวเตอร์ช่วยสอนนั้น นักเรียนจะสามารถควบคุมการเรียนของตนได้ตามความต้องการของตนเอง

2. คอมพิวเตอร์ช่วยสอนประเภทแบบฝึกหัด คือ บทเรียนทางคอมพิวเตอร์ซึ่งมุ่งเน้นให้ผู้จัดทำแบบฝึกหัดจนสามารถเข้าใจเนื้อหาในบทเรียนนั้นๆ ได้ คอมพิวเตอร์ช่วยสอนประเภทนี้ได้รับความนิยมมากโดยเฉพาะในระดับอุดมศึกษา เนื่องจากเป็นการเปิดโอกาสให้นักเรียนที่เรียนอ่อน หรือเรียนไม่ทันคนอื่นๆ ได้มีโอกาสทำความเข้าใจบทเรียนสำคัญๆ ได้โดยที่ครูผู้สอนไม่ได้เสียเวลาในชั้นเรียนอธิบายเนื้อหาเดิมซ้ำ

3. คอมพิวเตอร์ช่วยสอนประเภทการจำลอง คือ บทเรียนทางคอมพิวเตอร์ที่มีการนำเสนอบทเรียนในรูปของการจำลองแบบ (Simulation) โดยการจำลองสถานการณ์ที่เหมือนจริงขึ้นและบังคับให้นักเรียนต้องตัดสินใจแก้ปัญหา (Problem – Solving) ในตัวบทเรียน จะมีคำแนะนำเพื่อช่วยสอนซึ่งจะช่วยลดค่าใช้จ่ายและการลดอันตรายอันอาจเกิดขึ้นได้จากการเรียนรู้ที่เกิดขึ้นในสถานการณ์จริง

4. คอมพิวเตอร์ช่วยสอนประเภทเกม คือ บทเรียนทางคอมพิวเตอร์ที่ทำให้ผู้ใช้มีความสนุกสนาน เพลิดเพลิน เกมคอมพิวเตอร์ทางการศึกษาเป็นคอมพิวเตอร์ช่วยสอนประเภทที่สำคัญประเภทหนึ่ง เนื่องจากเป็นคอมพิวเตอร์ช่วยสอนที่กระตุ้นให้เกิดความสนใจในการเรียน คอมพิวเตอร์ช่วยสอนประเภทนี้นิยมใช้กับเด็กตั้งแต่ระดับประถมศึกษาไปจนถึงระดับมัธยมศึกษาตอนปลาย นอกจากนี้ยังสามารถนำมาใช้กับนักเรียนในระดับอุดมศึกษา เพื่อเป็นการปูทางให้นักเรียนเกิดความรู้สึกที่ดีกับการเรียนทางคอมพิวเตอร์ได้อีกด้วย

5. คอมพิวเตอร์ช่วยสอนประเภทแบบทดสอบ คือ การใช้โปรแกรมคอมพิวเตอร์ในการสร้างแบบทดสอบ การจัดการการสอบ การตรวจให้คะแนน การคำนวณผลสอบ ข้อดีของการใช้คอมพิวเตอร์ช่วยสอนประเภทแบบทดสอบ คือ การที่นักเรียนได้รับผลป้อนกลับโดยทันที (Immediate Feedback) ซึ่งเป็นข้อจำกัดของการทดสอบที่ใช้กันอยู่ทั่วไป นอกจากนี้การใช้โปรแกรมคอมพิวเตอร์ในการคำนวณผลสอบก็ยังมีความแม่นยำและรวดเร็วอีก

อานวย เดชชัยศรี (2542, น. 112–117) กล่าวว่า บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนสามารถแบ่งประเภทตามลักษณะของการนำเสนอเนื้อหาได้ 4 ประเภท ดังนี้

1. บทเรียนชนิดโปรแกรมการสอนเนื้อหารายละเอียด (Tutorial Instruction) บทเรียนนี้จะมีลักษณะกิจกรรมเสนอเนื้อหา โดยเริ่มจากบทนำซึ่งเป็นการกำหนดวัตถุประสงค์ของบทเรียน หลังจากนั้นเสนอเนื้อหาโดยให้ความรู้แก่นักเรียนตามที่ผู้ออกแบบบทเรียนกำหนดให้ และมีการถามเพื่อให้นักเรียนตอบ โปรแกรมในบทเรียนจะประเมินผลคำตอบของนักเรียนทันที ซึ่งการทำงานของโปรแกรมจะมีลักษณะวนซ้ำเพื่อให้ข้อมูลย้อนกลับจนจบบทเรียน

2. บทเรียนชนิดโปรแกรมการฝึกทักษะ (Drill and Practice) บทเรียนชนิดนี้จะมีลักษณะให้นักเรียนฝึกทักษะหรือฝึกปฏิบัติเรื่องใดเรื่องหนึ่งโดยเฉพาะ

3. บทเรียนชนิดโปรแกรมจำลองสถานการณ์ (Simulation) มีลักษณะเป็นแบบจำลองเพื่อฝึกทักษะ และการเรียนรู้ใกล้เคียงกับความจริง นักเรียนไม่ต้องเสี่ยงภัย และเสียค่าใช้จ่ายน้อย

4. บทเรียนชนิดโปรแกรมการศึกษา (Education Game) มีลักษณะเป็นการกำหนดเหตุการณ์วิธีการและกฎเกณฑ์ให้นักเรียนเลือกเล่นและแข่งขัน การเล่นเกมจะเล่นคนเดียวหรือหลายคนก็ได้ การแข่งขันโดยเล่นเกมและช่วยกระตุ้นให้ผู้เล่นมีการติดตาม

โดยสรุป บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน แบ่งได้เป็นประเภท เนื้อหา แบบฝึกหัด แบบจำลอง เกม สาธิต และการทดสอบ

1.6 องค์ประกอบของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน

บุปผชาติ ทัททิกรณ์, สุกรี รอดโพธิ์ทอง, ชัยเลิศ พิษิตพรชัย และโสภภาพรรณ แสง ศัพท์. (2544, น. 56-58) กล่าวว่า องค์ประกอบหลักของ บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน ประกอบด้วย ข้อความ ภาพนิ่ง ภาพเคลื่อนไหว เสียงและการเชื่อมโยงแบบปฏิสัมพันธ์ ดังนี้

1. ข้อความ (Text) อาจเป็นตัวอักษร ตัวเลข หรือเครื่องหมายวรรคตอนที่มีแบบ (Style) หลากหลายมีความแตกต่างกันทั้งตัวพิมพ์ (Font) ขนาด (Size) และ สี (Color) รูปแบบของตัวอักษรแต่ละบทแต่ละแบบยังสามารถส่งเสริม หรือเป็นข้อจำกัดในการแสดงข้อความได้ ดังนั้น การนำเสนอเนื้อหาจึงไม่สามารถยึดติดกับรูปแบบตัวอักษรใดๆ เพราะตัวอักษรแบบหนึ่งอาจเหมาะสมในเรื่องการใช้เป็นหัวเรื่อง ในขณะที่อีกแบบหนึ่งสามารถใช้อธิบายเนื้อหาได้อย่างดี เพราะมีความชัดเจน อ่านง่าย ไม่ต้องใช้สายตามาก ส่วนขนาดของตัวอักษรจะสามารถเลือกใช้เพื่อเขียนหัวเรื่อง และเนื้อหาให้มองเห็นได้อย่างชัดเจน

2. ภาพนิ่ง (Still picture) หมายถึง ภาพถ่ายและภาพลายเส้น ซึ่งภาพนิ่งอาจมีสี ขาวดำ หรือสีอื่นๆ ก็ได้ อาจเป็นภาพ 2 มิติ หรือ 3 มิติ โดยขึ้นอยู่กับความสามารถของคอมพิวเตอร์ที่ใช้อยู่ ส่วนขนาดของภาพนิ่งก็อาจมีขนาดใหญ่เต็มจอภาพหรือมีขนาดเล็กกว่านั้น ในบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนจะมีภาพนิ่งเป็นองค์ประกอบที่สำคัญ เพราะมนุษย์ได้รับอิทธิพลจากการรับรู้ด้วยภาพเป็นอย่างดี เมื่อครูต้องออกแบบบทเรียนด้วยตนเอง ครูอาจใช้เครื่องมือช่วยวาดภาพใส่ซอฟต์แวร์คอมพิวเตอร์ ซึ่งช่วยประหยัดเวลาและไม่จำเป็นต้องฝึกฝนให้มีความชำนาญเท่ากับช่างศิลป์ก็สามารถวาดภาพได้ นอกจากนี้ในบางโปรแกรมยังมีภาพกราฟิกให้เรียกใช้ได้อย่างรวดเร็ว แต่ข้อจำกัดประการหนึ่งคือ ภาพนิ่งจะใช้หน่วยความจำมากกว่าข้อมูลที่เป็นตัวอักษรหลายเท่า

3. ภาพเคลื่อนไหว (Animation picture) ช่วยส่งเสริมการเรียนรู้ในเรื่องที่ไม่สามารถอธิบายด้วยตัวอักษรหรือภาพเพียงไม่กี่ภาพ ภาพเคลื่อนไหวมีคุณลักษณะเด่นที่ช่วยสร้างความสนใจของผู้เรียนได้ ทั้งการเคลื่อนไหว (Animation) ที่เปลี่ยนตำแหน่ง และรูปร่างของภาพและการเคลื่อนไหวที่เปลี่ยนเฉพาะตำแหน่งหน้าจอภาพแต่ไม่ได้เปลี่ยนรูปร่างของภาพ

4. เสียง (Sound) เสียงที่เราใช้กับเครื่องคอมพิวเตอร์มี 3 ชนิด คือ เสียงพูด (Voice) เสียงดนตรี (Music) และเสียงประกอบ (Sound Effect) เสียงพูดอาจเป็นเสียงบรรยายหรือเสียงดนตรีต่าง ๆ และเสียงประกอบก็คือเสียงพิเศษที่เพิ่มเติมเข้ามา เช่น เสียงรถยนต์ เสียงสุนัขร้อง เสียงลม เป็นต้น ในการเรียนรู้จากบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนนั้น ได้อาศัยเสียงสร้างความเข้าใจแก่ผู้เรียนได้มากยิ่งขึ้น เช่น เมื่อจะสอนเกี่ยวกับลักษณะของการวิ่งของเสือ ถ้าบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนมีภาพเคลื่อนไหวของเสือพร้อมกับคำบรรยายบนจอภาพ ผู้เรียนจะไม่สามารถใช้สายตามองภาพเคลื่อนไหว และคำบรรยายได้เวลาเดียวกัน แต่ถ้าปรับให้มีภาพเคลื่อนไหวของเสือ และใช้เสียงบรรยายพร้อมกับเสียงประกอบแทน ก็จะช่วยให้ผู้เรียนเข้าใจเนื้อหาที่นำเสนอได้รวดเร็วยิ่งขึ้น

5. การเชื่อมโยงแบบปฏิสัมพันธ์ (Interactive Links) คือ การรับรู้ข้อมูลเพิ่มเติมเป็นตัวอักษรโดยใช้เชื่อมโยงโดยการคลิกที่ต้องการดูคำบรรยาย เช่น ที่ปุ่ม ภาพนิ่ง ภาพเคลื่อนไหว หรือบนตัวอักษร ข้อมูลเพิ่มเติมจะปรากฏให้เห็น

โดยสรุป องค์ประกอบของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน มีองค์ประกอบหลัก คือ ข้อความ ภาพนิ่ง ภาพเคลื่อนไหว เสียง และการเชื่อมโยงแบบปฏิสัมพันธ์ องค์ประกอบเหล่านี้ จะช่วยให้คอมพิวเตอร์ช่วยสอนนั้นมีประสิทธิภาพ และนำไปใช้ประโยชน์ได้ตามเป้าหมาย

1.7 การผลิตบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน

การผลิตบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนให้มีความน่าสนใจ และตรงตามจุดประสงค์ที่ตั้งไว้ ผู้สร้างควรทำความเข้าใจขั้นตอนและวิธีการสร้างบทเรียนก่อน มีผู้กล่าวถึงหลักการและขั้นตอนการสร้างบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนไว้หลายท่าน ดังนี้

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ (2537, น. 18-20) กล่าวถึงกระบวนการในการสร้างบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน มีขั้นตอนดังนี้

ขั้นที่ 1 การออกแบบและพัฒนาบทเรียน ประกอบกิจกรรมด้วยขั้นตอนต่างๆ คือ การวิเคราะห์กระบวนการวิชา (Course Analysis) การกำหนดวัตถุประสงค์บทเรียน (Tutorial Objectives) การวิเคราะห์เนื้อหาและกิจกรรม (Content and Activities Analysis) การกำหนดขอบข่ายของบทเรียน และการกำหนดวิธีการนำเสนอ (Presentation)

ขั้นที่ 2 การเขียนแผนภูมิโครงร่างของบทเรียน (Storyboard) หมายถึง เรื่องราวของบทเรียนที่ประกอบด้วยเนื้อหาที่แบ่งเป็นกรอบเนื้อหาย่อย (Frame) ตามวัตถุประสงค์และการนำเสนอโดยร่างแต่ละกรอบเนื้อหาเรียงลำดับไว้ตั้งแต่กรอบที่ 1 จนถึงสุดท้าย นอกจากนี้แล้วยังต้องระบุภาพที่ใช้แต่ละกรอบเนื้อหาย่อย พร้อมเงื่อนไขต่างๆ ที่เกี่ยวข้อง เช่น ลักษณะของภาพ เสียงประกอบ แผนภูมิ โครงร่างนี้จะเป็แนวทางการสร้างบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนต่อไป ดังนั้นการสร้างแผนภูมิโครงร่างที่ละเอียด และสมบูรณ์มากเท่าใดก็จะทำให้การสร้างบทเรียนเป็นระบบมากขึ้น

ขั้นที่ 3 การสร้างบทเรียน (Courseware Construction) หมายถึง การดำเนินการตามแผนภูมิโครงร่างที่วางไว้ทั้งหมด นับตั้งแต่การออกแบบกรอบเนื้อหาเปล่า หน้าจอ การกำหนดสีที่จะใช้งานจริง รูปแบบของอักษรที่จะใช้ ขนาดของตัวอักษร สีพื้นและสีของตัวอักษร นอกจากนั้นแล้วยังมีข้อมูลต่างๆ ที่เกี่ยวข้อง เช่น การใส่เนื้อหาและกิจกรรม ซึ่งประกอบด้วย ข้อมูลที่จะแสดงบนจอสิ่งที่คาดหวังและการตอบสนอง ข้อมูลสำหรับการควบคุมการตอบสนอง การใส่ข้อมูลบันทึกการสอน การสร้างบทเรียนนั้นส่วนใหญ่แล้วผู้สร้างจะสร้างโดยใช้ Authoring System ได้แก่การสร้างภาพ เช่น ภาพลายเส้น ภาพนิ่ง ภาพเคลื่อนไหว ฯลฯ การบันทึกเสียง การสร้างเงื่อนไขของบทเรียน เช่น การโต้ตอบ การย้อนกลับ

ขั้นที่ 4 การตรวจสอบและประเมินผล ในขั้นสุดท้ายของการนำบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนไปใช้งานจำเป็นอย่างยิ่งที่จะต้องผ่านกระบวนการตรวจสอบและประเมินการเรียน (Courseware Testing and Evaluating) ก่อนเพื่อประเมินผลบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนในขั้นแรกว่ามีคุณภาพอย่างไร การตรวจสอบนั้นจะต้องทำตลอดเวลา หมายถึง การตรวจสอบในแต่ละขั้นตอนของการออกแบบบทเรียน การตรวจสอบการใช้งานบทเรียน โปรแกรมบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนจำเป็นจะต้องมีการทดสอบบทเรียนก่อนที่จะนำไปใช้งาน เพื่อตรวจสอบความถูกต้องในการใช้งานของบทเรียน

ไพโรจน์ ตีรณธนากุล ไพบุลย์ เกียรติโกมล และสิริลักษณ์ ตีรณธนากุล (2543, น. 65-71) กล่าวว่า แนวคิดขั้นตอนการพัฒนาตามกระบวนการสร้างบทเรียนคอมพิวเตอร์ มีขั้นตอน 5 ขั้นตอนดังนี้

ขั้นที่ 1 ขั้นตอนการวิเคราะห์บทเรียน (Analysis) มี 3 ขั้นตอนย่อย

1) สร้างแผนภูมิระดมสมอง (Brain Storm Chart) โดยการศึกษาและวิเคราะห์หลักสูตรของรายวิชา จัดทำแผนภูมิช่วยงานให้มีความสัมพันธ์ต่อเนื่องกัน แสดงลำดับก่อนหลังของหัวเรื่องต่างๆ ของเนื้อหา

2) สร้างแผนภูมิหัวเรื่องสัมพันธ์ (Concept Chart) จัดแบ่งเนื้อหาแต่ละหน่วยออกเป็นหัวเรื่องสำคัญ พร้อมเรียงลำดับของเนื้อหา

3) สร้างแผนภูมิโครงข่ายเนื้อหา (Concept Network Chart) กำหนดขอบเขตของเนื้อหาที่ต้องการนำเสนอในบทเรียน จัดแบ่งเนื้อหาออกเป็นหัวเรื่องย่อย

ขั้นที่ 2 การออกแบบการสอนบทเรียน (Design) มี 2 ขั้นตอนย่อย ดังนี้

1) กำหนดกลวิธีการนำเสนอ และวัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรม (Strategic Presentation Plan and Behavior Objective) โดยการกำหนดเทคนิควิธีการในการนำเสนอเนื้อหาด้วยบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน พร้อมระบุวัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรมที่ต้องการพัฒนานักเรียน

2) สร้างแผนภูมิการนำเสนอในแต่ละหน่วย (Module Presentation Chart) เขียนแผนภูมิแสดงลำดับขั้นตอนของการนำเสนอเนื้อหาของแต่ละหน่วยตามลำดับขั้นตอน

ขั้นที่ 3 การพัฒนาบทเรียน (Development) มี 4 ขั้นตอนย่อย ดังนี้

1) เขียนรายละเอียดเนื้อหาตามรูปแบบที่ได้กำหนด (Script Development) โดยการเขียนอธิบายรายละเอียดเนื้อหาตามรูปแบบที่ได้กำหนดไว้เป็นกรอบเนื้อหา

2) จัดลำดับเนื้อหา (Storyboard Development) เป็นการนำกรอบเนื้อหา มาเรียบเรียงตามลำดับการนำเสนอ

3) นำเนื้อหาที่ยังเป็นสิ่งพิมพ์นี้มาตรวจสอบความถูกต้อง (Content Correctness) โดยอาศัยผู้เชี่ยวชาญในวิชานั้น ๆ เป็นผู้ตรวจสอบให้จากนั้นนำเนื้อหาไปทดลองหาค่า

Content Validity และ Reader Reliability โดยใช้กลุ่มตัวอย่างเป้าหมายมาทดสอบ แล้วปรับปรุงให้สมบูรณ์

4) สร้างแบบทดสอบส่วนต่างๆ โดยต้องนำมาหาค่าความยากง่าย อำนาจจำแนก ความเที่ยง และความเชื่อมั่นทุกแบบทดสอบ และต้องปรับปรุงให้สมบูรณ์ ผลที่ได้ทั้งหมดทั้งเนื้อหาที่จัดอยู่ในโครงสร้างบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน และแบบทดสอบต่างๆ รวมกันจะเป็นตัวบทเรียน (Courseware)

ขั้นที่ 4 การสร้างบทเรียน และนำเสนอบทเรียน (Implementation) มี 3 ขั้นตอนย่อย ดังนี้

1) เลือก Software หรือโปรแกรมสำเร็จรูปที่เหมาะสม และสามารถสนองต่อความต้องการที่กำหนดไว้เป็นตัวจัดการเสนอบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน

2) จัดเตรียมรูปภาพ เสียง โดยจัดเตรียมไว้ให้พร้อมที่จะใช้งาน ด้วยการสร้างไว้เป็นแฟ้ม

3) จัดการนำ Courseware เข้าในโปรแกรม (Coding) ให้ทำด้วยความประณีต และด้วยทักษะที่ดี ทำการแก้ไขภาพ เสียง วิดีโอให้เรียบร้อยสมบูรณ์ ซึ่งจะได้เป็นบทเรียนบนคอมพิวเตอร์ตามที่ต้องการ

ขั้นที่ 5 การประเมินผลคุณภาพบทเรียน (Evaluation) มี 4 ขั้นตอนย่อย ดังนี้

1) ตรวจสอบคุณภาพของ Package (Quality Evaluation) โดยผู้เชี่ยวชาญ แล้วปรับปรุงให้สมบูรณ์

2) ทำการทดสอบ ดำเนินการทดสอบหาประสิทธิภาพด้วยกลุ่มตัวอย่างเป้าหมายจำนวนไม่เกิน 10 คน นำผลมากำหนดกลวิธีการหาประสิทธิภาพจริงต่อไป

3) ทำการทดสอบเพื่อหาประสิทธิภาพ (Efficiency E_1/E_2) ของ Package จากกลุ่มตัวอย่างเป้าหมายไม่น้อยกว่า 30 คน หากได้ผลตามเป้าหมายที่ต้องการเป็นอันใช้ได้

4) จัดทำคู่มือการใช้ Package (User Manual) หรือ Package Instruction อเลสซี และโทรลิป (Alessi and Trollip, 1985, p. 274-278) กล่าวถึง ขั้นตอนการออกแบบบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน 7 ขั้นตอน ดังนี้

ขั้นที่ 1 ขั้นตอนการเตรียม (Preparation) ประกอบด้วยขั้นตอนย่อย ดังนี้

1) กำหนดเป้าหมายและวัตถุประสงค์ หมายถึง การตั้งเป้าหมายว่านักเรียนจะสามารถใช้บทเรียนนี้ เพื่อศึกษาในเรื่องใดและลักษณะใด เช่น ใช้เป็นบทเรียนหลัก หรือบทเรียนเสริม ใช้เป็นแบบฝึกหัดหรือแบบทดสอบ รวมทั้งกำหนดวัตถุประสงค์ในการเรียน คือ เมื่อนักเรียนเรียนจบบทเรียนแล้วจะสามารถทำอะไรได้บ้าง

2) เก็บรวบรวมข้อมูล หมายถึง การเตรียมพร้อมในเรื่องเนื้อหาทั้งหมดทั้งที่เกี่ยวกับเนื้อหาที่จะนำมาสร้างบทเรียน และเนื้อหาที่เกี่ยวข้องกับการพัฒนา และออกแบบบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน

3) เรียนรู้เนื้อหา หมายถึง ผู้ออกแบบบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน หากเป็นผู้เชี่ยวชาญทางด้านเนื้อหาก็จะต้องหาความรู้ทางการออกแบบบทเรียนเพิ่มเติม หรือหากเป็นผู้เชี่ยวชาญทางการออกแบบบทเรียนแล้วก็ต้องหาความรู้ทางด้านเนื้อหาเพิ่มเติม

4) สร้างความคิด หมายถึง การระดมสมอง การกระตุ้นให้เกิดความคิดสร้างสรรค์เพื่อให้ได้ข้อคิดเห็นต่างๆ เป็นจำนวนมากจากทีมงาน ในขั้นการสร้างความคิดนี้จะยึดถือปริมาณมากกว่าการประเมินค่าความถูกต้องเหมาะสม

ขั้นที่ 2 ขั้นตอนการออกแบบบทเรียน (Design Instruction) ประกอบด้วยขั้นตอนย่อย ดังนี้

1) ทอนความคิด หลังจากการระดมสมองแล้ว ผู้ออกแบบจะนำความคิดทั้งหมดมาประเมินว่าข้อคิดใดที่น่าสนใจ การทอนความคิดจะเริ่มจากการคิดเอาสิ่งที่ไม่น่าปฏิบัติได้ หรือเป็นข้อคิดที่ซับซ้อนออกไป และรวบรวมความคิดที่น่าสนใจมาพิจารณาอีกครั้ง

2) วิเคราะห์งานและแนวความคิด หมายถึง การวิเคราะห์ขั้นตอนเนื้อหาที่นักเรียนจะต้องศึกษาจนทำให้เกิดการเรียนรู้ที่ต้องการ และเพื่อคิดวิเคราะห์หาหลักการเรียนรู้ที่เหมาะสมของเนื้อหานั้นๆ และเพื่อให้ได้แผนงานสำหรับการออกแบบบทเรียนที่มีประสิทธิภาพ

3) ออกแบบบทเรียนขั้นแรก ผู้ออกแบบจะนำงานและแนวคิดที่กำหนดไว้มาออกแบบให้เป็นบทเรียนที่มีประสิทธิภาพ ประกอบด้วยการกำหนดประเภทของการเรียนรู้ประเภทของคอมพิวเตอร์ช่วยสอน การกำหนดขั้นตอนและทักษะที่จำเป็น การกำหนดปัจจัยหลักที่ต้องคำนึงในการออกแบบ โดยยึดทฤษฎีการเรียนรู้เป็นองค์ประกอบพื้นฐาน

4) ประเมินและแก้ไขการออกแบบ การประเมินจะต้องทำเป็นระยะๆ ในระหว่างการออกแบบ ควรมีการประเมินโดยผู้เชี่ยวชาญเนื้อหา ผู้เชี่ยวชาญการออกแบบและประเมินจากนักเรียน เพื่อนำมาปรับปรุงแก้ไขจุดบกพร่อง ก่อนนำไปใช้ต่อไป

ขั้นที่ 3 ขั้นตอนการเขียนผังงาน (Flowchart Lesson) ผังงานหรือชุดของสัญลักษณ์ต่างๆ ซึ่งอธิบายขั้นตอนการทำงานของโปรแกรม การเขียนผังงานเป็นสิ่งสำคัญ การเขียนผังงานจะไม่นำเสนอรายละเอียดหน้าจอเหมือนการเขียนสตอรี่บอร์ด แต่การเขียนผังงานจะนำเสนอลำดับขั้นตอน โครงสร้างของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน เสนอข้อมูลเกี่ยวกับโปรแกรม เช่น อะไรจะเกิดขึ้นเมื่อนักเรียนตอบคำถามผิดหรือเมื่อไรที่จะมีการจบบทเรียน เป็นต้น

ขั้นที่ 4 ขั้นตอนการเขียนแผนภูมิโครงร่างเนื้อหา (Create Storyboard) เป็นขั้นตอนการเตรียมการนำเสนอข้อความ ภาพ รวมทั้งสื่อในรูปแบบมัลติมีเดียต่างๆ ลงบนกระดาษ

เพื่อให้การนำเสนอข้อความและสื่อในรูปแบบต่างๆ เหล่านี้เป็นไปอย่างเหมาะสมบนหน้าจอคอมพิวเตอร์ ในขั้นนี้ควรมีการประเมินและทบทวนแก้ไขบทเรียนจากสอตรีบอร์ตจนพอใจ เพื่อช่วยในการตรวจสอบเนื้อหาที่อาจจะสับสน ไม่ชัดเจน ตกหล่นและเนื้อหาที่อาจจะยากหรือง่ายจนเกินไปสำหรับนักเรียน

ขั้นที่ 5 ขั้นตอนการสร้าง/เขียนโปรแกรม (Program Lesson) ขั้นนี้เป็นกระบวนการเปลี่ยนสอตรีบอร์ตให้กลายเป็นบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน การเขียนโปรแกรมหมายถึง การใช้โปรแกรมช่วยสร้างบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนในการสร้างบทเรียน ผู้ออกแบบต้องรู้จักเลือกใช้โปรแกรมที่เหมาะสมเพื่อให้ตรงกับความต้องการและลดเวลาในการสร้างได้ในส่วนหนึ่ง

ขั้นที่ 6 ขั้นตอนการผลิตเอกสารประกอบบทเรียน (Produce Supporting Materials) เอกสารประกอบบทเรียนอาจแบ่งได้เป็น 4 ประเภท คือ คู่มือการใช้ของนักเรียน คู่มือการใช้ของผู้สอน คู่มือสำหรับแก้ปัญหาเทคนิคต่างๆ และเอกสารประกอบเพิ่มเติมต่างๆ ไป เช่น ใบงาน

ขั้นที่ 7 ขั้นตอนการประเมินและแก้ไขบทเรียน (Evaluate and Revise) บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนและเอกสารทั้งหมด ควรที่จะได้รับการประเมิน โดยเฉพาะในส่วนของกรนำเสนอและการทำงานของบทเรียน ในส่วนของการนำเสนอ นั้น ผู้ที่ทำการประเมินคือผู้ที่มีประสบการณ์ในการออกแบบมาก่อน ในการประเมินการทำงานของบทเรียนนั้น ผู้ออกแบบควรที่จะทำการสังเกตพฤติกรรมของนักเรียนในขณะที่ใช้บทเรียนหรือสัมภาษณ์นักเรียนหลังการใช้บทเรียน อาจทำการทดสอบความรู้นักเรียน หลังจากที่ได้ทำการเรียนจากบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนนั้นๆ แล้ว โดยนักเรียนจะต้องมาจากนักเรียนในกลุ่มเป้าหมาย ขั้นตอนนี้อาจครอบคลุมการทดสอบนำร่องและการประเมินจากผู้เชี่ยวชาญได้

ประวิทย์ สิมมาทัน (2546, มปน.) กล่าวว่า ขั้นตอนในการสร้างบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน ดังนี้

ขั้นที่ 1 ศึกษาหลักสูตร เพื่อที่จะทราบรายละเอียดของเนื้อหาวิชา พื้นความรู้และความพร้อมของนักเรียน เพื่อนำมาใช้ในการวางแผนและประกอบการสร้างบทเรียน

ขั้นที่ 2 กำหนดวัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรม หรือสิ่งที่คาดหวังของหลักสูตรเพื่อกำหนดรูปแบบและลักษณะของการนำเสนอเนื้อหาและกิจกรรม

ขั้นที่ 3 วิเคราะห์เนื้อหา จัดทำแผนภูมิช่วยงานให้มีความสัมพันธ์ต่อเนื่องกัน แสดงลำดับก่อนหลังของหัวเรื่องต่างๆ อย่างสมบูรณ์

ขั้นที่ 4 จัดแบ่งเนื้อหาออกเป็นส่วนย่อยๆ โดยนำหัวเรื่องที่ได้จัดแบ่งไว้มาแยกเป็นหัวเรื่องย่อย โดยให้ครอบคลุมเนื้อหาที่ต้องการนำเสนอทั้งหมด

ขั้นที่ 5 สร้างข้อความในแต่ละกรอบเนื้อหาที่กำหนดไว้ ข้อความของกรอบควรสัมพันธ์กับเนื้อหาและหน้าที่ของแต่ละกรอบ ซึ่งจะประกอบด้วยกรอบต่างๆ 4 กรอบ คือ (1) กรอบหลัก เป็นกรอบที่ให้ข้อมูล โดยนักเรียนสามารถเรียนรู้ในเรื่องที่ไม่เคยเรียนมาก่อน (2) กรอบฝึกหัด เป็นกรอบที่จะให้นักเรียนฝึกหัดข้อมูลที่ได้จากกรอบหลัก (3) กรอบรองส่งท้าย เป็นกรอบที่เขียนเพื่อแก้ไขความเข้าใจผิด หรือตอบผิดซึ่งอาจจะข้ามกรอบนี้ไปถ้านักเรียนตอบถูก และ (4) กรอบส่งท้าย เป็นกรอบทดสอบโดยนักเรียนจะนำความรู้ในกรอบหลักมาตอบ

ขั้นที่ 6 เข้ารหัสตามโปรแกรมที่ตั้งไว้ ซึ่งต้องแปลงรหัสตามโปรแกรมคอมพิวเตอร์ที่ใช้ ซึ่งอาจขึ้นอยู่กับโปรแกรมที่ใช้ เช่น Authorware หรือ Tool Book

ขั้นที่ 7 ป้อนบทเรียนเข้าเครื่องคอมพิวเตอร์ ขั้นตอนนี้ต้องใช้เวลา และทักษะทางคอมพิวเตอร์พอสมควรในการสร้างบทเรียน ซึ่งสามารถศึกษาเพิ่มเติมได้ในเรื่อง การสร้างคอมพิวเตอร์ช่วยสอนด้วยโปรแกรมสำเร็จรูป

ขั้นที่ 8 ตรวจสอบความถูกต้อง โดยตรวจสอบความเรียบร้อยของคอมพิวเตอร์ช่วยสอนและตรวจสอบความถูกต้องของเนื้อหาตามแผนที่กำหนดไว้

ขั้นที่ 9 ทดลองใช้ โดยทำการทดลองใช้กับนักเรียนเพื่อหาข้อบกพร่อง เพื่อแก้ไขก่อนนำไปใช้จริง

ขั้นที่ 10 นำไปใช้จริงในสถานการณ์ที่กำหนดขึ้น เพื่อหาประสิทธิภาพของบทเรียน

ขั้นที่ 11 ติดตามผล เพื่อพัฒนาและปรับปรุงแก้ไขต่อไป โดยนำผลที่ได้จากการหาประสิทธิภาพของบทเรียนมาพัฒนาและปรับปรุงให้มีประสิทธิภาพสูงสุด

มีนักการศึกษาเสนอแนะหลักการออกแบบบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนไว้ดังนี้

सानนท์ เจริญฉาย (2543, น. 172-173) กล่าวถึงการดำเนินการสร้างบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน มีขั้นตอนดังนี้

1. พิจารณาผู้เรียนว่าเป็นใคร ระดับชั้นเรียนใด เพราะวุฒิภาวะของนักเรียนมีผลต่อการจัดลำดับขั้นของเนื้อหาที่ปรากฏที่หน้าจอคอมพิวเตอร์ ขนาดตัวอักษร รูปภาพ ข้อความ เป็นต้น
2. กำหนดเนื้อหา โดยศึกษารายละเอียดเกี่ยวกับเนื้อหานั้น ๆ
3. ตั้งจุดมุ่งหมายของบทเรียน
4. กำหนดโครงสร้าง และข้อความที่จะนำเสนอทางจอภาพ
5. เขียนโปรแกรม
6. ทดลองใช้โปรแกรม และแก้ไขปรับปรุง
7. จัดทำคู่มือการใช้บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน

ถนอมพร เลหาจรัสแสง (2541, น. 29 - 30) ได้เสนอแบบจำลองขั้นตอนการออกแบบผลิตบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน ซึ่งประกอบด้วยขั้นตอนออกแบบ 7 ขั้นตอน ดังนี้

ขั้นที่ 1 ขั้นตอนการเตรียม (Preparation) ประกอบด้วย

1) กำหนดเป้าหมายและวัตถุประสงค์ (Determine Goals Objective) ขั้นตอนนี้เป็นการตั้งเป้าหมายว่า ผู้เรียนจะสามารถใช้บทเรียนเพื่อศึกษาในเรื่องใด และในลักษณะใด รวมทั้งเมื่อผู้เรียนเรียนจบแล้วจะสามารถทำอะไรได้บ้าง

2) รวบรวมข้อมูล เป็นการเตรียมความพร้อมทางด้านทรัพยากรสารสนเทศทั้งหมดที่เกี่ยวข้องทั้งในส่วนของเนื้อหา การพัฒนาและออกแบบบทเรียน และสื่อในการนำเสนอบทเรียน

3) เรียนรู้เนื้อหา สำหรับผู้ออกแบบบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน การเรียนรู้เนื้อหาอาจทำได้ในหลายลักษณะ เช่น การสัมภาษณ์ผู้เชี่ยวชาญ การอ่านหนังสือ หรือเอกสารอื่น ๆ ที่เกี่ยวเนื่องกับเนื้อหาของบทเรียน การเรียนรู้เนื้อหาเป็นสิ่งที่สมควรอย่างยิ่งสำหรับผู้ออกแบบ เนื่องจากความไม่รู้เนื้อหานี้จะทำให้เกิดข้อจำกัดในการออกแบบบทเรียน กล่าวคือ ผู้ออกแบบจะไม่สามารถออกแบบบทเรียนที่มีประสิทธิภาพได้

4) สร้างความคิด ขั้นนี้เป็นการระดมสมอง เพื่อให้ได้ข้อคิดเห็นต่าง ๆ เป็นจำนวนมากจากทีมงานในระยะเวลาอันสั้น

ขั้นที่ 2 ขั้นตอนการออกแบบบทเรียน (Design Instruction) ประกอบด้วย

1) ทอนความคิด เริ่มจากการคัดเอาข้อคิดที่ไม่อาจปฏิบัติได้ หรือซ้ำซ้อนกันออกไป และรวบรวมความคิดเห็นที่น่าสนใจที่เหลืออยู่นั้นมาพิจารณาอีกครั้ง

2) วิเคราะห์งาน เป็นการพยายามในการวิเคราะห์ขั้นตอนเนื้อหาที่ผู้เรียนจะต้องศึกษาจนทำให้เกิดการเรียนรู้ที่ต้องการ ส่วนการวิเคราะห์แนวคิดเป็นขั้นตอนในการวิเคราะห์เนื้อหา ซึ่งผู้เรียนจะต้องศึกษาอย่างพินิจพิจารณา ทั้งนี้เพื่อให้ได้มาซึ่งเนื้อหาที่เกี่ยวข้องกับการเรียนและเนื้อหาที่มีความชัดเจนเท่านั้น ดังนั้นการวิเคราะห์งานและการวิเคราะห์แนวคิดเป็นการคิดวิเคราะห์ที่มีความสำคัญมาก ทั้งนี้เพื่อหาหลักการเรียนรู้ที่เหมาะสมของเนื้อหานั้น ๆ และเพื่อให้ได้มาซึ่งแผนงานสำหรับการออกแบบบทเรียนที่มีประสิทธิภาพ

3) การออกแบบบทเรียน ขั้นแรกผู้ออกแบบจะต้องนำงานและแนวคิดทั้งหลายที่ได้มานั้นมาผสมผสานให้กลมกลืน และออกแบบให้เป็นบทเรียนที่มีประสิทธิภาพ ประกอบด้วย การกำหนดประเภทของการเรียน ประเภทของคอมพิวเตอร์ช่วยสอน การกำหนดขั้นตอนและทักษะที่จำเป็น การกำหนดปัจจัยหลักที่ต้องคำนึงในการออกแบบคอมพิวเตอร์ช่วยสอนแต่ละประเภท และการจัดระบบความคิดเพื่อให้ได้มาซึ่งการออกแบบตามลำดับของบทเรียนที่ดีที่สุด

4) การประเมินและแก้ไขการออกแบบ การประเมินนั้นเป็นสิ่งที่จะต้องทำอยู่เรื่อย ๆ เป็นระยะ ระหว่างการออกแบบและหลังจากการออกแบบแล้วควรจะมีการประเมินโดยผู้เชี่ยวชาญ เนื้อหา ผู้เชี่ยวชาญการออกแบบและโดยผู้เรียนเสียก่อน หลังจากทำการแก้ไขแล้ว อาจจะทำการย้อนกลับไปประเมิน จนกระทั่งได้คอมพิวเตอร์ช่วยสอนที่มีคุณภาพเป็นที่พอใจ

ขั้นที่ 3 ขั้นตอนการเขียนผังงาน (Flowchart Lesson)

ผังงาน คือ ชุดของสัญลักษณ์ต่าง ๆ ซึ่งอธิบายขั้นตอนการทำงานของโปรแกรม การเขียนผังงาน จะไม่นำเสนอรายละเอียดหน้าจอบนจอเหมือนการสร้างสตอรี่บอร์ด การเขียนผังงานจะนำเสนอลำดับขั้นตอนโครงสร้างของคอมพิวเตอร์ช่วยสอน ผังงานทำหน้าที่เสนอข้อมูลเกี่ยวกับโปรแกรม การเขียนผังงานมีได้หลายระดับแตกต่างกันไปแล้วแต่ความละเอียดของแต่ละผังงาน การเขียนผังงานนั้นขึ้นอยู่กับประเภทของบทเรียน

ขั้นที่ 4 ขั้นตอนการสร้างสตอรี่บอร์ด (Create Storyboard)

เป็นขั้นตอนของการเตรียมการนำเสนอข้อความ ภาพ รวมทั้งสื่อในรูปแบบมัลติมีเดียต่างๆ ลงบนกระดาษ เพื่อให้การนำเสนอข้อความและสื่อในรูปแบบต่าง ๆ เหล่านี้เป็นไปอย่างเหมาะสมบนจอคอมพิวเตอร์ต่อไป

ขั้นที่ 5 ขั้นตอนการสร้าง/เขียนโปรแกรม (Program Lesson)

ขั้นตอนนี้เป็นกระบวนการเปลี่ยนสตอรี่บอร์ดให้กลายเป็นคอมพิวเตอร์ช่วยสอน ซึ่งในขั้นตอนนี้ผู้ออกแบบบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนจะต้องรู้จักเลือกใช้โปรแกรมที่เหมาะสม

ขั้นที่ 6 ขั้นตอนการผลิตเอกสารประกอบบทเรียน (Program Supporting)

เอกสารประกอบบทเรียนอาจแบ่งได้ 4 ประเภท คือ คู่มือการใช้ของผู้เรียน คู่มือการใช้ของผู้สอน คู่มือสำหรับแก้ปัญหาเทคนิคต่างๆ และเอกสารประกอบเพิ่มเติมทั่ว ๆ ไป ผู้เรียนและผู้สอนย่อมมีความต้องการแตกต่างกันออกไป ดังนั้น คู่มือสำหรับผู้เรียนและผู้สอนจึงต้องไม่เหมือนกัน

ขั้นที่ 7 ขั้นตอนการประเมินและแก้ไขบทเรียน (Evaluate and Revise)

ในช่วงสุดท้าย บทเรียนและเอกสารประกอบทั้งหมดควรที่จะได้รับการประเมิน โดยเฉพาะการประเมินในส่วนของการนำเสนอและการทำงานของบทเรียน ในการประเมินการทำงานของบทเรียนนั้น ผู้ออกแบบควรที่จะทำการสังเกตพฤติกรรมของผู้เรียน ในขณะที่ใช้บทเรียนหรือสัมภาษณ์ผู้เรียนหลังการใช้บทเรียน

โดยสรุป แนวคิดการสร้างบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนมีขั้นตอนสำคัญดังนี้ คือ

- (1) ขั้นการวิเคราะห์
- (2) ขั้นการออกแบบ
- (3) ขั้นพัฒนาบทเรียน
- (4) ขั้นตอนการสร้างบทเรียน และ
- (5) ขั้นการตรวจสอบและประเมินผล

1.8 โครงสร้างบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน

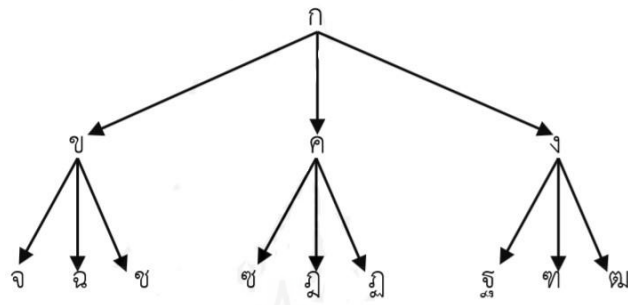
มีนักการศึกษาได้กำหนดรูปแบบโครงสร้างของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน ดังนี้
 ฅนอมพร เลหาจรัสแสง (2541, น.58 – 61) กล่าวว่า การจัดโครงสร้างเนื้อหาสามารถแบ่งการวางระเบียบหรือจัดระบบเนื้อหาออกเป็น 3 ลักษณะ คือ ลักษณะเชิงเส้นตรง ลักษณะสาขา และลักษณะสื่อหลายมิติ ดังนี้

1. ลักษณะเชิงเส้นตรง เป็นการนำเสนอเนื้อหาในลำดับที่ตายตัว เช่น ก ไป ข ข ไป ค และ ค ไป ง ตามลำดับไปเรื่อยๆ ซึ่งการจัดโครงสร้างเนื้อหาในลักษณะนี้จะเป็นไปตามลำดับที่ผู้สอนได้พิจารณาแล้วว่าเป็นลำดับการสอนที่ดีที่สุด คอมพิวเตอร์ช่วยสอนในยุคแรกๆ นั้นจะยึดแนวการจัดโครงสร้างข้อมูลในลักษณะเส้นตรงนี้เป็นส่วนใหญ่ ส่งผลให้บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนที่ได้รับการพัฒนาออกมาเหมือน ๆ กันหมด และค่อนข้างน่าเบื่อ นอกจากนี้ ในปัจจุบันยังพบว่าผู้ออกแบบบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนที่ยังไม่ค่อยมีประสบการณ์มักจะใช้การออกแบบเชิงเส้นตรงมากเกินไปจนความจำเป็น ดังนั้นผู้ออกแบบควรเลือกรำเสนอเนื้อหาในลักษณะเชิงเส้นตรงนี้ให้เหมาะสมกับลักษณะของเนื้อหาเท่านั้น ดังภาพที่ 2.1



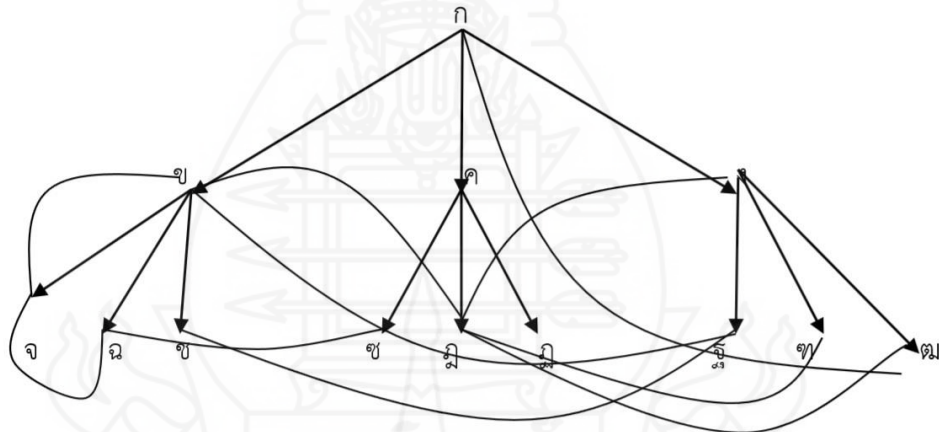
ภาพที่ 2.1 โครงสร้างเนื้อหาเชิงเส้นตรง

2. ลักษณะสาขา เป็นการนำเสนอเนื้อหาในลักษณะแตกกิ่ง เป็นการแตกกิ่งก้านสาขาออกไปจากจุดหนึ่ง แตกกิ่งก้านสาขาออกไปเป็นจุดย่อย จากจุดย่อยแต่ละจุดก็แตกออกไปเป็นจุดย่อยๆ ไปได้เรื่อยๆ การจัดโครงสร้างเนื้อหาในลักษณะสาขานี้เหมาะสมกับความรู้ในลักษณะเป็นการอธิบายและความรู้ในลักษณะเงื่อนไข ซึ่งเป็นความรู้ประเภทที่ไม่ต้องการลำดับการเรียนรู้ที่ตายตัวซึ่งตรงกันข้ามกับความรู้ประเภทเป็นขั้นตอน ซึ่งเป็นองค์ความรู้ที่ต้องการลำดับการเรียนรู้ที่ชัดเจน การออกแบบโครงสร้างเนื้อหาในลักษณะนี้จะทำให้นักเรียนมีอิสระในการควบคุมการเรียนรู้ของตนมากกว่าบทเรียนที่ออกแบบในลักษณะเชิงเส้นตรง เพราะนักเรียนจะสามารถเลือกลำดับของการนำเสนอเนื้อหาบทเรียนแบบฝึกหัดหรือแบบทดสอบตามความสามารถ ความถนัด ความสนใจของตน ดังภาพที่ 2.2



ภาพที่ 2.2 โครงสร้างเนื้อหาแบบสาขา

3. ลักษณะสื่อหลายมิติ เป็นการวางระเบียบเนื้อหาในลักษณะของใยแมงมุม ซึ่งแสดงให้เห็นโครงสร้างความสัมพันธ์ที่สลับซับซ้อนเชื่อมโยงกันอยู่ ซึ่งโครงสร้างความสัมพันธ์ที่สลับซับซ้อนนี้อาจเป็นโครงสร้างหลักโดยรวม หรือเป็นเพียงโครงสร้างภายใน ซึ่งมีโครงสร้างหลักภายนอกในลักษณะของเชิงเส้นตรงหรือสาขาก็ได้ ดังภาพที่ 2.3



ภาพที่ 2.3 โครงสร้างเนื้อหาภายในแบบสื่อหลายมิติ

อัจฉริย (คำแถม) พิมพ์มูล (2550, น.12 - 14) กล่าวว่า โครงสร้างของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน สามารถจำแนกได้ 4 แบบ ดังต่อไปนี้

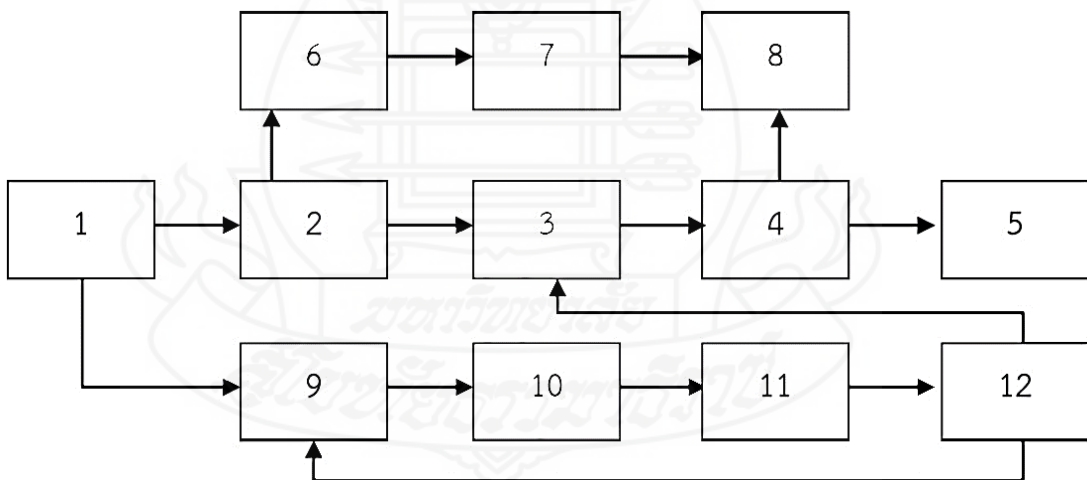
1. แบบเชิงเส้น (Linear Type) เป็นโครงสร้างพื้นฐานที่ง่ายที่สุดสำหรับการจัดการกรอบเนื้อหา กรอบกิจกรรม และกรอบคำถาม หลักการสอนจะเรียงกรอบไว้ตามลำดับเชิงเส้นจากกรอบแรกถึงกรอบสุดท้าย ไม่สามารถกระโดดข้ามกรอบเพื่อไปเรียนกรอบอื่น ๆ ได้ ดังภาพที่ 2.4



ภาพที่ 2.4 แผนผังโครงสร้างแบบเชิงเส้น

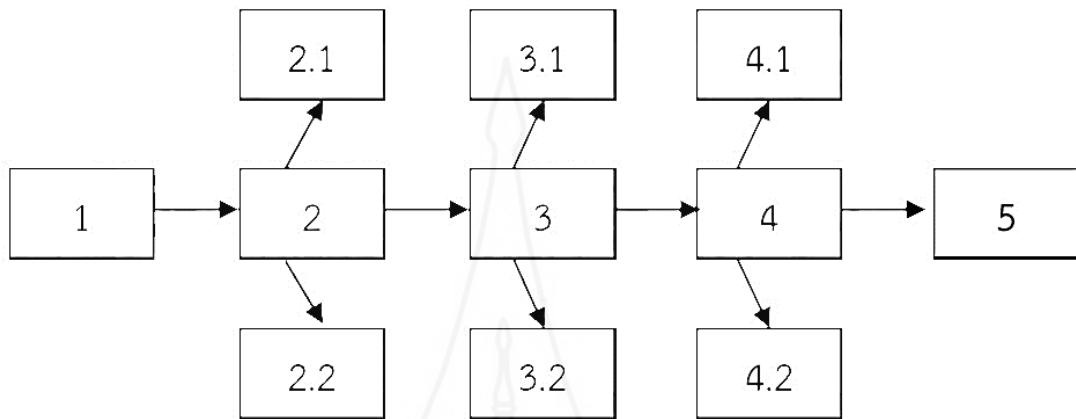
2. แบบสาขา (Branching Type) เป็นโครงสร้างที่นักเรียนสามารถเลือกเส้นทางการเรียนรู้ได้อย่างอิสระ ขึ้นอยู่กับนักเรียนสามารถตอบแบบทดสอบ หรือคำถามที่วางไว้ได้ถูกต้องตามเกณฑ์กำหนดไว้ได้ โดยนักเรียนมีสิทธิ์ได้รับประสบการณ์หรือเนื้อหาที่แตกต่างจากบุคคลอื่น แต่ถ้านักเรียนไม่ผ่านตามเกณฑ์ที่วางไว้ก็จะได้รับเนื้อหาย่อยเพิ่มเติม หรือกลับไปเรียนเนื้อหาเดิม บทเรียนแบบสาขาสามารถแบ่งได้เป็น 2 ชนิด ดังนี้

1) ชนิดสมบูรณ์ เป็นบทเรียนที่มีเนื้อหาแต่ละกรอบความรู้ครบสมบูรณ์ และเชื่อมโยงขนานเข้าหากันทั้งหมดตามที่ได้ออกแบบไว้ ดังภาพที่ 2.5



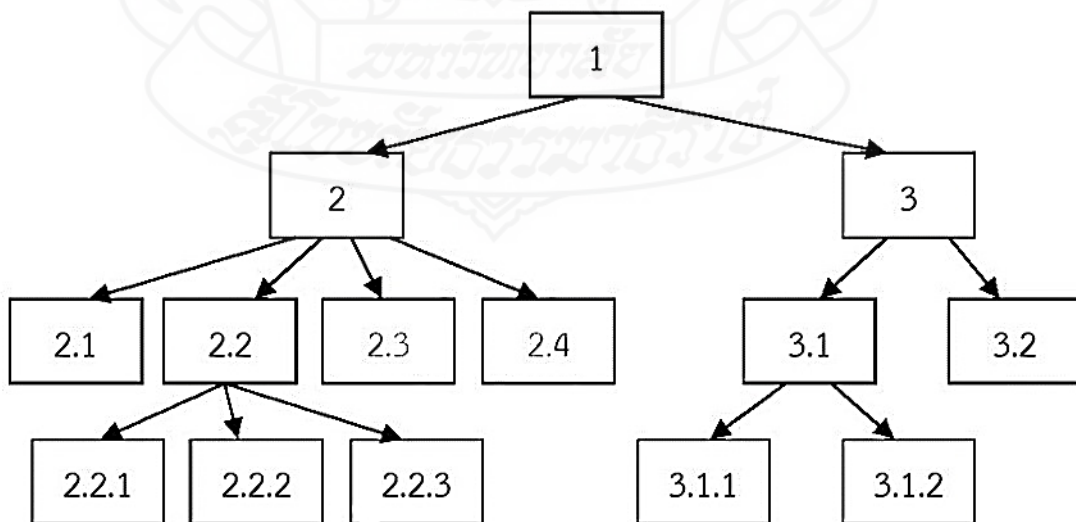
ภาพที่ 2.5 แผนผังโครงสร้างแบบสาขาชนิดสมบูรณ์

2) ชนิดไม่สมบูรณ์ เป็นการแบ่งเนื้อหาออกเป็นกรอบหลัก ซึ่งบรรจุเนื้อหาในส่วนที่สำคัญ ๆ ไว้ และกรอบเนื้อหาย่อย โดยบรรจุเนื้อหาส่วนขยายหรือรายละเอียดที่เกี่ยวข้อง ดังภาพที่ 2.6



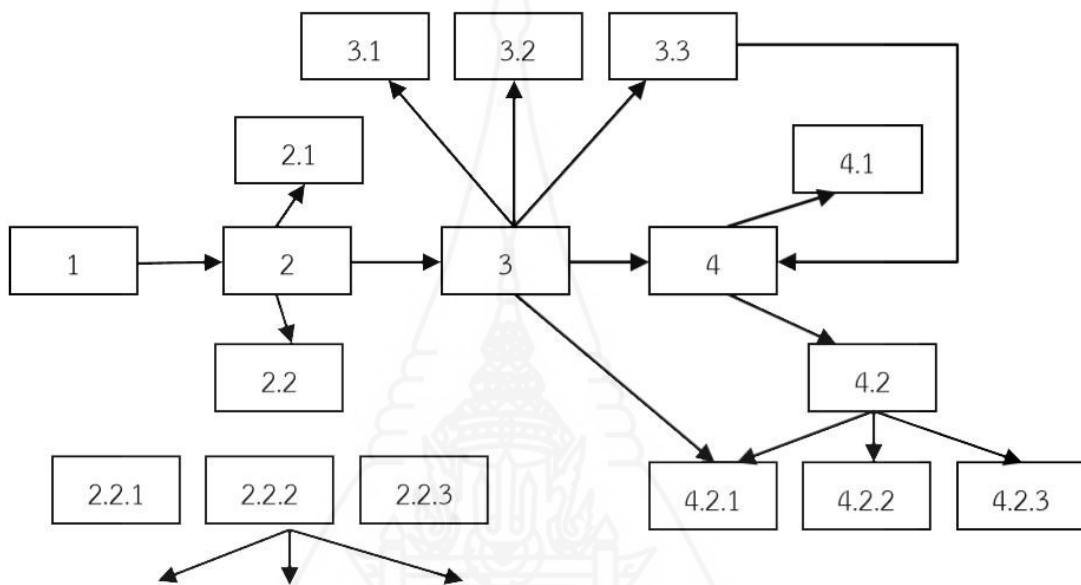
ภาพที่ 2.6 แผนผังโครงสร้างแบบสาขาชนิดไม่สมบูรณ์

3. แบบลำดับชั้น (Hierarchical Type) เป็นโครงสร้างที่มีลักษณะคล้ายกับรายการให้เลือกหรือเมนู (Menu) โดยแบ่งเป็นเนื้อหาหลักและเนื้อหาย่อย ใช้กับการแบ่งเนื้อหาออกเป็นหมวดหมู่และมีอิสระต่อกัน ดังนั้นนักเรียนสามารถเลือกเรียนเนื้อหา หรือทำกิจกรรมใดก่อนก็ได้โดยไม่ส่งผลไปยังบทเรียนอื่น สามารถตอบสนองความต้องการของนักเรียนได้ดี โครงสร้างแบบลำดับชั้นถือว่าเป็นโครงสร้างที่ง่ายกว่าแบบสาขา ดังภาพที่ 2.7



ภาพที่ 2.7 แผนผังโครงสร้างแบบลำดับชั้น

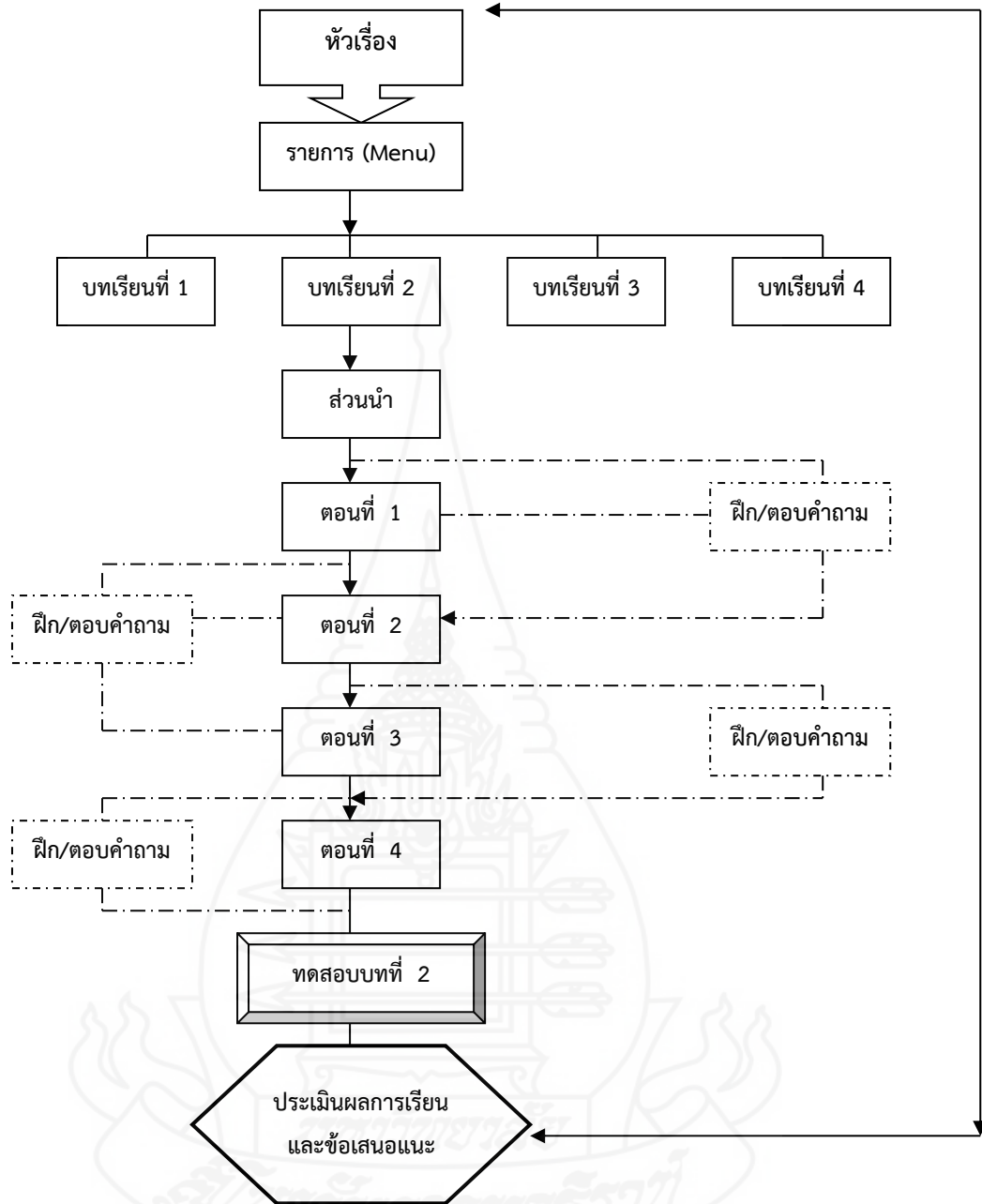
4. แบบผสม (Composite Type) เป็นโครงสร้างที่ผสมผสานโครงสร้างทั้งสามแบบ บทเรียนบางส่วนที่เป็นเนื้อหาแบบทฤษฎีอาจใช้รูปแบบเชิงเส้น บางส่วนเป็นการสร้างเสริมโอกาสให้นักเรียนมีการตอบโต้กับบทเรียนอาจใช้รูปแบบสาขา หรือบางส่วนมีการจัดแบ่งเนื้อหาเป็นกลุ่มหรือเป็นหมวดหมู่ตามรายการให้เลือกอาจนำเสนอโดยใช้รูปแบบลำดับชั้น ดังภาพที่ 2.8



ภาพที่ 2.8 แผนผังโครงสร้างแบบผสม

กรมวิชาการ (2544, น. 32 – 34) อธิบายโครงสร้างบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนไว้ 2 แบบ คือ แบบเส้นตรง (Linear) และแบบสาขา (Branching)

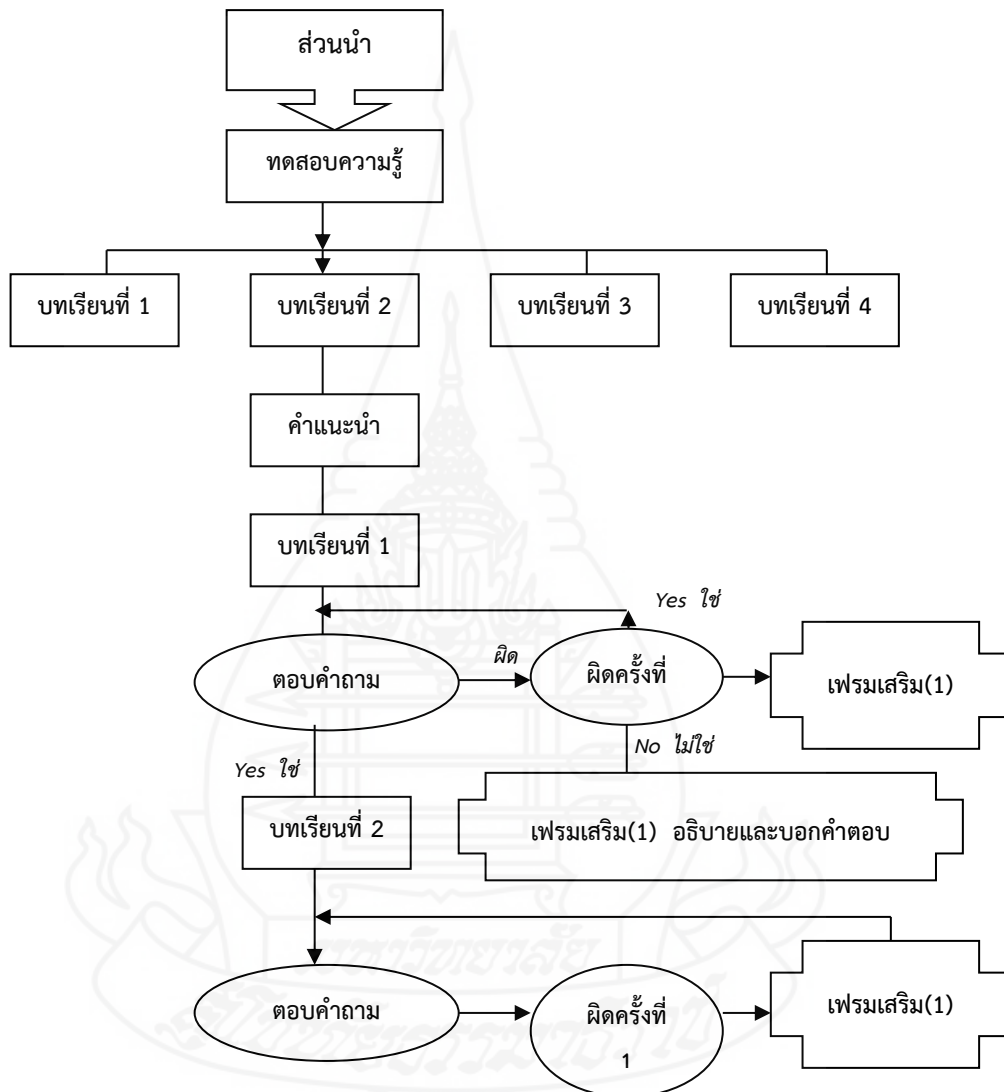
1. แบบเส้นตรง โครงสร้างบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนแบบเส้นตรงมีรูปแบบคล้ายกับบทเรียนแบบโปรแกรม การนำเสนอเนื้อหาและแบบฝึกจะนำเสนอเรียงต่อกันไป เมื่อเข้าสู่บทเรียนแล้วผู้เรียนจะศึกษารอบเนื้อหาต่าง ๆ เป็นลำดับจากง่ายไปหายากตั้งแต่เริ่มต้นจนจบผู้ออกแบบอาจประเมินการเรียนรู้โดยแทรกคำถามหรือแบบฝึกหัดเป็นช่วงสั้น ๆ ทั้งนี้เพื่อให้เกิดความแน่ใจว่าผู้เรียนเข้าใจเนื้อหาในรอบแรกก่อนที่จะศึกษารอบต่อไป โครงสร้างแบบเส้นตรงนี้ จะไม่ค่อยตอบสนองความแตกต่างระหว่างบุคคล เนื่องจากผู้เรียนทุกคนจะศึกษาเนื้อหาและทำแบบฝึกหัดเป็นลำดับขั้นตอนเดียวกันทั้งหมด ดังภาพที่ 2.9



ภาพที่ 2.9 แผนภูมิโครงสร้างของตัวอย่างบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนแบบเส้นตรง

2. แบบสาขา โครงสร้างบทเรียนแบบสาขา ให้การยืดหยุ่นในการเลือกรูปแบบการเรียนรู้ และกิจกรรมมากขึ้น ผู้เรียนสามารถเลือกศึกษาเนื้อหาและกิจกรรมในบทเรียนได้อย่างหลากหลายตามความสนใจ ดังแสดงตัวอย่างในภาพที่ 2.10 ผู้ออกแบบทดสอบพื้นฐานความรู้ผู้เรียนด้วยข้อสอบวัดระดับความรู้ (Placement Test) เพื่อกำหนดระดับความรู้ให้สอดคล้องกับเนื้อหา

บทเรียนที่ออกแบบไว้ การออกแบบเฟรมเสริมเนื้อหาเพื่ออธิบาย ยกตัวอย่าง ให้คำแนะนำ หรือแสดงผลป้อนกลับที่หลากหลายรูปแบบ เพื่อกระตุ้นให้ผู้เรียนได้คิดแสวงหา หรือเสริมให้ผู้เรียนเข้าใจ สามารถนำผู้เรียนไปยังจุดหมายปลายทางที่ต้องการได้



ภาพที่ 2.10 แผนภูมิแสดงโครงสร้างของตัวอย่างบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนแบบสาขา

โดยสรุป โครงสร้างของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนจะจัดแบ่งตามลักษณะการจัดระบบของเนื้อหา และความเหมาะสมกับเนื้อหาวิชาธรรมชาติของการเรียนการสอน ได้แก่ ลักษณะเชิงเส้นตรง ลักษณะสาขา และลักษณะสื่อหลายมิติหรือแบบผสม จากการศึกษาโครงสร้างของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน ผู้วิจัยได้สร้างบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนแบบเส้นตรง ผู้เรียนศึกษาเนื้อหาตามลำดับ แล้วมีคำถามแทรกเป็นช่วงสั้นๆ โครงสร้างของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนจะจัดแบ่งตามลักษณะการจัดระบบของเนื้อหา และความเหมาะสมกับเนื้อหาวิชาธรรมชาติของการเรียนการสอน ได้แก่ ลักษณะเชิงเส้นตรง ลักษณะสาขา และลักษณะสื่อหลายมิติหรือแบบผสม

1.9 ทฤษฎีและหลักการทางจิตวิทยาการเรียนรู้กับบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน

การออกแบบคอมพิวเตอร์ช่วยสอน เพื่อให้เกิดการเรียนรู้ที่มีประสิทธิภาพ การออกแบบลำดับขั้นตอน การนำเสนอเนื้อหาของบทเรียนนั้นต้องให้เป็นไปตามทฤษฎีการเรียนรู้ตามหลักจิตวิทยาเกี่ยวกับการเรียนรู้ของมนุษย์ที่เกี่ยวข้องกับบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน

1.9.1 ทฤษฎีการเรียนรู้กับบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน

พรเทพ เมืองแมน (2544, น. 28 - 35) ถนอมพร เลหาจรัสแสง (2541, น. 51 - 57) กล่าวว่า การออกแบบและพัฒนาคอมพิวเตอร์ช่วยสอนจำเป็นต้องใช้ทฤษฎี และหลักการเข้ามาเกี่ยวข้องเพื่อให้เกิดกระบวนการเรียนรู้ได้อย่างถูกต้อง ได้แก่

1) ทฤษฎีพฤติกรรมนิยม (*Behaviorism Theory*) นักจิตวิทยาในกลุ่มนี้ที่มีความเชื่อในทฤษฎีพฤติกรรมนิยมที่มีชื่อเสียงมากที่สุด ได้แก่ สกินเนอร์ (B.F Skinner) โดยนักจิตวิทยาในกลุ่มนี้มีความเชื่อว่า การเรียนรู้ของมนุษย์เป็นสิ่งที่สามารถสังเกตได้จากพฤติกรรมภายนอก และเชื่อว่าการเรียนรู้ ของมนุษย์เป็นพฤติกรรมแบบแสดงอาการกระทำ (*operant conditioning*) ซึ่งมีการเสริมแรง คอมพิวเตอร์ช่วยสอนที่ออกแบบตามแนวคิดของทฤษฎีพฤติกรรมนิยมนี้จะมีโครงสร้างของบทเรียนในลักษณะเชิงเส้นตรง (*Linear*) นักเรียนทุกคนจะได้รับการเสนอเนื้อหาในลำดับที่เหมือนกันและตายตัว ซึ่งเป็นลำดับที่ผู้สอนได้พิจารณาแล้วว่าเป็นลำดับการสอนที่ดี และนักเรียนจะสามารถเรียนรู้ได้อย่างมีประสิทธิภาพมากที่สุด นอกจากนั้นจะมีการตั้งคำถามให้นักเรียนอย่างสม่ำเสมอ หากนักเรียนตอบถูก ก็จะได้รับรางวัลหรือการเสริมแรงในรูปผลป้อนกลับทางบวกหรือรางวัล แต่ถ้าหากนักเรียนตอบผิดก็จะได้รับการตอบสนองในรูปผลป้อนกลับทางลบและคำอธิบายหรือการลงโทษ นักจิตวิทยาที่มีชื่อเสียงที่สุดในกลุ่ม นี้คือ สกินเนอร์ เชื่อว่า การเรียนรู้ของมนุษย์เป็นสิ่งที่สามารถสังเกตได้จากพฤติกรรมภายนอก และเชื่อในทฤษฎีการวางเงื่อนไข โดยมีแนวคิดเกี่ยวกับความสัมพันธ์ระหว่างสิ่งเร้าและการตอบสนอง การให้การเสริมแรง การนำทฤษฎีพฤติกรรมนิยมมาประยุกต์ใช้ในการสร้างโปรแกรมคอมพิวเตอร์ ได้แก่ การแบ่งเนื้อหาบทเรียนออกเป็นหน่วยย่อยจากง่ายไปสู่ยากในลักษณะเส้นตรง (*Linear*) โดยมีการบอกเป้าหมายและจุดประสงค์ของแต่ละหน่วยอย่างชัดเจน

2) ทฤษฎีปัญญานิยม (Cognitivism Theory) มีแนวคิดที่แตกต่างไปจากทฤษฎีพฤติกรรมนิยม โดยทฤษฎีนี้จะเน้นในเรื่องของความแตกต่างระหว่างบุคคล เชื่อว่ามนุษย์มีความแตกต่างกันทั้งในด้านความรู้สึกนึกคิด อารมณ์ ความสนใจ และความถนัด ดังนั้น ในการเรียนรู้ก็จะมีกระบวนการหรือขั้นตอนแตกต่างกัน นักจิตวิทยาที่มีชื่อเสียงในกลุ่มนี้ ได้แก่ คราวเดอร์ (Crowder) ซึ่งได้ออกแบบเรียนแบบโปรแกรมในลักษณะสาขา (Branching) ซึ่งเป็นบทเรียนในลักษณะที่ให้นักเรียนมีอิสระในการควบคุมการเรียนรู้ของตนเอง โดยเฉพาะอย่างยิ่งการมีอิสระในการเลือกลำดับของการนำเสนอเนื้อหาบทเรียนที่เหมาะสมกับตนเอง นักเรียนแต่ละคนไม่จำเป็นต้องเรียนตามลำดับที่เหมือนกัน เนื้อหาของบทเรียนจะได้รับการนำเสนอโดยขึ้นอยู่กับความสนใจ ความถนัด และความสามารถของนักเรียนเป็นสำคัญ

3) ทฤษฎีโครงสร้างความรู้ (Scheme Theory) ทฤษฎีโครงสร้างความรู้เป็นทฤษฎีที่อยู่ภายใต้ทฤษฎีปัญญานิยม เพียงแต่ทฤษฎีโครงสร้างความรู้เน้นในเรื่องของโครงสร้างภายในของความรู้ของมนุษย์นั้น มีลักษณะที่เชื่อมโยงกันเป็นกลุ่ม หรือโหนด (Node) การที่มนุษย์จะเรียนรู้อะไรใหม่ๆ นั้นจะเป็นการนำความรู้ใหม่ๆ นั้นไปเชื่อมโยงกับกลุ่มความรู้ที่มีอยู่เดิม นอกจากนั้นทฤษฎีนี้ยังมีความเชื่อเกี่ยวกับความสำคัญของการรับรู้ โดยเชื่อว่าการรับรู้เป็นสิ่งสำคัญของการเรียนรู้ ไม่มีการเรียนรู้ใดเกิดขึ้นโดยปราศจากการรับรู้ จากการกระตุ้นเหตุการณ์หนึ่งๆ ทำให้เกิดการรับรู้ และการรับรู้จะเป็นการสร้างความหมายโดยการถ่ายทอดโอนความรู้ใหม่เข้ากับความรู้เดิม นอกจากนั้นโครงสร้างความรู้ยังช่วยในการระลึก (Recall) ถึงสิ่งต่างๆ ที่เราเคยเรียนรู้มาอีกด้วย ทฤษฎีโครงสร้างความรู้มีผลต่อการออกแบบบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนในลักษณะการให้เนื้อหาที่เชื่อมโยงกันไปมา คล้ายใยแมงมุม (Webs) หรือบทเรียนในลักษณะที่มีหลายมิติ (Hypermedia) โดยมีผลงานการวิจัยหลายเรื่องที่สนับสนุนเรื่องการจัดโครงสร้างความรู้การนำเนื้อหาของบทเรียนในลักษณะหลายมิติจะตอบสนองวิธีการเรียนรู้ของมนุษย์ในความพยายามที่จะเชื่อมโยงความรู้ใหม่กับความรู้เดิมได้เป็นอย่างดี

4) ทฤษฎีความยืดหยุ่นทางปัญญา (Cognitive Flexibility Theory) เป็นทฤษฎีที่พัฒนามาจากทฤษฎีโครงสร้างความรู้ โดยมีความเชื่อว่าเกี่ยวกับโครงสร้างความรู้เช่นกัน แต่ได้ศึกษาเกี่ยวกับลักษณะโครงสร้างขององค์ความรู้ของสาขาวิชาต่างๆ และได้ข้อสรุปว่า ความรู้แต่ละองค์ความรู้แน่นชัดและสลับซับซ้อนมากมายแตกต่างกันไป โดยองค์ความรู้บางประเภทสาขาวิชา เช่น คณิตศาสตร์ หรือวิทยาศาสตร์กายภาพนั้น จะมีลักษณะโครงสร้างที่ตายตัวไม่สลับซับซ้อนเนื่องจากมีความเป็นตรรกะและเป็นเหตุเป็นผลที่แน่นอน ในขณะที่องค์ความรู้บางประเภทสาขาวิชา เช่น จิตวิทยาหรือสังคมวิทยาจะมีลักษณะโครงสร้างที่สลับซับซ้อนและไม่ตายตัว อย่างไรก็ตาม ในสาขาวิชาหนึ่งๆ นั้นมิใช่จะมีลักษณะโครงสร้างที่ตายตัวหรือสลับซับซ้อนทั้งหมด ในบางส่วนขององค์ความรู้ อาจจะมีโครงสร้างที่ตายตัว ในขณะที่บางส่วนขององค์ความรู้ก็อาจจะมีโครงสร้างที่

สลับซับซ้อนได้ ทฤษฎีนี้ส่งผลต่อการออกแบบบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนแบบสื่อหลายมิติด้วยเช่นกัน เพราะการนำเสนอเนื้อหาในบทเรียนแบบสื่อหลายมิติ สามารถตอบสนองความแตกต่างของโครงสร้างองค์ความรู้ที่ไม่ชัดเจนหรือสลับซับซ้อนได้

1.9.2 จิตวิทยาการเรียนรู้กับบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน

ถนอมพร เลหาจรัสแสง (2544, น. 61-67) กล่าวว่า การพัฒนาบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน นอกจากพิจารณาถึงทฤษฎีการเรียนรู้ที่กล่าวมาข้างต้นแล้วนั้น ยังต้องคำนึงถึงหลักจิตวิทยาการเรียนรู้ควบคู่กันไปด้วย จึงจะทำให้การพัฒนาบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนที่ได้รับการออกแบบและพัฒนา มีประสิทธิภาพจิตวิทยาที่เกี่ยวกับการพัฒนาคอมพิวเตอร์ช่วยสอน ได้แก่

1) ความสนใจและการรับรู้อย่างถูกต้อง (Attention and perception) มนุษย์สามารถเรียนรู้ได้จากความสนใจสิ่งเร้าและการรับรู้สิ่งต่างๆ อย่างถูกต้อง ถ้าผู้เรียนไม่สนใจกับสิ่งเร้าที่มากระตุ้น การรับรู้ที่ต้องการอาจไม่เกิดขึ้น การออกแบบบทเรียนที่ดีต้องออกแบบให้เกิดการเรียนรู้ได้ง่ายและเที่ยงตรงที่สุด

2) การจดจำ (Memory) สิ่งที่เกิดขึ้นในการรับรู้ของผู้เรียนจะถูกเก็บไว้แล้วสามารถเรียกมาใช้ในภายหลัง สิ่งที่คุณเรียนสามารถรับรู้ได้มีอยู่มากมายมหาศาล ดังนั้นการออกแบบบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน ต้องคำนึงถึงหลักเกณฑ์สำคัญที่จะทำให้การจำได้ดี ประกอบด้วย 2 ประการคือ หลักสำหรับการจัดระเบียบหรือโครงสร้างของเนื้อหา และหลักในการทำซ้ำ ดังนั้นจึงต้องมีวิธีการจัดโครงสร้างเนื้อหาให้เป็นระเบียบหรือจัดระบบเนื้อหาออกเป็น 3 ลักษณะ คือ ลักษณะเชิงเส้น ลักษณะสาขา และลักษณะสื่อหลายมิติ

3) ความเข้าใจ (Comprehension) การที่มนุษย์จะนำความรู้ไปใช้ในชีวิตประจำวันได้นั้นมนุษย์จะต้องผ่านขั้นตอนในการนำสิ่งที่มนุษย์รับรู้มาตีความและบูรณาการให้เข้ากับประสบการณ์และความรู้ในปัจจุบันโดยการเรียนรู้นั้นนอกจากการจำและการเรียนสิ่งที่จำนั้น กลับคืนมาแล้วยังรวมถึงความสามารถที่จะอธิบาย เปรียบเทียบ แยกแยะ และประยุกต์ใช้ความรู้ในในสภาวะที่เหมาะสม

4) ความกระตือรือร้นในการเรียน (Active Learning) การให้ผู้เรียนมีปฏิสัมพันธ์อย่างต่อเนื่องกับบทเรียน จะช่วยให้ผู้เรียนเกิดความรู้ ความชำนาญ และเกิดทักษะใหม่ๆ การให้ผู้เรียนมีความสนใจ หรือความกระตือรือร้นในการเรียนถือว่าเป็นสิ่งจำเป็น เนื่องจากบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนในปัจจุบัน มีการผลิตออกมาจำหน่ายมากมาย ถ้าการให้ผู้เรียนมีปฏิสัมพันธ์กับบทเรียนน้อย หรือไม่ต่อเนื่อง จะก่อให้เกิดความเบื่อหน่าย และทำให้บทเรียนนั้นไม่น่าสนใจ การออกแบบจึงต้องให้มีปฏิสัมพันธ์อย่างสม่ำเสมอ

5) แรงจูงใจ (Motivation) แรงจูงใจเป็นสิ่งสำคัญต่อการเรียนรู้ การให้มีแรงจูงใจที่เหมาะสมถือว่าเป็นสิ่งสำคัญต่อการเรียนรู้ของผู้เรียน เช่น คอมพิวเตอร์ช่วยสอนประเภท

เกม หรือการจำลองสถานการณ์ เป็นบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนที่มีประสิทธิภาพสูงในการสร้างแรงจูงใจให้กับผู้เรียน

6) การควบคุมบทเรียน (Learner Control) การควบคุมบทเรียนถือว่าเป็นตัวแปรที่สำคัญที่ใช้สำหรับการออกแบบบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน การออกแบบการควบคุมบทเรียน ได้แก่ การควบคุมลำดับการเรียนรู้ เนื้อหา ประเภทของบทเรียน ฯลฯ การควบคุมบทเรียนมีอยู่ 3 ลักษณะ คือ การให้โปรแกรมเป็นผู้ควบคุม (Program Control) การให้นักเรียนเป็นผู้ควบคุม (Learner Control) และการผสมผสานระหว่างโปรแกรมและนักเรียน (Combination)

7) การถ่ายโอนการเรียนรู้ (Transfer of Learning) การที่ผู้เรียนได้เรียนรู้จากคอมพิวเตอร์ช่วยสอนนั้น ถือว่าเป็นการเรียนรู้เพียงขั้นแรกเท่านั้น แต่ถ้าหากผู้เรียนสามารถนำความรู้ที่ได้จากการเรียนรู้ไปประยุกต์ใช้งานจริง ย่อมถือว่าเป็นการถ่ายโอนการเรียนรู้ที่ได้รับนั้นเป็นสิ่งที่พึงปรารถนาที่สุดของการเรียนรู้นั้นเอง สิ่งที่มีอิทธิพลต่อความสามารถของมนุษย์ในการถ่ายโอนการเรียนรู้ ได้แก่ ความเหมือนจริง (Fidelity) ของบทเรียน ประเภท ปริมาณ และความหลากหลายของปฏิสัมพันธ์ และประเภทของบทเรียน

8) ความแตกต่างระหว่างบุคคล (Individual difference) บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนที่ดี ต้องมีความยืดหยุ่น สามารถตอบสนองต่อความแตกต่างระหว่างผู้เรียนได้ดี เนื่องจากผู้เรียนแต่ละคน มีความรู้ ความเข้าใจ สถิติปัญญา ทักษะ วิธีการเรียนรู้หรือความสามารถในการเรียนรู้ที่แตกต่างกันหรือไม่เท่ากัน ผู้ออกแบบต้องคำนึงถึงความแตกต่างให้มาก เพราะการออกแบบบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนที่ดีต้องตอบสนองต่อความแตกต่างระหว่างบุคคลให้มากที่สุด

โดยสรุป ทฤษฎีที่ใช้การออกแบบบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน มีทั้งทฤษฎีทางจิตวิทยา ที่สร้างความสนใจความกระตือรือร้นในการเรียน เกิดการจดจำ มีความเข้าใจ สามารถถ่ายโอนการเรียนรู้ได้และการออกแบบบทเรียนต้องคำนึงถึงความแตกต่างระหว่างบุคคล และทฤษฎีพฤติกรรมนิยมที่มีการเสริมแรงทางบวกและและเสริมแรงทางลบ

1.10 การหาประสิทธิภาพของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน

การหาประสิทธิภาพของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน ครอบคลุม (1) ความหมายของประสิทธิภาพของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน (2) ขั้นตอนการหาประสิทธิภาพของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน (3) วิธีการคำนวณหาประสิทธิภาพของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน และ (4) การกำหนดเกณฑ์ประสิทธิภาพ

1.10.1 ความหมายของประสิทธิภาพของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน

พิสุทธา อาริราชณภูร์ (2551, น.151) กล่าวว่า ประสิทธิภาพของของบทเรียน (Efficiency) หมายถึง ความสามารถของบทเรียนในการสร้างผลสัมฤทธิ์ให้ผู้เรียนบรรลุ

วัตถุประสงค์ตามระดับที่คาดหวัง โดยการทำให้แบบทดสอบหรือแบบฝึกหัดระหว่างบทเรียนและแบบทดสอบหลังเรียน

1.10.2 ขั้นตอนการหาประสิทธิภาพของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน

การหาประสิทธิภาพของบทเรียน คือ การตรวจสอบดูว่าบทเรียนมีคุณภาพหรือไม่ โดยการนำบทเรียนที่สร้างไปทดลองใช้กับกลุ่มเป้าหมายขนาดต่างๆ ตามลำดับขั้น คือ (มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมมาธิราช, 2525, น. 247 – 250 ; อติศักดิ์ สุเมธ, 2542, น. 21 – 37)

1) ทดลองใช้ในชั้นหนึ่งต่อหนึ่ง (One to one Testing) เป็นการทดลองกับผู้เรียน 1 คนโดยทดลองกับเด็กความสามารถปานกลางจะเหมาะสมที่สุด หรือจะทดลองกับเด็กทั้ง 3 ระดับ คือเด็กเก่ง เด็กปานกลาง และเด็กอ่อน แต่จะทดลองครั้งละ 1 คนเท่านั้น ($1 : 1 \times 3$) เพื่อศึกษาถึงข้อบกพร่องที่ควรแก้ไขในด้านสำนวนภาษา กราฟิกที่ใช้ความเหมาะสมของระยะเวลาที่กำหนดในบทเรียน และข้อเสนอแนะอื่น ๆ เพื่อนำไปปรับปรุงแก้ไข

2) การทดลองในชั้นทดลองกับกลุ่มเล็ก (Small Group Testing) เป็นการทดลองกับผู้เรียนประมาณ 6 - 10 คน โดยคัดเลือกผู้เรียนให้มีทั้งเด็กเก่ง เด็กปานกลาง และเด็กอ่อน เพื่อศึกษาถึงความเหมาะสมของบทเรียนในด้านต่างๆ เช่น การใช้ภาษาในบทเรียน นักเรียนในกลุ่มเล็ก ความเข้าใจตรงกันหรือไม่ ภาษาที่ใช้คลุมเครือหรือไม่ ระยะเวลาที่กำหนดไว้มีความเหมาะสมหรือไม่ ผลเป็นอย่างไร เมื่อนำผลการทำแบบทดสอบระหว่างเรียนและผลการทดสอบหลังเรียนด้วยบทเรียนไปวิเคราะห์หาประสิทธิภาพแล้วได้ตามเกณฑ์ที่กำหนดไว้หรือไม่ นำข้อมูลที่ได้ในขั้นตอนนี้ไปปรับปรุงแก้ไขบทเรียนต่อไป

3) การทดลองในชั้นทดลองกับกลุ่มใหญ่ (Field Testing) เป็นการนำบทเรียนไปใช้จริง โดยทดลองกับผู้เรียน 40 - 100 คน เพื่อนำผลการทำแบบทดสอบระหว่างเรียนและผลการทดสอบหลังการเรียนด้วยบทเรียนไปวิเคราะห์หาประสิทธิภาพของบทเรียน โดยใช้สูตร E_1/E_2 ตามเกณฑ์มาตรฐาน

โดยสรุป ขั้นตอนการทดลองหาประสิทธิภาพของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน ประกอบด้วย การทดลองแบบหนึ่งต่อหนึ่ง การทดลองในชั้นทดลองกับกลุ่มเล็ก และการทดลองในชั้นทดลองกับกลุ่มใหญ่

1.10.3 วิธีการคำนวณหาประสิทธิภาพของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน

กฤษมันต์ วัฒนาณรงค์ (2542, น.61) กล่าวว่า การหาประสิทธิภาพของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน โดยใช้สูตร E_1/E_2 ซึ่งประยุกต์มาจากแนวคิดในการหาประสิทธิภาพชุดการสอนของ ชัยยงค์ พรหมวงศ์ ที่กำหนดว่า E_1 เป็นประสิทธิภาพของกระบวนการ และ E_2 เป็นประสิทธิภาพของผลลัพธ์ โดยมีวิธีการคำนวณตามสูตรดังนี้

$$E_1 = \frac{\sum X_1}{N} \times 100$$

เมื่อ	E_1	คือ	ประสิทธิภาพของกระบวนการที่จัดไว้ในบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน
	$\sum X_1$	คือ	คะแนนรวมของแบบทดสอบระหว่างเรียน
	A	คือ	คะแนนเต็มของแบบทดสอบระหว่างเรียนทุกชิ้นรวมกัน
	N	คือ	จำนวนนักเรียน

$$E_2 = \frac{\sum X_2}{N} \times 100$$

เมื่อ	E_2	คือ	ประสิทธิผลของผลลัพธ์
	$\sum X_2$	คือ	คะแนนรวมของผู้เรียนที่ได้จากแบบทดสอบหลังเรียน
	B	คือ	คะแนนเต็มของแบบทดสอบหลังเรียน
	N	คือ	จำนวนนักเรียน

โดยสรุป วิธีการคำนวณหาประสิทธิภาพของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน ทำโดยใช้สูตร E_1/E_2

1.10.4 การกำหนดเกณฑ์ประสิทธิภาพ

พิสุทธา อารีราชณภรณ์ (2551, น.152) กล่าวว่า ระดับประสิทธิภาพของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนจะช่วยให้ นักเรียนเกิดการเรียนรู้ เป็นระดับที่ผู้ผลิตบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนจะพึงพอใจว่าหากบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนมีประสิทธิภาพถึงระดับนั้นแล้ว แสดงว่าบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนนั้นมีคุณค่าที่จะนำไปสอนนักเรียน และคุ้มกับการลงทุนผลิตออกมาเป็นจำนวนมาก การที่จะกำหนดเกณฑ์ประสิทธิภาพของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนนั้น กระทำโดยการประเมินพฤติกรรมของนักเรียน 2 ประเภท คือ พฤติกรรมต่อเนื่อง (กระบวนการ) และ พฤติกรรมขั้นสุดท้าย (ผลลัพธ์) โดยกำหนดค่าประสิทธิภาพเป็น E_1 (ประสิทธิภาพของกระบวนการ) E_2 (ประสิทธิภาพของผลลัพธ์) ประสิทธิภาพของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนจะกำหนดเป็นเกณฑ์ที่ผู้สอนคาดหวังว่านักเรียนจะเปลี่ยนแปลงพฤติกรรมเป็นที่พอใจ โดยกำหนดให้เป็นเปอร์เซ็นต์ของผลเฉลี่ยของคะแนนการทำงานทั้งหมด นั่นคือ E_1/E_2 คือ ประสิทธิภาพของกระบวนการ/ประสิทธิภาพของผลลัพธ์ การที่จะกำหนดเกณฑ์ E_1/E_2 ให้มีค่าเท่าใดนั้นผู้สอนเป็นผู้พิจารณา เกณฑ์โดยทั่วไป

กำหนดไว้ไม่ต่ำกว่าร้อยละ 80 ตัวอย่างเช่น 80 / 80 หมายความว่า เมื่อเรียนจากบทเรียนแล้ว ผู้เรียนจะสามารถทำแบบฝึกทักษะหรืองานได้ผลเฉลี่ย 80% และทำการทดสอบหลังเรียนได้ผลเฉลี่ย 80%

สำหรับเกณฑ์ในการหาประสิทธิภาพของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนนั้น ไชยยศ เรืองสุวรรณ (2537, น.127-133) ให้ความเห็นว่าประสิทธิภาพของบทเรียนนั้นไม่ควรกำหนดให้มีค่าสูงเกินไปหรือต่ำเกินไป แต่ควรกำหนดให้สอดคล้องกับระดับผู้เรียนที่จะเป็นผู้ใช้บทเรียน โดยมีแนวทางการกำหนดไว้กว้างๆ ดังนี้

- 1) บทเรียนสำหรับเด็กเล็กควรจะกำหนดไว้ระหว่างร้อยละ 95 – 100
- 2) บทเรียนสำหรับเนื้อหาทฤษฎี หลักการคิดรวบยอดและเนื้อหาพื้นฐาน ควรกำหนดไว้ระหว่าง 90 – 95
- 3) บทเรียนที่มีเนื้อหาวิชาที่ยากและซับซ้อนต้องใช้ระยะเวลาในการศึกษา มากกว่าปกติ ควรกำหนดไว้ระหว่าง 85 – 90
- 4) บทเรียนวิชาปฏิบัติ ควรกำหนดไว้ระหว่าง 80 – 85
- 5) บทเรียนสำหรับบุคคลทั่วไปได้ระบุกลุ่มเป้าหมายที่ชัดเจน ควรกำหนดไว้ระหว่างร้อยละ 80 – 85

การจะยอมรับประสิทธิภาพของบทเรียนหรือไม่นั้น การยอมรับบทเรียนมี 3 ระดับคือ (มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมมาธิราช, 2525, น. 247-252)

- 1) สูงกว่าเกณฑ์ เมื่อประสิทธิภาพของบทเรียนสูงกว่าเกณฑ์ที่ตั้งไว้มีค่าเกิน 2.5% ขึ้นไป
- 2) เท่าเกณฑ์ เมื่อประสิทธิภาพของบทเรียนเท่ากับหรือสูงกว่าเกณฑ์ที่ตั้งไว้ แต่ไม่เกิน 2.5%
- 3) ต่ำกว่าเกณฑ์ เมื่อประสิทธิภาพของบทเรียนต่ำกว่าเกณฑ์ที่ตั้งไว้แต่ไม่ต่ำกว่า 2.5% ถือว่ายังมีประสิทธิภาพที่ยอมรับได้

โดยสรุป การกำหนดเกณฑ์ประสิทธิภาพ เป็นการกำหนดระดับประสิทธิภาพของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนจะช่วยให้นักเรียนเกิดการเรียนรู้ เป็นระดับที่ผู้ผลิตบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนพึงพอใจ โดยกำหนดเกณฑ์ประสิทธิภาพของกระบวนการและประสิทธิภาพของผลลัพธ์ ในการพัฒนาบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนของผู้วิจัยในครั้งนี้ ใช้เกณฑ์ E_1 / E_2 ไม่ต่ำกว่า 80/80 เนื่องจากเป็นบทเรียนซึ่งเสนอเนื้อหาวิชาที่จัดอยู่ในประเภทวิชาความรู้ ความเข้าใจ และทฤษฎี

2. การเรียนการสอนรายบุคคล

การเรียนการสอนรายบุคคล ครอบคลุม (1) ความหมายของการเรียนการสอนรายบุคคล (2) วิธีการเรียนการสอนรายบุคคล และ (3) กิจกรรมการเรียนการสอนรายบุคคล

2.1 ความหมายของการเรียนการสอนรายบุคคล

มีนักการศึกษาหลายท่านให้ความหมายของการเรียนการสอนรายบุคคล ดังนี้
 ชัยยงค์ พรหมวงศ์ (2523, น.356) กล่าวว่า การเรียนการสอนรายบุคคล ยึดหลักความแตกต่างระหว่างบุคคล โดยการจัดสภาพการเรียนรู้ที่จะให้นักเรียนได้ศึกษาหาความรู้ด้วยตนเอง มากน้อยตามความสามารถ ความสนใจ และความสะดวกของนักศึกษาเอง การเรียนการสอนรายบุคคลแยกเป็นการเรียนรายบุคคลและการสอนรายบุคคล

สุรางค์ โค้วตระกูล (2533, น.227) กล่าวว่า การเรียนการสอนรายบุคคล เป็นการสอนนักเรียนตัวต่อตัวทีละคน หรือการสอนนักเรียนกลุ่มหนึ่งที่มีลักษณะคล้ายคลึงกันทางระดับสติปัญญา ความสามารถ ความต้องการ และแรงจูงใจ โดยครูจัดวัตถุประสงค์เฉพาะของหน่วยการเรียนรู้หรือบทเรียนพร้อมทั้งเนื้อหา และอุปกรณ์ เมื่อนักเรียนเรียนจบหน่วยการเรียนรู้ จะได้รับการทดสอบเพื่อจะทราบว่าได้เรียนรู้ตามวัตถุประสงค์ที่ตั้งไว้หรือไม่

กิดานันท์ มลิทอง (2543, น.116) กล่าวว่า การสอนแบบรายบุคคล เป็นความสัมพันธ์ระหว่างสิ่งเร้ากับการตอบสนองและการเสริมแรงเป็นสิ่งสำคัญ โดยมีจุดมุ่งหมายเพื่อ นำผู้เรียนไปสู่การเรียนรู้ที่มีประสิทธิภาพซึ่งอาศัยการสอนที่มีการวางโปรแกรมไว้ล่วงหน้า เป็นการให้ผู้เรียนมีโอกาสเรียนรู้ได้ด้วยตนเอง โดยได้รับผลป้อนกลับทันที และให้ผู้เรียนได้เรียนไปทีละขั้นตอนอย่างเหมาะสมตามความต้องการและความสามารถของตน

โดยสรุป การศึกษารายบุคคลหรือการศึกษาแบบเอกัตภาพ (Individualized Instruction) หมายถึง วิธีการเรียนรู้ที่มีโครงสร้างและระบบที่สามารถตอบสนองความต้องการของผู้เรียนได้ ผู้เรียนมีอิสระที่จะเลือกเรียนตามสถานที่และเวลาในการเรียนแต่ละบท แต่ต้องจำกัดอยู่ภายใต้โครงสร้างของบทเรียนนั้น

2.2 วิธีการเรียนการสอนรายบุคคล

ชัยยงค์ พรหมวงศ์ (2523, น.362-366) กล่าวว่า วิธีการจัดการเรียนการสอนรายบุคคลมี 2 แบบ ประกอบด้วย (1) การเรียนการสอนรายบุคคลในสภาพการณ์ที่เตรียมไว้เฉพาะ และ (2) การเรียนการสอนรายบุคคลที่เกิดขึ้นต่างที่ต่างถิ่นกัน

ผู้วิจัยได้นำการเรียนการสอนรายบุคคลในสภาพการณ์ที่เตรียมไว้เฉพาะมาใช้ในการวิจัยซึ่งสภาพการณ์ที่เตรียมไว้ในการเรียนการสอนรายบุคคลมีขั้นตอนดังนี้

ขั้นที่ 1 แบ่งหน่วยที่จะสอนเป็นหัวเรื่องที่มีเพียงมโนทัศน์เดียว

ขั้นที่ 2 เตรียมชุดการเรียนหน่วยย่อย ซึ่งมีสื่อประสมจัดไว้เป็นระบบ ประกอบด้วย แบบทดสอบก่อนเรียนและหลังเรียน คำสั่ง เนื้อหาสาระ กิจกรรมการเรียน สื่อการเรียนแบบฝึกปฏิบัติ และเฉลย

ขั้นที่ 3 ประกอบกิจกรรมการเรียน ให้นักศึกษาได้ศึกษาตามความสนใจแบ่งได้ 5 ขั้นคือ ทำแบบทดสอบก่อนเรียน เข้าสู่บทเรียน ทำกิจกรรมการเรียน สรุป และทำแบบทดสอบหลังเรียน

ขั้นที่ 4 ประเมินก้าวหน้า แบ่งออกเป็น 2 ระยะ คือ ระหว่างประกอบกิจกรรม และ หลังการประกอบกิจกรรม

โดยสรุป วิธีการจัดการเรียนการสอนรายบุคคลมี 2 แบบ คือ การเรียนการสอนรายบุคคลในสภาพการณ์ที่เตรียมไว้เฉพาะและการเรียนการสอนรายบุคคลที่เกิดขึ้นต่างที่ต่างถิ่นกัน โดยมีขั้นตอน คือ (1) แบ่งหน่วยที่จะสอนเป็นหัวเรื่องที่มีเพียงมโนทัศน์เดียว (2) เตรียมชุดการเรียนหน่วยย่อย (3) ประกอบกิจกรรมการเรียน และ (4) ประเมินก้าวหน้า

2.3 กิจกรรมการเรียนการสอนรายบุคคล

ชัยยงค์ พรหมวงศ์ (2523, น.367- 368) กล่าวว่า กิจกรรมที่ใช้ในการเรียนการสอนรายบุคคล มี 3 ขั้นตอน คือ

ขั้นที่ 1 ขั้นทำแบบทดสอบก่อนเรียน เพื่อตรวจพื้นฐานความรู้เดิมของนักศึกษา

ขั้นที่ 2 ขั้นศึกษาเนื้อหาสาระจากหน่วยการเรียนในชุดการเรียน

ขั้นที่ 3 ขั้นทำแบบทดสอบหลังเรียน เพื่อตรวจสอบว่านักศึกษาได้เรียนรู้ตามวัตถุประสงค์ตามที่กำหนดไว้หรือไม่ หากคะแนนสอบได้ถึงเกณฑ์ก็สามารถไปศึกษาในหน่วยอื่นต่อไป

โดยสรุป กิจกรรมการเรียนการสอนรายบุคคล มี 3 ขั้นตอน คือ ขั้นทำแบบทดสอบก่อนเรียน ขั้นศึกษาเนื้อหาสาระจากหน่วยการเรียน และขั้นทำแบบทดสอบหลังเรียน

3. ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

ผู้วิจัยได้รวบรวมข้อมูลเกี่ยวกับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ครอบคลุม (1) ความหมายของผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน และ (2) การประเมินผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

3.1 ความหมายของผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

มีนักการศึกษาให้ความหมายของผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ดังนี้

ไพศาล หวังพานิช (2546, น.30) กล่าวว่า การวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนโดยใช้แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ ถือเป็นหัวใจสำคัญของการวัดการศึกษาในสถาบันการศึกษาต่างๆ ทั้งนี้ เพราะแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์มีหน้าที่หลักคือ มุ่งตรวจสอบความสามารถในการเรียนส่วนที่

เกี่ยวข้องกับระดับความสามารถในการเรียน การพัฒนาการเรียน ผลการเรียน รวมทั้งทักษะในด้านต่าง ๆ หลังจากที่ได้เรียนไปแล้ว

กู๊ด (Good, 1973, p.203) กล่าวว่า ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน หมายถึง ความรู้ที่ได้รับ หรือทักษะที่พัฒนามาจากการเรียนในสถานศึกษา โดยปกติวัดจากคะแนนที่ครูเป็นผู้ให้หรือจากแบบทดสอบ หรืออาจรวมทั้งคะแนนที่ครูเป็นผู้ให้และคะแนนที่ได้จากแบบทดสอบ

บรรดล สุขปิติ (2542, น.53) กล่าวว่า ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน หมายถึง การนำชุดของคำถามหรือกลุ่มของงาน หรือสภาพการณ์ต่างๆ ที่ได้จัดเตรียมไว้ไปกระตุ้นให้นักเรียนแสดงพฤติกรรมที่มุ่งหวังตอบสนองออกมา แล้วสังเกตพฤติกรรมที่ตอบสนองนั้นว่ามีลักษณะอย่างไร และมีความถูกต้องเพียงใด ซึ่งการทดสอบต้องประกอบด้วย 2 ส่วนต่อเนื่องกันคือ ส่วนที่ทำหน้าที่เป็นตัวเร้า กับส่วนที่เป็นพฤติกรรมของนักเรียนที่ตอบสนองออกมาจนสังเกตและวัดได้ สิ่งที่ทำหน้าที่เป็นตัวเร้าหรือกระตุ้นเรียกได้ว่าเป็นเครื่องมือวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนทั้งสิ้น

อารีย์ วชิระวารการ (2542, น.143) กล่าวว่า ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคือผลที่เกิดขึ้นจากการเรียนการสอน การฝึกฝน หรือประสบการณ์ต่าง ๆ ทั้งที่โรงเรียน ที่บ้าน และสิ่งแวดล้อมอื่นๆ ผลสัมฤทธิ์ในการเรียนมิได้มองแต่ในแง่ของความรู้ความสามารถทางสมองเท่านั้น ในทางที่เป็นจริงแล้วความรู้สึก ค่านิยม จริยธรรมก็เป็นผลจากการฝึกสอนและอบรมซึ่งก็เป็นผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนด้วย

โดยสรุป ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน หมายถึง ผลของความรู้ความสามารถที่เกิดจากการเรียนรู้ ซึ่งต้องอาศัยทักษะและความรอบรู้ ซึ่งสามารถสังเกตและวัดได้ด้วยแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

3.2 การประเมินผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

มีนักการศึกษาให้วิธีการประเมินผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ดังนี้

อุทุมพร จามรมาน (2540, น.27) กล่าวว่า การประเมินผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนเพื่อวัดความรู้เนื้อหาวิชา ผู้ประเมินต้องมีการวางแผนการดำเนินการสร้างที่เป็นระบบ มีความรู้ในด้านเนื้อหา เขียนข้อคำถามที่ตรงประเด็น ตลอดจนสามารถตรวจสอบคุณภาพแต่ละข้อได้ การสร้างข้อสอบที่เป็นระบบ มีขั้นตอนดังนี้

1. การระบุจุดมุ่งหมายในการทดสอบ
2. การระบุเนื้อหาให้ชัดเจน
3. การทำตารางเนื้อหาจับคู่จุดมุ่งหมายในการทดสอบ
4. การทำน้ำหนักคะแนน
5. การกำหนดเวลาสอบ
6. การกำหนดจำนวนข้อหรือคะแนน

7. การเขียนข้อสอบ
8. การตรวจสอบข้อสอบที่เขียนขึ้น
9. การทดลองใช้ แก้ไข ปรับปรุง

ในการกำหนดวัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรมที่พึงประสงค์ต้องการให้เกิดกับนักเรียนนั้น Bloom (Bloom, 1965, p. 201) ได้กล่าวถึงลำดับชั้นที่ใช้ในการเขียนวัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรมด้านความรู้ไว้ 6 ชั้น ดังนี้ คือ

1. ความรู้ความจำ หมายถึง การระลึกหรือท่องจำความรู้ ข้อเท็จจริง กฎเกณฑ์ ทฤษฎีต่างๆ ที่ได้เรียนมาแล้วโดยตรง จัดเป็นขั้นต่ำสุด
2. ความเข้าใจ หมายถึง ความสามารถที่จะจับใจความสำคัญของเนื้อหาที่ได้เรียน แปลความจากตัวเลข การสรุป การย่อความ
3. การนำไปใช้ หมายถึง ความสามารถที่จะนำความรู้ กฎ มโนทัศน์ หลักสำคัญ ที่นักเรียนได้เรียนมาแล้วไปใช้ในสถานการณ์ใหม่ การเรียนรู้ในขั้นนี้นักเรียนต้องมีความเข้าใจในเนื้อหาเป็นอย่างดีเสียก่อนจึงจะนำความรู้ไปใช้ได้
4. การวิเคราะห์ หมายถึง ความสามารถที่จะแยกแยะเนื้อหาวิชาลงไปเป็น องค์ประกอบย่อย ๆ เหล่านั้นเพื่อที่จะมองเห็นหรือเข้าใจความเกี่ยวข้องต่าง ๆ
5. การสังเคราะห์ หมายถึง ความสามารถที่จะนำเอาส่วนย่อย ๆ มาประกอบกัน เป็นสิ่งใหม่ การสังเคราะห์จึงเกี่ยวกับการวางแผน การออกแบบการทดลอง การตั้งสมมติฐาน การแก้ปัญหาที่ยาก การเรียนรู้ในระดับนี้เป็นการเน้นพฤติกรรมที่สร้างสรรค์ในอันที่จะสร้างแนวคิดหรือ แบบแผนใหม่ๆ ขึ้นมา
6. การประเมินค่า หมายถึง ความสามารถที่จะตัดสินใจเกี่ยวกับคุณค่าต่าง ๆ ไม่ว่าจะ เป็นคำพูด นวนิยาย บทกวี หรือรายงานการวิจัย การตัดสินใจดังกล่าวจะต้องวางแผนอยู่บนเกณฑ์ ที่แน่นอน เกณฑ์ดังกล่าวอาจจะเป็นสิ่งที่นักเรียนคิดขึ้นมาเองหรือนำมาจากที่อื่นก็ได้ การเรียนรู้ใน ขั้นนี้ถือว่าเป็นขั้นเรียนรู้ขั้นสูงสุดของความรู้ความจำ

โดยสรุป ความสำเร็จหรือความสามารถในการกระทำใดๆ จึงต้องอาศัยทักษะ ความรอบรู้ โดยอาศัยเครื่องมือวัดเพื่อตรวจสอบความสามารถ เช่น แบบทดสอบเพื่อวัดความรู้ ความจำ ความเข้าใจ และการนำความรู้ไปใช้ ซึ่งขึ้นอยู่กับองค์ประกอบทางสติปัญญา และความสามารถของสมอง ในงานวิจัยนี้ ผู้วิจัยเลือกใช้แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนเป็นเครื่องมือประเมินผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน โดยกำหนดให้ทำแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนถูกต้องได้ 1 คะแนน ข้อที่ผิดได้ 0 คะแนน เป็นแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนที่ผู้วิจัยสร้างขึ้นและหาคุณภาพ โดยกำหนดวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนได้ 3 ระดับ คือ ด้านความรู้ความจำ ด้านความเข้าใจ และด้านการนำไปใช้

4. การเรียนการสอนรายวิชาชีววิทยา

รายวิชาชีววิทยา ระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ที่ผู้วิจัยได้ศึกษาเป็นการจัดการเรียนการสอนในกลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ ตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน 2551 และหลักสูตรสถานศึกษาโรงเรียนสมเด็จพิทยาคม ในส่วนที่เกี่ยวกับมาตรฐานการเรียนรู้ช่วงชั้น และคำอธิบายรายวิชา มีสาระหลักที่เกี่ยวข้องกับเรื่องที่คุณผู้วิจัยดำเนินการ ดังต่อไปนี้

4.1 สาระ มาตรฐานการเรียนรู้ และตัวชี้วัดกลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์

หลักสูตรแกนกลางกำหนดให้กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์มี 8 สาระ ในที่นี้จะกล่าวถึงสาระที่เกี่ยวข้องกับรายวิชาชีววิทยา ซึ่งมี 2 สาระ คือ สาระที่ 1 สิ่งมีชีวิตกับกระบวนการดำรงชีวิต และสาระที่ 2 ชีวิตกับสิ่งแวดล้อม ซึ่งรายละเอียดของมาตรฐานการเรียนรู้ และตัวชี้วัดช่วงชั้น ม.4 – 6 ดังนี้ (กระทรวงศึกษาธิการ, 2551, น.14, 100 - 109)

สาระที่ 1 สิ่งมีชีวิตกับกระบวนการดำรงชีวิต

มาตรฐาน ว 1.1 เข้าใจหน่วยพื้นฐานของสิ่งมีชีวิต ความสัมพันธ์ของโครงสร้าง และหน้าที่ของระบบต่างๆ ของสิ่งมีชีวิตที่ทำงานสัมพันธ์กัน มีกระบวนการสืบเสาะหาความรู้ สื่อสารสิ่งที่เรียนรู้และนำความรู้ไปใช้ในการดำรงชีวิตของตนเองและดูแลสิ่งมีชีวิต

ตัวชี้วัดช่วงชั้น ม.4 – 6

1. ทดลองและอธิบายการรักษาคุณภาพของเซลล์ของสิ่งมีชีวิต
2. ทดลองและอธิบายกลไกการรักษาคุณภาพของน้ำในพืช
3. สืบค้นข้อมูลและอธิบายกลไกการควบคุมคุณภาพของน้ำ แร่ธาตุ และอุณหภูมิของมนุษย์และสัตว์อื่น ๆ และนำความรู้ไปใช้ประโยชน์
4. อธิบายเกี่ยวกับระบบภูมิคุ้มกันของร่างกายและนำความรู้ไปใช้ในการดูแลสุขภาพ

มาตรฐาน ว 1.2 เข้าใจกระบวนการและความสำคัญของการถ่ายทอดลักษณะทางพันธุกรรมวิวัฒนาการของสิ่งมีชีวิต ความหลากหลายทางชีวภาพ การใช้เทคโนโลยีชีวภาพที่มีผลกระทบต่อมนุษย์และสิ่งแวดล้อม มีกระบวนการสืบเสาะหาความรู้และจิตวิทยาศาสตร์ สื่อสารสิ่งที่เรียนรู้ และนำความรู้ไปใช้ประโยชน์

ตัวชี้วัดช่วงชั้น ม.4 – 6

1. อธิบายกระบวนการถ่ายทอดสารพันธุกรรม การแปรผันทางพันธุกรรม มิวเทชัน และการเกิดความหลากหลายทางชีวภาพ
2. สืบค้นข้อมูลและอภิปรายผลของเทคโนโลยี ชีวภาพที่มีต่อมนุษย์และสิ่งแวดล้อมและนำความรู้ไปใช้ประโยชน์

3. สืบค้นข้อมูลและอภิปรายผลของความหลากหลายทางชีวภาพที่มีต่อมนุษย์และสิ่งแวดล้อม
4. อธิบายกระบวนการคัดเลือกตามธรรมชาติ และผลของการคัดเลือกตามธรรมชาติต่อความหลากหลายของสิ่งมีชีวิต

สาระที่ 2 ชีวิตกับสิ่งแวดล้อม

มาตรฐาน ว 2.1 เข้าใจสิ่งแวดล้อมในท้องถิ่น ความสัมพันธ์ระหว่างสิ่งแวดล้อมกับสิ่งมีชีวิต ความสัมพันธ์ระหว่างสิ่งมีชีวิตต่าง ๆ ในระบบนิเวศ มีกระบวนการสืบเสาะ หาความรู้และจิตวิทยาศาสตร์สื่อสารสิ่งที่เรียนรู้และนำความรู้ไปใช้ประโยชน์

ตัวชี้วัดช่วงชั้น ม.4 – 6

1. อธิบายคุณภาพของระบบนิเวศ
2. อธิบายกระบวนการเปลี่ยนแปลงแทนที่ของสิ่งมีชีวิต
3. อธิบายความสำคัญของความหลากหลายทางชีวภาพ และเสนอแนะแนวทางในการดูแลและรักษา

มาตรฐาน ว 2.2 เข้าใจความสำคัญของทรัพยากรธรรมชาติ การใช้ทรัพยากรธรรมชาติในระดับท้องถิ่น ประเทศ และโลกนำความรู้ไปใช้ในการจัดการทรัพยากรธรรมชาติ และสิ่งแวดล้อมในท้องถิ่นอย่างยั่งยืน

ตัวชี้วัดช่วงชั้น ม.4 – 6

1. วิเคราะห์สภาพปัญหาสาเหตุของปัญหาสิ่งแวดล้อม และทรัพยากรธรรมชาติในระดับท้องถิ่น ระดับประเทศ และระดับโลก
2. อภิปรายแนวทางในการป้องกัน แก้ไข ปัญหา สิ่งแวดล้อมและทรัพยากรธรรมชาติ
3. วางแผนและดำเนินการเฝ้าระวัง อนุรักษ์ และพัฒนาสิ่งแวดล้อมและทรัพยากรธรรมชาติ

4.2 เป้าหมายการจัดการเรียนการสอนวิชาชีววิทยา

สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (2553, น. 1) กล่าวว่า วิชาชีววิทยามีบทบาทสำคัญยิ่งสำหรับสังคมโลกปัจจุบันและอนาคต เพราะชีววิทยาเกี่ยวข้องกับคน สิ่งมีชีวิตและสิ่งแวดล้อม อีกทั้งยังเป็นพื้นฐานของเทคโนโลยีชีวภาพ ซึ่งเป็นประโยชน์ในการปรับปรุงผลผลิตทางการเกษตร อุตสาหกรรม การสาธารณสุข และสิ่งแวดล้อม ซึ่งจะทำให้คุณภาพชีวิตของมนุษย์ดีขึ้นกว่าที่เป็นอยู่ ในการเรียนการสอนวิชาชีววิทยามุ่งเน้นให้ผู้เรียนได้ค้นพบความรู้ด้วยตนเองมากที่สุด เพื่อให้ได้ทั้งกระบวนการและความรู้จากวิธีการสังเกต การสำรวจตรวจสอบ การทดลอง แล้วนำผลที่ได้มาจัดระบบเป็นหลักการ แนวคิด และองค์ความรู้

สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (2553, น. 1) ได้กำหนดเป้าหมายสำคัญการเรียนการสอนวิชาชีววิทยา ดังนี้

1. เพื่อให้เข้าใจหลักการและทฤษฎีที่เป็นพื้นฐานในวิชาชีววิทยา
2. เพื่อให้เข้าใจขอบเขตของธรรมชาติและข้อจำกัดของวิชาชีววิทยา
3. เพื่อให้มีทักษะที่สำคัญในการศึกษาค้นคว้าและคิดค้น
4. ให้ผู้เรียนพัฒนากระบวนการคิดและจินตนาการ การแก้ปัญหาและการจัดการทักษะการสื่อสารและการตัดสินใจ
5. ให้ผู้เรียนตระหนักถึงความสัมพันธ์ระหว่างชีววิทยา เทคโนโลยีชีวภาพ มนุษย์กับสภาพแวดล้อม
6. ให้ผู้เรียนนำความรู้ความเข้าใจวิชาชีววิทยาและเทคโนโลยีชีวภาพไปใช้ให้เกิดประโยชน์กับสังคมและการดำเนินชีวิต
7. ให้ผู้เรียนมีจิตวิทยาศาสตร์ มีคุณธรรมจริยธรรม มีค่านิยมในการใช้ความรู้และเทคโนโลยีชีวภาพอย่าง สร้างสรรค์

4.3 วิสัยทัศน์การเรียนรู้วิชาชีววิทยา

สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (2553, น. 1-2) กล่าวถึงวิสัยทัศน์การเรียนรู้วิชาชีววิทยา ดังนี้

1. การเรียนรู้ชีววิทยาเป็นการพัฒนาผู้เรียนให้ได้รับทั้งความรู้ กระบวนการ และเจตคติ ผู้เรียนทุกคนควรได้รับการกระตุ้นส่งเสริมให้สนใจและกระตือรือร้นที่จะเรียนรู้ มีความสงสัยเกิดคำถามในสิ่งต่างๆ ที่เกี่ยวกับชีวิตและสิ่งแวดล้อมรอบตัว มีความมุ่งมั่นและมีความสุขที่จะศึกษาค้นคว้า สืบเสาะหาความรู้เพื่อรวบรวมข้อมูล วิเคราะห์ผล นำไปสู่คำตอบของคำถาม สามารถตัดสินใจด้วยการใช้ข้อมูลอย่างมีเหตุผล สามารถสื่อสารคำถาม คำตอบ ข้อมูล และสิ่งที่ค้นพบจากการเรียนรู้ให้ผู้อื่นเข้าใจได้
2. การเรียนรู้ชีววิทยาเป็นการเรียนรู้ตลอดชีวิต เนื่องจากความรู้วิทยาศาสตร์มีการเปลี่ยนแปลงและก้าวหน้าอย่างรวดเร็ว จำเป็นที่ทุกคนจะต้องเรียนรู้ไปใช้ในการดำรงชีวิตและการประกอบวิชาชีพ เมื่อผู้เรียนได้เรียนวิทยาศาสตร์โดยได้รับการกระตุ้นให้เกิดความตื่นตัว ทำทหายกับการเผชิญสถานการณ์หรือปัญหา มีการร่วมกันคิด ลงมือปฏิบัติจริง ก็จะเข้าใจและเห็นความเชื่อมโยงของวิชาชีววิทยากับวิชาอื่น ๆ และการดำรงชีวิต ทำให้สามารถอธิบาย ทำนาย คาดการณ์สิ่งต่าง ๆ ได้อย่างมีเหตุผล การจัดการเรียนการสอนจึงต้องสอดคล้องกับสภาพจริงในชีวิต โดยใช้แหล่งเรียนรู้หลากหลายในท้องถิ่น และคำนึงถึงลักษณะเฉพาะของผู้เรียนที่มีวิธีการเรียนรู้ ความถนัดและความสนใจแตกต่างกัน

4.4 แนวการจัดการเรียนรู้วิชาชีววิทยา

สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (2553, น. 2- 3) กล่าวถึงแนวการจัดการเรียนรู้วิชาชีววิทยา สรุปได้ดังนี้

1. เน้นการเรียนรู้ที่ผ่านกระบวนการคิด กระบวนการปฏิบัติ เพื่อสร้างความรู้ด้วยตนเอง สามารถนำความรู้ไปใช้อย่างมีประสิทธิภาพ

2. การออกแบบกิจกรรมการเรียนรู้ให้มีกระบวนการเรียนรู้ที่หลากหลายรูปแบบ เชื่อมโยงกับชีวิตจริงและสิ่งแวดล้อม

3. ครูต้องปรับบทบาทจากการเป็นผู้ป้อนข้อมูล (instructor) เป็นผู้ให้คำแนะนำ (coaching) และผู้อำนวยความสะดวกในการเรียนรู้ (facilitator) เนื่องจากมีวิธีการเรียนรู้ที่ผู้เรียนสามารถหาความรู้ที่มีอยู่มากมายด้วยตนเอง โดยไม่จำกัดอยู่เพียงแค่ความรู้ที่ครูถ่ายทอดให้เท่านั้น

4. ครูทำหน้าที่ชี้แนะ สำหรับการแสวงหาความรู้ หรือการนำความรู้จากแหล่งต่างๆ มาใช้ประโยชน์ ทำให้ผู้เรียนได้เรียนรู้วิธีการและแหล่งที่จะได้มาซึ่งข้อมูล

5. ครูใช้วิธีการจัดกิจกรรม ใช้สื่อประกอบ ให้ผู้เรียนเกิดความอยากรู้ในการแสวงหาความรู้จากแหล่งเรียนรู้ต่างๆ อย่างกว้างขวาง ฝึกให้คิดตั้งคำถามและแสวงหาคำตอบอย่างมีเหตุผล มีกระบวนการเรียนรู้ที่หลากหลาย โดยเฉพาะอย่างยิ่ง กระบวนการสืบเสาะหาความรู้ (inquiry process) ซึ่งเป็นกระบวนการเรียนรู้ที่ให้ผู้เรียนค้นหาคำตอบด้วยตนเอง โดยผ่านกระบวนการคิด และใช้กระบวนการทางวิทยาศาสตร์เป็นเครื่องมือ

6. ส่งเสริมให้นักเรียนนำความรู้ใหม่ที่ได้ ไปเชื่อมโยงกับความรู้เดิมที่เกี่ยวข้อง เพื่อสร้างองค์ความรู้ใหม่หรือนำไปประยุกต์ใช้

7. เปิดโอกาสให้ผู้เรียนประเมินจุดเด่นจุดด้อยของการจัดการเรียนการสอนแต่ละรูปแบบ ให้นักเรียนมีโอกาสตรวจสอบซึ่งกันและกัน มีการอภิปรายแลกเปลี่ยนความคิดเห็นเกี่ยวกับความรู้ใหม่ที่ค้นพบ

โดยสรุป การจัดการเรียนการสอนของกลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ รายวิชาชีววิทยา เน้นการจัดการเรียนรู้หลากหลายรูปแบบ และมีการวัดผลประเมินผล

5. งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

ในการวิจัยครั้งนี้ ผู้วิจัยได้ศึกษางานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน ดังนี้

มานิช คงนะ (2550) ทำการวิจัย เรื่อง การพัฒนาบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนวิชาชีววิทยา เรื่อง ระบบหมุนเวียนโลหิตของมนุษย์ สำหรับนักเรียนช่วงชั้นที่ 4 โรงเรียนพนมทวนพิทยาศาสตร์

คม จากการศึกษาพบว่า 1) บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนมีประสิทธิภาพเท่ากับ 78.89/76.78 สูงกว่าเกณฑ์มาตรฐานที่กำหนดไว้คือ 75/75 2) ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนสูงกว่าก่อนเรียน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 และ 3) ความพึงพอใจของนักเรียนช่วงชั้นที่ 4 อยู่ในระดับมาก

ตรองจิตต์ สีด้วง (2550) ทำการวิจัย เรื่อง การพัฒนาบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนที่มีการใช้ผลป้อนกลับแบบอธิบาย เรื่อง โครงสร้างของระบบประสาท วิชาชีววิทยา สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ผลการวิจัยพบว่า 1) บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนที่มีผลป้อนกลับแบบอธิบายมีประสิทธิภาพร้อยละ 66.42 2) นักเรียนที่เรียนด้วยบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนที่มีการใช้ผลป้อนกลับแบบอธิบายมีคะแนนทดสอบหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับ 0.05 และ 3) นักเรียนมีความพึงพอใจบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนในระดับมากที่สุดเกี่ยวกับผลป้อนกลับน่าสนใจ แบบฝึกหัดสอดคล้องกับเนื้อหาในแต่ละวัตถุประสงค์ และคำชี้แจงในการใช้บทเรียนชัดเจน

กิตติพงษ์ ตาลอำไพ (2552) ทำการวิจัย เรื่อง การพัฒนาบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนมัลติมีเดียวิชาฟิสิกส์ เรื่อง การชนและโมเมนตัม ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ผลการวิจัยพบว่า 1) ประสิทธิภาพของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนมัลติมีเดีย มีค่าเท่ากับ 77.80/78.08 สูงกว่าสมมติฐานที่ตั้งไว้ คือ 75/75 2) ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังได้รับการจัดการเรียนรู้โดยบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนมัลติมีเดียสูงกว่าก่อนเรียน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 และ 3) เจตคติของนักเรียนที่เรียนโดยใช้บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนมัลติมีเดีย อยู่ในระดับมากที่สุด

สมรัก บุรณะ (2551) ทำวิจัยเรื่อง การเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนกลุ่มสาระวิทยาศาสตร์ รายวิชาชีววิทยา ระหว่างการเรียนด้วยบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน กับการเรียนตามปกติ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ผลการวิจัยพบว่า 1) บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนมีประสิทธิภาพเท่ากับ 82.04/80.17 2) ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนที่เรียนโดยใช้บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนสูงกว่านักเรียนที่เรียนแบบปกติอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 และ 3) นักเรียนมีความพึงพอใจต่อบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนอยู่ในระดับมาก

อารี อนันต์ศรี (2552) ทำวิจัยเรื่อง การพัฒนาบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนที่เน้นวิธีสืบเสาะหาความรู้ เรื่อง กายวิภาคของพืช สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ผลการวิจัยพบว่า 1) บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนเน้นวิธีการสืบเสาะหาความรู้ มีประสิทธิภาพ 82.96/85.17 2) คะแนนเฉลี่ยก่อนเรียนระหว่างนักเรียนที่เรียนโดยใช้บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนที่เน้นวิธีการสืบเสาะหาความรู้กับนักเรียนที่เรียนตามปกติไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 3) ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนที่เรียนโดยใช้บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนที่เน้นวิธีการสืบเสาะหาความรู้สูงกว่านักเรียนที่เรียนตามปกติ อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 และ 4) นักเรียนมีความคิดเห็นต่อบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนอยู่ในระดับมาก

วิภาวี เทพนมิตร (2552) ทำวิจัย เรื่อง การสร้างบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนวิชาเคมี เรื่อง สารชีวโมเลกุล สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ผลการวิจัยพบว่า 1) บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน มีประสิทธิภาพ 86.11/84.91 สูงกว่าเกณฑ์ 80/80 และ 2) นักเรียนมีความพึงพอใจต่อการเรียนด้วยบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนมาก

เทพรัตน์ ทิพย์นำพา (2553) ทำวิจัยเรื่อง การพัฒนาบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน เรื่อง การปฏิบัติตนเพื่อป้องกันโรคไข้หวัดใหญ่สายพันธุ์ใหม่ 2009 สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ผลการวิจัยพบว่า 1) บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน มีประสิทธิภาพ 82.44/80.55 2) ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนสูงกว่าคะแนนสอบก่อนเรียน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 และ 3) นักเรียนมีความพึงพอใจต่อบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนอยู่ในระดับมากที่สุด

สุฐาปณีย์ โสภณอดิษฐ์ (2554) ทำวิจัยเรื่อง การพัฒนาบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน เรื่อง การรับรู้และการตอบสนอง วิชาชีววิทยา ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ผลการวิจัยพบว่า 1) บทเรียนมีประสิทธิภาพ 85.75/82.13 สูงกว่าเกณฑ์ที่กำหนดคือ 80/80 2) ผู้เรียนมีผลสัมฤทธิ์สูงขึ้นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 และ 3) ผู้เรียนมีความพึงพอใจต่อบทเรียนในระดับมากที่สุด ($\bar{X} = 4.74$, S.D. = 0.43)

พจนารัตน์ อำไพฤทธิ์ (2556) ได้วิจัยเพื่อพัฒนาบทเรียนคอมพิวเตอร์มัลติมีเดีย วิชาชีววิทยา เรื่อง อนุกรมวิธาน สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 ผลการวิจัยพบว่า 1) บทเรียนคอมพิวเตอร์มัลติมีเดียวิชาชีววิทยา เรื่อง อนุกรมวิธาน มีประสิทธิภาพ 80.17/83.83 สูงกว่าเกณฑ์ 2) นักเรียนมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 และ 3) นักเรียนมีระดับความพึงพอใจอยู่ในระดับพอใจมาก

โดยสรุป จากงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง พบว่า บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนมีคุณสมบัติ และประสิทธิภาพเหมาะสมที่จะนำมาใช้ในการเรียนการสอนเกือบทุกเนื้อหาวิชาและในทุกระดับชั้น บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนมีความสะดวกและเหมาะสมที่จะนำมาแก้ปัญหาทางการเรียนของผู้เรียนและใช้เพื่อพัฒนาการเรียนการสอนให้มีประสิทธิภาพสูงขึ้นได้ และทำให้ผู้เรียนที่เรียนโดยใช้ บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนเกิดความพึงพอใจ ด้วยเหตุนี้จึงทำให้ผู้ศึกษาค้นคว้าเกิดความสนใจที่จะศึกษา และค้นคว้าเกี่ยวกับการนำบทเรียนคอมพิวเตอร์เข้ามาใช้ในการจัดการเรียนการสอนให้เหมาะสมกับผู้เรียนให้มากที่สุด โดยคำนึงถึงประโยชน์ของผู้เรียนเป็นสำคัญ ซึ่งนับได้ว่าเป็นประโยชน์ต่อกระบวนการเรียนการสอนในปัจจุบันได้เป็นอย่างดี

บทที่ 3

วิธีการดำเนินการวิจัย

การวิจัยนี้เป็นการวิจัยเชิงวิจัยและพัฒนา โดยมีวัตถุประสงค์เพื่อ (1) พัฒนาบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน รายวิชาชีววิทยา เรื่อง การแบ่งเซลล์แบบไมโอซิส สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ให้มีประสิทธิภาพตามเกณฑ์ที่กำหนด (2) ศึกษาความก้าวหน้าทางเรียนของนักเรียนที่เรียนด้วยบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน รายวิชาชีววิทยา เรื่อง การแบ่งเซลล์แบบไมโอซิส และ (3) ศึกษาความคิดเห็นของนักเรียนที่เรียนด้วยบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน รายวิชาชีววิทยา เรื่อง การแบ่งเซลล์แบบไมโอซิส ในการดำเนินการวิจัยครั้งนี้ครอบคลุม (1) ประชากรและกลุ่มตัวอย่าง (2) เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย (3) การเก็บรวบรวมข้อมูล และ (4) การวิเคราะห์ข้อมูล

1. ประชากรและกลุ่มตัวอย่าง

1.1 ประชากร ที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้ คือ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 โรงเรียนสมเด็จพระพิทยาคม จังหวัดกาฬสินธุ์ ปีการศึกษา 2560 จำนวน 367 คน จำนวน 10 ห้องเรียน

1.2 กลุ่มตัวอย่าง ที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้ คือ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2560 จำนวน 43 คน ได้มาโดยการสุ่มกลุ่มตัวอย่างแบบกลุ่ม มีขั้นตอนดังนี้

1.2.1 สุ่มห้องเรียน ได้แก่ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 จากโรงเรียนสมเด็จพระพิทยาคม จำนวน 10 ห้อง โดยสุ่มแบบกลุ่ม จำนวน 1 ห้อง ได้นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4/3 จำนวน 43 คน

1.2.2 จำแนกนักเรียนตามผลการเรียน ได้แก่ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 จำนวน 43 คน เพื่อใช้ทดสอบประสิทธิภาพ โดยจำแนกตามผลการเรียนของนักเรียนในวิชาชีววิทยา ภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2560 มีเกณฑ์ในการจำแนกผลการเรียนดังนี้ คือ ผลการเรียนระดับ 3, 3.5 และ 4 จัดเป็นกลุ่มผลการเรียนดี ระดับ 2 และ 2.5 จัดเป็นกลุ่มผลการเรียนปานกลาง และระดับ 1, 1.5 และ 0 จัดเป็นกลุ่มผลการเรียนอ่อน ได้นักเรียนที่มีผลการเรียนดีจำนวน 8 คน ปานกลางจำนวน 29 คน และอ่อนจำนวน 6 คน

1.2.3 สุ่มเพื่อทดสอบประสิทธิภาพแบบเดี่ยว ได้แก่ การสุ่มอย่างง่ายจับสลากนักเรียนที่มีผลการเรียนดี 1 คน ปานกลาง 1 คน และอ่อน 1 คน รวมนักเรียนที่ใช้ทดสอบแบบเดี่ยวจำนวน 3 คน

1.2.4 สุ่มเพื่อทดสอบประสิทธิภาพแบบกลุ่ม โดยใช้การสุ่มอย่างง่ายจับสลากนักเรียนที่มีผลการเรียนดี 2 คน ปานกลาง 2 คน และอ่อน 2 คน รวมนักเรียนที่ใช้ทดสอบแบบกลุ่มจำนวน 6 คน

1.2.5 ทดสอบประสิทธิภาพแบบภาคสนาม ได้นักเรียนจำนวน 34 คน ที่มีผลการเรียนคละกัน คือ นักเรียนที่มีผลการเรียนดี จำนวน 5 คน ปานกลาง จำนวน 26 คน และอ่อน จำนวน 3 คน

2. เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยประกอบด้วย (1) บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน รายวิชาชีววิทยา เรื่อง การแบ่งเซลล์แบบไมโอซิส (2) แบบทดสอบก่อนเรียนและแบบทดสอบหลังเรียนแบบคู่ขนาน และ (3) แบบสอบถามความคิดเห็นของนักเรียนที่มีต่อการเรียนด้วยบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน

2.1 บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน ในการผลิตบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน วิชาชีววิทยา เรื่อง การแบ่งเซลล์แบบไมโอซิส ยึดหลักการผลิตบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน ของ อเลสซี และ โทรลิป (Alessi and Trollip, 1985, p. 274 - 278) มีขั้นตอน ดังนี้

2.1.1 ศึกษาเอกสาร ตำราเกี่ยวกับการผลิตบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน การเรียนการสอนรายบุคคล ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน และเนื้อหาสาระ เรื่อง การแบ่งเซลล์แบบไมโอซิส

ตารางที่ 3.1 หัวเรื่องที่ศึกษาและแหล่งที่ศึกษาการสร้างบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน
รายวิชาชีววิทยา เรื่อง การแบ่งเซลล์แบบไมโอซิส

หัวเรื่องที่ศึกษา	แหล่งที่ศึกษา
1. บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน	
1.1 ความหมายของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน	วุฒิชัย ประสารสอย (2543, น. 10) ยีน ภู่วรรณ (2543, น. 120 – 129) กิดานันท์ มลิทอง (2543, น. 242) บุญเกื้อ ควรหาเวช (2543, น. 65) บุรณะ สมชัย (2544, น. 13) วิมลรัตน์ สุนทรโรจน์ (2545, น.145)

ตารางที่ 3.1 (ต่อ)

หัวข้อที่ศึกษา	แหล่งที่ศึกษา
	สุวิทย์ มูลคำ และ อรทัย มูลคำ (2545, น. 59) บุญชม ศรีสะอาด (2546, น. 98) ทศนา เขมมณี (2550, น. 151 – 152) ฟอเซียร์ (Forcier 1996, p. 9)
1.2 คุณลักษณะของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน	ถนอมพร เลหาจรัสแสง (2541, น. 8 - 10) มนต์ชัย เทียนทอง (2545, 14 – 16)
1.3 ประโยชน์ของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน	ถนอมพร เลหาจรัสแสง (2541, น. 12) บุญเกื้อ ควรหาเวช (2543, น. 68 - 69) สุพัฒน์ สุขมลสันต์ (2541, น. 18 - 22) ฮาลล์ (Hall,1982, p. 362)
1.4 ข้อดีและข้อจำกัดของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน	กฤษมันต์ วัฒนานรงค์ (2536, น. 136 - 138) กิดานันท์ มลิทอง (2543, น. 253 - 254) ถนอมพร เลหาจรัสแสง (2544 น. 57 - 60)
1.5 ประเภทของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน	กิดานันท์ มลิทอง (2543, น. 187-191) พรเทพ เมืองแมน (2544, ม.ป.น.) ทักษิณา สวานานนท์ (2530, ม.ป.น.) ถนอมพร เลหาจรัสแสง (2541, น. 11-12) อำนาจ เดชชัยศรี (2542, น. 112 – 117)
1.6 องค์ประกอบของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน	บุปผชาติ ทัพทิกธน์, สุกรี รอดโพธิ์ทอง, ชัยเลิศ พิษิตพรชัย และโสภภาพรรณ แสงศัพท์. (2544, น. 56 - 58)
1.7 การผลิตคอมพิวเตอร์ช่วยสอน	สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ (2537, น. 18-20) ไพโรจน์ ตีรณธนากุล ไพบุลย์ เกียรติโกมล และสิริลักษณ์ ตีรณธนากุล (2543, น. 65 - 71) อเลสซี และโทรลิป (Alessi and Trollip, 1985, p. 274 - 278) ประวิทย์ สิมมาทัน (2546, มปน.)

ตารางที่ 3.1 (ต่อ)

หัวเรื่องที่ศึกษา	แหล่งที่ศึกษา
	सानนท์ เจริญฉาย (2543, น. 172 - 173) ถนอมพร เลาหจรัสแสง (2541, น. 29 - 30)
1.8 โครงสร้างบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน	ถนอมพร เลาหจรัสแสง (2541, น. 58 - 61) อัจฉริย (คำแถม) พิมพิมูล (2550, น. 12 - 14) กรมวิชาการ (2544, น. 32 - 34)
1.9 ทฤษฎีและหลักการทางจิตวิทยาการเรียนรู้กับบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน	พรเทพ เมืองแมน (2544, น. 28 - 35) ถนอมพร เลาหจรัสแสง (2541, น. 51 - 57) ถนอมพร เลาหจรัสแสง (2544, น. 61 - 67)
1.10 การหาประสิทธิภาพของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน	พิสุทธา อารีราชณภรณ์ (2551, น. 151 - 152) มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมมาธิราช (2525, น. 247 - 250) อดิศักดิ์ สุเมธ (2542, น. 21 - 37) กฤษมันต์ วัฒนานรงค์ (2542, น. 61) ไชยยศ เรื่องสุวรรณ (2537, น. 127 - 133)
2. การเรียนการสอนรายบุคคล	
2.1 ความหมายของการเรียนการสอนรายบุคคล	ชัยยงค์ พรหมวงศ์ (2523, น. 356) สุรางค์ โค้วตระกูล (2533, น. 227) กิดานันท มลิตอง (2543, น. 116)
2.2 วิธีการเรียนการสอนรายบุคคล	ชัยยงค์ พรหมวงศ์ (2523, น. 362-366)
2.3 กิจกรรมการเรียนการสอนรายบุคคล	ชัยยงค์ พรหมวงศ์ (2523, น. 367- 368)
3. ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน	
3.1 ความหมายของผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน	ไพศาล หวังพานิช (2546, น. 30) กูด (Good, 1973, p. 203) บรรดล สุขปิติ (2542, น. 53) อารีย์ วชิระวราการ (2542, น. 143)
3.2 การประเมินผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน	อุทุมพร จามรมาน (2540, น. 27) บลูม (Bloom, 1965, p. 201)

ตารางที่ 3.1 (ต่อ)

หัวเรื่องที่ศึกษา	แหล่งที่ศึกษา
4. การแบ่งเซลล์แบบไมโอซิส	
4.1 จุดมุ่งหมายของการแบ่งเซลล์แบบไมโอซิส	สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (2553) ประสงค์ หล้าสะอาด และจิตเกษม หล้าสะอาด (2555)
4.2 ระยะเวลาไมโอซิส 1	สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (2553) ประสงค์ หล้าสะอาด และจิตเกษม หล้าสะอาด (2555)
4.3 ระยะเวลาไมโอซิส 2	สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (2553) ประสงค์ หล้าสะอาด และจิตเกษม หล้าสะอาด (2555)

2.1.2 การผลิตบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน ผู้วิจัยดำเนินการผลิตบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน โดยยึดหลักของ อเลสซี และ โทรลิป ซึ่งมี 7 ขั้นตอนดังนี้

1) *ขั้นตอนการเตรียม (Preparation)* ประกอบด้วยขั้นตอนย่อย ดังนี้

(1) กำหนดเป้าหมายและวัตถุประสงค์ บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน รายวิชาชีววิทยา เรื่อง การแบ่งเซลล์แบบไมโอซิส มีวัตถุประสงค์ ดังนี้

ก. หลังจากศึกษาเรื่องจุดมุ่งหมายของการแบ่งเซลล์แบบไมโอซิส นักเรียนสามารถบอกจุดมุ่งหมายของการแบ่งเซลล์แบบไมโอซิสได้ถูกต้อง

ข. หลังจากศึกษาเรื่อง ระยะเวลาไมโอซิส 1 นักเรียนสามารถอธิบายลักษณะของระยะเวลาไมโอซิส 1 ได้ถูกต้อง

ค. หลังจากศึกษาเรื่อง ระยะเวลาไมโอซิส 2 นักเรียนสามารถอธิบายลักษณะของระยะเวลาไมโอซิส 2 ได้ถูกต้อง

(2) เก็บรวบรวมข้อมูล ผู้วิจัยได้ดำเนินการประมวลเนื้อหาที่จะนำมาจัดทำเป็นบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน โดยการแบ่งเนื้อหาวิชาชีววิทยา หน่วยที่ 3 เรื่อง เซลล์ของสิ่งมีชีวิต ออกเป็น 7 หน่วย ดังนี้

ตารางที่ 3.2 รายชื่อหน่วยเนื้อหาและประเภทของเนื้อหาวิชาชีววิทยา หน่วยที่ 3 เรื่อง เซลล์ของสิ่งมีชีวิต

หน่วยที่	ชื่อหน่วย	ประเภท
1	โครงสร้างของเซลล์ที่ศึกษาด้วยกล้องจุลทรรศน์	พุทธิพิสัย และทักษะพิสัย
2	การรักษาคุณภาพของเซลล์	พุทธิพิสัย และทักษะพิสัย
3	การสื่อสารระหว่างเซลล์	พุทธิพิสัย และทักษะพิสัย
4	การแบ่งเซลล์แบบไมโทซิส	พุทธิพิสัย และทักษะพิสัย
5	การแบ่งเซลล์แบบไมโอซิส	พุทธิพิสัย และทักษะพิสัย
6	การเปลี่ยนแปลงสภาพของเซลล์และการชราภาพของเซลล์	พุทธิพิสัย
7	เนื้อเยื่อ อวัยวะและระบบของร่างกาย	พุทธิพิสัย

ผู้วิจัยได้เลือกหน่วยเนื้อหา หน่วยที่ 5 เรื่อง การแบ่งเซลล์แบบไมโอซิส เพื่อนำมาผลิตบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนโดยการเลือกแบบเจาะจง เพราะเป็นเนื้อหาที่มีความซับซ้อน โดยแบ่งเนื้อหาออกเป็น 3 ตอน ดังนี้

หน่วยที่ 5 เรื่อง การแบ่งเซลล์แบบไมโอซิส

หัวเรื่องที่ 5.1 เรื่อง จุดมุ่งหมายของการแบ่งเซลล์แบบไมโอซิส

หัวเรื่องที่ 5.2 เรื่อง ระยะไมโอซิส 1

หัวเรื่องที่ 5.3 เรื่อง ระยะไมโอซิส 2

2) ขั้นตอนการออกแบบบทเรียน (Design Instruction) ประกอบด้วย
ขั้นตอนย่อย ดังนี้

(1) ผู้วิจัยนำความรู้เกี่ยวกับบทเรียนคอมพิวเตอร์ประเภทการสอนเนื้อหา มาคัดเลือกโดยการตัดเอาสิ่งที่ปฏิบัติไม่ได้ ออก และนำแนวคิดที่จำเป็นต่อการเรียนรู้ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 มาพิจารณาเพื่อคัดเลือกก่อนการผลิตบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน

(2) วิเคราะห์งานและแนวความคิด โดยการวิเคราะห์เนื้อหาที่นักเรียนต้องศึกษา และหาหลักการเรียนรู้ที่เหมาะสมกับเนื้อหา นำมาเขียนเป็นแผนการสอนที่ครอบคลุมหัวเรื่อง แนวคิด วัตถุประสงค์ กิจกรรมการเรียนการสอน และการประเมินผล

(3) ออกแบบบทเรียนขั้นแรก ประกอบด้วย

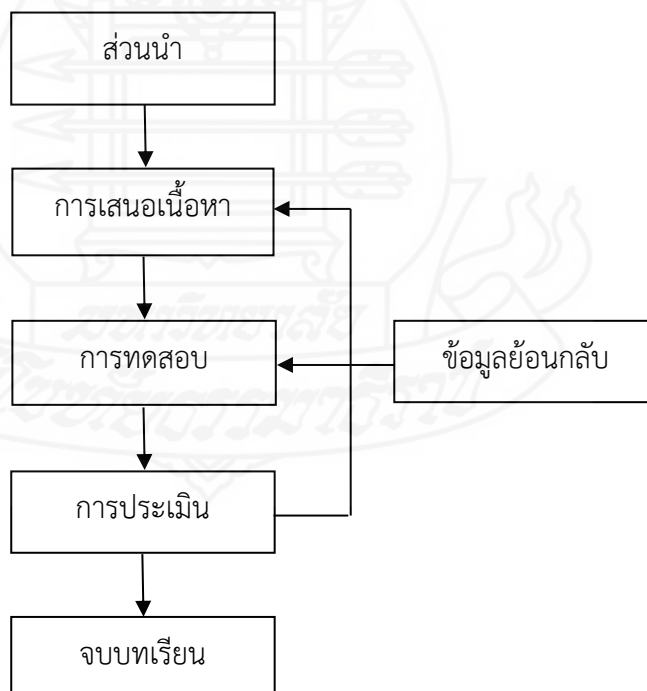
ก. กำหนดประเภทการเรียนรู้ที่จะสร้างในบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน

ข. กำหนดองค์ประกอบหลักของบทเรียน ได้แก่ ชื่อบทเรียน คำแนะนำการใช้บทเรียน แบบทดสอบก่อนเรียน เนื้อหา แบบทดสอบหลังเรียน และข้อมูลเกี่ยวกับครูผู้สอน

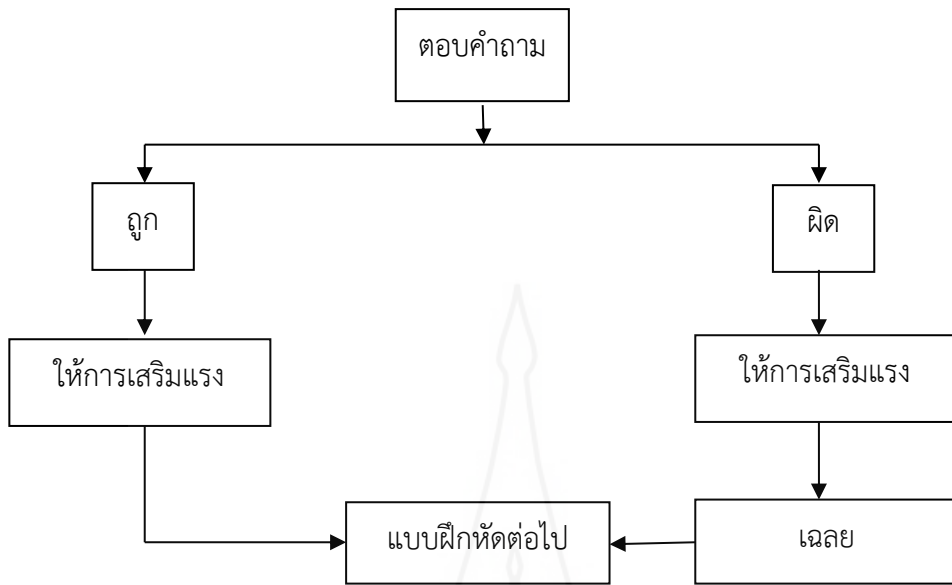
ค. ออกแบบหน้าจอของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน โดยการนำองค์ประกอบหลักมาจัดวางบนหน้าจอ โดยแบ่งหน้าจอออกเป็นส่วนหัวแสดงชื่อมหาวิทยาลัยและตราสัญลักษณ์ และชื่อบทเรียนคอมพิวเตอร์ และส่วนที่แสดงเมนูเพื่อทำการเชื่อมโยงไปหน้าต่างๆ เมื่อทำการคลิกเลือกเมนู มีทั้งหมด 7 เมนู คือ คำแนะนำการใช้บทเรียน จุดประสงค์การเรียนรู้ แบบทดสอบก่อนเรียน เนื้อหาบทเรียน แบบทดสอบหลังเรียน ผู้พัฒนาบทเรียน และออกจากโปรแกรม

(4) ประเมินและแก้ไขการออกแบบ โดยการนำเสนอการออกแบบหน้าจอของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน ให้ผู้ทรงคุณวุฒิประเมิน แล้วนำข้อมูลจากการประเมินมาปรับปรุงแก้ไขข้อบกพร่อง

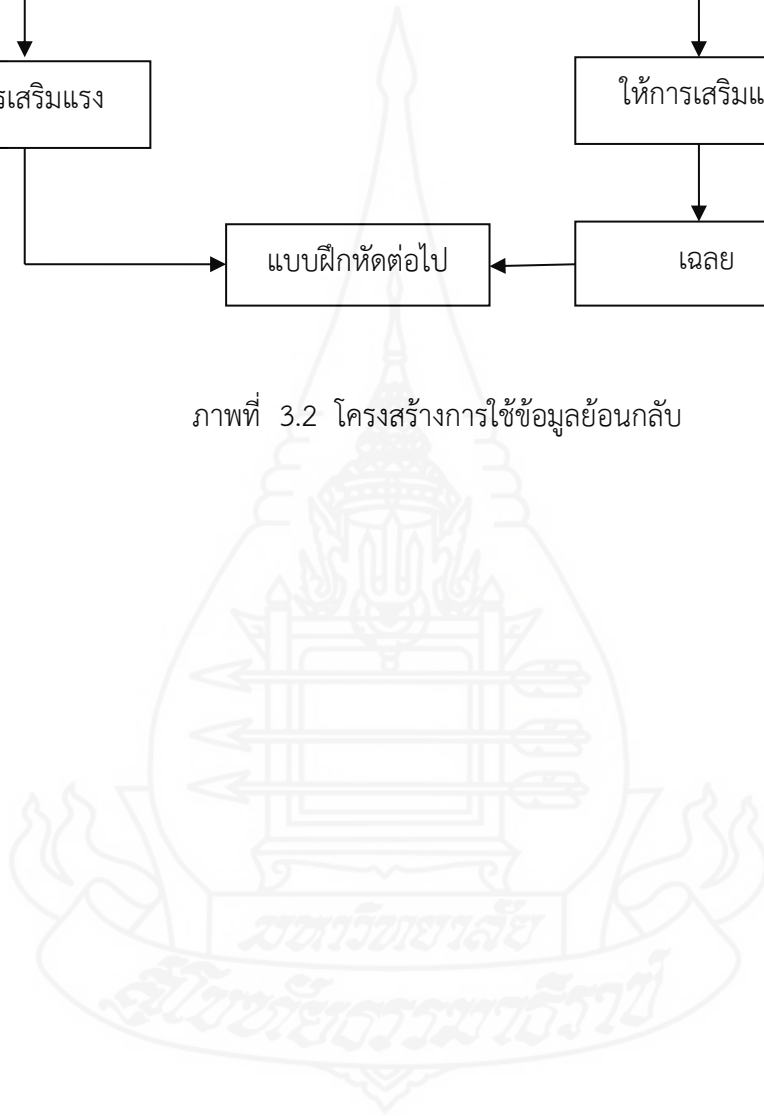
3) ขั้นตอนการเขียนผังงาน (Flowchart Lesson) การเรียนด้วยบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน รายวิชาชีววิทยา เรื่อง การแบ่งเซลล์แบบไมโอซิส มีขั้นตอนตามผังงานต่อไปนี้

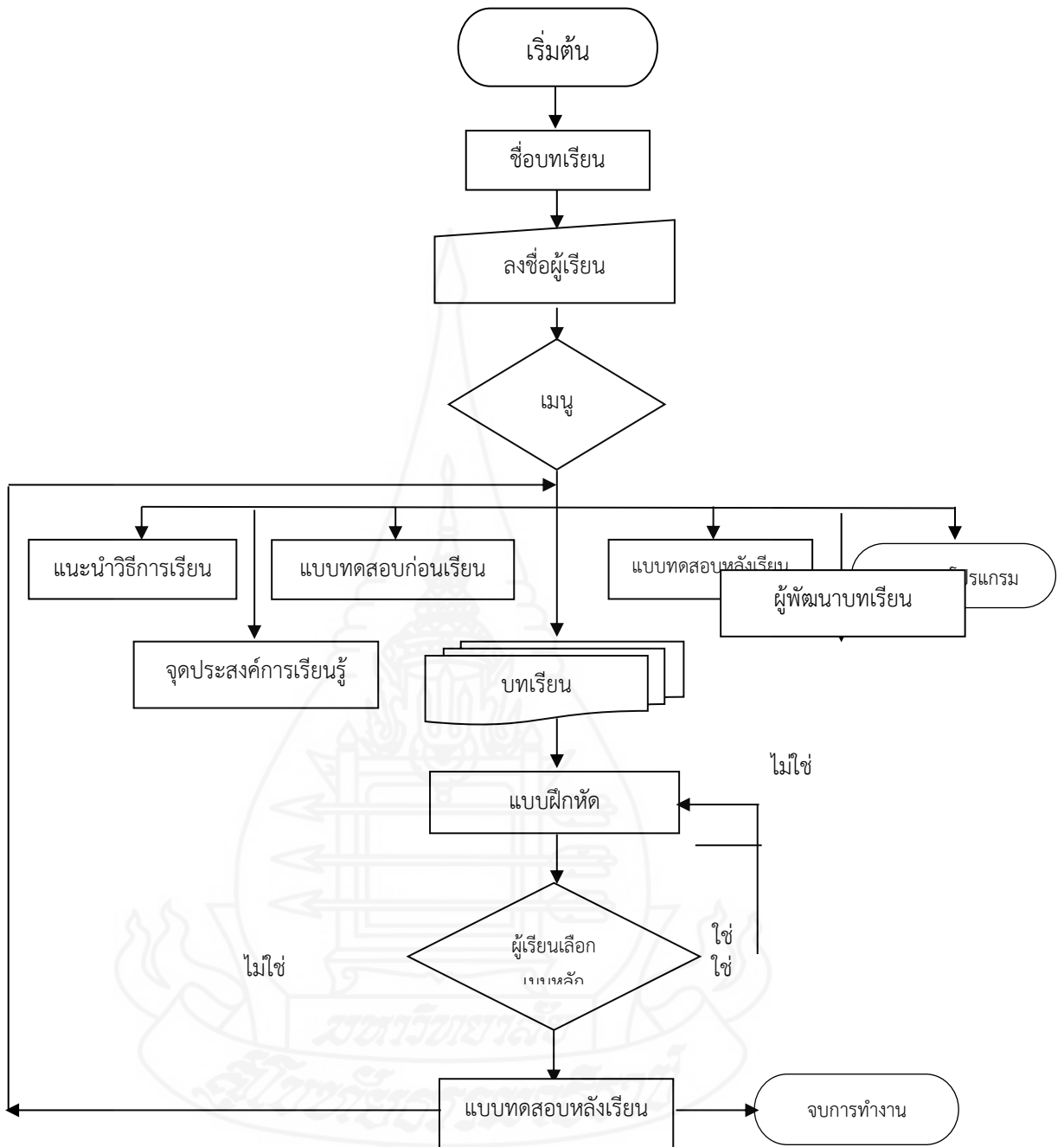


ภาพที่ 3.1 โครงสร้างการนำเสนอเนื้อหา



ภาพที่ 3.2 โครงสร้างการใช้ข้อมูลย้อนกลับ





ภาพที่ 3.3 แสดงผังงาน (Flowchart) บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน รายวิชาชีววิทยา เรื่อง การแบ่งเซลล์แบบไมโอซิส

4) *ขั้นตอนการเขียนแผนภูมิโครงร่างเนื้อหา (Create Storyboard)* ผู้วิจัยดำเนินการโดยเขียนกรอบของเนื้อหาที่ต้องการนำเสนอในแต่ละหน้าจอ โดยในแต่ละกรอบประกอบด้วยรายละเอียดของข้อความ เสียงบรรยาย ภาพเคลื่อนไหว และภาพ

5) *ขั้นตอนการสร้าง (Program Lesson)* ดำเนินการดังนี้

(1) เลือกโปรแกรมคอมพิวเตอร์ที่เหมาะสม โปรแกรมคอมพิวเตอร์ที่นำมาใช้สร้างบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนเป็นโปรแกรมที่สามารถสร้างภาพกราฟิกได้สวยงามรองรับการใช้สื่อผสม ได้แก่ ภาพนิ่ง ภาพเคลื่อนไหว และเสียง

(2) จัดเตรียมรูป ภาพ เสียง ไว้ให้พร้อมที่จะใช้งาน โดยสร้างรูปภาพ เสียงไว้เป็นแฟ้มข้อมูลคอมพิวเตอร์

(3) ป้อนบทเรียนเข้าเครื่องคอมพิวเตอร์ เขียนคำสั่งควบคุมการทำงานของโปรแกรม

6) *ขั้นตอนการผลิตสื่อสิ่งพิมพ์ (Produce Supporting Material)* การผลิตเอกสารประกอบบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน ได้แก่

(1) คู่มือการใช้ เป็นเอกสารสำหรับครูผู้สอน ประกอบด้วย รายละเอียดรายวิชาชีววิทยา บทบาทของครูและนักเรียน การเตรียมตัวของครูและนักเรียน การจัดบรรยากาศในห้องเรียน ส่วนประกอบของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน และรายละเอียดของ บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน

(2) คู่มือการเรียนรู้ เป็นเอกสารเพื่อใช้สำหรับนักเรียน ประกอบด้วย บทบาทของนักเรียน ขั้นตอนการเรียนรู้ด้วยบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน การใช้ซีดีรอมบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน การประเมินการเรียนรู้

(3) แบบทดสอบ ประกอบด้วย แบบทดสอบก่อนเรียน แบบทดสอบหลังเรียน และเฉลยแบบทดสอบก่อนเรียนและหลังเรียน

7) *ขั้นตอนการประเมินและแก้ไขบทเรียน (Evaluate and Revise)* ในการประเมิน และแก้ไขบทเรียน มีขั้นตอนดังนี้

(1) การประเมินบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน โดยผู้ทรงคุณวุฒิ ตรวจสอบ ก่อนทดสอบประสิทธิภาพ ผู้วิจัยได้นำบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนที่สร้างขึ้น ให้ผู้ทรงคุณวุฒิ จำนวน 3 ท่าน ประกอบด้วย ผู้ทรงคุณวุฒิด้านเนื้อหา จำนวน 1 ท่าน ผู้ทรงคุณวุฒิด้านเทคโนโลยีการศึกษา จำนวน 1 ท่าน และผู้ทรงคุณวุฒิด้านวัดและประเมินผล จำนวน 1 ท่าน (รายชื่อผู้ทรงคุณวุฒิ แสดงในภาคผนวก ก) ตรวจสอบคุณภาพของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนจากแบบประเมินคุณภาพบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนที่ผู้วิจัยสร้างขึ้น พบว่า ผลการประเมิน

คุณภาพ อยู่ในระดับดี (รายละเอียดของแบบประเมินคุณภาพบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน แสดงในภาคผนวก ข) ผู้ทรงคุณวุฒิให้ข้อเสนอแนะในการปรับปรุงบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนดังนี้

ก. ผู้ทรงคุณวุฒิด้านเนื้อหา เสนอแนะให้ปรับปรุงเรื่องการใช้ภาษา ในข้อความบรรยายให้ถูกหลักวิชาการ

ข. ผู้ทรงคุณวุฒิด้านเทคโนโลยีการศึกษา เสนอแนะให้ปรับปรุง(1) เรื่องเสียงเพลงบรรเลงให้เหมาะสมกับเนื้อหา (2) ควบคุมการใช้ภาพเคลื่อนไหวในเฟลมเดียวกัน (3) บางเฟลมให้เวลาในการศึกษาน้อยเกินไป อาจทำให้ศึกษาไม่ทัน และเสียเวลาต้องย้อนกลับมาดูใหม่ อีกครั้ง และ (4) เมนูหลักควรเป็นแบบอักษรที่อ่านง่าย ไม่หลากสี

ค. ผู้ทรงคุณวุฒิด้านวัดและประเมินผล เสนอแนะให้ปรับปรุง แบบทดสอบบางข้อไม่ตรงกับวัตถุประสงค์ของบทเรียน

(2) การแก้ไขบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน ผู้วิจัยได้ทำการปรับปรุงแก้ไขบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน ตามข้อเสนอแนะดังนี้ (1) ปรับปรุงภาษาในข้อความบรรยายให้ถูกหลักวิชาการ (2) เสียงเพลงบรรเลงให้มีทำนองที่ช้า และลดระดับเสียงลง (3) หน่วงเวลาในบางเฟลมให้ใช้เวลามากขึ้นก่อนเปลี่ยนภาพ (4) ลดจำนวนภาพเคลื่อนไหวที่อยู่ในเฟลมเดียวกันให้เหลือเฟลมละไม่เกิน 2 ภาพ (5) ปรับแบบอักษรของเมนูหลักเป็นแบบอักษรที่อ่านง่าย สีของตัวอักษรเป็นสีขาวตัดกับภาพพื้นหลัง เพื่อให้มองเห็นได้ชัดเจน และ (6) ปรับแบบทดสอบบางข้อให้ตรงกับวัตถุประสงค์ของบทเรียน

2.1.3 ทดสอบประสิทธิภาพของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน หลังจากทำการปรับปรุงบทเรียนบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน แล้วจึงนำไปทดสอบหาประสิทธิภาพแบบเดี่ยว แบบกลุ่ม และแบบภาคสนาม (ผลการทดสอบแสดงในภาคผนวก จ)

2.2 แบบทดสอบก่อนเรียนและแบบทดสอบหลังเรียน

ในการสร้างแบบทดสอบ ก่อนเรียนและหลังเรียน เป็นแบบทดสอบวัดพฤติกรรม ด้านพุทธิพิสัย แบบปรนัยชนิดเลือกตอบ 4 ตัวเลือก แบบคู่ขนาน ผู้วิจัยได้สร้างเป็นแบบทดสอบแบบปรนัยชนิดเลือกตอบ 4 ตัวเลือก แบบคู่ขนาน ใช้ในการทดสอบก่อนเรียนมีจำนวน 10 ข้อ และทดสอบหลังเรียนมีจำนวน 10 ข้อ มีขั้นตอนในการสร้างดังนี้

2.2.1 สร้างตารางวิเคราะห์วัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรม โดยยึดรูปแบบของเบนจามิน บลูม ซึ่งแบ่งประเภทของวัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรมด้านพุทธิพิสัยออกเป็น 6 ระดับ คือ ความรู้ความจำ ความเข้าใจ การนำไปใช้ การวิเคราะห์ การสังเคราะห์ และการประเมิน โดยแบบทดสอบที่ผู้วิจัยสร้างขึ้นมี 2 ระดับคือ ความรู้ความจำ และความเข้าใจ ดังตารางที่ 3.3

ตารางที่ 3.3 การวิเคราะห์วัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรม

จุดประสงค์	พุทธิพิสัย						รวม
	ความรู้ความจำ	ความเข้าใจ	การนำไปใช้	การวิเคราะห์	การสังเคราะห์	การประเมินค่า	
1. หลังจากศึกษาเรื่องจุดมุ่งหมายของการแบ่งเซลล์แบบไมโอซิส นักเรียนสามารถบอกจุดมุ่งหมายของการแบ่งเซลล์แบบไมโอซิสได้ถูกต้อง	1	1	-	-	-	-	2
2. หลังจากศึกษาเรื่อง ระยะ ไมโอซิส 1 นักเรียนสามารถอธิบายลักษณะของระยะไมโอซิส 1 ได้ถูกต้อง	3	1	-	-	-	-	4
3. หลังจากศึกษาเรื่อง ระยะไมโอซิส 2 นักเรียนสามารถอธิบายลักษณะของระยะไมโอซิส 2 ได้ถูกต้อง	3	1	-	-	-	-	4
รวม	7	3	-	-	-	-	10

2.2.2 ศึกษาตำรา และเอกสารที่เกี่ยวข้องกับการสร้างแบบทดสอบ และเนื้อหาที่ใช้สร้างแบบทดสอบ เพื่อนำมากำหนดรูปแบบของแบบทดสอบ และวิธีสร้างแบบทดสอบแบบคู่ขนานที่สอดคล้องกับวัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรม

2.2.3 กำหนดรูปแบบของแบบทดสอบก่อนเรียนและหลังเรียน เป็นข้อสอบปรนัย ชนิด 4 ตัวเลือก และเป็นแบบคู่ขนาน แบ่งเป็นแบบทดสอบก่อนเรียน จำนวน 10 ข้อ และแบบทดสอบหลังเรียน จำนวน 10 ข้อ

2.2.4 สร้างแบบทดสอบ ผู้วิจัยได้สร้างแบบทดสอบก่อนและหลังเรียนวัดพฤติกรรมด้านพุทธิพิสัยแบบคู่ขนานชนิดตัวเลือก 4 ตัวเลือก แบ่งเป็นแบบทดสอบก่อนเรียน จำนวน 10 ข้อ และแบบทดสอบหลังเรียน จำนวน 10 ข้อ

2.2.5 ตรวจสอบคุณภาพของแบบทดสอบโดยผู้ทรงคุณวุฒิ ผู้วิจัยได้นำแบบทดสอบที่สร้างเสร็จแล้วให้ผู้ทรงคุณวุฒิตรวจสอบด้านความตรงเชิงเนื้อหา ภาษาที่ใช้ และความถูกต้องของแบบทดสอบสอดคล้องกับวัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรม ผู้ทรงคุณวุฒิได้ประเมินคุณภาพของแบบทดสอบจากแบบประเมินคุณภาพในระดับดี และนำผลการตรวจสอบของผู้ทรงคุณวุฒิมาหาค่า IOC พบว่าแบบทดสอบทุกข้อมีค่า IOC มากกว่า 0.50

2.2.6 ปรับปรุงแก้ไขแบบทดสอบ ผู้วิจัยได้นำแบบทดสอบไปปรับปรุงแก้ไขตามข้อเสนอแนะของผู้ทรงคุณวุฒิ คือ เปลี่ยนตัวเลือกของแบบทดสอบบางข้อเพื่อให้มีคำตอบที่ชัดเจนมากยิ่งขึ้น

2.2.7 ทดสอบประสิทธิภาพของแบบทดสอบ ผู้วิจัยนำแบบทดสอบไปทดลองใช้กับนักเรียนที่ไม่ใช่กลุ่มตัวอย่าง จำนวน 30 คน ที่เคยเรียนในวิชาชีววิทยา เรื่อง การแบ่งเซลล์แบบไมโอซิส มาแล้ว เพื่อนำผลการทดลองมาวิเคราะห์หาค่าความยากง่าย (p) ค่าอำนาจจำแนก (r) เพื่อแบ่งเป็นกลุ่มสูง และกลุ่มต่ำโดยใช้เทคนิคของ จุง เทหฟาน (Chung Teh Fan) โดยให้ข้อที่ตอบถูกเป็น 1 ข้อที่ตอบผิดเป็น 0 เพื่อหาค่าความยากง่าย และค่าอำนาจจำแนก และเลือกข้อสอบที่มีค่าความยากง่าย (p) ระหว่าง 0.20 - 0.80 ค่าอำนาจจำแนก (r) ตั้งแต่ 0.20 - 1.00 จากการวิเคราะห์เป็นรายข้อ สรุปว่าแบบทดสอบทั้ง 10 ข้อ เป็นไปตามเกณฑ์ที่กำหนด ตามค่าความยากง่าย และค่าอำนาจจำแนก

ตารางที่ 3.4 ค่าความยากง่าย และค่าอำนาจจำแนกของแบบทดสอบก่อนเรียนและหลังเรียน

หน่วยที่ 5 การแบ่งเซลล์แบบไมโอซิส	แบบทดสอบ	ความยากง่าย (p)	ค่าอำนาจจำแนก(r)
	ก่อนเรียน	0.73 - 0.80	0.33 - 0.67
	หลังเรียน	0.53 - 0.70	0.33 - 0.67

จากนั้นวิเคราะห์ค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบ โดยหาค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบทั้งฉบับด้วยวิธีของ คูเดอร์ ริชาร์ดสัน (Kyder - Richardson) ผลการหาค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบ ดังตารางที่ 3.5

ตารางที่ 3.5 ค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบก่อนเรียนและหลังเรียน

หน่วยที่ 5 การแบ่งเซลล์แบบไมโอซิส	แบบทดสอบ	ค่าความเชื่อมั่น
	ก่อนเรียน	0.62
	หลังเรียน	0.77

2.2.8 จัดทำแบบทดสอบฉบับสมบูรณ์ ผู้วิจัยได้จัดพิมพ์แบบทดสอบฉบับสมบูรณ์แบบทดสอบก่อนเรียน จำนวน 10 ข้อ และแบบทดสอบหลังเรียน จำนวน 10 ข้อ เพื่อนำไปใช้ทดสอบจริงในบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนที่ผู้วิจัยได้สร้างขึ้น

2.3 แบบสอบถามความคิดเห็นของนักเรียน ในการทดลองครั้งนี้ผู้วิจัยได้สร้างแบบสอบถามความคิดเห็นของนักเรียนที่มีต่อบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน รายวิชาชีววิทยา เรื่อง การแบ่งเซลล์แบบไมโอซิส เป็นแบบสอบถามแบบมาตรวัดประมาณค่า 5 ระดับ จำนวน 18 ข้อ มีขั้นตอนการสร้างดังนี้

2.3.1 ศึกษาเอกสารและตำราที่เกี่ยวกับการสร้างแบบสอบถาม ครอบคลุมประเภท วิธีการและเครื่องมือในการรวบรวมข้อมูล

2.3.2 กำหนดสิ่งที่จะสอบถาม สิ่งที่จะสอบถามมี 2 ด้าน คือ (1) ด้านการออกแบบบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน และ (2) ด้านการนำเสนอเนื้อหาและความรู้ที่ได้รับ

1) **ด้านการออกแบบบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน** ได้แก่ การจัดวางส่วนประกอบต่างๆ ได้แก่ ตัวอักษร เสียงบรรยาย เสียงดนตรี ภาพประกอบเนื้อหา วิดีทัศน์ประกอบบทเรียน และปุ่มเชื่อมโยง

2) **ด้านการนำเสนอเนื้อหาและความรู้ที่ได้รับ** ได้แก่ แบบทดสอบก่อนเรียน แบบทดสอบประจำหน่วย แบบทดสอบหลังเรียน ความรู้ที่ได้รับ ความมั่นใจในการเรียน ความรับผิดชอบในการเรียนรู้ด้วยตนเอง ความชอบในการเรียนด้วยบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน และความต้องการในการใช้บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนในวิชาอื่นๆ

2.3.3 กำหนดรูปแบบที่จะใช้เป็นแบบสอบถาม มี 2 ตอน คือ ตอนที่ 1 แบบสอบถามแบบมาตรวัดประมาณค่า 5 ระดับตามแนวคิดของริคเคอร์ท (Likert Rating Scale) และตอนที่ 2 เสนอความคิดเห็นและข้อเสนอแนะเกี่ยวกับบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน

2.3.4 สร้างแบบสอบถาม ผู้วิจัยได้สร้างแบบสอบถามแบบมาตรวัดประมาณค่า จำนวน 18 ข้อคำถาม และแบบสอบถามปลายเปิด จำนวน 1 ข้อ ซึ่งตอนที่ 1 แบบสอบถามแบบมาตรประมาณค่า 5 ระดับของริคเคอร์ท (Likert Rating Scale) ในแต่ละคำถามมีน้ำหนักคะแนนของความคิดเห็น ดังนี้

ระดับความคิดเห็น 5 หมายถึง เห็นด้วยมากที่สุด

ระดับความคิดเห็น 4 หมายถึง เห็นด้วยมาก

ระดับความคิดเห็น 2 หมายถึง เห็นด้วยน้อย

ระดับความคิดเห็น 1 หมายถึง เห็นด้วยน้อยที่สุด

2.3.5 ตรวจสอบโดยผู้ทรงคุณวุฒิ โดยนำแบบสอบถามความคิดเห็นให้ผู้ทรงคุณวุฒิด้านวัดและประเมินผลเพื่อตรวจสอบข้อคำถาม ผู้ทรงคุณวุฒิเสนอแนะข้อควรปรับปรุง คือ ข้อคำถามมีความซ้ำซ้อน หลังจากนั้นผู้วิจัยได้ทำการแก้ไขปรับปรุงตามข้อเสนอแนะ

2.3.6 ทดลองการใช้แบบสอบถามและปรับปรุง ผู้วิจัยได้นำแบบสอบถามที่ปรับปรุงเรียบร้อยแล้วไปใช้กับนักเรียนในการทดสอบประสิทธิภาพแบบกลุ่ม จำนวน 6 คน เพื่อทดสอบความเข้าใจในคำถามของแบบสอบถาม

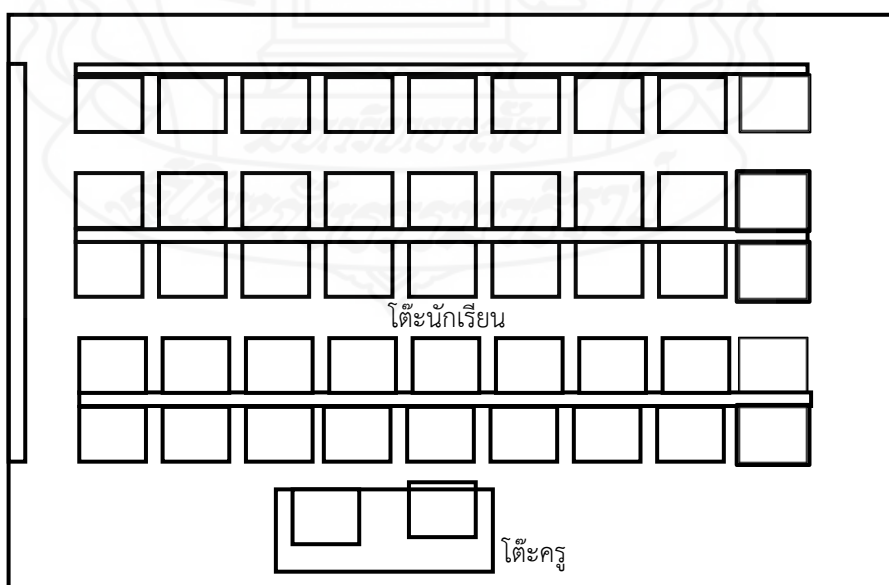
2.3.7 จัดพิมพ์แบบสอบถามฉบับสมบูรณ์ ดำเนินการจัดพิมพ์แบบสอบถามความคิดเห็นฉบับสมบูรณ์ เพื่อนำมาใช้กับกลุ่มตัวอย่างในการศึกษาครั้งนี้

3. การเก็บรวบรวมข้อมูล

การทดสอบประสิทธิภาพบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน เรื่อง การแบ่งเซลล์แบบไมโอซิส ผู้วิจัยได้ทำการทดสอบประสิทธิภาพด้วยตนเอง โดยใช้นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 โรงเรียนสมเด็จพระพิทยาคม ปีการศึกษา 2560 ที่เป็นกลุ่มตัวอย่าง จำนวน 43 คน การเก็บรวบรวมข้อมูลครอบคลุม (1) การเตรียมสถานที่ใช้ในการวิจัย (2) วันและเวลาในการทดสอบประสิทธิภาพ (3) ขั้นตอนเตรียมความพร้อมให้กับนักเรียน (4) ขั้นตอนการเรียนรู้ด้วยบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน และ (5) ขั้นตอนการเก็บรวบรวมข้อมูล

3.1 การเตรียมสถานที่ในการวิจัย

การจัดโต๊ะ เก้าอี้ อุปกรณ์การเรียนการสอนและสิ่งอำนวยความสะดวกในการเรียนการสอน โดยใช้ห้องปฏิบัติการคอมพิวเตอร์ ประกอบด้วยเครื่องคอมพิวเตอร์ จำนวน 45 เครื่อง ซึ่งนักเรียนสามารถใช้เรียนได้ทุกวันและแต่ละเครื่องสามารถเล่นแผ่นข้อมูลบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนได้เป็นอย่างดี ซึ่งจัดห้องเรียนดังภาพที่ 3.4



ภาพที่ 3.4 แผนผังห้องปฏิบัติการคอมพิวเตอร์

3.2 วันและเวลาในการทดสอบประสิทธิภาพ ในการทดสอบประสิทธิภาพของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนแบบเดี่ยว แบบกลุ่ม และแบบภาคสนาม ผู้วิจัยทำการทดสอบตามวันและเวลาดังแสดงตารางที่ 3.6

ตารางที่ 3.6 กำหนดวันและเวลาการทดสอบประสิทธิภาพแบบเดี่ยว แบบกลุ่ม และแบบภาคสนาม

การทดสอบประสิทธิภาพ	วัน/เดือน/ปี	เวลา
การทดสอบแบบเดี่ยว	16 มกราคม 2561	09.00 – 11.00 น.
การทดสอบแบบกลุ่ม	23 มกราคม 2561	09.00 – 11.00 น.
การทดสอบแบบภาคสนาม	2 กุมภาพันธ์ 2561	09.00 – 11.00 น.

3.3 การเตรียมความพร้อมให้กับนักเรียน ผู้วิจัยได้จัดเตรียมความพร้อมให้กับนักเรียนที่จะทำการเรียนด้วยบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนโดยการอธิบายขั้นตอนวิธีการเรียนด้วยบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน การฝึกและทบทวนทักษะการใช้ปุ่มเชื่อมโยงต่างๆ ในบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน เป็นต้น

3.4 ขั้นตอนก่อนการเรียนด้วยบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน ผู้วิจัยได้ดำเนินการในการทดสอบประสิทธิภาพแบบเดี่ยว แบบกลุ่ม และแบบภาคสนาม ดังนี้

3.4.1 กำหนดเครื่องคอมพิวเตอร์ โดยกำหนดให้นักเรียน 1 คน ต่อคอมพิวเตอร์ 1 เครื่อง

3.4.2 ปฐมนิเทศนักเรียน โดยชี้แจงวัตถุประสงค์ของการวิจัยและการทดลองเพื่อหาประสิทธิภาพบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน พร้อมทั้งแนะนำการใช้บทเรียน การทำแบบฝึกหัด การทำแบบทดสอบประจำหน่วย และแจกคู่มือการเรียน

3.5 ขั้นตอนการเก็บรวมข้อมูล ขั้นตอนการเรียนด้วยบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน เรื่อง การแบ่งเซลล์แบบไมโอซิส แสดงดังตารางที่ 3.7

ตารางที่ 3.7 ขั้นตอนการเรียนรู้ด้วยบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน และการเก็บรวบรวมข้อมูล

ขั้นตอนการเรียนรู้ด้วยบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน	การรวบรวมข้อมูล
ขั้นที่ 1 ประเมินก่อนเรียนด้วยบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน โดยการทำให้แบบทดสอบก่อนเรียน	คะแนนการทดสอบก่อนเรียน เพื่อนำมาทดสอบค่าที่
ขั้นที่ 2 ศึกษาเนื้อหาสาระจากบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนและบันทึกสาระสำคัญ	-
ขั้นที่ 3 ดำเนินกิจกรรมโดยให้นักเรียนตอบแบบทดสอบประจำหน่วย	คะแนนแบบทดสอบประจำหน่วย เพื่อนำมาหาประสิทธิภาพค่า E_1
ขั้นที่ 4 ประเมินหลังเรียนเมื่อเรียนครบ 3 หน่วย ด้วยบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน โดยการทำให้แบบทดสอบหลังเรียน	คะแนนทดสอบหลังเรียนเพื่อนำมาหาประสิทธิภาพค่า E_2 และการทดสอบค่าที่

การเก็บข้อมูลจากการใช้บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนผู้วิจัยดำเนินการ ดังนี้ (1) เก็บข้อมูลจากแบบทดสอบก่อนเรียนและหลังเรียน และแบบทดสอบประจำหน่วย (2) การสัมภาษณ์แบบเดี่ยวและแบบกลุ่ม และ (3) การเก็บข้อมูลจากแบบสอบถามความคิดเห็น

3.5.1 การเก็บข้อมูลจากแบบทดสอบก่อนเรียนและหลังเรียน และแบบทดสอบประจำหน่วย จากการใช้บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน ในการทดสอบแบบเดี่ยว แบบกลุ่ม และแบบภาคสนาม

3.5.2 การสัมภาษณ์แบบเดี่ยว เมื่อนักเรียนได้ทดสอบประสิทธิภาพแบบเดี่ยวของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนแล้ว ผู้วิจัยได้สัมภาษณ์นักเรียน จำนวน 3 คน เพื่อหาข้อบกพร่องของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน และนำข้อเสนอแนะมาปรับปรุงแก้ไข

3.5.3 การสัมภาษณ์แบบกลุ่ม เมื่อนักเรียนได้ทดสอบประสิทธิภาพแบบกลุ่มของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนแล้ว ผู้วิจัยได้สัมภาษณ์นักเรียน จำนวน 6 คน เพื่อหาข้อบกพร่องของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน และนำข้อเสนอแนะมาปรับปรุง

3.5.4 การเก็บข้อมูลจากแบบสอบถามความคิดเห็น หลังจากทดสอบประสิทธิภาพแบบภาคสนาม ผู้วิจัยได้แจกแบบสอบถามความคิดเห็นนักเรียน จำนวน 43 คน โดยผู้วิจัยได้แจกและเก็บแบบสอบถามด้วยตนเอง ได้รับแบบสอบถามฉบับสมบูรณ์กลับคืนมา จำนวน 43 ฉบับ คิดเป็นร้อยละ 100 นำมาวิเคราะห์ข้อมูลต่อไป

4. การวิเคราะห์ข้อมูล

ผู้วิจัยได้วิเคราะห์ข้อมูล 3 ประเด็น ดังนี้ (1) การวิเคราะห์หาประสิทธิภาพของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน (2) การวิเคราะห์ความก้าวหน้าของนักเรียนที่เรียนด้วยบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน และ (3) การวิเคราะห์ความคิดเห็นของนักเรียนที่มีต่อบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน โดยมีรายละเอียดดังนี้

4.1 วิเคราะห์หาประสิทธิภาพของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน การวิเคราะห์หาประสิทธิภาพของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน โดยการหาประสิทธิภาพของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนตามเกณฑ์ 80/80 ใช้สูตรดังนี้ (ชัยยงค์ พรหมวงศ์, สมเชาว์ เนตรประเสริฐ และสุตาสินสกุล, 2520, น.136-137)

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

เมื่อ E_1 คือ ประสิทธิภาพของกระบวนการ คิดเป็นร้อยละของคะแนนที่นักเรียนได้รับโดยเฉลี่ยจากการทำแบบทดสอบประจำหน่วย

$\sum X$ คือ ผลรวมของคะแนนในการทำแบบทดสอบประจำหน่วยของนักเรียนกลุ่มตัวอย่าง

N คือ จำนวนนักเรียน

A คือ คะแนนเต็มของแบบทดสอบประจำหน่วย

และ

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

เมื่อ E_2 คือ ประสิทธิภาพของผลลัพธ์ คิดเป็นร้อยละของคะแนนที่นักเรียนได้รับโดยเฉลี่ยจากการทำแบบทดสอบหลังเรียน

$\sum F$ คือ ผลรวมของคะแนนทดสอบหลังเรียนของนักเรียนกลุ่มตัวอย่าง

N คือ จำนวนนักเรียน

B คือ คะแนนเต็มของแบบทดสอบหลังเรียน

4.2 การวิเคราะห์ความก้าวหน้าของนักเรียนที่เรียนด้วยบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน เป็นการวิเคราะห์เปรียบเทียบความแตกต่างของคะแนนที่ได้จากการทดสอบก่อนเรียนและหลังเรียนของนักเรียนที่เรียนด้วยบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน (บุญชม ศรีสะอาด, 2546, น. 148)

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

เมื่อ	t	คือ	ค่าที่สำคัญ
	D	คือ	ค่าผลต่างระหว่างคู่คะแนน
	n	คือ	จำนวนกลุ่มตัวอย่างหรือจำนวนคู่คะแนน
	$\sum D$	คือ	ผลรวมของผลต่างระหว่างคู่คะแนน
	$\sum D^2$	คือ	ผลรวมของผลต่างระหว่างคู่คะแนนแต่ละตัวยกกำลังสอง
	$(\sum D)^2$	คือ	ผลรวมของผลต่างระหว่างคู่คะแนนทั้งหมดยกกำลังสอง

4.3 การวิเคราะห์ความคิดเห็นของนักเรียนเกี่ยวกับบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน
การวิเคราะห์หาค่าเฉลี่ย (\bar{X}) และค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน (S.D.) (บุญชม ศรีสะอาด, 2545, น. 104)

4.3.1 การหาค่าเฉลี่ย ใช้สูตร ดังนี้

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

เมื่อ	\bar{X}	คือ	คะแนนเฉลี่ย
	$\sum X$	คือ	ผลรวมทั้งหมดของคะแนน
	N	คือ	จำนวนกลุ่มตัวอย่าง

การวิเคราะห์แบบสอบถามความคิดเห็นของนักเรียนเกี่ยวกับบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน กำหนดช่วงของค่าเฉลี่ย ตามแนวคิดของริคเคอร์ท (Likert Rating Scale) ดังนี้

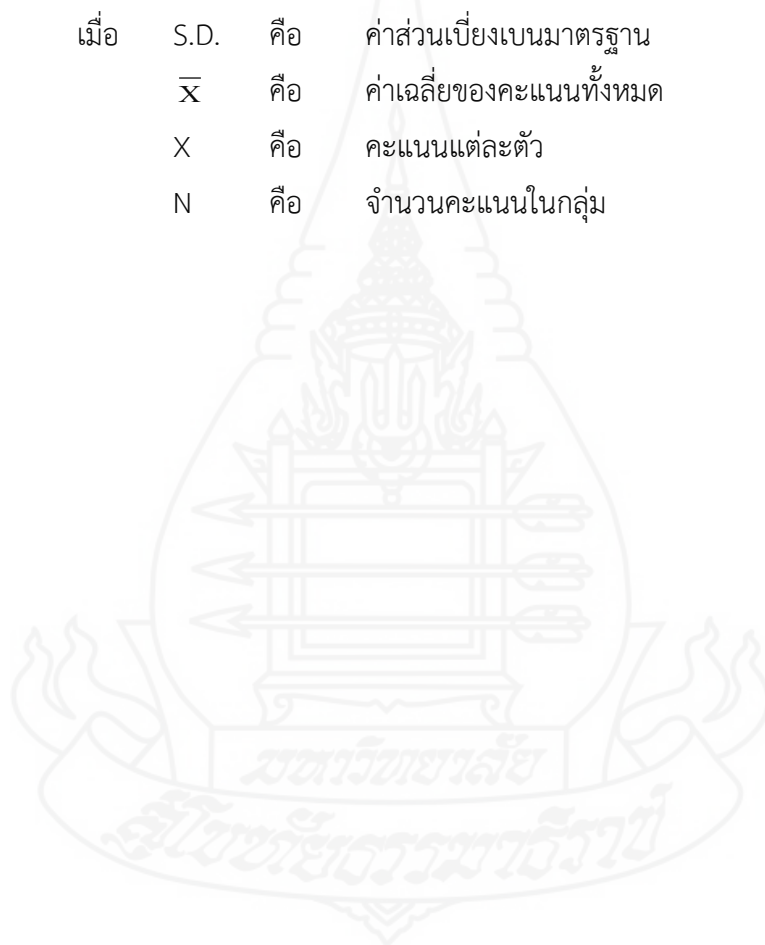
ค่าเฉลี่ย	4.50 - 5.00	หมายถึง	เห็นด้วยมากที่สุด
ค่าเฉลี่ย	3.50 - 4.49	หมายถึง	เห็นด้วยมาก
ค่าเฉลี่ย	2.50 - 3.49	หมายถึง	เห็นด้วยปานกลาง

ค่าเฉลี่ย	1.50 – 2.49	หมายถึง	เห็นด้วยน้อย
ค่าเฉลี่ย	1.00 – 1.49	หมายถึง	เห็นด้วยน้อยที่สุด

4.3.2 การหาค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน ในการหาค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (S.D Standard Deviation) โดยใช้สูตร ดังนี้ (บุญชม ศรีสะอาด, 2545, น. 106)

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

เมื่อ	S.D.	คือ	ค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน
	\bar{x}	คือ	ค่าเฉลี่ยของคะแนนทั้งหมด
	X	คือ	คะแนนแต่ละตัว
	N	คือ	จำนวนคะแนนในกลุ่ม



บทที่ 4

ผลการวิเคราะห์ข้อมูล

ผลการวิเคราะห์ข้อมูลของ การพัฒนาบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนรายวิชาชีววิทยา เรื่อง การแบ่งเซลล์แบบไมโอซิส สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 โรงเรียนสมเด็จพระพิทยาคม จังหวัดกาฬสินธุ์ แบ่งการวิเคราะห์ข้อมูลเป็น 3 ขั้นตอน คือ ตอนที่ 1 ผลการวิเคราะห์หาประสิทธิภาพของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน ตอนที่ 2 ผลการวิเคราะห์ความก้าวหน้าทางการเรียนของนักเรียน และ ตอนที่ 3 ผลการวิเคราะห์ความคิดเห็นของนักเรียน

ตอนที่ 1 ผลการวิเคราะห์หาประสิทธิภาพของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน

การทดสอบประสิทธิภาพบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนรายวิชาชีววิทยา เรื่อง การแบ่งเซลล์แบบไมโอซิส มี 3 ขั้นตอน คือ การทดลองแบบเดี่ยว แบบกลุ่ม และภาคสนาม ดังรายละเอียดต่อไปนี้

1.1 ผลการวิเคราะห์หาประสิทธิภาพของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน ในการทดสอบแบบเดี่ยว ได้แก่ ผลการทดลองกับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 โรงเรียนสมเด็จพระพิทยาคม จำนวน 3 คน ซึ่งมีผลการเรียนคละกัน คือ นักเรียนที่มีผลการเรียนดี 1 คน ปานกลาง 1 คน และอ่อน 1 คน รวมจำนวนนักเรียนทั้งหมด 3 คน โดยใช้สูตรการหาประสิทธิภาพ (E_1/E_2) ผลปรากฏดังตารางที่ 4.1

ตารางที่ 4.1 การทดสอบประสิทธิภาพของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนรายวิชาชีววิทยา เรื่อง การแบ่งเซลล์แบบไมโอซิส ในการทดสอบแบบเดี่ยว ($n = 3$)

การทดสอบประสิทธิภาพ	ร้อยละของคะแนน	ร้อยละของคะแนน	E_1/E_2
	กิจกรรมระหว่างเรียน (E_1)	ทดสอบหลังเรียน (E_2)	
แบบเดี่ยว	64.44	60.00	64.44/60.00

จากตารางที่ 4.1 พบว่า การทดสอบประสิทธิภาพแบบเดี่ยวของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน รายวิชาชีววิทยา เรื่อง การแบ่งเซลล์แบบไมโอซิส มีประสิทธิภาพ 64.44/60.00 ซึ่งไม่ปฏิบัติตามเกณฑ์ที่กำหนด

หลังจากทดลองโดยให้นักเรียนเรียนด้วยบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนแล้ว ผู้วิจัยได้สัมภาษณ์นักเรียนเกี่ยวกับปัญหาที่เกิดจากการใช้บทเรียน หลังจากสัมภาษณ์แล้ว ผู้วิจัยได้นำบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนมาปรับปรุง ดังตารางที่ 4.2

ตารางที่ 4.2 ผลการสัมภาษณ์และปรับปรุงบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน ในการทดสอบประสิทธิภาพแบบเดี่ยว

ปัญหาที่เกิดขึ้นกับนักเรียน	การปรับปรุง
1. รายละเอียดของเนื้อหาแต่ละตอนมีมาก นักเรียนไม่มีเวลาพอที่จะทบทวนบทเรียนใน ส่วนที่ตนเองยังไม่เข้าใจ	1.1 ปรับเนื้อหาให้มีความกระชับมากยิ่งขึ้น โดยใช้การสรุปความ ไม่ใช้คำฟุ่มเฟือย และ ยกตัวอย่างให้น้อยลง 1.2 หน่วงเวลาให้มากขึ้นก่อนเปลี่ยนภาพใหม่
2. เมื่อสิ้นสุดการนำเสนอเนื้อหาในแต่ละตอน แล้ว ไม่มีคำชี้แจงว่าจบเนื้อหา ทำให้นักเรียนไม่ เข้าใจว่าต้องทำอะไรต่อไป	2.1 เมื่อสิ้นสุดเนื้อหาในแต่ละตอน เพิ่มคำ ชี้แจงว่านักเรียนควรไปที่รายการใดต่อไป 2.2 บางเนื้อหาใช้เสียงบรรยายบอกแทน ตัวอักษรเพื่อชี้แจงว่านักเรียนควรทำอะไร
3. เสียงดนตรีบรรเลงดังเกินไป ทำให้ฟังเสียง บรรยายไม่ชัดเจน	3.1. ปรับลดเสียงดนตรี และให้มีดนตรีเฉพาะ เกริ่นนำ หรือเนื้อหาที่ให้นักเรียนศึกษาเอง และต่อท้ายเสียงบรรยาย ไม่ให้มีเสียงดนตรี ขณะที่เป็นเสียงคนบรรยาย

1.2 ผลการวิเคราะห์หาประสิทธิภาพของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน ในการทดสอบแบบกลุ่ม ได้แก่ ผลการทดลองกับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 โรงเรียนสมเด็จพระพิทยาคม จำนวน 6 คน ซึ่งมีผลการเรียนคละกัน คือ นักเรียนที่มีผลการเรียนดี 2 คน ปานกลาง 2 คน และ อ่อน 2 คน รวมจำนวนนักเรียนทั้งหมด 6 คน โดยใช้สูตรการหาประสิทธิภาพ (E_1/E_2) ผลปรากฏดัง ตารางที่ 4.3

ตารางที่ 4.3 ผลการทดสอบประสิทธิภาพของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนรายวิชาชีววิทยา เรื่อง การแบ่งเซลล์แบบไมโอซิส ในการทดสอบแบบกลุ่ม ($n = 6$)

การทดสอบประสิทธิภาพ	ร้อยละของคะแนน	ร้อยละของคะแนน	E_1/E_2
	กิจกรรมระหว่างเรียน (E_1)	ทดสอบหลังเรียน (E_2)	
แบบกลุ่ม	74.44	73.33	74.44/73.33

จากตารางที่ 4.3 พบว่า การทดสอบประสิทธิภาพแบบกลุ่มของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนรายวิชาชีววิทยา เรื่อง การแบ่งเซลล์แบบไมโอซิส มีประสิทธิภาพ 74.44/73.33 ซึ่งไม่เป็นไปตามเกณฑ์ที่กำหนด

หลังจากการทดลองโดยให้นักเรียนเรียนด้วยบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนแล้ว ผู้วิจัยได้สัมภาษณ์นักเรียนเกี่ยวกับปัญหาที่เกิดจากการใช้บทเรียน หลังจากสัมภาษณ์แล้วผู้วิจัยได้นำบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนมาปรับปรุง ดังนี้

ตารางที่ 4.4 ผลการสัมภาษณ์และปรับปรุงบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน ในการทดสอบประสิทธิภาพแบบกลุ่ม

ปัญหาที่เกิดขึ้นกับนักเรียน	การปรับปรุง
1. ข้อคำถามในแบบทดสอบประจำหน่วยยาวเกินไป	1.1 ปรับข้อคำถามให้สั้น กระชับ เข้าใจง่ายขึ้น

1.3 ผลการวิเคราะห์หาประสิทธิภาพของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน ในการทดสอบแบบภาคสนาม ได้แก่ ผลการทดลองกับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 โรงเรียนสมเด็จพระพิทยาคม จำนวน 34 คน ซึ่งมีผลการเรียนคละกัน คือ นักเรียนที่มีผลการเรียนดี จำนวน 5 คน ปานกลาง จำนวน 26 คน และอ่อนจำนวน 3 คน รวมจำนวนนักเรียนทั้งหมด 34 คน โดยใช้สูตรการหาประสิทธิภาพ (E_1/E_2) ผลปรากฏดังตารางที่ 4.5

ตารางที่ 4.5 ผลการทดสอบประสิทธิภาพของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนรายวิชาชีววิทยา เรื่อง การแบ่งเซลล์แบบไมโอซิส ในการทดสอบแบบภาคสนาม (n = 34)

การทดสอบประสิทธิภาพ	ร้อยละของคะแนน	ร้อยละของคะแนน	E ₁ /E ₂
	กิจกรรมระหว่างเรียน (E ₁)	ทดสอบหลังเรียน (E ₂)	
แบบภาคสนาม	79.22	78.82	79.22/78.82

จากตารางที่ 4.5 พบว่า การทดสอบประสิทธิภาพแบบภาคสนามของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนรายวิชาชีววิทยา เรื่อง การแบ่งเซลล์แบบไมโอซิส มีประสิทธิภาพ 79.22/78.82 ซึ่งเป็นไปตามเกณฑ์ที่กำหนด

ตอนที่ 2 ผลการวิเคราะห์ความก้าวหน้าทางการเรียนของนักเรียน

ผลการวิเคราะห์ความก้าวหน้าทางการเรียนของนักเรียน ที่เรียนด้วยบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน รายวิชาชีววิทยา เรื่อง การแบ่งเซลล์แบบไมโอซิส ปรากฏดังตารางที่ 4.6

ตารางที่ 4.6 ความก้าวหน้าทางการเรียนของนักเรียนที่เรียนด้วยบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน รายวิชาชีววิทยา เรื่อง การแบ่งเซลล์แบบไมโอซิส (n = 34)

การทดสอบ	คะแนนก่อนเรียน		คะแนนหลังเรียน		t-test
	\bar{X}	S.D.	\bar{X}	S.D.	
แบบภาคสนาม	3.53	0.90	7.88	0.95	19.51*

*p<.05 , df = 33 , t = 1.692

จากตารางที่ 4.6 พบว่า นักเรียนที่เรียนด้วยบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน รายวิชาชีววิทยา เรื่อง การแบ่งเซลล์แบบไมโอซิส จากการทดสอบประสิทธิภาพแบบภาคสนาม จำนวน 34 คน มีคะแนนเฉลี่ยหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน แสดงว่าคะแนนเฉลี่ยหลังเรียนเพิ่มขึ้นกว่าคะแนนเฉลี่ยก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

ตอนที่ 3 ผลการวิเคราะห์ความคิดเห็นของนักเรียน

ผลการวิเคราะห์ความคิดเห็นของนักเรียนที่มีต่อบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน รายวิชาชีววิทยาเรื่อง การแบ่งเซลล์แบบไมโอซิส ในการทดสอบแบบภาคสนาม ปรากฏดังตารางที่ 4.7

ตารางที่ 4.7 ความคิดเห็นของนักเรียนที่มีต่อบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน รายวิชาชีววิทยา เรื่องการแบ่งเซลล์แบบไมโอซิส (n=34)

ความคิดเห็น	ระดับความคิดเห็น		แปลความหมาย
	\bar{X}	S.D.	
1. ด้านการออกแบบบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน			
1.1 ส่วนประกอบต่างๆ บนหน้าจอของบทเรียนมีความสมดุล เหมาะสม และสวยงาม	4.47	0.74	เห็นด้วยมาก
1.2 รูปแบบอักษรมีความเหมาะสม อ่านง่าย	4.35	0.63	เห็นด้วยมาก
1.3 เสียงบรรยายมีความชัดเจน ระดับเสียงดังเหมาะสม	4.53	0.62	เห็นด้วยมากที่สุด
1.4 เสียงดนตรีประกอบเหมาะสมกับเนื้อหา	4.50	0.71	เห็นด้วยมากที่สุด
1.5 ภาพประกอบเนื้อหามีความคมชัด เข้าใจง่าย	4.47	0.70	เห็นด้วยมาก
1.6 วิดีทัศน์ประกอบบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนมีความคมชัด	4.18	0.74	เห็นด้วยมาก
1.7 ปุ่มต่างๆ ใช้งานได้ง่าย วางไว้ในตำแหน่งที่เหมาะสม นักเรียนมีความสะดวกในการใช้งาน	4.53	0.67	เห็นด้วยมากที่สุด
1.8 จำนวนข้อความที่แสดงในแต่ละหน้าจอมีปริมาณที่เหมาะสม	4.32	0.75	เห็นด้วยมาก
1.9 บทเรียนมีความน่าสนใจ มีสื่อประกอบที่หลากหลาย	4.44	0.84	เห็นด้วยมาก
2. ด้านการนำเสนอเนื้อหาและความรู้ที่ได้รับ			
2.1 แบบทดสอบก่อนเรียนช่วยให้นักเรียนได้ตรวจสอบความรู้เดิม	4.32	0.72	เห็นด้วยมาก
2.2 กิจกรรมระหว่างเรียนช่วยให้นักเรียนได้ความรู้เพิ่มมากขึ้น	4.50	0.66	เห็นด้วยมากที่สุด

ตารางที่ 4.7 (ต่อ)

ความคิดเห็น	ระดับความคิดเห็น		แปลความหมาย
	\bar{X}	S.D.	
2.3 แบบทดสอบหลังเรียนช่วยให้นักเรียน ตรวจสอบความรู้ที่ได้เรียนจากบทเรียนคอมพิวเตอร์ ช่วยสอน	4.41	0.69	เห็นด้วยมาก
2.4 เนื้อหา มีการอธิบายและยกตัวอย่างได้ชัดเจน เข้าใจง่าย	4.26	0.73	เห็นด้วยมาก
2.5 นักเรียนได้รับความรู้จากการเรียนด้วยบทเรียน คอมพิวเตอร์ช่วยสอนเพิ่มมากขึ้น	4.38	0.71	เห็นด้วยมาก
2.6 นักเรียนมีความมั่นใจในการเรียนเพิ่มมากขึ้น	4.50	0.71	เห็นด้วยมากที่สุด
2.7 นักเรียนมีความรับผิดชอบในการเรียนรู้ด้วย ตนเองมากขึ้น	4.47	0.74	เห็นด้วยมาก
2.8 นักเรียนชอบเรียนด้วยบทเรียนคอมพิวเตอร์ ช่วยสอน	4.44	0.77	เห็นด้วยมาก
2.9 นักเรียนต้องการให้มีการใช้บทเรียน คอมพิวเตอร์ช่วยสอนในเรื่องหรือวิชาอื่นๆ ด้วย	4.50	0.75	เห็นด้วยมากที่สุด
เฉลี่ย	4.42	0.72	เห็นด้วยมาก

จากตารางที่ 4.7 พบว่า นักเรียนมีความคิดเห็นต่อบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน รายวิชาชีววิทยาเรื่อง การแบ่งเซลล์แบบไมโอซิส โดยภาพรวมในระดับ เห็นด้วยมาก ($\bar{X} = 4.42$, S.D. = 0.72)

ในรายข้อคำถามด้านการออกแบบบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน พบว่า นักเรียนมีความคิดเห็นในระดับมากที่สุด จำนวน 3 ข้อ โดยข้อคำถามที่มีค่าเฉลี่ยสูงสุดในด้านนี้ คือ เสียงบรรยายมีความชัดเจน ระดับเสียงดังเหมาะสม ($\bar{X} = 4.53$, S.D. = 0.62) ปุ่มต่างๆ ใช้งานได้ง่าย วางไว้ในตำแหน่งที่เหมาะสม นักเรียนมีความสะดวกในการใช้งาน ($\bar{X} = 4.53$, S.D. = 0.67) และเสียงดนตรีประกอบเหมาะสมกับเนื้อหา ($\bar{X} = 4.50$, S.D. = 0.71) และมีความคิดเห็นในระดับมาก จำนวน 6 ข้อ โดยข้อคำถามที่มีค่าเฉลี่ยน้อยที่สุดในด้านนี้ คือ วิดีทัศน์ประกอบบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนมีความคมชัด ($\bar{X} = 4.18$, S.D. = 0.74)

สำหรับในรายข้อคำถามด้านการนำเสนอเนื้อหาและความรู้ที่ได้รับ พบว่า นักเรียนมีความคิดเห็นในระดับมากที่สุด จำนวน 3 ข้อ คือ กิจกรรมระหว่างเรียนช่วยให้นักเรียนได้ความรู้เพิ่มมากขึ้น ($\bar{X} = 4.50$, S.D. = 0.66) นักเรียนมีความมั่นใจในการเรียนเพิ่มมากขึ้น ($\bar{X} = 4.50$, S.D. = 0.71) และนักเรียนต้องการให้มีการใช้บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนในเรื่องหรือวิชาอื่นๆ ด้วย ($\bar{X} = 4.50$, S.D. = 0.75) และความคิดเห็นในระดับมาก จำนวน 6 ข้อ โดยข้อคำถามที่มีค่าเฉลี่ยน้อยที่สุดในด้านนี้ คือ เนื้อหา มีการอธิบายและยกตัวอย่างได้ชัดเจนเข้าใจง่าย ($\bar{X} = 4.26$, S.D. = 0.73)



บทที่ 5

รายละเอียดต้นแบบชิ้นงาน

ในการวิจัยการพัฒนาบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนรายวิชาชีววิทยา เรื่อง การแบ่งเซลล์แบบไมโอซิส สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 โรงเรียนสมเด็จพระพิทยาคม จังหวัดกาฬสินธุ์ มีต้นแบบชิ้นงาน ได้แก่ บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนรายวิชาชีววิทยา การแบ่งเซลล์แบบไมโอซิส มีรายละเอียดดังนี้

ภาคที่ 1 คู่มือการใช้บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน

1. รายละเอียดของรายวิชาชีววิทยา
2. การเตรียมตัวของครูผู้สอน
3. แผนผังการจัดชั้นเรียน
4. บทบาทของครูและนักเรียน
5. ส่วนประกอบของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน
6. แผนการสอน

ภาคที่ 2 คู่มือการเรียนรู้ด้วยบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน

1. การเตรียมตัวของนักเรียน
2. บทบาทของนักเรียน
3. ขั้นตอนการเรียนรู้ด้วยบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน
4. การใช้ซีดีรอมบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน
5. กระดาษคำตอบแบบทดสอบก่อนเรียนและหลังเรียน

ภาคที่ 3 รายละเอียดของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน

1. หน้าหลักของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน
2. คำชี้แจงบทเรียน
3. แบบทดสอบก่อนเรียน
4. บทเรียน
5. กิจกรรมระหว่างเรียน
6. แบบทดสอบหลังเรียน

ภาคที่ 4 แบบทดสอบ

1. แบบทดสอบก่อนเรียน

2. แบบทดสอบหลังเรียน
3. แบบทดสอบประจำหน่วย
4. เฉลยแบบทดสอบ

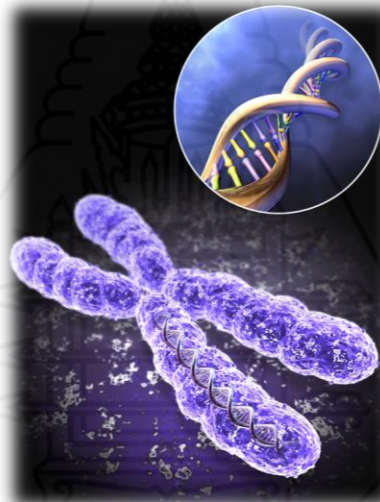


ภาคที่ 1
คู่มือการใช้บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน





คู่มือการใช้บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน
รายวิชาชีววิทยา เรื่อง การแบ่งเซลล์แบบไมโอซิส
สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4



ผลิตโดย นางสาวสุจิรา กอศักดิ์

แขนงวิชาเทคโนโลยีและสื่อสารการศึกษา สาขาวิชาศึกษาศาสตร์
มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมาราช

คำนำ

คู่มือการใช้บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนรายวิชาชีววิทยา เรื่อง การแบ่งเซลล์แบบไมโอซิส สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ผลิตขึ้นเพื่อใช้เป็นแนวทางสำหรับครูผู้สอนได้เข้าใจลำดับขั้นตอนและวิธีการใช้บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน เรื่อง การแบ่งเซลล์แบบไมโอซิส เพื่อเป็นสื่อประกอบการสอน

ผู้ผลิตบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน หวังเป็นอย่างยิ่งว่า บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนที่พัฒนาขึ้นนี้ จะเป็นประโยชน์ต่อผู้สอนและนักเรียนเป็นอย่างมาก

สุจิรา กอศักดิ์
ผู้ผลิต



สารบัญ

เนื้อหา	หน้า
รายละเอียดของวิชาคอมพิวเตอร์สร้างสรรค์	1
การเตรียมตัวของครูผู้สอน	2
แผนผังการจัดชั้นเรียน	3
บทบาทของครูและนักเรียน.	4
ส่วนประกอบของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน	4
แผนการสอน	5
แบบทดสอบก่อนเรียน	7
แบบทดสอบประจำหน่วย	9
แบบทดสอบหลังเรียน	12
เฉลยแบบทดสอบประจำหน่วย	14
เฉลยแบบทดสอบก่อนเรียน-หลังเรียน	15
กระดาษคำตอบแบบทดสอบก่อนเรียน-หลังเรียน	16

1. รายละเอียดของรายวิชาชีววิทยา

1.1 จุดประสงค์การเรียนรู้

1.1.1 หลังจากศึกษา เรื่อง จุดมุ่งหมายของการแบ่งเซลล์แบบไมโอซิส นักเรียนสามารถบอกจุดมุ่งหมายของการแบ่งเซลล์แบบไมโอซิสได้ถูกต้อง

1.1.2 หลังจากศึกษา เรื่อง ระยะไมโอซิส 1 นักเรียนสามารถอธิบายลักษณะของระยะไมโอซิส 1 ได้ถูกต้อง

1.1.3 หลังจากศึกษา เรื่อง ระยะไมโอซิส 2 นักเรียนสามารถอธิบายลักษณะของระยะไมโอซิส 2 ได้ถูกต้อง

1.2 หน่วยการเรียนรู้

หน่วยที่ 1 จุดมุ่งหมายของการแบ่งเซลล์แบบไมโอซิส

หน่วยที่ 2 ระยะไมโอซิส 1

หน่วยที่ 3 ระยะไมโอซิส 2

2. การเตรียมตัวของครูผู้สอน

2.1 ก่อนการใช้บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน

2.1.1 ครูผู้สอนต้องศึกษาคู่มือการใช้บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนอย่างละเอียด

2.1.2 ตรวจสอบความพร้อมของวัสดุและอุปกรณ์

1) ตรวจสอบสภาพการใช้งานของโปรแกรมบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน

2) จัดเตรียมคอมพิวเตอร์ที่สามารถรองรับระบบมัลติมีเดียสำหรับนักเรียน

คนละ 1 ชุด

2.1.3 จัดเตรียมคู่มือการเรียนด้วยบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน สำหรับนักเรียน

คนละ 1 ชุด

2.1.4 ติดต่อประสานงานกับเจ้าหน้าที่ด้านเทคนิคคอมพิวเตอร์ เพื่อแก้ไขปัญหาหากเครื่องเกิดข้อผิดพลาดขณะทำการเรียนการสอน

2.2 ขณะใช้บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน

2.2.1 ปฐมนิเทศ โดยชี้แจงวัตถุประสงค์การเรียนรู้ด้วยบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน เรื่อง แนวคิดเกี่ยวกับโครงงานคอมพิวเตอร์ พร้อมทั้งแนะนำขั้นตอนการเรียนรู้ และแจกคู่มือการเรียนรู้แก่นักเรียน

2.2.2 ดำเนินกิจกรรมการเรียนการสอน ตามลำดับดังนี้

1) ทดสอบก่อนเรียน โดยให้นักเรียนทำแบบทดสอบก่อนเรียน แบบปรนัย ชนิดเลือกตอบจำนวน 10 ข้อ ในบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน และลงในกระดาษคำตอบ โดยใช้เวลา 15 นาที บันทึกคะแนนที่ได้ในกระดาษคำตอบ ส่งกระดาษคำตอบให้กับครูผู้สอน

2) ศึกษาบทเรียน นักเรียนศึกษาเนื้อหาของบทเรียนในแต่ละตอน หลังจากนี้ทำกิจกรรมและแบบทดสอบประจำหน่วยจนครบทุกหัวเรื่อง บันทึกสาระสำคัญลงในแบบบันทึก

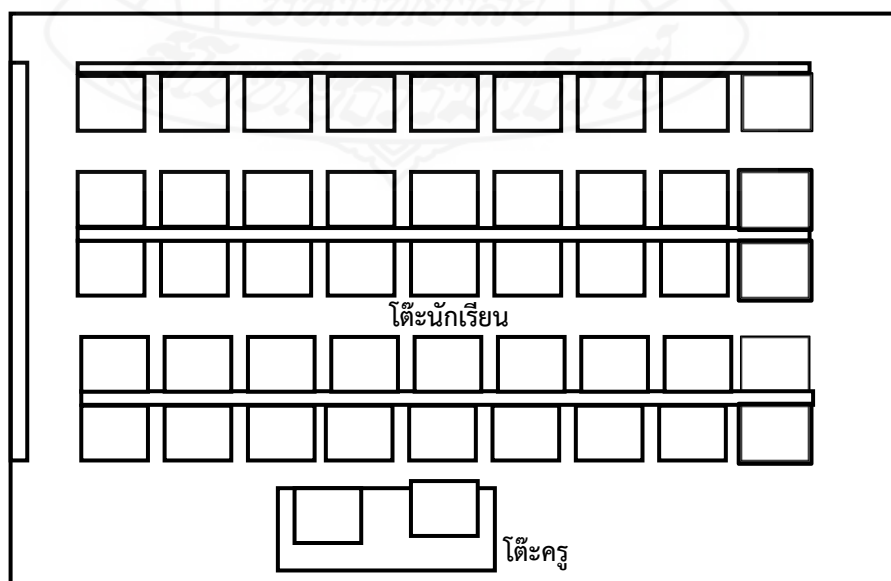
3) ทดสอบหลังเรียน โดยให้นักเรียนทำแบบทดสอบหลังเรียน แบบปรนัย ชนิดเลือกตอบจำนวน 10 ข้อ ในบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน และลงในกระดาษคำตอบ โดยใช้เวลา 15 นาที บันทึกคะแนนที่ได้ในกระดาษคำตอบ ส่งกระดาษคำตอบให้กับครูผู้สอน

2.3 หลังการใช้บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน

2.3.1 เก็บแบบฝึกหัดของนักศึกษาไปตรวจสอบ เพื่อดูการเปลี่ยนแปลงพฤติกรรม และความก้าวหน้าของนักศึกษา

2.3.2 ตรวจสอบสภาพวัสดุอุปกรณ์ที่ใช้ในการเรียน จัดเก็บเข้าที่ให้เรียบร้อย

3. แผนผังการจัดชั้นเรียน



4. บทบาทของครูและนักเรียน

4.1 บทบาทของครู

- 4.1.1 ควรมีทักษะพื้นฐานในการใช้งานคอมพิวเตอร์เบื้องต้น
- 4.1.2 ศึกษาบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนให้เข้าใจก่อนจัดการเรียนรู้จริง เพื่อสามารถช่วยเหลือนักเรียนแก้ไขปัญหาหรือข้อสงสัยที่อาจพบในขณะที่เรียนบทเรียน
- 4.1.3 กำกับดูแลการเรียนรู้ให้นักเรียนศึกษาบทเรียนด้วยตนเอง
- 4.1.4 ตรวจสอบการทำกิจกรรมระหว่างเรียนของนักเรียน
- 4.1.5 ประเมินการเรียนรู้ของนักเรียนแต่ละคน

4.2 บทบาทของนักเรียน

- 4.2.1 ควรมีทักษะพื้นฐานในการใช้งานคอมพิวเตอร์เบื้องต้น
- 4.2.2 ศึกษาเนื้อหาในบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนและบันทึกสาระสำคัญ
- 4.2.3 ปฏิบัติตามขั้นตอนที่กำหนดในการเรียนบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน
- 4.2.4 ทำแบบทดสอบก่อนเรียนและหลังเรียนอย่างตั้งใจและซื่อสัตย์
- 4.2.5 ปฏิบัติกิจกรรมอย่างมีสมาธิและไม่รบกวนสมาธิการเรียนรู้ของเพื่อนนักเรียนคนอื่น ๆ

5. ส่วนประกอบของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน

บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน รายวิชาชีววิทยา เรื่อง การแบ่งเซลล์แบบไมโอซิส สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ประกอบด้วยรายการหลัก 6 รายการ ได้แก่

5.1 คำแนะนำการใช้บทเรียน เป็นการอธิบายให้นักเรียนทราบวิธีการเรียนด้วยบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน

5.2 จุดประสงค์การเรียนรู้ เป็นรายการให้นักเรียนทราบถึงจุดประสงค์การเรียนรู้ของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน

5.3 แบบทดสอบก่อนเรียน เป็นรายการสำหรับให้นักเรียนทำแบบทดสอบก่อนเรียน ซึ่งประกอบด้วยแบบทดสอบแบบปรนัยชนิดเลือกตอบจำนวน 4 ตัวเลือก จำนวน 10 ข้อ เมื่อนักเรียนทำแบบทดสอบแล้วจะทราบผลคะแนนทันที

5.4 เนื้อหาบทเรียน เป็นรายการสำหรับให้นักเรียนศึกษาบทเรียน เมื่อนักเรียนศึกษาเนื้อหาในแต่ละตอนเรียบร้อยแล้ว ให้นักเรียนทำกิจกรรมการเรียนรู้ของแต่ละตอน โดยแบ่งเป็น 3 หน่วย ได้แก่

หน่วยที่ 1 จุดมุ่งหมายของการแบ่งเซลล์แบบไมโอซิส

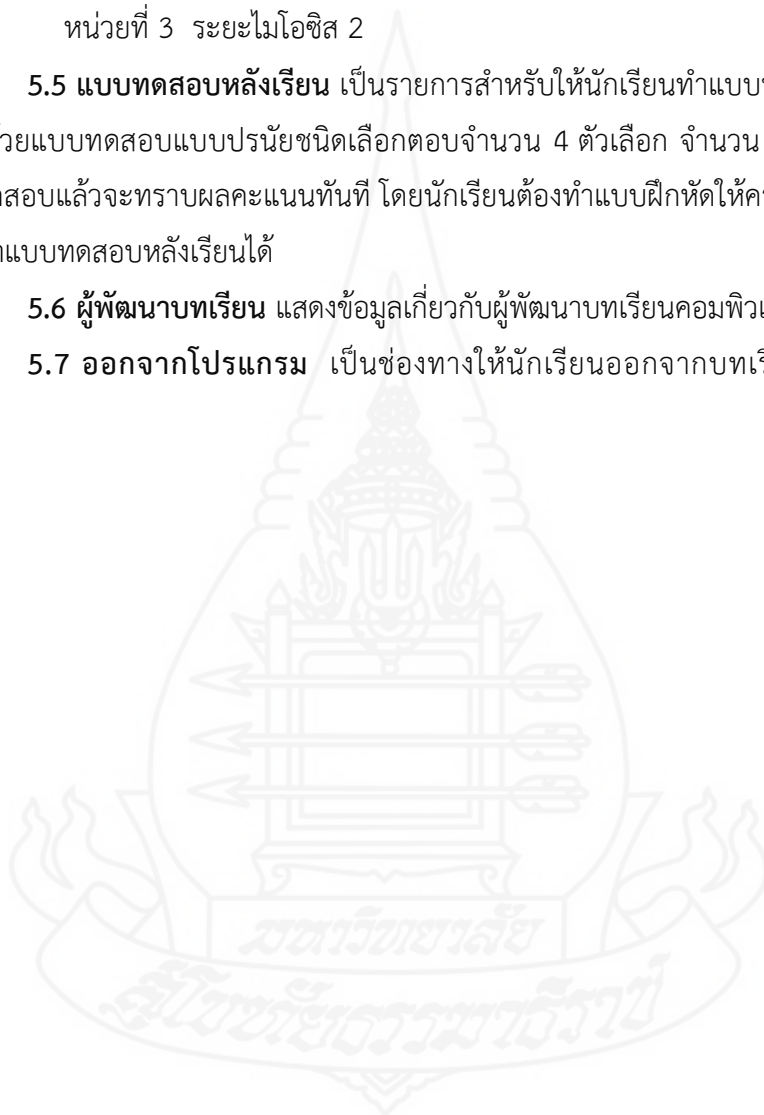
หน่วยที่ 2 ระยะไมโอซิส 1

หน่วยที่ 3 ระยะไมโอซิส 2

5.5 แบบทดสอบหลังเรียน เป็นรายการสำหรับให้นักเรียนทำแบบทดสอบหลังเรียน ซึ่งประกอบด้วยแบบทดสอบแบบปรนัยชนิดเลือกตอบจำนวน 4 ตัวเลือก จำนวน 10 ข้อ เมื่อนักเรียนทำแบบทดสอบแล้วจะทราบผลคะแนนทันที โดยนักเรียนต้องทำแบบฝึกหัดให้ครบทุกตอนก่อนจึงจะสามารถทำแบบทดสอบหลังเรียนได้

5.6 ผู้พัฒนาบทเรียน แสดงข้อมูลเกี่ยวกับผู้พัฒนาบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน

5.7 ออกจากโปรแกรม เป็นช่องทางให้นักเรียนออกจากบทเรียนอย่างถูกต้องได้ตลอดเวลา



แผนการสอน

รายวิชาชีววิทยา

กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์

ระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4

ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2560

หน่วยที่ 5 การแบ่งเซลล์แบบไมโอซิส

เวลา 2 ชั่วโมง

หัวข้อเรื่อง

ตอนที่ 1 จุดมุ่งหมายของการแบ่งเซลล์แบบไมโอซิส

ตอนที่ 2 ระยะไมโอซิส 1

ตอนที่ 3 ระยะไมโอซิส 2

แนวคิด

1. จุดมุ่งหมายของการแบ่งเซลล์แบบไมโอซิส คือ การแบ่งเซลล์แบบพิเศษในอวัยวะสืบพันธุ์ เพื่อให้ได้เซลล์สืบพันธุ์ ซึ่งมีจำนวนโครโมโซมลดลงเป็นครึ่งหนึ่งของเซลล์ร่างกาย เซลล์ที่สามารถแบ่งแบบไมโอซิส คือ โกแนด ในเพศหญิงจะพบเซลล์ชนิดนี้ในรังไข่ ซึ่งจะสร้างไข่ โดยกระบวนการสร้างไข่ ในเพศชายจะพบเซลล์ชนิดนี้ในอัณฑะ ซึ่งทำหน้าที่สร้างตัวสุจิโดยกระบวนการสร้างตัวสุจิ การแบ่งแบบไมโอซิสจะแบ่งต่อเนื่องกัน 2 ครั้ง ได้แก่ระยะไมโอซิส 1 และระยะไมโอซิส 2

2. ระยะไมโอซิส 1 เป็นระยะแรกที่มีการแบ่งนิวเคลียสทำให้โครโมโซมลดลงเหลือครึ่งหนึ่งโดยที่โครโมโซมคู่เหมือนกันในเซลล์เดิมแยกออกจากกันไปอยู่ในนิวเคลียสใหม่ ระยะนี้มี 5 ขั้นตอน ได้แก่ อินเทอร์เฟส 1 โพรเฟส 1 เมทาเฟส 1 แอนาเฟส 1 และเทโลเฟส 1 ผลจากการแบ่งจะได้ 2 เซลล์ แต่ละเซลล์มีจำนวนโครโมโซมครึ่งหนึ่งของเซลล์ตั้งต้นเดิม หรือที่เรียกว่าแฮพลอยด์เซลล์ (n)

3. ระยะไมโอซิส 2 เป็นระยะสุดท้ายของการแบ่งเซลล์แบบไมโอซิส เป็นการแยกโครมาทิดของแต่ละโครโมโซมไปอยู่ในนิวเคลียสใหม่ ระยะนี้มี 5 ขั้นตอน ได้แก่ อินเทอร์เฟส 2 โพรเฟส 2 เมทาเฟส 2 แอนาเฟส 2 และเทโลเฟส 2 ผลจากการแบ่งจะได้ 4 เซลล์ แต่ละเซลล์มีจำนวนโครโมโซมครึ่งหนึ่งของเซลล์ตั้งต้นเดิม

จุดประสงค์การเรียนรู้

1. หลังจากศึกษา เรื่อง จุดมุ่งหมายของการแบ่งเซลล์แบบไมโอซิส นักเรียนสามารถบอกจุดมุ่งหมายของการแบ่งเซลล์แบบไมโอซิสได้ถูกต้อง

2. หลังจากศึกษา เรื่อง ระยะเวลาไมโอซิส 1 นักเรียนสามารถอธิบายลักษณะของระยะไมโอซิส 1 ได้ถูกต้อง

3. หลังจากศึกษา เรื่อง ระยะเวลาไมโอซิส 2 นักเรียนสามารถอธิบายลักษณะของระยะไมโอซิส 2 ได้ถูกต้อง

กิจกรรมการเรียนรู้การสอน

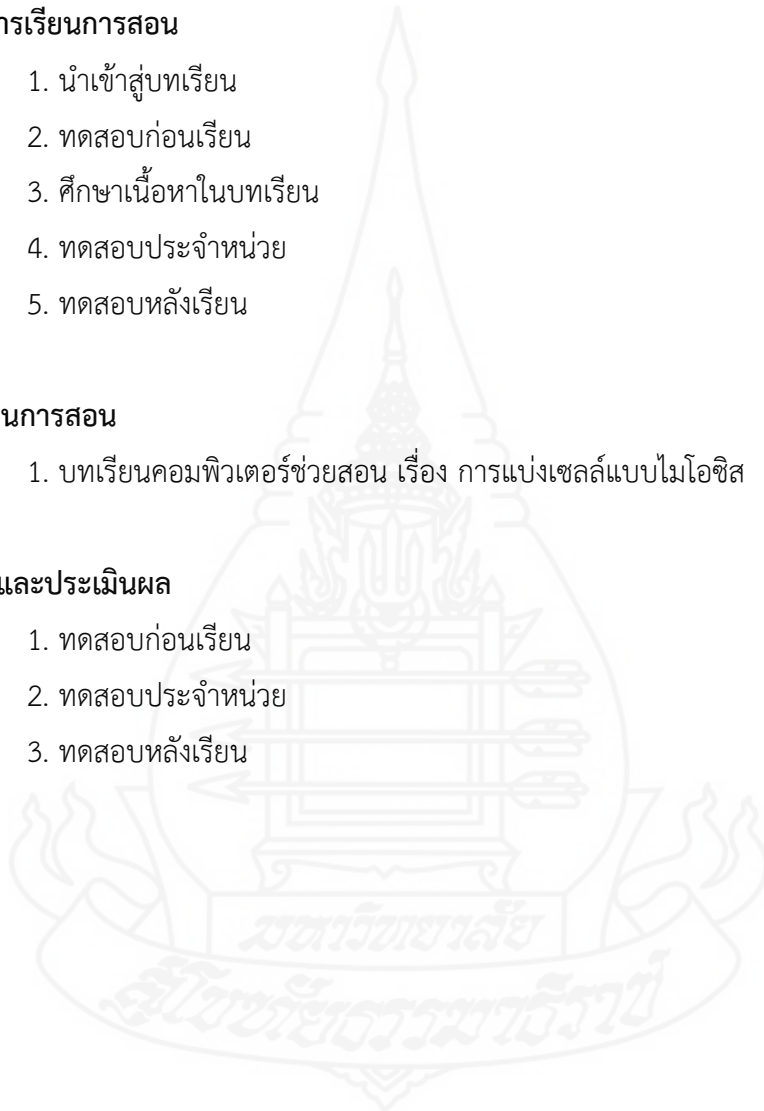
1. นำเข้าสู่บทเรียน
2. ทดสอบก่อนเรียน
3. ศึกษาเนื้อหาในบทเรียน
4. ทดสอบประจำหน่วย
5. ทดสอบหลังเรียน

สื่อการเรียนรู้การสอน

1. บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน เรื่อง การแบ่งเซลล์แบบไมโอซิส

การวัดผลและประเมินผล

1. ทดสอบก่อนเรียน
2. ทดสอบประจำหน่วย
3. ทดสอบหลังเรียน



กระดาษคำตอบแบบทดสอบก่อนเรียน - หลังเรียน
 บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนรายวิชาชีววิทยา
 เรื่อง การแบ่งเซลล์แบบไมโอซิส

คะแนนที่ได้

คะแนนที่ได้

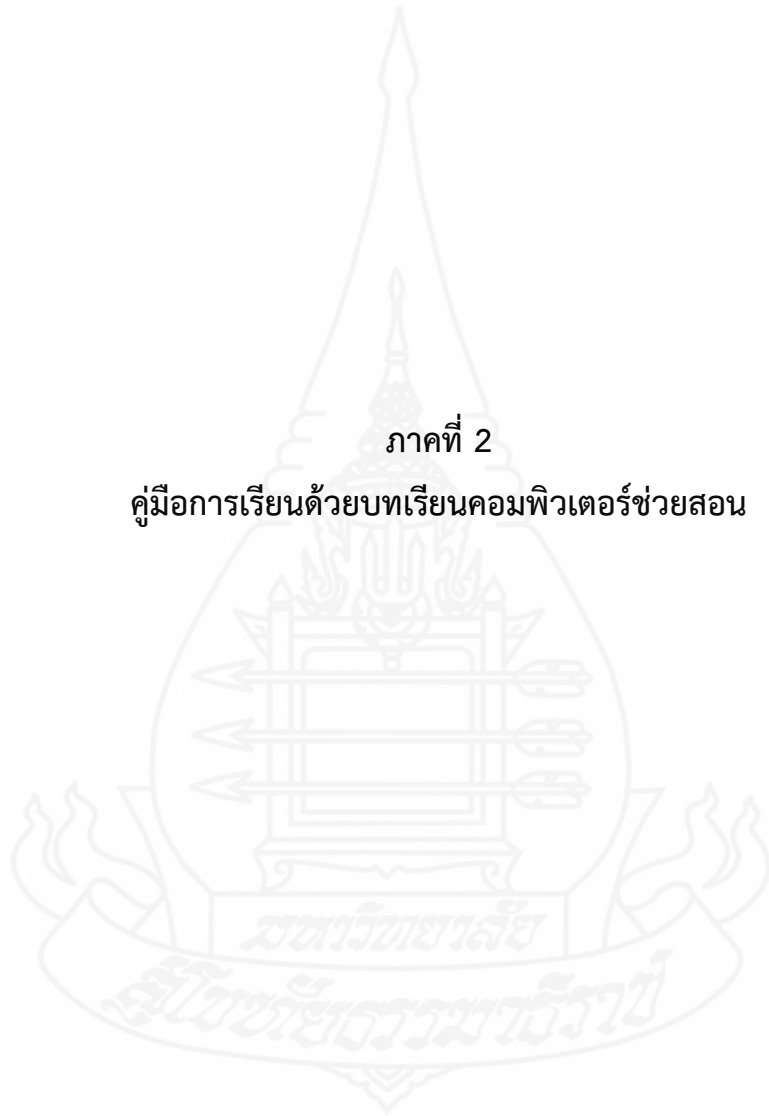
ก่อนเรียน				
ข้อ	ก	ข	ค	ง
1				
2				
3				
4				
5				
6				
7				
8				
9				
10				

หลังเรียน				
ข้อ	ก	ข	ค	ง
1				
2				
3				
4				
5				
6				
7				
8				
9				
10				

ชื่อ..... เลขที่.....

ภาคที่ 2

คู่มือการเรียนรู้ด้วยบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน





คู่มือการเรียนรู้ด้วยบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน
รายวิชาชีววิทยา เรื่อง การแบ่งเซลล์แบบไมโอซิส
สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4



แขนงวิชาเทคโนโลยีและสื่อสารการศึกษา สาขาวิชาศึกษาศาสตร์
มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมาธิราช

คำนำ

คู่มือการเรียนรู้ด้วยบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนรายวิชาชีววิทยา เรื่อง การแบ่งเซลล์แบบไมโอซิส สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ผลิตขึ้นเพื่อเป็นคู่มือในการใช้บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนสำหรับนักเรียน รายละเอียดประกอบด้วย การเตรียมตัวและบทบาทของนักเรียน ขั้นตอนการเรียนรู้และวิธีการใช้ซีดีรอมบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน

ผู้ผลิตบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน หวังเป็นอย่างยิ่งว่าบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนที่พัฒนาขึ้นนี้จะประโยชน์ต่อผู้สอนและนักเรียนเป็นอย่างมาก

สุจิรา กอศักดิ์

ผู้ผลิต



สารบัญ

เนื้อหา	หน้า
การเตรียมตัวของนักเรียน	1
บทบาทของนักเรียน	1
ขั้นตอนการเรียนรู้ด้วยบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน	1
การใช้ซีดีรอมบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน	2
กระดาษคำตอบแบบทดสอบก่อนเรียนและหลังเรียน	13



1. การเตรียมตัวของนักเรียน

ในการเรียนด้วยบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนรายวิชาชีววิทยา เรื่อง การแบ่งเซลล์แบบไมโอซิส นักเรียนต้องเตรียมตัวในการเรียนดังนี้

- 1) ศึกษารายละเอียดการใช้บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนในคู่มือการเรียนด้วยบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนอย่างละเอียด
- 2) ตรวจสอบความพร้อมในการใช้งานของเครื่องคอมพิวเตอร์ และโปรแกรมบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน หากพบปัญหาให้แจ้งครูผู้สอนทันที
- 3) เตรียมอุปกรณ์เครื่องเขียน สำหรับทำแบบทดสอบ

2. บทบาทของนักเรียน

ในขณะที่เรียนด้วยบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนรายวิชาชีววิทยา เรื่อง การแบ่งเซลล์แบบไมโอซิส นักเรียนมีบทบาทดังนี้

- 1) ศึกษาเนื้อหาของบทเรียนเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนและบันทึกสาระสำคัญอย่างตั้งใจ
- 2) ปฏิบัติกิจกรรมการเรียนรู้ตามลำดับขั้นตอนอย่างเต็มความสามารถ
- 3) หากพบปัญหาในการใช้บทเรียนขณะกำลังเรียนอยู่ ให้นักเรียนรีบแจ้งครูผู้สอนโดยทันที
- 4) ไม่รบกวนผู้อื่นขณะเรียนด้วยบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน

3. ขั้นตอนการเรียนด้วยบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน

ในการเรียนด้วยบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนรายวิชาชีววิทยา เรื่อง การแบ่งเซลล์แบบไมโอซิส มีลำดับขั้นตอนในการเรียนดังนี้

- 1) ทดสอบก่อนเรียน โดยให้นักเรียนทำแบบทดสอบก่อนเรียน แบบปรนัยชนิดเลือกตอบ จำนวน 10 ข้อ ในบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน และลงในกระดาษคำตอบ โดยใช้เวลา 15 นาที บันทึกคะแนนที่ได้ในกระดาษคำตอบ ส่งกระดาษคำตอบให้กับครูผู้สอน

2) ศึกษาบทเรียน นักเรียนศึกษาเนื้อหาของบทเรียนในแต่ละตอน หลังจากนั้นทำกิจกรรมและแบบทดสอบประจำหน่วยจนครบทุกหัวเรื่อง บันทึกสาระสำคัญลงในแบบบันทึก

3) ทดสอบหลังเรียน โดยให้นักเรียนทำแบบทดสอบหลังเรียน แบบปรนัยชนิดเลือกตอบ จำนวน 10 ข้อ ในบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน และลงในกระดาษคำตอบ โดยใช้เวลา 15 นาที บันทึกคะแนนที่ได้ในกระดาษคำตอบ ส่งกระดาษคำตอบให้กับครูผู้สอน

4. การใช้ซีดีรอมบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน

การใช้บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนรายวิชาชีววิทยา เรื่อง การแบ่งเซลล์แบบไมโอซิส มีขั้นตอนในการใช้ ดังนี้

4.1 ใส่แผ่นซีดีรอมบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน ในช่องอ่านซีดีรอม

4.2 รอสักครู่ โปรแกรมบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนจะเริ่มทำงานเองโดยอัตโนมัติ

4.3 เมื่อโปรแกรมทำงานแล้ว ให้นักเรียนเริ่มเรียนด้วยบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนตามลำดับต่อไปนี้

1) เปิดโปรแกรมขึ้นมาเมื่อทำการ Autorun เสร็จแล้วหน้าจอจะปรากฏภาพไตเติ้ล (Title) และเสียงเพลงบรรเลงประกอบขึ้นมาดังภาพ



- 2) จากนั้นหน้าจอจะปรากฏเป็นภาพให้นักเรียนลงชื่อเข้าใช้ ดังภาพ

ลงชื่อนักเรียนเข้าเรียน

พิมพ์ชื่อ นามสกุล และเลขที่

ชื่อ - นามสกุล :

เลขที่ :

- 3) จากนั้นหน้าจอจะปรากฏเป็นภาพของหน้าจอเมนูหรือหน้าสารบัญให้เลือกหัวข้อต่าง ๆ

ดังภาพ



- 4) คำแนะนำการใช้บทเรียน เมื่อคลิกปุ่มนี้แล้วจะปรากฏข้อความ ดังภาพ

คำแนะนำการใช้บทเรียน

- 1) ทดสอบก่อนเรียน จำนวน 10 ข้อ 15 นาที ในบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน และลงในกระดาษคำตอบ บันทึกคะแนนที่ได้ในกระดาษคำตอบ ส่งให้กับครูผู้สอน
- 2) ศึกษาบทเรียน ทำกิจกรรมและแบบทดสอบประจำหน่วยจนครบทุกหัวเรื่อง บันทึกสาระสำคัญลงในแบบบันทึก
- 3) ทดสอบหลังเรียน จำนวน 10 ข้อ 15 นาที ในบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน และลงในกระดาษคำตอบ บันทึกคะแนนที่ได้ในกระดาษคำตอบ ส่งให้กับครูผู้สอน

กลับเมนูหลัก

- 5) จุดประสงค์การเรียนรู้ เมื่อคลิกปุ่มนี้แล้วจะปรากฏข้อความ ดังภาพ

จุดประสงค์การเรียนรู้

1. หลังจากศึกษาเรื่องจุดมุ่งหมายของการแบ่งเซลล์แบบไมโอซิส นักเรียนสามารถบอกจุดมุ่งหมายของการแบ่งเซลล์แบบไมโอซิสได้ถูกต้อง
2. หลังจากศึกษาเรื่อง ระยะเวลาไมโอซิส 1 นักเรียนสามารถอธิบายลักษณะของระยะเวลาไมโอซิส 1 ได้ถูกต้อง
3. หลังจากศึกษาเรื่อง ระยะเวลาไมโอซิส 2 นักเรียนสามารถอธิบายลักษณะของระยะเวลาไมโอซิส 2 ได้ถูกต้อง

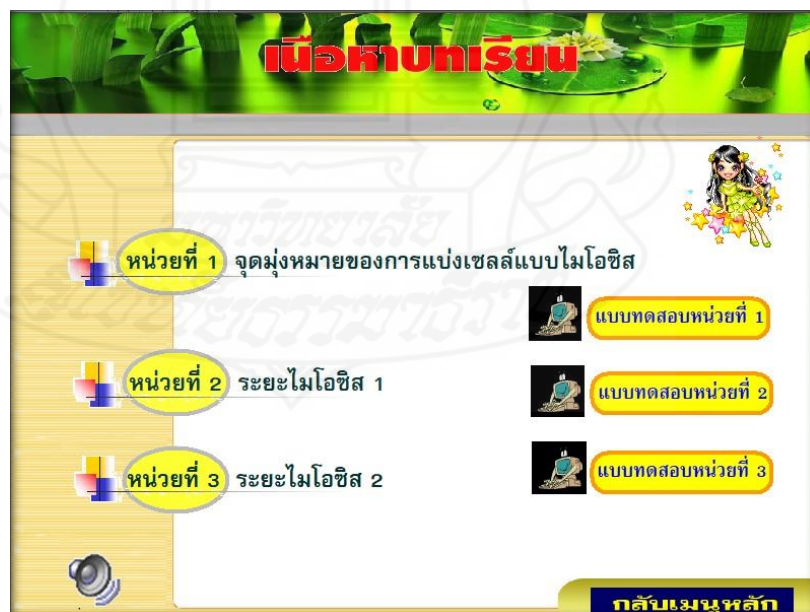
กลับเมนูหลัก

6) แบบทดสอบก่อนเรียน เมื่อคลิกปุ่มนี้แล้วจะปรากฏข้อความ ดังภาพ



ให้นักเรียนดำเนินการ โดยกดแถบอักษรสีแดงด้านล่างเพื่อเข้าสอบ

7) เนื้อหาบทเรียน เมื่อคลิกปุ่มนี้แล้วจะปรากฏข้อความ ดังภาพ



8) แบบทดสอบหลังเรียน เมื่อคลิกปุ่มนี้แล้วจะปรากฏข้อความ ดังภาพ



ให้นักเรียนดำเนินการ โดยกดแถบอักษรสีแดงด้านล่างเพื่อเข้าสอบ

9) ผู้พัฒนาบทเรียน เมื่อคลิกปุ่มนี้แล้วจะปรากฏข้อความ ดังภาพ



10) การออกจากโปรแกรม ให้คลิกที่ปุ่ม ออกจากโปรแกรม เมื่อคลิกปุ่มนี้แล้วจะปรากฏข้อความ ดังภาพ



ถ้าคลิก ใช่ จะออกจากโปรแกรมทันที
ถ้าคลิก ไม่ใช่ โปรแกรมจะกลับมาที่หน้าเมนูหลัก

4.4 เมื่อเข้าสู่เนื้อหาบทเรียน



- 1) เลือกหัวข้อหน่วยที่ 1 จะได้ดังภาพ



- 2) เมื่อนักเรียนศึกษาจบแล้ว ให้กดปุ่ม กลับเมนูหลัก เพื่อกลับไปหน้าเมนู ดังภาพ..








3) เนื้อหาบทเรียน ภาพหน้าจอจะประกอบไปด้วยส่วนต่างๆ ดังนี้



↓ ↓ ↓ ↓
1 2 3 4

รายละเอียดของแต่ละปุ่ม เป็นดังนี้

1. ปุ่ม  เมื่อต้องการความช่วยเหลือ จะปรากฏข้อความที่บอกความหมายของปุ่มต่างๆ ในบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน
2. ปุ่ม  กดปุ่มนี้เมื่อต้องการกลับไปหน้าที่แล้ว
3. ปุ่ม  กดปุ่มนี้เมื่อต้องการดูหน้าถัดไป
4. ปุ่ม  กดปุ่มนี้เมื่อต้องการออกจากบทเรียน

2) ในแต่ละหน่วย ที่จะมีการตอบคำถาม โดยนักเรียนจะได้ยินเสียงพร้อมทั้งเห็นภาพและข้อความบรรยายบทเรียน นอกจากนี้นักเรียนจะได้โต้ตอบกับบทเรียน โดยพิมพ์คำตอบลงในกรอบ  สีเหลืองที่มีปรากฏอยู่แล้วกด Enter



ถ้าคำตอบที่พิมพ์ถูกต้อง โปรแกรมจะขึ้นป้ายดังภาพ พร้อมเสียงพูด



ถ้าคำตอบที่พิมพ์ครั้งที่ 1 ไม่ถูกต้อง โปรแกรมจะขึ้นป้ายดังภาพ พร้อมเสียงพูด

เมื่อนักเรียนศึกษาบทเรียนจนครบทุกหน้า นักเรียนควรคลิกปุ่ม  เพื่อ
กลับไปยังหน้าเมนูเนื้อหาบทเรียน ดังภาพ



3) เมื่อเรียนจบแต่ละหน่วยให้นักเรียนทำแบบทดสอบประจำหน่วย แบบทดสอบในแต่ละหน่วยเป็นแบบปรนัยชนิดเลือกตอบ ให้นักเรียนใช้เมาส์คลิก ที่ปุ่ม ก, ข, ค หรือ ง ที่นักเรียนเห็นว่าถูกต้องที่สุด

แบบทดสอบประจำหน่วยที่ 1
จุดมุ่งหมายของการแบ่งเซลล์แบบไมโอซิส

คำชี้แจง

ให้นักเรียนใช้เมาส์คลิกที่ตัวอักษรหน้าคำตอบที่ถูกต้อง
ที่สุดเพียงคำตอบเดียว

คลิกเมาส์หรือคีย์บอร์ด ใดๆ เพื่อเริ่มทำการทดสอบ

แบบทดสอบประจำหน่วยที่ 1
จุดมุ่งหมายของการแบ่งเซลล์แบบไมโอซิส

1. ข้อใดได้จากการแบ่งเซลล์แบบไมโอซิส

<input type="radio"/> ก	รังไข่	<input type="radio"/> ข	อณฑะ
<input type="radio"/> ค	ไต	<input type="radio"/> ง	ไข่

เมื่อคลิกเลือกแล้ว โปรแกรมจะ run ข้อต่อไปทันที ยังไม่มีการเฉลยถูกผิด แต่โปรแกรมจะบันทึกคะแนนไปทุกๆ ข้อ การบันทึกคะแนนถ้าตอบถูก โปรแกรมจะบันทึกคะแนนข้อละ 1 คะแนนถ้าตอบผิดโปรแกรมจะบันทึกคะแนนข้อละ 0 คะแนน

เมื่อนักเรียนทำแบบฝึกหัดครบทั้งหมด จะขึ้นหน้าจอบอกคะแนนที่ทำได้และคิดเป็นร้อยละให้นักเรียนทราบ

แบบทดสอบประจำหน่วยที่ 1
จุดมุ่งหมายของการแบ่งเซลล์แบบไมโอซิส

คุณทำได้ **5** คะแนน
คิดเป็นร้อยละ **100**

เฉลยแบบทดสอบ กลับเนื้อหา

หากนักเรียนต้องการดูเฉลยแบบฝึกหัดให้คลิกเมาส์ ที่ปุ่ม เฉลยแบบทดสอบ

เฉลยแบบทดสอบประจำหน่วยที่ 1
จุดมุ่งหมายของการแบ่งเซลล์แบบไมโอซิส

- ▶ 1. ค เนื่องจากเซลล์ไข่เป็นเซลล์สืบพันธุ์
- ▶ 2. ง เนื่องจากลดจำนวนโครโมโซมลงครึ่งหนึ่งเพื่อสร้างเซลล์สืบพันธุ์
- ▶ 3. ค เนื่องจากแต่ละเพศมีการลดจำนวนโครโมโซม
- ▶ 4. ค เนื่องจาก 8 คู่ คือ 16 โครโมโซม เมื่อลดครึ่งหนึ่งจึงเหลือ 8 โครโมโซม
- ▶ 5. ก เนื่องจากเป็นการสร้างเซลล์สืบพันธุ์

กระดาษคำตอบแบบทดสอบประจำหน่วย
บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนรายวิชาชีววิทยา
เรื่อง การแบ่งเซลล์แบบไมโอซิส

หน่วยที่ 1
คะแนนที่ได้

หน่วยที่ 2
คะแนนที่ได้

หน่วยที่ 1				
ข้อ	ก	ข	ค	ง
1				
2				
3				
4				
5				

หน่วยที่ 2				
ข้อ	ก	ข	ค	ง
1				
2				
3				
4				
5				

หน่วยที่ 3				
ข้อ	ก	ข	ค	ง
1				
2				
3				
4				
5				

หน่วยที่ 3
คะแนนที่ได้

ชื่อ..... เลขที่.....

ภาคที่ 3

รายละเอียดของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน



การพัฒนาบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนรายวิชาชีววิทยา เรื่อง การแบ่งเซลล์แบบไมโอซิส ประกอบด้วย 6 องค์ประกอบหลัก ได้แก่ ส่วนนำของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน แนะนำการใช้บทเรียน แบบทดสอบก่อนเรียน เนื้อหาบทเรียน แบบฝึกหัด แบบทดสอบประจำหน่วย และแบบทดสอบหลังเรียน ซึ่งผลการพัฒนาบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน แสดงดังรายละเอียดต่อไปนี้

1. ส่วนนำของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน

ส่วนนำของบทเรียนคอมพิวเตอร์ เป็นภาพต่อเนื่อง



ภาพที่ 5.1 หน้าจอแรก แนะนำบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน

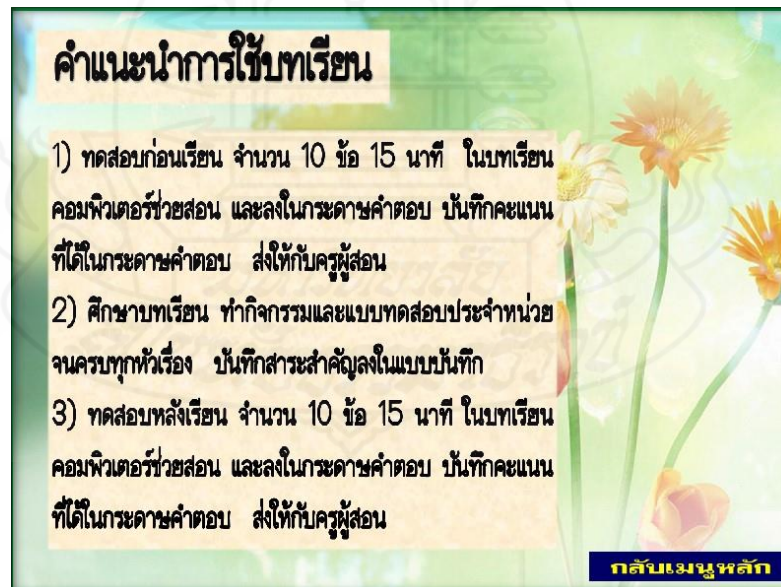
ภาพที่ 5.2 หน้าจอลงชื่อเพื่อเข้าบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน



ภาพที่ 5.3 หน้าจอรายการหลักของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน

2. ส่วนแนะนำบทเรียน

ส่วนแนะนำวิธีการเรียน ประกอบด้วย



ภาพที่ 5.4 หน้าจอคำแนะนำการใช้บทเรียน

จุดประสงค์การเรียนรู้

1. หลังจากศึกษาเรื่องจุดมุ่งหมายของการแบ่งเซลล์แบบไมโอซิส นักเรียนสามารถบอกจุดมุ่งหมายของการแบ่งเซลล์แบบไมโอซิสได้ถูกต้อง
2. หลังจากศึกษาเรื่อง ระยะเวลาไมโอซิส 1 นักเรียนสามารถอธิบายลักษณะของระยะไมโอซิส 1 ได้ถูกต้อง
3. หลังจากศึกษาเรื่อง ระยะเวลาไมโอซิส 2 นักเรียนสามารถอธิบายลักษณะของระยะไมโอซิส 2 ได้ถูกต้อง

กลับเมนูหลัก

ภาพที่ 5.5 หน้าจอจุดประสงค์การเรียนรู้



นางสุจิรา กอศักดิ์
รหัสนักศึกษา 2592700229
แขนงวิชาเทคโนโลยี
และสื่อสารการศึกษา
สาขาวิชาศึกษาศาสตร์

งาน ในหน้าที่

- ครูสอนชีววิทยา ในระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6
โรงเรียนสมเด็จพระพิทยาคม อำเภอสมเด็จ จังหวัดกาฬสินธุ์

ความสามารถด้านคอมพิวเตอร์

1. โปรแกรมพื้นฐาน
 - MS Office ทุกเวอร์ชัน
2. โปรแกรมด้านกราฟิก



กลับเมนูหลัก

ภาพที่ 5.6 หน้าจอผู้พัฒนาบทเรียน



ภาพที่ 5.7 หน้าจอออกจากโปรแกรม

3. แบบทดสอบก่อนเรียน

ส่วนแบบทดสอบก่อนเรียน ประกอบด้วยหน้าหลัก ดังนี้




ภาพที่ 5.8 หน้าจอแสดงคำชี้แจงการทำแบบทดสอบก่อนเรียน

แบบทดสอบก่อนเรียน
การแบ่งเซลล์แบบไมโอซิส

1. เซลล์สืบพันธุ์มีอะไรที่แตกต่างจากเซลล์ร่างกายทั่วไป

- ก** มีชนิดโครโมโซมแตกต่างกัน
- ข** มีเซลล์ที่อยู่ในอวัยวะสืบพันธุ์ เช่น รังไข่
- ค** สามารถแบ่งเซลล์ให้ได้เซลล์ที่มีจำนวนโครโมโซมเท่าเดิม
- ด** สามารถแบ่งเซลล์ให้ได้เซลล์ที่มีจำนวนโครโมโซมลดลงครึ่งหนึ่ง



ภาพที่ 5.9 แบบทดสอบก่อนเรียน ข้อที่ 1

แบบทดสอบก่อนเรียน
การแบ่งเซลล์แบบไมโอซิส

2. ข้อใดได้จากการแบ่งเซลล์แบบไมโอซิส

- ก** รังไข่
- ข** ท่อนำไข่
- ค** อสุจิ
- ด** ท่อนำอสุจิ



ภาพที่ 5.10 แบบทดสอบก่อนเรียน ข้อที่ 2

แบบทดสอบก่อนเรียน
การแบ่งเซลล์แบบไมโอซิส

3. จากภาพเป็นระยะใด



- ก** โพรเฟส 1
- ข** โพรเฟส 2
- ค** เมทาเฟส 1
- ด** เมทาเฟส 2

ภาพที่ 5.11 แบบทดสอบก่อนเรียน ข้อที่ 3

แบบทดสอบก่อนเรียน
การแบ่งเซลล์แบบไมโอซิส

4. การแลกเปลี่ยนชิ้นส่วนของโครมาทิดระหว่างไฮโมไลกัสโครโมโซม


- ก** อินเตอร์เฟส 1
- ข** โพรเฟส 1
- ค** เมทาเฟส 1
- ด** แอนาเฟส 1


ภาพที่ 5.12 แบบทดสอบก่อนเรียน ข้อที่ 4

แบบทดสอบก่อนเรียน
การแบ่งเซลล์แบบไมโอซิส

5. การแบ่งเซลล์นิวเคลียสของเซลล์ในภาพ อยู่ในระยะใด และสิ่งมีชีวิตนี้มีจำนวนโครโมโซมในเซลล์ร่างกายเท่าใด

ก โพรเฟส 1 , $2n=4$
ข เมทาเฟส 1 , $2n=4$
ค โพรเฟส 2 , $2n=2$
ง แอนาเฟส 2 , $2n=2$





ภาพที่ 5.13 แบบทดสอบก่อนเรียน ข้อที่ 5

แบบทดสอบก่อนเรียน
การแบ่งเซลล์แบบไมโอซิส

6. ในการสร้างเซลล์สืบพันธุ์ ถ้าในระยะอินเตอร์เฟสมีโครโมโซม 6 แห่ง ระยะแอนาเฟส 1 ของเซลล์จะมีโครโมโซมจำนวนกี่แห่ง

ก 3 แห่ง
ข 6 แห่ง
ค 12 แห่ง
ง 24 แห่ง



ภาพที่ 5.14 แบบทดสอบก่อนเรียน ข้อที่ 6

แบบทดสอบก่อนเรียน
การแบ่งเซลล์แบบไมโอซิส

7. การแบ่งเซลล์แบบไมโอซิสระยะที่มีการแยกกันของโครมาทิด คือระยะใด

- ก** แอนาเฟส 1
- ข** แอนาเฟส 2
- ค** เมทาเฟส 1
- ง** เมทาเฟส 2



ภาพที่ 5.15 แบบทดสอบก่อนเรียน ข้อที่ 7

แบบทดสอบก่อนเรียน
การแบ่งเซลล์แบบไมโอซิส

8. ลักษณะใดเกิดในระยะ เมทาเฟส 2

- ก** โครมาทิดแยกออกจากกัน
- ข** เยื่อหุ้มนิวเคลียสสลาย
- ค** โครโมโซมเรียงตัวอยู่ที่กึ่งกลางเซลล์
- ง** ซอโมไลกส์โครโมโซมแยกออกจากกัน



ภาพที่ 5.16 แบบทดสอบก่อนเรียน ข้อที่ 8

แบบทดสอบก่อนเรียน
การแบ่งเซลล์แบบไมโอซิส

9. ถ้ากำหนดให้ $2n = 4$ การแบ่งเซลล์ตามภาพเป็นแบบใด และระยะต่างๆ รูป 1 และ 2 คืออะไร

ก แอนาเฟส 2 เทโลเฟส 1
ข แอนาเฟส 1 เทโลเฟส 2
ค แอนาเฟส 2 เมทาเฟส 1
ด แอนาเฟส 1 เมทาเฟส 2



1 2

ภาพที่ 5.17 แบบทดสอบก่อนเรียน ข้อที่ 9

แบบทดสอบก่อนเรียน
การแบ่งเซลล์แบบไมโอซิส

10. ไมโอซิสเหมือนกับการแบ่งเซลล์แบบไมโทซิสในข้อใด

ก มีการเข้าคู่กันของโฮโมกัสโครโมโซม
ข มีการจำลองตัวของ DNA ก่อนการแบ่งเซลล์
ค เซลล์ลูกที่เกิดขึ้นมีจำนวนโครโมโซมเป็น $2n$
ด ซิสเตอร์โครมาติดแยกออกจากกันในระยะแอนาเฟส

ภาพที่ 5.18 แบบทดสอบก่อนเรียน ข้อที่ 10



ภาพที่ 5.19 หน้าจอแสดงการจบการทดสอบ



ภาพที่ 5.20 หน้าจอสรุปผลการทำแบบทดสอบก่อนเรียนของนักเรียน

4. เนื้อหาบทเรียน

ส่วนเนื้อหาของบทเรียน ประกอบด้วยหน้าหลัก ดังนี้



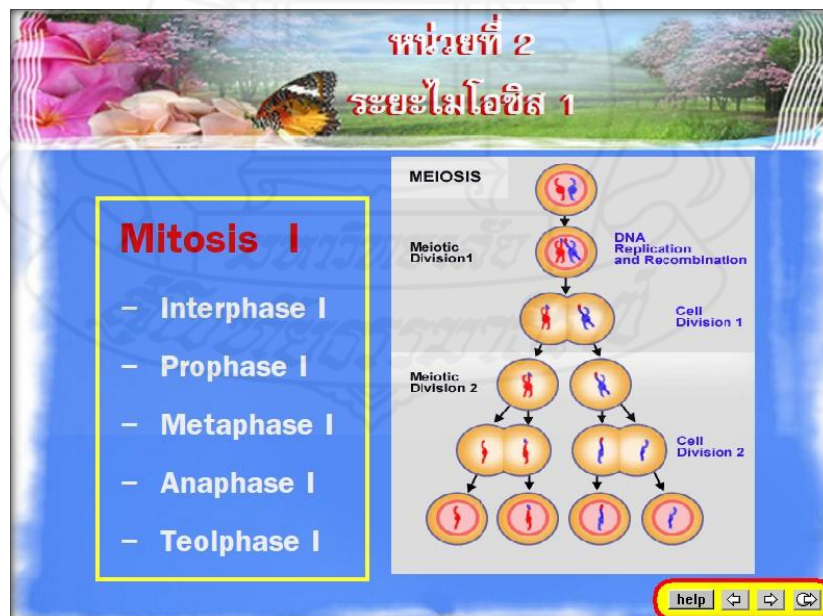
ภาพที่ 5.21 หน้าจอการนำเสนอเนื้อหาของบทเรียน



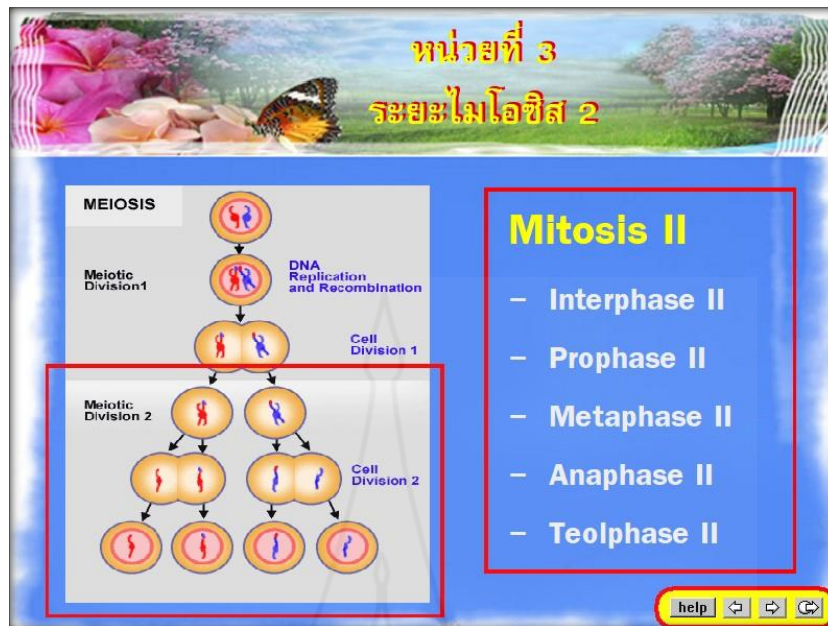
ภาพที่ 5.22 หน้าจอการนำเสนอเนื้อหาของบทเรียนหน่วยที่ 1



ภาพที่ 5.23 หน้าจอการกลับเมนูเนื้อหาหลัก



ภาพที่ 5.24 หน้าจอการนำเสนอเนื้อหาของบทเรียนหน่วยที่ 2



ภาพที่ 5.25 หน้าจอการนำเสนอเนื้อหาของบทเรียนหน่วยที่ 3

5. แบบฝึกหัด

ส่วนแบบฝึกหัด มีตัวอย่างดังนี้

หน่วยที่ 1
จุดมุ่งหมายของการแบ่งเซลล์แบบไมโอซิส

คลิกหน้าถัดไปเพื่อตอบคำถาม 5 ข้อ

ข้อที่ 1-4 เติมคำตอบลงใน

ข้อที่ 5 เลือกตอบ ถูก หรือ ผิด

help

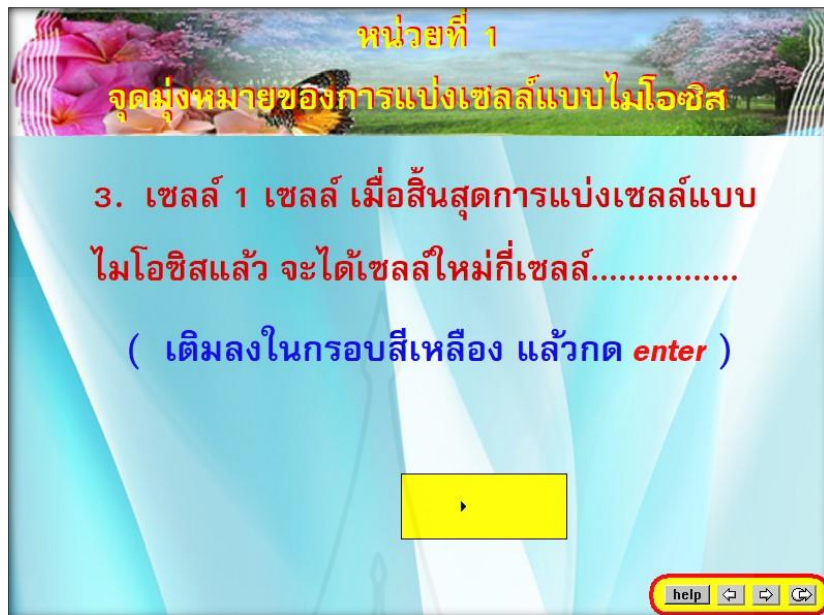
ภาพที่ 5.26 หน้าจอชี้แจงการตอบแบบฝึกหัด หน่วยที่ 1



ภาพที่ 5.27 แบบฝึกหัดข้อที่ 1 ในหน่วยที่ 1



ภาพที่ 5.28 แบบฝึกหัดข้อที่ 2 ในหน่วยที่ 1



ภาพที่ 5.29 แบบฝึกหัดข้อที่ 3 ในหน่วยที่ 1



ภาพที่ 5.30 แบบฝึกหัดข้อที่ 4 ในหน่วยที่ 1

5. ตอบคำถามแบบถูก หรือ ผิด

ข้อสอบแบบ ถูก ผิด

คำชี้แจง คลิกเลือกคำตอบที่ **ช่องถูก** หรือ **ช่องผิด**

ถูก	ผิด	
<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	5.1) เซลล์ถูกจากการแบ่งแบบไมโอซิสมีจำนวนโครโมโซมลดลงครึ่งหนึ่ง
<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	5.2) การแบ่งเซลล์แบบไมโอซิสพบในเนื้อเยื่อที่สร้างเซลล์ร่างกาย
<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	5.3) การแบ่งเซลล์แบบไมโอซิสของเพศผู้ เกิดในอัณฑะ
<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	5.4) ถ้าเซลล์เริ่มต้น มี 6 โครโมโซม แสดงว่าเซลล์ร่างกายมี 6 โครโมโซม
<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	5.5) 1 เซลล์แบ่งเซลล์แบบไมโอซิสได้เซลล์ใหม่ 3 เซลล์

help ⏪ ⏩ ↻

ภาพที่ 5.31 แบบฝึกหัดข้อที่ 5 ในหน่วยที่ 1

หน่วยที่ 2
ระยะไมโอซิส 1

คลิกหน้าถัดไปเพื่อตอบคำถาม
โดยลากรูปด้านซ้ายมือมาให้
ในช่องคำตอบ แล้ว**กดปุ่ม**
? **เพื่อส่งคำตอบ**

help ⏪ ⏩ ↻

ภาพที่ 5.32 หน้าจอชี้แจงการตอบแบบฝึกหัด หน่วยที่ 2



ภาพที่ 5.33 แบบฝึกหัด ในหน่วยที่ 2



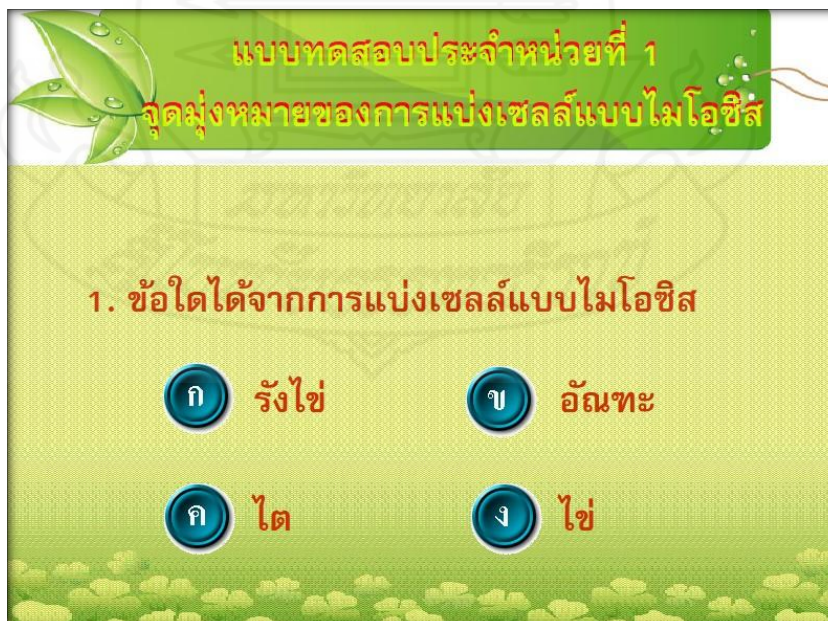
ภาพที่ 5.34 แบบฝึกหัด ในหน่วยที่ 3

6. แบบทดสอบประจำหน่วย

ส่วนแบบทดสอบประจำหน่วย มีตัวอย่างดังนี้



ภาพที่ 5.35 คำชี้แจงแบบทดสอบประจำหน่วยที่ 1



ภาพที่ 5.36 แบบทดสอบประจำหน่วยที่ 1 ข้อที่ 1

แบบทดสอบประจำหน่วยที่ 1
จุดมุ่งหมายของการแบ่งเซลล์แบบไมโอซิส

2. การแบ่งเซลล์แบบไมโอซิส เซลล์ใหม่ที่ได้มีลักษณะเป็นอย่างไร

- ก 1 เซลล์ เหมือนเดิมทุกประการ
- ข 2 เซลล์ เหมือนเดิมทุกประการ
- ค 2 เซลล์ มีจำนวนโครโมโซมลดลงครึ่งหนึ่งของเซลล์เดิม
- ง 4 เซลล์ มีจำนวนโครโมโซมลดลงครึ่งหนึ่งของเซลล์เดิม

ภาพที่ 5.37 แบบทดสอบประจำหน่วยที่ 1 ข้อที่ 2

แบบทดสอบประจำหน่วยที่ 1
จุดมุ่งหมายของการแบ่งเซลล์แบบไมโอซิส

3. การแบ่งเซลล์แบบไมโอซิส มีความสำคัญต่อสิ่งมีชีวิตอย่างไร

- ก ทำให้สิ่งมีชีวิตมีการเจริญเติบโต
- ข ทำให้มีเซลล์ใหม่ทดแทนเซลล์ที่ชำรุด
- ค ทำให้สิ่งมีชีวิตมีจำนวนโครโมโซมคงที่ในทุกรุ่น
- ง ทำให้เกิดการรวมกันของเซลล์สืบพันธุ์ 2 เพศ

ภาพที่ 5.38 แบบทดสอบประจำหน่วยที่ 1 ข้อที่ 3

แบบทดสอบประจำหน่วยที่ 1
จุดมุ่งหมายของการแบ่งเซลล์แบบไมโอซิส

4. ถ้าเซลล์ของสิ่งมีชีวิตชนิดหนึ่งมีจำนวนโครโมโซม 8 คู่ เมื่อมีการแบ่งเซลล์แบบไมโอซิสสิ้นสุดลง เซลล์ใหม่ที่ได้จะมีจำนวนโครโมโซมเท่าใด

ก 2 โครโมโซม ข 4 โครโมโซม

ค 8 โครโมโซม ง 16 โครโมโซม

ภาพที่ 5.39 แบบทดสอบประจำหน่วยที่ 1 ข้อที่ 4

แบบทดสอบประจำหน่วยที่ 1
จุดมุ่งหมายของการแบ่งเซลล์แบบไมโอซิส

5. ถ้านักเรียนจะศึกษาการแบ่งเซลล์แบบ meiosis นักเรียนจะเลือกเซลล์ใดเพื่อทำการศึกษา

ก เซลล์จากอวัยวะของตั๊กแตน

ข เซลล์ตับของปลาตะเพียน

ค เซลล์กล้ามเนื้อของคน

ง เซลล์ปลายหางของลูกอ๊อดกบ

ภาพที่ 5.40 แบบทดสอบประจำหน่วยที่ 1 ข้อที่ 5

แบบทดสอบประจำหน่วยที่ 1
จุดมุ่งหมายของการแบ่งเซลล์แบบไมโอซิส

คุณทำได้ **5** คะแนน
คิดเป็นร้อยละ **100**

เฉลยแบบทดสอบ กลับเนื้อหา

ภาพที่ 5.41 แสดงผลคะแนนการทำแบบทดสอบประจำหน่วยที่ 1

เฉลยแบบทดสอบประจำหน่วยที่ 1
จุดมุ่งหมายของการแบ่งเซลล์แบบไมโอซิส

- ▶ 1. ค เนื่องจากเซลล์ไข่เป็นเซลล์สืบพันธุ์
- ▶ 2. ง เนื่องจากลดจำนวนโครโมโซมลงครึ่งหนึ่งเพื่อสร้างเซลล์สืบพันธุ์
- ▶ 3. ค เนื่องจากแต่ละเพศมีการลดจำนวนโครโมโซม
- ▶ 4. ค เนื่องจาก 8 คู่ คือ 16 โครโมโซม เมื่อลดครึ่งหนึ่งจึงเหลือ 8 โครโมโซม
- ▶ 5. ก เนื่องจากเป็นการสร้างเซลล์สืบพันธุ์

ภาพที่ 5.42 แสดงการเฉลยแบบทดสอบประจำหน่วยที่ 1



แบบทดสอบประจำหน่วยที่ 2
ระยะเวลาไมโอซิส 1

คำชี้แจง

ให้นักเรียนใช้เมาส์คลิกที่ตัวอักษรหน้าคำตอบที่ถูกต้อง
ที่สุดเพียงคำตอบเดียว

คลิกเมาส์หรือกดปุ่มใด ๆ เพื่อเริ่มทำการทดสอบ

ภาพที่ 5.43 คำชี้แจงแบบทดสอบประจำหน่วยที่ 2



แบบทดสอบประจำหน่วยที่ 2
ระยะเวลาไมโอซิส 1

1. เหตุการณ์ใดเกิดขึ้นหลังการแบ่งเซลล์แบบไมโอซิส 1 จนได้เซลล์ 2 เซลล์

- ก. โครโมโซมที่ได้รับมาจากพ่อ แยกออกจากโครโมโซมที่ได้รับมาจากแม่ ทำให้จำนวนโครโมโซมของแต่ละเซลล์ลดลงครึ่งหนึ่ง
- ข. โครโมโซมสองชุดจะถูกแยกออกจากกัน ทำให้จำนวนโครโมโซมของแต่ละเซลล์ลดลงครึ่งหนึ่ง ทำให้จำนวนโครโมโซมของแต่ละเซลล์ลดลงครึ่งหนึ่ง
- ค. ครึ่งหนึ่งของโครโมโซมที่ได้รับมาจากพ่อรวมกับครึ่งหนึ่งของโครโมโซมที่ได้รับมาจากแม่
- ง. ไม่มีข้อใดถูก

ภาพที่ 5.44 แบบทดสอบประจำหน่วยที่ 2 ข้อที่ 1

แบบทดสอบประจำหน่วยที่ 2
ระยะไมโอซิส 1

2. การแลกเปลี่ยนชิ้นส่วนของโครมาทิดระหว่าง
โฮโมโลกัสโครโมโซม

ก โพรเฟส 1 ข เมทาเฟส 1

ค แอนาเฟส 1 ง เทโลเฟส 1

ภาพที่ 5.45 แบบทดสอบประจำหน่วยที่ 2 ข้อที่ 2

แบบทดสอบประจำหน่วยที่ 2
ระยะไมโอซิส 1

3. จากภาพเป็นระยะใด

ก โพรเฟส I

ข โพรเฟส II

ค เมทาเฟส I

ง เมทาเฟส II



ภาพที่ 5.46 แบบทดสอบประจำหน่วยที่ 2 ข้อที่ 3

แบบทดสอบประจำหน่วยที่ 2
ระยะไมโอซิส 1

4. ในการสร้างเซลล์สืบพันธุ์ ถ้าในระยะอินเตอร์เฟสมีโครโมโซม 12 แท่ง ระยะเมตาเฟส 1 ของเซลล์จะมีโครโมโซมจำนวนกี่แท่ง

ก 6 แท่ง ข 12 แท่ง
ค 24 แท่ง ง 48 แท่ง

ภาพที่ 5.47 แบบทดสอบประจำหน่วยที่ 2 ข้อที่ 4

แบบทดสอบประจำหน่วยที่ 2
ระยะไมโอซิส 1

5. โครโมโซมหมายเลขอะไรที่จัดเป็น โฮโมโลกัสกัน

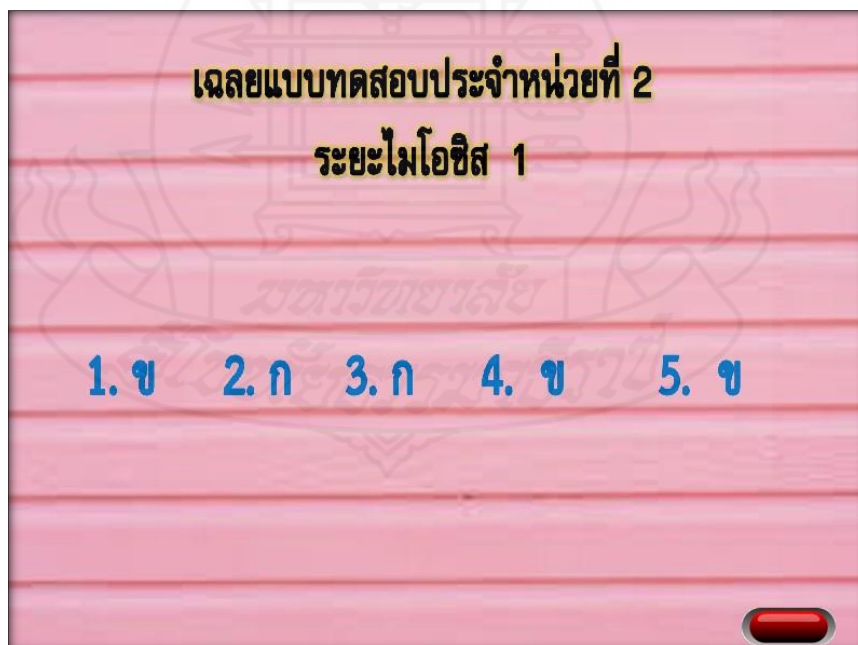
ก 1 และ 2 และ 3
ข 1 และ 5
ค 1 ซีกซ้าย และ 1 ซีกขวา
ง ทั้ง 6 หมายเลข



ภาพที่ 5.48 แบบทดสอบประจำหน่วยที่ 2 ข้อที่ 5



ภาพที่ 5.49 แสดงผลคะแนนการทำแบบทดสอบประจำหน่วยที่ 2



ภาพที่ 5.50 แสดงการเฉลยแบบทดสอบประจำหน่วยที่ 2



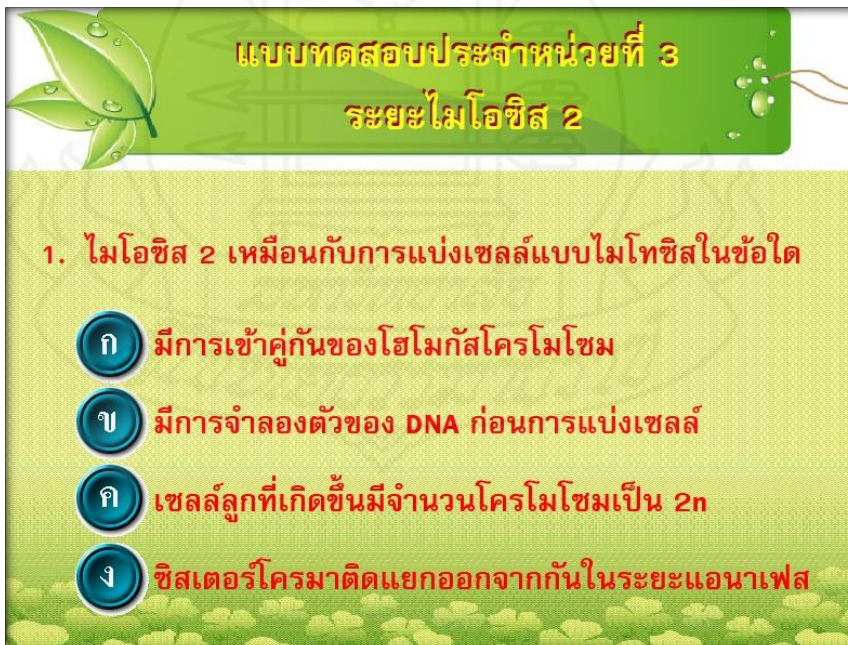
แบบทดสอบประจำหน่วยที่ 3
ระยะเวลาไมโอซิส 2

คำชี้แจง

ให้นักเรียนใช้เมาส์คลิกที่ตัวอักษรหน้าคำตอบที่ถูกต้องที่สุดเพียงคำตอบเดียว

คลิกเมาส์หรือกดปุ่มใด ๆ เพื่อเริ่มทำการทดสอบ

ภาพที่ 5.51 คำชี้แจงแบบทดสอบประจำหน่วยที่ 3



แบบทดสอบประจำหน่วยที่ 3
ระยะเวลาไมโอซิส 2

1. ไมโอซิส 2 เหมือนกับการแบ่งเซลล์แบบไมโทซิสในข้อใด

- ก. มีการเข้าคู่กันของโฮโมแกสโครโมโซม
- ข. มีการจำลองตัวของ DNA ก่อนการแบ่งเซลล์
- ค. เซลล์ลูกที่เกิดขึ้นมีจำนวนโครโมโซมเป็น $2n$
- ง. ซิสเตอร์โครมาติดแยกออกจากกันในระยะแอนาเฟส

ภาพที่ 5.52 แบบทดสอบประจำหน่วยที่ 3 ข้อที่ 1

แบบทดสอบประจำหน่วยที่ 3
ระยะไมโอซิส 2

2. ลักษณะใดเกิดในระยะ เมทาเฟส 2

- ก โครมาทิดแยกออกจากกัน
- ข เยื่อหุ้มนิวเคลียสสลาย
- ค โครโมโซมเรียงตัวอยู่กึ่งกลางเซลล์
- ง ฮอโมโลกัสโครโมโซมแยกออกจากกัน

ภาพที่ 5.53 แบบทดสอบประจำหน่วยที่ 3 ข้อที่ 2

แบบทดสอบประจำหน่วยที่ 3
ระยะไมโอซิส 2

3. เหตุใดจึงเกิดไมโอซิส 2

- ก ฮอโมโลกัสโครโมโซมยังไม่แยกออกจากกัน
- ข โครมาทิดยังไม่แยกออกจากกัน
- ค เยื่อหุ้มนิวเคลียสยังไม่สลาย
- ง เซนทริโอลยังไม่แยกตัว

ภาพที่ 5.54 แบบทดสอบประจำหน่วยที่ 3 ข้อที่ 3

แบบทดสอบประจำหน่วยที่ 3
ระยะไมโอซิส 2

4. ถ้ากำหนดให้ $2n = 4$ การแบ่งเซลล์ตามภาพ 1 และ 2 อยู่ในระยะใด

ก) แอนาเฟส 2 เทโลเฟส 1

ข) แอนาเฟส 1 เทโลเฟส 2

ค) แอนาเฟส 2 เมทาเฟส 1

ง) แอนาเฟส 1 เมทาเฟส 2



ภาพที่ 5.55 แบบทดสอบประจำหน่วยที่ 3 ข้อที่ 4

แบบทดสอบประจำหน่วยที่ 3
ระยะไมโอซิส 2

5. จากภาพคือการแบ่งเซลล์ระยะใด

ก) เทโลเฟส 1

ข) เทโลเฟส 2

ค) เมทาเฟส 1

ง) เมทาเฟส 2



ภาพที่ 5.56 แบบทดสอบประจำหน่วยที่ 3 ข้อที่ 5



ภาพที่ 5.57 แสดงผลคะแนนการทำแบบทดสอบประจำหน่วยที่ 3



ภาพที่ 5.58 แสดงการเฉลยแบบทดสอบประจำหน่วยที่ 3

6. แบบทดสอบหลังเรียน

ส่วนแบบทดสอบหลังเรียน ดังนี้

แบบทดสอบหลังเรียน
การแบ่งเซลล์แบบไมโอซิส

คำชี้แจง

ให้นักเรียนใช้เมาส์คลิกที่ตัวอักษรหน้าคำตอบที่ถูกต้องที่สุดเพียงคำตอบเดียวสามารถเปลี่ยนแปลงคำตอบได้โดยใช้เมาส์คลิกไปที่คำตอบใหม่นั้น

คลิกเม้าส์หรือกดปุ่มใด ๆ เพื่อเริ่มทำการทดสอบ

ภาพที่ 5.59 หน้าจอแสดงคำชี้แจงการทำแบบทดสอบหลังเรียน

แบบทดสอบหลังเรียน
การแบ่งเซลล์แบบไมโอซิส

1. เซลล์ต่อไปนี้ คือ

1) อสุจิ 2) ไข่ 3) เซลล์เม็ดเลือดขาว 4) เซลล์ผิวหนัง

เซลล์ในข้อใดเกิดจากการแบ่งเซลล์แบบไมโอซิส

ก 1,2

ข 1,3

ค 2,3

ง 3,4

ภาพที่ 5.60 แบบทดสอบก่อนหลังเรียน ข้อที่ 1

แบบทดสอบหลังเรียน
การแบ่งเซลล์แบบไมโอซิส

2. เซลล์ใหม่ที่ได้จากการแบ่งเซลล์แบบไมโอซิส มีสารพันธุกรรมเหมือนเดิมหรือไม่ เพราะเหตุใด

- ก** เหมือนแน่นอน เพราะมีการจำลองโครโมโซมขึ้นมาอีก 1 ชุด
- ข** เหมือนแน่นอน เพราะมีการแบ่งเซลล์ครั้งเดียว เป็นการแบ่งครึ่งโครโมโซม
- ค** อาจไม่เหมือนเดิม เพราะขณะแบ่งเซลล์อาจเกิดความผิดพลาด มีบางส่วนของโครโมโซมขาดหายไป
- ง** อาจไม่เหมือน เพราะขณะแบ่งเซลล์มีการแลกเปลี่ยนบางส่วนของโครโมโซมจากการไขว่พันซิสโตแมส และครอสซิงโอเวอร์

ภาพที่ 5.61 แบบทดสอบก่อนหลังเรียน ข้อที่ 2

แบบทดสอบหลังเรียน
การแบ่งเซลล์แบบไมโอซิส

3. การเข้าคู่กันของโฮมอโลกัสโครโมโซมเกิดขึ้นเมื่อมีการแบ่งเซลล์แบบไมโอซิสระยะใด

- ก** โพรเฟส 1
- ข** โพรเฟส 2
- ค** เมทาเฟส 1
- ง** เมทาเฟส 2

ภาพที่ 5.62 แบบทดสอบก่อนหลังเรียน ข้อที่ 3

แบบทดสอบหลังเรียน
การแบ่งเซลล์แบบไมโอซิส

4. ระยะใดของโพรเฟส 1 ทำให้เกิดการแปรผันทางพันธุกรรม

ก เลปโทนีมา
ข ไชโกนีมา
ค แพคินีมา
ง ดิพโลนีมา

ภาพที่ 5.63 แบบทดสอบก่อนหลังเรียน ข้อที่ 4

แบบทดสอบหลังเรียน
การแบ่งเซลล์แบบไมโอซิส

5. การแบ่งเซลล์แบบไมโอซิสระยะที่มีการแยกกันของเซนโทรเมียร์คือระยะใด

ก แอนาเฟส 1
ข แอนาเฟส 2
ค เมทาเฟส 1
ง เมทาเฟส 2

ภาพที่ 5.64 แบบทดสอบก่อนหลังเรียน ข้อที่ 5

แบบทดสอบหลังเรียน

การแบ่งเซลล์แบบไมโอซิส

6. การแบ่งเซลล์นิวเคลียสของเซลล์ในภาพ อยู่ในระยะใด และสิ่งมีชีวิตนี้มีจำนวนโครโมโซมในเซลล์ร่างกายเท่าใด

ก แอนาเฟส 1 , $2n=2$

ข แอนาเฟส 1 , $2n=4$

ค แอนาเฟส 2 , $2n=2$

ง แอนาเฟส 2 , $2n=4$



◀ ▶

ภาพที่ 5.65 แบบทดสอบก่อนหลังเรียน ข้อที่ 6

แบบทดสอบหลังเรียน

การแบ่งเซลล์แบบไมโอซิส

7. ในการสร้างเซลล์สืบพันธุ์ ถ้าในระยะอินเตอร์เฟส มีโครโมโซม 12 แท่ง ระยะแอนาเฟส 1 ของเซลล์ จะมีโครโมโซมจำนวนกี่แท่ง

ก 6 แท่ง

ข 12 แท่ง

ค 24 แท่ง

ง 48 แท่ง

◀ ▶

ภาพที่ 5.66 แบบทดสอบก่อนหลังเรียน ข้อที่ 7

แบบทดสอบหลังเรียน

การแบ่งเซลล์แบบไมโอซิส

8. ถ้ากำหนดให้ $2n = 4$ การแบ่งเซลล์ตามภาพเป็นระยะต่างๆ
เรียงภาพตามลำดับรูป 1 ถึง 4 คือระยะใดบ้าง

1 2 3 4

ก แอนาเฟส 2 เทโลเฟส 1 อินเตอร์เฟส 1 เมตาเฟส 1

ข แอนาเฟส 1 เทโลเฟส 2 โพรเฟส 1 เมตาเฟส 1

ค แอนาเฟส 2 เมทาเฟส 1 อินเตอร์เฟส 1 โพรเฟส 1

ด แอนาเฟส 1 เมทาเฟส 2 โพรเฟส 1 อินเทอร์เฟส 2

ภาพที่ 5.67 แบบทดสอบก่อนหลังเรียน ข้อที่ 8

แบบทดสอบหลังเรียน

การแบ่งเซลล์แบบไมโอซิส

9. จากภาพนี้แสดงเซลล์ที่แบ่งตัวในระยะโพรเฟส 1
หากเซลล์เดียวกันนี้อยู่ในระยะโพรเฟส 2 จะพบมีจำนวนโครโมโซมเท่าใด

ก 1

ข 2

ค 4

ด 8

ภาพที่ 5.68 แบบทดสอบก่อนหลังเรียน ข้อที่ 9

แบบทดสอบหลังเรียน
การแบ่งเซลล์แบบไมโอซิส

10. จากรูป เมทาเฟส 2 คือหมายเลขใด



ก 4
 ข 5
 ค 7
 ง 9

◀ ▶

ภาพที่ 5.69 แบบทดสอบก่อนหลังเรียน ข้อที่ 10

แบบทดสอบหลังเรียน
การแบ่งเซลล์แบบไมโอซิส

คุณทำได้ **10** คะแนน
 คิดเป็นร้อยละ **100**

กลับเมนูหลัก

ภาพที่ 5.70 หน้าจอสรุปผลการทำแบบทดสอบหลังเรียนของนักเรียน

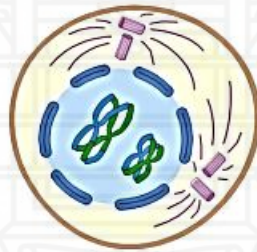
ภาคที่ 4
แบบทดสอบ




แบบทดสอบก่อนเรียน
บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนรายวิชาชีววิทยา
เรื่อง การแบ่งเซลล์แบบไมโอซิส

คำชี้แจง ให้นักเรียนพิจารณาคำถามแล้วเลือกคำตอบที่ถูกต้องเพียงข้อเดียวลงในบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน และกาลงในกระดาษคำตอบ

1. เซลล์สืบพันธุ์มีอะไรที่แตกต่างจากเซลล์ร่างกายทั่วไป
 - ก. มีชนิดโครโมโซมแตกต่างกัน
 - ข. มีเซลล์ที่อยู่ในอวัยวะสืบพันธุ์ เช่น รังไข่
 - ค. สามารถแบ่งเซลล์ให้ได้เซลล์ที่มีจำนวนโครโมโซมเท่าเดิม
 - ง. สามารถแบ่งเซลล์ให้ได้เซลล์ที่มีจำนวนโครโมโซมลดลงครึ่งหนึ่ง
2. ข้อใดได้จากการแบ่งเซลล์แบบไมโอซิส
 - ก. รังไข่
 - ข. ท่อนำไข่
 - ค. อสุจิ
 - ง. ท่อนำอสุจิ
3. จากภาพเป็นระยะใด
 - ก. โพรเฟส 1
 - ข. โพรเฟส 2
 - ค. เมทาเฟส 1
 - ง. เมทาเฟส 2
4. การแลกเปลี่ยนชิ้นส่วนของโครมาทิดระหว่างโฮโมโลกัสโครโมโซม
 - ก. อินเตอร์เฟส 1
 - ข. โพรเฟส 1
 - ค. เมทาเฟส 1
 - ง. แอนาเฟส 1
5. การแบ่งเซลล์นิวเคลียสของเซลล์ในภาพ อยู่ในระยะใด และสิ่งมีชีวิตนี้มีจำนวนโครโมโซมในเซลล์ร่างกายเท่าใด
 - ก. โพรเฟส 1 , $2n=4$
 - ข. เมทาเฟส 1 , $2n=4$
 - ค. โพรเฟส 2 , $2n=2$



- ง. แอนาเฟส 2 , $2n=2$
6. ในการสร้างเซลล์สืบพันธุ์ ถ้าในระยะอินเตอร์เฟสมีโครโมโซม 6 แห่ง ระยะแอนาเฟส 1 ของเซลล์ จะมีโครโมโซมจำนวนกี่แห่ง
- 3 แห่ง
 - 6 แห่ง
 - 12 แห่ง
 - 24 แห่ง
7. การแบ่งเซลล์แบบไมโอซิสระยะที่มีการแยกกันของโครมาทิดคือระยะใด
- แอนาเฟส 1
 - แอนาเฟส 2
 - เมทาเฟส 1
 - เมทาเฟส 2
8. ลักษณะใดเกิดในระยะ เมทาเฟส 2
- โครมาทิดแยกออกจากกัน
 - เยื่อหุ้มนิวเคลียสสลาย
 - โครโมโซมเรียงตัวอยู่กึ่งกลางเซลล์
 - ฮอโมโลกัสโครโมโซมแยกออกจากกัน
9. ถ้ากำหนดให้ $2n = 4$ การแบ่งเซลล์ตามภาพเป็นแบบใดและระยะต่างๆ รูป 1 และ 2 คืออะไร
- แอนาเฟส 2 เทโลเฟส 1
 - แอนาเฟส 1 เทโลเฟส 2
 - แอนาเฟส 2 เมทาเฟส 1
 - แอนาเฟส 1 เมทาเฟส 2
- 
10. ไมโอซิส 2 เหมือนกับการแบ่งเซลล์แบบไมโทซิสในข้อใด
- มีการเข้าคู่กันของโฮโมกัสโครโมโซม
 - มีการจำลองตัวของ DNA ก่อนการแบ่งเซลล์
 - เซลล์ลูกที่เกิดขึ้นมีจำนวนโครโมโซมเป็น $2n$
 - ซิสเตอร์โครมาทิดแยกออกจากกันในระยะแอนาเฟส

แบบทดสอบประจำหน่วย

บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนรายวิชาชีววิทยา เรื่อง การแบ่งเซลล์แบบไมโอซิส

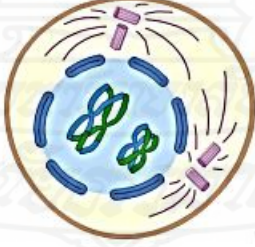
หน่วยที่ 1 จุดมุ่งหมายของการแบ่งเซลล์แบบไมโอซิส

คำชี้แจง ให้นักเรียนพิจารณาคำถามแล้วเลือกคำตอบที่ถูกต้องเพียงข้อเดียวลงในบทเรียน
คอมพิวเตอร์ช่วยสอน และกาลงในกระดาษคำตอบ

1. ข้อใดได้จากการแบ่งเซลล์แบบไมโอซิส
 - ก. รังไข่
 - ข. อัณฑะ
 - ค. ไช้
 - ง. ไต
2. การแบ่งเซลล์แบบไมโอซิส เซลล์ใหม่ที่ได้มีลักษณะเป็นอย่างไร
 - ก. 1 เซลล์ เหมือนเดิมทุกประการ
 - ข. 2 เซลล์ เหมือนเดิมทุกประการ
 - ค. 2 เซลล์ มีจำนวนโครโมโซมลดลงครึ่งหนึ่งของเซลล์เดิม
 - ง. 4 เซลล์ มีจำนวนโครโมโซมลดลงครึ่งหนึ่งของเซลล์เดิม
3. การแบ่งเซลล์แบบไมโอซิส มีความสำคัญต่อสิ่งมีชีวิตอย่างไร
 - ก. ทำให้สิ่งมีชีวิตมีการเจริญเติบโต
 - ข. ทำให้มีเซลล์ใหม่ทดแทนเซลล์ที่ชำรุด
 - ค. ทำให้สิ่งมีชีวิตมีจำนวนโครโมโซมคงที่ในทุกรุ่น
 - ง. ทำให้เกิดการรวมกันของเซลล์สืบพันธุ์ 2 เพศ
4. ถ้าเซลล์ของสิ่งมีชีวิตชนิดหนึ่งมีจำนวนโครโมโซม 8 คู่ เมื่อมีการแบ่งเซลล์แบบไมโอซิสสิ้นสุดลง เซลล์ใหม่ ที่ได้จะมีจำนวนโครโมโซมเท่าใด
 - ก. 2 โครโมโซม
 - ข. 4 โครโมโซม
 - ค. 8 โครโมโซม
 - ง. 16 โครโมโซม
5. ถ้านักเรียนจะศึกษาการแบ่งเซลล์แบบ meiosis นักเรียนจะเลือกเซลล์ใดเพื่อทำการศึกษา
 - ก. เซลล์จากอัณฑะของตั๊กแตน
 - ข. เซลล์ตับของปลาตะเพียน
 - ค. เซลล์กล้ามเนื้อของคน
 - ง. เซลล์ปลายหางของลูกอ๊อดกบ

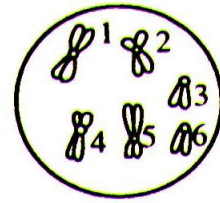
แบบทดสอบประจำหน่วย
บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนรายวิชาชีววิทยา เรื่อง การแบ่งเซลล์แบบไมโอซิส
หน่วยที่ 2 ระยะไมโอซิส 1

คำชี้แจง ให้นักเรียนพิจารณาคำถามแล้วเลือกคำตอบที่ถูกต้องเพียงข้อเดียวลงในบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน และกาลงในกระดาษคำตอบ

1. เหตุการณ์ใดเกิดขึ้นหลังการแบ่งเซลล์แบบไมโอซิส 1 จนได้เซลล์ 2 เซลล์
 - ก. โครโมโซมที่ได้รับมาจากพ่อ แยกออกจากโครโมโซมที่ได้รับมาจากแม่ ทำให้จำนวนโครโมโซมของแต่ละเซลล์ลดลงครึ่งหนึ่ง
 - ข. โครโมโซมสองชุดจะถูกแยกออกจากกัน ทำให้จำนวนโครโมโซมของแต่ละเซลล์ลดลงครึ่งหนึ่ง ทำให้จำนวนโครโมโซมของแต่ละเซลล์ลดลงครึ่งหนึ่ง
 - ค. ครึ่งหนึ่งของโครโมโซมที่ได้รับมาจากพ่อรวมกับครึ่งหนึ่งของโครโมโซมที่ได้รับมาจากแม่
 - ง. ไม่มีข้อใดถูก
2. การแลกเปลี่ยนชิ้นส่วนของโครมาทิดระหว่างโฮโมโลกัสโครโมโซม
 - ก. โพรเฟส 1
 - ข. เมทาเฟส 1
 - ค. แอนาเฟส 1
 - ง. เทโลเฟส 1
3. จากภาพเป็นระยะใด
 
 - ก. โพรเฟส I
 - ข. โพรเฟส II
 - ค. เมทาเฟส I
 - ง. เมทาเฟส II
4. ในการสร้างเซลล์สืบพันธุ์ ถ้าในระยะอินเตอร์เฟสมีโครโมโซม 12 แท่ง ระยะเมตาเฟส 1 ของเซลล์จะมีโครโมโซมจำนวนกี่แท่ง
 - ก. 6 แท่ง
 - ข. 12 แท่ง
 - ค. 24 แท่ง
 - ง. 48 แท่ง

5. โครโมโซมหมายเลขอะไรที่จัดเป็น โฮโมโลกัสกัน


- ก. 1 และ 2 และ 3
- ข. 1 และ 5
- ค. 1 ซีกซ้าย และ 1 ซีกขวา
- ง. ทั้ง 6 หมายเลข




แบบทดสอบประจำหน่วย
บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนรายวิชาชีววิทยา เรื่อง การแบ่งเซลล์แบบไมโอซิส
หน่วยที่ 3 ระยะไมโอซิส 2

คำชี้แจง ให้นักเรียนพิจารณาคำถามแล้วเลือกคำตอบที่ถูกต้องเพียงข้อเดียวลงในบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน และกาลงในกระดาษคำตอบ

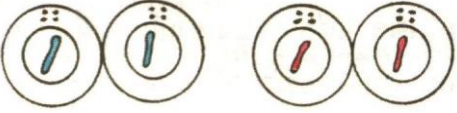
1. ไมโอซิส 2 เหมือนกับการแบ่งเซลล์แบบไมโทซิสในข้อใด
 - ก. มีการเข้าคู่กันของโฮโมแกสโครโมโซม
 - ข. มีการจำลองตัวของ DNA ก่อนการแบ่งเซลล์
 - ค. เซลล์ลูกที่เกิดขึ้นมีจำนวนโครโมโซมเป็น $2n$
 - ง. ซิสเตอร์โครมาทิดแยกออกจากกันในระยะแอนาเฟส
2. ลักษณะใดเกิดในระยะ เมทาเฟส 2
 - ก. โครมาทิดแยกออกจากกัน
 - ข. เยื่อหุ้มนิวเคลียสสลาย
 - ค. โครโมโซมเรียงตัวอยู่กึ่งกลางเซลล์
 - ง. โฮโมโลแกสโครโมโซมแยกออกจากกัน
3. เหตุใดจึงเกิดไมโอซิส 2
 - ก. โฮโมโลแกสโครโมโซมยังไม่แยกออกจากกัน
 - ข. โครมาทิดยังไม่แยกออกจากกัน
 - ค. เยื่อหุ้มนิวเคลียสยังไม่สลาย
 - ง. เซนทริโอลยังไม่แยกตัว
4. ถ้ากำหนดให้ $2n = 4$ การแบ่งเซลล์ตามภาพเป็นแบบใดและระยะต่างๆ รูป 1 และ 2 คือ
 - ก. แอนาเฟส 2 เทโลเฟส 1
 - ข. แอนาเฟส 1 เทโลเฟส 2
 - ค. แอนาเฟส 2 เมทาเฟส 1
 - ง. แอนาเฟส 1 เมทาเฟส 2



1



2
5. จากภาพคือการแบ่งเซลล์ระยะใด
 - ก. เทโลเฟส 1
 - ข. เทโลเฟส 2
 - ค. เมทาเฟส 1
 - ง. เมทาเฟส 2



แบบทดสอบหลังเรียน
บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนรายวิชาชีววิทยา
เรื่อง การแบ่งเซลล์แบบไมโอซิส

คำชี้แจง ให้นักเรียนพิจารณาคำถามแล้วเลือกคำตอบที่ถูกต้องเพียงข้อเดียวลงในบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน และกาลงในกระดาษคำตอบ

1. เซลล์ต่อไปนี้ คือ
 1. อสุจิ 2. ไข่ 3. เซลล์เม็ดเลือดขาว 4. เซลล์ผิวหนัง
 เซลล์ในข้อใดเกิดจากการแบ่งเซลล์แบบไมโอซิส
 - ก. 1 , 2
 - ข. 1 , 3
 - ค. 2 , 3
 - ง. 3 , 4

2. เซลล์ใหม่ที่ได้จากการแบ่งแบบไมโอซิส มีสารพันธุกรรมเหมือนเดิมหรือไม่ เพราะเหตุใด
 - ก. เหมือนแน่นอน เพราะมีการจำลองโครโมโซมขึ้นมาอีก 1 ชุด
 - ข. เหมือนแน่นอน เพราะมีการแบ่งเซลล์ครั้งเดียว เป็นการแบ่งครึ่งโครโมโซม
 - ค. อาจไม่เหมือนเดิม เพราะขณะแบ่งเซลล์อาจเกิดความผิดพลาด มีบางส่วนของโครโมโซมขาดหายไป
 - ง. อาจไม่เหมือน เพราะขณะแบ่งเซลล์มีการแลกเปลี่ยนบางส่วนของโครโมโซมจากการไฮแนกซิสไคแอสมา และครอสซิงโอเวอร์

3. การเข้าคู่กันของโฮโมโลกัสโครโมโซมเกิดขึ้นเมื่อมีการแบ่งเซลล์แบบไมโอซิส ระยะใด
 - ก. โพรเฟส 1
 - ข. โพรเฟส 2
 - ค. เมทาเฟส 1
 - ง. เมทาเฟส 2

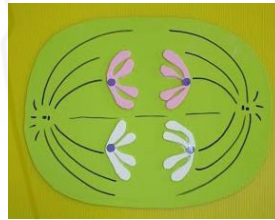
4. ระยะใดของโพรเฟส 1 ทำให้เกิดการแปรผันทางพันธุกรรม
 - ก. เลปโทนีมา
 - ข. ไฮโกนีมา
 - ค. แพคีนีมา
 - ง. ดิพโพลนีมา

5. การแบ่งเซลล์แบบไมโอซิสระยะที่มีการแยกกันของเซนโทรเมียร์คือระยะใด

- ก. แอนาเฟส 1
- ข. แอนาเฟส 2
- ค. เมทาเฟส 1
- ง. เมทาเฟส 2

6. การแบ่งเซลล์นิวเคลียสของเซลล์ในภาพ อยู่ในระยะใด และสิ่งมีชีวิตนี้มีจำนวนโครโมโซมในเซลล์ร่างกายเท่าใด

- ก. แอนาเฟส 1 , $2n=2$
- ข. แอนาเฟส 1 , $2n=4$
- ค. แอนาเฟส 2 , $2n=2$
- ง. แอนาเฟส 2 , $2n=4$



7. ในการสร้างเซลล์สืบพันธุ์ ถ้าในระยะอินเทอร์เฟสมีโครโมโซม 12 แท่ง ระยะแอนาเฟส 1 ของเซลล์จะมีโครโมโซมจำนวนกี่แท่ง

- ก. 6 แท่ง
- ข. 12 แท่ง
- ค. 24 แท่ง
- ง. 48 แท่ง

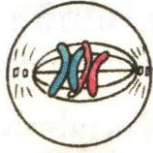
8. ถ้ากำหนดให้ $2n = 4$ การแบ่งเซลล์ตามภาพเป็นระยะต่างๆ เรียงภาพตามลำดับรูป 1 ถึง 4 คืออะไร



- ก. แอนาเฟส 2 เทโลเฟส 1 อินเทอร์เฟส 1 เมทาเฟส 1
- ข. แอนาเฟส 1 เทโลเฟส 2 โพรเฟส 1 เมทาเฟส 1
- ค. แอนาเฟส 2 เมทาเฟส 1 อินเทอร์เฟส 1 โพรเฟส 1
- ง. แอนาเฟส 1 เมทาเฟส 2 โพรเฟส 1 อินเทอร์เฟส 2

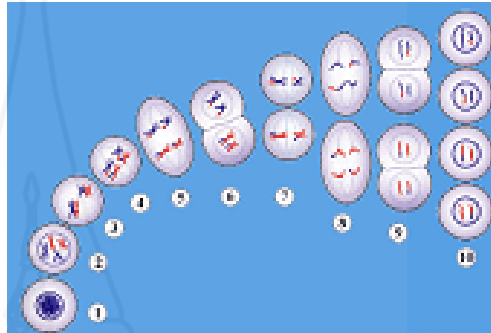
9. จากภาพนี้แสดงเซลล์ที่แบ่งตัวในระยะโพรเฟส 1 หากเซลล์เดียวกันนี้อยู่ในระยะโพรเฟส 2 จะพบมีจำนวนโครโมโซมเท่าใด

- ก. 1
- ข. 2
- ค. 4
- ง. 8



10. จากรูป เมทาเฟส 2 คือหมายเลขใด

- ก. 4
- ข. 5
- ค. 7
- ง. 9



เฉลยแบบทดสอบก่อนเรียน – หลังเรียน
บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนรายวิชาชีววิทยา
เรื่อง การแบ่งเซลล์แบบไมโอซิส

ก่อนเรียน		หลังเรียน	
ข้อ	คำตอบ	ข้อ	คำตอบ
1	ก	1	ก
2	ค	2	ง
3	ก	3	ก
4	ข	4	ค
5	ก	5	ข
6	ข	6	ข
7	ข	7	ข
8	ค	8	ข
9	ข	9	ก
10	ง	10	ค

บทที่ 6

สรุปการวิจัย อภิปรายผล และข้อเสนอแนะ

การพัฒนาบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนรายวิชาชีววิทยา เรื่อง การแบ่งเซลล์แบบไมโอซิส สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 โรงเรียนสมเด็จพระพิทยาคม จังหวัดกาฬสินธุ์ ครอบคลุม สรุปการวิจัย อภิปรายผลและข้อเสนอแนะ ดังรายละเอียดต่อไปนี้

1. สรุปการวิจัย

1.1 รูปแบบการวิจัย เป็นการวิจัยเชิงวิจัยและพัฒนา

1.2 วัตถุประสงค์ของการวิจัย

1.2.1 วัตถุประสงค์ทั่วไป

เพื่อพัฒนาบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน รายวิชาชีววิทยา เรื่อง การแบ่งเซลล์แบบไมโอซิส สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 โรงเรียนสมเด็จพระพิทยาคม จังหวัดกาฬสินธุ์

1.2.1 วัตถุประสงค์เฉพาะ

1) เพื่อพัฒนาบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน รายวิชาชีววิทยา เรื่อง การแบ่งเซลล์แบบไมโอซิส สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ให้มีประสิทธิภาพตามเกณฑ์ที่กำหนด

2) เพื่อศึกษาความก้าวหน้าทางการเรียนของนักเรียนที่เรียนด้วยบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน รายวิชาชีววิทยา เรื่อง การแบ่งเซลล์แบบไมโอซิส

3) เพื่อศึกษาความคิดเห็นของนักเรียนที่เรียนด้วยบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน รายวิชาชีววิทยา เรื่อง การแบ่งเซลล์แบบไมโอซิส

1.3 สมมติฐานของการวิจัย

1.3.1 บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน รายวิชาชีววิทยา เรื่อง การแบ่งเซลล์แบบไมโอซิส สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 มีประสิทธิภาพตามเกณฑ์ 80/80

1.3.2 นักเรียนที่เรียนด้วยบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน รายวิชาชีววิทยาเรื่อง การแบ่งเซลล์แบบไมโอซิสมีความก้าวหน้าทางการเรียนเพิ่มขึ้นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

1.3.3 นักเรียนมีความคิดเห็นต่อบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน รายวิชาชีววิทยาเรื่อง การแบ่งเซลล์แบบไมโอซิส สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ในระดับเห็นด้วยมาก

1.4 วิธีดำเนินการวิจัย

1.4.1 ประชากรและกลุ่มตัวอย่าง

1) ประชากร ที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้ คือ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 โรงเรียนสมเด็จพิทยาคม จังหวัดกาฬสินธุ์ ปีการศึกษา 2560 จำนวน 367 คน จำนวน 10 ห้องเรียน

2) กลุ่มตัวอย่าง ที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้ คือ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2560 จำนวน 43 คน ได้มาโดยการสุ่มตัวอย่างแบบกลุ่ม

1.4.2 เครื่องมือการวิจัย ได้แก่

1) บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน รายวิชาชีววิทยา เรื่อง การแบ่งเซลล์แบบไมโอซิส

2) แบบทดสอบก่อนเรียน และแบบทดสอบหลังเรียนแบบคู่ขนาน เรื่อง การแบ่งเซลล์แบบไมโอซิส

3) แบบสอบถามความคิดเห็นของนักเรียนที่มีต่อบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนรายวิชาชีววิทยา เรื่อง การแบ่งเซลล์แบบไมโอซิส

1.4.3 การเก็บรวบรวมข้อมูล ผู้วิจัยได้ดำเนินการดังนี้ คือ

1) สถานที่ในการวิจัย คือ ห้องปฏิบัติการคอมพิวเตอร์ของโรงเรียนสมเด็จพิทยาคม ประกอบด้วยเครื่องคอมพิวเตอร์ จำนวน 45 เครื่อง

2) วันและเวลาในการทดสอบประสิทธิภาพ เป็นเวลา 3 วัน วันที่ 1 เป็นการทดสอบแบบเดี่ยว วันที่ 2 เป็นการทดสอบแบบกลุ่ม ส่วนวันที่ 3 เป็นการทดสอบภาคสนาม ใช้เวลา 2 ชั่วโมง ตั้งแต่เวลา 09.00 – 11.00 น. ของทุกวัน

3) ขั้นตอนการเรียนประกอบด้วย ทดสอบก่อนเรียน นำเข้าสู่บทเรียน ศึกษาเนื้อหา ทำแบบทดสอบประจำหน่วย และทดสอบหลังเรียน

4) ผู้วิจัยได้เก็บคะแนนแบบทดสอบก่อนเรียนและหลังเรียน และแบบทดสอบประจำหน่วย มาวิเคราะห์ข้อมูล

5) ผู้วิจัยได้สัมภาษณ์นักเรียนในการทดสอบแบบเดี่ยว และแบบกลุ่ม และสอบถามความคิดเห็นของนักเรียนโดยใช้แบบสอบถามความคิดเห็นในการทดสอบแบบภาคสนาม

1.4.4 การวิเคราะห์ข้อมูล ผู้วิจัยได้วิเคราะห์ข้อมูล 3 ประเด็น ดังนี้

1) การวิเคราะห์หาประสิทธิภาพของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน โดยการหาค่า E_1/E_2

2) การวิเคราะห์ความก้าวหน้าของนักเรียนที่เรียนด้วยบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน โดยการทดสอบค่าที

3) การวิเคราะห์ความคิดเห็นของนักเรียนที่มีต่อบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน โดยการหาค่าเฉลี่ย และค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน

1.5 ผลการวิจัย ในการพัฒนาบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน รายวิชาชีววิทยา เรื่อง การแบ่งเซลล์แบบไมโอซิส ผลการวิจัยสรุปได้ดังนี้

1.5.1 ผลการทดสอบประสิทธิภาพบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน พบว่า มีประสิทธิภาพ 79.22/78.82 ซึ่งเป็นไปตามเกณฑ์ 80/80

1.5.2 ผลการหาความก้าวหน้าทางการเรียนของนักเรียนที่เรียนด้วยบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน พบว่า นักเรียนมีความก้าวหน้าทางการเรียนเพิ่มขึ้นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

1.5.3 ผลการหาความคิดเห็นของนักเรียนที่มีต่อบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน พบว่า นักเรียนมีความคิดเห็นในระดับ เห็นด้วยมาก

2. อภิปรายผล

บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน รายวิชาชีววิทยา การแบ่งเซลล์แบบไมโอซิส ผู้วิจัยพัฒนาขึ้นมีประเด็นที่จะอภิปราย ดังนี้ (1) ประสิทธิภาพของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน (2) ความก้าวหน้าทางการเรียน และ (3) ความคิดเห็นของนักเรียน ซึ่งมีรายละเอียด ดังนี้

2.1 การหาประสิทธิภาพของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน ผลการวิจัยพบว่า บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน รายวิชาชีววิทยา การแบ่งเซลล์แบบไมโอซิส ที่ผู้วิจัยพัฒนาขึ้นมีประสิทธิภาพ 79.22/78.82 ตามเกณฑ์ 80/80 ซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยของ เทพรัตน์ ทิพย์นำพา (2553) ที่สรุปว่า บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน มีประสิทธิภาพ 82.44/80.55 และ สฐาปนีย์ โสภณอดิษฐ์ (2554) ที่สรุปว่า บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน มีประสิทธิภาพ 85.70/82.13 การที่ผลการวิจัยปรากฏผลเช่นนี้ เนื่องมาจากในการพัฒนาบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนนั้น ผู้วิจัยใช้รูปแบบบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนประเภทการสอนเนื้อหา ที่มีลักษณะดังนี้

2.1.1 การออกแบบและการพัฒนาบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนอย่างเป็นระบบและวิธีการที่เหมาะสม โดยยึดหลักหลักการออกแบบบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนของอเลสซีและโทรลลิป (Alessi and Trollip, 1985, p. 274 – 278) ประกอบด้วย 7 ขั้นตอน คือ (1) การเตรียม (2) การออกแบบบทเรียน (3) การเขียนผังงาน (4) การเขียนแผนภูมิโครงร่างเนื้อหา (5) การสร้าง/เขียนโปรแกรม (6) การผลิตเอกสารประกอบบทเรียน และ (7) การประเมินและแก้ไขบทเรียน อีกทั้งยังผ่านการตรวจสอบจากผู้เชี่ยวชาญ มีการดำเนินการทดลองตามกระบวนการวิจัยและพัฒนา การออกแบบบทเรียนที่นำเทคโนโลยีมาผสมผสาน ทั้งข้อความ ภาพนิ่ง ภาพเคลื่อนไหว เสียง และ วิดีโอ

สอดคล้องกับ งานวิจัยของ สมรัก บุรณะ (2551, น. 99 – 100) ที่กล่าวว่า สถาปนีย์ โสภณอดิสัย (2554, น. 102) ที่กล่าวว่า บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนมีทั้งตัวอักษร ภาพ เสียง และ ภาพเคลื่อนไหวประกอบ ผ่านการตรวจสอบจากผู้เชี่ยวชาญ และได้นำไปทดลองใช้ก่อนที่จะนำมาใช้ เก็บข้อมูลจริง จึงทำให้บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนมีประสิทธิภาพ และ พจนารัตน์ อัมไพฤทธิ (2556, น. 65) ที่กล่าวว่า การที่บทเรียนคอมพิวเตอร์มัลติมีเดียมีประสิทธิภาพสูงกว่าเกณฑ์ที่กำหนด เป็น ผลสืบเนื่องมาจากบทเรียนคอมพิวเตอร์มัลติมีเดียที่สร้างขึ้นได้พัฒนาอย่างเป็นระบบ ตั้งแต่ กำหนด จุดมุ่งหมาย การศึกษาวิเคราะห์เนื้อหา การวางแผนดำเนินการพัฒนา การพัฒนาจนถึงการ ทดลอง อีกทั้งยังผ่านการตรวจสอบจากผู้เชี่ยวชาญ มีการดำเนินการทดลองตามกระบวนการวิจัยและ พัฒนา การออกแบบบทเรียนที่นำเทคโนโลยีมาผสมผสาน ทั้งข้อความ ภาพนิ่ง ภาพเคลื่อนไหว เสียง และ วีดิโอ

2.1.2 การจัดรูปแบบที่สอดคล้องกับคุณลักษณะของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วย

สอน ผู้วิจัยได้ใช้หลักการออกแบบบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน 7 ขั้นตอน ของอเลสซีและโทรลิป (Alessi and Trollip, 1985, p. 274 – 278) และได้พัฒนาตามแนวคิดด้านคุณลักษณะของบทเรียน คอมพิวเตอร์ช่วยสอนของ ฌอนอมพร เลาฮอร์สแซง (2541, น. 8-10) ที่กล่าวว่า คุณลักษณะของ บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน มี 4 ประการ ได้แก่ สารสนเทศ ความแตกต่างระหว่างบุคคล การ โต้ตอบ และการให้ผลตอบกลับโดยทันที ทำให้บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนเป็นสื่อการสอน รายบุคคลที่ผู้เรียนสามารถศึกษา หาความรู้ใหม่และหาความก้าวหน้าด้วยตนเองตามความสามารถ ความสนใจ ความถนัด และความ สะดวกของแต่ละบุคคล สามารถกลับไปทบทวนบทเรียนได้ มี ลักษณะสำคัญที่สามารถสนองความ แตกต่างระหว่างบุคคล มีความสมบูรณ์ในตัวเอง และสามารถ เรียนรู้ได้ด้วยตัวเองจนเกิดความรู้ตามวัตถุประสงค์ที่ตั้งไว้ ดังที่ ไพโรจน์ ตรีธนากุล และคณะ (2543, น. 51-52) ที่กล่าวว่าบทเรียนจะช่วยให้ผู้เรียน รู้สึกพอใจและไม่เกิดความกดดันขณะเรียน เมื่อเรียนไม่ทันคนอื่น ทำให้ผู้เรียนรู้สึกไม่เครียดในระหว่างเรียน มีประสิทธิภาพในการให้ข้อมูล ย้อนกลับผู้เรียนจะเรียนรู้ได้ตามความสามารถของตนเอง จึงส่งผลให้ผู้เรียนมีประสิทธิภาพในการ เรียนรู้สูงขึ้น สอดคล้องกับงานวิจัยของ วิภาวี เทพนิมิตร (2552, น. 81) กล่าวว่า การที่บทเรียน คอมพิวเตอร์ช่วยสอนมีการให้ข้อมูลย้อนกลับทันที ทำให้ผู้เรียนสามารถเรียนรู้และเข้าใจเนื้อหาของ บทเรียน พร้อมทั้งแก้ไขข้อผิดพลาดต่าง ๆ ได้ทันที

2.1.3 มืองค์ประกอบหลักที่เพิ่มประสิทธิภาพของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน

ผู้วิจัยได้จัดองค์ประกอบหลักของบทเรียนคอมพิวเตอร์ครบทั้ง 5 องค์ประกอบ (บุปผชาติ ทัททิกรณ์, 2544, น. 56 – 58) ได้แก่ ข้อความ ภาพนิ่ง ภาพเคลื่อนไหว เสียง และการเชื่อมโยงแบบปฏิสัมพันธ์ ซึ่งองค์ประกอบหลักดังกล่าวทำให้นักเรียนสามารถรับรู้เนื้อหาสาระได้ 3 ช่องทาง ได้แก่ (1) การอ่าน ข้อความบรรยายเนื้อหาที่มีขนาดและรูปแบบของตัวอักษรที่อ่านง่าย (2) การดูภาพกราฟิกประกอบ

เนื้อหา ทำให้นักเรียนเข้าใจได้ง่ายยิ่งขึ้น และ (3) การฟังเสียงบรรยายเนื้อหา และแนะนำขั้นตอนในการเรียน ทำให้นักเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนที่พัฒนาขึ้นสามารถดึงดูดความสนใจจากนักเรียนได้เป็นอย่างดี ทำให้มีความเข้าใจในเนื้อหาจนสามารถทำคะแนนแบบทดสอบประจำหน่วย และแบบทดสอบหลังเรียนได้ตามเกณฑ์ที่กำหนด ดังที่ กฤษมันต์ วัฒนารงค์ (2536, น. 136) กล่าวว่า กราฟิกในบทเรียนคอมพิวเตอร์จะได้เปรียบในแง่การเคลื่อนไหวได้ประกอบคำอธิบาย พร้อมกับสีที่เปลี่ยนไป ทำให้ผู้เรียนมีความเข้าใจและสนใจมากยิ่งขึ้น สอดคล้องกับงานวิจัยของ วิภาวี เทพนมิตร (2552, น. 81) กล่าวว่า บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนมีข้อความ ภาพนิ่ง ภาพกราฟิก ภาพเคลื่อนไหว และเสียงที่สามารถสร้างความสนใจของผู้เรียนได้เป็นอย่างดี ทำให้นักเรียนคอมพิวเตอร์สามารถสร้างแรงจูงใจในการเรียนให้นักเรียน

2.2 ความก้าวหน้าทางการเรียนของนักเรียนที่เรียนด้วยบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน ผลการวิจัยพบว่า นักเรียนมีความก้าวหน้าทางการเรียนเพิ่มขึ้นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 ทั้งนี้เนื่องมาจาก บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนที่ผู้วิจัยผลิตขึ้นมานั้น นำเสนอบทเรียนด้วยข้อความ ภาพนิ่ง กราฟิก ภาพเคลื่อนไหว เสียงดนตรีและเสียงบรรยาย มีการทดสอบก่อนเรียน การแจ้งวัตถุประสงค์ของการเรียน ทำให้นักเรียนเกิดความสนใจที่จะติดตามเพื่อเรียนรู้เนื้อหาของบทเรียนมากยิ่งขึ้น ในการเรียนรู้เนื้อหามีการทำกิจกรรมการเรียนโดยการให้นักเรียนทำแบบทดสอบประจำหน่วยที่สอดคล้องกับเนื้อหาและวัตถุประสงค์ ให้ผลย้อนกลับเพื่อการปรับปรุงแก้ไขพร้อมทั้งให้ข้อมูลป้อนกลับของกิจกรรมเพื่อการปรับปรุงแก้ไขในทันที และยังมีการสรุปบทเรียนโดยการสรุปสาระสำคัญของเนื้อหา เพื่อเน้นให้นักเรียนเห็นแนวคิดสำคัญอีกครั้ง ในการสร้างบทเรียนคอมพิวเตอร์จะออกแบบให้ผู้เรียนได้เรียนซ้ำๆ กันหลายๆ ครั้งในเนื้อหาที่ยังไม่เข้าใจ และการที่ผู้เรียนมีโอกาสได้ฝึกปฏิบัติซ้ำๆ ถือเป็นวิธีหนึ่งที่จะช่วยในการจดจำได้ดี นอกจากนั้นการเรียนด้วยบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนยังเป็นการเรียนรายบุคคล ไม่มีแรงกดดันจากกลุ่มเพื่อน ไม่มีอารมณ์ของผู้สอนเข้ามาเกี่ยวข้อง จึงทำให้คะแนนทดสอบหลังเรียนสูงกว่าทดสอบก่อนเรียน ดังที่ ทัศนอมพร เลหาจรัสแสง (2541, น. 58 – 61) กล่าวว่า การทำให้ผู้เรียนเห็นความสัมพันธ์ของเนื้อหาที่เรียนจะทำให้ผู้เรียนสามารถเชื่อมโยงกับปัญหาได้ก็จะเพิ่มประสิทธิภาพการจำในสิ่งที่เรียนได้นานหรือมีความคงทนในการเรียนรู้นานยิ่งขึ้น สอดคล้องกับงานวิจัยของ สมรัก บุรณะ (2551, น. 100) กล่าวว่า บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนมีการนำเสนอด้วยภาพ สี และเสียง ได้รับความสนใจของผู้เรียนให้อยากเรียนตลอดเวลา ช่วยสนองต่อการเรียนรายบุคคลเป็นอย่างดี เพราะเป็นโอกาสให้ผู้เรียนได้เรียนรู้ตามความสามารถของตนเอง โดยไม่ต้องรอหรือเร่งตามเพื่อนแต่ละคน ผู้เรียนได้มีโอกาสโต้ตอบกับคอมพิวเตอร์ด้วยตนเองทำให้ไม่เบื่อหน่ายที่จะเรียน คนที่เข้าใจเร็วก็สามารถเรียนจบบทเรียนนั้นได้ก่อน ส่วนคนที่ช้าก็มีโอกาสเรียนให้จบได้เหมือนกัน แต่ต้องใช้เวลาเรียนมากกว่าคนที่เรียนเก่ง เมื่อผู้เรียนต้องการจะเรียนเรื่องอะไรก็สามารถค้นหาและดึงเอาบทเรียนออกมาแสดงได้ นักเรียนสามารถ

ทบทวนหรือฝึกปฏิบัติบทเรียนที่เรียนมาแล้วได้ตามความต้องการจนเกิดความแม่นยำ สอดคล้องกับ อารี อนันต์ศรี (2552, น.45) กล่าวว่า การให้นักเรียนทำแบบฝึกปฏิบัติหรือทดสอบระหว่างการทำกิจกรรมในขณะที่เรียนเรื่องนั้นๆ ตามความเหมาะสมก็จะสามารถส่งเสริมให้นักเรียนได้พัฒนาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เนื่องจากแบบฝึกปฏิบัติในแต่ละข้อจะมีเฉลยเพื่อบอกสิ่งที่ถูกและผิดให้ผู้เรียนทราบ หากผู้เรียนทำแบบฝึกปฏิบัติไม่ผ่าน โปรแกรมจะย้อนกลับให้เรียนไปศึกษาเนื้อหาเดิมและทำแบบฝึกปฏิบัติอีกครั้ง ซึ่งจะทำให้ผู้เรียนมีความรู้และความเข้าใจเนื้อหาสาระมากยิ่งขึ้นทำให้นักเรียนมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนสูงขึ้น และ เทพรัตน์ ทิพย์นำพา (2553, น.55) กล่าวว่า บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนที่สร้างขึ้นมีการให้ผลย้อนกลับและเสริมแรงในส่วนของการทำแบบทดสอบ และแบบฝึกหัดท้ายบทเรียน เมื่อนักเรียนทำแบบฝึกหัดหรือแบบทดสอบในแต่ละตอนแล้วจะสามารถทราบผลคะแนนได้ทันทีว่านักเรียนมีความเข้าใจในเนื้อหาบทเรียนมากน้อยเพียงใด และการให้แรงเสริมทางบวกจะทำให้นักเรียนมีความภาคภูมิใจ และกระตือรือร้นที่จะเรียน

2.3 ความคิดเห็นของนักเรียนที่มีต่อบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน ผลการวิจัย พบว่านักเรียนมีความคิดเห็นต่อบทเรียนบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน ในระดับเห็นด้วยมาก จากการสอบถามความคิดเห็นด้านการออกแบบบทเรียนคอมพิวเตอร์ โดยนักเรียนมีความคิดเห็นในระดับมากที่สุด เรื่อง เสียงบรรยายมีความชัดเจน ระดับเสียงดังเหมาะสม ปุ่มต่างๆ ใช้งานได้ง่าย วางไว้ในตำแหน่งที่เหมาะสม นักเรียนมีความสะดวกในการใช้งาน และเสียงดนตรีประกอบเหมาะสมกับเนื้อหา ส่วนความคิดเห็นด้านการนำเสนอเนื้อหา และความรู้ที่ได้รับ โดยนักเรียนมีความคิดเห็นในระดับมากที่สุด คือ กิจกรรมระหว่างเรียนช่วยให้นักเรียนได้ความรู้เพิ่มมากขึ้น นักเรียนมีความมั่นใจในการเรียนเพิ่มมากขึ้น และนักเรียนต้องการให้มีการใช้บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนในเรื่องหรือวิชาอื่นๆ การที่ปรากฏผลการวิจัยดังกล่าวนี้ เนื่องด้วยผู้วิจัยออกแบบบทเรียนให้มีภาพประกอบเนื้อหา เนื้อหาเข้าใจง่าย มีเสียงประกอบการบรรยาย และในการทำแบบทดสอบมีการบอกคะแนนให้ทราบเป็นสิ่งที่ช่วยกระตุ้นให้นักเรียนมีความตั้งใจในการเรียนมากขึ้น นอกจากนี้ยังสามารถเรียนซ้ำในเรื่องที่ไม่เข้าใจได้ เป็นการช่วยแก้ปัญหาในการเรียนไม่ทันเพื่อนหรือการขาดเรียน โดยนักเรียนสามารถเรียนนอกเวลาเรียนปกติได้ เป็นการศึกษาบทเรียนได้ด้วยตนเองทำให้รู้สึกว่ายเรียนได้อย่างสบายใจและมีอิสระในการเรียน ทำให้ความคิดเห็นของนักเรียน ในข้อที่ว่านักเรียนมีความมั่นใจในการเรียนเพิ่มมากขึ้น และนักเรียนต้องการให้มีการใช้บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนในเรื่องหรือวิชาอื่นๆ ด้วย มีความคิดเห็นอยู่ในระดับมากที่สุด สอดคล้องกับ งานวิจัยของ เทพรัตน์ ทิพย์นำพา (2553, น. 83) ที่กล่าวว่า บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนยังมีแบบฝึกหัดเพื่อทดสอบความรู้ ผู้เรียนสามารถทำแบบฝึกหัดด้วยความมั่นใจในการตอบคำถาม และได้รับการวิเคราะห์ข้อมูลย้อนกลับมาได้อย่างรวดเร็วทำให้ผู้เรียนทราบผลการเรียนทันที เมื่อผู้เรียนได้รู้พัฒนาการของตนเองและกลับไปทบทวนบทเรียนได้เท่าที่ต้องการ ทำให้บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนสามารถสอนเนื้อหาได้ครบตาม

จุดประสงค์การเรียนรู้ แต่ใช้เวลาเรียนที่น้อยกว่าการเรียนแบบบรรยายโดยครูเพียงอย่างเดียว ส่งผลให้ผู้เรียนมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนอยู่ในเกณฑ์ที่ดี และสอดคล้องกับ พจนานรัตน์ อ่ำไพฤทธิ (2556) ที่สรุปว่า นักเรียนมีระดับ ความพึงพอใจต่อการเรียนด้วยบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนอยู่ในระดับ พอใจมาก

3. ข้อเสนอแนะ

3.1 ข้อเสนอแนะในการนำผลการวิจัยไปใช้

3.1.1 ก่อนใช้บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน ครูผู้สอนควรศึกษาคู่มือการใช้บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนอย่างละเอียด และที่สำคัญควรทดลองใช้บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนด้วยตนเองก่อนนำไปใช้กับนักเรียน เพื่อให้สามารถแก้ไขปัญหาหรือตอบข้อซักถามเกี่ยวกับการใช้งาน โปรแกรมบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนของนักเรียนได้ทันที ทำให้ไม่เสียเวลาในการทำกิจกรรมการเรียนการสอน

3.1.2 การเรียนโดยใช้บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนควรจัดให้เป็นไปตามหลักการเรียนการสอนรายบุคคลอย่างแท้จริง ผู้เรียนสามารถเรียนได้ช้าหรือเร็วขึ้นอยู่กับความสามารถของผู้เรียน ไม่ควรจำกัดเวลาในการเรียนรู้

3.1.3 บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน เรื่อง การแบ่งเซลล์แบบไมโอซิส สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 สามารถนำไปบันทึกลงในแผ่น CD-ROM Flash drive และ External hard drive ได้ ในระบบ Autorun เพื่อให้ให้นักเรียนนำไปใช้ที่บ้าน หรือพัฒนาไปอยู่บนเว็บไซต์ของสถานศึกษาเพื่อที่จะให้นักเรียนเรียนได้ทุกที่ที่มีอินเทอร์เน็ต

3.2 ข้อเสนอแนะในการวิจัยครั้งต่อไป

3.2.1 เนื่องจากบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนทำให้ผู้เรียนมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนสูงขึ้น และมีความคิดเห็นต่อบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนอยู่ในระดับเห็นด้วยมาก จึงควรพัฒนาบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนในเรื่องอื่น ๆ เพื่อให้การเรียนการสอนบรรลุวัตถุประสงค์ของหลักสูตรอย่างมีประสิทธิภาพ

3.2.2 ในการวิจัยครั้งนี้ ผู้วิจัยได้ผลิตบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนประเภทการสอนเนื้อหา นักเรียนเกิดการเรียนรู้จากการศึกษาเนื้อหาแล้วทำแบบฝึกหัด ในการวิจัยครั้งต่อไปควรทดลองผลิตบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนประเภทแบบฝึกหัด เพื่อให้นักเรียนเกิดความคิดรวบยอดจากการทำแบบฝึกหัด และศึกษาว่านักเรียนมีความก้าวหน้าทางการเรียนเพิ่มขึ้นหรือไม่

บรรณานุกรม



บรรณานุกรม

- กรมวิชาการ. (2544). *ความรู้เกี่ยวกับสื่อมัลติมีเดียเพื่อการศึกษา*. กรุงเทพฯ: โรงพิมพ์คุรุสภาลาดพร้าว.
- กระทรวงศึกษาธิการ. (2551). *หลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551*. กรุงเทพฯ: โรงพิมพ์ชุมนุมสหกรณ์การเกษตรแห่งประเทศไทย จำกัด.
- _____. (2545). *หลักสูตรการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2545*. กรุงเทพฯ: องค์การรับส่งสินค้าและครุภัณฑ์ (ร.ส.พ.).
- กฤษมันต์ วัฒนาณรงค์. (2542). แนวคิดการหาประสิทธิภาพบทเรียน CAI. *วารสารวิชาการพระจอมเกล้าพระนครเหนือ*, 5(3), 61.
- _____. (2536). *นวัตกรรมและเทคโนโลยีเทคนิคศึกษา*. กรุงเทพฯ: ศูนย์ผลิตตำราเรียนมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ.
- กิดานันท์ มลิทอง. (2543). *เทคโนโลยีการศึกษาและนวัตกรรม*. (พิมพ์ครั้งที่ 2). กรุงเทพฯ: จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- กิตติพงษ์ ตาลอ้าไฟ. (2552). *การพัฒนาบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนมัลติมีเดียวิชาฟิสิกส์ เรื่อง การชนและโมเมนตัม ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4*. (วิทยานิพนธ์ปริญญาครุศาสตรมหาบัณฑิต ไม่ได้ตีพิมพ์). มหาวิทยาลัยราชภัฏสกลนคร, สกลนคร.
- ไชยยศ เรืองสุวรรณ. (2537). การประเมินสื่อประสม. ใน *เอกสารการสอนชุดวิชาสื่อการสอนระดับมัธยมศึกษา*. นนทบุรี: มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมาธิราช.
- ชัยยงค์ พรหมวงศ์. (2523). การศึกษาตามเอกัตภาพและการสื่อสารมวลชน. ใน *เอกสารการสอนชุดวิชาเทคโนโลยีและสื่อสารการศึกษา*. หน่วยที่ 10. นนทบุรี : มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมาธิราช.
- ชัยยงค์ พรหมวงศ์, สมเชาว์ เนตรประเสริฐ และสุดา สิ้นสกุล. (2520). *ระบบสื่อการสอน*. กรุงเทพฯ: จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- ตรองจิตต์ สีดวง. (2550). *การพัฒนาบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนที่มีการใช้ผลป้อนกลับแบบอธิบาย เรื่อง โครงสร้างของระบบประสาท วิชาชีววิทยา สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5*. (การค้นคว้าอิสระปริญญาศึกษาศาสตรมหาบัณฑิต ไม่ได้ตีพิมพ์). มหาวิทยาลัยขอนแก่น, ขอนแก่น.
- ถนอมพร เลาหจรัสแสง. (2541). *คอมพิวเตอร์ช่วยสอน*. กรุงเทพฯ: คณะครุศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

- ถนอมพร เลหาจรัสแสง. (2544). *คอมพิวเตอร์ช่วยสอน*. กรุงเทพฯ: ภาควิชาโสตทัศนศึกษา คณะครุศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- เทพรัตน์ ทิพย์นำพา. (2553). *การพัฒนาบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน เรื่อง การปฏิบัติตนเพื่อป้องกันโรคไข้หวัดใหญ่สายพันธุ์ใหม่ 2009 สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4*. (วิทยานิพนธ์ปริญญาศึกษาศาสตรมหาบัณฑิต ไม่ได้ตีพิมพ์). มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพฯ.
- ทักษิณา สวานานนท์. (2530). *คอมพิวเตอร์เพื่อการศึกษา*. กรุงเทพฯ: ครูสภาลาดพร้าว.
- ทิตนา แชมมณี. (2550). *ศาสตร์การสอน: องค์ความรู้เพื่อการจัดกระบวนการเรียนรู้ที่มีประสิทธิภาพ*. กรุงเทพฯ: จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- บรรดล สุขปิติ. (2542). *การประเมินผลและการสร้างแบบทดสอบ*. กรุงเทพฯ: กรุงเทพมหานครพิมพ์.
- บุญเกื้อ ควรหาเวช. (2543). *นวัตกรรมการศึกษา*. (พิมพ์ครั้งที่ 5). กรุงเทพฯ: เอสอาร์พริ้นติ้ง.
- บุญชม ศรีสะอาด. (2546). *การวิจัยสำหรับครู*. กรุงเทพฯ: ชมรมเด็ก.
- _____. (2545). *การวิจัยเบื้องต้น* (พิมพ์ครั้งที่ 7). กรุงเทพฯ: ชมรมเด็ก.
- _____. (2541). *การพัฒนาการสอน*. กรุงเทพฯ: สุวีริยาสาส์น.
- บุปผชาติ ทฬัททิม, สุกกรี รอดโพธิ์ทอง, ชัยเลิศ พิเชิตพรชัย และโสภภาพรรณ แสงศัพท์. (2544). *ความรู้เกี่ยวกับสื่อมัลติมีเดียเพื่อการศึกษา*. กรุงเทพฯ: ศูนย์พัฒนาหนังสือ.
- บุรณะ สมชัย. (2544). *การสร้าง CAI Multimedia ด้วย Authorware 4.0*. กรุงเทพฯ: ซีเอ็ดยูเคชั่น.
- ประวิทย์ สิมมาพัน. (2546). *Computer Assisted Instruction*. สืบค้นจาก <http://www.studio310.com>.
- ไพโรจน์ ตีรณานุกุล, ไพบูลย์ เกียรติโกมล และและสิริลักษณ์ ตีรณานุกุล. (2543). *การออกแบบการสอนบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน IMMCAI*. กรุงเทพฯ: ซีเอ็ดยูเคชั่น.
- ไพศาล หวังพานิช. (2546). *การวัดผลการศึกษา*. กรุงเทพฯ: ไทยวัฒนาพานิช.
- พจนารัตน์ อัมไพฤทธิ์. (2556). *การพัฒนาบทเรียนคอมพิวเตอร์มัลติมีเดีย วิชาชีววิทยา เรื่อง อนุกรมวิธาน สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6*. (วิทยานิพนธ์ปริญญาครุศาสตรมหาบัณฑิต ไม่ได้ตีพิมพ์). มหาวิทยาลัยราชภัฏสงขลา, สงขลา.
- พรเทพ เมืองแมน. (2544). *การออกแบบและพัฒนา CAI Multimedia ด้วย Authorware*. กรุงเทพฯ: ซีเอ็ดยูเคชั่น.
- พิสุทธา อารีราษฎร์. (2551). *การพัฒนาซอฟต์แวร์ทางการศึกษา*. มหาสารคาม: คณะครุศาสตร์ มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม.

- มนต์ชัย เทียนทอง. (2545). *การออกแบบ และพัฒนาคอร์สแวร์สำหรับบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน*. กรุงเทพฯ: ภาควิชาคอมพิวเตอร์ศึกษา สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ.
- มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมมาธิราช. (2525). *เอกสารการสอน ชุดวิชาสื่อการสอน ระดับชั้นมัธยมศึกษา*. นนทบุรี: มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมมาธิราช.
- มาโนช คงนะ. (2550). *การพัฒนาบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนวิชาชีววิทยา เรื่อง ระบบหมุนเวียนโลหิตของมนุษย์ สำหรับนักเรียนช่วงชั้นที่ 4 โรงเรียนพนมทวนพิทยาคม*. (การค้นคว้าอิสระปริญญามหาบัณฑิต ไม่ได้ตีพิมพ์). มหาวิทยาลัยศิลปากร, กรุงเทพฯ.
- รุจโรจน์ แก้วอุไร. (2548). *หลักการออกแบบบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนตามแนวคิดของ กาเย่*. สืบค้นจาก http://www.g2gnet.com/News/activenews_view.asp?articleID=9.
- วิภาวี เทพนิมิตร. (2552). *การสร้างบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนวิชาเคมี เรื่อง สารชีวโมเลกุล สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 แผนการเรียนคณิตศาสตร์-ภาษาอังกฤษ โรงเรียนชลประทานวิทยา*. (วิทยานิพนธ์ปริญญาศึกษาศาสตรมหาบัณฑิต ไม่ได้ตีพิมพ์). มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพฯ.
- วิมลรัตน์ สุนทรโรจน์. (2545). *เอกสารประกอบการสอนพัฒนาการเรียนการสอน*. มหาสารคาม: มหาวิทยาลัยมหาสารคาม.
- วีไลวรรณ แสนพาน. (2553). *สาระการเรียนรู้และการออกแบบกระบวนการจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์*. กรุงเทพฯ: สำนักพิมพ์มหาวิทยาลัยรามคำแหง.
- วุฒิชัย ประสารสอย. (2543). *บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน : นวัตกรรมเพื่อการศึกษา*. กรุงเทพฯ: วี.เจ.พรีนติ้ง.
- สฐาปณีย์ โสภณอดิษฐ์. (2554). *การพัฒนาบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน เรื่อง การรับรู้และการตอบสนอง วิชาชีววิทยา ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5*. (การค้นคว้าอิสระปริญญาครุศาสตรมหาบัณฑิต ไม่ได้ตีพิมพ์). มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม, มหาสารคาม.
- สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ. (2537). *บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน*. ใน *เอกสารประกอบการสอน*. กรุงเทพฯ: ภาควิชาครุศาสตร์คอมพิวเตอร์.
- สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี. (2553). *คู่มือรายวิชาชีววิทยาเพิ่มเติม เล่ม 1*. กรุงเทพฯ: โรงพิมพ์ สกสศ. ลาดพร้าว.
- สมรัก บุรณะ. (2551). *การเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนกลุ่มสาระวิทยาศาสตร์ รายวิชาชีววิทยา ระหว่างการเรียนด้วยบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน กับการเรียนตามปกติ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5*. (วิทยานิพนธ์ปริญญาศึกษาศาสตรมหาบัณฑิต ไม่ได้ตีพิมพ์). มหาวิทยาลัยรามคำแหง, กรุงเทพฯ.

- सानนท์ เจริญฉาย. (2543). *โปรแกรมประยุกต์ด้านการศึกษา*. กรุงเทพฯ: พัฒนาศึกษา.
- สุพัฒน์ สุกมลสันต์. (2541). *การสร้างและพัฒนาโปรแกรมคอมพิวเตอร์ช่วยสอนแบบสื่อหลากหลายเพื่อสอนภาษาอังกฤษพื้นฐาน 1*. กรุงเทพฯ: โรงพิมพ์จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- สุรางค์ ไคว์ตระกูล. (2548). *จิตวิทยาการศึกษา*. (พิมพ์ครั้งที่ 6). กรุงเทพฯ: โรงพิมพ์แห่งจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- สุวิทย์ มูลคำ และอรทัย มูลคำ. (2545). *21 วิธีจัดการเรียนรู้เพื่อพัฒนาระบบความคิด*. กรุงเทพฯ: ภาพพิมพ์.
- อารี อนันต์ศรี. (2552). *การพัฒนาบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนที่เน้นวิธีสืบเสาะหาความรู้ เรื่องกายวิภาคของพืช สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 โรงเรียนกาญจนาภิเษกวิทยาลัยสุราษฎร์ธานี จังหวัดสุราษฎร์ธานี*. (วิทยานิพนธ์ปริญญาศึกษาศาสตรมหาบัณฑิต ไม่ได้ตีพิมพ์). มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมาธิราช, นนทบุรี.
- อารีย์ วชิระวารการ. (2542). *การวัดและประเมินผลการเรียน*. กรุงเทพฯ: สถาบันราชภัฏธนบุรี.
- อดิศักดิ์ สุเมธ. (2542). *คอมพิวเตอร์ช่วยสอน ด้วยโปรแกรม Authorware 3.5*. เลย: ภาควิชาเทคโนโลยีและนวัตกรรมทางการศึกษา คณะศึกษาศาสตร์ สถาบันราชภัฏเลย.
- อัจฉรีย์ (คำแถม) พิมพ์บูล. (2550). *คอมพิวเตอร์ช่วยสอน (Computer Assisted Instruction)*. อุบลราชธานี: คณะเทคโนโลยีอุตสาหกรรม มหาวิทยาลัยราชภัฏอุบลราชธานี.
- อำนาจ เดชชัยศรี. (2542). *นวัตกรรมและเทคโนโลยีการศึกษา*. กรุงเทพฯ: พลิกสเซ็นเตอร์.
- อุทุมพร จารมรมาน. (2540). *ข้อสอบ: การสร้างและการพัฒนา*. กรุงเทพฯ: โรงพิมพ์พินนี่.
- Alessi, S.M. and Trollip, S.R. (1985). *Computer-based Instruction Method and Development*. 4th ed. Englewood New York: Prentice – Hall.
- Bloom, Benjamin Samuel. (1965). *Human Characteristics and School Learning*. New York: MC Graw-Hill.
- Forcier, R.C. (1996). *The Computer as a Productivity Tool in Education*. New Jersey: Prentice – Hall.
- Good, Carter. V. (1973). *Dictionary of Education*. New York: MC Graw-Hill.
- Hall, K. A. (1982). Computer-Based Education. *Encyclopedia of Education Research*, 1, 353 – 367.

ภาคผนวก



ภาคผนวก ก

รายนามผู้ทรงคุณวุฒิตรวจสอบเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย



ภาคผนวก ข

แบบประเมินคุณภาพบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน



แบบประเมินคุณภาพของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน
รายวิชาชีววิทยา เรื่อง การแบ่งเซลล์แบบไมโอซิส
(สำหรับผู้ทรงคุณวุฒิด้านเทคโนโลยีการศึกษา)

คำชี้แจง

โปรดพิจารณาว่าบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน รายวิชาชีววิทยา เรื่อง การแบ่งเซลล์แบบไมโอซิส สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 มีความเหมาะสมในด้านต่าง ๆ ที่กำหนดให้หรือไม่ โดยเขียนเครื่องหมาย ✓ ลงในช่อง “ระดับการประเมิน” ตามความคิดเห็นของท่าน ดังนี้

ระดับการประเมิน 5 หมายถึง มีความเหมาะสม มากที่สุด

ระดับการประเมิน 4 หมายถึง มีความเหมาะสม มาก

ระดับการประเมิน 3 หมายถึง มีความเหมาะสม ปานกลาง

ระดับการประเมิน 2 หมายถึง มีความเหมาะสม น้อย

ระดับการประเมิน 1 หมายถึง มีความเหมาะสม น้อยที่สุด

รายการประเมิน	ระดับการประเมิน				
	5	4	3	2	1
1. องค์ประกอบด้านการออกแบบบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน 1.1 การจัดวางส่วนประกอบต่างๆ บนหน้าจอมีความเหมาะสม ง่ายต่อการใช้งาน สัดส่วนของพื้นที่มีความเหมาะสม 1.2 การใช้สีมีความเหมาะสม 1.3 ลักษณะ ขนาด สี ของตัวอักษรชัดเจน อ่านง่าย เหมาะสมกับระดับนักเรียน 1.4 ปริมาณข้อมูลในแต่ละหน้าจอดีมีความเหมาะสม					
2. องค์ประกอบด้านมัลติมีเดีย 2.1 ภาพนิ่งประกอบเนื้อหาที่มีความคมชัด สวยงาม สอดคล้อง กับเนื้อหา 2.2 ภาพเคลื่อนไหว มีความชัดเจน ทำให้บทเรียนน่าสนใจ 2.3 คุณภาพการใช้เสียงดนตรีประกอบบทเรียน เสียงบรรยาย มีความเหมาะสม ชัดเจน น่าสนใจ 2.4 คุณภาพของวีดิทัศน์ประกอบบทเรียน มีความคมชัด ทั้งภาพและเสียงบรรยาย สอดคล้องกับเนื้อหา					

รายการประเมิน	ระดับการประเมิน				
	5	4	3	2	1
2.5 ปริมาณของภาพนิ่ง ภาพเคลื่อนไหว และวิดีโอ ประกอบเนื้อหาที่มีความเหมาะสม					
3. องค์ประกอบด้านปฏิสัมพันธ์					
3.1 การโต้ตอบระหว่างนักเรียนกับบทเรียนทำได้ง่าย ไม่ซับซ้อน					
3.2 การให้ผลย้อนกลับแก่นักเรียนมีความถูกต้อง เหมาะสม					
3.3 นักเรียนมีส่วนร่วมในขณะที่เรียนอยู่ตลอดเวลา					
3.4 คำสั่งหรือคำแนะนำในการทำกิจกรรมขณะเรียนมีความชัดเจน					
4. องค์ประกอบด้านโครงสร้างของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน					
4.1 การเข้าใช้โปรแกรม ใช้งานง่าย ไม่ยุ่งยาก ซับซ้อน					
4.2 การควบคุมเส้นการเดินทางบทเรียน (Navigation) ชัดเจน ถูกต้องและสามารถย้อนกลับไปยังจุดต่างๆ ได้ง่าย ไม่ซับซ้อน					
4.3 โปรแกรมบทเรียนสามารถควบคุมให้นักเรียนทำกิจกรรมที่สำคัญได้ตามลำดับก่อนหลัง ไม่ข้ามขั้นตอน					
5. องค์ประกอบด้านเทคนิคการนำเสนอบทเรียน					
5.1 ใช้สื่อผสมที่หลากหลายในการนำเสนอเนื้อหา ทำให้บทเรียนน่าสนใจ					
5.2 การนำเสนอเนื้อหาแต่ละตอนมีอิสระต่อกัน ส่งเสริมการเรียนรู้เป็นรายบุคคล					

โดยภาพรวมบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน รายวิชาชีววิทยา เรื่อง การแบ่งเซลล์แบบไมโอซิส สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 มีคุณภาพอยู่ในระดับ

ดีมาก ดี ปานกลาง ปรับปรุง

ลงชื่อ ผู้ประเมิน

(นางปราณีทิพย์ ศรีเครือดง)

ผู้ทรงคุณวุฒิทางด้านเทคโนโลยี

**แบบประเมินคุณภาพของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน
รายวิชาชีววิทยา เรื่อง การแบ่งเซลล์แบบไมโอซิส
(สำหรับผู้ทรงคุณวุฒิด้านเนื้อหา)**

คำชี้แจง

โปรดพิจารณาว่าบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน รายวิชาชีววิทยา เรื่อง การแบ่งเซลล์แบบไมโอซิส สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 มีความเหมาะสมในด้านต่าง ๆ ที่กำหนดให้หรือไม่ โดยเขียนเครื่องหมาย ✓ ลงในช่อง “ระดับการประเมิน” ตามความคิดเห็นของท่าน ดังนี้

ระดับการประเมิน 5 หมายถึง มีความเหมาะสม มากที่สุด

ระดับการประเมิน 4 หมายถึง มีความเหมาะสม มาก

ระดับการประเมิน 3 หมายถึง มีความเหมาะสม ปานกลาง

ระดับการประเมิน 2 หมายถึง มีความเหมาะสม น้อย

ระดับการประเมิน 1 หมายถึง มีความเหมาะสม น้อยที่สุด

รายการประเมิน	ระดับการประเมิน				
	5	4	3	2	1
1. ด้านความถูกต้อง เหมาะสมของเนื้อหา 1.1 มีความถูกต้องตามหลักวิชา การอ้างอิง แหล่งที่มาของเนื้อหา มีความน่าเชื่อถือ 1.2 เนื้อหาครบถ้วน ครอบคลุมตามโครงสร้างรายวิชา และหลักสูตรการศึกษาขั้นพื้นฐาน 1.3 มีความสอดคล้องและครอบคลุมวัตถุประสงค์ที่ต้องการนำเสนอ 1.4 เนื้อหา มีความทันสมัย 1.5 ความยากง่ายของเนื้อหา มีความเหมาะสมกับระดับนักเรียน 1.6 ปริมาณของเนื้อหาแต่ละตอนที่นำเสนอ มีความเหมาะสม 1.7 การจัดเรียงเนื้อหาจากง่ายไปยาก มีความเหมาะสม 1.8 ไม่ขัดต่อความมั่นคงของชาติและคุณธรรมจริยธรรม					
2. ภาพประกอบเนื้อหา 2.1 ภาพประกอบเนื้อหา มีความชัดเจน 2.2 ภาพประกอบเนื้อหา มีความสอดคล้องกับเนื้อหา 2.3 คำอธิบายภาพ มีความชัดเจนถูกต้อง					

รายการประเมิน	ระดับการประเมิน				
	5	4	3	2	1
3. ด้านการใช้ภาษา 3.1 ภาษาที่เขียนในเนื้อหาสื่อความหมายชัดเจน เข้าใจง่าย 3.2 ภาษาที่ใช้ในเนื้อหาถูกต้องตามหลักภาษา 3.3 ภาษาที่ใช้ในเนื้อหาถูกต้องตามหลักวิชาการ					

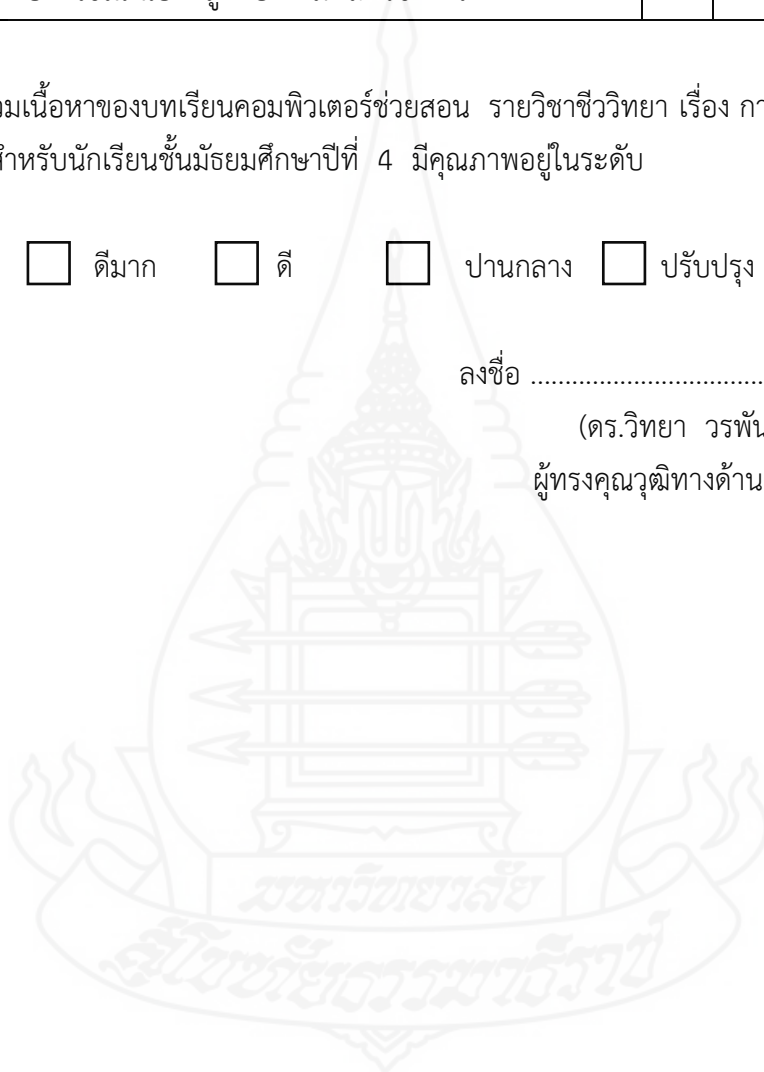
โดยภาพรวมเนื้อหาของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน รายวิชาชีววิทยา เรื่อง การแบ่งเซลล์แบบไมโอซิส สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 มีคุณภาพอยู่ในระดับ

ดีมาก ดี ปานกลาง ปรับปรุง

ลงชื่อ ผู้ประเมิน

(ดร.วิทยา วรพันธ์)

ผู้ทรงคุณวุฒิทางด้านเนื้อหา



**แบบประเมินคุณภาพของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน
รายวิชาชีววิทยา เรื่อง การแบ่งเซลล์แบบไมโอซิส
(สำหรับผู้ทรงคุณวุฒิด้านวัดและประเมินผล)**

คำชี้แจง

โปรดพิจารณาว่าบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน รายวิชาชีววิทยา เรื่อง การแบ่งเซลล์แบบไมโอซิส สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 มีความเหมาะสมในด้านต่าง ๆ ที่กำหนดให้หรือไม่ โดยเขียนเครื่องหมาย ✓ ลงในช่อง “ระดับการประเมิน” ตามความคิดเห็นของท่าน ดังนี้

ระดับการประเมิน 5 หมายถึง มีความเหมาะสม มากที่สุด

ระดับการประเมิน 4 หมายถึง มีความเหมาะสม มาก

ระดับการประเมิน 3 หมายถึง มีความเหมาะสม ปานกลาง

ระดับการประเมิน 2 หมายถึง มีความเหมาะสม น้อย

ระดับการประเมิน 1 หมายถึง มีความเหมาะสม น้อยที่สุด

รายการประเมิน	ระดับการประเมิน				
	5	4	3	2	1
1. แบบทดสอบก่อนเรียน					
1.1 รูปแบบของแบบทดสอบก่อนเรียน มีความเหมาะสม					
1.2 แบบทดสอบก่อนเรียนครอบคลุมเนื้อหาในบทเรียน					
1.3 แบบทดสอบก่อนเรียนครอบคลุมและสอดคล้องกับ วัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรม					
1.4 จำนวนคำถามมีความสอดคล้องกับน้ำหนักความสำคัญของ เนื้อหาแต่ละเรื่อง					
1.5 คำถามในแบบทดสอบก่อนเรียนชัดเจน สื่อความหมาย เข้าใจง่าย					
1.6 ตัวลงในแบบทดสอบก่อนเรียนสามารถลงผู้ทำ แบบทดสอบได้					
1.7 การตั้งคำถามไม่ชี้แนะแนวคำตอบ					
2. แบบทดสอบหลังเรียน					
2.1 รูปแบบของแบบทดสอบก่อนเรียน มีความเหมาะสม					

รายการประเมิน	ระดับการประเมิน				
	5	4	3	2	1
2.2 แบบทดสอบก่อนเรียนครอบคลุมเนื้อหาในบทเรียน 2.3 แบบทดสอบก่อนเรียนครอบคลุมและสอดคล้องกับ วัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรม 2.4 จำนวนคำถามมีความสอดคล้องกับน้ำหนักความสำคัญของ เนื้อหาแต่ละเรื่อง					
2.5 คำถามในแบบทดสอบก่อนเรียนชัดเจน สื่อความหมาย เข้าใจง่าย 2.6 ตัวลงในแบบทดสอบก่อนเรียนสามารถลงผู้ทำ แบบทดสอบได้ 2.7 การตั้งคำถามไม่ชี้แนะแนวคำตอบ					

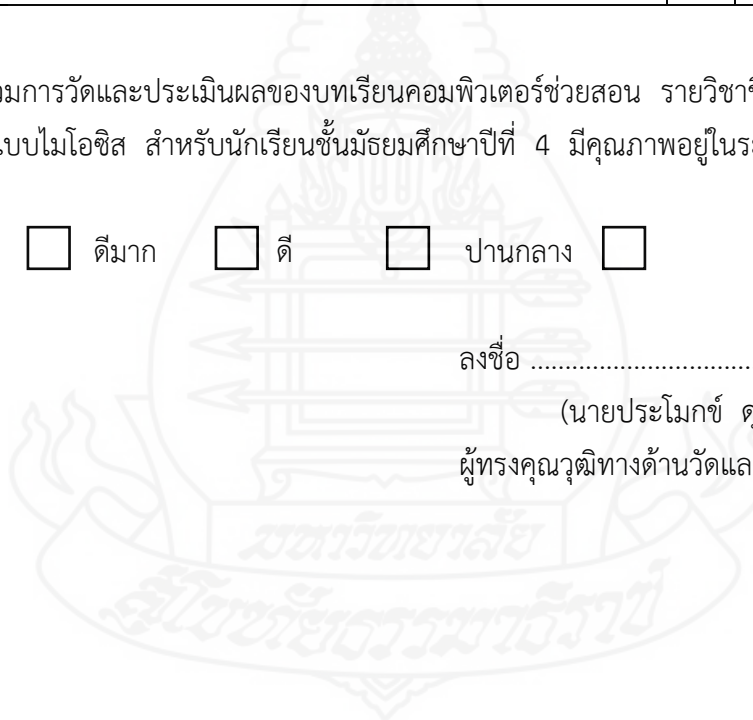
โดยภาพรวมการวัดและประเมินผลของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน รายวิชาชีววิทยา เรื่อง การ
แบ่งเซลล์แบบไมโอซิส สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 มีคุณภาพอยู่ในระดับ

ดีมาก ดี ปานกลาง ปรับปรุง

ลงชื่อ ผู้ประเมิน

(นายประโมกษ์ ดุลณีย์)

ผู้ทรงคุณวุฒิทางด้านวัดและประเมินผล



ภาคผนวก ค

ตารางวิเคราะห์หัวข้อประสงค์เชิงพฤติกรรมในการสร้างแบบทดสอบ



ตารางที่ 1 ตารางวิเคราะห์วัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรม รายวิชาชีววิทยา หน่วยที่ 5
เรื่อง การแบ่งเซลล์แบบไมโอซิส

เนื้อหา	วัตถุประสงค์	พฤติกรรมด้านพุทธิพิสัย					
		ความรู้ความจำ	ความเข้าใจ	การนำไปใช้	การวิเคราะห์	การสังเคราะห์	การประเมินค่า
ตอนที่ 5.1 จุดมุ่งหมายของการ แบ่งเซลล์แบบไมโอ ซิส	1. หลังจากศึกษาเรื่อง จุดมุ่งหมายของการแบ่ง เซลล์แบบไมโอซิส นักเรียน สามารถบอกจุดมุ่งหมาย ของการแบ่งเซลล์แบบไมโอ ซิสได้ถูกต้อง	1	1				
ตอนที่ 5.2 ระยะไมโอซิส 1	2. หลังจากศึกษาเรื่อง ระยะไมโอซิส 1 นักเรียน สามารถอธิบายลักษณะของ ระยะไมโอซิส 1 ได้ถูกต้อง	3	1				
ตอนที่ 5.3 ระยะไมโอซิส 2	3. หลังจากศึกษาเรื่อง ระยะไมโอซิส 2 นักเรียน สามารถอธิบายลักษณะของ ระยะไมโอซิส 2 ได้ถูกต้อง	3	1				
รวม		7	3	-	-	-	-

ภาคผนวก ง

ค่าความยากง่าย (p) ค่าอำนาจจำแนก (r) และค่าความเชื่อมั่น
ของแบบทดสอบก่อนเรียนและหลังเรียน



การวิเคราะห์คุณภาพของแบบทดสอบ การวิเคราะห์คุณภาพของแบบทดสอบก่อนเรียนและหลังเรียน ผู้วิจัยได้หาค่าความยากง่ายของแบบทดสอบ (p) ค่าอำนาจจำแนก (r) และหาค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบ ดังรายละเอียดต่อไปนี้

1) ค่าอำนาจจำแนก (Discrimination) วิเคราะห์โดยใช้สูตร Brennan Index (ลิ้วน สายยศ และอังคณา สายยศ, 2542, น. 211)

$$D = \frac{R_U - R_L}{\frac{N}{2}}$$

เมื่อกำหนดให้

D	=	ค่าอำนาจจำแนก
R_U	=	จำนวนนักเรียนที่ตอบถูกในกลุ่มเก่ง
R_L	=	จำนวนนักเรียนที่ตอบถูกในกลุ่มอ่อน
N	=	จำนวนนักเรียนในกลุ่มเก่งและกลุ่มอ่อน

2) ค่าความยากง่าย (Difficulty) วิเคราะห์โดยใช้สูตร P (บุญชม ศรีสะอาด, 2537, น. 90)

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

เมื่อกำหนดให้

P	=	ค่าความยาก
R	=	จำนวนคนที่ตอบแบบทดสอบถูกในกลุ่มสูงและกลุ่มต่ำ
N	=	จำนวนคนในกลุ่มสูงและกลุ่มต่ำ

ตารางที่ 2 ค่าอำนาจจำแนก(r) และค่าความยาก (p) ของแบบทดสอบก่อนเรียน และหลังเรียน
รายวิชาชีววิทยา เรื่อง การแบ่งเซลล์แบบไมโอซิส

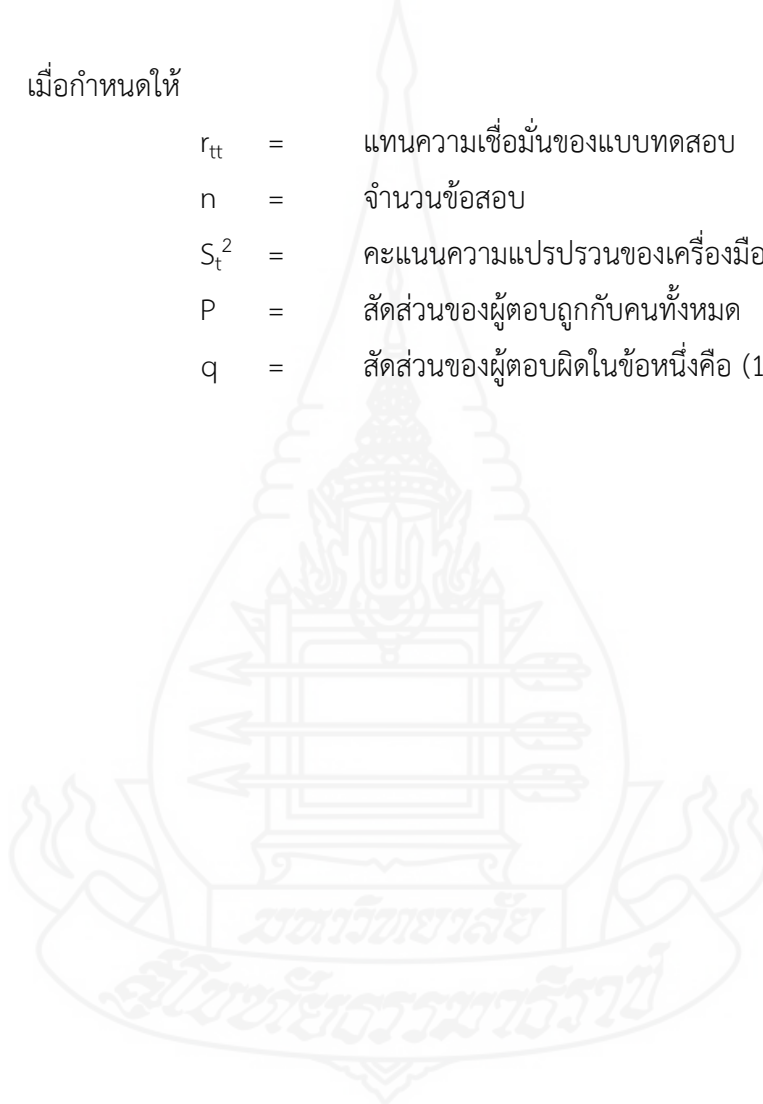
แบบทดสอบก่อนเรียน			วัตถุประสงค์ด้าน	แบบทดสอบหลังเรียน			วัตถุประสงค์ด้าน
ข้อที่	ค่าความยากง่าย (P)	ค่าอำนาจจำแนก (r)		ข้อที่	ค่าความยากง่าย (P)	ค่าอำนาจจำแนก (r)	
1	0.80	0.33	ความรู้ความจำ	1	0.67	0.67	ความรู้ความจำ
2	0.77	0.50	ความเข้าใจ	2	0.60	0.67	ความเข้าใจ
3	0.80	0.33	ความรู้ความจำ	3	0.53	0.67	ความรู้ความจำ
4	0.73	0.33	ความรู้ความจำ	4	0.67	0.67	ความรู้ความจำ
5	0.73	0.50	ความรู้ความจำ	5	0.63	0.50	ความรู้ความจำ
6	0.73	0.50	ความเข้าใจ	6	0.57	0.60	ความเข้าใจ
7	0.80	0.67	ความรู้ความจำ	7	0.60	0.67	ความรู้ความจำ
8	0.80	0.50	ความรู้ความจำ	8	0.67	0.33	ความรู้ความจำ
9	0.33	0.33	ความรู้ความจำ	9	0.70	0.50	ความรู้ความจำ
10	0.80	0.50	ความเข้าใจ	10	0.63	0.33	ความเข้าใจ
แบบทดสอบก่อนเรียน ค่า P อยู่ระหว่าง 0.73 - 0.80 ค่า r อยู่ระหว่าง 0.33 - 0.67				แบบทดสอบหลังเรียน ค่า P อยู่ระหว่าง 0.53 - 0.70 ค่า r อยู่ระหว่าง 0.33 - 0.67			

3) ค่าความเชื่อมั่น (Reliability) ของแบบทดสอบ วิเคราะห์โดยใช้สูตร KR-20
(ล้วน สายยศ และ อังคนา สายยศ, 2542, น.198)

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

เมื่อกำหนดให้

- r_{tt} = แทนความเชื่อมั่นของแบบทดสอบ
 n = จำนวนข้อสอบ
 S_t^2 = คะแนนความแปรปรวนของเครื่องมือฉบับนั้น
 P = สัดส่วนของผู้ตอบถูกกับคนทั้งหมด
 q = สัดส่วนของผู้ตอบผิดในข้อหนึ่งคือ $(1 - p)$



ตารางที่ 3 ค่าความเชื่อมั่น (r_{tt}) ของแบบทดสอบก่อนเรียน รายวิชาชีววิทยา เรื่อง การแบ่งเซลล์
แบบไมโอซิส

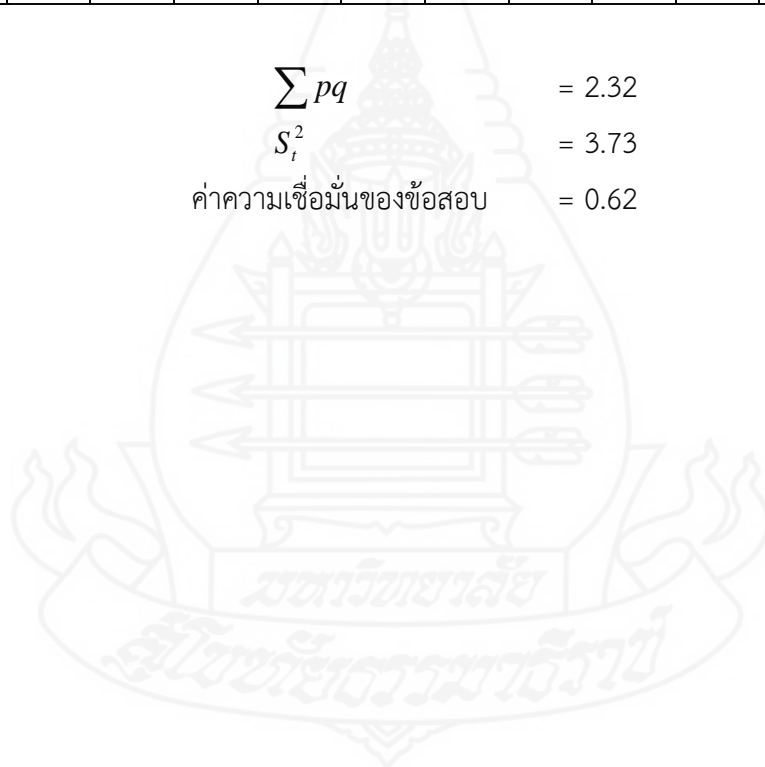
ข้อที่ คนที่	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	X	X ²
1	1	1	1	0	1	1	1	0	1	1	8	64
2	1	1	0	1	1	1	1	1	1	1	9	81
3	0	1	1	1	1	0	1	0	1	1	7	49
4	1	1	1	1	1	1	0	1	0	1	8	64
5	1	1	0	1	1	0	1	1	1	0	7	49
6	1	1	1	0	0	1	1	1	1	1	8	64
7	1	0	1	1	1	1	1	0	0	0	6	36
8	1	1	1	1	0	0	0	1	1	1	7	49
9	0	0	0	1	1	1	1	1	1	1	7	49
10	1	1	1	1	1	1	0	1	1	0	8	64
11	0	1	1	0	1	1	1	1	0	1	7	49
12	1	0	1	1	0	1	1	1	1	0	7	49
13	1	1	0	1	1	1	0	1	1	1	8	64
14	1	1	1	1	0	1	1	0	1	1	8	64
15	1	1	0	1	1	0	1	1	0	1	7	49
16	1	0	1	0	0	0	0	0	1	1	4	16
17	1	0	0	1	1	0	1	1	1	0	6	36
18	0	1	0	1	0	1	0	1	0	0	4	16
19	0	0	0	0	0	0	1	0	1	1	3	9
20	1	0	1	0	1	0	1	1	1	0	6	36
21	0	1	0	1	0	1	0	0	0	1	4	16
22	1	0	0	1	1	0	1	1	1	0	6	36
23	1	0	0	1	1	0	0	0	0	1	4	16
24	0	1	1	0	1	1	1	1	1	1	8	64
25	1	1	0	1	0	0	0	1	1	1	6	36

ข้อที่ คนที่	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	X	X ²
26	0	0	1	0	0	1	0	0	0	1	3	9
27	0	1	0	1	1	0	1	1	1	0	6	36
28	1	0	1	0	0	1	0	1	1	1	6	36
29	0	1	0	1	1	0	1	1	0	0	5	25
30	1	0	1	0	1	1	0	0	1	0	5	25
Σ	20	18	16	20	19	17	18	20	21	19	188	1256
p	0.67	0.60	0.53	0.67	0.63	0.57	0.60	0.67	0.70	0.63	6.27	
q	0.33	0.40	0.47	0.33	0.37	0.43	0.40	0.33	0.30	0.37	3.73	
pq	0.22	0.24	0.25	0.22	0.23	0.25	0.24	0.22	0.21	0.23	2.32	

$$\Sigma pq = 2.32$$

$$S_p^2 = 3.73$$

$$\text{ค่าความเชื่อมั่นของข้อสอบ} = 0.62$$

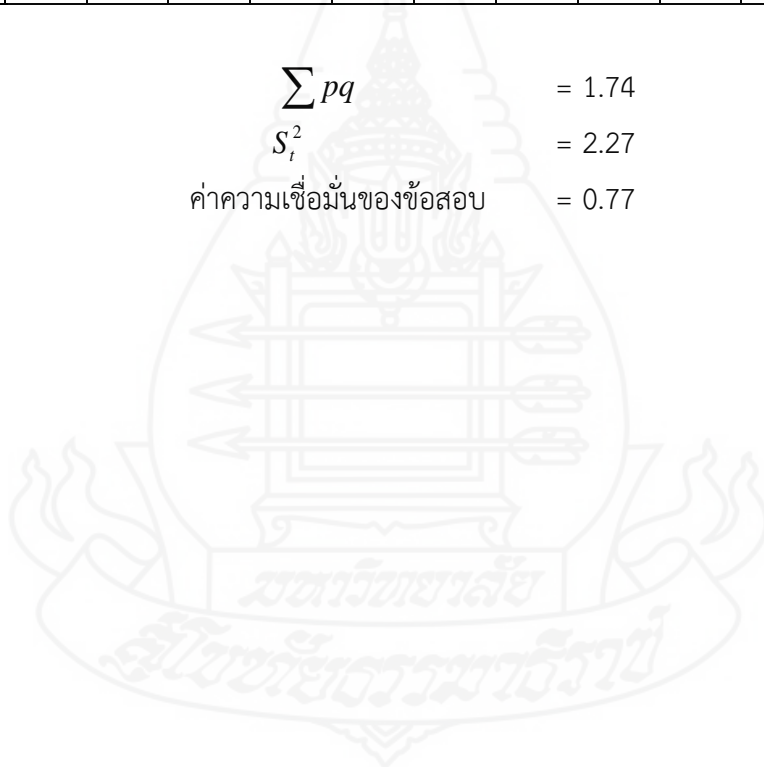


ข้อที่ คนที่	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	X	X ²
26	0	1	1	1	0	0	1	0	0	1	5	25
27	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	10	100
28	1	0	1	1	1	0	0	1	1	1	7	49
29	1	1	1	1	0	1	1	1	1	0	8	64
30	1	0	1	0	1	1	0	1	1	0	6	36
Σ	24	23	24	22	22	22	24	24	23	24	232	1844
p	0.80	0.77	0.80	0.73	0.73	0.73	0.80	0.80	0.77	0.80	7.73	
q	0.20	0.23	0.20	0.27	0.27	0.27	0.20	0.20	0.23	0.20	2.27	
pq	0.16	0.18	0.16	0.20	0.20	0.20	0.16	0.16	0.18	0.16	1.74	

$$\Sigma pq = 1.74$$

$$S_i^2 = 2.27$$

$$\text{ค่าความเชื่อมั่นของข้อสอบ} = 0.77$$



ภาคผนวก จ

ตารางคะแนนทดสอบประสิทธิภาพ แบบเดี่ยว แบบกลุ่ม และแบบภาคสนาม



ตารางที่ 5 คะแนนทดสอบประสิทธิภาพแบบเดี่ยว ของนักเรียนจำนวน 3 คน ที่เรียน
จากบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนรายวิชาชีววิทยา เรื่อง การแบ่งเซลล์แบบไมโอซิส

ลำดับที่	คะแนนก่อนเรียน (10 คะแนน)	คะแนนระหว่างเรียน (15 คะแนน)	คะแนนหลังเรียน (10 คะแนน)
1	4	12	7
2	3	9	6
3	3	8	5
$\sum X$	10	29	18
ค่าเฉลี่ย	3.33	9.67	6.00
	ค่าประสิทธิภาพ	$E_1 = 64.44$	$E_2 = 60.00$

แทนค่า	แทนค่า
$\text{สูตร } E_1 = \frac{\sum X}{A} \times 100$ $E_1 = \frac{29}{15} \times 100$ $= 64.44$	$\text{สูตร } E_2 = \frac{\sum F}{B} \times 100$ $E_2 = \frac{18}{10} \times 100$ $= 60.00$
$E_1/E_2 = 64.44/60.00$	

ตารางที่ 6 คะแนนทดสอบประสิทธิภาพแบบกลุ่ม ของนักเรียนจำนวน 6 คน ที่เรียน
จากบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนรายวิชาชีววิทยา เรื่อง การแบ่งเซลล์แบบไมโอซิส

ลำดับที่	คะแนนก่อนเรียน (10 คะแนน)	คะแนนระหว่างเรียน (15 คะแนน)	คะแนนหลังเรียน (10 คะแนน)
1	4	14	9
2	3	13	9
3	3	12	7
4	4	11	8
5	2	9	6
6	3	8	5
$\sum X$	19	67	44
ค่าเฉลี่ย	3.17	11.17	7.33
	ค่าประสิทธิภาพ	$E_1 = 74.77$	$E_2 = 73.33$

แทนค่า	แทนค่า
$\text{สูตร } E_1 = \frac{\sum X}{A} \times 100$ $E_1 = \frac{67}{15} \times 100$ $= 74.77$	$\text{สูตร } E_2 = \frac{\sum F}{B} \times 100$ $E_2 = \frac{44}{10} \times 100$ $= 73.33$
$E_1/E_2 = 74.77/73.33$	

ตารางที่ 7 คะแนนทดสอบประสิทธิภาพแบบภาคสนาม ของนักเรียนจำนวน 34 คน ที่เรียน
จากบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนรายวิชาชีววิทยา เรื่อง การแบ่งเซลล์แบบไมโอซิส

ลำดับที่	คะแนนก่อนเรียน (10 คะแนน)	คะแนนระหว่างเรียน (15 คะแนน)	คะแนนหลังเรียน (10 คะแนน)
1	4	11	7
2	5	13	9
3	5	12	9
4	4	11	8
5	5	14	9
6	4	11	7
7	4	12	7
8	4	11	8
9	4	13	9
10	3	11	8
11	3	13	9
12	2	13	8
13	4	12	8
14	3	12	7
15	4	11	6
16	4	12	7
17	3	10	8
18	2	15	10
19	3	10	9
20	4	14	9
21	3	11	8
22	4	13	9
23	4	12	8
24	3	11	7
25	2	12	8

ลำดับที่	คะแนนก่อนเรียน (10 คะแนน)	คะแนนระหว่างเรียน (15 คะแนน)	คะแนนหลังเรียน (10 คะแนน)
26	3	11	8
27	5	11	6
28	3	13	8
29	4	12	8
30	4	12	8
31	4	11	7
32	3	11	7
33	2	11	7
34	2	12	7
$\sum X$	120	404	268
ค่าเฉลี่ย	3.53	11.88	7.88
	ค่าประสิทธิภาพ	$E_1 = 79.22$	$E_2 = 78.82$

แทนค่า	แทนค่า
$\frac{\sum X}{N}$ <p>สูตร $E_1 = \frac{N}{A} \times 100$</p> $E_1 = \frac{404}{15} \times 100$ $= 79.22$	$\frac{\sum F}{N}$ <p>สูตร $E_2 = \frac{N}{B} \times 100$</p> $E_2 = \frac{268}{10} \times 100$ $= 78.82$
$E_1/E_2 = 79.22/78.82$	

ตารางที่ 8 คะแนนความก้าวหน้าทางการเรียนของนักเรียนที่เรียนบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน
รายวิชาชีววิทยา เรื่อง การแบ่งเซลล์แบบไมโอซิส

ลำดับที่	คะแนนก่อนเรียน (10 คะแนน)	คะแนนหลังเรียน (10 คะแนน)	ความก้าวหน้า	
			D	D^2
1	4	7	3	9
2	5	9	4	16
3	5	9	4	16
4	4	8	4	16
5	5	9	4	16
6	4	7	3	9
7	4	7	3	9
8	4	8	4	16
9	4	9	5	25
10	3	8	5	25
11	3	9	6	36
12	2	8	6	36
13	4	8	4	16
14	3	7	4	16
15	4	6	2	4
16	4	7	3	9
17	3	8	5	25
18	2	10	8	64
19	3	9	6	36
20	4	9	5	25
21	3	8	5	25
22	4	9	5	25
23	4	8	4	16
24	3	7	4	16
25	2	8	6	36

ลำดับที่	คะแนนก่อนเรียน (10 คะแนน)	คะแนนหลังเรียน (10 คะแนน)	ความก้าวหน้า	
			D	D^2
26	3	8	5	25
27	5	6	1	1
28	3	8	5	25
29	4	8	4	16
30	4	8	4	16
31	4	7	3	9
32	3	7	4	16
33	2	7	5	25
34	2	7	5	25
รวม	120	268	148	700
ค่าเฉลี่ย	3.53	7.88		
ค่า S.D.	1.36	1.31		

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

$\sum D$	=	148
$N \sum D^2$	=	23800
$(\sum D)^2$	=	21904
$n-1$	=	33

$$t = \frac{148}{\sqrt{\frac{23800 - 21904}{33}}}$$

$$t = 19.51$$



ภาคผนวก ฉ

ตารางแสดงค่าความถี่คะแนนความคิดเห็นของนักเรียน
ที่มีต่อบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน

ตารางที่ 9 ค่าความถี่ของคะแนนความคิดเห็นของนักเรียนที่มีต่อบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน

ความคิดเห็น	ระดับความคิดเห็น					ค่าเฉลี่ย
	5	4	3	2	1	
1. ด้านการออกแบบบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน						
1.1 ส่วนประกอบต่างๆ บนหน้าจอของบทเรียนมีความสมดุล เหมาะสม และสวยงาม	12	15	7			4.47
1.2 รูปแบบอักษรมีความเหมาะสม อ่านง่าย	13	18	3			4.35
1.3 เสียงบรรยายมีความชัดเจน ระดับเสียงดังเหมาะสม	17	15	2			4.53
1.4 เสียงดนตรีประกอบเหมาะสมกับเนื้อหา	17	13	4			4.50
1.5 ภาพประกอบเนื้อหามีความคมชัด เข้าใจง่าย	15	15	4			4.47
1.6 วิดีทัศน์ประกอบบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนมีความคมชัด	15	16	3			4.18
1.7 ปุ่มต่างๆ ใช้งานได้ง่าย วางไว้ในตำแหน่งที่เหมาะสม นักเรียนมีความสะดวกในการใช้งาน	14	15	5			4.53
1.8 จำนวนข้อความที่แสดงในแต่ละหน้าจอมีปริมาณที่เหมาะสม	13	14	6			4.32
1.9 บทเรียนมีความน่าสนใจ มีสื่อประกอบที่หลากหลาย	14	12	8			4.44
2. ด้านการนำเสนอเนื้อหาและความรู้ที่ได้รับ						
2.1 แบบทดสอบก่อนเรียนช่วยให้นักเรียนได้ตรวจสอบความรู้เดิม	15	14	5			4.32
2.2 กิจกรรมระหว่างเรียนช่วยให้นักเรียนได้ความรู้เพิ่มมากขึ้น	13	15	6			4.50
2.3 แบบทดสอบหลังเรียนช่วยให้นักเรียนตรวจสอบความรู้ที่ได้เรียนจากบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน	15	15	4			4.41
2.4 เนื้อหา มีการอธิบายและยกตัวอย่างได้ชัดเจน เข้าใจง่าย	16	15	3			4.26
2.5 นักเรียนได้รับความรู้จากการเรียนด้วยบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนเพิ่มมากขึ้น	13	16	5			4.38

ความคิดเห็น	ระดับความคิดเห็น					ค่าเฉลี่ย
	5	4	3	2	1	
2.6 นักเรียนมีความมั่นใจในการเรียนเพิ่มมากขึ้น	15	15	4			4.50
2.7 นักเรียนมีความรับผิดชอบในการเรียนรู้ด้วยตนเองมากขึ้น	14	15	5			4.47
2.8 นักเรียนชอบเรียนด้วยบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน	13	15	6			4.44
2.9 นักเรียนต้องการให้มีการใช้บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนในเรื่องหรือวิชาอื่นๆ ด้วย	13	16	5			4.50



ภาคผนวก ข
แบบสอบถามความคิดเห็น



**แบบสอบถามความคิดเห็นของนักเรียนที่มีต่อบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน
รายวิชาชีววิทยา เรื่อง การแบ่งเซลล์แบบไมโอซิส สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4
โรงเรียนสมเด็จพระพิทยาคม**

คำชี้แจง

ให้นักเรียนแสดงความคิดเห็นที่มีต่อที่มีต่อบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน รายวิชาชีววิทยา เรื่อง การแบ่งเซลล์แบบไมโอซิส สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 โรงเรียนสมเด็จพระพิทยาคม โดยเขียนเครื่องหมาย ✓ ลงในช่อง “ระดับความคิดเห็น” ตามความคิดเห็นของนักเรียน ดังนี้

ระดับความคิดเห็น 5 หมายถึง เห็นด้วยมากที่สุด

ระดับความคิดเห็น 4 หมายถึง เห็นด้วยมาก

ระดับความคิดเห็น 3 หมายถึง เห็นด้วยปานกลาง

ระดับความคิดเห็น 2 หมายถึง เห็นด้วยน้อย

ระดับความคิดเห็น 1 หมายถึง เห็นด้วยน้อยที่สุด

ความคิดเห็น	ระดับความคิดเห็น					
	5	4	3	2	1	ค่าเฉลี่ย
1. ด้านการออกแบบบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน						
1.1 ส่วนประกอบต่างๆ บนหน้าจอของบทเรียนมีความสมดุล เหมาะสม และสวยงาม						
1.2 รูปแบบอักษรมีความเหมาะสม อ่านง่าย						
1.3 เสียงบรรยายมีความชัดเจน ระดับเสียงดังเหมาะสม						
1.4 เสียงดนตรีประกอบเหมาะสมกับเนื้อหา						
1.5 ภาพประกอบเนื้อหาที่มีความคมชัด เข้าใจง่าย						
1.6 วัตถุประสงค์ประกอบบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนมีความคมชัด						
1.7 ปุ่มต่างๆ ใช้งานได้ง่าย วางไว้ในตำแหน่งที่เหมาะสม นักเรียนมีความสะดวกในการใช้งาน						
1.8 จำนวนข้อความที่แสดงในแต่ละหน้าจรมีปริมาณที่เหมาะสม						

ความคิดเห็น	ระดับความคิดเห็น					
	5	4	3	2	1	ค่าเฉลี่ย
1.9 บทเรียนมีความน่าสนใจ มีสื่อประกอบที่หลากหลาย						
2. ด้านการนำเสนอเนื้อหาและความรู้ที่ได้รับ						
2.1 แบบทดสอบก่อนเรียนช่วยให้นักเรียนได้ตรวจสอบความรู้เดิม						
2.2 กิจกรรมระหว่างเรียนช่วยให้นักเรียนได้ความรู้เพิ่มมากขึ้น						
2.3 แบบทดสอบหลังเรียนช่วยให้นักเรียนตรวจสอบความรู้ที่ได้เรียนจากบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน						
2.4 เนื้อหา มีการอธิบายและยกตัวอย่างได้ชัดเจนเข้าใจง่าย						
2.5 นักเรียนได้รับความรู้จากการเรียนด้วยบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนเพิ่มมากขึ้น						
2.6 นักเรียนมีความมั่นใจในการเรียนเพิ่มมากขึ้น						
2.7 นักเรียนมีความรับผิดชอบในการเรียนรู้ด้วยตนเองมากขึ้น						
2.8 นักเรียนชอบเรียนด้วยบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน						
2.9 นักเรียนต้องการให้มีการใช้บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนในเรื่องหรือวิชาอื่นๆ ด้วย						

ความคิดเห็นเพิ่มเติม

.....

.....

.....

.....

.....

.....

ประวัติผู้ศึกษา

ชื่อ	นางสุจิตรา กอศักดิ์
วัน เดือน ปีเกิด	20 ธันวาคม 2509
สถานที่เกิด	จังหวัดอุทัยธานี
ประวัติการศึกษา	วิทยาศาสตร์บัณฑิต (ชีววิทยา) มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ พิษณุโลก
สถานทำงาน	โรงเรียนสมเด็จพระอัมเ็จ อำเภอสมเ็จ จังหวัดกาฬสินธุ์ สำนักงานเขตพื้นที่การศึกษามัธยมศึกษา เขต 24
ตำแหน่ง	ครู วิทยฐานะ ครูชำนาญการพิเศษ

