574.0285
ส514ก
ฉ.3

การศึกษาผลการใช้ฐานข้อมูลการเรียนรู้แบบมัลติมีเดียที่พัฒนาขึ้น ต่อผลการเรียนวิชาชีววิทยา (ว 042) ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5

20 เม.ย. 2547

บทคัดย่อ

ของ

ชาตรี เกิดธรรม

เสนอต่อบัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ เพื่อเป็นส่วนหนึ่งของการศึกษา
ตามหลักสูตรปริญญาการศึกษาดุษฎีบัณฑิต สาขาวิทยาศาสตร์ศึกษา
มีนาคม 2542

117635

ชาตรี เกิดธรรม. (2542). *การศึกษาผลการใช้ฐานข้อมูลการเรียนรู้แบบมัลติมีเดียที่พัฒนาขึ้นต่อผลการเรียนวิชาชีววิทยา (ว 042) ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5.* ปริญญานิพนธ์ กศ.ด. (วิทยาศาสตร์ศึกษา). กรุงเทพฯ : บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ. คณะกรรมการควบคุม : รองศาสตราจารย์ ดร.ณัฏฐพงษ์ เจริญพิทย์ , รองศาสตราจารย์ ดร.สุรชัย สิกขาบัณฑิต , รองศาสตราจารย์ สุมาลี เหลืองสกุล.

งานวิจัยนี้เป็นงานวิจัยตามรูปแบบการวิจัยและพัฒนาเบื้องต้น มีความมุ่งหมายหลักเพื่อ 1) สร้างฐานข้อมูลการเรียนรู้แบบมัลติมีเดียสำหรับใช้ประกอบการสอนปฏิบัติการวิชาชีววิทยา ในระดับชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย (ว 042) ให้มีประสิทธิภาพตามเกณฑ์ที่กำหนด 2) ให้ได้ฐานข้อมูลการเรียนรู้แบบมัลติมีเดียสำหรับใช้ประกอบการสอนปฏิบัติการวิชาชีววิทยา ในระดับชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย (ว 042) และมีความมุ่งหมายรองเพื่อ ศึกษาผลการเรียนปฏิบัติการชีววิทยาโดยใช้ฐานข้อมูลการเรียนรู้แบบมัลติมีเดียประกอบการสอนปฏิบัติการ ของนักเรียนในระดับชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย (ว 042) ในด้านสมรรถภาพในการแก้ปัญหา (Problem solving) สมรรถภาพความคิดขั้นสูงด้านความคิดสร้างสรรค์ (Higher-order thinking on Creativity) และสมรรถภาพด้านทักษะในการสื่อสาร (Communication skill) เพื่อให้บรรลุจุดมุ่งหมายดังกล่าว ผู้วิจัยได้ดำเนินการเป็น 2 ขั้นตอนคือ 1) ขั้นสร้างฐานข้อมูลการเรียนรู้แบบมัลติมีเดียวิชาชีววิทยา (ว 042) และ 2) ขั้นใช้ฐานข้อมูลการเรียนรู้แบบมัลติมีเดียวิชาชีววิทยา (ว 042)

ขั้นสร้างฐานข้อมูลการเรียนรู้ ผู้วิจัยได้ดำเนินการตามขั้นตอนย่อย คือ 1) การออกแบบฐานข้อมูลการเรียนรู้ 2) การสร้างและพัฒนาฐานข้อมูลการเรียนรู้ และ 3) การตรวจสอบประเมินและแก้ไขฐานข้อมูลการเรียนรู้

ในขั้นตอนย่อยว่าด้วยการออกแบบฐานข้อมูลได้ดำเนินการโดยประยุกต์ความรู้ว่าด้วยฐานข้อมูลการเรียนรู้และหลักจิตวิทยาที่เกี่ยวข้อง

การสร้างและพัฒนาฐานข้อมูลการเรียนรู้ได้สร้างบทปฏิบัติการให้ครอบคลุมเนื้อหาบทเรียนวิชาชีววิทยา (ว 042) จำนวน 8 เรื่อง คือ 1) การศึกษาการทำงานของตัวยับยั้งเอนไซม์ 2) การหายใจแบบไม่ใช้ออกซิเจน 3) การวัดอัตราการหายใจ 4) การศึกษาโครงสร้างปอด 5) การศึกษาโครงสร้างใบพืช 6) การสังเคราะห์ด้วยแสง 7) การศึกษาโครงสร้างของเซลล์คุม และ 8) การศึกษาการคายน้ำของพืช

การตรวจสอบ ประเมินและแก้ไขฐานข้อมูลการเรียนรู้กระทำโดยการทดสอบ 3 ครั้ง ได้แก่ การทดสอบแบบเดี่ยว การทดสอบแบบกลุ่มเล็ก และ การทดสอบแบบกลุ่มใหญ่ ตามลำดับ

ขั้นการศึกษาผลการเรียนปฏิบัติการชีววิทยา ประชากรที่ศึกษา ได้แก่ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 โรงเรียนวิเศษไชยชาญ "ตันติวิทยาภูมิ" อ.วิเศษชัยชาญ จ.อ่างทอง แผนการเรียนวิทยาศาสตร์-คณิตศาสตร์ ที่เรียนวิชาชีววิทยา (ว 042) ภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา

2541 จำนวน 129 คน จากประชากรนี้ได้เลือกนักเรียนจำนวน 87 คน โดยการสุ่มอย่างง่าย ใช้เป็นกลุ่มทดลองและ 42 คนใช้เป็นกลุ่มเส้นฐาน ตัวแปรที่ศึกษาประกอบด้วยตัวแปรอิสระ 2 ตัว คือวิธีสอน(แยกเป็นการสอนแบบปกติกับการสอนโดยใช้ฐานข้อมูลการเรียนรู้) กับผลการเรียนวิชาชีววิทยา (แยกเป็นกลุ่มบนกับกลุ่มล่าง) ส่วนตัวแปรตามได้แก่ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน 3 ด้านคือ 1.สมรรถภาพในการแก้ปัญหา 2.สมรรถภาพความคิดขั้นสูงด้านความคิดสร้างสรรค์ และ 3.สมรรถภาพด้านทักษะในการสื่อสาร ใช้เวลาในการทดลองสอน 32 คาบๆละ 50 นาที แบบแผนการวิจัยที่ใช้เป็นแบบทดสอบก่อน-หลังและมีกลุ่มควบคุม (Pretest-posttest control group design) การวิเคราะห์ข้อมูลในส่วนของการหาประสิทธิภาพของฐานข้อมูลการเรียนรู้ กระทำโดยการหาประสิทธิภาพของบทเรียน(E1/E2)ตามเกณฑ์ 80/80 ในส่วนของการทดลองเพื่อเปรียบเทียบการใช้ฐานข้อมูลการเรียนรู้แบบมัลติมีเดียวิชาชีววิทยา (ว -042) ทำการวิเคราะห์โดยใช้การทดสอบค่า t (t-test)

ผลการวิจัยปรากฏดังนี้

1. ฐานข้อมูลการเรียนรู้ที่พัฒนาขึ้น มีประสิทธิภาพผ่านเกณฑ์ 80/80

2. นักเรียนที่เรียนปฏิบัติการชีววิทยา โดยใช้ฐานข้อมูลการเรียนรู้ กับโดยไม่ใช้ฐานข้อมูลการเรียนรู้ มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนด้านสมรรถภาพในการแก้ปัญหา สมรรถภาพความคิดขั้นสูงด้านความคิดสร้างสรรค์ และสมรรถภาพด้านทักษะในการสื่อสาร แตกต่างกัน

3. นักเรียนกลุ่มบนกับกลุ่มล่างที่เรียนปฏิบัติการชีววิทยา โดยใช้ฐานข้อมูลการเรียนรู้ มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนด้านสมรรถภาพด้านทักษะในการสื่อสารแตกต่างกัน แต่มีสมรรถภาพในการแก้ปัญหาและความคิดขั้นสูงด้านความคิดสร้างสรรค์ไม่แตกต่างกัน

4. นักเรียนกลุ่มบนกับกลุ่มล่างที่เรียนปฏิบัติการชีววิทยา โดยไม่ใช้ฐานข้อมูลการเรียนรู้มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนด้านสมรรถภาพในการแก้ปัญหา ความคิดขั้นสูงด้านความคิดสร้างสรรค์และทักษะในการสื่อสารไม่แตกต่างกัน

A STUDY OF UTILIZATION OF THE DEVELOPED MULTIMEDIA COMPUTER-BASED LEARNING UPON M.S.V STUDENTS' LEARNING OUTCOMES ON BIO 042 : BIOLOGY

AN ABSTRACT

BY

CHATREE KERDTHAM

Presented in partial fulfillment of the requirements

For the Doctor of Education degree in Science Education

At Srinakharinwirot University

March 1999

Chatree Kerdtham. (1999). A Study of Utilization of the Developed Multimedia Computer-Based Learning Upon M.S.V Students' Learning Outcomes on BIO 042 : Biology. Dissertation, Ed.D (Science Education). Bangkok : Graduate School, Srinakharinwirot University. Advisor Committee: Assoc. Prof. Dr. Natthapong Charoenpit, Assoc. Prof. Dr. Surachai Sikkabandit, Assoc. Prof. Sumalee Leaungsakul.

This study was a basic Research and Development type conducted under two principal objectives ; 1) to develop a Computer-Based Learning Multimedia for instruction on Bio 042 : Biology to attain the minimum standard requirement , 2) to utilize the Multimedia CBL for classroom instruction and sub-objective was set : to investigate laboratory learning outcomes attained by the Bio 042 students (utilized the Multimedia CBL) on Problem solving, Higher-order thinking, on Creativity, and Communication skill. To achieve the objectives, two operational stages were followed ; 1) Development of Bio 042 Multimedia CBL and 2) Instructional utilization of the Multimedia CBL.

The first stage was fulfilled by three sub-stages ; 1) designing the CBL , 2) constructing the CBL and 3) testing and evaluating the CBL.

The first sub-stage of designing the CBL was achieved by comprehensive application of notions on computer-based learning and related learning theories.

For the second sub-stage, the CBL was designed to cover eight Bio 042 topics ; 1) Enzyme Inhibitors 2) Anaerobic Respiration 3) Respiration Rate 4) Structure of Lung 5) Structure of Plant Leaf 6) Photosynthesis 7) Structure of Guard Cells and 8) Plant Transpiration.

The third stage was accomplished through three sub-stages : one on one trials, small group trails, and field trials, respectively.

To the stage of Instructional utilization of the Multimedia CBL, the population understudied were 129 M.S.V. Science and Mathematics of Tantiwittayapoom school who enrolled in the Bio 042, of which 87 were randomly drawn as the experimenting sample, and 42 as the base-line group.

The variable studied comprised two independent ones ; instructional approach (categorized as utilizing and non-utilizing of the CBL) and academic standing (categorized as the higher and the lower achievers), and three dependent ones ; 1)

Problem solving ability, 2) Higher-order thinking on Creativity, and 3) Communication skill. The teaching experiment, following the Pretest-posttest control group design with corresponding base-line groups, took 32 fifty minute periods.Data analysis for investigation of the Multimedia CBL were accomplished by computing of the E1/E2 efficiency ratio, while those for comparison of the learning outcomes were achieved by the t-test.

The findings of this study were as follows :

1. The developed CBL achieved the 80/80 criteria of efficiency.

2. The CBL utilizers attained different learning outcomes on Problem solving, Higher-order thinking on Creativity and Communication skill, when compared with the non-utilizers.

3. For the CBL utilizers, the higher achievers and the lower ones had different attainment on Communication skill, but not on Problem solving and Higher-order thinking on Creativity.

4. For the non CBL utilizers, the higher achievers and the lower ones had no different attainment on Communication skill, Problem solving and Higher-order thinking on Creativity.

การศึกษาผลการใช้ฐานข้อมูลการเรียนรู้แบบมัลติมีเดียที่พัฒนาขึ้น ต่อผลการเรียน วิชาชีววิทยา (ว 042) ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5

ปริญญานิพนธ์

ของ

ชาตรี เกิดธรรม

เสนอต่อบัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ เพื่อเป็นส่วนหนึ่งของการศึกษา
ตามหลักสูตรปริญญาการศึกษาดุษฎีบัณฑิต สาขาวิทยาศาสตร์ศึกษา
มีนาคม 2542

ลิขสิทธิ์เป็นของ มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ

ปริญญานิพนธ์
เรื่อง

การศึกษาผลการใช้ฐานข้อมูลการเรียนรู้แบบมัลติมีเดียที่พัฒนาขึ้น ต่อผลการเรียน
วิชาชีววิทยา (ว 042) ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5

ของ
นายชาตรี เกิดธรรม

ได้รับอนุมัติจากบัณฑิตวิทยาลัยให้นับเป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตร
ปริญญาการศึกษาดุษฎีบัณฑิต สาขาวิทยาศาสตร์ศึกษา
ของมหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ

.....คณบดีบัณฑิตวิทยาลัย
(ศาสตราจารย์ ดร.เสริมศักดิ์ วิศาลาภรณ์)
วันที่ ๕ เดือน มีนาคม พ.ศ. 2542

คณะกรรมการสอบปริญญานิพนธ์

.....ประธาน
(รองศาสตราจารย์ ดร.ณัฏฐพงษ์ เจริญพิทย์)

.....กรรมการ
(รองศาสตราจารย์ ดร.สุรชัย สิกขาบัณฑิต)

.....กรรมการ
(รองศาสตราจารย์ สุมาลี เหลืองสกุล)

.....กรรมการที่แต่งตั้งเพิ่มเติม
(รองศาสตราจารย์ ดร.สมสรร วงษ์อยู่น้อย)

.....กรรมการที่แต่งตั้งเพิ่มเติม
(รองศาสตราจารย์ ยุทธนา สมิตะสิริ)

ประกาศคุณูปการ

ปริญญานิพนธ์ฉบับนี้สำเร็จสมบูรณ์ได้ด้วยความอนุเคราะห์เป็นอย่างดียิ่งจาก รองศาสตราจารย์ ดร.ณัฏฐพงษ์ เจริญพิทย์ ประธานกรรมการที่ปรึกษา รองศาสตราจารย์ ดร.สุรชัย สิกขาบัณฑิต และรองศาสตราจารย์สุมาลี เหลืองสกุล กรรมการที่ปรึกษาที่กรุณาให้คำปรึกษาแนะนำแนวทางในการทำวิจัยมาโดยตลอด ผู้วิจัยขอกราบขอบพระคุณเป็นอย่างสูง

ขอกราบขอบพระคุณรองศาสตราจารย์ ดร.สมสรร วงษ์อยู่น้อยและรองศาสตราจารย์ยุทธนา สมิตะสิริ ที่ให้คำแนะนำเพิ่มเติมในการสอบปากเปล่าปริญญานิพนธ์

ขอขอบพระคุณ อาจารย์ประดิษฐ์ เหล่าเนตร์ อาจารย์สุวัฒน์ คล่องดี อาจารย์สมบัติ พุ่มสาขา อาจารย์ช่อทิพย์ ตระกูลสว่างภพ อาจารย์สุภาพ หาคำ อาจารย์วินัย เกียรติอดิศร อาจารย์สมคิด ศิริเรือง อาจารย์พงษ์ชัย ศรีพันธุ์ ที่กรุณาให้คำแนะนำและตรวจสอบแก้ไขเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

ขอขอบพระคุณผู้อำนวยการโรงเรียน คณะครูหมวดวิชาวิทยาศาสตร์ หมวดวิชาคอมพิวเตอร์และขอขอบใจนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 โรงเรียนวิเศษไชยชาญ "ตันติวิทยาภูมิ" ที่ให้ความร่วมมือในการวิจัยเป็นอย่างดี

ขอขอบคุณอาจารย์อัจฉรา กุลวัฒน์ที่กรุณาให้คำปรึกษาแนะนำและช่วยเหลือในการคำนวณค่าทางสถิติ การจัดรูปเล่ม การพิมพ์งาน ขอขอบคุณอาจารย์วิลาวัลย์ จำรูญโรจน์ที่ให้ความช่วยเหลือในการตรวจทาน แก้ไขคำผิดและให้คำแนะนำในการทำปริญญานิพนธ์ฉบับนี้

ขอขอบคุณเพื่อนๆ นิสิตวิทยาศาสตร์ศึกษา ตลอดจนผู้เกี่ยวข้องทุกท่านที่ให้ความช่วยเหลือแนะนำ เป็นขวัญและกำลังใจในการทำปริญญานิพนธ์จนสำเร็จลุล่วงไปด้วยดี

ขอกราบขอบพระคุณบิดามารดาเป็นอย่างสูง ขอขอบคุณสำหรับกำลังใจและการให้ความสนับสนุนช่วยเหลือจากครอบครัวเกิดธรรมทุกๆคนโดยเฉพาะคุณวัชรินทร์และคุณอลิศรา เกิดธรรม

คุณค่าและประโยชน์ใดๆที่พึงมีจากปริญญานิพนธ์ฉบับนี้ ผู้วิจัยขอมอบเป็นเครื่องบูชาพระคุณของคุณพ่อสุรศักดิ์-คุณแม่เฉลียว เกิดธรรมตลอดจนครู-อาจารย์และผู้มีพระคุณทุกท่าน

ชาตรี เกิดธรรม

สารบัญ

บทที่		หน้า
1	บทนำ	1
	ภูมิหลัง	1
	ความมุ่งหมายของการวิจัย	7
	ความสำคัญของการวิจัย	7
	ขอบเขตของการวิจัย	9
	นิยามศัพท์เฉพาะ	11
2	เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง	13
	เอกสารที่เกี่ยวข้องกับการศึกษาค้นคว้า	13
	การใช้คอมพิวเตอร์เพื่อการศึกษา	13
	การใช้คอมพิวเตอร์เพื่อการศึกษาในประเทศไทย	18
	การใช้คอมพิวเตอร์เพื่อการศึกษาในต่างประเทศ	20
	คอมพิวเตอร์ช่วยสอน	22
	คอมพิวเตอร์ระบบมัลติมีเดีย	39
	ฐานข้อมูลการเรียนรู้	61
	จิตวิทยาการเรียนรู้	64
	แนวคิดเกี่ยวกับการแก้ปัญหา	67
	ความคิดขั้นสูงด้านความคิดสร้างสรรค์	72
	ทักษะในการสื่อสาร	81
	การเรียนการสอนชีววิทยาในระดับมัธยมศึกษาตอนปลาย	83
	งานวิจัยที่เกี่ยวกับการศึกษาค้นคว้า	91
	งานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับคอมพิวเตอร์ช่วยสอน	91
	งานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับฐานข้อมูลการเรียนรู้	93
	งานวิจัยที่เกี่ยวกับการแก้ปัญหา	98
	งานวิจัยที่เกี่ยวกับการคิดขั้นสูงด้านความคิดสร้างสรรค์	106
	งานวิจัยที่เกี่ยวกับทักษะในการสื่อสาร	108
	สมมติฐานการวิจัย	109

สารบัญ (ต่อ)

บทที่ หน้า

3 วิธีดำเนินการวิจัย 110

ขั้นสร้างฐานข้อมูลการเรียนรู้แบบมัลติมีเดียวิชาชีววิทยา (ว 042) 110

การออกแบบฐานข้อมูลการเรียนรู้แบบมัลติมีเดีย 110

การสร้างและพัฒนาฐานข้อมูลการเรียนรู้แบบมัลติมีเดีย 116

การตรวจสอบ ประเมิน และแก้ไขฐานข้อมูลการเรียนรู้แบบมัลติมีเดีย 119

ขั้นใช้ฐานข้อมูลการเรียนรู้แบบมัลติมีเดียวิชาชีววิทยา (ว 042) 135

การเลือกกลุ่มตัวอย่างในการทดลองสอน 135

การกำหนดแบบแผนการทดลองสอน 136

การสร้างเครื่องมือที่ใช้ในการทดลองสอน 139

การทดลองสอน 152

การวิเคราะห์ข้อมูลและสถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์ 155

4 ผลการวิเคราะห์ข้อมูล 160

5 สรุป อภิปรายและข้อเสนอแนะ 213

บรรณานุกรม 227

ภาคผนวก 237

ประวัติย่อผู้วิจัย 500

บัญชีตาราง

ตาราง หน้า

3-1 แสดงรายชื่อบทปฏิบัติการที่เลือกมาทำการสร้างและพัฒนาฐานข้อมูลการเรียนรู้แบบมัลติมีเดีย 118

3-2 สรุปความคิดเห็นและข้อเสนอแนะของผู้เชี่ยวชาญจากการประเมินฐานข้อมูลการเรียนรู้แบบมัลติมีเดียวิชา ชีววิทยา ด้านเนื้อหา 120

3-3 สรุประดับคะแนนเฉลี่ยแต่ละบทปฏิบัติการจากการประเมินของผู้เชี่ยวชาญในฐานข้อมูลการเรียนรู้แบบมัลติมีเดียวิชา ชีววิทยา ด้านเทคนิคการออกแบบ การนำเสนอสื่อ และความเหมาะสมในด้านต่าง ๆ 122

3-4 สรุปความคิดเห็นและข้อเสนอแนะของผู้เชี่ยวชาญจากการประเมินฐานข้อมูลการเรียนรู้แบบมัลติมีเดียวิชา ชีววิทยา ด้านเทคนิคการออกแบบ การนำเสนอสื่อ และความเหมาะสมในด้านต่าง ๆ 123

3-5 แสดงกำหนดเวลาในการทดสอบประสิทธิภาพฐานข้อมูลการเรียนรู้แบบมัลติมีเดียแบบเดี่ยว 125

3-6 สรุปผลความคิดเห็นและการบันทึกพฤติกรรมของนักเรียนที่ทำการทดสอบฐานข้อมูลการเรียนรู้แบบมัลติมีเดียแบบเดี่ยว 125

3-7 แสดงกำหนดเวลาในการทดสอบประสิทธิภาพฐานข้อมูลการเรียนรู้แบบมัลติมีเดียแบบกลุ่มเล็ก 129

3-8 แสดงการสรุปผลการทดสอบประสิทธิภาพของฐานข้อมูลการเรียนรู้แบบมัลติมีเดียแบบกลุ่มเล็ก 130

3-9 แสดงกำหนดเวลาในการทดสอบประสิทธิภาพฐานข้อมูลการเรียนรู้แบบมัลติมีเดียแบบกลุ่มใหญ่ 133

3-10 แสดงจำนวนนักเรียนและการแบ่งกลุ่มของกลุ่มตัวอย่าง 136

3-11 แสดงกำหนดการทดลองสอนและการทดสอบวัดสมรรถภาพด้านต่าง ๆ สำหรับห้องเรียนที่เป็นกลุ่มทดลอง 137

3-12 แสดงกำหนดการทดลองสอนและการทดสอบวัดสมรรถภาพด้านต่าง ๆ สำหรับห้องเรียนที่เป็นกลุ่มเส้นฐาน 138

3-13 แสดงข้อมูลโดยสรุปเกี่ยวกับการสร้างแบบทดสอบและเกณฑ์การวัดสมรรถภาพที่ใช้ในการวิจัย 140

บัญชีตาราง (ต่อ)

ตาราง หน้า

3-14 แสดงกำหนดเวลาในการหาคุณภาพของแบบทดสอบวัดสมรรถภาพการคิดขั้นสูงด้านความคิดสร้างสรรค์ 146

3-15 แสดงดัชนีคุณภาพของแบบทดสอบที่ใช้ในการวิจัย..... 147

3-16 แสดงกำหนดการทดลองสอนและการทดสอบวัดสมรรถภาพต่าง ๆ ทั้งห้องเรียนที่เป็นกลุ่มทดลองและเป็นกลุ่มเส้นฐาน.....154

4-1 แสดงค่า คะแนน($\overline{X}$) , $\sum X$ และค่า E1 ในการหาประสิทธิภาพฐานข้อมูลการเรียนรู้แบบมัลติมีเดียวิชาชีววิทยา (ว042) ของแต่ละบทปฏิบัติการในการทดสอบแบบกลุ่มเล็ก.....175

4-2 แสดงค่า คะแนน($\overline{X}$) , $\sum X$ และค่า E2 ในการหาประสิทธิภาพฐานข้อมูลการเรียนรู้แบบมัลติมีเดียวิชาชีววิทยา (ว042) ของแต่ละบทปฏิบัติการในการทดสอบแบบกลุ่มเล็ก 176

4-3 แสดงค่าการหาประสิทธิภาพฐานข้อมูลการเรียนรู้แบบมัลติมีเดีย วิชา ชีววิทยา (ว 042) ของแต่ละบทปฏิบัติการในการทดสอบแบบกลุ่มเล็ก 177

4-4 แสดงค่า $\sum X$, $\sum F$, E1 , E2 และค่า E1/E2 ในการหาประสิทธิภาพฐานข้อมูลการเรียนรู้แบบมัลติมีเดียวิชาชีววิทยา (ว042) ของแต่ละบทปฏิบัติการในการทดสอบแบบกลุ่มใหญ่ 178

4-5 แสดงผลการเปรียบเทียบสมรรถภาพในการแก้ปัญหาของนักเรียนที่เรียนโดยใช้ฐานข้อมูลกับไม่ใช้ฐานข้อมูล 179

4-6 แสดงผลการเปรียบเทียบสมรรถภาพความคิดขั้นสูงด้านความคิดสร้างสรรค์ของนักเรียนที่เรียนโดยใช้ฐานข้อมูลกับไม่ใช้ฐานข้อมูล 182

4-7 แสดงผลการเปรียบเทียบสมรรถภาพด้านทักษะในการสื่อสารของนักเรียนที่เรียนโดยใช้ฐานข้อมูลกับไม่ใช้ฐานข้อมูล 185

4-8 แสดงผลการเปรียบเทียบสมรรถภาพในการแก้ปัญหาของนักเรียนกลุ่มบนกับกลุ่มล่างที่เรียนโดยใช้ฐานข้อมูลกับไม่ใช้ฐานข้อมูล 188

4-9 แสดงผลการเปรียบเทียบสมรรถภาพความคิดขั้นสูงฯของนักเรียนกลุ่มบนกับกลุ่มล่างที่เรียนโดยใช้ฐานข้อมูลกับไม่ใช้ฐานข้อมูล 193

4-10 แสดงผลการเปรียบเทียบสมรรถภาพด้านทักษะในการสื่อสารของนักเรียนกลุ่มบนกับกลุ่มล่างที่เรียนโดยใช้ฐานข้อมูลกับไม่ใช้ฐานข้อมูล 198

บัญชีตาราง (ต่อ)

ตาราง หน้า

4-11 แสดงผลการเปรียบเทียบสมรรถภาพในการแก้ปัญหา ความคิดขั้นสูง ด้านความคิดสร้างสรรค์และทักษะในการสื่อสารของนักเรียนที่เรียนโดยใช้ฐานข้อมูลกับไม่ใช้ฐานข้อมูลโดยภาพรวม 203

4-12 แสดงผลการเปรียบเทียบสมรรถภาพในการแก้ปัญหา ความคิดขั้นสูง ด้านความคิดสร้างสรรค์และทักษะในการสื่อสารของนักเรียนกลุ่มบนกับกลุ่มล่างที่เรียนโดยใช้ฐานข้อมูลกับไม่ใช้ฐานข้อมูลโดยภาพรวม 207

4-13 แสดงผลการเปรียบเทียบสมรรถภาพในการแก้ปัญหา ความคิดขั้นสูง ด้านความคิดสร้างสรรค์และทักษะในการสื่อสารของนักเรียนกลุ่มบนกับกลุ่มล่างที่เรียนโดยใช้ฐานข้อมูลกับไม่ใช้ฐานข้อมูลโดยภาพรวม (พิจารณาจากค่า p) 208

บัญชีภาพประกอบ

ภาพประกอบ		หน้า
2-1	แผนผังแสดงรูปแบบโปรแกรมบทเรียนเพื่อการสอน	24
2-2	แผนผังแสดงรูปแบบโปรแกรมบทเรียนการฝึกหัด	25
2-3	แผนผังแสดงรูปแบบโปรแกรมบทเรียนสถานการณ์จำลอง	26
2-4	แผนผังแสดงรูปแบบโปรแกรมบทเรียนเกมเพื่อการเรียนการสอน	27
2-5	แผนผังแสดงบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนแบบเส้นทางเดียว	29
2-6	แผนผังแสดงบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนแบบย้อนกรอบ	29
2-7	แผนผังแสดงบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนแบบข้ามกรอบ	30
2-8	แผนผังแสดงบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนแบบข้ามและย้อนกรอบ	30
2-9	แผนผังแสดงบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนแบบทางเดินหลายเส้น	31
2-10	แผนผังแสดงบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนแบบกรอบซ่อมเสริมเดี่ยว	31
2-11	แผนผังแสดงบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนแบบมีห่วงกรอบซ่อมเสริม	32
2-12	แผนผังแสดงบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนแบบกรอบซ่อมเสริมหลายกิ่ง	33
2-13	แผนผังแสดงบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนแบบแตกกิ่งคู่	34
2-14	แผนผังแสดงบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนแบบกิ่งประกอบ	35
2-15	แผนผังแสดงองค์ประกอบของระบบมัลติมีเดีย	56
2-16	แผนภาพแสดงองค์ประกอบของฐานข้อมูลการเรียนรู้	62
3-1	แสดงการออกแบบพื้นฐานในการเรียนการสอน	111
3-2	แสดงแนวคิดการออกแบบโปรแกรมฐานข้อมูลการเรียนรู้	112
3-3	แสดงการผสมผสานระหว่างกระบวนการเรียนรู้และเทคโนโลยีสารสนเทศ	112
3-4	แสดงความสัมพันธ์ระหว่างกระบวนการเรียนรู้ อุปกรณ์วัดและต่อพ่วงต่าง ๆและเทคโนโลยีสารสนเทศ	113
3-5	แสดงยุทธวิธีการเรียนการสอนแบบบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน	114
3-6	แสดงโครงสร้างของฐานข้อมูลการเรียนรู้ชีววิทยา (ว 042) ที่ผู้วิจัยออกแบบ	116
4-1	แสดงสัญลักษณ์ของโปรแกรมหลังจากติดตั้งแล้ว	162
4-2	แสดงสัญลักษณ์ของโปรแกรมหลังจากติดตั้งแล้วปรากฏหน้าจอคอมพิวเตอร์	162
4-3	แสดงรายการเลือกของฐานข้อมูลการเรียนรู้	163
4-4	แสดงรายการเลือกทำบทปฏิบัติการ	163
4-5	แสดงรายการเริ่มต้นบทปฏิบัติการ	164
4-6	แสดงคำอธิบายประกอบบทปฏิบัติการ	164

บัญชีภาพประกอบ (ต่อ)

ภาพประกอบ		หน้า
4-7	แสดงภาพประกอบบทปฏิบัติการ	165
4-8	แสดงขั้นตอนการทำบทปฏิบัติการ	165
4-9	แสดงคำถามในบทปฏิบัติการ	166
4-10	แสดงการตอบคำถามในบทปฏิบัติการ	166
4-11	แสดงการเข้าไปค้นข้อมูลจากส่วนความรู้เพิ่มเติม	167
4-12	แสดงการเข้าไปค้นข้อมูลจากส่วนของฐานข้อมูลรวม	167
4-13	แสดงข้อความที่เป็นไฮเปอร์เท็กซ์และส่วนขยายที่เป็นข้อความ	168
4-14	แสดงข้อความที่เป็นไฮเปอร์เท็กซ์และส่วนขยายที่เป็นรูปภาพ	168
4-15	แสดงภาพส่วนที่เป็นไฮเปอร์มีเดีย	169
4-16	แสดงส่วนขยายไฮเปอร์มีเดีย	169
4-17	แสดงการเลือกหัวข้อในฐานข้อมูลการเรียนรู้ในการค้นคว้า	170
4-18	แสดงการเลือกเข้าไปศึกษาในฐานข้อมูลการเรียนรู้	170
4-19	แสดงส่วนขยายของไฮเปอร์มีเดียในฐานข้อมูลการเรียนรู้	171
4-20	แสดงการเชื่อมโยงไปยังส่วนต่าง ๆของฐานข้อมูลการเรียนรู้	171
4-21	แสดงรายการเลือกทำแบบทดสอบ	172
4-22	แสดงแบบทดสอบการเรียนรู้	172
4-23	แสดงแบบทดสอบการเรียนรู้	173
4-24	แสดงการแจ้งผลการทำแบบทดสอบการเรียนรู้	173
4-25	แสดงรายการเลือกคำแนะนำการใช้ฐานข้อมูลการเรียนรู้	174
4-26	แสดงรายการคำแนะนำการใช้ฐานข้อมูลการเรียนรู้	174
4-27	กราฟแสดงผลการเปรียบเทียบสมรรถภาพในการแก้ปัญหาของนักเรียนที่เรียนโดยใช้ฐานข้อมูลกับไม่ใช้ฐานข้อมูล	180
4-28	กราฟแสดงผลการเปรียบเทียบสมรรถภาพความคิดขั้นสูงด้านความคิดสร้างสรรค์ของนักเรียนที่เรียนโดยใช้ฐานข้อมูลกับไม่ใช้ฐานข้อมูล	183
4-29	กราฟแสดงผลการเปรียบเทียบสมรรถภาพด้านทักษะในการสื่อสารของนักเรียนที่เรียนโดยใช้ฐานข้อมูลกับไม่ใช้ฐานข้อมูล	186
4-30	กราฟแสดงผลการเปรียบเทียบสมรรถภาพในการแก้ปัญหาของนักเรียนกลุ่มบนกับกลุ่มล่างที่เรียนโดยใช้ฐานข้อมูลกับไม่ใช้ฐานข้อมูล	190

บัญชีภาพประกอบ (ต่อ)

ภาพประกอบ หน้า

4-31 กราฟแสดงผลการเปรียบเทียบสมรรถภาพความคิดขั้นสูงด้านความคิดสร้างสรรค์ของนักเรียนกลุ่มบนกับกลุ่มล่างที่เรียนโดยใช้ฐานข้อมูลกับไม่ใช้ฐานข้อมูล....195

4-32 กราฟแสดงผลการเปรียบเทียบสมรรถภาพด้านทักษะในการสื่อสารของนักเรียนกลุ่มบนกับกลุ่มล่างที่เรียนโดยใช้ฐานข้อมูลกับไม่ใช้ฐานข้อมูล....200

4-33 กราฟแสดงการเปรียบเทียบสมรรถภาพในการแก้ปัญหา ความคิดขั้นสูงด้านความคิดสร้างสรรค์และทักษะในการสื่อสารของนักเรียนที่เรียนโดยใช้ฐานข้อมูลกับไม่ใช้ฐานข้อมูล 204

4-34 กราฟแสดงการเปรียบเทียบสมรรถภาพในการแก้ปัญหา ความคิดขั้นสูงด้านความคิดสร้างสรรค์และทักษะในการสื่อสารของนักเรียนกลุ่มบนกับกลุ่มล่างที่เรียนโดยใช้ฐานข้อมูลกับไม่ใช้ฐานข้อมูล 209

บทที่ 1
บทนำ

ภูมิหลัง

ปัจจุบันโลกเรามีความเจริญก้าวหน้าเป็นอันมาก โดยเฉพาะทางด้านวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มนุษย์ได้เรียนรู้วิทยาศาสตร์สาขาต่างๆ เช่น ฟิสิกส์ เคมี ชีววิทยา ดาราศาสตร์ และอื่นๆ ก็เกิดความคิดที่จะเอาความรู้นั้นมาใช้ประโยชน์ ได้ประดิษฐ์เครื่องมือ เครื่องใช้ขึ้นมากมาย ซึ่งเป็นประโยชน์และมีความสำคัญต่อความเป็นอยู่ของมนุษย์เป็นอันมาก จนบางครั้งมนุษย์เราเองก็มักจะตามความเจริญก้าวหน้าไม่ทัน เป็นปัญหาที่จะต้องรีบเร่งแก้ไข ดังนั้นจึงจะต้องศึกษาหาความรู้ความเข้าใจวิทยาศาสตร์อย่างกว้างๆและทั่วไปเพื่อเป็นความรู้พื้นฐานสำหรับการดำรงชีวิตในสังคมปัจจุบัน อาจกล่าวได้ว่าวิทยาศาสตร์ศึกษาเป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาทั่วไป (พิทักษ์ รักษพลเดช. 2539 : 361-362) และจากการที่ความเจริญก้าวหน้าทางวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีได้เจริญขึ้นอย่างรวดเร็ว ความรู้ทางวิทยาศาสตร์ได้เกิดขึ้นอย่างมากมาย การถ่ายทอดความรู้ด้านเนื้อหาทางวิทยาศาสตร์และข้อเท็จจริงทั้งหมดจึงเป็นไปได้ยาก อีกทั้งครูยังไม่สามารถจัดกิจกรรมการเรียนการสอนให้ครอบคลุมความรู้ทางวิทยาศาสตร์ได้หมด (นิดา สะเพียรชัย. 2520 : 6)

การเรียนการสอนวิทยาศาสตร์ มีจุดประสงค์หลักที่มุ่งให้ผู้เรียนได้พัฒนาทางด้านหลักการพื้นฐานทางวิทยาศาสตร์ กระบวนการทางวิทยาศาสตร์ การคิดวิเคราะห์และการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ สื่อความหมายและสามารถตัดสินใจเลือกใช้ข้อมูลได้อย่างเหมาะสม นำความรู้และกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ไปใช้ในชีวิต มีเจตคติทางวิทยาศาสตร์และเจตคติต่อวิทยาศาสตร์ (สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี. 2538 : ค บทนำ) นอกจากนั้นยังมีเป้าหมายด้านอื่นๆที่ต้องการให้นักเรียนได้พัฒนา อันเป็นสมรรถภาพที่พึงประสงค์จากการเรียนการสอนวิชาวิทยาศาสตร์ คือ ความสามารถในการใช้วิธีการทางวิทยาศาสตร์เพื่อแก้ปัญหา (Problem solving) ความคิดขั้นสูง (Higher-order thinking) และทักษะในการสื่อสาร (Communication skills) (หน่วยศึกษานิเทศก์. 2539 : 24)

หลักสูตรระดับมัธยมศึกษาตอนปลาย มีความมุ่งหมายทั่วไปเช่นเดียวกับการศึกษาในหลักสูตรระดับอื่น คือ เป็นการศึกษาที่มุ่งให้ผู้เรียนพัฒนาคุณภาพชีวิต เพื่อทำให้บุคคลเป็นพลเมืองดี โดยให้ผู้เรียนได้พัฒนาเชาว์ปัญญา มีความรู้และทักษะเฉพาะด้านตามศักยภาพ เห็นช่องทางในการประกอบอาชีพ ร่วมพัฒนาสังคมด้วยแนวทางและวิธีการใหม่ๆ (กรมวิชาการ. 2535 : 1) และจะกำหนดให้นักเรียน เรียนวิชาวิทยาศาสตร์พื้นฐาน ซึ่งเป็นวิชาบังคับ โดยมีจุดประสงค์เพื่อให้เข้าใจในหลักการ ทฤษฎี ขอบเขต ข้อจำกัดของวิทยาศาสตร์ มีทักษะที่สำคัญใน

การศึกษาค้นคว้าและคิดค้นทางวิทยาศาสตร์ มีเจตคติทางวิทยาศาสตร์ รวมทั้งตระหนักถึงความสัมพันธ์ระหว่างวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี มวลมนุษย์และสภาพแวดล้อม (กรมวิชาการ. 2535 : 111) และในพระราชบัญญัติการศึกษาแห่งชาติที่กำลังจะประกาศใช้นี้ ได้กำหนดมาตรฐานการศึกษาขั้นพื้นฐานไว้หลายประการ เช่น ...5.มีความสามารถในการคิดไตร่ตรองคิดอย่างมีวิจารณญาณและคิดอย่างสร้างสรรค์ 6.มีความสามารถในการตัดสินใจ การแก้ปัญหาและวิสัยทัศน์...8.มีทักษะในการสื่อสาร...11.มีความสามารถในการจัดการและการใช้เทคโนโลยี (กรมวิชาการ. 2541 : 5)

การเรียนโดยทั่วไป มีผู้เรียนเป็นจำนวนมากที่ไม่สนใจในวิชาดังกล่าว เนื่องจากไม่มีสิ่งกระตุ้นเร้าในการเรียน จะเรียนอย่างฉาบฉวย ผลที่ได้จึงไม่เป็นไปตามจุดประสงค์ของวิชา จากการติดตามและประเมินการใช้หลักสูตรของกรมวิชาการ ปีการศึกษา 2535 เพื่อประเมินผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนระดับมัธยมศึกษาปีที่ 6 พบว่าความรู้ความคิดทางด้านวิทยาศาสตร์มีค่าเฉลี่ยร้อยละ 55.963 ด้านการคิดและแก้ปัญหามีค่าเฉลี่ยร้อยละ 44.859 มีจำนวนนักเรียนที่อยู่ในระดับที่ต้องปรับปรุงถึงร้อยละ 94.3 ซึ่งเป็นเรื่องที่ควรต้องพิจารณาหาสาเหตุและแนวทางแก้ไขต่อไป(จิตรียา ไชยศรีพรหม. 2537 : 80-91) จากรายงานผลการประเมินคุณภาพการศึกษา ระดับมัธยมศึกษาตอนปลาย ปีการศึกษา 2536 พบว่าผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ลดต่ำลง มีปัญหาในด้านการเขียนรายงาน การตอบคำถาม รวมทั้งเขียนตอบข้อสอบไม่สามารถอธิบายเนื้อหาสาระให้ผู้อื่นเข้าใจและใช้ภาษาไทยไม่ถูกต้อง นอกจากนี้ความสามารถพื้นฐานด้านวิทยาศาสตร์ รวมทั้งทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นสูง ยังมีพื้นฐานไม่เพียงพอสำหรับการศึกษาในระดับสูง ซึ่งควรดำเนินการเพื่อยกระดับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนให้สูงขึ้น โดยมีแนวทางหลายประการ เช่น เน้นในเรื่องให้นักเรียนได้ปฏิบัติจริงและการพัฒนาสื่อเพื่อส่งเสริมประสบการณ์ที่น่าสนใจมากขึ้น (กรมวิชาการ. 2537 : 81) และจากสรุปผลการดำเนินงานในเรื่องเกี่ยวกับปัญหาทางด้านการศึกษาของกรมสามัญศึกษา กระทรวงศึกษาธิการ พบว่าการประเมินผลนักเรียนระดับมัธยมศึกษาตอนปลายในด้านความรู้ความคิดในกลุ่มวิทยาศาสตร์ การคิดแก้ปัญหา โดยเฉลี่ยอยู่ในเกณฑ์ดีร้อยละ 39.51 พอใช้ร้อยละ 50.57 และควรปรับปรุงร้อยละ 9.92 กลุ่มวิทยาศาสตร์มีนักเรียนร้อยละ 22.52 ซึ่งมากเป็นอันดับ 1 ได้คะแนนอยู่ในระดับควรปรับปรุง และนอกจากนี้ ยังพบว่า วิชาวิทยาศาสตร์ เป็นวิชาที่นักเรียนได้ระดับผลการเรียนต่ำกว่าระดับ 2 รวมทั้งติด ร. และ มส. เป็นจำนวนมาก ถึงร้อยละ 47.68 (กรมวิชาการ. 2535 : 5 - 6) สอดคล้องกับ สำนักงานคณะกรรมการการศึกษาแห่งชาติ (2539 : 98 - 99) ซึ่งได้ศึกษาประสิทธิภาพของการมัธยมศึกษา ระหว่าง พ.ศ. 2526 - 2528 พบว่า ในปีพ.ศ. 2528 นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 ได้คะแนนเฉลี่ยของผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ (เคมี ฟิสิกส์ ชีววิทยา) เท่ากับ 10.57 คะแนน จากคะแนนเต็ม 30 คะแนน และมีส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 3.89 จะเห็นได้ว่าคะแนนผล

สัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ของนักเรียนระดับมัธยมศึกษาตอนปลาย ไม่ถึงร้อยละ 50 ของคะแนนเต็ม ดังนั้นจึงควรหาแนวทางปรับปรุงการเรียนการสอนวิชาวิทยาศาสตร์ เพื่อทำให้ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์สูงขึ้น โดยเน้นกระบวนการทางวิทยาศาสตร์และกระบวนการเสริมสร้างเจตคติทางวิทยาศาสตร์(กรมวิชาการ. 2537 : 81)

ถึงแม้หลักสูตรและการสอนวิทยาศาสตร์ของไทยจะมีการเปลี่ยนแปลงปรับปรุงอยู่ตลอดเวลา เพื่อให้สอดคล้องและเหมาะสมกับภาวะการณ์ปัจจุบันก็ตามแต่การสอนวิทยาศาสตร์แก่นักเรียนแต่ละคนให้ได้ผลดีตามความต้องการของทุกคนนั้นเป็นสิ่งที่เป็นไปได้ยาก ทำให้มองเห็นถึงความจำเป็นที่ต้องนำยุทธวิธีการสอนและสื่อทางการศึกษาเข้ามาใช้ปรับปรุงการเรียนการสอนให้มีประสิทธิภาพมากขึ้น (สงบ ลักษณะ. 2534 : 3 - 4) หรือเปลี่ยนจากการเรียนการสอนภาคทฤษฎีมาเน้นภาคปฏิบัติให้มากขึ้น (กรมวิชาการ. 2532 : 202-203) มีความจำเป็นต้องเลือกใช้ยุทธวิธีสอน (วิชัย วงษ์ใหญ่. 2526 : 17) ตลอดจนนวัตกรรมและเทคโนโลยีต่าง ๆ ที่มีประสิทธิภาพมาช่วยให้ผู้เรียนเกิดการเรียนรู้ (สำนักงานคณะกรรมการการศึกษาแห่งชาติ. 2538 : 51 ; ธนาคารกสิกรไทย. 2539 : 51) เพราะการใช้นวัตกรรมต่าง ๆจะช่วยให้ผู้เรียนมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์สูงขึ้นกว่าการสอนตามปกติ (ทิพย์อาภา บุญรัตน์. 2531 : 54) และในประเด็นนี้ ณัฏฐพงษ์ เจริญพิทย์.(2535 : 3 – 5) ได้เสนอแนวทางการปรับปรุงหลักสูตรการสอนวิทยาศาสตร์ในอนาคตว่า ควรต้องปรับที่เนื้อหา ให้เน้นที่ความกว้าง ความหลากหลายและความลึก เน้นในเชิงบูรณาการ เน้นในเชิงประยุกต์ เน้นในเรื่องความคิดทันสมัย และไม่ยึดติดกับเนื้อหาที่เป็นของเก่า

จากประสบการณ์ที่เป็นครูผู้สอนชีววิทยามาเป็นเวลา 20 ปีและทำหน้าที่เป็นวิทยากรแกนนำวิชาชีววิทยาของเขตการศึกษา 6 พบว่าหลักสูตรชีววิทยาระดับมัธยมศึกษาตอนปลายส่วนใหญ่เน้นเนื้อหามากเกินไป ไม่มีการฝึกทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์เท่าที่ควร นอกจากนี้การสอนชีววิทยายังขาดสื่อการสอนที่เหมาะสมเพื่อช่วยให้นักเรียนเข้าใจหัวข้อบางหัวข้อที่การอธิบายโดยปากเปล่าไม่สามารถอธิบายให้เห็นภาพชัดเจนได้ มีบทปฏิบัติการหลายเรื่องที่เป็นปัญหาในการเรียนการสอนมาก เนื่องจาก นักเรียนต้องใช้เวลามากในการสังเกตผล บางครั้งต้องบันทึกผลการทดลองเป็นช่วงระยะเวลาต่าง ๆ และอาจต้องบันทึกผลในช่วงเวลากลางคืน ซึ่งไม่สะดวกกับนักเรียน การแปลผลการทดลองใช้เวลามาก ไม่สามารถค้นคว้าข้อมูลประกอบการทำปฏิบัติการหรือการทำรายงานได้อย่างถูกต้อง รวดเร็ว ในทันทีที่มีปัญหาหรือข้อสงสัย ทำให้เกิดความเบื่อหน่ายและขาดความสนใจในการเรียน อันเป็นผลทำให้มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนต่ำ

ในปัจจุบันวิทยาการทางคอมพิวเตอร์ มีความเจริญก้าวหน้าและมีความสำคัญมาก สามารถนำไปใช้อธิบายปรากฏการณ์ต่าง ๆทางวิทยาศาสตร์ที่เข้าใจได้ยากให้เข้าใจง่ายขึ้น สามารถจัดลำดับได้ตามต้องการ โดยเริ่มจากสิ่งที่ง่ายไปสู่สิ่งที่ยาก และเริ่มจากสิ่งที่เป็น

รูปธรรมไปเป็นนามธรรม ได้ด้วยตัวของผู้เรียนเอง (Freeman. 1992 : 118) ทำให้เห็นภาพการเคลื่อนไหวเปลี่ยนแปลงของสิ่งที่ตาเปล่ามองไม่เห็น และขยายสิ่งที่มีขนาดเล็กให้มีขนาดใหญ่พอที่จะศึกษาได้ (ประมาณ อะกีมี. 2535 : 339-340) ภาพนิ่งและภาพเคลื่อนไหวจะช่วยกระตุ้นความสนใจและจะทำให้ผู้เรียนเข้าใจได้ดีก่อให้เกิดการเรียนรู้ที่ดีมีความหมาย (Cruick-shank,Bainer and Metcalf. 1995 : 253) นำไปใช้ประโยชน์ในวิทยาศาสตร์แขนงต่าง ๆมากมาย ในทางชีววิทยาก็มีการนำไปใช้ประโยชน์ เช่น ในด้านของสิ่งแวดล้อม ความหลากหลายทางชีวภาพ พันธุกรรม ฯลฯ เมื่อได้สำรวจจุดประสงค์และธรรมชาติของวิชานี้แล้ว เห็นว่าโอกาสที่จะให้ผู้เรียนบรรลุวัตถุประสงค์จะทำได้ยาก ถ้าขาดการจัดการในเรื่องสื่อและวิธีการเรียนการสอนที่เหมาะสม ทางเลือกทางหนึ่ง ที่เป็นไปได้ คือการสร้างสื่อที่เหมาะสมที่จะช่วยกระตุ้นเร้าความสนใจในกระบวนการเรียนการสอนของผู้เรียน ส่งเสริมการเรียนรู้และสมรรถภาพของผู้เรียนให้มากขึ้น โดยเฉพาะด้านการแก้ปัญหาและความคิดขั้นสูง ช่วยในการสืบค้นข้อมูลและย่นย่อปฏิบัติการของผู้เรียน สื่อนี้ต้องมีศักยภาพที่ผู้เรียนจะค้นคว้าเพิ่มเติมได้เองตลอดเวลาตามเอกัตภาพ ซึ่งการสอนที่ทำให้นักเรียนเกิดการเรียนรู้ด้วยตนเองนั้นเป็นสิ่งที่มีประโยชน์มาก ดังที่เปียเจต์ (Piaget. 1956 : 285) ได้กล่าวว่า การเรียนรู้จะเกิดจากการปรับประสบการณ์ใหม่ที่ค่อย ๆซึมซับมาทีละน้อยให้เข้าสู่โครงสร้างทางสติปัญญาตามความต้องการของสิ่งแวดล้อม ซึ่งโครงสร้างทางสติปัญญา หมายถึงวิธีที่แต่ละบุคคลจัดข้อมูลข่าวสารที่ได้มาเพื่อที่จะกำหนดกฎเกณฑ์ให้แก่เหตุการณ์นั้น ๆ ที่กล่าวมาทั้งหมดนี้สอดคล้องกับการจัดกิจกรรมการเรียนการสอนแบบปฏิบัติการทดลองทั้งสิ้น และจากผลการวิจัยของราเมศ เสียบสื่อตระกูล (2530 : Abstract) พบว่านักเรียนมีทักษะปฏิบัติการทดลองวิทยาศาสตร์จะมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนสูง และการเรียนการสอนปฏิบัติการทดลองแบบสืบเสาะหาความรู้ช่วยให้นักเรียนมีพัฒนาการทางสติปัญญาด้านความรู้ความเข้าใจเพิ่มสูงขึ้น (Mc Meen and Windle. 1983 : 130A ; El-Nemr. 1980 : 5813-A ; Helseth. 1984 : 482-A-483-A) เพราะจะทำให้นักเรียนเกิดความสนใจใฝ่หาความรู้ รู้จักคิด และรู้จักค้นคว้าด้วยวิธีวิทยาศาสตร์ นอกจากนี้สิ่งที่สำคัญที่สุดก็คือทำให้นักเรียนมีเหตุผล ไม่งมงาย (จันทร์ชัย หญิงประยูร. 2537 : 252) นอกจากนั้นแล้วสื่อนี้จะต้องมีความสะดวกในการใช้ ต้องเป็นสื่อที่กระทัดรัด ที่ผู้เรียนจะนำพาติดตัวไปใช้ได้ง่าย และสำหรับผู้สอนต้องง่ายต่อการจัดการในการนำไปใช้ในเรียนการสอน สะดวกในการนำไปให้ผู้เรียนใช้ สะดวกในการเพิ่มเติมข้อมูลใหม่ ๆที่ถูกต้องและทันกาลเวลา ซึ่งจะเป็นสื่อที่จะกระตุ้นความใฝ่รู้ใฝ่เรียนของผู้เรียนให้บรรลุผลได้ เทคโนโลยีคอมพิวเตอร์และการสื่อสารจะมีบทบาทสำคัญ เปลี่ยนปรัชญาและยุทธศาสตร์การจัดการศึกษาให้เน้นความจำน้อยลงแต่จะเน้นทักษะในการแก้ปัญหามากขึ้น (ชัยวัฒน์ คุประตกุล. 2535 : 29-30)

ในวงการศึกษาได้มีการใช้คอมพิวเตอร์เป็นเครื่องมือช่วยการศึกษา เพื่อแก้ปัญหาดังกล่าวนั้น ที่เรียกว่า "คอมพิวเตอร์ช่วยสอน" (Computer Assisted Instruction หรือ CAI) ซึ่งมีการบุกเบิกมานานแต่ยังไม่ก้าวหน้าเท่าที่ควรทั้งนี้เนื่องจากการนำคอมพิวเตอร์ช่วยสอน มาใช้ต้องลงทุนสูงวิธีการใช้คอมพิวเตอร์ช่วยสอนยังไม่สมบูรณ์ คือยังไม่ค่อยได้ผสมผสานคอมพิวเตอร์ช่วยสอน เข้ากับการสอนในหลักสูตรได้อย่างแนบเนียน มีแต่การทำโปรแกรมบทเรียนแยกเป็นส่วนๆ ไม่ปะติดปะต่อเป็นเนื้อเรื่องเดียวกัน ยังไม่เคยมีการสอน คอมพิวเตอร์ช่วยสอน อย่างจริงจังส่วนมากเป็นแค่เพียงนำโปรแกรมบทเรียนมาให้นิสิตนักศึกษาลองใช้เพียง 20-30 ราย แล้วสรุปว่าใช้ได้ แต่ยังไม่เคยทดลองใช้กันอย่างจริงจังเป็นระบบ คอมพิวเตอร์ช่วยสอนส่วนมากเป็นแบบนำเสนอข้อความและคำถามตายตัว จึงไม่น่าสนใจเท่าที่ควร แม้จะทำงานได้ในแบบโต้ตอบ (Interactive) แต่ก็ไม่ยืดหยุ่นพอที่จะตอบสนองผู้เรียนที่มีความสามารถ ต่างกันได้ (ครรชิต มาลัยวงศ์. 2537: 63-64)

ดังนั้นวิธีการแก้ปัญหาที่มีความเหมาะสมและเป็นไปได้ คือการนำเอานวัตกรรมและเทคโนโลยีมาปรับใช้ให้เหมาะสมกับการเรียนการสอนในชั้นเรียน (บุปผาชาติ ทัพหิกรณ์ 2529 : 76) นวัตกรรมและเทคโนโลยีในปัจจุบันที่มีความเหมาะสมน่าจะนำมาใช้ช่วยแก้ปัญหาดังกล่าวได้ คือนวัตกรรมฐานข้อมูลการเรียนรู้ (Technology Based Learning หรือ TBL) และเทคโนโลยีสื่อประสม (Multimedia) ซึ่ง TBL นี้เป็นรูปแบบของนวัตกรรมที่รวมเทคโนโลยีอย่างน้อย 3 อย่างเข้าไว้ด้วยกัน (Reynolds. 1995 : 18-20) คือ 1) บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน (Computer Assisted Instruction หรือ คอมพิวเตอร์ช่วยสอน) ซึ่งประกอบด้วยส่วนของบทเรียนในรูปแบบต่างๆ แบบฝึก แบบทดสอบ การจำลองสถานการณ์ เกม 2) คอมพิวเตอร์จัดการการเรียนการสอน (Computer Managed Instruction หรือ CMI) ซึ่งจะประกอบด้วยส่วนของการทดสอบ ข้อกำหนดต่างๆ และส่วนของการบันทึกข้อมูล และ 3) คอมพิวเตอร์ช่วยส่งเสริมการเรียนรู้ (Computer Supported Learning Resources หรือ CSLR) ซึ่งจะประกอบด้วยฐานข้อมูล การเชื่อมโยงเครือข่าย การติดต่อสื่อสาร ระบบผู้เชี่ยวชาญ (Expert system) และไฮเปอร์มีเดีย(Hypermedia) ซึ่งเป็นตัวเลือกที่ดีที่เหมาะสมอย่างหนึ่งในการเปลี่ยนความเป็นนามธรรมของเนื้อหาให้เป็นรูปธรรมได้ดี นักเรียนสามารถเรียนได้ตามเอกัตภาพของตนเอง เรียนรู้ได้ตลอดเวลาไม่สิ้นสุด มีการใช้ภาพทั้งภาพนิ่งและภาพเคลื่อนไหวซึ่งจะกระตุ้นความสนใจและทำให้ผู้เรียนเข้าใจได้ดีทำให้การเรียนรู้มีความหมาย (Cruichshank.1995:253) เทคโนโลยีสื่อประสมจะช่วยส่งเสริมสมรรถภาพด้านความคิดขั้นสูงให้มากขึ้น (Agnew. 1996 : 15) การใช้คอมพิวเตอร์ช่วยสอนจะช่วยเพิ่มพูนการเรียนรู้ ช่วยจำลองสถานการณ์ ช่วยพัฒนาทักษะการคิดและความสามารถในการแก้ปัญหา (Dudley.1988 : 27-32 ; บุปผชาติ. ทัพหิกรณ์. 2538 : 30 ;Hofmeister.1988 : 26-29 ; Finkel. 1996 : 345-368) ส่วนการใช้สถานการณ์จำลองด้วยคอมพิวเตอร์ในการเรียนการสอนนั้นก็เป็นรูปแบบหนึ่งที่เหมาะสม โดยเฉพาะการ

สอนปฏิบัติการทดลองทางวิทยาศาสตร์ เพราะทำให้ผู้เรียนมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ทักษะการแก้ปัญหา กระบวนการคิดอย่างมีเหตุผลและการนำไปใช้สูงขึ้น นอกจากนี้สถานการณ์จำลองยังทำให้ผู้เรียนเกิดความสนุกสนาน สามารถเรียนรู้ได้ง่ายขึ้น ประหยัดเวลาและค่าใช้จ่ายในการศึกษาอีกด้วย (Shag. 1980 : 26-31 ; นงนุช วรรธนวหะ. 2535 : 15) คอมพิวเตอร์สามารถพัฒนาสติปัญญาของนักเรียนให้เกิดความสามารถทางวิทยาศาสตร์และคณิตศาสตร์ เนื่องจากสามารถสร้างสภาวะแวดล้อมต่างๆกระตุ้นให้นักเรียนมีความต้องการที่จะเรียนรู้และเปิดโอกาสให้นักเรียนเกิดการเรียนรู้หลายๆด้าน เช่น การสร้างสภาวะแวดล้อม สำหรับการทดลองทางวิทยาศาสตร์ การศึกษาโครงสร้างสิ่งต่างๆจากภาพจำลองที่เหมือนจริง ตลอดจนช่วยในการแก้ปัญหาต่างๆให้นักเรียนสามารถค้นหาคำตอบที่ตนอยากรู้ได้ เกิดแนวคิดใหม่และเป็นนักประดิษฐ์คิดค้นที่มีความคิดสร้างสรรค์ต่อผลงานใหม่ๆอยู่เสมอ (ยืน ภู่วรวรรณ และคณะ. 2529 : 23)

จากเหตุผลดังกล่าว ผู้วิจัยจึงมีความสนใจที่จะจัดทำฐานข้อมูลการเรียนรู้แบบมัลติมีเดีย วิชาชีววิทยา : ปฏิบัติการชีววิทยา (ว 042) สำหรับนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ขึ้นในลักษณะเป็นฐานข้อมูลแบบมัลติมีเดีย เพื่อช่วยในการทำปฏิบัติการชีววิทยาและช่วยในการสืบค้นข้อมูล ใช้เรียนเสริมหรือสอนซ่อมเสริมได้ โดยมุ่งที่จะส่งเสริมสมรรถภาพในการแก้ปัญหา ความคิดขั้นสูง และทักษะการสื่อสาร อันเป็นสมรรถภาพที่พึงประสงค์จากการเรียนการสอนวิชาวิทยาศาสตร์ และช่วยส่งเสริมการเรียนรู้ด้านต่างๆ ทั้งพุทธิพิสัย ทักษะพิสัยและจิตพิสัย ช่วยฝึกปฏิบัติในลักษณะที่สามารถแสดงผลได้ทั้งภาพนิ่ง ภาพเคลื่อนไหว เสียง ผู้เรียนสามารถสืบค้นข้อมูลได้ตามเอกัตภาพ ตามความสามารถและความสนใจในการเรียนรู้ของตนเอง เป็นฐานข้อมูลที่สามารถต่อเชื่อมเข้ากับระบบอินเทอร์เนต(Internet) ได้ เป็นการสืบค้นข้อมูลที่ไม่สิ้นสุดและมีข้อมูลเพิ่มเติมที่ทันสมัยตลอดเวลา มีส่วนที่ใช้สำหรับฝึกปฏิบัติ ทำแบบทดสอบ ทำแบบฝึกและบันทึกผลการใช้ของผู้เรียนแต่ละคน กล่าวคือ มีลักษณะเป็นฐานข้อมูลการเรียนรู้ (Computer-Based Learning) แบบมัลติมีเดียที่ประกอบด้วย 3 ส่วน คือ 1) ส่วนของบทปฏิบัติการ แบบฝึกหัด แบบช่วยฝึกปฏิบัติ แบบจำลองสถานการณ์ 2) ส่วนของการจัดการและส่วนของการทดสอบ 3) ส่วนของฐานข้อมูล การเชื่อมโยงเครือข่าย การติดต่อสื่อสาร ระบบผู้เชี่ยวชาญ และไฮเปอร์มีเดียจัดทำเป็น ซีดีรอมสำเร็จรูปที่นำไปใช้ได้เองโดยง่ายทั้งผู้สอนและผู้เรียน เป็นระบบติดตั้งเองโดยอัตโนมัติใช้ได้กับคอมพิวเตอร์ที่มีระบบมัลติมีเดีย มีคำแนะนำการใช้และสามารถนำไปใช้ในระบบเครือข่ายได้ด้วย ฐานข้อมูลการเรียนรู้แบบมัลติมีเดีย วิชาชีววิทยา : ปฏิบัติการชีววิทยา (ว 042) ที่สร้างขึ้นนี้จะนำไปทดลองใช้ในการเรียนการสอนเพื่อตรวจสอบการส่งเสริมสมรรถภาพด้านการแก้ปัญหา ความคิดขั้นสูงและทักษะการสื่อสาร โดยจะศึกษาผลการวิจัยทั้งในภาพรวมและแยกในแต่ละด้าน ซึ่งกล่าวได้ว่าใน

ส่วนของฐานข้อมูลการเรียนรู้แบบมัลติมีเดีย วิชาชีววิทยา : ปฏิบัติการชีววิทยา (ว 042) และการวิจัยที่เกี่ยวกับสมรรถภาพทั้ง 3 ด้านดังกล่าวแล้วนั้นยังไม่มีการสร้างและการวิจัยมาก่อน

ความมุ่งหมายของการวิจัย

1. จุดมุ่งหมายหลัก

1.1 เพื่อสร้างฐานข้อมูลการเรียนรู้แบบมัลติมีเดียสำหรับใช้ประกอบการสอนปฏิบัติการวิชาชีววิทยา ในระดับชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย (ว 042) ให้มีประสิทธิภาพ ตามเกณฑ์ที่กำหนด

1.2 เพื่อให้ได้ฐานข้อมูลการเรียนรู้แบบมัลติมีเดียสำหรับใช้ประกอบการสอนปฏิบัติการวิชาชีววิทยา ในระดับชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย (ว 042)

2. จุดมุ่งหมายรอง

2.1 เพื่อศึกษาผลการเรียนปฏิบัติการชีววิทยาของนักเรียนในระดับชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย (ว 042)ในด้านสมรรถภาพในการแก้ปัญหา (Problem solving) โดยใช้ฐานข้อมูลการเรียนรู้แบบมัลติมีเดีย ประกอบการสอนปฏิบัติการ

2.2 เพื่อศึกษาผลการเรียนปฏิบัติการชีววิทยาของนักเรียนในระดับชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย (ว 042)ในด้านสมรรถภาพความคิดขั้นสูงด้านความคิดสร้างสรรค์(Higher-order thinking on creativity) โดยใช้ฐานข้อมูลการเรียนรู้แบบมัลติมีเดีย ประกอบการสอนปฏิบัติการ

2.3 เพื่อศึกษาผลการเรียนปฏิบัติการชีววิทยาของนักเรียนในระดับชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย (ว 042)ในด้านสมรรถภาพด้านทักษะในการสื่อสาร (Communication skill) โดยใช้ฐานข้อมูลการเรียนรู้แบบมัลติมีเดีย ประกอบการสอนปฏิบัติการ

ความสำคัญของการวิจัย

งานวิจัยครั้งนี้จะทำให้ได้ฐานข้อมูลการเรียนรู้แบบมัลติมีเดีย ประกอบการสอนปฏิบัติการชีววิทยา ในระดับมัธยมศึกษาตอนปลาย สำหรับใช้ในการศึกษาค้นคว้าของนักเรียนตามความสามารถและศักยภาพอย่างไม่จำกัด และมีลักษณะที่สามารถใช้แทนครูผู้สอนได้บางส่วน ซึ่งสามารถนำไปใช้ประกอบการเรียนเพื่อการฝึกปฏิบัติ เพื่อทบทวน เพื่อเรียนเสริม หรือเพื่อซ่อมเสริม รวมทั้งมีลักษณะในการที่จะนำไปเผยแพร่ใช้ในระบบเครือข่ายโรงเรียน(schoolnet) ได้ด้วย ซึ่งจะนำไปใช้ประโยชน์ได้ใน 2 ลักษณะใหญ่ ๆ คือ

1. เป็นฐานข้อมูลเพื่อช่วยการทำปฏิบัติการชีววิทยา เพื่อเรียนเสริมและ ซ่อมเสริม
2. เป็นฐานข้อมูลเพื่อการศึกษาค้นคว้าและสืบค้นข้อมูลในอินเทอร์เน็ต (Internet)

แต่ละส่วนดังกล่าวจะเป็นประโยชน์ต่อวงการวิทยาศาสตร์ศึกษา ดังนี้

1. ฐานข้อมูลเพื่อช่วยการทำปฏิบัติการชีววิทยา

1.1 สามารถนำไปใช้ประกอบการทำปฏิบัติการวิชาชีววิทยา

1.2 สามารถใช้เพื่อเรียนเสริม หรือซ่อมเสริมได้

2. เป็นฐานข้อมูลเพื่อการศึกษาค้นคว้าและสืบค้นข้อมูลในอินเทอร์เน็ต

2.1 เป็นประโยชน์ในการเรียนรู้สาระข้อมูลที่เป็นเนื้อหาวิชาที่ผู้เรียนจะค้นคว้าด้วยตัวเองได้อย่างลึกซึ้งและถูกต้องไม่น้อยไปกว่าตำราเรียน

2.2 ใช้เป็นแหล่งการเรียนรู้เพื่อตอบสนองการใฝ่รู้ใฝ่เรียน การค้นคว้าอย่างอิสระไม่มีขีดจำกัด ซึ่งจะได้ข้อมูลที่เป็นปัจจุบันและทันสมัยตลอดเวลาค้นคว้าข้อมูลได้จากหลายแหล่ง สามารถเปรียบเทียบข้อมูลเพื่อความถูกต้องได้โดยสะดวก

ทั้งนี้ผลการวิจัยดังกล่าวอาจจะเป็นประโยชน์ต่อผู้เกี่ยวข้องดังนี้

1. เป็นแนวทางแก่ครูผู้สอนวิชาชีววิทยาในโรงเรียนที่มีคอมพิวเตอร์ระบบมัลติมีเดียที่จะนำฐานข้อมูลการเรียนรู้แบบมัลติมีเดีย ประกอบการสอนปฏิบัติการชีววิทยา ในระดับมัธยมศึกษาตอนปลาย ไปประยุกต์ใช้ในการเรียนการสอนปฏิบัติการชีววิทยา อันเป็นการเร้าความสนใจให้แก่ผู้เรียน สะดวก มีความถูกต้อง แม่นยำและสม่ำเสมอทางวิชาการ ประหยัดเวลาสามารถศึกษาค้นคว้าได้ตามความสามารถและศักยภาพของผู้เรียนอย่างไม่จำกัด อันจะช่วยให้การเรียนการสอนชีววิทยามีประสิทธิภาพยิ่งขึ้น

2. เป็นการกระตุ้นให้นักเรียนมีความสนใจในการเรียนการสอนวิชาชีววิทยามากขึ้น การมีปฏิสัมพันธ์ระหว่างคอมพิวเตอร์กับผู้เรียน ทำให้เกิดการสื่อสารสองทาง จึงเร้าความสนใจของผู้เรียน เป็นการเปลี่ยนบรรยากาศการสอนในห้องเรียนปกติ ซึ่งจะส่งผลให้นักเรียนมีเจตคติต่อการเรียนในทางที่ดีขึ้น ทำให้เกิดการเรียนรู้ได้อย่างสมบูรณ์ยิ่งขึ้น และการเรียนการสอนมีประสิทธิภาพมากขึ้น

3. เป็นการส่งเสริมให้เกิดการเรียนรู้ในลักษณะที่ผู้เรียนเป็นหลัก สร้างความสามารถให้ผู้เรียนได้เรียนตามศักยภาพของตนเอง แสวงหาความรู้ได้ด้วยตนเอง สอดคล้องกับแนวความคิดว่าด้วยการเรียนรู้ตลอดชีวิต

4. สามารถนำบทเรียนคอมพิวเตอร์นั้น ไปใช้ประโยชน์ทางระบบเครือข่ายโรงเรียนได้ และสามารถใช้เรียนเสริมหรือซ่อมเสริมได้ด้วยตนเองเมื่อต้องการ

5. เป็นแนวทางในการใช้เทคโนโลยีสื่อการศึกษาเป็นเครื่องมือในการเพิ่มคุณภาพและประสิทธิภาพในการเรียนให้แก่นักเรียนจำนวนมาก ๆได้ เช่นในระบบการสอนทางไกล เป็นต้น

6. เป็นแนวทางในการพัฒนาศักยภาพของครูผู้สอน ในการสร้างสื่อการเรียนการสอนโดยใช้คอมพิวเตอร์เป็นอุปกรณ์

7. เป็นการสร้างคุณภาพที่ดีต่อระบบการศึกษา โดยนำเทคโนโลยีเข้ามาใช้ให้เกิดประโยชน์สูงสุด เพื่อเพิ่มพูนความรู้และทักษะให้นักเรียนได้ก้าวทันต่อความก้าวหน้าของโลกในยุคปัจจุบัน

8. นักเรียนที่มีเครื่องคอมพิวเตอร์ระบบมัลติมีเดียใช้เป็นการส่วนตัวที่บ้านสามารถนำโปรแกรมฐานข้อมูลการเรียนรู้แบบมัลติมีเดียประกอบการสอนปฏิบัติการชีววิทยาในระดับมัธยมศึกษาตอนปลายนี้ไปใช้ศึกษาด้วยตนเองเพื่อเป็นการทบทวน ศึกษา ค้นคว้าความรู้เพิ่มเติมได้

ขอบเขตของการวิจัย

การวิจัยครั้งนี้มีขอบเขตของการวิจัยดังนี้

1. ขอบเขตในขั้นการพัฒนาฐานข้อมูลการเรียนรู้แบบมัลติมีเดีย

1.1 ระบบของคอมพิวเตอร์ที่ใช้ในการสร้างและพัฒนาฐานข้อมูลการเรียนรู้แบบมัลติมีเดีย ประกอบด้วย 2 ส่วน คือ

1.1.1 คอมพิวเตอร์ฮาร์ดแวร์ (Computer hardware) มีคุณลักษณะดังนี้

1) หน่วยประมวลผลกลาง (Central Processing Unit : CPU) รุ่น 80686 เพนเทียมทู (Pentium II) ความเร็ว 266 MHz

2) หน่วยความจำชั่วคราว (Read Access Memory หรือ RAM) มีขนาด 64 MB (Mega-bytes)

3) ฮาร์ดดิสก์ (Harddisk) มีความจุ 3.2 GB (Giga-bytes)

4) เครื่องอ่านซีดีรอม ความเร็ว 36X

5) เครื่องเขียนซีดีรอม (CD-Writer) ความเร็ว 4X

6) การ์ดเสียง(Sound card) พร้อมลำโพงเสียงและไมโครโฟน

7) โมเด็ม(Modem) ความเร็ว 28.8 BPS (bit per second)

8) สแกนเนอร์สี (Color scanner) แบบตั้งโต๊ะ ขนาด 24 bit สี

9) เครื่องพิมพ์แบบหมึกพ่น (inkjet)

1.1.2 คอมพิวเตอร์ซอฟต์แวร์ (Computer software) ประกอบด้วย

1) ระบบปฏิบัติการไมโครซอฟต์วินโดว์ 97

2) โปรแกรมสำหรับระบบมัลติมีเดีย คือ มัลติมีเดียทูลบุ๊คทู (Multimedia Toolbook II Version 5)

3) โปรแกรมสำเร็จรูปอื่นๆที่ใช้ช่วยในการบันทึก ปรับปรุง ตัดต่อ แก้ไขภาพนิ่ง ภาพเคลื่อนไหว และ เสียง เช่น วิชวลเบสิค(Visual Basic) โฟโต้ชอป (PhotoShop) โคเรลดรอว์ (CorelDraw)

2. ขอบเขตในขั้นการศึกษาผลการเรียนปฏิบัติการชีววิทยา โดยใช้ฐานข้อมูลการเรียนรู้แบบมัลติมีเดีย

2.1 ประชากรและกลุ่มตัวอย่าง

ในการวิจัยครั้งนี้กำหนดให้ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 โรงเรียนวิเศษไชยชาญ "ตันติวิทยาภูมิ" อ.วิเศษชัยชาญ จ.อ่างทอง ที่เรียนวิชาชีววิทยา (ว 042) ภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2541 เป็นประชากร

กลุ่มตัวอย่าง ได้แก่ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 โรงเรียนวิเศษไชยชาญ "ตันติวิทยาภูมิ" อ.วิเศษชัยชาญ จ.อ่างทอง ที่เรียนวิชาชีววิทยา (ว 042) ภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2541 จำนวน 87 คน ซึ่งได้มาจากการสุ่มอย่างง่ายจากประชากร

2.2 ตัวแปรอิสระได้แก่

2.2.1 วิธีสอนบทปฏิบัติการชีววิทยา แยกเป็น

1) การสอนแบบปกติ

2) การสอนโดยใช้ฐานข้อมูลการเรียนรู้แบบมัลติมีเดียประกอบ

2.2.2 ผลการเรียนวิชาชีววิทยา แยกเป็น

1) กลุ่มบน

2) กลุ่มล่าง

2.3 ตัวแปรตามได้แก่ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาชีววิทยาในด้าน

2.3.1 สมรรถภาพในการแก้ปัญหา

2.3.2 สมรรถภาพความคิดขั้นสูงด้านความคิดสร้างสรรค์

2.3.3 สมรรถภาพด้านทักษะในการสื่อสาร

2.4 เนื้อหาและระยะเวลาที่ใช้ในการทดลองเพื่อศึกษาผลการเรียน

เนื้อหาที่ใช้ในการทดลองเพื่อศึกษาผลการใช้กับผู้เรียน เป็นเนื้อหาวิชาชีววิทยา (ว 042) ในระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ในส่วนของบทปฏิบัติการจำนวน 16 บทปฏิบัติการ ใช้เวลาบทปฏิบัติการละ 2 คาบ (คาบละ 50 นาที) รวม 32 คาบ ดังนี้

บทปฏิบัติการที่ 1 การศึกษาคุณสมบัติของเอนไซม์

บทปฏิบัติการที่ 2 การศึกษาการทำงานของเอนไซม์

บทปฏิบัติการที่ 3 การศึกษาการทำงานของตัวยับยั้งเอนไซม์

บทปฏิบัติการที่ 4 การหายใจแบบไม่ใช้ออกซิเจน

บทปฏิบัติการที่ 5 การศึกษาลำดับการเกิดปฏิกิริยาของเอนไซม์

บทปฏิบัติการที่ 6 ศึกษาปัจจัยที่มีผลต่อการหายใจแบบไม่ใช้ออกซิเจน

บทปฏิบัติการที่ 7 การวัดอัตราการหายใจ

บทปฏิบัติการที่ 8 การศึกษาโครงสร้างปอด
บทปฏิบัติการที่ 9 การออกแบบการทดลองลดอัตราการหายใจพืช
บทปฏิบัติการที่ 10 การทดลองศึกษาผลของแสง ต่อการเกิดก๊าซของพืชน้ำ
บทปฏิบัติการที่ 11 การศึกษาโครงสร้างใบพืช
บทปฏิบัติการที่ 12 การสังเคราะห์ด้วยแสง
บทปฏิบัติการที่ 13 การศึกษาโครงสร้างราก
บทปฏิบัติการที่ 14 การศึกษาโครงสร้างลำต้น
บทปฏิบัติการที่ 15 การศึกษาโครงสร้างของเซลล์คุม
บทปฏิบัติการที่ 16 การศึกษาการคายน้ำของพืช

2.5 บทปฏิบัติการที่เลือกมาทำเป็นฐานข้อมูลการเรียนรู้แบบมัลติมีเดีย ประกอบการสอนปฏิบัติการชีววิทยา (ว042) มี บทปฏิบัติการ 8 บทดังนี้

1) บทปฏิบัติการที่ 2 การศึกษาการทำงานของเอนไซม์
2) บทปฏิบัติการที่ 3 การศึกษาการทำงานของตัวยับยั้งเอนไซม์
3) บทปฏิบัติการที่ 7 การวัดอัตราการหายใจ
4) บทปฏิบัติการที่ 8 การศึกษาโครงสร้างปอด
5) บทปฏิบัติการที่ 11 การศึกษาโครงสร้างใบพืช
6) บทปฏิบัติการที่ 12 การสังเคราะห์ด้วยแสง
7) บทปฏิบัติการที่ 15 การศึกษาโครงสร้างของเซลล์คุม
8) บทปฏิบัติการที่ 16 การศึกษาการคายน้ำของพืช

นิยามศัพท์เฉพาะ

ในการวิจัยครั้งนี้มีคำศัพท์ที่ผู้วิจัยใช้ในความหมายเฉพาะดังต่อไปนี้

1. ฐานข้อมูลการเรียนรู้แบบมัลติมีเดีย (Multimedia Computer-Based Learning) หมายถึงโปรแกรมคอมพิวเตอร์ในรูปแบบของฐานข้อมูลการเรียนรู้แบบมัลติมีเดีย ที่ผู้เรียนสามารถค้นคว้าหาความรู้ และฝึกทักษะบางอย่างได้ด้วยตนเองอย่างอิสระตามที่ต้องการจากคอมพิวเตอร์ ตามความสามารถของผู้เรียน แสดงข้อมูลได้หลายแบบทั้ง ภาพกราฟิก ภาพเคลื่อนไหว เสียง และมีปฏิสัมพันธ์กันได้ระหว่างผู้เรียนกับคอมพิวเตอร์

2. ประสิทธิภาพตามเกณฑ์ 80/80 หมายถึง การหาประสิทธิภาพของบทเรียนคอมพิวเตอร์ฐานข้อมูลการเรียนรู้ (Computer-Based Learning) ปฏิบัติการชีววิทยาที่ผู้วิจัยสร้างและพัฒนาขึ้นและนำไปทดลองใช้กับกลุ่มตัวอย่างโดยใช้เกณฑ์ความสัมพันธ์ระหว่างผลลัพธ์รวมและผลลัพธ์เฉพาะจุดประสงค์ เป็นการประเมินผลพฤติกรรมขั้นสุดท้าย โดยการพิจารณาจากคะแนนสอบหลังเรียนตามเกณฑ์ 80/80 โดย 80 ตัวแรกหมายถึงค่าประสิทธิภาพ

ของกระบวนการคิดเป็นร้อยละของคะแนนที่นักเรียนได้รับโดยเฉลี่ยจากการทำแบบฝึกหัดและกิจกรรมของกลุ่มตัวอย่างทั้งหมดเมื่อคิดเป็นร้อยละแล้วได้ไม่ต่ำกว่า 80 ส่วน 80 ตัวหลัง หมายถึง ค่าประสิทธิภาพของผลลัพธ์ของฐานข้อมูลการเรียนรู้แบบมัลติมีเดียวิชาชีววิทยาโดยคิดจากร้อยละของคะแนนเฉลี่ยจากการสอบหลังการเรียนของผู้เรียนทั้งหมดเมื่อคิดเป็นร้อยละแล้วได้ไม่ต่ำกว่า 80

3. การสอนแบบปกติ หมายถึงการสอนบทปฏิบัติการชีววิทยาโดยไม่ใช้ฐานข้อมูลการเรียนรู้แบบมัลติมีเดียประกอบการสอน

4. การสอนโดยใช้ฐานข้อมูลการเรียนรู้แบบมัลติมีเดียประกอบ หมายถึงการสอนบทปฏิบัติการชีววิทยาโดยใช้ฐานข้อมูลการเรียนรู้แบบมัลติมีเดียที่ผู้วิจัยสร้างขึ้นประกอบการสอน

5. นักเรียนกลุ่มบน หมายถึงนักเรียนที่มีผลการเรียนเฉลี่ยทุกรายวิชาในระดับมัธยมศึกษาปีที่ 4 ที่ตำแหน่งเปอร์เซนต์ไทล์ที่ 51 ขึ้นไป

6. นักเรียนกลุ่มล่าง หมายถึงนักเรียนที่มีผลการเรียนเฉลี่ยทุกรายวิชาในระดับมัธยมศึกษาปีที่ 4 ที่ตำแหน่งเปอร์เซนต์ไทล์ที่ 50 ลงมา

7. นักเรียนกลุ่มเส้นฐาน หมายถึงกลุ่มนักเรียนซึ่งได้รับการเรียนการสอนตามปกติที่อยู่นอกเหนือกลุ่มตัวอย่าง ที่ได้รับการสอนแบบใช้และไม่ใช้ฐานข้อมูล ในการวิจัยครั้งนี้ใช้กลุ่มเส้นฐานเป็นกลุ่มควบคุมอิสระ เพื่อใช้เป็นข้อมูลเสริมประกอบการเปรียบเทียบ

8. ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน หมายถึงความสำเร็จหรือความสามารถในการเรียนที่เกิดกับผู้เรียน โดยการเรียนบทปฏิบัติการวิชาชีววิทยา ซึ่งแบ่งเป็น ผลสัมฤทธิ์ด้านต่างๆ ดังนี้

8.1 ด้านสมรรถภาพในการแก้ปัญหา (Problem solving) หมายถึงความสามารถในการวิเคราะห์หาประเด็นหลักหรือความสำคัญของปัญหา ความเข้าใจในปัญหา ความสามารถในการเลือกวิธีแก้ปัญหาอย่างเหมาะสมและมีขั้นตอนที่มีประสิทธิภาพ วัดโดยใช้แบบวัดการคิดและการแก้ปัญหา ซึ่งมีลักษณะเป็นข้อสอบแบบเลือกตอบที่ผู้วิจัยสร้างขึ้น

8.2 ด้านสมรรถภาพความคิดขั้นสูงด้านความคิดสร้างสรรค์ (Higher-order thinking on creativity) หมายถึงความสามารถในการใช้ความคิดสร้างสรรค์ (Creative thinking) วัดโดยใช้แบบวัดความคิดสร้างสรรค์ ซึ่งมีลักษณะเป็นข้อสอบที่กำหนดสถานการณ์เร้าความคิดเพื่อให้เขียนตอบที่ผู้วิจัยสร้างขึ้น

8.3 ด้านทักษะในการสื่อสาร (Communication skill) หมายถึง การให้หรือแลกเปลี่ยนความรู้และแนวความคิดหลักทางวิทยาศาสตร์ที่ได้จากการอ่าน การสังเกตและการทดลองในรูปแบบที่ชัดเจนและมีเหตุผล โดยการพูดหรือการเขียน วัดได้จากการเขียนรายงานการทำปฏิบัติการ หรือรายงานการค้นคว้าเพิ่มเติมและการพูด การอภิปรายในห้องเรียน ตามเกณฑ์ที่ผู้วิจัยสร้างขึ้น

บทที่ 2
เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

ในการศึกษาผลการใช้ฐานข้อมูลการเรียนรู้แบบมัลติมีเดียที่พัฒนาขึ้นต่อผลการเรียนวิชาชีววิทยา (ว042) ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ในครั้งนี้ ผู้วิจัยได้ศึกษาเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง ดังนี้

1. เอกสารที่เกี่ยวข้องกับการศึกษาค้นคว้า
   - 1.1 การใช้คอมพิวเตอร์เพื่อการศึกษา
   - 1.2 การใช้คอมพิวเตอร์เพื่อการศึกษาในประเทศไทย
   - 1.3 การใช้คอมพิวเตอร์เพื่อการศึกษาในต่างประเทศ
   - 1.4 คอมพิวเตอร์ช่วยสอน (Computer Assisted Instruction)
   - 1.5 คอมพิวเตอร์ระบบมัลติมีเดีย (Multimedia computer)
   - 1.6 ฐานข้อมูลการเรียนรู้ (Computer-Based Learning)
   - 1.7 จิตวิทยาการเรียนรู้
   - 1.8 แนวคิดเกี่ยวกับการแก้ปัญหา (Problem solving)
   - 1.9 ความคิดขั้นสูงด้านความคิดสร้างสรรค์(Higher-order thinking on creativity)
   - 1.10 ทักษะในการสื่อสาร (Communication skill)
   - 1.11 การเรียนการสอนชีววิทยาในระดับมัธยมศึกษาตอนปลาย
2. งานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการศึกษาค้นคว้า
   - 2.1 งานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับคอมพิวเตอร์ช่วยสอน
   - 2.2 งานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับฐานข้อมูลการเรียนรู้
   - 2.3 งานวิจัยที่เกี่ยวกับการแก้ปัญหา
   - 2.4 งานวิจัยที่เกี่ยวกับความคิดขั้นสูงความคิดสร้างสรรค์
   - 2.5 งานวิจัยที่เกี่ยวกับทักษะในการสื่อสาร

เอกสารที่เกี่ยวข้องกับการศึกษาค้นคว้า

การใช้คอมพิวเตอร์เพื่อการศึกษา

ขณะนี้บทบาทของคอมพิวเตอร์ได้แพร่เข้าไปในสถานศึกษาอย่างกว้างขวาง เพราะนอกจากจะนำไปใช้ในการเรียนการสอนแล้วยังนำไปใช้ในงานอื่นๆอีก เช่น

1.ใช้คอมพิวเตอร์ช่วยในการบริหาร ได้แก่คิดคะแนน ทำทะเบียนบุคลากร ครุภัณฑ์ วัสดุ อุปกรณ์ บัญชีเงินเดือน จัดทำตารางสอน ฯลฯ

2.ใช้คอมพิวเตอร์ช่วยในการบริการ ได้แก่งานห้องสมุด งานแนะแนว โสตทัศนศึกษา งานประชาสัมพันธ์ ฯลฯ

นอกจากบทบาทดังกล่าวแล้วบทบาทที่สำคัญอีกประการหนึ่งของคอมพิวเตอร์เพื่อการศึกษา คือ ช่วยในการเรียนการสอนวิชาอื่นๆนอกเหนือจากวิชาคอมพิวเตอร์ (กระทรวงศึกษาธิการ. 2535 : 3-4)

ในปัจจุบันนักการศึกษาให้ความสนใจและตื่นตัวในการนำเอาเทคโนโลยีคอมพิวเตอร์เข้ามาใช้ในวงการศึกษา เพื่อช่วยเพิ่มประสิทธิภาพในการทำงาน ต่อประเด็นดังกล่าว เทเลอร์ (Taylor. 1980 : 25-28) ได้สรุปบทบาทของคอมพิวเตอร์ในการศึกษาไว้ดังนี้

1. เป็นเครื่องมือในการทำงาน (Tool) ที่พบมากได้แก่งานเพื่อการบริหาร เช่นการใช้คอมพิวเตอร์จัดทำระบบข้อมูลของนักเรียน ทำตารางสอน ตารางสอบ การคำนวณคะแนนและงานจัดพิมพ์เอกสารต่างๆ

2. เป็นผู้เรียนหรือผู้รับฟังคำสั่ง (Tutee) ผู้ใช้จะเป็นผู้ควบคุมหรือสั่งให้คอมพิวเตอร์ปฏิบัติตามคำสั่งที่ต้องการ รวมทั้งการใช้คอมพิวเตอร์ เพื่อช่วยแก้ปัญหาต่างๆโดยผู้ใช้จะต้องเขียนชุดคำสั่งด้วยภาษาที่คอมพิวเตอร์เข้าใจ

3. เป็นผู้สอน (Tutor) เป็นการใช้คอมพิวเตอร์เพื่อช่วยครูในระบบการเรียนการสอน ซึ่งการใช้คอมพิวเตอร์ในลักษณะนี้กำลังเป็นที่นิยมและรู้จักกันในรูปของคอมพิวเตอร์ช่วยสอน (Computer assisted instruction หรือ CAI) หรือคอมพิวเตอร์ช่วยจัดการการสอน (Computer managed instruction หรือ CMI)

การนำคอมพิวเตอร์มาใช้กับงานที่เกี่ยวข้องกับการเรียนการสอน เพื่ออำนวยความสะดวกและส่งเสริมการเรียนการสอนนั้น ส่วนใหญ่มีลักษณะดังนี้(ฝ่ายส่งเสริมและพัฒนาเทคโนโลยีทางการศึกษา . 2535 : 11-12)

1. งานบริหาร (Administrative applications) รวมถึงงานธุรการต่างๆ เช่น การเงิน การบัญชี งานพัสดุ งานทะเบียน งานสารบรรณ เป็นต้น

2. งานหลักสูตร (Curriculum planning applications) เป็นแหล่งเก็บแฟ้มข้อมูลต่างๆ สำหรับนำมาปรับปรุงหลักสูตร

3. งานห้องสมุด (Library applications) ช่วยเก็บข้อมูลที่เกี่ยวข้องกับงานทะเบียนหนังสือ เป็นต้น

4. งานพัฒนาวิชาชีพ (Professional development applications) ช่วยให้ครูมีทักษะและความเข้าใจในการใช้คอมพิวเตอร์เพื่อนำไปปรับปรุงการเรียนการสอน

5. งานวิจัย (Research applications) ช่วยในการเก็บข้อมูลและวิเคราะห์ข้อมูล

6. งานแนะแนวและงานบริการพิเศษอื่นๆ (Guidance and special service applications) เช่น ช่วยเก็บคะแนนสอบมาตรฐานต่างๆ เก็บรายงานผลการเรียนและพฤติกรรมของนักเรียน

7. งานทดสอบ (Testing applications) ช่วยในการสร้างแบบทดสอบ การวิเคราะห์และประเมินผลการเรียน เป็นต้น

8. อุปกรณ์ช่วยสอน (Instructional aid applications) ใช้ในลักษณะเดียวกันกับการใช้โสตทัศนูปกรณ์อื่นๆ

9. คอมพิวเตอร์เป็นเครื่องช่วยสอน (Computer-Assisted Instructions)ใช้คอมพิวเตอร์ช่วยในการเรียนการสอน เช่น ช่วยฝึกฝนและฝึกหัด ช่วยทบทวน ช่วยแก้ปัญหาโจทย์ในการเรียนการสอนวิชาต่างๆ

คอมพิวเตอร์เข้ามาเกี่ยวข้องกับการศึกษาได้หลายรูปแบบด้วยกัน เช่น (ดรรชิต มาลัยวงศ์. 2537: 63)

1. คอมพิวเตอร์ในฐานะเครื่องมือสำหรับจัดการการศึกษา
2. คอมพิวเตอร์ในฐานะเครื่องมือช่วยในการศึกษา
3. คอมพิวเตอร์ในฐานะเป็นวัตถุดิบให้ศึกษา
4. คอมพิวเตอร์ในฐานะเป็นเครื่องมือสำหรับใช้ในการประกอบวิชาชีพ

การใช้คอมพิวเตอร์เป็นเครื่องมือช่วยการศึกษานั้นก็คือกลุ่มงานที่เรียกว่าคอมพิวเตอร์ช่วยสอน (Computer assisted instruction หรือ CAI) นั่นเอง ซึ่งมีการบุกเบิกมานานแต่ยังไม่ก้าวหน้าเท่าที่ควร (ดรรชิต มาลัยวงศ์. 2537: 63-64) กล่าวคือ

1. การนำคอมพิวเตอร์ช่วยสอนมาใช้ต้องลงทุนสูง กล่าวคือหากเป็นห้องเรียนธรรมดาไม่ต้องมีอุปกรณ์มากนักก็สามารถดำเนินการเรียนการสอนได้ แต่ถ้าจะใช้คอมพิวเตอร์ช่วยสอนต้องใช้เครื่องคอมพิวเตอร์อีกหลายสิบเครื่อง ต้องมีผู้ดูแลนอกจากนี้โปรแกรมบทเรียนเองก็มีราคาแพง

2. วิธีการใช้คอมพิวเตอร์ช่วยสอน ยังไม่สมบูรณ์ กล่าวคือยังไม่ค่อยมีการผสมผสานคอมพิวเตอร์ช่วยสอนเข้ากับการสอนในหลักสูตรอย่างแนบเนียน ส่วนใหญ่มีแต่การทำโปรแกรมบทเรียนแยกเป็นส่วนๆ ไม่ปะติดปะต่อเป็นเนื้อเรื่องเดียวกัน

3. ยังไม่เคยมีการสอนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนอย่างจริงจัง ส่วนมากเป็นเพียงการนำโปรแกรมบทเรียนมาให้นิสิตนักศึกษาทดลองใช้เพียง 20-30 ราย แล้วสรุปว่าใช้ได้ ทั้งๆที่ยังไม่ได้ทดลองใช้กันอย่างจริงจังในลักษณะที่เป็นระบบ แม้แต่ในระดับมัธยมศึกษาซึ่งมีใช้คอมพิวเตอร์ช่วยสอนกันมากก็ยังไม่เคยมีการศึกษากันอย่างกว้างขวาง

4. คอมพิวเตอร์ช่วยสอนที่ใช้ส่วนมากเป็นแบบนำเสนอข้อความและคำถามตายตัว จึงไม่น่าสนใจ แม้จะทำงานได้ในแบบโต้ตอบ แต่ก็ไม่ยืดหยุ่นพอที่จะตอบสนองกับผู้เรียนที่มีความสามารถต่างกันได้

5. เสียเวลาและค่าใช้จ่ายสูงในการผลิตโปรแกรมบทเรียน

6. ขาดการวิจัยและความร่วมมือในการสร้างโปรแกรมจัดทำบทเรียน การเผยแพร่โปรแกรมบทเรียน การใช้และการประเมินผลสัมฤทธิ์ของโปรแกรมบทเรียน

คอมพิวเตอร์มีประโยชน์ต่อผู้เรียนและครูผู้สอน (สุทธิพงศ์ หกสุวรรณ. 2538 : 27-28) พอสรุปสาระสำคัญได้ดังนี้

ก.คุณค่าต่อผู้เรียน

1. ส่งเสริมให้ผู้เรียนได้เรียนตามเอกัตภาพ
2. มีการโต้ตอบได้ทันที มีสี ภาพและเสียง ทำให้ผู้เรียนเกิดความตื่นเต้น ไม่เบื่อหน่าย
3. ผู้เรียนไม่สามารถแอบดูคำตอบได้ก่อน จึงเป็นเงื่อนไขให้ผู้เรียนได้เรียนรู้จริงก่อนจึงผ่านบทเรียนนั้นไปได้
4. ผู้เรียนสามารถทบทวนบทเรียนที่เรียนมาแล้ว
5. นักเรียนเรียนได้ดีกว่าและเร็วกว่าการสอนปกติ ทำให้ใช้เวลาในการเรียนน้อยลง
6. สามารถประเมินผลความก้าวหน้าของผู้เรียนได้โดยอัตโนมัติ
7. ฝึกให้นักเรียนคิดอย่างมีเหตุผล เพราะต้องคอยแก้ปัญหาตลอดเวลา
8. ผู้เรียนสามารถเรียนตามลำพังได้
9. ทำให้เกิดความเข้าใจชัดเจนในวิชาที่เรียนอ่อน
10. ผู้เรียนอาจเรียนเป็นขั้นตอนจากง่ายไปยาก
11. ทำให้ผู้เรียนมีทัศนคติที่ดีต่อวิชาที่เรียน

ข.คุณค่าต่อครูผู้สอน

1. ครูใช้เวลาสอนด้วยตนเองน้อยลงและสามารถเอาเวลาที่เหลือไปปรับปรุงการสอนได้
2. ครูมีเวลาศึกษาตำราและพัฒนาความสามารถให้มากขึ้นได้
3. ช่วยพัฒนาทางวิชาการ
4. ครูใช้เวลากับผู้เรียนน้อยลง
5. ครูสามารถทราบความสามารถของนักเรียนได้อย่างต่อเนื่อง

กล่าวได้ว่าคอมพิวเตอร์เข้ามามีบทบาทและมีส่วนช่วยงานด้านการศึกษามากขึ้นโดยลำดับและนับวันจะยิ่งทวีความสำคัญมากขึ้นในอนาคต สืบเนื่องจากความเจริญก้าวหน้าอย่างรวดเร็วของวิทยาการด้านคอมพิวเตอร์นี้ ยืน ภู่วรวรรณ (2536 : 2-3) ได้จัดประเภทการนำคอมพิวเตอร์มาใช้ในการศึกษาไว้ดังนี้

1.คอมพิวเตอร์ช่วยสอน หรือที่เรียกกันย่อๆว่า CAI ในส่วนนี้มักจะเป็นส่วนที่เกิดความเข้าใจผิดกันอยู่มากว่าเป็นส่วนของระบบการเรียนรู้หรือการศึกษาด้วยคอมพิวเตอร์ทั้งหมด ซึ่งที่จริงแล้ว คอมพิวเตอร์ช่วยสอนจะเป็นส่วนของระบบเกี่ยวกับการใช้คอมพิวเตอร์เพื่อ

ติดต่อโดยตรงกับนักเรียนเพื่อการแสดงเนื้อหาบทเรียนตามลำดับขั้นตอนอย่างเป็นระบบด้วยชุดคำสั่งจากโปรแกรมคอมพิวเตอร์เท่านั้น

2.คอมพิวเตอร์จัดการการสอน (Computer Managed Instruction หรือ CMI) เป็นส่วนที่ช่วยจัดการติดตามการเรียนรู้ด้วยคอมพิวเตอร์ โดยสามารถใช้ติดตามผลเป็นรายบุคคล และในระดับชั้นคอมพิวเตอร์จัดการการสอนนับเป็นหัวใจสำคัญของระบบการเรียนรู้ด้วยคอมพิวเตอร์อีกส่วนหนึ่ง แต่ไม่ค่อยได้รับความสนใจเท่าที่ควรเมื่อเปรียบเทียบกับคอมพิวเตอร์ช่วยสอน รูปแบบของคอมพิวเตอร์จัดการการสอน ได้แก่ การตรวจสอบ (Testing) เพื่อใช้วัดระดับความรู้ของผู้เรียนเทียบกับวัตถุประสงค์ การสร้างข้อวินิจฉัย (Prescription generation) ซึ่งระบบคอมพิวเตอร์จัดการการสอนจะสร้างข้อวินิจฉัยสำหรับผู้เรียนเป็นรายบุคคล ทั้งนี้เพราะผู้เรียนแต่ละคนอาจมีพื้นฐานและประสบการณ์ที่แตกต่างกัน ดังนั้นข้อวินิจฉัยจะบอกจุดแข็งและจุดอ่อนจากการเรียนภายในบทเรียนที่ทดสอบนั้นและการเก็บความก้าวหน้าของผู้เรียน (Record keeping) เพื่อใช้ติดตามผลการเรียนรู้ในรายบุคคลและในระดับชั้น

3.คอมพิวเตอร์สนับสนุนการเรียนการสอน (Computer Supported Learning Resources หรือ CSLR) เป็นส่วนที่ใช้สนับสนุนการเรียนรู้ด้วยคอมพิวเตอร์ จึงนับเป็นทรัพยากรให้การเรียนรู้ที่สำคัญคล้ายคลึงกับห้องสมุด ระบบคอมพิวเตอร์สนับสนุนการเรียนการสอนจะทำหน้าที่เหมือนห้องสมุดแต่ใช้คอมพิวเตอร์เข้ามาช่วยด้วย

คอมพิวเตอร์สนับสนุนการเรียนการสอนไม่ใช่ส่วนที่ทำหน้าที่สอนแต่เป็นเพียงส่วนสนับสนุนที่ช่วยให้การเรียนรู้ง่ายขึ้นน่าสนใจมากขึ้นและครอบคลุมรายละเอียดมากขึ้น คอมพิวเตอร์สนับสนุนการเรียนการสอนมีหลายรูปแบบ รูปแบบแรกเป็นรูปแบบดั้งเดิมที่มีมานานแล้ว คือรูปแบบที่เป็นฐานข้อมูลที่ถือเป็นแหล่งข้อมูลใหญ่มีประโยชน์ต่อการเรียนรู้ ไม่ใช่ส่วนที่สอน แต่ต้องอาศัยโปรแกรมคอมพิวเตอร์มาช่วยเรียกค้นตรวจสอบและจัดการข้อมูลจากฐานข้อมูล รูปแบบที่สอง คือ รูปแบบของการสื่อสารทางไกล ซึ่งอาจมีได้หลายแบบทั้งเสียงและข้อมูล จุดเด่นของรูปแบบนี้คือ การแลกเปลี่ยนข่าวสารในระยะไกลๆด้วยการทำงานร่วมกันของระบบเครือข่ายคอมพิวเตอร์และระบบเครือข่ายสื่อสารทำให้เกิดการสื่อสารระยะไกลในรูปแบบการประชุมสัมมนาได้ เช่น การประชุมให้ภาพและเสียง (Video teleconferencing) หรือการประชุมด้วยการส่งข้อความทางคอมพิวเตอร์ (Computer conferencing)

คอมพิวเตอร์เป็นเทคโนโลยีสมัยใหม่ซึ่งนับวันจะมีบทบาทเพิ่มมากขึ้นในวงการศึกษา ทั้งนี้เพราะมีคุณสมบัติและมีลักษณะพิเศษที่สามารถเอื้ออำนวยในการเรียนการสอนและการบริหารงานให้มีประสิทธิภาพเพิ่มมากขึ้น อย่างไรก็ตาม ถ้าจะกล่าวถึงในด้านการเรียนการสอนคอมพิวเตอร์นั้นก็เช่นเดียวกับสื่อประเภทอื่นๆที่ย่อมจะมีทั้งข้อดีและข้อจำกัดในการใช้เพื่อการเรียนรู้ ในการนี้ ไฮนิคและคณะ (Heinich, and others .1982 : 317-318) ได้สรุปข้อดีและข้อจำกัดของคอมพิวเตอร์ในการศึกษาไว้ดังนี้

ก. ข้อดี

1. คอมพิวเตอร์จะช่วยเพิ่มแรงจูงใจในการเรียนรู้ให้แก่ผู้เรียนเนื่องจากการเรียนด้วยคอมพิวเตอร์นั้นเป็นประสบการณ์ที่แปลกใหม่

2. การใช้สี ภาพลายเส้นที่มีการเคลื่อนไหว ตลอดจนเสียงดนตรี จะเป็นการเพิ่มความเหมือนจริงและดึงดูดใจผู้เรียนให้อยากเรียนรู้ ทำแบบฝึกหัดหรือทำกิจกรรมต่าง ๆ

3. ความสามารถของหน่วยความจำของเครื่องคอมพิวเตอร์จะช่วยในการบันทึกพฤติกรรมต่าง ๆของผู้เรียนเพื่อใช้ในการวางแผนบทเรียนในขั้นต่อไปได้

4. ความสามารถในการเก็บข้อมูลของเครื่อง ทำให้สามารถนำมาใช้ในลักษณะของการศึกษาเป็นรายบุคคลได้เป็นอย่างดี โดยสามารถกำหนดบทเรียนให้แก่ผู้เรียนแต่ละคนและแสดงผลความก้าวหน้าให้เห็นได้ทันที

5. ลักษณะของโปรแกรมบทเรียนที่ให้ความเป็นส่วนตัวแก่ผู้เรียนเป็นการช่วยให้ผู้เรียนที่เรียนช้า สามารถเรียนไปได้ตามความสามารถของตนโดยสะดวกอย่างช้า ๆ โดยไม่ต้องอายผู้อื่น และไม่ต้องอายเครื่องมือเมื่อตอบคำถามผิด

6. เป็นการช่วยขยายขีดความสามารถของครูในการควบคุมผู้เรียนได้อย่างใกล้ชิด เนื่องจากสามารถบรรจุข้อมูลได้ง่ายและสะดวกในการนำออกมาใช้

ข. ข้อจำกัด

1. มีราคาแพงและต้องเสียค่าใช้จ่ายในการบำรุงรักษาอย่างสม่ำเสมอ

2. โปรแกรมสำหรับนำมาใช้ในการเรียนการสอนมีน้อย ไม่เพียงพอกับความต้องการและไม่ตรงตามหลักสูตร

3. ขณะนี้ยังขาดอุปกรณ์ที่เป็นมาตรฐานเดียวกันที่สามารถนำไปใช้กับเครื่องคอมพิวเตอร์ต่างระบบกันได้ ในปัจจุบันนี้โปรแกรมหรือซอฟต์แวร์ที่ผลิตขึ้นมาใช้กับเครื่องคอมพิวเตอร์ระบบหนึ่ง ไม่สามารถใช้กับอีกระบบหนึ่งได้

4. การที่จะให้ครูผู้สอนเป็นผู้ออกแบบโปรแกรมบทเรียนเองเป็นงานที่ต้องอาศัยเวลา สติปัญญา และความสามารถเป็นอย่างยิ่ง การใช้คอมพิวเตอร์เพื่อการเรียนการสอนจึงเป็นการเพิ่มภาระให้แก่ครูผู้สอนโดยปริยาย

5. ผู้เรียนบางคนโดยเฉพาะอย่างยิ่งผู้เรียนที่เป็นผู้ใหญ่อาจไม่ค่อยชอบโปรแกรมที่เรียนตามขั้นตอน ทำให้เป็นอุปสรรคในการเรียนรู้ได้

การใช้คอมพิวเตอร์เพื่อการศึกษาในประเทศไทย

นับตั้งแต่มีเครื่องไมโครคอมพิวเตอร์เกิดขึ้นครั้งแรกในปี พ.ศ.2518 ก็ได้มีการนำไปใช้ในสถานศึกษาอย่างรวดเร็วและกว้างขวาง สำหรับในประเทศไทย กระทรวงศึกษาธิการ

ได้เห็นความสำคัญของคอมพิวเตอร์ที่มีต่อนักเรียนและสังคม จึงได้จัดให้มีหลักสูตรวิชาคอมพิวเตอร์ขึ้นเป็นวิชาเลือกเสรีในระดับมัธยมศึกษา ในปี พ.ศ. 2532

เนื่องจากเทคโนโลยีทางด้านคอมพิวเตอร์ได้รับการพัฒนาอย่างรวดเร็ว ทำให้คอมพิวเตอร์มีบทบาทเพิ่มขึ้นในทุกวงการรวมทั้งในวงการศึกษา ดังจะเห็นได้จากมีโปรแกรมคอมพิวเตอร์จำนวนมากที่สามารถช่วยงานต่างๆในโรงเรียนได้ เช่น โปรแกรมทางด้านประมวลคำซึ่งเป็นโปรแกรมที่ช่วยงานพิมพ์เอกสารให้มีประสิทธิภาพมากขึ้น โปรแกรมประมวลคำสมัยใหม่ที่มีขีดความสามารถสูงมากสามารถจัดรูปแบบการพิมพ์ มีระบบตรวจสอบตัวสะกด และแนะนำการใช้ภาษาที่ถูกต้องได้ โปรแกรมตารางทำงานก็นับเป็นอีกโปรแกรมหนึ่งซึ่งมีบทบาทสำคัญมาก ซึ่งในโรงเรียนนิยมใช้โปรแกรมนี้ทำตารางเงินเดือน บัญชีรับจ่ายต่างๆ นอกจากนี้โปรแกรมการจัดการฐานข้อมูลก็เป็นโปรแกรมสำคัญที่โรงเรียนนำไปใช้ช่วยการทำระเบียนข้อมูลของครูและนักเรียน ตลอดจนใช้ในการจัดตารางสอนซึ่งทำให้ลดงานด้านธุรการของโรงเรียนลงเป็นอย่างมาก จากบทบาทที่สำคัญของคอมพิวเตอร์นี้เองทำให้โรงเรียนส่วนใหญ่มีเครื่องคอมพิวเตอร์ไว้ใช้งานอย่างน้อย 1 ชุด (นารี วงศ์สิโรจน์กุล. 2537 : 55)

ในปี พ.ศ.2530 ดร.ยุบล เบ็ญจรงค์กิจ และคณะ ได้สำรวจการใช้เทคโนโลยีคอมพิวเตอร์ในระดับอุดมศึกษาของไทย โดยมีวัตถุประสงค์เพื่อสำรวจปริมาณและประเภทของคอมพิวเตอร์ที่มีใช้อยู่ในสถาบันอุดมศึกษาของรัฐบาลไทย สำรวจความต้องการของหน่วยบุคลากรในหน่วยงานดังกล่าวเกี่ยวกับการใช้คอมพิวเตอร์ช่วยในการปฏิบัติงาน และสำรวจความพึงพอใจของบุคลากรในหน่วยงานดังกล่าวที่ได้รับจากการใช้เครื่องคอมพิวเตอร์ช่วยในการปฏิบัติงาน ผลการสำรวจพบว่า คณะและสถาบันต่างๆในระดับอุดมศึกษาส่วนใหญ่(คือร้อยละ 72.8) มีเครื่องคอมพิวเตอร์ใช้ในหน่วยงานโดยใช้เครื่องคอมพิวเตอร์ประเภทไมโครคอมพิวเตอร์ มากที่สุดคิดเป็นร้อยละ 81.41 รองลงมาเป็นเครื่องประเภทมินิคอมพิวเตอร์และเมนเฟรม คิดเป็นร้อยละ 13.57 และ 50.10ตามลำดับ การใช้เครื่องคอมพิวเตอร์ในหน่วยงานต่างๆยังอยู่ในระดับปานกลางค่อนข้างน้อย สำหรับประเภทของงานที่ใช้เครื่องคอมพิวเตอร์มากกว่างานประเภทอื่นคือ การใช้เครื่องคอมพิวเตอร์กับงานจัดเตรียมเอกสาร ส่วนงานการเรียนการสอนนั้นมีการนำคอมพิวเตอร์ไปใช้ในปริมาณค่อนข้างน้อย โดยใช้กับงานการเรียนการสอนในระดับปริญญาตรีมากกว่าระดับบัณฑิตศึกษา (ฝ่ายส่งเสริมและพัฒนาเทคโนโลยีทางการศึกษา. 2535 : 14)

ต่อมาในปี พ.ศ.2535 กองแผนงานกรมสามัญศึกษาได้ศึกษาสภาพการจัดซื้อจัดหาและการใช้เครื่องคอมพิวเตอร์ในโรงเรียนมัธยมศึกษาที่สังกัดกรมสามัญศึกษาปีการศึกษา 2535 พบว่า จำนวนเครื่องคอมพิวเตอร์ที่มีใช้ในโรงเรียนทั้งหมดจำนวน 4,280 เครื่อง ส่วนใหญ่ใช้เพื่อการเรียนการสอนจำนวน 2,790 เครื่อง(คิดเป็นร้อยละ 65.19) ใช้เพื่องานบริหารการเรียนการสอนจำนวน 807 เครื่อง(คิดเป็นร้อยละ 18.71) และใช้เพื่อการบริหารงานอย่างเดียวมีจำนวน 535 เครื่อง(คิดเป็นร้อยละ 16.10) (นารี วงศ์สิโรจน์กุล. 2537 : 56)

ศูนย์เทคโนโลยีทางการศึกษาได้ทำการสำรวจสภาพการใช้คอมพิวเตอร์เพื่อการศึกษา ความต้องการใช้โปรแกรมคอมพิวเตอร์ช่วยสอนและความคิดเห็นเกี่ยวกับการใช้โปรแกรมคอมพิวเตอร์ช่วยสอนในระดับมัธยมศึกษา ผลการสำรวจซึ่งกระทำในปี 2535 พบว่า มีโรงเรียนที่มีคอมพิวเตอร์ใช้ในสังกัดกรมสามัญศึกษาจำนวน 231 โรงเรียน(คิดเป็นร้อยละ 18.19) และสังกัดสำนักงานคณะกรรมการการศึกษาเอกชนจำนวน 49 โรงเรียน(คิดเป็นร้อยละ 37.40) จากข้อมูลจำนวนโรงเรียนที่ตอบกลับมาของแต่ละสังกัดโดยภาพรวมพบว่าโรงเรียนที่มีคอมพิวเตอร์ใช้มีจำนวน 280 โรงเรียนจากจำนวนโรงเรียนที่ตอบแบบสอบถามกลับมา 1,401 โรงเรียน(คิดเป็นร้อยละ 19.99) โดยนำคอมพิวเตอร์มาใช้ใน 3 ลักษณะคือ 1) ใช้ในงานบริหารและงานอื่นที่เกี่ยวข้องกับงานบริหาร 2) ใช้ในงานบริหารและการเรียนการสอน และ 3) ใช้ในการเรียนการสอนอย่างเดียว ทั้งนี้พบว่าโรงเรียนซึ่งมีคอมพิวเตอร์ใช้เพื่อการเรียนการสอนมีจำนวน 156 โรงเรียนจากจำนวนโรงเรียนที่มีคอมพิวเตอร์ใช้ 280 โรงเรียน(คิดเป็นร้อยละ 55.71) และในการใช้คอมพิวเตอร์เพื่อการเรียนการสอนนั้น ส่วนใหญ่ใช้เพื่อสอนวิชาคอมพิวเตอร์โดยตรง และใช้เพื่อช่วยในการเรียนการสอนวิชาต่าง ๆโดยอาศัยโปรแกรมคอมพิวเตอร์ช่วยสอน(CAI) (ฝ่ายส่งเสริมและพัฒนาเทคโนโลยีทางการศึกษา. 2535 : 76 - 80)

การใช้คอมพิวเตอร์เพื่อการศึกษาในต่างประเทศ

ในประเทศสหรัฐอเมริกามีการนำเครื่องไมโครคอมพิวเตอร์เข้าไปใช้ในโรงเรียนมัธยมศึกษาอย่างแพร่หลาย ตั้งแต่ปี พ.ศ.2524 โดยพบว่าโรงเรียนมัธยมศึกษาไม่น้อยกว่าร้อยละ 40 มีคอมพิวเตอร์อย่างน้อย 1 เครื่อง ในปี พ.ศ.2528 ทุกโรงเรียนมีคอมพิวเตอร์ไว้ใช้งาน และพบว่าในปี พ.ศ.2530 นักเรียนมัธยมศึกษาทุกคนในประเทศสหรัฐอเมริกาได้เรียนคอมพิวเตอร์อย่างน้อยคนละ 1 รายวิชา ในปี 2535 โรงเรียนประถมศึกษาและโรงเรียนมัธยมศึกษาร้อยละ 98 มีคอมพิวเตอร์ใช้ในการเรียนการสอน โดยครูผู้สอนจะเป็นผู้พัฒนาโปรแกรมขึ้นมาใช้เอง โปรแกรมคอมพิวเตอร์ที่ใช้ในการเรียนการสอนมีหลายประเภทแต่ละประเภทมีปริมาณคิดเป็นร้อยละดังนี้

ประเภทข้อมูล	ร้อยละ	95
ประเภทช่วยสอน	ร้อยละ	89
ประเภทวิเคราะห์ผลและแปลผล	ร้อยละ	87
ประเภทควบคุมระบบการสอน	ร้อยละ	84
ประเภทเกมและจำลองสถานการณ์	ร้อยละ	81
ประเภทภาพ	ร้อยละ	81
ประเภทช่วยการสื่อสาร	ร้อยละ	49
ประเภทมัลติมีเดีย	ร้อยละ	25

เมื่อวิเคราะห์ประเภทของโปรแกรมที่ใช้ในการเรียนการสอนพบว่าเป็นโปรแกรมที่ช่วยส่งเสริมการเรียนรู้ในด้านต่าง ๆดังนี้

ประเภทส่งเสริมการคิดแก้ปัญหา	ร้อยละ	75
ประเภทส่งเสริมการฝึกทักษะ	ร้อยละ	73
ประเภทฝึกหัดและทำแบบฝึกหัด	ร้อยละ	72
ประเภทช่วยการค้นคว้า	ร้อยละ	37
ประเภทส่งเสริมความคิดรวบยอด	ร้อยละ	30

(Ely .1993 : 53-57)

ในประเทศฝรั่งเศส การใช้คอมพิวเตอร์เพื่อการศึกษาได้แพร่หลายมาตั้งแต่ปี พ.ศ.2525 และได้จัดทำโครงการ "สารสนเทศสำหรับทุกคน" (Informatics For All) ขึ้นในปี พ.ศ.2528 โครงการนี้มีการจะติดตั้งเครื่องไมโครคอมพิวเตอร์จำนวนกว่า 160,000 เครื่องในสถานศึกษาทุกระดับซึ่งมีประมาณ 50,000 แห่ง มีการอบรมครูและพนักงานดูแลห้องคอมพิวเตอร์ประมาณ 110,000 คน ให้สถานศึกษาใช้ จุดประสงค์ในการใช้คอมพิวเตอร์ของสถานศึกษามี 3 ประการได้แก่ 1) ช่วยในการสอนวิชาการต่าง ๆ เช่น ภาษาฝรั่งเศส คณิตศาสตร์ ชีววิทยา ศิลปะ ภูมิศาสตร์ ประวัติศาสตร์ของเทคโนโลยีและอื่น ๆ 2) ใช้ในการสอนวิชาคอมพิวเตอร์โดยตรง เช่น การพิมพ์เอกสาร การสร้างตารางคำนวณ การจัดการข้อมูล การจัดการรูปภาพ ระบบผู้เชี่ยวชาญและอื่น ๆ และ 3) ใช้เพื่อการสันทนาการ ซึ่งได้แก่ เกมคอมพิวเตอร์ (ฝ่ายส่งเสริมและพัฒนาเทคโนโลยีทางการศึกษา. 2535 : 5)

ในประเทศญี่ปุ่นมีความก้าวหน้ามากในด้านคอมพิวเตอร์เช่นกันกล่าวคือ มีการกำหนดเป้าหมายเฉพาะในโรงเรียนประถมศึกษาให้เริ่มคุ้นเคยกับคอมพิวเตอร์โดยให้นักเรียนได้รู้จักคอมพิวเตอร์ และในโรงเรียนมัธยมศึกษาตอนต้นให้ครูใช้คอมพิวเตอร์เป็นเครื่องมือช่วยสอน และเปิดวิชาคอมพิวเตอร์เป็นวิชาเลือกสำหรับนักเรียนที่มีความสนใจในด้านนี้ นอกจากนี้ยังส่งเสริมการพัฒนาคุณภาพของครูโดยจัดอบรมครูในด้านการสร้างซอฟต์แวร์(Software)ทางการศึกษาให้มากขึ้น (ฝ่ายส่งเสริมและพัฒนาเทคโนโลยีทางการศึกษา. 2535 : 6)

ในประเทศออสเตรเลียได้กำหนดบทบาทของเทคโนโลยีระดับชาติขึ้นในปี พ.ศ.2532 โดยกำหนดเป้าหมายให้มีการเรียนการสอนเทคโนโลยีให้สอดคล้องกับการพัฒนาเศรษฐกิจและสังคม โดยมีการพัฒนาทักษะในการประมวลผลและการใช้คอมพิวเตอร์ ในด้านการเรียนการสอนได้เริ่มใช้คอมพิวเตอร์ในโรงเรียนตั้งแต่ปี พ.ศ.2523 และมีการจัดซื้อคอมพิวเตอร์เพิ่มมากขึ้นทุกปี มีการนำคอมพิวเตอร์ไปใช้ในการเรียนการสอนและการบริหารงาน ส่งเสริมการจัดทำซอฟต์แวร์ ในปี 2533 มีการขยายตัวด้านการนำคอมพิวเตอร์มาใช้ในการเรียนการสอนเพิ่มมากขึ้นอีก กล่าวคือมีคอมพิวเตอร์ใช้ตั้งแต่ในระดับอนุบาล จนถึงระดับอุดมศึกษาเป็นเวลาตลอด 12 ปี (Sims. 1993 : 11-15)

ในประเทศมาเลเซียได้เริ่มนำคอมพิวเตอร์มาใช้ในการเรียนการสอน เมื่อต้นปี 2532 โดยเริ่มในโรงเรียนเอกชนก่อน นอกจากนี้มีการจัดตั้งชมรมคอมพิวเตอร์ในระดับประเทศเพื่อส่งเสริมการใช้คอมพิวเตอร์ให้กว้างขวางยิ่งขึ้น มีการกำหนดเป้าหมายทางการศึกษาให้นักเรียนในระดับการศึกษาต่าง ๆมีความรู้ความสามารถทางด้านสารสนเทศอย่างชัดเจน กล่าวคือกำหนดให้นักเรียนมัธยมศึกษาตอนต้นมีความรู้ ความเข้าใจ สามารถอธิบายและใช้โทรศัพท์ โทรสาร คอมพิวเตอร์ ซีดีรอม (CD-ROM) จดหมายอิเล็กทรอนิกส์ (E-mail) และ โมเด็ม (Modem) มีความรู้ความเข้าใจสามารถเลือกใช้ ซอฟต์แวร์สำเร็จรูปที่แพร่หลายทั่วไปได้ ในส่วนของการพัฒนาครู มีการจัดหลักสูตรคอมพิวเตอร์ให้ครูทุกคนได้เรียนรู้ การนำคอมพิวเตอร์มาใช้ในด้านการศึกษาดังกล่าวนั้นได้รับความช่วยเหลือจากภาคธุรกิจและอุตสาหกรรมโดยการนำเครื่องคอมพิวเตอร์เก่ามาให้โรงเรียนได้ใช้ประโยชน์ (Tengku. 1993 : 48 –52 ; Ng. 1989 : 56-61)

ในประเทศเกาหลีได้กำหนดให้คอมพิวเตอร์เป็นอุปกรณ์การศึกษาอีกประเภทหนึ่ง กระทรวงศึกษาธิการได้กำหนดให้เป็นนโยบายเร่งด่วนในการศึกษาความรู้เบื้องต้นเกี่ยวกับคอมพิวเตอร์สำหรับนักเรียนทุกคน ให้ทุกโรงเรียนจัดการศึกษาที่มีบรรยากาศของคอมพิวเตอร์ ฝึกอบรมครูให้มีความรู้คอมพิวเตอร์เบื้องต้น สามารถสร้างและพัฒนาซอฟต์แวร์ทางด้านการศึกษา พร้อมทั้งให้มีการนำคอมพิวเตอร์ไปใช้อย่างแพร่หลายในการเรียนการสอนวิชาอื่น ๆด้วย นอกจากนี้ยังกำหนดวัตถุประสงค์เฉพาะในเรื่องนี้ให้มีการใช้คอมพิวเตอร์ในกระบวนการเรียนการสอนและการบริหารงาน จัดระบบการศึกษาให้มีสภาพแวดล้อมเหมาะสมกับการใช้คอมพิวเตอร์ โดยจัดให้มีการเรียนการสอนคอมพิวเตอร์ในระดับมัธยมศึกษาตอนปลาย ตั้งแต่ปี พ.ศ.2533 พร้อมทั้งกำหนดเป้าหมายให้มีห้องสอนคอมพิวเตอร์ครบทุกโรงเรียนในปี พ.ศ. 2539 (Huh. 1993 : 42-47)

สำหรับประเทศจีนได้มีการนำคอมพิวเตอร์มาใช้ในการศึกษาอย่างแพร่หลายหลังจากปี พ.ศ.2524 โดยนำมาใช้ในลักษณะต่าง ๆกันกล่าวคือ ใช้ในการวางแผนและการจัดการการศึกษา ใช้ในการเรียนการสอนทั้งในระบบและนอกระบบ รวมทั้งการเรียนเสริมด้วย มีการกำหนดเป็นนโยบายการศึกษาระดับชาติ มีการส่งเสริมให้ครูได้รับการอบรมเกี่ยวกับการใช้คอมพิวเตอร์ในการเขียนโปรแกรมเกี่ยวกับการเรียนการสอน ในปี พ.ศ.2527 โรงเรียนระดับประถมศึกษาและมัธยมศึกษา จำนวนมากกว่า 8,000 แห่ง จาก 25 จังหวัดมีคอมพิวเตอร์ใช้ในการเรียนการสอน และในปี พ.ศ. 2526 โรงเรียนมัธยมศึกษาประมาณ 350,000 แห่งมีคอมพิวเตอร์ใช้ในการเรียนการสอน (Makrakis and Liu Yuan-tu . 1993 : 31-36)

คอมพิวเตอร์ช่วยสอน (Computer Assisted Instruction)

คอมพิวเตอร์ช่วยสอนหรือ CAI เริ่มในสหรัฐอเมริกาตั้งแต่ปลายทศวรรษที่ 1950 ต้นทศวรรษที่ 1960 มหาวิทยาลัยผู้บุกเบิกคือ มหาวิทยาลัยฟลอริดาและมหาวิทยาลัยสแตนฟอร์ด โดยเริ่มใช้กับวิชาฟิสิกส์และวิชาสถิติ ในระยะแรกเป็นการใช้คอมพิวเตอร์เครื่องใหญ่ IBM1500

และใช้เทอร์มินัล(terminal)ในการโต้ตอบกับผู้เรียน คอมพิวเตอร์ช่วยสอนพัฒนามากขึ้นเมื่อไมโครคอมพิวเตอร์เข้ามามีบทบาทในโรงเรียนและมหาวิทยาลัย ทำให้มีความคล่องตัวในการใช้มากกว่าคอมพิวเตอร์เครื่องใหญ่

นักการศึกษาหลายท่านได้ให้ความหมายของคอมพิวเตอร์ช่วยสอน (Computer-Assisted Instruction หรือ CAI) ไว้คล้ายคลึงกัน เช่น

ผดุง อารยะวิญญู (2527 : 41) ได้ให้ความหมายคอมพิวเตอร์ช่วยสอนว่า หมายถึง การนำเครื่องคอมพิวเตอร์มาใช้เป็นเครื่องช่วยครูในการเรียนการสอน โปรแกรมสำหรับการเรียนการสอนมักบรรจุเนื้อหาเกี่ยวกับที่ครูจะสอน แต่แทนที่ครูจะสอนเนื้อหาวิชาด้วยตนเอง ครูก็บรรจุเนื้อหาเหล่านั้นไว้ในโปรแกรมและนักเรียนสามารถเรียนรู้ด้วยตนเอง

ขนิษฐา ชานนท์ (2532 :6) ได้ให้ความหมายคอมพิวเตอร์ช่วยสอนว่า หมายถึง การนำคอมพิวเตอร์มาใช้เป็นเครื่องมือในการเรียนการสอน โดยที่เนื้อหาวิชาแบบฝึกหัดและการทดสอบจะได้รับการพัฒนาขึ้นในรูปของโปรแกรมคอมพิวเตอร์ ซึ่งมักเรียกว่าคอร์สแวร์ (Courseware)ผู้เรียนจะเรียนบทเรียนจากคอมพิวเตอร์โดยคอมพิวเตอร์จะเป็นฝ่ายเสนอเนื้อหาวิชา ซึ่งในรูปตัวหนังสือหรือกราฟิก สามารถถามคำถามและรับคำตอบจากผู้เรียนรวมทั้งตรวจคำตอบและแสดงผลการเรียนในรูปของข้อมูลย้อนกลับ (Feedback) ให้แก่ผู้เรียน

นอกจากนั้นทักษิณา สวนานนท์ (2530 : 206) ยืน ภู่วรวรรณ (2531 : 121) บุบผชาติ ทัฬหิกรณ์ (2535 : 49) สุมาลี สังข์ศรี (2536 : 50) วันเพ็ญ เชียนเอี่ยม (2539 : 22) ได้ให้ความหมายของคอมพิวเตอร์ช่วยสอนไว้คล้ายคลึงกันว่า คอมพิวเตอร์ช่วยสอนหมายถึงการนำคอมพิวเตอร์มาใช้ในการเรียนการสอนซึ่งมีวิธีการสอนได้หลายรูปแบบ(Taylor. 1980 : 25 – 28 ; Reynolds. 1995 : 18 – 25) เช่น

1. การฝึกทักษะและทำแบบฝึกหัด (มีเนื้อหาให้อ่านแล้วมีแบบฝึกหัดให้ทำเพื่อวัดความเข้าใจ)

2. การเจรจาเป็นการโต้ตอบระหว่างคอมพิวเตอร์และผู้เรียน (มีการสอนด้วยการตั้งปัญหาถาม)

3. การจำลองสภาพ (มีการเสนอปรากฏการณ์ที่จำลองมาจากของจริง เช่น วิธีการเรียนขับเครื่องบิน เป็นต้น)

4. เกม (เป็นการเรียนรู้จากการเล่นเกมต่าง ๆ)

5. การแก้ปัญหาต่าง ๆ(เป็นการเรียนรู้ที่เน้นการฝึกคิดและตัดสินใจ เช่น เลือกใช้สูตรให้ตรงปัญหา โดยผู้เรียนจะต้องคิดคำตอบในกระดาษก่อนเลือกข้อถูก)

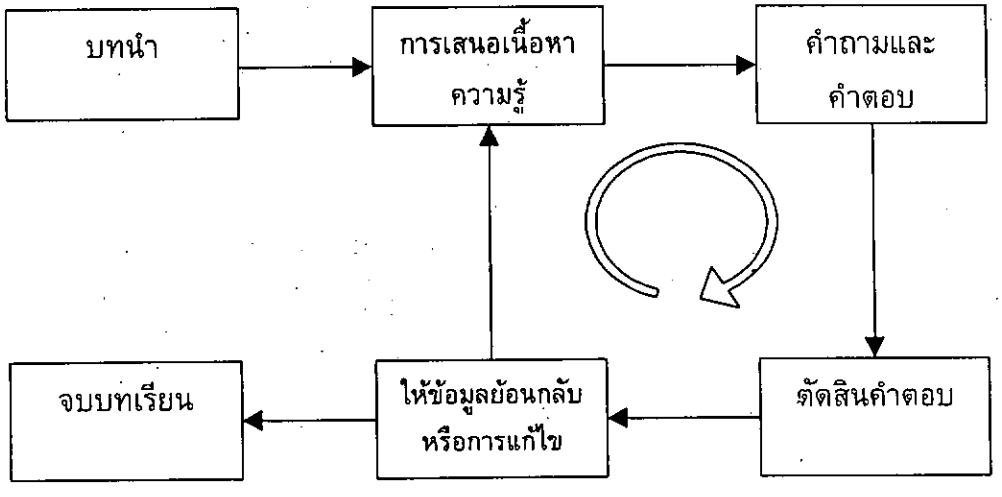
6. การทดสอบ (เป็นการวัดผลสัมฤทธิ์ของผู้เรียน)

จากที่กล่าวมาข้างต้น นักการศึกษาสามารถนำคอมพิวเตอร์มาช่วยในงานด้านการศึกษาได้หลายลักษณะ ในจำนวนนี้งานที่กำลังได้รับความสนใจมากก็คือ งานเกี่ยวกับคอมพิวเตอร์ช่วยสอนหรือ CAI

ประเภทของคอมพิวเตอร์ช่วยสอน

นักวิชาการ นักการศึกษาแบ่งลักษณะของคอมพิวเตอร์ช่วยสอนออกเป็นประเภทต่างๆ ซึ่งสามารถสรุปได้ดังนี้ (Stolurow. 1971 : 394 – 396, Reynolds. 1996 : 20 – 25 , วารินทร์ รัศมีพรหม. 2525 : 73 , ผดุง อารยะวิญญู. 2527 : 42 – 47 , ยืน ภู่วรวรรณและประภาส จงสถิตย์วัฒนา. 2529 : 564 – 565 , ทักษิณา สวนานนท์. 2530 : 216 – 220 , กิดานันท์ มลิทอง. 2531 : 169 – 173)

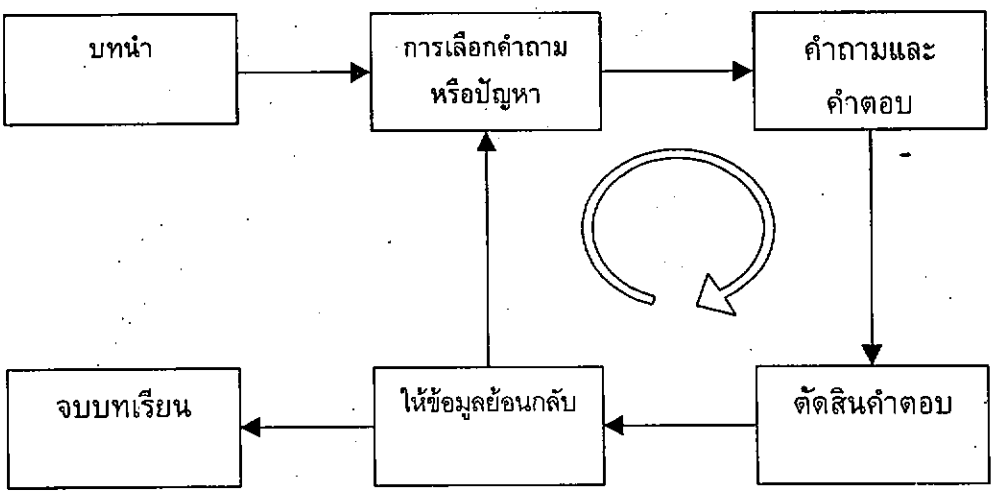
1.ใช้เพื่อการสอน (Tutorial) เป็นโปรแกรมซึ่งเสนอเนื้อหาความรู้แก่ผู้เรียน ในรูปแบบของเรื่องราว ข้อความ ภาพ เสียง หรือในทุกรูปแบบรวมกันที่เรียกว่า มัลติมีเดีย แล้วให้ผู้เรียนตอบคำถามและให้ตัดสินใจเองว่าจะยังคงทบทวนความรู้ที่เสนอในบทนั้นอีกหรือจะเรียนในบทใหม่ต่อไป บทเรียนในการสอนแบบนี้นับว่าเป็นบทเรียนขั้นพื้นฐานของการใช้คอมพิวเตอร์ช่วยสอน โดยสามารถใช้สอนได้ในแทบทุกสาขาวิชานับตั้งแต่มนุษย์ศาสตร์ไปจนถึงวิทยาศาสตร์ และเป็นบทเรียนที่เหมาะสมในการเสนอเนื้อหาข้อมูลที่เกี่ยวกับข้อเท็จจริง เพื่อการเรียนรู้ทางด้านกฎเกณฑ์หรือทางด้านวิธีการแก้ปัญหาต่างๆ



ภาพประกอบ 2-1 แสดงรูปแบบโปรแกรมบทเรียนเพื่อการสอน

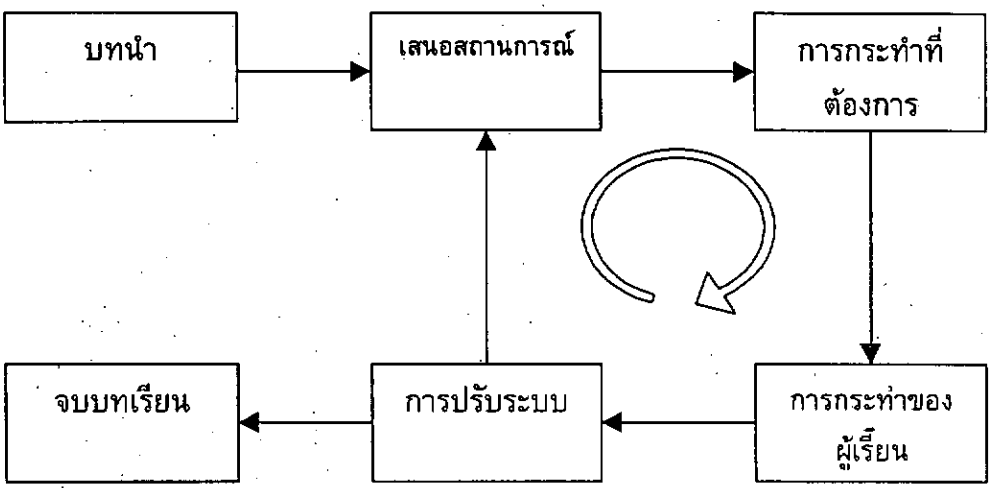
2.การฝึกและปฏิบัติ (Drill and Practice) บทเรียนในการฝึกหัดจะเป็นโปรแกรมที่ไม่มีการเสนอความรู้แก่ผู้เรียนก่อน แต่จะมีการให้คำถามหรือปัญหาที่ได้คัดเลือกมาจากการสุ่มหรืออย่างเฉพาะเจาะจง โดยการเสนอคำถามหรือปัญหานั้นซ้ำแล้วซ้ำเล่าเพื่อให้ผู้เรียนตอบ แล้วคอมพิวเตอร์ก็จะให้คำตอบที่ถูกต้องเพื่อการตรวจสอบยืนยันหรือแก้ไข พร้อมกับให้คำถามหรือปัญหาต่อไปอีกจนกว่าผู้เรียนจะสามารถตอบคำถามหรือแก้ปัญหานั้นจนถึงระดับเป็นที่น่าพอใจ ดังนั้น ในการใช้คอมพิวเตอร์เพื่อการฝึกหัดนี้ ผู้เรียนจึงจำเป็นต้องมีความคิด

รวบยอดและมีความรู้ความเข้าใจในเรื่องราวและกฎเกณฑ์เกี่ยวกับเรื่องนั้นๆ เป็นอย่างดีมาก่อน แล้วจึงจะสามารถตอบคำถามหรือแก้ปัญหาได้ ซึ่งโปรแกรมบทเรียนในการฝึกหัดนี้จะสามารถใช้ได้ในหลายสาขาวิชาทั้งทางด้านคณิตศาสตร์ ภูมิศาสตร์ ประวัติศาสตร์ วิทยาศาสตร์ การเรียนคำศัพท์ การแปลภาษา เป็นต้น



ภาพประกอบ 2-2 แสดงรูปแบบโปรแกรมบทเรียนการฝึกหัด

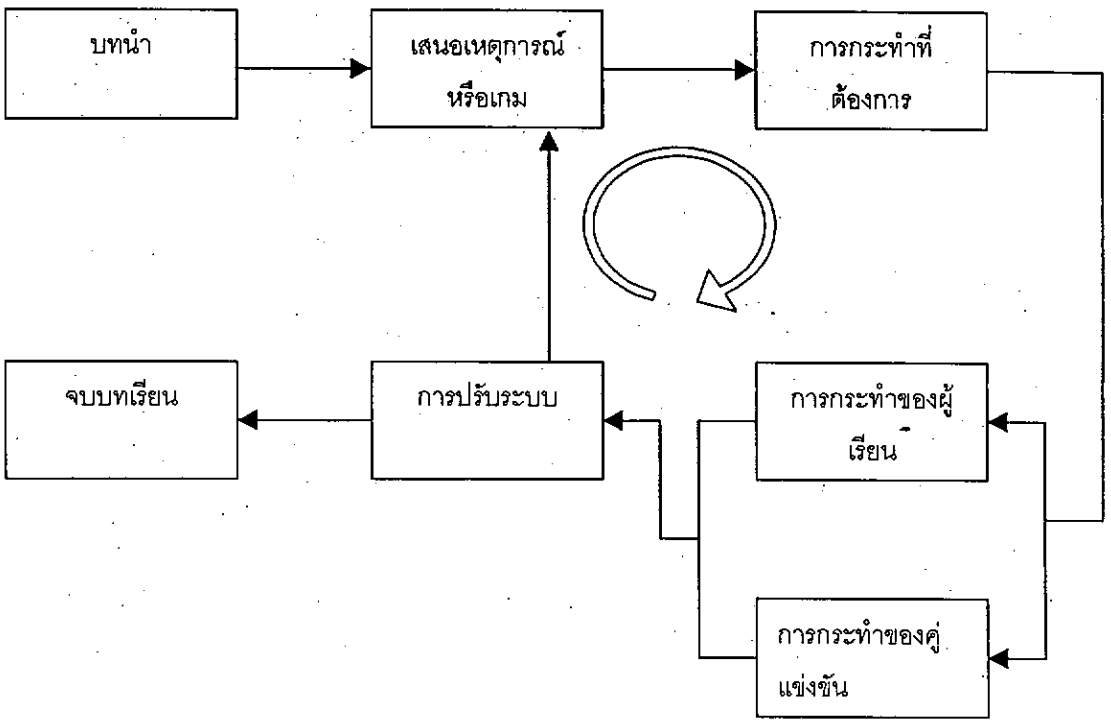
3.การสร้างสถานการณ์จำลอง (Simulation) เป็นโปรแกรมบทเรียนที่เป็นสถานการณ์จำลองเพื่อใช้ในการเรียนการสอน ซึ่งจำลองความเป็นจริงโดยตัดรายละเอียดต่างๆ หรือนำกิจกรรมที่ใกล้เคียงสถานการณ์จริงมาให้ผู้เรียนได้ศึกษา เป็นการเปิดโอกาสให้ผู้เรียนได้พบเห็นภาพจำลองของเหตุการณ์เพื่อฝึกทักษะและการเรียนรู้ได้โดยไม่ต้องเสี่ยงภัยหรือเสียค่าใช้จ่ายมากนัก รูปแบบของโปรแกรมบทเรียนสถานการณ์จำลองจะประกอบด้วยการเสนอความรู้ข้อมูล การแนะนำผู้เรียนเกี่ยวกับทักษะ การฝึกปฏิบัติเพื่อเพิ่มพูนความชำนาญ และความคล่องแคล่ว ในโปรแกรมบทเรียนสถานการณ์จำลองนี้จะมีโปรแกรมการสาธิต (Demonstration) อยู่ด้วยเป็นการแสดงให้ผู้เรียนได้ชมได้ดูเป็นตัวอย่าง ในวิชาเคมี วิชาฟิสิกส์ บางบทเรียนไม่สามารถทดลองให้เห็นจริงได้ หรือการทดลองทางชีววิทยาที่ต้องใช้เวลานานหลายวันจึงจะปรากฏผล การใช้คอมพิวเตอร์ช่วยสร้างสถานการณ์จำลองจึงมีความสำคัญในการเรียนการสอนที่จะจำลองสถานการณ์ให้ผู้เรียนได้เห็นจริงและเข้าใจได้ง่าย



ภาพประกอบ 2-3 แสดงรูปแบบโปรแกรมบทเรียนสถานการณ์จำลอง

4.การแก้ปัญหา (Problem solving) ประเภทนี้จะเน้นให้ฝึกการคิดการตัดสินใจ โดยมีการกำหนดเกณฑ์ให้ แล้วผู้เรียนพิจารณาไปตามเกณฑ์ มีการให้คะแนนหรือน้ำหนักกับเกณฑ์แต่ละข้อ เช่นในวิชาวิทยาศาสตร์ คณิตศาสตร์ ผู้เรียนจำเป็นอย่างยิ่งที่จะต้องเข้าใจและมีความสามารถในการแก้ปัญหา กล่าวคือ รู้จักเลือกสูตรมาใช้ให้ตรงกับปัญหา ผู้เรียนอาจต้องทดเลขในกระดาษคำตอบ ก่อนที่จะเลือกข้อถูกได้ ซึ่งการทำเช่นนี้ ผู้สอนอาจไม่ได้ต้องการเพียงคำตอบที่ถูกเพียงอย่างเดียว ยังต้องการขั้นตอนที่ผู้เรียนทำ เช่น ถ้าเลือกข้อ ข แปลว่าใช้สูตรผิด ถ้าเลือกข้อ ค แปลว่าคำนวณผิด ถ้าเลือกข้อ ง แปลว่าไม่เข้าใจเลย เป็นต้น การแก้ปัญหาบางกรณี กว่าที่ผู้เรียนจะตอบได้จะต้องใช้คอมพิวเตอร์นั้นช่วยแก้ปัญหาด้วย เพราะเป็นการคำนวณที่สลับซับซ้อน ก็เท่ากับเป็นการวัดด้วยว่าผู้เรียนมีความรู้ทางคอมพิวเตอร์มากน้อยเพียงใด

5.เกมเพื่อการเรียนการสอน (Instructional Games) การใช้เกมเพื่อการเรียนการสอนกำลังเป็นที่นิยมกันมาก เนื่องจากเป็นสิ่งที่สามารถกระตุ้นผู้เรียนให้เกิดความอยากเรียนรู้ได้ง่าย เกมนั้นสามารถใช้ในการสอนและเป็นสื่อที่จะให้ความรู้แก่ผู้เรียนได้เช่นกันในเรื่องของกฎเกณฑ์ แบบแผนของระบบ กระบวนการ ทัศนคติตลอดจนทักษะต่างๆ นอกจากนี้การใช้เกมยังช่วยเพิ่มบรรยากาศในการเรียนรู้ให้ดีขึ้นและช่วยมิให้ผู้เรียนเกิดอาการเหม่อลอย ซึ่งเป็นอุปสรรคในการเรียน รูปแบบโปรแกรมบทเรียนของเกมเพื่อการเรียนการสอนนั้นคล้ายคลึงกับโปรแกรมบทเรียนสถานการณ์จำลอง แต่แตกต่างกันโดยการเพิ่มบทบาทผู้แข่งขันเข้าไปด้วย



ภาพประกอบ 2-4 แสดงรูปแบบโปรแกรมบทเรียนเกมเพื่อการเรียนการสอน

6.ใช้เพื่อการทดสอบ (Testing) การใช้โปรแกรมคอมพิวเตอร์เพื่อการทดสอบนั้น มิใช่เป็นการใช้เพียงเพื่อปรับปรุงคุณภาพของแบบทดสอบเพื่อวัดความรู้ของผู้เรียนเท่านั้น แต่ยังช่วยให้ผู้สอนมีความรู้สึกที่เป็นอิสระจากการผูกมัดทางด้านกฎเกณฑ์ต่างๆ เกี่ยวกับการทดสอบได้อีกด้วย เนื่องจากโปรแกรมคอมพิวเตอร์จะสามารถช่วยเปลี่ยนแปลงการทดสอบจากแบบเดิมๆ มาเป็นแบบทดสอบที่มีปฏิสัมพันธ์ระหว่างคอมพิวเตอร์กับผู้เรียนหรือผู้ที่ได้รับการทดสอบ ซึ่งเป็นที่น่าสนุกและน่าสนใจกว่า พร้อมกันนั้นก็เป็นการสะท้อนถึงความสามารถของผู้เรียนที่จะนำความรู้ต่างๆมาใช้ในการตอบได้อีกด้วย

7.บทสนทนา (Dialogue) เป็นการเลียนแบบการสอนในห้องเรียน กล่าวคือพยายามให้เป็นการพูดคุยระหว่างผู้สอนและผู้เรียน เพียงแต่ว่าแทนที่จะใช้เสียง ก็เป็นตัวอักษรบนจอภาพ แล้วมีการสอนด้วยการตั้งปัญหาถาม ลักษณะในการใช้แบบสอบถามก็เป็นการแก้ปัญหาอย่างหนึ่ง เช่น บทเรียนวิชาเคมี อาจถามหาสารเคมีบางชนิด ผู้เรียนอาจโต้ตอบด้วยการใส่ชื่อสารเคมีให้คำตอบหรือบทเรียนสำหรับนักเรียนแพทย์ อาจเป็นการสมมติสภาพของคนไข้ให้ผู้เรียนกำหนดวิธีรักษาก็ได้

8.การสาธิต (Demonstration) การสาธิตโดยใช้คอมพิวเตอร์ จะมีลักษณะคล้ายกับการสาธิตของครู แต่การสาธิตของคอมพิวเตอร์น่าสนใจกว่า เพราะนำมาใช้เพื่อสาธิตให้ทั้งเส้นกราฟที่สวยงาม ตลอดทั้ง สี และเสียงด้วย ครูสามารถนำคอมพิวเตอร์มาใช้เพื่อสาธิตเกี่ยว

กับวิชาคณิตศาสตร์ วิทยาศาสตร์ได้หลายแขนง เช่น สาธิตเกี่ยวกับการโคจรของดาวเคราะห์ การหมุนเวียนของโลหิต การสมดุลของสมการ

9.การไต่ถาม (Inquiry) คอมพิวเตอร์ช่วยสอนสามารถใช้ในการค้นหาข้อเท็จจริง ความคิดรวบยอด หรือข่าวสารที่เป็นประโยชน์ ซึ่งสามารถแสดงได้ทันทีเมื่อผู้เรียนต้องการ ด้วยระบบง่ายๆ ที่ผู้เรียนสามารถทำได้เองเพียงแต่กดหมายเลข หรือใส่รหัสหรือตัวย่อของแหล่งข้อมูลนั้นๆ การใส่รหัสหรือหมายเลขของผู้เรียนนี้จะทำให้คอมพิวเตอร์ช่วยสอนแสดงข้อมูล ซึ่งจะตอบคำถามของผู้เรียนตามต้องการ

10.แบบรวมวิธีการต่างๆเข้าด้วยกัน (Combination) คอมพิวเตอร์สามารถสร้างวิธีการสอนหลายแบบรวมกันได้ ตามธรรมชาติของการเรียนการสอนที่ต้องการวิธีการสอนหลายแบบที่หลากหลายซึ่งความต้องการนี้มาจากการกำหนดวัตถุประสงค์ในการเรียนการสอน ผู้เรียนและองค์ประกอบหรือภารกิจต่างๆ โปรแกรมคอมพิวเตอร์ช่วยสอนโปรแกรมหนึ่งอาจมีทั้งลักษณะที่เป็นการใช้เพื่อสอน (Tutoring) เกม (Gaming) การไต่ถาม (Inquiry) การทดสอบ(Testing)และการแก้ปัญหา (Problem solving) หรืออาจมีแบบอื่นๆได้อีก ซึ่งส่วนมากบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนในปัจจุบันมักเป็นแบบที่มีการรวมวิธีการต่างๆเข้าด้วยกัน

จากที่กล่าวมาข้างต้นจะเห็นว่านักการศึกษาสามารถนำคอมพิวเตอร์มาช่วยในงานด้านการศึกษาได้หลายลักษณะ ในจำนวนนี้งานที่กำลังได้รับความสนใจมากก็คือ งานเกี่ยวกับคอมพิวเตอร์ช่วยสอนหรือ CAI ซึ่งมีการนำมาใช้ในการเรียนการสอนหลายรูปแบบ

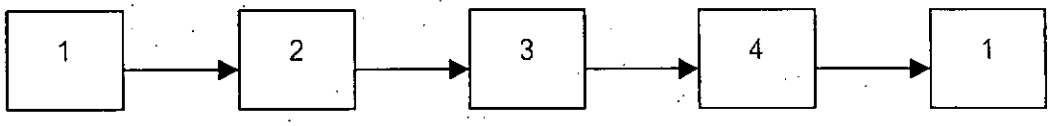
รูปแบบของคอมพิวเตอร์ช่วยสอน

คอมพิวเตอร์ช่วยสอนมีหลายรูปแบบ (Stolurow. 1971 : 394 – 396,Taylor. 1980 : 25 – 28 ; Reynolds. 1995 : 18 – 25, วารินทร์ รัศมีพรหม. 2525 : 73 , ผดุง- อารัยะวิญญู. 2527 : 42 – 47 , ยืน ภู่วรวรรณและประภาส จงสถิตย์วัฒนา. 2529 : 564 – 565 , ทักษิณา สวนานนท์. 2530 : 216 – 220) รูปแบบที่สำคัญได้แก่ แบบเส้นทางเดียว และแบบแตกกิ่ง ซึ่งแบบแตกกิ่งมีหลายรูปแบบที่แตกต่างกัน เช่น แบบข้ามและย้อนกรอบ แบบทางเดินหลายเส้น แบบกรอบซ่อมเสริมเดี่ยว แบบมีห่วงกรอบซ่อมเสริม แบบกรอบซ่อมเสริมหลายกิ่ง แบบแตกกิ่งคู่ แบบกิ่งประกอบ ฯลฯ แต่ละรูปแบบมีคำอธิบายโดยสังเขปดังต่อไปนี้

1. บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนแบบเส้นทางเดียว (Linear program)

การสร้างบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนลักษณะนี้ เป็นการสร้างกรอบที่มีลำดับการตอบสนองอย่างต่อเนื่องเป็นเทคนิควิธีการที่สร้างและใช้ได้ง่าย ประกอบด้วยกรอบเนื้อหาหรือกรอบคำถามเรียงต่อกันไปในทิศทางเดินทางเดียว

ลักษณะบทเรียนดังกล่าวข้างต้น ไม่เป็นที่นิยมในปัจจุบัน เพราะจัดเรียงเนื้อหาตายตัว ผู้เรียนได้รับหรือต้องเรียนเนื้อหาเหมือนกันหมด ไม่เอื้อต่อความแตกต่างระหว่างบุคคล หากบทเรียนตอบสนองต่อผู้เรียน โดยแตกย่อยเป็นขั้นตอนที่ค่อนข้างละเอียดจะทำให้น่าเบื่อสำหรับผู้เรียนที่เรียนได้เร็ว จึงไม่เหมาะกับผู้เรียนที่มีความสามารถต่างกัน แต่จะต้องเรียนผ่านทุกกรอบทีละกรอบเหมือนกันทุกคน



ภาพประกอบ 2-5 แผนผังแสดงบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนแบบเส้นทางเดียว
(บุบผชาติ ทัพหิกรณ์. 2536 : 17)

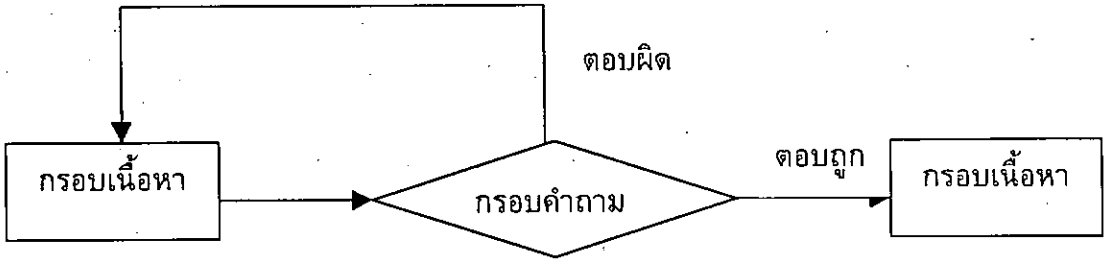
2.บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนแบบแตกกิ่ง (Branching program)

บทเรียนลักษณะนี้ได้รับความนิยมจากผู้เรียนมากกว่าบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนแบบเส้นทางเดียว เพราะมีลักษณะท้าทายและน่าสนใจกว่า เหมาะต่อการเรียนของผู้เรียนให้ทางเลือกตามระดับความรู้ความเข้าใจและความสามารถของผู้เรียน

บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนแบบแตกกิ่งมีหลายรูปแบบที่แตกต่างกันอีกดังนี้

2.1 แบบย้อนกรอบ (Linear format with repetition)

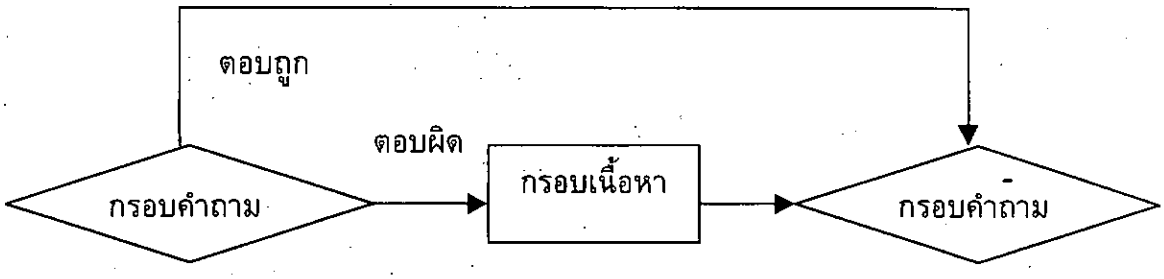
บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนลักษณะนี้คล้ายคลึงกับโปรแกรมแบบเส้นทางเดียว ต่างกันตรงที่คำถามแทรกระหว่างกรอบเนื้อหา ถ้าผู้เรียนตอบคำถามถูกต้อง ผู้เรียนก็จะได้ผ่านไปยังกรอบเนื้อหาที่อยู่ถัดไป ถ้าตอบไม่ถูก โปรแกรมก็จะให้ผู้เรียนย้อนกลับมายังกรอบเนื้อหาเดิมอีกครั้งและถามคำถามเดิมซ้ำอีก



ภาพประกอบ 2-6 แผนผังแสดงบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนแบบย้อนกรอบ
(บุบผชาติ ทัพหิกรณ์. 2535 : 56)

2.2 แบบสอบก่อนย้อนกรอบ (Pretest and skip format)

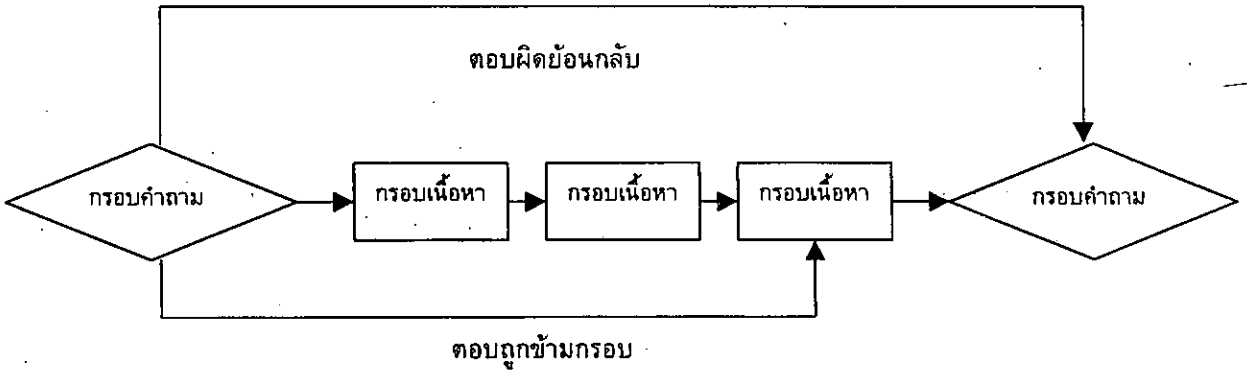
บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนลักษณะนี้จะมีการทดสอบผู้เรียนก่อนเรียนเนื้อหา ถ้าทดสอบผ่านก็จะข้ามกรอบที่ผู้เรียนรู้เนื้อหานั้นไปยังกรอบเนื้อหาจุดประสงค์อื่น บทเรียนลักษณะนี้จึงมีประสิทธิภาพในการตอบสนองความแตกต่างระหว่างบุคคล



ภาพประกอบ 2-7 แผนผังแสดงบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนแบบสอบข้ามกรอบ
(บุบผชาติ ทัพหิกรณ์. 2535 : 56)

2.3 แบบข้ามและย้อนกรอบ (Gate frames)

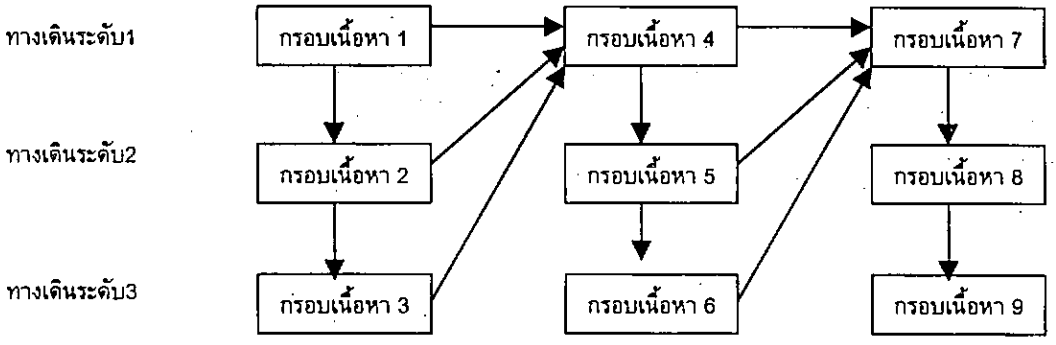
บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนลักษณะนี้กำหนดผู้เรียนไปยังกรอบต่าง ๆตามระดับความสามารถความรู้ความเข้าใจในเนื้อหาที่ให้ในลักษณะเดียวกับบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนแบบเส้นทางเดียว ทั้งนี้อาจให้ผู้เรียนข้ามกรอบไปได้หลายกรอบหรืออาจส่งผู้เรียนกลับมากรอบที่ผ่านมาแล้วเพื่อทบทวนเนื้อหาในบางส่วนใหม่



ภาพประกอบ 2-8 แผนผังแสดงบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนแบบข้ามและย้อนกรอบ
(บุบผชาติ ทัพหิกรณ์. 2535 : 57)

2.4 แบบทางเดินหลายเส้น (Secondary tracks)

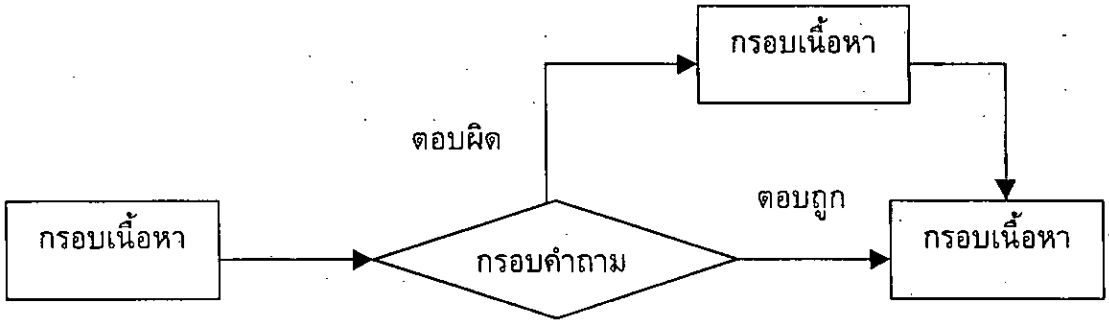
บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนลักษณะนี้ ประกอบด้วยกรอบในเส้นทางเดินหลายระดับ ทางเดินระดับที่ 1 เป็นเส้นทางเดินของกรอบเนื้อหาหลักที่ไม่มีคำอธิบายละเอียดมากนัก ส่วนทางเดินระดับที่ 2 และที่ 3 เป็นกรอบเนื้อหาที่เพิ่มเติมรายละเอียดมากกว่ากรอบที่อยู่ในทางเดินระดับที่ 1 กรอบเนื้อหาที่อยู่ในทางเดินระดับที่ 1 จะเชื่อมต่อกับกรอบเนื้อหาที่อยู่ในทางเดินระดับที่ 2 และที่ 3 เส้นทางเดินของผู้เรียนจึงมีได้หลายเส้นทาง ขึ้นอยู่กับว่าผู้เรียนสามารถเข้าใจเนื้อหาในกรอบทางเดินระดับที่ 1 มากน้อยเพียงใดหรือไม่ กรอบในทางเดินระดับที่ 2 และ 3 จะให้เนื้อหาจากละเอียดน้อยไปสู่มากตามลำดับ โดยเนื้อหาในกรอบส่วนนี้จะเป็นเนื้อหาเรื่องเดียวกันเพียงแต่ขยายความหมายของคำบางคำให้ชัดเจนขึ้น



ภาพประกอบ 2-9 แผนผังแสดงบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนแบบทางเดินหลายเส้น
(บุบผชาติ ทัพหิกรณ์. 2535 : 57)

2.5. แบบกรอบซ่อมเสริมเดี่ยว (Single remedial branches)

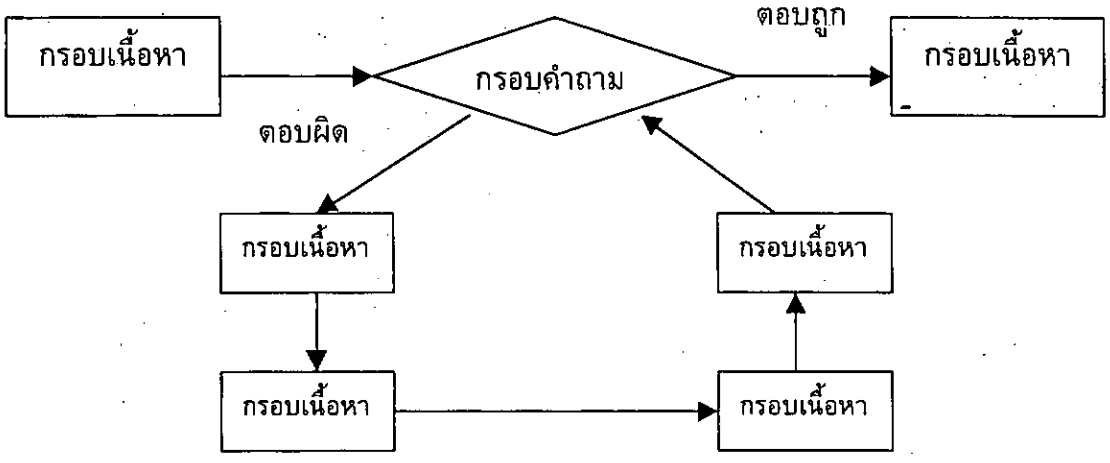
บทเรียนลักษณะนี้เริ่มด้วยกรอบเนื้อหา แล้วตามด้วยกรอบคำถาม ถ้าผู้เรียนตอบถูกจะได้รับข้อมูลป้อนกลับในทางบวก และเรียนเนื้อหาในกรอบต่อไป หากตอบผิดผู้เรียนก็จะได้รับการสอนซ่อมเสริมก่อนไปสู่เนื้อหาต่อไป



ภาพประกอบ 2-10 แผนผังแสดงบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนแบบกรอบซ่อมเสริมเดี่ยว
(บุบผชาติ ทัพหิกรณ์. 2535 : 58)

2.6 แบบมีห่วงกรอบซ่อมเสริม (Remedial loops)

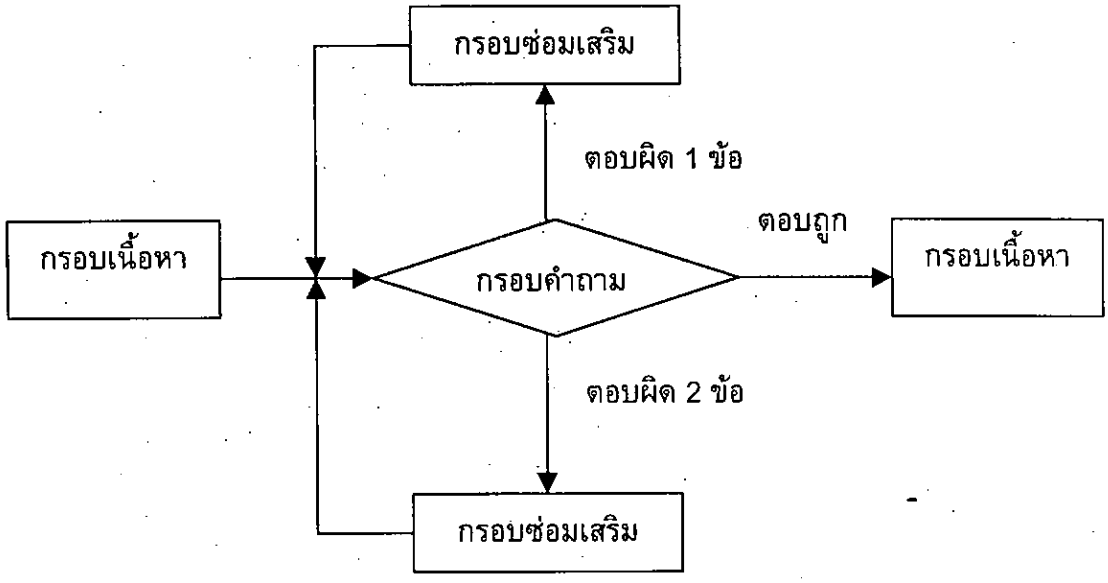
ลักษณะของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนแบบมีห่วงกรอบซ่อมเสริม มีลักษณะคล้ายคลึงกับบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนแบบกรอบซ่อมเสริมเดี่ยว ต่างกันตรงที่แทนที่จะแตกออกเป็นกรอบซ่อมเสริมกรอบเดียวกลับมีลักษณะประกอบด้วยกรอบซ่อมเสริมหลายกรอบประกอบกันเป็นชุดบทเรียนย่อย 5-6 กรอบ เพื่อให้ความรู้และข้อมูลที่ผู้เรียนยังขาดอยู่ ก่อนที่จะส่งผู้เรียนกลับกรอบเนื้อหาเดิม



ภาพประกอบ 2-11 แผนผังแสดงบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนแบบมีห่วงกรอบซ่อมเสริม (บุบผชาติ ทัพหิกรณ์. 2535 : 58)

2.7 แบบกรอบซ่อมเสริมหลายกิ่ง (Multiple remedial branches)

บทเรียนลักษณะนี้ประกอบด้วยกรอบเนื้อหาที่ให้ข้อมูล แล้วตามด้วยกรอบคำถามที่แตกเป็นกรอบซ่อมเสริมตั้งแต่ 2 กรอบขึ้นไป กรอบคำถามแต่ละกรอบจะมีกิ่งแยกออกมาตามจำนวนข้อของตัวเลือกในคำถามแบบเลือกตอบนั้น โดยแยกออกมาอย่างน้อย 2 กิ่ง เพื่อไปยังกรอบซ่อมเสริมแล้วจึงจะส่งผู้เรียนมายังกรอบเดิม เพื่อให้ผู้เรียนตอบคำถามในกรอบนั้นใหม่ และเลือกคำตอบอื่น ดังนั้นจะมีคำตอบที่ถูกต้องอยู่เพียง 1 คำตอบ คำตอบที่ผู้เรียนเลือกจะเป็นตัวกำหนดบทเรียนว่าจะไปกรอบใดต่อไป นั่นคือ ถ้าผู้เรียนตอบถูกต้องก็จะไปยังกรอบเนื้อหาใหม่ต่อไป แต่ถ้าผู้เรียนตอบผิดโปรแกรมก็จะไปยังกรอบซ่อมเสริมก่อนจะกลับมายังคำถามเดิมใหม่



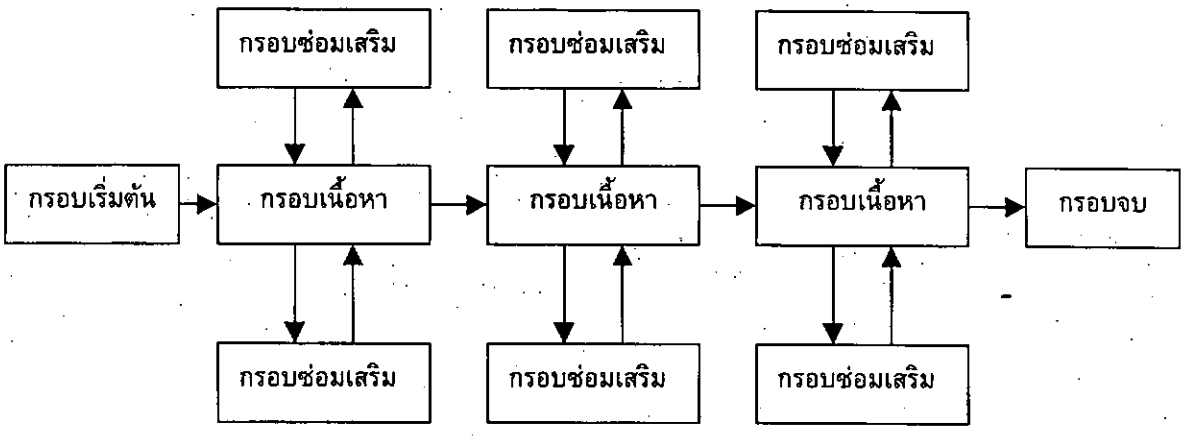
ภาพประกอบ 2-12 แผนผังแสดงบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนแบบกรอบซ่อมเสริมหลายกิ่ง (บุบผชาติ ทัพหิกรณ์. 2535 : 59)

2.8 แบบแตกกิ่งคู่ (Branching frame sequence)

บทเรียนลักษณะนี้ประกอบด้วยกรอบเนื้อหาที่แตกเป็นกรอบซ่อมเสริม 2 กรอบ ถ้าผู้เรียนตอบคำถามของกรอบเนื้อหาได้ถูกต้องจะทำให้ผู้เรียนผ่านจากกรอบเนื้อหาหนึ่งไปยังอีกกรอบเนื้อหาหนึ่ง กรอบเนื้อหาแต่ละกรอบจะแสดงข้อความ 1-2 ย่อหน้า ซึ่งจะเป็นข้อมูลที่ผู้เรียนนำมาประยุกต์ใช้ในสถานการณ์การแก้ปัญหาและเลือกคำตอบที่มีอยู่ 3 คำตอบ โดยมีคำตอบที่ถูกต้องอยู่เพียง 1 คำตอบ คำตอบที่ผู้เรียนเลือกจะเป็นตัวกำหนดว่าจะให้กรอบใดเป็นกรอบต่อไป ถ้าผู้เรียนเลือกคำตอบที่ถูกต้องก็จะไปยังกรอบเนื้อหาต่อไป แต่ถ้าตอบผิดก็จะต้องไปยังกรอบซ่อมเสริมแล้วจึงกลับมายังกรอบเนื้อหาเดิม เพื่อศึกษาและตอบคำถามใหม่อีกครั้ง ดังนั้นการตอบสนองที่ถูกต้องของผู้เรียนขึ้นอยู่กับความรู้และความเข้าใจในเนื้อหาและความสามารถในการประยุกต์ข้อมูลที่ได้รับในกรอบนั้น ๆ ผู้เรียนบางคนอาจต้องผ่านทั้งกรอบเนื้อหาและกรอบซ่อมเสริมทุกกรอบ บางคนก็ผ่านกรอบเนื้อหาและกรอบซ่อมเสริมเพียงบางกรอบ

กรอบเนื้อหาควรมีข้อความที่แสดงให้ผู้เรียนทราบว่าผู้เรียนตอบถูก โดยให้คำชมเชย เช่น ดีมาก เยี่ยมมาก ฯลฯ ก่อนที่จะเริ่มเข้าสู่ย่อหน้าของเนื้อหาต่อไป ตามด้วยคำถามจากสถานการณ์ที่เป็นปัญหา พร้อมให้เลือกตอบสนองจากตัวเลือก 3 ตัว ส่วนกรอบซ่อมเสริมควรมีข้อความเริ่มต้นที่แสดงให้ผู้เรียนทราบว่าตอบผิดในลักษณะที่ไม่ทำให้ผู้เรียนเสียกำลังใจ เช่น น่าเสียดายที่ตอบผิดไปนิดหนึ่ง เกือบถูก ฯลฯเป็นต้น ตามด้วยคำอธิบายว่าเหตุใดเขาจึงตอบผิดและให้ข้อความเชิงชี้แนะว่าคำตอบที่ถูกควรเป็นอย่างไร แต่ไม่บอกให้ทราบคำตอบที่ถูก

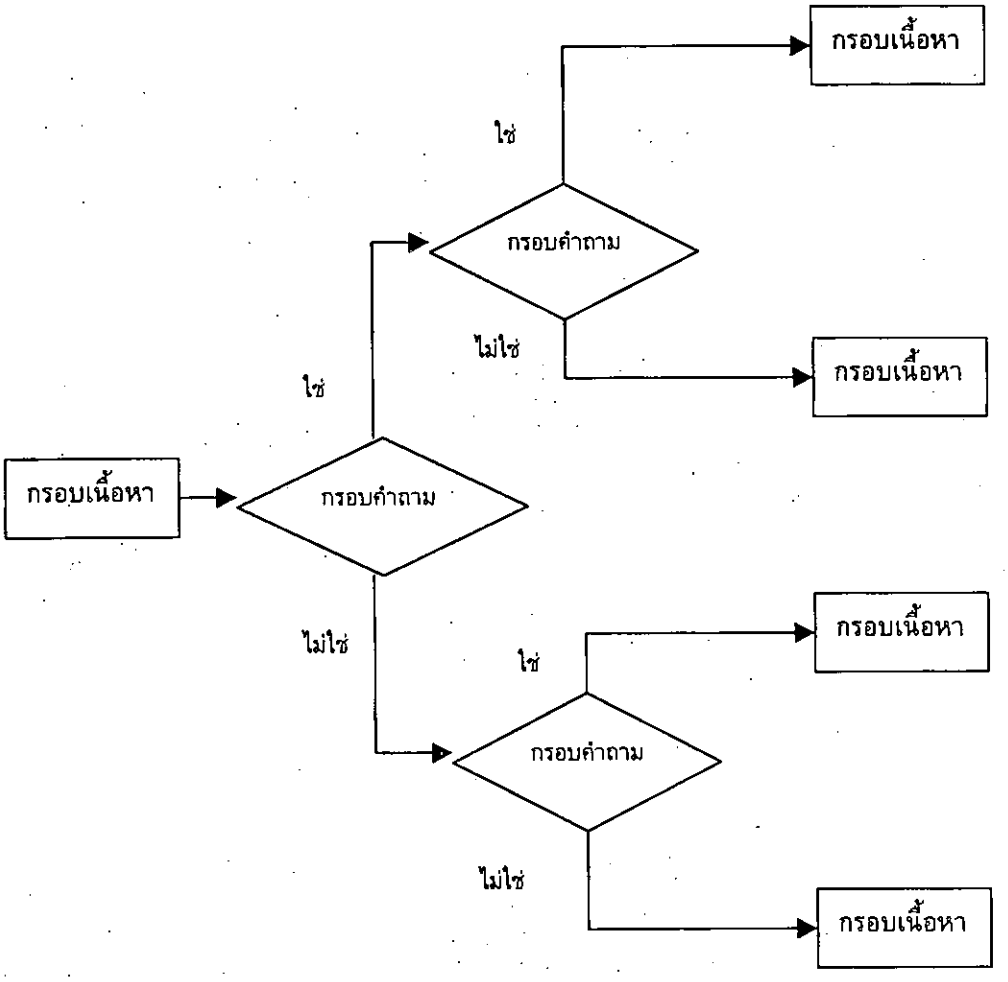
โดยตรง ประโยคสุดท้ายในกรอบซ่อมเสริมควรเป็นข้อความที่ให้ผู้เรียนได้ทราบว่าจะกลับไปยังกรอบเนื้อหากรอบเดิมเพื่อให้อ่านเนื้อหาใหม่อีกครั้ง



ภาพประกอบ 2-13 แผนผังแสดงบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนแบบแตกกิ่งคู่
(บุบผชาติ ทัพหิกรณ์. 2535 : 60)

2.9 แบบกิ่งประกอบ (Compound branches)

บทเรียนรูปแบบนี้ใช้กันมากในการเรียนเพื่อวินิจฉัยข้อบกพร่องของผู้เรียน หรือในสถานการณ์การแก้ปัญหา คำถามอยู่ในรูปแบบที่มีคำตอบใช่หรือไม่ใช่ กิ่งที่แยกจากแต่ละกรอบคำถามจะแยกไปสู่กรอบเนื้อหาใหม่ตามพื้นฐานความรู้ของผู้เรียน



ภาพประกอบ 2-14 แผนผังแสดงบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนแบบกิ่งประกอบ
(บุบผชาติ ทัพหิกรณ์. 2535 : 61)

จากลักษณะของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนที่แตกต่างกัน ผู้ที่มีความประสงค์จะพัฒนาบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนจึงควรศึกษาลักษณะของบทเรียนแต่ละแบบให้ละเอียด เพื่อนำไปออกแบบและสร้างบทเรียนให้เหมาะสมตามวัตถุประสงค์ต่อไป

ประสิทธิภาพการสอนที่เกิดจากการสอนโดยใช้คอมพิวเตอร์ช่วยสอนหรือ CAI มีหลายประการ (Taylor. 1980 : 25-28 , Agnew and others. 1996 : 1-21, ศรีศักดิ์ จามรมาน. 2535 : 72 , ครรชิต มาลัยวงศ์. 2537: 63 , สุทธิพงศ์ หกสุวรรณ. 2538 : 27-28) เช่น

1. ผู้เรียนพอใจในการโต้ตอบกับคอมพิวเตอร์
2. เน้นความแตกต่างระหว่างบุคคล ผู้เรียนที่มีความสามารถไม่เท่ากัน จะเรียนได้ตามความสามารถของตนโดยไม่ต้องคอยเพื่อนและ ไม่ต้องกังวลว่าจะตามเพื่อนทันหรือไม่ทัน
3. ผู้เรียนสามารถเรียนได้ตามความถนัดของตนเองและตามอัธยาศัย ถ้ามีความสนใจมากก็ใช้เวลาเรียนมาก ถ้ามีความสนใจน้อยก็ใช้เวลาเรียนแต่น้อยได้

4. ในการเรียนการสอนตามปกติการแสดงภาพประกอบการสอนในชั้นเรียนสำหรับผู้เรียนจำนวนมากอาจจะเห็นไม่ชัดเจนทุกคน แต่คอมพิวเตอร์ช่วยสอนจะช่วยให้ผู้เรียนแต่ละคนเห็นอย่างชัดเจนเท่ากันหมด

5. สามารถติดตามความก้าวหน้าของผู้เรียนแต่ละคนและวิเคราะห์ผลได้เป็นรายบุคคล ซึ่งจะทำให้ผู้เรียนเกิดการปรับตัวและควบคุมวิธีการเรียนของตนเองได้

6. ลดเวลาเรียนลงเมื่อเทียบกับการเรียนในห้องเรียน

7. ผู้เรียนมีความสนใจการเรียนมากขึ้น

8. คอมพิวเตอร์ช่วยสอนทำให้ผลสัมฤทธิ์ในการเรียนสูงขึ้น

9. ผู้เรียนมีสมาธิอยู่กับเครื่องคอมพิวเตอร์โดยตรงซึ่งเป็นการดีกว่าฟังคำอธิบายของผู้สอน แต่อย่างไรก็ตามผู้สอนยังมีความสำคัญในฐานะผู้ให้คำแนะนำ ให้คำปรึกษาตอบคำถามหรือช่วยสรุปบทเรียนหากผู้เรียนไม่เข้าใจ

10. ผู้เรียนสามารถเรียนได้ด้วยตนเองเมื่อใดก็ได้ตามที่ต้องการ

ลักษณะของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนที่ดี

บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนที่ดี ควรมีลักษณะต่อไปนี้ (Taylor. 1980 : 25-28 , Nix. 1990 : 163 – 199 , Dempsey. 1993 : 83 – 101 , Brock. 1994 : 187- 197 , Agnew and others. 1996 : 1-21, ฉลอง ทับสี. 2536 : 2-5)

1. มีจุดมุ่งหมายของการเรียนการสอนชัดเจน
2. เหมาะสมกับลักษณะของผู้เรียน
3. มีการโต้ตอบระหว่างผู้เรียนกับเครื่อง (Interaction) ให้มากที่สุด
4. ควรมีลักษณะเป็นการให้การศึกษารายบุคคล (Individualized)
5. ควรมีกลไก ที่จะกระตุ้นและคงความสนใจของผู้เรียนได้
6. ควรโต้ตอบกับผู้เรียนในลักษณะที่สร้างสรรค์
7. ควรมีการเลือกใช้การป้อนกลับ
8. สามารถประเมินผลการเรียนได้อย่างเหมาะสม
9. สามารถใช้คุณสมบัติของคอมพิวเตอร์ที่มีอยู่ได้อย่างคุ้มค่าและเหมาะสม
10. มีการออกแบบการเรียนการสอนที่ถูกหลักวิชา

การออกแบบคอมพิวเตอร์ช่วยสอนจึงควรคำนึงถึงเรื่องดังกล่าวด้วยจึงจะได้บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนที่ดีและมีประสิทธิภาพ สามารถนำไปใช้ในการเรียนการสอนอย่างมีประสิทธิภาพ

ข้อดีของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน

ข้อดีของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนมีหลายด้าน ซึ่ง เทเลอร์ (Taylor. 1980 : 25-28) แอกนิวและคณะ (Agnew and others . 1996 : 1-21) ศรีศักดิ์ จามรมาน (2535 : 72) ดวงใจ ศรีธรวัชชัย (2535 : 23 – 24) กิดานันท์ มลิทอง (2536 : 198) วีระ ไทยพานิช (2536 : 11 – 12) จีรพัฒน์ ชัยพร (2537 : 53 - 54) นารี วงศ์สิโรจน์กุล (2537 : 60) วชิระ อินทร์อุดม (2537 : 17 – 18) ครรชิต มาลัยวงศ์. (2537 : 65) และฝ่ายส่งเสริมและพัฒนาเทคโนโลยีทางการศึกษา (2537 : 71-73) ได้กล่าวถึงข้อดีของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนไว้คล้ายคลึงกัน สรุปได้ดังนี้

1. ช่วยเพิ่มแรงจูงใจในการเรียนรู้ให้แก่ผู้เรียนเนื่องจากการเรียนด้วยคอมพิวเตอร์เป็นประสบการณ์ที่แปลกใหม่

2. ลักษณะโปรแกรมบทเรียนให้ความเป็นส่วนตัวแก่ผู้เรียน เป็นการช่วยให้ผู้เรียนที่เรียนช้าสามารถเรียนได้ด้วยความสามารถของตนเองและตามความต้องการ

3. เปิดโอกาสให้ผู้เรียนได้เลือกเรียนตามความเหมาะสมกับความสามารถ ระดับสติปัญญา อายุ ความชอบ

4. สามารถใช้ทบทวนเนื้อหาที่เรียนผ่านมาแล้วได้ด้วยตนเอง

5. ผู้เรียนไม่สามารถดูคำตอบล่วงหน้าได้ จึงเป็นการกำหนดเงื่อนไขให้ผู้เรียนได้เรียนรู้จริงก่อนที่จะผ่านบทนั้นไป

6. ช่วยให้ผู้เรียนสามารถแก้ปัญหาที่สลับซับซ้อนได้ดีกว่าการสอนปกติ จึงเท่ากับเป็นการช่วยฝึกทักษะในการแก้ปัญหา

7. ผู้เรียนที่เรียนช้าจะมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนสูงขึ้น

8. เป็นการสร้างนิสัยความรับผิดชอบให้กับผู้เรียน เพราะไม่เป็นการบังคับผู้เรียนให้เรียนแต่เป็นการกระตุ้นให้ผู้เรียนได้เรียนตามความสนใจของตนเอง

9. มีความรวดเร็วในการตอบโต้กับผู้เรียนแต่ละคน จึงเป็นการเสริมแรงให้ผู้เรียนอยากเรียนมากขึ้น

10. บทเรียนคอมพิวเตอร์สามารถจำลองสถานการณ์ได้ สามารถสอนหรือแสดงในเรื่องที่ยากให้ง่ายขึ้นได้

11. บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยพัฒนาความคิดริเริ่มสร้างสรรค์ของผู้เรียน ผู้เรียนสามารถออกแบบสร้างสรรค์ หรือจินตนาการได้อย่างอิสระ

12. บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสร้างความคิดที่มีเหตุผล

13. ผู้เรียนมีความเป็นส่วนตัวในการเรียน ทำให้เกิดทัศนคติที่ดีต่อวิชาที่เรียน

14. สามารถตรวจความก้าวหน้าของผู้เรียนได้ตลอดเวลา เนื่องจากสามารถบันทึกผลการทำงานและผลการทดสอบของผู้เรียนได้

15. ช่วยขยายขีดความสามารถของครูผู้สอน ในการจัดเก็บข้อมูล ในการจัดการสอนเสริมและสอนซ่อมเสริม

16. สามารถให้ข้อมูลป้อนกลับ และให้การเสริมแรงแก่ผู้เรียนได้อย่างรวดเร็ว ทั้งในรูปของภาพ เสียง และข้อความอันเป็นการช่วยให้เกิดการเรียนรู้ได้ดีขึ้น

17. คอมพิวเตอร์ช่วยสอนมีประสิทธิภาพในการลดเวลาในการเรียน ทุ่นแรงในการสอน แต่มีประสิทธิภาพสูงในการสอน

18. โปรแกรมคอมพิวเตอร์สามารถบันทึกคะแนนและพฤติกรรมต่าง ๆของผู้เรียนไว้ได้ ซึ่งสามารถนำมาใช้ในการปรับปรุงการเรียนการสอนต่อไปได้

ข้อจำกัดของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน

คอมพิวเตอร์ช่วยสอนถึงแม้จะมีข้อดีอยู่มาก แต่มีข้อจำกัดในการใช้งานอยู่ด้วยเช่นกัน ดังที่ เทเลอร์ (Taylor.1980 : 25-28) ยืน ภู่วรวรรณ (2531 : 142 – 147) ครรชิต มาลัยวงศ์. (2537. : 64 - 65)และฝ่ายส่งเสริมและพัฒนาเทคโนโลยีทางการศึกษา (2537 : 71-73) ได้กล่าวถึงข้อจำกัดต่าง ๆไว้ ซึ่งสรุปได้ดังนี้

1. วิธีการโต้ตอบระหว่างคนกับเครื่องยังไม่ดี ทำให้ไม่มีความเป็นธรรมชาติ

2. การนำคอมพิวเตอร์มาใช้ทางการศึกษาต้องใช้งบประมาณมาก

3. ขาดโปรแกรมบทเรียนที่ดีมีคุณภาพที่ใช้ในการเรียนการสอน

4. บทเรียนคอมพิวเตอร์ที่ใช้ในปัจจุบันบางเรื่องไม่สามารถวิเคราะห์ได้ว่าผู้เรียนได้เกิดการเรียนรู้และเกิดความเข้าใจมากน้อยเพียงใด

5. การนำคอมพิวเตอร์มาใช้ทางการศึกษา ครูต้องมีบทบาทในการวางแผน และจัดการเรียนการสอน ซึ่งเป็นภาระหนักสำหรับครู โดยเฉพาะครูที่ไม่มีความรู้ความสามารถทางด้านคอมพิวเตอร์

6. ครูส่วนมากไม่มีความรู้ทางคอมพิวเตอร์ ซึ่งเป็นการยากที่จะนำบทเรียนคอมพิวเตอร์ไปใช้ให้เกิดผลดีและมีประสิทธิภาพ

7. การดูแล บำรุงรักษาเครื่องคอมพิวเตอร์ให้อยู่ในสภาพที่ใช้งานได้ตลอดเวลาเป็นเรื่องที่เป็นภาระมากและต้องเสียค่าใช้จ่ายในการดูแลรักษาด้วย

8. ครูมีความรู้สึกว่าคอมพิวเตอร์จะมาแทนที่ครูและครูจะหมดความสำคัญลงไป ทำให้ครูบางส่วนเกิดความรู้สึกต่อต้านการนำคอมพิวเตอร์มาใช้ในโรงเรียน

9. เครื่องคอมพิวเตอร์มีความก้าวหน้ามากและการผลิตซอฟต์แวร์เพื่อใช้ในการเรียนการสอนจะไม่ทันต่อความต้องการของนักเรียนและความสามารถในการทำงานของเครื่อง

คอมพิวเตอร์ระบบมัลติมีเดีย (Multimedia Computer)

ในปัจจุบันบทบาทของไมโครคอมพิวเตอร์ยิ่งนับวันจะมีบทบาทต่อการดำเนินชีวิตของผู้คนมากขึ้นไม่ว่าจะเป็นในด้านการศึกษา ด้านธุรกิจ ด้านการสื่อสารและโทรคมนาคม ด้านการขนส่ง หรือด้านอื่นๆ มีการคาดการว่าอัตราการเติบโตของตลาดคอมพิวเตอร์ ในส่วนของไมโครคอมพิวเตอร์ชนิดตั้งโต๊ะจะเติบโตอย่างรวดเร็วส่งผลให้มีการผลิตเครื่องไมโครคอมพิวเตอร์ที่มีประสิทธิภาพสูงในราคาที่ต่ำลงและสามารถใช้งานร่วมกับซอฟต์แวร์ที่ยุ่งยากซับซ้อน ในการนำเอาเทคนิคที่เรียกว่า "กราฟิกยูสเซอร์อินเทอร์เฟส" (Graphic User Interface หรือ GUI) ที่มีการทำงานโดยใช้สัญลักษณ์หรือที่เรียกว่าไอคอน(Icon) แทนคำสั่งในการใช้งานทำให้ผู้ใช้สามารถใช้งานได้อย่างสะดวก แต่ทั้งนี้ตัวเครื่องคอมพิวเตอร์ต้องมีประสิทธิภาพมากพอ ทั้งในด้านความเร็วในการทำงาน ความสามารถในการเก็บข้อมูล และการแสดงผลข้อมูล ความสามารถของไมโครคอมพิวเตอร์ในการใช้สื่อต่างๆสามารถผสมผสานสื่อต่างๆ เช่น ภาพ เสียง วีดิทัศน์ ภาพเคลื่อนไหว(Animation) และเนื้อหา(Contents) รวมทั้งไฮเปอร์เท็กซ์ (Hyper text) ทำให้ไมโครคอมพิวเตอร์มีการประยุกต์ใช้อย่างกว้างขวางมากขึ้น การสื่อความหมายต่างๆด้วยคอมพิวเตอร์ไม่ได้จำกัดอยู่ที่ข้อความ หากแต่จะมีการสื่อสารด้วยเสียง ภาพนิ่ง วีดิทัศน์ และข้อความร่วมกัน ทำให้สื่อความหมายได้ชัดเจนมากกว่า จึงทำให้ไมโครคอมพิวเตอร์สามารถสื่อความหมายโดยใช้สื่อหลายๆชนิดรวมกันอยู่ในรูปแบบมัลติมีเดียที่สามารถนำไปประยุกต์ใช้งานต่างๆที่เกี่ยวข้องกับการแสดงข้อมูล การเรียนการสอน การศึกษาอบรม การสื่อสาร หรือแม้แต่ในงานที่เกี่ยวกับความบันเทิง การโฆษณาประชาสัมพันธ์ ดังนั้น การศึกษาเรื่องคอมพิวเตอร์มัลติมีเดียจึงนับว่าเป็นสิ่งจำเป็นมาก เนื่องจากการพัฒนาในตัวของเครื่องไมโครคอมพิวเตอร์ทั้งฮาร์ดแวร์ และซอฟต์แวร์ในอนาคตจะเป็นเรื่องที่เกี่ยวข้องกับระบบมัลติมีเดียทั้งสิ้น ด้วยเหตุดังกล่าว บุคลากรในวงการศึกษาจึงควรให้ความสนใจต่อการพัฒนาและประยุกต์ใช้คอมพิวเตอร์มัลติมีเดีย กับวงการศึกษาให้แพร่หลายมากยิ่งขึ้น

มัลติมีเดียหรือสื่อประสม (Multimedia) เป็นการนำเอาตัวกลาง (Media) หลายๆชนิดที่ผ่านประสาทสัมผัสต่างๆ เช่น เสียง ภาพนิ่ง ภาพเคลื่อนไหว วีดิทัศน์ ข้อความ ฯลฯ มาสัมพันธ์กัน โดยให้ตัวกลางแต่ละชนิดส่งเสริมคุณค่าซึ่งกันและกัน ก่อให้เกิดความรู้ความเข้าใจที่ลึกซึ้ง ป้องกันการเข้าใจความหมายผิดให้ผู้เรียนใช้ประสาทสัมผัสที่ผสมผสานกัน สามารถตอบสนองจุดมุ่งหมายของการเรียนการสอนได้อย่างสมบูรณ์ มีการจัดระเบียบของตัวกลางเพื่อใช้ให้เหมาะสมในการนำเสนอเนื้อหาของสื่อแต่ละชนิด เพื่อให้ได้คำตอบที่ชัดเจน เป็นประโยชน์และน่าสนใจแก่ผู้เรียน ประเด็นสำคัญที่ต้องคำนึงถึงก็คือ ในการออกแบบ (Instructional-multimedia design) การจัดระบบสื่อประสมต้องประสานความสัมพันธ์ของสิ่งที่ใช้เพื่อใช้ประโยชน์จากคุณลักษณะและความสามารถ หรือศักยภาพของสิ่งแต่ละชนิดนั้นให้ได้ประโยชน์มากที่สุด ทำให้สื่อแต่ละชนิดที่ใช้นั้นอำนวยประโยชน์แก่กันและกัน ทำให้เกิดการ

เรียนรู้ที่ดีและมากขึ้นแก่ผู้เรียน(Agnew and others. 1996 : 1 – 21; สถาพร สาธุการ. 2540 : 109 - 119).

คอมพิวเตอร์ระบบมัลติมิเดียเป็นระบบของการประยุกต์ใช้คอมพิวเตอร์โดยมีการนำอุปกรณ์ต่าง ๆมาใช้งานร่วมกันโดยผ่านคอมพิวเตอร์เครื่องเดียวกันทางอุปกรณ์ต่อเชื่อมที่เป็นแผงวงจรต่าง ๆ อุปกรณ์ดังกล่าวมีอยู่หลายชิ้น เช่น ไมโครโฟน ลำโพงเสียง เครื่องเล่นเทป ซีดีรอม วีดิทัศน์ สไลด์ โมเด็ม ฯลฯ จึงกล่าวได้ว่าคอมพิวเตอร์ระบบมัลติมีเดียมีการรวมการทำงานของระบบเสียง วีดิทัศน์ ภาพนิ่ง ภาพเคลื่อนไหวและตัวอักษรลงในงานที่ทำอย่างประสานกลมกลืน(Brock. 1994 :187–188)

โดยสรุปกล่าวได้ว่าคอมพิวเตอร์ระบบมัลติมีเดียเป็นการนำเอาคอมพิวเตอร์มาควบคุมสื่ออื่น ๆอีกหลายสื่อเพื่อให้ทำงานร่วมกันอย่างกลมกลืน สื่อที่จะเข้ามาร่วมในระบบมัลติมีเดียอาจเป็นทั้งสัญลักษณ์ ภาพและเสียงที่ใช้เครื่องคอมพิวเตอร์เป็นตัวควบคุมในการทำงานตามระบบสัญญาณดิจิตอล สื่อต่าง ๆหรือมัลติมีเดียสามารถเพิ่มประสิทธิภาพให้กับเครื่องคอมพิวเตอร์และผู้ใช้ได้ในหลาย ๆกรณี โดยความสามารถในการนำเอาสื่อเดี่ยว (Mono media) ทั้งที่เป็นภาพ เสียง วีดิทัศน์ ภาพเคลื่อนไหวและข้อความ(Text) เข้าไปช่วยในการให้ข้อมูลนับเป็นการพัฒนาวิธีการสื่อสารระหว่างมนุษย์กับคอมพิวเตอร์ไปอีกขั้นหนึ่ง การที่ระบบคอมพิวเตอร์มัลติมีเดียสามารถนำสื่อต่าง ๆมาใช้ร่วมกันได้ ทำให้รูปแบบการติดต่อระหว่างคอมพิวเตอร์กับมนุษย์มีลักษณะเป็นธรรมชาติมากขึ้น เป็นการเพิ่มความชัดเจนของข้อมูล ข่าวสารและความเข้าใจในการสื่อความหมายได้ดียิ่งขึ้น การโต้ตอบระหว่างมนุษย์กับเครื่องคอมพิวเตอร์จึงเป็นไปอย่างง่ายดายและมีประสิทธิภาพ ทั้งนี้หากพิจารณาเป็นภาพรวมจะพบว่าระบบคอมพิวเตอร์มัลติมีเดียมีบทบาทกับมนุษย์มากขึ้น ไม่ว่าในงานด้านการศึกษา ด้านธุรกิจ ด้านสื่อสารโทรคมนาคม และงานด้านอื่น ๆ(Brock. 1994 :187, Reynolds .1995 : 31)

เมื่อเปรียบเทียบคอมพิวเตอร์ระบบมัลติมีเดียกับสื่อชนิดอื่นจะพบว่าคอมพิวเตอร์ระบบมัลติมีเดียมีข้อได้เปรียบสื่ออื่น ๆหลายประการ (Brock. 1994 : 187–197 ; Baron. 1995 : 1-8 ; Reynolds. 1995 : 35 – 41 ; Agnew and others. 1996 : 1 – 21 ; Reynolds. 1995 : 35 – 41 ; สถาพร สาธุการ. 2540 : 109 - 119)ดังนี้

1. สามารถกระตุ้นประสาทการรับรู้พร้อม ๆกัน เช่น การดูและการฟัง
2. สามารถให้ข้อมูล จำนวนมากเป็นการง่ายต่อการทำความเข้าใจ
3. สามารถให้ข้อมูลป้อนกลับ (Feedback) และเกิดมีปฏิสัมพันธ์ (Interaction) ทำให้ผู้ใช้รู้สึกมีส่วนร่วมในการทำกิจกรรมในการเรียน
4. การรับรู้ทั้งทางตาและหูประกอบกับการมีปฏิสัมพันธ์ทำให้เกิดประสบการณ์ต่อผู้ใช้เป็นผลให้สามารถเรียนรู้และเข้าใจได้อย่างลึกซึ้งยิ่งขึ้น
5. การผลิตและพัฒนาคอมพิวเตอร์มัลติมีเดีย มีความยืดหยุ่นสูงสามารถปรับ

เปลี่ยนเนื้อหาและข้อมูลได้หลายครั้งโดยเสียเวลาและค่าใช้จ่ายไม่มากนัก ทำให้ผู้ผลิตและผู้พัฒนาสามารถทดลองทำได้หลาย ๆครั้งเพื่อให้ได้สื่อที่มีคุณภาพดีขึ้น

6.ส่งเสริมความคิดสร้างสรรค์และสร้างประสบการณ์ที่ดีทั้งด้านผู้ผลิตและผู้ใช้

ความเหมาะสมสำหรับผู้เรียน ในการนำคอมพิวเตอร์ระบบมัลติมีเดียมาใช้

คอมพิวเตอร์ระบบมัลติมีเดียมีคุณสมบัติหลายประการที่เหมาะสำหรับผู้เรียน (Brock. 1994 : 187–197 ; Baron. 1995 : 1-8 ; Reynolds. 1995 : 35 – 41 ; Agnew and others. 1996 : 1 – 21 ; Reynolds .1995 : 35 – 41 ; สถาพร สาธุการ. 2540 : 109 – 119) คุณสมบัติเหล่านั้นมีดังต่อไปนี้

1. เปิดโอกาสให้ผู้เรียนได้มีโอกาสลองผิดลองถูก และมีคำตอบให้รู้ว่าถูกอย่างไรและผิดอย่างไร เพื่อปรับแก้ความเข้าใจของผู้เรียนให้ถูกต้องตามเนื้อหา

2. ให้ข้อมูลย้อนกลับเพื่อกระตุ้นให้ผู้เรียนเกิดปฏิสัมพันธ์กับบทเรียนโดยใช้การเสริมแรง (Reinforcement) ในทันทีทันใด

3. ผู้เรียนสามารถเลือกเนื้อหาที่เหมาะสมกับตนเองหรือเลือกเนื้อหาในการเรียนได้ตามลำดับความยากง่ายของบทเรียน

4. ผู้เรียนสามารถรู้ผลการเรียนของตนเองได้ทันทีจากแบบทดสอบหรือการประเมินผลในบทเรียนตามสถานการณ์ที่กำหนดไว้

5. สามารถชี้นำหรือแนะนำการเรียนให้กับผู้เรียนได้จากสถานการณ์ที่กำหนดไว้ในบทเรียน

6. ผู้เรียนสามารถควบคุมการเรียนของตนเองได้ตามความถนัดและตามความต้องการของตนเอง

การประยุกต์ใช้คอมพิวเตอร์ระบบมัลติมีเดียในงานด้านอื่น

กล่าวได้ว่าเริ่มแรกเทคโนโลยีทางมัลติมีเดียถูกนำมาใช้ในการสร้างโปรแกรมประยุกต์เพื่อใช้ในงานเกี่ยวกับการเรียนการสอน การฝึกอบรม หรือที่เรียกว่า ฐานข้อมูลการฝึกปฏิบัติ (Computer Based Training หรือ CBT) เช่น การเรียนรู้ในเรื่องการประกอบเครื่องจักรหรือขั้นตอนในการควบคุมเครื่องจักร เป็นต้น การนำฐานข้อมูลการฝึกปฏิบัติมาใช้ในการฝึกอบรมในลักษณะดังกล่าวก่อให้เกิดผลดีในแง่ของการลดอันตรายที่อาจเกิดขึ้นจากความผิดพลาดในการทดลองกับเครื่องจักรจริง ๆ รวมไปถึงการลดค่าใช้จ่ายจากความเสียหายของเครื่องจักร นอกจากนี้การนำคอมพิวเตอร์มาใช้ในการฝึกอบรมนี้ยังช่วยลดความเบื่อหน่ายได้อีกด้วย (Reynolds. 1995 : 40 – 41)

ต่อมามีการประยุกต์ใช้เทคโนโลยีทางมัลติมีเดียกับงานด้านอื่น ๆ โดยเฉพาะด้านการนำเสนอข้อมูลทางธุรกิจ การนำเสนอข้อมูลด้วยภาพที่เหมือนกับการแสดงบนจอทีวีพร้อมเสียง

ที่มีความชัดเจนสูงที่สามารถแสดงเสียงในระบบสเตริโอแยกลำโพงได้ ซึ่งสิ่งเหล่านี้ล้วนดึงดูดความสนใจของผู้ใช้ได้มาก

ในปัจจุบันมีการนำคอมพิวเตอร์ระบบมัลติมีเดียมาประยุกต์ใช้ในงานด้านต่างๆหลายด้านดังนี้ (Reynolds. 1995 : 40-41 ; Brock. 1994 : 187-198 ; ..2000(นามแฝง). 2539 : 29)

1. การประชุมทางไกล ผู้ประชุมไม่ต้องเสียเวลาในการเดินทางไปประชุมร่วมกันในห้องเดียวกัน ทั้งยังสามารถติดต่อกันได้ทั้งภาพและเสียง สามารถส่งข้อมูลถึงกันได้โดยผ่านโทรสารหรือแฟ้มข้อมูลถึงกัน ในการใช้งานจะต้องใช้สายสื่อสารความเร็วสูง เครื่องโทรสารหรือเครื่องพิมพ์ เครื่องถ่ายวีดิทัศน์และคอมพิวเตอร์สำหรับผู้ร่วมประชุมแต่ละคน

2. งานนำเสนอสาระ เป็นการนำเสนอข้อมูลโดยการสร้างหรือใช้ภาพกราฟิก ข้อความ วีดิโอเทป เสียงและภาพเคลื่อนไหวที่ผสมกัน อาจใช้คอมพิวเตอร์ช่วยในการผลิตวีดิโอเทปหรือแก้ไขภาพเพิ่มเติม

3. การเรียนการสอน เป็นการใช้คอมพิวเตอร์ระบบมัลติมีเดียช่วยในการเรียนการสอนและการเรียนด้วยตนเอง

4. การสร้างระบบโต้ตอบ เป็นการนำคอมพิวเตอร์ระบบมัลติมีเดียไปประยุกต์ใช้เป็นการสอบถามข้อมูล หรืองานประชาสัมพันธ์ต่างๆ

5. การสร้างสไลด์ระบบมัลติวิชั่นสามารถทำงานได้โดยใช้คอมพิวเตอร์ระบบมัลติมีเดีย

6. การบันเทิงเป็นการนำคอมพิวเตอร์ระบบมัลติมีเดียไปประยุกต์ใช้ช่วยในการบันเทิง เช่นการสร้างภาพยนต์ การผลิตเพลง

7. การออกแบบทางวิศวกรรมและการจำลองแบบเป็นการนำคอมพิวเตอร์ระบบมัลติมีเดียไปประยุกต์ใช้ช่วยในการออกแบบและการสร้างแบบทางวิศวกรรรมด้านต่างๆ

คอมพิวเตอร์ระบบมัลติมีเดียทางการศึกษา

คอมพิวเตอร์ระบบมัลติมีเดียทางการศึกษามีหลายรูปแบบ (Baron. 1995 :18-20 ; Reynolds. 1995 : 3-41 ; สถาพร สาธุการ. 2540 : 109 - 119) ที่สมควรกล่าวถึงได้แก่ 1) คอมพิวเตอร์ระบบมัลติมีเดียนำเสนอบทเรียน 2) คอมพิวเตอร์ช่วยสอน 3) หนังสือเรียนอิเล็กทรอนิกส์ และ 4) หนังสืออ้างอิงอิเล็กทรอนิกส์ แต่ละรูปแบบมีคำอธิบายโดยสังเขป ดังต่อไปนี้

1. คอมพิวเตอร์ระบบมัลติมีเดียนำเสนอบทเรียน (Computer multimedia presentation) คอมพิวเตอร์ระบบนี้ผู้สอนเป็นผู้ใช้อย่างเดียวในการนำเสนอเนื้อหาของบทเรียนประกอบด้วยภาพนิ่ง ภาพเคลื่อนไหวหรือเสียงประกอบ และมีการอธิบายโดยผู้สอนตามรายละเอียดของเนื้อหาได้ด้วย

2. คอมพิวเตอร์ช่วยสอน CAI (Computer Assisted Instruction) คอมพิวเตอร์ระบบนี้ส่วนใหญ่มักจะจัดทำโดยเน้นไปทางการเรียนด้วยตนเองมากโดยผู้เรียนเป็นคนใช้มีการออกแบบ การเสนอเนื้อหาบทเรียน (Instructional design) ให้สามารถดึงดูดความสนใจของผู้เรียน มีการใช้เทคนิคของการเสริมแรง (Reinforcement) และหลักการปฏิสัมพันธ์ (Interactive) และหลักการทางจิตวิทยาการเรียนรู้โดยเฉพาะจิตวิทยาเชิงพุทธิปัญญา (Cognitive psychology) ที่เน้นกระบวนการคิด คอมพิวเตอร์ช่วยสอนนี้ใช้วิธีการวิเคราะห์การเรียนรู้ข่าวสารของมนุษย์โดยนำมาใช้ประกอบกันอย่างเป็นระบบ (System)

3. หนังสือเรียนอิเล็กทรอนิกส์ (Electronic textbook) เป็นการจัดทำเนื้อหาในตำราและหนังสือเรียนให้อยู่ในรูปของซอฟต์แวร์คอมพิวเตอร์มัลติมีเดียโดยมีรายละเอียดด้านเนื้อหารูปภาพเหมือนหนังสือทั่วไปและอาจมีภาพเคลื่อนไหวและเสียง รวมทั้งไฮเปอร์เท็กซ์เข้ามาประกอบเพิ่มเติม เพื่อให้มีสีสันและรูปแบบที่น่าสนใจมากขึ้น

4. หนังสืออ้างอิงอิเล็กทรอนิกส์ (Electronic reference) เป็นการจัดทำหนังสืออ้างอิงประเภทต่างๆ เช่น สารานุกรม พจนานุกรม นามานุกรม วารสารที่ออกเป็นวาระ ฯลฯ ให้อยู่ในรูปของซอฟต์แวร์มัลติมีเดีย โดยมีรายละเอียดการจัดทำเหมือนกับหนังสืออิเล็กทรอนิกส์

นับได้ว่ามัลติมีเดียเป็นสื่อชนิดใหม่ที่เริ่มผนวกงานทางด้านการศึกษาและความบันเทิงเข้าด้วยกัน ในปัจจุบันประมาณการได้ว่ามีซีดีรอมในรูปแบบมัลติมีเดียออกมาสู่สาธารณะราว 200 เรื่องต่อสัปดาห์ ทั้งนี้เพราะการขยายตัวของอุปกรณ์ที่ใช้เล่นและคุณสมบัติของสื่อเองที่มีความน่าสนใจทุกครั้งที่พูดถึงสิ่งพิมพ์อีเลคทรอนิกส์ก็จะรวมเรื่องมัลติมีเดียเข้าไปด้วยเสมอ

การพัฒนาคอมพิวเตอร์มัลติมีเดียเพื่อใช้ในการศึกษาเป็นงานที่ไม่แตกต่างกับงานด้านโปรแกรมคอมพิวเตอร์อย่างอื่นมากนัก กล่าวคือจะต้องมีการกำหนดเป้าหมายของโครงการ การวิเคราะห์เนื้อหา การจัดทำโปรแกรม และทดสอบระบบก่อนนำมาใช้ ในปัจจุบันมีการพัฒนาโปรแกรมประเภทประพนธ์ (Authoring System) ทำให้การประยุกต์ใช้สำหรับระบบมัลติมีเดียทำได้ง่ายขึ้น สิ่งที่ต้องคำนึงถึงเกี่ยวกับการพัฒนาคอมพิวเตอร์มัลติมีเดียทางการศึกษาคงไม่ได้อยู่ที่ความซับซ้อนหรือเทคนิคพิเศษหรือกราฟิกสวยๆที่จะนำเสนอ แต่อยู่ที่วัตถุประสงค์ในการใช้บทเรียนและเนื้อหาเป็นหลัก รวมทั้งต้องคำนึงถึงสถานการณ์ในการเรียนรู้ของผู้เรียนเป็นสิ่งสำคัญด้วย

การพัฒนาคอมพิวเตอร์ระบบมัลติมีเดียทางการศึกษาต้องคำนึงถึงรายละเอียดเกี่ยวกับรูปแบบของมัลติมีเดียในส่วนต่างๆดังนี้ (Brock. 1994 : 187-198 ; Baron. 1995 :18-20 ; Reynolds. 1995 : 3-41 ; Agnew and others. 1996 : 1 – 21 ; สถาพร สาธุการ. 2540 : 109 - 119).

1. ในด้านเนื้อหา (Contents) ต้องพิจารณาให้มีความเหมาะสมในการนำเสนอด้วยรูปแบบของคอมพิวเตอร์ระบบมัลติมีเดียและสามารถปรับเนื้อหาให้อยู่ในรูปแบบการเรียนการสอนด้วยคอมพิวเตอร์มัลติมีเดียได้

2. ต้องทำความตกลงกันในเรื่องของการออกแบบและการพัฒนาคอมพิวเตอร์มัลติมีเดียระหว่างผู้ที่เกี่ยวข้องกับการผลิตคอมพิวเตอร์มัลติมีเดียในแต่ละเนื้อหาเพื่อให้คอมพิวเตอร์มัลติมีเดียเกิดประโยชน์แก่ผู้ใช้อย่างมีประสิทธิภาพ

3. การสร้างโปรแกรมคอมพิวเตอร์มัลติมีเดียต้องใช้สัญลักษณ์กราฟิก GUI (Graphics User Interface หรือ GUI) เป็นสิ่งสำคัญเพื่อทำให้การใช้งานของผู้ใช้เป็นไปโดยง่าย ไม่ต้องเสียเวลาในการเรียนรู้เพื่อสร้างโปรแกรมตามระบบไมโครซอฟท์วินโดวส์ ซึ่งสามารถทำได้ง่ายในลักษณะที่ต้องการได้

4. ควรทำตัวแบบต้นฉบับ (Prototyping) เพื่อนำไปทดลองใช้ในระยะการทดสอบและทำการประเมินความสามารถของโปรแกรมคอมพิวเตอร์มัลติมีเดียว่าเป็นไปตามวัตถุประสงค์ที่กำหนดไว้หรือไม่ เพื่อนำข้อมูลมาปรับปรุงแก้ไขให้มีประสิทธิภาพมากขึ้น

5. คอมพิวเตอร์มัลติมีเดียทางการศึกษา ที่สร้างขึ้นสำหรับบทเรียนใดๆ ต้องสามารถให้ความรู้ ความเข้าใจ ตั้งแต่ต้นจนจบได้ตามวัตถุประสงค์ของการเรียนรู้

6. คอมพิวเตอร์มัลติมีเดียทางการศึกษาที่พัฒนาขึ้นต้องสามารถนำมาใช้ซ้ำได้และให้ผลในการเรียนรู้แก่ผู้ใช้ได้เหมือนเดิม

7. คอมพิวเตอร์มัลติมีเดียทางการศึกษาที่พัฒนาขึ้นต้องสามารถกำหนดรูปแบบการประเมินผลที่ชัดเจนแน่นอนและสอดคล้องกับวัตถุประสงค์ของการเรียนรู้

การพัฒนาคอมพิวเตอร์มัลติมีเดียเชิงนำเสนอทางการศึกษา

(Computer Multimedia Presentation)

การพัฒนาบทเรียนหรือเนื้อหาให้อยู่ในรูปแบบของคอมพิวเตอร์มัลติมีเดียเชิงนำเสนอเป็นการใช้โปรแกรมสำเร็จรูปที่จะนำเสนอเนื้อหา ข้อความ ภาพนิ่งหรือสไลด์ ภาพเคลื่อนไหว วีดิทัศน์ เสียงประกอบ สำหรับใช้ในสถานการณ์การเรียนการสอนที่ผู้สอนเป็นผู้บรรยาย และใช้คอมพิวเตอร์มัลติมีเดียเชิงนำเสนอประกอบการบรรยายบทเรียนให้เป็นไปตามวัตถุประสงค์และตามรูปแบบการเรียนการสอน (Instructional design) โดยนำหลักว่าด้วยปฏิสัมพันธ์ระหว่างผู้สอน คอมพิวเตอร์มัลติมีเดียผู้เรียนมาใช้เป็นสถานการณ์ในการนำเสนอ ซึ่งในปัจจุบันมักใช้โปรแกรมซอฟต์แวร์ "พาวเวอร์พอยท์พรีเซนเตชั่น" (Power Point Presentation) เป็นโปรแกรมหลักในการนำเสนอ บทเรียนสำหรับการพัฒนาคอมพิวเตอร์มัลติมีเดียเชิงนำเสนอทางการศึกษานี้ต้องคำนึงถึงรายละเอียดในการพัฒนารูปแบบของมัลติมีเดียในส่วนต่างๆดังต่อไปนี้ (Brock. 1994 : 187-198 ; Baron. 1995 :18-20 ; Agnew and others. 1996 : 1 – 21 ; 2000(นามแฝง). 2539 : 29 ; สถาพร สาธุการ. 2540 : 109 - 119).

1. ในด้านเนื้อหาของบทเรียน การพัฒนาต้องสามารถทำให้ผู้ดูมีความเชื่อในเนื้อหาให้ข้อเท็จจริงของเนื้อหาและกำหนดรูปแบบการนำเสนอให้เป็นไปตามลำดับขั้นตอน

2. ในการพัฒนาควรนำข้อความ ภาพนิ่ง ภาพเคลื่อนไหว วีดิทัศน์ หรือเสียงมารวมกันเพื่อให้เกิดความเหมาะสมในการนำเสนอหรือดึงดูดความสนใจ

3. ในการพัฒนาควรเชื่อมโยงข้อความ ภาพนิ่ง ภาพเคลื่อนไหว วีดิทัศน์ หรือเสียงมาเชื่อมโยงกันในการนำเสนอให้เป็นลำดับขั้นตอนตามที่กำหนด

4. ในการพัฒนาควรคำนึงถึงการมีปฏิสัมพันธ์ (Interaction) ระหว่างที่มีการสอนแบบบรรยาย กับการใช้คอมพิวเตอร์ระบบมัลติมีเดียที่จัดทำขึ้นต่อผู้เรียน

5. ในการพัฒนาควรมีการใช้เสียงประกอบเพื่อดึงดูดความสนใจหรือนำเสียงของจริงเข้ามาประกอบในสถานการณ์ของการนำเสนอ

การพัฒนาคอมพิวเตอร์ช่วยสอนระบบมัลติมีเดีย (Multimedia CAI)

การพัฒนาคอมพิวเตอร์ช่วยสอน (CAI) ระบบมัลติมีเดียนั้นสิ่งที่ต้องคำนึงถึงอย่างมาก คือควรเน้นหนักในเรื่องการมีปฏิสัมพันธ์ระหว่างบทเรียนกับผู้เรียน ควรตั้งคำถามว่าอะไรคือการเรียนแบบมีปฏิสัมพันธ์ในบทเรียนที่จะนำเสนอ และมีระดับของกิจกรรมปฏิสัมพันธ์ในระดับใด ซึ่งอาจเป็นการกำหนดให้ผู้เรียนได้เรียนทีละขั้นและทราบผลการเรียนแต่ละขั้นนั้นตามลำดับ หรือมีปฏิสัมพันธ์กับไฮเปอร์มีเดีย(Hypermedia)ในลักษณะเชื่อมโยง (Link) และกระโดดข้ามไป (Jump) หรือมีปฏิสัมพันธ์ในลักษณะเต็มรูปของการมีส่วนร่วมเสมือนผู้เรียนอยู่ในสถานการณ์การเรียนที่กำหนดขึ้น นอกจากเรื่องการมีปฏิสัมพันธ์แล้ว ในการพัฒนาต้องคำนึงถึงการออกแบบบทเรียนระบบมัลติมีเดียว่าจะกำหนดให้เป็นแบบเส้นตรง (Linear) หรือแบบสาขา (Branching) ซึ่งมีทั้งแบบง่าย (Simple) และแบบซับซ้อน (Complex) โดยในการพัฒนาโปรแกรมนั้นผู้มีส่วนเกี่ยวข้องต้องทำความเข้าใจให้ตรงกันโดยยึดวัตถุประสงค์ในการพัฒนาบทเรียนและหลักการของจิตวิทยาเชิงพุทธิปัญญา (Cognition psychology) เป็นหลัก

การพัฒนาบทเรียนช่วยสอนระบบมัลติมีเดีย สามารถดำเนินการกำหนดเป็นขั้นตอนตามรายละเอียดดังนี้ (Nix. 1990 : 165-203 ; Brock. 1994 : 187-198 ; Baron. 1995 :18-20 ; Reynolds. 1995 : 167-269 ; Agnew and others. 1996 : 58 – 173 ; สานิตย์ กายาผาด. 2539 : 31 – 41 ; 2000(นามแฝง). 2539 : 30 ; สถาพร สาธุการ. 2540 : 109 - 119).

1. การกำหนดเป้าหมายในการพัฒนาบทเรียน

การกำหนดวัตถุประสงค์ในการพัฒนาบทเรียนเป็นสิ่งสำคัญที่จะควบคุมให้การสร้างโปรแกรมเป็นไปตามวัตถุประสงค์และใช้งานได้อย่างมีประสิทธิภาพตามที่ต้องการ การกำหนดเป้าหมายในการพัฒนาบทเรียน มีข้อที่ต้องพิจารณาดังนี้

1.1 หัวข้อของงานที่จะนำมาพัฒนาโปรแกรม

1.2 วัตถุประสงค์ที่ต้องการ

1.3 ผู้ใช้ที่เป็นกลุ่มเป้าหมาย

1.4 ผลที่คาดว่าจะได้รับจากการใช้โปรแกรม

2. การวิเคราะห์เนื้อหา

ขั้นตอนนี้นับว่าสำคัญที่สุดที่จะทำให้การสื่อความหมายด้วยระบบมัลติมีเดียบรรลุตามวัตถุประสงค์และสอดคล้องกับความต้องการของกลุ่มเป้าหมายก่อนที่จะนำไปสร้างเป็นโปรแกรมนำเสนอ ในขั้นตอนนี้มีประเด็นที่ต้องพิจารณาดังนี้

2.1 ขอบเขตและรายละเอียดของเนื้อหาที่จะนำเสนอ

2.2 วิธีการนำเสนอเนื้อหา

2.3 ระยะเวลาในการนำเสนอ

2.4 การเลือกสื่อให้สอดคล้องกับวัตถุประสงค์

2.5 วิธีการโต้ตอบระหว่างโปรแกรมกับผู้ใช้ตามหลักการสื่อความหมาย

2.6 วิธีการตรวจสอบและปรับปรุงเนื้อหา

2.7 การเสริมแรงและสร้างสรรค์บรรยากาศร่วม

2.8 วิธีการประเมินผล

3. การเขียนเค้าโครงเรื่องราว(Script) เพื่อดำเนินเรื่อง

เมื่อได้รายละเอียดเนื้อหา ตามขั้นตอนต่างๆและตามความต้องการของกลุ่มเป้าหมายแล้ว ผู้พัฒนาโปรแกรมจำเป็นต้องเขียนบทหรือเค้าโครงเรื่องราว เพื่อกำหนดแนวการดำเนินเรื่องของเนื้อหาที่จะนำเสนอ สำหรับการเขียนบทนั้นมีขั้นตอนดังนี้

3.1 การสร้างผังดำเนินงาน (Flowchart)

ผังดำเนินงานมีความจำเป็นในการควบคุมหรือกำหนดขั้นตอนการทำงานของโปรแกรม การสร้างผังดำเนินงานจะมีความสัมพันธ์กับวิธีการออกแบบว่าจะให้บทเรียนมีการทำงานเป็นแบบใด

3.2 การจัดทำเค้าโครงเรื่องราว

ในหัวข้อการนำเสนอจากผังดำเนินงานถือเป็นตัวอย่างของการแจกแจงรายละเอียดลงไปว่าในแต่ละส่วนของโปรแกรมจะประกอบด้วยภาพ ข้อความ ภาพเคลื่อนไหว มีเสียงหรือเพลงประกอบหรือไม่ มีการเรียงลำดับการทำงานอย่างไร มีการวางหน้าจออย่างไร รวมทั้งการกำหนดแหล่งของข้อมูล เช่น ภาพและเสียงว่าได้มาอย่างไรจากแหล่งไหน กิจกรรมทั้งหมดนี้ เป็นเรื่องของการจัดทำเค้าโครงเรื่องราว

4. การเตรียมข้อมูลสำหรับ เค้าโครงเรื่องราว

ข้อมูลที่บรรจุลงไปใน เค้าโครงเรื่องราว อาจมีทั้งภาพ เสียง ข้อความ ภาพเคลื่อนไหว หรืออื่นๆ ซึ่งจะต้องมีการจัดเตรียมขึ้นมาก่อนที่จะนำไปบรรจุในโปรแกรม มีรายละเอียดที่เกี่ยวข้องดังนี้

4.1 การจัดเตรียมภาพสำหรับโปรแกรม

ภาพสำหรับโปรแกรมอาจจะมาจากการวาดด้วยโปรแกรมกราฟิกเอดิเตอร์ (Graphic Editor) เช่น โปรแกรม เพนท์บรัช(Paint Brush) ที่มี ไมโครซอฟต์วินโดว์(Microsoft

Windows) หรืออื่นๆ โปรแกรมประพนธ์ (Authoring System) บางตัวจะมีคำสั่งสำหรับการวาดรูปหรือในส่วนของกราฟิกเอดิเตอร์ไว้ให้ด้วยทำให้ทำงานได้สะดวกขึ้น แต่อย่างไรก็ดีเนื่องจากโปรแกรมแต่ละตัวมีความสามารถแตกต่างกัน ดังนั้นอาจต้องมีการใช้โปรแกรมหลายตัวช่วยกัน การทำงานภายใต้ระบบไมโครซอฟต์วินโดว์ ทำให้สามารถแลกเปลี่ยนข้อมูลกันได้โดยง่าย นอกจากนี้อาจจะนำเข้ามาจากแหล่งอื่น เช่น การสแกนภาพจากหนังสือหรือวารสารด้วยการใช้เครื่องสแกนภาพ(Scanner) หรืออาจนำมาจากกล้องถ่ายวีดิทัศน์ ในกรณีนี้จะต้องมีการ์ดพิเศษที่ทำหน้าที่จับสัญญาณวีดิทัศน์เข้ามาในเครื่องคอมพิวเตอร์ เรียกว่าการ์ดจับภาพ(Video Capture) เช่น การ์ดวีดิโอบลาสเตอร์ (Video Blaster) ของบริษัทครีเอทีฟเทคโนโลยี(Creative Technology) ด้วยวิธีเช่นนี้จะทำให้สามารถนำภาพต่างๆเข้ามาใช้ในโปรแกรมได้ตามความต้องการ

4.2 การจัดเตรียมเสียง

ในการบันทึกเสียงเข้ามาในเครื่องคอมพิวเตอร์นั้น เครื่องคอมพิวเตอร์จะต้องมีการ์ดแหล่งกำเนิดเสียง (Sound Generator Card) เช่น ซาวด์บลาสเตอร์ (Sound Blaster Card)การ์ดนี้มีความจำเป็นในการบันทึกเสียงที่มีการแปลงสัญญาณเสียงเป็นข้อมูลคอมพิวเตอร์และทำงานในทางตรงข้ามเมื่อโปรแกรมเรียกใช้แฟ้มเสียงที่จะให้ออกลำโพงในโปรแกรมไมโครซอฟต์วินโดว์ 3.1 (Microsoft Windows 3.1) ซึ่งเป็นรุ่นมัลติมีเดีย (Multimedia Version) ก็มีโปรแกรมบันทึกเสียง (Sound Recorder)สำหรับบันทึกเสียงเสียงที่บันทึกไปแล้วจะเก็บเป็นแฟ้มข้อมูลเพื่อให้โปรแกรมประพนธ์เรียกใช้โดยสามารถกำหนดเวลาในการใช้แฟ้มเสียง เพื่อให้สัมพันธ์กับการแสดงภาพ

การนำเสียงเข้าไปใช้ในบางครั้งอาจใช้วิธีให้โปรแกรมควบคุมเครื่องเล่นซีดีสัมพันธ์กับเนื้อเรื่องก็ได้ โปรแกรมประพนธ์ เช่นโปรแกรมออโธแวร์(Authorware Professional) ของบริษัทมาโครมีเดีย (Macromedia) เป็นตัวอย่างหนึ่งที่มีความสามารถเช่นว่านี้ ข้อมูลที่มีลักษณะเป็นภาพเคลื่อนไหว การนำภาพเคลื่อนไหวเข้ามาใช้กับโปรแกรมอาจทำได้หลายวิธี เช่น

1) การต่อเครื่องเล่นเลเซอร์เข้ากับคอมพิวเตอร์ แล้วใช้โปรแกรมควบคุมการเล่นให้สัมพันธ์กับเนื้อหา

2) การจับภาพจากวีดิทัศน์เข้ามา เป็นข้อมูลประเภทภาพยนต์ (Movied file) โดยมีการกำหนดเป็นจำนวนเฟรมต่อวินาที ทำได้ด้วยโปรแกรมต่างๆ เช่น ไมโครซอฟต์วีดิทัศน์สำหรับวินโดวส์ (Microsoft Video for Windows) จากนั้นจึงเรียกใช้ไฟล์ด้วยโปรแกรมจับภาพวีดิทัศน์ (Video Capture)

3) สร้างภาพเคลื่อนไหว (Animation file) ขึ้นใช้เอง เช่น จากโปรแกรม ออโตเดสค์อานิเมชั่น (Autodesk Animation) 3 ดีสตูดิโอ (3D Studio) และอื่นๆที่สามารถทำภาพ

เคลื่อนไหวทั้งสองและสามมิติ โปรแกรมประพนธ์ส่วนใหญ่จะมีความสามารถทำภาพเคลื่อนไหวเป็นพื้นฐานอยู่แล้ว

4.3 ข้อมูลที่เป็นข้อความอาจจะป้อนลงไปในโปรแกรมประพนธ์

การป้อนข้อมูลดังกล่าวนี้ อาจจะป้อนโดยตรงหรือบางโปรแกรมสามารถอ่านข้อมูลจาก แฟ้มข้อมูลตัวหนังสือ(Text File) เข้าไปใช้งานได้

5. การสร้างโปรแกรม

เป็นขั้นตอนที่รวบรวมเอาสิ่งต่างๆที่จัดเตรียมไว้ก่อนหน้านั้นไม่ว่าจะเป็นภาพ ภาพเคลื่อนไหว ภาพยนตร์ ข้อความ และเสียงมารวมกันให้เกิดเป็นโปรแกรมขึ้นมาด้วยโปรแกรมประพนธ์โดยมีการจัดเรียงลำดับการทำงานตามผังงานที่ออกแบบไว้และกำหนดรายละเอียดเช่นเทคนิคพิเศษ (Special Effect) ทำการสร้างโปรแกรมภาพเคลื่อนไหว ตามที่กำหนดไว้ในเค้าโครงเรื่องราว ถ้าหากไม่ใช้โปรแกรมที่เป็นโปรแกรมประพนธ์ ขั้นตอนนี้จะยากลำบากสำหรับผู้ที่ไม่ใช่นักเขียนโปรแกรม (Programmer) และใช้เวลานานซึ่งโปรแกรมประพนธ์จะช่วยได้ในขั้นตอนนี้

6. การทดสอบโปรแกรม

การทดสอบโปรแกรมมีวัตถุประสงค์เพื่อทดสอบว่ามีเนื้อหาสมบูรณ์ตาม เค้าโครงเรื่องราวหรือไม่ รวมทั้งเป็นการทดสอบเพื่อหาข้อผิดพลาดของโปรแกรม (Bug) ในขั้นตอนการพัฒนาโปรแกรมผู้สร้างมักจะมีการทดสอบการทำงานของโปรแกรมอยู่แล้ว แต่เป็นการทดสอบทีละส่วน ดังนั้นในระหว่างการพัฒนาต้องมีการทดสอบทุกส่วนอีกครั้งเพื่อดูการทำงานที่สัมพันธ์กันของแต่ละหน่วย ส่วนการทดสอบกับผู้ใช้เป็นการทดสอบครั้งสุดท้าย เพื่อดูปัญหาที่จะเกิดขึ้นเมื่อขยายผลการใช้ไปยังผู้ใช้ที่อยู่ปลายทาง (End User) เป็นการทดสอบการทำงานของโปรแกรม ประสิทธิภาพของโปรแกรมและทดสอบผลของการใช้โปรแกรมว่าบรรลุวัตถุประสงค์ที่วางไว้หรือไม่ ในการทดสอบแต่ละขั้นตอนเมื่อมีปัญหาเกิดขึ้นก็จะกลับไปแก้ไขในส่วนนั้นๆ ซึ่งอาจเป็นการแก้โปรแกรม แก้บท แก้เค้าโครงเรื่องราว ในบางส่วนที่พบว่ามีปัญหา เมื่อแก้ไขเสร็จแล้วก็จะมีการทดสอบเช่นเดิมจนปัญหาหมดไป

7. การทำเอกสารประกอบบทเรียน

เอกสารประกอบบทเรียนเป็นสิ่งจำเป็นสำหรับการปรับปรุงแก้ไขโปรแกรมในอนาคต เอกสารนี้จะรวมถึงผังงานและเค้าโครงเรื่องราว การทำเอกสารที่ดีและชัดเจนจะทำให้การบำรุงรักษา การแก้ปัญหาโปรแกรมกระทำได้อย่างรวดเร็ว โปรแกรมประพนธ์บางตัวจะมีระบบจัดทำเอกสารประกอบบทเรียนให้โดยอัตโนมัติ

8. การจัดเตรียมบทเรียนสำหรับผู้ใช้

เมื่อผ่านการทดสอบก็ถึงขั้นตอนที่ว่าจะส่งโปรแกรมไปยังผู้ใช้อย่างไร จะใส่ในแผ่นบันทึกข้อมูลหรือใช้มีเดียชนิดใด จะมีการย่อขนาดโปรแกรมก่อนหรือไม่ จะต้องมีโปรแกรม

สำหรับการติดตั้งซอฟต์แวร์หรือไม่ การดำเนินการต่างๆเหล่านี้จำเป็นต้องมีคู่มือในการติดตั้งและเรียกใช้โปรแกรมด้วยเป็นอย่างน้อย

การพัฒนาหนังสือเรียนและหนังสืออ้างอิงอิเล็กทรอนิกส์

การพัฒนาหนังสือเรียนและหนังสืออ้างอิงอิเล็กทรอนิกส์ให้อยู่ในรูปแบบของคอมพิวเตอร์ระบบมัลติมีเดียนั้น เป็นการนำข้อความที่เป็นตัวหนังสือมาปรับให้อยู่ในรูปแบบมัลติมีเดียที่นำเสนอด้วยคอมพิวเตอร์ การพัฒนาในกรณีนี้ต้องคำนึงถึงสิ่งต่อไปนี้ (Brock. 1994 : 187-198 ; Baron. 1995 :18-20 ; สถาพร สาธุการ. 2540 : 109 - 119).

1. หนังสือเรียนอิเล็กทรอนิกส์

การพัฒนาต้องเป็นการรวมกันของวัสดุการสอนในเนื้อหาหนึ่งให้อยู่ในแหล่งความรู้เดียว ต้องแปลความหมายที่ชัดเจนของความคิดรวบยอดจากข้อความที่ตายตัวให้อยู่ในรูปภาพภาพเคลื่อนไหว หรือวีดิทัศน์และเสียงประกอบหรือเสียงบรรยาย ไฮเปอร์เท็กซ์โยงข้อความหรือคำที่เกี่ยวข้องกันหรือที่น่าสนใจ และผลจากการพัฒนาและออกแบบที่ซับซ้อนต้องส่งผลให้ผู้ใช้ใช้ได้ง่ายและให้เกิดความเข้าใจได้ง่ายในเนื้อหาที่นำเสนอ

2. หนังสืออ้างอิงอิเล็กทรอนิกส์

การพัฒนาไม่จำเป็นต้องนึกถึงรูปแบบการสอนแต่พัฒนาให้อยู่ในรูปนามานุกรมหรือสารานุกรมที่สามารถค้นหาหรือเชื่อมโยงความรู้สมัยใหม่ และเปลี่ยนรูปแบบจากหนังสือมาเป็นการอธิบายผสมด้วยสื่อต่างๆในรูปของมัลติมีเดียเหมือนกับหนังสือเรียนอิเล็กทรอนิกส์ แต่มีข้อแตกต่างที่สามารถใช้งานสำหรับจุดมุ่งหมายทั่วๆไปหรือให้ความรู้ทั่วๆไปหรือเฉพาะด้านเท่านั้น

มัลติมีเดียนับเป็นสื่อที่ดีมาก ในการสื่อความคิดไปสู่ผู้อื่น รวมถึงการมีความสามารถในการค้นหาข้อมูลและข้อสนเทศต่างๆ สื่อที่เป็นที่รู้จักกันดี เช่น ฟิล์มหนัง ภาพนิ่ง หนังสือ วารสาร วิทยุ โทรทัศน์ ภาพเคลื่อนไหวเหล่านี้เป็นเพียงส่วนหนึ่งของมัลติมีเดียเท่านั้น ทั้งนี้เพราะมัลติมีเดียเป็นสื่อผสมที่เกิดจากการเพิ่มอินเตอร์แอคทีฟ ความสามารถในการโต้ตอบแบบฉับพลันทันที

จะเห็นได้ว่ามัลติมีเดียเป็นการรวมสื่อที่หลากหลายเข้ามา โดยที่มัลติมีเดียนี้ส่วนใหญ่บันทึกลงบนซีดีรอมซึ่งมีราคาถูกมาก กล่าวคือถูกกว่ากระดาษที่มีความจุเท่ากัน เป็นระยะเวลาสิบกว่าปีมาแล้ว(ตั้งแต่ประมาณปี ค.ศ.1980) ที่เกิดมัลติมีเดีย จนถึงปัจจุบันได้มีการผลิตมัลติมีเดียนับเป็นหมื่นเรื่อง(Title) จากการเริ่มต้นที่ไมโครซอฟต์พยายามผลักดันมัลติมีเดียจนมีชื่อเสียง สำนักพิมพ์ระดับโลก เช่น บริษัทแมคกรอฮิลล์, หรือ ไทม์ ก็มีผลงานออกมา และเมื่อไม่นานมานี้บริษัทวอลส์ ดีสนีย์ (Walt's Disney) ก็ร่วมมือกับ สตีเวนส์ สปีลเบอร์ก (Stevens Spilburg) ก่อตั้งบริษัทที่จะผลิตมัลติมีเดียขึ้นด้วย จากความตื่นตัวเหล่านี้ประกอบกับราคาอุปกรณ์ที่ใช้กับงานมัลติมีเดียมีราคาถูกลงอย่างรวดเร็ว ทำให้ความแพร่หลายยิ่งมีมากขึ้น ใน

อนาคตการศึกษาเรื่องนี้จึงมีความจำเป็นเพื่อให้ทันกับความเติบโตอันรวดเร็วของเทคโนโลยีนี้ (ดารา แพรัตน์. 2539: 26-28)

มัลติมีเดียกับสื่ออื่น ๆ

กล่าวได้ว่ามัลติมีเดียเป็นการแพร่กระจายความรู้ที่ได้ผลมาก เพราะสามารถสื่อได้ทั้งการอ่าน การฟังและการเห็นภาพ ทำให้จดจำได้ง่าย นอกจากนี้ยังสามารถค้นหาได้รวดเร็ว การคัดลอกนำไปใช้ในงานต่อ ๆไปก็สะดวก ปัญหาเรื่องราคาหนังสือที่ใช้ค้นคว้า อ้างอิง ต่าง ๆที่มีราคาแพงขึ้นทุกวันในขณะนี้ จะทำให้มัลติมีเดียซึ่งมักจะมาในรูปซีดีรอมเข้ามาแทนที่มากขึ้น

มัลติมีเดียบนซีดีรอมเมื่อเทียบกับสื่ออื่น ๆจะมีข้อได้เปรียบและข้อเสียเปรียบดังนี้ (Reynolds. 1995 : 40-41 ; Brock. 1994 : 187-198 ; ..2000.(นามแฝง) 2539 : 29)

ก.ข้อได้เปรียบ

1. ความสามารถในการสื่อสารที่ทำให้เกิดมโนภาพ
2. ค้นหาสิ่งที่ต้องการได้รวดเร็ว
3. ความจุสูง
4. การเก็บรักษาสะดวกและมีความคงทนสูง
5. ต้นทุนการผลิตต่ำ
6. ง่ายต่อการแก้ไขและการนำไปใช้งานต่อ

ข.ข้อเสียเปรียบ

1. ต้องใช้เครื่องอ่านพิเศษที่มีราคาสูงกว่าสื่อชนิดอื่น
2. ผู้ใช้งานต้องมีทักษะพื้นฐานเชิงคอมพิวเตอร์อยู่บ้าง
3. ต้นทุนในการผลิตสูง
4. โปรแกรมใช้งานยังมีไม่มากนัก

การสร้างมัลติมีเดีย

การสร้างมัลติมีเดียนั้น เป็นการทำงานกับคอมพิวเตอร์ แต่มีแผนการทำงานคล้ายกับการสร้างภาพยนตร์ และต้องอาศัยผู้เชี่ยวชาญหลายด้าน ทั้งนี้แล้วแต่เรื่องที่จะจัดสร้าง. การหาผู้กำกับและนักเขียนบทฝีมือดีนอกจากนี้ยังต้องอาศัยงานด้านนิเทศ การจัด ภาพ แสง สี เสียง ถ้ามีผู้เชี่ยวชาญร่วมด้วยจะทำให้งานมีคุณค่าและน่าสนใจยิ่งขึ้น. แต่ประเด็นสำคัญคือผู้เชี่ยวชาญต้องสามารถทำงานร่วมกับคอมพิวเตอร์ได้

ก่อนออกแบบชื่อเรื่อง จะต้องมีการตกลงเรื่องของงานที่จะได้ออกมาว่าจะให้เป็นแบบใด เช่น จะพัฒนาให้ทำงานบน พีซี(PC) ดอส(DOS) วินโดวส์(Windows) ซีดีไอ (CDI) หรือเครื่องเล่นเครื่องใดบ้าง งบประมาณค่าใช้จ่ายก็มีส่วนกำหนดคุณภาพของงานว่าจะใช้มืออาชีพระดับใด เครื่องมืออะไร พร้อมทั้งกำหนดว่าต้องใช้งานเชิงศิลปะมากน้อยเท่าไร งานด้านภาพ

เคลื่อนไหวทั้ง วีดิทัศน์ และ ภาพเคลื่อนไหว 2 มิติและ 3 มิติ การตกแต่งเหนือจริง (Morphing Warping Retouching) มีมากมายเท่าไร จะบรรจุลงบน ซีดีกี่แผ่น จำนวนเท่าไร ฯลฯ

การจัดสร้างจะแบ่งเป็น 3 ส่วนหลัก ดังนี้

1. การออกแบบ (Multimedia design) (Brock. 1994 : 187-198)

ในขั้นตอนการออกแบบนี้จะต้องมีผู้กำกับเรื่อง ผู้กำกับฝ่ายศิลป์ นักออกแบบโปรแกรมเมอร์ มาช่วยกันออกความคิด โดยจัดทำงานหลักๆต่อไปนี้

1.1 การเขียนบท(Script) เป็นการเขียนรายละเอียดของบทพูด ข้อความ อักษร อธิบายภาพ บทสนทนา วีดิทัศน์ การบอกจังหวะของการปรากฏภาพ เสียง และอักษร รวมถึงเทคนิคพิเศษต่างๆ

1.2 การทำผังงาน (Flowchart) เป็นการเชื่อมโยงบท หรือโมดูลย่อยแต่ละส่วนจากไหนไปไหน สัมพันธ์กันอย่างไร การเดินหน้าถอยหลัง ซึ่งฝ่ายศิลป์และคอมพิวเตอร์ต้องทำงานร่วมกันอย่างใกล้ชิด เพราะบางครั้งการออกแบบก็จะมีข้อจำกัดเกี่ยวกับอุปกรณ์ที่เลือกใช้ข้อจำกัดทางซอฟต์แวร์ด้วย

1.3 งานเชิงศิลป์ (Art proofs) เป็นการออกแบบปุ่มสัญลักษณ์ ตัวอักษร ฉากหลัง สี เสียง และส่วนประกอบที่ละเอียดอ่อนต่างๆให้กลมกลืนกัน

2. การจัดสร้าง (Multimedia production) (ดารา แพรัตน์. 2539: 27-28)

2.1 ขั้นตอนของการจัดสร้างงานทุกส่วนให้อยู่ในรูปของดิจิตอล(Digital)แบ่งเป็น

2.1.1 งานด้านกราฟิก

งานในส่วนนี้มีขอบเขตตั้งแต่การจัดวาดรูปบนกระดาษ วาดบนคอมพิวเตอร์ การนำภาพนิ่งเข้ามาจากหนังสือจากสไลด์ การตกแต่งแก้ไขภาพ การทำภาพ 2 มิติ, 3 มิติ หรือภาพเคลื่อนไหว โดยจัดทำเป็นแฟ้มรูปภาพ ในรูปแบบต่างๆ

2.1.2 งานด้านวีดิทัศน์

งานในส่วนนี้ครอบคลุมการถ่ายทำ การตัดต่อ การตกแต่ง แก้ไขภาพ แทรกตัวอักษร การซ้อนภาพ การบีบอัด การทำดิจิตอลวีดิทัศน์รูปแบบต่างๆ (JPEG, MPEG, QPEG) ทุกช่วงให้เรียบร้อยอยู่ในรูปของไฟล์ทางคอมพิวเตอร์

2.1.3 งานด้านเสียง

งานในส่วนนี้ครอบคลุมการแต่งดนตรีประกอบ การตัดต่อ การอัดเสียงบทพากย์ การแก้ไขดัดแปลงเสียง การผสมเสียง การบีบอัด การทำเสียงทุกอย่างให้เป็นดิจิตอลให้เรียบร้อยทุกช่วง

2.1.4 งานด้านอักษร

งานในส่วนนี้ครอบคลุมการตรวจแก้ไขลำดับ การสะกดคำ การแบ่งช่วงเว้นวรรค การเลือกลักษณะตัวอักษร จัดเตรียมในรูปของแฟ้มข้อมูลทางคอมพิวเตอร์

2.2 งานด้านการประพันธ์ (Authoring)

งานนี้เป็นขั้นตอนสุดท้ายในการนำข้อมูลที่เป็นคอมพิวเตอร์ไฟล์ทั้งหมดมาจัดเรียงโดยผู้เชี่ยวชาญด้านซอฟต์แวร์ เพื่อเพิ่มคำสั่งต่างๆให้ทำงานต่อเนื่องกัน หรือโต้ตอบกับผู้ใช้งาน การเลิกใช้งาน การเริ่มใช้งาน การให้ความช่วยเหลือ การติดตั้งซอฟต์แวร์เฉพาะทาง หรือใช้คอมพิวเตอร์ภาษาต่างๆมาประกอบ

3. การผลิตเพิ่มเพื่อเผยแพร่ (Multimedia distribution)

งานในขั้นนี้เริ่มจากการที่รวบรวมทุกอย่างบนฮาร์ดดิสก์เรียบร้อยแล้ว โดยการเลือกสื่อบันทึก และรูปแบบการบันทึกให้เหมาะสมกับเครื่องเล่น เช่น เป็น พีซี(PC) แมคอินทอช (Macintoch) เน็ตเวิร์ค(Network) ซีดีไอ(CDI) จะบันทึกในรูปแบบ เอ็กซ์เอ(XA) ไอเอสโอ 9660 (ISO 9660) เอชเอฟเอส(HFS) โฟโตซีดี(Photo-CD) ซีดีออดิโอ(Audio-CD) แทรคใดเป็นอย่างไรแล้วทดสอบบนสื่อบันทึกที่ต้องการเผยแพร่อีกครั้งหนึ่ง

งานประยุกต์มัลติมีเดีย

ในประเทศไทยเพิ่งเริ่มมีมัลติมีเดียออกมาในช่วงเวลาไม่นานมานี้ ทั้งนี้เพราะความรู้ในด้านนี้ยังไม่แพร่หลาย ประกอบกับอุปกรณ์ที่ใช้เล่นก็ยังมีไม่มากนัก อย่างไรก็ตามในอนาคตอันใกล้ก็คงไม่อาจต้านทานกระแสโลกเกี่ยวกับความต้องการมัลติมีเดียไปได้ ประเด็นที่พึงตระหนักสำหรับประเทศไทยก็คือการจัดหาอุปกรณ์ไม่น่าจะมีความยุ่งยากเท่ากับการจัดทำซีดีรอม มัลติมีเดียภาษาไทยขึ้นมารองรับ

สาเหตุหลักส่วนหนึ่งที่ทำให้การจัดทำมัลติมีเดียในประเทศไทยยังไม่แพร่หลายสู่สาธารณะเพราะมัลติมีเดียเป็นสื่อดิจิตอลซึ่งเป็นความรู้ที่ยังจำกัดอยู่ในแวดวงหนึ่ง แต่การนำเอามัลติมีเดียไปใช้ประโยชน์กลับเป็นไปอย่างกว้างขวาง ทั้งนี้เพราะมัลติมีเดียสามารถใช้ได้ทั้งในด้านส่วนตัว และด้านสาธารณะ ตัวอย่างงานที่พบว่ามัลติมีเดียเข้าไปมีบทบาท มีดังต่อไปนี้ (Brock. 1994 : 187-198 ; Reynolds.1995 : 40-41 ; ดารา แพรัตน์. 2539: 28-29)

1. ในห้างสรรพสินค้า, บริษัทธุรกิจ ที่สาธารณะ ซึ่งมัลติมีเดียทำหน้าที่แทนพนักงานต้อนรับหรือพนักงานขาย มักจะอยู่ในรูปของ คิออสค์(KIOSK) ที่สามารถบรรจุข้อมูลให้เลือกกดจากตู้ได้ (KIOSK เป็นคอมพิวเตอร์ที่วางซ่อนอยู่ในตู้ทึบ ที่ปรากฏแต่จอภาพแบบสัมผัสให้ใช้งาน) ส่วนใหญ่เป็นเรื่องการแนะนำบริษัท รายละเอียดสินค้าและบริการ ตัวอย่างเช่น ที่ ชินวัตร กรุ๊ป เป็นต้น

2. ในโรงเรียน มัลติมีเดียสามารถทำหน้าที่เป็นผู้ช่วยครู เป็นสื่อการสอน จำลองการทดลอง ฯลฯ ตัวอย่างเช่น ที่โรงเรียนอนุบาลเซาว์ดี โฮม-ออฟ-อิงลิช เป็นต้น

3. ฐานข้อมูลมัลติมีเดีย ที่มีข้อมูลมากๆที่ต้องการค้น เช่นรายนามผู้ใช้โทรศัพท์ ฯลฯ

4. ในการประชุมสัมมนา เช่น การนำเสนอข้อมูล

5. ในวงการโฆษณา ประชาสัมพันธ์

6. ห้องฝึกอบรมการทำบทเรียนคอมพิวเตอร์(Computer base training) การศึกษาด้วยตนเองที่บ้าน (Home study) เช่น โครงการของคุรุสภา เรียนภาษาอังกฤษกับบีบีซี ฯลฯ เป็นต้น

7. หนังสือพิมพ์ หัวข้อข่าว รายงานทางวิชาการ

8. วงการแพทย์ การรักษาโรคเบื้องต้น การออกกำลังกาย ซอฟต์แวร์สุขภาพ

9. งานค้นคว้า อ้างอิง ปทานุกรม สารานุกรม งานบันทึกประวัติศาสตร์

10. การท่องเที่ยว

11. บันเทิง เกม

12. การถ่ายทำภาพยนตร์ การสร้างภาพยนตร์

13. ตู้เบิกเงินอัตโนมัติของธนาคาร

14. ร้านถ่ายรูป ตู้ถ่ายรูปอัตโนมัติ

การประยุกต์ใช้คอมพิวเตอร์มัลติมีเดียทางการศึกษา

การนำเอาคอมพิวเตอร์มัลติมีเดียมาประยุกต์ใช้กับงานทางการศึกษาเพื่อให้เกิดผลดีในด้านการเรียนการสอน ไม่ว่าจะใช้สื่อมัลติมีเดียรูปแบบใดก็ตาม มีแนวทางในการประยุกต์ใช้ตามขั้นตอนการสอนทั่วไปดังนี้(Nix. 1990 : 165-203 ; Brock. 1994 : 187-198 ; Baron. 1995 :18-20 ; Reynolds. 1995 : 167-269 ; Agnew and others. 1996 : 58 – 173 ; สานิตย์ กายาผาด. 2539 : 31 – 41 ; 2000(นามแฝง). 2539 : 30 ; สถาพร สาธุการ. 2540 : 109 - 119)

1. การนำเสนอเนื้อหา (Content presentation) ในรูปแบบและขั้นตอนต่างๆกัน

2.การชี้แนะผู้เรียน (Student guidance) โดยผู้เรียนไม่สามารถเปิดดูเนื้อหาที่อยู่ในคอมพิวเตอร์มัลติมีเดียทางการศึกษาได้ทันทีเหมือนหนังสือจึงจำเป็นต้องมีระบบนำร่อง (Navigation system) ควบคู่กับการชี้แนะเนื้อหา หรือวิธีเรียนของผู้เรียนเพื่อป้องกันมิให้ผู้เรียนหลงทาง

3. การฝึกฝนโดยผู้เรียน (Student practice) เป็นจุดเด่นของสื่อการศึกษาชนิดนี้ เพราะสามารถกำหนดกิจกรรมและกำหนดสถานการณ์ให้ผู้เรียนฝึกฝนตนเองได้ตามความสะดวกและสามารถทำซ้ำๆกันได้โดยไม่จำกัดเหมือนกับการฝึกฝนกับผู้สอนโดยตรง

4. การประเมินผลการเรียนรู้ (Learning evaluation) ขั้นตอนนี้เป็นจุดเด่นของคอมพิวเตอร์มัลติมีเดีย เพราะผู้เรียนสามารถประเมินผลการเรียนรู้ได้ด้วยตนเอง ถ้าผลออกมาไม่น่าพอใจ ก็สามารถเรียนซ้ำแล้วประเมินผลใหม่ได้โดยไม่กระทบกระเทือนผู้สอน

การประยุกต์ใช้คอมพิวเตอร์มัลติมีเดียทางการศึกษายังสามารถจำแนกการประยุกต์ใช้ตามการสอนวิธีต่างๆได้อีกดังนี้(Brock. 1994 : 187-198 ; Reynolds. 1995 : 40-41 ; ดาราแพรัตน์. 2539 : 28-29)

1. การฝึกทักษะ (Drill and practice) ส่วนมากเป็นการสอนให้ฝึกทักษะหรือฝึกปฏิบัติให้ผู้เรียนทำซ้ำ ๆเพื่อให้เกิดความชำนาญโดยใช้ข้อดีของคอมพิวเตอร์ที่สามารถประมวลผลซ้ำกันหลาย ๆครั้งได้อย่างถูกต้องแม่นยำ

2. การสอนเสริม (Tutorial) ใช้สอนเสริมหลังการเรียนนอกเวลาที่ครูสอนผู้เรียนสามารถเลือกเรียนได้ตามความสามารถและตามเวลาที่ต้องการ

3. การจำลองสภาพความเป็นจริง (Simulation) ในอดีตนิยมใช้ในวิชาคณิตศาสตร์หรือด้านวิศวกรรมเพื่อแสดงผลการวิเคราะห์เป็นภาพกราฟิก ปัจจุบันความสามารถของซอฟต์แวร์โปรแกรมสามารถทำการจำลองภาพเพื่อศึกษาความรู้ทางวิทยาศาสตร์ด้านอื่น ๆได้มากขึ้นเพราะสามารถแสดงสภาพความเป็นจริงบางชนิดที่ไม่สามารถมองเห็นในชีวิตจริงได้ เช่น ปฏิกิริยาเคมี การเปลี่ยนแปลงในระดับโมเลกุล ปฏิกิริยาทางฟิสิกส์ เป็นต้น

4. เกมการศึกษา (Education games) การใช้วิธีนี้เริ่มแรกใช้ในการศึกษาระดับต้น ๆ เพราะเข้ากันได้กับธรรมชาติของเด็ก แต่ในปัจจุบันวิธีนี้สามารถนำมาประยุกต์ใช้ในการศึกษาในระดับที่สูงขึ้น เนื่องจากพบว่าเป็นวิธีที่มีความจูงใจสูง ผู้เรียนมีความสนุกในการเรียนทำให้ไม่เกิดความเบื่อหน่ายง่ายในการเรียน

5. การทดสอบ (Test) การทดสอบโดยใช้คอมพิวเตอร์มัลติมีเดียได้รับความนิยมมากขึ้น สามารถแบ่งเบาภาระของผู้สอนในการตรวจให้คะแนนหลังสอบ ซึ่งผู้เรียนและผู้สอนสามารถเรียกดูคะแนนได้ทันทีและรู้ผลป้อนกลับไปสู่คำตอบที่ถูกต้องหรือบอกสิ่งที่ผิดพลาดให้ทราบ เป็นการกระตุ้นให้เกิดความกระตือรือร้นในการเรียนและสามารถป้องกันการทุจริตเพราะผู้เรียนไม่สามารถแก้ไขคะแนนได้

โดยสรุปแล้วการประยุกต์ใช้คอมพิวเตอร์มัลติมีเดียทางการศึกษา มีหลายรูปแบบ รูปแบบที่สำคัญได้แก่

1. ใช้เป็นเครื่องมือช่วยสอน (Teaching aids) รวบรวมเนื้อหา และใช้เป็นแบบเรียนฝึกปฏิบัติ

2. ใช้จำลองสถานการณ์ความเป็นจริงในชีวิต (Simulation of real – life situation) ในลักษณะเป็นกรณีศึกษา (Case study) การทดลองในห้องปฏิบัติการ ใน วิชาเคมี ฟิสิกส์ และอิเล็กทรอนิกส์ในลักษณะที่เรียกว่า "ปฏิบัติการสมมุติ " (Dry lab) และสร้างความเป็นรูปธรรมในการนำเสนอสถานการณ์ทางวิทยาศาสตร์

3. ใช้เรียนด้วยตนเอง (Self-directed learning) ในเนื้อหาที่ต้องการศึกษาตามความสนใจ ตามเวลาที่สะดวก และสามารถรู้ผลการเรียนได้ด้วยตัวเอง

4. ใช้ฝึกทักษะและฝึกปฏิบัติ (Drill and practice) เพื่อให้เกิดความชำนาญและทำซ้ำโดยไม่จำกัดจำนวนครั้ง

5. ใช้วัดผลการเรียนรู้เพื่อการปรับปรุง (Formative evaluation) เพื่อให้ผู้เรียนได้ทดสอบตนเองว่าประสบผลสำเร็จมากน้อยเพียงใดและเป็นตัวกำหนดผลการเรียนของผู้เรียนให้เป็นไปตามวัตถุประสงค์

จากที่กล่าวมาสรุปได้ว่า การพัฒนาและประยุกต์ใช้คอมพิวเตอร์มัลติมีเดียทางการศึกษา เพื่อหวังผลนำมาใช้ในสถานการณ์การเรียนการสอนให้เกิดประสิทธิผลและประสิทธิภาพนั้น สิ่งที่ควรคำนึงถึงคือเรื่องความจำเป็นทางการศึกษาของหลายหน่วยงานที่ต้องการพัฒนาและประยุกต์ใช้สื่อชนิดนี้ว่ามีความพร้อมในด้านต่าง ๆในการพัฒนาและประยุกต์ใช้แล้วหรือยัง ปัจจัยที่ต้องคำนึงถึงอีกประการหนึ่งคือ บุคลากรที่จะพัฒนาและประยุกต์ใช้สื่อชนิดนี้ต้องมีพื้นฐานความรู้ในเรื่องการออกแบบการสอน (Instructions design) องค์ความรู้ด้านจิตวิทยาเชิงพุทธิปัญญา(Cognitive psychology) องค์ความรู้ในเรื่องคอมพิวเตอร์มัลติมีเดียทั้งฮาร์ดแวร์และซอฟต์แวร์โปรแกรม ตลอดจนเรื่องของเทคโนโลยีคอมพิวเตอร์ว่าหน่วยงานนั้นมีความพร้อมทั้งด้านเครื่องคอมพิวเตอร์มัลติมีเดีย และซอฟต์แวร์โปรแกรมหรือยัง มีจำนวนเพียงพอที่จะใช้ในการพัฒนาและประยุกต์ใช้สื่อชนิดนี้หรือไม่ นอกจากนี้ยังมีปัจจัยสำคัญมากที่ควรนึกถึงคือ เรื่องการสนับสนุนด้านการเงิน และนโยบายที่ชัดเจนในการสนับสนุนและลงทุนด้านการพัฒนาและประยุกต์ใช้คอมพิวเตอร์มัลติมีเดียทางการศึกษา รวมทั้งปัจจัยด้านการศึกษาหรือเนื้อหาที่ผู้เรียนควรเรียน อะไรที่จะได้จากการพัฒนาและประยุกต์ใช้สื่อคอมพิวเตอร์มัลติมีเดีย ปัจจัยดังกล่าวทั้งหมดต้องเอื้ออำนวยต่อกันและกัน หากมีนโยบายเงินทุนและความพร้อมที่จะพัฒนาและประยุกต์ใช้สื่อคอมพิวเตอร์มัลติมีเดียแล้วก็ควรดำเนินการในทันที และต้องมีการทดลองใช้วิจัยหารูปแบบ(Model) ที่เหมาะสมในการพัฒนาและประยุกต์ใช้ในเนื้อหาวิชาแต่ละประเภทเพื่อเผยแพร่แนะนำให้กว้างขวางต่อไป เพราะเรื่องของคอมพิวเตอร์มัลติมีเดียทางการศึกษาคงเป็นทางเลือกที่จำเป็นสำหรับการศึกษาในประเทศไทย เพื่อแก้ปัญหาการศึกษาที่เกิดขึ้นและจะเป็นสิ่งชี้วัดถึงการพัฒนาทางการเรียนการสอนของหน่วยงานนั้น ๆ นอกจากนี้การพัฒนาและประยุกต์ใช้คอมพิวเตอร์มัลติมีเดียจะเป็นสิ่งที่บ่งชี้และช่วยตัดสินใจในการลงทุนด้วยคอมพิวเตอร์มัลติมีเดีย ว่าอะไรควรจะผลิตเองและอะไรควรจะซื้อมาใช้ ซึ่งจะส่งผลไปถึงการวางนโยบายของหน่วยงานในการกำหนดรายละเอียดของสิ่งที่เกี่ยวข้องกับคอมพิวเตอร์มัลติมีเดียทางการศึกษา

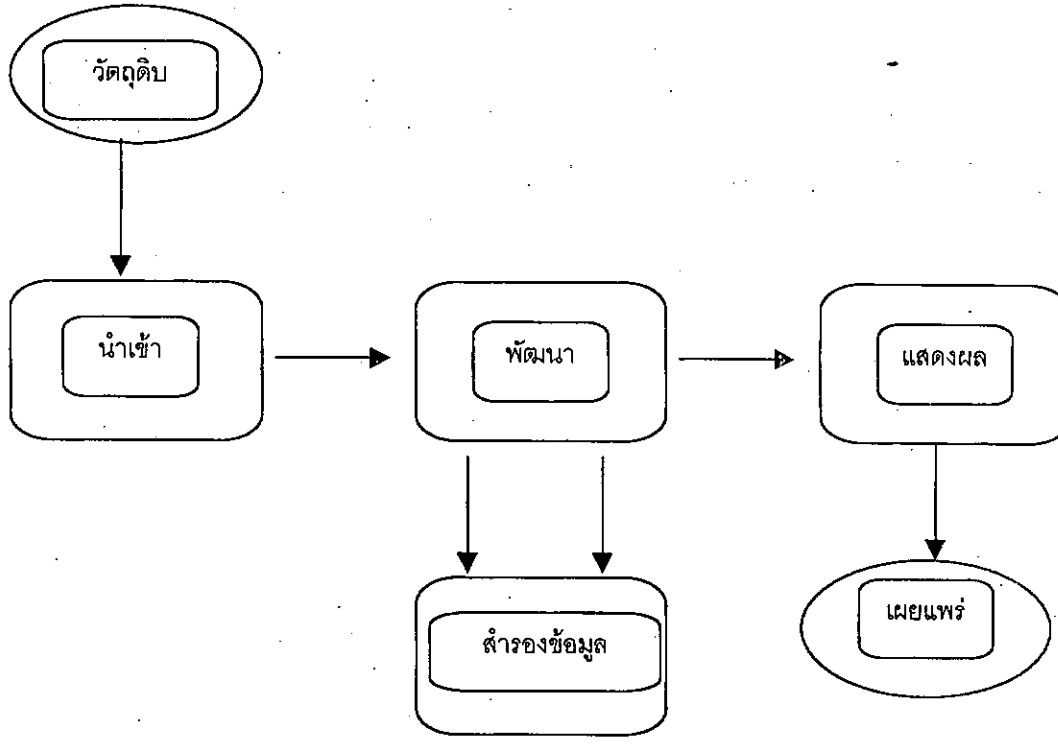
มัลติมีเดียกับสื่อที่คล้ายกัน

มัลติมีเดียส่วนใหญ่จะนำเสนอในรูปของซีดี แต่ยังมีสื่ออื่น ๆอีกมากที่บันทึกในรูปแบบซีดีรอม (CD-ROM) ด้วยเช่นกัน อาทิเช่น ซีดีไอ (CD-I) ที่เล่นตามบ้าน เครื่องเล่นซีดีเพลง (Audio-CD) หรือเครื่องเล่นโฟโต้ซีดี(Photo-CD) ของโกดัก และในปัจจุบันนี้จะบันทึกอยู่ในรูปของดีวีดี (DVD) จริง ๆแล้วซีดีก็คือคอมแพคดิสค์ (Compact disc) การที่ซีดีมีอยู่มากมายหลาย

ชนิดนั่นหมายความว่า เครื่องเล่นแผ่นเหล่านี้ก็จะต่างกันไปด้วย เครื่องบางชนิดก็เล่นได้หลายรูปแบบและมีการพยายามทำให้คอมพิวเตอร์สามารถใช้งานได้ทุกรูปแบบด้วยเช่นกัน

องค์ประกอบของระบบมัลติมีเดีย

ระบบมัลติมีเดียประกอบด้วยส่วนหลักๆ 6 ส่วน คือ 1) ส่วนวัตถุดิบ 2) ส่วนนำเข้า 3) ส่วนพัฒนา 4) ส่วนสำรองข้อมูล 5) ส่วนแสดงผล และ 6) ส่วนเผยแพร่ ส่วนต่างๆเหล่านี้มีความสัมพันธ์กันดังแสดงได้ในภาพต่อไปนี้



ภาพประกอบ 2-15 แผนผังแสดงองค์ประกอบของระบบมัลติมีเดีย

ทางด้านฮาร์ดแวร์

ฮาร์ดแวร์ที่เกี่ยวกับมัลติมีเดียแยกเป็น ส่วนที่ใช้ทำงาน ส่วนที่ใช้ทดสอบ และส่วนที่ใช้แสดงงาน ส่วนที่ใช้ทดสอบนั้นสามารถทำการทดสอบบนเครื่องที่ทำงาน และเครื่องที่ใช้แสดงงานได้ ดังนั้นจึงสามารถแบ่งฮาร์ดแวร์มัลติมีเดียเป็นสองแบบคือ (Agnew. 1996 : 50-57 ; ดารา แพรัตน์. 2539: 31-35 ; 2000(นามแฝง).2539: 23-30)

1. แบบที่ใช้สร้างงาน จะต้องประกอบด้วยอุปกรณ์เหล่านี้
   1.1 คอมพิวเตอร์
   1.2 เครื่องอ่านแผ่นซีดีความเร็วสูง
   1.3 อุปกรณ์นำเข้าภาพนิ่ง
   1.4 อุปกรณ์นำเข้าเสียง
   1.5 อุปกรณ์นำเข้าวีดิทัศน์
   1.6 อุปกรณ์แสดงผล
   1.7 สื่อบันทึกข้อมูลสำรอง
2. แบบที่ใช้แสดงงาน จะต้องมีอุปกรณ์เหล่านี้
   2.1 คอมพิวเตอร์
   2.2 อุปกรณ์โต้ตอบ เช่น ตัวชี้
   2.3 เครื่องอ่านแผ่นซีดีรอม
   2.4 อุปกรณ์ส่งเสียง
   2.5 อุปกรณ์แสดงวีดิทัศน์พิเศษ
   2.6 อุปกรณ์แสดงผล

ทางด้านซอฟต์แวร์

ซอฟต์แวร์ที่เกี่ยวกับมัลติมีเดียแยกเป็นส่วนต่าง ๆดังนี้

1. ซอฟต์แวร์ส่วนที่ทำหน้าที่เป็นซอฟต์แวร์ระบบและสภาพแวดล้อมที่ต้องใช้เป็นพื้นฐาน ซอฟต์แวร์ส่วนนี้ประกอบด้วยส่วนย่อย ๆอีก คือ
   1.1 ซอฟต์แวร์ที่ให้บริการต่าง ๆ รวมถึงไดรเวอร์ (Driver) ของอุปกรณ์ทุกชนิด
   1.2 ซอฟต์แวร์จำพวกที่ใช้เชื่อมโยงกับระบบ(Application program interface)
   1.3 คลังภาพ เสียง และวีดิทัศน์ (Library clip of art music and video)
2. ซอฟต์แวร์ที่ช่วยทำงานก่อนการทำการประพนธ์

ซอฟต์แวร์ก่อนการทำการประพนธ์แบ่งตามหน้าที่เป็น 2 กลุ่ม กลุ่มแรกคือกลุ่มที่ใช้ควบคุมอุปกรณ์พิเศษได้แก่ซอฟต์แวร์ที่ส่วนใหญ่ติดมากับฮาร์ดแวร์ มักทำหน้าที่หลักในการเปลี่ยนอานาล็อก(Analog) ไปเป็นดิจิตอล(Digital) ส่วนใหญ่จะมีหน้าที่การทำงานเกี่ยวกับการปรับอุปกรณ์ กลุ่มที่สองเป็นกลุ่มที่ใช้ปรับแต่ง แก้ไข ซึ่งบางส่วนอาจแถมมากับฮาร์ดแวร์แต่ส่วนใหญ่เป็นซอฟต์แวร์อิสระไม่ขึ้นกับฮาร์ดแวร์ใดเป็นพิเศษ คุณสมบัติบางประการในการปรับแต่งนี้อาจรวมอยู่ในประเภทแรกด้วย หัวข้อที่จะกล่าวต่อไปจึงเน้นเรื่องการปรับแต่งนี้

ซอฟต์แวร์ก่อนการทำการประพนธ์แบ่งตามลักษณะงานได้เป็น 5 ประเภทคือ

2.1 ซอฟต์แวร์จัดการเกี่ยวกับภาพนิ่ง

2.2 ซอฟต์แวร์จัดการเกี่ยวกับตัวอักษร

2.3 ซอฟต์แวร์จัดการเกี่ยวกับวีดิทัศน์

2.4 ซอฟต์แวร์จัดการเกี่ยวกับภาพเคลื่อนไหว

2.5 ซอฟต์แวร์จัดการเกี่ยวกับเสียง

3. ซอฟต์แวร์ที่ทำหน้าที่ประพนธ์

ในอดีตมัลติมีเดียจะถูกสร้างโดยนักเขียนโปรแกรมผู้เชี่ยวชาญ แต่ถ้าให้ผู้ที่มีความชำนาญด้านอื่นเช่นพวกศิลปะมาสร้างก็จะทำไม่ได้ โปรแกรมประพนธ์(Authoring software)จึงถูกสร้างมาด้วยจุดประสงค์นี้ โดยเน้นคนเขียนซอฟต์แวร์ไม่เป็นให้สร้างได้โดยง่าย

โปรแกรมประพนธ์ไม่เหมือนซอฟต์แวร์แบบอื่นที่เรียกขึ้นมาป้อนข้อมูลทำงานได้ทันทีแต่เป็นซอฟต์แวร์ที่ต้องให้ซอฟต์แวร์อื่นๆช่วยเตรียมข้อมูลมาก่อน ซึ่งซอฟต์แวร์ที่ใช้เตรียมข้อมูลนี้ บางครั้งอยู่ในรูปของซอฟต์แวร์ย่อยๆ ภายในโปรแกรมประพนธ์เอง บางครั้งเราก็ใช้ซอฟต์แวร์อิสระในหัวข้อแรกสร้างขึ้นมาก่อนแล้วจึงเอาโปรแกรมประพนธ์นี้เข้าไปจัดการ โปรแกรมประพนธ์มีหลายแบบต้องเลือกให้เหมาะกับงาน และบางทีการสร้างมัลติมีเดียในหลายกรณีต้องใช้ซอฟต์แวร์มากกว่า 1 โปรแกรมมาช่วย เพื่อให้ได้งานที่ต้องการ

มาตรฐานต่าง ๆทางด้านมัลติมีเดีย

1. มาตรฐานอุปกรณ์ด้านฮาร์ดแวร์

1.1 คอมพิวเตอร์

มาตรฐานของคอมพิวเตอร์ที่ระบุไว้ในขอบเขตการทำงานคือพีซี(PC)โดยการผลิตและกลไกของตลาดนั้น ถือได้ว่าเครื่องพีซีในปัจจุบันใช้ซีพียู(CPU)เป็นมาตรฐานของบริษัทอินเทล (Intel) และมีซอฟต์แวร์จัดการระบบเป็นไมโครซอฟต์ดอส (Microsoft-dos) ส่วนมัลติมีเดียซึ่งเกิดมาภายหลังก็อยู่บนมาตรฐานนี้เช่นกัน มาตรฐานฮาร์ดแวร์มัลติมีเดียที่รู้จักกันครั้งแรกคือ เอ็มพีซี(MPC)

1.2 มาตรฐาน เอ็มพีซี

สภาการตลาดด้านมัลติมีเดีย (Multimedia Marketing Council) ซึ่งประกอบด้วยไมโครซอฟต์และผู้ผลิตซอฟต์แวร์และฮาร์ดแวร์ชั้นนำได้ร่วมกันร่างมาตรฐานมัลติมีเดียขึ้นมาครั้งแรกกำหนดไว้ในเรดบุ๊คส์ (Redbook) มาตรฐานนี้ทำให้ผู้ผลิตมัลติมีเดียบนเครื่องพีซีมีการทำงานร่วมกันได้ โดยไมโครซอฟต์ได้สร้างซอฟต์แวร์เสริมด้านมัลติมีเดียขึ้นมา เรียกว่า "มัลติมีเดีย เอกซ์เทนชั่น" (Microsoft Windows Multimedia Extension) ให้ผู้พัฒนาซอฟต์แวร์มัลติมีเดีย ใช้เชื่อมโยงเข้าหาซอฟต์แวร์วินโดวส์

1.3 ข้อกำหนดมาตรฐานเอ็มพีซี (ดารา แพรัตน์. 2539 : 33)

1.3.1 ข้อกำหนดของ เอ็มพีซี-วัน (พฤศจิกายน 1991) มีดังต่อไปนี้

1.3.1.1 16 เมกกะเฮิร์ซ 80386 เอสเอ็กซ์

1.3.1.2 หน่วยความจำหลักอย่างน้อย 2 เมกกะไบต์

1.3.1.3 ฮาร์ดดิสก์อย่างน้อย 30 เมกกะไบต์

1.3.1.4 หน่วยแสดงผลบนจอแบบวีจีเอที่มีความละเอียด 480 x640 แบบ 16 สี

1.3.1.5 หน่วยแสดงเสียงชนิด 8 บิต

1.3.1.6 มีช่องต่อ เข้าและออก ชนิดมิดิ

1.3.1.7 เครื่องอ่านซีดีรอม ที่มีอัตราการส่งผ่านข้อมูล 150 กิโลไบต์ต่อวินาที

1.3.2 ข้อกำหนดของ เอ็มพีซี-ทู (พฤษภาคม 1993)

1.3.2.1 486,ไม่ระบุความถี่

1.3.2.2 หน่วยความจำหลักอย่างน้อย 4 เมกกะไบต์

1.3.2.3 ฮาร์ดดิสก์อย่างน้อย 160 เมกกะไบต์

1.3.2.4 หน่วยแสดงผลบนจอแบบวีจีเอที่มีความละเอียด 480 x 640 แบบ 65,536 สี

1.3.2.5 หน่วยแสดงเสียงชนิด 16 บิต

1.3.2.6 มีช่องต่อ เข้าและออก ชนิดมิดิ

1.3.2.7 เครื่องอ่านซีดีรอมที่มีอัตราการส่งผ่านข้อมูลสองเท่าและอ่านมัลติเซสชั่น(Multisession)ได้

ปัจจุบันการกำหนดมาตรฐานมัลติมิเดียทางด้านฮาร์ดแวร์ไม่มีข้อจำกัดแน่นอน มัลติมีเดียแต่ละเรื่องจะระบุคุณสมบัติของเครื่องที่สามารถทำงานได้กับมัลติมีเดียเรื่องนั้นๆไว้ให้ตรวจสอบ โดยที่ยังยึดหัวข้อตามแนวทางแบบ เอ็มพีซี เดิมๆ

มาตรฐานของฮาร์ดแวร์ที่กำหนดไว้นี้ส่วนที่เป็นองค์ประกอบมาตรฐานของคอมพิวเตอร์ที่ใช้ในงานทั่วไป เช่น หน่วยประมวลผลกลาง หน่วยความจำ เหล่านี้จะไม่กล่าวถึงรายละเอียด ส่วนอุปกรณ์ที่ต่อเพิ่มเข้าไปในเครื่องแยกเป็น 2 ส่วน คือ ส่วนที่ช่วยให้เครื่องแสดงมัลติมีเดียได้ เช่น เครื่องอ่านซีดีรอม การ์ดแปลเสียง เป็นต้น และส่วนที่ใช้สร้างงาน คือ อุปกรณ์ต่อพ่วงต่างๆที่ช่วยให้งานมัลติมีเดียง่ายขึ้น เช่น การ์ดจับสัญญาณ วีดิทัศน์ เครื่องสแกนภาพ(Scanner) เป็นต้น (Brock. 1994 : 187-198 ; Baron. 1995 :18-20 ; Reynolds. 1995 : 3-41 ; Agnew and others. 1996 : 1 – 21)

1.4 ส่วนที่ช่วยให้เครื่องแสดงผลทางมัลติมีเดียได้

อุปกรณ์ประกอบที่ช่วยให้เครื่องคอมพิวเตอร์แสดงผลทางมัลติมีเดียได้ มีดังนี้

1.4.1 การ์ดเสียงและอุปกรณ์ประกอบ ควรมีคุณสมบัติเหล่านี้

1.4.2 มีทั้งภาคที่สามารถบันทึกเป็นไฟล์ได้และเล่นเป็นเสียงออกมาได้ (A-to-D และ D-to-A)

1.4.3 สามารถเล่นและบันทึกข้อมูลได้จำนวนบิต หลายแบบ เช่น 8, 16 หรือ 32 บิต

1.4.4 สามารถเล่นและบันทึกข้อมูลได้หลายความถี่ เช่น 11.025, 22.04, 44.1 กิโลเฮิร์ซ

1.4.5 สามารถเล่นและบันทึกข้อมูลได้ทั้งแบบโมโนและสเตริโอ

1.4.6 มีอุปกรณ์การส่งเสียงมาด้วย นอกจากจะมีลำโพงแล้ว ก็อาจมีเครื่องขยายเสียง

1.4.7. มีช่องต่อลำโพง ไมโครโฟน มิดี(Midi)

1.4.8 มี เครื่องสังเคราะห์เสียงดนตรี (Music Synthesizer) ด้วย

การเลือกการ์ดเสียงที่ดีก็จะช่วยให้เลือกตัวแปรที่ต้องการได้ แล้วยังมีโพรเซสเซอร์ (Processor)ที่ดีในการแปลงเป็นดิจิตอลที่มีคุณภาพด้วย

1.5 ซีดี

ซีดี เป็นพลาสติกที่ทำจากโพลีคาร์บอเนต (Polycarbonate)เป็นแผ่นจานกลมมี 2 ขนาด คือ ชนิดเส้นผ่าศูนย์กลาง 12 เซ็นติเมตร และ 8 เซ็นติเมตร มีด้านหนึ่งฉาบสารสีเงินหรือสีทองเพื่อให้สะท้อนแสงอีกด้านหนึ่งเป็นแนวของหลุมเล็กๆสลับกับพื้น ขดวนจากวงแหวนด้านในไปด้านนอกเป็นส่วนที่บันทึกข้อมูลไว้ โดยแทรค(Track) แรกเรียกว่า "ลีดอิน" (Lead-in) คล้ายๆสารบัญ (Table of content) จากนั้นก็เก็บข้อมูลไปโดยลำดับแล้วจบด้วย "ลีดเอาท์" (Lead-out) เป็นการบอกว่าสิ้นสุด

ในการอ่านข้อมูลจากซีดีรอมแสงเลเซอร์จะกวาดไปบนแผ่นซีดีรอมด้านที่เป็นพื้นกับหลุมแล้วดูการสะท้อนของแสง แปลออกมาเป็นสัญญาณ โดยการแปลค่าจากพื้นและจากหลุมเหล่านั้น

คุณสมบัติของเครื่องอ่านซีดีรอมที่ต้องพิจารณา

1. สามารถใช้ได้กับการเชื่อมต่อ (Controller, Driver) ที่มีอยู่บนคอมพิวเตอร์
2. ความเร็วในการส่งผ่านข้อมูล เช่น 300 กิโลไบต์ต่อวินาที
3. ความเร็วเฉลี่ยในการเข้าถึงข้อมูล เช่น 1 วินาที
4. หน่วยความจำบัฟเฟอร์(Buffer)ที่ใช้อ่านข้อมูลล่วงหน้า
5. การใส่แผ่นเป็นแบบถาดหรือกลัก ใส่ได้ครั้งละกี่แผ่น
6. รูปแบบมาตรฐานของซีดีรอมที่อ่านได้
7. มีปุ่มปรับเสียงและส่วนที่อำนวยความสะดวกในการเล่นเพลงด้วย ทั้งนี้เพราะแผ่นซีดี-ออดิโอ ที่แทรคเป็นเสียงเลย เมื่อนำมาเล่นกับเครื่องอ่านซีดีรอมซึ่งมักจะอ่านได้ทั้ง ซีดีรอม และ ซีดีรอม-ออดิโอ ก็จะอ่านข้อมูลที่เป็นหัว (Header information) บนแผ่นบันทึกข้อมูลก็จะรู้

เลยว่าเป็น ซีดี-ออดิโอ เมื่อซอฟต์แวร์จากคอมพิวเตอร์สั่งให้เล่น ข้อมูลจะส่งจากไดร์ฟไปอานาล็อก เอาท์พุท (Analog output)ทันทีโดยไม่ได้ใช้เวลาของซีพียูอีก

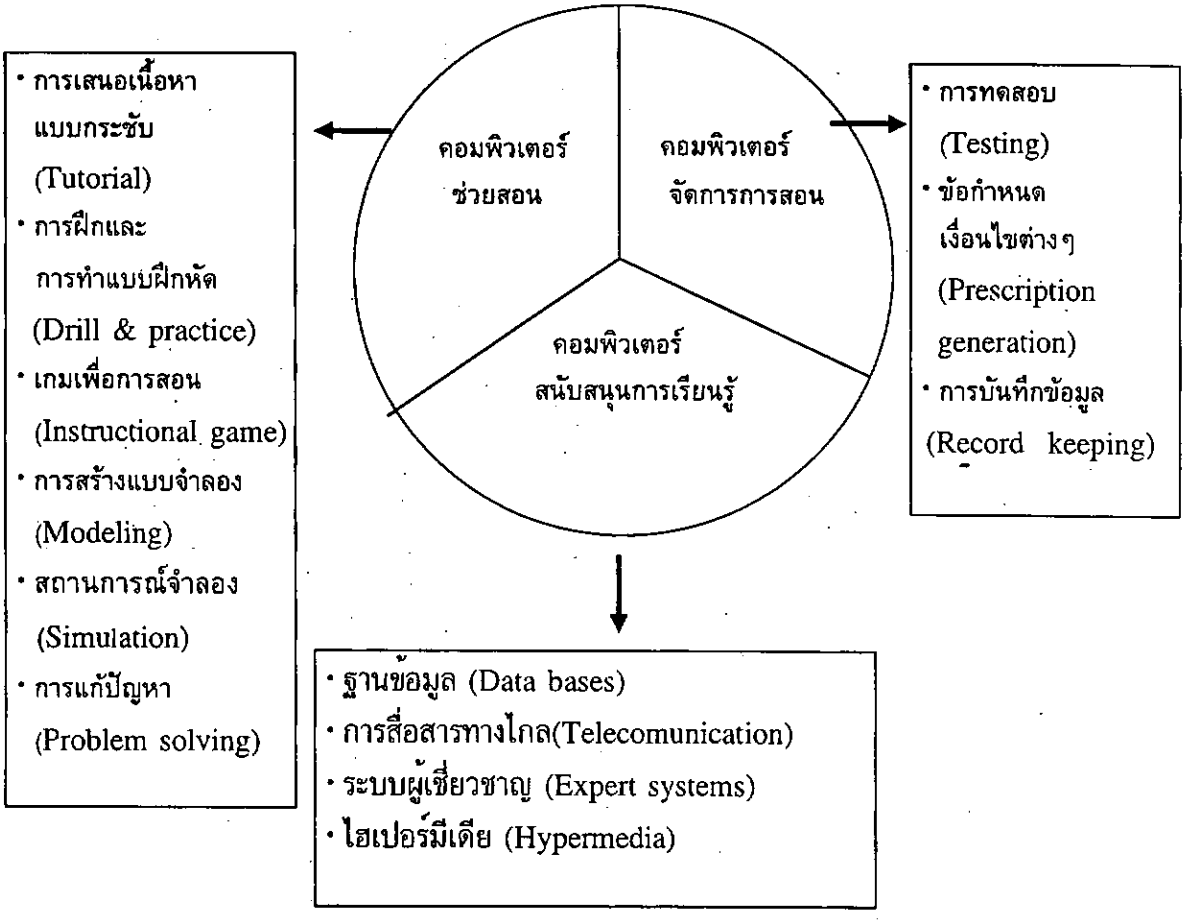
การที่ซีดีรอมเป็นสื่อบันทึกที่ใช้ข้ามคอมพิวเตอร์ต่างชนิดกันได้ เพียงชนิดเดียวในเวลานี้ ก็เพราะใช้ระบบการเขียนไฟล์แบบ ไอเอสโอ 9660 ไม่ว่าคอมพิวเตอร์จะใช้ระบบจัดการแบบใด โดยจะมีซอฟต์แวร์ยูทิลิตี้ (Utility software)มาช่วย เช่นเปลี่ยนเป็นระบบไฟล์แบบเอ็มเอสดอส(MS-DOS) หรือ เอชเอฟเอส (MACINTOSH'S HFS : Hierarchical file system) ไอเอสโอ 9660 นี้เป็นผลมาจากการประชุมของกลุ่ม "ไฮเซียร่า" (HIGH SIERRA GROUP) เมื่อปี 1985 (Brock. 1994 : 187-198 ; Baron. 1995 : 18-20 ; Reynolds. 1995 : 3-41 ; Agnew and others. 1996 : 1 – 21)

ฐานข้อมูลการเรียนรู้ (Computer-Based Learning)

ฐานข้อมูลการเรียนรู้หมายถึงโปรแกรมคอมพิวเตอร์ช่วยการเรียนการสอนในรูปแบบของมัลติมีเดียที่ผู้เรียนสามารถค้นคว้าหาความรู้และฝึกทักษะบางอย่างได้ด้วยตนเองจากคอมพิวเตอร์อย่างอิสระตามที่ต้องการ ฐานข้อมูลการเรียนรู้หรือ CBL มีชื่อเรียกอีกหลายอย่าง เช่น Technology Based Learning (TBL), Computer Based Education (CBE), Computer Based Training (CBT), Computer Based Instruction (CBI)

โดยทั่วไป ฐานข้อมูลการเรียนรู้มีหลายรูปแบบ แต่ละแบบมีลักษณะที่คล้ายกัน คือผู้เรียนสามารถเรียนรู้ได้ด้วยตนเองอย่างอิสระตามความสามารถ โดยเลือกเรียน ค้นคว้า ฝึกปฏิบัติหรือฝึกทักษะอย่างง่ายบางอย่างได้จากโปรแกรมคอมพิวเตอร์ ซึ่งสามารถแสดงข้อมูลได้หลายแบบในลักษณะของมัลติมีเดีย ทั้งตัวอักษร รูปภาพ ภาพนิ่ง ภาพเคลื่อนไหว เสียงพูด เสียงดนตรี และผู้เรียนสามารถมีปฏิสัมพันธ์กับคอมพิวเตอร์ได้ (Brock. 1994 : 187-198 ; Baron. 1995 :18-20 ; Reynolds. 1995 : 3-41 ; Agnew and others. 1996 : 1 – 21)

ฐานข้อมูลการเรียนรู้ มีองค์ประกอบ 3 ส่วนคือ 1) คอมพิวเตอร์ช่วยสอน(Computer Assisted Instruction หรือCAI) 2) คอมพิวเตอร์จัดการการสอน (Computer Managed Instruction หรือ CMI) และ 3) คอมพิวเตอร์สนับสนุนการเรียนรู้ (Computer Supported Learning Resources หรือ CSLR) ซึ่งในแต่ละส่วนจะมีองค์ประกอบย่อยดังแสดงในแผนภาพต่อไปนี้ (Baron. 1995 : 18-20 ; Reynolds. 1995 : 3-41 ; Agnew and others. 1996 : 1 – 21)



ภาพประกอบ 2-16 แผนภาพแสดงองค์ประกอบของฐานข้อมูลการเรียนรู้

ฐานข้อมูลการเรียนรู้ประกอบด้วยองค์ประกอบต่อไปนี้ (Reynolds. 1995 : 19-32)

1. คอมพิวเตอร์มัลติมีเดียแบบมีปฏิสัมพันธ์ระหว่างผู้เรียนกับคอมพิวเตอร์ (Interactive Multimedia)

2. วิดีทัศน์และซีดีรอม (Videodiscs and CD-ROM)

3. การสื่อสารทางไกล (Video and computer teleconferencing)

4. การจำลองสถานการณ์ (Simulation and Simulators)

ในส่วนของคอมพิวเตอร์ช่วยสอน ซึ่งเป็นองค์ประกอบส่วนหนึ่งของฐานข้อมูลการเรียนรู้นั้นอาจมีได้หลายรูปแบบดังต่อไปนี้ (Reynolds. 1995 : 3-41, Agnew and others. 1996 : 1 – 21)

1. การเสนอเนื้อหาแบบกระชับ(Tutorial) เป็นการเรียนโดยอาศัยแบบเรียนโปรแกรม

2. การฝึกและการทำแบบฝึกหัด (Drill and Practice) เป็นการเรียนโดยอาศัยการฝึกทักษะหรือฝึกปฏิบัติ

3. เกมเพื่อการสอน (Instructional game) เป็นการเรียนโดยอาศัยรูปแบบของเกม

4. การสร้างแบบจำลอง (Modeling) เป็นการเรียนโดยอาศัยตัวอย่าง

5. สถานการณ์จำลอง (Simulation) เป็นการเรียนโดยอาศัยการจำลองสถานการณ์

6. การแก้ปัญหา (Problem solving) เป็นการเรียนโดยอาศัยการแก้ปัญหา

รูปแบบของคอมพิวเตอร์ช่วยสอน ไม่ว่าเป็นแบบใดก็ตาม ต้องมีลักษณะเป็นคอมพิวเตอร์มัลติมีเดียซึ่งต้องมีลักษณะดังนี้

1. เสียง เป็นเสียงบรรยายประกอบบทเรียนหรือเสียงประกอบเนื้อหาคำบรรยาย

2. เสียงดนตรีและเสียงประกอบ ช่วยเสริมแรงจูงใจด้วยเสียงประกอบแบบต่าง ๆซึ่งเป็นการสร้างบรรยากาศในการเรียน

3. ภาพกราฟิก ภาพที่มีสี ภาพประกอบคำบรรยาย ภาพประกอบเนื้อหา

4. ภาพเคลื่อนไหว เป็นภาพที่คอมพิวเตอร์สร้างขึ้น สามารถเคลื่อนไหวไปมาได้ ช่วยสร้างภาพหรือสิ่งที่เป็นนามธรรมให้เป็นรูปธรรมมากขึ้น

5. สามารถนำภาพจากวีดิทัศน์ โทรทัศน์ ซีดีรอม มาออกทางคอมพิวเตอร์ เพื่อเป็นสื่อผสมทางการเรียนการสอน

6. การมีปฏิสัมพันธ์ระหว่างผู้เรียนกับเครื่องคอมพิวเตอร์ ที่เรียกว่า "อินเตอร์แรคทีฟ" (Interactive) ซึ่งมีลักษณะคล้ายกับมีครูเป็นผู้สอน ผู้เรียนสามารถโต้ตอบกับคอมพิวเตอร์ได้ ทำให้เกิดการสื่อสารสองทาง จึงเร้าความสนใจและก่อให้เกิดการเรียนรู้ได้อย่างสมบูรณ์

ในส่วนของคอมพิวเตอร์จัดการการสอน ซึ่งเป็นองค์ประกอบส่วนหนึ่งของฐานข้อมูลการเรียนรู้นั้นประกอบด้วยส่วนต่าง ๆดังต่อไปนี้ (Reynolds. 1995 : 3-41 ; Agnew and others. 1996 : 1 – 21)

1. การทดสอบ (Testing)

2. ข้อกำหนดต่าง ๆ เงื่อนไขต่าง ๆ (Prescription generation)

3. การบันทึกข้อมูลต่าง ๆ (Record keeping)

และในส่วนของคอมพิวเตอร์สนับสนุนการเรียนรู้ซึ่งเป็นองค์ประกอบส่วนหนึ่งของฐานข้อมูลการเรียนรู้นั้นประกอบด้วยส่วนต่าง ๆดังต่อไปนี้ (Reynolds. 1995 : 3-41 ; Agnew and others. 1996 : 1 – 21)

1. ฐานข้อมูล (Data bases)

2. การเชื่อมโยงเครือข่าย การติดต่อสื่อสาร (Telecommunication)

3. ระบบผู้เชี่ยวชาญ (Expert systems)

4. ไฮเปอร์มีเดีย (Hypermedia)

จิตวิทยาการเรียนรู้

จิตวิทยาการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์

การสอนของครูจะได้ผลดีนั้น ภพ เลาหไพบูลย์ (2537 : 63-87) ได้เสนอแนวคิดว่าครูต้องมีทักษะในการสอน มีความเข้าใจในระบบการเรียนการสอน มีความเข้าใจในเนื้อหาวิชาที่เกี่ยวข้อง และมีความเข้าใจเกี่ยวกับการใช้จิตวิทยาการเรียนการสอนด้วย

การเรียนรู้ในทัศนะของนักจิตวิทยาโดยทั่วไปนั้น เป็นกระบวนการที่เป็นผลของการเปลี่ยนแปลงอย่างถาวรของพฤติกรรม เป็นกระบวนการที่จิตใจมีปฏิกิริยาต่อสิ่งเร้าภายนอก ซึ่งพิจารณาได้จากการที่แต่ละบุคคลแสดงปฏิกิริยาต่อสิ่งเร้าอย่างไร การเรียนรู้เป็นกระบวนการที่เกิดขึ้นเฉพาะของแต่ละบุคคลและเฉพาะเรื่อง โดยที่ผู้เรียนต้องกระทำต่อวัตถุและปรากฏการณ์ในสิ่งแวดล้อม การเรียนรู้อาจอยู่ในรูปของเจตคติ ความเชื่อ ข้อเท็จจริง มโนมติ หลักการ กฎ การแก้ปัญหา และทักษะปฏิบัติการ การเรียนรู้ในบางเรื่อง ผู้เรียนอาจเรียนรู้ได้เร็ว บางเรื่องอาจเรียนรู้ได้ช้า ต้องใช้เวลาและมีประสบการณ์ การเรียนรู้บางเรื่องจะไม่ลืมง่าย แต่บางเรื่องจะลืมได้ง่ายถ้าไม่มีการใช้บ้าง

แครอล (ภพ เลาหไพบูลย์. 2537 : 63 ; อ้างอิงมาจาก Caroll. 1963) ได้กล่าวถึงความสำเร็จในการเรียนรู้ของผู้เรียนว่าขึ้นอยู่กับองค์ประกอบ 5 ประการ คือ 1) ความถนัดทางการเรียนของผู้เรียน 2) ความสามารถส่วนตัวของผู้เรียนที่จะเข้าใจการสอนของครู 3) ความพยายามในการเรียนของผู้เรียน 4) เวลาที่ใช้ในการเรียนของผู้เรียน และ 5) คุณภาพการสอนของครู

ครูวิทยาศาสตร์จะต้องทำหน้าที่ในการสอนให้ผู้เรียนเกิดการเรียนรู้เกิดการเปลี่ยนแปลงทางสติปัญญา เป็นการเปลี่ยนแปลงอย่างถาวร เป็นผู้มีความรู้ความสามารถทางวิทยาศาสตร์ ครูวิทยาศาสตร์ต้องสอนให้ผู้เรียนมีความรู้ทางวิทยาศาสตร์ เป็นผู้สืบเสาะหาความรู้ เป็นผู้ค้นพบ เป็นผู้คิดอย่างพินิจพิเคราะห์และสามารถแก้ปัญหาต่างๆได้โดยประยุกต์ใช้ความรู้ที่ได้เรียนวิทยาศาสตร์ไปแล้ว ดังนั้นครูวิทยาศาสตร์จึงจำเป็นต้องรู้เกี่ยวกับการเรียนรู้ที่จะพัฒนาผู้เรียนให้มีการเปลี่ยนแปลงพฤติกรรมอย่างถาวรที่จะเป็นผู้มีความรู้ความสามารถทางวิทยาศาสตร์ การเรียนรู้เกี่ยวกับทฤษฎีพัฒนาการทางสติปัญญาของเปียเจต์ ทฤษฎีเกี่ยวกับการสอนของบรูเนอร์ ทฤษฎีเกี่ยวกับการสอนของออซูเบล และหลักการเรียนรู้ของกาเย่ อาจช่วยทำให้ครูรู้กระบวนการการเรียน และสภาพการณ์ที่ทำให้เกิดการเปลี่ยนแปลงพฤติกรรมที่ถาวร และเป็นพฤติกรรมที่ต้องการให้เกิดในตัวผู้เรียนได้

จากหลักการสอนและแนวคิดเกี่ยวกับทฤษฎีพัฒนาการทางสติปัญญาของเปียเจต์ จะมีประโยชน์ต่อครูวิทยาศาสตร์ในการจัดการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์ดังนี้

1. ในระดับชั้นประถมศึกษาตอนต้น เด็กอยู่ในขั้นปฏิบัติการรูปธรรม และในระดับชั้นประถมศึกษาตอนปลาย เด็กจะเปลี่ยนจากขั้นปฏิบัติการรูปธรรมมาอยู่ขั้นปฏิบัติการนามธรรม

แต่อาจจะไม่ใช่เด็กทุกคน ดังนั้น ครูควรจัดการเรียนการสอนให้เด็กได้ประสบการณ์ตรงเป็นรูปธรรม เพราะเด็กจะได้มีประสบการณ์ทางกายภาพและทางสมอง ทำให้เกิดการเรียนรู้ได้ดี ในการสอนนั้นครูควรให้เด็กเก็บรวบรวมข้อมูลและค้นคว้าหาความรู้โดยการสังเกตและสรุปเป็นหลักการได้

2. ในระดับชั้นมัธยมศึกษา เด็กส่วนใหญ่จะอยู่ในช่วงสุดท้ายของการพัฒนาการทางสติปัญญาของเปียเจต์ คือ อยู่ในขั้นปฏิบัติการนามธรรม เด็กในวัยนี้ควรสามารถคิดเกี่ยวกับสิ่งที่เป็นนามธรรมได้ทุกเรื่องและสามารถตั้งสมมติฐานได้ ดังนั้นครูควรจัดการเรียนการสอนที่เน้นการค้นพบ ผู้เรียนจะเกิดการเรียนรู้โดยผ่านการกระทำทางสมองต่อสิ่งที่กำลังค้นพบหรือสืบเสาะหาความรู้ ครูควรให้นักเรียนได้รู้จักตั้งสมมติฐาน สรุปอ้างอิง ออกแบบการทดลองและสร้างแบบจำลอง เหล่านี้เป็นการฝึกผู้เรียนให้ใช้กระบวนการคิดและฝึกให้มีความคิดสร้างสรรค์ ในการสอนนั้นครูควรอธิบายในบางสิ่งและเปิดโอกาสให้เด็กได้ซักถาม แสดงความคิดเห็นได้ด้วยตนเอง เพราะเปียเจต์มีความเห็นว่า แม้ว่าเด็กในวัยนี้จะคิดสิ่งที่เป็นนามธรรมได้ทุกเรื่องแล้ว ก็มิใช่ว่าจะรับทุกสิ่งที่ครูสอนได้หมดเสมอไป การปะทะสัมพันธ์ระหว่างครูและนักเรียน จะช่วยให้เด็กคิดได้ด้วยตนเอง

3. ครูผู้สอนควรคำนึงถึงพัฒนาการทางสติปัญญาของนักเรียนดังนี้ คือ นักเรียนทุกคนจะผ่านขั้นพัฒนาการทางสติปัญญาทั้งสี่ขั้นตามลำดับ นักเรียนที่มีอายุเท่ากันอาจมีขั้นพัฒนาการทางสติปัญญาที่แตกต่างกัน พัฒนาการทางสติปัญญาของนักเรียนแต่ละคนเป็นเครื่องแสดงความสามารถของบุคคลนั้น นักเรียนแต่ละคนจะได้รับประสบการณ์ทางกายภาพและทางสมอง พัฒนาการทางสติปัญญา เป็นผลเนื่องจากการปะทะสัมพันธ์ระหว่างนักเรียนกับสภาพแวดล้อมซึ่งรวมทั้งครูผู้สอนด้วย นักเรียนควรเป็นผู้มีความกระตือรือร้นในการร่วมกิจกรรมเพื่อพัฒนาสติปัญญาของตนเอง การจัดกิจกรรมที่ทำให้นักเรียนสนใจและตั้งใจเรียนทำให้สภาวะสมดุลเกิดขึ้นได้ ซึ่งเป็นผลให้มีพัฒนาการทางสติปัญญา

ครูผู้สอนควรมีเป้าหมายในการสอนอันแน่วแน่ที่จะสร้างนักเรียนให้เป็นคนที่สามารถทำสิ่งใหม่ๆมิใช่แต่เพียงเป็นคนคอยลอกเลียนแบบผู้อื่น เป็นคนที่มีความคิดสร้างสรรค์ รู้จักประดิษฐ์และสืบเสาะหาความรู้ เป็นผู้มีความคิดวิพากษ์วิจารณ์ รู้จักที่จะพิสูจน์สิ่งต่างๆ ไม่ยอมเชื่ออะไรง่ายๆโดยไม่มีเหตุผล

4. ครูควรใช้หลักสูตรและการสอนบนพื้นฐานทฤษฎีพัฒนาการทางสติปัญญาของเปียเจต์ กล่าวคือ ในการสอนครูต้องไม่เน้นแต่เพียงข้อเท็จจริงเท่านั้น การสอนต้องเน้นให้นักเรียนใช้ศักยภาพของตนเองให้มากที่สุด จัดเนื้อหาและอุปกรณ์การเรียนการสอนให้สอดคล้องกับพัฒนาการของผู้เรียนและคำนึงถึงความต้องการของผู้เรียนด้วย ครูควรจัดการเรียนการสอนให้ผู้เรียนพบกับความแปลกใหม่ โดยการเสนอปัญหาที่เกินขั้นพัฒนาการทางสติปัญญาของผู้เรียนเพียงเล็กน้อย เพื่อให้ผู้เรียนหาหนทางที่จะแก้ปัญหานั้นเน้นการเรียนรู้ที่ต้องอาศัยกิจกรรม

การเสาะแสวงหาความรู้และค้นพบ ให้นักเรียนที่มีระดับพัฒนาการทางสติปัญญาที่แตกต่างกันทำงานร่วมกันมากขึ้น โดยอาจแบ่งนักเรียนออกเป็นกลุ่มย่อย อุปกรณ์การเรียนการสอนและกิจกรรมต่างๆ ควรเริ่มจากสิ่งที่เป็นรูปธรรมไปสู่สิ่งที่เป็นนามธรรม ในการสอนครูควรถามคำถามมากกว่าการให้คำตอบ โดยเฉพาะคำถามประเภทปลายเปิด เมื่อถามคำถามแล้วครูควรรอคำตอบของนักเรียน เพราะนักเรียนต้องการเวลาที่จะดูดซึมคำถามและปรับเปลี่ยนขยายโครงสร้างของสมองเพื่อตอบคำถามนั้นๆ การสอนให้นักเรียนมีปฏิสัมพันธ์กับผู้อื่นจะช่วยให้นักเรียนคำนึงถึงเหตุผลของผู้อื่นมากขึ้น โดยไม่คำนึงถึงเหตุผลของตนเองเป็นใหญ่ ทำให้นักเรียนได้หลายๆ แนวความคิด เป็นการพัฒนาสติปัญญาให้สูงขึ้น

นอกเหนือจากแนวคิดตามทฤษฎีของเปียเจต์แล้ว แนวคิดที่สามารถนำมาประยุกต์ใช้กับการสอนวิทยาศาสตร์ได้ดีอีกแนวคิดหนึ่งคือ แนวคิดของบรูเนอร์ ซึ่งโดยสรุปกล่าวได้ว่า

หลักการสอนและขั้นพัฒนาการต่างๆของบรูเนอร์ มีประโยชน์ต่อครูวิทยาศาสตร์ในการจัดการเรียนการสอนดังนี้ (ภพ เลาหไพบูลย์. 2537 : 63-87)

1. ในระดับอนุบาลและระดับประถมศึกษาตอนต้น การเรียนรู้ต่างๆอยู่ในลักษณะการกระทำ โดยผ่านประสบการณ์ที่ได้พบเห็น เด็กในวัยนี้ไม่สามารถรออะไรได้นาน ครูควรสนองความพึงพอใจให้กับเด็กอย่างทันท่วงทีที่งานแต่ละครั้งเสร็จ การสอนเด็กในวัยนี้ควรให้มีบรรยากาศของความสนุกสนาน ผ่อนปรน ไม่ตึงเครียด ควรเปิดโอกาสให้เด็กได้แสดงความสามารถต่างๆเพื่อให้เกิดความมั่นใจ

2. ในระดับประถมศึกษาตอนปลาย เด็กมีพัฒนาการจากการเรียนรู้โดยการสร้างภาพในใจไปสู่การเรียนรู้โดยการใช้สัญลักษณ์ ซึ่งจะแสดงให้เห็นจากการที่เด็กสามารถเลือกจากตัวเลือกหลายๆตัวในเวลาเดียวกัน และสามารถแบ่งเวลาและความสนใจได้อย่างเหมาะสมกับตัวเลือกนั้นๆ ส่วนในระดับมัธยมศึกษา เด็กในวัยนี้ใช้สัญลักษณ์อย่างกว้างขวางขึ้น ครูมีวิธีช่วยให้พัฒนาขึ้นไปอีกโดยกระตุ้นให้ใช้การค้นพบด้วยตนเอง โดยเน้นความเข้าใจในมโนมติและสิ่งที่เป็นนามธรรมต่างๆ

3. ในการสอนแบบค้นพบด้วยตนเองของบรูเนอร์นั้นอาจนำมาใช้กับผู้เรียนเพื่อให้เกิดการเรียนรู้ตามลำดับดังนี้ 1) นำเสนอปัญหา 2) ให้ผู้เรียนมีโอกาสทำให้ความเข้าใจกับปัญหา 3) ให้ผู้เรียนแก้ปัญหาพร้อมกับกำหนดวัสดุอุปกรณ์มาให้ 4) ให้ผู้เรียนแสดงผลการแก้ปัญหาด้วยตนเอง 5) อธิบายเพิ่มเติมโดยผู้เรียนและผู้สอนในเรื่องที่เกี่ยวกับการแก้ปัญหา และ 6) สรุปผลที่ได้จากการแก้ปัญหา

การที่ครูสอนโดยวิธีสอนแบบค้นพบด้วยตนเองจะเป็นประโยชน์ต่อผู้เรียนดังนี้ คือ (ภพ เลาหไพบูลย์. 2537 : 63-87) 1) เป็นการเพิ่มพูนศักยภาพทางสติปัญญาของผู้เรียน 2) ก่อให้เกิดแรงจูงใจภายใน 3) ผู้เรียนได้ฝึกความคิดและการกระทำ ทำให้ได้เรียนรู้วิธีจัดระบบความคิดและวิธีการเสาะแสวงหาความรู้ด้วยตนเอง 4) ทำให้มีความรู้คงทนและถ่ายโยงการเรียนรู้ได้ 5) ทำให้ผู้เรียนเป็นศูนย์กลางของการเรียนการสอน 6) ผู้เรียนได้พัฒนาความคิด

และมีความเชื่อมั่นในตนเองเพิ่มมากขึ้น และ 7) ฝึกให้ผู้เรียนได้เรียนโดยใช้กระบวนการแสวงหาความรู้ ไม่ได้เรียนโดยการท่องจำ แต่ก็มีข้อจำกัดคือ ต้องใช้เวลามากในการสอนครั้งหนึ่งๆ

4. หลักการสำคัญที่เกี่ยวกับการสอนและการเรียนรู้ ซึ่งบรูเนอร์ได้เสนอไว้มีดังนี้ คือ 1) เนื้อหาวิชาที่สอนควรจัดแบ่งแยกออกเป็นส่วนย่อยๆ และจัดลำดับให้เหมาะสมกับผู้เรียน 2) การสอนต้องคำนึงถึงความพร้อมของผู้เรียนและแรงจูงใจ 3) แบบของการเสนอการเรียนรู้ แบ่งออกเป็น 3 ขั้น คือ ขั้นลงมือปฏิบัติกับของจริง ขั้นเรียนรู้จากรูปแบบของภาษาและจินตนาการ ขั้นเรียนรู้จากการใช้ตัวเลขแทนสัญลักษณ์ในการแทนค่า 4) วิธีสอนที่จะให้ผู้เรียนมีความรู้คงทนและถ่ายโยงการเรียนรู้ได้ คือ วิธีสอนแบบค้นพบด้วยตนเอง5) การจัดกิจกรรมและประสบการณ์การเรียนต้องสร้างสิ่งแวดล้อมใหม่ที่ท้าทายความคิดและการกระทำโดยจัดให้มีกิจกรรมที่ผู้เรียนต้องใช้กระบวนการคิดเพื่อแก้ปัญหา และ 6) การเรียนรู้กระบวนการมีความสำคัญและจำเป็นมากกว่าการเรียนรู้เนื้อหาด้านความรู้ เพราะบรูเนอร์ถือว่าความรู้เป็นกระบวนการ ไม่ใช่เป็นผลิตผล กล่าวคือ ทำอย่างไรจึงจะช่วยให้เด็กมีส่วนในการแสวงหาความรู้นั้นๆ ซึ่งต่างจากการสอนโดยทั่วๆไปที่มุ่งให้เด็กจำสิ่งต่างๆโดยที่ครูเป็นผู้บอกให้

แนวคิดเกี่ยวกับการแก้ปัญหา

แนวคิดและจิตวิทยาเกี่ยวกับการแก้ปัญหา

นักจิตวิทยาและนักการศึกษาหลายท่านได้เสนอแนวคิดเกี่ยวกับลักษณะการแก้ปัญหาไว้พอสรุปได้ดังนี้

เพียเจต์ (Piaget. 1970 : 63) ได้อธิบายถึงความสามารถในการคิดแก้ปัญหาตามทฤษฎีว่าด้วยพัฒนาการทางสติปัญญาว่า ความสามารถด้านนี้จะเริ่มพัฒนามาตั้งแต่ขั้นที่สาม คือ ขั้นปฏิบัติรูปธรรม (Stage of concrete operation) เด็กที่มีอายุประมาณ 7-8 ปี จะเริ่มมีความสามารถในการแก้ปัญหาแบบง่ายๆภายในขอบเขตจำกัด ต่อมาถึงระดับการพัฒนาการขั้นที่สี่คือ ขั้นปฏิบัติการนามธรรม (Stage of formal operation) เด็กจะมีอายุประมาณ 11-12 ปี และสามารถคิดแก้ปัญหาแบบซับซ้อนได้ เด็กสามารถเรียนรู้ในสิ่งที่เป็นนามธรรมชนิดซับซ้อนได้

กาเย่ (Gange. 1970 : 63) กล่าวว่า ความสามารถในการคิดแก้ปัญหาเป็นการเรียนรู้อย่างหนึ่งที่ต้องอาศัยการเรียนรู้ประเภทหลักการที่มีความเกี่ยวข้องกันตั้งแต่สองประเภทขึ้นไป และใช้หลักการนั้นประสมประสานกันจนเป็นความสามารถชนิดใหม่ที่เรียกว่า ความสามารถทางด้านการคิดแก้ปัญหาโดยการเรียนรู้ การเรียนรู้ประเภทหลักการนี้ต้องอาศัยหลักการเรียนรู้ประเภทมโนมติซึ่งกาเย่ได้อธิบายว่า เป็นการเรียนรู้อีกประเภทหนึ่งที่ต้องอาศัยความสามารถในการมองเห็นลักษณะร่วมของสิ่งเร้า

บอร์น เอคแสตรนด์ และโดมิโนสกี (Bourne, Ekstrand & Dominoski. 1971 : 44) ได้กล่าวไว้ว่า การแก้ปัญหาเป็นกิจกรรมที่เป็นทั้งการแสดงความรู้ ความคิด จากประสบการณ์ก่อนๆและส่วนประกอบของสถานการณ์ที่เป็นปัจจุบัน โดยนำมาจัดเรียงลำดับใหม่เพื่อผลของความสำเร็จในจุดมุ่งหมายเฉพาะอย่าง

อายเซงค์ วูซเบอร์ก และเบิร์น (Eysenck, Wurzburg & Berne. 1972 : 44) ได้ให้ความหมายของการแก้ปัญหาว่าเป็นกระบวนการที่จำเป็นต้องอาศัยความรู้ในการพิจารณาสังเกตปรากฏการณ์และโครงสร้างของปัญหาอย่างพินิจพิจารณาผนวกกับการใช้กระบวนการคิดเพื่อให้บรรลุถึงจุดมุ่งหมายที่ต้องการ

กู๊ด (Good. 1973 : 518) แสดงความเห็นว่าวิธีการทางวิทยาศาสตร์กับการแก้ปัญหาเป็นเรื่องเดียวกัน และได้อธิบายว่าการแก้ปัญหาเป็นแบบแผนหรือวิธีดำเนินการซึ่งอยู่ในสภาวะที่มีความยากลำบาก ยุ่งยากหรืออยู่ในสภาวะของการตรวจสอบข้อมูลที่หามาได้ โดยที่ข้อมูลนั้นมีความเกี่ยวข้องกับปัญหา มีการตั้งสมมติฐานและมีการตรวจสอบสมมติฐานภายใต้การควบคุม มีการรวบรวมเก็บข้อมูลจากการทดลอง เพื่อหาความสัมพันธ์ที่จะทดสอบสมมติฐานนั้นว่าเป็นจริงหรือไม่

แชฟเทล (Shaftel. 1982 : 31) กล่าวว่า การแก้ปัญหาเป็นกระบวนการค้นพบตัวปัญหาซึ่งเป็นสถานการณ์อย่างหนึ่งที่เกิดขึ้นกับบุคคล โดยที่สถานการณ์นั้นมีลักษณะเป็นอุปสรรค ดังนั้นผู้ที่แก้ปัญหาได้จะต้องมีความคิดและพฤติกรรมใหม่ๆ ในการเรียนการสอนเพื่อฝึกความสามารถในการแก้ปัญหาจะต้องใช้สถานการณ์เป็นจุดเริ่มต้นในการสอนให้นักเรียนคิดตั้งสมมติฐาน เก็บข้อมูลด้วยตนเองและลงข้อสรุป ตั้งหลักการเองทุกอย่าง การกระทำดังกล่าวนี้จะเป็นการสร้างเจตคติที่ดีต่อการแสวงหาความรู้และได้ใช้ความคิดหลายๆทางซึ่งจะทำให้เป็นคนฉลาดและมีเหตุผล

บุญเลี้ยง พลอาวุธ (2511 : 45) กล่าวว่าการแก้ปัญหาคือการเปลี่ยนแปลงแบบแผนของพฤติกรรมของตนให้หลุดพ้นจากอุปสรรค เพื่อให้บรรลุจุดหมายปลายทางที่ต้องการ และสรุปว่าการแก้ปัญหามีลักษณะสำคัญ 5 ประการ คือ

1. การแก้ปัญหาเป็นการกระทำที่มีจุดมุ่งหมาย การกระทำใดๆที่ไม่มีจุดมุ่งหมายไม่นับว่าเป็นการแก้ปัญหา

2. การแก้ปัญหาคือการเลือกวิธีที่เหมาะสมกับผู้แก้ ในแต่ละปัญหามีวิธีแก้หลายวิธี ผู้แก้ปัญหาจะต้องเลือกเอาวิธีการที่เหมาะสมกับความสามารถและความต้องการ

3. การแก้ปัญหาต้องอาศัยความรู้แจ้งเห็นจริง คือความหยั่งเห็น (Insight) การแก้ปัญหาแต่ละครั้งจะต้องศึกษาปัญหาให้เข้าใจอย่างถ่องแท้เสียก่อน จึงจะสามารถแก้ปัญหานั้นได้ เรียกว่าเกิดความคิดภายในหรือความหยั่งเห็น

4. การแก้ปัญหาเป็นการสร้างสรรค์ (Creative) อย่างหนึ่ง เมื่อแก้ปัญหาได้สำเร็จผู้แก้ย่อมมีสติปัญญางอกงามขึ้น

5. การแก้ปัญหาที่ประสบความสำเร็จต้องได้ผลตามความมุ่งหมาย

ชม ภูมิภาค (2516 : 56) กล่าวว่า คำว่าการแก้ปัญหาเป็นสิ่งที่มีความหมายกว้างมากเป็นการรวมพฤติกรรมที่ซับซ้อนอยู่ในรูปต่าง ๆมากมาย พฤติกรรมในการแก้ปัญหานี้จะเกิดขึ้นก็ต่อเมื่อมีงาน มีจุดมุ่งหมายที่จะต้องให้บรรลุเพื่องานนั้น

สวนา พรพัฒน์กุล (2522 : 273-274) ให้ความเห็นว่า การแก้ปัญหาด้วยวิธีทางวิทยาศาสตร์เป็นการแก้ปัญหาที่ดีที่สุดและใหม่ที่สุด เป็นวิธีการที่เกี่ยวกับการรวบรวมข้อเท็จจริง การตั้งสมมติฐานเพื่อหาข้อยุติ ปัญหาของแต่ละคนอาจไม่เหมือนกัน และวิธีการให้เหตุผลก็อาจแตกต่างกัน ซึ่งขึ้นอยู่กับข้อเท็จจริงที่รวบรวมมาได้ หรือขึ้นอยู่กับประสบการณ์ที่ตนมีอยู่

จากแนวคิดของนักวิชาการหลาย ๆท่านดังกล่าวข้างต้น สรุปได้ว่าการแก้ปัญหาเป็นพฤติกรรมที่มีแบบแผนหรือวิธีดำเนินการที่สลับซับซ้อนซึ่งต้องอาศัยความรู้ ความคิด ประสบการณ์ วิธีการและขั้นตอนในการศึกษาปัญหาเพื่อให้บรรลุถึงจุดมุ่งหมายที่ต้องการ การแก้ปัญหาของบุคคลแต่ละคนนั้นจะแตกต่างกัน แล้วแต่วุฒิภาวะ ประสบการณ์ ความสนใจ สติปัญญา ความพร้อม แรงจูงใจ อารมณ์และสภาพแวดล้อม

การเรียนการสอนกับการแก้ปัญหา

ความสามารถในการแก้ปัญหาของแต่ละบุคคลนั้นจะแตกต่างกันออกไป เพราะคนเราจะมีความสามารถในการแก้ปัญหาได้ดีหรือไม่นั้นอยู่ที่ว่าบุคคลนั้นมีระดับสติปัญญา ความรู้ อารมณ์ ประสบการณ์ตลอดจนได้รับการจูงใจดีหรือไม่เพียงใด ซึ่งสิ่งเหล่านี้เป็นปัจจัยสำคัญต่อความสามารถในการแก้ปัญหา และเราจะเห็นว่าวิธีการแก้ปัญหานั้นไม่มีขั้นตอนที่แน่นอนตายตัวเสมอไป ดังนั้นการเรียนการสอนจึงเป็นส่วนหนึ่งที่จะช่วยพัฒนาปัจจัยต่าง ๆอันที่จะส่งผลให้ความสามารถในการแก้ปัญหาของนักเรียนดีขึ้นได้

การสอนแบบแก้ปัญหาเป็นวิธีการสอนที่ส่งเสริมให้เด็กได้เรียนรู้ด้วยตนเอง ได้ฝึกฝนปฏิบัติ มีการตั้งสมมติฐาน มีการใช้หลักการร่วมด้วยกระบวนการต่าง ๆสำหรับใช้แก้ปัญหาโดยมีครูเป็นผู้แนะแนวทางเท่านั้น ระเบียบวิธีสอนแบบนี้มีลักษณะเป็นวิธีวิทยาศาสตร์ กล่าวคือ มีทั้งการทดลอง การเรียนรู้ด้วยการกระทำ ผู้เรียนจะเป็นผู้หาวิธีการเพื่อที่จะแก้ปัญหาด้วยตนเอง การเรียนรู้ด้วยวิธีนี้สามารถนำไปใช้ประโยชน์ในการดำรงชีวิตได้ การเรียนรู้ด้วยวิธีนี้จอห์น ดิวอี้ (John Dewey) นักปรัชญาและนักการศึกษาชาวอเมริกันเป็นผู้คิดขึ้น โดยได้ทดลองใช้ด้วยตนเองมาจนตลอดชีวิต วิธีสอนแบบแก้ปัญหามีชื่อเรียกต่าง ๆกัน เช่น การสอนแบบแก้ปัญหา (Problem Method) การสอนแบบวิทยาศาสตร์ (Scientific Method) และการสอนแบบสติปัญญา (Intelligent Method) สำหรับประเทศไทยนั้น ศาสตราจารย์ ดร.สาโรช บัวศรี เป็นผู้นำวิธีสอนแบบแก้ปัญหามาเผยแพร่เป็นท่านแรก (บุญยิ่ง วรรณศิริกุล. 2540 : 30 ; อ้างอิงจาก ศักดิ์ชัย นิรัญทวี. 2535 : 50)

ในการสอนแบบแก้ปัญหานั้นนักการศึกษาหลายท่านมองเห็นความสำคัญและแสดงความคิดเห็นไว้เป็นจำนวนมาก เช่น โกลด์สตีน (Goldstein. 1949 : 233-239) ได้กล่าวว่า ครูควรสอนการแก้ปัญหาแก่นักเรียนโดยตรง ซึ่งควรจะมีการจัดกิจกรรมการเรียนการสอนที่ช่วยให้นักเรียนได้รู้จักคิด รู้จักพิสูจน์หาข้อสรุปและให้นักเรียนมองเห็นคุณค่าของการแก้ปัญหา

ธอร์นไดค์ (Thorndike. 1952 : 192-216) กล่าวว่า การเรียนรู้ข้อเท็จจริงกับการนำข้อเท็จจริงไปใช้เพื่อแก้ปัญหาใหม่ เป็นกระบวนการที่แตกต่างกัน การเรียนรู้จากการแก้ปัญหาได้สำเร็จในสถานการณ์หนึ่ง ไม่ได้หมายความว่าจะต้องแก้ปัญหาในสถานการณ์อื่นได้เสมอไป

ไกเออร์ (Gaier. 1953 : 138-141) กล่าวว่า ในการแก้ปัญหานั้นจำเป็นต้องอาศัยข้อเท็จจริง แต่ข้อเท็จจริงเพียงอย่างเดียวไม่เป็นการเพียงพอในการแก้ปัญหา จำเป็นต้องรู้จักสังเกตพิจารณาคัดเลือกหาแนวทางที่เป็นประโยชน์ต่อการแก้ปัญหา การสอนที่บอกแนวทางและข้อเท็จจริงในการแก้ปัญหานั้นไม่สามารถช่วยให้ผู้เรียนสามารถแก้ปัญหาได้ ควรฝึกให้นักเรียนรู้จักสังเกตและคิดหาทางออกในการแก้ปัญหาด้วยตนเอง

เดรสเซล (Dressel. 1955 : 418-420) ได้อธิบายว่า การแก้ปัญหาเป็นเป้าหมายสำคัญของการศึกษาในทุกสาขา การแก้ปัญหาเป็นส่วนหนึ่งที่มีการบรรจุไว้ในหลักสูตรต่างๆ การแก้ปัญหาเป็นส่วนที่สำคัญและจำเป็นสำหรับการศึกษาในโรงเรียนโดยทั่วไป การแก้ปัญหาไม่ใช่เป็นส่วนหนึ่งเฉพาะสำหรับการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์เท่านั้น

เบเกอร์ (Baker. 1960 : 153-155) เห็นด้วยกับโกลด์สตีน ที่ว่า ครูควรสอนให้นักเรียนแก้ปัญหาโดยการปรับปรุงเทคนิคในการสังเกต การอภิปราย การวางแผนงาน และพยายามส่งเสริมให้เด็กมีประสบการณ์เพื่อนำไปใช้แก้ปัญหา

แครอล (Caroll. 1964 : 76) กล่าวว่า ถ้านักเรียนมีคุณสมบัติในการคิดหาเหตุผล เรียนรู้วิธีการแก้ปัญหาอย่างมีประสิทธิภาพ และปลูกฝังนิสัยในการไต่ถามเพื่อสืบสวนข้อเท็จจริง ย่อมสามารถนำคุณสมบัติเหล่านี้ไปใช้ในการแก้ปัญหาอื่นๆได้

แรทส์ และคนอื่นๆ (Raths and others. 1967 : 5-22) ได้กล่าวว่า การเรียนการสอนที่มุ่งส่งเสริมให้นักเรียนมีความสามารถในการคิดแก้ปัญหา ครูควรเป็นผู้จัดกิจกรรมเพื่อให้นักเรียนได้ปฏิบัติในชั้นเรียน 14 ประการ คือ การเปรียบเทียบ การสรุปเรื่องราว การสังเกต การจัดจำแนกประเภท การตีความหมาย การวิพากษ์วิจารณ์ การค้นหาข้อตกลงเบื้องต้น การใช้จินตนาการ การตั้งสมมติฐาน การประยุกต์หลักการมาใช้กับสถานการณ์ใหม่ การตัดสินใจ การสร้างโครงสร้างหรือวางแผนศึกษาค้นคว้า การรวบรวมและจัดประเภทของข้อมูล และการเข้ารหัส วิธีการดังกล่าวนี้เป็นลักษณะของวิธีการแก้ปัญหาของคนที่ตัดสินใจอย่างหนึ่งอย่างใดลงไป และแรทส์ได้กล่าวเน้นอีกว่า ถ้าหากนักเรียนได้ทำกิจกรรมดังกล่าวทุกๆวันนักเรียนจะเกิดประสบการณ์ในการคิดแก้ปัญหา

บุญเลี้ยง พลอาวุธ (2511 : 37-38) ได้เสนอแนวความคิดไว้ว่า การจัดการศึกษาเพื่อจะช่วยให้นักเรียนเป็นผู้ที่มีความสามารถในการแก้ปัญหานั้น โรงเรียนและครูควรจะได้ดำเนินการดังนี้

1. ช่วยขยายและเปลี่ยนแปลงประสบการณ์เดิมของนักเรียนให้กว้างขวางขึ้น โดยช่วยให้นักเรียนได้เข้าใจถึงเนื้อหาวิชา ให้มีทักษะจากการทำแบบฝึกหัดเพื่อจะได้นำความรู้ไปแก้ปัญหาที่ประสบ

2. ครูต้องใช้วิธีสอนซึ่งจะทำให้นักเรียนต้องแก้ปัญหาต่าง ๆอยู่เสมอ

3. ครูจะต้องฝึกให้นักเรียนมีทัศนคติที่ดีต่อปัญหา โดยการตั้งปัญหาอย่างง่าย ๆให้เด็กตอบ

4. ครูฝึกให้นักเรียนแก้ปัญหาโดยตรง และปัญหานั้นควรจะจัดให้อยู่ในระดับความพอใจและความสามารถของนักเรียน จึงจะทำให้ปัญหานั้นมีความหมายแก่นักเรียน

5. โรงเรียนควรปลูกฝังทัศนคติที่จำเป็นและสอนวิธีการวิเคราะห์ต่าง ๆซึ่งสามารถนำไปใช้ในสถานการณ์ที่หลากหลายโดยทั่วไปได้

6. โรงเรียนควรสร้างความเชื่อมั่นให้เกิดขึ้นในตัวเด็ก ในการที่จะสามารถแสดงความคิดเห็น

7. โรงเรียนควรจัดหาข่าวสารความรู้ข้อเท็จจริงต่าง ๆซึ่งจะเป็นประโยชน์ในการแก้ปัญหามาให้นักเรียนอ่าน

8. หน้าที่ของโรงเรียนหรือผู้จัดทำหลักสูตร จะต้องพิจารณาว่าความรู้อะไรสำคัญมาก อะไรสำคัญน้อย โดยถือหลักพิจารณาจากการที่จะสามารถนำไปใช้ช่วยแก้ปัญหาในชีวิตประจำวัน

ประสาท อิศรปรีดา (2520 : 13) ได้แบ่งการเรียนรู้ที่นักจิตวิทยาส่วนใหญ่มีความเห็นพ้องกันนั้น ออกเป็นประเภทใหญ่ ๆได้ 4 ประเภทดังนี้

1. การเรียนรู้สังกัป
2. การเรียนรู้ทักษะ
3. การเรียนรู้เจตคติและความซาบซึ้ง
4. การเรียนรู้การแก้ปัญหาและการคิด

ในจำนวนการเรียนรู้ทั้ง 4 ประเภทนี้ การเรียนรู้สังกัปและทักษะจะเกิดขึ้นได้ง่ายกว่าการเรียนรู้เจตคติและความซาบซึ้ง และการเรียนรู้การแก้ปัญหาและการคิด การเรียนรู้สังกัปจะช่วยพัฒนาบุคคลให้เกิดความรอบรู้เกี่ยวกับกฎเกณฑ์และเนื้อหาวิชาต่าง ๆ การเรียนรู้ทักษะจะช่วยให้เกิดความคล่องแคล่วทางการกระทำ และทำให้ผลการกระทำมีประสิทธิภาพ การเรียนรู้เจตคติและความซาบซึ้งจะมีผลต่ออารมณ์ ความรู้สึกและแรงจูงใจ นับเป็นรากฐานของการที่จะพัฒนาคนให้มีความฝักใฝ่ค้นคว้าหรือที่จะทำให้เกิดทักษะและสังกัป ส่วนการเรียนรู้

การแก้ปัญหาและการคิดจะเป็นรากฐานที่จะพัฒนาคนให้สามารถแก้ปัญหา การปรับตัวและปรุงแต่งให้เป็นบุคคลประเภทสร้างสรรค์ (Creative people) ที่สังคมปรารถนา

จำนง พรายแย้มแข (2534 : 56) ได้กล่าวถึงกระบวนการสอนแบบแก้ปัญหาว่าจะต้องอาศัยพื้นฐานจากกระบวนการทางวิทยาศาสตร์นั่นเอง โดยเชื่อในหลักการใหญ่ๆ 2 ประการคือ วิธีปรับตัวให้เข้ากับสิ่งแวดล้อมเป็นสิ่งสำคัญในการต่อสู้เพื่อการอยู่รอดของมนุษย์ และมนุษย์ต้องแก้ปัญหาตลอดเวลา ดังนั้นการฝึกมนุษย์ให้รู้จักวิธีแก้ปัญหาจึงเป็นสิ่งจำเป็น

ดิลก บุญเรืองรอด (2534 : 30) กล่าวถึงวิธีสอนแบบแก้ปัญหาว่า การสอนเน้นการสอนด้วยวิธีแก้ปัญหา ซึ่งแท้ที่จริงก็คือวิธีการทางวิทยาศาสตร์นั่นเอง เป็นการผสมผสานระหว่างวิธีการอุปนัย(Deductive) และ อนุนัย(Inductive)

จากความคิดเห็นของนักวิชาการต่าง ๆดังกล่าวมาแล้วนั้นพอจะสรุปได้ว่าการเรียนการสอนนั้นนับว่าเป็นส่วนหนึ่งที่จะช่วยพัฒนาความสามารถในการคิดแก้ปัญหาของนักเรียนให้ดีขึ้น โดยเน้นให้ผู้เรียนได้ปฏิบัติด้วยตนเองในการแก้ปัญหาที่ครูและผู้เรียนได้ร่วมกันกำหนดรวบรวมปัญหาเหล่านั้น ผลการเรียนรู้ที่บังเกิดขึ้นแก่ตัวผู้เรียนก็คือกระบวนการคิดแก้ปัญหา ซึ่งการคิดที่เกิดขึ้นเป็นการคิดแบบไตร่ตรอง (Reflective thinking) โดยอาศัยวิธีการทางวิทยาศาสตร์ และทำให้ผู้เรียนสามารถนำกระบวนการแก้ปัญหาที่ได้เรียนรู้ไปใช้แก้ปัญหาที่พบในชีวิตประจำวันได้เป็นอย่างดีเป็นการช่วยฝึกให้ผู้เรียนได้คิดเป็น ทำเป็น แก้ปัญหาเป็น ซึ่งอาจจะมีการจัดกิจกรรมการเรียนการสอนให้นักเรียนได้รู้จักแนวคิด รู้จักพิสูจน์หาข้อเท็จจริง รู้จักวางแผนเพื่อส่งเสริมให้นักเรียนได้มีประสบการณ์ ในอันที่จะนำไปใช้แก้ปัญหาในชีวิตประจำวันได้

ความคิดขั้นสูงด้านความคิดสร้างสรรค์ (Higher-order thinking on creativity)

ความคิดขั้นสูง (Higher-order thinking) หมายถึงความสามารถในการใช้ความคิดวิเคราะห์ (Analytical thinking) ความคิดวิพากษ์วิจารณ์ (Critical thinking) ความคิดสร้างสรรค์ (Creative thinking) ความคิดอย่างเป็นเหตุผล (Logical thinking) และความคิดทางวิทยาศาสตร์ (Scientific thinking) (หน่วยศึกษานิเทศก์. 2539 : 24)

เนื่องจากในการวิจัยครั้งนี้จะศึกษาเฉพาะความคิดสร้างสรรค์ จึงจะนำเสนอเอกสารเฉพาะความคิดสร้างสรรค์เพียงเรื่องเดียว ดังต่อไปนี้

เอกสารที่เกี่ยวกับความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์

ความหมายของความคิดสร้างสรรค์

ความคิดสร้างสรรค์เป็นความสามารถทางสมองของบุคคลในการคิดแบบอเนกนัย (Divergent thinking) อันจะนำไปสู่ขบวนการสำรวจคิดค้นสิ่งแปลกๆใหม่ๆที่ทำให้เกิดผลผลิตใหม่ๆขึ้น หรือเป็นความคิดที่จะนำไปสู่วิธีการแก้ปัญหาใหม่ ซึ่งนักการศึกษา นักจิตวิทยาได้ให้คำจำกัดความไว้หลายลักษณะดังนี้

บารอน และ เมย์ (อารี รังสินันท์. 2532 : 2 ; อ้างอิงจาก Barron and May. 1960) ได้ให้คำจำกัดความว่า ความคิดสร้างสรรค์เป็นความสามารถของมนุษย์ที่จะนำไปสู่สิ่งใหม่ๆ จะเป็นสะพานช่วยให้ระลึกถึงสิ่งที่มีความสัมพันธ์กันได้ต่อไปอีก เช่น เห็นคำว่าเครื่องพิมพ์ก็นึกถึงกระดาษ ตัวอักษร ผ้าหมึก โต๊ะทำงาน เก้าอี้ ฯลฯ คิดได้มากเท่าไรก็แสดงถึงความสามารถในการคิดอย่างสร้างสรรค์มากเท่านั้น

ทอร์แรนซ์ (Torrance. 1964 : 47) นักจิตวิทยาและนักการศึกษาชาวอเมริกันเป็นผู้สนใจศึกษาวิจัยเรื่องความคิดสร้างสรรค์อย่างกว้างขวางได้ให้ความหมายของความคิดสร้างสรรค์ในรูปกระบวนการของความรู้สึกไวต่อปัญหา(หรือข้อบกพร่องหรือสิ่งที่หายไป) แล้วรวบรวมความคิดตั้งเป็นสมมติฐานทดสอบสมมติฐานแล้วเผยแพร่ผลผลิตที่ได้ สุดท้ายรายงานผลที่ได้เพื่อนำไปสู่แนวทางใหม่ ทั้งนี้เน้นถึงผลผลิตใหม่หรือความคิดใหม่ว่าเป็นสิ่งสำคัญของความคิดสร้างสรรค์ ความคิดสร้างสรรค์นี้ประกอบด้วยกระบวนการของการคิด 4 ขั้นคือ

1. กระบวนการของความรู้สึกว่ามีปัญหา มีความยุ่งยากเกิดขึ้น (Sensing problem)
2. กระบวนการคาดคะเนหรือตั้งสมมติฐานที่เกี่ยวกับปัญหานั้น(Formulation)
3. กระบวนการทดสอบสมมติฐานนั้น (Testing quesses)
4. การสื่อผลลัพธ์ที่ได้จากการทดสอบสมมติฐาน (Communicating the results)

กิลฟอร์ด (อารี รังสินันท์. 2526 ; อ้างอิงจาก Guilford. 1968) อธิบายว่าความคิดสร้างสรรค์เป็นความคิดแบบอเนกนัย (Divergent thinking) คือ ความคิดหลายทิศทางหลายแง่หลายมุม คิดได้กว้างไกล ซึ่งความคิดเช่นนี้จะนำไปสู่การประดิษฐ์สิ่งแปลกใหม่ รวมถึงการคิดค้นพบวิธีแก้ปัญหาได้สำเร็จด้วย ความคิดอเนกนัยมีองค์ประกอบดังนี้

1. ความคิดริเริ่ม (Originality) หมายถึง ลักษณะความคิดที่แปลกใหม่แตกต่างจากความคิดธรรมดาหรือความคิดง่ายๆ ความคิดริเริ่มหรือที่เรียกว่า "ความคิดสดๆ" (Wild idea) ต้องเป็นความคิดที่เป็นประโยชน์ต่อตนเองและสังคม

ความคิดริเริ่มอาจเกิดจากการนำเอาความรู้เดิมมาดัดแปลงและประยุกต์ให้เกิดเป็นสิ่งใหม่ขึ้น เช่น การคิดเครื่องบินได้สำเร็จ ก็ได้แนวคิดจากการทำเครื่องร่อน เป็นต้น

ความคิดริเริ่มจึงเป็นลักษณะความคิดที่เกิดขึ้นเป็นครั้งแรก เป็นความคิดที่แปลกแตกต่างจากความคิดเดิม และอาจไม่เคยมีใครนึกหรือคิดถึงมาก่อน ความคิดริเริ่มจำต้อง

อาศัยลักษณะความกล้าคิด กล้าลอง เพื่อทดสอบความคิดของตน บ่อยครั้งที่ความคิดริเริ่มจำเป็นต้องอาศัยความคิดจินตนาการ แต่ต้องคิดสร้างและหาทางทำให้เกิดผลงานด้วย ดังนั้น ความคิด จินตนาการและความพยายามที่จะสร้างผลงานจึงเป็นสิ่งเดียวกัน

2. ความคิดคล่อง(Fluency) หมายถึง ปริมาณความคิดที่ไม่ซ้ำกันในเรื่องเดียวกัน แบ่งออกเป็นด้านต่าง ๆ ดังนี้

2.1 ความคิดคล่องแคล่วทางด้านถ้อยคำ (Word fluency) เป็นความสามารถในการใช้ถ้อยคำอย่างคล่องแคล่วนั่นเอง

2.2 ความคิดคล่องแคล่วทางด้านการโยงสัมพันธ์ (Associational fluency) เป็นความสามารถที่จะคิดหาถ้อยคำที่เหมือนกันหรือคล้ายกันได้มากที่สุดเท่าที่จะมากได้ภายในเวลาที่กำหนด

2.3 ความคล่องแคล่วทางด้านการแสดงออก (Expressional fluency) เป็นความสามารถในการใช้วลีหรือประโยค กล่าวคือสามารถนำคำมาเรียงอย่างรวดเร็วเพื่อให้ได้ประโยคที่ต้องการ

2.4 ความคล่องแคล่วในการคิด (Ideational fluency) เป็นความสามารถที่จะคิดสิ่งที่ต้องการให้ได้ภายในเวลาที่กำหนด

3. ความคิดยืดหยุ่น (Flexibility) หมายถึง ความพร้อมที่จะเปลี่ยนแปลงแนวทางหรือดัดแปลงข้อมูลซึ่งเกี่ยวข้องกับผลของการคิดเรื่องจำนวนและการแปลงรูป

4. ความคิดละเอียดลออ (Elaboration) หมายถึง ความสามารถที่จะต่อเติมความคิดให้สมบูรณ์ ซึ่งเกี่ยวข้องกับผลของการคิดในเรื่องการแสดงความหมาย

หลักว่าด้วยความคิดสร้างสรรค์ของกิลฟอร์ดมุ่งไปที่ความสามารถของบุคคลที่จะคิดได้รวดเร็ว กว้างขวางและมีความคิดริเริ่ม ถ้ามีสิ่งเร้ามากระตุ้นให้เกิดความคิดนั้น ๆซึ่งมีด้วยกัน 4 ชนิดคือ 1) รูปภาพ 2) สัญลักษณ์ 3) ภาษา และ 4) พฤติกรรม

เทย์เลอร์ (Taylor. 1964) ให้ความหมายความสามารถทางสร้างสรรค์ว่า เป็นความสามารถที่จะคิดย้อนกลับโดยการนำสิ่งของหรือความรู้ต่าง ๆซึ่งดูเหมือนไม่สัมพันธ์กันมารวมกันเพื่อการแก้ปัญหาในแนวทางใหม่ และเสนอว่าความคิดสร้างสรรค์ประกอบด้วยความคล่องในการคิด เป็นการกระตุ้นความคิดภายในและร่วมกันใช้ความคิดเหล่านี้ เพื่อให้เกิดความคล่องตัวและความมั่นใจมากขึ้น ความคิดยืดหยุ่นทำให้พิจารณาปัญหาได้หลายแง่ และความริเริ่มเป็นการพิจารณาสิ่งต่าง ๆในทางที่แปลกใหม่

วอลแลชและโคแกน (Wallace and Kogan : 1965) ให้ความหมายความคิดสร้างสรรค์ไว้ว่า หมายถึง ความสามารถที่จะเชื่อมโยง (Association)สิ่งหนึ่งสิ่งใด เข้ากับสิ่งอื่นใดเสมอ เมื่อนึกถึงสิ่งใดได้ก็จะเป็นสะพานให้ระลึกถึงสิ่งอื่นที่สัมพันธ์กันอย่างเป็นลูกโซ่

ดีโบโน (de Bono : 1982) กล่าวถึงความคิดสร้างสรรค์ว่า เป็นความสามารถในการคิดนอกกรอบ (Lateral thinking) เพื่อสร้างแนวคิดใหม่ที่จะนำมาใช้แก้ปัญหาได้หลายๆแนวคิด และนำแนวคิดเหล่านี้ไปพัฒนาต่อเพื่อให้สามารถใช้แก้ปัญหาที่ต้องการได้

จากความหมายของความคิดสร้างสรรค์ดังกล่าว อาจกล่าวโดยสรุปได้ว่าความคิดสร้างสรรค์เป็นความสามารถในตัวบุคคลที่จะคิดได้หลายแบบ เป็นการคิดที่ก่อให้เกิดสิ่งแปลกๆ ใหม่ๆ หรือเป็นความสามารถในการปรับปรุงดัดแปลงสิ่งที่มีอยู่เดิมให้มีรูปใหม่ที่มีประสิทธิภาพสูงกว่าเดิมและเป็นการคิดที่ไม่ซ้ำกับผู้อื่น ซึ่งความสามารถนี้ประกอบด้วย ความคิดริเริ่ม ความคิดคล่อง ความคิดยืดหยุ่น และความคิดละเอียดลออ

ความหมายของความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์

ซิกเซนท์มิฮาลยีและเกทเซลซ์ (Csikzentmihalyi and Getzels. 1965) กล่าวไว้ว่าในระยะแรกนั้นเชื่อกันว่าความคิดสร้างสรรค์เป็นเรื่องที่เกี่ยวข้องกับงานทางศิลปะและมนุษยศาสตร์เท่านั้น อย่างไรก็ตาม เยเกอร์ (Yager. 1991 : 32-33)ได้ให้ข้อสังเกตว่าความคิดสร้างสรรค์ เป็นสิ่งซึ่งเกิดขึ้นได้ในทางวิทยาศาสตร์ด้วยเช่นกัน ทัศนะของนักการศึกษาดังกล่าว ชี้ให้เห็นว่าได้มีความพยายามที่จะแยกกล่าวถึงความคิดสร้างสรรค์เฉพาะด้าน (เช่น ด้านศิลปะและ ด้านวิทยาศาสตร์ เป็นต้น) ออกจากความคิดสร้างสรรค์โดยทั่วไป ความพยายามในทำนองดังกล่าวย่อมเป็นไปตามกระแสของความก้าวหน้าทางวิชาการที่นำไปสู่การสร้างองค์ความรู้ ใหม่ขึ้นในวงวิชาการว่าด้วยความคิดสร้างสรรค์

สำหรับความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ ได้มีนักจิตวิทยาและนักการศึกษา ให้ความหมายไว้เป็นจำนวนมากเช่นกัน ดังจะนำมากล่าวถึงโดยสังเขปดังนี้

พิลทซ์ และซันด์ (Piltz and Sund. 1969) ให้ความหมายของความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ไว้ว่า หมายถึงแนวทางการคิดและการกระทำของบุคคลในการเรียนรู้ปัญหา โดยใช้หลักการและกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ผลผลิตของความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์นอกจากจะเน้นถึงความคิดริเริ่มในการพัฒนาการเพื่อให้ได้มาซึ่งผลผลิตใหม่แล้ว ยังเน้นถึงความมีคุณค่าอีกด้วย ผลผลิตจึงเป็นเครื่องชี้ให้เห็นว่าใครมีความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ ทั้งนี้การที่จะตัดสินใจว่าสิ่งใดเป็นความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์นั้นมีสิ่งต้องคำนึงถึงพร้อมกัน 2 ประการ คือ (1) ความคิดริเริ่ม หรือความใหม่ (Originality)และ (2) ลีลาและความงดงาม (Esthetics)

โมราฟสิค (Moravesik. 1981 : 222 - 223) กล่าวถึง ความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ไว้ว่าหมายถึง การคิดค้นหาความรู้ใหม่ๆอันเป็นการตอบสนองความมุ่งหมาย 3 ประการของวิทยาศาสตร์ คือ

1. เพื่อเป็นพื้นฐานของเทคโนโลยี
2. เพื่อสนองความอยากรู้อยากเห็นของมนุษย์ซึ่งพยายามที่จะรู้และอธิบายสิ่งที่

เกิดขึ้นรอบๆ ตัวได้

3. เพื่อก่อผลกระทบต่อทัศนะของคนที่มีโลกและหน้าที่ (ของปัจเจกชน) ที่มีต่อสังคมและต่อโลก

ทัศนีย์ พฤกษชลธาร (2517: 56) ได้ให้ความหมายของความคิดสร้างสรรค์ทาง วิทยาศาสตร์ว่าหมายถึง การแสดงความคิดริเริ่ม ความคล่องในการคิด และความยืดหยุ่นในการ คิดแก้ปัญหาโดยนำทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์มาใช้

อนันต์ จันทร์กวี (2525 : 3) กล่าวว่า ความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์หมายถึง ความสามารถในการคิดค้นสิ่งประดิษฐ์ใหม่ ๆ ทางวิทยาศาสตร์ สามารถค้นคว้าทดลองและแสวง หาคำตอบได้หลายวิธีหลายแนวทาง

จุลจักร โนพันธ์ (2529 : 36) ได้กล่าวถึงความหมายของความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ว่าเป็นความสามารถทางสมองของมนุษย์ ที่จะทำให้เกิดการคิดแก้ปัญหา ได้หลายแนวทาง และการแก้ปัญหานั้นจะสำเร็จลุล่วงไปด้วยดี โดยใช้กระบวนการคิดตามวิธีการ ทางวิทยาศาสตร์และทำตามกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ จนสามารถทำให้ได้ผลผลิตที่แปลก ใหม่ มีคุณภาพและได้มาตรฐาน

ณัฏฐพงษ์ เจริญพิทย์ (2539) ได้ให้ความหมายของความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์อีกความหมายหนึ่งว่า หมายถึงคุณลักษณะที่พึงประสงค์ของบุคคลอันเป็นผลจากการบ่มเพาะความคิดสร้างสรรค์โดยทั่วไป ใช้ความคิดสร้างสรรค์โดยทั่วไปเป็น “เชื้อ” และ ปรุงแต่งด้วยสมรรถวิสัยทางวิทยาศาสตร์ และเทคโนโลยี (scientific and technological literacy) จนเป็นผลให้บุคคลสามารถ “คิด” และ สร้าง “ผลงาน” ที่มีคุณประโยชน์ต่อสังคมและมนุษยชาติได้ในที่สุด นอกจากนี้ ณัฏฐพงษ์ เจริญพิทย์ (2541 : 115-116) ยังได้เสนอนิยามของความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ตามมโนทัศน์แนวกว้างไว้ว่า ความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ คือ คุณลักษณะของมนุษย์ที่สำแดงออกในรูปของการคิดค้นที่นำไปสู่ผลผลิตทั้งที่เป็นรูปธรรมและนามธรรมเพื่อประโยชน์ของมนุษยชาติโดยใช้สมรรถวิสัยทางวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีเป็นพื้นฐานและอาจใช้สหัชญาณในบางกรณี

จากความหมายของความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ที่นำมากล่าวถึงข้างต้นจะเห็นได้ว่ามีความคล้ายคลึงกัน กล่าวคือ เป็นการขยายความจากความหมายของความคิดสร้างสรรค์ โดยทั่วไป ด้วยการใช้สาระสำคัญของความสามารถทางวิทยาศาสตร์ เช่น หลักการ วิธีการ และทักษะกระบวนการผนวกเข้าไป รวมทั้งมีการกล่าวถึงด้วยว่าผลผลิตที่เกิดขึ้นอาจเป็น “ความคิด” หรือ “สิ่งประดิษฐ์” ที่แสดงความก้าวหน้าและสามารถสนองตอบความต้องการของมนุษย์ได้ จึงพอสรุปได้ว่าความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ หมายถึง ความคิดในการแก้ปัญหาต่างๆที่พบโดยใช้ความรู้และกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ของบุคคลที่แสดงออกได้หลายมิติ อันก่อให้เกิดผลผลิตทางวิทยาศาสตร์ทั้งส่วนที่เป็นนามธรรมและ/หรือรูปธรรม โดยเน้น

ถึงประโยชน์และคุณค่าในทางสร้างสรรค์ต่อสังคม และส่งผลผลักดันให้โลกเจริญไปข้างหน้ายิ่งๆขึ้นไป

พฤติกรรมที่เกื้อกูลต่อการส่งเสริมความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์

ณัฏฐพงษ์ เจริญพิทย์ (2541 : 281) ได้นำแนวปฏิบัติในการส่งเสริมความคิดสร้างสรรค์โดยทั่วไปซึ่ง วิลาศลักษณ์ ศิดลรัศมี ได้ประมวลไว้ มาประยุกต์เป็นพฤติกรรมที่เกื้อกูลต่อการส่งเสริมความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์อีกทอดหนึ่ง ดังนี้

1. พึงให้การเสริมแรงด้วยการยกย่องหรือแสดงความยินดีตามความเหมาะสมในทุกโอกาสที่บุคคลแสดงออกว่ามีความคิดหรือการกระทำที่สร้างสรรค์ในทางวิทยาศาสตร์

2. พึงกระตุ้นให้บุคคลแสดงออกซึ่งจินตนาการในทางวิทยาศาสตร์ ในลักษณะที่สัมพันธ์กับการคิดแบบอเนกนัย ผ่านกิจกรรมต่างๆ เช่น การเล่น การตอบคำถาม การสัมผัสหรือสำรวจสิ่งแวดล้อมที่มีความหลากหลาย

3. พึงยอมรับการแสดงออกและผลงานทางวิทยาศาสตร์ที่มีลักษณะแปลกประหลาดของบุคคลและพึงถือว่า คำถาม การแสดงออกและผลงานที่มีลักษณะดังกล่าว มีคุณค่าด้วยความจริงใจ

4. พึงตอบคำถามทางวิทยาศาสตร์ที่มีเนื้อหาสาระแปลกๆอย่างตรงไปตรงมาด้วยความตั้งใจ ด้วยความอบอุ่นและเป็นกันเอง

5. พึงให้กำลังใจ ประคับประคองและช่วยเหลือแนะนำในทุกโอกาสที่บุคคลยังไม่ประสบความสำเร็จ หรือมีความล้มเหลวในการคิด การแสดงออก และการกระทำเชิงสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์

6. พึงให้โอกาสสูงสุดแก่บุคคลที่มีวุฒิภาวะทางความคิดต่ำกว่า ได้มีส่วนร่วมในการวางแผนและดำเนินการในกิจกรรมต่างๆในทางวิทยาศาสตร์อย่างเหมาะสม

7. พึงให้บุคคลได้มีโอกาสเรียนรู้ทางวิทยาศาสตร์ด้วยกิจกรรมที่หลากหลาย เช่น การทดลอง การสำรวจ การอ่าน การทัศนศึกษา รวมทั้งให้มีโอกาสถ่ายทอดและแลกเปลี่ยนความคิดกับบุคคลอื่น

ครู-อาจารย์ กับการส่งเสริมความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์

ครู-อาจารย์ (ในที่นี้เน้นพิเศษเฉพาะครู-อาจารย์วิทยาศาสตร์) นับเป็นบุคคลสำคัญที่จะต้องทำหน้าที่ส่งเสริมความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ให้แก่นักเรียน ซึ่งมีโอกาสกระทำได้ทั้งโดยทางตรงและทางอ้อม ในทางตรง หมายถึง การจัดการเรียนการสอนด้วยวิธีการที่สอดคล้องกับแนวทางในการพัฒนาความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ ส่วนในทางอ้อม หมายถึง การเป็นผู้กระตุ้นส่งเสริมให้นักเรียนได้พัฒนาความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ ได้แก่ ความอยากรู้อยากเห็น ความไวต่อปัญหา ความคิดแหวกแนว ชอบทำในสิ่งที่ท้าทายความคิด

ชอบการเปลี่ยนแปลง ทำงานเพื่อความพอใจและมีอารมณ์ขันเป็นต้น (ณัฏฐพงษ์ เจริญพิทย์. 2541 : 282)

ประภาภรณ์ มูลแสดง (2538 : 257) ได้ตั้งข้อสังเกตว่า "ครูวิทยาศาสตร์จำเป็นต้องพัฒนาความคิดสร้างสรรค์ของตนเอง เพราะจะมีผลต่อความคิดสร้างสรรค์ของนักเรียน ถ้านักเรียนได้รับประสบการณ์แบบสร้างสรรค์ในการเรียนการสอน จะทำให้ความคิดสร้างสรรค์ในตัวนักเรียนได้รับการพัฒนา" ต่อข้อสังเกตดังกล่าว ประภาภรณ์ มูลแสดง ได้ประมวลลักษณะของครูที่มีความเหมาะสมในการพัฒนาความคิดสร้างสรรค์ให้แก่นักเรียนมาเสนอไว้ ดังนี้ (ประภาภรณ์ มูลแสดง. 2538 : 257-258)

1. มีความคิดริเริ่มสร้างสรรค์ คือเป็นผู้มีความคิดแปลกใหม่ คิดในสิ่งที่แตกต่างและไม่ซ้ำกับความคิดเดิมหรือของคนอื่น ไม่ยึดมั่นถือมั่นอยู่กับความคิดหรือติดอยู่รูปแบบใดแบบหนึ่งจนเกินไป

2. เป็นแหล่งความรู้และมีความรอบรู้ ครูที่มีความคิดสร้างสรรค์ควรเป็นผู้ที่สนใจศึกษา ค้นคว้า สำรวจสิ่งต่างๆอย่างกว้างขวาง ทั้งที่อยู่ในเรื่องหลักสูตร วิธีสอน เอกสาร ตำรา และวัสดุอุปกรณ์การสอนหรือสื่อการเรียนในรูปแบบต่างๆ ครูจะไม่ยึดอยู่กับเอกสารการสอนหรือคู่มือเพียงอย่างเดียว แต่ครูจะมีความรู้และเป็นแหล่งความรู้ด้วย ไม่เพียงแต่ศึกษารวบรวมเท่านั้น ควรคิดและริเริ่มทำขึ้นเองบ้าง

3. มีความสนใจรอบด้าน พัฒนาความสนใจของตนเองอยู่เสมอ และปรับความสนใจให้ทันสมัยต่อเหตุการณ์สภาพแวดล้อมที่กำลังเปลี่ยนแปลงอย่างรวดเร็ว ทั้งทางด้านการเมือง เศรษฐกิจ สังคม และการศึกษา

4. มีความสนใจนักเรียนอย่างจริงจัง ชอบสอนและทำงานร่วมกับเด็กด้วยความพอใจและตั้งใจจริง สังเกตนักเรียนของตนอย่างละเอียดถี่ถ้วน และมีความรู้สึกไวต่อปัญหาและสภาพแวดล้อม

5. มีอารมณ์ขัน หมายถึง มีความรู้สึกที่ดี มองสิ่งแวดล้อมในแง่มุมที่ดีงาม แปลกใหม่และขำขัน สามารถมองปัญหาได้ไม่เคร่งเครียด

6. มีสุขภาพอนามัยดี ทั้งทางร่างกายและจิตใจ

7. มีคุณสมบัติส่วนตัว คือมีรสนิยมดี การแต่งกายประณีต สวยงาม เหมาะสมกับวัย โอกาสและสถานที่ มีกิริยามารยาทดี มีความสามารถในการใช้ภาษาได้ดีทั้งการพูดและการเขียน พูดจาชัดเจน ถูกต้อง คล่องแคล่ว และสำนวนดี

ชัชจริยา ใบลี (2534 : 28-29) ได้ศึกษาคุณลักษณะของอาจารย์วิทยาศาสตร์ที่พึงประสงค์ โดยศึกษาจากกรณีของอาจารย์วิทยาลัยครู ซึ่งถือว่าเป็น "ครูของครู" พบว่าคุณลักษณะของอาจารย์วิทยาศาสตร์ที่พึงประสงค์มีดังนี้

1. คุณลักษณะทางวิชาการ หมายถึง มีความรู้ในเนื้อหาวิชาวิทยาศาสตร์เป็นอย่างดี มีทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์สูง มีความสนใจศึกษาและเข้ารับการฝึกอบรมเพื่อพัฒนา

ความรู้ทางวิทยาศาสตร์อยู่เสมอ มีประสบการณ์กว้างขวางและสนใจใฝ่หาความรู้ใหม่ ๆอยู่เสมอ มีความสนใจในการศึกษาค้นคว้าและวิจัยด้านวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มีวิธีการเรียนรู้โดยการตั้งคำถาม ซักถาม และเสาะแสวงหาความรู้

2. คุณลักษณะด้านการบริการสังคม หมายถึง มีความสามารถในการคัดเลือกและถ่ายทอดทางเทคโนโลยีเพื่อพัฒนาท้องถิ่น มีความสามารถในการวิจัยเพื่อช่วยในการวางแผนแก้ปัญหาท้องถิ่น และมีความสามารถในการเผยแพร่ข่าวสารทางวิทยาศาสตร์ที่เป็นประโยชน์ต่อท้องถิ่น

3. คุณลักษณะด้านบุคลิกภาพ หมายถึง มีความเป็นผู้นำ มีความสุขุมรอบคอบ ใช้วิจารณญาณในการตัดสินปัญหา รักความก้าวหน้าและขวนขวายหาความรู้อยู่เสมอ มีอารมณ์มั่นคง มีอารมณ์ขัน สนุกสนานร่นเริง นับถือตนเอง มีความเชื่อมั่นในตนเองสูง และมีความรับผิดชอบสูง

4. คุณลักษณะด้านความคิดสร้างสรรค์ หมายถึง มีความคิดคำนึงหรือจินตนาการสูง มีความสามารถในการคิดพลิกแพลงแก้ปัญหาต่าง ๆให้ลุล่วงด้วยดี มีสมาธิสูงในการที่จะสร้างสรรค์สิ่งต่าง ๆโดยคิดไตร่ตรองเป็นเวลานาน มีจิตใจจดจ่อและผูกพันกับงาน มองเห็นการณ์ไกล และมีแรงจูงใจสูง

5. คุณลักษณะด้านเจตคติเชิงวิทยาศาสตร์ หมายถึง ไม่เชื่อถือโชคลาง มีใจกว้างและยอมรับฟังความคิดเห็นของผู้อื่น ชอบสังเกต ชอบสงสัย ชอบตรวจตรา ชอบซักถาม มีความอยากรู้อยากเห็น รู้จักใช้ความคิดเชิงวิพากษ์วิจารณ์ รู้จักโต้แย้งและหาหลักฐานสนับสนุนความคิดของตนเอง

จะเห็นได้ว่าลักษณะของครู-อาจารย์ที่มีความคิดสร้างสรรค์ กับคุณลักษณะของอาจารย์วิทยาศาสตร์ที่พึงประสงค์ มีความสอดคล้องกันอยู่มาก กล่าวคือ คุณลักษณะทั้ง 2 ส่วนกล่าวถึงการมีความคิดริเริ่มสร้างสรรค์ (ข้อ 1 กับข้อ 4) และการเป็นแหล่งความรู้และมีความรอบรู้กับคุณลักษณะทางวิชาการ (ข้อ 2 กับข้อ 1) ตรงกัน ส่วนที่เหลือซึ่งเป็นเรื่องลักษณะทั่วไปและบุคลิกภาพก็มีเนื้อหาสาระคล้ายคลึงกัน เป็นแต่ในส่วนแรกกล่าวถึงคุณลักษณะในวงกว้าง ในขณะที่ในส่วนหลังเน้นลักษณะและบุคลิกภาพในเชิงวิทยาศาสตร์อย่างชัดเจนมากขึ้น รวมความได้ว่าคุณลักษณะทั้ง 2 ส่วนมีความสอดคล้องกันและสามารถนำมาผสมผสานเป็นคุณลักษณะของครู-อาจารย์ที่เกื้อกูลต่อการส่งเสริมความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ได้โดยใช้คุณลักษณะในส่วนแรกเป็นพื้นฐานและใช้คุณลักษณะในส่วนหลังเสริมแต่งให้เข้าแนวทางของวิทยาศาสตร์ยิ่งขึ้น (ณัฏฐพงษ์ เจริญพิทย์. 2541 : 285)

เนื้อหาสาระที่นำเสนอในหัวข้อ "พฤติกรรมที่เกื้อกูลต่อการส่งเสริมความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์" และ "ครู-อาจารย์ กับการส่งเสริมความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์" ดังที่กล่าวมา ล้วนเป็นแนวความคิดของ "นักวิชาการ" ทั้งสิ้น เพื่อให้ทราบแนวความคิดของ "ผู้เรียน" ที่มีต่อบทบาทของครู-อาจารย์ในการส่งเสริมความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์

ณัฏฐพงษ์ เจริญพิทย์ และสรรฤดี หันสันเทียะ จึงได้สำรวจทัศนะของนักเรียน "โครงการพัฒนาและส่งเสริมผู้มีความสามารถพิเศษทางวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (พสวท.)" ปรากฏผลการสำรวจจำแนกตามเพศของนักเรียน (เรียงลำดับจากความถี่มากไปน้อย) ได้ดังนี้ (ณัฏฐพงษ์ เจริญพิทย์ และสรรฤดี หันสันเทียะ. 2539)

ทัศนะของนักเรียนชาย

1. เปิดโอกาสให้ผู้เรียนแสดงความคิดเห็นอย่างกว้างขวาง
2. ให้คำแนะนำที่ดีแก่ผู้เรียนเมื่อเกิดปัญหา
3. ฝึกให้ผู้เรียนรู้จักคิดมากกว่าการท่องจำ
4. เป็นแบบอย่างที่ดีแก่ผู้เรียน
5. ดูแลเอาใจใส่ต่อการเรียนและความประพฤติของผู้เรียน
6. อบรม สั่งสอน ตักเตือนเกี่ยวกับจริยธรรม
7. ให้คำแนะนำและแก้ปัญหาต่าง ๆ
8. ให้เรียนในสิ่งที่ผู้เรียนต้องการ
9. สอนให้คิดด้วยตนเอง
10. ไม่ลำเอียง ให้ความรักแก่ผู้เรียนเท่าเทียมกัน
11. ให้โอกาสผู้เรียนแก้ปัญหาต่าง ๆด้วยตนเอง
12. อบรมสั่งสอนในสิ่งที่จะนำมาใช้ในชีวิตประจำวันไม่ใช่เพียงเพื่อใช้สอบอย่างเดียว
13. ไม่ควรให้การบ้านมากเกินไป ควรให้ผู้เรียนได้ใช้ความสามารถด้านอื่น ๆแทน
14. สนับสนุนให้ทำงานเป็นหมู่คณะ
15. สร้างแรงจูงใจเพื่อให้ผู้เรียนมีกำลังใจที่จะยกระดับตนเอง
16. มีความสนิทสนมคุ้นเคยกับผู้เรียนเพื่อให้ผู้เรียนเกิดความไว้วางใจ
17. ให้กำลังใจ ให้เสรีภาพในการคิด ชมเชยตามโอกาสอันสมควร
18. จริงใจในการถ่ายทอดความรู้
19. ไม่ยึดถือความคิดของตนเป็นใหญ่ ยอมรับฟังความคิดของผู้เรียน
20. ฝึกให้ผู้เรียนใช้ความคิดและอภิปรายปัญหาต่าง ๆที่เกิดขึ้นโดยใจกว้าง ไม่ตัดสินว่าปัญหาใดถูก-ผิด
21. สอนวิทยาการใหม่ ๆให้เสมอ
22. ไม่ควรออกข้อสอบตามตำราทั้งหมด ควรออกข้อสอบที่ให้ผู้เรียนใช้ความคิดสร้างสรรค์บ้าง

ทัศนะของนักเรียนหญิง

1. รับฟังความคิดเห็นของผู้เรียน ไม่ยึดถือความคิดของตนเองเป็นหลัก
2. เข้าใจผู้เรียนในทุก ๆเรื่อง
3. ส่งเสริมให้ผู้เรียนคิดเองและปฏิบัติด้วยตนเอง
4. ให้คำแนะนำและแนวทางต่าง ๆเพื่อให้ผู้เรียนเกิดความคิดสร้างสรรค์

5. มีวิธีการสอนที่แปลกใหม่

ทักษะในการสื่อสาร

ทักษะในการสื่อสาร หมายถึง การให้หรือแลกเปลี่ยนความรู้และแนวความคิดหลักทางวิทยาศาสตร์ที่ได้จากการอ่าน การสังเกตและการทดลองในรูปแบบที่ชัดเจนและมีเหตุผล โดยการพูดหรือการเขียน วัดโดยการเขียนรายงานการทำปฏิบัติการ หรือรายงานการค้นคว้าเพิ่มเติมและการพูด การอภิปรายในห้องเรียน

ทักษะในการสื่อสารจัดเป็นทักษะที่สำคัญและจำเป็นสำหรับการเรียนวิทยาศาสตร์ เนื่องจากการศึกษาทางด้านวิทยาศาสตร์จะต้องมีการค้นคว้าและทดลองแล้วสื่อสารความรู้ความคิดให้ผู้อื่นเข้าใจได้ การวัดผลด้วยข้อสอบแบบเลือกตอบหรือแบบเขียนตอบสั้นๆ-ไม่สามารถวัดทักษะการสื่อสารของนักเรียนได้ จึงจำเป็นต้องวัดจากการเขียนรายงานหรือจากการพูด หรืออภิปรายในที่ประชุมซึ่งเป็นการนำเสนอความรู้ที่ได้จากการทดลองหรือจากการศึกษาค้นคว้าให้ผู้อื่นรับทราบและเข้าใจ(สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี. 2538 : 35)

การเขียนรายงานผู้เขียนจะต้องมีความสามารถในการใช้ภาษา การรวบรวมเรียบเรียงริเริ่ม ประเมินและสรุปในเรื่องนั้นๆแล้วสื่อสารความรู้ความคิดให้ผู้อื่นเข้าใจได้ถูกต้องและชัดเจน การเขียนรายงานในวิชาวิทยาศาสตร์มี 2 ประเภท คือ รายงานการทดลองและรายงานการค้นคว้า ซึ่งการเขียนรายงานทั้ง 2 ประเภทนี้จะมีหัวข้อการเขียนที่เป็นรูปแบบค่อนข้างชัดเจน

นอกจากการสื่อสารโดยการเขียนรายงานแล้ว การพูดหรืออภิปรายก็เป็นการสื่อสารอีกรูปแบบหนึ่ง ซึ่งผู้พูดจะต้องมีความสามารถในการถ่ายทอดความรู้ความคิดของตนเองและนำเสนอให้ผู้ฟังเข้าใจและยอมรับ ดังนั้นในการพูดหรืออภิปรายต้องให้ตรงประเด็น ได้เนื้อหาสาระสำคัญและถูกต้องทันสมัย แสดงถึงความคิดริเริ่ม มีลำดับขั้นตอนในการพูดชัดเจน ไม่วกวนหรือสับสน สมเหตุสมผล สำนวนภาษา การเลือกสรรถ้อยคำตลอดจนการออกเสียงถูกต้อง

สำหรับเกณฑ์การให้คะแนนด้านทักษะในการสื่อสารด้านการพูดอาจแบ่งเป็น 3 ด้าน (สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี. 2538 : 38) ได้แก่

1.ด้านความรู้ทางวิทยาศาสตร์	40%
2.ด้านการใช้ภาษา	30%
3.ด้านการพูดและการแสดงออก	30%

การพัฒนาให้นักเรียนมีความสามารถในการสื่อสารความรู้และแนวความคิดทางวิทยาศาสตร์เป็นเป้าหมายสำคัญประการหนึ่งของการจัดกิจกรรมการเรียนการสอนทุกระดับ ความสามารถในการสื่อสารเป็นคุณลักษณะที่ต้องฝึกซ้ำๆเพื่อให้เกิดทักษะ

ในการจัดกิจกรรมการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์สามารถฝึกทักษะในการสื่อสารได้ดังต่อไปนี้(หน่วยศึกษานิเทศก์ เขตการศึกษา 7. 2539 : 27-28)

1.การเล่าหรือเขียนสรุปเรื่องราวทางวิทยาศาสตร์ที่อ่านจากหนังสือพิมพ์ วารสาร หนังสือต่างๆ หรือจากการดูโทรทัศน์ โดยการมอบหมายให้นักเรียนไปอ่านเรื่องราวทาง

วิทยาศาสตร์จากหนังสือพิมพ์หรือวารสารต่างๆ แล้วนำมาเล่าให้เพื่อนๆในชั้นฟังเป็นการฝึกทักษะการสื่อสารที่ดีวิธีหนึ่ง กิจกรรมนี้อาจใช้ครั้งละ 10 นาทีก่อนที่จะมีการสอนตามปกติ

การเล่าเรื่องหรือการพูดทางวิทยาศาสตร์ เป็นการให้ข้อมูลข่าวสารและแนวคิดสำคัญทางวิทยาศาสตร์ที่มีเหตุผล

2.การเขียนสรุปการไปทัศนศึกษาหรือการศึกษาภาคสนามในโอกาสที่นักเรียนกลับจากการทัศนศึกษาหรือภาคสนามแล้วเขียนรายงานสรุปถึงความรู้ความคิดในบางเรื่องที่ได้รับจากการไปทัศนศึกษาแต่ละครั้ง เช่น เมื่อพาไปชมสวนสัตว์เปิดที่เขาเขียว นักเรียนควรสามารถเขียนบรรยายสรุปเกี่ยวกับลักษณะนิสัยของสัตว์ป่าบางชนิด รวมทั้งสภาพความเป็นอยู่และข้อคิดเห็นที่มีต่อการจัดสภาพแวดล้อมให้กับสัตว์ป่าเหล่านั้นหรือเมื่อไปชมโรงบำบัดน้ำเสีย นักเรียนควรจะสามารถเขียนขั้นตอนการบำบัดน้ำเสียและอธิบายหลักการทำงานในแต่ละขั้นตอนได้รูปแบบของรายงานอาจเป็นแบบเปิด

สำหรับการจัดกิจกรรมภาคสนาม โดยปกติต้องมีแบบบันทึกการสังเกตเฉพาะเรื่องให้นักเรียนได้บันทึกสิ่งที่นักเรียนสังเกตได้ต่างๆ ในการศึกษาภาคสนามถือว่าเป็นการฝึกทักษะในการสื่อสารที่ดีวิธีหนึ่ง เช่นการศึกษาภาคสนามเกี่ยวกับระบบนิเวศน์ชายฝั่งเพื่อสำรวจพืชพันธุ์ สัตว์น้ำ สัตว์บก ลักษณะของดิน ความเข้มของแสง ระดับน้ำขึ้นน้ำลง ข้อมูลเหล่านี้อาจบันทึกโดยข้อความหรือภาพเพื่อให้ได้รายละเอียดมากที่สุด เพื่อนำมาเขียนรายงานสรุปหรือเล่าสู่กันฟัง

3.การเล่าหรือบันทึกสิ่งที่สังเกตในเรื่องใดเรื่องหนึ่ง กิจกรรมในส่วนนี้อาจทำได้ดังตัวอย่าง เช่น ครูอาจให้นักเรียนผ่าผลไม้ 3 ชนิด เช่น ฝรั่ง มะละกอ แตงโม สังเกตและเขียนภาพแสดงลักษณะภายในพร้อมทั้งคำอธิบาย แล้วนำมาเล่าให้เพื่อนฟังเกี่ยวกับลักษณะภายในของผลไม้จากเปลือกนอกถึงภายในและชี้ความแตกต่างของลักษณะภายในผลไม้เหล่านั้น

4.การนำเสนอผลงานทางวิทยาศาสตร์ที่ได้จากการศึกษาค้นคว้าหรือการทดลองทางวิทยาศาสตร์ เช่น งานวิจัย โครงงานวิทยาศาสตร์ เมื่อเสร็จสิ้นการทำกิจกรรมดังกล่าว ควรให้นักเรียนฝึกทักษะในการนำเสนอผลงานต่อเพื่อนนักเรียนหรือประชาชนทั่วไป

ในการนำเสนอผลงานทางวิทยาศาสตร์ อาจนำเสนอเป็นรายงานสรุป การเสนอแบบปากเปล่าหรือการจัดนิทรรศการ สิ่งที่นำเสนอควรกล่าวถึงหัวข้อเรื่องหรือประเด็นปัญหา จุดประสงค์ วิธีการและเครื่องมือที่ใช้ ผลที่ได้จากการศึกษารวมทั้งข้อคิดเห็นและข้อเสนอแนะของนักเรียนเกี่ยวกับผลงานนั้น

กิจกรรมที่สามารถใช้ฝึกทักษะในการนำเสนอผลงานทางวิทยาศาสตร์ได้แก่ การทดลองในหลักสูตร โดยให้นักเรียนฝึกเขียนสรุปการทดลองแล้วนำมาเล่าให้เพื่อนในชั้นเรียนฟังก่อนที่จะเรียนครั้งต่อไป และถือว่าเป็นการนำเข้าสู่บทเรียนด้วย ทั้งนี้มอบหมายให้กลุ่มหนึ่งกลุ่มใดเป็นผู้เล่าก็ได้ สำหรับกรณีที่นักเรียนทำโครงงานวิทยาศาสตร์ ควรจัดแสดงนิทรรศการโครงงานวิทยาศาสตร์ที่โรงเรียน ซึ่งจะเปิดโอกาสให้นักเรียนได้ฝึกการจัดแสดงผลงาน รวมทั้งการอธิบายและตอบคำถามให้แก่ผู้เข้าชม

5.การพูดหรือการอภิปรายทางวิทยาศาสตร์เป็นกิจกรรมที่ใช้ฝึกทักษะในการสื่อสารได้ดีวิธีหนึ่ง โดยอาจจัดกิจกรรมนี้ทุก ๆเดือน ให้นักเรียนช่วยกันระบุเรื่องที่จะพูดหรืออภิปราย กำหนดให้นักเรียนขึ้นมาพูดหรืออภิปรายเป็นกลุ่ม มีการปรึกษาหารือกันในประเด็นที่จะพูดและแบ่งกันไปอ่านหรือค้นคว้าหาข้อมูลมาประกอบในการพูดหรืออภิปราย ตัวอย่างเช่น การพูดหรืออภิปรายเรื่องแนวทางในการประหยัดไฟฟ้า การกำจัดขยะในบ้านการป้องกันและรักษาป่า

เนื่องจากความสามารถในการสื่อสารมีความสำคัญที่ควรฝึกฝนให้แก่นักเรียน ดังนั้นในการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์ สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีจึงได้แนะนำให้มีการวัดผลความสามารถในการสื่อสารไว้ด้วยดังความที่ว่า "การวัดและการประเมินผลการเรียนการสอนนอกจากจะวัดในด้านพุทธิพิสัย จิตพิสัยและทักษะพิสัยแล้วยังมีความจำเป็นที่จะต้องพัฒนาความสามารถพิเศษให้กับนักเรียนอีกด้วย ซึ่งได้แก่ความสามารถพิเศษในด้านความคิดสร้างสรรค์และการสื่อสาร"(สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี. 2538 : 35)

การเรียนการสอนชีววิทยาในระดับมัธยมศึกษาตอนปลาย

หลักสูตรมัธยมศึกษาตอนปลายและหลักสูตรวิทยาศาสตร์

หลักสูตรมัธยมศึกษาตอนปลาย

หลักสูตรนี้มีความมุ่งหวังที่จะพัฒนาผู้เรียนให้มีคุณลักษณะที่พึงประสงค์หลายด้าน กล่าวคือเมื่อผู้เรียนจบหลักสูตรแล้วจะเป็นผู้ที่มีความรู้ ทักษะและความสามารถในการพัฒนาคุณภาพชีวิตของตน เห็นช่องทางในการประกอบอาชีพ และร่วมทำประโยชน์ให้กับสังคมตามความรู้ความสามารถของตน เพื่อให้การเรียนการสอนประสบความสำเร็จตามความคาดหวังหลักสูตรดังกล่าวจึงกำหนดจุดเน้นไว้ 3 ประการ คือ (กรมวิชาการ. 2535 : 10)

1. จัดการเรียนการสอนเน้นกระบวนการ . โรงเรียนจะต้องจัดให้ผู้เรียนได้เรียนรู้และเกิดทักษะในกระบวนการต่าง ๆ เพื่อที่จะนำความรู้และประสบการณ์ไปใช้ให้เหมาะสมและเกิดประโยชน์ในการพัฒนาคุณภาพชีวิต และพัฒนาสังคมโดยเน้นการฝึกปฏิบัติจริง ดังนั้นครูจำเป็นจะต้องเปลี่ยนแปลงพฤติกรรมการสอน จากการสอนที่เน้นความรู้ด้านเนื้อหาวิชาต่าง ๆ เพียงอย่างเดียว ให้เป็นการสอนโดยผสมผสานการให้ความรู้กับการให้ผู้เรียนได้ลงมือปฏิบัติจริง ซึ่งครูจะต้องใช้เทคนิควิธีการสอนที่หลากหลายให้เหมาะสมกับสถานการณ์ อันจะทำให้ผู้เรียนได้เรียนรู้ และเกิดทักษะในกระบวนการต่าง ๆ

2. ส่งเสริมให้ท้องถิ่นพัฒนาหลักสูตร หลักสูตรคำนึงถึงความต้องการที่หลากหลายของแต่ละท้องถิ่น ซึ่งแตกต่างกันในด้านสิ่งแวดล้อมทางธรรมชาติ เศรษฐกิจและสังคม จึงเปิดโอกาสให้ท้องถิ่น สามารถพัฒนาหลักสูตรให้เหมาะสมกับความต้องการและเอกลักษณ์ประจำท้องถิ่น เพื่อให้ผู้เรียนแต่ละท้องถิ่นได้รับประโยชน์ รวมทั้งปลูกฝังให้ผู้เรียนมีความรักความผูกพันกับท้องถิ่นของตนอีกด้วย

3. ให้ผู้เรียนมีโอกาสเลือกเรียนรายวิชาต่าง ๆ โรงเรียนจะต้องเปิดโอกาสให้ผู้เรียนเลือกเรียนรายวิชาต่างๆ อย่างกว้างขวางและหลากหลายในวิชาบังคับเลือกและวิชาเลือกเสรี ตามความถนัด ความสามารถ ความสนใจของแต่ละคน เพื่อให้มีทักษะเฉพาะด้านตามศักยภาพเห็นช่องทางในการประกอบอาชีพ

หลักการของหลักสูตรมัธยมศึกษาตอนปลาย

หลักสูตรมัธยมศึกษาตอนปลาย มีหลักการดังนี้ (กรมวิชาการ. 2535 : 1)

1. เป็นการศึกษาเพื่อเพิ่มความรู้และทักษะเฉพาะด้านที่สามารถนำไปประกอบอาชีพให้สอดคล้องกับภาวะเศรษฐกิจและสังคม

2. เป็นการศึกษาที่สนองต่อการพัฒนาอาชีพในท้องถิ่น หรือการศึกษาต่อ

3. เป็นการศึกษาที่ส่งเสริมการนำกระบวนการทางวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีที่เหมาะสมไปใช้ในการพัฒนาคุณภาพชีวิต ท้องถิ่น และประเทศชาติ

จุดมุ่งหมายของหลักสูตรมัธยมศึกษาตอนปลาย

การศึกษาระดับมัธยมศึกษาตอนปลาย เป็นการศึกษาที่มุ่งให้ผู้เรียนพัฒนาคุณภาพชีวิต และให้สามารถทำประโยชน์ให้กับสังคมตามบทบาทและหน้าที่ของตนในฐานะพลเมืองดีตามระบอบการปกครองแบบประชาธิปไตยอันมีพระมหากษัตริย์เป็นประมุข โดยให้ผู้เรียนได้พัฒนาเชาวน์ปัญญา มีความรู้ และทักษะเฉพาะด้านตามศักยภาพ เห็นช่องทางในการประกอบอาชีพ ร่วมพัฒนาสังคมด้วยแนวทางและวิธีการใหม่ๆ และบำเพ็ญตนให้เป็นประโยชน์ต่อสังคม

ในการจัดการศึกษาตามหลักสูตรนี้ จะต้องมุ่งปลูกฝังให้ผู้เรียนมีคุณลักษณะดังต่อไปนี้ (กรมวิชาการ. 2535 : 1)

1. มีความรู้และทักษะในวิชาสามัญเฉพาะด้าน

2. มีความรู้เกี่ยวกับวิทยาการและเทคโนโลยีต่าง ๆ

3. สามารถเป็นผู้นำและเป็นผู้ให้บริการชุมชนเกี่ยวกับสุขภาพอนามัย ทั้งส่วนบุคคลและส่วนรวม

4. สามารถวางแผนแก้ปัญหาในชุมชนของตน

5. มีความภูมิใจในความเป็นไทย เสียสละเพื่อส่วนรวม ให้ความช่วยเหลือผู้อื่นอย่างเท่าเทียมกัน

6. มีความคิดริเริ่มสร้างสรรค์ และสามารถนำแนวทาง หรือวิธีการใหม่ๆ ไปใช้ในการพัฒนาชุมชนของตน

7. มีเจตคติที่ดีต่ออาชีพ และเห็นช่องทางในการประกอบอาชีพ

8. มีนิสัยรักการทำงาน เต็มใจในการทำงานร่วมกับผู้อื่น และมีทักษะในการจัดการ

9. เข้าใจสภาพและการเปลี่ยนแปลงของสังคมในประเทศ และในโลก มุ่งมั่นในการพัฒนาประเทศตามบทบาทและหน้าที่ของตน ตลอดจนอนุรักษ์และเสริมสร้างทรัพยากร ศาสนา ศิลปะ วัฒนธรรมของประเทศ

การจัดการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์ระดับมัธยมศึกษา

สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (สสวท.) เป็นหน่วยงานที่มีบทบาทสำคัญในการพัฒนาหลักสูตร และจัดการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์ระดับมัธยมศึกษาซึ่งนับตั้งแต่ได้มีการจัดตั้งหน่วยงานนี้ขึ้นมา (ในปี พ.ศ. 2515) สสวท. ได้ดำเนินการพัฒนาและปรับปรุงหลักสูตรวิทยาศาสตร์และคณิตศาสตร์ในระดับมัธยมศึกษาเป็น 3 ระยะดังนี้คือ

ระยะที่ 1 (พ.ศ. 2515-2521) สสวท. ได้จัดทำหลักสูตรวิทยาศาสตร์ระดับมัธยมศึกษาตอนปลาย คือหลักสูตรวิชาเคมี ชีววิทยา ฟิสิกส์และวิทยาศาสตร์กายภาพชีวภาพและหลักสูตรวิทยาศาสตร์สำหรับระดับมัธยมศึกษาตอนต้น โดยหลักสูตรเน้นเนื้อหาที่ทันสมัยและสิ่งใกล้ตัวมากขึ้น และเปลี่ยนวิธีสอนให้เป็นแบบสืบเสาะหาความรู้ หลักสูตรดังกล่าวกระทรวงศึกษาธิการได้ประกาศให้มีการใช้ทั่วประเทศอย่างเป็นระบบ ในแต่ละระดับต่อเนื่องปีละชั้น กล่าวคือในปีการศึกษา 2519 ประกาศใช้หลักสูตรวิชาเคมี ชีววิทยา และฟิสิกส์ ระดับมัธยมศึกษาตอนปลาย เริ่มตั้งแต่ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 (ม.ศ.4) ในปีการศึกษา 2520 ประกาศใช้หลักสูตร วิชาวิทยาศาสตร์ทั่วไป ระดับมัธยมศึกษาตอนต้น เริ่มตั้งแต่ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 (ม.ศ.1) ในปีการศึกษา 2521 ประกาศใช้หลักสูตรวิทยาศาสตร์กายภาพชีวภาพ ระดับมัธยมศึกษาตอนปลาย เริ่มตั้งแต่ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 (ม.ศ.4)

ระยะที่ 2 (พ.ศ. 2521-2527) ในปี พ.ศ.2521 กระทรวงศึกษาธิการได้ประกาศเปลี่ยนระบบการศึกษาจาก 7 : 3 : 2 เป็น 6 : 3 : 3 ซึ่งมีผลกระทบต่อหลักสูตรทั้งในส่วนของเนื้อหาและกิจกรรมที่จัดสอนในแต่ละภาคเรียน จึงมีผลให้ต้องปรับปรุงหลักสูตรให้เหมาะสมกับระบบการศึกษาที่เปลี่ยนไป กล่าวคือในปีการศึกษา 2521 ประกาศใช้หลักสูตร วิชาวิทยาศาสตร์ทั่วไป ระดับมัธยมศึกษาตอนต้น สำหรับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 (ม.1) ในปีการศึกษา 2524 ประกาศใช้หลักสูตรวิชาเคมี ชีววิทยา และฟิสิกส์ ระดับมัธยมศึกษาตอนปลาย เริ่มตั้งแต่ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 (ม.4)

ระยะที่ 3 (พ.ศ. 2528 - ปัจจุบัน) สสวท. ได้ดำเนินการปรับปรุงและพัฒนาหลักสูตรโดยเน้นในเรื่องของการสอดแทรกเทคโนโลยีเข้าไปในหลักสูตรวิชาวิทยาศาสตร์และคณิตศาสตร์ ทั้งในส่วนที่เป็นเนื้อหาและกิจกรรมที่เหมาะสมกับวุฒิภาวะ สภาพท้องถิ่นและการพัฒนาประเทศ ในปี พ.ศ. 2531 ได้มีการเปลี่ยนแปลงคำอธิบายรายวิชาวิทยาศาสตร์หลักสูตรมัธยมศึกษาตอนต้น พ.ศ. 2521 เพื่อให้สอดคล้องกับการเปลี่ยนแปลงของสังคม และเพื่อพัฒนาให้นักเรียนเกิดทักษะและเจตคติทางวิทยาศาสตร์มากขึ้น ในปี พ.ศ.2533 กระทรวงศึกษาธิการได้ประกาศปรับปรุงโครงสร้างหลักสูตร ทั้งในระดับมัธยมศึกษาตอนต้นและมัธยม

ศึกษาตอนปลาย เป็นฉบับปรับปรุง พ.ศ. 2533 การปรับปรุงก็เพื่อให้เกิดความเหมาะสมกับโครงสร้างที่เปลี่ยนไป และเพื่อให้สอดคล้องกับสภาวะแวดล้อม และความต้องการทางด้านเศรษฐกิจและสังคมของประเทศ สสวท. จึงได้ประกาศใช้หลักสูตรฉบับปรับปรุง พ.ศ. 2533ในปีการศึกษา 2534

สภาพการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์ตั้งแต่หลักสูตร 2503 ถึงปัจจุบัน

สภาพการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์ในประเทศไทย ในช่วงหลักสูตร 2503 จนถึง พ.ศ. 2538 สรุปจากผลการวิจัยของหน่วยงานต่างๆ รวมทั้งจากข้อมูลบางส่วนของการวิจัยเรื่ององค์ประกอบที่มีผลต่อการเรียนวิทยาศาสตร์ ซึ่งสรุปภาพรวมเกี่ยวกับสภาพการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์ ในประเทศไทยได้ดังนี้

1. หลักสูตร พ.ศ. 2503 (พ.ศ. 2503-2520) ระดับมัธยมศึกษาตอนปลาย ขอบเขต ของความมุ่งหมายกว้างเกินไป ครูเข้าใจจุดมุ่งหมายไม่ดีพอ เลือกวิธีสอนให้ตรงตามความมุ่งหมายลำบากและเนื้อหาที่กำหนดให้สอนไม่สอดคล้องกับจุดมุ่งหมายตำราและเอกสารค้นคว้าไม่เพียงพอ ขาดเอกสารหรือบุคลากรที่จะแนะนำหนังสือค้นคว้าที่ใหม่ นักเรียนในชั้นมีมาก ครูดูแลไม่ทั่วถึง ชั่วโมงสอนของครูมีมากจึงไม่มีเวลาเพียงพอในการเตรียมการสอน และเตรียมให้นักเรียนทำปฏิบัติการทดลอง นอกจากนี้มีปัญหาในเรื่องการสอนวิทยาศาสตร์คือไม่มีห้องปฏิบัติการและอุปกรณ์การทดลองไม่เพียงพอ

2. หลักสูตร พ.ศ. 2521 (พ.ศ. 2521-2533) ระดับมัธยมศึกษาตอนปลาย เนื้อหาในแบบเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาตอนปลายมีมากเกินไป จนทำให้ผู้สอนมัวแต่ห่วงที่จะสอนเนื้อหาให้จบและไม่ได้สนใจฝึกทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์เท่าที่ควร หนังสือค้นคว้าสำหรับทั้งครูและนักเรียนหายาก อุปกรณ์ที่กำหนดในแบบเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนปลายบางรายการหายาก หรือราคาแพง อุปกรณ์และเครื่องมือบางอย่างทำงานไม่ได้ผล คุณภาพต่ำ สารเคมีไม่บริสุทธิ์ เครื่องแก้ว และเครื่องไฟฟ้าคุณภาพไม่ดี เครื่องมือควรมีมาตรฐานที่ดีกว่านี้ และควรมีหน่วยงานรับซ่อมอุปกรณ์ในราคาถูก

ปัญหาด้านนักเรียน ไม่ชอบถาม ไม่กระตือรือร้นหรือแสดงความคิดเห็น ไม่สนใจทำการทดลอง ไม่ชอบอ่านมาก่อนล่วงหน้า ชอบทำการทดลองเฉพาะที่แปลกๆ มีสีสันแปลกตาน่าตื่นเต้น ไม่มีทักษะในการใช้อุปกรณ์และไม่ค่อยปฏิบัติตามคำสั่ง ครูจะต้องคอยชี้แจงอยู่เป็นประจำ การทดลองมักมีอุบัติเหตุบ่อยๆ สารที่มีพิษและปฏิกิริยารุนแรงบางตัวควรให้เลิกใช้ทำอุปกรณ์ให้มีคุณภาพ ในแบบเรียนน่าจะบอกถึงอันตรายของสารบางอย่างไว้ด้วย เพื่อนักเรียนจะได้ระวังตัวเองไปด้วย ไม่ควรบอกไว้แต่ในคู่มือครู

ด้านการประเมินผล ควรมีรูปแบบการประเมินผลด้านทักษะปฏิบัติที่แน่นอนกลุ่มโรงเรียนน่าจะร่วมกันออกข้อสอบและพัฒนาข้อสอบให้เป็นข้อสอบมาตรฐาน

3. หลักสูตรปรับปรุง พ.ศ. 2533 (พ.ศ. 2533-2538) ระดับมัธยมศึกษาตอนปลาย ไม่มีข้อมูลการศึกษาวิจัยที่เกี่ยวข้อง

ข้อควรสังเกตที่สำคัญประการหนึ่งก็คือ แม้ว่าหลักสูตรวิทยาศาสตร์ในปัจจุบันจะมีการปรับปรุงจากหลักสูตรมัธยมศึกษาตอนปลาย พ.ศ. 2521 มาเป็นหลักสูตรมัธยมศึกษาตอนปลาย พ.ศ. 2521 (ฉบับปรับปรุง พ.ศ. 2533) แล้วก็ตาม (กรมวิชาการ. 2535) การนำหลักสูตรวิทยาศาสตร์ไปใช้ในการสอนตามโรงเรียนมัธยมศึกษาทั่วประเทศ เท่าที่ผ่านมานั้น มักพบข้อจำกัดที่เกิดจากการนำหลักสูตรไปใช้ในประเด็นใหญ่ๆ ที่สำคัญ 7 ประเด็น ดังต่อไปนี้

1. ด้านที่เกี่ยวกับความไม่เหมาะสมของเนื้อหาวิทยาศาสตร์ที่ใช้สอนกับเวลา เนื้อหามากเกินไป

2. ด้านที่เกี่ยวกับการจัดกิจกรรมการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์ กิจกรรมการเรียนการสอนไม่สอดคล้องกับสภาพโรงเรียน

3. ด้านที่เกี่ยวกับเนื้อหาวิทยาศาสตร์ในหลักสูตรและพฤติกรรมการสอนของครูวิทยาศาสตร์

4. ด้านที่เกี่ยวกับเนื้อหาวิทยาศาสตร์ในหลักสูตรกับการสนองความต้องการของผู้เรียนและท้องถิ่น

5. ด้านที่เกี่ยวกับการเชื่อมโยงความรู้วิทยาศาสตร์กับสิ่งแวดล้อมและการดำรงชีวิตประจำวัน

6. ด้านที่เกี่ยวกับความทันสมัยของเนื้อหาวิทยาศาสตร์กับการนำความรู้ไปใช้ประโยชน์

7. ด้านที่เกี่ยวกับการเตรียมพร้อมของนักเรียนให้มีความรู้ด้านวิทยาศาสตร์เป็นพื้นฐานสำหรับวิชาชีววิทยาก็เป็นอีกวิชาหนึ่งที่มีปัญหาดังกล่าวแล้วด้วยเช่นกัน

หลักสูตรวิทยาศาสตร์ พุทธศักราช 2524 (ฉบับปรับปรุง พ.ศ. 2533)

จุดประสงค์ของหลักสูตรวิทยาศาสตร์ ระดับมัธยมศึกษาตอนปลาย (กรมวิชาการ. 2535 : 111)

1. เพื่อให้มีความเข้าใจในหลักการและทฤษฎีที่เป็นพื้นฐานของวิชาวิทยาศาสตร์

2. เพื่อให้มีความเข้าใจในลักษณะขอบเขตและข้อจำกัดของวิทยาศาสตร์

3. เพื่อให้มีทักษะที่สำคัญในการศึกษาค้นคว้าและคิดค้นทางวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี

4. เพื่อให้มีเจตคติทางวิทยาศาสตร์

5. เพื่อให้ตระหนักถึงความสัมพันธ์ระหว่างวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี มวลมนุษย์และสภาพแวดล้อม ในเชิงที่มีอิทธิพลและผลกระทบซึ่งกันและกัน

6. เพื่อให้นำความรู้ความเข้าใจในเรื่องของวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีไปใช้ประโยชน์ต่อสังคมและการดำรงชีวิตอย่างมีคุณค่า

โครงสร้างหลักสูตรวิทยาศาสตร์ ระดับมัธยมศึกษาตอนปลาย เพิ่มเติมในหลักสูตรวิทยาศาสตร์ พุทธศักราช 2524 (ฉบับปรับปรุง พ.ศ. 2533) เมื่อ พ.ศ. 2539

โครงสร้างที่ 1

สำหรับผู้ที่ต้องการเรียนวิทยาศาสตร์พอเป็นพื้นฐาน ให้เลือกเรียนรายวิชาต่อไปนี้

วิชาบังคับเลือก ให้เลือกเรียน 4 รายวิชา จากรายวิชาต่อไปนี้

ว 411	วิทยาศาสตร์สิ่งแวดล้อม	3 คาบ/สัปดาห์/ภาค	1.5 หน่วยการเรียน
ว 412	วิทยาศาสตร์กายภาพชีวภาพ	3 คาบ/สัปดาห์/ภาค	1.5 หน่วยการเรียน
ว 513	วิทยาศาสตร์กายภาพชีวภาพ	3 คาบ/สัปดาห์/ภาค	1.5 หน่วยการเรียน
ว 514	วิทยาศาสตร์กายภาพชีวภาพ	3 คาบ/สัปดาห์/ภาค	1.5 หน่วยการเรียน
ว 615	วิทยาศาสตร์กายภาพชีวภาพ	3 คาบ/สัปดาห์/ภาค	1.5 หน่วยการเรียน
ว 616	วิทยาศาสตร์กายภาพชีวภาพ	3 คาบ/สัปดาห์/ภาค	1.5 หน่วยการเรียน

โดยจะต้องเลือกเรียนเนื้อหาวิทยาศาสตร์สิ่งแวดล้อม ในรายวิชา ว 411 และเลือกเรียนวิทยาศาสตร์กายภาพชีวภาพอีก 3 รายวิชา รายวิชาละ 2 เรื่อง และเมื่อรวม 3 รายวิชาแล้วจะต้องเป็นวิทยาศาสตร์กายภาพ 4 เรื่องและวิทยาศาสตร์ชีวภาพ 2 เรื่อง โดยเลือกจากเรื่องต่อไปนี้

วิทยาศาสตร์กายภาพ 9 เรื่องดังนี้

1. แสงอาทิตย์และพลังงาน
2. โลกแห่งแสงสี
3. สารสังเคราะห์
4. ไฟฟ้าและเครื่องอำนวยความสะดวก
5. เสียงในชีวิตประจำวัน
6. รังสีที่มองไม่เห็น
7. โลกและดวงดาว
8. ทรัพยากรธรรมชาติและอุตสาหกรรม
9. สีสรรพ์

วิทยาศาสตร์ชีวภาพ 5 เรื่องดังนี้

1. กินดีอยู่ดี
2. ยากับชีวิต
3. มรดกทางพันธุกรรม
4. ร่างกายของเรา
5. ชีวิตและวิวัฒนาการ

วิชาเลือกเสรี

ว 011	วิทยาศาสตร์กายภาพชีวภาพ	3 คาบ/สัปดาห์/ภาค	1.5 หน่วยการเรียน
ว 012	วิทยาศาสตร์กายภาพชีวภาพ	3 คาบ/สัปดาห์/ภาค	1.5 หน่วยการเรียน
ว 013	วิทยาศาสตร์กายภาพชีวภาพ	3 คาบ/สัปดาห์/ภาค	1.5 หน่วยการเรียน

แต่ละรายวิชาของวิชาเลือกจะต้องเลือก 2 เรื่องจากเรื่องดังกล่าวข้างต้นแต่ต้องไม่ซ้ำกับรายวิชาเลือก

โครงสร้างที่ 2

สำหรับผู้ที่ต้องการเรียนเน้นหนักทางวิทยาศาสตร์ ให้เลือกเรียนรายวิชาต่อไปนี้

วิชาบังคับเลือก

ว 421	ฟิสิกส์	4 คาบ/สัปดาห์/ภาค	2.0 หน่วยการเรียน
ว 431	เคมี	4 คาบ/สัปดาห์/ภาค	2.0 หน่วยการเรียน
ว 441	ชีววิทยา	4 คาบ/สัปดาห์/ภาค	2.0 หน่วยการเรียน

วิชาเลือกเสรี

ว 021	ฟิสิกส์	4 คาบ/สัปดาห์/ภาค	2.0 หน่วยการเรียน
ว 022	ฟิสิกส์	4 คาบ/สัปดาห์/ภาค	2.0 หน่วยการเรียน
ว 023	ฟิสิกส์	4 คาบ/สัปดาห์/ภาค	2.0 หน่วยการเรียน
ว 024	ฟิสิกส์	4 คาบ/สัปดาห์/ภาค	2.0 หน่วยการเรียน
ว 025	ฟิสิกส์	4 คาบ/สัปดาห์/ภาค	2.0 หน่วยการเรียน
ว 031	เคมี	3 คาบ/สัปดาห์/ภาค	1.5 หน่วยการเรียน
ว 032	เคมี	3 คาบ/สัปดาห์/ภาค	1.5 หน่วยการเรียน
ว 033	เคมี	3 คาบ/สัปดาห์/ภาค	1.5 หน่วยการเรียน
ว 034	เคมี	3 คาบ/สัปดาห์/ภาค	1.5 หน่วยการเรียน
ว 035	เคมี	3 คาบ/สัปดาห์/ภาค	1.5 หน่วยการเรียน

ว 041	ชีววิทยา	3 คาบ/สัปดาห์/ภาค	1.5 หน่วยการเรียน
ว 042	**ชีววิทยา**	**3 คาบ/สัปดาห์/ภาค**	**1.5 หน่วยการเรียน**
ว 043	ชีววิทยา	3 คาบ/สัปดาห์/ภาค	1.5 หน่วยการเรียน
ว 044	ชีววิทยา	3 คาบ/สัปดาห์/ภาค	1.5 หน่วยการเรียน
ว 045	ชีววิทยา	3 คาบ/สัปดาห์/ภาค	1.5 หน่วยการเรียน
ว 046	การเพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อเบื้องต้น	2 คาบ/สัปดาห์/ภาค	1.0 หน่วยการเรียน
ว 047	ความรู้พื้นฐานเทคโนโลยีชีวภาพ	2 คาบ/สัปดาห์/ภาค	1.0 หน่วยการเรียน

โครงสร้างที่ 3

สำหรับผู้ที่ต้องการเรียนเน้นหนักทางวิทยาศาสตร์ ให้เลือกเรียนรายวิชาต่อไปนี้

วิชาบังคับเลือก

ว 411	วิทยาศาสตร์สิ่งแวดล้อม	3 คาบ/สัปดาห์/ภาค	1.5 หน่วยการเรียน
ว 422	ฟิสิกส์ 1	3 คาบ/สัปดาห์/ภาค	1.5 หน่วยการเรียน
ว 432	เคมี 1	3 คาบ/สัปดาห์/ภาค	1.5 หน่วยการเรียน
ว 442	ชีววิทยา 1	3 คาบ/สัปดาห์/ภาค	1.5 หน่วยการเรียน

วิชาเลือกเสรี

ว 026	ฟิสิกส์ 2	4 คาบ/สัปดาห์/ภาค	2.0 หน่วยการเรียน
ว 027	ฟิสิกส์ 3	4 คาบ/สัปดาห์/ภาค	2.0 หน่วยการเรียน
ว 028	ฟิสิกส์ 4	4 คาบ/สัปดาห์/ภาค	2.0 หน่วยการเรียน
ว 029	ฟิสิกส์ 5	4 คาบ/สัปดาห์/ภาค	2.0 หน่วยการเรียน
ว 0210	ฟิสิกส์ 6	4 คาบ/สัปดาห์/ภาค	2.0 หน่วยการเรียน
ว 0211	ฟิสิกส์ 7	4 คาบ/สัปดาห์/ภาค	2.0 หน่วยการเรียน
ว 036	เคมี 2	4 คาบ/สัปดาห์/ภาค	2.0 หน่วยการเรียน
ว 037	เคมี 3	4 คาบ/สัปดาห์/ภาค	2.0 หน่วยการเรียน
ว 038	เคมี 4	4 คาบ/สัปดาห์/ภาค	2.0 หน่วยการเรียน
ว 048	ชีววิทยา 2	4 คาบ/สัปดาห์/ภาค	2.0 หน่วยการเรียน
ว 049	ชีววิทยา 3	4 คาบ/สัปดาห์/ภาค	2.0 หน่วยการเรียน
ว 0410	ชีววิทยา 4	3 คาบ/สัปดาห์/ภาค	1.5 หน่วยการเรียน
ว 0411	ชีววิทยา 5	3 คาบ/สัปดาห์/ภาค	1.5 หน่วยการเรียน
ว 061	เทคนิคปฏิบัติการพื้นฐานวิทย์	2 คาบ/สัปดาห์/ภาค	1.0 หน่วยการเรียน

ว 062 โครงงานวิทยาศาสตร์ 2 คาบ/สัปดาห์/ภาค 1.0 หน่วยการเรียน

จากโครงสร้างของหลักสูตรทั้ง 3 โครงสร้าง รายวิชาชีววิทยา (ว 042)เป็นรายวิชาที่อยู่ในหลักสูตรโครงสร้าง 2 สำหรับในหลักสูตรโครงสร้าง 3 ซึ่งเป็นโครงสร้างหลักสูตรใหม่นั้นรายวิชาชีววิทยา (ว 042) จะถูกแยกไปอยู่ในรายวิชาชีววิทยาอื่นๆที่เปลี่ยนรหัสวิชาไปจากเดิมแต่โครงสร้างของเนื้อหาวิชายังคงอยู่ครบเหมือนรายวิชาเดิม

งานวิจัยที่เกี่ยวกับการศึกษาค้นคว้า

งานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับคอมพิวเตอร์ช่วยสอน(Computer Assisted Instruction)

ชาตรี เกิดธรรม (2530 ก ; 2532 ก ; 2532 ข) ได้ทำการศึกษาวิจัยเกี่ยวกับบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน เพื่อช่วยในการสอนวิทยาศาสตร์ในระดับมัธยมศึกษาตอนต้นในบางเรื่องและใช้สอนซ่อมเสริม พบว่าบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนสามารถส่งเสริมการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์ ช่วยกระตุ้นให้นักเรียนมีความสนใจในการเรียนมากขึ้น ลดภาระครูผู้สอนและนักเรียนสามารถใช้ซ่อมเสริมได้ด้วยตนเอง นอกจากนี้จากการศึกษาวิจัยเกี่ยวกับบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนวิชาชีววิทยา ในระดับมัธยมศึกษาตอนปลาย เรื่องไดโคโตมัสคีย์ และเรื่องกล้องจุลทรรศน์ (2530 ข; 2531 ; 2532 ค) พบว่าบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนช่วยให้เข้าใจเรื่องที่ยากได้ง่ายขึ้น ประหยัดเวลาในการทบทวนบทเรียน สามารถใช้ซ่อมเสริมได้ด้วยตนเอง และยังเป็นการกระตุ้นให้นักเรียนมีความสนใจในการเรียนการสอนชีววิทยามากขึ้น

นิพนธ์ ศุขปรีดี (2531 : 16-19) ได้ทำการวิจัยเพื่อพัฒนาคอมพิวเตอร์ช่วยการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์และคณิตศาสตร์ และได้เปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนระหว่างกลุ่มที่เรียนโดยปกติ กับกลุ่มที่เรียนโดยใช้คอมพิวเตอร์ช่วยการเรียนการสอน ผลการวิจัยสรุปได้ว่าผลสัมฤทธิ์หลังการเรียนของนักเรียนระหว่างกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุมแตกต่างกันและพบว่านักเรียนส่วนใหญ่พอใจในการเรียนด้วยตนเองกับคอมพิวเตอร์

อมร สุขจำรัส(2533 : 58) ศึกษาเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาชีววิทยาของนักเรียนระดับมัธยมศึกษาตอนปลาย เรื่อง การย่อยอาหาร ระหว่างกลุ่มที่เรียนโดยใช้คอมพิวเตอร์กับกลุ่มที่เรียนโดยวิธีสอนตามปกติ ผลการวิจัยสรุปได้ว่านักเรียนที่เรียนโดยใช้คอมพิวเตอร์ช่วยสอนมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนสูงกว่านักเรียนที่เรียนโดยวิธีปกติ

วิลาวรรณ์ ชาแท่น (2537 : 1) ได้ศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนจากการใช้คอมพิวเตอร์ช่วยสอนเสริมความรู้วิชาวิทยาศาสตร์ เรื่องกลไกมนุษย์ หน่วยการย่อยอาหาร ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ผลการวิจัยสรุปได้ว่านักเรียนที่เรียนโดยใช้คอมพิวเตอร์ช่วยสอนมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนสูงกว่านักเรียนที่เรียนโดยวิธีปกติ และนักเรียนกลุ่มทดลองมีความเห็นด้วยกับการนำคอมพิวเตอร์ช่วยสอนมาใช้ในการเสริมความรู้

คอช (Koch. 1973 : 28-29) ได้กล่าวถึงงานวิจัยของสมาคมครูใหญ่โรงเรียนมัธยมศึกษาแห่งชาติและคณะกรรมการเทคโนโลยีทางการศึกษาของสหรัฐอเมริกา ซึ่งงานวิจัยนี้ได้สำรวจโรงเรียนต่างๆ ที่ใช้คอมพิวเตอร์ช่วยสอน พบว่าการใช้คอมพิวเตอร์เพื่อสร้างรูปแบบและจำลองสถานการณ์เป็นที่นิยมมากและใช้ได้ผลดีในการเรียนการสอน โดยเฉพาะวิชาภาษาต่างประเทศและวิชาชีววิทยา

เลียว (Liu. 1975 : 1411-A - 1412-A) ชี้ให้เห็นถึงข้อดีในการนำคอมพิวเตอร์มาใช้ช่วยในการเรียนการสอน ซึ่งสรุปได้ว่าคอมพิวเตอร์ช่วยให้ผู้เรียนมีความสามารถในการแก้ปัญหาได้ดีขึ้นด้วยวิธีการปฏิบัติ สามารถใช้ทบทวนได้ทำให้เกิดความแม่นยำในวิชาที่เรียนอ่อน และผู้เรียนสามารถสร้างความสำเร็จได้ด้วยตนเองและพบว่านักเรียนที่เรียนโดยใช้คอมพิวเตอร์ช่วยสอนมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนสูงกว่านักเรียนที่เรียนโดยวิธีปกติ

เดนซ์ (Dence. 1980 : 50 – 54) ได้รวบรวมงานวิจัยเกี่ยวกับคอมพิวเตอร์ช่วยสอนตั้งแต่ปี ค.ศ. 1969 –1978 พบว่า วิชาที่เหมาะสมและใช้สอนได้อย่างมีประสิทธิภาพ คือวิชาวิทยาศาสตร์ โดยเป็นบทเรียนแบบสาขา และบทเรียนที่เป็นแบบฝึกทักษะจะให้ผลดีกว่าแบบอื่น ให้ผลในการสอนได้ดีกว่าแบบเดิม แต่ประหยัดเวลาได้มากในการสอนและนักเรียนสามารถเรียนได้ด้วยตนเองตามเอกัตภาพ

เคิร์ทและโอส์ตัน (Curtand Owston. 1988) ได้ทำการศึกษาวิจัยเกี่ยวกับคอมพิวเตอร์ช่วยสอน สรุปว่าคอมพิวเตอร์สามารถใช้สอนด้านการแก้ปัญหา (Problem solving) ได้เป็นอย่างดี และช่วยส่งเสริมให้มีความสามารถในด้านการแก้ปัญหาสูงขึ้น

เจอรัลด์ (Gerald. 1988) ได้ศึกษาการใช้คอมพิวเตอร์ช่วยสอนเรื่องอนุกรมวิธาน (Taxonomy) พบว่านักเรียนมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนสูงขึ้น มีความสนใจในการเรียนเพิ่มมากขึ้น และลดเวลาในการสอน

ฮอฟไมสเตอร์ (Hofmeister. 1989) ได้ศึกษาวิจัยเกี่ยวกับบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน สรุปว่าสามารถนำไปใช้ช่วยสอนในรูปแบบของการแก้ปัญหาได้เป็นอย่างดี

เคททิงเจอร์ (Kettinger. 1991) ได้ทำการศึกษาถึงความเหมาะสมในการนำคอมพิวเตอร์ใช้ในห้องเรียน ซึ่งพบว่าสามารถนำไปใช้ได้หลายกรณี เช่นใช้ในการนำเสนอข้อมูลใช้ประกอบกับการทำปฏิบัติการ ใช้จำลองสถานการณ์ ปรากฏการณ์ต่างๆในวิชา เคมี ฟิสิกส์ ฝึกปฏิบัติงานด้านต่างๆ ใช้ในการศึกษาค้นคว้า และยังพบว่าผู้เรียนมีการเรียนรู้ที่ดีขึ้น สนใจในการเรียนมากขึ้น

ยัลซินัลพ์ (Yalcinalp. 1995) ได้ทดลองใช้คอมพิวเตอร์ช่วยสอนวิชาเคมี เรื่องโมล ซึ่งเป็นเรื่องที่นักเรียนมักมีความเข้าใจที่คลาดเคลื่อนอยู่เสมอๆ จากผลการทดลองใช้ผลปรากฏว่านักเรียนในระดับมัธยมศึกษาตอนปลายที่เรียนเรื่องโมลโดยใช้คอมพิวเตอร์ช่วยสอน มีความเข้าใจเรื่องโมลได้ดีขึ้น ใช้เวลาในการเรียนน้อยลงกว่าการเรียนปกติและมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนดีกว่ากลุ่มที่เรียนด้วยการสอนตามปกติ

ฟินเคล (Finkel. 1996 : 345 - 368) ได้ศึกษาการใช้คอมพิวเตอร์ช่วยการสอนวิชาพันธุกรรมในลักษณะของการฝึกแก้ปัญหากับนักเรียนระดับมัธยมศึกษาตอนปลาย พบว่าคอมพิวเตอร์ช่วยในการแก้ปัญหาได้เป็นอย่างดี เนื่องจากสามารถให้ข้อมูลเพิ่มเติมได้ทันทีและสามารถสร้างทางเลือกแนวคิดได้หลากหลาย ทำให้ตัดสินใจได้รวดเร็วและถูกต้อง

งานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับฐานข้อมูลการเรียนรู้(Computer -Based Learning)

แมดดักซ์ (Maddux. 1989) ได้ทำการศึกษาถึงผลของการนำคอมพิวเตอร์ในลักษณะของฐานข้อมูลมาใช้ในการเรียนการสอนซึ่งสรุปได้ว่า คอมพิวเตอร์ในลักษณะของฐานข้อมูลจะช่วยในการสอนแบบคิดแก้ปัญหาได้ดี ช่วยให้นักเรียนมีสมรรถภาพในการคิดแก้ปัญหาสูงขึ้น และการใช้คอมพิวเตอร์ในลักษณะเครือข่ายจะช่วยแก้ปัญหาในเรื่องของการขาดแคลนคอมพิวเตอร์ที่มีคุณภาพในโรงเรียนได้แต่ปัญหาที่พบคือซอฟต์แวร์ที่จะนำมาใช้ในการเรียนการสอนมีน้อยและครูผู้สอนซึ่งควรจะเป็นผู้พัฒนาซอฟต์แวร์ในการเรียนการสอนเองไม่มีความรู้พอทำให้เกิดการขาดแคลนซอฟต์แวร์

ดัลตัน (Dalton. 1989) กล่าวถึงทิศทางของการนำคอมพิวเตอร์มาใช้ในโรงเรียนว่าในยุคของเทคโนโลยีเป็นความจำเป็นในการนำคอมพิวเตอร์มาใช้ในการเรียนการสอนเพื่อให้นักเรียนได้เรียนรู้ทันกับเทคโนโลยีและยังเป็นการช่วยพัฒนาการเรียนการสอนให้ดีขึ้น ช่วยในการเรียนรู้ของนักเรียนได้มากขึ้น เช่น การนำฐานข้อมูลการเรียนรู้มาใช้ช่วยในการสอนแบบกลุ่มร่วมมือจะช่วยให้การเรียนการสอนประสบผลสำเร็จมากขึ้น ช่วยกระตุ้นเร้าความสนใจนักเรียนและส่งเสริมการเรียนรู้ของนักเรียนให้มากขึ้น

โคล (Cole.1990) ได้ทำการศึกษาโปรแกรมคอมพิวเตอร์ช่วยสอนในลักษณะฐานข้อมูลการเรียนรู้ 2 แบบ คือ แบบแรกให้ผู้เรียนเป็นผู้ควบคุมขั้นตอนการเรียนได้เองทั้งหมดและแบบที่สองคอมพิวเตอร์จะควบคุมขั้นตอนการเรียนโดยอัตโนมัติ โดยทำการศึกษาในบทเรียนเดียวกันแต่เขียนโปรแกรมการควบคุมให้ต่างกัน จากการศึกษาพบว่าผู้เรียนที่เรียนกับฐานข้อมูลการเรียนรู้ที่ผู้เรียนสามารถควบคุมขั้นตอนการเรียนได้เองจะมีการเรียนรู้ มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนสูงกว่ากลุ่มที่คอมพิวเตอร์ควบคุมโดยอัตโนมัติแต่ทั้งสองกลุ่มก็ยังมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน มีการเรียนรู้ที่ดีกว่ากลุ่มที่ไม่ได้เรียนด้วยฐานข้อมูลการเรียนรู้เลย

แอมโบรส (Ambrose. 1991) ได้ทำการศึกษาเกี่ยวกับไฮเปอร์มีเดีย ในการส่งเสริมการเรียนรู้ สรุปได้ว่า ไฮเปอร์มีเดีย เป็นนวัตกรรมใหม่ เป็นเทคโนโลยีใหม่ที่จะช่วยผู้สอน ผู้ออกแบบโปรแกรมในการสร้างโปรแกรมช่วยการเรียนการสอนและช่วยส่งเสริมการเรียนรู้ให้กับผู้เรียนให้เรียนรู้ได้ดีขึ้น เร็วขึ้น

คนีเซค (Knezek. 1991) ได้ทำการศึกษาวิจัยถึงการนำคอมพิวเตอร์จัดการการสอน

(Computer managed instruction หรือ CMI) ซึ่งเป็นฐานข้อมูลการเรียนรู้ประเภทหนึ่งมาใช้ในการเรียนการสอนโดยใช้ช่วยในการจัดการการเรียนการสอนในด้านต่างๆ เช่นเป็นฐานข้อมูลความรู้ จุดประสงค์การเรียนรู้ ฐานข้อมูลแบบทดสอบ ใช้จัดการเกี่ยวกับการทดสอบต่างๆ การคิดคะแนน ประเมินผล การทดสอบ การให้คำปรึกษาแนะนำ และกำหนดการต่างๆในการเรียน จากผลการศึกษาวิจัยพบว่าประโยชน์ของการนำคอมพิวเตอร์จัดการการสอน มาใช้ในการเรียนการสอนมีหลายประการเช่น ช่วยให้ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนสูงขึ้นประมาณร้อยละ 25.5 ช่วยให้การควบคุมห้องเรียนดีขึ้นร้อยละ 15.5 ช่วยให้ระบบการเรียนการสอนโดยรวมดีขึ้นร้อยละ 37.7 และครูผู้สอนเห็นด้วยกับการนำมาใช้ในการเรียนการสอนร้อยละ 53.3

พาร์ค (Park. 1991) ได้ทำการศึกษางานวิจัยต่างๆที่เกี่ยวข้องกับ ไฮเปอร์มีเดีย และสรุปว่า ไฮเปอร์มีเดีย เป็นคอมพิวเตอร์ช่วยสอนแบบฐานข้อมูลซึ่งเป็นฐานความรู้ที่เหมาะสม เนื่องจากสามารถปรับปรุงได้ง่าย มีรูปแบบการเรียนรู้ที่ง่าย สามารถเพิ่มข้อมูลในฐานข้อมูลได้ง่าย และเป็นการพัฒนาศักยภาพทั้งผู้เรียนและผู้สอน

โรเซลลี่ (Roselli. 1991) ได้ทำการศึกษาถึงการใช้ไฮเปอร์เท็กซ์ (Hypertext) ในการออกแบบบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน และได้สรุปว่าไฮเปอร์มีเดีย (Hypermedia) และไฮเปอร์เท็กซ์เป็นเครื่องมือช่วยสอนอย่างหนึ่งที่มีศักยภาพมากทำให้เกิดกระบวนการเรียนรู้ที่เป็นไปแบบไม่มีกรอบบังคับทิศทาง ผู้เรียนจึงรู้สึกเป็นอิสระสามารถค้นคว้าศึกษาความรู้ได้ตามที่ตนเองต้องการ ตามที่ตนเองพอใจ ทำให้เกิดความเชื่อมั่นในตนเอง กระบวนการรับรู้ต่างๆจึงเป็นไปด้วยดี และที่สำคัญคือไฮเปอร์เท็กซ์จะช่วยแก้ปัญหาในเรื่องของการให้ความรู้แก่ผู้เรียนมากเกินไปเกินความสามารถที่ผู้เรียนที่รับไว้ได้ เนื่องจากลักษณะของไฮเปอร์เท็กซ์ จะทำให้ผู้เรียนเลือกเรียนได้ตามที่ตนเองพอใจและต้องการโดยไม่มีกรอบกำหนดหรือข้อกำหนดในการเรียนรู้

คอร์ทิโนวิส (Cortinovis. 1992)ได้ใช้ฐานข้อมูลการเรียนรู้ในลักษณะของไฮเปอร์มีเดียในการฝึกการจำลองแบบทางวิศวกรรมในลักษณะของฐานข้อมูลการฝึกปฏิบัติ (Computer-Based Training หรือ CBT) พบว่าผู้ใช้มีความสนใจในการฝึกมากขึ้น และเรียนรู้ได้เร็วกว่าการฝึกแบบปกติ ใช้เวลาในการฝึกน้อยลง

ชอย (Chiou. 1992) ยังได้ศึกษาวิจัยในการนำฐานข้อมูลการเรียนรู้แบบมัลติมีเดียมาสร้างสถานการณ์จำลองในการเรียนการสอน สร้างเป็นห้องเรียนจำลอง หนังสือจำลองเพื่อให้นักเรียนได้ใช้ศึกษาในบทเรียน พบว่าฐานข้อมูลการเรียนรู้แบบมัลติมีเดียสามารถช่วยส่งเสริมการเรียนรู้ของนักเรียนได้ดีกว่าการเรียนการสอนตามปกติ

เบคเกอร์ (Becker. 1992) ทำการศึกษาเกี่ยวกับการนำฐานข้อมูลการเรียนรู้ไปใช้ช่วยการเรียนการสอน ในกรณีต่างๆ เช่นนำไปใช้สอนแบบเดี่ยว แบบกลุ่ม สอนแบบกลุ่มร่วมมือ (Cooperative Learning) และนำไปใช้ในการสอนซ่อมเสริมแบบกลุ่มเล็ก ทดลองทำในวิชาที่กล่าวมาแล้ว กล่าวคือสามารถนำไปใช้ในการสอนได้ทั้งแบบเดี่ยวแบบกลุ่ม สอนแบบกลุ่ม

ร่วมมือและนำไปใช้ในการสอนซ่อมเสริมแบบกลุ่มเล็กช่วยให้นักเรียนมีผลการเรียนดีขึ้น นักเรียนสนใจในการเรียนการสอนมากขึ้นและลดเวลาที่ใช้ในการสอนลง

คาวาเลียร์ (Cavalier.1993) ได้กล่าวถึงผลกระทบของเทคโนโลยีในการนำคอมพิวเตอร์มาใช้ในการศึกษาว่าในการเรียนการสอนในปัจจุบันและในอนาคตนี้ เทคโนโลยีทางด้านการติดต่อสื่อสารทางไกล คอมพิวเตอร์ระบบมัลติมีเดียและอุปกรณ์ต่อพ่วงจะเข้ามามีบทบาทมากในการศึกษา สามารถนำมาใช้ในการเรียนการสอนได้หลายด้านซึ่งนับเป็นผลดี แต่อาจก่อให้เกิดผลเสียถ้าผู้นำมาใช้ได้แยกส่วนของคอมพิวเตอร์ออกไปจากระบบอื่นๆ นำมาใช้โดยไม่คำนึงถึงความสัมพันธ์เชื่อมโยงกับสังคมหรือสภาพสิ่งแวดล้อมอื่นๆซึ่งรวมถึงตัวผู้เรียนด้วยก็จะก่อให้เกิดผลเสียมากกว่าผลดี

ชอย (Chiou.1993) ได้รายงานว่าฐานข้อมูลการเรียนรู้แบบมัลติมีเดียจะช่วยพัฒนาความคิด พัฒนาการเรียนรู้ ช่วยพัฒนาแก้ไขข้อบกพร่องทางความรู้และความคิดได้ โดยลักษณะรูปแบบของฐานข้อมูลการเรียนรู้ที่แบ่งเป็น 3 ส่วนคือ ส่วนการเรียนรู้ ส่วนข้อมูลข่าวสารและส่วนอุปกรณ์ต่อพ่วง จะมีส่วนช่วยให้การเรียนรู้เป็นแบบเสริมกันในแต่ละด้านระหว่างด้านความรู้ความจำ ด้านการคิดแก้ปัญหาและด้านการฝึกทักษะจึงเป็นการแก้ไขและพัฒนาข้อบกพร่องในส่วนของการเรียนรู้บางส่วนที่ผู้เรียนขาดหายไปให้มีขึ้นมาได้ จึงถือว่าฐานข้อมูลการเรียนรู้แบบประกอบกันด้วย 3 ส่วนดังกล่าวนี้จะช่วยส่งเสริมการเรียนรู้ได้ดี

รีฟ (Reeves.1993) ได้กล่าวถึงการนำฐานข้อมูลการเรียนรู้มาใช้ในการเรียนการสอนว่า ในการพัฒนาประเทศต้องกระทำการพัฒนาควบคู่กันไปหลายด้าน เช่น เศรษฐกิจ สังคม การคมนาคมขนส่ง การติดต่อสื่อสารและโดยเฉพาะด้านการศึกษาเป็นสิ่งที่จำเป็นและสำคัญมากในการพัฒนาประเทศ และโดยเฉพาะปัจจุบันนี้เป็นยุคของเทคโนโลยี ยุคของข้อมูลข่าวสาร การศึกษาและให้ความรู้แก่ประชากรในเรื่องนี้จึงเป็นเรื่องที่สำคัญมาก ฐานข้อมูลการเรียนรู้เป็นเครื่องช่วยการเรียนการสอนอย่างหนึ่งที่มีประสิทธิภาพมากที่จะช่วยพัฒนาการศึกษาของประชากรให้ดีขึ้นอย่างเร็วและมีประสิทธิภาพอันเป็นผลในการพัฒนาประเทศให้เจริญก้าวหน้าด้วย กล่าวคือลักษณะของฐานข้อมูลการเรียนรู้ที่ผู้เรียนสามารถเรียนรู้และค้นคว้าได้ด้วยตนเองตามต้องการ และตามความสามารถจะเป็นสิ่งที่ช่วยกระตุ้นให้เกิดการเรียนรู้ที่ดี เกิดทักษะที่ดีในการเรียนรู้ในเรื่องนั้นๆ และยังเป็นเทคโนโลยีที่ช่วยครูผู้สอนในการทดสอบ การคิดเกรด การสอนซ่อมเสริม การฝึกปฏิบัติ แต่อย่างไรก็ตามในการนำมาใช้ต้องคำนึงถึงองค์ประกอบอื่นๆด้วย เช่น งบประมาณ สถานที่ ความพร้อมของครูผู้นำไปใช้และผู้พัฒนาโปรแกรมมีเพียงพอหรือไม่

สเตนินเจอร์ (Staninger. 1994) กล่าวว่า ไฮเปอร์เท็กซ์ (Hypertext) เป็นเทคโนโลยีทางการศึกษาที่เหมาะสมที่จะนำมาใช้ประโยชน์ในปัจจุบันและอนาคต เป็นการเรียนรู้แบบไม่สิ้นสุด สามารถเพิ่มเติมฐานข้อมูลได้ตลอดเวลา ผู้เรียนสามารถค้นจากข้อมูลได้แตกต่างกันไปหลายทางไม่จำกัด และผู้สอนสามารถเพิ่มข้อมูลต่างๆหรือเชื่อมโยงข้อมูลต่างๆเข้าด้วยกันได้

ตลอดเวลา ช่วยในการส่งเสริมการรับรู้และการเรียนรู้ด้านพุทธิพิสัย (Cognitive) ของตัวผู้เรียนและผู้สอนด้วย

สวีทเตอร์ (Sweeters. 1994) ได้ทำการวิจัยและรายงานว่าการใช้คอมพิวเตอร์มัลติมีเดียมาใช้ในการทำฐานข้อมูลการเรียนรู้ จะช่วยในการเรียนรู้ได้ดี ผู้เรียนประสบผลสำเร็จในการเรียนมากขึ้นทำให้ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนสูงขึ้น ทำให้ผู้เรียนสนใจในการเรียนมากขึ้น สามารถใช้ได้ทั้งในลักษณะของการให้ความรู้ เกม การจำลองสถานการณ์ แบบทดสอบ ฝึกทักษะ และยังเป็นอุปกรณ์ที่มีความยืดหยุ่นได้มาก ปรับเปลี่ยน เพิ่มเติมฐานข้อมูลได้ง่ายและง่ายสำหรับครูและยังเหมาะสำหรับการใช้ในอนาคตด้วย

มอลโฮทรา (Malhotra.1944) ได้ศึกษาเกี่ยวกับการนำคอมพิวเตอร์ระบบมัลติมีเดียมาใช้ช่วยในการเรียนการสอนและได้สรุปว่า คอมพิวเตอร์ระบบมัลติมีเดียมีคุณสมบัติเป็นสื่อที่เหมาะสมในการนำมาใช้ในการเรียนการสอนเนื่องจากตอบสนองผู้เรียนได้ทันทีทำให้เป็นแรงเสริมในการเรียน เป็นการนำเสนอสื่อที่หลากหลายซึ่งมีส่วนที่เป็นพื้นฐานการรับรู้ของมนุษย์โดยธรรมชาติที่มีการรับรู้ด้วยอวัยวะรับสัมผัสที่หลากหลาย มีความยืดหยุ่นสูงทั้งในการนำข้อมูลเข้าและแสดงผลข้อมูลออกมา เป็นสื่อที่เร้าความสนใจในการเรียนการสอน นอกจากนั้นยังสามารถเชื่อมต่อกับอุปกรณ์ต่อพ่วงต่างๆได้อย่างหลากหลายและที่สำคัญอีกประการหนึ่งคือมีความสะดวกในการใช้

กอลบรีทซ์ (Galbreath. 1995) ได้กล่าวถึงการนำเครือข่ายระบบมัลติมีเดียมาใช้ในการเรียนการสอน ว่าในปัจจุบันนี้เป็นยุคของข้อมูลข่าวสารและยุคของเทคโนโลยีการเรียนรู้ต่างๆควรจะเกิดขึ้นอย่างรวดเร็วและทันทีทันใด การค้นคว้าข้อมูลต่างๆควรจะกระทำได้อย่างรวดเร็ว คอมพิวเตอร์ระบบมัลติมีเดียในลักษณะเครือข่ายจะสามารถช่วยในเรื่องดังกล่าวได้ จะช่วยให้การเรียนรู้ การศึกษาค้นคว้าเป็นไปอย่างรวดเร็วทันทีที่ต้องการ ซึ่งจะเป็นการช่วยพัฒนาประชากรให้มีประสิทธิภาพมากขึ้นด้วย

เบนเดอร์ (Bender. 1995) ได้ทำการพัฒนาฐานข้อมูลการเรียนรู้ในลักษณะของไฮเปอร์มีเดีย(Hypermedia) เน้นการแก้ปัญหาแล้วนำไปทดลองใช้เพื่อดูผลการเรียนว่าตรงตามจุดประสงค์หรือไม่ ผู้เรียนมีการพัฒนาการเรียนรู้หรือไม่ โดยเฉพาะในเรื่องของการแก้ปัญหา โดยเลือกเนื้อหาในบทเรียนวิทยาศาสตร์ในส่วนที่เข้าใจได้ยาก ผลการศึกษาวิจัยพบว่า ลักษณะของฐานข้อมูลการเรียนรู้แบบไฮเปอร์มีเดีย สามารถช่วยพัฒนาการคิดแก้ปัญหาของผู้เรียนได้ดี ส่งเสริมการเรียนรู้ได้ดีขึ้น

เลียนจิงฮวง (Lian Jing Huang. 1995) ได้ออกแบบโปรแกรมคอมพิวเตอร์มัลติมีเดียเพื่อนำมาใช้ช่วยในการแก้ปัญหาหลายๆรูปแบบ จากการศึกษาพบว่าคอมพิวเตอร์แบบมัลติมีเดียนี้สามารถช่วยพัฒนาแนวคิดแก้ปัญหาได้ดี

วิลสัน (Wilson. 1995) ได้พัฒนาฐานข้อมูลการเรียนรู้เพื่อใช้ในการสอนวิชาสถิติพื้นฐาน และการฝึกวิธีการวิจัยพื้นฐาน กับนักศึกษาในมหาวิทยาลัยปี 4 มีการวัดพื้นฐานเดิมของผู้

เรียนและวัดความรู้หลังเรียนรวมทั้งวัดแนวคิดโครงการวิจัยที่จะทำในอนาคตผลการศึกษาพบว่า ฐานข้อมูลการเรียนรู้เพื่อใช้ในการสอนวิชาสถิติพื้นฐาน และการฝึกวิธีการวิจัยพื้นฐานมีความเหมาะสมที่จะนำไปใช้ในการสอนวิชาสถิติได้เป็นอย่างดี ได้ผลออกมาเป็นที่น่าพอใจและนักศึกษามีความสนใจในการเรียนมากขึ้น

เฮนดริคซ์ (Hendrikx. 1995) ได้ทำการศึกษาวิจัยเกี่ยวกับการใช้ไฮเปอร์มีเดีย (Hypermedia)ในบทเรียนคอมพิวเตอร์ จากการศึกษาพบว่าไฮเปอร์มีเดียช่วยให้การเรียนการสอนมีความยืดหยุ่นมากขึ้นเป็นการเรียนที่แต่ละบุคคลจะมีลักษณะการเรียนที่แตกต่างกันออกไปขึ้นกับความต้องการและความรู้ความสามารถของผู้เรียน และช่วยพัฒนาความคิดสร้างสรรค์ รวมทั้งการแก้ปัญหาด้วย เหมาะที่จะนำไปใช้ในบทเรียนคอมพิวเตอร์

เลียรี่ (Leary. 1995) ได้พัฒนาโปรแกรมคอมพิวเตอร์มัลติมีเดียแบบจำลองสถานการณ์การทดลองและเกมในการสอนวิทยาศาสตร์เรื่องการสันดาปและการเผาไหม้ ซึ่งได้ผลดี ผู้เรียนสามารถเห็นภาพจำลองเหตุการณ์เสมือนจริงในภาวะต่างๆได้ ทำให้เข้าใจเนื้อหาได้ง่าย เรียนรู้ได้เร็วและปลอดภัยในการเรียนปฏิบัติการที่ไม่ต้องจุดไฟจริงๆหรือทำให้เกิดการสันดาปจริงๆ

เดนิซอฟ (Denissov. 1995) ได้ทำการศึกษาวิจัยถึงการทดลองใช้ฐานข้อมูลการเรียนรู้กับการเรียนการสอนนักศึกษาในมหาวิทยาลัยทุกรายวิชา ในลิทัวเนีย โดยมีจุดมุ่งหมายเพื่อพัฒนาศักยภาพทั้งผู้สอนและผู้เรียนและเพื่อพัฒนากำลังคนให้มีคุณภาพก้าวทันเทคโนโลยี ฐานข้อมูลการเรียนรู้ที่สร้างขึ้นมีการคำนึงถึงปรัชญาการเรียนรู้ ปรัชญาการศึกษา รวมทั้งสภาพสังคมและสิ่งแวดล้อมด้วยจากผลการศึกษาพบว่าคอมพิวเตอร์ที่นำมาใช้ช่วยการเรียนการสอนในลักษณะฐานข้อมูลการเรียนรู้นั้นสามารถพัฒนาศักยภาพได้ทั้งผู้สอนและผู้เรียน และผู้เรียนมีความสนใจเรียนมากขึ้น

โจนส์ (Jones. 1995) ได้ศึกษาวิจัยการใช้ฐานข้อมูลการเรียนรู้แบบมัลติมีเดียในการเรียนการสอน(Computer-based Instruction หรือ CBI)โดยมีจุดมุ่งหมายเพื่อฝึกการเรียนรู้แบบอภิปัญญา (Metacognition) โดยใช้อุปกรณ์ต่อพ่วงเข้ามาประกอบด้วย เช่น ระบบเสียง ผลการศึกษาวิจัยพบว่าฐานข้อมูลการเรียนรู้แบบมัลติมีเดียที่นำมาใช้ในการเรียนการสอนนี้ช่วยพัฒนาการเรียนรู้แบบอภิปัญญา โดยผู้เรียนมีการตระหนักรู้และค้นพบในเรื่องนั้นๆด้วยตนเอง ซึ่งสามารถถ่ายโอนไปใช้ในสถานการณ์อื่นได้ และพบว่าในการออกแบบฐานข้อมูลการเรียนรู้แบบมัลติมีเดียในการเรียนการสอนนั้นจำเป็นจะต้องใช้ความรู้หรือผู้เกี่ยวข้องหลายด้านเช่น ด้านปรัชญา ด้านศิลปการออกแบบ ด้านคอมพิวเตอร์ ด้านเทคโนโลยี และความรู้ตามสาขาวิชา

ชอย (Chiou. 1995) ได้ศึกษาเกี่ยวกับเรื่องของฐานข้อมูลการเรียนรู้แบบมัลติมีเดียในส่วนที่จะช่วยส่งเสริมการเรียนรู้และพบว่า ฐานข้อมูลการเรียนรู้แบบมัลติมีเดียจะช่วยในการส่งเสริมการเรียนรู้ในด้านต่างๆได้ดี เช่น ช่วยเพิ่มผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ช่วยพัฒนาความคิดแก้

ปัญหาและช่วยพัฒนาทักษะบางด้าน รวมทั้งช่วยส่งเสริมความคิดสร้างสรรค์ เนื่องจากผู้เรียนได้ใช้ความคิดอย่างอิสระ โดยไม่มีใครมาบังคับ มีความเป็นส่วนตัว เรียนได้ตามต้องการเท่าที่ผู้เรียนอยากรู้และในการเรียนแต่ละครั้งถึงแม้เป็นเรื่องเดิมแต่ทิศทางในการค้นคว้าหาความรู้อาจไม่เหมือนเดิม ทำให้ไม่น่าเบื่อ

โทลเฮิร์ท (Tolhurst. 1995) ได้กล่าวถึงการนำไฮเปอร์เท็กซ์ (Hypertext) มาใช้ในคอมพิวเตอร์ช่วยสอนว่าเป็นการกระตุ้นการเรียนรู้ของผู้เรียนได้ดีเนื่องจากไฮเปอร์เท็กซ์สามารถตอบคำถามหรือขยายความในสิ่งที่ต้องการทราบได้ทันที ทำให้ผู้เรียนเกิดความรู้สึกในการตอบสนองที่ดีที่อยากจะเรียนรู้หรือค้นคว้าต่อไป

ชูชิงหยาง (Shu Ching Yang. 1996) ได้ทำการศึกษาวิจัย พบว่าการใช้ ไฮเปอร์มีเดีย ในการเรียนการสอนด้วยคอมพิวเตอร์จะช่วยส่งเสริมการเรียนรู้ ช่วยพัฒนาความคิด ทำให้การเรียนรู้มีความคงทนได้นานกว่าการสอนตามปกติ

โคลลิส (Collis. 1996) ได้กล่าวถึงการนำคอมพิวเตอร์ระบบเครือข่ายมาใช้ในการศึกษาว่าเป็นสิ่งที่สามารถทำได้ในปัจจุบันซึ่งจะก่อให้เกิดผลดีแก่การเรียนการสอนหลายประการ เช่น ผู้เรียนสามารถสืบค้นข้อมูลได้ตามต้องการจากฐานข้อมูลการเรียนรู้โดยการผ่านระบบเครือข่ายอินเทอร์เน็ต (Internet network) ซึ่งสามารถค้นข้อมูลได้ไม่มีขีดจำกัด เป็นการตอบสนองการเรียนรู้ได้ทันที ตอบสนองความต้องการเรียนรู้ได้ทันทีทำให้เกิดกระบวนการต่อเนื่องในการเรียนรู้ และยังเป็นการลดภาระของครูผู้สอนอีกด้วย

มอลดิน (Mauldin. 1996) ได้กล่าวถึงการพัฒนาฐานข้อมูลการเรียนรู้แบบมัลติมีเดียว่าต้องมีขั้นตอนในการพัฒนาตามรูปแบบดังนี้ คือ การออกแบบฐานข้อมูล การพัฒนาฐานข้อมูล การทดสอบฐานข้อมูลการเรียนรู้ การปรับปรุงฐานข้อมูล และการนำไปใช้ ซึ่งถ้ามีการพัฒนาตามขั้นตอนดังกล่าวแล้วจะได้ฐานข้อมูลการเรียนรู้แบบมัลติมีเดียที่มีคุณภาพและมีประสิทธิภาพเหมาะสมกับการนำไปใช้ในการเรียนการสอนได้

งานวิจัยที่เกี่ยวกับการแก้ปัญหา

งานวิจัยที่เกี่ยวกับวิธีสอนกับการแก้ปัญหา

งานวิจัยที่เป็นวิธีสอนกับการคิดแก้ปัญหาทางด้านวิชาวิทยาศาสตร์นั้น เท่าที่ผู้วิจัยได้ศึกษาค้นคว้า พบว่าส่วนใหญ่เป็นงานวิจัยของต่างประเทศดังที่รวบรวบไว้คือ

เมอริดิท (Meridith. 1962 : 3550-A) ได้ทำการศึกษาเปรียบเทียบการจัดเนื้อหาวิทยาศาสตร์สองแบบ โดยศึกษากลุ่มตัวอย่างที่เป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาจำนวน 42 คน แบ่งนักเรียนออกเป็นกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม ซึ่งทั้งสองกลุ่มต่างก็มีเพศ อายุ คะแนนความสามารถในการเรียน และคะแนนสอบครั้งแรกของการแก้ปัญหาวิทยาศาสตร์อยู่ในเกณฑ์เดียวกัน นักเรียนในกลุ่มทดลองเรียนเนื้อหาที่จัดโดยคำนึงถึงสังกัปของนักเรียน และกลุ่มควบ

คุมเรียนในเนื้อหาตามปกติ ผลจากการศึกษาพบว่ากลุ่มทดลองมีความสามารถในการแก้ปัญหาสูงกว่ากลุ่มควบคุมและความสามารถในการแก้ปัญหาวิทยาศาสตร์มีสหสัมพันธ์อย่างสูงกับความรู้ที่เกี่ยวกับข้อเท็จจริงและหลักการทางวิทยาศาสตร์

หลังจากนั้น มาฮาน (Mahan. 1963 : 1097-198-A) ได้ทำการศึกษาผลการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ จากการใช้วิธีสอนสองแบบ คือวิธีสอนแบบบรรยายประกอบการอภิปรายและวิธีสอนแบบการแก้ปัญหา กลุ่มตัวอย่างเป็นนักเรียนเกรด 9 ปรากฏว่า กลุ่มที่ได้รับการสอบแบบการแก้ปัญหาได้ผลที่เกิดขึ้น ดังนี้

1. นักเรียนชายมีความรู้เกี่ยวกับวิชาวิทยาศาสตร์มากขึ้น และสามารถนำไปใช้ในการแก้ปัญหาได้ดี

2. นักเรียนที่เรียนอ่อนมีความรู้เกี่ยวกับวิทยาศาสตร์ และมีทักษะในการแก้ปัญหามากขึ้น

3. นักเรียนมีความสนใจในวิทยาศาสตร์มากขึ้น

4. นักเรียนทั้งชายและหญิงมีความมั่นใจในการตัดสินใจและมีทัศนคติที่ดี

5. นักเรียนมีความพอใจในความเจริญงอกงามด้านความรู้ ทักษะในการแก้ปัญหาและมีความสนใจในวิชาวิทยาศาสตร์มากขึ้น โดยเฉพาะอย่างยิ่งนักเรียนชาย

จากการทดลองของมาฮานนั้นแสดงให้เห็นว่า การสอนแบบวิธีการแก้ปัญหานั้นช่วยให้นักเรียนมีความสามารถในการแก้ปัญหาได้ดีขึ้น ซึ่งสอดคล้องกับที่ จอห์น (John. 1966 : 994-995-A) ได้ศึกษาเปรียบเทียบผลการเรียนของนักเรียนเกรด 8 ที่เรียนวิชาวิทยาศาสตร์ทั่วไปจากการใช้วิธีสอนสองวิธี โดยแบ่งเป็น 2 กลุ่มๆละ 56 คน กลุ่มตัวอย่างทั้งสองกลุ่มมีความถนัดทางการเรียนและความสามารถในการอ่านพอๆกัน กลุ่มควบคุมได้รับการสอนแบบบรรยายและสาธิตให้มีส่วนร่วมในการทดลองและทำการบ้านที่ครูกำหนดให้ กลุ่มทดลองให้เรียนโดยวิธีแก้ปัญหาด้วยตัวเอง ครูเพียงแต่แจกคำแนะนำให้ ซึ่งจะแนะนำกิจกรรมหลายอย่างที่นักเรียนจะเลือกนำไปปฏิบัติแล้วก่อให้เกิดความรู้ ข้อเท็จจริงและเกิดสังกัปด้วยตนเอง ผลการทดลองปรากฏว่ากลุ่มทดลองมีความสามารถในการคิดหาเหตุผลในการแก้ปัญหาทัศนคติต่อวิชาวิทยาศาสตร์และทักษะในการเรียนดีกว่ากลุ่มควบคุม แต่กลุ่มควบคุมดีกว่ากลุ่มทดลองในด้านเนื้อหาวิชา

ผลการทดลองของมาฮานและจอห์นนั้นไม่สอดคล้องกับการทดลองของแอนเดอร์สัน (Anderson. 1969 : 3332-A) โดยที่แอนเดอร์สันได้ศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์กับภูมิหลังทางวิทยาศาสตร์ ความสามารถในการคิดหาเหตุผลและคะแนนผลสัมฤทธิ์ของนักเรียน กลุ่มตัวอย่างเป็นนักเรียนฝึกหัดครู 3 กลุ่ม กลุ่มทดลองเป็นนักเรียนที่กำลังเรียนวิธีสอนวิทยาศาสตร์ กลุ่มควบคุมเป็นนักเรียนที่จะเรียนวิธีสอนวิทยาศาสตร์ และกลุ่มที่ 3 เป็นนักเรียนใหม่กำลังจะเรียนวิชาสัมมนาวิทยาศาสตร์ทั่วไป โดยที่กลุ่มทดลองได้รับการสอนโดยวิธีแก้ปัญหาเพียงกลุ่มเดียว การทดสอบกลุ่มตัวอย่างทั้ง 3 กลุ่ม

กระทำโดยการแจกข้อความเกี่ยวกับปัญหาวิทยาศาสตร์คนละหนึ่งย่อหน้า แล้วให้นักเรียนอ่านข้อความเหล่านั้น เสร็จแล้วให้เขียนเป็นปัญหาที่เกิดขึ้นและบอกวิธีการของตนเองในการตอบปัญหานั้น โดยคำนึงถึงวิธีการแก้ปัญหาว่ามีกี่วิธี ผลจากการทดลองพบว่า ความสามารถในการแก้ปัญหาของนักเรียนกลุ่มทดลองไม่ดีขึ้น ถึงแม้จะมีประสบการณ์เพิ่มมากขึ้นก็ตาม

ในปี 1979 รัสเซล (Russel. 1979 : 1386-1387-A) ได้ศึกษาผลของการสอนแบบแก้ปัญหาที่มีต่อความสามารถด้านการนำไปใช้และการวิเคราะห์ในวิชาธรณีวิทยาของนักเรียนระดับมัธยมศึกษาตอนต้น กลุ่มทดลองได้รับการสอนโดยวิธีแก้ปัญหาเกี่ยวกับการค้นคว้า การแก้ปัญหา การอภิปรายและการทำการทดลอง ตามที่เน้นการนำไปใช้และการวิเคราะห์ กลุ่มควบคุมได้รับการสอนตามคู่มือครูโดยให้ค้นคว้า อภิปราย และทำการทดลองตามที่ระบุไว้ ผลการศึกษาพบว่า กลุ่มทดลองมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนสูงกว่ากลุ่มควบคุม โดยเฉพาะผลสัมฤทธิ์ด้านการนำไปใช้และความรู้ความจำ และพบว่าคำถามของครูมีผลโดยตรงกับความรู้ในด้านการนำไปใช้

เฮิร์น (Hearne.1990) ได้ทำการศึกษาวิจัยเกี่ยวกับเรื่องการถ่ายโยงการเรียนรู้กับสมรรถภาพในการแก้ปัญหา ซึ่งพบว่ากระบวนการเรียนการสอนที่มีการถ่ายโยงการเรียนรู้อย่างมีขั้นตอนจะช่วยในการส่งเสริมสมรรถภาพในการแก้ปัญหาของนักเรียนให้สูงขึ้น นักเรียนที่เรียนโดยบทเรียนคอมพิวเตอร์ที่มีลักษณะของการถ่ายโยงการเรียนรู้จะมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนที่สูงกว่านักเรียนที่ได้รับการสอนแบบปกติโดยการบรรยายและยังพบว่าบทเรียนที่มีขั้นตอนการถ่ายโยงการเรียนรู้ที่ซับซ้อนมากขึ้นก็จะยิ่งช่วยพัฒนาสมรรถภาพในการแก้ปัญหาของผู้เรียนให้มากขึ้นด้วย

สำหรับในประเทศไทย พิสุทธิ์ บุญเจริญ (2522 : 1-85) ได้ศึกษาเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ความสามารถในการแก้ปัญหากลุ่ม ของการสอนด้วยชุดการเรียนการสอนแบบสืบสวนสอบสวน กับการสอนตามปกติในวิชาภาษาไทย ชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการศึกษาเป็นนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 โรงเรียนบ้านละทราย อำเภอกันทรารมย์ จังหวัดศรีสะเกษ จำนวน 95 คน โดยแบ่งเป็นกลุ่มทดลอง 49 คน และกลุ่มควบคุม 46 คน ผลการศึกษาพบว่า กลุ่มที่เรียนจากชุดการเรียนการสอนแบบสืบสวนสอบสวน มีผลสัมฤทธิ์และความสามารถในการแก้ปัญหาเป็นกลุ่มสูงกว่ากลุ่มที่เรียนจากครูที่สอนตามปกติ

บุญยิ่ง วรรณศิริกุล (2540 : 1-85) ได้ศึกษาผลสัมฤทธิ์การเรียนวิชาวิทยาศาสตร์และความสามารถในการตัดสินใจของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ที่ได้รับการสอนโดยใช้แบบฝึกทักษะการแก้ปัญหาด้วยวิธีการทางวิทยาศาสตร์กับการสอนตามปกติ กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการศึกษาค้นคว้าเป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 โรงเรียนชิโนรสวิทยาลัย กรุงเทพมหานคร จำนวน 70 คน จำแนกเป็นกลุ่มทดลอง 35 คนได้รับการสอนโดยใช้แบบฝึกทักษะการแก้ปัญหาด้วยวิธีการทางวิทยาศาสตร์ และกลุ่มควบคุม 35 คนได้รับการสอนตามปกติ ผลการศึกษาพบว่า ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์และความสามารถในการตัดสินใจของนักเรียนที่ได้

รับการสอนโดยใช้แบบฝึกทักษะการแก้ปัญหาด้วยวิธีการทางวิทยาศาสตร์สูงกว่านักเรียนที่ได้รับการสอนตามปกติ และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์กับความสามารถในการตัดสินใจของนักเรียนทั้งกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม มีความสัมพันธ์กันทางบวก

จากเอกสารงานวิจัยที่เกี่ยวข้องทั้งในและต่างประเทศทำให้เห็นว่าวิธีการสอนมีผลต่อสมรรถภาพในการแก้ปัญหาของนักเรียน วิธีสอนที่ฝึกให้นักเรียนได้คิดหรือแก้ปัญหา เช่นวิธีสอนที่มีกระบวนการถ่ายโยงการเรียนรู้ วิธีสอนด้วยแบบฝึกทักษะการแก้ปัญหา หรือวิธีสอนแบบสืบสวนสอบสวนจะช่วยให้นักเรียนมีสมรรถภาพในการแก้ปัญหาสูงขึ้น และยังพบว่านักเรียนที่มีสมรรถภาพในการแก้ปัญหาสูงจะมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนสูงกว่านักเรียนที่มีสมรรถภาพในการแก้ปัญหาต่ำอีกด้วย

งานวิจัยที่เกี่ยวกับแนวการคิดแก้ปัญหา

งานวิจัยเกี่ยวกับแนวการคิดแก้ปัญหานั้น เท่าที่ผู้วิจัยค้นคว้าพบว่ามีทั้งงานวิจัยที่ทำในต่างประเทศและภายในประเทศ แต่ในประเทศนั้นงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับวิชาวิทยาศาสตร์มีน้อย จึงได้นำงานวิจัยที่เป็นวิชาคณิตศาสตร์มากล่าวรวมไว้ด้วย เพราะเป็นงานวิจัยที่มีลักษณะและวิธีการที่คล้าย ๆกัน ซึ่งรวบรวมได้ดังนี้

ฮีท (Heath. 1964 : 539-544) ได้ทำการประเมินผลวิชาฟิสิกส์ระดับมัธยมศึกษาตามโครงการการศึกษาด้านวิทยาศาสตร์-ฟิสิกส์ (Physical Science Study Committee หรือ PSSC) โดยสร้างแบบทดสอบวัดแนวการคิดแก้ปัญหาในวิชาฟิสิกส์ จำนวน 20 ข้อ แยกเป็น 4 พฤติกรรม คือ ความรู้ความจำ การนำไปใช้ การคิดค้นคว้าหาคำตอบ และหลักการพื้นฐาน ซึ่งทั้ง 4 ตัวเลือกต่างก็เป็นคำตอบที่ถูกต้อง ในโครงการทดลองนี้แบ่งเด็กออกเป็น 2 กลุ่ม คือ กลุ่มที่เรียนตามหลักสูตรของโครงการ เป็นกลุ่มทดลอง และกลุ่มที่ไม่ได้เรียนตามหลักสูตรของโครงการเป็นกลุ่มควบคุม จำนวนนักเรียนกลุ่มละ 300 คน ผลการศึกษาพบว่านักเรียนที่เรียนตามหลักสูตรของโครงการ เลือกใช้พฤติกรรมด้านหลักการพื้นฐานและการคิดค้นคว้าหาคำตอบมากกว่ากลุ่มที่ไม่ได้เรียนตามหลักสูตรของโครงการ และนักเรียนที่ไม่ได้เรียนตามหลักสูตรของโครงการ กลับเลือกใช้พฤติกรรมด้านความรู้ความจำ และการนำไปใช้มากกว่ากลุ่มที่เรียนตามหลักสูตร

ต่อมา ไรท์ (Wright. 1975 : 5180) ได้ศึกษาวิธีการคิดแก้ปัญหาของนักศึกษาในวิทยาลัย จำนวน 241 คน ที่เลือกเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ คณิตศาสตร์ และวิศวกรรมศาสตร์ โดยนำแบบทดสอบแนวการคิดแก้ปัญหาของเอ็ดวูด (Edwood.1971) มาปรับปรุงใหม่ ลักษณะของแบบทดสอบประกอบด้วยพฤติกรรมการคิดการแก้ปัญหา 3 ด้านคือ ความรู้ความจำ การนำไปใช้ และการคิดค้นคว้าหาคำตอบ ผลจากการศึกษาพบว่า ไม่มีความแตกต่างในด้านการเลือกใช้วิธีการแก้ปัญหาระหว่างนักเรียนที่เลือกเรียนวิทยาศาสตร์และคณิตศาสตร์ แต่มีความแตกต่างในด้านการเลือกใช้วิธีแก้ปัญหาระหว่างนักเรียนที่เลือกเรียนวิศวกรรมศาสตร์ วิทยา

ศาสตร์และคณิตศาสตร์ กล่าวคือ นักเรียนที่เลือกเรียนวิทยาศาสตร์ใช้วิธีการแก้ปัญหาโดยการคิดค้นคว้าหาคำตอบมากกว่านักเรียนที่เลือกเรียนทางวิศวกรรมศาสตร์อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ นักเรียนที่เลือกเรียนทางวิศวกรรมศาสตร์เลือกใช้วิธีแก้ปัญหาโดยใช้ความรู้ความจำมากกว่าการนำไปใช้ และการคิดค้นคว้าหาคำตอบ

งานวิจัยที่เกี่ยวกับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนกับแนวการคิดแก้ปัญหา

ครอส และ เกเออร์ (Cross and Gaier. 1955 : 193-206) ได้ศึกษาวิธีการแก้ปัญหาที่ส่งผลต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน โดยสร้างแบบทดสอบขึ้นฉบับหนึ่งเรียกว่า "การทดสอบโดยใช้ปัญหาที่สมดุล" (The Balance Problem Test หรือ BPT) ซึ่งแยกพฤติกรรมการแก้ปัญหาออกเป็น 2 ด้าน คือ หลักการกับข้อเท็จจริง กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ศึกษาเป็นนักเรียนระดับมัธยมศึกษาจำนวน 39 คน ผลปรากฏว่า วิธีการแก้ปัญหาโดยอาศัยหลักการมีความสัมพันธ์กับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์และคณิตศาสตร์

ฮีท (Heath. 1964 : 531-544) วิจัยพบว่า การแก้ปัญหาโดยใช้พฤติกรรมหลักการพื้นฐานและการค้นคว้าหาคำตอบของนักเรียนมีความสัมพันธ์ในทางบวกกับผลสัมฤทธิ์ในวิชาฟิสิกส์ที่เรียนตามหลักสูตรของโครงการการศึกษาด้านวิทยาศาสตร์ -ฟิสิกส์(Physical Science Study Committee หรือ PSSC) มากกว่ากลุ่มที่ไม่ได้เรียนตามหลักสูตรของโครงการการศึกษาด้านวิทยาศาสตร์-ฟิสิกส์ ส่วนนักเรียนที่เลือกใช้วิธีการแก้ปัญหาด้านความรู้ความจำและการนำไปใช้ จะมีความสัมพันธ์ในทางลบกับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาฟิสิกส์ที่เรียนตามหลักสูตรของโครงการการศึกษาด้านวิทยาศาสตร์ -ฟิสิกส์มากกว่ากลุ่มที่ไม่ได้เรียนตามหลักสูตร

เคมป้า (Kempa. 1973) ได้ทำการวิเคราะห์แนวคิดแก้ปัญหาวิชาเคมีโดยใช้แบบทดสอบวัดแนวคิดแก้ปัญหา ซึ่งแต่ละข้อจะมีพฤติกรรมแก้ปัญหา 3 ด้านคือ ความรู้ความจำหลักการ และการคิดค้นคว้าหาคำตอบ กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ศึกษาจำนวน 284 คน ผลการศึกษาพบว่า ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาเคมีสูงและต่ำ มีความสัมพันธ์กับการเลือกใช้วิธีแก้ปัญหาคนละแบบ ส่วนนักเรียนที่มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนปานกลางเลือกใช้วิธีการแก้ปัญหาไม่ค่อยแตกต่างกันมากนัก

เนเบอร์ (Nabor. 1975 : 3241-A) ได้ศึกษาเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและความสามารถในการแก้ปัญหาของนักเรียน ในระดับเกรด 5 และเกรด 6 โดยใช้แบบทดสอบ "การทดสอบความก้าวหน้าในการเรียน : ฉบับวิทยาศาสตร์" (Iowa Test of Educational Progress : Science) วัดความสามารถในการแก้ปัญหา และใช้แบบทดสอบ "การทดสอบทักษะพื้นฐาน ฉบับ 5" (Iowa Test of Basic Skill Form 5) วัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ผลการวิจัยพบว่า นักเรียนที่มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนสูง มีความสามารถในการแก้ปัญหาได้ดีกว่านักเรียนที่มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนต่ำ

สำหรับในประเทศไทย แคมป์ และสมบูรณ์ ชิตพงศ์ (Kampe and Somboon. 1975 : 1-7) ได้สร้างแบบทดสอบวัดแนวการคิดแก้ปัญหาตามแนวของ เอ็ดวูด(Edwood.1971)โดยใช้เนื้อหาวิชาวิทยาศาสตร์ทั่วไปจำนวน 30 ข้อ ได้แบ่งพฤติกรรมการแก้ปัญหาเป็น 3 พฤติกรรมด้วยกันคือ ความรู้ความจำ การนำไปใช้และการคิดค้นคว้าหาคำตอบ กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ศึกษาเป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 และชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ผลการวิจัยพบว่า นักเรียนที่ไม่ได้เรียนวิชาวิทยาศาสตร์ทั่วไปตามหลักสูตร สสวท. เลือกใช้แนวการคิดแก้ปัญหาด้านความรู้ความจำมากกว่านักเรียนที่เรียนตามหลักสูตร สสวท. และนักเรียนที่สนใจศิลปศาสตร์เลือกใช้แนวการคิดแก้ปัญหาด้านความรู้ความจำมากกว่านักเรียนที่สนใจวิทยาศาสตร์ นอกจากนี้ยังพบว่านักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 เลือกใช้แนวการคิดแก้ปัญหาด้านความรู้ความจำมากกว่านักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 จากการสังเกตพบว่าพฤติกรรมด้านการนำไปใช้นั้นเป็นพฤติกรรมที่นักเรียนเลือกใช้ในการคิดแก้ปัญหามากที่สุด

ต่อมา สมบูรณ์ ชิตพงศ์ (2519 : 1-145) ได้ทำการวิจัยเพื่อประเมินผลการใช้หลักสูตรคณิตศาสตร์ของ สสวท. การประเมินหลักสูตรในครั้งนี้ได้ศึกษาแนวการคิดแก้ปัญหาของนักเรียนด้วย โดยใช้แบบทดสอบวัดแนวการคิดแก้ปัญหาซึ่งแบ่งออกเป็น 4 พฤติกรรม คือ ความรู้ความจำเกี่ยวกับการคิดคำนวณ ความเข้าใจ การนำไปใช้ และการวิเคราะห์ กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ศึกษานั้นเป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 จำนวน 500 คน แบ่งเป็นนักเรียนที่เรียนตามหลักสูตร สสวท. 235 คน และเรียนตามหลักสูตรกระทรวงศึกษาธิการ 265 คน ผลจากการวิจัยพบว่า

1. นักเรียนที่เรียนคณิตศาสตร์ตามหลักสูตร สสวท. และหลักสูตรกระทรวงศึกษาธิการ เลือกใช้พฤติกรรมด้านความรู้ความจำเกี่ยวกับการคิดคำนวณในการแก้ปัญหาไม่แตกต่างกัน และนักเรียนชายกับนักเรียนหญิงเลือกใช้แนวการคิดแก้ปัญหาในด้านนี้ไม่แตกต่างกัน

2. นักเรียนที่เรียนคณิตศาสตร์หลักสูตร สสวท. เลือกใช้แนวคิดในการแก้ปัญหาด้านความเข้าใจมากกว่านักเรียนที่เรียนคณิตศาสตร์หลักสูตรกระทรวงศึกษาธิการ และนักเรียนชายกับนักเรียนหญิงเลือกใช้แนวการคิดแก้ปัญหาในด้านนี้ไม่แตกต่างกัน

3. นักเรียนที่เรียนคณิตศาสตร์หลักสูตรกระทรวงศึกษาธิการ เลือกใช้แนวคิดในการแก้ปัญหาด้านการนำไปใช้สูงกว่านักเรียนที่เรียนคณิตศาสตร์หลักสูตร สสวท. และนักเรียนชายกับนักเรียนหญิงเลือกใช้แนวการคิดแก้ปัญหาด้านการนำไปใช้นี้ไม่แตกต่างกัน

4. นักเรียนที่เรียนคณิตศาสตร์หลักสูตร สสวท. เลือกใช้แนวการคิดแก้ปัญหาด้านการวิเคราะห์สูงกว่านักเรียนที่เรียนคณิตศาสตร์หลักสูตรกระทรวงศึกษาธิการ และนักเรียนชายกับนักเรียนหญิงเลือกใช้แนวการคิดแก้ปัญหาด้านการคิดวิเคราะห์แตกต่างกัน โดยที่นักเรียนชายเลือกใช้แนวการคิดแก้ปัญหาด้านการวิเคราะห์สูงกว่านักเรียนหญิง

อนันต์ จันทรกวี (2521 : 1-37) ได้ศึกษาแนวการคิดแก้ปัญหากับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 โดยใช้แบบทดสอบของสมบูรณ์ ชิต

พงศ์ ซึ่งแยกพฤติกรรมการคิดแก้ปัญหาออกเป็น 4 ด้าน คือความรู้ความจำเกี่ยวกับการคำนวณ ความเข้าใจ การนำไปใช้และการวิเคราะห์ กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ศึกษาเป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 กำลังเรียนอยู่ในโรงเรียนวัดมกุฎกษัตริย์ โรงเรียนสตรีมหาพฤฒาราม และโรงเรียนบางกะปิ จำนวนทั้งหมด 225 คน ผลการศึกษาพบว่า

1. นักเรียนชายเลือกใช้แนวการคิดแก้ปัญหาด้านการวิเคราะห์สูงที่สุด ส่วนนักเรียนหญิงเลือกใช้ด้านความรู้ความจำสูงที่สุด และทั้งสองเพศเลือกใช้แนวการคิดแก้ปัญหาด้านการนำไปใช้ต่ำสุด

2. นักเรียนชายและนักเรียนหญิงมีแนวการคิดแก้ปัญหาด้านความรู้ความจำ ความเข้าใจ การนำไปใช้ ไม่แตกต่างกัน ส่วนด้านการวิเคราะห์นั้นนักเรียนชายเลือกใช้มากกว่านักเรียนหญิง

สมศักดิ์ สินธุระเวชญ์ (2521 : 1-57) ได้ศึกษาการเลือกใช้วิธีแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 4 ที่เรียนตามหลักสูตร สสวท. โดยใช้แบบทดสอบวัดแนวการคิดแก้ปัญหาซึ่งแยกเป็น 3 พฤติกรรมคือ ความรู้ความจำเกี่ยวกับการคิดคำนวณ ความเข้าใจ และการนำไปใช้ จำนวน 30 ข้อ กลุ่มตัวอย่างเป็นนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 4 ที่เรียนอยู่ในโรงเรียนโครงการทดลองหลักสูตรคณิตศาสตร์ สสวท. จำนวน 371 คน ผลการวิจัยพบว่า

1. นักเรียนที่เรียนตามหลักสูตรคณิตศาสตร์ของ สสวท. เลือกใช้วิธีการแก้ปัญหาทางด้านความรู้ความจำเกี่ยวกับการคิดคำนวณ ความเข้าใจ และการนำไปใช้ แตกต่างกัน โดยเลือกใช้วิธีการแก้ปัญหาด้านความรู้ความจำเกี่ยวกับการคิดคำนวณสูงสุด รองลงมาคือด้านความเข้าใจและด้านการนำไปใช้ตามลำดับ

2. นักเรียนที่มีความถนัดทางด้านคณิตศาสตร์สูงและต่ำ เลือกใช้พฤติกรรมในการแก้ปัญหาแตกต่างกัน

3. นักเรียนที่มีทัศนคติต่อวิชาคณิตศาสตร์ต่างกันเลือกใช้พฤติกรรมในการแก้ปัญหาแตกต่างกัน

โยธิน ศรีโสภา (2524 : 1-66) ได้ศึกษาการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ที่เรียนตามหลักสูตรวิทยาศาสตร์ พุทธศักราช 2521 โดยใช้แบบทดสอบแนวการคิดแก้ปัญหาซึ่งแยกเป็น 3 พฤติกรรมคือ ความรู้ความจำ การนำไปใช้ และการคิดค้นคว้าหาคำตอบ และในการวิจัยยังได้ใช้แบบทดสอบอื่นทดสอบด้วยอีก 3 ฉบับ คือ แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ แบบทดสอบวัดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ และแบบทดสอบวัดทัศนคติเชิงวิทยาศาสตร์ กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ศึกษาเป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ของโรงเรียนมัธยมศึกษา สังกัดกรมสามัญศึกษา ในเขตอำเภอเมือง จังหวัดตาก จำนวน 272 คน ผลการศึกษาพบว่า

1. นักเรียนที่เรียนวิทยาศาสตร์ตามหลักสูตร พุทธศักราช 2521 เลือกใช้แนวการคิดแก้ปัญหาด้านการนำไปใช้มากที่สุด รองลงมาคือด้านความรู้ความจำ และด้านการคิดค้นคว้าหาคำตอบ ตามลำดับ

2. นักเรียนกลุ่มที่มีทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์สูงและต่ำ เลือกใช้แนวการคิดแก้ปัญหาไม่แตกต่างกัน

3. นักเรียนกลุ่มที่มีทัศนคติเชิงวิทยาศาสตร์สูงและต่ำ เลือกใช้แนวการคิดแก้ปัญหาด้านความรู้ความจำไม่แตกต่างกัน และนักเรียนที่มีทัศนคติเชิงวิทยาศาสตร์สูงเลือกใช้แนวการคิดแก้ปัญหาด้านการนำไปใช้และด้านการคิดค้นคว้าหาคำตอบมากกว่ากลุ่มที่มีทัศนคติเชิงวิทยาศาสตร์ต่ำ

4. การเลือกใช้แนวการคิดแก้ปัญหาด้านความรู้ความจำ ด้านการนำไปใช้ และด้านการคิดค้นคว้าหาคำตอบ ไม่มีความสัมพันธ์กับทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ส่วนการเลือกใช้แนวการคิดแก้ปัญหาด้านความรู้ความจำและด้านการคิดค้นหาคำตอบ ไม่มีความสัมพันธ์กับทัศนคติเชิงวิทยาศาสตร์ แต่ด้านการนำไปใช้มีความสัมพันธ์ในทางบวกกับทัศนคติเชิงวิทยาศาสตร์

วรรณดี วรรณศิลป์ (2522 : 1-36) ได้ศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างความสามารถในการแก้ปัญหา และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการศึกษาครั้งนี้เป็นนักเรียนโรงเรียนในสังกัดกรมสามัญศึกษา ในเขตกรุงเทพมหานคร จำนวน 3 โรงเรียน คือ วัดสุทธิวราราม สายน้ำผึ้ง หอวัง จำนวนทั้งหมด 310 คน ผลการศึกษาพบว่า

1. ความสามารถในการแก้ปัญหามีความสัมพันธ์กับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

2. นักเรียนที่มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนเฉลี่ยตลอดทั้งภาคเรียนสูง และต่ำ มีความสามารถในการแก้ปัญหาแตกต่างกัน

โยธิน ศรีโสภา (2524 : 1-72) ได้ศึกษาการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ที่เรียนตามหลักสูตรวิทยาศาสตร์ พุทธศักราช 2521 ผลการวิจัยพบว่า

1. นักเรียนกลุ่มที่มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์สูงและต่ำเลือกใช้แนวการคิดแก้ปัญหาไม่แตกต่างกัน

2. การเลือกใช้แนวการคิดแก้ปัญหาด้านความรู้ความจำ ด้านการนำไปใช้ และด้านการคิดค้นหาคำตอบ ไม่มีความสัมพันธ์กับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์

งานวิจัยทั้งภายในประเทศและต่างประเทศเกี่ยวกับความสัมพันธ์ระหว่างผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนกับแนวการคิดแก้ปัญหาเท่าที่ค้นคว้ามาได้ พบว่ามีทั้งที่มีความสัมพันธ์กันและไม่มีความสัมพันธ์กัน ส่วนที่มีความสัมพันธ์กันก็มีทั้งทางบวกและทางลบ แต่แนวโน้มงานวิจัยที่พบส่วนใหญ่แล้วมีความสัมพันธ์ระหว่างแนวการคิดแก้ปัญหากับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนเป็นไปในทางบวก

งานวิจัยที่เกี่ยวกับการแก้ปัญหากับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

นิลอุบล ดาวเรือง (2535 : 89) ได้ศึกษาปฏิสัมพันธ์ระหว่างความสามารถด้านทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์กับวิธีสอนที่มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 กลุ่มตัวอย่างเป็นนักเรียนชั้นประถมปีที่ 5 ภาคเรียนที่ 3 ปีการศึกษา 2533 ของโรงเรียนบ้านท่ามะกา อำเภอท่ามะกา จังหวัดกาญจนบุรี ผลการศึกษาพบว่า ไม่พบปฏิสัมพันธ์ระหว่างความสามารถด้านทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์กับวิธีสอนที่มีต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ และความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนที่ได้รับการสอนโดยใช้แบบฝึกการแก้ปัญหาสูงกว่านักเรียนที่ได้รับการสอนโดยใช้การอภิปรายแก้ปัญหา

บุษยาณี ปูชิตากร (2533 : 94) ได้ทำการศึกษาเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 โดยให้กลุ่มทดลองใช้แบบฝึกการตั้งสมมติฐานและออกแบบการทดลอง ส่วนกลุ่มควบคุมสอนตามคู่มือครู พบว่า ความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุมแตกต่างกัน

งานวิจัยที่เกี่ยวกับความคิดขั้นสูง

งานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ในประเทศ

วรรณรักษ์ ชัยชาญกุล (2526 : 67-68) ได้ศึกษาความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ โดยใช้แบบฝึกที่ให้เสรีภาพในการหาคำตอบที่มีการประเมินผลกับไม่มีการประเมินผล กลุ่มตัวอย่างเป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 จำนวน 60 คน แบ่งเป็นกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุมกลุ่มละ 30 คน ในการทดลองทั้งสองกลุ่มใช้แบบฝึกความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ชุดเดียวกัน โดยกลุ่มทดลองไม่มีการประเมินผล แต่กลุ่มควบคุมจะได้รับการประเมินผลทุกครั้งของการฝึกและบันทึกคะแนนไว้ หลังจากฝึกครบ 15 ครั้ง ทำการทดสอบทั้งสองกลุ่มด้วยแบบทดสอบความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์พบว่า ความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ของทั้งสองกลุ่มไม่แตกต่างกัน

ก่อศักดิ์ ศรีน้อย (2527 : 50-52) ได้ศึกษารูปแบบการพัฒนาความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ด้วยการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ โดยมีการฝึกแบบระดมพลังสมองและแบบฝึกรายบุคคลของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ผลการศึกษาพบว่า ความคิดสร้างสรรค์ของทั้งสองกลุ่มไม่แตกต่างกัน

ประดิษฐ์ สนั่นเอื้อ (2527 : 66) ได้ศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นผสมกับความคิดสร้างสรรค์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ผลการศึกษา

พบว่า ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นผสมกับความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์มีความสัมพันธ์กัน

พรรณนา หิมารัตน์ (2527 : 47-51) ได้ศึกษาเปรียบเทียบความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ในการทำกิจกรรมชุมนุมวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ที่ทำโครงงานวิทยาศาสตร์ อุปกรณ์วิทยาศาสตร์และที่เรียนตามชุดการเรียน กลุ่มตัวอย่างจำนวน 90 คน แบ่งเป็นกลุ่ม กลุ่มละ 30 คน โดยกลุ่มที่ 1 ศึกษาชุดการเรียนเพื่อนำไปสู่การทำโครงงานวิทยาศาสตร์ กลุ่มที่ 2 ศึกษาชุดการเรียนเพื่อนำไปสู่การทำอุปกรณ์ กลุ่มที่ 3 ศึกษาเฉพาะชุดการเรียนของกลุ่มที่ 1 และกลุ่มที่ 2 ผลการศึกษาพบว่ากลุ่มที่ทำโครงงานและอุปกรณ์วิทยาศาสตร์มีความคิดสร้างสรรค์สูงกว่ากลุ่มที่ศึกษาจากชุดการเรียนอย่างเดียว

ธวัชชัย เขียนประสิทธิ์ (2528 : 56) ได้ศึกษาความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์โดยใช้ชุดการเรียนด้วยตนเองและการสอนตามคู่มือครู ผลการวิจัยปรากฏว่า คะแนนเฉลี่ยของความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ของกลุ่มที่เรียนโดยใช้ชุดการเรียนด้วยตนเอง มีความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์แตกต่างและสูงกว่านักเรียนที่เรียนโดยการสอนตามคู่มือครู

งานวิจัยเกี่ยวกับความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ในต่างประเทศ

เรด (Reid)(สุวิมล ชอบทำกิจ. 2522 : 26 ; อ้างอิงจาก Reid. 1773) ได้ศึกษาผลการสอน 2 แบบคือ การสอนโดยให้รายละเอียดโดยตรง (Direct detailed) กับการสอนแบบแนะนำให้เกิดการค้นพบด้วยตนเอง (Direct discovery) ใช้แบบทดสอบความคิดสร้างสรรค์ของทอแรนซ์ ผลการวิจัยพบว่า นักเรียนที่เรียนโดยการสอนแบบแนะนำให้เกิดการค้นพบด้วยตนเองจะมีความสามารถเพิ่มขึ้นทั้งในทางความคล่องในการคิดความยืดหยุ่นในการคิดและความคิดริเริ่ม โดยทำคะแนนได้ดีกว่านักเรียนกลุ่มที่ได้รับการสอนโดยให้รายละเอียดโดยตรง

พีนิคก์ (Penick. 1976 : 307-314) ได้ทำการวิจัยเรื่องผลของการสอน 2 แบบที่มีต่อความคิดสร้างสรรค์ของนักเรียนเกรด 5 แบบที่ 1 การสอนโดยให้นักเรียนเป็นผู้ทำกิจกรรมต่าง ๆด้วยตนเอง (Student Structured Learning in Science – SSLS) และแบบที่ 2 การสอนโดยครูเป็นผู้กำหนดกิจกรรมแก่นักเรียน (Teacher Structured Learning in Science – TSLS) ผลปรากฏว่า กลุ่มที่สอนโดย SSLS และ TSLS ไม่มีความแตกต่างกันในเรื่องความคิดสร้างสรรค์ทางภาษา (Verbal creativity) ส่วนในเรื่องความคิดสร้างสรรค์ทางด้านรูปภาพ (Figural creativity) พบว่า กลุ่มที่สอนโดย SSLS มีคะแนนสูงกว่ากลุ่มที่สอนโดย TSLS

บิลล์ (Bills. 1976 : 417-421) ได้ศึกษาพัฒนาการของความคิดสร้างสรรค์โดยใช้วิธีสืบเสาะหาความรู้ กลุ่มตัวอย่างเป็นนักเรียนที่เรียนวิชาวิทยาศาสตร์ทั่วไปเกรด 5 จำนวน 333 คน แบ่งเป็นกลุ่มทดลอง 142 คน เป็นชาย 68 คน หญิง 74 คน กลุ่มควบคุม 191 คน เป็นชาย 95 คน เป็นหญิง 96 คน ใช้ครู 6 คน กลุ่มตัวอย่างเป็นกลุ่มที่สติปัญญาสูง ปานกลาง ต่ำ โดยใช้คะแนนจากแบบทดสอบสติปัญญาทดสอบก่อนและหลังการสอนด้วยแบบทดสอบความคิด

สร้างสรรค์ ตัวแปรที่ควบคุมคือ เพศ, เกณฑ์ภาคเชาว์ปัญญา. และผลการปฏิสัมพันธ์ระหว่างเพศและวิธีสอน ผลการวิจัยปรากฏว่านักเรียนหญิงจากกลุ่มทดลองมีพัฒนาการของความคิดสร้างสรรค์ด้านความคิดริเริ่มสูงขึ้นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ และนักเรียนหญิงที่สติปัญญาสูงทำคะแนนด้านความคล่องในการแสดงออก (Expressional Fluency) เพิ่มขึ้น

งานวิจัยเกี่ยวกับทักษะในการสื่อสาร

จากการศึกษาค้นคว้างานวิจัยเกี่ยวกับทักษะในการสื่อสารในส่วนที่เกี่ยวข้องกับการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์หรือเกี่ยวข้องกับด้านคอมพิวเตอร์ช่วยสอน พบน้อยมาก ส่วนมากจะกล่าวถึงทักษะในการสื่อสารในส่วนที่เกี่ยวข้องกับด้านภาษา สังคมและวัฒนธรรมเสียเป็นส่วนใหญ่ งานวิจัยที่พบที่เกี่ยวข้องกับการวิจัยในครั้งนี้ มีดังต่อไปนี้ คือ

สุวพร พันธุ์สุภา (2539) ได้ทำการวิจัยเพื่อศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างทักษะทางการเขียนภาษาไทยกับประสิทธิภาพการสื่อสาร ในนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 ซึ่งพบว่า ทักษะทางการเขียนภาษาไทยกับประสิทธิภาพการสื่อสารมีความสัมพันธ์กันในเชิงบวก

เฮย์ (Hayes. 1997) ได้ทำการศึกษาวิจัยโดยใช้คอมพิวเตอร์ช่วยสอนช่วยฝึกทักษะในการสื่อสารของนักเรียนในลักษณะของการให้คำแนะนำ ซึ่งผลการศึกษาวิจัยพบว่าคอมพิวเตอร์ช่วยสอนสามารถใช้ช่วยในการฝึกทักษะในการสื่อสารของนักเรียนได้ดีมีผลแตกต่างจากกลุ่มที่ไม่ได้ฝึกทักษะและยังพบว่าได้ผลไม่แตกต่างจากการสอนฝึกทักษะในการสื่อสารโดยครูผู้สอนเอง

จากเอกสารงานวิจัยที่พบสรุปได้ว่า ทักษะในการสื่อสารนั้นมีความสัมพันธ์กับทักษะในการเขียนภาษาและทักษะในการสื่อสารนั้นสามารถใช้คอมพิวเตอร์ช่วยสอนฝึกทักษะได้ ทักษะในการสื่อสารนี้เป็นสมรรถภาพหนึ่งของสมรรถภาพที่พึงประสงค์ในวิชาวิทยาศาสตร์ซึ่งสถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีจัดเป็นความสามารถพิเศษ ซึ่งมีความจำเป็นที่จะต้องพัฒนาความสามารถนี้ให้กับนักเรียนด้วย

สมมติฐานการวิจัย

1. นักเรียนที่เรียนปฏิบัติการชีววิทยา โดยใช้ฐานข้อมูลการเรียนรู้แบบมัลติมีเดียประกอบ กับนักเรียนที่เรียนปฏิบัติการชีววิทยา โดยไม่ใช้ฐานข้อมูลการเรียนรู้แบบมัลติมีเดียประกอบ มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนด้านสมรรถภาพในการแก้ปัญหา สมรรถภาพความคิดขั้นสูงด้านความคิดสร้างสรรค์และสมรรถภาพด้านทักษะในการสื่อสาร แตกต่างกัน

2. นักเรียนกลุ่มบนกับกลุ่มล่างที่เรียนปฏิบัติการชีววิทยา โดยใช้ฐานข้อมูลการเรียนรู้แบบมัลติมีเดียประกอบ มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนด้านสมรรถภาพในการแก้ปัญหา สมรรถภาพความคิดขั้นสูงด้านความคิดสร้างสรรค์ และสมรรถภาพด้านทักษะในการสื่อสาร แตกต่างกัน

บทที่ 3
วิธีดำเนินการวิจัย

การวิจัยครั้งนี้เป็นการวิจัยและพัฒนานวัตกรรมฐานข้อมูลการเรียนรู้แบบมัลติมีเดีย วิชาชีววิทยา (ว 042) เพื่อนำมาใช้ประกอบการเรียนปฏิบัติการชีววิทยาสำหรับนักเรียนในระดับมัธยมศึกษาตอนปลาย ผู้วิจัยได้แบ่งการดำเนินการเป็น 2 ขั้นตอนใหญ่ๆ ตามลำดับคือ

1. ขั้นสร้างฐานข้อมูลการเรียนรู้แบบมัลติมีเดียวิชาชีววิทยา (ว 042)
2. ขั้นใช้ฐานข้อมูลการเรียนรู้แบบมัลติมีเดียวิชาชีววิทยา (ว 042)

1. ขั้นสร้างฐานข้อมูลการเรียนรู้แบบมัลติมีเดียวิชาชีววิทยา (ว 042)

ในขั้นของการสร้างฐานข้อมูลการเรียนรู้แบบมัลติมีเดีย ผู้วิจัยได้ดำเนินการตามขั้นตอนย่อย ต่างๆดังต่อไปนี้

1.1 การออกแบบฐานข้อมูลการเรียนรู้แบบมัลติมีเดีย

1.2 การสร้างและพัฒนาฐานข้อมูลการเรียนรู้แบบมัลติมีเดีย

1.3 การตรวจสอบ ประเมิน และแก้ไขฐานข้อมูลการเรียนรู้แบบมัลติมีเดีย

1.3.1 การทดสอบแบบเดี่ยว*

1.3.2 การทดสอบแบบกลุ่มเล็ก*

1.3.3 การทดสอบแบบกลุ่มใหญ่*

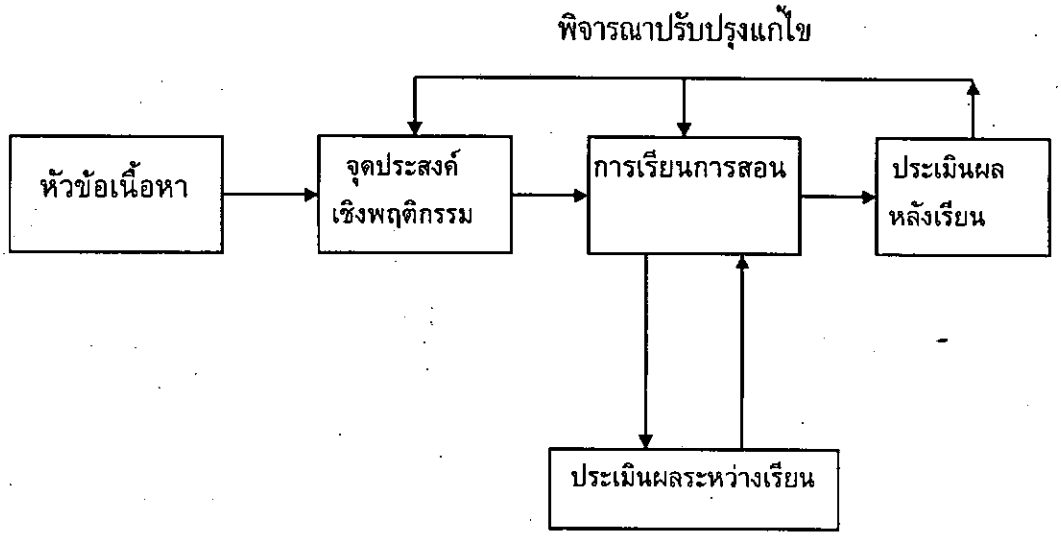
ในแต่ละขั้นตอนย่อยมีรายละเอียดดังต่อไปนี้

1.1 การออกแบบฐานข้อมูลการเรียนรู้แบบมัลติมีเดีย

ในการออกแบบบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน (Computer Assisted Instruction) เพื่อใช้เป็นฐานข้อมูลการเรียนรู้นั้นต้องใช้แนวคิดกระบวนการทางจิตวิทยาเชิงพุทธิปัญญา (Cognitive psychology) ซึ่งเป็นจิตวิทยาที่เน้นกระบวนการคิดและใช้วิธีการวิเคราะห์การเรียนรู้ข่าวสารของมนุษย์ โดยศึกษาระบบการเรียนการสอน(Instructional system) ร่วมด้วย ซึ่งสามารถออกแบบระบบพื้นฐานในการเรียนการสอนได้ตามแผนภาพดังนี้

---

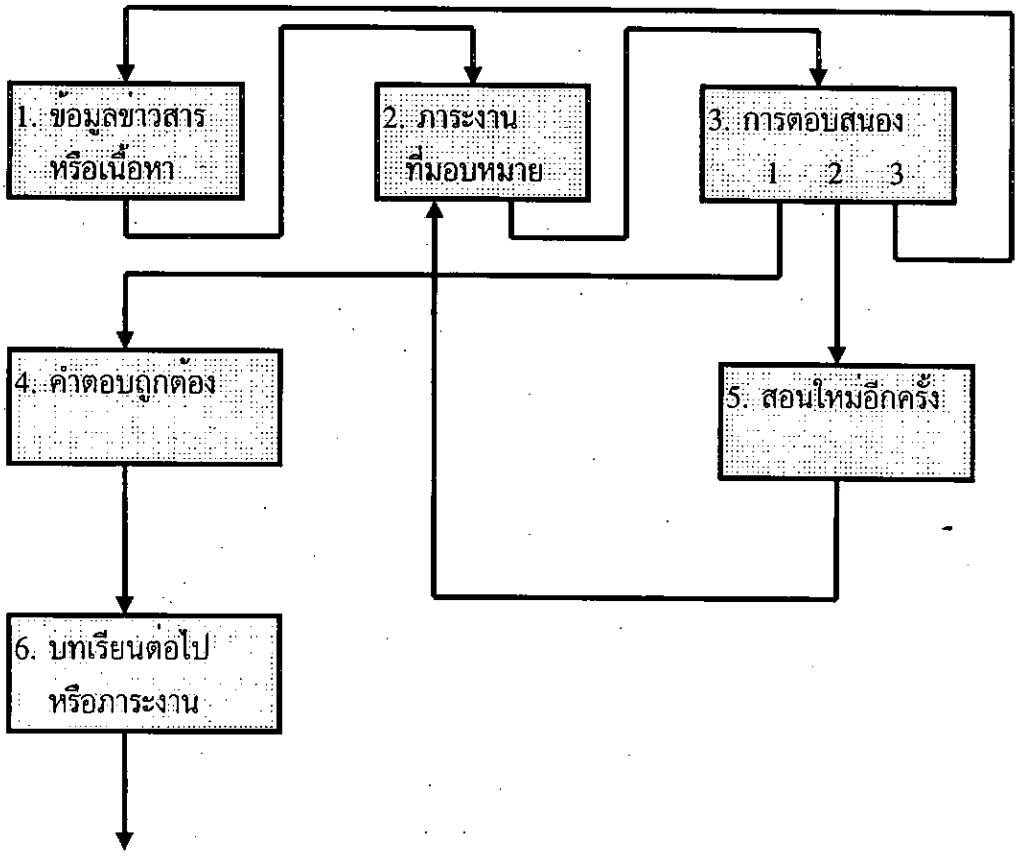
* Reynolds. 1995 : 94-97



ภาพประกอบ 3-1 แสดงการออกแบบพื้นฐานในการเรียนการสอน

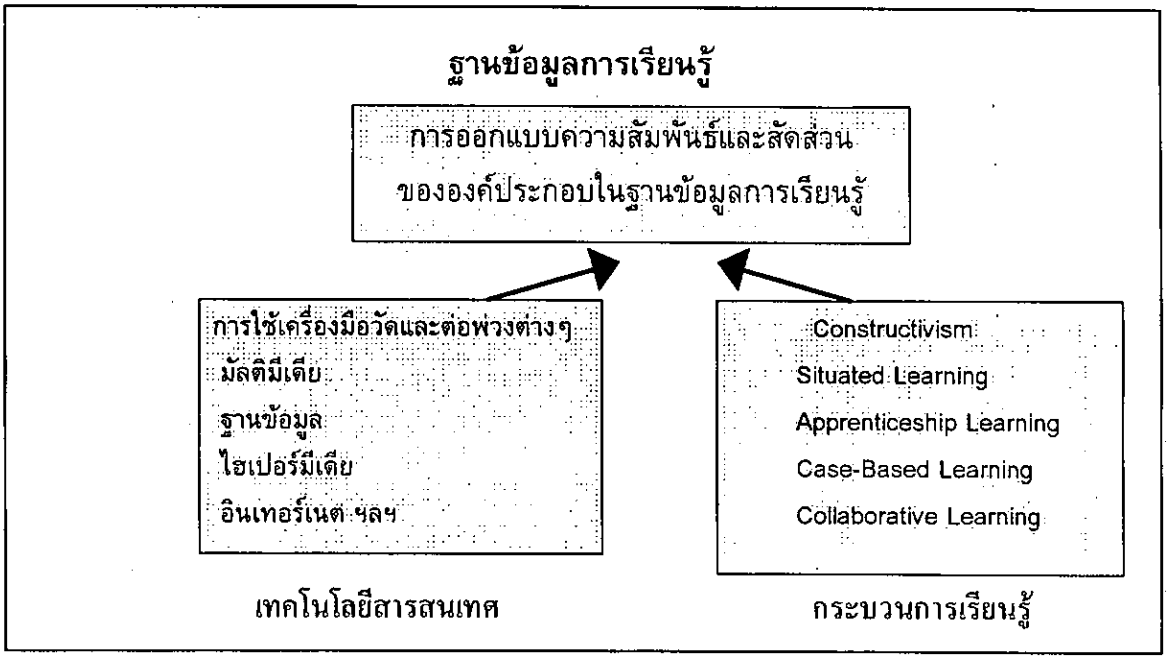
สำหรับยุทธวิธีที่ใช้ในการออกแบบฐานข้อมูลการเรียนรู้ (Computer Based Learning) นี้จะใช้แบบเรียนแบบปฏิสัมพันธ์เน้นการเรียนเป็นรายบุคคล(Individual learning) ซึ่งจะอาศัยคุณลักษณะแนวคิดกระบวนการทางจิตวิทยาเชิงพุทธิปัญญาบนคอมพิวเตอร์ การพัฒนาบทเรียนเพื่อเรียนเป็นรายบุคคลจะประสบผลสำเร็จสูงมากถ้าใช้เครื่องคอมพิวเตอร์เป็นสื่อหลักในการออกแบบ นอกจากนั้นยังสามารถพัฒนาบทเรียนให้ตื่นเต้นและน่าสนใจระหว่างเรียนได้ (Hunnafin and Peck. 1988 : 78)

จากการศึกษาระบบการเรียนการสอนของฮันเนฟินและเพ็ค(Hunnafin and Peck. 1988) ของเลชิน,พอลลอค และรีจ(Leshin , Pollock and Reigeluth.1992) และของ กาเย่ , บริคและแวเกอร์ (Gagne , Briggs and Wager. 1988) บนพื้นฐานทฤษฎีทางจิตวิทยาเชิงพุทธิปัญญาจึงทำให้สามารถออกแบบ แนวคิดพื้นฐานในการเรียนการสอนแบบฐานข้อมูลการเรียนรู้ ซึ่งแสดงเป็นแผนภาพได้ดังนี้

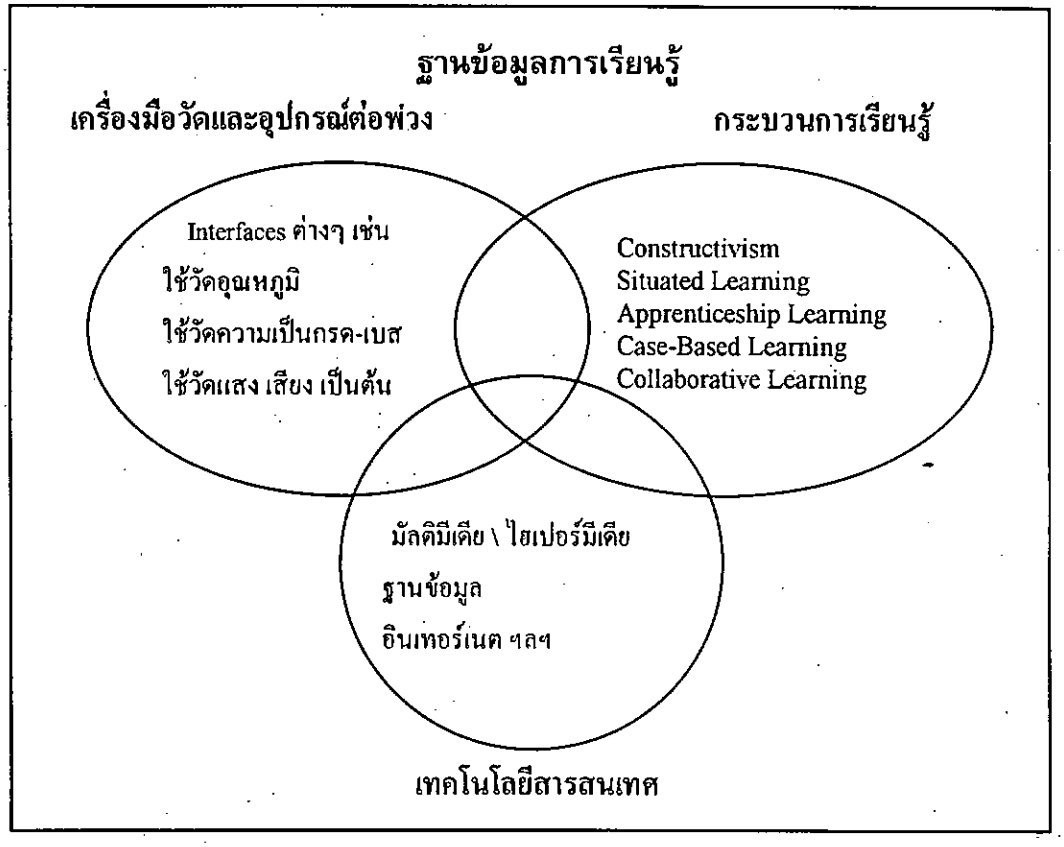


ภาพประกอบ 3-2 แสดงแนวคิดที่ใช้ในการออกแบบโปรแกรมฐานข้อมูลการเรียนรู้

ในการออกแบบโปรแกรมนั้นต้องให้มีการผสมผสานกันระหว่างกระบวนการเรียนรู้กับเทคโนโลยีสารสนเทศด้วยจึงจะได้ผลดี การออกแบบโปรแกรมโดยนัยดังกล่าวแสดงได้ดังภาพประกอบ 3-3 และ 3-4 ดังต่อไปนี้

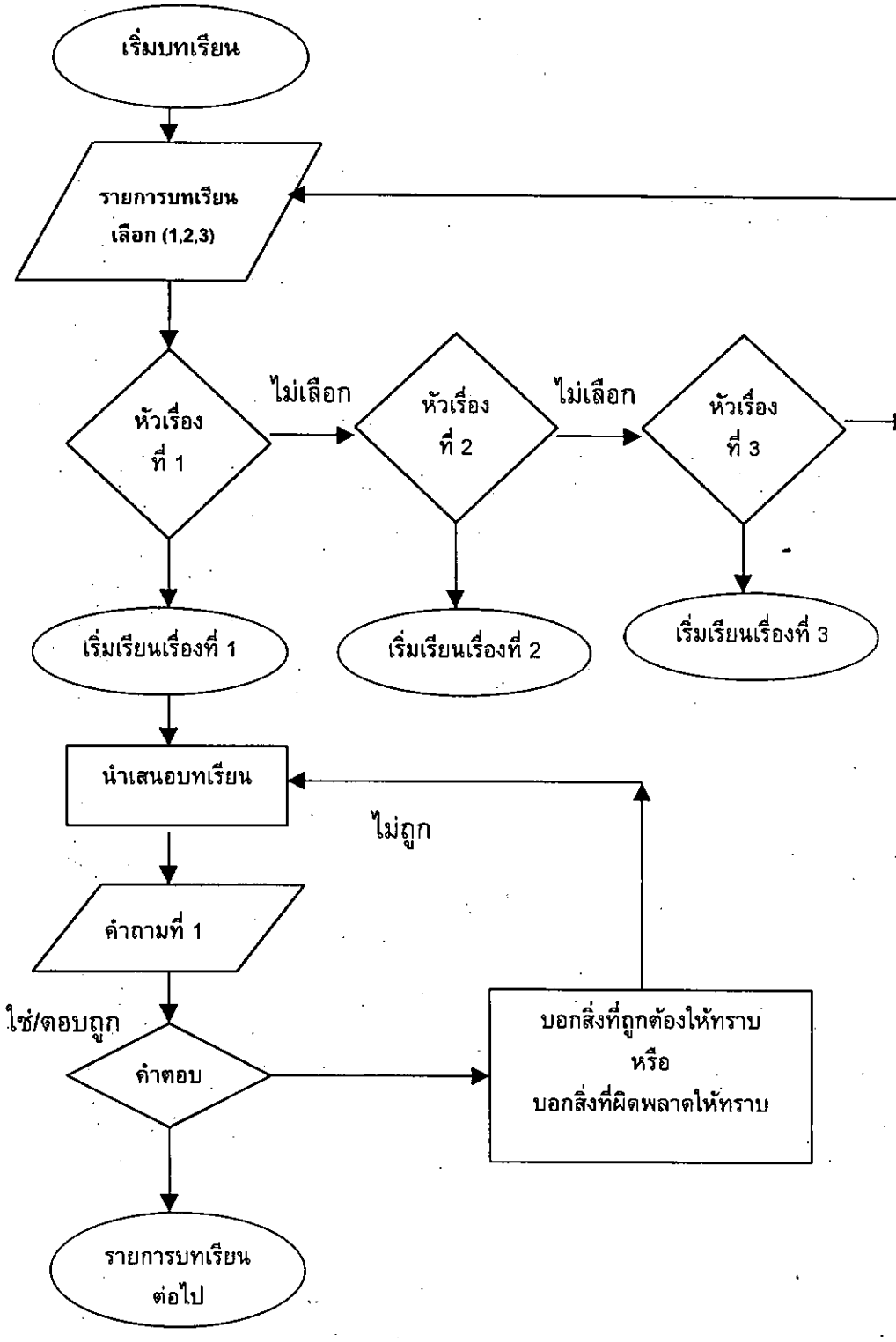


ภาพประกอบ 3-3 แสดงการผสมผสานระหว่างกระบวนการเรียนรู้ และ เทคโนโลยีสารสนเทศ



ภาพประกอบ3- 4 แสดงความสัมพันธ์ระหว่างกระบวนการเรียนรู้ อุปกรณ์วัดและต่อพ่วงต่างๆ และเทคโนโลยีสารสนเทศ

ในการออกแบบบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนนั้นมีหลายแนวคิด แนวคิดหนึ่งที่รู้จักกันดี คือบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนตามแนวคิดของฮันเนฟินและเพ็ค(Hunnafin and Peck.1988) ซึ่งมีการออกแบบบทเรียนดังนี้



ภาพประกอบ 3-5 แสดงแนวคิดการออกแบบบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน

จากแนวคิดดังกล่าวผู้วิจัยได้นำองค์ประกอบต่าง ๆของกระบวนการเรียนรู้ และเทคโนโลยีสารสนเทศ มาสร้างฐานข้อมูลการเรียนรู้แบบมัลติมีเดียวิชาชีววิทยา (ว 042) โดยมีจุดมุ่งหมายเพื่อที่จะใช้เป็นฐานข้อมูลการเรียนรู้แบบมัลติมีเดียสำหรับใช้ประกอบการสอน

ปฏิบัติการชีววิทยา เรียนเสริม ซ่อมเสริม ใช้เป็นฐานข้อมูลเพื่อการศึกษาค้นคว้าและสืบค้นข้อมูลในอินเทอร์เนต(internet) ซึ่งมีองค์ประกอบ 3 ส่วนใหญ่ๆดังนี้

1. คอมพิวเตอร์ช่วยสอน (CAI) : **ส่วนปฏิบัติการ**

ส่วนปฏิบัติการประกอบด้วยบทปฏิบัติการชีววิทยา (ว042) จำนวน 8 บทปฏิบัติการ ดังนี้คือ

1.1 บทปฏิบัติการที่ 3 การศึกษาการทำงานของตัวยับยั้งเอนไซม์

1.2 บทปฏิบัติการที่ 4 การหายใจแบบไม่ใช้ออกซิเจน

1.3 บทปฏิบัติการที่ 7 การวัดอัตราการหายใจ

1.4 บทปฏิบัติการที่ 8 การศึกษาโครงสร้างปอด

1.5 บทปฏิบัติการที่ 11 การศึกษาโครงสร้างใบพืช

1.6 บทปฏิบัติการที่ 12 การสังเคราะห์ด้วยแสง

1.7 บทปฏิบัติการที่ 15 การศึกษาโครงสร้างของเซลล์คุม

1.8 บทปฏิบัติการที่ 16 การศึกษาการคายน้ำของพืช

นอกจากนั้นในส่วนปฏิบัติการยังประกอบด้วย แบบฝึกการแก้ปัญหา แบบฝึกความคิดขั้นสูง แบบฝึกทักษะการสื่อสารด้านการเขียนรายงาน บทเรียนซ่อมเสริม

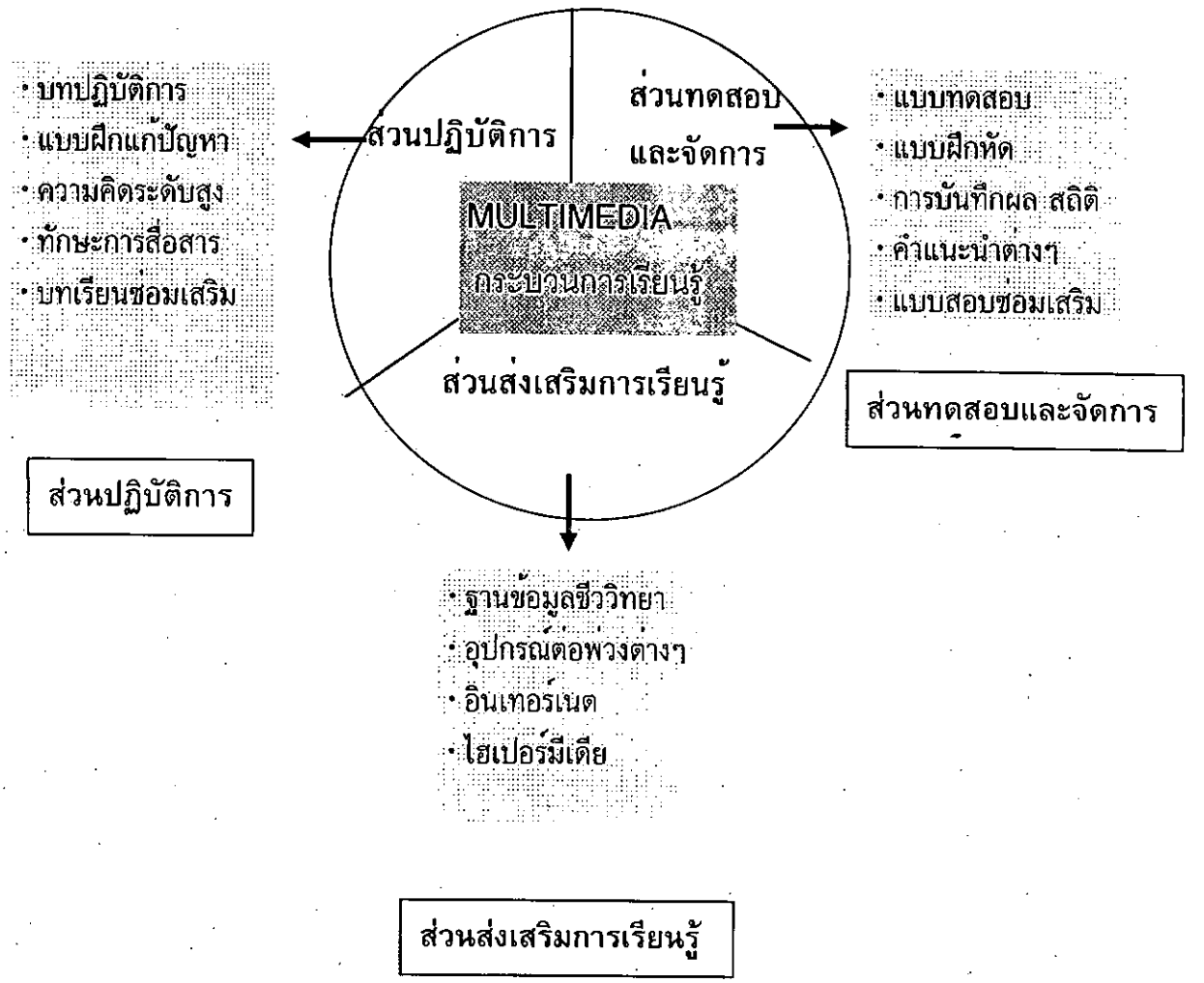
2. คอมพิวเตอร์จัดการการสอน (CMI) : **ส่วนทดสอบและจัดการ**

ส่วนคอมพิวเตอร์จัดการการสอน ประกอบด้วยแบบทดสอบ แบบฝึกหัด การบันทึกผลสถิติต่างๆ คำแนะนำ แบบสอบซ่อมเสริม

3. คอมพิวเตอร์สนับสนุนการเรียนรู้ (CSLR) : **ส่วนส่งเสริมการเรียนรู้**

ส่วนคอมพิวเตอร์สนับสนุนการเรียนรู้ ประกอบด้วยฐานข้อมูลชีววิทยา อุปกรณ์ต่อพ่วงต่างๆ เช่น เครื่องพิมพ์ ลำโพงเสียง ระบบมัลติมีเดีย Hypermedia อินเทอร์เนต

ความสัมพันธ์ระหว่างคอมพิวเตอร์ช่วยสอน(CAI) : ส่วนปฏิบัติการ คอมพิวเตอร์จัดการการสอน (CMI) : ส่วนทดสอบและจัดการ และคอมพิวเตอร์สนับสนุนการเรียนรู้ (CSLR) : ส่วนส่งเสริมการเรียนรู้ แสดงเป็นแผนภาพได้ดังนี้



ภาพประกอบ 3- 6 แสดงโครงสร้างของฐานข้อมูลการเรียนรู้ชีววิทยา (ว 042) ที่ผู้วิจัยออกแบบ

1.2 การสร้างและพัฒนาฐานข้อมูลการเรียนรู้แบบมัลติมีเดีย

ในการสร้างและพัฒนาฐานข้อมูลการเรียนรู้แบบมัลติมีเดียสำหรับการวิจัยนี้ ใช้เครื่องมือดังนี้

1.2.1 คอมพิวเตอร์ฮาร์ดแวร์ (Computer hardware) มีคุณลักษณะดังนี้

1) หน่วยประมวลผลกลาง (Central Processing Unit : CPU) รุ่น 80686 เพียนเทียมทู (Pentium II) ความเร็ว 266 MHz

2) หน่วยความจำชั่วคราว (Read Access Memory หรือ RAM) มีขนาด 64 MB (Mega-bytes)

3) ฮาร์ดดิสก์ (Harddisk) มีความจุ 3.2 GB (Giga-bytes)

4) เครื่องอ่านซีดีรอม ความเร็ว 36 X

5) เครื่องเขียนซีดี (CD –Writer) ความเร็ว 4X
6) การ์ดเสียง พร้อมลำโพงเสียงและไมโครโฟน
7) โมเด็ม ความเร็ว 28.8 BPS (bit per second)
8) สแกนเนอร์สี แบบตั้งโต๊ะ ขนาด 24 bit สี
9) เครื่องพิมพ์แบบ หมึกพ่น (inkjet)

1.2.2 คอมพิวเตอร์ซอฟต์แวร์ (Computer software) ประกอบด้วย

1) ระบบปฏิบัติการไมโครซอฟต์วินโดว์ 97
2) โปรแกรมสำหรับระบบมัลติมีเดีย คือ มัลติมีเดียทูลบุ๊คทู (Multimedia Toolbook II Version 5)
3) โปรแกรมสำเร็จรูปอื่นๆที่ใช้ช่วยในการบันทึก ปรับปรุง ตัดต่อ แก้ไข ภาพนิ่ง ภาพเคลื่อนไหว และ เสียง เช่น วิชวลเบสิค(Visual Basic) โฟโต้ชอป (PhotoShop) โคเรลดรอ (CorelDraw)

1.2.3 เอกสารประกอบที่ใช้ในการสร้างฐานข้อมูลการเรียนรู้แบบมัลติมีเดียมีดังต่อไปนี้

1) แบบเรียนวิชาชีววิทยา (ว042) (สสวท.:2538)
2) คู่มือครูวิชาชีววิทยา (ว042) (สสวท. : 2538)
3) ชีววิทยาเล่ม 1-3 (เชาว์ ชีโนรักษ์ : 2523)
4) ชีววิทยาเล่ม 1,2 (ทบวงมหาวิทยาลัย : 2536)
5) Biology The Science of life (Wallace,R.A. : 1996)
6) Understanding Biology (Raven,P.H. :1995)
7) Biology (Campbell,N.A. : 1996)
8) Biology (Wessells,Norman K. :1988)
9) Introduction to Biology (Mader,Sylvia S. :1994)

ผู้วิจัยได้ใช้เครื่องมือดังกล่าวทำการสร้างและพัฒนาฐานข้อมูลการเรียนรู้แบบมัลติมีเดีย โดยสร้างเป็นฐานข้อมูลการเรียนรู้ย่อยแยกแต่ละบทปฏิบัติการ ซึ่งในแต่ละบทปฏิบัติการจะประกอบด้วยองค์ประกอบ 3 ส่วนตามที่ออกแบบไว้คือ 1.ส่วนปฏิบัติการ (CAI) 2.ส่วนทดสอบและจัดการ (CMI) และ 3. ส่วนส่งเสริมการเรียนรู้(CSLR) จากนั้นเลือกบทปฏิบัติการมาสร้างฐานข้อมูลการเรียนรู้จำนวน 8 บทปฏิบัติการจากบทเรียนชีววิทยา (ว042) จากเนื้อหาบทเรียนจำนวน 3 บทเรียนโดยเลือกเรียงตามลำดับให้สอดคล้องกับการทดลองสอนบทปฏิบัติการ ตามความเห็นของประธานที่ปรึกษาปริญญานิพนธ์ (รศ.ดร.ณัฏฐพงษ์ เจริญพิทย์) และผู้เชี่ยวชาญ

การสอนวิชาชีววิทยาจำนวน 5 ท่าน ประกอบด้วย 1)อาจารย์สมบัติ พุ่มสาขา อาจารย์ 3 ระดับ 7 สาขาชีววิทยา โรงเรียนสตรีอ่างทอง จ.อ่างทอง 2) อาจารย์สุภาพ หาคำ อาจารย์ 3 ระดับ 8 สาขาชีววิทยา โรงเรียนสตรีอ่างทอง จ.อ่างทอง 3)อาจารย์ประดิษฐ์ เหล่าเนตร อาจารย์ 3 ระดับ 8 สาขาชีววิทยา โรงเรียนพิษณุโลกวิทยาคม จ.พิษณุโลก 4) อาจารย์สุวัฒน์ คล่องดี อาจารย์ 3 ระดับ 8 สาขาชีววิทยา โรงเรียนสิงห์บุรี จ.สิงห์บุรี ผู้เชี่ยวชาญสาขาชีววิทยา สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (สสวท) และ 5) อาจารย์ชัชทิพย์ ตระกูลสว่างภพ อาจารย์ 3 ระดับ 8 สาขาชีววิทยา โรงเรียนมหิดลวิทยานุสรณ์ จ.นครปฐม ผู้เชี่ยวชาญสาขาชีววิทยา สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (สสวท) ดังตาราง 3-1

ตาราง 3-1 แสดงรายชื่อบทปฏิบัติการที่เลือกมาทำการสร้างและพัฒนาฐานข้อมูลการเรียนรู้แบบมัลติมีเดีย

บทที่	เรื่อง	บทปฏิบัติการเรื่อง	เลือก	ไม่เลือก
9	พลังงานในสิ่งมีชีวิต	การศึกษาคุณสมบัติของเอนไซม์		✓
		การศึกษาการทำงานของเอนไซม์		✓
		การศึกษาการทำงานของตัวยับยั้งเอนไซม์	✓	
		การหายใจแบบไม่ใช้ออกซิเจน	✓	
		การศึกษาลำดับการเกิดปฏิกิริยาของเอนไซม์		✓
		ปัจจัยที่มีผลต่อการหายใจแบบไม่ใช้ออกซิเจน		✓
10	การหายใจ	การวัดอัตราการหายใจ	✓	
		การศึกษาโครงสร้างปอด	✓	
		การออกแบบการทดลองลดอัตราการหายใจพืช		✓
		การศึกษาผลของแสงต่อการเกิดก๊าซของพืชน้ำ		✓
		การศึกษาโครงสร้างใบพืช	✓	
		การสังเคราะห์ด้วยแสง	✓	
11	กระบวนการสังเคราะห์ด้วยแสง	การศึกษาโครงสร้างราก		✓
		การศึกษาโครงสร้างลำต้น		✓
		การศึกษาโครงสร้างของเซลล์คุม	✓	
		การศึกษาการคายน้ำของพืช	✓	

1.3 การตรวจสอบ ประเมินและแก้ไขฐานข้อมูลการเรียนรู้แบบมัลติมีเดีย

1.3.1 การตรวจสอบ ประเมินและแก้ไข ด้านคุณภาพของฐานข้อมูลการเรียนรู้แบบมัลติมีเดีย ก่อนการทดลองใช้ โดยใช้ผู้เชี่ยวชาญต่าง ๆดังนี้

1.3.1.1 ผู้เชี่ยวชาญด้านเนื้อหาจำนวน 5 ท่าน คือ

1) อาจารย์สมบัติ พุ่มสาขา อาจารย์ 3 ระดับ 7 สาขาชีววิทยา โรงเรียนสตรีอ่างทอง จ.อ่างทอง

2) อาจารย์สุภาพ หาคำ อาจารย์ 3 ระดับ 8 สาขาชีววิทยา โรงเรียนสตรีอ่างทอง จ.อ่างทอง

3) อาจารย์ประดิษฐ์ เหล่าเนตร อาจารย์ 3 ระดับ 8 สาขาชีววิทยา โรงเรียนพิษณุโลกวิทยาคม จ.พิษณุโลก

4) อาจารย์สุวัฒน์ คล่องดี อาจารย์ 3 ระดับ 8 สาขาชีววิทยา โรงเรียนสิงห์บุรี จ.สิงห์บุรี ผู้เชี่ยวชาญสาขาชีววิทยา สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (สสวท)

5) อาจารย์ช่อทิพย์ ตระกูลสว่างภพ อาจารย์ 3 ระดับ 8 สาขาชีววิทยา โรงเรียนมหิดลวิทยานุสรณ์ จ.นครปฐม ผู้เชี่ยวชาญสาขาชีววิทยา สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (สสวท)

หลังจากที่ทำการสร้างฐานข้อมูลการเรียนรู้แบบมัลติมีเดียเรียบร้อยแล้ว ได้ทำการตรวจสอบแก้ไขความถูกต้องของเนื้อหาในฐานข้อมูลการเรียนรู้แบบมัลติมีเดียและขั้นตอนในการทำปฏิบัติการในแต่ละบทปฏิบัติการ โดยให้ผู้เชี่ยวชาญแก้ไขและเพิ่มเติมเนื้อหาให้ รวมทั้งให้ข้อเสนอแนะเพิ่มเติม ผู้วิจัยได้ทำการแก้ไขและเพิ่มเติมเนื้อหาให้ถูกต้องสมบูรณ์ตามที่ผู้เชี่ยวชาญทั้ง 5 ท่านแก้ไขและเพิ่มเติมเนื้อหารวมทั้งขั้นตอนการทำปฏิบัติการมา ดังตารางสรุปต่อไปนี้

ตาราง 3-2 สรุปความคิดเห็นและข้อเสนอแนะของผู้เชี่ยวชาญจากการประเมินฐานข้อมูลการเรียนรู้แบบมัลติมีเดียวิชาชีววิทยา (ว042) : ด้านเนื้อหา

ชุดที่	เรื่อง	รายการแก้ไข-เพิ่มเติม	ข้อเสนอแนะ
1	การศึกษาการทำงานของตัวยับยั้งเอนไซม์	-เพิ่มเนื้อหาในฐานข้อมูลเรื่องการทำงานของตัวยับยั้ง เอนไซม์	-
2	การหายใจแบบไม่ใช้ออกซิเจน	- เพิ่มเนื้อหาเรื่อง ไกลโคไลซิส (glycolysis) - เพิ่มเนื้อหาเรื่อง การหายใจแบบใช้ออกซิเจนให้ศึกษาเปรียบเทียบด้วย -	-
3	การวัดอัตราการหายใจ	-เพิ่มรายละเอียดการคำนวณอัตราการหายใจ	น่าจะใช้วิธีจำลองสถานการณ์ดูถ้าทำได้
4	การศึกษาโครงสร้างปอด	-	-
5	การศึกษาโครงสร้างใบพืช	- เพิ่มรายละเอียดโครงสร้างภายในใบให้มากขึ้น	-
6	การสังเคราะห์ด้วยแสง	- เพิ่มรายละเอียดปัจจัยที่เกี่ยวข้องกับการสังเคราะห์ด้วยแสง	-
7	ศึกษาโครงสร้างของเซลล์คุม	-	-
8	การศึกษาการคายน้ำของพืช	-ตัดเรื่องกลไกการลำเลียงน้ำของพืชออก	-

1.3.1.2 ผู้เชี่ยวชาญด้านการออกแบบสื่อจำนวน 5 ท่าน คือ

1) อาจารย์อดุลย์ วงษ์ใหญ่ ศึกษานิเทศก์ 7 เขตการศึกษา 6 จ.ลพบุรี หัวหน้าศูนย์สื่อโสตทัศนศึกษาเขต 6

2) อาจารย์วิญญู ไทยสถิตย์ อาจารย์ 3 ระดับ 8 สาขาคอมพิวเตอร์ โรงเรียนอ่างทองปัทมโรจน์วิทยาคม จ.อ่างทอง

3) อาจารย์ไชยชาญ ทรัพย์มาก หัวหน้าศูนย์คอมพิวเตอร์โรงเรียนวิเศษไชยชาญ"ดันติวิทยาภูมิ" จ.อ่างทอง

4) อาจารย์สมคิด ศิริเรือง อาจารย์ 3 ระดับ 7 สาขาวิทยาศาสตร์ด้านสื่อการสอน โรงเรียนอ่างทองปัทมโรจน์วิทยาคม จ.อ่างทอง

5) อาจารย์พงษ์ชัย ศรีพันธ์ ผู้เชี่ยวชาญด้านสื่อการสอน สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (สสวท)

ผู้วิจัยได้ให้ผู้เชี่ยวชาญด้านสื่อการสอนทั้ง 5 ท่านดังกล่าวแล้วทำการตรวจสอบฐานข้อมูลการเรียนรู้แบบมัลติมีเดียในด้านเทคนิคการออกแบบ การนำเสนอสื่อและความเหมาะสมในด้านต่าง ๆดังนี้

1) โครงสร้างของฐานข้อมูลการเรียนรู้แบบมัลติมีเดีย
2) ความเหมาะสมกับศักยภาพของสื่อที่ใช้ประกอบฐานข้อมูล
3) เทคนิคการออกแบบฐานข้อมูล
4) ความเหมาะสมในการนำเสนอเนื้อหา
5) ความเหมาะสมของการใช้ตัวอักษร
6) ความเหมาะสมของการใช้แสง สี เสียง ภาพกราฟิก ภาพเคลื่อนไหว อุปกรณ์ต่อพ่วง
7) ความเหมาะสมกับผู้เรียน โดยคำนึงถึงลักษณะทั่วไป เช่น อายุ ความสามารถทางสติปัญญา ความรู้พื้นฐาน ทักษะและ เจตคติ
8) การตอบสนองและการโต้ตอบ
9) ความสะดวกในการใช้งาน

จากการตรวจสอบฐานข้อมูลการเรียนรู้แบบมัลติมีเดียวิชาชีววิทยา (ว042) ด้านเทคนิคการออกแบบและการนำเสนอสื่อและความเหมาะสมในด้านต่าง ๆ เช่น ความเหมาะสมกับผู้เรียน การตอบสนองและการโต้ตอบและความสะดวกในการใช้งาน โดยใช้แบบประเมินฐานข้อมูลการเรียนรู้แบบมัลติมีเดียวิชาชีววิทยา (ว042) ด้านเทคนิคการออกแบบและการนำเสนอสื่อและความเหมาะสม ผู้เชี่ยวชาญได้ลงความเห็นให้ระดับคะแนน 5 ระดับ (5 หมายถึงดีมากหรือเหมาะสมมาก , 4 หมายถึงดีหรือเหมาะสมค่อนข้างมาก , 3 หมายถึง พอใช้หรือปานกลาง , 2 หมายถึงน้อยหรือเหมาะสมน้อย , 1 หมายถึงน้อยมากหรือควรปรับปรุง) ในด้านต่าง ๆดังกล่าวแล้วและให้ข้อเสนอแนะเพื่อการแก้ไขเพิ่มเติมไว้ ผู้วิจัยได้ทำการปรับปรุงแก้ไขและเพิ่มเติมให้ถูกต้องสมบูรณ์ตามที่ผู้เชี่ยวชาญทั้ง 5 ท่านลงความเห็นให้ระดับคะแนนไว้ โดยมีเกณฑ์ดังนี้ (กำหนดโดยผู้เชี่ยวชาญด้านสื่อการสอนทั้ง 5 ท่าน)

พิจารณาจากค่าเฉลี่ยจากผู้เชี่ยวชาญทั้ง 5 ท่านในแต่ละด้านในแต่ละบทปฏิบัติการ

1) ถ้าค่าเฉลี่ยต่ำกว่า 3.5 ต้องทำการปรับปรุงแก้ไขและนำไปประเมินใหม่ในด้านนั้น ๆ

2) ถ้าค่าเฉลี่ยไม่ต่ำกว่า 3.5 ก็ไม่ต้องประเมินใหม่ แต่จะทำการปรับปรุง แก้ไขเพิ่มเติมบางส่วนตามข้อเสนอแนะ

ผลการประเมินสรุปได้ดังตารางต่อไปนี้

ตาราง 3-3 สรุประดับคะแนนเฉลี่ยแต่ละบทปฏิบัติการจากการประเมินของผู้เชี่ยวชาญในฐานข้อมูลการเรียนรู้แบบมัลติมีเดียวิชาชีววิทยา (ว042) : ด้านเทคนิคการออกแบบการนำเสนอสื่อและความเหมาะสมในด้านต่างๆ

รายการที่ประเมิน	คะแนนเฉลี่ยที่ได้($\overline{X}$) แต่ละบทปฏิบัติการ							
	1	2	3	4	5	6	7	8
1) โครงสร้างของฐานข้อมูลการเรียนรู้แบบมัลติมีเดีย	4.2	4.0	4.0	4.2	4.0	4.2	4.0	4.0
2) ความเหมาะสมกับศักยภาพของสื่อที่ใช้ประกอบฐานข้อมูล	4.0	4.0	4.0	4.2	4.0	4.0	4.0	4.0
3) เทคนิคการออกแบบฐานข้อมูล	4.4	4.0	4.8	4.0	4.0	4.0	4.0	5.0
4) ความเหมาะสมในการนำเสนอเนื้อหา	4.0	3.8	4.2	4.0	4.2	4.8	5.0	4.8
5) ความเหมาะสมของการใช้ตัวอักษร	4.2	4.0	4.0	3.8	3.8	4.2	4.2	4.0
6) ความเหมาะสมของการใช้แสง สี เสียง ภาพกราฟิก ภาพเคลื่อนไหว อุปกรณ์ต่อพ่วง	3.8	4.0	4.0	3.8	3.6	4.0	4.0	4.2
7) ความเหมาะสมกับผู้เรียน โดยคำนึงถึงลักษณะทั่วไป เช่น อายุ ความสามารถ ทางสติปัญญา ความรู้พื้นฐานทักษะ และเจตคติ	4.0	5.0	4.8	4.2	4.0	4.2	4.0	4.8
8) การตอบสนองและการโต้ตอบ	3.8	3.8	4.2	4.0	4.2	4.0	4.0	4.0
9) ความสะดวกในการใช้งาน	5.0	4.8	4.8	4.2	5.0	4.2	4.8	4.8

จากการประเมินของผู้เชี่ยวชาญพบว่ามีค่ามากกว่าเกณฑ์ที่กำหนดไว้คือ 3.5 ทุกบทปฏิบัติการและในทุกด้านจึงไม่ต้องปรับปรุงเพื่อนำไปประเมินใหม่อีกแต่จะทำการปรับปรุงตามคำแนะนำและข้อแก้ไขบางประการเพื่อให้ฐานข้อมูลการเรียนรู้มีความสมบูรณ์ขึ้น ซึ่งข้อเสนอแนะในแต่ละบทปฏิบัติการสรุปได้ดังตารางต่อไปนี้

ตาราง 3-4 สรุปความคิดเห็นและข้อเสนอแนะของผู้เชี่ยวชาญจากการประเมินฐานข้อมูลการเรียนรู้แบบมัลติมีเดียวิชาชีววิทยา (ว042) : ด้านเทคนิคการออกแบบ การนำเสนอสื่อและความเหมาะสมในด้านต่างๆ

ชุดที่	เรื่อง	ข้อเสนอแนะ
1	การศึกษาการทำงานของตัวยับยั้งเอนไซม์	-ตัวหนังสือควรใช้สีที่เย็นตา อ่านง่าย สีพื้นไม่ควรใช้สีสว่างเกินไป -น่าจะใช้เสียงอธิบายประกอบด้วย -น่าจะมีเกมเกี่ยวกับเรื่องนี้บ้าง
2	การหายใจแบบไม่ใช้ออกซิเจน	-น่าจะใช้เสียงอธิบายประกอบด้วย -ควรมีคำอธิบายเพิ่มเติมประกอบให้มากขึ้น -น่าจะมีเกมเกี่ยวกับเรื่องนี้บ้าง
3	การวัดอัตราการหายใจ	-ตัวหนังสือควรใช้สีที่เย็นตา อ่านง่าย สีพื้นไม่ควรใช้สีสว่างเกินไป -น่าจะใช้โปรแกรมสร้างจำลองสถานการณ์ขึ้นมา -ควรทำโปรแกรมให้คำนวณค่าอัตราการหายใจได้ง่ายๆ
4	การศึกษาโครงสร้างปอด	-น่าจะใช้เสียงอธิบายประกอบด้วย -ควรมีภาพประกอบคำอธิบายให้มากขึ้นอีก
5	การศึกษาโครงสร้างใบพืช	-น่าจะใช้เสียงอธิบายประกอบด้วย -น่าจะมีเกมเกี่ยวกับเรื่องนี้บ้าง
6	การสังเคราะห์ด้วยแสง	-ตัวหนังสือควรใช้สีที่เย็นตา อ่านง่าย สีพื้นไม่ควรใช้สีสว่างเกินไป -น่าจะใช้เสียงอธิบายประกอบด้วย -น่าจะใช้โปรแกรมสร้างจำลองสถานการณ์ขึ้นมา
7	การศึกษาโครงสร้างของเซลล์คุม	-น่าจะใช้เสียงอธิบายประกอบด้วย -ถ้าสามารถต่อเข้ากับกล้องจุลทัศน์ให้ออกที่จอคอมพิวเตอร์ได้ก็จะดีมาก
8	การศึกษาการคายน้ำของพืช	-น่าจะใช้โปรแกรมสร้างจำลองสถานการณ์ขึ้นมา

1.3.2 การตรวจสอบและการประเมินคุณภาพด้านการรับรู้ของผู้ใช้ฐานข้อมูลการเรียนรู้แบบมัลติมีเดีย ที่ผ่านการตรวจสอบและประเมินจากผู้เชี่ยวชาญแล้วทั้งด้านเนื้อหาและด้านเทคนิคการออกแบบการนำเสนอสื่อและความเหมาะสมในด้านต่าง ๆและได้ทำการแก้ไขปรับปรุงแล้วมาทดสอบประสิทธิภาพของฐานข้อมูลการเรียนรู้แบบมัลติมีเดีย

การทดสอบประสิทธิภาพของฐานข้อมูลการเรียนรู้แบบมัลติมีเดีย โดยนำไปให้ผู้เรียนได้ใช้จริงได้กระทำตามลำดับดังนี้

1.3.2.1 การทดสอบแบบเดี่ยว เป็นการทดลองใช้ฐานข้อมูลการเรียนรู้แบบมัลติมีเดียกับนักเรียน ที่เป็นตัวแทนของผู้ที่จะเรียนจากฐานข้อมูลการเรียนรู้แบบมัลติมีเดีย ในการทดลองประกอบด้วยผู้ทดสอบหนึ่งคนและนักเรียนหนึ่งคน โดยทดลองกับนักเรียนทุกกลุ่มความสามารถ คือ นักเรียนที่มีความสามารถค่อนข้างสูง ความสามารถปานกลาง และความสามารถค่อนข้างต่ำ เพื่อเก็บข้อมูลหลายลักษณะ สำหรับนำมาเปรียบเทียบว่าบทเรียนที่สร้างขึ้นนั้นมีความเหมาะสมกับนักเรียนแต่ละลักษณะอย่างไร เพื่อนำมาใช้เป็นแนวทางในการปรับปรุงแก้ไข ซึ่งมีขั้นตอนในการดำเนินการตามลำดับดังนี้

1) การเลือกกลุ่มตัวอย่าง ผู้วิจัยได้เลือกมาโดยการสุ่มแบบจัดชั้น (แบ่งกลุ่มย่อยตามระดับผลการเรียน 3 กลุ่ม คือ กลุ่มผลการเรียนดี กลุ่มผลการเรียนปานกลางและกลุ่มผลการเรียนอ่อนแล้วสุ่มจากแต่ละกลุ่มย่อย) จากนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 แผนการเรียนวิทยาศาสตร์-คณิตศาสตร์ โรงเรียนสตรีอ่างทอง* ที่เรียนภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2541 ซึ่งมีการจัดห้องเรียนแบบคละผลการเรียนเช่นเดียวกับโรงเรียนวิเศษไชยชาญ "ตันติวิทยาภูมิ" จำนวน 3 คนที่มีผลการเรียนในลักษณะผลการเรียนดี ปานกลางและอ่อน(พิจารณาจากผลคะแนนสอบปลายภาคเรียนที่ 2 รายวิชาชีววิทยา (ว041) ปีการศึกษา 2540)

2) การทดสอบ จัดให้นักเรียนได้เรียนฐานข้อมูลการเรียนรู้แบบมัลติมีเดียวิชาชีววิทยา (ว042) จำนวน 8 บทปฏิบัติการ ครั้งละ 1 บทปฏิบัติการ จำนวน 8 ครั้ง แต่ละครั้งห่างกัน 1 สัปดาห์ โดยให้ผู้เรียน 1 คนต่อคอมพิวเตอร์ 1 เครื่องในขณะที่นักเรียนกำลังเรียน ผู้วิจัยทำการสังเกตพฤติกรรมของนักเรียนโดยเฉพาะส่วนที่นักเรียนมีความสงสัย ไม่เข้าใจ ทำการบักทึกข้อมูลภายหลังสิ้นสุดการเรียนในแต่ละบทปฏิบัติการ ผู้วิจัยทำการสัมภาษณ์และสอบถามความคิดเห็นของนักเรียนเกี่ยวกับบทเรียนในด้าน เนื้อหาบทเรียน ภาษาที่ใช้ เวลาที่ใช้ แล้วนำมาเป็นแนวทางในการปรับปรุงแก้ไขฐานข้อมูลการเรียนรู้แบบมัลติมีเดียวิชาชีววิทยา (ว042) โดยมีกำหนดเวลาการทดสอบแต่ละครั้งตามตารางดังนี้

---

* นักเรียนโรงเรียนสตรีอ่างทอง จะเปิดเรียนเร็วกว่าและมีการเรียนการสอนที่เร็วกว่า โรงเรียนวิเศษไชยชาญ "ตันติวิทยาภูมิ" ประมาณ 1 เดือน เนื่องจากการเตรียมนักเรียนสอบเข้ามหาวิทยาลัย

ตาราง 3-5 แสดงกำหนดเวลาในการทดสอบประสิทธิภาพฐานข้อมูลการเรียนรู้แบบมัลติมีเดียแบบเดี่ยว

ชุดที่	เรื่อง	วัน/เดือน/ปีที่ทดสอบ
1	การศึกษาการทำงานของตัวยับยั้งเอนไซม์	7 พฤษภาคม 2541
2	การหายใจแบบไม่ใช้ออกซิเจน	14 พฤษภาคม 2541
3	การวัดอัตราการหายใจ	21 พฤษภาคม 2541
4	การศึกษาโครงสร้างปอด	28 พฤษภาคม 2541
5	ศึกษาโครงสร้างใบพืช	4 มิถุนายน 2541
6	การสังเคราะห์ด้วยแสง	11 มิถุนายน 2541
7	ศึกษาโครงสร้างของเซลล์คุม	18 มิถุนายน 2541
8	ศึกษาการคายน้ำของพืช	25 มิถุนายน 2541

3) การวิเคราะห์ผล จากข้อมูลที่บันทึกได้จากการทดสอบจำนวน 8 ครั้งนำมาวิเคราะห์ผล เนื่องจากเป็นข้อมูลเชิงคุณภาพ ผู้วิจัยใช้วิธีการตัดสินโดยรวบรวมข้อมูลที่ได้มาพิจารณาเปรียบเทียบในเชิงเหตุผลประกอบกับความเห็นของผู้เชี่ยวชาญด้านสื่อด้านคอมพิวเตอร์จำนวน 5 ท่านคือ 1) อาจารย์อดุลย์ วงษ์ใหญ่ 2) อาจารย์วิญญู ไทยสถิตย์ 3) อาจารย์สมคิด ศิริเรือง 4) อาจารย์ไชยชาญ ทรัพย์มาก 5) อาจารย์พงษ์ชัย ศรีพันธ์ ร่วมให้ความเห็นพิจารณาจากข้อมูลที่รวบรวม ข้อมูลที่บันทึกไว้ ซึ่งสรุปได้ดังตารางต่อไปนี้

ตาราง 3-6 สรุปผลความคิดเห็นและการบันทึกพฤติกรรมของนักเรียนที่ทำการทดสอบฐานข้อมูลการเรียนรู้แบบมัลติมีเดียวิชาชีววิทยา (ว042) จากการทดสอบแบบเดี่ยว

ชุดที่	เรื่อง	กลุ่มนักเรียน	ความคิดเห็น	พฤติกรรม
1	การศึกษาการทำงานของตัวยับยั้งเอนไซม์	เก่ง	สีตัวอักษรบางเฟรมไม่ชัดเจน มีเนื้อหาและรายละเอียดดี ตัวอักษรบางแบบอ่านยาก	กระตือรือร้นอยากที่จะทดลองใช้ สนใจ
		ปานกลาง	สีตัวอักษรบางเฟรมไม่ชัดเจน เรียนสนุก น่าจะมีเกมบ้าง ตัวอักษรบางแบบอ่านยาก	กระตือรือร้นอยากที่จะทดลองใช้ สนใจ

ตาราง 3-6 (ต่อ)

ชุดที่	เรื่อง	กลุ่มนักเรียน	ความคิดเห็น	พฤติกรรม
		อ่อน	เนื้อหาในการค้นคว้ามาก ค้นไม่ทัน เพราะเวลาน้อย เรียนสนุกดี คำถามยากเกินไป	กระตือรือร้นอยากที่จะทดลองใช้ สนใจ
2	การหายใจแบบไม่ใช้ออกซิเจน	เก่ง	มีเนื้อหาและรายละเอียดดี บทเรียนสั้นไป ตัวอักษรบางแบบอ่านยาก	กระตือรือร้นอยากที่จะทดลองใช้ สนใจ -
		ปานกลาง	ดีแล้ว ภาษาเข้าใจง่ายดีกว่าอ่านหนังสือเรียน น่าจะมีเสียงพูดประกอบคำอธิบาย	กระตือรือร้นอยากที่จะทดลองใช้ สนใจ
		อ่อน	คำถามยากไปแต่เรียนสนุกดี น่าจะมีเพลงให้ฟังบ้าง ตัวอักษรบางแบบอ่านยาก	กระตือรือร้นอยากที่จะทดลองใช้ สนใจ
3	การวัดอัตราการหายใจ	เก่ง	เนื้อหาน้อยไป รูปภาพประกอบชัดเจนดี	สนใจ อยากเรียน
		ปานกลาง	เนื้อหาพอดี ตัวอักษรบางแบบอ่านยาก คำถามยากเกินไป รูปภาพประกอบชัดเจนดี	สนใจกระตือรือร้นในการเรียนมากขึ้น
		อ่อน	เนื้อหามากแต่เวลาน้อย รูปภาพชัดเจนดี	กระตือรือร้นมากขึ้น
4	การศึกษาโครงสร้างปอด	เก่ง	เนื้อหาเหมาะสมดีเหมาะกับเวลา การนำเสนอน่าสนใจ	สนใจ อยากเรียน
		ปานกลาง	เนื้อหาดีแล้ว เหมาะกับเวลา สีและการนำเสนอน่าสนใจ ตัวอักษรบางแบบอ่านยาก	สนใจ
		อ่อน	เนื้อหาดีแล้ว เหมาะกับเวลา ตัวอักษรบางแบบอ่านยาก	สนใจ กระตือรือร้นในการเรียนมากขึ้น

ตาราง 3-6 (ต่อ)

ชุดที่	เรื่อง	กลุ่มนักเรียน	ความคิดเห็น	พฤติกรรม
5	การศึกษาโครงสร้างใบพืช	เก่ง	เนื้อหาเหมาะสมดีเหมาะกับเวลาภาษาเข้าใจได้ง่าย	สนใจ
		ปานกลาง	ดีแล้วเนื้อหาและเวลาเหมาะสมสีและการนำเสนอน่าสนใจ	สนใจ
		อ่อน	เนื้อหาดีแล้ว เหมาะกับเวลา คำถามยากไป	สนใจ กระตือรือร้น
6	การสังเคราะห์ด้วยแสง	เก่ง	เนื้อหาเหมาะสมดีเหมาะกับเวลาภาษาเข้าใจได้ง่าย	สนใจ
		ปานกลาง	ดีแล้ว เวลาเหมาะสม คำถามยากไป	สนใจ กระตือรือร้นในการเรียนมากขึ้น
		อ่อน	ดีแล้ว เวลาเหมาะสม จำนวนข้อคำถามมากเกินไป	สนใจ กระตือรือร้น
7	การศึกษาโครงสร้างของเซลล์คุม	เก่ง	เนื้อหาเหมาะสมดีเหมาะกับเวลาภาษาเข้าใจได้ง่าย	สนใจ
		ปานกลาง	ดีแล้ว เวลาเหมาะสม ตัวอักษรบางแบบอ่านยาก	สนใจกระตือรือร้นในการเรียนมากขึ้น
		อ่อน	ดีแล้ว เวลาเหมาะสม เนื้อหาเหมาะสม	สนใจ อยากเรียน
8	การศึกษาการคายน้ำของพืช	เก่ง	เนื้อหาเหมาะสมดีเหมาะกับเวลาภาษาเข้าใจได้ง่าย	สนใจ กระตือรือร้น
		ปานกลาง	ดีแล้ว เวลาเหมาะสม สีและการนำเสนอน่าสนใจ	สนใจกระตือรือร้นในการเรียนมากขึ้น
		อ่อน	ดีแล้ว คำถามยากเกินไป	สนใจ อยากเรียน

4) การแก้ไขฐานข้อมูลการเรียนรู้แบบมัลติมีเดียวิชาชีววิทยา (ว042) ครั้งที่ 1

จากการทดสอบประสิทธิภาพฐานข้อมูลการเรียนรู้แบบมัลติมีเดีย วิชาชีววิทยา (ว 042) แบบเดี่ยว จากผลการทดสอบที่ได้ นำมาปรับปรุงแก้ไขดังนี้ คือ สีของตัวอักษร ลักษณะของตัวอักษรที่ใช้ เนื้อหาประกอบบทปฏิบัติการ ช่วงเวลาการนำเสนอ

จำนวนและความยากง่ายของข้อคำถาม โดยยึดเกณฑ์นักเรียนระดับปานกลางเป็นหลักในการปรับปรุง เพื่อที่จะให้ฐานข้อมูลการเรียนรู้แบบมัลติมีเดียวิชาชีววิทยา (ว042) ใช้ได้ทั่วไปทั้งนักเรียน เก่ง ปานกลางและนักเรียนอ่อน

1.3.2.2 การทดลองแบบกลุ่มเล็ก เป็นการนำฐานข้อมูลการเรียนรู้แบบมัลติมีเดียที่ปรับปรุงหลังจากการทดลองใช้จากการทดสอบแบบเดี่ยวแล้ว มาทดสอบประสิทธิภาพอีกโดยผู้ทดสอบหนึ่งคนกับนักเรียนทุกกลุ่มความสามารถ จำนวน 10 คน โดยการสุ่มอย่างง่าย ผู้ทดสอบจะสังเกตพฤติกรรมของผู้เรียนอย่างใกล้ชิดและบันทึกผลไว้ บันทึกเวลาที่ใช้เรียนเพื่อนำไปหาเวลาเรียนเฉลี่ย หลังจากที่ทุกคนทำแบบทดสอบเสร็จแล้วผู้ทดสอบร่วมอภิปรายกับผู้เรียนเกี่ยวกับบทเรียนและบันทึกข้อมูลไว้ นำข้อมูลมาประเมินตามเกณฑ์ 80/80 ที่กำหนดไว้ ถ้าผลยังไม่ถึงเกณฑ์ที่ตั้งไว้ต้องทำการปรับปรุงแก้ไขให้ถึงเกณฑ์ก่อนที่จะนำไปทดลองใช้จริง ซึ่งมีขั้นตอนในการดำเนินการตามลำดับดังนี้

1) การเลือกกลุ่มตัวอย่าง ผู้วิจัยได้เลือกสุ่มอย่างง่ายจากนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 แผนการเรียนวิทยาศาสตร์-คณิตศาสตร์ โรงเรียนสตรีอ่างทอง* ที่เรียนภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2541 จำนวน 10 คนไม่แบ่งระดับผลการเรียน

2) การทดสอบ จัดให้นักเรียนได้เรียนฐานข้อมูลการเรียนรู้แบบมัลติมีเดียวิชาชีววิทยา (ว042) จำนวน 8 บทปฏิบัติการ ครั้งละ 1 บทปฏิบัติการ จำนวน 8 ครั้ง แต่ละครั้งห่างกัน 1 สัปดาห์และห่างหลังจากการทดสอบแบบเดี่ยวบทปฏิบัติการละ 1 สัปดาห์ โดยให้ผู้เรียน 1 คนต่อคอมพิวเตอร์ 1 เครื่อง เรียนพร้อมๆกัน ในขณะที่นักเรียนกำลังเรียน ผู้วิจัยทำการสังเกตพฤติกรรมของนักเรียนอย่างใกล้ชิด ทำการบันทึกข้อมูลความคิดเห็นของนักเรียนเกี่ยวกับบทเรียนในด้าน เนื้อหาบทเรียน ภาษาที่ใช้ เวลาที่ใช้ ภายหลังสิ้นสุดการเรียนในแต่ละบทปฏิบัติการ ให้นักเรียนทำแบบทดสอบแบบเลือกตอบ วัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนด้านพุทธิพิสัย(ความรู้ความจำ ความเข้าใจ กระบวนการสืบเสาะหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์และการนำความรู้และวิธีการทางวิทยาศาสตร์ไปใช้) จำนวนบทปฏิบัติการละ 20 ข้อ ซึ่งเป็นข้อสอบที่ผ่านการวิเคราะห์ข้อสอบมาแล้วโดยกลุ่มโรงเรียนสามัญศึกษา จังหวัดอ่างทอง หลังจากที่ทุกคนทำแบบทดสอบเสร็จแล้วผู้วิจัยร่วมอภิปรายกับผู้เรียนเกี่ยวกับบทเรียนและบันทึกข้อมูลไว้ โดยมีกำหนดเวลาการทดสอบแต่ละครั้งตามตารางดังนี้

---

* นักเรียนโรงเรียนสตรีอ่างทองจะเปิดเรียนเร็วกว่าและมีการเรียนการสอนที่เร็วกว่าโรงเรียนวิเศษไชยชาญ "ตันติวิทยาภูมิ" ประมาณ 1 เดือน เนื่องจากการเตรียมนักเรียนสอบเข้ามหาวิทยาลัย

ตาราง 3-7 แสดงกำหนดเวลาในการทดสอบประสิทธิภาพฐานข้อมูลการเรียนรู้แบบมัลติมีเดีย วิชาชีววิทยา (ว042) แบบกลุ่มเล็ก

ชุดที่	เรื่อง	วัน เดือน ปีที่ทดสอบ
1	การศึกษาการทำงานของตัวยับยั้งเอนไซม์	14 พฤษภาคม 2541
2	การหายใจแบบไม่ใช้ออกซิเจน	21 พฤษภาคม 2541
3	การวัดอัตราการหายใจ	28 พฤษภาคม 2541
4	การศึกษาโครงสร้างปอด	4 มิถุนายน 2541
5	การศึกษาโครงสร้างใบพืช	11 มิถุนายน 2541
6	การสังเคราะห์ด้วยแสง	18 มิถุนายน 2541
7	การศึกษาโครงสร้างของเซลล์คุม	25 มิถุนายน 2541
8	การศึกษาการคายน้ำของพืช	2 กรกฎาคม 2541

3) การวิเคราะห์ผล ผลการทดสอบประสิทธิภาพฐานข้อมูลการเรียนรู้แบบมัลติมีเดีย วิชาชีววิทยา (ว042) แบบกลุ่มเล็ก มี 2 ส่วน คือ

ส่วนที่ 1 เป็นผลสรุปการอภิปรายร่วมกันเกี่ยวกับบทเรียนระหว่างผู้วิจัยกับนักเรียน และเวลาเฉลี่ยที่ใช้ในแต่ละบทปฏิบัติการ เนื่องจากเป็นข้อมูลเชิงคุณภาพส่วนใหญ่ ผู้วิจัยใช้วิธีการตัดสินโดยรวบรวมข้อมูลที่ได้มาพิจารณาเปรียบเทียบในเชิงเหตุผลประกอบกับความเห็นของผู้เชี่ยวชาญด้านสื่อด้านคอมพิวเตอร์จำนวน 5 ท่าน (เช่นเดียวกับในการทดสอบแบบเดี่ยว) ร่วมให้ความเห็นพิจารณาจากข้อมูลที่รวบรวม ข้อมูลที่บันทึกไว้ ซึ่งสรุปได้ดังตารางต่อไปนี้

ตาราง 3-8 แสดง การสรุปผลการทดสอบประสิทธิภาพของฐานข้อมูลการเรียนรู้แบบมัลติมีเดีย วิชาชีววิทยา (ว042) การทดสอบแบบกลุ่มเล็ก

ชุดที่	เรื่อง	ผลการอภิปรายกลุ่มเล็ก	เวลาเฉลี่ยที่ใช้ (นาที)
1	การศึกษาการทำงานของตัวยับยั้งเอนไซม์	มีความเหมาะสมดีทั้งด้านเนื้อหาและการนำเสนอแต่ควรเพิ่มความรู้ในฐานข้อมูลให้มากขึ้นอีกสำหรับผู้สนใจค้นคว้ารายละเอียดเพิ่มเติม กระตุ้นการเรียนรู้ได้ดี	45.4
2	การหายใจแบบไม่ใช้ออกซิเจน	มีความเหมาะสมดีทั้งด้านเนื้อหาและการนำเสนอกระตุ้นการเรียนรู้ได้ดี	42.9
3	การวัดอัตราการหายใจ	ควรหาวิธีการในการคำนวณอัตราการหายใจให้ง่ายเพราะเสียเวลาในการคำนวณมาก กระตุ้นการเรียนรู้ได้ดี	59.8
4	การศึกษาโครงสร้างปอด	มีความเหมาะสมดีทั้งด้านเนื้อหาและการนำเสนอภาพประกอบชัดเจน มีรายละเอียดชัดเจนดีกว่าในบทเรียน บทเรียนน่าสนใจกระตุ้นการเรียนรู้ได้ดี	52.5
5	การศึกษาโครงสร้างใบพืช	มีความเหมาะสมดีทั้งด้านเนื้อหาและการนำเสนอภาพประกอบชัดเจน มีรายละเอียดชัดเจนดีกว่าในบทเรียน	55.6
6	การสังเคราะห์ด้วยแสง	ควรเพิ่มเติมในส่วนการแปลผลข้อมูลจากตัวเลขเป็นรูปของกราฟให้ง่าย ๆ ไม่ต้องไปเสียเวลาทำกราฟอีก	59.7
7	การศึกษาโครงสร้างของเซลล์คุม	มีความเหมาะสมดีทั้งด้านเนื้อหาและการนำเสนอภาพประกอบชัดเจน มีรายละเอียดชัดเจนดีกว่าในบทเรียน บทเรียนน่าสนใจกระตุ้นการเรียนรู้ได้ดี	47.3
8	การศึกษาการคายน้ำของพืช	มีความเหมาะสมดีทั้งด้านเนื้อหาและการนำเสนอภาพประกอบชัดเจน มีรายละเอียดชัดเจนดีกว่าในบทเรียน บทเรียนน่าสนใจดี	62.8

ส่วนที่ 2 เป็นผลการทำแบบทดสอบแบบเลือกตอบ วัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนด้านพุทธิพิสัย(ความรู้ความจำ ความเข้าใจ กระบวนการสืบเสาะหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์และการนำความรู้และวิธีการทางวิทยาศาสตร์ไปใช้) จำนวนบทปฏิบัติการละ 20 ข้อ หลังการทดลองใช้ฐานข้อมูลการเรียนรู้แบบมัลติมีเดียวิชาชีววิทยา (ว 042) นำข้อมูลที่ได้มาวิเคราะห์เพื่อหาประสิทธิภาพของบทเรียน(E1/E2)ตามเกณฑ์ 80/80 ดังนี้

E1 หรือ 80 ตัวแรกหมายถึง ค่าประสิทธิภาพของกระบวนการ คิดเป็นร้อยละของคะแนนที่นักเรียนได้รับ โดยคิดจากคะแนนเฉลี่ยจากการทำแบบฝึกหัดและการทำกิจกรรมของกลุ่มตัวอย่างทั้งหมดเมื่อคิดเป็นร้อยละแล้วได้ 80 หรือสูงกว่า คำนวณจากสูตร

$$E1 = \frac{\sum Xx100}{NxA}$$

เมื่อ E1 หมายถึง ค่าประสิทธิภาพของกระบวนการคิดเป็นร้อยละของคะแนนที่นักเรียนได้รับโดยเฉลี่ยจากการทำแบบฝึกหัดและกิจกรรม

X หมายถึง คะแนนรวมของกลุ่มตัวอย่างจากการทำแบบฝึกหัดหรือกิจกรรมที่มอบหมาย

N หมายถึง จำนวนกลุ่มตัวอย่างทั้งหมด

A หมายถึง คะแนนเต็มของแบบฝึกหัดและกิจกรรม

E2 หรือ 80 ตัวหลัง หมายถึงค่าประสิทธิภาพของผลลัพธ์ของฐานข้อมูลการเรียนรู้แบบมัลติมีเดีย วิชาชีววิทยา ในการเปลี่ยนพฤติกรรมผู้เรียน การคำนวณใช้สูตร ค่าร้อยละดังนี้

$$E2 = \frac{\sum Fx100}{NxB}$$

เมื่อ E2 หมายถึง ค่าประสิทธิภาพของผลลัพธ์ของฐานข้อมูลการเรียนรู้แบบมัลติมีเดียวิชาชีววิทยา (ว042) ในการเปลี่ยนพฤติกรรมผู้เรียน

F หมายถึง คะแนนรวมแบบทดสอบหลังเรียน

N หมายถึง จำนวนกลุ่มตัวอย่างทั้งหมด

B หมายถึง คะแนนเต็มของแบบทดสอบหลังเรียน

ประสิทธิภาพของฐานข้อมูลการเรียนรู้แบบมัลติมีเดียวิชาชีววิทยา (ว 042) จะต้องมาจากผลลัพธ์การคำนวณ E1 และ E2 เป็นตัวเลขตัวแรกและตัวหลังตามลำดับ ถ้าตัวเลขเข้าใกล้ 100 มากเท่าไรยิ่งถือว่ามีประสิทธิภาพมากขึ้น โดยมีค่าสูงสุดที่ 100 และเกณฑ์ที่ใช้พิจารณาการรับรองมาตรฐานประสิทธิภาพของบทเรียนประเภท CAI ตามแนวคิดในการหาประสิทธิภาพแบบนี้จะอยู่ในระดับ 80/80 ขึ้นไปจึงจะถือว่ามีประสิทธิภาพนำไปเป็นบทเรียนได้ (กฤษมันต์ วัฒนาณรงค์. 2538 : 12)

โดยกำหนดเกณฑ์ของ E1/E2 ไว้ เป็น 80/80 ถ้าผลยังไม่ถึงเกณฑ์ที่ตั้งไว้ต้องทำการปรับปรุงแก้ไขฐานข้อมูลการเรียนรู้แบบมัลติมีเดียวิชาชีววิทยา (ว 042)ให้ถึงเกณฑ์ ก่อนการนำไปใช้จริงในส่วนของการหาประสิทธิภาพของฐานข้อมูลจะแสดงผลในบทที่ 4

สำหรับประสิทธิภาพของบทเรียนฐานข้อมูลการเรียนรู้แบบมัลติมีเดียวิชาชีววิทยา (ว 042) ที่ทำการทดสอบหาค่า E1/E2 ได้กำหนดเกณฑ์เพื่อแบ่งระดับดังนี้(จากเกณฑ์ 80/80)

สูงกว่าเกณฑ์ เมื่อค่า E2 สูงกว่าเกณฑ์ที่ตั้งไว้ มีค่าเกินกว่า 2.5 %

เท่าเกณฑ์ เมื่อค่า E2 เท่ากับหรือสูงกว่าเกณฑ์ที่ตั้งไว้ไม่เกินกว่า 2.5 %

ต่ำกว่าเกณฑ์ เมื่อค่า E2 ต่ำกว่าเกณฑ์ที่ตั้งไว้แต่ไม่ต่ำกว่า 2.5 % ถือว่ามีประ สิทธิภาพที่ยอมรับได้

ไม่ถึงเกณฑ์ เมื่อค่า E2 ต่ำกว่าเกณฑ์ที่ตั้งไว้เกินกว่า 2.5 % ต้องปรับปรุงและทดสอบใหม่

4) การแก้ไขฐานข้อมูลการเรียนรู้แบบมัลติมีเดียวิชาชีววิทยา (ว042) ครั้งที่2

จากการทดสอบประสิทธิภาพของฐานข้อมูลการเรียนรู้แบบมัลติมีเดียวิชาชีววิทยา (ว 042) แบบกลุ่มเล็ก จากผลการทดสอบที่ได้ นำมาปรับปรุงแก้ไขเพิ่มเติมในส่วนของการแปลผลข้อมูลเป็นกราฟและการคิดคำนวณให้ง่ายและสะดวกต่อการใช้ เพื่อที่จะให้ฐานข้อมูลการเรียนรู้แบบมัลติมีเดียวิชาชีววิทยา (ว 042) มีความสมบูรณ์มากขึ้น และบทปฏิบัติการใดที่มีค่าไม่ถึงเกณฑ์ 80/80 ก็นำมาปรับปรุงแก้ไขและนำทดสอบใหม่จนกว่าจะถึงเกณฑ์ 80/80 จึงจะนำไปทดสอบขั้นต่อไปได้

1.3.2.3 การทดสอบแบบกลุ่มใหญ่ หรือการทดลองใช้จริง เป็นการทดสอบขั้นสุดท้ายของกระบวนการทดสอบประสิทธิภาพฐานข้อมูลการเรียนรู้แบบมัลติมีเดีย วิชาชีววิทยา (ว 042) เพื่อให้ได้ความมั่นใจว่าฐานข้อมูลการเรียนรู้แบบมัลติมีเดียที่สร้างขึ้นมีประสิทธิภาพตามเกณฑ์ที่กำหนด และสามารถนำไปใช้ในการเรียนด้วยตนเองได้ ใช้ในการเรียนจริงทดลองกับนักเรียนจำนวนมาก เมื่อนักเรียนทำแบบทดสอบภายหลังการเรียนแล้ว นำข้อมูลไปวิเคราะห์ผลตามเกณฑ์ 80/80 ถ้าหน่วยการเรียนใดมีประสิทธิภาพต่ำกว่าเกณฑ์ต้องปรับปรุงแก้ไข แล้วให้นักเรียนทำการทดลองใช้หน่วยการเรียนนั้นใหม่และทำการทดสอบซ้ำ จนกว่าหน่วยการเรียนนั้นมีประสิทธิภาพตามเกณฑ์ 80/80 ซึ่งมีขั้นตอนในการดำเนินการตามลำดับดังนี้

1) การเลือกกลุ่มตัวอย่าง ผู้วิจัยได้เลือกโดยใช้วิธีสุ่มอย่างง่ายจากนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 แผนการเรียนวิทยาศาสตร์-คณิตศาสตร์ โรงเรียนสตรีอ่างทอง* ที่เรียนภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2541 จำนวน 85 คนโดยไม่แบ่งระดับผลการเรียน

2) การทดสอบ จัดให้นักเรียนได้เรียนโดยใช้ฐานข้อมูลการเรียนรู้แบบมัลติมีเดียวิชาชีววิทยา (ว 042) จำนวน 8 บทปฏิบัติการ ครั้งละ 1 บทปฏิบัติการ จำนวน 8 ครั้ง แต่ละครั้ง ห่างกัน 1 สัปดาห์และห่างหลังจากการทดสอบแบบกลุ่มเล็กบทปฏิบัติการละ 1 สัปดาห์ โดยให้ผู้เรียน 2-3 คนต่อคอมพิวเตอร์ 1 เครื่อง เรียนพร้อมๆกัน ภายหลังสิ้นสุดการเรียนในแต่ละบทปฏิบัติการ ให้นักเรียนทำแบบทดสอบแบบเลือกตอบ วัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนด้านพุทธิพิสัย(ความรู้ความจำ ความเข้าใจ กระบวนการสืบเสาะหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์และการนำความรู้และวิธีการทางวิทยาศาสตร์ไปใช้) จำนวนบทปฏิบัติการละ 20 ข้อ ซึ่งเป็นข้อสอบที่ผ่านการวิเคราะห์ข้อสอบมาแล้วโดยกลุ่มโรงเรียนสามัญศึกษา จังหวัดอ่างทอง หลังจากที่ทุกคนทำแบบทดสอบเสร็จแล้วผู้วิจัยร่วมอภิปรายกับผู้เรียนเกี่ยวกับบทเรียนและบันทึกข้อมูลไว้ โดยมีกำหนดเวลาการทดสอบแต่ละครั้งตามตารางดังนี้

ตาราง 3-9 แสดงกำหนดเวลาในการทดสอบประสิทธิภาพฐานข้อมูลการเรียนรู้แบบมัลติมีเดียวิชาชีววิทยา (ว042) แบบกลุ่มใหญ่

ชุดที่	เรื่อง	วัน/เดือน/ปีที่ทดสอบ
1	การศึกษาการทำงานของตัวยับยั้งเอนไซม์	21 พฤษภาคม 2541
2	การหายใจแบบไม่ใช้ออกซิเจน	28 พฤษภาคม 2541
3	การวัดอัตราการหายใจ	4 มิถุนายน 2541
4	การศึกษาโครงสร้างปอด	11 มิถุนายน 2541
5	การศึกษาโครงสร้างใบพืช	18 มิถุนายน 2541
6	การสังเคราะห์ด้วยแสง	25 มิถุนายน 2541
7	การศึกษาโครงสร้างของเซลล์คุม	2 กรกฎาคม 2541
8	การศึกษาการคายน้ำของพืช	10 กรกฎาคม 2541

* นักเรียนโรงเรียนสตรีอ่างทองจะเปิดเรียนเร็วกว่าและมีการเรียนการสอนที่เร็วกว่าโรงเรียนวิเศษไชยชาญ "ตันติวิทยาภูมิ" ประมาณ 1 เดือน เนื่องจากการเตรียมนักเรียนสอบเข้ามหาวิทยาลัย

3) การวิเคราะห์ผล ผลการทดสอบประสิทธิภาพฐานข้อมูลการเรียนรู้แบบมัลติมีเดียวิชาชีววิทยา (ว 042) แบบกลุ่มใหญ่

นำผลการทำแบบทดสอบแบบเลือกตอบ วัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนด้านพุทธิพิสัย(ความรู้ความจำ ความเข้าใจ กระบวนการสืบเสาะหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์และการนำความรู้และวิธีการทางวิทยาศาสตร์ไปใช้) จำนวนบทปฏิบัติการละ 20 ข้อ หลังการทดลองใช้ฐานข้อมูลการเรียนรู้แบบมัลติมีเดียวิชาชีววิทยา (ว 042) ที่ได้มาวิเคราะห์เพื่อหาประสิทธิภาพของบทเรียน(E1/E2)ตามเกณฑ์ 80/80 ดังนี้

E1 หรือ 80 ตัวแรกหมายถึง ค่าประสิทธิภาพของกระบวนการ คิดเป็นร้อยละของคะแนนที่นักเรียนได้รับ โดยคิดจากคะแนนเฉลี่ยจากการทำแบบฝึกหัดและการทำกิจกรรมของกลุ่มตัวอย่างทั้งหมดเมื่อคิดเป็นร้อยละแล้วได้ 80 หรือสูงกว่า

E2 หรือ 80 ตัวหลัง หมายถึงค่าประสิทธิภาพของผลลัพธ์ของฐานข้อมูลการเรียนรู้แบบมัลติมีเดียวิชาชีววิทยา ในการเปลี่ยนพฤติกรรมผู้เรียน

สำหรับประสิทธิภาพของฐานข้อมูลการเรียนรู้แบบมัลติมีเดียวิชาชีววิทยา (ว042) ที่ทำการทดสอบหาค่า E1/E2 ได้กำหนดเกณฑ์เพื่อแบ่งระดับดังนี้ (จากเกณฑ์ 80/80)

สูงกว่าเกณฑ์ เมื่อค่า E2 สูงกว่าเกณฑ์ที่ตั้งไว้ มีค่าเกินกว่า 2.5 %

เท่าเกณฑ์ เมื่อค่า E2 เท่ากับหรือสูงกว่าเกณฑ์ที่ตั้งไว้ไม่เกินกว่า 2.5 %

ต่ำกว่าเกณฑ์ เมื่อค่า E2 ต่ำกว่าเกณฑ์ที่ตั้งไว้แต่ไม่ต่ำกว่า 2.5 % ถือว่ามีประสิทธิภาพที่ยอมรับได้

ไม่ถึงเกณฑ์ เมื่อค่า E2 ต่ำกว่าเกณฑ์ที่ตั้งไว้เกินกว่า 2.5 %ต้องปรับปรุงและทดสอบใหม่

โดยกำหนดเกณฑ์ของ E1/E2 ไว้ เป็น 80/80 ถ้าผลยังไม่ถึงเกณฑ์ที่ตั้งไว้ต้องทำการปรับปรุงแก้ไขฐานข้อมูลการเรียนรู้แบบมัลติมีเดียวิชาชีววิทยา (ว042)ให้ถึงเกณฑ์ ก่อนการนำไปใช้จริงในส่วนของการหาประสิทธิภาพของฐานข้อมูลจะแสดงผลในบทที่ 4

4) การแก้ไขฐานข้อมูลการเรียนรู้แบบมัลติมีเดียวิชาชีววิทยา (ว042) ครั้งที่3

จากการทดสอบประสิทธิภาพของฐานข้อมูลการเรียนรู้แบบมัลติมีเดียวิชาชีววิทยา (ว042) แบบกลุ่มใหญ่ ค่า E1/E2 หรือ 80/80 ของบทปฏิบัติการใดไม่ถึงเกณฑ์ 80/80 จะนำไปปรับปรุงแก้ไขแล้วนำไปทดสอบซ้ำจนกว่าจะถึงเกณฑ์ 80/80 จึงจะนำไปใช้งานจริงได้

นำฐานข้อมูลการเรียนรู้แบบมัลติมีเดียที่ได้รับการแก้ไขปรับปรุงครั้งที่ 3 ไปดำเนินการใช้ในตอนที่ 2ซึ่งเป็นรูปแบบวิจัยเชิงทดลอง

2. ขั้นใช้ฐานข้อมูลการเรียนรู้แบบมัลติมีเดียวิชาชีววิทยา (ว 042)

การดำเนินการวิจัยในส่วนนี้ ผู้วิจัยได้ดำเนินการตามขั้นตอนต่าง ๆดังนี้

2.1 การกำหนดประชากรและกลุ่มตัวอย่างในการทดลองสอน

2.2 การกำหนดแบบแผนการทดลองสอน

2.3 การสร้างเครื่องมือที่ใช้ในการทดลองสอน

2.4 การทดลองสอน

2.5 การวิเคราะห์ข้อมูล

แต่ละขั้นตอนมีรายละเอียดดังต่อไปนี้

2.1 การกำหนดประชากรและกลุ่มตัวอย่างในการทดลองสอน

ประชากรของการวิจัยครั้งนี้คือ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 แผนการเรียนวิทยาศาสตร์-คณิตศาสตร์ ที่เรียนวิชาชีววิทยา (ว 042) ภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2541 โรงเรียนสตรีอ่างทองและโรงเรียนวิเศษไชยชาญ "ตันติวิทยาภูมิ" ส่วนกลุ่มตัวอย่าง ได้แก่ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 โรงเรียนวิเศษไชยชาญ "ตันติวิทยาภูมิ" อ.วิเศษชัยชาญ จ.อ่างทอง แผนการเรียนวิทยาศาสตร์-คณิตศาสตร์ ที่เรียนวิชาชีววิทยา (ว 042) ภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2541 ซึ่งแต่ละห้องเรียนเป็นนักเรียนที่โรงเรียนทำการสุ่มคละผลการเรียนเฉลี่ยมาจัดเข้าห้องเรียนตั้งแต่ชั้นมัธยมศึกษาปีที 4 ปีการศึกษา 2540 จำนวน 3 ห้องเรียน 129 คน สุ่มอย่างง่ายจากกลุ่มประชากร มาจำนวน 2 ห้องเรียนจำนวน 87 คน ใช้เป็นกลุ่มทดลองและ อีก 1 ห้องเรียนที่เหลือจากการสุ่ม จำนวน 42 คนใช้เป็นกลุ่มเส้นฐาน

ทั้งกลุ่มทดลองและกลุ่มเส้นฐานแบ่งนักเรียนเป็นกลุ่มบนกลุ่มล่าง โดยใช้เกณฑ์การแบ่งดังนี้

นักเรียนกลุ่มบน หมายถึงนักเรียนที่มีผลการเรียนเฉลี่ยในระดับมัธยมศึกษาปีที่ 4 ที่ตำแหน่งเปอร์เซนต์ไทล์ที่ 51 ขึ้นไป

นักเรียนกลุ่มล่าง หมายถึงนักเรียนที่มีผลการเรียนเฉลี่ยในระดับมัธยมศึกษาปีที่ 4 ที่ตำแหน่งเปอร์เซนต์ไทล์ที่ 50 ลงมา

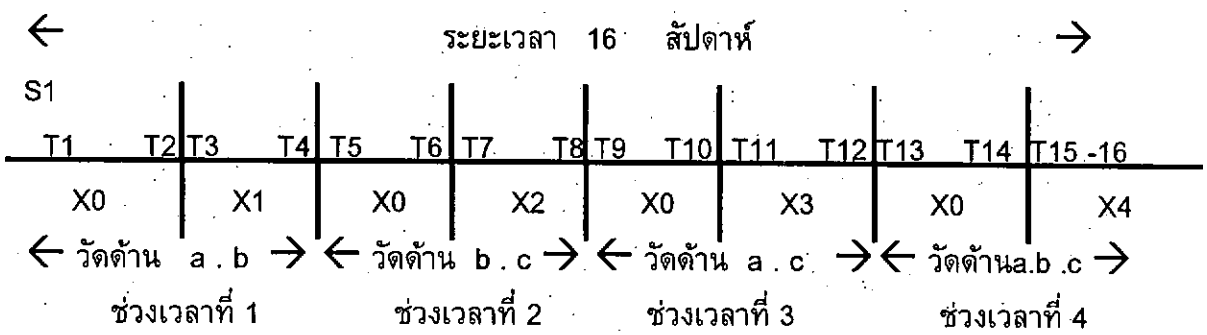
รายละเอียดเกี่ยวกับจำนวนนักเรียนและการแบ่งกลุ่มของกลุ่มตัวอย่างแสดงได้ดังตาราง 3-10 ต่อไปนี้

ตาราง 3-10 แสดงจำนวนนักเรียนและการแบ่งกลุ่มของกลุ่มตัวอย่าง

การจัดห้องเรียนทางกายภาพ	ผลการเรียน	จำนวนนักเรียน	จำนวนนักเรียนรวม
ห้องที่ 1 กลุ่มทดลอง	กลุ่มบน	44	87
	กลุ่มล่าง	43	
ห้องที่ 2 กลุ่มเส้นฐาน	กลุ่มบน	21	42
	กลุ่มล่าง	21	

2.2 การกำหนดแบบแผนการทดลองสอน

การทดลองสอนครั้งนี้ใช้แบบแผนการทดลองเป็นแบบทดสอบก่อน-หลังและมีกลุ่มควบคุม (Pretest-posttest control group design) แบ่งเป็น 4 ช่วงเวลา โดยมีรูปแบบ ดังนี้



เมื่อ T1-T16 : บทปฏิบัติการที่ 1-16

X0 : การสอนแบบปกติ

X1-X4 : การสอนโดยใช้ฐานข้อมูลการเรียนรู้แบบมัลติมีเดียประกอบ

S1 : นักเรียนกลุ่มบน

S2 : นักเรียนกลุ่มล่าง

a : สมรรถภาพในการแก้ปัญหา

b : สมรรถภาพความคิดขั้นสูงด้านความคิดสร้างสรรค์

c : สมรรถภาพด้านทักษะในการสื่อสาร

กำหนดการทดลองสอนและการทดสอบวัดสมรรถภาพต่างๆสำหรับห้องเรียนที่เป็นกลุ่มทดลองและกลุ่มเส้นฐาน แสดงได้ดังตาราง 3-11 และ 3-12 ดังต่อไปนี้

ตาราง 3-11 แสดงกำหนดการทดลองสอนและการทดสอบวัดสมรรถภาพต่างๆสำหรับห้องเรียนที่เป็น กลุ่มทดลอง

สัปดาห์ที่	บทปฏิบัติการที่สอน	การสอบวัดสมรรถภาพด้านต่างๆ			แบบการสอน	
		การแก้ปัญหา a	ความคิดขั้นสูง b	ทักษะการสื่อสาร c	ปกติ	ใช้ฐานข้อมูล
1*	การศึกษาคุณสมบัติของเอนไซม์				✓	
2	การศึกษาการทำงานของเอนไซม์	✓	✓		✓	
3	การศึกษาการทำงานของตัวยับยั้งเอนไซม์					✓
4	การหายใจแบบไม่ใช้ออกซิเจน	✓	✓			✓
5	ลำดับการเกิดปฏิกิริยาของเอนไซม์				✓	
6	ปัจจัยที่มีผลต่อการหายใจแบบไม่ใช้ออกซิเจน		✓	✓	✓	
7	การวัดอัตราการหายใจ					✓
8	การศึกษาโครงสร้างปอด		✓	✓		✓
9	การทดลองลดอัตราการหายใจพืช				✓	
10	ผลของแสงต่อการเกิดก๊าซของพืชน้ำ	✓		✓	✓	
11	การศึกษาโครงสร้างใบพืช					✓
12	การสังเคราะห์ด้วยแสง	✓		✓		✓
13	การศึกษาโครงสร้างราก				✓	
14	การศึกษาโครงสร้างลำต้น	✓	✓	✓	✓	
15	การศึกษาโครงสร้างของเซลล์คุม					✓
16	การศึกษาการคายน้ำของพืช	✓	✓	✓		✓

สัปดาห์ที่ 1* : สัปดาห์แรกที่ทดลองสอน อยู่ระหว่างวันที่ 1 – 5 มิถุนายน 2541

ตาราง 3-12 แสดงกำหนดการทดลองสอนและการทดสอบวัดสมรรถภาพต่างๆสำหรับห้องเรียนที่เป็นกลุ่มเส้นฐาน

สัปดาห์ที่	บทปฏิบัติการที่สอน	การสอบวัดสมรรถภาพด้านต่างๆ			แบบการสอน	
		การแก้ปัญหา a	ความคิดขั้นสูง b	ทักษะการสื่อสาร c	ปกติ	ใช้ฐานข้อมูล
1*	การศึกษาคุณสมบัติของเอนไซม์				✓	
2	การศึกษาการทำงานของเอนไซม์	✓	✓		✓	
3	การศึกษาการทำงานของตัวยับยั้งเอนไซม์				✓	
4	การหายใจแบบไม่ใช้ออกซิเจน	✓	✓		✓	
5	ลำดับการเกิดปฏิกิริยาของเอนไซม์				✓	
6	ปัจจัยที่มีผลต่อการหายใจแบบไม่ใช้ออกซิเจน		✓	✓	✓	
7	การวัดอัตราการหายใจ				✓	
8	การศึกษาโครงสร้างปอด		✓	✓	✓	
9	การทดลองลดอัตราการหายใจพืช				✓	
10	การศึกษาผลของแสง ต่อการเกิดก๊าซของพืชน้ำ	✓		✓	✓	
11	การศึกษาโครงสร้างใบพืช				✓	
12	การสังเคราะห์ด้วยแสง	✓		✓	✓	
13	การศึกษาโครงสร้างราก				✓	
14	การศึกษาโครงสร้างลำต้น	✓	✓	✓	✓	
15	การศึกษาโครงสร้างของเซลล์คุม				✓	
16	การศึกษาการคายน้ำของพืช	✓	✓	✓	✓	

สัปดาห์ที่ 1* : สัปดาห์แรกที่ทดลองสอน อยู่ระหว่างวันที่ 1 – 5 มิถุนายน 2541

ระยะเวลาที่ใช้ในการทดลองสอนและเนื้อหาวิชา

ใช้เวลา 1 ภาคเรียน คิดเป็น 16 สัปดาห์ จำนวน 2 คาบ/สัปดาห์ รวม 32 คาบ โดยสัปดาห์แรกที่ทดลองสอน อยู่ระหว่างวันที่ 1 – 5 มิถุนายน 2541

มีบทปฏิบัติการทั้งหมด 16 บทปฏิบัติการ บทปฏิบัติการละ 2 คาบดังนี้

บทปฏิบัติการที่ 1 การศึกษาคุณสมบัติของเอนไซม์

บทปฏิบัติการที่ 2 การศึกษาการทำงานของเอนไซม์

บทปฏิบัติการที่ 3 การศึกษาการทำงานของตัวยับยั้งเอนไซม์

บทปฏิบัติการที่ 4 การหายใจแบบไม่ใช้ออกซิเจน

บทปฏิบัติการที่ 5 ลำดับการเกิดปฏิกิริยาของเอนไซม์

บทปฏิบัติการที่ 6 ปัจจัยที่มีผลต่อการหายใจแบบไม่ใช้ออกซิเจน

บทปฏิบัติการที่ 7 การวัดอัตราการหายใจ

บทปฏิบัติการที่ 8 การศึกษาโครงสร้างปอด

บทปฏิบัติการที่ 9 การทดลองลดอัตราการหายใจพืช

บทปฏิบัติการที่ 10 การศึกษาผลของแสงต่อการเกิดก๊าซของพืชน้ำ

บทปฏิบัติการที่ 11 การศึกษาโครงสร้างใบพืช

บทปฏิบัติการที่ 12 การสังเคราะห์ด้วยแสง

บทปฏิบัติการที่ 13 การศึกษาโครงสร้างราก

บทปฏิบัติการที่ 14 การศึกษาโครงสร้างลำต้น

บทปฏิบัติการที่ 15 การศึกษาโครงสร้างของเซลล์คุม

บทปฏิบัติการที่ 16 การศึกษาการคายน้ำของพืช

2.3 การสร้างเครื่องมือที่ใช้ในการทดลองสอน

เครื่องมือที่ใช้ในการทดลองครั้งนี้ประกอบด้วยแบบทดสอบวัดสมรรถภาพและเกณฑ์ในการวัดสมรรถภาพในด้านต่างๆ ดังต่อไปนี้ คือ

2.3.1. แบบทดสอบวัดสมรรถภาพในการแก้ปัญหา

2.3.2. แบบทดสอบวัดสมรรถภาพการคิดขั้นสูงด้านความคิดสร้างสรรค์

2.3.3. เกณฑ์การวัดสมรรถภาพทักษะในการสื่อสาร

แบบทดสอบและเกณฑ์วัดสมรรถภาพดังกล่าวมีขั้นตอนการสร้างดังสรุปใน

ตาราง 3-13 แสดงข้อมูลโดยสรุปเกี่ยวกับการสร้างแบบทดสอบและเกณฑ์การวัดสมรรถภาพที่ใช้ในการวิจัย

ลำดับ	ชื่อและลักษณะของเครื่องมือ	แนวทางในการสร้าง	วิธีการ*		
			1	2	3
1.	แบบทดสอบ วัดสมรรถภาพการแก้ปัญหา (ปรนัย 3 ตัวเลือก รวม 40 ข้อ)	ใช้แนวทางของแคมป์และสมบูรณ์ (1975)	-	✓	
2.	แบบทดสอบวัดสมรรถภาพการคิดขั้นสูง (กำหนดสถานการณ์เร้าความคิดเพื่อให้เขียนตอบ) 6 ฉบับ	ตามแนวทัศนีย์ พฤกษชลธาร (2518) และสร้างขึ้นใหม่	-		✓
3.	เกณฑ์การวัดสมรรถภาพทักษะในการสื่อสาร (1. เกณฑ์การให้คะแนนสำหรับการพูด 2. แบบและเกณฑ์การให้คะแนนสำหรับการเขียนรายงาน) 1 ฉบับ	ใช้แนวทางของ สสวท	✓		

หมายเหตุ *1) กำหนดหัวข้อสำหรับเกณฑ์ให้คะแนนในส่วนต่าง ๆของการนำเสนอข้อมูล ให้ผู้เชี่ยวชาญตรวจสอบ ให้ค่าคะแนนในส่วนต่าง ๆแล้วปรับปรุงแก้ไข
2) ร่างสถานการณ์และตัวเลือกให้ผู้เชี่ยวชาญตรวจสอบ แล้วปรับปรุงแก้ไข
3) ร่างสถานการณ์ให้ผู้เชี่ยวชาญ ตรวจสอบ กำหนดเกณฑ์การให้คะแนนแล้วปรับปรุงแก้ไขซึ่งเครื่องมือแต่ละอย่างมีขั้นตอนในการสร้างดังนี้

1. การสร้างแบบทดสอบวัดสมรรถภาพในการแก้ปัญหา

1.1 วิธีดำเนินการสร้าง

1.1.1 ศึกษาลักษณะและองค์ประกอบของสมรรถภาพในการแก้ปัญหา ซึ่งประกอบด้วยความสามารถในการวิเคราะห์หาประเด็นหลักหรือความสำคัญของปัญหา ความเข้าใจในปัญหาความสามารถในการเลือกวิธีแก้ปัญหาอย่างเหมาะสมและมีขั้นตอนที่มีประสิทธิภาพ รวมทั้งศึกษาแนวคิดในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ จากแบบวัดการคิดและแก้ปัญหาของ สสวท.และของสำนักทดสอบทางการศึกษา กรมวิชาการเพื่อใช้เป็นแนวทางในการสร้างแบบทดสอบ

1.1.2 เลือกประเด็นเรื่องที่จะนำมาใช้สร้างแบบทดสอบวัดสมรรถภาพในการแก้ปัญหา โดยมีข้อกำหนดว่าจะใช้แบบทดสอบนี้ในการวัดกับนักเรียนที่เป็นกลุ่มเดียวกันจำนวน 3 ครั้งในระยะเวลาต่างกันเพื่อสังเกตการเปลี่ยนแปลงของระดับของการคิดแก้ปัญหา โดยการเสนอประเด็นเรื่องให้ผู้เชี่ยวชาญทางการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์จำนวน 5 ท่านดังต่อไปนี้เป็นผู้พิจารณาให้ความเห็นและร่วมกันเลือกประเด็นเรื่อง

1) อาจารย์สุวัฒน์ คล่องดี อาจารย์ 3 ระดับ 8 โรงเรียนสิงห์บุรี จ.สิงห์บุรี ครูวิทยาศาสตร์ดีเด่นระดับประเทศ ปี พ.ศ.2530 ผู้เชี่ยวชาญสาขาชีววิทยา สสวท

2) อาจารย์ประดิษฐ์ เหล่าเนตร อาจารย์ 3 ระดับ 8 โรงเรียนพิษณุโลกวิทยาคม จ.พิษณุโลก ครูวิทยาศาสตร์ดีเด่นระดับประเทศ ปี พ.ศ.2533 ครูแห่งชาติสาขาชีววิทยา ปี พ.ศ.2541

3) อาจารย์วินัย เกียรติอดิศร อาจารย์ 3 ระดับ 8 โรงเรียนนวมินทราชูทิศมัชฌิม จ.นครสวรรค์ ครูวิทยาศาสตร์ดีเด่นระดับประเทศ ปี พ.ศ.2541

4) อาจารย์ช่อทิพย์ ตระกูลสว่างภพ อาจารย์ 3 ระดับ 8 โรงเรียนมหิดลวิทยานุสรณ์ จ.นครปฐม ผู้เชี่ยวชาญสาขาชีววิทยา สสวท

5) อาจารย์สุภาพ หาคำ อาจารย์ 3 ระดับ 8 สาขาชีววิทยา โรงเรียนสตรีอ่างทอง จ.อ่างทอง

จากความเห็นของผู้เชี่ยวชาญทั้ง 5 ท่านดังกล่าวมีความเห็นตรงกัน (5/5)ในการเลือกประเด็นเรื่องและสอดคล้องกันทั้ง 5 ท่านในเชิงความคิดเห็น โดยเลือกประเด็นเรื่องที่ไม่ยึดติดกับเนื้อหาวิชาที่เรียน คือเรื่องการแก้ปัญหาเกี่ยวกับมลภาวะของสิ่งแวดล้อม และมีความคิดเห็นโดยสรุปรวมว่า การวัดแนวคิดในการแก้ปัญหาที่น่าจะนำไปใช้ประโยชน์ได้ในชีวิตประจำวันควรเป็นเรื่องที่นักเรียนได้ประสบอยู่พบเห็นอยู่ในชีวิตประจำวัน ไม่ควรยึดติดกับเนื้อหาและน่าจะเป็นเรื่องที่ประชาชนทั่วไปควรตระหนัก

1.1.3 สร้างแบบทดสอบวัดสมรรถภาพในการแก้ปัญหา ตามแนวของ แคมป์และสมบูรณ์ (Kampe and Somboon. 1975) โดยใช้โครงสร้างเนื้อหาวิชาวิทยาศาสตร์ในหนังสือแบบเรียนเล่มที่ 6 เรื่องภาวะแวดล้อมในระดับชั้นมัธยมศึกษาตอนต้น ซึ่งเป็นเรื่องที่ผู้เชี่ยวชาญทั้ง 5 ท่านดังกล่าวมีความเห็นตรงกัน (5/5)ในการเลือกประเด็นเรื่อง ซึ่งแบบทดสอบมีลักษณะดังนี้

1) ลักษณะของแบบทดสอบแบ่งเป็น 2 ตอน คือ

1.1) ตอนนำ (Stem) เป็นการกำหนดปัญหาหรือสถานการณ์ที่เอื้อต่อการให้นักเรียนคิดหาทางแก้ปัญหา

1.2) ตัวเลือก (Option) เป็นการกำหนดแนวทางการเลือกวิธีแก้ปัญหา 3 วิธีด้วยกัน คือ ด้านความรู้ความจำ ด้านการนำไปใช้ และด้านการคิดค้นคว้าหาแนวทาง โดยที่ตัวเลือกทั้ง 3 ต่างก็สอดคล้องกับปัญหาหรือสถานการณ์ในตอนนำ

2) การตรวจให้คะแนน คำตอบจะมีคะแนนเป็นระดับ 1 ,2 และ 3 ตามระดับความสามารถในการแก้ปัญหาดังนี้

ระดับ 1 (1 คะแนน) หมายถึงความสามารถในการแก้ปัญหาขั้นต่ำสุด (ความรู้ ความจำ)

ระดับ 2 (2 คะแนน) หมายถึงการใช้ความสามารถในการคิดและแก้ปัญหาโดยอาศัยหลักวิชา ข้อมูลของสถานการณ์ และเกณฑ์บางส่วนได้ (การนำไปใช้)

ระดับ 3 (3 คะแนน) หมายถึงการใช้ความสามารถในการคิดและแก้ปัญหาที่เลือกวิธีเป็นไปได้อย่างสมเหตุสมผลตามหลักวิชา (การคิดค้นหาแนวทาง)

3) สร้างแบบทดสอบจำนวน 50 ข้อ(ต้องการคัดไว้ 40 ข้อ)

1.2 การปรับปรุงและหาคุณภาพของแบบทดสอบ มีวิธีการดังนี้

1.2.1 การตรวจสอบความตรงตามเนื้อหาและความตรงเฉพาะหน้า (Face validity) โดยให้ผู้เชี่ยวชาญในการสอนวิทยาศาสตร์ในระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 เป็นผู้ตรวจสอบความตรงตามเนื้อหาและความตรงเฉพาะหน้า โดยการคำนวณค่าดัชนีความสอดคล้อง (Index of Congruency หรือ IOC) ผู้เชี่ยวชาญจำนวน 5 ท่าน มีรายชื่อดังต่อไปนี้

1) อาจารย์เบญจมาภรณ์ ไกรลาศ อาจารย์ 3 ระดับ 7 สาขาวิทยาศาสตร์ โรงเรียนวิเศษไชยชาญ "ตันติวิทยาภูมิ" จ.อ่างทอง

2) อาจารย์วาริน มะลิวรรณางกูร อาจารย์ 3 ระดับ 8 สาขาวิทยาศาสตร์ โรงเรียนวิเศษไชยชาญ "ตันติวิทยาภูมิ" จ.อ่างทอง

3) อาจารย์สมคิด ศิริเรือง อาจารย์ 3 ระดับ 8 สาขาวิทยาศาสตร์ โรงเรียนอ่างทองปัทมโรจน์วิทยาคม จ.อ่างทอง

4) อาจารย์ประไพรัตน์ ประชารัตน์ อาจารย์ 3 ระดับ 8 สาขาวิทยาศาสตร์ โรงเรียนอ่างทองปัทมโรจน์วิทยาคม จ.อ่างทอง

5) อาจารย์สมบัติ พุ่มสาขา อาจารย์ 3 ระดับ 7 สาขาวิทยาศาสตร์ โรงเรียนสตรีอ่างทอง จ.อ่างทอง

สูตรในการคำนวณดัชนีความสอดคล้อง (IOC) คือ (บุญเชิด ภิญโญอนันต์พงษ์. 2527 : 69-70)

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

เมื่อ IOC = ดัชนีความสอดคล้อง

$\sum X$ = ผลรวมของคะแนนส่วนที่เห็นด้วย (+1 หมายถึง เห็นด้วย 0 หมายถึง ไม่แน่ใจ และ –1 หมายถึง ไม่เห็นด้วย)

N = จำนวนผู้เชี่ยวชาญ

ผู้วิจัยนำความเห็นของผู้เชี่ยวชาญมาวิเคราะห์ โดยเลือกแบบทดสอบที่มีค่าดัชนีความสอดคล้องตั้งแต่ 0.5 ขึ้นไป และนำข้อวิจารณ์ของผู้เชี่ยวชาญมาเป็นแนวทางในการปรับปรุงได้ข้อสอบจำนวน 50 ข้อ พร้อมที่จะนำไปทดลองใช้ (Try out) ในการตรวจสอบคุณภาพในขั้นต่อไป

1.2.2 การหาค่าความเที่ยง (Reliability) อำนาจจำแนก (Discrimination : r) และค่าความยากง่าย (Difficulty : P) ทำโดย นำแบบทดสอบที่ปรับปรุงแล้วไปทดลองใช้กับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 แผนการเรียนวิทยาศาสตร์-คณิตศาสตร์ โรงเรียนสตรีอ่างทอง ที่เรียนวิชาชีววิทยา (ว042) ในภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2541 จำนวน 78 คน ซึ่งไม่ใช่กลุ่มตัวอย่างในการวิจัยครั้งนี้ เพื่อหาค่าความเที่ยง อำนาจจำแนกและค่าความยากง่าย ทำการคัดแบบทดสอบที่มีความยากง่ายระหว่าง 0.20 – 0.80 และมีอำนาจจำแนกสูง คัดข้อที่ดีที่สุดมาจำนวน 40 ข้อ นำมาสุ่มเลือกเป็นแบบทดสอบจำนวน 3 ชุด ชุดละ 20 ข้อ

สำหรับแบบทดสอบวัดสมรรถภาพการแก้ปัญหาที่สร้างขึ้นนี้ หาความเที่ยงโดยการหาค่าสัมประสิทธิ์อัลฟา (Coefficient alpha) (Cronbach. 1970: 161) โดยใช้โปรแกรม SPSS for windows ในการคิดคำนวณค่า ซึ่งได้ค่าความเที่ยง 0.83

2. การสร้างแบบทดสอบวัดสมรรถภาพความคิดขั้นสูงด้านความคิดสร้างสรรค์

2.1 วิธีดำเนินการสร้าง

2.1.1 ศึกษาลักษณะและองค์ประกอบของสมรรถภาพความคิดขั้นสูง ซึ่งประกอบด้วย ความสามารถในการใช้ความคิดวิเคราะห์ (Analytical thinking) ความคิดวิพากษ์วิจารณ์ (Critical thinking) ความคิดสร้างสรรค์ (Creative thinking) ความคิดอย่างเป็นเหตุผล (Logical thinking) และความคิดทางวิทยาศาสตร์ (Scientific thinking) ซึ่งในการวิจัยครั้งนี้จะศึกษาเฉพาะความคิดสร้างสรรค์เท่านั้น รวมทั้งได้ศึกษาแนวคิดในการสร้างแบบทดสอบความคิดสร้างสรรค์ของทัศนีย์ พฤกษชลธาร (2518 : 85 – 90) และสุมาลี กาญจนชาตรี (2525 : 27 –29) เพื่อใช้เป็นแนวทางในการสร้างแบบทดสอบในส่วนของความคิดสร้างสรรค์

2.1.2 กำหนดโครงสร้างแบบทดสอบวัดสมรรถภาพความคิดขั้นสูงด้านความคิดสร้างสรรค์ ขึ้น 6 ฉบับ เป็นแบบทดสอบที่มีการกำหนดสถานการณ์เร้าความคิดเพื่อให้เขียนตอบฉบับละ 3 ข้อ (ต้องการคัดไว้ 2 ข้อ) ซึ่งทั้ง 6 ฉบับสร้างให้สัมพันธ์สอดคล้องกับเนื้อหาวิชาชีววิทยา(ว 042) ตามความเห็นของประธานที่ปรึกษาปริญญานิพนธ์ (รศ. ดร.ณัฏฐพงษ์ เจริญพิทย์) และผู้เชี่ยวชาญการสอนวิชาชีววิทยาจำนวน 5 ท่าน ประกอบด้วย ดังต่อไปนี้ 1) อาจารย์สมบัติ พุ่มสาขา อาจารย์ 3 ระดับ 7 สาขาชีววิทยา โรงเรียนสตรีอ่างทอง จ.อ่างทอง 2) อาจารย์สุภาพ หาคำ อาจารย์ 3 ระดับ 8 สาขาชีววิทยา โรงเรียนสตรีอ่างทอง จ. อ่างทอง 3) อาจารย์ประดิษฐ์ เหล่าเนตร อาจารย์ 3 ระดับ 8 สาขาชีววิทยา โรงเรียนพิษณุโลกวิทยาคม จ.พิษณุโลก 4) อาจารย์สุวัฒน์ คล่องดี อาจารย์ 3 ระดับ 8 สาขาชีววิทยา โรงเรียนสิงห์บุรี จ.สิงห์บุรี ผู้เชี่ยวชาญสาขาชีววิทยา สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (สสวท) 5) อาจารย์ช่อทิพย์ ตระกูลสว่างภพ อาจารย์ 3 ระดับ 8 สาขาชีววิทยา โรงเรียนมหิดลวิทยานุสรณ์ จ.นครปฐม ผู้เชี่ยวชาญสาขาชีววิทยา สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (สสวท)) โดยมีรายละเอียดดังต่อไปนี้

1) ฉบับที่ 1 เรื่อง การศึกษาการทำงานของตัวยับยั้งเอนไซม์
2) ฉบับที่ 2 เรื่อง การหายใจแบบไม่ใช้ออกซิเจน
3) ฉบับที่ 3 เรื่อง การวัดอัตราการหายใจ
4) ฉบับที่ 4 เรื่อง การศึกษาโครงสร้างปอด
5) ฉบับที่ 5 เรื่อง การศึกษาโครงสร้างลำต้น
6) ฉบับที่ 6 เรื่อง การศึกษาการคายน้ำของพืช

2.1.3 สร้างแบบทดสอบวัดสมรรถภาพความคิดขั้นสูง เฉพาะด้านความคิดสร้างสรรค์และเกณฑ์การให้คะแนนในด้านความคิดสร้างสรรค์ (ตามแนวทัศนีย์ พฤกษชลธาร. 2518 : 57-63) จำนวน 6 ฉบับโดยใช้โครงสร้างเนื้อหาวิชาชีววิทยา (ว 042) ตามดังกล่าวข้างต้นแล้ว ซึ่งเป็นเรื่องที่ผู้เชี่ยวชาญทั้ง 5 ท่านดังกล่าวมีความเห็นตรงกัน (5/5)ในการเลือกประเด็นเรื่อง ซึ่งแบบทดสอบมีลักษณะดังนี้

1) ลักษณะของแบบทดสอบ

เป็นแบบทดสอบที่มีการกำหนดสถานการณ์เร้าความคิดเพื่อให้เขียนฉบับละ 3 ข้อ (ต้องการคัดไว้ 2 ข้อ) เป็นแบบทดสอบด้านความคิดสร้างสรรค์ทั้ง 2 ข้อ

2) การตรวจให้คะแนน

เกณฑ์การให้คะแนน มีเกณฑ์ดังนี้

2.1) พิจารณาคำตอบที่เป็นไปตามเงื่อนไขของข้อทดสอบถือว่าเป็นคำตอบที่เป็นไปได้

2.2) ให้คะแนนคำตอบที่เป็นไปได้คำตอบละ 1 คะแนน ไม่ว่าคำตอบนั้นจะซ้ำกับคำตอบของผู้อื่นหรือไม่

2.3) จัดกลุ่มคำตอบของนักเรียนแต่ละคนตามแนววิธีคิดที่ต่างกัน

2.4) ให้คะแนนคำตอบกลุ่มละ 1 คะแนนไม่ว่าคำตอบนั้นจะซ้ำกับคำตอบผู้อื่นหรือไม่

2.5) บันทึกคำตอบแต่ละข้อของนักเรียนทั้งหมด

2.6) หาความถี่ของคำตอบแต่ละคำตอบ แล้วให้คะแนนดังนี้

คำตอบที่มีความถี่เกิน 5 ขึ้นไปให้	0	คะแนน	
คำตอบที่มีความถี่เป็น 5	ให้	1	คะแนน
คำตอบที่มีความถี่เป็น 4	ให้	2	คะแนน
คำตอบที่มีความถี่เป็น 3	ให้	3	คะแนน
คำตอบที่มีความถี่เป็น 2	ให้	4	คะแนน
คำตอบที่มีความถี่เป็น 1	ให้	5	คะแนน

สร้างแบบทดสอบจำนวน 6 ฉบับ ฉบับละ 3 ข้อ

2.2 การปรับปรุงและหาคุณภาพของแบบทดสอบ มีวิธีการดังนี้

2.2.1 การตรวจสอบความตรงตามเนื้อหาและ ความตรงเฉพาะหน้า (Face validity) โดยให้ผู้เชี่ยวชาญในการสอนชีววิทยา (ตามข้อ 2.1.2) เป็นผู้ตรวจสอบความตรงทั้งตามเนื้อหาและความตรงเฉพาะหน้า โดยการคำนวณค่าดัชนีความสอดคล้อง (Index of Congruency หรือ IOC) ผู้วิจัยนำความเห็นของผู้เชี่ยวชาญมาวิเคราะห์ โดยเลือกแบบทดสอบที่มีค่าดัชนีความสอดคล้องตั้งแต่ 0.5 ขึ้นไป และนำข้อวิจารณ์ของผู้เชี่ยวชาญมาเป็นแนวทางในการปรับปรุง

2.2.2 การหาค่าความเที่ยง (Reliability) และอำนาจจำแนก (Discrimination : r) ทำโดย นำแบบทดสอบที่ปรับปรุงแล้วจำนวนทั้ง 6 ฉบับไปทดลองใช้(Try out) กับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 แผนการเรียนวิทยาศาสตร์-คณิตศาสตร์ โรงเรียนสตรีอ่างทอง ที่เรียนวิชาชีววิทยา (ว042) ในภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2541 จำนวน 78 คน ซึ่งไม่ใช่กลุ่มตัวอย่างในการวิจัยครั้งนี้ โดยทำการทดสอบครั้งละ 1 ฉบับ เพื่อหาค่าความเที่ยง และอำนาจจำแนก ทำการคัดแบบทดสอบที่มีอำนาจจำแนกสูง ไว้ฉบับละ 2 ข้อ โดยมีกำหนดเวลาการทดสอบแต่ละครั้งตามตารางดังนี้

ตาราง 3-14 แสดงกำหนดเวลาในการหาคุณภาพของแบบทดสอบวัดสมรรถภาพการคิดขั้นสูงด้านความคิดสร้างสรรค์

ฉบับที่	เรื่อง	วัน/เดือน/ปีที่ทดสอบ
1	การศึกษาการทำงานของตัวยับยั้งเอนไซม์	7 พฤษภาคม 2541
2	การหายใจแบบไม่ใช้ออกซิเจน	14 พฤษภาคม 2541
3	การวัดอัตราการหายใจ	21 พฤษภาคม 2541
4	การศึกษาโครงสร้างปอด	28 พฤษภาคม 2541
5	การศึกษาโครงสร้างลำต้น	4 มิถุนายน 2541
6	การศึกษาการคายน้ำของพืช	11 มิถุนายน 2541

สำหรับแบบทดสอบวัดสมรรถภาพความคิดขั้นสูงด้านความคิดสร้างสรรค์ที่สร้างขึ้นทั้ง 6 ฉบับนี้ หาความเที่ยงโดยใช้วิธีการวิเคราะห์ความแปรปรวนแบบฮ้อยท์ (Hoyt ' s Analysis of Variance)

แบบทดสอบวัดสมรรถภาพการแก้ปัญหา และแบบทดสอบวัดสมรรถภาพการคิดขั้นสูงด้านความคิดสร้างสรรค์มีดัชนีคุณภาพดังสรุปในตาราง 3-15 ดังนี้

ตาราง 3-15 แสดงดัชนีคุณภาพของแบบทดสอบที่ใช้ในการวิจัย

ลำดับ	ชื่อเครื่องมือ	ความตรงตามเนื้อหา		ความตรงเฉพาะหน้า		ความเที่ยง		อำนาจจำแนก	
		วิธี	ดัชนี	วิธี	ดัชนี	วิธี	ดัชนี	วิธี	ดัชนี
1.	แบบทดสอบ วัดสมรรถภาพการแก้ปัญหา	IOC	1.00	IOC	1.00	α	0.83	r	.31 - .71
2.	แบบทดสอบวัดสมรรถภาพการคิดขั้นสูงฯ ฉบับ 1	IOC	1.00	IOC	1.00	Hoyt	0.61	r	.34 - .82
3	แบบทดสอบวัดสมรรถภาพการคิดขั้นสูงฯ ฉบับ 2	IOC	1.00	IOC	1.00	Hoyt	0.70	r	.30 - .66
4.	แบบทดสอบวัดสมรรถภาพการคิดขั้นสูงฯ ฉบับ 3	IOC	1.00	IOC	1.00	Hoyt	0.64	r	.26 - .65
5.	แบบทดสอบวัดสมรรถภาพการคิดขั้นสูงฯฉบับ 4	IOC	1.00	IOC	1.00	Hoyt	0.75	r	.23 - .77
6.	แบบทดสอบวัดสมรรถภาพการคิดขั้นสูงฯ ฉบับ 5	IOC	1.00	IOC	1.00	Hoyt	0.71	r	.34 - .69
7.	แบบทดสอบวัดสมรรถภาพการคิดขั้นสูงฯ ฉบับ 6	IOC	1.00	IOC	1.00	Hoyt	0.66	r	.35 - .78

3. การสร้างเกณฑ์การวัดสมรรถภาพทักษะในการสื่อสาร

3.1 วิธีดำเนินการสร้าง

3.1.1 ศึกษาลักษณะและองค์ประกอบของสมรรถภาพด้านทักษะในการสื่อสาร ซึ่งหมายถึงความสามารถในการให้หรือการแลกเปลี่ยนความรู้และแนวความคิดหลักทางวิทยาศาสตร์ที่ได้จากการอ่าน การสังเกตและการทดลองในรูปแบบที่ชัดเจนและมีเหตุผลโดยการพูดหรือการเขียน วัดได้โดยการเขียนรายงานการทำปฏิบัติการหรือรายงานการค้นคว้าเพิ่มเติมและการพูดการอภิปรายในห้องเรียน รวมทั้งได้ศึกษาแบบการเขียนรายงานการทำปฏิบัติการหรือรายงานการค้นคว้า เกณฑ์การให้คะแนนรายงานการทำปฏิบัติการหรือรายงานการค้นคว้า เกณฑ์การพูด การอภิปรายในห้องเรียน ของ สสวท.

3.1.2 สร้างแบบและเกณฑ์ในการวัดสมรรถภาพด้านทักษะในการสื่อสารดังนี้

1) แบบรายงานการทำปฏิบัติการ

2) เกณฑ์การให้คะแนนการเขียนรายงานการทำปฏิบัติการ

3) เกณฑ์การนำเสนอผลงานหน้าชั้นเรียน

นำแบบรายงานและเกณฑ์การให้คะแนนดังกล่าวให้ผู้เชี่ยวชาญทางการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์จำนวน 5 ท่าน เป็นผู้พิจารณาให้ความเห็นแก้ไขเพิ่มเติมแบบรายงานและกำหนดเกณฑ์การให้คะแนนด้านต่างๆ ผู้เชี่ยวชาญมีรายชื่อดังต่อไปนี้

1) อาจารย์สุวัฒน์ คล่องดี อาจารย์ 3 ระดับ 8 โรงเรียนสิงห์บุรี จ.สิงห์บุรี ครูวิทยาศาสตร์ดีเด่นระดับประเทศ ปี พ.ศ.2530 ผู้เชี่ยวชาญสาขาชีววิทยา สสวท

2) อาจารย์ประดิษฐ์ เหล่าเนตร อาจารย์ 3 ระดับ 8 โรงเรียนพิษณุโลกวิทยาคม จ.พิษณุโลก ครูวิทยาศาสตร์ดีเด่นระดับประเทศ ปี พ.ศ.2533 ครูแห่งชาติสาขาชีววิทยา ปี พ.ศ.2541

3) อาจารย์วินัย เกียรติอดิศร อาจารย์ 3 ระดับ 8 โรงเรียนนวมินทราชูทิศมัชฌิม จ.นครสวรรค์ ครูวิทยาศาสตร์ดีเด่นระดับประเทศ ปี พ.ศ.2541

4) อาจารย์ช่อทิพย์ ตระกูลสว่างภพ อาจารย์ 3 ระดับ 8 โรงเรียนมหิดลวิทยานุสรณ์ จ.นครปฐม ผู้เชี่ยวชาญสาขาชีววิทยา สสวท

5) อาจารย์สุภาพ หาคำ อาจารย์ 3 ระดับ 8 สาขาชีววิทยา โรงเรียนสตรีอ่างทอง จ.อ่างทอง

จากความเห็น และข้อแก้ไขของผู้เชี่ยวชาญทั้ง 5 ท่าน ได้นำมาปรับปรุงเป็นแบบรายงานและเกณฑ์การให้คะแนนในการวัดสมรรถภาพด้านทักษะในการสื่อสารดังนี้

1) แบบรายงานการทำปฏิบัติการ

ผู้ทดลอง 1..... 2..... 3.....

กิจกรรมที่ .....เรื่อง.....

สมมุติฐาน.....

ตัวแปรที่เกี่ยวข้อง.....

ตัวแปรต้น.....

ตัวแปรตาม.....

ตัวแปรควบคุม.....

อุปกรณ์/สารเคมี

1.....2.....

3.....4.....

5.....6.....

7.....8.....

วิธีทดลอง

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

ผลการทดลอง

.....

.....

.....

.....

สรุปผลการทดลอง

.....

.....

.....

ข้อเสนอแนะเพิ่มเติม

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

2) เกณฑ์การให้คะแนนการเขียนรายงานการทำปฏิบัติการ

1.สมมุติฐานในการศึกษา

2 คะแนน เมื่อเขียนข้อความที่บอกความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรต้นและตัวแปรตามได้ถูกต้องเป็นเหตุเป็นผล

1 คะแนน เมื่อเขียนข้อความที่บอกความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรต้นและตัวแปรตามได้ถูกต้องไม่เป็นเหตุเป็นผล

0 คะแนน เมื่อเขียนข้อความไม่แสดงความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรต้นและตัวแปรตามไม่เป็นเหตุเป็นผล

2.ตัวแปรที่ศึกษา

3 คะแนน เมื่อกำหนดตัวแปรต้น ตัวแปรตามและตัวแปรควบคุมได้ถูกต้อง

2 คะแนน เมื่อกำหนดตัวแปรได้ถูกต้อง 2 ใน 3

1 คะแนน เมื่อกำหนดตัวแปรไม่ถูกต้อง

3.อุปกรณ์ที่ใช้

2 คะแนน เมื่อกำหนดอุปกรณ์สารเคมีที่ใช้เหมาะสมและสอดคล้องกับวิธีการศึกษาทุกขั้นตอน

1 คะแนน เมื่อกำหนดอุปกรณ์สารเคมีที่ใช้เหมาะสมและสอดคล้องกับวิธีการศึกษาบางขั้นตอน

0 คะแนน เมื่อกำหนดอุปกรณ์สารเคมีที่ใช้ไม่เหมาะสมและไม่สอดคล้องกับวิธีการศึกษา

4.วิธีการทดลอง

3 คะแนน เมื่อกำหนดวิธีการศึกษาเป็นไปตามลำดับขั้นตอนได้อย่างต่อเนื่องถูกต้องทุกตอนสอดคล้องกับสมมุติฐาน

2 คะแนน เมื่อกำหนดวิธีการศึกษาเป็นไปตามลำดับขั้นตอนได้อย่างต่อเนื่องถูกต้องเพียงบางตอน

0 คะแนน เมื่อกำหนดวิธีการศึกษาไม่ถูกต้องหรือไม่สอดคล้องกับสมมุติฐาน

5.ผลการทดลอง

2 คะแนน เมื่อแสดงผลการศึกษาได้อย่างถูกต้องและนำเสนอข้อมูลได้อย่างเหมาะสม

1 คะแนน เมื่อแสดงผลการศึกษาได้อย่างถูกต้อง แต่นำเสนอข้อมูลไม่เหมาะสม

0 คะแนน เมื่อแสดงผลการศึกษาได้ไม่ถูกต้อง

6.สรุปผลการทดลอง

2 คะแนน เมื่อสรุปให้เห็นถึงความสัมพันธ์ของข้อมูลกับตัวแปรที่ศึกษาได้อย่างถูกต้องเหมาะสม

1 คะแนน เมื่อสรุปให้เห็นถึงความสัมพันธ์ของข้อมูลกับตัวแปรที่ศึกษาได้เพียงบางตัวแปร

0 คะแนน เมื่อไม่สามารถแสดงความสัมพันธ์ของข้อมูลที่ได้กับตัวแปรที่ศึกษา

7.ความประณีต สะอาด เรียบร้อย

3 คะแนน เมื่อผลงานมีความประณีต สะอาด เรียบร้อยอยู่ในขั้นดีมาก

2 คะแนน เมื่อผลงานมีความประณีต สะอาด เรียบร้อยอยู่ในขั้นพอใช้

1 คะแนน เมื่อผลงานมีความประณีต สะอาด เรียบร้อยอยู่ในขั้นควรปรับปรุง

3) เกณฑ์การนำเสนอผลงานหน้าชั้นเรียน

1.ด้านความรู้ทางวิทยาศาสตร์ (10 คะแนน)

ให้คะแนนจากการพูดตรงประเด็น ได้เนื้อหาสาระสำคัญ ฟังเข้าใจง่าย ถูกต้อง ทันสมัย แสดงความคิดริเริ่ม

2.ด้านการใช้ภาษา (5 คะแนน)

ให้คะแนนจากการเลือกใช้คำ สำนวนภาษาถูกต้อง การออกเสียง

3.ด้านท่วงที วาจา การแสดงออก ปฏิภาณไหวพริบ(5 คะแนน)

ให้คะแนนจาก ลำดับขั้นการพูด การตอบคำถาม ท่าทีในการพูด พูดในเวลาที่กำหนด

2.4 การทดลองสอน

ในขั้นทดลองสอนนี้เป็นการตรวจสอบประสิทธิภาพของฐานข้อมูลการเรียนรู้แบบมัลติมีเดียวิชาชีววิทยา (ว042) ที่สร้างขึ้น โดยใช้ควบคู่กับเครื่องมือในการวิจัยที่ได้สร้างขึ้นมา คือแบบสอบวัดสมรรถภาพในด้านต่าง ๆดังที่กล่าวมาแล้ว

การตรวจสอบประสิทธิภาพของฐานข้อมูลการเรียนรู้แบบมัลติมีเดียในการวิจัยนี้ ใช้การตรวจสอบคุณค่าทางวิทยาศาสตร์ศึกษาซึ่งมีขั้นตอนดังต่อไปนี้

1. คุณค่าด้านการใช้เป็นฐานข้อมูล นำไปใช้กับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 โรงเรียนวิเศษไชยชาญ "ตันติวิทยาภูมิ" อ.วิเศษชัยชาญ จ.อ่างทอง ที่เรียนวิชาชีววิทยา (ว 042) ภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2541 จำนวน 87 คน ซึ่งได้มาจากการสุ่มอย่างง่ายจากประชากรที่กำหนด ตรวจสอบโดยใช้แบบวัดสมรรถภาพในการแก้ปัญหา แบบวัดสมรรถภาพการคิดขั้นสูงด้านความคิดสร้างสรรค์ แบบวัดสมรรถภาพทักษะการสื่อสาร

2. คุณค่าด้านการใช้ประกอบการเรียน ทดลองใช้กับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 โรงเรียนวิเศษไชยชาญ "ตันติวิทยาภูมิ" อ.วิเศษชัยชาญ จ.อ่างทอง ที่เรียนวิชาชีววิทยา (ว 042) ภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2541 จำนวน 87 คน ซึ่งได้มาจากการสุ่มอย่างง่ายจากประชากรที่กำหนด ตรวจสอบโดยใช้แบบวัดสมรรถภาพในการแก้ปัญหา แบบวัดสมรรถภาพการคิดขั้นสูงความคิดสร้างสรรค์ แบบวัดสมรรถภาพทักษะการสื่อสาร

การทดลองสอนได้กระทำในช่วงเดือน มิถุนายน – กันยายน 2541 โดยผู้วิจัยได้ติดต่อขอความอนุเคราะห์เป็นกรณีพิเศษจากโรงเรียนวิเศษไชยชาญ "ตันติวิทยาภูมิ" อ.วิเศษชัยชาญ จ.อ่างทอง ในการจัดห้องเรียนและตารางสอนให้มีความสะดวกเพียงพอที่จะทำการทดลองสอนได้ตามแบบแผนการวิจัยที่กำหนดไว้เนื่องจากจะต้องใช้ห้องคอมพิวเตอร์ในการทดลองสอนด้วย ผู้วิจัยได้รับการอนุเคราะห์ด้วยดีและเนื่องจากผู้วิจัยทำการสอนอยู่ในโรงเรียนนี้และทำหน้าที่หัวหน้าศูนย์คอมพิวเตอร์จึงมีความสะดวกในการจัดชั้นเรียนและตารางเรียนให้เหมาะสมได้

การทดลองสอนกระทำกับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 โรงเรียนวิเศษไชยชาญ "ตันติวิทยาภูมิ" อ.วิเศษชัยชาญ จ.อ่างทอง ที่เรียนวิชาชีววิทยา (ว 042) ภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2541 จำนวน 3 ห้องเรียนเป็นกลุ่มทดลอง 2 ห้องเรียน(จำนวน 87 คน) และใช้เป็นกลุ่มเส้นฐาน 1 ห้องเรียน (42 คน) สอนเฉพาะส่วนปฏิบัติการชีววิทยาสัปดาห์ละ 2 คาบ/ต่อชั้นเรียน เป็นเวลา 16 สัปดาห์ โดยมีการทดสอบวัดสมรรถภาพด้านต่างๆตลอด 16 สัปดาห์

ตาราง 3-16 แสดงกำหนดการทดลองสอนและการทดสอบวัดสมรรถภาพต่าง ๆ ทั้งห้องเรียนที่เป็นห้องทดลองและห้องที่เป็นกลุ่มเส้นฐาน

สัปดาห์ที่	บทปฏิบัติการที่สอน	การทดสอบวัดสมรรถภาพด้านต่าง ๆ		
		การแก้ปัญหา a	ความคิดขั้นสูงฯ b	ทักษะการสื่อสาร c
1*	การศึกษาคุณสมบัติของเอนไซม์			
2	การศึกษาการทำงานของเอนไซม์	✓	✓	
3	การศึกษาการทำงานของตัวยับยั้งเอนไซม์			
4	การหายใจแบบไม่ใช้ออกซิเจน	✓	✓	
5	ลำดับการเกิดปฏิกิริยาของเอนไซม์			
6	ปัจจัยที่มีผลต่อการหายใจแบบไม่ใช้ออกซิเจน		✓	✓
7	การวัดอัตราการหายใจ			
8	การศึกษาโครงสร้างปอด		✓	✓
9	การทดลองลดอัตราการหายใจพืช			
10	การศึกษาผลของแสงต่อการเกิดก๊าซของพืชน้ำ	✓		✓
11	การศึกษาโครงสร้างใบพืช			
12	การสังเคราะห์ด้วยแสง	✓		✓
13	การศึกษาโครงสร้างราก			
14	การศึกษาโครงสร้างลำต้น	✓	✓	✓
15	การศึกษาโครงสร้างของเซลล์คุม			
16	การศึกษาการคายน้ำของพืช	✓	✓	✓

สัปดาห์ที่ 1* : สัปดาห์แรกที่ทดลองสอน อยู่ระหว่างวันที่ 1 – 5 มิถุนายน 2541

5. การวิเคราะห์ข้อมูลและสถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล

การวิเคราะห์ข้อมูลสำหรับการวิจัยเรื่องนี้แยกได้เป็น 2 ขั้นตอน คือ 1) ขั้นตรวจสอบและประเมินฐานข้อมูลการเรียนรู้แบบมัลติมีเดียวิชาชีววิทยา (ว 042) 2) ขั้นใช้ฐานข้อมูลการเรียนรู้แบบมัลติมีเดียวิชาชีววิทยา (ว042)

การวิเคราะห์ข้อมูลแต่ละขั้นตอนดังกล่าวมีรายละเอียดของการดำเนินการดังนี้

5.1 ขั้นตรวจสอบและประเมินฐานข้อมูลการเรียนรู้แบบมัลติมีเดียวิชาชีววิทยา (ว 042) สถิติที่ใช้วิเคราะห์ข้อมูลในขั้นตอนนี้ คือ

5.1.1 การคำนวณค่าเฉลี่ย (Mean) ใช้สูตร

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

เมื่อ $\overline{X}$ คือ ค่าเฉลี่ย

$\sum X$ คือ ผลรวมของคะแนน

N คือ ขนาดของกลุ่มตัวอย่าง

(Ferguson. 1981 : 49)

5.1.2 การหาประสิทธิภาพของบทเรียน(E1/E2)ตามเกณฑ์ 80/80 ใช้สูตร

$$E1 = \frac{\sum Xx100}{NxA}$$

เมื่อ E1 หมายถึง ค่าประสิทธิภาพของกระบวนการคิดเป็นร้อยละของคะแนนที่นักเรียนได้รับโดยเฉลี่ยจากการทำแบบฝึกหัดและกิจกรรม

X หมายถึง คะแนนรวมของกลุ่มตัวอย่างจากการทำแบบฝึกหัดหรือกิจกรรมที่มอบหมาย

N หมายถึง จำนวนกลุ่มตัวอย่างทั้งหมด

A หมายถึง คะแนนเต็มของแบบฝึกหัดและกิจกรรม

$$E2 = \frac{\sum Fx100}{NxB}$$

E2 หมายถึง ค่าประสิทธิภาพของผลลัพธ์ของฐานข้อมูลการเรียนรู้แบบมัลติมีเดียวิชาชีววิทยา (ว042) ในการเปลี่ยนพฤติกรรมผู้เรียน

F หมายถึง คะแนนรวมแบบทดสอบหลังเรียน

N หมายถึง จำนวนกลุ่มตัวอย่างทั้งหมด

B หมายถึง คะแนนเต็มของแบบทดสอบหลังเรียน

(กฤษมันต์ วัฒนาณรงค์. 2538 : 19)

5.2 ขั้นใช้ฐานข้อมูลการเรียนรู้แบบมัลติมีเดียวิชาชีววิทยา (ว042)

สถิติที่ใช้วิเคราะห์ข้อมูลในขั้นตอนนี้ คือ

5.2.1 การคำนวณค่าเฉลี่ย (Mean) ใช้สูตร

$$\overline{X} = \frac{\Sigma X}{N}$$

เมื่อ $\overline{X}$ คือ ค่าเฉลี่ย

ΣX คือ ผลรวมของคะแนน

N คือ ขนาดของกลุ่มตัวอย่าง

(Ferguson. 1981 : 49)

5.2.2 การคำนวณค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (Standard deviation) ใช้สูตร

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

เมื่อ S.D. แทน ค่าความเบี่ยงเบนมาตรฐาน

ΣX^2 แทน ผลรวมของคะแนนแต่ละตัวยกกำลังสอง

ΣX แทน ผลรวมของคะแนนทั้งหมด

N แทน จำนวนนักเรียนทั้งหมด

(Ferguson. 1981 : 5849)

5.2.3 การตรวจสอบความตรง โดยการคำนวณค่าดัชนีความสอดคล้อง (Index of Congruency หรือ IOC) โดยใช้สูตร

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

เมื่อ IOC แทน ค่าดัชนีความสอดคล้อง

$\sum X$ แทน ผลรวมของคะแนนส่วนที่เห็นด้วย (+1 หมายถึง เห็นด้วย ,0 หมายถึง ไม่แน่ใจ และ –1 หมายถึง ไม่เห็นด้วย)

N แทน จำนวนผู้เชี่ยวชาญ

(บุญเชิด ภิญโญอนันต์พงษ์. 2527 :69-70)

5.2.4 การหาค่าความเที่ยงของแบบวัดสมรรถภาพในการแก้ปัญหา โดยวิธีสัมประสิทธิ์แอลฟา (Coefficient alpha) โดยใช้สูตร

$$\alpha = \frac{n}{n-1}\left[1 - \frac{\Sigma S_i^2}{S_t^2}\right]$$

α แทน ค่าความเที่ยงของแบบทดสอบทั้งฉบับ

ΣS_i^2 แทน ผลรวมของความแปรปรวนของข้อสอบแต่ละข้อ

S_t^2 แทน ความแปรปรวนของข้อสอบทั้งฉบับ

n แทน จำนวนข้อสอบทั้งหมด

(Cronbach. 1970: 161)

5.2.5 การหาค่าความเที่ยงของแบบวัดสมรรถภาพความคิดขั้นสูง โดยวิธีการวิเคราะห์ความแปรปรวนแบบฮ้อยท์ (Hoyt ' s Analysis of Variance) โดยใช้สูตร

$$r_{tt} = 1 - \left[\frac{MSe}{MSp}\right]$$

r_{tt} แทน ค่าความเที่ยง

MSe แทน ค่าความแปรปรวนของความคลาดเคลื่อน

MSp แทน ค่าความแปรปรวนระหว่างคน

(ล้วน สายยศ และ อังคณา สายยศ. 2540 : 202)

5.2.6 การหาค่าอำนาจจำแนกของแบบวัดสมรรถภาพในการแก้ปัญหาและสมรรถภาพความคิดขั้นสูง โดยทดสอบค่าที (t - test) เมื่อตั้งข้อตกลงว่า $\sigma_1^2 = \sigma_2^2$ และจากการวิเคราะห์ค่า Fว่ามี p มากกว่า .05 ใช้สูตรดังนี้

$$t = \frac{\overline{X}_1 - \overline{X}_2}{\sqrt{\left\{\frac{(n_1-1)S_1^2 + (n_1-1)S_2^2}{n_1+n_2-2}\right\}\left\{\frac{1}{n_1}+\frac{1}{n_2}\right\}}}$$

เทอม $\frac{(n_1-1)S_1^2 + (n_2-1)S_2^2}{n_1+n_2-2}$ นี้ คือความแปรปรวนร่วม(Pooled variance)

แทนด้วยสัญลักษณ์ s_p^2

$\overline{X}_1, \overline{X}_2$ แทน ค่าเฉลี่ยของคะแนนของกลุ่มสูงและกลุ่มต่ำตามลำดับ

S_1^2, S_2^2 แทน ความแปรปรวนของคะแนนของกลุ่มสูงและกลุ่มต่ำตามลำดับ

n_1, n_2 แทน จำนวนนักเรียนของกลุ่มสูงและกลุ่มต่ำตามลำดับ

ค่า df ที่ใช้คือ $n_1 + n_2 - 2$

(พวงรัตน์ ทวีรัตน์ 2538 : 162)

5.2.7 การเปรียบเทียบผลการเรียนปฏิบัติการชีววิทยา (ว042) ในด้านสมรรถภาพในการแก้ปัญหา สมรรถภาพความคิดขั้นสูงและสมรรถภาพทักษะในการสื่อสาร ของกลุ่มทดลอง และกลุ่มเส้นฐาน โดยการหาค่า t - test (Dependent) ใช้สูตร (ล้วน สายยศ และอังคณา สายยศ. 2524 : 217)

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

df = n-1

เมื่อ $\sum D$ แทน ผลรวมของความแตกต่างระหว่างคะแนนสอบก่อนการทดลองสอนและหลังการทดลองสอน

N แทน จำนวนคนในกลุ่มตัวอย่าง

(Ferguson. 1981 : 180)

5.2.8 การเปรียบเทียบผลการเรียนปฏิบัติการชีววิทยา (ว042) ในด้านสมรรถภาพในการแก้ปัญหา สมรรถภาพความคิดขั้นสูงและสมรรถภาพทักษะในการสื่อสาร ของกลุ่มทดลองและกลุ่มเส้นฐานระหว่างกลุ่มบนและกลุ่มล่าง โดยการหาค่า t - test (Independent) ใช้สูตร (ล้วน สายยศ และ อังคณา สายยศ. 2524 : 217)

$$t = \frac{\overline{X}_1 - \overline{X}_2}{\sqrt{\frac{S_1^2}{n_1} + \frac{S_2^2}{n_2}}}$$

$df = n_1 + n_2 - 2$

เมื่อ X_1 แทน คะแนนเฉลี่ยของกลุ่มตัวอย่าง 1

X_2 แทน คะแนนเฉลี่ยของกลุ่มตัวอย่าง 2

n_1 แทน ขนาดของกลุ่มตัวอย่าง 1

n_2 แทน ขนาดของกลุ่มตัวอย่าง 2

S_1^2 แทน ความแปรปรวนของคะแนนกลุ่มตัวอย่าง 1

S_2^2 แทน ความแปรปรวนของคะแนนกลุ่มตัวอย่าง 2

ในการวิจัยครั้งนี้ ในส่วนของการวิเคราะห์ข้อมูลเชิงปริมาณ ใช้คอมพิวเตอร์โปรแกรม SPSS for windows 95 version 7.52 ซึ่งแสดงผลการคำนวณไว้ในภาคผนวก

บทที่ 4
ผลการวิเคราะห์ข้อมูล

ในบทที่ 4 นี้จะนำเสนอผลการพัฒนาฐานข้อมูลการเรียนรู้แบบมัลติมีเดียวิชาชีววิทยา (ว 042)และผลการวิเคราะห์ข้อมูลตามลำดับดังนี้

1. ผลการพัฒนาฐานข้อมูลการเรียนรู้แบบมัลติมีเดียวิชาชีววิทยา(ว 042)

2. ผลการวิเคราะห์ข้อมูลสำหรับการหาประสิทธิภาพฐานข้อมูลการเรียนรู้แบบมัลติมีเดียวิชาชีววิทยา (ว042) ของแต่ละบทปฏิบัติการในการทดสอบแบบกลุ่มเล็ก

3. ผลการวิเคราะห์ข้อมูลสำหรับการหาประสิทธิภาพฐานข้อมูลการเรียนรู้แบบมัลติมีเดียวิชาชีววิทยา (ว042) ของแต่ละบทปฏิบัติการในการทดสอบแบบกลุ่มใหญ่

4. ผลการวิเคราะห์ข้อมูลสำหรับสมรรถภาพในการแก้ปัญหา โดยภาพรวม

5. ผลการวิเคราะห์ข้อมูลสำหรับสมรรถภาพความคิดขั้นสูงด้านความคิดสร้างสรรค์ โดยภาพรวม

6. ผลการวิเคราะห์ข้อมูลสำหรับสมรรถภาพทักษะในการสื่อสารโดยภาพรวม

7. ผลการวิเคราะห์ข้อมูลสำหรับสมรรถภาพในการแก้ปัญหาระหว่างกลุ่มบน (U) กับกลุ่มล่าง (L)

8. ผลการวิเคราะห์ข้อมูลสำหรับสมรรถภาพความคิดขั้นสูงด้านความคิดสร้างสรรค์ระหว่างกลุ่มบน (U) กับกลุ่มล่าง (L)

9. ผลการวิเคราะห์ข้อมูลสำหรับสมรรถภาพทักษะในการสื่อสาร ระหว่างกลุ่มบน (U) กับกลุ่มล่าง (L)

10. ผลการวิเคราะห์ข้อมูลสำหรับ สมรรถภาพในการแก้ปัญหา ความคิดขั้นสูงด้านความคิดสร้างสรรค์และทักษะในการสื่อสารของนักเรียนที่เรียนโดยใช้ฐานข้อมูลกับไม่ใช้ฐานข้อมูล โดยภาพรวม

11. ผลการวิเคราะห์ข้อมูลสำหรับ สมรรถภาพในการแก้ปัญหา ความคิดขั้นสูงด้านความคิดสร้างสรรค์และทักษะในการสื่อสารของนักเรียนกลุ่มบนกับกลุ่มล่างที่เรียนโดยใช้ฐานข้อมูลกับไม่ใช้ฐานข้อมูล โดยภาพรวม

1. ผลการพัฒนาฐานข้อมูลการเรียนรู้แบบมัลติมีเดียวิชาชีววิทยา(ว 042)

จากการพัฒนาฐานข้อมูลการเรียนรู้แบบมัลติมีเดียวิชาชีววิทยา(ว 042) ได้ฐานข้อมูลการเรียนรู้แบบมัลติมีเดียวิชาชีววิทยา(ว 042)ที่มีประสิทธิภาพผ่านเกณฑ์80/80 ซึ่งมีคุณลักษณะดังต่อไปนี้

ก.คุณลักษณะทั่วไป

1. เป็นซีดีรอมสำเร็จรูปสามารถเรียกใช้งานได้โดยตรงจากแผ่นซีดีรอมเองหรือสามารถติดตั้งลงในฮาร์ดดิสก์ได้ ในกรณีของการติดตั้งจะกินเนื้อที่ประมาณ 150 เมกะไบต์

2. สามารถใช้งานได้กับเครื่องคอมพิวเตอร์ตั้งแต่รุ่นเพนเทียม(586) ที่มีความเร็วไม่ต่ำกว่า 100 เมกะเฮิรตซ์มีเครื่องอ่านซีดีรอมความเร็วไม่ต่ำกว่า 8 เท่า มีการ์ดเสียงพร้อมหูฟังหรือลำโพงเสียง มีการ์ดแสดงผลอย่างต่ำ 256 สี มีจอภาพเป็นแบบสี

3. ใช้ประกอบการเรียนปฏิบัติการวิชาชีววิทยา(ว 042) ใน 8 บทปฏิบัติการต่อไปนี้คือ

1) บทปฏิบัติการเรื่องการศึกษาการทำงานของตัวยับยั้งเอนไซม์

2) บทปฏิบัติการเรื่องการหายใจแบบไม่ใช้ออกซิเจน

3) บทปฏิบัติการเรื่องการวัดอัตราการหายใจ

4) บทปฏิบัติการเรื่องการศึกษาโครงสร้างปอด

5) บทปฏิบัติการเรื่องการศึกษาโครงสร้างใบพืช

6) บทปฏิบัติการเรื่องการสังเคราะห์ด้วยแสง

7) บทปฏิบัติการเรื่องการศึกษาโครงสร้างของเซลล์คุม

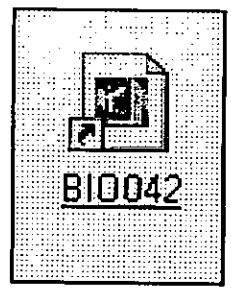
8) บทปฏิบัติการเรื่องการศึกษาการคายน้ำของพืช

4. สามารถใช้เรียนเสริมหรือเรียนซ่อมเสริมได้ด้วยตนเอง ใช้งานง่าย ติดตั้งเองได้ง่ายมีคำอธิบายประกอบการใช้งาน

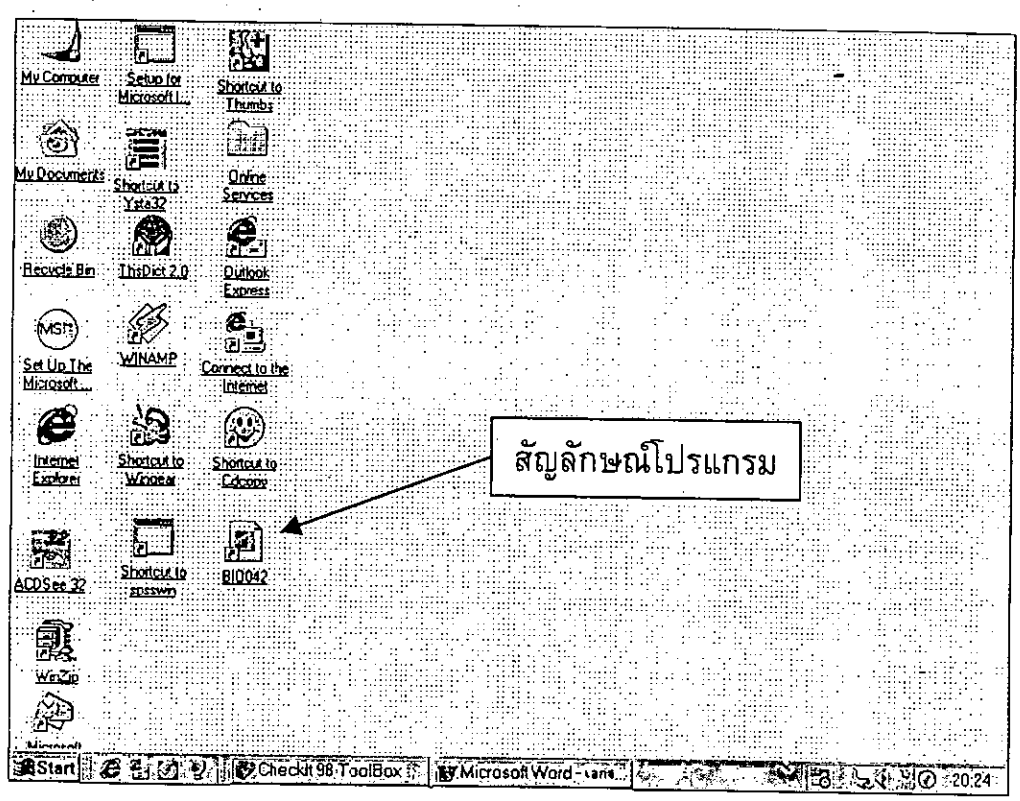
5. ใช้เป็นฐานข้อมูลเพื่อการศึกษาค้นคว้าเนื้อหาวิชาชีววิทยา(ว 042) ในส่วนที่เกี่ยวข้องกับบทปฏิบัติการทั้ง 8 บทปฏิบัติการ ที่กล่าวมาแล้ว และเป็นฐานข้อมูลในระบบเครือข่าย schoolnet ได้

ข.คุณลักษณะเฉพาะ

การใช้งานฐานข้อมูลสามารถเรียกใช้ได้โดยตรงจากแผ่นซีดีรอมโดยเรียกจากสัญลักษณ์ของโปรแกรม(Icon) ที่ชื่อ BIO042 ในกรณีที่มีการติดตั้งลงในฮาร์ดดิสก์โปรแกรมจะสร้างสัญลักษณ์ของโปรแกรมชื่อ BIO042 ใช้งานได้ที่หน้าจอคอมพิวเตอร์ดังภาพ



ภาพประกอบ 4-1 แสดงสัญลักษณ์ของโปรแกรมหลังจากติดตั้งแล้ว



ภาพประกอบ4-2 แสดงสัญลักษณ์ของโปรแกรมหลังจากติดตั้งแล้ว ปรากฏบนหน้าจอคอมพิวเตอร์

เมื่อเรียกใช้งานจากสัญลักษณ์ดังกล่าวโปรแกรมจะเริ่มทำงานซึ่งลักษณะของฐานข้อมูลการเรียนรู้แบบมัลติมีเดียวิชาชีววิทยา (ว 042)จะแบ่งการทำงานเป็น 4 ส่วนคือ

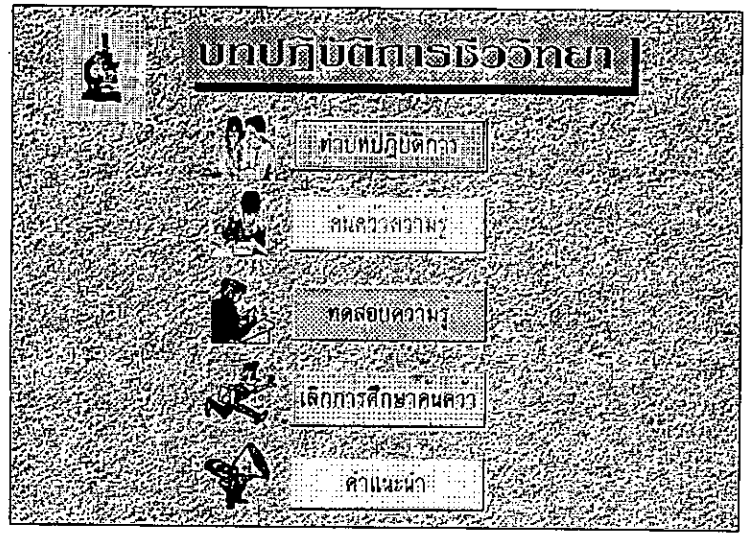
1.ทำบทปฏิบัติการ

2.ค้นคว้าความรู้

3.ทดสอบความรู้

4.คำแนะนำ

ซึ่งการทำงานในแต่ละส่วนจะปรากฏขึ้นมาให้เลือกดังภาพต่อไปนี้



ภาพประกอบ 4 - 3 แสดงรายการเลือกของฐานข้อมูลการเรียนรู้

ในแต่ละส่วนมีรายละเอียดในการทำงานดังนี้

1.ทำบทปฏิบัติการ

เมื่อเลือกในส่วนนี้จะมีรายการของบทปฏิบัติการให้เลือกเรียน ซึ่งสามารถเลือกเรียนได้อย่างอิสระไม่จำเป็นต้องเลือกเรียนเรียงตามลำดับ ซึ่งมีรายการเลือกดังภาพต่อไปนี้



ภาพประกอบ 4-4 แสดงรายการเลือกทำบทปฏิบัติการ

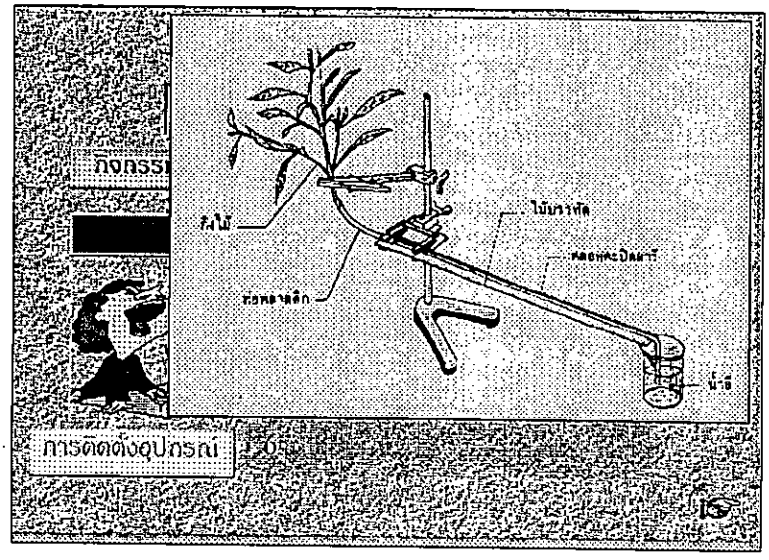
ในแต่ละบทปฏิบัติการจะมีลักษณะเป็นการให้คำแนะนำในการทำปฏิบัติการอย่างเป็นขั้นตอน มีคำอธิบายพร้อมภาพประกอบ ดังภาพประกอบ 4-5 ภาพประกอบ 4-6 ภาพประกอบ 4-7 และภาพประกอบ 4-8



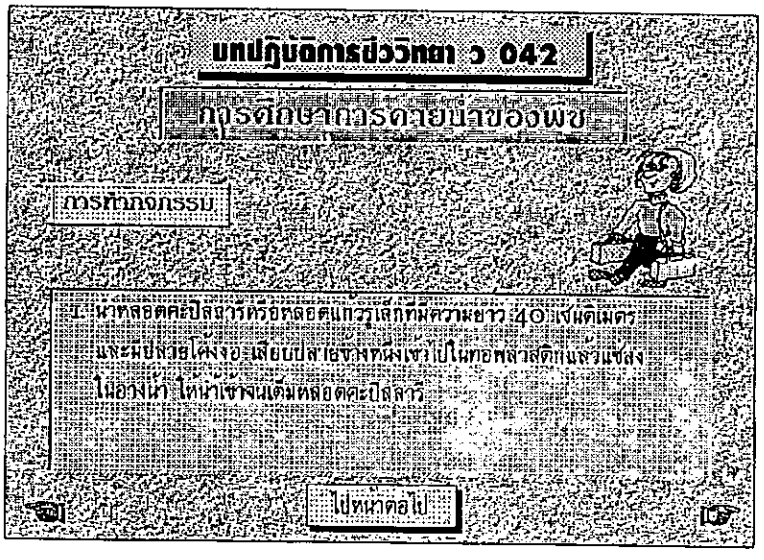
ภาพประกอบ 4-5 แสดงรายการเริ่มต้นบทปฏิบัติการ



ภาพประกอบ 4-6 แสดงคำอธิบายประกอบบทปฏิบัติการ

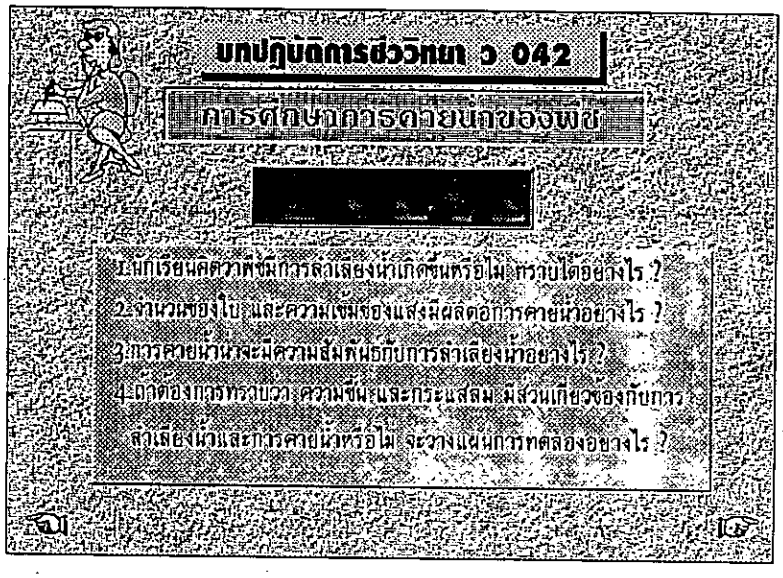


ภาพประกอบ 4-7 แสดงภาพประกอบบทปฏิบัติการ

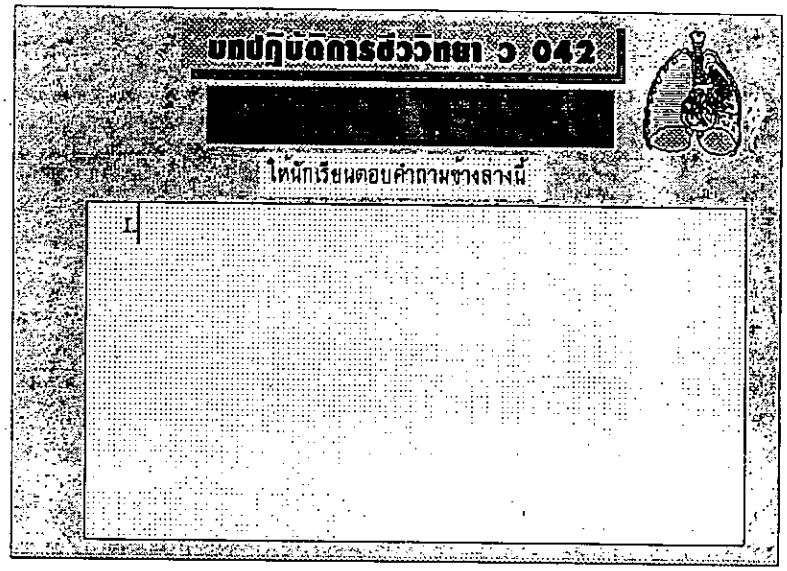


ภาพประกอบ 4-8 แสดงขั้นตอนการทำบทปฏิบัติการ

หลังจากทำบทปฏิบัติการแล้วจะมีคำถามให้นักเรียนตอบซึ่งนักเรียนสามารถพิมพ์ข้อความตอบคำถามในคอมพิวเตอร์ได้ คอมพิวเตอร์จะทำการบันทึกผลเก็บไว้ ครูสามารถเข้าไปตรวจคำตอบของนักเรียนได้ นอกจากนั้นยังสามารถสั่งให้พิมพ์คำตอบออกทางเครื่องพิมพ์ได้ถ้ามีเครื่องพิมพ์ต่อพ่วงอยู่ด้วย ดังภาพประกอบ 4-9 และ 4-10

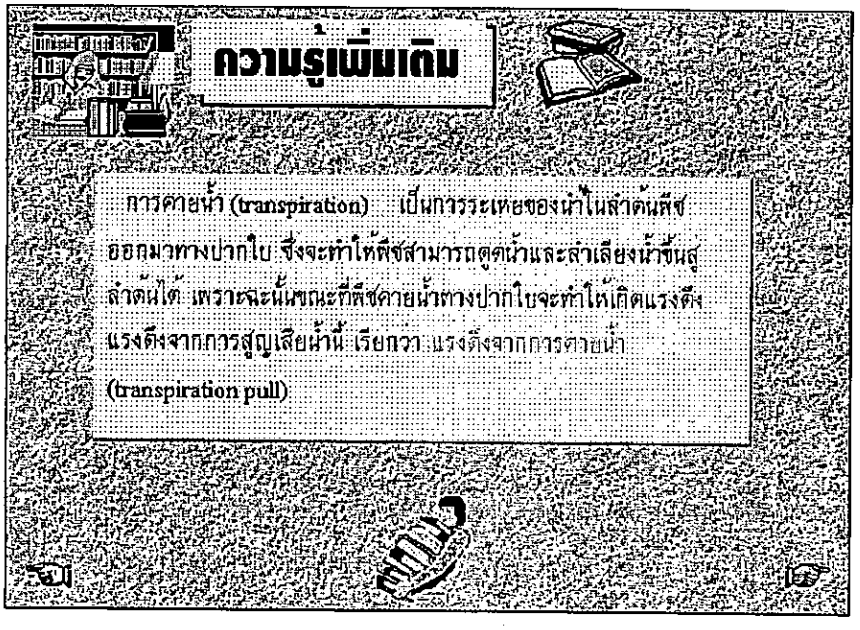


ภาพประกอบ 4-9 แสดงคำถามในบทปฏิบัติการ

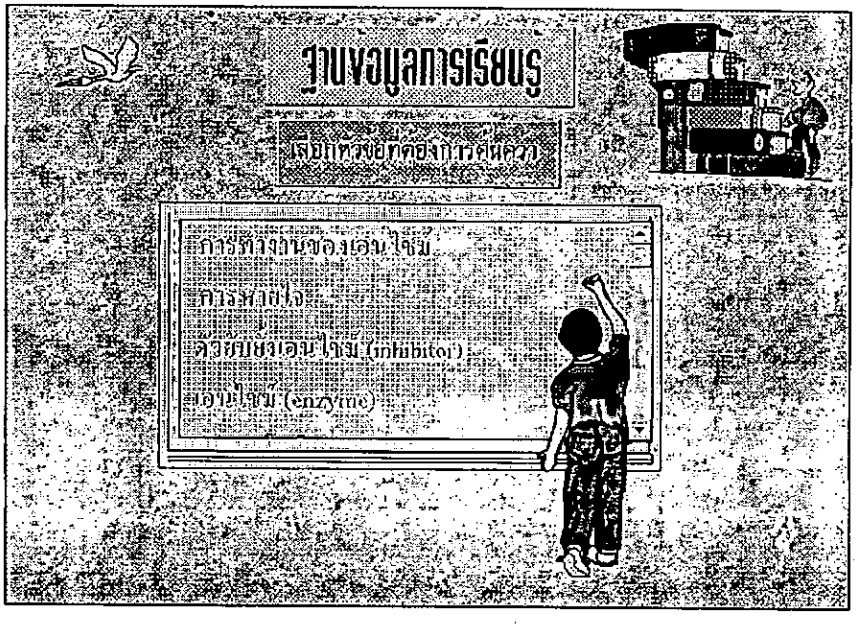


ภาพประกอบ 4-10 แสดงการตอบคำถามในบทปฏิบัติการ

ในการตอบคำถามหรือทำรายงานตามที่กำหนดไว้ในแต่ละบทปฏิบัติการ นักเรียนสามารถเข้าไปค้นข้อมูลจากส่วนความรู้เพิ่มเติมที่จัดทำเป็นฐานข้อมูลไว้เพื่อนำมาเป็นข้อมูลในการตอบคำถามถ้าข้อมูลที่ได้ไม่เพียงพอสามารถเข้าไปค้นข้อมูลในส่วนของฐานข้อมูลรวมได้อีกซึ่งจะมีรายละเอียดมากขึ้น ดังภาพประกอบ 4-11 และภาพประกอบ 4-12



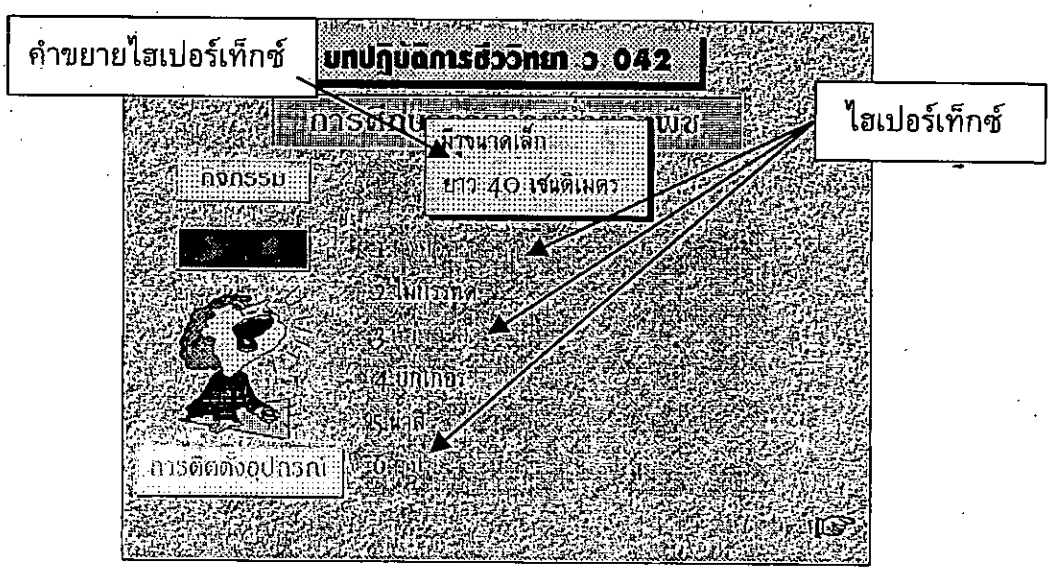
ภาพประกอบ 4-11 แสดงการเข้าไปค้นข้อมูลจากส่วนความรู้เพิ่มเติม



ภาพประกอบ 4-12 แสดงการเข้าไปค้นข้อมูลจากส่วนของฐานข้อมูลรวม

ถ้าต้องการค้นข้อมูลอีกต้องการค้นรายละเอียดให้มากขึ้นก็สามารถเข้าไปสืบค้นข้อมูลต่อในส่วนของอินเทอร์เน็ตซึ่งได้ทำส่วนเชื่อมโยงไว้แล้ว สำหรับเครื่องที่มีโมเด็มก็สามารถใช้ในส่วนนี้ได้ทันที

ลักษณะการค้นข้อมูลของฐานข้อมูลนี้ใช้วิธีที่เรียกว่าไฮเปอร์เท็กซ์ (Hypertext) ซึ่งเป็นจุดเด่นของฐานข้อมูลนี้ โดยคำที่มีลักษณะเป็นไฮเปอร์เท็กซ์จะมีสีที่ต่างจากส่วนอื่นและเมื่อเลื่อนเมาส์ (mouse) เข้าไปในบริเวณของคำหรือข้อความดังกล่าวหรือเมาส์ จะเปลี่ยนเป็นรูปมือหรือแว่นขยายซึ่งจะมีคำอธิบาย รูปภาพ แผนภาพหรือคำขยายความต่อไปอีกดังภาพประกอบ 4-13 และภาพประกอบ 4-14

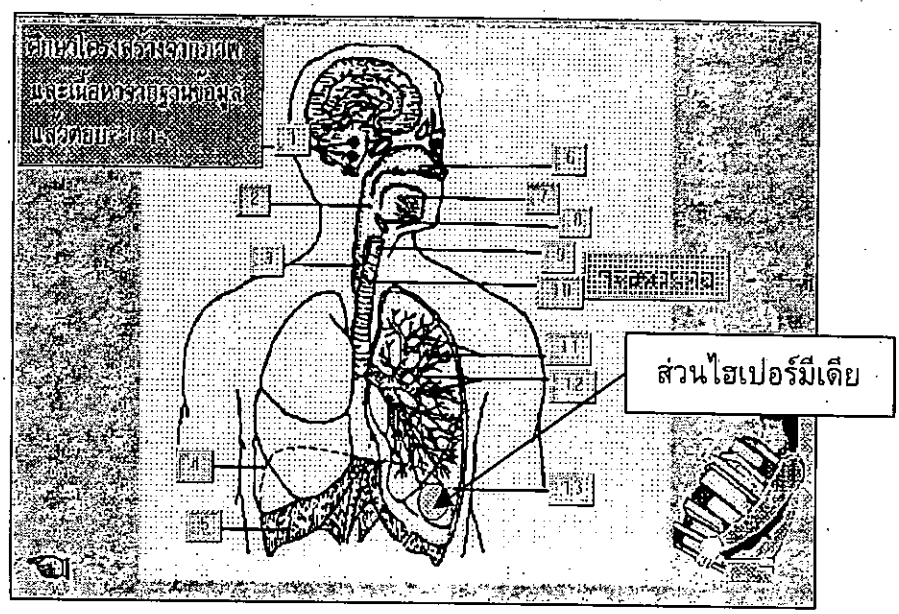


ภาพประกอบ 4-13 แสดงข้อความที่เป็นไฮเปอร์เท็กซ์และส่วนขยายของไฮเปอร์เท็กซ์ที่เป็นข้อความ

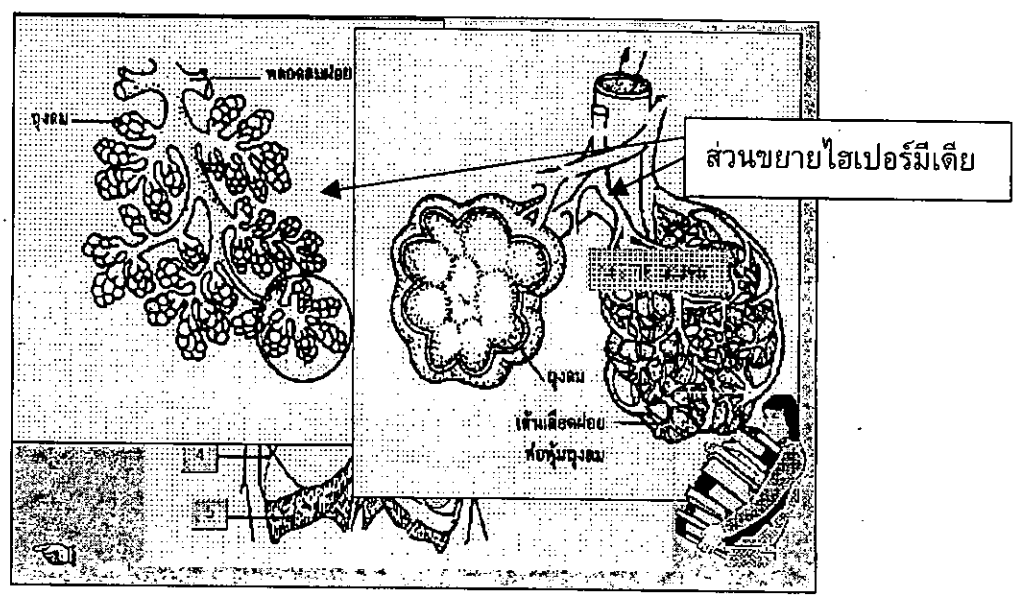


ภาพประกอบ 4-14 แสดงข้อความที่เป็นไฮเปอร์เท็กซ์และส่วนขยายของไฮเปอร์เท็กซ์ที่เป็นรูปภาพ

นอกจากส่วนของไฮเปอร์เท็กซ์แล้วยังมีส่วนที่เป็นไฮเปอร์มีเดีย(Hypermedia) ด้วย กล่าวคือในส่วนของรูปภาพอาจมีส่วนขยายที่ขยายซ้อนไปได้อีก หรืออาจแสดงผลเป็นเสียงได้ หรือส่วนของภาพอาจเป็นไฮเปอร์มีเดียที่มีส่วนขยายได้อีก ดังภาพประกอบ 4-15 และ 4-16



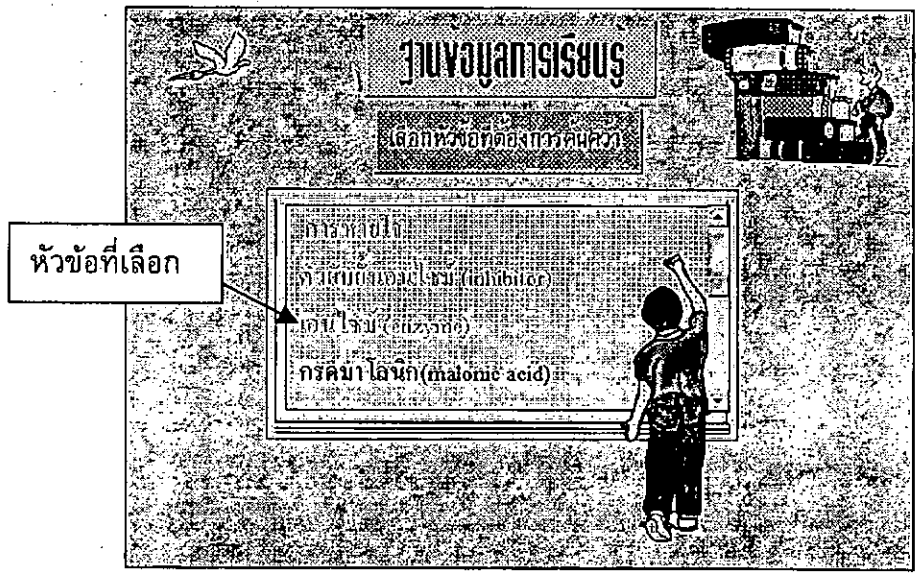
ภาพประกอบ 4-15 แสดงภาพส่วนที่เป็นไฮเปอร์มีเดีย



ภาพประกอบ 4-16 แสดงส่วนขยายไฮเปอร์มีเดีย

2.ค้นคว้าความรู้

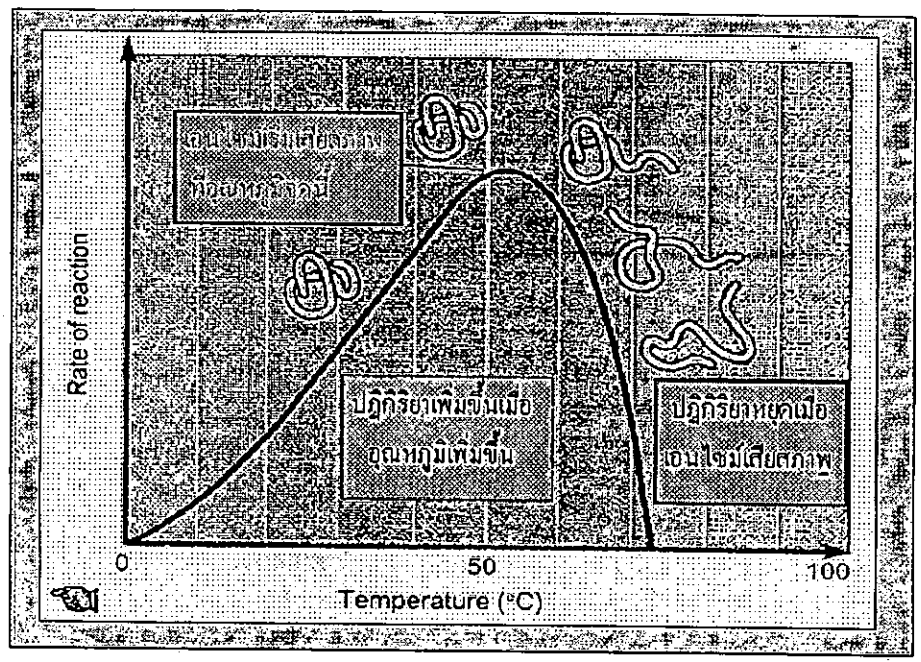
เมื่อเลือกในส่วนนี้จะมีรายการให้เลือกค้นคว้าตามหัวข้อสำคัญหรือคำสำคัญ ซึ่งสามารถเข้าไปศึกษาค้นคว้าได้อย่างอิสระ เมื่อค้นความรู้เสร็จแล้วสามารถออกจากฐานข้อมูลได้ตลอดเวลา ทุกส่วนของฐานข้อมูลจะเชื่อมโยงถึงกันหมด การค้นคว้ากระทำได้อย่างอิสระตามที่ต้องการ ดังภาพประกอบ 4-17 ภาพประกอบ 4-18 ภาพประกอบ 4-19 และ ภาพประกอบ 4-20



ภาพประกอบ 4-17 แสดงการเลือกหัวข้อในฐานข้อมูลการเรียนรู้ในการค้นคว้า



ภาพประกอบ 4-18 แสดงการเลือกเข้าไปศึกษาในฐานข้อมูลการเรียนรู้



ภาพประกอบ 4-19 แสดงส่วนขยายไฮเปอร์มีเดียในฐานข้อมูลการเรียนรู้



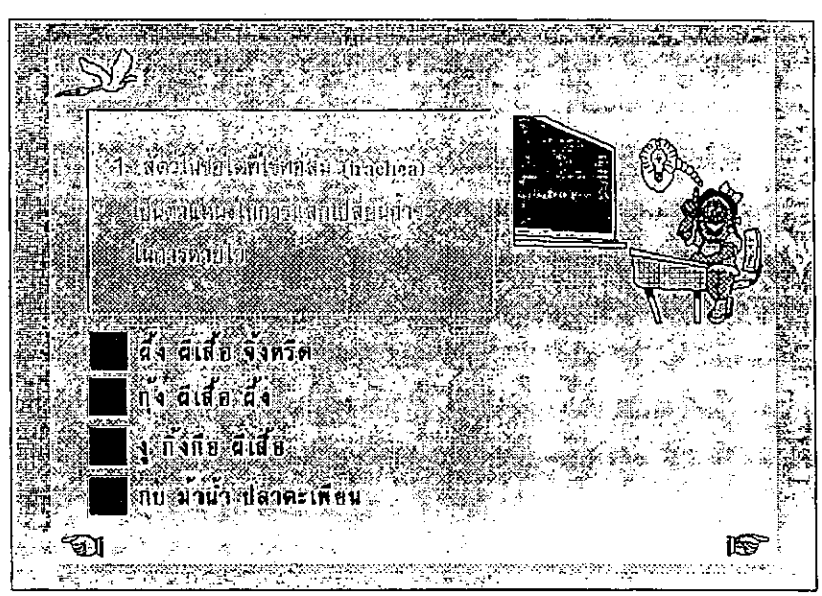
ภาพประกอบ 4-20 แสดงการเชื่อมโยงไปยังส่วนต่างๆของฐานข้อมูลการเรียนรู้

3.ทดสอบความรู้

เมื่อเลือกในส่วนนี้จะมีรายการให้เลือกทดสอบความรู้ตามบทปฏิบัติการ แบบทดสอบจะเป็นแบบเลือกตอบในแต่ละครั้งจะมีการสลับตัวเลือกโดยอัตโนมัติ สามารถแจ้งคะแนนได้ทันทีหลังทำแบบทดสอบเสร็จแล้วและหลังการทดสอบนักเรียนสามารถดูคำตอบที่ถูกต้องพร้อมคำอธิบายประกอบได้ด้วย ดังภาพประกอบ 4-21 ภาพประกอบ 4-22 ภาพประกอบ 4-23 และภาพประกอบ 4-24

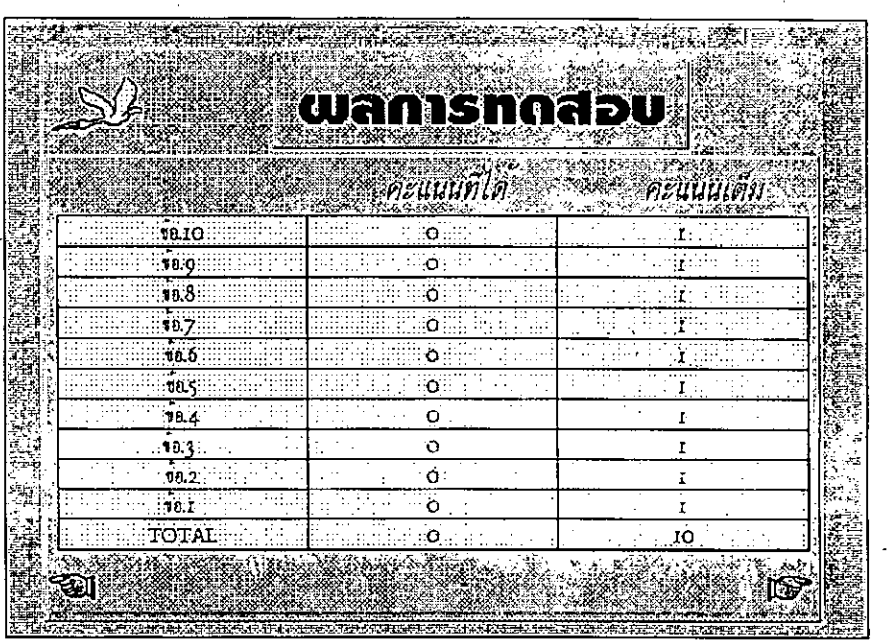


ภาพประกอบ 4-21 แสดงรายการเลือกทำแบบทดสอบ





ภาพประกอบ 4-23 แสดงแบบทดสอบการเรียนรู้

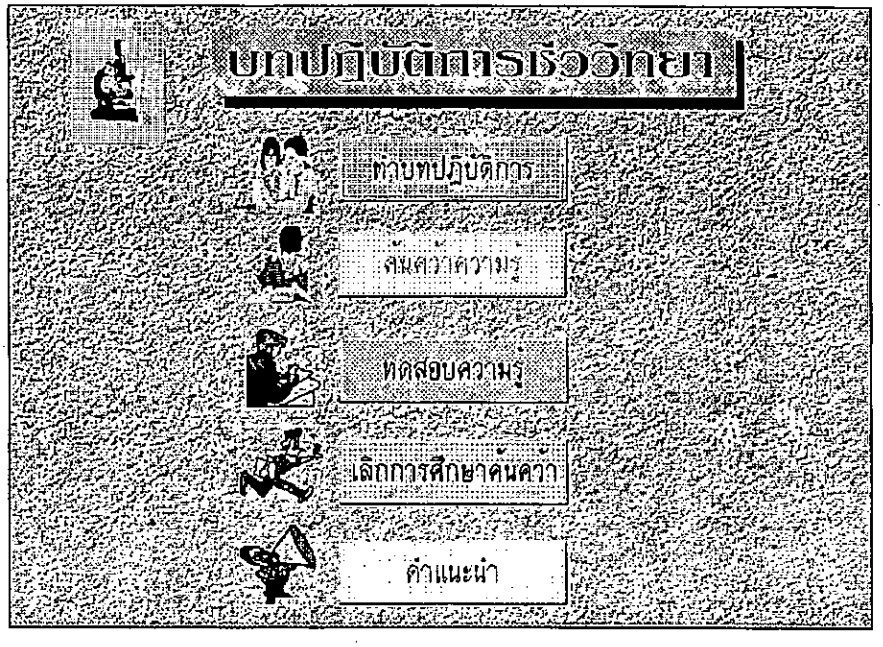


	คะแนนที่ได้	คะแนนเต็ม
ข้อ10	0	1
ข้อ9	0	1
ข้อ8	0	1
ข้อ7	0	1
ข้อ6	0	1
ข้อ5	0	1
ข้อ4	0	1
ข้อ3	0	1
ข้อ2	0	1
ข้อ1	0	1
TOTAL	0	10

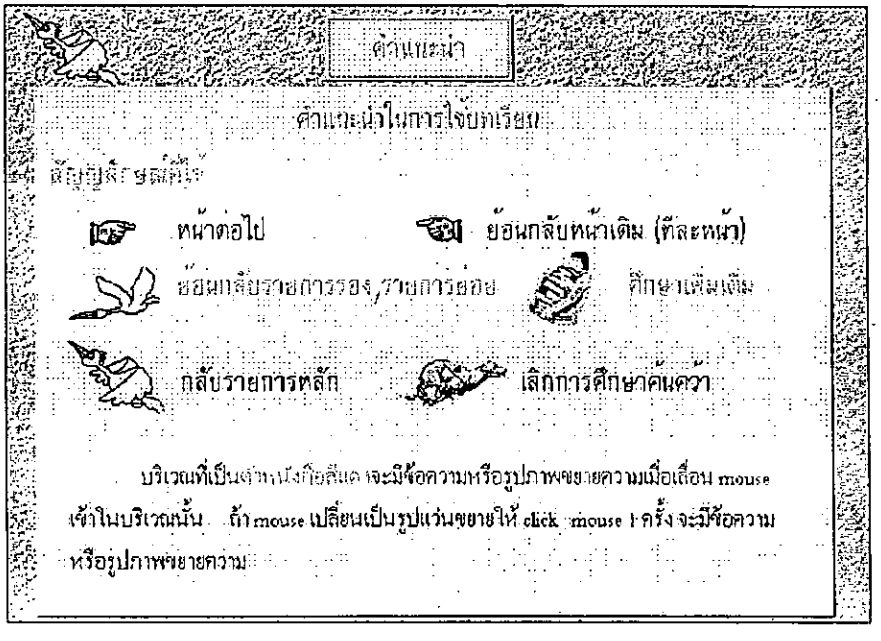
ภาพประกอบ 4-24 แสดงการแจ้งผลการทำแบบทดสอบการเรียนรู้

4.คำแนะนำ

เมื่อเลือกในส่วนนี้จะมีคำแนะนำการใช้ฐานข้อมูลการเรียนรู้แบบมัลติมีเดีย วิชาชีววิทยา (ว 042) ดังภาพประกอบ 4-25 และภาพประกอบ 4-26



ภาพประกอบ 4-25 แสดงรายการเลือกคำแนะนำการใช้ฐานข้อมูลการเรียนรู้



ภาพประกอบ 4-26 แสดงรายการคำแนะนำการใช้ฐานข้อมูลการเรียนรู้

2.ผลการวิเคราะห์ข้อมูลสำหรับการหาประสิทธิภาพฐานข้อมูลการเรียนรู้แบบมัลติมีเดีย วิชาชีววิทยา (ว042) ของแต่ละบทปฏิบัติการในการทดสอบแบบกลุ่มเล็ก

ผลการวิเคราะห์ข้อมูลสำหรับการหาประสิทธิภาพฐานข้อมูลการเรียนรู้แบบมัลติมีเดีย วิชาชีววิทยา (ว042) ของแต่ละบทปฏิบัติการในการทดสอบแบบกลุ่มเล็ก แสดงได้ดังตาราง 4-1 – 4-3 ต่อไปนี้

ตาราง 4-1 แสดงค่า คะแนน($\overline{X}$) , $\sum X$ และค่า E1* .ในการหาประสิทธิภาพฐานข้อมูลการเรียนรู้แบบมัลติมีเดียวิชาชีววิทยา (ว042) ของแต่ละบทปฏิบัติการในกวรทดสอบแบบกลุ่มเล็ก

ชุดที่		คะแนนนักเรียน ($\overline{X}$) คนที่										$\sum X$	E1*
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10		
1	การศึกษาการทำงานของตัวยับยั้งเอนไซม์	15	14	18	17	16	18	17	15	15	15	160	**80.0**
2	การหายใจแบบไม่ใช้ออกซิเจน	16	17	13	18	19	16	16	15	17	17	164	82.0
3	การวัดอัตราการหายใจ	18	17	16	18	16	17	13	18	15	14	162	81.0
4	การศึกษาโครงสร้างปอด	17	15	17	13	15	18	18	17	16	15	161	80.5
5	การศึกษาโครงสร้างใบพืช	18	17	15	14	17	18	17	14	18	17	165	82.5
6	การสังเคราะห์ด้วยแสง	19	16	18	15	16	18	18	15	17	15	167	**83.5**
7	การศึกษาโครงสร้างของเซลล์คุม	17	16	17	16	18	19	16	14	15	18	166	83.0
8	การศึกษาการคายน้ำของพืช	16	15	18	16	17	18	16	16	16	15	163	81.5

หมายเหตุ E1 * หมายถึง ประสิทธิภาพของกระบวนการในระหว่างการใช้ฐานข้อมูลการเรียนรู้แบบมัลติมีเดียวิชาชีววิทยา (ว042)

ตาราง 4-2 แสดงค่า คะแนน($\overline{X}$) , $\sum F$ และค่า E2* .ในการหาประสิทธิภาพฐานข้อมูลการเรียนรู้แบบมัลติมีเดียวิชาชีววิทยา (ว042) ของแต่ละบทปฏิบัติการในการทดสอบแบบกลุ่มเล็ก

ชุดที่		คะแนนนักเรียน ($\overline{X}$) คนที่										$\sum F$	E2*
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10		
1	การศึกษาการทำงานของตัวยับยั้งเอนไซม์	16	18	17	16	15	16	18	17	15	14	162	80.1
2	การหายใจแบบไม่ใช้ออกซิเจน	15	17	17	18	17	17	17	16	16	18	168	84.0
3	การวัดอัตราการหายใจ	17	17	16	18	17	17	15	15	16	19	167	83.5
4	การศึกษาโครงสร้างปอด	18	16	18	17	19	16	16	16	17	15	168	84.0
5	การศึกษาโครงสร้างใบพืช	16	15	19	16	18	17	18	16	18	17	170	85.0
6	การสังเคราะห์ด้วยแสง	15	18	15	18	17	16	18	15	18	17	167	83.5
7	การศึกษาโครงสร้างของเซลล์คุม	18	16	17	16	18	17	17	14	18	18	169	84.5
8	การศึกษาการคายน้ำของพืช	19	17	16	17	18	16	17	17	17	17	171	85.5

หมายเหตุ E2* หมายถึง ประสิทธิภาพของฐานข้อมูลการเรียนรู้แบบมัลติมีเดียวิชาชีววิทยา (ว042)ในการเปลี่ยนพฤติกรรมผู้เรียน

ตาราง 4-3 แสดงค่าการหาประสิทธิภาพฐานข้อมูลการเรียนรู้แบบมัลติมีเดียวิชาชีววิทยา (ว042) ของแต่ละบทปฏิบัติการ ในการทดสอบแบบกลุ่มเล็ก

ชุดที่	เรื่อง	E1	E2	E1/E2	การผ่านเกณฑ์ 80/80
1	การศึกษาการทำงานของตัวยับยั้งเอนไซม์	80.0	80.1	80.0/ 80.1	ผ่านเกณฑ์
2	การหายใจแบบไม่ใช้ออกซิเจน	82.0	84.0	82.0/84.0	ผ่านเกณฑ์*
3	การวัดอัตราการหายใจ	81.0	83.5	81.0/83.5	ผ่านเกณฑ์*
4	การศึกษาโครงสร้างปอด	80.5	84.0	80.5/84.0	ผ่านเกณฑ์*
5	การศึกษาโครงสร้างใบพืช	82.5	85.0	82.5/85.0	ผ่านเกณฑ์*
6	การสังเคราะห์ด้วยแสง	83.5	83.5	83.5/83.5	ผ่านเกณฑ์*
7	การศึกษาโครงสร้างของเซลล์คุม	83.0	84.5	83.0/84.5	ผ่านเกณฑ์*
8	การศึกษาการคายน้ำของพืช	81.5	85.5	81.5/85.5	ผ่านเกณฑ์*

หมายเหตุ ผ่านเกณฑ์* หมายถึง ผ่านเกณฑ์ในระดับที่สูงกว่าเกณฑ์ที่กำหนด (ค่า E2 สูงกว่า 82.5)

จากตาราง 4-1 – 4-3 สรุปได้ว่าประสิทธิภาพฐานข้อมูลการเรียนรู้แบบมัลติมีเดียวิชาชีววิทยา (ว042) ของแต่ละบทปฏิบัติการในการทดสอบแบบกลุ่มเล็ก มีค่าผ่านเกณฑ์ 80/80 ทุกชุด

3. ผลการวิเคราะห์ข้อมูลสำหรับการหาประสิทธิภาพฐานข้อมูลการเรียนรู้แบบมัลติมีเดียวิชาชีววิทยา (ว042) ของแต่ละบทปฏิบัติการในการทดสอบแบบกลุ่มใหญ่

ผลการวิเคราะห์ข้อมูลสำหรับการหาประสิทธิภาพฐานข้อมูลการเรียนรู้แบบมัลติมีเดียวิชาชีววิทยา (ว042) ของแต่ละบทปฏิบัติการในการทดสอบแบบกลุ่มใหญ่ แสดงได้ดังตาราง 4-4 ดังต่อไปนี้

ตาราง 4-4 แสดงค่า $\sum X$, $\sum F$, E1, E2 และค่า E1/E2 ในการหาประสิทธิภาพฐานข้อมูลการเรียนรู้แบบมัลติมีเดีย วิชาชีววิทยา (ว042) ของแต่ละบทปฏิบัติการในการทดสอบแบบกลุ่มใหญ่

ชุดที่	บทปฏิบัติการเรื่อง	$\sum X$	$\sum F$	E1	E2	E1/E2	การผ่านเกณฑ์ 80/80
1	การศึกษาการทำงานของตัวยับยั้งเอนไซม์	1411	1423	83.0	83.7	83.0 / 83.7	ผ่านเกณฑ์*
2	การหายใจแบบไม่ใช้ออกซิเจน	1448	1401	85.2	82.4	85.2 / 82.4	ผ่านเกณฑ์
3	การวัดอัตราการหายใจ	1425	1432	83.8	84.2	83.8 / 84.2	ผ่านเกณฑ์*
4	การศึกษาโครงสร้างปอด	1381	1405	81.2	82.6	81.2 / 82.6	ผ่านเกณฑ์*
5	การศึกษาโครงสร้างใบพืช	1360	1398	80.0	82.2	80.0 / 82.2	ผ่านเกณฑ์
6	การสังเคราะห์ด้วยแสง	1432	1444	84.2	84.9	84.2 / 84.9	ผ่านเกณฑ์*
7	การศึกษาโครงสร้างของเซลล์คุม	1407	1424	82.8	83.8	82.8 / 83.8	ผ่านเกณฑ์*
8	การศึกษาการคายน้ำของพืช	1401	1411	82.4	83.0	82.4 / 83.0	ผ่านเกณฑ์*

หมายเหตุ ผ่านเกณฑ์* หมายถึง ผ่านเกณฑ์ในระดับที่สูงกว่าเกณฑ์ที่กำหนด (ค่า E2 สูงกว่า 82.5)

จากตาราง 4-4 สรุปได้ว่าประสิทธิภาพฐานข้อมูลการเรียนรู้แบบมัลติมีเดียวิชาชีววิทยา (ว042) ของแต่ละบทปฏิบัติการในการทดสอบแบบกลุ่มใหญ่ มีค่าผ่านเกณฑ์ 80/80 ทุกชุด

4.ผลการวิเคราะห์ข้อมูลสำหรับด้านสมรรถภาพในการแก้ปัญหา โดยภาพรวม

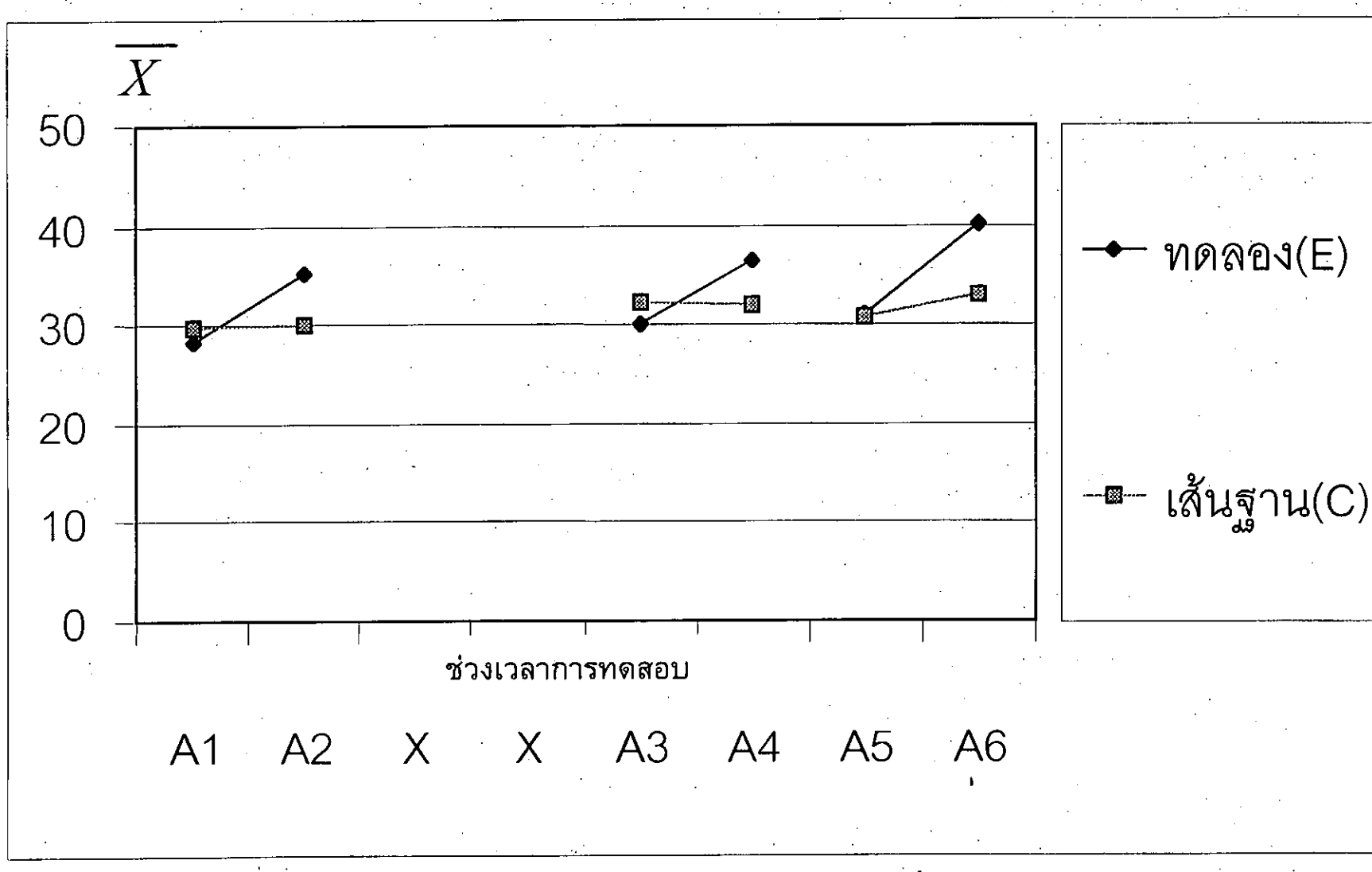
ผลการวิเคราะห์ข้อมูลสำหรับด้านสมรรถภาพในการแก้ปัญหา โดยภาพรวม แสดงได้ดังตาราง 4-5และ ภาพประกอบ 4-27 ดังต่อไปนี้

ตาราง 4-5 แสดงผลการเปรียบเทียบสมรรถภาพในการแก้ปัญหาของนักเรียนที่เรียนโดยใช้ฐานข้อมูลกับไม่ใช้ฐานข้อมูล

ช่วงของการทดสอบ	การจัดห้องเรียนทางกายภาพ *	การใช้ฐานข้อมูล	N	$\overline{X}$	S.D.	t	df	p
1	ห้องที่ 1 (N=87)	ไม่ใช้ฐานข้อมูล	87	28.23	4.63	9.449	86	.000
		ใช้ฐานข้อมูล	87	35.13	6.42			
	ห้องที่ 2 (N=42)	กลุ่มเส้นฐาน1	42	29.71	5.13	1.083	41	.285
		กลุ่มเส้นฐาน2	42	30.17	4.57			
2	ห้องที่ 1 (N=87)	ไม่ใช้ฐานข้อมูล	87	-	-	-	-	-
		ใช้ฐานข้อมูล	87	-	-			
	ห้องที่ 2 (N=42)	กลุ่มเส้นฐาน1	42	-	-	-	-	-
		กลุ่มเส้นฐาน2	42	-	-			
3	ห้องที่ 1 (N=87)	ไม่ใช้ฐานข้อมูล	87	30.02	3.82	9.342	86	.000
		ใช้ฐานข้อมูล	87	36.38	7.02			
	ห้องที่ 2 (N=42)	กลุ่มเส้นฐาน1	42	32.17	6.38	.161	41	.873
		กลุ่มเส้นฐาน2	42	32.00	5.43			
4	ห้องที่ 1 (N=87)	ไม่ใช้ฐานข้อมูล	87	30.93	3.82	12.476	86	.000
		ใช้ฐานข้อมูล	87	40.15	6.91			
	ห้องที่ 2 (N=42)	กลุ่มเส้นฐาน1	42	30.88	5.22	1.490	41	.144
		กลุ่มเส้นฐาน2	42	32.93	6.72			

หมายเหตุ * ก. นักเรียนห้องที่ 1 : กลุ่มใช้ฐานข้อมูลกับกลุ่มไม่ใช้ฐานข้อมูลเป็นนักเรียนกลุ่มเดียวกัน แต่ได้รับการจัดกระทำแตกต่างกันตามช่วงเวลา กล่าวคือ ในช่วงแรก (2 สัปดาห์) ไม่ใช้ฐานข้อมูล ส่วนในช่วงหลัง (2 สัปดาห์) ใช้ฐานข้อมูล

ข. นักเรียนห้องที่ 2 : เก็บข้อมูลเป็นพิเศษเพื่อทำหน้าที่เป็นกลุ่มเส้นฐานคู่ขนานกับนักเรียนห้องที่ 1 (นักเรียนห้องที่ 2 นี้เป็นนักเรียนของชั้นเรียนทั่วไปซึ่งเรียนโดยไม่ใช้ฐานข้อมูล) กลุ่มเส้นฐาน1 ได้รับการทดสอบในช่วงเวลาเดียวกับกลุ่มไม่ใช้ฐานข้อมูล ส่วนกลุ่มเส้นฐาน2 ได้รับการทดสอบในช่วงเวลาเดียวกับกลุ่มใช้ฐานข้อมูล



ภาพประกอบ 4-27 กราฟแสดงผลการเปรียบเทียบสมรรถภาพการแก้ปัญหาของนักเรียนที่เรียนโดยใช้ฐานข้อมูลกับไม่ใช้ฐานข้อมูล

จากตาราง 4-5 และภาพประกอบ 4-27 สรุปผลการเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยด้านสมรรถภาพการแก้ปัญหา ได้ดังนี้*

1. ในช่วงสัปดาห์ที่ 1-4 ของการทดลอง

1.1 สมรรถภาพในการแก้ปัญหาของนักเรียนกลุ่มเส้นฐานที่ได้รับการทดสอบในช่วงเวลาที่แตกต่างกันสองช่วง (คือ ช่วงไม่ใช้ฐานข้อมูล (A1)กับช่วงใช้ฐานข้อมูล (A2) ของกลุ่มทดลอง) ไม่แตกต่างกัน

1.2 สมรรถภาพในการแก้ปัญหาของนักเรียนกลุ่มทดลองที่ได้รับการทดสอบในช่วงเวลาที่แตกต่างกันสองช่วง (คือ ช่วงไม่ใช้ฐานข้อมูล (A1)กับช่วงใช้ฐานข้อมูล (A2)) แตกต่างกัน

2. ในช่วงสัปดาห์ที่ 5-8 ของการทดลอง

ทำการทดสอบสมรรถภาพความคิดขั้นสูงด้านความคิดสร้างสรรค์(B) และสมรรถภาพทักษะในการสื่อสาร(C)

3. ในช่วงสัปดาห์ที่ 9-12 ของการทดลอง

3.1 สมรรถภาพในการแก้ปัญหาของนักเรียนกลุ่มเส้นฐานที่ได้รับการทดสอบในช่วงเวลาที่แตกต่างกันสองช่วง (คือ ช่วงไม่ใช้ฐานข้อมูล (A3)กับช่วงใช้ฐานข้อมูล (A4) ของกลุ่มทดลอง) ไม่แตกต่างกัน

3.2 สมรรถภาพในการแก้ปัญหาของนักเรียนกลุ่มทดลองที่ได้รับการทดสอบในช่วงเวลาที่แตกต่างกันสองช่วง (คือ ช่วงไม่ใช้ฐานข้อมูล (A3)กับช่วงใช้ฐานข้อมูล (A4)) แตกต่างกัน

4. ในช่วงสัปดาห์ที่ 13-16 ของการทดลอง

4.1 สมรรถภาพในการแก้ปัญหาของนักเรียนกลุ่มเส้นฐานที่ได้รับการทดสอบในช่วงเวลาที่แตกต่างกันสองช่วง (คือ ช่วงไม่ใช้ฐานข้อมูล (A5)กับช่วงใช้ฐานข้อมูล (A6) ของกลุ่มทดลอง) ไม่แตกต่างกัน

4.2 สมรรถภาพในการแก้ปัญหาของนักเรียนกลุ่มทดลองที่ได้รับการทดสอบในช่วงเวลาที่แตกต่างกันสองช่วง (คือ ช่วงไม่ใช้ฐานข้อมูล (A5)กับช่วงใช้ฐานข้อมูล (A6)) แตกต่างกัน

---

* การทดลองสอนกระทำต่อเนื่องเป็นเวลา 16 สัปดาห์ แบ่งเป็น 4 ช่วง ๆละ 4 สัปดาห์ สำหรับการทดสอบสมรรถภาพการแก้ปัญหา(A)ได้กระทำในช่วงสัปดาห์ที่ 1-4 สัปดาห์ที่ 9-12 และสัปดาห์ที่ 13-16 ส่วนสัปดาห์ที่ 5-8 ได้ทำการทดสอบสมรรถภาพความคิดขั้นสูงด้านความคิดสร้างสรรค์(B) และสมรรถภาพทักษะในการสื่อสาร(C)

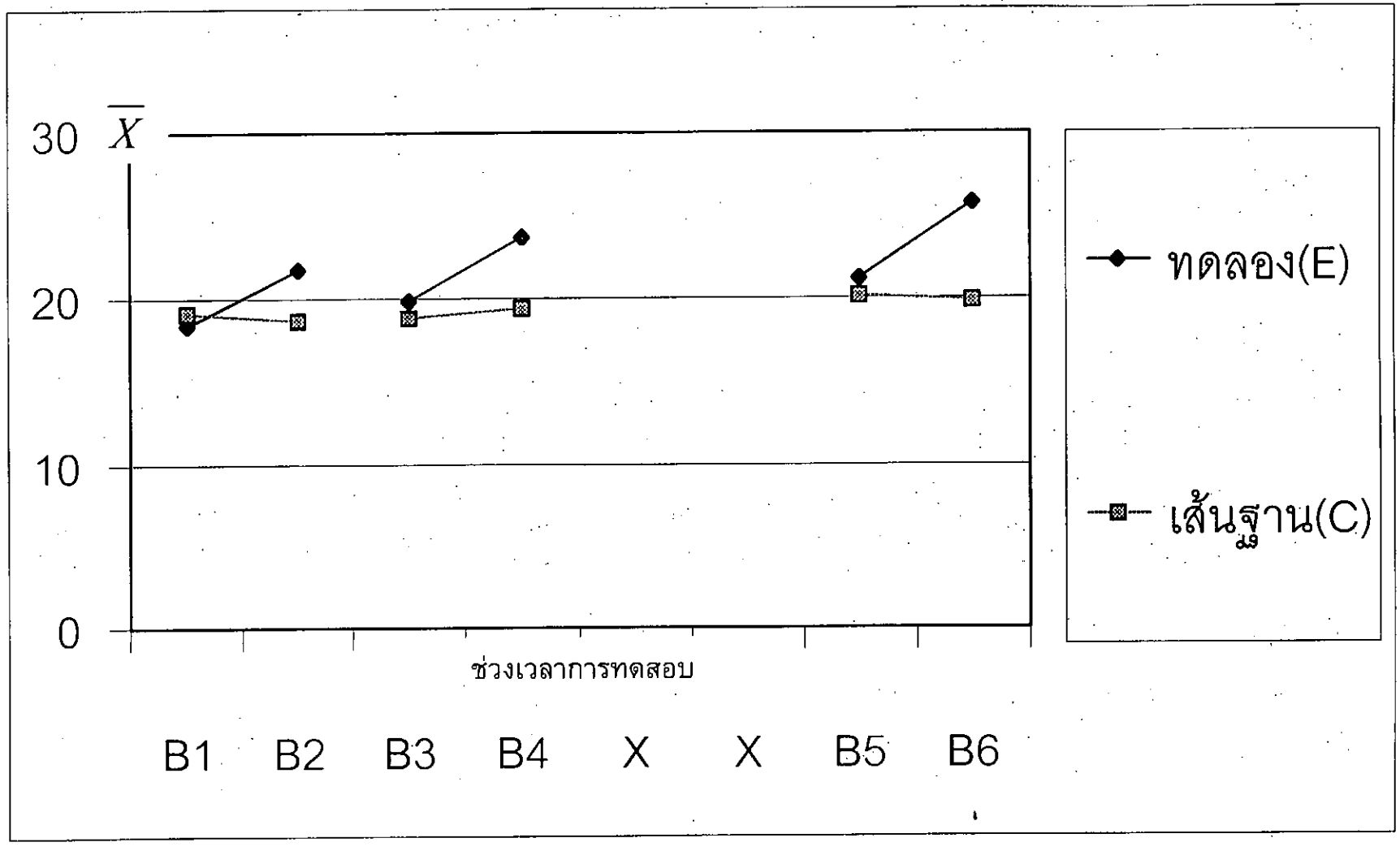
5.ผลการวิเคราะห์ข้อมูลสำหรับด้านสมรรถภาพด้านความคิดขั้นสูงด้านความคิดสร้างสรรค์โดยภาพรวม

ผลการวิเคราะห์ข้อมูลสำหรับด้านสมรรถภาพด้านความคิดขั้นสูงด้านความคิดสร้างสรรค์โดยภาพรวม แสดงได้ดังตาราง 4-6 และ ภาพประกอบ 4-28 ต่อไปนี้

ตาราง 4-6 แสดงผลการเปรียบเทียบสมรรถภาพความคิดขั้นสูงด้านความคิดสร้างสรรค์ของนักเรียนที่เรียนโดยใช้ฐานข้อมูลกับไม่ใช้ฐานข้อมูล

ช่วงของการทดสอบ	การจัดห้องเรียนทางกายภาพ *	การใช้ฐานข้อมูล	N	$\overline{X}$	S.D.	t	df	p
1	ห้องที่ 1 (N=87)	ไม่ใช้ฐานข้อมูล	87	18.41	4.63	11.571	86	.000
		ใช้ฐานข้อมูล	87	21.82	6.42			
	ห้องที่ 2 (N=42)	กลุ่มเส้นฐาน1	42	19.10	2.36	.696	41	.490
		กลุ่มเส้นฐาน2	42	18.74	2.25			
2	ห้องที่ 1 (N=87)	ไม่ใช้ฐานข้อมูล	87	19.94	2.33	11.629	86	.000
		ใช้ฐานข้อมูล	87	23.67	2.88			
	ห้องที่ 2 (N=42)	กลุ่มเส้นฐาน1	42	18.83	1.62	1.916	41	.063
		กลุ่มเส้นฐาน2	42	19.50	2.56			
3	ห้องที่ 1 (N=87)	ไม่ใช้ฐานข้อมูล	87	-	-	-	-	-
		ใช้ฐานข้อมูล	87	-	-			
	ห้องที่ 2 (N=42)	กลุ่มเส้นฐาน1	42	-	-	-	-	-
		กลุ่มเส้นฐาน2	42	-	-			
4	ห้องที่ 1 (N=87)	ไม่ใช้ฐานข้อมูล	87	21.28	2.69	12.445	86	.000
		ใช้ฐานข้อมูล	87	25.69	3.52			
	ห้องที่ 2 (N=42)	กลุ่มเส้นฐาน1	42	20.19	1.98	1.322	41	.193
		กลุ่มเส้นฐาน2	42	19.83	1.68			

หมายเหตุ * เหมือนตาราง 4-5



ภาพประกอบ 4-28 กราฟแสดงผลการเปรียบเทียบสมรรถภาพความคิดขั้นสูงด้านความคิดสร้างสรรค์ของนักเรียนที่เรียนโดยใช้ฐานข้อมูลกับไม่ใช้ฐานข้อมูล

จากตาราง 4-6 และภาพประกอบ 4-28 สรุปผลการเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยด้านสมรรถภาพความคิดขั้นสูงด้านความคิดสร้างสรรค์ ได้ดังนี้*

1. ในช่วงสัปดาห์ที่ 1-4 ของการทดลอง

1.1 สมรรถภาพความคิดขั้นสูงด้านความคิดสร้างสรรค์ของนักเรียนกลุ่มเส้นฐานที่ได้รับการทดสอบในช่วงเวลาที่แตกต่างกันสองช่วง (คือ ช่วงไม่ใช้ฐานข้อมูล (B1)กับช่วงใช้ฐานข้อมูล (B2) ของกลุ่มทดลอง) ไม่แตกต่างกัน

1.2 สมรรถภาพความคิดขั้นสูงด้านความคิดสร้างสรรค์ของนักเรียนกลุ่มทดลองที่ได้รับการทดสอบในช่วงเวลาที่แตกต่างกันสองช่วง (คือ ช่วงไม่ใช้ฐานข้อมูล (B1)กับช่วงใช้ฐานข้อมูล (B2)) แตกต่างกัน

2. ในช่วงสัปดาห์ที่ 5-8 ของการทดลอง

2.1 สมรรถภาพความคิดขั้นสูงด้านความคิดสร้างสรรค์ของนักเรียนกลุ่มเส้นฐานที่ได้รับการทดสอบในช่วงเวลาที่แตกต่างกันสองช่วง (คือ ช่วงไม่ใช้ฐานข้อมูล (B3)กับช่วงใช้ฐานข้อมูล (B4) ของกลุ่มทดลอง) ไม่แตกต่างกัน

2.2 สมรรถภาพความคิดขั้นสูงด้านความคิดสร้างสรรค์ ของนักเรียนกลุ่มทดลองที่ได้รับการทดสอบในช่วงเวลาที่แตกต่างกันสองช่วง (คือ ช่วงไม่ใช้ฐานข้อมูล (B3)กับช่วงใช้ฐานข้อมูล (B4)) แตกต่างกัน

3. ในช่วงสัปดาห์ที่ 9-12 ของการทดลอง

ทำการทดสอบสมรรถภาพการแก้ปัญหา(A) และสมรรถภาพทักษะในการสื่อสาร (C)

4. ในช่วงสัปดาห์ที่ 13-16 ของการทดลอง

4.1 สมรรถภาพความคิดขั้นสูงด้านความคิดสร้างสรรค์ ของนักเรียนกลุ่มเส้นฐานที่ได้รับการทดสอบในช่วงเวลาที่แตกต่างกันสองช่วง (คือ ช่วงไม่ใช้ฐานข้อมูล (B5)กับช่วงใช้ฐานข้อมูล (B6) ของกลุ่มทดลอง) ไม่แตกต่างกัน

4.2 สมรรถภาพความคิดขั้นสูงด้านความคิดสร้างสรรค์ ของนักเรียนกลุ่มทดลองที่ได้รับการทดสอบในช่วงเวลาที่แตกต่างกันสองช่วง (คือ ช่วงไม่ใช้ฐานข้อมูล (B5)กับช่วงใช้ฐานข้อมูล (B6)) แตกต่างกัน

---

* การทดลองสอนกระทำต่อเนื่องเป็นเวลา 16 สัปดาห์ แบ่งเป็น 4 ช่วงๆละ 4 สัปดาห์ สำหรับการทดสอบสมรรถภาพความคิดขั้นสูงด้านความคิดสร้างสรรค์ได้กระทำในช่วงสัปดาห์ที่ 1-4 สัปดาห์ที่ 5-8 และสัปดาห์ที่ 13-16 ส่วนสัปดาห์ที่ 9-12 ได้ทำการทดสอบสมรรถภาพการแก้ปัญหา(A) และสมรรถภาพทักษะในการสื่อสาร(C)

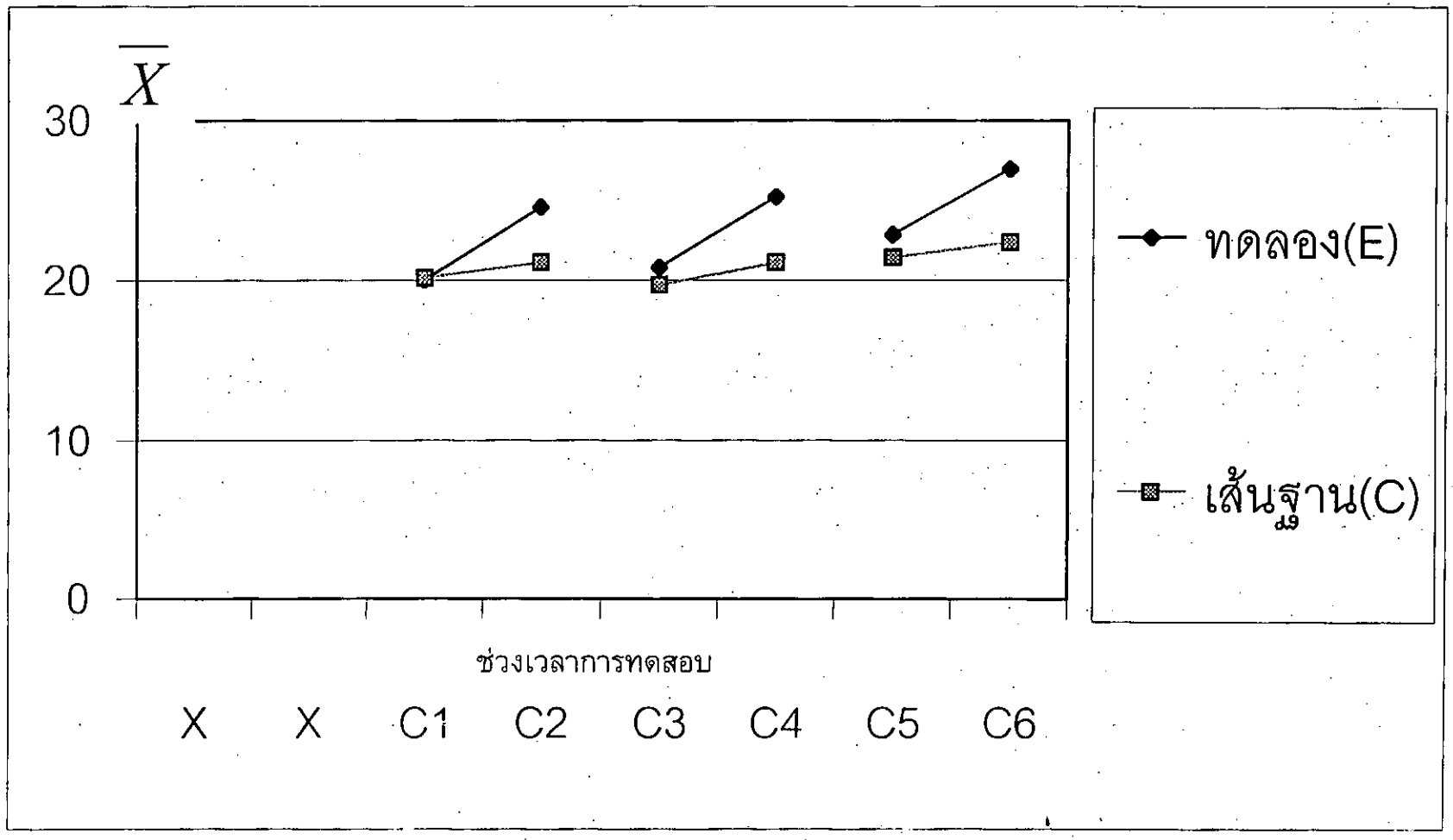
6.ผลการวิเคราะห์ข้อมูลสำหรับด้านสมรรถภาพด้านทักษะในการสื่อสาร โดยภาพรวม

ผลการวิเคราะห์ข้อมูลสำหรับด้านสมรรถภาพด้านทักษะในการสื่อสาร โดยภาพรวม แสดงได้ดังตาราง 4-7 และ ภาพประกอบ 4-29 ดังต่อไปนี้

ตาราง 4-7 แสดงผลการเปรียบเทียบสมรรถภาพด้านทักษะในการสื่อสารของนักเรียนที่เรียนโดยใช้ฐานข้อมูลกับไม่ใช้ฐานข้อมูล

ช่วงของการทดสอบ	การจัดห้องเรียนทางกายภาพ *	การใช้ฐานข้อมูล	N	$\overline{X}$	S.D.	t	df	p
1	ห้องที่ 1 (N=87)	ไม่ใช้ฐานข้อมูล	87	-	-	-	-	-
		ใช้ฐานข้อมูล	87	-	-			
	ห้องที่ 2 (N=42)	กลุ่มเส้นฐาน1	42	-	-	-	-	-
		กลุ่มเส้นฐาน2	42	-	-			
2	ห้องที่ 1 (N=87)	ไม่ใช้ฐานข้อมูล	87	20.09	3.67	12.245	86	.00
		ใช้ฐานข้อมูล	87	24.56	4.43			
	ห้องที่ 2 (N=42)	กลุ่มเส้นฐาน1	42	20.26	3.36	1.758	41	.086
		กลุ่มเส้นฐาน2	42	21.14	3.08			
3	ห้องที่ 1 (N=87)	ไม่ใช้ฐานข้อมูล	87	20.80	3.12	12.222	86	.00
		ใช้ฐานข้อมูล	87	25.30	4.18			
	ห้องที่ 2 (N=42)	กลุ่มเส้นฐาน1	42	19.71	3.085	2.791	41	.078
		กลุ่มเส้นฐาน2	42	21.17	4.19			
4	ห้องที่ 1 (N=87)	ไม่ใช้ฐานข้อมูล	87	22.86	2.23	12.304	86	.00
		ใช้ฐานข้อมูล	87	26.98	3.46			
	ห้องที่ 2 (N=42)	กลุ่มเส้นฐาน1	42	21.40	3.11	2.210	41	.083
		กลุ่มเส้นฐาน2	42	22.36	3.29			

หมายเหตุ * เหมือนตาราง 4-5



ภาพประกอบ 4-29 กราฟแสดงผลการเปรียบเทียบสมรรถภาพทักษะในการสื่อสารของนักเรียนที่เรียนโดยใช้ฐานข้อมูลกับไม่ใช้ฐานข้อมูล

จากตาราง 4-7 และภาพประกอบ 4-29 .สรุปผลการเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยด้านสมรรถภาพทักษะในการสื่อสาร ได้ดังนี้*

1. ในช่วงสัปดาห์ที่ 1-4 ของการทดลอง

ทำการทดสอบสมรรถภาพการแก้ปัญหา(A) และสมรรถภาพความคิดขั้นสูงด้านความคิดสร้างสรรค์(B)

2. ในช่วงสัปดาห์ที่ 5-8 ของการทดลอง

2.1 สมรรถภาพทักษะในการสื่อสารของนักเรียนกลุ่มเส้นฐานที่ได้รับการทดสอบในช่วงเวลาที่แตกต่างกันสองช่วง (คือ ช่วงไม่ใช้ฐานข้อมูล (C1)กับช่วงใช้ฐานข้อมูล (C2) ของกลุ่มทดลอง) ไม่แตกต่างกัน

2.2 สมรรถภาพทักษะในการสื่อสารของนักเรียนกลุ่มทดลองที่ได้รับการทดสอบในช่วงเวลาที่แตกต่างกันสองช่วง (คือ ช่วงไม่ใช้ฐานข้อมูล (C1)กับช่วงใช้ฐานข้อมูล (C2)) แตกต่างกัน

3. ในช่วงสัปดาห์ที่ 9-12 ของการทดลอง

3.1 สมรรถภาพทักษะในการสื่อสารของนักเรียนกลุ่มเส้นฐานที่ได้รับการทดสอบในช่วงเวลาที่แตกต่างกันสองช่วง (คือ ช่วงไม่ใช้ฐานข้อมูล (C3)กับช่วงใช้ฐานข้อมูล (C4) ของกลุ่มทดลอง) ไม่แตกต่างกัน

3.2 สมรรถภาพทักษะในการสื่อสารของนักเรียนกลุ่มทดลองที่ได้รับการทดสอบในช่วงเวลาที่แตกต่างกันสองช่วง (คือ ช่วงไม่ใช้ฐานข้อมูล (C3)กับช่วงใช้ฐานข้อมูล (C4)) แตกต่างกัน

4. ในช่วงสัปดาห์ที่ 13-16 ของการทดลอง

4.1 สมรรถภาพทักษะในการสื่อสารของนักเรียนกลุ่มเส้นฐานที่ได้รับการทดสอบในช่วงเวลาที่แตกต่างกันสองช่วง (คือ ช่วงไม่ใช้ฐานข้อมูล (C5)กับช่วงใช้ฐานข้อมูล (C6) ของกลุ่มทดลอง) ไม่แตกต่างกัน

4.2 สมรรถภาพทักษะในการสื่อสารของนักเรียนกลุ่มทดลองที่ได้รับการทดสอบในช่วงเวลาที่แตกต่างกันสองช่วง (คือ ช่วงไม่ใช้ฐานข้อมูล (C5)กับช่วงใช้ฐานข้อมูล (C6)) แตกต่างกัน

---

* การทดลองสอนกระทำต่อเนื่องเป็นเวลา 16 สัปดาห์ แบ่งเป็น 4 ช่วงๆละ 4 สัปดาห์ สำหรับการทดสอบสมรรถภาพทักษะในการสื่อสารได้กระทำในช่วงสัปดาห์ที่ 5-8 สัปดาห์ที่ 9-12 และสัปดาห์ที่ 13-16 ส่วนสัปดาห์ที่ 1-4 ได้ทำการทดสอบสมรรถภาพการแก้ปัญหา(A) และสมรรถภาพความคิดขั้นสูงด้านความคิดสร้างสรรค์(B)

7. ผลการวิเคราะห์ข้อมูลสำหรับ สมรรถภาพในการแก้ปัญหาของนักเรียนกลุ่มบนกับกลุ่มล่างที่เรียนโดยใช้ฐานข้อมูลกับไม่ใช้ฐานข้อมูล แสดงได้ดังตาราง 4-8 และ ภาพประกอบ 4-30 ต่อไปนี้

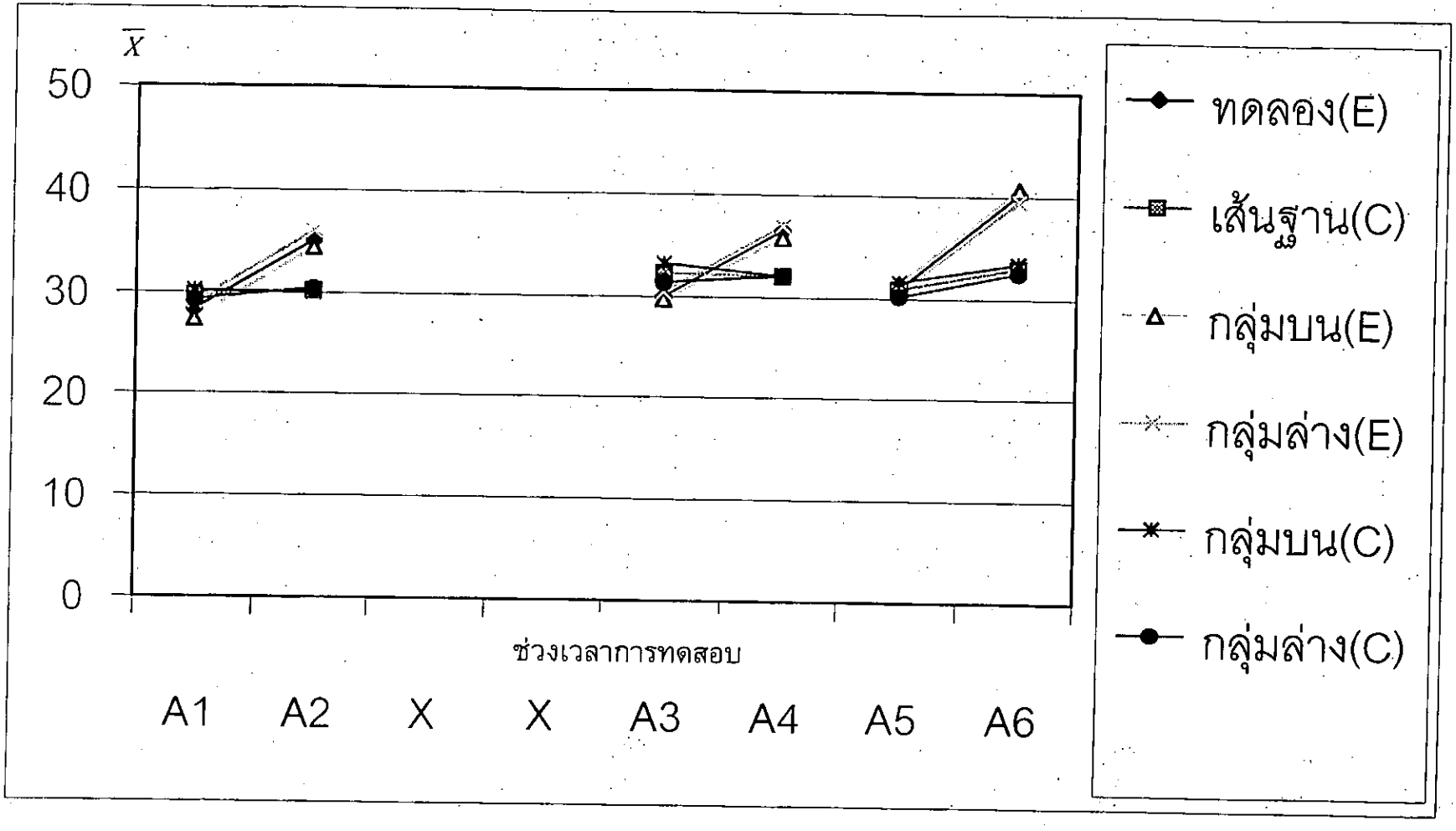
ตาราง 4-8 แสดงผลการเปรียบเทียบสมรรถภาพในการแก้ปัญหาของนักเรียนกลุ่มบนกับกลุ่มล่างที่เรียนโดยใช้ฐานข้อมูลกับไม่ใช้ฐานข้อมูล

ช่วงของการทดสอบ	การจัดห้องเรียนทางกายภาพ *	การใช้ฐานข้อมูล	ผลการเรียน	N	$\overline{X}$	S.D.	t	df	p
1	ห้องที่ 1 (N=87)	ไม่ใช้ฐานข้อมูล	กลุ่มบน	44	27.45	4.52	1.594	85	.115
			กลุ่มล่าง	43	29.02	4.66			
		ใช้ฐานข้อมูล	กลุ่มบน	44	34.36	6.96	1.125	85	.265
			กลุ่มล่าง	43	35.91	5.79			
	ห้องที่ 2 (N=42)	กลุ่มเส้นฐาน1	กลุ่มบน	21	30.19	5.15	.596	40	.554
			กลุ่มล่าง	21	29.24	5.20			
		กลุ่มเส้นฐาน2	กลุ่มบน	21	30.00	4.53	.234	40	.816
			กลุ่มล่าง	21	30.33	4.72			
2	ห้องที่ 1 (N=87)	ไม่ใช้ฐานข้อมูล	กลุ่มบน	44	-	-	-	-	-
			กลุ่มล่าง	43	-	-			
		ใช้ฐานข้อมูล	กลุ่มบน	44	-	-	-	-	-
			กลุ่มล่าง	43	-	-			
	ห้องที่ 2 (N=42)	กลุ่มเส้นฐาน1	กลุ่มบน	21	-	-	-	-	-
			กลุ่มล่าง	21	-	-			
		กลุ่มเส้นฐาน2	กลุ่มบน	21	-	-	-	-	-
			กลุ่มล่าง	21	-	-			

ตาราง 4-8 (ต่อ)

ช่วงของการทดสอบ	การจัดห้องเรียนทางกายภาพ *	การใช้ฐานข้อมูล	ผลการเรียน	N	$\overline{X}$	S.D.	t	df	p
3	ห้องที่ 1 (N=87)	ไม่ใช้ฐานข้อมูล	กลุ่มบน	44	29.77	3.68	.617	85	.539
			กลุ่มล่าง	43	30.28	3.97			
		ใช้ฐานข้อมูล	กลุ่มบน	44	35.75	6.55	.845	85	.400
			กลุ่มล่าง	43	37.02	7.48			
	ห้องที่ 2 (N=42)	กลุ่มเส้นฐาน1	กลุ่มบน	21	33.10	7.43	.942	40	.352
			กลุ่มล่าง	21	31.24	5.15			
		กลุ่มเส้นฐาน2	กลุ่มบน	21	32.00	5.04	.000	40	1.000
			กลุ่มล่าง	21	32.00	5.92			
4	ห้องที่ 1 (N=87)	ไม่ใช้ฐานข้อมูล	กลุ่มบน	44	31.20	3.94	.673	85	.503
			กลุ่มล่าง	43	30.65	3.72			
		ใช้ฐานข้อมูล	กลุ่มบน	44	70.75	6.89	.819	85	.415
			กลุ่มล่าง	43	39.53	6.96			
	ห้องที่ 2 (N=42)	กลุ่มเส้นฐาน1	กลุ่มบน	21	31.57	6.31	.854	40	.398
			กลุ่มล่าง	21	30.19	3.89			
		กลุ่มเส้นฐาน2	กลุ่มบน	21	33.43	7.52	.478	40	.635
			กลุ่มล่าง	21	32.43	5.95			

หมายเหตุ * เหมือนตาราง 4-5



ภาพประกอบ 4-30 กราฟแสดงผลการเปรียบเทียบสมรรถภาพการแก้ปัญหาของนักเรียนกลุ่มบนกับกลุ่มล่างที่เรียนโดยใช้ฐานข้อมูลกับไม่ใช้ฐานข้อมูล

จากตาราง 4-8 และภาพประกอบ 4-30 สรุปผลการเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยด้านสมรรถภาพการแก้ปัญหาระหว่างกลุ่มบน (U) กับกลุ่มล่าง (L) ได้ดังนี้*

1. ในช่วงสัปดาห์ที่ 1-4 ของการทดลอง

1.1 สมรรถภาพในการแก้ปัญหาของนักเรียนกลุ่มเส้นฐานกลุ่มบน (U) (ที่ได้รับการทดสอบในช่วงไม่ใช้ฐานข้อมูล (A1) ของกลุ่มทดลอง) กับนักเรียนกลุ่มเส้นฐานกลุ่มล่าง (L) ไม่แตกต่างกัน

1.2 สมรรถภาพในการแก้ปัญหาของนักเรียนกลุ่มทดลองกลุ่มบน (U) (ที่ได้รับการทดสอบในช่วงไม่ใช้ฐานข้อมูล (A1)) กับนักเรียนกลุ่มทดลองกลุ่มล่าง (L) ไม่แตกต่างกัน

1.3 สมรรถภาพในการแก้ปัญหาของนักเรียนกลุ่มเส้นฐานกลุ่มบน (U) (ที่ได้รับการทดสอบในช่วงใช้ฐานข้อมูล (A2) ของกลุ่มทดลอง) กับนักเรียนกลุ่มเส้นฐานกลุ่มล่าง (L) ไม่แตกต่างกัน

1.4 สมรรถภาพในการแก้ปัญหาของนักเรียนกลุ่มทดลองกลุ่มบน (U) (ที่ได้รับการทดสอบในช่วงใช้ฐานข้อมูล (A2)) กับนักเรียนกลุ่มทดลองกลุ่มล่าง (L) ไม่แตกต่างกัน

2. ในช่วงสัปดาห์ที่ 5-8 ของการทดลอง

ทำการทดสอบสมรรถภาพความคิดขั้นสูงด้านความคิดสร้างสรรค์(B) และสมรรถภาพทักษะในการสื่อสาร(C)

3. ในช่วงสัปดาห์ที่ 9-12 ของการทดลอง

3.1 สมรรถภาพในการแก้ปัญหาของนักเรียนกลุ่มเส้นฐานกลุ่มบน (U) (ที่ได้รับการทดสอบในช่วงไม่ใช้ฐานข้อมูล (A3) ของกลุ่มทดลอง) กับนักเรียนกลุ่มเส้นฐานกลุ่มล่าง (L) ไม่แตกต่างกัน

3.2 สมรรถภาพในการแก้ปัญหาของนักเรียนกลุ่มทดลองกลุ่มบน (U) (ที่ได้รับการทดสอบในช่วงไม่ใช้ฐานข้อมูล (A3)) กับนักเรียนกลุ่มทดลองกลุ่มล่าง (L) ไม่แตกต่างกัน

3.3 สมรรถภาพในการแก้ปัญหาของนักเรียนกลุ่มเส้นฐานกลุ่มบน (U) (ที่ได้รับการทดสอบในช่วงใช้ฐานข้อมูล (A4) ของกลุ่มทดลอง) กับนักเรียนกลุ่มเส้นฐานกลุ่มล่าง (L) ไม่แตกต่างกัน

3.4 สมรรถภาพในการแก้ปัญหาของนักเรียนกลุ่มทดลองกลุ่มบน (U) (ที่ได้รับการทดสอบในช่วงใช้ฐานข้อมูล (A4)) กับนักเรียนกลุ่มทดลองกลุ่มล่าง (L) ไม่แตกต่างกัน

---

* การทดลองสอนกระทำต่อเนื่องเป็นเวลา 16 สัปดาห์ แบ่งเป็น 4 ช่วงๆละ 4 สัปดาห์ สำหรับการทดสอบสมรรถภาพการแก้ปัญหาได้กระทำในช่วงสัปดาห์ที่ 1-4 สัปดาห์ที่ 9-12 และสัปดาห์ที่ 13-16 ส่วนสัปดาห์ที่ 5-8 ได้ทำการทดสอบสมรรถภาพความคิดขั้นสูงด้านความคิดสร้างสรรค์(B) และสมรรถภาพทักษะในการสื่อสาร(C)

4. ในช่วงสัปดาห์ที่ 13-16 ของการทดลอง

4.1 สมรรถภาพในการแก้ปัญหาของนักเรียนกลุ่มเส้นฐานกลุ่มบน (U) (ที่ได้รับการทดสอบในช่วงไม่ใช้ฐานข้อมูล (A5) ของกลุ่มทดลอง) กับนักเรียนกลุ่มเส้นฐานกลุ่มล่าง (L) ไม่แตกต่างกัน

4.2 สมรรถภาพในการแก้ปัญหาของนักเรียนกลุ่มทดลองกลุ่มบน (U) (ที่ได้รับการทดสอบในช่วงไม่ใช้ฐานข้อมูล (A5)) กับนักเรียนกลุ่มทดลองกลุ่มล่าง (L) ไม่แตกต่างกัน

4.3 สมรรถภาพในการแก้ปัญหาของนักเรียนกลุ่มเส้นฐานกลุ่มบน (U) (ที่ได้รับการทดสอบในช่วงใช้ฐานข้อมูล (A6) ของกลุ่มทดลอง) กับนักเรียนกลุ่มเส้นฐานกลุ่มล่าง (L) ไม่แตกต่างกัน

4.4 สมรรถภาพในการแก้ปัญหาของนักเรียนกลุ่มทดลองกลุ่มบน (U) (ที่ได้รับการทดสอบในช่วงใช้ฐานข้อมูล (A6)) กับนักเรียนกลุ่มทดลองกลุ่มล่าง (L) ไม่แตกต่างกัน

8.ผลการวิเคราะห์ข้อมูลสำหรับ สมรรถภาพความคิดขั้นสูงด้านความคิดสร้างสรรค์ของนักเรียนกลุ่มบนกับกลุ่มล่างที่เรียนโดยใช้ฐานข้อมูลกับไม่ใช้ฐานข้อมูล แสดงได้ดังตาราง 4-9 และ ภาพประกอบ 4-31 ต่อไปนี้

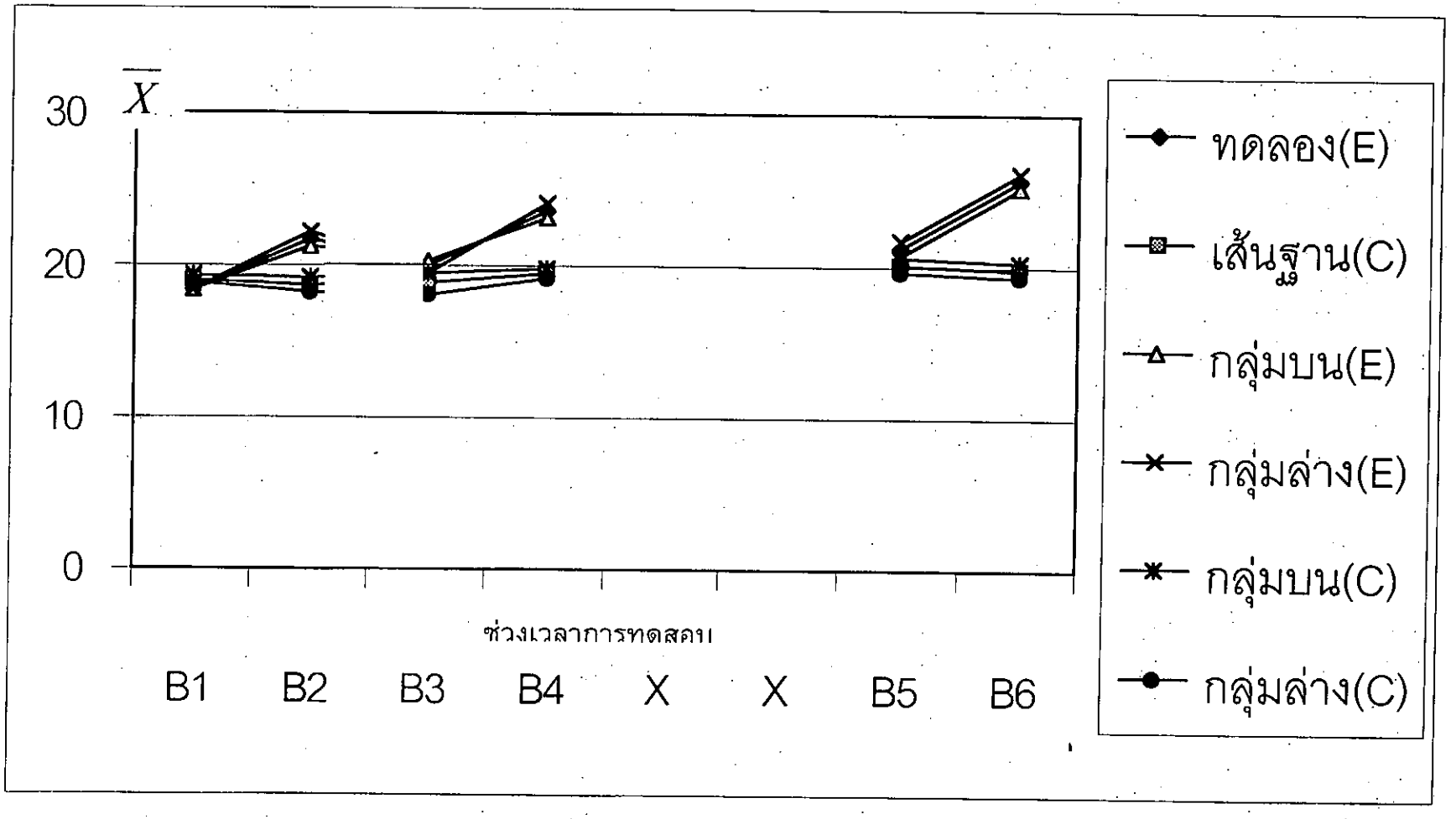
ตาราง 4-9 แสดงผลการเปรียบเทียบสมรรถภาพความคิดขั้นสูงด้านความคิดสร้างสรรค์ของนักเรียนกลุ่มบนกับกลุ่มล่างที่เรียนโดยใช้ฐานข้อมูลกับไม่ใช้ฐานข้อมูล

ช่วงของการทดสอบ	การจัดห้องเรียนทางกายภาพ*	การใช้ฐานข้อมูล	ผลการเรียน	N	$\overline{X}$	S.D.	t	df	p
1	ห้องที่ 1 (N=87)	ไม่ใช้ฐานข้อมูล	กลุ่มบน	44	18.43	2.74	.062	85	.951
			กลุ่มล่าง	43	18.40	2.74			
		ใช้ฐานข้อมูล	กลุ่มบน	44	21.34	2.55	1.573	85	.120
			กลุ่มล่าง	43	22.30	3.13			
	ห้องที่ 2 (N=42)	กลุ่มเส้นฐาน1	กลุ่มบน	21	19.38	2.42	.782	40	.439
			กลุ่มล่าง	21	18.81	2.32			
		กลุ่มเส้นฐาน2	กลุ่มบน	21	19.19	2.14	1.313	40	.197
			กลุ่มล่าง	21	18.29	2.33			
2	ห้องที่ 1 (N=87)	ไม่ใช้ฐานข้อมูล	กลุ่มบน	44	20.27	2.28	1.344	85	.183
			กลุ่มล่าง	43	19.60	2.36			
		ใช้ฐานข้อมูล	กลุ่มบน	44	23.20	2.63	1.526	85	.131
			กลุ่มล่าง	43	24.14	3.08			
	ห้องที่ 2 (N=42)	กลุ่มเส้นฐาน1	กลุ่มบน	21	19.57	1.47	3.282	40	.082
			กลุ่มล่าง	21	18.10	1.45			
		กลุ่มเส้นฐาน2	กลุ่มบน	21	19.86	2.94	.902	40	.372
			กลุ่มล่าง	21	19.14	2.13			

ตาราง 4-9 (ต่อ)

ช่วงของการทดสอบ	การจัดห้องเรียนทางกายภาพ*	การใช้ฐานข้อมูล	ผลการเรียน	N	$\overline{X}$	S.D.	t	df	p
3	ห้องที่ 1 (N=87)	ไม่ใช้ฐานข้อมูล	กลุ่มบน	44	-	-	-	-	-
			กลุ่มล่าง	43	-	-			
		ใช้ฐานข้อมูล	กลุ่มบน	44	-	-	-	-	-
			กลุ่มล่าง	43	-	-			
	ห้องที่ 2 (N=42)	กลุ่มเส้นฐาน1	กลุ่มบน	21	-	-	-	-	-
			กลุ่มล่าง	21	-	-			
		กลุ่มเส้นฐาน2	กลุ่มบน	21	-	-	-	-	-
			กลุ่มล่าง	21	-	-			
4	ห้องที่ 1 (N=87)	ไม่ใช้ฐานข้อมูล	กลุ่มบน	44	20.80	2.38	1.705	80	.092
			กลุ่มล่าง	43	21.77	2.92			
		ใช้ฐานข้อมูล	กลุ่มบน	44	25.16	3.16	1.430	80	.156
			กลุ่มล่าง	43	26.23	3.82			
	ห้องที่ 2 (N=42)	กลุ่มเส้นฐาน1	กลุ่มบน	21	20.62	1.91	1.421	40	.163
			กลุ่มล่าง	21	19.76	2.00			
		กลุ่มเส้นฐาน2	กลุ่มบน	21	20.29	1.45	1.791	40	.081
			กลุ่มล่าง	21	19.38	1.80			

หมายเหตุ * เหมือนตาราง 4-5



ภาพประกอบ 4-31 กราฟแสดงผลการเปรียบเทียบสมรรถภาพความคิดขั้นสูงด้านความคิดสร้างสรรค์ของนักเรียนกลุ่มบนกับกลุ่มล่างที่เรียนโดยใช้ฐานข้อมูลกับไม่ใช้ฐานข้อมูล

จากตาราง 4-9 และภาพประกอบ 4-31 สรุปผลการเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยด้านสมรรถภาพความคิดขั้นสูงด้านความคิดสร้างสรรค์ ได้ดังนี้*

1. ในช่วงสัปดาห์ที่ 1-4 ของการทดลอง

1.1 สมรรถภาพความคิดขั้นสูงด้านความคิดสร้างสรรค์ ของนักเรียนกลุ่มเส้นฐานกลุ่มบน (U) (ที่ได้รับการทดสอบในช่วงไม่ใช้ฐานข้อมูล (B1) ของกลุ่มทดลอง) กับนักเรียนกลุ่มเส้นฐานกลุ่มล่าง (L) ไม่แตกต่างกัน

1.2 สมรรถภาพความคิดขั้นสูงด้านความคิดสร้างสรรค์ ของนักเรียนกลุ่มทดลองกลุ่มบน (U) (ที่ได้รับการทดสอบในช่วงไม่ใช้ฐานข้อมูล (B1)) กับนักเรียนกลุ่มทดลองกลุ่มล่าง (L) ไม่แตกต่างกัน

1.3 สมรรถภาพความคิดขั้นสูงด้านความคิดสร้างสรรค์ ของนักเรียนกลุ่มเส้นฐานกลุ่มบน (U) (ที่ได้รับการทดสอบในช่วงใช้ฐานข้อมูล (B2) ของกลุ่มทดลอง) กับนักเรียนกลุ่มเส้นฐานกลุ่มล่าง (L) ไม่แตกต่างกัน

1.4 สมรรถภาพความคิดขั้นสูงด้านความคิดสร้างสรรค์ ของนักเรียนกลุ่มทดลองกลุ่มบน (U) (ที่ได้รับการทดสอบในช่วงใช้ฐานข้อมูล (B2)) กับนักเรียนกลุ่มทดลองกลุ่มล่าง (L) ไม่แตกต่างกัน

2. ในช่วงสัปดาห์ที่ 5-8 ของการทดลอง

2.1 สมรรถภาพความคิดขั้นสูงด้านความคิดสร้างสรรค์ ของนักเรียนกลุ่มเส้นฐานกลุ่มบน (U) (ที่ได้รับการทดสอบในช่วงไม่ใช้ฐานข้อมูล (B3) ของกลุ่มทดลอง) กับนักเรียนกลุ่มเส้นฐานกลุ่มล่าง (L) ไม่แตกต่างกัน

2.2 สมรรถภาพความคิดขั้นสูงด้านความคิดสร้างสรรค์ ของนักเรียนกลุ่มทดลองกลุ่มบน (U) (ที่ได้รับการทดสอบในช่วงไม่ใช้ฐานข้อมูล (B3)) กับนักเรียนกลุ่มทดลองกลุ่มล่าง (L) ไม่แตกต่างกัน

2.3 สมรรถภาพความคิดขั้นสูงด้านความคิดสร้างสรรค์ ของนักเรียนกลุ่มเส้นฐานกลุ่มบน (U) (ที่ได้รับการทดสอบในช่วงใช้ฐานข้อมูล (B4) ของกลุ่มทดลอง) กับนักเรียนกลุ่มเส้นฐานกลุ่มล่าง (L) ไม่แตกต่างกัน

2.4 สมรรถภาพความคิดขั้นสูงด้านความคิดสร้างสรรค์ ของนักเรียนกลุ่มทดลองกลุ่มบน (U) (ที่ได้รับการทดสอบในช่วงใช้ฐานข้อมูล (B4)) กับนักเรียนกลุ่มทดลองกลุ่มล่าง (L) ไม่แตกต่างกัน

3. ในช่วงสัปดาห์ที่ 9-12 ของการทดลอง

ทำการทดสอบสมรรถภาพการแก้ปัญหา(A) และสมรรถภาพทักษะในการสื่อสาร(C)

---

* การทดลองสอนกระทำต่อเนื่องเป็นเวลา 16 สัปดาห์ แบ่งเป็น 4 ช่วงๆละ 4 สัปดาห์ สำหรับการทดสอบสมรรถภาพความคิดขั้นสูงด้านความคิดสร้างสรรค์ได้กระทำในช่วงสัปดาห์ที่ 1-4 สัปดาห์ที่ 5-8 และสัปดาห์ที่ 13-16 ส่วนสัปดาห์ที่ 9-12 ได้ทำการทดสอบสมรรถภาพการแก้ปัญหา(A) และสมรรถภาพทักษะในการสื่อสาร(C)

4. ในช่วงสัปดาห์ที่ 13-16 ของการทดลอง

4.1 สมรรถภาพความคิดขั้นสูงด้านความคิดสร้างสรรค์ ของนักเรียนกลุ่มเส้นฐานกลุ่มบน (U) (ที่ได้รับการทดสอบในช่วงไม่ใช้ฐานข้อมูล (B5) ของกลุ่มทดลอง) กับนักเรียนกลุ่มเส้นฐานกลุ่มล่าง (L) ไม่แตกต่างกัน

4.2 สมรรถภาพความคิดขั้นสูงด้านความคิดสร้างสรรค์ ของนักเรียนกลุ่มทดลองกลุ่มบน (U) (ที่ได้รับการทดสอบในช่วงไม่ใช้ฐานข้อมูล (B5)) กับนักเรียนกลุ่มทดลองกลุ่มล่าง (L) ไม่แตกต่างกัน

4.3 สมรรถภาพความคิดขั้นสูงด้านความคิดสร้างสรรค์ ของนักเรียนกลุ่มเส้นฐานกลุ่มบน (U) (ที่ได้รับการทดสอบในช่วงใช้ฐานข้อมูล (B6) ของกลุ่มทดลอง) กับนักเรียนกลุ่มเส้นฐานกลุ่มล่าง (L) ไม่แตกต่างกัน

4.4 สมรรถภาพความคิดขั้นสูงด้านความคิดสร้างสรรค์ ของนักเรียนกลุ่มทดลองกลุ่มบน (U) (ที่ได้รับการทดสอบในช่วงใช้ฐานข้อมูล (B6)) กับนักเรียนกลุ่มทดลองกลุ่มล่าง (L) ไม่แตกต่างกัน

9.ผลการวิเคราะห์ข้อมูลสำหรับ สมรรถภาพด้านทักษะในการสื่อสารของนักเรียนกลุ่มบนกับกลุ่มล่างที่เรียนโดยใช้ฐานข้อมูลกับไม่ใช้ฐานข้อมูล แสดงได้ดังตาราง 4-10 และภาพประกอบ 4-32 ต่อไปนี้

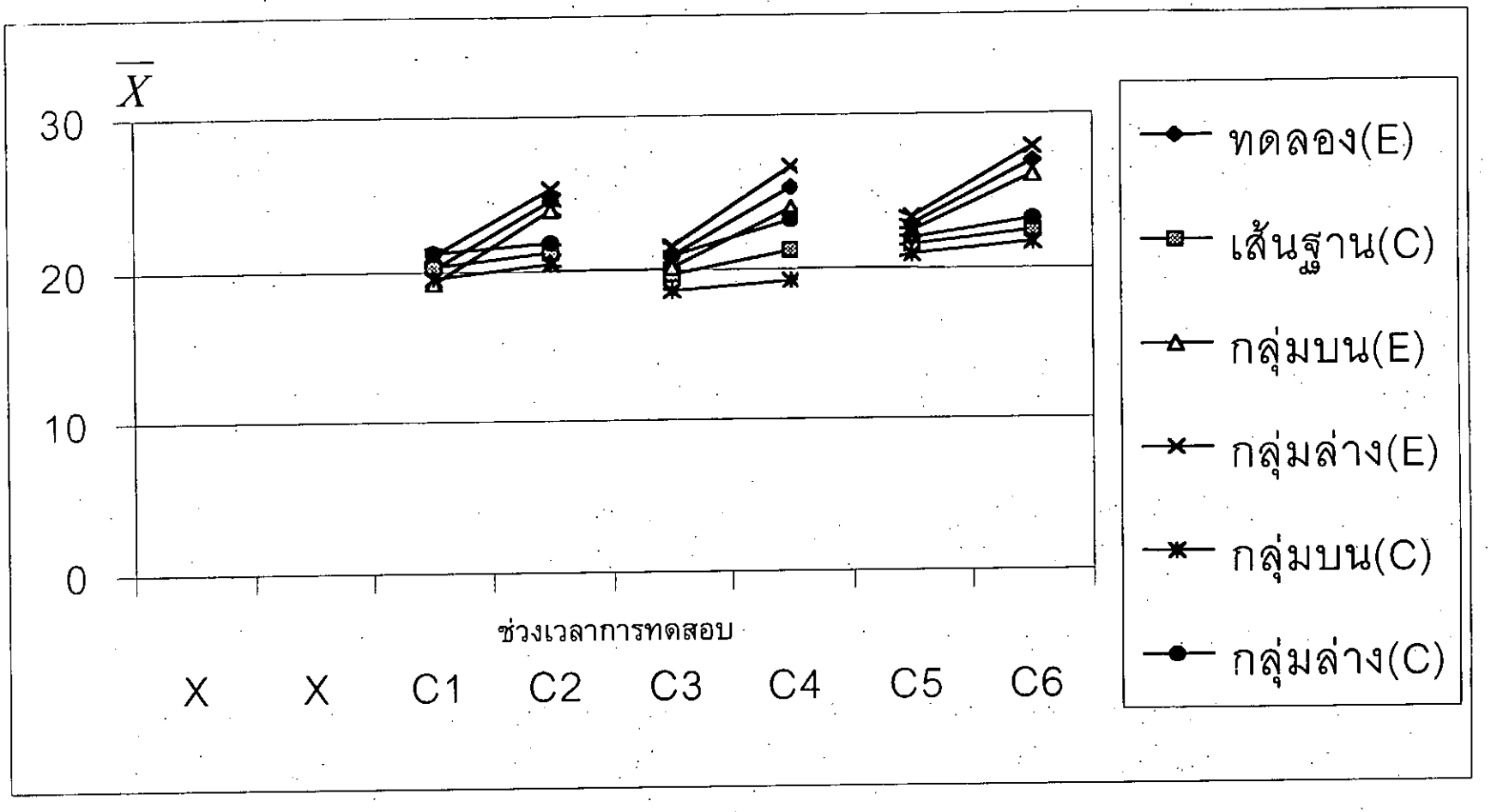
ตาราง 4-10 แสดงผลการเปรียบเทียบสมรรถภาพด้านทักษะในการสื่อสารของนักเรียนกลุ่มบนกับกลุ่มล่างที่เรียนโดยใช้ฐานข้อมูลกับไม่ใช้ฐานข้อมูล

ช่วงของการทดสอบ	การจัดห้องเรียนทางกายภาพ *	การใช้ฐานข้อมูล	ผลการเรียน	N	$\overline{X}$	S.D.	t	df	p
1	ห้องที่ 1 (N=87)	ไม่ใช้ฐานข้อมูล	กลุ่มบน	44	-	-	-	-	-
			กลุ่มล่าง	43	-	-			
		ใช้ฐานข้อมูล	กลุ่มบน	44	-	-	-	-	-
			กลุ่มล่าง	43	-	-			
	ห้องที่ 2 (N=42)	กลุ่มเส้นฐาน1	กลุ่มบน	21	-	-	-	-	-
			กลุ่มล่าง	21	-	-			
		กลุ่มเส้นฐาน2	กลุ่มบน	21	-	-	-	-	-
			กลุ่มล่าง	21	-	-			
2	ห้องที่ 1 (N=87)	ไม่ใช้ฐานข้อมูล	กลุ่มบน	44	19.23	3.59	2.280	85	.025
			กลุ่มล่าง	43	20.98	3.57			
		ใช้ฐานข้อมูล	กลุ่มบน	44	23.86	4.44	1.500	85	.137
			กลุ่มล่าง	43	25.28	4.36			
	ห้องที่ 2 (N=42)	กลุ่มเส้นฐาน1	กลุ่มบน	21	19.43	2.99	1.638	40	.109
			กลุ่มล่าง	21	21.10	3.58			
		กลุ่มเส้นฐาน2	กลุ่มบน	21	20.48	2.89	1.420	40	.163
			กลุ่มล่าง	21	21.81	3.19			

ตาราง 4-10 (ต่อ)

ช่วงของการทดสอบ	การจัดห้องเรียนทางกายภาพ *	การใช้ฐานข้อมูล	ผลการเรียน	N	$\overline{X}$	S.D.	t	df	p
3	ห้องที่ 1 (N=87)	ไม่ใช้ฐานข้อมูล	กลุ่มบน	44	20.14	3.20	2.058	85	.043
			กลุ่มล่าง	43	21.49	2.91			
		ใช้ฐานข้อมูล	กลุ่มบน	44	23.93	3.88	3.256	85	.062
			กลุ่มล่าง	43	26.70	4.04			
	ห้องที่ 2 (N=42)	กลุ่มเส้นฐาน1	กลุ่มบน	21	18.62	2.97	2.441	40	.069
			กลุ่มล่าง	21	20.81	2.84			
		กลุ่มเส้นฐาน2	กลุ่มบน	21	19.24	3.55	3.330	40	.052
			กลุ่มล่าง	21	23.10	3.95			
4	ห้องที่ 1 (N=87)	ไม่ใช้ฐานข้อมูล	กลุ่มบน	44	22.36	2.07	2.157	85	.034
			กลุ่มล่าง	43	23.37	2.29			
		ใช้ฐานข้อมูล	กลุ่มบน	44	26.07	3.45	2.554	85	.062
			กลุ่มล่าง	43	27.91	3.26			
	ห้องที่ 2 (N=42)	กลุ่มเส้นฐาน1	กลุ่มบน	21	20.81	3.27	1.250	40	.219
			กลุ่มล่าง	21	22.00	2.90			
		กลุ่มเส้นฐาน2	กลุ่มบน	21	21.57	3.40	1.576	40	.123
			กลุ่มล่าง	21	23.14	3.05			

หมายเหตุ * เหมือนตาราง 4-5



ภาพประกอบ 4- 32 กราฟแสดงผลการเปรียบเทียบสมรรถภาพทักษะในการสื่อสารของนักเรียนกลุ่มบนกับกลุ่มล่างที่เรียนโดยใช้ฐานข้อมูลกับไม่ใช้ฐานข้อมูล

จากตาราง 4-10 และภาพประกอบ 4-32 สรุปผลการเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยด้านสมรรถภาพทักษะในการสื่อสาร ได้ดังนี้*

1. ในช่วงสัปดาห์ที่ 1-4 ของการทดลอง

ทำการทดสอบสมรรถภาพการแก้ปัญหา(A) และสมรรถภาพความคิดขั้นสูงด้านความคิดสร้างสรรค์(B)

2. ในช่วงสัปดาห์ที่ 5-8 ของการทดลอง

2.1 สมรรถภาพทักษะในการสื่อสารของนักเรียนกลุ่มเส้นฐานกลุ่มบน (U) (ที่ได้รับการทดสอบในช่วงไม่ใช้ฐานข้อมูล (C1) ของกลุ่มทดลอง) กับนักเรียนกลุ่มเส้นฐานกลุ่มล่าง (L) ไม่แตกต่างกัน

2.2 สมรรถภาพทักษะในการสื่อสารของนักเรียนกลุ่มทดลองกลุ่มบน (U) (ที่ได้รับการทดสอบในช่วงไม่ใช้ฐานข้อมูล (C1)) กับนักเรียนกลุ่มทดลองกลุ่มล่าง (L) ไม่แตกต่างกัน

2.3 สมรรถภาพทักษะในการสื่อสารของนักเรียนกลุ่มเส้นฐานกลุ่มบน (U) (ที่ได้รับการทดสอบในช่วงใช้ฐานข้อมูล (C2) ของกลุ่มทดลอง) กับนักเรียนกลุ่มเส้นฐานกลุ่มล่าง (L) ไม่แตกต่างกัน

2.4 สมรรถภาพทักษะในการสื่อสารของนักเรียนกลุ่มทดลองกลุ่มบน (U) (ที่ได้รับการทดสอบในช่วงใช้ฐานข้อมูล (C2)) กับนักเรียนกลุ่มทดลองกลุ่มล่าง (L) แตกต่างกัน

3. ในช่วงสัปดาห์ที่ 9-12 ของการทดลอง

3.1 สมรรถภาพทักษะในการสื่อสารของนักเรียนกลุ่มเส้นฐานกลุ่มบน (U) (ที่ได้รับการทดสอบในช่วงไม่ใช้ฐานข้อมูล (C3) ของกลุ่มทดลอง) กับนักเรียนกลุ่มเส้นฐานกลุ่มล่าง (L) ไม่แตกต่างกัน

3.2 สมรรถภาพทักษะในการสื่อสารของนักเรียนกลุ่มทดลองกลุ่มบน (U) (ที่ได้รับการทดสอบในช่วงไม่ใช้ฐานข้อมูล (C3)) กับนักเรียนกลุ่มทดลองกลุ่มล่าง (L) ไม่แตกต่างกัน

3.3 สมรรถภาพทักษะในการสื่อสารของนักเรียนกลุ่มเส้นฐานกลุ่มบน (U) (ที่ได้รับการทดสอบในช่วงใช้ฐานข้อมูล (C4) ของกลุ่มทดลอง) กับนักเรียนกลุ่มเส้นฐานกลุ่มล่าง (L) ไม่แตกต่างกัน

3.4 สมรรถภาพทักษะในการสื่อสารของนักเรียนกลุ่มทดลองกลุ่มบน (U) (ที่ได้รับการทดสอบในช่วงใช้ฐานข้อมูล (C4)) กับนักเรียนกลุ่มทดลองกลุ่มล่าง (L) แตกต่างกัน

---

* การทดลองสอนกระทำต่อเนื่องเป็นเวลา 16 สัปดาห์ แบ่งเป็น 4 ช่วงๆละ 4 สัปดาห์ สำหรับการทดสอบสมรรถภาพทักษะในการสื่อสารได้กระทำในช่วงสัปดาห์ที่ 5-8 สัปดาห์ที่ 9-12 และสัปดาห์ที่ 13-16 ส่วนสัปดาห์ที่ 1-4 ได้ทำการทดสอบสมรรถภาพการแก้ปัญหา(A) และสมรรถภาพความคิดขั้นสูงด้านความคิดสร้างสรรค์(B)

4. ในช่วงสัปดาห์ที่ 13-16 ของการทดลอง

4.1 สมรรถภาพทักษะในการสื่อสารของนักเรียนกลุ่มเส้นฐานกลุ่มบน (U) (ที่ได้รับการทดสอบในช่วงไม่ใช้ฐานข้อมูล (C5) ของกลุ่มทดลอง) กับนักเรียนกลุ่มเส้นฐานกลุ่มล่าง (L) ไม่แตกต่างกัน

4.2 สมรรถภาพทักษะในการสื่อสารของนักเรียนกลุ่มทดลองกลุ่มบน (U) (ที่ได้รับการทดสอบในช่วงไม่ใช้ฐานข้อมูล (C5)) กับนักเรียนกลุ่มทดลองกลุ่มล่าง (L) แตกต่างกัน

4.3 สมรรถภาพทักษะในการสื่อสารของนักเรียนกลุ่มเส้นฐานกลุ่มบน (U) (ที่ได้รับการทดสอบในช่วงใช้ฐานข้อมูล (C6) ของกลุ่มทดลอง) กับนักเรียนกลุ่มเส้นฐานกลุ่มล่าง (L) ไม่แตกต่างกัน

4.4 สมรรถภาพทักษะในการสื่อสารของนักเรียนกลุ่มทดลองกลุ่มบน (U) (ที่ได้รับการทดสอบในช่วงใช้ฐานข้อมูล (C6)) กับนักเรียนกลุ่มทดลองกลุ่มล่าง (L) แตกต่างกัน

10.ผลการวิเคราะห์ข้อมูลสำหรับ สมรรถภาพในการแก้ปัญหา ความคิดขั้นสูงด้านความคิดสร้างสรรค์ และทักษะในการสื่อสารของนักเรียนที่เรียนโดยใช้ฐานข้อมูลกับไม่ใช้ฐานข้อมูล โดยภาพรวม

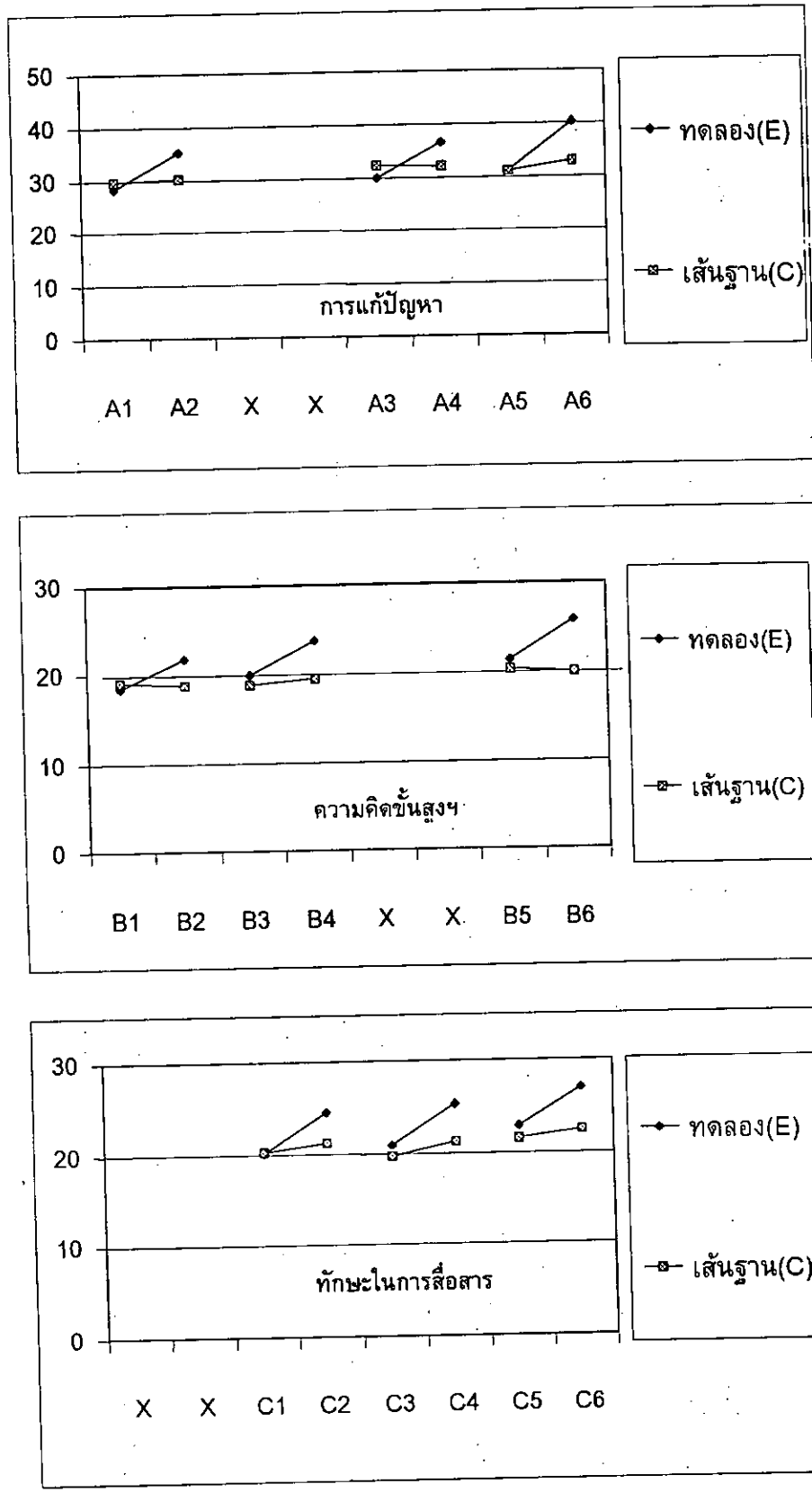
ผลการวิเคราะห์ข้อมูลสำหรับด้านสมรรถภาพในการแก้ปัญหา ความคิดขั้นสูงด้านความคิดสร้างสรรค์ และทักษะในการสื่อสารของนักเรียนที่เรียนโดยใช้ฐานข้อมูลกับไม่ใช้ฐานข้อมูล โดยภาพรวม แสดงได้ดังตาราง 4-11 และ ภาพประกอบ 4-33 ดังต่อไปนี้

ตาราง 4-11 แสดงผลการเปรียบเทียบสมรรถภาพในการแก้ปัญหา ความคิดขั้นสูงด้านความคิดสร้างสรรค์และทักษะในการสื่อสารของนักเรียนที่เรียนโดยใช้ฐานข้อมูลกับไม่ใช้ฐานข้อมูลโดยภาพรวม

ช่วงของการทดสอบ	การจัดห้องเรียนทางกายภาพ *	การใช้ฐานข้อมูล	N	ค่าเฉลี่ยและผลการเปรียบเทียบของแต่ละสมรรถภาพ					
				การแก้ปัญหา		ความคิดขั้นสูงด้านความคิดสร้างสรรค์		ทักษะในการสื่อสาร	
				ค่าเฉลี่ย	ผลการเปรียบเทียบ	ค่าเฉลี่ย	ผลการเปรียบเทียบ	ค่าเฉลี่ย	ผลการเปรียบเทียบ
1	ห้องที่ 1 (N=87)	ไม่ใช้ฐานข้อมูล	87	28.23	แตกต่าง P = .000	18.41	แตกต่าง P = .000	-	-
		ใช้ฐานข้อมูล	87	35.13		21.82		-	
	ห้องที่ 2 (N=42)	กลุ่มเส้นฐาน1	42	29.71	ไม่แตกต่าง P = .285	19.10	ไม่แตกต่าง P = .490	-	-
		กลุ่มเส้นฐาน2	42	30.17		18.74		-	
2	ห้องที่ 1 (N=87)	ไม่ใช้ฐานข้อมูล	87	-	-	19.94	แตกต่าง P =.000	20.09	แตกต่าง P =.000
		ใช้ฐานข้อมูล	87	-		23.67		24.56	
	ห้องที่ 2 (N=42)	กลุ่มเส้นฐาน1	42	-	-	18.83	ไม่แตกต่าง P =.063	20.26	ไม่แตกต่าง P =.086
		กลุ่มเส้นฐาน2	42	-		19.50		21.14	
3	ห้องที่ 1 (N=87)	ไม่ใช้ฐานข้อมูล	87	30.02	แตกต่าง P =.000	-	-	20.80	แตกต่าง P =.000
		ใช้ฐานข้อมูล	87	36.38		-		25.30	
	ห้องที่ 2 (N=42)	กลุ่มเส้นฐาน1	42	32.17	ไม่แตกต่าง P =.873	-	-	19.71	ไม่แตกต่าง P =.078
		กลุ่มเส้นฐาน2	42	32.00		-		21.17	
4	ห้องที่ 1 (N=87)	ไม่ใช้ฐานข้อมูล	87	30.93	แตกต่าง P =.000	21.28	แตกต่าง P =.000	22.86	แตกต่าง P =.000
		ใช้ฐานข้อมูล	87	40.15		25.69		26.98	
	ห้องที่ 2 (N=42)	กลุ่มเส้นฐาน1	42	30.88	ไม่แตกต่าง P =.144	20.19	ไม่แตกต่าง P =.193	21.40	ไม่แตกต่าง P =.083
		กลุ่มเส้นฐาน2	42	32.93		19.83		22.36	

หมายเหตุ * ก. นักเรียนห้องที่ 1 : กลุ่มใช้ฐานข้อมูลกับกลุ่มไม่ใช้ฐานข้อมูลเป็นนักเรียนกลุ่มเดียวกัน แต่ได้รับการจัดกระทำแตกต่างกันตามช่วงเวลา กล่าวคือ ในช่วงแรก (2 สัปดาห์) ไม่ใช้ฐานข้อมูล ส่วนในช่วงหลัง (2 สัปดาห์) ใช้ฐานข้อมูล

ข. นักเรียนห้องที่ 2 : เก็บข้อมูลเป็นพิเศษเพื่อทำหน้าที่เป็นกลุ่มเส้นฐานคู่ขนานกับนักเรียนห้องที่ 1 (นักเรียนห้องที่ 2 นี้เป็นนักเรียนของชั้นเรียนทั่วไปซึ่งเรียนโดยไม่ใช้ฐานข้อมูล) กลุ่มเส้นฐาน1 ได้รับการทดสอบในช่วงเวลาเดียวกับกลุ่มไม่ใช้ฐานข้อมูล ส่วนกลุ่มเส้นฐาน2 ได้รับการทดสอบในช่วงเวลาเดียวกับกลุ่มใช้ฐานข้อมูล



ภาพประกอบ 4-33 กราฟแสดงการเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยสมรรถภาพในการแก้ปัญหา ความคิดขั้นสูงด้าน ความคิดสร้างสรรค์ และทักษะใน การสื่อสารของนักเรียนที่เรียนโดยใช้ฐานข้อมูลและไม่ใช้ฐานข้อมูล

จากตาราง 4-11 และภาพประกอบ 4-33 สรุปผลการเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยด้านสมรรถภาพการแก้ปัญหา สมรรถภาพความคิดขั้นสูงด้านความคิดสร้างสรรค์และสมรรถภาพด้านทักษะในการสื่อสารโดยภาพรวมได้ดังนี้*

1. ในช่วงสัปดาห์ที่ 1-4 ของการทดลอง

1.1 สมรรถภาพในการแก้ปัญหาและสมรรถภาพความคิดขั้นสูงด้านความคิดสร้างสรรค์ของนักเรียนกลุ่มเส้นฐานที่ได้รับการทดสอบในช่วงเวลาที่แตกต่างกันสองช่วง (คือ ช่วงไม่ใช้ฐานข้อมูล (A1)กับช่วงใช้ฐานข้อมูล (A2) ของกลุ่มทดลอง) ไม่แตกต่างกันทั้ง 2 ด้าน

1.2 สมรรถภาพในการแก้ปัญหาและสมรรถภาพความคิดขั้นสูงด้านความคิดสร้างสรรค์ของนักเรียนกลุ่มทดลองที่ได้รับการทดสอบในช่วงเวลาที่แตกต่างกันสองช่วง (คือ ช่วงไม่ใช้ฐานข้อมูล (A1)กับช่วงใช้ฐานข้อมูล (A2)) แตกต่างกันทั้ง 2 ด้าน

2. ในช่วงสัปดาห์ที่ 5-8 ของการทดลอง

2.1 สมรรถภาพความคิดขั้นสูงด้านความคิดสร้างสรรค์ และสมรรถภาพด้านทักษะในการสื่อสารของนักเรียนกลุ่มเส้นฐานที่ได้รับการทดสอบในช่วงเวลาที่แตกต่างกันสองช่วง (คือ ช่วงไม่ใช้ฐานข้อมูล (B3)กับช่วงใช้ฐานข้อมูล (B4) ของกลุ่มทดลอง) ไม่แตกต่างกันทั้ง 2 ด้าน

2.2 สมรรถภาพความคิดขั้นสูงด้านความคิดสร้างสรรค์ และสมรรถภาพด้านทักษะในการสื่อสารของนักเรียนกลุ่มทดลองที่ได้รับการทดสอบในช่วงเวลาที่แตกต่างกันสองช่วง (คือ ช่วงไม่ใช้ฐานข้อมูล (B3)กับช่วงใช้ฐานข้อมูล (B4)) แตกต่างกันทั้ง 2 ด้าน

3. ในช่วงสัปดาห์ที่ 9-12 ของการทดลอง

3.1 สมรรถภาพในการแก้ปัญหาและสมรรถภาพด้านทักษะในการสื่อสารของนักเรียนกลุ่มเส้นฐานที่ได้รับการทดสอบในช่วงเวลาที่แตกต่างกันสองช่วง (คือ ช่วงไม่ใช้ฐานข้อมูล (A3)กับช่วงใช้ฐานข้อมูล (A4) ของกลุ่มทดลอง) ไม่แตกต่างกันทั้ง 2 ด้าน

3.2 สมรรถภาพในการแก้ปัญหาและสมรรถภาพด้านทักษะในการสื่อสารของนักเรียนกลุ่มทดลองที่ได้รับการทดสอบในช่วงเวลาที่แตกต่างกันสองช่วง (คือ ช่วงไม่ใช้ฐานข้อมูล (A3)กับช่วงใช้ฐานข้อมูล (A4)) แตกต่างกันทั้ง 2 ด้าน

---

* การทดลองสอนกระทำต่อเนื่องเป็นเวลา 16 สัปดาห์ แบ่งเป็น 4 ช่วงๆละ 4 สัปดาห์ สำหรับการทดสอบสมรรถภาพการแก้ปัญหา(A)ได้กระทำในช่วงสัปดาห์ที่ 1-4 สัปดาห์ที่ 9-12 และสัปดาห์ที่ 13-16 การทดสอบสมรรถภาพความคิดขั้นสูงด้านความคิดสร้างสรรค์(B) ได้กระทำในช่วงสัปดาห์ที่ 1-4 สัปดาห์ที่ 5-8 และสัปดาห์ที่ 13-16 การ ทดสอบสมรรถภาพทักษะในการสื่อสาร(C) ได้กระทำในช่วงสัปดาห์ที่ 5-8 สัปดาห์ที่ 9-12 และสัปดาห์ที่ 13-16

4. ในช่วงสัปดาห์ที่ 13-16 ของการทดลอง

4.1 สมรรถภาพในการแก้ปัญหา สมรรถภาพความคิดขั้นสูงด้านความคิดสร้างสรรค์และสมรรถภาพด้านทักษะในการสื่อสาร ของนักเรียนกลุ่มเส้นฐานที่ได้รับการทดสอบในช่วงเวลาที่แตกต่างกันสองช่วง (คือ ช่วงไม่ใช้ฐานข้อมูล (A5)กับช่วงใช้ฐานข้อมูล (A6) ของกลุ่มทดลอง) ไม่แตกต่างกันทั้ง 3 ด้าน

4.2 สมรรถภาพในการแก้ปัญหา สมรรถภาพความคิดขั้นสูงด้านความคิดสร้างสรรค์ และสมรรถภาพด้านทักษะในการสื่อสารของนักเรียนกลุ่มทดลองที่ได้รับการทดสอบในช่วงเวลาที่แตกต่างกันสองช่วง (คือ ช่วงไม่ใช้ฐานข้อมูล (A5)กับช่วงใช้ฐานข้อมูล (A6)) แตกต่างกันทั้ง 3 ด้าน

11.ผลการวิเคราะห์ข้อมูลสำหรับ สมรรถภาพในการแก้ปัญหา ความคิดขั้นสูงด้านความคิดสร้างสรรค์และทักษะในการสื่อสารของนักเรียนกลุ่มบนกับกลุ่มล่างที่เรียนโดยใช้ฐานข้อมูลกับไม่ใช้ฐานข้อมูล โดยภาพรวม

ผลการวิเคราะห์ข้อมูลสำหรับด้านสมรรถภาพในการแก้ปัญหา ความคิดขั้นสูงด้านความคิดสร้างสรรค์และทักษะในการสื่อสารของนักเรียนกลุ่มบนกับกลุ่มล่างที่เรียนโดยใช้ฐานข้อมูลกับไม่ใช้ฐานข้อมูล โดยภาพรวม แสดงได้ดังตาราง 4-12 ตาราง 4-13 และ ภาพประกอบ 4-34 ดังต่อไปนี้

ตาราง 4-12 แสดงผลการเปรียบเทียบของสมรรถภาพในการแก้ปัญหา ความคิดขั้นสูงด้านความคิดสร้างสรรค์และทักษะในการสื่อสารของนักเรียนกลุ่มบนกับกลุ่มล่างที่เรียนโดยใช้ฐานข้อมูลกับไม่ใช้ฐานข้อมูล โดยภาพรวม

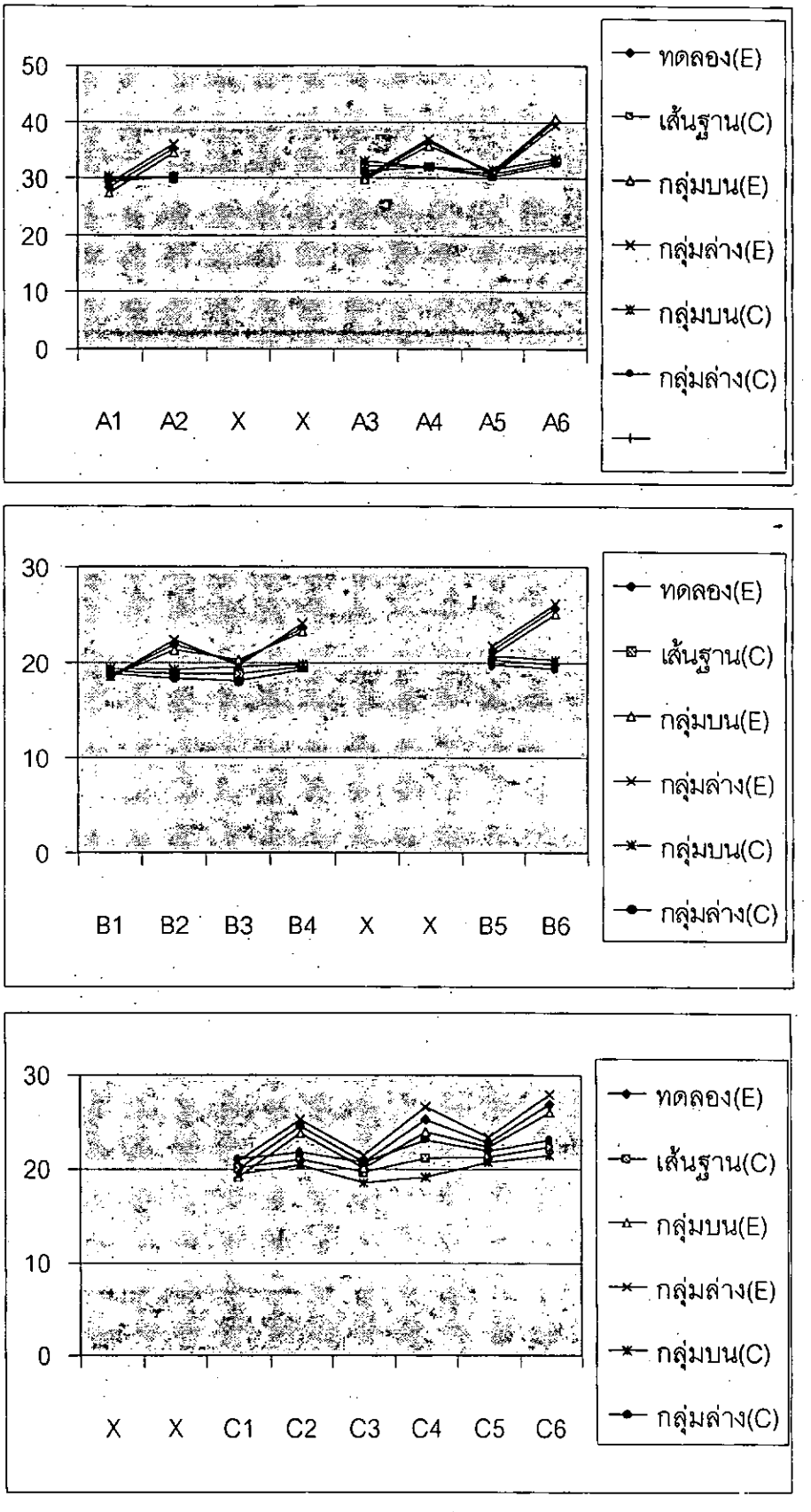
ช่วงของการทดสอบ	การจัดห้องเรียนทางกายภาพ *	การใช้ฐานข้อมูล	N	ค่าเฉลี่ย($\bar{X}$)ของสมรรถภาพ					
				การแก้ปัญหา		ความคิดขั้นสูงฯ		ทักษะในการสื่อสาร	
				กลุ่มบน	กลุ่มล่าง	กลุ่มบน	กลุ่มล่าง	กลุ่มบน	กลุ่มล่าง
1	ห้องที่ 1 (N=87)	ไม่ใช้ฐานข้อมูล	87	27.45	29.02	18.43	18.40	-	-
		ใช้ฐานข้อมูล	87	34.36	35.91	21.34	22.30	-	-
	ห้องที่ 2 (N=42)	กลุ่มเส้นฐาน1	42	30.19	29.24	19.38	18.81	-	-
		กลุ่มเส้นฐาน 2	42	30.00	30.33	19.19	18.29	-	-
2	ห้องที่ 1 (N=87)	ไม่ใช้ฐานข้อมูล	87	-	-	20.27	19.60	19.23	20.98
		ใช้ฐานข้อมูล	87	-	-	23.20	24.14	23.86	25.28
	ห้องที่ 2 (N=42)	กลุ่มเส้นฐาน1	42	-	-	19.57	18.10	19.43	21.10
		กลุ่มเส้นฐาน 2	42	-	-	19.86	19.14	20.48	21.81
3	ห้องที่ 1 (N=87)	ไม่ใช้ฐานข้อมูล	87	29.77	30.28	-	-	20.14	21.49
		ใช้ฐานข้อมูล	87	35.75	37.02	-	-	23.93	26.70
	ห้องที่ 2 (N=42)	กลุ่มเส้นฐาน1	42	33.10	31.24	-	-	18.62	20.81
		กลุ่มเส้นฐาน 2	42	32.00	32.00	-	-	19.24	23.10
4	ห้องที่ 1 (N=87)	ไม่ใช้ฐานข้อมูล	87	31.20	30.65	20.80	21.77	22.36	23.37
		ใช้ฐานข้อมูล	87	40.75	39.53	25.16	26.23	26.07	27.91
	ห้องที่ 2 (N=42)	กลุ่มเส้นฐาน1	42	31.57	30.19	20.62	19.76	20.81	22.00
		กลุ่มเส้นฐาน 2	42	33.43	32.43	20.29	19.38	21.57	23.14

หมายเหตุ * เหมือนตาราง 4-11

ตาราง 4-13 แสดงผลการเปรียบเทียบสมรรถภาพในการแก้ปัญหา ความคิดขั้นสูงด้านความคิดสร้างสรรค์และทักษะในการสื่อสารของนักเรียนกลุ่มบนกับกลุ่มล่างที่เรียนโดยใช้ฐานข้อมูล กับไม่ใช้ฐานข้อมูล โดยภาพรวม (พิจารณาจากค่า p)

ช่วงของการทดสอบ	การจัดห้องเรียนทางกายภาพ *	การใช้ฐานข้อมูล	N	ผลการเปรียบเทียบของแต่ละสมรรถภาพระหว่างกลุ่มบนกับกลุ่มล่าง		
				การแก้ปัญหา	ความคิดขั้นสูงด้านความคิดสร้างสรรค์	ทักษะในการสื่อสาร
1	ห้องที่ 1 (N=87)	ไม่ใช้ฐานข้อมูล	87	ไม่แตกต่าง	ไม่แตกต่าง	-
		ใช้ฐานข้อมูล	87	ไม่แตกต่าง	ไม่แตกต่าง	-
	ห้องที่ 2 (N=42)	กลุ่มเส้นฐาน1	42	ไม่แตกต่าง	ไม่แตกต่าง	-
		กลุ่มเส้นฐาน 2	42	ไม่แตกต่าง	ไม่แตกต่าง	-
2	ห้องที่ 1 (N=87)	ไม่ใช้ฐานข้อมูล	87	-	ไม่แตกต่าง	ไม่แตกต่าง
		ใช้ฐานข้อมูล	87	-	ไม่แตกต่าง	แตกต่าง
	ห้องที่ 2 (N=42)	กลุ่มเส้นฐาน1	42	-	ไม่แตกต่าง	ไม่แตกต่าง
		กลุ่มเส้นฐาน 2	42	-	ไม่แตกต่าง	ไม่แตกต่าง
3	ห้องที่ 1 (N=87)	ไม่ใช้ฐานข้อมูล	87	ไม่แตกต่าง	-	ไม่แตกต่าง
		ใช้ฐานข้อมูล	87	ไม่แตกต่าง	-	แตกต่าง
	ห้องที่ 2 (N=42)	กลุ่มเส้นฐาน1	42	ไม่แตกต่าง	-	ไม่แตกต่าง
		กลุ่มเส้นฐาน 2	42	ไม่แตกต่าง	-	ไม่แตกต่าง
4	ห้องที่ 1 (N=87)	ไม่ใช้ฐานข้อมูล	87	ไม่แตกต่าง	ไม่แตกต่าง	ไม่แตกต่าง
		ใช้ฐานข้อมูล	87	ไม่แตกต่าง	ไม่แตกต่าง	แตกต่าง
	ห้องที่ 2 (N=42)	กลุ่มเส้นฐาน1	42	ไม่แตกต่าง	ไม่แตกต่าง	ไม่แตกต่าง
		กลุ่มเส้นฐาน 2	42	ไม่แตกต่าง	ไม่แตกต่าง	ไม่แตกต่าง

หมายเหตุ * เหมือนตาราง 4-11



ภาพประกอบ 4-34 กราฟแสดงการเปรียบเทียบสมรรถภาพในการแก้ปัญหา ความคิดขั้นสูงด้านความคิดสร้างสรรค์และทักษะในการสื่อสารของนักเรียนกลุ่มบนกับกลุ่มล่างที่เรียนโดยใช้ฐานข้อมูลกับไม่ใช้ฐานข้อมูล

จากตาราง 4-12 ตาราง 4-13 และภาพประกอบ 4-34 สรุปผลการเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยด้านสมรรถภาพการแก้ปัญหา สมรรถภาพด้านความคิดขั้นสูงด้านความคิดสร้างสรรค์และสมรรถภาพด้านทักษะในการสื่อสารโดยภาพรวมได้ดังนี้*

1. ในช่วงสัปดาห์ที่ 1-4 ของการทดลอง

1.1 สมรรถภาพในการแก้ปัญหาและสมรรถภาพความคิดขั้นสูงด้านความคิดสร้างสรรค์ ของนักเรียนกลุ่มเส้นฐานกลุ่มบน (U) (ที่ได้รับการทดสอบในช่วงไม่ใช้ฐานข้อมูล (B1) ของกลุ่มทดลอง) กับนักเรียนกลุ่มเส้นฐานกลุ่มล่าง (L) ไม่แตกต่างกันทั้ง 2 ด้าน

1.2 สมรรถภาพในการแก้ปัญหาและสมรรถภาพความคิดขั้นสูงด้านความคิดสร้างสรรค์ ของนักเรียนกลุ่มทดลองกลุ่มบน (U) (ที่ได้รับการทดสอบในช่วงไม่ใช้ฐานข้อมูล (B1)) กับนักเรียนกลุ่มทดลองกลุ่มล่าง (L) ไม่แตกต่างกันทั้ง 2 ด้าน

1.3 สมรรถภาพในการแก้ปัญหาและสมรรถภาพความคิดขั้นสูงด้านความคิดสร้างสรรค์ ของนักเรียนกลุ่มเส้นฐานกลุ่มบน (U) (ที่ได้รับการทดสอบในช่วงใช้ฐานข้อมูล (B2) ของกลุ่มทดลอง) กับนักเรียนกลุ่มเส้นฐานกลุ่มล่าง (L) ไม่แตกต่างกันทั้ง 2 ด้าน

1.4 สมรรถภาพในการแก้ปัญหาและสมรรถภาพความคิดขั้นสูงด้านความคิดสร้างสรรค์ ของนักเรียนกลุ่มทดลองกลุ่มบน (U) (ที่ได้รับการทดสอบในช่วงใช้ฐานข้อมูล (B2)) กับนักเรียนกลุ่มทดลองกลุ่มล่าง (L) ไม่แตกต่างกันทั้ง 2 ด้าน

2. ในช่วงสัปดาห์ที่ 5-8 ของการทดลอง

2.1 สมรรถภาพความคิดขั้นสูงด้านความคิดสร้างสรรค์ และสมรรถภาพทักษะในการสื่อสารของนักเรียนกลุ่มเส้นฐานกลุ่มบน (U) (ที่ได้รับการทดสอบในช่วงไม่ใช้ฐานข้อมูล (B3) ของกลุ่มทดลอง) กับนักเรียนกลุ่มเส้นฐานกลุ่มล่าง (L) ไม่แตกต่างกันทั้ง 2 ด้าน

2.2 สมรรถภาพความคิดขั้นสูงด้านความคิดสร้างสรรค์และสมรรถภาพทักษะในการสื่อสาร ของนักเรียนกลุ่มทดลองกลุ่มบน (U) (ที่ได้รับการทดสอบในช่วงไม่ใช้ฐานข้อมูล (B3)) กับนักเรียนกลุ่มทดลองกลุ่มล่าง (L) ไม่แตกต่างกัน

2.3 สมรรถภาพความคิดขั้นสูงด้านความคิดสร้างสรรค์ และสมรรถภาพทักษะในการสื่อสารของนักเรียนกลุ่มเส้นฐานกลุ่มบน (U) (ที่ได้รับการทดสอบในช่วงใช้ฐานข้อมูล (B4) ของกลุ่มทดลอง) กับนักเรียนกลุ่มเส้นฐานกลุ่มล่าง (L) ไม่แตกต่างกันทั้ง 2 ด้าน

---

* การทดลองสอนกระทำต่อเนื่องเป็นเวลา 16 สัปดาห์ แบ่งเป็น 4 ช่วงๆละ 4 สัปดาห์ สำหรับการทดสอบสมรรถภาพการแก้ปัญหา(A)ได้กระทำในช่วงสัปดาห์ที่ 1-4 สัปดาห์ที่ 9-12 และสัปดาห์ที่ 13-16 การทดสอบสมรรถภาพความคิดขั้นสูงด้านความคิดสร้างสรรค์(B) ได้กระทำในช่วงสัปดาห์ที่ 1-4 สัปดาห์ที่ 5-8 และสัปดาห์ที่ 13-16 การทดสอบสมรรถภาพทักษะในการสื่อสาร(C) ได้กระทำในช่วงสัปดาห์ที่ 5-8 สัปดาห์ที่ 9-12 และสัปดาห์ที่ 13-16

2.4 สมรรถภาพความคิดขั้นสูงด้านความคิดสร้างสรรค์ของนักเรียนกลุ่มทดลองกลุ่มบน (U) (ที่ได้รับการทดสอบในช่วงใช้ฐานข้อมูล (B4)) กับนักเรียนกลุ่มทดลองกลุ่มล่าง (L) ไม่แตกต่างกัน

สมรรถภาพทักษะในการสื่อสารของนักเรียนกลุ่มทดลองกลุ่มบน (U) (ที่ได้รับการทดสอบในช่วงใช้ฐานข้อมูล (B4)) กับนักเรียนกลุ่มทดลองกลุ่มล่าง (L) แตกต่างกัน

3. ในช่วงสัปดาห์ที่ 9-12 ของการทดลอง

3.1 สมรรถภาพในการแก้ปัญหาและสมรรถภาพทักษะในการสื่อสารของนักเรียนกลุ่มเส้นฐานกลุ่มบน (U) (ที่ได้รับการทดสอบในช่วงไม่ใช้ฐานข้อมูล (A3) ของกลุ่มทดลอง) กับนักเรียนกลุ่มเส้นฐานกลุ่มล่าง (L) ไม่แตกต่างกันทั้ง 2 ด้าน

3.2 สมรรถภาพในการแก้ปัญหาและสมรรถภาพทักษะในการสื่อสารของนักเรียนกลุ่มทดลองกลุ่มบน (U) (ที่ได้รับการทดสอบในช่วงไม่ใช้ฐานข้อมูล (A3)) กับนักเรียนกลุ่มทดลองกลุ่มล่าง (L) ไม่แตกต่างกันทั้ง 2 ด้าน

3.3 สมรรถภาพในการแก้ปัญหาและสมรรถภาพทักษะในการสื่อสารของนักเรียนกลุ่มเส้นฐานกลุ่มบน (U) (ที่ได้รับการทดสอบในช่วงใช้ฐานข้อมูล (A4) ของกลุ่มทดลอง) กับนักเรียนกลุ่มเส้นฐานกลุ่มล่าง (L) ไม่แตกต่างกัน

3.4 สมรรถภาพในการแก้ปัญหาของนักเรียนกลุ่มทดลองกลุ่มบน (U) (ที่ได้รับการทดสอบในช่วงใช้ฐานข้อมูล (A4)) กับนักเรียนกลุ่มทดลองกลุ่มล่าง (L) ไม่แตกต่างกัน

สมรรถภาพทักษะในการสื่อสารของนักเรียนกลุ่มทดลองกลุ่มบน (U) (ที่ได้รับการทดสอบในช่วงใช้ฐานข้อมูล (A4)) กับนักเรียนกลุ่มทดลองกลุ่มล่าง (L) แตกต่างกัน

4. ในช่วงสัปดาห์ที่ 13-16 ของการทดลอง

4.1 สมรรถภาพในการแก้ปัญหา,สมรรถภาพความคิดขั้นสูงด้านความคิดสร้างสรรค์ และสมรรถภาพทักษะในการสื่อสารของนักเรียนกลุ่มเส้นฐานกลุ่มบน (U) (ที่ได้รับการทดสอบในช่วงไม่ใช้ฐานข้อมูล (B5) ของกลุ่มทดลอง) กับนักเรียนกลุ่มเส้นฐานกลุ่มล่าง (L) ไม่แตกต่างกันทั้ง 3 ด้าน

4.3 สมรรถภาพในการแก้ปัญหา,สมรรถภาพความคิดขั้นสูงด้านความคิดสร้างสรรค์ และสมรรถภาพทักษะในการสื่อสาร ของนักเรียนกลุ่มทดลองกลุ่มบน (U) (ที่ได้รับการทดสอบในช่วงไม่ใช้ฐานข้อมูล (B5)) กับนักเรียนกลุ่มทดลองกลุ่มล่าง (L) ไม่แตกต่างกันทั้ง 3 ด้าน

4.4 สมรรถภาพในการแก้ปัญหา,สมรรถภาพความคิดขั้นสูงด้านความคิดสร้างสรรค์ และสมรรถภาพทักษะในการสื่อสาร ของนักเรียนกลุ่มเส้นฐานกลุ่มบน (U) (ที่ได้รับการทดสอบในช่วงใช้ฐานข้อมูล (B6) ของกลุ่มทดลอง) กับนักเรียนกลุ่มเส้นฐานกลุ่มล่าง (L) ไม่แตกต่างกันทั้ง 3 ด้าน

4.5 สมรรถภาพในการแก้ปัญหา,สมรรถภาพความคิดขั้นสูงด้านความคิดสร้างสรรค์ ของนักเรียนกลุ่มทดลองกลุ่มบน (U) (ที่ได้รับการทดสอบในช่วงใช้ฐานข้อมูล (B6)) กับนักเรียนกลุ่มทดลองกลุ่มล่าง (L) ไม่แตกต่างกันทั้ง 2 ด้าน

สมรรถภาพทักษะในการสื่อสาร ของนักเรียนกลุ่มทดลองกลุ่มบน (U) (ที่ได้รับการทดสอบในช่วงใช้ฐานข้อมูล (B6)) กับนักเรียนกลุ่มทดลองกลุ่มล่าง (L) แตกต่างกัน

บทที่ 5
สรุป อภิปรายและข้อเสนอแนะ

ในบทนี้จะนำเสนอสาระหลัก 3 ส่วน คือ การสรุป การอภิปรายผล และข้อเสนอแนะ ในการสรุปจะประกอบด้วยสาระสำคัญของบทที่ 1 – บทที่ 4 อันประกอบด้วย ความมุ่งหมายของการวิจัย สมมติฐานของการวิจัย วิธีดำเนินการวิจัย ผลการวิเคราะห์ข้อมูลและสรุปผลการวิจัย ในส่วนของการอภิปรายผลจะอภิปรายผลตามลำดับความมุ่งหมายของการวิจัยและในส่วนของข้อเสนอแนะจะแยกกล่าวเป็นข้อเสนอแนะเพื่อการนำผลการวิจัยไปใช้และข้อเสนอแนะเพื่อการวิจัยต่อไป

สรุป

1.ความมุ่งหมายของการวิจัย

1.1 จุดมุ่งหมายหลัก

1.1.1 เพื่อสร้างฐานข้อมูลการเรียนรู้แบบมัลติมีเดียสำหรับใช้ประกอบการสอนปฏิบัติการวิชาชีววิทยา ในระดับชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย (ว 042) ให้มีประสิทธิภาพ ตามเกณฑ์ที่กำหนด

1.1.2 เพื่อให้ได้ฐานข้อมูลการเรียนรู้แบบมัลติมีเดียสำหรับใช้ประกอบการสอนปฏิบัติการวิชาชีววิทยา สำหรับวิชาชีววิทยาในระดับชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย (ว 042)

1.2 จุดมุ่งหมายรอง

1.2.1 เพื่อศึกษาผลการเรียนปฏิบัติการชีววิทยาของนักเรียนในระดับชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย (ว 042)ในด้านสมรรถภาพในการแก้ปัญหา (Problem solving) โดยใช้ฐานข้อมูลการเรียนรู้แบบมัลติมีเดีย ประกอบการสอนปฏิบัติการ

1.2.2 เพื่อศึกษาผลการเรียนปฏิบัติการชีววิทยาของนักเรียนในระดับชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย (ว 042)ในด้านสมรรถภาพความคิดขั้นสูงด้านความคิดสร้างสรรค์ด้านความคิดสร้างสรรค์ (Higher-order Thinking on Creativity) โดยใช้ฐานข้อมูลการเรียนรู้แบบมัลติมีเดีย ประกอบการสอนปฏิบัติการ

1.2.3 เพื่อศึกษาผลการเรียนปฏิบัติการชีววิทยาของนักเรียนในระดับชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย(ว 042)ในด้านสมรรถภาพด้านทักษะในการสื่อสาร (Communication skill) โดยใช้ฐานข้อมูลการเรียนรู้แบบมัลติมีเดีย ประกอบการสอนปฏิบัติการ

2. สมมติฐานการวิจัย

2.1 นักเรียนที่เรียนปฏิบัติการชีววิทยา โดยใช้ฐานข้อมูลการเรียนรู้แบบมัลติมีเดียประกอบ กับนักเรียนที่เรียนปฏิบัติการชีววิทยา โดยไม่ใช้ฐานข้อมูลการเรียนรู้แบบมัลติมีเดียประกอบ มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนด้านสมรรถภาพในการแก้ปัญหา สมรรถภาพความคิดขั้นสูงด้านความคิดสร้างสรรค์ด้านความคิดสร้างสรรค์ และสมรรถภาพด้านทักษะในการสื่อสาร แตกต่างกัน

2.2 นักเรียนกลุ่มบนกับกลุ่มล่างที่เรียนปฏิบัติการชีววิทยา โดยใช้ฐานข้อมูลการเรียนรู้แบบมัลติมีเดียประกอบ มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนด้านสมรรถภาพในการแก้ปัญหา สมรรถภาพความคิดขั้นสูงด้านความคิดสร้างสรรค์ด้านความคิดสร้างสรรค์ และสมรรถภาพด้านทักษะในการสื่อสาร แตกต่างกัน

3. วิธีดำเนินการวิจัย

ได้แบ่งการดำเนินการเป็น 2 ขั้นตอนใหญ่ๆ ตามลำดับคือ

3.1 ขั้นสร้างฐานข้อมูลการเรียนรู้แบบมัลติมีเดียวิชาชีววิทยา (ว 042)

ในขั้นนี้ ผู้วิจัยได้ดำเนินการตามขั้นตอนย่อยต่างๆ คือ การออกแบบฐานข้อมูลการเรียนรู้แบบมัลติมีเดีย การสร้างและพัฒนาฐานข้อมูลการเรียนรู้แบบมัลติมีเดีย การตรวจสอบ ประเมิน และแก้ไขฐานข้อมูลการเรียนรู้แบบมัลติมีเดีย ซึ่งประกอบด้วยการทดสอบ 3 ครั้ง คือ การทดสอบแบบเดี่ยว การทดสอบแบบกลุ่มเล็ก และ การทดสอบแบบกลุ่มใหญ่ ตามลำดับ

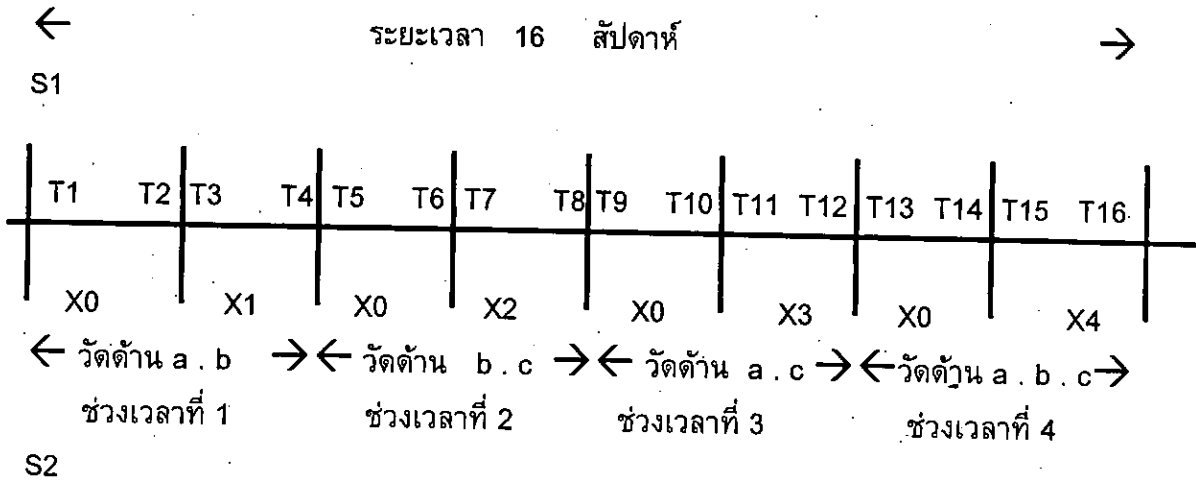
3.2 ขั้นใช้ฐานข้อมูลการเรียนรู้แบบมัลติมีเดียวิชาชีววิทยา (ว 042)

3.2.1 การเลือกกลุ่มตัวอย่าง

กลุ่มตัวอย่าง ได้แก่ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 โรงเรียนวิเศษไชยชาญ "ตันติวิทยาภูมิ" อ.วิเศษชัยชาญ จ.อ่างทอง แผนการเรียนวิทยาศาสตร์-คณิตศาสตร์ ที่เรียนวิชาชีววิทยา (ว 042) ภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2541 ซึ่งแต่ละห้องเรียนเป็นนักเรียนที่โรงเรียนทำการสุ่มคละผลการเรียนเฉลี่ยมาจัดเข้าห้องเรียนตั้งแต่ชั้นมัธยมศึกษาปีที 4 ปีการศึกษา 2540 จำนวน 3 ห้องเรียน 129 คน สุ่มอย่างง่ายจากกลุ่มประชากร มาจำนวน 2 ห้องเรียน จำนวน 87 คน ใช้เป็นกลุ่มทดลองและ อีก 1 ห้องเรียนที่เหลือจากการสุ่ม จำนวน 42 คนใช้เป็นกลุ่มเส้นฐาน ทั้งกลุ่มทดลองและกลุ่มเส้นฐานแบ่งนักเรียนเป็นกลุ่มบนกลุ่มล่าง

3.2.2 การกำหนดแบบแผนการทดลองสอน

ใช้แบบแผนการทดลองแบบทดสอบก่อน-หลังและมีกลุ่มควบคุม (Pretest-posttest control group design) แบ่งเป็น 4 ช่วงเวลา โดยมีแผนภาพดังนี้



T1-T16 : บทปฏิบัติการที่ 1-16

X0 : การสอนแบบปกติ

X1-X4 : การสอนโดยใช้ฐานข้อมูลการเรียนรู้แบบมัลติมีเดียประกอบ

S1 : นักเรียนกลุ่มบน

S2 : นักเรียนกลุ่มล่าง

a : สมรรถภาพในการแก้ปัญหา

b : สมรรถภาพความคิดขั้นสูงด้านความคิดสร้างสรรค์ด้านความคิดสร้างสรรค์

c : สมรรถภาพด้านทักษะในการสื่อสาร

3.2.3 การสร้างเครื่องมือที่ใช้ในการทดลองสอน

เครื่องมือที่ใช้ในการทดลองสอนประกอบด้วยแบบทดสอบวัดสมรรถภาพและเกณฑ์ในการวัดสมรรถภาพในด้านต่างๆ ดังต่อไปนี้ คือ แบบทดสอบวัดสมรรถภาพในการแก้ปัญหา แบบทดสอบวัดสมรรถภาพการคิดขั้นสูงด้านความคิดสร้างสรรค์ และ เกณฑ์การวัดสมรรถภาพด้านทักษะในการสื่อสาร

3.2.4 การทดลองสอน

กระทำในช่วงเดือน มิถุนายน – กันยายน 2541 กับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 โรงเรียนวิเศษไชยชาญ "ตันติวิทยาภูมิ" อ.วิเศษชัยชาญ จ.อ่างทอง ที่เรียนวิชาชีววิทยา (ว 042) ภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2541 จำนวน 3 ห้องเรียนเป็นกลุ่มทดลอง 2 ห้องเรียน(จำนวน 87 คน) และใช้เป็นกลุ่มเส้นฐาน 1 ห้องเรียน (42 คน) สอนเฉพาะส่วนปฏิบัติ

การชีววิทยาสัปดาห์ละ 2 คาบ/ชั้นเรียน เป็นเวลา 16 สัปดาห์ โดยมีการทดสอบวัดสมรรถภาพด้านต่างๆตลอด 16 สัปดาห์

4. ผลการวิเคราะห์ข้อมูล

4.1 ขั้นการสร้างฐานข้อมูลการเรียนรู้แบบมัลติมีเดียวิชาชีววิทยา (ว 042)

ในขั้นสร้างฐานข้อมูลการเรียนรู้แบบมัลติมีเดียวิชาชีววิทยา (ว 042)จะนำผลการทำแบบฝึกหัด ผลการทำกิจกรรมระหว่างเรียนและผลการทำแบบทดสอบ หลังการทดลองใช้ฐานข้อมูลการเรียนรู้แบบมัลติมีเดียวิชาชีววิทยา (ว042) ที่ได้มาวิเคราะห์เพื่อหาประสิทธิภาพของบทเรียน(E1/E2)ตามเกณฑ์ 80/80 ซึ่งได้ผลการวิเคราะห์ข้อมูลดังนี้

4.1.1 ผลการวิเคราะห์ข้อมูลสำหรับการหาประสิทธิภาพฐานข้อมูลการเรียนรู้แบบมัลติมีเดียวิชาชีววิทยา (ว042) ของแต่ละบทปฏิบัติการในการทดสอบแบบกลุ่มเล็ก (1:10) สรุปได้ว่าประสิทธิภาพฐานข้อมูลการเรียนรู้แบบมัลติมีเดียวิชาชีววิทยา (ว042) ของแต่ละบทปฏิบัติการในการทดสอบแบบกลุ่มเล็ก มีค่าผ่านเกณฑ์ 80/80 ทุกชุด โดยมีค่าตามลำดับดังนี้ 80.0/80.1 , 82.0/84.0 , 81.0 /83.5 , 80.5/84.0 , 82.5/85.0 , 83.5/83.5 , 83.0/84.5 , 81.5/85.5

4.1.2 ผลการวิเคราะห์ข้อมูลสำหรับการหาประสิทธิภาพฐานข้อมูลการเรียนรู้แบบมัลติมีเดียวิชาชีววิทยา (ว042) ของแต่ละบทปฏิบัติการในการทดสอบแบบกลุ่มใหญ่ สรุปได้ว่าประสิทธิภาพฐานข้อมูลการเรียนรู้แบบมัลติมีเดียวิชาชีววิทยา (ว042) ของแต่ละบทปฏิบัติการในการทดสอบแบบกลุ่มใหญ่ มีค่าผ่านเกณฑ์ 80/80 ทุกชุด โดยมีค่าตามลำดับดังนี้ 83.0/83.7 , 85.2/82.4 , 83.8/84.2 , 81.2/82.6 , 80.0/82.2 , 84.2/84.9 , 82.8/83.8 , 82.4/83.0

4.2 ขั้นใช้ฐานข้อมูลการเรียนรู้แบบมัลติมีเดียวิชาชีววิทยา (ว 042)

ในขั้นใช้ฐานข้อมูลการเรียนรู้แบบมัลติมีเดียวิชาชีววิทยา (ว 042) จะนำผลการทำแบบสอบวัดสมรรถภาพในการแก้ปัญหา สมรรถภาพความคิดขั้นสูงด้านความคิดสร้างสรรค์และสมรรถภาพด้านทักษะในการสื่อสารมาเปรียบเทียบผลการเรียนปฏิบัติการของกลุ่มทดลองและกลุ่มเส้นฐาน โดยการหาค่า t-test (Dependent)และเปรียบเทียบผลการเรียนปฏิบัติการของกลุ่มทดลองและกลุ่มเส้นฐานระหว่างกลุ่มบนและกลุ่มล่าง โดยการหาค่า t-test (Independent) ซึ่งได้ผลการวิเคราะห์ข้อมูลดังนี้

4.2.1 ผลการวิเคราะห์ข้อมูลสำหรับด้านสมรรถภาพในการแก้ปัญหา โดยใช้การทดสอบค่าที แบบ Pooled Variance t-test โดยภาพรวมพบว่าค่าเฉลี่ยของสมรรถภาพในการแก้ปัญหาของนักเรียนที่เรียนปฏิบัติการชีววิทยา(ว 042) โดยใช้ฐานข้อมูลกับไม่ใช้ฐานข้อมูลมีค่าแตกต่างกันทั้ง 3 ช่วงของการทดสอบ (p = .285 , .873 , .144) ตามลำดับ

4.2.2 ผลการวิเคราะห์ข้อมูลสำหรับด้านสมรรถภาพความคิดขั้นสูงด้านความคิดสร้างสรรค์โดยใช้การทดสอบค่าที แบบ Pooled Variance t-test โดยภาพรวมพบว่าค่าเฉลี่ยของสมรรถภาพความคิดขั้นสูงด้านความคิดสร้างสรรค์ของนักเรียนที่เรียนปฏิบัติการชีววิทยา(ว 042) โดยใช้ฐานข้อมูลกับไม่ใช้ฐานข้อมูล มีค่าแตกต่างกันทั้ง 3 ช่วงของการทดสอบ (p = .490 , .063 , .193) ตามลำดับ

4.2.3 ผลการวิเคราะห์ข้อมูลสำหรับด้านสมรรถภาพในการสื่อสารโดยใช้การทดสอบค่าที แบบ Pooled Variance t-test โดยภาพรวมพบว่าค่าเฉลี่ยของสมรรถภาพด้านทักษะในการสื่อสารของนักเรียนที่เรียนปฏิบัติการชีววิทยา(ว 042) โดยใช้ฐานข้อมูลกับไม่ใช้ฐานข้อมูลมีค่าแตกต่างกันทั้ง 3 ช่วงของการทดสอบ (p = .086 , .078 , .083) ตามลำดับ

4.2.4 ผลการวิเคราะห์ข้อมูลสำหรับด้านสมรรถภาพในการแก้ปัญหาระหว่างกลุ่มบน (U) กับกลุ่มล่าง (L) โดยการทดสอบค่า t-test (Independent) พบว่าค่าเฉลี่ยของสมรรถภาพในการแก้ปัญหาระหว่างกลุ่มบน (U) กับกลุ่มล่าง (L) ของนักเรียนที่เรียนปฏิบัติการชีววิทยา(ว 042) โดยใช้ฐานข้อมูลกับไม่ใช้ฐานข้อมูล ได้ผลเหมือนกันคือมีค่าไม่แตกต่างกันระหว่างกลุ่มบน (U) กับกลุ่มล่าง (L) ทั้ง 3 ช่วงของการทดสอบ (ช่วง 1 ไม่ใช้ฐานข้อมูล p = .115 ใช้ฐานข้อมูล p = .265 ช่วง 3 ไม่ใช้ฐานข้อมูล p = .539 ใช้ฐานข้อมูล p = .400 ช่วง 4 ไม่ใช้ฐานข้อมูล p = .503 ใช้ฐานข้อมูล p = .415)

4.2.5 ผลการวิเคราะห์ข้อมูลสำหรับด้านสมรรถภาพความคิดขั้นสูงด้านความคิดสร้างสรรค์ ระหว่างกลุ่มบน (U) กับกลุ่มล่าง (L) โดยการทดสอบค่า t-test (Independent) พบว่าค่าเฉลี่ยของสมรรถภาพความคิดขั้นสูงด้านความคิดสร้างสรรค์ระหว่างกลุ่มบน (U) กับกลุ่มล่าง (L) ของนักเรียนที่เรียนปฏิบัติการชีววิทยา(ว 042) โดยใช้ฐานข้อมูลกับไม่ใช้ฐานข้อมูล ได้ผลเหมือนกันคือมีค่าไม่แตกต่างกันระหว่างกลุ่มบน (U) กับกลุ่มล่าง (L) ทั้ง 3 ช่วงของการทดสอบ (ช่วง 1 ไม่ใช้ฐานข้อมูล p = .951 ใช้ฐานข้อมูล p = .120 ช่วง 2 ไม่ใช้ฐานข้อมูล p = .183 ใช้ฐานข้อมูล p = .131 ช่วง 4 ไม่ใช้ฐานข้อมูล p = .092 ใช้ฐานข้อมูล p = .156)

4.2.6 ผลการวิเคราะห์ข้อมูลสำหรับด้านสมรรถภาพด้านทักษะในการสื่อสาร ระหว่างกลุ่มบน (U) กับกลุ่มล่าง (L) โดยการทดสอบค่า t-test (Independent) พบว่าค่าเฉลี่ยของสมรรถภาพด้านทักษะในการสื่อสาร ระหว่างกลุ่มบน (U) กับกลุ่มล่าง (L) ของนักเรียนที่เรียนปฏิบัติการชีววิทยา(ว 042) โดยใช้ฐานข้อมูลกับไม่ใช้ฐานข้อมูล ได้ผลแตกต่างกันคือ กลุ่มที่เรียนโดยไม่ใช้ฐานข้อมูลมีค่าไม่แตกต่างกันระหว่างกลุ่มบน (U) กับกลุ่มล่าง (L) ทั้ง 3 ช่วงของการทดสอบ (ช่วง 2 p = .137 ช่วง 3 p = .062 ช่วง 4 p = .062)และกลุ่มที่เรียนโดยใช้ฐานข้อมูลมีค่าแตกต่างกันระหว่างกลุ่มบน (U) กับกลุ่มล่าง (L) ทั้ง 3 ช่วงของการทดสอบ (ช่วง 2 p = .025 ช่วง 3 p = .043 ช่วง 4 p = .034)

4.2.7 ผลการวิเคราะห์ข้อมูลโดยภาพรวมสำหรับ สมรรถภาพในการแก้ปัญหา ,ความคิดขั้นสูงด้านความคิดสร้างสรรค์และทักษะในการสื่อสารของนักเรียนที่เรียนโดย

ใช้ฐานข้อมูลกับไม่ใช้ฐานข้อมูล โดยใช้การทดสอบค่าที แบบ Pooled Variance t-test โดยภาพรวมพบว่าค่าเฉลี่ยของสมรรถภาพในการแก้ปัญหา ,ความคิดขั้นสูงด้านความคิดสร้างสรรค์และทักษะในการสื่อสารของนักเรียนที่เรียนปฏิบัติการชีววิทยา(ว 042) โดยใช้ฐานข้อมูลกับไม่ใช้ฐานข้อมูล มีค่าแตกต่างกันทั้ง 3 ช่วงของการทดสอบ

4.2.8 ผลการวิเคราะห์ข้อมูลโดยภาพรวมสำหรับ สมรรถภาพในการแก้ปัญหา ,ความคิดขั้นสูงด้านความคิดสร้างสรรค์และทักษะในการสื่อสารของนักเรียนกลุ่มบนกับกลุ่มล่างที่เรียนโดยใช้ฐานข้อมูลกับไม่ใช้ฐานข้อมูล โดยการทดสอบค่า t-test (Independent) พบว่าค่าเฉลี่ยของสมรรถภาพในการแก้ปัญหา สมรรถภาพความคิดขั้นสูงด้านความคิดสร้างสรรค์ระหว่างกลุ่มบน (U) กับกลุ่มล่าง (L) ของนักเรียนที่เรียนปฏิบัติการชีววิทยา(ว 042) โดยใช้ฐานข้อมูลกับไม่ใช้ฐานข้อมูล ได้ผลเหมือนกันคือมีค่าไม่แตกต่างกันระหว่างกลุ่มบน (U) กับกลุ่มล่าง (L) ทั้ง 3 ช่วงของการทดสอบและพบว่าค่าเฉลี่ยของสมรรถภาพด้านทักษะในการสื่อสาร ระหว่างกลุ่มบน (U) กับกลุ่มล่าง (L) ของนักเรียนที่เรียนปฏิบัติการชีววิทยา(ว 042) โดยใช้ฐานข้อมูลกับไม่ใช้ฐานข้อมูล ได้ผลแตกต่างกันคือ กลุ่มที่เรียนโดยไม่ใช้ฐานข้อมูลมีค่าไม่แตกต่างกันระหว่างกลุ่มบน (U) กับกลุ่มล่าง (L) ทั้ง 3 ช่วงของการทดสอบและกลุ่มที่เรียนโดยใช้ฐานข้อมูลมีค่าแตกต่างกันระหว่างกลุ่มบน (U) กับกลุ่มล่าง (L) ทั้ง 3 ช่วงของการทดสอบ

5.สรุปผลการวิจัย

เมื่อสิ้นสุดการทดลองสอนพบว่า

5.1 นักเรียนที่เรียนปฏิบัติการชีววิทยา โดยใช้ฐานข้อมูลการเรียนรู้แบบมัลติมีเดียประกอบ กับนักเรียนที่เรียนปฏิบัติการชีววิทยา โดยไม่ใช้ฐานข้อมูลการเรียนรู้แบบมัลติมีเดียประกอบ มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนด้านสมรรถภาพในการแก้ปัญหา สมรรถภาพความคิดขั้นสูงด้านความคิดสร้างสรรค์ และสมรรถภาพด้านทักษะในการสื่อสาร แตกต่างกันโดยมีรายละเอียดดังนี้

5.1.1 นักเรียนที่เรียนปฏิบัติการชีววิทยา โดยใช้ฐานข้อมูลการเรียนรู้แบบมัลติมีเดียประกอบ กับนักเรียนที่เรียนปฏิบัติการชีววิทยา โดยไม่ใช้ฐานข้อมูลการเรียนรู้แบบมัลติมีเดียประกอบ มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนด้านสมรรถภาพในการแก้ปัญหา แตกต่างกันทุกช่วงเวลาที่ทดลอง

5.1.2 นักเรียนที่เรียนปฏิบัติการชีววิทยา โดยใช้ฐานข้อมูลการเรียนรู้แบบมัลติมีเดียประกอบ กับนักเรียนที่เรียนปฏิบัติการชีววิทยา โดยไม่ใช้ฐานข้อมูลการเรียนรู้แบบมัลติมีเดียประกอบ มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนด้านสมรรถภาพความคิดขั้นสูงด้านความคิดสร้างสรรค์ แตกต่างกันทุกช่วงเวลาที่ทดลอง

5.1.3 นักเรียนที่เรียนปฏิบัติการชีววิทยา โดยใช้ฐานข้อมูลการเรียนรู้แบบมัลติมีเดียประกอบ กับนักเรียนที่เรียนปฏิบัติการชีววิทยา โดยไม่ใช้ฐานข้อมูลการเรียนรู้แบบ

มัลติมีเดียประกอบ มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนด้านสมรรถภาพทักษะในการสื่อสารแตกต่างกันทุกช่วงเวลาที่ทดลอง

5.2 นักเรียนกลุ่มบนกับกลุ่มล่างที่เรียนปฏิบัติการชีววิทยา โดยใช้ฐานข้อมูลการเรียนรู้แบบมัลติมีเดียประกอบ มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนด้านสมรรถภาพในการแก้ปัญหาสมรรถภาพความคิดขั้นสูงด้านความคิดสร้างสรรค์ ไม่แตกต่างกัน แต่มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนด้านสมรรถภาพทักษะในการสื่อสาร แตกต่างกัน โดยมีรายละเอียดดังนี้

5.2.1 นักเรียนกลุ่มบนกับกลุ่มล่างของกลุ่มทดลองที่เรียนปฏิบัติการชีววิทยาโดยใช้ฐานข้อมูลการเรียนรู้แบบมัลติมีเดียประกอบ มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนด้านสมรรถภาพในการแก้ปัญหา ไม่แตกต่างกัน

5.2.2 นักเรียนกลุ่มบนกับกลุ่มล่างของกลุ่มเส้นฐานที่เรียนปฏิบัติการชีววิทยาโดยใช้ฐานข้อมูลการเรียนรู้แบบมัลติมีเดียประกอบ มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนด้านสมรรถภาพในการแก้ปัญหา ไม่แตกต่างกัน

5.2.3นักเรียนกลุ่มบนกับกลุ่มล่างของกลุ่มทดลองที่เรียนปฏิบัติการชีววิทยาโดยใช้ฐานข้อมูลการเรียนรู้แบบมัลติมีเดียประกอบ มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนด้านสมรรถภาพความคิดขั้นสูงด้านความคิดสร้างสรรค์ ไม่แตกต่างกัน

5.2.4 นักเรียนกลุ่มบนกับกลุ่มล่างของกลุ่มเส้นฐานที่เรียนปฏิบัติการชีววิทยาโดยใช้ฐานข้อมูลการเรียนรู้แบบมัลติมีเดียประกอบ มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนด้านสมรรถภาพความคิดขั้นสูงด้านความคิดสร้างสรรค์ ไม่แตกต่างกัน

5.2.5 นักเรียนกลุ่มบนกับกลุ่มล่างของกลุ่มทดลองที่เรียนปฏิบัติการชีววิทยาโดยใช้ฐานข้อมูลการเรียนรู้แบบมัลติมีเดียประกอบ มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนด้านสมรรถภาพทักษะในการสื่อสารแตกต่างกัน

5.2.6 นักเรียนกลุ่มบนกับกลุ่มล่างของกลุ่มเส้นฐานที่เรียนปฏิบัติการชีววิทยาโดยใช้ฐานข้อมูลการเรียนรู้แบบมัลติมีเดียประกอบ มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนด้านสมรรถภาพทักษะในการสื่อสาร ไม่แตกต่างกัน

การอภิปรายผล

ในการอภิปรายผลการวิจัยจะนำเสนอตามลำดับผลการวิจัยดังต่อไปนี้

1. จากผลการวิเคราะห์ข้อมูลสำหรับการหาประสิทธิภาพฐานข้อมูลการเรียนรู้แบบมัลติมีเดียวิชาชีววิทยา (ว042) ของแต่ละบทปฏิบัติการ สรุปได้ว่าประสิทธิภาพของฐานข้อมูลการเรียนรู้แบบมัลติมีเดียวิชาชีววิทยา (ว042) ของแต่ละบทปฏิบัติการ มีค่าผ่านเกณฑ์ 80/80 ทุกชุด ทั้งนี้ผลที่ได้เป็นไปตามขั้นตอนและรูปแบบการพัฒนาฐานข้อมูลการเรียนรู้แบบมัลติมีเดียของเรย์โนล(Reynolds. 1995) ที่ผู้วิจัยนำมาใช้ร่วมกับรูปแบบการพัฒนาฐานข้อมูลการเรียนรู้แบบมัลติมีเดียอีกหลายท่าน (Nix. 1990 : 165-203 ; Brock. 1994 : 187-198 ;

Baron. 1995 :18-20 ; Agnew and others. 1996 : 58 – 173; สานิตย์ กายาผาด.2539 : 31 – 41 ; 2000(นามแฝง). 2539 : 30 ; สถาพร สาธุการ. 2540 : 109 - 119) โดยในแต่ละขั้นตอนจะมีการเก็บข้อมูลอย่างละเอียด ดำเนินการทดสอบถึง 3 ครั้ง คือ แบบเดี่ยว แบบกลุ่มเล็กและแบบกลุ่มใหญ่แล้วดำเนินการปรับปรุงให้ตรงกับสภาพที่ควรเป็นตามผลที่ได้จาการทดสอบ เช่น สีของตัวอักษร ลักษณะและขนาดของตัวอักษร ช่วงเวลาการนำเสนอ นอกจากนี้การที่ฐานข้อมูลการเรียนรู้แบบมัลติมีเดียวิชาชีววิทยามีประสิทธิภาพตามเกณฑ์ 80/80 นั้นก็เนื่องจากขั้นตอนในการพัฒนาฐานข้อมูลการเรียนรู้แบบมัลติมีเดียวิชาชีววิทยานั้นเป็นไปตามขั้นตอนมาตรฐานซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยของมอลดิน (Mauldin. 1996) ที่ได้กล่าวถึงการพัฒนาฐานข้อมูลการเรียนรู้แบบมัลติมีเดียว่าต้องมีขั้นตอนในการพัฒนาตามรูปแบบดังนี้ คือ การออกแบบฐานข้อมูล การพัฒนาฐานข้อมูล การทดสอบฐานข้อมูลการเรียนรู้ การปรับปรุงฐานข้อมูล และการนำไปใช้ ซึ่งถ้ามีการพัฒนาตามขั้นตอนดังกล่าวแล้วจะได้ฐานข้อมูลการเรียนรู้แบบมัลติมีเดียที่มีคุณภาพและมีประสิทธิภาพเหมาะสมกับการนำไปใช้ในการเรียนการสอนได้นอกจากนั้นแล้วยังอาจเนื่องมาจาก

ประการแรก ฐานข้อมูลการเรียนรู้แบบมัลติมีเดียวิชาชีววิทยา (ว 042) ที่พัฒนาขึ้นประกอบด้วยภาพกราฟิก และเสียงเป็นส่วนช่วยสร้างบรรยากาศให้บทเรียนและสื่อความเข้าใจจากนามธรรมเป็นรูปธรรมได้เป็นอย่างดี ผู้เรียนเกิดการสนุกเพลิดเพลินในขณะเรียน มีการตอบสนองจากคอมพิวเตอร์ทันทีทำให้เกิดแรงจูงใจในการเรียน ส่งผลโดยตรงต่อการเรียนซึ่งเป็นไปตามทฤษฎีการเรียนรู้ของสกินเนอร์ (Skinner) ที่กล่าวว่าบทเรียนควรมีการเสริมแรง โดยให้ข้อมูลป้อนกลับอย่างทันทีทันใด ทำให้ผู้เรียนเกิดการเรียนรู้อย่างมีประสิทธิภาพ(สถาพร สาธุการ. 2540 : 109-119) และยังสอดคล้องกับทฤษฎีการเรียนรู้ของกัธทรี (Guthrie) ที่ว่าการเสนอสิ่งเร้าให้ผู้เรียนในหลายรูปแบบ เช่น ภาพกราฟิกทั้งที่เคลื่อนไหวและไม่เคลื่อนไหว รวมทั้งเสียงประกอบจะมีผลโดยตรงต่อผู้เรียน เป็นการดึงดูดความสนใจต่อผู้เรียนด้วยตัวของสื่อเอง ทำให้ผู้เรียนสนใจมากขึ้น

ประการที่สอง ลักษณะของฐานข้อมูลการเรียนรู้แบบมัลติมีเดียวิชาชีววิทยา (ว 042) ที่พัฒนาขึ้นมีการสืบค้นข้อมูลเข้าไปในฐานข้อมูลได้ตามความต้องการ ตามความอยากรู้ในลักษณะของไฮเปอร์เท็กซ์(Hypertext)และไฮเปอร์มีเดีย(Hypermedia)ทำให้น่าสนใจในการเรียน ช่วยส่งเสริมการเรียนรู้ให้กับผู้เรียนให้เรียนรู้ได้ดีขึ้น เร็วขึ้นและเป็นการพัฒนาศักยภาพทั้งผู้เรียนและผู้สอน ซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยของแอมโบรส (Ambrose. 1991) พาร์ค (Park. 1991) คอร์ทิโนวิส (Cortinovis. 1992) และ สเตนินเจอร์ (Staninger. 1994) นอกจากนั้นยังสอดคล้องกับงานวิจัยของโทลเฮิร์ท (Tolhurst. 1995) ที่กล่าวว่าการนำไฮเปอร์เท็กซ์ (Hypertext) มาใช้ในคอมพิวเตอร์ช่วยสอนว่าเป็นการกระตุ้นการเรียนรู้ของผู้เรียนได้ดีเนื่องจากไฮเปอร์เท็กซ์สามารถตอบคำถามหรือขยายความในสิ่งที่ต้องการทราบได้ทันที ทำให้ผู้เรียนเกิดความรู้สึกในการตอบสนองที่ดีที่อยากจะเรียนรู้หรือค้นคว้าต่อไปและสอดคล้องกับงานวิจัยของ

ชูชิงหยาง (Shu Ching Yang. 1996) ที่พบว่าการใช้ ไฮเปอร์มีเดีย ในการเรียนการสอนด้วยคอมพิวเตอร์จะช่วยส่งเสริมการเรียนรู้ ช่วยพัฒนาความคิด ทำให้การเรียนรู้มีความคงทนได้นานกว่าการสอนตามปกติ

จากเหตุผลดังกล่าวจึงทำให้ฐานข้อมูลการเรียนรู้แบบมัลติมีเดียวิชาชีววิทยา (ว 042) ที่พัฒนาขึ้นมีประสิทธิภาพตามเกณฑ์ 80/80

2. จากผลการวิจัยที่พบว่านักเรียนที่เรียนปฏิบัติการชีววิทยา โดยใช้ฐานข้อมูลการเรียนรู้แบบมัลติมีเดียประกอบ กับนักเรียนที่เรียนปฏิบัติการชีววิทยา โดยไม่ใช้ฐานข้อมูลการเรียนรู้แบบมัลติมีเดียประกอบ มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนด้านสมรรถภาพในการแก้ปัญหา สมรรถภาพความคิดขั้นสูงด้านความคิดสร้างสรรค์ และสมรรถภาพด้านทักษะในการสื่อสารแตกต่างกัน นั้น อธิบายได้ว่า ลักษณะของฐานข้อมูลการเรียนรู้แบบมัลติมีเดียที่พัฒนาขึ้นมานั้นไปส่งเสริมสมรรถภาพในการแก้ปัญหา สมรรถภาพความคิดขั้นสูงด้านความคิดสร้างสรรค์ และสมรรถภาพด้านทักษะในการสื่อสาร ในการเรียนปฏิบัติการชีววิทยาของนักเรียน ซึ่งโดยทั่วไปแล้วสื่อมีอิทธิพลต่อการเรียนการสอนทำให้ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนสูงขึ้น เช่น การเรียนการสอนด้วยคอมพิวเตอร์จะให้ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนที่สูงขึ้น (Kulik. 1985 ; Reynolds. 1995) โดยลักษณะของบทเรียนประเภทคอมพิวเตอร์ช่วยสอนแบบมัลติมีเดียนี้จะช่วยฝึกให้นักเรียนคิดอย่างมีเหตุผล ฝึกการแก้ปัญหาตลอดเวลา (Reynolds. 1995 ; สุทธิพงษ์ หกสุวรรณ. 2538) ช่วยส่งเสริมสมรรถภาพความคิดขั้นสูงด้านความคิดสร้างสรรค์และช่วยกระตุ้นทักษะในการสื่อสารให้มากขึ้น (Reynolds. 1995 ; Agnew, Kellerman and Meyer. 1996) และจากผลการวิจัยที่พบว่าการใช้คอมพิวเตอร์ในลักษณะฐานข้อมูลการเรียนรู้แบบมัลติมีเดียช่วยไปส่งเสริมสมรรถภาพในการแก้ปัญหา สมรรถภาพความคิดขั้นสูงด้านความคิดสร้างสรรค์ และสมรรถภาพด้านทักษะในการสื่อสารนี้ มีผลสอดคล้องกับงานวิจัยหลายเรื่อง เช่น งานวิจัยของเคิร์ทและโอส์ตัน (Curt and Owston. 1988) ที่ได้ทำการศึกษาวิจัยเกี่ยวกับคอมพิวเตอร์ช่วยสอน สรุปว่าคอมพิวเตอร์สามารถใช้สอนด้านการแก้ปัญหา (Problem solving) ได้เป็นอย่างดี และช่วยส่งเสริมให้มีความสามารถในด้านการแก้ปัญหาสูงขึ้น งานวิจัยของฮอฟไมสเตอร์ (Hofmeister. 1989) ได้ศึกษาวิจัยเกี่ยวกับบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน สรุปว่าสามารถนำไปใช้ช่วยสอนในรูปแบบของการแก้ปัญหาได้เป็นอย่างดี งานวิจัยของสวีทเตอร์ (Sweeters. 1994) ได้ทำการวิจัยและรายงานว่าการใช้คอมพิวเตอร์มัลติมีเดียมาใช้ในการทำฐานข้อมูลการเรียนรู้ จะช่วยในการเรียนรู้ได้ดี ผู้เรียนประสบผลสำเร็จในการเรียนมากขึ้นทำให้ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนสูงขึ้น ทำให้ผู้เรียนสนใจในการเรียนมากขึ้น งานวิจัยของแมดดัก (Maddux. 1989) ที่ได้ทำการศึกษาถึงผลของการนำคอมพิวเตอร์ในลักษณะของฐานข้อมูลมาใช้ในการเรียนการสอนซึ่งสรุปได้ว่าคอมพิวเตอร์ในลักษณะของฐานข้อมูลจะช่วยในการสอนแบบคิดแก้ปัญหาได้ดี ช่วยให้นักเรียนมีสมรรถภาพในการคิดแก้ปัญหาสูงขึ้น งานวิจัยของเบคเกอร์ (Becker. 1992) ที่ได้ทำการศึกษาเกี่ยวกับการนำฐานข้อมูลการเรียนรู้ไปใช้ช่วยการเรียนการสอนจากการศึกษาพบว่าฐานข้อมูล

การเรียนรู้สามารถนำไปใช้ในการสอนได้ทั้งแบบเดี่ยวแบบกลุ่ม สอนแบบกลุ่มร่วมมือและนำไปใช้ในการสอนซ่อมเสริมแบบกลุ่มเล็ก ช่วยให้นักเรียนมีผลการเรียนดีขึ้น นักเรียนสนใจในการเรียนการสอนมากขึ้นและลดเวลาที่ใช้ในการสอนลง งานวิจัยของเลียนจิงฮวง (Lian Jing Huang. 1995) ที่ได้ออกแบบโปรแกรมคอมพิวเตอร์มัลติมีเดียเพื่อนำมาใช้ช่วยในการแก้ปัญหาหลาย ๆรูปแบบ จากการศึกษาพบว่าคอมพิวเตอร์แบบมัลติมีเดียนี้สามารถช่วยพัฒนาแนวคิดแก้ปัญหาได้ดี สอดคล้องกับงานวิจัยของ ชอย (Chiou. 1995) ที่ได้ศึกษาเกี่ยวกับเรื่องของฐานข้อมูลการเรียนรู้แบบมัลติมีเดียในส่วนที่จะช่วยส่งเสริมการเรียนรู้และพบว่า ฐานข้อมูลการเรียนรู้แบบมัลติมีเดียจะช่วยในการส่งเสริมการเรียนรู้ในด้านต่าง ๆได้ดี เช่น ช่วยเพิ่มผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ช่วยพัฒนาความคิดแก้ปัญหาและช่วยพัฒนาทักษะบางด้าน รวมทั้งช่วยส่งเสริมความคิดสร้างสรรค์ เนื่องจากผู้เรียนได้ใช้ความคิดอย่างอิสระ โดยไม่มีใครมาบังคับ มีความเป็นส่วนตัว เรียนได้ตามต้องการเท่าที่ผู้เรียนอยากรู้และในการเรียนแต่ละครั้งถึงแม้เป็นเรื่องเดิมแต่ทิศทางในการค้นคว้าหาความรู้อาจไม่เหมือนเดิม ทำให้ไม่น่าเบื่อและนอกจากนั้น ชอย (Chiou. 1993) ยังได้รายงานว่าฐานข้อมูลการเรียนรู้แบบมัลติมีเดียจะช่วยพัฒนาความคิด พัฒนาการเรียนรู้ ช่วยพัฒนาข้อบกพร่องทางความรู้และความคิดได้และจากลักษณะของฐานข้อมูลการเรียนรู้แบบมัลติมีเดียวิชาชีววิทยา (ว 042) ที่พัฒนาขึ้นมีการสืบค้นข้อมูลเข้าไปในฐานข้อมูลได้ตามความต้องการ ตามความอยากรู้ในลักษณะของไฮเปอร์เท็กซ์ ทำให้น่าสนใจในการเรียนสนองตอบความต้องการได้ทันที ช่วยส่งเสริมการเรียนรู้ให้กับผู้เรียนให้เรียนรู้ได้ดีขึ้น เร็วขึ้น และเป็นการพัฒนาศักยภาพทั้งผู้เรียนและผู้สอน ซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยของแอมโบรส (Ambrose. 1991)ที่ ได้ทำการศึกษาเกี่ยวกับไฮเปอร์มีเดีย (Hypermedia) ในการส่งเสริมการเรียนรู้ สรุปได้ว่าไฮเปอร์มีเดีย เป็นนวัตกรรมใหม่ เป็นเทคโนโลยีใหม่ที่จะช่วยผู้สอน ผู้ออกแบบโปรแกรมในการสร้างโปรแกรมช่วยการเรียนการสอนและช่วยส่งเสริมการเรียนรู้ให้กับผู้เรียนให้เรียนรู้ได้ดีขึ้น เร็วขึ้น สอดคล้องกับงานวิจัยของ พาร์ค (Park. 1991) ที่ได้ทำการศึกษางานวิจัยต่าง ๆที่เกี่ยวข้องกับไฮเปอร์มีเดียและสรุปว่าไฮเปอร์มีเดียเป็นส่วนหนึ่งที่สำคัญของฐานข้อมูลการเรียนรู้ซึ่งมีลักษณะเป็นฐานความรู้ที่เหมาะสมเนื่องจากสามารถปรับปรุงได้ง่าย มีรูปแบบการเรียนรู้ที่ง่าย สามารถเพิ่มข้อมูลในฐานข้อมูลได้ง่าย และเป็นการพัฒนาศักยภาพทั้งผู้เรียนและผู้สอน สอดคล้องกับงานวิจัยของคอร์ทิโนวิส (Cortinovis. 1992) ที่ได้ใช้ฐานข้อมูลการเรียนรู้ในลักษณะของไฮเปอร์มีเดีย ในการฝึกการจำลองแบบทางวิศวกรรมในลักษณะของ ฐานข้อมูลการเรียนรู้เพื่อการฝึกปฏิบัติ(Computer-Based Training หรือ CBT) พบว่าผู้ใช้มีความสนใจในการฝึกมากขึ้น และเรียนรู้ได้เร็วกว่าการฝึกแบบปกติ ใช้เวลาในการฝึกน้อยลงสอดคล้องกับงานวิจัยของสเตนินเจอร์ (Staninger. 1994) ที่พบว่าไฮเปอร์เท็กซ์(Hypertext) ที่นำมาใช้ในฐานข้อมูลการเรียนรู้จะช่วยส่งเสริมการรับรู้และการเรียนรู้ด้านพุทธิพิสัย (Cognitive) ของตัวผู้เรียนและผู้สอนด้วย สอดคล้องกับงานวิจัยของเบนเดอร์ (Bender. 1995) ที่ได้ทำการพัฒนาฐานข้อมูลการเรียนรู้ในลักษณะของไฮเปอร์มีเดีย พบว่า ลักษณะของฐานข้อมูลการเรียนรู้แบบ

ไฮเปอร์มีเดีย สามารถช่วยพัฒนาการคิดแก้ปัญหาของผู้เรียนได้ดี ส่งเสริมการเรียนรู้ได้ดีขึ้น สอดคล้องกับงานวิจัยของเฮนดริค (Hendrikx. 1995) ที่ได้ทำการศึกษาวิจัยเกี่ยวกับการใช้ไฮเปอร์มีเดียในบทเรียนคอมพิวเตอร์ จากการศึกษาพบว่าไฮเปอร์มีเดียช่วยให้การเรียนการสอนมีความยืดหยุ่นมากขึ้นเป็นการเรียนที่แต่ละบุคคลจะมีลักษณะการเรียนที่แตกต่างกันออกไปขึ้นกับความต้องการและความรู้ความสามารถของผู้เรียน และช่วยพัฒนาความคิดสร้างสรรค์รวมทั้งการแก้ปัญหาด้วย เหมาะที่จะนำไปใช้ในบทเรียนคอมพิวเตอร์ และยังสอดคล้องกับงานวิจัยของชูชิงหยาง (Shu Ching Yang. 1996) ที่ได้ทำการศึกษาวิจัย พบว่าการใช้ ไฮเปอร์มีเดีย ในการเรียนการสอนด้วยคอมพิวเตอร์จะช่วยส่งเสริมการเรียนรู้ ช่วยพัฒนาความคิด ทำให้การเรียนรู้มีความคงทนได้นานกว่าการสอนตามปกติ นอกจากนั้นแล้วยังสอดคล้องกับงานวิจัยของโทลเฮิร์ท (Tolhurst. 1995) ที่ได้กล่าวถึงการนำไฮเปอร์เท็กซ์ (Hypertext) มาใช้ในคอมพิวเตอร์ช่วยสอนว่าเป็นการกระตุ้นการเรียนรู้ของผู้เรียนได้ดีเนื่องจากไฮเปอร์เท็กซ์สามารถตอบคำถามหรือขยายความในสิ่งที่ต้องการทราบได้ทันที ทำให้ผู้เรียนเกิดความรู้สึกในการตอบสนองที่ดีที่อยากจะเรียนรู้หรือค้นคว้าต่อไป

โดยสรุปแล้วที่พบว่านักเรียนที่เรียนปฏิบัติการชีววิทยา โดยใช้ฐานข้อมูลการเรียนรู้แบบมัลติมีเดียประกอบ กับนักเรียนที่เรียนปฏิบัติการชีววิทยา โดยไม่ใช้ฐานข้อมูลการเรียนรู้แบบมัลติมีเดียประกอบ มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนด้านสมรรถภาพในการแก้ปัญหา สมรรถภาพความคิดขั้นสูงด้านความคิดสร้างสรรค์ และสมรรถภาพด้านทักษะในการสื่อสาร แตกต่างกัน นั้น เนื่องจากลักษณะของฐานข้อมูลการเรียนรู้แบบมัลติมีเดียวิชาชีววิทยา (ว 042) ที่ผู้วิจัยได้พัฒนาขึ้นนั้นมีลักษณะเป็นฐานข้อมูลการเรียนรู้ที่มีลักษณะของไฮเปอร์มีเดียอยู่ด้วยจะเป็นส่วนที่ช่วยทำให้ผู้เรียนมีสมรรถภาพในการแก้ปัญหา สมรรถภาพความคิดขั้นสูงด้านความคิดสร้างสรรค์ และสมรรถภาพด้านทักษะในการสื่อสารสูงขึ้น แตกต่างไปจากผู้เรียนที่ไม่ได้เรียนด้วยฐานข้อมูลการเรียนรู้

2. จากผลการวิจัยที่พบว่านักเรียนกลุ่มบนกับกลุ่มล่างที่เรียนปฏิบัติการชีววิทยา โดยใช้ฐานข้อมูลการเรียนรู้แบบมัลติมีเดียประกอบ มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนด้านสมรรถภาพในการแก้ปัญหา สมรรถภาพความคิดขั้นสูงด้านความคิดสร้างสรรค์ ไม่แตกต่างกัน แต่มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนด้านสมรรถภาพทักษะในการสื่อสาร แตกต่างกันนั้น อธิบายได้ว่า โดยลักษณะของฐานข้อมูลการเรียนรู้แบบมัลติมีเดียวิชาชีววิทยา (ว 042) ที่พัฒนาขึ้นมีลักษณะเป็นฐานข้อมูลการเรียนรู้ที่มีการสืบค้นข้อมูลเข้าไปในฐานข้อมูลได้ตามความต้องการในลักษณะของไฮเปอร์มีเดีย และเป็นสื่อที่มีภาพกราฟิก และมีเสียงประกอบ เป็นสิ่งที่เร้าความสนใจการเรียนได้ดีช่วยทำให้ผู้เรียนมีสมรรถภาพในการแก้ปัญหา สมรรถภาพความคิดขั้นสูงด้านความคิดสร้างสรรค์ และสมรรถภาพด้านทักษะในการสื่อสารสูงขึ้น แตกต่างไปจากผู้เรียนที่ไม่ได้เรียนด้วยฐานข้อมูลการเรียนรู้ดังที่อภิปรายมาแล้ว จึงทำให้มีผลในการส่งเสริมสมรรถภาพดังกล่าว

ทั้งนักเรียนกลุ่มบนและกลุ่มล่างและเป็นการชี้ให้เห็นว่าฐานข้อมูลการเรียนรู้แบบมัลติมีเดียวิชาชีววิทยา (ว 042) ที่พัฒนาขึ้นนั้นสามารถใช้ได้ผลกับนักเรียนทุกระดับความสามารถ นอกจากนี้โดยข้อจำกัดของตัวสื่อเอง เช่น ฐานข้อมูลความรู้อาจจะยังไม่มากเกินพอในการค้นคว้าเพิ่มเติมสำหรับนักเรียนกลุ่มบน แบบทดสอบอาจมีไม่มากพอหรือง่ายเกินไปสำหรับนักเรียนกลุ่มบน หรือสิ่งกระตุ้นเร้าในการเรียนรู้บางอย่าง เช่น เสียง อาจจะยังไม่สมบูรณ์ จึงเป็นผลให้นักเรียนกลุ่มบนกับกลุ่มล่างที่เรียนปฏิบัติการชีววิทยาโดยใช้ฐานข้อมูลการเรียนรู้แบบมัลติมีเดียประกอบ มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนด้านสมรรถภาพในการแก้ปัญหา สมรรถภาพความคิดขั้นสูงด้านความคิดสร้างสรรค์ ไม่แตกต่างกัน และสิ่งที่อาจมีผลเกี่ยวข้องในเรื่องดังกล่าวด้วยคือ องค์ประกอบอื่นๆที่เกี่ยวข้อง เช่นเครื่องคอมพิวเตอร์ที่ใช้มีประสิทธิภาพไม่เท่ากัน ความแตกต่างกันในด้านทักษะพื้นฐานในการใช้คอมพิวเตอร์ รวมทั้งเวลาในการเรียนมีไม่มากอย่างเพียงพอ ส่วนการที่ทักษะในการสื่อสารแตกต่างกันระหว่างนักเรียนกลุ่มบนและกลุ่มล่างนั้นก็แตกต่างกันเฉพาะนักเรียนที่ใช้ฐานข้อมูลการเรียนรู้แบบมัลติมีเดียวิชาชีววิทยา (ว 042) ที่พัฒนาขึ้นในการเรียนซึ่งเป็นไปตามสภาพปกติเนื่องจากการวัดสมรรถภาพทักษะในการสื่อสารนั้นวัดจากการเขียนรายงานและการนำเสนอข้อมูลด้วยการพูดซึ่งมีความสัมพันธ์กันดังงานวิจัยของ สุวพร พันธุสุภา(2539) ได้ทำการวิจัยเพื่อศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างทักษะทางการเขียนภาษาไทยกับประสิทธิภาพการสื่อสาร ในนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 พบว่า ทักษะทางการเขียนภาษาไทยกับประสิทธิภาพการสื่อสารมีความสัมพันธ์กันในเชิงบวก ซึ่งสมรรถภาพทักษะในการสื่อสารสามารถพัฒนาขึ้นได้ถ้ามีการปฏิบัติบ่อยๆ ซึ่งฐานข้อมูลการเรียนรู้แบบมัลติมีเดียวิชาชีววิทยา (ว 042) ที่พัฒนาขึ้นในการเรียนจะมีส่วนเสริมสมรรถภาพดังกล่าว โดยเฉพาะในการเขียนรายงาน ซึ่งมีความสะดวกและรวดเร็ว อีกทั้งนักเรียนกลุ่มบนมีแนวโน้มที่จะมีสมรรถภาพด้านทักษะในการสื่อสารสูงกว่านักเรียนกลุ่มล่างอยู่แล้ว ดังนั้นการใช้ฐานข้อมูลการเรียนรู้แบบมัลติมีเดียวิชาชีววิทยา (ว 042) จะมีส่วนพัฒนาทักษะด้านการสื่อสารของนักเรียนกลุ่มบนให้แตกต่างจากนักเรียนกลุ่มล่างได้ชัดเจนขึ้น ซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยของเฮย์ (Hayes. 1997) ที่ได้ทำการศึกษาวิจัยโดยใช้คอมพิวเตอร์ช่วยสอนช่วยฝึกทักษะในการสื่อสารของนักเรียนในลักษณะของการให้คำแนะนำ ซึ่งผลการศึกษาวิจัยพบว่าคอมพิวเตอร์ช่วยสอนสามารถใช้ช่วยในการฝึกทักษะในการสื่อสารของนักเรียนได้ดีมีผลแตกต่างจากกลุ่มที่ไม่ได้ฝึกทักษะและยังพบว่าได้ผลไม่แตกต่างจากการสอนฝึกทักษะในการสื่อสารโดยครูผู้สอนเอง

ข้อเสนอแนะ

ข้อเสนอแนะเพื่อนำผลการวิจัยไปใช้

ผู้วิจัยมีข้อเสนอแนะเพื่อนำผลการวิจัยไปใช้ดังนี้

1. ข้อเสนอสำหรับผู้เรียน

1.1 ผู้เรียนสามารถนำฐานข้อมูลการเรียนรู้แบบมัลติมีเดียวิชา ชีววิทยา (ว 042) ไปใช้ในการเรียนด้วยตนเองอย่างอิสระทั้งในและนอกเวลาเรียน

1.2 ผู้เรียนสามารถนำฐานข้อมูลการเรียนรู้แบบมัลติมีเดียวิชา ชีววิทยา (ว 042) ไปใช้เพื่อทบทวนบทเรียน ใช้ในการเรียนเสริมหรือใช้ในการซ่อมเสริมได้ด้วยตนเอง

2. ข้อเสนอแนะสำหรับครูผู้สอน

2.1 เนื่องจากฐานข้อมูลการเรียนรู้แบบมัลติมีเดียวิชา ชีววิทยา (ว 042) มีลักษณะเป็นแบบมัลติมีเดียที่ประกอบด้วยภาพและเสียงซึ่งเป็นภาพกราฟิกและภาพเคลื่อนไหว ในการใช้งานต้องอาศัยประสิทธิภาพของเครื่องคอมพิวเตอร์ด้วย เครื่องคอมพิวเตอร์ที่เหมาะสมในการใช้ ควรเป็นเครื่องคอมพิวเตอร์ตั้งแต่รุ่นเพนเทียม 100 ขึ้นไป มีความเร็วไม่ต่ำกว่า 100 Mhz มี CD-ROM ไม่ต่ำกว่า 8X และควรมีการ์ดเสียงพร้อมหูฟังหรือลำโพง มีพื้นที่ว่างในฮาร์ดดิสก์ไม่น้อยกว่า 60 MB เพื่อใช้ในการติดตั้งโปรแกรมในการทำงาน

2.2 ครูผู้สอนสามารถใช้ฐานข้อมูลการเรียนรู้แบบมัลติมีเดียวิชา ชีววิทยา (ว 042) ประกอบการสอนปฏิบัติการวิชา ชีววิทยา (ว 042) ได้โดยนำไปใช้ประกอบปฏิบัติการต่อไปนี้คือ

1) บทปฏิบัติการเรื่องการศึกษาการทำงานของตัวยับยั้งเอนไซม์

2) บทปฏิบัติการเรื่องการหายใจแบบไม่ใช้ออกซิเจน

3) บทปฏิบัติการเรื่องการวัดอัตราการหายใจ

4) บทปฏิบัติการเรื่องการศึกษาโครงสร้างปอด

5) บทปฏิบัติการเรื่องการศึกษาโครงสร้างใบพืช

6) บทปฏิบัติการเรื่องการสังเคราะห์ด้วยแสง

7) บทปฏิบัติการเรื่องการศึกษาโครงสร้างของเซลล์คุม

8) บทปฏิบัติการเรื่องการศึกษาการคายน้ำของพืช

2.3 ครูผู้สอนสามารถใช้ฐานข้อมูลการเรียนรู้แบบมัลติมีเดียวิชา ชีววิทยา (ว 042) ประกอบการสอนปฏิบัติการวิชา ชีววิทยา (ว 042) เป็นสื่อกระตุ้นให้ผู้เรียนอยากศึกษาหาความรู้เพิ่มเติมหรือเป็นสื่อกระตุ้นให้ผู้เรียนเกิดความสนใจในการเรียนชีววิทยามากขึ้น

2.4 เป็นสื่อที่ผู้เรียนสามารถเรียนได้ตามความต้องการ ตามความสามารถ ผู้เรียนควบคุมบทเรียนได้ด้วยตนเอง ครูเป็นเพียงผู้ควบคุมห้อง เป็นผู้จัดการเรียนการสอนและให้คำแนะนำแก่นักเรียน เป็นการเปลี่ยนบทบาทของการเรียนการสอนจากที่ครูเป็นศูนย์กลางการเรียนมาเป็นนักเรียนเป็นศูนย์กลางการเรียน

2.5 เป็นแนวทางสำหรับครูผู้สอนในการพัฒนาสื่อคอมพิวเตอร์เพื่อใช้ในการเรียนการสอนต่อไป

2.6 เป็นประโยชน์ต่อครูผู้สอนวิชา ชีววิทยา และวิชาวิทยาศาสตร์ในการนำแนวทางและข้อค้นพบที่ได้ไปใช้ในการพัฒนาสื่อการเรียนการสอนในระดับชั้นต่างๆโดยใช้ลักษณะของฐานข้อมูลการเรียนรู้แบบมัลติมีเดีย

2.7 ในการนำฐานข้อมูลการเรียนรู้แบบมัลติมีเดียวิชา ชีววิทยา (ว 042) ไปใช้ประกอบการสอนปฏิบัติการวิชาชีววิทยา (ว 042) นั้นผู้สอนต้องคำนึงถึงสภาพห้องเรียนและความพร้อมของอุปกรณ์ต่างๆทั้งทางคอมพิวเตอร์และที่ใช้ในปฏิบัติการชีววิทยาด้วย

ข้อเสนอแนะสำหรับการวิจัยต่อไป

จากการวิจัยครั้งนี้เป็นการวิจัยเพียงบางส่วนเท่านั้น เนื่องจากข้อจำกัดหลายประการ โดยอาศัยแนวทางจากการวิจัยในครั้งนี้ อาจจะทำการวิจัยต่อไปอีกได้ในแนวทางดังต่อไปนี้

1. ควรมีการสร้างและพัฒนาฐานข้อมูลการเรียนรู้แบบมัลติมีเดียวิชา ชีววิทยา (ว 042) โดยเพิ่มบทปฏิบัติการให้ครบทุกบทปฏิบัติการ เพื่อให้ครอบคลุมเนื้อหาทั้งหมด

2. ควรมีการสร้างและพัฒนาฐานข้อมูลการเรียนรู้แบบมัลติมีเดียวิชา ชีววิทยา ในรายวิชาและระดับชั้นอื่นๆอีก

3. ควรทำการวิจัยในทำนองนี้โดยศึกษาตัวแปรในด้านอื่นๆ เช่น ในด้านพุทธิพิสัย ทักษะพิสัย หรือเจตคติทางวิทยาศาสตร์ที่เกิดขึ้นหลังการใช้ฐานข้อมูลการเรียนรู้แบบมัลติมีเดียวิชา ชีววิทยา (ว 042)

4. ควรทำการวิจัยในทำนองนี้โดยศึกษาด้านผู้เรียนเป็นการเฉพาะ เช่น เพศ วัย ความถนัด และความสามารถในการรับรู้ เป็นต้น

5. ควรสร้างเครื่องมือวัดที่สัมพันธ์และสอดคล้องกับเนื้อหาในบทเรียนโดยตรง

6. ผู้เชี่ยวชาญควรพิจารณาจากผู้ที่ปฏิบัติงานในด้านที่เกี่ยวข้องที่หลากหลายกว่านี้

7. การแบ่งกลุ่มนักเรียนควรใช้แบบสอบวัดโดยตรงจะดีกว่าพิจารณาจากผลการเรียนที่ผ่านมา

บรรณานุกรม

บรรณานุกรม

2000 (นามแฝง) (2539). "มัลติมีเดีย," *เทคโนโลยีการศึกษา*. 3(3) : 23 – 30.

กระทรวงศึกษาธิการ. (2529). *รายงานผลการประเมินคุณภาพการศึกษา ระดับมัธยมศึกษาตอนปลาย ปีการศึกษา 2528*. กรุงเทพฯ : กรมวิชาการ กระทรวงฯ. ถ่ายเอกสาร.

_____. (2535). *รายงานการสำรวจการใช้คอมพิวเตอร์เพื่อการศึกษา*. กรุงเทพฯ : ฝ่ายส่งเสริมและพัฒนาเทคโนโลยีทางการศึกษา กรมการศึกษานอกโรงเรียน กระทรวงฯ.

_____. (2535). *หนังสือเรียนวิชาชีววิทยา (ว 042)*. กรุงเทพฯ : โรงพิมพ์คุรุสภา

_____. (2535). *หลักสูตรมัธยมศึกษาตอนปลาย พุทธศักราช 2524 (ฉบับปรับปรุง พ.ศ.2533)*. กรุงเทพฯ : โรงพิมพ์คุรุสภา

_____. (2535). *รายงานผลการประเมินคุณภาพการศึกษา ระดับมัธยมศึกษาตอนปลาย ปีการศึกษา 2533*. กรุงเทพฯ : กรมวิชาการ กระทรวงฯ. ถ่ายเอกสาร.

_____. (2537). *รายงานผลการประเมินคุณภาพการศึกษา ระดับมัธยมศึกษาตอนปลาย ปีการศึกษา 2536*. กรุงเทพฯ : กรมวิชาการ กระทรวงฯ. ถ่ายเอกสาร.

_____. (2541). *มาตรฐานการศึกษาพร้อมตัวบ่งชี้ความสำเร็จ*. กรุงเทพฯ : กรมวิชาการ กระทรวงฯ. ถ่ายเอกสาร.

ครรชิต มาลัยวงศ์. (2537.) "It In University Education," ใน *เทคโนโลยีสารสนเทศ*. หน้า 61-65. กรุงเทพฯ : มหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์.

จิตรียา ไชยศรีพรหม. (2537, มกราคม). "การติดตามและประเมินการใช้หลักสูตร ปีการศึกษา 2535," *การวิจัยทางการศึกษา*. 24(1) : 80- 91.

จุลจักร โนพันธ์. (2539). *การเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ความคิดสร้างสรรค์และมนุษยสัมพันธ์ของนักเรียนที่เรียนโดยใช้เกมกับวิธีกระบวนการกลุ่มสัมพันธ์ในการอภิปราย*. ปริญญานิพนธ์ กศ.ม. (การมัธยมศึกษา). กรุงเทพฯ : บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร. ถ่ายเอกสาร.

จำนง พรายแย้มแข. (2534). *เทคนิคการสอนกลุ่มสร้างเสริมประสบการณ์ชีวิต*. กรุงเทพฯ : ไทยวัฒนาพานิช.

ชัชจริยา ไบลี. (2534). *คุณลักษณะของอาจารย์วิทยาศาสตร์ในวิทยาลัยครู*. ปริญญานิพนธ์ กศ.ม. (การมัธยมศึกษา). กรุงเทพฯ : บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ. ถ่ายเอกสาร.

ชาตรี เกิดธรรม. (2530ก). "การใช้ไมโครคอมพิวเตอร์ช่วยการสอนวิทยาศาสตร์," ใน *เอกสารรวมบทความและบทคัดย่องานวิจัยสาขาศึกษาศาสตร์.การประชุมวิชาการครั้งที่ 25*. หน้า 70. กรุงเทพฯ : มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

_____. (2530ข). "ไมโครคอมพิวเตอร์ช่วยการเรียนการสอนชีววิทยา" ใน *บทคัดย่อการประชุมวิชาการวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งประเทศไทย ครั้งที่ 13.* หน้า 880-881. สงขลา : มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์.

ชาตรี เกิดธรรม. (2531). "การใช้ไมโครคอมพิวเตอร์ช่วยสอนชีววิทยา," ใน *เอกสารการประชุมวิชาการ เรื่อง การนำคอมพิวเตอร์ไปใช้ช่วยในการเรียนการสอนวิชาวิทยาศาสตร์และคณิตศาสตร์ ครั้งที่ 3.* หน้า 78-84. กรุงเทพฯ : สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี. ถ่ายเอกสาร.

_____. (2532ก). "โปรแกรมบทเรียนซ่อมเสริมวิทยาศาสตร์," ใน *เอกสารการประชุมวิชาการ ครั้งที่ 27.* หน้า 459-461. กรุงเทพฯ : มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

_____. (2532ข). "โปรแกรมบทเรียนซ่อมเสริมวิทยาศาสตร์," ใน *เอกสารการประชุมวิชาการ เรื่อง การนำคอมพิวเตอร์ไปใช้ช่วยในการเรียนการสอนวิชาวิทยาศาสตร์และคณิตศาสตร์ ครั้งที่ 4.* หน้า 118-122. กรุงเทพฯ : สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี. ถ่ายเอกสาร.

_____. (2532ค). "โปรแกรมทบทวนสำหรับวิชาชีววิทยาในชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย," ใน *บทคัดย่อการประชุมวิชาการวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งประเทศไทย ครั้งที่ 15.* หน้า 870-871. เชียงใหม่ : มหาวิทยาลัยเชียงใหม่.

ชูจิต ตันอรรถนาวิน. (2528). *ความสัมพันธ์ระหว่างความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์กับการอ่านวารสารทางวิทยาศาสตร์และการชมรายการวิทยาศาสตร์ทางโทรทัศน์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4.* วิทยานิพนธ์ ค.ม. กรุงเทพฯ : จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย. ถ่ายเอกสาร.

ณัฏฐพงษ์ เจริญพิทย์. (2535). "ความก้าวหน้าของวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี ผลกระทบต่อการจัดการศึกษาวิทยาศาสตร์ในทศวรรษหน้า," *ก้าวไกล.* 2(11) : 3 – 5 ; กุมภาพันธ์.

_____. (2539). *ทางเลือกในการพัฒนาความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ : แนวคิดและแนวปฏิบัติ.* กรุงเทพฯ : ดวงกมล.

_____. (2541). *ความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ : ทัศนะแบบองค์รวม เล่ม 1.* กรุงเทพฯ : สยามโอเวอร์ซีส์โปร.

ณัฏฐพงษ์ เจริญพิทย์ และสรรฤดี หันสันเทียะ. (2539, เมษายน-พฤษภาคม). *เอกสารสังเขปความประกอบการประชุมเชิงปฏิบัติการการอบรมครูวิทยาศาสตร์ของกรุงเทพมหานคร.* กรุงเทพฯ : มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ.

ดารา แพรัตน์. (2539). "มัลติมีเดีย," ใน *เอกสาร งานวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีเฉลิมพระเกียรติครั้งที่ 1.* หน้า 26-43. ศูนย์วิทยาศาสตร์เพื่อการศึกษา.

ดิเรก บุญเรืองรอด. (2534). *การวางแผนการศึกษา.* กรุงเทพฯ : โรงพิมพ์การศาสนา.

นงนุช วรรธนวหะ. (2535). *เอกสารประกอบการประชุมวิชาการระดับชาติ เรื่องคอมพิวเตอร์เพื่อการเรียนการสอน.* มหาวิทยาลัยรามคำแหง.. ถ่ายเอกสาร.

นารี วงศ์สิโรจน์กุล. (2537). "คอมพิวเตอร์ในโรงเรียน ," ใน *เทคโนโลยีสารสนเทศ.* หน้า 55-56. มหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์.

นิลอุบล ดาวเรือง. (2535). *การศึกษาปฏิสัมพันธ์ระหว่างความสามารถด้านทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์กับวิธีสอนที่มีต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5.* ปริญญานิพนธ์ กศ.ม. (การมัธยมศึกษา). กรุงเทพฯ : บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร. ถ่ายเอกสาร.

นิพนธ์ ศุขปรีดี. (2531). "วิจัยเพื่อพัฒนาระบบคอมพิวเตอร์ช่วยในการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์และคณิตศาสตร์," ใน *ศรีนครินทรวิโรฒวิจัยและพัฒนา.*

บุญยิ่ง วรรณศิริกุล. (2540). *การศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์และความสามารถในการตัดสินใจของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ที่ได้รับการสอนโดยใช้แบบฝึกทักษะการแก้ปัญหาด้วยวิธีการทางวิทยาศาสตร์กับการสอนตามปกติ.* ปริญญานิพนธ์ กศ.ม. (วิทยาศาสตร์ศึกษา). กรุงเทพฯ : บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร. ถ่ายเอกสาร.

บุปผชาติ ทัฬหิกรณ์. (2538, กรกฎาคม-กันยายน). "มัลติมีเดียปฏิสัมพันธ์ ," *สสวท.* 23(90) : 25-35.

บุษยาณี ปูชิตากร. (2533). *การเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ที่ได้รับการสอนโดยใช้แบบฝึกการตั้งสมมติฐานและออกแบบการทดลองกับการสอนตามคู่มือครู.* ปริญญานิพนธ์ กศ.ม. (การมัธยมศึกษา). กรุงเทพฯ : บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร. ถ่ายเอกสาร.

ประภาภรณ์ มูลแสดง. (2538). *พฤติกรรมการสอนวิทยาศาสตร์ในชั้นมัธยมศึกษา.* กรุงเทพฯ : มหาวิทยาลัยรามคำแหง. ถ่ายเอกสาร.

ฝ่ายส่งเสริมและพัฒนาเทคโนโลยีทางการศึกษา (2537) *รายงานการสำรวจการใช้คอมพิวเตอร์เพื่อการศึกษา.* หน้า 71-73.กรุงเทพฯ : โรงพิมพ์อักษรไทย.

พิทักษ์ รักษพลเดช. (2539). "วิทยาศาสตร์ศึกษา," ใน *สารานุกรมศึกษาศาสตร์ ฉบับฉลองสิริราชสมบัติครบ 50 ปี.* หน้า 361-362. กรุงเทพฯ : บริษัทวิสิทธิ์พัฒนา.

ภพ เลาหไพบูลย์. (2537). *การสอนวิทยาศาสตร์ในโรงเรียนมัธยมศึกษา.* กรุงเทพฯ : ไทยวัฒนาพานิช.

ยืน ภู่วรวรรณ. (2536). "การพัฒนาโปรแกรมช่วยสอนวิชาวิทยาศาสตร์และคณิตศาสตร์ระดับโรงเรียน," ใน *เอกสารประกอบการสัมมนาวิชาการระดับชาติ*. กรุงเทพฯ : สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี. ถ่ายเอกสาร.

ศิริพงษ์ พยอมแย้ม. (2533). *การเลือกและการใช้สื่อการเรียนการสอน*. นครปฐม : คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยศิลปากร. โอเดียนสโตร์.

สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี. (2538). "การวัดและประเมินผลวิชาวิทยาศาสตร์," ใน *เอกสารประกอบการประชุมปฏิบัติการเตรียมวิทยากรแกนนำวิชาวิทยาศาสตร์*. หน้า ค. กรุงเทพฯ : สถาบันฯ. ถ่ายเอกสาร.

_____. (2537). "สื่อการสอนวิทยาศาสตร์," ใน *เอกสารประกอบการประชุมปฏิบัติการเตรียมวิทยากรแกนนำ วิชาวิทยาศาสตร์*. หน้า 33-34. กรุงเทพฯ : สถาบันฯ. ถ่ายเอกสาร.

สถาพร สาธุการ. (2540). " การพัฒนาและประยุกต์ใช้คอมพิวเตอร์มัลติมีเดียทางการศึกษา," ใน *ทับแก้ว*. นครปฐม : มหาวิทยาลัยศิลปากร.

สมาคมวิทยาศาสตร์แห่งประเทศไทยในพระบรมราชูปถัมภ์.(2530). *ชีววิทยากับคอมพิวเตอร์*. กรุงเทพฯ : สาขาชีววิทยา คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ.

สานิตย์ กายาผาด.(2538). "ไฮเปอร์เทกซ์ รูปลักษณ์ของการนำเสนอหลายมิติ" *เทคโนโลยีการศึกษา*. 2(2) : 45-51.

_____. (2539). "Hypermedia:เทคโนโลยีใหม่ในการสอนและการนำเสนอ" *เทคโนโลยีการศึกษา*. 3(3) : 31-41.

สุทธิพงศ์ หกสุวรรณ. (2538, มกราคม-เมษายน). "คอมพิวเตอร์กับการเรียนการสอน," *เทคโนโลยีการศึกษา*. 2(2) : 27-28.

หน่วยศึกษานิเทศก์ เขตการศึกษา 7. (2539). *แนวทางการจัดการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์*. พิษณุโลก: หน่วยศึกษานิเทศก์ เขตการศึกษา 7.

อดุลย์ วงษ์ใหญ่. (2538). *การเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ที่ได้รับการสอนโดยใช้อนุสารวิทยาศาสตร์ประกอบการสอนและการสอนตามคู่มือครู*. ปริญญานิพนธ์ กศ.ม. (การมัธยมศึกษา). กรุงเทพฯ : บัณฑิตวิทยาลัยมหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร. ถ่ายเอกสาร.

อรพรรณ พรสีมา. (2530). *เอกสารประกอบการสอนวิชาเทคโน 437 : บทเรียนด้วยตนเอง*. กรุงเทพฯ : ภาควิชาเทคโนโลยีทางการศึกษา คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ บางเขน.

อัจฉรา แก้วมณี. (2540). *การศึกษาประสบการณ์การเรียนรู้วิทยาศาสตร์และความเข้าใจในธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 โรงเรียนดรุณาราชบุรี.* วิทยานิพนธ์ กศ.ม. (วิทยาศาสตร์ศึกษา). กรุงเทพฯ : บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร. ถ่ายเอกสาร.

อารี รังสินันท์. (2532). *ความคิดสร้างสรรค์.* พิมพ์ครั้งที่ 3. กรุงเทพฯ : ข้าวฟ่าง.

Acnew,P.W.,Kellerman,A.S. and Meyer, J.M. (1996). *Multimedia in the Classroom.* Massachusetts : A Simon & Schuster Company.

Ambrose,D.W. (1991, December). "The Effect of Hypermedia on Learning," *Educational Technology.* 31(12) : 51-54.

Becker,H.J. (1992, September). "A model for Improving the Performance of Integrated Learning Systems:Mixed Individualed/Group/Whol Class Lessons,Cooperative Learning,and Organizing Time for Teacher-Ledremidiation of small group," *Educational Technology.* 32(10) : 6-15.

Bender,A. and others. (1995). "A combined knowledge and hypermedia system to attain educational objectives," *Proceeding of the sixth IFIP world Conference on Computers in Education.* Great Britain : Hartnolls Ltd., 67-74.

Cavalier.R. and Reeves.T.C. (1993, September). " International Perspectives on the Impact of Computing in Education : Introduction to Special Issue ," *Educational Technology.* 33(9) 7-10.

Chiou ,Guey-Fa. (1992, August). " Situation Learning, Metaphor, and Computer-Based Learning Environments," *Educational Technology.* 32(8) 7-11.

_____. (1993, August). "Some Potential Areas of Research and Development in the Space of Computer-Based Learning," *Educational Technology.* 33(8) : 56-58.

_____. (1995, May – June). "Beliefs and Computer-Based Learning," *Educational Technology.* 35(3) : 15-22.

Cole.C.L and Friend.C.L (1990, November). " Learner Control in Computer-Based Instruction : A Current Literare Review," *Educational Technology.* 30(11) : 47-49.

Collis.B. (1996, November-December). " The Internet as an Educational Innovation: Lessons from Experience with Computer Implementation," *Educational Technology.* 36(6) : 21-30.

Cortinovis,R. (1992, July). " Hypermedia for Training : A software and Instructional Engineering Model," *Educational Technology.* 32(7) : 47-51.

Couch,R.A. and Caropreso,E.J. (1996, November-December). " Creativity and Innovation in Instructional Design and Development : The Individual in the Workplace," *Educational Technology.* 36(6) : 31-39.

Cruichshank, D.R., Bainer D. and Melcaff. K. (1995). *The act of Teaching.* New York : McGraw-Hill, Inc.

Dalton,D.W. (1989, November). " Computers in the Schools: A Diffusion/Adoption Perspective," *Educational Technology.* 29(11) : 20-26.

De Bono, Edward. (1982). *Lateral Thinking : A Text Book of Creativity.* Harondsworth : Penquin Books.

Dudley,M.C. and Owston,R.D. (1988, July). "Using Microcomputers to Teach Problem Solving; A Critical Review," *Educational Technology.* 28(7) : 27-32.

Ely,D.P. (1993, September). " Computers in Schools and Universities in the United States of America," *Educational Technology.* 33(10) : 53-57.

Finkel,E.A. (1996,April). "Making Sense of Genetics:Students' Knowledge Use during Problem Solving in a High School Genetics Class,"*Journal of Research in Science Tcaching.* 33(4) : 345-368.

Ference,P.R. and Vockell,E.L. (1994, July-August). "Adult Learning Characteristics and Effective Software Instruction," *Educational Technology.* 34(4) : 25-31.

Gagne, Robert M. (1970). *The Condition of Learning.* 2nd ed. New York : Holt. Rinehart and Winton Inc.

Galbreath.J, (1995,July-August). " Multimedia on the Network : Has its Time Come ," *Educational Technology.* 35(3) : 44-51.

Good, Carter V. (1973). *Dictionary of Education.* New York : McGraw-Hill., Inc.

Hendrix,K. and others. (1995). " Hypermedia for open and flexible learning," *Proceeding of the sixth IFIP world Conference on Computers in Education.* Great Britain : Hartnolls Ltd., 349-361.

Hearne,D.and Martin,B. (1990, January). " Transfer of Learning and Computer Programming," *Educational Technology.* 30(1) : 41-43.

Hofmeister,A.M. (1989, September). "Teaching Problem-Solving Skills with Technology," *Educational Technology.* 29(9) : 26-29.

Huh,U.(1993,September). "The Impact of Computing in Education in Korea," *Educational Technology.* 33(9) : 42-47.

Jones,M.G.,Farquhar.J.D. and Surry.D.W.(1995,July-August). " Using Metacognitive Theories to Design User Interfaces for Computer-Based Learning," *Educational Technology.* 35(4) : 12-22.

Kettinger.W.J, (1991,August). " Computer Classrooms in Higher Education: An Innovation in Teaching," *Educational Technology.* 31(8) : 36-43.

Knezek. G.A,Rachlin.S.L. and Scannell.P.(1988,March). " A Taxonomy for Educational Computing," *Educational Technology.* 28(3) : 15-19.

_____.(1991,August). " Teacher Benefit: The Critical Design Criterion for Computer Managed Instruction," *Educational Technology.* 31(8) : 17-23.

Leary,J.J. (1995). " Computer simulated laboratory experiments and computer games: a designer's analysis," *Proceeding of the sixth IFIP world Conference on Computers in Education.* Great Britain : Hartnolls Ltd., 963-973.

Maddux C. D.(1989, July). " The Harmful Effects of Excessive Optimism in Educational Computing," *Educational Technology.* 29(7) : 23-29.

Makrakis, V. and Yuan-tu,L. (1993, September). "Informatics,Development,and Education: The Case of China," *Educational Technology.* 33(9) : 31-36.

Malhotra. Y. and Erickson.R.E.(1994, April). "Interactive Educational Multimedia : Coping with the Need for Increasing Data Storage ," *Educational Technology.* 34(4) : 38-46

Marshall G. Jones , John D. Farquhar and Daniel W. Surry. (1995, July-August). "Using Metacognitive Theories to Design User Interfaces for Computer-Based Learning," *Educational Technology.* 35(4) : 25-44

Mauldin. M.(1996, March-April). " The Formative Evaluation of Computer-Based Multimedia Programs ," *Educational Technology.* 36(2) : 36-40.

Maurer. H.(1994, April). " Lecturing Technology : A Future with Hypermedia," *Educational Technology.* 34(4) : 5-14.

Moravesik, Michael J. (1981). "Creativity in Science Education," *Science Education.* 65(2) : 221-227.

Ng,W.K. (1989,February). Microcomputers in Malaysian Schools. " Educational Traning Technology International," 8(2) 56-61.

Park,O. (1991, August). "Hypermedia: Funtional Features and Research Issues," *Educational Technology.* 31(8) : 24-30.

Piaget, J. (1962). *The Origins of Intelligence in Childrens.* New York : W.W. Norton.

Pierce, Catherine Louise. (1983, January). "The Relationship of Television Viewing, Reading and the Home Environment to Children's Creative Writing Ability," *Dissertation Abstracts International.* 43 : 2146-A.

Piltz, A. and Sund, R. (1969). *Creative Teaching of Science in the Elementary School.* Boston : Allyn and Bacon.

Raths, L. and others. (1967). "Teaching for Thinking," *Theory and Application.* Columns : Charles E. Marrill.

Reynolds, Angus and Iwinski ,Thomas. (1995). *Multimedia Training.* New York. McGraw Hill Companies.

Reeves.T.C., Harmon.S.W.and Jones.M.C. (1993, September). "Computer-Based Instruction in Developing Countries: A Feasibility Assessment Model," *Educational Technology.* 33(9) : 58-64.

Roselli,T. (1991, December). "Control of User Disorientation in Hypertext Systems," *Educational Technology.* 31(12) : 42-46.

Russell, John Michael. (1979, September). "The Effect of Problem Solving on Junior High School Students Ability to Apply and Analysis Earth Science Subject Mather," *Dissertation Abstracts International.* 40(3) : 1386-1387-A.

Shaftel, Fannie T. & George Shaftel. (1982). *Role Playing in the Curriculum.* New Jersey : Prentice Hall.

Shag, C. (1980, November). "Simulation in the Classroom : An Appraisal," *Educational Technology.* 20(11) : 26-31.

Shahdan.T.S.T. (1993, September). "Computer in Malaysian Schools: Current Developments and Future Plans," *Educational Technology.* 36(9) : 48-51.

Shih-Chung Lee. (1996, March-April). "Perceptual Considerations in Icon Design for Instructional Communication," *Educational Technology.* 36(2) : 58-60.

Shu Ching Yang. (1996, November-December). "Designing Instructional Applications Using Constructive Hypermedia," *Educational Technology.* 36(6) : 45-50.

Sims.R.C.H. (1993, September). "Computer-Based Training and Education: An Australian Perspective," *Educational Technology.* 36(9) : 11-15.

Sousa,G.A. and Siegel,M.A. (1994, September). "Inventing the Virtual Textbook : Changing the Nature of Schooling," *Educational Technology.* 34(9) : 49-54.

Staninger,S.W. (1994, July-August). "Hypertext Technology : Education Consequences," *Educational Technology.* 34(6) : 51-53.

Suarez, Cepada Yolanda. (1982, June). "The Effects of Television on Children : A Puertorican Study," *Dissertation Abstracts International.* 42 : 4980-A.

Sweeter, W. (1994, May-June). "Multimedia Electronic Tools for Learning," *Educational Technology* : 34(5) : 47-52.

Taylor, Calvin W. (1964). *Creativity : Progress and Potential.* New York : McGraw-Hill., Inc.

Taylor, R . (1980). *The Computer in Education : Tutor ,Tool and Tutee.* New York : Teacher College Press.

Tolhurst,D. (1995, March-April). "Hypertext ,Hypermedia, Multimedia Defined," *Educational Technology.* 35(2) : 21-26.

Wilson, N. and McClean,S. "Computer based teaching and learning in statistics," *Proceeding of the sixth IFIP world Conference on Computers in Education.* Great Britain : Hartnolls Ltd., 317-325.

Yager, R.E. (1991, May). "The Case for STS as Reform," in *The National Science Teachers Association Reports.* 9 : 32-33.

Yalcinalp,S. Geban,O. and Ozgan,I. (1995,November). "Effectiveness of Using Computer-Assisted Suplementary Instruction for Teaching the Mole Concept," *Journal of Research in Science Teaching.* 32(10) :1083-1095.

ภาคผนวก

ภาคผนวก ก

หนังสือขอความอนุเคราะห์ในการทำวิจัย

ที่ ทม 1007/1744

บัณฑิตวิทยาลัย
มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ
สุขุมวิท 23 กรุงเทพฯ 10110

1 พฤษภาคม 2541

เรื่อง ขอความอนุเคราะห์

เรียน หัวหน้าศึกษานิเทศก์เขต 6

เนื่องจาก นายชาตรี เกิดธรรม นิสิตระดับปริญญาเอก สาขาวิทยาศาสตร์ศึกษา ของมหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ กำลังทำปริญญานิพนธ์ เรื่อง "การศึกษาผลการใช้ฐานข้อมูลการเรียนรู้แบบบัลติมีเดียที่พัฒนาขึ้นต่อผลการเรียนวิชาชีววิทยา (ว 042) ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5" ทั้งนี้อยู่ในความควบคุมดูแลของ

รองศาสตราจารย์ ดร.ณัฏฐพงษ์ เจริญพิทย์ ประธาน
รองศาสตราจารย์ ดร.สุรชัย สิกขาบัณฑิต กรรมการ
รองศาสตราจารย์สุมาลี เหลืองสกุล กรรมการ

มีความประสงค์จะขอเชิญ นายอดุลย์ วงษ์ใหญ่ ศึกษานิเทศก์ 7 เป็นผู้เชี่ยวชาญตรวจเครื่องมือการวิจัย

บัณฑิตวิทยาลัยจึงเรียนมาเพื่อขอความอนุเคราะห์ในครั้งนี้ด้วย และขอขอบคุณในความช่วยเหลืออนุเคราะห์ที่ท่านจะให้แก่นิสิตผู้นี้

ขอแสดงความนับถือ

(ศาสตราจารย์ ดร.เสริมศักดิ์ วิศาลาภรณ์)
คณบดีบัณฑิตวิทยาลัย

บัณฑิตวิทยาลัย
โทร. 2581119

ที่ ทม 1007/ [illegible]



บัณฑิตวิทยาลัย
มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ
สุขุมวิท 23 กรุงเทพฯ 10110

[illegible] พฤษภาคม 2541

เรื่อง ขอความอนุเคราะห์

เรียน ผู้อำนวยการโรงเรียนพิษณุโลกพิทยาคม

เนื่องจาก นายชาตรี เกิดธรรม นิสิตระดับปริญญาเอก สาขาวิทยาศาสตร์ศึกษา ของมหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ กำลังทำปริญญานิพนธ์ เรื่อง "การศึกษาผลการใช้ฐานข้อมูลการเรียนรู้แบบมัลติมีเดียที่พัฒนาขึ้นต่อผลการเรียนวิชาชีววิทยา (ว 042) ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5" ทั้งนี้อยู่ในความควบคุมดูแลของ

รองศาสตราจารย์ ดร.ณัฐพงษ์ เจริญพิทย์ ประธาน
รองศาสตราจารย์ ดร.สุรชัย สิกขาบัณฑิต กรรมการ
รองศาสตราจารย์สุมาลี เหลืองสกุล กรรมการ

มีความประสงค์จะขอเชิญ อาจารย์ประดิษฐ์ เหล่าเนตร์ เป็นผู้เชี่ยวชาญตรวจเครื่องมือการวิจัย

บัณฑิตวิทยาลัยจึงเรียนมาเพื่อขอความอนุเคราะห์ในครั้งนี้ด้วย และขอขอบคุณในความช่วยเหลืออนุเคราะห์ที่ท่านจะให้แก่นิสิตผู้นี้

ขอแสดงความนับถือ

(ศาสตราจารย์ ดร.เสริมศักดิ์ วิศาลาภรณ์)
คณบดีบัณฑิตวิทยาลัย

บัณฑิตวิทยาลัย
โทร. 2584119

ที่ ทม 1007/ ๒๙๕



บัณฑิตวิทยาลัย
มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ
สุขุมวิท 23 กรุงเทพฯ 10110

1 พฤษภาคม 2541

เรื่อง ขอความอนุเคราะห์

เรียน ผู้อำนวยการโรงเรียนสตรีอ่างทอง

เนื่องจาก นายชาตรี เกิดธรรม นิสิตระดับปริญญาเอก สาขาวิทยาศาสตร์ศึกษา ของมหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ กำลังทำปริญญานิพนธ์ เรื่อง "การศึกษาผลการใช้ฐานข้อมูลการเรียนรู้แบบมัลติมีเดียที่พัฒนาขึ้นต่อผลการเรียนวิชาชีววิทยา (ว 042) ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5" ทั้งนี้อยู่ในความควบคุมดูแลของ

รองศาสตราจารย์ ดร.ณัฐพงษ์ เจริญพิทย์ ประธาน
รองศาสตราจารย์ ดร.สุรชัย สิกขาบัณฑิต กรรมการ
รองศาสตราจารย์สุมาลี เหลืองสกุล กรรมการ

มีความประสงค์จะขอเชิญ อาจารย์สุภาพ หาคำ และ อาจารย์สมบัติ พุ่มสาขา เป็นผู้เชี่ยวชาญตรวจเครื่องมือการวิจัย

บัณฑิตวิทยาลัยจึงเรียนมาเพื่อขอความอนุเคราะห์ในครั้งนี้ด้วย และขอขอบคุณในความช่วยเหลืออนุเคราะห์ที่ท่านจะให้แก่นิสิตผู้นี้

ขอแสดงความนับถือ

(ศาสตราจารย์ ดร.เสริมศักดิ์ วิศาลาภรณ์)
คณบดีบัณฑิตวิทยาลัย

บัณฑิตวิทยาลัย
โทร. 2584119

ที่ ทม 1007/ [illegible]



บัณฑิตวิทยาลัย
มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ
สุขุมวิท 23 กรุงเทพฯ 10110

\ พฤษภาคม 2541

เรื่อง ขอความอนุเคราะห์

เรียน ผู้อำนวยการโรงเรียนสิงห์บุรี

เนื่องจาก นายชาตรี เกิดธรรม นิสิตระดับปริญญาเอก สาขาวิทยาศาสตร์ศึกษา ของมหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ กำลังทำปริญญานิพนธ์ เรื่อง "การศึกษาผลการใช้ฐานข้อมูลการเรียนรู้แบบมัลติมีเดียที่พัฒนาขึ้นต่อผลการเรียนวิชาชีววิทยา (ว 042) ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5" ทั้งนี้อยู่ในความควบคุมดูแลของ

รองศาสตราจารย์ ดร.ณัฐพงษ์ เจริญพิทย์ ประธาน
รองศาสตราจารย์ ดร.สุรชัย สิกขาบัณฑิต กรรมการ
รองศาสตราจารย์สุมาลี เหลืองสกุล กรรมการ

มีความประสงค์จะขอเชิญ อาจารย์สุวัฒน์ คล่องดี เป็นผู้เชี่ยวชาญตรวจเครื่องมือการวิจัย

บัณฑิตวิทยาลัยจึงเรียนมาเพื่อขอความอนุเคราะห์ในครั้งนี้ด้วย และขอขอบคุณในความช่วยเหลืออนุเคราะห์ที่ท่านจะให้แก่นิสิตผู้นี้

ขอแสดงความนับถือ

(ศาสตราจารย์ ดร.เสริมศักดิ์ วิศาลาภรณ์)
คณบดีบัณฑิตวิทยาลัย

บัณฑิตวิทยาลัย
โทร. 2584119

ภาคผนวก ข

แบบประเมินและแบบบันทึกต่าง ๆที่ใช้ในการวิจัย

แบบประเมินความคิดเห็นการเลือกประเด็นเรื่อง
ในการวัดสมรรถภาพในการแก้ปัญหา
ของนักเรียนที่เรียนวิชาชีววิทยา (ว042)

คำชี้แจง

1.โปรดตอบแบบประเมินตามที่ท่านเห็นว่าเป็นจริงเพื่อประโยชน์ต่อการปรับปรุงฐานข้อมูลการเรียนรู้แบบมัลติมีเดียวิชาชีววิทยา (ว042)

2.โปรดทำเครื่องหมาย ✓ ลงในช่องที่ตรงกับความเห็นของท่าน

ลงชื่อ.....ผู้ประเมิน
( )
ตำแหน่ง .....

ขอขอบคุณสำหรับความคิดเห็นและข้อเสนอแนะของท่าน

ท่านมีความคิดเห็นในการสร้างแบบทดสอบวัดสมรรถภาพในการแก้ปัญหาของนักเรียน ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ที่เรียนวิชาชีววิทยา (ว 042) อย่างไร (จะใช้แบบทดสอบนี้ในการวัดกับนักเรียนที่เป็นกลุ่มเดียวกันจำนวน 3 ครั้งในระยะเวลาต่างกันเพื่อสังเกตการเปลี่ยนแปลงของระดับของการคิดแก้ปัญหา)

ข้อความ		ความคิดเห็น	
		เห็นด้วย	ไม่เห็นด้วย
1.สร้างแบบทดสอบฯ โดยให้ยึดเนื้อหาที่กำลังเรียนเป็นหลัก			
2.สร้างแบบทดสอบฯ โดยไม่ยึดติดกับเนื้อหาที่กำลังเรียน			
3.ถ้าสร้างแบบทดสอบฯ โดยให้ยึดติดกับเนื้อหาที่กำลังเรียนเป็นหลัก ท่านคิดว่าเรื่องใด ต่อไปนี้ที่ท่านเห็นด้วยว่ามีความเหมาะ สมในการนำมาสร้างแบบทดสอบ			-
1	พลังงานในสิ่งมีชีวิต		
2	การหายใจ		
3	กระบวนการสังเคราะห์ด้วยแสง		
4	อื่นๆ (โปรดระบุ)		
4.ถ้าสร้างแบบทดสอบฯ โดยไม่ยึดติดกับเนื้อหาที่กำลัง เรียน ท่านคิดว่าเรื่องใด ต่อไปนี้ที่ท่านเห็นด้วยว่ามีความเหมาะสมในการนำมาสร้างแบบทดสอบ			
1	ปัญหาเศรษฐกิจในปัจจุบัน		
2	ปัญหามลภาวะของสิ่งแวดล้อมในปัจจุบัน		
3	ปัญหาคนว่างงาน		
4	อื่นๆ(โปรดระบุ)		

ข้อเสนอแนะหรือความเห็นเพิ่มเติม

.....

.....

.....

.....

ขอขอบคุณสำหรับความคิดเห็นและข้อเสนอแนะของท่าน

แบบประเมินคุณภาพของฐานข้อมูลการเรียนรู้แบบมัลติมีเดียวิชาชีววิทยา (ว042)
ด้านเทคนิคการออกแบบ การนำเสนอสื่อและความเหมาะสม

คำชี้แจง

1.โปรดตอบแบบประเมินตามที่ท่านเห็นว่าเป็นจริงเพื่อประโยชน์ต่อการปรับปรุงฐานข้อมูลการเรียนรู้แบบมัลติมีเดียวิชาชีววิทยา (ว042)

2.โปรดทำเครื่องหมาย ✓ ลงในช่องที่ตรงกับความเห็นของท่าน

3.ระดับคะแนน 5 หมายถึง ดีมาก เหมาะสมมาก หรือมาก

4 หมายถึง ดี หรือเหมาะสมค่อนข้างมาก

3 หมายถึง พอใช้หรือปานกลาง

2 หมายถึง น้อยหรือเหมาะสมน้อย

1 หมายถึง น้อยมากหรือควรปรับปรุง

ลงชื่อ.....ผู้ประเมิน

( )

ตำแหน่ง .....

รายการที่ประเมิน	คะแนนที่ประเมิน				
	ดีมาก (5)	ดี (4)	พอใช้ (3)	น้อย (2)	น้อยมาก (1)
1) โครงสร้างของฐานข้อมูลการเรียนรู้แบบมัลติมีเดีย	.....	.....	.....	.....	.....
2) ความเหมาะสมกับศักยภาพของสื่อที่ใช้ประกอบฐานข้อมูล	.....	.....	.....	.....	.....
3) เทคนิคการออกแบบฐานข้อมูล	.....	.....	.....	.....	.....
4) ความเหมาะสมในการนำเสนอเนื้อหา	.....	.....	.....	.....	.....
5) ความเหมาะสมของการใช้ตัวอักษร	.....	.....	.....	.....	.....
6) ความเหมาะสมของการใช้แสง สี เสียง ภาพกราฟิกภาพเคลื่อนไหว อุปกรณ์ต่อพ่วง	.....	.....	.....	.....	.....
7) ความเหมาะสมกับผู้เรียน โดยคำนึงถึงลักษณะทั่วไป เช่น อายุ ความสามารถ ทางสติปัญญา ความรู้พื้นฐานทักษะเจตคติ	.....	.....	.....	.....	.....
8) การตอบสนองและการโต้ตอบ	.....	.....	.....	.....	.....
9) ความสะดวกในการใช้งาน	.....	.....	.....	.....	.....
ข้อเสนอแนะ					
.....					
.....					
.....					
.....					
.....					
.....					
.....					
.....					
.....					
.....					
.....					

รายการที่ประเมิน	คะแนนที่ประเมิน				
	ดีมาก (5)	ดี (4)	พอใช้ (3)	น้อย (2)	น้อยมาก (1)
1) โครงสร้างของฐานข้อมูลการเรียนรู้แบบมัลติมีเดีย	.....	.....	.....	.....	.....
2) ความเหมาะสมกับศักยภาพของสื่อที่ใช้ประกอบฐานข้อมูล	.....	.....	.....	.....	.....
3) เทคนิคการออกแบบฐานข้อมูล	.....	.....	.....	.....	.....
4) ความเหมาะสมในการนำเสนอเนื้อหา	.....	.....	.....	.....	.....
5) ความเหมาะสมของการใช้ตัวอักษร	.....	.....	.....	.....	.....
6) ความเหมาะสมของการใช้แสง สี เสียง ภาพกราฟิกภาพเคลื่อนไหว อุปกรณ์ต่อพ่วง	.....	.....	.....	.....	.....
7) ความเหมาะสมกับผู้เรียน โดยคำนึงถึงลักษณะทั่วไป เช่น อายุ ความสามารถ ทางสติปัญญา ความรู้พื้นฐานทักษะเจตคติ	.....	.....	.....	.....	.....
8) การตอบสนองและการโต้ตอบ	.....	.....	.....	.....	.....
9) ความสะดวกในการใช้งาน	.....	.....	.....	.....	.....
ข้อเสนอแนะ					

รายการที่ประเมิน	คะแนนที่ประเมิน				
	ดีมาก (5)	ดี (4)	พอใช้ (3)	น้อย (2)	น้อยมาก (1)
1) โครงสร้างของฐานข้อมูลการเรียนรู้แบบมัลติมีเดีย	.....	.....	.....	.....	.....
2) ความเหมาะสมกับศักยภาพของสื่อที่ใช้ประกอบฐานข้อมูล	.....	.....	.....	.....	.....
3) เทคนิคการออกแบบฐานข้อมูล	.....	.....	.....	.....	.....
4) ความเหมาะสมในการนำเสนอเนื้อหา	.....	.....	.....	.....	.....
5) ความเหมาะสมของการใช้ตัวอักษร	.....	.....	.....	.....	.....
6) ความเหมาะสมของการใช้แสง สี เสียง ภาพกราฟิกภาพเคลื่อนไหว อุปกรณ์ต่อพ่วง	.....	.....	.....	.....	.....
7) ความเหมาะสมกับผู้เรียน โดยคำนึงถึงลักษณะทั่วไป เช่น อายุ ความสามารถ ทางสติปัญญา ความรู้พื้นฐานทักษะ เจตคติ	.....	.....	.....	.....	.....
8) การตอบสนองและการโต้ตอบ	.....	.....	.....	.....	.....
9) ความสะดวกในการใช้งาน	.....	.....	.....	.....	.....
ข้อเสนอแนะ					
.....					
.....					
.....					
.....					
.....					
.....					
.....					
.....					
.....					
.....					
.....					

รายการที่ประเมิน	คะแนนที่ประเมิน				
	ดีมาก (5)	ดี (4)	พอใช้ (3)	น้อย (2)	น้อยมาก (1)
1) โครงสร้างของฐานข้อมูลการเรียนรู้แบบมัลติมีเดีย	.....	.....	.....	.....	.....
2) ความเหมาะสมกับศักยภาพของสื่อที่ใช้ประกอบฐานข้อมูล	.....	.....	.....	.....	.....
3) เทคนิคการออกแบบฐานข้อมูล	.....	.....	.....	.....	.....
4) ความเหมาะสมในการนำเสนอเนื้อหา	.....	.....	.....	.....	.....
5) ความเหมาะสมของการใช้ตัวอักษร	.....	.....	.....	.....	.....
6) ความเหมาะสมของการใช้แสง สี เสียง ภาพกราฟิกภาพเคลื่อนไหว อุปกรณ์ต่อพ่วง	.....	.....	.....	.....	.....
7) ความเหมาะสมกับผู้เรียน โดยคำนึงถึงลักษณะทั่วไป เช่น อายุ ความสามารถ ทางสติปัญญา ความรู้พื้นฐานทักษะ เจตคติ	.....	.....	.....	.....	.....
8) การตอบสนองและการโต้ตอบ	.....	.....	.....	.....	.....
9) ความสะดวกในการใช้งาน	.....	.....	.....	.....	.....
ข้อเสนอแนะ					
.....					
.....					
.....					
.....					
.....					
.....					
.....					
.....					
.....					
.....					
.....					

รายการที่ประเมิน	คะแนนที่ประเมิน				
	ดีมาก (5)	ดี (4)	พอใช้ (3)	น้อย (2)	น้อยมาก (1)
1) โครงสร้างของฐานข้อมูลการเรียนรู้แบบมัลติมีเดีย	.....	.....	.....	.....	.....
2) ความเหมาะสมกับศักยภาพของสื่อที่ใช้ประกอบฐานข้อมูล	.....	.....	.....	.....	.....
3) เทคนิคการออกแบบฐานข้อมูล	.....	.....	.....	.....	.....
4) ความเหมาะสมในการนำเสนอเนื้อหา	.....	.....	.....	.....	.....
5) ความเหมาะสมของการใช้ตัวอักษร	.....	.....	.....	.....	.....
6) ความเหมาะสมของการใช้แสง สี เสียง ภาพกราฟิกภาพเคลื่อนไหว อุปกรณ์ต่อพ่วง	.....	.....	.....	.....	.....
7) ความเหมาะสมกับผู้เรียน โดยคำนึงถึงลักษณะทั่วไป เช่น อายุ ความสามารถ ทางสติปัญญา ความรู้พื้นฐานทักษะเจตคติ	.....	.....	.....	.....	.....
8) การตอบสนองและการโต้ตอบ	.....	.....	.....	.....	.....
9) ความสะดวกในการใช้งาน	.....	.....	.....	.....	.....
ข้อเสนอแนะ					

รายการที่ประเมิน	คะแนนที่ประเมิน				
	ดีมาก (5)	ดี (4)	พอใช้ (3)	น้อย (2)	น้อยมาก (1)
1) โครงสร้างของฐานข้อมูลการเรียนรู้แบบมัลติมีเดีย	.....	.....	.....	.....	.....
2) ความเหมาะสมกับศักยภาพของสื่อที่ใช้ประกอบฐานข้อมูล	.....	.....	.....	.....	.....
3) เทคนิคการออกแบบฐานข้อมูล	.....	.....	.....	.....	.....
4) ความเหมาะสมในการนำเสนอเนื้อหา	.....	.....	.....	.....	.....
5) ความเหมาะสมของการใช้ตัวอักษร	.....	.....	.....	.....	.....
6) ความเหมาะสมของการใช้แสง สี เสียง ภาพกราฟิกภาพเคลื่อนไหว อุปกรณ์ต่อพ่วง	.....	.....	.....	.....	.....
7) ความเหมาะสมกับผู้เรียน โดยคำนึงถึงลักษณะทั่วไป เช่น อายุ ความสามารถ ทางสติปัญญา ความรู้พื้นฐานทักษะเจตคติ	.....	.....	.....	.....	.....
8) การตอบสนองและการโต้ตอบ	.....	.....	.....	.....	.....
9) ความสะดวกในการใช้งาน	.....	.....	.....	.....	.....
ข้อเสนอแนะ					

รายการที่ประเมิน	คะแนนที่ประเมิน				
	ดีมาก (5)	ดี (4)	พอใช้ (3)	น้อย (2)	น้อยมาก (1)
1) โครงสร้างของฐานข้อมูลการเรียนรู้แบบมัลติมีเดีย	.....	.....	.....	.....	.....
2) ความเหมาะสมกับศักยภาพของสื่อที่ใช้ประกอบฐานข้อมูล	.....	.....	.....	.....	.....
3) เทคนิคการออกแบบฐานข้อมูล	.....	.....	.....	.....	.....
4) ความเหมาะสมในการนำเสนอเนื้อหา	.....	.....	.....	.....	.....
5) ความเหมาะสมของการใช้ตัวอักษร	.....	.....	.....	.....	.....
6) ความเหมาะสมของการใช้แสง สี เสียง ภาพกราฟิกภาพเคลื่อนไหว อุปกรณ์ต่อพ่วง	.....	.....	.....	.....	.....
7) ความเหมาะสมกับผู้เรียน โดยคำนึงถึงลักษณะทั่วไป เช่น อายุ ความสามารถ ทางสติปัญญา ความรู้พื้นฐานทักษะเจตคติ	.....	.....	.....	.....	.....
8) การตอบสนองและการโต้ตอบ	.....	.....	.....	.....	.....
9) ความสะดวกในการใช้งาน	.....	.....	.....	.....	.....
ข้อเสนอแนะ					

รายการที่ประเมิน	คะแนนที่ประเมิน				
	ดีมาก (5)	ดี (4)	พอใช้ (3)	น้อย (2)	น้อยมาก (1)
1) โครงสร้างของฐานข้อมูลการเรียนรู้แบบมัลติมีเดีย	.....	.....	.....	.....	.....
2) ความเหมาะสมกับศักยภาพของสื่อที่ใช้ประกอบฐานข้อมูล	.....	.....	.....	.....	.....
3) เทคนิคการออกแบบฐานข้อมูล	.....	.....	.....	.....	.....
4) ความเหมาะสมในการนำเสนอเนื้อหา	.....	.....	.....	.....	.....
5) ความเหมาะสมของการใช้ตัวอักษร	.....	.....	.....	.....	.....
6) ความเหมาะสมของการใช้แสง สี เสียง ภาพกราฟิกภาพเคลื่อนไหว อุปกรณ์ต่อพ่วง	.....	.....	.....	.....	.....
7) ความเหมาะสมกับผู้เรียน โดยคำนึงถึงลักษณะทั่วไป เช่น อายุ ความสามารถ ทางสติปัญญา ความรู้พื้นฐานทักษะเจตคติ	.....	.....	.....	.....	.....
8) การตอบสนองและการโต้ตอบ	.....	.....	.....	.....	.....
9) ความสะดวกในการใช้งาน	.....	.....	.....	.....	.....
ข้อเสนอแนะ					

แบบประเมินคุณภาพของฐานข้อมูลการเรียนรู้แบบมัลติมีเดียวิชาชีววิทยา (ว042)
ด้านเนื้อหา

คำชี้แจง

1.โปรดตอบแบบประเมินตามที่ท่านเห็นว่าเป็นจริงเพื่อประโยชน์ต่อการปรับปรุงฐานข้อมูลการเรียนรู้แบบมัลติมีเดียวิชาชีววิทยา (ว042)

2.โปรดให้ข้อแก้ไขและข้อเสนอแนะตามความคิดเห็นของท่านหลังจากที่ท่านได้ตรวจสอบฐานข้อมูลการเรียนรู้แบบมัลติมีเดียวิชาชีววิทยา (ว042)แล้ว

ขอขอบคุณที่ให้ความอนุเคราะห์

แบบประเมินคุณภาพของฐานข้อมูลการเรียนรู้แบบมัลติมีเดียวิชาชีววิทยา (ว042) : ด้านเนื้อหา

ชุดที่	เรื่อง	รายการแก้ไข	ข้อเสนอแนะ
1	การศึกษาการทำงานของตัวยับยั้งเอนไซม์		
2	การหายใจแบบไม่ใช้ออกซิเจน		-
3	การวัดอัตราการหายใจ		
4	การศึกษาโครงสร้างปอด		

ลงชื่อ.....ผู้ประเมิน

( )

ตำแหน่ง .....

แบบประเมินคุณภาพของฐานข้อมูลการเรียนรู้แบบมัลติมีเดียวิชาชีววิทยา (ว042) : ด้านเนื้อหา

ชุดที่	เรื่อง	รายการแก้ไข	ข้อเสนอแนะ
5	ศึกษาโครงสร้างใบพืช		
6	การสังเคราะห์ด้วยแสง		
7	ศึกษาโครงสร้างของเซลล์คุม		
8	ศึกษาการคายน้ำของพืช		

ลงชื่อ.....ผู้ประเมิน

( )

ตำแหน่ง .....

แบบบันทึกผลการทดสอบประสิทธิภาพของฐานข้อมูลการเรียนรู้แบบมัลติมีเดียวิชาชีววิทยา (ว042)
การทดสอบแบบเดี่ยว สำหรับนักเรียน.....

ชุดที่	เรื่อง	ความคิดเห็น	พฤติกรรม
1	การศึกษาการทำงานของตัวยับยั้งเอนไซม์		
2	การหายใจแบบไม่ใช้ออกซิเจน		
3	การวัดอัตราการหายใจ		
4	การศึกษาโครงสร้างปอด		

แบบบันทึกผลการทดสอบประสิทธิภาพของฐานข้อมูลการเรียนรู้แบบมัลติมีเดียวิชาชีววิทยา (ว042)
การทดสอบแบบเดี่ยว สำหรับนักเรียน.....

ชุดที่	เรื่อง	ความคิดเห็น	พฤติกรรม
5	ศึกษาโครงสร้างใบพืช		
6	การสังเคราะห์ด้วยแสง		
7	ศึกษาโครงสร้างของเซลล์คุม		
8	ศึกษาการคายน้ำของพืช		

แบบบันทึกผลการทดสอบประสิทธิภาพของฐานข้อมูลการเรียนรู้แบบมัลติมีเดียวิชาชีววิทยา (ว042)
การทดสอบแบบกลุ่มเล็ก สำหรับนักเรียนที่มีผลการเรียนแบบคละคนที่.....

ชุดที่	เรื่อง	ความคิดเห็น	พฤติกรรม	เวลาที่ใช้ (นาที)
1	การศึกษาการทำงานของตัวยับยั้งเอนไซม์			
2	การหายใจแบบไม่ใช้ออกซิเจน			
3	การวัดอัตราการหายใจ			
4	การศึกษาโครงสร้างปอด			

แบบบันทึกผลการทดสอบประสิทธิภาพของฐานข้อมูลการเรียนรู้แบบมัลติมีเดียวิชาชีววิทยา (ว042)
การทดสอบแบบกลุ่มเล็ก สำหรับนักเรียนที่มีผลการเรียนแบบคละคนที่.....

ชุดที่	เรื่อง	ความคิดเห็น	พฤติกรรม	เวลาที่ใช้ (นาที)
5	ศึกษาโครงสร้างใบพืช			
6	การสังเคราะห์ด้วยแสง			
7	ศึกษาโครงสร้างของเซลล์คุม			
8	ศึกษาการคายน้ำของพืช			

แบบบันทึกผลสรุปการทดสอบประสิทธิภาพของฐานข้อมูลการเรียนรู้แบบมัลติมีเดียวิชาชีววิทยา (ว042)
การทดสอบแบบกลุ่มเล็ก สำหรับนักเรียนที่มีผลการเรียนแบบคละ

ชุดที่	เรื่อง	ผลการอภิปรายกลุ่มเล็ก	เวลาเฉลี่ยที่ใช้ (นาที)
1	การศึกษาการทำงานของตัวยับยั้งเอนไซม์		
2	การหายใจแบบไม่ใช้ออกซิเจน		
3	การวัดอัตราการหายใจ		
4	การศึกษาโครงสร้างปอด		

แบบบันทึกผลสรุปการทดสอบประสิทธิภาพของฐานข้อมูลการเรียนรู้แบบมัลติมีเดียวิชาชีววิทยา (ว042)
การทดสอบแบบกลุ่มเล็ก สำหรับนักเรียนที่มีผลการเรียนแบบคละ

ชุดที่	เรื่อง	ผลการอภิปรายกลุ่มเล็ก	เวลาเฉลี่ยที่ใช้ (นาที)
5	ศึกษาโครงสร้างใบพืช		
6	การสังเคราะห์ด้วยแสง		
7	ศึกษาโครงสร้างของเซลล์คุม		
8	ศึกษาการคายน้ำของพืช		

ตารางคะแนนด้านต่าง ๆของกลุ่มตัวอย่าง ผลการทดลองใช้ฐานข้อมูลการเรียนรู้แบบมัลติมีเดียฯนายชาตรี เกิดธรรม

ที่	ชื่อ-สกุล	X0		X1		X0		X2		X0		X3		X0			X4			exam	
		A1	B1	A2	B2	B3	C1	B4	C2	A3	C3	A4	C4	A5	B5	C5	A6	B6	C6	mid	fin
1	นายประภาส สุพรรณดี																				
2	นายปรัญช์ นาคพินิจ																				
3	นายปิยะ สงค์ประเสริฐ																				
4	นายมนัส นิยมสิน																				
5	นายวศิน ฝึกฝน																				
6	นายสมโภชน์ จันทราภิรมย์																				
7	นายสุทธิเนตร เสือโพธิ์																				
8	นายสุทัศน์ ธูปเหลือง																				
9	นายสุพจน์ ลีสวย																				
10	นายสินธิชัย อินอุไร																				
11	นายสันติ คชวงษ์																				
12	นายณรงค์กฤษ บรรเทิงจิต																				
13	นายวีระยุทธ์ แย้มโอวาท																				
14	น.ส.กนกวรรณ พรมเดช																				
15	น.ส.จันจิรา บุญสม																				
16	น.ส.ทัศนี วรเพชร																				
17	น.ส.นงลักษณ์ รอดเสียงล้ำ																				
18	น.ส.นิภาพรรณ ลำไย																				
19	น.ส.นิภาภรณ์ โพนา																				
20	น.ส.บุญฉลอง เขียวหร่าย																				

21	น.ส.บุญเรือน บรรจงพินิจ																				
22	น.ส.ประกาย ตันติกุลมา																				
23	น.ส.พรพรรณ ศรีดาว																				
24	น.ส.เพียงตะวัน ชมพูนุช																				
25	น.ส.รุ่งเพชร ขันตะเภา																				
26	น.ส.วราภรณ์ โพธิ์ทอง																				
27	น.ส.ศุลีพร สมจิตร																				
28	น.ส.สิริยุพา สุทธิพันธ์																				
29	น.ส.หทัยรัตน์ จันทร์โพธิ์																				
30	น.ส.อารยา เดชคง																				
31	น.ส.อุษณีย์ ขุมทอง																				
32	น.ส.อุษณีย์ เสนามนตรี																				
33	น.ส.จารุวรรณ ศิราภรณ์																				
34	นายกนกพจน์ ศรีวิลัย																				
35	นายจตุรงค์ อินอุไร																				
36	นายไพรัช งามละม้าย																				
37	นายละเอียด พลายแก้ว																				
38	นายอนุพงษ์ พงษ์สถิตย์																				
39	นายอภิสิทธิ์ เชื้อฉ่ำหลวง																				
40	น.ส.กมลวรรณ กลางคืน																				
41	น.ส.กัญญา ทองอัน																				
42	น.ส.ดะนึง พุ่มรัตน์																				
43	น.ส.จันทร์ธิรา สุวรรณ																				

44	น.ส.ดาวรุ่ง สร้อยทรัพย์																						
45	น.ส.เดือนจิต เครือใย																						
46	น.ส.นฤมล จายวิจิตร																						
47	น.ส.บุษยา แย้มพงษ์																						
48	น.ส.มาลี แสวงผล																						
49	น.ส.มาลัย แสวงผล																						
50	น.ส.ลักขณา เอี่ยมงาม																						
51	น.ส.ศิริพร นาจพินิจ																						
52	น.ส.สิริจรรยา อ่อนละออ																						
53	น.ส.สิริญา ใยมะเดื่อ																						
54	นายทนงศักดิ์ พันวัน																						
55	นายธนากร เนียมทัต																						
56	นายนพพร รุกขชาติ																						
57	นายบุญเลิศ มาลัยวงศ์																						
58	นายพัฒนกฤช ลัมถาวรรักษ์																						
59	นายภานุพงษ์ ธงทอง																						
60	นายภิญโญ ศรีโสภา																						
61	นายสมศักดิ์ แก้วอุ่น																						
62	นายเสริมศักดิ์ เล้าสุริพงศ์																						
63	นายสัญญลักษณ์ นาคเพชร																						
64	น.ส.กาญจนา ดิษฐ์อุดม																						
65	น.ส.ขวัญขนก สินพันธุ์																						
66	น.ส.จิราวัฒน์ ผิวบาง																						

67	น.ส.ดวงเนตร หนองคาย																						
68	น.ส.นุชจรีย์ ปานอุบล																						
69	น.ส.มนฤดี สุวรรณฤทธิ์																						
70	น.ส.ละเมียด แดงชุมพล																						
71	น.ส.วิจิตรา พงษ์โพธิ์																						
72	น.ส.ศรีนวล พลอยงาม																						
73	น.ส.โสภี แซ่มซ้อย																						
74	น.ส.สุพรรษา ดำเนิน																						
75	น.ส.สุวิมล เปรมโปรย																						
76	น.ส.อารีรัตน์ สร้อยทอง																						
77	น.ส.จิรนันท์ จินดนา																						
78	น.ส.วิวัฒนา ชินเจริญ																						
79	น.ส.มยุรา พงษ์บุตร																						
80	น.ส.นวลปรางค์ แซ่เต็ง																						
81	น.ส.โสรยา เอี่ยมอ่ำ																						
82	น.ส.มาลี เลื่อมใส																						
83	น.ส.รจนี บุญลือ																						
84	น.ส.น้ำผึ้ง เอกนัย																						
85	น.ส.บุหงา ไชยพุทธ																						
86	น.ส.พรทิพย์ เชยจันทา																						
87	น.ส.ยุวมาศ เอี่ยมฉวี																						

ตารางบันทึกผลคะแนนระหว่างเรียน (X)ของนักเรียน
ในการหาประสิทธิภาพฐานข้อมูลการเรียนรู้แบบมัลติมีเดีย
วิชาชีววิทยา (ว042) ของแต่ละบทปฏิบัติการในการทดสอบแบบกลุ่มเล็ก

ชุดที่	บทปฏิบัติการเรื่อง	คะแนนนักเรียน (X) คนที่										$\sum X$
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	
1	การศึกษาการทำงานของตัวยับยั้งเอนไซม์											
2	การหายใจแบบไม่ใช้ออกซิเจน											
3	การวัดอัตราการหายใจ											
4	การศึกษาโครงสร้างปอด											
5	การศึกษาโครงสร้างใบพืช											
6	การสังเคราะห์ด้วยแสง											
7	การศึกษาโครงสร้างของเซลล์คุม											
8	การศึกษาการคายน้ำของพืช											

ลงชื่อ.....

(.....)

ผู้บันทึกผล

ตารางบันทึกผลคะแนนสอบหลังเรียน (F) ของนักเรียน
ในการหาประสิทธิภาพฐานข้อมูลการเรียนรู้แบบมัลติมีเดีย
วิชาชีววิทยา (ว042) ของแต่ละบทปฏิบัติการในการทดสอบแบบกลุ่มเล็ก

ชุดที่	บทปฏิบัติการเรื่อง	คะแนนนักเรียน (X) คนที่										$\sum F$
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	
1	การศึกษาการทำงานของตัวยับยั้งเอนไซม์								-			
2	การหายใจแบบไม่ใช้ออกซิเจน											
3	การวัดอัตราการหายใจ											
4	การศึกษาโครงสร้างปอด											
5	การศึกษาโครงสร้างใบพืช											
6	การสังเคราะห์ด้วยแสง											
7	การศึกษาโครงสร้างของเซลล์คุม											
8	การศึกษาการคายน้ำของพืช											

ลงชื่อ.....

(.....)

ผู้บันทึกผล

ภาคผนวก ค

ตัวอย่าง
แบบทดสอบวัดสมรรถภาพการแก้ปัญหา
แบบทดสอบวัดสมรรถภาพความคิดขั้นสูงด้านความคิดสร้างสรรค์

แบบทดสอบ
วัดแนวคิดแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์
(สำหรับผู้เชี่ยวชาญ)

คำชี้แจง

1.แบบทดสอบฉบับนี้ต้องการวัดแนวคิดในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ของท่านจากโจทย์หรือปัญหาที่กำหนดให้ แบบทดสอบนี้มี 30 ข้อ

2.ให้ท่านตอบแบบทดสอบแต่ละข้อในกระดาษคำตอบที่แจก ให้ใส่หมายเลข 1,2 และ 3 ในช่องแต่ละตัวเลือก ทั้ง 3 ตัวเลือก โดยมีเกณฑ์ในการพิจารณาดังนี้

3 หมายถึง พอใจมาก

2 หมายถึง พอใจปานกลาง

1 หมายถึง พอใจน้อย

3.แนวคิดในการแก้ปัญหาทั้ง 3 ทางนั้นท่านไม่ต้องกังวลถึงความถูกผิดแต่อย่างใดทั้งสิ้น เพราะแต่ละตัวเลือกมีความเป็นไปได้หรือมีความจำเป็นต่อการแก้ปัญหาโจทย์ ท่านเพียงพิจารณาแนวคิดข้อที่ท่านพอใจมากน้อยตามลำดับเท่านั้น

4.ท่านต้องตอบทุกตัวเลือกในแต่ละข้อ ข้อใดที่ท่านตอบไม่หมดทุกข้อจะถือว่าข้อนั้นใช้ไม่ได้

ขอขอบคุณในความร่วมมือของท่าน

แบบทดสอบ
วัดแนวคิดแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์

1.ความเจริญก้าวหน้าทางเทคโนโลยี การพัฒนาทางด้านเกษตรกรรมและอุตสาหกรรม ทำให้ได้ผลผลิต สิ่งประดิษฐ์และนวัตกรรมใหม่ๆ ที่เป็นประโยชน์ต่อมนุษย์เพิ่มมากขึ้น

ก. การพัฒนาทางด้านการเกษตรและอุตสาหกรรมจำเป็นต้องมีความสอดคล้องกัน โดยจะต้องนำผลผลิตทางการเกษตรมาเป็นวัตถุดิบของอุตสาหกรรม

ข. การพัฒนาทางด้านการเกษตรและอุตสาหกรรมมิใช่เกิดแต่ผลดีเพียงอย่างเดียว ยังมีผลเสียเกิดตามมาด้วย ซึ่งนักพัฒนาทั้งหลายต้องคำนึงถึงด้วย

ค. การพัฒนาทางด้านการเกษตรและอุตสาหกรรมจะก่อให้เกิดปัญหาด้านสิ่งแวดล้อมเป็นพิษติดตามมา

2.โรงงานอุตสาหกรรมต่างๆ เป็นสาเหตุหนึ่งที่ทำให้น้ำเสีย

ก. โรงงานอุตสาหกรรมต่างๆไม่ควรปล่อยน้ำเสียลงในแม่น้ำลำคลอง

ข. โรงงานอุตสาหกรรมควรมีระบบบำบัดน้ำเสีย ระบบกำจัดของเสีย ที่สามารถนำน้ำและของเสียบางอย่างกลับไปใช้ประโยชน์ในโรงงานได้อีก

ค. โรงงานอุตสาหกรรมควรมีบ่อพักน้ำเสียและบำบัดน้ำเสียก่อนปล่อยทิ้งลงแม่น้ำ

3. จากการสำรวจสภาพแม่น้ำเจ้าพระยา ตั้งแต่จังหวัดนนทบุรีจนถึงพระประแดง พบว่ามีค่า บี โอ ดี ของน้ำสูงขึ้นทุกๆปี

ก. การที่ค่า บี โอ ดี ของน้ำเพิ่มขึ้นทุกๆปีนั้น เป็นเพราะมีการปล่อยน้ำเสียของโรงงานอุตสาหกรรมในแม่น้ำเจ้าพระยาเพิ่มมากขึ้น

ข. น้ำทิ้งจากบ้านเรือน ขยะมูลฝอยและสิ่งปฏิกูลที่ทิ้งลงในแม่น้ำเจ้าพระยาเป็นสาเหตุสำคัญที่ทำให้ค่าบี โอ ดี ของน้ำสูงขึ้นทุกๆปี

ค. รัฐบาลจะต้องควบคุมดูแลเกี่ยวกับเรื่องการปล่อยน้ำเสียทิ้งของโรงงานอุตสาหกรรมอย่างจริงจังโดยส่งเจ้าหน้าที่คอยดูแลตรวจตราอย่างใกล้ชิด

4.สิ่งมีชีวิตทุกชนิดที่อยู่ในน้ำ เช่น กุ้ง หอย ปู ปลา และพืชน้ำ ล้วนต้องการก๊าซออกซิเจนสำหรับใช้ในการหายใจ

ก. กังหันน้ำชัยพัฒนาเป็นแนวทางหนึ่งในการใช้เพิ่มปริมาณออกซิเจนในน้ำ

ข. ถ้าจะไม่ให้น้ำในตู้เลี้ยงปลาเสีย ควรใช้เครื่องปั๊มลม ปั๊มอากาศลงในน้ำ

ค. การปลูกสาหร่ายในน้ำสามารถช่วยเพิ่มปริมาณออกซิเจนได้และยังรักษาสมดุลธรรมชาติได้ดี

5. แบคทีเรียโคลิฟอร์มมีอยู่ทั่วไปในน้ำและใช้เป็นเกณฑ์ในการกำหนดน้ำดีหรือเสีย

ก. น้ำดื่มมาตรฐานต้องมีแบคทีเรียโคลิฟอร์มไม่เกิน 1 เซลล์ต่อ 100 ลูกบาศก์เซนติเมตร

ข. การที่ปลาเกิดโรคระบาดเป็นแผลนั้นอาจเกิดจากแบคทีเรียโคลิฟอร์มก็ได้

ค. ในสระว่ายน้ำจำเป็นต้องใส่คลอรีนเพื่อทำความสะอาดและฆ่าเชื้อโรค

6. ค่า บี โอ ดี คือปริมาณก๊าซออกซิเจนที่จุลินทรีย์ใช้ในการย่อยสลายสารอินทรีย์ในน้ำที่อุณหภูมิ 20 องศาเซลเซียส ในที่ไม่มีแสงสว่างเป็นเวลา 5 วัน น้ำที่มีค่า บี โอ ดี สูงกว่า 100 มิลลิกรัม /ลิตร จัดว่าเป็นน้ำเสีย

ก. ค่า บี โอ ดีของน้ำจะมีค่ามากหรือน้อยขึ้นอยู่กับปริมาณสารอินทรีย์ที่อยู่ในน้ำ

ข. การตรวจสอบคุณภาพน้ำโดยวิธีการหาค่า บี โอ ดี นั้นไม่เหมาะในการนำไปใช้ เพราะต้องใช้เวลาถึง 5 วันจึงจะรู้ผล ดังนั้นควรใช้วิธีอื่น

ค. ถ้าอยากรู้ว่าน้ำบริเวณใดเสียหรือไม่ก็นำน้ำนั้นมาทดสอบหาค่า บี โอ ดี

7. ตารางแสดงปริมาณแบคทีเรียที่พบในเครื่องดื่มและอาหารบางชนิดต่อน้ำ 100 ลูกบาศก์เซนติเมตร

น้อยกว่า 100 โคโลนี	ปริมาณ 100-10,000 โคโลนี	มากกว่า 10,000 โคโลนี
น้ำประปา นำอัดลม	น้ำกรอง น้ำฝน น้ำแข็งใส่น้ำชา	น้ำหวาน ไอศกรีมกระทิ น้ำปลา

ก. จากข้อมูลถ้าเราจะเลือกน้ำไว้สำหรับดื่มควรเลือกน้ำประปา

ข. จากข้อมูลเครื่องบริโภคต่างๆที่มีน้ำเป็นส่วนผสมล้วนแต่มีจุลินทรีย์อยู่ด้วยทั้งสิ้น

ค. การที่น้ำประปาและน้ำอัดลมมีปริมาณจุลินทรีย์น้อยกว่าน้ำชนิดอื่นๆ ก็เพราะจุลินทรีย์ถูกทำลายไปจากขบวนการผลิตน้ำเหล่านั้น

8. สารเคมีจำพวกยาฆ่าแมลงเป็นสิ่งที่มีทั้งคุณและโทษต่อมนุษย์

ก. ไม่ควรเก็บผักหรือผลไม้ไปบริโภคหรือขายทันทีหลังจากฉีดยาฆ่าแมลงเพราะสารพิษยังตกค้างอยู่

ข. เราควรเปลี่ยนวิธีกำจัดแมลงที่เป็นศัตรูพืชโดยใช้สารเคมีมาเป็นวิธีทางชีวภาพโดยให้สิ่งมีชีวิตควบคุมกันเองกำจัดกันเอง

ค. ควรห้ามการใช้ยาฆ่าแมลงฉีดผักหรือผลไม้ที่นำมาใช้ในการบริโภค

9. การทำลายจุลินทรีย์โดยทั่วไปมี 2 วิธี คือ การใช้ความร้อนกับการใช้สารเคมีบางชนิดทำลาย

ก. การทำลายจุลินทรีย์ที่อยู่ตามถ้วยชามควรใช้ความร้อนในการทำลาย

ข. สารเคมีที่นิยมใช้ในการทำลายจุลินทรีย์ได้แก่แอลกอฮอล์และฟอร์มาลิน แต่ไม่นิยมนำมาใช้กับอาหารสำหรับบริโภค

ค. การนำผัก ผลไม้จุ่มในฟอร์มาลินเพื่อทำลายจุลินทรีย์จะทำให้ ผัก ผลไม้สดได้นานหลายวัน

10. บุคคลใดที่เป็นสาเหตุให้เกิดมลภาวะด้านต่างๆขึ้นได้มากที่สุด

ก. ผู้ลักลอบตัดไม้ทำลายป่า

ข. ผู้ขับขี่รถจักรยานยนต์ที่มีเสียงดังสนั่นหวั่นไหว

ค. ผู้ขายอาหารที่ผสมสีย้อมผ้าลงในขนม

11. สารที่ทำให้น้ำกระด้างได้แก่ คัลเซียมคลอไรด์ คัลเซียมไบคาร์บอเนต คัลเซียมซัลเฟต มักเนเซียมซัลเฟต มักเนเซียมคลอไรด์และมักเนเซียมไบคาร์บอเนต

ก. ก่อนนำน้ำกระด้างไปใช้เราควรแก้ความกระด้างของน้ำเสียก่อน โดยการนำไปต้มหรือเติมสารเคมีบางอย่างลงไป

ข. น้ำกระด้างนอกจากเกิดขึ้นตามธรรมชาติแล้ว มนุษย์เราก็มีส่วนในการทิ้งสารเคมีบางอย่างลงในน้ำทำให้เกิดน้ำกระด้างได้

ค. น้ำกระด้างไม่เหมาะที่จะใช้ซักล้างเพราะทำให้สิ้นเปลืองผงซักฟอกมาก

12. จากการสำรวจสาร ดี ดี ที ในปลาน้ำจืดพบว่ามีอยู่ในปลาน้ำจืดเกือบทุกชนิด

ก. สาร ดี ดี ที เป็นสารที่สลายตัวยาก เมื่อเรานำมาใช้จึงมักตกค้างอยู่ในดินและน้ำ

ข. น่าจะได้มีการศึกษาปริมาณสาร ดี ดี ที ที่อยู่ในปลาแต่ละชนิดเพื่อใช้เป็นข้อมูลสำหรับผู้บริโภค

ค. การใช้สารเคมีเพื่อเพิ่มผลผลิตทางการเกษตรกันอย่างแพร่หลายในขณะนี้ ทำให้สารพิษตกค้างในสิ่งแวดล้อมมากขึ้นควรหาวิธีทดแทนการใช้สารเคมีเหล่านี้

13. ภาชนะใส่อาหารที่ทำจากโฟมเป็นสาเหตุหนึ่งที่ทำให้เกิดมลภาวะแก่สิ่งแวดล้อม

ก. ควรเลิกใช้ภาชนะใส่อาหารที่ทำจากโฟม

ข. ควรหาวัสดุอื่นที่ไม่เกิดมลภาวะต่อสิ่งแวดล้อม เช่นใบตอง มาทดแทนโฟม

ค. การที่มีคณะวิจัยจากมหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ นำมันสำปะหลังมาทำภาชนะใส่อาหารที่รับประทานได้ มาใส่อาหารเพื่อทดแทนโฟม น่าจะเป็นวิธีการที่ดี

14. แหล่งที่ทำให้เกิดอากาศเสียมากที่สุดในเมืองใหญ่ๆ ได้แก่ รถยนต์

ก. ควันจากท่อไอเสียรถยนต์จะมีก๊าซคาร์บอนมอนออกไซด์สูงมาก

ข. เราต้องนำเครื่องยนต์ไปตรวจระบบการเผาไหม้ของเครื่องยนต์ให้มีประสิทธิภาพอยู่เสมอ

ค. ถ้าเปลี่ยนเครื่องยนต์มาใช้เป็นเครื่องที่ขับเคลื่อนด้วยพลังงานไฟฟ้า น่าจะช่วยลดปัญหาเกี่ยวกับมลภาวะลงได้มาก

15. การทิ้งขยะมูลฝอยลงในดินเป็นสาเหตุหนึ่งที่ทำให้ดินเสีย

ก. การกำจัดขยะโดยการเผานั้นเป็นวิธีการที่ไม่ถูกต้อง เราน่าจะนำขยะไปแปลงสภาพใช้ประโยชน์อย่างอื่น เช่น ทำเชื้อเพลิง ทำปุ๋ย หรือหมักทำก๊าซเชื้อเพลิง

ข. ขยะมูลฝอยที่เป็นสารอินทรีย์ส่วนมากก่อให้เกิดการบูดเน่าส่งกลิ่นเหม็น

ค. คนรับซื้อเศษวัสดุเหลือใช้บางอย่าง เช่น กระดาษ พลาสติก โลหะเก่าๆ ช่วยทำให้ปริมาณขยะลดลงได้

16. สารที่ไม่ย่อยสลายบางชนิดในขยะ เช่น ถุงพลาสติก โลหะต่างๆ กระป๋องเครื่องดื่ม ทำให้ท่อระบายน้ำอุดตันและทำให้ดินเสีย

ก. การอุดตันของท่อระบายน้ำไม่เกิดจากถุงพลาสติกและเศษโลหะเท่านั้น เศษดิน หินทรายจากการก่อสร้างก็ทำให้ท่อระบายน้ำอุดตันได้ ซึ่งผู้ที่เกี่ยวข้องควรระวัง

ข. ทุกคนไม่ควรทิ้งถุงพลาสติกหรือเศษวัสดุลงตามถนนเพราะเวลาฝนตกถุงพลาสติกจะไปอุดท่อระบายน้ำทำให้เกิดน้ำท่วมถนน

ค. ขยะโดยทั่วไปประกอบด้วยสารอินทรีย์และสารอนินทรีย์ ซึ่งส่วนใหญ่แล้วขยะที่เป็นสารอนินทรีย์มักทำให้เกิดการอุดตันของท่อระบายน้ำ

17. เสียงที่ดังมากๆ จะก่อให้เกิดอันตรายต่อสุขภาพทั้งทางร่างกายและจิตใจ

ก. บ้านที่ปลูกใกล้ถนนที่มีรถยนต์วิ่งหรืออยู่ในชุมชนใหญ่ ควรออกแบบบ้านให้สามารถป้องกันเสียงได้

ข. การตรวจจับรถที่มีเสียงดังไม่ควรตรวจจับเฉพาะรถจักรยานยนต์เท่านั้น ควรทำการตรวจจับและควบคุมแหล่งที่ก่อให้เกิดเสียงดังทุกประเภทด้วย เพราะทำให้เกิดมลภาวะของเสียงทั้งสิ้น

ค. เสียงจากแหล่งต่างๆควรดังไม่เกิน 85 เดซิเบลเพราะถ้าดังกว่านี้จัดว่าเป็นเสียงที่อันตราย

18. เสียงที่มีความดังน้อยแม้ว่าจะก่อให้เกิดอันตรายไม่เท่ากับเสียงที่มีความดังมากๆก็ตาม แต่ถ้าได้ยินติดต่อกันเป็นเวลานานๆ ก็จะทำให้เกิดผลเสียได้เช่นเดียวกัน

ก. การได้ยินเสียงดังน้อยแต่ได้ยินบ่อยๆ นานๆ จะทำให้ประสาทเครียดอารมณ์หงุดหงิด

ข. คนงานที่ทำงานในโรงงานที่มีเสียงดัง ควรได้รับการพักผ่อนบ้าง

ค. คนที่มีบ้านใกล้สนามบินหรือถนนที่รถยนต์วิ่งเป็นประจำ มีโอกาสเป็นโรคประสาทหรือกระเพาะอาหารได้มากกว่าคนที่อาศัยในบริเวณที่ไม่มีเสียงอึกทึก

19. สารประกอบฟอสเฟตที่เป็นองค์ประกอบในผงซักฟอกเป็นปุ๋ยเคมีที่สำคัญอย่างหนึ่งของพืช

ก. เราไม่ควรเทน้ำที่มีผงซักฟอกลงไปในแม่น้ำ เพราะจะทำให้พืชน้ำเจริญเติบโต

ข. ถ้าสารฟอสเฟตละลายในน้ำจนมีความเข้มข้นพอเหมาะ ประมาณ 15 ส่วนในล้านส่วน ก็จะทำให้พืชน้ำเจริญเติบโต

ค. ควรมีการเปลี่ยนแปลงองค์ประกอบของผงซักฟอกเสียใหม่โดยใช้สารอื่นแทนสารฟอสเฟตเพื่อจะได้ลดปริมาณสารฟอสเฟตในน้ำให้น้อยลง

20. ปัจจุบันได้เกิดสภาวะแวดล้อมอากาศเป็นพิษอยู่โดยทั่วไป

ก. ควันจากโรงงานอุตสาหกรรมและจากท่อไอเสียรถยนต์เป็นสาเหตุที่ทำให้เกิดมลภาวะของอากาศมากที่สุด

ข. ควรช่วยกันปลูกต้นไม้มากๆ เพื่อช่วยแก้ปัญหามลภาวะอากาศ

ค. ถ้าเราปล่อยให้เกิดมลภาวะอากาศอยู่เช่นนี้โดยไม่ได้ดำเนินการแก้ไขใดๆ ในอนาคตมนุษย์จะต้องซื้ออากาศบริสุทธิ์สำหรับหายใจ

21. ก๊าซซัลเฟอร์ไดออกไซด์และก๊าซไนโตรเจนไดออกไซด์เป็นก๊าซพิษซึ่งโรงงานอุตสาหกรรมบางโรงงานปล่อยออกมา

ก. ก๊าซซัลเฟอร์ไดออกไซด์และก๊าซไนโตรเจนไดออกไซด์สามารถละลายน้ำได้และมีสมบัติเป็นกรด

ข. โรงงานควรพ่นละอองน้ำผ่านควันและก๊าซพิษที่จะปล่อยออกก่อนเพื่อลดมลภาวะต่างๆลง

ค. ทางโรงงานควรได้มีการติดตามและตรวจสอบและแก้ไขความเข้มข้นของก๊าซต่างๆที่ปล่อยออกมาให้อยู่ในเกณฑ์มาตรฐานโดยทั่วไป

22. การตัดไม้ทำลายป่า หักร้างถางป่าทำให้เกิดมลภาวะของดิน โดยเกิดการสึกกร่อนพังทลาย

ก. การพังทลายของดินจะทำให้เกิดการสูญเสียอาหารของพืชไป

ข. เมื่อมีการตัดไม้ไปใช้ประโยชน์ต้องมีการปลูกทดแทนเพื่อไม่ให้พื้นที่ป่าลดลง

ค. ทุกคนต้องร่วมมือกันอย่างจริงจังในการรักษาทรัพยากรป่าไม้ โดยร่วมมือกันดูแลบำรุงรักษาป่าไม้ไม่ให้ถูกทำลายหรือหาทางขยายพื้นที่ป่าให้มีมากขึ้น

23. ควันบุหรี่มีสารพิษอยู่หลายชนิด เช่น ทาร์ เบนโซไพริน นิโคติน คาร์บอนมอนอกไซด์ คาร์บอนไดออกไซด์ ไฮโดรเจน ไซยาไนด์

ก. สารพิษในควันบุหรี่ทำให้ผู้สูบมีโอกาสเป็นมะเร็งในปอดได้ ควรงดการสูบบุหรี่

ข. การสูบบุหรี่นอกจากทำลายสุขภาพของตนเองและผู้ใกล้ชิดแล้วยังทำลายทรัพย์สินของผู้สูบอีกด้วย เป็นการสูญเสียที่ไม่เกิดประโยชน์เลยจึงควรงดสูบบุหรี่เสีย

ค. ไม่ควรสูบบุหรี่ในที่ชุมชนเพราะเป็นการสร้างความรำคาญกับผู้อื่นและยังผิดกฎหมายอีกด้วย

24. โรงงานอุตสาหกรรมบางโรงงานมักนำเศษโลหะหรือสารเคมีที่ไม่ต้องการทิ้งลงตามพื้นดิน ซึ่งเป็นสาเหตุที่ทำให้ดินเสีย

ก. ถ้าจุลินทรีย์และไส้เดือนดินที่อยู่ในดินถูกทำลายลง จะทำให้ความอุดมสมบูรณ์ของดินบริเวณนั้นลดลง

ข. การทิ้งสารเคมีและเศษโลหะลงในดินนั้น มิใช่ทำให้ดินเสียเพียงอย่างเดียว เวลาฝนตกสารและโลหะเหล่านี้จะถูกชะล้างไหลลงสู่แหล่งน้ำต่างๆ ทำให้น้ำเสียอีกด้วย ดังนั้นจึงควรจัดหาที่สำหรับทิ้งโดยเฉพาะ

ค. สารเคมีจำพวก กรด เบส ยาปราบศัตรูพืช และโลหะบางชนิด เช่น ตะกั่ว ปรอท แคดเมียมจะทำให้เกิดอันตรายต่อสิ่งมีชีวิตในดิน จึงควรควบคุมการทิ้ง

25. การใช้ยาปราบศัตรูพืชและยาฆ่าแมลงที่ใช้ในการเพิ่มผลผลิตทางการเกษตรนั้นสารเหล่านี้จะตกค้างอยู่ในดินทำให้ดินเสีย

ก. ยาปราบศัตรูพืชมีสารที่เป็นโลหะประกอบอยู่ด้วย เช่น สารหนู แคดเมียม ปรอท ตะกั่ว สารเหล่านี้สลายตัวยากจะสะสมอยู่ในดินทำให้จุลินทรีย์ในดินถูกทำลาย

ข. เกษตรกรควรเปลี่ยนมาใช้ยาฆ่าแมลงที่สลายตัวได้ง่ายก็จะช่วยลดปัญหาเรื่องสารพิษตกค้างได้

ค. ปัจจุบันมีการใช้ยาปราบศัตรูพืชมากแต่จำนวนศัตรูพืชก็มีมากขึ้นแสดงว่าศัตรูพืชมีความต้านทานต่อยาสูงขึ้น ดังนั้นเราควรเปลี่ยนมาปราบด้วยวิธีกลหรือวิธีชีวภาพแทน

26.น้ำมันหล่อลื่นเมื่อไหลลงสู่แม่น้ำลำคลอง จะทำให้เกิดการเน่าเสีย

ก. น้ำมันหล่อลื่นไม่ละลายน้ำจะปกคลุมผิวน้ำ ทำให้ก๊าซออกซิเจนไม่สามารถละลายน้ำได้

ข. น้ำมันหล่อลื่นที่ใช้แล้วควรเผาทิ้งหรือนำกลับไปปรับปรุงคุณภาพให้ดีแล้วนำกลับมาใช้ใหม่

ค. ควรระมัดระวังในเรื่องการขุดเจาะน้ำมันและการขนถ่ายน้ำมันดิบในอ่าวไทย เพื่อที่จะไม่ให้เกิดปัญหาแก่ชาวประมงและหาดทรายตามชายฝั่งทะเลเกิดความสกปรก

27. การทำนากุ้งบริเวณป่าชายเลนเป็นการทำลายสภาพแวดล้อมและทำให้เกิดการเสียดุลธรรมชาติ

ก. แพลงตอนตายทำให้ห่วงโซ่อาหารบริเวณป่าชายเลนไม่สมบูรณ์ จึงเสียดุลธรรมชาติ

ข. ควรเลิกการทำนากุ้งบริเวณป่าชายเลน ไปทำอาชีพอื่นแทนจะดีกว่า

ค. ควรเลือกบริเวณที่จะทำนากุ้งให้เหมาะสมและ จะต้องไม่เกิดการทำลายสภาพแวดล้อมหรือมีผลกระทบต่อสภาพแวดล้อมในอนาคต

28. ในกรุงเทพฯ กำลังดำเนินการก่อสร้างตามโครงการรถไฟฟ้ามหานคร

ก. เป็นการลดมลภาวะในด้านต่างๆ ได้ดี โดยเฉพาะในเรื่องมลภาวะของอากาศ ซึ่งเป็นปัญหามากในกรุงเทพฯ

ข. เป็นการประหยัดพลังงานจากน้ำมันเชื้อเพลิง ใช้พลังงานไฟฟ้าแทน

ค. เป็นเทคโนโลยีใหม่ที่ดีและเหมาะสม เพราะจะทำให้มีการคมนาคมขนส่งที่สะดวก รวดเร็ว ประหยัดทั้งเวลาและค่าใช้จ่าย

29. ในสภาวะเศรษฐกิจปัจจุบัน สิ่งของเครื่องใช้ต่างๆทั้งที่ใช้ในการอุปโภคและบริโภคมีราคาแพงขึ้นมาก บริษัทต่างๆปิดกิจการ คนตกงานมีมาก ท่านคิดอย่างไร

ก. เป็นนักเรียนมีหน้าที่เรียน ก็ต้องตั้งใจเรียนให้ดีที่สุด เพื่อจะได้งานดีๆ ไม่ตกงาน

ข. ควรประหยัดให้มากทุกด้าน ต้องช่วยครอบครัวในการประหยัดค่าใช้จ่าย ใช้จ่ายในสิ่งที่จำเป็นและเกิดประโยชน์

ค. หารายได้ในวันหยุดหรือในช่วงว่างจากการเรียนเป็นการช่วยเหลือครอบครัวอีกทางหนึ่ง แต่ต้องไม่เสียการเรียน

30. จากการที่ความรู้ทางด้านวิทยาศาสตร์เจริญก้าวหน้าขึ้นอย่างมากมายนี้ ซึ่งส่งผลให้ความเจริญก้าวหน้าทางด้านวัตถุตามมา แต่ในขณะเดียวกันกลับทำให้คุณภาพชีวิตของมนุษย์ลดลงอย่างเห็นได้ชัดเจน

ก. การพัฒนาสิ่งใดก็ตามเราจะต้องคำนึงถึงผลกระทบต่างๆที่ตามมาด้วย และผู้บริโภคก็จะ ต้องคอยระมัดระวังให้ดีด้วย

ข. ผลของการพัฒนาทางด้านเกษตรกรรมและอุตสาหกรรมทำให้เกิดมลภาวะด้านต่างๆอย่างมากมาย

ค. โรคภัยไข้เจ็บที่เกิดขึ้นอย่างมากมายทุกวันนี้มีสาเหตุมาจากสิ่งแปลกปลอมทั้งหลายจากความก้าวหน้าทางด้านวิทยาศาสตร์ ซึ่งนักวิทยาศาสตร์ทั้งหลายจะต้องหาทางแก้ไข

กระดาษคำตอบแบบทดสอบ

วัดแนวคิดแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์

ข้อ	ก	ข	ค
1			
2			
3			
4			
5			
6			
7			
8			
9			
10			
11			
12			
13			
14			
15			

ข้อ	ก	ข	ค
16			
17			
18			
19			
20			
21			
22			
23			
24			
25			
26			
27			
28			
29			
30			

ลงชื่อ..... ผู้ประเมิน

( )

ตำแหน่ง.....

กระดาษคำตอบแบบทดสอบ
วัดแนวคิดแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์

ข้อ	ก	ข	ค
1	2	3	1
2	1	3	2
3	1	3	2
4	2	1	3
5	3	1	2
6	3	1	2
7	3	2	1
8	2	3	1
9	3	2	1
10	3	2	1
11	3	2	1
12	2	1	3
13	2	3	1
14	2	3	1
15	3	2	1

ข้อ	ก	ข	ค
16	2	3	1
17	1	3	2
18	2	3	1
19	3	1	2
20	2	3	1
21	2	1	3
22	1	3	2
23	2	3	1
24	3	1	2
25	1	2	3
26	3	1	2
27	2	1	3
28	3	1	2
29	1	3	2
30	3	1	2

ลงชื่อ.....ผู้ประเมิน

(.....)

ตำแหน่ง.....

กระดาษคำตอบแบบทดสอบ
วัดแนวคิดแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์

ข้อ	ก	ข	ค
1	3	2	1
2	1	3	2
3	3	1	2
4	2	1	3
5	3	2	1
6	3	1	2
7	2	1	3
8	1	3	2
9	2	3	1
10	3	1	2
11	3	2	1
12	1	2	3
13	1	3	2
14	1	3	2
15	3	1	2

ข้อ	ก	ข	ค
16	2	1	3
17	1	3	2
18	3	1	2
19	2	1	3
20	1	2	3
21	1	2	3
22	1	2	3
23	1	3	2
24	2	1	3
25	1	2	3
26	3	1	2
27	2	1	3
28	3	2	1
29	1	3	2
30	3	2	1

ลงชื่อ..... ผู้ประเมิน

(ทดสอบใช้ พุ่มสาย)

ตำแหน่ง.....ครูการย์ 3.....

กระดาษคำตอบแบบทดสอบ
วัดแนวคิดแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์

ข้อ	ก	ข	ค
1	2	1	3
2	1	3	2
3	1	2	3
4	2	1	3
5	2	1	3
6	1	2	3
7	1	2	3
8	1	3	2
9	3	2	1
10	3	1	2
11	3	2	1
12	1	3	2
13	1	2	3
14	1	2	3
15	3	1	2

ข้อ	ก	ข	ค
16	2	1	3
17	2	3	1
18	1	2	3
19	1	2	3
20	1	3	2
21	1	2	3
22	1	2	3
23	2	3	1
24	1	3	2
25	1	2	3
26	1	3	2
27	1	2	3
28	1	2	3
29	1	3	2
30	3	1	2

ลงชื่อ..... ผู้ประเมิน
(.....)
ตำแหน่ง ค. 3. ร.ด.ว. ว.

แบบทดสอบ
วัดความคิดขั้นสูงด้านความคิดสร้างสรรค์ (Higher-order Thinking on Creativity)

ถ้าจะให้มนุษย์สามารถดำรงชีวิตอยู่ได้ทั้งในน้ำและบนบกอย่างปกติ มนุษย์จะต้องมีการปรับเปลี่ยน เปลี่ยนแปลงหรือ เพิ่มเติม โครงสร้างของร่างกายและระบบการทำงานของร่างกายอย่างไรบ้าง ให้ตอบเป็นข้อๆ พร้อมเหตุผลในแต่ละข้อ (ให้ตอบให้มากที่สุดเท่าที่จะตอบได้ โดยไม่ต้องถึงความเป็นไปได้จริง)

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

ลงชื่อ.....

( )

ตำแหน่ง.....

แบบทดสอบชุดที่ 1
เรื่อง การศึกษาการทำงานของเอนไซม์

ชื่อ..... ชั้น..... เลขที่.....

คำสั่ง

จากสถานการณ์หรือข้อความที่กำหนดให้ ให้นักเรียนตอบคำถามต่อไปนี้

1. ถ้ามนุษย์เป็นสัตว์ครึ่งบกครึ่งน้ำ นักเรียนคิดว่าจะมีผลต่อการทำงานของเอนไซม์อย่างไรบ้าง ให้ตอบเป็นข้อๆ พร้อมเหตุผลในแต่ละข้อ (ให้ตอบให้มากที่สุดเท่าที่จะตอบได้)

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

แบบทดสอบชุดที่ 1
เรื่อง การศึกษาการทำงานของเอนไซม์

2. จงวางโครงการและดำเนินการทดลอง เพื่อศึกษาอัตราการทำงานของเอนไซม์อะไมเลสที่ อุณหภูมิต่างๆกัน เช่นที่ประมาณ 0 ,37 , 100 องศาเซลเซียส และที่อุณหภูมิห้อง พร้อมทั้งรายงานและสรุปผลการทดลอง

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

แบบทดสอบชุดที่ 2
เรื่อง การหายใจแบบไม่ใช้ออกซิเจน

ชื่อ..... ชั้น..... เลขที่.....

คำสั่ง

จากสถานการณ์หรือข้อความที่กำหนดให้ ให้นักเรียนตอบคำถามต่อไปนี้

1. ถ้าตั้งสมมุติฐานว่า ในสภาพที่ปราศจากออกซิเจนโดยสิ้นเชิงและปลอดจากอิทธิพลของสภาพแวดล้อมภายนอก แต่มีน้ำตาลกลูโคสอยู่อย่างเพียงพอ ยีสต์จะสลายกลูโคสให้ผลิตภัณฑ์ต่างๆ คือ คาร์บอนไดออกไซด์ เอทานอลและพลังงานนักเรียนจะวางโครงการทดลองอย่างไร เพื่อพิสูจน์สมมุติฐานดังกล่าว

.....
.....
.....
.....
.....
.....
.....
.....
.....
.....
.....
.....
.....
.....
.....
.....
.....
.....
.....
.....

แบบทดสอบชุดที่ 2
เรื่อง การหายใจแบบไม่ใช้ออกซิเจน

2.เนื้อเยื่อของคนสามารถสลายอาหารแบบไม่ใช้ออกซิเจนได้ ในบางกรณีที่เนื้อเยื่อต้องการ ATP จำนวนมาก ถ้าจะให้นักกีฬาที่ออกกำลังกายไม่เกิดการสลายอาหารแบบไม่ใช้ออกซิเจน นักกีฬาผู้นั้นควรมีโครงสร้างของร่างกายอย่างไรบ้าง(ให้ตอบให้มากที่สุดเท่าที่จะตอบได้ โดยไม่ต้องถึงความเป็นไปได้จริง)

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

แบบทดสอบชุดที่ 3
เรื่อง ปัจจัยที่มีผลต่อการหายใจแบบไม่ใช้ออกซิเจน

ชื่อ..... ชั้น..... เลขที่.....

คำสั่ง

จากสถานการณ์หรือข้อความที่กำหนดให้ ให้นักเรียนตอบคำถามต่อไปนี้

1. "ยีสต์สามารถเกิดกระบวนการหายใจได้ทั้งแบบไม่ใช้ออกซิเจนและแบบที่ใช้ออกซิเจน" นักเรียนจะออกแบบการทดลองอย่างไรจึงจะสามารถพิสูจน์ได้ว่าข้อความดังกล่าวข้างต้นนั้นเป็นจริง

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

แบบทดสอบชุดที่ 3
เรื่อง ปัจจัยที่มีผลต่อการหายใจแบบไม่ใช้ออกซิเจน

2. ในการสลายกลูโคสโดยเซลล์ของยีสต์ได้เอทานอล คาร์บอนไดออกไซด์และ ATP นอกจากนั้นยังได้พลังงานความร้อนและผลิตภัณฑ์อื่นๆอีก ในกระบวนการดังกล่าวถ้าต้องการให้เกิดเอทานอลเป็นจำนวนที่มากขึ้นกว่าเดิมต้องมีการเปลี่ยนแปลงปัจจัยที่เกี่ยวข้องต่างๆอย่างไรบ้าง ให้ตอบเป็นข้อๆ พร้อมเหตุผลในแต่ละข้อ (ให้ตอบให้มากที่สุดเท่าที่จะตอบได้)

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

แบบทดสอบชุดที่ 4
เรื่อง การศึกษาโครงสร้างปอด

ชื่อ..... ชั้น..... เลขที่.....

คำสั่ง

จากสถานการณ์หรือข้อความที่กำหนดให้ ให้นักเรียนตอบคำถามต่อไปนี้

1. ถ้าจะให้มนุษย์สามารถดำรงชีวิตอยู่ได้ทั้งในน้ำและบนบกอย่างปกติ มนุษย์จะต้องมีการปรับเปลี่ยน เปลี่ยนแปลงหรือ เพิ่มเติม โครงสร้างของร่างกายและระบบการทำงานของร่างกายอย่างไรบ้าง ให้ตอบเป็นข้อๆ พร้อมเหตุผลในแต่ละข้อ (ให้ตอบให้มากที่สุดเท่าที่จะตอบได้ โดยไม่ต้องคำนึงถึงความเป็นไปได้จริง)

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

แบบทดสอบชุดที่ 4
เรื่อง การศึกษาโครงสร้างปอด

2.ในชุมชนเมืองขนาดใหญ่ๆที่มีประชากรจำนวนมาก มีการจราจรที่คับคั่งหนาแน่น มีโรงงานต่างๆที่ก่อให้เกิดมลภาวะทางอากาศจำนวนมาก เช่น ในกรุงเทพ ฯ สมมุติว่ามลภาวะทางอากาศเพิ่มมากขึ้นเรื่อยๆ ไม่ได้ลดน้อยลงเลยและประชากรก็จำเป็นต้องใช้ชีวิตอยู่ในเมืองนี้ต่อไป อีก นักเรียนคิดว่าประชากรที่อยู่ในเมืองนี้ในรุ่นต่อๆไปจาก พ่อแม่ ไปยังรุ่นลูกหลานจะเกิดการวิวัฒนาการโครงสร้างของระบบการแลกเปลี่ยนก๊าซอย่างไร จึงจะปรับตัวให้มีชีวิตอยู่ต่อไปได้ให้ตอบเป็นข้อๆ พร้อมเหตุผลในแต่ละข้อ (ให้ตอบให้มากที่สุดเท่าที่จะตอบได้)

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

แบบทดสอบชุดที่ 5
เรื่อง การศึกษาโครงสร้างลำต้น

ชื่อ..... ชั้น..... เลขที่.....

คำสั่ง

จากสถานการณ์หรือข้อความที่กำหนดให้ ให้นักเรียนตอบคำถามต่อไปนี้

1. นายขยัน รักเรียนเข้าไปในป่าแห่งหนึ่ง พบตอไม้ขนาดใหญ่ที่ถูกตัดที่โคนต้นอยู่ที่ริมหนองน้ำขนาดใหญ่ลักษณะมีเปลือกแข็ง และพบเห็นวงปีปรากฏอยู่ นักเรียนคิดว่าตอไม้ดังกล่าวนี้ ก่อนถูกตัดควรจะพบโครงสร้างใดของลำต้นอยู่บ้างและโครงสร้างดังกล่าวนั้นควรมีลักษณะอย่างไร และนักเรียนจะทราบอายุต้นไม้ต้นนี้ได้อย่างไร ให้ตอบเป็นข้อๆ พร้อมเหตุผลในแต่ละข้อ (ให้ตอบให้มากที่สุดเท่าที่จะตอบได้ โดยไม่ต้องคำนึงถึงความเป็นไปได้จริง)

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

แบบทดสอบชุดที่ 5
เรื่อง การศึกษาโครงสร้างลำต้น

2. ต้นไม้ต้นหนึ่งขึ้นอยู่บนภูเขาสูงที่มีความกดดันอากาศน้อยมาก อากาศเย็นจัดตอนกลางคืน กลางวันร้อนจัดบริเวณดังกล่าวมีความแห้งแล้งมาก กระแสลมพัดแรงตลอดเวลา และต้นไม้ดังกล่าวนี้มีความสูงมากกว่าปกติถึง 10 เท่า นักเรียนคิดว่าต้นไม้ดังกล่าวควรจะมีโครงสร้างของลำต้นที่แตกต่างไปจากต้นไม้ที่ขึ้นในสภาพปกติทั่วไปอย่างไรบ้างให้ตอบเป็นข้อๆ พร้อมเหตุผลในแต่ละข้อ (ให้ตอบให้มากที่สุดเท่าที่จะตอบได้)

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

แบบทดสอบชุดที่ 6
เรื่อง ศึกษาการคายน้ำของพืช

ชื่อ..... ชั้น..... เลขที่.....

คำสั่ง

จากสถานการณ์หรือข้อความที่กำหนดให้ ให้นักเรียนตอบคำถามต่อไปนี้

1. ถ้าต้องการให้พืชมีการคายน้ำให้น้อยที่สุด โดยที่กระบวนการอื่นๆของพืชยังคงดำเนินไปตามปกติ นักเรียนคิดว่าพืชที่ต้องการนี้ควรมีลักษณะโครงสร้างต่างๆอย่างไรบ้างให้ตอบเป็นข้อๆ พร้อมเหตุผลในแต่ละข้อ (ให้ตอบให้มากที่สุดเท่าที่จะตอบได้)

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

แบบทดสอบชุดที่ 6
เรื่อง ศึกษาการคายน้ำของพืช

2. นักเรียนจะออกแบบการทดลองอย่างไรจึงจะพิสูจน์ได้ว่านอกจากปัจจัยเรื่องแสงแล้ว ความชื้นในอากาศก็เป็นปัจจัยหนึ่งที่มีผลต่อการคายน้ำของพืช ให้นักเรียนออกแบบการทดลองโดยการทดลองดังกล่าวต้องสามารถทดลองได้จริง

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

แบบทดสอบ
วัดแนวคิดแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ ชุดที่ 1

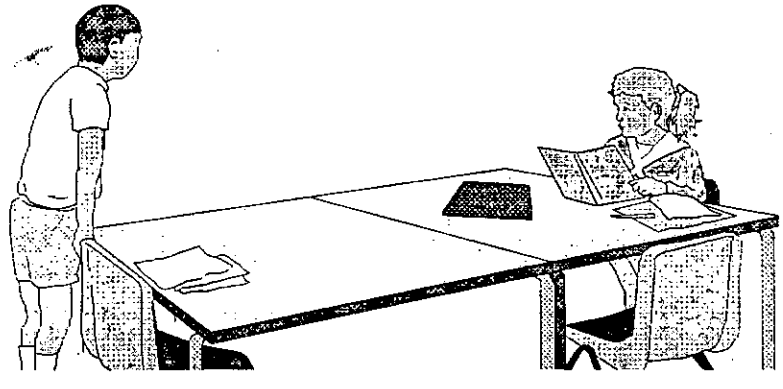
คำชี้แจง

1.แบบทดสอบฉบับนี้ต้องการวัดแนวคิดในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนจากโจทย์หรือปัญหาที่กำหนดให้ แบบทดสอบนี้มี 20 ข้อ ให้ทำทุกข้อ

2.ให้นักเรียนตอบแบบทดสอบแต่ละข้อในกระดาษคำตอบที่แจกให้โดยทำเครื่องหมาย X ในช่องตัวเลือก แต่ละข้อที่ท่านพอใจมากที่สุดเพียงตัวเลือกเดียว

3.ให้นักเรียนทำแบบทดสอบด้วยตนเอง ใช้ความคิดของตนเอง

ขอให้นักเรียนโชคดี



แบบทดสอบ

วัดแนวคิดแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ ชุดที่ 1

1.ความเจริญก้าวหน้าทางเทคโนโลยี การพัฒนาทางด้านเกษตรกรรมและอุตสาหกรรม ทำให้ได้ ผลผลิต สิ่งประดิษฐ์และนวัตกรรมใหม่ ๆ ที่เป็นประโยชน์ต่อมนุษย์เพิ่มมากขึ้น

ก. การพัฒนาทางด้านการเกษตรและอุตสาหกรรมจำเป็นต้องมีความสอดคล้องกัน โดยจะต้องนำผลผลิตทางการเกษตรมาเป็นวัตถุดิบของอุตสาหกรรม

ข. การพัฒนาทางด้านการเกษตรและอุตสาหกรรมมิใช่เกิดแต่ผลดีเพียงอย่างเดียว ยังมีผลเสียเกิดตามมาด้วย ซึ่งนักพัฒนาทั้งหลายต้องคำนึงถึงด้วย

ค. การพัฒนาทางด้านการเกษตรและอุตสาหกรรมจะก่อให้เกิดปัญหาด้านสิ่งแวดล้อมเป็นพิษติดตามมา

2.โรงงานอุตสาหกรรมต่าง ๆ เป็นสาเหตุหนึ่งที่ทำให้น้ำเสีย

ก. โรงงานอุตสาหกรรมต่าง ๆไม่ควรปล่อยน้ำเสียลงในแม่น้ำลำคลอง

ข. โรงงานอุตสาหกรรมควรมีระบบบำบัดน้ำเสีย ระบบกำจัดของเสีย ที่สามารถนำน้ำและของเสียบางอย่างกลับไปใช้ประโยชน์ในโรงงานได้อีก

ค. โรงงานอุตสาหกรรมควรมีบ่อพักน้ำเสียและบำบัดน้ำเสียก่อนปล่อยทิ้งลงแม่น้ำ

3. จากการสำรวจสภาพแม่น้ำเจ้าพระยา ตั้งแต่จังหวัดนนทบุรีจนถึงพระประแดง พบว่ามีค่า บี โอ ดี ของน้ำสูงขึ้นทุก ๆปี

ก. การที่ค่า บี โอ ดี ของน้ำเพิ่มขึ้นทุก ๆปีนั้น เป็นเพราะมีการปล่อยน้ำเสียของโรงงานอุตสาหกรรมในแม่น้ำเจ้าพระยาเพิ่มมากขึ้น

ข. น้ำทิ้งจากบ้านเรือน ขยะมูลฝอยและสิ่งปฏิกูลที่ทิ้งลงในแม่น้ำเจ้าพระยาเป็นสาเหตุสำคัญที่ทำให้ค่าบี โอ ดี ของน้ำสูงขึ้นทุก ๆปี

ค. รัฐบาลจะต้องควบคุมดูแลเกี่ยวกับเรื่องการปล่อยน้ำเสียทิ้งของโรงงานอุตสาหกรรมอย่างจริงจังโดยส่งเจ้าหน้าที่คอยดูแลตรวจตราอย่างใกล้ชิด

4.สิ่งมีชีวิตทุกชนิดที่อยู่ในน้ำ เช่น กุ้ง หอย ปู ปลา และพืชน้ำ ล้วนต้องการก๊าซออกซิเจนสำหรับใช้ในการหายใจ

ก. กังหันน้ำชัยพัฒนาเป็นแนวทางหนึ่งในการใช้เพิ่มปริมาณออกซิเจนในน้ำ

ข. ถ้าจะไม่ให้น้ำในตู้เลี้ยงปลาเสีย ควรใช้เครื่องปั๊มลม ปั๊มอากาศลงในน้ำ

ค. การปลูกสาหร่ายในน้ำสามารถช่วยเพิ่มปริมาณออกซิเจนได้และยังรักษาสมดุลธรรมชาติได้ดี

5. ตารางแสดงปริมาณแบคทีเรียที่พบในเครื่องดื่มและอาหารบางชนิด ต่อน้ำ 100 ลูกบาศก์เซนติเมตร

น้อยกว่า 100 โคโลนี	ปริมาณ 100-10,000 โคโลนี	มากกว่า 10,000 โคโลนี
น้ำประปา นำอัดลม	น้ำกรอง น้ำฝน น้ำแข็งใส่น้ำชา	น้ำหวาน ไอศกรีมกระทิ น้ำปลา

ก. จากข้อมูลถ้าเราจะเลือกน้ำไว้สำหรับดื่มควรเลือกน้ำประปา

ข. จากข้อมูลเครื่องบริโภคต่าง ๆที่มีน้ำเป็นส่วนผสมล้วนแต่มีจุลินทรีย์อยู่ด้วยทั้งสิ้น

ค. การที่น้ำประปาและน้ำอัดลมมีปริมาณจุลินทรีย์น้อยกว่าน้ำชนิดอื่น ๆ ก็เพราะจุลินทรีย์ถูกทำลายไปจากขบวนการผลิตน้ำเหล่านั้น

6. การทำลายจุลินทรีย์โดยทั่วไปมี 2 วิธี คือ การใช้ความร้อนกับการใช้สารเคมีบางชนิดทำลาย

ก. การทำลายจุลินทรีย์ที่อยู่ตามถ้วยชามควรใช้ความร้อนในการทำลาย

ข. สารเคมีที่นิยมใช้ในการทำลายจุลินทรีย์ได้แก่แอลกอฮอล์และฟอร์มาลิน แต่ไม่นิยมนำมาใช้กับอาหารสำหรับบริโภค

ค. การนำผัก ผลไม้จุ่มในฟอร์มาลินเพื่อทำลายจุลินทรีย์จะทำให้ ผัก ผลไม้สดได้นานหลายวัน

7. บุคคลใดที่เป็นสาเหตุให้เกิดมลภาวะด้านต่าง ๆขึ้นได้มากที่สุด

ก. ผู้ลักลอบตัดไม้ทำลายป่า

ข. ผู้ขับขี่รถจักรยานยนต์ที่มีเสียงดังสนั่นหวั่นไหว

ค. ผู้ขายอาหารที่ผสมสีย้อมผ้าลงในขนม

8. สารที่ทำให้น้ำกระด้างได้แก่ คัลเซียมคลอไรด์ คัลเซียมไบคาร์บอเนต คัลเซียมซัลเฟต มักเนเซียมซัลเฟต มักเนเซียมคลอไรด์และมักเนเซียมไบคาร์บอเนต

ก. ก่อนนำน้ำกระด้างไปใช้เราควรแก้ความกระด้างของน้ำเสียก่อน โดยการนำไปต้มหรือเติมสารเคมีบางอย่างลงไป

ข. น้ำกระด้างนอกจากเกิดขึ้นตามธรรมชาติแล้ว มนุษย์เราก็มีส่วนในการทิ้งสารเคมีบางอย่างลงในน้ำทำให้เกิดน้ำกระด้างได้

ค. น้ำกระด้างไม่เหมาะที่จะใช้ซักล้างเพราะทำให้สิ้นเปลืองผงซักฟอกมาก

9. จากการสำรวจสาร ดี ดี ที ในปลาน้ำจืดพบว่ามีอยู่ในปลาน้ำจืดเกือบทุกชนิด

ก. สาร ดี ดี ที เป็นสารที่สลายตัวยาก เมื่อเรานำมาใช้จึงมักตกค้างอยู่ในดินและน้ำ

ข. น่าจะได้มีการศึกษาปริมาณสาร ดี ดี ที ที่อยู่ในปลาแต่ละชนิดเพื่อใช้เป็นข้อมูลสำหรับผู้บริโภค

ค. การใช้สารเคมีเพื่อเพิ่มผลผลิตทางการเกษตรกันอย่างแพร่หลายในขณะนี้ ทำให้สารพิษตกค้างในสิ่งแวดล้อมมากขึ้นควรหาวิธีทดแทนการใช้สารเคมีเหล่านี้

10.โรงงานอุตสาหกรรมบางโรงงานมักนำเศษโลหะหรือสารเคมีที่ไม่ต้องการทิ้งลงตามพื้นดิน ซึ่งเป็นสาเหตุที่ทำให้ดินเสีย

ก. ถ้าจุลินทรีย์และไส้เดือนดินที่อยู่ในดินถูกทำลายลง จะทำให้ความอุดมสมบูรณ์ของดินบริเวณนั้นลดลง

ข. การทิ้งสารเคมีและเศษโลหะลงในดินนั้น มิใช่ทำให้ดินเสียเพียงอย่างเดียว เวลาฝนตกสารและโลหะเหล่านี้จะถูกชะล้างไหลลงสู่แหล่งน้ำต่าง ๆ ทำให้น้ำเสียอีกด้วย ดังนั้นจึงควรจัดหาที่สำหรับทิ้งโดยเฉพาะ

ค. สารเคมีจำพวก กรด เบส ยาปราบศัตรูพืช และโลหะบางชนิด เช่น ตะกั่ว ปรอท แคดเมียมจะทำให้เกิดอันตรายต่อสิ่งมีชีวิตในดิน จึงควรควบคุมการทิ้ง

11. แหล่งที่ทำให้เกิดอากาศเสียมากที่สุดในเมืองใหญ่ ๆ ได้แก่ รถยนต์

ก. ควันจากท่อไอเสียรถยนต์จะมีก๊าซคาร์บอนมอนออกไซด์สูงมาก

ข. เราต้องนำเครื่องยนต์ไปตรวจระบบการเผาไหม้ของเครื่องยนต์ให้มีประสิทธิภาพอยู่เสมอ

ค. ถ้าเปลี่ยนเครื่องยนต์มาใช้เป็นเครื่องที่ขับเคลื่อนด้วยพลังงานไฟฟ้า น่าจะช่วยลดปัญหาเกี่ยวดับมลภาวะลงได้มาก

12. สารที่ไม่ย่อยสลายบางชนิดในขยะ เช่น ถุงพลาสติก โลหะต่าง ๆ กระป๋องเครื่องดื่ม ทำให้ท่อระบายน้ำอุดตันและทำให้ดินเสีย

ก. การอุดตันของท่อระบายน้ำไม่เกิดจากถุงพลาสติกและเศษโลหะเท่านั้น เศษดิน หินทรายจากการก่อสร้างก็ทำให้ท่อระบายน้ำอุดตันได้ ซึ่งผู้ที่เกี่ยวข้องควรระวัง

ข. ทุกคนไม่ควรทิ้งถุงพลาสติกหรือเศษวัสดุลงตามถนนเพราะเวลาฝนตกถุงพลาสติกจะไปอุดท่อระบายน้ำทำให้เกิดน้ำท่วมถนน

ค. ขยะโดยทั่วไปประกอบด้วยสารอินทรีย์และสารอนินทรีย์ ซึ่งส่วนใหญ่แล้วขยะที่เป็นสารอนินทรีย์มักทำให้เกิดการอุดตันของท่อระบายน้ำ

13. เสียงที่ดังมาก ๆ จะก่อให้เกิดอันตรายต่อสุขภาพทั้งทางร่างกายและจิตใจ

ก. บ้านที่ปลูกใกล้ถนนที่มีรถยนต์วิ่งหรืออยู่ในชุมชนใหญ่ ควรออกแบบบ้านให้สามารถป้องกันเสียงได้

ข. การตรวจจับรถที่มีเสียงดังไม่ควรตรวจจับเฉพาะรถจักรยานยนต์เท่านั้น ควรทำการตรวจจับและควบคุมแหล่งที่ก่อให้เกิดเสียงดังทุกประเภทด้วย เพราะทำให้เกิดมลภาวะของเสียงทั้งสิ้น

ค. เสียงจากแหล่งต่าง ๆควรดังไม่เกิน 85 เดซิเบลเพราะถ้าดังกว่านี้จัดว่าเป็นเสียงที่อันตราย

14. เสียงที่มีความดังน้อยแม้ว่าจะก่อให้เกิดอันตรายไม่เท่ากับเสียงที่มีความดังมาก ๆก็ตาม แต่ถ้าได้ยินติดต่อกันเป็นเวลานาน ๆ ก็จะทำให้เกิดผลเสียได้เช่นเดียวกัน

ก. การได้ยินเสียงดังน้อยแต่ได้ยินบ่อย ๆ นาน ๆ จะทำให้ประสาทเครียดอารมณ์หงุดหงิ

ข. คนงานที่ทำงานในโรงงานที่มีเสียงดัง ควรได้รับการพักผ่อนบ้าง

ค. คนที่มีบ้านใกล้สนามบินหรือถนนที่รถยนต์วิ่งเป็นประจำ มีโอกาสเป็นโรคประสาทหรือกระเพาะอาหารได้มากกว่าคนที่อาศัยในบริเวณที่ไม่มีเสียงอึกทึก

15. สารประกอบฟอสเฟตที่เป็นองค์ประกอบในผงซักฟอกเป็นปุ๋ยเคมีที่สำคัญอย่างหนึ่งของพืช

ก. เราไม่ควรเทน้ำที่มีผงซักฟอกลงไปในแม่น้ำ เพราะจะทำให้พืชน้ำเจริญเติบโต

ข. ถ้าสารฟอสเฟตละลายในน้ำจนมีความเข้มข้นพอเหมาะ ประมาณ 15 ส่วนในล้านส่วนก็จะทำให้พืชน้ำเจริญเติบโต

ค. ควรมีการเปลี่ยนแปลงองค์ประกอบของผงซักฟอกเสียใหม่โดยใช้สารอื่นแทนสารฟอสเฟตเพื่อจะได้ลดปริมาณสารฟอสเฟตในน้ำให้น้อยลง

16. ปัจจุบันได้เกิดสภาวะแวดล้อมอากาศเป็นพิษอยู่โดยทั่วไป

ก. ควันจากโรงงานอุตสาหกรรมและจากท่อไอเสียรถยนต์เป็นสาเหตุที่ทำให้เกิดมลภาวะของอากาศมากที่สุด

ข. ควรช่วยกันปลูกต้นไม้มาก ๆ เพื่อช่วยแก้ปัญหามลภาวะอากาศ

ค. ถ้าเราปล่อยให้เกิดมลภาวะอากาศอยู่เช่นนี้โดยไม่ได้ดำเนินการแก้ไขใด ๆ ในอนาคตมนุษย์จะต้องซื้ออากาศบริสุทธิ์สำหรับหายใจ

17.การตัดไม้ทำลายป่า หักร้างถางป่าทำให้เกิดมลภาวะของดิน โดยเกิดการสึกกร่อนพังทลาย

ก. การพังทลายของดินจะทำให้เกิดการสูญเสียอาหารของพืชไป

ข. เมื่อมีการตัดไม้ไปใช้ประโยชน์ต้องมีการปลูกทดแทนเพื่อไม่ให้พื้นที่ป่าลดลง

ค. ทุกคนต้องร่วมมือกันอย่างจริงจังในการรักษาทรัพยากรป่าไม้ โดยร่วมมือกันดูแลบำรุงรักษาป่าไม้ไม่ให้ถูกทำลายหรือหาทางขยายพื้นที่ป่าให้มีมากขึ้น

18.ควันบุหรี่มีสารพิษอยู่หลายชนิด เช่น ทาร์ เบนโซไพริน นิโคติน คาร์บอนมอนอกไซด์ คาร์บอนไดออกไซด์ ไฮโดรเจน ไซยาไนด์

ก. สารพิษในควันบุหรี่ทำให้ผู้สูบมีโอกาสเป็นมะเร็งในปอดได้ ควรงดการสูบบุหรี่

ข. การสูบบุหรี่นอกจากทำลายสุขภาพของตนเองและผู้ใกล้ชิดแล้วยังทำลายทรัพย์สินของผู้สูบอีกด้วย เป็นการสูญเสียที่ไม่เกิดประโยชน์เลยจึงควรงดสูบบุหรี่เสีย

ค. ไม่ควรสูบบุหรี่ในที่ชุมชนเพราะเป็นการสร้างความรำคาญกับผู้อื่นและยังผิดกฎหมายอีกด้วย

19.การใช้ยาปราบศัตรูพืชและยาฆ่าแมลงที่ใช้ในการเพิ่มผลผลิตทางการเกษตรนั้นสารเหล่านี้จะตกค้างอยู่ในดินทำให้ดินเสีย

ก. ยาปราบศัตรูพืชมีสารที่เป็นโลหะประกอบอยู่ด้วย เช่น สารหนู แคดเมียม ปรอท ตะกั่ว สารเหล่านี้สลายตัวยากจะสะสมอยู่ในดินทำให้จุลินทรีย์ในดินถูกทำลาย

ข. เกษตรกรควรเปลี่ยนมาใช้ยาฆ่าแมลงที่สลายตัวได้ง่ายก็จะช่วยลดปัญหาเรื่องสารพิษตกค้างได้

ค. ปัจจุบันมีการใช้ยาปราบศัตรูพืชมากแต่จำนวนศัตรูพืชก็มีมากขึ้นแสดงว่าศัตรูพืชมีความต้านทานต่อยาสูงขึ้น ดังนั้นควรเปลี่ยนมาปราบด้วยวิธีกลหรือวิธีชีวภาพแทน

20.น้ำมันหล่อลื่นเมื่อไหลลงสู่แม่น้ำลำคลอง จะทำให้เกิดการเน่าเสีย

ก. น้ำมันหล่อลื่นไม่ละลายน้ำจะปกคลุมผิวน้ำ ทำให้ก๊าซออกซิเจนไม่สามารถละลายน้ำได้

ข. น้ำมันหล่อลื่นที่ใช้แล้วควรเผาทิ้งหรือนำกลับไปปรับปรุงคุณภาพให้ดีแล้วนำกลับมาใช้ใหม่

ค. ควรระมัดระวังในเรื่องการขุดเจาะน้ำมันและการขนถ่ายน้ำมันดิบในอ่าวไทย เพื่อที่จะไม่ให้เกิดปัญหาแก่ชาวประมงและหาดทรายตามชายฝั่งทะเลเกิดความสกปรก

กระดาษคำตอบแบบทดสอบ

วัดแนวคิดแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์

ชื่อ-สกุล..... ชั้น..... เลขที่.....

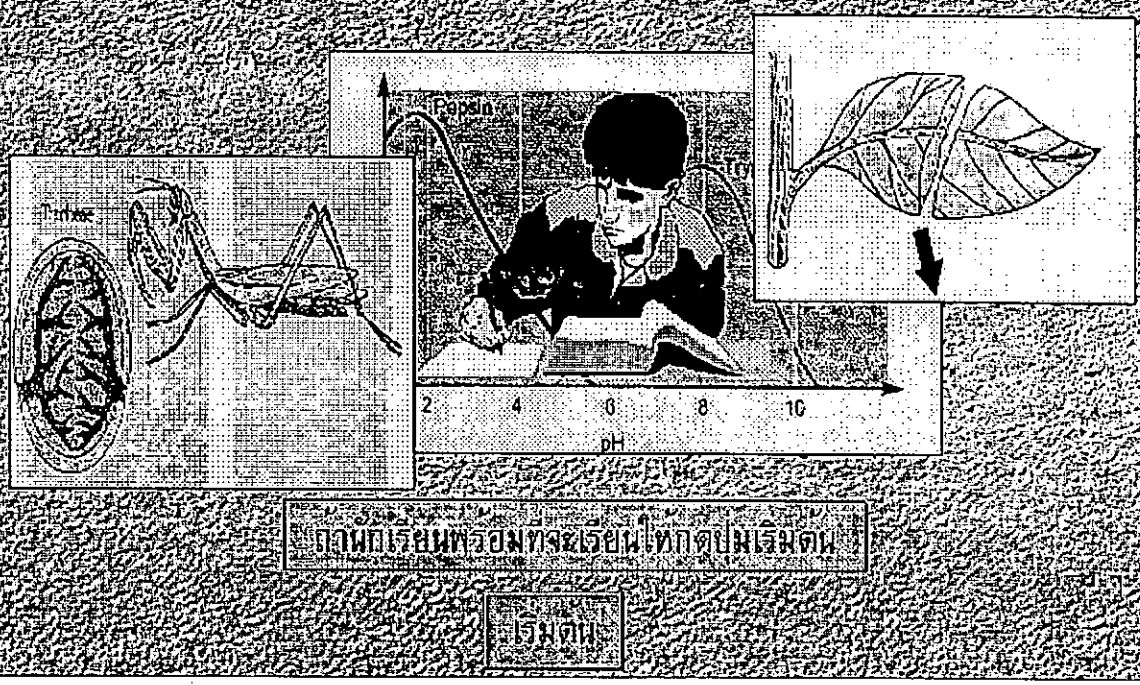
ข้อ	ก	ข	ค
1			
2			
3			
4			
5			
6			
7			
8			
9			
10			

ข้อ	ก	ข	ค
11			
12			
13			
14			
15			
16			
17			
18			
19			
20			

ภาคผนวก ง

ตัวอย่างฐานข้อมูลการเรียนรู้แบบมัลติมีเดียวิชาชีววิทยา (ว042)

บทปฏิบัติการชีววิทยา



ถ้านักเรียนพร้อมที่จะเรียนให้กดปุ่มเริ่มต้น

เริ่มต้น

บทปฏิบัติการชีววิทยา

ทำบทปฏิบัติการ

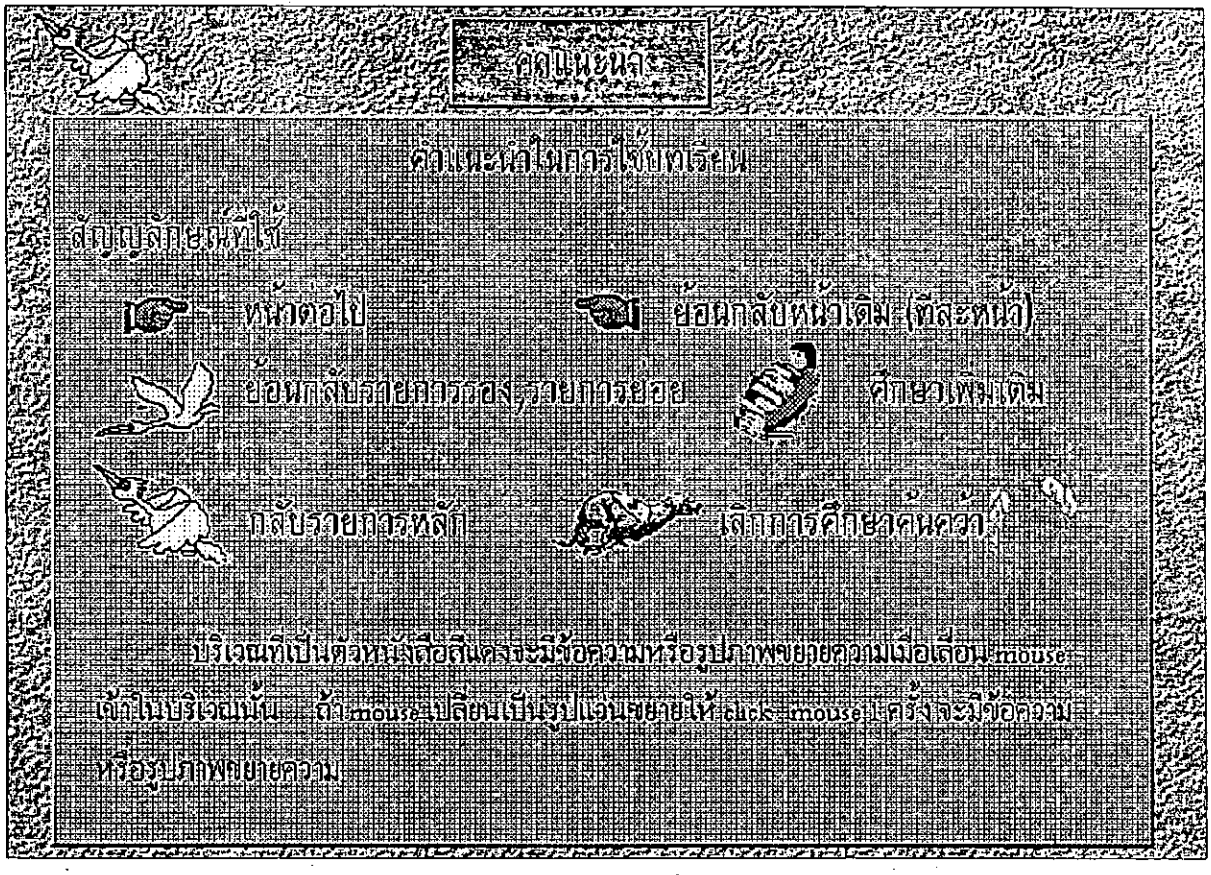
ค้นคว้าความรู้

ทดสอบความรู้

เลือกการศึกษาค้นคว้า

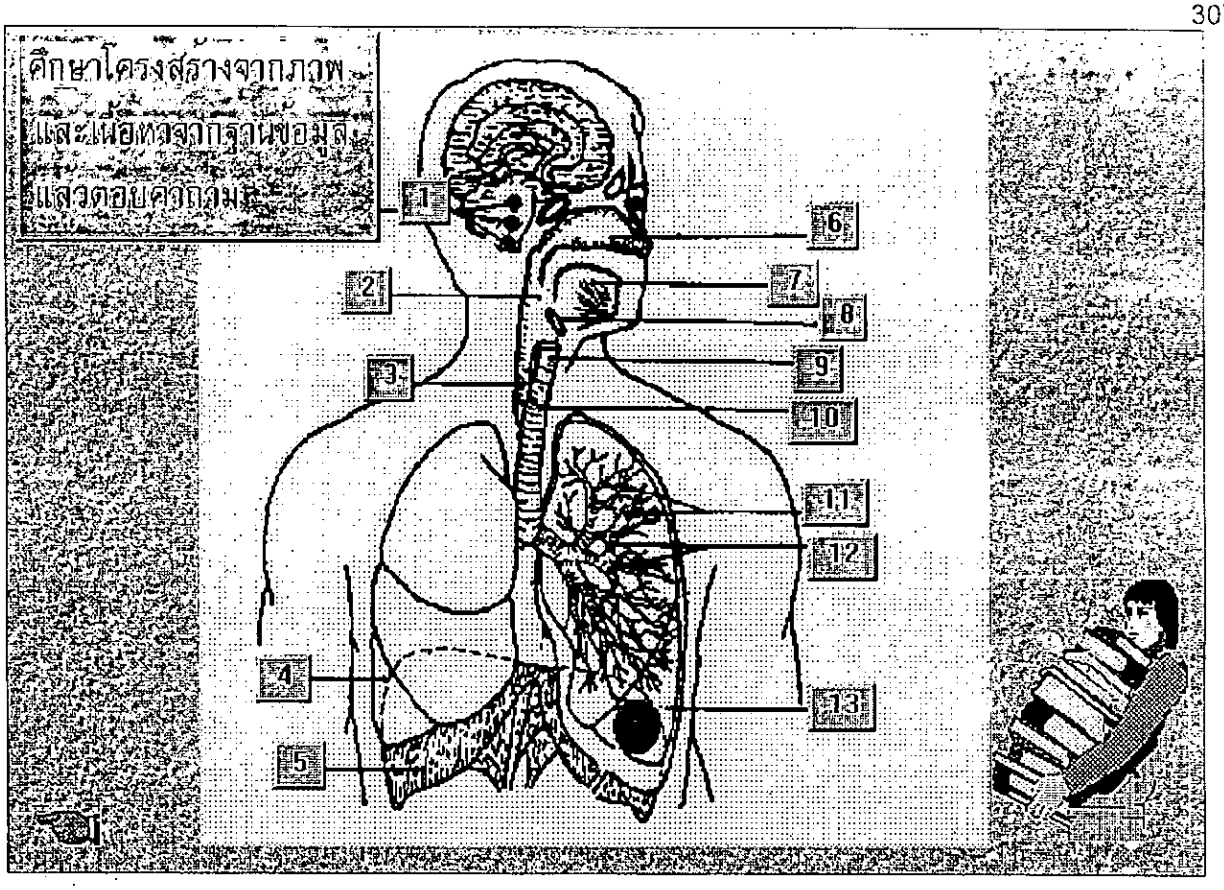
คำแนะนำ

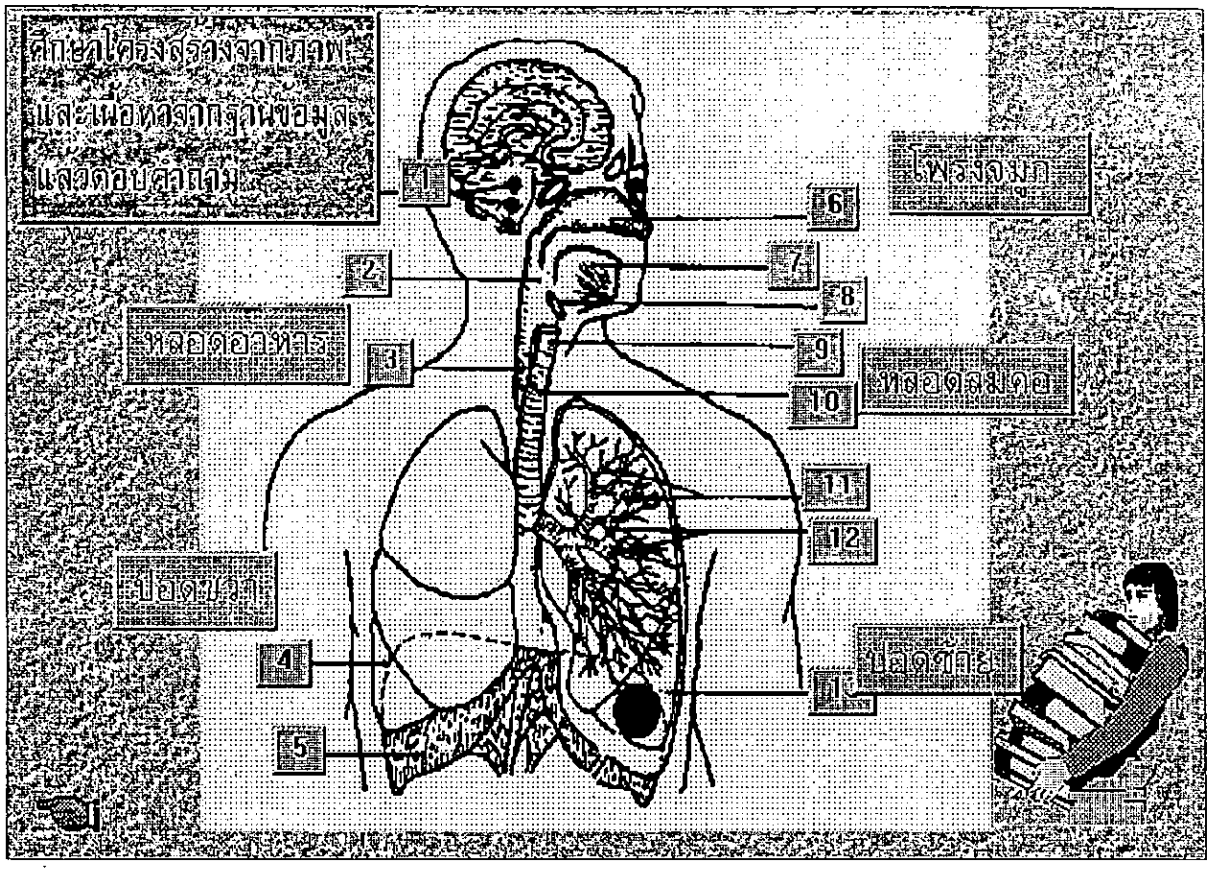

บทปฏิบัติการชีววิทยา
การทำงานของตัวยับยั้งเอนไซม์
การหายใจแบบไม่ใช้ออกซิเจน
การวัดอัตราการหายใจ
การศึกษาโครงสร้างปอด
การศึกษาโครงสร้างใบพืช
การสังเคราะห์ด้วยแสง
การศึกษาโครงสร้างเซลล์คน
การศึกษาการคายน้ำของพืช

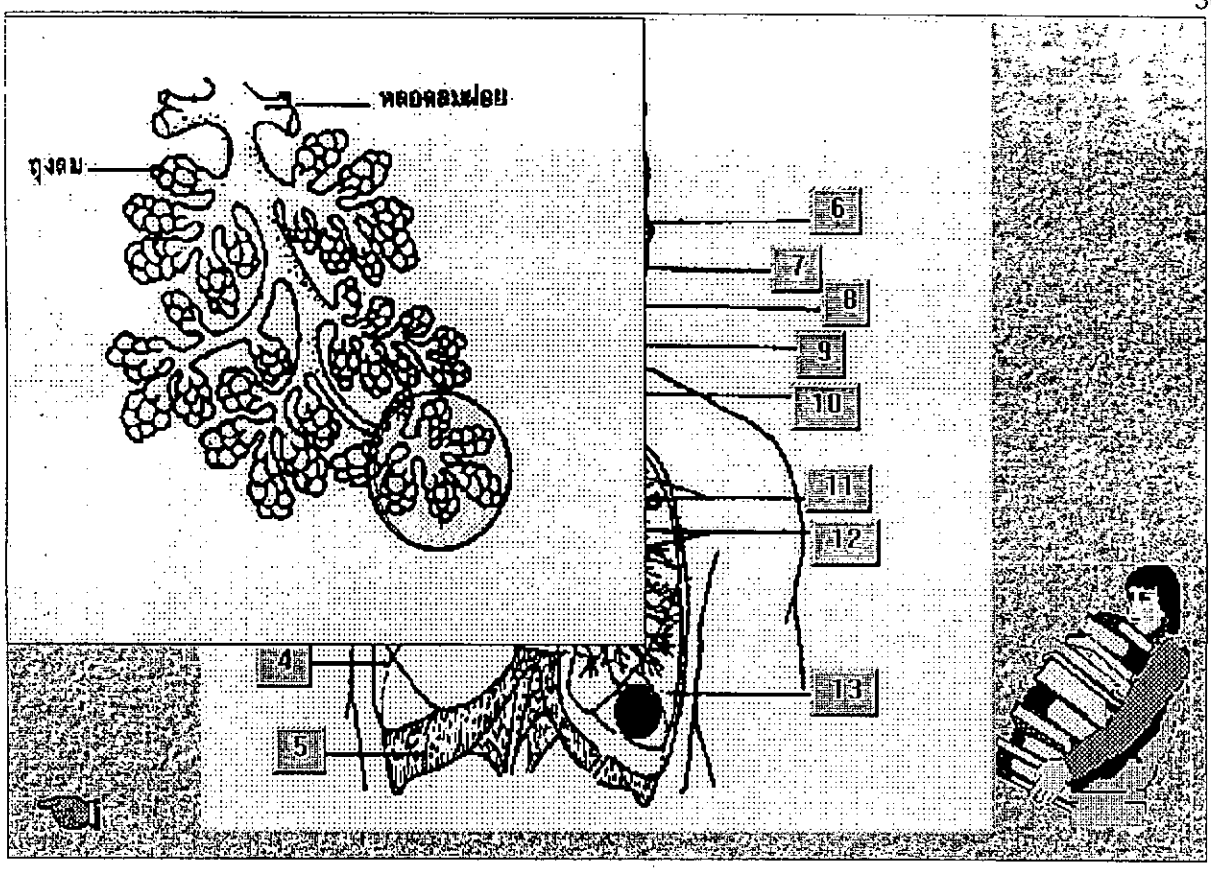

คู่มือนักเรียน
ความสามารถในการใช้บทเรียน
สัญญลักษณ์ที่ใช้
หน้าต่อไป
ย้อนกลับหน้าเดิม (ทีละหน้า)
ย้อนกลับกลุ่มการทดลอง, ตอนการทดลอง
ศึกษาเพิ่มเติม
กลับสารบัญ
เลิกการศึกษาค้นคว้า
ในบริเวณที่เป็นตัวหนังสือสีแดงจะมีข้อความหรือรูปภาพขยายความเมื่อเลื่อน mouse
เข้าไปบริเวณนั้น ถ้า mouse เปลี่ยนเป็นรูปแอนขยายให้ click mouse ครั้งจะมีข้อความ
หรือรูปภาพขยายความ

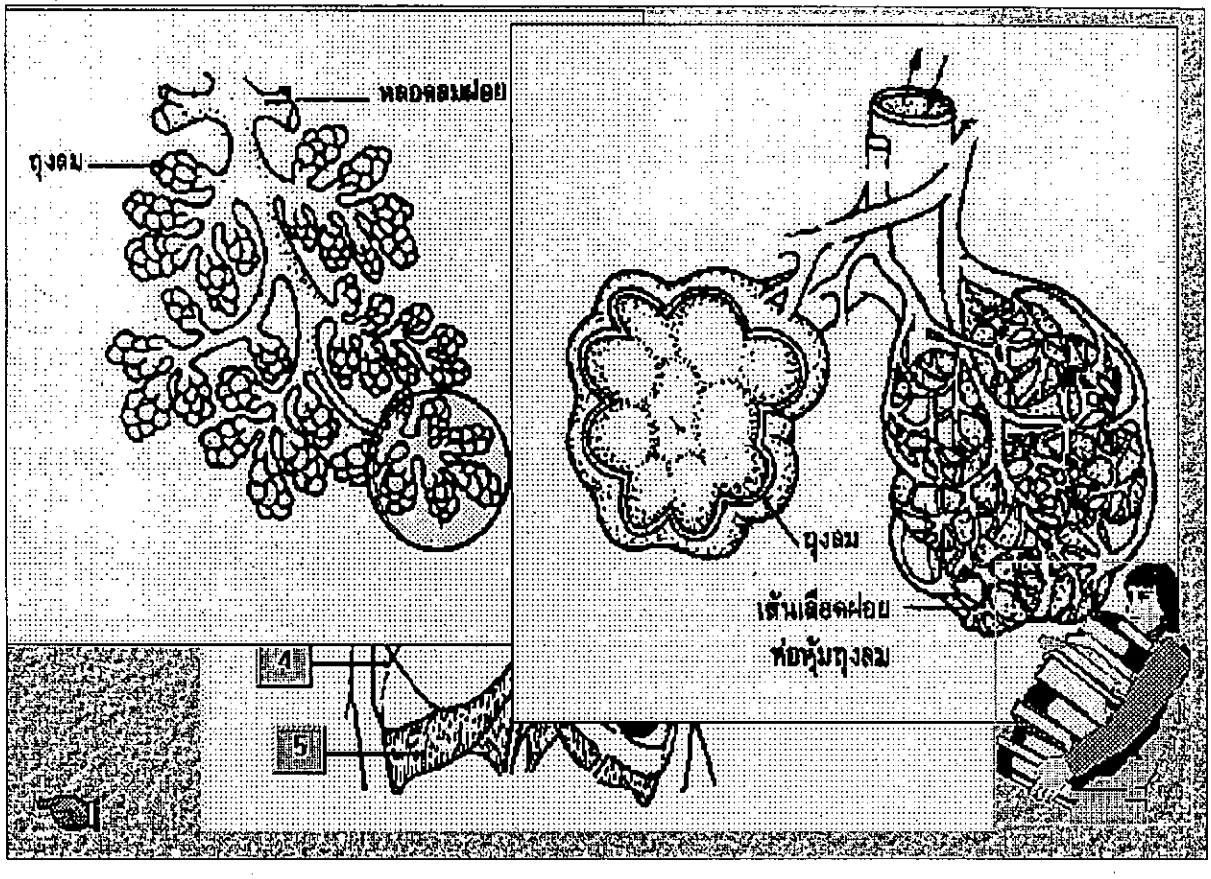

บทปฏิบัติการชีววิทยา ว 042
การศึกษาโครงสร้างปอด
นักเรียนพร้อมที่จะเรียนให้กดปุ่มเริ่มต้น
เริ่มต้น


บทปฏิบัติการชีววิทยา ว 042
การศึกษาโครงสร้างปอด
ให้นักเรียนศึกษาลักษณะ โครงสร้างของระบบทางเดินหายใจ
โครงสร้างของปอดมนุษย์ โครงสร้างการแตกแขนงและชนิดของ
หลอดลมฝอยที่กระจายอยู่ในเนื้อปอด จากรูป


ศึกษาโครงสร้างจากภาพ
และเนื้อหาจากจุลทัศน์
แล้วตอบคำถาม
1
2
3
4
5
6
7
8
9
10
11
12
13

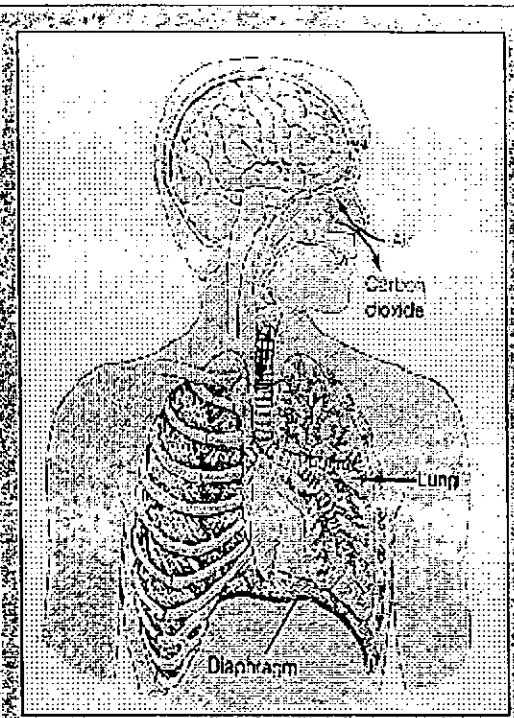

ศึกษาโครงสร้างจากภาพ
และเนื้อหาจากจุลทัศน์
แล้วตอบคำถาม
1
2
3
4
5
6
7
8
9
10
11
12
13
โพรงจมูก
หลอดอาหาร
ปอดข้างขวา
หลอดลมคอ
หลอดลม


หลอดลมฝอย
ถุงลม
6
7
8
9
10
11
12
13
4
5


หลอดลมฝอย
ถุงลม
ถุงลม
เส้นเลือดฝอย
หุ้มถุงลม
4
5

โครงสร้างปอดของคน

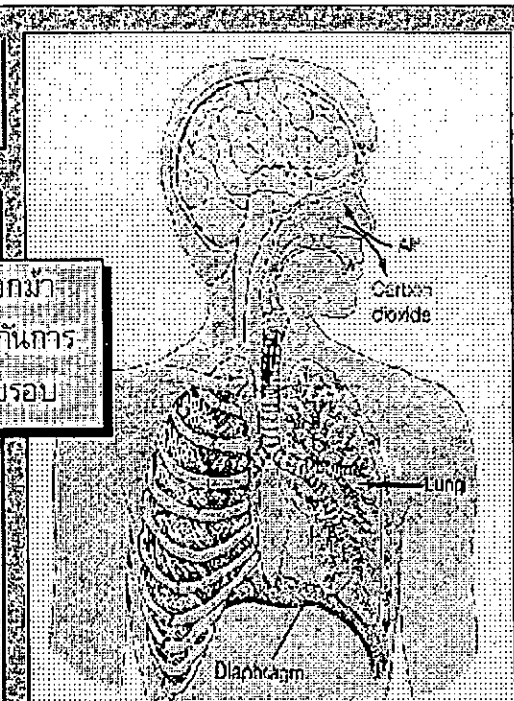
ปอดเป็นอวัยวะที่อยู่ภายในช่องอก ก่อนถึง
ปอดอากาศจะผ่านรูจมูกเข้าสู่โพรงจมูกซึ่งมีขน
เส้นเล็กๆและเยื่อเมือกปกคลุมอยู่ จากนั้นอากาศจะผ่าน
เข้าสู่คอหอยลงสู่กล่องเสียงแล้วเข้าสู่หลอดลมคอ
ปลายสุดของหลอดลมคอแยกออกเป็นหลอดลม
ซ้ายและขวาสู่ปอดสองข้าง หลอดลมนี้แตกแขนง
เล็กลงทุกทีเรียกว่าหลอดลมฝอย ปลายสุดของ
หลอดลมฝอยจะเป็นถุงลม



โครงสร้างปอดของคน

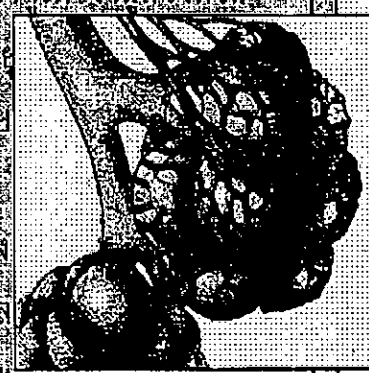
ปอดเป็นอวัยวะที่อยู่ภายในช่องอก ก่อนถึง
ปอดอากาศจะผ่านรูจมูกเข้าสู่โพรงจมูกซึ่งมีขน
เส้นเล็กๆและเยื่อเมือก
เข้าสู่คอหอยลงสู่กล่อง
ปลายสุดของหลอดลมคอ แยกออกเป็นหลอดลม
ซ้ายและขวาสู่ปอดสองข้าง หลอดลมนี้แตกแขนง
เล็กลงทุกทีเรียกว่าหลอดลมฝอย ปลายสุดของ
หลอดลมฝอยจะเป็นถุงลม

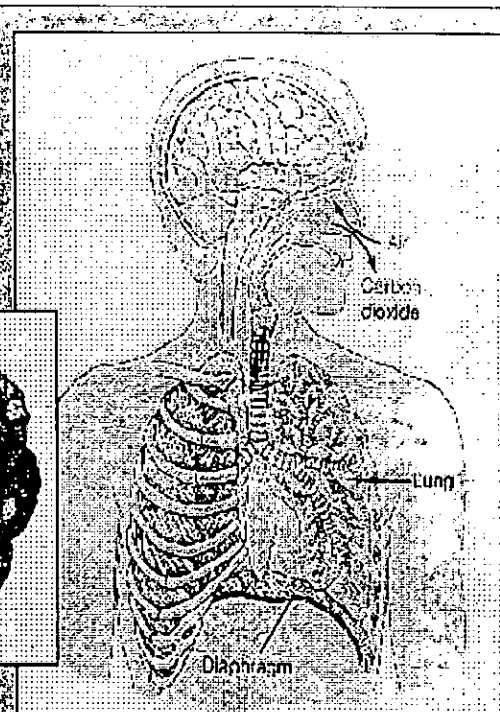
มีลักษณะเป็นกระดูกอ่อนรูปเกือกม้า
เรียงซ้อนกันเป็นชั้นๆ เพื่อป้องกันการ
แฟบจากแรงกดของเนื้อเยื่อโดยรอบ



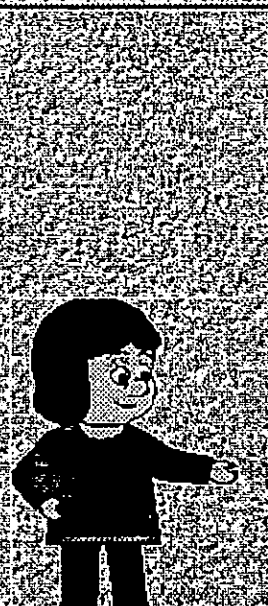
โครงสร้างปอดของคน

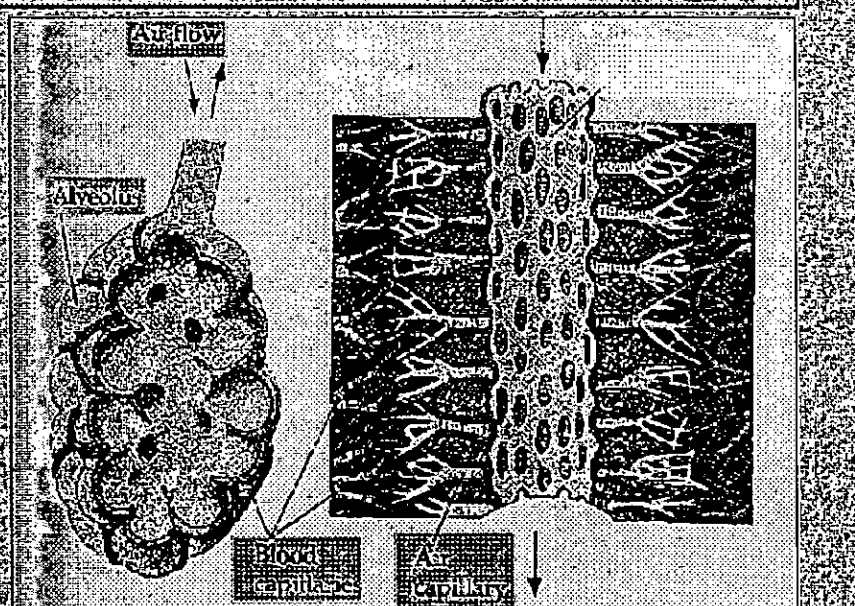
ปอดเป็นอวัยวะที่อยู่ภายในช่องอกทั้งสอง
ปอดอากาศจะผ่านรูจมูกเข้าสู่โพรงจมูกซึ่งมีขน
เส้นเล็กๆและเยื่อเมือกบุอยู่
เข้าสู่คอหอยลงสู่กล่องเสียง
ปลายสุดของหลอดลมคอ
ซ้ายและขวาสู่ปอดสองข้าง
เล็กลงทุกทีเรียกว่าหลอดล
หลอดลมฝอยจะเป็นถุงลม



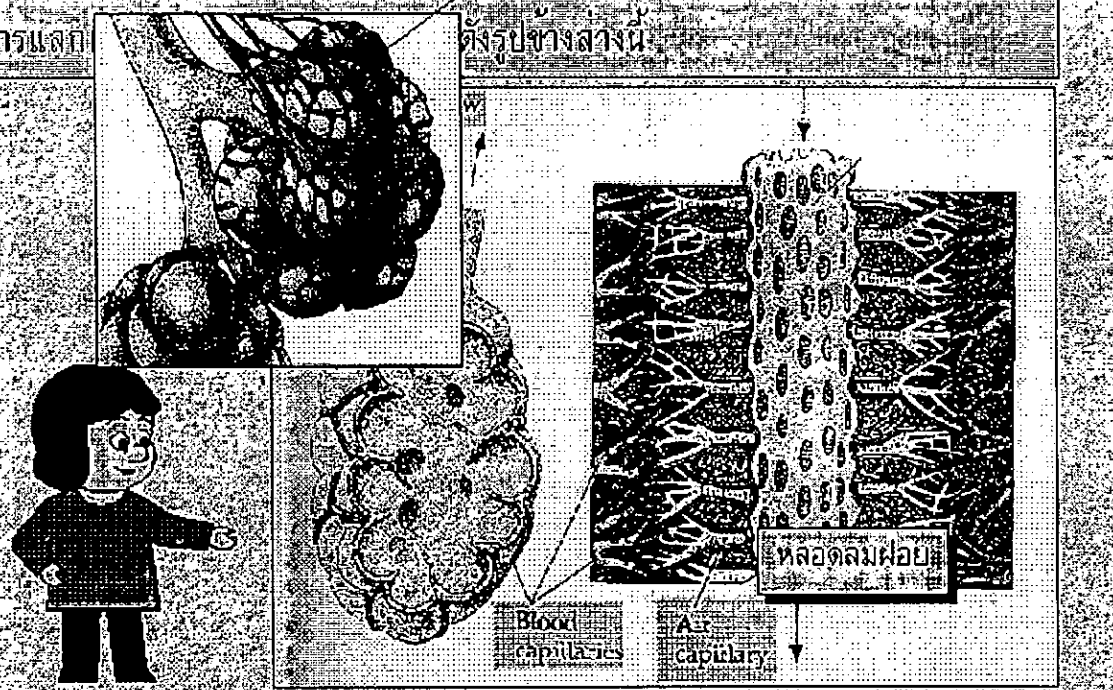


ปริเวณรอบๆถุงลมเล็กๆของปอดมีเส้นเลือดฝอยหุ้มอยู่ บริเวณนี้เป็นบริเวณที่มีก
ารแลกเปลี่ยนก๊าซกันเป็นบริเวณแรกดังรูปข้างล่างนี้

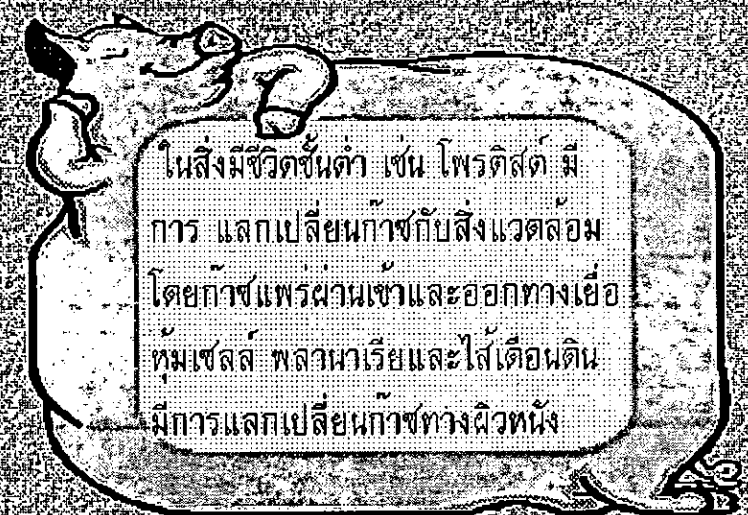




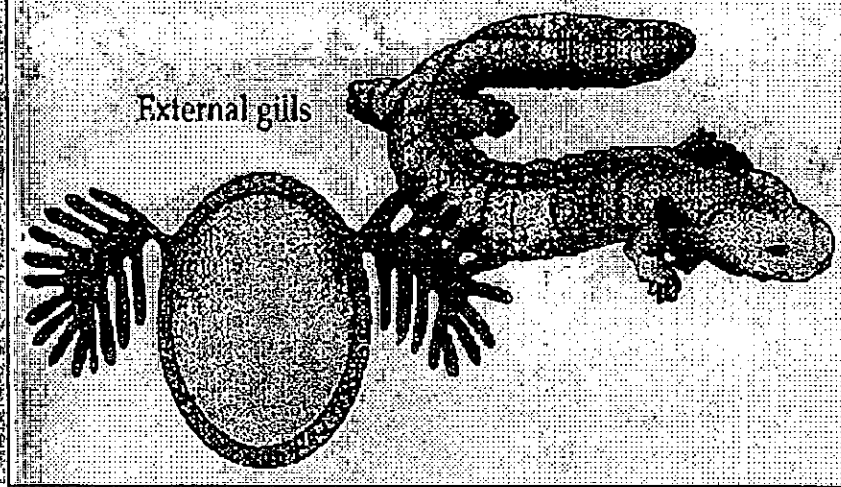
บริเวณรอบๆถุงลมเล็กๆของปอดมีเส้นเลือดฝอยหุ้มอยู่ บริเวณนี้เป็นบริเวณที่มี
การแลก ดังรูปข้างล่างนี้



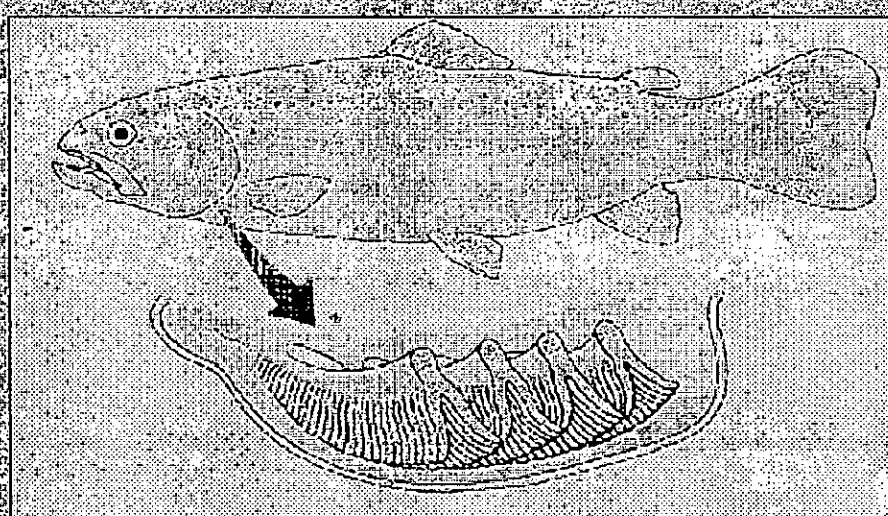
โครงสร้างที่ใช้ในการแลกเปลี่ยนก๊าซของสัตว์แต่ละชนิด ตัวอย่างเช่น
ช้าง ม้า จิงโจ้ ปลา กบ นก แมลง กุ้ง จะแตกต่างกันออกไป



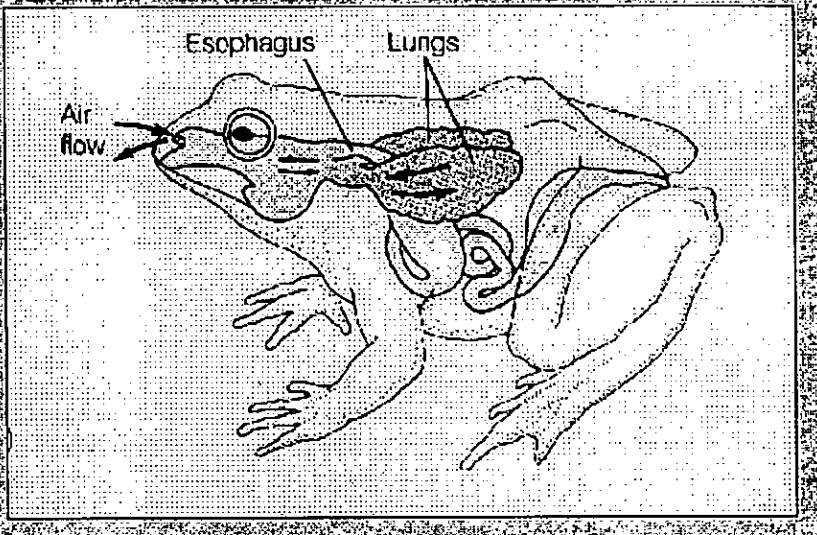
โครงสร้างที่ใช้ในการแลกเปลี่ยนก๊าซของสัตว์แต่ละชนิด ตัวอย่าง เช่น
ซาลามานเดอร์ ปลา กบ นก แมลง กุ้ง จะแตกต่างกันออกไป



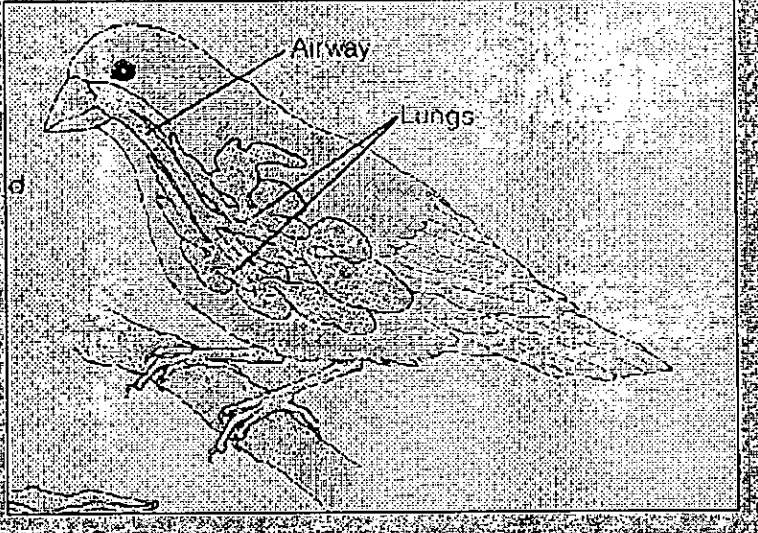
โครงสร้างที่ใช้ในการแลกเปลี่ยนก๊าซของสัตว์แต่ละชนิด ตัวอย่าง เช่น
ซาลามานเดอร์ ปลา กบ นก แมลง กุ้ง จะแตกต่างกันออกไป



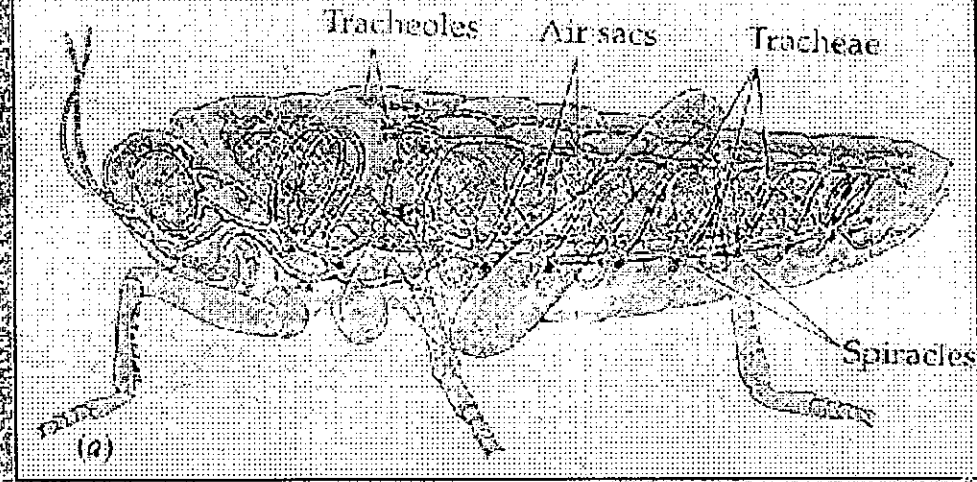
โครงสร้างที่ใช้ในการแลกเปลี่ยนก๊าซของสัตว์แต่ละชนิด ตัวอย่าง เช่น
ซาลามานเดอร์ ปลา กบ นก แมลง ปอด จะแตกต่างกันออกไป



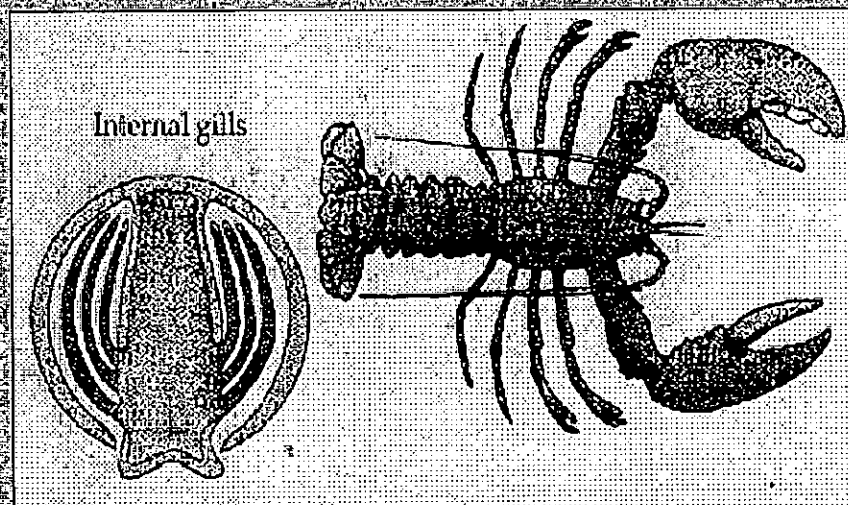
โครงสร้างที่ใช้ในการแลกเปลี่ยนก๊าซของสัตว์แต่ละชนิด ตัวอย่าง เช่น
ซาลามานเดอร์ ปลา กบ นก แมลง ปอด จะแตกต่างกันออกไป



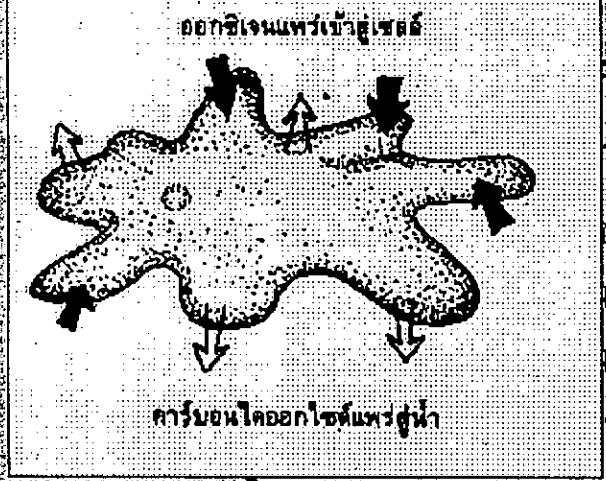
โครงสร้างที่ใช้ในการแลกเปลี่ยนก๊าซของสัตว์แต่ละชนิด ตัวอย่าง เช่น
ซาลามานเดอร์ ปลา กบ นก แมลง กุ้ง จะแตกต่างกันอย่างไร



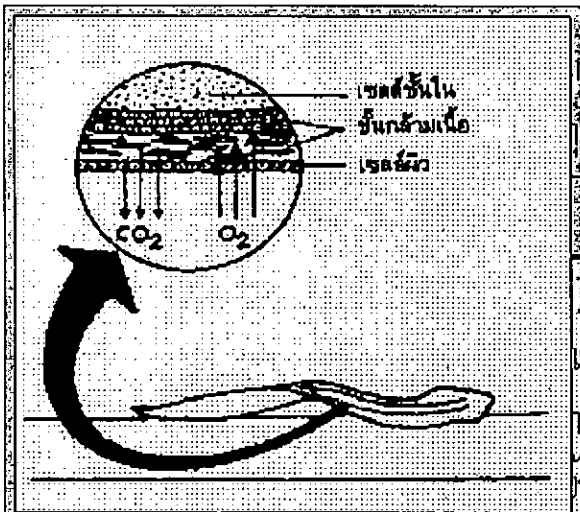
โครงสร้างที่ใช้ในการแลกเปลี่ยนก๊าซของสัตว์แต่ละชนิด ตัวอย่าง เช่น
ซาลามานเดอร์ ปลา กบ นก แมลง กุ้ง จะแตกต่างกันอย่างไร



โครงสร้างที่ใช้ในการแลกเปลี่ยนก๊าซของสัตว์แต่ละชนิด ตัวอย่าง เช่น
ซาลามานเดอร์ ปลาวาฬ นกและแมลง ก็จะแตกต่างกันออกไป



โพรติสต์ มี
บสิ่งแวดล้อม
ะออกทางเยื่อ
ะไส้เดือนดิน
างผิวหนัง

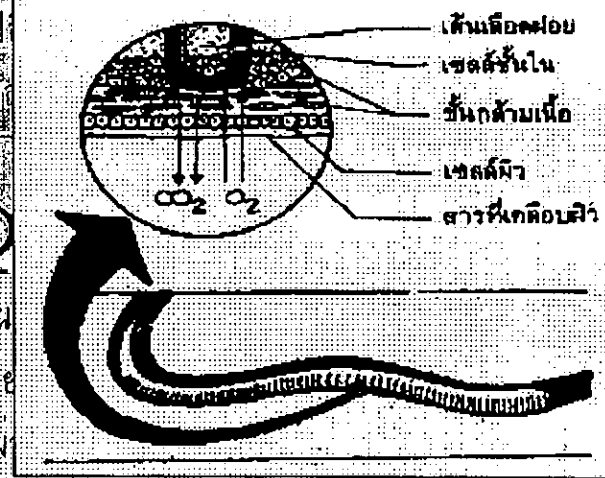


ก๊าซของสัตว์แต่ละชนิด ตัวอย่าง เช่น
จะแตกต่างกันออกไป

เช่น โพรติสต์ มี
าซกับสิ่งแวดล้อม
้าและออกทางเยื่อ
หุ้มเซลล์ พลานาเรียและไส้เดือนดิน
มีการแลกเปลี่ยนก๊าซทางผิวหนัง

โครงสร้างที่ใช้ในการแลกเปลี่ยนแก๊ส

ชวลามานเดอร์ปลวกนกแม่



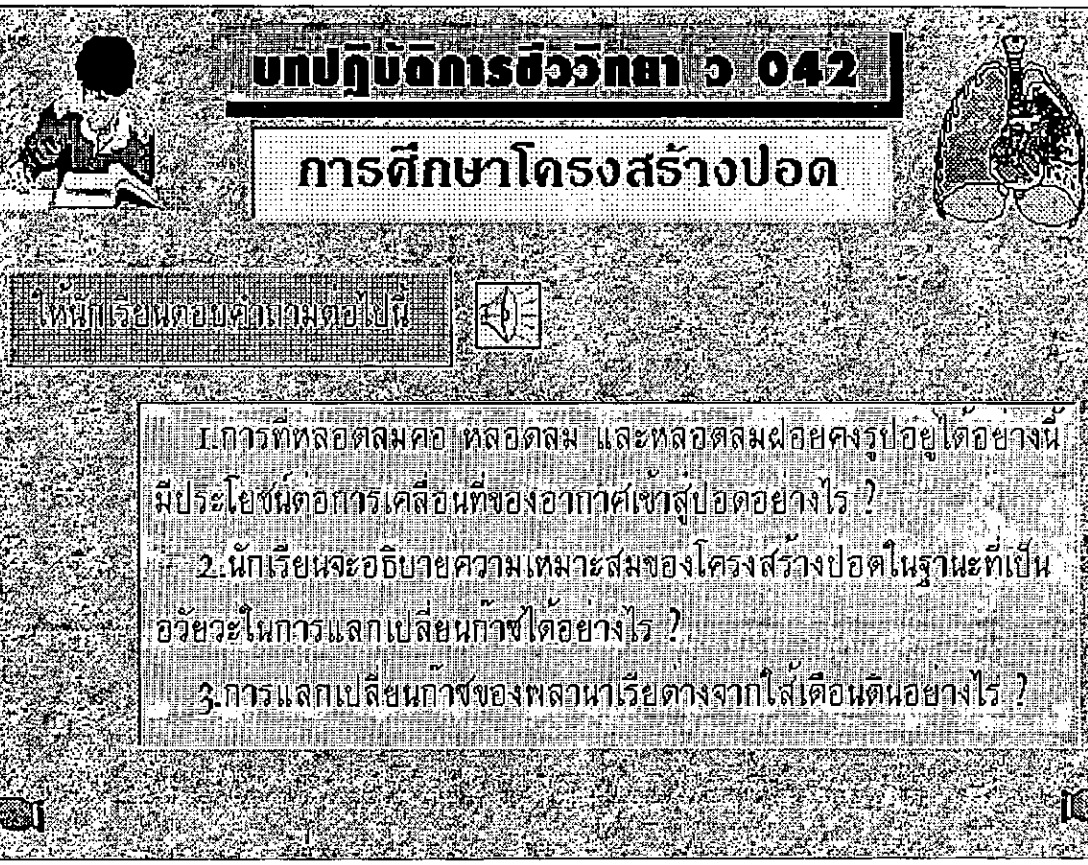
ในสิ่งมีชีวิตชั้น

การ แลกเปลี่ย

โดยก๊าซแพร่ผ่

ทุ่มเซลล์ พลานาเรียและไส้เดือนดิน

มีการแลกเปลี่ยนก๊าซทางผิวหนัง



บทปฏิบัติการชีววิทยา ว 042

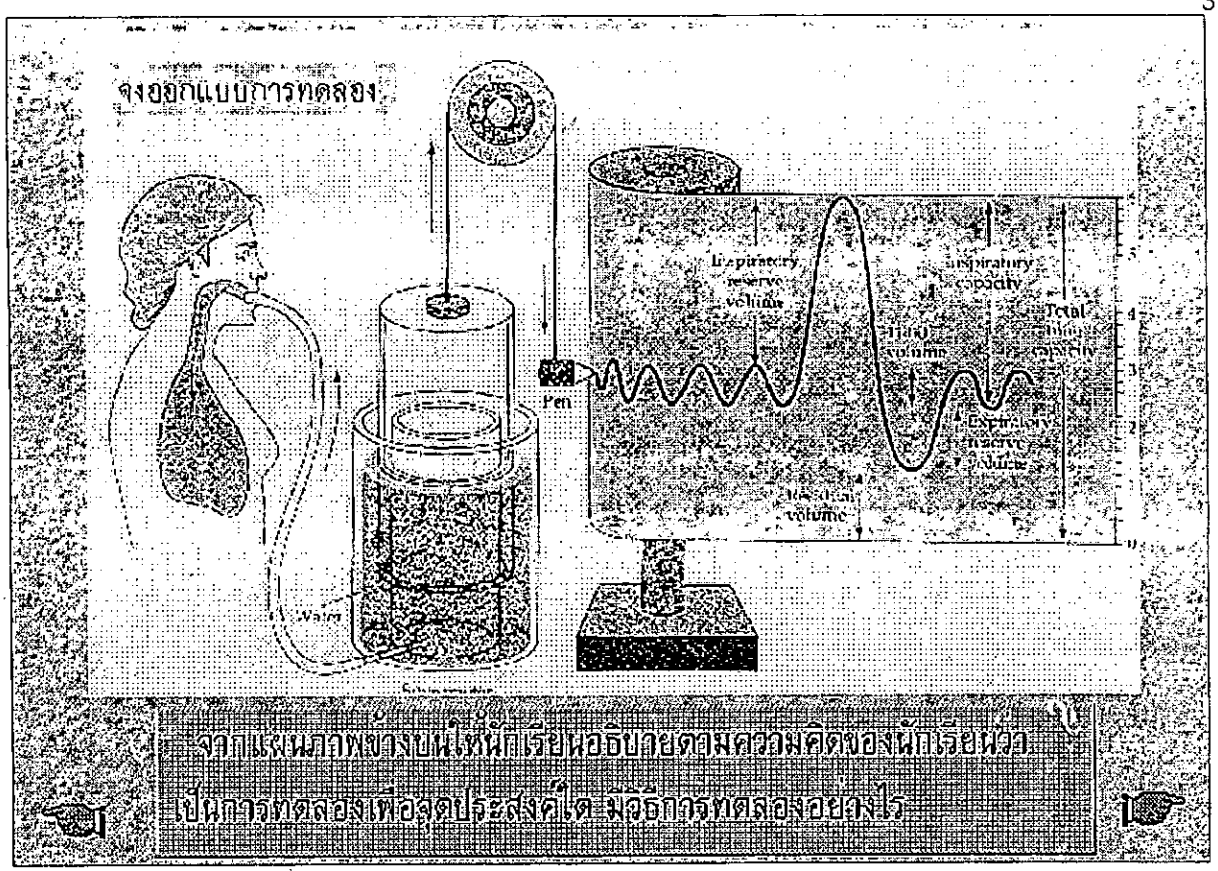
การศึกษาโครงสร้างปอด

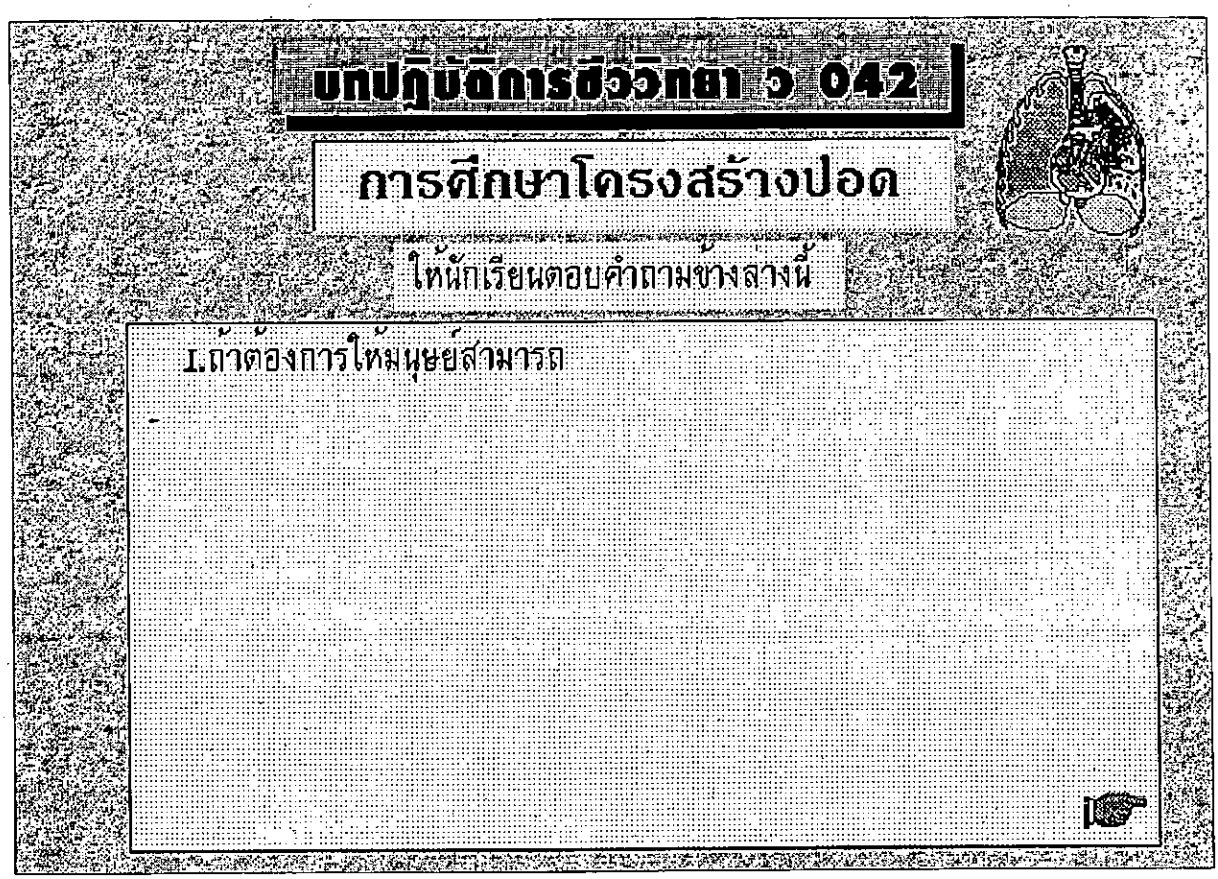
ให้นักเรียนตอบคำถามต่อไปนี้

1.การที่หลอดลมคอ หลอดลม และหลอดลมฝอยคงรูปอยู่ได้อย่างนี้ มีประโยชน์ต่อการเคลื่อนที่ของอากาศเข้าสู่ปอดอย่างไร ?

2.นักเรียนจะอธิบายความเหมาะสมของโครงสร้างปอดในฐานะที่เป็นอวัยวะในการแลกเปลี่ยนก๊าซได้อย่างไร ?

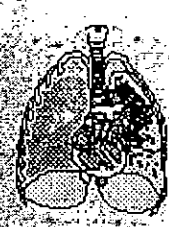
3.การแลกเปลี่ยนก๊าซของพลานาเรียต่างจากไส้เดือนดินอย่างไร ?


จงออกแบบการทดลอง
Pen
Inspiratory reserve volume
Inspiratory capacity
Total
Expiratory reserve volume
Tidal volume
Residual volume
Water
จากแผนภาพข้างบนให้นักเรียนอธิบายตามความคิดของนักเรียนว่า
ไปนี้การทดลองเพื่อจุดประสงค์ใด มีวิธีการทดลองอย่างไร


บัตรปฏิบัติการชีววิทยา ว 042
การศึกษาโครงสร้างปอด
ให้นักเรียนตอบคำถามข้างล่างนี้
1.ถ้าต้องการให้มนุษย์สามารถ

บทปฏิบัติการชีววิทยา ว 042

การศึกษาโครงสร้างปอด



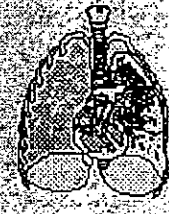
ให้นักเรียนตอบคำถามข้างล่างนี้

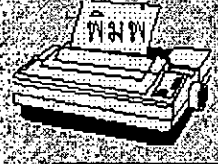
2.



บทปฏิบัติการชีววิทยา ว 042

การศึกษาโครงสร้างปอด





ให้นักเรียนตอบคำถามข้างล่างนี้

3.



บทปฏิบัติการชีววิทยา ว 042

การศึกษาโครงสร้างปอด

ให้นักเรียนทำงานส่งเป็นรายบุคคล 2 ชิ้นงาน

1.อธิบายคำถาม 3 ข้อ

2.ออกแบบการทดลองจากแผนภาพและความคิด



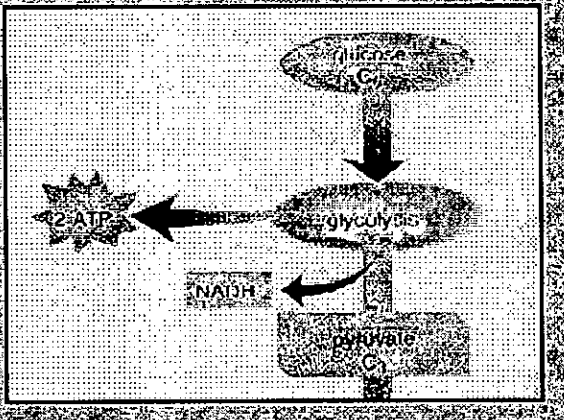
จบบทเรียน



บทปฏิบัติการชีววิทยา ว 042

การหายใจแบบไม่ใช้ออกซิเจน





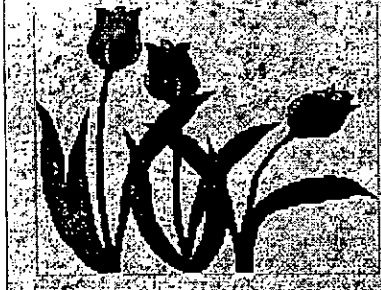
ถ้านักเรียนพร้อมที่จะเรียนให้กดปุ่มเริ่มต้น

เริ่มต้น

บทปฏิบัติการชีววิทยา ว 042

การหายใจแบบไม่ใช้ออกซิเจน

นักเรียนเตรียมตัวให้พร้อมทำใจให้สบาย
แล้วฟังเพลงก่อนลงมือทำปฏิบัติการ





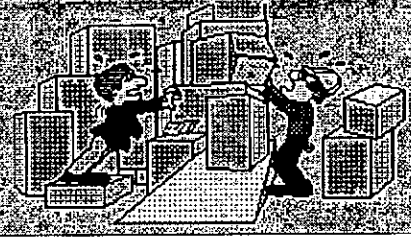


บทปฏิบัติการชีววิทยา ว 042

การหายใจแบบไม่ใช้ออกซิเจน



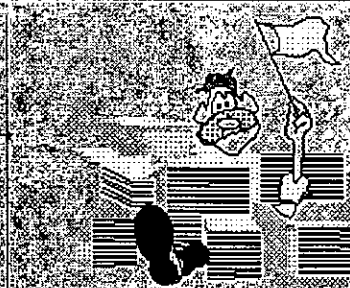
ถ้าตั้งสมมติฐานว่า ในสภาพที่ปราศจากออกซิเจน
โดยสิ่นเชิงและปลอดจากอิทธิพลของสภาพแวดล้อมภายนอก
แต่มีน้ำตาลกลูโคสอยู่อย่างเพียงพอ ยีสต์จะสลายกลูโคสให้
ผลิตภัณฑ์ต่างๆ คือ คาร์บอนไดออกไซด์ เอทานอล และพลังงาน
นักเรียนจะวางโครงการทดลองอย่างไร



บทปฏิบัติการชีววิทยา ว 042

การหายใจแบบไม่ใช้ออกซิเจน

ให้นักเรียนออกแบบการทดลอง โดยช่วยกันคิด ช่วยกันออกแบบ เลือกวิธีการที่ดีที่สุดที่สามารถจะทำการทดลองได้จริง และให้เขียนโครงการทดลอง ส่ง พร้อมทั้งตอบคำถาม



บทปฏิบัติการชีววิทยา ว 042

การหายใจแบบไม่ใช้ออกซิเจน

ให้นักเรียนตอบคำถามต่อไปนี้

1. สภาพแวดล้อมภายนอกที่นักเรียนจัดเป็นตัวแปรที่ต้องควบคุมมีอะไรบ้าง ?

2. นักเรียนจะมีวิธีทดสอบสารที่เกิดขึ้นจากกระบวนการนี้อย่างไร ?

3. ผลการทดลองสรุปได้ว่าอย่างไร สนับสนุนสมมติฐานที่ตั้งไว้หรือไม่อย่างไร ?



บทปฏิบัติการชีววิทยา ว 042

การหายใจแบบไม่ใช้ออกซิเจน



ให้นักเรียนตอบคำถามต่อไปนี้

4 Louis Pasteur นักชีววิทยาที่สำคัญในศตวรรษที่ 19 ได้บันทึกผลการทดลองไว้ว่าเซลล์ของยีสต์ในถังหมักน้ำอุ่นที่ปิดซึ่งยังคงมีปริมาณออกซิเจนอยู่จะเพิ่มจำนวนช้า และมีปริมาณน้ำตาลในน้ำอุ่นมาก แต่ในขณะที่ปริมาณออกซิเจนเริ่มลดลงกลับเพิ่มจำนวนเซลล์ของยีสต์จะเพิ่มมากขึ้นเรื่อยๆ ในขณะที่ปริมาณน้ำตาลจะลดลงอย่างรวดเร็ว และเกิดแอลกอฮอล์เกิดขึ้นด้วยจงอธิบายการทดลองดังกล่าวว่าเกี่ยวข้องกับการหายใจแบบไม่ใช้ออกซิเจนและกระบวนการหมักอย่างไร ?



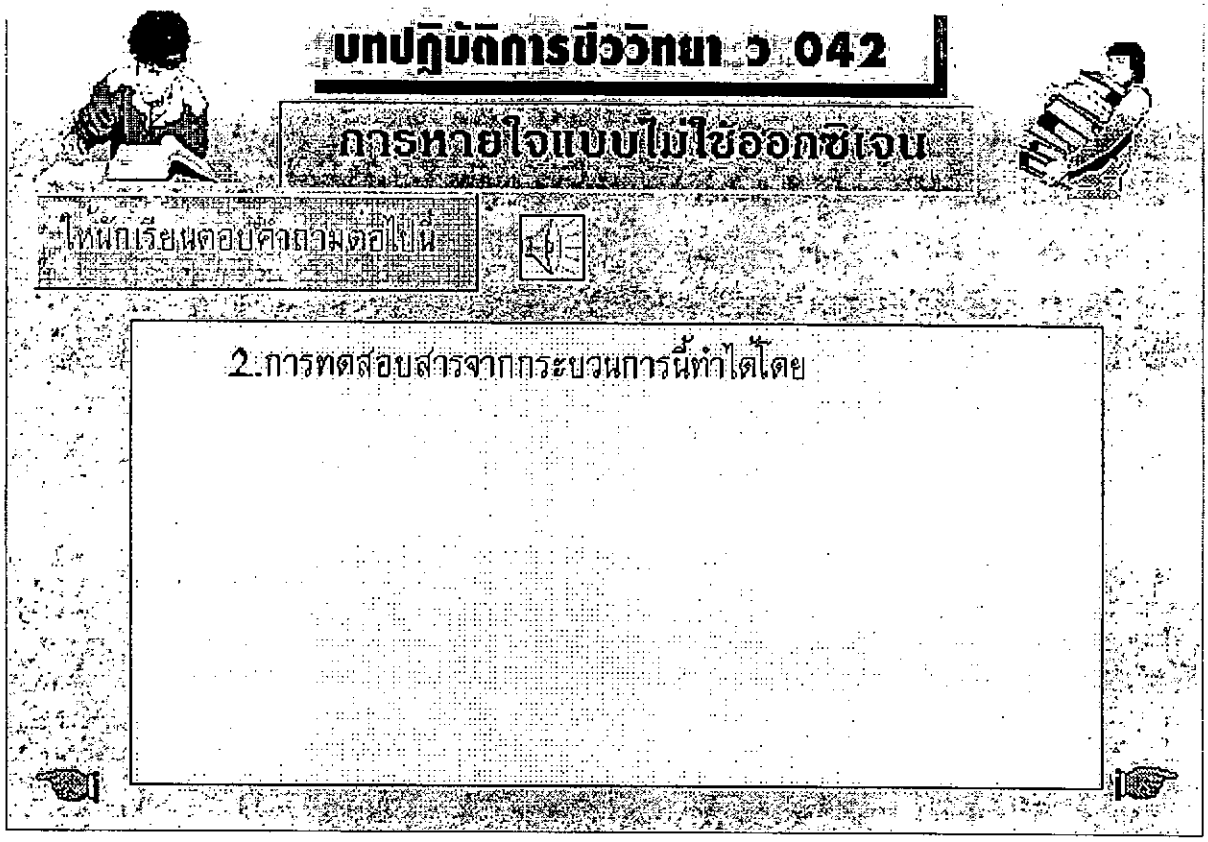
บทปฏิบัติการชีววิทยา ว 042

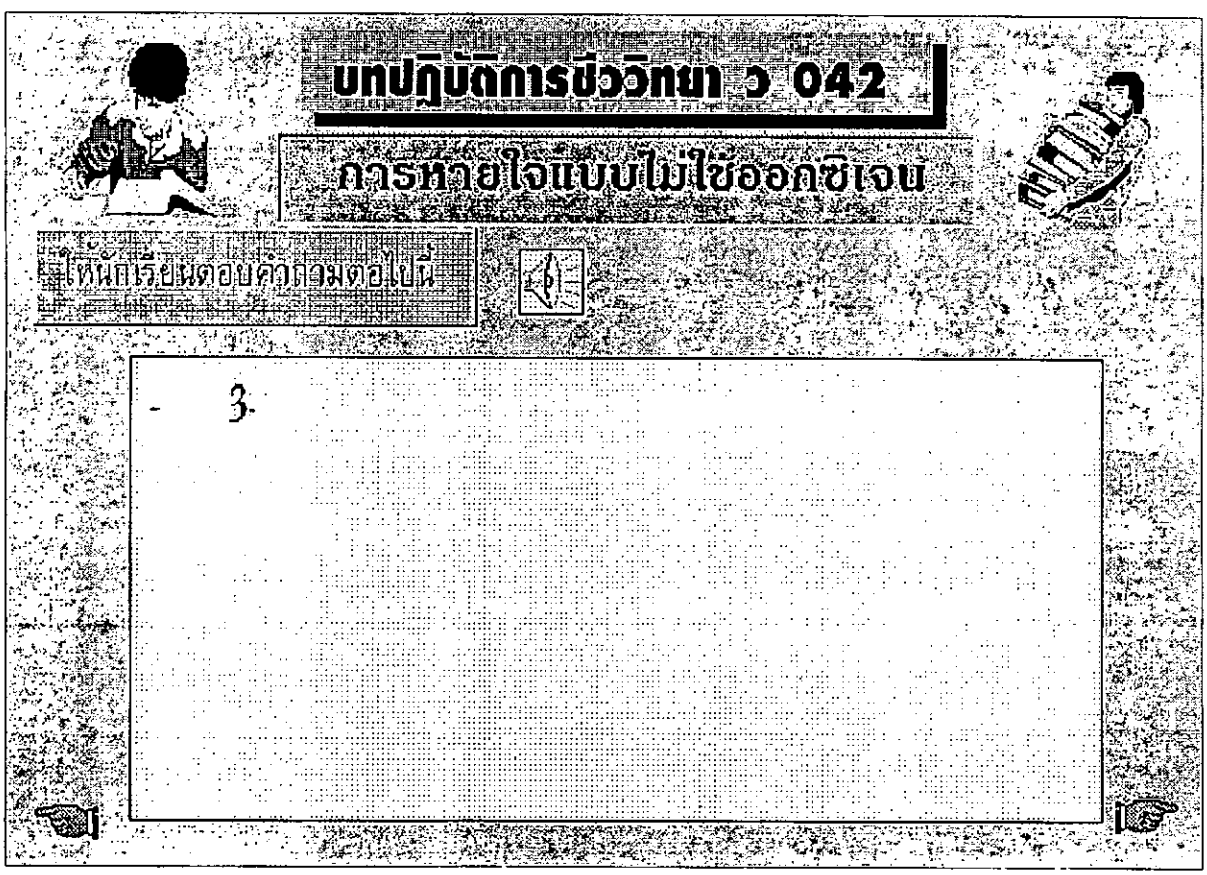
การหายใจแบบไม่ใช้ออกซิเจน



ให้นักเรียนตอบคำถามต่อไปนี้

1.สภาพแวดล้อมภายนอกที่นักเรียนจัดเป็นตัวแปรที่ต้องควบคุม มีดังนี้


บทปฏิบัติการชีววิทยา ว 042
การหายใจแบบไม่ใช้ออกซิเจน
ให้นักเรียนตอบคำถามต่อไปนี้
2. การทดสอบสารจากกระบวนการนี้ทำได้โดย


บทปฏิบัติการชีววิทยา ว 042
การหายใจแบบไม่ใช้ออกซิเจน
ให้นักเรียนตอบคำถามต่อไปนี้
3.



บทปฏิบัติการชีววิทยา ว 042

การหายใจแบบไม่ใช้ออกซิเจน



ให้นักเรียนตอบคำถามต่อไปนี้

4.





บทปฏิบัติการชีววิทยา ว 042

การหายใจแบบไม่ใช้ออกซิเจน

โครงการทดลองควรประกอบด้วยหัวข้อต่อไปนี้

- ชื่อโครงการ
- สมมุติฐานการทดลอง
- อุปกรณ์ สารเคมี
- แนวคิดการออกแบบ
- วิธีทำการทดลอง
- ผลการทดลอง







การหมัก



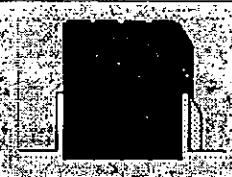
การสลายโมเลกุลของสารอาหารแบบไม่ใช้ออกซิเจน

สิ่งมีชีวิตเล็กๆ เช่น ยีสต์ แบคทีเรียบางชนิด เมล็ดพืช หรือเนื้อเยื่อบางอย่าง สามารถได้พลังงานจากการสลายอาหาร โดยไม่ต้องใช้ออกซิเจน การสลายกลูโคส โดยเซลล์ของยีสต์ ได้เอทานอล คาร์บอนไดออกไซด์ และ A-TP นอกจากจะเกิดพลังงานในรูปของความร้อนแล้ว ยังได้ผลิตภัณฑ์อื่นๆ อีกดังแผนภาพ ซึ่งผลผลิตของกระบวนการหมักแบบนี้ที่สำคัญคือ เบียร์ สุรา ไวน์ต่างๆ และรวมถึง แอลกอฮอล์ที่ใช้เป็นเชื้อเพลิง ฯลฯ

ในเนื้อเยื่อของสัตว์ซึ่งปกติจะสลายอาหารแบบใช้ออกซิเจน แต่ในบางกรณีที่เนื้อเยื่อต้องการพลังงานจำนวนมากในระยะสั้น จะเกิดกระบวนการหมักกรดแลคติก (lactic acid fermentation) ขึ้นมาแทนกระบวนการนี้สลายกลับการหมักแอลกอฮอล์ แต่ NADH + H^+ ถ่ายทอดอะตอมของไฮโดรเจนให้แก่กรดไพรูวิกและจะได้กรดแลคติก




การหมัก



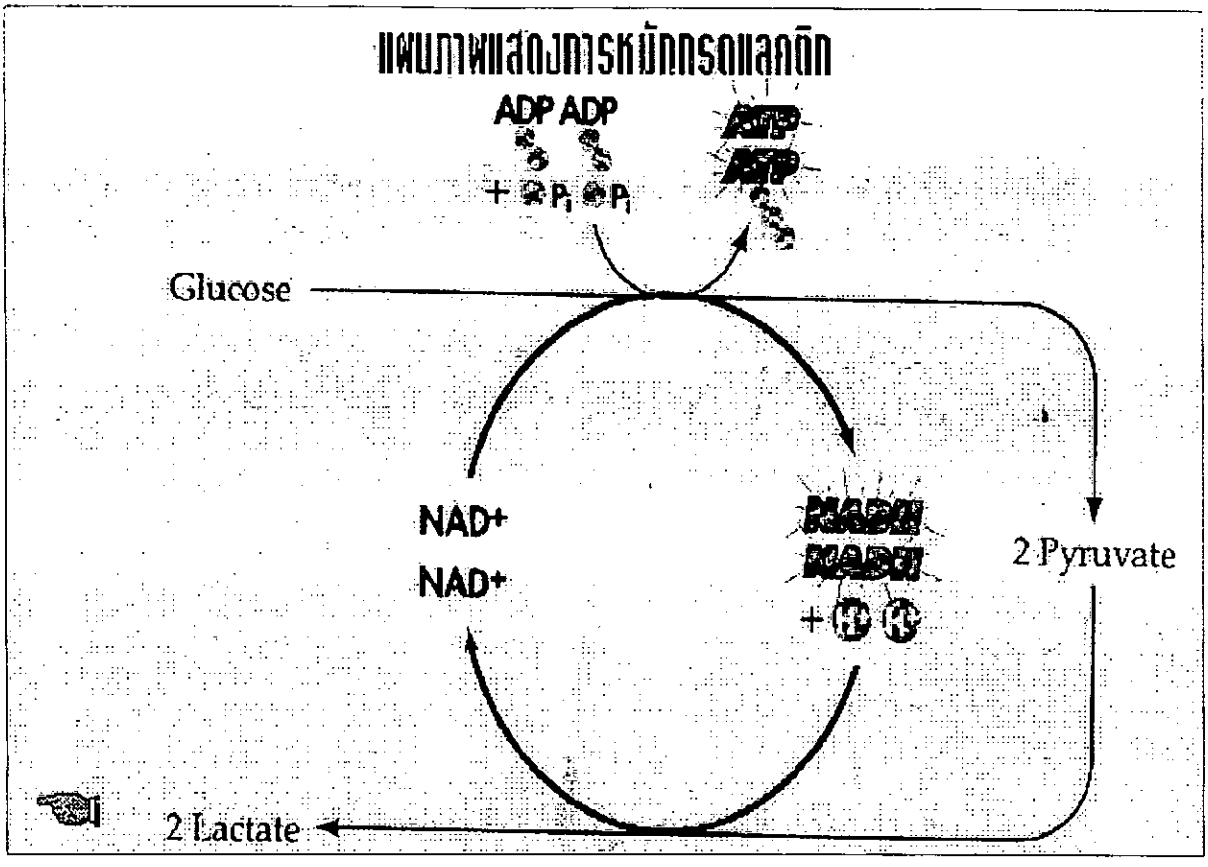
การสลายโมเลกุลของสารอาหารแบบไม่ใช้ออกซิเจน

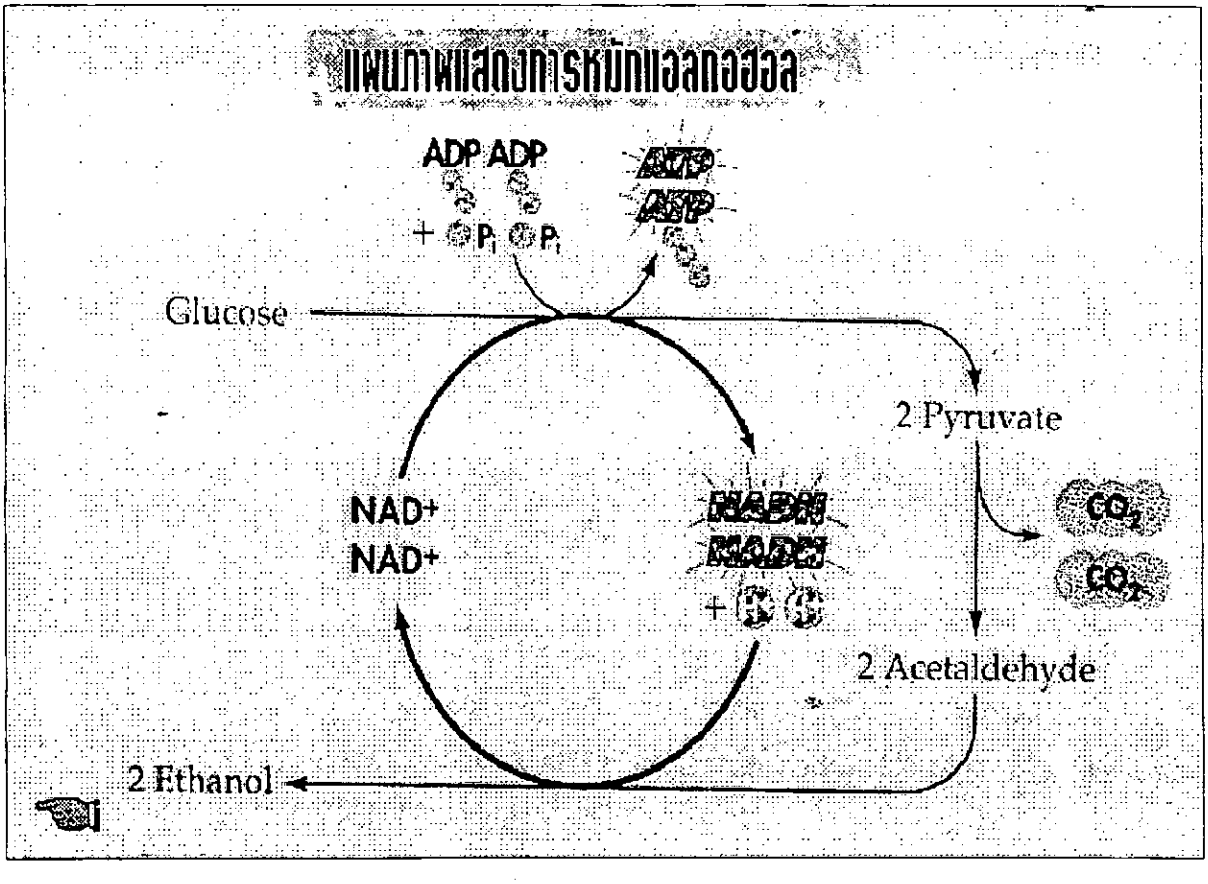
สิ่งมีชีวิตเล็กๆ เช่น ยีสต์ แบคทีเรียบางชนิด เมล็ดพืช หรือเนื้อเยื่อบางอย่าง สามารถได้พลังงานจากการสลายอาหาร โดยไม่ต้องใช้ออกซิเจน การสลายกลูโคส โดยเซลล์ของยีสต์ ได้เอทานอล คาร์บอนไดออกไซด์ และ A-TP นอกจากจะเกิดพลังงานในรูปของความร้อนแล้ว ยังได้ผลิตภัณฑ์อื่นๆ อีกดังแผนภาพ ซึ่งผลผลิตของกระบวนการหมักแบบนี้ที่สำคัญคือ เบียร์ สุรา ไวน์ต่างๆ และรวมถึง แอลกอฮอล์ที่ใช้เป็นเชื้อเพลิง ฯลฯ

ในเนื้อเยื่อของสัตว์ซึ่งปกติจะสลายอาหารแบบใช้ออกซิเจน แต่ในบางกรณีที่เนื้อเยื่อต้องการพลังงานจำนวนมากในระยะสั้น จะเกิดกระบวนการหมักกรดแลคติก (lactic acid fermentation) ขึ้นมาแทนกระบวนการนี้ สลายกลับการหมักแอลกอฮอล์ แต่ NADH + H^+ ถ่ายทอดอะตอมของไฮโดรเจนให้แก่กรดไพรูวิกและจะได้กรดแลคติก

กรดแลกติกเป็นสารที่ร่างกายไม่ต้องการเมื่อสะสมมากขึ้นกล้ามเนื้อจะล้าจนกระทั่งทำงานไม่ได้ จะต้องได้รับออกซิเจนมาชดเชยเพื่อสลายกรดแลกติกต่อไป





แผนภาพแสดงการหมักกรดแลกติก
ADP ADP
+ Pi Pi
ATP
ATP
Glucose
NAD+
NAD+
NADH
NADH
+ H+ H+
2 Pyruvate
2 Lactate


แผนภาพแสดงการหมักแอลกอฮอล
ADP ADP
+ Pi Pi
ATP
ATP
Glucose
2 Pyruvate
NAD+
NAD+
NADH
NADH
+ H+ H+
CO2
CO2
2 Acetaldehyde
2 Ethanol


บทปฏิบัติการชีววิทยา ว 042
การหายใจแบบไม่ใช้ออกซิเจน
ให้นักเรียนทำงานส่ง 2 ชิ้นงานรายบุคคล
1.ตอบคำถาม 4 ข้อ
2.เขียนโครงการทดลอง
จบบทเรียน
A+


บทปฏิบัติการชีววิทยา ว 042
การวัดอัตราการหายใจ
ถ้านักเรียนพร้อมที่จะเรียนให้กดปุ่มเริ่มต้น
เริ่มต้น

บทปฏิบัติการชีววิทยา ว 042

การวัดอัตราการหายใจ

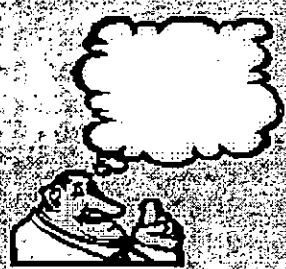
นักเรียนเตรียมสิ่งต่อไปนี้พร้อมหรือยัง ?

1. ความพร้อมของสมาชิกในกลุ่ม

2. วัสดุอุปกรณ์ที่ครูสั่งไว้ล่วงหน้า

3. กระดาษจดบันทึก

ข้อควรระวังในการทดลอง



บทปฏิบัติการชีววิทยา ว 042

การวัดอัตราการหายใจ

นักเรียนเตรียมสิ่งต่อไปนี้พร้อมหรือยัง ?

1. ความพร้อมของสมาชิกในกลุ่ม

2. วัสดุอุปกรณ์ที่ครูสั่งไว้ล่วงหน้า

3. กระดาษจดบันทึก

ข้อควรระวังในการทดลอง

ลูกเป็ดหรือลูกไก่หรืออาจเป็นสัตว์อื่นเช่น หนู



บทปฏิบัติการชีววิทยา ว 042

การวัดอัตราการหายใจ

- ไม่ควรเลือกสัตว์ที่มีอันตรายมาทดลอง และในการทดลองอย่าใส่สัตว์ในขวดนานเกินไป สัตว์อาจตายได้
- ระวังอย่าให้โซเดียมไฮดรอกไซด์ถูกผิวหนัง จะเป็นอันตราย

ต่อไปนี้พร้อมหรือยัง ?

ของสมาชิกในกลุ่ม

ที่ครูสั่งไว้ลวงหน้า

3. [illegible]

ข้อควรระวังในการทดลอง



บทปฏิบัติการชีววิทยา ว 042

การวัดอัตราการหายใจ

กิจกรรม

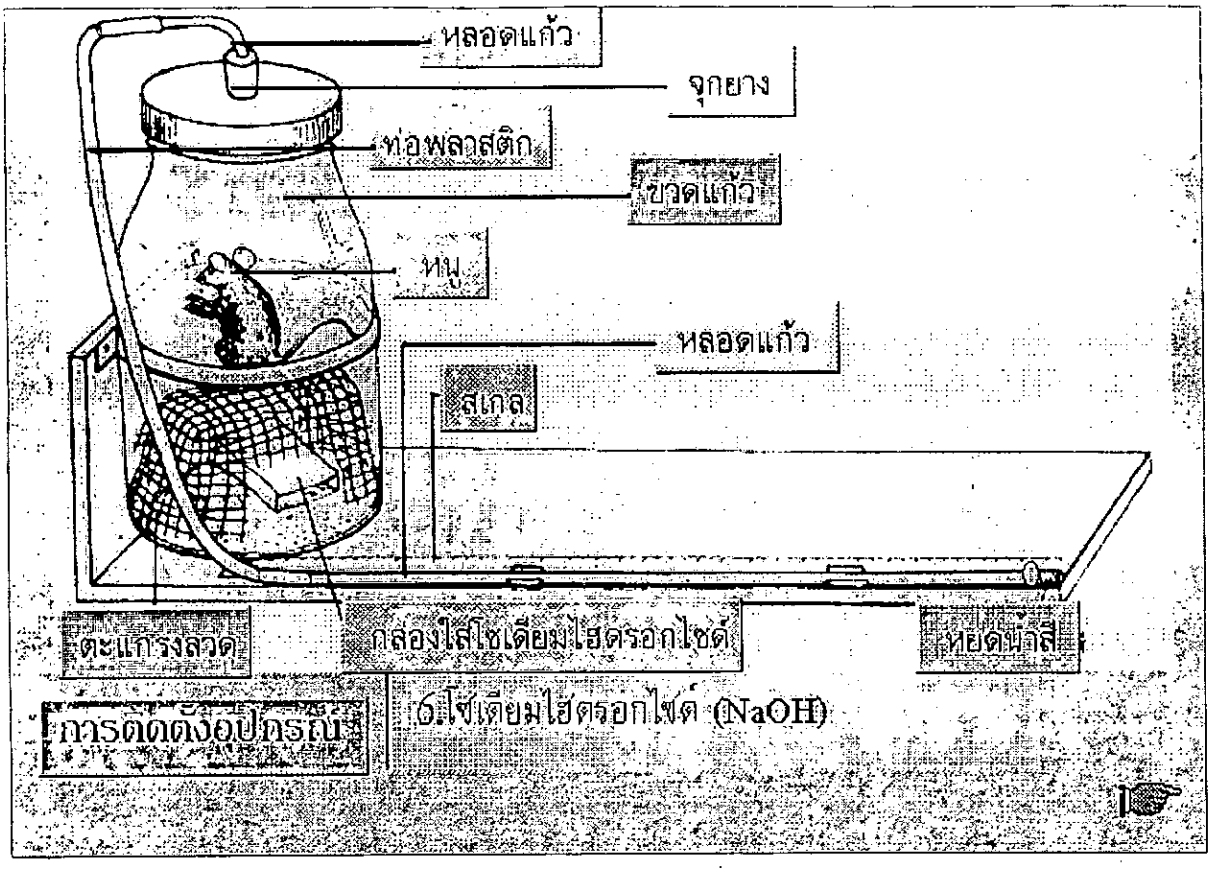
การวัดอัตราการหายใจ

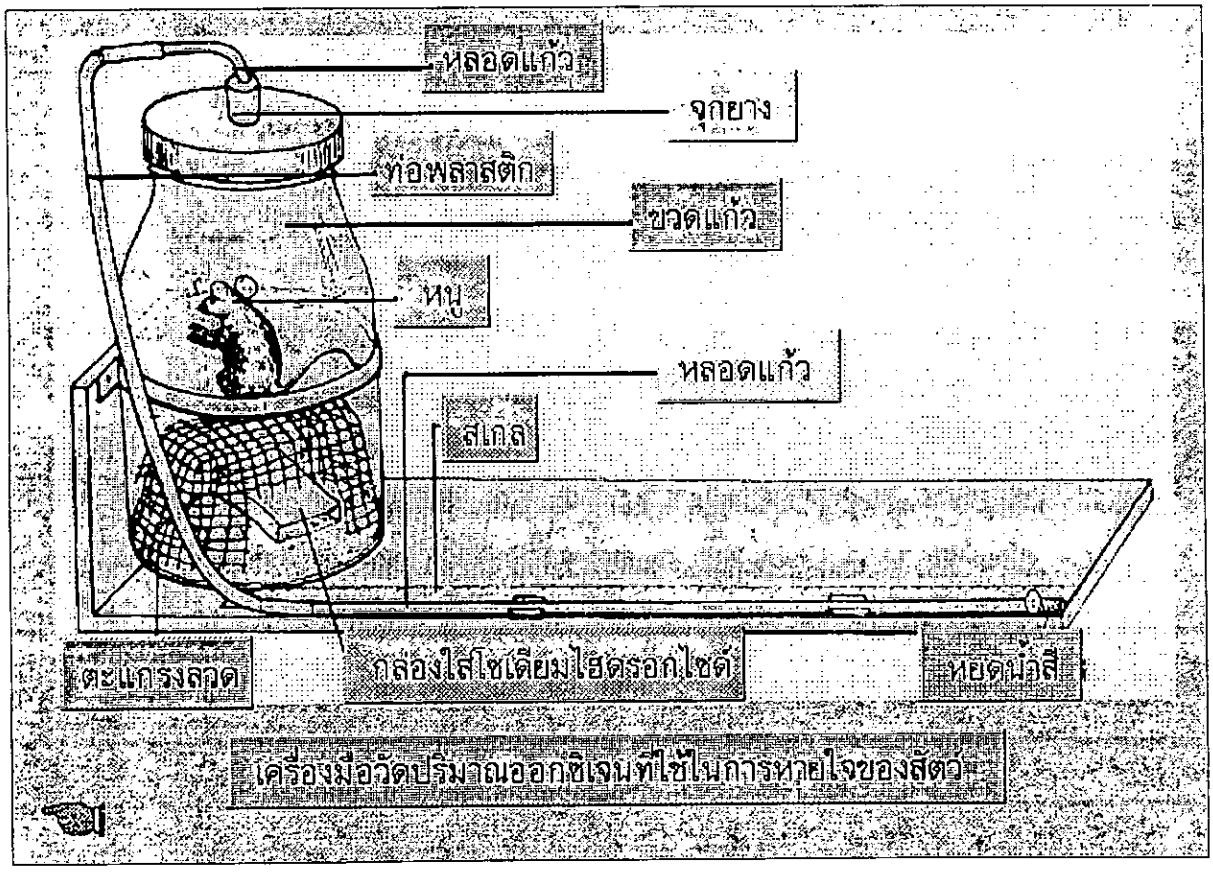
วัสดุอุปกรณ์



1. สัตว์ทดลอง
2. ขวดแก้ว , หลอดแก้ว
3. สเกลวัดความยาว
4. จุกยาง , ทอฟลาสติก
5. น้ำสี
6. โซเดียมไฮดรอกไซด์ (NaOH)

การตัดตั้งอุปกรณ์

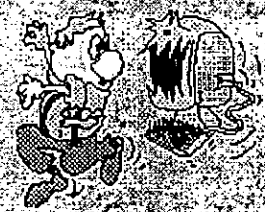

หลอดแก้ว
จุกยาง
ท่อพลาสติก
ขวดแก้ว
หนู
หลอดแก้ว
สเกล
ตะแกรงลวด
กล่องใส่โซเดียมไฮดรอกไซด์
หยดน้ำสี
การติดตั้งอุปกรณ์
โซเดียมไฮดรอกไซด์ (NaOH)


หลอดแก้ว
จุกยาง
ท่อพลาสติก
ขวดแก้ว
หนู
หลอดแก้ว
สเกล
ตะแกรงลวด
กล่องใส่โซเดียมไฮดรอกไซด์
หยดน้ำสี
เครื่องมือวัดปริมาณออกซิเจนที่ใช้ในการหายใจของสัตว์

บทปฏิบัติการชีววิทยา ว 042

การวัดอัตราการหายใจ

การทำกิจกรรม



1. จัดเครื่องมือที่จะใช้วัดอัตราการใช้ออกซิเจน ตรวจดูฝาขวดจะต้องปิดสนิท และตามรอยต่อต่างๆจะต้อง ไม่ให้อากาศรั่ว ได้เลย นอกจากนี้ต้องระวัง อย่าให้โซเดียมไฮดรอกไซด์ในกลองถูกผิวหนัง

บทปฏิบัติการชีววิทยา ว 042

การวัดอัตราการหายใจ

การทำกิจกรรม

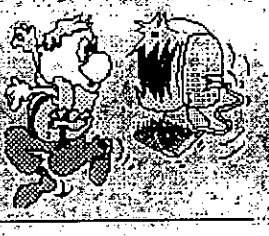


2. ชั่งน้ำหนักสัตว์ที่จะใช้ในการทดลอง เช่น ลูกเป็ด ลูกไก่ หนู บันทึกน้ำหนักไว้ แล้วนำสัตว์ทดลองใส่ขวด ปิดฝาขวดให้แน่น

บทปฏิบัติการชีววิทยา ว 042

การวัดอัตราการหายใจ

การทำกิจกรรม

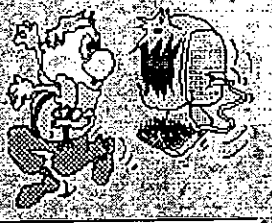


3.ใช้ปลายหลอดแก้วจุ่มลงในน้ำสี ซึ่งผสมผงซักฟอกไว้เล็กน้อย
เพื่อลดแรงตึงผิว โดยให้น้ำสีเข้าไปในรูหลอดแก้วเล็กน้อย
วางหลอดแก้วตามไปบนสไลด์

บทปฏิบัติการชีววิทยา ว 042

การวัดอัตราการหายใจ

การทำกิจกรรม



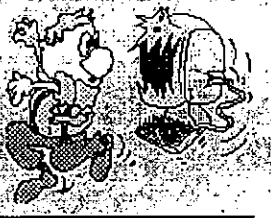
4.บันทึกระยะทางที่หยดน้ำสีเคลื่อนที่จากจุดหนึ่งไปยังอีกจุดหนึ่ง
โดยกำหนดจับเวลาช่วงสั้นๆช่วงละ 1 นาทีจนครบ 10 นาที

รีบคลายฝาขวด อย่าให้สัตว์ไว้ในขวดนานเกินไป อาจทำให้สัตว์ตายได้

บทปฏิบัติการชีววิทยา ว 042

การวัดอัตราการหายใจ

การทำกิจกรรม

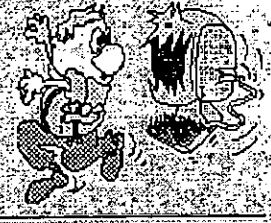


5.ทดลองซ้ำอีก 2-3 ครั้ง
โดยเปิดฝาขวดให้อากาศใหม่ผ่านเข้าไปในขวดก่อนทดลองซ้ำทุกครั้ง
หาค่าเฉลี่ยระยะทางที่หยดน้ำสีเคลื่อนที่ไป

บทปฏิบัติการชีววิทยา ว 042

การวัดอัตราการหายใจ

การทำกิจกรรม



6.คำนวณอัตราการใช้ออกซิเจนของสัตว์
โดยคำนวณหาปริมาตรของก๊าซที่ลดลงไป ซึ่งคำนวณได้จากปริมาตร
ของอากาศที่หยดน้ำสีเคลื่อนที่ผ่านไป

การคำนวณ

การคำนวณ



คำนวณจากสูตร $\pi r^2 d$

โดยหน่วยปริมาตรอัตราการใช้ออกซิเจนของสัตว์คือปริมาตรของก๊าซที่ลดลงไปต่อ 1 หน่วยน้ำหนักใน 1 หน่วยเวลา

อัตราการใช้ $O_2 = \frac{\pi r^2 d}{wt}$ หน่วยปริมาตร/หน่วยน้ำหนัก/หน่วยเวลา

w = น้ำหนักสัตว์ทดลอง

t = เวลา

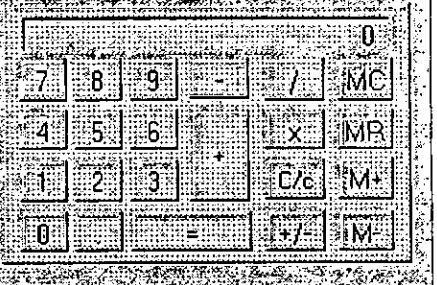
r = รัศมีของรูหลอดแก้ว

d = ระยะทางเฉลี่ยที่หยดน้ำสีเคลื่อนที่ไป

ควรคำนวณ



น้ำหนักสัตว์ทดลอง	=	กรัม
เวลา	=	วินาที
รัศมีของรูหลอดแก้ว	=	เซนติเมตร
ระยะทางเฉลี่ย	=	เซนติเมตร



อัตราการใช้ O_2 =



บทปฏิบัติการชีววิทยา ว 042



การวัดอัตราการหายใจ

ให้นักเรียนตอบคำถามต่อไปนี้

1. การที่หยดน้ำสีเคลื่อนที่ไปได้ แสดงว่าส่วนประกอบของอากาศภายในขวดลดลงไปจากเดิม ก๊าซที่ลดลงไปนี้คือก๊าซอะไร ?
2. นักเรียนคิดว่าโซดาไลม์ทำหน้าที่อะไร ?
3. อัตราการใช้ออกซิเจนสัมพันธ์กับอัตราการหายใจอย่างไร ?









บทปฏิบัติการชีววิทยา ว 042



การวัดอัตราการหายใจ

ให้นักเรียนตอบคำถามต่อไปนี้

4. การทดลองซ้ำ 2-3 ครั้ง มีประโยชน์อย่างไร เหตุใดจึงต้องเปิดฝาขวดให้อากาศผ่านเข้าไปทุกครั้งก่อนการทดลอง









บทปฏิบัติการชีววิทยา ว 042

การวัดอัตราการหายใจ



ให้นักเรียนตอบคำถามต่อไปนี้



1.









บทปฏิบัติการชีววิทยา ว 042

การวัดอัตราการหายใจ



ให้นักเรียนตอบคำถามต่อไปนี้



2.









บทปฏิบัติการชีววิทยา ว 042

การวัดอัตราการหายใจ





ให้นักเรียนตอบคำถามต่อไปนี้



3.









บทปฏิบัติการชีววิทยา ว 042

การวัดอัตราการหายใจ

ให้นักเรียนเขียนโครงการทดลองต่อไปนี้

- ถ้านักเรียนต้องการวัดอัตราการใช้ออกซิเจนของเมล็ดพืชที่กำลังงอก นักเรียนจะทำการทดลองอย่างไร ?

  ให้ออกแบบการทดลองและเขียนโครงการทดลอง







ความรู้เพิ่มเติม



อัตราการหายใจ

สิ่งมีชีวิตต่างชนิดกันจะมีอัตราการหายใจแตกต่างกัน สิ่งมีชีวิตใดที่มีอัตราการใช้ออกซิเจนสูงก็จะมีอัตราการหายใจสูง และยังสัมพันธ์กับการทำกิจกรรม ของสิ่งมีชีวิตนั้นๆด้วยคือ ขณะทำงานมากอัตราการหายใจจะสูงซึ่งอัตราการหายใจ มีความสัมพันธ์และเป็นสัดส่วนโดยตรงกับปริมาณการทำงาน





ชนิดสัตว์	อัตราการหายใจ mm^3 ของออกซิเจนต่อ 1 กรัมน้ำหนักของสัตว์ต่อ 1 ชั่วโมง
ซีแอนีโมนี	13
ปลาหมึกยักษ์	80
ปลาหมึก	320
กบ	150
นกฮัมมิ่ง	3,500
หนู	1,500
คน	200

ตารางแสดงอัตราการหายใจของสัตว์บางชนิดขณะพัก





บทปฏิบัติการชีววิทยา ว 042

การวัดอัตราการหายใจ

โครงการทดลองควรประกอบด้วยหัวข้อต่อไปนี้

- ชื่อโครงการ
- สมมุติฐานการทดลอง
- อุปกรณ์ สารเคมี
- แนวคิดการออกแบบ
- วิธีทำการทดลอง
- ผลการทดลองที่คาดว่าจะเกิดขึ้น



บทปฏิบัติการชีววิทยา ว 042

การวัดอัตราการหายใจ

ให้นักเรียนทำงานส่ง 3 ชิ้นงาน(รายบุคคล)

1. ตอบคำถาม 4 ข้อ
2. เขียนรายงานการทดลอง
3. เขียนโครงการทดลอง

จบบทเรียน







บทปฏิบัติการชีววิทยา ว 042

การศึกษาโครงสร้างเซลล์คุม





ถ้านักเรียนพร้อมที่จะเรียนให้กดปุ่มเริ่มต้น

เริ่มต้น

บทปฏิบัติการชีววิทยา ว 042

การศึกษาโครงสร้างเซลล์คุม

นักเรียนเตรียมสิ่งต่อไปนี้พร้อมหรือยัง ?

1. ความพร้อมของสมาชิกในกลุ่ม
2. วัสดุอุปกรณ์ที่ครูสั่งไว้ล่วงหน้า
3. กระดาษจดบันทึก





บทปฏิบัติการชีววิทยา ว 042

การศึกษาโครงสร้างเซลล์คุม

นักเรียนเตรียมสิ่งต่อไปนี้พร้อมหรือยัง ?

1.ความพร้อมของสมาชิกในกลุ่ม

2.วัสดุอุปกรณ์ที่ครูสั่งไว้ล่วงหน้า

ใบไม้สด เช่น ใบชบา ว่านกาบหอย ผักบุ้ง

3.กระดาษจดบันทึก



บทปฏิบัติการชีววิทยา ว 042

การศึกษาโครงสร้างเซลล์คุม

กิจกรรม : การศึกษาโครงสร้างเซลล์คุม

วัสดุ-อุปกรณ์

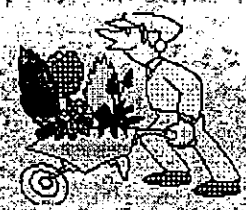


1.ใบไม้สด
2.กล้องจุลทัศน์
3.แผ่นสไลด์
4.กระจกปิดสไลด์
5.มีดโกน
6.น้ำกลั่น

บทปฏิบัติการชีววิทยา ว 042

การศึกษาโครงสร้างเซลล์คุม

การทำกิจกรรม

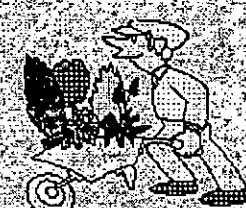


1.ฉีกใบไม้สดที่เตรียมมา โดยฉีกตามแนวทะแยง เพื่อให้ได้เยื่อเอพิเดอร์มิส ลอกออกเป็นแผ่นบางติดอยู่กับรอยฉีก

บทปฏิบัติการชีววิทยา ว 042

การศึกษาโครงสร้างเซลล์คุม

การทำกิจกรรม

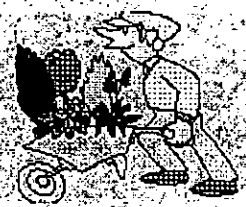


2.วางส่วนของใบที่มีเยื่อเอพิเดอร์มิสด้านล่างวางลงบนหยดน้ำ บนแผ่นสไลด์ พยายามให้เยื่อเอพิเดอร์มิสแผ่เป็นแผ่น อย่าให้พับซ้อนกัน

บทปฏิบัติการชีววิทยา ว 042

การศึกษาโครงสร้างเซลล์คุม

การทำกิจกรรม



3. ใช้ใบมีดโกนตัดเฉพาะส่วนที่เป็นเนื้อเยื่อเอพิเดอร์มิสไว้ ปิดด้วยกระจกสไลด์

บทปฏิบัติการชีววิทยา ว 042

การศึกษาโครงสร้างเซลล์คุม

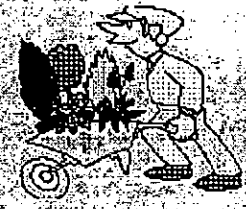
การทำกิจกรรม



4. ตรวจดูด้วยกล้องจุลทัศน์
5. ดูภาพจากกล้องจุลทัศน์แล้วเปรียบเทียบกับภาพแสดงปากใบและเซลล์คุม

บทปฏิบัติการชีววิทยา ว 042

การศึกษาโครงสร้างเซลล์คุม

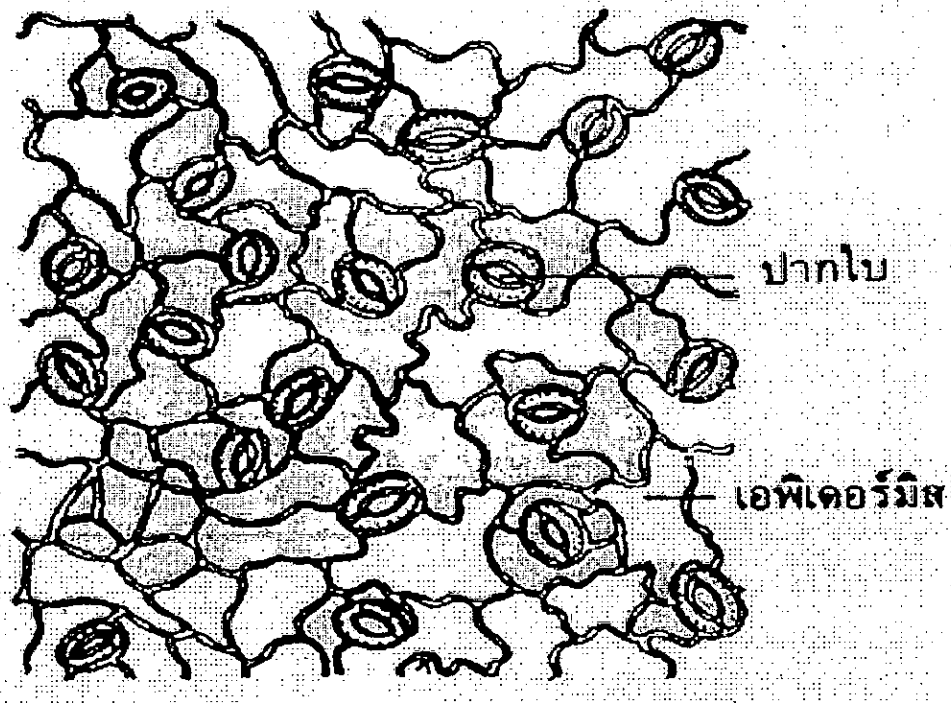


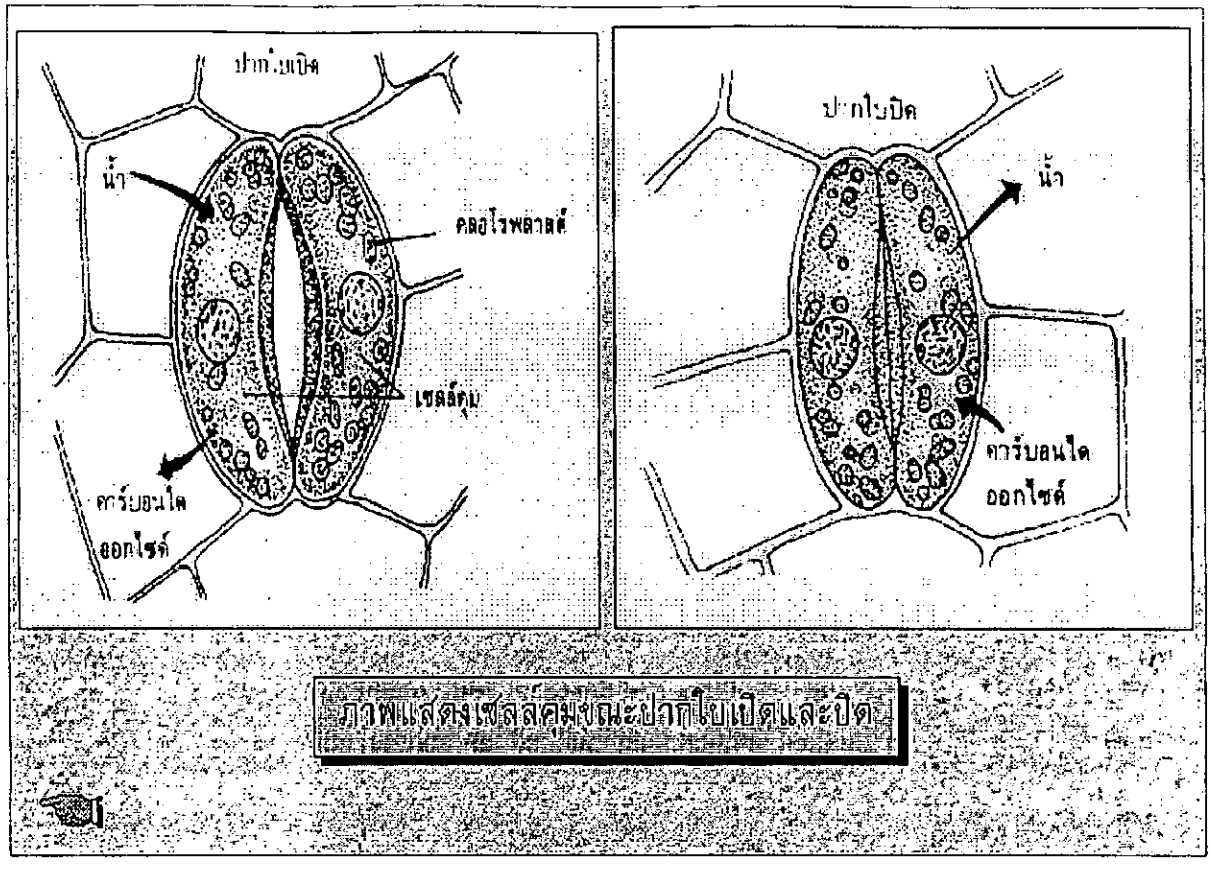
กิจกรรม 1

ใช้เลนส์ใกล้วัตถุกำลังขยายต่ำก่อน แล้วจึงใช้กำลังขยายเพิ่มขึ้น

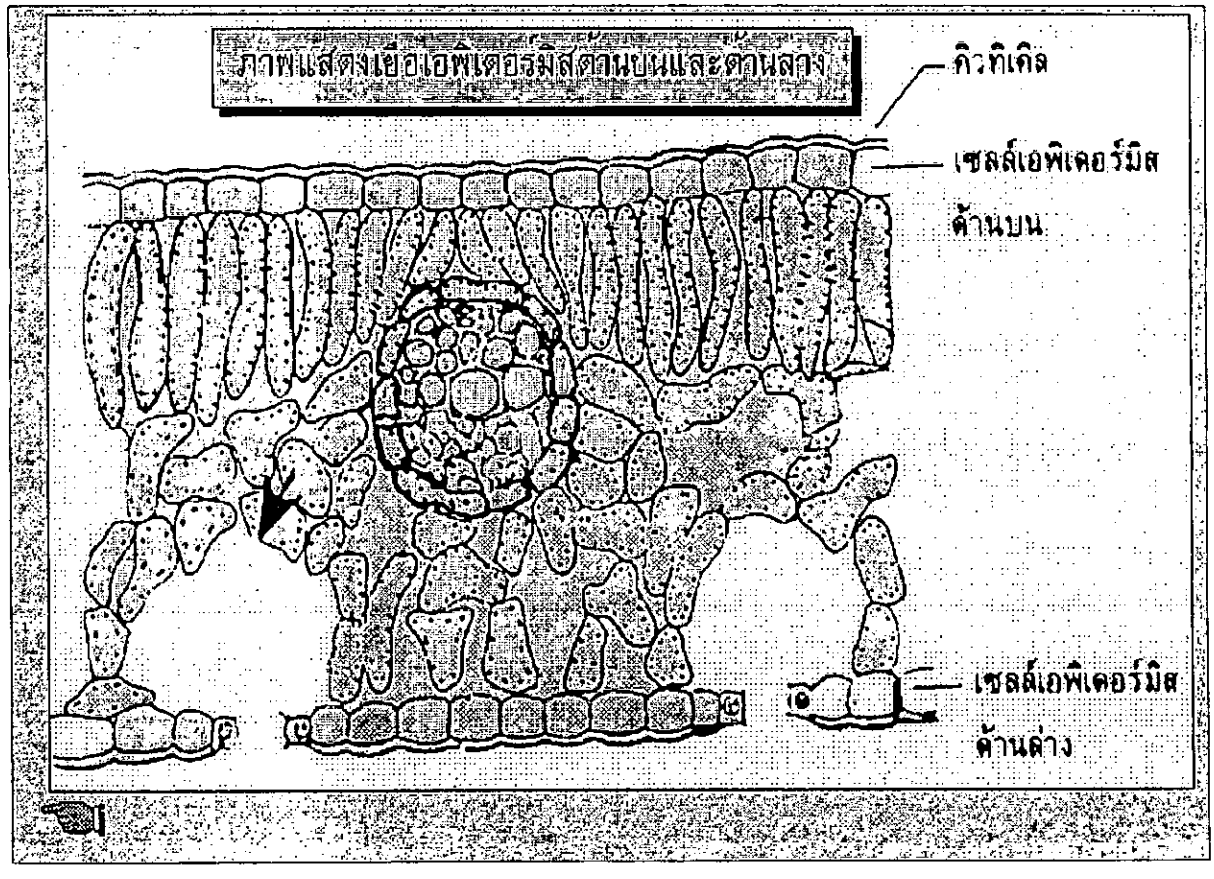
4. ตรวจดูด้วยกล้องจุลทัศน์

5. ดูภาพจากกล้องจุลทัศน์แล้วเปรียบเทียบกับภาพแสดงปากใบและเซลล์คุม





ภาพแสดงเซลล์คุมขณะปากใบเปิดและปิด



บทปฏิบัติการชีววิทยา ว 042

การศึกษาโครงสร้างเซลล์คุม



การทำกิจกรรม

5. ตรวจดูเยื่อเอพิเดอร์มิสด้านบน
โดยปฏิบัติตามข้อ 1-4



บทปฏิบัติการชีววิทยา ว 042

การศึกษาโครงสร้างเซลล์คุม





ให้นักเรียนตอบคำถามต่อไปนี้

1. เซลล์คุมแตกต่างจากเซลล์อื่นๆในชั้นเอพิเดอร์มิสอย่างไร ?
2. ความหนาแน่นของปากใบที่เอพิเดอร์มิสด้านบนและด้านล่าง แตกต่างกันหรือไม่ ? ความหนาแน่นของปากใบบอกอะไร แก่นักเรียนบ้าง ?





บทปฏิบัติการชีววิทยา ว 042



การศึกษาโครงสร้างเซลล์คุม

ให้นักเรียนตอบคำถามต่อไปนี้

3.นายแดงพบพืชชนิดหนึ่ง ใบทุกใบมีปากใบเฉพาะด้านบนเท่านั้น ไม่พบปากใบที่ด้านล่างเลยนักเรียนคิดว่าพืชดังกล่าวนี้ควรอยู่ในสภาพแวดล้อมแบบใด เพราะเหตุใด ?

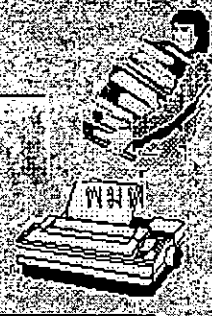








บทปฏิบัติการชีววิทยา ว 042



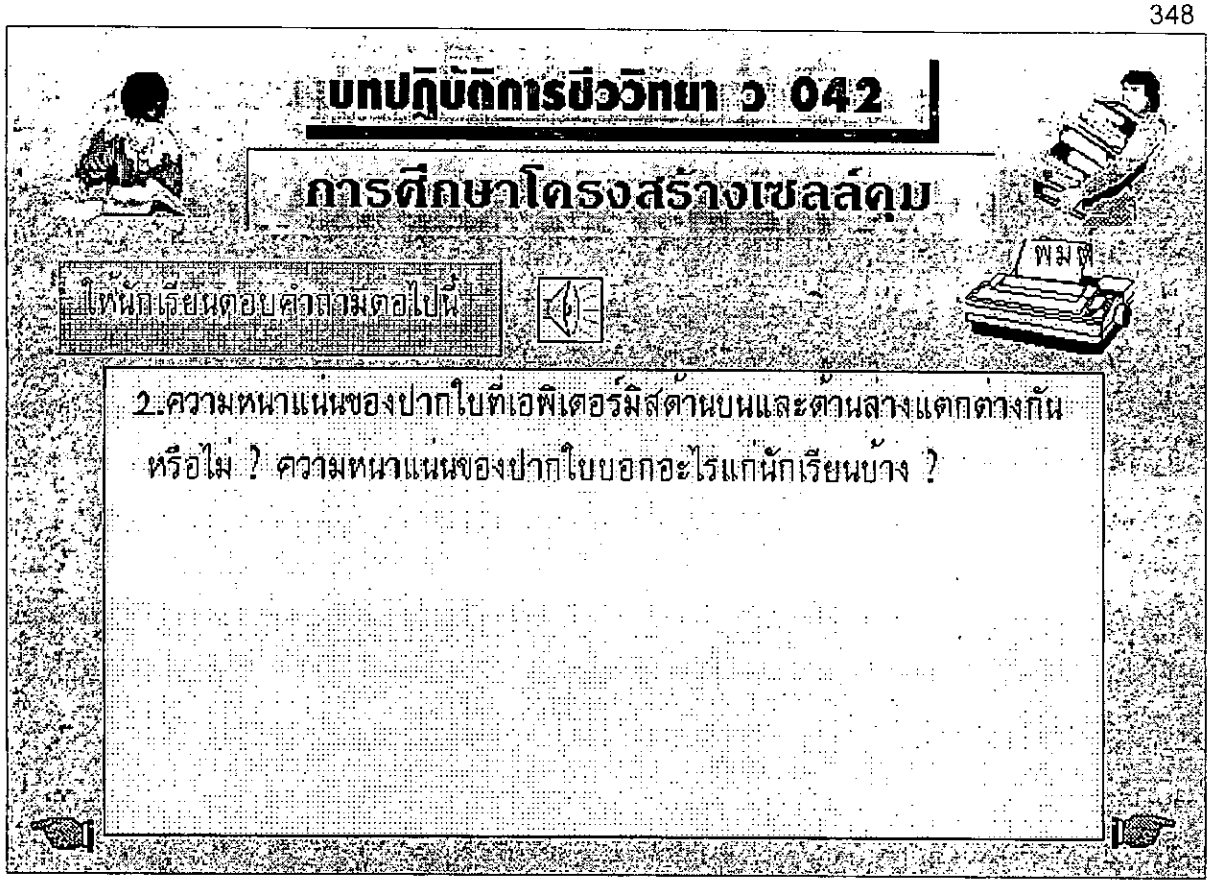
การศึกษาโครงสร้างเซลล์คุม

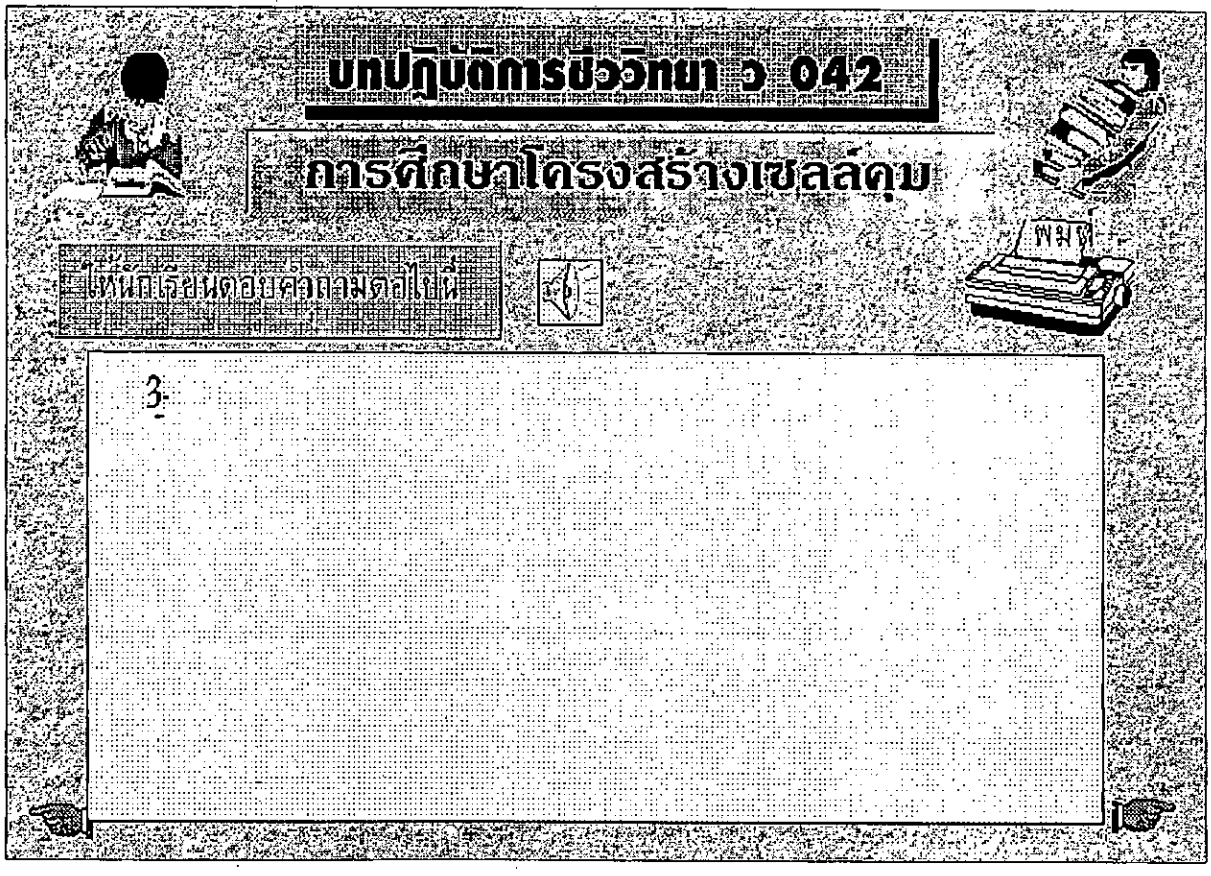
ให้นักเรียนตอบคำถามต่อไปนี้

1.เซลล์คุมแตกต่างจากเซลล์อื่นๆในชั้นเอพิเดอร์มิสอย่างไร ?






บทปฏิบัติการชีววิทยา ว 042
การศึกษาโครงสร้างเซลล์คุม
ให้นักเรียนตอบคำถามต่อไปนี้
2.ความหนาแน่นของปากใบที่เอพิเดอร์มิสด้านบนและด้านล่างแตกต่างกัน หรือไม่ ? ความหนาแน่นของปากใบบอกอะไรแก่นักเรียนบ้าง ?


บทปฏิบัติการชีววิทยา ว 042
การศึกษาโครงสร้างเซลล์คุม
ให้นักเรียนตอบคำถามต่อไปนี้
3.

ความรู้เพิ่มเติม



เซลล์ในใบพืชส่วนใหญ่ มีคลอโรพลาสต์ ยกเว้นเอพิเดอร์มิสและวาสคิวลาร์บันเดิล ภายในใบโดยเฉพาะชั้นสปันจีเซลล์ (spongy cell) เซลล์จะอยู่ห่างจากกัน ทำให้มีช่องว่างระหว่างเซลล์ขนาดใหญ่และติดต่อกันคล้ายโพรงในพืชบางชนิดช่องว่างระหว่างเซลล์นี้ มีอากาศซึ่งสามารถผ่านเข้าออกทางปากใบ (stomata)

ปากใบส่วนมากจะอยู่ที่เอพิเดอร์มิสด้านล่าง ปากใบมีเซลล์คุม (guard cell) สามารถปิดเปิดได้ เนื่องจากเซลล์คุมมีคลอโรพลาสต์ จึงสังเคราะห์ด้วยแสงได้





บทปฏิบัติการชีววิทยา ว 042





การศึกษาโครงสร้างเซลล์คุม

ให้นักเรียนทำงานเสร็จ 3 ชิ้นงาน (รายบุคคล)

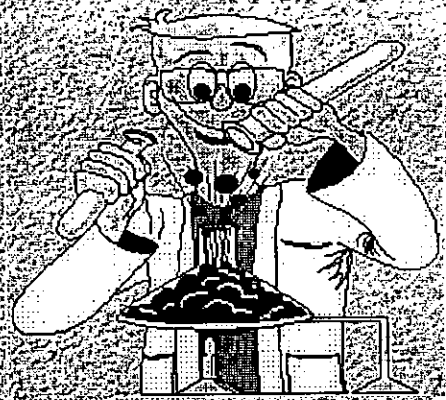
1. ตอบคำถาม 3 ข้อ
2. เขียนรายงานการทดลอง

จบบทเรียน



บทปฏิบัติการชีววิทยา ว 042

การทำงานของตัวยับยั้งเอนไซม์



ถ้านักเรียนพร้อมที่จะเรียนให้กดปุ่มเริ่มต้น

เริ่มต้น

บทปฏิบัติการชีววิทยา ว 042

การทำงานของตัวยับยั้งเอนไซม์

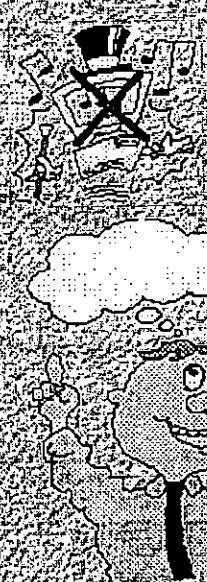
นักเรียนเตรียมสิ่งต่อไปนี้พร้อมหรือยัง ?

1.ความพร้อมของสมาชิกในกลุ่ม

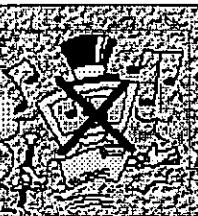
2.วัสดุอุปกรณ์ที่ครูสั่งไว้ล่วงหน้า

3.กระดาษจดบันทึก

ขอความร่วมมือในการทดลอง





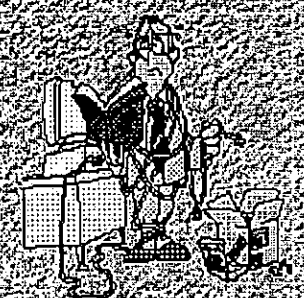


บทปฏิบัติการชีววิทยา ว 042

การทำงานของตัวยับยั้งเอนไซม์

กิจกรรม การทำงานของตัวยับยั้งเอนไซม์

วัสดุ-อุปกรณ์



1. เมล็ดข้าวโพด
2. จานเพาะเชื้อ 2 ใบ
3. สาร TTC 0.4%
4. บีกเกอร์
5. น้ำกลั่น
6. กรดมาโลนิก (malonic acid) 2%

☞



บทปฏิบัติการชีววิทยา ว 042

การทำงานของตัวยับยั้งเอนไซม์

กิจกรรม 2,3,5 Triphenyl tetrazolium chlonde เป็นสารที่ใช้ทดสอบเนื้อเยื่อที่มีการหายใจโดยจะเปลี่ยนเป็นสีชมพู ถ้าเนื้อเยื่อนั้นมีการหายใจ สารนี้สลายตัวในที่มีแสงสว่าง

วัสดุ-อุปก



3. สาร TTC 0.4%
4. บีกเกอร์
5. น้ำกลั่น
6. กรดมาโลนิก (malonic acid) 2%

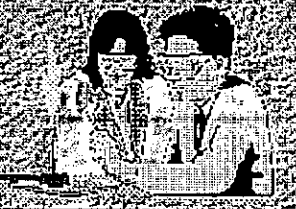
☞



บทปฏิบัติการชีววิทยา ว 042

การทำงานของตัวยับยั้งเอนไซม์

การทำกิจกรรม



1.นำเมล็ดข้าวโพดที่เตรียมมา ผ่าตามยาวให้ผ่านส่วนเอมบริโออกเป็น 2 ส่วน แยกแต่ละส่วนออกเป็น 2 พวก

พวกที่ 1 นำไปแช่ในกรดมาโลนิก เป็นเวลา 1 ชั่วโมง

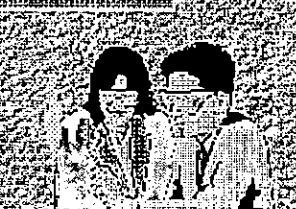
พวกที่ 2 นำไปแช่ในน้ำกลั่น เป็นเวลา 1 ชั่วโมง



บทปฏิบัติการชีววิทยา ว 042

การทำงานของตัวยับยั้งเอนไซม์

การทำกิจกรรม

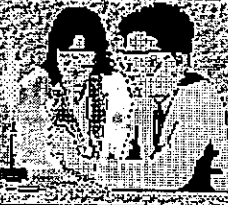


2.นำเมล็ดแต่ละพวกมาใส่ในจานเพาะเชื้อ แล้วเติมสารละลาย TTC 0.4 % ลงพอท่วมเมล็ด เก็บจานทั้งสองไว้ในที่มืดที่มีอุณหภูมิประมาณ 40 องศาเซนเซียสหรือที่อุณหภูมิห้องเป็นเวลา 30 นาที

บทปฏิบัติการชีววิทยา ว 042

การทำงานของตัวยับยั้งเอนไซม์

การทำกิจกรรม

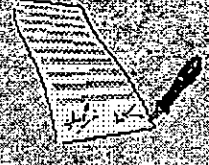


3. สังเกตความเข้มของสีและการกระจายของบริเวณที่มีสีของเมล็ดข้าวโพดทั้งสองพวก

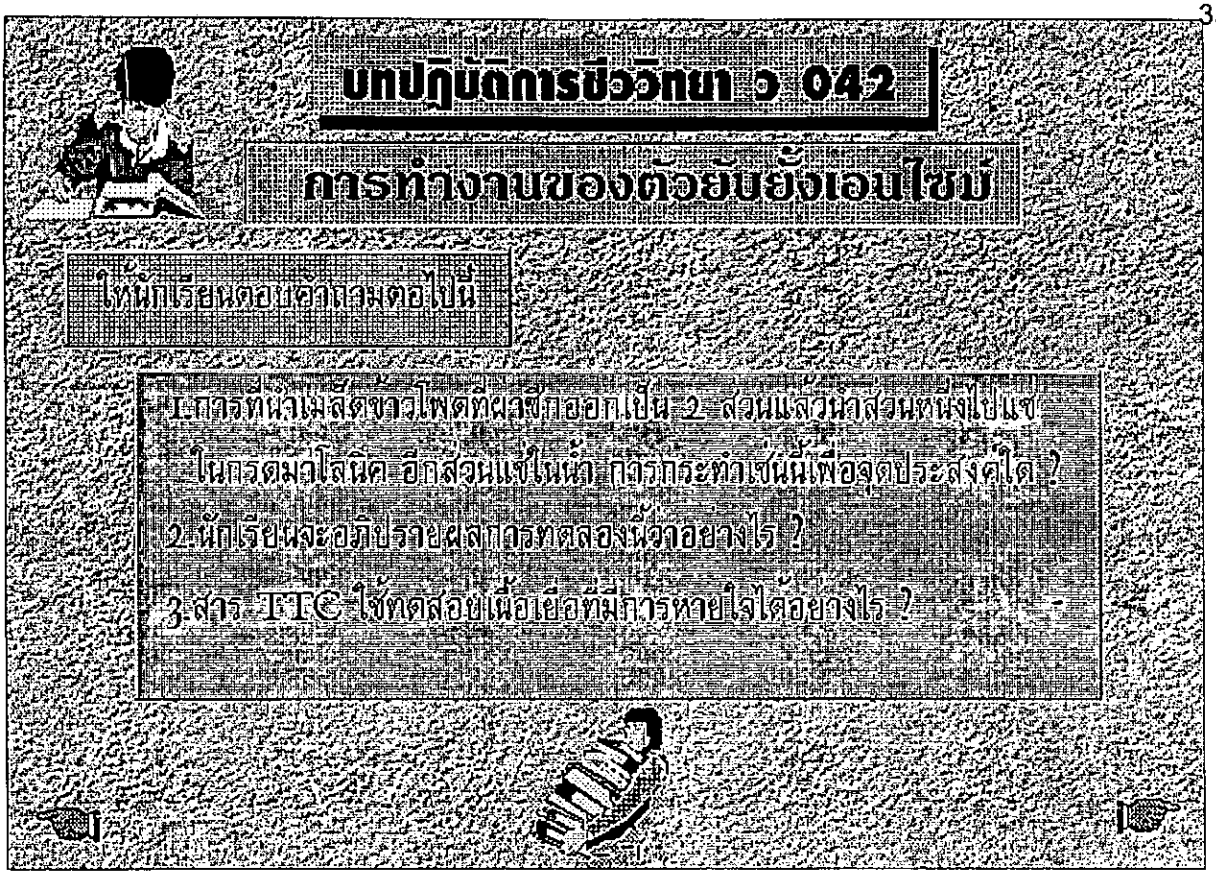
บันทึกผลการทดลองที่เกิดขึ้น

บันทึกผลการทดลอง

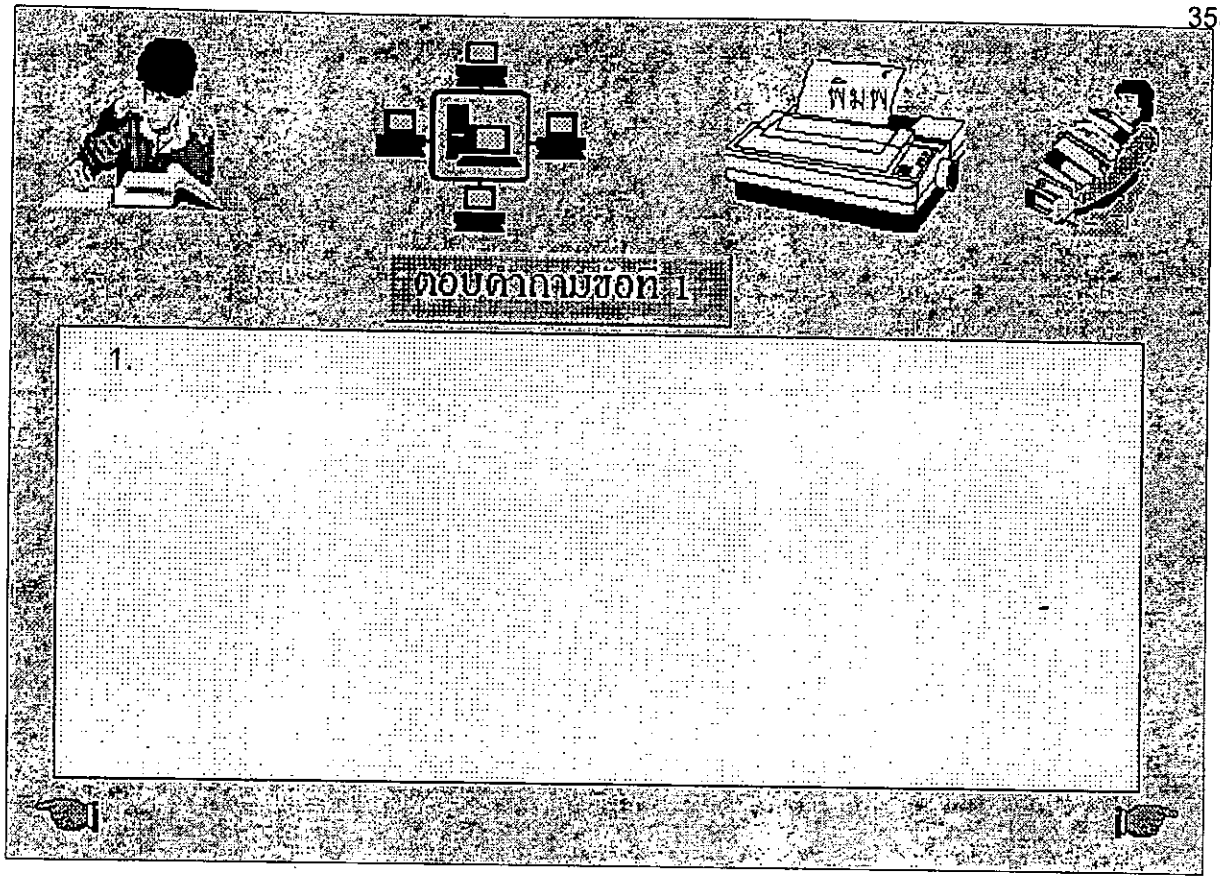


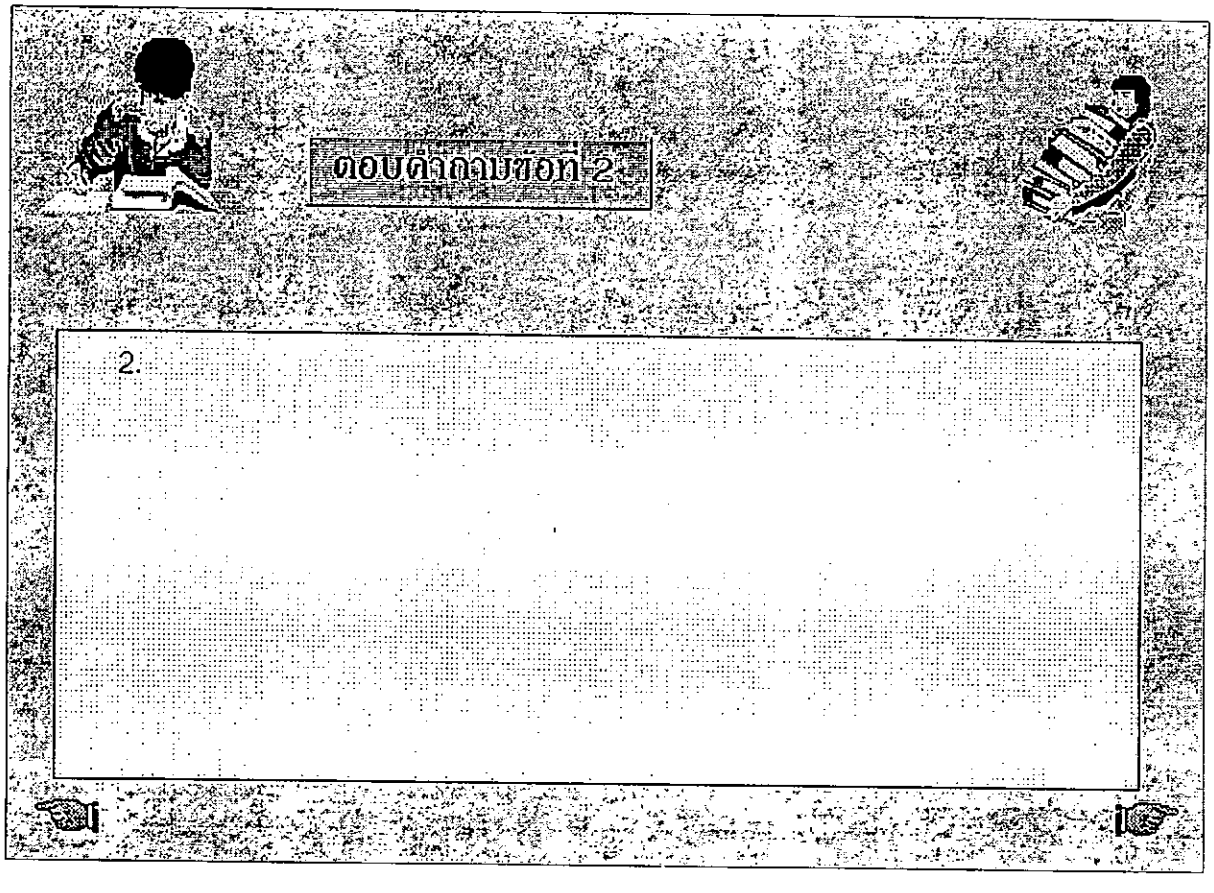


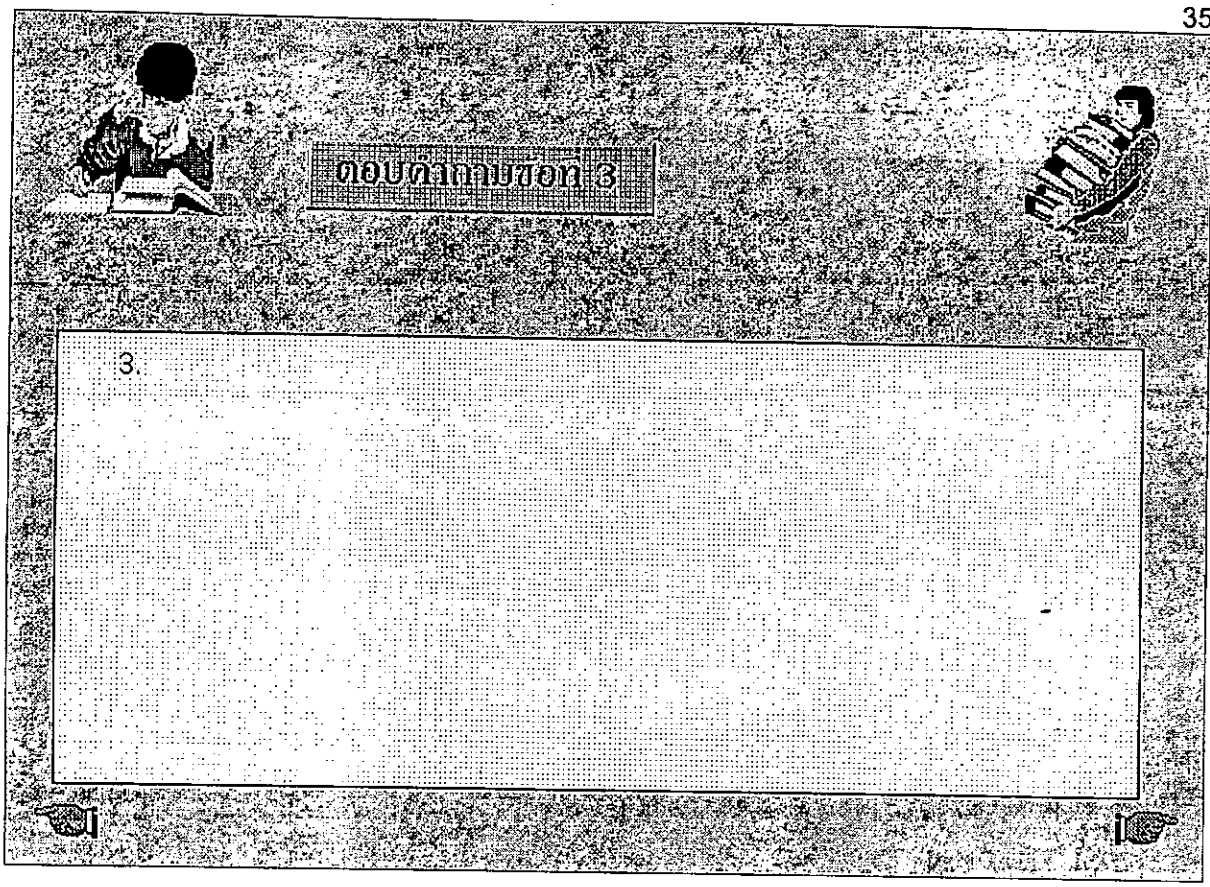
บันทึกผลการทดลอง

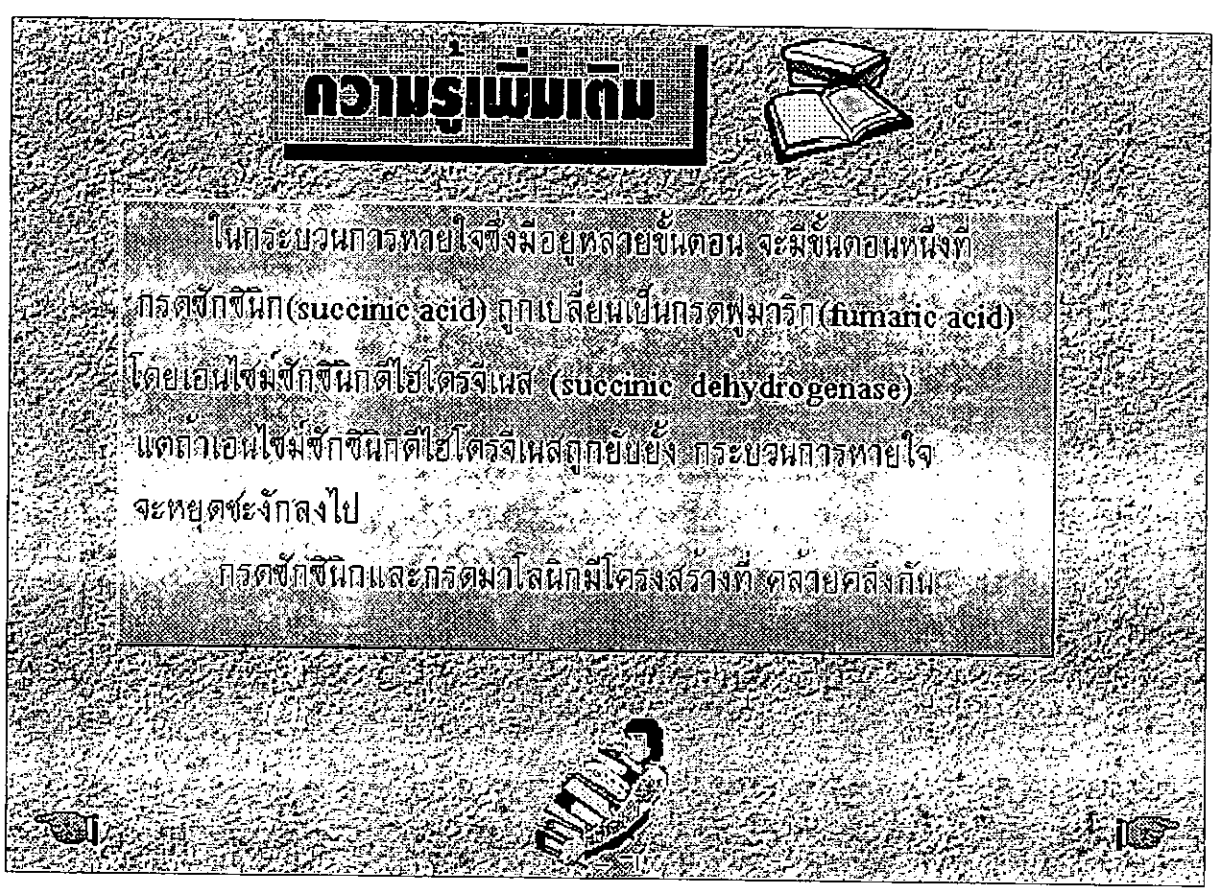

บทปฏิบัติการชีววิทยา ว 042
การทำงานของตัวยับยั้งเอนไซม์
ให้นักเรียนตอบคำถามต่อไปนี้
1. การที่นำเมล็ดข้าวโพดที่ผ่านการต้มออกเป็น 2 ส่วน แล้วนำส่วนหนึ่งไปแช่ในกรดมาโลนิค อีกส่วนแช่ในน้ำ การกระทำเช่นนี้เพื่อจุดประสงค์ใด ?
2. นักเรียนจะอภิปรายผลการทดลองนี้ว่าอย่างไร ?
3. สาร TTC ใช้ทดสอบเมื่อเยื่อที่มีการหายใจได้อย่างไร ?


บทปฏิบัติการชีววิทยา ว 042
การทำงานของตัวยับยั้งเอนไซม์
ให้นักเรียนอภิปรายคำถามต่อไปนี้
เมื่อนักเรียนเป็นไข้ ร่างกายจะมีอุณหภูมิสูงขึ้น
เหตุใดจึงเป็นเช่นนั้น เกี่ยวข้องกับพลังงานและตัวยับยั้งเอนไซม์หรือไม่ อย่างไร ?

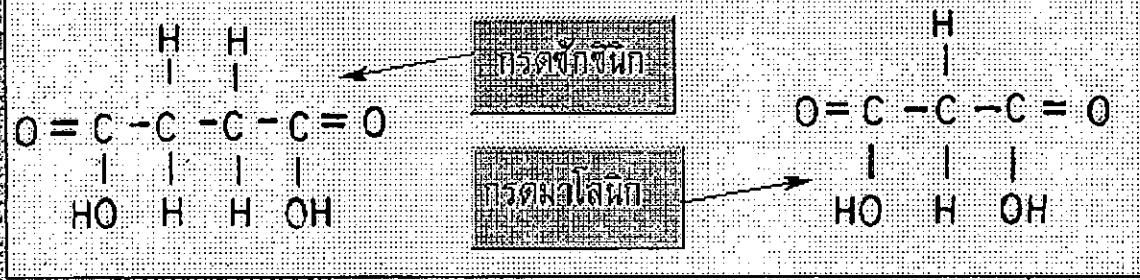

พิมพ์
ตอบคำถามข้อที่ 1
1.


ตอบคำถามข้อที่ 2
2.


ตอบคำถามข้อที่ 3
3.


ความรู้เพิ่มเติม
ในกระบวนการหายใจซึ่งมีอยู่หลายขั้นตอน จะมีขั้นตอนหนึ่งที่
กรดซักซินิก(succinic acid) ถูกเปลี่ยนเป็นกรดฟูมาริก(fumaric acid)
โดยเอนไซม์ซักซินิกดีไฮโดรจีเนส (succinic dehydrogenase)
แต่ถ้าเอนไซม์ซักซินิกดีไฮโดรจีเนสถูกยับยั้ง กระบวนการหายใจ
จะหยุดชะงักลงไป
กรดซักซินิกและกรดมาโลนิกมีโครงสร้างที่คล้ายคลึงกัน

ความรู้เพิ่มเติม



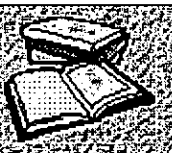
กรดซักซินิกและกรดมาโลนิกมีโครงสร้างที่คล้ายคลึงกัน

ความรู้เพิ่มเติม

ในการแปรสภาพของกรดซักซินิก เอนไซม์ซักซินิกดีไฮโดรจีเนส ทำหน้าที่สลายพันธะของไฮโดรเจนของกรดซักซินิกให้กลายเป็นกรดฟูมาริก แต่ถ้าเอนไซม์นี้รวมกับกรดมาโลนิก ก็จะไม่มีโอกาสร่วมตัวกับกรดซักซินิก

ด้วยข้อยั้งเอนไซม์มีหลายชนิดและทำหน้าที่เฉพาะอย่าง และจากการศึกษาทำให้ทราบว่ากระบวนการหายใจไม่ได้เป็นปฏิกิริยาขั้นเดียว

ความรู้เพิ่มเติม





การย้ายยังเอนไซม์นอกจากจะเกิดจากตัวย้ายยัง
ที่มีโครงสร้างคล้ายกับซับสเตรตแล้วยังอาจเกิดจาก
ตัวย้ายยังเอนไซม์ที่มีโครงสร้างต่างจากซับสเตรต
ซึ่งเมื่อรวมกับเอนไซม์ ทำให้เอนไซม์เปลี่ยนแปลง
จนไม่สามารถรวมตัวกับซับสเตรตได้





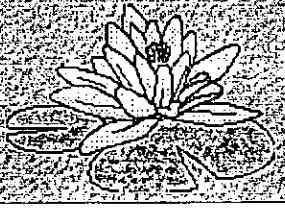
บทปฏิบัติการชีววิทยา ว 042

การทำงานของตัวยับยั้งเอนไซม์

ให้นักเรียนทำงานส่ง 2 ชิ้นงาน(รายบุคคล)
1.ตอบคำถาม 4 ข้อ
2.เขียนรายงานการทดลอง

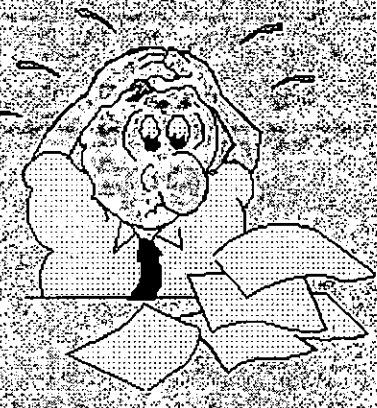
จบบทเรียน

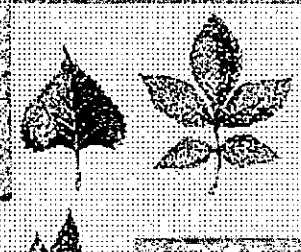


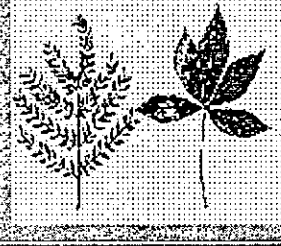


บทปฏิบัติการชีววิทยา ว 042

การศึกษาโครงสร้างใบพืช







ถ้านักเรียนพร้อมที่จะเรียนให้กดปุ่มเริ่มต้น

เริ่มต้น

บทปฏิบัติการชีววิทยา ว 042

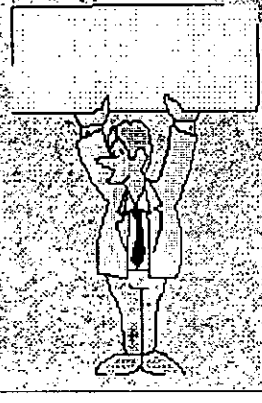
การศึกษาโครงสร้างใบพืช

นักเรียนเตรียมสิ่งต่อไปนี้พร้อมหรือยัง ?

1.ความพร้อมของสมาชิกในกลุ่ม

2.วัสดุอุปกรณ์ที่ครูสั่งไว้ล่วงหน้า

3.กระดาษจดบันทึก





บทปฏิบัติการชีววิทยา ว 042

การศึกษาโครงสร้างใบพืช

นักเรียนเตรียมสิ่งต่อไปนี้พร้อมหรือยัง ?

1.ความพร้อมของสมาชิกในกลุ่ม

2.วัสดุอุปกรณ์ที่ครูสั่งไว้ลองหน่อ

3.กระดาษชับน้ำ

ใบไม้ เช่น ใบขาว ใบขาวโพด ใบพุทธรักษา ใบผักบุ้งทะเล



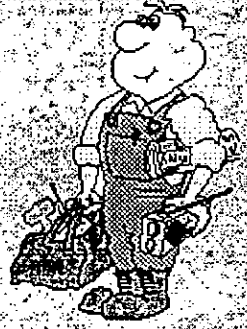
บทปฏิบัติการชีววิทยา ว 042

การศึกษาโครงสร้างใบพืช

กิจกรรม

การศึกษาโครงสร้างใบพืช

อุปกรณ์



1.ใบไม้สด

2.ใบมีดโกน

3.สไลด์

4.กระจกปิดสไลด์

5.น้ำกลั่น

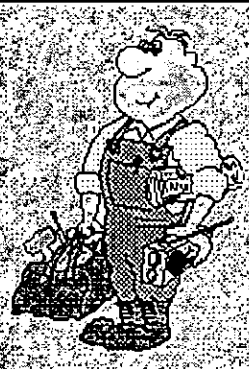
6.กล้องจุลทัศน์

บทปฏิบัติการชีววิทยา ว 042

การศึกษาโครงสร้างใบพืช

กิจกรรม | การศึกษาโครงสร้างใบพืช

วัสดุ-อุปกรณ์



1.ใบไม้สด ใบไม้ เช่น ใบข้าว ใบข้าวโพด ใบพุระหง ใบผักบุ้ง ฯลฯ
2.ใบมีดโกน
3.สไลด์
4.กระจกปิดสไลด์
5.น้ำกลั่น
6.กล้องจุลทัศน์

บทปฏิบัติการชีววิทยา ว 042

การศึกษาโครงสร้างใบพืช

การทำกิจกรรม



1.พิจารณาลักษณะภายนอกของใบไม้ชนิดต่างๆจากตัวอย่างที่นักเรียนนำมา โดยพิจารณาจากใบไม้สัก 2-3 ชนิด
- สังเกตดูใบไม้แต่ละชนิดเหมือนกันหรือแตกต่างกันอย่างไรบ้าง ?
- บันทึกผล

บทปฏิบัติการชีววิทยา ว 042

การศึกษาโครงสร้างใบพืช

การทำกิจกรรม



2. นำใบไม้มาตัดบางๆ ตามขวาง โดยทำดังนี้
   - ม้วนใบไม้ตามยาวให้แผ่นเป็นหลอดกลม
   - ตัดปลายข้างหนึ่งทิ้งไปประมาณ 1/3 ของความยาวทั้งหมด
   - ใช้ใบมีดคมๆ ตัดใบตามขวางให้ได้แผ่นบางที่สุดเท่าที่จะบางได้

บทปฏิบัติการชีววิทยา ว 042

การศึกษาโครงสร้างใบพืช

การทำกิจกรรม



3. วางส่วนของใบที่ตัดได้ 3 – 4 ชิ้น ลงบนหยดน้ำบนสไลด์
   ปิดด้วยกระจกปิดสไลด์
   ระวังอย่าให้มีฟองอากาศอยู่ภายใน

บทปฏิบัติการชีววิทยา ว 042

การศึกษาโครงสร้างใบพืช

การทำกิจกรรม



4. นำสไลด์ใบส่องดูด้วยกล้องจุลทัศน์เลือกดูชิ้นใบที่ตัดบางที่สุดและสมบูรณ์ที่สุดโดยใช้เลนส์ใกล้วัตถุกำลังขยายต่ำเพื่อให้เห็นโครงสร้างทั้งหมด แล้วใช้เลนส์ใกล้วัตถุกำลังขยายสูงตรวจดูเซลล์แต่ละบริเวณ วาดภาพลักษณะภายในของใบจากกล้องจุลทัศน์

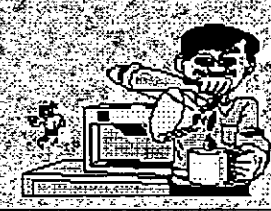




บทปฏิบัติการชีววิทยา ว 042

การศึกษาโครงสร้างใบพืช

การทำกิจกรรม



5. เปรียบเทียบลักษณะภายในของใบพืชแต่ละชนิดกับนักเรียนกลุ่มอื่น รวมกันอภิปรายภายในกลุ่มถึงความแตกต่างของพืชแต่ละชนิดในแง่ของจำนวน ตำแหน่งที่อยู่ของคลอโรพลาสต์ ความหนาของชั้นเซลล์ ฯลฯ ในแง่ความสัมพันธ์กับการสังเคราะห์ด้วยแสง







บทปฏิบัติการชีววิทยา ว 042

การศึกษาโครงสร้างใบพืช

ให้นักเรียนตอบคำถามต่อไปนี้

1. ลักษณะของใบพืชแต่ละชนิด เหมือนกันหรือแตกต่างกันอย่างไรบ้าง ?
2. รูปร่างของใบมีส่วนสัมพันธ์กับการสร้างอาหารของพืชอย่างไร ?
3. ถ้าใบไม้ไม่เป็นแผ่นแบน นักเรียนคิดว่าประสิทธิภาพในการสร้างอาหารจะแตกต่างไปหรือไม่ อย่างไร ?



บทปฏิบัติการชีววิทยา ว 042

การศึกษาโครงสร้างใบพืช

ให้นักเรียนตอบคำถามต่อไปนี้

4. เซลล์ชั้นนอกสุดทั้งบนและล่างมีสีเขียวหรือไม่ อย่างไร ?
5. เซลล์ที่มีคลอโรพลาสต์เป็นจำนวนมากอยู่ด้านใดของใบ การที่เป็นเช่นนั้นน่าจะเป็นประโยชน์ในด้านการสังเคราะห์ด้วยแสงอย่างไร ?
6. พืชแต่ละชนิดมีจำนวนและตำแหน่งที่อยู่ของคลอโรพลาสต์เหมือนกันหรือแตกต่างกันอย่างไร ?


บทปฏิบัติการชีววิทยา ว 042
การศึกษาโครงสร้างในพืช
ตอบคำถามข้อที่ 1
พิมพ์

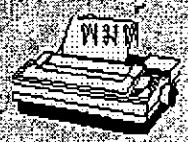

บทปฏิบัติการชีววิทยา ว 042
การศึกษาโครงสร้างในพืช
ตอบคำถามข้อที่ 2
พิมพ์



บทปฏิบัติการชีววิทยา ว 042

การศึกษาโครงสร้างใบพืช

ตอบคำถามข้อที่ 3





บทปฏิบัติการชีววิทยา ว 042

การศึกษาโครงสร้างใบพืช

ตอบคำถามข้อที่ 4





บทปฏิบัติการชีววิทยา ว 042

การศึกษาโครงสร้างใบพืช

ตอบคำถามข้อที่ 5



ความรู้เพิ่มเติม



โครงสร้างของใบพืชประกอบด้วย เส้นใบ (vein) ถ้าเป็นพืช
ใบเลี้ยงคู่ เส้นใบมักจะมีลักษณะเป็นร่างแห พืชใบเลี้ยงเดี่ยว
มีเส้นใบขนาน เส้นใบของพืชนอกจากจะทำให้ใบมีความแข็งแรงแล้ว
ภายในเส้นใบยังประกอบด้วยไซเลม(xylem) และโฟลเอม(phloem)
ดังนั้นเส้นใบก็คือ วาสคิวลาร์บันเดิล(vein) นั่นเอง

ศึกษาเพิ่มเติมจากอินเตอร์เน็ต




บทปฏิบัติการชีววิทยา ว 042
การศึกษาโครงสร้างในพืช
ให้นักเรียนทำงานส่ง 2 ชิ้นงาน(รายบุคคล)
1.ตอบคำถาม 6 ข้อ
2.เขียนรายงานการทดลอง
จบบทเรียน


บทปฏิบัติการชีววิทยา ว 042
การศึกษาการคายน้ำของพืช
ถ้านักเรียนพร้อมที่จะเรียนให้กดปุ่มเริ่มต้น
เริ่มต้น

บทปฏิบัติการชีววิทยา ว 042

การศึกษาการคายน้ำของพืช

นักเรียนเตรียมสิ่งต่อไปนี้พร้อมหรือยัง?

1.ความพร้อมของสมาชิกในกลุ่ม

2.วัสดุอุปกรณ์ที่ครูสั่งไว้ล่วงหน้า

3.กระดาษจดบันทึก



บทปฏิบัติการชีววิทยา ว 042

การศึกษาการคายน้ำของพืช

นักเรียนเตรียมสิ่งต่อไปนี้พร้อมหรือยัง?

1.ความพร้อมของสมาชิกในกลุ่ม

2.วัสดุอุปกรณ์ที่ครูสั่งไว้ล่วงหน้า

3.กระดาษจดบันทึก

สมาชิกในกลุ่มครบและพร้อมที่จะเรียน



บทปฏิบัติการชีววิทยา ว 042

การศึกษาการคายน้ำของพืช

กิจกรรม

การศึกษาการคายน้ำของพืช

อุปกรณ์

1.หลอดคะปิลลารี
2.ไม้บรรทัด
3.ท่อพลาสติก
4.บีกเกอร์
5.น้ำสี
6.กิ่งไม้



การติดตั้งอุปกรณ์

บทปฏิบัติการชีววิทยา ว 042

การศึกษา[มีรูพรุนขนาดเล็ก ยาว 40 เซนติเมตร]พืช

กิจกรรม

การศึ

อุปกรณ์

1.หลอดคะปิลลารี
2.ไม้บรรทัด
3.ท่อพลาสติก
4.บีกเกอร์
5.น้ำสี
6.กิ่งไม้



การติดตั้งอุปกรณ์

บทปฏิบัติการชีววิทยา ว 042

การศึกษาการคายน้ำของพืช

กิจกรรม

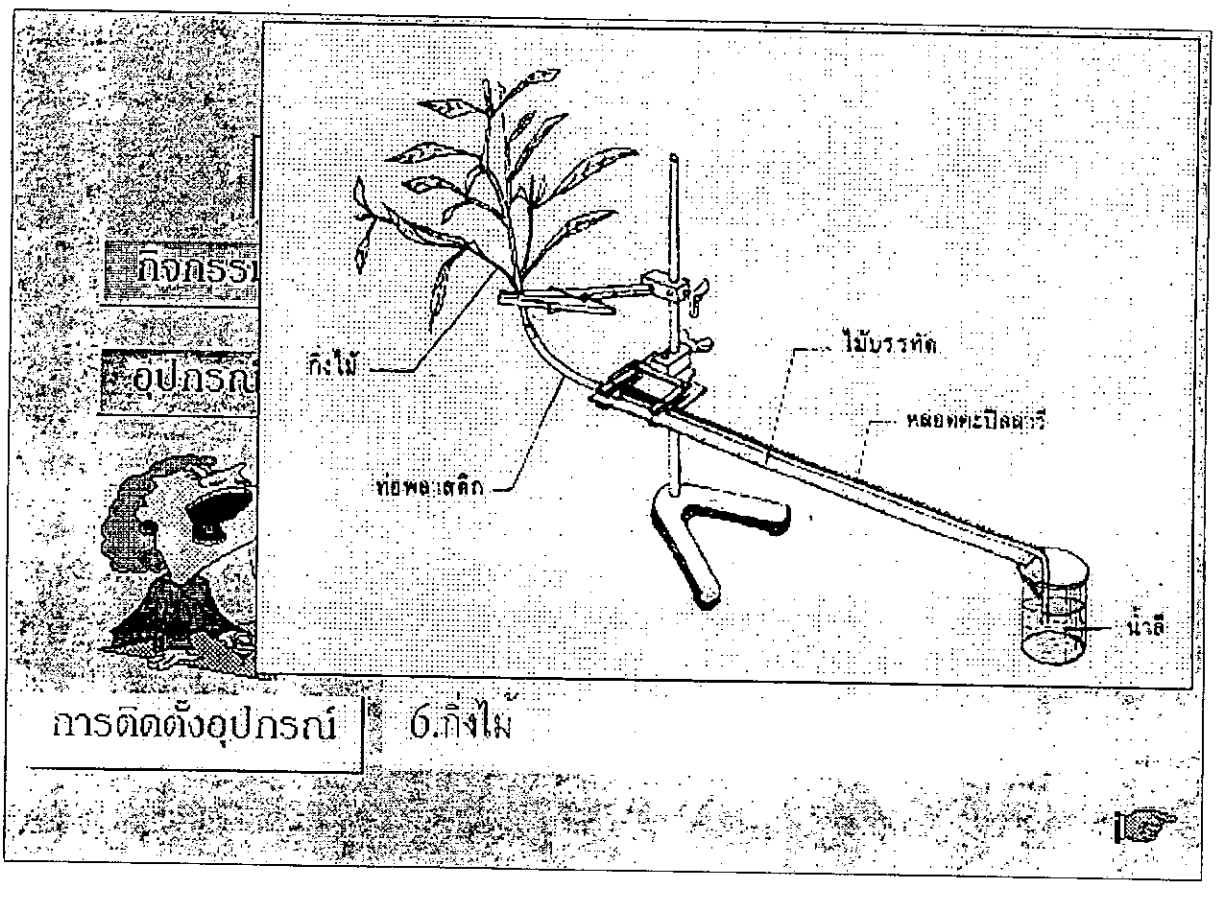
การศึกษาการคายน้ำของพืช

อุปกรณ์



1.หลอดคะปิลลารี
2.ไม้บรรทัด
3.ท่อพลาสติก
4.บีกเกอร์ มีความสมบูรณ์
5.น้ำสี มีใบจำนวนมาก
6.กิ่งไม้

การติดตั้งอุปกรณ์



กิจกรรม

อุปกรณ์

การติดตั้งอุปกรณ์

6.กิ่งไม้

บทปฏิบัติการชีววิทยา ว 042

การศึกษาการคายน้ำของพืช

การทำกิจกรรม



1. นำหลอดคะปิลลารีหรือหลอดแก้วรูเล็กที่มีความยาว 40 เซนติเมตร และมีปลายโค้งงอ เสียบปลายข้างหนึ่งเข้าไปในท่อพลาสติกแล้วแช่ลงในอ่างน้ำ ให้น้ำเข้าจนเต็มหลอดคะปิลลารี

บทปฏิบัติการชีววิทยา ว 042

การศึกษาการคายน้ำของพืช

การทำกิจกรรม



2. ผ่ากิ่งไม้ที่แช่ในน้ำมาตัดโคนออกอีกเล็กน้อย

3. เสียบกิ่งไม้กับท่อพลาสติกขณะที่อยู่ในน้ำ กิ่งไม้นี้ต้องกระชับพอดีกับท่อพลาสติกเพื่อไม่ให้อากาศเข้าไปได้ ควรทาบริเวณรอยต่อนี้ด้วยวาสลีนเพื่อกันการรั่ว

บทปฏิบัติการชีววิทยา ว 042

การศึกษาการคายน้ำของพืช

การทำกิจกรรม



4. ยกหลอดคะปิลลารีขึ้นจากน้ำใช้กระดาษซับหรือกระดาษเยื่อซับน้ำจาก
ปลายหลอดออกเล็กน้อย เพื่อไม่ให้มีฟองอากาศเกิดขึ้น
แล้วจุ่มปลายหลอดลงในอ่างน้ำหรือบีกเกอร์ที่บรรจุน้ำสี

บทปฏิบัติการชีววิทยา ว 042

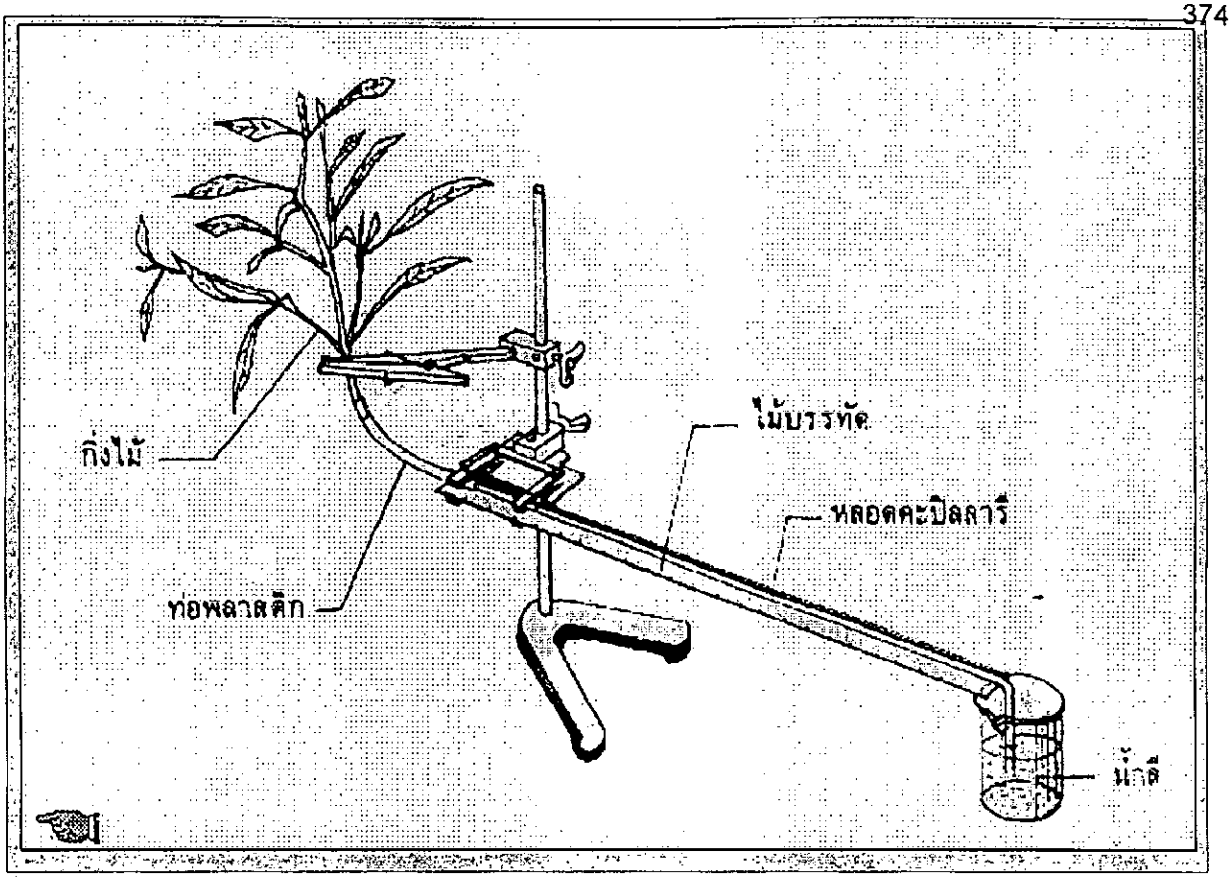
การศึกษาการคายน้ำของพืช

การทำกิจกรรม



5. หนีบหลอดคะปิลลารีให้ติดกับไม้บรรทัด เครื่องมือที่เตรียมเรียบร้อยแล้ว
จะมีลักษณะดังภาพ

6. ตั้งเครื่องมือไว้ในห้องปฏิบัติการ วัดระยะที่ฟองอากาศเคลื่อนที่ไป
โดยวัดจากจุดเริ่มต้นทุกๆ 3 นาที เป็นเวลาประมาณ 18 นาที



บทปฏิบัติการชีววิทยา ว 042

การศึกษาการคายน้ำของพืช

การทำกิจกรรม



7. ทำการทดลองซ้ำเหมือนเดิมแต่เพิ่มเติมดังนี้

- เด็ดใบของกิ่งที่ใช้ทดลองออกให้เหลือประมาณ 1/4 ของจำนวนเดิม

ตั้งเครื่องมือไว้ที่เดิมคอยวัดระยะฟองอากาศเช่นเดียวกับข้อ 6.

บทปฏิบัติการชีววิทยา ว 042

การศึกษาการคายน้ำของพืช

การทำกิจกรรม

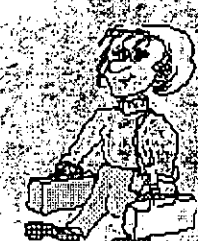


8. ทำการทดลองซ้ำให้มีอันเดิมแต่เพิ่มเติมดังนี้
   - ตั้งโคมไฟใกล้ๆใบไม้ ส่องให้ถูกใบไม้ตลอดเวลา แต่อย่าให้ใกล้เกินไป ใบไม้จะไหม้ ตั้งเครื่องมือไว้ที่เดิมคอยวัดระยะฟองอากาศเช่นเดียวกับข้อ 6

บทปฏิบัติการชีววิทยา ว 042

การศึกษาการคายน้ำของพืช

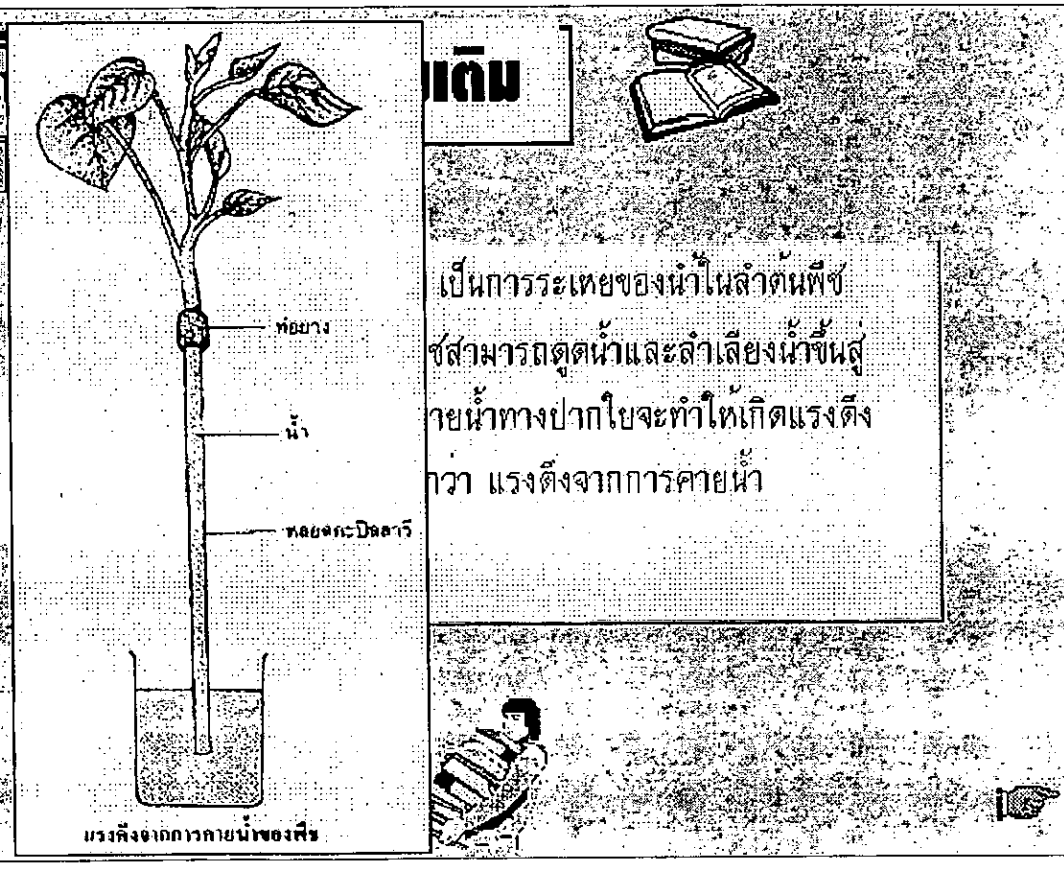
การทำกิจกรรม



9. นำข้อมูลที่ได้จากการทดลองทั้งจาก ข้อ 6 ข้อ 7 และ ข้อ 8 มาเขียนกราฟ เพื่อเปรียบเทียบอัตราการเคลื่อนที่ของฟองอากาศเมื่อกิ่งไม้มีใบมากกับใบน้อย และอัตราการเคลื่อนที่ของฟองอากาศเมื่อกิ่งไม้ได้รับความเข้มของแสงมากกับความเข้มของแสงน้อย

ความรู้เพิ่มเติม

การคายน้ำ (transpiration) เป็นการระเหยของน้ำในลำต้นพืช ออกมาทางปากใบ ซึ่งจะทำให้พืชสามารถดูดน้ำและลำเลียงน้ำขึ้นสู่ลำต้นได้ เพราะฉะนั้นขณะที่พืชคายน้ำทางปากใบจะทำให้เกิดแรงดึง แรงดึงจากการสูญเสียน้ำนี้ เรียกว่า แรงดึงจากการคายน้ำ (transpiration pull)



เป็นการระเหยของน้ำในลำต้นพืช
ชสามารถดูดน้ำและลำเลียงน้ำขึ้นสู่
ายน้ำทางปากใบจะทำให้เกิดแรงดึง
ว่า แรงดึงจากการคายน้ำ



ความรู้เพิ่มเติม











บทปฏิบัติการชีววิทยา ว 042

การศึกษาการคายน้ำของพืช

ให้นักเรียนตอบคำถามต่อไปนี้



1.นักเรียนคิดว่าพืชมีการลำเลียงน้ำเกิดขึ้นหรือไม่ ทราบได้อย่างไร ?

2.จำนวนของใบ และความเข้มของแสงมีผลต่อการคายน้ำอย่างไร ?

3.การคายน้ำน่าจะมีความสัมพันธ์กับการลำเลียงน้ำอย่างไร ?

4.ถ้าต้องการทราบว่า ความชื้น และกระแสลม มีส่วนเกี่ยวข้องกับการลำเลียงน้ำและการคายน้ำหรือไม่ จะวางแผนการทดลองอย่างไร ?







บทปฏิบัติการชีววิทยา ว 042

การศึกษาการคายน้ำของพืช

ให้นักเรียนวางแผนการทดลองและเขียนโครงการทดลองต่อไปนี้

ถ้าต้องการทราบว่า ความชื้น และกระแสลม
มีส่วนเกี่ยวข้องกับการลำเลียงน้ำและการคายน้ำหรือไม่
จะวางแผนการทดลองอย่างไร ?







บทปฏิบัติการชีววิทยา ว 042



การศึกษาการคายน้ำของพืช

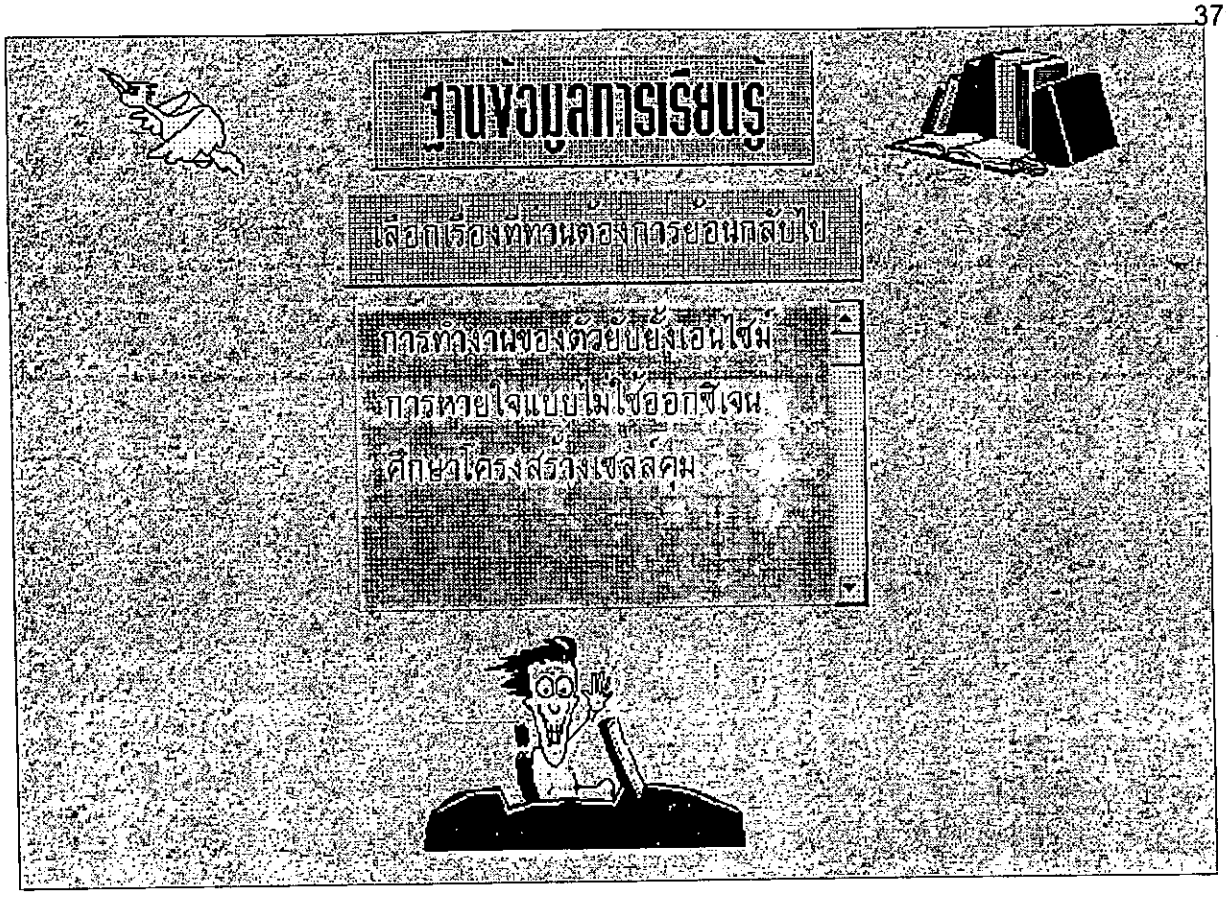
ให้นักเรียนทำงานสง 2 ชิ้นงาน(รายบุคคล)
1.ตอบคำถาม 4 ข้อ
2.เขียนโครงการทดลอง

จบบทเรียน








ฐานข้อมูลการเรียนรู้
เลือกเรื่องที่ท่านต้องการย้อนกลับไป
การทำงานของตัวยับยั้งเอนไซม์
การหายใจแบบไม่ใช้ออกซิเจน
ศึกษาโครงสร้างเซลล์คุม

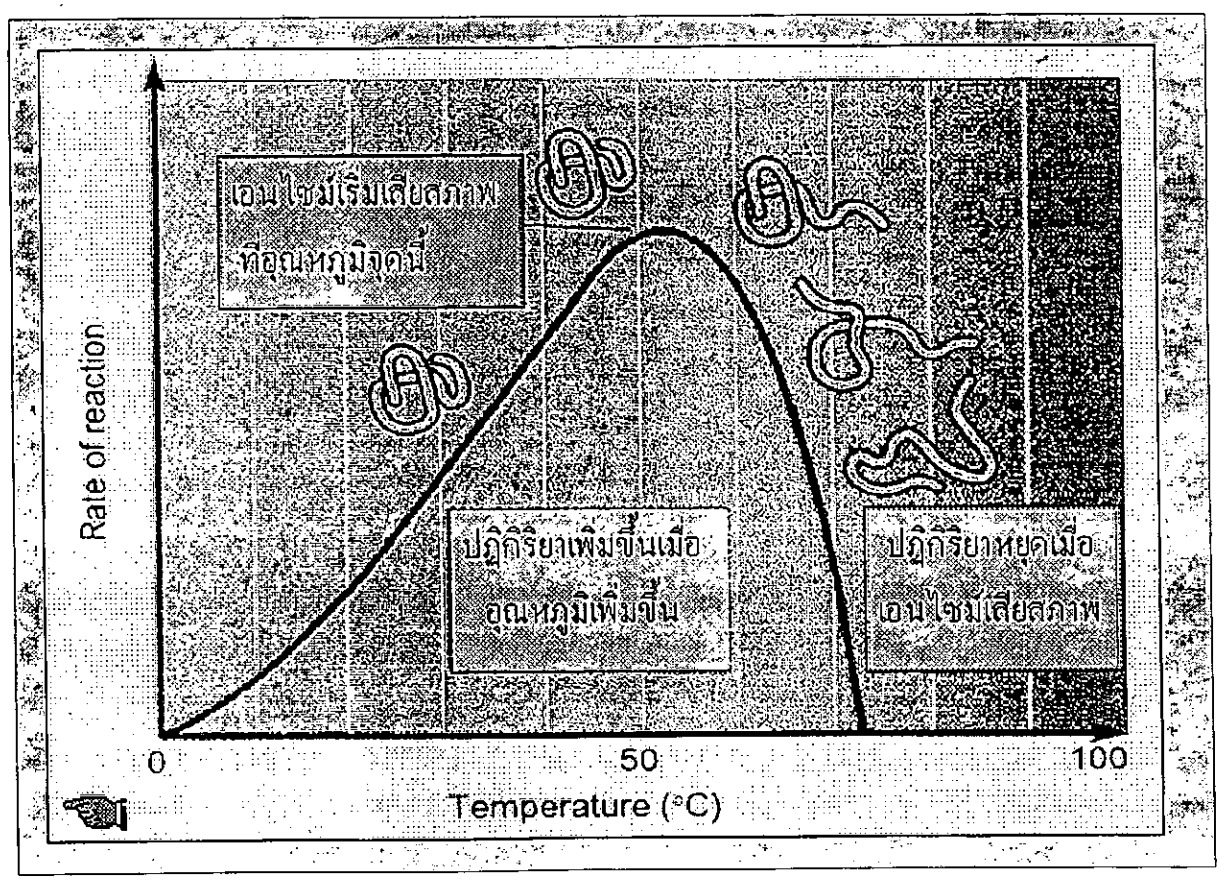

ฐานข้อมูลการเรียนรู้
เลือกหัวข้อที่ต้องการค้นคว้า
การทำงานของเอนไซม์
การหายใจ
ตัวยับยั้งเอนไซม์ (inhibitor)
เอนไซม์ (enzyme)

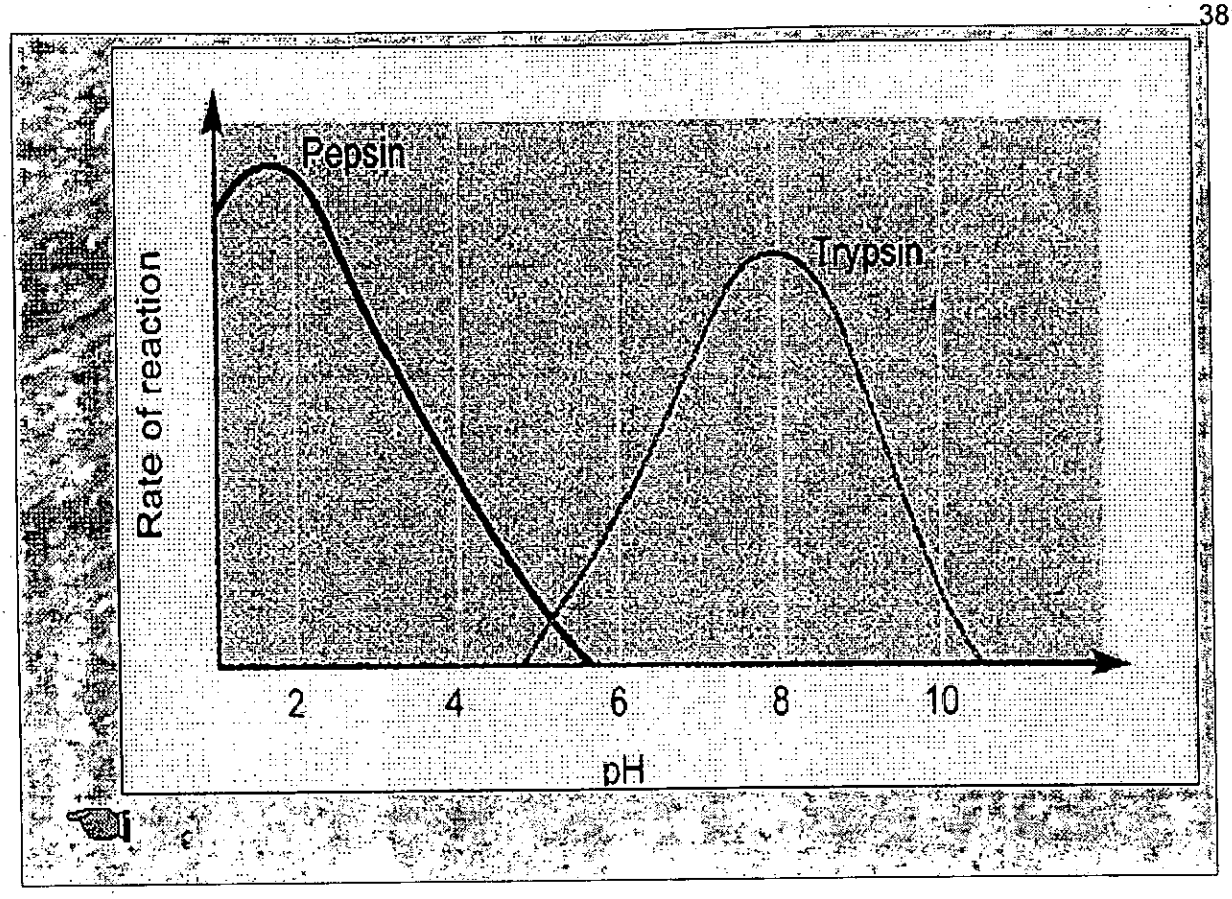
ฐานข้อมูลการเรียนรู้

การทำงานของเอนไซม์

อัตราการทำงานของเอนไซม์ขึ้นอยู่กับ ระดับอุณหภูมิ เมื่ออุณหภูมิสูงขึ้นอัตราการทำงานของเอนไซม์จะเพิ่มขึ้น จนถึงระดับอุณหภูมิหนึ่งจะมีอัตราการทำงานสูงสุด เมื่ออุณหภูมิสูงกว่านี้แล้วอัตราการทำงานจะลดลง เพราะมีการเปลี่ยนแปลงรูปร่างของโปรตีนที่เป็นองค์ประกอบของเอนไซม์

นอกจากนั้นเอนไซม์ยังทำงานได้ในช่วง pH ที่จำกัดเท่านั้น และเอนไซม์แต่ละชนิดก็มีช่วง pHจำกัดที่ต่างกันด้วย





ตัวอย่างหัวข้อรายงานการทดลอง

ผู้ทดลอง 1..... 2..... 3.....

กิจกรรมที่..... เรื่อง.....

สมมติฐาน.....

อุปกรณ์/สารเคมี

1..... 2..... 3.....

วิธีการทดลอง

.....

ผลการทดลอง

.....

สรุปผลการทดลอง

.....

ย้อนกลับหน้าเดิม



ฐานข้อมูลการเรียนรู้



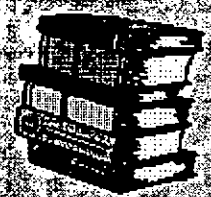
การหายใจ

การหายใจเป็นกระบวนการที่ทำให้เกิดการแลกเปลี่ยนก๊าซในบรรยากาศกับก๊าซในถุงลมปอด ซึ่งเป็นการนำก๊าซออกซิเจนไปใช้และปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ออกมาสู่บรรยากาศ

ในกระบวนการหายใจมี การสลายโมเลกุลของอาหารให้ได้เป็นสารที่มีโมเลกุลเล็กลงไปอีก จนในที่สุดก็จะได้ก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ น้ำ และจะได้พลังงานด้วย



ฐานข้อมูลการเรียนรู้



การหายใจ

การหายใจ อาจแบ่งได้ 2 แบบ คือ

1. การหายใจแบบใช้ออกซิเจน (aerobic respiration)

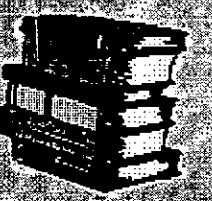
เป็นกระบวนการสลายอาหารที่ใช้ออกซิเจนเป็นตัวรับอิเล็คตรอนตัวสุดท้าย

2. การหายใจแบบไม่ใช้ออกซิเจน (anaerobic respiration)

เป็นกระบวนการสลายสารอาหารที่ไม่ใช้ออกซิเจนเป็นตัวรับอิเล็คตรอน



ฐานข้อมูลการเรียนรู้



การสลายโมเลกุลของสารอาหาร

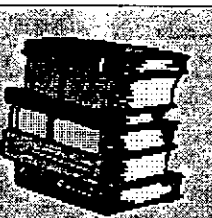
การสลายโมเลกุลของสารอาหารของสิ่งมีชีวิต
แบ่งออกได้เป็น 2 แบบ คือ

1. การสลายโมเลกุลของสารอาหารแบบใช้ออกซิเจน
2. การสลายโมเลกุลของสารอาหารแบบไม่ใช้ออกซิเจน

ซึ่งทั้ง 2 แบบนี้เป็นการสลายโมเลกุลของสารอาหารเพื่อให้ได้พลังงานซึ่งจะนำไปใช้ในการทำกิจกรรมหลายอย่างของเซลล์



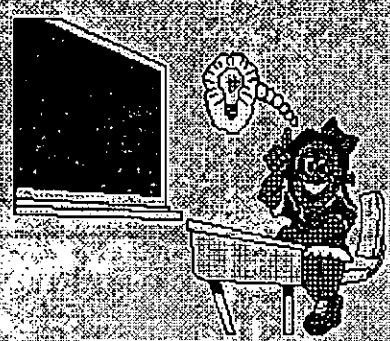
ฐานข้อมูลการเรียนรู้



การสลายโมเลกุลของสารอาหารแบบใช้ออกซิเจน

สารอาหาร

1. สัตว์ในข้อใดที่ใช้ท่อลม (trachea) เป็นตัวแทนในการแลกเปลี่ยนก๊าซในการหายใจ



ก. กบ ม้าน้ำ ปลาตะเพียน

ข. กุ้ง ผีเสื้อ ผึ้ง

ค. งู กิ้งกือ ผีเสื้อ

ง. ผึ้ง ผีเสื้อ จิ้งหรีด

2. ปลาหรือสัตว์น้ำได้รับออกซิเจนจากแหล่งใด ?



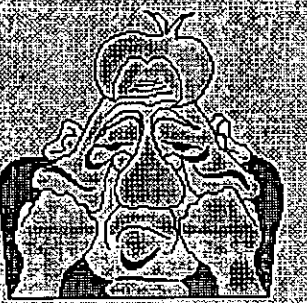
ก. ออกซิเจนในโมเลกุลของคาร์บอนไดออกไซด์

ข. ออกซิเจนที่ละลายอยู่ในน้ำ

ค. ออกซิเจนในโมเลกุลของน้ำ

ง. ออกซิเจนในอากาศ

3. โครงสร้างใดของปลา
ที่ทำหน้าที่อย่างเดียวกับ
ถุงลมปอดของคน?



- ครีบหลัง
- เหงือก
- กระดูกฝาเหงือก
- กระดูกปิดเหงือก

4. ข้อใดเป็นโครงสร้าง
ที่ใช้ในการแลกเปลี่ยนก๊าซ?



- เหงือก ปอด ท่อลม
- เหงือก ปอด หลอดลม
- ท่อลม ปอด เส้นเลือด
- เส้นเลือด ท่อลม เหงือก

5. การแลกเปลี่ยนก๊าซออกซิเจนและคาร์บอนไดออกไซด์ในการหายใจเกิดขึ้นที่ใด ?



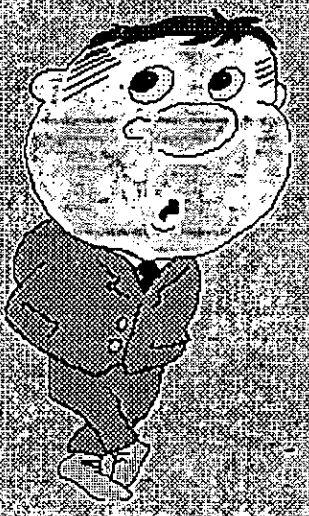
- ผิวหนัง
- ปอด
- ถุงลม
- เม็ดเลือดแดง

6. ขบวนการแลกเปลี่ยนก๊าซในร่างกายเกิดได้โดยอาศัย ?



- osmosis
- dialysis
- diffusion
- active transport

7. Oxyhaemoglobin
จะพบบริเวณใดของร่างกาย ?



- เม็ดเลือดแดง
- น้ำเลือด
- เม็ดเลือดขาว
- ถุงลม

8. ทางเดินลมหายใจของคน
จะประกอบด้วยกระดูกอ่อน
เพื่อจุดประสงค์ใด ?



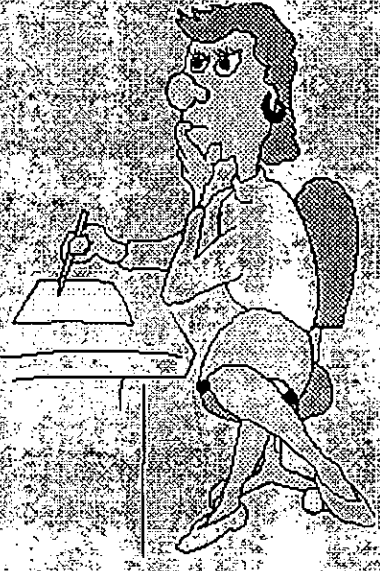
- ป้องกันไม่ให้อาหารเข้าสู่หลอดลม
- เพื่อสะดวกในการเปลี่ยนเมื่อเกิดปัญหากับระบบทางเดินหายใจ
- ป้องกันทางเดินของลมหายใจไม่เกิดการยุบตัว
- ป้องกันแรงกดจากภายนอกกระแทก

9 นักเรียนสองคนกลั้นหายใจ
พร้อมๆกับการหายใจ
ได้หรือไม่ เพราะเหตุใด ?



- ได้ เพราะหลอดลมกับหลอดอาหารแยกกันอยู่
- ไม่ได้ เพราะหลอดอาหารมีฝาปิด
- ไม่ได้ เพราะหลอดลมมีฝาปิด
- ได้ เพราะหลอดลมมีฝาปิด

10 โครงสร้างที่ใช้ในการแลกเปลี่ยนก๊าซ
ของสิ่งมีชีวิตทั่วไป จะมีลักษณะ
เหมือนกันคือข้อใด ?



- มีเส้นเลือดฝอยมาห่อหุ้มเสมอ
- บางและมีความชื้นอยู่เสมอ
- เป็นแผ่นบางๆเรียงซ้อนหรือพับไปมา
- มีน้ำมาหล่อเลี้ยงตลอดเวลา

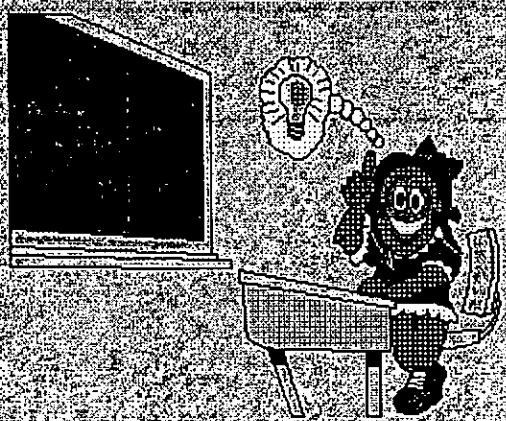
ผลการทดสอบ

คะแนนที่ได้ ... : คะแนนเต็ม ...



บทปฏิบัติการชีววิทยา ว 042

การสังเคราะห์ด้วยแสง





ถ้านักเรียนพร้อมที่จะเรียนให้กดปุ่มเริ่มต้น

เริ่มต้น

บทปฏิบัติการชีววิทยา ว 042

การสังเคราะห์ด้วยแสง

กิจกรรม การศึกษาโครงสร้างใบพืช

วัสดุ-อุปกรณ์

1. ใบไม้สด
2. ใบมีดโกน
3. สไลด์
4. กระจกปิดสไลด์
5. น้ำกลั่น
6. กล้องจุลทัศน์





บทปฏิบัติการชีววิทยา ว 042

การสังเคราะห์ด้วยแสง

ให้นักเรียนตอบคำถามต่อไปนี้

1. การที่โดมไฟอยู่ห่างจากสาหร่ายทางกระจกในระยะต่างๆกันนั้น มีผลต่อความเข้มของแสงที่สาหร่ายทางกระจกได้รับอย่างไร ?
2. ความเข้มของแสงมีความสัมพันธ์กับอัตราการสังเคราะห์ด้วยแสงหรือไม่ อย่างไร?





บทปฏิบัติการชีววิทยา ว 042

การสังเคราะห์ด้วยแสง

ให้นักเรียนตอบคำถามต่อไปนี้

3. ทำไมต้องนำขวดที่ใส่สาหร่ายทางกระจกไว้ ไปแช่น้ำในกลองพลาสติก ?
4. ถ้าต้องการควบคุมอุณหภูมิให้คงที่ตลอดเวลา นักเรียนคิดว่าเราจะต้องปรับปรุงการทดลองนี้หรือไม่ อย่างไร?



ฐานข้อมูลการเรียนรู้

ตัวยับยั้งเอนไซม์

ตัวยับยั้งเอนไซม์ (inhibitor)เป็นสารที่สามารถทำให้ปฏิกิริยาที่มีเอนไซม์เป็นตัวเร่งนั้นหยุดชะงักลงได้ ตัวยับยั้งเอนไซม์บางชนิดอาจยับยั้งปฏิกิริยาด้วยการแย่งเอาเอนไซม์มาจากปฏิกิริยา จึงทำให้เอนไซม์ไม่สามารถจับกับซับสเตรต (substrate) ได้ ปฏิกิริยาจึงหยุดชะงักไป ดังภาพ



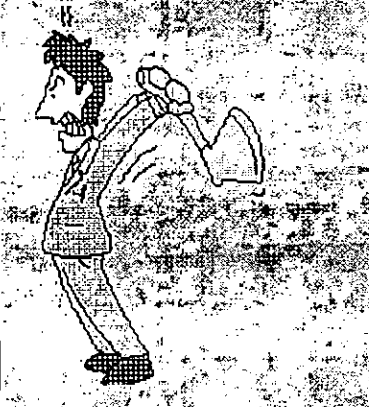
ฐานข้อมูลการเรียนรู้

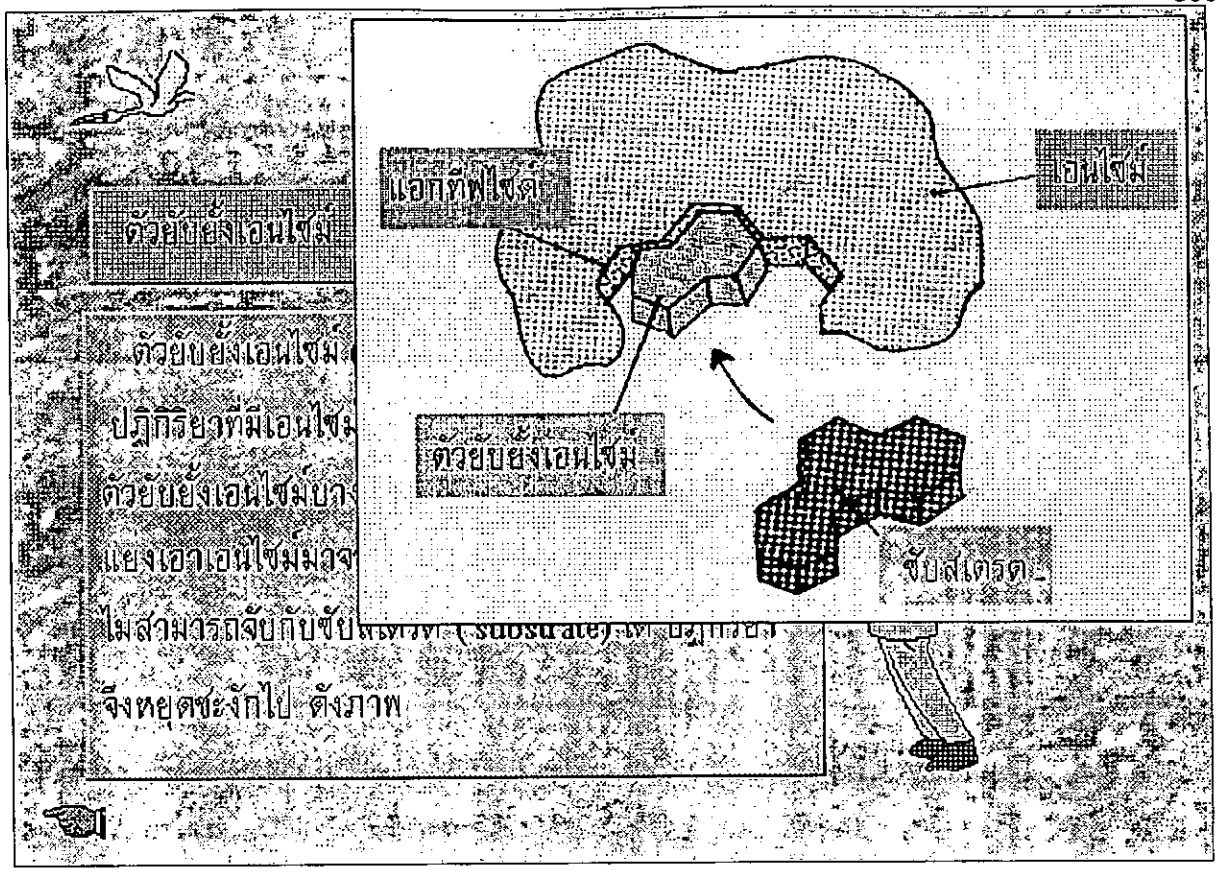
ตัวยับยั้งเอนไซม์

ตัวยับยั้งเอนไซม์จะยับยั้งการทำงานของเอนไซม์เฉพาะอย่าง

ตัวยับยั้งเอนไซม์ (i

ปฏิกิริยาที่มีเอนไซม์เป็นตัวเร่งนั้นหยุดชะงักลงได้ ตัวยับยั้งเอนไซม์บางชนิดอาจยับยั้งปฏิกิริยาด้วยการแย่งเอาเอนไซม์มาจากปฏิกิริยา จึงทำให้เอนไซม์ไม่สามารถจับกับซับสเตรต (substrate) ได้ ปฏิกิริยาจึงหยุดชะงักไป ดังภาพ




ตัวยับยั้งเอนไซม์
ตัวยับยั้งเอนไซม์
ปฏิกิริยาที่มีเอนไซ
ตัวยับยั้งเอนไซม์บา
แย่งเอาเอนไซม์มาจ
ไม่สามารถจับกับซับ
จึงหยุดชะงักไป ดังภาพ
แอกทีฟไซต์
เอนไซม์
ตัวยับยั้งเอนไซม์
ซับสเตรต


ฐานข้อมูลการเรียนรู้
เอนไซม์
เอนไซม์ (enzyme) เป็นสารประเภทโปรตีนที่ช่วยเร่ง
ปฏิกิริยาเคมีต่างๆภายในเซลล์ เอนไซม์มีจำนวนมากมาย
เอนไซม์แต่ละชนิดจะเร่งปฏิกิริยาได้เพียงบางปฏิกิริยาเท่านั้น
เอนไซม์มีสมบัติเร่งปฏิกิริยาย้อนกลับได้ สามารถทำงานได้
ในสภาพแวดล้อมที่เหมาะสมสภาพหนึ่งเท่านั้น หลังการทำงาน
ของเอนไซม์ โครงสร้างของเอนไซม์ยังคงเหมือนเดิม

ภาคผนวก จ

ตัวอย่างการเขียนโปรแกรมฐานข้อมูลการเรียนรู้แบบมัลติมีเดียวิชาชีววิทยา (ว042)

```
to handle mouseenter
        set syscursor to 17
        show picture "p1p4"
end
to handle mouseleave
        set syscursor to 1
        hide picture "p1p4"
end
```

Hotword id 9 of Page id 243 (p. 13)

```
to handle mouseenter
        show field "h1p4"
end
to handle mouseleave
        hide field "h1p4"
end
```

Hotword id 10 of Page id 243 (p. 13)

```
to handle mouseenter
        show field "h1p4"
end
to handle mouseleave
        hide field "h1p4"
end
```

Hotword id 8 of Page id 243 (p. 13)

```
to handle mouseenter
```

```
        show field "h1p4"
end
to handle mouseleave
        hide field "h1p4"
end
```

Page id 11 ("p404") of Book "D:\CAI5\BIO3.TBK"

```
to handle enterpage
 hide field "f2"
 hide field "f3"
end
```

Button id 19 of Page id 11 (p. 14)

```
to handle mouseenter
    set syscursor to 44
        show field "h5p5"
end
to handle mouseleave
    set syscursor to 1
        hide field "h5p5"
end
```

Button id 17 of Page id 11 (p. 14)

```
to handle mouseenter
    set syscursor to 44
        show field "h3p5"
end
to handle mouseleave
    set syscursor to 1
        hide field "h3p5"
```

```
end
---------------------------------------------------------------
Button id 11 of Page id 11 (p. 14)
---------------------------------------------------------------
to handle mouseenter
   set syscursor to 44
        show field "h2p5"
end
to handle mouseleave
   set syscursor to 1
        hide field "h2p5"
end
---------------------------------------------------------------
Button id 18 of Page id 11 (p. 14)
---------------------------------------------------------------
to handle mouseenter
   set syscursor to 44
        show field "h4p5"
end
to handle mouseleave
   set syscursor to 1
        hide field "h4p5"
end
---------------------------------------------------------------
Button id 29 of Page id 11 (p. 14)
---------------------------------------------------------------
-- This object has hyperlink properties
to handle mouseEnter
        set syscursor to 44
        hide field "f2"
        show field "f3"
end
```

```
to handle mouseLeave
        set syscursor to 1
        hide field "f3"
end
to handle buttonclick
    hide field "f3"
    transition "turnpage left " to page "p405"
end
```

Button id 27 of Page id 11 (p. 14)

```
-- This object has hyperlink properties

to handle mouseEnter
        set syscursor to 44
        show field "f2"
end

to handle mouseLeave
        set syscursor to 1
        hide field "f2"
end
```

Button id 16 of Page id 11 (p. 14)

```
to handle mouseenter
    set syscursor to 44
        show field "h3p5"
end
to handle mouseleave
    set syscursor to 1
        hide field "h3p5"
```

```
end
```

Hotword id 22 of Page id 11 (p. 14)

```
to handle mouseenter
        show field "h6p5"
end
to handle mouseleave
        hide field "h6p5"
end
```

Hotword id 5 of Page id 11 (p. 14)

```
to handle mouseenter
        set syscursor to 17
        show picture "p1p4"
        show line "l7"
end
to handle mouseleave
        set syscursor to 1
        hide picture "p1p4"
        hide line "l7"
end
```

Hotword id 7 of Page id 11 (p. 14)

```
to handle mouseenter
        show field "h1p5"
end
to handle mouseleave
        hide field "h1p5"
```

```
        end
end
-------------------------------------------------------------
sharedscript id 106 ("menu button")
-------------------------------------------------------------
notifyBefore enterPage
        send checkStatus
end

notifyBefore asym_reset
        send checkStatus
end

to handle checkStatus
        -- check to see if the button has hyperlinks
        get tbk_GetHyperlinks(self , "buttonclick")

        -- if it does, get the destination page
        if it <> null
                get tbk_findHyperPage(item 2 of it, item 3 of it, item 4 of it)
        end

        -- If a valid hyperlink was found, 'it' now contains
        -- a valid page reference
        if it <> null
                checked of self = (ASYM_BeenHere of it = TRUE)
                name of self = name of it
                caption of self = name of self
        end
end

to handle buttonclick
        checked of self = TRUE
        forward to parent
```

```
end
--------------------------------------------------------------
sharedscript id 105 ("tbk_backdrop")
--------------------------------------------------------------
-- This script was added to your book by the MTB41.SBK sysbook
-- It is used to define the behavior of backdrops

notifybefore enterpage
        get size of this background
        if it is "0,0"
                get size of this book
        end
        push "0,0" onto it
        if my bounds <> it
                my bounds = it
        end
        show self
end

to handle moved
        ssm = sysSuspendMessages
        sysSuspendMessages = true
        move self to 0,0
        sysSuspendMessages = ssm
end

notifyBefore asym_reset
        show self
end

to handle buttonDown loc
        send buttonDown loc to this page
end
```

```
        SYSTEM questionList

        push self onto questionList
end

-- this message is sent to all pages to gather the score for the quiz
notifyBefore reportScore
        SYSTEM INT totalScore, maxScore

        -- add the question values to the runnning total
        increment totalScore by score of self
        increment maxScore by maxScore of self
end


-- this is the main question handler
to handle buttonClick
        -- gather the question properties
        usePopup = (usePopup of self = TRUE)
        showFeedback = (showFeedback of self = TRUE)
        waitMM = (waitForClip of self = TRUE)

        clear text of field "feedback" of this background

        -- check if the question is already locked
        if locked of self = TRUE
                if showFeedback
                        send showText lockedFeedback of self,usePopup
                end
                beep 1
                break buttonClick
        end

        -- check if more than one answer is allowed
```

```
                -- the page reference may have had its path removed
                if "\" is not in pgRef
                        -- insert current book's path into page
reference
                        put path after first char of last word of pgRef
                end
                if isObject(pgRef)
                        -- if a valid page was found...
                        go to pgRef
                else
                        -- otherwise...
                        request expandString(tbk_GetString("Cannot
navigate to x",\
                          "Cannot navigate to %1."), pgRef)
                end
        end
        end
        unlinkDLL "fts" & ASYM_MTBVersion() & "mtb.dll"
end
```

---

sharedscript id 107 ("Question")

```
-- the page is being reset, so reset the question state
notifyBefore asym_reset
        invert of self = FALSE
        score of self = 0
        locked of self = FALSE
        if maxScore of self = NULL
                maxScore of self = 0
        end
end


notifyBefore summonWidgets
```

```
end

--------------------------------
notifyBefore enterPage
--------------------------------
        if "tb50r.sbk" is not in sysbooks
                send ASYM_Reset to self
        end
end

--------------------------------
to handle ASYM_Reset mode
--------------------------------
        SYSTEM s_ASYMI_CurrentPage

        pg = s_ASYMI_CurrentPage
        if pg = NULL
                pg = this page
        end
        bk = tbk_container(self,"book")
        conditions
                when name of self = "menu"
                        my enabled = (name of this page <> "menu") and
(tbk_FindPage("menu") <> NULL)
                when name of self = "first"
                        pgRef = firstPage(bk)
                        my enabled = (pgRef <> null and pageNumber of
pgRef < pageNumber of pg)
                when name of self = "previous"
                        pgRef = previousPage(pg)
                        my enabled = (pgRef <> null and pageNumber of
pgRef < pageNumber of pg)
                when name of self = "next"
                        pgRef = nextPage(pg)
```

```
                my enabled = (pgRef <> null and pageNumber of
pgRef > pageNumber of pg)
            when name of self = "last"
                pgRef = lastPage(bk)
                my enabled = (pgRef <> null and pageNumber of
pgRef > pageNumber of pg)
        end

        send checkSize
end

-----------------------------
to handle sized
-----------------------------
        send checkSize
        forward to parent
end

-----------------------------
to handle checkSize
-----------------------------
        if ASYMI_AutoSize of self <> "TRUE" or \
                (caption of self <> NULL and captionPosition of self <>
"center") or \
                stretchGraphic of self = TRUE
            ASYMI_AutoSize of self = FALSE
            break checkSize
        end

        oldSys = lockscreen of this window
        lockscreen of this window = TRUE
        oldSysMsgs = sysSuspendMessages
        sysSuspendMessages = TRUE
```

10/1/99 23:56:47 PM

Book "D:\CAI5\BIO1.TBK" ("D:\CAI5\BIO1.TBK")

```
to handle fullTextSearch

        linkDLL "fts" & ASYM_MTBVersion() & "mtb.dll"
                STRING ftsSearch                                ( STRING,
WORD )
        end linkDLL

        -- ftsIndexName is a userProperty placed into a book by
        -- the Tools sysBook when it builds an index.
        indexName = ftsIndexName of this book
        if indexName = null
                request tbk_GetString("Must create index first",\
                  "You must build a Search Index for this book.")
        else
                path = name of this book
                while path <> NULL and last char of path <> "\"
                        clear last char of path
                end
                pgRef = ftsSearch(path&indexName,windowHandle of
mainWindow)
                if pgRef <> NULL
                        -- the page reference may have had its path removed
                        if "\" is not in pgRef
                                -- insert current book's path into page
reference
                                put path after first char of last word of pgRef
                        end
```

```
                    if isObject(pgRef)
                        -- if a valid page was found...
                        go to pgRef
                    else
                        -- otherwise...
                        request expandString(tbk_GetString("Cannot
navigate to x",\
                          "Cannot navigate to %1."), pgRef)
                    end
                end
            end
            unlinkDLL "fts" & ASYM_MTBVersion() & "mtb.dll"
end
to handle keywordSearch

            linkDLL "fts" & ASYM_MTBVersion() & "mtb.dll"
                STRING ftsSearchKeyword                    ( STRING,
WORD )
            end linkDLL

            -- ftsIndexName is a userProperty placed into a book by
            -- the Tools sysBook when it builds an index.
            indexName = ftsIndexName of this book
            if indexName = null
                request tbk_GetString("Must create index first",\
                  "You must build a Search Index for this book.")
            else
                path = name of this book
                while path <> NULL and last char of path <> "\"
                    clear last char of path
                end
                pgRef = ftsSearchKeyword(path&indexName,windowHandle of
mainWindow)
                if pgRef <> NULL
```

```
    if multipleAnswer of self <> TRUE
        -- pop all buttons up
        invert of self = FALSE
    end

    -- push in the button that was clicked
    invert of target = not invert of target

    -- lock the question if necessary
    if autoLock of self =TRUE
        locked of self = TRUE
    end

    whatItem = correctItem of self

    -- score the question
    if whatItem <> NULL
        correct = (item whatItem of objects of self = target)
        if showFeedback of self = TRUE
            if correct
                score of self = maxScore of self
                send playMM correctMMFeedback of self,
waitMM
                send showText correctFeedback of self,
usePopup
            else
                score of self = 0
                send playMM incorrectMMFeedback of self,
waitMM
                send showText incorrectFeedback of self,
usePopup
            end
        end
    end
```

```
end


-- This handler is called to display the question feedback
to handle showText whatText, usePopup

        -- if there is nothing to do, break out
        if whatText = NULL
                break showText
        end

        -- if we're using the field and it doesn't exist, use the popup
        if not usePopup
                usePopup = not isObject(field feedback of this background)
        end

        -- if we're using the popup, make sure the functions are linked
        if usePopup
                conditions
                        when "tb" & systemVersion of this book & "WIN.DLL"
is not in sysLinkedDlls
                        when "popText" is not in dllFunctions
                                linkDll sysToolBookDirectory & "tb" &
systemVersion of this book & "WIN.DLL"
                                        INT
popText(STRING,STRING,STRING)
                                end
                end
        end

        -- ready to show the feedback
        if usePopup
                get popText("",whatText,sysmouseposition)
        else
```

```
                oldLock = lockscreen of this window
                lockscreen of this window = TRUE
                fld = field "feedback" of this background
                fontsize of fld = defaultFontSize of fld
                text of fld = whatText

                -- make sure the text fits in the field
                while textoverflow of fld > 0
                        decrement fontsize of fld
                end

                lockscreen of this window = oldLock
        end
end


-- this is called by the property editor to define clip feedback
to get clipRef
        in mainwindow
                get chooseResource("clip",this book)
        end
        return it
end


-- this handler plays the multmedia feedback
to handle playMM whatClip, mode
        if whatClip <> NULL and mmPlayable of whatClip = TRUE
                mmClose all
                if mode = TRUE
                        mmPlay whatClip wait
                else
                        mmPlay whatClip
                end
```

```
to handle buttonUp loc
        send buttonUp loc to this page
end
to handle buttonClick loc
        send buttonClick loc to this page
end

to handle buttonDoubleClick loc
        send buttonDoubleClick loc to this page
end

to handle rightButtonDown loc
        send rightButtonDown loc to this page
end

to handle rightButtonUp loc
        send rightButtonUp loc to this page
end

to handle rightButtonClick loc
        send rightButtonClick loc to this page
end

to handle rightButtonDoubleClick loc
        send rightButtonDoubleClick loc to this page
end

------------------------------------------------------------
sharedscript id 104 ("WID_Button")
------------------------------------------------------------
------------------------------
notifyBefore ASYM_SummonWidgets
------------------------------
        send ASYM_IAmWidget to self
```

Button id 32 of Page id 246 (p. 18)

– This object has hyperlink properties

```
to handle mouseEnter
        set syscursor to 44
        show field "f2"
end

to handle mouseLeave
        set syscursor to 1
        hide field "f2"
end
```

Hotword id 28 of Page id 246 (p. 18)

```
to handle mouseenter
        show picture "p6p9"
end
to handle mouseleave
        hide picture "p6p9"
end
```

Hotword id 27 of Page id 246 (p. 18)

```
to handle mouseenter
        show picture "p6p8"
end
to handle mouseleave
        hide picture "p6p8"
end
```

Hotword id 26 of Page id 246 (p. 18)

```
to handle mouseenter
        show picture "p6p7"
end
to handle mouseleave
        hide picture "p6p7"
end
```

Hotword id 18 of Page id 246 (p. 18)

```
to handle mouseenter
        show picture "p6p6"
end
to handle mouseleave
        hide picture "p6p6"
end
```

Hotword id 16 of Page id 246 (p. 18)

```
to handle mouseenter
        show picture "p6p5"
end
to handle mouseleave
        hide picture "p6p5"
end
```

Hotword id 8 of Page id 246 (p. 18)

```
to handle mouseenter
        show picture "p6p4"
end
```

```
to handle mouseleave
        hide picture "p6p4"
end
```

Hotword id 12 of Page id 246 (p. 18)

```
to handle mouseenter
        show picture "p6p3"
end
to handle mouseleave
        hide picture "p6p3"
end
```

Hotword id 10 of Page id 246 (p. 18)

```
to handle mouseenter
        show picture "p6p1"
end
to handle mouseleave
        hide picture "p6p1"
end
```

Hotword id 14 of Page id 246 (p. 18)

```
to handle mouseenter
        show picture "p6p2"
end
to handle mouseleave
        hide picture "p6p2"
end
```

Page id 247 ("p405") of Book "D:\CAI5\BIO3.TBK"

```
to handle enterpage
 hide field "f2"
 hide field "f3"
end
```

Button id 34 of Page id 247 (p. 19)

```
-- This object has hyperlink properties
to handle mouseEnter
        set syscursor to 44
        hide field "f2"
        show field "f3"
end

to handle mouseLeave
        set syscursor to 1
        hide field "f3"
end
to handle buttonclick
   hide field "f3"
   transition "turnpage left " to page "p406"
end
```

Button id 32 of Page id 247 (p. 19)

```
-- This object has hyperlink properties

to handle mouseEnter
        set syscursor to 44
        show field "f2"
end

to handle mouseLeave
```

```
        set syscursor to 1
        hide field "f2"
end
```

Hotword id 28 of Page id 247 (p. 19)

```
to handle mouseenter
        show picture "p6p9"
end
to handle mouseleave
        hide picture "p6p9"
end
```

Hotword id 27 of Page id 247 (p. 19)

```
to handle mouseenter
        show picture "p6p8"
end
to handle mouseleave
        hide picture "p6p8"
end
```

Hotword id 26 of Page id 247 (p. 19)

```
to handle mouseenter
        show picture "p6p7"
end
to handle mouseleave
        hide picture "p6p7"
end
```

Hotword id 18 of Page id 247 (p. 19)

```
to handle mouseenter
        show picture "p6p6"
end
to handle mouseleave
        hide picture "p6p6"
end
```

Hotword id 16 of Page id 247 (p. 19)

```
to handle mouseenter
        show picture "p6p5"
end
to handle mouseleave
        hide picture "p6p5"
end
```

Hotword id 8 of Page id 247 (p. 19)

```
to handle mouseenter
        show picture "p6p4"
end
to handle mouseleave
        hide picture "p6p4"
end
```

Hotword id 12 of Page id 247 (p. 19)

```
to handle mouseenter
        show picture "p6p3"
end
to handle mouseleave
        hide picture "p6p3"
```

```
end
```

Hotword id 10 of Page id 247 (p. 19)

```
to handle mouseenter
        show picture "p6p1"
end
to handle mouseleave
        hide picture "p6p1"
end
```

Hotword id 14 of Page id 247 (p. 19)

```
to handle mouseenter
        show picture "p6p2"
end
to handle mouseleave
        hide picture "p6p2"
end
```

Page id 248 ("p405") of Book "D:\CAI5\BIO3.TBK"

```
to handle enterpage
 hide field "f2"
 hide field "f3"
end
```

Button id 34 of Page id 248 (p. 20)

```
-- This object has hyperlink properties
to handle mouseEnter
        set syscursor to 44
        hide field "f2"
```

```
        show field "f3"
end

to handle mouseLeave
        set syscursor to 1
        hide field "f3"
end
to handle buttonclick
   hide field "f3"
   transition "turnpage left " to page "p406"
end
```

Button id 32 of Page id 248 (p. 20)

```
-- This object has hyperlink properties

to handle mouseEnter
        set syscursor to 44
        show field "f2"
end

to handle mouseLeave
        set syscursor to 1
        hide field "f2"
end
```

Hotword id 28 of Page id 248 (p. 20)

```
to handle mouseenter
        show picture "p6p9"
end
to handle mouseleave
```

```
        hide picture "p6p9"
end
```

Hotword id 27 of Page id 248 (p. 20)

```
to handle mouseenter
        show picture "p6p8"
end
to handle mouseleave
        hide picture "p6p8"
end
```

Hotword id 26 of Page id 248 (p. 20)

```
to handle mouseenter
        show picture "p6p7"
end
to handle mouseleave
        hide picture "p6p7"
end
```

Hotword id 18 of Page id 248 (p. 20)

```
to handle mouseenter
        show picture "p6p6"
end
to handle mouseleave
        hide picture "p6p6"
end
```

Hotword id 16 of Page id 248 (p. 20)

```
to handle mouseenter
```

```
        show picture "p6p5"
end
to handle mouseleave
        hide picture "p6p5"
end
```

Hotword id 8 of Page id 248 (p. 20)

```
to handle mouseenter
        show picture "p6p4"
end
to handle mouseleave
        hide picture "p6p4"
end
```

Hotword id 12 of Page id 248 (p. 20)

```
to handle mouseenter
        show picture "p6p3"
end
to handle mouseleave
        hide picture "p6p3"
end
```

Hotword id 10 of Page id 248 (p. 20)

```
to handle mouseenter
        show picture "p6p1"
end
to handle mouseleave
        hide picture "p6p1"
end
```

```
Hotword id 14 of Page id 248 (p. 20)
-----------------------------------------------------------------
to handle mouseenter
        show picture "p6p2"
end
to handle mouseleave
        hide picture "p6p2"
end
-----------------------------------------------------------------
Page id 249 ("p405") of Book "D:\CAI5\BIO3.TBK"
-----------------------------------------------------------------
to handle enterpage
 hide field "f2"
 hide field "f3"
end
-----------------------------------------------------------------
Button id 34 of Page id 249 (p. 21)
-----------------------------------------------------------------
-- This object has hyperlink properties
to handle mouseEnter
        set syscursor to 44
        hide field "f2"
        show field "f3"
end

to handle mouseLeave
        set syscursor to 1
        hide field "f3"
end
to handle buttonclick
    hide field "f3"
    transition "turnpage left " to page "p406"
end
```

Button id 32 of Page id 249 (p. 21)

```
-- This object has hyperlink properties

to handle mouseEnter
        set syscursor to 44
        show field "f2"
end

to handle mouseLeave
        set syscursor to 1
        hide field "f2"
end
```

Hotword id 28 of Page id 249 (p. 21)

```
to handle mouseenter
        show picture "p6p9"
end
to handle mouseleave
        hide picture "p6p9"
end
```

Hotword id 27 of Page id 249 (p. 21)

```
to handle mouseenter
        show picture "p6p8"
end
to handle mouseleave
        hide picture "p6p8"
end
```

Hotword id 26 of Page id 249 (p. 21)

```
to handle mouseenter
        show picture "p6p7"
end
to handle mouseleave
        hide picture "p6p7"
end
```

Hotword id 18 of Page id 249 (p. 21)

```
to handle mouseenter
        show picture "p6p6"
end
to handle mouseleave
        hide picture "p6p6"
end
```

Hotword id 16 of Page id 249 (p. 21)

```
to handle mouseenter
        show picture "p6p5"
end
to handle mouseleave
        hide picture "p6p5"
end
```

Hotword id 8 of Page id 249 (p. 21)

```
to handle mouseenter
        show picture "p6p4"
end
```

```
to handle mouseleave
        hide picture "p6p4"
end
```

Hotword id 12 of Page id 249 (p. 21)

```
to handle mouseenter
        show picture "p6p3"
end
to handle mouseleave
        hide picture "p6p3"
end
```

Hotword id 10 of Page id 249 (p. 21)

```
to handle mouseenter
        show picture "p6p1"
end
to handle mouseleave
        hide picture "p6p1"
end
```

Hotword id 14 of Page id 249 (p. 21)

```
to handle mouseenter
        show picture "p6p2"
end
to handle mouseleave
        hide picture "p6p2"
end
```

Page id 250 ("p405") of Book "D:\CAI5\BIO3.TBK"

```
to handle enterpage
 hide field "f2"
 hide field "f3"
end
```

Button id 34 of Page id 250 (p. 22)

```
-- This object has hyperlink properties
to handle mouseEnter
        set syscursor to 44
        hide field "f2"
        show field "f3"
end

to handle mouseLeave
        set syscursor to 1
        hide field "f3"
end
to handle buttonclick
   hide field "f3"
   transition "turnpage left " to page "p406"
end
```

Button id 32 of Page id 250 (p. 22)

```
-- This object has hyperlink properties

to handle mouseEnter
        set syscursor to 44
        show field "f2"
end

to handle mouseLeave
```

```
        set syscursor to 1
        hide field "f2"
end
```

Hotword id 28 of Page id 250 (p. 22)

```
to handle mouseenter
        show picture "p6p9"
end
to handle mouseleave
        hide picture "p6p9"
end
```

Hotword id 27 of Page id 250 (p. 22)

```
to handle mouseenter
        show picture "p6p8"
end
to handle mouseleave
        hide picture "p6p8"
end
```

Hotword id 26 of Page id 250 (p. 22)

```
to handle mouseenter
        show picture "p6p7"
end
to handle mouseleave
        hide picture "p6p7"
end
```

Hotword id 18 of Page id 250 (p. 22)

```
to handle mouseenter
        show picture "p6p6"
end
to handle mouseleave
        hide picture "p6p6"
end
```

Hotword id 16 of Page id 250 (p. 22)

```
to handle mouseenter
        show picture "p6p5"
end
to handle mouseleave
        hide picture "p6p5"
end
```

Hotword id 8 of Page id 250 (p. 22)

```
to handle mouseenter
        show picture "p6p4"
end
to handle mouseleave
        hide picture "p6p4"
end
```

Hotword id 12 of Page id 250 (p. 22)

```
to handle mouseenter
        show picture "p6p3"
end
to handle mouseleave
        hide picture "p6p3"
```

```
end
```

Hotword id 10 of Page id 250 (p. 22)

```
to handle mouseenter
        show picture "p6p1"
end
to handle mouseleave
        hide picture "p6p1"
end
```

Hotword id 14 of Page id 250 (p. 22)

```
to handle mouseenter
        show picture "p6p2"
end
to handle mouseleave
        hide picture "p6p2"
end
```

Page id 251 ("p405") of Book "D:\CAI5\BIO3.TBK"

```
to handle enterpage
 hide field "f2"
 hide field "f3"
end
```

Button id 34 of Page id 251 (p. 23)

```
-- This object has hyperlink properties
to handle mouseEnter
        set syscursor to 44
        hide field "f2"
```

```
        show field "f3"
end

to handle mouseLeave
        set syscursor to 1
        hide field "f3"
end
to handle buttonclick
   hide field "f3"
   transition "turnpage left " to page "p406"
end
```

Button id 32 of Page id 251 (p. 23)

```
-- This object has hyperlink properties

to handle mouseEnter
        set syscursor to 44
        show field "f2"
end

to handle mouseLeave
        set syscursor to 1
        hide field "f2"
end
```

Hotword id 28 of Page id 251 (p. 23)

```
to handle mouseenter
        show picture "p6p9"
end
to handle mouseleave
```

```
        hide picture "p6p9"
end
```

Hotword id 27 of Page id 251 (p. 23)

```
to handle mouseenter
        show picture "p6p8"
end
to handle mouseleave
        hide picture "p6p8"
end
```

Hotword id 26 of Page id 251 (p. 23)

```
to handle mouseenter
        show picture "p6p7"
end
to handle mouseleave
        hide picture "p6p7"
end
```

Hotword id 18 of Page id 251 (p. 23)

```
to handle mouseenter
        show picture "p6p6"
end
to handle mouseleave
        hide picture "p6p6"
end
```

Hotword id 16 of Page id 251 (p. 23)

```
to handle mouseenter
```

```
        show picture "p6p5"
end
to handle mouseleave
        hide picture "p6p5"
end
```

Hotword id 8 of Page id 251 (p. 23)

```
to handle mouseenter
        show picture "p6p4"
end
to handle mouseleave
        hide picture "p6p4"
end
```

Hotword id 12 of Page id 251 (p. 23)

```
to handle mouseenter
        show picture "p6p3"
end
to handle mouseleave
        hide picture "p6p3"
end
```

Hotword id 10 of Page id 251 (p. 23)

```
to handle mouseenter
        show picture "p6p1"
end
to handle mouseleave
        hide picture "p6p1"
end
```

Hotword id 14 of Page id 251 (p. 23)

```
to handle mouseenter
        show picture "p6p2"
end
to handle mouseleave
        hide picture "p6p2"
end
```

Page id 252 ("p405") of Book "D:\CAI5\BIO3.TBK"

```
to handle enterpage
 hide field "f2"
 hide field "f3"
end
```

Button id 34 of Page id 252 (p. 24)

```
-- This object has hyperlink properties
to handle mouseEnter
        set syscursor to 44
        hide field "f2"
        show field "f3"
end

to handle mouseLeave
        set syscursor to 1
        hide field "f3"
end
to handle buttonclick
    hide field "f3"
    transition "turnpage left " to page "p406"
end
```

```
--------------------------------------------------------------------------------
Button id 32 of Page id 252 (p. 24)
--------------------------------------------------------------------------------
-- This object has hyperlink properties

to handle mouseEnter
        set syscursor to 44
        show field "f2"
end

to handle mouseLeave
        set syscursor to 1
        hide field "f2"
end

--------------------------------------------------------------------------------
Hotword id 28 of Page id 252 (p. 24)
--------------------------------------------------------------------------------
to handle mouseenter
        show picture "p6p9"
end
to handle mouseleave
        hide picture "p6p9"
end
--------------------------------------------------------------------------------
Hotword id 27 of Page id 252 (p. 24)
--------------------------------------------------------------------------------
to handle mouseenter
        show picture "p6p8"
end
to handle mouseleave
        hide picture "p6p8"
end
```

3/3/99 4:01:39 AM

Book "D:\CAI5\BIO3.TBK" ("D:\CAI5\BIO3.TBK")

```
to handle fullTextSearch

        linkDLL "fts" & ASYM_MTBVersion() & "mtb.dll"
                STRING ftsSearch                        ( STRING, WORD )
        end linkDLL

        -- ftsIndexName is a userProperty placed into a book by
        -- the Tools sysBook when it builds an index.
        indexName = ftsIndexName of this book
        if indexName = null
                request tbk_GetString("Must create index first",\
                  "You must build a Search Index for this book.")
        else
                path = name of this book
                while path <> NULL and last char of path <> "\"
                        clear last char of path
                end
                pgRef = ftsSearch(path&indexName,windowHandle of mainWindow)
                if pgRef <> NULL
                        -- the page reference may have had its path removed
                        if "\" is not in pgRef
                                -- insert current book's path into page reference
                                put path after first char of last word of pgRef
                        end
                        if isObject(pgRef)
                                -- if a valid page was found...
```

```
                        go to pgRef
                    else
                        -- otherwise...
                        request expandString(tbk_GetString("Cannot navigate to
x",\
                          "Cannot navigate to %1."), pgRef)
                    end
                end
            end
            unlinkDLL "fts" & ASYM_MTBVersion() & "mtb.dll"
end
to handle keywordSearch

            linkDLL "fts" & ASYM_MTBVersion() & "mtb.dll"
                STRING ftsSearchKeyword                    ( STRING, WORD )
            end linkDLL

            -- ftsIndexName is a userProperty placed into a book by
            -- the Tools sysBook when it builds an index.
            indexName = ftsIndexName of this book
            if indexName = null
                request tbk_GetString("Must create index first",\
                  "You must build a Search Index for this book.")
            else
                path = name of this book
                while path <> NULL and last char of path <> "\"
                    clear last char of path
                end
                pgRef = ftsSearchKeyword(path&indexName,windowHandle of
mainWindow)
                if pgRef <> NULL
                    -- the page reference may have had its path removed
                    if "\" is not in pgRef
```

```
                        -- insert current book's path into page reference
                        put path after first char of last word of pgRef
                    end
                    if isObject(pgRef)
                        -- if a valid page was found...
                        go to pgRef
                    else
                        -- otherwise...
                        request expandString(tbk_GetString("Cannot navigate to
x",\
                          "Cannot navigate to %1."), pgRef)
                    end
                end
            end
            unlinkDLL "fts" & ASYM_MTBVersion() & "mtb.dll"
end
--------------------------------------------------------------------
sharedscript id 107 ("Question")
--------------------------------------------------------------------
-- the page is being reset, so reset the question state
notifyBefore asym_reset
            invert of self = FALSE
            score of self = 0
            locked of self = FALSE
            if maxScore of self = NULL
                maxScore of self = 0
            end
end


notifyBefore summonWidgets
            SYSTEM questionList
```

```
        push self onto questionList
end

-- this message is sent to all pages to gather the score for the quiz
notifyBefore reportScore
        SYSTEM INT totalScore, maxScore

        -- add the question values to the runnning total
        increment totalScore by score of self
        increment maxScore by maxScore of self
end


-- this is the main question handler
to handle buttonClick
        -- gather the question properties
        usePopup = (usePopup of self = TRUE)
        showFeedback = (showFeedback of self = TRUE)
        waitMM = (waitForClip of self = TRUE)

        clear text of field "feedback" of this background

        -- check if the question is already locked
        if locked of self = TRUE
                if showFeedback
                        send showText lockedFeedback of self,usePopup
                end
                beep 1
                break buttonClick
        end

        -- check if more than one answer is allowed
        if multipleAnswer of self <> TRUE
```

```
            -- pop all buttons up
            invert of self = FALSE
        end

        -- push in the button that was clicked
        invert of target = not invert of target

        -- lock the question if necessary
        if autoLock of self =TRUE
            locked of self = TRUE
        end

        whatItem = correctItem of self

        -- score the question
        if whatItem <> NULL
            correct = (item whatItem of objects of self = target)
            if showFeedback of self = TRUE
                if correct
                    score of self = maxScore of self
                    send playMM correctMMFeedback of self, waitMM
                    send showText correctFeedback of self, usePopup
                else
                    score of self = 0
                    send playMM incorrectMMFeedback of self, waitMM
                    send showText incorrectFeedback of self, usePopup
                end
            end
        end
    end


    -- This handler is called to display the question feedback
```

```
to handle showText whatText, usePopup

        -- if there is nothing to do, break out
        if whatText = NULL
                break showText
        end

        -- if we're using the field and it doesn't exist, use the popup
        if not usePopup
                usePopup = not isObject(field feedback of this background)
        end

        -- if we're using the popup, make sure the functions are linked
        if usePopup
                conditions
                        when "tb" & systemVersion of this book & "WIN.DLL" is not in
sysLinkedDlls
                        when "popText" is not in dllFunctions
                                linkDll sysToolBookDirectory & "tb" & systemVersion of
this book & "WIN.DLL"
                                        INT popText(STRING,STRING,STRING)
                                end
                end
        end

        -- ready to show the feedback
        if usePopup
                get popText("",whatText,sysmouseposition)
        else
                oldLock = lockscreen of this window
                lockscreen of this window = TRUE
                fld = field "feedback" of this background
                fontsize of fld = defaultFontSize of fld
```

```
            text of fld = whatText

            -- make sure the text fits in the field
            while textoverflow of fld > 0
                decrement fontsize of fld
            end

            lockscreen of this window = oldLock
        end
end


-- this is called by the property editor to define clip feedback
to get clipRef
        in mainwindow
            get chooseResource("clip",this book)
        end
        return it
end


-- this handler plays the multmedia feedback
to handle playMM whatClip, mode
        if whatClip <> NULL and mmPlayable of whatClip = TRUE
            mmClose all
            if mode = TRUE
                mmPlay whatClip wait
            else
                mmPlay whatClip
            end
        end
end
```

```
sharedscript id 106 ("menu button")
-----------------------------------------------------------------

notifyBefore enterPage
        send checkStatus
end

notifyBefore asym_reset
        send checkStatus
end

to handle checkStatus
        -- check to see if the button has hyperlinks
        get tbk_GetHyperlinks(self , "buttonclick")

        -- if it does, get the destination page
        if it <> null
                get tbk_findHyperPage(item 2 of it, item 3 of it, item 4 of it)
        end

        -- If a valid hyperlink was found, 'it' now contains
        -- a valid page reference
        if it <> null
                checked of self = (ASYM_BeenHere of it = TRUE)
                name of self = name of it
                caption of self = name of self
        end
end

to handle buttonclick
        checked of self = TRUE
        forward to parent
end
-----------------------------------------------------------------
```

```
sharedscript id 105 ("tbk_backdrop")
-----------------------------------------------------------
-- This script was added to your book by the MTB41.SBK sysbook
-- It is used to define the behavior of backdrops

notifybefore enterpage
        get size of this background
        if it is "0,0"
                get size of this book
        end
        push "0,0" onto it
        if my bounds <> it
                my bounds = it
        end
        show self
end

to handle moved
        ssm = sysSuspendMessages
        sysSuspendMessages = true
        move self to 0,0
        sysSuspendMessages = ssm
end

notifyBefore asym_reset
        show self
end

to handle buttonDown loc
        send buttonDown loc to this page
end

to handle buttonUp loc
```

```
        send buttonUp loc to this page
end
to handle buttonClick loc
        send buttonClick loc to this page
end

to handle buttonDoubleClick loc
        send buttonDoubleClick loc to this page
end

to handle rightButtonDown loc
        send rightButtonDown loc to this page
end

to handle rightButtonUp loc
        send rightButtonUp loc to this page
end

to handle rightButtonClick loc
        send rightButtonClick loc to this page
end

to handle rightButtonDoubleClick loc
        send rightButtonDoubleClick loc to this page
end

------------------------------------------------------------
sharedscript id 104 ("WID_Button")
------------------------------------------------------------

------------------------------
notifyBefore ASYM_SummonWidgets
------------------------------
        send ASYM_IAmWidget to self
```

```
end

------------------------------
notifyBefore enterPage
------------------------------
        if "tb50r.sbk" is not in sysbooks
                send ASYM_Reset to self
        end
end

------------------------------
to handle ASYM_Reset mode
------------------------------
        SYSTEM s_ASYMI_CurrentPage

        pg = s_ASYMI_CurrentPage
        if pg = NULL
                pg = this page
        end
        bk = tbk_container(self,"book")
        conditions
                when name of self = "menu"
                        my enabled = (name of this page <> "menu") and (tbk_FindPage
("menu") <> NULL)
                when name of self = "first"
                        pgRef = firstPage(bk)
                        my enabled = (pgRef <> null and pageNumber of pgRef <
pageNumber of pg)
                when name of self = "previous"
                        pgRef = previousPage(pg)
                        my enabled = (pgRef <> null and pageNumber of pgRef <
pageNumber of pg)
                when name of self = "next"
```

```
                pgRef = nextPage(pg)
                my enabled = (pgRef <> null and pageNumber of pgRef >
pageNumber of pg)
        when name of self = "last"
                pgRef = lastPage(bk)
                my enabled = (pgRef <> null and pageNumber of pgRef >
pageNumber of pg)
    end

    send checkSize
end

--------------------------
to handle sized
--------------------------
    send checkSize
    forward to parent
end

--------------------------
to handle checkSize
--------------------------
    if ASYMI_AutoSize of self <> "TRUE" or \
                (caption of self <> NULL and captionPosition of self <> "center")
or \
                stretchGraphic of self = TRUE
        ASYMI_AutoSize of self = FALSE
        break checkSize
    end

    oldSys = lockscreen of this window
    lockscreen of this window = TRUE
    oldSysMsgs = sysSuspendMessages
```

```
        sysSuspendMessages = TRUE

        img = normalGraphic of self
        if img <> NULL
                imgInfo = resourceInfo of img
                size of self = item 2 of imgInfo * item 1 of sysPageUnitsPerPixel,item 3
of imgInfo * item 2 of sysPageUnitsPerPixel
        end

        sysSuspendMessages = oldSysMsgs
        lockscreen of this window = oldSys
end

-----------------------------------------------------------
sharedscript id 103 ("WID_Widget")
-----------------------------------------------------------
notifyAfter ASYM_SummonWidgets
        send ASYM_IAmWidget to self
end

-----------------------------------------------------------
sharedscript id 102 ("WID_Field")
-----------------------------------------------------------
-----------------------------
notifyBefore ASYM_SummonWidgets
-----------------------------
        send ASYM_IAmWidget to self
end

-----------------------------
notifyBefore enterPage
-----------------------------
        if "tb50r.sbk" is not in sysbooks
```

```
                send ASYM_Reset to self
        end
end

-----------------------------
to handle make
-----------------------------
        send checkSize
        forward to parent
end

-----------------------------
to handle moved
-----------------------------
        send checkSize
        forward to parent
end

-----------------------------
to handle leaveField
-----------------------------
        send checkSize
        forward to parent
end

-----------------------------
to handle leaveRecordField
-----------------------------
        send checkSize
        forward to parent
end

-----------------------------
```

```
to handle sized
--------------------------------
        send checkSize
        forward to parent
end

--------------------------------
to handle checkSize
--------------------------------
        SYSTEM s_ASYMI_CurrentPage

        if name of self = "feedback" or name of self = "score"
                break checkSize
        end

        if ASYMI_AutoSize of self <> "TRUE"
                ASYMI_AutoSize of self = FALSE
                break checkSize
        end

        oldSys = lockscreen of this window
        lockscreen of this window = TRUE
        oldSysMsgs = sysSuspendMessages
        sysSuspendMessages = TRUE

        obj = self
        if object of obj = "recordfield"
                if s_ASYMI_CurrentPage <> NULL
                        words 5 to wordcount(obj) of obj = s_ASYMI_CurrentPage
                else
                        words 5 to wordcount(obj) of obj = this page
                end
        end
```

```
        yPix = item 2 of syspageunitsperpixel * 2
        scroll of obj = 0
        spot = position of self
        conditions
                when textOverflow of obj = 0 and item 2 of size of self > yPix * 20
                        while textOverflow of obj = 0 and item 2 of size of self > yPix *
20
                                item 2 of size of self = item 2 of size of self / 1.7
                        end
                        while textOverflow of obj <> 0 and item 2 of size of self < 30000
                                item 2 of size of self = min(30000,abs(item 2 of size of
self * 1.05))
                        end
                        while textOverflow of obj = 0 and item 2 of size of self > yPix *
20
                                decrement item 2 of size of self by yPix
                        end
                        increment item 2 of size of obj by yPix
                when textOverflow of obj <> 0
                        while textOverflow of obj <> 0 and item 2 of size of self < 30000
                                item 2 of size of self = min(30000,abs(item 2 of size of
self * 1.3))
                        end
                        while textOverflow of obj = 0 and item 2 of size of self > yPix
                                item 2 of size of self = item 2 of size of self * .95
                        end
                        while textOverflow of obj <> 0 and item 2 of size of self < 30000
                                increment item 2 of size of self by yPix
                        end
        end
        position of self = spot
```

```
--      bkg = tbk_container(self,"background")
--      sz = size of bkg
--      if sz = "0,0"
--              if item 4 of bounds of self > item 2 of size of this book
--                      item 2 of size of this book = min(item 4 of bounds of self + (5 *
yPix),14 * 1440)
--              end
--      else
--              if item 4 of bounds of self > item 2 of size of bkg
--                      item 2 of size of bkg = min(item 4 of bounds of self + (5 *
yPix),14 * 1440)
--              end
--      end

        sysSuspendMessages = oldSysMsgs
        lockscreen of this window = oldSys
end

-------------------------------
to handle ASYM_Reset mode
-------------------------------
        lockscreen of this window = TRUE
        if mode = "reader" or mode = "enterpage" and syslevel = "reader"
                if ASYMI_AutoBorder of self <> "FALSE"
                        borderstyle of self = none
                end
        else
                if ASYMI_AutoBorder of self <> "FALSE"
                        borderstyle of self = rectangle
                end
        end

        if name of self <> "feedback" and name of self <> "score"
```

```
            send checkSize
        end

        if ASYMI_UseJava of self <> "TRUE"
            transparent of self = TRUE
            fillcolor of self = WHITE
        else
            transparent of self = FALSE
        end
end

------------------------------
to handle keyChar key
------------------------------
        forward to parent

        send checksize
end
-------------------------------------------------------------
sharedscript id 100
-------------------------------------------------------------
to handle mouseenter
        set syscursor to 17
end
to handle mouseleave
        set syscursor to 1
end
-------------------------------------------------------------
Button id 50 of Page id 2 (p. 1)
-------------------------------------------------------------
-- This object has hyperlink properties
to handle mouseenter
        set syscursor to 44
```

```
end
to handle mouseleave
        set syscursor to 1
end
```

Button id 30 of Page id 2 (p. 1)

```
-- This object has hyperlink properties
to handle mouseEnter
        set syscursor to 44
end

to handle mouseLeave
        set syscursor to 1
end
```

Picture id 17 ("pic922b") of Page id 2 (p. 1)

```
to handle mouseenter
    set syscursor to 44

end
to handle mouseleave
     set syscursor to 1
end
to handle buttonclick
  --hide field "f571"
          hide field "f921"
    show field "f922"
    hide picture "pic922b"
    hide picture "pic923b"
    show picture "pic921b"
```

```
end
```

Picture id 16 ("pic921b") of Page id 2 (p. 1)

```
to handle mouseenter
   set syscursor to 44

end
to handle mouseleave
    set syscursor to 1
end
to handle buttonclick
   hide field "f921"
        hide field "f922"
   show field "f923"
   hide picture "pic921b"
   hide picture "pic922b"
   show picture "pic923b"
end
```

Button id 43 of Page id 207 (p. 2)

```
-- This object has hyperlink properties
to handle mouseEnter
        set syscursor to 44
end

to handle mouseLeave
        set syscursor to 1
```

```
end

TO HANDLE buttonClick
--{Exit book}
send exit

END

-----------------------------------------------------------
Button id 42 of Page id 207 (p. 2)
-----------------------------------------------------------
-- This object has hyperlink properties
to handle mouseEnter
        set syscursor to 44
end

to handle mouseLeave
        set syscursor to 1
end

-----------------------------------------------------------
Button id 41 of Page id 207 (p. 2)
-----------------------------------------------------------
-- This object has hyperlink properties
to handle mouseEnter
        set syscursor to 44
end

to handle mouseLeave
        set syscursor to 1
end

-----------------------------------------------------------
```

Button id 32 of Page id 207 (p. 2)

```
-- This object has hyperlink properties
to handle mouseEnter
        set syscursor to 44
end

to handle mouseLeave
        set syscursor to 1
end
```

Button id 30 of Page id 207 (p. 2)

```
-- This object has hyperlink properties
to handle mouseEnter
        set syscursor to 44
end

to handle mouseLeave
        set syscursor to 1
end
```

Button id 29 of Page id 207 (p. 2)

```
-- This object has hyperlink properties
to handle mouseEnter
        set syscursor to 44
end
```

```
to handle mouseLeave
        set syscursor to 1
end
```

Button id 28 of Page id 207 (p. 2)

```
-- This object has hyperlink properties
to handle mouseEnter
        set syscursor to 44
end

to handle mouseLeave
        set syscursor to 1
end

TO HANDLE buttonClick
--{Exit book}
send exit

END
```

Button id 27 of Page id 207 (p. 2)

```
-- This object has hyperlink properties
to handle mouseEnter
        set syscursor to 44
end

to handle mouseLeave
        set syscursor to 1
end
```

```
-----------------------------------------------------------
Button id 26 of Page id 207 (p. 2)
-----------------------------------------------------------
-- This object has hyperlink properties
to handle mouseEnter
        set syscursor to 44
end

to handle mouseLeave
        set syscursor to 1
end

-----------------------------------------------------------
Button id 24 of Page id 207 (p. 2)
-----------------------------------------------------------
-- This object has hyperlink properties
to handle mouseEnter
        set syscursor to 44
end

to handle mouseLeave
        set syscursor to 1
end

-----------------------------------------------------------
Picture id 17 ("pic922b") of Page id 207 (p. 2)
-----------------------------------------------------------
to handle mouseenter
    set syscursor to 44

end
to handle mouseleave
```

```
    set syscursor to 1
end
to handle buttonclick
 --hide field "f571"
        hide field "f921"
   show field "f922"
   hide picture "pic922b"
   hide picture "pic923b"
   show picture "pic921b"
end
```

Picture id 16 ("pic921b") of Page id 207 (p. 2)

```
to handle mouseenter
   set syscursor to 44

end
to handle mouseleave
    set syscursor to 1
end
to handle buttonclick
   hide field "f921"
        hide field "f922"
   show field "f923"
   hide picture "pic921b"
   hide picture "pic922b"
   show picture "pic923b"
end
```

```
Page id 5 ("p2") of Book "D:\CAI5\BIO3.TBK"
-----------------------------------------------------------------
to handle enterpage
 hide field "f1"
 end
-----------------------------------------------------------------
Button id 46 of Page id 5 (p. 3)
-----------------------------------------------------------------
-- This object has hyperlink properties
to handle mouseEnter
        set syscursor to 44
        show field "f1"
end

to handle mouseLeave
        set syscursor to 1
        hide field "f1"
end
to handle buttonclick
   hide field "f1"
   transition "drip slow" to page "p1"

end
-----------------------------------------------------------------
Button id 37 of Page id 5 (p. 3)
-----------------------------------------------------------------
-- This object has hyperlink properties
to handle mouseEnter
        set syscursor to 44
end

to handle mouseLeave
        set syscursor to 1
```

```
end

--------------------------------------------------------------------
Button id 36 of Page id 5 (p. 3)
--------------------------------------------------------------------
-- This object has hyperlink properties
to handle mouseEnter
        set syscursor to 44
end

to handle mouseLeave
        set syscursor to 1
end

--------------------------------------------------------------------
Button id 35 of Page id 5 (p. 3)
--------------------------------------------------------------------
-- This object has hyperlink properties
to handle mouseEnter
        set syscursor to 44
end

to handle mouseLeave
        set syscursor to 1
end

--------------------------------------------------------------------
Button id 34 of Page id 5 (p. 3)
--------------------------------------------------------------------
-- This object has hyperlink properties
to handle mouseEnter
        set syscursor to 44
end
```

```
to handle mouseLeave
        set syscursor to 1
end

-----------------------------------------------------------------
Button id 33 of Page id 5 (p. 3)
-----------------------------------------------------------------
-- This object has hyperlink properties
to handle mouseEnter
        set syscursor to 44
end

to handle mouseLeave
        set syscursor to 1
end

-----------------------------------------------------------------
Button id 32 of Page id 5 (p. 3)
-----------------------------------------------------------------
-- This object has hyperlink properties
to handle mouseEnter
        set syscursor to 44
end

to handle mouseLeave
        set syscursor to 1
end

-----------------------------------------------------------------
Button id 31 of Page id 5 (p. 3)
-----------------------------------------------------------------
-- This object has hyperlink properties
```

```
to handle mouseEnter
        set syscursor to 44
end

to handle mouseLeave
        set syscursor to 1
end
```

Button id 28 of Page id 5 (p. 3)

```
-- This object has hyperlink properties
to handle mouseEnter
        set syscursor to 44
end

to handle mouseLeave
        set syscursor to 1
end
```

Button id 38 of Page id 5 (p. 3)

```
 -- This object has hyperlink properties

to handle mouseEnter
        set syscursor to 44
        show field "f1"
end
to handle mouseLeave
        set syscursor to 1
        hide field "f1"
end
```

```
to handle leavepage
   hide field "f1"
end
```

Picture id 17 ("pic922b") of Page id 5 (p. 3)

```
to handle mouseenter
   set syscursor to 44

end
to handle mouseleave
    set syscursor to 1
end
to handle buttonclick
  --hide field "f571"
        hide field "f921"
   show field "f922"
   hide picture "pic922b"
   hide picture "pic923b"
   show picture "pic921b"
 end
```

Picture id 16 ("pic921b") of Page id 5 (p. 3)

```
to handle mouseenter
   set syscursor to 44

end
to handle mouseleave
```

```
    set syscursor to 1
end
to handle buttonclick
    hide field "f921"
        hide field "f922"
    show field "f923"
    hide picture "pic921b"
    hide picture "pic922b"
    show picture "pic923b"
end
```

Page id 43 ("p3") of Book "D:\CAI5\BIO3.TBK"

```
to handle enterpage
        hide field "f1"
        hide field "f2"
end
```

Button id 17 of Page id 43 (p. 4)

```
-- This object has hyperlink properties
to handle mouseEnter
        set syscursor to 44
        show field "f2"
end
to handle mouseLeave
        set syscursor to 1
        hide field "f2"
end
to handle buttonclick
    --hide field "f4"
```

```
    transition "zoom out " to page "p1"
end
-----------------------------------------------------------------
Button id 15 of Page id 43 (p. 4)
-----------------------------------------------------------------
-- This object has hyperlink properties
-- This object has hyperlink properties

to handle mouseEnter
        set syscursor to 44
end

to handle mouseLeave
        set syscursor to 1
end
-----------------------------------------------------------------
Group id 16 of Page id 43 (p. 4)
-----------------------------------------------------------------
to handle mouseEnter
        set syscursor to 44
        --show field "f4"
end
to handle mouseLeave
        set syscursor to 1
        --hide field "f4"
end
-----------------------------------------------------------------
Button id 10 of Page id 43 (p. 4)
-----------------------------------------------------------------
-- This object has hyperlink properties
-- This object has hyperlink properties

to handle mouseEnter
```

```
        set syscursor to 44
end

to handle mouseLeave
        set syscursor to 1
end
```

Button id 0 of Page id 43 (p. 4)

```
-- This object has hyperlink properties
```

Page id 7 ("p400") of Book "D:\CAI5\BIO3.TBK"

```
to handle enterpage
 hide field "f2"
 hide field "f3"
 hide field "f1"
end
```

Button id 36 of Page id 7 (p. 5)

```
-- This object has hyperlink properties
to handle mouseenter
        set syscursor to 44
end
to handle mouseleave
        set syscursor to 1
end
```

Button id 29 of Page id 7 (p. 5)

```
-- This object has hyperlink properties
```

```
to handle mouseEnter
        set syscursor to 44
        show field "f1"
end

to handle mouseLeave
        set syscursor to 1
        hide field "f1"
end
to handle buttonclick
  hide field "f1"
  transition "drip slow" to page "p2"

end
```

Picture id 6 of Page id 7 (p. 5)

```
TO HANDLE ButtonClick
--{Start a path animation - complete}
        send playAnimation 1, self, FALSE

END
```

Button id 5 ("c1") of Page id 7 (p. 5)

```
to handle buttonClick
move the selection to 840, 4440
move the selection to 990, 4170
move the selection to 1320, 4005
move the selection to 1395, 3675
move the selection to 1545, 3555
move the selection to 1665, 3150
```

```
move the selection to 1725, 3075
move the selection to 1815, 2670
move the selection to 1890, 2445
move the selection to 2085, 2670
move the selection to 2385, 2700
move the selection to 2610, 3090
move the selection to 3030, 3090
move the selection to 3165, 3015
move the selection to 3330, 2730
move the selection to 3525, 2580
move the selection to 3660, 2235
move the selection to 3900, 2130
move the selection to 3975, 2025
move the selection to 4365, 1515
move the selection to 4725, 1200
move the selection to 5025, 855
move the selection to 5385, 795
move the selection to 5550, 750
move the selection to 6060, 690
move the selection to 6270, 420
move the selection to 6345, 330
move the selection to 6465, 225
move the selection to 6600, 165
move the selection to 6855, -105
move the selection to 7080, -270
move the selection to 7335, -375
move the selection to 7410, -435
move the selection to 7485, -510
move the selection to 7515, -585
move the selection to 7605, -585
move the selection to 7680, -825
end buttonClick
```

Page id 8 ("p401") of Book "D:\CAI5\BIO3.TBK"

```
to handle enterpage
 hide field "f2"
 hide field "f3"
end
```

Button id 16 of Page id 8 (p. 6)

```
to handle mouseenter
        set syscursor to 44
end
to handle mouseleave
        set syscursor to 1
end

TO HANDLE ButtonClick
--{Play clip}
        mmPlay clip id 101 autoclose

END
-- TO HANDLE ButtonClick
-- --{Play clip}
--        mmPlay clip "1" autoclose
--
-- END
```

Button id 22 of Page id 8 (p. 6)

```
to handle mouseenter
        set syscursor to 44
```

```
end
to handle mouseleave
        set syscursor to 1
end

TO HANDLE ButtonClick
--{Close a clip}
        mmClose clip id 101

END
-- TO HANDLE ButtonClick
-- --{Close a clip}
--      mmClose clip id 100
--
-- END
```

Button id 13 of Page id 8 (p. 6)

```
-- This object has hyperlink properties

to handle mouseEnter
        set syscursor to 44
        show field "f2"
end

to handle mouseLeave
        set syscursor to 1
        hide field "f2"
end
```

Button id 10 of Page id 8 (p. 6)

```
-- This object has hyperlink properties
to handle mouseEnter
        set syscursor to 44
        hide field "f2"
        show field "f3"
end

to handle mouseLeave
        set syscursor to 1
        hide field "f3"
end
to handle buttonclick
    hide field "f3"
    transition "turnpage left " to page "p403"
end
```

Hotword id 3 of Page id 8 (p. 6)

```
-- This object has hyperlink properties
to  handle mouseEnter
        set syscursor to 17
end
to  handle mouseLeave
        set syscursor to 1
end
```

Page id 9 ("p402") of Book "D:\CAI5\BIO3.TBK"

```
to handle enterpage
  hide field "f2"
end
```

Button id 90 of Page id 9 (p. 7)

```
-- This object has hyperlink properties
to handle mouseenter
        set syscursor to 44
end
to handle mouseleave
        set syscursor to 1
end
```

Button id 95 of Page id 9 (p. 7)

```
-- This object has hyperlink properties

to handle mouseEnter
        set syscursor to 44
        show field "f2"
end

to handle mouseLeave
        set syscursor to 1
        hide field "f2"
end
```

Button id 92 of Page id 9 (p. 7)

```
to handle mouseenter
        set syscursor to 17
end
to handle mouseleave
        set syscursor to 1
end
to handle buttonclick
        show picture "b2"
end
to handle buttondoubleclick
        hide picture "b2"
end
```

Hotword id 84 of Page id 9 (p. 7)

```
to handle mouseenter
        set syscursor to 17
end
to handle mouseleave
        set syscursor to 1
end
to handle buttonclick
        show picture "b2"
end
to handle buttondoubleclick
        hide picture "b2"
end
```

Hotword id 54 of Page id 9 (p. 7)

```
to handle mouseenter
```

```
        set syscursor to 17
end
to handle mouseleave
        set syscursor to 1
end
to handle buttonclick
        show group "b1"
end
to handle buttondoubleclick
        hide group "b1"
end
```

Hotword id 36 of Page id 9 (p. 7)

```
to handle mouseenter
        set syscursor to 44
        show field "h1"
end
to handle mouseleave
        set syscursor to 1
        hide field "h1"
end
```

Hotword id 13 of Page id 9 (p. 7)

```
to handle mouseenter
        set syscursor to 44
        show field "h2"
end
to handle mouseleave
        set syscursor to 1
        hide field "h2"
end
```

Hotword id 11 of Page id 9 (p. 7)

```
to handle mouseenter
        set syscursor to 44
        show field "h3"
end
to handle mouseleave
        set syscursor to 1
        hide field "h3"
end
```

Hotword id 9 of Page id 9 (p. 7)

```
to handle mouseenter
        set syscursor to 44
        show field "h4"
end
to handle mouseleave
        set syscursor to 1
        hide field "h4"
end
```

Hotword id 31 of Page id 9 (p. 7)

```
to handle mouseenter
        set syscursor to 44
        show field "h9"
end
to handle mouseleave
        set syscursor to 1
        hide field "h9"
end
```

Hotword id 29 of Page id 9 (p. 7)

```
to handle mouseenter
        set syscursor to 44
        show field "h11"
end
to handle mouseleave
        set syscursor to 1
        hide field "h11"
end
```

Hotword id 27 of Page id 9 (p. 7)

```
to handle mouseenter
        set syscursor to 44
        show field "h12"
end
to handle mouseleave
        set syscursor to 1
        hide field "h12"
end
```

Hotword id 25 of Page id 9 (p. 7)

```
to handle mouseenter
        set syscursor to 44
        show field "h10"
end
to handle mouseleave
        set syscursor to 1
        hide field "h10"
end
```

Hotword id 23 of Page id 9 (p. 7)

```
to handle mouseenter
        set syscursor to 44
        show field "h13"
end
to handle mouseleave
        set syscursor to 1
        hide field "h13"
end
```

Hotword id 21 of Page id 9 (p. 7)

```
to handle mouseenter
        set syscursor to 44
        show field "h8"
end
to handle mouseleave
        set syscursor to 1
        hide field "h8"
end
```

Hotword id 19 of Page id 9 (p. 7)

```
to handle mouseenter
        set syscursor to 44
        show field "h7"
end
to handle mouseleave
        set syscursor to 1
        hide field "h7"
end
```

Hotword id 17 of Page id 9 (p. 7)

```
to handle mouseenter
        set syscursor to 44
        show field "h6"
end
to handle mouseleave
        set syscursor to 1
        hide field "h6"
end
```

Hotword id 7 of Page id 9 (p. 7)

```
to handle mouseenter
        set syscursor to 44
        show field "h5"
end
to handle mouseleave
        set syscursor to 1
        hide field "h5"
end
```

Button id 3 of Page id 9 (p. 7)

```
to  handle mouseEnter
        set syscursor to 44
        show field "h1"
end
to  handle mouseLeave
        set syscursor to 1
        hide self
end
```

Hotword id 91 ("h1p3") of Page id 9 (p. 7)

-- This object has hyperlink properties

Button id 89 of Page id 9 (p. 7)

```
to handle mouseenter
        set syscursor to 44
        end
to handle mouseleave
        set syscursor to 1
end

TO HANDLE buttonClick
--{Go to next page}
  send next

END
```

Page id 239 ("p402") of Book "D:\CAI5\BIO3.TBK"

```
to handle enterpage
   hide field "f2"
end
```

Button id 90 of Page id 239 (p. 8)

-- This object has hyperlink properties

ภาคผนวก ฉ

ตัวอย่าง Print out จากการวิเคราะห์ค่าสถิติด้วยโปรแกรม SPSS ver 7.52

Paired Samples Statistics

		Mean	N	Std. Deviation	Std. Error Mean
Pair 1	A1	28.23	87	4.63	.50
	A2	35.13	87	6.42	.69
Pair 2	B1	18.41	87	2.72	.29
	B2	21.82	87	2.88	.31
Pair 3	B3	19.94	87	2.33	.25
	B4	23.67	87	2.88	.31
Pair 4	C1	20.09	87	3.67	.39
	C2	24.56	87	4.43	.48
Pair 5	A3	30.02	87	3.82	.41
	A4	36.38	87	7.02	.75
Pair 6	C3	20.80	87	3.12	.33
	C4	25.30	87	4.18	.45
Pair 7	A5	30.93	87	3.82	.41
	A6	40.15	87	6.91	.74
Pair 8	B5	21.28	87	2.69	.29
	B6	25.69	87	3.52	.38
Pair 9	C5	22.86	87	2.23	.24
	C6	26.98	87	3.46	.37

Paired Samples Correlations

		N	Correlation	Sig.
Pair 1	A1 & A2	87	.274	.010
Pair 2	B1 & B2	87	.521	.000
Pair 3	B3 & B4	87	.358	.001
Pair 4	C1 & C2	87	.661	.000
Pair 5	A3 & A4	87	.439	.000
Pair 6	C3 & C4	87	.591	.000
Pair 7	A5 & A6	87	.281	.008
Pair 8	B5 & B6	87	.459	.000
Pair 9	C5 & C6	87	.468	.000

Paired Samples Test

		Paired Differences					t	df	Sig. (2-tailed)
		Mean	Std. Deviation	Std. Error Mean	95% Confidence Interval of the Difference Lower	Upper			
Pair 1	A1 - A2	-6.90	6.81	.73	-8.35	-5.45	-9.449	86	.000
Pair 2	B1 - B2	-3.40	2.74	.29	-3.99	-2.82	-11.571	86	.000
Pair 3	B3 - B4	-3.72	2.99	.32	-4.36	-3.09	-11.629	86	.000
Pair 4	C1 - C2	-4.47	3.41	.37	-5.20	-3.75	-12.245	86	.000
Pair 5	A3 - A4	-6.36	6.35	.68	-7.71	-5.00	-9.342	86	.000
Pair 6	C3 - C4	-4.49	3.43	.37	-5.23	-3.76	-12.222	86	.000
Pair 7	A5 - A6	-9.22	6.89	.74	-10.69	-7.75	-12.476	86	.000
Pair 8	B5 - B6	-4.41	3.31	.35	-5.12	-3.71	-12.445	86	.000
Pair 9	C5 - C6	-4.11	3.12	.33	-4.78	-3.45	-12.304	86	.000

T-Test

Group Statistics

	GROUP	N	Mean	Std. Deviation	Std. Error Mean
A1	1	44	27.45	4.52	.68
	2	43	29.02	4.66	.71
A2	1	44	34.36	6.96	1.05
	2	43	35.91	5.79	.88

Group Statistics

485	GROUP	N	Mean	Std. Deviation	Std. Error Mean
A3	1	44	29.77	3.68	.56
	2	43	30.28	3.97	.61
A4	1	44	35.75	6.55	.99
	2	43	37.02	7.48	1.14
A5	1	44	31.20	3.94	.59
	2	43	30.65	3.72	.57
A6	1	44	40.75	6.89	1.04
	2	43	39.53	6.96	1.06
B1	1	44	18.43	2.74	.41
	2	43	18.40	2.74	.42
B2	1	44	21.34	2.55	.38
	2	43	22.30	3.13	.48
B3	1	44	20.27	2.28	.34
	2	43	19.60	2.36	.36
B4	1	44	23.20	2.63	.40
	2	43	24.14	3.08	.47
B5	1	44	20.80	2.38	.36
	2	43	21.77	2.92	.45
B6	1	44	25.16	3.16	.48
	2	43	26.23	3.82	.58
C1	1	44	19.23	3.59	.54
	2	43	20.98	3.57	.54
C2	1	44	23.86	4.44	.67
	2	43	25.28	4.36	.66

Group Statistics

486	GROUP	N	Mean	Std. Deviation	Std. Error Mean
C3	1	44	20.14	3.20	.48
	2	43	21.49	2.91	.44
C4	1	44	23.93	3.88	.58
	2	43	26.70	4.04	.62
C5	1	44	22.36	2.07	.31
	2	43	23.37	2.29	.35
C6	1	44	26.07	3.45	.52
	2	43	27.91	3.26	.50

Independent Samples Test

		Levene's Test for Equality of Variances		t-test for Equality of Means						
									95% Confidence Interval of the Mean	
		F	Sig.	t	df	Sig. (2-tailed)	Mean Difference	Std. Error Difference	Lower	Upper
A1	Equal variances assumed	.000	.983	-1.594	85	.115	-1.57	.98	-3.53	.39
	Equal variances not assumed			-1.594	84.763	.115	-1.57	.98	-3.53	.39

Independent Samples Test

		Levene's Test for Equality of Variances		t-test for Equality of Means						
									95% Confidence Interval of the Mean	
		F	Sig.	t	df	Sig. (2-tailed)	Mean Difference	Std. Error Difference	Lower	Upper
A2	Equal variances assumed	1.639	.204	-1.123	85	.265	-1.54	1.37	-4.28	1.19
	Equal variances not assumed			-1.125	82.891	.264	-1.54	1.37	-4.27	1.18
A3	Equal variances assumed	.205	.652	-.617	85	.539	-.51	.82	-2.14	1.13
	Equal variances not assumed			-.616	84.188	.539	-.51	.82	-2.14	1.13
A4	Equal variances assumed	.996	.321	-.845	85	.400	-1.27	1.51	-4.27	1.72
	Equal variances not assumed			-.844	82.985	.401	-1.27	1.51	-4.27	1.73

Independent Samples Test

		Levene's Test for Equality of Variances		t-test for Equality of Means						
									95% Confidence Interval of the Mean	
		F	Sig.	t	df	Sig. (2-tailed)	Mean Difference	Std. Error Difference	Lower	Upper
A5	Equal variances assumed	.320	.573	.673	85	.503	.55	.82	-1.08	2.19
	Equal variances not assumed			.674	84.905	.502	.55	.82	-1.08	2.19
A6	Equal variances assumed	.098	.755	.819	85	.415	1.22	1.48	-1.74	4.17
	Equal variances not assumed			.819	84.907	.415	1.22	1.48	-1.74	4.17
B1	Equal variances assumed	.019	.892	.062	85	.951	3.65E-02	.59	-1.13	1.20
	Equal variances not assumed			.062	84.960	.951	3.65E-02	.59	-1.13	1.20

489		Levene's Test for Equality of Variances		t-test for Equality of Means						
									95% Confidence Interval of the Mean	
		F	Sig.	t	df	Sig. (2-tailed)	Mean Difference	Std. Error Difference	Lower	Upper
B2	Equal variances assumed	1.469	.229	-1.573	85	.120	-.96	.61	-2.18	.25
	Equal variances not assumed			-1.569	80.940	.121	-.96	.61	-2.18	.26
B3	Equal variances assumed	.033	.856	1.344	85	.183	.67	.50	-.32	1.66
	Equal variances not assumed			1.343	84.692	.183	.67	.50	-.32	1.66
B4	Equal variances assumed	1.454	.231	-1.526	85	.131	-.93	.61	-2.15	.28
	Equal variances not assumed			-1.523	82.375	.132	-.93	.61	-2.16	.29

Independent Samples Test

		Levene's Test for Equality of Variances		t-test for Equality of Means						
									95% Confidence Interval of the Mean	
		F	Sig.	t	df	Sig. (2-tailed)	Mean Difference	Std. Error Difference	Lower	Upper
B5	Equal variances assumed	3.121	.081	-1.705	85	.092	-.97	.57	-2.11	.16
	Equal variances not assumed			-1.701	80.915	.093	-.97	.57	-2.11	.17
B6	Equal variances assumed	3.090	.082	-1.430	85	.156	-1.07	.75	-2.57	.42
	Equal variances not assumed			-1.427	81.450	.157	-1.07	.75	-2.57	.42
C1	Equal variances assumed	.069	.793	-2.280	85	.025	-1.75	.77	-3.28	-.22
	Equal variances not assumed			-2.280	84.973	.025	-1.75	.77	-3.28	-.22

491		Levene's Test for Equality of Variances		t-test for Equality of Means						
									95% Confidence Interval of the Mean	
		F	Sig.	t	df	Sig. (2-tailed)	Mean Difference	Std. Error Difference	Lower	Upper
C2	Equal variances assumed	.005	.944	-1.500	85	.137	-1.42	.94	-3.29	.46
	Equal variances not assumed			-1.500	84.999	.137	-1.42	.94	-3.29	.46

Independent Samples Test

		Levene's Test for Equality of Variances		t-test for Equality of Means						
									95% Confidence Interval of the Mean	
		F	Sig.	t	df	Sig. (2-tailed)	Mean Difference	Std. Error Difference	Lower	Upper
C3	Equal variances assumed	.794	.375	-2.058	85	.043	-1.35	.66	-2.66	-5.E-02
	Equal variances not assumed			-2.060	84.574	.042	-1.35	.66	-2.66	-5.E-02
C4	Equal variances assumed	.560	.456	-3.256	85	.002	-2.77	.85	-4.45	-1.08
	Equal variances not assumed			-3.254	84.640	.002	-2.77	.85	-4.46	-1.08
C5	Equal variances assumed	.294	.589	-2.157	85	.034	-1.01	.47	-1.94	-8.E-02
	Equal variances not assumed			-2.154	83.723	.034	-1.01	.47	-1.94	-8.E-02

493.		Levene's Test for Equality of Variances		t-test for Equality of Means						
									95% Confidence Interval of the Mean	
		F	Sig.	t	df	Sig. (2-tailed)	Mean Difference	Std. Error Difference	Lower	Upper
C6	Equal variances assumed	.097	.756	-2.554	85	.012	-1.84	.72	-3.27	-.41
	Equal variances not assumed			-2.555	84.895	.012	-1.84	.72	-3.27	-.41

ภาคผนวก ช

ตัวอย่างข้อสอบที่ใช้วัดผลการเรียนของกลุ่มโรงเรียน
ซึ่งใช้เป็นข้อมูลในการจำแนกนักเรียนเป็นกลุ่มบนและกลุ่มล่าง

โรงเรียนวิเศษไชยชาญ "ตันติวิทยาภูมิ"

ข้อสอบวัดผลปลายภาคเรียนที่ 1 ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5

วิชา ชีววิทยา รหัสวิชา ว 042 คะแนน 40 คะแนน เวลา 90 นาที

.....

คำชี้แจง ข้อสอบมีทั้งหมด 2 ตอน ตอนที่ 1 เป็นข้อสอบแบบปรนัยชนิดเลือกตอบจำนวน 60 ข้อ ให้นักเรียนเลือกข้อที่ถูกที่สุดเพียง 1 ข้อ แล้วกาเครื่องหมาย X ทับตัวอักษร ก ข ค ง เพียงคำตอบเดียว และตอนที่ 2 ให้นักเรียนเติมข้อความลงในช่องว่างให้สมบูรณ์ และได้ใจความ

.....

ตอนที่ 1

1. การเผาไหม้ในธรรมชาติเหมือนหรือต่างจากปฏิกิริยาการหายใจภายในเซลล์อย่างไร

ก. เหมือนกัน เพราะต่างก็ใช้พลังงานกระตุ้นจำนวนมาก

ข. เหมือนกัน เพราะต่างก็มีการปลดปล่อยสารพลังงานสูงออกมา

ค. ต่างกัน เพราะการหายใจเป็นขบวนการสังเคราะห์สาร แต่การเผาไหม้เป็นการสลายสาร

ง. ต่างกัน เพราะการหายใจต้องใช้เอนไซม์เข้าเร่งปฏิกิริยา แต่กระบวนการเผาไหม้ไม่จำเป็นต้องใช้เอนไซม์

2. ปฏิกิริยาในข้อใดต่อไปนี้จัดเป็นขบวนการแอนาบอลิซึม [Anabolism]

1. ปฏิกิริยาระหว่างน้ำตาลโมเลกุลเดี่ยวหลายโมเลกุลเกิดเป็นน้ำตาลโมเลกุลคู่

2. ปฏิกิริยาระหว่างโปรตีนกับเอนไซม์เกิดเป็นกรดอะมิโน

3. ปฏิกิริยาระหว่างกรดไขมันกับกลีเซอรอลเกิดเป็นไขมัน

ข้อใดถูกต้อง

ก. 1 ข. 1, 2 ค. 1, 3 ง. 1, 2, 3

3. การทำงานของเอนไซม์จะเกิดขึ้นไม่ได้หากเกิดปรากฏการณ์ในข้อใด

1. แอกทีฟไซต์ถูกทำลาย

2. อุณหภูมภายในเซลล์สูงเกิน 40 องศาเซลเซียส

3. ปริมาณซับสเตรตไม่สมดุลย์กับปริมาณเอนไซม์

ก. ข้อ 1 และ 2 ข. ข้อ 1 และ 3 ค. ข้อ 2 และ 3 ง. ทั้งข้อ 1, 2, 3

4. ถ้าปฏิกิริยาภายในเซลล์มีลำดับจากขั้นจาก A ---------> B ---------> C ---------> D -------> E เมื่อเติมตัวยับยั้งปฏิกิริยาระหว่าง C -------> D จะเกิดผลตามข้อใด

ก. B มีปกติ E ไม่เกิดขึ้น ค. D เพิ่มมากกว่าปกติ C ลดน้อยกว่าปกติ

ข. C ลดน้อยลง E เพิ่มากกว่าปกติ ง. A เพิ่มมากกว่าปกติ D ลดน้อยกว่าปกติ

5. การเคลื่อนย้ายอิเล็กตรอนก่อให้เกิดปรากฏการณ์ต่อไปนี้

1. การสลายพันธะเคมี 2. การสร้างพันธะขึ้นมาใหม่

3. การคายพลังงานออกมาสู่สิ่งแวดล้อม

4. การดูดพลังงานจากสิ่งแวดล้อมขึ้นมาสะสมในผลิตภัณฑ์

ข้อใดถูกต้อง

ก 1, 2 ข. 3, 4 ค. 1, 2, 3 ง. 1, 2, 3, 4

6. พลังงานส่วนใหญ่ที่ใช้ในกิจกรรมต่างๆ ของเซลล์ได้มาจากข้อใด

ก. การสลายโมเลกุลของสารอาหาร

ข. อาหารที่สะสมไว้ในยามขาดแคลน

ค. การสลายโมเลกุลของสารอาหารแบบใช้ O_2

ง. การสลายของโมเลกุลของสารอาหารแบบไม่ใช้ O_2

7. การสลายโมเลกุลของกลูโคสแบบใช้ O_2 มีลำดับขั้นตอนตามข้อใด

ก. ไกลโคลิซิส ---------> แอซีติลโคเอนไซม์ เอ ----------> วัฏจักรเครบส์

ข. ไกลโคลิซิส ---------> วัฏจักรเครบส์ ----------> แอซิติลโคเอนไซม์ เอ

ค แอซิติลโคเอนไซม์ เอ --------> ไกลโคลิซิส ----------> วัฏจักรเครบส์

ง. แอซิติลโคเอนไซม์ เอ ---------> วัฏจักรเครบส์ ----------> ไกลโคลิซิส

8. จากสมการ $C_6H_{12}O_6 + 2NAD^+ + 2ADP + 2Pi$ ---------> $2x + 2y + 2H^+ + 2z$

สาร x , y และ z คืออะไร

ก. $C_3H_6O_3$, CO_2 , ATP ค. $C_3H_4O_3$, NADH , ATP

ข. $C_2H_4O_3$, CO_2 , ATP ง. C_2H_4O , NADH , ATP

9. ถ้า NAD เป็นตัวรับไฮโดรเจน 4 โมเลกุล เมื่อผ่านกระบวนการถ่ายทอดอิเล็กตรอนแล้วจะเกิดพลังงานในรูป ATP เท่าไร

ก. 4 ATP ข. 6 ATP ค. 8 ATP ง. 12 ATP

10. การสลายกลูโคส 2 โมเลกุล จะเกิดคาร์บอนไดออกไซด์ เท่าไร ในปฏิกิริยาที่มีการสร้างแอซิติลโคเอนไซม์ เอ

ก. 1 โมเลกุล ข. 2 โมเลกุล ค. 4 โมเลกุล ง. 8 โมเลกุล

11. ปฏิกิริยาไกลโคลิซิสเหมือนกับปฏิกิริยาการสร้างแอซิติลโคเอนไซม์ เอ ตามข้อใด

ก เป็นปฏิกิริยาที่ไฮโดรเจนเกิดขึ้นเท่ากัน

ข. เป็นปฏิกิริยาที่มีคาร์บอนไดออกไซด์เกิดขึ้นเช่นเดียวกัน

ค. เป็นปฏิกิริยาทีทมีการสังเคราะห์ ATP เช่นเดียวกัน

ง. เป็นปฏิกิริยาที่ทำให้คาร์บอนอะตอมของสารตั้งต้นลดลงเหลือครึ่งหนึ่ง

12. ข้อใดกล่าวถูกต้อง

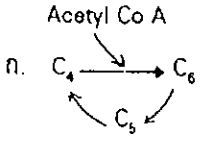
1. กรดไพรูวิก 1 โมเลกุลเมื่อเข้าสู่ปฏิกิริยาการสร้างแอซิติลโคเอนไซม์ เอ จะเกิดคาร์บอนไดออกไซด์ 1 โมเลกุล และไฮโดรเจน 2 โมเลกุล
2. ปฏิกิริยาการสร้างแอซิติลโคเอนไซม์ เอ เกิดขึ้นในมาทริกซ์ของไมโทคอนเดรีย
3. แอซิติลโคเอนไซม์ เอ จะรวมตัวกับน้ำเพื่อปล่อยโคเอนไซม์ เอ ออกมาเป็นอิสระก่อนเข้าสู่วัฏจักรเครบส์

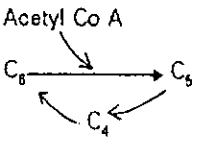
ก. 1 , 2 ข. 1 , 3 ค. 2 , 3 ง. 1 , 2, 3

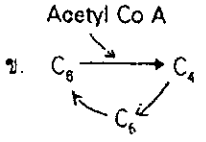
13. เมื่อแอซิติลโคเอนไซม์ เอ 3 โมเลกุล ผ่านเข้าสู่วัฏจักรเครบส์ 1 รอบจะเกิดไฮโดรเจนกี่อะตอม

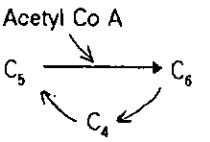
ก. 6 ข. 12 ค. 18 ง. 24

14. ลำดับขั้นตอนของปฏิกิริยาในวัฏจักรเครบส์ตรงกับข้อใด

ก. 

ค. 

ข. 

ง. 

15. ข้อใดกล่าวถึงกระบวนการการถ่ายทอดอิเล็กตรอนถูกต้อง

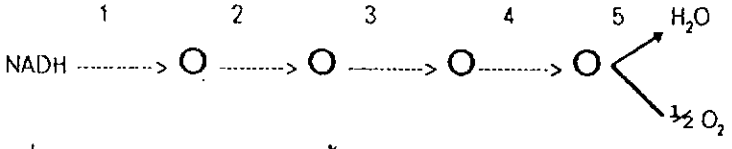
ก. เป็นปฏิกิริยาออกซิเดชันและรีดักชัน

ข. เกิดขึ้นที่เนื่อหุ้มชั้นนอกของไมโทคอนเดรีย

ค. มี ADP และ ATP ทำหน้าที่เคลื่อนย้ายอิเล็กตรอน

ง. มีการปล่อยพลังงานในรูป ATP ออกมาเท่า ๆ กันเป็นระยะ ๆ ในแต่ละขั้น

16. ศึกษาจากแผนผัง



ข้างใดที่มีการสังเคราะห์ ATP เกิดขึ้น

ก. 5 เท่านั้น ข. 1 , 3 และ 5 ค. 1 , 3 , 4 และ 5 ง. 1 , 2, 3, 4 และ 5

17. ข้อใดกล่าวไม่ถูกต้อง

1. กระบวนการหายใจระดับเซลล์ของพืชและสัตว์เกิดขึ้นในออร์แกเนลล์ชนิดเดียวกัน
2. เอนไซม์ที่ใช้ในปฏิกิริยาไกลโคลิซิสและวัฏจักรเครบส์มีทั้งสารประเภทโปรตีนและไขมัน
3. การสังเคราะห์ ATP จะเกิดขึ้นเฉพาะการถ่ายทอดอิเล็กตรอนเท่านั้น

ก. ข้อ 1 และ 2 ข. ข้อ 1 และ 3 ค. ข้อ 2 และ 3 ง. ทั้งข้อ 1 , 2 และ 3

18. หากร่างกายขาดแคลนอาหารเป็นเวลานานจะเกิดผลตามข้อใด

ก. มีการสลายคาร์โบไฮเดรตในร่างกายเพิ่มสูงขึ้น

ข. นำไขมันจากแหล่งสะสมมาสลายให้เกิดพลังงาน

ค. มีการสลายโปรตีนทำให้สารอาหารผ่ายผอมและอาจถึงตายได้

ง. มีการสังเคราะห์สารอาหารใหม่จากอินทรีย์สารในร่างกาย

19. ขบวนการถ่ายทอดอิเล็กตรอนจะไม่พบในสิ่งมีชีวิตชนิดใด

1. ยีสต์ 2. เมล็ดพืช 3. ไรน้ำ

ก. ข้อ 1 และ 2 ข. ข้อ 1 และ 3 ค. ข้อ 2 และ 3 ง. ทั้งข้อ 1 , 2 และ 3

20. ในขณะที่เซลล์กล้ามเนื้อขาดออกซิเจน NADP จะถ่ายทอดอิเล็กตรอนให้แก่สารใด

ก. ออกซิเจน ค. กรดไพรูวิก

ข. กรดแลกติก ง. ไซโทรโครม

35. การศึกษาในปัจจุบันทำให้ทราบว่ากระบวนการสังเคราะห์ด้วยแสงของพืชเป็นอย่างไร

1. ประกอบด้วยปฏิกิริยา 2 ขั้นตอนคือ ปฏิกิริยาที่ใช้แสง และปฏิกิริยาที่ไม่ใช้แสง
2. ปฏิกิริยาที่เกี่ยวข้องกับการสร้าง ATP และออกซิเจนไม่จำเป็นต้องใช้แสงสว่าง
3. ปฏิกิริยาที่เกี่ยวข้องกับการสร้างคาร์โบไฮเดรต

ก. ข้อ 1 ถูก ข. ข้อ 2 ถูก ค. ข้อ 1 และ 2 ถูก ง. ทั้งข้อ 1, 2, และ 3

36. ข้อใดเรียงลำดับปฏิกิริยาสรุปของกระบวนการสังเคราะห์ด้วยแสง ในพืชได้ถูกต้อง

ก. ปฏิกิริยาที่ใช้แสง ----------> ปฏิกิริยาที่ไม่ใช้แสง

CO_2 ----------> O_2 H_2O ----------> glucose

ข. ปฏิกิริยาที่ใช้แสง ----------> ปฏิกิริยาที่ไม่ใช้แสง

H_2O ----------> O_2 CO_2 ----------> glucose

ค. ปฏิกิริยาที่ไม่ใช้แสง ----------> ปฏิกิริยาที่ใช้แสง

CO_2 ----------> O_2 H_2O ----------> glucose

ง. ปฏิกิริยาที่ไม่ใช้แสง ----------> ปฏิกิริยาที่ใช้แสง

H_2O ----------> O_2 CO_2 ----------> glucose

37. พลังงานแสงจากดวงอาทิตย์มีบทบาทอย่างไร ในปฏิกิริยาที่ใช้แสง

1. ทำให้อิเล็กตรอนของคลอโรฟิลล์ที่เป็นศูนย์กลางของระบบแสง 1 และ 2 หลุดออกจากวงโคจรได้
2. ทำให้โมเลกุลของน้ำสลายตัวเกิดเป็นออกซิเจนขึ้น
3. ทำให้คาร์บอนไดออกไซด์เข้าร่วมปฏิกิริยาคัลวิน จนเกิดคาร์โบไฮเดรตออกมา

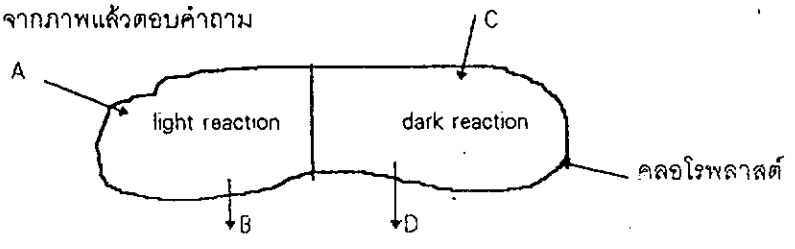
ก. ข้อ 1 ถูก ข. ข้อ 2 ถูก ค. ข้อ 1 และ 2 ถูก ง. ถูกทั้งข้อ 1, 2, 3

38. ข้อใดกล่าวถึงขบวนการสังเคราะห์ด้วยแสง ในขั้นตอนไม่ใช้แสงได้ถูกต้องที่สุด

1. เป็นปฏิกิริยาซึ่งเกิดในบริเวณเดียวกับปฏิกิริยาที่ใช้แสง
2. เป็นปฏิกิริยาที่ต้องใช้พลังงานจาก ATP และ NADPH + H ซึ่งเป็นผลผลิตจากปฏิกิริยาที่ใช้แสง
3. เป็นปฏิกิริยาที่เปลี่ยนคาร์บอนไดออกไซด์ ให้กลายเป็นออกซิเจน และคายออกมาทางปากใบ

ก. ข้อ 1 ข. ข้อ 2 ค. ข้อ 1 และ 2 ง. ข้อ 2 และ 3

39. ศึกษาจากภาพแล้วตอบคำถาม



สารที่นำเข้าและออกจากคลอโรพลาสต์ มีความสัมพันธ์กันตามข้อใด

ก. สาร D เกิดจากสาร A และสาร B เกิดจากสาร C

ข. สาร C จะถูกนำไปใช้ในกระบวนการหายใจระดับเซลล์ต่อไป

ค. สาร D จะเกิดได้ต้องใช้สารพลังงานสูงที่เกิดจากปฏิกิริยาของสาร A

ง. แม้จะขาดสาร A แต่หากยังมีแสงสาร B และสาร D ก็เกิดขึ้นได้

47. ถ้าบรรยากาศของโลกเราดูดซับแสงสีต่าง ๆ จากดวงอาทิตย์ได้ทั้งหมด ยกเว้นแสงสีเขียว ผลจะเป็นอย่างไร

ก. ปริมาณคาร์บอนไดออกไซด์ และออกซิเจน ในบรรยากาศจะลดลง

ข. ปริมาณคาร์บอนไดออกไซด์และออกซิเจนในบรรยากาศจะเพิ่มขึ้น

ค. ปริมาณคาร์บอนไดออกไซด์ในบรรยากาศจะเพิ่มขึ้น ส่วนออกซิเจนจะลดลง

ง. ปริมาณคาร์บอนไดออกไซด์ ในบรรยากาศจะลดลง ส่วนออกซิเจนจะเพิ่มขึ้น

48. ถ้านำใบมาตัดตามขวางผ่านเส้นใบมาตรวจดูด้วยกล้องจุลทรรศน์ จะทราบได้อย่างไรว่าด้านใดเป็นด้านหลังใบ

ก. ด้านที่อยู่ใกล้กับท่อน้ำ (Xylem)

ข. ด้านที่มีปากใบจำนวนมาก

ค. ด้านที่มีปากใบจำนวนน้อย

ง. ด้านที่อยู่ใกลกับท่ออาหาร (Phloem)

49. ข้อใดกล่าวถึงใบถูกต้องที่สุด

1. ผิวใบด้านบนมีสีเข้มน้อยกว่าผิวใบด้านล่าง
2. ผิวใบด้านล่างมีความมันน้อยกว่าผิวใบด้านบน
3. ใบพืชบางชนิดอาจจะมีหรือไม่มีหูใบก็ได้

ก. ข้อ 1 ข. ข้อ 2 ค. ข้อ 1 และ 2 ง. ข้อ 2 และ 3

50. ข้อใดจัดเป็นใบเดี่ยว

ก. ใบตำลึง ใบมะยม ใบกระถิน ค. ใบมะละกอ ใบพักทอง ใบกล้วย

ข. ใบอ้อย ใบมะขาม ใบจามจุรี ง. ใบมะม่วง ใบมะพร้าว ใบกุหลาบ

51. การสังเคราะห์ด้วยแสงของพืชเกิดขึ้นที่ใบในโครงสร้างดังข้อใด

ก. Epidermis , guard cell , palisade cell ค. Xylem , spongy cell , palisdae cell

ข. Lower epidermis , guard cell , spongy cell ง. Palisade cell , guard cell , spongy cell

52. ไฟโคบิลินเป็นรงควัตถุที่พบในสิ่งมีชีวิตกลุ่มใด

ก. สาหร่ายสีแดงกับสาหร่ายสีน้ำตาล ค. สาหร่ายสีน้ำตาลกับสาหร่ายสีเขียว

ข. สาหร่ายสีเขียวแกมน้ำเงินกับสาหร่ายสีแดง

ง. สาหร่ายสีเขียวกับสาหร่ายสีเขียวแกมน้ำเงิน

53. ขนรากมีความเหมาะสมในการดูดน้ำเข้าสู่รากมากกว่าส่วนอื่นตามข้อใด

1. มีแวคิวโอลขนาดใหญ่สำหรับบรรจุน้ำและแร่ธาตุ ก่นลำเลียงไปยังท่อน้ำ
2. มีพื้นที่ผิวสัมผัสกับน้ำและแร่ธาตุในดินมากกว่าส่วนอื่น ๆ
3. มีขนาดเล็ก มีปริมาณมาก และมีอายุสั้น

ก. ข้อ 1 และ 2 ข. ข้อ 1 และ 3 ค. ข้อ 2 และ 3 ง. ทั้งข้อ 1 , 2 และ 3

54. ข้อใดกล่าวถึงแรงดึงจากการคายน้ำ (transpiration pull)

1. เกิดจากแรงดึงดูดระหว่างโมเลกุลของน้ำด้วยกันเอง
2. การคายน้ำของพืชทำให้เกิดแรงดึงน้ำไปตามท่อลำเลียงน้ำได้
3. เกิดจากแรงดึงดูดระหว่างโมเลกุลของน้ำกับผนังด้านในของท่อน้ำ

ก. ข้อ 1 และ 2 ข. ข้อ 1 และ 3 ค. ข้อ 2 และ 3 ง. ทั้งข้อ 1 , 2 และ 3

ประวัติย่อผู้วิจัย

ชื่อ	นายชาตรี เกิดธรรม
เกิดวันที่	27 กันยายน 2498
สถานที่เกิด	อำเภอวิเศษชัยชาญ จังหวัดอ่างทอง
สถานที่อยู่ปัจจุบัน	61/4 หมู่ 3 ตำบลสี่ร้อย อำเภอวิเศษชัยชาญ จังหวัดอ่างทอง 14110 โทร (035) 631749
ตำแหน่งหน้าที่ปัจจุบัน	อาจารย์ 3 ระดับ 8
สถานที่ทำงานปัจจุบัน	โรงเรียนวิเศษไชยชาญ "ตันติวิทยาภูมิ" อำเภอวิเศษชัยชาญ จังหวัดอ่างทอง 14110 โทร (035) 631206

ประวัติการศึกษา

พ.ศ.2514	มัธยมศึกษาปีที่ 3 จาก โรงเรียนวิเศษไชยชาญมูลนิธิ
พ.ศ.2516	มัธยมศึกษาปีที่ 5 จาก โรงเรียนอ่างทองปัทมโรจน์วิทยาคม
พ.ศ.2520	กศ.บ. (ชีววิทยา) จาก มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ บางแสน
พ.ศ.2525	วท.ม. (การสอนชีววิทยา) จาก มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
พ.ศ.2541	กศ.ด. (วิทยาศาสตร์ศึกษา) จาก มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ