

บทที่ 3

วิธีดำเนินการศึกษา

ในการศึกษาครั้งนี้ ผู้ศึกษาได้ดำเนินการศึกษาดังนี้

1. ประชากรและกลุ่มตัวอย่าง
2. เครื่องมือที่ใช้ในการศึกษา
3. วิธีการสร้างและหาคุณภาพเครื่องมือที่ใช้ในการศึกษา
4. วิธีดำเนินการศึกษา
5. การวิเคราะห์ข้อมูล
6. สถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล

ประชากรและกลุ่มตัวอย่าง

1. ประชากรที่ใช้ในการศึกษาครั้งนี้ เป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 โรงเรียนโกสุมพิสัย อำเภอโกสุมพิสัย จังหวัดมหาสารคาม สังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษา มัธยมศึกษา เขต 26 จำนวน 10 ห้องเรียน 460 คน

2. กลุ่มตัวอย่างได้แก่ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 โรงเรียนโกสุมพิสัย อำเภอโกสุมพิสัย จังหวัดมหาสารคาม สังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษา มัธยมศึกษา เขต 26 คัดเลือกเป็นกลุ่มตัวอย่างโดยใช้วิธีการสุ่มอย่างง่ายด้วยวิธีการจับฉลาก โดยมีหน่วยสุ่มเป็นห้องเรียน จำนวน 2 ห้องเรียน จำนวนนักเรียน 92 คน และคัดเลือกเป็นกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุมโดยใช้วิธีการจับฉลาก ได้ดังนี้

กลุ่มที่ 1 กลุ่มทดลองสำหรับเรียนด้วยหนังสืออิเล็กทรอนิกส์ที่พัฒนาขึ้น เป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1/2 ภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2553 จำนวน 46 คน

กลุ่มที่ 2 กลุ่มควบคุมสำหรับกลุ่มเรียนปกติ เป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1/6 ภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2553 จำนวน 46 คน

เครื่องมือที่ใช้ในการศึกษา

เครื่องมือที่ใช้ในการศึกษานี้มี 4 ชนิด ดังนี้

1. หนังสืออิเล็กทรอนิกส์ เรื่อง ชีวิตพีช
2. แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนเรื่อง ชีวิตพีช จำนวน 40 ข้อ
3. แบบประเมินความพึงพอใจ เรื่อง ชีวิตพีช
4. แบบประเมินคุณภาพหนังสืออิเล็กทรอนิกส์ เรื่อง ชีวิตพีช

วิธีการสร้างและหาคุณภาพเครื่องมือที่ใช้ในการศึกษา

ผู้ศึกษาได้ดำเนินการศึกษาและสร้างเครื่องมือต่าง ๆ ตลอดจนนำไปทดลอง ดังรายละเอียดต่อไปนี้

1. หนังสืออิเล็กทรอนิกส์

ผู้ศึกษาได้ดำเนินการสร้างและหาคุณภาพเครื่องมือตามลำดับขั้นดังนี้

1.1 ขั้นวิเคราะห์ (Analysis) ผู้ศึกษาได้ศึกษารายละเอียดดังนี้

1.1.1 ศึกษาหลักสูตรกลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์

1.1.2 วิเคราะห์หลักสูตร เพื่อจำแนกกิจกรรมกระบวนการเรียนรู้ สาระการเรียนรู้เรื่อง ชีวิตพืช กำหนดผลการเรียนรู้ที่คาดหวัง จุดประสงค์การเรียนรู้ การวัดและประเมินผล โดยอิงผลการเรียนรู้ที่คาดหวังของหลักสูตร

1.1.3 วิเคราะห์สาระการเรียนรู้เกี่ยวกับสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ โดยละเอียด กำหนดเป็นหน่วยการเรียนรู้ และเนื้อหาย่อยโดยละเอียด

1.1.4 ศึกษาหลักการ วิธีการ ทฤษฎี และเทคนิควิธีสร้างหนังสืออิเล็กทรอนิกส์ จากเอกสารต่าง ๆ และงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

1.2 ขั้นตอนออกแบบ (Design) ผู้ศึกษาได้ออกแบบหนังสืออิเล็กทรอนิกส์ เรื่อง ชีวิตพืช ออกแบบกิจกรรมการเรียนรู้ต่างๆ ในบทเรียน แบบทดสอบ แบบฝึกทักษะ/กิจกรรม และเขียนบทดำเนินเรื่อง และนำสิ่งที่ออกแบบไปปรึกษาอาจารย์ที่ปรึกษาเพื่อตรวจสอบความถูกต้อง

1.3 ขั้นพัฒนา (Development) โดยผู้ศึกษาได้พัฒนาหนังสืออิเล็กทรอนิกส์ ดังนี้

1.3.1 พัฒนาเนื้อหาหนังสืออิเล็กทรอนิกส์ตามบทดำเนินเรื่องที่ได้ออกแบบไว้

1.3.2 ปรับเนื้อหาเพื่อเสนอหนังสืออิเล็กทรอนิกส์ให้สอดคล้องกับโครงสร้างที่ออกแบบไว้

1.3.3 สร้างหนังสืออิเล็กทรอนิกส์ด้วยโปรแกรม DeskTop Author

1.3.4 นำหนังสืออิเล็กทรอนิกส์ที่สร้างเสร็จแล้วให้อาจารย์ที่ปรึกษา และผู้เชี่ยวชาญตรวจสอบ และพิจารณาความถูกต้อง และความเหมาะสมด้านสื่อ โปรแกรมคอมพิวเตอร์ แล้วนำมาปรับปรุงแก้ไขตามคำแนะนำ

1.3.5 นำหนังสืออิเล็กทรอนิกส์ให้ผู้เชี่ยวชาญเพื่อประเมินคุณภาพหนังสืออิเล็กทรอนิกส์ ทั้งนี้ผู้เชี่ยวชาญประกอบด้วย

- 1) ผศ.กรรณิการ์ คอนทองเปรียง วท.ม. ชีววิทยา ตำแหน่งรองคณบดี คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม ผู้เชี่ยวชาญด้านเนื้อหา
- 2) นายชวลิต จันทร์ศรี ศษ.ม. การบริหารการศึกษา ตำแหน่ง ศึกษานิเทศก์ เชี่ยวชาญสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษามหาสารคาม เขต 3 ผู้เชี่ยวชาญด้านหลักสูตรและแผนการสอน
- 3) ผศ.ว่าที่ ร.ท. ดร.ณัฐชัย จันทร์ขุม ค.อ.ค. วิจัยและพัฒนาหลักสูตร ตำแหน่งอาจารย์ มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคามผู้เชี่ยวชาญด้านการวัดและประเมินผล
- 4) นายรัชชัย สหพงษ์ ศศ.ม. เทคโนโลยีการศึกษา ตำแหน่งอาจารย์ ประจำคณะเทคโนโลยีและสารสนเทศ มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม ผู้เชี่ยวชาญด้าน เทคโนโลยีและคอมพิวเตอร์
- 5) ดร.สายชล จินโจ ปร.ค. คอมพิวเตอร์ศึกษา ตำแหน่งอาจารย์พิเศษ ประจำคณะเทคโนโลยีและสารสนเทศ มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม ผู้เชี่ยวชาญด้านการ ออกแบบสื่อเทคโนโลยีและคอมพิวเตอร์

จากนั้นนำหนังสืออิเล็กทรอนิกส์ที่ผ่านการประเมินของผู้เชี่ยวชาญว่ามีคุณภาพอยู่ในเกณฑ์ สามารถนำเป็นสื่อการเรียนการสอนได้

1.4 ขั้นตอนการใช้ (Implementation) หนังสืออิเล็กทรอนิกส์ เพื่อหาข้อบกพร่อง และทำการปรับปรุงแก้ไข ผู้ศึกษาคำเนินการเบื้องต้นดังนี้

1.4.1 ทดลองแบบหนึ่งต่อหนึ่ง กับผู้เรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ของโรงเรียนโกสุมวิทยาสรรค์ ในภาคเรียนที่ 1/2553 ที่ไม่ใช่กลุ่มตัวอย่างจำนวน 3 คน ในระหว่างวันที่ 14-18 มิถุนายน 2553 ประกอบด้วยผู้เรียนในกลุ่มเก่ง ปานกลาง อ่อน อย่างละ 1 คน โดยให้ผู้เรียนใช้หนังสืออิเล็กทรอนิกส์ จากนั้นสอบถามความคิดเห็นของผู้เรียนที่มีต่อหนังสืออิเล็กทรอนิกส์ เพื่อนำข้อมูลมาปรับปรุงหนังสืออิเล็กทรอนิกส์

1.4.2 ทดลองกับกลุ่มย่อย ผู้ศึกษาได้นำหนังสืออิเล็กทรอนิกส์ ไปทดลองใช้กับผู้เรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ของโรงเรียนโกสุมวิทยาสรรค์ ในภาคเรียนที่ 1/2553 ที่ไม่ใช่กลุ่มตัวอย่าง จำนวน 9 คนลดความสามารถ (เก่ง ปานกลาง อ่อน) กลุ่มละ 3 คน ในระหว่างวันที่ 21-25 มิถุนายน 2553 โดยผู้ศึกษาคอยสังเกตอย่างใกล้ชิด เพื่อหาข้อบกพร่องของหนังสืออิเล็กทรอนิกส์ ซึ่งผลการทดลองพบว่า ผู้เรียนส่วนใหญ่มีความพึงพอใจกับการเรียนด้วยหนังสืออิเล็กทรอนิกส์ แต่มีข้อเสนอแนะเพิ่มเติมว่ายังมีภาพบางภาพยังไม่ชัดเจน เสียงบรรยายไม่ชัดเจน ผู้ศึกษาจึงได้นำข้อบกพร่องไปปรับปรุงแก้ไข

1.4.3 ทดลองภาคสนาม ผู้ศึกษานำหนังสืออิเล็กทรอนิกส์ ไปทดลองใช้กับผู้เรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ของโรงเรียนโกสุมวิทยาสรรค์ ในภาคเรียนที่ 1/2553 จำนวน 33 คน ในระหว่างวันที่ 28 มิถุนายน - 2 กรกฎาคม 2553 ประกอบด้วยผู้เรียนใน

กลุ่มความสามารถ เก่ง ปานกลาง อ่อน ทั้งนี้ผู้เรียนที่ใช้ในการทดลองมิใช่กลุ่มทดลองตามแบบแผนการทดลอง เพื่อตรวจสอบว่าสื่อที่พัฒนาขึ้นเป็นสื่อที่มีประสิทธิภาพตามเกณฑ์ E_1/E_2

1.5 **ขั้นประเมินผล (Evaluate)** ผู้ศึกษานำคะแนนที่ได้จากการทดลองใช้มาคำนวณหาค่าประสิทธิภาพตามเกณฑ์ E_1/E_2 ซึ่งประสิทธิภาพของหนังสืออิเล็กทรอนิกส์ เรื่องชีวิตพืช จากการทดลองภาคสนาม มีประสิทธิภาพ E_1/E_2 เท่ากับ 85.38/83.64 (รายละเอียดแสดงในภาคผนวก ก : 144-145) แสดงว่าหนังสืออิเล็กทรอนิกส์ เรื่องชีวิตพืช มีประสิทธิภาพสูงกว่าเกณฑ์ 80/80

2. แบบประเมินคุณภาพหนังสืออิเล็กทรอนิกส์

ผู้ศึกษาได้ดำเนินการตามลำดับขั้นดังนี้

2.1 **ขั้นวิเคราะห์ (Analysis)** โดยศึกษาเอกสาร ตำรา ที่เกี่ยวกับการสร้างแบบประเมิน จากหนังสือการพัฒนาซอฟต์แวร์ทางการศึกษาของ พิสุทธิธา อริราชกูร์ (2551 : 143-151)

2.2 **ขั้นออกแบบ (Design)** โดยการกำหนดกรอบที่จะประเมิน โดยแบ่งประเด็นที่จะประเมินเป็น 6 ด้าน โดยเกณฑ์การประเมินของรุ่งทิวา ปุณะตุง (2552 : 135-138) มาปรับปรุงใช้จากนั้นนำไปให้อาจารย์ที่ปรึกษาตรวจสอบความถูกต้องด้านภาษา เนื้อหาและความครอบคลุมประเด็นที่จะประเมิน โดยแบ่งประเด็นที่จะประเมินเป็น 6 ด้านดังนี้

2.2.1 ด้านเนื้อหา และการดำเนินเรื่อง

2.2.2 ด้าน ภาพ ภาษา และเสียง

2.2.3 ด้าน ตัวอักษร และสี

2.2.4 แบบทดสอบ/แบบทดสอบหลังเรียน

2.2.5 การจัดการหนังสืออิเล็กทรอนิกส์

2.2.6 คู่มือการใช้บทเรียน

โดยทุกด้านใช้เกณฑ์ค่าเฉลี่ย 3.50 ขึ้นไป

2.3 **ขั้นพัฒนา (Development)** โดยพัฒนาแบบประเมินหนังสืออิเล็กทรอนิกส์ เป็นแบบมาตราส่วนประมาณค่า 5 ระดับ ตามวิธีของลิเคิร์ต คือ

| | | |
|-------------------|------------|---|
| เหมาะสมมากที่สุด | ระดับคะแนน | 5 |
| เหมาะสมมาก | ระดับคะแนน | 4 |
| เหมาะสมปานกลาง | ระดับคะแนน | 3 |
| เหมาะสมน้อย | ระดับคะแนน | 2 |
| เหมาะสมน้อยที่สุด | ระดับคะแนน | 1 |

หลังจากนั้นนำไปให้อาจารย์ที่ปรึกษาตรวจสอบความถูกต้องด้านภาษา เนื้อหา และความครอบคลุมความพึงพอใจที่จะประเมิน

2.4 **ขั้นประเมิน** โดยนำแบบประเมินคุณภาพที่สร้างขึ้นให้ผู้เชี่ยวชาญ จำนวน 5 คน คัดรายชื่อในหัวข้อ 1.3.5 ประเมินความสอดคล้องของข้อคำถามกับด้านที่จะวัดตามนิยามศัพท์ของ

คุณภาพของหนังสืออิเล็กทรอนิกส์ ผลการประเมินพบว่า แบบประเมินคุณภาพที่สร้างขึ้นมีความ สอดคล้องของข้อคำถามกับด้านที่จะวัดตามนิยามศัพท์ของคุณภาพของหนังสืออิเล็กทรอนิกส์ทุก และข้อคำถามที่มีค่าดัชนีความสอดคล้อง(IOC) มีค่าเท่ากับ 1 (รายละเอียดแสดงในภาคผนวก ข : 128-129)

2.5 ขั้นสรุป ปรับปรุงแก้ไขตามคำแนะนำของผู้เชี่ยวชาญและจัดทำแบบประเมิน คุณภาพของหนังสืออิเล็กทรอนิกส์เป็นฉบับจริงที่สมบูรณ์ เพื่อนำไปใช้ในการศึกษาต่อไป

3. แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

ผู้ศึกษา ได้ดำเนินการตามลำดับขั้นดังนี้

3.1 ขั้นวิเคราะห์ โดยดำเนินการดังนี้

3.1.1 ศึกษาวิธีการสร้างแบบทดสอบที่ดีและวิธีหาความเที่ยงตรง อำนาจ จำแนกความเชื่อมั่นของแบบทดสอบ พิสุทธิ อาวีราษฎร์ (2551 : 125-129)

3.1.2 ศึกษาและวิเคราะห์หลักสูตร วิเคราะห์สาระการเรียนรู้ จุดประสงค์การ เรียนรู้ เรื่อง ชีวิตพืช โดยละเอียด

3.2 ขั้นตอนออกแบบ โดยดำเนินการดังนี้

3.2.1 ออกแบบพฤติกรรมที่จะวัดโดยเน้นพฤติกรรมด้านพุทธิพิสัยมี 6 ระดับ ได้แก่ ด้านความรู้ความจำ ความเข้าใจ การนำไปใช้ การวิเคราะห์ การสังเคราะห์ และการ ประเมินผล

3.2.2 จัดทำตารางกำหนดระดับการวัดพฤติกรรมจากนั้นนำไปให้ผู้ทรงคุณวุฒิ ด้านเนื้อหาสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ จำนวน 3 คน กำหนดระดับโดยใส่คะแนนตามความ คิดเห็นแต่ละช่องจะมีคะแนน 10 คะแนน จากนั้นนำคะแนนของผู้ทรงคุณวุฒิมารวมกันเพื่อหา ค่าเฉลี่ยแต่ละระดับมาจัดทำตารางค่าเฉลี่ยของแต่ละระดับใน ตาราง 1000 หน่วย ปรับลด สัดส่วนให้เป็นตารางสัดส่วน 100 แล้วนำตัวเลขที่ได้ไปกำหนดเป็นข้อสอบก่อนเรียนและ หลังเรียน

3.3 ขั้นพัฒนา โดยผู้ศึกษาได้ดำเนินการดังนี้

3.3.1 จัดทำตารางวิเคราะห์จุดประสงค์การเรียนรู้และพฤติกรรมการเรียนรู้ตาม จุดประสงค์ สร้างแบบทดสอบให้ครอบคลุมเนื้อหา และเป็นไปตามจุดประสงค์เชิงพฤติกรรมที่ วิเคราะห์ไว้ เป็นข้อสอบแบบปรนัยชนิดเลือกตอบ 4 ตัวเลือก 1 ฉบับ จำนวน 50 ข้อ ต้องการใช้จริง 40 ข้อ ดังแสดงในตารางที่ 1 ดังนี้

ตารางที่ 1 ตารางวิเคราะห์เนื้อหา/สาระ/ เรื่อง/จุดประสงค์เชิงพฤติกรรม

| เนื้อหา/สาระ/ เรื่อง/ จุดประสงค์เชิงพฤติกรรม | พุทธิพิสัย | | | | | | รวม |
|---|------------|----|-----|----|-----|----|----------|
| | จำ | ใจ | ใช้ | วิ | สัง | ปะ | |
| 1. เซลล์พืช | | | | | | | 3 |
| จุดประสงค์เชิงพฤติกรรม | | | | | | | |
| 1.1 . บอกส่วนประกอบของเซลล์พืชได้ | 1 | | | | | | 1 |
| 1.2 บอกหน้าที่ของส่วนประกอบของเซลล์พืชได้ | 1 | | | | | | 1 |
| 1.3 อธิบายความแตกต่างระหว่างเซลล์พืชและเซลล์สัตว์ได้ | | 1 | | | | | 1 |
| 2. ส่วนประกอบของพืช | | | | | | | 2 |
| จุดประสงค์เชิงพฤติกรรม | | | | | | | |
| 2.1 บอกส่วนประกอบของพืชได้ | 1 | | | | | | 1 |
| 2.2 บอกหน้าที่ของส่วนประกอบของพืชได้ | 1 | | | | | | 1 |
| 3. แพร่และออสโมซิส | | | | | | | 5 |
| จุดประสงค์เชิงพฤติกรรม | | | | | | | |
| 3.1 . บอกความหมายการแพร่ได้ | 1 | | | | | | 1 |
| 3.2 ยกตัวอย่างการแพร่ได้ | | 1 | | | | | 1 |
| 3.3 บอกปัจจัยที่ควบคุมอัตราการแพร่ของสาร | | 1 | | | | | 1 |
| 3.4 บอกความหมายของออสโมซิสได้ | 1 | | | | | | 1 |
| 3.5 ยกตัวอย่างการออสโมซิสในพืชได้ | | 1 | | | | | 1 |
| 4. การสังเคราะห์ด้วยแสงของพืช | | | | | | | 7 |
| จุดประสงค์เชิงพฤติกรรม | | | | | | | |
| 4.1 บอกปัจจัยสำคัญที่ใช้ในกระบวนการสังเคราะห์ด้วยแสงของพืชได้ | 1 | | | | | | 1 |
| 4.2 บอกผลผลิตที่ได้จากการสร้างอาหารของพืชได้ | 1 | | | | | | 1 |

| เนื้อหา/สาระ เรื่อง/ จุดประสงค์เชิงพฤติกรรม | พุทธิพิสัย | | | | | | รวม |
|---|------------|----|-----|----|-----|----|----------|
| | จำ | ใจ | ใช้ | วิ | สัง | ปะ | |
| 4.3 อธิบายวิธีทดสอบแป้งในใบพืชได้ถูกต้อง | | 1 | | | | | 1 |
| 4.4 บอกแร่ธาตุที่จำเป็นในการดำรงชีวิตของพืชได้ ถูกต้อง | 1 | | | | | | 1 |
| 4.5 อธิบายอาการของพืชเมื่อขาดธาตุอาหารได้ | | 1 | | | | | 1 |
| 4.6 อธิบายความสำคัญของการสังเคราะห์ด้วยแสงต่อ สิ่งมีชีวิตและสิ่งแวดล้อมได้ | | 1 | 1 | | | | 2 |
| 5. การเจริญเติบโตของพืช จุดประสงค์เชิงพฤติกรรม | | | | | | | 5 |
| 5.1 บอกความหมายของการเจริญเติบโตได้ | 1 | | | | | | 1 |
| 5.2 บอกเกณฑ์ที่ใช้วัดการเจริญเติบโตของพืชได้ | 1 | | | | | | 1 |
| 5.3 บอกปัจจัยที่มีผลต่อการเจริญเติบโตของพืชได้ | 1 | | | | | | 1 |
| 5.4 อธิบายการเปลี่ยนแปลงของเมล็ดขณะงอกได้ | | 1 | | | | | 1 |
| 5.5 บอกปัจจัยที่มีผลต่อการเจริญเติบโตของพืชได้ | 1 | | | | | | 1 |
| 6. การลำเลียงในพืช จุดประสงค์เชิงพฤติกรรม | | | | | | | 5 |
| 6.1 บอกประเภทของการลำเลียงในพืชได้ | 1 | | | | | | 1 |
| 6.2 บอกโครงสร้างที่ใช้ในการลำเลียงในพืชได้ | 1 | | | | | | 1 |
| 6.3 อธิบายลักษณะของขนรากได้ | | 1 | | | | | 1 |
| 6.4 อธิบายกระบวนการลำเลียงน้ำและแร่ธาตุในพืช ได้ | | 1 | | | | | 1 |
| 6.5 อธิบายกระบวนการลำเลียงอาหารในพืชได้ | | 1 | | | | | 1 |
| 7. การคายน้ำของพืช จุดประสงค์เชิงพฤติกรรม | | | | | | | 3 |
| 7.1 บอกกระบวนการคายน้ำของพืชได้ | 1 | | | | | | 1 |
| 7.2 บอกปัจจัยที่มีผลต่อการคายน้ำของพืชได้ | | 1 | | | | | 1 |
| 7.3 บอกประโยชน์ของการคายน้ำได้ | | 1 | | | | | 1 |

| เนื้อหา/สาระ เรื่อง/ จุดประสงค์เชิงพฤติกรรม | พุทธิพิสัย | | | | | | รวม |
|---|------------|-----------|----------|----|-----|----|-----------|
| | จำ | ใจ | ใช้ | วิ | สัง | ปะ | |
| 8. การสืบพันธุ์ของพืช | | | | | | | 10 |
| จุดประสงค์เชิงพฤติกรรม | | | | | | | |
| 8.1 บอกความหมายของการสืบพันธุ์ของพืชได้ | 1 | | | | | | 1 |
| 8.2 บอกส่วนประกอบของดอกไม้ได้ | 1 | | | | | | 1 |
| 8.3 อธิบายหน้าที่ของส่วนประกอบของดอกไม้ได้ | | 1 | | | | | 1 |
| 8.4 ยกตัวอย่าง ดอกครบส่วน ดอกไม่ครบส่วน ดอกสมบูรณ์ ดอกไม่สมบูรณ์เพศได้ | | 1 | | | | | 1 |
| 8.5 บอกความหมายของการถ่ายละอองเรณูได้ | 1 | | | | | | 1 |
| 8.6 บอกปัจจัยที่ช่วยในการถ่ายละอองเรณูได้ | | 1 | | | | | 1 |
| 8.7 อธิบายขั้นตอนการปฏิสนธิได้ | | 1 | | | | | 1 |
| 8.8 อธิบายการเปลี่ยนแปลงของดอกหลังการ ปฏิสนธิ | | 1 | | | | | 1 |
| 8.9 อธิบายการสืบพันธุ์แบบไม่อาศัยเพศของพืชได้ | | 1 | | | | | 1 |
| 8.10 บอกข้อดี-ข้อเสียของการสืบพันธุ์แบบอาศัย เพศและ ไม่อาศัยเพศได้ | | 1 | | | | | 1 |
| รวม 40 ข้อ | 19 | 20 | 1 | | | | 40 |

3.3.2 นำแบบทดสอบที่สร้างเสร็จแล้วให้อาจารย์ที่ปรึกษาตรวจสอบความถูกต้อง
เบื้องต้นและปรับปรุงตามข้อเสนอแนะ

3.4 ชั้นประเมิน ดำเนินการดังนี้

3.4.1 นำแบบทดสอบที่สร้างเสร็จแล้วไปให้ผู้เชี่ยวชาญตามรายชื่อ 1.3.5 ประเมิน
ความสอดคล้องระหว่างจุดประสงค์เชิงพฤติกรรม กับแบบทดสอบ โดยมีเกณฑ์การให้คะแนน
ดังนี้

ให้ +1 คะแนน เมื่อแน่ใจว่า ข้อสอบนั้นวัดตามจุดประสงค์เชิงพฤติกรรม

ให้ 0 คะแนน เมื่อไม่แน่ใจว่า ข้อสอบนั้นวัดตามจุดประสงค์เชิงพฤติกรรม

ให้ -1 คะแนน เมื่อแน่ใจว่าข้อสอบนั้นไม่สอดคล้องกันระหว่างข้อสอบกับ

จุดประสงค์เชิงพฤติกรรม

3.4.2 วิเคราะห์ข้อมูลการหาค่าดัชนี ความสอดคล้องระหว่างข้อคำถามของแบบทดสอบกับจุดประสงค์เชิงพฤติกรรม โดยใช้สูตร IOC (พิสุทธา อารีราษฎร์. 2551 : 120) ซึ่งเลือกใช้ค่าดัชนีความสอดคล้องของแบบทดสอบแต่ละข้อที่มีค่าเฉลี่ยตั้งแต่ 0.6 ขึ้นไป จำนวน 50 ข้อ (รายละเอียดแสดงในภาคผนวก ข : 126-127)

3.4.3 นำแบบทดสอบที่ผ่านการตรวจสอบไปทดลองใช้กับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2553 จำนวน 45 คน ที่ไม่ใช่กลุ่มทดลอง และนำคะแนนจากแบบทดสอบมาหาค่าความยากง่าย ค่าอำนาจจำแนก ผลพบว่าแบบทดสอบที่มีค่าความยากง่าย (p) อยู่ระหว่าง 0.51-0.67 และค่าอำนาจจำแนก (r) มีค่าระหว่าง 0.33-0.60 ในการศึกษาครั้งนี้ใช้ค่าอำนาจจำแนกอยู่ระหว่าง 0.40-0.60 และค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบโดยใช้สูตร KR-20 ซึ่งมีค่าความเชื่อมั่นทั้งฉบับเท่ากับ 0.89 (รายละเอียดแสดงในภาคผนวก ข : 135-137)

3.5 ขึ้นสรุปผล โดยนำแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์มาแก้ไขปรับปรุงตามข้อบกพร่องที่พบและนำมาจัดพิมพ์ให้เป็นฉบับสมบูรณ์

4. แบบประเมินความพึงพอใจของผู้เรียนต่อหนังสืออิเล็กทรอนิกส์

ผู้ศึกษาได้ดำเนินการตามลำดับขั้นดังนี้

4.1 ขั้นศึกษา โดยศึกษาเอกสารที่เกี่ยวข้องกับการประเมินความพึงพอใจและวิธีการสร้างแบบประเมินจากหนังสือการศึกษาเบื้องต้นของบุญชม ศรีสะอาด (2545 : 66-74) และจากหนังสือการพัฒนาซอฟต์แวร์ทางการศึกษาของพิสุทธา อารีราษฎร์ (2551 : 174)

4.2 ขั้นตอนออกแบบ โดยกำหนดกรอบที่จะวัดความพึงพอใจของผู้เรียนต่อหนังสืออิเล็กทรอนิกส์ โดยนำแบบประเมินของอาทิตย์ กางสี (2552 : 68) มาปรับปรุงใช้ โดยแบ่งประเด็นที่จะวัดออกเป็น 12 ข้อ ดังนี้

4.2.1 ความชัดเจนในการอธิบายเนื้อหา

4.2.2 ขนาดของตัวอักษรที่ใช้ประกอบบทเรียน

4.2.3 สีของตัวอักษรโดยรวม

4.2.4 ขนาดของภาพที่ใช้ประกอบบทเรียน

4.2.5 ภาพนิ่ง/ภาพเคลื่อนไหวในบทเรียนช่วยให้เข้าใจเนื้อหา

4.2.6 เสียงดนตรีที่ใช้ประกอบบทเรียน

4.2.7 เสียงบรรยายที่ใช้ประกอบบทเรียน

4.2.8 คำถามของแบบทดสอบมีความชัดเจน

4.2.9 การสรุปคะแนนรวมหลังทำแบบทดสอบ

4.2.10. ความสะดวกในการเปิดใช้หนังสือ

4.2.11. ความเหมาะสมของโปรแกรม (เช่น สารบัญ ปัด)

4.2.12. บทเรียนน่าสนใจทำให้ชวนติดตาม

4.3 **ขั้นพัฒนา** โดยพัฒนาแบบประเมินความพึงพอใจเป็นแบบมาตราส่วนประมาณค่า 5 ระดับ ตามวิธีของลิเคอร์ท์ ดังนี้

| | | |
|-------------------|------------|---|
| เหมาะสมมากที่สุด | ระดับคะแนน | 5 |
| เหมาะสมมาก | ระดับคะแนน | 4 |
| เหมาะสมปานกลาง | ระดับคะแนน | 3 |
| เหมาะสมน้อย | ระดับคะแนน | 2 |
| เหมาะสมน้อยที่สุด | ระดับคะแนน | 1 |

หลังจากนั้นนำไปให้อาจารย์ที่ปรึกษาตรวจสอบความถูกต้อง และความครอบคลุมความพึงพอใจของผู้เรียนต่อหนังสืออิเล็กทรอนิกส์

4.4 **ขั้นประเมิน** โดยนำแบบประเมินความพึงพอใจที่สร้างขึ้นให้ผู้เชี่ยวชาญตามรายชื่อหัวข้อ 1.3.5 ประเมินความสอดคล้องของข้อความกับนิยามศัพท์เฉพาะของความพึงพอใจโดยมีเกณฑ์การให้ประเมินดังนี้

ให้ +1 คะแนน เมื่อแน่ใจว่า ข้อคำถามสอดคล้องกับนิยามศัพท์ความพึงพอใจ

ให้ 0 คะแนน เมื่อไม่แน่ใจว่า ข้อคำถามสอดคล้องกับนิยามศัพท์ความพึงพอใจ

ให้ -1 คะแนน เมื่อแน่ใจว่า ข้อคำถามไม่สอดคล้องกับนิยามศัพท์ความพึงพอใจ

ทำการวิเคราะห์ โดยหาผลรวมของคะแนนในข้อคำถามแต่ละข้อของผู้เชี่ยวชาญทั้งหมด แล้วนำมาหาค่าเฉลี่ยเพื่อดูดัชนีความสอดคล้อง โดยใช้สูตร IOC (พิสุทธาอารีราษฎร์. 2551 : 119-120) พิจารณาคัดเลือกข้อคำถามที่มีค่าดัชนีความสอดคล้องที่มีค่าเฉลี่ยตั้งแต่ 0.6 ขึ้นไป (รายละเอียดแสดงในภาคผนวก ข : 130)

4.5 **ขั้นสรุป** ปรับปรุงตามคำแนะนำของอาจารย์ที่ปรึกษาและผู้เชี่ยวชาญ และจัดทำแบบประเมินความพึงพอใจเป็นฉบับสมบูรณ์

วิธีดำเนินการศึกษา

รายละเอียดของวิธีดำเนินการศึกษาของผู้ศึกษามีดังนี้

1. ขั้นตอนการดำเนินการศึกษา

ในการดำเนินการศึกษา ผู้ศึกษาได้ดำเนินการตามขั้นตอน ADDIE Model 5 ขั้นตอน ดังนี้

1.1 **ขั้นการวิเคราะห์** เป็นขั้นตอนศึกษาสภาพปัญหาการจัดการเรียนการสอนกลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ ศึกษาและวิเคราะห์หลักสูตร เพื่อจำแนกกิจกรรมกระบวนการเรียนรู้ สาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ กำหนดผลการเรียนรู้ที่คาดหวัง จุดประสงค์การเรียนรู้ การวัดและ

ประเมินผล โดยอิงตัวชี้วัดของหลักสูตร วิเคราะห์สาระการเรียนรู้เกี่ยวกับวิทยาศาสตร์ โดยละเอียด กำหนดเป็นหน่วยการเรียนรู้ และเนื้อหาย่อยโดยละเอียด ศึกษาหลักการ วิธีการ ทฤษฎี และเทคนิควิธีสร้างหนังสืออิเล็กทรอนิกส์จากเอกสารต่าง ๆ และงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง และเขียนแผนการจัดการเรียนรู้

1.2 ขั้นการออกแบบ เป็นขั้นตอนการออกแบบเครื่องมือวิจัยได้แก่หนังสืออิเล็กทรอนิกส์ ออกแบบประเมินคุณภาพหนังสืออิเล็กทรอนิกส์ แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ออกแบบประเมินความพึงพอใจของผู้เรียนต่อหนังสืออิเล็กทรอนิกส์ ออกแบบกิจกรรมการเรียนรู้ต่างๆ ในหนังสืออิเล็กทรอนิกส์ แบบทดสอบ แบบฝึกทักษะ/กิจกรรม และเขียนบทดำเนินเรื่อง

1.3 ขั้นการพัฒนา เป็นขั้นการสร้างหนังสืออิเล็กทรอนิกส์ แบบประเมินคุณภาพหนังสืออิเล็กทรอนิกส์ แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน แบบประเมินความพึงพอใจของผู้เรียนต่อหนังสืออิเล็กทรอนิกส์ และตรวจสอบคุณภาพเครื่องมือการศึกษา โดยผู้เชี่ยวชาญ

1.4 ขั้นการทดลองใช้ เป็นขั้นการนำเครื่องมือต่าง ๆ ไปทดลองใช้กับกลุ่มตัวอย่างตามแบบแผนการทดลอง เก็บรวบรวมข้อมูลต่างๆ ที่เกี่ยวข้องที่ได้จากการทดลอง

1.5 ขั้นประเมินผล เป็นขั้นการนำข้อมูลที่ได้จากการทดลองไปวิเคราะห์ค่าทางสถิติ และสรุปผลการทดลองเขียนรายงานผลการศึกษา

2. แบบแผนการทดลอง

การศึกษาครั้งนี้เป็นการศึกษาทดลองเปรียบเทียบ ดังนั้นแบบแผนการทดลอง เรียกว่า Control-Group Pretes-Postes Desing มีรูปแบบการทดลองดังนี้ (พิสุทธา อารีราษฎร์. 2551 : 157-159)

| | | | |
|---|----------------|---|----------------|
| E | T ₁ | X | T ₂ |
| C | T ₁ | - | T ₂ |

ความหมายของสัญลักษณ์

- E แทน กลุ่มทดลอง
- C แทน กลุ่มควบคุม
- T₁ แทน ทดสอบก่อนเรียน
- T₂ แทน ทดสอบหลังเรียน
- X แทน จัดการเรียนรู้โดยใช้หนังสืออิเล็กทรอนิกส์ที่พัฒนาขึ้น

3. ขั้นตอนดำเนินการทดลอง

ผู้ศึกษาได้ดำเนินการทดลองด้วยตนเอง โดยทดลองใช้กับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2553 โรงเรียนโกสุมพิทยาสรรค์ สำนักงานเขตพื้นที่การศึกษา มัธยมศึกษา เขต 26 จำนวน 92 คน มีลำดับขั้นตอนดังนี้

3.1 กลุ่มทดลอง

3.1.1 ทำการทดสอบก่อนเรียน (Pre-test) โดยใช้แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

3.1.2 ชี้แจงให้นักเรียนทราบถึงกระบวนการเรียนการสอน โดยใช้หนังสืออิเล็กทรอนิกส์ที่พัฒนาขึ้น

3.1.3 ดำเนินการจัดกระบวนการเรียนรู้ด้วยหนังสืออิเล็กทรอนิกส์เรื่อง ชีวิตพืช ตั้งแต่เรื่องที่ 1 จนถึงเรื่องที่ 8 ซึ่งในแต่ละเรื่องเมื่อเรียนจบแล้วนักเรียนทำแบบทดสอบหลังเรียน ในหนังสืออิเล็กทรอนิกส์

3.1.4 หลังจากเรียนครบทุกหน่วยเนื้อหาในหนังสืออิเล็กทรอนิกส์แล้ว จึงทำการทดสอบหลังเรียน (Post-test) โดยใช้แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนชุดเดิม

3.1.5 เก็บข้อมูลความพึงพอใจของนักเรียน

3.1.6 ทดสอบเพื่อวัดความคงทนในการเรียนรู้

3.1.7 รวบรวมข้อมูลทั้งหมดและวิเคราะห์โดยวิธีการทางสถิติ

3.1.8 สรุปผลการทดลอง

3.2 กลุ่มควบคุม

3.2.1 ทำการทดสอบก่อนเรียน (Pre-test) โดยใช้แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

3.2.2 ชี้แจงให้นักเรียนทราบถึงกระบวนการเรียนการสอน

3.2.3 ดำเนินการจัดกระบวนการเรียนรู้ตามปกติในชั้นเรียนเรื่อง ชีวิตพืช ตั้งแต่เรื่องที่ 1 จนถึงเรื่องที่ 8

3.2.4 หลังจากเรียนครบทุกหน่วยเนื้อหาแล้ว จึงทำการทดสอบหลังเรียน (Post-test) โดยใช้แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนชุดเดิม

4. ระยะเวลาการเก็บรวบรวมข้อมูล

ในการดำเนินการทดลองการจัดการเรียนรู้โดยใช้หนังสืออิเล็กทรอนิกส์ ผู้ศึกษามีกำหนดระยะเวลาในการทดลองและเก็บข้อมูล ดังรายละเอียดที่แสดงในตารางที่ 2 และตารางที่ 3

ตารางที่ 2 ระยะเวลาในการเก็บรวบรวมข้อมูลกลุ่มทดลอง

| วัน/เดือน/ปี | เรื่องที่ | เรื่อง | จำนวน ชั่วโมง |
|-----------------|-----------|------------------------------|------------------|
| 12 กรกฎาคม 2553 | 1 | เซลล์พืช | 1 |
| 13 กรกฎาคม 2553 | 2 | ส่วนประกอบของพืช | 1 |
| 14 กรกฎาคม 2553 | 3 | การแพร่และออสโมซิส | 1 |
| 19 กรกฎาคม 2553 | 4 | การสังเคราะห์ด้วยแสงของพืช | 2 |
| 20 กรกฎาคม 2553 | 5 | การเจริญเติบโตของพืช | 1 |
| 21 กรกฎาคม 2553 | 6 | การลำเลียงในพืช | 2 |
| 28 กรกฎาคม 2553 | 7 | การคายน้ำของพืช | 1 |
| 2 สิงหาคม 2553 | 8 | การสืบพันธุ์ของพืช เล่มที่ 1 | 1 |
| 3 สิงหาคม 2553 | 8 | การสืบพันธุ์ของพืช เล่มที่ 2 | 1 |
| 4 สิงหาคม 2553 | 8 | การสืบพันธุ์ของพืช เล่มที่ 3 | 1 |
| รวม | | | 12 |

ตารางที่ 3 ระยะเวลาในการเก็บรวบรวมข้อมูลกลุ่มควบคุม

| วัน/เดือน/ปี | เรื่องที่ | เรื่อง | จำนวน ชั่วโมง |
|-----------------|-----------|------------------------------|------------------|
| 13 กรกฎาคม 2553 | 1 | เซลล์พืช | 1 |
| 13 กรกฎาคม 2553 | 2 | ส่วนประกอบของพืช | 1 |
| 15 กรกฎาคม 2553 | 3 | การแพร่และออสโมซิส | 1 |
| 20 กรกฎาคม 2553 | 4 | การสังเคราะห์ด้วยแสงของพืช | 2 |
| 22 กรกฎาคม 2553 | 5 | การเจริญเติบโตของพืช | 1 |
| 27 กรกฎาคม 2553 | 6 | การลำเลียงในพืช | 2 |
| 29 กรกฎาคม 2553 | 7 | การคายน้ำของพืช | 1 |
| 3 สิงหาคม 2553 | 8 | การสืบพันธุ์ของพืช เล่มที่ 1 | 1 |
| 3 สิงหาคม 2553 | 8 | การสืบพันธุ์ของพืช เล่มที่ 2 | 1 |
| 5 สิงหาคม 2553 | 8 | การสืบพันธุ์ของพืช เล่มที่ 3 | 1 |
| รวม | | | 12 |

การวิเคราะห์ข้อมูล

เมื่อผู้ศึกษาได้ดำเนินการตามกำหนดระยะเวลาแล้ว ผู้ศึกษานำข้อมูลที่จัดเก็บและรวบรวมได้มาวิเคราะห์ดังนี้

1. วิเคราะห์หาประสิทธิภาพของหนังสืออิเล็กทรอนิกส์

ผู้ศึกษานำคะแนนที่ได้จากการทำแบบทดสอบหนังสืออิเล็กทรอนิกส์ ในแต่ละเรื่อง จำนวน 8 เรื่อง มาคำนวณเพื่อหาประสิทธิภาพตามเกณฑ์ E_1/E_2 ทั้งนี้ผู้ศึกษาได้ตั้งเกณฑ์ของประสิทธิภาพในงานวิจัยนี้เท่ากับ 80/80 โดยที่ค่า E_1/E_2 ที่คำนวณได้จะนำไปเทียบกับเกณฑ์ดังนี้ (พิสุทธา อารีราษฎร์, 2551 : 154)

| | |
|------------------|--|
| ร้อยละ 95 - 100 | หมายถึง บทเรียนมีประสิทธิภาพดีเยี่ยม (Excellent) |
| ร้อยละ 90 - 94 | หมายถึง บทเรียนมีประสิทธิภาพดี (Good) |
| ร้อยละ 85 - 89 | หมายถึง บทเรียนมีประสิทธิภาพดีพอใช้ (Fair good) |
| ร้อยละ 80 - 84 | หมายถึง บทเรียนมีประสิทธิภาพพอใช้ (Fair) |
| ต่ำกว่าร้อยละ 80 | หมายถึง ต้องปรับปรุงแก้ไขบทเรียน (Poor) |

จากนั้นผู้ศึกษาได้นำค่าประสิทธิภาพที่ได้ตามเกณฑ์ E_1/E_2 ไปพิจารณาเปรียบเทียบกับเกณฑ์การยอมรับประสิทธิภาพของบทเรียน (ฉลองชัย สุรวัดเนสมบูรณ. 2528 : 215) ซึ่งใช้เกณฑ์ดังนี้

สูงกว่าเกณฑ์ เมื่อประสิทธิภาพของชุดบทเรียนสูงกว่าเกณฑ์ที่ตั้งไว้มีค่าเกิน 2.5% ขึ้นไป

เท่ากับเกณฑ์ เมื่อประสิทธิภาพของชุดบทเรียน เท่ากับหรือสูงกว่าเกณฑ์ที่ตั้งไว้ไม่เกิน 2.5%

ต่ำกว่าเกณฑ์ เมื่อประสิทธิภาพของชุดบทเรียนต่ำกว่าเกณฑ์ แต่ไม่ต่ำกว่า 2.5% ถือว่ายังมีประสิทธิภาพที่ยอมรับได้

2. วิเคราะห์ผลการประเมินหนังสืออิเล็กทรอนิกส์

ผู้ศึกษาได้นำแบบประเมินคุณภาพหนังสืออิเล็กทรอนิกส์ ที่ได้จากผู้เชี่ยวชาญ มาวิเคราะห์ระดับความเหมาะสม โดยใช้สถิติค่าเฉลี่ย และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน โดยในการวิเคราะห์จะใช้ค่าเฉลี่ยเทียบกับเกณฑ์การประเมินดังนี้ (พิสุทธา อารีราษฎร์. 2551 : 174)

| | | |
|------------------|-------------|-------------------------------|
| ค่าเฉลี่ยเท่ากับ | 4.50 – 5.00 | หมายความว่า เหมาะสมมากที่สุด |
| ค่าเฉลี่ยเท่ากับ | 3.50 – 4.49 | หมายความว่า เหมาะสมมาก |
| ค่าเฉลี่ยเท่ากับ | 2.50 – 3.49 | หมายความว่า เหมาะสมปานกลาง |
| ค่าเฉลี่ยเท่ากับ | 1.50 – 2.49 | หมายความว่า เหมาะสมน้อย |
| ค่าเฉลี่ยเท่ากับ | 1.00 – 1.49 | หมายความว่า เหมาะสมน้อยที่สุด |

เกณฑ์เฉลี่ยของระดับความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญในงานนี้ ใช้ค่าเฉลี่ยของคะแนนตั้งแต่ 3.50 ขึ้นไป (รุ่งทิวา ปุณะตุง. 2552 : 59)

3. วิเคราะห์เปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

ผู้ศึกษาได้นำคะแนนเฉลี่ยหลังเรียนของนักเรียนกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุมมาคำนวณเพื่อทดสอบค่าความแปรปรวนว่าต่างกันหรือไม่ โดยคำนวณด้วยสถิติ F-test โดยได้ตั้งระดับนัยสำคัญทางสถิติไว้ที่ระดับ .05 เมื่อคำนวณค่าสถิติ F-test ได้แล้วเทียบ F ที่คำนวณได้กับ Fวิกฤติ ที่ได้จากตาราง โดยถ้า F คำนวณ > F วิกฤติ จะปฏิเสธ H_0 และ ถ้า F คำนวณ < F วิกฤติ จะยอมรับ H_0 โดยได้ตั้งสมมติฐานไว้ดังนี้

H_0 : ความแปรปรวนของคะแนนเฉลี่ยกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุมของนักเรียน ไม่แตกต่างกัน ($\sigma_1^2 = \sigma_2^2$)

H_1 : ความแปรปรวนของคะแนนเฉลี่ยกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุมของนักเรียน แตกต่างกัน ($\sigma_1^2 \neq \sigma_2^2$)

หลังจากนั้นผู้ศึกษาได้นำคะแนนเฉลี่ยหลังเรียนของนักเรียนกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม มาคำนวณด้วยสถิติ t-test แบบ Independent ถ้าค่าความแปรปรวนต่างกันจะใช้ t-test : Two-Sample Assuming Equal Variances แต่ถ้าค่าความแปรปรวนไม่แตกต่างกันจะใช้ t-test : Two-Sample Assuming Unequal Variances โดยได้ตั้งระดับนัยสำคัญทางสถิติไว้ที่ระดับ .05 เมื่อคำนวณค่าสถิติ t-test ได้แล้ว ผู้ศึกษานำค่า t ที่คำนวณได้เทียบกับค่า tวิกฤตที่ได้จากตาราง โดยถ้า t คำนวณ > t วิกฤต จะปฏิเสธ H_0 และ ถ้า t คำนวณ < t วิกฤต จะยอมรับ H_0 โดยได้ตั้งสมมติฐานไว้ดังนี้

H_0 : คะแนนเฉลี่ยกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุมของนักเรียนไม่แตกต่างกัน

H_1 : คะแนนเฉลี่ยกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุมของนักเรียนแตกต่างกัน

4. วิเคราะห์ดัชนีประสิทธิผลของการเรียนรู้ด้วยหนังสืออิเล็กทรอนิกส์

ผู้ศึกษาได้นำคะแนนเฉลี่ยก่อนเรียนและหลังเรียนของนักเรียน 46 คน ตลอดจนคะแนนเต็ม มาคำนวณหาค่าดัชนีประสิทธิผลของการเรียนรู้ด้วยหนังสืออิเล็กทรอนิกส์ โดยค่าดัชนีประสิทธิผลที่คำนวณได้(เพชฌัญญู กิจระการ, 2546 : 1-3) ในงานวิจัยนี้จะใช้ค่าตั้งแต่ .50 หรือร้อยละ 50 ขึ้นไป (รุ่งทิwa ปุณณะตุง, 2552 : 58)

5. วิเคราะห์ความพึงพอใจของผู้เรียนต่อหนังสืออิเล็กทรอนิกส์

ผู้ศึกษานำแบบประเมินหนังสืออิเล็กทรอนิกส์เรื่อง ชีวิตพีช ที่ได้จากนักเรียน มาวิเคราะห์ระดับความพึงพอใจ โดยใช้สถิติค่าเฉลี่ย และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน โดยในการวิเคราะห์จะใช้ค่าเฉลี่ยเทียบกับเกณฑ์การประเมินดังนี้ (พิสุทธา อารีราษฎร์, 2551 : 174)

| | | |
|------------------|-------------|-------------------------------|
| ค่าเฉลี่ยเท่ากับ | 4.50 – 5.00 | หมายความว่า พึงพอใจมากที่สุด |
| ค่าเฉลี่ยเท่ากับ | 3.50 – 4.49 | หมายความว่า พึงพอใจมาก |
| ค่าเฉลี่ยเท่ากับ | 2.50 – 3.49 | หมายความว่า พึงพอใจปานกลาง |
| ค่าเฉลี่ยเท่ากับ | 1.50 – 2.49 | หมายความว่า พึงพอใจน้อย |
| ค่าเฉลี่ยเท่ากับ | 1.00 – 1.49 | หมายความว่า พึงพอใจน้อยที่สุด |

เกณฑ์เฉลี่ยของระดับความพึงพอใจของนักเรียนในงานนี้ ใช้ค่าเฉลี่ยของคะแนนตั้งแต่ 3.50 ขึ้นไป และค่าความเบี่ยงเบนมาตรฐานไม่เกิน 1.00 (รุ่งทิwa ปุณณะตุง, 2552 : 59)

6. วิเคราะห์ความคงทนในการเรียนรู้ของนักเรียน

หลังจากดำเนินการจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้หนังสืออิเล็กทรอนิกส์แล้ว ผู้ศึกษาได้ทดสอบหลังเรียน โดยใช้แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน และ หลังจากนั้น 7 วัน ผู้ศึกษาจะทำการทดสอบโดยใช้แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนชุดเดิม และหลังจากนั้น 30 วันนับจากวันที่ทดสอบหลังเรียน ผู้ศึกษาจะทำการทดสอบโดยใช้แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนชุดเดิมอีกครั้ง จากนั้นจะนำข้อมูลมาคำนวณและนำไปเทียบกับเกณฑ์ร้อยละ 10 และ ร้อยละ 30

สถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล

ผู้ศึกษาวิเคราะห์ข้อมูล โดยเลือกใช้สถิติดังนี้

1. สถิติพื้นฐาน

1.1 ค่าร้อยละ (Percentage) โดยใช้สูตร (บุญชม ศรีสะอาด. 2545 : 104)

$$P = \frac{f}{N} \times 100$$

| | | | |
|-------|---|-----|------------------------------------|
| เมื่อ | P | แทน | ร้อยละ |
| | f | แทน | ความถี่ที่ต้องการแปลงให้เป็นร้อยละ |
| | N | แทน | จำนวนความถี่ทั้งหมด |

1.2 ค่าเฉลี่ย (Mean) และค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (S.D) ค่าเฉลี่ย (\bar{X}) คำนวณจากสูตร (บุญชม ศรีสะอาด. 2545 : 105)

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

| | | | |
|-------|-----------|-----|------------------------------|
| เมื่อ | \bar{X} | แทน | ค่าเฉลี่ย |
| | $\sum X$ | แทน | ผลรวมของคะแนนทั้งหมดในกลุ่ม |
| | n | แทน | จำนวนนักเรียนในกลุ่มตัวอย่าง |

1.3 ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน (S.D) คำนวณจากสูตร (บุญชม ศรีสะอาด. 2545 : 106)

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

| | | | |
|-------|------------|-----|---------------------------------|
| เมื่อ | S.D. | แทน | ค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน |
| | $\sum X$ | แทน | ผลรวมของคะแนนในกลุ่ม |
| | $\sum X^2$ | แทน | ผลรวมของคะแนนแต่ละตัวยกกำลังสอง |
| | n | แทน | จำนวนนักเรียนในกลุ่มตัวอย่าง |

2. สถิติที่ใช้คำนวณหาคุณภาพของเครื่องมือ

2.1 การหาค่าความยากง่ายของแบบทดสอบ คำนวณจากสูตรดังนี้ (พิสุทธา อารีราษฎร์. 2551 : 125)

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

| | | | |
|-------|---|-----|---------------------------|
| เมื่อ | P | แทน | ค่าความยากง่ายของข้อทดสอบ |
| | R | แทน | จำนวนนักเรียนที่ตอบถูก |
| | N | แทน | จำนวนนักเรียนทั้งหมด |

2.2 การหาค่าอำนาจจำแนกของแบบทดสอบ โดยใช้สูตรดังนี้ (บุญชม ศรีสะอาด. 2545 : 84)

$$r = \frac{R_u - R_l}{f}$$

| | | | |
|-------|-------|-----|--|
| เมื่อ | r | แทน | ค่าอำนาจจำแนกของข้อสอบ |
| | R_u | แทน | จำนวนคนในกลุ่มสูงที่ตอบถูก |
| | R_l | แทน | จำนวนคนในกลุ่มต่ำที่ตอบถูก |
| | f | แทน | จำนวนคนในกลุ่มสูงหรือกลุ่มต่ำซึ่งเท่ากัน |

2.3 การหาค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบโดยใช้สูตร KR-20 โดยมีสูตรดังนี้
(พิสุทธา อารีราษฎร์. 2551 : 137)

$$R_r = \frac{n}{n-1} \left[1 - \frac{\sum pq}{S_t^2} \right]$$

$$S_t^2 = \frac{N \sum X^2 - (\sum X)^2}{N^2}$$

เมื่อ r_r คือ สัมประสิทธิ์ของความเชื่อมั่นของแบบทดสอบทั้งฉบับ

n คือ จำนวนข้อของแบบทดสอบ

p คือ สัดส่วนของผู้เรียนที่ทำข้อสอบข้อนั้นถูกต้องกับผู้เรียนทั้งหมด

q คือ สัดส่วนของผู้เรียนที่ทำข้อสอบข้อนั้นผิดกับผู้เรียนทั้งหมด

S_t^2 คือ ความแปรปรวนของคะแนนสอบทั้งฉบับ

N คือ จำนวนผู้เรียน

2.4 ค่าความสอดคล้องระหว่างข้อสอบกับจุดประสงค์เชิงพฤติกรรม และเนื้อหา (IOC) ด้วยพิจารณาของผู้เชี่ยวชาญ (พิสุทธา อารีราษฎร์. 2551 : 119-120) โดยใช้สูตรดังนี้

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

เมื่อ IOC แทน คำนีความสอดคล้องระหว่างจุดประสงค์กับแบบทดสอบ

$\sum R$ แทน ผลรวมของคะแนนจากผู้เชี่ยวชาญทั้งหมด

N แทน จำนวนผู้เชี่ยวชาญ

3. สถิติที่ใช้ในการทดสอบสมมติฐาน

3.1 ทดสอบความแปรปรวนของกลุ่มตัวอย่าง 2 กลุ่ม โดยคำนวณโดยใช้สถิติ
F-test (สุวรรณ ทองบุ. 2550 : 152) ดังนี้

$$F = \frac{S_1^2}{S_2^2}$$

$$df_1 = n_1 - 1$$

$$df_2 = n_2 - 1$$

เมื่อ S_1^2, S_2^2 แทน ความแปรปรวนของกลุ่มที่ 1 และกลุ่มที่ 2 ตามลำดับ

3.2 เปรียบเทียบความแตกต่างของค่าเฉลี่ยของกลุ่มตัวอย่าง 2 กลุ่ม โดยการใช้อยู่สถิติทดสอบที่ t-test แบบ Independent Sample โดยที่ $\sigma_1^2 = \sigma_2^2$ (พิสุทธา อารีราษฎร์. 2551 : 164) โดยใช้สูตรดังนี้

$$t = \frac{\bar{X}_1 - \bar{X}_2}{\sqrt{\frac{(N_1 - 1)S_1^2 + (N_2 - 1)S_2^2}{N_1 + N_2 - 2} \left\{ \frac{1}{N_1} + \frac{1}{N_2} \right\}}}$$

เมื่อ $d.f = N - 1$

| | | |
|--------------|-----|----------------------------------|
| \bar{X}_1 | แทน | คะแนนเฉลี่ยของกลุ่มตัวอย่างที่ 1 |
| \bar{X}_2 | แทน | คะแนนเฉลี่ยของกลุ่มตัวอย่างที่ 2 |
| N_1 | แทน | ขนาดของกลุ่มตัวอย่างที่ 1 |
| N_2 | แทน | ขนาดของกลุ่มตัวอย่างที่ 2 |
| S_1^2 | แทน | ความแปรปรวนของกลุ่มตัวอย่างที่ 1 |
| S_2^2 | แทน | ความแปรปรวนของกลุ่มตัวอย่างที่ 2 |
| σ_1^2 | แทน | ความแปรปรวนของประชากรกลุ่มที่ 1. |
| σ_2^2 | แทน | ความแปรปรวนของประชากรกลุ่มที่ 2 |

4. วิเคราะห์หาประสิทธิภาพของหนังสืออิเล็กทรอนิกส์

4.1 ใช้สูตร E_1/E_2 (พิสุทธา อารีราษฎร์. 2551 : 152-153)

$$E_1 = \frac{\sum \left(\frac{X}{A} \right)}{N} \times 100$$

$$E_2 = \frac{\sum \left(\frac{Y}{B} \right)}{N} \times 100$$

เมื่อ E_1 แทน คะแนนเฉลี่ยของนักเรียนทุกคนจากการทำแบบฝึกหัดหรือแบบทดสอบระหว่างเรียนจากหนังสืออิเล็กทรอนิกส์

E_2 แทน คะแนนเฉลี่ยของนักเรียนทุกคนจากการทำแบบทดสอบหลังเรียน

X แทน คะแนนที่ได้จากการทำแบบฝึกหัดหรือแบบทดสอบระหว่างเรียน
ของผู้เรียนแต่ละคน

Y แทน คะแนนที่ได้จากการทำแบบทดสอบหลังเรียนของผู้เรียนแต่ละคน

A แทน คะแนนเต็มของแบบทดสอบหรือแบบฝึกหัดระหว่างเรียน

B แทน คะแนนเต็มของแบบทดสอบหรือแบบฝึกหัดหลังเรียน

N แทน จำนวนผู้เรียนทั้งหมด

4.2 การหาค่าดัชนีประสิทธิผลของหนังสืออิเล็กทรอนิกส์ เรื่อง ชีวิตพืช

โดยใช้วิธีของกูคแมนเฟลทเชอร์ และชไนเดอร์ (Goodman, Fletcher and
Schnieder, 1980 : 30-40 ; อ้างอิงมาจาก เชนัญ กิจระการ. 2546 : 1-3) จากสูตร ดังนี้

$$E.I. = \frac{\text{ผลรวมของคะแนนทดสอบหลังเรียน} - \text{ผลรวมของคะแนนทดสอบก่อนเรียน}}{(\text{จำนวนนักเรียน} \times \text{คะแนนเต็ม}) - \text{ผลรวมของคะแนนทดสอบก่อนเรียน}}$$

เมื่อ E.I. หมายถึง ค่าดัชนีประสิทธิผล