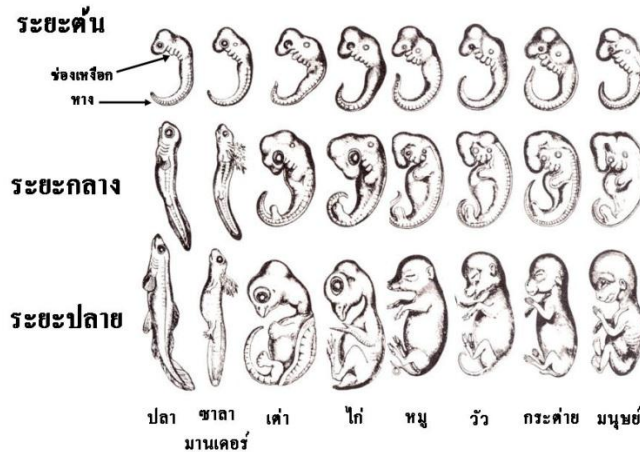
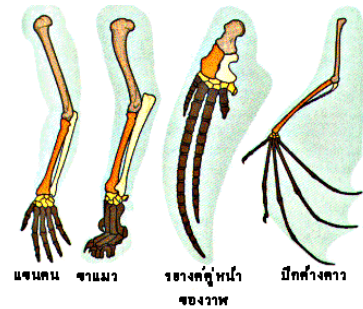


สรุปชีววิทยา : วิวัฒนาการ

หลักฐานที่บ่งบอกถึงวิวัฒนาการของสิ่งมีชีวิต

- วิวัฒนาการ = การเปลี่ยนแปลงของสิ่งมีชีวิตที่มีลักษณะเปลี่ยนไปจากบรรพบุรุษ และสามารถถ่ายทอดลักษณะนี้ไปยังรุ่นต่อไป ทำให้ลูกหลานที่เกิดขึ้นมีลักษณะแตกต่างจากบรรพบุรุษ และถูกคัดเลือกให้มีชีวิตอยู่รอดในสภาพแวดล้อมที่ต่างกันในระยะเวลายาวนาน
- หลักฐานจากซากดึกดำบรรพ์/ฟอสซิล : ซากดึกดำบรรพ์ที่ยังมีชีวิต เช่น แมงดาทะเล หวายทะเล
- หลักฐานจากกายวิภาคเปรียบเทียบ
 - โครงสร้างที่มีลักษณะคล้ายกัน แต่ทำหน้าที่ต่างกัน เรียกว่า homologous structure (รูปด้านขวา)
 - โครงสร้างที่ทำหน้าที่เดียวกัน แต่มีโครงสร้างต่างกัน เรียกว่า analogous structure
- หลักฐานจากวิทยาเอ็มบริโอเปรียบเทียบ



- หลักฐานด้านชีววิทยาระดับโมเลกุล เช่น ลิงชิมแปนซีตำแหน่งกรดอะมิโนในเลือดต่างจากคน 8 ที่ ส่วนหมูต่างกัน 27 ที่ แสดงว่าคนมีวิวัฒนาการใกล้เคียงกับลิงชิมแปนซีมากกว่าหมู
- หลักฐานทางชีวภูมิศาสตร์ เช่น นกฟินช์ในเกาะกาลาปากอสคล้ายกับในอเมริกาใต้มากกว่าที่อื่น แสดงว่าน่าจะอพยพและวิวัฒนาการจากอเมริกาใต้

แนวคิดเกี่ยวกับวิวัฒนาการของสิ่งมีชีวิต

- ลามาร์ก : อธิบายเกี่ยวกับยีราฟคอยาว ขายาว ด้วยแนวคิดดังนี้
 - กฎการใช้และไม่ใช้ (law of use and disuse) = อวัยวะส่วนใดที่มีการใช้งานมากจะมีขนาดใหญ่และแข็งแรงขึ้น ขณะที่อวัยวะที่ไม่ค่อยได้ใช้งานจะอ่อนแอและเสื่อมลงไป
 - กฎแห่งการถ่ายทอดลักษณะที่เกิดขึ้นใหม่ (law of inheritance of acquired characteristic) = การเปลี่ยนแปลงโครงสร้างสิ่งมีชีวิตที่เกิดขึ้นภายในชั่วรุ่นนั้น สามารถถ่ายทอดไปยังรุ่นลูกได้
- ดาร์วิน : ศึกษาจะงอยปากของนกฟินช์
 - ทฤษฎีการคัดเลือกโดยธรรมชาติ (theory of natural selection) = สิ่งมีชีวิตบนโลกเป็นรุ่นลูกหลานที่มีลักษณะแตกต่างจากบรรพบุรุษ แต่ลักษณะที่เหมาะสมเท่านั้นจะถูกคัดเลือกให้ดำรงอยู่ได้ในสภาพแวดล้อมนั้น เรียก การปรับตัวเชิงวิวัฒนาการ (evolutionary adaptation) ของสิ่งมีชีวิตให้เข้ากับสภาพแวดล้อมเพื่อเกิดเป็นสปีชีส์ (species) ใหม่
- เอินส์ เมียร์ ได้สรุปแนวคิดของดาร์วินไว้ว่า
 1. การคัดเลือกโดยธรรมชาติทำให้สิ่งมีชีวิตแต่ละตัวมีความสามารถในการอยู่รอดและให้กำเนิดลูกหลานต่างกัน
 2. การคัดเลือกโดยธรรมชาติเกิดจากปฏิสัมพันธ์ระหว่างสิ่งแวดล้อมที่ประชากรอาศัยอยู่กับลักษณะความแปรผันทางพันธุกรรมของสมาชิกในประชากร
 3. ผลจากการคัดเลือกโดยธรรมชาติทำให้ประชากรมีการปรับตัวเชิงวิวัฒนาการให้สามารถดำรงชีวิตอยู่ในสิ่งแวดล้อมนั้น
- ดาร์วินสรุปว่า “การคัดเลือกโดยธรรมชาติเป็นแรงผลักดันที่ก่อให้เกิดวิวัฒนาการของสิ่งมีชีวิต”

พันธุศาสตร์ประชากร

- ประชากร = สิ่งมีชีวิตชนิดเดียวกันที่อาศัยอยู่รวมกันในพื้นที่หนึ่งๆ ในช่วงเวลาใดเวลาหนึ่ง สามารถผสมพันธุ์ระหว่างกันได้และให้ลูกที่ไม่เป็นหมัน
- ยีนพูล (gene pool) = ยีนทั้งหมดที่มีอยู่ในประชากรในช่วงเวลาหนึ่ง ประกอบด้วยแอลลีล (รูปแบบของยีน) ทุกแอลลีลจากทุกๆ ยีนของสมาชิกทุกตัวในประชากรนั้น
- การหาความถี่ของแอลลีล

○ ถ้ามีดอกไม้ RR=640 Rr=320 rr=40 จะได้ว่ามี R=1600 r=400 ดังนั้น R=0.8 r=0.2

- กฎของฮาร์ดี-ไวน์เบิร์ก = ความถี่ของแอลลีลและความถี่ของจีโนไทป์ในยีนพูลของประชากรจะมีค่าคงที่ในทุกๆ รุ่น ถ้าไม่มีปัจจัยบางอย่างมาเกี่ยวข้อง เช่น มิวเทชัน การคัดเลือกโดยธรรมชาติ การเลือกคู่ผสมพันธุ์ การเปลี่ยนความถี่ยีนอย่างไม่เจาะจง และการถ่ายเทเคลื่อนย้ายยีน

- ภาวะสมดุลของฮาร์ดี-ไวน์เบิร์ก (Hardy-Wienberg Equilibrium; HWE)

ประชากรเหมือนรุ่นพ่อแม่

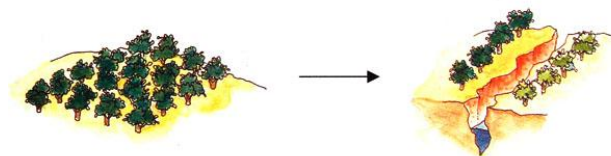
○ สูตร $p+q=1 / p^2+2pq+q^2=1$



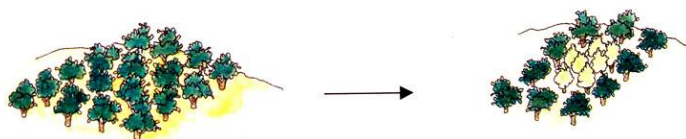
- ปัจจัยที่ทำให้เกิดการเปลี่ยนแปลงความถี่แอลลีล
 - วิวัฒนาการระดับจุลภาค (microevolution) = การเปลี่ยนแปลงยีนพูลในประชากรที่ละเล็กทีละน้อย เป็นการเกิดวิวัฒนาการในระดับสปีชีส์ของสิ่งมีชีวิต
 - วิวัฒนาการระดับมหภาค (macroevolution) = การเปลี่ยนแปลงในระดับที่เหนือกว่าสปีชีส์ทำให้เกิดสปีชีส์ใหม่
1. การเปลี่ยนความถี่ยีนอย่างไม่เจาะจง (random genetic drift) = การเปลี่ยนความถี่แอลลีลในประชากรขนาดเล็ก แบ่งเป็น ผลกระทบจากผู้ก่อตั้ง (founder effect) กับ ปรากฏการณ์คอขวด (bottleneck effect)
 2. การถ่ายเทเคลื่อนย้ายยีน (gene flow)
 3. การเลือกคู่ผสมพันธุ์ (non-random mating)
 4. มิวเทชัน (mutation) = ลักษณะใหม่อาจดีหรือไม่ดีก็ได้
 5. การคัดเลือกโดยธรรมชาติ (natural selection) = ไม่ได้สร้างลักษณะใหม่ แต่คัดเลือกลักษณะที่เหมาะสมกับสภาพแวดล้อมที่สิ่งมีชีวิตนั้นอาศัยอยู่เอาไว้

กำเนิดสปีชีส์

- สปีชีส์ทางด้านสัตววิทยา = สิ่งมีชีวิตที่มีโครงสร้างภายนอกเหมือนกันหรือมีการทำงานคล้ายกัน
สปีชีส์ทางด้านชีววิทยา = สิ่งมีชีวิตที่สามารถผสมพันธุ์กันได้ในธรรมชาติและให้ลูกที่ไม่เป็นหมัน
- สิ่งมีชีวิตการป้องกันการผสมพันธุ์ข้ามสปีชีส์ด้วยกลไกการแยกกันทางการสืบพันธุ์
- กลไกการแยกกันทางการสืบพันธุ์ก่อนระยะไซโกต
 1. ถิ่นที่อยู่อาศัย เช่น แยกกบที่อาศัยในบึงขนาดเล็กกับขนาดใหญ่
 2. พฤติกรรมการสืบพันธุ์ เช่น วิธีการเกี้ยวพาราสี ลักษณะการสร้างรัง การใช้ฟีโรโมน
 3. ช่วงเวลาในการผสมพันธุ์ เช่น แยกแมลงหวี่ที่ผสมพันธุ์ตอนเช้ากับตอนบ่าย
 4. โครงสร้างของอวัยวะสืบพันธุ์ เช่น แมลงตัวเล็กผสมพันธุ์ให้ดอกไม้เล็ก แมลงตัวใหญ่ผสมพันธุ์ให้ดอกไม้ใหญ่
 5. สรีรวิทยาของเซลล์สืบพันธุ์ เช่น อสุจิไม่สามารถทนสภาพแวดล้อมของอวัยวะสืบพันธุ์เพศเมียได้ หรืออสุจิไม่สามารถสลายสารเคมีที่หุ้มเซลล์ไข่ได้
- กลไกการแยกกันทางการสืบพันธุ์หลังระยะไซโกต
 1. ลูกผสมตายก่อนถึงวัยเจริญพันธุ์
 2. ลูกผสมเป็นหมัน เช่น ม้ากับลาได้ลูกซึ่งเป็นหมัน
 3. ลูกผสมล้มเหลว เช่น ลูกผสมระหว่างดอกทานตะวันสองสปีชีส์เจริญเติบโตให้ลูกผสมรุ่น F1 ได้ แต่ในรุ่น F2 เริ่มอ่อนแอและเป็นหมัน และปรากฏเช่นนี้ในรุ่นต่อๆ ไป
- การเกิดสปีชีส์ใหม่
 - จากการแบ่งแยกทางภูมิศาสตร์



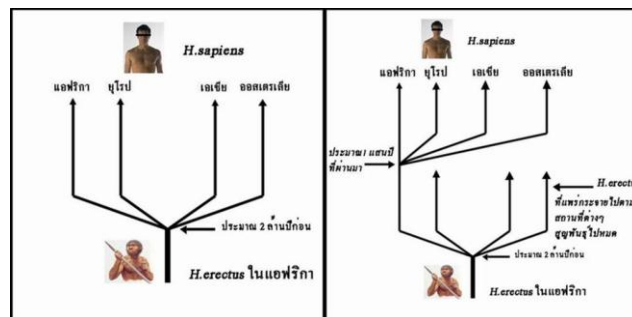
- ในเขตภูมิศาสตร์เดียวกัน = มิวเทชัน / การเกิดพอลิพลอยดี (polyploidy) โครโมโซม $> 2n$



- การพัฒนากับการวิวัฒนาการ เช่น การดื้อสารฆ่าแมลง การดื้อยาปฏิชีวนะ

วิวัฒนาการของมนุษย์

- *Australopithecus*
 - ลูซี่ (Lucy) = *Australopithecus afarensis*
 - สูง 1-1.5 เมตร สมองจุ 400-500 cc
 - เดินสองขา แขนยาวกว่าปัจจุบัน ใช้เคลื่อนที่บนต้นไม้ ใช้เครื่องมือ แต่สร้างไม่ได้
- *Homo habilis*
 - สมองจุ 600-750 cc หนัก 40-50 kg
 - ลำตัวตรง เดินสองขา กระดูกปลายนิ้วใหญ่ ใช้มือหยิบจับของได้ดี
 - เริ่มใช้สมองและมือประดิษฐ์เครื่องมือจากหิน
- *Homo erectus*
 - อพยพออกจากแอฟริกาไปที่ต่างๆ เช่น มนุษย์ชวา มนุษย์ปักกิ่ง
 - ร่างกายสูงใหญ่ เพศชายมีลำตัวเป็น 1.2 เท่าของเพศหญิง สมองจุ 1100 cc
 - เริ่มรู้จักใช้ไฟ เครื่องมือหินประดิษฐ์ มีพัฒนาการด้านวัฒนธรรม สังคม และการใช้ภาษา
- นีแอนเดอร์ทัล (Neanderthal man) : *Homo sapiens* ชับสปีชีส์แรกที่ค้นพบ
 - สมองจุ 1400 cc มีกระดูกคี่ยื่นออกมา จมูกกว้าง คางสั้น
 - อยู่ร่วมกันเป็นหมู่ ลำสัตว์ร่วมกัน ใช้ไฟ นุ่งห่มหนังสัตว์ มีวัฒนธรรมการแต่งศพด้วยดอกไม้ ผังศพพร้อมเครื่องมือเครื่องใช้ มีจิตรกรรมฝาผนัง
 - พบทั้งในยุโรป ตะวันออกกลาง แอฟริกา จีน
- กำเนิดมนุษย์ปัจจุบัน มี 2 สมมติฐาน



- มนุษย์โครแมนยัง (Cro-magnon man)
 - สมองใกล้เคียงกับมนุษย์ปัจจุบัน
 - ความสามารถในการล่าสัตว์สูง ประดิษฐ์เครื่องมือหินที่ซับซ้อน เหมาะกับการใช้งาน มีหอก จิตรกรรมฝาผนัง แกะสลักกระดูก เขากวาง อยู่กันเป็นชุมชนที่มีกฎร่วมกัน