

รายงานการวิจัย

เรื่อง

การพัฒนาผลสัมฤทธิ์การเรียนรู้ในการเรียนรู้เรื่อง ปฏิกิริยาแสง โดยใช้สื่อการสอนรูปแบบเกมสรุปบทเรียนด้วยตนเอง ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 โรงเรียนทุ่งศรีอุดม

โดย
นางสาวเปรมลัดดา ผงกุลา
ตำแหน่ง ครู

โรงเรียนทุ่งศรีอุดม อำเภอทุ่งศรีอุดม จังหวัดอุบลราชธานี
สำนักงานเขตพื้นที่การศึกษามัธยมศึกษาอุบลราชธานี อำนาจเจริญ

งานวิจัย การพัฒนาผลสัมฤทธิ์การเรียนรู้ในการเรียนรู้ เรื่อง ปฏิกิริยาแสง โดยใช้สื่อการสอนรูปแบบเกมสรุปบทเรียนด้วยตนเอง ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 โรงเรียนทุ่งศรีอุดม

ผู้วิจัย นางสาวเปรมลัดดา ผงกุลา

บทคัดย่อ

การวิจัยนี้มีความมุ่งหมายเพื่อเพื่อเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนก่อนและหลังการใช้เกมสรุปบทเรียนเรื่อง ปฏิกิริยาแสง ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที 5 ปีการศึกษา 2569 โรงเรียนทุ่งศรีอุดม การวิจัยเชิงทดลองโดยใช้รูปแบบการวิจัยแบบกลุ่มเดียว วัดก่อนและหลัง (one group pretest-posttest design) กลุ่มเป้าหมายที่ใช้ในการวิจัย คือ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที 5 ปีการศึกษา 2569 จำนวน 60 คน เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย ประกอบด้วยสื่อการสอนรูปแบบเกมทบทวนบทเรียนด้วยตนเองเรื่อง ปฏิกิริยาแสง และแบบทดสอบก่อนเรียน และหลังเรียนเรื่อง ปฏิกิริยาแสง จำนวน 15 ข้อ วิเคราะห์ข้อมูลโดยใช้สถิติเชิงบรรยาย ได้แก่ ค่าร้อยละ (Percentage), ค่าเฉลี่ย (Mean) และค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (Standard Deviation)

ผลการวิจัยพบว่า ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนก่อนและหลัง มีค่าเฉลี่ยผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังเรียนสูงกว่าค่าเฉลี่ยผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนก่อนเรียนคะแนนพัฒนาการของกลุ่มเป้าหมายจะต่างจากคะแนนผลสัมฤทธิ์ ซึ่งแสดงให้เห็นว่าคะแนนพัฒนาการของกลุ่มเป้าหมายสามารถพัฒนาได้ และรวมถึงคะแนนความพึงพอใจการใช้เกมสรุปบทเรียนเรื่อง ปฏิกิริยาแสง ในระดับพึงพอใจมากที่สุด

ประกาศคุณูปการ

งานวิจัยฉบับนี้สำเร็จลุล่วงไปได้ด้วยดี เนื่องจากได้รับความอนุเคราะห์และคำแนะนำจากผู้อำนวยการ รองผู้อำนวยการ และคณะครูกลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี โรงเรียนทุ่งศรีอุดม ที่ได้ให้แนวคิด คำปรึกษา และแนวทางการแก้ไข ปรับปรุงข้อบกพร่อง ตั้งแต่ขั้นตอนการวางแผนและออกแบบการวิจัยจนสำเร็จเรียบร้อยสมบูรณ์ ผู้วิจัยจึงขอกราบขอบพระคุณเป็นอย่างยิ่ง ณ ที่นี้

ขอบคุณนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 โรงเรียนทุ่งศรีอุดม ปีการศึกษา 2569 ทุกคนที่ให้ความร่วมมือเป็นอย่างดีในการทดลองและเข้าร่วมกิจกรรมการเรียนการสอนจนเสร็จสิ้น

เปรมลัดดา ผงกุลา

ผู้วิจัย

สารบัญ

เรื่อง **หน้า**

บทที่ 1 บทนำ 9

ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา 9

ความมุ่งหมายของการวิจัย 10

ขอบเขตการศึกษา 10

กรอบแนวคิดงานวิจัย 11

บทที่ 2 เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง 13

2.1 การจัดการเรียนรู้รูปแบบออนไลน์ 13

2.2 แนวคิดเกี่ยวกับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน 14

2.3 เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการเกมประกอบการสอนเกม 14

บทที่ 3 วิธีดำเนินการงานวิจัย 23

3.1 การกำหนดประชากรและกลุ่มตัวอย่าง 23

3.2 การกำหนดเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย 23

3.3 ขั้นตอนการสร้างเครื่องมือ 23

3.4. การเก็บรวบรวมข้อมูล 24

3.5. สถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล 25

บทที่ 4 การวิเคราะห์ข้อมูล 26

4.1 ผลคะแนนของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ห้อง 1 ก่อนและหลังการใช้แบบฝึกทักษะพันธุศาสตร์ประชากร 26

4.2 คะแนนพัฒนาการของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ห้อง 1 โรงเรียนทุ่งศรีอุดมเรื่อง ปฏิกิริยาแสง หลังการใช้สื่อการสอนรูปแบบเกมสรุปบทเรียนด้วยตนเอง 29

4.3 ผลวิเคราะห์แบบประเมินความพึงพอใจการใช้ สื่อการสอนรูปแบบเกมสรุปบทเรียนด้วยตนเอง เรื่อง ปฏิกิริยาแสง 32

บทที่ 5 สรุปและอภิปรายผล 34

5.1 สรุปผลการวิจัย ..... **ผิดพลาด! ไม่ได้กำหนดบุ๊กมาร์ก**

5.3 ข้อเสนอแนะและการนำไปใช้..... **ผิดพลาด! ไม่ได้กำหนดบุ๊กมาร์ก**

บรรณานุกรม 37

ภาคผนวก 38

ภาคผนวก ก บัตรข้อสอบสำหรับการประเมินความเที่ยงตรงและแม่นยำ..... 39

ภาคผนวก ข ภาพตัวอย่างสื่อการสอนรูปแบบเกมทบทวนบทเรียน เรื่อง ปฏิกิริยาแสง 56

ภาคผนวก ค แบบประเมินความพึงพอใจหลังใช้สื่อเกมทบทวนบทเรียนเรื่อง ปฏิกิริยาแสง..... 61

ภาคผนวก ง แผนจัดการเรียนรู้เรื่อง ปฏิกิริยาแสง 64

สารบัญตาราง

เรื่อง	หน้า
ตารางที่ 1 ผลคะแนนของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ก่อนและหลังการใช้สื่อการสอนรูปแบบเกมสรุปบทเรียนเรื่อง ปฏิกิริยาแสง	26
ตารางที่ 2 ผลคะแนนพัฒนาการหลังการใช้สื่อการสอนรูปแบบเกมสรุปบทเรียนด้วยตนเองเรื่อง ปฏิกิริยาแสง	29
ตารางที่ 3 จำนวนและร้อยละของนักเรียนที่มีคะแนนพัฒนาการหลังได้ใช้สื่อการสอนรูปแบบเกมสรุปบทเรียนด้วยตนเอง เรื่องปฏิกิริยาแสง ในแต่ละระดับพัฒนาการ	31
ตารางที่ 4 ผลการประเมินระดับความพึงพอใจของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 หลังใช้สื่อการสอนรูปแบบเกมสรุปบทเรียนด้วยตนเองเรื่อง ปฏิกิริยาแสง	32

สารบัญรูปภาพ

เรื่อง	**หน้า**
ภาพที่ 1 กรอบแนวคิดงานวิจัย	11
ภาพที่ 2 แผนภูมิเปรียบเทียบคะแนนเฉลี่ยผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนก่อนและหลังการใช้แบบฝึกทักษะพันธุศาสตร์ประชากร โดยคิดเป็นคะแนนร้อยละ	28

บทที่ 1
บทนำ

ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา

ในยุคโลกาภิวัตน์และการเปลี่ยนแปลงทางเทคโนโลยีอย่างรวดเร็ว (Digital Transformation) การศึกษาในศตวรรษที่ 21 มุ่งเน้นการพัฒนาผู้เรียนให้มีทักษะการเรียนรู้ด้วยตนเอง (Self-Directed Learning) เพื่อให้สามารถเข้าถึงและสร้างองค์ความรู้ได้อย่างอิสระโดยไร้ข้อจำกัดด้านเวลาและสถานที่ (Knowles, 1975; Trilling & Fadel, 2009) สอดคล้องกับนโยบายการจัดการศึกษาของกระทรวงศึกษาธิการที่มุ่งเน้นการยกระดับคุณภาพการศึกษาผ่านการเรียนรู้ได้ทุกที่ทุกเวลา “เรียนดี มีความสุข” (Anywhere Anytime) ซึ่งส่งเสริมการนำเทคโนโลยีดิจิทัลเข้ามาเป็นเครื่องมือสำคัญในการขับเคลื่อนการเรียนรู้เชิงรุก (กระทรวงศึกษาธิการ, 2566) การสนับสนุนอุปกรณ์คอมพิวเตอร์พกพา (Chromebook) ให้แก่ผู้เรียนถือเป็นปัจจัยเชิงยุทธศาสตร์ที่เอื้อต่อการเปิดโลกการเรียนรู้รายบุคคล (Personalized Learning)ช่วยลดความเหลื่อมล้ำทางดิจิทัล และเปิดโอกาสให้ผู้เรียนสามารถค้นคว้า ทบทวนและสร้างสรรค์ความเข้าใจได้ตามอัตราการเรียนรู้ (Learning Pace) ของตนเองได้อย่างมีประสิทธิภาพ (Google for Education, 2566; กอบวิทย์ พิษณุพงศ์, 2567)

อย่างไรก็ตาม ในบริบทการจัดการเรียนการสอนรายวิชาชีววิทยา เรื่อง ปฏิกิริยาแสง (Light Reaction) ซึ่งเป็นขั้นตอนสำคัญในกระบวนการสังเคราะห์ด้วยแสงของพืชยังคงเป็นเนื้อหาที่มีระดับความซับซ้อนสูงสำหรับผู้เรียนเนื่องจากเป็นการอธิบายปรากฏการณ์ในระดับจุลภาคที่ไม่สามารถสังเกตได้ด้วยตาเปล่า ประกอบด้วยกลไกการส่งถ่ายอิเล็กตรอน (Electron Transport Chain) การทำงานของระบบแสง I และ II (Photosystem I & II) ตลอดจนการสังเคราะห์สารพลังงานสูง ATP และ NADPH ซึ่งมีลำดับขั้นตอนสืบเนื่องกันอย่างเป็นระบบ (สุภาวดี ใจดี, 2560) จากลักษณะเนื้อหาดังกล่าว ส่งผลให้ผู้เรียนส่วนใหญ่มักประสบปัญหาการเรียนรู้ด้วยวิธีการท่องจำขาดความเชื่อมโยงเชิงแนวคิด เกิดความเบื่อหน่าย และส่งผลให้ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาชีววิทยาต่ำกว่าเกณฑ์มาตรฐานที่กำหนด (สุวิทย์ มูลคำ, 2561) เพื่อแก้ไขปัญหาและก้าวข้ามข้อจำกัดดังกล่าวการปรับเปลี่ยนรูปแบบการเรียนรู้จากการรับข้อมูลทางเดียว มาเป็นการจัดการเรียนรู้เชิงรุก (Active Learning) ร่วมกับเทคโนโลยีดิจิทัลจึงมีความจำเป็นอย่างยิ่ง โดยเฉพาะอย่างยิ่งการประยุกต์ใช้สื่อการเรียนรู้รูปแบบเกม (Gamification / Game-Based Learning) ซึ่งเป็นนวัตกรรมทางการศึกษาที่อาศัยกลไกของเกม เช่น ความท้าทาย การมีปฏิสัมพันธ์และการได้รับข้อมูลย้อนกลับทันที (Immediate Feedback) เข้ามากระตุ้นแรงจูงใจภายใน (Intrinsic Motivation) และส่งเสริมกระบวนการคิดวิเคราะห์ของผู้เรียน (Deterding et al., 2011; Sailer &

Homner, 2020) เมื่อนำสื่อเกมทบทวนและสรุปบทเรียนมาประยุกต์ใช้งานร่วมกับอุปกรณ์ Chromebook ผู้เรียนจะสามารถลงมือปฏิบัติกิจกรรมการสรุปองค์ความรู้เรื่องปฏิกิริยาแสงด้วยตนเอง (Self-Summarization) ผ่านการเรียบเรียงลำดับขั้นตอนและกลไกสำคัญในรูปแบบสื่อโต้ตอบดิจิทัล ทำให้เกิดการสร้างความรู้ด้วยตนเอง (Constructivism) ตามศักยภาพและความสนใจรายบุคคลได้ทุกที่และทุกเวลาอย่างแท้จริง

จากเหตุผลและความสำคัญดังกล่าว ผู้วิจัยจึงมีแนวคิดในการพัฒนาสื่อการสอนรูปแบบเกมสรุปบทเรียนด้วยตนเอง เรื่อง ปฏิกิริยาแสง ผ่านการใช้งานบนอุปกรณ์ Chromebook เพื่อพัฒนาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาชีววิทยาส่งเสริมทักษะการเรียนรู้ด้วยตนเองของผู้เรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 โรงเรียนทุ่งศรีอุดมและสร้างนวัตกรรมการเรียนรู้ที่ตอบสนองต่อบริบทการศึกษายุคดิจิทัลอย่างยั่งยืน

ความมุ่งหมายของการวิจัย

1. เพื่อพัฒนาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาชีววิทยาเรื่อง ปฏิกิริยาแสง เมื่อใช้สื่อการสอนเกมทบทวนบทเรียนเรื่อง ปฏิกิริยาแสง สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 โรงเรียนทุ่งศรีอุดม
2. เพื่อให้นักเรียนเกิดความพึงพอใจต่อการเรียนวิชาชีววิทยา เรื่อง ปฏิกิริยาแสง ใช้สื่อการสอนจากเกมเรื่อง ปฏิกิริยาแสง ทบทวนบทเรียน สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 โรงเรียนทุ่งศรีอุดม

ความสำคัญของการวิจัย

1. ผลการวิจัยครั้งนี้ทำให้ทราบถึงการพัฒนาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนรู้วิชา ชีววิทยา เรื่อง ปฏิกิริยาแสง ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 โรงเรียนทุ่งศรีอุดม เมื่อได้รับการจัดการเรียนการสอนโดยใช้เกมทบทวนบทเรียน

2. ผลการวิจัยครั้งนี้ทำให้เกิดการพัฒนาวิธีการสอน เรื่อง ปฏิกิริยาแสง โดยใช้เกมทบทวนบทเรียนของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 โรงเรียนทุ่งศรีอุดม เพื่อเป็นแนวทางในการจัดการเรียนการสอน ที่จะส่งผลให้ผู้เรียนเกิดความพึงพอใจมากขึ้น

ขอบเขตการศึกษา

1. กลุ่มเป้าหมาย

นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 แผนการเรียนวิทย์ - คณิต โรงเรียนทุ่งศรีอุดม ภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2569 จำนวน 60 คน

2. ตัวแปรที่ใช้ในการศึกษา

ตัวแปรอิสระ : การใช้สื่อเกมทบทวนบทเรียนเรื่อง ปฏิกิริยาแสง

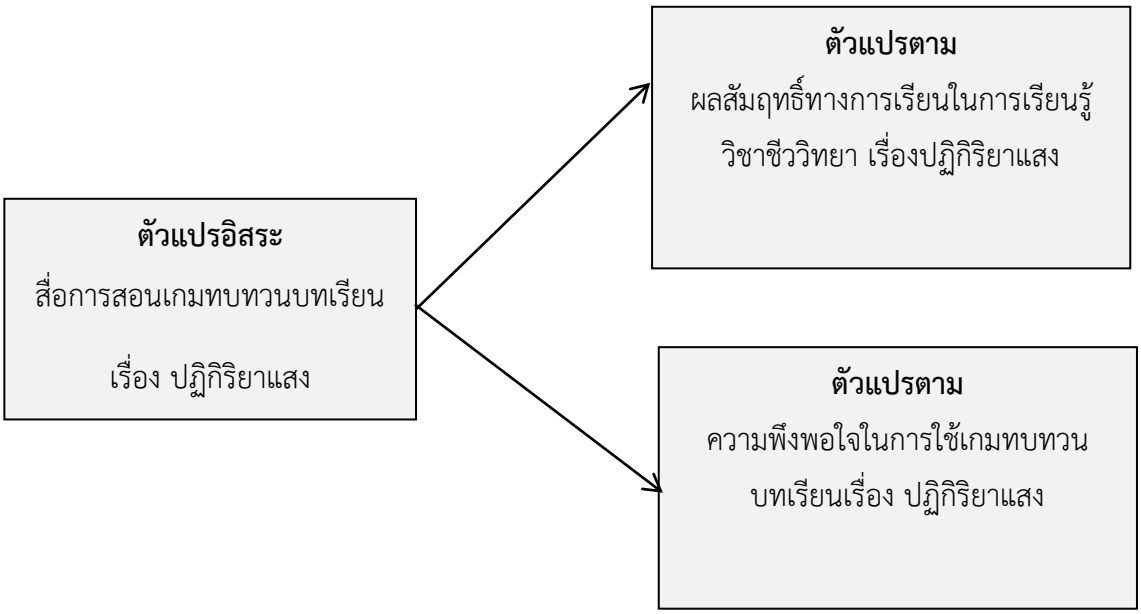
ตัวแปรตาม : ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนในการเรียนรู้วิชาชีววิทยาเรื่อง ปฏิกิริยาแสง และคะแนนความพึงพอใจต่อการเรียนรู้หลังใช้เกมทบทวนบทเรียนเรื่อง ปฏิกิริยาแสง

3. ระยะเวลาในการทดลอง

การวิจัยครั้งนี้ได้ดำเนินการทดลองในภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2569 ใช้ระยะเวลาในการ

ทดลอง 3 สัปดาห์ สัปดาห์ละ 1 วัน วันละ 2 คาบเรียน ตั้งแต่วันที่ กรกฎาคม – สิงหาคม 2569

กรอบแนวคิดงานวิจัย



ภาพที่ 2 กรอบแนวคิดงานวิจัย

สมมติของการวิจัย

1. นักเรียนที่ได้รับการสอนโดยใช้สื่อเกมทบทวนบทเรียน จะได้รับการพัฒนาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาชีววิทยา เรื่อง สมการเคมี อยู่ในระดับสูงกว่าร้อยละ 70

2. นักเรียนที่ได้รับการสอนโดยใช้สื่อเกมทบทวนบทเรียน จะมีความพึงพอใจต่อการเรียนรู้อยู่ในเกณฑ์พึงพอใจปานกลาง

นิยามศัพท์เฉพาะ

เกมทบทวนความรู้เรื่อง ปฏิกิริยาแสง หมายถึง เกมที่ใช้เป็นสื่อการเรียนรู้หลักในรูปแบบการจัด การเรียนการสอนเรื่องปฏิกิริยาเคมี ผ่านโปรแกรม power point ที่นักเรียนสามารถใช้ในการทบทวนความรู้ได้ด้วยตนเอง

ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน หมายถึง ระดับ ความรู้ ความสามารถและทักษะที่ผู้เรียนได้รับและพัฒนาตนให้ดีขึ้นหลังจากการเรียนการสอน ซึ่งเป็นพฤติกรรมที่สามารถวัดได้ โดยดูจากคะแนนหลังการทดสอบความรู้ที่ต้องผ่านเกณฑ์ร้อยละ 70 ที่ตั้งไว้

แบบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน หมายถึง แบบทดสอบวัดความจำ ความรู้ ความเข้าใจ การนำไปใช้ เรื่อง ปฏิกิริยาแสง ซึ่งเป็นข้อสอบปรนัย 4 ตัวเลือก จำนวน 15 ข้อ

ผู้เรียน หมายถึง นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 แผนการเรียนวิทย์ – คณิต โรงเรียนทุ่งศรีอุดม ภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2569

ความพึงพอใจในการจัดการเรียนรู้ หมายถึง ความรู้สึกชอบ ประทับใจ สนุกสนานกระตือรือร้น การเห็นความสำคัญและคุณค่าของการจัดการเรียนรู้ ซึ่งวัดได้จากแบบทดสอบวัดความพึงพอใจที่มีต่อการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ ในงานวิจัยนี้วัดค่าความพึงพอใจด้วยแบบสอบถามที่มีมาตรประมาณค่า 5 ระดับตามที่ผู้วิจัยได้พัฒนาขึ้นโดยดัดแปลงจาก (อภิญญา เคนบุปผา. 2546) ดังนี้

ค่าเฉลี่ย 4.21 - 5.00 หมายถึง ผลการประเมินความพึงพอใจอยู่ในระดับ มากที่สุด

ค่าเฉลี่ย 3.41 - 4.20 หมายถึง ผลการประเมินความพึงพอใจอยู่ในระดับ มาก

ค่าเฉลี่ย 2.61 - 3.40 หมายถึง ผลการประเมินความพึงพอใจอยู่ในระดับ ปานกลาง

ค่าเฉลี่ย 1.81 - 2.60 หมายถึง ผลการประเมินความพึงพอใจอยู่ในระดับ น้อย

ค่าเฉลี่ย 1.00 - 1.80 หมายถึง ผลการประเมินความพึงพอใจอยู่ในระดับ น้อยที่สุด

บทที่ 2
เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

แนวคิด ทฤษฎี วรรณกรรมและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับงานวิจัย เรื่อง การพัฒนาผลสัมฤทธิ์และความคงทนทางการเรียนรู้ เรื่อง ปฏิกิริยาเคมี โดยใช้สื่อการสอนจากเกมทบทวนความรู้ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ห้อง 1 โรงเรียนทุ่งศรีอุดม มีเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องดังนี้

2.1. การจัดการเรียนรู้รูปแบบออนไลน์

2.1.1 ความหมายของการจัดการเรียนรู้รูปแบบออนไลน์

2.1.2 ข้อดีและข้อจำกัดของการจัดการเรียนรู้รูปแบบออนไลน์

2.2 แนวคิดเกี่ยวกับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

2.2.1ความหมายของผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

2.3 เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการจัดการเรียนรู้โดยใช้เกมประกอบการสอน

2.3.1 ความหมายของเกม

2.3.2 ความสำคัญของเกม

2.3.3 ประโยชน์ของเกม

2.3.3 การนำเกมมาใช้ประกอบการเรียนการสอน

2.3.4 การนำเกมมาใช้ในการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์

2.3.5 งานวิจัยในประเทศที่เกี่ยวข้องกับการจัดการเรียนรู้โดยใช้เกมประกอบการสอน

2.1 การจัดการเรียนรู้รูปแบบออนไลน์

2.1.1 ความหมายของการจัดการเรียนรู้รูปแบบออนไลน์

การจัดการเรียนรู้แบบออนไลน์ (Online learning) เป็นการศึกษาผ่านเครือข่ายอินเทอร์เน็ต ด้วยตนเอง ผู้เรียนสามารถเลือกเรียนตามความชอบของตนเอง ในส่วนของเนื้อหาประกอบด้วย ข้อความ รูปภาพ เสียง และวิดีโอ สิ่งเหล่านี้จะถูกส่งตรงไปยังผู้เรียนผ่าน Web Browser ทั้งผู้เรียน ผู้สอน และเพื่อนร่วมชั้นทุกคนสามารถติดต่อ สื่อสาร ปรึกษา แลกเปลี่ยนความคิดเห็นแบบเดียวกับการเรียนในชั้นเรียนทั่วไป โดยการใช้ E-mail Chat Social Network เป็นต้น การจัดการเรียนรู้แบบออนไลน์เป็นการสร้างการศึกษาที่มีปฏิสัมพันธ์คุณภาพสูง โดยไม่จำเป็นต้องเดินทาง เกิดความสะดวกและเข้าถึงได้อย่างรวดเร็ว ทุกสถานที่ ทุกเวลา เป็นการสร้างการศึกษาตลอดชีวิตให้กับประชากร (จักรกฤษณ์ โพดาพล, 2563: 3)

2.1.2 ข้อดีและข้อจำกัดของการจัดการเรียนรู้รูปแบบออนไลน์

1) ข้อดีของการจัดการเรียนรู้แบบออนไลน์

1.1 เป็นการเรียนที่มีคือยืดหยุ่นสูง ผู้เรียนผู้เรียนสามารถเลือกเรียนตามความชอบของตนเอง เข้าถึงได้ทุกสถานที่ ทุกเวลา ไม่จำเป็นต้องเดินทาง

1.2 สร้างนิสัยความมีวินัยและใฝ่เรียนรู้ของผู้เรียน

2) ข้อจำกัดของการจัดการเรียนรู้แบบออนไลน์

2.1 ผู้เรียนจำเป็นต้องมีความพร้อมของอุปกรณ์ สัญญาณอินเตอร์เน็ต และสภาพแวดล้อมไม่เอื้ออำนวยในการเรียนรู้แบบออนไลน์

2.2 ผู้เรียนขาดความกระตือรือร้นในการเรียน เนื่องจากมีปฏิสัมพันธ์กับครูและเพื่อนร่วมชั้นเรียนน้อย

2.2 แนวคิดเกี่ยวกับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

ความหมายของผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนเป็นความสามารถของนักเรียนในด้านต่างๆ ซึ่งเกิดจากนักเรียนได้รับประสบการณ์จากกระบวนการเรียนการสอนของครู โดยครูต้องศึกษาแนวทางในการวัดและประเมินผล การสร้างเครื่องมือวัดให้มีคุณภาพนั้น ได้มีผู้ให้ความหมายของผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนไว้ดังนี้

สมพร เชื้อพันธ์ (2547, หน้า 53) สรุปว่า ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ หมายถึง ความสามารถ ความสำเร็จและสมรรถภาพด้านต่างๆของผู้เรียนที่ได้จากการเรียนรู้อันเป็นผลมาจากการเรียนการสอน การฝึกฝนหรือประสบการณ์ของแต่ละบุคคลซึ่งสามารถวัดได้จากการทดสอบด้วยวิธีการต่าง ๆ

ปราณี กองจินดา (2549,หน้า 42) กล่าวว่า ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน หมายถึง ความสามารถหรือผลสำเร็จที่ได้รับจากกิจกรรมการเรียนการสอนเป็นการเปลี่ยนแปลงพฤติกรรมและประสบการณ์เรียนรู้ทางด้านพุทธิพิสัย จิตพิสัย และทักษะพิสัย และยังได้จำแนกผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนไว้ตามลักษณะของวัตถุประสงค์ของการเรียนการสอนที่แตกต่างกัน

พัฒนาพงษ์ สีกา (2551: 32) ได้ให้ความหมายของผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน หมายถึง ผลที่เกิดจากการกระทำของบุคคล ซึ่งเป็นการเปลี่ยนแปลงพฤติกรรมเนื่องจากการได้รับประสบการณ์โดยการเรียนรู้ด้วยตนเอง หรือจากการเรียนการสอนในชั้นเรียน และสามารถประเมิน หรือวัดประมาณค่าได้จากการทดสอบ หรือการสังเกตพฤติกรรมที่เปลี่ยนแปลง

วิษา สำราญใจ (2552: 20) ได้ให้ความหมายของ ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนว่า ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน หมายถึง ความรู้ที่ได้รับ หรือทักษะที่เกิดขึ้นจากการเรียนรู้ในวิชาต่างๆ ซึ่งวัดได้จากคะแนนที่ครูผู้สอนให้หรือคะแนนที่ได้จากการทดสอบ

2.3 เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการเกมประกอบการสอนเกม

2.3.1 ความหมายของเกม

เกม หมายถึง กิจกรรมที่มีระเบียบกฎเกณฑ์ เพื่อให้บรรลุวัตถุประสงค์ที่ ต้องการหรือมีการแข่งขันกันเพื่อชัยชนะ (ปราณี ทองคำ. 2539: 1)

เกม หมายถึง การแข่งขันระหว่างผู้เล่นเป็นรายบุคคล หรือมากกว่า 1 คน ก็ได้ ซึ่งเป็นการเล่นเพื่อจุดมุ่งหมายที่ตั้งไว้ โดยต้องอยู่ในกติกาที่กำหนด (ลดาวัลย์ แย้มครวญ. 2559: 11)

ดรัมเฮลเลอร์ (Drumheller อ้างถึงใน แน่งน้อย เพียร์สุขสวัสดิ์. 2525: 19) กล่าวถึงความหมายของเกมว่า หมายถึง การแข่งขันระหว่างคู่แข่งขัน ซึ่งเล่นเป็นรายบุคคลหรือ กลุ่มก็ได้ เล่นตามกติกาที่กำหนดให้ถึง

จุดมุ่งหมายของเกมที่ตั้งไว้ และอธิบายไว้ว่า เกม เป็นกิจกรรมที่ ถูกจัดขึ้น ภายใต้ข้อตกลงมีจุดมุ่งหมายที่แน่นอน และเป็นวิธีหนึ่งที่ส่งเสริมให้เด็กเกิดการเรียนรู้ ซึ่งสอดคล้องกับความหมายดังที่ ทิศนา แขมณี (2560: 82-83) ได้กล่าวว่า เกมเป็นวิธีการหนึ่ง ซึ่งสามารถนำมาใช้ในการสอนได้ดี โดยครูผู้สอนสร้างสถานการณ์สมมติขึ้นให้ผู้เรียนได้เล่นด้วยตนเอง ภายใต้ข้อตกลง หรือกติกาที่กำหนดให้ ซึ่งผู้เรียนจะต้องตัดสินใจทำอย่างใดอย่างหนึ่ง อันจะมีผล ออกมาในรูปการแพ้-ชนะ วิธีการนี้ช่วยให้ผู้เรียนได้วิเคราะห์ความรู้สึกนึกคิด และพฤติกรรมต่าง ๆ ที่มีอิทธิพลต่อการตัดสินใจ นอกจากนี้ยังช่วยให้ผู้เรียนเกิดความสนุกสนานในการเรียน

จากความหมายของเกมที่กล่าวมาข้างต้นสามารถสรุปได้ว่า เกม หมายถึง กิจกรรม หรือการเล่นที่ทำให้เด็กเกิดความสนุกสนาน เพลิดเพลิน ผ่อนคลาย พัฒนาทักษะ และการ เรียนรู้ส่งเสริมความคิดริเริ่มสร้างสรรค์ และความสัมพันธ์ที่ดีต่อกัน ซึ่งต้องกำหนดกฎเกณฑ์ หรือ กติกาการเล่น กระบวนการเล่น การเล่นอาจเล่นคนเดียว หรือมากกว่าโดยแบ่งเป็นกลุ่ม อาจมีอุปกรณ์ ในการประกอบการเล่นด้วยหรือไม่ก็ได้

2.3.2 ความสำคัญของเกม

ปัทมา เมืองลี. (2552) อ้างถึงใน สุกิจ ศรีพรหม. (2544: 23) กล่าวถึง ความสำคัญของการเล่นเกม ดังนี้

1. การเคลื่อนไหว (Movement) มีการส่งเสริมทักษะการเคลื่อนไหว ทุกรูปแบบทำให้สมรรถภาพทางกาย มีความแข็งแกร่งเพิ่มขึ้น
2. การผจญภัย (Adventure) เกมทำให้ผู้เล่นได้ความสนุกสนาน ตื่นเต้น ผจญภัย และเกิดความเร้าใจ
3. การค้นพบสิ่งใหม่ ๆ (Surprise) ทำให้ผู้เล่นได้ค้นพบสิ่งแปลก ๆ ใหม่ ๆ ด้วยตนเอง
4. โอกาส (Chance) ส่งเสริมและสร้างให้ผู้รู้โอกาส และจังหวะในการใช้ ทักษะต่างๆ ในการเล่น
5. ฝึกการคิด (Thinking) เป็นการคิดอย่างมีระบบ เพื่อนำไปสู่ความสำเร็จ ในการเล่นเกม
6. ทักษะ (skill) สร้างเสริมทักษะพื้นฐาน และทักษะความก้าวหน้าของ การเคลื่อนไหว และทางกลไกของร่างกาย
7. เกิดประการณ์ (Experience) ได้รับประสบการณ์ในการเล่น จากการเรียนรู้สิ่งใหม่ ๆ อันเป็นการเพิ่มประสบการณ์ชีวิต
8. ความสามัคคี (Co-operation) ส่งเสริมให้เกิดความสามัคคีในหมู่คณะ จนเกิดการยอมรับและช่วยเหลือกันและกัน
9. ได้เพื่อน (Friendship) ทำให้เกิดมิตรภาพและได้เพื่อน ได้เรียนรู้ลักษณะ นิสัย น้ำใจของบุคคลต่าง ๆ ในการเข้าร่วมกิจกรรม
10. สนุกสนาน (Enjoyment) เกิดความสนุกสนาน เพลิดเพลิน และ ผ่อนคลายอารมณ์เครียด
11. สมรรถภาพทางกาย (Physical Fitness) เกิดสมรรถภาพ ความแข็งแกร่งมีความทนทานของร่างกาย และสุขภาพพลามัยที่ดี
12. สมรรถภาพทางกลไก (Motor Fitness) เกิดความคล่องตัวของประสาท ตา หู มือ เท้า สามารถทำงานได้อย่างคล่องแคล่วและสัมพันธ์กัน
13. ความพร้อม (Readiness) เกิดความพร้อมทั้งทางด้านร่างกาย จิตใจ มีความตื่นตัว สดชื่น แจ่มใส พร้อมที่ที่จะปฏิบัติกิจกรรม

จากความหมายและคำจำกัดความข้างต้น สามารถสรุปได้ว่า ความสำคัญ ของเกม คือ ทำให้เกิดความสนุกสนาน ได้รับประสบการณ์ที่ดี สร้างความสามัคคีในหมู่คณะได้ และ ยังช่วยให้เกิดการเรียนรู้ได้

2.3.3 ประโยชน์ของเกม

ปัทมา เมืองลี (2552: 13-14) การเล่นเกมนั้นเป็นให้ประโยชน์แก่ผู้เล่น หลายด้านด้วยกัน เช่น

1) ทางด้านร่างกาย

1.1 สร้างเสริมทักษะการเคลื่อนที่ไหวที่จำเป็นต่อชีวิตประจำวัน

1.2 เป็นการพัฒนาทักษะเบื้องต้น เพื่อการฝึกกิจกรรมต่าง ๆ

1.3 ได้ออกกำลังกายอย่างถูกวิธี และมีการส่งเสริมสมรรถภาพ ทางกาย

1.4 มีผลต่อการพัฒนาระบบอวัยวะส่วนต่าง ๆ ของร่างกายให้ ทำงานอย่างมีประสิทธิภาพ

1.5 ได้พัฒนาสมองในการที่จะควบคุมส่วนต่าง ๆ ของร่างกาย เพื่อให้เกิดการเคลื่อนไหวและตอบสนองในสถานการณ์ต่าง ๆ

1.6 พัฒนาความคล่องแคล่วในการเคลื่อนไหวของร่างกายเพื่อให้ เกิดการเคลื่อนไหวและตอบสนองในสภาพการณ์ต่าง ๆ

1.7 พัฒนากลไกการเคลื่อนไหวของร่างกายให้เกิดทักษะและ เคลื่อนไหวอย่างมีประสิทธิ

1.8 ส่งเสริมทักษะพิเศษเฉพาะบุคคล เพื่อเป็นการนำไปใช้ใน การฝึกกิจกรรมหรือการเล่นกีฬาต่าง ๆ

2) ทางด้านจิตใจ

2.1 ได้รับความสนุกสนาน เพลิดเพลิน และผ่อนคลายความเครียด

2.2 เกิดทัศนคติที่ดีในการเล่น หรือสามารถหากิจกรรมที่เหมาะสม ให้กับตนเอง

2.3 ส่งเสริมและสร้างเสริมคุณธรรม คติธรรม และความมีจิตใจ เอื้อเฟื้อเผื่อแผ่

2.4 ช่วยให้มีอารมณ์ร่าเริง แจ่มใส

2.5 มีจิตใจเป็นนักประชาธิปไตย ยอมรับในความสามารถและ ความคิดเห็นของผู้อื่นในขณะเดียวกันก็กล้าที่จะแสดงความคิดเห็นต่อผู้อื่น

3) ทางด้านสังคม

3.1 เกิดมนุษย์สัมพันธ์ที่ดี และเข้ากับหมู่คณะได้

3.2 ฝึกการเป็นผู้ตามที่ดี และเกิดการยอมรับซึ่งกันและกัน

3.3 ยอมรับสภาพความแตกต่างระหว่างบุคคล

3.4 มีความกล้าแสดงออกอย่างเปิดเผย

3.5 เข้าร่วมกิจกรรมกลุ่มได้อย่างสง่าผ่าเผย และสามารถปรับตัว เข้ากลุ่มสังคมได้อย่างมีความสุข

4) ทางด้านอารมณ์

4.1 อารมณ์ที่แจ่มใส ร่าเริง

4.2 มีความเชื่อมั่นในตนเอง

4.3 รู้จักการเสียสละ ให้อภัย และไม่ถือโกรธ

2.3.4 การนำเกมมาใช้ประกอบการเรียนการสอน

ความหมาย “วิธีการสอนโดยใช้เกม” ทิศนา แขมมณี (2560: 81) ได้ให้ความหมายวิธีการสอนโดยใช้เกม คือ กระบวนการที่ผู้สอนใช้ในการช่วยให้ผู้เรียนเกิดการเรียนรู้ตามวัตถุประสงค์ที่กำหนด โดยการให้ผู้เรียนเล่นเกมตามกติกา และนำเนื้อ ข้อมูลของเกม พฤติกรรมการเล่น วิธีการเล่น และผลการเล่น เกมของผู้เรียนมาใช้อภิปราย เพื่อสรุปการเรียนรู้

สุวิทย์ มูลคำ และอรทัย มูลคำ (2545: 90) ได้อธิบายการจัดการเรียนรู้โดย ใช้เกมไว้ดังนี้ การจัดการเรียนรู้โดยใช้เกม คือ กระบวนการเรียนรู้ที่ผู้สอนให้ผู้เรียนได้เล่นเกมที่มี กฎเกณฑ์ กติกาเงื่อนไข หรือข้อตกลงร่วมกันที่ไม่ยุ่งยากซับซ้อน ทำให้เกิดความสนุกสนาน ร่าเริง เป็นการออกกำลังกาย เพื่อพัฒนาความคิดริเริ่มสร้างสรรค์ มีโอกาสแลกเปลี่ยนความรู้และ ประสบการณ์การเรียนรู้กับผู้อื่น โดยการนำเนื้อหา ข้อมูลของเกมพฤติกรรมการเล่น วิธีการเล่นและ ผลการเล่นมาใช้ในการอภิปรายเพื่อสรุปผลการเรียนรู้

วัฒนาพร ระงับทุกข์ (2542: 36) ได้กล่าวถึง เกมเป็นวิธีหนึ่งซึ่งสามารถ นำมาใช้ในการสอนได้ดี โดยผู้สอนสร้างสถานการณ์สมมติขึ้น ให้ผู้เรียนลงเล่นด้วยตนเองภายใต้ ข้อตกลง หรือกติกาบางอย่างที่กำหนดไว้วิธีการนี้จะช่วยให้ผู้เรียนได้วิเคราะห์ความรู้สึกนึกคิด และ พฤติกรรมต่าง ๆ ที่มีอิทธิพลต่อการตัดสิน นอกจากนั้นยังช่วยให้ผู้เรียนเกิดความสนุกสนาน ในการเรียนสอนด้วย 31 สรุปได้ว่า วิธีการสอนโดยใช้เกม หมายถึง กระบวนการที่ผู้สอนใช้ ในการช่วยให้ผู้เรียนเกิดการเรียนรู้ตามวัตถุประสงค์ที่กำหนด ช่วยให้ผู้เรียนได้วิเคราะห์ความรู้สึก นึกคิดและพฤติกรรมต่าง ๆ ที่มีอิทธิพลต่อการตัดสินใจ และผู้เรียนได้เรียนรู้จากประสบการณ์ตรงที่ อาจเกิดจากการที่ผู้สอนสร้างสถานการณ์สมมติ ภายใต้ข้อตกลงหรือกติกาที่ถูกกำหนด นอกจากนี้ ยังเกิดความสนุกสนานในการจัดการเรียนการสอน

1) วัตถุประสงค์ของวิธีการสอนโดยใช้เกม

วิธีการสอนโดยใช้เกมนั้น จะต้องคำนึกถึงวัตถุประสงค์ของใช้เกมเพื่อให้ ผู้เรียนเกิดการเรียนรู้ตามที่กำหนดไว้ กรมวิชาการ กล่าวถึงวิธีการสอนโดยใช้เกม เกมเป็นสิ่งที่เร้าความสนใจ นักเรียนอยากเรียนเพิ่มขึ้น ช่วยย้ำสิ่งที่เรียนไปแล้ว ตลอดทั้งรูปประโยคเกมต่าง ๆ สามารถนำสิ่งที่ เป็นปัญหาจากการเรียนมาฝึกซ้ำในรูปแบบของการเล่น ฝึกความฉับไวในความคิด การเกิดความเข้าใจ ในการปฏิบัติตามคำสั่งและใช้อย่างอัตโนมัติ ส่งเสริมเจตคดีที่ดีต่อภาษา (อัจฉราพรรณ โพธิ์ตุ่น. 2559: 17)

ทิศนา แขมมณี (2560: 81) ได้กล่าวถึงวัตถุประสงค์ของการใช้วิธีการสอน โดยใช้เกม เป็นวิธีการที่ช่วยให้ผู้เรียนได้เรียนรู้เรื่องต่าง ๆ อย่างสนุกสนานและท้าทายความสามารถ โดยผู้เรียนเป็นผู้เรียนเอง

ทำให้ได้รับประสบการณ์ตรง เป็นวิธีที่เปิดโอกาสให้ผู้เรียนมีส่วนร่วมสูง สุกิจ ศรีพรหม (2544: 75) ได้กล่าวถึงวัตถุประสงค์การจัดกิจกรรม การเรียนการสอนที่ใช้เกมประกอบการสอน ดังนี้

1. เพื่อเตรียมสภาพทางอารมณ์ของผู้เรียนให้พร้อมใน ด้านการเรียน

2. เพื่อฝึกให้นักเรียนเป็นคนช่างสังเกต มีไหวพริบเฉลียวฉลาด รู้จักเหตุผล พากเพียรและอดทน

3. เพื่อฝึกให้นักเรียนเป็นคนรู้จักพึ่งตนเอง

4. เพื่อฝึกให้นักเรียนเป็นคนดี มีมารยาท และจริยธรรม กล่าวคือ ให้รู้จักทีเขาทีเรา เป็นคนมีระเบียบแบบแผน มีวินัย ความซื่อสัตย์ และมีความสามัคคี

5. เพื่อปลูกฝังความมีน้ำใจเป็นนักกีฬาให้คนที่ร่าเริงแจ่มใส เพื่อที่จะได้เป็นนักต่อสู้ชีวิต เต็มไปด้วยความร่าเริงเบิกบาน และมีความคิดก้าวหน้าอยู่เสมอ กล่าวโดยสรุปได้ว่า วัตถุประสงค์ของวิธีการสอนโดยใช้เกม คือ เน้นให้ ผู้เรียนเกิดการเรียนรู้ การฝึก และพัฒนาทักษะต่าง ๆ โดยผู้เรียนเป็นผู้เรียนเอง ทำให้ได้รับประสบการณ์ตรง เป็นวิธีที่เปิดโอกาสให้ผู้เรียนมีส่วนร่วมสูง

2) ขั้นตอนการสอนโดยใช้เกม

ในการสอนโดยใช้เกมนั้นต้องให้ผู้เรียนเกิดความรู้ความเข้าใจให้เกิดทักษะ เบื้องต้น และความสนุกสนานเพลิดเพลินกับเกมนั้น ๆ ดังนั้นการสอนโดยใช้เกมต้องการทำให้เกิดผล ตามวัตถุประสงค์ของการสอน ซึ่งมีท่านผู้รู้ได้สรุปขั้นตอนในการสอนโดยใช้เกม ดังนี้ต่อไปนี้ สุวิทย์ มูลคำ และอรทัย มูลคำ (2545: 93-96) ได้สรุปขั้นตอนการจัด การเรียนรู้โดยใช้เกม ดังนี้

1. ขั้นเลือกเกม เกมที่นำมาใช้ในการจัดการเรียนรู้ส่วนใหญ่จะเป็น เกมที่เรียกว่า “เกมการศึกษา” คือ เป็นเกมที่มีวัตถุประสงค์ชัดเจน โดยมุ่งให้ผู้เล่นเกิดการเรียนรู้ตาม วัตถุประสงค์ ดังนั้นผู้สอนจะต้องเลือกเกมเพื่อนำมาใช้ในการจัดการเรียนรู้

1.1 ผู้สอนสร้างเกมขึ้นมาให้เหมาะสมกับวัตถุประสงค์ ของการเรียนรู้ ซึ่งหากผู้สอนต้องการสร้างเกมขึ้นมาใช้เอง ผู้สอน จึงต้องมีความรู้ความเข้าใจเกี่ยวกับวิธีการสร้าง และจะต้อง ทดลองใช้เกมที่สร้างหลาย ๆ ครั้ง จนกระทั้งมั่นใจว่าสามารถใช้ ได้ดีตามวัตถุประสงค์

1.2 ผู้สอนเลือกเกมที่สร้างขึ้นมาแล้วดัดแปลงให้ เหมาะสมกับวัตถุประสงค์ของการสอนของตนก็ได้ ซึ่งการดัดแปลง หรือทดลองใช้ก่อน เพื่อจะได้เห็นประเด็นหรือข้อขัดแย้งต่าง ๆ ซึ่งจะช่วยให้มีการเตรียมการป้องกันหรือแก้ไขไว้ล่วงหน้า

1.3 จัดเตรียมอุปกรณ์ที่ใช้ประกอบการเล่นไว้ในพร้อม

1.4 จัดเตรียมสถานที่เล่นให้พร้อมและคำนึงถึง ความปลอดภัย

2. ขั้นชี้แจงการเล่น และกติกา ผู้สอนควรดำเนินการ ดังนี้

2.1 บอกชื่อเกมแก่ผู้เล่น

2.2 ชี้แจงกติกา โดยผู้สอนควรจัดลำดับขั้นตอน และให้ รายละเอียดที่ชัดเจนพร้อมทั้งเปิดโอกาสให้ผู้เรียนซักถามได้

2.3 สาธิตการเล่น เกมที่มีวิธีการเล่นที่ซับซ้อนบางครั้ง อาจต้องมีการสาธิตก่อน

2.4 ซ้อมก่อนเล่นจริง เกมที่มีวิธีการซับซ้อน นอกจาก สาธิตแล้ว ยังอาจจำเป็นที่จะให้ผู้เล่นซ้อมเล่นก่อน เพื่อความ เข้าใจที่ชัดเจน

3. ขั้นเล่นเกม

3.1 จัดสถานที่สำหรับเล่นเกมให้เอื้อต่อการเล่น

3.2 ให้ผู้เรียนเล่นเกม และผู้สอนควบคุมการเล่นให้เป็นไป ตามขั้นตอน และในบางครั้งกรณีต้องควบคุมเวลาในการเล่นด้วย

3.3 ผู้สอนติดตามสังเกตพฤติกรรมการเล่นของผู้เรียน อย่างใกล้ชิด และควรบันทึกข้อมูลที่เป็นประโยชน์ต่อการเรียนรู้ไว้ เพื่อนำไปใช้โดยการอภิปรายหลังการเล่น หรือผู้สอนอาจ มอบหมายให้ผู้เรียนบางคนทำหน้าที่สังเกตการณ์เล่น บันทึก พฤติกรรมและควบคุมเวลาเล่นด้วยก็ได้

4. ขั้นอภิปรายหลังการเล่น และสรุปผล เป็นขั้นตอนที่สำคัญมาก สำหรับการจัดการเรียนรู้โดยใช้เกม เพราะจุดเน้นของเกมอยู่ที่การเรียนรู้ยุทธวิธีต่าง ๆ ที่เอาชนะ อุปสรรค เพื่อให้ไปถึงเป้ามหายที่ต้องการ เชื่อมโยงไปประเด็นการเรียนรู้ตามวัตถุประสงค์ที่ตั้งไว้ ดังนั้นการดำเนินการอภิปรายหลังการเล่นเกมควรดำเนินการ ดังนี้

4.1 ผู้สอนควรตั้งประเด็นคำถามเพื่อนำไปสู่การอภิปราย

4.2 ประเด็นคำถามเกี่ยวกับเทคนิค หรือทักษะต่าง ๆ ที่ ผู้เรียนได้รับ เช่น ผู้เรียนได้พัฒนาทักษะอะไรบ้าง ได้พัฒนามาก น้อยเพียงใด ประสบความสำเร็จ

4.3 ประเด็นคำถามเกี่ยวข้องกับเนื้อหาสาระต่าง ๆ ที่ได้รับ เช่น การทดสอบความรู้ การให้เขียนแผนผังความคิด เป็นต้น

5. ขั้นประเมิน การประเมินการเล่น ก่อให้เกิดประโยชน์ต่อตัว ครูผู้สอน และผู้เรียน ซึ่งเป็นผู้เล่นอาจแบ่งการประเมินได้เป็น 2 อย่างด้วยกัน คือ

5.1 ประเมินตัวเกม และกระบวนการเล่นเกมว่า เกม น่าสนใจ หรือไม่คงถาวรเพียงใด

5.2 ประเมินประสิทธิภาพของเกมว่าสอดคล้องกับ วัตถุประสงค์หรือไม่ ผู้เรียนได้เกิดการเรียนรู้ หรือฝึกทักษะ กระบวนการต่าง ๆ ที่กำหนดไว้หรือไม่ สรุปได้ว่า ขั้นตอนในการสอนโดยใช้เกมไว้ 4 ขั้นตอน ดังนี้

1. ผู้สอนนำเสนอเกม บอกชื่อเกม ชี้แจงวิธีการเล่น และกติกา

2. ผู้เรียนเล่นเกมตามกติกา

3. ผู้สอน และผู้เรียนอภิปรายเกี่ยวกับผลการล่น วิธีการ หรือพฤติกรรมของผู้เรียน 4. ผู้สอนประเมินผลการเรียนรู้ของผู้เรียน

3) ลักษณะของเกมประกอบการเรียนการสอน

ปัทมา เมืองลี(2552: 17) กล่าวถึงข้อดีและข้อจำกัดของวิธีสอน โดยใช้เกม ดังนี้

1. ช่วยให้นักเรียนเกิดความสนใจและมีความสนุกสนานในการเล่น พร้อมทั้งเป็นการฝึกทบทวนเนื้อหาจากบทเรียนด้วย

2. มีคำสั่งและกติกาในการเล่นชัดเจนไม่ซับซ้อน

3. ใช้เวลาในช่วงสั้น ๆ

4. ถ้า “ เกม” มีลักษณะการแข่งขัน ควรที่จะง่ายในการตรวจสอบ และการตัดสินให้คะแนน

5. ต้องเปิดโอกาสให้นักเรียนมีส่วนช่วยในกิจกรรมได้อย่างทั่วถึง

6. ครูควรจะควบคุมดูแลการเล่นให้อยู่ในขอบข่ายที่จะไม่รบกวน ห้องข้างเคียง ถ้าหากเกมใดที่ครูเห็นว่าไม่เหมาะสมที่จะเล่นในห้องเรียนก็ควรจะหาสถานที่ใหม่

7. ในกรณีที่ต้องการใช้สถานที่ที่กว้างกว่าห้องเรียนก็ควรจัดเตรียม สถานที่นั้นไว้ก่อนล่วงหน้า

8. เกมแต่ละชนิดใช้อุปกรณ์ที่สามารถประดิษฐ์ขึ้นเองได้ง่าย ๆ และสามารถนำมาดัดแปลงใช้เป็นอุปกรณ์การสอนได้อย่างดี

9. เกมนั้นควรได้ให้นักเรียนมีการเคลื่อนไหวส่วนต่าง ๆ ของ ร่างกายบ้างตามสมควร

4) ข้อดีและข้อจำกัดของวิธีสอนโดยใช้เกม

ทิศนา แขมมณี (2560 :85) กล่าวถึงข้อดีและข้อจำกัดของวิธีสอน โดยใช้เกม ดังนี้

1. ข้อดี

1.1 เป็นวิธีสอนที่ช่วยให้ผู้เรียนมีส่วนร่วมในการเรียนรู้สูง ผู้เรียนได้รับความสนุกสนาน และเกิดการเรียนรู้จากการเล่น

1.2 เป็นวิธีสอนที่ช่วยให้ผู้เรียนเกิดการเรียนรู้โดยการ เห็นประจักษ์แจ้งด้วยตนเอง ทำให้การเรียนรู้นั้นมีความหมายและ อยู่คงทน

1.3 เป็นวิธีสอนที่ผู้สอนไม่เหนื่อยแรงมากขณะสอนและ ผู้เรียนชอบ

2. ข้อจำกัด

2.1 เป็นวิธีสอนที่ใช้เวลามาก

2.2 เป็นวิธีสอนที่มีค่าใช้จ่าย เนื่องจากเกมบางเกมต้อง ซื้อหามาโดยเฉพาะเกมจำลองสถานการณ์บางเกมมีราคาสูงมาก เนื่องจากการเล่นเกมส่วนใหญ่ผู้เรียนทุกคนต้องมีวัสดุอุปกรณ์ใน การเล่นเฉพาะตน

2.3 เป็นวิธีสอนที่ขึ้นกับความสามารถของผู้สอน ผู้สอน จำเป็นต้องมีความรู้ความเข้าใจเกี่ยวกับการสร้างเกม จึงจะ สามารถสร้างได้

2.4 เป็นวิธีสอนที่ต้องอาศัยการเตรียมการมาก เกมเพื่อ การฝึกทักษะแม้จะไม่ยุ่งยากซับซ้อนนัก แต่ผู้สอนจำเป็นต้อง จัดเตรียมวัสดุอุปกรณ์ในการเล่นให้ผู้เรียนจำนวนมาก เกม การศึกษา และเกมจำลองสถานการณ์ผู้สอนจำเป็นต้องศึกษา และ ทดลองใช้จนเข้าใจซึ่งต้องอาศัยเวลามากโดยเฉพาะเกมที่มี ความซับซ้อนมาก และผู้เล่นจำนวนมากยิ่งต้องใช้เวลามากขึ้นอีก

2.5) เป็นวิธีสอนที่ผู้สอนต้องมีทักษะในการนำการ อภิปรายที่มีประสิทธิภาพ จึงจะสามารถช่วยให้ผู้เรียนประมวล และสรุปการเรียนรู้ได้ตามวัตถุประสงค์

2.3.5 งานวิจัยในประเทศที่เกี่ยวข้องกับการจัดการเรียนรู้โดยใช้เกมประกอบการสอน

ประทิว มีเสน. (2537) อ้างอิงใน ปัทมา เมืองลี. (2552: 23) ได้เปรียบเทียบ ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและทักษะกระบวนการการทางการวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษา ปีที่ 4 ที่สอนโดยการใช้เกมทางวิทยาศาสตร์กับการสอนตามแผนของกรมวิชาการ พบว่า ผลสัมฤทธิ์ ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ของนักเรียนทั้ง 2 กลุ่ม แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 และทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนทั้ง 2 กลุ่มไม่แตกต่างกัน

เขมิกาญจน์ทองมา. (2540) อ้างอิงใน ปัทมา เมืองลี. (2552: 23) ได้ศึกษา ผลสัมฤทธิ์ด้านทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์และความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ของ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ที่ได้รับการสอนโดยฝึกสร้างเกมวิทยาศาสตร์คอมพิวเตอร์กับการสอน ตามแนวการสอนของสสวท. พบว่าผลสัมฤทธิ์ด้านทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนทั้ง 2 กลุ่มไม่แตกต่างกัน แต่ความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนทั้ง 2 กลุ่มแตกต่างกัน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

อัจฉราพรรณ โพธิ์ตุ่น (2558: 105) ได้เปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน วิชาภาษาอังกฤษก่อนเรียนและหลังเรียนของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ที่ได้รับการสอนโดยใช้เกม ตามแนวการเรียนรู้โดยใช้สมองเป็นฐาน พบว่ามีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาภาษาอังกฤษหลังเรียนสูง กว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

ลดาวัลย์ แย้มครวญ (2559: 112-113) ได้ทำการวิจัยเกี่ยวกับการออกแบบและ พัฒนาเกมเพื่อการเรียนรู้ที่ส่งเสริมการเรียนรู้ด้านความรู้ ทักษะกระบวนการ และเจตคติที่ดีสำหรับ วิชาคณิตศาสตร์ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 โดยใช้เกมเป็นสื่อเสริมในการเรียนการสอน ซึ่งแบ่งเป็น กลุ่มทดลอง หรือกลุ่มที่เรียนแบบปกติร่วมกับเกมเพื่อการเรียนรู้ และกลุ่มควบคุม หรือกลุ่มที่เรียน แบบปกติ โดยเก็บรวบรวมข้อมูลจากแบบทดสอบก่อนเรียน และหลังเรียนกับเกมเพื่อการเรียนรู้ ผลการประเมินความสามารถของเกมเพื่อการเรียนรู้โดยผู้เชี่ยวชาญอยู่ในระดับมาก 42 ($\overline{x}$ = 4.12, S.D = 1.02) ผลคะแนนก่อนเรียนและหลังเรียนและผลต่างคะแนนเฉลี่ยรวมทุกบทเรียน รวมทุกทักษะของกลุ่มทดลองสูงกว่ากลุ่มควบคุมอย่างมีนัยสำคัญ

ทางสถิติที่ระดับ .05 และกลุ่ม ทดลองมีเจตคติต่อวิชาคณิตศาสตร์ดีขึ้นในทุกด้านอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

บทที่ 3

วิธีดำเนินการงานวิจัย

ในการวิจัยครั้งนี้ คณะผู้วิจัยได้ดำเนินการตามลำดับขั้นตอน ดังนี้

3.1 การกำหนดประชากรและกลุ่มตัวอย่าง

3.2 การกำหนดเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

3.3 ขั้นตอนการสร้างเครื่องมือ

3.4 การเก็บรวบรวมข้อมูล

3.5 การวิเคราะห์ข้อมูล

3.6 สถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล

3.1 การกำหนดประชากรและกลุ่มตัวอย่าง

ประชากรที่ใช้ในการวิจัย

ประชากรที่ใช้ในการวิจัย เป็นนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 โรงเรียนทุ่งศรีอุดม ในภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2569 จำนวนนักเรียน 60 คน

ระยะเวลาในการทดลอง

การวิจัยครั้งนี้ได้ดำเนินการทดลองในภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2569ใช้ระยะเวลาในการทดลอง 3 สัปดาห์ สัปดาห์ละ 1 วัน วันละ 2 คาบเรียน ตั้งแต่วันที่ กรกฎาคม - สิงหาคม 2569

เนื้อหาที่ใช้ในการวิจัย

เนื้อหาที่ใช้ในการวิจัยอยู่ในรายวิชาเคมี ซึ่งอยู่ในกลุ่มสาระวิทยาศาสตร์เพิ่มเติม สาระชีววิทยา 3 หลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พ.ศ. 2551 (ฉบับปรับปรุง พ.ศ. 2560) ตามหนังสือเรียนรายวิชาวิทยาศาสตร์เพิ่มเติม ชีววิทยาเล่ม 3 ในหน่วยการเรียนรู้ที่ 3 การสังเคราะห์ด้วยแสงเรื่อง ปฏิกิริยาแสง

3.2 การกำหนดเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้ ประกอบด้วย

- แผนการจัดการเรียนรู้ เรื่อง ปฏิกิริยาแสง จำนวน 1 แผนการจัดการเรียนรู้
- แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่อง ปฏิกิริยาแสง
- สื่อการสอนรูปแบบเกมสรุปบทเรียนด้วยตนเอง เรื่อปฏิกิริยาแสง

3.3 ขั้นตอนการสร้างเครื่องมือ

3.3.1 การสร้างแผนการจัดการเรียนรู้ เรื่อง ปฏิกิริยาแสง

1. ศึกษาหลักสูตร มาตรฐานการเรียนรู้ ผลการเรียนรู้ที่คาดหวัง และตัวชี้วัดวิชาวิทยาศาสตร์ระดับชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย ตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน

2. ศึกษาเนื้อหาที่ใช้ในการเรียนการสอน เรื่อง ปฏิกิริยาแสงจากเว็บไซต์หรือจากหนังสือเรียน และงานวิจัยต่าง ๆ

3. ดำเนินการสร้างแผนการจัดการเรียนรู้ ซึ่งแผนการจัดการเรียนรู้ที่ใช้ประกอบการเรียนการสอนในภาคบรรยาย ประกอบไปด้วย 1 แผนการเรียนรู้ ภายในระยะเวลา 2 สัปดาห์ สัปดาห์ละ 1 วัน วันละ 2 คาบ เรียน รวมทั้งสิ้น 4 คาบเรียน

3.3.2 การสร้างแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาเคมี เรื่อง ปฏิกิริยาแสง

1. สร้างแบบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาชีววิทยาเรื่อง ปฏิกิริยาแสง โดยมี 1 ตอน เป็นข้อสอบแบบเลือกตอบ (Multiple choice) 4 ตัวเลือก จำนวน 15 ข้อ โดยมีเกณฑ์การให้คะแนนคือ ตอบถูกได้ 1 คะแนน และ ตอบผิดได้ 0 คะแนน

2. นำแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนที่สร้างขึ้นไปให้ผู้เชี่ยวชาญด้านการสอน วิชาชีววิทยาตรวจสอบความถูกต้องของเนื้อหา และความเที่ยงตรงเชิงเนื้อหา เพื่อนำไปหาค่าดรรชนีความสอดคล้อง (IOC) โดยกำหนดเกณฑ์การให้คะแนนเพื่อนำข้อเสนอแนะมาปรับปรุง ดังนี้

คะแนน +1 แสดงว่า ข้อสอบมีความสอดคล้องกับจุดประสงค์ และผลการเรียนรู้ที่คาดหวัง

คะแนน 0 แสดงว่า ข้อสอบอาจไม่มีความสอดคล้องกับจุดประสงค์ และผลการเรียนรู้ที่คาดหวัง

คะแนน -1 แสดงว่า ข้อสอบไม่มีความสอดคล้องกับจุดประสงค์ และผลการเรียนรู้ที่คาดหวัง

ผลคะแนนของผู้เชี่ยวชาญในแต่ละข้อจะนำไปหาค่าดัชนีความสอดคล้อง (IOC) เพื่อหาความเที่ยงตรงในเชิงเนื้อหา โดยผู้วิจัยคัดเลือกข้อที่มีค่าดัชนีความสอดคล้องตั้งแต่ 0.5 ขึ้นไป จากข้อสอบ 10 ข้อ ผ่านเกณฑ์ 10 ข้อ

3. นำแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนที่ได้ปรับปรุงและตรวจสอบความถูกต้องเรียบร้อยแล้วไปใช้กับกลุ่มเป้าหมาย

3.3.3 สื่อการสอนรูปแบบเกมสรุปบทเรียนด้วยตนเองเรื่อง ปฏิกิริยาแสง

1. ศึกษาเนื้อหาที่ใช้ในการเรียนการสอน เรื่อง ปฏิกิริยาแสงจากเว็บไซต์หรือจาก หนังสือเรียน อจท

2. ออกแบบการจัดทำสื่อการสอนรูปแบบเกมสรุปบทเรียนด้วยตนเอง ด้วย power point

3. จัดทำแบบฝึดหัด เพื่อใช้ตรวจสอบความเข้าใจหลังเล่มเกมทบทวนบทเรียนด้วยตนเอง เรื่องปฏิกิริยา

3.4. การเก็บรวบรวมข้อมูล

3.4.1 แบบแผนที่ใช้ในการวิจัย

การวิจัยครั้งนี้เป็นการวิจัยเชิงทดลอง (Experimental research) ซึ่งดำเนินการทดลองกับกลุ่มเป้าหมายเดียว ตามแบบแผนการทดลองแบบ one group pretest-posttest design

กลุ่มตัวอย่าง	สอบก่อนทดลอง	สิ่งทดลอง	สอบหลังทดลอง
E	-	X	O_1

เมื่อ E แทน กลุ่มเป้าหมายที่ใช้ในการทดลอง

O_1 การทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาเคมี เรื่อง ปฏิกิริยาแสง ก่อนเรียน

O_2 การทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาเคมีเรื่อง ปฏิกิริยาแสง หลังการสอนโดยใช้สื่อการสอนรูปแบบเกมสรุปบทเรียนเรื่องปฏิกิริยาแสง

X1 แทน การสอนโดยใช้สื่อการสอนจากสื่อการสอนรูปแบบเกมสรุปบทเรียนเรื่องปฏิกิริยาแสง

3.5. สถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล

ผู้วิจัยดำเนินการจัดกระทำและการวิเคราะห์ข้อมูล โดยใช้สถิติการวิเคราะห์ข้อมูลดังต่อไปนี้

3.5.1 ค่าเฉลี่ยเลขคณิต (Mean) ของคะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาฟิสิกส์ เรื่องการเคลื่อนที่แบบต่าง ๆ โดยใช้สูตร (ล้วน สายยศ; และ อังคณา สายยศ. 2538: 73)

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

$\bar{X}$ = แทน ค่าเฉลี่ยของคะแนน

∑X = แทน ผลรวมของคะแนนแต่ละตัว

N = จำนวนนักเรียนกลุ่มตัวอย่าง

3.5.2 การหาค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน (Standard Deviation) ของคะแนน ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาฟิสิกส์ เรื่องการเคลื่อนที่แบบต่าง ๆ โดยใช้สูตร (ล้วน สายยศ; และ อังคณา สายยศ. 2538: 79)

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

S^2 แทน ความเบี่ยงเบนมาตรฐานของคะแนน

$\sum X$ แทน ผลรวมของคะแนนทั้งหมด

$\sum X^2$ แทน ผลรวมของคะแนนแต่ละตัวยกกำลังสอง

N แทน จำนวนนักเรียนกลุ่มตัวอย่าง

บทที่ 4

การวิเคราะห์ข้อมูล

การนำเสนอผลการวิเคราะห์ข้อมูล ผู้วิจัยได้นำเสนอผลวิเคราะห์ข้อมูล เป็นดังนี้

4.1 ผลคะแนนสอบของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ก่อนและหลังการใช้สื่อการสอนรูปแบบเกมสรุปบทเรียนเรื่อง ปฏิกิริยาแสง

4.2 คะแนนพัฒนาการของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 โรงเรียนทุ่งศรีอุดม เรื่อง ปฏิกิริยาแสง หลังการใช้สื่อการสอนรูปแบบเกมสรุปบทเรียนเรื่อง ปฏิกิริยาแสง

4.3แบบประเมินความพึงพอใจหลังการใช้สื่อการสอนรูปแบบเกมสรุปบทเรียนเรื่อง ปฏิกิริยาแสง

4.1 ผลคะแนนของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ก่อนและหลังการใช้แบบฝึกทักษะปฏิกิริยาแสง

ในการวิจัยครั้งนี้ ผู้วิจัยได้นำเสนอผลการวิเคราะห์ข้อมูล ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่อง ปฏิกิริยาแสง ของนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 โรงเรียนทุ่งศรีอุดม ก่อนและหลังการใช้สื่อการสอนรูปแบบเกมสรุปบทเรียนด้วยตนเองเป็นดังตาราง

ตารางที่ 1 ผลคะแนนของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ก่อนและหลังการใช้สื่อการสอนรูปแบบเกมสรุปบทเรียนเรื่อง ปฏิกิริยาแสง

ลำดับนักเรียน	คะแนนก่อนเรียน (15)		คะแนนหลังเรียน (15)	
	คะแนน	ร้อยละ	คะแนน	ร้อยละ
1	5	33.33	15	100
2	3	20	13	86.67
3	5	33.33	13	86.67
4	5	33.33	8	53.33
5	2	13.33	14	93.33
6	4	26.67	13	86.67
7	4	26.67	13	86.67
8	2	13.33	15	100
9	7	46.67	14	93.33
10	3	20	14	93.33
11	4	26.67	13	86.67

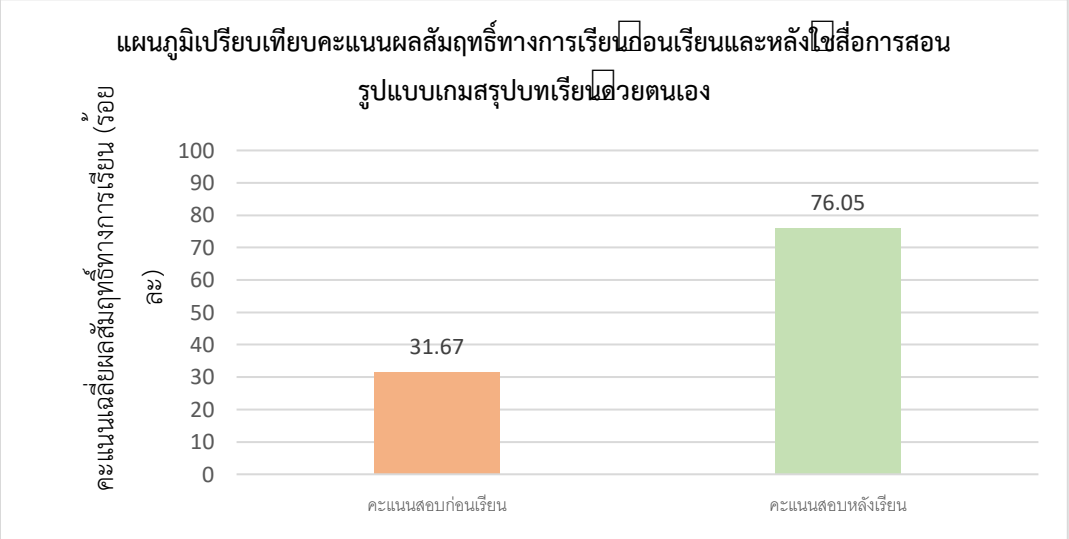
ลำดับนักเรียน	คะแนนก่อนเรียน (15)		คะแนนหลังเรียน (15)	
	คะแนน	ร้อยละ	คะแนน	ร้อยละ
12	6	40	13	86.67
13	5	33.33	14	93.33
14	4	26.67	11	73.33
15	5	33.33	12	80
16	5	33.33	8	53.33
17	7	46.67	13	86.67
18	4	26.67	11	73.33
19	5	33.33	13	86.67
20	5	33.33	14	93.33
21	2	13.33	11	73.33
22	5	33.33	15	100
23	5	33.33	13	86.67
24	6	40	12	80
25	5	33.33	15	100
26	3	20	13	86.67
27	5	33.33	12	80
28	0	0	10	66.67
29	6	40	12	80
30	6	40	14	93.33
31	7	46.67	12	80
32	7	46.67	14	93.33
33	5	33.33	15	100
34	3	20	13	86.67
35	5	33.33	13	86.67
36	4	26.67	11	73.33
37	2	13.33	14	93.33

38	4	26.67	13	86.67
39	4	26.67	13	86.67
40	2	13.33	15	100
41	7	46.67	14	93.33
42	3	20	14	93.33
43	4	26.67	13	86.67
44	6	40	13	86.67
45	5	33.33	14	93.33
46	4	26.67	11	73.33
47	5	33.33	12	80
48	5	33.33	9	60
49	7	46.67	13	86.67
50	4	26.67	11	73.33
51	5	33.33	13	86.67
52	5	33.33	14	93.33
53	2	13.33	11	73.33
54	5	33.33	15	100
55	5	33.33	13	86.67
56	6	40	12	80
57	5	33.33	15	100
58	3	20	13	86.67
59	5	33.33	12	80
60	6	40	14	93.33
เฉลี่ย ($\bar{X}$)	4.9	32.67	12.67	84.44
ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (S.D.)	1.56		1.73	-

จากตารางที่ 1 ผลคะแนนของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ก่อนและหลังการใช้สื่อการสอนรูปแบบเกมสรุปบทเรียนด้วยตนเอง เรื่องปฏิกิริยาแสง โดยมีคะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนก่อนเรียน เป็น

คะแนนเฉลี่ย 4.90 คะแนน คิดเป็นร้อยละ 32 มีค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน 1.5 และคะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังใช้สื่อการสอนรูปแบบเกมสรุปบทเรียนด้วยตนเอง เรื่องปฏิกิริยาแสง เป็นคะแนนเฉลี่ย 12.67คะแนน คิดเป็นร้อยละ 84.44 มีค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน 1.73 ดังนั้น นักเรียนที่ได้ใช้สื่อการสอนรูปแบบเกมสรุปบทเรียนด้วยตนเอง เรื่องปฏิกิริยาแสงมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังใช้สูงกว่าก่อนเรียน โดยเมื่อมีการเปรียบเทียบคะแนนเฉลี่ยผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนก่อนและหลังใช้สื่อการสอนรูปแบบเกมสรุปบทเรียนด้วยตนเอง พบว่าหลังใช้แบบฝึกทักษะมีคะแนนเฉลี่ยเพิ่มขึ้นร้อยละ แสดงดังภาพที่ 2

ภาพที่ 2 แผนภูมิเปรียบเทียบคะแนนเฉลี่ยผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนก่อนและหลังการใช้แบบฝึกทักษะพันธุศาสตร์ประชากร โดยคิดเป็นคะแนนร้อยละ



4.2 คะแนนพัฒนาการของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ห้อง 1 โรงเรียนทุ่งศรีอุดมเรื่องปฏิกิริยาแสง หลังการใช้สื่อการสอนรูปแบบเกมสรุปบทเรียนด้วยตนเอง

ผู้วิจัยได้ใช้แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่อง ปฏิกิริยาแสง ศึกษาคะแนนพัฒนาการของนักเรียนที่ได้ใช้สื่อการสอนรูปแบบเกมสรุปบทเรียนด้วยตนเอง เรื่องปฏิกิริยาแสง โดยมีการใช้สูตรคะแนนพัฒนาการสัมพัทธ์ ผลปรากฏดังตารางที่ 1 แล้วนำมาหาจำนวนและร้อยละของนักเรียนที่มีคะแนนพัฒนาการหลังได้ใช้สื่อการสอนรูปแบบเกมสรุปบทเรียนด้วยตนเอง เรื่องปฏิกิริยาแสง ในแต่ละระดับพัฒนาการ ดังตารางที่ 2

ตารางที่ 2 ผลคะแนนพัฒนาการหลังการใช้สื่อการสอนรูปแบบเกมสรุปบทเรียนด้วยตนเองเรื่อง ปฏิกิริยาแสง

ลำดับ	คะแนนก่อนเรียน (15 คะแนน)	คะแนนหลังเรียน (15 คะแนน)	คะแนนพัฒนาการสัมพัทธ์ (ร้อยละ)	ระดับพัฒนาการสัมพัทธ์
1	5	15	100	พัฒนาการสูงมาก
2	3	13	83.33	พัฒนาการสูงมาก
3	5	13	80	พัฒนาการสูงมาก
4	5	8	30	พัฒนาการปานกลาง
5	2	14	92.31	พัฒนาการสูงมาก
6	4	13	81.82	พัฒนาการสูงมาก
7	4	13	81.82	พัฒนาการสูงมาก
8	2	15	100	พัฒนาการสูงมาก
9	7	14	87.5	พัฒนาการสูงมาก
10	3	14	91.67	พัฒนาการสูงมาก
11	4	13	81.82	พัฒนาการสูงมาก
12	6	13	77.78	พัฒนาการสูงมาก
13	5	14	90	พัฒนาการสูงมาก
14	4	11	63.64	พัฒนาการสูง
15	5	12	70	พัฒนาการสูง
16	5	8	30	พัฒนาการปานกลาง
17	7	13	75	พัฒนาการสูง
18	4	11	63.64	พัฒนาการสูง
19	5	13	80	พัฒนาการสูงมาก
20	5	14	90	พัฒนาการสูงมาก
21	2	11	69.23	พัฒนาการสูง
22	5	15	100	พัฒนาการสูงมาก
23	5	13	80	พัฒนาการสูงมาก
24	6	12	66.67	พัฒนาการสูง
25	5	15	100	พัฒนาการสูงมาก
26	3	13	83.33	พัฒนาการสูงมาก
27	5	12	70	พัฒนาการสูง
28	0	10	66.67	พัฒนาการสูง

ลำดับ	คะแนนก่อนเรียน (15 คะแนน)	คะแนนหลังเรียน (15 คะแนน)	คะแนนพัฒนาการสัมพัทธ์ (ร้อยละ)	ระดับพัฒนาการสัมพัทธ์
29	6	12	66.67	พัฒนาการสูง
30	6	14	88.89	พัฒนาการสูงมาก
31	7	12	62.5	พัฒนาการสูง
32	7	14	87.5	พัฒนาการสูงมาก
33	5	15	100	พัฒนาการสูงมาก
34	3	13	83.33	พัฒนาการสูงมาก
35	5	13	80	พัฒนาการสูงมาก
36	4	11	63.64	พัฒนาการสูง
37	2	14	92.31	พัฒนาการสูงมาก
38	4	13	81.82	พัฒนาการสูงมาก
39	4	13	81.82	พัฒนาการสูงมาก
40	2	15	100	พัฒนาการสูงมาก
41	7	14	87.5	พัฒนาการสูงมาก
42	3	14	91.67	พัฒนาการสูงมาก
43	4	13	81.82	พัฒนาการสูงมาก
44	6	13	77.78	พัฒนาการสูงมาก
45	5	14	90	พัฒนาการสูงมาก
46	4	11	63.64	พัฒนาการสูง
47	5	12	70	พัฒนาการสูง
48	5	9	40	พัฒนาการปานกลาง
49	7	13	75	พัฒนาการสูง
50	4	11	63.64	พัฒนาการสูง
51	5	13	80	พัฒนาการสูงมาก
52	5	14	90	พัฒนาการสูงมาก
53	2	11	69.23	พัฒนาการสูง
54	5	15	100	พัฒนาการสูงมาก
55	5	13	80	พัฒนาการสูงมาก
56	6	12	66.67	พัฒนาการสูง
57	5	15	100	พัฒนาการสูงมาก
58	3	13	83.33	พัฒนาการสูงมาก

59	5	12	70	พัฒนาการสูง
60	6	14	88.89	พัฒนาการสูงมาก
เฉลี่ย	4.9	12.67	79.06	พัฒนาการสูงมาก

จากตารางที่ 2 นักเรียนที่ ได้มีการใช้แบบฝึกทักษะ มีคะแนนพัฒนาการจากการทำแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์เรื่อง ปฏิกิริยาแสง ซึ่งพบว่ามีคะแนนร้อยละพัฒนาการอยู่ในช่วง 0.00 -100.00 ซึ่งมีคะแนนพัฒนาการเฉลี่ยเท่ากับ 76.05

ตารางที่ 3 จำนวนและร้อยละของนักเรียนที่มีคะแนนพัฒนาการหลังได้ใช้สื่อการสอนรูปแบบเกมสรุปบทเรียนด้วยตนเอง เรื่องปฏิกิริยาแสง ในแต่ละระดับพัฒนาการ

เกณฑ์คะแนนพัฒนาการ	ระดับพัฒนาการ	นักเรียน (คน)	ร้อยละ (%)
น้อยกว่า 0.00	ไม่มีผลการพัฒนา	0	0.00 %
0.01-25.00	พัฒนาการต่ำ	0	0.00 %
25.01- 50.00	พัฒนาการค่อนปานกลาง	3	5.00 %
50.01-75.00	พัฒนาการสูง	18	30.00 %
75.01-100.00	พัฒนาการสูงมาก	39	65. 00 %

จากตารางที่ 3 จำนวนและร้อยละของนักเรียนที่มีคะแนนพัฒนาการหลังได้รับการจัดการเรียนรู้โดยใช้สื่อการสอนรูปแบบเกมสรุปบทเรียนด้วยตนเอง เรื่อง ปฏิกิริยาแสง ในแต่ละระดับพัฒนาการ พบว่า นักเรียนส่วนใหญ่มีผลพัฒนาการอยู่ในระดับ พัฒนาการสูงมาก จำนวน 39 คน คิดเป็นร้อยละ 65.00 ของนักเรียนทั้งหมด รองลงมาคือมีผลพัฒนาการอยู่ในระดับ พัฒนาการสูง จำนวน 18 คน คิดเป็นร้อยละ 30.00 ของนักเรียนทั้งหมด และมีผลพัฒนาการอยู่ในระดับ พัฒนาการปานกลาง จำนวน 3 คน คิดเป็นร้อยละ 5.00 ของนักเรียนทั้งหมด โดยไม่พบนักเรียนที่มีผลพัฒนาการอยู่ในระดับพัฒนาการต่ำ หรือไม่มีผลการพัฒนา

แสดงให้เห็นว่า การใช้สื่อการสอนรูปแบบเกมสรุปบทเรียนด้วยตนเอง เรื่อง ปฏิกิริยาแสง ส่งผลให้นักเรียนมีคะแนนพัฒนาการเพิ่มสูงขึ้นอย่างชัดเจน และผู้เรียนส่วนใหญ่อยู่ในกลุ่มที่มีระดับพัฒนาการสูงมาก

4.3 ผลวิเคราะห์แบบประเมินความพึงพอใจการใช้ สื่อการสอนรูปแบบเกมสรุปบทเรียนด้วยตนเอง เรื่องปฏิกิริยาแสง มีเกณฑ์การให้คะแนนและเกณฑ์การแปลความหมาย ดังนี้

เกณฑ์การให้คะแนน

5 คะแนน หมายถึง มากที่สุด

4 คะแนน หมายถึง มาก

3 คะแนน หมายถึง ปานกลาง

2 คะแนน หมายถึง น้อย

1 คะแนน หมายถึง น้อยที่สุด

เกณฑ์การแปลความหมาย

4.21 – 5.00 คะแนน หมายถึง พึงพอใจมากที่สุด

3.41 – 4.20 คะแนน หมายถึง พึงพอใจมาก

2.61 – 3.40 คะแนน หมายถึง พึงพอใจปานกลาง

1.81 – 2.60 คะแนน หมายถึง พึงพอใจน้อย

1.00 – 1.80 คะแนน หมายถึง พึงพอใจน้อยที่สุด

จากแบบสอบถามความพึงพอใจของนักเรียนที่ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 หลังใช้สื่อการสอนรูปแบบเกมสรุปบทเรียนด้วยตนเอง เรื่องปฏิกิริยาแสงมีผลการวิเคราะห์ข้อมูล ดังนี้

ตารางที่ 4 ผลการประเมินระดับความพึงพอใจของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 หลังใช้สื่อการสอนรูปแบบเกมสรุปบทเรียนด้วยตนเองเรื่อง ปฏิกิริยาแสง

รายการประเมิน	$\bar{x}$	ผลการประเมิน
1. เนื้อหาในนวัตกรรมมีความยาก-ง่ายเหมาะสมกับเนื้อหาในชั้นเรียน	4.60	พึงพอใจมาที่กสุด
2. นวัตกรรมการเรียนรู้สามารถช่วยทบทวนความรู้ให้กับผู้เรียน	4.38	พึงพอใจมาที่กสุด
3. การใช้นวัตกรรมการเรียนรู้เป็นวิธีการทบทวนความรู้หลังเรียนได้ด้วยตนเอง	4.62	พึงพอใจมาที่กสุด
4. นวัตกรรมการเรียนรู้ใช้ภาษาและรูปแบบการนำเสนอที่สวยงามและเข้าใจง่าย	4.60	พึงพอใจมาที่กสุด
5. นวัตกรรมการเรียนรู้มีรูปแบบในการเรียนรู้ที่หลากหลาย	4.63	พึงพอใจมาที่กสุด
6. นวัตกรรมการเรียนรู้ทำให้เกิดความสนุกในการทบทวนบทเรียนในปฏิกิริยาแสง	4.29	พึงพอใจมาที่กสุด

จากตารางผลการประเมินระดับความพึงพอใจของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 หลังใช้สื่อการสอนรูปแบบเกมสรุปบทเรียนด้วยตนเอง เรื่องปฏิกิริยาแสง จำนวน 60 คน พบว่า ผลการประเมินความพึงพอใจในแต่ละด้าน ได้แก่ ด้านสื่อและกิจกรรมการเรียนการสอน แต่ละรายการประเมินอยู่ในระดับพึงพอใจมาที่กสุด

บทที่ 5

สรุปและอภิปรายผล

การวิจัยเรื่อง การพัฒนาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาชีววิทยา เรื่อง ปฏิกิริยาแสง ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 โดยใช้สื่อการสอนรูปแบบเกมสรุปบทเรียนด้วยตนเอง มีวัตถุประสงค์เพื่อ

1) เปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาชีววิทยา เรื่อง ปฏิกิริยาแสง ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ก่อนและหลังได้รับการจัดการเรียนรู้โดยใช้สื่อการสอนรูปแบบเกมสรุปบทเรียนด้วยตนเองเทียบกับเกณฑ์ร้อยละ 70 และ

2) ศึกษาความพึงพอใจของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ที่มีต่อการจัดการเรียนรู้โดยใช้สื่อการสอนรูปแบบเกมสรุปบทเรียนด้วยตนเอง

5.1 สรุปผลการวิจัย

จากการวิจัยสามารถสรุปผลตามวัตถุประสงค์การวิจัยได้ดังนี้

5.1.1 ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาชีววิทยา เรื่อง ปฏิกิริยาแสง ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาชีววิทยา เรื่อง ปฏิกิริยาแสง ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 โรงเรียนทุ่งศรีอุดม หลังได้รับการจัดการเรียนรู้โดยใช้สื่อการสอนรูปแบบเกมสรุปบทเรียนด้วยตนเอง พบว่า นักเรียนมีคะแนนเฉลี่ยหลังเรียนเท่ากับ 12.67 คะแนน จากคะแนนเต็ม 15 คะแนน คิดเป็นร้อยละ 84.44 และมีนักเรียนที่มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนผ่านเกณฑ์ร้อยละ 70 คิดเป็นร้อยละ 93.33 ของนักเรียนทั้งหมด (จำนวน 56 คน) นอกจากนี้ นักเรียนมีคะแนนพัฒนาการสัมพัทธ์เฉลี่ยเท่ากับร้อยละ 79.06 ซึ่งอยู่ในระดับ พัฒนาการสูงมาก

5.1.2 ผลการศึกษาความพึงพอใจต่อการเรียนวิชาชีววิทยา ผลการศึกษาความพึงพอใจของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 โรงเรียนทุ่งศรีอุดม ที่มีต่อการเรียนวิชาชีววิทยา เรื่อง ปฏิกิริยาแสง โดยใช้สื่อการสอนรูปแบบเกมสรุปบทเรียนด้วยตนเอง พบว่า นักเรียนมีความพึงพอใจอยู่ในระดับ พึงพอใจมากที่สุด ในทุกด้าน

5.2 อภิปรายผล

จากการจัดการเรียนรู้โดยใช้สื่อการสอนรูปแบบเกมสรุปบทเรียนด้วยตนเอง เรื่อง ปฏิกิริยาแสง สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ผู้วิจัยสามารถนำผลการวิจัยมาอภิปรายผลได้ดังนี้

1. ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาชีววิทยา เรื่อง ปฏิกิริยาแสง จากการเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่อง ปฏิกิริยาแสง ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 หลังได้รับการจัดการเรียนรู้โดยใช้สื่อการสอนรูปแบบเกมสรุปบทเรียนด้วยตนเอง พบว่า นักเรียนส่วนใหญ่มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนผ่านเกณฑ์ร้อยละ 70 ที่กำหนดไว้ (คิดเป็นร้อยละ 93.33) และมีพัฒนาการสัมพัทธ์เฉลี่ยอยู่ในระดับสูงมาก (ร้อยละ 79.06)

ผลการวิจัยดังกล่าวเป็นเพราะว่า เนื้อหาวิชาชีววิทยา เรื่อง ปฏิกิริยาแสง (Light Reaction) เป็นเรื่องที่มีความเป็นนามธรรม ซับซ้อน และเข้าใจได้ยาก เนื่องจากมีรายละเอียดเกี่ยวกับกลไกเชิงอณูชีววิทยา ทั้งการถ่ายทอดอิเล็กตรอนแบบเป็นวัฏจักร (Cyclic Electron Transfer) และแบบไม่เป็นวัฏจักร (Non-cyclic Electron Transfer) ประกอบกับสถานการณ์การแพร่ระบาดของโรคโควิด-19 ที่บังคับให้ต้องจัดการเรียนการสอนในรูปแบบออนไลน์เป็นหลัก ซึ่งส่งผลให้ผู้สอนตรวจสอบความเข้าใจของผู้เรียนขณะเรียนได้ยาก และรูปแบบการเรียนออนไลน์ทั่วไปอาจส่งผลให้ผู้เรียนเกิดความสับสนหรือไม่สามารถเรียนรู้ได้อย่างเต็มประสิทธิภาพ การนำสื่อการสอนรูปแบบเกมสรุปบทเรียนด้วยตนเองเข้ามาประยุกต์ใช้ จึงเป็นเครื่องมือสำคัญที่ช่วยให้นักเรียนสามารถทบทวนและตรวจสอบความรู้ความเข้าใจของตนเองได้ (Self-Directed Learning & Self-Assessment) เกมอัตโนมัตินี้ช่วยกระตุ้นให้ผู้เรียนเข้ามามีส่วนร่วมในกิจกรรมการเรียนรู้แบบลุยจริง (Active Engagement) เปลี่ยนบทเรียนทฤษฎีที่น่าเบื่อให้มีความสนุกสนาน น่าสนใจ ตลอดจนการสอดแทรกกลไกของเกม (Gamification) ที่มีการแข่งขันและการท้าทาย ส่งผลให้ผู้เรียนเกิดแรงจูงใจและทุ่มเทกับการทบทวนเนื้อหาด้วยตนเองมากยิ่งขึ้น นำไปสู่ความเข้าใจที่คงทนและได้รับความรู้มากกว่าวิธีการสอนแบบบรรยายเพียงอย่างเดียว ซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยของ ประทิว มีเสน (2537, อ้างถึงใน ปัทมา เมืองลี, 2552) ที่สรุปว่าการจัดการเรียนรู้โดยใช้เกมเป็นสื่อช่วยกระตุ้นความสนใจและทำให้ผู้เรียนเกิดความรู้ความเข้าใจในบทเรียนได้อย่างมีประสิทธิภาพ

2. ความพึงพอใจของนักเรียนที่มีต่อสื่อการสอนรูปแบบเกมสรุปบทเรียน ผลการประเมินความพึงพอใจของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ ที่มีต่อสื่อการสอนรูปแบบเกมสรุปบทเรียนด้วยตนเอง พบว่า อยู่ในระดับ **พึงพอใจมากที่สุด** ในทุกด้าน ซึ่งสอดคล้องกับข้อความสะท้อนความคิดเห็นเชิงบวกของนักเรียน

สิ่งที่เกิดขึ้นแสดงให้เห็นว่า การออกแบบสื่อการเรียนรู้ที่เน้นการรับรู้หลากหลายช่องทาง (Multi-sensory Learning) ที่มีภาพ สัญลักษณ์ เสียงประกอบ และสีสันสดใส สามารถลดความเครียดในการเรียนชีววิทยาออนไลน์ และช่วยสร้างเจตคติเชิงบวกต่อการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ของผู้เรียนได้อย่างมีนัยสำคัญ

5.3 ข้อเสนอแนะและการนำไปใช้

5.3.1 ข้อเสนอแนะในการนำผลการวิจัยไปใช้

1. **การปรับปรุงรูปแบบสื่อและการเข้าถึงทางเทคโนโลยี:** จากผลการประเมินความพึงพอใจ นักเรียนบางส่วนระบุว่า สื่อซึ่งจัดทำด้วยโปรแกรม Microsoft PowerPoint มีขนาดไฟล์ค่อนข้างใหญ่ ทำให้เกิดอุปสรรคในการเข้าใช้งานผ่านโทรศัพท์เคลื่อนที่ (Smartphone) ดังนั้น ในการนำสื่อไปใช้ครั้งต่อไป ควรพัฒนาหรือแปลงรูปแบบสื่อให้อยู่บนระบบเว็บแอปพลิเคชัน (Web-based Application) สื่อ Interactive PDF หรือแพลตฟอร์มการเรียนรู้ออนไลน์ที่ยืดหยุ่น เพื่อลดขนาดไฟล์และรองรับการใช้งานบนอุปกรณ์พกพาได้หลากหลายยิ่งขึ้น

2. **การจัดทำคู่มือประกอบการใช้งาน:** ควรจัดทำคู่มือการใช้งานสื่อเกมอย่างละเอียด หรือผลิตวิดีโอแนะนำขั้นตอนการใช้งานสั้นๆ เพื่อให้ผู้เรียนสามารถศึกษาวิธีการเล่นและเรียนรู้ด้วยตนเองได้อย่างสะดวก รวดเร็ว และลดข้อผิดพลาดทางเทคนิค

5.3.2 ข้อเสนอแนะสำหรับการทำวิจัยครั้งต่อไป

1. **การปรับเพิ่มปฏิสัมพันธ์ทางสังคมในห้องเรียน:** เนื่องจากงานวิจัยครั้งนี้ดำเนินภายใต้สถานการณ์การเรียนการสอนรูปแบบออนไลน์ จึงเน้นออกแบบเกมในรูปแบบเดี่ยว (Single-player) หากนำไปทดลองใช้กับการเรียนการสอนในชั้นเรียนปกติ (On-site) ควรพัฒนาและปรับรูปแบบเกมให้เป็นเกมกลุ่มหรือเกมการแข่งขันแบบร่วมมือเพื่อเสริมสร้างปฏิสัมพันธ์เชิงบวกและการทำงานร่วมกันระหว่างผู้เรียนในชั้นเรียน
2. **การขยายผลการวิจัยไปยังเนื้อหาอื่น:** ควรมีการนำแนวทางการสร้างสื่อเกมสรุปบทเรียนด้วยตนเองไปประยุกต์ใช้กับเนื้อหาชีววิทยาบทอื่นๆ ที่มีความเป็นนามธรรมสูงและเข้าใจยาก เช่น เรื่อง การหายใจระดับเซลล์ (Cellular Respiration) หรือ พันธุศาสตร์ (Genetics) เพื่อทดสอบและพัฒนาประสิทธิผลของการจัดการเรียนรู้ให้ครอบคลุมยิ่งขึ้น

บรรณานุกรม

กนิษฐา เชาว์วัฒนกุล กิติศาอร เหล่าเหมณ และคณะ. (2564). ศึกษาความพร้อมในการจัดการเรียนการสอนออนไลน์ ภายใต้สถานการณ์ระบาดไวรัส Covid-19. **วารสารศาสตร์การศึกษาและการพัฒนามนุษย์.** 4(1): 44. สืบค้นเมื่อ 5 กุมภาพันธ์ 2565, จากhttps://kuojs.lib.ku.ac.th/index.php/jehds/article/view/3528/1711

จักรกฤษณ์ โพดาพล. (2564). **การจัดการเรียนรู้ออนไลน์: วิถีที่เป็นไปทางการศึกษา.** สืบค้นเมื่อ 5 กุมภาพันธ์ 2565, จาก http://slc.mbu.ac.th/article/28181

ธนัชชา บินดุเหล็ม. (2564). ปัจจัยที่มีผลกระทบต่อการจัดการเรียนการสอนบทเรียนออนไลน์ของมหาวิทยาลัยราชภัฏนครราชสีมา. ใน **การประชุมหาดใหญ่วิชาการระดับชาติและนานาชาติครั้งที่ 10.** สืบค้นเมื่อ 20 กุมภาพันธ์ 2564, จาdhttp://www.hu.ac.th/conference/conference2019/proceedings2019/FullText/7.pdf

ธนพรรณ ทรัพย์ธนาดล. (2554). ปัจจัยที่มีผลกระทบต่อการจัดการเรียนการสอนบทเรียนออนไลน์ ของมหาวิทยาลัยราชภัฏนครราชสีมา. **วารสารอิเล็กทรอนิกส์เวอร์ริเดียน มหาวิทยาลัยศิลปากร.** 4(1): 652. สืบค้นเมื่อ 20 กุมภาพันธ์ 2564, จาก https://he02.tcithaijo.org/index.php/Veridian-E-Journal/article/view/8552/7301

ปัทมา เมืองลี. (2552). การศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์และพฤติกรรมการทำงาน กลุ่มของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้โดยใช้เกมประกอบการสอน วิทยาศาสตร์. สารนิพนธ์ กศ.ม. (การมัธยมศึกษา). กรุงเทพฯ: บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัย ศรีนครินทรวิโรฒ. ถ่ายเอกสาร .

ลดาวัลย์ แย้มควญ. (2559). **การออกแบบพัฒนาเกมเพื่อการเรียนรู้สำหรับวิชาคณิตศาสตร์ชั้นประถมศึกษาปีที่ 6**. วิทยานิพนธ์ วศ.ม. (เทคโนโลยีสารสนเทศ). นครราชศรีมา: บัณฑิต วิทยาลัย มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี. สืบค้นเมื่อ 31 มีนาคม 2564, จาก http://sutir.sut.ac.th:8080/sutir/bitstream/123456789/7514/2/fulltext.pdf

อัจฉราพรรณ โพธิ์ตุ่น. (2559). **ผลการสอนโดยใช้เกมตามแนวการเรียนรู้โดยใช้สมองเป็นฐานที่มีผลต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและเจตคติต่อการเรียนวิชาภาษาอังกฤษของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่2**. วิทยานิพนธ์กศ.ม. (การจัดการหลักสูตรและการเรียนรู้). นครสวรรค์: บัณฑิต วิทยาลัย มหาวิทยาลัยราชภัฏนครสวรรค์. สืบค้นเมื่อ 31 มีนาคม 2564, จาhttp://ns.nsru.ac.th/bitstream/nsru/150/1/Atcharaphan_Photun.pdf

ภาคผนวก

ภาคผนวก ก
บัตรข้อสอบสำหรับการประเมินความเที่ยงตรงและแม่นยำ

กลุ่มสาระการเรียนรู้	วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี	ระดับชั้น	ม.5
สาระการเรียนรู้	ชีววิทยา		
มาตรฐาน	3. เข้าใจส่วนประกอบของพืช การแลกเปลี่ยนแก๊สและคายน้ำของพืช การลำเลียงของพืชการสังเคราะห์ด้วยแสง การสืบพันธุ์ของพืชดอกและการเจริญเติบโต และการตอบสนองของพืช รวมทั้งนำความรู้ไปใช้ประโยชน์		
ผลการเรียนรู้	10. อธิบายขั้นตอนที่เกิดขึ้นในกระบวนการสังเคราะห์ด้วยแสงของพืช C_3		
ผลการเรียนที่	นักเรียนเข้าใจและอธิบายกระบวนการสังเคราะห์ด้วยแสงได้		

คาดหวัง	
พฤติกรรมที่วัด	ความเข้าใจ
คำชี้แจ้ง/ปัญหาและตัวเลือก	จงเลือกคำตอบที่ถูกต้องที่สุดเพียงข้อเดียว
1.ข้อใดถูกต้อง 1 รงควัตถุที่ใช้ในกระบวนการสังเคราะห์แสง คือ คลอโรฟิลล์ 2 กระบวนการสังเคราะห์ด้วยแสงจัดเป็นปฏิกิริยาเคมีแสงที่เปลี่ยนสารอนินทรีย์เป็นสารอินทรีย์ได้ ก. 1 ถูก 2 ผิด ข. 1 ผิด 2 ถูก ค. 1และ 2 ถูก ง. 1และ 2 ผิด	
คำตอบที่ถูกต้อง	ข
เหตุผลเพราะ	กระบวนการสังเคราะห์ด้วยแสงจัดเป็นปฏิกิริยาเคมีแสงที่เปลี่ยนสารอนินทรีย์คือน้ำและคาร์บอนไดออกไซด์เป็นสารอินทรีย์ ได้แก่ น้ำตาลกลูโคส
คำตอบที่ผิดและเหตุผล	1. รงควัตถุที่ใช้ในกระบวนการสังเคราะห์แสง คือ คลอโรฟิลล์และแคโรทีนอยด์

กลุ่มสาระการเรียนรู้	วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี	ระดับชั้น	ม.5
สาระการเรียนรู้	ชีววิทยา		
มาตรฐาน	3. เข้าใจส่วนประกอบของพืช การแลกเปลี่ยนแก๊สและคายน้ำของพืช การลำเลียงของพืชการสังเคราะห์ด้วยแสง การสืบพันธุ์ของพืชดอกและการเจริญเติบโต และการตอบสนองของพืช รวมทั้งนำความรู้ไปใช้ประโยชน์		
ผลการเรียนรู้	10. อธิบายขั้นตอนที่เกิดขึ้นในกระบวนการสังเคราะห์ด้วยแสของพืช C_3		
ผลการเรียนที่คาดหวัง	นักเรียนเข้าใจและอธิบายกระบวนการสังเคราะห์ด้วยแสงได้		
พฤติกรรมที่วัด	ความเข้าใจ		
คำชี้แจ้ง/ปัญหาและตัวเลือก	จงเลือกคำตอบที่ถูกต้องที่สุดเพียงข้อเดียว		
2. ข้อใดถูกต้อง ก. ระแบบแสง I และระแบบแสง II ดูดกลืนช่วงความยาวคลื่นแสงในการเกิดปฏิกิริยาเท่ากัน ข. กระบวนการสังเคราะห์ด้วยแสงของพืชเกิดเฉพาะตอนกลางวันเท่านั้น ค. ปฏิกิริยาแสงเป็นกระบวนการผลิตแก๊สที่สำคัญในการดำรงชีวิตของสิ่งมีชีวิต ง. กระบวนการสังเคราะห์ด้วยแสงเกิดขึ้นที่ใบพืชเท่านั้น			
คำตอบที่ถูกต้อง	ค		
เหตุผลเพราะ	ปฏิกิริยาแสงเป็นกระบวนการที่ผลิตแก๊สออกซิเจนซึ่งเป็นแก๊สที่สำคัญในการดำรงชีวิตของสิ่งมีชีวิต		
คำตอบที่ผิดและเหตุผล	ก. ระแบบแสงI ใช้ความยาวคลื่นแสงในการกระตุ้นการเกิดปฏิกิริยาไม่เกิน 700 นาโนเมตร ส่วนระแบบแสงII ใช้ความยาวคลื่นแสงในการกระตุ้นการเกิดปฏิกิริยาไม่เกิน 680 นาโนเมตร ข. ในพืช CAM จะเกิดการตรึงคาร์บอนไดออกไซด์ขึ้นในเวลากลางคืน ง. กระบวนการสังเคราะห์ด้วยแสงส่วนใหญ่เกิดขึ้นที่ใบ แต่สามารถพบในส่วนอื่น ๆ ที่มีการสะสมรงควัตถุที่ใช้ในกระบวนการสังเคราะห์ด้วยแสงได้เช่นกัน		

กลุ่มสาระการเรียนรู้	วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี	ระดับชั้น	ม.5
สาระการเรียนรู้	ชีววิทยา		
มาตรฐาน	3. เข้าใจส่วนประกอบของพืช การแลกเปลี่ยนแก๊สและคายน้ำของพืช การลำเลียงของพืชการสังเคราะห์ด้วยแสง การสืบพันธุ์ของพืชดอกและการเจริญเติบโต และการตอบสนองของพืช รวมทั้งนำความรู้ไปใช้ประโยชน์		
ผลการเรียนรู้	10. อธิบายขั้นตอนที่เกิดขึ้นในกระบวนการสังเคราะห์ด้วยแสของพืช C_3		
ผลการเรียนที่คาดหวัง	นักเรียนเข้าใจและอธิบายกระบวนการสังเคราะห์ด้วยแสงได้		
พฤติกรรมที่วัด	ความจำ		
คำชี้แจ้ง/ปัญหาและตัวเลือก	จงเลือกคำตอบที่ถูกต้องที่สุดเพียงข้อเดียว		
3. ระบบแสงใดมีบทบาทต่อการสร้าง ATP มากที่สุด ก. P_{680} และ P_{700} ข. P_{700} และ P_{650} ค. P_{720} และ P_{680} ง. P_{650} และ P_{720}			
คำตอบที่ถูกต้อง	ก		
เหตุผลเพราะ	ช่วงความยาวคลื่นที่เหมาะสมในการเกิดการกระตุ้นการเกิดปฏิกิริยาในระบบแสงคือ 680 นาโนเมตร และ 700 นาโนเมตร		
คำตอบที่ผิดและเหตุผล	ช่วงความยาวอื่น ๆ ไม่ใช่ช่วงที่เหมาะสมในการกระตุ้นการเกิดปฏิกิริยาในระบบแสงของพืช		

กลุ่มสาระการเรียนรู้	วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี	ระดับชั้น	ม.5
สาระการเรียนรู้	ชีววิทยา		
มาตรฐาน	3. เข้าใจส่วนประกอบของพืช การแลกเปลี่ยนแก๊สและคายน้ำของพืช การลำเลียงของพืชการสังเคราะห์ด้วยแสง การสืบพันธุ์ของพืชดอกและการเจริญเติบโต และการตอบสนองของพืช รวมทั้งนำความรู้ไปใช้ประโยชน์		
ผลการเรียนรู้	10. อธิบายขั้นตอนที่เกิดขึ้นในกระบวนการสังเคราะห์ด้วยแสของพืช C_3		
ผลการเรียนที่คาดหวัง	นักเรียนสามารถระบุผลิตภัณฑ์จากปฏิกิริยาแสงได้		
พฤติกรรมที่วัด	ความจำ		
คำชี้แจ้ง/ปัญหาและตัวเลือก	จงเลือกคำตอบที่ถูกต้องที่สุดเพียงข้อเดียว		
4. ข้อใดต่อไปนี้เป็นผลิตภัณฑ์จากปฏิกิริยาแสง (light reaction) ก. O_2 , PGA , ATP ข. O_2 , ADP , NADPH ค. O_2 , ATP , NADPH ง. O_2 , PGA , NADPH			
คำตอบที่ถูกต้อง	ค		
เหตุผลเพราะ	ปฏิกิริยาแสง (light reaction) เกิดการถ่ายทอดอิเล็กตรอนและได้ผลิตภัณฑ์คือ O_2 , ATP และ NADPH		
คำตอบที่ผิดและเหตุผล	PGA เป็นสารประกอบตัวแรกที่เกิดขึ้นจากกระบวนการตรึงคาร์บอน		

กลุ่มสาระการเรียนรู้	วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี	ระดับชั้น	ม.5
สาระการเรียนรู้	ชีววิทยา		
มาตรฐาน	3. เข้าใจส่วนประกอบของพืช การแลกเปลี่ยนแก๊สและคายน้ำของพืช การลำเลียงของพืชการสังเคราะห์ด้วยแสง การสืบพันธุ์ของพืชดอกและการเจริญเติบโต และการตอบสนองของพืช รวมทั้งนำความรู้ไปใช้ประโยชน์		
ผลการเรียนรู้	10. อธิบายขั้นตอนที่เกิดขึ้นในกระบวนการสังเคราะห์ด้วยแสงของพืช C_3		
ผลการเรียนที่คาดหวัง	นักเรียนสามารถเรียงลำดับการถ่ายทอดอิเล็กตรอนในปฏิกิริยาแสงได้		
พฤติกรรมที่วัด	ความจำ		
คำชี้แจ้ง/ปัญหาและตัวเลือก	จงเลือกคำตอบที่ถูกต้องที่สุดเพียงข้อเดียว		
5. การถ่ายทอดอิเล็กตรอนในระบบแสง I โมเลกุล $NADP^+$ จะมารับอิเล็กตรอนจากสารใด ก. เฟอริดอกซิน ข. พลาสโทควิโนน ค. พลาสโทไซยานิน ง. ไซโทโครคอมเพล็กซ์			
คำตอบที่ถูกต้อง	ก		
เหตุผลเพราะ	เฟอริดอกซินคือตัวรับอิเล็กตรอนตัวแรกจากระบบแสง I และเป็นตัวให้อิเล็กตรอน $NADP^+$ เป็น NADPH		
คำตอบที่ผิดและเหตุผล	พลาสโทควิโนน ไซโทโครคอมเพล็กซ์ และพลาสโทไซยานิน จะตัวรับและถ่ายทอดอิเล็กตรอนจากระบบแสง II ไปยัง ระบบแสง I		

กลุ่มสาระการเรียนรู้	วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี	ระดับชั้น	ม.5
สาระการเรียนรู้	ชีววิทยา		
มาตรฐาน	3. เข้าใจส่วนประกอบของพืช การแลกเปลี่ยนแก๊สและคายน้ำของพืช การลำเลียงของพืชการสังเคราะห์ด้วยแสง การสืบพันธุ์ของพืชดอกและการเจริญเติบโต และการตอบสนองของพืช รวมทั้งนำความรู้ไปใช้ประโยชน์		
ผลการเรียนรู้	10. อธิบายขั้นตอนที่เกิดขึ้นในกระบวนการสังเคราะห์ด้วยแสของพืช C_3		
ผลการเรียนที่คาดหวัง	นักเรียนระบุตัวรับและตัวให้อิเล็กตรอนในปฏิกิริยาการถ่ายทอดอิเล็กตรอนได้		
พฤติกรรมที่วัด	ความจำ		
คำชี้แจ้ง/ปัญหาและตัวเลือก	จงเลือกคำตอบที่ถูกต้องที่สุดเพียงข้อเดียว		
6. การถ่ายทอดอิเล็กตรอนแบบไม่เป็นวัฏจักร (Non-cyclic electron transfer) สาร A เป็นตัวให้อิเล็กตรอนตัวสุดท้าย และสาร B เป็นตัวรับอิเล็กตรอนตัวสุดท้าย สาร A และ สาร B คือสารใด ก. A=NAD^+ และ B = H_2O ข. A= H_2O และ B = NAD^+ ค. A=$NADP^+$ และ B = H_2O ง. A = H_2O และ B = $NADP^+$			
คำตอบที่ถูกต้อง	ง		
เหตุผลเพราะ	การถ่ายทอดอิเล็กตรอนแบบไม่เป็นวัฏจักร เกิดปฏิกิริยาทั้งระบบแสงI และระบบแสง II โดย H_2O เป็นตัวให้อิเล็กตรอนตัวสุดท้าย และ ตัวรับอิเล็กตรอนตัวสุดท้าย $NADP^+$		
คำตอบที่ผิดและเหตุผล	ก ข และค เรียงลำดับคำตอบไม่ถูกต้อง		

กลุ่มสาระการเรียนรู้	วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี	ระดับชั้น	ม.5
สาระการเรียนรู้	ชีววิทยา		
มาตรฐาน	3. เข้าใจส่วนประกอบของพืช การแลกเปลี่ยนแก๊สและคายน้ำของพืช การลำเลียงของพืชการสังเคราะห์ด้วยแสง การสืบพันธุ์ของพืชดอกและการเจริญเติบโต และการตอบสนองของพืช รวมทั้งนำความรู้ไปใช้ประโยชน์		
ผลการเรียนรู้	10. อธิบายขั้นตอนที่เกิดขึ้นในกระบวนการสังเคราะห์ด้วยแสของพืช C_3		
ผลการเรียนที่คาดหวัง	นักเรียนเรียงลำดับการถ่ายทอดอิเล็กตรอนในปฏิกิริยาแสงได้		
พฤติกรรมที่วัด	ความจำ		
คำชี้แจ้ง/ปัญหาและตัวเลือก	จงเลือกคำตอบที่ถูกต้องที่สุดเพียงข้อเดียว		
7. จงเรียงลำดับสารตัวรับอิเล็กตรอนในระบบแสง II ที่ถ่ายทอดอิเล็กตรอนไปยังระบบแสง I ก. PSII➔ Ferredoxin➔ Cytochome complex ➔ Plastocyanin➔ PSI ข. PSII➔ Ferredoxin➔ Cytochome complex ➔ Plastoquinone ➔ PSI ค. PSII➔ Plastoquinone ➔Cytochome complex➔ Plastocyanin➔ PSI ง. PSII➔ Plastocyanin ➔Cytochome complex➔ Plastoquinone ➔ PSI			
คำตอบที่ถูกต้อง	ค		
เหตุผลเพราะ	การถ่ายทอดอิเล็กตรอนแบบไม่เป็นวัฏจักรมีการถ่ายทอดอิเล็กตรอนจากระบบแสงII โดยอาศัยการถ่ายทอดผ่าน Plastoquinone ➔Cytochome complex➔ Plastocyanin➔ ไปยังระบบแสง I		
คำตอบที่ผิดและเหตุผล	ก ข และ ง เรียงลำดับตัวรับอิเล็กตรอนไม่ถูกต้อง		

กลุ่มสาระการเรียนรู้	วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี	ระดับชั้น	ม.5
สาระการเรียนรู้	ชีววิทยา		
มาตรฐาน	3. เข้าใจส่วนประกอบของพืช การแลกเปลี่ยนแก๊สและคายน้ำของพืช การลำเลียงของพืชการสังเคราะห์ด้วยแสง การสืบพันธุ์ของพืชดอกและการเจริญเติบโต และการตอบสนองของพืช รวมทั้งนำความรู้ไปใช้ประโยชน์		
ผลการเรียนรู้	10. อธิบายขั้นตอนที่เกิดขึ้นในกระบวนการสังเคราะห์ด้วยแสงของพืช C_3		
ผลการเรียนที่คาดหวัง	นักเรียนเข้าใจกระบวนการปฏิกิริยาแสงได้		
พฤติกรรมที่วัด	ความเข้าใจ		
คำชี้แจ้ง/ปัญหาและตัวเลือก	จงเลือกคำตอบที่ถูกต้องที่สุดเพียงข้อเดียว		
8. ข้อใดถูกต้อง 1. ตัวรับอิเล็กตรอนตัวแรกในการถ่ายถอดอิเล็กตรอนแบบเป็นวัฏจักรคือ $NADP^+$ 2. โมเลกุลของน้ำหรือของเหลวในลูเมนเกิดการแตกตัวให้อิเล็กตรอนไปยัง PSI ในการถ่ายทอดอิเล็กตรอนแบบเป็นวัฏจักร ก. 1 ถูก 2 ผิด ข. 1 ผิด 2 ถูก ค. 1และ 2 ถูก ง. 1และ 2 ผิด			
คำตอบที่ถูกต้อง	ง		
เหตุผลเพราะ	1. ตัวรับอิเล็กตรอนตัวแรกในการถ่ายถอดอิเล็กตรอนแบบเป็นวัฏจักรคือ เฟอริดอกซิน 2. โมเลกุลของน้ำลูเมนเกิดการแตกตัวให้อิเล็กตรอนไปยังPSI ในการถ่ายถอดอิเล็กตรอนแบบไม่เป็นวัฏจักร		
คำตอบที่ผิดและเหตุผล	ก ข ค เรียงลำดับคำตอบไม่ถูกต้อง		

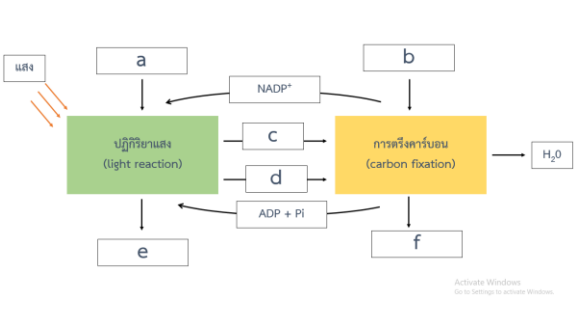
กลุ่มสาระการเรียนรู้	วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี	ระดับชั้น	ม.5
สาระการเรียนรู้	ชีววิทยา		
มาตรฐาน	3. เข้าใจส่วนประกอบของพืช การแลกเปลี่ยนแก๊สและคายน้ำของพืช การลำเลียงของพืชการสังเคราะห์ด้วยแสง การสืบพันธุ์ของพืชดอกและการเจริญเติบโต และการตอบสนองของพืช รวมทั้งนำความรู้ไปใช้ประโยชน์		
ผลการเรียนรู้	10. อธิบายขั้นตอนที่เกิดขึ้นในกระบวนการสังเคราะห์ด้วยแสของพืช C_3		
ผลการเรียนที่คาดหวัง	นักเรียนระบุแหล่งกำเนิดปฏิกิริยาในกระบวนการสังเคราะห์ด้วยแสงได้		
พฤติกรรมที่วัด	ความจำ		
คำชี้แจ้ง/ปัญหาและตัวเลือก	จงเลือกคำตอบที่ถูกต้องที่สุดเพียงข้อเดียว		
9. ข้อใดคือ a และ b ตามลำดับ ในกระบวนการสังเคราะห์ด้วยแสง การสังเคราะห์ ATP เกิดขึ้นบริเวณ a ส่วนการสังเคราะห์น้ำตาลเกิดขึ้นบริเวณ b ก. ลูเมนและแอนเทนนา ข. เยื่อหุ้มไทลาคอยด์และไซโตพลาสซึม ค. เยื่อหุ้มไทลาคอยด์และสโตรมา ง. สโตรมาและไซโตพลาสซึม			
คำตอบที่ถูกต้อง	ค		
เหตุผลเพราะ	ในกระบวนการสังเคราะห์ด้วยแสง การสังเคราะห์ ATP เกิดขึ้นในปฏิกิริยาแสงบริเวณไทลาคอยด์ ส่วนการสังเคราะห์น้ำตาลเกิดขึ้นในปฏิกิริยาการตรึงคาร์บอนบริเวณ สโตรมา		
คำตอบที่ผิดและเหตุผล	ก ข และ ง เรียงลำดับคำตอบไม่ถูกต้องต้อง		

กลุ่มสาระการเรียนรู้	วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี	ระดับชั้น	ม.5
สาระการเรียนรู้	ชีววิทยา		
มาตรฐาน	3. เข้าใจส่วนประกอบของพืช การแลกเปลี่ยนแก๊สและคายน้ำของพืช การลำเลียงของพืชการสังเคราะห์ด้วยแสง การสืบพันธุ์ของพืชดอกและการเจริญเติบโต และการตอบสนองของพืช รวมทั้งนำความรู้ไปใช้ประโยชน์		
ผลการเรียนรู้	10. อธิบายขั้นตอนที่เกิดขึ้นในกระบวนการสังเคราะห์ด้วยแสงของพืช C_3		
ผลการเรียนที่คาดหวัง	นักเรียนสามารถระบุผลิตภัณฑ์ของการถ่ายทอดอิเล็กตรอนแบบเป็นวัฐจักรได้		
พฤติกรรมที่วัด	ความจำ		
คำชี้แจ้ง/ปัญหาและตัวเลือก	จงเลือกคำตอบที่ถูกต้องที่สุดเพียงข้อเดียว		
10. ข้อใดต่อไปนี้ไม่เป็นผลิตภัณฑ์จากการถ่ายทอดอิเล็กตรอนแบบเป็นวัฏจักร ก NADPH ข ATP ค O_2 ง ไม่มีข้อถูก			
คำตอบที่ถูกต้อง	ค		
เหตุผลเพราะ	การถ่ายทอดอิเล็กตรอนแบบเป็นวัฏจักรได้ผลิตภัณฑ์คือ NADPH และ ATP		
คำตอบที่ผิดและเหตุผล	ออกซิเจนเป็นผลิตภัณฑ์ที่เกิดจากการถ่ายทอดอิเล็กตรอนแบบไม่เป็นวัฏจักร		

กลุ่มสาระการเรียนรู้	วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี	ระดับชั้น	ม.5
สาระการเรียนรู้	ชีววิทยา		
มาตรฐาน	3. เข้าใจส่วนประกอบของพืช การแลกเปลี่ยนแก๊สและคายน้ำของพืช การลำเลียงของพืชการสังเคราะห์ด้วยแสง การสืบพันธุ์ของพืชดอกและการเจริญเติบโต และการตอบสนองของพืช รวมทั้งนำความรู้ไปใช้ประโยชน์		
ผลการเรียนรู้	10. อธิบายขั้นตอนที่เกิดขึ้นในกระบวนการสังเคราะห์ด้วยแสของพืช C_3		
ผลการเรียนที่คาดหวัง	นักเรียนระบุผลิตภัณฑ์ของปฏิกิริยาแสงได้		
พฤติกรรมที่วัด	ความจำ		
คำชี้แจ้ง/ปัญหาและตัวเลือก	จงเลือกคำตอบที่ถูกต้องที่สุดเพียงข้อเดียว		
11.ปฏิกิริยาในช่วงใดของการสังเคราะห์ด้วยแสงที่สังเคราะห์แก๊สออกซิเจน ก. noncyclic electron transfer ข. cyclic electron transfer ค. Calvin cycle ง. CO_2 fixation			
คำตอบที่ถูกต้อง	ก		
เหตุผลเพราะ	ปฏิกิริยาการถ่ายทอดอิเล็กตรอนแบบไม่เป็นวัฏจักรได้ผลิตภัณฑ์เป็น ATP , NADPH และO_2		
คำตอบที่ผิดและเหตุผล	ปฏิกิริยาการถ่ายทอดอิเล็กตรอนแบบเป็นวัฏจักรและการตรึงคาร์บอนไม่เกิดแก๊สออกซิเจนเป็นผลิตภัณฑ์		

กลุ่มสาระการเรียนรู้	วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี	ระดับชั้น	ม.5
สาระการเรียนรู้	ชีววิทยา		
มาตรฐาน	3. เข้าใจส่วนประกอบของพืช การแลกเปลี่ยนแก๊สและคายน้ำของพืช การลำเลียงของพืชการสังเคราะห์ด้วยแสง การสืบพันธุ์ของพืชดอกและการเจริญเติบโต และการตอบสนองของพืช รวมทั้งนำความรู้ไปใช้ประโยชน์		
ผลการเรียนรู้	10. อธิบายขั้นตอนที่เกิดขึ้นในกระบวนการสังเคราะห์ด้วยแสงของพืช C_3		
ผลการเรียนที่คาดหวัง	นักเรียนเข้าใจและอธิบายกระบวนการสังเคราะห์ด้วยแสงได้		
พฤติกรรมที่วัด	ความเข้าใจ		
คำชี้แจ้ง/ปัญหาและตัวเลือก	จงเลือกคำตอบที่ถูกต้องที่สุดเพียงข้อเดียว		

12. จากแผนภาพตัวอักษรใดคือ แก๊สออกซิเจน



ก. a

ข. b

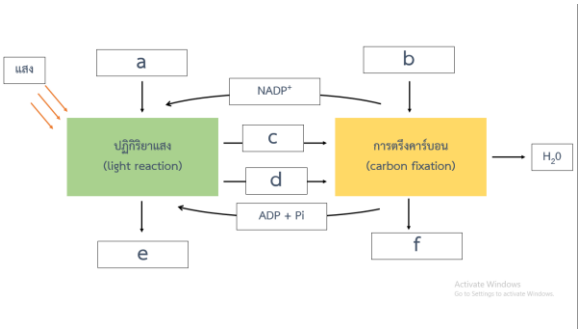
ค. e

ง. f

คำตอบที่ถูกต้อง	ค
เหตุผลเพราะ	ในปฏิกิริยาที่ใช้แสงเมื่อมีน้ำเข้าทำปฏิกิริยา น้ำจะถูกแยกโดยกระบวนการโฟโตไลซิสทำให้ได้ก๊าซออกซิเจนเกิดขึ้น
คำตอบที่ผิดและเหตุผล	จากแผนภาพปฏิกิริยา a คือ น้ำ เพราะ เป็นสารตั้งต้นในการเกิดปฏิกิริยาแสง b คือ คาร์บอนไดออกไซด์ เพราะเป็นสารตั้งต้นในการตรึงคาร์บอน f คือ น้ำตาลกลูโคส เพราะเป็นสารผลิตภัณฑ์ในการตรึงคาร์บอน

กลุ่มสาระการเรียนรู้	วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี	ระดับชั้น	ม.5
สาระการเรียนรู้	ชีววิทยา		
มาตรฐาน	3. เข้าใจส่วนประกอบของพืช การแลกเปลี่ยนแก๊สและคายน้ำของพืช การลำเลียงของพืชการสังเคราะห์ด้วยแสง การสืบพันธุ์ของพืชดอกและการเจริญเติบโต และการตอบสนองของพืช รวมทั้งนำความรู้ไปใช้ประโยชน์		
ผลการเรียนรู้	10. อธิบายขั้นตอนที่เกิดขึ้นในกระบวนการสังเคราะห์ด้วยแสงของพืช C_3		
ผลการเรียนที่คาดหวัง	นักเรียนเข้าใจและอธิบายกระบวนการสังเคราะห์ด้วยแสงได้		
พฤติกรรมที่วัด	ความเข้าใจ		
คำชี้แจ้ง/ปัญหาและตัวเลือก	จงเลือกคำตอบที่ถูกต้องที่สุดเพียงข้อเดียว		

13. จากแผนภาพตัวอักษร f ควรเป็นสารใด



ก ออกซิเจน

ข คาร์บอนไดออกไซด์

ค น้ำ

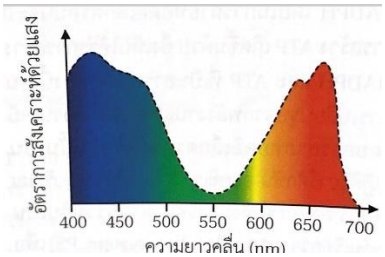
ง น้ำตาลกลูโคส

คำตอบที่ถูกต้อง	ง
เหตุผลเพราะ	น้ำตาลกลูโคส เพราะเป็นสารผลิตภัณฑ์ในการตรึงคาร์บอน
คำตอบที่ผิดและเหตุผล	จากแผนภาพปฏิกิริยา a คือ น้ำ เพราะ เป็นสารตั้งต้นในการเกิดปฏิกิริยาแสง b คือ คาร์บอนไดออกไซด์ เพราะเป็นสารตั้งต้นในการตรึงคาร์บอน e คือ ออกซิเจน เพราะเป็นสารผลิตภัณฑ์ในการเกิดปฏิกิริยาแสง

กลุ่มสาระการเรียนรู้	วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี	ระดับชั้น	ม.5
สาระการเรียนรู้	ชีววิทยา		
มาตรฐาน	3. เข้าใจส่วนประกอบของพืช การแลกเปลี่ยนแก๊สและคายน้ำของพืช การลำเลียงของพืชการสังเคราะห์ด้วยแสง การสืบพันธุ์ของพืชดอกและการเจริญเติบโต และการตอบสนองของพืช รวมทั้งนำความรู้ไปใช้ประโยชน์		
ผลการเรียนรู้	10. อธิบายขั้นตอนที่เกิดขึ้นในกระบวนการสังเคราะห์ด้วยแสของพืช C_3		
ผลการเรียนที่คาดหวัง	นักเรียนเข้าใจและวิเคราะห์กระบวนการสังเคราะห์ด้วยแสงได้		
พฤติกรรมที่วัด	การวิเคราะห์		
คำชี้แจ้ง/ปัญหาและตัวเลือก	จงเลือกคำตอบที่ถูกต้องที่สุดเพียงข้อเดียว		
14. หากระบบแสง II ไม่ทำงานอาจเกิดเหตุการณ์ต่อไปนี้ ยกเว้นข้อใด ก. เกิดแก๊สออกซิเจนลดลง ข. การแตกตัวของน้ำเพื่อให้อิเล็กตรอนหยุดทำงาน ค. ไม่สามารเกิดกระบวนการตรึงคาร์บอนต่อไปได้ ง. ปริมาณ ATP ที่ได้จากปฏิกิริยาลดลง			
คำตอบที่ถูกต้อง	ค		
เหตุผลเพราะ	หากระบบแสงII ยังสามารเกิดกระบวนการตรึงคาร์บอนต่อไปได้เนืองจากระบบแสงIยังสามารถเกิดการถ่ายทอดอิเล็กตรอนแบบเป็นวัฏจักร ซึ่งได้ผลิตภัณฑ์เป็น NADPH และ ATP ซึ่งไปเป็นสารตั้งต้นในการกระบวนตรึงคาร์บอนต่อไป		
คำตอบที่ผิดและเหตุผล	ก. การถ่ายทอดอิเล็กตรอนแบบไม่เป็นวัฏจักร ไม่เกิดขึ้นเนื่องจากต้องใช้ระบบแสง I และระบบแสงIIในการเกิดปฏิกิริยา ทำให้แก๊สออกซิเจนซึ่งงเป็นผลิตภัณฑ์ลดลง ค. ระบบแสงIยังสามารถเกิดการถ่ายทอดอิเล็กตรอนแบบเป็นวัฏจักรและได้ผลิตภัณฑ์เป็น ATP และ NADPH ที่นำไปใช้ต่อในกระบวนการตรึงคาร์บอน ง. การถ่ายทอดอิเล็กตรอนแบบไม่เป็นวัฏจักรและเป็นวัฏจักรเกิด ATP เป็นผลิตภัณฑ์เช่นกัน แต่หากระบบแสงII ทำงานไม่ได้ส่งผลให้ไม่เกิดการถ่ายทอดอิเล็กตรอนแบบไม่เป็นวัฏจักร ทำให้ ATP ที่ได้ลดลง		

กลุ่มสาระการเรียนรู้	วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี	ระดับชั้น	ม.5
สาระการเรียนรู้	ชีววิทยา		
มาตรฐาน	3. เข้าใจส่วนประกอบของพืช การแลกเปลี่ยนแก๊สและคายน้ำของพืช การลำเลียงของพืชการสังเคราะห์ด้วยแสง การสืบพันธุ์ของพืชดอกและการเจริญเติบโต และการตอบสนองของพืช รวมทั้งนำความรู้ไปใช้ประโยชน์		
ผลการเรียนรู้	10. อธิบายขั้นตอนที่เกิดขึ้นในกระบวนการสังเคราะห์ด้วยแสงของพืช C_3		
ผลการเรียนที่คาดหวัง	นักเรียนเข้าใจและวิเคราะห์ความสัมพันธ์ระหว่างความยาวคลื่นและอัตราการสังเคราะห์ด้วยแสงได้		
พฤติกรรมที่วัด	การวิเคราะห์		
คำชี้แจ้ง/ปัญหาและตัวเลือก	จงเลือกคำตอบที่ถูกต้องที่สุดเพียงข้อเดียว		

15. จากกราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างความยาวคลื่นแสงกับอัตราสังเคราะห์ด้วยแสง



หากนักวิทยาศาสตร์ทำการทดลองให้แสงสีเขียวแก่พืช เหตุการณ์ใดน่าจะเกิดขึ้นมากที่สุด

ก. อัตราสังเคราะห์น้ำตาลในพืชลดลง

ข. ประสิทธิภาพในการดูดกลืนแสงดีขึ้น

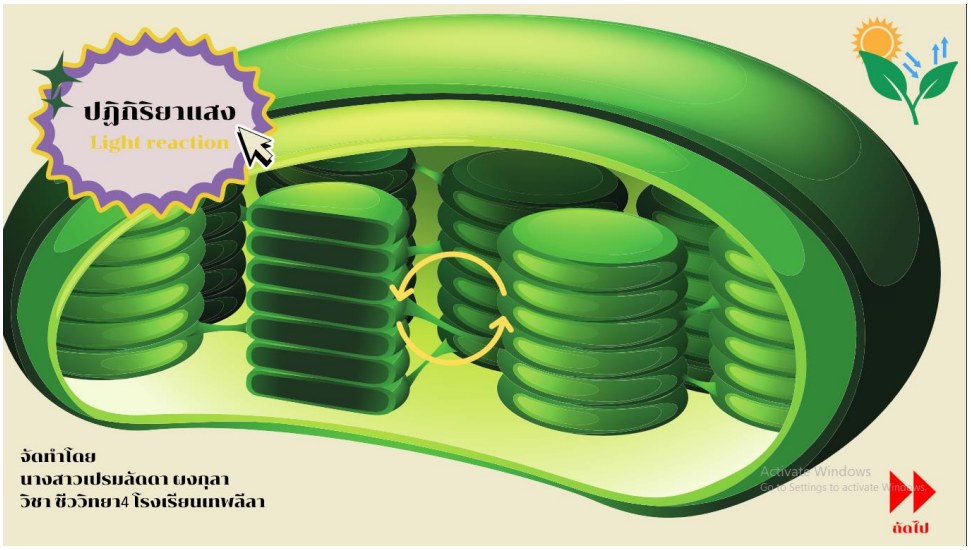
ค. ใบสีเขียวเข้มขึ้นเนื่องจากการดูดกลืนเพิ่มมากขึ้น

ง. พืชมีอัตราการเจริญเติบโตสูงขึ้น

คำตอบที่ถูกต้อง	ก
เหตุผลเพราะ	ช่วงแสงสีเขียวเป็นช่วงความยาวคลื่นที่พืชดูดกลืนมาใช้การเกิดปฏิกิริยาต่ำมาก ส่งผลให้อัตราการสังเคราะห์ด้วยแสงลดลง
คำตอบที่ผิดและเหตุผล	ข. แสงสีเขียวเป็นช่วงความยาวที่พืชดูดกลืนต่ำและมีการสะท้อนกลับสูง ค. ใบไม้สีเขียวเนื่องจากมีการดูดกลืนสีเขียวต่ำและสะท้อนกลับส่วนใหญ่ ง. อัตราการสังเคราะห์ด้วยแสงช่วงความยาวคลื่นสีเขียวต่ำ ส่งผลให้อัตราการเจริญเติบโตต่ำลง

ภาคผนวก ข

ภาพตัวอย่างสื่อการสอนรูปแบบเกมทบทวนบทเรียน เรื่อง ปฏิกิริยาแสง


ปฏิกิริยาแสง
Light reaction
จัดทำโดย
นางสาวเปรมลัดดา ยงกุลา
วิชา ชีววิทยา4 โรงเรียนเทพลีลา
ถัดไป

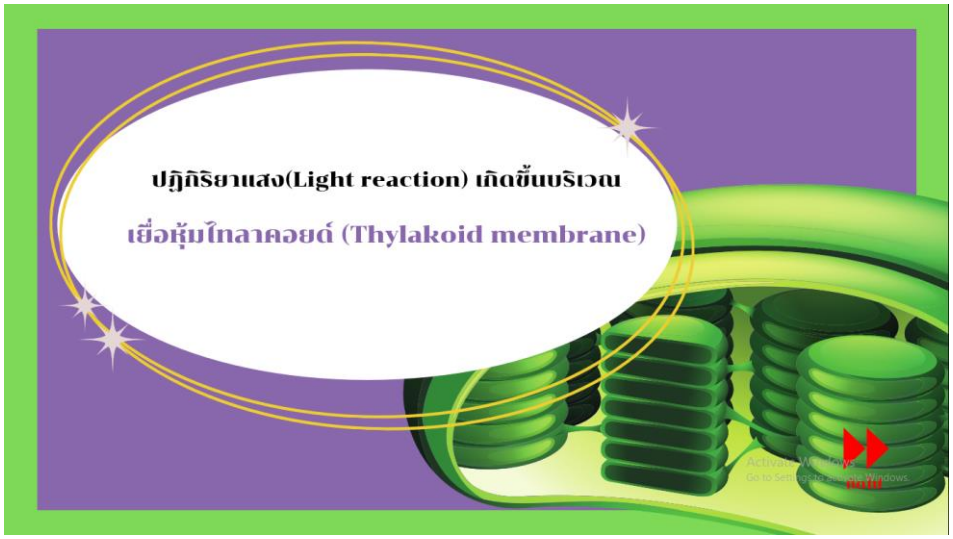

“กติกา”
การตอบคำถามแต่ละข้อ ให้คลิกเลือกตัวเลือก
หากตอบผิด กด ย้อนกลับ หากถูกต้องให้กด ถัดไป เพื่อไปยังส่วนถัดไป
หากเจอ ครูเปรม สามารถกด เพื่อฟังเสียงบรรยายเพิ่มเติม

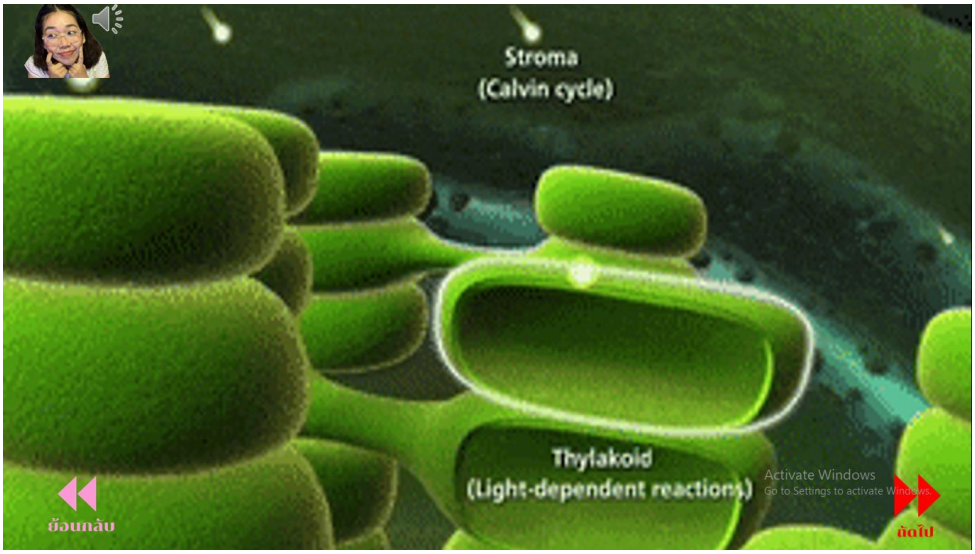

ปฏิกิริยาแสง
-Light reaction-
ถัดไป


ปฏิกิริยาแสง(Light raction)
เกิดขึ้นบริเวณ.....?
สโตรมา
(stroma)
เยื่อหุ้มไทลาคอยด์
(thylakoid membrane)
Q & A

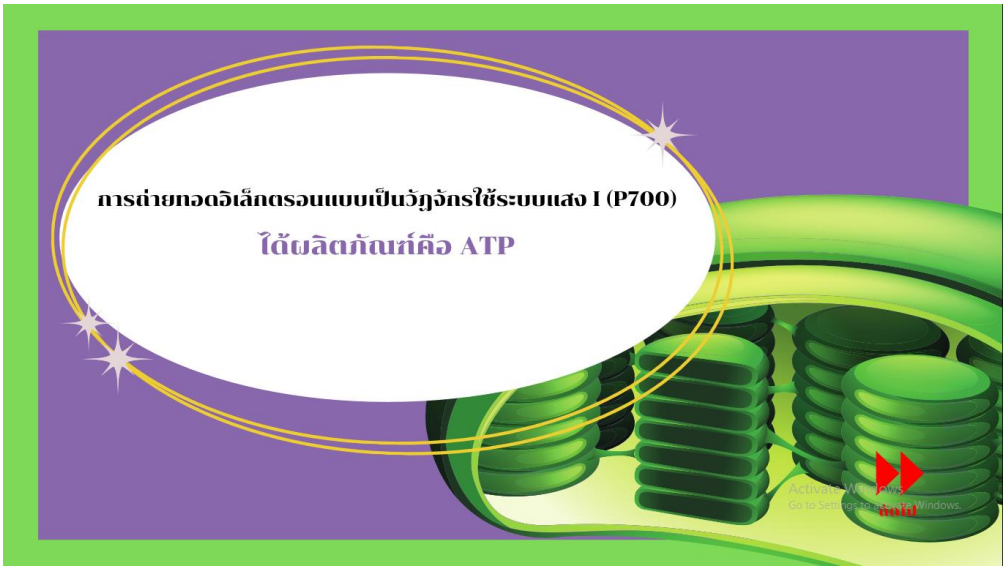

ยังไม่ถูก ลองอีกสักที!
ย้อนกลับ

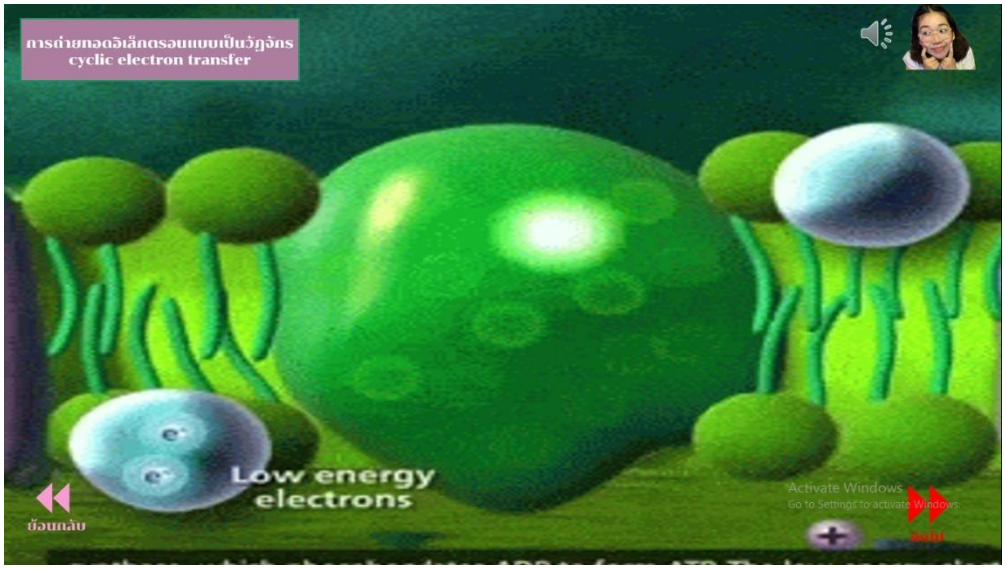

เก่งมาก ลุยกันต่อเลย!
ถัดไป

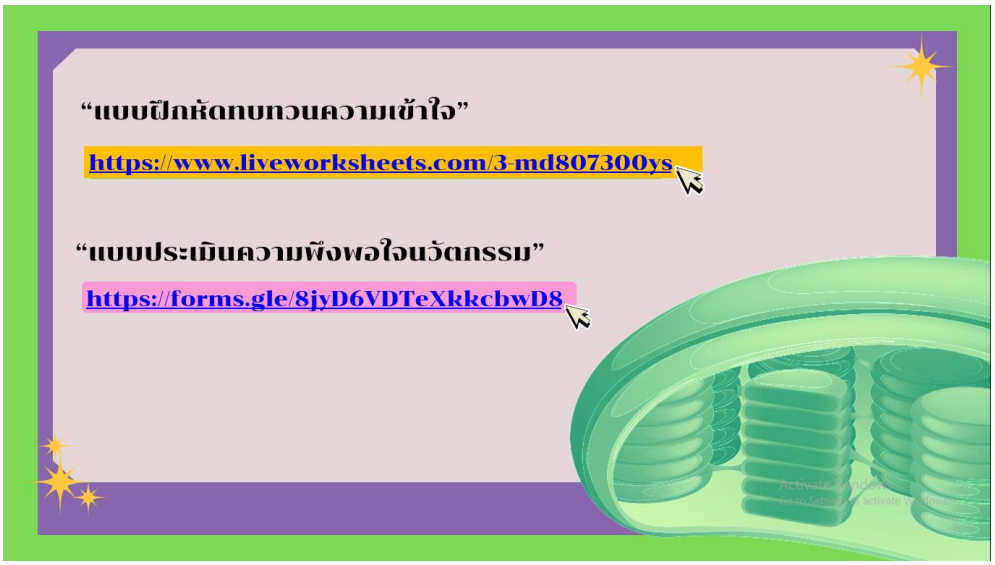

ปฏิกิริยาแสง(Light reaction) เกิดขึ้นบริเวณ
เยื่อหุ้มไทลาคอยด์ (Thylakoid membrane)


Stroma
(Calvin cycle)
Thylakoid
(Light-dependent reactions)
ย้อนกลับ
ถัดไป


ปฏิกิริยาแสง
(Light reaction)
การถ่ายทอดอิเล็กตรอนแบบไม่เป็นวัฏจักร
non-cyclic electron transfer
การถ่ายทอดอิเล็กตรอนแบบเป็นวัฏจักร
cyclic electron transfer


การถ่ายทอดอิเล็กตรอนแบบเป็นวัฏจักรใช้ระบบแสง I (P700)
ได้ผลิตภัณฑ์คือ ATP


การถ่ายทอดอิเล็กตรอนแบบเป็นวัฏจักร
cyclic electron transfer
Low energy
electrons
ย้อนกลับ

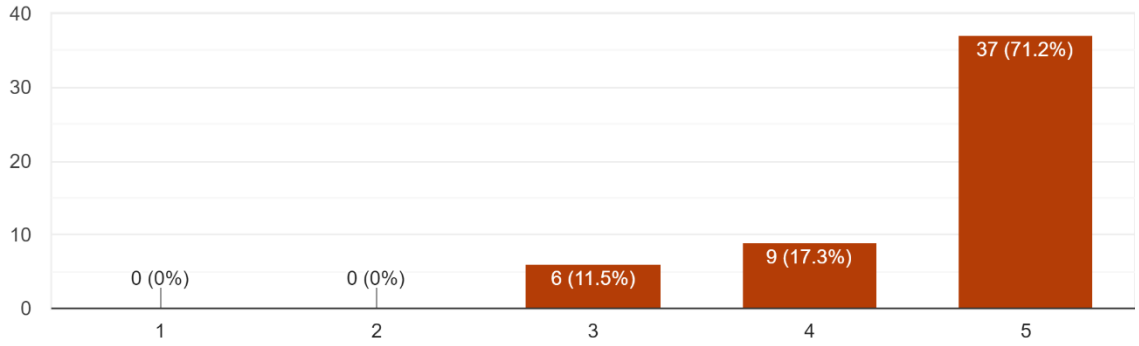

“แบบฝึกหัดทบทวนความเข้าใจ”
https://www.liveworksheets.com/3-md807300ys
“แบบประเมินความพึงพอใจนวัตกรรม”
https://forms.gle/8jyD6VDTeXkkcbwD8

ภาคผนวก ค

แบบประเมินความพึงพอใจหลังใช้สื่อเกมทบทวนบทเรียนเรื่อง ปฏิกิริยาแสง

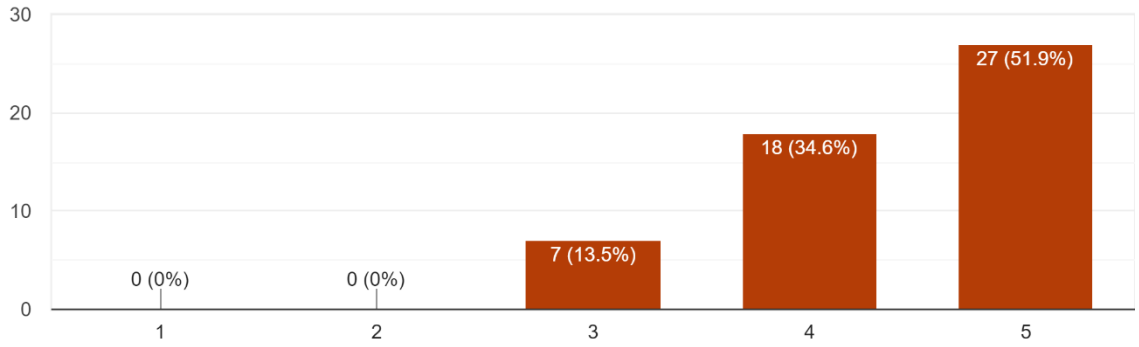
เนื้อหาในนวัตกรรมมีความเหมาสมสอดคล้องกับเนื้อหาที่เรียน

52 responses



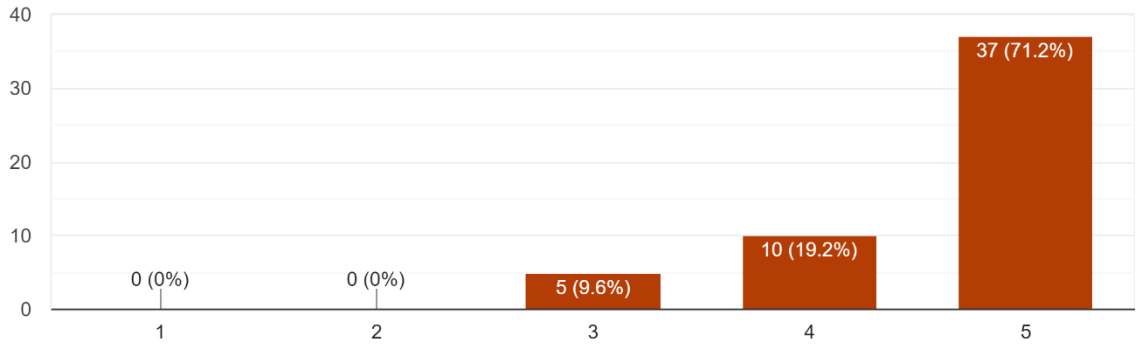
เนื้อหาในนวัตกรรมมีความยาก-ง่ายเหมาะสมกับเนื้อหาในชั้นเรียน

52 responses



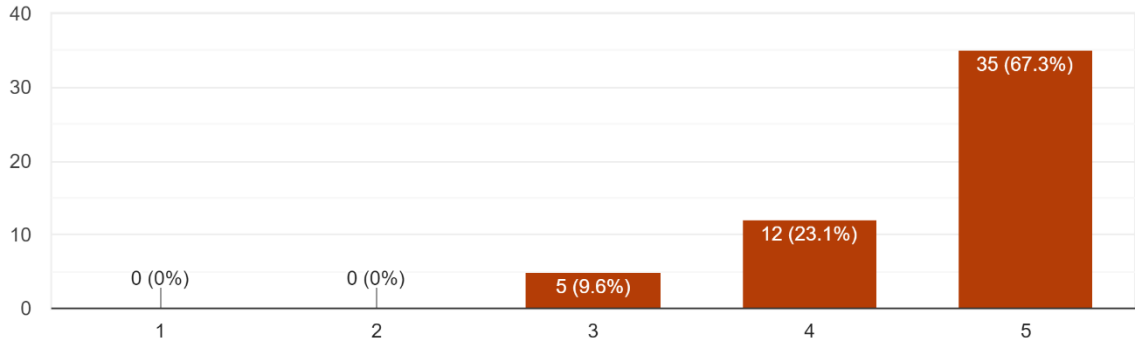
นวัตกรรมการเรียนรู้สามารถช่วยทบทวนความรู้ให้กับผู้เรียน

52 responses



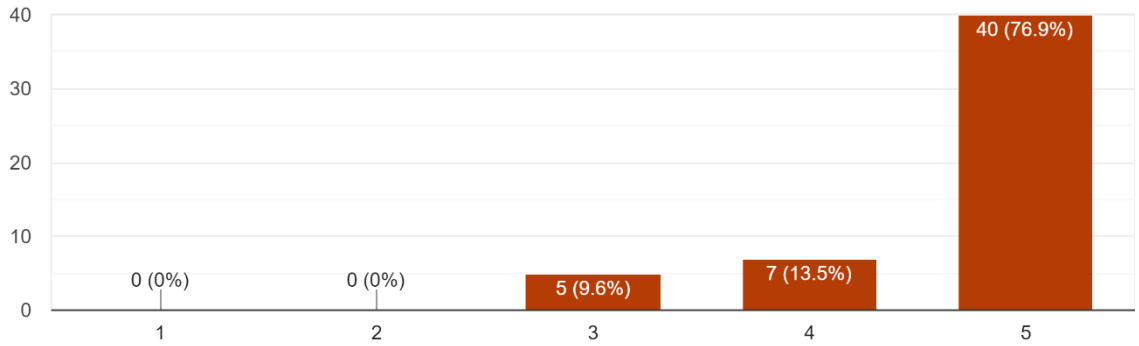
การใช้นวัตกรรมการเรียนรู้เป็นวิธีการทบทวนความรู้หลังเรียนได้ด้วยตนเอง

52 responses



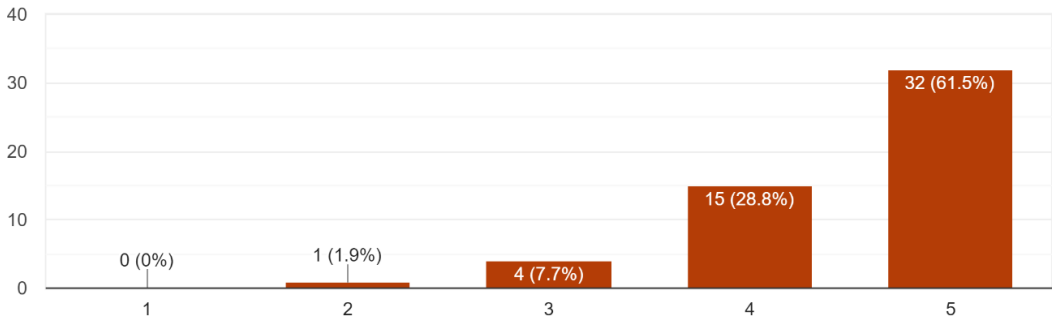
นวัตกรรมการเรียนรู้ใช้ภาษาและรูปแบบการนำเสนอที่สวยงามและเข้าใจง่าย

52 responses



นวัตกรรมการเรียนรู้ทำให้เกิดความสนุกในการทบทวนบทเรียนในปฏิกิริยาแสง

52 responses



ภาคผนวก ง
แผนจัดการเรียนรู้เรื่อง ปฏิกิริยาแสง



แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 7

เรื่อง ปฏิกิริยาแสง	เวลา 2 ชั่วโมง	หน่วยการเรียนรู้ที่ 1
รหัสวิชา ว30243	รายวิชา ชีววิทยา 3	ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5
กลุ่มสาระการเรียนรู้ วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี		โรงเรียนทุ่งศรีอุดม

1.สาระ ชีววิทยา

2. มาตรฐานการเรียนรู้

เข้าใจส่วนประกอบของพืช การแลกเปลี่ยนแก๊สและคายน้ำของพืช การลำเลียงของพืช การสังเคราะห์ด้วยแสง การสืบพันธุ์ของพืชดอกและการเจริญเติบโต และการตอบสนองของพืช รวมทั้งนำความรู้ไปใช้ประโยชน์

3. ผลการเรียนรู้

10. อธิบายขั้นตอนที่เกิดขึ้นในกระบวนการสังเคราะห์ด้วยแสงของพืช C_3

4. สาระสำคัญ

กระบวนการสังเคราะห์ด้วยแสงประกอบด้วย 2 ขั้นตอน คือ ปฏิกิริยาแสงและการตรึงคาร์บอน โดยปฏิกิริยาแสงจะเปลี่ยนพลังงานแสงให้เป็นพลังงานเคมี ซึ่งแสงออกซิไดซ์โมเลกุลสารสีที่ไทลาคอยด์ของคลอโรพลาสต์ ทำให้เกิดการถ่ายทอดอิเล็กตรอน ได้ผลิตภัณฑ์ในรูปของโมเลกุล ATP และ NADPH เพื่อนำไปใช้ในการตรึงคาร์บอน

5. สมรรถนะสำคัญ

- ความสามารถในการสื่อสาร
- ความสามารถในการคิด
- ความสามารถในการใช้เทคโนโลยี

6. คุณลักษณะอันพึงประสงค์

- มีวินัย

- ใฝ่เรียนรู้

7. จุดประสงค์การเรียนรู้

7.1 ด้านความรู้ (K)

- นักเรียนสามารถอธิบายความสำคัญของแสง สารสี และความสามารถในการดูดกลืนแสงของสารสีในกระบวนการสังเคราะห์ด้วยแสงได้ (K)

- นักเรียนสามารถอธิบายการถ่ายทอดอิเล็กตรอนแบบเป็นวัฏจักรและไม่เป็นวัฏจักรได้

7.2 ด้านทักษะ / กระบวนการ (P)

- นักเรียนสามารถเปรียบเทียบความแตกต่างระหว่างกระบวนการถ่ายทอดอิเล็กตรอนแบบเป็นวัฏจักรและไม่เป็นวัฏจักรได้ (P)

7.3 ด้านคุณลักษณะ (A)

- นักเรียนมีความรับผิดชอบในการทำงานที่ได้รับมอบหมาย
- นักเรียนมีความใฝ่เรียนรู้

8. สาระการเรียนรู้

คลอโรพลาสต์เป็นออร์แกเนลล์ที่พบเฉพาะในเซลล์พืช โดยภายในจะบรรจุคลอโรฟิลล์ (chlorophyll) ซึ่งเป็นสารสีที่ใช้ในการสังเคราะห์ด้วยแสง และเอนไซม์ที่ใช้ในกระบวนการสังเคราะห์ด้วยแสง โดยคลอโร-พลาสต์จะประกอบด้วยส่วนย่อย ๆ คือ เยื่อหุ้มชั้นนอก, เยื่อหุ้มชั้นใน, ไทลาคอยด์, สโตรมา และกรานุม

แสงเป็นรังสีในรูปของคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้า (electromagnetic wave) และมีสมบัติเป็นอนุภาค (particle) เรียกว่า โฟตอน (photon) โดยระดับพลังงานของโฟตอนจะแปรผกผันกับความยาวคลื่นของแสง ซึ่งแสงที่ตามมนุษย์มองเห็นได้ (visible light) เป็นแสงที่มีความยาวคลื่นช่วง 400-700 นาโนเมตร ในสเปกตรัมของคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้าทั้งหมด

พืชนำพลังงานแสงมาใช้ในกระบวนการสังเคราะห์ด้วยแสงได้โดยใช้สารสี (pigment) เป็นตัวรับพลังงานแสง สารสีที่พบในพืชมีหลายชนิด เช่น chlorophyll พบใน chloroplast, carotenoid พบใน chloroplast และ chromoplast

- chlorophyll เป็นสารสีที่มีสีเขียว พบในพืช สาหร่าย และ cyanobacteria จำแนกได้หลายชนิดโดยชนิดที่พบในพืชและสาหร่ายสีเขียว คือ chlorophyll a และ chlorophyll b โดยทั่วไป chlorophyll
จะมีโครงสร้างเป็นวงที่มี Mg2+ อยู่ตรงส่วนกลาง และมีส่วนที่เป็นสายยาวของ hydrocarbon ที่สามารถช่วยยึดโมเลกุลไว้ในบริเวณที่ไม่มีขั้วของ thylakoid membrane ได้

- carotenoid เป็นสารสีที่มีสีเหลืองส้มจนถึงส้มแดง พบในสิ่งมีชีวิตทุกชนิดที่สังเคราะห์ด้วยแสงได้ จำแนกได้เป็น 2 ชนิดคือ carotene และ xanthophyll โดยโครงสร้างของ carotenoid มีลักษณะเป็นสายยาวของ hydrocarbon เชื่อมอยู่ระหว่างวงคาร์บอน

- phycobilin พบในสาหร่ายสีแดงและไซยาโนแบคทีเรีย แบ่งออกได้เป็น 2 ประเภท คือ phycoerythrin พบในสาหร่ายสีแดงและ phycocyanin พบในไซยาโนแบคทีเรีย

หากวัดอัตราการสังเคราะห์ด้วยแสงเมื่อให้แสงที่ความยาวคลื่นต่าง ๆ แก่พืช จะได้ผลคืออัตราการสังเคราะห์ด้วยแสงของพืชเกิดขึ้นได้มากเมื่อได้รับแสงสีน้ำเงินหรือสีแดง ซึ่งเมื่อเปรียบเทียบกับกราฟการดูดกลืนแสงของสารสีแต่ละชนิดจะพบว่ามีความสอดคล้องกับการดูดกลืนแสงของ chlorophyll ที่จะดูดกลืนแสงในช่วงแสงสีน้ำเงินและแสงสีแดงได้มากเช่นกัน

โดยทั่วไปสีของวัตถุที่ตามองเห็นมาจากแสงสีที่สะท้อนหรือส่องผ่านวัตถุมายังตาได้ แต่หากวัตถุนั้นดูดกลืนแสงสีใดสีหนึ่งไว้ แสงสีนั้นจะไม่มีการสะท้อนหรือส่องผ่านมายังตาได้ เมื่อพิจารณาจากกราฟการดูดกลืนแสงของสารสี จะพบว่า chlorophyll ดูดกลืนแสงสีน้ำเงินและแสงสีแดงได้ดีที่สุด ในขณะที่ดูดกลืนแสงสีเขียวได้น้อย ดังนั้นการที่ตามนุษย์เห็นสีเขียวของใบไม้จึงมาจากการสะท้อนของแสงสีเขียวมาเข้าตามากกว่าแสงสีอื่น

อิเล็กตรอนในสถานะกระตุ้นไม่เสถียร หากไม่มีตัวรับ electron ในที่สุด electron จะกลับไปที่สถานะพื้นเช่นเดิมพร้อมทั้งคายพลังงานในรูปความร้อนหรือแสงซึ่งล้วนแต่ยังไม่เกิดการส่งต่อพลังงานเข้าสู่กระบวนการสังเคราะห์ด้วยแสง แต่เมื่อมีตัวรับอิเล็กตรอนที่เหมาะสมจะทำให้เกิดการถ่ายทอดอิเล็กตรอนขึ้น ซึ่งนับเป็นจุดเริ่มของปฏิกิริยาแสงในกระบวนการสังเคราะห์ด้วยแสง

เมื่อสารสีได้รับพลังงานแสงและเกิดการถ่ายทอดอิเล็กตรอนขึ้นจะส่งอิเล็กตรอนไปยังตัวรับอิเล็กตรอนต่าง ๆ ต่อเนื่องกันจนถึง $NADP^+$ ซึ่งเป็นตัวรับอิเล็กตรอนตัวสุดท้ายและได้เป็น NADPH โดยในการถ่ายทอดอิเล็กตรอนนี้จะมีการสร้าง ATP เกิดขึ้นด้วย ซึ่งเห็นได้ว่าการสร้าง NADPH และ ATP ที่เป็นสารพลังงานสูงนี้เป็นการเปลี่ยนรูปจากพลังงานแสงเป็นพลังงานเคมี โดยการถ่ายทอดอิเล็กตรอนที่

เกิดขึ้นนั้นเป็นปฏิกิริยารีดอกซ์ โดยเกิดขึ้นที่บริเวณ thylakoid membrane ซึ่งมีสารสีฝังตัวอยู่รวมกันเป็นกลุ่มเรียกว่า ระบบแสง (photosystem; PS) เพื่อช่วยกันรับพลังงานแสง

สารสีต่าง ๆ ในพืชทั้ง chlorophyll a, chlorophyll b, carotene และ xanthophyll จะอยู่รวมกันเป็นกลุ่มหลายร้อยโมเลกุลโดยฝังตัวอยู่ใน protein ที่ thylakoid membrane เพื่อทำหน้าที่ดูดกลืนพลังงานแสง เมื่อได้รับพลังงานแสงสารสีเหล่านี้จะทำหน้าที่รับส่งพลังงานกันไปเป็นทอด ๆ โดยยังไม่เกิดการถ่ายทอดอิเล็กตรอน โครงสร้างของโปรตีนและกลุ่มของสารสีที่ทำหน้าที่รับส่งพลังงานเหล่านี้เรียกว่า แอนเทนนา (antenna) โดยจะมีเฉพาะ chlorophyll a โมเลกุลพิเศษที่เป็นศูนย์กลางปฏิกิริยา (reaction center) ของระบบแสงเท่านั้นที่เมื่อได้รับพลังงานที่ถ่ายทอดมาจะสามารถปลดปล่อยอิเล็กตรอนให้หลุดออกไปจากโมเลกุลไปยังตัวรับอิเล็กตรอนได้ โดยระบบแสงประกอบด้วยหลายแอนเทนนาในการช่วยรับส่งพลังงานและมีหลายศูนย์กลางปฏิกิริยา

พืชมีระบบแสง 2 ระบบ คือ ระบบแสง I (photosystem I; PS I) และระบบแสง II (photosystem II; PS II) โดย reaction center ของระบบแสง I จะมีการถ่ายทอดอิเล็กตรอนเมื่อได้รับพลังงานแสงที่ความยาวคลื่นไม่เกิน 700 nm เรียก reaction center ของระบบแสง I ว่า P700 ส่วน reaction center ของระบบแสง II จะมีการถ่ายทอดอิเล็กตรอนเมื่อได้รับพลังงานแสงที่ความยาวคลื่นไม่เกิน 680 nm เรียก reaction center ของระบบแสง II ว่า P680 ซึ่ง reaction center ของระบบแสง I และ II ต่างเป็นโมเลกุลของ chlorophyll a เหมือนกัน แต่การที่แต่ละระบบแสงรับพลังงานแสงได้ต่างกันเล็กน้อยเพราะสารสีในระบบแสง I และ II ฝังตัวอยู่ในโปรตีนต่างชนิดกัน

เมื่อ chlorophyll a ที่เป็น reaction center ของระบบแสงได้รับพลังงานที่ถ่ายทอดต่อ ๆ กันมาจากสารสีใน antenna จะทำให้ electron ของ chlorophyll a นี้ถูกกระตุ้นให้มีพลังงานสูงขึ้นและถ่ายทอดอิเล็กตรอนนี้ไปยังตัวรับอิเล็กตรอนในระบบแสงและเกิดการส่งต่อกันไปเป็นทอด ๆ โดยการถ่ายทอดอิเล็กตรอนดังกล่าวนี้เกิดขึ้นได้ 2 ลักษณะ คือ การถ่ายทอดอิเล็กตรอนแบบเป็นวัฏจักร (cyclic electron transfer) และการถ่ายทอดอิเล็กตรอนแบบไม่เป็นวัฏจักร (non-cyclic electron transfer)

การถ่ายทอดอิเล็กตรอนแบบเป็นวัฏจักร เป็นการถ่ายทอดอิเล็กตรอนโดย reaction center ของระบบแสง I จะส่งอิเล็กตรอนผ่านตัวรับอิเล็กตรอนชนิดต่าง ๆ จนกลับมายัง reaction center ของระบบแสง I อีกครั้งหนึ่ง โดยไม่ได้ส่งต่อให้กับ $NADP^+$ จึงไม่มีการสร้าง NADPH โดยในระหว่างการถ่ายทอดอิเล็กตรอนแบบเป็นวัฏจักรนี้จะมีการเคลื่อนย้าย H^+ จาก stroma มาเข้าสู่ thylakoid lumen โดยอาศัยปฏิกิริยาที่เกิดขึ้นในการถ่ายทอดอิเล็กตรอน ทำให้เกิดความแตกต่างของความเข้มข้น

(concentration gradient) ของ H^+ ระหว่าง stroma กับ thylakoid lumen จากนั้น H^+ ใน thylakoid lumen จะถูกส่งไปยัง stroma ผ่าน ATP synthase และเกิดการสร้าง ATP ขึ้น

การถ่ายทอดอิเล็กตรอนแบบไม่เป็นวัฏจักร เป็นการถ่ายทอดอิเล็กตรอนโดย reaction center ของระบบแสง II จะส่งอิเล็กตรอนผ่านตัวรับอิเล็กตรอนหลายชนิดซึ่งมีพลังงานต่ำลงเป็นลำดับไปยัง reaction center ของระบบแสง I ซึ่งจะไปทดแทนอิเล็กตรอนที่ระบบแสง I สูญเสียไปให้กับตัวรับอิเล็กตรอนชนิดต่าง ๆ จนถึง $NADP^+$ ที่เป็นตัวรับอิเล็กตรอนตัวสุดท้ายเพื่อสร้างเป็น NADPH โดยระบบแสง II จะมีเอนไซม์ที่สามารถเร่งปฏิกิริยาการแตกตัวของน้ำ เมื่อสูญเสียอิเล็กตรอนไปจึงสามารถดึงอิเล็กตรอนของน้ำออกมาแทนที่ ทำให้โมเลกุลของน้ำสลายเป็น O_2 และ H^+ นอกจากนี้ยังมีการเคลื่อนย้าย H^+ จาก stroma เข้าสู่ thylakoid lumen ส่งผลให้เกิด concentration gradient ของ H^+ ระหว่าง stroma และ thylakoid lumen ซึ่งพลังงานจากความแตกต่างนี้นำไปใช้สร้าง ATP โดย ATP synthase ได้เช่นเดียวกัน

9. กิจกรรมการเรียนรู้

<u>ขั้นนำ</u> (10 นาที)

1. ครูทักทายและสอบถามนักเรียนเกี่ยวกับเรื่องในชีวิตประจำวันต่าง ๆ

2. ครูอธิบายกระบวนการสังเคราะห์ด้วยแสงโดยรวม เพื่อนำเข้าสู่เรื่องปฏิกิริยาแสง

<u>ขั้นสอน</u> (80 นาที)

1. ครูอธิบายเกี่ยวกับโครงสร้างของคลอโรพลาสต์ พลังงานแสง และสารสี และมีการตั้งคำถามเป็นระยะเพื่อประเมินความเข้าใจของนักเรียน

- “แสงที่มีความยาวคลื่นในช่วง 400-700 นาโนเมตรเป็นแสงสีใดบ้าง” (แนวคำตอบ ช่วงแสงสีม่วงแสงสีแดง)

- “คลอโรฟิลล์ดูดกลืนแสงสีอะไรได้ดีที่สุด” (แนวคำตอบ แสงสีแดงและแสงสีน้ำเงิน)

- “ทำไมมนุษย์ถึงเห็นต้นไม้มีสีเขียว” (แนวคำตอบ เพราะใบไม้มีการดูดกลืนแสงสีอื่นมากกว่าแสงสีเขียวที่ดูดกลืนน้อย ทำให้มองเห็นใบไม้เป็นสีเขียว เพราะสีเขียวเกิดการสะท้อนออกมาเป็นส่วนใหญ่)

- “พลังงานที่อิเล็กตรอนปลดปล่อยออกมาเพื่อจะกลับสู่สถานะพื้นจะอยู่ในรูปของอะไร” (แนวคำตอบ พลังงานความร้อน และการเรืองแสง)

2. ครูอธิบายว่ากระบวนการสังเคราะห์ด้วยแสงประกอบด้วย 2 ขั้นตอนหลัก คือ ปฏิกิริยาแสง และปฏิกิริยาการตรึงคาร์บอน

3. ครูอธิบายเกี่ยวกับปฏิกิริยาแสงว่าเกิดที่เยื่อหุ้มไทลาคอยด์ จากนั้นอธิบายรายละเอียดเกี่ยวกับเยื่อหุ้มไทลาคอยด์ว่าประกอบไปด้วยโครงสร้างใดบ้าง

4. ครูอธิบายว่าพืชมีระบบแสง 2 ระบบ คือ ระบบแสง I (photosystem I; PS I) และระบบแสง II (photosystem II; PS II) พร้อมทั้งอธิบายรายละเอียดของระบบแสงทั้ง 2 ระบบ

5. ครูอธิบายว่าปฏิกิริยาแสงจะเกิดขึ้นผ่านการถ่ายทอดอิเล็กตอน โดยการถ่ายทอดอิเล็กตรอนเกิดได้ 2 รูปแบบ คือ การถ่ายทอดอิเล็กตรอนแบบไม่เป็นวัฏจักร และการการถ่ายทอดอิเล็กตรอนแบบเป็นวัฏจักร

6. ครูอธิบายรายละเอียดของการถ่ายทอดอิเล็กตรอนแบบไม่เป็นวัฏจักร และการการถ่ายทอดอิเล็กตรอนแบบเป็นวัฏจักร และมีการตั้งคำถามเป็นระยะเพื่อประเมินความเข้าใจของนักเรียน

- “ตัวรับอิเล็กตรอนตัวสุดท้ายของการถ่ายทอดอิเล็กตรอนแบบไม่เป็นวัฏจักรคืออะไร” (แนวคำตอบ $NADP^+$)

- “การถ่ายทอดอิเล็กตรอนแบบใดที่เกิดการแตกตัวของน้ำ” (แนวคำตอบ การถ่ายทอดอิเล็กตรอนแบบไม่เป็นวัฏจักร)

- “การถ่ายทอดอิเล็กตรอนแต่ละแบบมีการใช้ระบบแสงใดบ้าง” (แนวคำตอบ การถ่ายทอดอิเล็กตรอนแบบไม่เป็นวัฏจักรใช้ระบบแสง 1 และระบบแสง 2 ส่วนการถ่ายทอดอิเล็กตรอนแบบเป็นวัฏจักรใช้เพียงระบบแสง 1)

- “ผลิตภัณฑ์ที่ได้จากการการถ่ายทอดอิเล็กตรอนแบบไม่เป็นวัฏจักรและการถ่ายทอดอิเล็กตรอนแบบเป็นวัฏจักรแตกต่างกันอย่างไร” (แนวคำตอบ ผลิตภัณฑ์ที่ได้จากการถ่ายทอดอิเล็กตรอนแบบไม่เป็นวัฏจักรคือ NADPH และ ATP ส่วนการถ่ายทอดอิเล็กตรอนแบบเป็นวัฏจักรได้ผลิตภัณฑ์เป็น ATP เท่านั้น)

<u>ขั้นสรุป</u> (10 นาที)

1. ครูและนักเรียนร่วมกันสรุปความรู้หลังเรียนเกี่ยวกับการถ่ายทอดอิเล็กตรอน โดยสรุปเป็นตารางเปรียบเทียบ
2. ครูแนะนำวิธีการใช้นวัตกรรมปฏิกิริยาแสงเพื่อให้นักเรียนสามารถใช้ในการทบทวนเนื้อหาได้ด้วยตนเอง

10.สื่อการเรียนรู้ / แหล่งการเรียนรู้

- สื่อประกอบการสอน Power Point

- หนังสือเรียนรายวิชาเพิ่มเติมวิทยาศาสตร์ ชีววิทยา เล่ม 3 ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5

11.การวัดและประเมินผล

จุดประสงค์การเรียนรู้	วิธีการวัด	เครื่องมือวัด	เกณฑ์
<u>ด้านความรู้</u> 1. นักเรียนสามารถอธิบายความสำคัญของแสง สารสี และความสามารถในการดูดกลืนแสงของสารสีในกระบวนการสังเคราะห์ด้วยแสงได้ 2. นักเรียนสามารถอธิบายการถ่ายทอดอิเล็กตรอนแบบเป็นวัฏจักรและไม่เป็นวัฏจักรได้	- การสังเกตพฤติกรรมการถาม-ตอบในขั้นสอนและขั้นสรุป - การทำแบบฝึกหัด	- แบบสังเกตพฤติกรรม - แบบฝึกหัดเรื่องปฏิกิริยาหลังการใช้นวัตกรรม	- นักเรียนสามารถตอบคำถามที่ครูถามในแต่ละครั้งในขั้นสอนได้มากกว่าร้อยละ 60 - นักเรียนทำแบบฝึกหัดถูกมากกว่าร้อยละ 60
<u>ด้านทักษะ</u> 1. นักเรียนสามารถเปรียบเทียบความแตกต่างระหว่างกระบวนการถ่ายทอดอิเล็กตรอนแบบเป็นวัฏจักรและไม่เป็นวัฏจักรได้	- การทำแบบฝึกหัด	- แบบสังเกตพฤติกรรม - แบบฝึกหัดเรื่องปฏิกิริยาหลังการใช้นวัตกรรม	- นักเรียนทำแบบฝึกหัดถูกมากกว่าร้อยละ 60

จุดประสงค์การเรียนรู้	วิธีการวัด	เครื่องมือวัด	เกณฑ์
ด้านคุณลักษณะ - นักเรียนมีความรับผิดชอบในการทำงานที่ได้รับมอบหมาย - นักเรียนมีความใฝ่เรียนรู้	- การสังเกตพฤติกรรมในการเรียนการสอน - การส่งแบบฝึกหัดท้ายบท	- แบบสังเกตพฤติกรรม	- นักเรียนมีผลการประเมินอยู่ในระดับดีถึงดีเยี่ยม

12. บันทึกหลังการจัดการเรียนรู้

สรุปผลการจัดการเรียนรู้ นักเรียนทั้งหมดจำนวน .....45..... คน

จุดประสงค์การเรียนรู้	นักเรียนที่ผ่าน		นักเรียนที่ไม่ผ่าน	
	จำนวน (คน)	ร้อยละ	จำนวน (คน)	ร้อยละ
ด้านความรู้ (K)				
ด้านทักษะ / กระบวนการ (P)				
ด้านเจตคติ – ค่านิยม (A)				

12.1 ด้านเนื้อหา/สาระที่จัดการเรียนรู้

.....

.....

.....

.....

12.2 ด้านการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ / กลยุทธ์ในการจัดการเรียนรู้

.....

.....

.....

.....

12.3 ด้านการใช้สื่อ นวัตกรรม เทคโนโลยีทางการศึกษาและแหล่งเรียนรู้

.....

.....

.....

.....

12.4 ด้านการวัดและประเมินผลการเรียนรู้

.....

.....

.....

.....

12.5 ปัญหาและอุปสรรค(ด้านความรู้/กระบวนการ/คุณลักษณะ)

.....

.....

.....

.....

12.6 แนวทางแก้ปัญหาและข้อเสนอแนะ

.....

.....

.....

.....

13. จุดเด่นและจุดที่ควรพัฒนา

.....

.....

.....

14. แนวทางเสริมสร้างและแก้ไข

.....

.....

.....

ลงชื่อ.....ผู้สอน

(นางสาวเปรมลัดดา ผงกุลา)

ครูผู้ช่วย

แบบประเมินการตอบคำถาม

เกณฑ์การให้คะแนน

3 คะแนน หมายถึง นักเรียนแสดงความถี่ของพฤติกรรมออกมาตั้งแต่ 5 ครั้งขึ้นไป

2 คะแนน หมายถึง นักเรียนแสดงความถี่ของพฤติกรรมออกมา 3-4 ครั้ง

1 คะแนน หมายถึง นักเรียนแสดงความถี่ของพฤติกรรมออกมา 1-2 ครั้ง

0 คะแนน หมายถึง นักเรียนไม่แสดงพฤติกรรมให้เห็น

เกณฑ์การประเมินผล

4 – 6 คะแนน = ผ่าน

0 – 3 คะแนน = ไม่ผ่าน

ลำดับที่	ชื่อ-สกุล	ตอบคำถามได้ถูกต้องและตรงประเด็น				ตอบคำถามอย่างสม่ำเสมอ				รวม	ผลการประเมิน		หมายเหตุ
		3	2	1	0	3	2	1	0		ผ่าน	ไม่ผ่าน	
1													
2													
3													
4													
5													

แบบสังเกตพฤติกรรม

เกณฑ์การให้คะแนน

3 คะแนน หมายถึง นักเรียนแสดงความถี่ของพฤติกรรมออกมาตั้งแต่ 5 ครั้งขึ้นไป

2 คะแนน หมายถึง นักเรียนแสดงความถี่ของพฤติกรรมออกมา 3-4 ครั้ง

1 คะแนน หมายถึง นักเรียนแสดงความถี่ของพฤติกรรมออกมา 1-2 ครั้ง

0 คะแนน หมายถึง นักเรียนไม่แสดงพฤติกรรมให้เห็น

เกณฑ์การประเมินผล

4 – 6 คะแนน = ผ่าน

0 – 3 คะแนน = ไม่ผ่าน

ลำดับที่	ชื่อ-สกุล	มีส่วนร่วมในการทำกิจกรรมในชั้นเรียน								รวม	ผลการประเมิน		หมายเหตุ
		มีความกระตือรือร้นในการทำกิจกรรม				มีการแสดงความคิดเห็นในชั้นเรียน							
		3	2	1	0	3	2	1	0		ผ่าน	ไม่ผ่าน	
1													
2													
3													
4													

5												