



## คำชี้แจง

คู่มือการใช้สื่อการสอนวิชาชีววิทยา จัดทำขึ้นเพื่อเป็นแนวทางสำหรับครูในการใช้สื่อประกอบการสอนวิชาชีววิทยา คู่มือนี้ได้รับจุดประสงค์ ผลการเรียนรู้ที่คาดหวัง เนื้อหาในสื่อและแนวทางการจัดการเรียนรู้ เพื่อให้ครูเข้าใจเนื้อหาของเรื่องที่สอน สามารถใช้สื่อประกอบการสอนได้อย่างมีประสิทธิภาพ สามารถเตรียมตัวและเตรียมแผนการสอนให้เหมาะสมกับนักเรียนในชั้น โดยที่สื่อการสอนตอนนี้ได้นำเนื้อหาและภาพวิดีโอบางส่วนจากเว็บไซต์ Evolution ของสถานีโทรทัศน์ PBS ประเทศสหรัฐอเมริกา ซึ่งเผยแพร่แก่สาธารณชนโดยไม่คิดค่าใช้จ่ายผ่านระบบอินเทอร์เน็ต (<http://www.pbs.org/wgbh/evolution/>) มาเรียบเรียงใหม่เพื่อให้เข้าใจได้ง่ายและชัดเจนขึ้น จึงเหมาะแก่การศึกษาในระดับชั้นมัธยมศึกษาตอนปลายขึ้นไป สำหรับคู่มือการใช้เล่มนี้ยังมีส่วนของภาคผนวกที่ประกอบด้วยคำอธิบายเพิ่มเติม พร้อมทั้งคำอธิบายศัพท์ และแหล่งเรียนรู้เพิ่มเติม จึงหวังเป็นอย่างยิ่งว่าคู่มือนี้จะช่วยให้ครูสามารถสอนวิชาชีววิทยาได้อย่างมีประสิทธิภาพและเปิดโลกทัศน์ในการเรียนรู้มากขึ้น

ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. เจษฎา เด่นดวงบริพันธ์      ผู้จัดทำคู่มือ  
รองศาสตราจารย์ ดร. ประคอง ตั้งประพถฤทธิ์กุล      ผู้ตรวจคู่มือ



## สารบัญ

	หน้า
จุดประสงค์	4
ผลการเรียนรู้ที่คาดหวัง	4
สาระ	5
แนวทางในการจัดการเรียนรู้	12
ภาคผนวก	13
ก. คำอธิบายเพิ่มเติม	
ข. คำอธิบายศัพท์	
ค. แหล่งเรียนรู้เพิ่มเติม	
รายชื่อสื่อการสอนวิชาชีววิทยาจำนวนทั้งหมดจำนวน 92 ตอน	23



## เรื่อง

### ชาร์ลส์ ดาร์วิน คือใคร

“ชาร์ลส์ ดาร์วิน คือใคร ” เป็นตอนหนึ่งของสื่อประกอบการสอน เรื่อง วิวัฒนาการ ซึ่งมีสื่อทั้งหมด 9 ตอน คือ

1. ชาร์ลส์ ดาร์วิน คือใคร
2. หลักฐานการเกิดวิวัฒนาการ
3. วิวัฒนาการในชีวิตประจำวัน
4. ทฤษฎีวิวัฒนาการของดาร์วิน
5. วิวัฒนาการของเชื้อดื้อยา
6. วิวัฒนาการในระดับประชากร
7. กำเนิดของโลกและสิ่งมีชีวิต
8. วิวัฒนาการของมนุษย์
9. วิวัฒนาการของสัตว์



## จุดประสงค์

เพื่อให้ผู้เรียนสามารถบอกรายละเอียดเกี่ยวกับประวัติของชาร์ลส์ ดาร์วิน โดยเฉพาะผลจากการเดินทางสำรวจรอบโลกไปกับเรือ บีเกิล ที่มีต่อการพัฒนาแนวคิดทฤษฎีวิวัฒนาการของเขา รวมถึงอธิบายถึงเหตุผลที่ดาร์วินจะต้องต่อสู้กับความเชื่อของสังคมวิทยาศาสตร์ในยุคนั้น

## ผลการเรียนรู้ที่คาดหวัง

เมื่อผู้เรียนได้ดูสื่อประกอบการสอนตอนนี้แล้วสามารถ

1. สรุปประวัติของชาร์ลส์ ดาร์วินตั้งแต่เกิดจนถึงตาย
2. บอกความสำคัญของการเดินทางรอบโลกของดาร์วินไปกับเรือบีเกิล
3. ระบุความสำคัญของคำถามเกี่ยวกับกำเนิดสปีชีส์สิ่งมีชีวิต
4. บอกความหมายของการคัดเลือกโดยธรรมชาติจากตัวอย่างนกฟินช์ของดาร์วิน
5. อธิบายผลของความเชื่อทางศาสนาที่มีต่อแนวคิดทางธรรมชาติวิทยาในยุคนั้น
6. บอกบทบาทของหนังสือกำเนิดสปีชีส์ของดาร์วินที่มีต่อสังคมในยุคนั้น



## สาระ

### ชาร์ลส์ ดาร์วิน และการเดินทางกับเรือบีเกิล

ก่อนที่จะเริ่มต้นเรียนเกี่ยวกับความหมายของวิวัฒนาการ เราควรจะมาทำความรู้จักกับ ชาร์ลส์ ดาร์วิน (Charles Darwin) (ดังภาพที่ 1) นักวิทยาศาสตร์คนสำคัญผู้ที่คิดทฤษฎีที่อธิบายว่าสิ่งมีชีวิตวิวัฒนาการได้อย่างไรกันก่อน ตั้งแต่ประวัติของชาร์ลส์ ดาร์วิน และผลงานการค้นคว้าศึกษารวบรวมหลักฐานต่างๆ ตลอดจนความกล้าหาญและความเสียสละของเขาในการใช้เวลาเกือบทั้งชีวิตพัฒนาทฤษฎีวิวัฒนาการของสิ่งมีชีวิตด้วยกลไกการคัดเลือกโดยธรรมชาติขึ้นมา

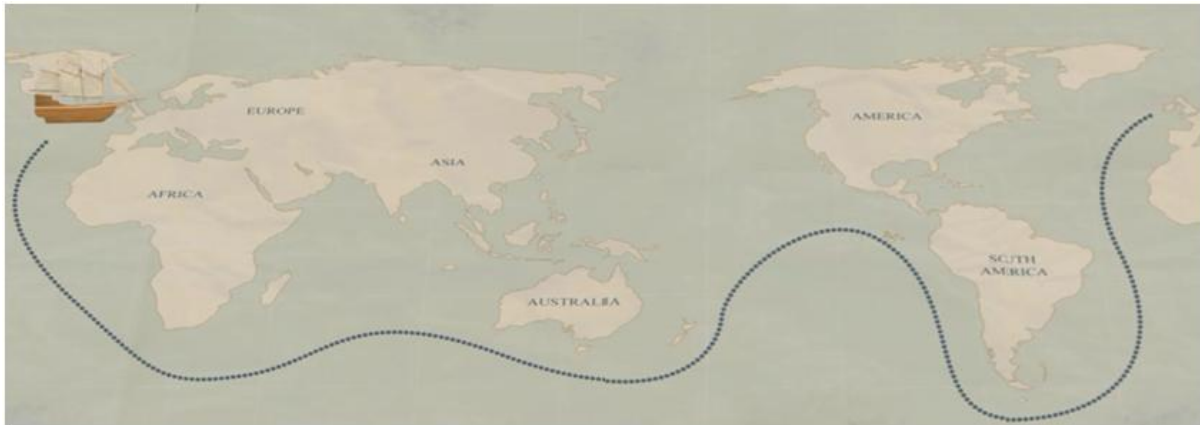


ภาพที่ 1 รูปวาดใบหน้าของชาร์ลส์ ดาร์วินในวัยหนุ่ม

ชาร์ลส์ ดาร์วิน ผู้ที่เป็นเหมือนบิดาแห่งทฤษฎีวิวัฒนาการเป็นนักธรรมชาติวิทยา (naturalist) ชาวอังกฤษในศตวรรษที่ 19 ผู้ซึ่งหลงใหลในความสวยงามและความหลากหลายของสิ่งมีชีวิตในธรรมชาติ ในปี ค.ศ. 1831 สมัยของพระนางวิกตอเรีย (Queen Victoria) ของประเทศอังกฤษ ชาร์ลส์ ดาร์วิน เริ่มการเดินทางไปกับเรือรบหลวง เอชเอ็มเอส บีเกิล (HMS Beagle) ของราชนาวีอังกฤษ เมื่ออายุเพียงแค่ว่า 22 ปี เรือบีเกิลออกเดินทางท่องทะเลสำรวจซีกโลกใต้เพื่อทำการสร้างแผนที่และศึกษาธรรมชาติในทวีปต่างๆ เรือบีเกิลออกเดินทางจากประเทศอังกฤษไปทางตะวันตก ผ่านทวีปแอฟริกา ทวีปอเมริกาใต้ มหาสมุทรแปซิฟิกตอนใต้ ทวีปออสเตรเลีย และวกกลับมาที่อังกฤษ (ดังภาพที่ 2) ใช้เวลาในการเดินทางนานถึง 5 ปี



ระหว่างที่เรือปีเกิลเดินทางไปในั้น พวกเขาได้หยุดแวะที่หมู่เกาะกาลาปากอส (Galapagos) ซึ่งอยู่นอกชายฝั่งประเทศเอกวาดอร์ (Ecuador) ณ ที่หมู่เกาะกาลาปากอสนั่นเองที่ดาร์วินได้ถูกจุดประกายความคิดเกี่ยวกับวิวัฒนาการของสิ่งมีชีวิตจากการที่เขาได้พบเห็นสัตว์และพืชแปลกๆ มากมายที่เกาะกาลาปากอส ดาร์วินได้เขียนถึงความประทับใจของเขาไว้ในหนังสือว่า “เขารู้สึกเหมือนเป็นคนตาบอด ที่ได้กลับมามองเห็นอีกครั้ง”

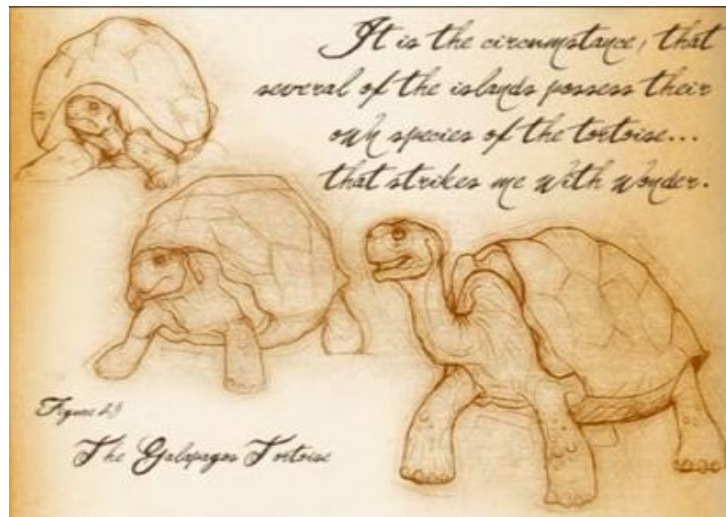


ภาพที่ 2 เส้นทางการเดินทางของเรือปีเกิลจากประเทศอังกฤษ ไปสำรวจซีกโลกใต้

### คำถามที่ได้จากการเดินทาง

ดาร์วินเดินทางกลับสู่ประเทศอังกฤษพร้อมด้วยตัวอย่างสิ่งมีชีวิตที่รวบรวมมาเป็นจำนวนมาก สมุดบันทึกของเขาเต็มไปด้วยภาพสเก็ตสิ่งมีชีวิตที่เขาได้ไปพบเห็นพร้อมกับความอัศจรรย์ใจเกี่ยวกับสิ่งมีชีวิตเหล่านั้น ตัวอย่างสิ่งมีชีวิตและภาพสเก็ตทั้งหมดนี้ล้วนแล้วแต่มีความสำคัญเป็นอย่างยิ่งต่อการศึกษาค้นคว้าของเขาในภายหลัง

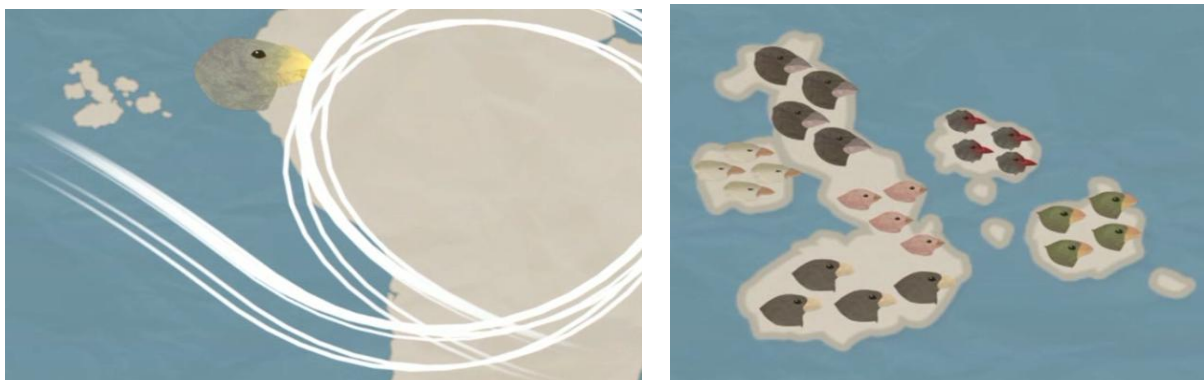
ดาร์วินแทบจะไม่รู้ตัวเลยว่า ช่วงเวลาที่เขาเดินทางไปกับเรือปีเกิลนั้นจะกลายเป็นจุดเริ่มต้นของงานหนักและความขัดแย้งตลอดชีวิตของเขา ในระหว่างที่เดินทางไปสำรวจธรรมชาติกับเรือปีเกิลนั้น ดาร์วินได้จดบันทึกถึงสิ่งที่เขาได้พบเมื่อขึ้นไปบนบกไว้อย่างละเอียด เขาเก็บซากฟอสซิล จดบันทึกรายละเอียดของพืชและสัตว์ วาดรูปพวกมันและศึกษาพวกมัน (ดังภาพที่ 3)



ภาพที่ 3 ตัวอย่างภาพสเก็ตช์ของสิ่งมีชีวิตที่ดาร์วินพบ เช่น เต่าบกแห่งเกาะกาลาปากอส

ดาร์วินซึ่งเป็นคนหนุ่มไฟแรง ได้เริ่มหันมาสนใจกับคำถามที่น่าพิศวงที่สุดทางชีววิทยาในสมัยของเขา นักวิทยาศาสตร์ที่มีชื่อเสียงในยุคของดาร์วินหลายคนได้กล่าวไว้ว่า “การที่จะให้คำอธิบายได้ว่าสิ่งมีชีวิตชนิดต่างๆ ที่เราพบเห็นอยู่ทุกวันนี้ มีต้นกำเนิดมาได้อย่างไรนั้น เป็นเรื่องที่ยิ่งใหญ่มาก” คำกล่าวนี้กลายเป็นแรงกระตุ้นให้ดาร์วินตัดสินใจที่หาคำอธิบายถึงต้นกำเนิดของสปีชีส์ (species) สิ่งมีชีวิตให้ได้

ดาร์วินได้รับข้อมูลจาก จอห์น กูลด์ (John Gould) ผู้เชี่ยวชาญด้านนกที่เขารู้จักดีว่า นกฟินช์ (finch) ที่เขาเก็บมาจากหมู่เกาะกาลาปากอสเหล่านี้มันเป็นคนละสปีชีส์กัน ดาร์วินจึงตั้งสมมติฐานว่าเป็นไปได้ไหมที่นกฟินช์รุ่นแรกเคยถูกพายุพัดจากแผ่นดินใหญ่บนทวีปอเมริกาใต้มายังหมู่เกาะกาลาปากอส แล้วมันก็เริ่มเปลี่ยนแปลงหรืออาจจะใช้คำว่า มีการปรับตัว (adaptation) นกฟินช์รุ่นที่เกิดตามมาทีหลังแต่ละรุ่นก็เริ่มเปลี่ยนแปลงแตกต่างออกไปจากบรรพบุรุษดั้งเดิมของมัน ความแตกต่างนี้มีเพิ่มมากขึ้นเรื่อยๆ จนกลายเป็นนกฟินช์สายพันธุ์ใหม่ แล้วสุดท้ายแต่ละเกาะย่อยๆ ก็จะมีนกฟินช์สปีชีส์ใหม่เกิดขึ้นมาจำเพาะกับสภาพแวดล้อมแต่ละเกาะนั้น (ดังภาพที่ 4)



ภาพที่ 4 บรรพบุรุษนกฟินช์จากทวีปอเมริกาใต้ อาจจะถูกพายุพัดไปอยู่บนหมู่เกาะกาลาปากอส แล้ววิวัฒนาการเป็นหลายสปีชีส์แตกต่างกันตามลักษณะอาหารบนแต่ละเกาะ



## อุปสรรคจากการต่อสู้กับตัวเอง

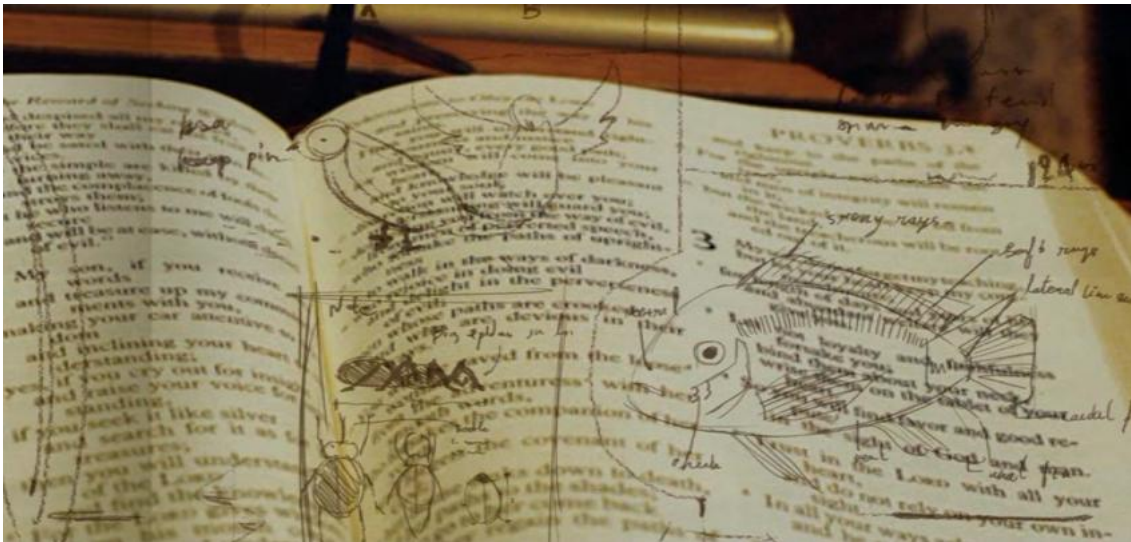
แต่ด้วยเหตุที่ในยุคนั้น ผู้คนส่วนใหญ่ยังมีความเชื่อในเรื่องการเกิดของสิ่งมีชีวิตชนิดต่างๆ ที่ว่า สิ่งมีชีวิตแต่ละชนิดไม่ได้เปลี่ยนแปลงไปเลยตั้งแต่เมื่อพระเจ้าสร้างโลก ดังนั้นดาร์วินจึงต้องทำการศึกษาค้นคว้าอย่างอดทนและระมัดระวัง ในการไขปริศนาว่าสิ่งมีชีวิตหลากหลายชนิดบนโลกนั้นกำเนิดขึ้นมาได้อย่างไร

การที่เขาค่อยๆ ไขปริศนาทีละน้อยๆ ด้วยความคิดที่เรียบง่ายแต่แหลมคม ทำให้เขาได้พบประเด็นคำตอบที่เริ่มชัดเจนขึ้นตามลำดับว่า “สิ่งมีชีวิตทุกชนิดบนโลกนี้นั้นล้วนมีความสัมพันธ์กัน” ความคล้ายคลึงกันของโครงสร้างของสิ่งมีชีวิตจะเป็นตัวบ่งชี้ได้อย่างชัดเจนว่า สิ่งมีชีวิตพวกนี้มีบรรพบุรุษร่วมกันมาแต่โบราณ จากบรรพบุรุษรุ่นพ่อแม่และรุ่นก่อนหน้านั้นหลายรุ่นขึ้นไปที่มีเลือดเนื้อจริงๆ

ข้อสรุปนี้เป็นสิ่งที่ดาร์วินไม่อาจหลีกเลี่ยงได้ เขายังรู้ด้วยว่าเขาจะตกที่นั่งลำบาก เขาจึงแทบจะไม่ได้เปิดเผยความคิดของเขากับใครเลยยกเว้นแต่กับพี่ชายของเขา ปัญหาสำคัญที่ทำให้ดาร์วินเกิดความลังเลที่จะเผยแพร่ความคิดของเขาต่อสาธารณะนั้น นอกจากผู้คนส่วนใหญ่รวมทั้งนักธรรมชาติวิทยาในยุคนั้นยังมีความเชื่อในแนวคิดเทวนิยมที่ว่า “พระเจ้าเป็นผู้สร้างโลกและสิ่งมีชีวิตทั้งหลายมีลักษณะเช่นที่เราเห็นในปัจจุบันมาตั้งแต่เริ่มสร้างโลกแล้ว” แล้วเรายังต้องทำความเข้าใจกันว่าดาร์วินเป็นที่นับหน้าถือตา บิดาของเขาเป็นแพทย์ที่มีชื่อเสียง เขามาจากครอบครัวที่มีชื่อเสียง เขาไปเรียนที่มหาวิทยาลัยเคมบริดจ์ (Cambridge University) เพื่ออุทิศแก่การทำงานให้โบสถ์แห่งอังกฤษ (Church of England) และเขารู้จักนักวิทยาศาสตร์ดังๆ ในยุคนั้นดี

ในยุคของดาร์วิน คำอธิบายหลักของความหลากหลายของชีวิตนั้นคือการตีความตามบันทึกของการสร้างโลกตามที่กล่าวไว้ใน เจเนซิส (Genesis) ปฐมบทของพระคัมภีร์ไบเบิล (Bible) ถึงแม้ว่าในยุคนั้นจะเป็นที่ยอมรับกันว่าดาวเคราะห์และดวงอาทิตย์นั้นควบคุมด้วยกฎทางธรรมชาติ ส่วนแมลงตัวเล็กจิ๋ว พวกเขากลับจะต้องเชื่อว่ามันถูกสร้างด้วยอำนาจพิเศษของพระเจ้า ดาร์วินคิดว่ากำเนิดของชีวิตนั้นจะสามารถอธิบายได้ด้วยวิธีเดียวกับคำอธิบายด้านธรณีวิทยา (geology) ด้วยการใช้เหตุผลธรรมดาๆ ตามธรรมชาติ (ดังภาพที่ 5)





ภาพที่ 5 หลักฐานแนวคิดวิวัฒนาการของสิ่งมีชีวิตของดาร์วิน  
ซึ่งขัดแย้งกับความเชื่อที่อิงกับศาสนาในยุคสมัยนั้น

เห็นหรือไม่ว่าดาร์วินกำลังทำอะไรบางอย่างที่ตรงกันข้ามกับความเชื่อในยุคนั้น ซึ่งก็ไม่ใช่ว่าตรงกันข้ามเพียงเพราะว่าไปต่อต้านความเชื่อทางศาสนา แต่ยังเป็นการต่อต้านความเชื่อทางธรรมชาติวิทยาทุกอย่างที่เชื่อถือกันมาในประเทศอังกฤษ ดาร์วินรู้ตัวเองว่า เขากำลังยืนหยัดขึ้นเพื่อเปลี่ยนแปลงแนวคิดพื้นฐานทั้งหมดที่เชื่อมโยงวิทยาศาสตร์เข้ากับการเมืองและศาสนา เขารู้ตัวว่ากำลังก้าวเข้าสู่ความลำบากแสนสาหัสที่จะทำลายอาชีพเขาได้

### หนังสือที่พลิกโลก

ดาร์วินยังรู้ดีกว่าหลักฐานที่ได้รวบรวมไว้และการทดลองที่เขาทำขึ้นเพิ่มเติม สนับสนุนความคิดที่ว่า “สิ่งมีชีวิตทุกชนิดนั้นสัมพันธ์เป็นญาติกัน และสิ่งมีชีวิตทั้งหลายได้เปลี่ยนแปลงไป มาเป็นเวลาหลายล้านปีแล้ว” แนวคิดใหม่นี้บ่งบอกถึงอัจฉริยภาพของดาร์วิน เขาใช้เวลากว่า 23 ปีในการเอาชนะตัวเขาเอง จนในที่สุด ดาร์วินได้เสนอความคิดของเขาต่อชาวโลก หนังสือเล่มสำคัญของเขา คือ The Origin of Species (กำเนิดสปีชีส์) (ดังภาพที่ 6) ได้บรรยายถึงทฤษฎีวิวัฒนาการที่อธิบายว่าวิวัฒนาการเกิดอย่างไร ดาร์วินเรียกกลไกที่ทำให้เกิดวิวัฒนาการของสิ่งมีชีวิตนี้ว่า “การคัดเลือกโดยธรรมชาติ (natural selection)”

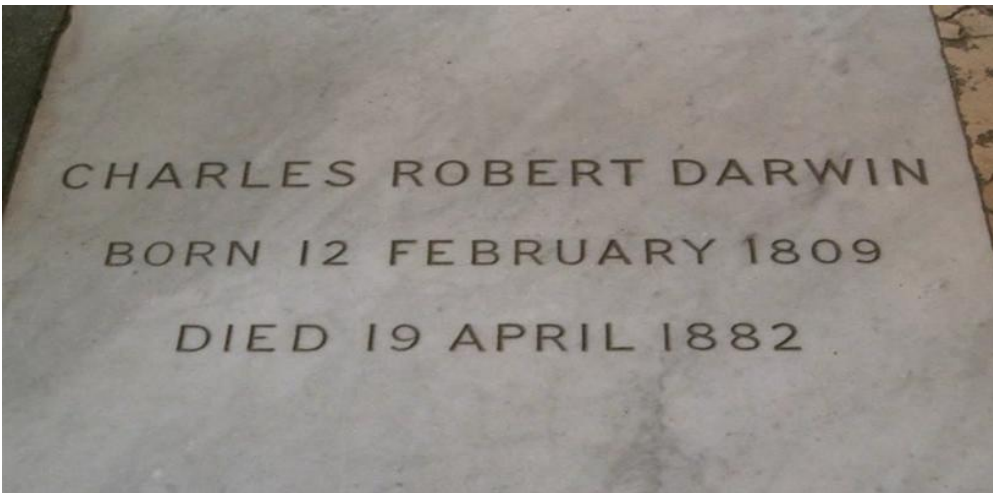
กลไกสำคัญนี้ได้จุดประเด็นความขัดแย้งกับผู้เคร่งครัดในศาสนา แม้แต่กระทั่งภรรยาของเขาที่ตั้งข้อสงสัยในข้อเขียนของดาร์วินที่ว่า “ดวงตาของมนุษย์นั้นน่าจะเกิดขึ้นมาจากการคัดเลือกที่ละเล็กละน้อย โดยการคัดเลือกแต่ละครั้งจะนำไปสู่การเปลี่ยนแปลงที่ก่อให้เกิดประโยชน์” เธอคิดว่ามันเป็นข้อสันนิษฐานที่ใหญ่เกินตัว แล้วคิดว่าสิ่งต่างๆ ในโลกนี้นั้นล้วนได้รับมาจากพระเจ้าเป็นเจ้า



ภาพที่ 6 หนังสือกำเนิดสปีชีส์ของชาร์ลส์ ดาร์วิน

จะเห็นได้ว่า ดาร์วินเป็นผู้ที่มีความกล้าหาญอย่างยิ่งที่จะต่อต้านกับความเชื่อในยุคนั้น เขาได้ทำสิ่งที่เปลี่ยนแปลงโลกไปอย่างลึกซึ้งและยิ่งใหญ่ สิ่งหนึ่งที่น่าประทับใจจากผลงานต่างๆ ของดาร์วิน คือ ไม่ใช่เพียงแค่ว่าเขาบอกว่ามนุษย์เราเกิดขึ้นได้อย่างไร ดาร์วินยังได้บอกว่าทำไมสิ่งต่างๆ ทางชีววิทยา จึงเป็นเหตุเป็นผลสอดคล้องกัน ตั้งแต่โครงสร้างร่างกายของเรา แม้แต่สัญชาตญาณและพฤติกรรมของเรา ทุกอย่างมีเหตุผล และอธิบายได้ด้วยทฤษฎีวิวัฒนาการ

ถ้าได้มีโอกาสไปเยี่ยมชมมหาวิหารเวสมินเตอร์ ( Westminster Abbey) ในกรุงลอนดอน (London) ประเทศอังกฤษ จะมีบริเวณหนึ่งในวิหารที่เรียกว่า มุมนักวิทยาศาสตร์ (Scientist Corner) ซึ่งเป็นจุดที่ ชาร์ลส์ ดาร์วิน ได้รับเกียรติให้ฝังร่างไว้ในวิหารที่มีชื่อเสียงของประเทศอังกฤษแห่งนี้ (ดังภาพที่ 7) ร่วมกับนักวิทยาศาสตร์สำคัญผู้ปฏิวัติโลกคนอื่นๆ ดังเช่น เซอร์ไอแซค นิวตัน (Sir Isaac Newton)



ภาพที่ 7 มหาวิหารเวสมินเตอร์และป้ายหลุมฝังศพของชาร์ลส์ ดาร์วิน



## แนวทางในการจัดการเรียนรู้

สื่อประกอบการสอนเรื่อง “ชาร์ลส์ ดาร์วิน คือใคร” เป็นสื่อที่เน้นให้เห็นว่า ชาร์ลส์ ดาร์วิน ได้ใช้ความวิริยะอุตสาหะในการรวบรวมข้อมูลมากมายทั้งจากการเดินทางรอบโลกไปกับเรือบีเกิล การทดลองหาข้อมูลเพิ่มเติมเมื่อกลับมาที่อังกฤษแล้ว และการเสวนาแลกเปลี่ยนความคิดเห็นกับบุคคลอื่นๆ ในวงวิทยาศาสตร์ เพื่อให้สามารถหาคำอธิบายที่เป็นเหตุเป็นผลที่สุดของปริศนาที่ว่า สิ่งมีชีวิตสปีชีส์ใหม่เกิดขึ้นได้อย่างไร รวมไปถึงความยากลำบากที่เขาต้องเผชิญเมื่อจะต้องเสนอความคิดที่แตกต่างจากที่สังคมวิทยาศาสตร์ในยุคนั้นเชื่อถือกันอยู่

เมื่อครูสอนเรื่อง ชาร์ลส์ ดาร์วิน คือใคร แล้วกล่าวถึงประวัติและผลงานของชาร์ลส์ ดาร์วินที่มีต่อการพัฒนาแนวคิดเรื่องวิวัฒนาการของสิ่งมีชีวิตแล้วให้นักเรียนดูสื่อประกอบการสอนตอนนี้นำไปพร้อมกับครู

### จากนั้นครูให้นักเรียนอภิปราย โดยใช้คำถามและมีแนวทางคำตอบดังนี้

**คำถาม :** ให้นักเรียนค้นคว้าศึกษาประวัติของชาร์ลส์ ดาร์วิน ที่ละเอียดขึ้นกว่านี้ แล้วให้อภิปรายกันว่าดาร์วินมีหลักฐานอะไรบ้างที่สนับสนุนว่าวิวัฒนาการของสิ่งมีชีวิตเกิดขึ้นจริงด้วยกลไกการคัดเลือกโดยธรรมชาติ

**ตอบ :** มีคำตอบหลายคำตอบอยู่ในแต่ละบทของหนังสือ กำเนิดสปีชีส์ เช่น ผลของการคัดเลือกโดยมนุษย์ที่มีต่อการปรับปรุงพันธุ์พืชป่าและสัตว์ป่าให้เป็นพืชไร่และสัตว์ เลี้ยง ผลของการเกิดลูกผสมขึ้นในธรรมชาติ หลักฐานทางธรณีวิทยา และหลักฐานทางการกระจายพันธุ์ของสิ่งมีชีวิตตามลักษณะทางภูมิศาสตร์ เป็นต้น

และนอกจากที่ครูจะให้นักเรียนอภิปรายถึงหลักฐานเรื่องวิวัฒนาการของดาร์วินแล้ว ยังอาจจะขยายไปค้นหาข้อมูลและอภิปรายเกี่ยวกับผลกระทบของเหตุการณ์ต่างๆ ในชีวิตของเขาที่อาจส่งผลต่อการคิดทฤษฎีวิวัฒนาการ เช่น การสูญเสีย ยลูกสาวที่รักไปจากโรคร้ายได้นำไปสู่ความไม่เชื่อในพระเจ้าของดาร์วินหรือไม่



## ภาคผนวก

### ก. คำอธิบายเพิ่มเติม

#### ประวัติย่อของชาร์ลส์ ดาร์วิน

ชาร์ลส์ โรเบิร์ต ดาร์วิน (Charles Robert Darwin) เกิดเมื่อ 12 กุมภาพันธ์ ค.ศ. 1809 และเสียชีวิตเมื่อ 19 เมษายน ค.ศ. 1882 เขาเป็นนักธรรมชาติวิทยาชาวอังกฤษ ผู้ทำการปฏิวัติความเชื่อเดิมๆ เกี่ยวกับที่มาของสิ่งมีชีวิต และเสนอทฤษฎีซึ่งเป็นทั้งรากฐานของทฤษฎีวิวัฒนาการสมัยใหม่ และหลักการพื้นฐานของกลไกการคัดเลือกโดยธรรมชาติ (natural selection) เขาตีพิมพ์ข้อเสนอของเขาในปี ค.ศ. 1859 ในหนังสือชื่อ *The Origin of Species* (กำเนิดสปีชีส์) ซึ่งเป็นผลงานที่มีชื่อเสียงที่สุดของเขา ผลงานนี้ได้ทำให้ชุมชนวิทยาศาสตร์และสาธารณชนส่วนมากยอมรับทฤษฎีวิวัฒนาการของสิ่งมีชีวิตนั้นว่าเกิดขึ้นได้จริง การค้นพบของดาร์วินยังถือว่าการรวบรวมทฤษฎีต่างๆ ทางชีววิทยาอธิบายถึงความหลากหลายทางชีวภาพของสิ่งมีชีวิตได้ด้วย

ความสนใจเกี่ยวกับธรรมชาติตั้งแต่วัยเด็กทำให้ดาร์วินไม่สนใจการศึกษาวิชาแพทย์ในมหาวิทยาลัยเอดินเบอระ (University of Edinburgh) แต่กลับหันไปศึกษาสัตว์น้ำที่ไม่มีกระดูกสันหลัง และเมื่อเขาได้ย้ายไปศึกษาที่มหาวิทยาลัยเคมบริดจ์ ก็ได้ช่วยกระตุ้นให้เขามีความหลงใหลในวิทยาศาสตร์ธรรมชาติมากขึ้น การเดินทางออกไปยังท้องทะเลเป็นเวลา 5 ปีกับเรือบีเกิล (HMS Beagle) โดยเฉพาะการสำรวจที่หมู่เกาะกาลาปากอส ได้กลายเป็นทั้งแรงบันดาลใจและเป็นข้อมูลจำนวนมากให้เขานำมาใช้ในทฤษฎีของเขา

ด้วยความพิศวงกับการกระจายตัวของสิ่งมีชีวิตในภูมิภาคที่แตกต่างกัน กับฟอสซิลที่เขาสะสมมาระหว่างการเดินทาง ดาร์วินเริ่มการศึกษาหาข้อมูลเพิ่มเติมเกี่ยวกับวิวัฒนาการของสิ่งมีชีวิต จนในปี ค.ศ. 1838 เขาจึงเริ่มตั้งทฤษฎีวิวัฒนาการจากการคัดเลือกโดยธรรมชาติ ดาร์วินได้อภิปรายแนวคิดของตนกับนักธรรมชาติวิทยาหลายคนและทำการวิจัยเพิ่มเติมโดยให้ความสำคัญกับงานด้านธรณีวิทยา เขาเขียนทฤษฎีของตนเองขึ้นเมื่อ ค.ศ. 1858 หลังจากที่ อัลเฟรด รัสเซล วอลเลซ (Alfred Russel Wallace) ส่งบทความชุดหนึ่งที่อธิบายแนวคิดเดียวกัน คือ การคัดเลือกโดยธรรมชาติมาให้เขา จนทำให้เกิดการรวมงานตีพิมพ์ทฤษฎีของทั้งสองคนร่วมกัน ผลงานของดาร์วินทำให้เกิดการศึกษาด้านวิวัฒนาการสืบเนื่องต่อมาจนเป็นคำอธิบายทางวิทยาศาสตร์ที่มีอิทธิพลยิ่งต่อแนวคิดเรื่องความหลากหลายทางชีววิทยาในธรรมชาติ และในปี ค.ศ. 1871 เขาได้ตีพิมพ์ผลงานเกี่ยวกับวิวัฒนาการของมนุษย์และการคัดเลือกทางเพศ ในหนังสือ *The Descent of Man* และหนังสือ *Selection in Relation to Sex* ตามด้วยหนังสือ *The Expression of the Emotions in Man and Animals* นอกจากนี้ ยังมีงานวิจัย





เกี่ยวกับพืชที่ได้ตีพิมพ์เป็นหนังสือชุดอีกหลายเล่ม ซึ่งในเล่มสุดท้าย เขาได้เขียนเกี่ยวกับไส้เดือนและอิทธิพลที่มันมีต่อดิน

ดาร์วินได้รับยกย่องในฐานะนักวิทยาศาสตร์เอกของประเทศและของโลก โดยมีการจัดพิธีศพอย่างเป็นทางการในมหาวิหารเวสต์มินสเตอร์ และฝังร่างของเขาไว้เคียงข้างกับ เซอร์ไอแซค นิวตัน เขาได้รับยกย่องว่าเป็นหนึ่งในบุคคลผู้ทรงอิทธิพลที่สุดในประวัติศาสตร์มนุษยชาติอีกด้วย

## วัยเด็กและวัยเรียนของดาร์วิน

ดาร์วินเกิดที่เมืองชรูซเบอรี (Shrewsbury) แคว้นชรอพเชอร์ (Shropshire) ประเทศอังกฤษ เมื่อวันที่ 12 กุมภาพันธ์ ค.ศ. 1809 ที่บ้านของตระกูลชื่อบ้านเดอะเมาท์ (the Mount) เขาเป็นบุตรคนที่ห้าในจำนวนทั้งหมด 6 คนของครอบครัวที่มีฐานะร่ำรวยและมีชื่อเสียงครอบครัวหนึ่งของอังกฤษ บิดาของดาร์วินเป็นนายแพทย์ชื่อว่า โรเบิร์ต ดาร์วิน (Robert Darwin) มารดาชื่อ ซูซานนาห์ ดาร์วิน (Susannah Darwin) สกุลเดิมคือ เวดจ์วูด (Wedgwood) เขาเป็นหลานของอีรัสมัส ดาร์วิน (Erasmus Darwin) กับ โจสิอาห์ เวดจ์วูด (Josiah Wedgwood) เมื่อชาร์ลส์อายุ 8 ขวบ เขาได้หลงใหลในประวัติศาสตร์ธรรมชาติและเริ่มสะสมสิ่งต่างๆ มารดาของเขาเสียชีวิตเมื่อเขาเข้าโรงเรียนในเดือนกรกฎาคม ปี ค.ศ. 1817 จากนั้นเขาก็ไปอยู่ประจำที่โรงเรียนชรูซเบอรีกับพี่ชาย

ซึ่งมีชื่อเดียวกับปู่ของเขา คือ อีรัสมัส ดาร์วิน (Erasmus Darwin) ตั้งแต่เดือนกันยายน ค.ศ. 1818

ช่วงฤดูร้อนปี ค.ศ. 1825 ดาร์วินใช้เวลาเป็นผู้ช่วยแพทย์ฝึกหัด โดยช่วยบิดาของตนในการรักษาคนยากจนในแคว้นชรอพเชอร์ (Shropshire) ก่อนจะเข้าเรียนวิทยาลัยแพทยศาสตร์ มหาวิทยาลัยเอดินบะระ (University of Edinburgh) พร้อมกับอีรัสมัส พี่ชายในเดือนตุลาคม ค.ศ. 1825 แต่ดาร์วินกลับเห็นชั่วโมงบรรยายเป็นสิ่งน่าเบื่อ ทั้งไม่ชอบการผ่าตัด จึงไม่เอาใจใส่การเรียน เขาเรียนวิชสัตวศาสตร์ตายจาก จอห์น เอ็ดมอนสโตน (John Edmonstone) ทาสผิวดำที่ได้เป็นไทซึ่งเคยช่วยงานชาร์ลส์ วอเตอร์ตัน (Charles Waterton) ในป่าดงดิบของอเมริกาใต้ ดาร์วินมักจะนั่งคุยกับ "ชายผู้เฉลียวฉลาดและน่าคบหา" คนนี้อยู่เป็นประจำ

เมื่อขึ้นปีสอง ดาร์วินเข้าร่วมสมาคมพลิเนียน (Plinian Society) ซึ่งเป็นกลุ่มศึกษาด้านประวัติศาสตร์ธรรมชาติในมหาวิทยาลัยเอดินบะระ เขาช่วยเหลือโรเบิร์ต เอ็ดมอนด์ แกรนท์ (Robert Edmond Grant) ในการสำรวจศึกษาลักษณะทางกายภาพ และวงจรชีวิตของสัตว์ทะเลที่ไม่มีกระดูกสันหลังในบริเวณเฟิร์ธออฟฟอร์ธ (the Firth of Forth) และในวันที่ 27 มีนาคม ค.ศ. 1827 เขานำเสนอการค้นพบของเขาต่อสมาคมพลิเนียนว่า จุดสีดำที่พบในเปลือกหอยนางรมนั้นเป็นไข่ของปลิง วันหนึ่งแกรนท์ได้ยกย่องแนวคิดเรื่องวิวัฒนาการของช่อง-แบบติสต์ ลามาร์ค (Jean-Baptiste Lamarck) ซึ่งทำให้ดาร์วินถึงกับตะลึง แต่ก่อนหน้านั้นเขาเคยอ่านแนวคิดคล้ายคลึงกันนี้จากอีรัสมัสผู้เป็นปู่มาแล้ว และเห็นว่ามันไม่ต่างกัน ดาร์วินค่อนข้างเบื่อหน่ายกับวิชาประวัติศาสตร์ธรรมชาติของโรเบิร์ต เจมสัน



(Robert Jameson) ซึ่งวุ่นวายกับธรณีวิทยา รวมถึงการโต้แย้งกันระหว่างทฤษฎีเนปจูน (Neptunism) กับทฤษฎีพลูโตนิซึม (Plutonism) เขาได้เรียนรู้การจัดอันดับของพืช และได้ช่วยงานด้านการเก็บรักษาในรอยัลมิวเซียม ซึ่งเป็นหนึ่งในพิพิธภัณฑ์ที่ใหญ่ที่สุดในยุโรปในเวลานั้น

การไม่เอาใจใส่การเรียนแพทย์เช่นนี้ทำให้บิดาของเขาไม่พอใจ ภายหลังจึงส่งเขาไปวิทยาลัยไครสต์ (Christ's College) มหาวิทยาลัยเคมบริดจ์ (Cambridge) เพื่อศึกษาด้านอักษรศาสตร์สำหรับการเตรียมตัวเข้าบวชในนิกายแองกลิกัน ดาร์วินสอบไทรปอส (Tripos) ไม่ผ่าน จึงสำเร็จการศึกษาไปด้วยปริญญาระดับปกติ (ordinary) เมื่อเดือนมกราคม ค.ศ. 1828 ดาร์วินชอบท่องเที่ยวและกีฬาเป็นอย่างมากกว่าการเล่าเรียน ญาติคนหนึ่งของเขาชื่อ วิลเลียม ดาร์วิน ฟ็อกซ์ (William Darwin Fox) จึงแนะนำให้เขาไปเข้าร่วมชมรมสะสมแมลงเต่าทอง ซึ่งดาร์วินตั้งหน้าตั้งตาจะรวมกิจกรรมอย่างกระตือรือร้น จนงานค้นพบของเขาได้รับการตีพิมพ์ใน *Illustrations of British entomology* ของเจมส์ ฟรังซิส สตีเฟน (James Francis Stevens) ดาร์วินกลายเป็นเพื่อนสนิทและผู้ติดตามของศาสตราจารย์ด้านพฤกษศาสตร์ จอห์น สตีเฟน เฮนสโลว์ (John Stevens Henslow) และได้พบปะกับนักธรรมชาติวิทยาชั้นนำหน้าหลายตา จนกระทั่งใกล้ถึงการสอบปลายภาค ดาร์วินจึงหันมาสนใจการเรียนแล้วมาขึ้นชองงานเขียนของวิลเลียม พาลี (William Paley) เรื่อง *Evidences of Christianity* ดาร์วินทำคะแนนได้ดีในการสอบไล่ครั้งสุดท้ายในเดือนมกราคม ค.ศ. 1831 โดยได้ลำดับที่ 10 จาก 178 คนที่อยู่ในหลักสูตรปริญญาปกติ

ดาร์วินยังต้องอยู่เคมบริดจ์จนกระทั่งเดือนมิถุนายน เขาศึกษางานของพาลี เรื่อง *Natural Theology* ซึ่งทำให้เกิดข้อโต้แย้งเรื่องการออกแบบธรรมชาติจากสิ่งศักดิ์สิทธิ์ โดยอธิบายถึงการปรับตัวของธรรมชาติว่าเป็นการกระทำของพระเจ้าโดยผ่านกฎของธรรมชาติ เขาอ่านหนังสือใหม่ของจอห์น เฮอร์เชล (John Herschel) ซึ่งอธิบายจุดประสงค์สูงสุดของปรัชญาทางธรรมชาติด้วยการทำความเข้าใจกับกฎเกณฑ์เหล่านั้นผ่านการให้เหตุผลโดยอุปนัยโดยมีพื้นฐานจากการสังเกต และงานเขียนของอเล็กซานเดอร์ ฟอน ฮัมโบลท์ (Alexander von Humboldt) เรื่อง *Personal Narrative* เกี่ยวกับการเดินทางของวิทยาศาสตร์ ด้วยแรงบันดาลใจจากภายใน เขาเข้าเรียนหลักสูตรธรณีวิทยาของอดัม เซดจ์วิก (Adam Sedgwick) จากนั้นใช้เวลาครึ่งเดือนในช่วงฤดูร้อนเพื่อทำแผนที่ในเวลส์ (Wales) และอีก 1 สัปดาห์กับเพื่อนนักเรียนในบาร์เมาท์ (Barmouth) หลังจากนั้นเมื่อเขากลับมาบ้าน จึงได้รับจดหมายฉบับหนึ่งจากเฮนสโลว์เสนอให้ดาร์วินเป็นนักธรรมชาติวิทยา (แม้ยังเรียนไม่จบ) ร่วมกับกัปตันโรเบิร์ต ฟิตซ์รอย (Robert FitzRoy) ในการเดินทางร่วมกับเรือหลวงบีเกิลที่กำลังจะออกเดินทางไปยังชายฝั่งอเมริกาใต้ภายในเวลา 4 สัปดาห์โดยให้ทุนวิจัยของตน บิดาของเขาไม่เห็นด้วยกับการต้องออกเดินทางไปถึง 2 ปี ด้วยเห็นว่าเป็นการเสียเวลาเปล่า แต่จากการเกลี้ยกล่อมของ โจเซอาร์ท เวดจ์วูด ผู้เป็นน้องเขย จึงได้ยินยอมให้ดาร์วินร่วมเดินทางได้



## การเดินทางไปกับเรือบีเกิล

การเดินทางเริ่มขึ้นเมื่อวันที่ 27 ธันวาคม ค.ศ. 1831 และใช้เวลาเดินทางรวมทั้งสิ้น 5 ปี ขณะที่เรือหลวงบีเกิลทำการสำรวจและทำแผนที่ชายฝั่งอเมริกาใต้ นั้น ดาร์วินใช้เวลาส่วนใหญ่อยู่บนฝั่งเพื่อสำรวจด้านธรณีวิทยาและเก็บสะสมตัวอย่างสำหรับการศึกษาประวัติศาสตร์ สมดั่งที่ที่พิตซ์รอยตั้งใจไว้ เขาเขียนบันทึกผลการสังเกตการณ์และการคาดเดาทางทฤษฎีอย่างละเอียด ระหว่างช่วงหยุดพัก ดาร์วินส่งของตัวอย่างกลับไปยังเคมบริดจ์ พร้อมกับจดหมายซึ่งมีสำเนาบันทึกงานเขียน *การเดินทางกับเรือบีเกิล (The Voyage of the Beagle)* ไปให้ครอบครัวด้วย ดาร์วินค่อนข้างเชี่ยวชาญด้านธรณีวิทยา รวมถึงการสะสมแร่ธาตุ และการผ่าตัดศึกษาสัตว์ทะเล แต่ในสาขาอื่นๆ แล้วเขาแทบไม่รู้อะไรเลย และเก็บตัวอย่างเอาไว้เพื่อส่งต่อไปให้ผู้เชี่ยวชาญอื่นตรวจสอบ ดาร์วินแมคเลื่อนมาก แต่กระนั้นก็ยังเขียนหนังสือมากมายขณะอยู่ในเรือ งานเขียนเชิงสัตววิทยาส่วนใหญ่เกี่ยวกับสัตว์ทะเลที่ไม่มีกระดูกสันหลัง เริ่มจากแพลงตอนซึ่งเก็บได้ระหว่างช่วงทะเลสงบ

เมื่อเรือหยุดพักครั้งแรกที่เมืองเซนต์ยาโก ( St. Jago) ดาร์วินพบว่าแถบสีขาวยที่อยู่ด้านบนหินภูเขาไฟนั้นมีเปลือกหอยอยู่ด้วย พิตซ์รอยมอบหนังสือเล่มแรกในชุด หลักธรณีวิทยา (Principles of Geology) ของชาร์ลส์ โลเอลล์ (Charles Lyell) ให้เขาเพื่อศึกษาแนวคิดหลักความเป็นเอกภาพ (Uniformitarianism) ของผืนดินที่ค่อยๆ ดันตัวขึ้นหรือถล่มลงหลังจากเวลาผ่านไปนานๆ ดาร์วินเห็นเช่นเดียวกับโลเอลล์ และได้เริ่มทฤษฎีและคิดจะเขียนหนังสือเกี่ยวกับธรณีวิทยา ดาร์วินดีใจมากที่พบป่าเขตร้อนที่บราซิล แต่ก็ไม่ชอบใจที่พบเห็นการใช้งานทาสที่นั่น

ขณะที่เรือบีเกิลสำรวจชายฝั่งทวีปอเมริกาใต้ ดาร์วินได้ตั้งทฤษฎีเกี่ยวกับธรณีวิทยาและการสูญพันธุ์ของสัตว์เลื้อยคลานด้วยน้ำนมขนาดยักษ์ ดาร์วินได้เห็นแผ่นดินไหวที่ประเทศชิลี และได้เห็นร่องรอยของแผ่นดินที่ยกตัวขึ้น จนชั้นหินที่มีหอยอยู่ยกสูงขึ้นมาเหนือระดับน้ำขึ้นสูงสุด ที่บทยอดเขาแอนดิส (Andes) เขาได้เห็นเปลือกหอยและซากฟอสซิลของต้นไม้ที่เคยเติบโตอยู่บนชายหาด เขาได้ตั้งทฤษฎีขึ้นว่าเมื่อแผ่นดินยกตัวขึ้น หมู่เกาะตามมหาสมุทรจะจมลง และแนวปะการังรอบๆ หมู่เกาะนั้นจะเจริญขึ้นทำให้กลายเป็นแนวเกาะปะการัง (atoll)

เมื่อได้ขึ้นไปบนหมู่เกาะกาลาปากอส (Galápagos Islands) ซึ่งเป็นเกาะที่มีอายุค่อนข้างน้อย ในทางธรณีวิทยา ดาร์วินได้ค้นหาหลักฐานที่เชื่อมโยงสัตว์ต่างๆ กับ “จุดกำเนิดแห่งการบังเกิด ” (Centre of Creation) และพบว่านกมอกกิงเบิร์ด (mockingbird) บนหมู่เกาะนั้นเป็นญาติกับนกชนิดนี้บนประเทศชิลี แต่มีความแตกต่างกันไปตามแต่ละเกาะย่อย เขายังได้ยืนยันว่ามีกระดองของเต่าบกที่นั่นก็มีความผันแปรกันไปเล็กน้อยตามแต่ละเกาะย่อย แต่ไม่สามารถเก็บหลักฐานนี้ได้แม้ว่าจะได้กินพวกเต่าเหล่านั้นไปเป็นอาหารขณะอยู่บนเรือ

ที่ออสเตรเลีย สัตว์แปลกๆ อย่างจิงโจ้ซึ่งมีกระเปาะหน้าท้อง และตัวตุ่นปากเปิด ( platypus) ได้ทำให้ดาร์วินรู้สึกถึงความไม่ธรรมดาที่ว่าเหมือนมีพระเจ้าผู้สร้าง (creator) สององค์ที่แยกกันบังเกิดพวกมัน





ขึ้นมา เรือบีเกิลได้ไปสำรวจการก่อตัวขึ้นของแนวเกาะปะการัง คือ หมู่เกาะโคคออส ( Cocos Islands) และการสำรวจนี้ได้สนับสนุนแนวทฤษฎีที่ดาร์วินคิดไว้

ที่เมืองเคปทาวน์ (Cape Town) ดาร์วินและกัปตันฟิตซ์รอยได้พบกับจอห์น เฮอร์เชล ( John Herschel) ผู้ซึ่งเคยเขียนยกย่องแนวคิดหลักความเป็นเอกภาพของไลเอลล์ไว้ว่าเป็นจุดเริ่มแห่งการคาดการณ์ที่ชัดเจนเกี่ยวกับ “ปริศนาแห่งปริศนา การแทนที่ของสปีชีส์ที่สูญพันธุ์ไปด้วยสปีชีส์อื่น ” ว่าเป็นเพราะ “กระบวนการทางธรรมชาติ ที่แตกต่างอย่างชัดเจนกับพลังจากปาฏิหาริย์ ” ในขณะที่ดาร์วินแล่นเรือกลับบ้าน เขาได้เขียนลงในบันทึกว่า ถ้าข้อสงสัยของเขาที่เพิ่มมากขึ้นเกี่ยวกับนกมอกกิงเบิร์ดเต่าบก และสุนัขจิ้งจอกบนหมู่เกาะฟอล์กแลนด์ ( Falkland Islands) นั้นเป็นจริงว่า “ข้อเท็จจริงเหล่านั้นอาจจะอยู่เบื้องหลังเสถียรภาพของสปีชีส์” ซึ่งต่อมาเขาได้เขียนต่อว่า ข้อเท็จจริงเหล่านั้น “ข้าพเจ้าคิดว่าได้ช่วยฉายแสงให้เห็นถึงกำเนิดของสปีชีส์”

## การริเริ่มทฤษฎีวิวัฒนาการ

เรือบีเกิลกลับมาถึงฟาลเมาท์ เมืองคอร์นวอลล์ ( Cornwall) เมื่อวันที่ 2 ตุลาคม ปี ค.ศ. 1836 ดาร์วิน ได้กลายเป็นคนดังในแวดวงวิทยาศาสตร์ เขาได้กลับไปเคมบริดจ์และขอให้เฮนสโลว์ช่วยหานักธรรมชาติวิทยามาศึกษาตัวอย่างสิ่งมีชีวิตที่เขาเก็บมาจากการสำรวจ ซึ่งเฮนสโลว์ได้ช่วยศึกษาตัวอย่างแห่งของพืชให้เขา

ชาร์ลส์ ไลเอลล์ได้รับเดินทางมาพบดาร์วินเมื่อวันที่ 29 ตุลาคมและแนะนำให้เขารู้จักกับนักกายวิภาคศาสตร์ชื่อ ริชาร์ด โอเวน ( Richard Owen) เพื่อช่วยศึกษาซากฟอสซิลกระดูกที่ดาร์วินเก็บมา ผลการศึกษาที่น่าตื่นตาตื่นใจของโอเวนทำให้ทราบว่ามันเป็นโครงกระดูกของตัวสลอธบกขนาดยักษ์ ( gigantic extinct ground sloth) ที่โอเวนตั้งชื่อว่า เมกาธีเรียม ( Megatherium) และของสัตว์อื่นๆ ที่สูญพันธุ์ไปแล้ว แต่เป็นญาติกับสปีชีส์ที่ยังคงมีชีวิตอยู่ในทวีปอเมริกาใต้

ในวันที่ 4 เดือนมกราคม ค.ศ. 1837 ดาร์วินได้นำเสนอตัวอย่างสัตว์เลี้ยงลูกด้วยน้ำนมและนกของเขาไปแกสมาคมสัตววิทยา ( Zoological Society) ซึ่งต่อมานักปักษีวิทยาชื่อ จอห์น กูลด์ ( John Gould) ได้ประกาศว่านกจากเกาะกาลาปากอสที่ดาร์วินเคยคิดว่าเป็นนกฟินช์ปนกับนกชนิดอื่นๆ นั้นความจริงแล้วเป็นนกฟินช์ทั้งหมด 12 สปีชีส์ กูลด์ยังบอกดาร์วินด้วยว่า นกมอกกิงเบิร์ดจากเกาะแต่ละเกาะของหมู่เกาะกาลาปากอสนั้นเป็นคนละสปีชีส์กัน ไม่ใช่เป็นเพียงแค่คนละสายพันธุ์กัน

ในกลางเดือนกรกฎาคม ค.ศ. 1837 ดาร์วินได้เริ่มเขียนสมุดบันทึกเล่ม “บี” เกี่ยวกับการเปลี่ยนแปลงพันธุ์ของสปีชีส์ ( Transmutation of Species) และที่หน้า 36 เขาได้เขียนคำว่า “ฉันคิด” ( I think) ไว้เหนือรูปแผนภูมิต้นไม้วิวัฒนาการ (evolutionary tree) รูปแรกของเขา



ช่วงกลางเดือนมีนาคม ค.ศ. 1838 ดาร์วินได้เขียนลงในสมุดบันทึกเล่มแดงโดยคาดการณ์ความน่าจะเป็นของ “สปีชีส์หนึ่ง ที่จะเปลี่ยนไปเป็นอีกสปีชีส์” เพื่ออธิบายถึงการกระจายพันธุ์ของสิ่งมีชีวิตตามสภาพภูมิศาสตร์ เขาเริ่มเขียนแนวคิดของผลจากช่วงชีวิต การสืบพันธุ์แบบไม่อาศัยเพศ และการสืบพันธุ์แบบอาศัยเพศที่มีต่อความผันแปรของรุ่นลูกหลาน “เพื่อปรับตัวและปรับเปลี่ยนการแข่งขันในโลกที่กำลังเปลี่ยนแปลง” ลงในสมุดบันทึกเล่มบี เพื่ออธิบายถึงเต่าบก นกมอกกิงเบิร์ต และนกเรีย (rhea) บนหมู่เกาะกาลาปากอส เขาได้ร่างภาพการแตกกิ่งก้านทางวงศ์วาน (genealogical branching) บนแผนภูมิต้นไม้วิวัฒนาการเพียงต้นเดียว เพื่อบอกว่า “มันเป็นเรื่องโง่ๆ ที่จะพูดว่าสปีชีส์ชนิดหนึ่งจะสูงส่งกว่าชนิดอื่น” ซึ่งปฏิเสธแนวคิดของลามาร์คเรื่องสายวิวัฒนาการของสิ่งมีชีวิตไปสู่สิ่งที่อยู่ชั้นสูงกว่า

### การเตรียมตีพิมพ์ทฤษฎีการคัดเลือกโดยธรรมชาติ

วันที่ 29 มกราคม ค.ศ. 1839 ดาร์วินสมรสกับเอมมา เวดจ์วูด (Emma Wedgwood) และย้ายไปอยู่กรุงลอนดอน ในตอนนั้น ดาร์วินได้โครงร่างของทฤษฎีการคัดเลือกโดยธรรมชาติของเขาแล้ว งานวิจัยของเขามีตั้งแต่การศึกษาการผสมพันธุ์ของสัตว์ และทำการทดลองขนาดใหญ่กับพืชหลายชนิด เพื่อหาหลักฐานว่าสปีชีส์ไม่ได้ถูกตรึงไว้ (species were not fixed) และได้ค้นคว้าหาแนวคิดอีกมากมาย เพื่อปรับปรุงทฤษฎีของเขาให้ดีขึ้น ดาร์วินทำเช่นนี้เป็นเวลากว่า 15 ปีระหว่างที่เขาทำงานหลัก คือ การเขียนและตีพิมพ์รายงานการสำรวจธรรมชาติวิทยาและตัวอย่างสิ่งมีชีวิตที่ได้มาจากการเดินทางกับเรือบีเกิล

เป็นเวลากว่า 8 ปีที่ดาร์วินวิจัยเกี่ยวกับเพรียง (barnacle) ซึ่งมีผลพลอยได้ที่ช่วยให้เขาพบโฮโมโลยี (homology) ซึ่งแสดงให้เห็นว่าบางส่วนของร่างกายอาจเปลี่ยนแปลงไปเล็กน้อยให้เกิดหน้าที่ที่แตกต่างออกไปเมื่อพบกับสภาพแวดล้อมใหม่ ในเพรียงบางสกุลนั้น เขาได้พบกับปรสิตรขนาดเล็กที่มีสองเพศในตัวเดียวหรือกะเทย (hermaphrodite) แสดงให้เห็นขั้นกึ่งกลาง (intermediate stage) ในระหว่างวิวัฒนาการให้เกิดเพศที่แยกกัน งานวิจัยนี้ทำให้ดาร์วินได้รับเหรียญตราจากสมาคมหลวง (Royal Society) ในปี ค.ศ. 1853 และทำให้เขากลายมาเป็น ผู้มีชื่อเสียงในฐานะนักชีววิทยา ดาร์วินได้กลับมาพัฒนาทฤษฎีของเขาเกี่ยวกับสปีชีส์ต่อในปี 1854 และนำมาสู่ความคิดที่ว่า การแปรเปลี่ยนลักษณะของรุ่นลูกรุ่นหลานต่างกันไปในนั้น สามารถจะอธิบายได้ว่าพวกมันกำลังปรับตัวเข้าสู่ “พื้นที่อันหลากหลายในเศรษฐศาสตร์ของธรรมชาติ”



## การตีพิมพ์ทฤษฎีการคัดเลือกโดยธรรมชาติ

เมื่อต้นปี ค.ศ. 1856 ดาร์วินกำลังศึกษาว่าไขของสัตว์และเมล็ดพืชจะสามารถมีชีวิตรอดจาก การเดินทางในน้ำทะเลเพื่อกระจายพันธุ์ข้ามมหาสมุทรได้หรือไม่ ไลเอลล์ได้อ่านบทความของอัลเฟรด รัสเซล วอลเลซ (Alfred Russel Wallace) เกี่ยวกับบทเริ่มต้นของสปีชีส์ (*Introduction of species*) เขา เห็นว่ามันคล้ายคลึงกับแนวคิดของดาร์วินและขอให้รีบชิงตีพิมพ์โดยเร็ว ตอนนั้น ถึงแม้ว่าดาร์วินจะไม่ รู้สึกเดือดเนื้อร้อนใจ เขาก็ได้เริ่มเขียนบทความสั้นของตนเอง และพัฒนาขึ้นเป็นหนังสือเล่มใหญ่ที่ตั้งชื่อ ว่า “การคัดเลือกโดยธรรมชาติ” ดาร์วินได้ทำการวิจัยต่อไปเพื่อหาข้อมูลและตัวอย่างสิ่งมีชีวิตจากนัก ธรรมชาติวิทยาทั่วโลก รวมทั้งวอลเลซซึ่งกำลังทำงานอยู่ที่เกาะบอร์เนียว ในเดือนธันวาคม ดาร์วินได้รับ จดหมายจากวอลเลซถามว่าหนังสือเล่มนั้นจะพูดถึงจุดกำเนิดของมนุษย์หรือไม่ ดาร์วินตอบว่า ถ้าเป็น เขา จะหลีกเลี่ยงประเด็นดังกล่าว ขณะที่กระตุนวอลเลซให้เขียนทฤษฎีของเขาออกมา และยังคงบอกว่า “ผมก้าวไปไกลกว่าคุณมาก”

ดาร์วินเพิ่งจะเขียนหนังสือไปได้เพียงแค่บางส่วนเมื่อเขาได้รับบทความจากวอลเลซในวันที่ 18 มิถุนายน ค.ศ. 1858 บรรยายเกี่ยวกับการคัดเลือกโดยธรรมชาติ ทำให้เขาตกใจมาก ไลเอลล์และฮุกเกอร์ (Hooker) ได้ช่วยจัดให้มีการนำเสนอผลงานร่วมกันระหว่างทั้งสองคนที่สมาคมลินเนียน (Linnean Society) เมื่อวันที่ 1 กรกฎาคม จากนั้นดาร์วินใช้เวลากับการเขียนหนังสือของเขาอีก 13 เดือน จึงได้ถูกตีพิมพ์โดยสำนักพิมพ์ของจอห์นเมอร์เรย์ (John Murray) ในชื่อ “On the Origin of Species” (บนกำเนิดสปีชีส์) ซึ่งได้รับความนิยมมากอย่างคาดไม่ถึง โดยขายได้หมดทั้ง 1,250 เล่มในวันที่วางขายคือ 22 พฤศจิกายน ค.ศ. 1859

## ช่วงสุดท้ายของชีวิต

ดาร์วินเสียชีวิตที่บ้านดาวน์เมื่อวันที่ 19 เดือนเมษายน ปี ค.ศ. 1882 ตอนแรกคาดกันว่าศพของเขาจะถูกฝังที่หลังโบสถ์เซนต์แมรี (St Mary's churchyard) ที่เมืองดาวน์ แต่จากการขอร้องของเพื่อนร่วมงานของเขา คือ วิลเลียม สปอตติสวูด (William Spottiswoode) ซึ่งเป็นประธานของสมาคมหลวง ซึ่งได้เจรจากับสภาผู้แทนและกับสาธารณชนให้ดาร์วินได้รับเกียรติในการจัดงานศพและฝังศพไว้ที่วิหารเวสมินสเตอร์ (Westminster Abbey) ใกล้กับจอห์น เฮอร์เชล (John Herschel) และเซอร์ไอแซค นิวตัน (Sir Isaac Newton) ผลงานหนังสือที่ตีพิมพ์ของดาร์วินเป็นผลงานที่มีประโยชน์อย่างมากทั้งทางชีววิทยาและมานุษยวิทยา โดยเฉพาะทฤษฎีวิวัฒนาการซึ่งถือได้ว่าเป็นก้าวสำคัญในวงการชีววิทยา



## ข. คำอธิบายศัพท์

การคัดเลือกโดยธรรมชาติ (natural selection)	การอยู่รอดและการสืบพันธุ์ที่แตกต่างกันระหว่างกลุ่มของ สิ่งมีชีวิตที่มีรูปร่างลักษณะแตกต่างกันและถ่ายทอดทาง พันธุกรรมได้ ด้วยกระบวนการนี้ หลังจากผ่านไปหลายรุ่น แล้ว สิ่งมีชีวิตในประชากรกลุ่มที่สามารถปรับตัวเข้ากับ สิ่งแวดล้อมบริเวณนั้นได้ดีที่สุด จะเพิ่มความถี่ขึ้นเมื่อเทียบกับ กลุ่มที่ปรับตัวได้ไม่ดีเท่า ความแตกต่างในการอยู่รอด และการสืบพันธุ์นี้ไม่ได้เกิดขึ้นเพราะความบังเอิญเท่านั้น
การปรับตัว (adaptation)	การปรับตัวให้เข้ากับลักษณะสิ่งแวดล้อมที่แตกต่างกันทาง นิเวศวิทยา (ตัวอย่างเช่น นกฟินช์ของดาร์วิน)
ชาร์ลส์ ดาร์วิน (Charles Darwin)	นักธรรมชาติวิทยาในคริสต์ศตวรรษที่ 19 และนับถือว่าเป็น บิดาแห่งวิชาวิวัฒนาการ งานเขียนสำคัญของเขา คือ <i>กำเนิดสปีชีส์</i> ซึ่งตีพิมพ์เมื่อ ค.ศ. 1859 ได้แสดง ข้อเท็จจริงมากมายที่สนับสนุน แนวคิดวิวัฒนาการ และนำเสนอทฤษฎีที่เป็นไปได้ธบายว่าวิวัฒนาการ เกิดขึ้นได้อย่างไร ผ่านกลไกที่ดาร์วินเรียกว่า “การคัดเลือกโดยธรรมชาติ” นอกจากผลงานที่โดดเด่นในด้านชีววิทยาแล้ว ดาร์วินยังได้ตีพิมพ์งานวิจัยสำคัญเกี่ยวกับแนวปะการัง ธรณีวิทยาของเทือกเขาแอนดีส และบันทึกการเดินทาง ทางกว่า 5 ปีของเขาบนเรือบีเกิลซึ่งได้รับความนิยมสูง อีกด้วย
ทฤษฎี (theory)	คำอธิบายที่ได้รับการพิสูจน์อย่างดีแล้วของปรากฏการณ์ ต่างๆ ตามธรรมชาติของโลก ที่มักจะรวบรวมเอาการ สังเกต กฎเกณฑ์ และสมมติฐานที่ได้รับการยืนยัน เรียบร้อยแล้วเอาไว้ด้วยกัน



- โรเบิร์ต ฟิตซ์รอย (Robert FitzRoy) กัปตันเรือปีเกิลที่นำชาร์ลส์ ดาร์วินเดินทางไปยังทวีปอเมริกาใต้และแล่นต่อไปรอบโลกภารกิจหลักของฟิตซ์รอยบนเรือปีเกิลคือการทำแผนที่ชายฝั่งของอเมริกาใต้ เขายังได้สร้างระบบการเตือนภัยภูมิอากาศด้วยการใช้โทรเลขขึ้นเป็นครั้งแรกระหว่างการเดินทางของเขา ต่อมาเขาได้เลื่อนยศขึ้นเป็นพลเรือเอกของราชนาวีอังกฤษ เขายังเป็นที่รู้จักกันว่าเป็นคนหนุ่มที่อารมณ์หงุดหงิดง่าย และเป็นที่สงสัยกันว่ามีปัญหาทางจิต
- วิวัฒนาการ (evolution) ตอนที่สูงอายุ สุดท้ายเขาได้จบชีวิตลงด้วยการฆ่าตัวตาย ดาร์วินนิยามคำนี้ว่า “สืบทอดเผ่าพันธุ์พร้อมกับการเปลี่ยนแปลงรูปร่างไป” ซึ่งก็คือการเปลี่ยนแปลงที่เกิดขึ้นในสายพันธุ์ระหว่างประชากรแต่ละรุ่นตามนิยามทั่วไป วิวัฒนาการทางชีวภาพเป็นกระบวนการเปลี่ยนแปลงในช่วงเวลาหนึ่งที่สปีชีส์ใหม่พัฒนาขึ้นมาจากสปีชีส์ที่มีอยู่ก่อนแล้ว ในทางพันธุศาสตร์ วิวัฒนาการถูกนิยามว่าเป็นการเปลี่ยนแปลงในความถี่ของอัลลีลในประชากรของสิ่งมีชีวิตจากรุ่นหนึ่งสู่อีกรุ่นหนึ่ง
- อีร์สมัส ดาร์วิน (Erasmus Darwin) เป็นทั้งชื่อของปู่และของพี่ชายของชาร์ลส์ ดาร์วิน ซึ่งทั้งสองคนมีบทบาทสำคัญต่อชีวิตและการทำงานของเขา อีร์สมัสซึ่งเป็นปู่ของชาร์ลส์ (ค.ศ. 1731-1802) เป็นพหุสูตรที่โด่งดัง ทั้งในฐานะศัลยแพทย์ นักเขียน และนักพฤกษศาสตร์ ผลงานของเขาไปส่งผลไปสู่วงการต่างๆ อย่างกว้างขวางตั้งแต่บทกวีไปจนถึงเรื่องเทคโนโลยีในยุคนั้น กล่าวคือ เป็นผู้ประพันธ์บทกวีความยาว 2,000 บรรทัด เรื่อง *The Loves of the Plants* ที่อธิบายถึงการสืบพันธุ์โดยอาศัยเพศของพืช และหนังสือ *Zoonomia, or the Theory of Generations* ซึ่งเนื้อหาของหนังสือเล่มนี้ได้ถูกขยายขึ้นอีกครั้งในงานเขียนของชาร์ลส์ หลานของเขา ในขณะที่อีร์สมัสซึ่งเป็น



พี่ชายของชาร์ลส์ (ค.ศ. 1805-1881) และมักจะเรียกกันว่า  
“รัส” นั้นได้ใช้เครือข่ายทางสังคมและคนรู้จักในวงการ  
วิทยาศาสตร์ ในการเผยแพร่ทฤษฎีของน้องชายผู้ช้ำอาย  
และวิตกกังวลของเขา

### ค. แหล่งเรียนรู้เพิ่มเติม

1. Campbell, N.A. and Reece, J.B 2002. Biology. 6<sup>th</sup> edition. Benjamin Cummings, San Francisco.
2. Reece, J.B., Urry, L.A., Cain, M.L., Wasserman, S.A., Minorsky, P.V. and Jackson, R.B. 2011. Campbell Biology, 9<sup>th</sup> edition. Pearson Education, San Francisco.
3. Stickberger, M.W. 2000. Evolution. 3<sup>rd</sup> edition. Jones & Barlett Publ. Int.
4. [http://th.wikipedia.org/wiki/ชาร์ลส์\\_ดาร์วิน](http://th.wikipedia.org/wiki/ชาร์ลส์_ดาร์วิน)
5. [http://en.wikipedia.org/wiki/Charles\\_Darwin](http://en.wikipedia.org/wiki/Charles_Darwin)
6. <http://www.pbs.org/wgbh/evolution/educators/teachstuds/svideos.html>



## รายชื่อสื่อการสอนวิชาชีววิทยาจำนวนทั้งหมด 92 ตอน

ตอนที่	ชื่อตอน	อาจารย์ผู้จัดทำสื่อ
1	ชีววิทยาคืออะไร	รศ.ดร.ประคอง ตั้งประพถฤทธิ์กุล
2	ชีวจริยธรรม	รศ.ดร.สุจินดา มาลัยวิจิตรนนท์
3	การออกแบบการทดลอง และการตรวจสอบสมมติฐาน	ผศ.ดร.พงษ์ชัย หาญยุทธนากร
4	ตัวอย่างการทดลองทางชีววิทยา	ผศ.ดร.พงษ์ชัย หาญยุทธนากร
5	ส่วนประกอบและวิธีการใช้กล้องจุลทรรศน์แบบใช้แสง	อ.ดร.จิรารักษ์ กิตนะ
6	การเตรียมตัวอย่างเพื่อศึกษาและประมาณขนาดด้วยกล้องจุลทรรศน์แบบใช้แสง	อ.ดร.จิรารักษ์ กิตนะ
7	ปฏิกิริยา polymerization และ hydrolysis	อ.ดร.จุฑาพันธ์ุ พิณสวัสดิ์
8	โปรตีน	ผศ.ดร.พงษ์ชัย หาญยุทธนากร
9	กรดนิวคลีอิก	ผศ.ดร.พงษ์ชัย หาญยุทธนากร
10	การดำรงชีวิตของเซลล์	ผศ.ดร.พงษ์ชัย หาญยุทธนากร
11	การสื่อสารระหว่างเซลล์; บทนำ	ผศ.ดร.อรวรรณ สัตยาลัย
12	การสื่อสารระหว่างเซลล์; การสื่อสารระยะไกลในพืชและสัตว์	ผศ.ดร.อรวรรณ สัตยาลัย
13	การสื่อสารระยะไกลในสัตว์	ผศ.ดร.อรวรรณ สัตยาลัย
14	องค์ประกอบของการสื่อสารระหว่างเซลล์	ผศ.ดร.อรวรรณ สัตยาลัย
15	ทางเดินอาหารและกระบวนการย่อยอาหารของสัตว์เคี้ยวเอื้อง	ผศ.ดร.พัชนี สิงห์อาษา
16	การย่อยและการดูดซึมสารอาหารในลำไส้เล็ก	ผศ.ดร.พัชนี สิงห์อาษา
17	ภาพรวมของการสลายอาหารระดับเซลล์	อ.ดร.จุฑาพันธ์ุ พิณสวัสดิ์
18	ลูกโซ่หายใจ	อ.ดร.จุฑาพันธ์ุ พิณสวัสดิ์
19	oxidative phosphorylation	อ.ดร.จุฑาพันธ์ุ พิณสวัสดิ์
20	การแลกเปลี่ยนแก๊สของสัตว์น้ำและสัตว์บก	รศ.ดร.ประคอง ตั้งประพถฤทธิ์กุล
21	เรื่องกลไกการหายใจและศูนย์ควบคุมการหายใจในคน	รศ.ดร.ประคอง ตั้งประพถฤทธิ์กุล
22	ไต: หน่วยไตและการผลิตปัสสาวะ	รศ.ดร.ประคอง ตั้งประพถฤทธิ์กุล



ตอนที่	ชื่อตอน	อาจารย์ผู้จัดทำสื่อ
23	ระบบหมุนเวียนเลือดแบบเปิด (open circulatory system) และแบบปิด (closed circulatory system)	รศ.ดร.วิทยา ยศยิ่งยวด
24	องค์ประกอบของเลือด หมู่เลือด และการแข็งตัวของเลือด	รศ.ดร.วิทยา ยศยิ่งยวด
25	การป้องกันตนเองของร่างกาย และ ระบบภูมิคุ้มกัน	รศ.ดร.วิทยา ยศยิ่งยวด
26	การเคลื่อนที่ของปลา	รศ.วีณา เมฆวิชัย
27	กลไกการหดตัวของกล้ามเนื้อโครงร่าง	รศ.ดร.ประคอง ตั้งประพฤษกุล
28	การทำงานของเซลล์ประสาท	อ.ดร.นพดล กิตนะ
29	การถ่ายทอดกระแสประสาทระหว่างเซลล์ประสาท	อ.ดร.นพดล กิตนะ
30	เซลล์รับความรู้สึก	รศ.ดร.ประคอง ตั้งประพฤษกุล
31	หูและการได้ยิน	รศ.ดร.ประคอง ตั้งประพฤษกุล
32	ฮอร์โมนคืออะไร	รศ.ดร.สุจินดา มาลัยวิจิตรนนท์
33	ชนิดของฮอร์โมนและชนิดของเซลล์เป้าหมาย	รศ.ดร.สุจินดา มาลัยวิจิตรนนท์
34	การสืบพันธุ์ระดับเซลล์ 1 วัฏจักรเซลล์ อินเทอร์เฟส และ division phase	ผศ.ดร.อรวรรณ สัตยาลัย
35	การสืบพันธุ์ระดับเซลล์ 2 วัฏจักรเซลล์ division phase mitosis	ผศ.ดร.อรวรรณ สัตยาลัย
36	การสืบพันธุ์ระดับเซลล์ 3 วัฏจักรเซลล์; division phase; meiosis	ผศ.ดร.อรวรรณ สัตยาลัย
37	เซลล์พืช	ผศ.ดร.มานิต คัดอยู่
38	เนื้อเยื่อพืช	ผศ.ดร.มานิต คัดอยู่
39	ปากใบและการควบคุมการเปิด-ปิดของปากใบ	อ.ดร.อัญชลี ใจดี
40	การลำเลียงน้ำของพืช	รศ.ดร.ปรีดา บุญ-หลง
41	พลังงานชีวิต	รศ.ดร.ศุภจิตรา ชัชวาลย์
42	ปฏิกิริยาแสง (Light reaction)	รศ.ดร.ศุภจิตรา ชัชวาลย์
43	ปฏิกิริยาคาร์บอน (carbon reaction) – Calvin cycle	ผศ.ดร.บุญธิดา โฆษิตทรัพย์
44	กลไกการเพิ่มความเข้มข้นของคาร์บอนไดออกไซด์ในพืช C <sub>4</sub>	ผศ.ดร.บุญธิดา โฆษิตทรัพย์





ตอนที่	ชื่อตอน	อาจารย์ผู้จัดทำสื่อ
45	กลไกการเพิ่มความเข้มข้นของคาร์บอนไดออกไซด์ในพืช CAM	ผศ.ดร.บุญธิดา โฆษิตทรัพย์
46	ปัจจัยจำกัดในการสังเคราะห์ด้วยแสง	รศ.ดร.ปรีดา บุญหลง
47	โครงสร้างของดอก (Structure of Flower)	ผศ.ดร.ต่อศักดิ์ สีลานันท์
48	การปฏิสนธิในพืชดอก	ผศ.ดร.ชุมพล คุณวาสี
49	การเกิดและโครงสร้างผล	อ.ดร.สร้อยนภา ญาณวัฒน์
50	การงอกของเมล็ด	รศ.นันทนา อังกินันท์
51	การวัดการเจริญเติบโตของพืช	อ.ดร.อัญชลี ใจดี
52	ออกซิน	ผศ.ดร.กนกวรรณ เสรีภาพ
53	การใช้สารควบคุมการเจริญเติบโตของพืชในการเกษตร	ผศ.พัชรา ลิมปะนะเวช
54	การเคลื่อนไหวของพืช	ผศ.ดร.กนกวรรณ เสรีภาพ
55	ความน่าจะเป็นและกฎแห่งการแยก	ผศ. เรืองวิทย์ บรรจงรัตน์
56	กฎแห่งการรวมกลุ่มอย่างอิสระ	ผศ. เรืองวิทย์ บรรจงรัตน์
57	มัลติเปิลแอลลีล (Multiple alleles)	อ.ดร.วรลักษณ์ เกษตรานันท์
58	พอลิยีน (Polygene)	อ.ดร.วรลักษณ์ เกษตรานันท์
59	โครงสร้างของดีเอ็นเอ (DNA structure)	อ.ดร.เพลินพิศ โชคชัยชานาญกิจ
60	โครงสร้างของโครโมโซม (Chromosome structure)	อ.ดร.เพลินพิศ โชคชัยชานาญกิจ
61	การถอดรหัส (Transcription)	อ.ดร.ธนะกาญจน์ มัญชุพานี
62	การแปลรหัส (Translation)	อ.ดร.ธนะกาญจน์ มัญชุพานี
63	แนะนำพันธุวิศวกรรม	อ.ดร.ปฐมวดี ญาณทัศนีย์จิต
64	ขั้นตอนของพันธุวิศวกรรม	อ.ดร.ปฐมวดี ญาณทัศนีย์จิต
65	สิ่งมีชีวิตดัดแปลงพันธุกรรม (Genetically modified organisms: GMOs)	อ.ดร.รัชนีกร ธรรมโชติ
66	ชาร์ล ดาร์วิน คือใคร	ผศ.ดร.เจษฎา เต็นดวงบริพันธ์
67	หลักฐานการเกิดวิวัฒนาการ	ผศ.ดร.เจษฎา เต็นดวงบริพันธ์



ตอนที่	ชื่อตอน	อาจารย์ผู้จัดทำสื่อ
68	ทฤษฎีวิวัฒนาการของดาร์วิน	ผศ.ดร.เจษฎา เต็มดวงบริพันธ์
69	วิวัฒนาการของเชื้อดื้อยา	ผศ.ดร.เจษฎา เต็มดวงบริพันธ์
70	วิวัฒนาการของมนุษย์	ผศ.ดร.เจษฎา เต็มดวงบริพันธ์
71	อาณาจักรมอเนอร่า	ผศ.ดร.รสริน พลวัฒน์
72	อาณาจักรโพรทิสตา	ผศ.ดร.รสริน พลวัฒน์
73	อาณาจักรฟังไจ	ผศ.ดร.จิตรตรา เพ็ญเกียรติ
74	ความหลากหลายของสัตว์ไม่มีกระดูกสันหลัง	ผศ.ดร.อาจอง ประทัดสุนทรสาร
75	ความหลากหลายของสัตว์มีกระดูกสันหลัง	รศ.วีณา เมฆวิชัย
76	กลไกของพฤติกรรม	รศ.ดร.อุษณีย์ ยศยิ่งยวด
77	พฤติกรรมกรรมการเรียนรู้	รศ.ดร.อุษณีย์ ยศยิ่งยวด
78	การสื่อสารระหว่างสัตว์	รศ.ดร.อุษณีย์ ยศยิ่งยวด
79	แนวคิดเกี่ยวกับระบบนิเวศ	ผศ.ดร.อาจอง ประทัดสุนทรสาร
80	ไบโอมบนบก	ผศ.ดร.อาจอง ประทัดสุนทรสาร
81	การสำรวจระบบนิเวศบนบก	ผศ.ดร.อาจอง ประทัดสุนทรสาร
82	ความสัมพันธ์ระหว่างสิ่งมีชีวิตกับปัจจัยทางกายภาพ	ผศ.ดร.วิเชษฐ คุนซื่อ
83	ความสัมพันธ์ระหว่างสิ่งมีชีวิตชนิดต่างๆ ในระบบนิเวศ	ผศ.ดร.วิเชษฐ คุนซื่อ
84	โซ่อาหารและใยอาหาร	ผศ.ดร.วิเชษฐ คุนซื่อ
85	วัฏจักรสาร	ผศ.ดร.วิเชษฐ คุนซื่อ
86	ความหมายของคำว่าประชากร(population) และประวัติการศึกษาประชากร	รศ.ดร.กำธร ธีรคุปต์
87	วิธีการหาค่าความหนาแน่นของประชากรโดยวิธีการสุ่มตัวอย่างแบบวางแปลง (quadrat sampling method)	อ.ดร.ธงชัย งามประเสริฐวงศ์
88	การเพิ่มขนาดประชากร (population growth)	อ.ดร.ธงชัย งามประเสริฐวงศ์
89	โครงสร้างอายุ (age structure) ของประชากร	อ.ดร.ธงชัย งามประเสริฐวงศ์



ตอนที่	ชื่อตอน	อาจารย์ผู้จัดทำสื่อ
90	ประเภทของทรัพยากร	อ.ดร.พงษ์ชัย ดำรงโรจน์วัฒนา
91	ปัญหาที่มีต่อทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม	อ.ดร.พงษ์ชัย ดำรงโรจน์วัฒนา
92	หลักการอนุรักษ์ทรัพยากรธรรมชาติ	อ.ดร.พงษ์ชัย ดำรงโรจน์วัฒนา