วารสารศาสตร์การศึกษาและการพัฒนามนุษย์
ปีที่ 10 ฉบับที่ 1 เดือน มกราคม – มิถุนายน 2569

Journal of Education and Human Development Sciences
Vol. 10 No. 1 January –June 2026

ISSN 2985-1017 (Online)

การพัฒนาบอร์ดเกม ATP Generator เพื่อส่งเสริมความเข้าใจแนวคิดเกี่ยวกับการหายใจระดับเซลล์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5

Development of ATP Generator Board Game to Enhance Grade 11 Students' Conceptual Understanding of Cellular Respiration

จามรี เหลืองรุ่งทรัพย์[1], นันทรัตน์ เครืออินทร์[2,*] และ กุลธิดา นุกูลธรรม[3]

Jamari Lueangrungsap[1,*], Nantarat Kruea-In[2] and Kulthida Nugultham[3]

(วันรับบทความ : 29 ธันวาคม 2568/วันแก้ไขบทความ : 06 มีนาคม 2569/วันตอบรับบทความ : 10 มีนาคม 2569)

(Received Date : Dec 29th, 2025, Revised Date : Mor 06th, 2026, Accepted Date : Mor 10th, 2026)

บทคัดย่อ

การวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อ 1) พัฒนาบอร์ดเกม ATP Generator สำหรับส่งเสริมความเข้าใจแนวคิดเกี่ยวกับการหายใจระดับเซลล์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 2) ศึกษาผลการพัฒนาความเข้าใจแนวคิดเกี่ยวกับการหายใจระดับเซลล์ด้วยการเล่นบอร์ดเกม ATP Generator และ 3) ศึกษาความคิดเห็นของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ต่อการเล่นบอร์ดเกม ATP Generator โดยกลุ่มเป้าหมายเป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 จำนวน 75 คน จากห้องเรียนแผนการเรียนวิทยาศาสตร์-คณิตศาสตร์ 2 ห้อง โรงเรียนขนาดใหญ่พิเศษแห่งหนึ่งในจังหวัดนครปฐม ปีการศึกษา 2568 เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยประกอบด้วย 1) บอร์ดเกม ATP Generator ที่ผู้วิจัยสร้างขึ้น 2) แบบวัดความเข้าใจแนวคิดเกี่ยวกับการหายใจระดับเซลล์ เป็นแบบปรนัย 4 ตัวเลือก จำนวน 15 ข้อ และ 3) แบบสอบถามความคิดเห็นต่อการเล่นบอร์ดเกม เป็นแบบมาตราส่วนประมาณค่า 5 ระดับ จำนวน 10 ข้อ วิเคราะห์ข้อมูลโดยใช้ค่าเฉลี่ย ร้อยละ ค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน ค่าต่ำสุด ค่าสูงสุด และการทดสอบค่าที ผลการวิจัยพบว่า 1) บอร์ดเกม ATP Generator มีลักษณะเป็นเกมแนววางแผนซึ่งผู้เล่นจะต้องวางแผน เพื่อทำภารกิจสร้าง ATP ให้ได้มากที่สุด ด้วยการแลกเปลี่ยนโทเคนทรัพยากรชนิดต่าง ๆ ตามปฏิกิริยาเคมี ที่ระบุไว้ในโซนต่าง ๆ ของการเกิดกระบวนการหายใจระดับเซลล์ 2) หลังการเล่นบอร์ดเกม ATP Generator นักเรียนมีความเข้าใจแนวคิดเกี่ยวกับการหายใจระดับเซลล์สูงกว่าก่อนเล่น และสูงกว่าเกณฑ์ร้อยละ 60 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 และ 3) หลังจากการเล่นบอร์ดเกม ATP Generator นักเรียนมีความคิดเห็นภาพรวมต่อการเล่นบอร์ดเกมอยู่ในระดับมาก

คำสำคัญ : บอร์ดเกม, การหายใจระดับเซลล์, ความเข้าใจแนวคิด, การสร้างเอทีพี

[1] คณะศึกษาศาสตร์และพัฒนศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ วิทยาเขตกำแพงแสน Email: jamari.lu@ku.th

[1] Faculty of Education and Development Science, Kasetsart University Kamphaeng Saen Campus Email: jamari.lu@ku.th

[2] คณะศึกษาศาสตร์และพัฒนศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ วิทยาเขตกำแพงแสน Email: nantarat.p@ku.th

[2] Faculty of Education and Development Science, Kasetsart UniversityKamphaeng Saen CampusEmail: nantarat.p@ku.th

[3] คณะศึกษาศาสตร์และพัฒนศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ วิทยาเขตกำแพงแสน Email: kulthida.n@ku.th

[3] Faculty of Education and Development Science, Kasetsart University Kamphaeng Saen Campus Email: kulthida.n@ku.th

* ผู้ติดต่อหลัก Email: nantarat.p@ku.th

* Corresponding author Email: nantarat.p@ku.th

ISSN 2985-1017 (Online)

Abstract

The purposes of this research were to 1) develop ATP Generator Board Game to enhance Grade 11 students' conceptual understanding of cellular respiration, 2) investigate the effects of playing ATP Generator Board Game on the development of students' conceptual understanding of cellular respiration, and 3) to examine Grade 11 students' opinions toward playing the ATP Generator Board Game. The participants consisted of 75 Grade 11 students from two Science-Mathematics program classrooms at an extra-large school in Nakhon Pathom Province during the 2025 academic year. The research instruments included 1) the ATP Generator Board Game, 2) a 15-item four-choice conceptual understanding test on cellular respiration, and 3) a 10-item five-point Likert scale questionnaire. Data were analyzed using mean, percentage, standard deviation, minimum and maximum values, and t-test. The research findings revealed that 1) The ATP Generator Board Game was a strategy planning game in which players had to plan to complete missions to produce as much ATP as possible by exchanging various resource tokens according to the chemical reactions specified in different zones of cellular respiration. 2) after playing the game, students' conceptual understanding of cellular respiration was significantly higher than the pre-test scores and exceeded the 60% criterion at the .05 level of significance. 3) overall, students' opinions toward playing the board game were at a high level.

Keyword : Board game, Cellular respiration, Conceptual understanding, ATP Generator

บทนำ

รายวิชาชีววิทยาเป็นพื้นฐานสำคัญสำหรับผู้เรียนในระดับชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย การศึกษาต่อในระดับอุดมศึกษาในสาขาวิชาที่ใช้วิทยาศาสตร์เป็นฐาน เช่น แพทย์ ทันตแพทย์ สัตวแพทย์ เทคโนโลยีชีวภาพ เทคนิคการแพทย์วิศวกรรม และสถาปัตยกรรม (Ministry of Education, 2017) การเรียนรู้ในวิชาชีววิทยามีลักษณะแตกต่างจากการเรียนรู้วิชาวิทยาศาสตร์อื่น ๆ เนื่องจากมีเนื้อหาความรู้ที่มีความละเอียดซับซ้อน มีความเฉพาะเจาะจงในบางเรื่อง เนื้อหาเต็มไปด้วยความหลากหลาย มักบูรณาการกับเนื้อหาต่างสาขาวิชา เช่น เคมี โดยปัญหาสำคัญที่พบบ่อยในการจัดการเรียนการสอนในรายวิชาชีววิทยา ในด้านของนักเรียนคือการทำความเข้าใจเนื้อหาชีววิทยา ส่วนด้านของครูเป็นปัญหาเกี่ยวกับการเลือกใช้วิธีการถ่ายทอดความรู้ให้กับนักเรียน

จากการสอบถามความคิดเห็นของนักเรียน Çimer (2012) พบว่า ความยากลำบากในการเรียนรู้รายวิชาชีววิทยาของนักเรียนมีสาเหตุ 5 ประการ ได้แก่ 1) แนวคิดหลายอย่างไม่สามารถมองเห็นได้ด้วยตาเปล่า เนื้อหามีจำนวนมากและซับซ้อน และมีการใช้คำศัพท์ภาษาต่างประเทศจำนวนมาก 2) การเรียนการสอนส่วนใหญ่เน้นการบรรยายเป็นหลัก มีการใช้วิธีการสอนที่เน้นนักเรียนเป็นศูนย์กลางหรือลงมือปฏิบัติน้อยมาก 3) นักเรียนจำนวนมากไม่ทบทวนเนื้อหาที่เรียนไปแล้ว ไม่ได้ทำแบบฝึกหัด หรือไม่ได้ตั้งใจเรียนอย่างสม่ำเสมอ 4) นักเรียนรู้สึกเบื่อหน่ายและไม่สนใจวิชาชีววิทยา เพราะมองว่าเป็นความรู้เชิงทฤษฎี 5) การขาดแคลนทรัพยากร เช่น ขาดห้องปฏิบัติการชีววิทยาที่เหมาะสม มีสื่อการสอนหรืออุปกรณ์การเรียนรู้ไม่เพียงพอ และเวลาเรียนไม่เพียงพอต่อการสอนเนื้อหาทั้งหมดที่มีอยู่ในหลักสูตร อุปสรรคดังกล่าวส่งผลต่อการสร้างความเข้าใจเนื้อหาในรายวิชาชีววิทยาที่จะสามารถนำไปอธิบายหรือเชื่อมโยงกับปรากฏการณ์ในชีวิตประจำวันได้

ISSN 2985-1017 (Online)

การจัดการเรียนการสอนรายวิชาชีววิทยา ระดับชั้นมัธยมศึกษาศึกษาปีที่ 5 ในบริบทโรงเรียนของผู้วิจัย พบว่า ผลการเรียนที่ผ่านมาช่วงปีการศึกษา 2565 ถึง 2567 ในภาพรวมนักเรียนมีผลคะแนนเฉลี่ยลดลงอย่างต่อเนื่อง เมื่อวิเคราะห์ผลคะแนนของนักเรียนพบว่าเรื่องการหายใจระดับเซลล์ นักเรียนมีผลคะแนนที่ต่ำกว่าเรื่องอื่น ๆ เนื่องจากผลการเรียนรู้ในเรื่องนี้นักเรียนต้องอธิบาย เปรียบเทียบและสรุปขั้นตอนการหายใจระดับเซลล์ในภาวะที่มีออกซิเจนเพียงพอและภาวะที่มีออกซิเจนไม่เพียงพอ ซึ่งเนื้อหาค่อนข้างยาก ซับซ้อน มีความเป็นนามธรรม ทำให้นักเรียนไม่เข้าใจ ไม่เห็นภาพตัวอย่างประกอบการสอนที่เป็นรูปธรรม และเนื้อหาที่เป็นกระบวนการขั้นตอนต่าง ๆ จึงเป็นปัญหาที่สำคัญของนักเรียนเกี่ยวกับการเรียนรู้ในเรื่องนี้ และถ้านักเรียนไม่สามารถเข้าใจเนื้อหาของกระบวนการต่าง ๆ ได้ นักเรียนก็จะไม่สามารถเชื่อมโยงความสัมพันธ์ของเนื้อหาของแต่ละกระบวนการเข้าด้วยกันได้ ซึ่งปัญหาเหล่านี้สอดคล้องกับที่ Özay & Öztas (2003) ระบุไว้ว่าการหายใจระดับเซลล์เป็นหัวข้อเรื่องที่มีลักษณะเนื้อหาที่เป็นนามธรรม ต้องอาศัยการจินตนาการในการทำความเข้าใจถึงกระบวนการที่ไม่สามารถมองเห็นได้ด้วยตาเปล่า

นอกจากนี้ผู้วิจัยยังได้วิเคราะห์สาเหตุและสอบถามความคิดเห็นจากนักเรียนห้องที่ผู้วิจัยรับผิดชอบสอนพบว่านักเรียนต้องการรูปแบบการเรียนรู้ที่เน้นการลงมือปฏิบัติ เห็นภาพจริง มีการใช้สื่อที่หลากหลาย มีเกมการแข่งขันเพื่อให้การเรียนเป็นสิ่งที่สนุกท้าทาย ซึ่งผู้วิจัยพิจารณาว่า การเรียนรู้จากเกมสามารถช่วยให้นักเรียนเข้าใจ จดจำเนื้อหาได้ง่าย และยังช่วยให้เกิดการสร้างองค์ความรู้ด้วยตนเองอีกด้วย สามารถนำมาเป็นแนวทางในการพัฒนากิจกรรมการเรียนรู้ได้ และยังมีความสอดคล้องกับการศึกษาในช่วงศตวรรษที่ 21 การจัดการเรียนการสอนแบบเชิงรุก (Active Learning) นับเป็นสิ่งที่ถูกกล่าวถึงมากที่สุด เพราะเป็นแนวการจัดการเรียนการสอนเน้นผู้เรียนเป็นสำคัญ โดยส่งเสริมให้ผู้เรียนมีส่วนร่วมในชั้นเรียน สร้างปฏิสัมพันธ์ระหว่างครูกับผู้เรียน มุ่งให้ผู้เรียนลงมือปฏิบัติ โดยมีครูเป็นผู้อำนวยความสะดวก (Office of the Basic Education Commission, 2019)

บอร์ดเกม (Board Game) จัดเป็นสื่อนวัตกรรมรูปแบบหนึ่ง ที่นิยมนำมาใช้ในการจัดการเรียนรู้แบบเชิงรุก เพื่อให้ผู้เรียนเกิดความคิดที่หลากหลาย กระตุ้นความคิดสร้างสรรค์ สร้างความสุขให้ทั้งผู้เรียนและผู้สอน รวมถึงเป็นเครื่องมือในการถอดบทเรียนเพื่อเชื่อมโยงการตัดสินใจในเกมกับชีวิตจริง ทำให้เกิดการแลกเปลี่ยนเรียนรู้ที่หลากหลาย นอกจากนี้ บอร์ดเกมยังช่วยเพิ่มประสิทธิภาพการเรียนรู้ในห้องเรียน เป็นการจัดกิจกรรมการสอนที่สร้างความสุขและความสนุกสนาน บอร์ดเกมจึงเป็นวิธีที่ช่วยดึงดูดความสนใจและแก้ปัญหาความเบื่อหน่ายในการเรียนได้เป็นอย่างดี (Srijanta et al., 2019) ในช่วงทศวรรษที่ผ่านมา การใช้เกมเพื่อการเรียนรู้ จึงเป็นแนวทางหนึ่งที่ได้รับความสนใจมากขึ้นในการเรียนการสอนชีววิทยา ซึ่งเป็นการออกแบบกิจกรรมการเรียนที่ผสมผสานระหว่างเนื้อหาวิชาการกับความสนุก มีการแข่งขัน ความท้าทาย และกลยุทธ์ ซึ่งช่วยส่งเสริมทั้งความเข้าใจในแนวคิดวิทยาศาสตร์และแรงจูงใจในการเรียนรู้ (Tüzün et al., 2009) เกมยังเอื้อต่อการเรียนรู้แบบมีปฏิสัมพันธ์ (Interactive learning) ช่วยให้ผู้เรียนได้ฝึกคิด ตัดสินใจ และแก้ปัญหาในสถานการณ์จำลองที่ใกล้เคียงกับความเป็นจริง ซึ่งถือเป็นแนวทางการเรียนรู้แบบลงมือปฏิบัติที่มีประสิทธิภาพสูง (Gee, 2003)

จากการตรวจสอบเอกสารพบว่าผู้วิจัยหลายท่านได้นำบอร์ดเกมมาใช้ในการเรียนการสอน เรื่อง การหายใจระดับเซลล์ ดังเช่น Parks (2023) ที่ใช้เกมกระดานเพื่อส่งเสริมความเข้าใจของนักเรียนเกี่ยวกับกลไกการหายใจระดับเซลล์สำหรับนักเรียนที่ศึกษาชีววิทยาระดับสูง ได้แก่ โรงเรียนมัธยมศึกษาตอนปลาย นักศึกษาระดับปริญญาตรีเบื้องต้น และนักศึกษาระดับปริญญาตรีขั้นสูง โดยสร้างเกม “Aerobic Respiration: The Board Game” ที่มีการประยุกต์ใช้กลยุทธ์การเรียนรู้ที่หลากหลาย ทำให้นักเรียนได้รับความสนุกสนานและมีส่วนร่วมใน

ISSN 2985-1017 (Online)

การทำความเข้าใจหัวข้อที่ซับซ้อนของบอร์ดเกมไปพร้อมกัน และ Miculob et al. (2022) ที่ได้ทำการศึกษาบอร์ดเกม ATP (Adenosine triphosphate) Quest สำหรับการเรียนรู้แบบเผชิญหน้าและการเรียนรู้ทางไกล ผลการวิจัยสรุปว่าเกม ATP Quest สามารถส่งเสริมการเรียนรู้ได้จริงแม้ไม่มีการสอนอย่างเป็นทางการ เกมนี้ยังสามารถเป็นเครื่องมือทบทวนที่ดีทั้งสำหรับผู้เรียนที่กำลังเรียนและที่เคยเรียนหัวข้อนี้มาแล้ว ที่สำคัญที่สุดคืองานวิจัยนี้แสดงให้เห็นถึงศักยภาพในการนำเกมไปประยุกต์ใช้ได้ทั้งในการเรียนรู้ทางไกลและแบบเผชิญหน้า

จากสภาพปัญหาการจัดการเรียนการสอนชีววิทยาที่กล่าวมาข้างต้น ไม่ว่าจะเป็นด้านความซับซ้อน ความยากของเนื้อหา และการสอนของครู รวมถึงการศึกษางานวิจัยการพัฒนาบอร์ดเกมการศึกษาเกี่ยวกับเรื่องการหายใจระดับเซลล์ของท่านอื่น ๆ ผู้วิจัยได้วิเคราะห์เนื้อหา องค์ประกอบ และกลไกของเกมเหล่านั้น พบว่าเกมส่วนใหญ่มักนำเสนอเนื้อหาแบบแยกส่วนกัน ทำให้นักเรียนเข้าใจเพียงว่าแต่ละขั้นตอนมีสารตั้งต้นและผลิตภัณฑ์คืออะไร ยังขาดการเชื่อมโยงที่เป็นระบบระหว่างแต่ละขั้นตอนของกระบวนการหายใจระดับเซลล์ทำให้ไม่เห็นภาพชัดเจน รวมถึงเกมยังเน้นเพียงการจดจำศัพท์หรือข้อมูลมากกว่าการเข้าใจภาพรวมของกระบวนการ และยังเน้นให้ครูผู้สอนเป็นผู้ควบคุมเกมเอง

ผู้วิจัยจึงพัฒนาบอร์ดเกม ATP Generator เพื่อส่งเสริมความเข้าใจแนวคิดเกี่ยวกับการหายใจระดับเซลล์ ระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 โดยเน้นการบูรณาการเนื้อหาเข้ากับกลไกของเกมที่นักเรียนสามารถมีส่วนร่วมในการตัดสินใจและเข้าใจผลลัพธ์ของการกระทำในบริบทการจำลองเหตุการณ์ภายในเซลล์ ความมุ่งหมายคือเพื่อช่วยให้นักเรียนเข้าใจกระบวนการหายใจระดับเซลล์ที่มีบทบาทสำคัญในการสร้าง ATP ได้อย่างชัดเจน โดยออกแบบรูปแบบบอร์ดเกมเป็นแนววางแผน (Strategy Game) เพื่อให้ผู้เล่นใช้ทักษะการคิดวางแผนในการแลกเปลี่ยนโทเคนชนิดต่าง ๆ ตามโซนกระบวนการหายใจระดับเซลล์ที่อยู่บนกระดานบอร์ดเกม และในระหว่างเล่น ไม่ว่าปัจจัยในขั้นตอนใดขั้นตอนหนึ่งเกิดการเปลี่ยนแปลง เช่น ขาดออกซิเจน หรือ สารตัวกลางขาดแคลนฯ ผู้เล่นจะสามารถเชื่อมโยงได้ว่าปัจจัยนั้นส่งผลต่อประสิทธิภาพการผลิต ATP ในภาพรวมอย่างไร และทำภารกิจสร้าง ATP ให้สำเร็จ ซึ่งกลไกเหล่านี้จะช่วยปิดช่องว่างปัญหาต่างๆ ของบอร์ดเกมที่ได้ศึกษามา โดยเปลี่ยนจากการเรียนรู้แบบแยกส่วนสู่การวางแผนจัดการทรัพยากรพลังงานที่เชื่อมโยงทุกกระบวนการเข้าด้วยกันอย่างแท้จริง โดยผู้วิจัยคาดหวังว่าเกมนี้จะสามารถพัฒนาความเข้าใจแนวคิดเกี่ยวกับการหายใจระดับเซลล์ของนักเรียนผ่านการเล่นเกมในห้องเรียนแทนการเรียนรู้ปกติซึ่งใช้การบรรยายเนื้อหา

วัตถุประสงค์ของการวิจัย

1. เพื่อพัฒนาบอร์ดเกม ATP Generator สำหรับส่งเสริมความเข้าใจแนวคิดเกี่ยวกับการหายใจระดับเซลล์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5
2. เพื่อศึกษาผลการเล่นบอร์ดเกม ATP Generator สำหรับส่งเสริมความเข้าใจแนวคิดเกี่ยวกับการหายใจระดับเซลล์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5
   2.1 เพื่อเปรียบเทียบความเข้าใจแนวคิดเกี่ยวกับการหายใจระดับเซลล์ ของนักเรียนก่อนและหลังการเล่นบอร์ดเกม ATP Generator
   2.2 เพื่อเปรียบเทียบความเข้าใจแนวคิดเกี่ยวกับการหายใจระดับเซลล์ของนักเรียนหลังการเล่นบอร์ดเกม ATP Generator กับเกณฑ์ร้อยละ 60
3. เพื่อศึกษาความคิดเห็นของนักเรียนต่อการเล่นบอร์ดเกม ATP

ISSN 2985-1017 (Online)

วิธีการดำเนินการวิจัย (Methodology)

การวิจัยนี้ เป็นรูปแบบการวิจัยก่อนมีแบบการวิจัยเชิงทดลอง (Pre-Experimental Designs) แบบแผนการทดลองกลุ่มเดียวสอบก่อนและหลัง (One Group Pretest – Posttest Design) ซึ่งผู้วิจัยได้ดำเนินการวิจัยตามขั้นตอน ดังนี้

กลุ่มเป้าหมาย

นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 จำนวน 75 คน จากห้องเรียนแผนการเรียนวิทยาศาสตร์-คณิตศาสตร์ 2 ห้อง คือ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5/1 จำนวน 37 คน และชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5/2 จำนวน 38 คน ในโรงเรียนขนาดใหญ่พิเศษแห่งหนึ่งในจังหวัดนครปฐม ปีการศึกษา 2568 ที่ผู้วิจัยเป็นผู้สอนรายวิชามหัศจรรย์ของสัตว์ (ชีววิทยา) รายวิชานี้คือวิชาเพิ่มเติม (บังคับ) ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 แผนการเรียนวิทยาศาสตร์คณิตศาสตร์ โดยหลักสูตรของโรงเรียนได้มีการปรับโครงสร้างรายวิชาและสลับเนื้อหาเรื่องต่าง ๆ ในรายวิชาชีววิทยา เพื่อให้มีความสอดคล้องคล้องและเหมาะสมกับนักเรียนในแต่ระดับชั้นมากขึ้น จึงทำให้ลำดับเนื้อหาที่นักเรียนต้องเรียนมีความแตกต่างจากหลักสูตรวิชาชีววิทยาทั่วไป ซึ่งเรื่องการหายใจระดับเซลล์ ก็จัดเป็นหนึ่งในเนื้อหาที่ถูกปรับมาเรียนในระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ในขณะที่หลักสูตรวิชาชีววิทยาทั่วไปจะได้เรียนเรื่องนี้ในระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4

เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

1. บอร์ดเกม ATP Generator โดยผู้วิจัยได้ดำเนินงานตามขั้นตอนดังนี้

1.1 ศึกษามาตรฐานการเรียนรู้ หลักสูตร คู่มือครู หนังสือแบบเรียน เรื่อง การหายใจระดับเซลล์ เพื่อกำหนดขอบเขตด้านเนื้อหาตามหลักสูตรสถานศึกษา

1.2 ศึกษาหลักการสร้างบอร์ดเกม ATP Generator เป็นแนวทางในการวางโครงสร้างและพัฒนาต่อไป

1.3 จัดทำบอร์ดเกม ATP Generator โดยการออกแบบและพัฒนาบอร์ดเกม ATP Generator ซึ่งผู้วิจัยได้สรุปขั้นตอนการออกแบบและพัฒนาบอร์ดเกมไว้ ดังนี้

1) การวางแผนและกำหนดแนวทางเบื้องต้น

เริ่มจากการกำหนดวัตถุประสงค์เพื่อส่งเสริมความเข้าใจในแนวคิดเรื่องการหายใจระดับเซลล์ โดยคัดเลือกเนื้อหาจากรายวิชาชีววิทยาที่มีลักษณะซับซ้อนและเป็นนามธรรม ซึ่งมักเป็นอุปสรรคต่อการเรียนรู้ของนักเรียนส่วนใหญ่ เพื่อนำมาพัฒนาเป็นสื่อบอร์ดเกมสำหรับกลุ่มเป้าหมายนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5

2) การออกแบบเกม

2.1) การพัฒนาบอร์ดเกมเริ่มต้นด้วย การกำหนดธีมและเรื่องราว ที่จำลองกระบวนการหายใจระดับเซลล์ภายในไซโทซอลและไมโทคอนเดรีย โดยให้ผู้เล่นเคลื่อนที่ไปตามช่องบนกระดานเพื่อรวบรวมทรัพยากรสำหรับการสร้างพลังงาน ATP ในส่วนของโครงสร้างเกมถูกออกแบบมาในรูปแบบการแข่งขันสำหรับผู้เล่น 2 คนขึ้นไป เพื่อหาผู้ชนะหนึ่งเดียวที่สามารถทำภารกิจสำเร็จ ผ่านกลไกการเล่นที่เน้นการวางแผนแลกเปลี่ยนโทเคนทรัพยากรที่สะท้อนถึงขั้นตอนการเปลี่ยนสารอาหารให้เป็นพลังงานที่จำเป็นต่อสิ่งมีชีวิต

2.2) การวางระบบของเกมให้สอดคล้องกับวัตถุประสงค์การเรียนรู้ โดยกำหนดกฎกติกาพื้นฐาน โดยต้นแบบบอร์ดเกมที่ออกแบบไว้มีลักษณะ ดังนี้ องค์ประกอบบอร์ดเกม ประกอบด้วย กระดานเกม โทเคนทรัพยากร 14 ชนิด (Glucose / NAD^+/ FAD / CO_2 / O_2 / ATP / NADH / $FADH_2$ / Ethanol / Lactate /

ISSN 2985-1017 (Online)

Acetaldehyde / Pyruvate / Acetyl CoA และ Coenzyme A) การ์ดความสามารถต่าง ๆการ์ดภารกิจ ลูกเต๋า 6 หน้า แบบตัวเลข ลูกเต๋า 6 หน้า แบบระบุตำแหน่งสถานที่ภายในเซลล์ และตัวเดิน

กติกาหรือวิธีการเล่น ผู้เล่นจะมีโทเคนทรัพยากรและการ์ดเริ่มต้น จากนั้นผู้เล่นต้องทอยลูกเต๋าสุ่มเลือกพื้นที่เริ่มต้นในเซลล์ การเริ่มเล่นเกมผู้เล่นต้องทอยลูกเต๋าแบบตัวเลข (เลข 1-6) เพื่อกำหนดจำนวนก้าวในการเดิน ซึ่งสามารถเคลื่อนที่ไปยังพื้นที่ใกล้เคียงตามจำนวนก้าวที่ทอยได้อย่างอิสระ หากผู้เล่นเดินตกที่ช่องต่าง ๆ ผู้เล่นจะสามารถเลือกทำภารกิจได้เพียงแค่ 1 อย่าง คือเก็บทรัพยากรหรือแลกเปลี่ยนทรัพยากรตามเงื่อนไขของแต่ละโซนที่ตนเองยืนอยู่ ซึ่งเกมจะสิ้นสุดลงก็ต่อเมื่อมีผู้เล่นสะสมได้ครบ 10 ATP ก่อน หรือเมื่อเล่นครบ 10 รอบ ผู้ที่สะสม ATP ได้มากที่สุดเป็นผู้ชนะ

3) การออกแบบอุปกรณ์และภาพประกอบ

3.1) การออกแบบอุปกรณ์ และการออกแบบภาพประกอบด้วยแอปพลิเคชัน Canva

3.2) การสร้างเกมต้นแบบด้วยวัสดุง่าย ๆ

4) การพัฒนาและทดสอบเกม

4.1) การทดลองเล่นเบื้องต้นด้วยตนเอง หรือกับนักเรียนกลุ่มอื่น ๆ

4.2) การทดลองกับกลุ่มทดลอง คือ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6/1 จำนวน 30 คน

4.3) การสังเกตและประเมิน โดยการเก็บข้อมูลจากการสัมภาษณ์แบบกึ่งโครงสร้าง และไม่เป็นทางการ โดยใช้คำถามปลายเปิดจำนวน 4 ข้อ ที่ถามเกี่ยวกับด้านความน่าสนใจ องค์ประกอบ ความสนุกบอร์ดเกม และความเข้าใจในแนวคิดจากบอร์ดเกม

4.4) การปรับปรุงบอร์ดเกม ATP Generator ตามผลสะท้อนจากผู้เล่นและผู้สอน เพื่อให้ได้บอร์ดเกมที่เสร็จสมบูรณ์ พบข้อสรุปว่า

4.4.1) การเลือกโครงสร้างของเกม ควรเปลี่ยนเป็นโครงสร้างเกมแบบเล่นเป็นทีม (Team-Based Game) เป็นเกมที่มีผู้เล่นเป็นทีม ซึ่งทีมของผู้เล่นนั้นจะมีการแข่งขันกับผู้อื่นร่วมกัน เพื่อให้ได้รับชัยชนะ เนื่องจากผู้เล่นจะได้เกิดการแลกเปลี่ยนความรู้ มีปฏิสัมพันธ์ และช่วยกันวางแผนมากกว่า รวมทั้งการเล่นเดี่ยวจะต้องใช้จำนวนโทเคนในการแลกเปลี่ยนเป็นจำนวนมาก และใช้เวลาในการเล่นที่มากกว่าแบบทีม

2. แบบวัดความเข้าใจแนวคิดเกี่ยวกับการหายใจระดับเซลล์ โดยการสร้างแบบวัดมีขั้นตอน ดังนี้

2.1 ศึกษามาตรฐานการเรียนรู้ หลักสูตร คู่มือครู หนังสือแบบเรียนเรื่อง การหายใจระดับเซลล์ เพื่อกำหนดขอบเขตด้านเนื้อหา และศึกษาวิธีการสร้างแบบวัดจากหนังสือวิจัยทางการวิจัยและสถิติวิจัย

2.2 สร้างแบบวัดความเข้าใจแนวคิดเกี่ยวกับการหายใจระดับเซลล์ ซึ่งประกอบด้วยข้อคำถามจำนวน 15 ข้อ โดยครอบคลุมเนื้อหาเกี่ยวกับความหมายของการหายใจระดับเซลล์ ประเภทของการหายใจระดับเซลล์ และขั้นตอนกระบวนการหายใจระดับเซลล์ มีลักษณะเป็นคำถามแบบปรนัย 4 ตัวเลือก

2.3 นำแบบวัดความเข้าใจแนวคิดเกี่ยวกับการหายใจระดับเซลล์เสนอผู้เชี่ยวชาญด้านเนื้อหา จำนวน 3 ท่าน เพื่อตรวจสอบความสอดคล้องของเนื้อหา โดยหาค่าดัชนีความสอดคล้อง IOC และพิจารณาความสอดคล้องของประเด็นข้อคำถามกับแนวคิดเกี่ยวกับการหายใจระดับเซลล์ ที่มีค่าดัชนีความสอดคล้อง ตั้งแต่ตั้งแต่ 0.67 - 1.00 และปรับปรุงแบบวัดตามคำแนะนำของผู้เชี่ยวชาญ

2.4 นำแบบวัดที่ได้ไปทดลองใช้กับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6/1 จากห้องเรียนแผนการเรียนวิทยาศาสตร์-คณิตศาสตร์ โรงเรียนขนาดใหญ่พิเศษแห่งหนึ่งในจังหวัดนครปฐม ปีการศึกษา 2568 จำนวน 30 คน ซึ่งใช้เวลาในทดสอบ 30 นาที แล้วนำผลมาวิเคราะห์หาค่าดัชนีความยากง่าย (p) และค่าดัชนีอำนาจจำแนก

ISSN 2985-1017 (Online)

(r) เป็นรายข้อ โดยเลือกใช้ข้อสอบที่มีดัชนีความยากง่าย (p) ตั้งแต่ 0.27 – 0.73 และค่าดัชนีอำนาจจำแนก (r) ตั้งแต่ 0.20 – 0.67 และหาความเชื่อมั่น (reliability) ของแบบวัดทั้งฉบับ โดยใช้สูตร KR-20 ของ Kuder-Richardson ซึ่งได้ค่าความเชื่อมั่นที่ 0.72

3. แบบสอบถามความคิดเห็นของนักเรียนต่อการเล่นบอร์ดเกม ATP Generator โดยการสร้างแบบสอบถามความคิดเห็นมีลำดับขั้นตอน ดังต่อไปนี้

3.1 ศึกษาวิธีการสร้างแบบสอบถามความคิดเห็นเพื่อเป็นกรอบในการสร้างคำถามสร้างแบบสอบถามความคิดเห็นโดยใช้ข้อคำถามแบบมาตราส่วนประมาณค่า (rating scale) 5 ระดับ จำนวน 10 ข้อคำถาม ซึ่งประกอบด้วยความคิดเห็นเกี่ยวกับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ สื่อและอุปกรณ์การเรียนรู้ การวัดและประเมินผลการเรียนรู้ ความเหมาะสมทั้งทางด้านเนื้อหาและเวลา และภาพรวมของการเรียน

3.2 นำแบบสอบถามความคิดเห็นเสนอผู้เชี่ยวชาญจำนวน 3 ท่าน เพื่อตรวจสอบความถูกต้องและความเหมาะสมของแบบสอบถาม โดยหาค่าดัชนีความสอดคล้อง IOC และพิจารณาความสอดคล้องของประเด็นข้อคำถามกับจุดประสงค์ที่กำหนดในด้านความน่าสนใจ องค์ประกอบ ความสนุกบอร์ดเกม และด้านความเข้าใจในแนวคิดจากบอร์ดเกม ที่มีค่าดัชนีความสอดคล้อง ตั้งแต่ 0.67 - 1.00 และปรับปรุงแก้ไขตามข้อเสนอแนะ

3.3 นำผลมาวิเคราะห์หาความเชื่อมั่น (reliability) ของแบบวัดทั้งฉบับโดยใช้สูตร สัมประสิทธิ์แอลฟา (α-Coefficient) ของครอนบาช (Cronbach) ซึ่งได้ค่าความเชื่อมั่น (Reliability) อยู่ที่ 0.79

การเก็บรวบรวมข้อมูล

1. วัดความเข้าใจแนวคิดเกี่ยวกับการหายใจระดับเซลล์ ก่อนการเล่นบอร์ดเกม ATP Generator ด้วยแบบวัดความเข้าใจแนวคิดเกี่ยวกับการหายใจระดับเซลล์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ใช้เวลา 30 นาที
2. การนำบอร์ดเกม ATP Generator ให้กลุ่มเป้าหมายเล่น โดยใช้เวลา 2 ครั้ง ครั้งละ 1 ชั่วโมง
3. วัดความเข้าใจแนวคิดเกี่ยวกับการหายใจระดับเซลล์ หลังการเล่นบอร์ดเกม ATP Generator ด้วยแบบวัดความเข้าใจแนวคิดเกี่ยวกับการหายใจระดับเซลล์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ใช้เวลา 30 นาที
4. สำรวจความคิดเห็นของนักเรียนต่อการเล่นบอร์ดเกม ATP Generator ใช้เวลา 10 นาที

การวิเคราะห์ข้อมูล

1. การเปรียบเทียบความเข้าใจแนวคิดเกี่ยวกับการหายใจระดับเซลล์ก่อนและหลังการเล่นบอร์ดเกม ATP Generator ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 โดยนำคะแนนจากแบบวัดความเข้าใจแนวคิดเกี่ยวกับการหายใจระดับเซลล์ ของกลุ่มเป้าหมายก่อนและหลังการเล่นบอร์ดเกม ATP Generator นำมาวิเคราะห์เพื่อนำเสนอในรูปค่าเฉลี่ย ($\bar{X}$) ร้อยละ (Percentage) ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน (S.D.) ค่าต่ำสุด (Minimum) และค่าสูงสุด (Maximum) แล้วนำข้อมูลมาเปรียบเทียบความเข้าใจแนวคิดเกี่ยวกับการหายใจระดับเซลล์ก่อนและหลัง โดยการวิเคราะห์ด้วยการทดสอบสถิติค่าที แบบ Paired Samples T-Test และเปรียบเทียบความเข้าใจแนวคิดเกี่ยวกับการหายใจระดับเซลล์หลังการเล่นเกมกับเกณฑ์ร้อยละ 60 โดยการวิเคราะห์ด้วยการทดสอบสถิติค่าที แบบ One sample t-test

2. การศึกษาความคิดเห็นของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ต่อการเล่นบอร์ดเกม ATP Generator เพื่อส่งเสริมความเข้าใจแนวคิดเกี่ยวกับการหายใจระดับเซลล์ โดยนำข้อมูลที่ได้จากแบบสอบถามความคิดเห็นตามแบบประเมินแบบมาตราส่วนประมาณค่า (Rating scale) มาวิเคราะห์เพื่อหาค่าเฉลี่ย ($\bar{X}$) และค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน (S.D.) โดยทำการวิเคราะห์เป็นรายข้อ และภาพรวม หลังจากนั้นนำค่าเฉลี่ยที่ได้มาแปลความหมายตามเกณฑ์ดังนี้ ค่าเฉลี่ย 4.50 - 5.00 หมายถึง มีความคิดเห็นอยู่ในระดับมากที่สุด

ISSN 2985-1017 (Online)

ค่าเฉลี่ย 3.50 - 4.49 หมายถึง มีความคิดเห็นอยู่ในระดับมาก
ค่าเฉลี่ย 2.50 - 3.49 หมายถึง มีความคิดเห็นอยู่ในระดับปานกลาง
ค่าเฉลี่ย 1.50 - 2.49 หมายถึง มีความคิดเห็นอยู่ในระดับน้อย
ค่าเฉลี่ย 0.50 - 1.49 หมายถึง มีความคิดเห็นอยู่ในระดับน้อยที่สุด

ผลการวิจัย

ผู้วิจัยได้ดำเนินการเก็บรวบรวมข้อมูลตามขั้นตอนการวิจัย ของกลุ่มเป้าหมายจำนวน 75 คน และดำเนินการวิเคราะห์เพื่อให้เป็นไปตามวัตถุประสงค์ของการวิจัย โดยมีผลการวิจัยดังต่อไปนี้

ตอนที่ 1 ผลการพัฒนาบอร์ดเกม ATP Generator เพื่อส่งเสริมความเข้าใจแนวคิดเกี่ยวกับการหายใจระดับเซลล์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5

บอร์ดเกม ATP Generator มีลักษณะเป็นเกมแนววางแผน (Strategy Game) และเหมาะสมกับการเล่นเป็นทีม (Team-Based Game) โดยกติกาการเล่นเกม ผู้เล่นจะต้องใช้ทักษะการคิดวางแผนในการแลกเปลี่ยนโทเคนชนิดต่าง ๆ ตามโซนกระบวนการหายใจระดับเซลล์ที่อยู่บนกระดานบอร์ดเกม ATP Generator เช่น Glycolysis Zone / Acetyl CoA formation Zone / Krebs Cycle Zone / Electron Transport Chain Zone และ Fermentation Zone เพื่อสร้างหรือผลิต ATP ให้ได้มากที่สุด ซึ่งการออกแบบและพัฒนาบอร์ดเกมเพื่อการศึกษาที่ส่งเสริมการเรียนรู้วิชาชีววิทยา เรื่อง การหายใจระดับเซลล์ ของนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 เป็นกระบวนการที่คำนึงถึงทั้งวัตถุประสงค์การเรียนรู้ และความสนุกสนาน เพื่อให้ผู้เล่นได้ทั้งความรู้และประสบการณ์ที่ดี นอกจากนี้ยังได้เกิดการแลกเปลี่ยนความรู้ มีปฏิสัมพันธ์ และช่วยกันวางแผนกับสมาชิกในทีม โดยบอร์ดเกม ATP Generator มีรายละเอียด ดังนี้

1. องค์ประกอบของบอร์ดเกม ATP Generator ซึ่งผู้วิจัยได้มีการปรับจำนวนโทเคนทรัพยากรต่าง ๆ เพื่อให้เพียงพอต่อการเล่นเป็นทีม และลดระยะเวลาในการเล่นลงได้ ซึ่งมีรายละเอียดดังตารางที่ 1

ตารางที่ 1 องค์ประกอบของบอร์ดเกม ATP Generator

องค์ประกอบ	จำนวน
1. กระดานเกม	1 กระดาน
2. คู่มือการเล่นเกม	1 แผ่น
3. โทเคนทรัพยากร 14 ชนิด	
- ATP	40 ชิ้น
- Glucose / NAD^+ / FAD / NADH /$FADH_2$ / Pyruvate / Acetyl CoA / Coenzyme A / CO_2 / O_2	30 ชิ้น
- Ethanol / Lactate / Acetaldehyde	20 ชิ้น
4. การ์ดความสามารถต่างๆ	20 ใบ
5. การ์ดภารกิจ	6 ใบ
6. ลูกเต๋า 6 หน้า แบบตัวเลข	1 ลูก
7. ลูกเต๋า 6 หน้า แบบระบุตำแหน่งสถานที่ภายในเซลล์	1 ลูก
8. ตัวเดิน	6 ตัว

Journal of Education and Human Development Sciences
Vol. 10 No. 1 January –June 2026
ISSN 2985-1017 (Online)

2. กติกาหรือวิธีการเล่นบอร์ดเกม ATP Generator มีดังนี้กติกา

2.1) แจกโทเคนทรัพยากรและการ์ดเริ่มต้น ได้แก่ กลูโคส 2 ชิ้น NAD^+ 4 ชิ้น FAD 2 ชิ้น ATP 2 ชิ้น การ์ดภารกิจ 1 ใบ ที่ใช้สำหรับแลกทรัพยากรในโซนต่าง ๆ และการ์ดความสามารถต่าง ๆ 2 ใบ (ซึ่งต้องสุ่มเติมในมือให้ครบ 2 ใบเสมอ)

2.2) ผู้เล่นทอยลูกเต๋าสุ่มเลือกพื้นที่เริ่มต้นในเซลล์ ได้แก่ บริเวณไซโทซอล (Cytosol) คริสตี (Cristae) ช่องว่างระหว่างเยื่อหุ้มเซลล์ (Intermembrane space) แมทริกซ์ (Matrix) ของไมโทคอนเดรีย เยื่อหุ้มชั้นใน (Inner membrane) และเยื่อหุ้มชั้นนอก (Outer membrane) ของไมโทคอนเดรีย

2.3) ผู้เล่นทอยลูกเต๋า 1 ลูก (เลข 1-6) เพื่อกำหนดจำนวนก้าวในการเดิน ซึ่งสามารถเคลื่อนที่ไปยังพื้นที่ใกล้เคียงตามจำนวนก้าวที่ทอยได้ (เลือกเดินทิศทางใดก็ได้ตามอิสระ)

2.4) เมื่อผู้เล่นเดินตกที่ช่องต่าง ๆ ผู้เล่นจะสามารถเลือกทำภารกิจได้เพียงแค่ 1 อย่าง ดังนี้

- เก็บทรัพยากรที่อยู่ในช่องทางที่ยืนอยู่ ครั้งละ 1 โทเคน
- แลกเปลี่ยนทรัพยากรตามเงื่อนไขของแต่ละโซนที่ตนเองยืนอยู่

2.5) การจัดการทรัพยากร: ผู้เล่นจัดเก็บโทเคนทรัพยากร และตรวจสอบว่าได้เก็บทรัพยากรชนิดใดไปบ้าง โดยสามารถเก็บทรัพยากรสูงสุดได้ 10 ชิ้นต่อประเภทเท่านั้น (ถ้าเกินส่งคืนส่วนกลาง) ยกเว้น โทเคน ATP

2.6) การสิ้นสุดเกม : เกมสิ้นสุดเมื่อเล่นครบ 10 รอบ แล้วผู้เล่นนับจำนวน ATP ที่ผลิตได้ ผู้ที่มี ATP มากที่สุดเป็นผู้ชนะ หรือผู้เล่นคนใดผลิต ATP ได้ 10 ATP ก่อนเป็นผู้ชนะ

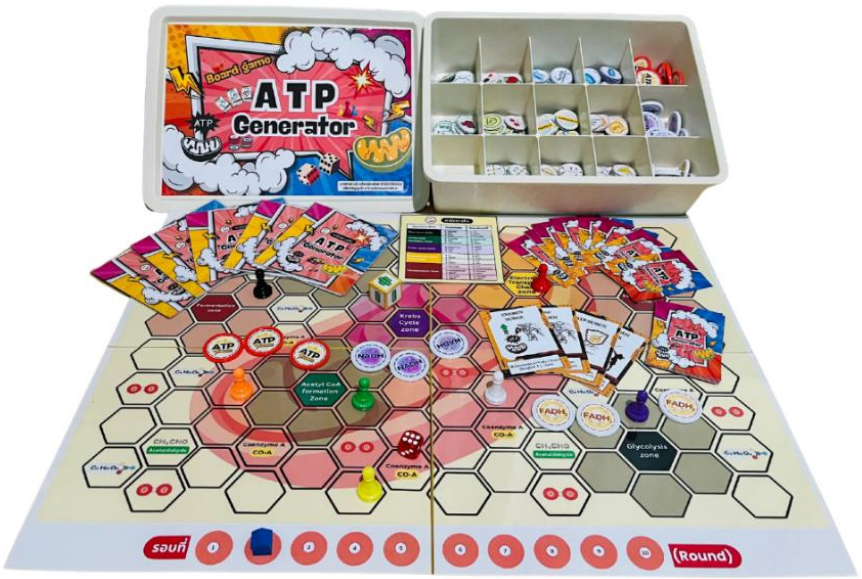

Figure 1 ATP Generator Board Game (บอร์ดเกม ATP Generator)

ISSN 2985-1017 (Online)

ตอนที่ 2 ผลการเปรียบเทียบความเข้าใจแนวคิดเกี่ยวกับการหายใจระดับเซลล์ ก่อนและหลังการเล่นบอร์ดเกม ATP Generator ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 จากการทำแบบทดสอบคะแนนเต็ม 15 คะแนน

ผลการเปรียบเทียบความเข้าใจแนวคิดเกี่ยวกับการหายใจระดับเซลล์ ก่อนและหลังการเล่นบอร์ดเกม ATP Generator ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ได้ผลดังตารางที่ 2

ตารางที่ 2 การเปรียบเทียบคะแนนความเข้าใจแนวคิดเกี่ยวกับการหายใจระดับเซลล์ ก่อนและหลังการเล่นบอร์ดเกม ATP Generator ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5

การทดสอบวัดความเข้าใจแนวคิด	N	Minimum	Maximum	$\bar{X}$	SD	*t*	*p*
คะแนนก่อนการเล่นบอร์ดเกม ATP Generator	75	0	15	5.07	3.21	*10.5*	*< .001*
คะแนนหลังการเล่นบอร์ดเกม ATP Generator	75	1	15	9.80	3.94		

Note. $H_a\ \mu_{\text{Measure 2 - Measure 1}} > 0$

จะเห็นได้ว่า คะแนนเฉลี่ยความเข้าใจแนวคิดเกี่ยวกับการหายใจระดับเซลล์ของนักเรียนหลังจากการเล่นบอร์ดเกม ATP Generator สูงขึ้น เมื่อเทียบกับคะแนนเฉลี่ยก่อนการเล่นบอร์ดเกม อย่างไรก็ตาม มีจุดที่น่าสังเกตคือ คะแนนต่ำสุดก่อนและหลังการเล่นบอร์ดเกมมีการเปลี่ยนแปลงจาก 0 เป็น 1 คะแนน เมื่อไปพิจารณาคะแนนรายบุคคล พบว่า มีนักเรียน 1 คน ที่ได้คะแนนก่อนการเล่นบอร์ดเกมเท่ากับ 0 หลังจากที่ได้เล่นบอร์ดเกมแล้วนักเรียนมีคะแนนเพิ่มขึ้นเป็น 10 คะแนน ซึ่งบ่งชี้ว่านักเรียนที่เคยไม่เข้าใจแนวคิดเกี่ยวกับการหายใจระดับเซลล์หรือไม่สามารถทำแบบวัดได้เลย สามารถพัฒนาและทำคะแนนได้สูงขึ้นในรอบหลังจากการเล่นบอร์ดเกม ATP Generator นอกจากนี้ ยังมีนักเรียน 5 คน ที่ได้คะแนนหลังการเล่นบอร์ดเกมน้อยลง เมื่อไปสอบถามพบว่านักเรียนกลุ่มนี้จำไม่ได้ว่ารอบก่อนการเล่นบอร์ดเกมตนเองตอบคำถามแต่ละข้อว่าอะไรไปบ้าง และมีความตั้งใจในการทำแบบวัดน้อย ในขณะเดียวกัน คะแนนสูงสุดยังคงอยู่ที่ 15 คะแนนเต็มทั้งสองรอบ ซึ่งมีนักเรียน 1 คน ที่ได้คะแนนเต็มทั้ง 2 รอบ ซึ่งแสดงให้เห็นว่าผู้ที่มีความเข้าใจแนวคิดเกี่ยวกับการหายใจระดับเซลล์อยู่แล้วยังคงสามารถรักษามาตรฐานการทำคะแนนได้ดีอย่างต่อเนื่อง

ผลการเปรียบเทียบความเข้าใจแนวคิดเกี่ยวกับการหายใจระดับเซลล์ หลังการเล่นบอร์ดเกม ATP Generator ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 เทียบกับเกณฑ์ร้อยละ 60 ได้ผลดังตารางที่ 3

ISSN 2985-1017 (Online)

ตารางที่ 3 ผลการวิเคราะห์ข้อมูลการเปรียบเทียบความเข้าใจแนวคิดเกี่ยวกับการหายใจระดับเซลล์ หลังการเล่นบอร์ดเกม ATP Generator ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 เทียบกับเกณฑ์ร้อยละ 60 โดยใช้สถิติ One Samples T-Test

การทดสอบวัดความเข้าใจแนวคิด	N	Minimum	Maximum	ร้อยละ	$\bar{X}$	SD	*t*	*p*
คะแนนหลังเล่นบอร์ดเกม ATP Generator	75	1	15	65.33	9.80	3.94	*1.76*	*0.041*

Note. H_a $\mu > 9$

จากตารางที่ 3 พบว่า คะแนนความเข้าใจแนวคิดเกี่ยวกับการหายใจระดับเซลล์โดยเฉลี่ยของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 หลังการเล่นบอร์ดเกม ATP Generator สูงกว่าเกณฑ์ร้อยละ 60 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

ผลการศึกษาความคิดเห็นของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ต่อการเล่นบอร์ดเกม ATP Generator เพื่อส่งเสริมความเข้าใจแนวคิดเกี่ยวกับการหายใจระดับเซลล์ ได้ผลดังตารางที่ 4

ตารางที่ 4 ผลการศึกษาความคิดเห็นของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ต่อการเล่นบอร์ดเกม ATP Generator เพื่อส่งเสริมความเข้าใจแนวคิดเกี่ยวกับการหายใจระดับเซลล์

รายการประเมิน	$\bar{X}$	SD	แปลผล
1. ด้านความน่าสนใจ องค์ประกอบ และความสนุกของบอร์ดเกม			
1.1 นักเรียนรู้สึกว่าบอร์ดเกม ATP Generator มีความสนุก และน่าสนใจ	4.73	0.47	มากที่สุด
1.2 นักเรียนชอบรูปแบบการเล่นของบอร์ดเกมนี้	4.64	0.63	มากที่สุด
1.3 นักเรียนคิดว่าระยะเวลาในการเล่นบอร์ดเกม ATP Generator มีความเหมาะสม	4.41	0.72	มาก
1.4 นักเรียนคิดว่ากติกาของบอร์ดเกมนี้เข้าใจง่าย	4.40	0.81	มาก
1.5 นักเรียนคิดว่าบอร์ดเกมนี้สามารถเล่นร่วมกับเพื่อน และทำให้เกิดการมีส่วนร่วมในการเรียนรู้ได้ดี	4.68	0.57	มากที่สุด
2. ด้านความเข้าใจในแนวคิดจากบอร์ดเกม			
2.1 บอร์ดเกมช่วยให้นักเรียนเข้าใจตำแหน่ง/บริเวณการเกิดกระบวนการต่าง ๆ ของการหายใจระดับเซลล์ได้	4.53	0.66	มากที่สุด
2.2 บอร์ดเกมช่วยให้นักเรียนเข้าใจความแตกต่างระหว่างการหายใจระดับเซลล์ที่ใช้ออกซิเจนและไม่ใช้ออกซิเจนได้	4.25	0.84	มาก
2.3 นักเรียนคิดว่าบอร์ดเกมนี้ช่วยให้นักเรียนสามารถจดจำขั้นตอนของกระบวนการไกลโคไลซิสและวัฏจักรเครบส์ได้ดีขึ้น	4.33	0.86	มาก
2.4 นักเรียนคิดว่าบอร์ดเกมนี้ช่วยให้นักเรียนสามารถจดจำขั้นตอนของกระบวนการสร้างอะซิทิลโคเอนไซม์เอและการถ่ายทอดอิเล็กตรอนได้ดีขึ้น	4.37	0.82	มาก

ISSN 2985-1017 (Online)

รายการประเมิน	$\bar{X}$	SD	แปลผล
2.5 นักเรียนคิดว่าบอร์ดเกม ATP Generator ช่วยให้นักเรียนเข้าใจ เรื่อง การหายใจระดับเซลล์ได้ดีขึ้น	4.49	0.69	มาก
รวม	4.49	0.71	มาก

จากตารางที่ 4 พบว่า นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ที่เล่นบอร์ดเกม ATP Generator มีความคิดเห็นภาพรวมอยู่ในระดับมาก ซึ่งด้านที่ได้ความคิดเห็นอยู่ในระดับมากที่สุด คือ ด้านความน่าสนใจองค์ประกอบ และความสนุกของบอร์ดเกม ได้แก่ ข้อที่ 1.1 นักเรียนรู้สึกว่าบอร์ดเกม ATP Generator มีความสนุก และน่าสนใจ ข้อที่ 1.2 นักเรียนชอบรูปแบบการเล่นของบอร์ดเกมนี้ และข้อที่ 1.5 นักเรียนคิดว่าบอร์ดเกมนี้สามารถเล่นร่วมกับเพื่อน และทำให้เกิดการมีส่วนร่วมในการเรียนรู้ได้ดี นอกจากนี้ยังมีด้านความเข้าใจในแนวคิดจากบอร์ดเกม ข้อที่ 2.1 บอร์ดเกมช่วยให้นักเรียนเข้าใจตำแหน่งหรือบริเวณการเกิดกระบวนการต่าง ๆ ของการหายใจระดับเซลล์ได้ ส่วนข้ออื่น ๆ ที่เหลือนักเรียนมีความคิดเห็นอยู่ในระดับมาก

อภิปรายผล

จากวิจัยครั้งนี้ มุ่งการพัฒนาบอร์ดเกม ATP Generator เพื่อส่งเสริมความเข้าใจแนวคิดเกี่ยวกับการหายใจระดับเซลล์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ซึ่งสามารถนำมาอภิปรายผลตามวัตถุประสงค์ ดังนี้

1. การพัฒนาบอร์ดเกม ATP Generator เพื่อส่งเสริมความเข้าใจแนวคิดเกี่ยวกับการหายใจระดับเซลล์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 พบว่า บอร์ดเกม ATP Generator เป็นสื่อการเรียนรู้ประเภทเกมแนววางแผน (Strategy Game) ที่ได้รับการออกแบบเพื่อส่งเสริมความเข้าใจแนวคิดของนักเรียนระดับมัธยมศึกษาตอนปลายเกี่ยวกับ เรื่อง กระบวนการหายใจระดับเซลล์ ซึ่งเป็นกระบวนการสำคัญในการสร้างพลังงาน ATP ให้กับสิ่งมีชีวิต โดยกลไกของเกมมีการบูรณาการเนื้อหาทางชีววิทยาเข้ากับการเล่นอย่างเป็นระบบ โดยใช้โทเคนหรือเหรียญแทนสารชีวโมเลกุลที่เกี่ยวข้องในกระบวนการ และกำหนดพื้นที่การเล่นให้สอดคล้องกับตำแหน่งต่าง ๆ ของขั้นตอนการหายใจระดับเซลล์ ผู้เล่นจำเป็นต้องใช้ทักษะการคิดวิเคราะห์และการวางแผนเชิงกลยุทธ์ในการแลกเปลี่ยนและจัดการทรัพยากรเพื่อให้ได้มาซึ่งพลังงาน ATP มากที่สุด สอดคล้องกับ Duangrattana-ekachai et al. (2019) ที่ได้กล่าวไว้ว่า การออกแบบหรือสร้างเกมให้ผู้เรียนเป็นการประยุกต์เนื้อหาเข้ามาออกแบบกิจกรรมการเรียนรู้ เพื่อให้ผู้เรียนได้รับความรู้ ทักษะ กระบวนการพร้อมกับความสนุกสนานเพลิดเพลิน ซึ่งผลการวิจัยครั้งนี้แสดงให้เห็นว่าบอร์ดเกม ATP Generator สามารถเป็นเครื่องมือที่มีประสิทธิภาพในการส่งเสริมความเข้าใจแนวคิดเกี่ยวกับการหายใจระดับเซลล์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5

จากงานวิจัยของ Parks (2023) ที่สร้างเกมกระดานเพื่อส่งเสริมความเข้าใจของนักเรียนเกี่ยวกับกลไกการหายใจระดับเซลล์ สำหรับนักเรียนที่ศึกษาชีววิทยาระดับสูง ในโรงเรียนมัธยมศึกษาตอนปลาย นักศึกษาระดับปริญญาตรีเบื้องต้น และนักศึกษาระดับปริญญาตรีขั้นสูง ชื่อว่าเกม “Aerobic Respiration: The Board Game” ที่มีการประยุกต์ใช้กลยุทธ์การเรียนรู้ที่หลากหลาย ทำให้นักเรียนได้รับความสนุกสนานและมีส่วนร่วมในการทำความเข้าใจหัวข้อที่ซับซ้อนของบอร์ดเกมไปพร้อมกัน แต่บอร์ดเกมดังกล่าวยังพบปัญหาตรงส่วนของกระดานเกมที่มีการออกแบบมาแล้วดูเข้าใจยาก รวมถึงมีรายละเอียดที่ไม่จำเป็นมากเกินไป และวิธีการเล่นเกมค่อนข้างซับซ้อน

ในการออกแบบบอร์ดเกม ATP Generator ผู้วิจัยได้เรียนรู้จาก Parks (2023) จึงพยายามลดความซับซ้อนของขั้นตอนการเล่น เพื่อให้เข้าใจได้ง่ายยิ่งขึ้น โดยเน้นการใช้รูปภาพหรือสัญลักษณ์ต่างๆ เป็นตัวแทนของสารชีวโมเลกุล ตำแหน่งภายในเซลล์ที่เกี่ยวข้องกับกระบวนการหายใจระดับเซลล์ ที่มีความเป็นสากลและมี

ISSN 2985-1017 (Online)

ความหมายสอดคล้องกันทั่วทั้งเกม มีการเลือกใช้สีเพื่อเน้นข้อมูลสำคัญ การบอกประเภททรัพยากรหรือการระบุพื้นที่ของผู้เล่น ทำให้การมองเห็นและแยกแยะข้อมูลสามารถทำได้รวดเร็วขึ้น รวมทั้งลดการใส่ตัวอักษรมากมายลงไปในตัวกระดานเกม เนื่องจากจะยิ่งทำให้ผู้เล่นเกิดความสับสนและอาจทำให้เกมดำเนินไปอย่างช้าๆ ทำให้ผู้เล่นรู้สึกเบื่อได้ง่าย

นอกจากนี้บอร์ดเกม ATP Generator สามารถช่วยส่งเสริมให้นักเรียนเกิดความเข้าใจแนวคิดเกี่ยวกับการหายใจระดับเซลล์ ซึ่งนักเรียนได้เกิดการเรียนรู้ผ่านการเล่นบอร์ดเกม ATP Generator โดยตรง โดยที่นักเรียนยังไม่ได้เรียนบทเรียนเรื่อง การหายใจระดับเซลล์ ในห้องเรียนมาก่อน และนอกจากนี้หลังจากที่มีการเรียนบทเรียนดังกล่าวในห้องเรียนมาแล้วนักเรียนยังสามารถเล่นบอร์ดเกม ATP Generator เพื่อทบทวนความรู้นอกเวลาได้อีกด้วย ซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยของ Miculob et al. (2022) ที่ได้ทำการศึกษาบอร์ดเกม ATP (Adenosine triphosphate) Quest เกมกระดานเกี่ยวกับการหายใจระดับเซลล์สำหรับการเรียนรู้แบบเผชิญหน้าและการเรียนรู้ทางไกล ผลการวิจัยนำไปสู่ข้อสรุปของผู้วิจัยว่าเกม ATP Quest สามารถส่งเสริมการเรียนรู้ได้จริง แม้ไม่มีการสอนอย่างเป็นทางการ เกมนี้สามารถเป็นเครื่องมือทบทวนที่ดีสำหรับผู้เรียนที่กำลังเรียนหรือเคยเรียนหัวข้อนี้แล้ว ที่สำคัญที่สุดคือ เกมนี้แสดงให้เห็นถึงศักยภาพในการนำไปประยุกต์ใช้ได้ทั้งในการเรียนรู้ทางไกลและการเรียนรู้แบบเผชิญหน้า แต่ยังมีข้อจำกัดในเรื่องจำนวนผู้เล่น และวิธีเล่นที่ยังต้องให้ครูผู้สอนเป็นผู้ดำเนินเกม ซึ่งบอร์ดเกม ATP Generator นักเรียนสามารถดำเนินการเล่นเกมได้ด้วยตนเองทั้งหมด โดยครูไม่ต้องเป็นผู้ดำเนินเกมให้

อย่างไรก็ตาม บอร์ดเกม ATP Generator มีลักษณะเด่นที่แตกต่างจากบอร์ดเกมอื่นๆ นอกจากที่กล่าวมา คือ การจำลองกระบวนการหายใจระดับเซลล์ที่ซับซ้อนให้เป็นเกมที่เข้าใจง่าย โดยเฉพาะอย่างยิ่งการใช้การ์ด โทเคนแทนสารตั้งต้นและผลิตภัณฑ์ในแต่ละขั้นตอนของการหายใจระดับเซลล์ ซึ่งช่วยให้นักเรียนสามารถเห็นภาพความเชื่อมโยงของกระบวนการทั้งหมดได้อย่างเป็นระบบ สามารถทำให้เนื้อหาที่ซับซ้อน ดูเป็นนามธรรม และน่าเบื่อหน่ายให้กลายเป็นเรื่องที่สนุกและท้าทาย ทำให้เกิดการเรียนรู้แบบมีส่วนร่วม (Active Learning) ระหว่างเพื่อนที่ร่วมเล่นเกมด้วยกัน และเอื้อต่อการสร้างความเข้าใจ ซึ่งผู้เล่นจำเป็นต้องใช้ทักษะการคิดวิเคราะห์และการวางแผนเชิงกลยุทธ์ในการทำภารกิจแลกเปลี่ยนและจัดการทรัพยากรเพื่อให้ได้มาซึ่งพลังงาน ATP มากที่สุด ซึ่งเป้าหมายการทำภารกิจของบอร์ดเกม ATP Generator นี้ จึงเป็นเหตุผลที่ทำให้นักเรียนหลาย ๆ คนมุ่งเน้นไปเล่นแค่ในตำแหน่งที่สามารถสร้าง ATP ได้เท่านั้น เช่น กระบวนการไกลโคไลซิส กระบวนการถ่ายทอดอิเล็กตรอน และกระบวนการวัฏจักรเครบส์ ส่วนตำแหน่งที่เกิดกระบวนการหมัก และกระบวนการสร้างอะซิทิลโคเอนไซม์ เอ จะเป็นขั้นตอนที่ไม่สามารถสร้างหรือแลกเปลี่ยน ATP เป็นผลิตภัณฑ์ได้ แต่จะได้เพียงสารตัวกลางชนิดอื่นๆ ที่สามารถนำไปสร้าง ATP ต่อได้เพียงเท่านั้น จึงทำให้นักเรียนส่วนใหญ่ไม่ได้เดินเข้าไปเล่นหรือทำการแลกเปลี่ยนโทเคนของกระบวนการนั้นๆ เพราะนักเรียนมองว่าเป็นการเสียเวลาเมื่อเข้าไปเล่น ผู้วิจัยจึงมองเห็นว่าควรมีการปรับปรุงกติกาเพิ่มขึ้นโดยมีการให้คะแนนพิเศษสำหรับผู้เล่นที่สามารถครอบครองสารตัวกลางหรือโทเคนทรัพยากรต่อไปนี้ไว้ คือ Ethanol Lactate และ Acetyl CoA โดย 1 โทเคน เท่ากับ 1 คะแนน เพื่อให้นักเรียนสามารถเรียนรู้และทำความเข้าใจเกี่ยวกับกระบวนการหายใจระดับเซลล์จากการเล่นบอร์ดเกม ATP Generator ได้อย่างครอบคลุมมากยิ่งขึ้น

2. บอร์ดเกมในงานวิจัยนี้มีการเปลี่ยนเนื้อหาที่ซับซ้อนและเป็นนามธรรมให้กลายเป็นเรื่องที่เข้าถึงได้และน่าสนใจ จึงช่วยให้นักเรียนสามารถมองเห็นกระบวนการผลิตพลังงานในระดับเซลล์ที่ปกติแล้วเป็นเพียงข้อมูลในหนังสือเรียนให้กลายเป็นภาพจำลองที่จับต้องได้ นักเรียนได้มีส่วนร่วมในการจำลองขั้นตอนต่าง ๆ ผ่าน

ISSN 2985-1017 (Online)

การเล่น ซึ่งช่วยให้นักเรียนสามารถสร้างความเข้าใจในกระบวนการได้ดีขึ้นอย่างเป็นลำดับขั้น การค้นพบนี้สอดคล้องกับงานวิจัยหลายชิ้นที่ชี้ให้เห็นว่าการใช้สื่อการสอนแบบภาพจำลอง และเกมสามารถกระตุ้นให้เกิดการมีส่วนร่วมและเพิ่มแรงจูงใจในการเรียนรู้ของนักเรียน ซึ่งท้ายที่สุดนำไปสู่ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนที่ดีขึ้น ซึ่งสอดคล้องกับข้อสรุปของงานวิจัยของ Bentley & Connaughton (2017) และ Robru et al. (2025). ที่มีการใช้บอร์ดเกมเป็นเครื่องมือในการจัดกิจกรรมการเรียนรู้เรื่องการหายใจระดับเซลล์ ซึ่งการออกแบบเกมที่เหมาะสมสามารถทำหน้าที่เป็นทั้งสื่อเสริมบทเรียนและเครื่องมือทบทวนที่มีประสิทธิภาพ ซึ่งไม่แค่ช่วยให้นักเรียนเข้าใจเนื้อหาที่มีความซับซ้อนได้ดีขึ้นเท่านั้น และ Lin, Cheng, & Ka (2025) ที่ได้มีการออกแบบบอร์ดเกมเพื่อการศึกษาที่มีชื่อว่า THE LIFE ขึ้นมา โดยมีวัตถุประสงค์เพื่อยกระดับความเข้าใจของนักเรียนในเรื่องพันธุศาสตร์และวิวัฒนาการ ตัวเกมได้บูรณาการแนวคิดทางวิทยาศาสตร์ที่สำคัญ เช่น การผสมผสานยีน การกลายพันธุ์ และการคัดเลือกโดยธรรมชาติ เข้ามาเป็นกลไกการเล่น ซึ่งได้ทำการประเมินผลบอร์ดเกมนี้กับนักเรียนระดับมัธยมศึกษาตอนต้น โดยเปรียบเทียบผลการทดสอบก่อนเรียนและหลังเรียนเพื่อวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน พบว่าความเข้าใจของนักเรียนในเรื่องพันธุศาสตร์และวิวัฒนาการมีการพัฒนาขึ้นอย่างมีนัยสำคัญ นอกจากนี้ ประสบการณ์จากบอร์ดเกมจึงช่วยยกระดับความเข้าใจและการสร้างแนวคิดในเรื่องพันธุศาสตร์และวิวัฒนาการของนักเรียนได้อย่างมีประสิทธิภาพ

3. ในการวิจัยครั้งนี้ ให้นักเรียนได้เล่นบอร์ดเกม ATP Generator เป็นระยะเวลา 2 คาบเรียน พบว่าคะแนนเฉลี่ยความเข้าใจแนวคิดเกี่ยวกับการหายใจระดับเซลล์หลังการเล่นบอร์ดเกม ATP Generator ได้สูงกว่าเกณฑ์เพียงร้อยละ 60 เท่านั้น ผู้วิจัยเห็นว่าอาจจะต้องเพิ่มเวลาในการเล่นบอร์ดเกม เพื่อให้ผู้เล่นเกิดการเรียนรู้ได้มากขึ้น จากการสังเกตขณะที่นักเรียนเล่นเกม พบว่ายังมีนักเรียนบางส่วนที่อ่านกติกาแล้วยังเกิดความสับสนกับบางตำแหน่งที่เกิดแต่ละกระบวนการว่ามีขั้นตอนทำงานอย่างไรบ้าง และเกิดขึ้นเพื่ออะไร ในขณะที่การสอนบรรยายเน้นการให้ข้อมูลอย่างเป็นระบบและรวดเร็ว ทำให้นักเรียนสามารถรับความรู้ในปริมาณมากได้ในเวลาจำกัด และอาจทำคะแนนได้ดีในแบบทดสอบที่เน้นการจดจำข้อมูล อย่างไรก็ตาม วิธีการสอนบรรยายนี้มักจะขาดการมีส่วนร่วมและการเรียนรู้เชิงลึก แต่ในขณะที่การเรียนรู้จากบอร์ดเกมสามารถช่วยเติมเต็มช่องว่างที่ขาดไปของการบรรยาย ไม่ว่าจะเป็นการเรียนรู้เชิงรุก (Active learning) ที่นักเรียนไม่ใช่ผู้รับข้อมูลแบบตั้งรับจากครูผู้สอนเพียงอย่างเดียว แต่นักเรียนเป็นผู้มีส่วนร่วมในการเรียนรู้โดยตรงผ่านการลงมือปฏิบัติเป็นผู้ดำเนินเกมด้วยตนเองทั้งหมด โดยครูเป็นเพียงผู้คอยอำนวยความสะดวก ทำให้นักเรียนเกิดการสร้างความเข้าใจด้วยตัวเองและจดจำเนื้อหาจากการเล่นบอร์ดเกมได้ดีขึ้น

4. ความคิดเห็นของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ต่อการเล่นบอร์ดเกม ATP Generator เพื่อส่งเสริมความเข้าใจแนวคิดเกี่ยวกับการหายใจระดับเซลล์ ผลการศึกษาพบว่า นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 มีความคิดเห็นภาพรวมอยู่ในระดับมาก โดยเฉพาะด้านความสนุกสนานและปฏิสัมพันธ์ที่นักเรียนได้มีร่วมกับเพื่อนๆ ขณะเล่นบอร์ดเกม ที่นักเรียนให้คะแนนในระดับมากที่สุด ซึ่งบ่งชี้ว่า การออกแบบกลไกการเล่นเกมที่น่าสนใจและสร้างสรรค์นี้เป็นปัจจัยสำคัญที่ทำให้บอร์ดเกมนี้เป็นที่ชื่นชอบ และช่วยลดความเบื่อหน่ายในเนื้อหาที่ซับซ้อนลงได้ เมื่อเทียบกับการสอนแบบบรรยายทั่วไปที่เน้นการอธิบายในส่วนของเนื้อหา และนักเรียนเป็นเพียงผู้รอรับความรู้อย่างเดียว นอกจากนี้ การที่นักเรียนให้คะแนนในระดับมากที่สุดสำหรับประเด็น การมีส่วนร่วมในการเรียนรู้ร่วมกับเพื่อน (Collaborative Learning) สะท้อนให้เห็นว่าบอร์ดเกมช่วยสร้างบรรยากาศการเรียนรู้ที่กระตือรือร้นจากการแข่งขัน และส่งเสริมให้เกิดปฏิสัมพันธ์ระหว่างนักเรียน ไม่ว่าจะเป็นการแลกเปลี่ยนความรู้ การอธิบายแนวคิดให้เพื่อนฟัง การช่วยกันแก้ปัญหาในระหว่างที่เล่นบอร์ดเกม ซึ่งเป็นทักษะที่สำคัญ

ISSN 2985-1017 (Online)

นอกเหนือจากเนื้อหา และเกิดการเข้าใจแบบเป็นรูปธรรม (Concrete Understanding) ช่วยให้นักเรียนได้เห็นภาพจริงของกระบวนการหายใจระดับเซลล์ผ่านการเคลื่อนย้าย ใช้การ์ด และแลกเปลี่ยนโทเคนสารตัวกลางต่าง ๆ ทำให้เข้าใจความสัมพันธ์ของสารตั้งต้นและผลผลิตในแต่ละขั้นตอนได้อย่างชัดเจนยิ่งขึ้น ซึ่งสอดคล้องกับทฤษฎีการเรียนรู้ทางสังคม (Social Learning Theory) ของ Bandura ที่เน้นการเรียนรู้ผ่านการสังเกตและการมีปฏิสัมพันธ์ อย่างเช่นงานวิจัยของ Chincharoen (2021) ซึ่งพบว่า ความคิดเห็นของนักเรียนที่มีต่อกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้บอร์ดเกมเป็นฐานที่ส่งเสริมความฉลาดรู้ด้านระบบนิเวศ โดยภาพรวมอยู่ในระดับมากที่สุด ทั้งนี้เนื่องจากกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้บอร์ดเกมเป็นฐาน มีความน่าสนใจ เนื้อหาที่กำหนดภายในกิจกรรมการเรียนรู้ โดยใช้บอร์ดเกมเป็นฐาน และบอร์ดเกมนั้นมีความเหมาะสมชัดเจน มีการใช้ภาพ และภาษาง่ายต่อการทำความเข้าใจช่วยให้นักเรียนสามารถเรียนรู้ได้ด้วยตนเอง และนักเรียนได้พูดคุยทำการปรึกษากันในกลุ่มเพื่อนระหว่างการเรียนรู้จากการเล่มบอร์ดเกม รวมถึงนักเรียนได้พบกับความท้าทายในการเล่นเกมแต่ละครั้ง นักเรียนจึงเกิดความสนใจ ไม่รู้สึกเบื่อหน่ายเป็นการสร้างบรรยากาศการเรียนรู้ที่แปลกใหม่กระตุ้นให้นักเรียนมีความสนุกกับการเรียน ช่วยให้มีส่วนร่วมกับกิจกรรมการเรียนรู้ นักเรียนจึงมีความพึงพอใจอยู่ในระดับมากที่สุด

ข้อเสนอแนะ

1. ข้อเสนอแนะในการนำผลการวิจัยไปใช้

1.1 ครูควรนำบอร์ดเกม ATP Generator ไปใช้เป็นเครื่องมือสำคัญในการเริ่มต้นกิจกรรมการเรียนรู้เรื่อง การหายใจระดับเซลล์ โดยให้นักเรียนเป็นผู้ดำเนินเกมด้วยตนเองทั้งหมด เนื่องจากนักเรียนจะได้มีโอกาสในการไตร่ตรอง วางกลยุทธ์ จนกระทั่งเกิดการเรียนรู้ และเข้าใจภาพรวมของกระบวนการอย่างเป็นรูปธรรมด้วยตนเองอย่างมีประสิทธิภาพ

1.2 ควรใช้บอร์ดเกม ATP Generator โดยจัดผู้เล่นออกเป็นทีม ทีมละไม่เกิน 3 คน เนื่องจากในการวิจัยนี้พบว่า การจัดผู้เล่นเป็นทีมสมาชิกจะเกิดการอภิปราย การแลกเปลี่ยนความรู้กันภายในกลุ่ม มีการช่วยเหลือซึ่งกันและกันเมื่อเผชิญปัญหาหรือต้องอธิบายกฎ กติกาการเล่นให้กันฟัง จึงช่วยให้ทุกคนเกิดความเข้าใจในเนื้อหาที่ซับซ้อนได้มากขึ้น ซึ่งการแข่งขันเป็นกลุ่มยังช่วยทำให้บรรยากาศการเรียนการสอนสนุกและไม่น่าเบื่ออีกด้วย และหากจัดจำนวนผู้เล่นมากเกินไปจะทำให้มีผู้เล่นที่ไม่มีส่วนร่วม

2. ข้อเสนอแนะในการทำวิจัยครั้งต่อไป

2.1 ผลการวิจัยนี้สามารถใช้เป็นแนวทางในการออกแบบและพัฒนาบอร์ดเกมเพื่อการเรียนรู้ในหัวข้ออื่น ๆ ของชีววิทยาที่ใกล้เคียงกัน เช่น การสังเคราะห์ด้วยแสง เป็นต้น เพื่อเพิ่มประสิทธิภาพการเรียนรู้ในเนื้อหาที่ซับซ้อน

2.2 ควรพิจารณาปรับปรุงกติกาและองค์ประกอบของเกมให้เข้าใจง่ายและลื่นไหลยิ่งขึ้น ได้แก่ การปรับระยะเวลาในการเล่น เพิ่มจำนวนโทเคน ATP การให้คะแนนพิเศษสำหรับผู้ที่ครอบครองโทเคน Ethanol Lactate และ Acetyl CoA และเพิ่มคำอธิบายบนการ์ดหรือบอร์ดเกมให้ชัดเจน เพื่อให้นักเรียนสามารถเรียนรู้และทำความเข้าใจเกี่ยวกับกระบวนการหายใจระดับเซลล์จากการเล่นบอร์ดเกมได้อย่างครอบคลุมมากยิ่งขึ้น

2.3 ควรมีการวิจัยที่เปรียบเทียบการใช้บอร์ดเกมกับวิธีการสอนแบบดั้งเดิมอย่างการบรรยาย หรือการใช้สื่อดิจิทัล เพื่อให้ได้ข้อมูลที่ชัดเจนยิ่งขึ้นว่าบอร์ดเกมมีข้อดีและข้อจำกัดอย่างไรเมื่อเทียบกับวิธีอื่น ๆ

ISSN 2985-1017 (Online)

การรับรองจริยธรรมการวิจัยในมนุษย์

หนังสือรับรองการพิจารณาจริยธรรมการวิจัยในมนุษย์ เลขที่ COE No. COE68/055 จากคณะกรรมการจริยธรรมการวิจัยในมนุษย์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

เอกสารอ้างอิง

Bentley, M., & Connaughton, V. P. (2017). A simple way for students to visualize cellular respiration: adapting the board game MousetrapTM to model complexity. *CourseSource*, *4*, 1-6. https://doi.org/10.24918/cs.2017.8

Chincharoen, P. (2021). *The development of learning activities using board games as a base to promote ecological literacy for grade 10 students* [Master's thesis, Naresuan University]. [translated]

Çimer, A. (2012). What makes biology learning difficult and effective: Students' views. *Educational Research and Reviews*, *7*(3), 61-71. https://doi.org/10.5897/ERR11.205

Duangrattana-ekachai, S., Pathommeechoke, N., & Samakkarna, S. (2019). Game-based learning: An alternative for modern science education. *IPST Magazine*, *47*(216), 25-30. https://emagazine.ipst.ac.th/216/ [translated]

Gee, J. P. (2003). *What video games have to teach us about learning and literacy.* Palgrave Macmillan. https://blog.ufes.br/kyriafinardi/files/2017/10/What-Video-Games-Have-to-Teach-us-About-Learning-and-Literacy-2003.-ilovepdf-compressed.pdf

Lin, Y. A., Cheng, P. H., & Ka, C. C. (2025). Teaching genetics and evolution with cross-scale concepts: An interactive board game for secondary school students. *EURASIA Journal of Mathematics, Science and Technology Education*, *21*(10), 1-15. https://doi.org/10.29333/ejmste/17029

Miculob, O. A., Alivio, J. M. C., Epong, S. M. S., Caballo, M. L. M., & Malayao Jr., S. O. (2022). ATP (Adenosine triphosphate) Quest: Board Game on Cellular Respiration for Face-to-Face and Remote Learning. *International Journal of Science Education and Teaching*, *1*(3), 128-159. https://doi.org/10.14456/ijset.2022.12

Ministry of Education. (2017). *Indicators and core learning content for science (Revised edition 2017) according to the Basic Education Core Curriculum B.E. 2551*. Office of the Basic Education Commission, Ministry of Education. [translated]

Office of the Basic Education Commission. (2019). *Supervision guidelines for developing and promoting active learning*. http://academic.obec.go.th/images/document/1603180137_d_1.pdf [translated]

Özay, E., & ÖztaŞ, H. (2003). Secondary students' interpretations of photosynthesis and plant nutrition. *Journal of Biological Education*, *37*(2), 68-70. https://doi.org/10.1080/00219266.2003.9655853

Parks, M. B. (2023). An Original-Design Board Game to Increase Student Comprehension of Cellular Respiration Pathways. *CourseSource*, *10*, 1-8. https://doi.org/10.24918/cs.2023.6

ISSN 2985-1017 (Online)

Robru, G., Leawudomchai, U., & Tonseenon, K. (2025). The effects of learning activities promoting critical thinking and problem-solving skills of students based on inquiry-based learning approach and board games. *Journal of Research and Innovation for Sustainability (JRIS)*, *2*(1), 30-57. https://doi.org/10.14456/jris.2025.3 [translated]

Srijanta, S., Sinthanapanya, A., Wongkrai, S., & Phubakdee, P. (2019). *Creating and using games for active learning in the classroom: building a modern classroom overflows with happiness.* Educa Thai. https://dev.educathai.com/events/2019/44 [translated]

Tüzün, H., Yılmaz, S. M., Karakuş, T., İnal, Y., & Kızılkaya, G. (2009). The effects of computer games on primary school students' achievement and motivation in geography learning. *Computers & Education*, *52*(1), 68-77. https://doi.org/10.1016/j.compedu.2008.06.008