**ภาคผนวก ค**

**ตัวอย่างแผนการจัดการเรียนรู และผลการประเมินจากผู้เชี่ยวชาญ**

**ตัวอย่างแผนการจัดการเรียนรู้ด้วยชุดกิจกรรม**

**แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 4**

**รายวิชาชีววิทยา รหัสวิชา ว31241 สาระการเรียนรู้เพิ่มเติม**

**ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ภาคเรียนที่ 2**

**หน่วยการเรียนรู้ที่ 4 เรื่อง การสลายสารอาหารระดับเซลล์ เวลา 10 คาบ**

**ชุดกิจกรรมการเรียนรู้ ชุดที่ 4 เรื่อง กระบวนการหมักกับอาหารหมักดองท้องถิ่น เวลา 2 คาบ**

**แผนการจัดการเรียนรู้ เรื่อง กระบวนการหมักกับอาหารหมักดองท้องถิ่น เวลา 2 คาบ**

**1. สาระและมาตรฐานการเรียนรู้**

สาระที่ 1 สิ่งมีชีวิตกับกระบวนการดำรงชีวิต

มาตรฐาน ว 1.1 เข้าใจหน่วยพื้นฐานของสิ่งมีชีวิต ความสัมพันธ์ของโครงสร้าง และ

หน้าที่ของระบบต่าง ๆ ของสิ่งมีชีวิตที่ทำงานสัมพันธ์กัน มีกระบวนการ

สืบเสาะหาความรู้สื่อสารสิ่งที่เรียนรู้และนำความรู้ไปใช้ในการดำรงชีวิต

ของตนเองและดูแลสิ่งมีชีวิต

**2. ผลการเรียนรู้**

สืบค้นข้อมูล อธิบาย อภิปรายและสรุปกระบวนการสลายสารอาหารแบบไม่ใช้ออกซิเจน

**3. สาระสำคัญ**

ปฏิกิริยาแสง คือ ปฏิกิริยาที่พืชดูดกลืนพลังงานแสงไว้ในคลอโรพลาสต์และเปลี่ยนพลังงานแสงให้เป็นพลังงานเคมีในรูปของ ATP และ NADPH ที่พืชสามารถนำไปใช้ต่อไปได้

**4. จุดประสงค์การเรียนรู้**

4.1 ด้านความรู้ (K)

1. บอกขั้นตอนการเกิดปฏิกิริยากระบวนการสลายสารอาหารโดยไม่ใช้O2  
 2. อธิบายและสรุปกระบวนการหมัก   
 3. นำความรู้เกี่ยวกับกระบวนการหมักไปประยุกต์ใช้ในชีวิตประจำวัน

4.2 ด้านทักษะกระบวนการ (P) คือ มีทักษะกระบวนการวิทยาศาสตร์ ได้แก่ การสังเกต การจัดกระทำและสื่อความหมายข้อมูล การลงความเห็นจากข้อมูล การลงความเห็นจากข้อมูล การตั้งสมมติฐาน การตีความหมายข้อมูลและลงข้อสรุป

4.3 ด้านคุณลักษณะ (A) คือ มีจิตวิทยาศาสตร์ ได้แก่ ความสนใจใฝ่รู้ ความรอบคอบ การร่วมแสดงความคิดเห็นและยอมรับฟังความคิดเห็นของผู้อื่น ความมีเหตุผล การทำงานร่วมกับผู้อื่นอย่างสร้างสรรค์

**5. สาระการเรียนรู้**

- การสลายโมเลกุลของสารอาหารแบบไม่ใช้ออกซิเจน

- กระบวนการหมักแอลกอฮอล์ กระบวนการหมักกรดแลกติก

**6. กิจกรรมการเรียนรู้**

ชั่วโมงที่ 1

ขั้นที่ 1 ขั้นสร้างความสนใจ (Engage)

6.1 ครูแจ้งจุดประสงค์การเรียนรู้

6.2 ครูแจกชุดกิจกรรมการเรียนรู้ เรื่อง การสลายสารอาหารระดับเซลล์ รายวิชาชีววิทยา กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ชุดที่ 4 เรื่อง การสลายสารอาหารระดับเซลล์ เล่มที่ 4 กระบวนการหมักกับอาหารหมักดองท้องถิ่น โดยให้นักเรียนใช้ชุดกิจกรรมการเรียนรู้เล่มนี้ประกอบการเรียนรู้ ที่มีครูเป็นผู้คอยให้คำแนะนำ

6.3 ครูทบทวนการใช้ชุดกิจกรรมการเรียนรู้

6.4 นักเรียนทบทวนสาระและมาตรฐานการเรียนรู้ ผลการเรียนรู้ และจุดประสงค์การเรียนรู้ และทบทวนบัตรคำสั่ง ที่ 1 การศึกษาชุดกิจกรรมการเรียนรู้

6.5 แบ่งนักเรียนเป็นกลุ่ม ๆ ละ 4 – 5 คน โดยคละตามความสามารถ เก่ง ปานกลาง และอ่อน และให้นักเรียนแต่ละกลุ่มคัดเลือกประธาน รองประธาน เลขานุการของกลุ่ม และตัวแทนนำเสนอ ซึ่งมีการเปลี่ยนหน้าที่กันในแต่ละชั่วโมง เป็นการเรียนรู้แบบร่วมมือกันเรียนรู้ (Cooperative Learning)

6.6 ครูตั้งคำถามเพื่อให้นักเรียนได้แสดงความรู้เดิมออกมา โดยให้นักเรียนบันทึกคำตอบลงในบัตรคำถาม ที่ 2. การทดลองสลายโมเลกุลของยีสต์

ขั้นที่ 2 ขั้นสำรวจและค้นหา (Explore) (กลวิธีเดินชมแลกเปลี่ยนเรียนรู้ (Gallery Walk))

6.7 นักเรียนตอบคำถามจากการทดลองเรื่อง การสลายโมเลกุลของยีสต์

6.8 นักเรียนอภิปรายภายในกลุ่ม และนำเสนอคำตอบในชั้นเรียน

6.9 นักเรียนแต่ละคนศึกษาบัตรเนื้อหาที่ 3 ปฏิกิริยาการสลายสารอาหารแบบไม่ใช้ออกซิเจนและกระบวนการหมัก แล้วร่วมกันอภิปราย สรุปความคิดเห็นของกลุ่มลงในบัตรบันทึกการอ่าน

6.10 นักเรียนแต่ละกลุ่มเขียนองค์ความรู้ที่ได้จากการศึกษา เรื่อง ปฏิกิริยาแสงปฏิกิริยาการสลายสารอาหารแบบไม่ใช้ออกซิเจนและกระบวนการหมัก ลงในกระดาษโปสเตอร์ แล้วนำไปติดไว้ที่ฝาผนังห้องเรียน แต่ละกลุ่มห่างกันพอสมควร

ชั่วโมงที่ 2

6.11 ครูแจกปากกาสีให้แต่ละกลุ่ม อธิบายวิธีการเดินชม แลกเปลี่ยนเรียนรู้ผลงานของกลุ่มอื่น

6.12 ให้นักเรียนแต่ละกลุ่มยืนตรงโปสเตอร์ของตนเอง

6.13 ให้สัญญาณให้นักเรียนแต่ละกลุ่มเดินไปหยุดที่โปสเตอร์ของกลุ่มถัดไป ศึกษาผลงาน อภิปราย และสรุปความคิดเห็น ถ้าเห็นด้วยในประเด็นใดให้เขียนเครื่องหมาย √ หน้าประเด็นนั้น ถ้าไม่เห็นด้วยในประเด็นใดให้เขียนความคิดเห็นของตนเองลงไป ถ้าไม่แน่ใจในประเด็นใดให้เขียนเครื่องหมายคำถาม

6.14 นักเรียนทำกิจกรรมเช่นเดิม โดยเปลี่ยนโปสเตอร์ 3 ครั้ง

ขั้นที่ 3 ขั้นอธิบายและลงข้อสรุป (Explain)

6.15 นักเรียนแต่ละกลุ่มอภิปรายสรุปและร่วมกันทำบันทึกการอ่าน. การสลายสารอาหารระดับเซลล์แบบไม่ใช้ออกซิเจนและกระบวนการหมัก

6.16 นักเรียนและครูร่วมกันอภิปรายสรุปความรู้

ขั้นที่ 4 ขั้นขยายความรู้ (Elaborate หรือ Extend) กลวิธี ตั๋วออก (Exit Ticket))

6.17 นักเรียนทำบัตรกิจกรรมที่ แผนผังความคิด เพื่อสรุปองค์ความรู้ที่นักเรียนได้เรียนรู้และเข้าใจ

6.18 นักเรียนเขียนสิ่งที่อยากเรียนรู้ลงในกระดาษที่ครูแจกให้

6.19 นำสิ่งที่เขียนไปติดไว้ที่บอร์ด

ขั้นที่ 5 ขั้นประเมินผล (Evaluate)

6.20 ประเมินบัตรคำถาม ที่ 2 (ผ่านเกณฑ์ ร้อยละ 80)

6.21 ประเมินบัตรกิจกรรม ที่ 3 (ผ่านเกณฑ์ ร้อยละ 80)

6.22 หากนักเรียนคนใดไม่ผ่านเกณฑ์ สามารถนำชุดกิจกรรมการเรียนรู้ เรื่อง การสลายสารอาหารระดับเซลล์ ชุดที่ 2 เรื่อง กระบวนการสลายสารอาหารระดับเซลล์ เล่มที่ 2 ปฏิกิริยาแสงและการตรึงคาร์บอนไดออกไซด์ กลับไปศึกษาด้วยตนเองได้จนกว่าจะผ่านเกณฑ์การประเมิน

6.23 นักเรียนศึกษาและปฏิบัติตาม บัตรคำสั่ง ที่ 4 ให้นักเรียนนำสิ่งที่ได้เรียนรู้ไปประยุกต์ใช้ให้เกิดประโยชน์ในชีวิตประจำวัน และรู้จักนำความรู้ที่ได้รับไปสร้างเป็นความรู้ให้กับผู้อื่น โดยกลับไปศึกษาเกี่ยวกับอาหารหมักดองในท้องถิ่น เช่น แหนม ไส้กรอกอีสาน ผักดอง แล้วนำผลการเรียนรู้เกี่ยวกับปฏิกิริยากระบวนการหมักเชื่อมโยงกับอาหารท้องถิ่น แล้วนำความรู้มาแลกเปลี่ยนกับเพื่อนในห้อง โดยเขียนลงไปในกระดาษโปสเตอร์แล้วนำมาติดไว้รอบห้องเรียนให้เพื่อนๆได้แลกเปลี่ยนเรียนรู้

**7. สื่อการเรียนรู้และแหล่งการเรียนรู้**

7.1 สื่อการเรียนรู้

7.1.1 ชุดกิจกรรมวิทยาศาสตร์ เรื่อง การสลายสารอาหารระดับเซลล์ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ชุดที่ 4 เรื่อง การสลายสารอาหารแบบไม่ใช้ออกซิเจนและกระบวนการหมัก เล่มที่ 4 กระบวนการหมักกับอาหารหมักดองท้องถิ่น

7.2 แหล่งการเรียนรู้

7.2.1 ห้องสมุด

7.2.2 อินเตอร์เน็ต

7.2.3 1. หนังสือเรียนสาระการเรียนรู้ชีววิทยาเพิ่มเติม ว 31241 ของ สสวท.

**8. การวัดผลและประเมินผล**

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| พฤติกรรมการเรียนรู้ที่ต้องการวัด | เครื่องมือวัด | เกณฑ์การวัด |
| 1. ด้านความรู้ | 1. บัตรคำถาม  2. บัตรกิจกรรม  3. บัตรฝึกเสริมทักษะ | 1. นักเรียนตอบคำถามได้ถูกต้องตั้งแต่ร้อยละ 80  2. นักเรียนทำกิจกรรมได้ถูกต้องตั้งแต่ร้อยละ 80 ของคะแนนเต็มขึ้นไป  3. นักเรียนตอบคำถามได้ถูกต้องตั้งแต่ร้อยละ 80 ของคะแนนเต็มขึ้นไป |

**ตัวอย่างแผนการจัดการเรียนรู้ด้วยวิธีสืบเสาะหาความรู้**

**แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 4**

**รายวิชาชีววิทยา รหัสวิชา ว31241 สาระการเรียนรู้เพิ่มเติม**

**ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ภาคเรียนที่ 2**

**หน่วยการเรียนรู้ที่ 4 เรื่อง การสลายสารอาหารระดับเซลล์ เวลา 10 คาบ**

**ชุดกิจกรรมการเรียนรู้ ชุดที่ 4 เรื่อง กระบวนการหมักกับอาหารหมักดองท้องถิ่น เวลา 2 คาบ**

**แผนการจัดการเรียนรู้ เรื่อง กระบวนการหมักกับอาหารหมักดองท้องถิ่น เวลา 2 คาบ**

**1. สาระและมาตรฐานการเรียนรู้**

สาระที่ 1 สิ่งมีชีวิตกับกระบวนการดำรงชีวิต

มาตรฐาน ว 1.1 เข้าใจหน่วยพื้นฐานของสิ่งมีชีวิต ความสัมพันธ์ของโครงสร้าง และ

หน้าที่ของระบบต่าง ๆ ของสิ่งมีชีวิตที่ทำงานสัมพันธ์กัน มีกระบวนการ

สืบเสาะหาความรู้สื่อสารสิ่งที่เรียนรู้และนำความรู้ไปใช้ในการดำรงชีวิต

ของตนเองและดูแลสิ่งมีชีวิต

**2. ผลการเรียนรู้**

สืบค้นข้อมูล อธิบาย อภิปรายและสรุปกระบวนการสลายสารอาหารแบบไม่ใช้ออกซิเจน

**3. สาระสำคัญ**

ปฏิกิริยาแสง คือ ปฏิกิริยาที่พืชดูดกลืนพลังงานแสงไว้ในคลอโรพลาสต์และเปลี่ยนพลังงานแสงให้เป็นพลังงานเคมีในรูปของ ATP และ NADPH ที่พืชสามารถนำไปใช้ต่อไปได้

**4. จุดประสงค์การเรียนรู้**

4.1 ด้านความรู้ (K)

1. บอกขั้นตอนการเกิดปฏิกิริยากระบวนการสลายสารอาหารโดยไม่ใช้O2  
 2. อธิบายและสรุปกระบวนการหมัก   
 3. นำความรู้เกี่ยวกับกระบวนการหมักไปประยุกต์ใช้ในชีวิตประจำวัน

4.2 ด้านทักษะกระบวนการ (P) คือ มีทักษะกระบวนการวิทยาศาสตร์ ได้แก่ การสังเกต การจัดกระทำและสื่อความหมายข้อมูล การลงความเห็นจากข้อมูล การลงความเห็นจากข้อมูล การตั้งสมมติฐาน การตีความหมายข้อมูลและลงข้อสรุป

4.3 ด้านคุณลักษณะ (A) คือ มีจิตวิทยาศาสตร์ ได้แก่ ความสนใจใฝ่รู้ ความรอบคอบ การร่วมแสดงความคิดเห็นและยอมรับฟังความคิดเห็นของผู้อื่น ความมีเหตุผล การทำงานร่วมกับผู้อื่นอย่างสร้างสรรค์

**5. สาระการเรียนรู้**

- การสลายโมเลกุลของสารอาหารแบบไม่ใช้ออกซิเจน

- กระบวนการหมักแอลกอฮอล์ กระบวนการหมักกรดแลกติก

**การจัดกระบวนการเรียนรู้**

**1. ขั้นสร้างความสนใจ**

ครูนำนักเรียนเข้าสู่บทเรียนโดยทบทวนบทบาทของออกซิเจนในปฏิกิริยาการสลายอาหาร เพื่อให้ได้พลังงาน และให้นักเรียนลองคิดดูว่า“ถ้าเกิดภาวะไม่มีออกซิเจนหรือมีออกซิเจนไม่เพียงพอ สิ่งมีชีวิตยังมีการสลายสารอาหารหรือไม่ ถ้ามีการสลายสารอาหารจะมีวิธีการอย่างไร”

**2. ขั้นสำรวจและค้นหา**

1. ครูให้นักเรียนทำกิจกรรมที่ 5.5 เพื่อศึกษากระบวนการหมักของยีสต์และควรให้นักเรียนร่วมกันอภิปรายก่อนการทดลองถึงสมบัติของสารละลายบรอมไทมอลบลู และเหตุผลที่ใส่น้ำมันพืช ลงไปในสารละลาย

2. ครูแจ้งจุดประสงค์การทำกิจกรรมที่ 5.5 เพื่อให้นักเรียนสามารถ

- สำรวจตรวจสอบการหมักของยีสต์

- นำความรู้ไปใช้ในการศึกษากระบวนการหมักของยีสต์ในน้ำผลไม้ชนิดอื่นได้

3. ผลการทดลองกิจกรรมที่ 5.5 ควรเป็นดังนี้

เมื่อทิ้งการทดลองไว้ประมาณ 5 - 10 นาที ผลการทดลองเป็นดังนี้

การทดลองชุดที่ 1 ในหลอดที่มีน้ำสับปะรดและยีสต์ พบว่าสารละลายบรอมไทมอลบลูเปลี่ยนจากสีฟ้าอมสีน้ำเงินเป็นสีเขียวและสีเหลืองอมส้ม จะสังเกตเห็นฟองอากาศผุดขึ้นในหลอดทดลองที่มีสารละลายบรอมไทมอลบลูเป็นระยะๆ การทดลองในชุดที่ 2 และ 3 ไม่มีการเปลี่ยนแปลง

4. หลังทำกิจกรรม ครูตั้งคำถามเพิ่มเติม ดังนี้

- ทำไมจึงต้องมีการทดลองชุดที่ 2 ที่มียีสต์กับน้ำกลั่นและการทดลองชุดที่ 3 ที่มีน้ำสับปะรดกับน้ำกลั่น (เป็นตัวควบคุม เพื่อยืนยันการทดลองในการทดลองชุดที่ 1 ว่าการเปลี่ยนแปลงที่เกิดขึ้นนั้นเป็นปฏิกิริยาที่เกิดจากเซลล์ของยีสต์และน้ำสับปะรดจริง)

- การทดลองทั้ง 3 ชุด ควรมีการควบคุมอะไรให้เหมือนกัน (ปริมาณน้ำสับปะรดในชุดที่ 1 และชุดที่ 3 ปริมาณน้ำกลั่นในชุดที่ 2 และ 3 ปริมาณยีสต์ในชุดที่ 1 และชุดที่ 2 ต้องเท่ากัน)

- ฟองแก๊สที่เกิดขึ้นเป็นฟองแก๊สอะไร เพราะเหตุใด (ฟองแก๊สที่เกิดขึ้นควรเป็นแก๊ส CO2 เพราะสีของสารละลายบรอมไทมอลบลูเปลี่ยนเป็นสีเหลืองอมส้ม)

- เมื่อดมของเหลวในหลอดทดลองที่มียีสต์และน้ำสับปะรดจะมีกลิ่นหรือไม่ อย่างไร

(มีกลิ่นแอลกอฮอล์)

- ทำไมจึงต้องนำหลอดทดลองไปจุ่มในน้ำอุ่น (การนำหลอดทดลองไปจุ่มในน้ำอุ่นจะทำให้อุณหภูมิของหลอดทดลองเพิ่มขึ้น ปฏิกิริยาจะเกิดมากขึ้น ทำให้มีแก๊ส แก๊ส CO2  มากขึ้น)

- เพราะเหตุใดจึงต้องเติมน้ำมันพืชลงบนผิวหน้าของน้ำสับปะรดและยีสต์ (เพื่อไม่ให้แก๊สออกซิเจนจากอากาศลงไป)

- นักเรียนจะสรุปผลการทดลองว่าอย่างไร (ในสภาวะที่ขาดออกซิเจน เมื่อเติมยีสต์ลงไปในน้ำสับปะรดจะเกิดปฏิกิริยา ได้แก๊สคาร์บอนไดออกไซด์ และเอทิลแอลกอฮอล์)

- น้ำผลไม้ชนิดอื่นได้ผลการทดลองเหมือนหรือแตกต่างกันหรือไม่ (น่าจะได้ผลใกล้เคียงกัน แต่ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับสภาพความเป็นกรด – เบสของสารละลายและปริมาณน้ำตาล ซึ่งเป็นสารให้พลังงานของน้ำผลไม้นั้นๆ ด้วย)

5. ครูควรเปิดโอกาสให้นักเรียนศึกษาการทดลองเช่นเดียวกันนี้ในน้าผลไม้อื่นๆ เทียบกับน้ำสับปะรดว่าเหมือนหรือแตกต่างกันอย่างไร แล้วนำผลมาอภิปรายกันในชั้นเรียน

6. ครูนำเข้าสู่การสลายสารอาหารแบบไม่ใช้ออกซิเจน ด้วยการให้นักเรียนสืบค้นข้อมูลโดยการศึกษาภาพที่ 5 - 30 และภาพที่ 5 - 3 1 และแผนภาพในใบความรู้ แสดงการสลายกลูโคสแบบไม่ใช้ออกซิเจน ซึ่งของยีสต์จะเกิดกระบวนการหมักแอลกอฮอล์ และกระบวนการหมักกรดแลกติกในเซลล์กล้ามเนื้อลายและในสิ่งมีชีวิตบางชนิด เช่น จุลินทรีย์บางชนิด

จากการสืบค้นและการทำกิจกรรมที่ 5.5 นักเรียนควรสรุปได้ว่ายีสต์มีการสลายน้ำตาลที่อยู่ในน้ำสับปะรดได้เป็นแก๊สคาร์บอนไดออกไซด์และแอลกอฮอล์ กระบวนการนี้เกิดขึ้นในไซโทซอล และแบ่งเป็นขั้นตอนไกลโคลิซิส และกระบวนการหมักแอลกอฮอล์ เนื่องจากปฏิกิริยาที่เกิดขึ้นในสภาวะที่ไม่มีออกซิเจน จึงไม่มีออกซิเจนมารับอิเล็กตรอน NADH ไม่สามารถถ่ายทอดอิเล็กตรอนได้ถ้าเป็นเช่นนี้ก็จะไม่มี NAD+  มารับอิเล็กตรอน จากกระบวนการไกลโคลิซิส จึงต้องมีกระบวนการหมักเพื่อจะมี NAD+  มารับอิเล็กตรอน ช่วงกระบวนการหมักนี้จะไม่มี ATP เกิดขึ้น แต่ ATP จะเกิดในช่วงไกลโคลิซิส 2 โมเลกุล ในกระบวนการหมักแอลกอฮอล์และกรดแลกติก คาร์บอนในโมเลกุลของสารอาหารยังปลดปล่อยไม่หมด จึงทำให้พลังงานจากพลังงานพันธะของคาร์บอนยังหลงเหลืออยู่ ดังนั้นการสลายสารอาหารแบบไม่ใช้ออกซิเจนในกระบวนการหมักจึงให้พลังงานน้อยกว่าการสลายสารอาหารแบบใช้ออกซิเจน

7. ครูให้นักเรียนอภิปรายร่วมกันเพื่อเปรียบเทียบกระบวนการหมักแอลกอฮอล์ การหมัก

กรดแลกติกและกระบวนการสลายสารอาหารแบบใช้ออกซิเจน โดยใช้ตัวอย่างคำถามในการอภิปราย

- เพราะเหตุใดเอทิลแอลกอฮอล์จึงมีพลังงานเหลืออยู่อีกมาก (เพราะคาร์บอนในโมเลกุลของเอทิลแอลกอฮอล์ ยังปลดปล่อยไม่หมด)

- กรดแลกติกที่เกิดขึ้นในเซลล์กล้ามเนื้อมีกระบวนการเปลี่ยนแปลงอย่างไร(กรดแลกติดจะถูกลำเลียงออกจากเซลล์กล้ามเนื้อไปยังตับ เพื่อสังเคราะห์เป็นกลูโคสซึ่งร่างกายจะนำไปใช้ได้ต่อ)

- กระบวนการหมักแอลกอฮอล์ การหมักกรดแลกติก และการสลายสารอาหารแบบใช้ออกซิเจน เหมือนหรือต่างกันอย่างไร (**ส่วนที่เหมือนกัน**  คือสารตั้งต้นและกระบวนการช่วงไกลโค ลิซิสตั้งแต่ขั้นแรกจนถึงเกิดกรดไพรูวิก **ส่วนที่แตกต่างกัน** คือการหมักไม่ใช้ออกซิเจน สารผลิตภัณฑ์จากกระบวนการหมักอาจจะได้เอทิลแอลกอฮอล์และ CO2 หรือกรดแลกติกขึ้นอยู่กับชนิดของสิ่งมีชีวิต และได้ 2 ATP ส่วนการสลายสารอาหารแบบใช้ออกซิเจนจะได้ CO2 น้ำ และได้ 36 หรือ 38 ATP)

- นักเรียนคิดว่าคนเราสามารนำความรู้เรื่องกระบวนการหมักไปใช้ทำประโยชน์อะไรบ้าง

(ใช้ในการทำอาหารหลายชนิด เช่น เต้าเจี้ยว เต้าหู้ยี้ ซีอิ้ว นมเปรี้ยว โยเกิร์ต ผักและผลไม้ดอง เครื่องดื่มที่มีแอลกอฮอล์ น้ำส้มสายชู ขนมปัง เป็นต้น)

8. ครูและนักเรียนร่วมกันตอบคำถามในบทเรียน ซึ่งมีแนวคำตอบดังนี้

- นักเรียนคิดว่าอะไรเป็นตัวกำหนดการเปลี่ยนแปลงของกรดไพรูวิกในเซลล์หลังจากการเกิดกระบวนการไกลโคลิซิส (แก๊สออกซิเจนภายในเซลล์)

- ไมโทคอนเดรียมีความจำเป็นต่อกระบวนการสลายกลูโคสแบบไม่ใช้ออกซิเจนหรือไม่ เพราะเหตุใด (ไม่มีความจำเป็น เพราะการเปลี่ยนแปลงที่เกิดขึ้นจะเกิดเฉพาะบริเวณไซโทซอล)

9. ครูเปิดโอกาสให้นักเรียนสอบถามเนื้อหา เรื่อง กระบวนการสลายสารอาหารแบบไม่ใช้ออกซิเจน ว่ามีส่วนไหนที่ไม่เข้าใจและให้ความรู้เพิ่มเติมในส่วนนั้น

**3. ขั้นลงข้อสรุป**

1. ครูมอบหมายให้นักเรียนสรุปความคิดรวบยอดเกี่ยวกับเนื้อหาที่ได้เรียนในวันนี้

2. ครูให้นักเรียนทำแบบทดสอบ เรื่อง การสลายสารอาหารแบบไม่ใช้ออกซิเจน

3. ครูและนักเรียนร่วมกันเฉลยตัวอย่างข้อสอบเข้ามหาวิทยาลัย และมอบหมายให้นักเรียนทำแบบฝึกหัดท้ายบท ส่งครู พร้อมทั้งให้นักเรียนกลับไปทบทวนความรู้ เพื่อเตรียมตัวสอบเก็บคะแนนประจำบท ซึ่งครูจะแจ้งให้ทราบต่อไป

4. ครูมอบหมายให้นักเรียนไปศึกษาความรู้ เรื่อง ระบบหายใจกับการรักษาดุลยภาพของร่างกาย ซึ่งจะเรียนในคาบต่อไปมาล่วงหน้า

**สื่อการเรียนการสอน**

1. หนังสือเรียนสาระการเรียนรู้ชีววิทยาพื้นฐาน ว 31103 ของ สสวท.

2. ใบความรู้ที่ 6 เรื่อง การสลายสารอาหารแบบไม่ใช้ออกซิเจน

3. แบบทดสอบ เรื่อง การสลายสารอาหารแบบไม่ใช้ออกซิเจน 12 ข้อ

**การวัดผลประเมินผล**

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| การวัดผลประเมินผลด้าน | วิธีการวัด | **เครื่องมือวัด** | เกณฑ์การผ่าน |
| 1. ด้านความรู้ความเข้าใจ | 1. การสรุปความคิดรวบยอด  2. วัดจากแบบทดสอบ | 1. การสรุปความคิดรวบยอด  2. แบบทดสอบหลังเรียน ชนิดปรนัย 4 ตัวเลือก จำนวน 12 ข้อ | 1. ทำได้ถูกต้อง 70 % ขึ้นไป  2. ทำแบบทดสอบถูกมากกว่าหรือ เท่ากับ 60 % ขึ้นไป |
| 2. ด้านทักษะกระบวนการ | สังเกตจากการปฏิบัติกิจกรรมในชั้นเรียน | แบบสังเกตพฤติกรรมการทำงาน/ทักษะวิทยาศาสตร์ | ได้คะแนนในระดับ 2 ขึ้นไป |
| 3. ด้านคุณลักษณะที่พึงประสงค์ | การสังเกตพฤติกรรมความสนใจและตั้งใจเรียน | แบบสังเกตพฤติกรรมความสนใจและตั้งใจเรียน | ได้คะแนนในระดับ 2 ขึ้นไป |

**กิจกรรมเสนอแนะ**

1. เมื่อจบหัวข้อนี้แล้วครูให้นักเรียนเขียนผังมโนทัศน์ เกี่ยวกับกระบวนการสลายสารอาหารแบบใช้ออกซิเจนและไม่ใช้ออกซิเจน

2. ครูให้นักเรียนเปรียบเทียบความเข้าใจของนักเรียนเกี่ยวกับการสลายสารอาหารแบบใช้ออกซิเจนก่อนเรียน และหลังเรียนเรื่องนี้แล้วว่าเหมือนหรือแตกต่างกันอย่างไร

3. ครูอาจใช้แผนภาพการสังเคราะห์ ATP ของเซลล์และการนำพลังงานจาก ATP ไปใช้ในการทำกิจกรรมต่างๆ ของร่างกาย เพื่อเสริมความเข้าใจกับนักเรียน

**ตารางที่ ค.1**

*ผลการประเมิน แผนการจัดการเรียนรู้ประกอบชุดกิจกรรมวิทยาศาสตร์เรื่อง การสลายสารอาหารระดับเซลล์ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 โดยผู้เชี่ยวชาญ*

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| รายการประเมิน | ความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญ  (คนที่) | | | | | เฉลี่ย | S.D. | ความเหมาะสม |
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 |
| 1. สาระสำคัญ  1.1 มีความชัดเจนเข้าใจง่าย | 4 | 5 | 5 | 5 | 5 | 4.80 | 0.45 | มากที่สุด |
| 1.2 มีความเหมาะสมกับวัยของผู้เรียน | 4 | 5 | 5 | 5 | 5 | 4.80 | 0.45 | มากที่สุด |
| 1.3 ความถูกต้อง | 4 | 5 | 5 | 4 | 5 | 4.80 | 0.45 | มากที่สุด |
| 1.4 มีประโยชน์ต่อชีวิตประจำชั้น | 5 | 5 | 5 | 5 | 5 | 5.00 | 0.00 | มากที่สุด |
| 2. ผลการเรียนรู้  2.1 ประเมินผลได้ | 5 | 5 | 5 | 4 | 5 | 4.80 | 0.45 | มากที่สุด |
| 2.2 ข้อความชัดเจนเข้าใจง่าย | 4 | 5 | 5 | 5 | 5 | 4.80 | 0.45 | มากที่สุด |
| 2.3 เหมาะสมกับวัยของผู้เรียน | 5 | 5 | 5 | 5 | 5 | 5.00 | 0.00 | มากที่สุด |
| 2.4 สามารถสอนให้บรรลุตามผลการเรียนรู้ | 5 | 5 | 5 | 4 | 4 | 4.60 | 0.55 | มากที่สุด |
| 3. เนื้อหาสาระ  3.1 มีความชัดเจน ไม่สับสน และน่าสนใจ | 4 | 5 | 5 | 5 | 4 | 4.60 | 0.55 | มากที่สุด |
| 3.2 เหมาะสมกับระดับชั้นของนักเรียน | 4 | 5 | 5 | 5 | 5 | 4.80 | 0.45 | มากที่สุด |
| 3.3 เหมาะสมกับเวลาที่สอน | 5 | 5 | 5 | 5 | 5 | 5.00 | 0.00 | มากที่สุด |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |

*(ต่อ)*

**ตารางที่ ค.1** (ต่อ)

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| รายการประเมิน | ความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญ(คนที่) | | | | | เฉลี่ย | S.D. | ความเหมาะสม |
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 |
| 3.4 สอดคล้องกับผลการเรียนรู้ | 5 | 5 | 5 | 5 | 5 | 5.00 | 0.00 | มากที่สุด |
| 4. นักเรียน สื่อ และแหล่งเรียนรู้  4.1 สอดคล้องกับผลการเรียนรู้ | 5 | 5 | 5 | 5 | 4 | 4.80 | 0.45 | มากที่สุด |
| 4.2 สนองจุดประสงค์การเรียนรู้ | 5 | 5 | 5 | 4 | 5 | 4.80 | 0.45 | มากที่สุด |
| 4.3 เหมาะสมกับระดับชั้นและวัยของผู้เรียน | 5 | 5 | 5 | 5 | 4 | 4.80 | 0.45 | มากที่สุด |
| 4.4 เร้าความสนใจของผู้เรียน | 5 | 5 | 5 | 5 | 5 | 5.00 | 0.00 | มากที่สุด |
| 4.5 ผู้เรียนมีส่วนร่วมในการใช้สื่อ | 5 | 5 | 5 | 5 | 5 | 5.00 | 0.00 | มากที่สุด |
| 5. กิจกรรมการเรียนการสอน  5.1 สอดคล้องกับเนื้อหา | 5 | 5 | 4 | 5 | 5 | 4.80 | 0.45 | มากที่สุด |
| 5.2 สอดคล้องกับผลการเรียนรู้ | 5 | 5 | 5 | 5 | 5 | 5.00 | 0.00 | มากที่สุด |
| 5.3 เหมาะสมกับเวลาที่สอน | 4 | 5 | 4 | 5 | 5 | 4.60 | 0.55 | มากที่สุด |
| 5.4 เหมาะสมกับวัยของนักเรียน | 5 | 5 | 5 | 4 | 5 | 4.80 | 0.45 | มากที่สุด |
| 5.5 เร้าความสนใจของนักเรียน | 5 | 5 | 5 | 5 | 5 | 5.00 | 0.00 | มากที่สุด |

*(ต่อ)*

**ตารางที่ ค.1** (ต่อ)

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| รายการประเมิน | ความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญ(คนที่) | | | | | เฉลี่ย | S.D. | ความเหมาะสม |
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 |
| 5.6 นักเรียนมีปฏิสัมพันธ์ต่อกัน | 5 | 5 | 5 | 5 | 5 | 5.00 | 0.00 | มากที่สุด |
| 5.7 ผู้เรียนมีส่วนร่วมในกิจกรรม | 5 | 5 | 5 | 5 | 5 | 5.00 | 0.00 | มากที่สุด |
| 6. การวัดผลและประเมินผล  6.1 สอดคล้องกับเนื้อหา | 4 | 5 | 5 | 5 | 5 | 4.80 | 0.45 | มากที่สุด |
| 6.2 สอดคล้องกับจุดประสงค์การเรียนรู้ | 5 | 5 | 4 | 5 | 5 | 4.60 | 0.55 | มากที่สุด |
| 6.3 สามารถวัดและประเมินผลสิ่งที่ระบุไว้ได้ | 5 | 4 | 5 | 5 | 5 | 4.80 | 0.45 | มากที่สุด |
| 6.4 เครื่องมือที่ใช้เหมาะสมกับวัยของผู้เรียน | 4 | 5 | 5 | 5 | 5 | 4.80 | 0.45 | มากที่สุด |
| 6.5 ส่งเสริมการวัดความรู้ เจตคติและกระบวนการ | 4 | 5 | 5 | 5 | 5 | 4.80 | 0.45 | มากที่สุด |
| เฉลี่ยรวม | 4.65 | 4.93 | 4.91 | 4.8 | 4.85 | 4.85 | 0.46 | มากที่สุด |

**ตารางที่ ค.2**

*ผลการประเมิน แผนการจัดการเรียนรู้ประกอบวิธีการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ เรื่อง การสลายสารอาหารระดับเซลล์ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 โดยผู้เชี่ยวชาญ*

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| รายการประเมิน | ความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญ(คนที่) | | | | | เฉลี่ย | S.D. | ความเหมาะสม |
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 |
| 1. สาระสำคัญ  1.1 มีความชัดเจนเข้าใจง่าย | 5 | 5 | 5 | 5 | 5 | 5.00 | 0.00 | มากที่สุด |
| 1.2 มีความเหมาะสมกับวัยของผู้เรียน | 5 | 5 | 5 | 4 | 4 | 4.60 | 0.55 | มากที่สุด |
| 1.3 ความถูกต้อง | 4 | 5 | 5 | 4 | 5 | 4.80 | 0.45 | มากที่สุด |
| 1.4 มีประโยชน์ต่อชีวิตประจำชั้น | 5 | 5 | 5 | 5 | 5 | 5.00 | 0.00 | มากที่สุด |
| 2. ผลการเรียนรู้  2.1 ประเมินผลได้ | 5 | 4 | 5 | 5 | 4 | 4.60 | 0.55 | มากที่สุด |
| 2.2 ข้อความชัดเจนเข้าใจง่าย | 4 | 5 | 5 | 5 | 5 | 4.80 | 0.45 | มากที่สุด |
| 2.3 เหมาะสมกับวัยของผู้เรียน | 5 | 5 | 5 | 5 | 5 | 5.00 | 0.00 | มากที่สุด |
| 2.4 สามารถสอนให้บรรลุตามผลการเรียนรู้ | 5 | 5 | 5 | 4 | 4 | 4.60 | 0.55 | มากที่สุด |
| 3. เนื้อหาสาระ  3.1 มีความชัดเจน ไม่สับสน และน่าสนใจ | 4 | 5 | 5 | 5 | 4 | 4.60 | 0.55 | มากที่สุด |
| 3.2 เหมาะสมกับระดับชั้นของนักเรียน | 5 | 5 | 5 | 5 | 5 | 5.00 | 0.00 | มากที่สุด |
| 3.3 เหมาะสมกับเวลาที่สอน | 5 | 5 | 5 | 4 | 4 | 4.60 | 0.55 | มากที่สุด |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |

*(ต่อ)*

**ตารางที่ ค.2** (ต่อ)

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| รายการประเมิน | ความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญ(คนที่) | | | | | เฉลี่ย | S.D. | ความเหมาะสม |
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 |
| 3.4 สอดคล้องกับผลการเรียนรู้ | 5 | 5 | 5 | 5 | 5 | 5.00 | 0.00 | มากที่สุด |
| 4. นักเรียน สื่อ และแหล่งเรียนรู้  4.1 สอดคล้องกับผลการเรียนรู้ | 4 | 5 | 4 | 5 | 5 | 4.60 | 0.55 | มากที่สุด |
| 4.2 สนองจุดประสงค์การเรียนรู้ | 5 | 5 | 5 | 4 | 5 | 4.80 | 0.45 | มากที่สุด |
| 4.3 เหมาะสมกับระดับชั้นและวัยของผู้เรียน | 5 | 5 | 5 | 5 | 5 | 5.00 | 0.00 | มากที่สุด |
| 4.4 เร้าความสนใจของผู้เรียน | 5 | 5 | 5 | 5 | 5 | 5.00 | 0.00 | มากที่สุด |
| 4.5 ผู้เรียนมีส่วนร่วมในการใช้สื่อ | 5 | 5 | 5 | 5 | 5 | 5.00 | 0.00 | มากที่สุด |
| 5. กิจกรรมการเรียนการสอน  5.1 สอดคล้องกับเนื้อหา | 5 | 5 | 4 | 5 | 5 | 4.80 | 0.45 | มากที่สุด |
| 5.2 สอดคล้องกับผลการเรียนรู้ | 5 | 5 | 5 | 5 | 5 | 5.00 | 0.00 | มากที่สุด |
| 5.3 เหมาะสมกับเวลาที่สอน | 4 | 5 | 4 | 5 | 5 | 4.60 | 0.55 | มากที่สุด |
| 5.4 เหมาะสมกับวัยของนักเรียน | 5 | 5 | 5 | 4 | 5 | 4.80 | 0.45 | มากที่สุด |
| 5.5 เร้าความสนใจของนักเรียน | 5 | 5 | 5 | 5 | 5 | 5.00 | 0.00 | มากที่สุด |

*(ต่อ)*

**ตารางที่ ค.2** (ต่อ)

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| รายการประเมิน | ความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญ(คนที่) | | | | | เฉลี่ย | S.D. | ความเหมาะสม |
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 |
| 5.6 นักเรียนมีปฏิสัมพันธ์ต่อกัน | 5 | 5 | 4 | 5 | 5 | 4.60 | 0.55 | มากที่สุด |
| 5.7 ผู้เรียนมีส่วนร่วมในกิจกรรม | 5 | 5 | 5 | 5 | 5 | 5.00 | 0.00 | มากที่สุด |
| 6. การวัดผลและประเมินผล  6.1 สอดคล้องกับเนื้อหา | 4 | 5 | 5 | 5 | 5 | 4.80 | 0.45 | มากที่สุด |
| 6.2 สอดคล้องกับจุดประสงค์การเรียนรู้ | 5 | 5 | 4 | 5 | 5 | 4.60 | 0.55 | มากที่สุด |
| 6.3 สามารถวัดและประเมินผลสิ่งที่ระบุไว้ได้ | 5 | 5 | 5 | 5 | 5 | 5.00 | 0.00 | มากที่สุด |
| 6.4 เครื่องมือที่ใช้เหมาะสมกับวัยของผู้เรียน | 5 | 5 | 5 | 5 | 5 | 5.00 | 0.00 | มากที่สุด |
| 6.5 ส่งเสริมการวัดความรู้ เจตคติและกระบวนการ | 5 | 5 | 5 | 5 | 5 | 5.00 | 0.00 | มากที่สุด |
| เฉลี่ยรวม | 4.35 | 4.95 | 4.82 | 4.84 | 4.79 | 4.87 | 0.42 | มากที่สุด |