



แผนการจัดการเรียนรู้

วิชาชีววิทยาเพิ่มเติม 1

รหัสวิชา ว30241

นางแหลมทอง ชินรัตน์

ตำแหน่ง ครู

วิทยฐานะชำนาญการพิเศษ

กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี

โรงเรียนสตรีศึกษา

สำนักงานเขตพื้นที่การศึกษามัธยมศึกษาร้อยเอ็ด

แผนการจัดการเรียนรู้

กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี

ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4

แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 1 เรื่อง การปฐมนิเทศนักเรียน

จำนวนเวลา 1 ชั่วโมง

ครูผู้สอน นางแหลมทอง ชินรัตน์

โรงเรียนสตรีศึกษา

มาตรฐานการเรียนรู้/ผลการเรียนรู้

สาระชีววิทยา

2. เข้าใจการถ่ายทอดลักษณะทางพันธุกรรม การถ่ายทดยีนบนโครโมโซม สมบัติ และหน้าที่ของสารพันธุกรรม การเกิดมิวเทชัน เทคโนโลยีทางดีเอ็นเอ หลักฐานข้อมูลและแนวคิดเกี่ยวกับวิวัฒนาการของสิ่งมีชีวิต ภาวะสมดุลของฮาร์ดี-ไวน์เบิร์ก การเกิดสปีชีส์ใหม่ ความหลากหลายทางชีวภาพ กำเนิดของสิ่งมีชีวิต ความหลากหลายของสิ่งมีชีวิต และอนุกรมวิธาน รวมทั้งนำความรู้ไปใช้ประโยชน์

ผลการเรียนรู้

1. สืบค้นข้อมูล อธิบายสมบัติและหน้าที่ของสารพันธุกรรม โครงสร้างและองค์ประกอบทางเคมีของ DNA และสรุปการจำลอง DNA
2. อธิบายและระบุขั้นตอนในกระบวนการสังเคราะห์โปรตีนและหน้าที่ของ DNA และ RNA แต่ละชนิดในกระบวนการสังเคราะห์โปรตีน
3. สืบค้นข้อมูลและอธิบายการเกิดมิวเทชันระดับยีนและระดับโครโมโซม สาเหตุการเกิดมิวเทชัน รวมทั้งยกตัวอย่างโรคและกลุ่มอาการที่เป็นผลของการเกิดมิวเทชัน
4. สืบค้นข้อมูล อธิบายและสรุปผลการทดลองของเมนเดล
5. สรุปความสัมพันธ์ระหว่างสารพันธุกรรม แอลลีล โปรตีน ลักษณะทางพันธุกรรม และเชื่อมโยงกับความรู้เรื่องพันธุศาสตร์เมนเดล
6. อธิบายและสรุปกฎแห่งการแยกและกฎแห่งการรวมกลุ่มอย่างอิสระ และนำกฎของเมนเดลนี้ไปอธิบายการถ่ายทอดลักษณะทางพันธุกรรมและใช้ในการคำนวณโอกาสในการเกิดฟีโนไทป์และจีโนไทป์แบบต่างๆ ของรุ่น F_1 และ F_2
7. สืบค้นข้อมูล วิเคราะห์ อธิบาย และสรุปเกี่ยวกับการถ่ายทอดลักษณะทางพันธุกรรมที่เป็นส่วนขยายของพันธุศาสตร์เมนเดล
8. สืบค้นข้อมูล วิเคราะห์ และเปรียบเทียบลักษณะทางพันธุกรรมที่มีการแปรผันไม่ต่อเนื่องและลักษณะทางพันธุกรรมที่มีการแปรผันต่อเนื่อง
9. อธิบายการถ่ายทดยีนบนโครโมโซม และยกตัวอย่างลักษณะทางพันธุกรรมที่ถูกควบคุมด้วยยีนบนออโตโซมและยีนบนโครโมโซมเพศ
10. อธิบายหลักการสร้างสิ่งมีชีวิตดัดแปร พันธุกรรมโดยใช้ดีเอ็นเอรีคอมบิแนนท์
11. สืบค้นข้อมูล ยกตัวอย่าง และอภิปรายการนำเทคโนโลยีทางดีเอ็นเอไปประยุกต์ทั้งในด้านสิ่งแวดล้อม นิติวิทยาศาสตร์ การแพทย์ การเกษตร และอุตสาหกรรม และข้อควรคำนึงถึง ด้านชีวจริยธรรม

12. สืบค้นข้อมูลและอธิบายเกี่ยวกับ หลักฐานที่สนับสนุนและข้อมูลที่ใช้อธิบายการเกิดวิวัฒนาการของสิ่งมีชีวิต

13. อธิบายและเปรียบเทียบแนวคิดเกี่ยวกับวิวัฒนาการของสิ่งมีชีวิตของฌอง ลามาร์กและทฤษฎีเกี่ยวกับวิวัฒนาการของสิ่งมีชีวิตของชาลส์ ดาร์วิน

14. ระบุสาระสำคัญและอธิบายเงื่อนไขของภาวะสมดุลของฮาร์ดี-ไวน์เบิร์ก ปัจจัยที่ทำให้เกิดการเปลี่ยนแปลงความถี่ของแอลลีลในประชากร พร้อมทั้งคำนวณหาความถี่ของแอลลีลและจีโนไทป์ของประชากรโดยใช้หลักของฮาร์ดี-ไวน์เบิร์ก

15. สืบค้นข้อมูล อภิปราย และอธิบายกระบวนการเกิดสปีชีส์ใหม่ของสิ่งมีชีวิต

จุดประสงค์การเรียนรู้ตัวชีวิต

1. เพื่อทำความรู้จักและสร้างความคุ้นเคยระหว่างครูกับนักเรียน
2. เพื่อทำความเข้าใจกับนักเรียน เรื่องคะแนน เวลาเรียน ระเบียบปฏิบัติ และกติกาในการเรียนวิชาชีววิทยา
3. เพื่อให้นักเรียนทราบข้อปฏิบัติ และข้อควรระวังในการทำกิจกรรมในชั้นเรียน
4. เพื่อให้นักเรียนมีเวลาในการเตรียมตัวล่วงหน้า และพร้อมที่จะเรียนเนื้อหาในชั่วโมงต่อไป

3. สารการเรียนรู้

1.) หน่วย/เนื้อหาการเรียนรู้วิชาชีววิทยา 2 ว30241 ที่จะเรียนในภาคเรียนที่ 2/2560 มี ดังนี้

- บทที่ 4 โครโมโซมและสารพันธุกรรม (18 ชั่วโมง) ซึ่งมีสารการเรียนรู้ ดังนี้

4.1 โครโมโซม

4.2 สารพันธุกรรม

4.3 สมบัติของสารพันธุกรรม

4.3.1 การจำลองดีเอ็นเอ

4.3.2 การควบคุมลักษณะทางพันธุกรรมของ DNA

4.4 มิวเทชัน

- บทที่ 5 การถ่ายทอดลักษณะทางพันธุกรรม (16 ชั่วโมง) ซึ่งมีสารการเรียนรู้ ดังนี้

5.1 การศึกษาพันธุกรรมของเมนเดล

5.2 ลักษณะทางพันธุกรรมที่เป็นส่วนขยายของพันธุศาสตร์เมนเดล

5.3 ยีนบนโครโมโซมเดียวกัน

- บทที่ 6 เทคโนโลยีทางดีเอ็นเอ (12 ชั่วโมง) ซึ่งมีสารการเรียนรู้ ดังนี้

6.1 พันธุวิศวกรรมและการโคลนนิ่ง

6.2 การหาขนาดของ DNA และการหาลำดับนิวคลีโอไทด์

6.3 การประยุกต์ใช้เทคโนโลยีทางดีเอ็นเอ

6.4 เทคโนโลยีทางดีเอ็นเอกับความปลอดภัยทางชีวภาพและชีวจริยธรรม

- บทที่ 7 วิวัฒนาการ (12 ชั่วโมง) ซึ่งมีสารการเรียนรู้ ดังนี้

- 7.1 หลักฐานและข้อมูลที่ใช้ในการศึกษาวิวัฒนาการของสิ่งมีชีวิต
- 7.2 แนวคิดเกี่ยวกับวิวัฒนาการของสิ่งมีชีวิต
- 7.3 พันธุศาสตร์ประชากร
- 7.4 ปัจจัยที่ทำให้เกิดการเปลี่ยนแปลงความถี่ของแอลลีล
- 7.5 กำเนิดของสปีชีส์

2.) หลักเกณฑ์การวัดผลและการให้คะแนน มีดังนี้

1. คะแนนจากการประเมิน 20 คะแนน (ประเมินก่อนกลางภาคและหลังกลางภาค ได้แก่ การสังเกต/ การตั้งปัญหา/ การออกแบบการทดลอง/ การทดลอง/ การวิเคราะห์ข้อมูลและการลงข้อสรุป) ในรูปโครงการวิทยาศาสตร์

2. คะแนนคุณลักษณะที่พึงประสงค์ 10 คะแนน (มีระเบียบวินัย/ มีความรับผิดชอบ/ มีความตรงต่อเวลา/ ใฝ่รู้ ใฝ่เรียน/ มีความคิดริเริ่มสร้างสรรค์)

3. คะแนนทดสอบท้ายหน่วยการเรียนรู้/กลางภาค/ปลายภาค 70 คะแนน

3.) ข้อตกลงเกี่ยวกับหลักการ ข้อปฏิบัติและกฎระเบียบในการเรียนการสอนในห้องเรียน

- 1. นักเรียนต้องเข้าเรียนไม่ต่ำกว่า 80 เปอร์เซ็นต์ ของเวลาเรียนทั้งหมด
- 2. ไม่หยอกล้อ พุดคุยเสียงดัง หรือส่งเสียงรบกวน ในเวลาเรียน
- 3. นักเรียนต้องเข้าชั้นเรียนให้ตรงเวลา
- 4. หากมีความจำเป็นต้องออกจากห้อง ต้องขออนุญาตครูผู้สอนก่อนทุกครั้ง
- 5. ไม่นำอาหารมารับประทานในห้องเรียนขณะครูสอน
- 6. หากมีข้อสงสัยขณะเรียน ให้สอบถามครูได้ทันที

4) ข้อตกลงในการปฏิบัติกาทดลอง

- 1. ก่อนทำการทดลองต้องฟังคำชี้แจงให้เข้าใจอย่างถ่องแท้
- 2. ทำการทดลองตามที่กำหนดเท่านั้น
- 3. ไม่นำอุปกรณ์ในการทดลองมาใช้ด้วยจุดประสงค์อื่นใดนอกเหนือจากการทดลอง
- 4. ก่อนใช้อุปกรณ์การทดลองต้องได้รับอนุญาตจากครูผู้สอน
- 5. ใช้อุปกรณ์ต่าง ๆ ด้วยความระมัดระวัง
- 6. ห้ามนำอุปกรณ์การทดลองออกจากห้องปฏิบัติการ
- 7. ไม่หยอกล้อกันหรือแสดงพฤติกรรมอื่นใดที่นอกเหนือจากการทดลอง
- 8. ไม่นำอาหารมารับประทานในห้องปฏิบัติการ
- 9. ต้องปฏิบัติตามข้อบังคับเรื่องความปลอดภัยในการทดลองต่าง ๆ อย่างเคร่งครัด

ความเข้าที่คงทน

นักเรียนสามารถศึกษาค้นคว้าและเรียนรู้เกี่ยวกับโครโมโซมและสารพันธุกรรม การถ่ายทอดลักษณะทางพันธุกรรม เทคโนโลยีทางดีเอ็นเอ และวิวัฒนาการ

ชิ้นงานหรือภาระงาน (หลักฐาน ร่องรอยแสดงความรู้)

5.1 สมุดบันทึก

5.2 แบบฟอร์มแนะนำตนเองของนักเรียน

กิจกรรมการเรียนรู้การสอน

1. ขั้นนำ

1.1. ครูและนักเรียนกล่าวทักทายกันและแนะนำตัวเอง

1.2. สอบถามและแลกเปลี่ยนการเรียนรู้กันในช่วงปิดภาคเรียนที่ผ่านมา

2. ขั้นสอน

2.1. ครูแจ้งเนื้อหาและสาระการเรียนรู้ ที่จะเรียนในภาคเรียนที่ 2 จำนวน 4 บท ได้แก่ โครโมโซมและสารพันธุกรรม การถ่ายทอดลักษณะทางพันธุกรรม เทคโนโลยีทางดีเอ็นเอ และวิวัฒนาการ ครูแจ้งผลการเรียนรู้และเนื้อหาที่จะเรียนร่วมกันกับนักเรียน

2.2. ครูและนักเรียนตกลงหลักเกณฑ์การวัดผลและการให้คะแนนในส่วนต่าง ๆ ร่วมกัน โดยเขียนบนกระดานจากคะแนนเต็ม 100 คะแนน เป็นดังนี้

1) คะแนนจากการประเมิน 20 คะแนน (ประเมินก่อนกลางภาคและหลังกลางภาค ได้แก่ การสังเกต/การตั้งปัญหา/ การออกแบบการทดลอง/ การทดลอง/ การวิเคราะห์ข้อมูลและการลงข้อสรุป) ในรูปโครงการวิทยาศาสตร์ ซึ่งจะกำหนดต่อไป

2) คะแนนคุณลักษณะอันพึงประสงค์ 10 คะแนน (มีระเบียบวินัย/ มีความรับผิดชอบ/ มีความตรงต่อเวลา/ ใฝ่รู้ ใฝ่เรียน/ มีความคิดริเริ่มสร้างสรรค์)

3) คะแนนทดสอบท้ายบท/กลางภาค/ปลายภาค 70 คะแนน

2.3. ข้อตกลงเกี่ยวกับหลักการ ข้อปฏิบัติและกฎระเบียบในการเรียนการสอนในห้องเรียน ดังนี้

1) นักเรียนต้องเข้าเรียนไม่ต่ำกว่า 80 เปอร์เซ็นต์ ของเวลาเรียนทั้งหมด

2) ไม่หยอกล้อ พูดคุยเสียงดัง หรือส่งเสียงรบกวนเพื่อนนักเรียน ในเวลาเรียน

3) นักเรียนต้องเข้าเรียนให้ตรงเวลา

4) หากมีความจำเป็นต้องออกจากห้องเรียน ต้องขออนุญาตครูผู้สอนก่อนทุกครั้ง

5) ไม่นำอาหารมารับประทานในห้องเรียนขณะครูสอน

6) หากมีข้อสงสัยขณะเรียน ให้สอบถามครูได้ทันที

7) ข้อตกลงอื่น ๆ โดยตกลงกับนักเรียน ดังนี้

- นักเรียนทุกคนต้องมีสมุดเพื่อจดบันทึกและทำแบบฝึกหัด คนละ 1 เล่ม

2.4. ข้อตกลงในการปฏิบัติการทดลอง ซึ่งในภาคเรียนนี้จะมีการทำการทดลองด้วยนั้น ดังนี้

1) ก่อนทำการทดลองต้องฟังคำชี้แจงให้เข้าใจอย่างถ่องแท้

2) ทำการทดลองตามที่กำหนดเท่านั้น

3) ไม่นำอุปกรณ์ในการทดลองมาใช้ด้วยจุดประสงค์อื่นใดนอกเหนือจากการทดลอง

- 4) ก่อนใช้อุปกรณ์การทดลองต้องได้รับอนุญาตจากครูผู้สอน
- 5) ใช้อุปกรณ์ต่าง ๆ ด้วยความระมัดระวัง
- 6) ห้ามนำอุปกรณ์การทดลองออกจากห้องปฏิบัติการ
- 7) ไม่หยอกล้อกันหรือแสดงพฤติกรรมอื่นใดที่นอกเหนือจากการทดลอง
- 8) ไม่นำอาหารมารับประทานในห้องปฏิบัติการ
- 9) ต้องปฏิบัติตามข้อบังคับเรื่องความปลอดภัยในการทดลองต่าง ๆ อย่างเคร่งครัด

2.5. ครูบอกห้องพักครู และโต๊ะที่ครูนั่ง เพื่อให้นักเรียนที่มีข้อสงสัย หรือรับส่งแบบฝึกหัด สามารถติดต่อได้ถูกต้อง (ห้องพัสดุ อาคาร 7)

3. ขั้นสรุป

- 3.1. ครูถามนักเรียนเกี่ยวกับเรื่องที่ครูกล่าวมาข้างต้น ว่ามีอะไรบ้างมีรายละเอียดที่สำคัญอย่างไร (เรื่องที่จะเรียน, หลักเกณฑ์การให้คะแนน, กฎระเบียบ ข้อตกลง ข้อควรปฏิบัติ กติกาในการเรียนการสอน การทดลองโดยมีรายละเอียดที่สำคัญตามที่กล่าวไว้ข้างต้น)
- 3.2. ครูถามนักเรียนว่าห้องพักครูอยู่ที่ไหน
- 3.3. ครูซักถามนักเรียนว่ามีข้อสงสัยอะไรอีกหรือไม่
- 3.4. ครูให้นักเรียนศึกษาเรื่องที่จะเรียนในชั่วโมงต่อไปล่วงหน้า

สื่อ/แหล่งเรียนรู้

1. ผลการเรียนรู้รายวิชาชีววิทยา
2. แบบฟอร์มแนะนำตนเองของนักเรียน
3. หนังสือเรียนสาระการเรียนรู้พื้นฐานและเพิ่มเติมชีววิทยา เล่ม 4 ของ สสวท.

การวัดและประเมินผล

1. วัดความเข้าใจเกี่ยวกับข้อตกลงกับนักเรียนโดยดูจากการตอบคำถาม
2. วัดความสนใจของนักเรียน โดยดูจากความตั้งใจฟังขณะครูบรรยาย การตอบคำถาม และข้อสงสัยเรื่องต่าง ๆ กับครู

ผลการเรียนรู้

รายวิชา ชีววิทยา 1

รหัสวิชา ว30241

จำนวน 1.5 หน่วยกิต

เวลาเรียน 3 ชั่วโมงต่อสัปดาห์

อัตราส่วนคะแนน ระหว่างเรียน : ปลายภาค = 70 : 30

ข้อที่	ผลการเรียนรู้ที่คาดหวัง	คะแนนประเมิน			
		ก่อนกลาง ภาค	กลาง ภาค	หลังกลาง ภาค	ปลาย ภาค
บทที่ 4 โครโมโซมและสารพันธุกรรม					
1	สืบค้นข้อมูล อธิบายสมบัติและหน้าที่ของสารพันธุกรรม โครงสร้างและองค์ประกอบทางเคมีของ DNA และสรุปการจำลอง DNA	2	2	-	-
2	อธิบายและระบุขั้นตอนในกระบวนการสังเคราะห์โปรตีนและหน้าที่ของ DNA และ RNA แต่ละชนิดในกระบวนการสังเคราะห์โปรตีน	2	2	-	-
3	สืบค้นข้อมูลและอธิบายการเกิดมิวเทชันระดับยีนและระดับโครโมโซม สาเหตุการเกิดมิวเทชัน รวมทั้งยกตัวอย่างโรคและกลุ่มอาการที่เป็นผลของการเกิดมิวเทชัน	2	2	-	-
บทที่ 5 การถ่ายทอดลักษณะทางพันธุกรรม					
4	สืบค้นข้อมูล อธิบายและสรุปผลการทดลองของเมนเดล	2	2	-	-
5	สรุปความสัมพันธ์ระหว่างสารพันธุกรรม แอลลีล โปรตีน ลักษณะทางพันธุกรรม และเชื่อมโยงกับความรู้เรื่องพันธุศาสตร์เมนเดล	2	2	-	-
6	อธิบายและสรุปกฎแห่งการแยกและกฎแห่งการรวมกลุ่มอย่างอิสระ และนำกฎของเมนเดลนี้ไปอธิบายการถ่ายทอดลักษณะทางพันธุกรรมและใช้ในการคำนวณโอกาสในการเกิดฟีโนไทป์และจีโนไทป์แบบต่าง ๆ ของรุ่น F ₁ และ F ₂	3	3	-	-
7	สืบค้นข้อมูล วิเคราะห์ อธิบาย และสรุปเกี่ยวกับการถ่ายทอดลักษณะทางพันธุกรรมที่เป็นส่วนขยายของพันธุศาสตร์เมนเดล	3	3	-	-
8	สืบค้นข้อมูล วิเคราะห์ และเปรียบเทียบลักษณะทางพันธุกรรมที่มีการแปรผันไม่ต่อเนื่องและลักษณะทางพันธุกรรมที่มีการแปรผันต่อเนื่อง	2	2	-	-

9	อธิบายการถ่ายทอดยีนบนโครโมโซม และยกตัวอย่างลักษณะทางพันธุกรรมที่ถูกควบคุมด้วยยีนบนออโตโซมและยีนบนโครโมโซมเพศ	2	2	-	-
บทที่ 6 เทคโนโลยีทางดีเอ็นเอ					
10	อธิบายหลักการสร้างสิ่งมีชีวิตดัดแปร พันธุกรรมโดยใช้ดีเอ็นเอรีคอมบิแนนท์	-	-	4	6
11	สืบค้นข้อมูล ยกตัวอย่าง และอภิปรายการนำเทคโนโลยีทางดีเอ็นเอไปประยุกต์ทั้งในด้านสิ่งแวดล้อม นิติวิทยาศาสตร์ การแพทย์ การเกษตร และอุตสาหกรรม และข้อควรคำนึงถึงด้านชีวจริยธรรม	-	-	2	4
บทที่ 7 วิวัฒนาการ					
12	สืบค้นข้อมูลและอธิบายเกี่ยวกับ หลักฐานที่สนับสนุนและข้อมูลที่ใช้อธิบายการเกิดวิวัฒนาการของสิ่งมีชีวิต	-	-	5	6
13	อธิบายและเปรียบเทียบแนวคิดเกี่ยวกับวิวัฒนาการของสิ่งมีชีวิตของฌอง ลามาร์กและทฤษฎีเกี่ยวกับวิวัฒนาการของสิ่งมีชีวิตของชาลส์ ดาร์วิน	-	-	3	5
14	ระบุสาระสำคัญและอธิบายเงื่อนไขของภาวะสมดุลของฮาร์ดี-ไวน์เบิร์ก ปัจจัยที่ทำให้เกิดการเปลี่ยนแปลงความถี่ของแอลลีลในประชากร พร้อมทั้งคำนวณหาความถี่ของแอลลีลและจีโนไทป์ของประชากรโดยใช้หลักของฮาร์ดี-ไวน์เบิร์ก	-	-	4	6
15	สืบค้นข้อมูล อภิปราย และอธิบายกระบวนการเกิดสปีชีส์ใหม่ของสิ่งมีชีวิต	-	-	2	3
รวม		20	20	20	30
คุณลักษณะอันพึงประสงค์		-	-	-	10
รวมทั้งหมด		100			

บันทึกความคิดเห็นหัวหน้ากลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี

แผนการจัดการเรียนรู้

- ☐ เน้นผู้เรียนเป็นสำคัญ
- ☐ มีการใช้สื่อ/นวัตกรรม/เทคโนโลยีในกิจกรรมการเรียนการสอน
- ☐ จัดกิจกรรมเหมาะสมกับผู้เรียน
- ☐ มีการจำแนกผู้เรียนตามความเหมาะสม/คำนึงถึงความแตกต่างระหว่างบุคคล
- ☐ มีการบูรณาการ
- ☐ มีการวัดผล ประเมินผลตรงตามตัวชี้วัด/ผลการเรียนรู้/กิจกรรม
- ☐ มีการวัดผล ประเมินผล ตามสภาพจริง
- ☐ ข้อเสนอแนะเพิ่มเติม

.....

ลงชื่อ.....

(นางศรีสุภาพ ประพันธ์มิตร)

หัวหน้ากลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี

วันที่..... เดือน พ.ศ.

ข้อคิดเห็น / ข้อเสนอแนะของผู้บริหารสถานศึกษา

- ☐ อนุญาตให้ใช้ในกิจกรรมการเรียนการสอนได้
- ☐ ไม่อนุญาตให้ใช้ในการจัดกิจกรรมการเรียนการสอน
- ☐ ข้อเสนอแนะ

.....

.....

ลงชื่อ.....

(นายประภาส ศรีทอง)

รองผู้อำนวยการกลุ่มบริหารวิชาการ

วันที่..... เดือน พ.ศ.

บันทึกหลังสอน

1. นักเรียนที่ใช้สอน นักเรียนชั้น ม. จำนวน.....คน

2. ผลการจัดกิจกรรมการเรียนการสอน

- | | | | | |
|--|--------------------------------|-----------------------------|--------------------------------|---------------------------------------|
| 2.1) ความเหมาะสมของระยะเวลา | ☐ ดีมาก | ☐ ดี | ☐ พอใช้ | ☐ ต้องปรับปรุง |
| 2.2) ความเหมาะสมของเนื้อหา | ☐ ดีมาก | ☐ ดี | ☐ พอใช้ | ☐ ต้องปรับปรุง |
| 2.3) ความเหมาะสมของกิจกรรม | ☐ ดีมาก | ☐ ดี | ☐ พอใช้ | ☐ ต้องปรับปรุง |
| 2.4) ความเหมาะสมของสื่อการสอนที่ใช้ | ☐ ดีมาก | ☐ ดี | ☐ พอใช้ | ☐ ต้องปรับปรุง |
| 2.5) การมีส่วนร่วมของนักเรียน | ☐ ดีมาก | ☐ ดี | ☐ พอใช้ | ☐ ต้องปรับปรุง |
| 2.6) ผลการปฏิบัติกิจกรรม/ใบงาน การทดสอบหลังเรียน | | | | |

1) การประเมินด้านความรู้

ผลการทดสอบหลังการเรียนพบว่า นักเรียนได้คะแนนเฉลี่ย.....จากคะแนนเต็ม
มีนักเรียนร้อยละ ไม่ผ่านเกณฑ์ขั้นต่ำที่กำหนดไว้คือร้อยละ

2) การประเมินด้านทักษะกระบวนการ ผลการประเมินโดยการสังเกตพฤติกรรมพบว่า มีนักเรียนร้อยละ ผ่านเกณฑ์การประเมินและมีนักเรียนร้อยละ ไม่ผ่านเกณฑ์การประเมินที่กำหนดไว้ ในระดับดีขึ้นไป

3) การประเมินด้านเจตคติ ผลการประเมินพบว่า มีนักเรียนร้อยละ ผ่านเกณฑ์การประเมิน และมีนักเรียนร้อยละ ไม่ผ่านเกณฑ์การประเมินขั้นต่ำที่กำหนดไว้ระดับ 3 ขึ้นไป

3. ปัญหาและอุปสรรค

.....
.....

4. ข้อเสนอแนะ/แนวทางแก้ไข

.....
.....

ลงชื่อ.....ครูผู้สอน

(นางแหลมทอง ชินรัตน์)

ตำแหน่ง ครู

แผนการจัดการเรียนรู้

กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี

ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4

หน่วยการเรียนรู้ที่ 4 เรื่อง โครโมโซมและสารพันธุกรรม

แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 2 เรื่อง โครโมโซม

จำนวนเวลา 2 ชั่วโมง

ครูผู้สอน นางแหลมทอง ชินรัตน์

โรงเรียนสตรีศึกษา

มาตรฐานการเรียนรู้/ผลการเรียนรู้

สาระชีววิทยา

2. เข้าใจการถ่ายทอดลักษณะทางพันธุกรรม การถ่ายทอดยีนบนโครโมโซม สมบัติ และหน้าที่ของสารพันธุกรรม การเกิดมิวเทชัน เทคโนโลยีทางดีเอ็นเอ หลักฐานข้อมูลและแนวคิดเกี่ยวกับวิวัฒนาการของสิ่งมีชีวิต ภาวะสมดุลของฮาร์ดี-ไวน์เบิร์ก การเกิดสปีชีส์ใหม่ ความหลากหลายทางชีวภาพ กำเนิดของสิ่งมีชีวิต ความหลากหลายของสิ่งมีชีวิต และอนุกรมวิธาน รวมทั้งนำความรู้ไปใช้ประโยชน์

ผลการเรียนรู้

1. สืบค้นข้อมูล อธิบายสมบัติและหน้าที่ของสารพันธุกรรม โครงสร้างและองค์ประกอบทางเคมีของ DNA และสรุปการจำลองดีเอ็นเอ

จุดประสงค์การเรียนรู้

1. ด้านความรู้

1.1 สืบค้นข้อมูลและอธิบายโครงสร้างและองค์ประกอบของโครโมโซม และหลักการจำแนกโครโมโซม

1.2 อธิบายโครงสร้างและองค์ประกอบทางเคมีของ DNA

2. ทักษะ/กระบวนการทางวิทยาศาสตร์

2.1 อภิปรายเกี่ยวกับการค้นพบสารพันธุกรรมโดยใช้วิธีการทางวิทยาศาสตร์

2.2 อธิบายและสรุปความสัมพันธ์ในเชิงโครงสร้างระหว่างยีน DNA และโครโมโซม

3. คุณลักษณะอันพึงประสงค์

3.1 ใฝ่เรียนรู้

3.2 มุ่งมั่นในการทำงาน

สาระการเรียนรู้

โครโมโซมของสิ่งมีชีวิตแต่ละสปีชีส์มีจำนวนคงที่ โครโมโซมประกอบด้วย DNA และโปรตีน นักวิทยาศาสตร์ใช้วิธีการทางวิทยาศาสตร์ค้นพบว่า DNA เป็นสารพันธุกรรม ส่วนของ DNA ที่ควบคุมลักษณะทางพันธุกรรมของสิ่งมีชีวิตเรียกว่า ยีน และสารพันธุกรรมทั้งหมดที่อยู่ในสิ่งมีชีวิต เรียกว่า จีโนม DNA เป็นพอลินิวคลีโอไทด์ 2 สายบิดเป็นเกลียวเวียนขวา แต่ละสายเกิดจากนิวคลีโอไทด์ต่อกันเป็นสายยาว นิวคลีโอไทด์ประกอบด้วยน้ำตาลดีออกซีไรโบส หมู่ฟอสเฟต และไนโตรจีนัสเบส ซึ่ง DNA แต่ละโมเลกุลมีจำนวนและลำดับของนิวคลีโอไทด์ที่แตกต่างกัน

ความเข้าใจที่คงทน

นักเรียนควรสรุปได้ว่า โครโมโซมของสิ่งมีชีวิตแต่ละสปีชีส์มีจำนวนคงที่ โครโมโซมประกอบด้วย DNA และโปรตีน นักวิทยาศาสตร์ใช้วิธีการทางวิทยาศาสตร์ค้นพบว่า DNA เป็นสารพันธุกรรม ส่วนของ DNA ที่ควบคุมลักษณะทางพันธุกรรมของสิ่งมีชีวิตเรียกว่า ยีน และสารพันธุกรรมทั้งหมดที่อยู่ในสิ่งมีชีวิต เรียกว่า จีโนม

ชิ้นงานหรือภาระงาน (หลักฐาน/ร่องรอยแสดงความรู้)

1. สมุดบันทึก
2. กิจกรรมตรวจสอบความรู้ก่อนเรียน

กิจกรรมการเรียนรู้ การสอน กระบวนการสืบเสาะความรู้ 5 ขั้นตอน

ขั้นที่ 1 สร้างความสนใจ (Engagement phase)

ครูทบทวนเรื่องโครโมโซมจากที่ได้เรียนมาแล้วเรื่องการแบ่งเซลล์ โดยมีแนวคำถามดังนี้

- ในการแบ่งเซลล์แบบไมโทซิสจะเห็นโครโมโซมตลอดทุกระยะของวัฏจักรของเซลล์หรือไม่ อย่างไร

- โครโมโซมจะเห็นชัดเจนในการแบ่งเซลล์ระยะใด

นักเรียนร่วมกันอภิปรายเพื่อสรุปว่า ในเซลล์ยูแคริโอตจะเห็นโครโมโซมได้ในบางระยะของการแบ่งเซลล์เท่านั้น ในระยะอินเตอร์เฟสจะเห็นโครมาตินอยู่ในนิวเคลียส เมื่อมีการแบ่งนิวเคลียสในระยะโพรเฟส โครมาตินจึงมีการขดตัวทำให้หนาขึ้นและสั้นลงเห็นเป็นแท่งโครโมโซมระยะที่เห็นโครโมโซมชัดเจนที่สุดคือระยะเมทาเฟส

ครูให้นักเรียนศึกษารูปนำบทในหนังสือเรียนซึ่งแสดงจำนวนและรูปร่างลักษณะของโครโมโซมในสิ่งมีชีวิต 2 สปีชีส์คือ กบนาและมนุษย์แล้วให้นักเรียนร่วมกันอภิปราย โดยมีแนวคำถามดังนี้

- สิ่งมีชีวิต 2 สปีชีส์นี้มีจำนวนโครโมโซมเท่ากันหรือไม่ และมีรูปร่างลักษณะของโครโมโซมแตกต่างกันหรือไม่ อย่างไร และใช้อะไรเป็นเกณฑ์

- รูปร่างลักษณะของโครโมโซมในสิ่งมีชีวิตสปีชีส์เดียวกันแตกต่างกันหรือไม่ อย่างไร

นักเรียนควรสรุปได้ว่า สิ่งมีชีวิต 2 สปีชีส์นี้มีจำนวนโครโมโซมที่ต่างกัน คือ กบนามี 26 โครโมโซม ส่วนมนุษย์มี 46 โครโมโซม นอกจากนี้เมื่อพิจารณาจากขนาดของโครโมโซมและตำแหน่งของ เซนโทรเมียร์ พบว่าโครโมโซมของกบนาและมนุษย์มีรูปร่างลักษณะทั้งที่คล้ายกันและแตกต่างกัน และเมื่อพิจารณาโครโมโซมในสิ่งมีชีวิตหนึ่ง ๆ พบว่ามีขนาดและรูปร่างลักษณะที่คล้ายกันและแตกต่างกันด้วย

ขั้นที่ 2 สำรวจค้นหา (Exploration phase)

หลังจากอภิปรายเกี่ยวกับรูปนำบทแล้ว ใช้คำถามถามนักเรียนว่า

- ถ้าจัดเรียงโครโมโซมโดยพิจารณาจากขนาดของโครโมโซมและตำแหน่งของเซนโทรเมียร์ จะจัดเรียงได้อย่างไร

คำตอบของนักเรียนอาจจะหลากหลาย จากนั้นให้นักเรียนศึกษารูป 4.1 แคริโอไทป์ของกบนาและมนุษย์ซึ่งนักเรียนควรจะสังเกตเห็นว่า เมื่อนำโครโมโซมมาเรียงแล้วจะเรียงได้เป็นคู่ๆ แต่ละคู่มีรูปร่างลักษณะ

ที่เหมือนกัน ซึ่งก็คือ ฮอโมโลกัสโครโมโซม จากนั้นจึงสรุปได้ว่า สามารถจำแนกโครโมโซมได้ตามขนาดของโครโมโซมและตำแหน่งของเซนโทรเมียร์โดยโครโมโซมอาจมีรูปร่างได้หลายแบบ ดังรูป 4.2

ขั้นที่ 3 ขั้นอธิบายและลงสรุป (Explanation phase)

ครูอาจให้ความรู้เพิ่มเติมเรื่องตำแหน่งของเซนโทรเมียร์บนโครโมโซมว่า เซนโทรเมียร์อาจอยู่ที่ตำแหน่งต่าง ๆ เช่น อยู่กึ่งกลางโครโมโซมทำให้แขน 2 ข้างยาวใกล้เคียงกัน อยู่ค่อนมาทางด้านใดด้านหนึ่งของโครโมโซมทำให้แขน 2 ข้างยาวไม่เท่ากัน และอยู่ใกล้ส่วนปลายโครโมโซม

ครูให้นักเรียนศึกษาตาราง 4.1 ในหนังสือเรียนและร่วมกันอภิปรายเกี่ยวกับจำนวนโครโมโซมของสิ่งมีชีวิตสปีชีส์ต่าง ๆ โดยมีแนวคำถามดังนี้

- สิ่งมีชีวิตต่างสปีชีส์กันจะมีจำนวนโครโมโซมต่างกันเสมอหรือไม่ และสามารถใช้จำนวนโครโมโซมในการระบุสปีชีส์ของสิ่งมีชีวิตได้หรือไม่ อย่างไร

จากการศึกษาตาราง 4.1 พบว่า โดยทั่วไปแล้ว สิ่งมีชีวิตแต่ละสปีชีส์มีจำนวนโครโมโซมไม่เท่ากัน แต่สิ่งมีชีวิตบางสปีชีส์มีจำนวนโครโมโซมเท่ากัน เช่น สุนัขและไก่มีจำนวนโครโมโซม 78 โครโมโซมเท่ากัน กะหล่ำปลีและมะละกอมีจำนวนโครโมโซม 18 โครโมโซมเท่ากัน และให้นักเรียนตอบคำถามท้ายตาราง ซึ่งมีแนวการตอบดังนี้

- นักวิทยาศาสตร์สามารถใช้จำนวนโครโมโซมในการระบุสปีชีส์ของสิ่งมีชีวิตได้หรือไม่ เพราะเหตุใด

(จำนวนโครโมโซมไม่สามารถใช้ระบุสปีชีส์ของสิ่งมีชีวิตได้เพราะสิ่งมีชีวิตต่างสปีชีส์กันอาจมีจำนวนโครโมโซมเท่ากันได้เช่นสนมะเขือเทศ และข้าวมีจำนวนโครโมโซม 24 โครโมโซมเท่ากัน)

- ตัวอย่างสิ่งมีชีวิตในตาราง 4.1 มีจำนวนโครโมโซมที่เป็นเลขคู่เพราะเหตุใด
(ข้อมูลในตารางเป็นจำนวนโครโมโซมในเซลล์ร่างกายของสิ่งมีชีวิตที่เป็นดิพลอยด์ ($2n$) สิ่งมีชีวิตที่มีการสืบพันธุ์แบบอาศัยเพศได้รับโครโมโซมชุดหนึ่งมาจากพ่อและอีกชุดหนึ่งมาจากแม่ จำนวนโครโมโซมจึงเป็นเลขคู่เสมอ)

ขั้นที่ 4 ขั้นขยายความรู้ (Expansion phase)

จากนั้นครูอาจชี้แจงเพิ่มเติมเพื่อขยายความรู้ให้นักเรียนว่า สิ่งมีชีวิตแต่ละสปีชีส์จะมีจำนวนโครโมโซมที่แน่นอน และโครโมโซมแต่ละแท่งจะมีขนาดและรูปร่างคงที่

ครูให้นักเรียนสืบค้นข้อมูลเกี่ยวกับส่วนประกอบของโครโมโซม แล้วศึกษาส่วนประกอบของโครโมโซมของยูแคริโอตจากรูป 4.3 ในหนังสือเรียน ครูตั้งคำถามเพื่อให้นักเรียนร่วมกันอภิปราย โดยมีแนวคำถามดังนี้

- โครโมโซมของยูแคริโอตมีส่วนประกอบอะไรบ้าง
- นิวคลีโอโซมคืออะไร

จากการสืบค้นข้อมูลและการอภิปราย นักเรียนควรสรุปได้ว่า โครโมโซมของยูแคริโอตประกอบด้วย DNA 1 ใน 3 และอีก 2 ใน 3 เป็นโปรตีน ได้แก่ ฮิสโตนและนอนฮิสโตนโปรตีน

นิวคลีโอโซมเป็นโครงสร้างของโครโมโซมของยูแคริโอตประกอบด้วยฮิสโตน 8 โมเลกุล มี DNA ยาวประมาณ 150 คู่เบสพันรอบเป็นเกลียว แต่ละนิวคลีโอโซมเชื่อมกันด้วย DNA ความยาวประมาณ 50 คู่เบส โครโมโซมของยูแคริโอตจะมีลักษณะเป็นแท่ง แต่โครโมโซมของโพรแคริโอตจะมีลักษณะเป็นวงและมีขนาดเล็ก

ขั้นที่ 5 ขั้นประเมิน (Evaluation phase)

จากนั้นครูให้นักเรียนสืบค้นข้อมูลในตาราง 4.2 เกี่ยวกับขนาดของจีโนม จำนวนโครโมโซม และ จำนวนยีนโดยประมาณของสิ่งมีชีวิตสปีชีส์ต่าง ๆ ซึ่งสรุปได้ว่า สิ่งมีชีวิตแต่ละสปีชีส์มีขนาดของจีโนมแตกต่างกัน สิ่งมีชีวิตเซลล์เดียว เช่น ยีสต์และแบคทีเรียจะมีขนาดของจีโนมค่อนข้างเล็กและให้นักเรียนตอบคำถามท้ายตาราง ซึ่งมีแนวการตอบดังนี้

- ยูแคริโอตเซลล์เดียวและหลายเซลล์มีขนาดของจีโนมและจำนวนยีนที่แตกต่างกันหรือไม่อย่างไร

(มีความแตกต่างกัน คือยูแคริโอตเซลล์เดียวมีขนาดของจีโนมและจำนวนยีนน้อยกว่ายูแคริโอตหลายเซลล์)

- เพราะเหตุใดมนุษย์จึงมีจำนวนยีนมากกว่ายีสต์และแบคทีเรีย

(มนุษย์เป็นสิ่งมีชีวิตที่มีความซับซ้อนจึงต้องการโปรตีนเพื่อใช้เป็นโปรตีนโครงสร้างและเอนไซม์ในการทำกิจกรรมต่าง ๆ มากกว่า)

สื่อและแหล่งเรียนรู้

1. สื่อการเรียนรู้

1.1 สื่อ Power point เรื่อง โครโมโซมและสารพันธุกรรม

2. แหล่งการเรียนรู้

2.1 หนังสือเรียนชีววิทยา เล่ม 2 ของสถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี

การวัดผลและประเมินผล

1. การวัดผล

1.1 วิธีการวัดผล

- 1) ประเมินใบงานรายบุคคลของนักเรียน
- 2) ตรวจแบบทดสอบย่อยหลังเรียน

2. เครื่องมือการวัดผล

- 2.1 แบบประเมินใบงานรายบุคคลของนักเรียน
- 2.2 แบบทดสอบย่อยหลังเรียน

3. การประเมินผล

- 3.1 นักเรียนส่งใบงานและมีผลการเรียนร้อยละ 80
- 3.2 นักเรียนผ่านเกณฑ์การทดสอบย่อยหลังเรียนและมีผลการเรียนเฉลี่ยร้อยละ 80

ตรวจสอบความรู้ก่อนเรียน

คำชี้แจง : ให้นักเรียนใส่เครื่องหมายถูก (/) หรือผิด (X) หน้าข้อความตามความเข้าใจของนักเรียน

- 1. โครโมโซมของเซลล์ยูแคริโอตประกอบด้วย DNA และโปรตีน
- 2. ซิสเตอร์โครมาทิดยึดติดกันที่ตำแหน่งเซนโทรเมียร์
- 3. สิ่งมีชีวิตที่มีโครโมโซมของเซลล์ร่างกายมีลักษณะเหมือนกัน 2 ชุด เรียกว่า ดิพลอยด์
- 4. ฮอมอโลกัสโครโมโซมแยกออกจากกันในระยะแอนาเฟส II
- 5. กรดนิวคลีอิกทำหน้าที่เก็บและถ่ายทอดข้อมูลทางพันธุกรรม
- 6. นิวคลีโอไทด์ประกอบด้วยน้ำตาลเพนโทส ไนโตรจีนัสเบส และหมู่ฟอสเฟต
- 7. นิวคลีโอไทด์เชื่อมต่อกันด้วยพันธะฟอสโฟไดเอสเทอร์เป็นสายยาว เรียกว่า พอลินิวคลีโอไทด์
- 8. DNA ประกอบด้วยพอลินิวคลีโอไทด์ 2 สาย
- 9. การเปลี่ยนแปลงของยีนหรือโครโมโซมไม่ส่งผลให้เกิดการเปลี่ยนแปลงลักษณะทางพันธุกรรมของสิ่งมีชีวิต

บันทึกความคิดเห็นหัวหน้ากลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี

แผนการจัดการเรียนรู้

- ☐ เน้นผู้เรียนเป็นสำคัญ
- ☐ มีการใช้สื่อ/นวัตกรรม/เทคโนโลยีในกิจกรรมการเรียนการสอน
- ☐ จัดกิจกรรมเหมาะสมกับผู้เรียน
- ☐ มีการจำแนกผู้เรียนตามความเหมาะสม/คำนึงถึงความแตกต่างระหว่างบุคคล
- ☐ มีการบูรณาการ
- ☐ มีการวัดผล ประเมินผลตรงตามตัวชี้วัด/ผลการเรียนรู้/กิจกรรม
- ☐ มีการวัดผล ประเมินผล ตามสภาพจริง
- ☐ ข้อเสนอแนะเพิ่มเติม

.....

ลงชื่อ.....

(นางศรีสุภาพ ประพันธ์มิตร)

หัวหน้ากลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี

วันที่..... เดือน พ.ศ.

ข้อคิดเห็น / ข้อเสนอแนะของผู้บริหารสถานศึกษา

- ☐ อนุญาตให้ใช้ในกิจกรรมการเรียนการสอนได้
- ☐ ไม่อนุญาตให้ใช้ในการจัดกิจกรรมการเรียนการสอน
- ☐ ข้อเสนอแนะ

.....

.....

ลงชื่อ.....

(นายประภาส ศรีทอง)

รองผู้อำนวยการกลุ่มบริหารวิชาการ

วันที่..... เดือน พ.ศ.

บันทึกหลังสอน

1. นักเรียนที่ใช้สอน นักเรียนชั้น ม. จำนวน.....คน

2. ผลการจัดกิจกรรมการเรียนการสอน

- | | | | | |
|--|-------------|----------|-------------|--------------------|
| 2.1) ความเหมาะสมของระยะเวลา | () ดีมาก | () ดี | () พอใช้ | () ต้องปรับปรุง |
| 2.2) ความเหมาะสมของเนื้อหา | () ดีมาก | () ดี | () พอใช้ | () ต้องปรับปรุง |
| 2.3) ความเหมาะสมของกิจกรรม | () ดีมาก | () ดี | () พอใช้ | () ต้องปรับปรุง |
| 2.4) ความเหมาะสมของสื่อการสอนที่ใช้ | () ดีมาก | () ดี | () พอใช้ | () ต้องปรับปรุง |
| 2.5) การมีส่วนร่วมของนักเรียน | () ดีมาก | () ดี | () พอใช้ | () ต้องปรับปรุง |
| 2.6) ผลการปฏิบัติกิจกรรม/ใบงาน การทดสอบหลังเรียน | | | | |

1) การประเมินด้านความรู้

ผลการทดสอบหลังการเรียนพบว่า นักเรียนได้คะแนนเฉลี่ย.....จากคะแนนเต็ม
มีนักเรียนร้อยละ ไม่ผ่านเกณฑ์ขั้นต่ำที่กำหนดไว้คือร้อยละ

2) การประเมินด้านทักษะกระบวนการ ผลการประเมินโดยการสังเกตพฤติกรรมพบว่า มีนักเรียนร้อยละ ผ่านเกณฑ์การประเมินและมีนักเรียนร้อยละ ไม่ผ่านเกณฑ์การประเมินที่กำหนดไว้ ในระดับดีขึ้นไป

3) การประเมินด้านเจตคติ ผลการประเมินพบว่า มีนักเรียนร้อยละ ผ่านเกณฑ์การประเมิน และมีนักเรียนร้อยละ ไม่ผ่านเกณฑ์การประเมินขั้นต่ำที่กำหนดไว้ระดับ 3 ขึ้นไป

3. ปัญหาและอุปสรรค

.....
.....

4. ข้อเสนอแนะ/แนวทางแก้ไข

.....
.....

ลงชื่อ.....ครูผู้สอน

(นางแหลมทอง ชินรัตน์)

ตำแหน่ง ครู

แผนการจัดการเรียนรู้

กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี

ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4

หน่วยการเรียนรู้ที่ 4 เรื่อง โครโมโซมและสารพันธุกรรม

แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 3 เรื่อง สารพันธุกรรม

จำนวนเวลา 2 ชั่วโมง

ครูผู้สอน นางแหลมทอง ชินรัตน์

โรงเรียนสตรีศึกษา

มาตรฐานการเรียนรู้/ผลการเรียนรู้

สาระชีววิทยา

2. เข้าใจการถ่ายทอดลักษณะทางพันธุกรรม การถ่ายทอดยีนบนโครโมโซม สมบัติ และหน้าที่ของสารพันธุกรรม การเกิดมิวเทชัน เทคโนโลยีทางดีเอ็นเอ หลักฐานข้อมูลและแนวคิดเกี่ยวกับวิวัฒนาการของสิ่งมีชีวิต ภาวะสมดุลของฮาร์ดี-ไวน์เบิร์ก การเกิดสปีชีส์ใหม่ ความหลากหลายทางชีวภาพ กำเนิดของสิ่งมีชีวิต ความหลากหลายของสิ่งมีชีวิต และอนุกรมวิธาน รวมทั้งนำความรู้ไปใช้ประโยชน์

ผลการเรียนรู้

1. สืบค้นข้อมูล อธิบายสมบัติและหน้าที่ของสารพันธุกรรม โครงสร้างและองค์ประกอบทางเคมีของ DNA และสรุปการจำลองดีเอ็นเอ

จุดประสงค์การเรียนรู้

1. ด้านความรู้

1.1 สืบค้นข้อมูลและอธิบายโครงสร้างและองค์ประกอบของโครโมโซม และหลักการจำแนกโครโมโซม

1.2 อธิบายโครงสร้างและองค์ประกอบทางเคมีของ DNA

2. ทักษะ/กระบวนการทางวิทยาศาสตร์

2.1 อภิปรายเกี่ยวกับการค้นพบสารพันธุกรรมโดยใช้วิธีการทางวิทยาศาสตร์

2.2 อธิบายและสรุปความสัมพันธ์ในเชิงโครงสร้างระหว่างยีน DNA และโครโมโซม

3. คุณลักษณะอันพึงประสงค์

3.1 ใฝ่เรียนรู้

3.2 มุ่งมั่นในการทำงาน

สาระการเรียนรู้

โครโมโซมของสิ่งมีชีวิตแต่ละสปีชีส์มีจำนวนคงที่ โครโมโซมประกอบด้วย DNA และโปรตีน นักวิทยาศาสตร์ใช้วิธีการทางวิทยาศาสตร์ค้นพบว่า DNA เป็นสารพันธุกรรม ส่วนของ DNA ที่ควบคุมลักษณะทางพันธุกรรมของสิ่งมีชีวิตเรียกว่า ยีน และสารพันธุกรรมทั้งหมดที่อยู่ในสิ่งมีชีวิต เรียกว่า จีโนม DNA เป็นพอลินิวคลีโอไทด์ 2 สายบิดเป็นเกลียวเวียนขวา แต่ละสายเกิดจากนิวคลีโอไทด์ต่อกันเป็นสายยาวนิวคลีโอไทด์ประกอบด้วยน้ำตาลดีออกซีไรโบส หมู่ฟอสเฟต และไนโตรจีนัสเบส ซึ่ง DNA แต่ละโมเลกุลมีจำนวนและลำดับของนิวคลีโอไทด์ที่แตกต่างกัน

ความเข้าใจที่คงทน

นักเรียนควรสรุปได้ว่า โครโมโซมของสิ่งมีชีวิตแต่ละสปีชีส์มีจำนวนคงที่ โครโมโซมประกอบด้วย DNA และโปรตีน นักวิทยาศาสตร์ใช้วิธีการทางวิทยาศาสตร์ค้นพบว่า DNA เป็นสารพันธุกรรม ส่วนของ DNA ที่ควบคุมลักษณะทางพันธุกรรมของสิ่งมีชีวิตเรียกว่า ยีน และสารพันธุกรรมทั้งหมดที่อยู่ในสิ่งมีชีวิต เรียกว่า จีโนม

ชิ้นงานหรือภาระงาน (หลักฐาน/ร่องรอยแสดงความรู้)

1. สมุดบันทึก

กิจกรรมการเรียนรู้การสอน กระบวนการสืบเสาะความรู้ 5 ขั้น

ขั้นที่ 1 สร้างความสนใจ (Engagement phase)

ครูนำเข้าสู่บทเรียนโดยเชื่อมโยงกับวิธีการทางวิทยาศาสตร์ในบทที่ 1 เรื่องการศึกษาทางชีววิทยา โดยถามความรู้เดิมที่นักเรียนเคยเรียนมาตอนชั้นมัธยมศึกษาตอนต้นเกี่ยวกับการศึกษาของเมนเดล และตั้งคำถามเพื่อให้นักเรียนร่วมกันอภิปราย โดยมีแนวคำถามดังนี้

- นักเรียนรู้จักนักวิทยาศาสตร์อื่นอีกหรือไม่ที่ศึกษาเกี่ยวกับพันธุศาสตร์และนักวิทยาศาสตร์เหล่านั้นใช้วิธีการทางวิทยาศาสตร์อย่างไรบ้าง

นักเรียนอาจจะตอบได้หรือไม่ได้ขึ้นกับความรู้เดิมของนักเรียน จากนั้นครูให้นักเรียนสืบค้นข้อมูลการค้นพบสารพันธุกรรมจากหนังสือเรียนหรือแหล่งเรียนรู้อื่น ๆ นักเรียนอาจสรุปได้ว่า มีนักวิทยาศาสตร์หลายคนศึกษาเกี่ยวกับสารพันธุกรรมโดยใช้วิธีการทางวิทยาศาสตร์ทำการทดลองและหาข้อสรุปในข้อสงสัยต่าง ๆ และการค้นคว้าทดลองของนักวิทยาศาสตร์เหล่านั้นมีดังนี้

ขั้นที่ 2 สำรวจค้นหา (Exploration phase)

ฟรีดริช มีเชอร์พบว่า ในนิวเคลียสมีสารที่มีธาตุไนโตรเจนและฟอสฟอรัสเป็นองค์ประกอบ คือ กรดนิวคลีอิก

รอเบิร์ต ฟอยล์เกน พบว่า DNA อยู่ที่โครโมโซมจากการศึกษาการย้อมโครโมโซมด้วยสีฟุคซิน

เฟรเดอริก กริฟฟิท พบว่าเมื่อนำแบคทีเรียสายพันธุ์ S ที่ทำให้เกิดโรคปอดบวม ไปทำให้ตายด้วยความร้อน แล้วนำไปใส่ในอาหารเลี้ยงเชื้อพร้อมทั้งใส่แบคทีเรียสายพันธุ์ R ที่ไม่ทำให้เกิดโรคปอดบวมลงไปด้วย พบว่ามีสารบางอย่างจากแบคทีเรียสายพันธุ์ S ที่ไปทำให้แบคทีเรียสายพันธุ์ R กลายเป็นสายพันธุ์ที่ทำให้เกิดโรคและสามารถถ่ายทอดลักษณะนี้ไปสู่แบคทีเรียรุ่นต่อไปได้

ขั้นที่ 3 อธิบายและลงสรุป (Explanation phase)

ครูให้นักเรียนตอบคำถามในหนังสือเรียน โดยศึกษาจากรูป 4.5 ซึ่งมีแนวการตอบดังนี้

- ถ้าทำการทดลองเฉพาะชุดการทดลองที่ 3 และ 4 โดยที่ไม่มีชุดการทดลองที่ 1 และ 2 จะสามารถสรุปผลได้หรือไม่ เพราะเหตุใด

(ไม่สามารถสรุปผลการทดลองได้เพราะชุดการทดลองที่ 1 และ 2 เป็นชุดควบคุม (ชุดการทดลองที่ 1 เป็น negative control และชุดการทดลองที่ 2 เป็น positive control))

- ถ้านำเลือดของหนูจากชุดการทดลองที่ 2 และ 3 มาตรวจจะพบแบคทีเรียหรือไม่ อย่างไร

(พบแบคทีเรียในเลือดของหนูที่ตายของชุดการทดลองที่ 2 และไม่พบแบคทีเรียในหนูของชุดการทดลองที่ 3)

- ในชุดการทดลองที่ 4 พบทั้งแบคทีเรียสายพันธุ์ S และสายพันธุ์ R ในเลือดของหนูที่ตาย แบคทีเรียสายพันธุ์ใดที่ทำให้หนูตาย เพราะเหตุใด

(เมื่อพิจารณาชุดการทดลองที่ 1 และ 2 พบว่า ชุดการทดลองที่ 1 ฉีดแบคทีเรียสายพันธุ์ R ที่มีชีวิตให้หนูแล้วหนูไม่ตาย ส่วนชุดการทดลองที่ 2 ฉีดแบคทีเรียสายพันธุ์ S ที่มีชีวิตให้หนูแล้วหนูตาย ดังนั้นในชุดการทดลองที่ 4 ที่พบทั้งแบคทีเรียสายพันธุ์ S และสายพันธุ์ R แบคทีเรีย ที่ทำให้หนูตายจึงควรเป็นแบคทีเรียสายพันธุ์ S เหมือนกับชุดการทดลองที่ 2)

กริฟฟิยังไม่สามารถพิสูจน์ได้ว่า สารจากแบคทีเรียสายพันธุ์ S ที่ทำให้ตายด้วยความร้อนสามารถทำให้แบคทีเรียสายพันธุ์ R เปลี่ยนแปลงเป็นสายพันธุ์ S คือสารอะไร จากนั้นนักวิทยาศาสตร์ชาวอเมริกัน 3 คน คือ ออสวอลด์แอเวอร์รีคอลลิน แมคลอยด์และแมคลิน แมคคาร์ทีทำการทดลองต่อจากกริฟฟิ เพื่อตรวจสอบว่า DNA RNA หรือโปรตีนเป็นสารที่เปลี่ยนพันธุกรรมของแบคทีเรียจากสายพันธุ์ R ให้เป็นแบคทีเรียสายพันธุ์ S

ครูให้นักเรียนศึกษารูป 4.6 การทดลองของแอเวอร์รีแมคลอยด์และแมคคาร์ทีซึ่งนักเรียนควรสรุปได้ว่า DNA เป็นสารที่สามารถเปลี่ยนพันธุกรรมของแบคทีเรียสายพันธุ์ R ให้เป็นแบคทีเรียสายพันธุ์ S

ขั้นที่ 4 ขยายความรู้ (Expansion phase)

ครูอาจขยายความรู้เพิ่มเติมว่า การที่แอเวอร์รีทดลองโดยใช้เอนไซม์ต่างๆ ได้แก่ DNase RNase และโปรตีเอสลงไปรวมกับสารสกัดจากแบคทีเรียสายพันธุ์ S เพื่อให้แน่ใจว่า เมื่อ DNA ถูกย่อยสลายโดย DNase จะไม่มี DNA ที่จะไปเปลี่ยนแบคทีเรียสายพันธุ์ R ให้เป็นแบคทีเรียสายพันธุ์ S ได้ ส่วนหลอดอื่น ๆ DNA ไม่ถูกย่อยสลายจะพบแบคทีเรียสายพันธุ์ S นอกจากนี้มีนักวิทยาศาสตร์บางคนคิดว่าโปรตีนอาจเป็น สารพันธุกรรม ดังนั้นการทดลองของแอเวอร์รีที่เติมโปรตีเอส เมื่อย่อยสลายโปรตีนแล้วพบว่า มีแบคทีเรียสายพันธุ์ S เกิดขึ้น ซึ่งยืนยันว่าสารพันธุกรรมคือ DNA ไม่ใช่โปรตีน

ขั้นที่ 5 ขั้นประเมิน (Evaluation phase)

ครูให้นักเรียนตอบคำถามในหนังสือเรียน ซึ่งมีแนวการตอบดังนี้

- ถ้าเพิ่มชุดการทดลอง จ. ที่เติมเอนไซม์ทั้ง 3 ชนิด คือ DNase RNase และโปรตีเอส ลงในหลอดทดลองที่มีแบคทีเรียสายพันธุ์ R แล้วนำไปเพาะเลี้ยงในอาหารเลี้ยงเชื้อ เมื่อตรวจสอบจะพบแบคทีเรียสายพันธุ์ใด เพราะเหตุใด

(ชุดการทดลอง จ. ควรจะพบแบคทีเรียสายพันธุ์ R เนื่องจาก DNase ย่อย DNA ของแบคทีเรียสายพันธุ์ S จึงไม่เหลือ DNA ที่จะเปลี่ยนพันธุกรรมของแบคทีเรียจากสายพันธุ์ R ให้เป็นแบคทีเรียสายพันธุ์ S)

สื่อและแหล่งเรียนรู้

1. สื่อการเรียนรู้

1.1 สื่อ Power point เรื่อง โครโมโซมและสารพันธุกรรม

2. แหล่งการเรียนรู้

2.1 หนังสือเรียนชีววิทยา เล่ม 2 ของสถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี
การวัดผลและประเมินผล

1. การวัดผล

1.1 วิธีการวัดผล

- 1) ประเมินใบงานรายบุคคลของนักเรียน
- 2) ตรวจสอบทดสอบย่อยหลังเรียน

2. เครื่องมือการวัดผล

- 2.1 แบบประเมินใบงานรายบุคคลของนักเรียน
- 2.2 แบบทดสอบย่อยหลังเรียน

3. การประเมินผล

- 3.1 นักเรียนส่งใบงานและมีผลการเรียนร้อยละ 80
- 3.2 นักเรียนผ่านเกณฑ์การทดสอบย่อยหลังเรียนและมีผลการเรียนเฉลี่ยร้อยละ 80

บันทึกความคิดเห็นหัวหน้ากลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี

แผนการจัดการเรียนรู้

- ☐ เน้นผู้เรียนเป็นสำคัญ
- ☐ มีการใช้สื่อ/นวัตกรรม/เทคโนโลยีในกิจกรรมการเรียนการสอน
- ☐ จัดกิจกรรมเหมาะสมกับผู้เรียน
- ☐ มีการจำแนกผู้เรียนตามความเหมาะสม/คำนึงถึงความแตกต่างระหว่างบุคคล
- ☐ มีการบูรณาการ
- ☐ มีการวัดผล ประเมินผลตรงตามตัวชี้วัด/ผลการเรียนรู้/กิจกรรม
- ☐ มีการวัดผล ประเมินผล ตามสภาพจริง
- ☐ ข้อเสนอแนะเพิ่มเติม

.....

ลงชื่อ.....

(นางศรีสุภาพ ประพันธ์มิตร)

หัวหน้ากลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี

วันที่..... เดือน พ.ศ.

ข้อคิดเห็น / ข้อเสนอแนะของผู้บริหารสถานศึกษา

- ☐ อนุญาตให้ใช้ในกิจกรรมการเรียนการสอนได้
- ☐ ไม่อนุญาตให้ใช้ในการจัดกิจกรรมการเรียนการสอน
- ☐ ข้อเสนอแนะ

.....

.....

ลงชื่อ.....

(นายประภาส ศรีทอง)

รองผู้อำนวยการกลุ่มบริหารวิชาการ

วันที่..... เดือน พ.ศ.

บันทึกหลังสอน

1. นักเรียนที่ใช้สอน นักเรียนชั้น ม. จำนวน.....คน

2. ผลการจัดกิจกรรมการเรียนการสอน

- | | | | | |
|--|--------------------------------|-----------------------------|--------------------------------|---------------------------------------|
| 2.1) ความเหมาะสมของระยะเวลา | ☐ ดีมาก | ☐ ดี | ☐ พอใช้ | ☐ ต้องปรับปรุง |
| 2.2) ความเหมาะสมของเนื้อหา | ☐ ดีมาก | ☐ ดี | ☐ พอใช้ | ☐ ต้องปรับปรุง |
| 2.3) ความเหมาะสมของกิจกรรม | ☐ ดีมาก | ☐ ดี | ☐ พอใช้ | ☐ ต้องปรับปรุง |
| 2.4) ความเหมาะสมของสื่อการสอนที่ใช้ | ☐ ดีมาก | ☐ ดี | ☐ พอใช้ | ☐ ต้องปรับปรุง |
| 2.5) การมีส่วนร่วมของนักเรียน | ☐ ดีมาก | ☐ ดี | ☐ พอใช้ | ☐ ต้องปรับปรุง |
| 2.6) ผลการปฏิบัติกิจกรรม/ใบงาน การทดสอบหลังเรียน | | | | |

1) การประเมินด้านความรู้

ผลการทดสอบหลังการเรียนพบว่า นักเรียนได้คะแนนเฉลี่ย.....จากคะแนนเต็ม
มีนักเรียนร้อยละ ไม่ผ่านเกณฑ์ขั้นต่ำที่กำหนดไว้คือร้อยละ

2) การประเมินด้านทักษะกระบวนการ ผลการประเมินโดยการสังเกตพฤติกรรมพบว่า มีนักเรียนร้อยละ ผ่านเกณฑ์การประเมินและมีนักเรียนร้อยละ ไม่ผ่านเกณฑ์การประเมินที่กำหนดไว้ ในระดับดีขึ้นไป

3) การประเมินด้านเจตคติ ผลการประเมินพบว่า มีนักเรียนร้อยละ ผ่านเกณฑ์การประเมิน และมีนักเรียนร้อยละ ไม่ผ่านเกณฑ์การประเมินขั้นต่ำที่กำหนดไว้ระดับ 3 ขึ้นไป

3. ปัญหาและอุปสรรค

.....
.....

4. ข้อเสนอแนะ/แนวทางแก้ไข

.....
.....

ลงชื่อ.....ครูผู้สอน

(นางแหลมทอง ชินรัตน์)

ตำแหน่ง ครู

แผนการจัดการเรียนรู้

กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี

ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4

หน่วยการเรียนรู้ที่ 4 เรื่อง โครโมโซมและสารพันธุกรรม

แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 4 เรื่อง สมบัติของสารพันธุกรรม

จำนวนเวลา 3 ชั่วโมง

ครูผู้สอน นางสาวชญาพร สระเศษ

โรงเรียนสตรีศึกษา

มาตรฐานการเรียนรู้/ผลการเรียนรู้

สาระชีววิทยา

2. เข้าใจการถ่ายทอดลักษณะทางพันธุกรรม การถ่ายทอดยีนบนโครโมโซม สมบัติ และหน้าที่ของสารพันธุกรรม การเกิดมิวเทชัน เทคโนโลยีทางดีเอ็นเอ หลักฐานข้อมูลและแนวคิดเกี่ยวกับวิวัฒนาการของสิ่งมีชีวิต ภาวะสมดุลของฮาร์ดี-ไวน์เบิร์ก การเกิดสปีชีส์ใหม่ ความหลากหลายทางชีวภาพ กำเนิดของสิ่งมีชีวิต ความหลากหลายของสิ่งมีชีวิต และอนุกรมวิธาน รวมทั้งนำความรู้ไปใช้ประโยชน์

ผลการเรียนรู้

1. สืบค้นข้อมูล อธิบายสมบัติและหน้าที่ของสารพันธุกรรม โครงสร้างและองค์ประกอบทางเคมีของ DNA และสรุปการจำลองดีเอ็นเอ

จุดประสงค์การเรียนรู้

1. ด้านความรู้

1.1 อธิบายโครงสร้างและองค์ประกอบทางเคมีของ DNA

2. ทักษะ/กระบวนการทางวิทยาศาสตร์

2.1 อภิปรายเกี่ยวกับการค้นพบสารพันธุกรรมโดยใช้วิธีการทางวิทยาศาสตร์

2.2 อธิบายและสรุปความสัมพันธ์ในเชิงโครงสร้างระหว่างยีน DNA และโครโมโซม

3. คุณลักษณะอันพึงประสงค์

3.1 ใฝ่เรียนรู้

3.2 มุ่งมั่นในการทำงาน

สาระการเรียนรู้

DNA สามารถจำลองตัวเองขึ้นได้ใหม่โดยมีโครงสร้างทางเคมีและลำดับของนิวคลีโอไทด์เหมือนเดิม DNA ควบคุมการสังเคราะห์โปรตีน โดยถ่ายทอดรหัสพันธุกรรมให้แก่ mRNA เพื่อกำหนดลำดับของกรดอะมิโนในโมเลกุลของโปรตีน โปรตีนเกี่ยวข้องกับการแสดงลักษณะทางพันธุกรรม เช่น เอนไซม์ที่ทำงานในกระบวนการเมแทบอลิซึมที่เกี่ยวข้องกับการดำรงชีวิต

ความเข้าใจที่คงทน

นักเรียนควรสรุปได้ว่า DNA ควบคุมการสังเคราะห์โปรตีน โดยถ่ายทอดรหัสพันธุกรรมให้แก่ mRNA เพื่อกำหนดลำดับของกรดอะมิโนในโมเลกุลของโปรตีน

ชิ้นงานหรือภาระงาน (หลักฐาน/ร่องรอยแสดงความรู้)

1. สมุดบันทึก
2. กิจกรรม 4.1 แบบจำลอง DNA

กิจกรรมการเรียนรู้การสอน กระบวนการสืบเสาะความรู้ 5 ขั้น

ขั้นที่ 1 สร้างความสนใจ (Engagement phase)

ครูทบทวนความรู้เดิมเรื่องกรดนิวคลีอิกจากที่เรียนมาแล้วในบทที่ 2 และให้นักเรียนสืบค้น ข้อมูลเกี่ยวกับโครงสร้างและส่วนประกอบของ DNA โดยใช้รูป 4.7 ในหนังสือเรียน แสดงโครงสร้างของนิวคลีโอไทด์ จากนั้นครูตั้งคำถามเพื่อนำไปสู่การอภิปรายดังนี้

- ไนโตรจีนัสเบสประกอบด้วยอะตอมของธาตุใดบ้าง จำแนกได้เป็นกี่ประเภท และแต่ละประเภทมีความเหมือนกันหรือแตกต่างกันอย่างไร

จากการสืบค้นข้อมูลและการอภิปรายจากรูป 4.7 ในหนังสือเรียน นักเรียนควรบอกได้ว่า ไนโตรจีนัสเบสประกอบด้วยโครงสร้างที่เป็นวงที่มีธาตุ C และ N เป็นองค์ประกอบ จากนั้นครูควรให้นักเรียน เปรียบเทียบความแตกต่างของไนโตรจีนัสเบส ซึ่งจำแนกเป็น 2 ประเภท คือ เบสพิวรีน มี 2 ชนิด คือ อะดีนีน (A) และกวานีน (G) ส่วนเบสไพริมิดีน มี 2 ชนิด คือ ไซโทซีน (C) และไทมีน (T) และตอบคำถามในหนังสือเรียนซึ่งมีแนวการตอบคำถามดังนี้

- นิวคลีโอไทด์แต่ละชนิดเหมือนกันหรือแตกต่างกันอย่างไร

(นิวคลีโอไทด์แต่ละชนิดมีน้ำตาลและหมู่ฟอสเฟตเหมือนกัน แต่แตกต่างกันที่ชนิดของเบส

โดยอาจมีเบสเป็น A G C หรือ T)

จากนั้นครูทบทวนเรื่องการเชื่อมต่อของนิวคลีโอไทด์เป็นสายพอลินิวคลีโอไทด์ที่เรียนมาแล้วในเรื่องกรดนิวคลีอิก และศึกษารูป 4.8 ก. นักเรียนควรสรุปได้ว่า แต่ละนิวคลีโอไทด์เชื่อมต่อกันด้วย หมู่ฟอสเฟต หมู่ฟอสเฟตของนิวคลีโอไทด์หนึ่งจะเชื่อมต่อกับหมู่ไฮดรอกซิลของน้ำตาลเพนโทสของ อีกนิวคลีโอไทด์หนึ่ง แต่ละสายพอลินิวคลีโอไทด์แตกต่างกันที่จำนวนและลำดับของนิวคลีโอไทด์ที่มาเชื่อมต่อกัน

ครูควรเน้นให้นักเรียนสังเกตรูป 4.8 ข. สายพอลินิวคลีโอไทด์ ซึ่งปลายด้านหนึ่งของนิวคลีโอไทด์ จะมีคาร์บอนตำแหน่งที่ 5 ของน้ำตาลดีออกซีไรโบสจะยึดกับหมู่ฟอสเฟต เรียก ปลายด้านนี้ว่าปลาย 5' และอีกปลายหนึ่งเป็นคาร์บอนตำแหน่งที่ 3 ของน้ำตาลดีออกซีไรโบสของ นิวคลีโอไทด์ที่อยู่ปลายสุดที่มีหมู่ไฮดรอกซิล เรียกปลายด้านนี้ว่า ปลาย 3'

ขั้นที่ 2 สำรวจค้นหา (Exploration phase)

จากนั้นให้นักเรียนศึกษาดาราง 4.3 ในหนังสือเรียน ซึ่งเป็นการทดลองของเออร์วิน ชาร์กาฟฟ์ แล้วให้นักเรียนร่วมกันอภิปรายโดยใช้คำถามในหนังสือเรียนซึ่งมีแนวการตอบคำถามดังนี้

- ปริมาณเบส 4 ชนิด ใน DNA ของสิ่งมีชีวิตสปีชีส์ต่างๆ สัมพันธ์กันอย่างไร

(เบส A มีปริมาณใกล้เคียงกับเบส T และเบส G มีปริมาณใกล้เคียงกับเบส C นั่นคือ A : T

มีค่าใกล้เคียง 1:1 และ G : C มีค่าใกล้เคียง 1:1)

- อัตราส่วนของ $A + T$ และ $G + C$ ในโมเลกุลของ DNA ของสิ่งมีชีวิตแต่ละสปีชีส์มีค่าใกล้เคียงกันหรือไม่

(อัตราส่วนของ $A + T$ และ $G + C$ ในสิ่งมีชีวิตแต่ละสปีชีส์มีค่าไม่ใกล้เคียงกัน)

- อัตราส่วนของ $A + G$ และ $T + C$ ในโมเลกุลของ DNA ของสิ่งมีชีวิตแต่ละสปีชีส์มีค่าใกล้เคียงกันหรือไม่

(อัตราส่วนของ $A + G$ และ $T + C$ ในสิ่งมีชีวิตแต่ละสปีชีส์มีค่าใกล้เคียงกัน)

จากข้อมูลในตาราง สามารถสรุปได้ว่า ใน DNA ของสิ่งมีชีวิตทุกสปีชีส์เบส A มีปริมาณใกล้เคียงกับเบส T ส่วน เบส G มีปริมาณใกล้เคียงกับเบส C และปริมาณของ $A + T$ จะไม่เท่ากับปริมาณของเบส $G + C$ และปริมาณของ $A + G$ จะมีค่าใกล้เคียงกับปริมาณของ $T + C$

ขั้นที่ 3 ขั้นตอนอธิบายและลงสรุป (Explanation phase)

ครูเปิดโอกาสให้นักเรียนอภิปรายร่วมกัน ซึ่งคำตอบของนักเรียนอาจจะยังไม่ได้ข้อสรุปที่ถูกต้อง ครูให้นักเรียนสืบค้นข้อมูลและวิเคราะห์โครงสร้างของ DNA จากการศึกษาค้นคว้าของแฟรงกลิน กอสลิง และ วิลคินส์เพื่อหาข้อสรุปที่ถูกต้องเกี่ยวกับโครงสร้างของ DNA

จากการสืบค้นข้อมูล นักเรียนควรจะตอบได้ว่า มีการศึกษาโครงสร้างของ DNA โดยใช้เทคนิค เอกซ์เรย์ดิฟแฟรกชันด้วยการฉายรังสีเอกซ์ผ่านเส้นใย DNA พบว่าจะเกิดการหักเหของรังสีเอกซ์ทำให้เกิดภาพบนแผ่นฟิล์ม เมื่อนำมาแปลข้อมูลทำให้ทราบว่า

1. DNA ประกอบด้วยพอลินิวคลีโอไทด์มากกว่า 1 สาย
2. พอลินิวคลีโอไทด์มีลักษณะเป็นเกลียว
3. เกลียวของพอลินิวคลีโอไทด์แต่ละรอบมีระยะห่างเท่ากัน

วอตสันและคริกได้เสนอแบบจำลองโครงสร้างโมเลกุลของ DNA โดยใช้ข้อมูลจากผลการทดลองของชาร์กาฟพร้อมด้วยภาพจากเทคนิคเอกซ์เรย์ดิฟแฟรกชันของ DNA ทำให้ทราบว่า พันธะเคมีที่เชื่อมพอลินิวคลีโอไทด์ 2 สายให้ติดกันเป็นพันธะไฮโดรเจนที่เกิดขึ้นระหว่างคู่เบส ซึ่งพันธะนี้สามารถยึดสายพอลินิวคลีโอไทด์ 2 สายให้เข้าคู่กันได้ จากนั้นครูให้นักเรียนศึกษารูป 4.10 ในหนังสือเรียนประกอบและตอบคำถาม ซึ่งมีแนวการตอบคำถามดังนี้

- แรงยึดระหว่างคู่เบส A กับ T และคู่เบส G กับ C คู่ใดมีความแข็งแรงมากกว่ากัน เพราะเหตุใด

(แรงยึดระหว่างเบส G กับ C แข็งแรงมากกว่าแรงยึดระหว่างเบส A กับ T เพราะเบส G กับ

C ยึดกันด้วยพันธะไฮโดรเจน 3 พันธะ แต่เบส A กับ T ยึดกันด้วยพันธะไฮโดรเจน 2 พันธะ)

ขั้นที่ 4 ขั้นขยายความรู้ (Expansion phase)

ครูให้นักเรียนสืบค้นข้อมูลเกี่ยวกับโครงสร้าง DNA และศึกษารูป 4.11 ซึ่งนักเรียนควรอธิบาย ได้ว่า วอตสันและคริกได้สร้างแบบจำลองโมเลกุลของ DNA แล้วเสนอโครงสร้างโมเลกุลของ DNA ว่า ประกอบด้วยพอลินิวคลีโอไทด์ 2 สาย เบสในแต่ละสายของ DNA ที่เป็นเบสคู่สมยึดกันด้วยพันธะไฮโดรเจน จากแนวคิดดังกล่าวนี้สรุปได้ว่า

1. DNA ประกอบด้วยพอลินิวคลีโอไทด์ 2 สาย โดยแต่ละสายมีทิศทางจากปลาย 5' ไปยังปลาย 3' เรียงสลับทิศทางกัน
2. มีการจับคู่อย่างจำเพาะเจาะจงคือ เบส A จับกับเบส T และเบส G จับกับเบส C
3. เบส A ยึดกับเบส T ด้วยพันธะไฮโดรเจน 2 พันธะ เบส G ยึดกับเบส C ด้วยพันธะไฮโดรเจน 3 พันธะ เปรียบคล้ายกับขั้นบันได
4. พอลินิวคลีโอไทด์ 2 สาย พันกันบิดเป็นเกลียวคู่เวียนขวา คล้ายบันไดเวียน โดยมีน้ำตาล ดีออกซีไรโบสจับกับหมู่ฟอสเฟตกลายเป็นราวบันได
5. เกลียวแต่ละรอบห่างเท่ากัน 3.4 nm และคู่เบสแต่ละคู่ห่างกัน 0.34 nm ระยะระหว่างคู่เบสแต่ละคู่เปรียบคล้ายกับระยะระหว่างขั้นบันได และพอลินิวคลีโอไทด์ 2 สายห่างกัน 2 nm

จากนั้นให้นักเรียนทำกิจกรรม 4.1 แบบจำลอง DNA เพื่อให้นักเรียนเข้าใจโครงสร้างของ DNA โดยการสร้างแบบจำลอง



กิจกรรม 4.1 แบบจำลอง DNA

จุดประสงค์

1. สร้างแบบจำลอง DNA จากวัสดุต่างๆ
2. เปรียบเทียบจำนวนนิวคลีโอไทด์และชนิดของเบสจากแบบจำลอง DNA

เวลาที่ใช้ (โดยประมาณ)

60 นาที

วัสดุและอุปกรณ์

กระดาษ ลูกบิด ผัก ผลไม้ หรือวัสดุอื่นๆ ที่สามารถหาได้ในท้องถิ่น

รายการ	ปริมาณต่อกลุ่ม
กระดาษ ลูกบิด ผัก ผลไม้ หรือวัสดุอื่นๆ ที่สามารถหาได้ในท้องถิ่น ที่มีสีแตกต่างกันชัดเจน 4 สี เพื่อแทนเบส 4 ชนิด	เตรียมวัสดุต่างๆ สำหรับนำมาสร้างแบบจำลอง DNA ที่มี 15-20 คู่เบส

วิธีการทำกิจกรรม

ให้นักเรียนแต่ละกลุ่มทำกิจกรรมและนำเสนอแบบจำลอง และเปรียบเทียบจำนวนนิวคลีโอไทด์และชนิดของเบสที่เหมือนหรือแตกต่างกันของแต่ละกลุ่ม

อภิปรายและสรุปผล

จากการทำกิจกรรมพบว่าจำนวนนิวคลีโอไทด์ของแต่ละกลุ่มอาจจะเท่าหรือไม่เท่ากันก็ได้ และมีการจัดเรียงตัวของเบสในแต่ละพอลินิวคลีโอไทด์มีความหลากหลาย ถ้า DNA ประกอบด้วยนิวคลีโอไทด์ 2 คู่เบสเรียงต่อกัน จะสามารถจัดเรียงให้แตกต่างกันได้ 16 แบบ (4^2) ดังนั้นถ้า DNA ประกอบด้วยนิวคลีโอไทด์จำนวนมาก จะมีรูปแบบของการเรียงลำดับนิวคลีโอไทด์ที่แตกต่างกันมากด้วย

ขั้นที่ 5 ขั้นประเมิน (Evaluation phase)

ครูให้นักเรียนตอบคำถามท้ายกิจกรรม ซึ่งมีแนวการตอบดังนี้

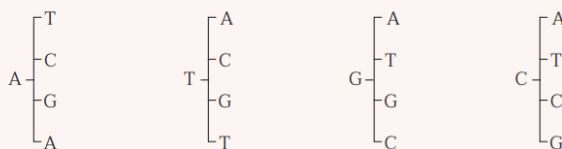
เฉลยคำถามท้ายกิจกรรม

? แบบจำลอง DNA ของแต่ละกลุ่มมีจำนวนนิวคลีโอไทด์เท่ากันหรือแตกต่างกันอย่างไร และถ้ามีจำนวนนิวคลีโอไทด์เท่ากัน การจัดเรียงตัวของเบสในแต่ละพอลินิวคลีโอไทด์ใน DNA จะเหมือนกันหรือไม่ อย่างไร

✏ คำตอบขึ้นอยู่กับจำนวนนิวคลีโอไทด์ที่แต่ละกลุ่มกำหนดขึ้น ซึ่งอาจจะมีเท่ากันหรือไม่เท่ากันก็ได้ และถ้ามีบางกลุ่มเท่ากัน เมื่อพิจารณาการจัดเรียงตัวของเบสในแต่ละพอลินิวคลีโอไทด์แล้วอาจจะแตกต่างกัน

? ถ้า DNA สายเดี่ยวประกอบด้วยนิวคลีโอไทด์ 2 โมเลกุลเรียงต่อกัน จะสามารถจัดเรียงเบสให้แตกต่างกันได้อย่างไรบ้าง

✏ DNA สายเดี่ยวที่มีเบส A T C G จะมีการจัดเรียงแตกต่างกัน 16 แบบ ดังนี้



สื่อและแหล่งเรียนรู้

1. สื่อการเรียนรู้

1.1 สื่อ Power point เรื่อง โครโมโซมและสารพันธุกรรม

2. แหล่งการเรียนรู้

2.1 หนังสือเรียนชีววิทยา เล่ม 2 ของสถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี

การวัดผลและประเมินผล

1. การวัดผล

1.1 วิธีการวัดผล

- 1) ประเมินใบงานรายบุคคลของนักเรียน
- 2) ตรวจแบบทดสอบย่อยหลังเรียน

2. เครื่องมือการวัดผล

- 2.1 แบบประเมินใบงานรายบุคคลของนักเรียน
- 2.2 แบบทดสอบย่อยหลังเรียน

3. การประเมินผล

- 3.1 นักเรียนส่งใบงานและมีผลการเรียนร้อยละ 80
- 3.2 นักเรียนผ่านเกณฑ์การทดสอบย่อยหลังเรียนและมีผลการเรียนเฉลี่ยร้อยละ 80

บันทึกความคิดเห็นหัวหน้ากลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี

แผนการจัดการเรียนรู้

- ☐ เน้นผู้เรียนเป็นสำคัญ
- ☐ มีการใช้สื่อ/นวัตกรรม/เทคโนโลยีในกิจกรรมการเรียนการสอน
- ☐ จัดกิจกรรมเหมาะสมกับผู้เรียน
- ☐ มีการจำแนกผู้เรียนตามความเหมาะสม/คำนึงถึงความแตกต่างระหว่างบุคคล
- ☐ มีการบูรณาการ
- ☐ มีการวัดผล ประเมินผลตรงตามตัวชี้วัด/ผลการเรียนรู้/กิจกรรม
- ☐ มีการวัดผล ประเมินผล ตามสภาพจริง
- ☐ ข้อเสนอแนะเพิ่มเติม

.....

ลงชื่อ.....

(นางศรีสุภาพ ประพันธ์มิตร)

หัวหน้ากลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี

วันที่..... เดือน พ.ศ.

ข้อคิดเห็น / ข้อเสนอแนะของผู้บริหารสถานศึกษา

- ☐ อนุญาตให้ใช้ในกิจกรรมการเรียนการสอนได้
- ☐ ไม่อนุญาตให้ใช้ในการจัดกิจกรรมการเรียนการสอน
- ☐ ข้อเสนอแนะ

.....

.....

ลงชื่อ.....

(นายประภาส ศรีทอง)

รองผู้อำนวยการกลุ่มบริหารวิชาการ

วันที่..... เดือน พ.ศ.

บันทึกหลังสอน

1. นักเรียนที่ใช้สอน นักเรียนชั้น ม. จำนวน.....คน

2. ผลการจัดกิจกรรมการเรียนการสอน

- | | | | | |
|--|-----------|--------|-----------|------------------|
| 2.1) ความเหมาะสมของระยะเวลา | () ดีมาก | () ดี | () พอใช้ | () ต้องปรับปรุง |
| 2.2) ความเหมาะสมของเนื้อหา | () ดีมาก | () ดี | () พอใช้ | () ต้องปรับปรุง |
| 2.3) ความเหมาะสมของกิจกรรม | () ดีมาก | () ดี | () พอใช้ | () ต้องปรับปรุง |
| 2.4) ความเหมาะสมของสื่อการสอนที่ใช้ | () ดีมาก | () ดี | () พอใช้ | () ต้องปรับปรุง |
| 2.5) การมีส่วนร่วมของนักเรียน | () ดีมาก | () ดี | () พอใช้ | () ต้องปรับปรุง |
| 2.6) ผลการปฏิบัติกิจกรรม/ใบงาน การทดสอบหลังเรียน | | | | |

1) การประเมินด้านความรู้

ผลการทดสอบหลังการเรียนพบว่า นักเรียนได้คะแนนเฉลี่ย.....จากคะแนนเต็ม
มีนักเรียนร้อยละ ไม่ผ่านเกณฑ์ขั้นต่ำที่กำหนดไว้คือร้อยละ

2) การประเมินด้านทักษะกระบวนการ ผลการประเมินโดยการสังเกตพฤติกรรมพบว่า มีนักเรียนร้อยละ ผ่านเกณฑ์การประเมินและมีนักเรียนร้อยละ ไม่ผ่านเกณฑ์การประเมินที่กำหนดไว้ ในระดับดีขึ้นไป

3) การประเมินด้านเจตคติ ผลการประเมินพบว่า มีนักเรียนร้อยละ ผ่านเกณฑ์การประเมิน และมีนักเรียนร้อยละ ไม่ผ่านเกณฑ์การประเมินขั้นต่ำที่กำหนดไว้ระดับ 3 ขึ้นไป

3. ปัญหาและอุปสรรค

.....
.....

4. ข้อเสนอแนะ/แนวทางแก้ไข

.....
.....

ลงชื่อ.....ครูผู้สอน

(นางแหลมทอง ชินรัตน์)

ตำแหน่ง ครู

แผนการจัดการเรียนรู้

กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี

ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4

หน่วยการเรียนรู้ที่ 4 เรื่อง โครโมโซมและสารพันธุกรรม

แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 5 เรื่อง การควบคุมลักษณะทางพันธุกรรมของ

จำนวนเวลา 6 ชั่วโมง

DNA

ครูผู้สอน นางแหลมทอง ชินรัตน์

โรงเรียนสตรีศึกษา

มาตรฐานการเรียนรู้/ผลการเรียนรู้

สาระชีววิทยา

2. เข้าใจการถ่ายทอดลักษณะทางพันธุกรรม การถ่ายทอดยีนบนโครโมโซม สมบัติ และหน้าที่ของสารพันธุกรรม การเกิดมิวเทชัน เทคโนโลยีทางดีเอ็นเอ หลักฐานข้อมูลและแนวคิดเกี่ยวกับวิวัฒนาการของสิ่งมีชีวิต ภาวะสมดุลของฮาร์ดี-ไวน์เบิร์ก การเกิดสปีชีส์ใหม่ ความหลากหลายทางชีวภาพ กำเนิดของสิ่งมีชีวิต ความหลากหลายของสิ่งมีชีวิต และอนุกรมวิธาน รวมทั้งนำความรู้ไปใช้ประโยชน์

ผลการเรียนรู้

2. อธิบายและระบุขั้นตอนในกระบวนการสังเคราะห์โปรตีนและหน้าที่ของ DNA และ RNA แต่ละชนิดในกระบวนการสังเคราะห์โปรตีน

จุดประสงค์การเรียนรู้

1. ด้านความรู้

- 1.1 สืบค้นข้อมูล อธิบาย และระบุขั้นตอนในกระบวนการสังเคราะห์โปรตีน
- 1.2 อธิบายหน้าที่ของ DNA และ RNA แต่ละชนิดในกระบวนการสังเคราะห์โปรตีน
- 1.3 เปรียบเทียบการสังเคราะห์โปรตีนของโพรแคริโอตและยูแคริโอต

2. ทักษะ/กระบวนการทางวิทยาศาสตร์

- 2.1 การสังเกต
- 2.2 การลงความเห็นจากข้อมูล

3. คุณลักษณะอันพึงประสงค์

- 3.1 ใฝ่เรียนรู้
- 3.2 มุ่งมั่นในการทำงาน

สาระการเรียนรู้

DNA สามารถจำลองตัวเองขึ้นได้ใหม่โดยมีโครงสร้างทางเคมีและลำดับของนิวคลีโอไทด์เหมือนเดิม DNA ควบคุมการสังเคราะห์โปรตีน โดยถ่ายทอดรหัสพันธุกรรมให้แก่ mRNA เพื่อกำหนดลำดับของกรดอะมิโนในโมเลกุลของโปรตีน โปรตีนเกี่ยวข้องกับการแสดงลักษณะทางพันธุกรรม เช่น เอนไซม์ที่ทำงานในกระบวนการเมแทบอลิซึมที่เกี่ยวข้องกับการดำรงชีวิต

ความเข้าใจที่คงทน

นักเรียนควรสรุปได้ว่า โปรตีนเกี่ยวข้องกับการแสดงลักษณะทางพันธุกรรม เช่น เอนไซม์ที่ทำงานในกระบวนการเมแทบอลิซึมที่เกี่ยวข้องกับการดำรงชีวิต

ชิ้นงานหรือภาระงาน (หลักฐาน/ร่องรอยแสดงความรู้)

1. สมุดบันทึก
2. กิจกรรม 4.2 การถอดรหัสและการแปลรหัส

กิจกรรมการเรียนรู้ การสอน กระบวนการสืบเสาะความรู้ 5 ขั้น

ขั้นที่ 1 สร้างความสนใจ (Engagement phase)

ครูนำเข้าสู่บทเรียนโดยใช้รูปแสดงโครงสร้างของ DNA แล้วใช้คำถามเพื่อนำไปสู่การอภิปรายว่า “โครงสร้างของ DNA มีความเหมาะสมอย่างไร จึงจะสามารถถ่ายทอดลักษณะทางพันธุกรรมจากพ่อแม่ไปสู่ลูกหลานได้” และร่วมกันอภิปรายเกี่ยวกับสมบัติของสารพันธุกรรม จากการอภิปรายนักเรียนควรสรุปได้ว่า DNA ต้องเพิ่มจำนวนได้โดยมีลักษณะเหมือนเดิม สามารถควบคุมการสังเคราะห์โปรตีนที่มีผลต่อลักษณะทางพันธุกรรม และอาจเปลี่ยนแปลงได้บ้างซึ่งจะทำให้เกิดลักษณะทางพันธุกรรมที่แตกต่างไปจากเดิม แล้วจึงนำเข้าสู่เรื่องการสังเคราะห์ดีเอ็นเอด้วยวิธีการที่ เรียกว่า การจำลองดีเอ็นเอ

ครูถามนักเรียนเพื่อนำเข้าสู่หัวข้อการจำลองดีเอ็นเอว่า

- ลำดับนิวคลีโอไทด์ของ DNA ในโมเลกุลเดิมและโมเลกุลใหม่เหมือนหรือแตกต่างกันอย่างไร

จากนั้นจึงให้นักเรียนสืบค้นการจำลองดีเอ็นเอ และศึกษารูป 4.12 นักเรียนควรสรุปประเด็นสำคัญได้ดังนี้

1. พอลินิวคลีโอไทด์สองสายของ DNA คลายเกลียว พันธะไฮโดรเจนที่ยึดระหว่างคู่เบสของทั้งสองสายจะสลาย ทำให้พอลินิวคลีโอไทด์สองสายแยกออกจากกัน
2. พอลินิวคลีโอไทด์แต่ละสายจะทำ หน้าที่เป็นสายแม่แบบเพื่อสังเคราะห์พอลินิวคลีโอไทด์สายใหม่ โดยเอนไซม์ดีเอ็นเอพอลิเมอเรส นำ นิวคลีโอไทด์อิสระเข้าจับกับนิวคลีโอไทด์ของสายแม่แบบที่มีเบสคู่สมกันคือ เบส A จับคู่กับ T และเบส G จับคู่กับ C
3. นิวคลีโอไทด์ของพอลินิวคลีโอไทด์สายใหม่จะเข้าคู่กับนิวคลีโอไทด์ของสายแม่แบบด้วยพันธะไฮโดรเจน
4. การจำลองดีเอ็นเอทำให้มีการเพิ่มโมเลกุลของ DNA จาก 1 เป็น 2 โมเลกุล โดย DNA แต่ละโมเลกุลมีพอลินิวคลีโอไทด์สายเดิม 1 สาย และสายใหม่ 1 สาย การจำลองดีเอ็นเอจึงเป็นแบบกึ่งอนุรักษ์และการจัดเรียงตัวของนิวคลีโอไทด์ใน DNA ที่สังเคราะห์ใหม่เหมือนกับ DNA โมเลกุลเดิม

ครูถามนักเรียนเพื่อนำ ไปสู่การอภิปรายเพิ่มเติมว่า

- สิ่งที่เป็นในการสังเคราะห์ดีเอ็นเอมีอะไรบ้าง
- ขั้นตอนการสังเคราะห์ดีเอ็นเอเป็นอย่างไร

ขั้นที่ 2 สำรวจค้นหา (Exploration phase)

จากนั้นให้นักเรียนสืบค้นการสังเคราะห์ดีเอ็นเอและศึกษารูป 4.13 ในหนังสือเรียน แล้วให้นักเรียนอภิปรายและสรุปเกี่ยวกับการสังเคราะห์ DNA สายใหม่ 2 สาย ซึ่งอาจสรุปได้ดังนี้

1. เอนไซม์เฮลิเคสทำให้ DNA เกลียวคู่คลายเกลียวแยกออกจากกัน ดีเอ็นเอแม่แบบ 2 สายที่แยกออกจากกันมีทิศทางจากปลาย 5' ไปยังปลาย 3' สวนทางกัน
2. DNA สายที่มีปลาย 5' ไปยังปลาย 3' สวนทางกับการเคลื่อนที่ของเอนไซม์เฮลิเคสจะเป็นแม่แบบของการสร้าง DNA สายใหม่จากทิศทาง 5' ไปยังปลาย 3' อย่างต่อเนื่องเป็นสายยาว DNA สายใหม่นี้เรียกว่า ลีดดิ้งสแตรนด์
3. DNA อีกสายหนึ่งที่มีปลาย 5' ไปยังปลาย 3' ทิศทางเดียวกับที่เอนไซม์เฮลิเคสเคลื่อนที่จะไม่สามารถเป็นแม่แบบเพื่อสร้างสาย DNA ได้อย่างต่อเนื่อง การสร้าง DNA สายใหม่จึงสร้างเป็นสายสั้นๆ และจะมีเอนไซม์ดีเอ็นเอไลเกสเชื่อม DNA สายใหม่ที่เป็นสายสั้น ๆ เข้าด้วยกันเป็นสายยาวเรียกว่า แลกกิงสแตรนด์
4. การสังเคราะห์ดีเอ็นเอสายใหม่จะมีเอนไซม์ดีเอ็นเอพอลิเมอเรสทำหน้าที่เชื่อมนิวคลีโอไทด์ ให้เป็นสายยาว ทั้งสำหรับลีดดิ้งสแตรนด์และแลกกิงสแตรนด์

ครูอาจเน้นให้นักเรียนเข้าใจยิ่งขึ้นว่า ในการสังเคราะห์ดีเอ็นเอสายใหม่ จะต้องมีการทิศทางจากปลาย 5' ไปยังปลาย 3' เสมอ เนื่องจากเอนไซม์ดีเอ็นเอพอลิเมอเรสจะทำงานโดยทำหน้าที่เชื่อมนิวคลีโอไทด์ต่อกันเป็นสายยาวจากปลาย 5' ไปยังปลาย 3' และอีกประการหนึ่งคือ DNA สายใหม่อีกสายหนึ่งไม่สามารถสร้างต่อกันเป็นสายยาวได้เนื่องจากทิศทางการสร้างจากปลาย 5' ไปยังปลาย 3' นั้นสวนทางกับทิศทางการคลายเกลียวของ DNA โมเลกุลเดิม จากนั้นตอบคำถามในหนังสือเรียน ซึ่งมีแนวคำตอบดังนี้

- หากพิจารณาบริเวณด้านขวาของจุดเริ่มต้นของการจำลองตัว ซึ่ง DNA มีทิศทางการคลายเกลียวและแยกออกจากกันไปในทิศทางด้านขวา DNA สายบนจะยังคงเป็นแม่แบบสำหรับการสร้างลีดดิ้งสแตรนด์หรือไม่ อย่างไร

(การสังเคราะห์ดีเอ็นเอสายใหม่ จะต้องมีการทิศทางจากปลาย 5' ไปยังปลาย 3' เสมอ โดยกรณีนี้ สายบนจะเป็นแม่แบบสำหรับการสร้างแลกกิงสแตรนด์ส่วนสายล่างจะสร้างลีดดิ้งสแตรนด์)

ขั้นที่ 3 ขั้นตอนอธิบายและลงสรุป (Explanation phase)

การถอดรหัส

ครูให้นักเรียนสืบค้นข้อมูลการสังเคราะห์ mRNA จากดีเอ็นเอแม่แบบ จากรูป 4.17 ในหนังสือเรียน จากนั้นตั้งคำถามเพื่อให้นักเรียนนำความรู้มาอธิบายขั้นตอนการสังเคราะห์ mRNA ดังนี้

- การสังเคราะห์ mRNA มีขั้นตอนอย่างไร
- เอนไซม์อาร์เอ็นเอพอลิเมอเรสมีบทบาทอย่างไรในการสังเคราะห์ mRNA
- ในการสังเคราะห์ mRNA มีทิศทางจากปลาย 5' ไปยังปลาย 3' หรือจากปลาย 3' ไปยังปลาย 5'

จากการอภิปรายนักเรียนควรสรุปได้ว่า การสังเคราะห์ mRNA นั้น เอนไซม์อาร์เอ็นเอพอลิเมอเรสไปจับกับ DNA บริเวณที่จะสังเคราะห์ mRNA แล้ว DNA สองสายจึงคลายเกลียวแยกออกจากกัน

โดยมีสายหนึ่งของ DNA ทำหน้าที่เป็นแม่แบบ จากนั้นนิวคลีโอไทด์ที่มีเบสคู่สมกับนิวคลีโอไทด์บน DNA แม่แบบจะเข้าไปจับกับสายแม่แบบ โดยนิวคลีโอไทด์บน RNA จะเชื่อมต่อกันเป็นสายยาว มีทิศทางจากปลาย 5' ไปยังปลาย 3' ซึ่งสลับทิศทางกับสายดีเอ็นเอแม่แบบจนได้เป็นสาย mRNA จากนั้น mRNA แยกออกจาก DNA ไปยังไรโบโซม

เอนไซม์อาร์เอ็นเอพอลิเมอเรสมีบทบาทในการสังเคราะห์ mRNA คือ ทำให้พอลินิวคลีโอไทด์ 2 สายแยกออกจากกัน และเชื่อมนิวคลีโอไทด์ต่อกันเป็นสาย mRNA และทิศทางการสังเคราะห์ mRNA จะสังเคราะห์จากปลาย 5' ไปยังปลาย 3' กระบวนการสังเคราะห์ mRNA เรียกว่า การถอดรหัส จากนั้นครูให้นักเรียนเปรียบเทียบกระบวนการสังเคราะห์ดีเอ็นเอและกระบวนการสังเคราะห์ mRNA ซึ่งนักเรียนควรเปรียบเทียบได้ดังนี้

กระบวนการสังเคราะห์ดีเอ็นเอ	กระบวนการสังเคราะห์ mRNA
1. ใช้พอลินิวคลีโอไทด์ทั้ง 2 สายเป็นแม่แบบ	1. ใช้พอลินิวคลีโอไทด์เพียงสายเดียวเป็นแม่แบบ
2. ใช้เอนไซม์ดีเอ็นเอพอลิเมอเรส	2. ใช้เอนไซม์อาร์เอ็นเอพอลิเมอเรส
3. ใช้ดีออกซีไรโบนิวคลีโอไทด์ที่ประกอบด้วยเบส 4 ชนิด คือ A T C G	3. ใช้ไรโบนิวคลีโอไทด์ที่ประกอบด้วยเบส 4 ชนิด คือ A U C G
4. ผลผลิตได้ DNA สายใหม่ 2 สาย	4. ผลผลิตได้ mRNA สายเดียว

ครูอาจให้ความรู้เพิ่มเติมว่า การสังเคราะห์ rRNA และ tRNA มีขั้นตอนเหมือนกับการสังเคราะห์ mRNA แต่ rRNA และ tRNA ไม่มีการแปลรหัสต่อไป

ขั้นที่ 4 ขยายความรู้ (Expansion phase)

รหัสพันธุกรรม

ครูตั้งคำถามเพื่อนำไปสู่การสืบค้นข้อมูลว่า จากกระบวนการถอดรหัสทำให้ได้ mRNA แล้ว mRNA จะเกี่ยวข้องกับการสังเคราะห์โปรตีนอย่างไร จากนั้นให้นักเรียนสืบค้นข้อมูลเกี่ยวกับรหัสพันธุกรรม

ครูอาจใช้รูปโครงสร้างของ DNA จากหนังสือเรียนหรือแบบจำลองโครงสร้างของ DNA เพื่อให้นักเรียนเห็นความแตกต่างของโมเลกุล DNA อยู่ที่จำนวนและลำดับนิวคลีโอไทด์ใน DNA จากนั้นให้นักเรียนวิเคราะห์ว่า ส่วนใดของ DNA ที่เก็บข้อมูลทางพันธุกรรมและถ่ายทอดให้ mRNA ซึ่งไปกำหนดชนิดของกรดอะมิโนในกระบวนการสังเคราะห์โปรตีน นักเรียนควรตอบได้ว่า ลำดับนิวคลีโอไทด์ของ DNA เป็นข้อมูลทางพันธุกรรมที่ถอดรหัสให้ mRNA

ครูอาจให้ความรู้เพิ่มเติมว่า ความแตกต่างของนิวคลีโอไทด์เนื่องมาจากเบสที่เป็นองค์ประกอบ ดังนั้นลำดับนิวคลีโอไทด์ในสาย DNA และ RNA จึงอาจเรียกแทนว่า ลำดับนิวคลีโอไทด์หรือลำดับเบส

ครูควรเน้นให้นักเรียนสรุปประเด็นสำคัญได้ว่า ลำดับนิวคลีโอไทด์ของ DNA จะกำหนดลำดับนิวคลีโอไทด์ของ mRNA และลำดับนิวคลีโอไทด์ของ mRNA จะกำหนดชนิดและการเรียงตัวของกรดอะมิโน จากนั้นครูตั้งคำถามเพิ่มเติมเพื่อนำไปสู่การสืบค้นข้อมูลและการอภิปรายว่า การเรียงลำดับของนิวคลีโอไทด์ใน mRNA จำนวนเท่าใดจึงเป็น 1 รหัสพันธุกรรมเพื่อกำหนดกรดอะมิโน 1 ชนิด ถ้ามีนิวคลีโอไทด์ 1 โมเลกุลเป็น

รหัสกำหนดกรดอะมิโน 1 ชนิด จะได้กรดอะมิโนกี่ชนิด ซึ่งนักเรียนควรตอบได้ว่า 4 ชนิด เนื่องจาก DNA มีนิวคลีโอไทด์ 4 ชนิด

จากนั้นครูอาจให้นักเรียนแบ่งกลุ่มทำกิจกรรมโดยให้ประเด็นว่า ถ้ามีนิวคลีโอไทด์ 2 โมเลกุลติดกันเป็นรหัสกำหนดกรดอะมิโน 1 ชนิดจะได้รหัสของกรดอะมิโนกี่รหัส และกำหนดชนิดของ กรดอะมิโนกี่ชนิด โดยให้นักเรียนร่วมกันอภิปรายและออกแบบรหัสพันธุกรรมอย่างอิสระ วัสดุที่ทำกิจกรรมอาจใช้ปากกาเคมีสีต่างๆ เขียนชนิดของนิวคลีโอไทด์ในกระดาษ หรือตัดกระดาษสีแทนชนิดของนิวคลีโอไทด์เป็นต้น แล้วนำเสนอหน้าชั้นเปรียบเทียบกับกลุ่มอื่น ๆ จากการทำกิจกรรมและอภิปรายและบอกวิธีคิด ทำให้ได้ข้อสรุปว่ารหัสพันธุกรรมที่ประกอบด้วยนิวคลีโอไทด์ 2 โมเลกุลเรียง กันจะสามารถจัดเรียงให้แตกต่างกันได้ 16 แบบ หรือ 4^2 หรือ 16 รหัส ดังนี้

AA	AT	AC	AG
CC	CA	CT	CG
GG	GA	GT	GC
TT	TA	TC	TG

จากรูปจะเห็นได้ว่าถ้า 1 รหัสพันธุกรรมประกอบด้วยนิวคลีโอไทด์ 2 โมเลกุลเรียงกันในการกำหนดรหัสของกรดอะมิโน 1 ชนิด จะจัดเรียงรหัสพันธุกรรมได้ 16 รหัส หรือ 4^2 ซึ่งจะเป็นรหัสของกรดอะมิโน 16 ชนิด จึงมีจำนวนรหัสไม่เพียงพอสำหรับกำหนดชนิดกรดอะมิโนซึ่งมี 20 ชนิด

ครูตั้งคำถามให้นักเรียนร่วมกันอภิปรายดังนี้

- ถ้ารหัสพันธุกรรม 1 รหัสประกอบด้วยนิวคลีโอไทด์ 3 โมเลกุลติดกัน จะจัดเรียงให้แตกต่างกันได้กี่รหัส

จากการอภิปรายนักเรียนควรสรุปได้ว่า 1 รหัสพันธุกรรมประกอบด้วยนิวคลีโอไทด์ 3 โมเลกุลเรียงกันจะได้ 64 รหัสหรือ 4^3 ซึ่งมีจำนวนรหัสพันธุกรรมที่มากเกินไปสำหรับกำหนดชนิดกรดอะมิโน ซึ่งมีเพียง 20 ชนิด

ครูให้นักเรียนศึกษาตาราง 4.4 ในหนังสือเรียนที่แสดงรหัสพันธุกรรม 64 รหัส เรียกรหัสพันธุกรรมที่ประกอบด้วยนิวคลีโอไทด์ 3 โมเลกุลเรียงกันว่า โคดอน จากนั้นตั้งคำถามแล้วให้นักเรียน วิเคราะห์เพื่อนำ ความรู้เกี่ยวกับรหัสพันธุกรรมไปใช้ในกระบวนการสังเคราะห์โปรตีนต่อไปดังนี้

- จำนวนรหัสพันธุกรรมที่กำหนดกรดอะมิโน 20 ชนิด มีเท่าใด
- กรดอะมิโนชนิดใดที่กำหนดโดยรหัสพันธุกรรม 1 รหัส หรือ 2 หรือ 3 หรือ 4 หรือ 6 รหัส
- รหัสใดบ้างที่ไม่กำหนดกรดอะมิโน

จากการวิเคราะห์และอภิปราย นักเรียนควรสรุปได้ว่ารหัสพันธุกรรมที่กำหนดกรดอะมิโน 20 ชนิด มีเพียง 61 รหัสเท่านั้นที่จะกำหนดกรดอะมิโนในกระบวนการสังเคราะห์โปรตีน กรดอะมิโนบางชนิดที่กำหนดโดยรหัสพันธุกรรม 1 รหัส ได้แก่ เมไทโอนีน (Met) และทริปโตเฟน (Trp) กรดอะมิโนที่กำหนดโดยรหัสพันธุกรรม 2 รหัส เช่น ฮิสทีดีน (His) กำหนดโดย 3 รหัส เช่น ไอโซลิวซีน (Ile) กำหนด โดย 4 รหัส

เช่น วาลีน (Val) และกำหนดโดย 6 รหัส เช่น ลิวซีน (Leu) ส่วนรหัสพันธุกรรมอีก 3 รหัส ได้แก่ UAA UAG UGA จะไม่กำหนดกรดแอมิโน แต่เป็นรหัสหยุดการสังเคราะห์โปรตีน

การแปลรหัส

ครูอาจตั้งคำถามให้นักเรียนสืบค้นข้อมูลและอภิปราย เพื่อให้เห็นบทบาทหน้าที่และความสำคัญของ DNA และ RNA ในกระบวนการสังเคราะห์โปรตีนได้ดังนี้

- RNA ที่สำคัญกับการสังเคราะห์โปรตีนมีกี่ชนิด อะไรบ้าง
- RNA แต่ละชนิดมีหน้าที่แตกต่างกันอย่างไรในกระบวนการสังเคราะห์โปรตีน

จากการสืบค้นข้อมูลและการอภิปราย นักเรียนควรสรุปได้ว่า การสังเคราะห์ RNA โดยใช้ DNA เป็นแม่แบบ ได้ RNA 3 ชนิดคือ mRNA tRNA และ rRNA แต่ละชนิดมีหน้าที่เกี่ยวข้องกับกระบวนการสังเคราะห์โปรตีน ดังนี้

mRNA นำรหัสการสร้างโปรตีนมายังไรโบโซมในไซโทพลาซึม

tRNA ทำหน้าที่นำกรดแอมิโนมาต่อกันเป็นสายยาวบนไรโบโซม

rRNA เป็นส่วนประกอบของไรโบโซม

ครูควรเน้นให้นักเรียนเข้าใจว่าการสังเคราะห์ RNA ทั้ง 3 ชนิด ในเซลล์ยูแคริโอตเกิดในนิวเคลียส จากนั้นจึงออกสู่ไซโทพลาซึม ซึ่งเป็นแหล่งที่มีการสังเคราะห์โปรตีนและชี้ให้เห็นถึงความสำคัญของการจัดเรียงลำดับเบสบน mRNA ซึ่งจะเป็นรหัสพันธุกรรมเพื่อนำ เข้าสู่หัวขั้วรหัสพันธุกรรมต่อไป ครูอาจใช้รูป 4.20 ในหนังสือเรียน ในการประกอบการสรุปเกี่ยวกับชนิดของ RNA และหน้าที่ของ RNA ที่เกี่ยวข้องกับกระบวนการสังเคราะห์โปรตีน เพื่อให้นักเรียนเข้าใจยิ่งขึ้น

จากนั้นครูให้นักเรียนศึกษากระบวนการสังเคราะห์โปรตีน โดยอาจใช้คำถามเพื่อนำไปสู่การอภิปรายดังนี้

- สิ่งใดทำหน้าที่กำหนดชนิดและลำดับของกรดแอมิโนในการสังเคราะห์โปรตีน
- สิ่งที่ต้องใช้ในกระบวนการสังเคราะห์โปรตีนมีอะไรบ้าง
- tRNA มีบทบาทอย่างไรในการสังเคราะห์โปรตีน
- กระบวนการสังเคราะห์โปรตีนมีขั้นตอนอะไรบ้าง
- การสังเคราะห์โปรตีนเกิดขึ้นในทิศทางใดเมื่อเทียบกับทิศทางของ mRNA

จากการสืบค้นและการอภิปราย นักเรียนควรสรุปได้ว่า ชนิดและการเรียงลำดับของกรดแอมิโน ถูกกำหนดโดยลำดับของนิวคลีโอไทด์ 3 โมเลกุล ของ mRNA ที่เป็นรหัสพันธุกรรม และสรุปได้ว่า สิ่งที่ต้องใช้ในกระบวนการสังเคราะห์โปรตีน ได้แก่ DNA mRNA tRNA ไรโบโซม กรดแอมิโน เอนไซม์

กระบวนการสังเคราะห์โปรตีนประกอบด้วย กระบวนการถอดรหัสเป็นกระบวนการที่ DNA ถ่ายทอดข้อมูลทางพันธุกรรมให้ mRNA ซึ่งจะนำรหัสการสังเคราะห์โปรตีนไปยังไซโทพลาซึม กระบวนการแปลรหัส เป็นกระบวนการที่เกิดการสังเคราะห์โปรตีนโดย tRNA นำกรดแอมิโนชนิดที่ตรงกับโคดอนของ mRNA มายังไรโบโซม ดังตาราง 4.4 ในหนังสือเรียน เช่น tRNA ที่มีแอนติโคดอน 3' CCA 5' จะนำกรดแอมิโนชนิดไกลซีน (Gly) มายังไรโบโซมตรงที่มีโคดอน 5' GGU 3' ของ mRNA โดย tRNA อีกโมเลกุลหนึ่งจะนำ

กรดแอมิโนโมเลกุลถัดไปมาเรียงต่อกันบนไรโบโซมตามลำดับรหัสพันธุกรรมของ mRNA โดยไรโบโซมจะทำหน้าที่เชื่อมพันธะเพปไทด์ระหว่างกรดแอมิโน

การสังเคราะห์สาย mRNA มีทิศทางจากปลาย 5' ไปปลาย 3' เช่นเดียวกับการแปลรหัส เพื่อสังเคราะห์โปรตีนซึ่งมีทิศทางจากปลาย 5' ไปปลาย 3'

ขั้นที่ 5 ขั้นประเมิน (Evaluation phase)

ครูให้นักเรียนทำ กิจกรรม 4.2 เพื่อทบทวนความรู้ที่ได้เรียนมาแล้วเกี่ยวกับ DNA การถอดรหัส และการแปลรหัส

กิจกรรม 4.2 การถอดรหัสและการแปลรหัส

จุดประสงค์
นำความรู้เรื่องการถอดรหัสและการแปลรหัสมาแก้โจทย์ปัญหาที่กำหนด

วิธีการทำกิจกรรม
พิจารณาลำดับนิวคลีโอไทด์ต่อไปนี้และตอบคำถาม

5'CGCAGATTCGATGGCCCTGTGGATACGCCTCCTGCCCTGAAGCTCTCT3'
3'GCGTCTAAGCTACCGGGACACCTATGCGGAGGACGGGACTTCGAGAGA5'

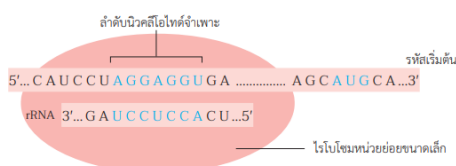
จากลำดับนิวคลีโอไทด์ของ DNA ที่กำหนดให้ ให้ตัวอักษรสีน้ำเงินแสดงบริเวณที่เป็นยีน และให้ DNA สายล่างเป็นแม่แบบสำหรับการถอดรหัส ตอบคำถามต่อไปนี้

? mRNA ที่ได้จากการถอดรหัสจะมีลำดับเบสเป็นอย่างไร
✏️ mRNA 5'GAUUCGAUGGCCUGUGGAUACGCCUCCUGCCUGAAGC3'

? เมื่อสิ้นสุดการแปลรหัสจะได้สายพอลิเพปไทด์ที่มีกรดแอมิโนกี่โมเลกุล
✏️ กรดแอมิโน 9 โมเลกุล

? สายพอลิเพปไทด์ที่ได้จากการแปลรหัสมีลำดับกรดแอมิโนเป็นอย่างไร
✏️ Met Ala Leu Trp Ile Arg Leu Leu Pro (เริ่มที่รหัสเริ่มต้น AUG GCC CUG UGG AUA CGC CUC CUG CCC UGA)

ครูให้ความรู้เพิ่มเติมว่า บนสาย mRNA อาจมี AUG ได้หลายตำแหน่ง ซึ่งไม่ได้เป็นรหัสเริ่มต้นในทุกตำแหน่ง AUG ที่ตำแหน่งใดจะเป็นรหัสเริ่มต้นนั้นจะมีบริเวณที่มีลำดับนิวคลีโอไทด์จำเพาะอยู่ระหว่างปลาย 5' และ AUG ซึ่งสามารถจับกับ rRNA ในไรโบโซมหน่วยย่อยขนาดเล็กได้เมื่อไรโบโซม หน่วยย่อยขนาดเล็กมาเกาะแล้ว AUG นั้นจะทำหน้าที่เป็นรหัสเริ่มต้น



DNA เกี่ยวข้องกับการแสดงลักษณะของสิ่งมีชีวิต ซึ่ง DNA เป็นแหล่งเก็บข้อมูลทางพันธุกรรมของสิ่งมีชีวิตแล้วถ่ายทอดให้กับ mRNA ผ่านการถอดรหัส จากนั้นมีการแปลรหัสจาก mRNA เป็น กรดแอมิโน

ในที่สุดจะได้โปรตีนซึ่งทำ หน้าที่เป็นโปรตีนโครงสร้าง โปรตีนที่เป็นเอนไซม์หรือทำหน้าที่ อื่นๆ ภายในเซลล์มีผลทำให้เซลล์และสิ่งมีชีวิตมีลักษณะต่างๆ ปรากฏให้เห็นได้

สื่อและแหล่งเรียนรู้

1. สื่อการเรียนรู้

1.1 สื่อ Power point เรื่อง โครโมโซมและสารพันธุกรรม

2. แหล่งการเรียนรู้

2.1 หนังสือเรียนชีววิทยา เล่ม 2 ของสถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี

การวัดผลและประเมินผล

1. การวัดผล

1.1 วิธีวัดผล

1) ประเมินใบงานรายบุคคลของนักเรียน

2) ตรวจแบบทดสอบย่อยหลังเรียน

2. เครื่องมือการวัดผล

2.1 แบบประเมินใบงานรายบุคคลของนักเรียน

2.2 แบบทดสอบย่อยหลังเรียน

3. การประเมินผล

3.1 นักเรียนส่งใบงานและมีผลการเรียนร้อยละ 80

3.2 นักเรียนผ่านเกณฑ์การทดสอบย่อยหลังเรียนและมีผลการเรียนเฉลี่ยร้อยละ 80

บันทึกความคิดเห็นหัวหน้ากลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี

แผนการจัดการเรียนรู้

- ☐ เน้นผู้เรียนเป็นสำคัญ
- ☐ มีการใช้สื่อ/นวัตกรรม/เทคโนโลยีในกิจกรรมการเรียนการสอน
- ☐ จัดกิจกรรมเหมาะสมกับผู้เรียน
- ☐ มีการจำแนกผู้เรียนตามความเหมาะสม/คำนึงถึงความแตกต่างระหว่างบุคคล
- ☐ มีการบูรณาการ
- ☐ มีการวัดผล ประเมินผลตรงตามตัวชี้วัด/ผลการเรียนรู้/กิจกรรม
- ☐ มีการวัดผล ประเมินผล ตามสภาพจริง
- ☐ ข้อเสนอแนะเพิ่มเติม

.....

ลงชื่อ.....

(นางศรีสุภาพ ประพันธ์มิตร)

หัวหน้ากลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี

วันที่..... เดือน พ.ศ.

ข้อคิดเห็น / ข้อเสนอแนะของผู้บริหารสถานศึกษา

- ☐ อนุญาตให้ใช้ในกิจกรรมการเรียนการสอนได้
- ☐ ไม่อนุญาตให้ใช้ในการจัดกิจกรรมการเรียนการสอน
- ☐ ข้อเสนอแนะ

.....

.....

ลงชื่อ.....

(นายประภาส ศรีทอง)

รองผู้อำนวยการกลุ่มบริหารวิชาการ

วันที่..... เดือน พ.ศ.

บันทึกหลังสอน

1. นักเรียนที่ใช้สอน นักเรียนชั้น ม. จำนวน.....คน

2. ผลการจัดกิจกรรมการเรียนการสอน

- | | | | | |
|--|--------------------------------|-----------------------------|--------------------------------|---------------------------------------|
| 2.1) ความเหมาะสมของระยะเวลา | ☐ ดีมาก | ☐ ดี | ☐ พอใช้ | ☐ ต้องปรับปรุง |
| 2.2) ความเหมาะสมของเนื้อหา | ☐ ดีมาก | ☐ ดี | ☐ พอใช้ | ☐ ต้องปรับปรุง |
| 2.3) ความเหมาะสมของกิจกรรม | ☐ ดีมาก | ☐ ดี | ☐ พอใช้ | ☐ ต้องปรับปรุง |
| 2.4) ความเหมาะสมของสื่อการสอนที่ใช้ | ☐ ดีมาก | ☐ ดี | ☐ พอใช้ | ☐ ต้องปรับปรุง |
| 2.5) การมีส่วนร่วมของนักเรียน | ☐ ดีมาก | ☐ ดี | ☐ พอใช้ | ☐ ต้องปรับปรุง |
| 2.6) ผลการปฏิบัติกิจกรรม/ใบงาน การทดสอบหลังเรียน | | | | |

1) การประเมินด้านความรู้

ผลการทดสอบหลังการเรียนพบว่า นักเรียนได้คะแนนเฉลี่ย.....จากคะแนนเต็ม
มีนักเรียนร้อยละ ไม่ผ่านเกณฑ์ขั้นต่ำที่กำหนดไว้คือร้อยละ

2) การประเมินด้านทักษะกระบวนการ ผลการประเมินโดยการสังเกตพฤติกรรมพบว่า มีนักเรียนร้อยละ ผ่านเกณฑ์การประเมินและมีนักเรียนร้อยละ ไม่ผ่านเกณฑ์การประเมินที่กำหนดไว้ ในระดับดีขึ้นไป

3) การประเมินด้านเจตคติ ผลการประเมินพบว่า มีนักเรียนร้อยละ ผ่านเกณฑ์การประเมิน และมีนักเรียนร้อยละ ไม่ผ่านเกณฑ์การประเมินขั้นต่ำที่กำหนดไว้ระดับ 3 ขึ้นไป

3. ปัญหาและอุปสรรค

.....
.....

4. ข้อเสนอแนะ/แนวทางแก้ไข

.....
.....

ลงชื่อ.....ครูผู้สอน

(นางแหลมทอง ชินรัตน์)

ตำแหน่ง ครู

แผนการจัดการเรียนรู้

กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี

ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4

หน่วยการเรียนรู้ที่ 4 เรื่อง โครโมโซมและสารพันธุกรรม

แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 6 เรื่อง มิวเทชัน

จำนวนเวลา 4 ชั่วโมง

ครูผู้สอน นางแหลมทอง ชินรัตน์

โรงเรียนสตรีศึกษา

มาตรฐานการเรียนรู้/ผลการเรียนรู้

สาระชีววิทยา

2. เข้าใจการถ่ายทอดลักษณะทางพันธุกรรม การถ่ายทอดยีนบนโครโมโซม สมบัติ และหน้าที่ของสารพันธุกรรม การเกิดมิวเทชัน เทคโนโลยีทางดีเอ็นเอ หลักฐานข้อมูลและแนวคิดเกี่ยวกับวิวัฒนาการของสิ่งมีชีวิต ภาวะสมดุลของฮาร์ดี-ไวน์เบิร์ก การเกิดสปีชีส์ใหม่ ความหลากหลายทางชีวภาพ กำเนิดของสิ่งมีชีวิต ความหลากหลายของสิ่งมีชีวิต และอนุกรมวิธาน รวมทั้งนำความรู้ไปใช้ประโยชน์

ผลการเรียนรู้

3. สืบค้นข้อมูลและอธิบายการเกิดมิวเทชันระดับยีนและระดับโครโมโซม สาเหตุการเกิดมิวเทชัน รวมทั้งยกตัวอย่างโรคและกลุ่มอาการที่เป็นผลของการเกิดมิวเทชัน

จุดประสงค์การเรียนรู้

1. ด้านความรู้

1.1 สืบค้นข้อมูล อภิปราย และอธิบายสาเหตุและผลของการเกิดมิวเทชันระดับยีนและระดับโครโมโซม

1.2 ยกตัวอย่างโรคและกลุ่มอาการที่เป็นผลของการเกิดมิวเทชันระดับยีนและระดับโครโมโซม

2. ทักษะ/กระบวนการทางวิทยาศาสตร์

2.1 การสังเกต

2.2 การลงความเห็นจากข้อมูล

3. คุณลักษณะอันพึงประสงค์

3.1 ใฝ่เรียนรู้

3.2 มุ่งมั่นในการทำงาน

สาระการเรียนรู้

มิวเทชันเป็นการเปลี่ยนแปลงของลำดับหรือจำนวนนิวคลีโอไทด์ใน DNA ซึ่งอาจนำไปสู่การเปลี่ยนแปลงโครงสร้างและการทำงานของโปรตีนซึ่งเกิดได้ทั้งในระดับยีนและระดับโครโมโซม มิวเทชันสามารถเกิดได้ทั้งเซลล์ร่างกายและเซลล์สืบพันธุ์ซึ่งมิวเทชันที่เกิดในเซลล์สืบพันธุ์สามารถถ่ายทอดไปยังรุ่นต่อไปได้จึงอาจก่อให้เกิดลักษณะใหม่ในสิ่งมีชีวิตรุ่นต่อไป มนุษย์ประยุกต์ใช้การเกิดมิวเทชันในการชักนำให้สิ่งมีชีวิตมีลักษณะที่แตกต่างไปจากเดิมโดยใช้รังสีและสารเคมีต่าง ๆ

ความเข้าใจที่คงทน

นักเรียนควรสรุปได้ว่า มิวเทชันเป็นการเปลี่ยนแปลงของลำดับหรือจำนวนนิวคลีโอไทด์ใน DNA ซึ่งอาจนำไปสู่การเปลี่ยนแปลงโครงสร้างและการทำงานของโปรตีนซึ่งเกิดได้ทั้งในระดับยีนและระดับโครโมโซม

ชิ้นงานหรือภาระงาน (หลักฐาน/ร่องรอยแสดงความรู้)

1. สมุดบันทึก
2. แบบฝึกหัดท้ายบทที่ 4 โครโมโซมและสารพันธุกรรม

กิจกรรมการเรียนรู้การสอน กระบวนการสืบเสาะความรู้ 5 ขั้น

ขั้นที่ 1 สร้างความสนใจ (Engagement phase)

ครูนำเข้าสู่บทเรียนโดยให้นักเรียนศึกษารูป 4.23 แก้งและแก้งเผือก หรือรูปสิ่งมีชีวิตอื่น ๆ เช่น กระต่ายสีขาวและกระต่ายสีอื่น ๆ แล้วให้นักเรียนร่วมกันอภิปรายในประเด็นดังนี้

- ลักษณะของสัตว์เผือกลักษณะใดที่ผิดไปจากปกติและลักษณะใดบ้างที่เหมือนเดิม
- ลักษณะที่ผิดปกตินี้สามารถถ่ายทอดไปยังรุ่นต่อไปได้หรือไม่

จากการอภิปรายนักเรียนควรสรุปได้ว่า สัตว์เผือกมีลักษณะที่ต่างไปจากปกติเช่น สีขนเป็นสีขาว สีของดวงตาเป็นสีแดง แม้ว่าสัตว์เผือกจะมีลักษณะบางอย่างที่ผิดปกติแต่ลักษณะส่วนใหญ่ ยังคงเหมือนกับพ่อแม่ ลักษณะเผือกนี้สามารถถ่ายทอดไปยังรุ่นต่อไปได้ลักษณะที่เปลี่ยนแปลงไป เกิดจากการเปลี่ยนแปลงของ DNA และโครโมโซม เรียกลักษณะนี้ว่า การกลายหรือมิวเทชันในกรณีของกระต่ายสีขาวซึ่งมีลักษณะเผือกแต่ถูกนำมาขยายพันธุ์เพิ่มจำนวนเป็นสัตว์เลี้ยงจนพบเห็นได้ทั่วไป

ครูถามนักเรียนว่า นักเรียนเคยเห็นสัตว์ที่มีลักษณะเผือกบ่อยหรือไม่ คำตอบของนักเรียนอาจมีได้หลากหลาย ครูให้ความรู้ที่ มิวเทชันสามารถเกิดขึ้นเองตามธรรมชาติแต่เกิดในอัตราที่ต่ำมาก มิวทาเจน เช่น รังสีและสารเคมีต่าง ๆ ชักนำให้เกิดมิวเทชันเพิ่มขึ้นได้มิวทาเจนบางชนิดเป็นสิ่งก่อมะเร็ง ถ้าได้รับในปริมาณมากหรือบ่อยครั้ง จะทำให้เป็นมะเร็งได้

การเกิดมิวเทชันแบ่งออกเป็นมิวเทชันระดับยีนและมิวเทชันระดับโครโมโซม ซึ่งมีรายละเอียดดังนี้

มิวเทชันระดับยีน ครูให้นักเรียนสืบค้นข้อมูลเกี่ยวกับมิวเทชันระดับยีน และศึกษารูป 4.24 ในหนังสือเรียน จากนั้นตอบคำถามซึ่งมีแนวคำตอบดังนี้

- จากรูป 4.24 การเปลี่ยนแปลงของเบสใน DNA เป็นอย่างไร และส่งผลอย่างไรต่อ DNA สายใหม่

(ในการจำลองดีเอ็นเอครั้งแรก มีการจับคู่ของเบสผิคู่เบส G ควรจะจับคู่กับเบส C แต่ไปจับคู่ กับเบส T แทน และเมื่อสายพอลินิวคลีโอไทด์ที่มีเบส T นี้ไปเป็นแม่แบบ ในการสร้างพอลินิวคลีโอไทด์สายใหม่ เบส T จะไปจับกับเบส A ดังนั้นลำดับของเบสในสาย DNA สายนี้ จึงเปลี่ยนแปลงไป)

ขั้นที่ 2 สำรวจค้นหา (Exploration phase)

ครูให้นักเรียนศึกษาอีโมโกลบินที่ผิดปกติของคนที่เป็นโรคโลหิตจางชนิดซิกเคิลเซลล์โดยการเปรียบเทียบกับอีโมโกลบินของคนปกติโดยใช้รูป 4.25 ในหนังสือเรียน จากรูปจะเห็นว่าลำดับกรดแอมิโนลำดับที่ 6 ในสายปิตาของโมเลกุลอีโมโกลบินของคนปกติเป็นกรดกลูตามิก ส่วนคนที่เป็นโรคโลหิตจางชนิดซิกเคิลเซลล์เป็นวาลีน ส่วนคำถามในหนังสือเรียนมีแนวคำตอบดังนี้

- ผู้ป่วยโรคโลหิตจางชนิดซิกเคิลเซลล์มีลำดับของกรดแอมิโนในอีโมโกลบินสายปิตาแตกต่างจากคนปกติอย่างไร

(แตกต่างกันคือ กรดแอมิโนตำแหน่งที่ 6 ของพอลิเพปไทด์สายปิตาของอีโมโกลบิน

ในคนปกติ เป็นกรดกลูตามิก ส่วนในคนที่เป็นโรคโลหิตจางชนิดซิกเคิลเซลล์จะเป็นวาลีน)

- ลักษณะทางพันธุกรรมของโรคโลหิตจางชนิดซิกเคิลเซลล์เกี่ยวข้องกับ DNA และโปรตีนอย่างไร

(เมื่อเบสของ DNA เปลี่ยนไป การสังเคราะห์โปรตีนอีโมโกลบินจะผิดปกติทำให้คนที่มี

ลักษณะทางพันธุกรรมเช่นนี้เป็นโรคโลหิตจางชนิดซิกเคิลเซลล์)

จากนั้นครูตั้งคำถามเพื่อนำไปสู่การสืบค้นว่า กรดกลูตามิกในสายปิตาของโมเลกุลอีโมโกลบินเปลี่ยนเป็นวาลีนได้อย่างไร ครูเปิดโอกาสให้นักเรียนอภิปรายร่วมกันพร้อมทั้งศึกษารูป 4.26 ในหนังสือเรียน ประกอบซึ่งแสดงการเกิดมิวเทชัน ซึ่งนักเรียนควรสรุปได้ว่า มีการแทนที่คู่เบสแล้วได้กรดแอมิโนชนิดใหม่ อาจจะเกิดจากความผิดพลาดขณะที่ DNA มีการจำลองตัวเอง ดังนั้นเมื่อ DNA ที่สังเคราะห์มาได้ถ่ายทอดรหัสให้ mRNA การแปลรหัสจาก mRNA จึงได้กรดแอมิโนที่แตกต่างจากเดิม แล้วตอบคำถามซึ่งมีแนวคำตอบดังนี้

- การเกิดมิวเทชันแบบการแทนที่คู่เบสทำให้เกิดผลเสียเสมอไปหรือไม่ เพราะเหตุใด

(ไม่เสมอไปถ้ามีการแทนที่คู่เบสแล้วได้กรดแอมิโนชนิดเดิมจะไม่มีผลต่อฟีโนไทป์ของ

สิ่งมีชีวิตนั้น)

ขั้นที่ 3 ขั้นอธิบายและลงสรุป (Explanation phase)

มิวเทชันระดับโครโมโซม

ครูให้นักเรียนสืบค้นข้อมูลเกี่ยวกับมิวเทชันระดับโครโมโซม จากการสืบค้นข้อมูลและการอภิปราย นักเรียนควรสรุปประเด็นสำคัญเกี่ยวกับมิวเทชันระดับโครโมโซม ดังนี้

1. การเปลี่ยนแปลงโครงสร้างของโครโมโซม อาจมีสาเหตุมาจากความผิดปกติในการแบ่งเซลล์แบบไมโอซิส รังสีต่าง ๆ หรือสารเคมีจึงทำให้เกิดเซลล์สืบพันธุ์ที่ผิดปกติซึ่งเกิดขึ้นได้หลาย แบบ เช่น บางส่วนของโครโมโซมขาดหายไปอาจเกิดที่ส่วนปลายหรือส่วนกลางแห่ง โครโมโซม ความผิดปกตินี้ทำให้เกิดกลุ่มอาการครีดูชา บางส่วนของโครโมโซมที่ขาดไป อาจจะกลับมาต่อใหม่แต่ต่อแบบกลับทิศทำให้ลำดับของยีนเปลี่ยนไป บางส่วนของ โครโมโซมเกินมาจากปกติส่วนที่เกินอาจมาจากโครโมโซมที่เป็นคู่กัน และการเคลื่อนย้าย ชิ้นส่วนของโครโมโซมที่ต่างคู่กัน จากการเปลี่ยนแปลงโครงสร้างของโครโมโซมทำให้จำนวน ของนิวคลีโอไทด์และลำดับของนิวคลีโอไทด์เปลี่ยนไป ซึ่งทำให้รหัสพันธุกรรมและ การสังเคราะห์โปรตีนเปลี่ยนไป มีผลทำให้เกิดการเปลี่ยนแปลงของฟีโนไทป์ซึ่งอาจ ทำให้เกิดโรคต่าง ๆ ได้

2. การเปลี่ยนแปลงจำนวนโครโมโซม อาจมีสาเหตุมาจากความผิดปกติในการแบ่งเซลล์แบบไมโอซิส คือ เกิด nondisjunction ซึ่งฮอโมโลกัสโครโมโซมไม่แยกจากกันขณะแบ่งเซลล์ในระยะไมโอซิส I หรือไมโอซิส II มีผลทำให้เซลล์สืบพันธุ์มีจำนวนโครโมโซมขาดหรือเกินเป็นแท่ง ซึ่งเกิดขึ้นได้ทั้งอโโตโซมและโครโมโซมเพศ ความผิดปกตินี้ทำให้เกิดกลุ่มอาการดาวน์ กลุ่มอาการเทิร์นเนอร์หรือกลุ่มอาการและโรคอื่น ๆ นอกจากนี้จำนวนโครโมโซมขาดหรือเกินเป็นชุด เรียกว่า พอลิพลอยด์มักพบในพืชซึ่งทำให้ขนาดของดอกและผลใหญ่ขึ้น ซึ่ง มนุษย์นำมาใช้ประโยชน์ในการปรับปรุงพันธุ์พืชได้แต่ถ้าเกิดกับสัตว์โดยเฉพาะสัตว์เลี้ยงลูกด้วยน้ำนมมักจะเกิดผลเสียมากกว่าผลดี

ขั้นที่ 4 ขยายความรู้ (Expansion phase)

จากนั้นครูให้นักเรียนตอบคำถามในหนังสือเรียน ซึ่งมีแนวคำตอบดังนี้

- การเปลี่ยนแปลงโครโมโซมแบบใดที่สร้างความผิดปกติได้ยากภายใต้กล้องจุลทรรศน์
เพราะเหตุใด

(การเปลี่ยนแปลงโครโมโซมแบบที่บางส่วนขาดหายไปแล้วกลับมาต่อใหม่แต่ต่อแบบกลับทิศเนื่องจากจะเห็นโครโมโซมมีขนาดเท่าเดิม)

จากนั้นครูให้นักเรียนวิเคราะห์ข้อมูลและสืบค้นข้อมูลเกี่ยวกับกลุ่มอาการครีดูชาและกลุ่มอาการดาวน์แล้วตอบคำถามในหนังสือเรียน ซึ่งมีแนวคำตอบดังนี้



กรณีศึกษา แผนภาพโครโมโซมของกลุ่มอาการครีดูชา

1. กลุ่มอาการครีดูชาเกิดจากความผิดปกติของโครโมโซมคู่ใด และโครโมโซมนั้นมีความผิดปกติอย่างไร
✏️ แขนข้างสั้นของโครโมโซมคู่ที่ 5 ขาดหายไปบางส่วน
2. จำนวนโครโมโซมมีการเปลี่ยนแปลงหรือไม่ อย่างไร
✏️ จำนวนโครโมโซมไม่เปลี่ยนแปลง
3. แผนภาพนี้เป็นของทารกเพศใด ทราบได้อย่างไร
✏️ เพศชาย เพราะโครโมโซมเพศเป็น XY
4. จากการสืบค้นข้อมูล กลุ่มอาการครีดูชามีลักษณะความผิดปกติอย่างไร
✏️ มีลักษณะผิดปกติ คือ ศีรษะเล็ก ใบหน้ากลม ตาเล็กอยู่ห่างกันและเฉียง ตั้งจมูกแบน ใบหูอยู่ต่ำกว่าปกติ เส้นสายเสียงผิดปกติ ทำให้เสียงเล็กแหลมคล้ายเสียงร้องของแมว ปัญญาอ่อน อาจมีชีวิตอยู่ได้จนเป็นผู้ใหญ่



กรณีศึกษา แผนภาพโครโมโซมของกลุ่มอาการดาวน์

1. การเปลี่ยนแปลงของโครโมโซมมีความผิดปกติอย่างไร
✏ โครโมโซมคู่ที่ 21 เกินมา 1 โครโมโซม
2. แผนภาพนี้เป็นของทารกเพศใด ทราบได้อย่างไร
✏ เพศหญิง เพราะโครโมโซมเพศเป็น XX
3. จากการสืบค้นข้อมูล กลุ่มอาการดาวน์มีลักษณะความผิดปกติอย่างไร
✏ กลุ่มอาการดาวน์ มีลักษณะผิดปกติคือ รูปร่างเตี้ย ตาห่าง หางตาขึ้น ลิ้นโตคับปาก คอสั้นกว้าง นิ้วมือนิ้วเท้าสั้น เส้นลายมือผิดปกติ ปัญญาอ่อน

ขั้นที่ 5 ขั้นประเมิน (Evaluation phase)

ครูอาจตั้งประเด็นเพื่อให้นักเรียนร่วมกันอภิปรายว่า มิวเทชันที่เกิดขึ้นจะมีผลต่อสิ่งมีชีวิตชนิดนั้นอย่างไร นักเรียนควรนำความรู้ที่ได้จากการศึกษาเรื่องมิวเทชันมาใช้ในการวิเคราะห์และสรุปได้ว่า การเกิดมิวเทชันมีทั้งระดับยีนและระดับโครโมโซม ถ้าเกิดมิวเทชันมากอาจส่งผลทำให้ลำดับของนิวคลีโอไทด์หรือโครงสร้างหรือจำนวนของโครโมโซมเปลี่ยนแปลงไปมาก ซึ่งอาจมีผลต่อการกำหนด ลักษณะของสิ่งมีชีวิตนั้น และอาจส่งผลต่อการอยู่รอดของสิ่งมีชีวิต แต่ถ้ามิวเทชันที่เกิดในสิ่งมีชีวิตนั้น น้อยอาจไม่มีผลทำให้ลักษณะของสิ่งมีชีวิตนั้นเปลี่ยนแปลงไปจากเดิม มิวเทชันที่เกิดที่เซลล์สืบพันธุ์ จะสามารถถ่ายทอดไปยังรุ่นต่อ ๆ ไปได้ มีผลทำให้เกิดการแปรผันทางพันธุกรรม จึงทำให้ลักษณะทาง พันธุกรรมของสิ่งมีชีวิตเปลี่ยนแปลง นอกจากนี้สามารถชักนำให้เกิดมิวเทชันเพื่อใช้ในการปรับปรุงพันธุ์พืช

สื่อและแหล่งเรียนรู้

1. สื่อการเรียนรู้

- 1.1 สื่อ Power point เรื่อง โครโมโซมและสารพันธุกรรม

2. แหล่งการเรียนรู้

- 2.1 หนังสือเรียนชีววิทยา เล่ม 2 ของสถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี

การวัดผลและประเมินผล

1. การวัดผล

1.1 วิธีการวัดผล

- 1) ประเมินใบงานรายบุคคลของนักเรียน
- 2) ตรวจแบบทดสอบย่อยหลังเรียน

2. เครื่องมือการวัดผล

- 2.1 แบบประเมินใบงานรายบุคคลของนักเรียน
- 2.2 แบบทดสอบย่อยหลังเรียน

3. การประเมินผล

- 3.1 นักเรียนส่งใบงานและมีผลการเรียนร้อยละ 80
- 3.2 นักเรียนผ่านเกณฑ์การทดสอบย่อยหลังเรียนและมีผลการเรียนเฉลี่ยร้อยละ 80

บันทึกความคิดเห็นหัวหน้ากลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี

แผนการจัดการเรียนรู้

- ☐ เน้นผู้เรียนเป็นสำคัญ
- ☐ มีการใช้สื่อ/นวัตกรรม/เทคโนโลยีในกิจกรรมการเรียนการสอน
- ☐ จัดกิจกรรมเหมาะสมกับผู้เรียน
- ☐ มีการจำแนกผู้เรียนตามความเหมาะสม/คำนึงถึงความแตกต่างระหว่างบุคคล
- ☐ มีการบูรณาการ
- ☐ มีการวัดผล ประเมินผลตรงตามตัวชี้วัด/ผลการเรียนรู้/กิจกรรม
- ☐ มีการวัดผล ประเมินผล ตามสภาพจริง
- ☐ ข้อเสนอแนะเพิ่มเติม

.....

ลงชื่อ.....

(นางศรีสุภาพ ประพันธ์มิตร)

หัวหน้ากลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี

วันที่..... เดือน พ.ศ.

ข้อคิดเห็น / ข้อเสนอแนะของผู้บริหารสถานศึกษา

- ☐ อนุญาตให้ใช้ในกิจกรรมการเรียนการสอนได้
- ☐ ไม่อนุญาตให้ใช้ในการจัดกิจกรรมการเรียนการสอน
- ☐ ข้อเสนอแนะ

.....

.....

ลงชื่อ.....

(นายประภาส ศรีทอง)

รองผู้อำนวยการกลุ่มบริหารวิชาการ

วันที่..... เดือน พ.ศ.

บันทึกหลังสอน

1. นักเรียนที่ใช้สอน นักเรียนชั้น ม. จำนวน.....คน

2. ผลการจัดกิจกรรมการเรียนการสอน

- | | | | | |
|--|--------------------------------|-----------------------------|--------------------------------|---------------------------------------|
| 2.1) ความเหมาะสมของระยะเวลา | ☐ ดีมาก | ☐ ดี | ☐ พอใช้ | ☐ ต้องปรับปรุง |
| 2.2) ความเหมาะสมของเนื้อหา | ☐ ดีมาก | ☐ ดี | ☐ พอใช้ | ☐ ต้องปรับปรุง |
| 2.3) ความเหมาะสมของกิจกรรม | ☐ ดีมาก | ☐ ดี | ☐ พอใช้ | ☐ ต้องปรับปรุง |
| 2.4) ความเหมาะสมของสื่อการสอนที่ใช้ | ☐ ดีมาก | ☐ ดี | ☐ พอใช้ | ☐ ต้องปรับปรุง |
| 2.5) การมีส่วนร่วมของนักเรียน | ☐ ดีมาก | ☐ ดี | ☐ พอใช้ | ☐ ต้องปรับปรุง |
| 2.6) ผลการปฏิบัติกิจกรรม/ใบงาน การทดสอบหลังเรียน | | | | |

1) การประเมินด้านความรู้

ผลการทดสอบหลังการเรียนพบว่า นักเรียนได้คะแนนเฉลี่ย.....จากคะแนนเต็ม
มีนักเรียนร้อยละ ไม่ผ่านเกณฑ์ขั้นต่ำที่กำหนดไว้คือร้อยละ

2) การประเมินด้านทักษะกระบวนการ ผลการประเมินโดยการสังเกตพฤติกรรมพบว่า มีนักเรียนร้อยละ ผ่านเกณฑ์การประเมินและมีนักเรียนร้อยละ ไม่ผ่านเกณฑ์การประเมินที่กำหนดไว้ ในระดับดีขึ้นไป

3) การประเมินด้านเจตคติ ผลการประเมินพบว่า มีนักเรียนร้อยละ ผ่านเกณฑ์การประเมิน และมีนักเรียนร้อยละ ไม่ผ่านเกณฑ์การประเมินขั้นต่ำที่กำหนดไว้ระดับ 3 ขึ้นไป

3. ปัญหาและอุปสรรค

.....
.....

4. ข้อเสนอแนะ/แนวทางแก้ไข

.....
.....

ลงชื่อ.....ครูผู้สอน

(นางแหลมทอง ชินรัตน์)

ตำแหน่ง ครู