อภินันทนาการ

สำนักหอสมุด

รายงานฉบับสมบูรณ์

การพัฒนาหนังสืออิเล็กทรอนิกส์มัลติมีเดีย เรื่องการตรวจวินิจฉัยหาการติดเชื้อแบคทีเรียทางห้องปฏิบัติการ สำหรับนิสิตเทคนิคการแพทย์

Development of the Multimedia Electronic Book: Laboratory Diagnosis of Bacterial Infection for Medical Technology Students

สำนักหอสมุด มหาวิทยาลัยนเรศวร
วันลงทะเบียน 12 JUL 2011
เลขทะเบียน 1567671x
เลขเรียกหนังสือ ว RB 37.5 ศ4845 2552

โดย

ศิริลักษณ์ ธีระภูธร

30 กรกฎาคม 2552

สัญญาเลขที่ *AH-52-01-008*

รายงานฉบับสมบูรณ์

การพัฒนาหนังสืออิเล็กทรอนิกส์มัลติมีเดีย เรื่องการตรวจวินิจฉัยหาการติดเชื้อแบคทีเรียทางห้องปฏิบัติการ สำหรับนิสิตเทคนิคการแพทย์

Development of the Multimedia Electronic Book: Laboratory Diagnosis of Bacterial Infection for Medical Technology Students

โดย

ศิริลักษณ์ ธีระภูธร

คณะสหเวชศาสตร์ มหาวิทยาลัยนเรศวร

สนับสนุนโดยกองทุนวิจัยมหาวิทยาลัยนเรศวร

กิตติกรรมประกาศ

การวิจัยครั้งนี้สำเร็จลุล่วงไปด้วยดี จากความร่วมมือของบุคลากรหลายฝ่าย ผู้วิจัยขอขอบพระคุณผู้เชี่ยวชาญทุกท่านที่ได้ตรวจสอบเครื่องมือที่ใช้ในการศึกษาค้นคว้า นิสิตสาขาเทคนิคการแพทย์ ปีการศึกษา 2551 ที่ได้ให้ความร่วมมือในการทดลองใช้ หนังสืออิเล็กทรอนิกส์มัลติมีเดีย เรื่องการตรวจวินิจฉัยหาการติดเชื้อแบคทีเรียทางห้องปฏิบัติการ สำหรับนิสิตสาขาเทคนิคการแพทย์ และตอบแบบสอบถามความพึงพอใจ

ขอขอบคุณ ทนพ. สุขประเสริฐ สหพรอุดทการ ทนพ.อรรถภงศ์ พีระพัฒนพงษ์ และ ทนพ. เอกวุฒิ สมสุข ที่ได้ให้ความช่วยเหลือในการศึกษานำร่องในจัดทำ e-BooK เรื่องการตรวจวินิจฉัยหาการติดเชื้อแบคทีเรียทางห้องปฏิบัติการ สำหรับนิสิตสาขาเทคนิคการแพทย์ นี้

นอกจากนี้ต้องขอขอบพระคุณ คณะสหเวชศาสตร์ มหาวิทยาลัยนเรศวรที่ได้สนับสนุนงบประมาณในการทำวิจัยครั้งนี้

ศิริลักษณ์ ธีระภูธร

15 กรกฎาคม 2552

บทคัดย่อ

ส่วนที่ 1 รายละเอียดเกี่ยวกับโครงการวิจัย

ชื่อโครงการ (ภาษาไทย) การพัฒนาหนังสืออิเล็กทรอนิกส์มัลติมีเดีย เรื่องการตรวจวินิจฉัยหาการติดชื้อแบคทีเรียทางห้องปฏิบัติการสำหรับนิสิตเทคนิคการแพทย์

(ภาษาอังกฤษ) Development of the Multimedia Electronic Book: Laboratory Diagnosis of Bacterial Infection for Medical Technology Students

ชื่อผู้วิจัย ดร. ศิริลักษณ์ ธีระภูธร
หน่วยงานที่สังกัด ภาควิชาเทคนิคการแพทย์ คณะสหเวชศาสตร์
ได้รับทุนอุดหนุนการวิจัยสาขา เทคนิคการแพทย์
งบประมาณรายได้ ประจำปี 2552
จำนวนเงิน 10,230 บาท ระยะเวลาการทำวิจัย 1 ปี
ตั้งแต่ ตุลาคม 2551 ถึง กันยายน 2552

ส่วนที่ 2 บทคัดย่อภาษาไทย

การศึกษานี้เป็นการสร้างและหาประสิทธิภาพของหนังสืออิเล็กทรอนิกส์มัลติมีเดีย เรื่องการตรวจวินิจฉัยหาการติดเชื้อเชื้อแบคทีเรียทางห้องปฏิบัติการ สำหรับนิสิตเทคนิคการแพทย์ ทำการทดลองใช้หนังสืออิเล็กทรอนิกส์มัลติมีเดีย ในกลุ่มตัวอย่าง นิสิตสาขาเทคนิคการแพทย์ ชั้นปีที่ 3 คณะสหเวชศาสตร์ มหาวิทยาลัยนเรศวร ประจำปีการศึกษา 2551 จำนวน 68 คน เครื่องมือที่ใช้ในการศึกษา ได้แก่ หนังสืออิเล็กทรอนิกส์มัลติมีเดีย เรื่องการตรวจวินิจฉัยหาการติดเชื้อเชื้อแบคทีเรียทางห้องปฏิบัติการ สำหรับนิสิตเทคนิคการแพทย์ แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน และแบบประเมินความพึงพอใจของนิสิตที่มีต่อหนังสืออิเล็กทรอนิกส์มัลติมีเดีย การหาประสิทธิภาพของบทเรียนใช้เกณฑ์ 80/80 หาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ก่อนเรียนและหลังเรียน ค่าสถิติที่ใช้ คือ การทดสอบที (t-test) การวิเคราะห์ความพึงพอใจของนิสิตที่มีต่อหนังสืออิเล็กทรอนิกส์มัลติมีเดีย ใช้ค่าเฉลี่ย ($\bar{x}$) ค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (S.D.) ผลการศึกษาพบว่า หนังสืออิเล็กทรอนิกส์มัลติมีเดียนี้ มีประสิทธิภาพ 87.17/81.98 ซึ่งเป็นไปตามเกณฑ์ที่กำหนดไว้คือ 80/80 จากการศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนิสิตที่ผ่านการเรียนด้วยหนังสืออิเล็กทรอนิกส์มัลติมีเดีย พบว่า คะแนนการทำแบบทดสอบหลังเรียนสูงกว่า

คะแนนการทำแบบทดสอบก่อนเรียน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.01 และระดับความพึงพอใจของนิสิตโดยรวมที่มีต่อหนังสืออิเล็กทรอนิกส์มัลติมีเดีย พบว่า นิสิตส่วนใหญ่มีระดับความพึงพอใจอยู่ในระดับมาก

คำสำคัญ : หนังสืออิเล็กทรอนิกส์มัลติมีเดีย, การตรวจวินิจฉัยหาการติดเชื้อเชื้อแบคทีเรียทางห้องปฏิบัติการ

บทคัดย่อภาษาอังกฤษ

The purpose of this study were construction and efficiency evaluation of Multimedia Electronic Book (e-Book): Laboratory Diagnosis of Bacterial Infection for the Medical Technology students. The samples of this study were 68 medical students 3rd year at 2008 by sampling.

The tools involved in this study were students' need analysis, e-Book, e-Book Instruction assessment, efficiency test and students' satisfaction's questionnaire.

The statistics used for data analysis were t-test, means ($\bar{x}$), and standard deviation (S.D).

The results were that; The effective criterion of the e-Book was 87.17/ 81.98 that in the standard at 80/80. Post-test score was higher than pre-test score after using the e-Book. The statistical level of significance was at 0.01 and students' satisfaction was at high level.

Key words: Multimedia Electronic Book (e-Book), Laboratory Diagnosis of Bacterial Infection

สารบัญ

บทที่		หน้า
1	ความสำคัญและที่มาของปัญหา	1
2	ทบทวนวรรณกรรม	3
3	วิธีดำเนินการวิจัย	14
4	ผลการวิจัย	32
5	สรุปและอภิปรายผล	37
6	ข้อเสนอแนะ	42
เอกสารอ้างอิง		43
ภาคผนวก ก		45
ภาคผนวก ข		47
ภาคผนวก ค		54
ภาคผนวก ง		59
ภาคผนวก จ		67

สารบัญตาราง

ตารางที่		หน้า
1	**แสดงการจัดสาระการเรียนรู้และผลการเรียนรู้ของหนังสืออิเล็กทรอนิกส์มัลติมีเดีย เรื่องการตรวจวินิจฉัยหาการติดเชื้อ** แบคทีเรียทางห้องปฏิบัติการ สำหรับนิสิตสาขาเทคนิคการแพทย์	19
2	แสดงผลการวิเคราะห์หาประสิทธิภาพของหนังสืออิเล็กทรอนิกส์มัลติมีเดีย ในการทดลองครั้งที่ 3	33
3	แสดงคะแนนเฉลี่ย และ ค่าร้อยละ (E_1) จากการทำแบบทดสอบท้ายบทเรียนในแต่ละกลุ่มสาระของกลุ่มตัวอย่าง จำนวน 68 คน	33
4	แสดงคะแนนเฉลี่ย และ ค่าร้อยละ (E_2) จากการทำแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์หลังเรียนของกลุ่มตัวอย่าง จำนวน 68 คน	34
5	แสดงผลการเปรียบเทียบคะแนนก่อนเรียนและหลังเรียนจากหนังสืออิเล็กทรอนิกส์มัลติมีเดีย เรื่องการตรวจวินิจฉัยหาการติดเชื้อแบคทีเรียทางห้องปฏิบัติการ สำหรับนิสิตสาขาเทคนิคการแพทย์ จากกลุ่มตัวอย่างจำนวน 68 คน โดยใช้ค่าเฉลี่ย ($\bar{x}$) ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน (S.D.) และค่าทดสอบที (t-test)	35
6	แสดงค่าเฉลี่ย ($\bar{x}$) ค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (S.D.) และระดับความพึงพอใจของนิสิตที่มีต่อหนังสืออิเล็กทรอนิกส์มัลติมีเดีย เรื่องการตรวจวินิจฉัยหาการติดเชื้อแบคทีเรียทางห้องปฏิบัติการ สำหรับนิสิตสาขาเทคนิคการแพทย์	36

สารบัญภาพ

ภาพที่		หน้า
1	แสดงขั้นตอนหลักของการออกแบบและพัฒนาระบบการสอน	16
2	แสดงโครงสร้างการดำเนินการวิจัย	17

มหาวิทยาลัยนเรศวร

บทที่ 1
บทนำ

ที่มาของและความสำคัญของปัญหา

การใช้สื่อและเทคโนโลยีเพื่อการศึกษา นับว่าเป็นสิ่งสำคัญในการช่วยให้ผู้เรียนมีสิทธิได้รับการพัฒนาขีดความสามารถ ในการใช้เทคโนโลยีเพื่อการศึกษาและการแสวงหาความรู้ด้วยตนเองอย่างต่อเนื่อง การนำเทคโนโลยีมาใช้ในการผลิตเป็นสื่อเพื่อการศึกษา จึงเป็นเครื่องมือที่ช่วยผู้เรียนสามารถเข้าถึงข้อมูลข่าวสารได้มากและรวดเร็วยิ่งขึ้น เทคโนโลยีด้านการศึกษาจึงเป็นเครื่องมือที่ช่วยให้การจัดการศึกษามีความหลากหลายและทำให้เกิดการเรียนรู้เพื่อพัฒนาสู่สากลได้

เทคโนโลยีด้านการศึกษามีการสร้างสื่อต่างๆ และเก็บรวบรวมข้อมูลไว้ในรูปแบบดิจิตอล ก่อให้เกิดการแทนสื่อแบบอิเล็กทรอนิกส์ เช่น การสร้างหนังสืออิเล็กทรอนิกส์ การใช้ระบบออนไลน์เข้าถึงข้อมูล เป็นต้น โดยได้มีการนำเอาโปรแกรมคอมพิวเตอร์มาใช้ในการพัฒนาสื่อการเรียนการสอน เช่น การใช้ CAI (Computer Assisted Instruction) WBI (Web Based Instruction) และ e-Book (Electronics Book) ทั้งออนไลน์และออฟไลน์ ซึ่งในการศึกษาค้นคว้าและวิจัยนี้ จะนำเอาหนังสืออิเล็กทรอนิกส์ หรือ e-Book มาใช้ในการพัฒนาสื่อการเรียนการสอน โดยมีโปรแกรมอื่นๆ ที่ช่วยสนับสนุนให้มีความสมบูรณ์มากยิ่งขึ้น เช่น Acrobat Writer, Flip Album, Flip Publisher, Desktop Author, Diji Album, Microsoft Reader, Palm, HTML Help Workshop, Plakat e-Book เป็นต้น (หนังสืออิเล็กทรอนิกส์ (e-Book), 2550)

e-Book หรือหนังสืออิเล็กทรอนิกส์ เป็นคำที่ใช้ในการอธิบายตัวอักษรที่มีลักษณะคล้ายคลึงกับหนังสือ อยู่ในรูปแบบดิจิตอล โดยแสดงให้เห็นบนจอคอมพิวเตอร์ เป็นหนังสือถูกนำมาจัดพิมพ์ในรูปแบบดิจิตอล ไม่บังคับการพิมพ์ และการเข้าเล่ม แผ่นซีดีรอมสามารถจัดเก็บข้อมูลได้จำนวนมากในรูปแบบของตัวอักษร ทั้งลักษณะภาพดิจิตอล ภาพอนิเมชั่น วิดีโอ ภาพเคลื่อนไหวต่อเนื่อง คำพูด เสียงดนตรี และเสียงอื่นๆ ที่ประกอบตัว อักษรเหล่านั้นขึ้นมา (อาภรณ์, 2551) เมื่อมารวมเข้ากับรายวิชาการตรวจวิเคราะห์โรคติดเชื้อจุลชีพทางห้องปฏิบัติการทางการแพทย์ ซึ่งเป็นรายวิชาหนึ่งสำหรับนิสิตสาขาเทคนิคการแพทย์ คณะสหเวชศาสตร์ มหาวิทยาลัยนเรศวร ที่ต้องอาศัยความรู้พื้นฐานทางด้านจุลชีววิทยา มาประกอบกับเทคนิคการตรวจวิเคราะห์หาการติดเชื้อทางห้องปฏิบัติการ โดยเนื้อหาที่เรียนจะประกอบไปด้วยการตรวจวิเคราะห์หาการติดเชื้อแบคทีเรีย ไวรัส และเชื้อรา โดยมีรายวิชาพื้นฐานที่นิสิตสาขาเทคนิคการแพทย์ต้องเรียนมาก่อนหน้านี้ จำนวน 2 รายวิชา คือ รายวิชาจุลชีววิทยาทางการแพทย์1 และรายวิชาจุลชีววิทยาทางการแพทย์ 2 สำหรับรายวิชาการตรวจวิเคราะห์โรคติดเชื้อจุลชีพทางห้องปฏิบัติการทางการแพทย์นี้ มีเนื้อหาในส่วนของการตรวจวิเคราะห์หาการติดเชื้อ

แบคทีเรียเป็นเนื้อหาหลัก และมีปัจจัยและรายละเอียดหลายอย่างมีที่เกี่ยวข้องในขั้นตอนการตรวจวิเคราะห์หาเชื้อแบคทีเรีย เช่น อาหารที่ใช้ในการเพาะเลี้ยงเชื้อ การเก็บสิ่งส่งตรวจ เป็นต้น ทั้งนี้เพื่อให้ผู้เรียนได้มีการศึกษาเพิ่มเติมจากการเรียนในห้องเรียน หรือมีการทบทวนหลังบทเรียน

ดังนั้นผู้วิจัยจึงได้พัฒนาสื่อการเรียนการสอน e-Book Multimedia หรือหนังสืออิเล็กทรอนิกส์มัลติมีเดีย โดยใช้โปรแกรม Desktop Author 4.5.70 เพื่อพัฒนา e-Book Multimedia เรื่องการตรวจวินิจฉัยหาการติดเชื้อแบคทีเรียทางห้องปฏิบัติการ เพื่อให้นิสิตเทคนิคการแพทย์ได้ใช้ประโยชน์ในการใช้ในการศึกษา ทบทวนบทเรียน และทดสอบความรู้ของตนเอง นอกจากนี้แล้วการพัฒนาสื่อการเรียนการสอน e-Book Multimedia ก่อให้เกิดประโยชน์แก่ผู้ที่ทำงานเกี่ยวข้องกับเชื้อแบคทีเรีย ตลอดจนผู้ที่สนใจอีกด้วย

วัตถุประสงค์ของโครงการวิจัย

1. เพื่อสร้างและหาประสิทธิภาพของหนังสืออิเล็กทรอนิกส์มัลติมีเดียของนิสิตนิสิตชั้นปีที่ 3 สาขาวิชาเทคนิคการแพทย์ คณะสหเวชศาสตร์ มหาวิทยาลัยนเรศวร ปีการศึกษา 2551 ให้ได้ตามเกณฑ์ 80/80
2. เพื่อเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ก่อนการเรียนและหลังการเรียน ด้วยหนังสืออิเล็กทรอนิกส์มัลติมีเดีย
3. เพื่อศึกษาความพึงพอใจของนิสิตที่มีต่อการเรียนด้วยหนังสืออิเล็กทรอนิกส์มัลติมีเดีย

ประสิทธิผลของโครงการวิจัย

1. ดัชนีชี้วัดความสำเร็จ

ได้หนังสืออิเล็กทรอนิกส์มัลติมีเดีย เรื่องการตรวจวินิจฉัยหาการติดเชื้อแบคทีเรียทางห้องปฏิบัติการทางการแพทย์ สำหรับนิสิตสาขาเทคนิคการแพทย์ ที่มีประสิทธิภาพ

2. ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับจากการวิจัย

สามารถนำหนังสืออิเล็กทรอนิกส์มาใช้เป็นสื่อการเรียนการสอนและเสริมความรู้ความเข้าใจให้กับนักศึกษาได้จริง

บทที่ 2
ทบทวนวรรณกรรม

1. การตรวจวิเคราะห์หาการติดเชื้อแบคทีเรียทางห้องปฏิบัติการ (Diagnosis of Bacterial Infection in Laboratory) (ศิริลักษณ์, 2550)

ในการตรวจวินิจฉัยโรคติดเชื้อแบคทีเรีย เพื่อจะบอกว่าการติดเชื้อหรือโรคติดเชื้อนั้นมีสาเหตุจากมาเชื้อแบคทีเรียชนิดใด จะมีขั้นตอนในการดำเนินการวินิจฉัยโรคติดเชื้อ โดยเริ่มตั้งแต่ผู้ป่วยมาทำการพบแพทย์ ซึ่งแพทย์จะเป็นผู้หาข้อมูลเบื้องต้นในการที่จะระบุว่ามีการติดเชื้อเกิดขึ้นเมื่อไร และอยู่ที่ส่วนใดของร่างกาย และ สันนิษฐานหาเชื้อที่สงสัยว่าจะเป็นสาเหตุของการติดเชื้อนั้นๆ จากนั้นแพทย์จะสั่งให้เจ้าหน้าที่ที่เกี่ยวข้องทำการเก็บสิ่งส่งตรวจจากผู้ป่วยมายังห้องปฏิบัติการ เพื่อทำการเพาะเลี้ยงหาเชื้อที่เป็นสาเหตุต่อไป ดังนั้น ในการศึกษาหรือการเพาะเลี้ยงเชื้อแบคทีเรีย เพื่อที่จะบอกว่าเชื้อใดเป็นสาเหตุของโรคในผู้ป่วยนั้นจึงมีวิธีการปฏิบัติหลายขั้นตอน โดยจะแบ่งเป็น 2 ส่วน คือ ส่วนที่เกี่ยวข้องกับคลินิก (Clinical part) และส่วนที่เกี่ยวข้องกับห้องปฏิบัติการ (Laboratory part)

ด้านคลินิก (Clinical Part) เป็นส่วนที่เกี่ยวกับการเลือกสิ่งส่งตรวจที่จะนำส่งห้องปฏิบัติการ (Clinical specimen selection) ว่าจะเลือกเพื่อทำการตรวจหาเชื้อแบคทีเรีย (Bacterial cell) หรือผลิตผลที่เชื้อสร้างขึ้น (Product เช่น Toxin) หรือการตอบสนองของภูมิคุ้มกันต่อเชื้อ (Immune response เช่น แอนติบอดี แอนติเจน) เป็นต้น จากนั้นจะทำการเก็บสิ่งส่งตรวจ โดยใส่ลงในภาชนะที่เหมาะสมในการนำส่ง (specimen transportation) ซึ่งต้องคำนึงถึง ชนิดของสิ่งส่งตรวจ วิธีการเก็บสิ่งส่งตรวจ อาหารในการนำส่งเชื้อ (Transport medium) อุณหภูมิ และระยะเวลาในการนำส่ง

ด้านห้องปฏิบัติการ (Laboratory Part) เป็นส่วนที่เกี่ยวกับห้องปฏิบัติการโดยตรง ก่อนที่จะทำการเพาะเลี้ยงเชื้อหาเชื้อที่เป็นสาเหตุนั้น ทางห้องปฏิบัติการจะต้องรู้ว่าสิ่งส่งตรวจนั้นคืออะไร ตรวจหาเชื้ออะไร วันที่เก็บสิ่งส่งตรวจ และระยะเวลาใด มีการใช้ยาต้านจุลชีพก่อนและระหว่างเก็บตัวอย่างหรือไม่ ซึ่งจะสามารถดูได้จากในนำส่ง และที่สำคัญคือต้องมีการตรวจทาน ชื่อ-สกุล รวมทั้งหมายเลขผู้ป่วย หอผู้ป่วย ให้ตรงกันทั้งในใบนำส่งและข้างขวดที่นำส่ง และรายละเอียดอื่นๆ ดังนี้

1. การเพาะเลี้ยงเชื้อแบคทีเรีย เพื่อบอกสาเหตุของโรคที่นิยมใช้ในห้องปฏิบัติการจุลชีววิทยาคลินิกนั้น มีขั้นตอนที่สำคัญ ได้แก่

1.1 การดูลักษณะรูปพรรณของแบคทีเรียด้วยกล้องจุลทรรศน์ (Microscopic morphology) เนื่องจากเชื้อแบคทีเรียเป็นสิ่งมีชีวิตที่มีขนาดเล็กมาก ไม่สามารถมองเห็นได้ด้วยตาเปล่า จึงต้องมีอุปกรณ์เพื่อทำหน้าที่ขยายขนาดของเซลล์ และอุปกรณ์ที่สำคัญคือ กล้องจุลทรรศน์ เพื่อที่จะบอกรูปร่าง ลักษณะการติดสี หรือส่วนประกอบที่มีอยู่ในเซลล์

1.2 การดูลักษณะที่เจริญบนอาหารเลี้ยงเชื้อ (Cultural Characteristic) ซึ่งจะต้องอาศัยความสามารถของเชื้อในการเจริญบนอาหารชนิดต่างๆ การเลือกใช้อาหารในการเพาะเลี้ยงที่เหมาะสมกับเชื้อชนิดต่างๆ หรือสิ่งส่งตรวจประเภทต่างๆ

2. **การหาชนิดของเชื้อแบคทีเรีย** (Bacterial Identification) ต้องอาศัยคุณสมบัติหลายประการประกอบกัน ซึ่งสามารถแบ่งออกเป็น 2 ประเภทใหญ่ ๆ คือ

1) **การจำแนกโดยการใช้ลักษณะของยีนของเชื้อ** (Organism identification using genotypic criteria) โดยอาศัยเทคนิคทางอณูชีววิทยาในวิเคราะห์ DNA หรือ RNA ของเชื้อ

2) การจำแนกโดยการใช้ลักษณะของเชื้อที่แสดงออกให้เห็น (Organism identification using phenotypic criteria) ซึ่งเป็นวิธีที่นิยมใช้กันในห้องปฏิบัติการจุลชีววิทยา ได้แก่

- รูปร่างลักษณะของโคโลนี (Macroscopic / colony morphology)
- รูปร่างของแบคทีเรียทางกล้องจุลทรรศน์ (Microscopic morphology) และคุณสมบัติในการติดสี (Staining properties) การติดสีแกรม (Gram stain) และสีทนกรด (Acid fast stain)
- สภาวะแวดล้อมที่เชื้อต้องการในการเจริญเติบโต (Environmental requirements for growth) เป็นสภาวะที่ต้องการหรือไม่ต้องการก๊าซออกซิเจนในการเจริญเติบโตของเชื้อ

- Aerobic culture ใช้ในการตรวจหาเชื้อจากสิ่งส่งตรวจของผู้ป่วยโรคติดเชื้อทั่ว ๆ ไป
- Anaerobic culture ใช้ในการเพาะเชื้อที่ไม่ต้องการก๊าซออกซิเจนในการเจริญเติบโต ซึ่งวิธีนี้ค่อนข้างยุ่งยาก ต้องมีอุปกรณ์พิเศษ

3) ลักษณะทางชีวเคมี (Biochemical characteristics) ดูลักษณะการใช้ substrate เช่น น้ำตาล นม ผลผลิตจากขบวนการเมตาบอลิซึมของเชื้อ (Metabolic product formation) ได้แก่ indole, acetone และการหมักย่อยน้ำตาล (sugar fermentation)

4) ความไวหรือการดื้อต่อสารต้านจุลชีพ (Resistance or susceptibility to antimicrobial agents) เป็นการศึกษาความสามารถของเชื้อในการเจริญในภาวะที่มีสารต้านจุลชีพ

2. เอกสารที่เกี่ยวข้องหนังสืออิเล็กทรอนิกส์มัลติมีเดีย

ความหมายของหนังสืออิเล็กทรอนิกส์ (ความหมาย E-Book, 2551)

หนังสืออิเล็กทรอนิกส์ เป็นคำเฉพาะที่ใช้สำหรับผลิตภัณฑ์ที่เป็นสิ่งพิมพ์ด้านอิเล็กทรอนิกส์และมัลติมีเดีย โดยเฉพาะอย่างยิ่งผลิตภัณฑ์ที่เป็นแผ่นจานข้อมูลเสียง (Optical disc) เช่น ซีดีรอม และซีดีไอ และเป็น ซอฟต์แวร์ (ในรูปของดิสก์ขนาด 8 ซม.) เป็นคำที่ใช้ในการอธิบายตัวอักษรที่มีลักษณะคล้ายคลึงกับหนังสือ อยู่ในรูปแบบดิจิตอล โดยแสดงให้เห็นบนจอคอมพิวเตอร์ เป็นหนังสือถูกนำมาจัดพิมพ์ในรูปแบบดิจิตอล ไม่บังคับการพิมพ์ และการเข้าเล่ม แผ่นซีดีรอมสามารถจัดเก็บข้อมูลได้จำนวนมากในรูปแบบของตัวอักษร ทั้งลักษณะภาพ ดิจิตอล ภาพอนิเมชั่น วิดีโอ ภาพเลื่อนไหวต่อเนื่อง คำพูด เสียงดนตรี และเสียงอื่นๆ ที่ประกอบตัว อักษรเหล่านั้น มูลค่าของการจำลองลงบนแผ่นจานข้อมูลเสียง (Optical disc) เพียงแค่เป็นเศษส่วน ของการจัดพิมพ์และการห่อหนังสือในขณะที่มีความจำเป็นที่จะต้องมีฮาร์ดแวร์ในการอ่านหนังสือ อิเล็กทรอนิกส์ และขณะนี้มีราคาหลายระดับ ลักษณะของซอฟต์แวร์ที่เพิ่มเป็นแบบไฮเปอร์มีเดีย (Hypermedia) สามารถแสดงผลของการค้นหาตัวอักษรได้เชื่อมต่อกับไฮเปอร์เท็กซ์ มีคำแนะนำที่ สามารถอธิบายศัพท์เป็นระบบออนไลน์ และอาจมีหมายเหตุตรงขอบ เป็นต้น

วิวัฒนาการของหนังสืออิเล็กทรอนิกส์ (หนังสืออิเล็กทรอนิกส์, 2550)

ได้มีการกล่าวถึงประวัติความเป็นมาหรือวิวัฒนาการของหนังสืออิเล็กทรอนิกส์ไว้ว่าความคิดในเรื่องหนังสืออิเล็กทรอนิกส์ได้ปรากฏในนิยายทางวิทยาศาสตร์มาตั้งแต่ภายหลังปี ค.ศ. 1940 เป็นหลักการใหม่ของคอมพิวเตอร์ตามแบบแผน IBM มีผลิตภัณฑ์ คือ Book Master เนื้อหาหนังสืออิเล็กทรอนิกส์ในปี 1980 และก่อนปี 1990 และในช่วงสิบปีมานี้ก็ได้เห็นความพยายามที่จะนำผลิตภัณฑ์ที่คล้ายกับเป็นหนังสืออิเล็กทรอนิกส์เข้ามา จำหน่ายในโลกแห่งความจริง แต่ส่วนมากก็ล้มเหลว แต่ก็มีบ้างที่ยังอยู่ในตลาด เช่น Book man หรือ Franklin Bookman ซึ่งการใช้งานยังคงห่างไกลที่จะเข้ามาเชื่อมโยงในตลาดกระแสแมนสตีมได้ ปัญหา ของอุปกรณ์เหล่านี้ก็คือ จอภาพขนาดเล็กที่สามารถอ่านออกได้ยาก อายุการใช้งานแบตเตอรี่ที่ค่อนข้างสั้น อีกทั้งไม่มีเทคโนโลยีในการแปลงรหัส (encryption) เพื่อป้องกันข้อมูลของผู้พิมพ์ในเรื่องของ ลิขสิทธิ์ของตัวอักษร อีกทั้งวิธีจัดจำหน่ายและแสดงผลต่างๆ กันก็ยังไม่สะดวกต่อผู้ใช้ อย่างเช่นการใช้ แผ่นซีดีรอมหรือตลับบรรจุแผงวงจรอิเล็กทรอนิกส์ พัฒนาการอันหนึ่งที่ได้เขามามีส่วนช่วยให้หนังสืออิเล็กทรอนิกส์เกิดการรุดหน้าเร็วขึ้นจน สามารถบรรลุผลในการเป็นหนังสือที่สมบูรณ์แบบก็คือ แล็บท็อปคอมพิวเตอร์ นั่นก็คือการนำบางส่วน ของแล็บท็อป เช่น สกรีน มาใช้ในหนังสืออิเล็กทรอนิกส์ที่สำคัญก็คือ ในระยะเมื่อไม่กี่ปีมานี้ราคาของส่วนประกอบของคอมพิวเตอร์ได้ลดลงไปมาก จนทำให้การผลิตหนังสืออิเล็กทรอนิกส์มี

คุณภาพสูง นอกจากนี้การบูมของอินเทอร์เน็ตก็ได้เข้ามาทำให้มนุษย์สามารถส่งสิ่งที่เป็นเอกสารหรือหนังสือได้คราวละมากๆ โดยอาศัยอินเทอร์เน็ตและสิ้นเปลืองค่าใช้จ่ายน้อย และไม่ต้องมีดิสก์เก็ตหรือการ์ดสำหรับการใช้ในการเก็บข้อมูล เช่น นวนิยาย หรือเอกสารตำรา ในกรณีที่มีผู้เกรงว่าจะมีการละเมิดลิขสิทธิ์ด้วยการ อาศัยไปรษณีย์อิเล็กทรอนิกส์เป็นเครื่องมือในการรับส่งหนังสือ ตำรา หรือนวนิยายนั้นก็สามารถป้องกัน ได้ด้วยการใช้รหัส (encryption) เพื่อไม่ให้บรรดาผู้ใช้หนังสืออิเล็กทรอนิกส์สามารถใช้ไปรษณีย์ อิเล็กทรอนิกส์ในการแจกจ่ายเนื้อหาในหนังสือนวนิยายหรือตำรา โดยไม่ต้องไปซื้อหามา อนึ่ง หนังสือ อิเล็กทรอนิกส์ก็ได้อาศัยหลักการที่ว่าจะนำเทคโนโลยีที่มีความบางเบามากๆ มาใช้ เช่น สกรีน โดยจะละทิ้งทุกสิ่งในแล็บท็อปที่มีน้ำหนักมาก เช่น โปรเซสเซอร์แบบเฮฟวี่ดิวตี้ งานพัฒนาหนังสืออิเล็กทรอนิกส์ จึงได้มุ่งหนักไปในเรื่องของความบางเบาและการพิมพ์ทุกอย่างลงบนแผ่นพลาสติกหรือสิ่งอื่นใดที่จะนำ มาทำหน้าที่คล้ายกับกระดาษให้มากที่สุดเท่าที่จะทำได้ อันหมายถึงการพิมพ์ตั้งแต่สิ่งที่เป็นวงจรทาง อิเล็กทรอนิกส์จนถึงสิ่งอื่นๆ เช่น หน่วยความจำสำรอง (ภายในหนังสืออิเล็กทรอนิกส์จะไม่มีซีพียู) ลงบน แผ่นบางๆ ที่จะทำหน้าที่เป็นส่วนประกอบของหนังสืออิเล็กทรอนิกส์อันเนื่องจากต้องการประหยัดน้ำหนัก นอกจากนี้ลักษณะที่กล่าวมาของไปรษณีย์อิเล็กทรอนิกส์ก็ยังมีส่วนที่เรียกว่าเนื้อหาด้วย ซึ่งเนื้อหาในที่นี้ได้มีกล่าวไว้ว่า เนื้อหา (content) เป็นเครื่องมือที่สามารถใช้ประโยชน์บนเครือข่ายมีความสามารถ ในการส่งสัญญาณเสียง การแพร่กระจายของวัสดุ

ประโยชน์ของหนังสืออิเล็กทรอนิกส์

หนังสืออิเล็กทรอนิกส์นั้นมีประโยชน์ต่อผู้อ่าน โดยมีรายละเอียดโดยสรุป ดังต่อไปนี้ (เสาวลักษณ์, 2545)

1) ช่วยให้ผู้เรียนสามารถย้อนกลับเพื่อทบทวนบทเรียนหากไม่เข้าใจ และสามารถเลือกเรียนได้ตามเวลาและสถานที่ที่ตนเองสะดวก

2) การตอบสนองที่รวดเร็วของคอมพิวเตอร์ที่ให้ทั้งสีสัน ภาพ และเสียง ทำ ให้เกิดความตื่นเต้นและไม่เบื่อหน่าย

3) ช่วยให้การเรียน มีประสิทธิภาพในแง่ที่ลดเวลาลดค่าใช้จ่าย สนองความต้องการและความสามารถของบุคคล มีประสิทธิผลในแง่ที่ทำ ให้ผู้เรียนบรรลุจุดมุ่งหมาย

4) ผู้เรียนสามารถเลือกเรียนหัวข้อที่สนใจข้อใดก่อนก็ได้ และสามารถย้อนกลับไปกลับมาในเอกสาร หรือกลับมาเริ่มต้นที่จุดเริ่มต้นใหม่ได้อย่างสะดวกรวดเร็ว

5) สามารถแสดงทั้งข้อความ ภาพนิ่ง ภาพเคลื่อนไหว และเสียงได้พร้อมกัน หรือจะเลือกให้แสดงเพียงอย่างใดอย่างหนึ่งก็ได้

6) การจัดเก็บข้อมูลจะสามารถจัดเก็บไฟล์แยกระหว่างตัวอักษร ภาพนิ่ง ภาพเคลื่อนไหวและเสียง โดยใช้เท็กซ์ไฟล์เป็นศูนย์รวม แล้วเรียกมาใช้ร่วมกันได้โดยการเชื่อมโยงข้อมูลจากสื่อต่างๆ ที่อยู่คนละที่เข้าด้วยกัน

7) สามารถปรับเปลี่ยน แก้ไข เพิ่มเติมข้อมูลได้ง่าย สะดวกและรวดเร็ว ทำให้สามารถปรับปรุงบทเรียนให้ทันสมัยกับเหตุการณ์ได้เป็นอย่างดี

8) ผู้เรียนสามารถค้นหาข้อมูลที่เกี่ยวข้องกันกับเรื่องที่กำลังศึกษา จากแฟ้มเอกสารอื่นๆ ที่เชื่อมโยงอยู่ได้อย่างไม่จำกัดจากทั่วโลก

9) เสริมสร้างให้ผู้เรียนเป็นผู้มีเหตุผล มีความคิดและทัศนะที่เป็น Logical เพราะการโต้ตอบกับเครื่องคอมพิวเตอร์ ผู้เรียนจะต้องทำ อย่างมีขั้นตอน มีระเบียบ และมีเหตุผลพอสมควรเป็นการฝึกลักษณะนิสัยที่ดีให้กับผู้เรียน

10) ผู้เรียนสามารถบูรณาการการเรียนการสอนในวิชาต่างๆ เข้าด้วยกันได้อย่างเกี่ยวเนื่องและมีความหมาย

11) ครูมีเวลาติดตามและตรวจสอบความก้าวหน้าของผู้เรียนแต่ละคนได้มากขึ้น

12) ครูมีเวลาศึกษาตำรา และพัฒนาความสามารถของตนเองได้มากขึ้น

13) ช่วยพัฒนาทางวิชาการ

องค์ประกอบของหนังสืออิเล็กทรอนิกส์ (STKS E-LEARNING, 2550)

1) **อักขระ (Text) หรือข้อความ** เป็นองค์ประกอบของโปรแกรมมัลติมีเดีย สามารถนำอักขระมาออกแบบเป็นส่วนหนึ่งของภาพ หรือสัญลักษณ์ กำหนดหน้าที่การเชื่อมโยงนำ เสนอเนื้อหาเสียง ภาพกราฟิก หรือวีดิทัศน์ เพื่อให้ผู้ใช้เลือกข้อมูลที่จะศึกษาการใช้อักขระเพื่อกำหนดหน้าที่ในการสื่อสารความหมายในคอมพิวเตอร์

2) **ภาพนิ่ง** (Still Image) เป็นภาพกราฟิก เช่น ภาพวาด ภาพถ่าย ภาพลายเส้น แผนที่แผนภูมิ ที่ได้จากการสร้างภายในด้วยโปรแกรมคอมพิวเตอร์ และภาพที่ได้จากการสแกนจากแหล่งเอกสารภายนอก ภาพที่ได้เหล่านี้จะประมวลผลออกมาเป็นจุดภาพ (Pixel) แต่ละจุดบนภาพจะถูกแทนที่เป็นค่าความสว่าง (Brightness) ค่าสี (Color) ส่วนความละเอียดของภาพจะขึ้นอยู่กับจำนวนจุดและขนาดของจุดภาพ ภาพที่เหมาะสมไม่ใช่อยู่ที่ขนาดของภาพ หากแต่อยู่ที่ขนาดของไฟล์ภาพการจัดเก็บภาพที่มีขนาดข้อมูลมาก ทำให้การดึงข้อมูลได้ยากเสียเวลา สามารถทำได้โดยการลดขนาดข้อมูล การบีบอัดข้อมูลชนิดต่าง ๆ ด้วยโปรแกรมในการจัดเก็บบีบอัดข้อมูล (คลายข้อมูล) ก่อนที่จะเก็บข้อมูลเพื่อประหยัดเนื้อที่ ในการเก็บไฟล์ (File) กราฟิกที่ใช้ในหนังสืออิเล็กทรอนิกส์แบบสื่อประสม แบ่งได้ 3 ไฟล์ คือ ไฟล์สกุล GIF (Graphic Interchange Format), ไฟล์สกุล JPEG (Joint Photographic Experts Group) และไฟล์สกุล PNG (Portable Network Graphics)

3) **ภาพเคลื่อนไหว** (Animation) เกิดจากชุดภาพที่มีความแตกต่างนำมาแสดงเรียงต่อเนื่องกันไป ความแตกต่างของแต่ละภาพที่นำเสนอ ทำให้มองเห็นเป็นการเคลื่อนไหวของสิ่งต่าง ๆ ในเทคนิคเดียวกับภาพยนตร์การ์ตูน ภาพเคลื่อนไหวจะทำ ให้สามารถนำ เสนอความคิดที่ซับซ้อนหรือยุ่งยาก ให้ง่ายต่อการเข้าใจ และสามารถกำหนดลักษณะและเส้นทางที่จะให้ภาพนั้นเคลื่อนที่ไปมาตามต้องการ คล้ายกับการสร้างภาพยนตร์ขึ้นมาตอนหนึ่งนั่นเอง การแสดงสีการลบภาพ โดยทำให้ภาพเลือนจางหายหรือทำให้ภาพปรากฏขึ้นในรูปแบบต่าง ๆ กัน นับเป็นสื่อที่ดีอีกชนิดหนึ่งในมัลติมีเดียโปรแกรมสนับสนุนการสร้างภาพเคลื่อนไหวมีอยู่หลายโปรแกรมตามความต้องการของผู้ใช้ และจัดเก็บภาพเป็นไฟล์สกุล Gif ไฟล์ประเภทนี้คือ มีขนาดไฟล์ต่ำ สามารถทำ พื้นของภาพให้เป็นพื้นแบบโปร่งใสได้ (Transparent) เรียกดูได้กับกราฟิกบราวเซอร์ (Graphics Browsers) ทุกตัวแต่สามารถแสดงผลได้เพียง 256 สี (ทรงศักดิ์, 2542)

4) **เสียง** (Sound) เป็นสื่อช่วยเสริมสร้างความเข้าใจในเนื้อหาได้ดีขึ้นและทำให้คอมพิวเตอร์มีชีวิตชีวาขึ้น ด้วยการเพิ่มการ์ดเสียงและโปรแกรมสนับสนุนเสียง อาจอยู่ในรูปของเสียงดนตรี เสียงสังเคราะห์ปรุงแต่ง การใช้เสียงในมัลติมีเดียนั้นผู้สร้างต้องแปลงสัญญาณเสียงไฟฟ้าเป็นสัญญาณ เสียง analog ผ่านจากเครื่องเล่นวิทยุ เทปคาสเซ็ทหรือแผ่นซีดี การอัดเสียงผ่านไมโครโฟนต่อเข้าไลน์อิน (Line – In) ที่พอร์ต (Port) การ์ดเสียงได้โดยตรงโดยไม่ต้องผ่านไมโครโฟนและการ์ดเสียงที่มีคุณภาพดีย่อมจะทำให้ได้เสียงที่มีคุณภาพดีด้วยเช่นกัน ไฟล์เสียงมีหลายแบบ ได้แก่ ไฟล์สกุล WAV และ MIDI (Musical Instrument Digital Interface) ไฟล์ WAV ใช้เนื้อที่ในการเก็บสูงมาก ส่วนไฟล์ MIDI เป็นไฟล์ที่นิยมใช้ในการเก็บเสียงดนตรี

5) **ภาพวีดิทัศน์** (Video) เป็นภาพเหมือนจริงที่ถูกเก็บในรูปของดิจิทัล มีลักษณะแตกต่างจากภาพเคลื่อนไหวที่ถูกสร้างขึ้นจากคอมพิวเตอร์ ในลักษณะคล้ายภาพยนตร์การ์ตูนภาพวีดิทัศน์สามารถต่อสายตรงจากเครื่องเล่นวีดิทัศน์หรือเลเซอร์ดิสก์เข้าสู่เครื่องคอมพิวเตอร์ด้วยวิธีการ Capture ระบบวีดิทัศน์ที่ทำงานจากฮาร์ดดิสก์ที่ไม่มีการบีบอัดสัญญาณภาพวีดิทัศน์ ภาพวีดิทัศน์มีความต้องการพื้นที่ฮาร์ดดิสก์ว่างมาก ดังนั้นจึงต้องมีการบีบอัดข้อมูลให้มีขนาดเล็กเพื่อที่จะเพิ่มประสิทธิภาพและความเร็วในการส่งสูงสุดแต่ยังคุณภาพของภาพวีดิทัศน์ ซึ่งต้องอาศัยการ์ดวีดิทัศน์ในการทำหน้าที่ดังกล่าว การนำภาพวีดิทัศน์มาประกอบในมัลติมีเดียต้องมีอุปกรณ์สำคัญคือดิจิทัลวีดิทัศน์การ์ด (Digital Video Card) การทำงานในระบบวินโดวส์ ภาพวีดิทัศน์จะถูกเก็บไว้ในไฟล์ตระกูลเอวีไอ (AVI : Audio Video Interleave) มูฟวี่ (MOV) และเอ็มเพ็ก (MPEG : Moving Pictures Experts Group) ซึ่งสร้างภาพวีดิทัศน์เต็มจอ 30 เฟรมต่อวินาที ข้อเสียของการดูภาพวีดิทัศน์ ในหนังสืออิเล็กทรอนิกส์ คือ ไฟล์ของภาพจะมีขนาดใหญ่ตั้งแต่ 500 กิโลไบท์ หรือมากกว่า 10 เมกะไบท์ ทำให้เสียเวลาในการดาวน์โหลดที่ต้องเวลามาก

6) **การเชื่อมโยงข้อมูลแบบปฏิสัมพันธ์** (Interactive Links) หมายถึง การที่ผู้ใช้มัลติมีเดียสามารถเลือกข้อมูลได้ตามต้องการโดยใช้ตัวอักษร ปุ่ม หรือภาพ สำหรับตัวอักษรที่จะสามารถเชื่อมโยงได้ จะเป็นตัวอักษรที่มีสีแตกต่างจากอักษรตัวอื่น ๆ ส่วนปุ่มก็จะมีลักษณะคล้ายกับปุ่มเพื่อชมภาพยนตร์หรือคลิกลงบนปุ่มเพื่อเข้าไปหาข้อมูลที่ต้องการหรือเปลี่ยนหน้าข้อมูล ส่วนมัลติมีเดียปฏิสัมพันธ์ (Interactive Multimedia) เป็นการสื่อสารผ่านคอมพิวเตอร์ที่มีลักษณะการสื่อสารไปมาทั้งสองทาง คือ การโต้ตอบระหว่างผู้ใช้คอมพิวเตอร์และการมีปฏิสัมพันธ์ผู้ใช้เลือกได้ว่าจะดูข้อมูล ดูภาพฟังเสียง หรือดูภาพวีดิทัศน์ ซึ่งรูปแบบของการมีปฏิสัมพันธ์อาจอยู่ในรูปใดรูปหนึ่งดังต่อไปนี้

7) **การจัดเก็บข้อมูลมัลติมีเดีย** เนื่องจากมีการพัฒนาสื่อการเรียนการสอนคอมพิวเตอร์แบบมัลติมีเดียที่เป็นการพัฒนาแบบใช้หลายสื่อผสมกัน (Multimedia) และเทคโนโลยีสื่อมัลติมีเดียมีจำนวนมาก ทำให้จำเป็นต้องใช้เนื้อที่เก็บข้อมูลเป็นจำนวนมาก สื่อที่ใช้จัดเก็บต้องมีขนาดความจุมากพอที่จะรองรับข้อมูลในรูปแบบวีดิโอ รูปภาพ ข้อความ ปัจจุบันแผ่นซีดีรอม (CD-ROM :Compact Disk Read Only Memory) และแผ่นดีวีดี (DVD) ได้รับความนิยมแพร่หลาย สามารถเก็บข้อมูลได้สูงมาก จึงสามารถเก็บข้อมูลแฟ้มข้อมูลอื่น ๆ ได้มากเท่าที่ต้องการ จึงกล่าวได้ว่าซีดีรอมและดีวีดีเป็นสื่ออีกชนิดหนึ่งที่ปฏิวัติรูปแบบการเรียนการสอน นอกจากนี้ยังทำให้ผู้เรียนสามารถทบทวนและเรียนรู้ได้ด้วยตัวเองในเวลาที่ผู้เรียนสะดวกและมีประสิทธิภาพ

องค์ประกอบของกระบวนการพัฒนาหนังสืออิเล็กทรอนิกส์แบบสื่อประสม

การพัฒนาหนังสืออิเล็กทรอนิกส์แบบสื่อประสม ประกอบด้วย 2 องค์ประกอบใหญ่ๆ ดังนี้

1) องค์ประกอบด้านมัลติมีเดีย บริษัทไมโครซอฟท์ได้ร่วมกับผู้ผลิตฮาร์ดแวร์และซอฟต์แวร์ที่เกี่ยวข้องกับมัลติมีเดีย ทำการกำหนดมาตรฐานพีซีมัลติมีเดียขึ้นใช้ชื่อว่า เอ็มพีซี (MPC: Multimedia Personal Computer) เพื่อกำหนดคุณสมบัติขั้นพื้นฐานในการผลิตพีซีให้เป็นระบบมัลติมีเดียพีซี ซึ่งประกอบไปด้วยการ์ดเสียง เครื่องขับซีดีรอม ลำโพงภายนอก และซอฟแวร์รันบนไมโครซอฟต์วินโดว์ ปัจจุบันมาตรฐานเอ็มพีซี (MPC) (ไพลิน, 2539)

2) องค์ประกอบด้านบุคลากรที่เกี่ยวกับการออกแบบคอมพิวเตอร์มัลติมีเดีย ในการออกแบบและพัฒนาหนังสืออิเล็กทรอนิกส์แบบสื่อประสมให้ได้บทเรียนที่มีประสิทธิภาพ จะต้องประกอบด้วยบุคลากรด้านต่างๆ ที่เกี่ยวข้องดังนี้ (ช่วงโชติ, 2535 ; สุทธิพร, 2539)

2.1) ผู้เชี่ยวชาญด้านหลักสูตรและเนื้อหา เป็นบุคลากรที่มีความรู้ประสบการณ์ทางด้านการออกแบบและพัฒนาหลักสูตร รวมถึงการกำหนดเป้าหมายและทิศทางของหลักสูตรวัตถุประสงค์พื้นฐาน การเรียนรู้ของผู้เรียน ขอบข่ายของเนื้อหา กิจกรรมการเรียนการสอน รายละเอียดคำอธิบายของเนื้อหาวิชา ตลอดจนวิธีการวัดและประเมินผลของหลักสูตร บุคคลกลุ่มนี้จะเป็นผู้สามารถให้คำปรึกษาแนะนำ เรียกว่าเป็นทรัพยากรบุคคลด้านหลักสูตร

2.2) ผู้เชี่ยวชาญด้านการสอน เป็นบุคลากรที่ทำหน้าที่ในการเสนอเนื้อหาวิชาใดวิชาหนึ่งโดยเฉพาะ ซึ่งเป็นผู้ที่มีความรู้ความชำนาญ มีประสบการณ์ และมีความสำเร็จในด้านการเรียนการสอนมาเป็นอย่างดี เป็นต้นว่ามีความรู้เนื้อหาอย่างลึกซึ้ง สามารถจัดลำดับความยากง่าย ความสัมพันธ์ และความต่อเนื่องของเนื้อหา รู้เทคนิควิธีการนำเสนอเนื้อหา หรือวิธีการสอน การออกแบบและการสร้างบทเรียน ตลอดจนมีวิธีการวัดและประเมินผลการเรียนรู้ของผู้เรียนมาเป็นอย่างดี บุคคลกลุ่มนี้จะเป็นผู้ที่ช่วยทำให้ออกแบบบทเรียน มีทั้งคุณภาพและประสิทธิภาพและน่าสนใจขึ้น

2.3) ผู้เชี่ยวชาญด้านสื่อการเรียนการสอน จะช่วยทำหน้าที่ในการออกแบบและให้คำแนะนำทางด้านการวางแผนการออกแบบบทเรียน ประกอบด้วยการออกแบบและการจัดวางรูปแบบ การออกแบบหน้าจอหรือเฟรมเนื้อหา การเลือกและวิธีการใช้ตัวอักษร เส้น รูปทรง กราฟิก แผนภาพ แผนภูมิ รูปภาพ สี แสง เสียง การจัดทำรายงานสื่อการเรียนการสอนที่จะช่วยทำให้บทเรียนมีความสวยงาม และน่าสนใจมากยิ่งขึ้น

2.4) ผู้เชี่ยวชาญด้านโปรแกรมคอมพิวเตอร์ เป็นผู้ที่ทำงานด้านคอมพิวเตอร์หรือผู้เชี่ยวชาญโปรแกรมคอมพิวเตอร์ที่ใช้สร้างบทเรียนคอมพิวเตอร์ และสร้างสื่อมัลติมีเดีย (อดิศักดิ์, 2541) กระบวนการผลิตสื่อมัลติมีเดียก็คล้ายๆ กับอุตสาหกรรมภาพยนตร์ที่ต้องมีคนมาเกี่ยวข้องจำนวนบุคลากรที่จำเป็นในการผลิตงานจะนำมาซึ่งทักษะและความเชี่ยวชาญในแต่ละด้านและต้องมีการติดต่อสื่อสารกันในกลุ่มที่ทำงาน เพื่อให้ผลงานออกมามีความกลมกลืนกันกลุ่มคนดังกล่าว ได้แก่ ผู้ออกแบบงานกราฟิก โปรแกรมเมอร์ ผู้ออกแบบตกแต่งเสียง ผู้ถ่ายวีดิทัศน์ ผู้ออกแบบภาพเคลื่อนไหว เป็นต้น

การผลิตและการออกแบบหนังสืออิเล็กทรอนิกส์

ปัจจุบันการผลิตหนังสืออิเล็กทรอนิกส์เป็นเรื่องที่ไม่ยุ่งยากอีกต่อไป เนื่องจากโปรแกรมประยุกต์หลายตัวที่สนับสนุนการสร้างสื่อตัวนี้แต่ทั้งนี้การพัฒนาการสร้างหนังสืออิเล็กทรอนิกส์ ควรคำนึงถึงการเข้ากันได้ของเทคโนโลยีด้วย เพราะว่าการผลิตอาจต้องใช้เครื่องมือที่แตกต่างกันและเมื่อนำมารวมเข้าด้วยกันควรจะทำได้ง่ายในการพิมพ์ครั้งสุดท้าย ในการออกแบบหนังสืออิเล็กทรอนิกส์ให้เกิดประโยชน์สูงสุดต้องอาศัยพื้นฐานการออกแบบซึ่งกำหนด การเชื่อมประสาน (Interface) กับผู้อ่านโดยยึดหลักการของหนังสือ และโครงสร้างของหนังสือที่แน่นอนในการออกแบบแต่ละหน้าจะต้องคำนึงถึงยุทธศาสตร์การนำเสนอยุทธศาสตร์การเรียน การออกแบบปุ่มควบคุมควรมีแบบฝึกหัดระหว่างเรียน และคำถามท้ายบทเพื่อประเมินว่าผู้อ่านได้รับความรู้ไปมากน้อยเพียงใด อาจมีสถานการณ์จำลองเพื่อกระตุ้นให้ผู้อ่านเกิดความสนใจต่อเนื้อหาที่มีอยู่ สิ่งสำคัญที่ลืมไม่ได้ คือ เนื้อหาที่ต้องเป็นเนื้อหาที่มาจากหนังสือและต้องมีสิ่งอำนวยความสะดวกให้แก่ผู้อ่าน เช่น การค้นหา, บุ๊คมาร์ค, ดัชนีช่วยค้น เป็นต้น

การสร้างหนังสือที่มีคุณภาพนั้นควรประกอบด้วยบุคลากร ทั้ง 3 ฝ่าย ได้แก่ ผู้เชี่ยวชาญด้านเนื้อหาวิชา นักออกแบบสื่อและโปรแกรมเมอร์ ผู้เชี่ยวชาญด้านเนื้อหาวิชาต้องมีความเข้าใจในหลักการเรียนรู้ในระหว่างที่มีการเรียนการสอนและนักเขียนโปรแกรมคอมพิวเตอร์จะต้องอธิบายให้ผู้เชี่ยวชาญด้านเนื้อหาวิชา และนักออกแบบสื่อทราบถึงความสามารถในการทำงานของโปรแกรมในบางครั้งคุณสมบัติทั้งหมดที่กล่าวมาอาจอยู่ในคนๆเดียวหรือสองคนก็ได้ ทั้ง 3 ฝ่าย ควรมีการประชุมกันก่อนการผลิตสื่อเพื่อความเข้าใจที่ตรงกันจากนั้นผู้เชี่ยวชาญวิชา และนักออกแบบสื่อจะช่วยกันผลิตสตอรี่บอร์ดเพื่อส่งให้โปรแกรมเมอร์ผลิตบทเรียนขึ้นมาเพื่อสร้างหนังสืออิเล็กทรอนิกส์แล้วจึงมีการประเมินสื่อและปรับปรุงบทเรียน จากนั้นจึงนำไปทดลองและแก้ไขข้อบกพร่องที่พบจนได้ชิ้นงานที่สำเร็จ

ความหมายของมัลติมีเดีย

มัลติมีเดียเป็นการรวมสื่อที่มีการสร้างสิ่งแวดล้อมที่ยอมให้ผู้สร้างความหมายเกี่ยวโยงระหว่างหัวข้อต่างๆ แทนที่จะต้องอ่านเรื่องราวเรียงลำดับกันด้วยเหตุผลดังกล่าว จึงทำให้เป็นสื่อหลายมิติ การนำเสนอข้อมูลไม่เป็นแบบเส้นตรงและเพิ่มความสามารถในการบรรจุข้อมูลในลักษณะของภาพเคลื่อนไหวแบบวีดิทัศน์ ภาพกราฟิกที่เป็นภาพนิ่ง ภาพเคลื่อนไหว ภาพสามมิติ ภาพถ่าย เสียงพูด เสียงดนตรี เข้าไว้ในเนื้อหาด้วย เพื่อให้ผู้ใช้หรือผู้เรียนสามารถเข้าถึงเนื้อหาเรื่องราวในลักษณะต่างๆ ได้หลายรูปแบบมากขึ้นกว่าเดิม รวมถึงการโต้ตอบระหว่างผู้ใช้กับสื่อลักษณะสื่อผสมเชิงโต้ตอบ โดยการคลิกที่จุดเชื่อมโยง (กิดานันท์, 2542)

องค์ประกอบของระบบมัลติมีเดีย (ธราภรณ์ และคณะ, 2549)

มัลติมีเดีย เป็นระบบคอมพิวเตอร์ที่รวมความสามารถหลายๆ ด้านเข้าด้วยกัน ช่วยสร้างความน่าสนใจในสื่อ มีทั้งระบบการนำเสนอภาพ และเสียงพร้อมๆ กัน ช่วยลดปริมาณงานที่เป็นเอกสาร เพิ่มระบบการค้นหาคำที่เป็นระบบในงานเอกสารที่เรียกว่า Hypertext เพิ่มความมีชีวิตชีวาในงาน (Sound and Animation) ฉะนั้น มัลติมีเดียจะต้องประกอบด้วยองค์ประกอบที่สำคัญ ดังนี้

1) ตัวอักษร (Text)
2) ภาพนิ่ง (Still Images)
3) เสียง (Sound)
4) ภาพเคลื่อนไหว (Animation)
5) การเชื่อมโยงแบบปฏิสัมพันธ์ (Interactive Links)
6) วีดิทัศน์ (Video)

ประเภทของมัลติมีเดีย (ธราภรณ์ และคณะ, 2549)

สามารถสรุปประเภทของมัลติมีเดียได้ 4 ประเภทที่เกี่ยวกับการใช้งาน ได้ดังนี้

1) Education Multimedia เป็นประเภทของมัลติมีเดียที่มีการใช้งานและมีบทบาทมากที่สุด มีการพัฒนามากที่สุด ตัวอย่างงานประเภทนี้ ได้แก่ บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยฝึกอบรม เป็นต้น

2) Entertainment Multimedia มัลติมีเดียได้รับการยอมรับได้ด้านการบันเทิงว่าสามารถนำเสนอได้คล้ายกับสถานการณ์จริง ปรากฏในรูปเกม ซึ่งจะมีภาพเคลื่อนไหว เสียง ข้อความ ที่สามารถสร้างความสนใจของผู้เล่นให้ติดตาม ตัวอย่างของงานประเภทนี้ ได้แก่ เกมคอมพิวเตอร์ต่างๆ

3) Reference Multimedia เพื่อเป็นแหล่งข้อมูลอ้างอิงเพื่อการศึกษาและการวิจัย ซึ่งมัลติมีเดียประเภทนี้จะบรรจุฐานข้อมูลข้อความ ภาพนิ่ง ภาพเคลื่อนไหว และเสียง ตัวอย่างงานประเภทนี้ ได้แก่ Multimedia Encyclopedia เป็นต้น

4) Business Multimedia เป็นทางด้านเชิงธุรกิจ เช่น amazon.com

งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

งานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการพัฒนาสารานุกรมอิเล็กทรอนิกส์ ได้แก่

1. จิรดา บุญอารยะกุล (2542) ได้การนำเสนอลักษณะของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนบนระบบเครือข่ายอินเทอร์เน็ต เรื่องการพัฒนาบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนระบบเครือข่ายอินเทอร์เน็ต โดยศึกษาความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญ และนำเสนอลักษณะที่เหมาะสมของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนบนระบบเครือข่ายอินเทอร์เน็ตกลุ่มตัวอย่างเป็นผู้เชี่ยวชาญด้าน CAI และด้านอินเทอร์เน็ต และมีข้อเสนอในเรื่องหลักการออกแบบในการพัฒนาสารานุกรมอิเล็กทรอนิกส์

2. ไพศาล กันทะษา และคณะ (2548) ได้พัฒนาสื่อสารานุกรมอิเล็กทรอนิกส์ เรื่องเครื่องดนตรีสากล สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 โดยมีโปรแกรมประเภทจัดพิมพ์เอกสาร โปรแกรมประเภทสร้างภาพเคลื่อนไหว โปรแกรมประเภทสร้างสื่อมัลติมีเดีย โปรแกรมประเภทสร้างและตกแต่งภาพ โปรแกรมประเภทตัดต่อวีดีทัศน์ โปรแกรมประเภทที่ใช้ในการบันทึกเสียง และโปรแกรมประเภทที่มีเครื่องมือในการช่วยสร้างรูปแบบหน้าจอ

3. นพรัตน์ คุณศรี และคณะ (2549) ได้พัฒนาหนังสืออิเล็กทรอนิกส์มัลติมีเดีย เรื่องบึงฉวากเฉลิมพระเกียรติ เพื่อสร้างและหาประสิทธิภาพ ของหนังสืออิเล็กทรอนิกส์ฯ และศึกษาความคิดเห็นของนักเรียนที่มีต่อหนังสืออิเล็กทรอนิกส์ฯ กลุ่มตัวอย่างเป็นนักเรียนภาคเรียนที่ 2 ชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 ของโรงเรียนวัดด่านช้าง สังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษาสุพรรณบุรี พบว่าประสิทธิภาพของหนังสืออิเล็กทรอนิกส์ฯเป็นไปตามเกณฑ์ 80/80 และมีคุณภาพอยู่ในระดับดีมาก

4. เจริญ ไชยรัตน์ และคณะ (2549) ได้พัฒนาหนังสืออิเล็กทรอนิกส์ กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ เรื่องร่างกายของเรา สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 พบว่าได้หนังสืออิเล็กทรอนิกส์ที่มีประสิทธิภาพ 81.43/83.25 ซึ่งสูงกว่าเกณฑ์ที่กำหนดไว้ คือ 80/80 และผู้เชี่ยวชาญมีความเห็นว่ามีความเหมาะสมในระดับมากที่สุด

บทที่ 3
วิธีดำเนินการวิจัย

งานวิจัยนี้เป็นวิจัยและพัฒนา เพื่อพัฒนาและหาประสิทธิภาพ หนังสืออิเล็กทรอนิกส์มัลติมีเดีย เรื่องการตรวจวินิจฉัยหาการติดเชื้อแบคทีเรียทางห้องปฏิบัติการ สำหรับนิสิตสาขาเทคนิคการแพทย์ ผู้วิจัยได้ดำเนินงานตามขั้นตอนการวิจัยและพัฒนา ดังนี้

1. ประชากร
2. เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย
3. การสร้างเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย
4. การเก็บรวบรวมข้อมูล
5. การวิเคราะห์ข้อมูล
6. สถิติที่ใช้วิเคราะห์ข้อมูล

1. ประชากร

ประชากรที่ใช้ในการศึกษาครั้งนี้ ได้แก่ นิสิตสาขาเทคนิคการแพทย์ ที่กำลังเรียนอยู่ในชั้นปีที่ 3 ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2551 คณะสหเวชศาสตร์ มหาวิทยาลัยนเรศวร จำนวนนิสิตทั้งหมด 72 คน เข้าร่วมในวันที่ทำการทดลองจำนวน 68 คน

2. เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้ ประกอบด้วย

1. หนังสืออิเล็กทรอนิกส์มัลติมีเดีย เรื่องการตรวจวินิจฉัยหาการติดเชื้อแบคทีเรียทางห้องปฏิบัติการ สำหรับนิสิตสาขาเทคนิคการแพทย์

2. แบบทดสอบวัดสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่อง การตรวจวินิจฉัยหาการติดเชื้อแบคทีเรียทางห้องปฏิบัติการ สำหรับนิสิตสาขาเทคนิคการแพทย์

3. แบบสอบถามความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญด้านต่างๆ ดังนี้

3.1 แบบสอบถามความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญด้านเนื้อหาการตรวจวินิจฉัยหาการติดเชื้อแบคทีเรียทางห้องปฏิบัติการ สำหรับนิสิตสาขาเทคนิคการแพทย์

3.2 แบบสอบถามความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญด้านการออกแบบ

3.3 แบบสอบถามความสอดคล้องของผู้เชี่ยวชาญด้านการวัดและประเมินผล

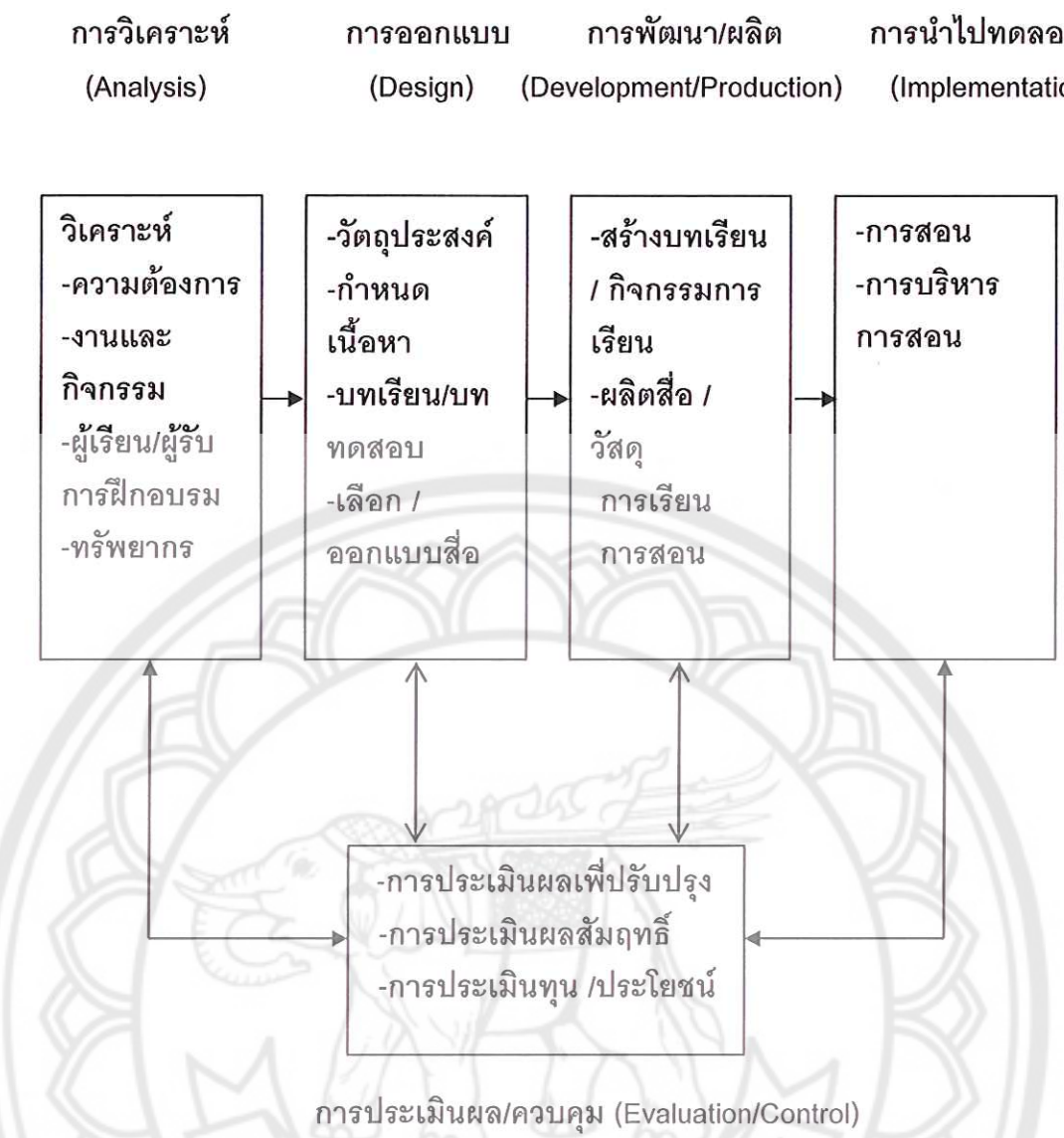
4. แบบสอบถามความพึงพอใจของนิสิตที่มีต่อหนังสืออิเล็กทรอนิกส์มัลติมีเดีย เรื่องการตรวจวินิจฉัยหาการติดเชื้อแบคทีเรียทางห้องปฏิบัติการ สำหรับนิสิตสาขาเทคนิคการแพทย์

3. การสร้างเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

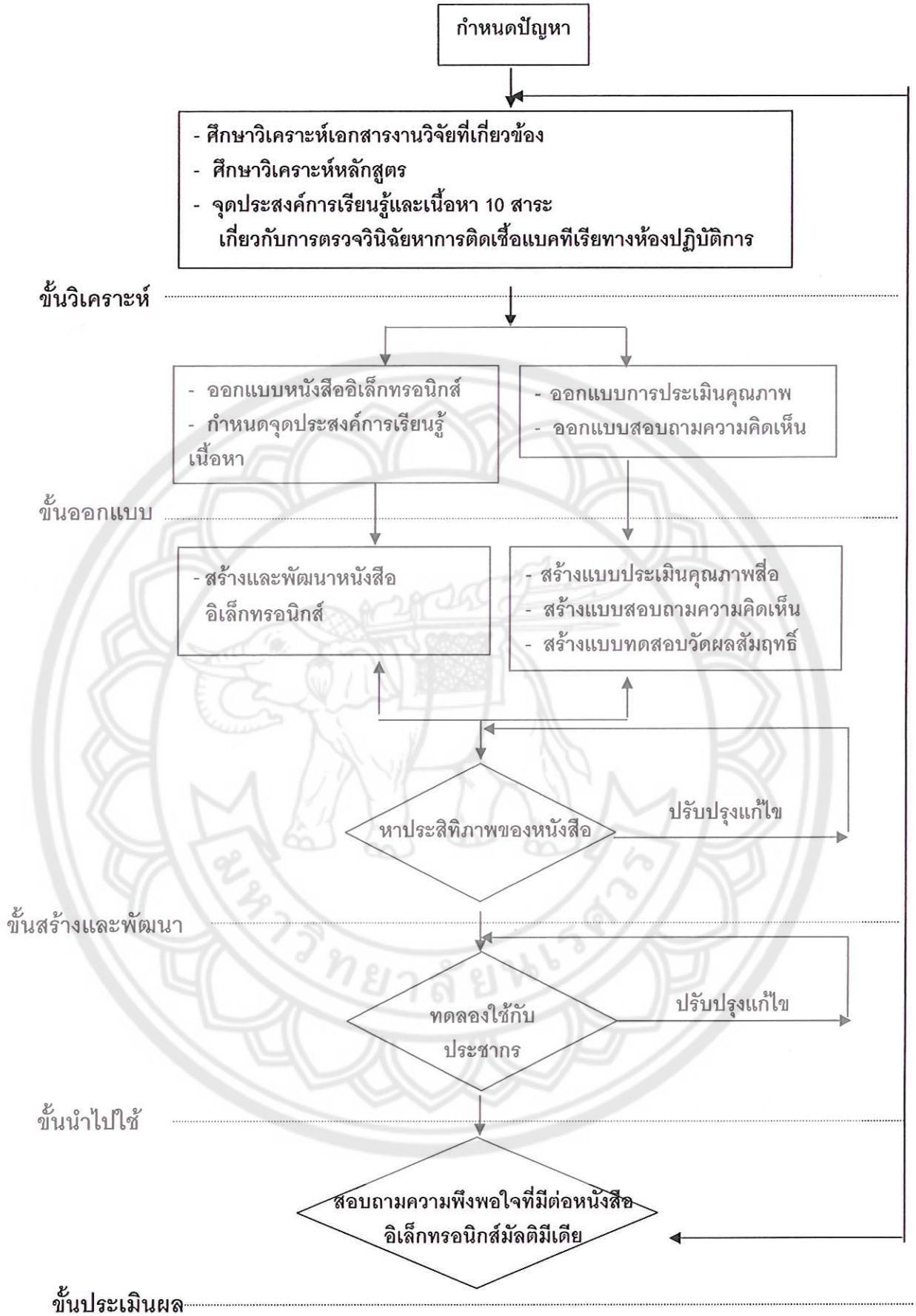
ผู้วิจัยได้สร้างและพัฒนาหนังสืออิเล็กทรอนิกส์มัลติมีเดีย เรื่องการตรวจวินิจฉัยหาการติดเชื้อแบคทีเรียทางห้องปฏิบัติการ สำหรับนิสิตสาขาเทคนิคการแพทย์ ชั้นปีที่ 3 โดยยึดหลักการพัฒนาจากโครงสร้างการพัฒนาระบบการสอน The Third Dimension of ADDIE (Michael Tomas, 2001) โดยลำดับขั้นตอนการพัฒนา แบ่งเป็น 5 ขั้นตอน ดังนี้

1) ขั้นการวิเคราะห์ (Analysis)
2) ขั้นการออกแบบ (Design)
3) ขั้นการพัฒนา (Development)
4) ขั้นการนำไปใช้ (Implementation)
5) ขั้นการประเมิน (Evaluation)

โดยลำดับขั้นตอนต่างๆ ต้องคำนึงถึงปัจจัย 3 ประการ คือ เป้าหมาย การปฏิสัมพันธ์ และการทบทวนในการจัดทำและพัฒนาบทเรียนทุกขั้นตอน ดังแสดงขั้นตอนหลักการออกแบบและพัฒนาระบบดังแผนภาพที่ 1 ซึ่งสามารถแสดงแผนผังโครงสร้างการพัฒนาหนังสืออิเล็กทรอนิกส์มัลติมีเดีย เรื่องการตรวจวินิจฉัยหาการติดเชื้อแบคทีเรียทางห้องปฏิบัติการ สำหรับนิสิตสาขาเทคนิคการแพทย์ ดังแผนภาพที่ 1



แผนภาพที่ 1 แสดงขั้นตอนหลักของการออกแบบและพัฒนาระบบการสอน



แผนภาพที่ 2 แสดงโครงสร้างการดำเนินการวิจัย

1) ขั้นการวิเคราะห์ (Analysis)

ในขั้นตอนการวิเคราะห์นี้ คณะผู้วิจัยได้ดำเนินการวิเคราะห์ข้อมูลก่อนการสร้างหนังสืออิเล็กทรอนิกส์มัลติมีเดีย โดยแบ่งการวิเคราะห์เป็นขั้นตอน ดังนี้

1.1 วิเคราะห์หลักสูตร

ศึกษาวิเคราะห์หลักสูตรวิทยาศาสตรบัณฑิต (เทคนิคการแพทย์) ปี พ.ศ. 2548 ผลการเรียนรู้ที่คาดหวัง และเนื้อหาเกี่ยวกับการตรวจวินิจฉัยหาการติดเชื้อแบคทีเรียทางห้องปฏิบัติการ ซึ่งทำการสอนในรายวิชา การตรวจวิเคราะห์โรคติดเชื้อจุลชีพทางห้องปฏิบัติการ (651341) สำหรับนิสิตสาขาเทคนิคการแพทย์ ชั้นปีที่ 3 เพื่อพัฒนาหนังสือมัลติมีเดียให้ตรงกับเนื้อหาหลักสูตร เพื่อนำมากำหนดเนื้อหา ที่จะใช้พัฒนาหนังสืออิเล็กทรอนิกส์มัลติมีเดีย

1.2 วิเคราะห์ผู้เรียน

การวิเคราะห์ผู้เรียน ผู้วิจัยได้วิเคราะห์ผู้เรียนแล้วทราบว่าเป็นผู้เรียนที่มีทักษะการใช้คอมพิวเตอร์ เนื่องจากผ่านการเรียนคอมพิวเตอร์มาแล้วและการใช้อินเตอร์เน็ตในปัจจุบันเป็นที่นิยมแพร่หลาย จึงสามารถที่จะเรียนรู้หนังสืออิเล็กทรอนิกส์ในส่วนที่จัดสร้างขึ้น เพื่อเป็นการเสริมบทเรียนที่เรียนตามปกติ

1.3 วิเคราะห์องค์ประกอบของหนังสืออิเล็กทรอนิกส์มัลติมีเดีย

การวิเคราะห์องค์ประกอบของหนังสืออิเล็กทรอนิกส์มัลติมีเดีย ผู้วิจัยได้วิเคราะห์จากเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง พบว่าหนังสืออิเล็กทรอนิกส์มัลติมีเดีย ควรประกอบด้วยองค์ประกอบต่าง ๆ ดังนี้ คือ หน้าปก คำนำ สารบัญ คำแนะนำการใช้หนังสือ เนื้อหา ดรรชนีค้นคำสำคัญ

1.4 วิเคราะห์งานและกิจกรรม

ผู้วิจัยได้ค้นคว้าศึกษางานและกิจกรรมที่เกี่ยวข้อง จากเอกสาร หนังสือ งานวิจัย เพื่อให้ผู้เรียนได้ฝึกทักษะในการเรียนจากสื่อที่สร้างขึ้น

1.5 วิเคราะห์ทรัพยากรและความเป็นไปได้รวมทั้งขั้นตอนการพัฒนาหนังสืออิเล็กทรอนิกส์มัลติมีเดีย จากเอกสารการพัฒนาหนังสืออิเล็กทรอนิกส์มัลติมีเดีย และโปรแกรมคอมพิวเตอร์เขียนแผนภาพการสร้าง หนังสืออิเล็กทรอนิกส์มัลติมีเดีย เรื่องการตรวจวินิจฉัยหาการติดเชื้อแบคทีเรียทางห้องปฏิบัติการ สำหรับนิสิตสาขาเทคนิคการแพทย์ เนื้อหา 10 สาระการเรียนรู้ ที่เกี่ยวข้องกับการตรวจวินิจฉัยหาการติดเชื้อแบคทีเรียทางห้องปฏิบัติการ

2) ขั้นการออกแบบ (Design)

2.1 ออกแบบหนังสืออิเล็กทรอนิกส์

ในขั้นตอนการออกแบบหนังสืออิเล็กทรอนิกส์มัลติมีเดีย ได้กำหนดสาระการเรียนรู้ให้สอดคล้องกับจุดประสงค์การเรียนรู้ ของรายวิชาการตรวจวิเคราะห์โรคติดเชื้อจุลชีพทางห้องปฏิบัติการ (651341) ในหลักสูตรวิทนาศาสตรบัณฑิต (เทคนิคการแพทย์) ปี พ.ศ. 2548 โดยแบ่งเป็น 10 กลุ่มสาระการเรียนรู้ ดังต่อไปนี้

หน่วยการเรียนรู้	สาระการเรียนรู้	ผลการเรียนรู้ที่คาดหวัง	กลุ่มสาระการเรียนรู้	สื่อการสอน
การตรวจวิเคราะห์การติดเชื้อแบคทีเรียทางห้องปฏิบัติการ	-บทนำสู่การตรวจวินิจฉัยโรคทางห้องปฏิบัติการ -งานทางห้องปฏิบัติการจุลชีววิทยาคลินิก	-รู้และเข้าใจในการงานทางห้องปฏิบัติการจุลชีววิทยาคลินิก	การตรวจวิเคราะห์โรคติดเชื้อจุลชีพทางห้องปฏิบัติการ (651341)	หนังสืออิเล็กทรอนิกส์มัลติมีเดีย เรื่อง การตรวจวินิจฉัยหาการติดเชื้อแบคทีเรียทางห้องปฏิบัติการ สำหรับนิสิตสาขาเทคนิคการแพทย์ ชั้นปีที่ 3
การเก็บสิ่งส่งตรวจ	-การเก็บสิ่งส่งตรวจจากการติดเชื้อในระบบต่างๆ	-สามารถบอกวิธีการเก็บสิ่งส่งตรวจ เพื่อการตรวจหาการติดเชื้อในระบบต่างๆ ได้ถูกต้อง		
การศึกษารูปร่างลักษณะของแบคทีเรีย	-กล้องจุลทรรศน์ -ลักษณะของเชื้อที่เจริญบนอาหารเลี้ยงเชื้อ -รูปร่างของเชื้อแบคทีเรีย	-รู้จักการเลือกใช้กล้องจุลทรรศน์ให้เหมาะสมกับวัตถุประสงค์ของงาน -ทราบและอธิบายลักษณะของการเชื้อของเชื้อแบคทีเรียบน/ในอาหาร -สามารถอธิบายรูปร่างลักษณะของเชื้อแบคทีเรีย		
การจำแนกชนิดของเชื้อแบคทีเรีย	-คุณสมบัติของเชื้อแบคทีเรียที่ใช้ในการจำแนกชนิด	-ทราบคุณสมบัติของเชื้อแบคทีเรียที่ใช้ในการจำแนกชนิด		
การย้อมสีเชื้อ	-วิธีการย้อมสี	-รู้จักวิธีการย้อมสี		

หน่วยการเรียนรู้	สาระการเรียนรู้	ผลการเรียนรู้ที่คาดหวัง	กลุ่มสาระการเรียนรู้	สื่อการสอน
แบคทีเรีย	แบคทีเรียชนิดต่างๆ - หลักการ -วิธีการทำ -วัสดุอุปกรณ์ที่ใช้	แบบต่างๆ -เข้าใจหลักการย้อมสีแบบต่างๆ -สามารถย้อมสีแบคทีเรียแบบต่างๆ ได้		
วิธีการแยกเชื้อให้บริสุทธิ์	-วิธีการแยกเชื้อแบคทีเรียจากสิ่งส่งตรวจให้บริสุทธิ์	-รู้จักวิธีและสามารถแยกเชื้อจากสิ่งส่งตรวจให้บริสุทธิ์		
อาหารเลี้ยงเชื้อ	-คุณสมบัติของอาหารที่ใช้ในการเลี้ยงเชื้อแบคทีเรีย -อาหารเลี้ยงเชื้อแบคทีเรียชนิดต่างๆ -วิธีการควบคุมคุณภาพของอาหารเลี้ยงเชื้อ	-ทราบคุณสมบัติของอาหารเลี้ยงเชื้อแบคทีเรีย -ทราบวิธีการควบคุมคุณภาพของอาหารเลี้ยงเชื้อ -รู้และสามารถเลือกใช้อาหารให้เหมาะกับการเลี้ยงเชื้อแบคทีเรีย		
การทดสอบคุณสมบัติทางชีวเคมี	-อาหารที่ใช้ในการทดสอบคุณสมบัติทางชีวเคมีชนิดต่างๆ -หลักการของการทดสอบ -วิธีการทดสอบ -การอ่านผลและการแปลผล	-สามารถเลือกใช้อาหารที่ใช้ในการทดสอบคุณสมบัติทางชีวเคมีของเชื้อในถูกต้อง -สามารถอ่านผลและแปลผลการทดสอบได้		
การทดสอบความไวต่อยาต้านจุลชีพ	-การทดสอบความไวต่อยาต้านจุลชีพชนิดต่างๆ -หลักการ - วิธีการ -การอ่านผลและการแปลผล	- รู้จักและสามารถทำการทดสอบความไวต่อยาต้านจุลชีพชนิดต่างๆ - สามารถอ่านผลและแปลผลการทดสอบได้		

หน่วยการเรียนรู้	สาระการเรียนรู้	ผลการเรียนรู้ที่คาดหวัง	กลุ่มสาระการเรียนรู้	สื่อการสอน
การตรวจวิเคราะห์หาการติดเชื้อแบคทีเรียในระบบต่างๆ	- การติดเชื้อแบคทีเรียในระบบต่างๆ -เชื้อที่เป็นสาเหตุ -วิธีการตรวจวินิฉัยหาการติดเชื้อแบคทีเรีย -ชนิดของสิ่งส่งตรวจ -การเพาะเลี้ยงเชื้อจากสิ่งส่งตรวจ - การจำแนกชนิดเชื้อ -การรายงานผล	-รู้จักวิธีการและสามารถทำการตรวจวิเคราะห์หาการติดเชื้อแบคทีเรียในระบบต่างๆ - เชื้อที่เป็นสาเหตุ - การเก็บสิ่งส่งตรวจ -การเพาะเลี้ยงและจำแนกชนิดเชื้อ - การแปลผลและรายงานผล		

ตารางที่ 1 แสดงการจัดสาระการเรียนรู้และผลการเรียนรู้ของหนังสืออิเล็กทรอนิกส์มัลติมีเดีย **เรื่อง** การตรวจวินิจฉัยหาการติดเชื้อแบคทีเรียทางห้องปฏิบัติการ สำหรับนิสิตสาขาเทคนิคการแพทย์

หลังจากออกแบบสาระการเรียนรู้และกำหนดผลการเรียนรู้ในแต่ละหน่วยการเรียนรู้และกลุ่มสาระการเรียนรู้ทั้ง 10 กลุ่มสาระการเรียนรู้ แล้วจึงนำไปการออกแบบเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยดังต่อไปนี้

2.1.1 กำหนดจุดมุ่งหมาย

ผู้วิจัยได้ทำการวิเคราะห์หลักสูตรวิทยาศาสตรบัณฑิต (เทคนิคการแพทย์) พ.ศ. 2548 รายวิชา การตรวจวิเคราะห์โรคติดเชื้อจุลชีพทางห้องปฏิบัติการ (651341) เพื่อกำหนดจุดมุ่งหมายให้สอดคล้องกับหลักสูตร และเพื่อให้นิสิตได้ใช้หนังสือหนังสืออิเล็กทรอนิกส์มัลติมีเดียนี้ในการทบทวนหลังบทเรียนหรือหลังจากเรียนในรายวิชาการตรวจวิเคราะห์โรคติดเชื้อจุลชีพทางห้องปฏิบัติการ

2.1.2 คัดเลือกเนื้อหา

ผู้วิจัยได้ทำการคัดเลือกเนื้อหา 10 สาระการเรียนรู้ ที่เกี่ยวข้องกับการตรวจวินิจฉัยหาการติดเชื้อแบคทีเรียทางห้องปฏิบัติการ จากเอกสาร ตำรา หนังสือ และคู่มือที่มีความเหมาะสมสอดคล้องกับจุดมุ่งหมาย ดังแสดงในตารางที่ 1

2.1.3 กำหนดองค์ประกอบของหนังสือ

จากการวิเคราะห์องค์ประกอบของหนังสืออิเล็กทรอนิกส์มัลติมีเดีย ผู้วิจัยได้กำหนดองค์ประกอบของหนังสืออิเล็กทรอนิกส์มัลติมีเดีย เรื่องการตรวจวินิจฉัยหาการติดเชื้อแบคทีเรียทางห้องปฏิบัติการ สำหรับนิสิตเทคนิคการแพทย์ โดยมีองค์ประกอบ ดังนี้

1) หน้าปก
2) คำนำ
3) คำแนะนำการใช้หนังสืออิเล็กทรอนิกส์มัลติมีเดีย
4) สารบัญ
5) เนื้อหา
6) ภาพนิ่ง ภาพเคลื่อนไหว
7) แบบทดสอบท้ายบท
9) ผู้จัดทำ

2.1.4 ออกแบบหนังสืออิเล็กทรอนิกส์มัลติมีเดีย เป็นขั้นตอนที่ผู้วิจัยได้เลือกเนื้อหา กำหนดวัตถุประสงค์ แนวคิด การดำเนินงานและมีการจัดเรียงลำดับความสำคัญของเนื้อหาในการนำเสนอเนื้อหา โดยแบ่งเนื้อหาไปเขียนสคริปต์ (Script) ประกอบด้วยส่วนต่าง ๆ ในหนังสือ ส่วนแบบทดสอบท้ายบทเรียน เป็นการประเมินผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของผู้เรียนหลังจากที่ศึกษาในแต่ละช่วงจบแล้ว

2.1.5 เขียนแผนผังโครงสร้าง (Flowchart) การพัฒนาหนังสืออิเล็กทรอนิกส์มัลติมีเดีย ในขั้นนี้เป็นการกำหนดโครงสร้างหนังสืออิเล็กทรอนิกส์มัลติมีเดีย เรื่องการตรวจวินิจฉัยหาการติดเชื้อแบคทีเรียทางห้องปฏิบัติการ สำหรับนิสิตเทคนิคการแพทย์ ชั้นปีที่ 3 ดำเนินการสร้างหนังสืออิเล็กทรอนิกส์มัลติมีเดียให้เป็นไปตามลำดับขั้น ซึ่งจะช่วยให้สามารถควบคุมการผลิตให้เป็นไปตามแนวทางที่กำหนดไว้

2.1.6 เขียนบทดำเนินเรื่องของหนังสืออิเล็กทรอนิกส์มัลติมีเดีย (Storyboard) เป็นขั้นตอนที่ผู้วิจัยวางรูปแบบการนำเสนอเกี่ยวกับ ข้อความ รูปภาพ ภาพกราฟิก ภาพเคลื่อนไหว รวมทั้งสื่อในรูปมัลติมีเดียต่าง ๆ ลงในกระดาษเพื่อให้การนำเสนอข้อความและสื่อในรูปแบบต่าง ๆ เหล่านั้นเป็นไปอย่างเหมาะสมบนหน้าจอคอมพิวเตอร์ โดยกำหนดรูปแบบในการนำเสนอใกล้เคียงกับรูปแบบจริงในคอมพิวเตอร์ เช่น การจัดวางสัดส่วนของข้อความ รูปภาพ ภาพกราฟิกบนหน้าจอคอมพิวเตอร์

2.2 ออกแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

แบบทดสอบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหนังสืออิเล็กทรอนิกส์มัลติมีเดีย เรื่องการตรวจวินิจฉัยหาการติดเชื้อแบคทีเรียทางห้องปฏิบัติการ สำหรับนิสิตเทคนิคการแพทย์ มีวิธีการสร้าง ดังนี้

2.2.1 กำหนดจุดมุ่งหมายของแบบทดสอบ โดยแบบทดสอบฉบับนี้สร้างขึ้นเพื่อใช้ประเมินผลสรุปรวบยอด (Summative Evaluation)

2.2.2 ศึกษาเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการสร้างแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์เพื่อให้ได้แนวทางในการสร้างและการตรวจสอบคุณภาพของแบบทดสอบ

2.2.3 วางแผนการสร้างแบบทดสอบ โดยศึกษาในหลักสูตรวิทยาศาสตรบัณฑิต (เทคนิคการแพทย์) พ.ศ. 2548

2.2.4 เขียนแบบทดสอบตามจุดประสงค์การเรียนรู้ และสาระการเรียนรู้ที่ต้องการวัดตามสัดส่วนที่กำหนดในตารางวิเคราะห์ เป็นข้อสอบปรนัยชนิด 4 ตัวเลือก จำนวน 40 ข้อ กำหนดเกณฑ์การให้คะแนน ผู้ที่ตอบถูกได้ 1 คะแนน ถ้าตอบผิดหรือไม่ตอบให้ 0 คะแนน

2.3 ออกแบบสอบถามความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญ

ผู้วิจัยได้สร้างแบบสอบถามความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญที่มีต่อหนังสืออิเล็กทรอนิกส์มัลติมีเดีย เรื่องการตรวจวินิจฉัยหาการติดเชื้อแบคทีเรียทางห้องปฏิบัติการ สำหรับนิสิตเทคนิคการแพทย์ (ด้านการออกแบบและด้านเนื้อหา) มีรายละเอียดดังนี้

ตอนที่ 1 ผู้วิจัย ได้สร้างแบบสอบถามความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญ ที่มีต่อหนังสืออิเล็กทรอนิกส์มัลติมีเดีย เป็นแบบประเมินค่า 5 ระดับ ตามวิธีของ บุญชม ศรีสะอาด ซึ่งกำหนดค่าระดับออกเป็นดังนี้

ระดับค่าประเมิน	5	หมายถึง	ดีมาก
ระดับค่าประเมิน	4	หมายถึง	ดี
ระดับค่าประเมิน	3	หมายถึง	ปานกลาง
ระดับค่าประเมิน	2	หมายถึง	พอใช้
ระดับค่าประเมิน	1	หมายถึง	ปรับปรุง

การแปลความหมายของค่าเฉลี่ยของผลการสอบถามความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญที่มีต่อหนังสืออิเล็กทรอนิกส์มัลติมีเดีย โดยผู้วิจัยใช้เกณฑ์ในการแปลความหมาย ดังนี้ (บุญชม ศรีสะอาด,2535)

4.51 – 5.00	หมายถึง	ดีมาก
3.51 – 4.50	หมายถึง	ดี
2.51 – 3.50	หมายถึง	ปานกลาง
1.51 – 2.50	หมายถึง	พอใช้
1.00 – 1.50	หมายถึง	ปรับปรุง

ตอนที่ 2 ความคิดเห็นและข้อเสนอแนะเพิ่มเติมเป็นแบบสอบถามปลายเปิด แบบสอบความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญที่มีต่อหนังสืออิเล็กทรอนิกส์มัลติมีเดีย เรื่องการตรวจวินิจฉัยหาการติดเชื้อแบคทีเรียทางห้องปฏิบัติการ สำหรับนิสิตเทคนิคการแพทย์ ชั้นปีที่ 3 มีขั้นตอนการสร้างเครื่องมือ ดังนี้

2.3.1 กำหนดจุดมุ่งหมายในการสร้างแบบสอบถาม โดยแบบสอบถามฉบับนี้สร้างขึ้นเพื่อใช้ในการสอบถามความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญ

2.3.2 ศึกษาเอกสาร งานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการสร้างแบบสอบถามความคิดเห็นเพื่อให้ได้แนวทางในการสร้างและการตรวจสอบคุณภาพของแบบสอบถาม

2.3.3 สร้างข้อคำถามเกี่ยวกับความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญที่มีต่อหนังสืออิเล็กทรอนิกส์มัลติมีเดีย เรื่องการตรวจวินิจฉัยหาการติดเชื้อแบคทีเรียทางห้องปฏิบัติการ สำหรับนิสิตเทคนิคการแพทย์ ชั้นปีที่ 3

2.3.4 นำข้อคำถามที่ได้ไปให้ผู้เชี่ยวชาญด้านการวิจัยและประเมินผล เพื่อประเมินความสอดคล้อง นำคะแนนความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญไปหาค่าดัชนีความสอดคล้อง (IOC) (ยุทธ ไวยรรณ์ ,2545)

2.3.5 นำแบบสอบถามที่ปรับปรุงแล้วไปใช้สอบถามผู้เชี่ยวชาญด้านการออกแบบผู้เชี่ยวชาญด้านเนื้อหา (ภาคผนวก ข)

2.4 ออกแบบสอบถามความพึงพอใจของผู้เรียน

ผู้วิจัยได้สร้างแบบสอบถามความพึงพอใจของนิสิต ที่มีต่อหนังสืออิเล็กทรอนิกส์มัลติมีเดีย เรื่องการตรวจวินิจฉัยหาการติดเชื้อแบคทีเรียทางห้องปฏิบัติการ สำหรับนิสิตเทคนิคการแพทย์ มีรายละเอียดดังนี้

ตอนที่ 1 ผู้วิจัย ได้สร้างแบบสอบถามความพึงพอใจของนิสิตที่มีต่อหนังสืออิเล็กทรอนิกส์มัลติมีเดีย เป็นแบบประเมินค่า 5 ระดับ ตามวิธีของ บุญชม ศรีสะอาด (2535) ซึ่งกำหนดค่าระดับออกเป็นดังนี้

ระดับค่าประเมิน	5	หมายถึง	มากที่สุด
ระดับค่าประเมิน	4	หมายถึง	มาก
ระดับค่าประเมิน	3	หมายถึง	ปานกลาง
ระดับค่าประเมิน	2	หมายถึง	น้อย
ระดับค่าประเมิน	1	หมายถึง	น้อยที่สุด

การแปลความหมายของค่าเฉลี่ยของผลการสอบถามความคิดเห็นของนักเรียนที่มีต่อหนังสืออิเล็กทรอนิกส์มัลติมีเดีย โดยคณะผู้วิจัยใช้เกณฑ์ในการแปลความหมาย ดังนี้

ว RB
37
.5
ส๘๘๘
2552

สำนักหอสมุด
12 JUL 2011

(บุญชม ศรีสะอาด,2535)

4.51 – 5.00	หมายถึง	ดีมาก
3.51 – 4.50	หมายถึง	ดี
2.51 – 3.50	หมายถึง	ปานกลาง
1.51 – 2.50	หมายถึง	พอใช้
1.00 – 1.50	หมายถึง	ปรับปรุง

ตอนที่ 2 ความคิดเห็นและข้อเสนอแนะเพิ่มเติมเป็นแบบสอบถามปลายเปิด แบบสอบความคิดเห็นของนิสิตที่มีต่อหนังสืออิเล็กทรอนิกส์มัลติมีเดีย เรื่องการตรวจวินิจฉัยหาการติดเชื้อแบคทีเรียทางห้องปฏิบัติการ สำหรับนิสิตเทคนิคการแพทย์

ผู้วิจัยได้กำหนดขั้นตอนการสร้างเครื่องมือ ดังนี้

2.4.1 กำหนดจุดมุ่งหมายในการสร้างแบบสอบถาม โดยแบบสอบถามฉบับนี้สร้างขึ้นเพื่อใช้ในการสอบถามความความพึงพอใจของนิสิต

2.4.2 ศึกษาเอกสาร งานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการสร้างแบบสอบถามความความพึงพอใจเพื่อให้ได้แนวทางในการสร้างและการตรวจสอบคุณภาพของแบบสอบถาม

2.4.3 สร้างข้อคำถามเกี่ยวกับความพึงพอใจของนิสิตที่มีต่อหนังสืออิเล็กทรอนิกส์มัลติมีเดีย เรื่องการตรวจวินิจฉัยหาการติดเชื้อแบคทีเรียทางห้องปฏิบัติการ สำหรับนิสิตเทคนิคการแพทย์ จำนวน 18 ข้อ

2.5 นำข้อคำถามที่ได้รับการแก้ไขแล้วไปให้ผู้เชี่ยวชาญด้านการวัดและประเมินผล จำนวน 3 ท่าน (ภาคผนวก ข) ตรวจสอบความตรงเชิงเนื้อหา (Content Validity) และความเหมาะสมในการใช้ภาษาของแบบสอบถาม นำคะแนนความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญไปหาค่าดัชนีความสอดคล้อง (IOC) (ยุทธ ไวยวรรณ์,2545)

2.4.5 นำค่าดัชนีความสอดคล้องที่คำนวณได้ มาเปรียบเทียบกับเกณฑ์โดยถ้าค่าดัชนีความสอดคล้องที่คำนวณได้มีค่ามากกว่าหรือเท่ากับ 0.6 แสดงว่าข้อคำถามที่สร้างขึ้นมีองค์ประกอบที่สอดคล้องกันอย่างแท้จริง ซึ่งในการศึกษานี้ได้ค่าเท่ากับ 0.96 ดังตาราง ในภาคผนวก ง

2.4.6 นำข้อคำถามที่ได้ มาสร้างแบบสอบถาม แล้วตรวจสอบความถูกต้อง (ภาคผนวก ค)

2.4.7 จัดเตรียมแบบสอบถามเพื่อนำไปเก็บรวบรวมข้อมูลต่อไป

3) ขั้นการพัฒนา (Developments)

ผู้วิจัยได้ใช้เครื่องมือและโปรแกรมสำเร็จรูปในการพัฒนาหนังสืออิเล็กทรอนิกส์มัลติมีเดีย เรื่องการตรวจวินิจฉัยหาการติดเชื้อแบคทีเรียทางห้องปฏิบัติการ สำหรับนิสิตเทคนิคการแพทย์ ประกอบด้วย ไมโครคอมพิวเตอร์ โปรแกรมระบบปฏิบัติการ โปรแกรมตกแต่งภาพ โปรแกรมสร้างหนังสืออิเล็กทรอนิกส์ โปรแกรม ตัดต่อวิดีโอ โดยมีขั้นตอนการพัฒนา ดังนี้

3.1 พัฒนารูปแบบโครงสร้างออกหนังสืออิเล็กทรอนิกส์แล้วนำมาเขียนเนื้อหา ข้อความ และสร้างสตอรี่บอร์ด ซึ่งเป็นขั้นตอนของการเตรียมการนำเสนอข้อความ ภาพ รวมทั้งสื่อมัลติมีเดียในรูปแบบต่างๆ เพื่อให้การนำเสนอข้อความ และสื่อรูปแบบต่างๆ ขั้นตอนนี้มีการประเมินและทบทวนแก้ไขหนังสืออิเล็กทรอนิกส์จากผู้เชี่ยวชาญด้านเนื้อหาและการออกแบบอยู่ตลอดเวลาเพื่อให้ได้เนื้อหาที่เหมาะสมกับผู้เรียน

3.2 สร้างหนังสืออิเล็กทรอนิกส์มัลติมีเดีย โดยใช้โปรแกรมสำเร็จรูปและทำตามหลักการและทฤษฎีของการสร้างหนังสืออิเล็กทรอนิกส์ ซึ่งปรากฏอยู่ในบทที่ 2

3.3 ประเมินหนังสืออิเล็กทรอนิกส์เพื่อปรับปรุง

3.3.1 ทำหนังสือถึงผู้เชี่ยวชาญ

3.3.2 นำหนังสืออิเล็กทรอนิกส์มัลติมีเดีย เรื่องการตรวจวินิจฉัยหาการติดเชื้อแบคทีเรียทางห้องปฏิบัติการ สำหรับนิสิตเทคนิคการแพทย์ ไปให้ผู้เชี่ยวชาญ 3 ท่าน ประเมินโดยใช้แบบประเมินคุณภาพของหนังสืออิเล็กทรอนิกส์ที่ได้สร้างขึ้น โดยให้คะแนนเฉลี่ย (ภาคผนวก ง)

3.3.2.1 ด้านเนื้อหา ได้คะแนนเฉลี่ย อยู่ในระดับดี ($\bar{x}$ = 3.89, S.D.= 0.41)

3.3.2.2 ด้านการออกแบบ ได้คะแนนเฉลี่ย อยู่ในระดับดีมาก ($\bar{x}$ = 4.96, S.D.= 0.190.41)

3.3 ปรับปรุงตามคำแนะนำของผู้เชี่ยวชาญ

3.4 จัดลำดับหน่วยการเรียนรู้ตามที่ได้วางแผนไว้

3.5 สร้างหนังสืออิเล็กทรอนิกส์มัลติมีเดีย

3.6 นำหนังสืออิเล็กทรอนิกส์มัลติมีเดียมาทำการทดลองใช้

ผู้วิจัยนำหนังสืออิเล็กทรอนิกส์มัลติมีเดีย เรื่องการตรวจวินิจฉัยหาการติดเชื้อแบคทีเรียทางห้องปฏิบัติการ สำหรับนิสิตเทคนิคการแพทย์ ไปทดลองกับนิสิตสาขาเทคนิคการแพทย์ ชั้นปีที่ 2 ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2551 คณะสหเวชศาสตร์ มหาวิทยาลัยนเรศวร จำนวน 2 กลุ่ม ตามลำดับดังนี้

1. ขั้นตอนที่ 1 ทดลองใช้แบบเดี่ยว (One to One Testing)
2. ขั้นตอนที่ 2 ทดลองใช้แบบกลุ่มเล็ก (Small Group Testing)

โดยแต่ละขั้นตอนมีรายละเอียด ดังนี้

ขั้นตอนที่ 1 ทดลองใช้แบบเดี่ยว (One to One Testing) จำนวน 3 คน โดยใช้นิสิตที่เรียนเก่ง ปานกลาง อ่อน อย่างละ 1 คน เพื่อตรวจสอบความชัดเจน ความพร้อมของเนื้อหา ภาพนิ่ง ภาพเคลื่อนไหว สี ขนาดตัวอักษร การมีปฏิสัมพันธ์กับหนังสืออิเล็กทรอนิกส์ หน่วยการเรียนรู้ และแบบทดสอบ เพื่อนำข้อบกพร่องคือ แก้ไขคำผิด เพิ่มขนาดตัวอักษร แก้ไขการเชื่อมโยงที่ผิด

ขั้นตอนที่ 2 ทดลองใช้แบบกลุ่มเล็ก (Small Group Testing) จำนวน 9 คน โดยใช้นิสิตที่เรียนเก่ง ปานกลาง อ่อน อย่างละ 3 คน เพื่อตรวจสอบความชัดเจน ความพร้อมของเนื้อหา ภาพนิ่ง ภาพเคลื่อนไหว สี ขนาดตัวอักษร การมีปฏิสัมพันธ์กับหนังสืออิเล็กทรอนิกส์ หน่วยการเรียนรู้ และแบบทดสอบ เพื่อนำข้อบกพร่องมาปรับปรุงแก้ไข คือ เปลี่ยนสีตัวอักษรให้ชัดเจนในหน่วยการเรียนรู้ เพิ่มรูปภาพที่เหมาะสมกับเนื้อหา

4) ขั้นการนำไปใช้ (Implementation)

นำหนังสืออิเล็กทรอนิกส์มัลติมีเดียที่ได้ปรับปรุงแล้ว ไปใช้ทดลองกับกลุ่มตัวอย่างนิสิตสาขาเทคนิคการแพทย์ ชั้นปีที่ 3 ที่กำลังเรียนอยู่ในภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2551 คณะสหเวชศาสตร์ มหาวิทยาลัยนเรศวร จำนวน 68 คน เพื่อหาประสิทธิภาพและผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน โดยมีรายละเอียดดังนี้

4.1 อาจารย์ผู้สอนชี้แจงวิธีการเรียนและเงื่อนไขการเรียนด้วยตนเอง การใช้เครื่องคอมพิวเตอร์ การใช้หนังสืออิเล็กทรอนิกส์มัลติมีเดีย เรื่องการตรวจวินิจฉัยหาการติดเชื้อแบคทีเรียทางห้องปฏิบัติการสำหรับนิสิตเทคนิคการแพทย์ ให้นิสิตทราบ

4.2 จัดเตรียมนิสิตเข้าเรียนเป็นรายบุคคล 1 คนต่อคอมพิวเตอร์ 1 เครื่อง

4.3 นิสิตทำแบบทดสอบก่อนเรียนแล้วเรียนด้วยตนเองจากหนังสืออิเล็กทรอนิกส์มัลติมีเดียจนครบทุกหน่วยการเรียน

4.4 ในระหว่างเรียน ได้แทรกกิจกรรมระหว่างเรียนโดยใช้แบบฝึกหัด เพื่อใช้ในการวิเคราะห์หาค่า E1

4.4 เมื่อครบกำหนดเวลาเรียนให้นิสิต ทำแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนเพื่อตรวจสอบหาประสิทธิภาพของหนังสืออิเล็กทรอนิกส์มัลติมีเดีย และทำแบบสอบถามความพึงพอใจที่มีต่อหนังสืออิเล็กทรอนิกส์มัลติมีเดีย เรื่องการตรวจวินิจฉัยหาการติดเชื้อแบคทีเรียทางห้องปฏิบัติการสำหรับนิสิตเทคนิคการแพทย์

ตัวอย่างหนังสืออิเล็กทรอนิกส์มัลติมีเดีย เรื่องการตรวจวินิจฉัยหาการติดเชื้อแบคทีเรียทางห้องปฏิบัติการ สำหรับนิสิตเทคนิคการแพทย์ แสดงในภาคผนวก จ

5) ขั้นการประเมิน (Evaluation)

การประเมินหนังสืออิเล็กทรอนิกส์มัลติมีเดีย เรื่องการตรวจวินิจฉัยหาการติดเชื้อแบคทีเรียทางห้องปฏิบัติการ สำหรับนิสิตเทคนิคการแพทย์ เมื่อผ่านการวิจัยขั้นทดลองใช้แล้ว นำข้อมูลที่ได้มาวิเคราะห์เพื่อศึกษาผลการใช้หนังสืออิเล็กทรอนิกส์มัลติมีเดีย เพื่อปรับปรุงต่อไปนี้

5.1. ประเมินหนังสืออิเล็กทรอนิกส์

5.1.1 เปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนิสิตจำนวน 68 คน โดยใช้คะแนนจากการทำแบบทดสอบก่อนเรียนและหลังเรียนแล้วนำมาจำแนกตามระดับความสามารถของนิสิต หาค่าเฉลี่ย ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน และค่าสถิติ t-test

5.1.2 สอบถามความพึงพอใจของนิสิตที่มีต่อหนังสืออิเล็กทรอนิกส์มัลติมีเดีย ของนิสิต 68 คน คือ ประชากรที่ได้เรียนรู้ด้วยหนังสืออิเล็กทรอนิกส์มัลติมีเดีย เรื่องการตรวจวินิจฉัยหาการติดเชื้อแบคทีเรียทางห้องปฏิบัติการ สำหรับนิสิตเทคนิคการแพทย์

การเก็บรวบรวมข้อมูล

ผู้วิจัยได้ดำเนินการทดลองตามขั้นตอน ดังต่อไปนี้

1. ชี้แจงและแนะนำการใช้หนังสืออิเล็กทรอนิกส์มัลติมีเดีย เรื่องการตรวจวินิจฉัยหาการติดเชื้อแบคทีเรียทางห้องปฏิบัติการ สำหรับนิสิตเทคนิคการแพทย์ ชั้นปีที่ 3
2. ให้ผู้เรียน/นิสิตได้ศึกษาด้วยตนเอง
3. แทรกการทำแบบฝึกหัดระหว่างเรียน เพื่อนำคะแนนที่ได้ไปวิเคราะห์หาค่า E1
3. เมื่อเสร็จสิ้นการเรียนทุกเรื่องแล้ว หลังจากนั้นได้แจกแบบสอบถามความพึงพอใจของนิสิตที่เข้ารับการทดลองครั้งนี้จำนวน 68 คน
4. นำผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน และแบบสอบถามไปวิเคราะห์ผล

การวิเคราะห์ข้อมูล

1. วิเคราะห์หาประสิทธิภาพของหนังสืออิเล็กทรอนิกส์มัลติมีเดีย โดยเปรียบเทียบคะแนนเฉลี่ยของแบบฝึกหัดระหว่างเรียน และคะแนนเฉลี่ยของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของกลุ่มตัวอย่างกับเกณฑ์ประสิทธิภาพ 80 / 80

2. วิเคราะห์ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนิสิตระหว่างก่อนเรียนและหลังเรียนจากหนังสืออิเล็กทรอนิกส์มัลติมีเดีย เรื่องการตรวจวินิจฉัยหาการติดเชื้อแบคทีเรียทางห้องปฏิบัติการ สำหรับนิสิตเทคนิคการแพทย์

3. วิเคราะห์ความพึงพอใจของนิสิตที่มีต่อหนังสืออิเล็กทรอนิกส์มัลติมีเดีย เรื่องการตรวจวินิจฉัยหาการติดเชื้อแบคทีเรียทางห้องปฏิบัติการ สำหรับนิสิตเทคนิคการแพทย์

สถิติที่ใช้ในวิเคราะห์ข้อมูล

ผู้วิจัยได้ดำเนินการวิจัยโดยใช้สถิติในการวิจัยประกอบด้วย สถิติที่ใช้ในการหาประสิทธิภาพของหนังสืออิเล็กทรอนิกส์มัลติมีเดีย เรื่องการตรวจวินิจฉัยหาการติดเชื้อแบคทีเรียทางห้องปฏิบัติการสำหรับนิสิตเทคนิคการแพทย์

1. การคำนวณหาประสิทธิภาพของหนังสืออิเล็กทรอนิกส์มัลติมีเดีย (สูตร E_1 / E_2) สามารถคำนวณจากสูตร ดังนี้

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

$$E_2 = \frac{\frac{\sum y}{N}}{B} \text{ X } 100$$

เมื่อ E_1 แทน ค่าร้อยละของค่าเฉลี่ยของนักเรียนในการทำแบบฝึกหัดระหว่างเรียน

E_2 แทน ค่าร้อยละของค่าเฉลี่ยของนักเรียนในการทำแบบทดสอบหลังเรียน

$\sum x$ แทน คะแนนรวมของการทำแบบฝึกหัดระหว่างเรียนของนักเรียน

$\sum y$ แทน คะแนนรวมของการทำแบบทดสอบหลังเรียน

N แทน จำนวนนักเรียนทั้งหมด

A แทน คะแนนเต็มของแบบฝึกหัดระหว่างเรียนทั้งหมดในบทเรียนหนังสืออิเล็กทรอนิกส์มัลติมีเดีย

B แทน คะแนนเต็มของแบบทดสอบหลังเรียน

(ชัยยงค์ พรหมวงศ์, 2542)

2. สถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์แบบทดสอบ

2.1 การหาค่าความตรงเชิงเนื้อหาหรือค่าดัชนีความสอดคล้อง (IOC) แบบทดสอบ หนังสืออิเล็กทรอนิกส์มัลติมีเดีย เรื่องการตรวจวินิจฉัยหาการติดเชื้อแบคทีเรียทางห้องปฏิบัติการ สำหรับนิสิตเทคนิคการแพทย์ ชั้นปีที่ 3 และแบบสอบถามความพึงพอใจของนิสิตที่มีต่อหนังสืออิเล็กทรอนิกส์ เรื่องการตรวจวินิจฉัยหาการติดเชื้อแบคทีเรียทางห้องปฏิบัติการ สำหรับนิสิตเทคนิคการแพทย์ ชั้นปีที่ 3 คำนวณจากสูตร ดังนี้

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

เมื่อ IOC แทน ดัชนีความคล้องของคิดเห็น

$\sum R$ แทน ผลรวมของคะแนนคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญ

N แทน จำนวนผู้เชี่ยวชาญ

(บุญชม ศรีสะอาด, 2535)

3. สถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์แบบสอบถามความคิดเห็นใช้ค่าสถิติพื้นฐาน ดังนี้

3.1 ค่าเฉลี่ย $\bar{x}$ (Mean) เป็นค่าเฉลี่ยที่ใช้เรียกอย่างย่อๆ ของคำว่า ตัวกลางเลขคณิต หรือค่าเฉลี่ยเลขคณิต (Arithmetic Mean) หมายถึงอัตราส่วนระหว่างผลรวมของข้อมูลทั้งหมดต่อจำนวนข้อมูลนั้น (เกษม สาหร่ายทิพย์, 2542)

$$\text{ค่าเฉลี่ย } \bar{x} = \frac{\sum x}{n}$$

โดยที่

$\bar{x}$ หมายถึง ค่าเฉลี่ย

$\sum x$ หมายถึง เป็นผลรวมของข้อมูลทั้งหมด

n หมายถึง จำนวนข้อมูลทั้งหมด

3.2 ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน (Standard Deviation)

ความเบี่ยงเบนมาตรฐานหมายถึงค่ารากที่สองของอัตราส่วนของผลรวมของกำลังสองของความแตกต่างระหว่างข้อมูลแต่ละค่ากับค่าเฉลี่ยต่อระดับขั้นความเสรี

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

โดยที่

S.D. หมายถึง ค่าความเบี่ยงเบนมาตรฐาน

$\sum x$ หมายถึง ผลรวมทั้งหมดของคะแนนทั้งหมด

$\sum x^2$ หมายถึง ผลรวมของคะแนนแต่ละตัวยกกำลังสอง

n หมายถึง จำนวนคะแนนในกลุ่ม

4. สถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูลแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ก่อนเรียนและหลังเรียน (เกษม สาหร่ายทิพย์, 2542)

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

เมื่อ t แทน ค่าสถิติที่จะใช้เปรียบเทียบกับค่าวิกฤติ เพื่อทราบความมีนัยสำคัญ

D แทน ค่าผลต่างระหว่างคู่คะแนน

n แทน จำนวนกลุ่มตัวอย่างหรือจำนวนคู่คะแนน

$\sum D$ แทน ผลรวมของผลต่างระหว่างคู่คะแนน

บทที่ 4
ผลการวิจัย

การวิเคราะห์ข้อมูล

การศึกษาค้นคว้าครั้งนี้ ผู้วิจัย ขอนำเสนอผลการวิจัย เป็น 3 ตอน คือ

1. ผลการหาประสิทธิภาพ ของหนังสืออิเล็กทรอนิกส์มัลติมีเดีย เรื่องการตรวจวินิจฉัยหาการติดเชื้อแบคทีเรียทางห้องปฏิบัติการ สำหรับนิสิตสาขาเทคนิคการแพทย์

2. ผลการเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ก่อนเรียนและหลังเรียนของนิสิตที่เรียนด้วยหนังสืออิเล็กทรอนิกส์มัลติมีเดีย เรื่องการตรวจวินิจฉัยหาการติดเชื้อแบคทีเรียทางห้องปฏิบัติการ สำหรับนิสิตสาขาเทคนิคการแพทย์

3. ผลการศึกษาความพึงพอใจของนิสิตที่มีต่อหนังสืออิเล็กทรอนิกส์มัลติมีเดีย เรื่องการตรวจวินิจฉัยหาการติดเชื้อแบคทีเรียทางห้องปฏิบัติการ สำหรับนิสิตสาขาเทคนิคการแพทย์

ผลการวิเคราะห์ข้อมูล

1. การหาประสิทธิภาพของหนังสืออิเล็กทรอนิกส์มัลติมีเดียเรื่องการตรวจวินิจฉัยหาการติดเชื้อแบคทีเรียทางห้องปฏิบัติการ สำหรับนิสิตสาขาเทคนิคการแพทย์ มีบทเรียนให้ผู้เรียนศึกษาทั้งหมด 10 กลุ่มสาระการเรียนรู้ โดยเน้นให้ผู้เรียนเรียนตามศักยภาพและความสามารถของผู้เรียน ผลการทดลองปรากฏดังนี้

1.1 ผลการหาประสิทธิภาพของหนังสืออิเล็กทรอนิกส์ เรื่องการตรวจวินิจฉัยหาการติดเชื้อแบคทีเรียทางห้องปฏิบัติการ สำหรับนิสิตสาขาเทคนิคการแพทย์ เปรียบเทียบเกณฑ์ 80 ตัวแรก (E_1) ดังตารางที่ 2-3

ตารางที่ 2 แสดงคะแนนเฉลี่ย และ ค่าร้อยละ (E_1) จากการทำแบบทดสอบท้ายบทเรียนในแต่ละกลุ่มสาระของประชากรจำนวน 68 คน

กลุ่มสาระ	หนังสืออิเล็กทรอนิกส์มัลติมีเดีย	คะแนนเต็ม	คะแนนเฉลี่ย	ร้อยละ
การตรวจวินิจฉัยโรคติดเชื้อจุลชีพทางห้องปฏิบัติการ	-การตรวจวิเคราะห์การติดเชื้อแบคทีเรียทางห้องปฏิบัติการ, การเก็บสิ่งส่งตรวจ, การศึกษารูปร่างลักษณะของแบคทีเรีย	10	8.91	89.10
	-การจำแนกชนิดของเชื้อแบคทีเรีย, การย้อมสีเชื้อแบคทีเรีย, วิธีการแยกเชื้อให้บริสุทธิ์	10	8.74	87.40
	-อาหารเลี้ยงเชื้อ , การทดสอบคุณสมบัติทางชีวเคมี, การทดสอบความไวต่อยาต้านจุลชีพ	10	9.22	92.20
	- การตรวจวิเคราะห์หาการติดเชื้อแบคทีเรียในระบบต่างๆ	10	8.00	80.00
รวม		40	34.87	**87.17**

จากตารางที่ 2 พบว่า ประชากรทำกิจกรรมท้ายบทเรียนทั้ง 10 กลุ่มสาระได้คะแนนเฉลี่ยร้อยละ 87.18 เมื่อพิจารณาแต่ละบทได้คะแนนเฉลี่ยไม่ต่ำกว่าร้อยละ 80 แสดงให้เห็นว่า หนังสืออิเล็กทรอนิกส์มัลติมีเดีย เรื่องการตรวจวินิจฉัยหาการติดเชื้อแบคทีเรียทางห้องปฏิบัติการ สำหรับนิสิตสาขาเทคนิคการแพทย์ ที่ผู้วิจัยได้สร้างขึ้นมีประสิทธิภาพตามเกณฑ์ 80 ตัวแรกที่ตั้งไว้

1.2 ผลการหาประสิทธิภาพของหนังสืออิเล็กทรอนิกส์มัลติมีเดีย เรื่องการตรวจวินิจฉัยหาการติดเชื้อแบคทีเรียทางห้องปฏิบัติการ สำหรับนิสิตสาขาเทคนิคการแพทย์ เปรียบเทียบเกณฑ์ 80 ตัวหลัง (E_2) ดังตารางที่ 3

ตารางที่ 3 แสดงคะแนนเฉลี่ย และ ค่าร้อยละ (E_2) จากการทำแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์หลังเรียนของประชากรจำนวน 68 คน

จำนวน	คะแนนเต็ม	คะแนนเฉลี่ย	ร้อยละ
68	20	16.40	81.98

จากตารางที่ 3 พบว่า ผู้เรียนทำแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ได้คะแนนเฉลี่ย 16.40 จากคะแนนเต็ม 20 คะแนน คิดเป็นร้อยละ 81.98 ซึ่งสูงกว่าเกณฑ์ 80 แสดงให้เห็นว่า หนังสืออิเล็กทรอนิกส์มัลติมีเดีย เรื่องการตรวจวินิจฉัยหาการติดเชื้อแบคทีเรียทางห้องปฏิบัติการ สำหรับนิสิตสาขาเทคนิคการแพทย์ ที่ผู้วิจัยสร้างขึ้น มีประสิทธิภาพตามเกณฑ์ 80 ตัวหลัง ที่ตั้งไว้

จากตารางที่ 2 และตารางที่ 3 พิจารณาโดยสรุปเห็นว่า หนังสืออิเล็กทรอนิกส์มัลติมีเดีย เรื่อง การตรวจวินิจฉัยหาการติดเชื้อแบคทีเรียทางห้องปฏิบัติการ สำหรับนิสิตสาขาเทคนิคการแพทย์ ที่ผู้วิจัย สร้างขึ้นมีประสิทธิภาพ 87.17/ 81.98 สอดคล้องเกณฑ์ 80/80 ที่ตั้งไว้ ดังนั้น หนังสืออิเล็กทรอนิกส์ มัลติมีเดียที่ผู้วิจัยสร้างขึ้น จึงมีประสิทธิภาพสอดคล้องกับเกณฑ์ที่กำหนดไว้ สามารถนำไปใช้ในการเรียนการสอนได้

2. การเปรียบเทียบคะแนนก่อนเรียน และหลังเรียนจากหนังสืออิเล็กทรอนิกส์มัลติมีเดีย เรื่อง การตรวจวินิจฉัยหาการติดเชื้อแบคทีเรียทางห้องปฏิบัติการ สำหรับนิสิตสาขาเทคนิคการแพทย์ ผลการทดลองปรากฏ ดังตารางที่ 4

ตารางที่ 4 แสดงผลการเปรียบเทียบคะแนนก่อนเรียนและหลังเรียนจากหนังสืออิเล็กทรอนิกส์ มัลติมีเดีย เรื่องการตรวจวินิจฉัยหาการติดเชื้อแบคทีเรียทางห้องปฏิบัติการ สำหรับนิสิตสาขาเทคนิค การแพทย์ จากประชากรจำนวน 68 คน โดยใช้ค่าเฉลี่ย ($\bar{x}$) ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน (S.D.) และค่าทดสอบที (t-test)

กลุ่มตัวอย่าง	ก่อนเรียน (n=68)		หลังเรียน (n=68)		t
	$\bar{x}$	S.D.	$\bar{x}$	S.D.	
	14.65	1.72	16.40	1.68	9.58*

*มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

จากตารางที่ 4 แสดงให้เห็นว่าผลการเปรียบเทียบคะแนนก่อนเรียนและหลังเรียน จากหนังสือ อิเล็กทรอนิกส์มัลติมีเดีย เรื่องการตรวจวินิจฉัยหาการติดเชื้อแบคทีเรียทางห้องปฏิบัติการ สำหรับนิสิต สาขาเทคนิคการแพทย์ จากประชากรจำนวน 68 คน โดยใช้ค่าทดสอบที (t-test) พบว่าผลสัมฤทธิ์ ทางการเรียนหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

3. การศึกษาความพึงพอใจของนิสิตที่มีต่อ หนังสืออิเล็กทรอนิกส์มัลติมีเดีย เรื่องการตรวจวินิจฉัยหาการติดเชื้อแบคทีเรียทางห้องปฏิบัติการ สำหรับนิสิตสาขาเทคนิคการแพทย์ ผลการทดลองปรากฏ ดังตารางที่ 5

ตารางที่ 5 แสดงค่าเฉลี่ย ($\bar{x}$) ค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (S.D.) และระดับความพึงพอใจของนิสิตที่มีต่อหนังสืออิเล็กทรอนิกส์มัลติมีเดีย เรื่องการตรวจวินิจฉัยหาการติดเชื้อแบคทีเรียทางห้องปฏิบัติการ สำหรับนิสิตสาขาเทคนิคการแพทย์

ข้อที่	รายการ	N=68		ระดับความเหมาะสม
		$\bar{x}$	S.D.	
ด้านเนื้อหา				
1	มีเนื้อหาการเรียนรู้ครบถ้วน	4.48529	0.53	ดี
2	สามารถอธิบายเนื้อหาให้นิสิตเข้าใจได้	4.55882	0.5	ดีมาก
3	วิธีนำเสนอในหนังสืออิเล็กทรอนิกส์ น่าสนใจ ชวนติดตาม	4.51471	0.63	ดีมาก
4	จัดลำดับเนื้อหา และขอบเขตเนื้อหาเข้าใจง่าย และง่ายต่อการศึกษา	4.39706	0.6	ดี
5	ความยาวของเนื้อหาในแต่ละบทเหมาะสม	4.11765	0.59	ดี
6	รูปแบบการนำเสนอเนื้อหา มีทั้งข้อมูลและภาพ ที่เป็นประโยชน์	4.51471	0.63	ดีมาก
7	สามารถนำความรู้ที่ได้ไปประยุกต์ใช้ในการปฏิบัติงานจริงได้	4.5	0.63	ดี
8	มีความยืดหยุ่น สนองการเรียนรู้ และความแตกต่างระหว่างบุคคล	4.22059	0.67	ดี
9	**ช่วยให้มีแหล่งการเรียนรู้เพิ่มเติม และมีความหลากหลายมากยิ่งขึ้น**	4.52941	0.61	ดีมาก
ด้านกราฟิก				
10	การออกแบบหน้าจอมีความเหมาะสม น่าสนใจ	4.42647	0.65	ดี

ข้อที่	รายการ	N=68		ระดับความเหมาะสม
		$\bar{x}$	S.D.	
11	มีภาพนิ่ง ภาพเคลื่อนไหว เหมาะสมกับเนื้อหา	4.33824	0.64	ดี
12	รูปภาพประกอบใช้สื่อความหมายสอดคล้องกับเนื้อหา	4.35294	0.61	ดี
13	ตัวอักษร ภาพ และกราฟิก มีความเหมาะสม อ่านง่าย ชัดเจน	4.44118	0.63	ดี
14	สีของพื้นหลังมีความเหมาะสม	4.38235	0.69	ดี
ด้านเทคนิค				
15	การเชื่อมโยงมีความเหมาะสม	4.36765	0.62	ดี
16	สามารถเชื่อมโยง (link) ได้สะดวกรวดเร็ว	4.32353	0.68	ดี
17	สามารถย้อนกลับไปมา และเข้าออกในแต่ละหน้าระหว่างเรียนในบทเรียนได้	4.57353	0.61	ดีมาก
18	ออกแบบให้มีปฏิสัมพันธ์ สะดวกและใช้ง่าย	4.52941	0.59	ดีมาก
รวม		4.42075	0.62	ดี

จากตารางที่ 5 ผลการวิเคราะห์ข้อมูลความพึงพอใจของนิสิตที่มีต่อหนังสืออิเล็กทรอนิกส์มัลติมีเดีย เรื่องการตรวจวินิจฉัยหาการติดเชื้อแบคทีเรียทางห้องปฏิบัติการ สำหรับนิสิตสาขาเทคนิคการแพทย์ ชั้นปีที่ 3 จำนวน 68 คน พบว่าความพึงพอใจของนิสิตที่มีต่อหนังสืออิเล็กทรอนิกส์มัลติมีเดีย ที่ผู้วิจัยได้สร้างขึ้นโดยรวมอยู่ในระดับดี และเมื่อพิจารณาเป็นด้าน 3 ด้าน พบว่า 1) **ด้านเนื้อหา** คะแนนที่ได้สูงสุด 3 อันดับแรก ได้แก่ ข้อที่ 2 สามารถอธิบายเนื้อหาให้นิสิตเข้าใจได้ (4.56) **ข้อ**ที่ 9 ช่วยให้มีแหล่งการเรียนรู้เพิ่มเติม และมีความหลากหลายมากยิ่งขึ้น (4.53) และ ข้อที่ 3 วิธีนำ**เสนอ**ในหนังสืออิเล็กทรอนิกส์ น่าสนใจ ชวนติดตาม (4.51) และข้อที่ 6 รูปแบบการนำเสนอเนื้อหา **มีทั้ง**ข้อมูลและภาพ ที่เป็นประโยชน์ (4.51) ตามลำดับ 2) **ด้านด้านกราฟิก** คะแนนที่ได้สูงสุด 3 อันดับ**แรก**ได้แก่ **ข้อที่** 10 การออกแบบหน้าจอมีความเหมาะสม น่าสนใจ (4.43) **ข้อที่** 13 **ตัวอักษร ภาพ และกราฟิก มีความเหมาะสม อ่านง่าย ชัดเจน** (4.44) **และข้อที่** 14 **สีของพื้นหลังมีความเหมาะสม** (4.38) **ตามลำดับ และ 3) ด้านเทคนิค** คะแนนที่ได้สูงสุด 3 อันดับแรก ได้แก่ ข้อที่ 17 สามารถย้อนกลับไปมาและเข้าออกในแต่ละหน้าระหว่างเรียนในบทเรียนได้ (4.57) ข้อที่ 18 ออกแบบให้มีปฏิสัมพันธ์ สะดวกและใช้ง่าย (4.53) และข้อที่ 15 การเชื่อมโยงมีความเหมาะสม (4.37) ตามลำดับ

บทที่ 5
สรุปและอภิปรายผล

การศึกษาค้นคว้าครั้งนี้ เป็นการพัฒนาหนังสืออิเล็กทรอนิกส์มัลติมีเดียเรื่องการตรวจวินิจฉัยหาการติดเชื้อแบคทีเรียทางห้องปฏิบัติการ สำหรับนิสิตสาขาเทคนิคการแพทย์ โดยมุ่งพัฒนาสื่อและหาประสิทธิภาพของหนังสืออิเล็กทรอนิกส์มัลติมีเดีย ซึ่งสามารถสรุปผลและอภิปรายผล ดังนี้

จุดมุ่งหมายของการศึกษาค้นคว้า

1. เพื่อสร้างและหาประสิทธิภาพ ของหนังสืออิเล็กทรอนิกส์มัลติมีเดีย เรื่องการตรวจวินิจฉัยหาการติดเชื้อแบคทีเรียทางห้องปฏิบัติการ สำหรับนิสิตสาขาเทคนิคการแพทย์
2. เพื่อเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ก่อนเรียนและหลังเรียนด้วยหนังสืออิเล็กทรอนิกส์มัลติมีเดีย เรื่องการตรวจวินิจฉัยหาการติดเชื้อแบคทีเรียทางห้องปฏิบัติการ สำหรับนิสิตสาขาเทคนิคการแพทย์
3. เพื่อศึกษาความพึงพอใจของนิสิตที่มีต่อหนังสืออิเล็กทรอนิกส์มัลติมีเดีย เรื่องการตรวจวินิจฉัยหาการติดเชื้อแบคทีเรียทางห้องปฏิบัติการ สำหรับนิสิตสาขาเทคนิคการแพทย์

ความสำคัญของการศึกษาค้นคว้า

1. ได้หนังสืออิเล็กทรอนิกส์มัลติมีเดีย เรื่องการตรวจวินิจฉัยหาการติดเชื้อแบคทีเรียทางห้องปฏิบัติการ สำหรับนิสิตสาขาเทคนิคการแพทย์ เพื่อใช้เป็นสื่อในการเรียนการสอนนิสิตสาขาเทคนิคการแพทย์ หรือสาขาที่มีความเกี่ยวข้องกัน หรือใช้ในการทบทวนหลังบทเรียน
2. ให้ผู้เรียนได้ทราบวิธีการและสามารถทำการตรวจวินิจฉัยหาการติดเชื้อแบคทีเรียทางห้องปฏิบัติการได้อย่างถูกต้อง และด้วยความมั่นใจมากยิ่งขึ้น
3. ทราบความพึงพอใจของนิสิตที่มีต่อหนังสืออิเล็กทรอนิกส์มัลติมีเดีย เรื่องการตรวจวินิจฉัยหาการติดเชื้อแบคทีเรียทางห้องปฏิบัติการ สำหรับนิสิตสาขาเทคนิคการแพทย์
4. เป็นแนวทางในการพัฒนาหนังสืออิเล็กทรอนิกส์มัลติมีเดีย สำหรับเรื่องอื่นๆ เพื่อใช้เป็นสื่อในการเรียนการสอนในวิชาชีพเทคนิคการแพทย์หรือสาขาที่มีความเกี่ยวข้องกัน

ขอบเขตของการศึกษาค้นคว้า

1. ขอบเขตด้านประชากร

ประชากรที่ใช้ในการศึกษาครั้งนี้ได้แก่ นิสิตชั้นปีที่ 3 ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2551 สาขาเทคนิคการแพทย์ คณะสหเวชศาสตร์ มหาวิทยาลัยนเรศวร จำนวน 72 คนและเข้าร่วมในวันที่ทำการทดลองจำนวน 68 คน

2. ขอบเขตด้านเนื้อหา

แบ่งเนื้อหาออกเป็นหน่วยตามกลุ่มสาระการเรียนรู้ ได้ดังนี้

- การตรวจวิเคราะห์การติดเชื้อแบคทีเรียทางห้องปฏิบัติการ
- การเก็บสิ่งส่งตรวจ
- การศึกษารูปร่างลักษณะของแบคทีเรีย
- การจำแนกชนิดของเชื้อแบคทีเรีย
- การย้อมสีเชื้อแบคทีเรีย
- วิธีการแยกเชื้อให้บริสุทธิ์
- อาหารเลี้ยงเชื้อ
- การทดสอบคุณสมบัติทางชีวเคมี
- การทดสอบความไวต่อยาต้านจุลชีพ
- การตรวจวิเคราะห์หาการติดเชื้อแบคทีเรียในระบบต่างๆ

3. ขอบเขตด้านระยะเวลา

ระยะเวลาในการพัฒนาหนังสืออิเล็กทรอนิกส์มัลติมีเดีย เรื่องการตรวจวินิจฉัยหาการติดเชื้อแบคทีเรียทางห้องปฏิบัติการ สำหรับนิสิตสาขาเทคนิคการแพทย์ ระหว่าง เดือนตุลาคม 2551 ถึง เดือนกรกฎาคม 2552

เครื่องมือที่ใช้ในการศึกษาค้นคว้า

1. หนังสืออิเล็กทรอนิกส์มัลติมีเดีย เรื่องการตรวจวินิจฉัยหาการติดเชื้อแบคทีเรียทางห้องปฏิบัติการ สำหรับนิสิตสาขาเทคนิคการแพทย์

2. แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่องการตรวจวินิจฉัยหาการติดเชื้อแบคทีเรียทางห้องปฏิบัติการ สำหรับนิสิตสาขาเทคนิคการแพทย์

3. แบบสอบถามความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญต่อหนังสืออิเล็กทรอนิกส์มัลติมีเดีย เรื่องการตรวจวินิจฉัยหาการติดเชื้อแบคทีเรียทางห้องปฏิบัติการ สำหรับนิสิตสาขาเทคนิคการแพทย์

4. แบบสอบถามความพึงพอใจของนิสิตที่มีต่อหนังสืออิเล็กทรอนิกส์มัลติมีเดีย เรื่องการตรวจวินิจฉัยหาการติดเชื้อแบคทีเรียทางห้องปฏิบัติการ สำหรับนิสิตสาขาเทคนิคการแพทย์

วิธีดำเนินการทดลอง

ผู้วิจัยดำเนินการพัฒนาหนังสืออิเล็กทรอนิกส์มัลติมีเดีย เรื่องการตรวจวินิจฉัยหาการติดเชื้อแบคทีเรียทางห้องปฏิบัติการ สำหรับนิสิตสาขาเทคนิคการแพทย์ โดยใช้รูปแบบ ADDIE Model ซึ่งมีรายละเอียดดังนี้

1. ขั้นวิเคราะห์เนื้อหา
2. ขั้นตอนการออกแบบ
3. ขั้นสร้างและพัฒนา
4. ขั้นทดลองใช้
5. ขั้นการประเมินผล

สรุปผลการวิจัย

จากการดำเนินการศึกษาค้นคว้าวิจัยและพัฒนาหนังสืออิเล็กทรอนิกส์มัลติมีเดีย เรื่อง การตรวจวินิจฉัยหาการติดเชื้อแบคทีเรียทางห้องปฏิบัติการ สำหรับนิสิตสาขาเทคนิคการแพทย์ ชั้นปีที่ 3 สรุปผลการศึกษาค้นคว้า ได้ดังนี้

1. ได้พัฒนาหนังสืออิเล็กทรอนิกส์มัลติมีเดีย เรื่องการตรวจวินิจฉัยหาการติดเชื้อแบคทีเรียทางห้องปฏิบัติการ สำหรับนิสิตสาขาเทคนิคการแพทย์ 87.17/ 81.98 ซึ่งสอดคล้องกับเกณฑ์ที่ตั้งไว้ คือ 80/80

2. การเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนหลังเรียน พบว่า สูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

3. การศึกษาความพึงพอใจของนิสิตที่มีต่อหนังสืออิเล็กทรอนิกส์มัลติมีเดียเรื่องการตรวจวินิจฉัยหาการติดเชื้อแบคทีเรียทางห้องปฏิบัติการ สำหรับนิสิตสาขาเทคนิคการแพทย์ โดยรวมอยู่ในระดับดี และมีจุดเด่น 3 ด้าน ที่นิสิตมีความพึงพอใจในระดับดีมาก 3 อันดับแรก ดังนี้

3.1 ด้านเทคนิค: สามารถย้อนกลับไปมา และเข้าออกในแต่ละหน้าระหว่างเรียนในบทเรียนได้

3.2 ด้านเนื้อหา: สามารถอธิบายเนื้อหาให้นิสิตเข้าใจได้

3.3 ด้านเทคนิค: ที่ออกแบบให้มีปฏิสัมพันธ์ สะดวกและใช้ง่าย

อภิปรายผล

จากการศึกษาวิจัยพัฒนาหนังสืออิเล็กทรอนิกส์มัลติมีเดีย เรื่องการตรวจวินิจฉัยหาการติดเชื้อแบคทีเรียทางห้องปฏิบัติการ สำหรับนิสิตสาขาเทคนิคการแพทย์ พบว่า ประสิทธิภาพของหนังสืออิเล็กทรอนิกส์มัลติมีเดีย เป็น 87.17/ 81.98 ซึ่งเป็นไปตามเกณฑ์ที่กำหนดไว้คือ 80/80 ผู้เชี่ยวชาญด้านเนื้อหา มีความเห็นว่าหนังสืออิเล็กทรอนิกส์มัลติมีเดียมีคุณภาพด้านเนื้อหาอยู่ในระดับดี และผู้เชี่ยวชาญด้านเทคโนโลยีการศึกษา มีความเห็นว่าบทเรียนมีคุณภาพอยู่ในระดับดีมาก ซึ่งสามารถอภิปรายผลได้ดังนี้

1. จากการหาประสิทธิภาพของหนังสืออิเล็กทรอนิกส์มัลติมีเดีย เรื่องการตรวจวินิจฉัยหาการติดเชื้อแบคทีเรียทางห้องปฏิบัติการ สำหรับนิสิตสาขาเทคนิคการแพทย์ จะเห็นว่าบทเรียนมีประสิทธิภาพเป็นไปตามเกณฑ์ที่กำหนด 80/80 เนื่องจากหนังสืออิเล็กทรอนิกส์มัลติมีเดียเรื่องการตรวจวินิจฉัยหาการติดเชื้อแบคทีเรียทางห้องปฏิบัติการ สำหรับนิสิตสาขาเทคนิคการแพทย์ ชั้นปีที่ 3 มีการศึกษาค้นคว้าวิจัยพัฒนาอย่างเป็นระบบ คือ ผู้วิจัยได้ดำเนินการตามขั้นตอนโดย นำหลักการพัฒนาจากโครงสร้างการพัฒนาระบบการสอน The Third Dimension of ADDIE (Michael, 2001) มาใช้ในการพัฒนาหนังสืออิเล็กทรอนิกส์มัลติมีเดียที่มีความน่าสนใจ อีกทั้งยังได้รับการ

ประเมินคุณภาพ และการแนะนำ จากผู้เชี่ยวชาญด้านเนื้อหา ด้านเทคโนโลยีการศึกษาจึงทำให้เกิดผลอยู่ในเกณฑ์ดีและดีมาก

2. หนังสืออิเล็กทรอนิกส์มัลติมีเดีย เรื่องการตรวจวินิจฉัยหาการติดเชื้อแบคทีเรียทางห้องปฏิบัติการ สำหรับนิสิตสาขาเทคนิคการแพทย์ นี้ เป็นการเรียนที่สอดคล้องกับหลักจิตวิทยาพุทธพิสัยเกี่ยวกับการเรียนรู้ของมนุษย์ ที่เกี่ยวเนื่องกับการออกแบบหนังสืออิเล็กทรอนิกส์แบบสื่อประสมนั้น ได้แก่ ความสนใจและการรับรู้อย่างถูกต้อง การจดจำ ความเข้าใจ ความกระตือรือร้นในการเรียน แรงจูงใจ การควบคุมการเรียน การถ่ายโอนการเรียนรู้ และการตอบสนองความแตกต่างรายบุคคล (ถนอมพร เลาหจรัสแสง, 2541) ซึ่งผู้เรียนแต่ละคนมีความสามารถในการเรียนรู้ที่ใช้เวลาแตกต่างกัน ทำให้หนังสืออิเล็กทรอนิกส์มัลติมีเดีย เรื่องนี้จะช่วยให้ผู้เรียนรู้สึกพอใจกับการเรียน และไม่เกิดความกดดันขณะเรียนเมื่อผู้เรียนเรียนทันผู้อื่น ทำให้ผู้เรียนไม่เครียดระหว่างเรียน จึงส่งผลให้ผู้เรียนมีประสิทธิภาพในการเรียนรู้ที่สูงขึ้น ซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัย ที่มีประสิทธิภาพตามเกณฑ์ที่กำหนด โดยผู้เรียนมีผลสัมฤทธิ์หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

3. จากผลการวิจัยพบว่า นิสิตที่เรียนจากหนังสืออิเล็กทรอนิกส์มัลติมีเดีย เรื่องการตรวจวินิจฉัยหาการติดเชื้อแบคทีเรียทางห้องปฏิบัติการ สำหรับนิสิตสาขาเทคนิคการแพทย์ มีความคิดเห็นเกี่ยวกับหนังสืออิเล็กทรอนิกส์มัลติมีเดีย อยู่ในระดับดี เนื่องจากนิสิตเห็นว่าบทเรียนมีลักษณะเป็นมัลติมีเดีย ที่สามารถอธิบายเนื้อหาให้นิสิตเข้าใจได้ ช่วยให้มีแหล่งการเรียนรู้เพิ่มเติม และมีความหลากหลายมากยิ่งขึ้น วิธีนำเสนอในหนังสืออิเล็กทรอนิกส์ น่าสนใจ ชวนติดตาม และรูปแบบการนำเสนอเนื้อหา มีทั้งข้อมูลและภาพ ที่เป็นประโยชน์ และสะดวกในการใช้งาน ทั้งนี้เนื่องมาจาก หนังสืออิเล็กทรอนิกส์มัลติมีเดียที่สร้างขึ้นได้มีการพัฒนาอย่างมีระบบ และทดลองจนมีประสิทธิภาพอยู่ในเกณฑ์ที่กำหนดไว้ มีการออกแบบการนำเสนอที่ดึงดูดความสนใจ สามารถแสดงได้ทั้งภาพนิ่งภาพเคลื่อนไหว ซึ่งเป็นการกระตุ้นให้ผู้เรียนอยากจะเรียนรู้และชวนติดตาม

บทที่ 6
ข้อเสนอแนะ

จากการวิจัยครั้งนี้ ผู้วิจัย มีข้อเสนอแนะ ดังนี้

1. ควรศึกษารูปแบบการติดตั้งมัลติมีเดียลงสู่เครื่องคอมพิวเตอร์ เพื่อให้เล่นคอมพิวเตอร์มัลติมีเดียจากเครื่องคอมพิวเตอร์แทน ที่สะดวกและรวดเร็วบนเครื่องคอมพิวเตอร์ที่มีสมรรถนะ

2. ในการผลิตหนังสืออิเล็กทรอนิกส์มัลติมีเดีย เป็นการนำเทคโนโลยีมาใช้เป็นเครื่องมือเพื่อใช้ถ่ายทอดเนื้อหาวิชาไปสู่ผู้เรียน จำเป็นจะต้องอาศัยบุคลากรที่มีความรู้จากหลาย ๆ ด้าน เช่น ด้านคอมพิวเตอร์ ด้านศิลปะ ด้านเนื้อหาวิชา เป็นต้น ผู้ที่จะผลิตและพัฒนาหนังสืออิเล็กทรอนิกส์มัลติมีเดีย จึงต้องพิจารณาถึงความพร้อม และได้รับความร่วมมือของบุคลากรในทุกๆ ด้าน เพื่อที่จะได้พัฒนาหนังสืออิเล็กทรอนิกส์มัลติมีเดียให้มีประสิทธิภาพสูงสุดและเหมาะสมที่จะนำไปใช้งานจริง

ข้อเสนอแนะเพื่อการศึกษาค้นคว้าครั้งต่อไป

1. ในการศึกษาพัฒนาหนังสืออิเล็กทรอนิกส์มัลติมีเดียเรื่องการตรวจวินิจฉัยหาการติดเชื้อแบคทีเรียทางห้องปฏิบัติการ สำหรับนิสิตสาขาเทคนิคการแพทย์ ชั้นปีที่ 3 เป็นเนื้อหาเพียงส่วนหนึ่งในการเรียนรู้ของนิสิตสาขาเทคนิคการแพทย์หรือสาขาที่เกี่ยวข้องเท่านั้น น่าจะมีการศึกษาพัฒนาหนังสืออิเล็กทรอนิกส์มัลติมีเดียในเรื่องอื่นๆ อีก เพื่อที่จะได้เป็นทางเลือกหนึ่งสำหรับอาจารย์ผู้สอนเพื่อจะได้นำไปใช้ในการเรียนการสอนต่อไปได้อย่างมีประสิทธิภาพ

2. ควรมีการศึกษาวิจัยเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ของผู้เรียนระหว่างการเรียนด้วยหนังสืออิเล็กทรอนิกส์มัลติมีเดีย กับการเรียนรู้ของผู้เรียนกับสื่อประเภทอื่นๆ เช่น เปรียบเทียบกับ การเรียนด้วยคอมพิวเตอร์ช่วยสอน เป็นต้น

3. ควรมีการศึกษาวิจัยและพัฒนาหนังสืออิเล็กทรอนิกส์มัลติมีเดียที่ใช้สำหรับนิสิตในรายวิชาอื่นๆ

เอกสารอ้างอิง

การเขียนบรรณานุกรมซีดี-รอม. (2551). Retrieved 13 มี.ค. 2551, from http://202.29.15.3/web2006/km/kp05.pdf

กิดานันท์ มลิทอง. (2542). *สรรค์สร้างหน้าเว็บและกราฟิกบนเว็บ*. กรุงเทพมหานคร โรงพิมพ์จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

เกษม สาหร่ายทิพย์. (2542). *ระเบียบวิธีวิจัย* (พิมพ์ครั้งที่ 3). นครสวรรค์: โรงพิมพ์นิวเสรีนคร ถนนโกสีย์ 36.

จิรดา บุญอารยะกุล. (2542). *การนำเสนอลักษณะของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนบนเครือข่ายอินเทอร์เน็ต*. ปริญญานิพนธ์ คม., จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

เจริญ ไชยรัตน์ และคณะ. (2549). *การพัฒนาหนังสืออิเล็กทรอนิกส์ กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ เรื่อง ร่างกายของเรา สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2*. การศึกษาค้นคว้าด้วยตนเอง. พิษณุโลก : มหาวิทยาลัยนเรศวร.

ชัยยงค์ พรหมวงศ์. (2542). *เทคโนโลยีและสื่อสารการศึกษาสำหรับการเรียนด้วยตนเอง*. ในเอกสาร ประกอบการประชุม โสตเทคโนสัมพันธ์แห่งชาติแห่งชาติประเทศไทย 2542. ภาควิชาโสตทัศนศึกษา คณะครุศาสตร์,จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

ช่วงโชติ พันธุเวช. (2535). *การออกแบบและการสร้างบทเรียนคอมพิวเตอร์*. กรุงเทพฯ:มหาวิทยาลัยรามคำแหง.

ทรงศักดิ์ ลิ้มบรรจงมณี. (2542). *การสร้างกราฟิกบนเว็บด้วย Photoshop 5*. กรุงเทพฯ : ซีเอ็ดยูเคชั่น.

ธราภรณ์ ศรีงามและคณะ. (2549). *การศึกษาตัวอย่างชิ้นงานและการนำเสนอแบบมัลติมีเดีย*. Retrieved 17 มี.ค. 2551, from http://pirun.ku.ac.th/~g4966078/kob.doc

นงลักษณ์ สุวรรณพินิจ และปรีชา สุวรรณพินิจ. (2548). *จุลชีววิทยาทั่วไป*. พิมพ์ครั้งที่ 5. กรุงเทพฯ : สำนักพิมพ์แห่งจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

นพรัตน์ คุณศรี และคณะ. (2549). *การพัฒนาหนังสืออิเล็กทรอนิกส์มัลติมีเดีย เรื่อง บึงฉวากเฉลิมพระเกียรติ. การศึกษาค้นคว้าด้วยตนเอง*. พิษณุโลก : มหาวิทยาลัยนเรศวร.

น้ำฝน น้อยประเสริฐ. (2545). ประโยชน์ของมัลติมีเดีย. Retrieved 17 มี.ค. 2551, from http://www.school.net.th/library/create-web/10000/technology/10000-7593.html

บุญชม ศรีสะอาด. (2535). *การวิจัยเบื้องต้น* (พิมพ์ครั้งที่ 2). กรุงเทพฯ : สุวีริยาสาส์น.

บทที่ 5 มัลติมีเดีย. (2551). Retrieved 13 มี.ค. 2551, from http://dusithost.dusit.ac.th/~librarian/myweb/book108_48/108_ch5_multimedia.doc

บริษัท กิ๊ฟท์ซอร์สซิ่ง จำกัด. (2551). Flash drive คืออะไร. Retrieved 13 มี.ค. 2551, from http://www.giftsourcing.net/index.php?lay=show&ac=article&Id=567379&Ntype=4,%201.

ปิลันธนา สงวนบุญญพงษ์. (2542). *การพัฒนาและหาประสิทธิภาพหนังสืออิเล็กทรอนิกส์แบบสื่อประสม เรื่องสื่อสิ่งพิมพ์เพื่อการประชาสัมพันธ์.* กรุงเทพฯ : สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ.

ไพลิน บุญเดช. (2539). เปิดโลกมัลติมีเดีย. Internet Intranet, 1, 3-34.

ไพศาล กันทะษา และคณะ. (2548). *การพัฒนาสื่อสารานุกรมอิเล็กทรอนิกส์ เรื่องจังหวัดสวรรคโลกที่เลือนหายไป.* การศึกษาค้นคว้าด้วยตนเอง. พิษณุโลก : มหาวิทยาลัยนเรศวร

ยุทธ ไวยวรรณ์. (2545). *พื้นฐานการวิจัย.* กรุงเทพฯ : สุวีริยาสาสน์.

ศิริชัย สงวนแก้ว. (2534). *คอมพิวเตอร์ช่วยสอน CAI.* Retrieved 13 มี.ค. 2551, from http://dit.dru.ac.th/home/023/cai/02.htm.

ศิริลักษณ์ ธีระภูธร. (2550). เอกสารประกอบการสอน รายวิชาการตรวจวิเคราะห์โรคติดเชื้อจุลชีพทางห้องปฏิบัติการ.

สุทธิพร จิตต์มิตรภาพ. (2539). *คอมพิวเตอร์กับการเรียนการสอน.*จดหมายข่าวฝ่ายวิชาการ,1,8-10.

เสาวลักษณ์ ญาณสมบัติ.(2545). *การพัฒนาหนังสืออิเล็กทรอนิกส์ เรื่อง "นวัตกรรมการสอนที่ยึดผู้เรียนเป็นสำคัญ.* วิทยานิพนธ์มหาบัณฑิต ภาควิชาเทคโนโลยีการศึกษา บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

หนังสืออิเล็กทรอนิกส์ (e-Book).(2550). Retrieved 13 มี.ค. 2551, from http://www.thaiall.com/flip/indexo.html

อดิศักดิ์ เซ็นเสถียร. (2541). *แนวทางกว้างๆ ในการออกแบบสื่อมัลติมีเดีย.* พัฒนาเทคนิคศึกษา 28, 35 - 38.

อาภรณ์ ไชยสุวรรณ. (2551). *E-Book : รูปแบบใหม่ในการอ่านหนังสือ.* Retrieved 113 มี.ค. 2551, from http://www.bb.go.th/information/library/lbb/om/omweb/html/yiam /ext/lbr/nanasara.html

อุดร อรกุล. (2551). *Web-Based Instruction.* Retrieved 13 มี.ค. 2551, from http://www.rmu.ac.th/~udorn/elearning/Web-Based%20Instruction.pdf.

Banphot Nobaew. (2551). *การออกแบบ E-Book ด้วย Desktop Author.* Retrieved 17 มี.ค. 2551, from http://itschool.mfu.ac.th/~banphot/E-Book%20Muanal%20for_NTC.doc

E-Book.(2551). Retrieved 17 มี.ค. 2551, from http://www.chontech.ac.th/html/e-Book.htm

Michael Tomas, Marlon Mitchell, and Roberto Joseph. (2001). *The Third Dimension of ADDI: A cultural Embrace.*Tech Trends. 46 (2): 40-45.

STKS E-LEARNING. (2550). eb001: *หนังสืออิเล็กทรอนิกส์.* Retrieved 17 มี.ค. 2551, from http://www.stks.or.th/elearning/index.php?mod=Courses&op=course_lesson&cid=4&sid

ภาคผนวก ก

รายชื่อผู้เชี่ยวชาญ

1. รายชื่อผู้เชี่ยวชาญประเมินคุณภาพการพัฒนาหนังสืออิเล็กทรอนิกส์

รายชื่อผู้เชี่ยวชาญด้าน เนื้อหา

1) ทพญ.ดร. กาญจนา อู่สุวรรณทิม อาจารย์ประจำภาควิชาเทคนิคการแพทย์ คณะสหเวชศาสตร์ มหาวิทยาลัยนเรศวร

2) ทนพ.ดร. เชิดชาย แซ่ฮ่วน อาจารย์ประจำภาควิชาเทคนิคการแพทย์ คณะสหเวชศาสตร์ มหาวิทยาลัยนเรศวร

3) อาจารย์ ทนพ.นพดล จำรูญ อาจารย์ประจำภาควิชาเทคนิคการแพทย์ คณะสหเวชศาสตร์ มหาวิทยาลัยนเรศวร

รายชื่อผู้เชี่ยวชาญด้านการพัฒนาหนังสืออิเล็กทรอนิกส์

1) ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.รุจโรจน์ แก้วอุไร อาจารย์ประจำภาควิชาเทคโนโลยีสื่อสารการศึกษา คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยนเรศวร

2) ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ดิเรก ธีระภูธร อาจารย์ประจำภาควิชาเทคโนโลยีสื่อสารการศึกษา คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยนเรศวร

3) ดร.วิวัฒน์ มีสุวรรณ์ อาจารย์ประจำภาควิชาเทคโนโลยีสื่อสารการศึกษา คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยนเรศวร

2. รายชื่อผู้เชี่ยวชาญตรวจแบบทดสอบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

1) รองศาสตราจารย์ ดร สำราญ มีแจ้ง อาจารย์ประจำภาควิชาการศึกษา คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยนเรศวร

2) ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ดิเรก ธีระภูธร อาจารย์ประจำภาควิชาเทคโนโลยีสื่อสารการศึกษา คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยนเรศวร

3) ดร.ปกรณ์ ประจันบาน อาจารย์ประจำภาควิชาการศึกษา คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยนเรศวร

ภาคผนวก ข

เครื่องมือที่ใช้ในการศึกษาค้นคว้า

แบบสอบถามความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญที่มีต่อหนังสืออิเล็กทรอนิกส์มัลติมีเดีย
เรื่องการตรวจวินิจฉัยหาการติดเชื้อแบคทีเรียทางห้องปฏิบัติการ
สำหรับนิสิตสาขาเทคนิคการแพทย์
(ด้านเนื้อหา)

คำชี้แจง

แบบสอบถามนี้จัดทำขึ้นเพื่อให้ผู้เชี่ยวชาญ แสดงความคิดเห็นเกี่ยวกับเนื้อหาหนังสืออิเล็กทรอนิกส์มัลติมีเดีย เรื่องการตรวจวินิจฉัยหาการติดเชื้อแบคทีเรียทางห้องปฏิบัติการสำหรับนิสิตสาขาเทคนิคการแพทย์ ซึ่งผู้ศึกษาจะนำความคิดเห็นที่ได้ไปวิเคราะห์ เพื่อใช้เป็นแนวทางในการปรับปรุงและพัฒนาหนังสืออิเล็กทรอนิกส์มัลติมีเดียให้มีประสิทธิภาพมากยิ่งขึ้น

แบบสอบถามนี้ แบ่งเป็น 2 ส่วน ดังนี้

ส่วนที่ 1 รายการสอบถามความคิดเห็นด้านเนื้อหาของหนังสืออิเล็กทรอนิกส์มัลติมีเดีย เรื่องการตรวจวินิจฉัยหาการติดเชื้อแบคทีเรียทางห้องปฏิบัติการ สำหรับนิสิตสาขาเทคนิคการแพทย์

ส่วนที่ 2 ความคิดเห็น และข้อเสนอแนะเพิ่มเติม

ส่วนที่ 1 โปรดทำเครื่องหมาย ✓ ลงในช่อง ระดับความคิดเห็นที่มีต่อเนื้อหาของหนังสืออิเล็กทรอนิกส์มัลติมีเดีย เรื่องการตรวจวินิจฉัยหาการติดเชื้อแบคทีเรียทางห้องปฏิบัติการสำหรับนิสิตสาขาเทคนิคการแพทย์ ตามเกณฑ์ดังต่อไปนี้

ระดับค่าการประเมิน	ระดับความเหมาะสม
5	มากที่สุด
4	มาก
3	ปานกลาง
2	น้อย
1	น้อยที่สุด

ข้อที่	รายการ	ความคิดเห็น				
		5	4	3	2	1
1	การจัดเรียงเนื้อหามีความเหมาะสม					
2	การจัดเนื้อหามีความสมบูรณ์ ถูกต้อง ชัดเจน และเป็นปัจจุบัน					
3	เนื้อหาสอดคล้องกับวัตถุประสงค์ที่ต้องการนำเสนอ					
4	ภาษาที่ใช้ในเนื้อหามีความชัดเจน เข้าใจง่าย					
5	เนื้อหามีความเหมาะสมกับผู้เรียน					
6	สามารถนำความรู้ที่ได้ไปใช้ในการปฏิบัติงานจริงได้					
7	มีประโยชน์ในการทบทวนเนื้อหาหลังเรียน					
8	เนื้อหาสอดคล้อง สามารถประยุกต์ใช้ในการเรียนการสอน					
9	ความยาวของเนื้อหาบทเรียนเหมาะสมกับระดับของผู้เรียน					

ส่วนที่ 2 ความคิดเห็น และข้อเสนอแนะเพิ่มเติม

.....

.....

.....

.....

.....

.....

ลงชื่อ .....ผู้ประเมิน

(.....)

วันที่ ... เดือน..... พ.ศ.....

แบบสอบถามความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญที่มีต่อหนังสืออิเล็กทรอนิกส์มัลติมีเดีย
เรื่องการตรวจวินิจฉัยหาการติดเชื้อแบคทีเรียทางห้องปฏิบัติการ
สำหรับนิสิตสาขาเทคนิคการแพทย์
(ด้านการออกแบบ)

คำชี้แจง

แบบสอบถามนี้จัดทำขึ้นเพื่อให้ผู้เชี่ยวชาญ แสดงความคิดเห็นด้านการออกแบบหนังสืออิเล็กทรอนิกส์มัลติมีเดีย เรื่องการตรวจวินิจฉัยหาการติดเชื้อแบคทีเรียทางห้องปฏิบัติการ สำหรับนิสิตสาขาเทคนิคการแพทย์ ผู้ศึกษาจะนำความคิดเห็นที่ได้รับไปวิเคราะห์ เพื่อใช้เป็นแนวทางในการปรับปรุงและพัฒนาให้มีประสิทธิภาพมากยิ่งขึ้น

แบบสอบถามนี้ แบ่งเป็น 2 ส่วน ดังนี้

ส่วนที่ 1 รายการสอบถามความคิดเห็นด้านการออกแบบหนังสืออิเล็กทรอนิกส์มัลติมีเดียเรื่องการตรวจวินิจฉัยหาการติดเชื้อแบคทีเรียทางห้องปฏิบัติการ สำหรับนิสิตสาขาเทคนิคการแพทย์

ส่วนที่ 2 ความคิดเห็น และข้อเสนอแนะเพิ่มเติม

ส่วนที่ 1 โปรดทำเครื่องหมายถูก (✓) ลงในช่องระดับตามความคิดเห็นที่มีต่อหนังสืออิเล็กทรอนิกส์มัลติมีเดีย เรื่องการตรวจวินิจฉัยหาการติดเชื้อแบคทีเรียทางห้องปฏิบัติการสำหรับนิสิตสาขาเทคนิคการแพทย์ ตามเกณฑ์ดังนี้

ระดับค่าการประเมิน	ค่าความเหมาะสม
5	มากที่สุด
4	มาก
3	ปานกลาง
2	น้อย
1	น้อยที่สุด

ข้อที่	รายการประเมิน	ระดับความเหมาะสม				
		5	4	3	2	1
	ด้านกราฟิก					
1	การออกแบบหน้าจอมีความเหมาะสม น่าสนใจ					
2	มีภาพนิ่ง มีภาพเคลื่อนไหว เหมาะสมกับเนื้อหา					
3	รูปภาพประกอบใช้สื่อความหมายได้ สอดคล้องกับเนื้อหา					
4	ตัวอักษร ภาพ และกราฟิก มีความเหมาะสม อ่านง่าย ชัดเจน					
5	สีของพื้นหลังมีความเหมาะสม					
	ด้านเทคนิค					
6	การเชื่อมโยง มีความเหมาะสม					
7	สามารถเชื่อมโยง (link) ได้สะดวกรวดเร็ว					
8	สามารถย้อนกลับไปมา และเข้าออกในแต่ละหน้าระหว่างเรียนในบทเรียนได้					
9	ออกแบบให้มีปฏิสัมพันธ์ สะดวกและใช้ง่าย					

ส่วนที่ 2

ความคิดเห็น และข้อเสนอแนะเพิ่มเติม

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

ลงชื่อ .....ผู้ประเมิน

(.....)

วันที่ ..... เดือน..... พ.ศ.....

แบบสอบถามความพึงพอใจของนิสิตที่มีต่อหนังสืออิเล็กทรอนิกส์มัลติมีเดีย
เรื่องการตรวจวินิจฉัยหาการติดเชื้อแบคทีเรียทางห้องปฏิบัติการ
สำหรับนิสิตสาขาเทคนิคการแพทย์

คำชี้แจง

แบบสอบถามความพึงพอใจ เพื่อสอบถามความพึงพอใจของนิสิตในการใช้หนังสืออิเล็กทรอนิกส์มัลติมีเดีย เรื่องการตรวจวินิจฉัยหาการติดเชื้อแบคทีเรียทางห้องปฏิบัติการสำหรับนิสิตสาขาเทคนิคการแพทย์

แบบสอบถามความพึงพอใจของนิสิตนี้ แบ่งเป็น 2 ส่วน ได้แก่

ส่วนที่ 1 รายการประเมินความพึงพอใจด้านเนื้อหาและการออกแบบหนังสืออิเล็กทรอนิกส์มัลติมีเดีย เรื่องการตรวจวินิจฉัยหาการติดเชื้อแบคทีเรียทางห้องปฏิบัติการ สำหรับนิสิตสาขาเทคนิคการแพทย์ ชั้นปีที่ 3 มีจำนวน 18 ข้อ

ส่วนที่ 2 ความคิดเห็น และข้อเสนอแนะเพิ่มเติม

ส่วนที่ 1 ให้นิสิตทำเครื่องหมายถูก (✓) ลงในช่องระดับตามความคิดเห็นของนิสิต ตามเกณฑ์**ดังนี้**

ระดับค่าการประเมิน	ค่าความพึงพอใจ
5	มากที่สุด
4	มาก
3	ปานกลาง
2	น้อย
1	น้อยที่สุด

ข้อที่	รายการ	ค่าความพึงพอใจ				
		5	4	3	2	1
ด้านเนื้อหา						
1	มีเนื้อหาการเรียนรู้ครบถ้วน					
2	สามารถอธิบายเนื้อหาให้นิสิตเข้าใจได้					
3	วิธีนำเสนอในหนังสืออิเล็กทรอนิกส์ น่าสนใจ ชวนติดตาม					
4	จัดลำดับเนื้อหา และขอบเขตเนื้อหาเข้าใจง่าย และง่ายต่อการศึกษา					
5	ความยาวของเนื้อหาในแต่ละบทเหมาะสม					
6	รูปแบบการนำเสนอเนื้อหา มีทั้งข้อมูลและภาพ ที่เป็นประโยชน์					
7	สามารถนำความรู้ที่ได้ไปประยุกต์ใช้ในการปฏิบัติงานจริงได้					
8	มีความยืดหยุ่น สนองการเรียนรู้ และความแตกต่างระหว่างบุคคล					
9	ช่วยให้มีแหล่งการเรียนรู้เพิ่มเติม และมีความหลากหลายมากยิ่งขึ้น					
ด้านกราฟิก						
10	การออกแบบหน้าจอมีความเหมาะสม น่าสนใจ					
11	มีภาพนิ่ง ภาพเคลื่อนไหว เหมาะสมกับเนื้อหา					
12	รูปภาพประกอบใช้สื่อความหมาย สอดคล้องกับเนื้อหา					
13	ตัวอักษร ภาพ และกราฟิก มีความเหมาะสม อ่านง่าย ชัดเจน					
14	สีของพื้นหลังมีความเหมาะสม					
ด้านเทคนิค						
15	การเชื่อมโยงมีความเหมาะสม					
16	สามารถเชื่อมโยง (link) ได้สะดวกรวดเร็ว					
17	สามารถย้อนกลับไปมา และเข้าออกในแต่ละหน้าระหว่างเรียนในบทเรียนได้					
18	ออกแบบให้มีปฏิสัมพันธ์ สะดวกและใช้ง่าย					

ส่วนที่ 2

ความคิดเห็น และข้อเสนอแนะเพิ่มเติม

.....

.....

.....

ภาคผนวก ค

แบบทดสอบก่อน-หลังเรียน

แบบทดสอบก่อน/หลังเรียน

คำชี้แจง : 1. ให้ทำเครื่องหมายกากบาทลงในกระดาษคำตอบ
2. แบบทดสอบมีทั้งหมด 20 ข้อ

1. ผนังเซลล์ของแบคทีเรียในข้อใดที่ <u>แตกต่าง</u> จากข้ออื่น
   - ก. *Staphylococcus aureus*
   - ข. *Streptococcus pyogenes*
   - ค. *Escherichia coli*
   - ง. *Corynebacterium diptheria*
2. เชื้อในข้อใด <u>แตกต่าง</u> จากข้ออื่น
   - ก. *Escherchiai coli*
   - ข. *Cryptococcus neoformans*
   - ค. *Streptococcus pneumoniae*
   - ง. *Pseudomonas aeruginosa*
3. สิ่งส่งตรวจในข้อใดที่มาจาก Sterile site
   - ก. Stool
   - ข. CSF
   - ค. Nasopharyngeal wash
   - ง. Pus
4. สิ่งส่งตรวจในข้อใดที่ควรนำมาทำ India ink preparation
   - ก. Blood
   - ข. CSF
   - ค. Sputum
   - ง. Nasopharyngeal wash
5. อาหารเลี้ยงเชื้อแบคทีเรียในข้อใดที่จัดเป็น Enrichment media
   - ก. Selenite F broth
   - ข. MacConkey agar
   - ค. Mueller-Hinton agar
   - ง. Nutrient agar

6. เมื่อสงสัยว่าผู้ป่วยจะเป็น **วัณโรค** สิ่งส่งตรวจเพื่อการเพาะเลี้ยงเชื้อที่เป็นสาเหตุควรเป็นข้อใด

   ก. เลือด

   ข. ปัสสาวะ

   ค. อุจจาระ

   ง. เสมหะ

7. ในการศึกษารูปร่างแบคทีเรียโดยการย้อมสีแกรม ควรใช้กล้องจุลทรรศน์ที่กำลังขยายเท่าใด

   ก. 4X

   ข. 10X

   ค. 100X

   ง. 100X + oil

8. การทดสอบอันดับ**แรก**ที่ใช้ในการจำแนกชนิดของเชื้อแบคทีเรียแกรมบวกรูปทรงกลม คือ**ข้อใด**

   ก. Oxidase

   ข. Catalase

   ค. Manital salt agar

   ง. Bile easculin test

9. การเพาะเลี้ยงเชื้อจากสิ่งส่งตรวจที่เป็น **ปัสสาวะ** ควรใช้อาหารในข้อใด

   ก. Blood agar, Chocolate agar, MacConkey agar

   ข. Blood agar, MacConkey agar, Eosin methylene blue agar

   ค. Blood agar, Mueller-Hinton agar, Chocolate agar,

   ง. Blood agar, Nutrient agar, Tipticase soy agar

10. อาหารเลี้ยงเชื้อที่สามารถจำแนกเชื้อ *E. coli* ได้จากสิ่งส่งตรวจโดยตรง คือข้อใด

   ก. MacConkey agar

   ข. Eosin methylene blue agar

   ค. Chocolate agar

   ง. Nutrient agar

11. อาหารที่ใช้ในการทดสอบการเคลื่อนที่ (Motility) ของเชื้อแบคทีเรีย คือข้อใด

   ก. DNase test

   ข. MIL

   ค. SIM

   ง. ข้อ ข และ ค

12. การทดสอบการสร้าง Indol ของเชื้อต้องอาศัยน้ำยาที่มีชื่อว่าอะไร

ก. Tryptophan solution

ข. Kovac reagent

ค. Voges-Proskauer reagent

ง. Phenyalanine solution

13. อาหารเลี้ยงเชื้อที่สามารถจำแนกเชื้อ *Vibrio* spp. ได้จากสิ่งส่งตรวจ คือข้อใด

ก. MacConkey agar

ข. Eosin methylene blue (EMB) agar

ค. Thiosulfate citrate bile salt sucrose (TCBS) agar

ง. Thayer-Martin (TM) agar

14. การทดสอบความไวต่อสารต้านจุลชีพที่ห้องปฏิบัติการใช้เป็นประจำเรียกว่า

ก. Disk dilution method

ข. Broth dilution method

ค. Kirbey-Baeur method

ง. Thayer-Martin (TM) method

15. การเพาะเลี้ยงเชื้อจากสิ่งส่งตรวจใดที่ต้องรายงานผล <u>จำนวนเชื้อ</u> ที่เจริญขึ้นด้วย

ก. Sputum

ข. Blood

ค. Urine

ง. CSF

16. เชื้อแบคทีเรียที่เป็นสาเหตุของเยื่อหุ้มสมองอักเสบ คือข้อใด

ก. *Escherchiai coli*

ข. *Cryptococcus neoformans*

ค. *Streptococcus pneumoniae*

ง. *Neisseria meningitidis*

17. การเพาะเลี้ยงเชื้อจากสิ่งส่งตรวจเพื่อหาสาเหตุของการติดเชื้อในข้อใด ที่ใช้เวลา <u>นานที่สุด</u>

ก. Septicsemia

ข. Pneumonia

ค. Tuberculosis

ง. Diarrhea

18. ข้อใดที่สามารถใช้ในการจำแนกชนิดของเชื้อ *Streptococcus* spp.

ก. Hemolysis characteristic on Blood agar

ข. CAMP test

ค. Bile esculin test

ง. ถูกทุกข้อ

19. ข้อใดกล่าว<u>ผิด</u>

ก. สิ่งส่งตรวจเสมหะที่ดี ไม่ควรมีน้ำลายปน

ข. Mid stream urine เป็นสิ่งส่งตรวจที่เหมาะสำหรับหาการติดเชื้อในระทางเดินปัสสาวะ

ค. การเก็บสิ่งส่งตรวจเพื่อการเพาะเชื้อ ต้องเก็บก่อนให้ยาต้านจุลชีพ

ง. ถ้าไม่สามารถนำส่ง CSF ได้ทันที ควรเก็บที่ 4 °C

20. เชื้อแบคทีเรียที่สามารถสร้างเอ็นไซม์ Urease

ก. *Escherchiai coli*

ข. *Proteus mirabilis*

ค. *Psedomonas areuginosa*

ง. *Staphylococcus aureus*

ภาคผนวก ง

ตารางผลการวิเคราะห์ข้อมูล

ตาราง 7 แสดงผลการวิเคราะห์การประเมินค่าความสอดคล้องของข้อคำถามในแบบสอบถามความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญที่มีต่อหนังสืออิเล็กทรอนิกส์มัลติมีเดีย เรื่องการตรวจวินิจฉัยหาการติดเชื้อแบคทีเรียทางห้องปฏิบัติการ สำหรับนิสิตเทคนิคการแพทย์ (ด้านออกแบบและด้านเนื้อหา) และแบบประเมินความพึงพอใจของนิสิตที่มีต่อหนังสืออิเล็กทรอนิกส์มัลติมีเดีย

ข้อทดสอบ	ผู้เชี่ยวชาญ			ค่า IOC
	คนที่ 1	คนที่ 2	คนที่ 3	
ด้านคอมพิวเตอร์				
1	1	1	1	1
2	1	1	1	1
3	1	1	1	1
4	1	0	1	0.67
5	1	1	1	1
6	1	0	1	0.67
7	1	1	1	1
8	1	1	1	1
9	1	1	1	1
ด้านเนื้อหา				
1	1	1	1	1
2	1	1	1	1
3	1	0	1	0.67
4	1	1	1	1
5	1	1	1	1
6	1	1	1	1
7	1	1	1	1
8	1	1	1	1
9	1	1	1	1
นิสิต				
1	1	1	1	1
2	1	0	1	0.67
3	1	1	1	1
4	1	1	1	1
5	1	1	1	1
6	1	1	1	1

ข้อทดสอบ	ผู้เชี่ยวชาญ			ค่า IOC
	คนที่ 1	คนที่ 2	คนที่ 3	
7	1	1	1	1
8	1	1	1	1
9	1	1	1	1
10	1	1	1	1
11	1	1	1	1
12	1	1	1	1
13	1	0	1	0.67
14	1	1	1	1
15	1	0	1	0.67
16	1	1	1	1
17	1	1	1	1
18	1	1	1	1
เฉลี่ย	1	0.86	1	0.95

ตาราง แสดงผลคะแนนจากการทำกิจกรรมทดสอบก่อน-หลังเรียน และระหว่างเรียน

คนที่	คะแนน		คะแนนทดสอบระหว่างเรียน บทที่				รวมคะแนนระหว่างเรียน
	ก่อนเรียน	หลังเรียน	1-3	4-6	7-9	10	
1	16	17	9	9	9	8	35
2	13	14	7	7	7	9	30
3	14	15	9	8	9	8	34
4	11	12	9	8	7	8	32
5	17	19	8	10	10	8	36
6	14	15	10	9	10	9	38
7	15	17	7	10	10	8	35
8	12	17	8	9	10	7	34
9	14	17	8	9	10	7	34
10	10	10	9	9	9	9	36
11	15	17	9	9	9	7	34
12	16	18	9	8	10	7	34
13	17	18	9	8	9	7	32
14	13	18	9	9	10	8	36
15	14	17	10	9	8	7	34
16	15	17	10	8	9	9	36
17	13	16	9	9	10	8	36
18	17	18	10	9	10	8	37
19	15	17	8	10	9	7	34
20	14	16	8	10	9	9	36
21	12	16	9	6	10	7	32
22	16	16	8	10	9	7	34
23	15	17	10	6	8	9	33
24	13	17	10	10	10	9	39
25	15	16	9	10	9	8	36
26	15	16	10	9	10	8	37
27	17	17	9	10	10	9	38
28	16	17	9	9	9	10	37
29	16	17	8	9	9	9	35

คนที่	คะแนน		คะแนนทดสอบระหว่างเรียน บทที่				รวมคะแนนระหว่างเรียน
	ก่อนเรียน	หลังเรียน	1-3	4-6	7-9	10	
30	15	17	10	8	10	8	36
31	16	17	9	10	10	9	38
32	14	16	9	8	10	8	35
33	17	18	10	10	10	9	39
34	17	18	9	9	9	8	35
35	13	16	9	8	10	8	35
36	12	15	8	9	7	7	31
37	14	19	9	10	8	8	35
38	13	18	9	9	10	9	37
39	13	15	8	9	7	8	32
40	18	16	9	8	10	8	35
41	14	15	9	8	10	8	35
42	12	15	7	9	8	8	32
43	13	16	9	9	10	8	36
44	15	17	8	6	9	7	30
45	14	16	9	9	10	8	36
46	12	12	9	9	7	7	32
47	15	14	9	8	10	8	35
48	15	17	10	10	10	10	40
49	13	17	10	9	9	8	36
50	16	17	8	9	10	7	34
51	13	15	10	8	9	7	34
52	17	17	10	10	9	9	38
53	15	18	9	9	8	7	33
54	17	18	9	8	9	6	32
55	16	20	9	9	9	9	36
56	14	17	10	9	9	8	36
57	15	15	9	6	10	8	33
58	16	16	9	9	10	7	35
59	15	16	10	7	10	8	35
60	13	15	5	8	7	7	27
61	15	18	9	8	10	8	35
62	14	16	9	8	8	6	31

คนที่	คะแนน		คะแนนทดสอบระหว่างเรียน บทที่				รวมคะแนนระหว่างเรียน
	ก่อนเรียน	หลังเรียน	1-3	4-6	7-9	10	
63	17	18	10	10	10	9	39
64	18	19	8	10	10	9	37
65	16	17	10	8	10	8	36
66	15	15	9	9	10	9	37
67	15	16	9	10	9	9	37
68	14	14	9	8	8	7	32
รวม	996	1115	606	594	627	544	2371
เฉลี่ย	14.65	16.40	8.91	8.74	9.22	8.00	34.87
S.D.	1.72	1.68	0.93	1.05	0.96	0.88	2.41

ตาราง แสดงคะแนนเฉลี่ยของแบบสอบถามความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญที่มีต่อหนังสืออิเล็กทรอนิกส์มัลติมีเดีย เรื่องการตรวจวินิจฉัยหาการติดเชื้อแบคทีเรียทางห้องปฏิบัติการ สำหรับนิสิตสาขาเทคนิคการแพทย์ (ด้านเนื้อหา)

ข้อที่	รายการ	ระดับคะแนนเฉลี่ย	
		$\bar{x}$	S.D.
1	การจัดเรียงเนื้อหามีความเหมาะสม	3.67	0.58
2	การจัดเนื้อหามีความสมบูรณ์ ถูกต้อง ชัดเจน และเป็นปัจจุบัน	3.33	1.15
3	เนื้อหาสอดคล้องกับวัตถุประสงค์ที่ต้องการนำเสนอ	3.33	1.15
4	ภาษาที่ใช้ในเนื้อหามีความชัดเจน เข้าใจง่าย	4.33	1.15
5	เนื้อหามีความเหมาะสมกับผู้เรียน	4.33	1.15
6	สามารถนำความรู้ที่ได้ไปใช้ในการปฏิบัติงานจริงได้	4.00	1.73
7	มีประโยชน์ในการทบทวนเนื้อหาหลังเรียน	4.00	1.73
8	เนื้อหาสอดคล้อง สามารถประยุกต์ใช้ในการเรียนการสอน	4.33	1.15
9	ความยาวของเนื้อหาบทเรียนเหมาะสมกับระดับของผู้เรียน	3.67	0.58
	เฉลี่ย	3.89	0.41

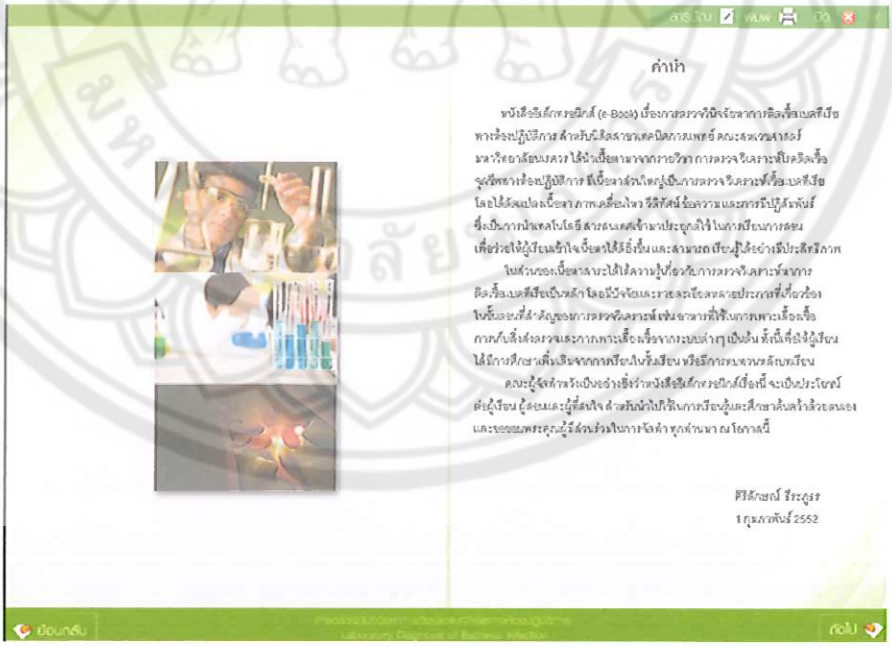
ตาราง แสดงคะแนนเฉลี่ยของแบบสอบถามความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญที่มีต่อหนังสืออิเล็กทรอนิกส์มัลติมีเดีย เรื่องการตรวจวินิจฉัยหาการติดเชื้อแบคทีเรียทางห้องปฏิบัติการ สำหรับนิสิตสาขาเทคนิคการแพทย์ (ด้านการออกแบบ)

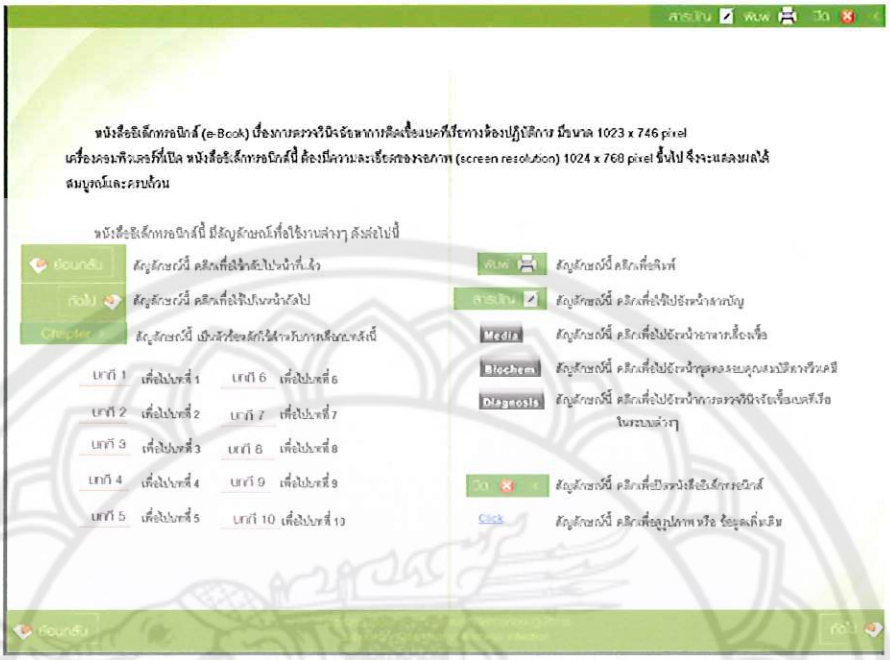
ข้อที่	รายการ	ระดับคะแนนเฉลี่ย	
		$\bar{x}$	S.D.
ด้านกราฟิก			
1	การออกแบบหน้าจอมีความเหมาะสม น่าสนใจ	5.00	0.00
2	มีภาพนิ่ง มีภาพเคลื่อนไหว เหมาะสมกับเนื้อหา	5.00	0.00
3	รูปภาพประกอบใช้สื่อความหมายได้ สอดคล้องกับเนื้อหา	5.00	0.00
4	ตัวอักษร ภาพ และกราฟิก มีความเหมาะสม อ่านง่าย ชัดเจน	5.00	0.00
5	สีของพื้นหลังมีความเหมาะสม	5.00	0.00
ด้านเทคนิค			
6	การเชื่อมโยง มีความเหมาะสม	5.00	0.00
7	สามารถเชื่อมโยง (link) ได้สะดวกรวดเร็ว	5.00	0.00
8	สามารถย้อนกลับไปมา และเข้าออกในแต่ละหน้าระหว่างเรียนในบทเรียนได้	5.00	0.00
9	ออกแบบให้มีปฏิสัมพันธ์ สะดวกและใช้ง่าย	4.67	0.58
	เฉลี่ย	4.96	0.19

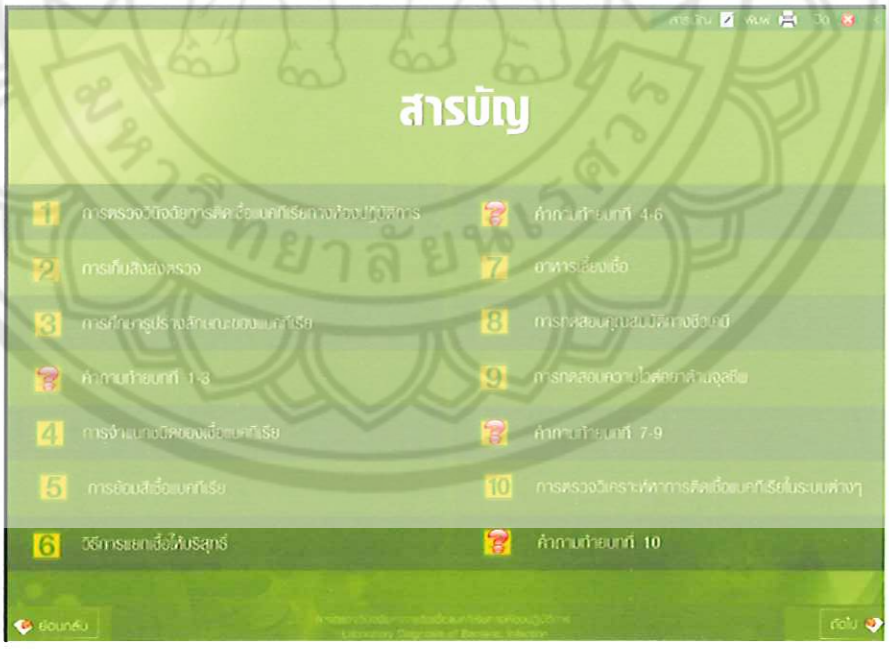
ภาคผนวก จ

ตัวอย่างภาพหน้าจอหนังสืออิเล็กทรอนิกส์มัลติมีเดีย
เรื่องการตรวจวินิจฉัยหาการติดเชื้อแบคทีเรียทางห้องปฏิบัติการ
สำหรับนิสิตสาขาเทคนิคการแพทย์

Laboratory Diagnosis of
Bacterial Infection
การตรวจวินิจฉัยหาการติดเชื้อแบคทีเรียทางห้องปฏิบัติการ


สารบัญ
พิมพ์
ปิด
คำนำ
หนังสืออิเล็กทรอนิกส์ (e-Book) เรื่องการตรวจวินิจฉัยหาการติดเชื้อแบคทีเรียทางห้องปฏิบัติการสำหรับนิสิตสาขาเทคนิคการแพทย์ คณะสหเวชศาสตร์ มหาวิทยาลัยบูรพา ได้นำเนื้อหามาจากการวิชาการตรวจวิเคราะห์โรคติดเชื้อจุลชีพทางห้องปฏิบัติการ ที่เนื้อหาสำคัญเป็นการตรวจวิเคราะห์เชื้อแบคทีเรีย โดยได้ดัดแปลงเนื้อหาภาพเคลื่อนไหว วีดีทัศน์ ข้อความ และการปฏิสัมพันธ์ ซึ่งเป็นการนำเทคโนโลยีสารสนเทศเข้ามาประยุกต์ใช้ในการเรียนการสอน เพื่อช่วยให้ผู้เรียนเข้าใจเนื้อหาได้ยิ่งขึ้น และสามารถเรียนรู้ได้อย่างมีประสิทธิภาพ
ในส่วนของเนื้อหาจะให้ความรู้เกี่ยวกับการตรวจวิเคราะห์หาการติดเชื้อแบคทีเรียเป็นหลัก โดยมีวัตถุประสงค์และรายละเอียดหลายประการที่เกี่ยวข้อง ไม่ว่าจะเป็นขั้นตอนที่สำคัญของการตรวจวิเคราะห์ เช่น ชนิดของที่ใช้ในการเพาะเลี้ยงเชื้อ การเก็บสิ่งส่งตรวจและการเพาะเชื้อจากระบบต่างๆ เป็นต้น ทั้งนี้เพื่อให้ผู้เรียนได้มีการศึกษาเพิ่มเติมจากการเรียนในชั้นเรียน หรือมีการทบทวนหลังเรียน
คณะผู้จัดทำหวังเป็นอย่างยิ่งว่าหนังสืออิเล็กทรอนิกส์เรื่องนี้ จะเป็นประโยชน์ต่อผู้เรียน ผู้สอน และผู้ที่สนใจ สำหรับนำไปใช้ในการเรียนรู้และศึกษาค้นคว้าด้วยตนเอง และขอขอบพระคุณผู้มีส่วนร่วมในการจัดทำทุกท่านมา ณ โอกาสนี้
ศิริลักษณ์ ธีระคูรธ
1 กุมภาพันธ์ 2552
ย้อนกลับ
ต่อไป


สารบัญ พิมพ์ ปิด
หนังสืออิเล็กทรอนิกส์ (e-Book) เรื่องการตรวจวินิจฉัยหาการติดเชื้อแบคทีเรียทางห้องปฏิบัติการ มีขนาด 1023 x 746 pixel เครื่องคอมพิวเตอร์ที่เปิด หนังสืออิเล็กทรอนิกส์นี้ ต้องมีความละเอียดของจอภาพ (screen resolution) 1024 x 768 pixel ขึ้นไป จึงจะแสดงผลได้สมบูรณ์และครบถ้วน
หนังสืออิเล็กทรอนิกส์นี้ มีสัญลักษณ์เพื่อใช้งานต่างๆ ดังต่อไปนี้
ย้อนกลับ สัญลักษณ์นี้ คลิกเพื่อใช้กลับไปหน้าที่แล้ว
ถัดไป สัญลักษณ์นี้ คลิกเพื่อใช้ไปในหน้าถัดไป
Chapter สัญลักษณ์นี้ เป็นหัวข้อหลักใช้สำหรับการเลือกบทดังนี้
บทที่ 1 เพื่อไปบทที่ 1
บทที่ 2 เพื่อไปบทที่ 2
บทที่ 3 เพื่อไปบทที่ 3
บทที่ 4 เพื่อไปบทที่ 4
บทที่ 5 เพื่อไปบทที่ 5
บทที่ 6 เพื่อไปบทที่ 6
บทที่ 7 เพื่อไปบทที่ 7
บทที่ 8 เพื่อไปบทที่ 8
บทที่ 9 เพื่อไปบทที่ 9
บทที่ 10 เพื่อไปบทที่ 10
พิมพ์ สัญลักษณ์นี้ คลิกเพื่อพิมพ์
สารบัญ สัญลักษณ์นี้ คลิกเพื่อใช้ไปยังหน้าสารบัญ
Media สัญลักษณ์นี้ คลิกเพื่อไปยังหน้าอาหารเลี้ยงเชื้อ
Biochem สัญลักษณ์นี้ คลิกเพื่อไปยังหน้าชุดทดสอบคุณสมบัติทางชีวเคมี
Diagnosis สัญลักษณ์นี้ คลิกเพื่อไปยังหน้าการตรวจวินิจฉัยเชื้อแบคทีเรียในระบบต่างๆ
ปิด สัญลักษณ์นี้ คลิกเพื่อปิดหนังสืออิเล็กทรอนิกส์
Click สัญลักษณ์นี้ คลิกเพื่อดูรูปภาพ หรือ ข้อมูลเพิ่มเติม
ย้อนกลับ
ถัดไป


สารบัญ พิมพ์ ปิด
สารบัญ
1 การตรวจวินิจฉัยการติดเชื้อแบคทีเรียทางห้องปฏิบัติการ
2 การเก็บสิ่งส่งตรวจ
3 การศึกษารูปร่างลักษณะของแบคทีเรีย
คำถามท้ายบทที่ 1-3
4 การจำแนกชนิดของเชื้อแบคทีเรีย
5 การย้อมสีเชื้อแบคทีเรีย
6 วิธีการแยกเชื้อให้บริสุทธิ์
คำถามท้ายบทที่ 4-6
7 อาหารเลี้ยงเชื้อ
8 การทดสอบคุณสมบัติทางชีวเคมี
9 การทดสอบความไวต่อยาต้านจุลชีพ
คำถามท้ายบทที่ 7-9
10 การตรวจวิเคราะห์หาการติดเชื้อแบคทีเรียในระบบต่างๆ
คำถามท้ายบทที่ 10
ย้อนกลับ
ถัดไป

บทที่ 1
การตรวจวินิจฉัยหาการติดเชื้อแบคทีเรียทางห้องปฏิบัติการ
Laboratory Diagnosis of Bacterial Infection

ในการตรวจวินิจฉัยโรคติดเชื้อแบคทีเรียเพื่อจะบอกว่าการติดเชื้อหรือ โรคติดเชื้อนั้นมีสาเหตุจากมาเชื้อแบคทีเรียชนิดใด จะมีขั้นตอนในการดำเนินการวินิจฉัยโรคติดเชื้อ โดยเริ่มตั้งแต่ผู้ป่วยมาทำการพบแพทย์ ซึ่งแพทย์จะเป็นผู้หาข้อมูลเบื้องต้นในการที่จะระบุว่ามีการติดเชื้อเกิดขึ้นเมื่อใด และอยู่ที่ส่วนใดของร่างกาย และ สันนิษฐานหาเชื้อที่สงสัยว่าจะเป็นสาเหตุของการติดเชื้อ นั้นๆ จากนั้นแพทย์จะ สั่งให้เจ้าหน้าที่ที่เกี่ยวข้องทำการเก็บสิ่งส่งตรวจจากผู้ป่วยมายังห้องปฏิบัติการ เพื่อทำการเพาะเลี้ยงหาเชื้อที่เป็นสาเหตุต่อไป

ดังนั้น ในการศึกษาหรือการเพาะเลี้ยงเชื้อแบคทีเรีย เพื่อที่จะบอกว่าเชื้อใดเป็นสาเหตุของโรคในผู้ป่วยนั้น จึงมีวิธีการปฏิบัติหลายขั้นตอน โดยจะแบ่งเป็น 2 ส่วน คือ

- **ส่วนที่เกี่ยวข้องกับคลินิก (Clinical part)**
- **ส่วนที่เกี่ยวข้องกับห้องปฏิบัติการ (Laboratory part)**

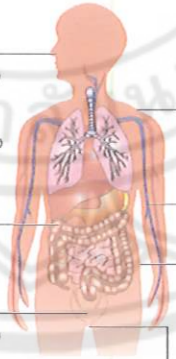
ส่วนที่เกี่ยวข้องกับคลินิก (Clinical part)

เป็นส่วนที่เกี่ยวกับการเลือกสิ่งส่งตรวจที่จะนำส่งห้องปฏิบัติการ (Clinical specimen selection) ว่าจะเลือกเพื่อทำการตรวจหาเชื้อแบคทีเรีย (Bacterial cell) หรือผลิตผลที่เชื้อสร้างขึ้น (Product เช่น Toxin) หรือการตอบสนองของภูมิคุ้มกันต่อเชื้อ (Immune response เช่น แอนติบอดี แอนติเจน) เป็นต้น จากนั้นจะทำการเก็บสิ่งส่งตรวจ โดยใส่ลงในภาชนะที่เหมาะสมในการนำส่ง (specimen transportation) ซึ่งต้องคำนึงถึงชนิดของสิ่งส่งตรวจวิธีการ เก็บสิ่งส่งตรวจ อาหารในการนำส่งเชื้อ (Transport medium) อุณหภูมิ และ ระยะเวลาในการนำส่ง

ส่วนที่เกี่ยวข้องกับห้องปฏิบัติการ (Laboratory part)

เป็นส่วนที่เกี่ยวกับห้องปฏิบัติการโดยตรง ก่อนที่จะทำการเพาะเลี้ยงเชื้อหาเชื้อที่เป็นสาเหตุนั้น ทางห้องปฏิบัติการจะต้องรู้ว่าสิ่งส่งตรวจนั้นคืออะไร ตรวจหาเชื้ออะไร วันที่เก็บสิ่งส่งตรวจ และระยะเวลาใด มีการใช้ยาต้านจุลชีพก่อนและระหว่างเก็บตัวอย่างหรือไม่ ซึ่งจะสามารถดูได้จากใบนำส่ง และที่สำคัญคือต้องมีการตรวจทาน ชื่อ-สกุล รวมทั้งหมายเลขผู้ป่วย หอผู้ป่วย ให้ตรงกันทั้งในใบนำส่งและข้างขวดที่นำส่ง

บทที่ 2
การเก็บสิ่งส่งตรวจ
(Specimens collection)



ระบบทางเดินหายใจ (Respiratory system)
1. สิ่งส่งตรวจป้ายจากนาโซฟาริงซ์ (Nasopharyngeal swab)
2. สิ่งส่งตรวจป้ายจากโพรงจมูก (Nasal swab)
3. สิ่งส่งตรวจป้ายจากลำคอ (Throat swab)
4. สิ่งส่งตรวจที่ได้จากการใช้เข็มเจาะลูด (Needle aspiration)
5. เสมหะ (Sputum)

ระบบทางเดินอาหาร (Gastrointestinal system)
1. อุจจาระ (Feces)
2. สิ่งส่งตรวจที่ป้ายจากทวารหนัก (Rectal swab)

ระบบทางเดินปัสสาวะ (Urinary system)
1. สิ่งส่งตรวจที่ได้จากการเก็บปัสสาวะช่วงกลางของการถ่าย (Clean voided midstream urine)
2. สิ่งส่งตรวจที่ได้จากการเก็บปัสสาวะจากสายสวนปัสสาวะ (Catheterized urine)
3. สิ่งส่งตรวจที่ได้จากการเก็บปัสสาวะจากการเจาะลูด (Suprapubic aspiration)

ตัวหนังและบาดแผล (wound, abscess and tissue)
1. สิ่งส่งตรวจที่ได้จากการป้ายบริเวณที่สงสัยว่าติดเชื้อ (Swab)
2. สิ่งส่งตรวจที่ได้จากการเจาะลูดแผลปิดหรือฝีหนอง (Pus)

ระบบเลือด (Circulation system)
- สิ่งส่งตรวจที่ได้จากการเจาะเก็บเลือด (Hemoculture)

น้ำไขสันหลังและสารน้ำจากช่วงต่าง ๆ ของร่างกาย (Body fluid system)
1. น้ำไขสันหลัง (CSF)
2. น้ำในช่องปอด (Plural Fluid)
3. น้ำในช่องท้อง (Peritoneal Fluid)
4. น้ำในช่องหัวใจ (Pericardial Fluid)

ระบบสืบพันธุ์ (Genital system)
- สิ่งส่งตรวจที่ได้จากการป้ายบริเวณที่สงสัยว่าติดเชื้อ (Swab)

บทที่ 3
การศึกษารูปร่างลักษณะของแบคทีเรีย
(Bacterial morphology Study)

การดูลักษณะรูปทรรณของแบคทีเรียด้วยกล้องจุลทรรศน์
(Microscopic morphology)

เนื่องจากเชื้อแบคทีเรียเป็นสิ่งมีชีวิตที่มีขนาดเล็กมาก ไม่สามารถมองเห็นได้ด้วยตาเปล่า จึงต้องมีอุปกรณ์เพื่อทำหน้าที่ขยายขนาดของเซลล์ และอุปกรณ์ที่สำคัญคือ กล้องจุลทรรศน์ โดยทั่วไปกล้องจุลทรรศน์จะถูกแบ่งออกเป็น 2 ชนิดตามวัตถุประสงค์ที่ทำให้เห็นภาพ คือ

1. กล้องจุลทรรศน์ที่ใช้แสง (Light Microscope)

- Bright-field (Light) microscope Click
- Dark-field microscope Click
- Phase contrast microscope Click
- Fluorescent microscope Click

2. กล้องจุลทรรศน์อิเลคตรอน (Electron Microscope)

- Transmission electron microscope (TEM) Click
- Scanning electron microscope (SEM) Click

การศึกษารูปร่างลักษณะของแบคทีเรีย (Bacterial morphology Study)

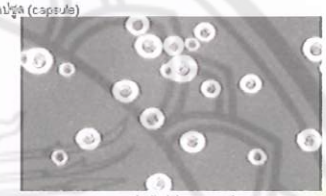
ในการศึกษาลักษณะรูปร่างของแบคทีเรีย จำเป็นต้องมีการเตรียมตัวอย่างเชื้อจากสิ่งส่งตรวจ เพื่อให้สามารถมองเห็นลักษณะรูปร่างของเชื้อได้ชัดเจน ก่อนที่จะใช้กล้องจุลทรรศน์เป็นอุปกรณ์ในการช่วยให้มองเห็นได้ขนาดที่ใหญ่ขึ้น วิธีที่นิยมใช้ในการศึกษาด้วยกล้องจุลทรรศน์ชนิด Light Microscope คือ

1. การเตรียมแบบสด (wet / fresh preparation)

2. การย้อมสี (Staining) (จะกล่าวในบทต่อไป) เป็นการทำให้เซลล์ดีขึ้นและใสขึ้น จากนั้นจึงนำไปย้อมสี

การเตรียมแบบสด (wet / fresh preparation)

เป็นการเตรียมสิ่งส่งตรวจ หรือเชื้อที่มีอยู่ในสิ่งส่งตรวจ เช่น CSF หรือ น้ำจากส่วนต่าง ๆ ของร่างกาย โดยหยดลงบนกระจกสไลด์ แล้วนำไปส่องกล้องจุลทรรศน์ทันที หรือจะย้อมด้วยหมึกอินเดีย (India ink) เพื่อดูแคปซูล (capsule)



India ink preparation

บทที่ 4
การจำแนกชนิดของเชื้อแบคทีเรีย
(Bacterial Identification)

การจำแนกชนิดของแบคทีเรียต้องอาศัยคุณสมบัติหลายประการประกอบกัน ซึ่งสามารถแบ่งออกเป็น 2 ประเภทใหญ่ ๆ คือ

1. การจำแนกโดยการใช้ลักษณะของยีนของเชื้อ (Organism identification using genotypic criteria) โดยอาศัยเทคนิคทางอณูชีววิทยาในวิเคราะห์ DNA หรือ RNA ของเชื้อ

2. การจำแนกโดยการใช้ลักษณะของเชื้อที่แสดงออกได้เห็น (Organism identification using phenotypic criteria) ซึ่งเป็นวิธีที่นิยมใช้กันในห้องปฏิบัติการจุลชีววิทยาได้แก่ รูปร่างลักษณะของโคโลนี (Macroscopic / colony morphology) รูปร่างของแบคทีเรียทางกล้องจุลทรรศน์ (Microscopic morphology) และคุณสมบัติในการติดสี (Staining properties) การติดสีแกรม (Gram stain) และสีแอซิด (Acid fast stain) และสภาวะแวดล้อมที่เชื้อต้องการในการเจริญเติบโต (Environmental requirements for growth) ซึ่งเป็นสภาวะที่เชื้อต้องการหรือไม่ต้องการที่จะมีออกซิเจนในการเจริญเติบโตของเชื้อ เช่น

- Aerobic culture

ใช้ในการตรวจหาเชื้อจากสิ่งส่งตรวจของผู้ป่วยโดยทั่ว ๆ ไป

- Anaerobic culture

ใช้ในการเพาะเชื้อที่ไม่ต้องการที่จะมีออกซิเจนในการเจริญเติบโต ซึ่งวิธีนี้ค่อนข้างยุ่งยาก ต้องมีอุปกรณ์พิเศษ

3. ลักษณะทางชีวเคมี (Biochemical characteristics) คือลักษณะการใช้ substrate เช่น การใช้น้ำตาล บท ผลผลิตจากขบวนการเมตาบอลิซึมของเชื้อ (Metabolic product formation) ได้แก่ indole acetone และการหมักย่อยน้ำตาล (sugar fermentation)

4. ความไวหรือการดื้อต่อสารต้านจุลชีพ (Resistance or susceptibility to antimicrobial agents)

เป็นการศึกษาความสามารถของเชื้อในการเจริญในภาวะที่มีสารต้านจุลชีพ

บทที่ 5
การย้อมสีเชื้อแบคทีเรีย
(Bacterial staining)

การย้อมสี (Staining) เป็นการทำให้เซลล์ของแบคทีเรีย ติดแน่นบนสไลด์ก่อน จากนั้นจะทำการย้อมสีแบคทีเรีย ตามชนิดของแบคทีเรียที่ต้องการศึกษา ซึ่งสามารถทำได้หลายวิธี ดังนี้

- **การย้อมสีแบบเดี่ยว (Simple stain)**
  ย้อมด้วยสี Basic dye เช่น Methylene blue, Safranin, Crystal violet เพื่อดูรูปร่าง ของแบคทีเรีย Click
- **การย้อมแบบเชื้อไม่ติดสี (Negative stain)**
  ใช้สีที่เป็น acidic dye เช่น India ink Nigrosin ในการย้อม Click
- **การย้อมสีที่มีความต่างกัน (Differential stain)**
  สีที่ใช้ย้อมจะเป็น Basic dye โดยใช้สี 2 สี เพื่อให้เกิดการเปรียบเทียบกัน เช่น Gram stain จะใช้สีม่วงและแดงทำให้สามารถแบ่งเชื้อแบคทีเรียออกเป็น 2 กลุ่ม ได้แก่
  gram-positive (ติดสีม่วงของ Crystal violet dye)
  และ gram-negative (ติดสีแดงของ Safranin dye) Click

- **การย้อมสีทนกรด (Acid-fast stain)**
  การย้อมสีทนแบคทีเรียที่นิยมใช้คือ วิธีของ Ziehl-Neelsen และ Kinyoun เป็นการย้อมสีแบคทีเรียชนิดที่มี สารประกอบพวกไขมันในผนังเซลล์ในปริมาณที่สูง (Mycolic acids) Click
- **การย้อมด้วยสารเรืองแสง (Fluorescent Stain)**
  เป็นการย้อมสีเซลล์โดยการใช้สารเรืองแสง (Fluorescine dye) ไปติดจลากับแอนติบอดีที่จำเพาะต่อเชื้อที่ต้องการตรวจ จากนั้นจึงนำไปส่องดูด้วยกล้องฟลูออเรสเซนส์ (Fluorescent Microscope) Click
- **การย้อมวิทีเคษ (Special stain)**
  เป็นการย้อมเซลล์เพื่อดูโครงสร้างบางอย่างของเชื้อแบคทีเรีย เช่น การย้อมเพื่อดูแคปซูลของเชื้อด้วยหมึก India ink การย้อม เพื่อดูซิเลียของแฟลกเจลลาของเชื้อ การย้อมดูสปอร์ และตำแหน่งของสปอร์ของเชื้อ เป็นต้น
  India ink capsula stain Click
  Flagella stain Click
  Spore stain Click

Chapter : บทที่ 1 บทที่ 2 บทที่ 3 บทที่ 4 บทที่ 5 บทที่ 6 บทที่ 7 บทที่ 8 บทที่ 9 บทที่ 10 สารบัญ WWW ปิด

29

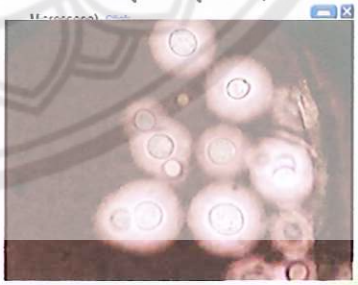
บทที่ 5
การย้อมสีเชื้อแบคทีเรีย
(Bacterial staining)

การย้อมสี (Staining) เป็นการทำให้เซลล์ของแบคทีเรีย ติดแน่นบนสไลด์ก่อน จากนั้นจะทำการย้อมสีแบคทีเรีย ตามชนิดของแบคทีเรียที่ต้องการศึกษา ซึ่งสามารถทำได้หลายวิธี ดังนี้

- การย้อมสีแบบเดี่ยว (Simple stain)
  ย้อมด้วยสี Basic dye เช่น Methylene blue, Safranin, Crystal violet เพื่อดูรูปร่าง ของแบคทีเรีย Click
- การย้อมแบบเชื้อไม่ติดสี (Negative stain)
  ใช้สีที่เป็น acidic dye เช่น India ink Nigrosin ในการย้อม Click
- การย้อมสีที่มีความต่างกัน (Differential stain)
  สีที่ใช้ย้อมจะเป็น Basic dye โดยใช้สี 2 สี เพื่อให้เกิดการเปรียบเทียบกัน เช่น Gram stain จะใช้สีม่วงและแดงทำให้สามารถแบ่งเชื้อแบคทีเรียออกเป็น 2 กลุ่ม ได้แก่
  gram-positive (ติดสีม่วงของ Crystal violet dye)
  และ gram-negative (ติดสีแดงของ Safranin dye) Click

30

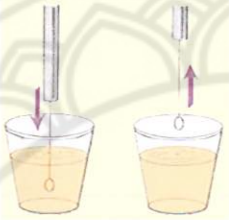
- การย้อมสีทนกรด (Acid-fast stain)
  การย้อมสีทนแบคทีเรียที่นิยมใช้คือ วิธีของ Ziehl-Neelsen และ Kinyoun เป็นการย้อมสีแบคทีเรียชนิดที่มี สารประกอบพวกไขมันในผนังเซลล์ในปริมาณที่สูง (Mycolic acids) Click
- การย้อมด้วยสารเรืองแสง (Fluorescent Stain)
  เป็นการย้อมสีเซลล์โดยการใช้สารเรืองแสง (Fluorescine dye) ไปติดจลากับแอนติบอดีที่จำเพาะต่อเชื้อที่ต้องการตรวจ จากนั้นจึงนำไปส่องดูด้วยกล้องฟลูออเรสเซนส์ (Fluorescent

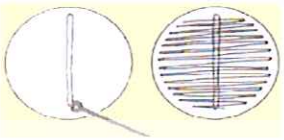


การเพาะเลี้ยงโดยการใช้ลูปมาตรฐาน
(Calibrated loop หรือ standard loop streak)

การใช้ loop ที่ปรับปริมาตรเรียบร้อยแล้ว ตักปัสสาวะนำมา streak ลงบนอาหารเลี้ยงเชื้อ หลังจากอบไว้ที่อุณหภูมิเหมาะสมแล้ว นำออกมานับจำนวนโคโลนี เป็นวิธีที่ทำได้ง่ายและรวดเร็ว ช่วยในการวินิจฉัยได้ ถ้าใช้เทคนิคที่ถูกต้อง โดยปริมาตรของ loop สามารถเลือกใช้ตามความรุ่งๆ กันได้ ขึ้นกับความเหมาะสม โดยทั่วไปใช้ขนาดความจุ 0.002 มิลลิลิตร วิธีการเพาะเลี้ยงมีดังนี้

1. เขย่าปัสสาวะให้เข้ากันดี แล้วจุ่ม standard loop ลงในปัสสาวะ ในทิศทางทำมุมฉากกับผิวหน้าของปัสสาวะ





2. ตักปัสสาวะ 1 loop มา streak ลงบน Blood agar และอีกหนึ่ง loop ลงบน MacConkey หรือ EMB ใช้ไล่โคโลนีเดี่ยวๆ

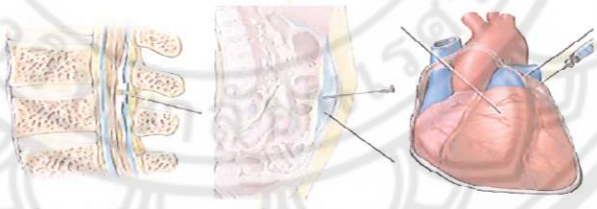
3. นำอาหารเลี้ยงเชื้อเข้าอบที่อุณหภูมิ 35-37 °C นาน 24 ชั่วโมง จากนั้นนำมานับจำนวนโคโลนีของเชื้อ โดยนับจำนวนแบคทีเรียแกรมบวกจาก Blood agar และ แบคทีเรียแกรมลบจาก MacConkey หรือ EMB

4. คำนวณจำนวนแบคทีเรีย โดย จำนวนแบคทีเรียในปัสสาวะ 1 มิลลิลิตร เท่ากับ จำนวนโคโลนีที่นับได้ คูณด้วย 500 สำหรับกรณีที่ใช้ standard loop ที่มีความจุ 0.002 มิลลิลิตร และรายงานเป็นผลที่ได้เป็นจำนวน Colony Forming Units (CFU) per ml of urine; CFU/ml[3]

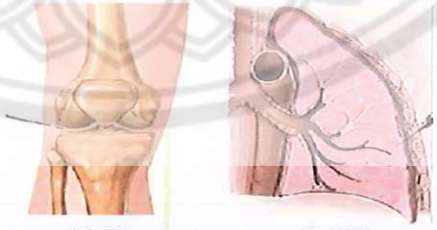
5. พิจารณาชนิดของแบคทีเรียทุกชนิด พร้อมทั้งทดสอบความไวต่อยาปฏิชีวนะ เฉพาะเชื้อที่น่าจะเป็นสาเหตุของโรคเท่านั้น

6. อบอาหารเลี้ยงเชื้อต่อ จนครบ 48 ชั่วโมง ในกรณีที่ไม่พบเชื้อเจริญในวันแรก และหลังจากนี้ หากไม่พบเชื้อเจริญให้รายงาน "No growth after 48 hours"

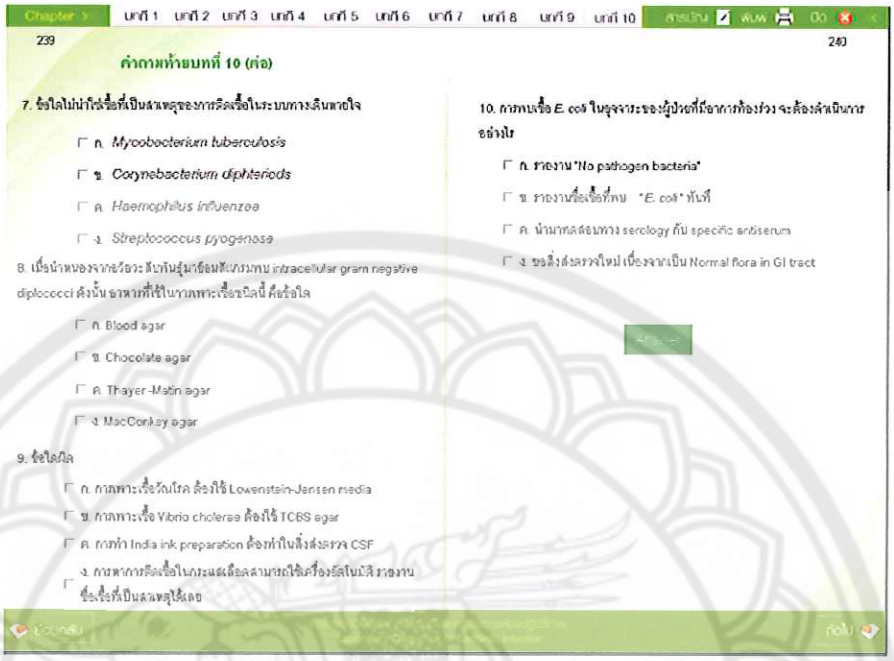
การตรวจเชื้อแบคทีเรียในน้ำไขสันหลังและสารน้ำจากส่วนต่าง ๆ ของร่างกาย
(Microorganisms Encountered in the Body Fluid)



Cerebrospinal fluid Peritoneal fluid Pericardial fluid



Joint fluid Pleural fluid


Chapter
บทที่ 1 บทที่ 2 บทที่ 3 บทที่ 4 บทที่ 5 บทที่ 6 บทที่ 7 บทที่ 8 บทที่ 9 บทที่ 10
239
240
คำถามท้ายบทที่ 10 (ต่อ)
7. ข้อใดไม่น่าที่เชื้อที่เป็นสาเหตุของการติดเชื้อในระบบทางเดินหายใจ
ก. Mycobacterium tuberculosis
ข. Corynebacterium diphtheriods
ค. Haemophilus influenzae
ง. Streptococcus pyogenosa
8. เมื่อนำหนองจากช่องคลอดมาย้อมสีแกรมพบ intracellular gram negative diplococci ดังนั้น อาหารที่ใช้ในการเพาะเชื้อชนิดนี้ คือข้อใด
ก. Blood agar
ข. Chocolate agar
ค. Thayer -Martin agar
ง. MacConkey agar
9. ข้อใดผิด
ก. การเพาะเชื้อวัณโรค ต้องใช้ Lowenstein-Jensen media
ข. การเพาะเชื้อ Vibrio cholerae ต้องใช้ TCBS agar
ค. การทำ India ink preparation ต้องทำในสิ่งส่งตรวจ CSF
ง. การหาการดื้อเชื้อในกระแสเลือดสามารถใช้เครื่องอัตโนมัติ รายงานชื่อเชื้อที่เป็นสาเหตุได้เลย
10. การพบเชื้อ E. coli ในปัสสาวะของผู้ป่วยที่มีอาการท้องร่วง จะต้องดำเนินการอย่างไร
ก. รายงาน "No pathogen bacteria"
ข. รายงานชื่อเชื้อที่พบ "E. coli" ทันที
ค. นำผลลัพธ์ทางด้าน serology กับ specific antiserum
ง. ขอสิ่งส่งตรวจใหม่ เนื่องจากเป็น Normal flora in GI tract

Question:1. การทำ Hemoculture เมื่อไม่พบการเจริญของเชื้อ จะรายงานผลอย่างไร
Your Answer:
Correct Answer:a. No growth in 7 days
Points for Correct Answer:1.00
Points Received:0.00
Question:2. เมื่อนำ urine มาทำการเพาะเชื้อโดยใช้ loop ที่มีความจุ 0.002 ml พบมีเชื้อ E. coli เจริญทั้ง 3 plate (BA, CA, MAC) โดยมีจำนวนโคโลนี 200 /plate การรายงานผลในข้อใดถูกต้อง
Your Answer:
Correct Answer:ง. E. coli > 10 CFU/ml Significance
Points for Correct Answer:1.00
Points Received:0.00
Question:3. สิ่งส่งตรวจในข้อใดที่ต้องนำทำ gram stain ในทันทีที่ส่งมายังห้องปฏิบัติการ
Your Answer:
Correct Answer:ก. Hemo/Blood, CSF
Points for Correct Answer:1.00
Points Received:0.00
Question:4. เมื่อทำการเพาะเลี้ยงเชื้อจาก sputum พบว่ามีเชื้อเจริญบน BA และ CA โคโลนีขนาดเล็ก มีรอยนูนตรงกลาง แต่ไม่ขึ้นบน MAC และเกิดการสลายเม็ดเลือดแบบไม่สมบูรณ์บน BA (alpha -Hemolysis) เชื้อที่สงสัยจะเป็นสาเหตุ คือข้อใด
Your Answer:
Correct Answer:ค. Streptococcus pneumoniae
Points for Correct Answer:1.00
Points Received:0.00
Back
Total points: 0.00
Previous
Next

อาจารย์ กร.ศิริลักษณ์ ธีระภูธร
สังกัด ภาควิชาเทคนิคการแพทย์
คณะสหเวชศาสตร์ มหาวิทยาลัยนเรศวร
E - mail: ams027@hotmail.com

อ้างอิง ปก

รูปภาพ

Bacteria gram negative (แดง):

LIFEBOAT FOUNDATION SPECIAL REPORT. (2551). Retrieved 19 มิ.ย. 2551, from http://lifeboat.com/ex/screw.sustainability

Staphylococcus epidermidis bacteria:

Staph Bacteria. (2551). Retrieved 19 มิ.ย. 2551, from http://www.scharfphoto.com/line_art_prints/archives/000609.php

Rod-shaped bacterium 3d model (เขียว):

Duchamp Models. (2551). Bacillus Bacterium. Retrieved 19 มิ.ย. 2551, from http://www.turbosquid.com/FullPreview/index.cfm/ID/274625

Streptococcus Bacteria(ส้ม):

Encarta. (2551). Streptococcus Bacteria. Retrieved 19 มิ.ย. 2551, from http://encarta.msn.com/media_461520073_761574409_-1_1/streptococcus_bacteria.html

อ้างอิง บทที่ 1

เนื้อหา

ศิริลักษณ์ ธีระภูธร. (2550). เอกสารประกอบการสอนรายวิชาการตรวจวิเคราะห์โรคติดเชื้อจุลชีพทางห้องปฏิบัติการ ประจำปีการศึกษา 2550

รูปภาพ

รูป Clinical part:

Consultant. (2551). Retrieved 12 พ.ค. 2551, from http://www.astex-therapeutics.com/images/about/consultants.jpg

รูป Laboratory part:

Microbiology Help. (2551). Retrieved 5 ก.ย. 2551, from http://scienceprofonline.googlepages.com/microbiologyhelp