

แบบฟอร์มแผนการจัดการเรียนรู้

ชื่อ-นามสกุล.....นางสาวณิชา นาม.....โรงเรียน.....บัวใหญ่.....
 รายวิชา.....ชีววิทยาเพิ่มเติม 2.....ระดับชั้น.....มัธยมศึกษาปีที่ 4.....
 ชื่อหน่วยการเรียนรู้.....วิวัฒนาการของสิ่งมีชีวิต.....เวลา.....15.....ชั่วโมง
 แผนการจัดการเรียนรู้ที่.....1.....เรื่อง.....หลักฐานที่สนับสนุนวิวัฒนาการของสิ่งมีชีวิต.....เวลา.....3.....ชั่วโมง

1. สารสำคัญ

สิ่งมีชีวิตในปัจจุบันเป็นลูกหลานที่มีลักษณะที่แตกต่างจากบรรพบุรุษในอดีต โดยผ่านการเปลี่ยนแปลงทางพันธุกรรม ที่ละเล็กละน้อย มีการสะสมลักษณะที่เหมาะสมกับสภาพแวดล้อมในขณะนั้นๆ เป็นเวลานานหลายชั่วรุ่น การเปลี่ยนแปลงของสิ่งมีชีวิตจากอดีตจนถึงปัจจุบัน เรียกว่า วิวัฒนาการของสิ่งมีชีวิต หลักฐานที่บ่งบอกว่าสิ่งมีชีวิตมีวิวัฒนาการศึกษาได้จาก ซากดึกดำบรรพ์กายวิภาคเปรียบเทียบ วิทยาเอ็มบริโอ ชีววิทยาโมเลกุล และการแพร่กระจายของสิ่งมีชีวิตทางภูมิศาสตร์ เป็นต้น

2. สารสำคัญ

สิ่งมีชีวิตในปัจจุบันเป็นลูกหลานที่มีลักษณะที่แตกต่างจากบรรพบุรุษในอดีต โดยผ่านการเปลี่ยนแปลงทางพันธุกรรม ที่ละเล็กละน้อย มีการสะสมลักษณะที่เหมาะสมกับสภาพแวดล้อมในขณะนั้นๆ เป็นเวลานานหลายชั่วรุ่น การเปลี่ยนแปลงของสิ่งมีชีวิตจากอดีตจนถึงปัจจุบัน เรียกว่า วิวัฒนาการของสิ่งมีชีวิต หลักฐานที่บ่งบอกว่าสิ่งมีชีวิตมีวิวัฒนาการศึกษาได้จาก ซากดึกดำบรรพ์กายวิภาคเปรียบเทียบ วิทยาเอ็มบริโอ ชีววิทยาโมเลกุล และการแพร่กระจายของสิ่งมีชีวิตทางภูมิศาสตร์ เป็นต้น

3. ผลการเรียนรู้และสาระการเรียนรู้เพิ่มเติม

สาระชีววิทยา

ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4

ข้อที่ 2 เข้าใจการถ่ายทอดลักษณะทางพันธุกรรม การถ่ายทอดยีนบนโครโมโซม สมบัติ และหน้าที่ของสารพันธุกรรม การเกิดมิวเทชัน เทคโนโลยีทางดีเอ็นเอ หลักฐาน ข้อมูลและแนวคิดเกี่ยวกับวิวัฒนาการของสิ่งมีชีวิต ภาวะสมดุลของฮาร์ดี-ไวน์เบิร์ก

การเกิดสปีชีส์ใหม่ ความหลากหลายทางชีวภาพ กำเนิดของสิ่งมีชีวิต ความหลากหลายของสิ่งมีชีวิต และอนุกรมวิธาน รวมทั้งนำความรู้ไปใช้ประโยชน์

ผลการเรียนรู้ ข้อที่ 12 สืบค้นข้อมูลและอธิบายเกี่ยวกับหลักฐานที่สนับสนุนและข้อมูลที่ใช้อธิบายการเกิดวิวัฒนาการของสิ่งมีชีวิต

สาระการเรียนรู้เพิ่มเติม

- หลักฐานที่ทำให้เชื่อว่าสิ่งมีชีวิตมีวิวัฒนาการ เช่น ซากดึกดำบรรพ์กายวิภาคเปรียบเทียบ วิทยาเอ็มบริโอ การแพร่กระจายของสิ่งมีชีวิตทางภูมิศาสตร์การศึกษาทางชีวภูมิศาสตร์และด้านชีววิทยาระดับโมเลกุล

- มนุษย์มีการสืบสายวิวัฒนาการมาเป็นเวลานาน โดยมีหลักฐานที่สนับสนุนจากซากดึกดำบรรพ์ของบรรพบุรุษมนุษย์ ที่ค้นพบ และจากการเปรียบเทียบลำดับเบสบน DNA ระหว่างมนุษย์ กับไพรเมตอื่นๆ

4. สมรรถนะสำคัญของผู้เรียน

1) สมรรถนะที่.....1.....ความสามารถในการสื่อสาร.....

ตัวชี้วัดที่.....1.....ใช้ภาษาถ่ายทอดความรู้ ความเข้าใจ ความคิด ความรู้สึกและทัศนะของตนเองด้วยการพูดและ
 การเขียน.....

พฤติกรรมบ่งชี้ 3 เขียนถ่ายทอดความรู้ความเข้าใจจากสารที่อ่าน ฟัง หรือดูด้วยภาษาของตนเองพร้อม.....

ยกตัวอย่าง.....

2) สมรรถนะที่ 2 ความสามารถในการคิด.....

ตัวชี้วัดที่ 1 คิดพื้นฐาน (การคิดวิเคราะห์).....

พฤติกรรมบ่งชี้ 1 จำแนก จัดหมวดหมู่ จัดลำดับความสำคัญและเปรียบเทียบข้อมูลในบริบทต่าง ๆ.....

3) สมรรถนะที่ 2 ความสามารถในการคิด.....

ตัวชี้วัดที่ 1 คิดพื้นฐาน (การคิดวิเคราะห์).....

พฤติกรรมบ่งชี้ 2 เชื่อมโยงความสัมพันธ์ของส่วนประกอบของข้อมูลในบริบทต่าง ๆ.....

4) สมรรถนะที่ 2 ความสามารถในการคิด.....

ตัวชี้วัดที่ 2 คิดขั้นสูง (การคิดสังเคราะห์ คิดสร้างสรรค์ คิดอย่างมีวิจารณญาณ).....

พฤติกรรมบ่งชี้ 2 เชื่อมโยงความสัมพันธ์ของส่วนประกอบของข้อมูลในบริบทต่าง ๆ.....

5. คุณลักษณะอันพึงประสงค์

1) ซื่อสัตย์

- ตอบคำถามหรือให้ข้อมูลที่ถูกต้องตามข้อเท็จจริง
- ไม่ลอกคำตอบของเพื่อน

2) มีวินัย

- ปฏิบัติตามข้อตกลง กฎเกณฑ์ต่างๆ ที่กำหนดในกิจกรรมการเรียนรู้
- ตรงต่อเวลาในการปฏิบัติกิจกรรม

3) ใฝ่เรียนรู้

- แสวงหาข้อมูลจากแหล่งการเรียนรู้ต่างๆ
- มีการจดบันทึกความรู้อย่างเป็นระบบ
- สรุปความรู้ได้อย่างมีเหตุผล

4) มุ่งมั่นในการทำงาน

- มีความตั้งใจและพยายามในการทำงานที่ได้รับมอบหมายจนสำเร็จ

5) มีจิตสาธารณะ

- อาสาทำงาน แบ่งปันสิ่งของ และช่วยแก้ปัญหาร่วมกับผู้อื่นอย่างสร้างสรรค์

6. เป้าหมายการเรียนรู้เชิงสมรรถนะ (เฉพาะแผนฯนี้)

เป้าหมายเชิงสมรรถนะ : วิเคราะห์ข้อมูลจากหลักฐานที่สนับสนุนวิวัฒนาการของสิ่งมีชีวิต เพื่อสร้างคำอธิบายทางวิทยาศาสตร์เกี่ยวกับวิวัฒนาการของสิ่งมีชีวิต

7. จุดประสงค์การเรียนรู้

7.1 ด้านความรู้ (Knowledge)

- (1) สืบค้นข้อมูล อภิปราย วิเคราะห์และสรุปหลักฐานต่างๆ ที่สนับสนุน และข้อมูลที่ใช้อธิบายการเกิดวิวัฒนาการของ

สิ่งมีชีวิต

7.2 ด้านทักษะ (Skills)

- (1) ใช้กระบวนการสืบเสาะหาความรู้
- (2) ใช้ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ (การสังเกต และการลงความเห็นจากข้อมูล)

7.3 ด้านคุณลักษณะ (Attribute)

- (1) มีเหตุผล
- (2) มีความรับผิดชอบ
- (3) มีความซื่อสัตย์
- (4) มีระเบียบวินัย

8. เนื้อหาสาระ

วิวัฒนาการทางชีววิทยา (Evolution) หมายถึง กระบวนการถ่ายทอดเผ่าพันธุ์ผ่านการปรับเปลี่ยน เป็นการเปลี่ยนแปลงองค์ประกอบของยีนในธรรมชาติที่ละน้อยจากดั้งเดิม สืบต่อกันมาเป็นระยะเวลายาวนาน จนกลายเป็นสิ่งมีชีวิตที่แตกต่างไปจากเดิมทั้งทางด้านกายภาพและพฤติกรรม ซึ่งเป็นผลมาจากการเปลี่ยนแปลงทางด้านพันธุกรรมและสิ่งแวดล้อม วิวัฒนาการเกิดขึ้นได้ในระดับประชากร (Population) จึงถือได้ว่าเป็นระดับที่สำคัญสำหรับการเกิดวิวัฒนาการ

การศึกษาวิวัฒนาการของสิ่งมีชีวิต ถือเป็นแกนหลักสำหรับวิทยาศาสตร์ชีวภาพทุกสาขาวิชา เช่น วิชาพฤติกรรม นิเวศวิทยา ประชากร อนุกรมวิธาน พันธุศาสตร์ สรีรวิทยา สันฐานวิทยา และชีววิทยาเชิงโมเลกุล ทำให้เข้าใจพื้นฐานของสิ่งมีชีวิตทุกชนิด เพราะปรากฏการณ์ต่างๆ ที่เกิดขึ้นในทางชีววิทยาสามารถอธิบายได้โดยอาศัยหลักวิวัฒนาการ กล่าวอีกนัยหนึ่งก็คือ ปรากฏการณ์ทางชีววิทยาทั้งหลายล้วนแล้วแต่มีมูลเหตุมาจากการวิวัฒนาการ

หลักฐานที่สนับสนุนทฤษฎีวิวัฒนาการของสิ่งมีชีวิต ได้แก่

- (1) หลักฐานทางบรรพชีวิน (Paleontology) โดยการศึกษาซากดึกดำบรรพ์ (Fossil record) ในยุคต่างๆ ทำให้ทราบถึงวิวัฒนาการความเป็นมาของสิ่งมีชีวิตนั้นๆ ได้
 - ซากดึกดำบรรพ์ของม้า *Eohippus sp.* เป็นซากดึกดำบรรพ์ของสิ่งมีชีวิตที่มีความสมบูรณ์มากที่สุด ทำให้เห็นถึงวิวัฒนาการว่าในอดีตมามีขนาดเล็ก คอสั้น มีนิ้วเท้า 4 นิ้ว ต่อมาปรับตัวให้มีขนาดใหญ่ขึ้น คอยาวขึ้น นิ้วเท้าลดเหลือเพียง 1 นิ้ว มีฟันบดที่ซับซ้อนขึ้นเพื่อให้เหมาะในการกินหญ้าเป็นอาหาร
- (2) หลักฐานจากกายวิภาคเปรียบเทียบ (Comparative anatomy) โดยใช้ความรู้ทางกายวิภาคศาสตร์เป็นเกณฑ์เปรียบเทียบโครงสร้างอวัยวะต่างๆ ในสิ่งมีชีวิตต่างชนิดกัน
- (3) หลักฐานจากคัพภวิทยาเปรียบเทียบ (Comparative embryology) เป็นการเปรียบเทียบการเจริญของตัวอ่อน (Embryo) ซึ่งหากใกล้เคียงกันแสดงว่ามีวิวัฒนาการร่วมกัน เช่น ลักษณะเด่นในไฟลัมคอร์ดาตา คือ โนโตคอร์ด (Notochord), ไซสันหลังยาวกลวงทางด้านหลัง (Dorsal hollow nerve tube), หางที่ประกอบด้วยกล้ามเนื้อ (Muscular tail) ต่อบริเวณก้น และช่องเหงือก (Gill slit)
- (4) หลักฐานทางชีวภูมิศาสตร์ (Biogeography) เป็นการศึกษาการแพร่กระจายของสิ่งมีชีวิตชนิดต่างๆ ทำให้ทราบว่าสิ่งมีชีวิตในปัจจุบันมีวิวัฒนาการมาจากสิ่งมีชีวิตในอดีต โดยภูมิอากาศและภูมิประเทศจะเป็นตัวกำหนดที่ทำให้มีการแพร่กระจายพันธุ์ของพืชและสัตว์แตกต่างกันไป ขึ้นกับความเหมาะสมของสภาพแวดล้อมและสิ่งกีดขวางต่างๆ เช่น ภูเขาหรือทะเลทราย จนเป็นผลทำให้เกิดการแบ่งแยกสปีชีส์ (Species) ในที่สุด

(5) หลักฐานจากชีววิทยาระดับโมเลกุล (Molecular biology) เป็นหลักฐานเดียวที่ไม่ได้อยู่ในยุคของดาร์วิน เป็นการใช้ความรู้ทางพันธุศาสตร์และเทคโนโลยีเพื่อเปรียบเทียบหลักฐานเกี่ยวกับสารพันธุกรรมหรือดีเอ็นเอ โดยความเหมือนหรือความแตกต่างของลำดับเบสในดีเอ็นเอของสิ่งมีชีวิตแต่ละชนิดสามารถใช้บ่งชี้ถึงความใกล้ชิดกันทางวิวัฒนาการของสิ่งมีชีวิตได้ กล่าวคือ สิ่งมีชีวิตที่มีความใกล้ชิดกันเชิงวิวัฒนาการจะมีความเหมือนกันของดีเอ็นเอมากกว่าสิ่งมีชีวิตกลุ่มอื่น และเนื่องจากโปรตีนเป็นผลิตภัณฑ์จากรหัสของดีเอ็นเอ ดังนั้นจึงอาจใช้การศึกษาเปรียบเทียบความต่างของโปรตีนในการเปรียบเทียบความต่างของยีนในสิ่งมีชีวิตเพื่อศึกษาวิวัฒนาการได้เช่นกัน

9. สื่อและแหล่งการเรียนรู้

9.1 สื่อการเรียนรู้

ที่	รายการ	หมายเหตุ
(1)	ใบกิจกรรมที่ 1 เรียนรู้วิวัฒนาการจากหลักฐานทางวิทยาศาสตร์	ตามจำนวนกลุ่ม
(2)	ใบกิจกรรมที่ 2 ศูนย์กิจกรรมสำรอง	ตามจำนวนกลุ่ม
(3)	แบบบันทึกกิจกรรมที่ 1 การศึกษาหลักฐานจากซากดึกดำบรรพ์ของม้า	ตามจำนวนกลุ่ม
(4)	แบบบันทึกกิจกรรมที่ 2 การศึกษาหลักฐานจากกายวิภาคเปรียบเทียบ	ตามจำนวนกลุ่ม
(5)	แบบบันทึกกิจกรรมที่ 3 การศึกษาหลักฐานจากคัพภวิทยาเปรียบเทียบ	ตามจำนวนกลุ่ม
(6)	แบบบันทึกกิจกรรมที่ 4 การศึกษาหลักฐานทางชีวภูมิศาสตร์	ตามจำนวนกลุ่ม
(7)	แบบบันทึกกิจกรรมที่ 5 การศึกษาหลักฐานทางชีววิทยาระดับโมเลกุล	ตามจำนวนกลุ่ม
(8)	แบบบันทึกศูนย์กิจกรรมสำรอง นกพันธุ์ใหม่	ตามจำนวนกลุ่ม
(9)	ใบความรู้ที่ 1 การศึกษาหลักฐานจากซากดึกดำบรรพ์ของม้า	ตามจำนวนนักเรียน
(10)	ใบความรู้ที่ 2 ทฤษฎีการเลื่อนไหลของทวีปกับหลักฐานทางชีวภูมิศาสตร์	ตามจำนวนนักเรียน
(11)	ใบความรู้ที่ 3 ชีววิทยาระดับโมเลกุลกับวิวัฒนาการของสิ่งมีชีวิต	ตามจำนวนนักเรียน
(12)	อนุทิน	ตามจำนวนนักเรียน
(13)	แบบทดสอบหลังเรียนและกระดาษคำตอบ	ตามจำนวนนักเรียน

9.2 วัสดุอุปกรณ์

- ดินสอสี 1 กล่อง สำหรับศูนย์กิจกรรมที่ 2 หลักฐานจากกายวิภาคเปรียบเทียบ
 - ซองกระดาษ* สำหรับศูนย์กิจกรรมที่ 3 หลักฐานทางคัพภวิทยาเปรียบเทียบ
 - * ครูใส่ภาพแบบแผนการเจริญเติบโตของเอ็มบริโอของสัตว์มีกระดูกสันหลังและปิดผนึกไว้ ดังนี้
 - ซองที่ 1 ภาพแบบแผนการเจริญเติบโตของเอ็มบริโอของสัตว์มีกระดูกสันหลัง ระยะต้น
 - ซองที่ 2 ภาพแบบแผนการเจริญเติบโตของเอ็มบริโอของสัตว์มีกระดูกสันหลัง ระยะกลาง
 - ซองที่ 3 ภาพแบบแผนการเจริญเติบโตของเอ็มบริโอของสัตว์มีกระดูกสันหลัง ระยะปลาย
 - แบบจำลองลูกโลกแสดงการเลื่อนไหลของทวีป สำหรับศูนย์กิจกรรมที่ 4 หลักฐานทางชีวภูมิศาสตร์
 - สื่อศูนย์กิจกรรมสำรองนกพันธุ์ใหม่ สำหรับศูนย์กิจกรรมสำรอง
- แหล่งการเรียนรู้
- อินเทอร์เน็ตสำหรับการสืบค้นเว็บไซต์ข้อมูลหลักฐานทางวิวัฒนาการของสิ่งมีชีวิต

10. วิธีการดำเนินกิจกรรม ตามแนวคิด Active Learning

(แนวคิด/รูปแบบการสอน/วิธีการสอน : การจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้.....)

>>>>>>>>

ขั้นที่ 1 สร้างความสนใจ (ใช้เวลาประมาณ 5 - 10 นาที)

1) ครูสร้างบรรยากาศการเรียนรู้อย่างมีส่วนร่วม กระตุ้นให้นักเรียนให้ความสนใจเกี่ยวกับลักษณะการทำงานของนักวิทยาศาสตร์โดยแสดงภาพนำเสนอที่ 1 ซากดึกดำบรรพ์ของสิ่งมีชีวิตชนิดหนึ่ง ทางจอฉายภาพนิ่ง ให้นักเรียนทั้งชั้นสังเกตพร้อมกัน จากนั้นให้นักเรียนช่วยกันวิเคราะห์และแลกเปลี่ยนเรียนรู้เกี่ยวกับภาพซากดึกดำบรรพ์ที่ได้จากการสังเกตของนักเรียนแต่ละคน นั้นมีลักษณะอย่างไร คล้ายสิ่งมีชีวิตชนิดใดในปัจจุบัน และเปิดโอกาสให้นักเรียนแสดงความคิดเห็นเกี่ยวกับวิธีการพิสูจน์ว่าเป็นซากดึกดำบรรพ์ของสิ่งมีชีวิตชนิดใด โดยครูใช้คำถามดังนี้ (ในขั้นนี้ครูทำหน้าที่รับฟังและอาจถามต่อว่า มีอะไรอีกไหม? หรือ เหตุใดจึงคิดเช่นนั้น? หรือ “เป็นความคิดที่น่าสนใจ” หรือ “เป็นคำตอบที่ดีมาก”)

Q.1: นักเรียนสังเกตเห็นอะไรบ้าง?

(แนวคำตอบ) ขึ้นอยู่กับคำตอบของนักเรียน โดยแสดงให้เห็นถึงความสามารถในการสังเกต เช่น เป็นซากดึกดำบรรพ์ของสัตว์มีกระดูกสันหลัง มี 4 เท้า แต่ละเท้ามี 4 นิ้ว มีความสูงประมาณ 30-40 เซนติเมตร ลำตัวยาวประมาณ 40-50 เซนติเมตร เป็นต้น

Q.2: ซากดึกดำบรรพ์นี้ คล้ายกับสิ่งมีชีวิตชนิดใดในปัจจุบัน เพราะเหตุใดจึงคิดเช่นนั้น?

(แนวคำตอบ) ขึ้นอยู่กับคำตอบของนักเรียน แสดงถึงการใช้จินตนาการในการคาดเดาจากพื้นฐานความรู้ และประสบการณ์ของแต่ละคน โดยแสดงผลประกอบได้อย่างสมเหตุสมผล

Q.3: นักเรียนจะมีวิธีพิสูจน์ได้อย่างไรว่าซากดึกดำบรรพ์จากข้อ Q.2 มีความสัมพันธ์กับสิ่งมีชีวิตในปัจจุบันนั้น?

(แนวคำตอบ) ขึ้นอยู่กับคำตอบของนักเรียน แสดงถึงการคาดเดาบนพื้นฐานความรู้และประสบการณ์ของแต่ละคน เช่น หาหลักฐานที่เกี่ยวข้อง โดยการสืบค้นข้อมูลจากอินเทอร์เน็ต ค้นหาจากตำรา/หนังสือ สอบถามจากผู้รู้หรือครูวิทยาศาสตร์ และคำตอบแสดงถึงความเข้าใจเกี่ยวกับวิธีการศึกษาค้นคว้า การสืบค้น การทดลอง การวิเคราะห์ข้อมูลเพื่อพิสูจน์หาความสัมพันธ์ระหว่างซากดึกดำบรรพ์และสิ่งมีชีวิตปัจจุบัน ด้วยวิธีการต่างๆ เช่น การศึกษาจากโครงสร้างของร่างกาย การศึกษาจากแหล่งที่พบ การศึกษาจากขนาด และรูปร่าง และการวิเคราะห์เชิงเคมี เป็นต้น และมีการอธิบายความสัมพันธ์ที่เกิดขึ้นได้อย่างสมเหตุสมผล

ขั้นที่ 2 สืบค้นและค้นหา และขั้นที่ 3 อธิบายและลงข้อสรุป (ใช้เวลาประมาณ 100 - 125 นาที)

2) ครูใช้ภาพนำเสนอที่ 1 ซากดึกดำบรรพ์ของสิ่งมีชีวิตชนิดหนึ่ง และให้ข้อมูลกับนักเรียนว่า นักธรณีวิทยาทั่วโลก ได้สำรวจพบซากดึกดำบรรพ์ของสิ่งมีชีวิตในอดีตจำนวนมาก จากนั้นครูใช้คำถามเพื่อกระตุ้นให้นักเรียนตระหนักถึงบทบาทของซากดึกดำบรรพ์ต่อการใช้เป็นหลักฐานสำคัญในการศึกษาเกี่ยวกับวิวัฒนาการของสิ่งมีชีวิต ดังนี้

Q.4: ซากดึกดำบรรพ์ที่ถูกค้นพบเหล่านั้น บอกอะไรแก่นักวิทยาศาสตร์บ้าง?

(แนวคำตอบ) ขึ้นอยู่กับคำตอบของนักเรียนตามพื้นฐานของความรู้และประสบการณ์ของแต่ละคน ทั้งนี้ คำตอบของนักเรียนที่จะแสดงให้เห็นถึงความรู้พื้นฐานเกี่ยวกับความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์

คือ การแสดงให้เห็นว่านักวิทยาศาสตร์ มีการใช้ซากดึกดำบรรพ์เป็นหลักฐานที่อธิบายการเกิดวิวัฒนาการของสิ่งมีชีวิตได้ โดยสังเกตได้จากตำแหน่งหรือบริเวณที่พบซากดึกดำบรรพ์จากชั้นหินระดับต่างๆ รวมทั้งรูปร่างลักษณะของซากดึกดำบรรพ์เมื่อเทียบกับสิ่งมีชีวิตในปัจจุบัน เป็นต้น

Q.5: นักวิทยาศาสตร์รู้ได้อย่างไรว่าสิ่งมีชีวิตมีวิวัฒนาการ?

(แนวคำตอบ) ขึ้นอยู่กับคำตอบของนักเรียนตามพื้นฐานความรู้และประสบการณ์ของแต่ละคนเกี่ยวกับวิธีการได้มาซึ่งความรู้ทางวิทยาศาสตร์ เช่น นักวิทยาศาสตร์น่าจะมีการหาหลักฐานมาพิสูจน์ เช่น ค้นหาและเก็บรวบรวมซากดึกดำบรรพ์ไว้มากๆ เพื่อวิเคราะห์ว่าสิ่งมีชีวิตมีวิวัฒนาการ และยังต้องใช้หลักฐานด้านอื่นๆ ด้วย

3) ครูให้นักเรียนนั่งตามกลุ่มที่แบ่งไว้ กลุ่มละ 5-6 คน (คณะนักเรียนที่มีผลการเรียนระดับเก่ง กลาง และอ่อน กลุ่มละเท่าๆ กัน) จากนั้นให้นักเรียนแต่ละกลุ่มกำหนดบทบาทหน้าที่ภายในกลุ่ม ดังนี้ หัวหน้า เลขานุการ และสมาชิก จากนั้นบันทึกชื่อนามสกุล และหน้าที่ของแต่ละคน รวมทั้งวันที่ทำกิจกรรมให้ชัดเจน โดยเขียนลงในแบบบันทึกกิจกรรมที่ 1

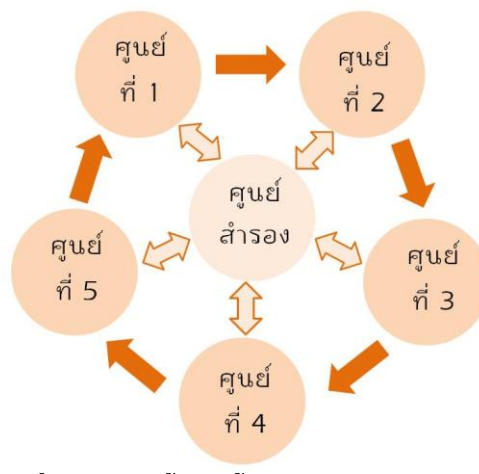
4) ครูแจ้งจุดประสงค์การเรียนรู้ที่ระบุในแบบบันทึกกิจกรรมที่ 1

5) ครูชี้แจงเกี่ยวกับรูปแบบการเรียนรู้แบบศูนย์กิจกรรม ซึ่งมีแนวทางดำเนินกิจกรรม ดังนี้

5.1) นักเรียนแต่ละกลุ่ม จะได้รับบทบาทเป็นกลุ่มนักวิทยาศาสตร์ เพื่อทำหน้าที่สังเกต แปลความหมายข้อมูล วิเคราะห์ และตรวจสอบหลักฐานที่มีอยู่อย่างเป็นเหตุเป็นผล เพื่อสร้างคำอธิบายทางวิทยาศาสตร์เกี่ยวกับวิวัฒนาการของสิ่งมีชีวิต

5.2) นักเรียนแต่ละกลุ่ม ต้องดำเนินการศึกษาตามหัวข้อที่กำหนดให้ครบทุกศูนย์ (เลือกศึกษาศูนย์ใดก่อนก็ได้ โดยที่ไม่ตรง กับกลุ่มอื่น)

5.3) ใช้เวลาศึกษาแต่ละศูนย์ประมาณ 20-25 นาที หากกลุ่มใดเสร็จก่อนและยังไม่มีกลุ่มว่างให้นั่งรอโดยทำกิจกรรมศูนย์กิจกรรมสำรองที่ครูเตรียมไว้ให้ ดังภาพประกอบที่ 1



ภาพประกอบที่ 1 แผน

กระบวนการเรียนรู้ข้อ 5)

สำหรับศูนย์กิจกรรม ประกอบด้วย 5 ศูนย์ คือ ศูนย์กิจกรรมที่ 1 หลักฐานจากซากดึกดำบรรพ์, ศูนย์กิจกรรมที่ 2 หลักฐานจากกายวิภาคเปรียบเทียบ, ศูนย์กิจกรรมที่ 3 หลักฐานทางคัพภวิทยาเปรียบเทียบ, ศูนย์กิจกรรมที่ 4 หลักฐานทางชีวภูมิศาสตร์, ศูนย์กิจกรรมที่ 5 หลักฐานทางชีววิทยาระดับโมเลกุล และศูนย์กิจกรรมสำรอง นักพันธุ์ใหม่ ซึ่งมีรายละเอียดของกิจกรรม ดังตารางที่ 1

ตารางที่ 1 รายละเอียดของกิจกรรมการเรียนรู้แบบศูนย์กิจกรรม

ศูนย์กิจกรรมที่	ชื่อศูนย์กิจกรรม	การจัดกระบวนการเรียนรู้
1	หลักฐานจากซากดึกดำบรรพ์ (Fossil record) เวลา 20 - 25 นาที	ขั้นที่ 2 สำรวจและค้นหา - นักเรียนศึกษาใบความรู้ที่ 1 เรียนรู้วิวัฒนาการจากซากดึกดำบรรพ์ของม้า ขั้นที่ 3 อธิบายและลงข้อสรุป - นักเรียนระดมความคิด อภิปราย และเขียนสะท้อนความคิดตามประเด็นข้อคำถามโดยใช้หลักฐานจากซากดึกดำบรรพ์ในการสร้างคำอธิบายทางวิทยาศาสตร์และลงข้อสรุปเกี่ยวกับวิวัฒนาการของสิ่งมีชีวิต โดยเขียนลงในแบบบันทึกกิจกรรมที่ 1 ข้อ 1 – ข้อ 5
2	หลักฐานจากกายวิภาคเปรียบเทียบ (Comparative anatomy) เวลา 20 - 25 นาที	ขั้นที่ 2 สำรวจและค้นหา - ศึกษาแผ่นภาพความรู้ที่ 1 แบบแผนกระดูกแขนของมนุษย์ - นักเรียนระบายสีรูปแบบกระดูกยางค์คู่หน้าของสัตว์มีกระดูกสันหลัง 7 ชนิด พร้อมทั้งระบุชื่อและหน้าที่การทำงานของยางค์คู่หน้า โดยบันทึกลงในแบบบันทึกกิจกรรมที่ 2 ตอนที่ 1 ข้อ 1 และ ข้อ 2 ขั้นที่ 3 อธิบายและลงข้อสรุป - นักเรียนระดมความคิด อภิปราย และเขียนสะท้อนความคิดตามประเด็นคำถามโดยใช้หลักฐานจากกายวิภาคเปรียบเทียบโครงสร้างของร่างกาย เพื่อสร้างคำอธิบายทางวิทยาศาสตร์และลงข้อสรุปเกี่ยวกับวิวัฒนาการของสิ่งมีชีวิต โดยบันทึกลงในแบบบันทึกกิจกรรมที่ 2 ตอนที่ 2 ข้อ 1 – ข้อ 4
3	หลักฐานทางคัพภวิทยาเปรียบเทียบ (Comparative embryology) เวลา 20 - 25 นาที	ขั้นที่ 2 สำรวจและค้นหา - นักเรียนศึกษาแผ่นภาพความรู้ที่ 2 โครงสร้างเอ็มบริโอของสัตว์มีกระดูกสันหลัง - นักเรียนสร้างสมมติฐาน เพื่อระบุว่าแต่ละภาพเป็นเอ็มบริโอของสัตว์ชนิดใด โดยใช้แผ่นภาพการเจริญเติบโตของเอ็มบริโอของสัตว์มีกระดูกสันหลังที่บรรจุอยู่ในซองกระดาษซองที่ 1 – 3 โดยมีขั้นตอนดังนี้ ขั้นที่ 1 ให้นักเรียนเปิดซองที่ 1 โดยศึกษาภาพแบบแผนการเจริญเติบโตของเอ็มบริโอของสัตว์ จากนั้นตั้งสมมติฐานเพื่อระบุว่าแต่ละภาพเป็นเอ็มบริโอของสัตว์ชนิดใด ทำการบันทึกลงในแบบบันทึกกิจกรรมที่ 3 ข้อ 1

ตารางที่ 1 รายละเอียดของการเรียนรู้แบบศูนย์กิจกรรม (ต่อ)

ศูนย์กิจกรรมที่	ชื่อศูนย์กิจกรรม	การจัดกระบวนการเรียนรู้
3 (ต่อ)	หลักฐานทางคัพภวิทยาเปรียบเทียบ (Comparative embryology) เวลา 20 - 25 นาที	ขั้นที่ 2 ให้นักเรียนเปิดซองที่ 2 โดยศึกษาภาพแบบแผนการเจริญเติบโตของเอ็มบริโอของสัตว์ จากนั้นตั้งสมมติฐานเพื่อระบุว่าแต่ละภาพเป็นเอ็มบริโอของสัตว์ชนิดใด ทำการบันทึกลงในแบบบันทึกกิจกรรมที่ 3 ข้อ 2 ขั้นที่ 3 ให้นักเรียนเปิดซองที่ 3 โดยศึกษาภาพแบบแผนการเจริญเติบโตของเอ็มบริโอของสัตว์ จากนั้นตั้งสมมติฐานเพื่อระบุว่าแต่ละภาพเป็นเอ็มบริโอของสัตว์ชนิดใด ทำการบันทึกลงในแบบบันทึกกิจกรรมที่ 3 ข้อ 3 ขั้นที่ 3 อธิบายและลงข้อสรุป - นักเรียนระดมความคิด อภิปราย และเขียนสะท้อนความคิดตามประเด็นคำถาม โดยใช้หลักฐานจากคัพภวิทยาเปรียบเทียบในการสร้างคำอธิบายทางวิทยาศาสตร์และลงข้อสรุปเกี่ยวกับวิวัฒนาการของสิ่งมีชีวิต โดยบันทึกลงในแบบบันทึกกิจกรรมที่ 3 ข้อ 4 และ ข้อ 5
4	หลักฐานทางชีวภูมิศาสตร์ (Biogeography) เวลา 20 - 25 นาที	ขั้นที่ 2 สืบค้นและค้นหา - นักเรียนศึกษาใบความรู้ที่ 2 ทฤษฎีการเคลื่อนไหลของทวีปกับหลักฐานทางชีวภูมิศาสตร์ จากนั้นสร้างคำอธิบายทางวิทยาศาสตร์จากหลักฐานที่สนับสนุนทฤษฎีการเคลื่อนไหลของทวีป (อาจใช้แบบจำลองลูกโลกแสดงการเคลื่อนไหลของทวีปประกอบ) โดยบันทึกลงในแบบบันทึกกิจกรรมที่ 4 ข้อ 1 และ ข้อ 2 ขั้นที่ 3 อธิบายและลงข้อสรุป - นักเรียนช่วยกันหาข้อสรุปว่าทฤษฎีการเคลื่อนไหลของทวีปเกี่ยวข้องกับการเกิดวิวัฒนาการของสิ่งมีชีวิตหรือไม่ อย่างไร โดยบันทึกลงในแบบบันทึกกิจกรรมที่ 4 ข้อ 3
5	หลักฐานทางชีววิทยาระดับโมเลกุล (Molecular biology) เวลา 20 - 25 นาที	ขั้นที่ 2 สืบค้นและค้นหา - นักเรียนศึกษาใบความรู้ที่ 3 ความรู้เบื้องต้นเกี่ยวกับชีววิทยาโมเลกุล จากนั้นใช้ตารางที่ 5.1 วิเคราะห์เปรียบเทียบความแตกต่างของจำนวนและการจัดเรียงของกรดอะมิโนตำแหน่งที่ 42-104 ที่พบในไซโตโครม ซี ของสัตว์มีกระดูกสันหลัง 9 ชนิด โดยบันทึกลงในแบบบันทึกกิจกรรมที่ 5 ตอนที่ 1

ตารางที่ 1 รายละเอียดของการเรียนรู้แบบศูนย์กิจกรรม (ต่อ)

ศูนย์กิจกรรมที่	ชื่อศูนย์กิจกรรม	การจัดกระบวนการเรียนรู้
5	หลักฐานทางชีววิทยาระดับโมเลกุล (Molecular biology) เวลา 20 - 25 นาที	ขั้นที่ 3 อธิบายและลงข้อสรุป - นักเรียนระดมความคิด อภิปราย และเขียนสะท้อนความคิดตามประเด็นคำถามโดยใช้หลักฐานจากชีววิทยาระดับโมเลกุลในการสร้างคำอธิบายทางวิทยาศาสตร์และลงข้อสรุปเกี่ยวกับวิวัฒนาการของสิ่งมีชีวิตโดยบันทึกลงในแบบบันทึกกิจกรรมที่ 5 ตอนที่ 2 ข้อ 1-ข้อ 3
ศูนย์กิจกรรมสำรอง	นกพันธุ์ใหม่	- นักเรียนจับสลากชนิดของนก (นกน้อยในป่าใหญ่ นกน้อยเจ้าเวหา นกน้อยตามลำธาร นกน้อยแห่งท้องทะเล) - วิเคราะห์ลักษณะชิ้นส่วนของร่างกาย (ลำตัว จะงอยปาก หัว หาง และเท้า) ช่วยกันเลือกชิ้นส่วนของร่างกาย เพื่อประกอบให้เป็นนกที่สมบูรณ์ พร้อมทั้งระบุเหตุผลในการเลือกใช้ชิ้นส่วนนั้นๆ <u>หมายเหตุ</u> หากพบว่า มีกลุ่มที่ทำกิจกรรมในศูนย์อื่นๆ เสร็จก่อนและได้มารอกกลุ่มอื่น โดยทำกิจกรรมในศูนย์กิจกรรมสำรองอีกครั้ง ครูกำกับให้นักเรียนจับสลากใหม่ เพื่อสร้างนกพันธุ์ใหม่ตัวที่ 2 3 และ 4 ตามจำนวนครั้งที่เข้ามาทำกิจกรรมในศูนย์นี้

6) สำหรับการจัดกระบวนการเรียนรู้ในขั้นนี้ ครูทำหน้าที่กำกับควบคุมเวลาให้เป็นไปตามกำหนด(สามารถยืดหยุ่นตามความเหมาะสม) และประสานงาน อำนวยความสะดวก ให้คำชี้แนะและช่วยเหลือหากนักเรียนเกิดปัญหาหรือข้อสงสัย ในขณะที่ปฏิบัติกิจกรรมและเมื่อนักเรียนแต่ละกลุ่มทำกิจกรรมเสร็จสิ้นในแต่ละศูนย์ ครูทำหน้าที่เก็บรวบรวมแบบบันทึกกิจกรรม และหลักฐานการดำเนินกิจกรรมต่างๆ เพื่อตรวจสอบประเมินผลต่อไป

ขั้นที่ 4 ขยายความรู้ (ใช้เวลาประมาณ 25 - 35 นาที)

7) นักเรียนแต่ละกลุ่มระดมความคิด วิเคราะห์ อภิปรายแสดงความคิดเห็น และสะท้อนความคิดเกี่ยวกับสิ่งที่ได้จากการเรียนรู้จากหลักฐานที่สนับสนุนวิวัฒนาการของสิ่งมีชีวิต ประสพการณ์ที่ได้รับจากการเรียนรู้และการนำไปใช้ประโยชน์รวมทั้งความรู้สึกรต่อการจัดกิจกรรมโดยบันทึก ลงในอนุทิน ข้อ 1 - 3

8) ครูและนักเรียนทั้งชั้นร่วมกันอภิปรายคำตอบของนักเรียนแต่ละกลุ่มจากอนุทิน ซึ่งมีแนวทางในการอภิปรายในแต่ละข้อคำถามดังต่อไปนี้

ข้อที่ 1: แต่ละหลักฐานมีคำอธิบายที่สัมพันธ์กับวิวัฒนาการของสิ่งมีชีวิตอย่างไร?

(แนวคำตอบ แสดงให้เห็นว่านักเรียนสามารถสร้างคำอธิบายจากการศึกษาหลักฐานต่างๆ ในแต่ละศูนย์กิจกรรมมาเชื่อมโยงเป็นคำอธิบายทางวิทยาศาสตร์เกี่ยวกับการศึกษาวิวัฒนาการของสิ่งมีชีวิต) **หลักฐานจากการศึกษาซากดึกดำบรรพ์** พบว่าซากดึกดำบรรพ์ของม้าแสดงให้เห็นว่า “ม้ามีวิวัฒนาการ” โดยม้าในอดีตมีขนาดเล็ก คอสั้น มี 4 นิ้วเท้า ต่อมาปรับตัวให้มีขนาดใหญ่ขึ้น คอยาวขึ้น นิ้วเท้าลดลงเหลือเพียง 1 นิ้ว นอกจากนี้ยังพบว่าหลักฐานจากซากดึกดำบรรพ์

สามารถบอกลำดับการเกิดของสิ่งมีชีวิตบนโลกได้ โดยซากดึกดำบรรพ์ที่มีอายุมากกว่าจะอยู่ในหินชั้นล่างซึ่งมีอายุมากกว่า และซากดึกดำบรรพ์ที่มีน้อยกว่าจะพบอยู่ในหินชั้นบนซึ่งมีอายุน้อยกว่า, **หลักฐานจากกายวิภาคเปรียบเทียบ** พบว่าโครงสร้างของอวัยวะต่างๆ ในสิ่งมีชีวิตต่างชนิดกัน แต่มีต้นกำเนิดเดียวกัน (Homologous structure) แสดงให้เห็นว่ามีวิวัฒนาการร่วมกัน, **หลักฐานจากคัพภวิทยาเปรียบเทียบ** พบว่าโครงสร้างระยะตัวอ่อน (Embryo) ของสัตว์มีกระดูกสันหลังมีลักษณะเหมือนกัน แสดงให้เห็นว่ามีวิวัฒนาการร่วมกัน, **หลักฐานทางชีวภูมิศาสตร์** พบว่าภูมิอากาศและภูมิประเทศ เป็นตัวกำหนดการแพร่กระจายของสิ่งมีชีวิตชนิดต่างๆ แสดงให้เห็นว่า สิ่งมีชีวิตปัจจุบันมีวิวัฒนาการมาจากสิ่งมีชีวิตในอดีต, และ **หลักฐานทางด้านชีววิทยาระดับโมเลกุล** พบว่า ความเหมือนหรือความแตกต่างของลำดับเบสในดีเอ็นเอของสิ่งมีชีวิตแต่ละชนิด สามารถใช้บ่งชี้ถึงความใกล้ชิดกันทางวิวัฒนาการของสิ่งมีชีวิตได้ (วิเคราะห์จากโปรตีนซึ่งเป็นผลิตภัณฑ์จากรหัสของดีเอ็นเอ)

ข้อที่ 2: นักเรียนมีความเห็นอย่างไรต่อคำถามที่ว่า “การศึกษาซากดึกดำบรรพ์เพียงอย่างเดียวก็สามารถสรุปได้ว่า สิ่งมีชีวิตมีวิวัฒนาการ”?

(แนวคำตอบ) การใช้หลักฐานที่เป็นซากดึกดำบรรพ์อาจไม่เพียงพอต่อการศึกษาวิวัฒนาการของสิ่งมีชีวิต เนื่องจากซากดึกดำบรรพ์ที่ค้นพบมักไม่ครบสมบูรณ์ หรืออาจถูกทำลายจากปรากฏการณ์ธรรมชาติ หรือยังไม่ถูกค้นพบ และสิ่งมีชีวิตหลายชนิดไม่มีโอกาสเกิดซากดึกดำบรรพ์ได้จึงต้องอาศัยหลักฐานอื่นมาสนับสนุนเพิ่มเติม

ข้อที่ 3: นักเรียนมีประเด็นในการอภิปรายเกี่ยวกับข้อดีหรือข้อจำกัดเกี่ยวกับการใช้หลักฐานที่สนับสนุนวิวัฒนาการของสิ่งมีชีวิตเพิ่มเติมอีกหรือไม่ อย่างไร?

(แนวคำตอบ)

- ซากดึกดำบรรพ์จะต้องอยู่ในสภาพที่สมบูรณ์พอสมควร จึงจะสามารถอธิบายเกี่ยวกับวิวัฒนาการของสิ่งมีชีวิตนั้นๆ ได้

- บางกรณีไม่สามารถเปรียบเทียบกายวิภาคในระยะตัวเต็มวัยได้ แต่เมื่อศึกษาจากเจริญเติบโตในระยะเอ็มบริโอ พบว่าใช้เป็นหลักฐานสนับสนุนการเกิดวิวัฒนาการของสิ่งมีชีวิตได้ เช่น การเจริญเติบโตของเอ็มบริโอของสัตว์มีกระดูกสันหลัง

- การศึกษาทางด้านชีววิทยาระดับโมเลกุล ทำให้ได้ข้อมูลที่แม่นยำเกี่ยวกับสายสัมพันธ์ของสิ่งมีชีวิต

ขั้นที่ 5 ประเมินผล (ใช้เวลาประมาณ 20-30 นาที)

1) นักเรียนประเมินสิ่งที่ได้จากการเรียนรู้ โดยเขียนอภิปรายแสดงความคิดเห็น และสะท้อนความคิดเกี่ยวกับสิ่งที่ได้จากการเรียนรู้จากหลักฐานที่สนับสนุนวิวัฒนาการของสิ่งมีชีวิต ประสพการณ์ที่ได้รับจากการเรียนรู้และการนำไปใช้ประโยชน์ รวมทั้งความรู้สึกต่อการจัดกิจกรรมโดยบันทึก ลงในอนุทิน ข้อ 4 - 6

2) ครูและนักเรียนทั้งชั้นร่วมกันอภิปรายคำตอบของนักเรียนแต่ละกลุ่มจากอนุทิน ซึ่งมีแนวทางในการอภิปราย

ในแต่ละข้อคำถามดังต่อไปนี้

ข้อที่ 4: ให้ความหมายของคำว่า “วิวัฒนาการของสิ่งมีชีวิต” ตามความเข้าใจของนักเรียน
(แนวคำตอบ) วิวัฒนาการของสิ่งมีชีวิต หมายถึง กระบวนการถ่ายทอดผ่านพันธุกรรมผ่านการปรับเปลี่ยน โดยสิ่งมีชีวิตส่วนใหญ่มีการเปลี่ยนแปลงอย่างค่อยเป็นค่อยไปในแต่ละรุ่นเพื่อปรับตัวให้เหมาะสมกับสภาพแวดล้อมและการดำรงชีวิตให้อยู่รอด โดยลักษณะที่เปลี่ยนแปลงสามารถถ่ายทอดผ่านทางพันธุกรรมภายในประชากรบรรพบุรุษสู่รุ่นลูกหลานต่อกันไปไม่มีที่สิ้นสุด หรือ วิวัฒนาการของสิ่งมีชีวิต หมายถึง การเปลี่ยนแปลงลำดับเบสของดีเอ็นเอ ทำให้เกิดลักษณะของสิ่งมีชีวิตเปลี่ยนแปลงไปจากบรรพบุรุษ และสามารถถ่ายทอดไปยังรุ่นต่อไป และปรับตัวให้มีชีวิตอยู่รอดในสภาพแวดล้อมที่ต่างกันในระยะเวลาที่ยาวนาน

ข้อที่ 5: เหตุใดจึงต้องศึกษาวิวัฒนาการของสิ่งมีชีวิต?
(แนวคำตอบ) เพราะการศึกษาเกี่ยวกับวิวัฒนาการของสิ่งมีชีวิตเกี่ยวข้องกับความรู้ทางชีววิทยาหลากหลายสาขา / เพราะวิวัฒนาการเป็นพื้นฐานและเชื่อมโยงกับชีววิทยาเรื่องอื่นๆ เช่น พฤติกรรม พันธุศาสตร์ ชีววิทยาเชิงโมเลกุล เป็นต้น

ข้อที่ 6: การศึกษาวิวัฒนาการของสิ่งมีชีวิต ต้องใช้ความรู้ทางชีววิทยาเรื่องใดบ้าง
(แนวคำตอบ) ขึ้นอยู่กับการตอบของนักเรียน เช่น พฤติกรรม นิเวศวิทยา ประชากร อนุกรมวิธาน พันธุศาสตร์ สรีรวิทยา สันฐานวิทยา และชีววิทยาเชิงโมเลกุล สะท้อนถึงความเข้าใจของนักเรียนว่า การศึกษาวิวัฒนาการจำเป็นต้องใช้ความรู้ทางวิทยาศาสตร์ชีวภาพหลากหลายสาขาวิชา

3) นักเรียนทำแบบทดสอบหลังเรียน เรื่อง เปิดประตูสู่การเรียนรู้วิวัฒนาการของสิ่งมีชีวิต ซึ่งแบบทดสอบ มี 2 ตอน คือ ตอนที่ 1 เพื่อประเมินความเข้าใจเกี่ยวกับการศึกษาวิวัฒนาการของสิ่งมีชีวิต ซึ่งเป็นแบบปรนัยชนิดเลือกตอบ 4 ตัวเลือก จำนวน 5 ข้อ และตอนที่ 2 เพื่อประเมินความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ ซึ่งเป็นแบบอัตนัย จำนวน 5 ข้อ

4) ครูรวบรวมกระดาษคำตอบของนักเรียนมาตรวจสอบความถูกต้องอีกครั้ง บันทึกคะแนน และแจ้งผลคะแนนให้นักเรียนทราบ ชมเชยนักเรียนกลุ่มที่สามารถทำคะแนนได้ในระดับคุณภาพดีมาก รวมทั้งให้กำลังใจนักเรียนคนอื่นในด้านการเรียนต่อไป

11. การวัดและการประเมินผล

รายการประเมิน/จุดประสงค์	วิธีการ	เครื่องมือ	เกณฑ์ในการวัดและ
--------------------------	---------	------------	------------------

			การประเมินผล
1) ด้านความรู้ (Knowledge) 1.1) สืบค้นข้อมูล วิเคราะห์ และอธิบายหลักฐานที่สนับสนุน วิวัฒนาการของสิ่งมีชีวิต เพื่อนำไปสู่การลงข้อสรุปว่าสิ่งมีชีวิต มีวิวัฒนาการ	- ประเมินการทำแบบบันทึกกิจกรรมที่ 1-5 - ทดสอบ	- แบบประเมินการตรวจภาระงาน - แบบทดสอบหลังเรียน	- นักเรียนทำแบบบันทึกกิจกรรม ตามเกณฑ์แบบประเมินการตรวจภาระงาน อย่างน้อยระดับ 3 ขึ้นไป ถือว่า ผ่านเกณฑ์ (ร้อยละ 80) - นักเรียนทำแบบทดสอบหลังเรียนได้ถูกต้อง ร้อยละ 80 ขึ้นไป
2) ด้านทักษะ (Skills) 2.1) ใช้กระบวนการสืบเสาะหาความรู้	- ประเมินความสามารถในการสืบเสาะหาความรู้	- แบบประเมินความสามารถในการสืบเสาะหาความรู้	- นักเรียนมีพฤติกรรมในแต่ละองค์ประกอบ อย่างน้อยระดับ 3 ขึ้นไป ถือว่า ผ่านเกณฑ์ (ร้อยละ 80)
3) ด้านคุณลักษณะ (Attribute) 3.1) มีเหตุผล 3.2) มีความรับผิดชอบ 3.3) มีความซื่อสัตย์ 3.4) มีระเบียบวินัย	- ประเมินคุณลักษณะ	- แบบประเมินคุณลักษณะ	- นักเรียนมีพฤติกรรมในแต่ละองค์ประกอบ อย่างน้อยระดับ 3 ขึ้นไป ถือว่า ผ่านเกณฑ์ (ร้อยละ 80)
4) ด้านสมรรถนะ 4.1) ความสามารถในการสื่อสาร 4.2) ความสามารถในการคิด	- ประเมินสมรรถนะ	- แบบประเมินสมรรถนะ	- นักเรียนมีพฤติกรรมในแต่ละองค์ประกอบ อย่างน้อยระดับ 3 ขึ้นไป ถือว่า ผ่านเกณฑ์ (ร้อยละ 80)

12. บันทึกหลังการจัดการเรียนรู้

(1) ด้านความรู้ (K)

จำนวนนักเรียน ร้อยละ 87.63 ผ่านเกณฑ์การประเมินด้านความรู้ โดยสามารถสืบค้นข้อมูล อภิปราย วิเคราะห์และสรุปหลักฐานต่างๆ ที่สนับสนุน และข้อมูลที่ใช้อธิบายการเกิดวิวัฒนาการของสิ่งมีชีวิต ได้

(2) ด้านทักษะ (S)

จำนวนนักเรียน ร้อยละ 84.26 ผ่านเกณฑ์การประเมินด้านทักษะ โดยสามารถใช้กระบวนการสืบเสาะหาความรู้ และใช้ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ในการสังเกต และการลงความเห็นจากข้อมูล เกี่ยวกับการศึกษาหลักฐานที่สนับสนุน วิวัฒนาการของสิ่งมีชีวิตได้

(3) ด้านคุณลักษณะ (A)

จำนวนนักเรียน ร้อยละ 95.25 ผ่านเกณฑ์การประเมินด้านคุณลักษณะ โดยมีพฤติกรรมด้านความมีเหตุผล ความรับผิดชอบ ความซื่อสัตย์ มีระเบียบวินัย อยู่ระดับคุณภาพ ดีมาก

(4) ด้านสมรรถนะ (C)

จำนวนนักเรียน ร้อยละ 88.22 ผ่านเกณฑ์การประเมินด้านสมรรถนะด้านการสื่อสาร โดยสามารถเขียนถ่ายทอด ความรู้ความเข้าใจจากสารที่อ่าน ฟัง หรือดูด้วยภาษาของตนเองพร้อมยกตัวอย่างได้

จำนวนนักเรียน ร้อยละ 84.36 ผ่านเกณฑ์การประเมินด้านสมรรถนะด้านการคิด โดยสามารถจำแนก จัดหมวดหมู่ จัดลำดับความสำคัญและเปรียบเทียบข้อมูลในบริบทต่าง ๆ เชื่อมโยงความสัมพันธ์ของส่วนประกอบของข้อมูล ในบริบทต่าง ๆ และเชื่อมโยงความสัมพันธ์ของส่วนประกอบของข้อมูลในบริบทต่าง ๆ ได้

ปัญหา สาเหตุ และแนวทางแก้ไข

ในการจัดการเรียนการสอน เรื่องหลักฐานที่สนับสนุนวิวัฒนาการของสิ่งมีชีวิต โดยใช้การจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ 5 ขั้น เพื่อพัฒนานักเรียนทั้งในด้าน K S A C ครั้งนี้ ถือว่าประสบผลสำเร็จเป็นอย่างดี นักเรียนให้ความร่วมมือในการทำกิจกรรมในขั้นตอนของกระบวนการจัดการเรียนรู้ และสะท้อนความคิดเกี่ยวกับสิ่งที่ได้จากการเรียนรู้ อย่างไรก็ตามพบปัญหาที่เกิดขึ้นคือ นักเรียนบางคนยังขาดทักษะในการคิด และความสนใจในกิจกรรมที่กำลังเรียน ซึ่งมีสาเหตุมาจากความพร้อมของตัวนักเรียนในขณะนั้น ซึ่งครูผู้สอนแก้ปัญหาโดยการดูแลและช่วยเหลือนักเรียนเป็นรายบุคคลขณะที่แยกทำกิจกรรมกลุ่ม และพูดคุย สอบถามอย่างไม่เป็นทางการ เพื่อช่วยให้นักเรียนสามารถเรียนรู้ได้ดียิ่งขึ้น

ลงชื่อ.....ผู้สอน

(นางสาวณิชา อาโยงษ์)

ตำแหน่ง ครู

เครื่องมือวัดและประเมินผลการเรียนรู้ตามสภาพจริง (Authentic Assessment)

แบบสรุปคะแนนการประเมินผลการเรียนรู้ตามสภาพจริง (Authentic Assessment)

คำชี้แจง

แบบสรุปคะแนนการประเมินผลตามสภาพจริง (Authentic Assessment) ใช้สำหรับครูผู้สอนบันทึกคะแนนการประเมิน
ในชุดกิจกรรม เพื่อรวบรวมผลการเรียนรู้ของนักเรียน

ชื่อผู้บันทึก ตำแหน่ง
โรงเรียน ภาคเรียนที่ ปีการศึกษา
กลุ่มที่ วันที่ประเมิน

เลขที่	ชื่อ-สกุล	ภาระงาน**					อนุทิน	รวม	(1) คะแนนเฉลี่ยภาระงาน	(2)		รวม (1) + (2)
		แบบบันทึกกิจกรรมที่								คะแนนแบบทดสอบหลังเรียน		
		1	2	3	4	5				ข้อ 1-5	ข้อ 6-10	
คะแนนเต็ม		10	10	10	10	10		50	10	5	15	30
							เชิงคุณภาพ					

เก็บข้อมูลเชิงคุณภาพ

(ลงชื่อ) ผู้ประเมิน

(นางสาวณัชชฌา อาโยวงษ์)

ตำแหน่ง ครู

เกณฑ์การให้คะแนน

ปฏิบัติหรือแสดงพฤติกรรมอย่างสม่ำเสมอให้	4	คะแนน
ปฏิบัติหรือแสดงพฤติกรรมบ่อยครั้งให้	3	คะแนน
ปฏิบัติหรือแสดงพฤติกรรมบางครั้งให้	2	คะแนน
ปฏิบัติหรือแสดงพฤติกรรมน้อยครั้งให้	1	คะแนน

เกณฑ์การตัดสินคุณภาพ	
ช่วงคะแนน	ระดับคุณภาพ
10 – 12	ดีมาก
7 - 9	ดี
4 – 6	พอใช้
ต่ำกว่า 4	ปรับปรุง

เกณฑ์การประเมิน

คะแนน	4	หมายถึง	ระดับคุณภาพ	ดีมาก
คะแนน	3	หมายถึง	ระดับคุณภาพ	ดี
คะแนน	2	หมายถึง	ระดับคุณภาพ	พอใช้
คะแนน	1	หมายถึง	ระดับคุณภาพ	ควรปรับปรุง

เกณฑ์การประเมินจากคะแนนรวม

คะแนน	10-12	หมายถึง	ระดับคุณภาพ	ดีมาก
คะแนน	7-9	หมายถึง	ระดับคุณภาพ	ดี
คะแนน	4-6	หมายถึง	ระดับคุณภาพ	พอใช้
คะแนน	1-3	หมายถึง	ระดับคุณภาพ	ควรปรับปรุง

เกณฑ์การให้คะแนน

ความถูกต้องสมบูรณ์ของเนื้อหา

4	หมายถึง	มีเนื้อหาสาระครบถ้วนตามประเด็นที่กำหนด
3	หมายถึง	มีเนื้อหาสาระค่อนข้างครบถ้วนตามประเด็นที่กำหนด
2	หมายถึง	มีเนื้อหาสาระไม่ครบตามประเด็นที่กำหนด แต่ภาพรวมของสาระทั้งหมดอยู่ในเกณฑ์พอใช้

- 1 หมายถึง มีเนื้อหาสาระไม่ครบตามประเด็นที่กำหนด และภาพรวมของสาระทั้งหมดอยู่ในเกณฑ์ที่ต้องปรับปรุง

การแสดงความคิดเห็นอย่างมีเหตุผล

- 4 หมายถึง ใช้เหตุผลในการแสดงความคิดเห็นได้ดีมาก และมุ่งประโยชน์เพื่อการพัฒนาคุณภาพงานเป็นสำคัญ
- 3 หมายถึง ใช้เหตุผลในการแสดงความคิดเห็นได้ดี
- 2 หมายถึง ใช้เหตุผลในการแสดงความคิดเห็นได้บ้างพอสมควร
- 1 หมายถึง ใช้ความรู้สึกส่วนตัวในการแสดงความคิดเห็นมากกว่าใช้เหตุผล

ความสะอาดเรียบร้อย

- 4 หมายถึง มีความสะอาดเรียบร้อย สมบูรณ์ดีมาก
- 3 หมายถึง มีความสะอาดเรียบร้อย สมบูรณ์ดี
- 2 หมายถึง มีความสะอาดเรียบร้อย สมบูรณ์พอใช้
- 1 หมายถึง ไม่สะอาดไม่เรียบร้อย และไม่สมบูรณ์

แบบประเมินความสามารถในการสืบเสาะหาความรู้

คำชี้แจง

แบบประเมินความสามารถในการสืบเสาะหาความรู้อย่างร่วมมือร่วมใจ ใช้สำหรับครูผู้สอนประเมินนักเรียน ในขณะที่ดำเนินกิจกรรมตามขั้นตอนการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ 5 ขั้น หรือ 5Es cycle ซึ่งประกอบด้วย ขั้นสร้างความสนใจ ขั้นสำรวจและค้นหา ขั้นอธิบายและลงข้อสรุป ขั้นขยายความรู้ และขั้นประเมินผล โดยเน้นการทำงานร่วมกันในระบกกุ่ม

ทำเครื่องหมาย ✓ ลงในช่องคะแนนตามเกณฑ์การประเมินพฤติกรรมรวมคะแนนการประเมิน และเปรียบเทียบกับ

เกณฑ์

ชื่อผู้ประเมิน ตำแหน่ง

โรงเรียน ภาคเรียนที่ ปีการศึกษา

กลุ่มที่ วันที่ประเมิน

ที่	ชื่อ-สกุล	พฤติกรรมการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้อย่างร่วมมือร่วมใจ																		คะแนนรวม		
		1				2				3				4				5				
		สร้างความสนใจ				สำรวจและค้นหา				อธิบายและลงข้อสรุป				ขยายความรู้				ประเมินผล				
		แต่ละกลุ่มใช้การสังเกตเพื่อนำไปสู่การตั้งคำถามเพื่อหาคำตอบ				แต่ละกลุ่มใช้วิธีการที่หลากหลายในการหาคำตอบ				แต่ละกลุ่มอธิบายคำตอบของตน และอภิปรายโต้แย้งโดยใช้หลักฐาน				แต่ละกลุ่มนำคำอธิบายของตนไปอธิบายในสถานการณ์ใหม่				แต่ละกลุ่มประเมินคำตอบหรือความรู้ที่ได้รับจากการเรียนรู้				
		4	3	2	1	4	3	2	1	4	3	2	1	4	3	2	1	4	3		2	1

(ลงชื่อ) ผู้ประเมิน

(นางสาวณัชชมา อาโยวงษ์)

ตำแหน่งที่ผู้ตัดสินคุณภาพ

เกณฑ์การให้คะแนน

ปฏิบัติหรือแสดงพฤติกรรมอย่างสม่ำเสมอ ให้ 4 คะแนน

ปฏิบัติหรือแสดงพฤติกรรมบ่อยครั้ง ให้ 3 คะแนน

ปฏิบัติหรือแสดงพฤติกรรมบางครั้ง ให้ 2 คะแนน

ช่วงคะแนน	ระดับคุณภาพ
18 – 20	ดีมาก
14 - 17	ดี
10 – 13	พอใช้
ต่ำกว่า 10	ปรับปรุง

ปฏิบัติหรือแสดงพฤติกรรมน้อยครั้ง ให้ 1 คะแนน

เกณฑ์การประเมิน

คะแนน	4	หมายถึง	ระดับคุณภาพ	ดีมาก
คะแนน	3	หมายถึง	ระดับคุณภาพ	ดี
คะแนน	2	หมายถึง	ระดับคุณภาพ	พอใช้
คะแนน	1	หมายถึง	ระดับคุณภาพ	ควรปรับปรุง

เกณฑ์การประเมินจากคะแนนรวม

คะแนน	10-12	หมายถึง	ระดับคุณภาพ	ดีมาก
คะแนน	7-9	หมายถึง	ระดับคุณภาพ	ดี
คะแนน	4-6	หมายถึง	ระดับคุณภาพ	พอใช้
คะแนน	1-3	หมายถึง	ระดับคุณภาพ	ควรปรับปรุง

เกณฑ์การให้คะแนน

ขั้นที่ 1 สร้างความสนใจ

4	หมายถึง	นักเรียนแต่ละกลุ่มใช้การสังเกตปรากฏการณ์เพื่อนำไปสู่การตั้งคำถามเพื่อหาคำตอบได้อย่างถูกต้อง สมบูรณ์ สอดคล้องกับข้อมูล/บริบท
3	หมายถึง	นักเรียนแต่ละกลุ่มใช้การสังเกตปรากฏการณ์เพื่อนำไปสู่การตั้งคำถามเพื่อหาคำตอบได้อย่างถูกต้อง สมบูรณ์
2	หมายถึง	นักเรียนแต่ละกลุ่มใช้การสังเกตปรากฏการณ์เพื่อนำไปสู่การตั้งคำถามเพื่อหาคำตอบได้บางส่วน
1	หมายถึง	นักเรียนแต่ละกลุ่มใช้การสังเกตปรากฏการณ์ได้ แต่ไม่สามารถตั้งคำถามได้

ขั้นที่ 2 สืบค้นและค้นหา

4	หมายถึง	นักเรียนแต่ละกลุ่มใช้วิธีการที่หลากหลายในการหาคำตอบ เช่น สังเกต ทดลอง จำแนก สืบค้น รวบรวมข้อมูล และวิธีการเหมาะสมกับคำถามที่ตั้งไว้
3	หมายถึง	นักเรียนแต่ละกลุ่มใช้วิธีการที่หลากหลายในการหาคำตอบ และวิธีการเหมาะสมกับคำถามที่ตั้งไว้บางวิธีการ
2	หมายถึง	นักเรียนแต่ละกลุ่มใช้เพียง 1 วิธีการในการหาคำตอบ และเหมาะสมกับคำถามที่ตั้งไว้
1	หมายถึง	นักเรียนแต่ละกลุ่มใช้บางวิธีการในการหาคำตอบ และวิธีการไม่เหมาะสมกับคำถามที่ตั้งไว้

ขั้นที่ 3 อธิบายและลงข้อสรุป

4	หมายถึง	นักเรียนแต่ละกลุ่มอธิบายคำตอบของตนเองได้อย่างมีเหตุผล และอภิปรายโต้แย้งโดยใช้หลักฐานอย่างสมเหตุสมผล
---	---------	---

- | | | |
|---|---------|--|
| 3 | หมายถึง | นักเรียนแต่ละกลุ่มอธิบายคำตอบของตนได้อย่างสมเหตุสมผล และอภิปรายโต้แย้งโดยใช้หลักฐานได้บ้าง |
| 2 | หมายถึง | นักเรียนแต่ละกลุ่มอธิบายคำตอบของตนได้อย่างมีเหตุผล แต่ไม่สามารถอภิปรายโต้แย้งได้ |
| 1 | หมายถึง | นักเรียนแต่ละกลุ่มอธิบายคำตอบของตนได้บ้าง แต่ไม่สามารถอภิปรายโต้แย้งได้ |

ขั้นที่ 4 ขยายความรู้

- | | | |
|---|---------|--|
| 4 | หมายถึง | นักเรียนนำคำอธิบายของตนไปอธิบายในสถานการณ์หรือปรากฏการณ์ใหม่ได้อย่างถูกต้อง เหมาะสมกับสถานการณ์/บริบท |
| 3 | หมายถึง | นักเรียนนำคำอธิบายของตนไปอธิบายในสถานการณ์หรือปรากฏการณ์ใหม่ได้อย่างถูกต้อง |
| 2 | หมายถึง | นักเรียนนำคำอธิบายของตนไปอธิบายในสถานการณ์หรือปรากฏการณ์ใหม่ได้ถูกต้องบางส่วน |
| 1 | หมายถึง | นักเรียนนำคำอธิบายของตนไปอธิบายในสถานการณ์หรือปรากฏการณ์ใหม่ได้ถูกต้องบางส่วน และต้องได้รับการชี้แนะจากครู |

ขั้นที่ 5 ประเมินผล

- | | | |
|---|---------|--|
| 4 | หมายถึง | นักเรียนสามารถประเมินคำตอบหรือความรู้ที่ได้รับจากการเรียนรู้แบบสืบเสาะและเสนอแนะแนวทางในการพัฒนาหรือปรับปรุงแก้ไขได้ |
| 3 | หมายถึง | นักเรียนสามารถประเมินคำตอบหรือความรู้ที่ได้รับจากการเรียนรู้แบบสืบเสาะได้อย่างถูกต้อง |
| 2 | หมายถึง | นักเรียนสามารถประเมินคำตอบหรือความรู้ที่ได้รับจากการเรียนรู้แบบสืบเสาะได้บางส่วน |
| 1 | หมายถึง | นักเรียนสามารถประเมินคำตอบหรือความรู้ที่ได้รับจากการเรียนรู้แบบสืบเสาะได้บางส่วน และต้องได้รับการชี้แนะจากครู |

สื่อการเรียนรู้

ภาพนำเสนอที่ 1



¹ซากดึกดำบรรพ์ของสิ่งมีชีวิตชนิดหนึ่ง

(ข้อมูลสำหรับครู)

ซากดึกดำบรรพ์ของสัตว์ตระกูลม้า *Eohippus sp.* มีความสูงประมาณ 30 เซนติเมตร และขาแต่ละข้างมีนิ้ว 4 นิ้วพบในทวีปอเมริกาเหนือและยุโรป ช่วงต้นยุค Eocene สันนิษฐานว่าเคยมีชีวิตอยู่เมื่อประมาณ 55.8 – 34 ล้านปีมาแล้ว

¹Maxilla and Mandible. (2013). “*Eohippus The Down horse*”. [Online]. Available: <http://maxillaandmandible.com/portfolio/eohippus-2/>. [2022, September 5].

ใบกิจกรรมที่ 1

เรียนรู้วิวัฒนาการจากหลักฐานทางวิทยาศาสตร์

คำชี้แจง

1) นักเรียนแต่ละกลุ่มศึกษาเกี่ยวกับหลักฐานที่สนับสนุนวิวัฒนาการของสิ่งมีชีวิตตามหัวข้อที่กำหนด ให้ครบทุกศูนย์ (เลือกศึกษาศูนย์ใดก่อนก็ได้ โดยที่ไม่ตรงกับกลุ่มอื่น) ใช้เวลาศึกษาแต่ละศูนย์ประมาณ 20-25 นาที หลักฐานที่สนับสนุนวิวัฒนาการของสิ่งมีชีวิต ประกอบด้วย 5 ศูนย์ ดังนี้

ศูนย์ที่ 1 หลักฐานจากซากดึกดำบรรพ์ (Fossil record)

ให้นักเรียนศึกษาใบความรู้ที่ 1 เรียนรู้วิวัฒนาการจากซากดึกดำบรรพ์ของม้า ให้เข้าใจจากนั้นระดมความคิดอภิปรายและเขียนสะท้อนความคิดตามประเด็นข้อคำถามเพื่อหาข้อสรุปลงในแบบบันทึกกิจกรรมที่ 1

ศูนย์ที่ 2 หลักฐานจากกายวิภาคเปรียบเทียบ (Comparative anatomy)

ให้นักเรียนศึกษาแผ่นภาพความรู้ที่ 1 แบบแผนกระดูกแขนของมนุษย์ ให้เข้าใจ จากนั้นให้นักเรียนกำหนดสีของแต่ละส่วน และระบายลงในรูปแบบกระดูก羊ค่างหน้าของสัตว์มีกระดูกสันหลังทั้ง 7 ชนิด พร้อมทั้งระบุชื่อและหน้าที่การทำงานของ羊ค่างหน้าให้ถูกต้อง และเขียนสะท้อนความคิดตามประเด็นข้อคำถาม ลงในแบบบันทึกกิจกรรมที่ 2

ศูนย์ที่ 3 หลักฐานทางคัพภวิทยาเปรียบเทียบ (Comparative embryology)

ให้นักเรียนศึกษา แผ่นภาพความรู้ที่ 2 โครงสร้างเอ็มบริโอของสัตว์มีกระดูกสันหลังให้เข้าใจ จากนั้นดำเนินการตามขั้นตอนต่อไปนี้

ขั้นที่ 1 เปิดซองกระดาษที่ 1 ซึ่งจะมีแผ่นภาพการเจริญเติบโตของเอ็มบริโอของสัตว์มีกระดูกสันหลังบรรจุอยู่ จากนั้นให้นักเรียนสร้างสมมติฐานเพื่อระบุว่าแต่ละภาพเป็นเอ็มบริโอของสัตว์ชนิดใด

ขั้นที่ 2 เปิดซองกระดาษที่ 2 ซึ่งจะมีแผ่นภาพการเจริญเติบโตของเอ็มบริโอของสัตว์มีกระดูกสันหลังบรรจุอยู่ จากนั้นให้นักเรียนสร้างสมมติฐานเพื่อระบุว่าแต่ละภาพเป็นเอ็มบริโอของสัตว์ชนิดใด

ขั้นที่ 3 เปิดซองกระดาษที่ 3 ซึ่งจะมีแผ่นภาพการเจริญเติบโตของเอ็มบริโอของสัตว์มีกระดูกสันหลังบรรจุอยู่ จากนั้นให้นักเรียนสร้างสมมติฐานเพื่อระบุว่าแต่ละภาพเป็นเอ็มบริโอของสัตว์ชนิดใด

เมื่อดำเนินการครบทั้ง 3 ขั้น ให้นักเรียนแต่ละกลุ่มร่วมกันอภิปรายและเขียนสะท้อนความคิดตามประเด็นข้อคำถามลงในแบบบันทึกกิจกรรมที่ 3

ศูนย์ที่ 4 หลักฐานทางชีวภูมิศาสตร์ (Biogeography)

ให้นักเรียนศึกษาใบความรู้ที่ 2 ทฤษฎีการเลื่อนไหลของทวีปกับหลักฐานทางชีวภูมิศาสตร์ จากนั้นระดมความคิดอภิปรายและสร้างคำอธิบายจากหลักฐานและหาข้อสรุปเกี่ยวกับความสัมพันธ์ระหว่างทฤษฎีการเลื่อนไหลของทวีปกับการเกิดวิวัฒนาการของสิ่งมีชีวิต โดยบันทึกผลลงในแบบบันทึกกิจกรรมที่ 4

ศูนย์ที่ 5 หลักฐานทางชีววิทยาระดับโมเลกุล (Biochemistry)

ให้นักเรียนศึกษาใบความรู้ที่ 3 ชีววิทยาระดับโมเลกุลกับวิวัฒนาการของสิ่งมีชีวิต ให้เข้าใจ จากนั้นใช้ข้อมูลจาก

ตารางที่ 1 วิเคราะห์ความแตกต่างของชนิดและการจัดเรียงของกรดอะมิโนตำแหน่งที่ 42 – 104 ที่พบในไฮโดโครม ซี ของสัตว์มีกระดูกสันหลัง 9 ชนิด ร่วมกันอภิปรายและเขียนสะท้อนความคิดตามประเด็นข้อคำถาม เพื่อหาข้อสรุปเกี่ยวกับการศึกษาวิวัฒนาการของสิ่งมีชีวิต โดยบันทึกลงในแบบบันทึกกิจกรรมที่ 5

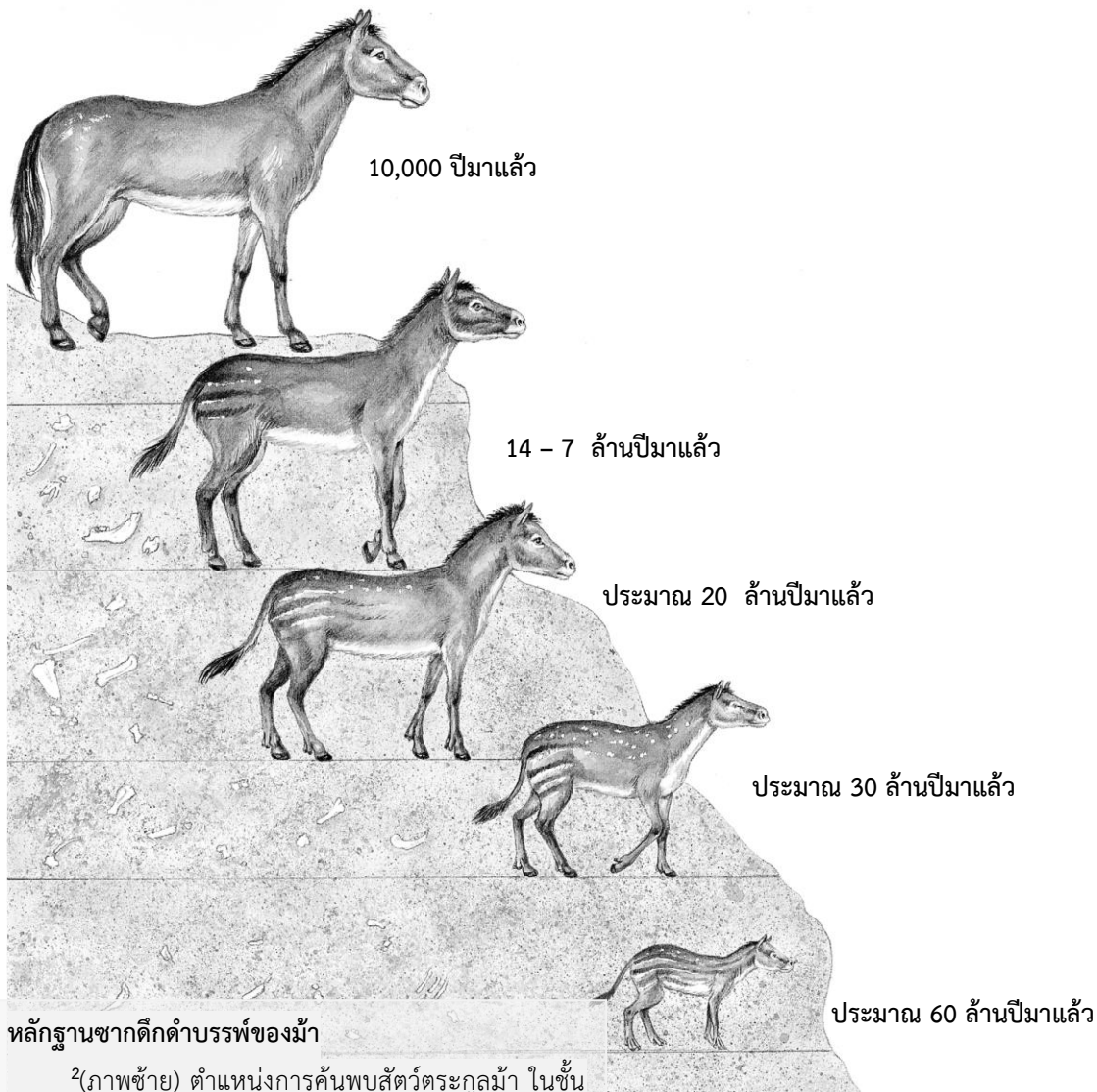
- 2) หากศึกษาเสร็จเรียบร้อยแล้วในแต่ละศูนย์กิจกรรมและพบว่าศูนย์กิจกรรมอื่นยังไม่ว่าง ให้รอโดยทำกิจกรรมในศูนย์กิจกรรมสำรอง นักพันธุ์ใหม่

สื่อการเรียนรู้ / วัสดุอุปกรณ์

ศูนย์ที่	ชื่อศูนย์กิจกรรม	เวลา (นาที)	สื่อการเรียนรู้ / วัสดุอุปกรณ์	จำนวน
1	หลักฐานจากซากดึกดำบรรพ์ (Fossil record)	20 - 25	- ใบความรู้ที่ 1 เรียนรู้วิวัฒนาการจากซากดึกดำบรรพ์ของม้า - แบบบันทึกกิจกรรมที่ 1	ตามจำนวนสมาชิกในกลุ่ม กลุ่มละ 1 ชุด
2	หลักฐานจากกายวิภาคเปรียบเทียบ (Comparative anatomy)	20 - 25	- แผ่นภาพความรู้ที่ 1 แบบแผนกระดูกแขนของมนุษย์ - ดินสอสี - แบบบันทึกกิจกรรมที่ 2	กลุ่มละ 3 แผ่น 1 กล้อง กลุ่มละ 1 ชุด
3	หลักฐานหลักฐานทางคัพพะวิทยาเปรียบเทียบ (Comparative embryology)	20 - 25	- แผ่นภาพความรู้ที่ 2 โครงสร้างเอ็มบริโอของสัตว์มีกระดูกสันหลัง - ซองกระดาษปิดผนึก ซึ่งภายในมีภาพแบบแผนการเจริญเติบโตของเอ็มบริโอของสัตว์มีกระดูกสันหลัง - แบบบันทึกกิจกรรมที่ 3	กลุ่มละ 3 แผ่น กลุ่มละ 3 ซอง กลุ่มละ 1 ชุด
4	หลักฐานทางชีวภูมิศาสตร์ (Biogeography)	20 - 25	- แบบจำลองลูกโลก แสดงการเคลื่อนไหลของทวีป - ใบความรู้ที่ 2 ทฤษฎีการเคลื่อนไหลของทวีปกับหลักฐานทางชีวภูมิศาสตร์ - แบบบันทึกกิจกรรมที่ 4	1 ชุด ตามจำนวนสมาชิกในกลุ่ม กลุ่มละ 1 ชุด
5	หลักฐานทางชีววิทยาระดับโมเลกุล (Molecular biology)	20 - 25	- ใบความรู้ที่ 3 ชีววิทยาระดับโมเลกุลกับวิวัฒนาการของสิ่งมีชีวิต - แบบบันทึกกิจกรรมที่ 5	ตามจำนวนสมาชิกในกลุ่ม กลุ่มละ 1 ชุด
ศูนย์กิจกรรมสำรอง	นักพันธุ์ใหม่	รอศูนย์กิจกรรมอื่น	- สลากสำหรับจับชนิดของนกประกอบด้วย นกน้อยในป่าใหญ่ นกน้อยเจ้าเวหา นกน้อยตามลำธาร และนกน้อยแห่งท้องทะเล - แบบบันทึกกิจกรรมศูนย์กิจกรรมสำรอง	1 ชุด กลุ่มละ 1 ชุด

การศึกษาหลักฐานจากซากดึกดำบรรพ์ของม้า

หลักฐานซากดึกดำบรรพ์สามารถบอกลำดับการเกิดของสิ่งมีชีวิตบนโลก โดยซากดึกดำบรรพ์ที่มีอายุมากกว่าจะอยู่ในหินชั้นล่างซึ่งมีอายุมากกว่า และซากดึกดำบรรพ์ที่มีอายุน้อยกว่าจะพบอยู่ในหินชั้นบนซึ่งมีอายุน้อยกว่า ¹(ภาพซ้าย) นอกจากนี้ ซากดึกดำบรรพ์ที่มีอายุน้อยกว่าจะมีโครงสร้างที่ซับซ้อนและมีลักษณะใกล้เคียงกับสิ่งมีชีวิตในปัจจุบันมากกว่าซากดึกดำบรรพ์ที่มีอายุมาก ²(ภาพขวา) ซากดึกดำบรรพ์นอกจากจะเป็นหลักฐานที่แสดงให้เห็นถึงลำดับการเกิดวิวัฒนาการของสิ่งมีชีวิตแล้วยังเป็นหลักฐานที่บ่งชี้ให้เห็นถึงการเปลี่ยนแปลงของสิ่งมีชีวิตจากอดีตจนถึงปัจจุบันอีกด้วย



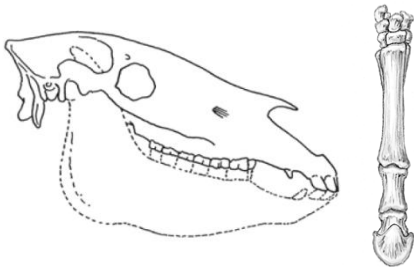
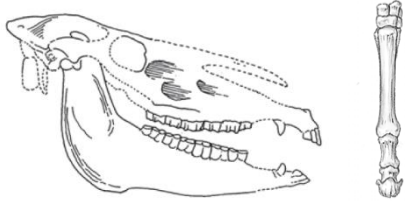
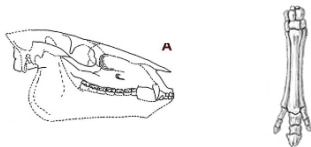
หลักฐานซากดึกดำบรรพ์ของม้า

²(ภาพซ้าย) ตำแหน่งการค้นพบสัตว์ตระกูลม้า ในชั้นหินระดับต่างๆ กัน ใช้เป็นหลักฐานประกอบการศึกษาลำดับวิวัฒนาการของสัตว์ตระกูลม้าได้อย่างถูกต้องยิ่งขึ้น ²(ภาพขวา) ลักษณะกะโหลกศีรษะของสัตว์ตระกูลม้า

ดัดแปลงภาพจาก

²Nelson (2003) <http://www.cpet.ufl.edu/wp-content/uploads/2022/06/evo-2012horse-evolution-worksheet.pdf> ²Bennett, D. (2008). The evolution of horse: History and techniques of study. *The Elsevier World Animal Science Encyclopedia*, (7): 1-37.

³ตารางที่ 1 แสดงรายละเอียดการเปลี่ยนแปลงของม้าในอดีตจนถึงปัจจุบัน

ชนิดของม้า	ลักษณะกะโหลกและกระดูกขา	คำอธิบาย
<i>Equus sp.</i> 10,000 ปีมาแล้ว		- อาศัยอยู่ในที่ราบทุ่งหญ้า - กินหญ้าเป็นอาหาร - มีความสูงประมาณ 1.6 เมตร - เท้าแต่ละข้าง มี 1 นิ้ว เรียกว่า กีบ
<i>Pliohippus sp.</i>		- อาศัยอยู่ในพื้นที่ที่มีไม้พุ่ม และที่ราบทุ่งหญ้า - กินหญ้าเป็นอาหาร - มีความสูงประมาณ 1.0 เมตร - เท้าแต่ละข้าง มี 1 นิ้ว เรียกว่า กีบ
<i>Merychippus sp.</i>		- อาศัยอยู่ในพื้นที่ที่มีไม้พุ่ม และที่ราบทุ่งหญ้า - กินพืชใบเขียวและหญ้าเป็นอาหาร - มีความสูงประมาณ 1.0 เมตร - เท้าแต่ละข้าง มี 3 นิ้ว
<i>Mesohippus sp.</i>		- อาศัยอยู่ในป่าโปร่ง มีพืชตระกูลเฟิร์นปกคลุมหนาแน่น และมีไม้ยืนต้น (tree) เล็กน้อย - กินพืชใบเขียวเป็นอาหาร - มีความสูงประมาณ 0.6 เมตร - ขาแต่ละข้าง มีนิ้วเท้า 4 นิ้ว
<i>Eohippus sp.</i>		- อาศัยอยู่ในป่าโปร่ง ที่มีไม้ยืนต้น (tree) ปกคลุมหนาแน่น - กินพืชใบเขียวเป็นอาหาร - มีความสูงเทียบเท่าสุนัข หรือประมาณ 0.4 เมตร - ขาแต่ละข้าง มีนิ้วเท้า 4 นิ้ว

ใบความรู้ที่ 2

ทฤษฎีการเลื่อนไหลของทวีปกับหลักฐานทางชีวภูมิศาสตร์

ทฤษฎีการเลื่อนไหลของทวีป (Continental drift Theory) เสนอโดย อัลเฟรด เวเจเนอร์ นักอุตุนิยมวิทยาและนักธรณีฟิสิกส์ ชาวเยอรมัน เมื่อ พ.ศ.2455 (ค.ศ.1912) มีใจความว่า เมื่อ 180 ล้านปี ผิวดินส่วนที่เป็นแผ่นดินซึ่งโผล่พ้นผิวน้ำติดกันเป็นทวีปเดียว เรียกว่า **แพงเกีย** (Pangaea) แปลว่า All land หรือแผ่นดินทั้งหมด เมื่อเวลาผ่านไปแพงเกียเริ่มแยกเป็นหลายส่วนเนื่องจากการเคลื่อนที่ของหินหนืด จากข้อมูลในปัจจุบันจะเห็นว่าทวีปต่างๆ ที่กระจายอยู่ตามส่วนต่างๆ ของโลกมีทะเลและมหาสมุทรคั่นอยู่ ซึ่งนักธรณีวิทยาพบว่าเปลือกโลกไม่ได้ติดกันเป็นแผ่นเดียว แต่มีรอยลึกแยกลงไปจากผิวดินอยู่ทั่วไป เรียกแต่ละแผ่นของเปลือกโลกว่า **แผ่นเปลือกโลก** ประกอบด้วย 6 แผ่น ดังนี้

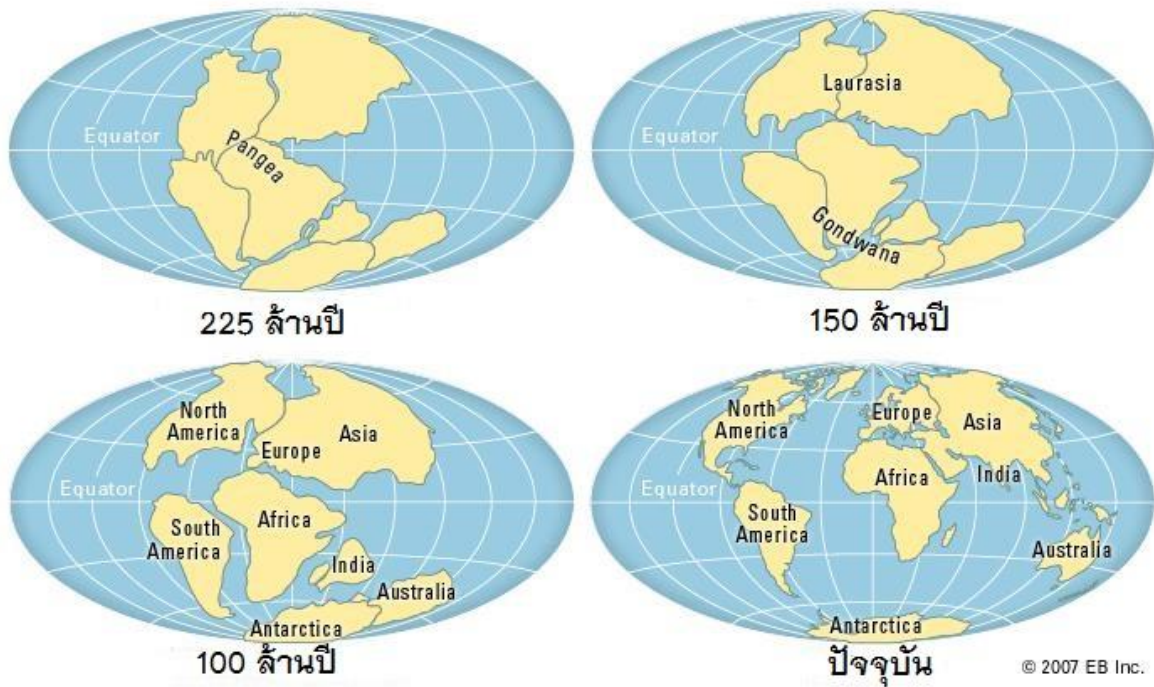


ภาพประกอบที่ 1

Alfred Wegener (1924-1930)

1. แผ่นยูเรเชีย เป็นแผ่นโลกที่รองรับทวีปเอเชียและทวีปยุโรป และพื้นน้ำบริเวณใกล้เคียง
2. แผ่นอเมริกา แผ่นเปลือกโลกที่รองรับทวีปอเมริกาเหนือ และทวีปอเมริกาใต้และพื้นน้ำ ครึ่งซีกตะวันตกของมหาสมุทรแอตแลนติก
3. แผ่นแปซิฟิก เป็นแผ่นเปลือกโลกที่รองรับมหาสมุทรแปซิฟิก
4. แผ่นออสเตรเลีย เป็นแผ่นเปลือกโลกที่รองรับทวีปออสเตรเลีย ประเทศอินเดีย และพื้นน้ำระหว่างประเทศออสเตรเลียกับประเทศอินเดีย
5. แผ่นแอนตาร์กติกา เป็นแผ่นเปลือกโลกที่รองรับทวีปแอนตาร์กติกา และพื้นน้ำโดยรอบ
6. แผ่นแอฟริกา เป็นแผ่นเปลือกโลกที่รองรับทวีปแอฟริกา และพื้นน้ำรอบๆ ทวีป นอกจากนี้ยังมีแผ่นเปลือกโลกขนาดเล็กอีกด้วย เช่น แผ่นฟิลิปปินส์ ซึ่งรองรับประเทศฟิลิปปินส์ เป็นต้น

⁴Wikipedia. (2009). "Alfred Wegener". [Online]. Available: https://en.wikipedia.org/wiki/Alfred_Wegener. [2022, September 8].

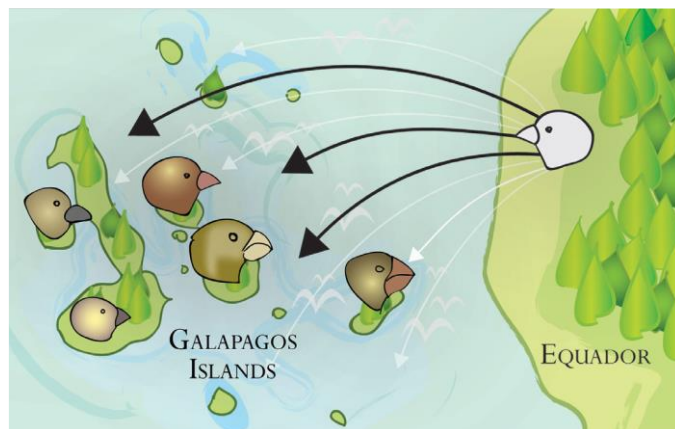


⁵ภาพประกอบที่ 2 ทฤษฎีการเลื่อนไหลของทวีป เสนอโดย อัลเฟรด เวเจเนอร์

⁵Beardsley P.M., Getty S.R., Numedadhlp. (2009). “Explaining Biogeographic Data: Evidence for Evolution”, The American Biology Teacher, online publication. 71(2): 5-9. [Online]. Available: https://www.nabt.org/websites/institution/File/pdfs/americanbiology_teacher/2009/Feb%20online/071-02-0049.pdf. [2022, September 8].

ทฤษฎีการเลื่อนไหลของทวีป (Continental drift Theory) กับวิวัฒนาการของสิ่งมีชีวิต

ภูมิศาสตร์ต่างๆ บนโลกมีความแตกต่างกัน ส่งผลให้มีการกระจายพันธุ์พืชและสัตว์หลากหลาย สปีชีส์ตามบริเวณต่างๆ ขึ้นอยู่กับสภาพแวดล้อมที่เหมาะสมนั้นๆ เรามักคิดว่าสิ่งแวดล้อมที่มีความคล้ายกันนั้น กลุ่มสิ่งมีชีวิตที่อาศัยอยู่น่าจะมีความคล้ายคลึงกันด้วย แต่ในความเป็นจริงกลับพบว่าสภาพแวดล้อมเดียวกันสิ่งมีชีวิตจะมีลักษณะแตกต่างกัน และสิ่งมีชีวิตที่อาศัยอยู่บนแผ่นดินใหญ่อาจมีลักษณะใกล้เคียงกับสิ่งมีชีวิตบนเกาะใกล้เคียง เช่น นกฟินช์ในหมู่เกาะกาลาปากอส มีลักษณะคล้ายกับนกฟินช์ที่อาศัยอยู่บนทวีปอเมริกาใต้ จากข้อมูลดังกล่าว จึงอาจเป็นไปได้ว่าบรรพบุรุษของนกฟินช์อาจอพยพและแพร่กระจายจากทวีปอเมริกาใต้มาอยู่บนเกาะ เมื่อเวลาผ่านไปก็เกิดวิวัฒนาการจนกลายเป็นนกฟินช์หลายสปีชีส์ หรือเช่นนี้แถบภาคใต้ของไทย จนถึงตามเกาะชวา และเกาะสุมาตราที่มีความคล้ายคลึงกัน ซึ่งเหล่านี้เป็นข้อมูลสนับสนุนว่าสมัยก่อนแผ่นดินอาจต่อเนื่องเป็นผืนเดียวกัน และแยกออกจากกันในเวลาต่อมา จากตัวอย่างข้างต้น ข้อมูลทางชีวภูมิศาสตร์จึงถือเป็นข้อมูลสนับสนุนหนึ่งที่บ่งชี้และช่วยให้เราเข้าใจวิวัฒนาการได้มากขึ้น



ภาพประกอบที่ 3 การแพร่กระจายของนกฟินช์ในหมู่เกาะกาลาปากอส

⁶ปณิสา พะทะละ. (2551). “ทุกทวีปในโลกเคยเป็นแผ่นดินเดียวกัน”. [ออนไลน์]. เข้าถึงได้จาก: http://www.dhevil.com/kulachatr/continental%20drift/Continental_Drift.htm. [2565, กันยายน 12].

ใบความรู้ที่ 3

ความรู้เบื้องต้นเกี่ยวกับชีววิทยาโมเลกุล

ปัจจุบันเทคโนโลยีสมัยใหม่ได้ก้าวหน้าไปมาก นับตั้งแต่ที่เมนเดลได้จุดประกายเกี่ยวกับการศึกษาสารพันธุกรรมในสิ่งมีชีวิต และอีกหนึ่งจุดเปลี่ยนสำคัญที่เจมส์ วัตสัน (James Watson) และฟรานซิส คริก (Francis Crick) ได้ค้นพบโครงสร้างสามมิติของดีเอ็นเอในปี พ.ศ.2496 ส่งผลให้ความรู้ทางพันธุศาสตร์และเทคโนโลยีเกี่ยวกับการศึกษาสารพันธุกรรมหรือดีเอ็นเอเกิดความก้าวหน้านับแต่นั้นมา และพบว่าพื้นฐานของสิ่งมีชีวิตทุกชนิดมีดีเอ็นเอเป็นสารพันธุกรรม (ยกเว้น ไวรัสบางชนิดที่มีอาร์เอ็นเอเป็นสารพันธุกรรม) **ความเหมือนหรือความต่างของลำดับเบสในดีเอ็นเอของสิ่งมีชีวิตแต่ละชนิด สามารถใช้ในการบ่งชี้ถึงความใกล้ชิดกันทางวิวัฒนาการของสิ่งมีชีวิตได้** กล่าวคือ สิ่งมีชีวิตที่มีความใกล้ชิดกันเชิงวิวัฒนาการจะมีความเหมือนของดีเอ็นเอมากกว่าสิ่งมีชีวิตกลุ่มอื่น และเนื่องจากโปรตีนเป็นผลิตภัณฑ์จากการรหัสของดีเอ็นเอ ดังนั้นจึงอาจใช้การศึกษาเปรียบเทียบความต่างของโปรตีนในการเปรียบเทียบความต่างของยีนในสิ่งมีชีวิตเพื่อศึกษาวิวัฒนาการได้เช่นกัน

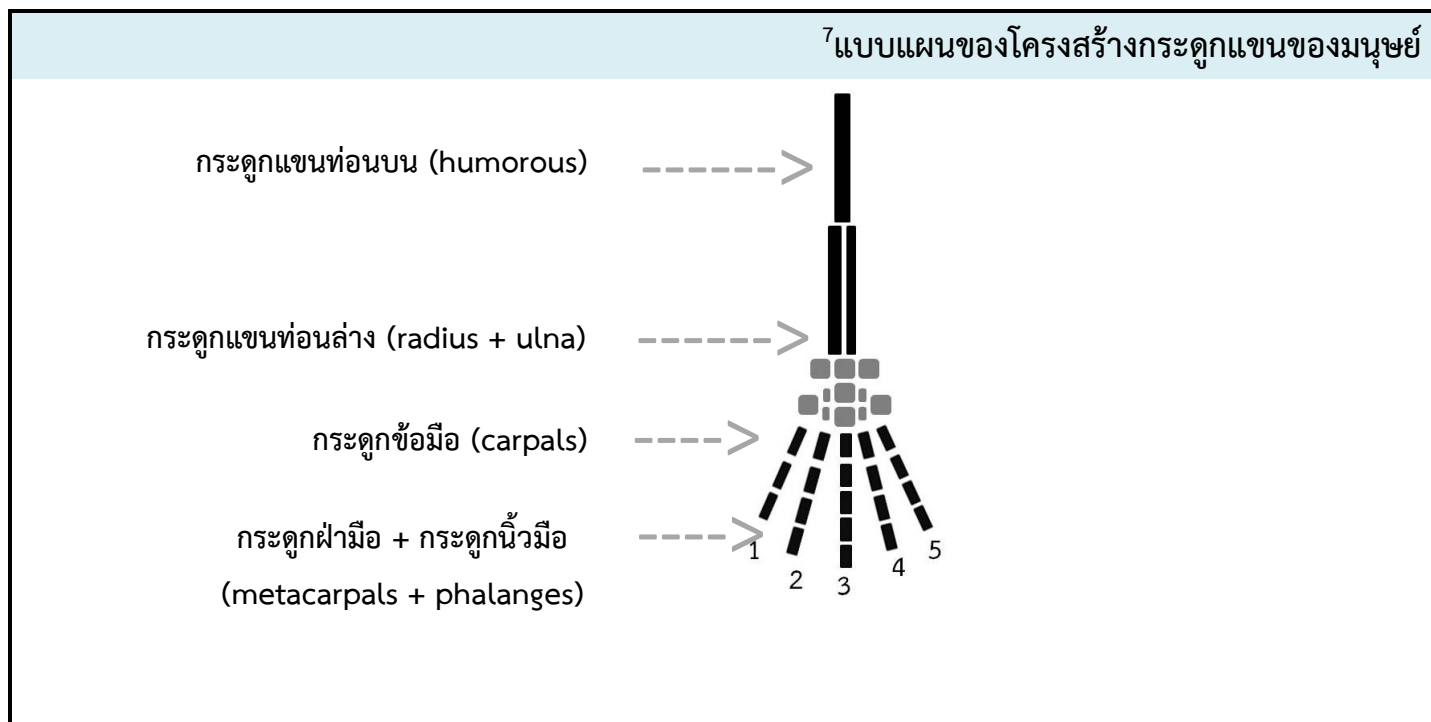
ไซโตโครม ซี (Cytochrome c) เป็นโปรตีนชนิดหนึ่งที่พบในไมโทคอนเดรียของเซลล์สัตว์หลายชนิด ซึ่งโปรตีนชนิดนี้ทำหน้าที่เกี่ยวข้องกับการหายใจระดับเซลล์ นักวิทยาศาสตร์จึงนำมาใช้ในการศึกษาความสัมพันธ์ทางวิวัฒนาการของสัตว์

ไซโตโครม ซี ประกอบด้วยกรดอะมิโน 104 โมเลกุล ซึ่งพบว่าสัตว์แต่ละชนิดจะมีจำนวนและการจัดเรียงของกรดอะมิโนที่แตกต่างกัน

โปรตีนแต่ละชนิดมีอัตราของวิวัฒนาการค่อนข้างคงที่ เช่น ไซโตโครม ซี จะมีอัตราการเปลี่ยนแปลงกรดอะมิโน 1 โมเลกุล ต่อ 17 ล้านปี ส่วนฮีโมโกลบิน มีอัตราการเปลี่ยนแปลงกรดอะมิโน 1 โมเลกุล ต่อ 1 พันล้านปี

แผ่นภาพความรู้ที่ 1

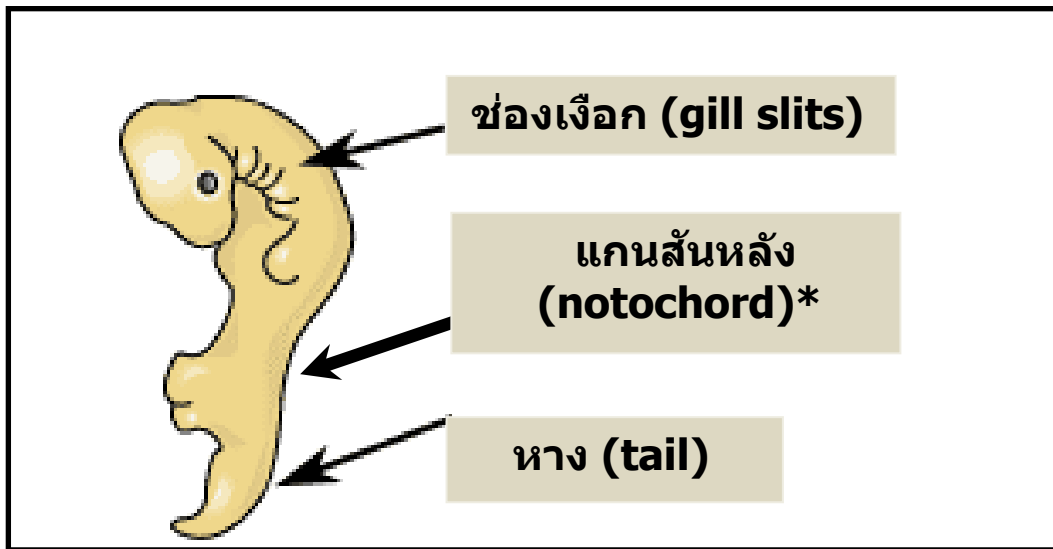
แบบแผนของโครงสร้างกระดูกแขนของมนุษย์



⁷Ashlyn Shaw. (2012) “Homologous Structure”. [Online]. Available: <https://sites.google.com/site/ashaw2nd2022/part-2-continuity-of-life/homologousstructure>. [2022, September 7].

แผ่นภาพความรู้ที่ 2

โครงสร้างเอ็มบริโอของสัตว์มีกระดูกสันหลัง



⁸ภาพโครงสร้างเอ็มบริโอของสัตว์มีกระดูกสันหลัง

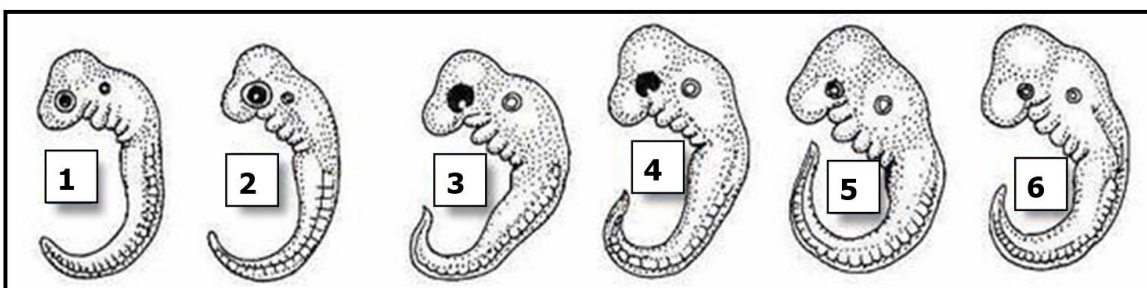
*notochord เป็นโครงสร้างค่อนข้างแข็งมีลักษณะเป็นท่อนยาวขนานกับด้านหลังของลำตัว อยู่ระหว่างทางเดินอาหารและเส้นประสาทใหญ่ของสัตว์ในระยะเอ็มบริโอ และถูกแทนที่ด้วยกระดูกสันหลังเมื่อโตเต็มวัย [พจนานุกรมศัพท์ สสวท.]

ดัดแปลงภาพจาก

⁸Michael Richardson et al. (2002). “*Understanding Evolution*”. [Online]. Available: http://evolution.berkeley.edu/evolibrary/article/evodevo_02. [2022, September 5].

..... ภาพสำหรับบรรจุในช่องกระดาษที่ 1

ใช้ภาพที่ ❶ ตั้งสมมติฐานว่าภาพ 1 - 6 เป็นเอ็มบริโอของสัตว์ชนิดใดบ้าง



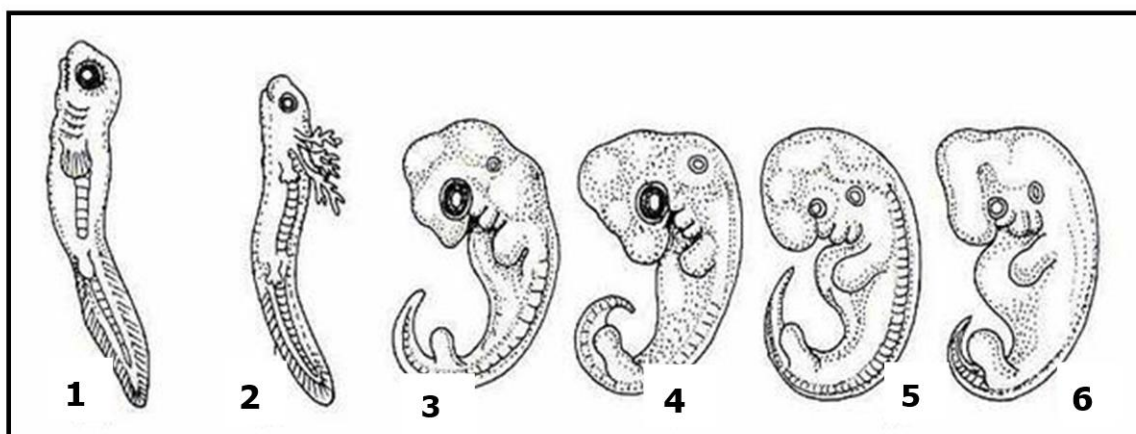
ภาพที่ **1** แบบแผนการเจริญเติบโตของเอ็มบริโอของสัตว์มีกระดูกสันหลังระยะต้น

หมายเหตุ : ตัดตามเส้นประ



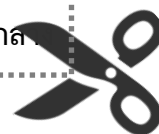
..... ภาพสำหรับบรรจุในของกระดาศที่ 2

ใช้ภาพที่ **2** ตั้งสมมติฐานว่าภาพ 1- 6 เป็นเอ็มบริโอของสัตว์ชนิดใดบ้าง



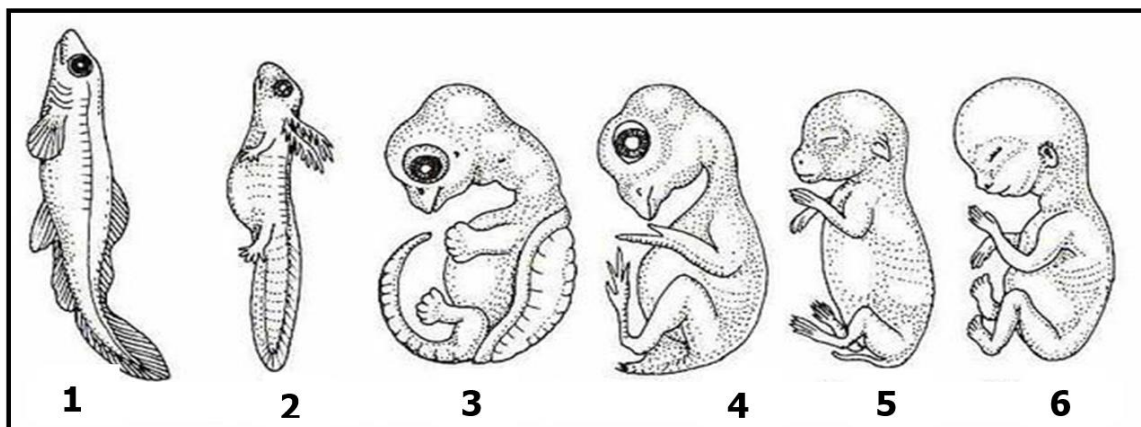
ภาพที่ **2** แบบแผนการเจริญเติบโตของเอ็มบริโอของสัตว์มีกระดูกสันหลังระยะกลาง

หมายเหตุ : ตัดตามเส้นประ



..... ภาพสำหรับบรรจุในของกระดาศที่ 3

ใช้ภาพที่ **3** ตั้งสมมติฐานว่าภาพ 1 - 6 เป็นเอ็มบริโอของสัตว์ชนิดใดบ้าง



ภาพที่ 3 แบบแผนการเจริญเติบโตของเอ็มบริโอของสัตว์มีกระดูกสันหลังระยะปลาย

หมายเหตุ : ตัดตามเส้นประ

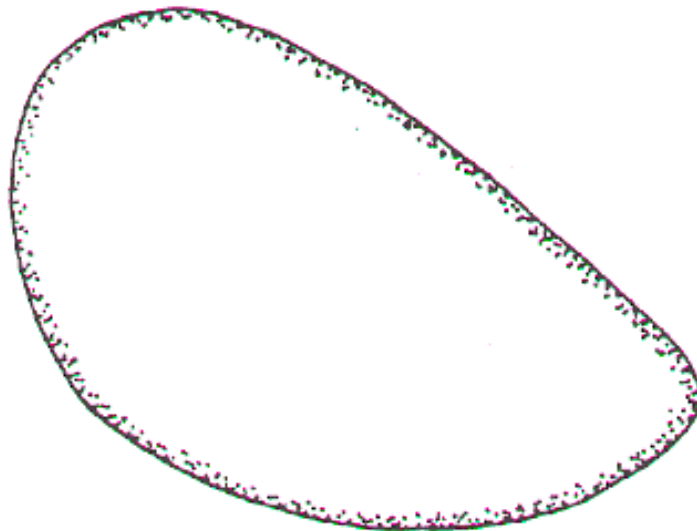


ศูนย์กิจกรรมสำรอง

นกพันธุ์ใหม่

คำชี้แจง ก่อนทำการสอนให้ครูผู้สอนตัดชิ้นส่วนของนก แยกตามอวัยวะ คือ ลำตัว จะงอยปาก หัว หาง และเท้า เตรียมไว้ในตะกร้าอุปกรณ์สำหรับศูนย์สำรอง

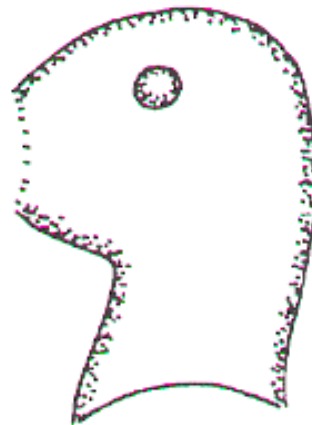
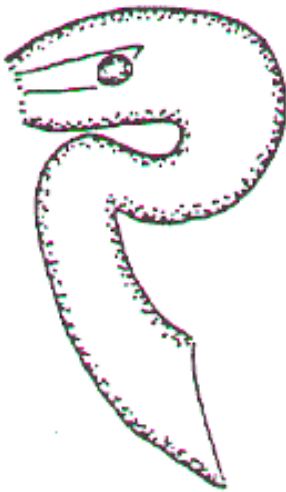
ลำตัว (body)



จะงอยปาก (beaks)



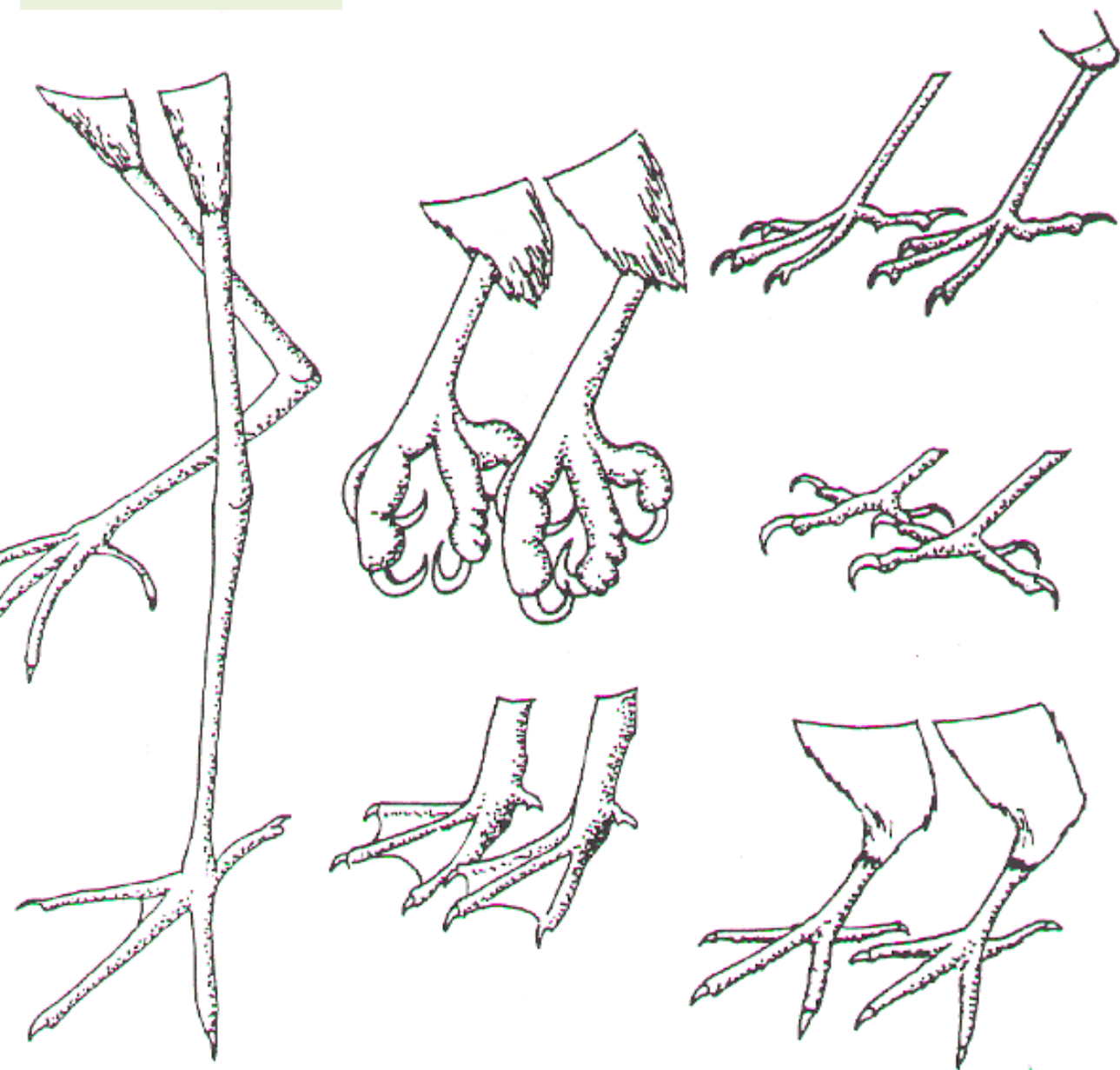
หัว (heads)



หาง (tail)



เท้า (feet)



ดัดแปลงภาพจาก

⁹AAAS. (2009). “Bird beak”. [Online]. Available: <http://sciencenetlinks.com/lessons/bird-beaks/>. [2022, September 8].

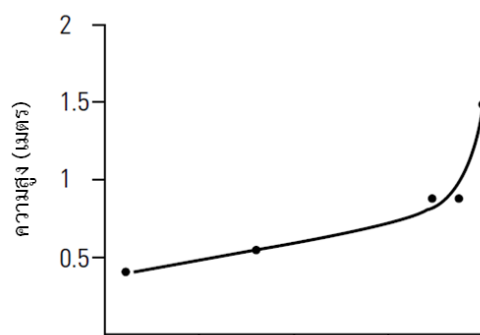


เฉลย

แบบบันทึกกิจกรรมที่ 1

การศึกษาหลักฐานจากซากดึกดำบรรพ์ของม้า

ข้อที่ 1.1 เขียนกราฟแสดงการเปลี่ยนแปลงความสูงของม้าในอดีตจนถึงปัจจุบัน



ข้อที่ 1.2 อธิบายการเปลี่ยนแปลงความสูงของน้ำในอดีจนถึงปัจจุบัน

จากกราฟ อธิบายได้ว่า น้ำในอดีตมีความสูงน้อยกว่าน้ำในปัจจุบันมาก (ประมาณ 0.4 เมตร) ส่วนน้ำในยุคต่อๆ มามีความสูงเพิ่มขึ้นเรื่อยๆ ซึ่งน้ำในยุคปัจจุบันมีความสูงประมาณ 1.6 เมตร โดยที่การปรับตัวด้านความสูงของน้ำในอดีตสู่มายุคปัจจุบันใช้เวลาประมาณ 40 ล้านปี

ข้อที่ 1.3 อธิบายการเปลี่ยนแปลงนิ้วเท้าของน้ำในอดีจนถึงปัจจุบัน

น้ำในอดีต มีนิ้วเท้าข้างละ 3-4 นิ้ว ส่วนน้ำปัจจุบันนิ้วเท้าลดลงเหลือ 1 นิ้ว เรียกว่า กีบ

ข้อที่ 2 จากตารางที่ 1 พบว่าม้าชนิด *Meshippus sp.* อาศัยอยู่ในบริเวณป่าที่มีพืชตระกูลเฟิร์นปกคลุมหนาแน่น จงอธิบายการปรับตัวเพื่อการดำรงชีวิตของม้าชนิดนี้

ม้าชนิด *Meshippus sp.* อาศัยอยู่ในป่าโปร่ง มีพืชตระกูลเฟิร์นปกคลุมหนาแน่น ซึ่งมีไม้ยืนต้น (tree) เล็กน้อย จากตาราง พบว่าม้าชนิดนี้กินพืชใบเขียวเป็นอาหาร ซึ่งน่าจะเป็นใบจากพืชที่มีลำต้นไม่สูงมากนัก ดังนั้นการปรับตัวของม้าคือมีลำตัวไม่สูงมาก ประมาณ 0.6 เมตร และขาแต่ละข้างของม้ายังคงมีนิ้วเท้า ซึ่งเหมาะในการเดินบนพื้นดินที่อ่อนนุ่มในป่าได้เป็นอย่างดี

ข้อที่ 3 เมื่อเปรียบเทียบความซับซ้อนของโครงสร้างซากดึกดำบรรพ์ของม้าที่พบในหินชั้นล่างกับหินชั้นบนแล้ว มีโครงสร้างแตกต่างกันหรือไม่ อย่างไร

โครงสร้างซากดึกดำบรรพ์ของม้าที่พบในหินชั้นล่างจะมีความซับซ้อนน้อยกว่าและมีขนาดเล็กกว่าโครงสร้างซากดึกดำบรรพ์ของม้าที่พบในหินชั้นบน เนื่องจากสิ่งมีชีวิตที่เกิดขึ้นในระยะแรกๆ เป็นสิ่งมีชีวิตที่มีโครงสร้างซับซ้อนน้อยกว่า และสิ่งมีชีวิตที่พบในหินชั้นบนจะมีลักษณะใกล้เคียงกับในปัจจุบันมากกว่า

ข้อที่ 4 “ม้าเป็นสัตว์กินพืช (Herbivore)” ดังนั้นการเปลี่ยนแปลงทางระบบนิเวศมีผลต่อการเปลี่ยนแปลง

รูปร่างของม้าหรือไม่ อย่างไร

จากหลักฐานทำให้สันนิษฐานได้ว่า ในอดีตม้ามียขนาดเล็ก คอสั้น มีนิ้วเท้า 4 นิ้ว และกินอาหารจากพุ่มไม้เตี้ยๆ ต่อมาเมื่อมีการเปลี่ยนแปลงของระบบนิเวศส่งผลให้พืชพรรณเปลี่ยนแปลงไป ม้าจึงมีการปรับตัวจนมีขนาดใหญ่ขึ้น คอยาว นิ้วเท้าลดลงเหลือเพียงนิ้วเดียว มีฟันบดที่ซับซ้อนเพื่อให้เหมาะสำหรับการกินหญ้าเป็นอาหาร

ข้อที่ 5 การเปลี่ยนแปลงสภาพแวดล้อมมีผลต่อพฤติกรรมของสัตว์ผู้ล่าหรือไม่ และมีความเกี่ยวข้องกับการดำรงชีวิตของม้าอย่างไร

ม้าจัดเป็นผู้บริโภคอันดับที่ 1 ซึ่งเป็นสัตว์ที่กินพืชเป็นอาหาร ดังนั้นการเปลี่ยนแปลงของสภาพแวดล้อมมีผลต่อม้า เนื่องจากหากพืชพรรณที่เป็นอาหารของม้าเปลี่ยนแปลงไป ม้าจะมีการปรับพฤติกรรมเพื่อให้สามารถดำรงชีวิตอยู่ได้ เช่น เลือกกินพืชพรรณต่างชนิดออกไป อาจต้องมีการเปลี่ยนแปลงที่อยู่อาศัย (habitat) ส่งผลให้สัตว์ผู้ล่า เช่น เสือ สิงโต ต้องปรับพฤติกรรมในการล่าเหยื่อ (ม้า) ด้วย เช่น การเลือกกินเหยื่อชนิดอื่นแทน เพิ่มระยะเวลาในการล่าเหยื่อนานขึ้น เปลี่ยนที่อยู่อาศัยจากป่าออกสู่ทุ่งหญ้า เป็นต้น

เฉลย

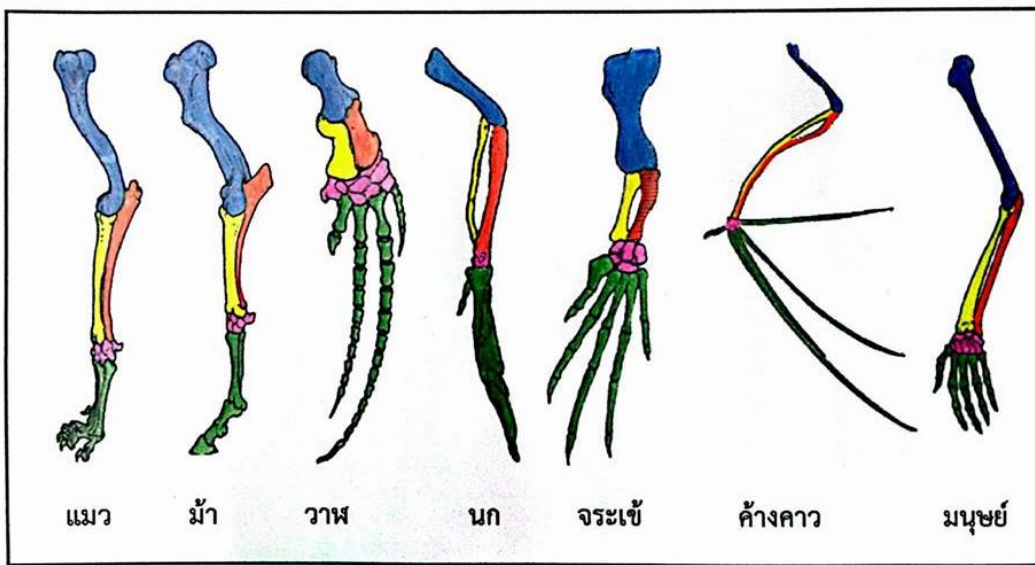
แบบบันทึกกิจกรรมที่ 2

การศึกษาหลักฐานทางกายวิภาคเปรียบเทียบ

ข้อที่ 1 กำหนดสีและระบายโครงสร้างกระดูกของรยางค์คู่หน้าของสัตว์มีกระดูกสันหลังทั้ง 7 ชนิด

กำหนดสี

	=	humorous
	=	radius
	=	ulna
	=	carpals
	=	phalanges และ metacarpals



ข้อที่ 2 ระบุชื่อรยางค์คู่หน้าของสัตว์มีกระดูกสันหลังแต่ละชนิด และหน้าที่การทำงานของรยางค์ให้ถูกต้อง

สัตว์	รยางค์คู่หน้า	หน้าที่
แมว	ขาหน้า	ใช้ในการเคลื่อนที่หรือเคลื่อนไหว เช่น เดิน วิ่ง หมอบ
ม้า	ขาหน้า	ใช้ในการเคลื่อนที่หรือเคลื่อนไหว เช่น เดิน วิ่ง หมอบ
วาฬ	ครีบ	ใช้ในการเคลื่อนที่หรือเคลื่อนไหว เช่น ว่ายน้ำ พยุงตัวในน้ำ
นก	ปีก	ใช้ในการเคลื่อนที่หรือเคลื่อนไหว เช่น บิน ทรงตัว
จระเข้	ขาหน้า	ใช้ในการเคลื่อนที่หรือเคลื่อนไหว เช่น เดิน ว่ายน้ำ พยุงตัวในน้ำ
ค่างคาว	ปีก	ใช้ในการเคลื่อนที่หรือเคลื่อนไหว เช่น บิน ทรงตัว
มนุษย์	แขน	ใช้ในการเคลื่อนที่หรือเคลื่อนไหว เช่น หยิบจับสิ่งของ ทรงตัว

ตอนที่ 2 เขียนสะท้อนความคิดตามประเด็นคำถามทางวิทยาศาสตร์

ข้อที่ 1 โครงสร้างกระดูกรยางค์ของสัตว์มีกระดูกสันหลังแต่ละชนิด มีความสัมพันธ์กันหรือไม่ อย่างไร?

สัตว์มีกระดูกสันหลังแต่ละชนิดน่าจะมีความสัมพันธ์กัน เนื่องจากมีความคล้ายคลึงกันของ
โครงสร้างกระดูกรยางค์

ข้อที่ 2 รยางค์ของสัตว์มีกระดูกสันหลังแต่ละชนิดมีความแตกต่างกันในเรื่องใด?

หน้าที่การทำงาน

ข้อที่ 3 จากหลักฐานการเปรียบเทียบทางกายวิภาค สัตว์ชนิดใดน่าจะมีความสัมพันธ์กับมนุษย์
ในเชิงวิวัฒนาการมากที่สุด เพราะเหตุใด?

แมว เพราะมีลักษณะของโครงสร้างกระดูกรยางค์คล้ายมนุษย์ที่สุด

ข้อที่ 4 ใช้ภาพที่ (ก.) ตอบคำถามข้อที่ 4.1 – 4.3

ข้อที่ 4.1 อวัยวะที่ใช้ในการบินของผีเสื้อ นก และค่างคาว คืออะไร?

ปีก

ข้อที่ 4.2 จงเปรียบเทียบลักษณะโครงสร้างและหน้าที่ของอวัยวะที่ใช้ในการบินของสัตว์ทั้ง 3 ชนิด

ด้านโครงสร้าง ปีกของนกและปีกของค่างคาว มีโครงสร้างคล้ายกันคือมีกระดูกค้ำจุน

ที่มีรูปแบบเดียวกัน ส่วนปีกของผีเสื้อ ไม่มีกระดูก เป็นเพียงเนื้อเยื่อเกี่ยวพัน
ด้านหน้าทั้งปีกผีเสื้อ ปีกนก และปีกค้างคาว ทำหน้าที่ในการบิน

ข้อที่ 4.3 หากกล่าวว่า “ปีกนก ปีกค้างคาว และครีบวาฬ เป็น Homologous structure”

ส่วน “ปีกนกกับปีกผีเสื้อ เป็น Analogous structure”

จงให้ความหมายของคำว่า Homologous structure และ Analogous structure
ตามความเข้าใจของนักเรียน

Homologous structure คือ โครงสร้างที่มีจุดกำเนิดเดียวกัน เนื่องจากมีความสัมพันธ์
กันในเชิงวิวัฒนาการ แต่อาจมีหน้าที่เหมือนหรือต่างกัน

Analogous structure คือ โครงสร้างที่มีจุดกำเนิดต่างกัน แต่ทำหน้าที่เหมือนกัน

เฉลย

แบบบันทึกกิจกรรมที่ 3

การศึกษาหลักฐานทางคัพภวิทยา

ใช้ภาพที่ ❶ ตั้งสมมติฐานว่าภาพ 1 - 6 เป็นเอ็มบริโอของสัตว์ชนิดใดบ้าง

ชนิดของสัตว์	หมายเลขที่เป็นเอ็มบริโอของสัตว์
มนุษย์	ขึ้นอยู่กับคำตอบของแต่ละกลุ่ม
กระต่าย	
ซาลาแมนเดอร์	
เต่า	
ปลา	
ไก่	

คำถาม : จากข้อที่ 1 ลักษณะของเอ็มบริโอของสัตว์มีกระดูกสันหลังทั้ง 6 ชนิด เป็นอย่างไร

ลักษณะของเอ็มบริโอของสัตว์มีกระดูกสันหลังแต่ละชนิด คล้ายกันมากจนไม่สามารถระบุได้ว่า
เป็นเอ็มบริโอของสัตว์ชนิดใด

ใช้ภาพที่ ❷ ตั้งสมมติฐานว่าภาพ 1- 6 เป็นเอ็มบริโอของสัตว์ชนิดใดบ้าง

ชนิดของสัตว์	หมายเลขที่เป็นเอ็มบริโอของสัตว์
มนุษย์	ขึ้นอยู่กับคำตอบของแต่ละกลุ่ม

กระต่าย	
ซาลาแมนเดอร์	
เต่า	
ปลา	
ไก่	

คำถาม : จากช่องที่ 2 ลักษณะของเอ็มบริโอของสัตว์มีกระดูกสันหลังทั้ง 6 ชนิด เป็นอย่างไร

ลักษณะของเอ็มบริโอของสัตว์มีกระดูกสันหลังแต่ละชนิด มีการเปลี่ยนแปลงในบางลักษณะ
เด่นชัดขึ้น สามารถคาดเดาชนิดของสัตว์ได้บ้าง

ใช้ภาพที่ 3 ตั้งสมมติฐานว่าภาพ 1 - 6 เป็นเอ็มบริโอของสัตว์ชนิดใดบ้าง

ชนิดของสัตว์	หมายเลขที่เป็นเอ็มบริโอของสัตว์
มนุษย์	6
กระต่าย	5
ซาลาแมนเดอร์	2
เต่า	3
ปลา	1
ไก่	4

คำถาม : จากช่องที่ 3 ลักษณะของเอ็มบริโอของสัตว์มีกระดูกสันหลังทั้ง 6 ชนิด เป็นอย่างไร

ลักษณะของเอ็มบริโอของสัตว์มีกระดูกสันหลังแต่ละชนิด มีการเปลี่ยนแปลงอย่างเด่นชัด
สามารถระบุชนิดของสัตว์ได้

ข้อที่ 4 การตั้งสมมติฐานของนักเรียนในข้อ 1 - 3 แตกต่างกันหรือไม่ เพราะเหตุใด?

แตกต่างกัน เพราะลักษณะของเอ็มบริโอของสัตว์มีกระดูกสันหลังในข้อ 1-2 มีการเปลี่ยนแปลง
ไม่ชัดเจน คาดเดาได้ยาก ส่วนลักษณะของเอ็มบริโอของสัตว์มีกระดูกสันหลังในข้อ 3
มีการเปลี่ยนแปลงอย่างเด่นชัด จึงน่าจะเป็นสมมติฐานที่ถูกต้องที่สุด

ข้อที่ 5 โครงสร้างใดของเอ็มบริโอที่แสดงให้เห็นถึงความสัมพันธ์ของสัตว์ทั้ง 6 ชนิด และแสดงให้เห็นถึง
ความสัมพันธ์ทางวิวัฒนาการหรือไม่ อย่างไร?

โครงสร้างเอ็มบริโอของสัตว์มีกระดูกสันหลังทั้ง 6 ชนิด มีลักษณะร่วมกัน 3 โครงสร้าง คือ ช่องเหงือก (Gill slit) แกนสันหลัง (Notochord) และหาง (Tail) ซึ่งแสดงให้เห็นว่าสัตว์มีกระดูกสันหลังทั้ง 6 ชนิด มีความสัมพันธ์ทางวิวัฒนาการ เพราะมีเอ็มบริโอที่มีลักษณะเหมือนกัน

เฉลย

แบบบันทึกกิจกรรมที่ 4

การศึกษาหลักฐานทางชีวภูมิศาสตร์

ข้อที่ 1 จากหลักฐานที่ 1 การเข้ากันได้ของขอบทวีป จงสร้างจากคำอธิบายที่สนับสนุนทฤษฎีการเลื่อนไหลของทวีป (Continental drift Theory) ของ อัลเฟรด เวเจเนอร์

รูปร่างของทวีปต่างๆ สานกันได้อย่างพอเหมาะ โดยเฉพาะทวีปแอฟริกากับทวีปอเมริกาใต้

ข้อที่ 2 จากหลักฐานที่ 2 การกระจายของซากดึกดำบรรพ์ในบริเวณต่างๆ นักเรียนจะสร้างจากคำอธิบายที่สนับสนุนทฤษฎีการเลื่อนไหลของทวีป (Continental drift Theory) ของ อัลเฟรด เวเจเนอร์ ได้อย่างไร

จากหลักฐานของซากดึกดำบรรพ์ของสิ่งมีชีวิต ทั้งพืชและสัตว์ที่กระจายในสองทวีปที่อยู่ด้านเดียวกันหรือใกล้เคียงกัน เช่น ตามแนวชายฝั่ง ทั้งทวีปอเมริกาใต้และทวีปแอฟริกา พบว่าบริเวณแนวชายฝั่งของทวีปทั้งสองทวีปที่ตรงกันนั้น ซากดึกดำบรรพ์ที่พบก็เป็นชนิดเดียวกันด้วย หากทวีปทั้งสองอยู่แยกกันดังเช่นในปัจจุบัน โดยมีมหาสมุทรคั่นระหว่างทวีป พืชและสัตว์ในอดีตจะเดินทางจากทวีปหนึ่งข้ามมหาสมุทรแอตแลนติกไปสู่อีกทวีปหนึ่งได้อย่างไร ข้อสังเกตนี้สนับสนุนสมมติฐานของเวเจเนอร์ ที่ว่าทวีปแอฟริกากับทวีปอเมริกาใต้เดิมเป็นผืนดินเดียวกัน

ข้อที่ 3 ทฤษฎีการเลื่อนไหลของทวีป เกี่ยวข้องกับการเกิดวิวัฒนาการของสิ่งมีชีวิตหรือไม่ อย่างไร

ทฤษฎีการเลื่อนไหลของทวีป เกี่ยวข้องกับการเกิดวิวัฒนาการของสิ่งมีชีวิต คือ การเปลี่ยนแปลงและการเคลื่อนย้ายของแผ่นทวีป ส่งผลให้สิ่งมีชีวิตกระจายไปตามบริเวณต่างๆ ซึ่งมีภูมิอากาศและภูมิประเทศเป็นตัวกำหนด สิ่งมีชีวิตจะมีการปรับตัวให้เหมาะสมกับสภาพแวดล้อมนั้นๆ เมื่อเวลาผ่านไป ลักษณะความแตกต่างจะเพิ่มขึ้นเรื่อยๆ จนไม่อาจผสมพันธุ์กันได้อีก เกิดเป็นสปีชีส์ใหม่ในที่สุด

เฉลย

แบบบันทึกกิจกรรมที่ 5

การศึกษาหลักฐานทางชีววิทยาระดับโมเลกุล

ตอนที่ 1 ให้นักเรียนวิเคราะห์ความแตกต่างของชนิดและการจัดเรียงของกรดอะมิโนตำแหน่งที่ 42 – 104 ที่พบในของไซโตโครม ซี ของสัตว์มีกระดูกสันหลัง 9 ชนิด จากตารางข้อมูลที่ 1

ชนิดของสัตว์	จำนวนชนิดของกรดอะมิโนที่แตกต่างจากมนุษย์	ชนิดของสัตว์	จำนวนชนิดของกรดอะมิโนที่แตกต่างจากมนุษย์
ไก่	7	ฉลาม	14
ม้า	5	เต่า	8
ปลาทูน่า	11	ลิง	1
กบ	9	กระต่าย	4

ตอนที่ 2 เขียนสะท้อนความคิดตามประเด็นคำถามทางวิทยาศาสตร์

ข้อที่ 1 จากข้อมูลการวิเคราะห์จำนวนและชนิดของกรดอะมิโนที่เป็นองค์ประกอบของโปรตีน Cytochrome c สัตว์ชนิดใดที่มีความสัมพันธ์ทางวิวัฒนาการใกล้เคียงกับมนุษย์ที่สุด เพราะเหตุใด

ลิง เพราะมีจำนวนและชนิดของกรดอะมิโนที่เป็นองค์ประกอบของโปรตีน Cytochrome c ที่แตกต่างจากมนุษย์น้อยที่สุด

ข้อที่ 2 หากพบว่า ผลการวิเคราะห์ความแตกต่างของจำนวนชนิดของกรดอะมิโนของ Cytochrome C ของสัตว์ชนิดหนึ่งเหมือนกับมนุษย์ นักเรียนจะสรุปว่าอย่างไร?

สรุปได้ว่า สิ่งมีชีวิตนั้นมีวิวัฒนาการใกล้เคียงกับมนุษย์ เพราะอาจมีชนิดกรดอะมิโนของโปรตีนชนิดอื่นที่แตกต่างจากมนุษย์ก็ได้

ข้อที่ 3 การศึกษาการจัดเรียงและจำนวนชนิดของกรดอะมิโนในโปรตีนของสัตว์แต่ละชนิด นำไปใช้ประโยชน์อะไรได้บ้าง?

ใช้ในการศึกษาความใกล้ชิดกันของสายวิวัฒนาการ กล่าวคือ หากสิ่งมีชีวิตมีความแตกต่างของนิวคลีโอไทด์น้อย (โมเลกุลของดีเอ็นเอ) หรือมีความแตกต่างของจำนวนและชนิดของกรดอะมิโนน้อย (โมเลกุลโปรตีน) ถือว่าสิ่งมีชีวิตนั้นมีความสัมพันธ์กันในเชิงวิวัฒนาการ

เฉลย

แบบบันทึกศูนย์กิจกรรมสำรวจ

นกพันธุ์ใหม่

ขึ้นอยู่กับนักเรียนแต่ละกลุ่ม

ชนิดของนกที่จับสลากได้ คือ

☐ นกน้อยในป่าใหญ่ ☐ นกน้อยเจ้าเวหา ☐ นกน้อยตามลำธาร ☐ นกน้อยแห่งท้องทะเล

อธิบายเหตุผลที่เลือกชิ้นส่วนของร่างกาย (ลำตัว จะงอยปาก หัว หาง และเท้า) เพื่อประกอบเป็นตัวนก

ขึ้นอยู่กับคำตอบของแต่ละกลุ่ม โดยแสดงให้เห็นว่าการทำงานทางวิทยาศาสตร์ต้องอาศัยความคิด
สร้างสรรค์และจินตนาการ ควบคู่ไปกับการคิดวิเคราะห์ (NOS 6)

เฉลย

อนุทิน

หลักฐานที่สนับสนุนวิวัฒนาการของสิ่งมีชีวิต

ข้อที่ 1 แต่ละหลักฐานมีคำอธิบายที่สัมพันธ์กับวิวัฒนาการของสิ่งมีชีวิตอย่างไร?

หลักฐานจากการศึกษาซากดึกดำบรรพ์ พบว่าซากดึกดำบรรพ์ของม้าแสดงให้เห็นว่า “ม้ามีวิวัฒนาการ” โดยม้าในอดีตมีขนาดเล็ก คอสั้น มี 4 นิ้วเท้าต่อมาปรับตัวให้มีขนาดใหญ่ขึ้น คอยาวขึ้น นิ้วเท้าลดลงเหลือเพียง 1 นิ้ว, หลักฐานจากกายวิภาคเปรียบเทียบ พบว่าโครงสร้างของอวัยวะต่างๆ ในสิ่งมีชีวิตต่างชนิดกัน แต่มีต้นกำเนิดเดียวกัน (Homologous structure) แสดงให้เห็นว่ามีวิวัฒนาการร่วมกัน, หลักฐานจากคัพภวิทยาเปรียบเทียบ พบว่า โครงสร้างของตัวอ่อน (Embryo) ของสัตว์มีกระดูกสันหลังมีลักษณะเหมือนกัน แสดงให้เห็นว่ามีวิวัฒนาการร่วมกัน, หลักฐานทางชีวภูมิศาสตร์ พบว่าภูมิอากาศและภูมิประเทศเป็นตัวกำหนดการแพร่กระจายของสิ่งมีชีวิตชนิดต่างๆ แสดงให้เห็นว่าสิ่งมีชีวิตในปัจจุบันมีวิวัฒนาการมาจากสิ่งมีชีวิตในอดีต, และ หลักฐานจากด้านชีววิทยาระดับโมเลกุล พบว่า ความเหมือนหรือความแตกต่างของลำดับเบสในดีเอ็นเอของสิ่งมีชีวิตแต่ละชนิด สามารถใช้ชี้ถึงความใกล้ชิดกันทางวิวัฒนาการของสิ่งมีชีวิตได้ (วิเคราะห์จากโปรตีนซึ่งเป็นผลิตภัณฑ์จากรหัสของดีเอ็นเอ)

ข้อที่ 2 นักเรียนมีความเห็นอย่างไรต่อคำกล่าวที่ว่า “การศึกษาซากดึกดำบรรพ์เพียงอย่างเดียวก็สามารถสรุปได้ว่า สิ่งมีชีวิตมีวิวัฒนาการ”

การใช้หลักฐานที่เป็นซากดึกดำบรรพ์อาจไม่เพียงพอที่ใช้ในการศึกษาวิวัฒนาการของสิ่งมีชีวิต เนื่องจากซากดึกดำบรรพ์ที่ค้นพบมักไม่ครบสมบูรณ์ หรืออาจถูกทำลายจากปรากฏการณ์ธรรมชาติ หรือยังไม่ถูกค้นพบ และสิ่งมีชีวิตหลายชนิดไม่มีโอกาสเกิดซากดึกดำบรรพ์ได้ ดังนั้นต้องอาศัยหลักฐานอื่นๆ มาสนับสนุนเพิ่มเติม

ข้อที่ 3 นักเรียนมีประเด็นในการอภิปรายเกี่ยวกับข้อดีหรือข้อจำกัดเกี่ยวกับการใช้หลักฐานที่สนับสนุนวิวัฒนาการของสิ่งมีชีวิตเพิ่มเติมอีกหรือไม่ อย่างไร?

- ซากดึกดำบรรพ์จะต้องอยู่ในสภาพที่สมบูรณ์พอสมควร จึงจะสามารถอธิบายเกี่ยวกับวิวัฒนาการของสิ่งมีชีวิตนั้นๆ ได้
- บางกรณีไม่สามารถเปรียบเทียบกายวิภาคในระยะตัวเต็มวัยได้ แต่เมื่อศึกษาการเจริญเติบโตในระยะเอ็มบริโอ พบว่าใช้เป็นหลักฐานสนับสนุนการเกิดวิวัฒนาการของสิ่งมีชีวิตได้ เช่น การเจริญเติบโตของเอ็มบริโอของสัตว์มีกระดูกสันหลัง
- การศึกษาทางด้านชีววิทยาระดับโมเลกุล ทำให้ได้ข้อมูลที่แม่นยำเกี่ยวกับสายสัมพันธ์ของสิ่งมีชีวิต

ข้อที่ 4 ให้ความหมายของคำว่า “วิวัฒนาการของสิ่งมีชีวิต” ตามความเข้าใจของนักเรียน

วิวัฒนาการของสิ่งมีชีวิต หมายถึง กระบวนการถ่ายทอดผ่านพันธุกรรมผ่านการปรับเปลี่ยน โดยสิ่งมีชีวิตส่วนใหญ่มีการเปลี่ยนแปลงอย่างค่อยเป็นค่อยไปในแต่ละรุ่นเพื่อปรับตัวให้เหมาะสมกับสภาพแวดล้อมและการดำรงชีวิตให้อยู่รอด โดยลักษณะที่เปลี่ยนแปลงสามารถถ่ายทอดผ่านทางพันธุกรรมภายในประชากรบรรพบุรุษสู่รุ่นลูกหลานต่อไปไม่มีที่สิ้นสุด หรือ วิวัฒนาการของสิ่งมีชีวิต หมายถึง การเปลี่ยนแปลงลำดับเบสของดีเอ็นเอ ทำให้เกิดลักษณะของสิ่งมีชีวิต

เปลี่ยนแปลงไปจากบรรพบุรุษ และสามารถถ่ายทอดไปยังรุ่นต่อไป และปรับตัวให้มีชีวิตอยู่รอด
ในสภาพแวดล้อมที่ต่างกันในระยะเวลายาวนาน

ข้อที่ 5 เหตุใดจึงต้องศึกษาวิวัฒนาการของสิ่งมีชีวิต?

เพราะการศึกษาเกี่ยวกับวิวัฒนาการของสิ่งมีชีวิตเกี่ยวข้องกับความรู้ทางชีววิทยาหลากหลายสาขา /
เพราะวิวัฒนาการเป็นพื้นฐานและเชื่อมโยงกับชีววิทยาเรื่องอื่นๆ เช่น พฤติกรรม พันธุศาสตร์ ชีววิทยา
เชิงโมเลกุล เป็นต้น

ข้อที่ 6 การศึกษาวิวัฒนาการของสิ่งมีชีวิต ต้องใช้ความรู้ทางชีววิทยาเรื่องใดบ้าง?

ขึ้นอยู่กับคำตอบของนักเรียน เช่น พฤติกรรม นิเวศวิทยา ประชากร อนุกรมวิธาน พันธุศาสตร์ สรีรวิทยา สันฐาน
วิทยา และชีววิทยาเชิงโมเลกุล สะท้อนถึงความเข้าใจของนักเรียนว่าการศึกษาวิวัฒนาการจำเป็นต้องใช้ความรู้ทาง
วิทยาศาสตร์ชีวภาพหลากหลายสาขาวิชา

😊 พวกเราจะนำความรู้และประสบการณ์ที่ได้รับไปใช้ประโยชน์ ดังนี้
ขึ้นอยู่กับการแสดงความคิดเห็นของนักเรียน

😊 ประสบการณ์และความรู้สึกที่ “พวกเรา” ประทับใจและอยากจะบอกให้ “ครู” รู้
ขึ้นอยู่กับการแสดงความคิดเห็นของนักเรียน

😊 สิ่งที่เราได้จากการเรียนรู้ครั้งนี้ “แตกต่าง” จากสิ่งที่พวกเราเคยเรียนมาหรือจากความเชื่อเดิม คือ
ขึ้นอยู่กับการแสดงความคิดเห็นของนักเรียน

เฉลย

แบบทดสอบหลังเรียน

ตอนที่ 1 ให้นักเรียนทำเครื่องหมายกากบาท (X) ลงในช่องสี่เหลี่ยมของกระดาษคำตอบ

ข้อที่	ตัวเลือก			
	ก.	ข.	ค.	ง.
1				X
2	X			
3				X
4			X	

5			×	
---	--	--	---	--

ตอนที่ 2 ให้นักเรียนเขียนสะท้อนความคิดตามความเข้าใจ

ข้อที่ 6 หลักฐานทางวิทยาศาสตร์คืออะไร และมีความสำคัญต่อการได้มาซึ่งความรู้ทางวิทยาศาสตร์อย่างไร?

หลักฐานทางวิทยาศาสตร์ คือ สิ่งที่ใช้ในการอธิบายความสัมพันธ์ของความรู้ทางวิทยาศาสตร์ ซึ่งหลักฐานทางวิทยาศาสตร์อาจสนับสนุนหรือคัดค้านทฤษฎีหรือสมมติฐานทางวิทยาศาสตร์ที่มีอยู่ ส่งผลให้ความรู้ทางวิทยาศาสตร์เปลี่ยนแปลงไป

ข้อที่ 7 นักวิทยาศาสตร์ รู้ได้อย่างไรว่าสิ่งมีชีวิตมีวิวัฒนาการ?

นักวิทยาศาสตร์พยายามทำความเข้าใจเกี่ยวกับสิ่งของ ปรากฏการณ์ หรือเหตุการณ์ต่างๆ ที่เกิดขึ้นเกี่ยวกับการเปลี่ยนแปลงของสิ่งมีชีวิตในอดีตและปัจจุบัน ซึ่งนักวิทยาศาสตร์หาหลักฐานและสร้างคำอธิบายอย่างสมเหตุสมผล และสร้างแบบแผน (patterns) เพื่ออธิบาย วิพากษ์วิจารณ์ อธิบายปรากฏการณ์ทางธรรมชาติต่อกลุ่มของนักวิทยาศาสตร์

ข้อที่ 8 ในการทำกิจกรรมเพื่อศึกษาข้อมูลจากหลักฐานที่สนับสนุนวิวัฒนาการของสิ่งมีชีวิต เพื่อสร้างคำอธิบายทางวิทยาศาสตร์ของแต่ละกลุ่ม นักเรียนคิดว่ามีปัจจัยใดที่มีผลต่อคำอธิบายนั้น?

ขึ้นอยู่กับประสบการณ์เดิม ความรู้สึกนึกคิด ความชอบของแต่ละบุคคลที่แตกต่างกัน เช่นเดียวกับ การทำงานของนักวิทยาศาสตร์ที่มีการแปลความหมายหรือรายงานข้อมูลจากการเก็บข้อมูลหรือหลักฐานซึ่งได้รับผลกระทบจากประสบการณ์ การฝึกฝน ความเชื่อ ความรู้สึกนึกคิดของแต่ละบุคคล เพราะวิทยาศาสตร์เป็นกิจกรรมอย่างหนึ่งของมนุษย์ ดังนั้น บางครั้งหลักฐานทางวิทยาศาสตร์หรือข้อมูลที่ได้ อาจจะมาจากความลำเอียงอันเกิดจากตัวผู้สังเกต กลุ่มตัวอย่าง เครื่องมือ และวิธีการที่ใช้ในการตีความหมายหรือการรายงานข้อมูลโดยเฉพาะความลำเอียงอันเกิดมาจากตัวนักวิทยาศาสตร์ซึ่งอาจมาจากเพศ อายุ เชื้อชาติ ความรู้และประสบการณ์เดิมหรือความเชื่อของนักวิทยาศาสตร์แต่ละคน

ข้อที่ 9 จากกิจกรรมสำรวจนกพันธุ์ใหม่ บางกลุ่มจับสลากได้นกชนิดเดียวกัน แต่ก็ยังประกอบเป็นตัวนกที่มีรูปร่างลักษณะแตกต่างกัน เพราะเหตุใด? และนักเรียนมีวิธีการตรวจสอบความถูกต้องของลักษณะนกได้อย่างไร?

เพราะการที่จะประกอบเป็นตัวนกได้ ต้องอาศัยการสังเกต ความคิดสร้างสรรค์และจินตนาการ เพราะต้องคิดวิเคราะห์ว่า นกน้อยในป่าใหญ่ นกน้อยเจ้าเวหา นกน้อยตามลำธาร นกน้อยแห่งท้องทะเล มีลักษณะเป็นอย่างไร ลักษณะของลำตัว จะงอยปาก หัว หาง และเท้าที่กำหนดแบบใดสอดคล้องที่สุด ต้องใช้การวิเคราะห์ ตัดสินใจเพื่อลงข้อสรุป ทั้งนี้ประสบการณ์ ความเชื่อความรู้สึกนึกคิดของแต่ละบุคคล ภายใต้การทำงานร่วมกัน ย่อมมีผลต่อรูปร่างลักษณะของนก และการลงข้อสรุปจะมีน้ำหนักก็ต่อเมื่อ มีการหาหลักฐานอื่นเพิ่มเติมมาสนับสนุน หรือยืนยันด้วย ซึ่งสามารถค้นหาหลักฐานได้หลายวิธี

ข้อที่ 10 เหตุใดครูจึงจัดกิจกรรมให้มีการทำงานเป็นกลุ่ม?

การทำงานต้องอาศัยความร่วมมือจากหลายคนซึ่งมีความแตกต่างด้านความคิดและประสบการณ์

เกิดความคิด

สร้างสรรค์ ในการออกแบบอาจจะต้องใช้จินตนาการ ของหลายคน ซึ่งมีประสบการณ์และความถนัดที่ต่างกันไป ดังนั้นการ

ทำงานเป็นกลุ่ม ย่อมทำให้ชิ้นงานออกมาสมบูรณ์