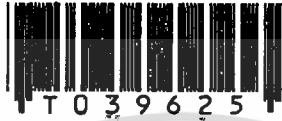


การพัฒนาบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน
วิชาชีววิทยา ว 041 เรื่อง การย่อยอาหารของคน

THE DEVELOPMENT OF COMPUTER ASSISTED INSTRUCTION
ON BIOLOGY IN SCIENCE 041 : HUMAN DIGESTION



วิทยานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต
สาขาวิชาการศึกษาวิทยาศาสตร์ (คอมพิวเตอร์)
บัณฑิตวิทยาลัย
สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง
พ.ศ. 2544

ISBN 974 - 648 - 125 - 8

ดชหม่.....
ดชทะเบชน..... 39625
วัน, เดือน, ปี..... 8 ส.ย. 2544

b.....
i.....

..... ไม่นุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
..... ของอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

**THE DEVELOPMENT OF COMPUTER ASSISTED INSTRUCTION
ON BIOLOGY IN SCIENCE 041 : HUMAN DIGESTION**



**A THESIS SUBMITTED IN PARTIAL FULFILLMENT
OF THE REQUIREMENT FOR THE DEGREE OF
MASTER OF SCIENCE IN SCIENCE EDUCATION (COMPUTER)
SCHOOL OF GRADUATE STUDIES
KING MONGKUT'S INSTITUTE OF TECHNOLOGY LADKRABANG**

2001

ISBN 974 - 648 - 125 - 8

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



COPYRIGHT 2001

SCHOOL OF GRADUATE STUDIES

KING MONGKUT'S INSTITUTE OF TECHNOLOGY LADKRABANG

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

หัวข้อวิทยานิพนธ์	การพัฒนาบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน วิชาชีววิทยา ว 041 เรื่อง การย่อยอาหารของคน
นักศึกษา	นายคูสิต พันธุ์ฤกษ์
รหัสประจำตัว	41064214
ปริญญา	วิทยาศาสตร์มหาบัณฑิต
สาขาวิชา	การศึกษาศาสตร์ (คอมพิวเตอร์)
พ.ศ.	2544
อาจารย์ผู้ควบคุมวิทยานิพนธ์	ผศ.ดร.เลิศลักษณ์ กลิ่นหอม
อาจารย์ผู้ควบคุมวิทยานิพนธ์ร่วม	ดร.มนัส บุญประกอบ

บทคัดย่อ

การทำวิทยานิพนธ์ครั้งนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อพัฒนาและหาประสิทธิภาพของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน วิชาชีววิทยา ว 041 เรื่อง การย่อยอาหารของคน โดยหาประสิทธิภาพของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนตามเกณฑ์มาตรฐาน 80/80

กลุ่มตัวอย่างเป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 แผนการเรียนวิทยาศาสตร์ ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2543 โรงเรียนพรตพิทยพยัต เขตลาดกระบัง กรุงเทพฯ จำนวน 30 คน ได้มาโดยการสุ่มอย่างง่าย

การพัฒนาบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน มีวิธีการดำเนินการดังนี้ คือ การเลือกเนื้อหาผู้วิจัยได้นำหัวข้อเรื่องการย่อยอาหารของคน มาสร้างเป็นบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน นำเนื้อหาที่ได้มาวิเคราะห์เป็นหน่วยย่อย และกำหนดจุดประสงค์เชิงพฤติกรรมให้ครอบคลุมเนื้อหาที่แบ่งย่อยแล้ว สร้างแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนเพื่อใช้เป็นแบบทดสอบหลังเรียน นำเนื้อหาออกแบบสร้างเป็นบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน แบบประเภทการสอนเนื้อหา (tutorial) ด้วยโปรแกรม Authorware version 4 แล้วนำเสนอให้อาจารย์ผู้ควบคุมวิทยานิพนธ์ อาจารย์ผู้ควบคุมวิทยานิพนธ์ร่วม ผู้ทรงคุณวุฒิด้านเนื้อหา ผู้ทรงคุณวุฒิด้านเทคนิคการผลิตสื่อ ตรวจสอบเพื่อหาข้อบกพร่อง นำข้อมูลที่ได้มาปรับปรุงแก้ไขและดำเนินการทดลองหาประสิทธิภาพ และวิเคราะห์ข้อมูลจากกลุ่มตัวอย่างจำนวน 30 คน

ผลการวิจัยพบว่า บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน วิชาชีววิทยา เรื่อง การย่อยอาหารของคน ที่สร้างขึ้นมีประสิทธิภาพ 83.83/81.08 สูงกว่าเกณฑ์มาตรฐาน 80/80 ที่ตั้งไว้และเป็นไปตามสมมติฐานการวิจัย

Thesis Title	The Development of Computer Assisted Instruction on Biology in Science 041 : Human Digestion
Student	Mr. Dusit Punpruke
Student ID	41064214
Degree	Master of Science
Programme	Science Education (Computer)
Year	2001
Thesis Advisor	Assist.Prof.Dr. Lertlak Klinhom
Thesis CO-Advisor	Dr. Manat Boonprakob

ABSTRACT

The objectives of this study were to develop and test for the efficiency of a Computer Assisted Instruction (CAI) lesson on Biology in Science 041 : Human Digestion. The efficiency test of the CAI lesson will be conducted based on the efficiency criteria of 80/80.

The 30 mathayomsuksa IV students in Science, studying in the second semester of 2000 academic year at Protpittayapayat School, Ladkrabang, Bangkok were randomly selected to participate in the experiment.

The development of CAI was first selected a lesson content. In this case, the lesson of Human Digestion was selected. It was divided into sub-topics. Behavioral objectives were defined to covered all sub-topics. Then, the learning experiment was constructed to be used by learners after the learning period. Contents of the lesson was designed as a CAI based on tutorial type, The Authorware version 4 Software program was utilized to develop a CAI lesson. After suggesting and approving by the thesis's advisor, co-advisor and contents/media production specialists, the experiments were conducted and collected data were analyzed from 30 selected samples.

The research revealed that this CAI on Biology in Science 041 : Human Digestion met the efficiency at 83.83/81.08 level of criterial standard, which is higher than the set standard at 80/80 which coincided with the pre-assumption before conducted the experiment.

กิตติกรรมประกาศ

การพัฒนาบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน วิชาชีววิทยา ว 041 เรื่อง การย่อยอาหารของคน สำเร็จลุล่วงได้ด้วยดีก็เพราะได้รับความกรุณาจาก ผศ.ดร.เลิศลักษณ์ กลิ่นหอม อาจารย์ผู้ควบคุม วิทยานิพนธ์ และ ดร.มนัส บุญประกอบ อาจารย์ผู้ควบคุมวิทยานิพนธ์ร่วม ที่ให้คำแนะนำช่วยเหลือ ตลอดจนการปรับปรุงข้อบกพร่องต่าง ๆ จนวิทยานิพนธ์นี้สำเร็จได้อย่างสมบูรณ์

ขอขอบคุณกรรมการสอบวิทยานิพนธ์ รศ.ดร.รวิวรรณ ชินะตระกูล ผศ.ดร.พรณี ลีกิจวัฒน์ ผศ.วิสุทธิ์ อธิพรธรรม และ อาจารย์กิติพงศ์ มะโน ที่ได้ให้ความกรุณาในการให้ ข้อเสนอแนะจนทำให้งานวิจัยฉบับนี้สมบูรณ์

ขอขอบคุณผู้ทรงคุณวุฒิทุกท่านที่กรุณาให้คำแนะนำ ตรวจสอบแก้ไข เครื่องมือวิจัยจนมี ประสิทธิภาพน่าเชื่อถือ และผู้อำนวยการ โรงเรียนพรตพิทยพยัต อาจารย์หมวดวิทยาศาสตร์ทุกท่าน อาจารย์ผู้ควบคุมห้องปฏิบัติการคอมพิวเตอร์ทุกท่าน ที่อนุญาตให้ใช้สถานที่ในการทดลองและเก็บ รวบรวมข้อมูล ตลอดจนอำนวยความสะดวก ขอขอบใจนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 แผนการเรียน วิทยาศาสตร์ ปีการศึกษา 2543 ที่ให้ความร่วมมือเป็นอย่างดี

ขอขอบคุณ คุณพ่อวิเชียร พันธุ์พฤษ์ คุณแม่นงนุช ช่วยหอม ผู้ให้กำเนิด ให้การศึกษา ความรัก กำลังใจ แก่ผู้วิจัยอย่างดีตลอดมา ขอขอบคุณนางสาวเนาวรัตน์ พันธุ์พฤษ์ พี่สาวที่แสนดี ที่ให้กำลังใจและให้ความช่วยเหลือที่ดีมาโดยตลอด

ขอขอบคุณ คุณวิชัย พลอยประเสริฐ ที่ให้ความช่วยเหลือในเรื่องเครื่องมือและอุปกรณ์ ต่าง ๆ เป็นอย่างดี

สุดท้ายนี้ขอขอบคุณบัณฑิตวิทยาลัย และเจ้าหน้าที่ทุกท่านที่ให้ความร่วมมือช่วยเหลือ ด้านการติดต่อสอบถามและแบบฟอร์มเอกสารต่าง ๆ

คุณค่าและประโยชน์อันพึงมีจากการทำวิทยานิพนธ์นี้ ผู้วิจัยขอบอบแต่ผู้มีพระคุณทุกท่าน

คุณิต พันธุ์พฤษ์

สารบัญ

	หน้า
บทคัดย่อภาษาไทย.....	I
บทคัดย่อภาษาอังกฤษ.....	II
กิตติกรรมประกาศ.....	III
สารบัญ.....	IV
สารบัญตาราง.....	VI
สารบัญภาพ.....	VII
บทที่ 1 บทนำ.....	1
1.1 ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา.....	1
1.2 วัตถุประสงค์การวิจัย.....	3
1.3 สมมติฐานการวิจัย.....	3
1.4 กรอบแนวคิดที่ใช้ในการวิจัย.....	3
1.5 ขอบเขตของการวิจัย.....	3
1.6 นิยามศัพท์เฉพาะที่ใช้ในการวิจัย.....	4
บทที่ 2 เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง.....	5
2.1 หลักสูตริวิชาชีววิทยา ว 041.....	5
2.2 สื่อการสอน.....	6
2.3 ความรู้เกี่ยวกับบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน.....	9
2.4 งานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน.....	31
บทที่ 3 วิธีดำเนินงานวิจัย.....	34
3.1 ประชากรและกลุ่มตัวอย่าง.....	34
3.2 เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย.....	35
3.3 การเก็บรวบรวมข้อมูล.....	43
3.5 การวิเคราะห์ข้อมูล.....	44

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญ (ต่อ)

	หน้า
บทที่ 4 ผลการวิเคราะห์ข้อมูล.....	46
4.1 คุณภาพของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนด้านเนื้อหา.....	46
4.2 คุณภาพของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนด้านเทคนิคการผลิตสื่อ.....	50
4.3 ประสิทธิภาพของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน.....	54
บทที่ 5 สรุปผลการวิจัย อภิปรายผลและข้อเสนอแนะ	57
5.1 สรุปผลการวิจัย.....	57
5.2 อภิปรายผลการวิจัย.....	59
5.3 ข้อเสนอแนะ.....	60
บรรณานุกรม.....	62
ภาคผนวก.....	66
ภาคผนวก ก	67
ภาคผนวก ข	84
ภาคผนวก ค	88
ภาคผนวก ง	96
ภาคผนวก จ	98
ประวัติผู้เขียน.....	110

สารบัญตาราง

ตารางที่	หน้า
2.1 วิเคราะห์โปรแกรมสำเร็จรูปเพื่อใช้สร้างบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน	23
4.1 ค่าเฉลี่ย ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน และระดับคุณภาพของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน ด้านเนื้อหาในหัวข้อย่อยเรื่องการย่อยอาหารในปาก	46
4.2 ค่าเฉลี่ย ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน และระดับคุณภาพของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน ด้านเนื้อหา ในหัวข้อย่อยเรื่องการย่อยอาหารในกระเพาะอาหาร	47
4.3 ค่าเฉลี่ย ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน และระดับคุณภาพของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน ด้านเนื้อหา ในหัวข้อย่อยเรื่องการย่อยอาหารในลำไส้เล็ก	48
4.4 ค่าเฉลี่ย ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน และระดับคุณภาพของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน ด้านเนื้อหา ในหัวข้อย่อยเรื่องการดูดซึม	49
4.5 ค่าเฉลี่ย ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน และระดับคุณภาพของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน วิชาชีววิทยา ว 041 เรื่องการย่อยอาหารของคน ด้านเนื้อหา	49
4.6 ค่าเฉลี่ย ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน และระดับคุณภาพของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน ด้านเทคนิคการผลิตสื่อ ในหัวข้อย่อยเรื่องการย่อยอาหารในปาก	50
4.7 ค่าเฉลี่ย ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน และระดับคุณภาพของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน ด้านเทคนิคการผลิตสื่อ ในหัวข้อย่อยเรื่องการย่อยอาหารในกระเพาะอาหาร	51
4.8 ค่าเฉลี่ย ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน และระดับคุณภาพของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน ด้านเทคนิคการผลิตสื่อ ในหัวข้อย่อยเรื่องการย่อยอาหารในลำไส้เล็ก	52
4.9 ค่าเฉลี่ย ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน และระดับคุณภาพของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน ด้านเทคนิคการผลิตสื่อ ในหัวข้อย่อยเรื่องการดูดซึม	53
4.10 ค่าเฉลี่ย ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน และระดับคุณภาพของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน วิชาชีววิทยา ว 041 เรื่องการย่อยอาหารของคน ด้านเทคนิคการผลิตสื่อ	54
4.11 ประสิทธิภาพของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน ใช้กับนักเรียนจำนวน 9 คน	55
4.12 ประสิทธิภาพของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน ใช้กลุ่มตัวอย่าง 30 คน	55
ก.1 สรุปกระบวนการย่อยอาหารทางเคมีในทางเดินอาหารของคน	79
ง.2 แสดงการสุมกลุ่มตัวอย่างโดยใช้ตารางเลขสุ่ม	97

สารบัญญภาพ

ภาพที่	หน้า
2.1 ลักษณะบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนแบบเส้นทางเดียว.....	13
2.2 ลักษณะบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนแบบย้อนกลับ.....	14
2.3 ลักษณะบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนแบบสอบก่อนข้ามกรอบ	14
2.4 ลักษณะบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนแบบข้ามกรอบและย้อนกรอบ	14
2.5 ลักษณะบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนแบบกรอบซ่อมเสริมเดี่ยว	15
2.6 ลักษณะบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนแบบหลายเส้นทางเดิน.....	15
2.7 ลักษณะบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนแบบกรอบซ่อมเสริมหลายกิ่ง.....	16
2.8 ลักษณะบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนแบบห่วงกรอบซ่อมเสริม.....	16
2.9 ลักษณะบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนแบบแตกกิ่งคู่.....	17
2.10 หน้าต่างโปรแกรม Authorware.....	24
2.11 หน้าต่างออกแบบบทเรียน (Design Window).....	25
2.12 หน้าต่างเสนอบทเรียน (Presentation Window).....	25
2.13 สัญลักษณ์ภาพภายในกล่องเครื่องมือสร้างภาพ (Graphic Toolbox).....	26
2.14 รูปแบบการมีปฏิสัมพันธ์ และการตอบสนอง.....	29
3.1 ขั้นตอนการสร้างบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน	37
3.2 ขั้นตอนการสร้างแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน	41
3.3 ขั้นตอนการสร้างแบบประเมินคุณภาพของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน.....	42
ก.1 แผนภาพแสดงทางเดินอาหารของคน.....	68
ก.2 แสดงตำแหน่งของฟันที่ทำหน้าที่ต่าง ๆ กัน	69
ก.3 โครงสร้างของฟันกรามตัดตามยาว.....	70
ก.4 แสดงตำแหน่งของต่อมน้ำลาย.....	71
ก.5 แสดงส่วนต่าง ๆ ของลิ้นและการรับรส.....	72
ก.6 แสดงการย่อยแป้ง.....	72
ก.7 แสดงการทำงานของเพดานอ่อนและฝาปิดกล่องเสียง	73
ก.8 แสดงเพอริสตัลซิสที่หลอดอาหาร.....	74
ก.9 แสดงโครงสร้างกระเพาะอาหาร.....	74
ก.10 แสดงการย่อยโปรตีนในกระเพาะอาหาร	75
ก.11 แสดงความสัมพันธ์ระหว่างกระเพาะอาหาร ดับ ดับอ่อน และดูโอดินัม	77

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญภาพ (ต่อ)

ภาพที่	หน้า
ก.12 แสดงการย่อยโปรตีนในลำไส้เล็ก.....	78
ก.13 แสดงการย่อยไขมัน.....	78
ก.14 ผนังด้านในลำไส้เล็กที่แสดงให้เห็นวิลลัส.....	80
ก.15 แผนภาพแสดงลำไส้ใหญ่.....	81



บทที่ 1

บทนำ

1.1 ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา

ปัจจุบันโรงเรียนในระดับมัธยมศึกษาอยู่ในการควบคุมดูแลของกรมสามัญศึกษา กระทรวงศึกษาธิการ ที่มุ่งให้การศึกษาแก่เยาวชน โดยแบ่งหลักสูตรการเรียนออกเป็น 2 หลักสูตร ได้แก่ หลักสูตรมัธยมศึกษาตอนต้นและหลักสูตรมัธยมศึกษาตอนปลาย สำหรับหลักสูตรมัธยมศึกษาตอนปลาย เป็นหลักสูตรที่มีจุดมุ่งหมายเพื่อให้ผู้เรียนพัฒนาคุณภาพชีวิตและให้สามารถทำประโยชน์ให้กับสังคม ตามบทบาทและหน้าที่ของตนในฐานะพลเมืองดีตามระบอบการปกครองแบบประชาธิปไตย อันมีพระมหากษัตริย์เป็นประมุข โดยให้ผู้เรียนได้พัฒนาเชาวน์ปัญญา มีความรู้ และทักษะเฉพาะด้านตามศักยภาพ เห็นช่องทางในการประกอบอาชีพ ร่วมพัฒนาสังคมด้วยแนวทางและวิธีการใหม่ ๆ และบำเพ็ญตนให้เป็นประโยชน์ต่อสังคม (กรมวิชาการ. 2535 : 1) โดยผู้ที่จบหลักสูตรนี้จะต้องเรียนวิชาต่าง ๆ ให้ครบตามโครงสร้างของหลักสูตรไม่ว่าจะเป็นวิชาบังคับหรือวิชาเลือกเสรี

วิชาชีววิทยา ว 041 เป็นรายวิชาหนึ่งที่ถูกบรรจุอยู่ในหลักสูตรมัธยมศึกษาตอนปลาย ที่จัดอยู่ในกลุ่มวิชาเลือกเสรี สำหรับผู้ที่ต้องการเรียนเน้นหนักทางด้านวิทยาศาสตร์ เป็นวิชาที่มีเนื้อหาเกี่ยวกับสิ่งมีชีวิต ความสัมพันธ์ของสิ่งมีชีวิตกับสิ่งมีชีวิต ความสัมพันธ์ของสิ่งมีชีวิตกับสิ่งแวดล้อม

จากการสำรวจความต้องการสื่อการสอนเนื้อหาที่เข้าใจยากในวิชาชีววิทยา ของสถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี สาขาวิจัยและประเมินผล พบว่ายังมีเนื้อหาวิชาชีววิทยาหลายเรื่องที่ยากแก่การเข้าใจ จึงควรจะมีการพัฒนาสื่อการสอนเพิ่มเติมขึ้นเพื่อให้ผู้เรียนเรียนแล้วเกิดความเข้าใจมากยิ่งขึ้น (สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี. 2537 : 1) คณะกรรมการเทคโนโลยีการเรียนการสอน (The Commission On Instructional) แห่งสหรัฐอเมริกา (อ้างใน สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี. 2537 : 6) ได้สรุปคุณค่าของสื่อการเรียนการสอนว่า สื่อการเรียนการสอนจะช่วยเพิ่มประสิทธิภาพทางการศึกษาให้สูงขึ้น ช่วยให้การเรียนการสอนดำเนินไปอย่างรวดเร็ว ผู้สอนสามารถใช้เวลาได้อย่างคุ้มค่า สามารถถ่ายทอดการเรียนรู้ได้มากขึ้น ช่วยเปิดโอกาสให้ผู้เรียนได้เลือกเรียนได้หลายวิธีตามความถนัด ความสนใจ และความสามารถ ทำให้การเรียนรู้อุบัติเร็วขึ้น เกิดความเสมอภาคทางการศึกษา ผู้เรียนสามารถเรียนรู้ได้ไม่ว่าจะอยู่ที่ไหน ๆ นิพนธ์ สุขปรีดี (2521 : 13-15) ได้กล่าวว่า สื่อการเรียนการสอนจะเป็นเครื่องช่วยให้บทเรียนง่ายขึ้น ส่วน สุพร ชัยเดชสุริยะ (2527 : 38) กล่าวว่า สื่อการสอนช่วยสร้างความสนใจและเป็นแรงจูงใจในการเรียนรู้

ในการพัฒนาสื่อการสอนให้ได้ผลดีนั้น ผู้พัฒนาจะต้องคำนึงถึงหลักการพื้นฐานทางด้านทฤษฎีจิตวิทยาในการเสริมสร้างแรงจูงใจในการเรียนให้แก่ผู้เรียนด้วย โดย ปรียาพร วงศ์อนุตรโรจน์

(2539 : 58) ได้กล่าวว่า การนำแรงจูงใจมาใช้ให้เป็นประโยชน์ต่อการเรียนการสอน ครูควรใช้วิธีการสอนที่แปลกใหม่เร้าใจ เพื่อให้เกิดการตื่นตัวกับบทเรียนที่ครูสอน เด็กต้องการที่จะได้รับประสบการณ์ใหม่ ๆ ประสบการณ์ใหม่เป็นความตื่นตาตื่นใจที่ได้รับ สามารถเร้าความสนใจ ทำให้ผู้เรียนหายจากความเบื่อหน่ายซ้ำซากจำเจ

ปัจจุบันได้มีการพัฒนาสื่อการเรียนการสอนออกมาในรูปแบบต่าง ๆ มากมาย ไม่ว่าจะเป็นสื่อทางด้าน วิทยุ โทรทัศน์ วัสดุทัศน สื่อเหล่านี้จะช่วยให้ผู้เรียนมีประสบการณ์ในการเรียนรู้ที่หลากหลายทำให้การเรียนสนุกสนานน่าสนใจมากยิ่งขึ้น นอกจากนี้สื่อที่กล่าวมาข้างต้นแล้ว สื่ออีกประเภทหนึ่งที่เข้ามามีบทบาทและได้รับการยอมรับอย่างมากในปัจจุบัน คือ คอมพิวเตอร์

คอมพิวเตอร์เป็นเทคโนโลยีระดับสูงที่สามารถนำเสนอเนื้อหาได้หลายรูปแบบไม่ว่าจะเป็นตัวอักษร ภาพนิ่ง ภาพกราฟิก ภาพเคลื่อนไหว และเสียง หรือนำเสนอพร้อม ๆ กันทั้งหมดในเวลาเดียวกัน ข้อมูลที่ได้จากการพัฒนาด้วยคอมพิวเตอร์ ผู้พัฒนาสามารถปรับปรุงแก้ไขข้อมูลได้อย่างไม่จำกัด ทำให้การพัฒนาข้อมูลหรือโปรแกรมต่าง ๆ มีความสะดวก รวดเร็ว ประหยัด และยืดหยุ่นกว่าการพัฒนาด้วยสื่อชนิดอื่น ๆ

คอมพิวเตอร์ช่วยสอน CAI (Computer Assisted Instruction) เป็นสื่อการเรียนการสอนทางคอมพิวเตอร์รูปแบบหนึ่ง ซึ่งใช้ความสามารถของคอมพิวเตอร์ในการนำเสนอสื่อประสม ได้แก่ ข้อความ ภาพนิ่ง กราฟิก แผนภูมิ กราฟ ภาพเคลื่อนไหว วัสดุทัศนและเสียง เพื่อถ่ายทอดเนื้อหาบทเรียนที่ใกล้เคียงกับการสอนจริงในห้องเรียนมากที่สุด โดยนำเสนอเนื้อหาทีละหน้า สามารถดึงดูดความสนใจและกระตุ้นผู้เรียนให้เกิดความต้องการเรียนรู้ เพราะคอมพิวเตอร์ช่วยสอนประกอบด้วยคุณลักษณะที่สำคัญคือ มีความเป็นสารสนเทศ สามารถตอบสนองความแตกต่างระหว่างบุคคล มีปฏิสัมพันธ์ระหว่างผู้เรียนกับคอมพิวเตอร์ และให้ผลป้อนกลับได้โดยทันที (ถนอมพร เลหาจรัสแสง. 2541 : 8)

นอกจากนี้ สิริพร ทิพย์คง (2537 : 175) ยังได้กล่าวถึงประโยชน์ของคอมพิวเตอร์ช่วยสอนในการสอนของครูว่า จะช่วยให้ครูประหยัดเวลาในการสอน ใช้เวลาในการสอนด้วยตนเองน้อยลง และมีเวลาเหลือที่จะไปปรับปรุงการสอน ศึกษาตำรา งานวิจัย ทำให้ครูได้พัฒนาความสามารถของตนเองให้มากขึ้น อีกทั้งเป็นการสร้างเสริมนวัตกรรมเพื่อการศึกษา และช่วยให้การเรียนการสอนบางเรื่องที่ใช้งานกราฟฟิกชัดเจนขึ้น

โรงเรียนพรตพิทยพยัตเป็นโรงเรียนสังกัดกรมสามัญศึกษา กระทรวงศึกษาธิการ ที่ทำการเปิดสอนในระดับมัธยมศึกษา ทั้งมัธยมศึกษาตอนต้นและมัธยมศึกษาตอนปลาย มีนักเรียนทั้งหมด 2,444 คน จำแนกเป็นระดับมัธยมศึกษาตอนต้น 1,792 คน และระดับมัธยมศึกษาตอนปลาย 652 คน สำหรับการจัดการเรียนการสอนในระดับมัธยมศึกษาตอนปลายได้จัดการเรียนการสอนออกเป็น 4 แผนการเรียน ประกอบด้วย วิทยาศาสตร์-คณิตศาสตร์ อังกฤษ-คณิตศาสตร์ อังกฤษ-ฝรั่งเศส และอังกฤษ-สังคม สำหรับแผนการเรียนวิทยาศาสตร์-คณิตศาสตร์ ซึ่งต้องเรียนวิชาชีววิทยา เป็นวิชาเลือกบังคับ จากเอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การสัมภาษณ์อาจารย์ผู้สอนวิชาชีววิทยาของผู้วิจัยพบว่า เรื่อง การย่อยอาหารของคน เป็นหัวข้อหนึ่งที่นักเรียนเข้าใจยากและทางโรงเรียนต้องการสื่อการสอน ปัจจุบันทางโรงเรียนมีเครื่องคอมพิวเตอร์สำหรับให้บริการแก่นักเรียน และจากคุณลักษณะที่ศิของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนที่กล่าวมา จึงทำให้ผู้วิจัยมีความสนใจที่จะนำเนื้อหาวิชาชีววิทยา เรื่อง การย่อยอาหารของคน มาพัฒนาเป็นบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน เพื่อให้ผู้เรียนสามารถศึกษาได้ด้วยตนเองและพัฒนาประสิทธิภาพในการเรียนให้ดีขึ้น

1.2 วัตถุประสงค์การวิจัย

1. เพื่อพัฒนาบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน วิชาชีววิทยา ว 041 เรื่อง การย่อยอาหารของคน ตามหลักสูตรมัธยมศึกษาตอนปลาย พุทธศักราช 2524 (ฉบับปรับปรุง พ.ศ. 2533) ที่มีคุณภาพ
2. เพื่อหาประสิทธิภาพบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนตามเกณฑ์ที่กำหนด

1.3 สมมติฐานการวิจัย

บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนที่พัฒนาขึ้นสามารถใช้เป็นสื่อการเรียนการสอนได้อย่างมีประสิทธิภาพตามเกณฑ์ที่กำหนด 80/80

1.4 กรอบแนวคิดที่ใช้ในการวิจัย

การสร้างบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน ผู้วิจัยได้ใช้เทคนิคการออกแบบบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนที่ดัดแปลงมาจากกระบวนการเรียนการสอนของ Gagne' (นงศ์นุช เพ็ชรรัตน์. 2543 : 13-16) ดังนี้

1. เรียกความสนใจ (Gain Attention) เพื่อกระตุ้นและจูงใจแก่ผู้เรียน
2. บอกวัตถุประสงค์ (Specify Objectives) ในการเรียนบทเรียนให้ผู้เรียนได้รู้ล่วงหน้า
3. กระตุ้นการตอบสนอง (Elicit Responses) เพื่อให้ผู้เรียนได้ร่วมกระทำในกิจกรรมต่างๆ
4. ให้ข้อมูลย้อนกลับ (Provide Feedback) เป็นการเร้าความสนใจแก่ผู้เรียน
5. ทดสอบความรู้ (Assess Performance) เป็นการประเมินการเรียนของผู้เรียน

1.5 ขอบเขตของการวิจัย

1. ประชากร เป็นนักเรียนระดับมัธยมศึกษาตอนปลาย ชั้นปีที่ 4 แผนการเรียนวิทยาศาสตร์ โรงเรียนพรตพิทยพยัต เขตลาดกระบัง กรุงเทพฯ สังกัดกรมสามัญศึกษา กระทรวงศึกษาธิการ จำนวน 2
- เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ห้องเรียน รวม 70 คน ที่ยังไม่เคยเรียนวิชาชีววิทยา ว 041 เรื่อง การย่อยอาหารของคน

2. กลุ่มตัวอย่าง เป็นนักเรียนระดับมัธยมศึกษาตอนปลาย ชั้นปีที่ 4 แผนการเรียนวิทยาศาสตร์ โรงเรียนพรตพิทยพยัต เขตลาดกระบัง กรุงเทพฯ สังกัดกรมสามัญ กระทรวงศึกษาธิการ จำนวน 30 คน ที่ยังไม่เคยเรียนวิชาชีววิทยา ว 041 เรื่อง การย่อยอาหารของคน

3. ตัวแปรที่ศึกษา คือ

3.1 คุณภาพของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน

3.2 ประสิทธิภาพของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน

4. เนื้อหาวิชาที่นำมาสร้างบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนมีดังนี้

4.1 การย่อยอาหารในปาก

4.2 การย่อยอาหารในกระเพาะอาหาร

4.3 การย่อยอาหารในลำไส้เล็ก

4.4 การดูดซึมอาหาร

1.6 นิยามศัพท์เฉพาะที่ใช้ในการวิจัย

1. บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน หมายถึง บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน ประเภทการสอน เนื้อหา (tutorial) วิชา ชีววิทยา ว 041 เรื่อง การย่อยอาหารของคน ตามหลักสูตรมัธยมศึกษาตอนปลาย พุทธศักราช 2524 (ฉบับปรับปรุง พ.ศ. 2533) กรมสามัญศึกษา กระทรวงศึกษาธิการ

2. แบบทดสอบ หมายถึง แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนที่ผู้วิจัยสร้างขึ้น เพื่อใช้ประเมินความรู้ของผู้เรียนภายหลังจากการเรียน เพื่อนำไปหาประสิทธิภาพของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน วิชาชีววิทยา ว 041 เรื่อง การย่อยอาหารของคน

3. คุณภาพของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน หมายถึง ผลที่ได้จากการประเมินบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนจากผู้ทรงคุณวุฒิ ซึ่งแบ่งออกเป็น 2 ด้าน คือ ด้านเทคนิคการผลิตสื่อและด้านเนื้อหา

4. ประสิทธิภาพของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน หมายถึง ค่าอัตราส่วนระหว่างกระบวนการต่อผลลัพธ์ โดยคิดจากผลการเรียนรู้ของผู้เรียน จากบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนตามเกณฑ์ที่กำหนด คือ 80/80

80 ตัวแรก หมายถึง ผู้เรียนทั้งหมดสามารถทำแบบฝึกหัดระหว่างเรียนได้ผลเฉลี่ย 80 %

80 ตัวหลัง หมายถึง ผู้เรียนทั้งหมดสามารถทำแบบทดสอบหลังเรียนได้ผลเฉลี่ย 80 %

5. คุณภาพ หมายถึง ผลที่ได้จากการประเมินบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนด้านเนื้อหา และด้านเทคนิคการผลิตสื่อจากผู้ทรงคุณวุฒิ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 2

เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

ในการศึกษาเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการพัฒนาบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน วิชาชีววิทยา ว 041 เรื่องการย่อยอาหารของคน ตามหลักสูตรหลักสูตรมัธยมศึกษาตอนปลาย พุทธศักราช 2524 (ฉบับปรับปรุง พ.ศ. 2533) ผู้วิจัยได้ทำการศึกษาหัวข้อต่าง ๆ ดังนี้

- 2.1 หลักสูตรวิชาชีววิทยา ว 041
- 2.2 สื่อการสอน
- 2.3 ความรู้เกี่ยวกับบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน
- 2.4 งานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน

2.1 หลักสูตรวิชาชีววิทยา ว 041

หลักสูตรมัธยมศึกษาตอนปลาย พุทธศักราช 2524 (ฉบับปรับปรุง พ.ศ. 2533) (กรมวิชาการ, กระทรวงศึกษาธิการ, 2535 : 113) ได้แบ่งเนื้อหาวิชาชีววิทยาออกเป็น 6 เล่ม ได้แก่ ว 441 ว 041 ว 042 ว 043 ว 044 และ ว 045 โดยกำหนดให้ ว 441 เป็นวิชาบังคับเลือก จำนวน 2 หน่วยการเรียนรู้ใช้เวลา 4 คาบต่อสัปดาห์ และ ว 041 ว 042 ว 043 ว 044 และ ว 045 เป็นวิชาเลือกเสรี จำนวน 1.5 หน่วยการเรียนรู้ใช้เวลาเรียนห้สละ 3 คาบต่อสัปดาห์ (คาบละ 50 นาที)

วิชาชีววิทยา ว 041 เป็นวิชาเลือกเสรี อยู่ในแผนการเรียนวิทยาศาสตร์ ระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ที่ใช้หลักสูตร โครงสร้าง 2 สำหรับผู้ที่ต้องการเรียนเน้นหนักทางด้านวิทยาศาสตร์ เนื้อหาวิชาแบ่งออกเป็น 4 บทเรียนดังนี้

บทเรียนที่ 5 ประกอบด้วยเรื่องสารอาหารกับการดำรงชีวิต ศึกษาเกี่ยวกับคาร์โบไฮเดรต โปรตีน ไขมัน แร่ธาตุ วิตามิน น้ำ คุณค่าของสารอาหารต่อร่างกาย สิ่งปนเปื้อนในอาหาร และการดอมอาหาร

บทเรียนที่ 6 ประกอบด้วยเรื่องการย่อยอาหาร ศึกษาเกี่ยวกับการย่อยอาหารของคน การย่อยอาหารของสัตว์ การย่อยอาหารของจุลินทรีย์

บทเรียนที่ 7 ประกอบด้วยเรื่องการลำเลียงสารในร่างกายศึกษาเกี่ยวกับ การลำเลียงสารในร่างกายของสัตว์ โครงสร้างและระบบหมุนเวียนเลือดในคน ส่วนประกอบของเลือดคน การให้เลือด ระบบน้ำเหลือง ภูมิคุ้มกัน โรคของร่างกาย

บทเรียนที่ 8 ประกอบด้วยเรื่องการรักษาสมดุลของร่างกายศึกษาเกี่ยวกับการรักษาสมดุลของน้ำในสิ่งมีชีวิต การรักษาอุณหภูมิภายในร่างกาย การรักษาสมดุลของแร่ธาตุ การรักษาสมดุลของกรด-เบสในร่างกาย การขับถ่ายของสิ่งมีชีวิต การจัดสารของพืช

ในการวิจัยครั้งนี้ผู้วิจัยได้นำเนื้อหา เรื่อง “การย่อยอาหารของคน” ซึ่งเป็นหน่วยการเรียนรู้ย่อยเรื่องหนึ่งในบทที่ 6 ที่ใช้เวลาในการเรียน 7 คาบ มาพัฒนาเป็นบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน โดยมีจุดประสงค์การเรียนรู้และเนื้อหาที่สำคัญ ๆ ดังนี้

1. จุดประสงค์การเรียนรู้เรื่องการย่อยอาหารของคน ประกอบด้วยหัวข้อดังนี้

1.1 ระบุส่วนประกอบและหน้าที่ของทางเดินอาหารแต่ละส่วนในคน

1.2 อธิบายกระบวนการย่อยทางเคมีและการดูดซึมในทางเดินอาหารส่วนต่าง ๆ ของคน

1.3 ระบุถึงสาเหตุบางประการที่ทางเดินอาหารบางส่วนจะเกิดความผิดปกติ อาการที่สังเกตได้ และวิธีป้องกันหรือรักษา

2. หัวข้อเนื้อหาวิชาของหน่วยย่อยเรื่องการย่อยอาหารของคน

2.1 การย่อยอาหารในปาก

2.2 การย่อยอาหารในกระเพาะอาหาร

2.3 การย่อยอาหารในลำไส้เล็ก

2.4 การดูดซึม

2.2 สื่อการสอน

2.2.1 ความหมายของสื่อการสอน

ได้มีนักเทคโนโลยีทางการศึกษาหลายท่าน ได้ให้ความหมายของสื่อการสอนไว้ต่าง ๆ กันไป เช่น

ไชยยศ เรื่องสุวรรณ (2526 : 137) กล่าวว่า สื่อ หมายถึง สิ่งต่าง ๆ ที่ใช้เป็นตัวกลางในกระบวนการเรียนการสอน (หรือการสื่อสารในการเรียนการสอน) เพื่อช่วยให้การเรียนการสอนดำเนินไปอย่างมีประสิทธิภาพตามจุดมุ่งหมาย

กิดานันท์ นลิตอง (2531 : 76) กล่าวว่า สื่อ หมายถึง ตัวกลางที่ช่วยนำและถ่ายทอดความรู้จากครูผู้สอนหรือจากแหล่งความรู้ไปยังผู้เรียน เพื่อให้ผู้เรียนสามารถบรรลุวัตถุประสงค์การเรียนรู้

ผาณิต กุ่มเสริม (2540 : 14) กล่าวว่า สื่อ หมายถึง สิ่งใดก็ได้ที่นำมาเข้ามาใช้ประกอบการเรียนการสอน เพื่อให้การเรียนการสอนนั้นมีประสิทธิภาพและสามารถบรรลุวัตถุประสงค์ได้

ชัยยงค์ พรหมวงศ์ (2521 : 95) กล่าวว่า สื่อการสอน หมายถึง วัสดุ อุปกรณ์ และวิธีการที่ใช้เป็นสื่อกลางให้ผู้สอนสามารถส่งหรือถ่ายทอดไปยังผู้เรียนได้อย่างมีประสิทธิภาพ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

จากความหมายของสื่อการสอนที่กล่าวมาข้างต้นอาจสรุปได้ว่า สื่อการสอน หมายถึง การนำ วัสดุ อุปกรณ์ และวิธีการ มาใช้เป็นสื่อกลางในการถ่ายทอดความรู้จากครูผู้สอนหรือแหล่งความรู้ไปยัง ผู้เรียน เพื่อให้การเรียนการสอนนั้นมีประสิทธิภาพและสามารถบรรลุวัตถุประสงค์ได้

2.2.2 ประเภทของสื่อการสอน

ไชยยศ เรื่องสุวรรณ. (2533 : 90) ได้ทำการแบ่งประเภทและลักษณะของสื่อไว้ดังนี้

1. ของจริง เช่น วิทยากร วัตถุสิ่งของ เครื่องมือต่าง ๆ และหุ่นจำลอง
2. สื่อประเภทไม่ต้องฉาย เช่น สิ่งพิมพ์ แผ่นป้าย วัสดุกราฟฟิก รูปภาพ
3. สื่อประเภทเสียง เช่น เทปบันทึกเสียง แผ่นเสียง วิทยุ
4. สื่อภาพนิ่งประเภทฉาย เช่น สไลด์ แผ่นใส โฮโลแกรม
5. สื่อภาพเคลื่อนไหว เช่น ภาพยนตร์ วีดีโอ โทรทัศน์
6. สื่อประสม เช่น สิ่งพิมพ์/เทปเสียง สไลด์/เทปเสียง บทเรียนคอมพิวเตอร์ สื่อทางไกล
7. สื่อกิจกรรม เช่น การจัดแสดง นิทรรศการ การสาธิต การศึกษานอกสถานที่

2.2.3 ประโยชน์ของสื่อการสอน

Erickson (1971 : 108-109) ได้สรุปประโยชน์ของสื่อการสอนไว้ดังนี้ คือ

1. ช่วยจัดและเสริมประสบการณ์การเรียนรู้ของผู้เรียน
2. ช่วยครูสอนเนื้อหาวิชาที่มีความหมายต่อชีวิตของผู้เรียน
3. ช่วยครูแนะนำและกำกับผู้เรียนให้มีปฏิกิริยาสัมพันธ์ในทางที่พึงปรารถนา
4. ช่วยผู้เรียนให้สามารถประกอบกิจกรรมการเรียนรู้ที่แตกต่างกันออกไปตามเนื้อหาวิชา
5. ช่วยครูให้สามารถสอนได้รวดเร็วและถูกต้องมากขึ้น

กิดานันท์ มลิทอง (2531 : 39) ได้กล่าวถึงประโยชน์ของสื่อการสอนไว้ว่าสามารถใช้ประโยชน์ได้ทั้งผู้เรียนและผู้สอนดังต่อไปนี้

ประโยชน์ของผู้เรียน

1. ช่วยให้เกิดการเรียนรู้ที่มีประสิทธิภาพ เพราะช่วยให้ผู้เรียนเกิดความเข้าใจเนื้อหาบทเรียนที่ย่างยากซับซ้อน ได้ง่ายขึ้นในระยะเวลาอันสั้น และสามารถช่วยให้เกิดความคิดรวบยอดในเรื่องนั้น ได้อย่างถูกต้องและรวดเร็ว
2. ช่วยกระตุ้นและสร้างความสนใจให้กับผู้เรียน ทำให้เกิดความสนุกสนานและไม่เบื่อ
3. การใช้สื่อจะทำให้ผู้เรียนมีความเข้าใจตรงกันและเกิดประสบการณ์ร่วมกันในวิชาที่เรียน
4. ช่วยให้ผู้เรียนได้มีส่วนร่วมในกิจกรรมการเรียนการสอนมากขึ้น
5. ช่วยสร้างเสริมลักษณะที่ดีในการศึกษาค้นคว้าหาความรู้
6. ช่วยแก้ปัญหาเรื่องของความแตกต่างระหว่างบุคคล

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ประโยชน์ของสื่อต่อผู้สอน

1. ช่วยให้บรรยากาศในการสอนน่าสนใจยิ่งขึ้น ทำให้ผู้สอนมีความสุขสนุกสนานในการสอนมากกว่าวิธีการที่เคยใช้การบรรยายแต่เพียงอย่างเดียว
2. ช่วยแบ่งเบาภาระของผู้สอนในด้านการเตรียมเนื้อหา เพราะบางครั้งอาจให้ผู้เรียนศึกษาเนื้อหาจากสื่อได้เอง
3. ช่วยกระตุ้นให้ผู้สอนตื่นตัวอยู่เสมอในการเตรียมและผลิตวัสดุใหม่ ๆ เพื่อใช้เป็นสื่อการสอนที่สร้างขึ้นในการวิจัยครั้งนี้จัดได้ว่าเป็นสื่อการสอนแบบประสม อันจะช่วยให้ผู้เรียนมีประสิทธิภาพในการเรียนรู้ที่ดีขึ้น โดยการกระตุ้นและสร้างความสนใจให้กับผู้เรียน

2.2.4 การเลือกใช้สื่อการสอน

วาสนา ชาวหา (2533 : 17) ได้ให้หลักในการที่ควรคำนึงถึงในการเลือกสื่อการสอนดังนี้

1. ประสิทธิภาพ (Efficiency) เมื่อมีการนำสื่อการสอนมาใช้ในการเรียนการสอนแล้วทำให้ผู้เรียนสามารถเรียนรู้ได้ตามวัตถุประสงค์ที่กำหนดไว้ จึงจะถือว่าสื่อการสอนนั้นมีประสิทธิภาพ
2. ประสิทธิภาพ (Productivity) จำนวนนักเรียนที่บรรลุวัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรมที่กำหนดไว้เป็นจำนวนมาก นับว่าสื่อการสอนนั้นก่อให้เกิดประสิทธิผลสูง แต่ถ้าจำนวนนักเรียนที่บรรลุวัตถุประสงค์มีน้อย แสดงว่าสื่อการสอนนั้นไม่มีประสิทธิผล ควรพิจารณาปรับปรุงแก้ไขต่อไป
3. ประหยัด (Economy) การนำสื่อการสอนมาใช้ในการเรียนการสอนนั้นจะต้องพิจารณาในเรื่องของการลงทุนที่คุ้มค่าทั้งด้านทุนทรัพย์ แรงงาน และระยะเวลาในการใช้งาน สื่อการสอนบางชนิดอาจมีประสิทธิภาพและประสิทธิผลสูง แต่ต้องอาศัยทุนทรัพย์มาก ในขณะที่เราสามารถนำสื่อการสอนชนิดอื่นมาทดแทนได้ มีผลทัดเทียมกันแต่ประหยัดกว่า ก็ควรที่จะนำสื่อที่ประหยัดกว่ามาใช้

ส่วน Kemp. (1985 : 137-140) ได้เสนอแนวคิดว่าการเลือกสื่อการเรียนการสอนควรพิจารณาด้วยการตอบคำถามดังนี้

1. สื่อที่ต้องการและมีอยู่นั้นมีลักษณะที่ดีและมีคุณภาพเพียงใด
2. หากต้องจัดซื้อหรือจัดผลิตขึ้นมาจะมีราคาเท่าไร
3. จะต้องใช้เวลาในการติดตั้งหรือจัดหาหรือผลิตนานเท่าใด
4. จะต้องใช้เครื่องมือประกอบหรือไม่ เป็นเครื่องมือประเภทใด ต้องการสิ่งอำนวยความสะดวกอะไรบ้าง
5. สื่อที่เลือกเหมาะสมกับระบบการสอนมากกว่าสื่ออื่น ๆ ใ้หรือไม่
6. จะมีปัญหาอะไรตามมาบ้าง ในการเลือกใช้สื่อ นั้น ๆ เช่น ต้องจัดหาสิ่งอำนวยความสะดวกเพิ่มเติม การซ่อมบำรุงยุ่งยาก ล้าสมัยเร็ว เป็นต้น
7. ผู้สอนเข้าใจวิธีใช้และใช้เป็นหรือไม่

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

จากหลักการเลือกสื่อของนักเทคโนโลยีทางการศึกษาหลายท่านอาจสรุปได้ว่า การเลือกสื่อการสอนเพื่อให้เกิดประสิทธิภาพต่อการเรียนการสอนนั้น ผู้สอนจะต้องคำนึงถึงองค์ประกอบในการเลือกสื่อได้แก่ จุดมุ่งหมายของการสอน รูปแบบและระบบการเรียนการสอน ลักษณะของผู้เรียน เกณฑ์เฉพาะของสื่อ การจัดหา ค่าใช้จ่าย และความสามารถของผู้สอนในการใช้สื่อ

2.3 ความรู้เกี่ยวกับคอมพิวเตอร์ช่วยสอน

2.3.1 ความหมายของคอมพิวเตอร์ช่วยสอน

คอมพิวเตอร์ช่วยสอน ย่อมาจากภาษาอังกฤษว่า Computer Assisted Instruction ซึ่งใช้คำย่อว่า CAI ได้มีผู้ให้ความหมายของคำนี้หลายท่าน เช่น

ทักษิณา สวานานนท์ (2530 : 206) กล่าวว่า คอมพิวเตอร์ช่วยสอนเป็นการสอนโดยใช้คอมพิวเตอร์เข้ามาสร้างเป็นสื่อการเรียนการสอน จัดเป็นสื่อการเรียนการสอนอีกแนวหนึ่ง ซึ่งทำให้ผู้เรียนมีความสนใจในการเรียน เพราะผู้เรียนสามารถปฏิสัมพันธ์กับเครื่องได้ เป็นการทำให้ผู้เรียนเกิดการเรียนรู้ การคิดการแก้ไขปัญหาอย่างเป็นระบบ ทำให้ผู้เรียนสามารถหาแนวทางในการศึกษาและแก้ปัญหาด้วยตัวเอง เป็นการนำไปสู่ความสามารถที่จะนำไปประยุกต์ใช้

วสันต์ อดิศักดิ์ (2530 : 10) กล่าวว่า คอมพิวเตอร์ช่วยสอนเป็นระบบการเรียนการสอน ซึ่งเกิดจากปฏิสัมพันธ์ระหว่างผู้เรียนกับเครื่องคอมพิวเตอร์ซึ่งอาจเป็นไมโครคอมพิวเตอร์หรือเมนเฟรมก็ได้ โดยผู้เรียนจะศึกษาเนื้อหาบางบทเรียนที่ออกแบบไว้อย่างดี

ยีน ภู่วรรณ (2531 : 12) กล่าวว่า คอมพิวเตอร์ช่วยสอน คือ โปรแกรมคอมพิวเตอร์ที่ได้นำเอาเนื้อหาวิชา และลำดับวิธีการสอนมาบันทึกเก็บไว้ คอมพิวเตอร์จะช่วยนำบทเรียนที่เตรียมไว้อย่างเป็นระบบมาเสนอในรูปแบบที่เหมาะสม สำหรับนักเรียนแต่ละคน

ชนิษฐา ชานนท์ (2532 : 7-13) กล่าวว่า คอมพิวเตอร์ช่วยสอน หมายถึง การนำคอมพิวเตอร์มาใช้เป็นเครื่องมือในการเรียนการสอน โดยที่เนื้อหาวิชา แบบฝึกหัด และการทดสอบถูกพัฒนาขึ้นในรูปแบบของบทเรียนคอมพิวเตอร์ซึ่งมักเรียกว่า คอร์สแวร์ (Course Ware) ผู้เรียนจะเรียนบทเรียนจากคอมพิวเตอร์ช่วยสอน โดยคอมพิวเตอร์จะสามารถเสนอเนื้อหาวิชา ซึ่งอาจเป็นทั้งในรูปแบบตัวหนังสือและภาพกราฟฟิก สามารถถามคำถาม รับคำตอบจากผู้เรียน ตรวจสอบคำตอบ และแสดงผลการเรียนในรูปแบบของข้อมูลย้อนกลับ (Feedback)

สิริพร ทิพย์คง (2537 : 179) กล่าวว่า คอมพิวเตอร์ช่วยสอนเป็นวิธีการหนึ่งของการสอนรายบุคคลโดยอาศัยคอมพิวเตอร์เป็นสื่อการสอนเนื้อหา และเรื่องราวที่นักเรียนสามารถเรียนรู้ได้ด้วยตนเอง

จากความหมายต่าง ๆ สรุปได้ว่าคอมพิวเตอร์ช่วยสอน หมายถึง การนำคอมพิวเตอร์ไปใช้ในกระบวนการเรียนการสอนในด้านต่าง ๆ ตามจุดประสงค์ที่ตั้งไว้ มีลักษณะเป็นการสอนรายบุคคล เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่นอนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ผู้เรียนสามารถเรียนได้ตามความสามารถของตนเองและมีปฏิสัมพันธ์กับเครื่อง ทำให้ผู้เรียนเกิดความสนใจในบทเรียน ซึ่งส่งผลให้ผู้เรียนมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนที่ดีขึ้น

2.3.2 ประเภทของคอมพิวเตอร์ช่วยสอน

การจัดแบ่งประเภทของคอมพิวเตอร์ช่วยสอน ตามทัศนคติของนักการศึกษาและนักวิชาการต่าง ๆ พอสรุปได้ดังนี้ (สุนิต ฤทธิ์ประเสริฐ. 2540 : 16-19)

1. การใช้เพื่อการสอน (Tutoring) เป็นโปรแกรมที่ถูกสร้างขึ้นมาในลักษณะของบทเรียน โปรแกรมเป็นการเลียนแบบการสอนของครู กล่าวคือจะมีบทนำ (Introduction) และมีคำอธิบาย (Explanation) ซึ่งประกอบด้วยตัวทฤษฎี กฎเกณฑ์ คำอธิบาย และแนวคิดที่จะสอน หลังจากนั้นนักเรียนได้ศึกษาแล้วก็จะมีการถาม (Question) เพื่อใช้ในการตรวจสอบความเข้าใจของนักเรียนในแง่ต่าง ๆ มีการแสดงผลย้อนกลับ (Feedback) ตลอดจนการเสริมแรง (Reinforcement) สามารถให้นักเรียนย้อนกลับไปบทเดิมสำหรับนักเรียนที่ยังไม่เข้าใจหรือข้ามบทที่นักเรียนรู้แล้ว เป็นการสอนที่สอดคล้องกับลักษณะความแตกต่างระหว่างบุคคล นอกจากนี้ยังสามารถบันทึก (Records) การกระทำของนักเรียนว่าทำได้เพียงไร และอย่างไร เพื่อให้ครูผู้สอนมีข้อมูลในการเสริมความรู้ให้กับนักเรียนบางคนได้

2. การฝึกและปฏิบัติ (Drill and Practice) แบบการฝึกและปฏิบัติ ส่วนใหญ่จะใช้เสริม เมื่อครูผู้สอนได้สอนบทเรียนบางอย่างไปแล้ว และให้นักเรียนทำแบบฝึกหัดกับคอมพิวเตอร์เพื่อวัดระดับ หรือให้นักเรียนมาฝึกจนถึงระดับที่ยอมรับได้ บทเรียนประเภทนี้จึงประกอบด้วยคำถาม คำตอบที่จะทำให้นักเรียนทำการฝึกและปฏิบัติ อาจต้องใช้หลักจิตวิทยาเพื่อกระตุ้นให้ผู้เรียนอยากทำ และตื่นตัวกับการทำแบบฝึกหัดนั้น ซึ่งอาจแทรกรูปภาพเคลื่อนไหวหรือคำพูดโต้ตอบ รวมทั้งอาจมีการแข่งขัน เช่น จับเวลา หรือสร้างรูปแบบให้ตื่นตัวจากการมีเสียง เป็นต้น ในการใช้คอมพิวเตอร์ในการฝึกทักษะด้านต่าง ๆ นักเรียนอาจมีบทบาทในการเลือกเนื้อหาวิชาเอง โดยเฉพาะเนื้อหาที่น่าสนใจ

3. การแก้ปัญหา (Problem Solving) คอมพิวเตอร์ช่วยสอนประเภทนี้จะเน้นให้ฝึกการคิด การตัดสินใจ โดยมีการกำหนดเกณฑ์ให้ แล้วผู้เรียนพิจารณาไปตามเกณฑ์ มีการให้คะแนนหรือนำหนักกับเกณฑ์แต่ละข้อ ผู้เรียนจำเป็นอย่างไรที่จะต้องเข้าใจ และมีความสามารถในการแก้ปัญหา กล่าวคือ รู้จักเลือกสูตรมาใช้ให้ตรงกับปัญหา ผู้เรียนอาจต้องทดลองในกระดาษคำตอบ ก่อนที่จะเลือกข้อที่ถูกได้ ซึ่งการทำเช่นนี้ผู้สอนอาจมีต้องการเพียงคำตอบที่ถูกเพียงอย่างเดียว ยังต้องการขั้นตอนที่ผู้เรียนทำ เช่น ถ้าเลือกข้อ ข. แสดงว่าใช้สูตรผิด ถ้าเลือกข้อ ค. แปลว่าคำนวณผิด ถ้าเลือกข้อ ง. แปลว่าไม่เข้าใจเลย เป็นต้น การแก้ปัญหามบางอย่างกว่าที่ผู้เรียนจะตอบได้จะต้องใช้คอมพิวเตอร์นั้นช่วยแก้ปัญหาคด้วย เพราะเป็นการคำนวณที่สลับซับซ้อนก็เท่ากับเป็นการวัดด้วยว่าผู้เรียนมีความรู้ทางคอมพิวเตอร์มากน้อยเพียงใด

4. การสร้างสถานการณ์จำลอง (Simulation) คอมพิวเตอร์ช่วยสอนประเภทนี้ เป็นโปรแกรมที่จำลองสถานการณ์ให้ใกล้เคียงกับสถานการณ์จริงในชีวิตจริงของผู้เรียน โดยมีเหตุการณ์สมมติ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ต่าง ๆ อยู่ในโปรแกรม และนักเรียนสามารถที่จะเปลี่ยนแปลงและจัดกระทำ (Manipulate) ได้ สามารถมีการโต้ตอบ และมีตัวแปรหรือทางเลือกให้หลาย ๆ ทาง ให้ผู้เรียนสามารถเลือกได้ เพื่อการศึกษาผลที่เกิดจากทางเลือกเหล่านั้น นอกจากนี้การทดลองบางอย่างก็ไม่สามารถทดลองให้เห็นจริงได้ และอาจเป็นอันตรายหากเข้าไปศึกษาอย่างใกล้ชิดด้วยตนเอง เช่น การเคลื่อนที่ของลูกปืนใหญ่ การเดินทางของแสงและการหักเหของคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้า การเกิดปฏิกิริยานิวเคลียร์ หรือปรากฏการณ์ทางเคมี รวมทั้งชีววิทยาที่ต้องใช้เวลาานหลายวันจึงปรากฏผล เป็นต้น ปัญหาเหล่านี้สามารถใช้คอมพิวเตอร์จำลองแบบให้ผู้เรียนได้เห็นจริงและเข้าใจง่าย

5. การเล่นเกม (Gaming) เกมคอมพิวเตอร์ที่ใช้เพื่อการเรียนการสอนนั้น เป็นสิ่งที่ใช้เพื่อเร้าใจผู้เรียนได้อย่างดี โปรแกรมประเภทนี้นับเป็นแบบพิเศษของแบบจำลองสถานการณ์ โดยมีเหตุการณ์ที่มีการแข่งขัน ซึ่งสามารถที่จะเสนอได้โดยนักเรียนเพียงคนเดียวหรือหลายคนมีการให้คะแนน มีการแพ้ชนะ อย่างไรก็ตามการเขียนโปรแกรมประเภทนี้ ต้องระวังให้มีคุณค่าทางการศึกษา ซึ่งเกมการเรียนการสอนจะมีคุณภาพเพียงใดขึ้นอยู่กับจุดประสงค์ของเกมและการวางแผน โดยต้องมีจุดมุ่งหมาย เนื้อหา และขบวนการที่เหมาะสมกับหลักสูตร

6. บทสนทนา (Dialogue) เป็นการเลียนแบบการสอนในห้องเรียน กล่าวคือ พยายามให้เป็นการพูดคุยระหว่างผู้สอนกับผู้เรียน เพียงแต่ว่าแทนที่จะใช้เสียงก็เป็นตัวอักษรบนภาพแล้วมีการสอนด้วยการตั้งปัญหาถาม ลักษณะในการใช้แบบสอบถามก็เป็นการแก้ปัญหาอย่างหนึ่ง เช่น บทเรียนวิชาเคมี อาจถามหาสารเคมีบางชนิด ผู้เรียนอาจได้ตอบด้วยการใส่ชื่อสารเคมีให้เป็นคำตอบ หรือบทเรียนสำหรับนักเรียนแพทย์ อาจเป็นการสมมติสภาพคนไข้ให้ผู้เรียนกำหนดวิธีการรักษาให้ก็ได้ เป็นต้น

7. การสาธิต (Demonstration) การสาธิตโดยใช้คอมพิวเตอร์ มีลักษณะคล้ายกับการสาธิตของครู แต่การสาธิตโดยการใช้คอมพิวเตอร์น่าสนใจกว่าเพราะคอมพิวเตอร์ให้ทั้งเส้นกราฟที่สวยงามตลอดทั้งสี และเสียงด้วย ครูสามารถนำคอมพิวเตอร์มาใช้เพื่อสาธิตเกี่ยวกับวิชาคณิตศาสตร์และชีววิทยา ศาสตร์ได้หลายแขนง เช่น แสดงขั้นตอนเกี่ยวกับทฤษฎี สาธิตเกี่ยวกับการโคจรของดาวพระเคราะห์ในระบบสุริยะ การหมุนเวียนของโลหิต เป็นต้น

8. การทดสอบ (Testing) การใช้คอมพิวเตอร์ช่วยสอน มักจะต้องรวมการทดสอบเป็นการวัดผลสัมฤทธิ์ของผู้เรียนไปด้วย โดยผู้ทำต้องคำนึงถึงหลักการต่าง ๆ คือ การสร้างข้อสอบ การจัดข้อสอบ การตรวจให้คะแนน การวิเคราะห์ข้อสอบเป็นรายข้อ การสร้างคลังข้อสอบ และการจัดให้ผู้สอบสุ่มเลือกข้อสอบเองได้

9. การไต่ถาม (Inquiry) คอมพิวเตอร์ช่วยสอนสามารถใช้ในการค้นหาข้อเท็จจริง ความคิดรวบยอด หรือข่าวสารที่เป็นประโยชน์ ในแบบให้ข้อมูลข่าวสารนี้คอมพิวเตอร์ช่วยสอนจะมีแหล่งเก็บข้อมูลที่มีประโยชน์ ซึ่งสามารถแสดงได้ทันทีเมื่อผู้เรียนต้องการด้วยระบบง่าย ๆ ที่ผู้เรียนสามารถทำได้เพียงกดหมายเลข หรือใส่รหัส หรือตัวอักษรของแหล่งข้อมูลนั้น ๆ การใส่รหัสหรือหมายเลขของผู้เรียนนี้จะทำให้คอมพิวเตอร์ช่วยแสดงข้อมูล ซึ่งจะตอบคำถามของผู้เรียนตามต้องการ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนลิขสิทธิ์ไว้เพื่อการศึกษาเท่านั้น เมื่ออนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

10. การให้ข้อมูล (Informing) ผู้เรียนสามารถแก้ปัญหาข้อมูลต่าง ๆ ได้จากคอมพิวเตอร์ ซึ่งอาจจะมีวีดิทัศน์ชนิดตลับ (Video Cassettes) เพื่อเก็บข้อมูลต่าง ๆ ไว้ สิ่งสำคัญคือข้อมูลที่เก็บนั้นจะต้องเป็นสถานการณ์หรือสิ่งที่จะกระตุ้นผู้เรียนในการเรียนการสอน ช่วยส่งเสริมผู้เรียนในการเรียน

11. การสื่อสาร (Communication) การใช้คอมพิวเตอร์ในการพิมพ์ (Word-Processing) ในการติดต่อสื่อสาร การใช้โปรแกรมการพิมพ์ (Word-Processing Programs) จะช่วยนักเรียนในการพิมพ์ข้อความ บทความ เพราะมีโปรแกรมช่วยในการสะกดให้ถูกต้อง ถ้าผู้เรียนพิมพ์ผิดก็จะแก้ไขใหม่ได้ ตลอดจนแก้ไขไวยากรณ์ที่ไม่ถูกต้องได้รวดเร็ว อาจมีโปรแกรมให้ผู้เรียนวาดภาพเพื่อทำป้ายโฆษณา ดังนั้นจึงเป็นการส่งเสริมความคิดสร้างสรรค์ให้แก่ผู้เรียนในการเขียน ในการวาดภาพและความคิด

12. แบบรวมวิธีการต่าง ๆ เข้าด้วยกัน (Combination) คอมพิวเตอร์สามารถสร้างวิธีการสอนหลายวิธีการสอนหลายแบบรวมกันได้ ตามธรรมชาติของการเรียนการสอนซึ่งมีความต้องการวิธีการสอนหลายแบบ ความต้องการนี้มาจากการกำหนดวัตถุประสงค์ในการเรียนการสอน ผู้เรียนและองค์ประกอบ หรือภารกิจต่าง ๆ โปรแกรมคอมพิวเตอร์ช่วยสอนอาจมีทั้งลักษณะที่เป็นการใช้เพื่อการสอน (Tutoring) เกม (Gaming) การไต่ถามข้อมูล (Inquiry) รวมทั้งประสบการณ์แก้ปัญหา (Problem Solving) ก็เป็นไปได้

2.3.3 องค์ประกอบของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน

พิมล กลิ่นขจร (2538 : 95) กล่าวถึงองค์ประกอบหลัก ๆ ของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนดังต่อไปนี้

1. ข้อความ (Text) หมายถึง ตัวอักษร ตัวเลข หรือเครื่องหมายเว้นวรรคตอนที่พิมพ์ขึ้นด้วยเป็นพิมพ์ มีความหลากหลายของแบบ (Style) ขนาด (Size) ตัวพิมพ์ (Font) และสีส้น (Color)
2. กราฟิก (Graphic) สิ่งที่ควรพิจารณา เช่น การรวบรวมเครื่องมือช่วยสร้างภาพกราฟิกไว้ในโปรแกรม การสะสมภาพกราฟิกแบบง่าย ๆ ไว้ในโปรแกรม เพื่อการนำมาใช้งาน
3. ภาพนิ่ง (Picture) โดยส่วนใหญ่จะหมายถึงภาพถ่ายและภาพถ่ายสแกน อาจเป็นภาพขาวดำหรือภาพสี เป็นภาพ 2 มิติ หรือ ภาพ 3 มิติ ก็ได้
4. เสียง (Sound) ถ้าบทเรียนต้องการคำบรรยาย เสียงที่ใช้ในคอมพิวเตอร์แบ่งออกเป็น 3 ชนิด คือ เสียงพูด (Voice) เช่น ใช้ในการบรรยาย และบทสนทนาที่ใช้ประกอบในบทเรียนคอมพิวเตอร์ เสียงดนตรี (Music) ใช้ในท่วงทำนองของเสียงดนตรีต่างๆ ที่ใช้ในบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนและเสียงประกอบ (Sound Effect) เป็นเสียงพิเศษต่างๆ ที่ใช้ในบทเรียนคอมพิวเตอร์ เช่น เสียงกดชัตเตอร์ของกล้องถ่ายรูป เสียงติระฆัง เป็นต้น
5. ภาพเคลื่อนไหว (Animated Picture) เป็นภาพที่สามารถส่งเสริมการเรียนรู้เกี่ยวกับการเคลื่อนที่เคลื่อนไหว ซึ่งยากแก่การบรรยายด้วยภาพ เพียงภาพเดียวหรือหลายภาพและจะยิ่งยากกว่า ถ้าบรรยายด้วยตัวอักษร ซึ่งภาพเคลื่อนไหวจะช่วยดึงดูดความสนใจของผู้เรียนได้ไม่ว่าจะเป็นการเคลื่อนไหวเอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ไหว (Animation) แบบไค หรือการเคลื่อนที่ (Moving) ที่เปลี่ยนเฉพาะตำแหน่งหน้าจอแต่ไม่เปลี่ยนรูปทรงของจอภาพก็ตาม

6. ความสามารถในการเชื่อมต่อโปรแกรม (Interactive Links) เช่น การที่ผู้เรียนสามารถเข้าสู่ข้อมูลเสริมได้ บางครั้งเรียกว่า Hyperlinks และโปรแกรมช่วยสร้าง ส่วนมากใช้ Bookmark Function ในการทำให้ผู้ใช้สามารถกลับเข้าสู่หน้าจอเดิมได้

2.3.4 รูปแบบการนำเสนอของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน

พิมล กลิ่นขจร (2538 : 46 – 61) ได้กล่าวถึงรูปแบบการนำเสนอบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนว่ามีอยู่ด้วยกัน 2 รูปแบบ ดังนี้

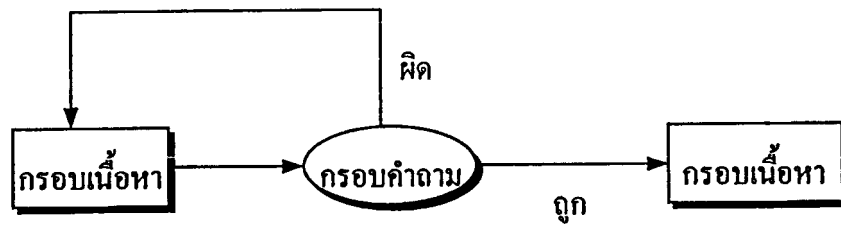
1. บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนแบบเส้นทางเดียว (Linear Program) ประกอบด้วยกรอบเนื้อหาหรือกรอบคำถามที่มีลำดับการตอบสนองอย่างต่อเนื่องไปในทิศทางเดียวกัน สร้างและใช้ได้ง่ายแต่ไม่นิยมมากนักในปัจจุบัน เพราะไม่เอื้อต่อความแตกต่างระหว่างบุคคล เนื่องจากการจัดเรียงเนื้อหาตายตัว มีการแตกย่อยเป็นขั้นตอนที่ค่อนข้างละเอียด ทำให้ผู้เรียนจะได้รับหรือต้องเรียนเนื้อหาเหมือนกันหมด ทำให้อาจเป็นที่น่าเบื่อหน่ายสำหรับผู้เรียนที่เรียนได้ไว ที่ต้องเรียนผ่านทุกกรอบทีละกรอบ



ภาพที่ 2.1 ลักษณะบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนแบบเส้นทางเดียว

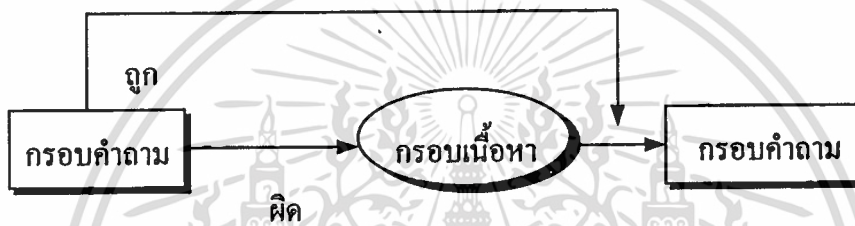
2. บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนแบบแตกกิ่งหรือแบบสาขา (Branching Program) ได้รับความนิยมจากผู้เรียนมากกว่าแบบเส้นทางเดียวเพราะมีลักษณะทำท่าย และน่าสนใจ เหมาะกับการเรียนรู้ของผู้เรียนมีทางเลือกตามระดับความรู้ ความเข้าใจ และความสามารถของผู้เรียน เนื่องจากจะประกอบด้วยกรอบย่อย ๆ แยกออกมาจากกรอบหลัก ผู้เรียนไม่จำเป็นต้องเรียนทุกกรอบเพราะสามารถเลือกเรียนได้ ซึ่งมีหลายรูปแบบดังต่อไปนี้

2.1 แบบย้อนกรอบ (Linear Format With Repetition) มีลักษณะคล้ายกับบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนแบบเส้นทางเดียว ต่างกันตรงที่รูปแบบนี้มีคำถามแทรกระหว่างกรอบเนื้อหา โดยถ้าผู้เรียนตอบคำถามถูกต้องก็ผ่านไปยังกรอบเนื้อหาที่อยู่ถัดไป แต่ถ้าตอบไม่ถูกผู้เรียนจะต้องย้อนกลับมายังกรอบเนื้อหาเดิมใหม่ และตอบคำถามเดิมอีก



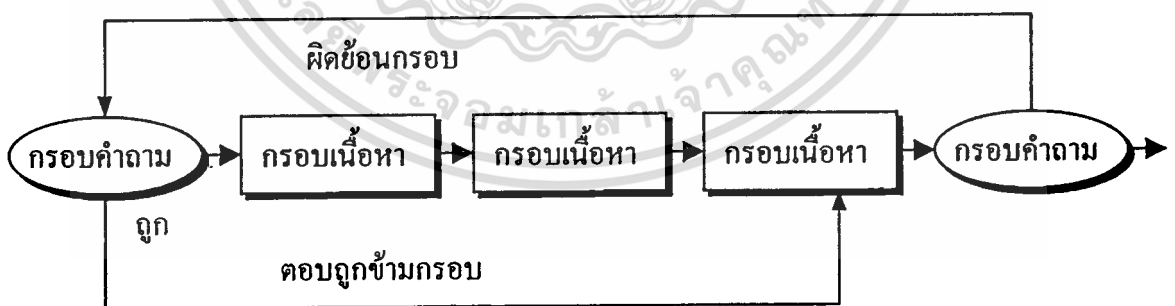
ภาพที่ 2.2 ลักษณะบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนแบบย้อนกลับ

2.2 แบบสอบก่อนข้ามกรอบ (Pretest and Skip Format) ก่อนที่จะเรียนเนื้อหา จุดประสงค์ใด ต้องทดสอบผู้เรียนก่อนเรียนเนื้อหานั้น ถ้าทดสอบผ่านก็จะให้ข้ามกรอบเนื้อหาไป จุดประสงค์อื่น ซึ่งแบบนี้เป็นการตอบสนองความแตกต่างระหว่างบุคคล



ภาพที่ 2.3 ลักษณะบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน แบบสอบก่อนข้ามกรอบ

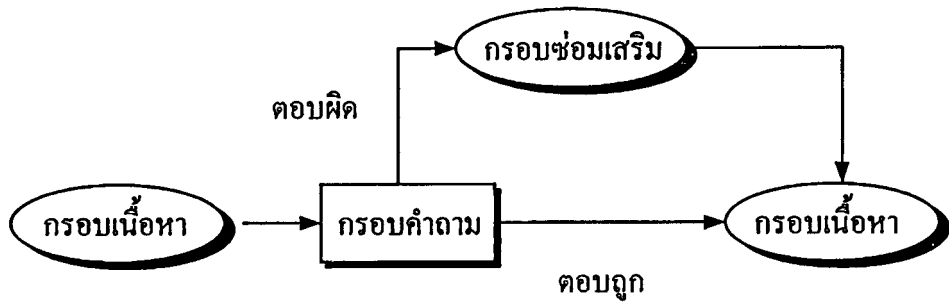
2.3 แบบข้ามและย้อนกรอบ (Gates Frames) เป็นการกำหนดให้ผู้เรียนเรียนไปตามระดับความสามารถ และความรู้ความเข้าใจที่ให้ในลักษณะของบทเรียนแบบเส้นตรง แต่ผู้เรียนอาจข้ามกรอบไปได้หลายกรอบ หรือย้อนกลับมากรอบที่ผ่านมาแล้วเพื่อทบทวนเนื้อหาบางส่วนใหม่



ภาพที่ 2.4 ลักษณะบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนแบบข้ามและย้อนกรอบ

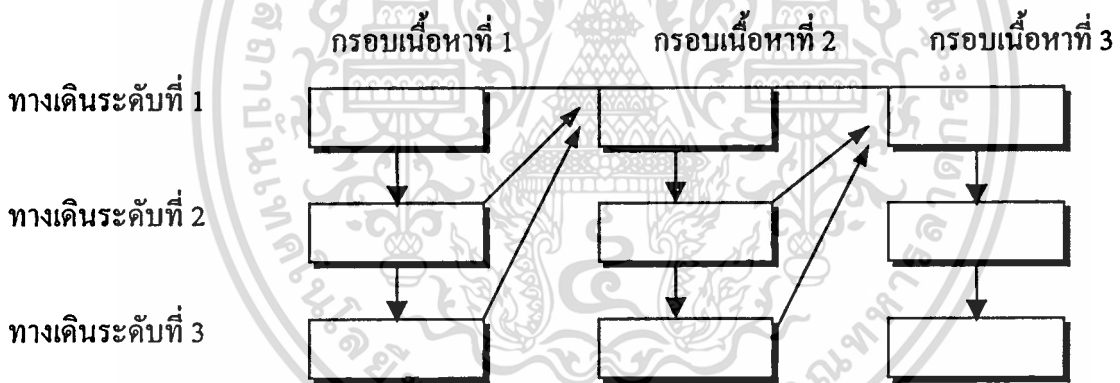
2.4 แบบกรอบซ่อมเสริมเดี่ยว (Single Remedial Branch) จะเริ่มด้วยกรอบเนื้อหา และตามด้วยกรอบคำถาม ถ้าผู้เรียนตอบถูกต้องจะได้รับข้อมูลป้อนกลับในทางบวก และเรียนเนื้อหาในกรอบต่อไป ถ้าตอบไม่ถูกต้องผู้เรียนก็จะได้รับการสอนซ่อมเสริม ก่อนไปสู่เนื้อหาในกรอบต่อไป

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้拿去ใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



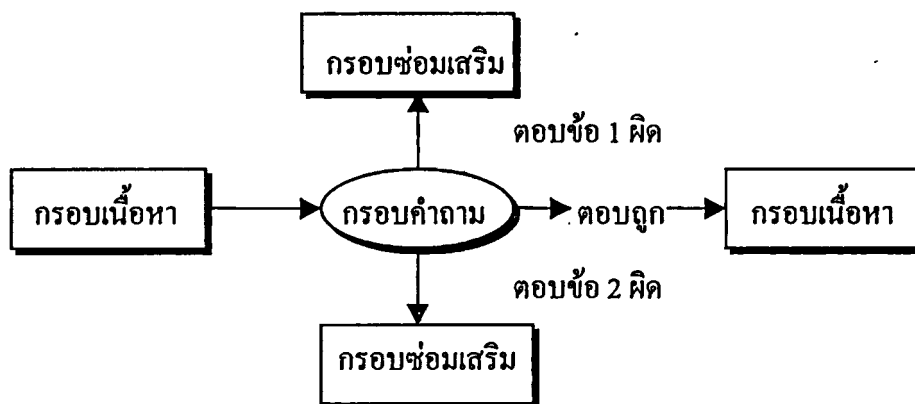
ภาพที่ 2.5 ลักษณะบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนแบบกรอบซ่อมเสริมเดี่ยว

2.5 แบบหลายเส้นทางเดิน (Secondary) ประกอบด้วยเส้นทางหลายระดับ หลายเส้นทาง ซึ่งทางเดินระดับที่ 1 เป็นเส้นทางเดินของกรอบเนื้อหาหลักที่ไม่มีคำอธิบายละเอียดมากนัก ส่วนทางเดินระดับที่ 2 และ 3 เป็นกรอบเนื้อหาที่เพิ่มเติมรายละเอียดมากกว่ากรอบที่อยู่ในทางเดินระดับที่ 1 โดยที่กรอบเนื้อหาที่อยู่ในทางเดินระดับที่ 1 จะเชื่อมต่อกับกรอบเนื้อหาที่อยู่ในทางเดินระดับที่ 2 และ 3 จากเนื้อหาน้อยไปสู่มากตามลำดับ โดยเนื้อหาในกรอบส่วนนี้จะเป็นเนื้อหาเรื่องเดียวกัน



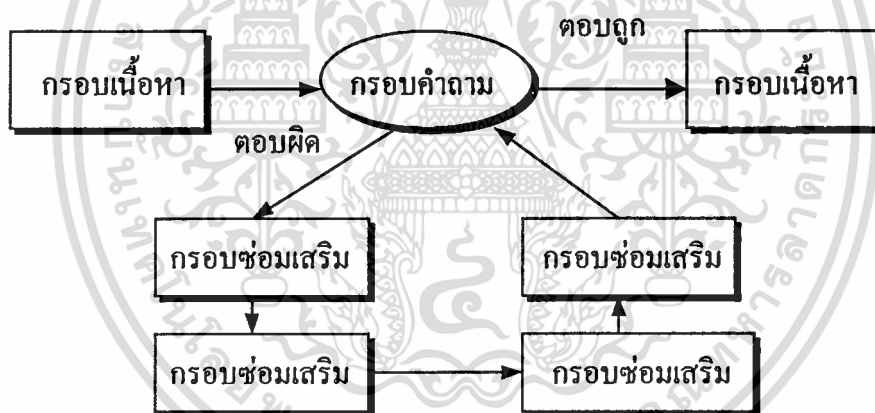
ภาพที่ 2.6 ลักษณะบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนแบบหลายเส้นทางเดิน

2.6 แบบกรอบซ่อมเสริมหลายกิ่ง (Multiple Remedial Branches) ประกอบด้วยกรอบเนื้อหาที่ให้ข้อมูลแล้วตามด้วยกรอบคำถามที่แตกออกเป็นกรอบซ่อมเสริมตั้งแต่ 2 กรอบขึ้นไป กรอบคำถามแต่ละกรอบจะมีกิ่งแยกออกมาตามจำนวนข้อของตัวเลือกในคำถามแบบเลือกตอบนั้น โดยแยกออกมาอย่างน้อย 2 กิ่ง เพื่อไปยังกรอบซ่อมเสริมแล้วจึงส่งผู้เรียนมายังกรอบคำถามเดิมเพื่อให้ผู้เรียนตอบคำถามนั้นใหม่ และเลือกคำตอบอื่น ดังนั้น จะมีคำตอบเพียง 1 คำตอบ และคำตอบที่ผู้เรียนเลือกจะเป็นตัวกำหนดบทเรียนว่าจะไปกรอบใดต่อไป นั่นคือ ถ้าผู้เรียนเลือกตอบถูกต้องก็จะไปยังกรอบเนื้อหาต่อไป แต่ถ้าเลือกตอบผิดก็จะไปยังกรอบซ่อมเสริมก่อนที่จะมายังคำถามเดิมใหม่



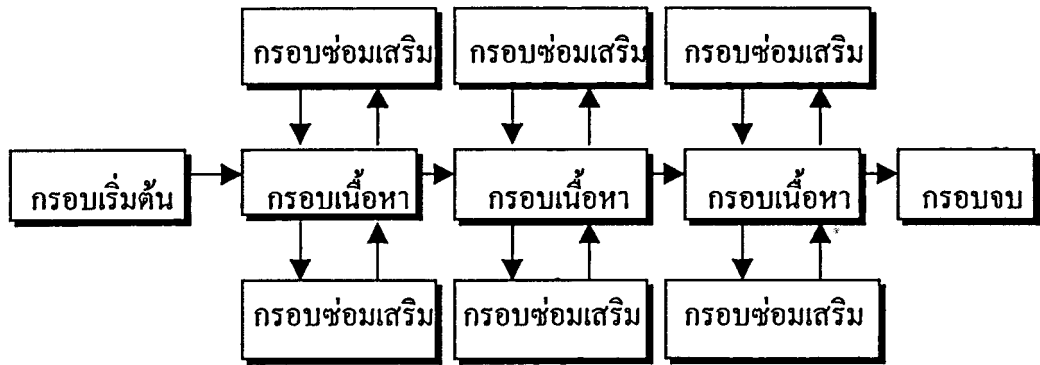
ภาพที่ 2.7 ลักษณะบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนแบบกรอบซ่อมเสริมหลายกิ่ง

2.7 แบบมีห่วงกรอบซ่อมเสริม (Remedial Loops) จะมีลักษณะคล้ายกรอบซ่อมเสริมเดี่ยว แต่รูปแบบนี้จะมีกรอบซ่อมเสริมหลายกรอบประกอบกันเป็นชุดบทเรียนย่อย 5-6 กรอบ เพื่อให้ความรู้ และข้อมูลที่ผู้เรียนยังขาดอยู่ก่อนที่จะส่งผู้เรียนกลับสู่กรอบเนื้อหาเดิม



ภาพที่ 2.8 ลักษณะบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนแบบห่วงกรอบซ่อมเสริม

2.8 แบบแตกกิ่งกู่ (Branching Frame Sequence) ประกอบด้วยกรอบเนื้อหาที่แตกเป็นกรอบซ่อมเสริม 2 กรอบ เมื่อผู้เรียนตอบคำถามของกรอบเนื้อหาถูกต้องก็จะผ่านไปยังกรอบเนื้อหาต่อไป แต่ถ้าตอบคำถามไม่ถูกต้องก็กลับไปยังกรอบซ่อมเสริมแล้วจึงกลับมายังกรอบเดิม เพื่อศึกษาและตอบคำถามใหม่อีกครั้ง



ภาพที่ 2.9 ลักษณะบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนแบบแตกกิ่งคู่

2.3.5 ประโยชน์ของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน

บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนจัดได้ว่าเป็นสื่อที่มีคุณสมบัติเด่นหลายประการ และเป็นสื่อที่ได้รับความนิยมมากที่สุดชนิดหนึ่งในปัจจุบัน ประโยชน์ของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนจึงมีมากมาย โดยสรุปได้ดังนี้ (นิตยา กาญจนวรรณ. 2526 : 80 ; ณรงค์ บุญมี. 2529 : 8 ; อรพันธ์ ประสิทธิ์รัตน์. 2530 : 7-8 ; ทักษิณา สวานานนท์. 2530 : 215 ; นิพนธ์ สุขปริดี. 2531 : 27 ; ขนิษฐา ชานนท์. 2532 : 9 ; ศรีศักดิ์ จามรมาน. 2532 : 72 ; สิริพร ทิพย์คง. 2537 :175 ; Hall. 1982 : 362 ; Morris. 1983 :12)

1. ประโยชน์ของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนต่อผู้เรียน

1. ช่วยตอบสนองต่อการเรียนรายบุคคล เพราะเปิดโอกาสให้ผู้เรียนได้เรียนรู้ตามความสามารถของตนเอง โดยไม่ต้องรอหรือรีบเร่งตามเพื่อน
2. ผู้เรียนสามารถเลือกบทเรียนและวิธีการเรียนได้หลายแบบ มีโอกาสโต้ตอบกับคอมพิวเตอร์ช่วยสอนด้วยตนเองทำให้ไม่น่าเบื่อ
3. ผู้เรียนสามารถควบคุมวิธีการเรียนด้วยตนเองได้
4. สามารถให้ข้อมูลย้อนกลับและให้การเสริมแรงแก่ผู้เรียนได้รวดเร็ว ทั้งในรูปแบบของข้อความ เสียง รูปภาพ และภาพเคลื่อนไหว เมื่อผู้เรียนทำผิดสามารถแก้ไขข้อผิดพลาดได้ทันที ซึ่งเป็นการเปลี่ยนแปลงพฤติกรรมเพื่อให้เกิดการเรียนรู้ทันที
5. สามารถวัดผลการเรียนได้ ผู้เรียนสามารถรู้คะแนนทันทีที่สอบเสร็จ เป็นการลดภาระของครูอีกด้านหนึ่ง นอกจากนี้ผู้เรียนยังสามารถที่จะทราบข้อมูลอื่น ๆ ตามที่ผู้เขียนโปรแกรมได้วางไว้อีกด้วย เช่น ผู้เรียนได้คะแนนอยู่ในระดับที่เท่าไร คอมพิวเตอร์ช่วยสอนจะแสดงผลให้ทราบได้ทันที
6. มีส่วนช่วยให้ผู้เรียนเกิดการเรียนรู้และเข้าใจเนื้อหามากขึ้น
7. ทำให้ผู้เรียนมีโอกาสเรียนรู้ซ้ำแล้วซ้ำอีก ก็ครั้งก็ได้
8. ทำให้ผู้เรียนเกิดมีทัศนคติที่ดีต่อวิชาเรียน

9. ช่วยให้ผู้เรียนได้เรียนเป็นขั้นตอนทีละน้อยจากง่ายไปหายากทำให้เกิดความแม่นยำในวิชาที่มีการเรียนอ่อน

10. ช่วยเสริมนิสัยความรับผิดชอบให้เกิดในตัวผู้เรียน เพราะไม่เป็นการบังคับผู้เรียนให้เรียน แต่เป็นการให้การเสริมแรงอย่างเหมาะสม

11. ทำให้ผู้เรียนเรียนได้ดีกว่า และรวดเร็วกว่าการสอนตามปกติ ลดการสิ้นเปลืองของเวลาของผู้เรียนลง

12. สามารถยืดหยุ่นตารางเรียนได้ตามสถานที่ที่สะดวก ไม่ว่าจะเป็นที่โรงเรียน ที่บ้าน หรือที่ทำงานก็ได้ และมีเกณฑ์การปฏิบัติโดยเฉพาะ

13. ช่วยฝึกผู้เรียนคิดอย่างมีเหตุผล เพราะต้องคอยแก้ปัญหาอยู่ตลอดเวลา

14. ทำให้ผู้เรียนไม่สามารถแอบพลิกดูคำตอบได้ก่อน จึงเป็นการบังคับให้ผู้เรียนได้เรียนรู้จริงก่อนถึงจะผ่านบทเรียนไปได้

15. ทำให้ผู้เรียนสามารถสรุปหลักการเนื้อหาสาระของบทเรียนแต่ละบทได้สะดวก และรวดเร็ว

16. ผู้เรียนมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนสูงขึ้น หรืออย่างน้อยก็เท่ากับการเรียนตามปกติ

17. เป็นสื่อที่ช่วยในการทบทวนส่วนตัวของผู้เรียน ได้เป็นอย่างดี

2. ประโยชน์ของคอมพิวเตอร์ช่วยสอนต่อผู้สอน

1. ช่วยประหยัดเวลาในการสอน ผู้สอนใช้เวลาในการสอนน้อยลง และมีเวลาเหลือที่จะไปปรับปรุงการสอน

2. ผู้สอนมีเวลาศึกษาคำรา งานวิจัย ทำให้ได้พัฒนาความสามารถของตนเองเพิ่มขึ้น

3. ช่วยสร้างเสริมนวัตกรรมใหม่ ๆ สำหรับหลักสูตร และวัสดุเพื่อการศึกษา

4. ช่วยทำให้การเรียนการสอนบางเรื่องที่ใช้งานกราฟฟิกชัดเจนขึ้น

2.3.6 การออกแบบและสร้างบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน

ในการออกแบบบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน ต้องอาศัยพื้นฐานจากทฤษฎีทางด้านจิตวิทยาของกลุ่มพฤติกรรมนิยม โดยมีนักทฤษฎีสำคัญ ๆ ที่มีบทบาทต่อการจัดการเรียนการสอน เช่น B.F. Skinner, Ivan P. Pavlov และ Edward L. Thorndike เป็นต้น ได้เสนอทฤษฎีการเรียนรู้ เพื่อให้ผู้เรียนเกิดการเรียนรู้ (นงคันทูช เพ็ชรรัตน์. 2543 : 12-16) ได้แก่

1. แรงขับ (Drive) หมายถึง ความต้องการของผู้เรียนในบางสิ่งบางอย่างแล้วจึงใจให้ผู้เรียนหาหนทางตอบสนองตามความต้องการนั้น

2. สิ่งเร้า (Stimulus) หมายถึง เมื่อมีสิ่งเร้าผู้เรียนจะได้รับความรู้ หรือการชี้แนะทันทีจากสิ่งเร้า นั้น ก่อนที่จะตอบสนอง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3. การตอบสนอง (Response) หมายถึง การที่ผู้เรียนได้แสดงปฏิกิริยาตอบสนองต่อสิ่งเร้า ซึ่งอธิบายได้ด้วยพฤติกรรมที่ผู้เรียนแสดงออก

4. การเสริมแรง (Reinforcement) หมายถึง การให้รางวัลในรูปแบบต่าง ๆ เช่น การชมเชยในกรณีที่ผู้เรียนตอบสนองถูกต้อง เป็นต้น

ส่วนทฤษฎีการเรียนรู้ของ Gagné ซึ่งเป็นทฤษฎีการเรียนรู้ร่วมสมัย ที่ประยุกต์ใช้สำหรับการใช้เป็นแนวทางของเทคนิคการออกแบบบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน เพราะทำให้ผู้เรียนเกิดความรู้สึกใกล้ชิดเกี่ยวกับการเรียนจากครูผู้สอนโดยตรง โดยคัดแปลงให้สอดคล้องกับสมรรถนะของคอมพิวเตอร์ในปัจจุบัน ซึ่งการออกแบบไม่จำเป็นต้องครบทั้ง 9 ขั้นตอน แต่ขึ้นอยู่กับเทคนิคการนำเสนอและเนื้อหา ดังนี้

1. การเรียกความสนใจ (Gaining Attention) เพื่อนำข้อมูลเข้าสู่บทเรียน เพื่อให้ให้นักเรียนพร้อมที่จะเรียนโดยเลือกสิ่งเร้า เช่น รูปภาพ ภาพยนตร์ การใช้คำถาม การสาธิตและการนำเสนอสิ่งเร้า นั้น ๆ เพื่อเรียกความสนใจ ข้อสำคัญประการหนึ่งในขั้นนี้ของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน คือ การสร้างการนำเสนอเริ่มแรกของบทเรียนนั่นเอง ควรมีการออกแบบเพื่อให้สายตาของผู้เรียนอยู่ที่จอภาพ

2. บอกให้ผู้เรียนทราบจุดประสงค์การสอน (Information The Learner of the Objective) เพื่อให้ผู้เรียนได้รู้ล่วงหน้าถึงประเด็นสำคัญของเนื้อหา แล้วยังเป็นการบอกให้ผู้เรียนรู้ถึงเค้าโครงของเนื้อหาอีกด้วย และการที่ผู้เรียนทราบถึงโครงร่างของเนื้อหาอย่างกว้าง ๆ นี้เอง จะช่วยให้ผู้เรียนสามารถผสมผสานแนวคิดในรายละเอียด หรือส่วนย่อยของเนื้อหาให้สอดคล้องสัมพันธ์กับเนื้อหาส่วนใหญ่ได้ ซึ่งจะมีผลให้การเรียนรู้มีประสิทธิภาพมากขึ้น หลักการสำคัญของการบอกจุดประสงค์ควรเป็นข้อความที่สั้นและได้ใจความ ถ้ายบทเรียนนั้น ๆ แบ่งเป็นตอน ควรมีจุดประสงค์ของแต่ละตอน

3. ทวนความรู้ก่อน (Activate Prior Knowledge) ในขั้นการทบทวนความรู้เดิมไม่จำเป็นต้องเป็นการทดสอบเสมอไป หากเป็นบทเรียนที่สร้างขึ้นเป็นชุดบทเรียนที่เรียนต่อ ๆ กันไปตามลำดับ การทบทวนความรู้เดิมอาจเป็นไปในรูปแบบของการกระตุ้นให้ผู้เรียนคิดย้อนหลังถึงสิ่งที่ได้เรียนมาก่อนหน้านี้ การกระตุ้นดังกล่าวอาจแสดงด้วยคำพูด (คำอ่าน) หรือภาพ หรือการผสมผสานกันแล้วแต่ความเหมาะสมของเนื้อหา สิ่งที่ผู้เขียนโปรแกรมบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนควรคำนึงถึงการออกแบบ คือ

1. ไม่ควรคาดเดาว่าผู้เรียนทุกคนมีความรู้พื้นฐานมาก่อนที่จะศึกษา
2. การทดสอบ หรือการทบทวนควรให้กระชับและตรงจุด
3. ควรเปิดโอกาสให้ผู้เรียนออกจากเนื้อหาใหม่ หรือออกจาก การทดสอบ เพื่อให้ศึกษา

ทบทวน ได้ตลอดเวลา

4. หากไม่มีการทดสอบความรู้เดิม ผู้เขียนโปรแกรมควรหาทางกระตุ้นให้ผู้เรียนย้อนกลับไปคิดถึงสิ่งที่ศึกษาไปแล้ว หรือสิ่งที่ผู้เรียนมีประสบการณ์แล้ว

5. กระตุ้นให้ผู้เรียนย้อนคิด หากทำด้วยภาพประกอบ คำพูด จะทำให้บทเรียนน่าสนใจยิ่งขึ้น

ข้อนี้ เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4. การเสนอสิ่งเร้าที่ใช้ประกอบการสอน (Presenting the Stimulus Material) เป็นการเสนอภาพที่เกี่ยวข้องกับเนื้อหาพร้อมทั้งคำพูดที่สั้นง่ายและได้ใจความ ซึ่งเป็นหัวใจสำคัญของการเรียนการสอนด้วยบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน การใช้ภาพประกอบจะทำให้ผู้เรียนเข้าใจเนื้อหาง่ายขึ้นและช่วยให้เกิดความคงทนในการจำได้ดีกว่าการใช้คำพูด (คำอ่าน) เพียงอย่างเดียว ภาพช่วยอธิบายสิ่งที่เป็นนามธรรมให้ง่ายต่อการรับรู้การใช้ภาพประกอบ ดังนั้น ผู้ออกแบบควรคำนึงถึงว่าภาพไม่ควรมีรายละเอียดมากเกินไป ไม่ควรใช้เวลาปรากฏบนจอภาพมากเกินไป

5. การชี้แนะการเรียนรู้ (Guide Learning) หน้าที่ของผู้ออกแบบบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนในขั้นนี้ คือ พยายามหาเทคนิคในการที่จะกระตุ้นให้ผู้เรียนนำความรู้เดิมมาใช้ในการศึกษาหาความรู้ใหม่อาจใช้หลักของ “Guided Discovery” ซึ่งหมายถึง การพยายามให้ผู้เรียนคิดหาเหตุผล ค้นคว้า และวิเคราะห์หาคำตอบด้วยตนเอง โดยผู้ออกแบบบทเรียนจะค่อย ๆ ชี้แนะจากจุดกว้าง ๆ และแคบลงจนผู้เรียนหาคำตอบได้เองในการออกแบบควรคำนึงถึง

1. แสดงให้ผู้เรียนเห็นถึงความสัมพันธ์ของเนื้อหา และช่วยให้เห็นว่าเนื้อหาส่วนย่อยนั้นมีความสัมพันธ์กับเนื้อหาส่วนใหญ่อย่างไร
2. แสดงให้เห็นถึงความสัมพันธ์ของสิ่งใหม่กับประสบการณ์เดิม
3. พยายามให้ตัวอย่างที่แตกต่างกันออกไป เพื่อช่วยอธิบายแนวคิดใหม่ให้ชัดเจนขึ้น
4. ให้ตัวอย่างที่ไม่ใช่ตัวอย่างถูกต้อง เพื่อเปรียบเทียบกับตัวอย่างที่ถูกต้อง
5. การเสนอเนื้อหาที่ยาก ควรเสนอเนื้อหาที่เป็นรูปธรรมไปหานามธรรม ถ้าเป็นเนื้อหาที่ไม่ยาก ให้เสนอตัวอย่างจากนามธรรมไปหารูปธรรม

6. กระตุ้นให้ผู้เรียนคิดถึงความรู้และประสบการณ์เดิม

6. กระตุ้นการตอบสนอง (Elicit Response) คอมพิวเตอร์มีข้อได้เปรียบเหนืออุปกรณ์อื่น ๆ เช่น วิดีโอเทป ภาพยนตร์ สไลด์ หรือสื่อการสอนอื่น ๆ ซึ่งจัดเป็นสื่อการสอนประเภท non-interactive แต่การเรียนจากคอมพิวเตอร์นั้นผู้เรียนสามารถมีกิจกรรมได้หลายอย่าง ไม่ว่าจะเป็นการแสดงความคิดเห็น การเลือกกิจกรรม การโต้ตอบ กิจกรรมเหล่านี้เองที่ทำให้ผู้เรียนรู้สึกไม่เบื่อและก่อให้เกิดการผูกประสานโครงสร้างของการจำดีขึ้นด้วย ผู้ออกแบบบทเรียนจึงควรออกแบบให้ผู้เรียนได้ร่วมกิจกรรมโดยออกแบบ ดังนี้

1. พยายามให้ผู้เรียนได้ตอบสนองด้วยวิธีการใดวิธีการหนึ่งตลอดการเรียนของบทเรียน
2. บางครั้งควรให้ผู้เรียนได้มีโอกาสพิมพ์คำตอบเพื่อเรียกความสนใจ
3. ไม่ควรให้ผู้เรียนพิมพ์คำตอบขากเกินไป
4. ถามคำถามเป็นช่วง ๆ ตามความเหมาะสม
5. เร้าความคิดและจินตนาการด้วยคำถาม
6. ไม่ควรถามครั้งเดียวหลาย ๆ คำถาม หรือคำถามเดียวแต่หลายคำตอบ

7. หลีกเลี่ยงการตอบสนองซ้ำ ๆ หลายครั้งเมื่อทำผิด เมื่อผิดซ้ำครั้งสองครั้งควรให้การตอบสนองกลับ (Feedback) และเปลี่ยนไปทำกิจกรรมอื่นต่อไป

8. การตอบสนองที่ผิดพลาดบางครั้งด้วยความเข้าใจผิดควรอนุโลม เช่น พิมพ์ด้วยตัวอักษรใหญ่แทนตัวอักษรเล็ก หรือการเคาะ Space Bar มากเกินไป เป็นต้น

9. ควรแสดงการตอบสนองของผู้เรียนอยู่บนเฟรมเดียวกันกับคำถาม และให้ข้อมูลย้อนกลับควรอยู่บนเฟรมเดียวกัน

7. การให้ข้อมูลย้อนกลับ (Provide Feedback) การวิจัยพบว่าบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนนั้นกระตุ้นความสนใจจากผู้เรียนมากขึ้น ถ้าบทเรียนนั้นทำทนายผู้เรียน โดยบอกจุดมุ่งหมายที่ชัดเจน ให้ข้อมูลย้อนกลับเพื่อบอกว่าขณะนั้นผู้เรียนอยู่ตรงไหน ห่างจากเป้าหมายเท่าใด ในการออกแบบข้อมูลย้อนกลับให้มีประสิทธิภาพ จึงควรมีหลักในการออกแบบ คือ

1. ให้ข้อมูลย้อนกลับทันทีหลังจากผู้เรียนตอบสนอง
2. บอกให้ผู้เรียนทราบว่าตอบถูกหรือผิด
3. แสดงคำถาม คำตอบและข้อมูลย้อนกลับบนเฟรมเดียวกัน
4. ใช้ภาพที่ง่ายและเกี่ยวข้องกับเนื้อหา
5. ใช้ภาพกราฟฟิคที่ไม่เกี่ยวข้องกับเนื้อหาได้ หากภาพที่เกี่ยวข้องไม่สามารถทำได้จริง
6. หลีกเลี่ยงผลทางภาพ (Visual Effects) หรือการให้ข้อมูลย้อนกลับที่ตื่นตา หากทำผิด
7. ใช้เสียงสูงสำหรับคำตอบที่ถูกต้องและใช้เสียงต่ำสำหรับคำตอบที่ผิด
8. เฉลยคำตอบที่ถูกต้อง หลังจากผู้เรียนทำผิด 1-2 ครั้ง
9. ใช้การให้คะแนนหรือภาพ เพื่อบอกความใกล้-ไกลจากเป้าหมาย
10. สุ่มข้อมูลย้อนกลับเพื่อสร้างความสนใจ

8. การวัดผลการเรียน (Assessing the Performance) เป็นการทดสอบเพื่อวัดผลการเรียนอาจเป็นการทดสอบระหว่างเรียน หรือทดสอบในช่วงทำขบบทเรียน การทดสอบนอกจากจะเป็นการประเมินผลการเรียนแล้ว ยังมีผลในการจำระยะยาวของผู้เรียนด้วย ในการออกแบบบทเรียนเพื่อทดสอบมีดังนี้

1. ออกแบบข้อทดสอบให้ตรงกับวัตถุประสงค์ของบทเรียน
2. ข้อสอบ คำตอบ และข้อมูลย้อนกลับอยู่บนเฟรมเดียวกันและขึ้นต่อเนื่องอย่างรวดเร็ว
3. หลีกเลี่ยงการพิมพ์คำตอบที่ยาว ๆ
4. ให้ผู้เรียนตอบคำถามในแต่ละคำถาม
5. บอกวิธีการตอบคำถามให้ผู้เรียน เช่น ให้กด T ถ้าเห็นว่าถูก ให้กด F ถ้าเห็นว่าผิด
6. บอกผู้เรียนว่ามีตัวเลือกอื่นด้วยหรือไม่ เช่น ตัวช่วยต่าง ๆ
7. กำกับถึงความเที่ยงตรงและเชื่อถือได้ของแบบทดสอบ
8. อย่างตัดสินคำตอบว่าผิดถ้าการตอบไม่ชัดเจน เช่น ถ้าคำตอบที่ต้องการเป็นตัวอักษร

แต่ผู้เรียนกดตัวเลข ควรบอกให้ผู้เรียนตอบใหม่ไม่ใช่บอกว่าผิด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

9. อย่าทดสอบโดยใช้ข้อเขียนเพียงอย่างเดียว ควรใช้ภาพประกอบการทดสอบอย่างเหมาะสม

10. ไม่ควรคัดลอกคำตอบคิดหากผู้เรียนพิมพ์ผิดพลาด หรือเว้นบรรทัด หรือใช้ตัวพิมพ์เล็กแทนตัวพิมพ์ใหญ่

9. การทำให้ผู้เรียนคงการเรียนรู้และถ่ายโยงการเรียนรู้ (Enhancing Retention and Transfer) ในขั้นสุดท้ายนี้จะเป็นกิจกรรมสรุปเฉพาะประเด็นสำคัญ รวมทั้งข้อเสนอแนะต่าง ๆ เพื่อให้ผู้เรียนมีความคงทนของความรู้และสามารถนำความรู้ใหม่ไปใช้ได้ หลักเกณฑ์การออกแบบข้อนี้คือ

1. บอกผู้เรียนว่าความรู้ใหม่มีส่วนสัมพันธ์กับความรู้ หรือประสบการณ์ที่ผู้เรียนคุ้นเคยแล้วอย่างไร

2. ทบทวนแนวคิดที่สำคัญเพื่อเป็นการสรุป

3. เสนอแนะสถานการณ์ความรู้ใหม่อาจถูกนำไปใช้ประโยชน์

4. บอกผู้เรียนถึงแหล่งข้อมูลที่เป็นประโยชน์ต่อเนื่อง

อรพินทร์ ประสิทธิ์รัตน์ (2530 : 144) ได้กล่าวถึงขั้นตอนการสร้างบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนพอสรุปได้ดังนี้

1. เลือกเนื้อหาและกำหนดจุดมุ่งหมายทั่วไป

2. วิเคราะห์ผู้เรียน

3. กำหนดจุดมุ่งหมายเชิงพฤติกรรม

4. วิเคราะห์เนื้อหาแยกเป็นหน่วยย่อย

5. ออกแบบบทเรียน โปรแกรม

6. สร้างบทเรียน โปรแกรมตามแบบ

7. เขียน โปรแกรมคอมพิวเตอร์

8. ป้อนเข้าเครื่องคอมพิวเตอร์

9. ทดลองหาประสิทธิภาพ

10. ประเมินผลและปรับปรุงแก้ไข

บุปผชาติ ทัพพิกรณ์ (2535 : 14) ได้กล่าวถึงการสร้างบทเรียนคอมพิวเตอร์ไว้ ซึ่งมีองค์ประกอบในการสร้างบทเรียนคอมพิวเตอร์ตามลำดับขั้นดังนี้

1. เลือกโปรแกรมสร้างบทเรียนแบบระบบอัตโนมัติ (Authoring System)

2. เรียนรู้วิธีใช้โปรแกรมสร้างบทเรียน

3. กำหนดรูปแบบของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน

4. ออกแบบบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน

5. วางสคริปต์บทเรียน

6. สร้างบทเรียนตามสคริปต์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

7. ทดลองบทเรียน
8. เก็บไฟล์บทเรียนลงแผ่น
9. เตรียมแผ่นคิสก์บทเรียน

2.3.7 โปรแกรมช่วยสร้างบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน

โดยทั่วไปโปรแกรมคอมพิวเตอร์ ที่นิยมใช้ในการสร้างบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนแบ่งออกเป็น 2 ประเภทใหญ่ ๆ คือ

1. การสร้างบทเรียนด้วยโปรแกรมภาษาคอมพิวเตอร์ เช่น โปรแกรมภาษาซี โปรแกรมภาษาปาสคาล เบสิก เป็นต้น ซึ่งต้องอาศัยความชำนาญและประสบการณ์ในการเขียนโปรแกรมเป็นอย่างมาก
2. การสร้างบทเรียนด้วยโปรแกรมสำเร็จรูป แยกเป็น 2 ประเภท ได้แก่

2.1 สร้างบทเรียนด้วยโปรแกรมที่สร้างขึ้นใช้งานทั่วไป เช่น โปรแกรมที่ใช้สำหรับการนำเสนอ เช่น PC-Storyboard , Showpartner , Microsoft Powerpoint เป็นต้น ซึ่งโปรแกรมเหล่านี้ยังมีข้อจำกัดและขาดความสมบูรณ์สำหรับการนำมาสร้างเป็นโปรแกรมบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน

2.2 การใช้โปรแกรมช่วยสร้างบทเรียนคอมพิวเตอร์ (Authoring System) ซึ่งพัฒนาขึ้นโดยโปรแกรมเมอร์ ซึ่งได้ออกแบบโปรแกรมประเภทนี้ไว้สำหรับสร้างบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนโดยเฉพาะ ดังนั้น จึงง่ายต่อครูที่ขาดทักษะการเขียนโปรแกรมให้สามารถสร้างบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนเองได้

จากการศึกษาและวิเคราะห์โปรแกรมสำเร็จรูปเพื่อใช้สร้างบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนของศิริโรตม์ ชมบุญ (2543 :29) พบว่าโปรแกรม Authorware มีคุณสมบัติครบถ้วนมากที่สุด ในบรรดาโปรแกรมที่ได้นำมาทำการวิเคราะห์ อันได้แก่ โปรแกรม Authorware , Show Partner F/X , PC-Storyboard , Thaishow , มุกดา , ไทยทัศน์ ดังตารางที่ 2.1

ตารางที่ 2.1 วิเคราะห์โปรแกรมสำเร็จรูปเพื่อใช้สร้างบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน

โปรแกรม	ชนิดจอ		PM	TM		SE	PT	LE	EV
	เทา	สี		T	E				
			1. Authorware			/	/	/	/
2. Show Partner F/X	/	/	/	-	/	/	/	-	-
3. PC-Storyboard	/	/	/	/	/	/	/	/	-
4. Thaishow	/	/	/	/	/	/	-	-	/
5. มุกดา	/	/	/	/	/	/	-	-	-
6. ไทยทัศน์	/	/	/	/	/	/	/	-	/

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับครูผู้ใช้งานที่มีเอกสารสงวนเท่านั้น ไม่อนุญาตให้เข้าไปใช้ประโยชน์อื่นนอกเหนือจากนี้

ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

หมายเหตุ	PM : สร้างรูปภาพได้	SE : นำเสนอต่อเนื้อได้
	TM : สร้างตัวอักษรได้	PT : จับภาพจากโปรแกรมอื่นได้
	T : ภาษาไทย	LE : ต่อร่วมโปรแกรมอื่นได้
	E : ภาษาอังกฤษ	EV : ทำข้อสอบและประเมินผลได้

จากคุณสมบัติที่ครบถ้วนของโปรแกรม Authorware จึงทำให้ผู้วิจัยเลือกที่จะพัฒนาบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน วิชาชีววิทยา ว 041 เรื่อง การย่อยอาหารของคน ด้วยโปรแกรม Authorware

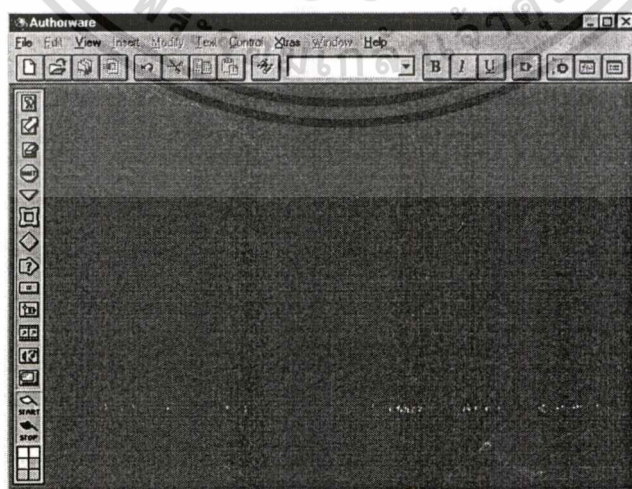
2.3.8 โปรแกรม Authorware Version 4

โปรแกรม Authorware เวอร์ชัน 4 เป็นโปรแกรมประเภท Authoring System ที่ใช้สำหรับการสร้างแอปพลิเคชันในระบบมัลติมีเดีย ไม่ว่าจะเป็นการนำเสนอผลงานต่าง ๆ การสร้างบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน (CAI) หรือแม้กระทั่งเกม ด้วยการออกแบบการทำงานที่ใช้หลักการวางไอคอน (Icon) บนเส้นลำดับบทเรียน (Flowline) ตามลำดับ การทำงานเหมือนกับการเขียนผังงาน (Flowchart) เพื่อที่จะออกแบบโปรแกรม หรือการวางแผนงานต่าง ๆ ทำให้แม้แต่ผู้ที่ไม่ได้เป็นโปรแกรมเมอร์ก็สามารถที่จะสร้างงานขึ้นมาได้โดยไม่ต้องกังวลเกี่ยวกับภาษาโปรแกรม (สุธีร์ กิจฉวี และอรนุช อุทานนท์. 2541 : 9)

ส่วนประกอบของโปรแกรม Authorware ประกอบด้วยหน้าต่าง และส่วนประกอบหลักของโปรแกรม 4 ส่วน ดังนี้

1. หน้าต่างโปรแกรม (Program Window) มีลักษณะคล้ายกับหน้าต่างอื่น ๆ ของโปรแกรมที่ทำงานบนระบบปฏิบัติการ Windows ทั่วไป แต่จะต่างไปคือ มีแถบของสัญลักษณ์ภาพ (Icon Palette) ที่ใช้สำหรับช่วยในการออกแบบบทเรียน อยู่ทางซ้ายมือของหน้าต่างได้ Menu Bar ดังแสดงในภาพที่

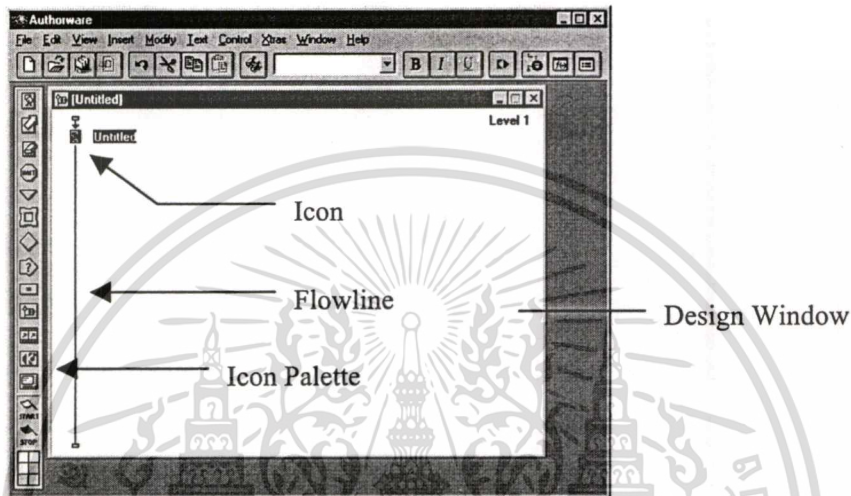
2.10



ภาพที่ 2.10 หน้าต่างโปรแกรม Authorware

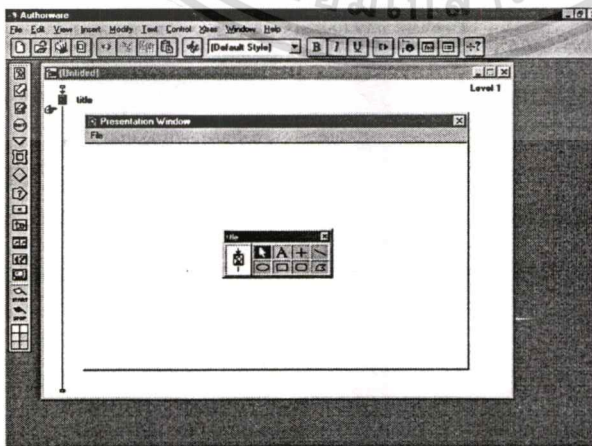
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2. หน้าต่างออกแบบบทเรียน (Design Window) จะปรากฏขึ้นเมื่อมีการสร้างไฟล์ใหม่ หรือเรียกไฟล์เดิมที่สร้างไว้แล้วออกมาใช้ เช่น มีการสร้างไฟล์ใหม่ชื่อ CALA4P จะปรากฏหน้าต่างออกแบบบทเรียนของไฟล์นี้ขึ้นมา และจะมีเส้นสำหรับสัญลักษณ์ภาพ เรียกว่า เส้นลำดับบทเรียน เพื่อแสดงบทเรียนตามลำดับจากบนลงล่าง บนเส้นลำดับบทเรียนจะมีสัญลักษณ์รูปมือชี้ตำแหน่งที่จะวางสัญลักษณ์ภาพต่างๆ และมีกรอบรูปสี่เหลี่ยม โปร่งเล็ก ๆ แสดงจุดต้นทางและปลายทางของบทเรียน



ภาพที่ 2.11 หน้าต่างออกแบบบทเรียน (Design Window)

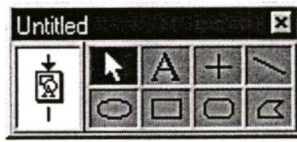
3. หน้าต่างเสนอบทเรียน (Presentaion Window) จะปรากฏขึ้นมา เมื่อมีการเปิดสัญลักษณ์ภาพที่วางบนเส้นลำดับบทเรียน โดยจะปรากฏพร้อมกับกล่องเครื่องมือสร้างภาพ (Graphic Toolbox) หน้าต่างนี้ทำหน้าที่ในการนำเสนอภาพ โดยภาพที่นำเสนอเป็นภาพที่สร้างลงบนหน้าต่างนี้โดยตรง และสามารถปรับปรุงแก้ไขจากหน้าต่างนี้ได้ด้วย



ภาพที่ 2.12 หน้าต่างเสนอบทเรียน (Presentaion Window)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4. กล่องเครื่องมือสร้างภาพ (Graphic Toolbox) มีลักษณะคล้ายหน้าต่างอื่นทั่วไป แต่ลดคุณสมบัติบางประการลง ประกอบด้วยแถบชื่อและสัญลักษณ์ภาพที่กำลังสร้างหรือแก้ไข การทำงานของกล่องเครื่องมือสร้างภาพมีลักษณะคล้ายปุ่มคอนโทรลเมนู มีสัญลักษณ์ภาพของเครื่องมือให้ใช้อยู่ 8 ช่องรายการดังนี้



1. Pointer



ใช้สำหรับเลือกรูปหรือข้อความ เพื่อการเคลื่อนย้าย

2. Text



ใช้สำหรับสร้างข้อความต่าง ๆ

3. Straight Line



ใช้สำหรับลากเส้นตรงระหว่างจุด 2 จุด ใด ๆ

4. Diagonal Line



ใช้สำหรับลากเส้นตรง 45 องศา ระหว่างจุด 2 จุด

5. Ellipse



ใช้สำหรับสร้างรูปวงรีรูปไข่

6. Rectangle



ใช้สำหรับสร้างรูปสี่เหลี่ยมมุมฉาก

7. Rounded Rectangle



ใช้สำหรับสร้างรูปสี่เหลี่ยมโค้งมน

8. Polygon



ใช้สำหรับสร้างรูปหลายเหลี่ยม

ภาพที่ 2.13 สัญลักษณ์ภาพภายในกล่องเครื่องมือสร้างภาพ (Graphic Toolbox)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สัญลักษณ์ภาพ (Icon Palette) ที่ใช้ในการออกแบบบทเรียน ประกอบด้วยสัญลักษณ์ภาพต่างๆ และการใช้งานดังนี้

1. Display Icon



เป็นสัญลักษณ์ภาพที่ใช้ในการสร้างภาพ ที่อาจสร้างขึ้นเอง หรือนำมาจากที่อื่น (Imported)

2. Motion Icon



เป็นสัญลักษณ์ภาพที่นำมาใช้ในการทำให้ภาพที่สร้างใน Display Icon เคลื่อนที่มีรูปแบบการเคลื่อนที่ให้เลือก 5 รูปแบบ เช่น การเคลื่อนที่จากตำแหน่งที่อยู่ไปยังตำแหน่งที่จุดหมายปลายทางด้วยความเร็ว หรือเวลาตามที่กำหนดให้หรือเคลื่อนที่ไปตามเส้นทางที่กำหนดไว้ เป็นต้น

3. Erase Icon



เป็นสัญลักษณ์ภาพที่นำมาใช้ในการลบภาพที่สร้างใน Display Icon มีเมนูให้เลือกใช้ Effect ของการลบภาพ ซึ่งมีรายการเหมือนกันกับที่มีใน Display Icon

4. Wait Icon



เป็นสัญลักษณ์ภาพที่นำมาใช้ในการกำหนดให้หยุดคอย จนกว่าจะมีตอบสนองเหตุการณ์ที่คอย เช่น การใช้เมาส์คลิกที่ปุ่ม Continue การครบกำหนดของการตั้งเวลา หรือจะเป็นการกดปุ่มคีย์บอร์ด เป็นต้น

5. Navigate Icon



เป็นสัญลักษณ์ภาพที่นำมาใช้ในการนำไอคอนต่าง ๆ มาเชื่อมโยงเพื่อนำไปใช้ใน Framework Icon

6. Framwork Icon



เป็นสัญลักษณ์ภาพที่นำมาใช้เงื่อนไขของ Hypermedia Interactive รวมถึง Interaction ต่าง ๆ

7. Decision Icon



เป็นสัญลักษณ์ภาพที่นำมาใช้ในการกำหนดทางเลือกกว่าจะให้เลือกแบบสุ่ม หรือเลือกเรียงตามลำดับรายการที่มีให้เลือก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

8. Interaction Icon



เป็นสัญลักษณ์ภาพที่นำมาใช้ในการกำหนดให้ผู้เรียนมีปฏิสัมพันธ์กับบทเรียน โดยใช้กระบวนการเรียนรู้แบบกระตุ้น และการตอบสนอง คือ มีการให้สิ่งเร้า (Stimulus) เช่น ภาพ และ/ หรือ คำถามแก่ผู้เรียน แล้วให้ผู้เรียนตอบสนองต่อสิ่งเร้า(Response) นั้น เป็นต้น

9. Calculation Icon



เป็นสัญลักษณ์ภาพที่นำมาใช้ในการคำนวณ และควบคุมค่าของตัวแปร ช่วยให้บทเรียนมีความสมบูรณ์ในการนำไปใช้ ทั้งด้านการแตกกิ่ง ไปยังส่วนต่างๆ (Branching) และการคำนวณเพื่อประมวลผล

10. Map Icon



เป็นสัญลักษณ์ภาพที่ทำหน้าที่รวมกลุ่มสัญลักษณ์ภาพอื่น ๆ ที่อยู่ในกลุ่มเดียวกัน ทำให้สะดวกต่อการแก้ไขและสร้างบทเรียนในแต่ละส่วนประกอบย่อย ก่อนที่จะนำมารวมเป็นองค์ประกอบใหญ่ เป็นการลดจำนวนสัญลักษณ์ภาพบนเส้นลำดับบทเรียน ทำให้สะดวกในการออกแบบ

11. Digital Movie Icon



เป็นสัญลักษณ์ภาพที่นำมาใช้เลือกแสดงภาพเคลื่อนไหว เพื่อนำมาประกอบบทเรียน เช่น ภาพการเคี้ยวอาหาร การกลืนอาหาร เป็นต้น

12. Sound Icon



เป็นสัญลักษณ์ภาพที่ใช้ในการเลือกเสียงดนตรีมาประกอบในบทเรียน ใช้ในงาน Multimedia จะใช้งานสัญลักษณ์ภาพนี้ได้บนเครื่องคอมพิวเตอร์ ต้องมีการ์ดเสียง (Sound Card) อยู่ด้วย

13. Video Icon



เป็นสัญลักษณ์ภาพที่ใช้เลือกจากภาพวิดีโอมาประกอบในบทเรียน ใช้งานในลักษณะเดียวกับ Sound Icon

14. Start Icon



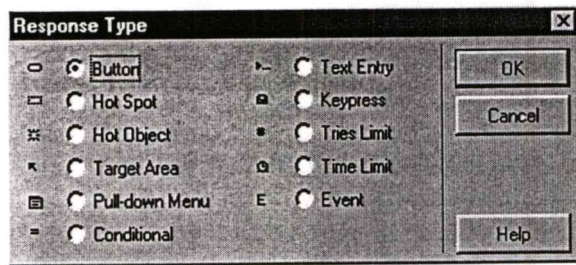
เป็นสัญลักษณ์ภาพที่ใช้ในการกำหนดจุดตั้งต้นบทเส้นลำดับบทเรียน เพื่อทดลองบทเรียนที่สร้างว่ามีการนำเสนอเป็นอย่างไร

15. Stop Icon



เป็นสัญลักษณ์ภาพที่ใช้ในการกำหนดจุดปลายทางบนเส้นลำดับบทเรียน เพื่อทดลองบทเรียนที่สร้างว่ามีการนำเสนอเป็นอย่างไร

Authorware มีเครื่องมือสร้างบทเรียนที่ให้มีการปฏิสัมพันธ์และให้ผู้เรียนได้ตอบสนอง ซึ่งมีด้วยกันหลายรูปแบบ



ภาพที่ 2.14 รูปแบบการมีปฏิสัมพันธ์ และการตอบสนอง

สุดา ดำรงโกกัณฑ์ (2543 : 101) สรุปโครงสร้างของการมีปฏิสัมพันธ์ในบทเรียนที่สร้างด้วยโปรแกรม Authorware ดังนี้

1. มี Display Icon / Map ทำหน้าที่ให้ข้อมูลแก่ผู้เรียน เช่น สามารถบอกได้ว่าการตอบสนองนั้นถูกหรือผิด ดีหรือไม่ดี หรือการให้แรงเสริม เช่น มีการชมเมื่อตอบถูกหรือให้คำแนะนำ และให้กำลังใจเมื่อตอบคำถามผิด เป็นต้น

2. มี Interaction Icon ทำหน้าที่ให้สิ่งเร้าแก่ผู้เรียน โดยสิ่งเร้าที่ให้อาจเป็นภาพ หรือ / และ ข้อความให้ผู้เรียนทำ เช่น การเติมคำ การเลือกข้อที่ถูกที่สุดจากตัวเลือกที่กำหนดให้ การลากภาพไปวางไว้ในที่ต่าง ๆ เป็นต้น

3. มี Response Type ทำหน้าที่ให้ผู้เรียนตอบสนองรูปแบบใดรูปแบบหนึ่งจาก 9 รูปแบบ โดยอาจให้ตอบสนองในรูปของการพิมพ์ตอบ หรือการลากวัตถุไปยังตำแหน่งที่กำหนด เป็นต้น

2.3.9 การหาประสิทธิภาพของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน

ชัยยงค์ พรหมวงศ์ (2521 : 134-140) ได้กล่าวถึงขั้นตอนการหาประสิทธิภาพของชุดการสอน โดยใช้สูตร E1/E2 ดังนี้

1. กำหนดเกณฑ์ประสิทธิภาพ ทำโดยการประเมินพฤติกรรมของผู้เรียน 2 ประเภท คือ พฤติกรรมต่อเนื่อง (กระบวนการ) และพฤติกรรมสุดท้าย (ผลลัพธ์) โดยการกำหนดค่าประสิทธิภาพเป็น E1 (ประสิทธิภาพกระบวนการ) และ E2 (ประสิทธิภาพผลลัพธ์) ประสิทธิภาพของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนจะเป็นเกณฑ์ที่ผู้สอนคาดหวังว่าผู้เรียนจะเปลี่ยนแปลงพฤติกรรมเป็นที่พอใจ โดยกำหนดเป็นค่าเฉลี่ยคิดเป็นร้อยละของคะแนนที่ได้ จากการทำแบบทดสอบหลังเรียนของผู้เรียนทั้งหมด นั่นคือ E1/E2 หรือ ประสิทธิภาพของกระบวนการ / ประสิทธิภาพของผลลัพธ์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การที่จะกำหนดเกณฑ์ E1/E2 ให้มีค่าเท่าใดนั้นให้ผู้สอนเป็นผู้พิจารณา โดยปกติเนื้อหาที่เกี่ยวข้องกับความรู้ความจำ มักตั้งไว้ที่ 80/80 , 85/85 หรือ 90/90 ส่วนเนื้อหาที่เป็นทักษะ หรือเจตคติอาจตั้งไว้ 70/70 , 75/75

การกำหนดประสิทธิภาพของบทเรียน โปรแกรมนิยามกำหนดเป็น 80/80 สำหรับเนื้อหาที่เกี่ยวข้องกับความรู้ความจำ โดยมีความคลาดเคลื่อน ± 2.5

80 ตัวแรก หมายถึง ผู้เรียนทั้งหมดสามารถทำแบบฝึกหัดระหว่างเรียนได้ผลเฉลี่ย 80 %

80 ตัวหลัง หมายถึง ผู้เรียนทั้งหมดสามารถทำแบบทดสอบหลังเรียนได้ผลเฉลี่ย 80 %

2. คำนวณหาประสิทธิภาพ โดยการใช้สูตร E1/E2 โดย E1 และ E2 ได้มาจาก

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

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

เมื่อ

E_1	แทน ประสิทธิภาพของกระบวนการ
E_2	แทน ประสิทธิภาพของผลลัพธ์
$\sum X$	แทน คะแนนรวมของแบบฝึกหัด หรืองาน
$\sum F$	แทน คะแนนรวมของผลลัพธ์หลังเรียน
N	แทน จำนวนผู้เรียนทั้งหมด
A	แทน คะแนนเต็มของแบบฝึกหัดทุกชิ้นรวมกัน
B	แทน คะแนนเต็มของการ์สอบหลังเรียน

3. หาประสิทธิภาพของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน เมื่อทำการสร้างบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนเสร็จแล้วจะต้องนำบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนไปทดลองหาประสิทธิภาพมี 3 ขั้นตอนดังนี้

1. ทดลองแบบเดี่ยว (1:1) เป็นการทดลองครู 1 คน ต่อเด็ก 1 คน โดยใช้เด็กอ่อน ปานกลาง และเด็กเก่ง ควรทำการทดลองกับเด็กอ่อนก่อน ทำการปรับปรุงแล้วนำไปทดลองใช้กับเด็กปานกลาง และนำไปทดลองกับเด็กเก่ง คำนวณหาประสิทธิภาพ เสร็จแล้วปรับปรุงแก้ไขให้ดีขึ้น อย่างไรก็ตามหากเวลาไม่อำนวยและสภาพการณ์ไม่เหมาะสม ก็ให้ทดลองกับเด็กอ่อนหรือเด็กปานกลาง โดยปกติคะแนนที่ได้จากการทำแบบฝึกหัดจะได้คะแนนต่ำกว่าเกณฑ์มาก แต่เมื่อได้รับการปรับปรุงแล้วคะแนนที่ได้จะสูงขึ้นมากก่อนนำไปทดลองแบบกลุ่ม ในขั้นนี้ E1/E2 ที่ได้จะมีค่าประมาณ 60/60

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2. ทดลองแบบกลุ่ม (1:10) เป็นการทดลองครู 1 คน ต่อเด็กไม่เกิน 10 คน (ละผู้เรียนที่เก่ง ปานกลาง และอ่อน) คำนวณหาประสิทธิภาพแล้วปรับปรุง ในคราวนี้คะแนนของผู้เรียนจะเพิ่มขึ้นอีกเกือบเท่าเกณฑ์ โดยเฉลี่ยจะห่างจากเกณฑ์ประมาณ 10 % นั่นคือ E1/E2 ที่ได้จะมีค่าประมาณ 70/70

3. ทดลองภาคสนาม (1:100) คือ เป็นการทดลองครู 1 คน กับนักเรียนทั้งชั้นไม่เกิน 100 คน คำนวณหาประสิทธิภาพแล้วทำการปรับปรุง ผลลัพธ์ที่ได้ควรใกล้เคียงกับเกณฑ์ที่ตั้งไว้ หากต่ำกว่าเกณฑ์ไม่ควรเกิน 2.5 % ก็ให้ยอมรับ หากแตกต่างกันมากผู้สอนต้องกำหนดเกณฑ์ประสิทธิภาพของการสอนใหม่ โดยยึดสภาพความจริงเป็นเกณฑ์

สถานที่และเวลาสำหรับการทดลองแบบเดี่ยวและแบบกลุ่มควรใช้เวลาออกชั้นเรียนหรือแยกนักเรียนมาเรียนต่างหากจากห้องเรียน

2.3.10 การประเมินผลบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน

จริยา โภธิสาร (2543 : 37) กล่าวถึงการประเมินผลบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน ที่นิยมใช้มี 2 วิธี คือ

1. การประเมินโดยผู้เชี่ยวชาญ มีวัตถุประสงค์เพื่อตรวจสอบความถูกต้องด้านเนื้อหา ขอบข่ายของบทเรียน และการทำงานของโปรแกรม ตลอดจนคุณภาพทางด้านเทคนิค

2. การประเมินโดยผู้เรียน มีวัตถุประสงค์เพื่อหาประสิทธิภาพและประสิทธิผลของบทเรียน มีวิธีประเมิน 3 ขั้นตอน ดังนี้ คือ ทดสอบแบบเดี่ยว ทดสอบแบบกลุ่ม และทดสอบภาคสนาม

2.4 งานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน

อาภรณ์ อัยรักษ์ (2530 : บทคัดย่อ) ได้ศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ของนักเรียนที่เรียนเพิ่มเติมโดยใช้โปรแกรมคอมพิวเตอร์ เรื่องความน่าจะเป็นเบื้องต้น และศึกษาเจตคติของผู้เรียนต่อการเรียนด้วยโปรแกรมคอมพิวเตอร์ช่วยสอนผลจากการวิจัยสรุปได้ว่า ผลสัมฤทธิ์สูงถึงเกณฑ์ร้อยละ 50 และผลสัมฤทธิ์หลังการเรียนเพิ่มเติมสูงกว่าก่อนเรียนเพิ่มเติม อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05 และผู้เรียนมีเจตคติที่ดีต่อการเรียนเพิ่มเติม โดยใช้โปรแกรมคอมพิวเตอร์ช่วยสอน

ไพฑูรย์ นพภาส (2535 : บทคัดย่อ) ได้ทำการวิจัยเรื่องการพัฒนาบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนสำหรับสอนซ่อมเสริม วิชาคณิตศาสตร์ เรื่องการแยกตัวประกอบของพหุนาม ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 นำไปทดลองใช้กับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2534 โรงเรียนสารวิทยา กรุงเทพมหานคร พบว่าบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนที่สร้างขึ้นมีประสิทธิภาพ 75/70 และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนซ่อมเสริมของกลุ่มทดลองกับกลุ่มควบคุมแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05 กลุ่มทดลองมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนสูงกว่ากลุ่มควบคุม

ฉรงค์ คำใหม่ (2538 : บทคัดย่อ) ได้สร้างบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน วิชาคณิตศาสตร์ เรื่องพื้นที่ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ได้นำไปทดลองใช้กับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 แล้วหาประสิทธิภาพของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนที่สร้างขึ้น พบว่าบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนที่สร้างขึ้นมีประสิทธิภาพของกระบวนการร้อยละ 85.33 และประสิทธิภาพของผลลัพธ์ร้อยละ 81.83 ซึ่งมีประสิทธิภาพตามเกณฑ์ 80/80 ที่ตั้งไว้ แสดงว่าบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนที่สร้างขึ้นสามารถนำไปใช้ในการสอนได้อย่างมีประสิทธิภาพ

นงคํานุช เพ็ชรรัตน์ (2543 : บทคัดย่อ) ได้ทำการวิจัยเรื่องบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนผ่านเครือข่ายอินเทอร์เน็ต เรื่องความปลอดภัยของโปรแกรม ได้นำไปทดลองใช้กับนักศึกษาสาขาวิทยาการคอมพิวเตอร์ ชั้นปีที่ 4 ที่กำลังเรียนอยู่ในภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2542 คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหิดล จำนวน 39 คน ผลการวิจัยพบว่าบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนที่สร้างขึ้นมีประสิทธิภาพ 83.88/82.22 สูงกว่าเกณฑ์มาตรฐาน 80/80 ที่ตั้งไว้

ศิริโรตม์ ชมนุญ (2543 : 47) ได้ทำการวิจัยเรื่องบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน เรื่องพระราชบัญญัติควบคุมอาคารสูงและอาคารขนาดใหญ่พิเศษ ได้นำไปทดลองใช้กับนักศึกษาระดับปริญญาตรี ชั้นปีที่ 1 สาขาวิชาสถาปัตยกรรม ภาควิชาครุศาสตร์สถาปัตยกรรม คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง จำนวน 30 คน ผลการวิจัยพบว่าบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนที่สร้างขึ้นมีประสิทธิภาพ 80.50/80.50 ซึ่งสูงกว่าเกณฑ์ 80/80 ที่ตั้งไว้

จริยา โภธิสาร (2543 : บทคัดย่อ) ได้ทำการวิจัย เรื่องคอมพิวเตอร์ช่วยสอน เรื่องความรู้พื้นฐานงานมาลัย ตามหลักสูตรประกาศนียบัตรวิชาชีพ พุทธศักราช 2538 ได้นำไปทดลองใช้กับนักศึกษาระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพปีที่ 1 แผนกวิชาคหกรรมทั่วไป คณะคหกรรมศาสตร์ วิทยาลัยอาชีวศึกษาอุดรธานี ภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2542 ที่ยังไม่เคยเรียนวิชาศิลปะประดิษฐ์ เนื้อหาเรื่องความรู้พื้นฐานงานมาลัย จำนวน 30 คน ผลการศึกษาพบว่าบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนมีประสิทธิภาพเท่ากับ 89.83/87.83 และค่าดัชนีประสิทธิผลเท่ากับ 0.82 ซึ่งมีค่าสูงกว่าเกณฑ์ที่ตั้งไว้ 80/80 ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ 0.05

สุดา ดำรงโภคภัณฑ์ (2543 : 63) ได้ทำการวิจัย เรื่องผลของการใช้บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนและการสอนตามคู่มือครู ที่มีต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 เรื่องกลไกมนุษย์ หน่วยย่อย การหมุนเวียนของเลือดและก๊าซ เพื่อเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนระหว่างกลุ่มที่เรียนด้วยบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนกับกลุ่มที่เรียนตามคู่มือครู โดยได้นำไปทดลองใช้กับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2542 โรงเรียนพรตพิทยพยัต เขตลาดกระบัง กรุงเทพฯ จำนวน 96 คน ผลการศึกษาพบว่าผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนทั้ง 2 กลุ่มแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05 โดยค่าเฉลี่ยของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของกลุ่มที่เรียนด้วยบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนสูงกว่าค่าเฉลี่ยของกลุ่มที่เรียนตามคู่มือครู

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

จากการศึกษางานวิจัยต่าง ๆ จะเห็นได้ว่าบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนนั้นจะช่วยทำให้ผู้เรียนมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนดีขึ้น จึงทำให้ผู้วิจัยมีความสนใจที่จะพัฒนาบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนวิชาชีววิทยา ว 401 เรื่องการย่อยอาหารของคน ขึ้น เพื่อให้ได้บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนที่มีประสิทธิภาพและสามารถนำไปใช้เป็นการเรียนการสอน อันจะเป็นผลทำให้ผู้เรียนเกิดการเรียนรู้ได้ตามวัตถุประสงค์ที่ตั้งไว้



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 3

วิธีการดำเนินการวิจัย

ในการพัฒนาบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน วิชาชีววิทยา ว 041 เรื่องการย่อยอาหารของคน ตามหลักสูตรมัธยมศึกษาตอนปลาย พุทธศักราช 2524 (ฉบับปรับปรุง พ.ศ. 2533) ผู้วิจัยดำเนินการตามขั้นตอนดังต่อไปนี้

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

3.1 ประชากรและกลุ่มตัวอย่าง

3.1.1 ประชากร

ประชากรที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้ เป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 แผนการเรียนวิทยาศาสตร์ โรงเรียนพรตพิทยพยัต เขตลาดกระบัง กรุงเทพฯ ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2543 จำนวน 2 ห้องเรียน รวม 70 คน

3.1.2 กลุ่มตัวอย่าง

กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการศึกษาวิจัยครั้งนี้ เป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 แผนการเรียนวิทยาศาสตร์ โรงเรียนพรตพิทยพยัต เขตลาดกระบัง กรุงเทพฯ ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2543 และเรียนวิชาชีววิทยา ว 041 ซึ่งยังไม่เคยเรียนวิชานี้มาก่อน จำนวน 30 คน ได้มาโดยการสุ่มอย่างง่าย (Simple Random Sampling) โดยใช้ตารางเลขสุ่ม (Table of Random Number) (ลัดดาวัลย์ หวังพานิช. 2529 : 440) โดยมีขั้นตอนดังนี้

- ขั้นที่ 1 กำหนดหมายเลขประจำตัวให้กับสมาชิกทุกสมาชิกในประชากร ให้เป็น 01-70
- ขั้นที่ 2 กำหนดจุดเริ่มต้นของการสุ่มตัวเลขและทิศทาง การอ่านเลขสุ่มจากตารางเลขสุ่ม
- ขั้นที่ 3 อ่านค่าตัวเลขจากตารางเลขสุ่มไปตามทิศทางที่กำหนด ถ้าพบตัวเลขใดตรงกับหมายเลขที่กำหนดให้กับสมาชิกของประชากร ประชากรนั้นจะถูกนำมาเป็นกลุ่มตัวอย่าง ถ้าตัวเลขนั้นอยู่นอกเหนือจากหมายเลขที่กำหนดให้กับสมาชิกประชากร หรือเป็นตัวเลขที่ซ้ำให้ข้ามไป อ่านค่าตัวเลขต่อไปเรื่อย ๆ จนได้กลุ่มตัวอย่างครบตามจำนวน 30 คน (รายละเอียดอยู่ในภาคผนวก)

3.2 เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้ประกอบด้วย

1. บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน วิชาชีววิทยา ว 041 เรื่องการย่อยอาหารของคน
2. แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน วิชาชีววิทยา ว 041 เรื่องการย่อยอาหารของคน
3. แบบประเมินคุณภาพของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนวิชาชีววิทยา ว 041 เรื่องการย่อยอาหารของคน

3.2.1 การสร้างบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน

1. ศึกษาคู่มือและฝึกทดลองใช้งานโปรแกรม Authorware 4 เพื่อนำมาใช้สร้างบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน
2. ศึกษาหลักสูตร เนื้อหาวิชา และจุดประสงค์การเรียนรู้ วิชาชีววิทยา ว 041 เรื่องการย่อยอาหารของคน ซึ่งเป็นหน่วยย่อย ในบทที่ 6 เรื่อง การย่อยอาหาร
3. วิเคราะห์เนื้อหาและกำหนดจุดประสงค์เชิงพฤติกรรม
4. เขียน Script บทเรียนและสร้างแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน
5. นำ Script บทเรียนที่สร้างขึ้นเสนอผู้ทรงคุณวุฒิ 5 ท่าน อาจารย์ผู้ควบคุมวิทยานิพนธ์ และอาจารย์ผู้ควบคุมวิทยานิพนธ์ร่วม ตรวจสอบความถูกต้องเหมาะสม เพื่อนำไปปรับปรุงแก้ไข

รายนามผู้ทรงคุณวุฒิด้านเนื้อหา และด้านเทคนิคการผลิตสื่อ มีดังนี้

5.1 ผู้ทรงคุณวุฒิด้านเนื้อหา

1. อาจารย์สว่าง พงษ์ไพจิตร อาจารย์ 1 ระดับ 6
โรงเรียนพรตพิทยพยัต เขตลาดกระบัง กรุงเทพมหานคร
2. อาจารย์ ปราณิต สร้อยสุวรรณ อาจารย์ 3 ระดับ 8
โรงเรียนลาดปลาเค้าพิทยาคม เขตลาดพร้าว กรุงเทพมหานคร
3. อาจารย์ อ้อมทิพย์ วัฒนศิริวิชัย
โรงเรียนลาดปลาเค้าพิทยาคม เขตลาดพร้าว กรุงเทพมหานคร

5.2 ผู้ทรงคุณวุฒิด้านเทคนิคการผลิตสื่อ

1. ผศ.อรรถพร ฤทธิเกิด
อาจารย์ประจำภาควิชาครุศาสตร์อุตสาหกรรม คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม
สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง กรุงเทพมหานคร
2. อาจารย์ สุกรี สินธุภิญโญ
อาจารย์ประจำภาควิชาวิทยาการคอมพิวเตอร์ คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี
มหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์ กรุงเทพมหานคร

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

6. นำ Script บทเรียนที่ปรับปรุงแก้ไขแล้วมาสร้างเป็นบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนด้วยโปรแกรม Authorware 4

7. นำบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนที่สร้างเสร็จเสนออาจารย์ผู้ควบคุมวิทยานิพนธ์ และอาจารย์ผู้ควบคุมวิทยานิพนธ์ร่วม ตรวจสอบความถูกต้องเหมาะสม เพื่อนำไปปรับปรุงแก้ไขจนกว่าจะเหมาะสม

8. นำบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนที่ปรับปรุงแก้ไขแล้ว เสนอผู้ทรงคุณวุฒิ เพื่อตรวจสอบความถูกต้องเหมาะสม และประเมินคุณภาพของบทเรียน ซึ่งแบ่งออกเป็น 2 ด้าน คือ ด้านเนื้อหา และด้านเทคนิคการผลิตสื่อ

9. ปรับปรุงแก้ไขตามข้อเสนอแนะ โดยปรึกษากับอาจารย์ผู้ควบคุมวิทยานิพนธ์ และอาจารย์ผู้ควบคุมวิทยานิพนธ์ร่วม

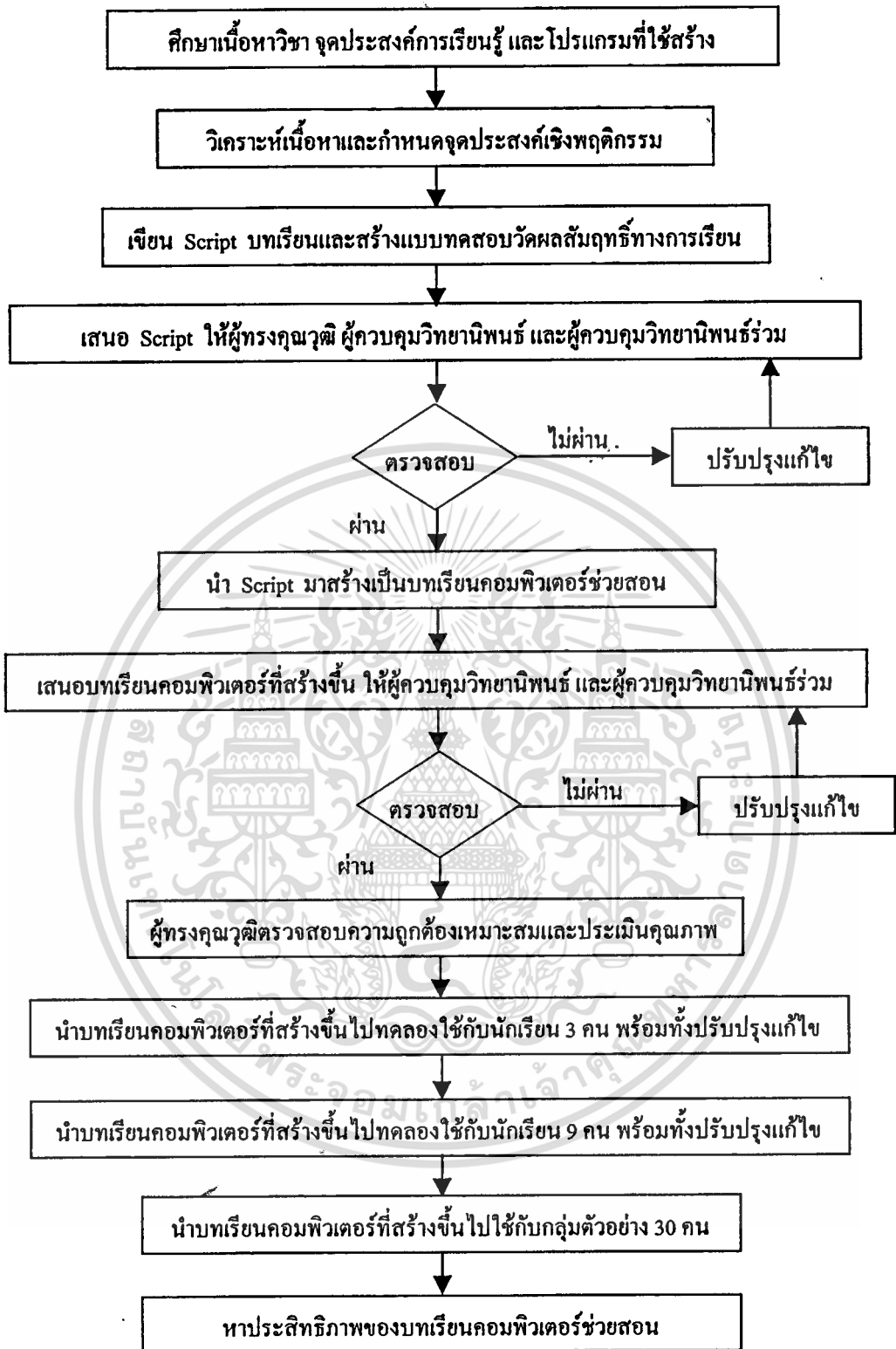
10. นำบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนที่ผ่านการปรับปรุงเรียบร้อยแล้วไปทดลองใช้กับนักเรียนจำนวน 3 คน ซึ่งมีผลการเรียนอยู่ในระดับเก่ง 1 คน ปานกลาง 1 คน และอ่อน 1 คน โดยให้อาจารย์ผู้สอนเป็นผู้คัดเลือก เพื่อรับฟังความคิดเห็นและหาข้อบกพร่องของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนที่สร้างขึ้น นำข้อบกพร่องที่ได้ไปปรับปรุงแก้ไข

11. นำบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนที่ผ่านการปรับปรุงเรียบร้อยแล้ว ไปทดลองใช้กับนักเรียนจำนวน 9 คน ซึ่งมีผลการเรียนอยู่ในระดับเก่ง 3 คน ปานกลาง 3 คน และอ่อน 3 คน โดยให้อาจารย์ผู้สอนเป็นผู้คัดเลือก เพื่อรับฟังความคิดเห็นและหาข้อบกพร่องของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนที่สร้างขึ้น นำข้อบกพร่องที่ได้ไปปรับปรุงแก้ไข

12. นำบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนที่ผ่านการปรับปรุงแก้ไขแล้ว เสนออาจารย์ผู้ควบคุมวิทยานิพนธ์ และอาจารย์ผู้ควบคุมวิทยานิพนธ์ร่วมตรวจสอบซ้ำอีกครั้งก่อนนำไปทดลองใช้จริงกับกลุ่มตัวอย่าง

13. นำบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนที่ผ่านการตรวจสอบไปทดลองใช้กับนักเรียนกลุ่มตัวอย่างที่ได้กำหนดไว้จำนวน 30 คน

14. นำผลที่ได้จากการทดลองกับกลุ่มตัวอย่างมาทำการวิเคราะห์ เพื่อหาประสิทธิภาพของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนตามเกณฑ์ที่กำหนด 80/80



ภาพที่ 3.1 ขั้นตอนการสร้างบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้拿去ใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.2.2. การสร้างแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

ผู้วิจัยได้ทำการสร้างแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนดังนี้

1. ศึกษาวิธีสร้างและเทคนิคการสร้างแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนจากเอกสารเกี่ยวกับการวัดผลและการสร้างแบบทดสอบ
2. ศึกษาเนื้อหาและจุดประสงค์การเรียนรู้วิชาชีววิทยา ว 041 เรื่องการย่อยอาหารของคน ซึ่งเป็นหน่วยย่อยในบทที่ 6 เรื่องการย่อยอาหาร
3. สร้างแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่องการย่อยอาหารของคน จำนวน 73 ข้อ โดยเป็นแบบปรนัย 4 ตัวเลือก โดยมีเกณฑ์การให้คะแนนคือ ถ้าตอบถูกได้ 1 คะแนน ถ้าตอบผิดหรือไม่ตอบ หรือตอบมากกว่า 1 ตัวเลือกได้ 0 คะแนน ให้ตรงตามจุดประสงค์การเรียนรู้
4. หาค่าความเที่ยงตรงเชิงเนื้อหา (Content Validity) ของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน โดยให้ผู้ทรงคุณวุฒิเป็นผู้ตรวจสอบ พิจารณาความสอดคล้องของข้อคำถามกับจุดประสงค์การเรียนรู้

รายนามผู้ทรงคุณวุฒิตรวจสอบแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

1. ดร.กานดา นาคะเวช
คณะเทคโนโลยีอุตสาหกรรม สถาบันราชภัฏพระนคร กรุงเทพมหานคร
2. อาจารย์สุดา คำรงโภกภักดิ์ อาจารย์ 1 ระดับ 5
โรงเรียนพรตพิทยพยัต เขตลาดกระบัง กรุงเทพมหานคร
3. อาจารย์สว่าง พุทธิพิทักษ์ อาจารย์ 1 ระดับ 6
โรงเรียนพรตพิทยพยัต เขตลาดกระบัง กรุงเทพมหานคร

สูตรและเกณฑ์การให้คะแนนดังนี้

- 4.1 สูตรการหาดัชนีความสอดคล้องระหว่างข้อสอบกับจุดประสงค์ (บุญเชิด ภิญโญ อนันต์พงษ์. 2538 : 88-89)

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

เมื่อ	IOC	แทน	ดัชนีความสอดคล้องระหว่างแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนกับจุดประสงค์
	$\sum R$	แทน	ผลรวมของคะแนนความคิดเห็นของผู้ทรงคุณวุฒิทั้งหมด
	N	แทน	จำนวนผู้ทรงคุณวุฒิ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.2 เกณฑ์การให้คะแนน

- +1 คะแนน สำหรับข้อคำถามที่สอดคล้องกับจุดประสงค์การเรียนรู้
- 0 คะแนน สำหรับข้อคำถามที่ไม่แน่ใจว่าสอดคล้องกับจุดประสงค์การเรียนรู้
- 1 คะแนน สำหรับข้อคำถามที่ไม่สอดคล้องสอดคล้องกับจุดประสงค์การเรียนรู้

บันทึกผลการพิจารณาของผู้ทรงคุณวุฒิในแต่ละข้อแล้วนำไปหาค่าดัชนีความสอดคล้อง (IOC) ซึ่งข้อที่ใช้ได้จะต้องมีค่าตั้งแต่ 0.5 ขึ้นไป จากการหาค่าดัชนีความสอดคล้องพบว่าแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนทั้ง 73 ข้อ มีค่าดัชนีความสอดคล้องเท่ากับ 1 ทุกข้อ และนอกจากนั้น ผู้ทรงคุณวุฒิได้เสนอแนะให้แก้ไขเกี่ยวกับการใช้ภาษาในแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนจำนวน 5 ข้อ

5. นำแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนมาปรับปรุงแก้ไขข้อบกพร่องแล้วนำเสนออาจารย์ผู้ควบคุมวิทยานิพนธ์ และอาจารย์ผู้ควบคุมวิทยานิพนธ์ร่วมตรวจสอบและแก้ไขอีกครั้ง
6. นำแบบทดสอบที่แก้ไขแล้วไปทดลองใช้กับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 แผนการเรียนวิทยาศาสตร์ โรงเรียนพรตพิทยพยัต ที่ผ่านการเรียนวิชานี้มาแล้ว จำนวน 50 คน
7. นำคะแนนที่ได้มาวิเคราะห์หาค่าความยากง่าย อำนาจจำแนก และค่าความเชื่อมั่น โดยมีสูตรและเกณฑ์การพิจารณาคัดเลือกข้อสอบดังนี้

7.1 สูตรการหาค่าความยากง่าย และอำนาจจำแนกของแบบทดสอบ (รวีวรรณ ชินะ-ตระกูล. 2535 : 237)

$$p = \frac{f_H + f_L}{n_H + n_L}, \quad r = \frac{f_H - f_L}{n_H}$$

เมื่อ p แทน ดัชนีความยากง่ายของแบบทดสอบ

r แทน ค่าอำนาจจำแนกของแบบทดสอบ

f_H แทน จำนวนคนที่ตอบถูกในกลุ่มสูง

f_L แทน จำนวนคนที่ตอบถูกในกลุ่มต่ำ

n_H แทน จำนวนคนทั้งหมดในกลุ่มสูง

n_L แทน จำนวนคนทั้งหมดในกลุ่มต่ำ

7.2 เกณฑ์การพิจารณาคัดเลือกข้อสอบ

1. เกณฑ์การพิจารณาคัดเลือกข้อสอบสำหรับค่าความยากง่าย (p)

0.80-1.00 หมายความว่า เป็นข้อสอบที่ง่ายมาก

0.60-0.79 หมายความว่า เป็นข้อสอบที่ค่อนข้างง่าย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

0.40-0.59 หมายความว่า เป็นข้อสอบที่ปานกลาง

0.20-0.39 หมายความว่า เป็นข้อสอบที่ค่อนข้างยาก

0.00-0.19 หมายความว่า เป็นข้อสอบที่ยากมาก

สำหรับข้อสอบที่ใช้ได้จะต้องมีค่าความยากง่ายอยู่ระหว่าง 0.2-0.8

2. เกณฑ์การพิจารณาคัดเลือกข้อสอบสำหรับค่าอำนาจจำแนก (r)

0.40 ขึ้นไป อำนาจจำแนกสูง คุณภาพข้อสอบ ดีมาก

0.30 – 0.39 อำนาจจำแนกปานกลาง คุณภาพข้อสอบ ดีพอสมควร

0.20 – 0.29 อำนาจจำแนกสูง คุณภาพข้อสอบ พอใช้

0.00 - 0.19 อำนาจจำแนกสูง คุณภาพข้อสอบ ใช้ไม่ได้

สำหรับข้อสอบที่ใช้ได้จะต้องมีค่าอำนาจจำแนก 0.2 ขึ้นไป

ในการวิเคราะห์ค่าความยากง่ายและค่าอำนาจจำแนกของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนที่ผู้วิจัยสร้างขึ้นจำนวน 73 ข้อ พบว่าข้อสอบที่มีค่าความยากง่ายและค่าอำนาจจำแนกเหมาะสม มีจำนวน 40 ข้อ โดยมีค่าความยากง่ายอยู่ระหว่าง 0.2 ถึง 0.78 และค่าอำนาจจำแนกอยู่ระหว่าง 0.2 ถึง 0.52

7.3 นำคะแนนของนักเรียนที่ได้จากการทำแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของข้อสอบ 40 ข้อ ไปหาค่าความเชื่อมั่นโดยใช้สูตร KR-20 ของ Kuder Richardson (รวิวรรณ ชินะตระกูล. 2540 : 162)

$$r_{tt} = \frac{K}{K-1} \left\{ 1 - \frac{\sum pq}{S^2} \right\}$$

เมื่อ r_{tt} แทน ค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบ

K แทน จำนวนข้อสอบทั้งหมด

P แทน สัดส่วนของผู้ที่ตอบถูกในแต่ละข้อ

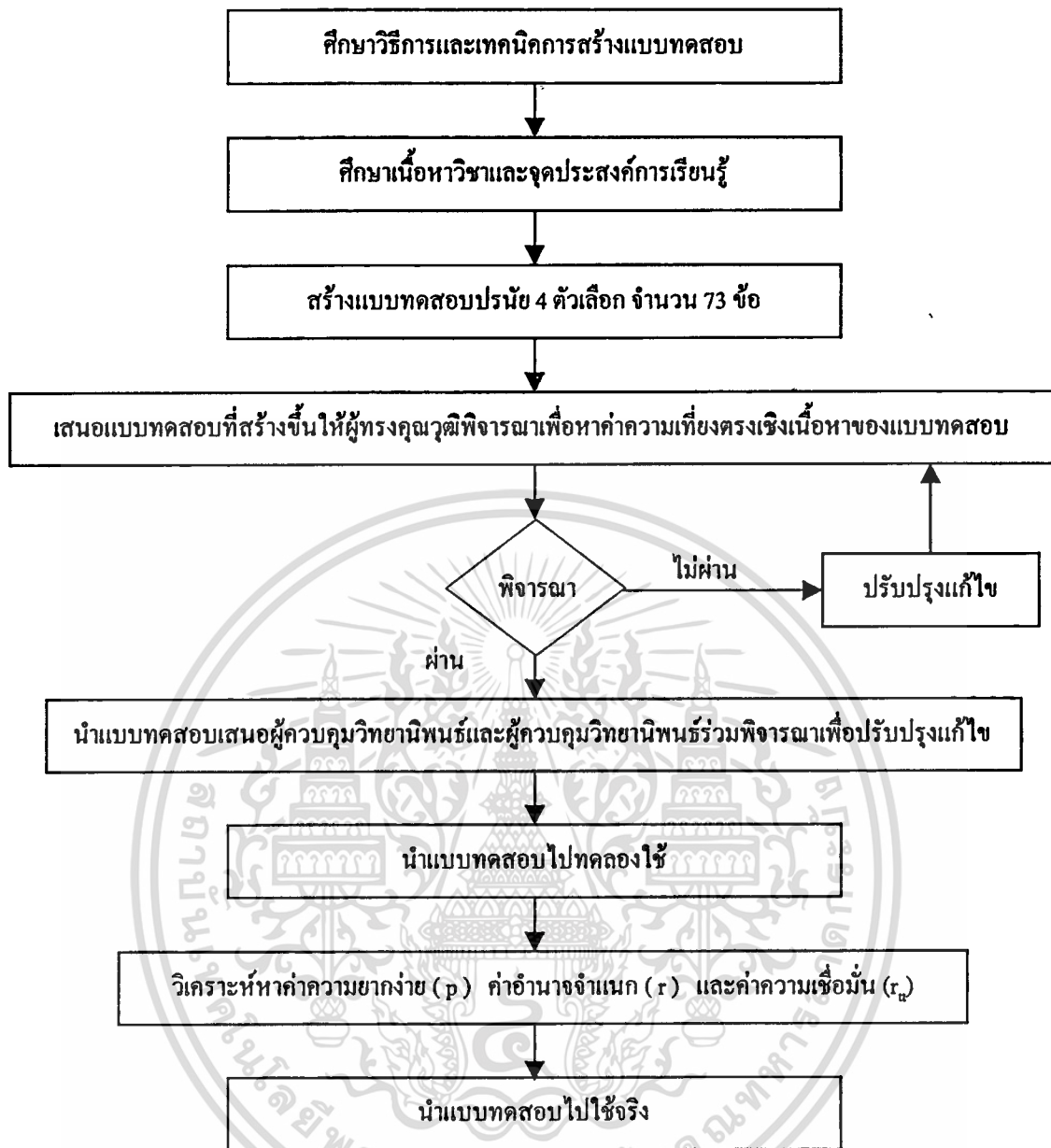
q แทน สัดส่วนของผู้ที่ตอบผิดในแต่ละข้อ ($1-p$)

S^2 แทน ความแปรปรวนของคะแนนทั้งหมด

สำหรับแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนที่ได้ในการวิจัยครั้งนี้มีค่าความเชื่อมั่นเท่ากับ 0.84

8. นำแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนไปใช้จริง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ภาพที่ 3.2 ขั้นตอนการสร้างแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

3.2.3 การสร้างแบบประเมินคุณภาพของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน

ผู้วิจัยได้ทำการสร้างแบบประเมินคุณภาพของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนดังนี้

1. กำหนดหัวข้อและสร้างแบบประเมินคุณภาพของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน โดยผู้วิจัยได้แบ่งการประเมินออกเป็น 2 ด้าน ได้แก่ ด้านเนื้อหา จำนวน 4 หน่วยย่อย หน่วยละ 8 ข้อ และด้านเทคนิคการผลิตสื่อ จำนวน 4 หน่วยย่อย หน่วยละ 12 ข้อ โดยใช้แบบประเมินมาตราส่วนประมาณค่า (Rating Scale) 5 ระดับ ในการให้คะแนน โดยมีสูตรและเกณฑ์การให้คะแนนดังนี้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

1.1 ระดับความคิดเห็น 5 ระดับ

ระดับ 5 คุณภาพของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนอยู่ในระดับ ดีมาก

ระดับ 4 คุณภาพของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนอยู่ในระดับ ดี

ระดับ 3 คุณภาพของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนอยู่ในระดับ ปานกลาง

ระดับ 2 คุณภาพของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนอยู่ในระดับ พอใช้

ระดับ 1 คุณภาพของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนอยู่ในระดับ ควรปรับปรุง

1.2 เกณฑ์การประเมินคุณภาพของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน

4.50-5.00 คุณภาพของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนอยู่ในระดับ ดีมาก

3.50-4.49 คุณภาพของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนอยู่ในระดับ ดี

2.50-3.49 คุณภาพของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนอยู่ในระดับ ปานกลาง

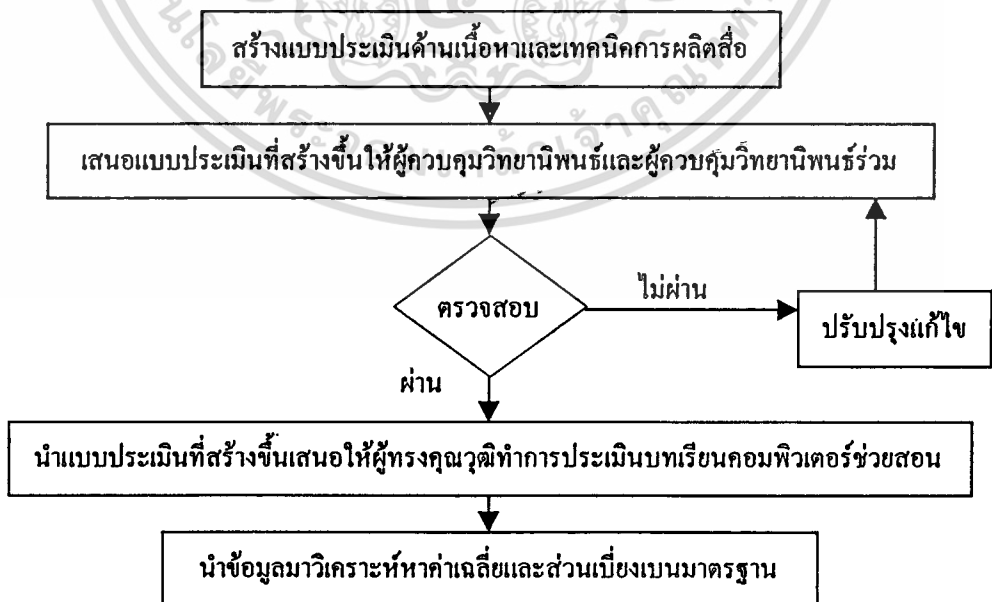
1.50-2.49 คุณภาพของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนอยู่ในระดับ พอใช้

1.00-1.49 คุณภาพของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนอยู่ในระดับ ควรปรับปรุง

2. นำแบบประเมินคุณภาพของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนที่ได้ เสนออาจารย์ผู้ควบคุม วิทยานิพนธ์ และอาจารย์ผู้ควบคุมวิทยานิพนธ์ร่วมตรวจสอบ เพื่อไปปรับปรุงแก้ไขตามคำแนะนำ

4. ให้ผู้ทรงคุณวุฒิด้านเนื้อหา และด้านเทคนิคการผลิตสื่อทำการประเมิน

5. นำแบบประเมินคุณภาพของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนที่ประเมินแล้วมาวิเคราะห์หาค่าเฉลี่ย (\bar{X}) และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (S.D.) ซึ่งในการวิจัยครั้งนี้ผลการประเมินแต่ละรายการจะต้องมีค่าเฉลี่ย 3.50 ขึ้นไป จึงจะถือว่ามีความคุณภาพ แต่ถ้าผลการประเมินต่ำกว่า 3.50 ก็ต้องทำการแก้ไขในส่วนที่บกพร่อง เพื่อให้มีคุณภาพที่เหมาะสม



ภาพที่ 3.3 ขั้นตอนการสร้างแบบประเมินคุณภาพของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาค้นคว้า เมื่อผู้ผู้ใดเห็นจำเป็นต้องใช้ประโยชน์ด้านการค้า

ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.3 การเก็บรวบรวมข้อมูล

1. คัดต่อขอรับหนังสือขออนุญาตเก็บรวบรวมข้อมูลการวิจัย ขออนุญาตทดลองใช้เครื่องมือเพื่อการวิจัยและขอเชิญผู้ทรงคุณวุฒิตรวจเครื่องมือการวิจัยจาก คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

2. คัดต่อผู้อำนวยการโรงเรียนพรตพิทยพยัต เพื่อขออนุญาตและประสานงานในการเก็บรวบรวมข้อมูลและทดสอบบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน วิชาชีววิทยา ว 041 เรื่อง การย่อยอาหารของคน กับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 แผนการเรียนวิทยาศาสตร์ ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2543 ที่ต้องเรียนวิชานี้

3. การเก็บรวบรวมข้อมูลเพื่อหาคุณภาพของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน นำบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน วิชาชีววิทยา ว 041 เรื่องการย่อยอาหารของคน ที่สร้างขึ้นไปให้ผู้ทรงคุณวุฒิด้านเนื้อหาและด้านเทคนิคการผลิตสื่อทำการตรวจสอบความถูกต้องเหมาะสม และทำการประเมินตามรายการแบบประเมินคุณภาพของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนที่แจกให้ นำคะแนนที่ได้มาวิเคราะห์หาค่าทางสถิติและปรับปรุงแก้ไข

4. การเก็บรวบรวมข้อมูลเพื่อหาประสิทธิภาพของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน แบ่งการทดลองออกเป็น 3 ขั้นตอนดังนี้

4.1 การทดลองแบบเดี่ยว ใช้นักเรียนจำนวน 3 คน ซึ่งมีผลการเรียนอยู่ในระดับเก่ง 1 คน ปานกลาง 1 คน และอ่อน 1 คน โดยให้อาจารย์ผู้สอนเป็นผู้คัดเลือก ทำการทดลองเรียนบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนที่สร้างขึ้น สังเกตพฤติกรรมขณะเรียน บันทึกข้อบกพร่องของบทเรียน พร้อมให้นักเรียนเขียนแสดงความคิดเห็นที่มีต่อบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน นำข้อมูลที่ได้จากการทดลองไปปรับปรุงแก้ไข

4.2 การทดลองแบบกลุ่มย่อย ใช้นักเรียนจำนวน 9 คน ซึ่งมีผลการเรียนอยู่ในระดับเก่ง 3 คน ปานกลาง 3 คน และอ่อน 3 คน โดยให้อาจารย์ผู้สอนเป็นผู้คัดเลือก ทำการทดลองเรียนบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนที่ปรับปรุงแก้ไขแล้ว สังเกตพฤติกรรมขณะเรียน บันทึกข้อบกพร่องของบทเรียน พร้อมให้นักเรียนเขียนแสดงความคิดเห็นที่มีต่อบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน นำข้อมูลที่ได้จากการทดลองไปหาค่าประสิทธิภาพของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนและนำไปปรับปรุงแก้ไข

4.3 การทดลองภาคสนาม ใช้กลุ่มตัวอย่างที่ได้จากการสุ่ม จำนวน 30 คน ทำการเรียนบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนที่สร้างขึ้นตามศักยภาพของนักเรียน โดยนักเรียนที่เรียนเก่งจะใช้เวลาในการเรียนน้อยกว่านักเรียนที่เรียนอ่อน หรือปานกลาง นำข้อมูลที่ได้จากการทดลองไปหาประสิทธิภาพของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน

3.4 การวิเคราะห์ข้อมูล

1. การหาคุณภาพของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน โดยใช้ค่าเฉลี่ยและส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน

2. การหาประสิทธิภาพของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนตามเกณฑ์ E1/E2
3. สถิติที่ใช้ในการวิจัย

3.1 ค่าเฉลี่ย (รวิวรรณ ชินะตระกูล. 2540 : 183) ใช้สูตร

$$\bar{X} = \frac{\sum fx}{n}$$

เมื่อ \bar{X} แทน ค่าเฉลี่ยเลขคณิต
 $\sum fx$ แทน ผลรวมของข้อมูลทั้งหมด
 n แทน จำนวนข้อมูลทั้งหมด

3.2 ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (รวิวรรณ ชินะตระกูล. 2540 : 204) ใช้สูตร

$$S = \sqrt{\frac{n\sum fx^2 - (\sum fx)^2}{n(n-1)}}$$

เมื่อ S แทน ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน
 X แทน ข้อมูลแต่ละจำนวน
 f แทน ความถี่
 n แทน จำนวนข้อมูลทั้งหมด
 \sum แทน ผลรวม

3.3 ประสิทธิภาพของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน (ชัยยงค์ พรหมวงศ์. 2521 : 136)

$$E_1 = \frac{\sum X/N}{A} \times 100, \quad E_2 = \frac{\sum F/N}{B} \times 100$$

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
 ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เมื่อ

E_1	แทน	ประสิทธิภาพของกระบวนการ
E_2	แทน	ประสิทธิภาพของผลลัพธ์
$\sum X$	แทน	ผลรวมของคะแนนจากการทำแบบฝึกหัดทุกหน่วย
$\sum F$	แทน	ผลรวมของคะแนนจากการทำแบบทดสอบหลังเรียน
N	แทน	จำนวนนักเรียนทั้งหมด
A	แทน	คะแนนเต็มของแบบฝึกหัดทุกหน่วยรวมกัน
B	แทน	คะแนนเต็มของแบบทดสอบหลังเรียน



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 4

ผลการวิเคราะห์ข้อมูล

การวิจัยครั้งนี้เป็นการวิจัยเพื่อพัฒนาบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน วิชาชีววิทยา ว 041 เรื่อง การย่อยอาหารของคน โดยแบ่งเนื้อหาออกเป็น 4 ตอนดังนี้

1. การย่อยอาหารในปาก
2. การย่อยอาหารในกระเพาะอาหาร
3. การย่อยอาหารในลำไส้เล็ก
4. การดูดซึม

นำเนื้อหาทั้งหมดมาสร้างเป็นบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนด้วยโปรแกรม Authorware 4 เมื่อทำการสร้างเสร็จแล้วได้นำไปทดลองใช้กับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 แผนการเรียนวิทยาศาสตร์ โรงเรียนพรตพิทยพยัต เพื่อหาประสิทธิภาพตามเกณฑ์ 80/80 โดยวิเคราะห์ด้วยหลักการทางสถิติและเสนอผลการวิเคราะห์ข้อมูลตามลำดับดังนี้

- 4.1 คุณภาพของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนด้านเนื้อหา
- 4.2 คุณภาพของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนด้านเทคนิคการผลิตสื่อ
- 4.3 ประสิทธิภาพของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน

4.1 คุณภาพของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนด้านเนื้อหา

การประเมินคุณภาพของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน วิชาชีววิทยา ว 041 เรื่อง การย่อยอาหารของคน ด้านเนื้อหา ทำการประเมินโดยผู้ทรงคุณวุฒิ 3 ท่าน โดยประเมินเนื้อหาในแต่ละหน่วยย่อย ซึ่งประกอบไปด้วย การย่อยอาหารในปาก การย่อยอาหารในกระเพาะอาหาร การย่อยอาหารในลำไส้ และการดูดซึม ซึ่งผลการประเมินมีรายละเอียดดังในตารางที่ 4.1 ถึง 4.5

ตารางที่ 4.1 ค่าเฉลี่ย ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน และระดับคุณภาพของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนด้านเนื้อหา ในหัวข้อย่อยเรื่องการย่อยอาหารในปาก

รายการประเมิน	\bar{X}	S	ระดับคุณภาพ
1. เนื้อหามีความสอดคล้องกับจุดประสงค์	5.00	0.00	ดีมาก
2. การแบ่งเนื้อหามีความเหมาะสม	5.00	0.00	ดีมาก
3. ความถูกต้องของเนื้อหา	5.00	0.00	ดีมาก
4. ความเหมาะสมในการจัดลำดับการนำเสนอเนื้อหา	4.66	0.57	ดีมาก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 4.1 (ต่อ)

5. ความถูกต้องของภาษาที่ใช้	5.00	0.00	ดีมาก
6. ความเหมาะสมของภาพในด้านการสื่อความหมาย	4.66	0.57	ดีมาก
7. บทเรียนมีลักษณะจูงใจ น่าสนใจในการเรียน	4.66	0.57	ดีมาก
8. บทเรียนสามารถนำไปใช้ในสถานการณ์การเรียนการสอนทั่ว ๆ ไปได้	5.00	0	ดีมาก
รวม	4.88	0.34	ดีมาก

จากตารางที่ 4.1 ผลการประเมินคุณภาพของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน ด้านเนื้อหาในหัวข้อย่อย เรื่องการย่อยอาหารในปาก อยู่ในระดับดีมากทุกรายการ โดยมีค่าเฉลี่ยรวมเท่ากับ 4.88 ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 0.34 รายการที่มีค่าเฉลี่ยสูงสุด คือ 5.00 มี 5 รายการ ได้แก่รายการที่ (1) เนื้อหา มีความสอดคล้องกับจุดประสงค์ (2) การแบ่งเนื้อหามีความเหมาะสม (3) ความถูกต้องของเนื้อหา (5) ความถูกต้องของภาษาที่ใช้ และ (8) บทเรียนสามารถนำไปใช้ในสถานการณ์การเรียนการสอนทั่ว ๆ ไปได้ รองลงมา มีค่าเฉลี่ย 4.66 จำนวน 3 รายการ ได้แก่รายการที่ (4) ความเหมาะสมในการจัดลำดับการนำเสนอเนื้อหา (6) ความเหมาะสมของภาพในด้านการสื่อความหมาย และ (7) บทเรียนมีลักษณะจูงใจ น่าสนใจในการเรียน

ตารางที่ 4.2 ค่าเฉลี่ย ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน และระดับคุณภาพของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน ด้านเนื้อหา ในหัวข้อย่อยเรื่องการย่อยอาหาร ในกระเพาะอาหาร

รายการประเมิน	\bar{X}	S	ระดับคุณภาพ
1. เนื้อหา มีความสอดคล้องกับจุดประสงค์	5.00	0.00	ดีมาก
2. การแบ่งเนื้อหามีความเหมาะสม	5.00	0.00	ดีมาก
3. ความถูกต้องของเนื้อหา	5.00	0.00	ดีมาก
4. ความเหมาะสมในการจัดลำดับการนำเสนอเนื้อหา	4.66	0.57	ดีมาก
5. ความถูกต้องของภาษาที่ใช้	5.00	0.00	ดีมาก
6. ความเหมาะสมของภาพในด้านการสื่อความหมาย	4.66	0.57	ดีมาก
7. บทเรียนมีลักษณะจูงใจ น่าสนใจในการเรียน	4.66	0.57	ดีมาก
8. บทเรียนสามารถนำไปใช้ในสถานการณ์การเรียนการสอนทั่ว ๆ ไปได้	5.00	0.00	ดีมาก
รวม	4.88	0.34	ดีมาก

จากตารางที่ 4.2 ผลการประเมินคุณภาพของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน ด้านเนื้อหาใน หัวข้อย่อย เรื่องการย่อยอาหารในกระเพาะอาหาร อยู่ในระดับดีมากทุกรายการ โดยมีค่าเฉลี่ยรวม เท่ากับ 4.88 ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 0.34 รายการที่มีค่าเฉลี่ยสูงสุดคือ 5.00 มี 5 รายการ ได้แก่รายการที่ (1) เนื้อหาที่มีความสอดคล้องกับจุดประสงค์ (2) การแบ่งเนื้อหาที่มีความเหมาะสม (3) ความถูกต้องของเนื้อหา (5) ความถูกต้องของภาษาที่ใช้ และ (8) บทเรียนสามารถนำไปใช้ในสถานการณ์การเรียนการสอนทั่ว ๆ ไปได้ รองลงมามีค่าเฉลี่ย 4.66 จำนวน 3 รายการ ได้แก่รายการที่ (4) ความเหมาะสมในการจัดลำดับการนำเสนอเนื้อหา (6) ความเหมาะสมของภาพในด้านการสื่อความหมาย และ (7) บทเรียนมีลักษณะจูงใจน่าสนใจในการเรียน

ตารางที่ 4.3 ค่าเฉลี่ย ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน และระดับคุณภาพของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน ด้านเนื้อหา ในหัวข้อย่อยเรื่องการย่อยอาหารในลำไส้เล็ก

รายการประเมิน	\bar{X}	S	ระดับคุณภาพ
1. เนื้อหาที่มีความสอดคล้องกับจุดประสงค์	5.00	0.00	ดีมาก
2. การแบ่งเนื้อหาที่มีความเหมาะสม	5.00	0.00	ดีมาก
3. ความถูกต้องของเนื้อหา	5.00	0.00	ดีมาก
4. ความเหมาะสมในการจัดลำดับการนำเสนอเนื้อหา	5.00	0.00	ดีมาก
5. ความถูกต้องของภาษาที่ใช้	5.00	0.00	ดีมาก
6. ความเหมาะสมของภาพในด้านการสื่อความหมาย	4.66	0.57	ดีมาก
7. บทเรียนมีลักษณะจูงใจ น่าสนใจในการเรียน	4.66	0.57	ดีมาก
8. บทเรียนสามารถนำไปใช้ในสถานการณ์การเรียนการสอนทั่ว ๆ ไปได้	4.66	0.57	ดีมาก
รวม	4.88	0.34	ดีมาก

จากตารางที่ 4.3 ผลการประเมินคุณภาพของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน ด้านเนื้อหาใน หัวข้อย่อย เรื่องการย่อยอาหารในลำไส้เล็ก อยู่ในระดับดีมากทุกรายการ โดยมีค่าเฉลี่ยรวมเท่ากับ 4.88 ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 0.34 รายการที่มีค่าเฉลี่ยสูงสุดคือ 5.00 มี 5 รายการ ได้แก่รายการที่ (1) เนื้อหาที่มีความสอดคล้องกับจุดประสงค์ (2) การแบ่งเนื้อหาที่มีความเหมาะสม (3) ความถูกต้องของเนื้อหา (4) ความเหมาะสมในการจัดลำดับการนำเสนอเนื้อหา และ (5) ความถูกต้องของภาษาที่ใช้ รองลงมามีค่าเฉลี่ย 4.66 จำนวน 3 รายการ ได้แก่รายการที่ (6) ความเหมาะสมของภาพในด้านการสื่อความหมาย (7) บทเรียนมีลักษณะจูงใจน่าสนใจในการเรียน และ (8) บทเรียนสามารถนำไปใช้ในสถานการณ์การเรียนการสอนทั่ว ๆ ไปได้

ตารางที่ 4.4 ค่าเฉลี่ย ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน และระดับคุณภาพของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน
ด้านเนื้อหา ในหัวข้อย่อยเรื่องการคูณ

รายการประเมิน	\bar{X}	S	ระดับคุณภาพ
1. เนื้อหาที่มีความสอดคล้องกับจุดประสงค์	5.00	0.00	ดีมาก
2. การแบ่งเนื้อหาที่มีความเหมาะสม	5.00	0.00	ดีมาก
3. ความถูกต้องของเนื้อหา	5.00	0.00	ดีมาก
4. ความเหมาะสมในการจัดลำดับการนำเสนอเนื้อหา	5.00	0.00	ดีมาก
5. ความถูกต้องของภาษาที่ใช้	5.00	0.00	ดีมาก
6. ความเหมาะสมของภาพในด้านการสื่อความหมาย	4.66	0.57	ดีมาก
7. บทเรียนมีลักษณะจูงใจ น่าสนใจในการเรียน	5.00	0.00	ดีมาก
8. บทเรียนสามารถนำไปใช้ในสถานการณ์การเรียนการสอนทั่ว ๆ ไปได้	4.66	0.57	ดีมาก
รวม	4.92	0.28	ดีมาก

จากตารางที่ 4.4 ผลการประเมินคุณภาพของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน ด้านเนื้อหาในหัวข้อย่อย เรื่องการคูณ อยู่ในระดับดีมากทุกรายการ โดยมีค่าเฉลี่ยรวมเท่ากับ 4.92 ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 0.28 รายการที่มีค่าเฉลี่ยสูงสุดคือ 5.00 มี 6 รายการ ได้แก่รายการที่ (1) เนื้อหาที่มีความสอดคล้องกับจุดประสงค์ (2) การแบ่งเนื้อหาที่มีความเหมาะสม (3) ความถูกต้องของเนื้อหา (4) ความเหมาะสมในการจัดลำดับการนำเสนอเนื้อหา (5) ความถูกต้องของภาษาที่ใช้ และ (7) บทเรียนมีลักษณะจูงใจน่าสนใจในการเรียน รองลงมามีค่าเฉลี่ย 4.66 จำนวน 2 รายการ ได้แก่รายการที่ (6) ความเหมาะสมของภาพในด้านการสื่อความหมาย และ (8) บทเรียนสามารถนำไปใช้ในสถานการณ์การเรียนการสอนทั่ว ๆ ไปได้

ตารางที่ 4.5 ค่าเฉลี่ย ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน และระดับคุณภาพของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน
วิชาชีววิทยา ว 041 เรื่องการย่อยอาหารของคน ด้านเนื้อหา

หน่วยการเรียนรู้	\bar{X}	S	ระดับคุณภาพ
1. การย่อยอาหารในปาก	4.88	0.34	ดีมาก
2. การย่อยอาหารในกระเพาะอาหาร	4.88	0.34	ดีมาก
3. การย่อยอาหารในลำไส้เล็ก	4.88	0.34	ดีมาก
4. การดูดซึม	4.92	0.28	ดีมาก
รวม	4.89	0.32	ดีมาก

จากตารางที่ 4.5 ผลการประเมินคุณภาพของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน ด้านเนื้อหา เรื่องการย่อยอาหารของคน ทุกหน่วยการเรียนรู้มีคุณภาพอยู่ในระดับดีมาก โดยมีค่าเฉลี่ยรวมเท่ากับ 4.89 ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 0.32 โดยหน่วยการเรียนรู้เรื่องการดูดซึม มีค่าเฉลี่ยสูงสุดเท่ากับ 4.92 ส่วนหน่วยการเรียนรู้เรื่องการย่อยอาหารในปาก การย่อยอาหารในกระเพาะอาหาร และการย่อยอาหารในลำไส้เล็กมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 4.88

4.2 คุณภาพของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนด้านเทคนิคการผลิตสื่อ

การประเมินคุณภาพของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน วิชาชีววิทยา ว 041 เรื่อง การย่อยอาหารของคน ด้านเทคนิคการผลิตสื่อ ทำการประเมินโดยผู้ทรงคุณวุฒิ 2 ท่าน โดยประเมินเทคนิคการผลิตสื่อของแต่ละหน่วยย่อยของบทเรียน ซึ่งประกอบไปด้วย การย่อยอาหารในปาก การย่อยอาหารในกระเพาะอาหาร การย่อยอาหารในลำไส้ และการดูดซึม ซึ่งผลการประเมินมีรายละเอียดดังในตารางที่ 4.6 ถึง 4.10

ตารางที่ 4.6 ค่าเฉลี่ย ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน และระดับคุณภาพของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน ด้านเทคนิคการผลิตสื่อ ในหัวข้อย่อยเรื่องการย่อยอาหารในปาก

รายการประเมิน	\bar{X}	S	ระดับคุณภาพ
1. การวางรูปแบบของหน้าจอ	4.50	0.71	ดีมาก
2. ความเหมาะสมในการนำเสนอบทเรียน	4.50	0.71	ดีมาก
3. ความเหมาะสมของขนาดตัวอักษร	4.50	0.71	ดีมาก
4. ความเหมาะสมของสีตัวอักษรหรือฉากหน้า	4.50	0.71	ดีมาก
5. ความเหมาะสมของสีพื้นหลัง	3.50	0.71	ดี
6. ความเหมาะสมของเสียงบรรยาย	5.00	0.00	ดีมาก
7. ความเหมาะสมของเสียงประกอบ	4.00	0.00	ดี
8. ความเหมาะสมของสีของภาพกราฟิก	4.50	0.71	ดีมาก
9. ความเหมาะสมของภาพในด้านการสื่อความหมาย	5.00	0.00	ดีมาก
10. ความเหมาะสมของภาพกราฟิก	4.50	0.71	ดีมาก
11. บทเรียนมีลักษณะจูงใจ น่าสนใจในการเรียน	4.00	0.00	ดี
12. ความสะดวกและง่ายต่อการใช้โปรแกรม	4.50	0.71	ดีมาก
รวม	4.42	0.58	ดี

จากตารางที่ 4.6 ผลการประเมินคุณภาพของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน ด้านเทคนิคการผลิตสื่อ ในหัวข้อย่อย เรื่องการย่อยอาหารในปาก อยู่ในระดับดีมากและดี โดยมีค่าเฉลี่ยรวมเท่ากับ 4.42 ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 0.58 รายการที่มีค่าเฉลี่ยสูงสุดคือ 5.00 มี 2 รายการ ได้แก่ รายการที่ (6) ความเหมาะสมของเสียงบรรยาย และ (9) ความเหมาะสมของภาพในการสื่อความหมาย รายการที่มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 4.50 มี 7 รายการ ได้แก่รายการที่ (1) การวางรูปแบบของหน้าจอ (2) ความเหมาะสมในการนำเสนอบทเรียน (3) ความเหมาะสมของขนาดตัวอักษร (4) ความเหมาะสมของสีตัวอักษรหรือฉากหน้า (8) ความเหมาะสมของสีของภาพกราฟิก (10) ความเหมาะสมของภาพกราฟิก และ (12) ความสะดวกและง่ายต่อการใช้โปรแกรม รายการที่มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 4.00 มี 2 รายการ ได้แก่รายการที่ (7) ความเหมาะสมของเสียงประกอบ (11) บทเรียนมีลักษณะจูงใจ น่าสนใจในการเรียน รายการที่มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 3.50 มี 1 รายการ ได้แก่รายการที่ (5) ความเหมาะสมของสีพื้นหลัง

ตารางที่ 4.7 ค่าเฉลี่ย ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน และระดับคุณภาพของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน ด้านเทคนิคการผลิตสื่อ ในหัวข้อย่อยเรื่องการย่อยอาหารในกระเพาะอาหาร

รายการประเมิน	\bar{X}	S	ระดับคุณภาพ
1. การวางรูปแบบของหน้าจอ	4.50	0.71	ดีมาก
2. ความเหมาะสมในการนำเสนอบทเรียน	4.50	0.71	ดีมาก
3. ความเหมาะสมของขนาดตัวอักษร	4.50	0.71	ดีมาก
4. ความเหมาะสมของสีตัวอักษรหรือฉากหน้า	4.50	0.71	ดีมาก
5. ความเหมาะสมของสีพื้นหลัง	3.50	0.71	ดี
6. ความเหมาะสมของเสียงบรรยาย	5.00	0.00	ดีมาก
7. ความเหมาะสมของเสียงประกอบ	4.00	0.00	ดี
8. ความเหมาะสมของสีของภาพกราฟิก	4.50	0.71	ดีมาก
9. ความเหมาะสมของภาพในด้านการสื่อความหมาย	5.00	0.00	ดีมาก
10. ความเหมาะสมของภาพกราฟิก	4.50	0.71	ดีมาก
11. บทเรียนมีลักษณะจูงใจ น่าสนใจในการเรียน	4.00	0.00	ดี
12. ความสะดวกและง่ายต่อการใช้โปรแกรม	4.50	0.71	ดีมาก
รวม	4.42	0.58	ดี

จากตารางที่ 4.7 ผลการประเมินคุณภาพของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน ด้านเทคนิคการผลิตสื่อ ในหัวข้อย่อย เรื่องการย่อยอาหารในกระเพาะอาหาร อยู่ในระดับดีมากและดี โดยมีค่า

เฉลี่ยรวมเท่ากับ 4.42 ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 0.58 รายการที่มีค่าเฉลี่ยสูงสุดคือ 5.00 มี 2 รายการ ได้แก่รายการที่ (6) ความเหมาะสมของเสียงบรรยาย และ (9) ความเหมาะสมของภาพในการสื่อความหมาย รายการที่มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 4.50 มี 7 รายการ ได้แก่รายการที่ (1) การวางรูปแบบของหน้าจอ (2) ความเหมาะสมในการนำเสนอบทเรียน (3) ความเหมาะสมของขนาดตัวอักษร (4) ความเหมาะสมของสีตัวอักษรหรือฉากหน้า (8) ความเหมาะสมของสีของภาพกราฟิก (10) ความเหมาะสมของภาพกราฟิก และ (12) ความสะดวกและง่ายต่อการใช้โปรแกรม รายการที่มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 4.00 มี 2 รายการ ได้แก่รายการที่ (7) ความเหมาะสมของเสียงประกอบ และ (11) บทเรียนมีลักษณะจูงใจ น่าสนใจในการเรียน รายการที่มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 3.50 มี 1 รายการ ได้แก่รายการที่ (5) ความเหมาะสมของสีพื้นหลัง

ตารางที่ 4.8 ค่าเฉลี่ย ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน และระดับคุณภาพของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน ด้านเทคนิคการผลิตสื่อ ในหัวข้อย่อยเรื่องการย่อยอาหารในลำไส้เล็ก

รายการประเมิน	\bar{X}	S	ระดับคุณภาพ
1. การวางรูปแบบของหน้าจอ	4.50	0.71	ดีมาก
2. ความเหมาะสมในการนำเสนอบทเรียน	4.50	0.71	ดีมาก
3. ความเหมาะสมของขนาดตัวอักษร	4.50	0.71	ดีมาก
4. ความเหมาะสมของสีตัวอักษรหรือฉากหน้า	4.50	0.71	ดีมาก
5. ความเหมาะสมของสีพื้นหลัง	3.50	0.71	ดี
6. ความเหมาะสมของเสียงบรรยาย	5.00	0.00	ดีมาก
7. ความเหมาะสมของเสียงประกอบ	4.00	0.00	ดี
8. ความเหมาะสมของสีของภาพกราฟิก	4.50	0.71	ดีมาก
9. ความเหมาะสมของภาพในด้านการสื่อความหมาย	5.00	0.00	ดีมาก
10. ความเหมาะสมของภาพกราฟิก	4.50	0.71	ดีมาก
11. บทเรียนมีลักษณะจูงใจ น่าสนใจในการเรียน	4.00	0.00	ดี
12. ความสะดวกและง่ายต่อการใช้โปรแกรม	4.50	0.71	ดีมาก
รวม	4.42	0.58	ดี

จากตารางที่ 4.8 ผลการประเมินคุณภาพของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน ด้านเทคนิคการผลิตสื่อ ในหัวข้อย่อย เรื่องการย่อยอาหารในลำไส้เล็ก อยู่ในระดับดีมากและดี โดยมีค่าเฉลี่ยรวมเท่ากับ 4.42 ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 0.58 รายการที่มีค่าเฉลี่ยสูงสุดคือ 5.00 มี 2 รายการ ได้แก่รายการที่ (6) ความเหมาะสมของเสียงบรรยาย และ (9) ความเหมาะสมของภาพในการสื่อ

ความหมาย รายการที่มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 4.50 มี 7 รายการ ได้แก่รายการที่ (1) การวางรูปแบบของหน้า
 จอ (2) ความเหมาะสมในการนำเสนอบทเรียน (3) ความเหมาะสมของขนาดตัวอักษร (4) ความ
 เหมาะสมของสีตัวอักษรหรือฉากหน้า (8) ความเหมาะสมของสีของภาพกราฟิก (10) ความเหมาะ
 สมของภาพกราฟิก และ (12) ความสะดวกและง่ายต่อการใช้โปรแกรม รายการที่มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ
 4.00 มี 2 รายการ ได้แก่รายการที่ (7) ความเหมาะสมของเสียงประกอบ และ (11) บทเรียนมีลักษณะ
 น่าสนใจในการเรียน รายการที่มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 3.50 มี 1 รายการ ได้แก่รายการที่ (5) ความ
 เหมาะสมของสีพื้นหลัง

ตารางที่ 4.9 ค่าเฉลี่ย ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน และระดับคุณภาพของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน
 ด้านเทคนิคการผลิตสื่อ ในหัวข้อย่อยเรื่อง การดูซึม

รายการประเมิน	\bar{X}	S	ระดับคุณภาพ
1. การวางรูปแบบของหน้าจอ	4.50	0.71	ดีมาก
2. ความเหมาะสมในการนำเสนอบทเรียน	4.50	0.71	ดีมาก
3. ความเหมาะสมของขนาดตัวอักษร	4.50	0.71	ดีมาก
4. ความเหมาะสมของสีตัวอักษรหรือฉากหน้า	4.50	0.71	ดีมาก
5. ความเหมาะสมของสีพื้นหลัง	3.50	0.71	ดี
6. ความเหมาะสมของเสียงบรรยาย	5.00	0.00	ดีมาก
7. ความเหมาะสมของเสียงประกอบ	4.00	0.00	ดี
8. ความเหมาะสมของสีของภาพกราฟิก	4.50	0.71	ดีมาก
9. ความเหมาะสมของภาพในการสื่อความหมาย	5.00	0.00	ดีมาก
10. ความเหมาะสมของภาพกราฟิก	4.50	0.71	ดีมาก
11. บทเรียนมีลักษณะน่าสนใจ น่าสนใจในการเรียน	4.00	0.00	ดี
12. ความสะดวกและง่ายต่อการใช้โปรแกรม	4.50	0.71	ดีมาก
รวม	4.42	0.58	ดี

จากตารางที่ 4.9 ผลการประเมินคุณภาพของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน ด้านเทคนิค
 การผลิตสื่อ ในหัวข้อย่อย เรื่องการดูซึม อยู่ในระดับดีมากและดี โดยมีค่าเฉลี่ยรวมเท่ากับ 4.42
 ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 0.58 รายการที่มีค่าเฉลี่ยสูงสุดคือ 5.00 มี 2 รายการ ได้แก่รายการที่
 (6) ความเหมาะสมของเสียงบรรยาย และ (9) ความเหมาะสมของภาพในการสื่อความหมาย รายการ
 ที่มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 4.50 มี 7 รายการ ได้แก่รายการที่ (1) การวางรูปแบบของหน้าจอ (2) ความเหมาะ
 สมในการนำเสนอบทเรียน (3) ความเหมาะสมของขนาดตัวอักษร (4) ความเหมาะสมของสีตัว

อักษรหรือฉากหน้า (8) ความเหมาะสมของสีของภาพกราฟิก (10) ความเหมาะสมของภาพกราฟิก และ (12) ความสะดวกและง่ายต่อการใช้โปรแกรม รายการที่มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 4.00 มี 2 รายการ ได้แก่ รายการที่ (7) ความเหมาะสมของเสียงประกอบ และ (11) บทเรียนมีลักษณะจูงใจ น่าสนใจในการเรียน รายการที่มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 3.50 มี 1 รายการ ได้แก่ รายการที่ (5) ความเหมาะสมของสีพื้นหลัง

ตารางที่ 4.10 ค่าเฉลี่ย ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน และระดับคุณภาพของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน วิชาชีววิทยา ว 041 เรื่องการย่อยอาหารของคน ด้านเทคนิคการผลิตสื่อ

หน่วยการเรียนรู้	\bar{X}	S	ระดับคุณภาพ
1. การย่อยอาหารในปาก	4.42	0.58	ดี
2. การย่อยอาหารในกระเพาะอาหาร	4.42	0.58	ดี
3. การย่อยอาหารในลำไส้เล็ก	4.42	0.58	ดี
4. การดูดซึม	4.42	0.58	ดี
รวม	4.42	0.57	ดี

จากตารางที่ 4.10 ผลการประเมินคุณภาพของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน ด้านเทคนิคการผลิตสื่อ เรื่องการย่อยอาหารของคน ทุกหน่วยการเรียนรู้มีคุณภาพอยู่ในระดับดี โดยมีค่าเฉลี่ยรวมเท่ากับ 4.42 ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 0.57 โดยทุกหน่วยการเรียนรู้ได้แก่ การย่อยอาหารในปาก การย่อยอาหารในกระเพาะอาหาร การย่อยอาหารในลำไส้เล็ก และการดูดซึม มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 4.42

4.3 ประสิทธิภาพของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน

4.3.1 การทดลองใช้บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนครั้งที่ 1

การทดลองใช้บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน วิชาชีววิทยา ว 041 เรื่อง การย่อยอาหารของคน ครั้งที่ 1 เป็นการทดลองกับกลุ่มตัวอย่าง จำนวน 3 คน โดยให้ 1 คนต่อคอมพิวเตอร์ 1 เครื่อง การทดลองนี้มีจุดมุ่งหมายเพื่อตรวจหาข้อบกพร่องของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนที่สร้างขึ้น ได้ผลดังนี้

1. ข้อความของเนื้อหาบางตอนพิมพ์ผิด คำอธิบายไม่ชัดเจน ผู้วิจัยได้ทำการจดบันทึกไว้เพื่อนำไปปรึกษาผู้ทรงคุณวุฒิด้านเนื้อหา เพื่อปรับปรุงแก้ไข
2. ภาพบางภาพสื่อไม่ชัดเจน ผู้วิจัยได้จดบันทึกไว้เพื่อนำไปปรึกษาผู้ทรงคุณวุฒิด้านเนื้อหาเพื่อปรับปรุงแก้ไข

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ข้อบกพร่องต่าง ๆ นี้ได้มาโดยนักเรียนเป็นผู้ให้ข้อมูล ผู้วิจัยได้รวบรวมข้อคิดเห็นและข้อบกพร่องต่าง ๆ มาปรับปรุงแก้ไขบทเรียนคอมพิวเตอร์และนำไปใช้ในการทดลองครั้งที่ 2 ต่อไป

4.3.2 การทดลองใช้บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนครั้งที่ 2

การทดลองใช้บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนครั้งที่ 2 มีจุดมุ่งหมายเพื่อหาข้อบกพร่องและหาประสิทธิภาพของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนตามเกณฑ์มาตรฐาน 80/80 และเพื่อการปรับปรุงแก้ไข โดยทดลองกับนักเรียนจำนวน 9 คน ซึ่งได้ผลการทดลองดังตารางต่อไปนี้

ตารางที่ 4.11 ประสิทธิภาพของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน ใช้กับนักเรียนจำนวน 9 คน

รายการ	จำนวนผู้เรียน	คะแนนเต็ม	คะแนนที่ได้	ร้อยละ	เกณฑ์ร้อยละ
คะแนนแบบฝึกหัดประจำหน่วย	9	40	31.11	77.78	80
คะแนนทดสอบหลังเรียน	9	40	30.44	76.11	80

จากตารางที่ 4.11 ผลปรากฏว่าบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน วิชา ชีววิทยา ว 041 เรื่อง การย่อยอาหารของคน นักเรียนทำแบบฝึกหัดประจำหน่วยเฉลี่ยได้ 31.11 คะแนน จากคะแนนเต็มทั้งหมด 40 คะแนน คิดเป็นร้อยละ 77.78 และทำแบบทดสอบหลังเรียนเฉลี่ยได้ 30.44 คะแนน จากคะแนนเต็มทั้งหมด 40 คะแนน คิดเป็นร้อยละ 76.11 บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนมีประสิทธิภาพเท่ากับ 77.78/76.11 ซึ่งต่ำกว่าเกณฑ์ที่กำหนด สิ่งที่ต้องทำการปรับปรุงแก้ไขจากการทดลองในครั้งนี้ได้แก่

1. คำถามที่ใช้ในแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนมีบางข้อที่เข้าใจยาก
2. ตัวเลือกในแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนที่เป็นคำศัพท์ภาษาอังกฤษ นักเรียนอ่านไม่ค่อยออกและจำไม่ค่อยได้

นำบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนไปปรับปรุงแก้ไข โดยใช้คำถามที่เข้าใจได้ง่ายขึ้นแต่ยังคงความหมายเดิม ส่วนตัวเลือกที่เป็นคำศัพท์ภาษาอังกฤษแก้ไขโดยการเขียนคำทับศัพท์ที่เป็นภาษาไทยก่อนแล้ววงเล็บคำศัพท์ภาษาอังกฤษต่อท้าย หลังจากนั้นนำบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนไปทดลองภาคสนามกับกลุ่มตัวอย่าง

4.3.2 การทดลองใช้บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนครั้งที่ 3

การทดลองใช้บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนครั้งที่ 3 เป็นการทดลองภาคสนาม มีจุดมุ่งหมายเพื่อหาประสิทธิภาพของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน ตามเกณฑ์มาตรฐาน 80/80 โดยทดลองกับนักเรียนกลุ่มตัวอย่างจำนวน 30 คน ซึ่งได้ผลการทดลองดังตารางต่อไปนี้

ตารางที่ 4.12 ประสิทธิภาพของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน ใช้กลุ่มตัวอย่าง 30 คน

รายการ	จำนวนผู้เรียน	คะแนนเต็ม	คะแนนที่ได้	ร้อยละ	เกณฑ์ร้อยละ
คะแนนแบบฝึกหัดประจำหน่วย	30	40	33.53	83.83	80
คะแนนทดสอบหลังเรียน	30	40	32.43	81.08	80

จากตารางที่ 4.12 ผลปรากฏว่าบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน วิชาชีววิทยา ว 041 เรื่อง การย่อยอาหารของคน ที่สร้างขึ้น นักเรียนทำแบบฝึกหัดประจำหน่วยเฉลี่ยได้ 33.53 คะแนน จากคะแนนเต็มทั้งหมด 40 คะแนน คิดเป็นร้อยละ 83.83 และทำแบบทดสอบหลังเรียนเฉลี่ยได้ 32.43 คะแนน จากคะแนนเต็มทั้งหมด 40 คะแนน คิดเป็นร้อยละ 81.08 บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนมีประสิทธิภาพเท่ากับ 83.83/81.08 ซึ่งสูงกว่าเกณฑ์ที่กำหนดไว้ (80/80)



บทที่ 5

สรุปผลการวิจัย อภิปรายผลและข้อเสนอแนะ

การวิจัยครั้งนี้เป็นการวิจัยเชิงทดลอง เรื่องบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน วิชาชีววิทยา ว 041 เรื่อง การย่อยอาหารของคน ตามหลักสูตรมัธยมศึกษาตอนปลาย พุทธศักราช 2524 (ฉบับปรับปรุง พ.ศ. 2533) สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 แผนการเรียนวิทยาศาสตร์ ได้สรุปผลการวิจัยและข้อเสนอแนะดังนี้

5.1 สรุปผลการวิจัย

5.1.1 วัตถุประสงค์การวิจัย

5.1.2 ประชากรและกลุ่มตัวอย่าง

5.1.3 เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

5.1.4 การเก็บรวบรวมข้อมูล

5.1.5 การวิเคราะห์ข้อมูล

5.1.6 สรุปผลการวิจัย

5.2 อภิปรายผล

5.3 ข้อเสนอแนะ

5.3.1 ข้อเสนอแนะจากการวิจัย

5.3.2 ข้อเสนอแนะเพื่อการวิจัยครั้งต่อไป

5.1 สรุปผลการวิจัย

5.1.1 วัตถุประสงค์การวิจัย

1. เพื่อพัฒนาบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน วิชาชีววิทยา ว 041 เรื่องการย่อยอาหารของคน ตามหลักสูตรมัธยมศึกษาตอนปลาย พุทธศักราช 2524 (ฉบับปรับปรุง พ.ศ. 2533)

2. เพื่อหาประสิทธิภาพบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนตามเกณฑ์ที่กำหนด

5.1.2 ประชากรและกลุ่มตัวอย่าง

1. ประชากร

ประชากรที่ใช้ในการวิจัยเป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 แผนการเรียนวิทยาศาสตร์ ที่เรียนวิชาชีววิทยา ว 041 โรงเรียนพรตพิทยพยัต เขตลาดกระบัง กรุงเทพฯ ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2543 จำนวน 2 ห้องเรียน รวม 70 คน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้คัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2 กลุ่มตัวอย่าง

กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัยเป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 แผนการเรียนวิทยาศาสตร์ ที่เรียนวิชาชีววิทยา ว 041 โรงเรียนพรตพิทยพยัต เขตลาดกระบัง กรุงเทพฯ จำนวน 30 คน ได้มาโดยการสุ่มอย่างง่าย โดยใช้ตารางเลขสุ่ม

5.1.3 เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

1. บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน ประเภทการสอนเนื้อหา วิชาชีววิทยา ว 041 เรื่อง การย่อยอาหารของคน
2. แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน วิชาชีววิทยา ว 041 เรื่องการย่อยอาหารของคน
3. แบบประเมินคุณภาพของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน วิชาชีววิทยา ว 041 เรื่องการย่อยอาหารของคน ซึ่งแบ่งออกเป็น 2 ด้าน ได้แก่ ด้านเนื้อหาและเทคนิคการผลิตสื่อ

5.1.4 การเก็บรวบรวมข้อมูล

การทดลองกับกลุ่มตัวอย่าง ซึ่งเป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 แผนการเรียนวิทยาศาสตร์ ที่เรียนวิชาชีววิทยา ว 041 ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2543 จำนวน 30 คน โดยได้ดำเนินการทดลองดังนี้

1. ให้ผู้ควบคุมวิทยานิพนธ์ ผู้ควบคุมวิทยานิพนธ์ร่วม ผู้ทรงคุณวุฒิด้านเนื้อหา ผู้ทรงคุณวุฒิด้านเทคนิคการผลิตสื่อ ตรวจสอบเครื่องมือที่จะนำไปใช้
2. กำหนดกลุ่มตัวอย่างที่ใช้ทดลอง
3. แนะนำกลุ่มตัวอย่างเกี่ยวกับการใช้บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน วิชาชีววิทยา ว 041 เรื่องการย่อยอาหารของคน
4. ให้กลุ่มตัวอย่างเรียนบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน วิชาชีววิทยา ว 041 เรื่องการย่อยอาหารของคน ที่ผู้วิจัยได้สร้างขึ้นด้วยตนเอง โดยให้ 1 คน ต่อ เครื่องคอมพิวเตอร์ 1 เครื่อง เมื่อผู้เรียนเรียนจบแต่ละหน่วยให้ทำแบบฝึกหัดประจำหน่วย มีจำนวนรวม 40 ข้อ เมื่อกลุ่มตัวอย่างเรียนจบทุกหน่วยแล้วให้ทำแบบทดสอบหลังเรียนจำนวน 40 ข้อ แล้วนำผลการทดลองมาวิเคราะห์ตามวิธีการทางสถิติ

5.1.5 การวิเคราะห์ข้อมูล

บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน วิชาชีววิทยา ว 041 เรื่องการย่อยอาหารของคน ผู้วิจัยได้ดำเนินการวิเคราะห์ข้อมูลต่าง ๆ ดังนี้

1. คุณภาพของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน ด้านเนื้อหา

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2. คุณภาพของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน ด้านเทคนิคการผลิตสื่อ
3. ประสิทธิภาพของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน

5.1.6 สรุปผลการวิจัย

จากการดำเนินการวิจัยตามขั้นตอนดังกล่าว สรุปผลการวิจัยได้ดังนี้

1. คุณภาพของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน ด้านเนื้อหา วิชาชีววิทยา ว 041 เรื่อง การย่อยอาหารของคน ที่สร้างขึ้นอยู่ในระดับดีมาก ได้ค่าเฉลี่ย 4.89 ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน 0.32
2. คุณภาพของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน ด้านเทคนิคการผลิตสื่อ วิชาชีววิทยา ว 041 เรื่องการย่อยอาหารของคน ที่สร้างขึ้นอยู่ในระดับดี ได้ค่าเฉลี่ย 4.42 ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน 0.57
3. ประสิทธิภาพของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน วิชาชีววิทยา ว 041 เรื่องการย่อยอาหารของคน ผลการวิเคราะห์ข้อมูลปรากฏว่าบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนที่สร้างขึ้นมีประสิทธิภาพ 83.83/81.08 สูงกว่าเกณฑ์ 80/80 ที่กำหนด และเป็นไปตามสมมติฐานที่ตั้งไว้ โดยมีประสิทธิภาพของกระบวนการวัดผลจากคะแนนทดสอบระหว่างเรียนเฉลี่ยได้เท่ากับ 83.83 และมีประสิทธิภาพของการทดสอบหลังเรียนบทเรียนเฉลี่ยได้เท่ากับ 81.08

5.2 อภิปรายผล

จากผลการวิจัยพบว่าบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน วิชาชีววิทยา ว 041 เรื่อง การย่อยอาหารของคน ที่สร้างขึ้น สามารถให้ความรู้ความเข้าใจอย่างมีประสิทธิภาพตามเกณฑ์ที่กำหนดไว้ คือ 80/80 จากการทดลองแบบทดสอบภาคปฏิบัติการ ซึ่งได้ทดลองกับนักเรียนจำนวน 30 คน ได้ค่าประสิทธิภาพเท่ากับ 83.83/81.08 แสดงว่าบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนนี้สามารถให้ความรู้กับนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษา ปีที่ 4 แผนการเรียนวิทยาศาสตร์ โรงเรียนพรตพิทยพยัต กรุงเทพมหานคร ได้อย่างมีประสิทธิภาพ ซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยของ จริยา โภชิสาร (2543 : บทคัดย่อ) ทำการวิจัยเรื่องความรู้พื้นฐานงานมาลัย ผลการวิจัยพบว่าบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนมีประสิทธิภาพเท่ากับ 89.83/87.83 แสดงว่าบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนที่สร้างขึ้นมีประสิทธิภาพตามเกณฑ์ที่ตั้งไว้และสอดคล้องกับงานวิจัยของ ศิโรตม์ ชมบุญ (2543 : 47) สร้างบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนเรื่องพระราชบัญญัติควบคุมอาคารสูงและอาคารขนาดใหญ่พิเศษ ผลการวิจัยพบว่าบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนที่สร้างขึ้นมีประสิทธิภาพเท่ากับ 80.50/80.50 ซึ่งสูงกว่าเกณฑ์ 80/80 ที่ตั้งไว้

ผลการหาประสิทธิภาพของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนพบว่าค่าประสิทธิภาพของกระบวนการมีค่าเฉลี่ยมากกว่าค่าประสิทธิภาพของผลลัพธ์ ซึ่งอาจเกิดจากผลความคงทนในการเรียนรู้ เมื่อนักเรียนเรียนเนื้อหาแต่ละเรื่องจบแล้วทำแบบฝึกหัดทันที นักเรียนส่วนใหญ่จึงตอบคำถามได้เพราะเป็นความจำในระยะสั้น ส่วนค่าประสิทธิภาพของผลลัพธ์ที่มีค่าเฉลี่ยน้อยกว่าค่า

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่นอนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า

ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ประสิทธิภาพของกระบวนการ อาจเกิดจากการลืมของนักเรียนดังที่ ขนิษฐา วิเศษสาร (169 : 2540) ได้กล่าวไว้ว่า การเรียนรู้ยิ่งเรียนมาก ยิ่งจำบทเรียนเท่าได้น้อยลง

ในการประเมินคุณภาพของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนด้านเนื้อหาของผู้ทรงคุณวุฒิ ได้ค่าเฉลี่ยเท่ากับ 4.89 ซึ่งอยู่ในระดับเกณฑ์ที่ดีมาก เนื่องจากเนื้อหา มีความสอดคล้องกับ จุดประสงค์ การแบ่งเนื้อหา มีความเหมาะสม เนื้อหา มีความถูกต้อง มีความเหมาะสมในการจัด ลำดับการนำเสนอเนื้อหา ภาษาที่ใช้มีความถูกต้อง ภาพที่ใช้สื่อความหมายมีความเหมาะสม บท เรียนมีลักษณะจูงใจน่าสนใจเรียน และบทเรียนที่สร้างขึ้นสามารถนำไปใช้ในสถานการณ์การเรียน การสอนทั่ว ๆ ไปได้จริง ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 0.32 แสดงว่าผู้ประเมินมีความคิดเห็น สอดคล้องกัน ส่วนการประเมินคุณภาพของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนด้านเทคนิคการผลิตสื่อ ของผู้ทรงคุณวุฒิ ได้ค่าเฉลี่ยเท่ากับ 4.24 ซึ่งอยู่ในระดับเกณฑ์ที่ดี เนื่องจากมีความเหมาะสมในการ วางรูปแบบหน้าจอ การนำเสนอบทเรียน ขนาดตัวอักษร สีตัวอักษรหรือฉากหน้า สีพื้นหลัง สีของ ภาพกราฟิก เสียงบรรยาย เสียงประกอบ ภาพกราฟิก การสื่อความหมายของภาพ การจูงใจ ความน่า สนใจในการเรียน และความสะดวกและง่ายต่อการใช้โปรแกรม ในส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 0.57 แสดงว่ามีผู้ประเมินมีความคิดเห็นสอดคล้องกัน

5.3 ข้อเสนอแนะ

5.3.1 ข้อเสนอแนะจากการวิจัย

จากผลการวิจัยบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน วิชาชีววิทยา ว 041 เรื่องการย่อย อาหารของคน ผู้วิจัยขอเสนอแนะดังนี้

1. ควรทำการศึกษาและทดลองใช้โปรแกรมประยุกต์ต่าง ๆ ซึ่งจะต้องนำมาใช้ร่วม กันในการสร้างบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน แต่ไม่จำเป็นต้องใช้โปรแกรมให้เป็นหมดทุกคำสั่ง ควรเลือกใช้เฉพาะคำสั่งที่จำเป็นเท่านั้น
2. ควรทำการศึกษาเนื้อหาที่จะนำมาสร้างให้เข้าใจอย่างถ่องแท้ และศึกษาเอกสาร งานวิจัยที่เกี่ยวข้องต่าง ๆ ให้พร้อมก่อน เพื่อให้เกิดแนวคิดในการสร้างบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วย สอน โดยคำนึงถึงวัตถุประสงค์ที่วางไว้ตั้งแต่แรก
3. ควรทำการศึกษารูปแบบของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนที่ได้มีการสร้างไว้แล้ว หลาย ๆ ตัวอย่าง เพื่อให้ได้มาซึ่งเทคนิควิธีการ
4. ในการออกข้อสอบสำหรับบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน ควรออกให้มีจำนวน มากข้อและครอบคลุมเนื้อหา เพราะเมื่อนำไปวิเคราะห์หาคุณภาพของข้อสอบแล้ว ถ้าข้อใดไม่ถึง เกณฑ์ก็สามารถตัดออกจะได้ไม่ต้องเสียเวลา ในการปรับปรุงแก้ไขและทดลองใหม่หลาย ๆ ครั้ง
5. ในการจัดการเรียนการสอนควรมีห้องคอมพิวเตอร์ประจำสถานศึกษาที่สมบูรณ์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เพื่อไม่ให้เกิดปัญหาและอุปสรรคในการเรียนการสอน อันจะส่งผลไปถึงความตั้งใจในการเรียน จากบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน

5.3.2 ข้อเสนอแนะเพื่อการวิจัยครั้งต่อไป

1. ควรส่งเสริมให้มีการวิจัยและพัฒนาบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน วิชาชีววิทยา ว 041 ให้ครบทุกเรื่อง
2. ควรทำการวิจัยเกี่ยวกับบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน ในเนื้อหาวิชาอื่น ๆ หรือระดับชั้นอื่น ๆ ของหลักสูตรมัธยมศึกษาตอนปลาย หรือหลักสูตรอื่น ๆ เพื่อพัฒนาการเรียนการสอนที่มีประสิทธิภาพ
3. ควรทำการวิจัยและพัฒนาบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนประเภทต่าง ๆ ตามความเหมาะสมของเนื้อหาวิชา
4. ควรศึกษาตัวแปรต่าง ๆ เช่น ความสามารถในการเรียนของนักเรียน ความพร้อมของเครื่องคอมพิวเตอร์ เวลาที่จะใช้ในการทดลองและเก็บรวบรวมข้อมูล เป็นต้น



บรรณานุกรม

- กรมวิชาการ. กระทรวงศึกษาธิการ. 2535. หลักสูตรมัธยมศึกษาตอนปลาย พุทธศักราช 2524 (ฉบับปรับปรุง พ.ศ. 2533). กรุงเทพฯ : โรงพิมพ์คุรุสภาลาดพร้าว.
- กิดานันท์ มลิทอง. 2531. เทคโนโลยีการศึกษาร่วมสมัย. กรุงเทพฯ : โรงพิมพ์จุฬาลงกรณมหาวิทยาลัย.
- ขนิษฐา ชานนท์. 2532. “เทคโนโลยีคอมพิวเตอร์กับการเรียนการสอน.” เทคโนโลยีการศึกษา. ฉบับปฐมฤกษ์ : 7-13.
- ขนิษฐา วิเศษสาร. 2540. จิตวิทยาทั่วไป. กรุงเทพฯ : สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง.
- จริยา โพธิสาร. 2543. “คอมพิวเตอร์ช่วยสอนเรื่อง ความรู้พื้นฐานงานมาลัย.” วิทยานิพนธ์ครุศาสตรบัณฑิต สาขาเทคโนโลยีการศึกษาทางการอาชีพและเทคนิคศึกษา บัณฑิตวิทยาลัย, สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง.
- ชัยยงค์ พรหมวงศ์. 2521. ระบบสื่อการสอน. กรุงเทพฯ : โรงพิมพ์จุฬาลงกรณมหาวิทยาลัย.
- ไชยยศ เรืองสุวรรณ. 2526. เทคโนโลยีการศึกษาหลักการและแนวปฏิบัติ. กรุงเทพฯ : ไทยวัฒนาพานิช.
- ไชยยศ เรืองสุวรรณ. 2533. “เทคโนโลยีการศึกษา : ทฤษฎีจิตวิทยาการเรียนรู้.” เทคโนโลยีการศึกษา : ทฤษฎีการวิจัย. กรุงเทพฯ : โอเคียนสโตร์.
- ฉรงค์ บุญมี. 2529. “การใช้คอมพิวเตอร์ในกระทรวงศึกษาธิการ : MIS/CE/CA.” ใน รายงานการประชุมวิชาการเรื่อง การนำคอมพิวเตอร์ไปใช้ในการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์. กรุงเทพฯ : สสวท.
- ฉรงค์ คำใหม่. 2538. “บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนเรื่อง ทรัพยากรธรรมชาติและอุตสาหกรรม ในระดับมัธยมศึกษาตอนปลาย.” วิทยานิพนธ์วิทยาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาเทคโนโลยีการศึกษา บัณฑิตวิทยาลัย, มหาวิทยาลัยขอนแก่น.
- ถนอมพร เลหาจรัสแสง. 2541. คอมพิวเตอร์ช่วยสอน. พิมพ์ครั้งที่ 2. กรุงเทพฯ : ดวงกมลโพรดักชั่น.
- ทักษิณา สวนานนท์. 2530. คอมพิวเตอร์เพื่อการศึกษา. กรุงเทพฯ : โรงพิมพ์คุรุสภาลาดพร้าว.
- นิพนธ์ สุขปรีดี. 2521. โสตทัศนศึกษา. พิมพ์ครั้งที่ 3. กรุงเทพฯ : แพร่วิทยา
- นิพนธ์ สุขปรีดี. 2531. “คอมพิวเตอร์และพฤติกรรมกรรมการเรียนการสอน.” คอมพิวเตอร์. 15(มิถุนายน - กรกฎาคม 2531) : 24-28.

- นิตยา กาญจนวรรณ. 2526. “การใช้คอมพิวเตอร์ช่วยสอน.” วารสารรามคำแหงฉบับมนุษยศาสตร์ เล่ม 1. 9(1) : 78-85.
- นงศ์นุช เพ็ชรรัตน์. 2543. “บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนผ่านเครือข่ายอินเทอร์เน็ต เรื่องความปลอดภัยของโปรแกรม.” วิทยานิพนธ์ครุศาสตร์อุตสาหกรรมมหาบัณฑิต สาขาเทคโนโลยีการศึกษาทางการอาชีวศึกษาและเทคนิคศึกษา บัณฑิตวิทยาลัย, สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง.
- บุญเชิด ภิญโญอนันตพงษ์. 2538. การประเมินผลการศึกษา. กรุงเทพฯ : ภาควิชาพื้นฐานทางการศึกษา คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒประสานมิตร.
- บุปผชาติ ทัพทิกธน์. 2535. “การสร้าง CAI ด้วยโปรแกรม Authorware.” เอกสารประกอบการประชุมปฏิบัติการ. หน้า 1-30. กรุงเทพฯ : สำนักบริการคอมพิวเตอร์มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.
- ปรียาพร วงศ์อนุตรโรจน์. 2539. จิตวิทยาการศึกษา. กรุงเทพฯ : สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง.
- ผาณิต คุ่มเสร์ณี. 2540. “การสร้างมัลติมีเดียด้วยโปรแกรมคอมพิวเตอร์ช่วยสอนเรื่อง การแยกและการใช้ประโยชน์จากขยะ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย.” วิทยานิพนธ์ศึกษาศาสตร์มหาบัณฑิต สาขาสังแวดล้อมศึกษา บัณฑิตวิทยาลัย, มหาวิทยาลัยมหิดล.
- ไพฑูรย์ นพกาศ. 2535. “การพัฒนาบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนสำหรับซ่อมเสริมวิชา คณิตศาสตร์ เรื่อง การแยกตัวประกอบของพหุนาม.” วิทยานิพนธ์ศึกษาศาสตร์มหาบัณฑิต สาขาเทคโนโลยีการศึกษา บัณฑิตวิทยาลัย, มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.
- พิมล กลิ่นขจร. 2538. “ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและความคงทนในการเรียนรู้ของนักเรียนจากการเรียนเสริมและทบทวนด้วยบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนวิชาเคมี ระหว่างการเรียนเป็นรายบุคคลและเป็นคู่แบบร่วมมือ.” วิทยานิพนธ์ศิลปศาสตรมหาบัณฑิต (การศึกษาศาสตร์ – การสอน) มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.
- ยีน ภู่วรรณ. 2531. “การใช้ไมโครคอมพิวเตอร์ช่วยในการเรียนการสอน.” ไมโครคอมพิวเตอร์. 36(กุมภาพันธ์) : 120-129.
- รวีวรรณ ชินะตระกูล. 2535. วิจัยการศึกษา. กรุงเทพฯ : ภาพพิมพ์.
- รวีวรรณ ชินะตระกูล. 2540. วิจัยการศึกษา. กรุงเทพฯ : ภาพพิมพ์.
- ลัดดาวัลย์ หวังพานิช. 2529. “สถิติเพื่อการวิจัยทางพฤติกรรมศาสตร์และสังคมศาสตร์.” พิมพ์ครั้งที่ 2. กรุงเทพฯ : สำนักทดสอบทางการศึกษาและจิตวิทยา มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒประสานมิตร
- วสันต์ อดิศัพท์. 2530. “คอมพิวเตอร์ช่วยสอน.” วารสารศึกษาศาสตร์. 1(18) : 17-27.
- วาสนา ชาวหา. 2533. สื่อการเรียนการสอน. กรุงเทพฯ : โอเดียนสโตร์.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

- ศรีศักดิ์ จามรมาน. 2532. “การเรียนการสอนโดยใช้คอมพิวเตอร์ช่วยสอน.” ในรายงานการประชุมวิชาการเรื่อง การพัฒนาสื่อการศึกษาทางวิทยาศาสตร์การแพทย์. หน้า 71-89 คณะแพทยศาสตร์ ศิริราชพยาบาล มหาวิทยาลัยมหิดล, เมษายน.
- สีโรดม ชมบุญ. 2543. “บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนเรื่อง พระราชบัญญัติควบคุมอาคารสูงและอาคารขนาดใหญ่พิเศษ.” วิทยานิพนธ์ครุศาสตร์อุตสาหกรรมมหาบัณฑิต สาขาวิชาสถาปัตยกรรม บัณฑิตวิทยาลัย, สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง. สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี กระทรวงศึกษาธิการ. 2537. รายงานการวิจัยการสำรวจความต้องการสื่อการสอนเนื้อหาที่เข้าใจยาก วิชาชีววิทยา. กรุงเทพฯ : สาขาวิจัยและประเมินผล.
- สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี กระทรวงศึกษาธิการ. 2534. หนังสือเรียนวิชาชีววิทยา ว 041 ชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย พุทธศักราช 2524 (ฉบับปรับปรุง พ.ศ. 2533). กรุงเทพฯ : โรงพิมพ์คุรุสภาลาดพร้าว.
- สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี กระทรวงศึกษาธิการ. 2534. คู่มือครูวิชาชีววิทยา ว 041 ชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย พุทธศักราช 2524 (ฉบับปรับปรุง พ.ศ.2533). กรุงเทพฯ : โรงพิมพ์คุรุสภาลาดพร้าว
- สิริพร ทิพย์คง. 2537. แนวโน้มการสอนคณิตศาสตร์. กรุงเทพฯ : มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์
- สุดา คำรงค์ภักดิ์. 2543. “ผลของการใช้บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนและการสอนตามคู่มือครู ที่มีต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 เรื่องกลไกมนุษย์ หน่วยย่อย การหมุนเวียนของเลือดและก๊าซ.” วิทยานิพนธ์ครุศาสตร์อุตสาหกรรมมหาบัณฑิต สาขาการศึกษาวิทยาศาสตร์ บัณฑิตวิทยาลัย, สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง
- สุธีร์ กิจฉวี และอรนุช อุทานนท์. 2541. คู่มือการใช้ Authorware 4 ด้วยตนเอง. กรุงเทพฯ : ซีเอ็ดยูเคชั่น.
- สุนิต ฤทธิ์ประเสริฐ. 2540. “การพัฒนาวัสดุมีเดียเพื่อช่วยสอนวิชาฟิสิกส์เรื่อง ฟิสิกส์นิวเคลียร์ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6.” วิทยานิพนธ์การศึกษามหาบัณฑิต วิชาเอกวิทยาศาสตร์ศึกษา, มหาวิทยาลัยนเรศวร.
- สุพร ชัยเดชสุริยะ. 2536. “สื่อการสอนในหลักสูตรประถมศึกษา พุทธศักราช 2521.” จันทรเกษม. 172 (พฤษภาคม-มิถุนายน 2536) : 41-52.
- อรพันธุ์ ประสิทธิ์รัตน์. 2530. คอมพิวเตอร์เพื่อการเรียนการสอน. กรุงเทพฯ : คราฟแมนเพรส.
- อาภรณ์ อัยรักษ์. 2530. “การพัฒนาโปรแกรมคอมพิวเตอร์ช่วยสอนคณิตศาสตร์เรื่องความน่าจะเป็นเบื้องต้นในระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพ แผนกพาณิชยการ.” วิทยานิพนธ์การศึกษามหาบัณฑิต บัณฑิตวิทยาลัย, มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

- Erickson, Carlton. 1971. **W.H. Administering Instructional Media Programmed.** New York :
Mcmillan.
- Hall, K.A. 1982. "Computer-Based Education." in **Encyclopedia of Education Research.** 5th
Vol. 1 : 353-367, ed. By H.E. Mitzed, J.H. Best, and W. Rabinowitz. New York : Free
Press.
- Kemp, Jerrold E. 1985. **The Instructional Design Process.** New York : Harper and Row.
- Morris, John M. 1983. "Computer-Aided Instruction : Torward New Direction." **Education
Technology.** 23(05) : 12-15; May.



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

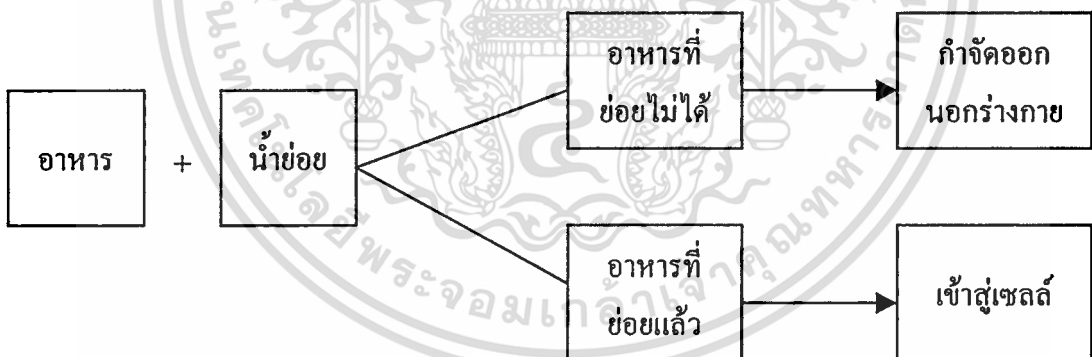
ภาคผนวก ก

เนื้อหาวิชา

บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน วิชาชีววิทยา ว 041 เรื่อง การย่อยอาหารของคน

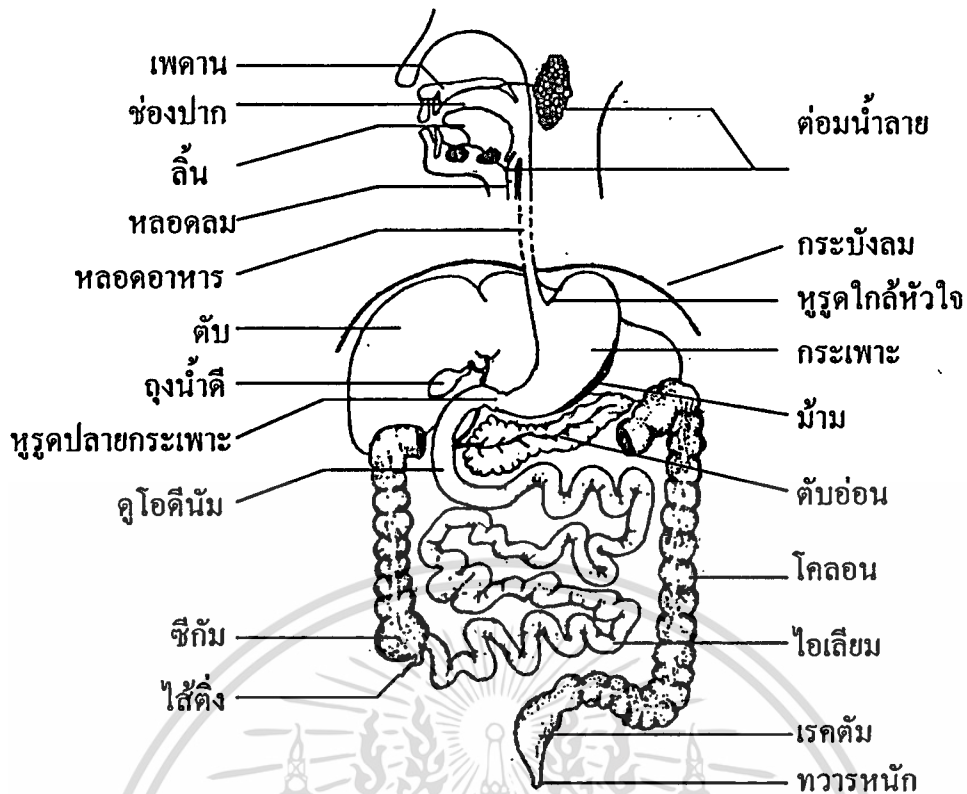
ตามปกติอาหารที่สิ่งมีชีวิตรับเข้าไปไม่ว่าจะเป็นชนิดใดก็ตาม จะนำเข้าสู่เซลล์ได้ เมื่ออยู่ในรูปของสารอาหารที่มีโมเลกุลขนาดเล็ก คือ กรดอะมิโน น้ำตาล โมเลกุลเดี่ยว กลีเซอรอล กรดไขมัน นั่นก็คืออาหารโมเลกุลใหญ่ที่สิ่งมีชีวิตรับประทานเข้าไปจำเป็นต้องแปรสภาพให้มีขนาดเล็กลง การแปรสภาพอาหารดังกล่าวนี้เกิดจากปฏิกิริยาเคมีที่อาศัยการทำงานของเอนไซม์ย่อยอาหาร (digestive Enzyme) ซึ่งคนทั่วไปเรียกว่า น้ำย่อย จากนั้นโมเลกุลของสารอาหารจะถูกดูดซึมเข้าสู่เซลล์ กระบวนการแปรสภาพอาหารที่มีโมเลกุลใหญ่ให้มีโมเลกุลเล็กลงเรียกว่า การย่อยอาหาร

อาหารที่ร่างกายนำเข้าไป บางส่วนอาจไม่ถูกย่อยหรือไม่ได้นำเข้าสู่เซลล์ก็จะถูกกำจัดออกไป ดังแผนภาพง่าย ๆ ดังนี้



การย่อยอาหารของคน

อาหารที่คนเรารับประทานเข้าไป จะถูกบดเคี้ยวให้มีขนาดเล็กลงและย่อยให้เป็นสารที่มีโมเลกุลเล็กลงโดยเอนไซม์ ซึ่งอยู่ในส่วนต่าง ๆ ของทางเดินอาหาร จากนั้นจะถูกดูดซึมและมีการลำเลียงไปยังเซลล์ต่าง ๆ ที่ร่างกายทางกระแสโลหิต



ภาพที่ ก.1 แผนภาพแสดงทางเดินอาหารของคน

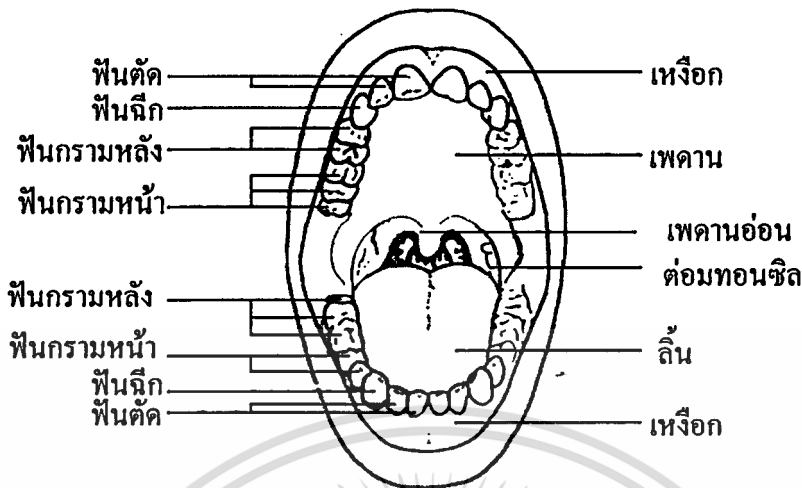
ก. การย่อยอาหารในปาก

ทางเดินอาหารของคนเริ่มตั้งแต่ปาก ในปากมีฟันทำหน้าที่บดเคี้ยวอาหารให้ละเอียด ฟันของคนมี 2 ชุด ชุดแรกเรียกว่าฟันน้ำนมมี 20 ซี่ ฟันชุดที่ 2 เรียกว่า ฟันแท้ มี 32 ซี่ แต่บางคนอาจมีฟันไม่ครบตามจำนวนดังกล่าว เนื่องจากฟันกรามขึ้นไม่ครบ

ถ้าลองสำรวจฟันในปาก จะเห็นว่าฟันมีลักษณะต่างกันเป็นกลุ่ม ๆ แต่ละกลุ่มทำหน้าที่ที่ต่างกันออกไป ได้แก่

1. ฟันตัดหรือฟันหน้า (Incisor หรือ I) ด้านที่สบกันของฟันจะบาง ทำหน้าที่ตัดอาหารคล้ายกรรไกร เมื่อฟันล่างกับฟันบนมาสบกัน มีช่องว่าง 2 ซี่ ทั้งฟันบนและฟันล่างในสัตว์กินพืชฟันบนจะหายไป กลายเป็นแผ่นแข็ง สำหรับสัตว์แทะฟันตัดจะเจริญดีที่สุด
2. เขี้ยวหรือฟันฉีก (Canine หรือ C) มีข้างละ 1 ซี่ ทั้งฟันบนและฟันล่างมีลักษณะค่อนข้างแหลมคม ในสัตว์กินเนื้อฟันเขี้ยวจะเจริญดีที่สุด มีไว้ล่าเหยื่อโดยเฉพาะ ในสัตว์กินพืชเขี้ยวจะไม่มีหน้าที่สำคัญ
3. กรามหน้า (Premolar หรือ P) มีข้างละ 2 ซี่ ทั้งฟันบนและฟันล่าง ในสัตว์กินเนื้อ เช่นสุนัข กรามหน้าจะเจริญดีเทียบเท่ากับเขี้ยว เพื่อช่วยในการบดเคี้ยวกระดูก
4. กรามหลัง (Molar หรือ M) มีข้างละ 3 ซี่ ทั้งฟันบนและฟันล่าง ด้านที่สบกันของฟันมีสาร

เคลือบฟันแข็งแรงมาก โดยเฉพาะในสัตว์กินพืช บางคนอาจขึ้นไม่ครบหรือไม่โผล่ขึ้นมาเหนือเหงือก จึงมีฟันทั้งปากเพียง 28 ซี่



ภาพที่ ก.2 แสดงตำแหน่งของฟันที่ทำหน้าที่ต่าง ๆ กัน

สูตรฟันแท้ของคนอาจเขียนได้หลายแบบ เช่น

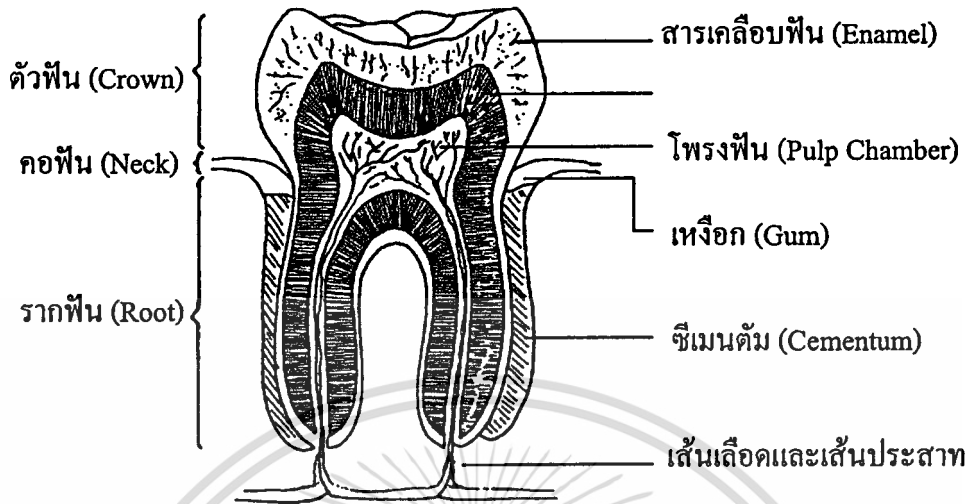
$$\begin{array}{cccc} 2 & 1 & 2 & 3 \\ \text{I} & \text{C} & \text{P} & \text{M} \\ 2 & 1 & 2 & 3 \end{array}$$

หมายถึง ฟันครึ่งซ้ายหรือครึ่งขวา ทั้งบนและล่าง คือมีฟันตัดบน 2 ซี่ ล่าง 2 ซี่ เขี้ยวบน 1 ซี่ ล่าง 1 ซี่ กรามหน้าบน 2 ซี่ ล่าง 2 ซี่ กรามหลังบน 3 ซี่ ล่าง 3 ซี่ ทั้งหมดครึ่งเดียวจึงมี 16 ซี่ ทั้งปากจึงมี 32 ซี่ ซึ่งสามารถเขียนเป็นสูตรฟันได้ดังนี้

$$\begin{array}{cccc|cccc} & & & & \text{ฟันตัด} & \text{เขี้ยว} & & \text{กรามหน้า} \\ & & & & \text{3} & \text{2} & \text{1} & \text{2} & \text{2} & \text{1} & \text{2} & \text{3} & \text{กรามหลัง} \\ \hline & & & & \text{3} & \text{2} & \text{1} & \text{2} & \text{2} & \text{1} & \text{2} & \text{3} \end{array}$$

ฟันแต่ละซี่จะมีส่วนที่โผล่พ้นเหงือก ส่วนนี้เรียกว่า ตัวฟัน (Crown) ส่วนของฟันที่ฝังอยู่ในเหงือกถัดจากตัวฟันลงไปเรียกว่า คอฟัน (Neck) และส่วนที่ถัดจากคอฟันลงไปอีกคือ รากฟัน (Root) รากฟันนี้ฝังอยู่ในช่องกระดูกขากรรไกร และยึดติดกับกระดูก โดยเนื้อเยื่อเกี่ยวพันที่แข็งแรง รากฟันมีสารที่เรียกว่า ซีเมนต์ัม (Cementum) หุ้มอยู่บาง ๆ สารนี้ช่วยยึดรากฟันให้แข็งแรงด้วย ส่วนนอกสุดของตัวฟันของคนและสัตว์เลี้ยงลูกด้วยนมมี สารเคลือบฟัน (Enamel) ซึ่งเป็นสารสีขาวเนื้อแน่น มีความแข็งมากเป็นเอกสารที่สแกนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

แข็งแรงทนทานเคลือบอยู่ สารเคลือบฟันนี้ทำหน้าที่ป้องกันตัวฟันและใช้สำหรับบดเคี้ยวอาหารด้วย ส่วนเหงือกจะหุ้มป้องกันคอฟันและรากฟัน ถ้าสารเคลือบฟันถูกทำลายคิดว่าฟันชิ้นนั้นจะเป็นอย่างไร



ภาพที่ ก.3 โครงสร้างของฟันกรามตัดตามยาว

ฟันแม้จะเป็นส่วนที่แข็งแรง ถ้าดูแลรักษาไม่ดีอาจจะผุได้ เนื่องจากจุลินทรีย์ในปากจะย่อยสลายเศษอาหารที่ติดค้างอยู่ตามซอกฟัน โดยเฉพาะอย่างยิ่งน้ำตาลจะถูกเปลี่ยนให้เป็นกรดอินทรีย์ กรดอินทรีย์จะไปทำลายฟัน นอกจากนี้จุลินทรีย์ยังใช้น้ำตาลส่วนหนึ่งสร้างชั้นเมือกเหนียวติดบนตัวฟัน ซึ่งจะเกาะทับถมเพิ่มจำนวนจุลินทรีย์บนฟันในรูปแผ่นคราบจุลินทรีย์ (Plaque)

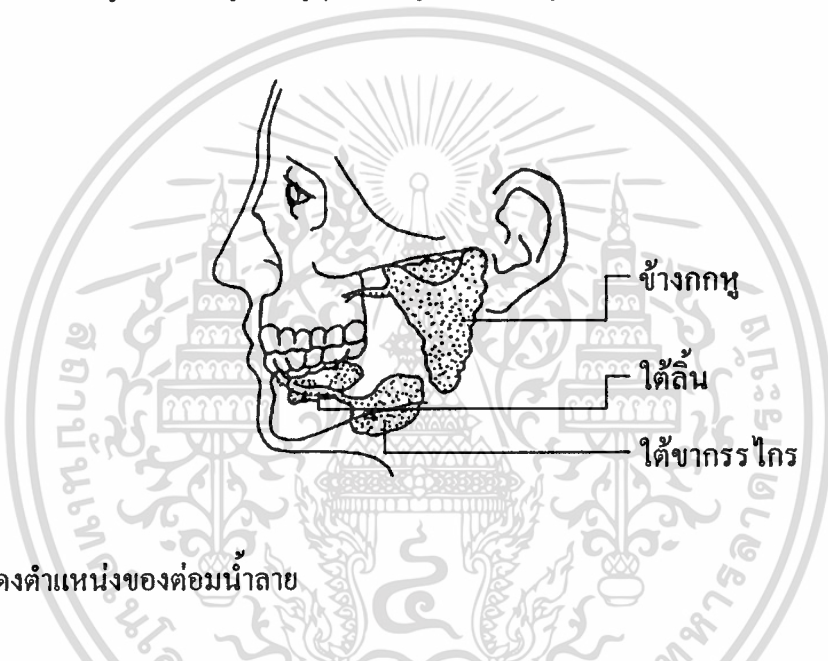
- เหตุใดเราจึงควรแปรงฟัน ?
 - เพราะจะเป็นการช่วยขจัดพลาคว ป้องกันฟันผุ และช่วยระงับกลิ่นปาก
- ฟันผุมีผลกระทบต่อร่างกายอย่างไร?-
 - ฟันผุมีผลกระทบต่อร่างกายหลายประการ เช่น มีอาการปวดฟัน ร่างกายได้รับเชื้อโรคเพิ่มขึ้นจากจุลินทรีย์ที่แบ่งตัวอย่างรวดเร็ว ในขณะที่ย่อยบริเวณที่ฟันผุ นอกจากนั้นยังอาจมีกลิ่นเหม็นเพิ่มมากขึ้น

ในการแปรงฟันควรใช้ยาสีฟันด้วย เพราะในยาสีฟันมีสภาพเป็นอัลคาไลน์ ทำให้กรดที่เกิดจากการย่อยของแบคทีเรียเป็นกลาง ในยาสีฟันมีผงขจัดคราบหินปูนที่เกาะอยู่ตามฟัน นอกจากนั้นในยาสีฟันยังมียาฆ่าเชื้อช่วยทำลายแบคทีเรีย ยาสีฟันบางชนิดผสมฟลูออไรด์ทำให้ฟันแข็งแรง หากมีเศษอาหารติดอยู่ตามซอกฟันอย่าใช้ไม้จิ้มฟันหรือวัตถุอย่างอื่นจิ้มฟัน เพราะจะทำให้ฟันห่างฟันเก ควรใช้

ไหมทำความสะอาดฟัน (Dental Floss) แทน และควรไปพบทันตแพทย์ 6 เดือนครั้ง หรืออย่างน้อยปีละครั้ง ไม่ใช่ไปพบทันตแพทย์เมื่อรู้สึกปวดฟัน เพราะนั่นแสดงว่าเชื้อโรคเข้าไปถึงเส้นประสาทแล้ว

อาหารที่เข้ามาในปากจะถูกแปรสภาพ 2 วิธี คือ อาหารจะถูกฟันบดเคี้ยวทำให้มีขนาดเล็กลง แต่ยังไม่สามารถแปรสภาพอาหารที่มีโมเลกุลใหญ่ให้มีโมเลกุลเล็กลง การย่อยเช่นนี้เป็น การย่อยเชิงกล (Mechanical Digestion) การย่อยเชิงกลช่วยแปรสภาพให้น้ำย่อยแทรกซึมเข้าถึงโมเลกุลของสารอาหารได้อย่างรวดเร็ว ในขณะที่เดียวกันอาหารเหล่านั้นก็จะถูกย่อยให้เป็น โมเลกุลที่เล็กลงไปอีกโดยเอนไซม์ การย่อยโดยเอนไซม์เป็น การย่อยทางเคมี (Chemical Digestion)

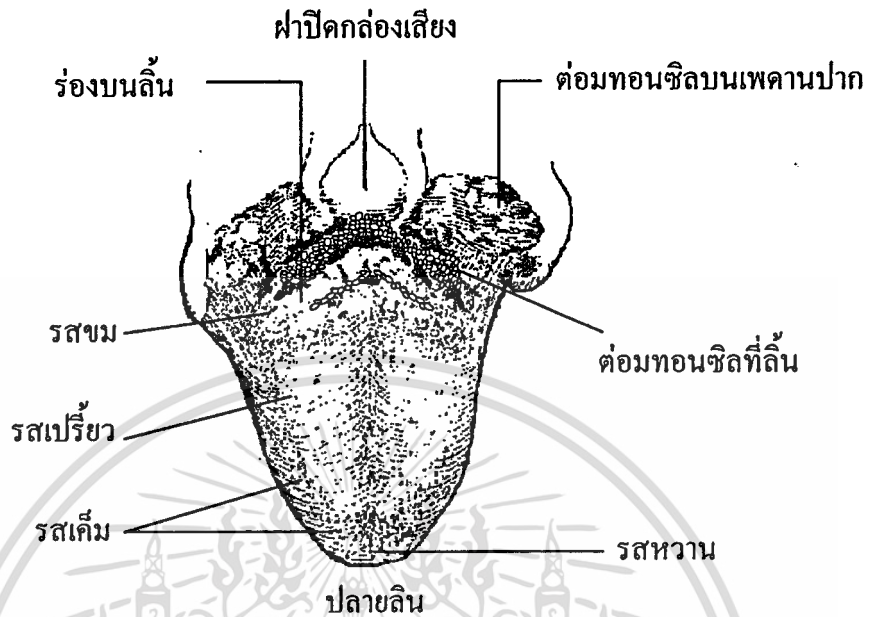
ในน้ำลายของคนเรามีน้ำย่อย น้ำย่อยในปากผลิตจากต่อมน้ำลาย (Salivary Gland) ซึ่งมีอยู่ 3 คู่ อยู่ที่ใต้ขากรรไกรล่าง 1 คู่ ใต้ลิ้น 1 คู่ และคู่สุดท้ายอยู่บริเวณกกหูทั้ง 2 ข้าง



ภาพที่ ก.4 แสดงตำแหน่งของต่อมน้ำลาย

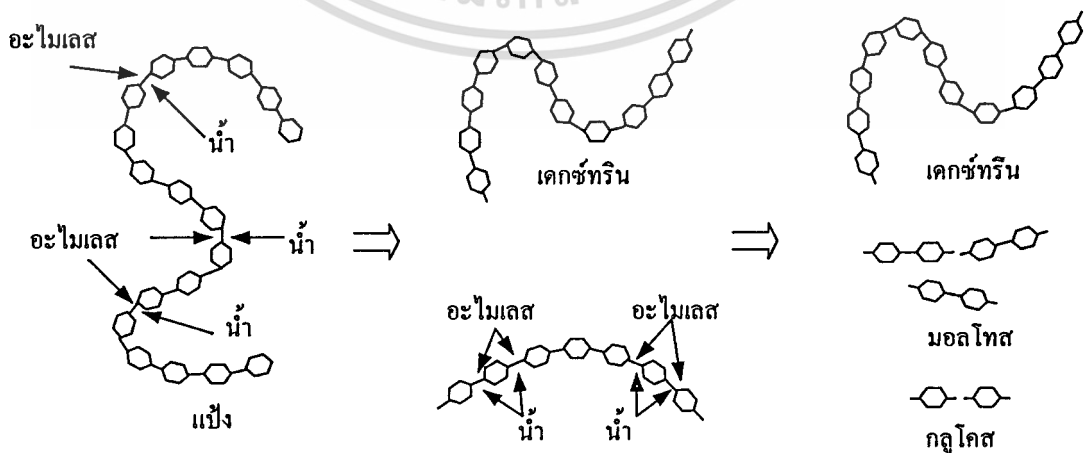
โดยปกติน้ำลายจะหลั่งออกมาวันละ 1-1.5 ลิตร น้ำลายประกอบด้วยน้ำประมาณร้อยละ 99.5 มี pH ระหว่าง 6.2-7.4 ในน้ำลายคนมีเอนไซม์ ไทยาลิน (Ptyalin) ซึ่งเป็น อะไมเลส (Amylase) ชนิดหนึ่ง ทำหน้าที่ย่อยแป้ง นอกจากนั้นยังมีของเหลวประเภทไกลโคโปรตีนซึ่งเรียกว่า มิวซิน (Mucins) ทำหน้าที่ช่วยหล่อลื่นอาหารและทำให้ภายในปากชุ่มชื้นอยู่เสมอ นอกจากนี้ น้ำลายยังทำให้ปากและฟันสะอาดปราศจากเศษอาหารอันเป็นที่อยู่อาศัยของแบคทีเรีย รวมทั้งยังมีแคลเซียม (Ca) ที่ช่วยทำให้ฟันแข็งแรงและป้องกันสารเคลือบฟันละลายออกมา แต่ถ้ามีมากเกินไป จะไปเพิ่มปริมาณพลาคให้มากขึ้น

ลิ้นทำหน้าที่ตวัดอาหารให้คลุกเคล้ากัน และลิ้นมีปุ่มเล็ก ๆ สำหรับใช้รับรส ได้แก่ รสขมเปรี้ยว เค็ม และหวานเท่านั้น และจมูกจะรับกลิ่นอาหารทำให้อาหารมีความอร่อยขึ้น พร้อมกระตุ้นต่อมต่าง ๆ ให้ปล่อยน้ำย่อยให้ออกมามากขึ้น ดังนั้นเมื่อเกิดอาการเป็นหวัดจะรู้สึกว่าการกินอาหารไม่อร่อย เพราะไม่ได้กลิ่นอาหารนั่นเอง



ภาพที่ ก.5 แสดงส่วนต่างๆ ของลิ้นและการรับรส

ในขณะที่เคี้ยวอาหารอยู่ในปากนั้น แป้งจะถูกย่อยให้โมเลกุลเล็กลงโดยมักจะอยู่ในรูปของ เดกซ์ทรีน (Dextrin) ซึ่งเป็นคาร์โบไฮเดรตที่มีโมเลกุลเล็กกว่าแป้ง แต่ใหญ่กว่าน้ำตาล แป้งบางส่วนอาจถูกย่อยได้น้ำตาลโมเลกุลคู่ การย่อยแป้งในปากจะเกิดขึ้นที่ส่วนใดของโมเลกุลก็ได้ แล้วแต่โอกาสของน้ำย่อยจะสลายพันธะที่ตรงไหน ถ้าสลายพันธะกลางโมเลกุลของแป้งจะได้เดกซ์ทรีน ถ้าย่อยปลายสายอาจได้น้ำตาลโมเลกุลคู่หรือน้ำตาลโมเลกุลเดี่ยวก็ได้

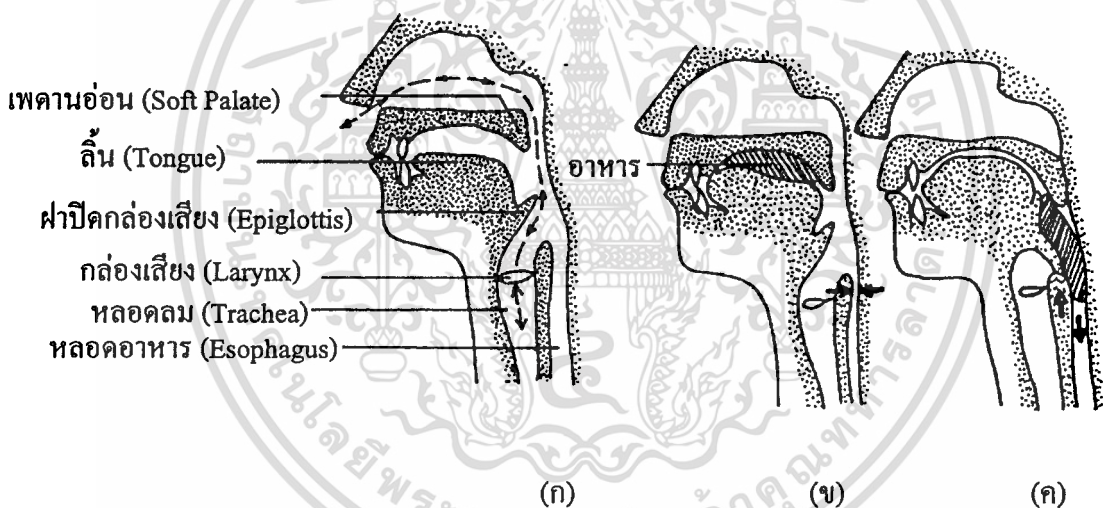


ภาพที่ ก.6 แสดงการย่อยแป้ง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

- การเคี้ยวอาหารไม่ละเอียดจะมีผลต่อการย่อยอาหารอย่างไร ?
 - ทำให้พื้นที่ผิวของอาหารที่จะสัมผัสกับน้ำย่อยมีน้อย การย่อยอาหารเกิดช้าและน้อย นอกจากนี้อาหารที่เคี้ยวไม่ละเอียด อาจทำให้กลืนอาหารไม่สะดวก เป็นอันตรายและก่อให้เกิดความระคายเคืองต่อเยื่อบุคอหอยและหลอดอาหาร

บริเวณคอหอยมีช่องเปิดเข้าสู่หลอดลมและหลอดอาหาร ส่วนบนของหลอดลมมีแผ่นกระดูกอ่อนปิดกั้นกันอาหารเข้าไปในหลอดลมขณะกลืนอาหาร แผ่นกระดูกอ่อนนี้เรียกว่า ฝาปิดกล่องเสียง (Epiglottis) ถ้าลองอ้าปากดูจะเห็นว่าภายในโพรงปากด้านบนมี เพดานอ่อน (Soft Palate) ห้อยโค้งลงมาใกล้กับโคนลิ้น ขณะที่อาหารผ่านเข้าสู่ลำคอ (ภาพที่ 6.7) เพดานอ่อนจะถูกดันยกไปปิดช่องหายใจ อากาศจึงผ่านช่องนี้ไม่ได้ ส่วนอาหารนั้นจะถูกกล้ามเนื้อบังคับให้ผ่านเข้าไปในหลอดอาหารได้พร้อม ๆ กับฝาปิดกล่องเสียงจะปิดหลอดลมในขณะที่ส่วนกล่องเสียงทั้งหมดยกขึ้น ทำให้ฝาปิดกล่องเสียงปิดหลอดลมได้สนิท อาหารจึงเคลื่อนลงไปหลอดอาหารได้โดยไม่พลัดตกลงไปในหลอดลม ดังภาพ

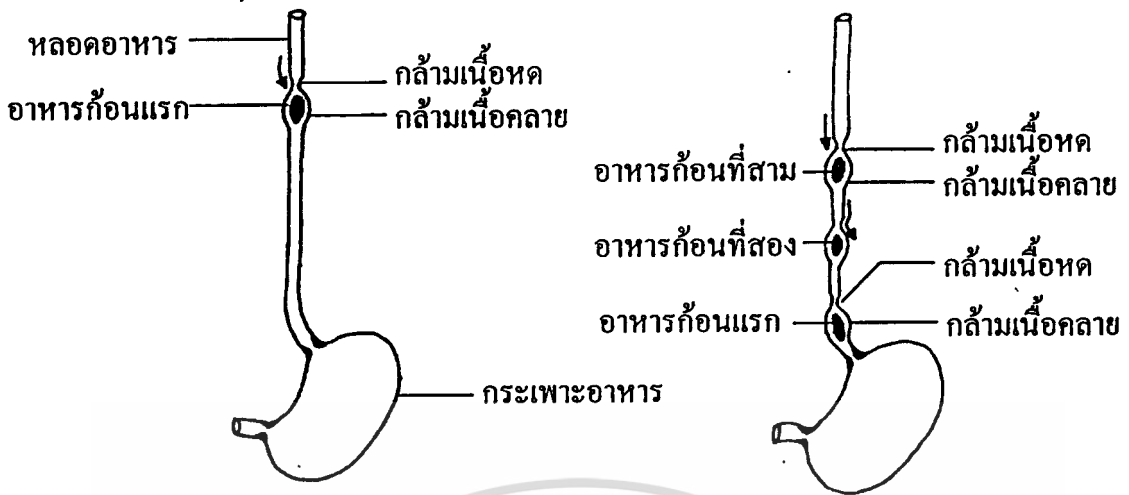


ภาพที่ 6.7 แสดงการทำงานของเพดานอ่อนและฝาปิดกล่องเสียง

ก. ขณะหายใจ ข. ขณะอาหารอยู่ในปาก ค. ขณะกลืนอาหาร

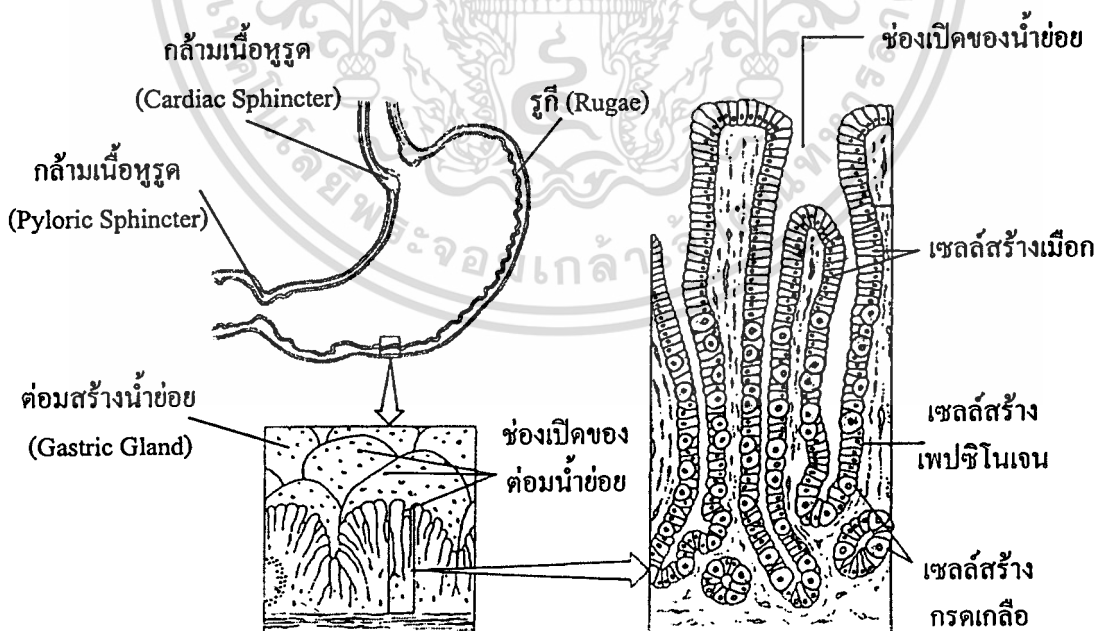
ข. การย่อยอาหารในกระเพาะอาหาร

อาหารผ่านไปตามหลอดอาหารและผ่านไปตลอดทางเดินอาหารได้โดยการหดและคลายตัวของกล้ามเนื้อหลอดอาหาร การหดและคลายตัวของกล้ามเนื้อหลอดอาหารจะกินคู่สภาพปกติเมื่อก่อนอาหารผ่านพ้นไปแล้ว การหดตัวและคลายตัวของกล้ามเนื้อดังกล่าวนี้เรียกว่า เพอริสตัลซิส (Peristalsis)



ภาพที่ ก.8 แสดงเพอริสตัลซิสที่หลอดอาหาร

ผนังกระเพาะอาหารมีกล้ามเนื้อหนาแข็งแรงมาก และยืดหยุ่นขยายขนาดได้ถึงประมาณ 1,000-1,200 ลูกบาศก์เซนติเมตร หรือประมาณ 10-40 เท่า มีกล้ามเนื้อหูรูด (Sphincter) อยู่ 2 แห่ง คือ กล้ามเนื้อหูรูดส่วนที่ติดต่อกับหลอดอาหาร (Cardiac Sphincter) กับกล้ามเนื้อหูรูดส่วนที่ติดต่อกับลำไส้เล็ก (Pyloric Sphincter)



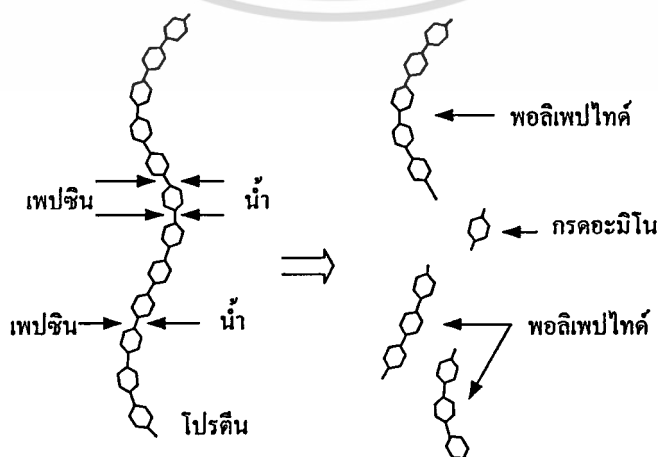
ภาพที่ ก.9 แสดงโครงสร้างกระเพาะอาหาร

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

- ผนังด้านในของกระเพาะอาหารมีลักษณะอย่างไร ลักษณะเช่นนี้มีผลต่อการย่อยอาหารอย่างไรบ้าง ?
 - ผนังด้านในของกระเพาะอาหารมีลักษณะเป็นคลื่นที่เรียกว่า รูกี้ (Rugae) ลักษณะเช่นนี้ช่วยให้พื้นที่ผิวของกระเพาะอาหารสัมผัสกับอาหารได้มากขึ้น ทำให้ปล่อยน้ำย่อยออกมาย่อยอาหารได้มากขึ้น นอกจากนี้ ลักษณะคลื่นดังกล่าวเมื่อกระเพาะบีบตัวทำให้เกิดการคลุกเคล้าระหว่างอาหารกับน้ำย่อยได้ดีขึ้น
- กล้ามเนื้อหูรูดของกระเพาะอาหารมีความสำคัญอย่างไร ?
 - มีความสำคัญทำให้อาหารอยู่ในกระเพาะ จนอาหารและน้ำย่อยในกระเพาะคลุกเคล้าเข้ากันดี และมีเวลานานพอที่น้ำย่อยในกระเพาะจะทำการย่อยอาหาร

ขณะเคี้ยวอาหารจะมีการกระตุ้นให้กระเพาะอาหารหลั่งน้ำย่อยบ้างเล็กน้อยเมื่ออาหารเคลื่อนลงสู่กระเพาะจะมีผลกระตุ้นให้เซลล์ในกระเพาะหลั่งน้ำย่อยเพิ่มมากขึ้น น้ำย่อยในกระเพาะอาหารประกอบด้วย เพปซิน (Pepsin) เรนิน (Renin) และ ลิเพส (Lipase) นอกจากนั้นยังมีกรดไฮโดรคลอริก และน้ำเมือกอีกด้วย สำหรับเพปซินและเรนินที่ผลิตออกมาเริ่มแรกจะอยู่ในรูปเพปซิโนเจน (Pepsinogen) และโปรเรนิน (Prorennin) ซึ่งไม่พร้อมที่จะทำงาน แต่เมื่อมีกรดไฮโดรคลอริกจึงเปลี่ยนสภาพเป็นเพปซินและเรนิน และพร้อมที่จะทำงานได้ ความเป็นกรดในกระเพาะจะทำลายแบคทีเรียที่ติดมากับอาหาร และทำลายสมบัติของอะไมเลสในน้ำลายจนหมดสภาพไปในที่สุด คาร์โบไฮเดรตที่เหลือจากการย่อยในปากจะถูกย่อยต่อในลำไส้เล็ก

อาหารจะถูกคลุกเคล้าอยู่ในกระเพาะด้วยการหดและคลายตัวของกล้ามเนื้อที่แข็งแรงของกระเพาะ โปรตีนจะถูกย่อยในกระเพาะ โดยน้ำย่อยเพปซิน แต่เพปซินจะย่อยพันธะบางชนิดของเพปไทด์เท่านั้น ดังนั้นโปรตีนที่ถูกเพปซินย่อยส่วนใหญ่จึงเป็นพอลิเพปไทด์ที่สังเคราะห์โดยภาพที่ 6.10 เรนินช่วยเปลี่ยนเคซีน (Casein) ซึ่งเป็นโปรตีนในน้ำนมแล้วรวมตัวกับแคลเซียม ทำให้มีลักษณะเป็นลิ่ม ๆ จากนั้นจะถูกเพปซินย่อยต่อไป เรนินนี้จะมีย่อยลงในผู้ใหญ่



ภาพที่ 6.10 แสดงการย่อยโปรตีนในกระเพาะอาหาร

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนลิขสิทธิ์สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า

ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ลิเฟสทำหน้าที่ย่อยไขมัน แต่ในกระเพาะอาหารมีลิเฟสในปริมาณน้อยมากและไม่สามารถทำงานได้ เนื่องจากกระเพาะอาหารมี ภาวะเป็นกรด ไขมันจะผ่านกระเพาะอาหารออกไปโดยไม่ถูกย่อย

เรื่องที่น่าสงสัย คือ ในกระเพาะอาหารมีน้ำย่อยที่สามารถย่อยโปรตีนได้ ซึ่งโปรตีนก็เป็นองค์ประกอบของเซลล์ในกระเพาะอาหารด้วย แต่เหตุใดน้ำย่อยอาหารดังกล่าวถึงไม่ย่อยเซลล์กระเพาะอาหาร ทั้งนี้เนื่องจากมีน้ำเมือกที่ขับออกมาจากกระเพาะเคลือบผนังชั้นในของกระเพาะอยู่ อย่างไรก็ตามเซลล์ของกระเพาะก็ถูกทำลายได้ แต่ก็จะมีการสร้างเซลล์ขึ้นมาทดแทน ในกรณีที่ไม่สามารถสร้างเซลล์ใหม่ทดแทนได้ทัน เนื่องจากเซลล์ถูกทำลายมากกว่าปกติ หรือในขณะที่มีการหลั่งเพปซินและกรดไฮโดรคลอริกแต่ไม่มีอาหารอยู่ในกระเพาะ ผนังกระเพาะจะถูกทำลายจนเป็นแผลในกระเพาะได้

- การรับประทานอาหารไม่เป็นเวลามีส่วนเกี่ยวข้องกับการเป็นแผลในกระเพาะอาหารหรือไม่ อย่างไร ?
 - มีส่วนเกี่ยวข้อง เพราะถ้าปล่อยให้กระเพาะว่าง จะทำให้หิวจนเกินไป กระเพาะจะผลิตน้ำย่อยออกมาย่อยเซลล์ผนังกระเพาะ เมื่อเกิดขึ้นซ้ำบ่อย ๆ ก็จะทำให้เกิดแผลในกระเพาะอาหารได้

การมีกรดในกระเพาะอาหารมากเกินไปอาจมีหลายสาเหตุเช่น การรับประทานอาหารไม่ตรงเวลา รับประทานอาหารเผ็ดจัด การกินยาแก้ปวดเมื่อท้องว่าง การดื่มเครื่องดื่มที่มีแอลกอฮอล์และคาเฟอีน นอกจากนี้สุขภาพจิตก็มีความสำคัญมาก การที่มีอารมณ์เครียด วิตกกังวล ขาดการพักผ่อนก็เป็นปัจจัยทำให้มีการหลั่งกรดออกมาในกระเพาะมาก คนที่เครียดและรับประทานอาหารไม่ได้ ยิ่งจะเกิดผลเสียต่อสุขภาพโดยส่วนรวมมากขึ้น

โดยปกติอาหารจะอยู่ในกระเพาะอาหารนาน 30 นาที – 3 ชั่วโมง ซึ่งขึ้นอยู่กับชนิดของอาหารนั้น ๆ อาหารประเภทโปรตีนที่เรารับประทานบางชนิดย่อยยาก เช่น เนื้อวัว เนื้อควาย ย่อยยากกว่าพวกเนื้อปลา ในการปรุงอาหารโปรตีนบางชนิดเพื่อให้ย่อยง่าย อาจใช้การหมักหรือใส่สารบางอย่างลงไป เนื้อสัตว์เหล่านั้น เช่น ผงเนื้อนุ่ม เพื่อช่วยในการย่อยก่อนที่เราจะมาประกอบเป็นอาหารรับประทาน สารที่ทำให้เนื้อนุ่มอาจได้จากเอนไซม์ที่ได้จากพืชบางชนิดเช่น ยางมะละกอ หรือน้ำสับปะรด เป็นต้น

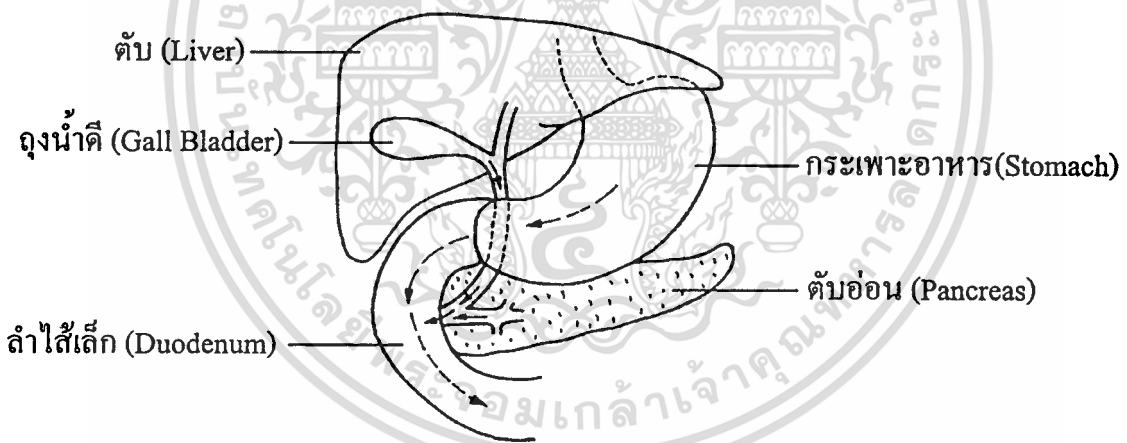
- เหตุใดยางมะละกอจึงสามารถทำให้เนื้อเปื่อยได้ ?
 - เพราะในยางมะละกอมีเอนไซม์ ปาเปน (Papain) ที่สามารถย่อยโปรตีนได้ นอกจากนี้ยังมีผลไม้หลายชนิดที่สามารถทำให้เนื้อเปื่อยได้เช่นกัน เช่น น้ำสับปะรด มีเอนไซม์โบรมีเลน (Bromelain) และมะเดื่อ มีเอนไซม์ ฟิซิน (Ficin) เป็นต้น

ค. การย่อยอาหารในลำไส้เล็ก

อาหารจะเคลื่อนจากกระเพาะอาหารเข้าสู่ลำไส้เล็ก โดยการทำงานของกล้ามเนื้อกระเพาะอาหารและกล้ามเนื้อหูรูด ลำไส้เล็กมีลักษณะเป็นท่อยาวประมาณ 7 เมตร ขดอยู่ในช่องท้อง ลำไส้เล็กส่วนต้นที่ต่อจากกระเพาะอาหารเป็นท่อนี้มีรูปร่างตัวยู มีความยาว 0.30 เมตร ส่วนนี้เรียกว่า ดูโอดินัม (Duodenum) ลำไส้เล็กส่วนที่อยู่ถัดไปคือ เจจูนัม (Jejunum) ยาวประมาณ 2.50 เมตร และ ไอลีียม (Ilium) เป็นส่วนสุดท้าย ยาวประมาณ 4 เมตร

การย่อยในลำไส้เล็กเกิดจากการทำงานร่วมกันของสารจากแหล่งต่าง ๆ ได้แก่ ตับอ่อน ผนังลำไส้เล็กและตับ

จากตับอ่อนมีท่อนำน้ำย่อยที่ยังไม่พร้อมจะทำงานได้ลำเลียงเข้าสู่ลำไส้เล็ก น้ำย่อยจะแปรสภาพเป็นน้ำย่อยที่สามารถทำงานได้ น้ำย่อยจากตับอ่อนประกอบด้วย น้ำย่อยโปรตีน น้ำย่อยไขมัน น้ำย่อยคาร์โบไฮเดรต น้ำย่อยโปรตีนได้แก่เอนไซม์ ทริปซิน (Trypsin) ไคโมทริปซิน (Chymotrypsin) คาร์บอกซิเพปติเดส (Carboxypeptidase) นอกจากนี้ยังมีสารอื่น ๆ จากตับอ่อนอีก เช่น โซเดียมไฮโดรเจนคาร์บอเนต ซึ่งมีฤทธิ์เป็นเบส ซึ่งจะทำลายความเป็นกรดของอาหารที่มาจากกระเพาะเป็นต้น



ภาพที่ ก.11 แสดงความสัมพันธ์ระหว่างกระเพาะอาหาร ตับ ตับอ่อน และดูโอดินัม

ทริปซินและไคโมทริปซินจะย่อยพอลิเพปไทด์ให้สั้นลง ส่วนคาร์บอกซิเพปติเดส และอะมิโนเพปติเดส (Aminopeptidase) ซึ่งผลิตจากผนังลำไส้เล็กจะย่อยที่ปลายสายพอลิเพปไทด์ได้กรดอะมิโนหลุดออกมาทีละ โมเลกุล

เอนไซม์จากตับอ่อนย่อยโปรตีนที่อยู่ในลำไส้เล็กจนได้ไตรเพปไทด์ หรือไดเพปไทด์ ซึ่งจะถูกรับโดยไตรเพปติเดส (Tripeptidase) และไดเพปติเดส (Dipeptidase) ตามลำดับ เอนไซม์ทั้งสองชนิดผลิตจากผนังลำไส้เล็ก ดังภาพที่ 6.12 ซึ่งแสดงการย่อยโปรตีนในชั้นต่าง ๆ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาค้นคว้าเท่านั้น เมื่ออนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ขณะที่น้ำคือน้ำคือน้ำคือน้ำ น้ำและแร่ธาตุบางส่วนจะถูกดูดกลับเข้าสู่กระแสเลือด ทำให้น้ำดีมีความเข้มข้นมากขึ้น ในสภาวะเช่นนี้เกื่อน้ำดีซึ่งเป็นส่วนประกอบของน้ำดีอาจเกิดตะกอนเป็นนิ่วอุดท่อน้ำดีได้

น้ำย่อยอาหารประเภทคาร์โบไฮเดรตที่ผลิตโดยตับอ่อน ได้แก่ อะไมเลส ซึ่งทำหน้าที่ย่อยแป้งที่เหลือจากการย่อยในปาก ให้กลายเป็นน้ำตาลโมเลกุลคู่ เช่น มอลโทส ซูโครส หรือแลคโทส เป็นต้น น้ำตาลโมเลกุลคู่เหล่านี้จะถูกย่อยเป็นน้ำตาลโมเลกุลเดี่ยวที่ผนังลำไส้เล็ก โดยเอนไซม์ที่ผลิตจากผนังลำไส้เล็ก ได้แก่ มอลเตส ซูเครส และแลคเตส ตามลำดับ

ตารางที่ ก.1 สรุปกระบวนการย่อยอาหารทางเคมีในทางเดินอาหารของคน

ตำแหน่งที่มีการย่อย	การย่อยคาร์โบไฮเดรต	การย่อยโปรตีน	การย่อยไขมัน
ปาก	อะไมเลสในน้ำลาย แป้ง → มอลโทส		
กระเพาะอาหาร		เพปซิน โปรตีน → พอลิเพปไทด์ที่มีขนาดสั้นลง	
ลำไส้เล็ก	อะไมเลสจากตับอ่อน แป้ง → มอลโทส	ทริปซิน, โคโมทริปซิน พอลิเพปไทด์ → พอลิเพปไทด์ที่มีขนาดสั้นลง	
	แลคเตส ซูเครส มอลเตส น้ำตาลโมเลกุลคู่ → น้ำตาลโมเลกุลเดี่ยว	อะมิโนเพพติเดส คาร์บอกซิเพพติเดส พอลิเพปไทด์สั้น ๆ → กรดอะมิโน ไดรเพพติเดส ไดรเพปไทด์ → กรดอะมิโน ไดเพพติเดส ไดเพปไทด์ → กรดอะมิโน	ลิเพส ไขมัน → กลีเซอรอล กรดไขมัน

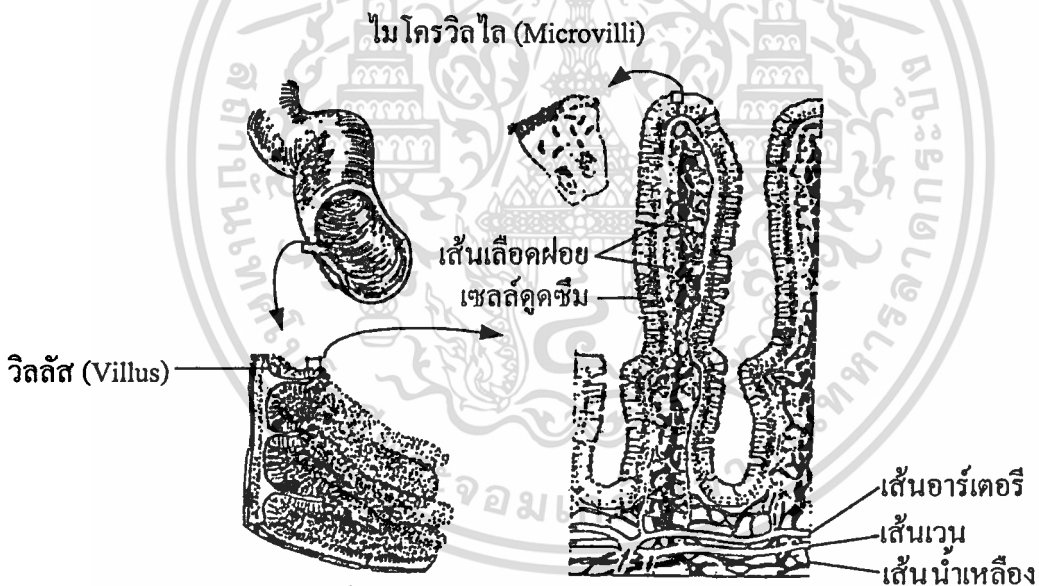
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ง. การดูดซึม

ถ้าพิจารณาในแง่ของกายวิภาคของทางเดินอาหารแล้วอาจกล่าวได้ว่าอาหารที่อยู่ในทางเดินอาหารยังไม่ได้เข้าสู่เซลล์ ดังนั้นการดูดซึมอาหารจึงเป็นกระบวนการที่มีการนำเอาสารอาหารเข้าสู่เซลล์อย่างแท้จริง

กระเพาะอาหารก็มีการดูดซึมสารอาหารบางส่วนได้ แต่ในปริมาณน้อยได้แก่ น้ำ แร่ธาตุ น้ำตาลโมเลกุลเดี่ยว กระเพาะอาหารสามารถดูดซึมแอลกอฮอล์ได้ดี พบว่าร้อยละ 30-40 ของแอลกอฮอล์ที่ดื่มเข้าไปจะถูกดูดซึมที่กระเพาะอาหาร

ลำไส้เล็ก ผังด้านในของลำไส้เล็กเป็นคลื่นและมีส่วนยื่นออกมาเป็นปุ่มเล็ก ๆ มากมาย เรียกว่า วิลลัส (Villus) ความหนาแน่นของวิลลัสมีประมาณ 20-40 อัน ต่อพื้นที่ 1 ตารางมิลลิเมตร วิลลัสช่วยเพิ่มพื้นที่ผิวในการดูดซึมให้มากขึ้น ผิวด้านนอกของเซลล์ของวิลลัสยังยื่นออกไปเรียกว่า ไมโครวิลไล (Microvilli) ซึ่งทำให้พื้นที่ผิวเพิ่มขึ้นอีก ภายในวิลลัสแต่ละอันมีเส้นเลือดฝอยและเส้นน้ำเหลืองซึ่งจะรับอาหารที่ย่อยแล้วและซึมผ่านเซลล์ที่บุผนังลำไส้เข้ามา นอกจากนี้ยังมีเซลล์บางเซลล์ในวิลลัสทำหน้าที่ผลิตน้ำย่อยอีกด้วย



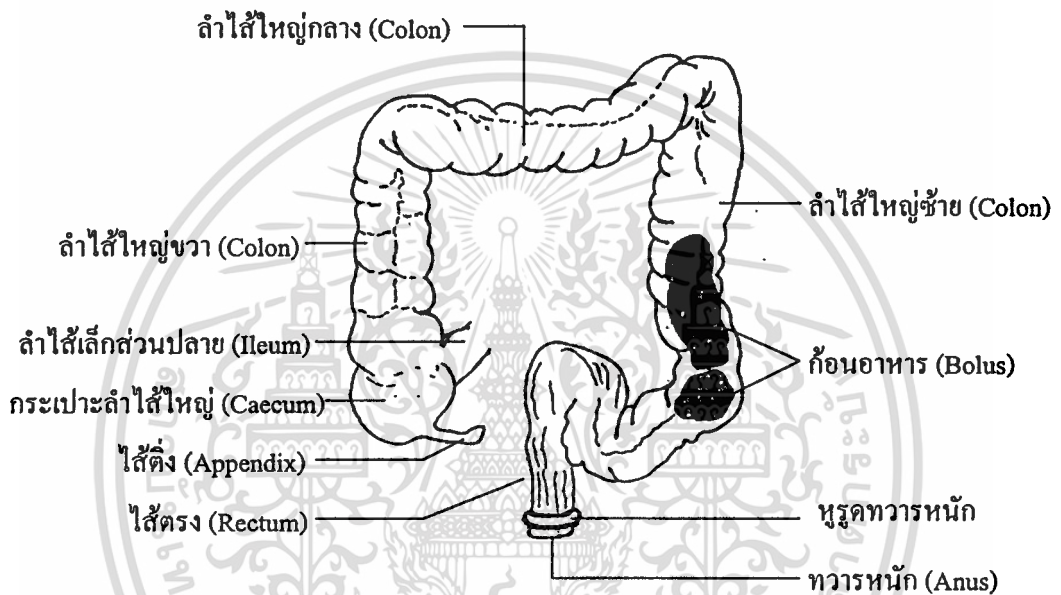
ภาพที่ ก.14 ผังด้านในลำไส้เล็กที่แสดงให้เห็นวิลลัส

การดูดซึมอาหารที่ย่อยแล้วส่วนใหญ่เกิดขึ้นที่ผนังของลำไส้ ส่วนอาหารที่ไม่ถูกย่อยหรือย่อยไม่ได้เช่นเซลลูโลส ก็จะถูกส่งต่อไปยังลำไส้ใหญ่

ส่วนคั่นของลำไส้ใหญ่มีลำไส้เล็กปลายคั่น เรียกว่า ไส้ติ่ง ไส้ติ่งของคนไม่ได้ทำหน้าที่อะไร แต่ก็อาจเกิดการอักเสบถึงต้องผ่าตัดไส้ติ่งออกไป ซึ่งอาจเกิดจากอาหารผ่านช่องเปิดลงไป หรือเส้นเลือดที่ไปเลี้ยงไส้ติ่งเกิดอุดตัน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

อาหารที่เหลือจากการย่อยและดูดซึมแล้วจะผ่านเข้าสู่ลำไส้ใหญ่ ซึ่งยาวประมาณ 1.50 เมตร (ดังภาพ) ในลำไส้ใหญ่มีแบคทีเรียอยู่จำนวนมาก ซึ่งจะใช้ประโยชน์จากกากอาหารในบริเวณนี้ นอกจากนั้นแบคทีเรียบางชนิดยังสังเคราะห์วิตามินบางชนิด เช่น วิตามินเค วิตามินบี 12 เซลล์ที่บุผนังลำไส้ใหญ่สามารถดูดน้ำ แร่ธาตุ วิตามิน และกลูโคสจากกากอาหารเข้ากระแสเลือด ซึ่งส่วนใหญ่จะเป็นน้ำ จึงทำให้กากอาหารเข้มข้นจนเป็นก้อน กากอาหารจะผ่านไปถึงไส้ตรง ท้ายสุดของไส้ตรงเป็นกล้ามเนื้อหูรูดแข็งแรงมาก มีลักษณะเป็นวงรอบ ปากทวารหนักทำหน้าที่บีบตัวในการขับถ่าย และผนังภายในลำไส้ใหญ่จะขับเมือกออกมาหล่อลื่นก้อนกากอาหารด้วย



ภาพที่ ก.15 แผนภาพแสดงลำไส้ใหญ่

กากอาหารที่หมักอยู่ในลำไส้ใหญ่จะทำให้เกิดก๊าซ บางครั้งกากอาหารค้างอยู่ในลำไส้ใหญ่นานเกินไปทำให้เกิดอาการที่เรียกว่าท้องผูก ซึ่งมีสาเหตุมาจากหลายประการ เช่น ลักษณะของอาหารที่รับประทานเป็นอาหารพวกเนื้อสัตว์มากกว่าผักผลไม้ ดื่มน้ำน้อย อารมณ์เครียด สุขภาพร่างกายไม่ปกติ ขาดการออกกำลังกาย เป็นต้น หากปล่อยให้ท้องผูกบ่อย ๆ อาจเป็นสาเหตุนำไปสู่โรคได้อีก เช่น ริดสีดวงทวาร ในทางตรงกันข้ามถ้าผนังลำไส้ถูกรบกวนด้วยสารบางอย่างหรือจุลินทรีย์บางชนิด เช่น เชื้อบิด จะทำให้ผนังลำไส้ดูดน้ำกลับไม่ได้ ทำให้อุจจาระเหลว ถ่ายบ่อย

ในลำไส้เล็กสารอาหารส่วนใหญ่และน้ำจะเข้าสู่เส้นเลือดฝอยหรือเส้นน้ำเหลืองในวิลลัสโดยวิธีต่าง ๆ กัน เช่น การแพร่หรือการแพร่แบบฟาซิลิตีต การเคลื่อนที่โดยกระบวนการแอกทีฟทรานสปอร์ต หรือวิธีพินไซโทซิสของเซลล์บางเซลล์ของวิลลัส

น้ำตาลโมเลกุลเดี่ยว กรดอะมิโน และกรดไขมันโมเลกุลเล็กบางพวกจะเข้าสู่เส้นเลือดฝอยเข้าเส้นเวน ผ่านตับ หัวใจ ส่วนกลีเซอรอลและกรดไขมันที่มีโมเลกุลใหญ่ จะถูกดูดซึมเข้าสู่เนื้อเยื่อไขมันของผนังลำไส้เล็กและจะถูกสังเคราะห์ให้เป็นไตรกลีเซอไรด์ขึ้นมาใหม่ภายในเซลล์เยื่อไขมันแล้วจึงถูกดูดซึมเข้าเส้นน้ำเหลืองเข้าสู่หัวใจต่อไป

น้ำตาลโมเลกุลเดี่ยวที่ถูกดูดซึมถ้ามีเกินความต้องการของร่างกายจะถูกสังเคราะห์เป็นไกลโคเจนเก็บไว้ที่ตับและกล้ามเนื้อ บางส่วนยังคงอยู่ในกระแสโลหิต ไกลโคเจนในตับอาจถูกเปลี่ยนกลับไปเป็นกลูโคสได้อีก และสามารถลำเลียงไปยังกล้ามเนื้อและเนื้อเยื่ออื่น ๆ ที่ต้องการใช้ กลูโคสใช้เป็นแหล่งพลังงานในกระบวนการหายใจ เพื่อนำพลังงานไปใช้ในกิจกรรมต่าง ๆ ของเซลล์ เช่น การทำงานของกล้ามเนื้อ การเคลื่อนที่ของกระแสประสาท

ส่วนไขมันที่ถูกดูดซึมเข้าไปไม่ว่าจะเข้าทางเส้นน้ำเหลืองหรือเส้นเลือดฝอยท้ายที่สุดจะไปอยู่ในกระแสโลหิต ไขมันจะถูกนำไปใช้ในด้านต่าง ๆ เช่น ใช้เป็นพลังงาน ไปเป็นส่วนประกอบของเยื่อหุ้มเซลล์ และโครงสร้างอื่น ๆ ของเซลล์บางส่วน เปลี่ยนไปเป็นกลูโคส ไกลโคเจน และกรดอะมิโนที่ไม่จำเป็นต่อร่างกาย ส่วนที่เหลือจะเก็บสะสมไว้ในเซลล์ที่เก็บไขมัน ซึ่งมีอยู่ทั่วร่างกาย ส่วนใหญ่อยู่ที่ผิวหนัง หน้าท้อง สะโพก ต้นขา และอาจสะสมที่อวัยวะอื่น ๆ อีก เช่น ที่ไต หัวใจ ทำให้ประสิทธิภาพของการทำงานของอวัยวะเหล่านี้ลดลง การมีไขมันที่สะสมไว้ในร่างกายมากอาจเป็นสาเหตุหนึ่งที่ทำให้ระดับไขมันในเลือดสูงได้

กรดอะมิโนที่ได้รับจากอาหารหรือกรดอะมิโนที่ร่างกายสังเคราะห์ขึ้นจากอาหารจะรวมกันเป็นโปรตีนใหม่ เพื่อใช้เป็นส่วนประกอบของเซลล์ เป็นเนื้อเยื่อต่าง ๆ ทำให้ร่างกายเจริญเติบโตหรือมีการสร้างเซลล์ใหม่เพื่อทดแทนเซลล์ที่ชำรุดหรือตายไป นอกจากนี้โปรตีนที่ร่างกายสังเคราะห์ขึ้นนี้ยังไปเป็นสารควบคุมการทำงานหรือทำหน้าที่เป็นภูมิคุ้มกันของร่างกาย เช่น เอนไซม์ ฮอร์โมน แอนติบอดี

ร่างกายจะนำไขมันและโปรตีนมาใช้เป็นพลังงานได้ในกรณีที่ร่างกายขาดคาร์โบไฮเดรต ส่วนโปรตีนที่เกินความต้องการของร่างกาย ตับจะเปลี่ยนโปรตีนให้เป็นไขมัน แล้วสะสมไว้ในเนื้อเยื่อบางชนิด การเปลี่ยนโปรตีนให้เป็นไขมัน จะมีการปล่อยสารประกอบไนโตรเจนบางชนิดที่เป็นอันตรายต่อตับและไต ตับจะเปลี่ยนสารประกอบไนโตรเจนให้เป็นยูเรียขับออกมาในปัสสาวะ แต่ในกรณีที่ขาดโปรตีนก็เป็นปัญหาที่สำคัญอย่างยิ่ง เนื่องจากการเปลี่ยนแปลงกระบวนการทางเคมีจากสารชนิดหนึ่งไปเป็นอีกชนิดหนึ่งในเซลล์ ต้องใช้เอนไซม์เฉพาะ ซึ่งเป็นโปรตีนทั้งสิ้น

- ถ้าร่างกายไม่ได้รับอาหารเป็นเวลาหลายวัน ร่างกายจะมีพลังงานใช้เพื่อการดำรงชีวิตอย่างไร ?
 - ร่างกายจะดึงเอาไกลโคเจนซึ่งสะสมไว้ที่ตับและกล้ามเนื้อที่อยู่ตามส่วนต่าง ๆ ของร่างกายออกมาใช้ ต่อจากนั้นจะดึงเอาไขมัน และ โปรตีนออกมาใช้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

จะเห็นว่าอาหารที่กินเข้าไป มีการใช้และการสะสม ในบางครั้งอาจสังเกตเห็นว่าคนบางคนกินอาหารมากเกินไปความต้องการจะมีการสะสมของอาหารทำให้น้ำหนักเพิ่มขึ้นเกินมาตรฐาน แต่บางคนแม้จะรับประทานอาหารประเภทคาร์โบไฮเดรตและไขมันมากเกินไปความต้องการ น้ำหนักก็ไม่เพิ่มกว่าปกติ แสดงว่าการควบคุมการใช้และสะสมอาหารเกี่ยวข้องกับปัจจัยหลายอย่าง



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก ข

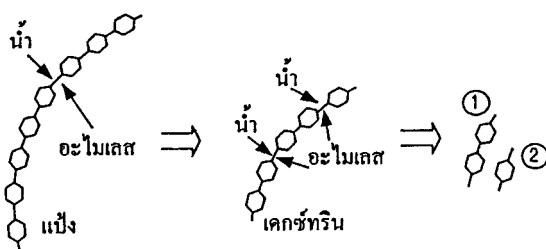
แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน
บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน วิชาชีววิทยา ว 041 เรื่อง การย่อยอาหารของคน

วิชาชีววิทยา ว 041
เรื่อง การย่อยอาหารของคน

ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ภาคเรียนที่ 2
เวลา 1 ชั่วโมง

- ฟันตัด (Incisor) มีความสำคัญอย่างไร
ก. เพาะกระดูก ข. ฉีกอาหาร ค. บดเนื้อให้ละเอียด ง. ตัดอาหารให้เป็นชิ้นเล็ก ๆ
- ในชุดของฟันแท้ ฟันชนิดใดของคนมีจำนวนน้อยที่สุด
ก. ฟันฉีก ข. ฟันตัด ค. กรามหน้า ง. กรามหลัง
- ข้อใดบอกตำแหน่งของต่อมน้ำลายผิด
ก. ใต้ลิ้น ข. ข้างแก้ม ค. ข้างกกหู ง. ใต้ขากรรไกร
- ต่อมน้ำลาย (Salivary Glands) ของคนเรามีกี่ต่อม
ก. 2 ต่อม ข. 4 ต่อม ค. 6 ต่อม ง. 8 ต่อม
- น้ำลายของคนมีปริมาณธาตุใดสูงที่สุด
ก. Ca ข. Na ค. Cl ง. P
- น้ำย่อยชนิดใดที่อยู่ในน้ำลาย
ก. ลิเพส ข. อะไมเลส ค. ทริปซิน ง. ซูเครส
- น้ำย่อยอะไมเลสทำหน้าที่ย่อยอาหารประเภทใด
ก. โปรตีน ข. ไขมัน ค. เกลือแร่ ง. คาร์โบไฮเดรต
- อาหารข้อใดสามารถย่อยทางเคมีในปากบางส่วนได้
ก. นมสด ข. ข้าวคั่ว ค. เนยสด ง. หมูย่าง

จากภาพข้างล่าง จงตอบคำถามข้อ 9



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

9. จากภาพหมายเลข 1 และ 2 คืออะไร

- ก. ซูโครส , กรดอะมิโน ข. มอลโทส , กลูโคส
 ค. กลูโคส , กลีเซอรอล ง. ไคเพปไทด์ , กรดอะมิโน

10. ถ้านักเรียนฟันผุและรู้สึกปวดฟัน แสดงว่าฟันนั้นลุกลึกลงถึงส่วนใดของฟัน

- ก. เนื้อฟัน ข. โพรงฟัน ค. รากฟัน ง. คอฟัน

11. ยาสีฟันที่ผสมฟลูออไรด์เพื่อช่วยป้องกันฟันผุจะเข้าไปเคลือบส่วนใดของฟัน

- ก. รากฟัน ข. คอฟัน ค. ตัวฟันตรงส่วน Enamel ง. ตัวฟันตรงส่วนเนื้อฟัน

12. ภาวะอาหารมีกลิ่นเหม็นหรือเหม็นทำหน้าทีอะไร

- ก. ย่อยอาหารในกระเพาะ ข. กักอาหารไม่ให้ออกจากกระเพาะ
 ค. บีบอัดอาหารก่อนเข้ากระเพาะ ง. ดูดอาหารจากหลอดอาหาร

13. ระยะเวลาที่อาหารอยู่ในกระเพาะอาหารเป็นเวลานานเท่าใด

- ก. 30 นาที - 3 ชม. ข. 1 ชม. - 3 ชม. ค. 2 ชม. - 4 ชม. ง. 3 ชม. - 4 ชม.

14. ข้อใดกล่าวถูกต้อง

- ก. อาหารที่เคลื่อนที่ผ่านกระเพาะอาหารเรียกว่า โบลัส
 ข. ผนังภายในกระเพาะอาหารที่เป็นคลื่นเรียกว่า ต่อมสร้างน้ำย่อย
 ค. HCl ในกระเพาะอาหารเป็นสารกระตุ้นให้เพปซิโนเจนกลายเป็นเพปซิน
 ง. กล้ามเนื้อหูรูดที่กั้นไม่ให้อาหารล้นออกมายังหลอดอาหาร คือ ไพริลิกัสฟิงค์เตอร์

15. ข้อใดต่อไปนี้น่าจะเป็นค่า pH ในกระเพาะอาหารมากที่สุด

- ก. 2 ข. 6 ค. 8 ง. 10

16. หากปราศจากกระเพาะอาหาร อาหารประเภทใดจะได้รับความกระทบกระเทือนต่อกระบวนการย่อยอาหารมากที่สุด

- ก. ไขมัน ข. โปรตีน ค. เกลือแร่ ง. คาร์โบไฮเดรต

17. อาหารข้อใดย่อยง่ายที่สุดในกระเพาะอาหาร

- ก. หมูทอด ข. ปลาเผา ค. เบียร์ ง. สเต็กเนื้อ

18. ข้อใดไม่ใช่เอนไซม์ในกระเพาะอาหาร

- ก. เพปซิน (Pepsin) ข. เรนนิน (Rennin) ค. ลิเพส (Lipase) ง. อะไมเลส (Amylase)

19. การย่อยสลายโปรตีนเป็นเปปไทด์ในกระเพาะอาหารใช้น้ำย่อยชนิดใด

- ก. ลิเพส (Lipase) ข. มอลเทส (Maltase) ค. เพปซิน (Pepsin) ง. เพปทิเดส (Peptidase)

20. เรนนิน (Rennin) ทำหน้าที่ย่อยสารอาหารในข้อใด

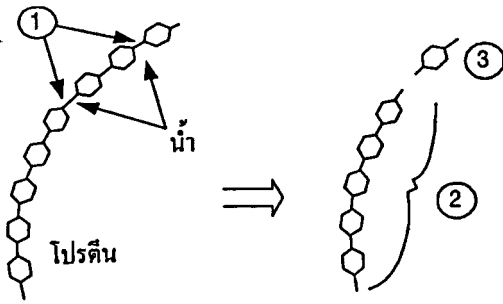
- ก. เคซีน ข. พอลิเพปไทด์ ค. ไคเพปไทด์ ง. โปรตีนทุกชนิด

21. เพาะเหตุใดภายในกระเพาะอาหารจึงไม่สามารถย่อยไขมันได้

- ก. มีค่า pH ต่ำ ข. มีค่า pH สูง ค. มีค่า pH เป็นกลาง ง. ขึ้นอยู่กับสภาพอารมณ์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
 ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

จากภาพข้างล่าง จงตอบคำถามข้อ 22 – 23



22. จากภาพ หมายเลข 1 คือสารใดในกระเพาะอาหาร

ก. ลิเพส (Lipase) ข. เพปซิน (Pepsin) ค. เรนนิน (Rennin) ง. อะไมเลส (Amylase)

23. จากภาพ หมายเลข 2 และ 3 หมายถึงสารอาหารใด

ก. เดกซ์ทริน , กลูโคส ข. เดกซ์ทริน , กรดอะมิโน
ค. พอลิเพปไทด์ , กลูโคส ง. พอลิเพปไทด์ , กรดอะมิโน

24. ลำไส้เล็กคนเรายาวประมาณเท่าใด

ก. 5 เมตร ข. 7 เมตร ค. 9 เมตร ง. 10 เมตร

25. ลำไส้เล็กของคนส่วนใดมีการย่อยอาหารมากที่สุด

ก. วิลลัส (Villus) ข. เจจูนัม (Jejunum) ค. ไอลีอัม (Ilium) ง. ดูโอดีนัม (Duodenum)

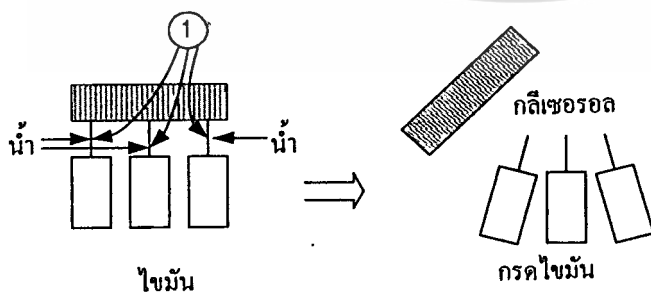
26. น้ำดีมีค่า pH อยู่ประมาณเท่าใด

ก. 1.5 - 3 ข. 5.5 - 7 ค. 7.5 - 9 ง. 12.5 - 14

27. เกลื่อน้ำดีในถุงน้ำดีทำหน้าที่อะไร

ก. ทำให้พอลิเพปไทด์ถูกย่อยออกมาในรูปกรดอะมิโน
ข. ทำให้พอลิเพปไทด์ถูกย่อยออกมาอยู่ในรูปไดเพปไทด์
ค. ทำให้ก้อนไขมันแตกตัวและละลายน้ำได้ในรูปอิมัลชัน
ง. ทำให้ก้อนไขมันย่อยออกมาอยู่ในรูป กลีเซอรอล และ น้ำ

จากภาพข้างล่าง จงตอบคำถามข้อ 28



29. สารอาหารประเภทใดไม่ถูกย่อยที่ลำไส้เล็กของคน

ก. ไขมัน ข. โปรตีน ค. วิตามิน ง. คาร์โบไฮเดรต

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก ค

แบบประเมินบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน (ด้านเนื้อหา)

วิชาชีววิทยา ว 041 เรื่อง การย่อยอาหารของคน

คำชี้แจง : โปรดทำเครื่องหมาย ✓ ลงในช่องตามความคิดเห็นของท่าน

หัวข้อเรื่อง การย่อยอาหารในปาก	ระดับความคิดเห็น				
	ดีมาก (5)	ดี (4)	ปานกลาง (3)	พอใช้ (2)	ควรปรับปรุง (1)
รายการประเมิน					
1. เนื้อหา มีความสอดคล้องกับจุดประสงค์					
2. การแบ่งเนื้อหา มีความเหมาะสม					
3. ความถูกต้องของเนื้อหา					
4. ความเหมาะสมในการจัดลำดับการนำเสนอเนื้อหา					
5. ความถูกต้องของภาษาที่ใช้					
6. ความเหมาะสมของภาพในการสื่อความหมาย					
7. บทเรียนมีลักษณะจูงใจ น่าสนใจในการเรียน					
8. บทเรียนสามารถนำไปใช้ในสถานการณ์การเรียนการสอนทั่ว ๆ ไปได้					

ข้อเสนอแนะ

.....

.....

.....

แบบประเมินบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน (ด้านเนื้อหา)

วิชาชีววิทยา ว 041 เรื่อง การย่อยอาหารของคน

คำชี้แจง : โปรดทำเครื่องหมาย ✓ ลงในช่องตามความคิดเห็นของท่าน

หัวข้อเรื่อง การย่อยอาหารในกระเพาะอาหาร	ระดับความคิดเห็น				
	ดีมาก (5)	ดี (4)	ปานกลาง (3)	พอใช้ (2)	ควรปรับปรุง (1)
รายการประเมิน					
1. เนื้อหา มีความสอดคล้องกับจุดประสงค์					
2. การแบ่งเนื้อหา มีความเหมาะสม					
3. ความถูกต้องของเนื้อหา					
4. ความเหมาะสมในการจัดลำดับการนำเสนอเนื้อหา					
5. ความถูกต้องของภาษาที่ใช้					
6. ความเหมาะสมของภาพในการสื่อความหมาย					
7. บทเรียนมีลักษณะจูงใจ น่าสนใจในการเรียน					
8. บทเรียนสามารถนำไปใช้ในสถานการณ์การเรียนการสอนทั่ว ๆ ไปได้					

ข้อเสนอแนะ

.....

.....

.....

แบบประเมินบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน (ด้านเนื้อหา)

วิชาชีววิทยา ว 041 เรื่อง การย่อยอาหารของคน

คำชี้แจง : โปรดทำเครื่องหมาย ✓ ลงในช่องตามความคิดเห็นของท่าน

หัวข้อเรื่อง การย่อยอาหารในลำไส้เล็ก	ระดับความคิดเห็น				
	ดีมาก (5)	ดี (4)	ปานกลาง (3)	พอใช้ (2)	ควรปรับปรุง (1)
รายการประเมิน					
1. เนื้อหามีความสอดคล้องกับจุดประสงค์					
2. การแบ่งเนื้อหามีความเหมาะสม					
3. ความถูกต้องของเนื้อหา					
4. ความเหมาะสมในการจัดลำดับการนำเสนอเนื้อหา					
5. ความถูกต้องของภาษาที่ใช้					
6. ความเหมาะสมของภาพในการสื่อความหมาย					
7. บทเรียนมีลักษณะจูงใจ น่าสนใจในการเรียน					
8. บทเรียนสามารถนำไปใช้ในสถานการณ์การเรียนการสอนทั่ว ๆ ไปได้					

ข้อเสนอแนะ

.....

.....

.....

แบบประเมินบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน (ด้านเนื้อหา)

วิชาชีววิทยา ว 041 เรื่อง การย่อยอาหารของคน

คำชี้แจง : โปรดทำเครื่องหมาย ✓ ลงในช่องตามความคิดเห็นของท่าน

หัวข้อเรื่อง การดูซึม	ระดับความคิดเห็น				
	ดีมาก (5)	ดี (4)	ปานกลาง (3)	พอใช้ (2)	ควรปรับปรุง (1)
รายการประเมิน					
1. เนื้อหา มีความสอดคล้องกับจุดประสงค์					
2. การแบ่งเนื้อหา มีความเหมาะสม					
3. ความถูกต้องของเนื้อหา					
4. ความเหมาะสมในการจัดลำดับการนำเสนอเนื้อหา					
5. ความถูกต้องของภาษาที่ใช้					
6. ความเหมาะสมของภาพในการสื่อความหมาย					
7. บทเรียนมีลักษณะจูงใจ น่าสนใจในการเรียน					
8. บทเรียนสามารถนำไปใช้ในสถานการณ์การเรียนการสอนทั่ว ๆ ไปได้					

ข้อเสนอแนะ

.....

.....

.....

แบบประเมินบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน (ด้านเทคนิคการผลิตสื่อ)

วิชาชีพวิทยา ว 041 เรื่อง การย่อยอาหารของคน

คำชี้แจง : โปรดทำเครื่องหมาย ✓ ลงในช่องตามความคิดเห็นของท่าน

หัวข้อเรื่อง การย่อยอาหารในปาก	ระดับความคิดเห็น				
	ดีมาก (5)	ดี (4)	ปานกลาง (3)	พอใช้ (2)	ควรปรับปรุง (1)
1. การวางรูปแบบของหน้าจอ					
2. ความเหมาะสมในการนำเสนอบทเรียน					
3. ความเหมาะสมของขนาดตัวอักษร					
4. ความเหมาะสมของสีตัวอักษรหรือฉากหน้า					
5. ความเหมาะสมของสีพื้นหลัง					
6. ความเหมาะสมของเสียงบรรยาย					
7. ความเหมาะสมของเสียงประกอบ					
8. ความเหมาะสมของสีของภาพกราฟิก					
9. ความเหมาะสมของภาพในด้านการสื่อความหมาย					
10. ความเหมาะสมของภาพกราฟิก					
11. บทเรียนมีลักษณะจูงใจ น่าสนใจในการเรียน					
12. ความสะดวกและง่ายต่อการใช้โปรแกรม					

จุดเด่นของบทเรียน

.....

จุดบกพร่องของบทเรียน

.....

ข้อเสนอแนะ

.....

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

แบบประเมินบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน (ด้านเทคนิคการผลิตสื่อ)

วิชาชีพวิทยา ว 041 เรื่อง การย่อยอาหารของคน

คำชี้แจง : โปรดทำเครื่องหมาย ✓ ลงในช่องตามความคิดเห็นของท่าน

หัวข้อเรื่อง การย่อยอาหารในกระเพาะอาหาร	ระดับความคิดเห็น				
	ดีมาก (5)	ดี (4)	ปานกลาง (3)	พอใช้ (2)	ควรปรับปรุง (1)
รายการประเมิน					
1. การวางรูปแบบของหน้าจอ					
2. ความเหมาะสมในการนำเสนอบทเรียน					
3. ความเหมาะสมของขนาดตัวอักษร					
4. ความเหมาะสมของสีตัวอักษรหรือฉากหน้า					
5. ความเหมาะสมของสีพื้นหลัง					
6. ความเหมาะสมของเสียงบรรยาย					
7. ความเหมาะสมของเสียงประกอบ					
8. ความเหมาะสมของสีของภาพกราฟิก					
9. ความเหมาะสมของภาพในด้านการสื่อความหมาย					
10. ความเหมาะสมของภาพกราฟิก					
11. บทเรียนมีลักษณะจูงใจ น่าสนใจในการเรียน					
12. ความสะดวกและง่ายต่อการใช้โปรแกรม					

จุดเด่นของบทเรียน

.....

จุดบกพร่องของบทเรียน

.....

ข้อเสนอแนะ

.....

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

แบบประเมินบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน (ด้านเทคนิคการผลิตสื่อ)

วิชาชีววิทยา ว 041 เรื่อง การย่อยอาหารของคน

คำชี้แจง : โปรดทำเครื่องหมาย ✓ ลงในช่องตามความคิดเห็นของท่าน

หัวข้อเรื่อง การย่อยอาหารในลำไส้เล็ก	ระดับความคิดเห็น				
	ดีมาก (5)	ดี (4)	ปานกลาง (3)	พอใช้ (2)	ควรปรับปรุง (1)
รายการประเมิน					
1. การวางรูปแบบของหน้าจอ					
2. ความเหมาะสมในการนำเสนอบทเรียน					
3. ความเหมาะสมของขนาดตัวอักษร					
4. ความเหมาะสมของสีตัวอักษรหรือฉากหน้า					
5. ความเหมาะสมของสีพื้นหลัง					
6. ความเหมาะสมของเสียงบรรยาย					
7. ความเหมาะสมของเสียงประกอบ					
8. ความเหมาะสมของสีของภาพกราฟิก					
9. ความเหมาะสมของภาพในด้านการสื่อความหมาย					
10. ความเหมาะสมของภาพกราฟิก					
11. บทเรียนมีลักษณะจูงใจ น่าสนใจในการเรียน					
12. ความสะดวกและง่ายต่อการใช้โปรแกรม					

จุดเด่นของบทเรียน

.....

จุดบกพร่องของบทเรียน

.....

ข้อเสนอแนะ

.....

แบบประเมินบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน (ด้านเทคนิคการผลิตสื่อ)

วิชาชีววิทยา ว 041 เรื่อง การย่อยอาหารของคน

คำชี้แจง : โปรดทำเครื่องหมาย ✓ ลงในช่องตามความคิดเห็นของท่าน

หัวข้อเรื่อง การดูซึม	ระดับความคิดเห็น				
	ดีมาก	ดี	ปานกลาง	พอใช้	ควรปรับปรุง
รายการประเมิน	(5)	(4)	(3)	(2)	(1)
1. การวางรูปแบบของหน้าจอ					
2. ความเหมาะสมในการนำเสนอบทเรียน					
3. ความเหมาะสมของขนาดตัวอักษร					
4. ความเหมาะสมของสีตัวอักษรหรือฉากหน้า					
5. ความเหมาะสมของสีพื้นหลัง					
6. ความเหมาะสมของเสียงบรรยาย					
7. ความเหมาะสมของเสียงประกอบ					
8. ความเหมาะสมของสีของภาพกราฟิก					
9. ความเหมาะสมของภาพในด้านการสื่อความหมาย					
10. ความเหมาะสมของภาพกราฟิก					
11. บทเรียนมีลักษณะจูงใจ น่าสนใจในการเรียน					
12. ความสะดวกและง่ายต่อการใช้โปรแกรม					

จุดเด่นของบทเรียน

.....

จุดบกพร่องของบทเรียน

.....

ข้อเสนอแนะ

.....

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก ง

วิธีการคัดเลือกกลุ่มตัวอย่างโดยใช้ตารางเลขสุ่ม
บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน วิชาชีววิทยา ว 041 เรื่อง การย่อยอาหารของคน

วิธีการคัดเลือกกลุ่มตัวอย่างโดยใช้ตารางเลขสุ่ม (Table of Random Number) (ลัดดาวัลย์ หวังพานิช. 2529 : 440) มีขั้นตอนดังนี้

1. กำหนดหมายเลขประจำตัวให้กับสมาชิกประชากร ให้เป็น 01-70
2. กำหนดจุดเริ่มต้นการสุ่มตัวเลข (ได้หมายเลข 03) และทิศทางการอ่านตัวเลขจากตารางเลขสุ่ม (บน ซ้าย ล่าง ขวา)
3. อ่านค่าตัวเลขจากตารางเลขสุ่มไปตามทิศทางที่กำหนด ถ้าพบตัวเลขใดตรงกับหมายเลขที่กำหนดให้กับสมาชิกของประชากร ประชากรนั้นก็จะถูกนำมาเป็นกลุ่มตัวอย่าง ถ้าตัวเลขนั้นอยู่นอกเหนือจากหมายเลขที่กำหนดให้กับสมาชิกประชากรหรือเป็นตัวเลขที่ซ้ำก็ให้ข้ามไป อ่านค่าตัวเลขไปเรื่อย ๆ จนได้กลุ่มตัวอย่างครบตามจำนวน 30 คน (ข้ามหมายเลข 59-70 เนื่องจากถูกนำมาใช้ในการทดสอบแบบเดี่ยวและกลุ่มย่อย จำนวน 12 คน)

ผลการสุ่มตัวอย่างจากตารางเลขสุ่ม ได้กลุ่มตัวอย่างดังหมายเลขต่อไปนี้ (ดูตารางที่ ง.1 ประกอบ)

03 18 05 10 17 19 31 07 38 29
 15 34 13 35 54 37 16 56 53 55
 58 30 04 31 23 36 50 27 28 61

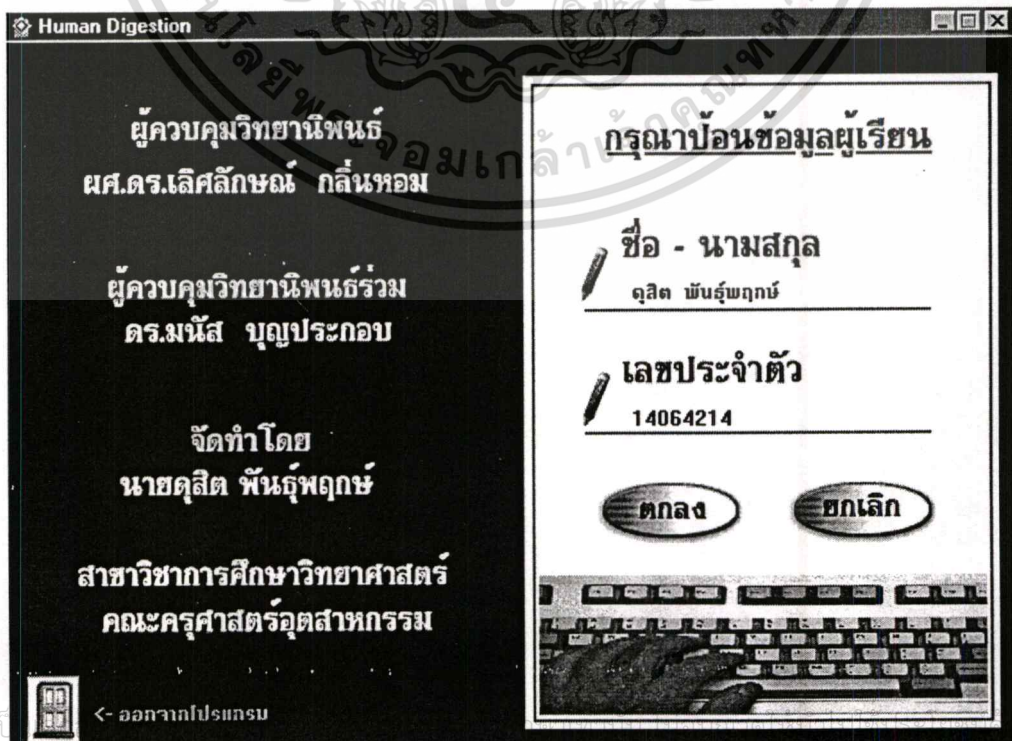
ตารางที่ ง.1 แสดงการสุ่มกลุ่มตัวอย่างโดยใช้ตารางเลขสุ่ม

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25
1	10	27	53	96	23	71	50	54	36	23	54	31	4	82	98	4	14	12	15	9	26	78	25	47	47
2	28	41	50	61	88	64	85	27	20	18	83	36	36	5	56	39	71	65	9	62	94	76	62	11	89
3	34	21	42	57	2	59	19	18	97	48	80	30	3	30	98	5	24	67	70	7	84	97	50	87	46
4	61	81	77	23	23	82	82	11	54	8	53	28	70	58	96	44	7	39	55	43	42	34	43	39	28
5	61	15	18	13	54	16	86	20	26	88	90	74	80	55	9	14	53	90	51	17	52	1	63	1	59
6	91	76	21	64	64	44	91	13	32	97	75	31	62	66	54	84	80	32	75	77	56	8	25	70	29
7	0	97	79	8	6	37	30	28	59	85	53	56	68	53	40	1	74	39	59	73	30	19	99	85	48
8	36	46	18	34	94	75	20	80	27	77	78	91	69	16	0	8	43	18	73	68	67	69	61	34	25
9	88	98	99	60	50	65	95	79	42	94	93	62	40	89	96	43	56	47	71	66	46	76	29	67	2
10	4	37	59	87	21	5	2	3	24	17	47	97	81	56	51	92	34	86	1	82	55	51	33	12	91
11	63	62	6	34	41	94	21	78	55	9	72	76	45	16	94	29	95	81	83	83	79	88	1	97	30
12	78	47	23	53	90	34	41	92	45	71	9	23	70	70	7	12	38	92	79	43	14	85	11	47	23
13	87	68	62	15	43	53	14	36	59	25	54	47	33	70	15	59	24	48	40	35	50	3	42	99	36
14	47	60	92	10	77	88	59	53	11	52	66	25	69	7	4	48	68	64	71	6	61	65	70	22	12
15	56	88	87	59	41	65	28	4	67	53	95	79	88	37	31	50	41	6	94	76	81	83	17	16	33
16	2	57	45	86	67	73	43	7	34	48	44	26	87	93	29	77	9	61	67	84	6	69	44	77	75
17	31	54	14	13	17	48	62	11	90	60	68	12	93	64	28	46	24	79	16	76	14	60	25	51	1
18	28	50	16	43	36	28	97	85	58	99	67	22	52	76	23	24	70	36	54	54	59	28	61	71	96
19	63	29	62	66	50	2	63	45	52	38	67	63	47	54	75	83	24	78	43	20	92	63	13	47	48
20	45	65	58	26	51	76	96	59	38	72	86	57	45	71	46	44	67	76	14	55	44	88	1	62	12
21	39	65	36	63	70	77	45	85	50	51	74	13	39	35	22	30	53	36	2	95	49	34	88	73	61
22	73	71	98	16	4	29	18	94	51	23	76	51	94	84	86	79	93	96	38	63	8	58	25	58	94
23	72	20	56	20	11	72	65	71	8	86	79	57	95	13	91	97	48	72	66	48	9	71	17	24	89
24	75	17	26	99	76	89	37	20	70	1	77	35	61	95	46	26	97	5	73	51	53	33	18	72	87
25	37	48	60	82	29	81	30	15	39	14	48	38	75	93	29	6	87	37	78	48	45	56	0	84	47
26	68	8	2	80	72	83	71	46	30	49	89	17	95	88	29	2	39	56	3	46	97	74	6	56	17
27	14	23	98	61	67	70	52	85	1	50	1	84	2	78	43	10	62	98	19	41	18	83	99	47	99
28	49	8	96	21	44	25	27	99	41	28	7	41	8	34	66	19	42	74	39	91	41	96	53	78	72
29	78	37	6	8	43	63	61	62	42	29	39	68	95	10	96	9	24	23	0	62	56	12	80	73	16
30	37	21	34	17	68	68	96	83	23	56	32	84	60	15	31	44	73	67	34	77	91	15	79	74	58
31	14	29	9	34	4	87	83	7	55	7	76	58	30	83	64	87	29	25	58	84	86	50	60	0	25
32	58	43	28	6	36	49	52	83	51	14	47	66	91	29	34	5	87	31	6	95	12	45	57	9	9
33	10	43	67	29	70	80	62	60	3	42	10	80	21	38	84	90	56	35	3	9	43	12	74	49	14
34	44	38	88	39	54	86	97	37	44	22	0	95	1	81	76	17	16	29	56	63	38	78	94	49	81
35	90	69	59	19	51	85	39	52	85	13	7	28	37	7	61	11	16	36	27	3	78	86	72	4	95
36	41	47	10	25	62	97	5	31	3	61	20	26	36	31	62	68	69	86	95	44	84	95	48	46	45
37	91	94	14	63	19	75	89	11	47	11	31	56	34	19	9	5	87	31	6	59	14	93	87	81	40
38	80	6	54	18	66	9	18	94	6	19	98	40	7	17	81	90	56	35	3	9	24	62	20	42	31
39	67	72	77	63	48	84	8	31	55	58	24	33	45	77	58	17	16	29	56	63	75	70	16	8	24
40	59	40	24	13	27	79	26	88	86	30	1	31	60	10	39	11	16	36	27	3	85	81	56	39	38
41	5	90	35	89	95	1	61	16	96	94	50	78	13	69	36	37	68	53	37	31	71	26	35	3	71
42	44	43	80	69	98	46	68	5	14	82	90	78	50	5	62	77	79	13	57	44	59	60	10	39	66
43	61	81	31	96	82	0	57	25	60	59	46	72	60	18	77	55	66	12	62	11	8	99	55	64	57
44	42	88	7	10	5	24	98	65	63	21	47	21	61	88	32	27	80	30	21	60	10	92	35	36	12
45	77	94	30	5	39	28	10	99	0	27	12	73	73	99	12	49	39	57	94	82	96	88	57	17	91
46	78	83	19	76	16	94	11	68	84	26	23	54	20	86	85	23	86	66	89	7	36	37	34	92	9
47	87	76	59	61	81	43	63	64	61	61	65	76	36	95	90	18	48	27	45	68	27	23	65	30	72
48	91	43	5	96	47	55	78	99	95	24	37	55	85	78	78	1	48	41	19	10	35	19	54	7	73
49	84	97	77	72	73	9	62	6	65	72	87	12	49	3	60	41	15	20	76	27	50	47	2	29	16
50	87	41	60	76	83	44	88	96	7	80	83	5	83	36	96	73	70	66	81	90	30	56	10	48	59

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก จ

ตัวอย่างบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน วิชาชีววิทยา ว 041 เรื่อง การย่อยอาหารของคน



เอกสารนี้เ

<- ออกจากโปรแกรม

นการค้ำ

ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Human Digestion

การย่อยอาหารของมนุษย์

แบบทเรียน



- ➔ การย่อยอาหารในปาก
- ➔ การย่อยอาหารในกระเพาะอาหาร
- ➔ การย่อยอาหารในลำไส้เล็ก
- ➔ การดูดซึม
- ➔ แบบทดสอบหลังเรียน

ความรู้ก่อนเรียน

ออก

Human Digestion

การดูดซึม

1/21

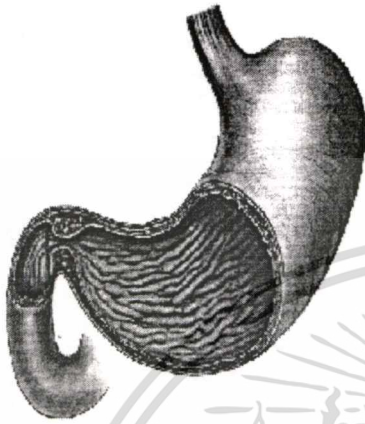
จุดประสงค์การเรียนรู้

1. นักเรียนสามารถระบุส่วนประกอบและหน้าที่ของอวัยวะต่าง ๆ ที่ใช้ในการดูดซึมสารอาหารได้
2. นักเรียนสามารถอธิบายการนำเอาสารอาหารไปใช้ได้
3. นักเรียนสามารถระบุสาเหตุบางประการอันเกิดจากการดูดซึมสารอาหารและวิธีการป้องกันรักษาได้

กลับเมนู

- การดูดซึม

2/21



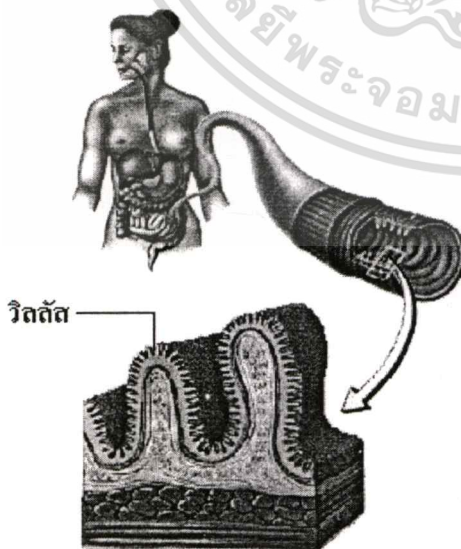
การดูดซึมของกระเพาะอาหาร

ภายในผนังด้านในของกระเพาะอาหารสามารถดูดซึมสารอาหารบางอย่างได้ เช่น น้ำ แร่ธาตุ น้ำตาลโมเลกุลเดี่ยว นอกจากนี้ยังพบว่า กระเพาะอาหารสามารถดูดซึมแอลกอฮอล์ได้เป็นอย่างดี คิดเป็นร้อยละ 30-40 ของแอลกอฮอล์ที่ดื่ม


กลับเมนู

การดูดซึม

3/21



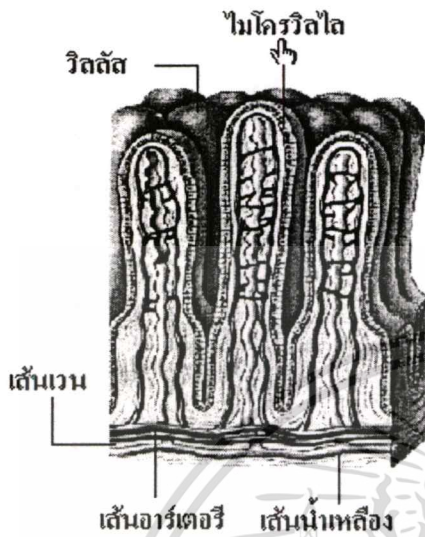
วิลลัส (Villus)

ถ้าได้เล็กถือได้ว่าเป็นบริเวณที่มีการดูดซึมสารอาหารได้มากที่สุด เนื่องจากผนังด้านในของลำไส้เล็กมีลักษณะเป็นคลื่นและมีตุ่มเล็ก ๆ ยื่นออกมาจำนวนมากเรียกว่า วิลลัส (Villus) ความหนาแน่นของวิลลัสมีประมาณ 30-40 ชิ้นต่อพื้นที่ 1 ตารางมิลลิเมตร


กลับเมนู

การดูดซึม

4/21



ไมโครวิลไล (Microvilli)

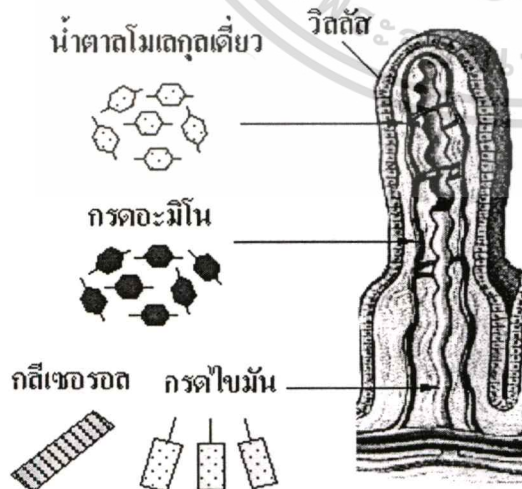
ที่ผิวด้านนอกของวิลลัสยังมีส่วนที่ยื่นออกมาเรียกว่า ไมโครวิลไล (Microvilli) ซึ่งช่วยเพิ่มพื้นที่ผิวในการดูดซึมให้มากขึ้น ภายในวิลลัสแต่ละอันจะมีเส้นเลือดฝอยและเส้นน้ำเหลือง ซึ่งจะรับเอาอาหารที่ย่อยแล้ว ซึมผ่านเซลล์ที่บุผนังของลำไส้เล็กเข้าไป



กลับเมนู

การดูดซึม

5/21



การดูดซึมของลำไส้เล็ก

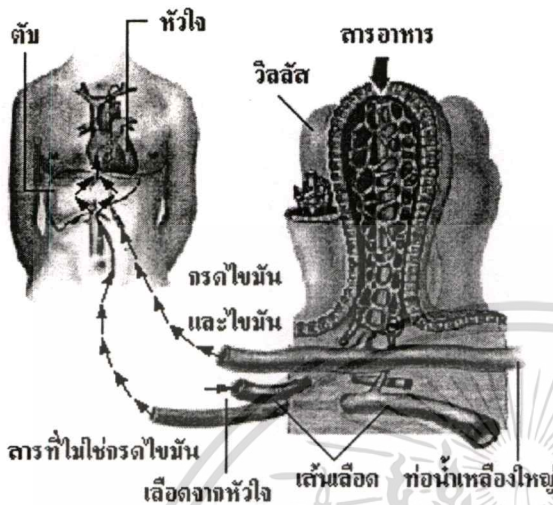
ลำไส้เล็กจะดูดซึมสารอาหารและน้ำผ่านเส้นเลือดฝอยหรือเส้นน้ำเหลืองในวิลลัส ด้วยวิธีการต่าง ๆ เช่น การแพร่แบบฟาซิลิเทต การเคลื่อนที่ด้วยวิธีแอกทีฟทรานสปอร์ต หรือพินไซโทซิส โดยเซลล์บางเซลล์ของวิลลัส



กลับเมนู

การดูดซึม

6/21



น้ำตาลโมเลกุลเดี่ยว กรดอะมิโน และ กรดไขมันโมเลกุลเล็กบางพวกจะเข้าสู่เส้นเลือดฝอย เข้าเส้นเวน ผ่านตับ หัวใจ ส่วนกริเซอร์อลและกรดไขมันที่มีโมเลกุลใหญ่จะถูกดูดซึมเข้าเนื้อเยื่อบุผนังลำไส้เล็กและถูกสังเคราะห์ให้เป็นไตรกลีเซอไรด์ขึ้นมาใหม่แล้วจึงดูดซึมเข้าสู่เส้นน้ำเหลืองเข้าสู่หัวใจต่อไป



กลับเมนู

การดูดซึม

7/21

แบบฝึกหัด : จงพิมพ์คำตอบลงในช่องว่างให้ถูกต้อง แล้วกดปุ่ม Enter

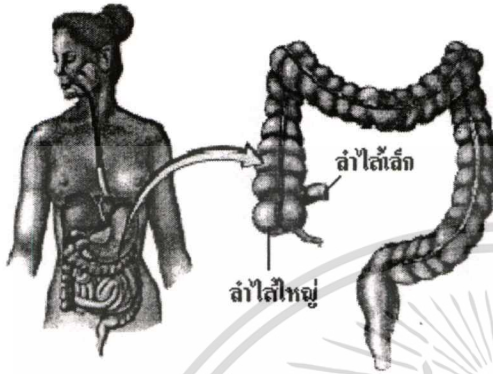
1. ระยะเวลาอาหารสามารถดูดซึมน้ำ แรชต และน้ำตาล โมเลกุลเดี่ยว ได้ ✓
2. ลำไส้เล็ก ถือได้ว่าเป็นอวัยวะที่มีการดูดซึมสารอาหาร ได้มากที่สุด ✓
3. ที่ผนังด้านในของลำไส้เล็กมีส่วนที่ยื่นออกมาเรียกว่า วิลลัส ✓
4. ไมโครวิลไล ที่อยู่บนวิลลัสแต่ละอันจะช่วยให้การดูดซึมดียิ่งขึ้น ✓



กลับเมนู

การดูดซึม

8/21



ลำไส้ใหญ่ (Large Intestine)

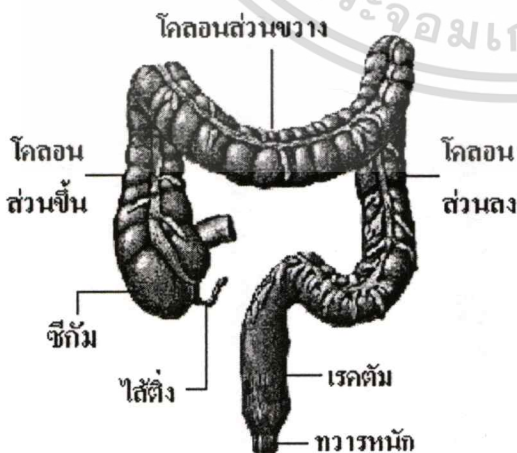
หลังจากอาหารถูกดูดซึมที่ลำไส้เล็ก อาหารที่ไม่ถูกย่อยหรือย่อยไม่ได้ เช่น เซลลูโลส จะถูกส่งต่อไปให้ลำไส้ใหญ่ ลำไส้ใหญ่เป็นส่วนที่ต่ออยู่กับลำไส้เล็ก ตอนปลาย (โอดีเทียม) มีความยาวประมาณ 1.5 เมตร กว้างประมาณ 6 เซนติเมตร



กลับเมนู

การดูดซึม

9/21



ส่วนประกอบลำไส้ใหญ่

ลำไส้ใหญ่ของคน แบ่งออกได้ 3 ส่วน คือ ส่วนต้นหรือส่วนที่ติดกับลำไส้เล็ก (โอดีเทียม) เรียกว่า ซีกัม (Caecum) ส่วนที่ 2 เรียกว่า โคลอน (Colon) และ ส่วนสุดท้าย เรียกว่า เรกตัม (Rectum) หรือ ไส้ตรง



กลับเมนู

Human Digestion

การดูดซึม

10/21

แบบฝึกหัด : จงลกรอบคำตอบที่กำหนดให้ลงในช่องว่างให้ถูกต้อง
โดยการใช้เมาท์

1. ลำไส้ใหญ่ส่วนที่ยาวที่สุด เรียกว่า **โคลอน**
2. ลำไส้ใหญ่ส่วนที่มีไส้ติ่งอยู่ เรียกว่า **ซีกัม**
3. ลำไส้ใหญ่ส่วนที่ต่ออยู่กับทวารหนัก เรียกว่า **เรกตัม**

กลับเมนู

Human Digestion

การดูดซึม

11/21

การดูดซึมของลำไส้ใหญ่

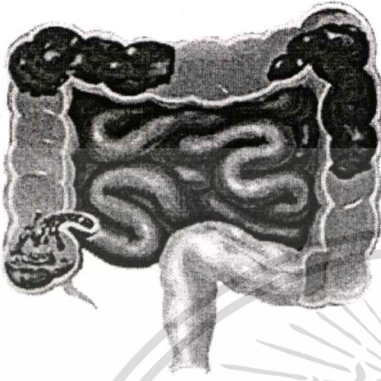


ภายในเซลล์ผนังลำไส้ใหญ่สามารถดูดซึมน้ำ แร่ธาตุ วิตามิน และเกลือโคส จากกากอาหารเข้ากระแสเลือด จึงทำให้กากอาหารเข้มข้นเป็นก้อน นอกจากนี้ภายในลำไส้ใหญ่ยังมีแบคทีเรียจำนวนมาก ที่ช่วยย่อยกากอาหารและสร้างวิตามิน เช่น วิตามินเค วิตามินบี 12 เป็นต้น

การดูดซึมอาหารในลำไส้ใหญ่

กลับเมนู

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้拿去ไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

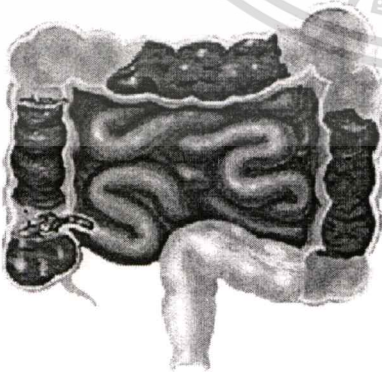


กากอาหารในลำไส้ใหญ่

กากอาหารหรือที่เรียกว่าอุจจาระจะเคลื่อนที่ไปยังส่วนของไส้ตรง (Rectum) บริเวณนี้จะมีกล้ามเนื้อหูรูดที่มีลักษณะเป็นวงรอบ เรียกว่า ทวารหนัก (Anus) ปากทวารหนักจะทำหน้าที่บีบตัวในการขับถ่ายและผนังภายในลำไส้ใหญ่จะจับเมื่อกอออกมาหล่อลื่นกากอาหารด้วย



กลับเมนู



การเกิดอาการท้องผูก

กากอาหารที่หมักอยู่ในลำไส้ใหญ่จะทำให้เกิดก๊าซ ซึ่งถ้าอยู่นานเกินไปจะทำให้เกิดการท้องผูกได้

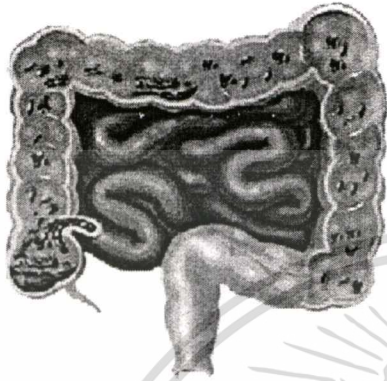
การเกิดอาการท้องผูกเกิดจากหลายสาเหตุ เช่น การกินเนื้อสัตว์มากกว่าผักผลไม้ การดื่มน้ำน้อย อารมณ์เครียด สุขภาพไม่ปกติ ขาดการออกกำลังกาย เป็นต้น



กลับเมนู

การดูดซึม

14/21



การเกิดอาการท้องร่วง

การเกิดอาการท้องร่วงมีสาเหตุมาจากการที่ผนังภายในลำไส้ใหญ่ถูกรบกวนด้วยสารบางอย่าง หรือ จากจุลินทรีย์บางชนิด เช่น เชื้อบิด ซึ่งจะทำให้ผนังลำไส้ใหญ่ไม่สามารถดูดน้ำกลับได้จึงทำให้อุจจาระเหลวถ่ายบ่อย


[กลับเมนู](#)

การดูดซึม

15/21

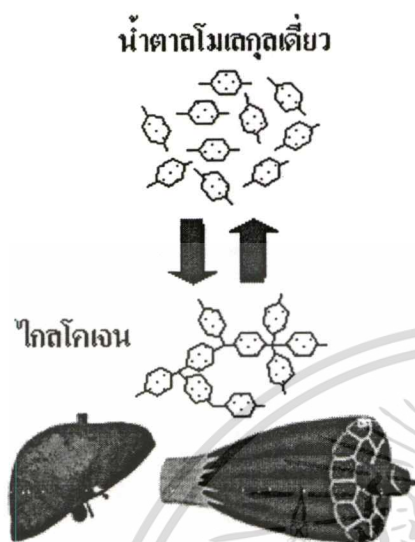
แบบฝึกหัด : จงพิมพ์คำตอบลงในช่องว่างให้ถูกต้องแล้วกดปุ่ม Enter

1. หากอาหารที่อยู่ในลำไส้ใหญ่จนแข็งอาจก่อให้เกิดโรค ท้องผูก ✓
2. การที่ปล่อยให้เกิดโรคท้องผูกเป็นประจำอาจก่อให้เกิดโรค ริดสีดวงทวาร ✓
3. ถ้าหากภายในผนังลำไส้ใหญ่ถูกรบกวนด้วยสารบางอย่างหรือเชื้อจุลินทรีย์ อาจก่อให้เกิดโรค ท้องร่วง ✓


[กลับเมนู](#)

การดูดซึม

16/21



การใช้น้ำตาลโมเลกุลเดี่ยว

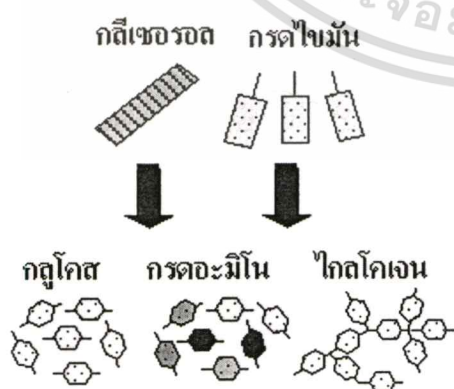
น้ำตาลโมเลกุลเดี่ยวที่ถูกดูดซึม ต่อมักเกินความต้องการของร่างกายจะถูกสังเคราะห์เป็นไกลโคเจน เก็บไว้ที่ ตับและกล้ามเนื้อ บางส่วนยังอยู่ในกระแสโลหิต ไกลโคเจนในตับอาจถูกเปลี่ยนเป็นกลูโคสได้อีก กลูโคสใช้เป็นแหล่งพลังงานในกระบวนการหายใจ



กลับเมนู

การดูดซึม

17/21



การใช้ไขมัน

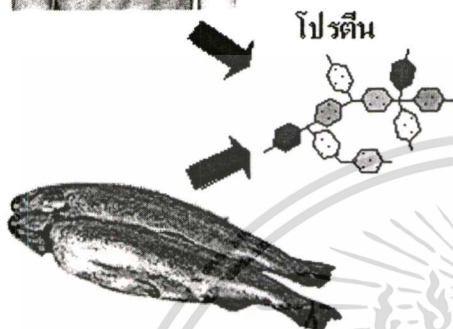
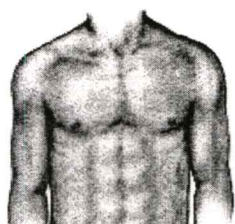
ไขมันจะถูกนำไปใช้งานในด้านต่างๆ เช่น ใช้เป็นพลังงาน นำไปเป็นส่วนประกอบเยื่อหุ้มเซลล์ และโครงสร้างอื่น ๆ ของเซลล์ บางส่วนจะเปลี่ยนไปเป็นกลูโคส ไกลโคเจน และกรดอะมิโนที่ไม่จำเป็นต่อร่างกาย ส่วนที่เหลือจะเก็บไว้ในเซลล์ที่เก็บไขมัน ซึ่งมีอยู่ทั่วร่างกายใต้ผิวหนัง เช่น หน้าท้อง สะโพก ต้นขา หรือที่ไต และหัวใจ เป็นต้น



กลับเมนู

การดูดซึม

18/21



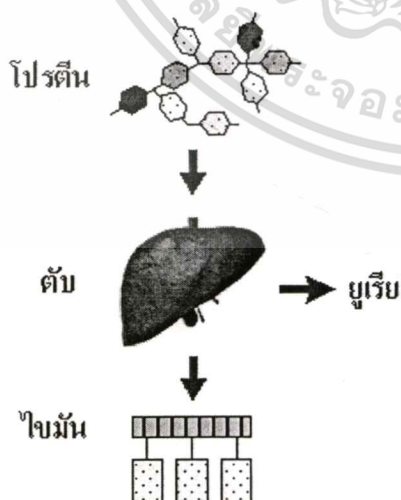
การใช้กรดอะมิโน

กรดอะมิโนที่ได้รับจากอาหารหรือที่ร่างกายสังเคราะห์ขึ้นจากอาหารจะรวมกันเป็นโปรตีนใหม่ เพื่อใช้เป็นส่วนประกอบของเซลล์ เป็นเนื้อเยื่อต่าง ๆ ซ่อมแซมเซลล์ที่ชำรุดหรือตาย นอกจากนี้โปรตีนที่ร่างกายสังเคราะห์ขึ้นยังเป็นสารควบคุมการทำงานหรือภูมิคุ้มกันของร่างกาย เช่น เอ็นไซม์ ฮอร์โมน และแอนติบอดี เป็นต้น


[กลับเมนู](#)

การดูดซึม

19/21



โปรตีนที่เกินความต้องการของร่างกายตับจะเปลี่ยนให้เป็นไขมันและสะสมไว้ในเนื้อเยื่อไขมัน การเปลี่ยนโปรตีนให้เป็นไขมันจะมีการปล่อยสารประกอบในโคเลสเตอรอลที่เป็นอันตรายต่อตับและไต ตับจะเปลี่ยนสารประกอบในโคเลสเตอรอลให้เป็นยูเรียขับออกมากับปัสสาวะ


[กลับเมนู](#)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การดูดซึม

20/21

แบบฝึกหัด : จงพิมพ์คำตอบลงในช่องว่างให้ถูกต้องแล้วกดปุ่ม Enter

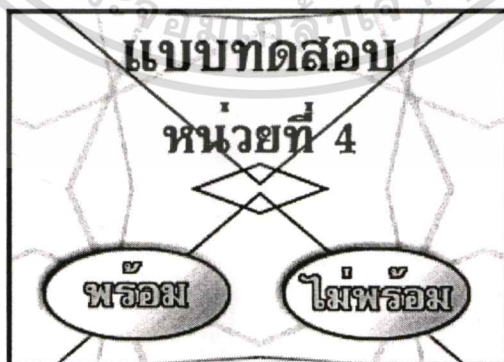
- น้ำตาลโมเลกุลเดี่ยวที่เกินความต้องการของร่างกายจะถูกสังเคราะห์เป็น ไกลโคเจน ✓
เก็บไว้ที่ ตับ ✓ และกล้ามเนื้อ กลูโคสจะถูกนำไปใช้ในกระบวนการ หายใจ ✓
- ไขมันที่เกินความต้องการของร่างกายอาจเป็นสาเหตุของโรค อ้วน ✓
และระดับไขมันในเลือดสูงได้
- โปรตีน ✓ ถูกนำมาใช้ในการสร้างเซลล์ใหม่เพื่อทดแทนเซลล์ที่ชำรุดหรือตาย



กลับเมนู

การดูดซึม

21/21



กลับเมนู

ประวัติผู้เขียน

ชื่อ - สกุล นายดุสิต พันธุ์พฤกษ์
วัน เดือน ปี เกิด 11 ตุลาคม 2518
สถานที่เกิด อำเภอเมือง จังหวัดตาก
สถานที่อยู่ปัจจุบัน บ้านเลขที่ 87/1 ถนนวิหุรุอุทิศ 10 อำเภอเมือง จังหวัดยะลา
ประวัติการศึกษา พ.ศ.2539 ประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง (ปวส.)
สาขาวิชา ช่างอิเล็กทรอนิกส์
วิทยาลัยเทคนิคยะลา
พ.ศ.2541 ครุศาสตร์อุตสาหกรรมบัณฑิต
สาขาวิชา อิเล็กทรอนิกส์และคอมพิวเตอร์
สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้