

## หน่วยที่ 7

## ความหลากหลายทางชีวภาพ

หน่วยการเรียนรู้ 0.75 หน่วยกิต

บทที่ 20 ความหลากหลายทางชีวภาพ	30	ชั่วโมง
รวม	30	ชั่วโมง

ผลการเรียนรู้ที่คาดหวัง	สาระการเรียนรู้
1. สืบค้นข้อมูล อภิปรายและอธิบายเกี่ยวกับความหมายและองค์ประกอบของความหลากหลายทางชีวภาพ	1. การสืบค้นข้อมูล การอภิปรายและการอธิบายเกี่ยวกับความหมายและองค์ประกอบของความหลากหลายทางชีวภาพ
2. สำรวจตรวจสอบ สืบค้นข้อมูล อภิปรายและอธิบายการศึกษาความหลากหลายทางชีวภาพ การจัดหมวดหมู่ของสิ่งมีชีวิต การตั้งชื่อของสิ่งมีชีวิต พร้อมทั้งระบุเกณฑ์ที่ใช้ในการจำแนกกลุ่มของสิ่งมีชีวิต	2. การสำรวจตรวจสอบ การสืบค้นข้อมูล การอภิปรายและการอธิบายการศึกษาความหลากหลายทางชีวภาพ การจัดหมวดหมู่ของสิ่งมีชีวิต การตั้งชื่อของสิ่งมีชีวิต พร้อมทั้งระบุเกณฑ์ที่ใช้ในการจำแนกกลุ่มของสิ่งมีชีวิต
3. สืบค้นข้อมูล สำรวจตรวจสอบ อภิปรายและอธิบายสรุปลักษณะที่เหมือนและแตกต่างกันของสิ่งมีชีวิตในอาณาจักรมอนเนรา อาณาจักรโพรทิสตา อาณาจักรพืช อาณาจักรฟังไจ และอาณาจักรสัตว์	3. การสืบค้นข้อมูล การสำรวจตรวจสอบ การอภิปรายและสรุปลักษณะที่เหมือนกันและแตกต่างกันของสิ่งมีชีวิตในอาณาจักรมอนเนรา อาณาจักรโพรทิสตา อาณาจักรพืช อาณาจักรฟังไจและอาณาจักรสัตว์
4. สืบค้นข้อมูล อภิปรายและนำเสนอคุณค่าของความหลากหลายของสิ่งมีชีวิตกับการใช้ประโยชน์ของมนุษย์ที่มีผลต่อสังคมและสิ่งแวดล้อม	4. การสืบค้นข้อมูล การอภิปรายและการนำเสนอคุณค่าของความหลากหลายของสิ่งมีชีวิตกับการใช้ประโยชน์ของมนุษย์ที่มีผลต่อสังคมและสิ่งแวดล้อม
5. สืบค้นข้อมูล อภิปรายและนำเสนอสถานการณ์ความหลากหลายทางชีวภาพในประเทศไทย รวมทั้งตระหนักถึงผลกระทบจากการสูญเสียความหลากหลายทางชีวภาพ	5. การสืบค้นข้อมูล และการนำเสนอสถานการณ์ความหลากหลายทางชีวภาพในประเทศไทย รวมทั้งตระหนักถึงผลกระทบจากการสูญเสียความหลากหลายทางชีวภาพ

## สาระสำคัญ

ความหลากหลายทางชีวภาพประกอบด้วย ความหลากหลายทางพันธุกรรม ความหลากหลายของสปีชีส์ และความหลากหลายของระบบนิเวศ ความหลากหลายของสิ่งมีชีวิตในปัจจุบันแบ่งออกเป็น 5 อาณาจักร คือ อาณาจักรมอเนรา อาณาจักรโพรทิสตา อาณาจักรพืช อาณาจักรฟังไจและอาณาจักรสัตว์

ประเทศไทยเป็นแหล่งที่มีความอุดมสมบูรณ์ของความหลากหลายทางชีวภาพ ดังนั้นทุกคนจึงควรตระหนักถึงความสำคัญของความหลากหลายทางชีวภาพ และหาแนวทางป้องกันการสูญเสียความหลากหลายทางชีวภาพของประเทศไทย

## แนวการจัดการเรียนรู้

ครูนำเข้าสู่หน่วยความหลากหลายทางชีวภาพ โดยให้นักเรียนศึกษาภาพนำหน่วยและข้อความในหนังสือเรียน ครูอาจตั้งคำถามนำไปสู่การอภิปรายเพื่อนำเข้าสู่หน่วยความหลากหลายทางชีวภาพดังนี้

ความหลากหลายทางชีวภาพคืออะไร

สิ่งมีชีวิตเหล่านี้มีวิวัฒนาการมาอย่างไรจึงทำให้เกิดความหลากหลายทางชีวภาพ

ความหลากหลายทางชีวภาพมีคุณค่าต่อมนุษย์และสิ่งแวดล้อมอย่างไร

ครูให้นักเรียนตรวจสอบความคิดของนักเรียนจากบทเรียนต่อไป

### ความหลากหลายทางชีวภาพ

#### เนื้อหาและเวลาที่ใช้สอน

20.1 ความหลากหลายทางชีวภาพ	1	ชั่วโมง
20.2 การศึกษาความหลากหลายทางชีวภาพ	4	ชั่วโมง
20.3 กำเนิดของชีวิต	1	ชั่วโมง
20.4 อาณาจักรของสิ่งมีชีวิต	22	ชั่วโมง
20.5 ความหลากหลายทางชีวภาพในประเทศไทย	1	ชั่วโมง
20.6 การสูญเสียความหลากหลายทางชีวภาพ	1	ชั่วโมง
รวม	30	ชั่วโมง

#### จุดประสงค์การเรียนรู้ เพื่อให้นักเรียนสามารถ

1. สืบค้นข้อมูล อภิปรายและอธิบายเกี่ยวกับความหมายและองค์ประกอบของความหลากหลายทางชีวภาพ
2. ดำเนินการตรวจสอบ สืบค้นข้อมูล อภิปรายและอธิบายการศึกษาความหลากหลายทางชีวภาพ การจัดหมวดหมู่ของสิ่งมีชีวิต การตั้งชื่อของสิ่งมีชีวิตพร้อมทั้งระบุเกณฑ์ที่ใช้ในการจำแนกกลุ่มของสิ่งมีชีวิต
3. สืบค้นข้อมูล อภิปรายและอธิบายกำเนิดของสิ่งมีชีวิต กำเนิดของเซลล์โพรคาริโอตและเซลล์ยูคาริโอต
4. ดำเนินการตรวจสอบ สังเกตลักษณะที่สำคัญของสิ่งมีชีวิตต่าง ๆ ในท้องถิ่น อภิปรายและอธิบายสรุปลักษณะของสิ่งมีชีวิตในอาณาจักรมอเนรา อาณาจักรโพรทิสตา อาณาจักรพืช อาณาจักรฟังไจ และอาณาจักรสัตว์
5. สืบค้นข้อมูล อภิปรายและนำเสนอคุณค่าของความหลากหลายของสิ่งมีชีวิตกับการใช้ประโยชน์ของมนุษย์ที่มีผลต่อสังคมและสิ่งแวดล้อม
6. สืบค้นข้อมูล อภิปรายและนำเสนอสถานการณ์ความหลากหลายทางชีวภาพในประเทศไทย รวมทั้งตระหนักถึงผลกระทบจากการสูญเสียความหลากหลายทางชีวภาพ

#### สาระสำคัญ

ความหลากหลายทางพันธุกรรม ความหลากหลายของสปีชีส์และความหลากหลายของระบบนิเวศ ทำให้เกิดความหลากหลายทางชีวภาพ ความหลากหลายของสิ่งมีชีวิตในปัจจุบันสามารถจำแนกได้ 5 อาณาจักร

อาณาจักรมอเนรา เป็นโพรคาริโอตเซลล์เดียว มีการดำรงชีวิตที่หลากหลาย สิ่งมีชีวิตในอาณาจักรนี้มีบทบาทสำคัญในการหมุนเวียนสารในระบบนิเวศ ในการรักษาสภาพแวดล้อม และในอุตสาหกรรมหลายชนิด รวมทั้งเป็นสาเหตุทำให้เกิดโรคในสิ่งมีชีวิตอื่น ๆ

อาณาจักรโพรทิสตา เป็นยูคาริโอตกลุ่มแรกที่มีวิวัฒนาการมาจากโพรคาริโอต มีทั้งเป็นเซลล์เดียวขนาดเล็กจนถึงหลายเซลล์ขนาดใหญ่ที่มีโครงสร้างซับซ้อน แต่ยังไม่พัฒนาเป็นเนื้อเยื่อ

ใช้เพื่อเป็นแนวทางในการจัดการเรียนการสอนในโรงเรียนเท่านั้น

### ฉบับร่าง (เนื้อหายังไม่ถูกต้อง 100%) - มีลิขสิทธิ์ตามพระราชบัญญัติ

มีการดำรงชีวิตที่หลากหลายแตกต่างกัน หลายชนิดมีบทบาทเป็นผู้ผลิต เป็นปรสิตที่ทำให้เกิดโรคในสิ่งมีชีวิตอื่น ทำให้เกิดมลภาวะในแหล่งน้ำ และทำให้เกิดการหมุนเวียนของสารในระบบนิเวศ

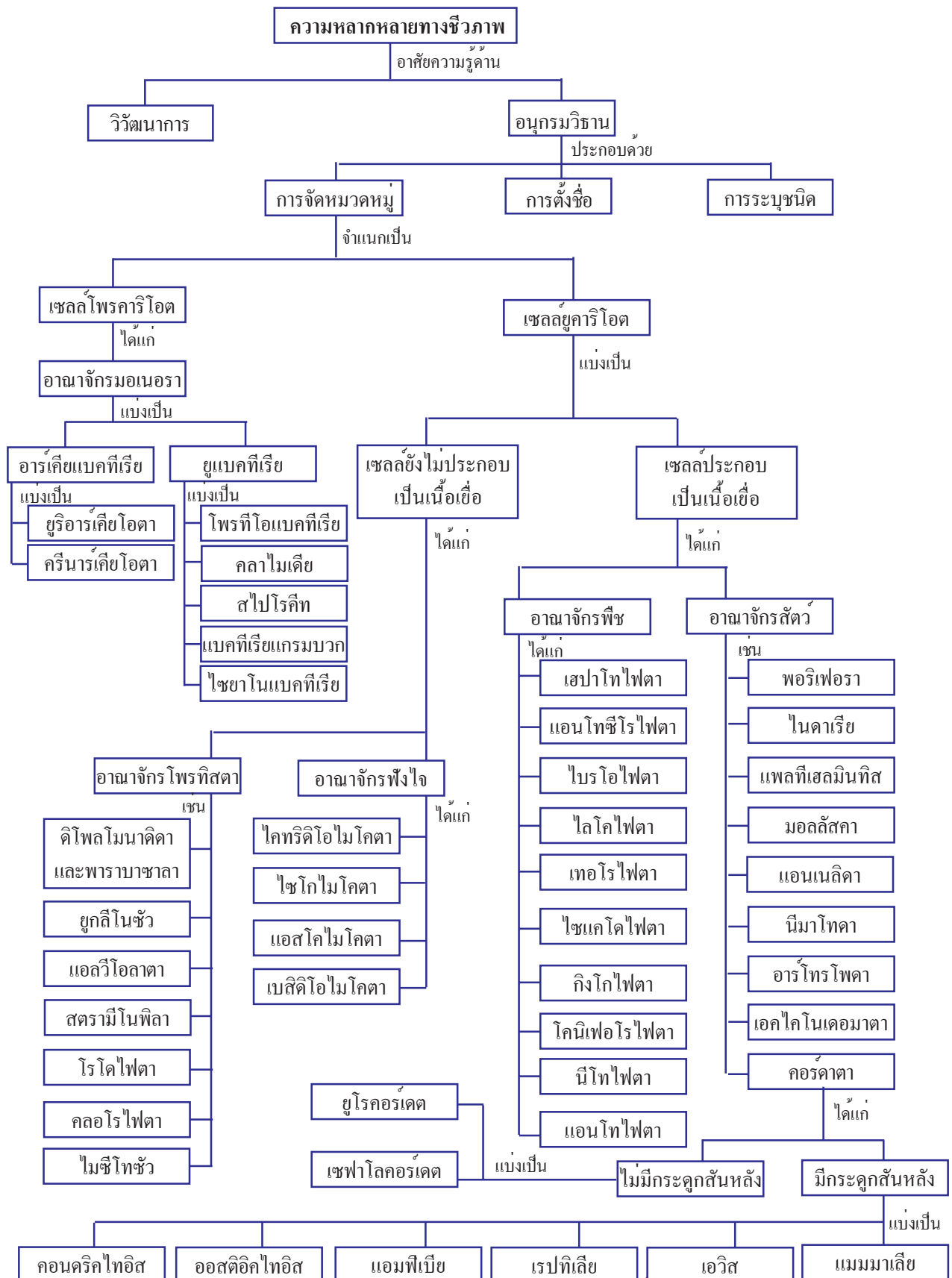
**อาณาจักรพืช** เป็นยูคาริโอตหลายเซลล์ที่ประกอบกันเป็นเนื้อเยื่อทำให้มีโครงสร้างซับซ้อน ดำรงชีวิตเป็นผู้ผลิตที่สำคัญในระบบนิเวศ พืชมีวิวัฒนาการในการปรับตัวด้านโครงสร้าง ด้านองค์ประกอบทางเคมีและด้านการสืบพันธุ์เพื่อมาดำรงชีวิตบนบก นอกจากนี้เป็นแหล่งอาหารสำคัญ แล้วยังนำมาใช้เป็นวัสดุสร้างที่อยู่อาศัย ทำเครื่องนุ่งห่มและนำมาเป็นยารักษาโรค

**อาณาจักรฟังไจ** เป็นยูคาริโอตเซลล์เดียวและหลายเซลล์ที่ยังไม่พัฒนาเป็นเนื้อเยื่อ ดำรงชีวิตเป็นผู้ย่อยสลายอินทรีย์สารที่สำคัญในระบบนิเวศ นำมาใช้ประโยชน์ในด้านอุตสาหกรรม ด้านสิ่งแวดล้อม ทางการแพทย์และเป็นแหล่งอาหารของสิ่งมีชีวิตอื่น แต่บางชนิดเป็นปรสิตก่อให้เกิดโรคในมนุษย์และสิ่งมีชีวิตอื่นอีกด้วย

**อาณาจักรสัตว์** เป็นยูคาริโอตที่ประกอบกันเป็นเนื้อเยื่อ ดำรงชีวิตเป็นผู้บริโภคในระบบนิเวศ หลายชนิดเป็นแหล่งอาหารที่สำคัญของมนุษย์ รวมทั้งมีคุณค่าทางเศรษฐกิจอีกด้วย มนุษย์เป็นสัตว์เลี้ยงลูกด้วยนมที่มีวิวัฒนาการมาจากบรรพบุรุษของสัตว์ในกลุ่มไพรเมต

ประเทศไทยมีความหลากหลายทางชีวภาพที่อุดมสมบูรณ์ แต่ยังมีการศึกษาความหลากหลายทางชีวภาพไม่มากนัก ผลจากการทำกิจกรรมต่าง ๆ ของคนก่อให้เกิดการสูญเสียความหลากหลายทางชีวภาพเป็นอย่างมาก ทุกคนจึงควรตระหนักถึงความสำคัญของความหลากหลายทางชีวภาพ และหาแนวทางป้องกันการสูญเสียความหลากหลายทางชีวภาพของประเทศไทย

บทที่ 20 ความหลากหลายทางชีวภาพ



ใช้เพื่อเป็นแนวทางในการจัดการเรียนการสอนในโรงเรียนเท่านั้น

เพื่อแก้ปัญหาการขาดแคลนครูผู้สอนในระยะแรก  
ความหลากหลายทางชีวภาพ

## แนวการจัดการเรียนรู้

ครูนำเข้าสู่บทเรียนความหลากหลายทางชีวภาพโดยให้นักเรียนศึกษาภาพนำบทและข้อความในหนังสือเรียนหรือศึกษาจากแหล่งเรียนรู้ในท้องถิ่นหรือระบบนิเวศในโรงเรียนหรือจากประสบการณ์จริงของนักเรียนที่เคยได้ท่องเที่ยวไปตามสถานที่ต่าง ๆ เพื่อให้นักเรียนได้อภิปรายร่วมกัน เพื่อให้ได้ข้อสรุปว่าสภาพแวดล้อมรอบตัวเรามีความหลากหลายทางชีวภาพและในสถานที่ต่าง ๆ ตามแหล่งท่องเที่ยวธรรมชาติก็มีความหลากหลายทางชีวภาพแตกต่างกันด้วย

ครูตั้งคำถามนำไปสู่การอภิปรายเพื่อนำเข้าสู่บทเรียนว่า

ความหลากหลายทางชีวภาพคืออะไร

ครูให้นักเรียนตรวจสอบความคิดของนักเรียนจากหัวข้อ ต่อไปนี้

### 20.1 ความหลากหลายทางชีวภาพ

จุดประสงค์การเรียนรู้ เพื่อให้ นักเรียนสามารถ

1. สืบค้นข้อมูล อภิปรายและอธิบายองค์ประกอบของความหลากหลายทางชีวภาพ
2. สืบค้นข้อมูล อภิปรายและอธิบายความหลากหลายทางพันธุกรรม ความหลากหลายทางสปีชีส์และความหลากหลายของระบบนิเวศ
3. ตระหนักถึงคุณค่าของความหลากหลายทางชีวภาพ

## แนวการจัดการเรียนรู้

ครูอาจนำเข้าสู่บทเรียน โดยให้นักเรียนได้ศึกษาภาพความหลากหลายทางชีวภาพ แล้วร่วมกันอภิปรายเกี่ยวกับความหลากหลายทางชีวภาพ

ครูควรเปิดโอกาสให้นักเรียนได้อภิปรายอย่างอิสระ โดยคำตอบของนักเรียนอาจมีหลากหลายและนักเรียนจะสามารถตรวจสอบความคิดของนักเรียนได้เมื่อจบหัวข้อนี้

จากนั้นครูอาจให้นักเรียนสังเกตหอยทับทิมในภาพที่ 20-1 เช่น รูปร่างของหอยทับทิม ขนาด สี ลวดลาย แล้วให้นักเรียนร่วมกันอภิปรายโดยใช้ตัวอย่างคำถามดังนี้

หอยทับทิมนี้เป็นหอยสปีชีส์เดียวกันหรือไม่ เพราะเหตุใดจึงคิดเช่นนั้น

หอยเหล่านี้มีความแตกต่างกันอย่างไร

จากการสังเกตนักเรียนควรจะได้ว่า หอยทับทิมในภาพควรเป็นหอยสปีชีส์เดียวกัน เพราะมีรูปร่างลักษณะเหมือนกัน แต่แตกต่างกันที่สีของเปลือก ลวดลายของเปลือก ครูควรชี้แจงว่าลักษณะที่แตกต่างกันของสปีชีส์เดียวกันเนื่องจากความแปรผันทางพันธุกรรม

ครูอาจตั้งคำถามเพิ่มเติมดังนี้

ความแปรผันทางพันธุกรรมเกิดขึ้นได้อย่างไร

 ความแปรผันทางพันธุกรรมเกิดจากกระบวนการสืบพันธุ์แบบอาศัยเพศและมิวเทชัน

**ฉบับร่าง (เนื้อหายังไม่ถูกต้อง 100%) - มีลิขสิทธิ์ตามพระราชบัญญัติ**  
ทำให้ลักษณะทางพันธุกรรมของสิ่งมีชีวิตมีลักษณะแตกต่างกัน

ถ้าเปรียบเทียบสิ่งมีชีวิตสองชนิด โดยสิ่งมีชีวิตชนิดแรกมีความแปรผันทางพันธุกรรมมาก  
สิ่งมีชีวิตอีกชนิดมีความแปรผันทางพันธุกรรมน้อย สิ่งมีชีวิตชนิดใดจะมีโอกาสสืบทอดลักษณะ  
ทางพันธุกรรมไปยังรุ่นต่อไปได้ดีกว่ากัน

✎ สิ่งมีชีวิตชนิดที่มีความแปรผันทางพันธุกรรมมาก จะทำให้สิ่งมีชีวิตมีลักษณะหลากหลายแตกต่าง  
กัน ลักษณะใดที่มีลักษณะเหมาะสมกับสภาพแวดล้อมจะได้รับการคัดเลือกให้มีโอกาส  
อยู่รอดและมีโอกาสสืบทอดไปยังรุ่นต่อไปได้ดีกว่า

จากนั้นให้นักเรียนอภิปรายเพื่อให้ได้ข้อสรุปที่ว่า ความแปรผันทางพันธุกรรมของสิ่งมีชีวิต  
ทำให้เกิดความหลากหลายทางพันธุกรรมของสิ่งมีชีวิตนั้น

ครูอาจให้นักเรียนสังเกตภาพที่ 20-2 หรือภาพของสิ่งมีชีวิตที่แสดงความหลากหลายสปีชีส์ เช่น  
กล้วยไม้ กล้วย กุหลาบ จากนั้นให้นักเรียนร่วมกันอภิปรายว่าสิ่งมีชีวิตจากภาพมีลักษณะเหมือนหรือ  
แตกต่างกันอย่างไรหรืออาจให้นักเรียนร่วมกันสำรวจตรวจสอบตัวอย่างของสิ่งมีชีวิตใกล้ตัวที่มี  
ความหลากหลายสปีชีส์ เช่น มะม่วง ทุเรียน และนำมาแสดงในชั้นเรียนเพื่อให้เพื่อนนักเรียน  
ร่วมกันอภิปรายว่า สิ่งมีชีวิตดังกล่าวมีลักษณะเหมือนหรือแตกต่างกันอย่างไร เช่น ดอกกล้วยไม้ต่าง  
สปีชีส์กันมีลักษณะ รูปร่างและสีของดอกแตกต่างกัน เป็นต้น

จากการอภิปรายนักเรียนควรสรุปได้ว่า สิ่งมีชีวิตกลุ่มเดียวกันอาจมีวิวัฒนาการเป็นสิ่งมีชีวิต  
หลากหลายสปีชีส์ ในช่วงเวลายาวนานหลายชั่วรุ่นหรืออาจเกิดจากการคัดเลือกพันธุ์ของมนุษย์ ทำให้  
เกิดความหลากหลายสปีชีส์ของสิ่งมีชีวิตนั้น จากคำถามในหนังสือเรียนมีแนวในการตอบคำถามดังนี้

- เพราะเหตุใดกล้วยไม้ต่างสปีชีส์กันที่เจริญอยู่ในสภาพแวดล้อมเดียวกัน จึงไม่สามารถ  
ผสมพันธุ์กันได้
- ✎ เนื่องจากสิ่งมีชีวิตต่างสปีชีส์กันจะมีกลไกการแยกกันทางการสืบพันธุ์เพื่อป้องกันไม่ให้  
เซลล์สืบพันธุ์ของสิ่งมีชีวิตต่างสปีชีส์กันสามารถมาผสมพันธุ์กันได้ เช่น มีการผสมพันธุ์  
ในช่วงเวลาต่างกัน มีโครงสร้างของหลอดละอองเรณูหรือรังไข่ที่แตกต่างกัน มีจำนวน  
โครโมโซมที่แตกต่างกันหรือไม่เป็นโฮมอโลกัสโครโมโซมกัน เป็นต้น

จากนั้นครูอาจให้นักเรียนได้สังเกตภาพของระบบนิเวศหลากหลายรูปแบบ เช่น ระบบนิเวศ  
ในป่าชื้น ระบบนิเวศในทะเล ระบบนิเวศป่าชายเลน ระบบนิเวศป่าพรุ เป็นต้น แล้วให้  
นักเรียนร่วมกันอภิปราย โดยใช้ตัวอย่างคำถามดังนี้

ระบบนิเวศต่างๆเหล่านี้มีปัจจัยทางกายภาพและชีวภาพเหมือนกันหรือแตกต่างกันอย่างไร  
สิ่งมีชีวิตที่อาศัยอยู่ในระบบนิเวศต่างๆเหล่านี้เหมือนหรือแตกต่างกันอย่างไร

จากการอภิปรายนักเรียนควรสรุปได้ว่าระบบนิเวศแต่ละระบบย่อมมีปัจจัยทางกายภาพและ  
ชีวภาพแตกต่างกัน จึงทำให้สิ่งมีชีวิตที่อาศัยอยู่ในระบบนิเวศ นั้นๆ แตกต่างกัน นอกจากนี้สิ่งมีชีวิตที่  
อาศัยอยู่ในระบบนิเวศแต่ละแห่งย่อมมีความหลากหลายสปีชีส์ แม้แต่สิ่งมีชีวิตสปีชีส์เดียวกันก็มี  
ไขเพื่อเป็นแนวทางในการจัดการเรียนการสอนในโรงเรียนเท่านั้น

### ฉบับร่าง (เนื้อหายังไม่ถูกต้อง 100%) - มีลิขสิทธิ์ตามพระราชบัญญัติ

ความแปรผันทางพันธุกรรมอันเกิดจากความหลากหลายทางพันธุกรรมที่แตกต่างกัน ดังนั้นความหลากหลายทางพันธุกรรม ความหลากหลายสปีชีส์และความหลากหลายของระบบนิเวศจึงทำให้เกิดความหลากหลายทางชีวภาพขึ้นและความหลากหลายทางชีวภาพที่ปรากฏอยู่ในปัจจุบันนี้มีขั้นตอนและกระบวนการเกิดขึ้นต้องใช้ระยะเวลาที่ยาวนาน นักเรียนจึงควรตระหนักถึงคุณค่าของความหลากหลายทางชีวภาพเพื่อให้มีทรัพยากรเหล่านี้ไว้ใช้ได้อย่างยั่งยืน

## 20.2 การศึกษาความหลากหลายทางชีวภาพ

**จุดประสงค์การเรียนรู้** เพื่อให้ นักเรียนสามารถ

1. สืบค้นข้อมูล อภิปรายและอธิบายลำดับเหตุการณ์กำเนิดของสิ่งมีชีวิตในอดีตจนถึงปัจจุบัน
2. สำรวจตรวจสอบ สืบค้นข้อมูลลำดับขั้นการจัดหมวดหมู่ของสิ่งมีชีวิต และวิธีการจัดหมวดหมู่ของสิ่งมีชีวิต
3. สืบค้นข้อมูล อภิปรายความสำคัญของชื่อวิทยาศาสตร์ รวมทั้งอธิบายความหมายของชื่อวิทยาศาสตร์ แบบแผนและหลักการเขียนชื่อวิทยาศาสตร์
4. สำรวจตรวจสอบ สืบค้นข้อมูลการสร้างและใช้เครื่องมือในการระบุชนิดของสิ่งมีชีวิต

**แนวการจัดการเรียนรู้**

ครูอาจนำเขาสืบบทเรียน โดยให้นักเรียนศึกษาตารางธรณีกาลแล้วให้วิเคราะห์ลำดับเหตุการณ์กำเนิดของสิ่งมีชีวิตในยุคต่าง ๆ จากนั้นให้นักเรียนร่วมกันอภิปราย โดยใช้ตัวอย่างคำถามในหนังสือเรียนและคำถามเพิ่มเติมดังนี้

**นักวิทยาศาสตร์สามารถลำดับเหตุการณ์ของสิ่งมีชีวิตได้อย่างไร**

- ✎ โดยใช้หลักฐานจากซากดึกดำบรรพ์และคำนวณหาอายุของซากดึกดำบรรพ์นั้น
- เริ่มพบร่องรอยของสิ่งมีชีวิตเมื่อใด
- ✎ เริ่มพบร่องรอยของสิ่งมีชีวิตประมาณ 4.6–3.8 พันล้านปีที่ผ่านมา เรียกช่วงเวลานี้ว่ามหายุคพรีแคมเบรียน
- สิ่งมีชีวิตพวกแรกที่เกิดขึ้นบนโลกนี้คือสิ่งมีชีวิตใด
- ✎ สิ่งมีชีวิตพวกแรกที่เกิดขึ้นบนโลกนี้คือสิ่งมีชีวิตที่มีเซลล์แบบโพรคาริโอต
- สิ่งมีชีวิตที่มีเซลล์ยูคาริโอตเริ่มเกิดขึ้นเมื่อใด**
- ✎ เริ่มปรากฏในมหายุคพรีแคมเบรียนเมื่อประมาณ 2,700 ล้านปีมาแล้ว
- เริ่มมีพืชเกิดขึ้นในยุคใด
- ✎ พืชเริ่มพบในยุคออร์โดวิเชียน
- จากตารางธรณีกาล การสูญพันธุ์ของสิ่งมีชีวิตจำนวนมากเกิดขึ้นมาประมาณกี่ครั้ง และเกิดในยุคใดบ้าง
- ✎ การสูญพันธุ์ของสิ่งมีชีวิตจำนวนมากเกิดขึ้นมาประมาณ 3 ครั้ง และเกิดในยุคแคมเบรียน ยุคเพอร์เมียน และยุคครีเทเชียส

**เริ่มปรากฏขึ้นเมื่อใดในปัจจุบันในยุคใด เมื่อประมาณกี่ปีที่ผ่านมานักเรียนเท่านั้น**



## ฉบับร่าง (เนื้อหายังไม่ถูกต้อง, 100%) - มีลิขสิทธิ์ตามพระราชบัญญัติ

✎ ยุคไพลสโตซีน เมื่อประมาณ 1.8 ล้านปีที่ผ่านมา

สิ่งมีชีวิตทุกชนิดจะปรากฏเป็นร่องรอยของซากดึกดำบรรพ์หรือไม่เพราะเหตุใด

✎ สิ่งมีชีวิตบางชนิดเท่านั้นที่ปรากฏเป็นซากดึกดำบรรพ์เพราะสิ่งมีชีวิตบางชนิดมีโครงร่างอ่อนนุ่ม อาจไม่เกิดเป็นซากดึกดำบรรพ์ หรือซากดึกดำบรรพ์อาจยังไม่มีโอกาสพบหรืออาจถูกทำลายไปจากปรากฏการณ์ธรรมชาติหรือจากฝีมือมนุษย์

ถ้ามีการศึกษาเพิ่มเติม ข้อมูลในตารางธรณีกาลมีการเปลี่ยนแปลงได้หรือไม่

✎ เปลี่ยนแปลงได้ถ้ามีหลักฐานอื่นเพิ่มเติม

จากการอภิปรายและตอบคำถามนักเรียนควรสรุปได้ว่าตารางธรณีกาลแสดงให้เห็นว่าในแต่ละยุคที่ผ่านมามีสิ่งมีชีวิตเกิดขึ้นใหม่บ้าง สูญหายไปบ้าง บางส่วนก็ทิ้งร่องรอยแสดงให้เห็นถึงความรุ่งโรจน์ของสปีชีส์ แต่ส่วนใหญ่จะสูญหายไปไม่เหลือร่องรอยปรากฏให้เห็นเลย นักวิทยาศาสตร์ได้พยายามหาร่องรอยของสิ่งมีชีวิตเพื่อแสดงเหตุการณ์สำคัญต่าง ๆ ที่ผ่านมาเพื่อให้เราทราบว่าสิ่งมีชีวิตบนโลกมีวิวัฒนาการมาได้อย่างไร

ครูนำเข้าสู่หัวข้อที่ 20.2.1 โดยตั้งคำถามเพื่อนำเข้าสู่การอภิปรายว่าสิ่งมีชีวิตบนโลกซึ่งมีประมาณ 30-40 ล้านสปีชีส์ ถ้าจะศึกษาสิ่งมีชีวิตเหล่านี้นักเรียนจะอย่างไรจึงจะสะดวกต่อการศึกษา

จากนั้นให้นักเรียนสืบค้นข้อมูลเกี่ยวกับการจัดหมวดหมู่ของสิ่งมีชีวิตที่ประกอบด้วยความรู้เกี่ยวกับสายวิวัฒนาการและอนุกรมวิธาน เพื่อให้นักเรียนได้ศึกษาต่อไปว่าการศึกษาทางด้านอนุกรมวิธานเป็นอย่างไร และนำมาใช้ในการจัดหมวดหมู่ของสิ่งมีชีวิตอย่างไร

### 20.2.1 การจัดหมวดหมู่ของสิ่งมีชีวิต

ครูอาจนำเข้าสู่บทเรียน โดยให้นักเรียนศึกษาภาพการจัดหมวดหมู่ของผีเสื้อในพิพิภรณ์จากภาพที่ 20-4 จากนั้นให้นักเรียนร่วมกันอภิปราย โดยใช้ตัวอย่างคำถามดังนี้

การจัดกลุ่มของผีเสื้อมีประโยชน์อย่างไร

นักเรียนจะมีวิธีการจัดกลุ่มของสิ่งมีชีวิตอย่างไร

ครูควรเปิดโอกาสให้นักเรียนได้อภิปรายแสดงความคิดเห็นอย่างอิสระ

จากการอภิปรายนักเรียนควรสรุปได้ว่า การจัดหมวดหมู่ของสิ่งมีชีวิตจะจัดสิ่งมีชีวิตที่มีลักษณะเหมือนกันไว้ในกลุ่มเดียวกันเพื่อประโยชน์ในการศึกษากลุ่มของสิ่งมีชีวิตนั้น ๆ

ครูตั้งคำถามเพื่อนำเข้าสู่กิจกรรมที่ 20.1 ว่าในการจัดหมวดหมู่อย่างเป็นระบบมีวิธีการอย่างไร จากนั้นให้นักเรียนได้สำรวจตรวจสอบวิธีการจัดหมวดหมู่ของสิ่งมีชีวิตจากกิจกรรมที่ 20.1

### กิจกรรมที่ 20.1 การจัดหมวดหมู่ของเมล็ดพืช

จุดประสงค์ของกิจกรรม : เพื่อให้นักเรียนสามารถ

1. สำรวจตรวจสอบลักษณะร่วมกันของเมล็ดพืชที่จัดอยู่ในกลุ่มเดียวกันและลักษณะที่แตกต่างจากเมล็ดพืชกลุ่มอื่น

2. ระบุเกณฑ์ที่ใช้ในการจัดหมวดหมู่ของเมล็ดพืช

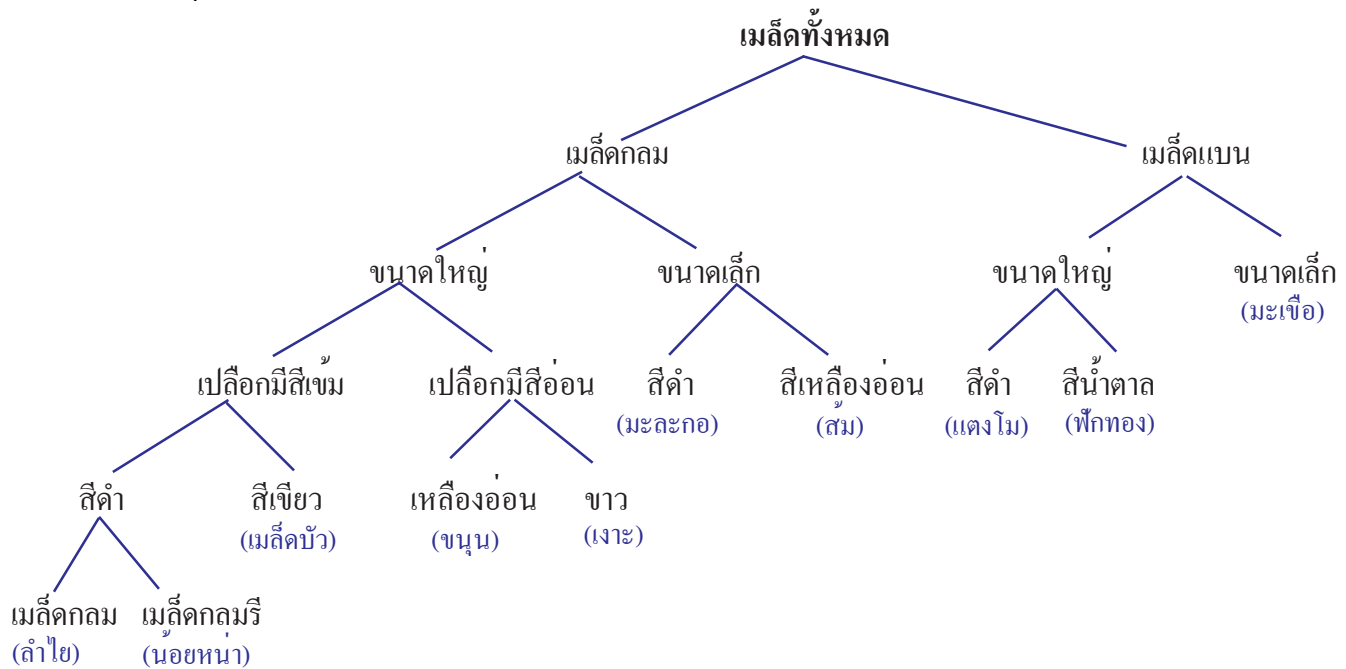
ใช้เพื่อเป็นแนวทางในการจัดการเรียนการสอนในโรงเรียนเท่านั้น

เพื่อแก้ปัญหาการขาดแคลนครูในระยยะแรก  
ความหลากหลายทางชีวภาพ

## แนวการจัดกิจกรรม

ครูควรให้นักเรียนเตรียมเมล็ดพืชมากลุ่มละประมาณ 10 เมล็ด ที่มีขนาดและสีแตกต่างกัน ตัวอย่างของเมล็ดพืช อาจใช้เมล็ดพืชดังนี้ เมล็ดส้มโอ แดงโม พักทอง มะเขือ เงาะ ขนุน บัว น้อยหน่า ลำไย มะละกอ เป็นต้น

จากนั้นให้แต่ละกลุ่มแบ่งกลุ่มเมล็ดตามกิจกรรมที่ 20.1 โดยให้นักเรียนแบ่งกลุ่มของเมล็ดออกเป็น 2 กลุ่มใหญ่ โดยเลือกลักษณะที่สามารถสังเกตได้ง่ายและเป็นลักษณะที่เหมือนกันของเมล็ดในกลุ่มที่แบ่งไว้ แล้วบันทึกเกณฑ์ที่ใช้ ทำเช่นนี้จนกระทั่งเหลือเมล็ดเพียงเมล็ดเดียวในแต่ละกลุ่ม จากนั้นให้แต่ละกลุ่มนำเสนอแผนผังการแบ่งกลุ่มเมล็ดดังกล่าว โดยตัวอย่างแผนผังการจัดกลุ่มเมล็ดอาจเป็นดังนี้



ครูให้นักเรียนวิเคราะห์การนำเสนอแผนผังการแบ่งกลุ่มของนักเรียนแต่ละกลุ่ม โดยมีประเด็นในการวิเคราะห์ดังนี้

การจัดกลุ่มเมล็ดพืชของนักเรียนแต่ละกลุ่มมีเกณฑ์เหมือนกันหรือไม่ อย่างไร  
การจัดกลุ่มเมล็ดพืชของนักเรียนกลุ่มใดจัดได้ดีที่สุด เพราะเหตุใด

จากการวิเคราะห์นักเรียนควรชี้แจงได้ว่า การจัดกลุ่มเมล็ดพืชบางส่วนใช้เกณฑ์เหมือนกัน บางส่วนใช้เกณฑ์แตกต่างกัน ครูควรชี้แจงว่าการจัดกลุ่มเมล็ดพืชดังกล่าวของนักเรียนไม่มีถูกหรือผิด ขึ้นอยู่กับเกณฑ์ที่นำมาใช้ในการจัดว่าเกณฑ์ของกลุ่มใดที่จัดกลุ่มเมล็ดได้สะดวกต่อการใช้มากที่สุดและเหมาะสมกับตัวอย่างที่นำมาจัดหมวดหมู่มากที่สุด

ครูอาจให้นักเรียนใช้สิ่งอื่น ๆ เช่น ผลไม้ ใบไม้หรือเปลือกหอย มาให้นักเรียนใช้ในการจัดหมวดหมู่ก็ได้

สำหรับคำถามท้ายกิจกรรมที่ 20.1 มีแนวในการตอบคำถามดังนี้  
ใช้เพื่อเป็นแนวทางในการจัดการเรียนการสอนในโรงเรียนเท่านั้น

### ฉบับร่าง (เนื้อหายังไม่ถูกต้อง 100%) - มีลิขสิทธิ์ตามพระราชบัญญัติ

- นักเรียนใช้ลักษณะใดบางในการแบ่งกลุ่มเมล็ด และลักษณะที่ใช่เป็นเกณฑ์เหมือนหรือแตกต่างจากเพื่อนนักเรียนกลุ่มอื่นอย่างไร
- ✎ ให้นักเรียนตอบจากกิจกรรมที่ทำ ซึ่งนักเรียนแต่ละกลุ่มอาจใช้เกณฑ์ในการจัดไม่เหมือนกัน เช่น อาจใช้ขนาด รูปร่าง หรือสีของเมล็ด เป็นต้น
- เมื่อมีการรวมกลุ่มของเมล็ดเข้าด้วยกัน ลักษณะที่คล้ายคลึงกันของกลุ่มมีมากหรือน้อยลักษณะ เหตุใดจึงเป็นเช่นนั้น
- ✎ มีน้อยลักษณะ ทั้งนี้เพราะเมื่อนำเมล็ดที่แบ่งกลุ่มย่อยแล้วมารวมกัน เมล็ดแต่ละกลุ่มจะมีลักษณะคล้ายคลึง กันบางลักษณะเท่านั้น แต่มีลักษณะที่แตกต่างกันหลายลักษณะซึ่งนำมาใช้ในการแบ่งเมล็ดออกเป็นกลุ่มย่อย

จากนั้นครูควรสรุปการจัดหมวดหมู่เพื่อจะนำเข้าสู่กิจกรรมต่อไปว่า การพิจารณาจำแนกสิ่งมีชีวิตออกเป็นกลุ่มย่อย ๆ ลงไปโดยอาศัยความแตกต่างที่ระบุ ตามที่ได้ทำกิจกรรมไปแล้วนั้น เรียกว่า ไคโคโตมัสคีย์

จากนั้นครูควรเชื่อมโยงการจัดหมวดหมู่ที่นักเรียนได้ลงมือปฏิบัติในกิจกรรมกับการจัดหมวดหมู่ของสิ่งมีชีวิต โดยการเปรียบเทียบว่าเมล็ดพืชเปรียบเหมือนกับสิ่งมีชีวิตที่มีจำนวนมากมาย อาจมีบางลักษณะที่คล้ายคลึงกันบ้างและแตกต่างกันบ้าง ดังนั้นการจัดจำแนกสิ่งมีชีวิตจะใช้หลักการเดียวกับการจำแนกเมล็ดพืช คือ แบ่งกลุ่มออกตามความเหมือนและความแตกต่างกันออกเป็นหมู่ใหญ่และหมู่ย่อย

จากนั้นอาจให้นักเรียนพิจารณาระดับการจัดหมวดหมู่ของสิ่งมีชีวิตในภาพที่ 20 – 5 แล้วให้นักเรียนวิเคราะห์ว่าลำดับขั้นการจัดหมวดหมู่ของสิ่งมีชีวิตอย่างไร

จากการวิเคราะห์นักเรียนควรสรุปได้ว่า การจัดหมวดหมู่ของสิ่งมีชีวิตแบ่งออกเป็นขั้น ๆ โดยเรียงลำดับจากอาณาจักร ไฟลัม คลาส อันดับ วงศ์ สกุลและสปีชีส์ โดยในแต่ละลำดับขั้นอาจมีการแบ่งชั้นย่อยที่แทรกโดยใช้คำว่าซับและซูเปอร์จากนั้นให้นักเรียนร่วมกันอภิปราย โดยใช้ตัวอย่างคำถามในหนังสือเรียนและคำถามเพิ่มเติมดังนี้

**นักเรียนคิดว่าซูเปอร์ออร์เดอร์และซับคลาสลำดับขั้นใดมีระดับความแตกต่างของสิ่งมีชีวิตสูงกว่ากัน**

- ✎ ซับคลาสมีระดับความแตกต่างของสิ่งมีชีวิตสูงกว่าซูเปอร์ออร์เดอร์
- จากตารางสิ่งมีชีวิตลำดับขั้นใดมีความคล้ายคลึงกันมากที่สุดและลำดับขั้นใดมีความคล้ายคลึงกันน้อยที่สุด
- ✎ สิ่งมีชีวิตสปีชีส์เดียวกันมีความคล้ายคลึงกันมากที่สุด และสิ่งมีชีวิตในอาณาจักรเดียวกันมีความคล้ายคลึงกันน้อยที่สุด
- สิ่งมีชีวิตใดมีความคล้ายคลึงกันมากที่สุด
- ✎ สุนัขบ้านกับคน

จากการทำกิจกรรม การตอบคำถามและอภิปรายร่วมกัน นักเรียนควรสรุปได้ว่าการจัดหมวดหมู่ของสิ่งมีชีวิตเป็นกิจกรรมแรกสุดในการศึกษาด้านอนุกรมวิธาน จากนั้นจะมีการกำหนดชื่อให้กับสิ่งมีชีวิต นักเรียนคิดว่าชื่อของสิ่งมีชีวิตมีความสำคัญอย่างไร

ใช่เพื่อเป็นแนวทางในการจัดการเรียนการสอนในโรงเรียนเท่านั้น

### 20.2.2 ชื่อของสิ่งมีชีวิต

ครูอาจนำเข้าสู่บทเรียน โดยให้นักเรียนดูภาพของสิ่งมีชีวิตที่มีชื่อเรียกแตกต่างกันในแต่ละภาคแต่ละจังหวัดของประเทศไทย เช่น ฝรั่ง มะละกอและแมลงปอ แล้วให้นักเรียนร่วมกันอภิปรายว่าสิ่งมีชีวิตเหล่านี้มีชื่อเรียกในแต่ละภูมิภาคอย่างไร

จากการอภิปรายนักเรียนควรบอกได้ว่า ชื่อของสิ่งมีชีวิตในแต่ละภาคอาจเรียกไม่เหมือนกัน เช่น ฝรั่ง ภาคอีสานเรียกสีดา ภาคใต้เรียกชมพู หรือจิ้งจก ภาคอีสานเรียกจิ้งกิ้ง ภาคใต้เรียกตีนจก เป็นต้น จะเห็นว่าในประเทศเดียวกันยังเรียกชื่อสิ่งมีชีวิตไม่เหมือนกัน ดังนั้นในต่างประเทศที่ใช้ภาษาแตกต่างกันย่อมเรียกชื่อสิ่งมีชีวิตแตกต่างกัน ทำให้มีปัญหาในการสื่อความหมายให้ตรงกันในการศึกษาสิ่งมีชีวิตชนิดเดียวกัน

จากนั้นครูอาจนำนักเรียนอภิปรายเกี่ยวกับหลักการเขียนชื่อวิทยาศาสตร์ โดยยกตัวอย่างชื่อวิทยาศาสตร์ของสิ่งมีชีวิตบางชนิด นักเรียนควรสรุปได้ว่า การกำหนดชื่อวิทยาศาสตร์ มักใช้ลักษณะของสิ่งมีชีวิต แหล่งกำเนิด สถานที่ค้นพบ ผู้ที่ค้นพบหรือศึกษาสิ่งมีชีวิตนั้น หรืออาจตั้งเพื่อเป็นเกียรติให้แก่บุคคล ชื่อวิทยาศาสตร์ควรมีผู้ตั้งชื่อวิทยาศาสตร์เขียนกำกับไว้เสมอเมื่อกล่าวถึงในบทความครั้งแรก บางกรณีอาจมีการระบุปีที่ตีพิมพ์ชื่อนั้นด้วย

ส่วนคำถามในหนังสือเรียนมีแนวในการตอบคำถามดังนี้

- นักเรียนคิดว่าเพราะเหตุใดจึงนิยมใช้ภาษาละตินในการตั้งชื่อวิทยาศาสตร์
- ✍ เพราะภาษาละตินเป็นภาษาที่ไม่มีการเปลี่ยนแปลง หรือเป็นภาษาที่ตายแล้ว เมื่อใช้เป็นชื่อวิทยาศาสตร์จะเฉพาะเจาะจง ไม่มีการเปลี่ยนแปลงไปจากเดิมจึงทำให้เข้าใจตรงกัน

ครูอาจให้นักเรียนไปสืบค้นข้อมูลชื่อวิทยาศาสตร์ของสิ่งมีชีวิตที่พบเห็นบ่อยๆ ในชีวิตประจำวัน เช่น ต้นไม้ออบบาศ บริเวณโรงเรียน จากแหล่งเรียนรู้ต่างๆ โดยอาจหาภาพของสิ่งมีชีวิตนั้นๆ มาประกอบแล้วนำมาเสนอในชั้นเรียน และให้นักเรียนแต่ละกลุ่มร่วมกันอภิปรายความหมายของชื่อวิทยาศาสตร์นั้น จากนั้นให้นักเรียนเขียนชื่อวิทยาศาสตร์ของพรรณไม้ออบบาศ บริเวณโรงเรียน แล้วนำไปติดตั้งเพื่อเผยแพร่และจัดเป็นแหล่งเรียนรู้ภายในโรงเรียน โดยตัวอย่างอาจเป็นดังนี้

**สวนน้อยประแป้ง (Dumb cane)**

ชื่อวิทยาศาสตร์ :	<i>Dieffenbachia amoena</i>
ชื่อวงศ์ :	ARACEAE
ชื่อถิ่นเมือง :	อเมริกา
ถิ่นอาศัย :	กลางแจ้ง
ประโยชน์ :	ปลูกเป็นไม้ประดับ
ขยายพันธุ์ :	ตัดชำกิ่งปักชำ



### 20.2.3 การระบุชนิด

ครูอาจนำภาพของสิ่งมีชีวิตชนิดต่างๆที่มีความหลากหลายแตกต่างกันให้นักเรียนสังเกตดูแล้วให้นักเรียนอภิปรายโดยใช้ตัวอย่างคำถามดังนี้

ใช้เพื่อเป็นแนวทางในการจัดการเรียนการสอนในโรงเรียนเท่านั้น

**ฉบับร่าง (เนื้อหายังไม่ถูกต้อง 100%) - มีลิขสิทธิ์ตามพระราชบัญญัติ**  
**นักวิทยาศาสตร์สามารถระบุชนิดของสิ่งมีชีวิตได้อย่างไร**  
**เครื่องมือที่ใช้ในการระบุชนิดคืออะไร**

จากการอภิปรายและตอบคำถาม นักเรียนควรสรุปได้ว่า นักวิทยาศาสตร์สามารถระบุชนิดของสิ่งมีชีวิต โดยใช้เครื่องมือในการระบุชนิด เช่น ใดโคโดมัสคีย์

จากนั้นให้นักเรียนได้สำรวจตรวจสอบการใช้ใดโคโดมัสคีย์ในการระบุชนิดของสิ่งมีชีวิตจากกิจกรรมที่ 20.2

### กิจกรรมที่ 20.2 การใช้ใดโคโดมัสคีย์

**จุดประสงค์ของกิจกรรม** เพื่อให้นักเรียนสามารถ

1. สังเกตลักษณะของสิ่งมีชีวิตที่นำมาศึกษา
2. สำรวจตรวจสอบการใช้ใดโคโดมัสคีย์ในการระบุชนิดของสิ่งมีชีวิต

#### แนวการจัดกิจกรรม

ครูควรให้นักเรียนนำภาพของสัตว์มีกระดูกสันหลังที่แตกต่างกันนอกเหนือจากตัวอย่างของภาพในหนังสือเรียนมาใช้ในกิจกรรมนี้ โดยไม่ควรซ้ำกันในแต่ละกลุ่ม แล้วนำภาพนั้นมาระบุชนิดโดยใช้ใดโคโดมัสคีย์ บันทึกการจัดจำแนกกลุ่มภาพของสิ่งมีชีวิตแต่ละชนิดนั้นและนำเสนอในชั้นเรียนเพื่อตรวจสอบร่วมกัน จากนั้นควรให้แลกเปลี่ยนภาพสัตว์กับเพื่อนกลุ่มอื่น เพื่อนักเรียนจะได้มีทักษะในการใช้ใดโคโดมัสคีย์มากขึ้น

สำหรับคำถามท้ายกิจกรรมที่ 20.2 มีแนวการตอบดังนี้

- จากใดโคโดมัสคีย์ข้างต้นนี้มีลักษณะใดบางที่ใช้เป็นเกณฑ์ร่วมกันและลักษณะใดบางที่ใช้ในการจำแนกสัตว์มีกระดูกสันหลังออกเป็นกลุ่ม
- ✎ ลักษณะที่ใช้เป็นเกณฑ์ร่วมกัน คือ ลักษณะมีขนหรือไม่มีขน และลักษณะที่จำแนกสัตว์มีกระดูกสันหลังออกเป็นกลุ่ม ได้แก่ ลักษณะขนเป็นเส้นหรือเป็นแผงแบบขนนก ลักษณะครีบก้น แผ่นกระดูกปิดช่องเหงือก ลักษณะการมีเกล็ด หรือไม่มีเกล็ดที่ผิวหนัง
- นักเรียนจะเริ่มจำแนกกลุ่มของสัตว์จากข้อ 2 หรือข้อ 3 ได้หรือไม่ เพราะเหตุใด
- ✎ ไม่ได้ เพราะใดโคโดมัสคีย์จะต้องเริ่มต้นจากข้อ 1 จึงจะสามารถใช้ใดโคโดมัสคีย์ในข้อ 2 และข้อ 3 ต่อไปได้

จากการทำกิจกรรมและตอบคำถาม นักเรียนควรสรุปได้ว่า ใดโคโดมัสคีย์เป็นเพียงเครื่องมือที่ใช้ในการระบุชนิดของสิ่งมีชีวิต เพื่อจัดหมวดหมู่ของสิ่งมีชีวิตเท่านั้นและไม่อาจใช้ระบุความสัมพันธ์ที่ใกล้ชิดกันทางวิวัฒนาการได้ ครูชี้แจงว่าจากการจัดหมวดหมู่ของเมล็ดในกิจกรรมที่ 20.1 นักเรียนสามารถนำมาจัดทำใดโคโดมัสคีย์ เพื่อให้สะดวกต่อการกำหนดหมวดหมู่ของสิ่งมีชีวิตได้จากการทำกิจกรรมที่ 20.3

ใช้เพื่อเป็นแนวทางในการจัดการเรียนการสอนในโรงเรียนเท่านั้น

เพื่อแก้ปัญหาการขาดแคลนครูในครั้งแรก  
ความหลากหลายทางชีวภาพ

ฉบับร่าง (เนื้อหายังไม่ถูกต้อง 100%) - มีลิขสิทธิ์ตามพระราชบัญญัติ  
 กิจกรรมที่ 20.3 การสร้างไดโคโตมัสคีย์

จุดประสงค์ของกิจกรรม เพื่อให้ นักเรียนสามารถ

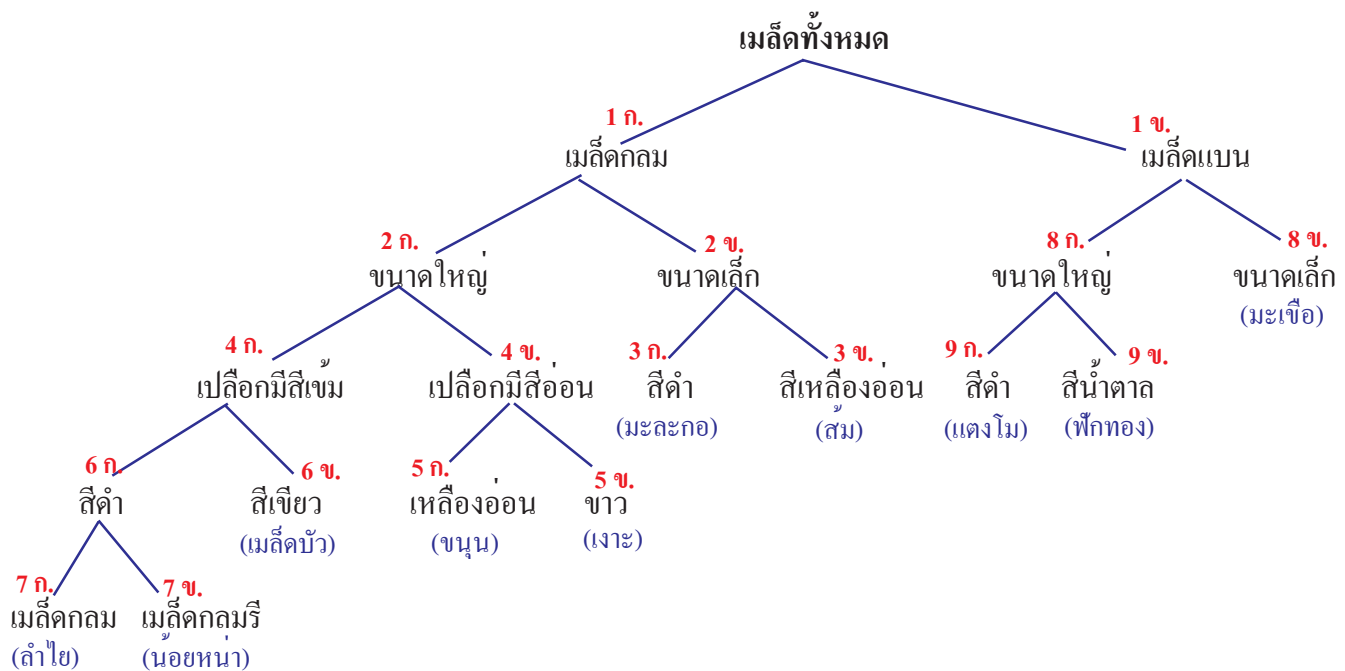
1. สำรวจตรวจสอบการสร้างไดโคโตมัสคีย์ในการระบุชนิดของสิ่งมีชีวิต
2. นำเกณฑ์ที่สร้างขึ้นในการจำแนกสิ่งมีชีวิตเป็นหมวดหมู่มาสร้างไดโคโตมัสคีย์

แนวการจัดกิจกรรม

ครูควรแนะนำให้นักเรียนนำเกณฑ์ที่สร้างขึ้นในการจำแนกเมล็ดพืชออกเป็นหมวดหมู่ในกิจกรรมที่ 20.1 มาร่วมกันพิจารณาปรับปรุงเกณฑ์ที่ใช้เพื่อนำมาสร้างไดโคโตมัสคีย์ตามตัวอย่างไดโคโตมัสคีย์ในกิจกรรมที่ 20.2 แล้วให้นักเรียนนำไดโคโตมัสคีย์ที่สร้างขึ้นพร้อมทั้งเมล็ดพืชหรือวัสดุอื่นที่ใช้ในกิจกรรมมาให้เพื่อนกลุ่มอื่นได้ใช้และอภิปรายให้ข้อคิดเห็นเพื่อนำมาปรับปรุงไดโคโตมัสคีย์ให้ดียิ่งขึ้น

ตัวอย่างขั้นตอนการทำไดโคโตมัสคีย์อาจเป็นดังนี้

1. นำแผนผังการจัดกลุ่มเมล็ดพืชมากำหนดตัวอักษรที่เป็นคีย์ดังนี้



2. นำแผนผังในข้อ 1 มาจัดทำไดโคโตมัสคีย์ ซึ่งจะได้นี้

1 ก. เมล็ดกลม	-----	ดูขอ	2
ข. เมล็ดแบน	-----	ดูขอ	8
2 ก. ขนาดใหญ่	-----	ดูขอ	4
ข. ขนาดเล็ก	-----	ดูขอ	3
3 ก. เมล็ดสีดำ	-----	มะละกอ	
ข. เมล็ดสีเหลืองอ่อน	-----	ส้ม	
4 ก. เปลือกมีสีเข้ม	-----	ดูขอ	6
ข. เปลือกมีสีอ่อน	-----	ดูขอ	5

ใช้เพื่อเป็นแนวทางในการจัดการเรียนการสอนในโรงเรียนเท่านั้น

**ฉบับร่าง (เนื้อหายังไม่ถูกต้อง 100%) - มีลิขสิทธิ์ตามพระราชบัญญัติ**

5	ก. เปลือกสีเหลืองอ่อน-----	ขนุน
	ข. เปลือกสีขาว-----	เงาะ
6	ก. เปลือกสีดำ-----	ทุเรียน 7
	ข. เปลือกสีเขียว-----	เมล็ดบัว
7	ก. เมล็ดกลม-----	ลำไย
	ข. เมล็ดกลมรี-----	น้อยหน่า
8	ก. เมล็ดขนาดใหญ่-----	ทุเรียน 9
	ข. เมล็ดขนาดเล็ก-----	มะเขือ
9	ก. เมล็ดสีดำ-----	แตงโม
	ข. เมล็ดสีน้ำตาล-----	ฟักทอง

สำหรับคำถามท้ายกิจกรรมที่ 20.3 มีแนวการตอบดังนี้

- ไคโคโตมัสคียที่นักเรียนสร้างขึ้นให้เกณฑ์แตกต่างจากนักเรียนกลุ่มอื่นหรือไม่ อย่างไร
- ✎ ให้นักเรียนตอบตามข้อเท็จจริงว่าเกณฑ์ที่นักเรียนใช้เหมือนหรือแตกต่างจากเพื่อนกลุ่มอื่นอย่างไร
- ไคโคโตมัสคียที่นักเรียนสร้างขึ้นสามารถนำไปใช้กับเมล็ดพืชต่างชนิดกันได้หรือไม่อย่างไร
- ✎ จากการทำกิจกรรมของนักเรียน พบว่าเกณฑ์ของนักเรียนบางกลุ่มสามารถนำไปใช้ได้กับเมล็ดพืชต่างชนิดกันได้ แต่เกณฑ์ของนักเรียนบางกลุ่มไม่สามารถนำไปใช้ได้

จากการทำกิจกรรมและการอภิปรายร่วมกัน นักเรียนควรสรุปได้ว่าการจัดหมวดหมู่ของสิ่งมีชีวิต การกำหนดชื่อของสิ่งมีชีวิตและการระบุชนิดของสิ่งมีชีวิต เป็นกิจกรรมที่ใช้ในการศึกษาด้านอนุกรมวิธาน ซึ่งเป็นส่วนหนึ่งที่น่ามาประกอบกับการศึกษาทางสายวิวัฒนาการ เพื่อใช้ในการศึกษาความหลากหลายทางชีวภาพนั่นเอง

จากนั้นครูอาจถามนักเรียนว่า สิ่งมีชีวิตที่มีความหลากหลายในปัจจุบันนี้ นักเรียนคิดว่า สิ่งมีชีวิตเหล่านี้เกิดขึ้นมาได้อย่างไร และสิ่งมีชีวิตแรกสุดที่กำเนิดมาคือสิ่งมีชีวิตกลุ่มใด

## 20.3 กำเนิดของชีวิต

**จุดประสงค์การเรียนรู้** เพื่อให้ นักเรียนสามารถ

1. สืบค้นข้อมูล อภิปรายและอธิบายกำเนิดของสิ่งมีชีวิต
2. สืบค้นข้อมูล อภิปรายและอธิบายกำเนิดของเซลล์โพรคาริโอต เซลล์ยูคาริโอตและความสัมพันธ์ระหว่างเซลล์โพรคาริโอตและเซลล์ยูคาริโอต

**แนวการจัดการเรียนรู้**

ครูอาจนำเข้าสู่บทเรียนโดยนำตารางธรรมชาติกาลให้นักเรียนศึกษาจากนั้นให้นักเรียนช่วยกันตั้งคำถามเกี่ยวกับกำเนิดของชีวิตที่นักเรียนสนใจใคร่รู้ โดยตัวอย่างคำถามของนักเรียนอาจเป็นดังนี้

ใช้เพื่อเป็นแนวทางในการจัดการเรียนการสอนในโรงเรียนเท่านั้น

เพื่อแก้ปัญหาการขาดแคลนครูในครั้งแรก  
ความหลากหลายทางชีวภาพ



**ฉบับร่าง (เนื้อหายังไม่ถูกต้อง 100%) - มีลิขสิทธิ์ตามพระราชบัญญัติ**  
**สิ่งมีชีวิตกำเนิดขึ้นมาได้อย่างไร**  
**สิ่งมีชีวิตชนิดแรกที่เกิดขึ้นน่าจะมีโครงสร้างเซลล์แบบใด**  
**สิ่งมีชีวิตมีลำดับวิวัฒนาการมาอย่างไร**

จากนั้นครูอาจให้นักเรียนได้สืบค้นและวิเคราะห์ลำดับเหตุการณ์กำเนิดของสิ่งมีชีวิต ตามแนวคิดของโอพารินจากภาพที่ 20-8 โดยให้นักเรียนร่วมกันอภิปรายโดยใช้ตัวอย่างคำถามดังนี้

**ลำดับขั้นตอนการเกิดสิ่งมีชีวิตตามแนวคิดของโอพารินเป็นอย่างไร**  
**วิวัฒนาการทางเคมีเกิดขึ้นมาได้อย่างไร**  
**เพราะเหตุใดจึงพบ DNA เป็นสารพันธุกรรมของสิ่งมีชีวิตมากกว่า RNA**

จากการวิเคราะห์และอภิปรายร่วมกันนักเรียนควรสรุปได้ว่า บรรยากาศของโลกในยุคแรก ๆ ทำให้เกิดการสังเคราะห์สารเคมีอย่างง่าย ๆ เช่น  $\text{NH}_3$ ,  $\text{H}_2\text{O}$ ,  $\text{H}_2$  และ  $\text{CH}_4$  ต่อมาสารเคมีเหล่านี้มีวิวัฒนาการเกิดเป็นโมเลกุลที่มีโครงสร้างซับซ้อนคือ กรดอะมิโน กรดไขมัน น้ำตาลและกลีเซอรอล เป็นต้น จนกระทั่งเกิดกรดนิวคลีอิก ครูชี้แจงเพิ่มเติมว่าแนวคิดที่ว่าสิ่งมีชีวิตเกิดขึ้นจากสิ่งไม่มีชีวิตนั้นสามารถเกิดขึ้นได้ครั้งเดียวในโลก ซึ่งในปัจจุบันไม่สามารถเกิดขึ้นได้อีก เนื่องจากสภาพแวดล้อมไม่เหมาะสมต่อการเกิดสิ่งมีชีวิตจากสิ่งไม่มีชีวิต โดยในขั้นตอนแรกของการเกิดสิ่งมีชีวิตจะเป็นวิวัฒนาการทางเคมีเกิดเป็นเซลล์แรกเริ่ม เซลล์แรกเริ่มนี้สามารถแบ่งตัวได้และมีสารพันธุกรรมเกิดขึ้นโดยสารพันธุกรรมชนิดแรกที่เกิดขึ้นคือ RNA ก่อนที่จะมีวิวัฒนาการเป็น DNA ซึ่งเป็นวิวัฒนาการระดับโมเลกุล แต่การที่สิ่งมีชีวิตส่วนใหญ่ในปัจจุบันมีสารพันธุกรรมเป็น DNA ยกเว้นไวรัสบางชนิดเนื่องจาก DNA มีโครงสร้างโมเลกุลที่แข็งแรงกว่า RNA นั่นคือเป็นผลมาจากการบวนการคัดเลือกโดยธรรมชาติที่เกิดขึ้นในระดับโมเลกุลนั่นเอง

ครูอาจตั้งคำถามเพิ่มเติมเพื่อขยายความรู้ของนักเรียนดังนี้  
**นักวิทยาศาสตร์ท่านใดที่พิสูจน์แนวคิดของโอพารินว่าเป็นไปได้และเซลล์เริ่มแรกเกิดได้อย่างไร**

จากนั้นครูอาจให้นักเรียนได้สืบค้นข้อมูลเกี่ยวกับการทดลองของสแตนเลย์ มิลเลอร์ จากภาพที่ 20-9 และแนวคิดของซิดนีย์ ฟอกซ์ ในภาพที่ 20-10 แล้วให้นักเรียนอภิปรายร่วมกัน

จากการสืบค้นและการอภิปรายร่วมกันนักเรียนควรสรุปได้ว่าสแตนเลย์ มิลเลอร์เป็นผู้พิสูจน์แนวคิดของโอพารินและซิดนีย์ ฟอกซ์ เสนอว่าเซลล์เริ่มแรกเกิดจากกรดอะมิโนได้รับความร้อนและมีการรวมกลุ่มกันมีสมบัติหลายประการเหมือนสิ่งมีชีวิต

### 20.3.1 กำเนิดของเซลล์โพรคาริโอต

ครูอาจนำเข้าสู่หัวข้อนี้ โดยให้นักเรียนศึกษาจากตารางกรณีศึกษาและตั้งคำถามให้นักเรียนอภิปรายโดยใช้ตัวอย่างคำถามดังนี้

**ใช้เพื่อเป็นแนวทางในการจัดการเรียนการสอนในโรงเรียนเท่านั้น**



### ฉบับร่าง (เนื้อหายังไม่ถูกต้อง 100%) - มีลิขสิทธิ์ตามพระราชบัญญัติ

จากหลักฐานของซากดึกดำบรรพ์บรรพของเซลล์เริ่มแรกเมื่อประมาณกึ่งพันล้านปีมาแล้ว นักเรียนคิดว่าเซลล์ระยะเริ่มต้นของสิ่งมีชีวิตน่าจะคล้ายเซลล์อะไร และถือกำเนิดมาได้อย่างไร เซลล์โพรคาริโอตพวกแรกที่เกิดขึ้นน่าจะดำรงชีวิตแบบใด

จากตารางธรณีกาลนักเรียนควรวิเคราะห์และสรุปได้ว่าเริ่มบรรพบรรพของเซลล์เริ่มแรกซึ่งเป็นเซลล์โพรคาริโอต เมื่อประมาณ 3,500 ล้านปีที่ผ่านมามีเซลล์โพรคาริโอตระยะแรกควรดำรงชีวิตแบบไม่ใช้ออกซิเจน โดยไม่สามารถสังเคราะห์ด้วยแสงได้ เนื่องจากสภาพแวดล้อมของโลกขณะนั้นมีออกซิเจนไม่เพียงพอ ต่อมาจึงมีวิวัฒนาการเป็นเซลล์โพรคาริโอตที่สามารถสังเคราะห์ด้วยแสงจากน้ำและคาร์บอนไดออกไซด์ ทำให้บรรยากาศของโลกในยุคนี้มีออกซิเจนเพิ่มมากขึ้น ซึ่งเป็นปัจจัยสำคัญที่เอื้อต่อการเกิดวิวัฒนาการมาเป็นเซลล์ยูคาริโอตที่ส่วนใหญ่ดำรงชีวิตโดยใช้ออกซิเจน

#### 20.3.2 กำเนิดของเซลล์ยูคาริโอต

ครูอาจนำเข้าสู่บทเรียนโดยทบทวนความรู้เดิมเกี่ยวกับเซลล์โพรคาริโอตและยูคาริโอต ซึ่งนักเรียนควรสรุปได้ว่า เซลล์โพรคาริโอตไม่มีเยื่อหุ้มนิวเคลียส ไม่มีออร์แกเนลล์ที่มีเยื่อหุ้ม เช่น ER ไมโทคอนเดรียและคลอโรพลาสต์

ครูอาจตั้งคำถามเพิ่มเติมว่า เซลล์ยูคาริโอตเกิดขึ้นมาได้อย่างไร

จากนั้นให้นักเรียนสืบค้นข้อมูลและศึกษาจากภาพที่ 20-11 ครูควรซักถามนักเรียนว่านักเรียนมีความเห็นเกี่ยวกับแนวคิดจากภาพที่ 20-11 อย่างไร โดยให้นักเรียนได้อภิปรายแสดงความคิดเห็นอย่างอิสระ

ครูชี้แจงเพิ่มเติมว่า จากประจักษ์พยานพบว่า ไมโทคอนเดรียและคลอโรพลาสต์มี DNA และไรโบโซมคล้ายกับเซลล์โพรคาริโอตและไมเอนไซม์ในกระบวนการถ่ายทอดอิเล็กตรอนเหมือนกัน เพราะฉะนั้นเป็นไปได้ว่าเซลล์ยูคาริโอตมีวิวัฒนาการมาจากเซลล์โพรคาริโอต

ครูนำเข้าสู่หัวข้อต่อไป โดยชี้แจงว่าจากกำเนิดของเซลล์โพรคาริโอตและเซลล์ยูคาริโอต จนกระทั่งมีวิวัฒนาการเป็นสิ่งมีชีวิตที่หลากหลายในปัจจุบันนี้ นักวิทยาศาสตร์จะต้องมีวิธีการที่จะศึกษาสิ่งมีชีวิตอย่างเป็นระบบ โดยการจัดสิ่งมีชีวิตเป็นหมวดหมู่ จากนั้นครูอาจตั้งคำถามให้นักเรียนอภิปรายร่วมกันว่า นักวิทยาศาสตร์จัดหมวดหมู่ของสิ่งมีชีวิตออกเป็นกี่กลุ่ม ไซเทเนทใดในการจัดหมวดหมู่ของสิ่งมีชีวิต ครูควรเปิดโอกาสให้นักเรียนได้อภิปรายแสดงความคิดเห็นได้อย่างอิสระและควรชี้แจงเพิ่มเติมว่า การจัดหมวดหมู่ของสิ่งมีชีวิตสามารถเปลี่ยนแปลงได้ถ้ามีการค้นพบข้อมูลใหม่เพิ่มเติม จากนั้นให้นักเรียนได้ตรวจสอบความคิดของนักเรียนจากการศึกษาในหัวข้อต่อไป

#### 20.4 อาณาจักรของสิ่งมีชีวิต

จุดประสงค์การเรียนรู้ เพื่อให้ นักเรียนสามารถ

1. อธิบายหลักเกณฑ์การจำแนกสิ่งมีชีวิตและระบุลำดับกำเนิดของสิ่งมีชีวิตในอาณาจักรต่าง ๆ ตามสายวิวัฒนาการได้
2. สืบค้นข้อมูลและอภิปรายเพื่ออธิบายลักษณะที่เหมือนกันและแตกต่างกันของสิ่งมีชีวิต
3. สืบค้นข้อมูลและอภิปรายเพื่ออธิบายลักษณะที่เหมือนกันและแตกต่างกันของสิ่งมีชีวิต

#### ฉบับร่าง (เนื้อหายังไม่ถูกต้อง 100%) - มีลิขสิทธิ์ตามพระราชบัญญัติ

ในอาณาจักรมอเนรา อาณาจักรโพธิสตา อาณาจักรพีช อาณาจักรฟิงใจ และอาณาจักรสัตว์

4. สืบค้นข้อมูล อภิปราย และนำเสนอคุณค่าของความหลากหลายของสิ่งมีชีวิตในอาณาจักรต่าง ๆ กับการใช้ประโยชน์ของมนุษย์ที่มีผลต่อสังคมและสิ่งแวดล้อม

#### แนวการจัดการเรียนรู้

ครูอาจนำเข้าสู่บทเรียนโดยทบทวนการจัดกลุ่มของเมล็ดพืชว่าการจัดกลุ่มของเมล็ดเป็นหมวดหมู่ใหญ่ จนกระทั่งเป็นหมวดหมู่ย่อยจะต้องมีหลักเกณฑ์ในการจัดหมวดหมู่ ดังนั้นการจัดหมวดหมู่ของสิ่งมีชีวิตนักวิทยาศาสตร์ก็ต้องมีหลักเกณฑ์ในการจัดหมวดหมู่เช่นกัน

นักเรียนคิดว่านักวิทยาศาสตร์ใช้หลักเกณฑ์ใดในการจำแนกสิ่งมีชีวิตออกเป็นอาณาจักร

จากการสืบค้นข้อมูลและอภิปรายร่วมกันนักเรียนควรสรุปได้ว่า นักวิทยาศาสตร์ในอดีตได้จำแนกสิ่งมีชีวิตออกเป็นอาณาจักรต่าง ๆ โดยใช้ความคล้ายคลึงกันของลักษณะทางกายวิภาค ลักษณะทางสัณฐานวิทยา แต่ในปัจจุบันได้นำข้อมูลการวิเคราะห์ลำดับเบสบนสาย DNA มาสร้างแผนภาพแสดงสายวิวัฒนาการของสิ่งมีชีวิต ดังภาพที่ 20-12 ซึ่งแบ่งสิ่งมีชีวิตออกเป็น 3 โดเมน คือ โดเมนแบคทีเรีย โดเมนอาร์เคีย และโดเมนยูคารีเอ แต่ในหนังสือเรียนได้จำแนกสิ่งมีชีวิตออกเป็น 5 อาณาจักร คือ อาณาจักรมอเนรา อาณาจักรโพธิสตา อาณาจักรพีช อาณาจักรฟิงใจ และอาณาจักรสัตว์ดังภาพที่ 20-13 โดยการจำแนกสิ่งมีชีวิตออกเป็นอาณาจักรต่าง ๆ นี้มีหลายแบบ ขึ้นอยู่กับเกณฑ์ที่นักวิทยาศาสตร์กำหนดขึ้นและแบบใดที่ได้รับการยอมรับมากก็จะเป็นที่นิยมแพร่หลายมากด้วย

ครูอาจให้นักเรียนร่วมกันอภิปรายสรุปการจัดหมวดหมู่ของสิ่งมีชีวิต โดยใช้การเปรียบเทียบสารชีวโมเลกุล และความสัมพันธ์ทางสายวิวัฒนาการ เพื่อศึกษาความสัมพันธ์ของสิ่งมีชีวิตทั้ง 5 อาณาจักร โดยใช้ภาพที่ 20-13 ประกอบ และให้นักเรียนได้วิเคราะห์ลำดับการเกิดสิ่งมีชีวิตในอาณาจักรต่าง ๆ ว่าเกิดขึ้นในยุคใด จากนั้นอาจถามนักเรียนว่าสิ่งมีชีวิตแต่ละอาณาจักรมีลักษณะร่วมกันอย่างไร และแตกต่างจากสิ่งมีชีวิตอาณาจักรอื่นอย่างไร ซึ่งนักเรียนจะได้ศึกษาเกี่ยวกับลักษณะรูปร่างและความหลากหลายของสิ่งมีชีวิตแต่ละอาณาจักรในหัวข้อต่อไป

##### 20.4.1 อาณาจักรมอเนรา

ครูอาจนำเข้าสู่บทเรียนโดยอาจตั้งกลองจุลทรรศน์ให้นักเรียนศึกษาไรโซเบียมในปมรากของพืชตระกูลถั่ว ประเด็นหลักที่ศึกษา คือ สิ่งมีชีวิตในอาณาจักรนี้มีขนาดเล็กมาก พบทั้งในดินในอากาศและมีความสัมพันธ์เกี่ยวข้องกับมนุษย์มาก โดยครูอาจนำผลิตภัณฑ์จากแบคทีเรีย เช่น นมเปรี้ยว เนยแข็ง ปลาหมึก ผักดอง ปลาร้ามาให้นักเรียนดู และชี้แจงเพิ่มเติมว่าผลิตภัณฑ์เหล่านี้เกิดจากกระบวนการหมักแบบออลิซึมของแบคทีเรีย

ครูอาจให้นักเรียนยกตัวอย่างการดำรงชีวิตของแบคทีเรียมีความสัมพันธ์เกี่ยวข้องกับชีวิตประจำวันของนักเรียนอย่างไร ซึ่งนักเรียนอาจยกตัวอย่างดังนี้ ช่วยในการย่อยสลายสารอินทรีย์ ไซทำอาหารและทำให้เกิดโรคในคน ฯลฯ

จากการอภิปรายร่วมกันนักเรียนควรสรุปได้ว่า แบคทีเรียมีความเกี่ยวข้องกับชีวิตประจำวันของมนุษย์ ทั้งบทบาทด้านสิ่งแวดล้อมและก่อให้เกิดโรค รวมทั้งอาหารหลายชนิดเป็นผลิตภัณฑ์ที่ได้จาก

ใช้เพื่อเป็นแนวทางในการจัดการเรียนการสอนในโรงเรียนเท่านั้น

## แบคทีเรีย

จากนั้นครูตั้งคำถามเพื่อนำไปสู่การสืบค้นข้อมูลว่าแบคทีเรียมีรูปร่างลักษณะอย่างไรและมีการจัดหมวดหมู่อย่างไร แล้วให้นักเรียนสืบค้นข้อมูลเกี่ยวกับโครงสร้างและรูปร่างของแบคทีเรียจากภาพที่ 20-14 และภาพที่ 20-15 และอภิปรายร่วมกัน โดยใช้คำถามดังนี้

### เซลล์แบคทีเรียมีลักษณะอย่างไร แตกต่างจากเซลล์พืชและเซลล์สัตว์อย่างไร

- ✎ แบคทีเรียเป็นเซลล์โพรคาริโอตที่มีผนังเซลล์แต่ไม่มีเยื่อหุ้มนิวเคลียสและไม่มีเยื่อหุ้มออร์แกเนลล์เหมือนเซลล์พืชและเซลล์สัตว์

### แบคทีเรียมีรูปร่างอย่างไร

- ✎ แบคทีเรียมีรูปร่างแตกต่างกัน มีทั้งรูปทรงกลม รูปท่อน รูปเกลียว อาจมีเซลล์เดี่ยวหรืออาจอยู่รวมกันเป็นกลุ่มหรือเป็นสาย

### แบคทีเรียมีแต่ละกลุ่มมีการดำรงชีวิตที่แตกต่างกันอย่างไร

- ✎ แบคทีเรียแต่ละกลุ่มมีการดำรงชีวิตแตกต่างกัน บางชนิดสามารถสร้างอาหารเองได้โดยใช้พลังงานจากแสง บางชนิดสร้างอาหารเองได้โดยใช้พลังงานจากปฏิกิริยาเคมี แต่แบคทีเรียส่วนใหญ่สร้างอาหารเองไม่ได้และดำรงชีวิตแบบภาวะมีการย่อยสลาย

จากการสืบค้นข้อมูลนักเรียนจะเห็นได้ว่าแบคทีเรียมีความหลากหลายมาก นักวิทยาศาสตร์มีการจัดหมวดหมู่ของแบคทีเรียอย่างไร นักเรียนจะได้ศึกษาในหัวข้อต่อไป

จากนั้นครูอาจให้นักเรียนสืบค้นข้อมูลความหลากหลายของแบคทีเรีย โดยการจำแนกแบคทีเรียตามสายวิวัฒนาการ ซึ่งจะจำแนกแบคทีเรียออกเป็น 2 อาณาจักรย่อย คือ ยูแบคทีเรียและอาร์เคียแบคทีเรีย ดังภาพที่ 20-16 จากนั้นให้นักเรียนได้สืบค้นข้อมูลของแบคทีเรียในกลุ่มอาร์เคียแบคทีเรียและยูแบคทีเรีย ให้นักเรียนร่วมกันอภิปรายโดยมีประเด็นคำถามเพิ่มเติมและคำถามในหนังสือเรียนดังนี้

### นักเรียนคิดว่าอาร์เคียแบคทีเรีย มีการดำรงชีวิตที่แตกต่างจากสิ่งมีชีวิตกลุ่มอื่นอย่างไร

- ✎ อาร์เคียแบคทีเรียสามารถดำรงชีวิตในสภาพแวดล้อมที่ร้อนจัด เกล็ดหิมะหรือมีความเป็นกรดสูงได้ ขณะที่สิ่งมีชีวิตกลุ่มอื่นอาจไม่สามารถดำรงชีวิตได้

### ใช้เกณฑ์ใดในการแบ่งกลุ่มอาร์เคียแบคทีเรีย

- ✎ แบ่งกลุ่มโดยใช้สภาพแวดล้อมและกระบวนการเมแทบอลิซึมเป็นเกณฑ์ได้แก่กลุ่มที่สร้างมีเทนและชอบความเค็มจัดและกลุ่มที่ชอบอุณหภูมิสูง กรดจัด

### ถ้าใช้ผนังเซลล์เป็นเกณฑ์จะสามารถจำแนกยูแบคทีเรียเป็นกลุ่มได้อย่างไร

- ✎ แบ่งเป็น 3 กลุ่ม คือ กลุ่มไม่มีผนังเซลล์ เช่น ไมโคพลาสมา กลุ่มแบคทีเรียแกรมบวก และกลุ่มแบคทีเรียแกรมลบ

- การสร้างเอนโดสปอร์ภายในเซลล์ของยูแบคทีเรีย 1 สปอร์ต่อ 1 เซลล์ จัดเป็นการสืบพันธุ์หรือไม่เพราะเหตุใด

- ✎ ไม่จัดเป็นการสืบพันธุ์เนื่องจากมีจำนวนเท่าเดิม

ใช้เพื่อเป็นแนวทางในการจัดการเรียนการสอนในโรงเรียนเท่านั้น

### ฉบับร่าง (เนื้อหายังไม่ถูกต้อง 100%) - มีลิขสิทธิ์ตามพระราชบัญญัติ

- เพราะเหตุใดเกษตรกรจึงนิยมนำແຮງແຈງ ซึ่งมีเอนาเป็นอาศัยอยู่ด้วยมาเลี้ยงในนาข้าว
- ✎ แผลงແຈງมีໄຊຍາໂນແບກທີ່ຮືຍຊື່ອແອນນາປືນາດຳຣງຊີວິດຢູ່ດ້ວຍ ຈຶ່ງແອນນາປືນາຈະຊ່ວຍຊຶ້ງໄນໂຕຣເຈນຈາກບຣຣຍາກາສມາຊຶ້ງເປັນສາຣປຣກອບໄນໂຕຣທ ເປັນການເພີ່ມບຸ້ຍໄນໂຕຣເຈນໃຫ້ກັບດິນ ເພາະຈະນັ້ນຈຶ່ງນຶຍມເລີຍແຮງແຈງໃນນາຂາວ

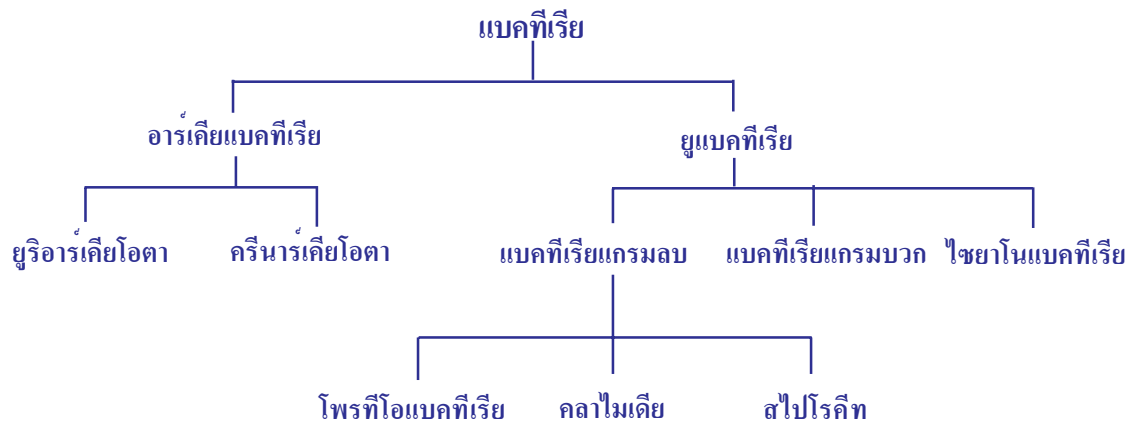
นักเรียนคิดว่าถ้าไม่มีแบคทีเรีย จะมีผลต่อการดำรงชีวิตของพืชและสัตว์อย่างไร

- ✎ ถ้าไม่มีแบคทีเรียจะไม่มีผู้ย่อยสลายอินทรีย์สารที่ทำให้เกิดการหมุนเวียนของสารต่างๆ ในระบบนิเวศ ที่มีผลต่อการดำรงชีวิตของพืชและสัตว์เช่น ในโตรเจน เป็นต้น

จากนั้นครูอาจให้นักเรียนร่วมกันอภิปรายบทบาทของยูแบคทีเรียและอาร์เคียแบคทีเรียที่มีต่อระบบนิเวศ โดยเฉพาะในการกำจัดขยะและการสลายคราบน้ำมันในทะเลมหาสมุทร ซึ่งเป็นปัญหาที่สำคัญที่มีผลกระทบต่อสิ่งมีชีวิตจำนวนมากที่ดำรงชีวิตอยู่ในบริเวณนั้น และอาจให้นักเรียนสืบค้นข้อมูลการนำแบคทีเรียมาใช้ประโยชน์ทางการแพทย์และทางด้านอุตสาหกรรมต่าง ๆ รวมทั้งผลกระทบจากแบคทีเรียที่มีโทษต่อคน แล้วนำเสนอในชั้นเรียน

จากการอภิปรายนักเรียนควรสรุปได้ว่า ยูแบคทีเรียเป็นสาเหตุการเกิดโรคหลายโรค เช่น โรคปอดบวม วัณโรค อหิวาตกโรค โรคฉี่หนู โรคแอนแทรกซ์ เพื่อให้นักเรียนได้ตระหนักถึงประโยชน์และโทษจากแบคทีเรียและผลกระทบที่มีต่อการดำรงชีวิตของมนุษย์

จากนั้นครูควรให้นักเรียนเขียนผังโน้ตแสดงความหลากหลายของสิ่งมีชีวิต ในอาณาจักรมอเนอรา ซึ่งอาจเขียนได้ดังนี้



#### 20.4.2 อาณาจักรโพรทิสตา

ครูอาจนำเข้าสู่บทเรียน โดยให้นักเรียนได้ศึกษาลักษณะรูปร่างของโพรทิสต์จากกิจกรรมที่ 20.4

#### กิจกรรมที่ 20.4 ลักษณะของโพรทิสต์

จุดประสงค์ของกิจกรรม เพื่อให้นักเรียนสามารถ

1. ศึกษาลักษณะการเคลื่อนที่ของโพรทิสต์ที่สังเกตเห็นจากกล้องจุลทรรศน์และบันทึกลักษณะที่สังเกตเห็น
2. ใช้กล้องจุลทรรศน์ได้อย่างถูกต้องและเตรียมสไลด์เพื่อศึกษาดัวย่างของโพรทิสต์ได้

ไขเพื่อเป็นแนวทางในการจัดการเรียนการสอนในโรงเรียนเท่านั้น

## แนวการจัดกิจกรรม

ครูควรเตรียมน้ำจากแหล่งน้ำธรรมชาติหลาย ๆ แห่ง เลือกน้ำที่มีพีชน้ำปนอยู่ด้วยเช่น รากจอก รากเหิน จะมีโอกาสตรวจพบโพธิสัตว์ชนิดต่าง ๆ ครูควรให้นักเรียนได้บันทึกลักษณะรูปร่าง โครงสร้างที่ใช้ในการเคลื่อนที่ของสิ่งมีชีวิตนั้น โดยการวาดภาพและบรรยายลักษณะที่สังเกตเห็น ครูควรเตรียมเอกสารที่เกี่ยวข้องกับโพธิสัตว์ชนิดต่าง ๆ ที่อาจพบในแหล่งน้ำไว้ให้นักเรียนได้ศึกษา จากนั้นให้นักเรียนร่วมกันอภิปรายถึงลักษณะของโพธิสัตว์ที่สังเกตเห็นและตอบคำถามท้ายกิจกรรม ซึ่งมีแนวในการตอบคำถามดังนี้

- สิ่งมีชีวิตส่วนใหญ่ที่พบมีขนาดเป็นอย่างไร และสามารถมองด้วยตาเปล่าได้หรือไม่
- ✎ สิ่งมีชีวิตที่พบส่วนใหญ่มีขนาดเล็ก และไม่สามารถสังเกตเห็นได้ด้วยตาเปล่าหรืออาจสังเกตเห็นด้วยตาเปล่าแต่ไม่เห็นรายละเอียดอย่างชัดเจน
- สิ่งมีชีวิตที่พบมีลักษณะสำคัญอย่างไร
- ✎ สิ่งมีชีวิตที่พบอาจมีลักษณะสำคัญ ๆ ที่แตกต่างกัน เช่น มีคลอโรพลาสต์ มีโครงสร้างที่ใช้ในการเคลื่อนที่ เช่น ซีเลีย แฟลเจลลัม เป็นต้น
- สิ่งมีชีวิตส่วนใหญ่ที่พบเคลื่อนที่ได้หรือไม่ ถ้าเคลื่อนที่ได้มีโครงสร้างใดช่วยในการเคลื่อนที่
- ✎ สิ่งมีชีวิตที่พบบางชนิดเคลื่อนที่ได้โดยการไหลของไซโทพลาซึม หรือมีโครงสร้างที่ใช้ในการเคลื่อนที่ เช่น ซีเลีย แฟลเจลลัม เป็นต้น

ครูชี้แจงเพิ่มเติมว่าจากการทำกิจกรรมที่ 20.4 นักเรียนจะเห็นได้ว่าโพธิสัตว์ที่พบมีลักษณะรูปร่างและการเคลื่อนที่แตกต่างกัน ดังนั้นในการดำรงชีวิตก็น่าจะแตกต่างกันด้วย

จากนั้นครูอาจให้นักเรียนได้สืบค้นข้อมูล เพื่อศึกษารูปร่าง การดำรงชีวิตของโพธิสัตว์ และความหลากหลายของโพธิสัตว์ ในการจำแนกโพธิสัตว์นั้น **ครูชี้แจงเพิ่มเติมแก่นักเรียนว่าในการจำแนกโพธิสัตว์ออกเป็นกลุ่มต่าง ๆ ตามสายวิวัฒนาการในหนังสือเรียนไม่ได้จัดหมวดหมู่ของโพธิสัตว์ในระดับไฟลัม เนื่องจากมีผู้ศึกษาเกี่ยวกับโพธิสัตว์น้อยมาก ในขณะที่โพธิสัตว์มีความหลากหลายมาก ทำให้การจัดหมวดหมู่ในระดับไฟลัมของโพธิสัตว์ยังมีการเปลี่ยนแปลงและจำแนกเป็นไฟลัมใหม่ ๆ อยู่เสมอ**

จากนั้นครูอาจให้นักเรียนสืบค้นข้อมูล การแบ่งกลุ่มของโพธิสัตว์ตามสายวิวัฒนาการในภาพที่ 20-25 และศึกษาเกี่ยวกับโพธิสัตว์กลุ่มต่าง ๆ แล้วให้นักเรียนร่วมกันอภิปรายโดยใช้ตัวอย่างคำถามดังนี้

- โพธิสัตว์กลุ่มใดน่าจะมีวิวัฒนาการใกล้ชิดกับแบคทีเรียมากที่สุด เพราะเหตุใด**
- ✎ โพธิสัตว์กลุ่มดิโพลโมนาดีดาและพาราบาซาลา เพราะเซลล์ของโพธิสัตว์กลุ่มนี้คล้ายกับเซลล์โพรคาริโอต คือไม่มีไมโทคอนเดรีย ไม่มีร่างแหเอนโดพลาสมิกเรติคูลัม ไม่มีกอลจิคอมเพล็กซ์และเซนทริโอล
- ยูกลีนาและทริปพาโนโซม มีลักษณะเหมือนกันอย่างไร จึงจัดอยู่ในกลุ่มยูกลีโนซัว**
- ✎ ไซแฟลเจลลาในการเคลื่อนที่เหมือนกัน
- ยูกลีนามีการดำรงชีวิตแตกต่างจากโพธิสัตว์กลุ่มอื่นอย่างไร**
- ไซเพื่อเป็นแนวทางในการจัดการเรียนการสอนในโรงเรียนเท่านั้น**

**ฉบับร่าง (เนื้อหายังไม่ถูกต้อง 100%) - มีลิขสิทธิ์ตามพระราชบัญญัติ**

✎ สามารถดำรงชีวิตเป็นผู้ผลิตเมื่อมีแสงและเมื่อไม่มีแสงจะดำรงชีวิตเป็นผู้บริโภค

**ลักษณะของโพรทิสต์กลุ่มไดโนแฟลเจลเลต เอพิกอมเพลซาและซิลิเอต มีลักษณะเหมือนกันอย่างไร**

✎ มีแอลวิโอไล ซึ่งเป็นช่องว่างเล็กๆ ใต้เยื่อหุ้มเซลล์เหมือนกัน

**โพรทิสต์ในกลุ่มใดที่มีความสัมพันธ์ที่ใกล้ชิดกันทางวิวัฒนาการกับพืชมากที่สุด และโพรทิสต์ในกลุ่มใดที่มีความสัมพันธ์ที่ใกล้ชิดกันทางวิวัฒนาการกับฟังไจมากที่สุด**

✎ จากสายวิวัฒนาการคลอโรไฟตาเป็นโพรทิสต์ที่มีความสัมพันธ์กันทางวิวัฒนาการกับพืชมากที่สุดและ ไมซีโทซัวมีความสัมพันธ์ใกล้ชิดกันทางวิวัฒนาการกับฟังไจมากที่สุด

**เพราะเหตุใดจึงไม่สามารถจัดไรโซโพรตาอยู่ในสายวิวัฒนาการของโพรทิสต์**

✎ เพราะเป็นโพรทิสต์ที่มีการศึกษาทางด้านวิวัฒนาการน้อยมาก ทำให้ไม่สามารถจัดอยู่ในโพรทิสต์กลุ่มใดได้

■ นักเรียนคิดว่ามีวิธีการป้องกันปรากฏการณ์จีปลาพลาได้อย่างไร

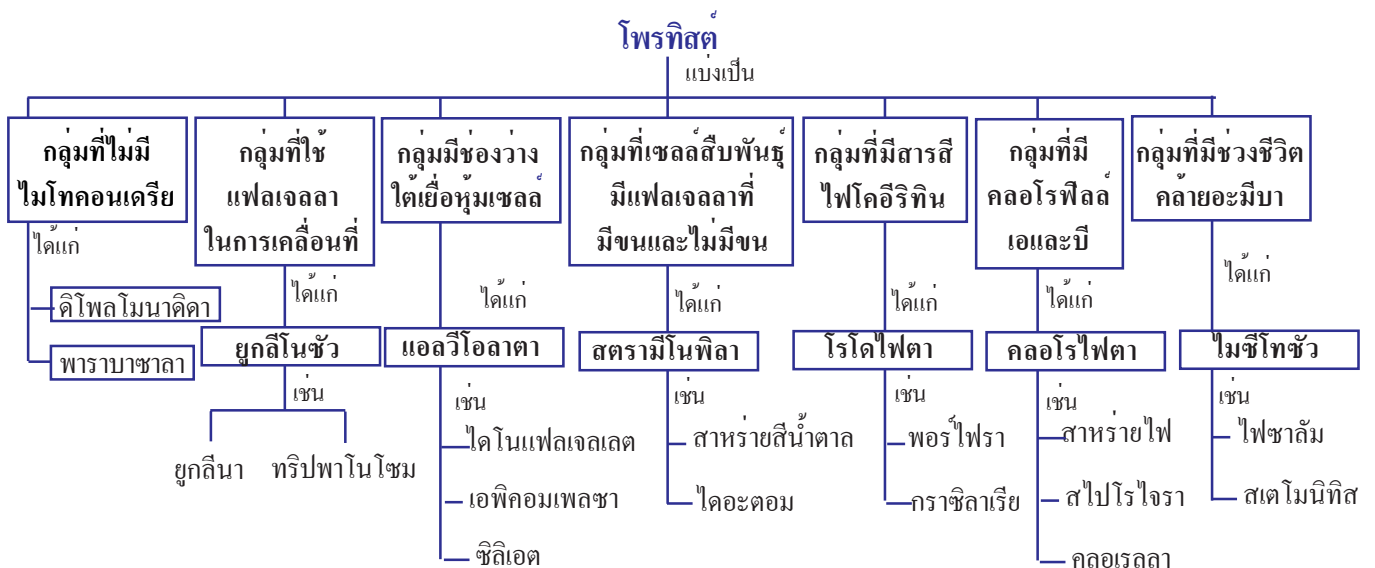
✎ ไม่ทิ้งน้ำเสียซึ่งเป็นแหล่งอาหารของไดโนแฟลเจลเลตลงไปในแหล่งน้ำ

**โพรทิสต์ในกลุ่มใดที่ดำรงชีวิตเป็นปรสิต**

✎ เอพิกอมเพลซา เป็นกลุ่มของโพรทิสต์ที่ดำรงชีวิตเป็นปรสิตและมีโครงสร้างสำหรับแทงผ่านเซลล์โฮสต์

ครูอาจให้นักเรียนไปสืบค้นข้อมูลการนำโพรทิสต์มาใช้ประโยชน์ เช่น การทำอาหารเสริม แลวน้ำหมักมูลมานำเสนอในชั้นเรียน

จากการสืบค้นข้อมูลความหลากหลายของโพรทิสต์ ครูอาจให้นักเรียนนำความรู้ที่ได้มาเขียนผังมโนทัศน์ความหลากหลายของโพรทิสต์ ซึ่งนักเรียนอาจเขียนได้ดังนี้



**ใช้เพื่อเป็นแนวทางในการจัดการเรียนการสอนในโรงเรียนเท่านั้น**



#### 20.4.3 อาณาจักรพืช

ครูอาจนำเข้าสู่บทเรียน โดยให้นักเรียนศึกษาภาพของสาหร่ายข้าวเหนียวหรือสาหร่ายหางกระรอกกับภาพของสาหร่ายไฟ หรือถ้าครูสามารถนำภาพตัดขวางของสาหร่ายทั้ง 2 ชนิดมาให้นักเรียนศึกษาแล้วให้นักเรียนอภิปรายร่วมกันโดยใช้ตัวอย่างคำถามดังนี้



สาหร่ายไฟ



สาหร่ายหางกระรอก

สาหร่ายทั้ง 2 ภาพ เป็นสิ่งมีชีวิตในอาณาจักรเดียวกันหรือไม่

สาหร่ายทั้ง 2 ภาพ มีลักษณะใดบ้างที่เหมือนกัน และลักษณะใดบ้างที่แตกต่างกัน

จากการอภิปรายนักเรียนควรสรุปได้ว่า สาหร่ายไฟเป็นสิ่งมีชีวิตในอาณาจักรโพรทิสตาและสาหร่ายหางกระรอกอยู่ในอาณาจักรพืช โดยสาหร่ายทั้ง 2 ชนิดส่วนที่คล้ายคลึงกันคือ

1. มีสารสีที่ใช้ในการสังเคราะห์ด้วยแสงเหมือนกัน
2. การจัดเรียงตัวของเซลล์โลสที่ผนังเซลล์คล้ายคลึงกัน
3. มีโครงสร้างที่ทำหน้าที่ป้องกันเซลล์สืบพันธุ์และไซโกตที่คล้ายคลึงกัน แต่สาหร่ายไฟยังไม่มีการพัฒนาของไซโกตไปเป็นเอ็มบริโอเหมือนสาหร่ายหางกระรอก

4. มีลำดับเบสของ DNA ในคลอโรพลาสต์และในนิวเคลียสคล้ายคลึงกัน

ครูอาจตั้งคำถามต่อไปว่า เป็นไปได้หรือไม่ว่าที่สาหร่ายทั้ง 2 ชนิดนี้มีวิวัฒนาการมาด้วยกัน ครูควรเปิดโอกาสให้นักเรียนได้แสดงความคิดเห็นอย่างอิสระ จากนั้นให้นักเรียนได้ตรวจสอบความคิดของนักเรียนโดยให้ไปสืบค้นข้อมูลเพื่อศึกษาเกี่ยวกับกำเนิดของพืช โดยอาจตั้งประเด็นคำถามเพื่อให้นักเรียนอภิปรายดังนี้

พืชมีวิวัฒนาการใกล้ชิดกับสาหร่ายไฟซึ่งอาศัยอยู่ในน้ำ แล้วพืชมีการปรับตัวเพื่อมาอาศัยบนบกได้อย่างไร

จากนั้นครูอาจให้นักเรียนได้สืบค้น และวิเคราะห์การปรับตัวของพืชเพื่อดำรงชีวิตอยู่บนบก โดยนำไปไม่มาให้นักเรียนสังเกตว่าใบมีสารคิวทินเคลือบอยู่ สารคิวทินนี้ทำหน้าที่อย่างไรและบทบาทการถ่ายละอองเรณูของพืชว่าแตกต่างจากพืชน้ำอย่างไร

จากนั้นให้นักเรียนได้วิเคราะห์ว่า ลักษณะดังกล่าวมีความเหมาะสมต่อการดำรงชีวิตอยู่บนบกอย่างไร จากการวิเคราะห์และอภิปรายร่วมกันนักเรียนควรสรุปได้ว่า สารคิวทินที่เคลือบผิวใบช่วยป้องกันการสูญเสียน้ำและลักษณะของละอองเรณูของพืชดอกช่วยป้องกันการสูญเสียน้ำ และไม่ต้องอาศัยน้ำในการเคลื่อนที่เข้าผสมพันธุ์กับเซลล์สืบพันธุ์ของเพศเมีย

ใช่เพื่อเป็นแนวทางในการจัดการเรียนการสอนในโรงเรียนเท่านั้น

### ฉบับร่าง (เนื้อหายังไม่ถูกต้อง 100%) - มีลิขสิทธิ์ตามพระราชบัญญัติ

จากนั้นอาจให้นักเรียนได้สืบค้นข้อมูล และวิเคราะห์ลักษณะรวมกันของสิ่งมีชีวิตในอาณาจักรพืช โดยให้นักเรียนร่วมกันอภิปรายและตอบคำถามในหนังสือเรียนซึ่งมีแนวโน้มในการตอบคำถามดังนี้

- นักเรียนคิดว่าพืชเมื่อมาดำรงชีวิตบนบก มีข้อได้เปรียบบรรพบุรุษที่อาศัยอยู่ในน้ำอย่างไร
- ✎ ทำให้พืชได้รับแสงจากดวงอาทิตย์เต็มที่ ไดแก๊ส  $\text{CO}_2$  รวมทั้งแร่ธาตุที่อุดมสมบูรณ์ในดิน
- พืชมีการสร้างสปอร์ด้วยกระบวนการแบ่งเซลล์แบบไมโทซิส และสปอร์ที่ได้มีจำนวนโครโมโซมกี่ชุด
- ✎ พืชสร้างสปอร์โดยการแบ่งเซลล์แบบไมโอซิสและสปอร์ที่เกิดขึ้นมีจำนวนโครโมโซม 1 ชุด
- ระยะแกมีโทไฟต์ของพืชมีการสร้างเซลล์สืบพันธุ์โดยการแบ่งเซลล์แบบไมโทซิส
- ✎ การแบ่งเซลล์แบบไมโทซิส
- จากการเปรียบเทียบระยะสปอร์โรไฟต์และระยะแกมีโทไฟต์ของพืชทั้ง 4 กลุ่ม นักเรียนจะสรุปได้อย่างไร
- ✎ ระยะสปอร์โรไฟต์ของพืชทั้ง 4 กลุ่ม มีแนวโน้มที่จะพัฒนาโครงสร้างที่ซับซ้อนมากขึ้น และมีช่วงชีวิตที่ยาวนานขึ้น ขณะที่ระยะแกมีโทไฟต์เริ่มมีโครงสร้างซับซ้อนน้อยลง และมีช่วงชีวิตที่สั้นลง

ในการจัดการเรียนรู้เกี่ยวกับความหลากหลายของพืช ครูอาจเตรียมตัวอย่างของพืชในกลุ่มต่าง ๆ มาให้นักเรียนได้สำรวจตรวจสอบ หรือถ้าภายในโรงเรียน หรือบริเวณใกล้เคียงมีแหล่งเรียนรู้เกี่ยวกับพืชชนิดต่าง ๆ อาจให้นักเรียนเลือกศึกษาพืชชนิดใดชนิดหนึ่ง โดยมอบหมายให้ไปสืบค้นข้อมูลเพื่อระบุชนิดของพืช ลักษณะที่สำคัญ ประโยชน์และโทษของพืชชนิดนั้น แล้วนำมาจัดเป็นฐานความรู้และให้เพื่อนนักเรียนได้มาศึกษารวมทั้งจัดทำใบงานเพื่อตรวจสอบความเข้าใจของเพื่อนนักเรียน หรืออาจจัดเป็นนิทรรศการแสดงผลงานของนักเรียนได้อีกด้วย

จากภาพที่ 20-40 ครูอาจให้นักเรียนได้ร่วมกันอภิปรายโดยอาจใช้ตัวอย่างคำถามดังนี้

**คาโรไฟต์มีความสัมพันธ์ใกล้ชิดทางวิวัฒนาการกับพืชกลุ่มใด**

✎ พืชไม่มีเนื้อเยื่อลำเลียง

**พืชบกเริ่มกำเนิดขึ้นในช่วงเวลาใด**

✎ มหายุคพาลีโอโซอิก

**พืชมีเนื้อเยื่อลำเลียงมีวิวัฒนาการเป็นพืชกลุ่มใด**

✎ พืชไม่มีเมล็ดและพืชมีเมล็ด

**พืชมีเมล็ดมีวิวัฒนาการเป็นพืชกลุ่มใดบ้าง**

✎ พืชเมล็ดเปลือยและพืชดอก

**กลุ่มพืชไม่มีเนื้อเยื่อลำเลียง**

ครูอาจนำเข้าสู่บทเรียนโดยให้นักเรียนได้สำรวจตรวจสอบลักษณะรูปร่างของกลุ่มพืชไม่มี

ไขเพื่อเป็นแนวทางในการจัดการเรียนการสอนในโรงเรียนเท่านั้น



ฉบับร่าง (เนื้อหายังไม่ถูกต้อง 100%) - มีลิขสิทธิ์ตามพระราชบัญญัติ  
เนื้อเยื่อลำเลียง โดยการทำกิจกรรมเสนอแนะดังนี้

### กิจกรรมเสนอแนะ

**จุดประสงค์ของกิจกรรม** เพื่อให้ นักเรียนสามารถ

1. ศึกษาลักษณะของต้นแกมีโทไฟต์และสปอร์โรไฟต์ของมอสหรือลิเวอร์เวิร์ต โดยใช้แว่นขยายหรือกล้องจุลทรรศน์แบบสเตอริโอ
2. บันทึกข้อมูลของต้นแกมีโทไฟต์และสปอร์โรไฟต์โดยการวาดภาพ
3. สรุปลักษณะที่สำคัญของมอสหรือลิเวอร์เวิร์ต

### แนวการจัดกิจกรรม

ให้นักเรียนนำมอสหรือลิเวอร์เวิร์ตมาศึกษาด้านแกมีโทไฟต์ สปอร์โรไฟต์และอับสปอร์โดยใช้แว่นขยายหรือกล้องจุลทรรศน์แบบสเตอริโอ แล้ววาดภาพพร้อมทั้งชี้ส่วนประกอบ ลักษณะรูปร่างที่สังเกตเห็น แล้วตอบคำถามในกิจกรรมซึ่งมีแนวในการตอบคำถามดังนี้

- ส่วนที่คล้ายลำต้น คล้ายรากและคล้ายใบของมอส ลิเวอร์เวิร์ตแตกต่างจากราก ลำต้นและใบของพืชอื่นอย่างไร
- ✎ ส่วนที่คล้ายลำต้น คล้ายรากและคล้ายใบของมอส และลิเวอร์เวิร์ตต่างจากส่วนของลำต้น รากและใบของพืชอื่นคือ ไม่มีเนื้อเยื่อลำเลียง
- นักเรียนคิดว่าจะพบมอสและลิเวอร์เวิร์ตในสภาพแวดล้อมแบบใด เพราะเหตุใด
- ✎ ควรพบในสภาพแวดล้อมที่ชื้นเนื่องจากไม่มีเนื้อเยื่อลำเลียงในการลำเลียงน้ำ ต้องลำเลียงน้ำและแร่ธาตุโดยการแพร่จากเซลล์หนึ่งไปยังอีกเซลล์หนึ่ง

จากนั้นครูควรให้นักเรียนได้สืบค้นข้อมูลเพื่อศึกษาความหลากหลายของกลุ่มพืชไม่มีเนื้อเยื่อลำเลียง โดยเน้นถึงลักษณะ รูปร่าง การดำรงชีวิต รวมทั้งบทบาทและประโยชน์ของพืชกลุ่มนี้ โดยให้นักเรียนร่วมกันอภิปรายโดยใช้ตัวอย่างคำถามเพิ่มเติมและคำถามในหนังสือเรียน ซึ่งมีแนวในการตอบคำถามดังนี้

**ลักษณะที่พบทั่วไปของกลุ่มพืชไม่มีเนื้อเยื่อลำเลียงส่วนใหญ่เป็นระยะใดในวัฏจักรชีวิต**

✎ ระยะแกมีโทไฟต์

**วัฏจักรชีวิตแบบสลับของพืชกลุ่มนี้แตกต่างจากพืชกลุ่มอื่นอย่างไร**

✎ มีต้นแกมีโทไฟต์ที่ซับซ้อนและมีช่วงชีวิตที่ยาวนานกว่าต้นสปอร์โรไฟต์ และต้นสปอร์โรไฟต์จะเจริญบนต้นแกมีโทไฟต์ตลอดชีวิต

■ เพราะเหตุใดพืชกลุ่มนี้ไม่มีเนื้อเยื่อลำเลียงจึงมีขนาดเล็ก

✎ เพราะพืชกลุ่มนี้ไม่มีเนื้อเยื่อลำเลียง จึงต้องลำเลียงน้ำและแร่ธาตุ โดยการแพร่จากเซลล์หนึ่งไปยังอีกเซลล์หนึ่ง ถ้ามีขนาดใหญ่ การลำเลียงโดยการแพร่จะลำเลียงได้ช้ามาก

ใช้เพื่อเป็นแนวทางในการจัดการเรียนการสอนในโรงเรียนเท่านั้น

เพื่อแก้ปัญหาการขาดแคลนครูในระยะแรก  
ความหลากหลายทางชีวภาพ

ฉบับร่าง (เนื้อหายังไม่ถูกต้อง 100%) - มีลิขสิทธิ์ตามพระราชบัญญัติ  
พืชมีเนื้อเยื่อลำเลียงที่ไม่มีเมล็ด

ครูอาจนำเข้าสู่บทเรียนโดยให้นักเรียนศึกษาตัวอย่างของพืชมีเนื้อเยื่อลำเลียงที่ไม่มีเมล็ด เช่น  
สนหางสิงห์ ต้นตุ๊กแก กระเทียมน้ำและเฟินชนิดต่างๆ โดยอาจศึกษาจากตัวอย่างของจริงหรือภาพ  
แล้วให้นักเรียนร่วมกันอภิปราย โดยใช้ตัวอย่างคำถามเพิ่มเติมและคำถามในแบบเรียนดังนี้

พืชกลุ่มนี้มีลักษณะเหมือนกันอย่างไร และมีลักษณะใดแตกต่างจากพืชไม่มีเนื้อเยื่อลำเลียง

✎ พืชกลุ่มนี้มีราก ลำต้นและใบที่แท้จริง มีเนื้อเยื่อลำเลียงน้ำ เร่ธาตุและอาหาร ซึ่งไม่พบ  
ในพืชไม่มีเนื้อเยื่อลำเลียง

วัฏจักรชีวิตแบบสลับของพืชมีเนื้อเยื่อลำเลียงที่ไม่มีเมล็ด มีลักษณะแตกต่างจากพืชไม่มี  
เนื้อเยื่อลำเลียงอย่างไร

✎ นักเรียนควรใช้ภาพที่ 20-38 และ 20-39 มาใช้ในการตอบคำถาม โดยพบว่าต้นแกมีโทไฟต์  
และต้นสปอร์โรไฟต์ของพืชมีเนื้อเยื่อลำเลียงเจริญแยกกัน หรืออยู่ร่วมกันในช่วงสั้น ๆ  
โดยต้นแกมีโทไฟต์มีช่วงชีวิตสั้นกว่าต้นสปอร์โรไฟต์

■ นักเรียนคิดว่าเฟินและพืชกลุ่มใกล้เคียงกับเฟินมีลักษณะใดที่แสดงถึงการเกิดวิวัฒนาการ  
ทางด้านการสืบพันธุ์เพื่อดำรงชีวิตอยู่บนพื้นดิน

✎ มีการสืบพันธุ์โดยการสร้างสปอร์ซึ่งทนต่อความแห้งแล้งได้ดี และสปอร์แพร่กระจายไป  
บริเวณต่างๆ โดยไม่ต้องอาศัยน้ำ

จากนั้นให้นักเรียนสืบค้นข้อมูล เพื่อศึกษาความหลากหลายของกลุ่มพืชมีเนื้อเยื่อลำเลียงที่  
ไม่มีเมล็ด โดยเน้นถึงลักษณะรูปร่าง การดำรงชีวิต รวมทั้งประโยชน์ของพืชกลุ่มนี้ จากนั้นอาจให้  
นักเรียนได้สำรวจตรวจสอบลักษณะรูปร่างของพืชกลุ่มนี้จากกิจกรรมที่ 20.5 โดยให้นักเรียนร่วมกัน  
อภิปรายโดยใช้ตัวอย่างคำถามเพิ่มเติมดังนี้

พืชในกลุ่มไลโคโพลเดียม ซีแลกจินেলাและกระเทียมน้ำ มีลักษณะเหมือนกันและต่าง  
กันอย่างไร

✎ มีลำต้นและใบที่แท้จริง มีใบขนาดเล็ก มีเส้นใบ 1 เส้นที่ไม่แตกแขนงมีกลุ่มใบสร้างอับสปอร์  
ที่ปลายกิ่งดังภาพ ไลโคโพลเดียมสร้างสปอร์ขนาดเดียวขณะที่ซีแลกจินেলাและกระเทียมน้ำ  
สร้างสปอร์ 2 ขนาด



ไลโคโพลเดียม

ซีแลกจินেলা

กระเทียมน้ำ

ฉบับร่าง (เนื้อหายังไม่ถูกต้อง 100%) - มีลิขสิทธิ์ตามพระราชบัญญัติ

เพราะเหตุใดจึงจัดหาวายท่อนอยอยู่ในไฟลัมเทอริโฟตา

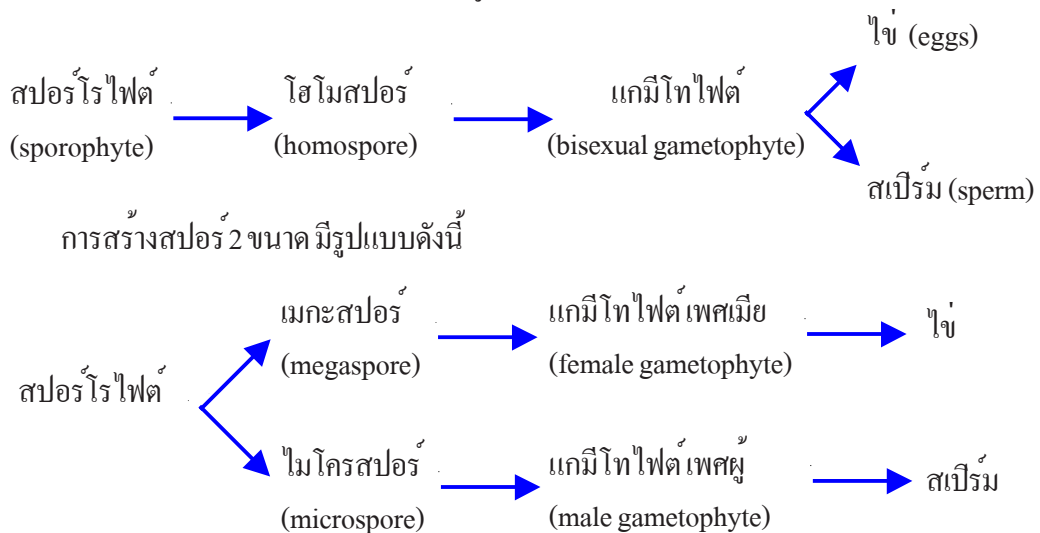
✎ หาวายท่อนอยมีลำดับเบสบนสาย DNA ที่ใกล้เคียงกับหญ้าถอดปล้องและเฟิน จึงจัดอยู่ในกลุ่มเดียวกัน

หาวายท่อนอยและเฟินมีลักษณะใดเหมือนกันและลักษณะใดที่แตกต่างกัน

✎ เฟินและหาวายท่อนอยมีเนื้อเยื่อในการลำเลียงและไม่มีเมล็ด แต่หาวายท่อนอยไม่มีรากและใบ เฟินแต่ละชนิดมีลักษณะเหมือนกันและแตกต่างกันอย่างไร

✎ เฟินมีราก ลำต้นและใบที่แท้จริง ใบมีเส้นใบแตกแขนง มีรูปร่างและแหล่งที่อยู่แตกต่างกัน เฟินบางชนิดสามารถดำรงชีวิตเป็นพืชน้ำ บางชนิดดำรงชีวิตเป็นเอพิไฟต์ บางชนิดสร้างสปอร์ขนาดเดียว ขณะที่บางชนิดสร้างสปอร์ 2 ขนาดเป็นต้น

ลักษณะการสร้างสปอร์ของพืช แบ่งออกเป็น 2 ลักษณะ คือ การสร้างสปอร์ขนาดเดียวและสร้างสปอร์ 2 ขนาด การสร้างสปอร์ขนาดเดียวมีรูปแบบดังนี้



ครูควรเน้นให้นักเรียนได้สืบค้นข้อมูลการใช้ประโยชน์ของพืชมีเนื้อเยื่อลำเลียงที่ไม่มีเมล็ดจากแหล่งเรียนรู้อื่นๆ และนำมาอภิปรายเสนอในชั้นเรียน เพื่อให้นักเรียนได้ตระหนักถึงประโยชน์และคุณค่าของพืชกลุ่มนี้

## กิจกรรมที่ 20.5 ลักษณะของเฟิน

จุดประสงค์ของกิจกรรม เพื่อให้นักเรียนสามารถ

1. สำรวจตรวจสอบลักษณะที่สำคัญ และบันทึกลักษณะต่างๆ ของพืชในกลุ่มเฟิน พร้อมทั้งวาดรูปประกอบ
2. สรุปลักษณะที่สำคัญของพืชในกลุ่มเฟิน
3. เตรียมสไลด์เพื่อศึกษาสปอร์ของเฟิน

## แนวการจัดกิจกรรม

ครูควรเตรียมตัวอย่างของเฟินที่นำมาให้นักเรียนศึกษาหลายๆ ชนิดที่แตกต่างกัน โดยอาจให้

ใช้เป็นแนวทางในการจัดการเรียนการสอนในโรงเรียนเท่านั้น

เพื่อแก้ปัญหาการขาดแคลนคู่มือครูในระยะแรก  
ความหลากหลายทางชีวภาพ

### ฉบับร่าง (เนื้อหายังไม่ถูกต้อง 100%) - มีลิขสิทธิ์ตามพระราชบัญญัติ

นักเรียนนำตัวอย่างของเฟินที่พบในแหล่งชุมชนที่นักเรียนอาศัยอยู่ โดยพยายามนำต้นเฟินมาครบทุกส่วนมีทั้งใบอ่อนที่กำลังงอกและใบที่มีอับสปอร์อยู่ด้วย และเน้นประเด็นที่ต้องการให้นักเรียนศึกษาลักษณะทั่วไปของเฟิน โดยการบันทึกลักษณะพร้อมทั้งวาดรูปประกอบ ซึ่งประกอบด้วย

- ขนาดและลักษณะของใบ
- ลักษณะของใบอ่อนที่ม้วนงอ
- การเรียงตัวของกลุ่มอับสปอร์
- ลักษณะของอับสปอร์

จากนั้นให้นักเรียนศึกษาลักษณะของสปอร์ โดยการเตรียมสไลด์ตามวิธีการทดลองในกิจกรรม โดยครูอาจเตรียมสไลด์กลุ่มอับสปอร์และสปอร์ไว้สาธิตเพื่อให้นักเรียนศึกษาเปรียบเทียบ จากนั้นให้นักเรียนวาดภาพจากที่สังเกตเห็นในกล้องจุลทรรศน์ สำหรับคำถามในกิจกรรมมีแนวคำตอบดังนี้

- เฟินแต่ละชนิดมีการจัดเรียงตัวของอับสปอร์เหมือนหรือแตกต่างกันอย่างไร
- ✎ มีการจัดเรียงตัวของอับสปอร์ที่แตกต่างกัน และใช้ลักษณะนี้ในการแบ่งเฟินออกเป็นกลุ่มต่างๆ ดังภาพ



- นักเรียนคิดว่าควรนำเฟินมาใช้ประโยชน์ด้านใดได้บ้าง จงอธิบายและยกตัวอย่างประกอบ
- ✎ อาจนำเฟินมาใช้ประโยชน์โดยการปลูกเป็นไม้ประดับ เช่น ชายผ้าสีดา นำมาใช้ทำเครื่องจักสาน เช่น ขันลิเกา ทำฟیشมุนไพรและนำมาใช้ในการเกษตร เช่น แหนแดง หรือนำมาเป็นอาหาร เช่น ผักแว่น เป็นต้น

### พืชมีเนื้อเยื่อลำเลียงที่มีเมลล็ด

ครูอาจนำเข้าสู่บทเรียน โดยนำภาพโคนที่มีเมลล็ดของปรังกับเมลล็ดของพืชดอกมาให้ นักเรียนได้สังเกตและอภิปรายร่วมกัน โดยใช้ตัวอย่างคำถามเพิ่มเติมและคำถามในแบบเรียน ดังนี้

**พืชมีเนื้อเยื่อลำเลียงที่มีเมลล็ด มีลักษณะแตกต่างจากพืชมีเนื้อเยื่อลำเลียงที่ไม่มีเมลล็ดอย่างไร**

- ✎ พืชมีเนื้อเยื่อลำเลียงที่มีเมลล็ดจะมีการสร้างเซลล์สืบพันธุ์ซึ่งมาปฏิสนธิกันเป็นไซโกตเจริญอยู่ภายในอวุล เมื่อไซโกตพัฒนาเป็นเอ็มบริโอแล้วอวุลจะเจริญและพัฒนาเป็นเมลล็ด ขณะที่พืชมีเนื้อเยื่อลำเลียงที่ไม่มีเมลล็ดมีการสืบพันธุ์โดยการสร้างสปอร์

**พืชมีเมลล็ดมีการปรับตัวเพื่อการดำรงชีวิตบนบกอย่างไร**

ไขเพื่อเป็นแนวทางในการจัดการเรียนการสอนในโรงเรียนเท่านั้น

### ฉบับร่าง (เนื้อหายังไม่ถูกต้อง 100%) - มีลิขสิทธิ์ตามพระราชบัญญัติ

- ✎ มีการปรับตัวโดยการถ่ายละอองเรณูที่อาศัยลมหรือสัตว์เป็นพาหะ ไม่ต้องอาศัยน้ำเหมือนพืชไม่มีเนื้อเยื่อลำเลียง
- เพราะเหตุใดพืชมีเนื้อเยื่อลำเลียงที่มีเมล็ด เฟินและพืชกลุ่มใกล้เคียงกับเฟินยังคงมีการแพร่กระจายพันธุ์ตั้งแต่ 200 ล้านปีที่ผ่านมาจนถึงปัจจุบัน
- ✎ เนื่องจากมีโครงสร้างของผนังสปอร์ และละอองเรณูที่ทนทานต่อความแห้งแล้งได้ดี
- ✎ วิจัยการชีวิตแบบสลับของพืชมีเนื้อเยื่อลำเลียงที่มีเมล็ดแตกต่างจากมอสและเฟินอย่างไร
- ✎ วิจัยการชีวิตแบบสลับของพืชมีเนื้อเยื่อลำเลียงที่มีเมล็ดจะมีต้นสปอร์ไรไฟต์ที่เด่นชัดและยาวนาน แต่ต้นแกมีโทไฟต์มีขนาดเล็กลงมาก ซึ่งแตกต่างจากมอสและเฟิน

จากนั้นครูควรนำเข้าสู่การจัดกลุ่มของพืชมีเนื้อเยื่อลำเลียงที่มีเมล็ดว่าแบ่งพืชกลุ่มนี้ออกเป็น 2 กลุ่ม คือ พืชเมล็ดเปลือยและพืชดอก

### พืชเมล็ดเปลือย

ครูอาจนำเข้าสู่บทเรียน โดยพานักเรียนไปศึกษาต้นปรังที่ปลูกอยู่ในบริเวณโรงเรียน โดยการสังเกตโคนและเมล็ดของปรัง จากนั้นให้นักเรียนร่วมกันอภิปราย โดยใช้ตัวอย่างคำถามดังนี้

#### เพราะเหตุใดจึงเรียกพืชกลุ่มนี้ว่าพืชเมล็ดเปลือย

- ✎ เพราะไม่มีดอกจึงไม่มีผนังรังไข่มีแต่ออวุล เมื่อมีการปฏิสนธิของเซลล์สืบพันธุ์จึงไม่มีผนังรังไข่ห่อหุ้มเมล็ดที่เรียกว่าผล

#### กลุ่มพืชเมล็ดเปลือยมีลักษณะเหมือนกันอย่างไร และแบ่งออกเป็นกี่กลุ่ม

- ✎ พืชเมล็ดเปลือยมีออวุลและละอองเรณูติดอยู่ที่โคน แยกเป็น โคนเพศผู้และ โคนเพศเมีย แบ่งออกเป็น 4 กลุ่มดังนี้



จากนั้นครูอาจให้นักเรียนได้สืบค้นข้อมูลเพื่อศึกษาความหลากหลายของพืชเมล็ดเปลือย โดยเน้นถึงลักษณะรูปร่างการดำรงชีวิต ตัวอย่างของพืชรวมทั้งประโยชน์ของพืชเมล็ดเปลือย แล้วให้นักเรียนอภิปรายร่วมกัน โดยใช้ตัวอย่างคำถามดังนี้

#### พืชเมล็ดเปลือยพบมากในยุคใดและมีความสัมพันธ์กับสิ่งมีชีวิตในยุคนั้นอย่างไร

- ✎ จากตารางธรณีกาลพืชเมล็ดเปลือยน่าจะพบมากในยุคจูแรสซิกและเป็นแหล่งอาหารที่สำคัญของไดโนเสาร์

#### พืชเมล็ดเปลือยกลุ่มใดที่มีความหลากหลายมากที่สุด

- ✎ พืชกลุ่มสน

ใช้เพื่อเป็นแนวทางในการจัดการเรียนการสอนในโรงเรียนเท่านั้น

เพื่อแก้ปัญหาการขาดแคลนครูในระแวกแรก  
ความหลากหลายทางชีวภาพ

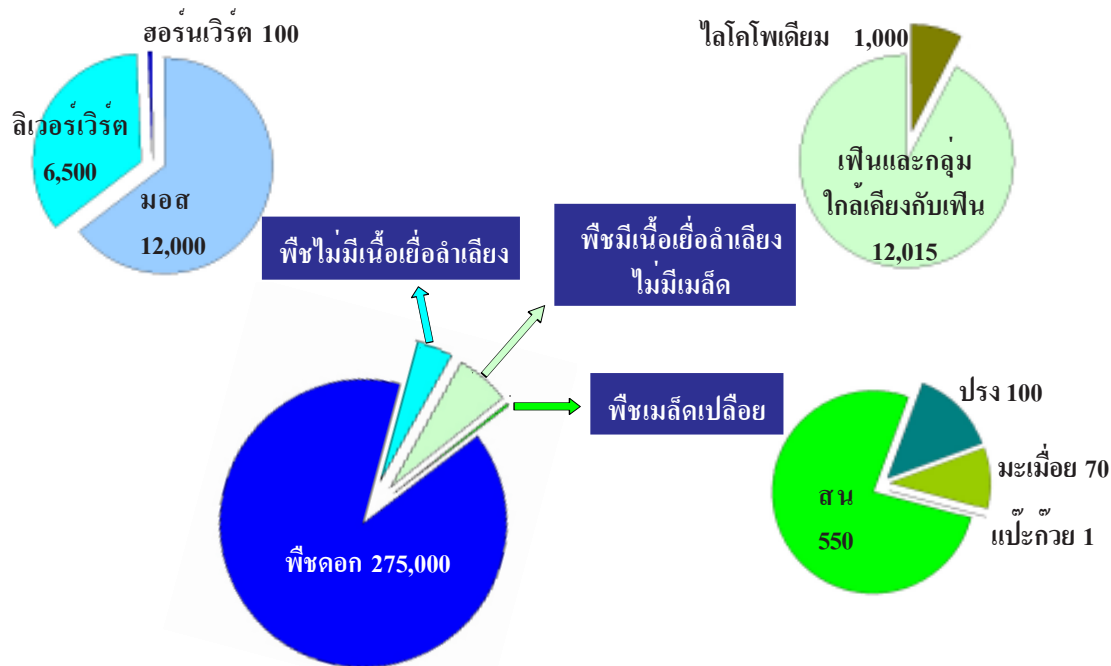
## ฉบับร่าง (เนื้อหายังไม่ถูกต้อง 100%) - มีลิขสิทธิ์ตามพระราชบัญญัติ

ครูอาจให้นักเรียนเก็บรวบรวมเมล็ดของพืชกลุ่มนี้มาจัดเป็นแหล่งเรียนรู้รูปร่างต่างๆ แล้วมานำเสนอในชั้นเรียนหรืออาจจัดป้ายนิเทศ เพื่อให้เพื่อนนักเรียนได้ตระหนักถึงคุณค่าและประโยชน์ของพืชเมล็ดเปลี่ยน

### พืชดอก

ครูอาจนำเข้าสู่บทเรียน โดยให้นักเรียนแต่ละกลุ่มไปสำรวจพืชในบริเวณโรงเรียนและช่วยกันเขียนชื่อของพืชชนิดต่าง ๆ ที่นักเรียนรู้จัก แล้วนำมาอภิปรายร่วมกันว่าพืชชนิดต่าง ๆ นี้เป็นพืชดอกหรือพืชไม่มีดอก จะเห็นได้ว่าพืชส่วนใหญ่ที่นักเรียนรู้จักเป็นพืชดอกแทบทั้งสิ้น

จากนั้นครูอาจนำเสนอแผนภาพแสดงความหลากหลายของพืชเพื่อแสดงให้เห็นว่าพืชดอกมีจำนวนมากที่สุด ดังแผนภาพ



แผนภาพแสดงจำนวนชนิดของพืชในกลุ่มต่างๆ

ครูอาจให้นักเรียนไปสืบค้นข้อมูลในประเด็นต่อไปนี้

### วิวัฒนาการของพืชดอก

ความหลากหลายของพืชดอก โดยเน้นถึงลักษณะรูปร่าง การดำรงชีวิต

ตัวอย่างของพืชดอกแต่ละกลุ่มในสายวิวัฒนาการ

### ประโยชน์ของพืชดอก

จากนั้นให้นักเรียนอภิปรายร่วมกัน โดยใช้ตัวอย่างคำถามเพิ่มเติมและคำถามในหนังสือเรียนดังนี้

**พืชดอกกลุ่มแรกที่เกิดขึ้นคือพืชกลุ่มใด และมีหลักฐานใดที่สนับสนุนแนวคิดดังกล่าว**

✎ พืชวงศ์แอมโบเรลลา โดยมีหลักฐานจากการวิเคราะห์ลำดับเบสบนสาย DNA

■ นักเรียนคิดว่าลักษณะของพืชดอกมีข้อได้เปรียบกว่าพืชเมล็ดเปลี่ยนอย่างไร

✎ มีอวัยวะภายในรังไข่ ทำให้ออวุลได้รับการปกป้องมากกว่าพืชเมล็ดเปลี่ยน

เพื่อเป็นแนวทางในการจัดการเรียนการสอนในโรงเรียนเท่านั้น



ฉบับร่าง (เนื้อหายังไม่ถูกต้อง, 100%) - มีลิขสิทธิ์ตามพระราชบัญญัติ  
จากสายวิวัฒนาการของพืชดอก ทำให้แบ่งพืชดอกออกเป็นกลุ่ม ได้อย่างไรบ้าง

✎ แบ่งเป็น 5 กลุ่ม ได้แก่ วงศ์แอมโบเรลลา วงศ์บัว วงศ์พวงแก้วกุฉิน พืชใบเลี้ยงเดี่ยวและ พืชใบเลี้ยงคู่

พืชดอกมีประโยชน์ต่อมนุษย์อย่างไรให้นักเรียนยกตัวอย่างประกอบการอธิบาย

✎ พืชดอกมีความสำคัญต่อการดำรงชีวิตของมนุษย์ทั้งในด้านแหล่งอาหารที่สำคัญ นำมาใช้ ในการก่อสร้างบ้านเรือน ใช้ทำเสื้อผ้าและใช้เป็นยารักษาโรค โดยเฉพาะพืชสมุนไพร หลายชนิด

จากนั้นครูควรให้นักเรียนไปสืบค้นข้อมูล เพื่อศึกษาการนำพืชดอกมาใช้ประโยชน์ในด้านต่างๆ โดยเฉพาะอย่างยิ่งพืชในท้องถิ่นของนักเรียน เพื่อให้นักเรียนได้ตระหนักถึงคุณค่าและประโยชน์ของ ทรัพยากรพืช โดยเฉพาะพืชสมุนไพร

## กิจกรรมที่ 20.6 ความหลากหลายของพืชในท้องถิ่น

จุดประสงค์ของกิจกรรม เพื่อให้นักเรียนสามารถ

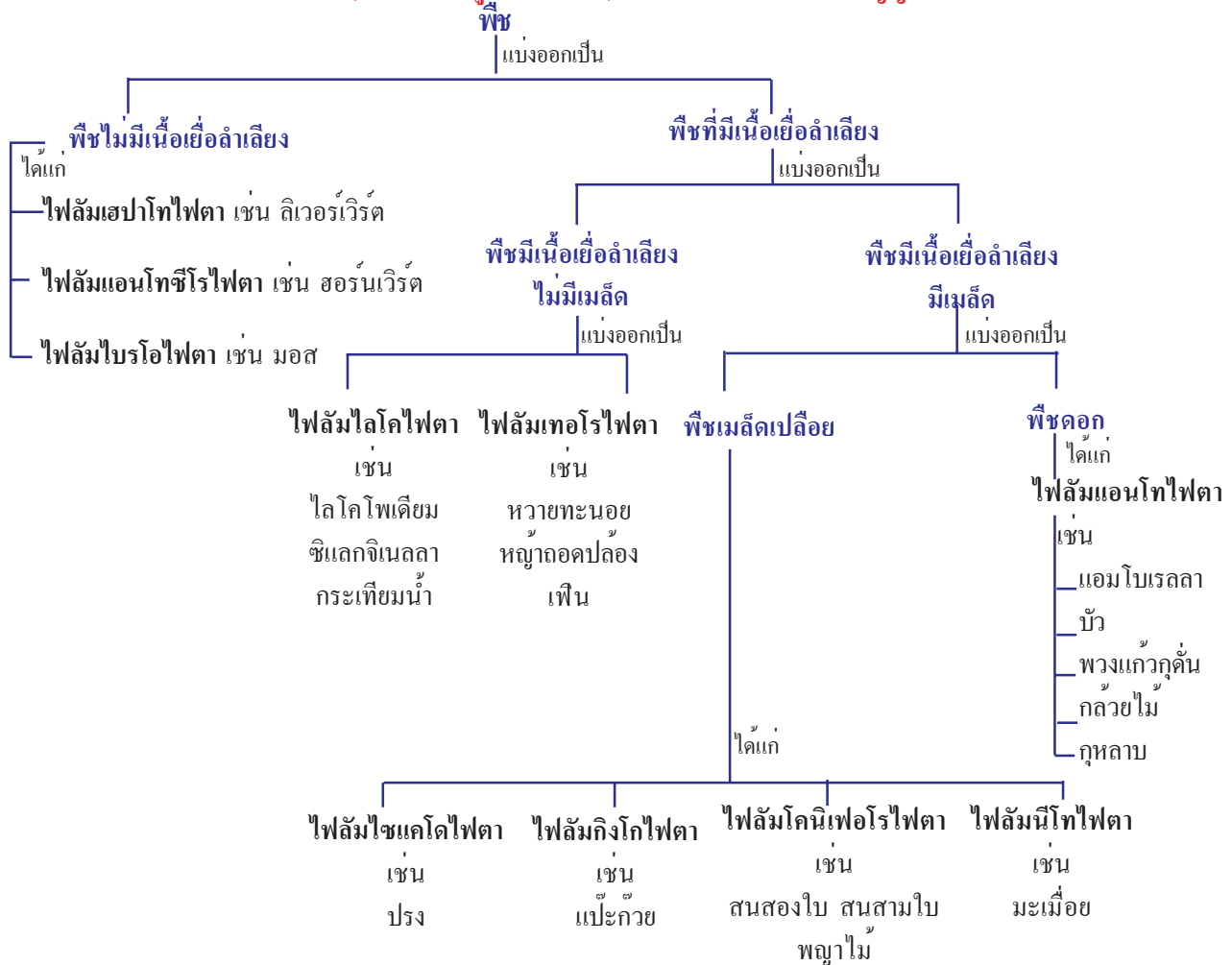
1. สำรวจตรวจสอบและรวบรวมข้อมูลของพืชในท้องถิ่น
2. อภิปรายสาเหตุของปัญหา ผลกระทบที่มีต่อการดำรงชีวิตของมนุษย์ และแนวทางในการ แก้ไขปัญหาการสูญเสียความหลากหลายของพืชในท้องถิ่น
3. ตระหนักถึงคุณค่าและประโยชน์ของความหลากหลายของพืชในท้องถิ่น

### แนวการจัดกิจกรรม

ครูควรให้นักเรียนแต่ละกลุ่มเลือกศึกษาความหลากหลายของพืชในชุมชนที่นักเรียนอาศัยอยู่ โดยสืบค้นข้อมูลและอภิปรายร่วมกันในประเด็นที่กำหนดไว้ในกิจกรรม แล้วให้แต่ละกลุ่ม นำข้อมูลมารวมกัน แล้วนำเสนอในรูปแบบของป้ายนิเทศหรือการจัดนิทรรศการ

จากการสืบค้นข้อมูลและการทำกิจกรรมครูอาจให้นักเรียนได้เขียนผังมโนทัศน์ของ การจำแนกพืชเพื่อให้เกิดแนวคิดที่ชัดเจนและต่อเนื่อง ซึ่งควรเขียนได้ดังนี้

ฉบับร่าง (เนื้อหายังไม่ถูกต้อง 100%) - มีลิขสิทธิ์ตามพระราชบัญญัติ



#### 20.4.4 อาณาจักรฟังไจ

ครูอาจนำเข้าสู่บทเรียนโดยให้นักเรียนสังเกตราคำบนขนมปังโดยใช้แว่นขยายส่องดูภายในถุงปิดมิดชิดเพื่อป้องกันอันตราย หรือนำดอกเห็ดที่แก่แล้วไปวางคว่ำบนกระดาษแล้วเคาะเบา ๆ จากนั้นใช้แว่นขยายส่องดูจะเห็นสปอร์ของเห็ด จากนั้นให้นักเรียนสังเกตตัวอย่างของฟังไจที่นำมาแล้วอภิปรายร่วมกันโดยใช้คำถามดังนี้

#### ฟังไจมีลักษณะอย่างไร

ครูควรเปิดโอกาสให้นักเรียนแสดงความคิดเห็นอย่างอิสระ จากการอภิปรายนักเรียนควรสรุปได้ว่าฟังไจแตกต่างจากสิ่งมีชีวิตอื่น คือ มีเซลล์เดี่ยวหรือหลายเซลล์ แต่เซลล์ยังไม่พัฒนาเป็นเนื้อเยื่อ มีผนังเซลล์ดำรงชีวิตแบบภาวะมีการย่อยสลายและสืบพันธุ์โดยการสร้างสปอร์ซึ่งมีลักษณะแตกต่างกัน

จากนั้นครูอาจให้นักเรียนสืบค้นข้อมูลเกี่ยวกับกำเนิดของฟังไจ ว่ามีวิวัฒนาการเกิดขึ้นในยุคใด และมีหลักฐานใดที่สนับสนุนแนวคิดนี้ จากการสืบค้นข้อมูลนักเรียนควรสรุปได้ว่า ฟังไจมีวิวัฒนาการเกิดขึ้นมาในยุคซิลูเลียน โดยพบซากดึกดำบรรพ์ของไมคอร์ไรซาที่รากของพืชในยุคนั้น

#### ลักษณะรูปร่างและการดำรงชีวิตของฟังไจ

ครูอาจให้นักเรียนศึกษาโฮฟาโดยใช้แว่นขยายส่องดูจากถุงเพาะเห็ด และโฮฟาจากราขนมปัง

ใช้เพื่อเป็นแนวทางในการจัดการเรียนการสอนในโรงเรียนเท่านั้น



**ฉบับร่าง (เนื้อหายังไม่ถูกต้อง 100%) - มีลิขสิทธิ์ตามพระราชบัญญัติ**  
โดยเปรียบเทียบจากภาพที่ 20-53 และ 20-54 แล้วให้นักเรียนร่วมกันอภิปรายโดยใช้ตัวอย่างคำถามดังนี้

**สิ่งมีชีวิตในอาณาจักรฟังไจมีลักษณะเหมือนกันอย่างไร**

- มีผนังเซลล์ประกอบด้วยสารไคติน ส่วนใหญ่มีเส้นใยไฮฟา ซึ่งมารวมกลุ่มกันเรียกว่า ไมซีเลียม ไฮฟาในฟังไจบางชนิดมีเยื่อชั้นเซลล์ บางชนิดไม่มีเยื่อชั้นเซลล์

**ฟังไจควรมีลักษณะอย่างไรจึงเหมาะสมต่อการดำรงชีวิตแบบภาวะมีการย่อยสลาย**

- มีไมซีเลียมแพร่กระจายเป็นบริเวณกว้างใต้พื้นดิน ซึ่งทำหน้าที่ดูดเกาะอาหารและส่งเอนไซม์ไปสลายอาหารภายนอกเซลล์

**เห็ดที่รับประทาน คือส่วนใดของฟังไจ**

- เห็ดที่รับประทาน คือเส้นใยที่ทำหน้าที่สร้างสปอร์เรียกว่า ฟรุติติงบอดี

**ฟังไจมีการปรับเปลี่ยนรูปร่างเพื่อดำรงชีวิตเป็นปรสิตอย่างไร**

- เส้นใยไฮฟาเปลี่ยนแปลงเป็น โครงสร้างที่สามารถดูดซับอาหารจากเซลล์โฮสต์

### ความหลากหลายของฟังไจ

ครูอาจนำเข้าสู่หัวข้อความหลากหลายของฟังไจ โดยให้นักเรียนได้สำรวจตรวจสอบลักษณะของไฮฟาจากกิจกรรมที่ 20.7 ซึ่งมีแนวการจัดกิจกรรมดังนี้

### กิจกรรมที่ 20.7 ลักษณะของฟังไจ

**จุดประสงค์ของกิจกรรม** เพื่อให้นักเรียนสามารถ

- สำรวจตรวจสอบและบันทึกลักษณะของรา เห็ดและยีสต์จากการสังเกตได้อย่างละเอียดครบถ้วน
- เตรียมสไลด์เพื่อศึกษาลักษณะของสปอร์ และส่วนที่สร้างสปอร์ของเห็ดได้
- เตรียมสไลด์เพื่อศึกษาลักษณะสปอร์ของราที่ขึ้นบนอาหารหรือขนมปัง
- เตรียมสไลด์เพื่อศึกษาลักษณะของยีสต์

### แนวการจัดกิจกรรม

ครูควรเตรียมขนมปังหรืออาหารที่มีราขึ้น โดยใช้ถุงพลาสติกห่อหุ้มให้เรียบร้อย เห็ดฟางสดหรือเห็ดชนิดอื่นที่คล้ายกับเห็ดฟางและยีสต์ในน้ำผลไม้ที่ทิ้งทิ้งไว้ประมาณ 1 คืน แล้วให้นักเรียนแบ่งกลุ่มศึกษาเห็ด รา และยีสต์ เมื่อนักเรียนแต่ละกลุ่มจัดเตรียมสไลด์ บันทึกและวาดภาพลักษณะที่สังเกตเห็นจากกล้องจุลทรรศน์แล้ว ครูควรให้นักเรียนได้ไปศึกษาเห็ด ราและยีสต์ของเพื่อนนักเรียนกลุ่มอื่น บันทึกและวาดภาพลักษณะที่สังเกตแล้วให้นักเรียนตอบคำถามท้ายกิจกรรม ซึ่งมีแนวคำตอบดังนี้

- นักเรียนจะสรุปลักษณะสำคัญของเห็ด ราและยีสต์ที่สังเกตได้อย่างไร

- เห็ดมีลักษณะประกอบด้วยเส้นใยจำนวนมากอัดกันแน่น ซึ่งมีเบสิดิโอสปอร์เรียงอยู่เป็นจำนวนมาก ขณะที่ราที่พบมีสปอร์อยู่รวมกันเป็นกลุ่ม และยีสต์มีเซลล์เพียงเซลล์เดียว

**ใช้เพื่อเป็นแนวทางในการจัดการเรียนการสอนในโรงเรียนเท่านั้น**

### ฉบับร่าง (เนื้อหายังไม่ถูกต้อง 100%) - มีลิขสิทธิ์ตามพระราชบัญญัติ

- เปรียบเทียบลักษณะสปอร์ของเห็ดรา ที่นักเรียนสังเกตเห็น และจำนวนสปอร์มีผลต่อการดำรงชีวิตของเห็ดราอย่างไร
- ✎ สปอร์ของเห็ดและรา มีรูปร่างกลมจำนวนมาก โดยเห็ด 1 ดอก อาจมีสปอร์จำนวน 10,000 - 100,000 สปอร์ ซึ่งจะสืบพันธุ์และแพร่กระจายพันธุ์ได้ครั้งละมาก ๆ และกระจายไปได้ไกล
- ยีสต์มีการแพร่กระจายพันธุ์อย่างไร
- ✎ ยีสต์มีการแพร่กระจายพันธุ์โดยการแตกหน่อ

จากนั้นครูให้นักเรียนได้ศึกษาภาพที่ 20-55 แล้วให้นักเรียนอภิปรายร่วมกันว่านักอนุกรมวิธานใช้เกณฑ์ใดในการจำแนกฟังไจ จากการอภิปราย นักเรียนควรสรุปได้ว่าการจำแนกฟังไจออกเป็นไฟลัมต่าง ๆ นั้นใช้ลักษณะการสร้างสปอร์ในการสืบพันธุ์แบบอาศัยเพศเป็นเกณฑ์ และฟังไจที่มีเฉพาะการสืบพันธุ์แบบไม่อาศัยเพศ ซึ่งไม่สามารถจัดอยู่ในฟังไจกลุ่มใดจะเรียกฟังไจกลุ่มนี้ว่า ฟังไจอิมเพอร์เฟกไท

จากนั้นครูอาจให้นักเรียนสืบค้นข้อมูลเพื่อศึกษาความหลากหลายของฟังไจในด้านลักษณะรูปร่าง การดำรงชีวิต ประโยชน์หรือโทษของฟังไจ รวมทั้งตัวอย่างของฟังไจในแต่ละไฟลัม โดยให้นักเรียนร่วมกันอภิปรายโดยใช้ตัวอย่างคำถามเพิ่มเติมและคำถามในหนังสือเรียนดังนี้

#### ฟังไจแต่ละไฟลัมมีการสร้างสปอร์แตกต่างกันอย่างไร

- ✎ ไฟลัมไคทริดีโอไมโคตา สร้างสปอร์ที่ใช้แฟลเจลลาในการเคลื่อนที่เพราะอาศัยอยู่ในน้ำ
- ไฟลัมไซโกไมโคตาสร้างไซโกสปอร์ ไฟลัมแอสโคไมโคตาสร้างแอสโคสปอร์และไฟลัมเบสิดิโอไมโคตาสร้างเบสิดิโอสปอร์

#### ฟังไจกลุ่มใดที่มีความใกล้ชิดกันทางวิวัฒนาการกับบรรพบุรุษที่เป็นโพรทิสต์ และมีหลักฐานสนับสนุนความคิดนี้อย่างไร

- ✎ ไคทริดีมีความใกล้ชิดกันทางวิวัฒนาการกับบรรพบุรุษที่เป็นโพรทิสต์เพราะมีการสร้างสปอร์ที่ใช้แฟลเจลลาในการเคลื่อนที่

#### ไมคอร์ไรซามีบทบาทที่สำคัญอย่างไรในระบบนิเวศ

- ✎ ไมคอร์ไรซาช่วยเพิ่มความสามารถในการดูดซึมแร่ธาตุของรากพืชจากดิน นำมาใช้ในการปรับปรุงดิน
- นักเรียนคิดว่าเห็ดที่นำมาใช้ปรุงอาหาร คือ ส่วนใดของฟังไจในไฟลัมเบสิดิโอไมโคตา
- ✎ เห็ดที่นำมาปรุงอาหาร คือ ส่วนฟรุติติงบอดี

#### บทบาทของฟังไจ

ครูอาจนำเข้าสู่บทเรียนโดยให้นักเรียนไปสืบค้นข้อมูลเพื่อศึกษาบทบาทของฟังไจ ทั้งในด้านประโยชน์และโทษของฟังไจชนิดต่าง ๆ โดยให้นักเรียนร่วมกันอภิปราย โดยใช้ตัวอย่างคำถามเพิ่มเติมและคำถามในหนังสือเรียนซึ่งมีแนวคำตอบดังนี้

#### ฟังไจมีบทบาทต่อระบบนิเวศอย่างไร

ไขเพื่อเป็นแนวทางในการจัดการเรียนการสอนในโรงเรียนเท่านั้น

เพื่อแก้ปัญหาการขาดแคลนครูในครั้งแรก  
ความหลากหลายทางชีวภาพ

### ฉบับร่าง (เนื้อหายังไม่ถูกต้อง 100%) - มีลิขสิทธิ์ตามพระราชบัญญัติ

- ✎ มีบทบาทเป็นผู้ขยายสายสารอินทรีย์ ทำให้เกิดการหมุนเวียนของสารคาร์บอน ในโตรเจน และสารอื่นๆ ในระบบนิเวศ

ฟังก์ชันใดบ้างที่สามารถนำมาใช้ทางด้านอุตสาหกรรม

- ✎ ยีสต์นำมาใช้ทำขนมปังและผลิตเครื่องดื่มแอลกอฮอล์ ราแอสเพอจีลัสใช้ผลิตกรดซิตริก ราเพนิซิลเลียมใช้ผลิตยาปฏิชีวนะเพนิซิลลิน
- นอกจากนี้ฟังก์ชันยังมีสิ่งมีชีวิตได้อีกบางที่ดำรงชีวิตเป็นผู้ขยายสายสารอินทรีย์
- ✎ แบคทีเรียหลายชนิดสามารถดำรงชีวิตเป็นผู้ขยายสายสารอินทรีย์

## กิจกรรมเสนอแนะ

จุดประสงค์ของกิจกรรม เพื่อให้ นักเรียนสามารถ

1. สืบค้นข้อมูล และนำเสนอข้อมูลการเพาะเลี้ยงเห็ด
2. ทำปัญหาพิเศษเพื่อศึกษาการเพาะเห็ด 1 ชนิด
3. เผยแพร่ข้อมูลการเพาะเห็ดให้แก่ผู้ที่สนใจ

## แนวทางการจัดกิจกรรม

ครูอาจให้นักเรียนได้เลือกศึกษาการเพาะเห็ดที่นักเรียนสนใจใคร่รู้ บันทึกข้อมูลและนำเสนอผลงานเพื่อเผยแพร่ความรู้ให้แก่ผู้ที่สนใจต่อไป

### 20.4.5 อาณาจักรสัตว์

ครูอาจนำเข้าสู่บทเรียนโดยนำภาพสัตว์ที่ทะเล เช่น ปะการัง ฟองน้ำ กัลปังหา ให้นักเรียนได้สังเกตและตอบคำถามว่าภาพที่เห็นเป็นพืชหรือสัตว์ นักเรียนมีเกณฑ์อย่างไรในการพิจารณาว่าสิ่งมีชีวิตนั้นเป็นพืชหรือสัตว์ และสัตว์ที่นักเรียนรู้จักมีสัตว์ชนิดใดบ้างและสัตว์นั้นมีลักษณะรูปร่างอย่างไร

จากการอภิปรายร่วมกันนักเรียนควรสรุปได้ว่า สัตว์เป็นสิ่งมีชีวิตหลายเซลล์ที่ไม่สามารถสร้างอาหารเองได้เหมือนพืช มีการเคลื่อนไหวเพื่อรับรู้และตอบสนองต่อสิ่งเราได้ดีเป็นสิ่งมีชีวิตที่พบทั้งในแหล่งน้ำจืด น้ำเค็มและบนบก มีรูปร่างแตกต่างกันบางชนิดมีขนาดเล็กจนกระทั่งไม่สามารถสังเกตเห็นได้ด้วยตาเปล่า ขณะที่บางชนิดมีลำตัวใหญ่มาก

จากนั้นครูอาจให้นักเรียนได้สืบค้นข้อมูลเกี่ยวกับกำเนิดของสัตว์ โดยใช้ข้อมูลจากตารางธรรมชาติ และจากภาพที่ 20-13 ให้นักเรียนร่วมกันอภิปราย โดยใช้ตัวอย่างคำถามเพิ่มเติมและคำถามในหนังสือเรียน ซึ่งมีแนวในการตอบคำถามดังนี้

สัตว์กลุ่มแรกกำเนิดขึ้นมาในยุคใด

- ✎ ยุคแคมเบรียน

นักเรียนคิดว่ามีปัจจัยใดบ้างที่เอื้ออำนวยให้สัตว์มีการแพร่กระจายอย่างรวดเร็วในยุค

แคมเบรียน

- ✎ ยุคแคมเบรียนเริ่มมีแก๊สออกซิเจนมากเพียงพอที่สัตว์จะใช้ในการหายใจ และเคลื่อนที่

ไขเพื่อเป็นแนวทางในการจัดการเรียนการสอนในโรงเรียนเท่านั้น

เพื่อแก้ปัญหาการขาดแคลนครูในครั้งแรก  
ความหลากหลายทางชีวภาพ

## ฉบับร่าง (เนื้อหายังไม่ถูกต้อง 100%) - มีลิขสิทธิ์ตามพระราชบัญญัติ

เริ่มมีความสัมพันธ์ระหว่างผู้ล่าและเหยื่อ ทำให้สัตว์มีวิวัฒนาการในการปรับตัวเพื่อการอยู่รอดด้วยปัจจัยต่างๆ เหล่านี้ทำให้เกิดการแพร่กระจายของสัตว์อย่างรวดเร็ว

สัตว์จะมีวิวัฒนาการมาจากบรรพบุรุษกลุ่มใด

✎ น่าจะมีวิวัฒนาการมาจากบรรพบุรุษพวกแฟลเจลเลต

สิ่งมีชีวิตกลุ่มสัตว์มีลักษณะอย่างไร

✎ สัตว์เป็นสิ่งมีชีวิตกลุ่มยูคาริโอตที่มีหลายเซลล์ที่ประกอบกันเป็นเนื้อเยื่อ เซลล์จะยึดติดกันด้วยโปรตีนคอลลาเจน มีการรับรู้และตอบสนองต่อสิ่งเร้า สามารถเคลื่อนไหวโดยการทำงานของเนื้อเยื่อประสาทและกล้ามเนื้อ

เพราะเหตุใดสัตว์จึงดำรงชีวิตเป็นฝูงในระบบนิเวศได้อย่างมีประสิทธิภาพ

✎ มีการรับรู้และตอบสนองต่อสิ่งเร้าได้ดี สามารถเคลื่อนไหวโดยการทำงานร่วมกันของเนื้อเยื่อประสาทและกล้ามเนื้อ

## ความหลากหลายของสัตว์

ครูอาจนำเข้าสู่บทเรียนโดยให้นักเรียนนำภาพของสัตว์ชนิดต่าง ๆ มาแสดงในชั้นเรียน และให้เพื่อนนักเรียนร่วมกันอภิปรายว่า สัตว์ดังกล่าวเป็นสัตว์ชนิดใดและจัดอยู่ในกลุ่มใด จากการอภิปรายร่วมกัน นักเรียนจะพบว่าสัตว์มีความหลากหลายมาก โดยนักเรียนอาจแบ่งกลุ่มสัตว์ออกเป็นสัตว์ไม่มีกระดูกสันหลังและสัตว์มีกระดูกสันหลัง

ครูให้ความรู้เพิ่มเติมแก่นักเรียนว่าในปัจจุบันการจำแนกสัตว์ออกเป็นกลุ่มต่าง ๆ นั้นจะใช้สายวิวัฒนาการเป็นเกณฑ์ จากนั้นให้นักเรียนได้สืบค้นข้อมูลการจำแนกสัตว์ออกเป็นกลุ่มต่าง ๆ ตามสายวิวัฒนาการใน ภาพที่ 20-63 และให้นักเรียนได้ศึกษาเกณฑ์ที่ใช้จำแนกสัตว์ออกเป็นกลุ่มต่าง ๆ ได้แก่ เนื้อเยื่อ ลักษณะสมมาตร การเปลี่ยนแปลงของבלาสโทพอร์และการเจริญในระยะตัวอ่อน จากนั้นให้นักเรียนร่วมกันอภิปรายโดยใช้ตัวอย่างคำถามดังนี้

สัตว์ในกลุ่มใดที่ไม่มีเนื้อเยื่อแท้จริง

✎ ฟองน้ำ

สัตว์ที่มีสมมาตรแบบสองซีกและสัตว์ที่มีสมมาตรแบบรัศมีมีลักษณะการดำรงชีวิตเหมือนหรือแตกต่างกันอย่างไร

✎ สัตว์ที่มีสมมาตรแบบสองซีกมีการพัฒนาส่วนหัวเป็นศูนย์กลางของระบบประสาทและอวัยวะรับสัมผัสทำให้เคลื่อนที่หาอาหารและหลบหลีกศัตรูได้ดี สัตว์ที่มีสมมาตรแบบรัศมี ส่วนใหญ่มีการดำรงชีวิตแบบเกาะอยู่กับที่

สัตว์ในกลุ่มโพรโทซัวมีการเปลี่ยนแปลงของבלาสโทพอร์แตกต่างจากสัตว์ในกลุ่มดิเวอร์โซโทเมียอย่างไร

✎ สัตว์ในกลุ่มโพรโทซัวมีการเปลี่ยนแปลงของבלาสโทพอร์เป็นช่องปาก แต่สัตว์กลุ่มดิเวอร์โซโทเมียมีการเปลี่ยนแปลงเป็นทวารหนัก

ในการจัดการเรียนรู้เกี่ยวกับความหลากหลายของสัตว์ ครูอาจแยกจัดการเรียนรู้ออกเป็น 2 กลุ่มคือ สัตว์ไม่มีกระดูกสันหลังและสัตว์มีกระดูกสันหลัง

ไขเพื่อเป็นแนวทางในการจัดการเรียนการสอนในโรงเรียนเท่านั้น

### ฉบับร่าง (เนื้อหายังไม่ถูกต้อง 100%) - มีลิขสิทธิ์ตามพระราชบัญญัติ

สัตว์ไม่มีกระดูกสันหลัง ได้แก่ สัตว์ในไฟลัมพอริเฟอรานถึงสัตว์ในไฟลัมเอไคโนเดมาตา รวมทั้งสัตว์กลุ่มคอร์เดตาที่ไม่มีกระดูกสันหลังด้วย ครูอาจให้นักเรียนแต่ละกลุ่มเลือกชนิดของสัตว์ในแต่ละไฟลัมที่นักเรียนสนใจที่จะศึกษาและมอบหมายให้ไปสืบค้นข้อมูลเกี่ยวกับลักษณะรูปร่าง การดำรงชีวิต ประโยชน์หรือความสำคัญของสัตว์ในไฟลัมนั้น ๆ ที่มีอยู่ในท้องถิ่นมาสรุปเป็นองค์ความรู้ เพื่อจัดเป็นฐานความรู้ เพื่อให้นักเรียนกลุ่มอื่นได้เวียนมาศึกษา โดยครูอาจมอบหมายให้นักเรียนได้จัดทำใบงานเกี่ยวกับสัตว์ชนิดนั้น ๆ ประกอบการศึกษาของเพื่อนนักเรียนกลุ่มอื่นด้วย

### กิจกรรมเสนอแนะ

**จุดประสงค์การเรียนรู้** เพื่อให้นักเรียนสามารถ

1. สืบค้นข้อมูลเพื่อศึกษาวัฏจักรชีวิตของพยาธิชนิดต่าง ๆ ในกลุ่มของหนอนตัวแบนหรือหนอนตัวกลม
2. ระบุสาเหตุของโรคพยาธิ ความรุนแรงของโรคและวิธีการป้องกัน
3. ตระหนักถึงความสำคัญของพยาธิที่มีผลกระทบต่อสุขภาพของมนุษย์

### แนวการจัดกิจกรรม

ครูอาจให้นักเรียนเลือกศึกษาวัฏจักรชีวิตของพยาธิที่นักเรียนสนใจใคร่รู้ โดยให้นักเรียนสืบค้นข้อมูลเพื่อศึกษาวัฏจักรชีวิต สาเหตุของโรค รวมทั้งวิธีป้องกันไม่ให้รับเชื้อพยาธิ จากนั้นควรให้นักเรียนได้นำเสนอข้อมูลในชั้นเรียน หรือจัดทำป้ายนิเทศเพื่อเผยแพร่ให้เพื่อนนักเรียนทราบ

สำหรับตัวอย่างคำถามในหนังสือเรียนและคำถามเพิ่มเติมของสัตว์ไม่มีกระดูกสันหลังมีแนวในการตอบดังนี้

#### ฟองน้ำมีบทบาทต่อระบบนิเวศอย่างไร

✎ เป็นแหล่งที่อยู่อาศัยของสัตว์อื่น ๆ ที่มีขนาดเล็กและเป็นอาหารของสิ่งมีชีวิตอื่น เช่น หอย ปลา เป็นต้น

■ นักเรียนคิดว่าสัตว์ในไฟลัมไนดาเรียมีประโยชน์ต่อระบบนิเวศในทะเลอย่างไร จงอภิปราย

✎ สัตว์ไฟลัมไนดาเรียนอกจากมีบทบาทเป็นผู้บริโภคในระบบนิเวศแล้ว และยังเป็นอาหารของสัตว์อื่น ๆ นอกจากนี้ ปะการัง กัลปังหาและซีแอนิโมนีที่อยู่รวมกันเป็นกลุ่มใหญ่ในระบบนิเวศใต้ทะเลยังเป็นแหล่งที่อยู่อาศัย ป้องกันอันตรายและเป็นที่เพาะพันธุ์ของสัตว์ทะเล ซึ่งเป็นแหล่งอาหารที่สำคัญของมนุษย์

■ นักเรียนคิดว่าเพราะเหตุใด พยาธิตัวตืดจึงไม่มีทางเดินอาหาร

✎ พยาธิตัวตืดไม่มีทางเดินอาหารเนื่องจากดำรงชีวิตเป็นปรสิต ซึ่งดูดซึมอาหารจากโฮสต์โดยตรง จึงไม่จำเป็นต้องมีทางเดินอาหาร

สัตว์ในไฟลัมมอลลัสคา กลุ่มใดที่มีเปลือกแข็งหุ้มภายนอกและชนิดใดไม่มีเปลือกแข็งหุ้มภายนอก

✎ หอยทาก หอยกาบ หอยงวงช้างมีเปลือกแข็งหุ้มภายนอก ทากเปลือย หมึกต่าง ๆ ไม่มี

ไขเพื่อเป็นแนวทางในการจัดการเรียนการสอนในโรงเรียนเท่านั้น

**ฉบับร่าง (เนื้อหายังไม่ถูกต้อง 100%) - มีลิขสิทธิ์ตามพระราชบัญญัติ  
เลือกแจ้งหม่ภายนอกเป็นต้น**

**สัตว์ในไฟลัมมอลลัสคาที่มีบทบาทที่สำคัญต่อระบบนิเวศอย่างไร**

✎ สัตว์ในไฟลัมมอลลัสคาบางชนิด เช่น หมีก หอยสองฝา เป็นผู้ล่าที่สำคัญในระบบนิเวศ หอยบางชนิดจะกัดกินต้นข้าวทำให้เกิดความเสียหาย บางชนิดเป็นอาหารของสัตว์อื่น ๆ และ หอยบางชนิดกินซากสิ่งมีชีวิตเป็นเป็นอาหาร ทำให้เกิดการหมุนเวียนสารในระบบนิเวศเป็นต้น

■ สัตว์ในไฟลัมมอลลัสคากลุ่มใดที่มีการปรับตัวมาอาศัยอยู่บนพื้นดิน

✎ หอยทาก เป็นสัตว์ในไฟลัมมอลลัสคาที่ปรับตัวมาอาศัยอยู่บนบก

**ปลิงและทากมีการดำรงชีวิตแตกต่างจากไส้เดือนดินอย่างไร**

✎ ปลิงและทากดำรงชีวิตเป็นปรสิตชั่วคราวโดยการดูดเลือดของสัตว์อื่นรวมทั้งคน แต่ ไส้เดือนดินดำรงชีวิตโดยการกินซากสิ่งมีชีวิตเป็นอาหาร

**ไส้เดือนดินมีบทบาทที่สำคัญต่อระบบนิเวศอย่างไร**

✎ ไส้เดือนดินช่วยทำให้ดินมีอากาศแทรกมีความพรุนมากมีลักษณะร่วนซุยและช่วยหมุนเวียนสารในระบบนิเวศโดยกินซากพืช ซากสัตว์เป็นอาหาร เมื่อขับถ่ายออกมาจะเป็นปุ๋ยอินทรีย์ที่พืชสามารถนำไปใช้ประโยชน์ต่อไป

**สัตว์ในไฟลัมนีมาโทดมีบทบาทต่อมนุษย์อย่างไร**

✎ สัตว์ในไฟลัมนีมาโทดส่วนใหญ่เป็นปรสิตที่สำคัญของมนุษย์

■ นักเรียนคิดว่าลักษณะใดที่ทำให้สัตว์ในไฟลัมอาร์โทรโพดาประสบความสำเร็จในการอาศัยอยู่บนบก

✎ ลักษณะที่ทำให้สัตว์ในไฟลัมอาร์โทรโพดาประสบความสำเร็จในการดำรงชีวิตบนบกคือ ลักษณะลำตัวมีเปลือกแข็งหุ้มภายนอกและเปลือกแข็งประกอบด้วยสารไคติน ทำให้สามารถป้องกันการสูญเสียน้ำได้ดี

**เพราะเหตุใดจึงจัดแมงดาทะเลเป็นสัตว์โบราณ**

✎ เพราะแมงดาทะเลเริ่มปรากฏในยุคออร์โดวิเซียนจนถึงปัจจุบันและมีรูปร่างปรับเปลี่ยนจากเดิมไม่มากนัก

■ นักเรียนคิดว่าควรมีวิธีการอนุรักษ์แมงดาทะเลได้อย่างไร

✎ การอนุรักษ์แมงดาทะเล อาจทำได้โดยการประชาสัมพันธ์ให้ประชาชนชาวไทยได้รู้จักแมงดาทะเล ซึ่งพบในประเทศไทยถึง 2 ชนิด จากจำนวน 4 ชนิดในโลก เพื่อให้ตระหนักถึงความสำคัญของแมงดาทะเลที่มีต่อระบบนิเวศ ควรณรงค์การอนุรักษ์ป่าชายเลนซึ่งเป็นแหล่งที่อยู่อาศัยของแมงดาทะเล และรณรงค์ให้เลิกบริโภคไข่ของแมงดาทะเลและเพาะพันธุ์แมงดาทะเลเพื่อขยายพันธุ์เป็นต้น

**แมงมุม และแมงป่อง มีบทบาทอย่างไรในระบบนิเวศ**

✎ มีบทบาทเป็นผู้ล่าที่สำคัญในระบบนิเวศ แมงมุมบางชนิดเป็นตัวล่า ช่วยกำจัดแมลงศัตรูพืชตะขาบและกิ้งกือมีบทบาทต่อการหมุนเวียนสารในระบบนิเวศอย่างไร

✎ ช่วยกินซากพืช ซากสัตว์ที่เน่าเปื่อยในดินและยังเป็นอาหารของสัตว์อื่น

แมลงมีการแพร่กระจายพันธุ์อย่างรวดเร็วในยุคใดและมีความสัมพันธ์กับสิ่งมีชีวิตในยุคนั้น  
ไขเพื่อเป็นแนวทางในการจัดการเรียนการสอนในโรงเรียนเท่านั้น



## อย่างไร

- ✎ แพร่กระจายพันธุ์อย่างรวดเร็วในยุคคาร์บอนิเฟอรัสและยุคเพอร์เมียน โดยมีลักษณะปากที่เหมาะสมต่อการกินพืชเมล็ดเปลี่ยนซึ่งเป็นพืชกลุ่มเด่นในยุคนั้น
- นักเรียนคิดว่าการเพิ่มจำนวนของแมลงน่าจะมีผลต่อวิวัฒนาการของพืชดอกหรือไม่อย่างไร
- ✎ น่าจะมีผลต่อวิวัฒนาการของพืชดอก เพราะแมลงช่วยในการถ่ายละอองเรณู
- นักเรียนคิดว่าแมลงมีประโยชน์และโทษอะไรบ้าง จงอภิปราย
- ✎ แมลงมีประโยชน์หลายด้าน เช่น ช่วยผสมเกสรของพืชดอก เป็นสิ่งประดับสวยงาม และแมลงหลายชนิดนำมาใช้กินเป็นอาหาร ขณะเดียวกันแมลงก็มีโทษหลายด้าน เช่น เป็นศัตรูทำลายผลผลิตทางการเกษตร เป็นพาหะนำโรคหลายชนิดรวมทั้งเป็นปรสิตในคนและสัตว์อื่น
- การกำจัดแมลงศัตรูพืชด้วยการควบคุมแบบชีววิธีมีประโยชน์ต่อระบบนิเวศอย่างไร
- ✎ การควบคุมโดยชีววิธีมีผลดีต่อระบบนิเวศ คือไม่ทำให้ระบบนิเวศเสียสมดุล และไม่เกิดมลภาวะในระบบนิเวศ
- จงยกตัวอย่างการควบคุมแมลงศัตรูพืชและสัตว์ด้วยการควบคุมโดยชีววิธี
- ✎ ตัวอย่างเช่น การกำจัดลูกน้ำด้วยปลาหางนกยูง การกำจัดมวนลำไยด้วยแตนเบียน
- สัตว์ในคลาสครัสเตเชียมีลักษณะแตกต่างจากสัตว์กลุ่มอื่นในไฟลัมอาร์โทรพอดอย่างไร
- ✎ เป็นสัตว์ในไฟลัมอาร์โทรพอดที่มีหนวด 2 คู่ ขณะที่สัตว์กลุ่มอื่นในไฟลัมนี้มีหนวด 1 คู่
- สัตว์ในคลาสครัสเตเชียมีบทบาทสำคัญอย่างไรบ้าง จงอภิปราย
- ✎ สัตว์กลุ่มนี้เป็นสัตว์ที่มีคุณค่าทางเศรษฐกิจ เนื่องจากนิยมนำมารับประทานเป็นอาหาร และมีคุณค่าทางสิ่งแวดล้อม โดยเป็นส่วนหนึ่งของสายใยอาหาร
- สัตว์ในไฟลัมเอกโคไโนเดอราตามีบทบาทสำคัญต่อระบบนิเวศอย่างไร
- ✎ สัตว์ในไฟลัมเอกโคไโนเดอราตามีบทบาทสำคัญ เช่น ความมั่งคั่งจะทำลายแนวปะการัง ซึ่งมีผลกระทบต่อระบบนิเวศ

## ไฟลัมคอร์ดาตา

ครูอาจนำเข้าสู่การสืบค้นข้อมูลของสัตว์ในไฟลัมคอร์ดาตา ว่ามีลักษณะเหมือนกันอย่างไรจากการสืบค้นข้อมูลนักเรียนควรสรุปได้ว่า ลักษณะที่สำคัญของสัตว์ในไฟลัมคอร์ดาตา ได้แก่

1. มีโนโทคอร์ด
2. มีท่อประสาทกลางอยู่ทางด้านหลัง
3. มีช่องเหงือก
4. มีหาง

ครูควรเน้นให้นักเรียนเข้าใจว่า ลักษณะดังกล่าวเป็นลักษณะที่พบในสัตว์ไฟลัมคอร์ดาตา โดยอาจพบในระยะใดระยะหนึ่งของวัฏจักรชีวิตและมักพบในระยะเอ็มบริโอ

จากนั้นครูอาจให้นักเรียนได้สืบค้นข้อมูลเกี่ยวกับสัตว์ในไฟลัมคอร์ดาตา โดยให้นักเรียนร่วมกันอภิปราย โดยใช้ตัวอย่างคำถามดังนี้

ใช้เพื่อเป็นแนวทางในการจัดการเรียนการสอนในโรงเรียนเท่านั้น

**ฉบับร่าง (เนื้อหายังไม่ถูกต้อง, 100%) - มีลิขสิทธิ์ตามพระราชบัญญัติ**  
สัตว์ในไฟลัมคอร์ดาตาแบ่งออกเป็นกลุ่มใดอย่างไร และมีลักษณะแตกต่างกันอย่างไร

✎ แบ่งออกเป็น 2 กลุ่ม คือ สัตว์ไม่มีกระดูกสันหลังและสัตว์มีกระดูกสันหลัง แตกต่างกันที่โครงสร้างเชิงค้ำจุนภายในร่างกาย

สัตว์ในไฟลัมคอร์ดาตาที่ไม่มีกระดูกสันหลังได้แก่สัตว์กลุ่มใดบ้าง

✎ ยูโรคอร์ดเต เช่น เพรียงหัวหอม และเซฟาโลคอร์ดเต เช่น แอมฟิออกซัส

เพรียงหัวหอมและแอมฟิออกซัสมีลักษณะเหมือนหรือแตกต่างกันอย่างไร

✎ เพรียงหัวหอมและแอมฟิออกซัสเป็นสัตว์ในไฟลัมคอร์ดาตาที่ยังไม่มีโครงสร้างเชิงค้ำจุนภายในร่างกาย โดยเพรียงหัวหอมมีโนโทคอร์ดในระยะตัวอ่อน แต่แอมฟิออกซัสจะมีโนโทคอร์ดตลอดชีวิต

สัตว์มีกระดูกสันหลังมีลักษณะรูปร่างอย่างไร มีวิวัฒนาการมาได้อย่างไร นักเรียนจะได้ศึกษาในหัวข้อต่อไป

### สัตว์มีกระดูกสันหลัง

แนวในการจัดการเรียนรู้หัวข้อนี้ ครูอาจให้นักเรียนได้ไปศึกษาลักษณะของสัตว์มีกระดูกสันหลังจากสวนสัตว์หรือหนังสือเพิ่มเติมอื่น ๆ โดยให้นักเรียนสืบค้นข้อมูลเกี่ยวกับลักษณะ การดำรงชีวิต บทบาทที่สำคัญของสัตว์เหล่านี้ ซึ่งแบ่งออกเป็นคลาสต่าง ๆ หลายคลาส เพื่อให้นักเรียนได้สรุปเป็นองค์ความรู้และนำมาเสนอในชั้นเรียน

#### คลาสคอนดริคไทอิสและคลาสอสติคไทอิส

ครูอาจนำเข้าสู่บทเรียน โดยถามประสบการณ์ตรงของนักเรียนที่เคยรับประทานปลากะเบน โดยอาจถามนักเรียนว่า กระดูกปลากะเบนและกระดูกปลาหมูมีลักษณะแตกต่างกันอย่างไร จากการอภิปรายและตอบคำถามของนักเรียน ควรสรุปได้ว่ากระดูกของปลากะเบนมีลักษณะอ่อน และสามารถเคี้ยวง่ายกว่ากระดูกของปลาหมูที่มีลักษณะแข็ง

จากนั้นให้นักเรียนสืบค้นข้อมูลและอภิปรายร่วมกันเกี่ยวกับ ปลากะดุกอ่อนและปลากะดุกแข็ง และตอบคำถามโดยมีตัวอย่างคำถามดังนี้

#### ปลากะดุกอ่อน เช่น ฉลามมีบทบาทอย่างไรในระบบนิเวศ

✎ เป็นผู้ล่าที่สำคัญในระบบนิเวศ

■ นักเรียนคิดว่าการรับประทานฉลามจะมีผลต่อระบบนิเวศในทะเลอย่างไร

✎ การรับประทานฉลามจะต้องฆ่าฉลามเพื่อนำครีบอกของฉลามมาใช้ในการรับประทาน ทำให้มีผลกระทบต่อสายใยอาหารของระบบนิเวศในทะเล

■ มีวิธีการอย่างไรในการแก้ปัญหาจำนวนปลากะดุกแข็งที่มีแนวโน้มลดลง

✎ เพาะพันธุ์ปลามากขึ้นและรณรงค์การใช้เครื่องมือจับปลาที่ถูกต้องตามกฎหมาย ไม่จับปลาในฤดูวางไข่ เป็นต้น

■ ปลากะดุกอ่อนและปลากะดุกแข็งมีลักษณะใดบ้างที่แตกต่างกัน

**ใช้เพื่อเป็นแนวทางในการจัดการเรียนการสอนในโรงเรียนเท่านั้น**



### ฉบับร่าง (เนื้อหายังไม่ถูกต้อง 100%) - มีลิขสิทธิ์ตามพระราชบัญญัติ

- ✎ ปลากกระดุกอ่อนมีช่องเหงือกเห็นได้ชัดเจน แต่ปลากกระดุกแข็งแรงช่องเหงือกจะมีแผ่นปิดเหงือกปิดอยู่จึงมองไม่เห็นช่องเหงือก กระดุกของปลากกระดุกอ่อนไม่มีสารประกอบแคลเซียมฟอสเฟตเหมือนปลากกระดุกแข็งแรง

### คลาสแอมฟิเบียและคลาสเรปทิลเลีย

ครูอาจนำเข้าสู่บทเรียนโดยให้นักเรียนศึกษาภาพตัวอย่างของสัตว์สะเทินน้ำสะเทินบก เช่น กบ เขียด อึ่งอ่าง ซาลาแมนเดอร์ งูคิน และสัตว์เลื้อยคลาน เช่น เต่า ตะพาบน้ำ จิ้งจก จระเข้ โดยให้นักเรียนร่วมกันอภิปรายและตอบคำถามดังนี้

สัตว์สะเทินน้ำสะเทินบกและสัตว์เลื้อยคลานมีลักษณะใดบ้างที่เหมือนกัน และลักษณะใดบ้างที่แตกต่างกัน

- ✎ สัตว์สะเทินน้ำสะเทินบกและสัตว์เลื้อยคลานมีลักษณะที่เหมือนและแตกต่างกัน ดังนี้

สัตว์สะเทินน้ำสะเทินบก	สัตว์เลื้อยคลาน
<ul style="list-style-type: none"><li>- เป็นสัตว์เลือดเย็น</li><li>- ปฏิสนธิภายนอกในร่างกาย</li><li>- ออกลูกเป็นไข่</li><li>- ไข่มีวุ้นหุ้ม</li><li>- ออกไข่จำนวนมาก</li><li>- ตัวอ่อนอาศัยอยู่ในน้ำ ตัวเต็มวัยอยู่บนบก</li><li>- ผิวหนังเปื่อยชื้น</li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>- เป็นสัตว์เลือดเย็น</li><li>- ปฏิสนธิภายในร่างกาย</li><li>- ออกลูกเป็นไข่</li><li>- ไข่มีเปลือกแข็งหุ้ม</li><li>- ออกไข่จำนวนไม่มาก</li><li>- อาศัยอยู่บนบกตลอดชีวิต</li><li>- ผิวหนังมีเกล็ดปกคลุม</li></ul>

สัตว์เลือดเย็นมีลักษณะแตกต่างจากสัตว์เลือดอุ่นอย่างไร

- ✎ สัตว์เลือดเย็นมีอุณหภูมิของร่างกายไม่คงที่ที่จะเปลี่ยนแปลงตามสภาพแวดล้อม
- ในช่วงเวลาประมาณ 30 ปีที่ผ่านมา มีรายงานว่าสัตว์สะเทินน้ำสะเทินบกมีจำนวนลดลงอย่างรวดเร็ว นักเรียนคิดว่าเป็นเพราะสาเหตุใด
- ✎ อาจเป็นเพราะสภาพแวดล้อมในแหล่งน้ำเสื่อมโทรม จะส่งผลกระทบต่อวงจรชีวิตของสัตว์กลุ่มนี้ที่ต้องอาศัยแหล่งน้ำในการดำรงชีวิต

จากตารางธรรมชาติสัตว์เลื้อยคลานเริ่มมีวิวัฒนาการเกิดขึ้นมาในยุคใด และมีการแพร่กระจายพันธุ์มากที่สุดในยุคใด

- ✎ เริ่มปรากฏในยุคไทรแอสซิกและแพร่กระจายมากที่สุดในยุคจูแรสซิก
- สัตว์เลื้อยคลานมีลักษณะใดบ้างที่เหมาะสมต่อการดำรงชีวิตบนบก
- ✎ มีผิวหนังปกคลุมด้วยสารเคราติน เพื่อป้องกันการสูญเสียน้ำ มีการปฏิสนธิภายในและไข่มีเปลือกแข็งหุ้ม
- นักเรียนคิดว่า สัตว์เลื้อยคลานมีประโยชน์อย่างไรบ้าง จงอธิบาย
- ✎ สัตว์เลื้อยคลานให้ประโยชน์ต่อมนุษย์ในแง่เป็นผู้บริโภคที่ทำลายแมลงศัตรูพืช บางชนิดเช่น

ไขเพื่อเป็นแนวทางในการจัดการเรียนการสอนในโรงเรียนเท่านั้น

ฉบับร่าง (เนื้อหายังไม่ถูกต้อง 100%) - มีลิขสิทธิ์ตามพระราชบัญญัติ  
ตุ๊กแก จิ้งเหลน กิ้งก่า เป็นอาหารของสัตว์อื่น

### คลาสเอวิส

ครูอาจให้นักเรียนสืบค้นข้อมูลเพื่อศึกษาลักษณะทั่วไปของสัตว์ปีก การดำรงชีวิตและ  
บทบาทของสัตว์ปีกที่มีต่อมนุษย์และระบบนิเวศ โดยให้นักเรียนร่วมกันอภิปรายและตอบคำถาม  
โดยใช้ตัวอย่างคำถามเพิ่มเติมและคำถามในหนังสือเรียนดังนี้

**สัตว์ปีกมีวิวัฒนาการมาจากสัตว์กลุ่มใด และมีหลักฐานใดที่สนับสนุนแนวคิดนี้**

- ✎ สัตว์ปีกมีวิวัฒนาการมาจากสัตว์เลื้อยคลาน โดยพบซากดึกดำบรรพ์ที่มีลักษณะใกล้เคียงกับ  
สัตว์เลื้อยคลานและมีขนเหมือนนก

**สัตว์ปีกมีวิวัฒนาการที่เหมาะสมต่อการอยู่บนบกและบินได้อย่างไร**

- ✎ สัตว์ปีกมีกระดูกที่เป็นรูพรุนทำให้น้ำหนักเบา ขนนกมีลักษณะเบา แข็งแรง มีสารเคราติน  
เคลือบ ทำให้เหมาะสมต่อการบินในอากาศ
- นกในท้องถิ่นของนักเรียนมีชนิดใดบ้างและนกเหล่านี้มีความสำคัญต่อระบบนิเวศอย่างไร
- ✎ คำตอบในข้อนี้ขึ้นอยู่กับสภาพท้องถิ่นที่นักเรียนอาศัยอยู่ แต่โดยรวมแล้วนกมีความสำคัญ  
ต่อระบบนิเวศแตกต่างกัน เช่น นกบางชนิดกินหนอนหรือแมลง บางชนิดกินเมล็ดพืช  
เมื่อบินไปที่ต่าง ๆ จะถ่ายอุจจาระออกมาเป็นการช่วยกระจายพันธุ์พืชอีกวิธีหนึ่งและนก  
ยังเป็นอาหารของสัตว์อื่น

### สัตว์แมมมาเลีย

ครูอาจให้นักเรียนสืบค้นข้อมูลเพื่อศึกษาลักษณะทั่วไปของสัตว์เลี้ยงลูกด้วยนม สัตว์เลี้ยงลูก  
ด้วยนมในกลุ่มโมโนทรีม กลุ่มมาร์ซูเพียล และกลุ่มยูเทเรียน ทั้งในแง่การดำรงชีวิตและบทบาทที่สำคัญ  
ของกลุ่มสิ่งมีชีวิตดังกล่าวในระบบนิเวศ โดยให้นักเรียนร่วมกันอภิปรายและตอบคำถามโดยมีตัวอย่าง  
คำถามเพิ่มเติมและคำถามในแบบเรียนดังนี้

**สัตว์เลี้ยงลูกด้วยนมกลุ่มใดที่มีลักษณะใกล้เคียงกับสัตว์เลื้อยคลานมากที่สุด เพราะเหตุใด**

- ✎ ตุ่นปากเป็ด เพราะออกลูกเป็นไข่เหมือนสัตว์เลื้อยคลาน แต่เป็นสัตว์เลี้ยงลูกด้วยนมที่มี  
มดต่อน้ำนมสำหรับเลี้ยงลูกอ่อน

**จากตารางธรณีกาลสัตว์เลี้ยงลูกด้วยนมมีวิวัฒนาการมาจากสัตว์กลุ่มใด ในยุคใด**

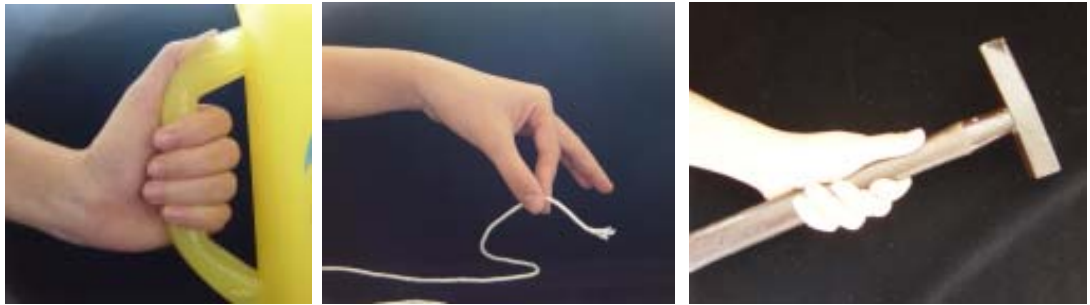
- ✎ สัตว์เลี้ยงลูกด้วยนมมีวิวัฒนาการมาจากสัตว์เลื้อยคลานในมหายุคมีโซโซอิก  
เพราะเหตุใดสัตว์เลี้ยงลูกด้วยนมจึงมีการแพร่กระจายพันธุ์อย่างรวดเร็วหลังจากไดโนเสาร์  
สูญพันธุ์

- ✎ น่าจะเป็นเพราะไดโนเสาร์ซึ่งเป็นผู้ล่าที่สำคัญในระบบนิเวศสูญพันธุ์ไป ผู้ล่าในโซ่อาหาร  
จึงลดลงทำให้แหล่งอาหารของสัตว์เลี้ยงลูกด้วยนมมีความอุดมสมบูรณ์ จึงมีการแพร่  
กระจายพันธุ์อย่างรวดเร็ว

**สัตว์เลี้ยงลูกด้วยนมในกลุ่มโมโนทรีม มาร์ซูเพียล และยูเทเรียนมีลักษณะแตกต่างกันอย่างไร  
ไขเพื่อเป็นแนวทางในการจัดการเรียนการสอนในโรงเรียนเท่านั้น**

### ฉบับร่าง (เนื้อหายังไม่ถูกต้อง 100%) - มีลิขสิทธิ์ตามพระราชบัญญัติ

- ✎ สัตว์เลี้ยงลูกด้วยน้ำนมกลุ่มโมโนทรีมจะออกลูกเป็นไข กลุ่มมารซูเพียจะมีการตั้งท้องในระยะเวลาสั้น ลูกอ่อนจะอยู่ในถุงหน้าท้องจนกว่าจะเจริญเติบโตเต็มที่ กลุ่มยูเทเรียนตัวอ่อนจะเจริญเติบโตอยู่ในมดลูกของแม่และได้รับอาหารจากแม่ผ่านทางรก
- ✎ สัตว์กลุ่มไพรเมตมีลักษณะใดบางที่แตกต่างจากสัตว์เลี้ยงลูกด้วยน้ำนมกลุ่มอื่น
- ✎ สัตว์กลุ่มไพรเมตมีมือและเท้าสำหรับยึดเกาะ มีสมองขนาดใหญ่ มีตามองไปข้างหน้า มีเล็บแบนทั้งนิ้วมือและนิ้วเท้า ทำให้มือสามารถจับสิ่งของและยึดเกาะได้ดี ดังภาพ



### ไพรเมต

ครูอาจให้นักเรียนได้สืบค้นข้อมูลเพื่อศึกษาสายวิวัฒนาการของไพรเมตจากภาพที่ 20-97 ลักษณะทั่วไปของสัตว์กลุ่มไพรเมต ซึ่งแบ่งออกเป็นโพรซิมิียนและแอนโทรพอยด์ โดยให้นักเรียนร่วมกันอภิปรายเพื่อตอบคำถาม โดยใช้ตัวอย่างคำถามดังนี้

จากสายวิวัฒนาการไพรเมตกลุ่มแรกที่มีวิวัฒนาการเกิดขึ้นคือสัตว์กลุ่มใด

- ✎ กลุ่มโพรซิมิียน

นักเรียนคิดว่า สัตว์กลุ่มแอนโทรพอยด์ที่มีความสัมพันธ์ทางวิวัฒนาการที่ใกล้ชิดกับมนุษย์มากที่สุดคือสัตว์กลุ่มใด

- ✎ ลิงไม่มีหาง

ครูอาจให้นักเรียนได้สืบค้นข้อมูลเพื่อศึกษาสัตว์กลุ่มแอนโทรพอยด์ ซึ่งแบ่งออกเป็นลิงมีหาง ลิงไม่มีหาง และมนุษย์ โดยให้นักเรียนร่วมกันอภิปราย เปรียบเทียบลักษณะรูปร่างของลิงมีหาง ทั้งลิงโลกใหม่และลิงโลกเก่ากับลิงไม่มีหาง จากนั้นให้นักเรียนตอบคำถาม โดยใช้ตัวอย่างคำถามเพิ่มเติมและคำถามในหนังสือเรียนดังนี้

ลิงโลกใหม่และลิงโลกเก่าแตกต่างกันอย่างไร จงอภิปราย

- ✎ ลิงโลกใหม่สามารถใช้หางในการยึดเกาะหรือพาดตัวไม่ให้ห้อยโหนได้ ขณะที่ลิงโลกเก่าไม่สามารถใช้หางยึดตัวไม่ให้ห้อยโหนได้

■ สัตว์ที่จัดอยู่ในกลุ่มของลิงโลกเก่าและลิงโลกใหม่ได้แก่สัตว์อะไรบ้าง

- ✎ ลิงโลกเก่า เช่น ลิงบาบูน ลิงแสม ค่าง ลิงโลกใหม่ เช่น ลิงสไปเดอร์ ลิงทาร์มาริน ลิงมาร์มอเสท เป็นต้น

ใช้เพื่อเป็นแนวทางในการจัดการเรียนการสอนในโรงเรียนเท่านั้น

ฉบับร่าง (เนื้อหายังไม่ถูกต้อง 100%) - มีลิขสิทธิ์ตามพระราชบัญญัติ

จากตารางธรณีกาลจึงไม่มีทางมีวิวัฒนาการเกิดขึ้นในยุคใด

✎ ยุคโอลิโกซีน

นักเรียนคิดว่าสิ่งไม่มีหางกลุ่มใดที่มีวิวัฒนาการใกล้เคียงกับมนุษย์มากที่สุด เพราะเหตุใด

✎ ลิงชิมแปนซี เพราะมีลำดับเบสบนสาย DNA ใกล้เคียงกับมนุษย์มากที่สุด

## มนุษย์

### วิวัฒนาการของมนุษย์

ครูอาจให้นักเรียนได้สืบค้นข้อมูลเพื่อศึกษาลำดับการเกิดวิวัฒนาการของมนุษย์จากภาพที่ 20-100 ลักษณะที่มีวิวัฒนาการเกิดขึ้นจากบรรพบุรุษมนุษย์จนถึงมนุษย์ในปัจจุบัน ครูควรชี้แนะเพิ่มเติมว่า หลักฐานซากดึกดำบรรพ์เกี่ยวกับวิวัฒนาการของมนุษย์มีมากกว่าที่กล่าวถึงในหนังสือเรียน โดยอาจมีบรรพบุรุษของมนุษย์สปีชีส์อื่นเกิดขึ้นในช่วงเวลาเดียวกัน แต่ในหนังสือเรียนจะกล่าวถึงเฉพาะสายวิวัฒนาการของมนุษย์ที่สำคัญเท่านั้น จากนั้นให้นักเรียนร่วมกันอภิปรายและตอบคำถาม โดยใช้ตัวอย่างคำถามเพิ่มเติมและคำถามในหนังสือเรียนดังนี้

จากตารางธรณีกาล บรรพบุรุษของมนุษย์เริ่มมีวิวัฒนาการเกิดขึ้นในยุคใด เมื่อประมาณกี่ล้านปีมาแล้ว

✎ ยุคไพลสโตซีน 5-7 ล้านปีที่ผ่านมา

■ เพราะเหตุใดมนุษย์ในปัจจุบันจึงมีการเรียนรู้และพฤติกรรมที่ซับซ้อนกว่าสิ่งไม่มีหาง

✎ มนุษย์ในปัจจุบันมีขนาดความจุของกระโหลกศีรษะมากกว่าสิ่งไม่มีหาง นั่นคือมีขนาดสมองใหญ่กว่าจึงเกิดพฤติกรรมการเรียนรู้ได้ดีกว่าสิ่งไม่มีหาง

นักเรียนสามารถเรียงลำดับการเกิดวิวัฒนาการของมนุษย์ได้อย่างไร

✎ ลำดับการเกิดวิวัฒนาการของมนุษย์มีดังนี้ ออสตราโลพิเทคัส *H. habilis* *H. erectus*

*H. sapiens* *neanderthalensis* *H. sapiens sapiens*

หลักฐานซากดึกดำบรรพ์ของลูซี่ได้สนับสนุนแนวคิดที่ว่าออสตราโลพิเทคัสเป็นบรรพบุรุษที่มีความคล้ายคลึงกับมนุษย์มากที่สุดอย่างไร

✎ มีการเดิน 2 ขา มีแขนยาวกว่ามนุษย์ปัจจุบัน รู้จักใช้เครื่องมือแต่อาจสร้างเครื่องมือไม่ได้ หรือสร้างได้แบบง่าย

*H. habilis* เริ่มกำเนิดมาประมาณกี่ล้านปีมาแล้ว

✎ ประมาณ 2 ล้านปีที่ผ่านมา

■ นักเรียนคิดว่าเพราะเหตุใดจึงจัดให้ *H. habilis* อยู่ในกลุ่มเดียวกับมนุษย์และลักษณะเช่นใดที่ถือว่าเป็นมนุษย์

✎ *H. habilis* จัดอยู่ในกลุ่มเดียวกับมนุษย์เพราะมีโครงสร้างคล้ายมนุษย์อยู่ในจีนัสเดียวกัน และเริ่มมีการใช้สมองและใช้มือในการประดิษฐ์สิ่งของเครื่องใช้

■ นักเรียนคิดว่ามนุษย์ในปัจจุบันแตกต่างจากมนุษย์กลุ่ม *H. habilis* และ *H. erectus* อย่างไร

✎ มนุษย์ในปัจจุบันมีขนาดความจุของกระโหลกศีรษะมากขึ้น ทำให้มีความคิดสร้างสรรค์มากขึ้น

มนุษย์นีแอนเดอร์ทัลมีลักษณะเหมือนหรือแตกต่างจากมนุษย์ในปัจจุบันอย่างไร

ไขเพื่อเป็นแนวทางในการจัดการเรียนการสอนในโรงเรียนเท่านั้น

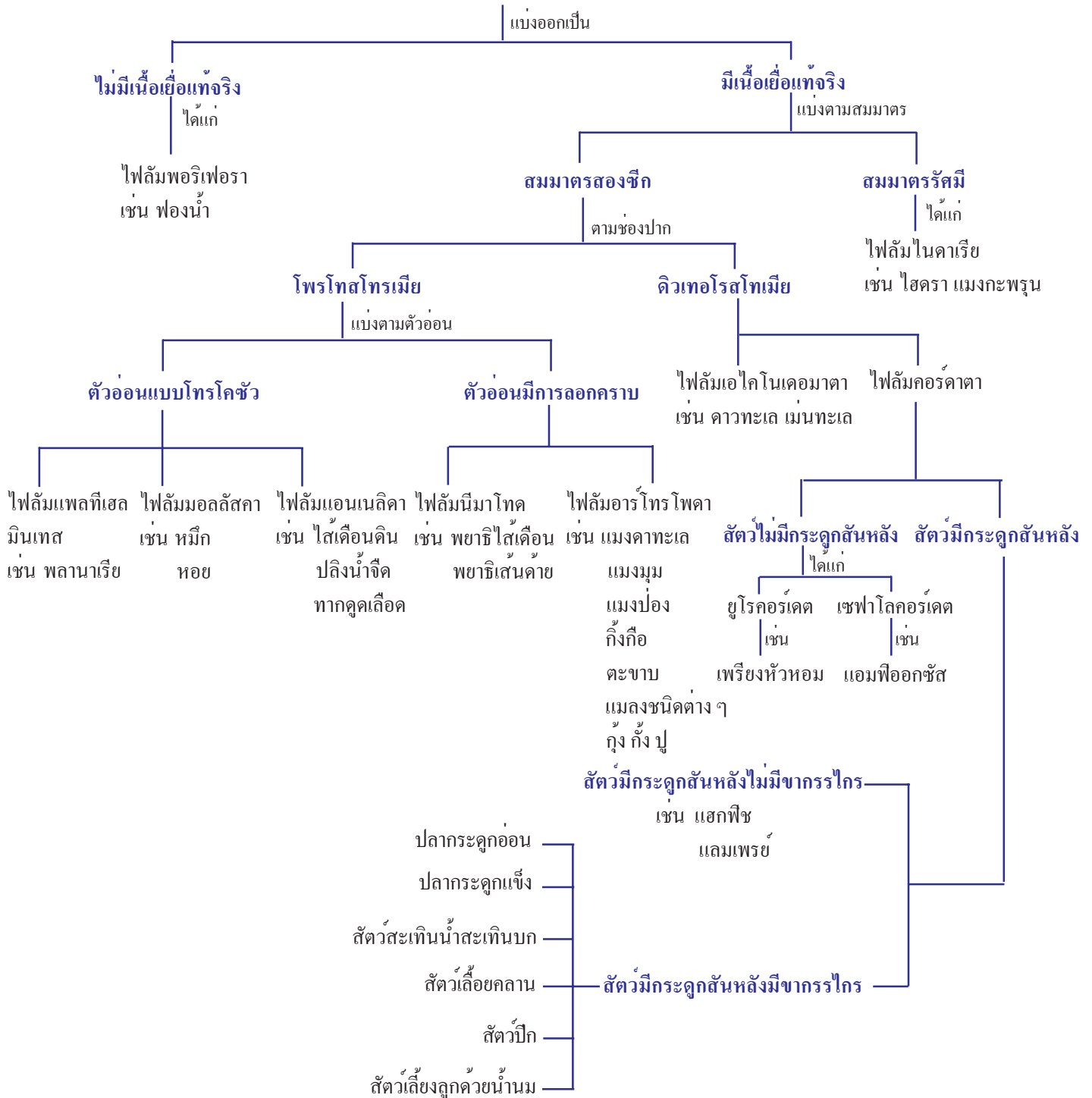
### ฉบับร่าง (เนื้อหายังไม่ถูกต้อง 100%) - มีลิขสิทธิ์ตามพระราชบัญญัติ

- ✎ มนุษย์นีแอนเดอร์ทัลมีกระดูกที่ยื่น จมูกกว้าง คางสั้น
- สมมติฐานทั้งสองนี้แตกต่างกันอย่างไร
- ✎ สมมติฐานแรกมนุษย์ในปัจจุบันมีวิวัฒนาการมาจาก *H. erectus* ในแอฟริกาเมื่อประมาณ 1-2 ล้านปีที่ผ่านมา ขณะที่สมมติฐานที่สองมนุษย์ในปัจจุบันมีวิวัฒนาการมาจาก *H. erectus* ในแอฟริกาเมื่อประมาณ 100,000 ปีที่ผ่านมา
- จากสมมติฐานที่สอง *H. sapiens* ในปัจจุบันที่อาศัยอยู่ในเอเชียมีวิวัฒนาการแยกออกมาจาก *H. sapiens* ที่อาศัยอยู่ในยุโรปและออสเตรเลียเมื่อประมาณกี่ปีมาแล้ว
- ✎ มีวิวัฒนาการแยกออกมาเมื่อประมาณ 100,000 ปีมาแล้ว
- นักเรียนคิดว่าน้ำหนักสมองมีความสัมพันธ์กับวิวัฒนาการอย่างไร
- ✎ มนุษย์ในปัจจุบันมีน้ำหนักสมองมากที่สุดแสดงว่ามีความสัมพันธ์กับวิวัฒนาการ โดยทำให้มนุษย์สามารถปรับตัวอยู่รอดในสิ่งแวดล้อมได้ดี
- จากตารางนักเรียนคิดว่าขนาดสมองต่อน้ำหนักตัวของมนุษย์ในปัจจุบันเมื่อเปรียบเทียบกับมนุษย์ที่สูญพันธุ์ไปแล้วและลิงชนิดต่าง ๆ เป็นอย่างไร
- ✎ ขนาดสมองต่อน้ำหนักตัวของมนุษย์ในปัจจุบัน มีสัดส่วนมากกว่ามนุษย์ที่สูญพันธุ์ไปแล้วและลิงชนิดต่าง ๆ
- วัฒนธรรมมีส่วนเกี่ยวข้องกับการอยู่รอดของมนุษย์อย่างไร
- ✎ การสะสมวัฒนธรรมของมนุษย์จากอดีตจนถึงปัจจุบัน ทำให้มนุษย์สามารถดำรงเผ่าพันธุ์อยู่ได้

จากการอภิปรายนักเรียนควรสรุปเกี่ยวกับลำดับการเกิดวิวัฒนาการของมนุษย์ และลักษณะที่มีวิวัฒนาการซับซ้อนมากขึ้นจากอดีตจนถึงปัจจุบัน และครูอาจให้นักเรียนได้ศึกษาสมมติฐานกำเนิดของมนุษย์ในยุคปัจจุบันทั้ง 2 แนวทาง จากการศึกษาให้นักเรียนควรสรุปได้ว่า 2 สมมติฐานนี้ยังไม่สามารถสรุปได้ว่ามนุษย์ในยุคปัจจุบันมีกำเนิดขึ้นมาได้อย่างไร ซึ่งต้องมีการศึกษาและหาหลักฐานอื่นเพิ่มเติม นอกจากนี้มนุษย์ในยุคปัจจุบันได้มีการสะสมวัฒนธรรมจากบรรพบุรุษจนถึงปัจจุบัน ดังนั้นวิวัฒนาการทางวัฒนธรรมจึงมีส่วนช่วยให้มนุษย์ดำรงเผ่าพันธุ์อยู่ได้

ครูอาจให้นักเรียนเขียนผังมโนทัศน์ของการจำแนกสัตว์ออกเป็นไฟลัมต่าง ๆ เพื่อให้เกิดแนวคิดที่ชัดเจน ซึ่งควรเขียนได้ดังนี้

ฉบับร่าง (เนื้อหายังไม่ถูกต้อง 100%)- มีลิขสิทธิ์ตามพระราชบัญญัติ  
สัตว์



## 20.5 ความหลากหลายทางชีวภาพในประเทศไทย

จุดประสงค์การเรียนรู้ เพื่อให้ นักเรียนสามารถ

1. สืบค้นข้อมูล อภิปรายเพื่อศึกษาสถานการณ์ความหลากหลายทางชีวภาพในประเทศไทย
2. นำเสนอสถานการณ์ความหลากหลายทางชีวภาพในประเทศไทย
3. ตระหนักถึงคุณค่าและประโยชน์ของความหลากหลายทางชีวภาพ

ใช้เพื่อเป็นแนวทางในการจัดการเรียนการสอนในโรงเรียนเท่านั้น

## แนวการจัดการเรียนรู้

ครูอาจนำเข้าสู่บทเรียน โดยให้นักเรียนศึกษาเปรียบเทียบความหลากหลายสปีชีส์ที่รู้จักในโลกและในประเทศไทย จากตารางที่ 20.4 แล้วให้นักเรียนร่วมกันอภิปรายเพื่อตอบคำถามดังนี้

- จากตารางนักเรียนจะสรุปได้อย่างไร
- ✎ จากตารางจำนวนสิ่งมีชีวิตที่มีการศึกษาในประเทศไทยมีจำนวนน้อยมาก เมื่อเปรียบเทียบกับการศึกษาของนักวิทยาศาสตร์ทั่วโลก
- นักเรียนคิดว่าข้อมูลความหลากหลายสปีชีส์ในประเทศไทยมีการเปลี่ยนแปลงได้หรือไม่อย่างไร
- ✎ มีการเปลี่ยนแปลงได้ ถ้ามีผู้ศึกษาความหลากหลายของสิ่งมีชีวิตในประเทศไทยมากขึ้น ทำให้มีข้อมูลความหลากหลายสปีชีส์มากขึ้น

ครูควรให้นักเรียนสืบค้นข้อมูลเพื่อศึกษาสถานการณ์ความหลากหลายทางชีวภาพในประเทศไทย โดยอาจให้นักเรียนแต่ละกลุ่มเลือกศึกษาความหลากหลายของสิ่งมีชีวิตแต่ละชนิด เช่น ความหลากหลายของกล้วย ข้าว มะม่วง มะพร้าว กล้วยไม้ หุรีเหิน กุหลาบ ขนุน แมลงและปลาเป็นต้น แล้วนำข้อมูลมานำเสนอและอภิปรายร่วมกันในชั้นเรียน เพื่อให้นักเรียนได้ตระหนักถึงคุณค่าและประโยชน์ของความหลากหลายทางชีวภาพที่เราทุกคนควรเฝ้าระวังเพื่อให้คงอยู่ตลอดไป จากนั้นให้นักเรียนตอบคำถามเพิ่มเติม และคำถามในหนังสือเรียนดังนี้

- นักเรียนคิดว่าเราควรอนุรักษ์แหล่งข้อมูลทางชีวภาพในประเทศไทยได้อย่างไร
- ✎ โดยการอนุรักษ์ทรัพยากรพืชและสัตว์ โดยเฉพาะอย่างยิ่งพืชและสัตว์ที่ใกล้สูญพันธุ์หรือหายาก ไม่ควรลักลอบนำพืชและสัตว์หายากมาขายประโยชน์ทางการค้า
  - นักเรียนมีความคิดอย่างไรเกี่ยวกับปัญหาการลักลอบนำกล้วยไม้ป่าหรือแมลงหายากมาขายให้กับนักท่องเที่ยวและเราควรจะทำอย่างไร
  - ✎ การลักลอบนำกล้วยไม้ป่าและแมลงหายากมาขายให้กับนักท่องเที่ยวทำให้เกิดการสูญเสียแหล่งข้อมูลทางชีวภาพของประเทศไทย และจะทำให้เกิดการสูญเสียความหลากหลายทางชีวภาพขึ้น

## 20.6 การสูญเสียความหลากหลายทางชีวภาพ

จุดประสงค์การเรียนรู้ เพื่อให้นักเรียนสามารถ

1. สืบค้นข้อมูลเพื่ออภิปรายสาเหตุของการสูญเสียความหลากหลายทางชีวภาพ
2. ตระหนักถึงผลกระทบจากการสูญเสียความหลากหลายทางชีวภาพ

## แนวการจัดการเรียนรู้

ครูอาจนำเข้าสู่บทเรียน โดยให้นักเรียนศึกษาบทความเกี่ยวกับสถานการณ์ความหลากหลายทางชีวภาพในประเทศไทย เพื่อให้นักเรียนร่วมกันอภิปรายและนำเสนอเกี่ยวกับ



ฉบับร่าง (เนื้อหายังไม่ถูกต้อง 100%) - มีลิขสิทธิ์ตามพระราชบัญญัติ  
มีการนำเข้าของพืชต่างถิ่น

จากนั้นให้นักเรียนร่วมกันอภิปรายเพื่อตอบคำถามดังนี้

**การนำเข้าของชนิดพันธุ์พืชต่างถิ่นมีผลต่อความหลากหลายทางชีวภาพอย่างไร**

✎ ชนิดพันธุ์พืชต่างถิ่น ที่นำเข้ามาเพื่อผลิตขาย ทำให้ชนิดพันธุ์พืชพื้นเมืองลดจำนวนลงอย่างรวดเร็ว ทำให้สูญเสียความหลากหลายทางพันธุกรรม อีกทั้งระบบนิเวศในบริเวณที่ปลูกชนิดพันธุ์พืชต่างถิ่นมีการเปลี่ยนแปลงไปจากเดิม ส่งผลกระทบอย่างมากต่อความหลากหลายทางชีวภาพ

จากนั้นครูอาจให้นักเรียนร่วมกันอภิปรายเกี่ยวกับปัจจัยที่มีผลทำให้เกิดการสูญเสียความหลากหลายทางชีวภาพ จากการอภิปรายควรสรุปได้ว่า สาเหตุที่แท้จริงของการสูญเสียความหลากหลายทางชีวภาพก็คือมนุษย์นั่นเอง เพื่อให้นักเรียนได้เฝ้าระวังและระงับให้ชุมชนได้ร่วมกันป้องกันการสูญเสียความหลากหลายทางชีวภาพนั่นเอง

### กิจกรรมเสนอแนะ

**จุดประสงค์ของกิจกรรม** เพื่อให้นักเรียนสามารถ

1. สืบค้นข้อมูลเพื่อนำเสนอสถานการณ์ความหลากหลายทางชีวภาพในประเทศไทย
2. ตระหนักถึงความสำคัญของความหลากหลายทางชีวภาพและผลกระทบจากการสูญเสียความหลากหลายทางชีวภาพ



### แนวการจัดกิจกรรม

ครูควรให้นักเรียนแต่ละกลุ่มไปสืบค้นข้อมูลเพื่อนำเสนอสถานการณ์ความหลากหลายทางชีวภาพในท้องถิ่นของนักเรียนหรือตามภูมิภาคต่างๆ เพื่อนำข้อมูลมารวบรวมและนำเสนอสถานการณ์ความหลากหลายทางชีวภาพในประเทศไทย โดยนำเสนอข้อมูลในแง่ของปัญหา แนวทางในการแก้ปัญหา การสูญเสียความหลากหลายทางชีวภาพและนำข้อมูลมาจัดป้ายนิเทศเพื่อเผยแพร่ให้เพื่อนนักเรียนได้ตระหนักถึงความสำคัญและผลกระทบจากการสูญเสียความหลากหลายทางชีวภาพนั่นเอง

จะเห็นว่าประเทศไทยมีความหลากหลายทางชีวภาพที่อุดมสมบูรณ์ แต่ยังมีการศึกษาความหลากหลายทางชีวภาพไม่มากนัก ผลจากการกระทำของมนุษย์ได้ก่อให้เกิดการสูญเสียความหลากหลายทางชีวภาพ ดังนั้นทุกคนควรตระหนักถึงความสำคัญของความหลากหลายทางชีวภาพ และหาแนวทางป้องกันการสูญเสียความหลากหลายทางชีวภาพของประเทศไทย

ไว้เพื่อเป็นแนวทางในการจัดการเรียนการสอนในโรงเรียนเท่านั้น

**ฉบับร่าง (เนื้อหายังไม่ถูกต้อง 100%) - มีลิขสิทธิ์ตามพระราชบัญญัติ  
แนวการทำกิจกรรมท้ายบทที่ 20**

1. สิ่งมีชีวิตในอาณาจักรมอเนอราแตกต่างจากสิ่งมีชีวิตกลุ่มอื่นอย่างไร  
 สิ่งมีชีวิตในอาณาจักรมอเนอราเป็นสิ่งมีชีวิตเซลล์เดียวที่มีเซลล์แบบโพรคาริโอตคือ ไม่มีเยื่อหุ้มสารพันธุกรรมและไม่มีออร์แกเนลล์หลายชนิด เช่น กอลจิบอดีเอนโดพลาสมิกเรติคูลัมและไมโทคอนเดรีย เป็นต้น ขณะที่สิ่งมีชีวิตในอาณาจักรโพรทิสตา อาณาจักรพืช อาณาจักรฟังไจและอาณาจักรสัตว์เป็นสิ่งมีชีวิตที่มีเซลล์แบบยูคาริโอต
2. จงให้เหตุผลว่าเหตุใดจึงไม่จัดว่าฟังไจเป็นพืชหรือสัตว์  
 ฟังไจมีลักษณะแตกต่างจากพืชคือ มีการดำรงชีวิตแบบภาวะย่อยสลาย ไม่สามารถสร้างอาหารเองได้ ส่วนพืชสร้างอาหารเองได้และฟังไจมีลักษณะแตกต่างจากสัตว์คือ มีผนังเซลล์ประกอบด้วยสารไคติน แต่เซลล์ของสัตว์ไม่มีผนังเซลล์
3. จงเติมเครื่องหมายถูกลงในตารางข้างล่างนี้ให้ตรงกับลักษณะของพืชนั้นๆ

ชนิดของพืช	มีรากลำต้นแท้จริง	มีเนื้อเยื่อลำเลียง	มีเมล็ด	มีดอก
มอส	—	—	—	—
หวายทะนอย	✓	✓	—	—
ปรง	✓	✓	✓	—
กระบองเพชร	✓	✓	✓	✓

4. จงเติมเครื่องหมายถูกลงในตารางข้างล่างนี้ให้ตรงกับลักษณะของสัตว์นั้นๆ

ชนิดของสัตว์	มีเนื้อเยื่อแท้จริง	สมมาตรแบบสองซีก	ช่องปากแบบโพรโทสโตเมีย	ตัวอ่อนมีการลอกคราบ
ฟองน้ำ	—	—	—	—
ปลานาเรีย	✓	✓	✓	—
แมลง	✓	✓	✓	✓
หอย	✓	✓	✓	—
ไส้เดือนดิน	✓	✓	✓	—

5. จากไดโคโดมัสคียที่ใช้ในการจำแนกสัตว์มีกระดูกสันหลังต่อไปนี้

1. ก. ไม่มีขากรรไกร..... A  
ข. มีขากรรไกร..... 2
2. ก. หายใจด้วยเหงือกตลอดชีวิต..... 3  
ข. หายใจด้วยปอด..... 4
3. ก. มีกระดูกอ่อน..... B  
ข. มีกระดูกแข็ง..... C
4. ก. ปอดยังไม่เจริญดีตัวอ่อนหายใจด้วยเหงือก..... D  
ข. ปอดเจริญดี..... 5
5. ก. ไข่มีเปลือกหุ้ม ตัวอ่อนเจริญนอกตัวแม่..... 6  
ข. ไข่ไม่มีเปลือกหุ้ม ตัวอ่อนเจริญในตัวแม่..... E
6. ก. ผิวหนังมีเกล็ด..... F  
ข. ผิวหนังไม่มีเกล็ด..... G

5.1 A B C D E F และ G น่าจะเป็นสัตว์ในกลุ่มใดบ้าง

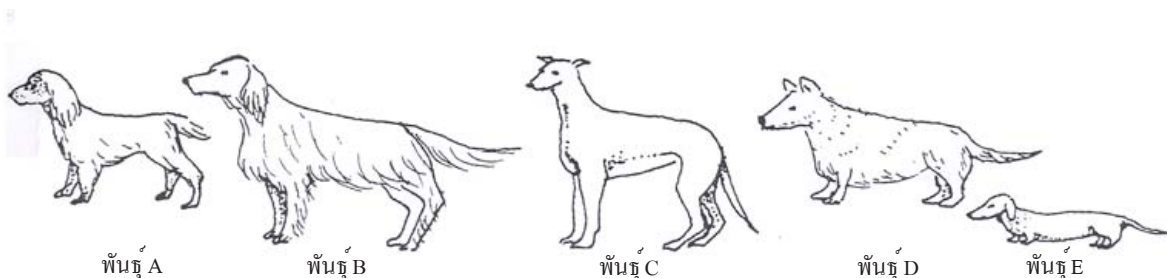
- ✍ A = ปลาปากกลม      B = ปลากระดูกอ่อน      C = ปลากระดูกแข็ง  
D = สัตว์สะเทินน้ำสะเทินบก      E = สัตว์เลี้ยงลูกด้วยน้ำนม      F = สัตว์เลื้อยคลาน  
G = สัตว์ปีก

5.2 ในการจำแนกพะยูนจะต้องใช้ไดโคโดมัสคียในข้อใดบ้าง

- ✍ 1 ข. → 2 ข. → 4 ข. → 5 ข. ดังนั้น พะยูนเป็นสัตว์เลี้ยงลูกด้วยน้ำนม

6. ให้นักเรียนเลือกสิ่งมีชีวิต เช่น พืช หรือสัตว์ ที่นักเรียนชอบมากที่สุด โดยให้นักเรียนไปศึกษาเกี่ยวกับความหลากหลายของสิ่งมีชีวิตนั้น แล้วนำมาเสนอหรือเผยแพร่ในรูปแบบต่างๆ เช่น การทำรายงาน การจัดป้ายนิเทศ เป็นต้น

7. จากรูปสุนัขต่อไปนี้ จงเขียนไดโคโดมัสคียที่ใช้ในการจำแนกสุนัขกลุ่มนี้



พันธุ์ A

พันธุ์ B

พันธุ์ C

พันธุ์ D

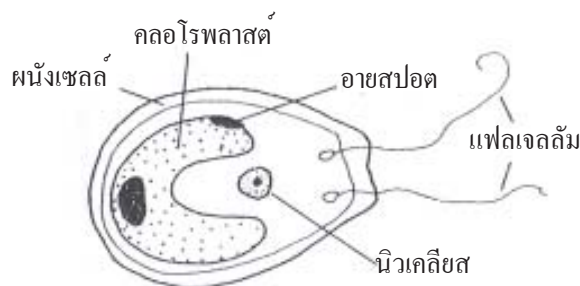
พันธุ์ E

ฉบับร่าง (เนื้อหายังไม่ถูกต้อง 100%) - มีลิขสิทธิ์ตามพระราชบัญญัติ

✎ สามารถสร้างไดโคโตมัสได้ดังนี้

- |                    |          |
|--------------------|----------|
| 1. ก. หูหอยลง..... | 2        |
| ข. หูตั้ง.....     | 3        |
| 2. ก. ขาสั้น.....  | พันธุ์ E |
| ข. ขายาว.....      | 4        |
| 3. ก. ขาสั้น.....  | พันธุ์ D |
| ข. ขายาว.....      | พันธุ์ C |
| 4. ก. หางสั้น..... | พันธุ์ A |
| ข. หางยาว.....     | พันธุ์ B |

8. จากภาพเป็นสิ่งมีชีวิตขนาดเล็กที่พบในสระน้ำ เรียกว่า *Chlamydomonas* นักเรียนคิดว่า สิ่งมีชีวิตนี้น่าจะจัดอยู่ในอาณาจักรใด เพราะเหตุใด



✎ อยู่ในอาณาจักรโพรทิสตา เนื่องจากเป็นสิ่งมีชีวิตเซลล์เดียวที่มีคลอโรพลาสต์ ซึ่งสามารถสังเคราะห์ด้วยแสงได้คล้ายพืช

### เอกสารค้นคว้า

สำนักงานพัฒนาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งชาติ. ความหลากหลายทางชีวภาพในประเทศไทย.

กรุงเทพฯ. 2545.

Biggs, A., Kapicka, C. and Lundgren, L. **Biology : The Dynamics of Life**. Teacher Wraparound edition. McGraw-Hill Companies, Inc. United States of America. 1998.

Campbel, N. A. and Reece, J.B. and Mitchell, L.G. **Biology**. 6<sup>th</sup>ed. The Benjamins Cummings publish company, California. 2002.

Johnson, G.B. **The Living World** . 2<sup>nd</sup>. McGraw-Hill Publish Company, New York. 2000.

Margulis, L. amd Schwartz, K.V. **Five Kingdoms** : An Illustrated Guide to the Phyla of Life on Earth. 3<sup>th</sup>. New York, W. H. Freeman and Company. 1993.

Postlethwait, J. H. and Hopson, J. H. **The Nature of Life**. 3<sup>rd</sup> ed. McGraw-Hill Companies, Inc. United States of America. 1995.

### เว็บไซต์

<http://www.ru.ac.th/lichen/Th/whatlichen.htm> เว็บไซต์เกี่ยวกับไลเคนที่กล่าวถึง ไลเคนคืออะไร  
วัฏจักรชีวิตของไลเคน ประโยชน์และความสำคัญของไลเคน การศึกษาวิจัยไลเคนในปัจจุบัน  
รูปภาพและอื่น ๆ เกี่ยวกับไลเคน

[http://www.learn.in.th/sample/biodiversity/contents/body\\_introduction.html](http://www.learn.in.th/sample/biodiversity/contents/body_introduction.html) ความหมายและความ  
สำคัญของความหลากหลายทางชีวภาพ สาเหตุของความหลากหลายทางชีวภาพ และความ  
หลากหลายทางชีวภาพในประเทศไทย