species
organisms
speciation
different
populations
years
million
interbreed
two
extinct
reproductive
environments
changes
new
may
become
one
lead
distinct
population
sympatric
allopatric
time
many
another
isolation
extinction
ago
events
land
drastic
animals
fossils
behaviors
large
appeared
mechanisms
known
quite
specialized
responses
adaptations
relatively
whether
particular
isolated
likely
physical
millions
modern
dinosaurs
involved
reproduce
sometimes
Species
idea
widely
example
existed
involves
reproductively
plausible
responsible
occurred
process
now
successfully
physically
Dinosaurs
thought
gradual
record
various
types
periods
world
life
One
first
earth
much
led
bear
times
size
Earth
today
lead
come
range
less
past
event
strange
mating
number
appear
hosts
selection
adaptation
mass
ancestors
appears
associated
might
environmental
fossil
niche
change
know
catastrophe

# วิวัฒนาการ (Evolution)

วิวัฒนาการ (Evolution) เป็นศาสตร์หนึ่งของวิชาชีววิทยาที่มีการบูรณาการเนื้อหาจากหลายสาขา เพื่ออธิบายความรู้พื้นฐานเกี่ยวกับแนวคิด ทฤษฎี และหลักฐานด้านวิวัฒนาการ

# วิวัฒนาการ (Evolution)

แนวความคิดด้านวิวัฒนาการก่อนยุคชาร์ลส์ ดาร์วิน

1. อแนกซิเมเนส (Anaximenes: 500-570 ปีก่อนคริสตศักราช) เชื่อว่าความแตกต่างของสิ่งมีชีวิตเกิดจากการรวมตัวกันของธาตุลมและอากาศ ด้วยความหนาแน่นที่แตกต่างกัน
2. เอมพิโดเคลส (Empedocles: 433-504 ปีก่อนคริสตศักราช) เชื่อว่าสิ่งมีชีวิตเกิดจากการผสมผสานกันของธาตุดิน น้ำ ลม และไฟ มนุษย์มีกำเนิดจากใต้ผิวโลก และพืชเป็นสิ่งมีชีวิตชนิดแรก

# วิวัฒนาการ (Evolution)

3. อริสโตเติล (Aristotle: 322-384 ปีก่อนคริสตศักราช) เชื่อในอิทธิพลของสิ่งมหัศจรรย์เหนือธรรมชาติ นอกจากนี้ยังเชื่อว่าสิ่งมีชีวิตมีการพัฒนาจากรูปแบบที่เรียบง่ายให้มีความซับซ้อนขึ้น

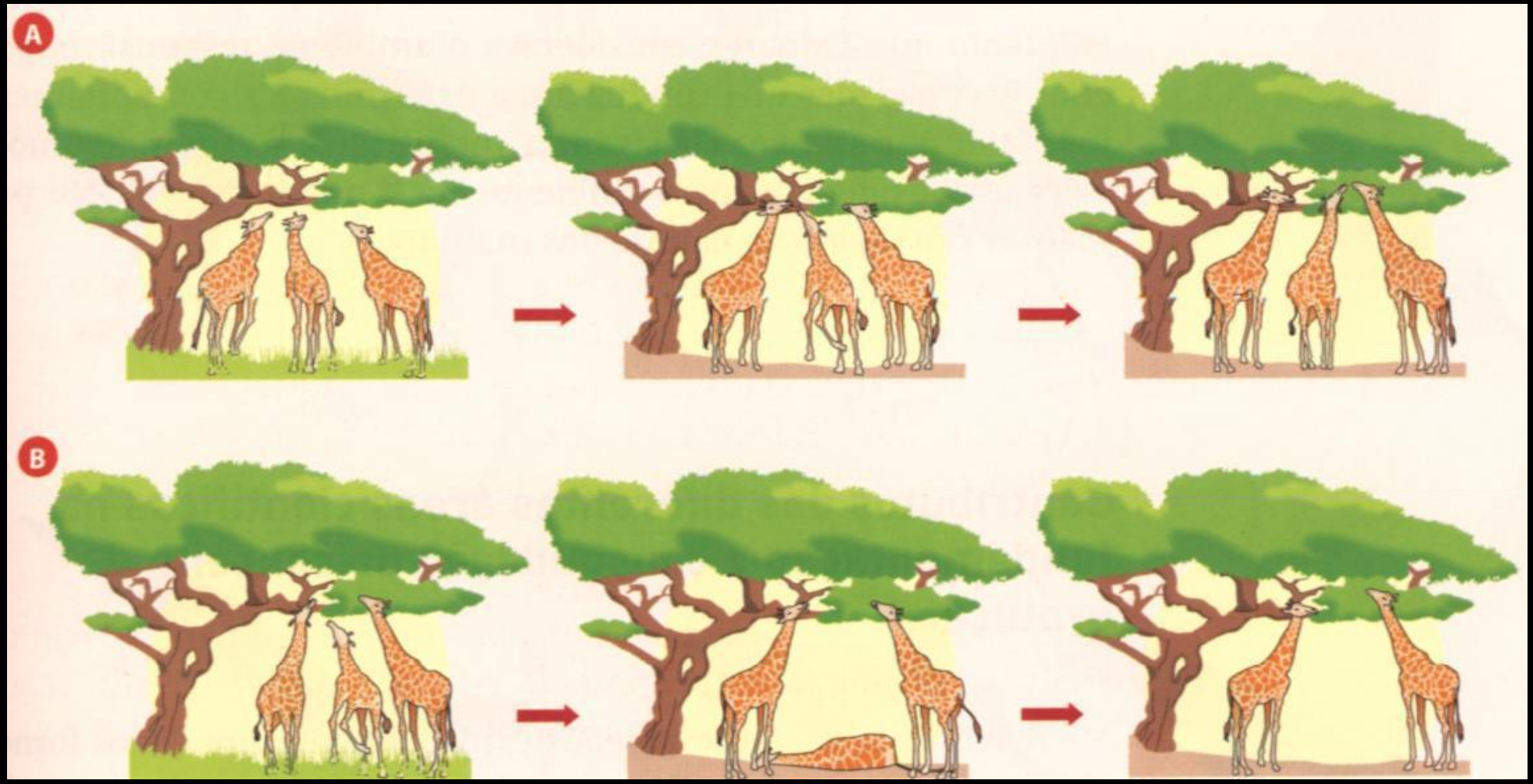
# วิวัฒนาการ (Evolution)

4. ฌอง ลามาร์ค (Jean Baptiste De Lamark) นักธรรมชาติวิทยาชาวฝรั่งเศสได้เสนอแนวความคิดเกี่ยวกับวิวัฒนาการซึ่งสรุปเป็นกฎ 2 กฎ คือ

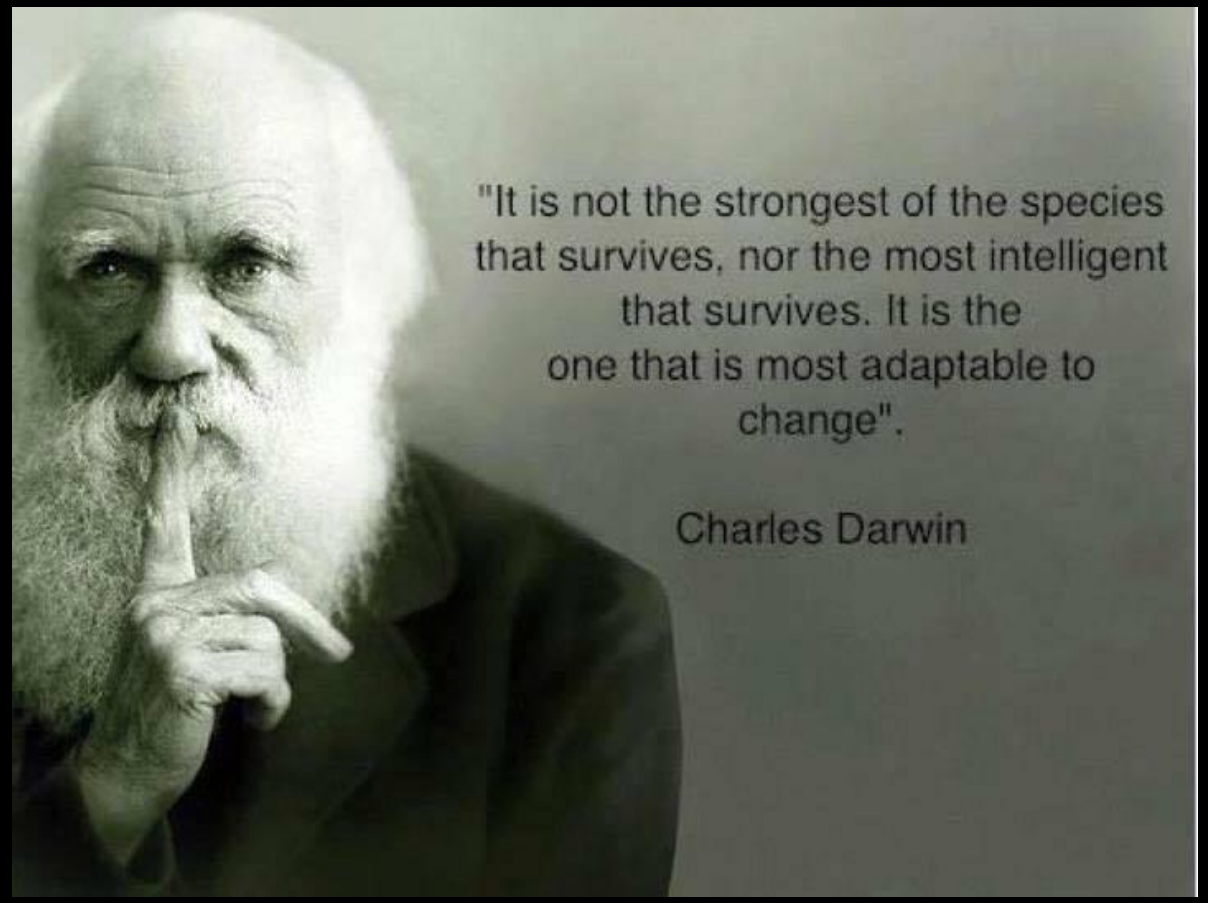
- กฎแห่งการใช้และไม่ใช้ (Law of Use and Disuse) มีใจความว่า “อวัยวะส่วนใดที่มีการใช้งานมากในการดำรงชีวิต จะมีขนาดใหญ่และแข็งแรงขึ้น ขณะที่อวัยวะที่ไม่ค่อยได้ใช้งานจะอ่อนแอและเสื่อมไป”

- กฎแห่งการถ่ายทอดลักษณะที่เกิดขึ้นใหม่ (Law of Inheritance of Acquired Characteristics) กล่าวว่า “การเปลี่ยนแปลงโครงสร้างของสิ่งมีชีวิตที่เกิดขึ้นภายในชั่วรุ่นนั้นสามารถถ่ายทอดไปยังรุ่นลูกได้”

# วิวัฒนาการ (Evolution)



# วิวัฒนาการ (Evolution)




**“It is not the strongest of the species that survives, nor the most intelligent that survives. It is the one that is most adaptable to change”**

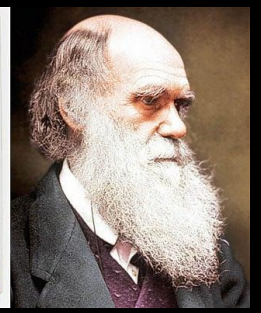
**Charles Darwin**

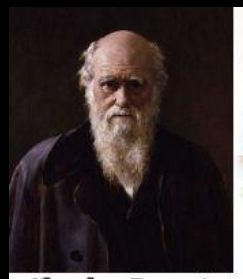
# วิวัฒนาการ (Evolution)

# วิวัฒนาการ (Evolution)

ดาร์วินได้เก็บรวบรวมและศึกษาตัวอย่างพืชและสัตว์จากบริเวณต่างๆทำให้ทราบถึงความแปรผันของสิ่งมีชีวิตที่ใกล้เคียงกัน รวมทั้งความเหมือนและความแตกต่างกันของสิ่งมีชีวิตที่พบในอดีตและในปัจจุบัน ดังนั้นข้อมูลที่สำคัญที่ได้จากการศึกษาครั้งนี้ ได้แก่

1. ความหลากหลายและการแพร่กระจายของสิ่งมีชีวิตในสภาพภูมิศาสตร์ต่างๆ
2. การศึกษาซากกระดูกโบราณ
3. ความแตกต่างของรูปร่างและลักษณะของสิ่งมีชีวิตบนหมู่เกาะกาลาปากอส





Charles Darwin

Extinct Dodo Bird

# วิวัฒนาการ (Evolution)

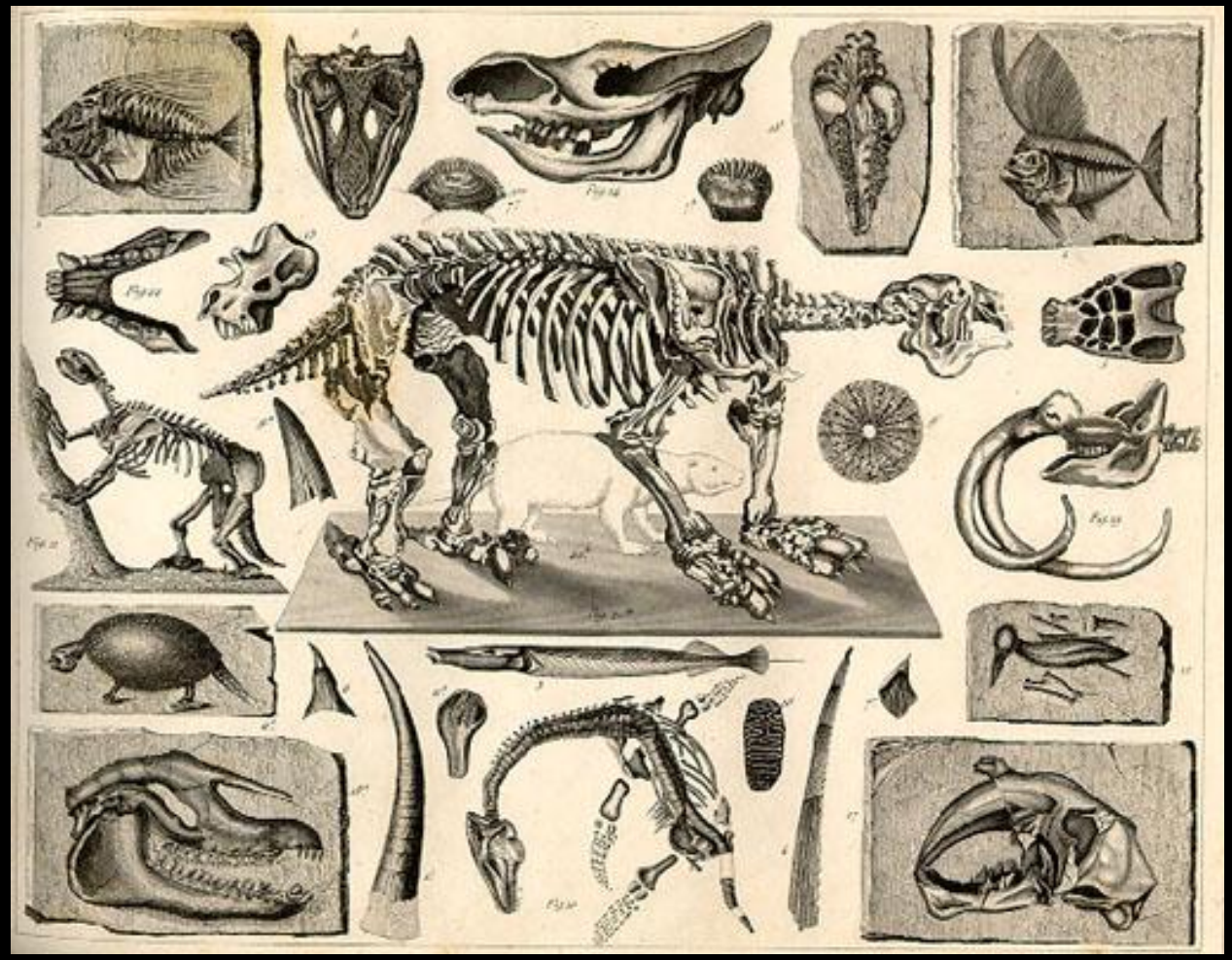
1. ความหลากหลายและการแพร่กระจายของสิ่งมีชีวิตในสภาพภูมิศาสตร์ต่างๆ

ดาร์วินสังเกตสภาพแวดล้อมที่คล้ายคลึงกันแต่อยู่ห่างไกลกันจะพบสิ่งมีชีวิตที่แตกต่างกัน เช่น สิ่งมีชีวิตในทะเลทรายของทวีปอเมริกาใต้ จะต่างจากสิ่งมีชีวิตในทะเลทรายของทวีปออสเตรเลีย จึงเป็นเหตุให้ดาร์วินเริ่มมีความคิดขัดแย้งกับศาสนา ที่กล่าวว่า พระเจ้าเป็นผู้สร้างทุกสิ่งบนโลก

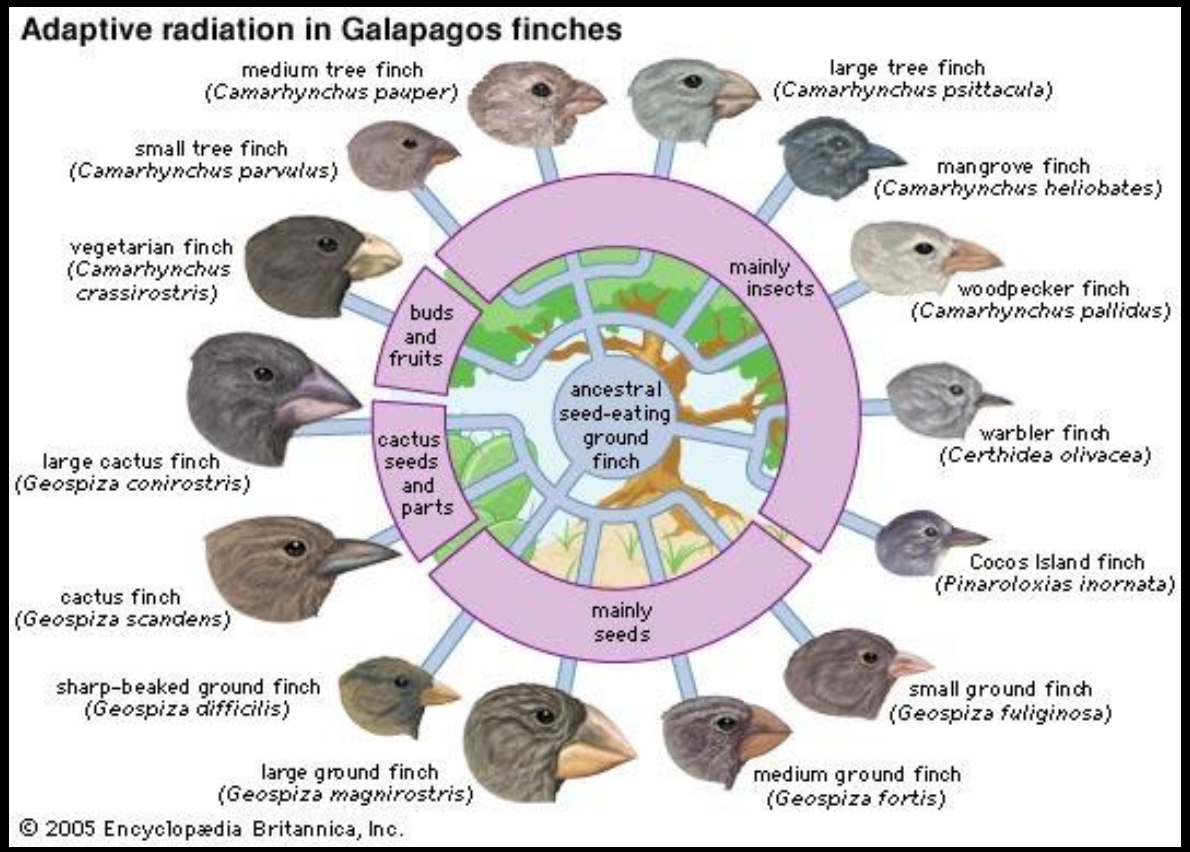
# วิวัฒนาการ (Evolution)

**2. การศึกษาซากกระดูกโบราณ**

การค้นพบซากกระดูกโบราณที่ทับถมกัน ทำให้เห็นความสัมพันธ์ระหว่างอายุและความแปรผันของโครงสร้าง โดยดาร์วินสังเกตว่าเมื่อเปรียบเทียบกับสิ่งมีชีวิตในปัจจุบันแล้วซากกระดูกของสิ่งมีชีวิตที่อายุมากหรือที่สูญพันธุ์ไปแล้ว จะมีความแตกต่างทางโครงสร้างมากกว่าซากกระดูกที่มีอายุน้อย ดาร์วินจึงเชื่อว่าสิ่งมีชีวิตมีการเปลี่ยนแปลงโครงสร้างอย่างช้าๆตามกาลเวลา



# วิวัฒนาการ (Evolution)




3. ความแตกต่างของรูปร่างและลักษณะของสิ่งมีชีวิตบนหมู่เกาะกาลาปากอสจากการสำรวจเกาพกาลาปากอสดาร์วินพบสัตว์เลื้อยคลาน และสัตว์ปีกหลายชนิด บ้างก็มีรูปร่างคล้ายคลึงกับสัตว์บนผืนแผ่นดินใหญ่ในทวีปอเมริกาใต้ บ้างก็มีลักษณะแตกต่างกันได้อย่างชัดเจน

# วิวัฒนาการ (Evolution)

# วิวัฒนาการ (Evolution)

ทฤษฎีวิวัฒนาการจากอดีตถึงปัจจุบัน

ทฤษฎีวิวัฒนาการที่มีการอ้างอิงตามหลักวิทยาศาสตร์เริ่มมีขึ้นจากผลงานของลามาร์ก หลังจากนั้นจนถึงปัจจุบันเป็นเวลาเกือบสองศตวรรษ ได้มีทฤษฎีวิวัฒนาการเกิดขึ้นมากมาย บ้างก็ถูกล้มล้าง บ้างก็ได้รับการยอมรับ บ้างก็ได้รับความเชื่อถือเพียงบางส่วน และในปี ค.ศ.1982 เอิร์นสท์ เมย์ร (Ernst Mayr) นักวิวัฒนาการชาวเยอรมันได้สรุปไว้ 6 ทฤษฎี ดังนี้

# วิวัฒนาการ (Evolution)

**1. ทฤษฎีออโตเจเนติก (Autogenetic theory)**

**เชื่อว่าวิวัฒนาการเกิดโดยพลังหรือความสามารถที่มีอยู่ในตัวของสิ่งมีชีวิตเอง ไม่ใช่โดยปัจจัยภายนอก และได้ผลักดันให้เกิดโครงสร้างที่ซับซ้อนขึ้น ทฤษฎีนี้เป็นส่วนหนึ่งของทฤษฎีของลามาร์ก**

**2. กฎการใช้และไม่ใช้ และการถ่ายทอดลักษณะที่ได้มา (Law of use and disuse and inheritance of acquired characteristics)**

**เป็นส่วนหนึ่งของทฤษฎีลามาร์ก ซึ่งปัจจุบันยังไม่มีข้อมูลยืนยันความเป็นไปได้ทางวิทยาศาสตร์**

# วิวัฒนาการ (Evolution)

**3. การเหนี่ยวนำของสิ่งแวดล้อม (Induction of the environment)**

**เชื่อว่าวิวัฒนาการของสิ่งมีชีวิตเกิดจากการกระทำของสิ่งแวดล้อม**

**4. ซาลเทชันนิซึม หรือมิวเทชันนิซึม (Saltationism or mutationism)**

**เชื่อว่าวิวัฒนาการของสปีชีส์ใหม่เกิดขึ้นอย่างฉับพลันจากการกลาย**

**5. ทฤษฎีแรนดอม (Random theory)**

**เชื่อว่าวิวัฒนาการเกิดขึ้นแบบสุ่ม ไม่มีกฎเกณฑ์ที่แน่นอนไม่ได้เกิดจากปัจจัยในสิ่งมีชีวิตเอง สิ่งแวดล้อม หรือการคัดเลือกโดยธรรมชาติ ทฤษฎีนี้จึงไม่สอดคล้องกับทฤษฎีการคัดเลือกโดยธรรมชาติของดาร์วิน**

# วิวัฒนาการ (Evolution)

**6. ทฤษฎีซินเทติก (Synthetic theory)**

**เป็นทฤษฎีที่ผสมผสานระหว่างทฤษฎีการคัดเลือกโดยธรรมชาติของดาร์วิน ผนวกกับความรู้ใหม่ทางด้านพันธุศาสตร์ประชากร ซึ่งนำคณิตศาสตร์และสถิติมาใช้กับประชากรธรรมชาติ เพื่ออธิบายกระบวนการวิวัฒนาการของสิ่งมีชีวิต ปัจจุบันทฤษฎีซินเทติกได้รับการยอมรับมากที่สุด และเป็นที่รู้จักในอีกชื่อหนึ่งว่า นีโอ ดาร์วินนิซึม (neo-Darwinism)**

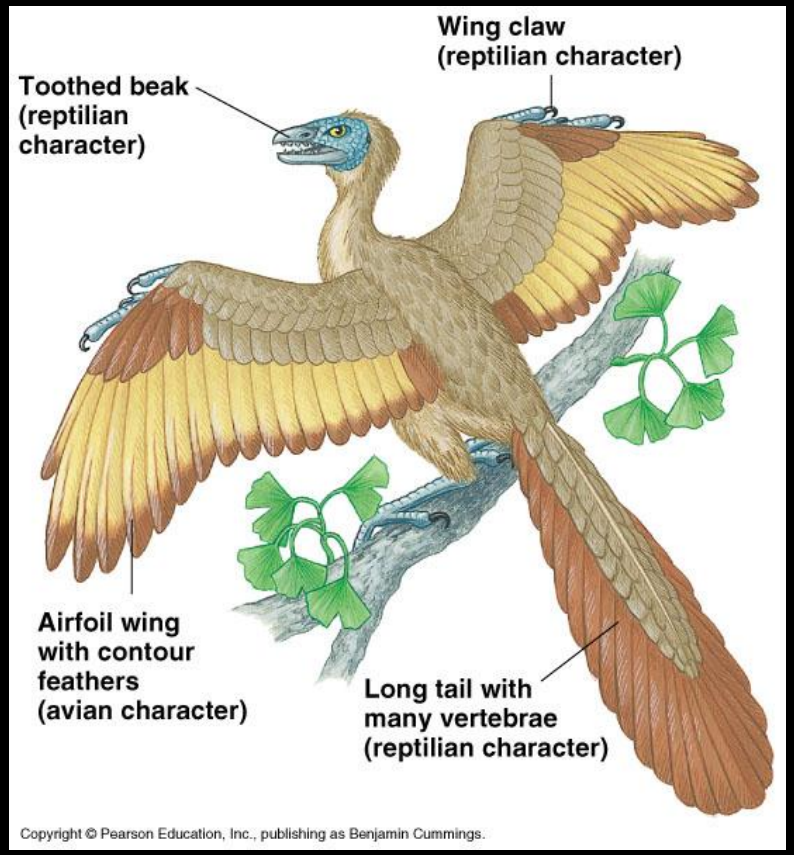
# วิวัฒนาการ (Evolution)

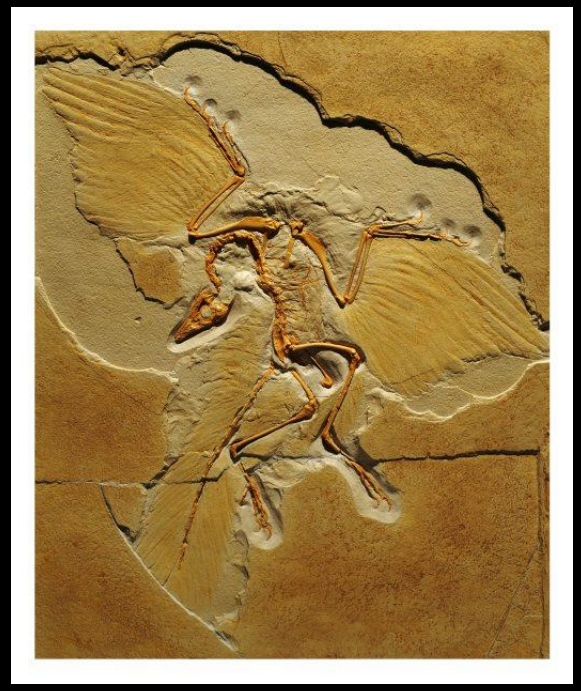
หลักฐานที่ยืนยันว่าสิ่งมีชีวิตมีวิวัฒนาการ ได้แก่

1. การศึกษาซากดึกดำบรรพ์ของสิ่งมีชีวิต (Paleontology)

การศึกษาซากดึกดำบรรพ์ที่พบในชั้นหิน สามารถนำไปใช้อธิบายการเกิดวิวัฒนาการของสิ่งมีชีวิตได้ เช่น ในปี ค.ศ. 1860 มีการขุดพบซากดึกดำบรรพ์ของ *Archaeopteryx* จากยุคจูแรสสิก ซึ่งมีลักษณะร่วมระหว่างสัตว์เลื้อยคลานและนก มีขากรรไกร ฟันคม มีเกล็ดที่ขา แต่มีขนคล้ายนก นักวิวัฒนาการหลายท่านเชื่อว่า *Archaeopteryx* เป็นตัวเชื่อมโยงที่หายไประหว่างสัตว์ทั้งสองประเภท ซึ่งทำให้สันนิษฐานได้ว่านกอาจมีวิวัฒนาการมาจากสัตว์เลื้อยคลาน เป็นต้น

# วิวัฒนาการ (Evolution)



*Archaeopteryx*

# วิวัฒนาการ (Evolution)

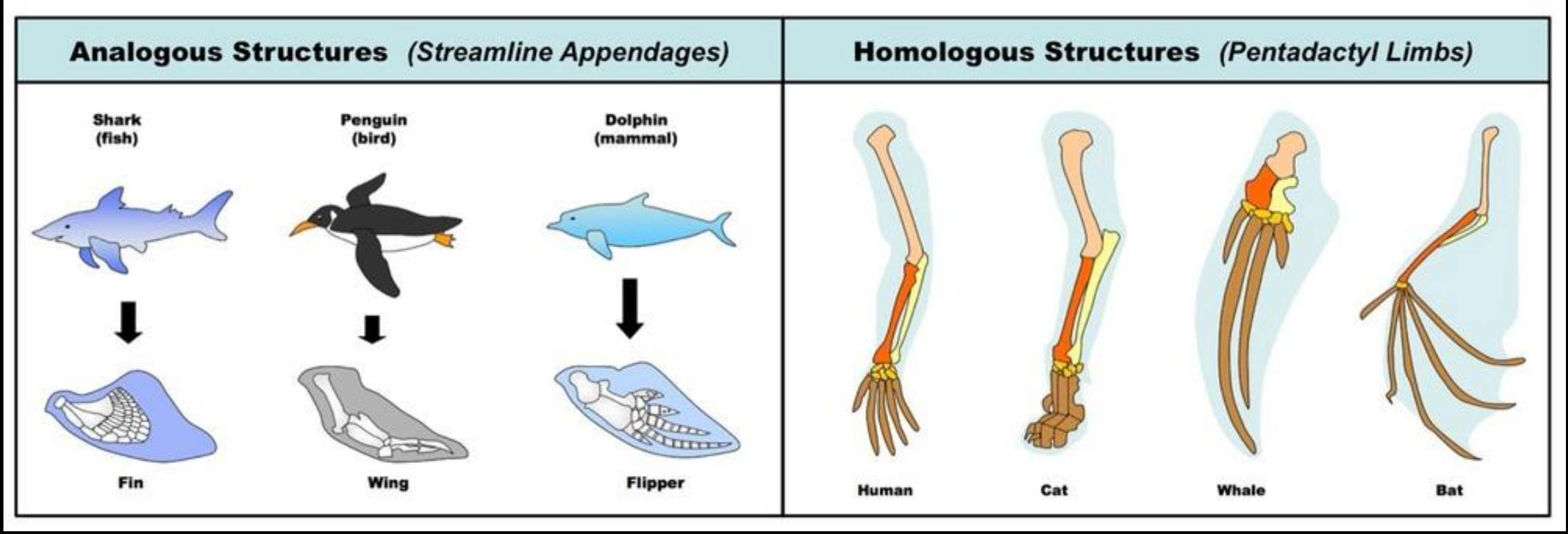
**2. กายวิภาคศาสตร์เปรียบเทียบ (Comparative anatomy)**

การศึกษาโครงสร้างของอวัยวะต่างๆ ทำให้ทราบถึงความสัมพันธ์ทางวิวัฒนาการของสิ่งมีชีวิต

**Homologous Structure** คือ โครงสร้างเหล่าที่พัฒนามาจากจุดกำเนิดเดียวกัน แต่อาจมีการเปลี่ยนแปลงไปเพื่อทำหน้าที่ต่างกัน เช่น แขนของคน ขาหน้าของม้า ปีกของนก ครีบของวาฬ

**Analogous Structure** คือ โครงสร้างของสิ่งมีชีวิตที่มีลักษณะภายนอกเหมือนกันและทำหน้าที่เดียวกัน แต่มีจุดกำเนิดต่างกัน ไม่สามารถใช้อธิบายความสัมพันธ์ของสิ่งมีชีวิตว่าได้สืบทอดมาจากบรรพบุรุษร่วมกัน เช่น ปีกค้างคาว และปีกแมลงทำหน้าที่สำหรับ

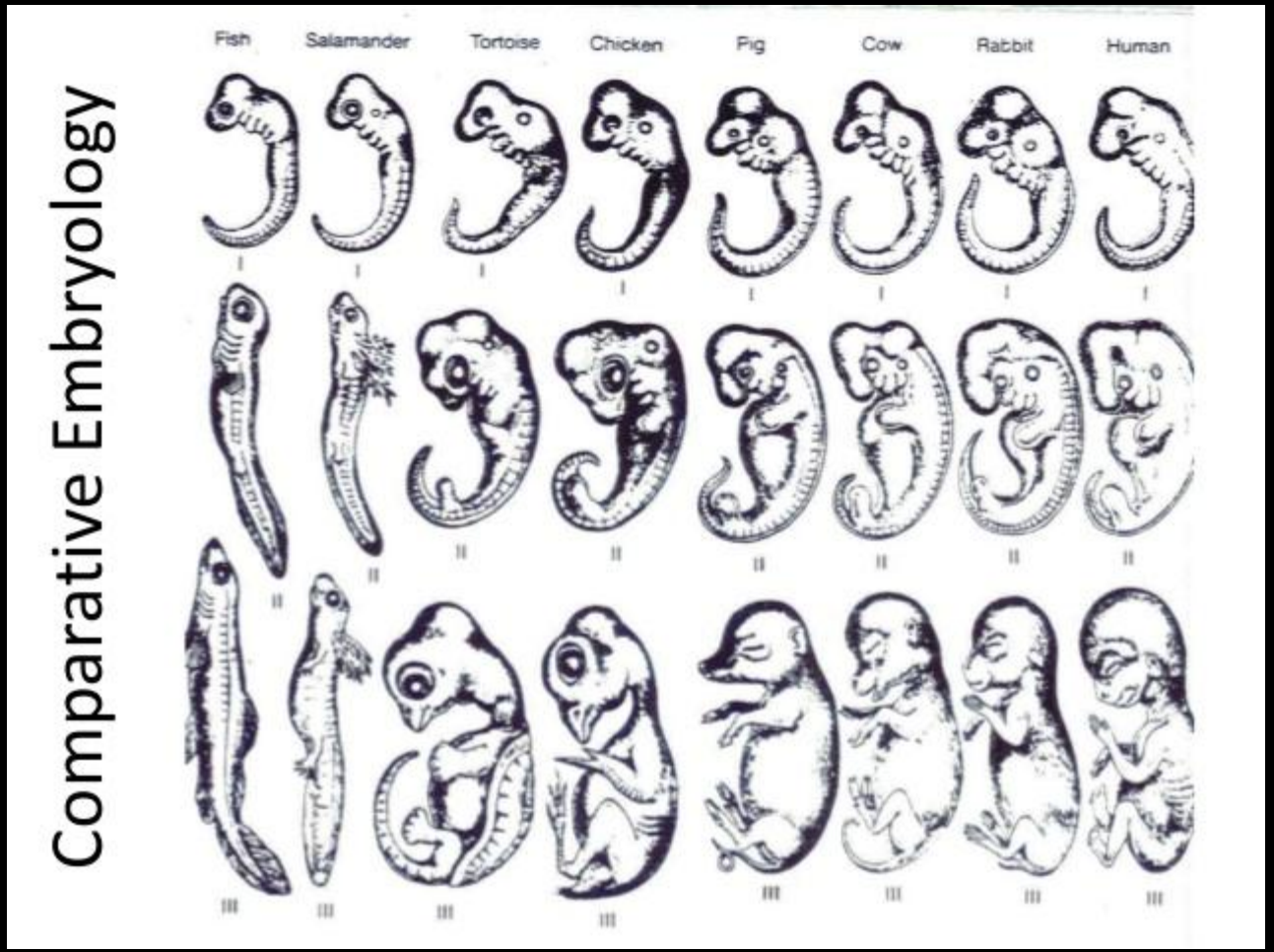
# วิวัฒนาการ (Evolution)



# วิวัฒนาการ (Evolution)

**3. วิทยาเอ็มบริโอเปรียบเทียบ (Comparative embryology)**

**สัตว์ที่มีความสัมพันธ์ใกล้ชิดกันจะมีความคล้ายคลึงกันในระยะเอ็มบริโอมากกว่าเมื่อโตเต็มวัย**



# วิวัฒนาการ (Evolution)

4. ชีวเคมีเปรียบเทียบ (Comparative biochemistry) ในสิ่งมีชีวิตทั่วไปมีองค์ประกอบทางพันธุกรรมที่เหมือนกัน คือ ดีเอ็นเอ (ยกเว้นไวรัสบางชนิดที่มีอาร์เอ็นเอเป็นสารพันธุกรรม) จากการศึกษาโดยเทคนิคทางชีวเคมีพบว่าสิ่งมีชีวิตมีความสัมพันธ์ใกล้ชิดกันจะมีองค์ประกอบทางพันธุกรรมหรือโปรตีนที่คล้ายกัน

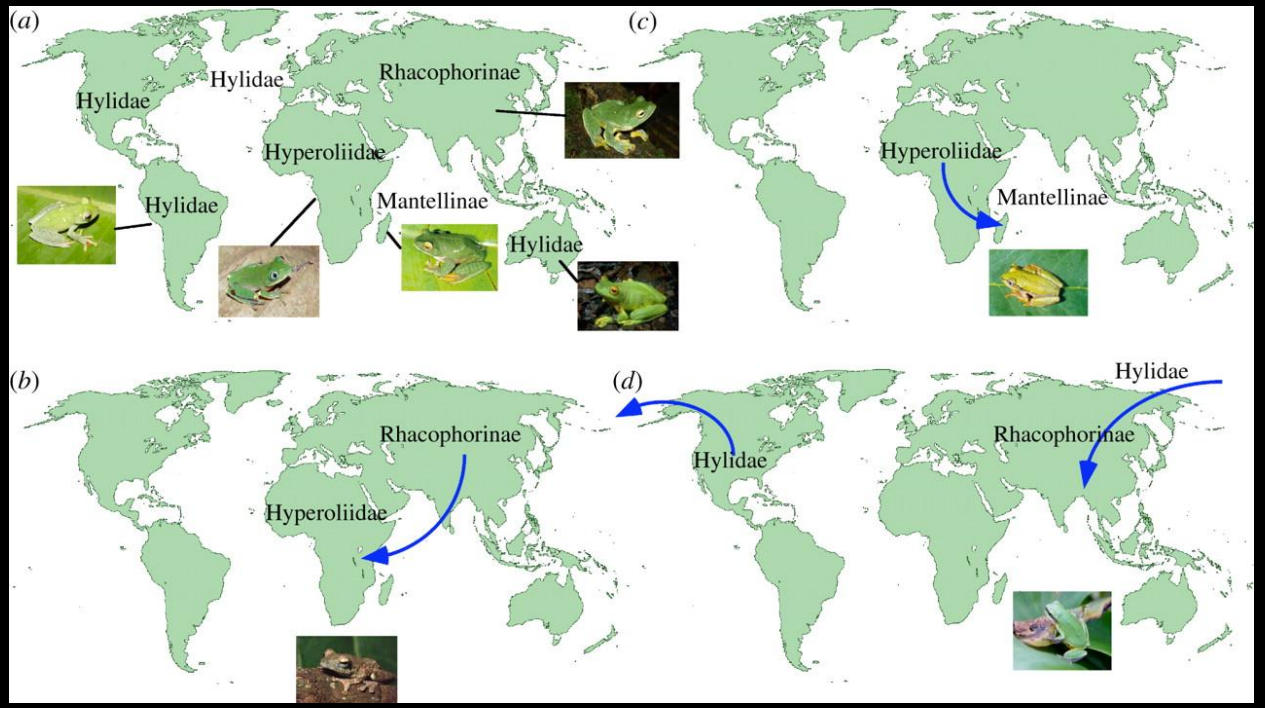
| Species | Sequence of Amino Acids in the Same Part of the Hemoglobin Molecules |
|---|---|
| Human | Lys–Glu–His–Iso |
| Horse | Arg–Lys–His–Lys |
| Gorilla | Lys–Glu–His–Lys |
| Chimpanzee | Lys–Glu–His–Iso |
| Zebra | Arg–Lys–His–Arg |

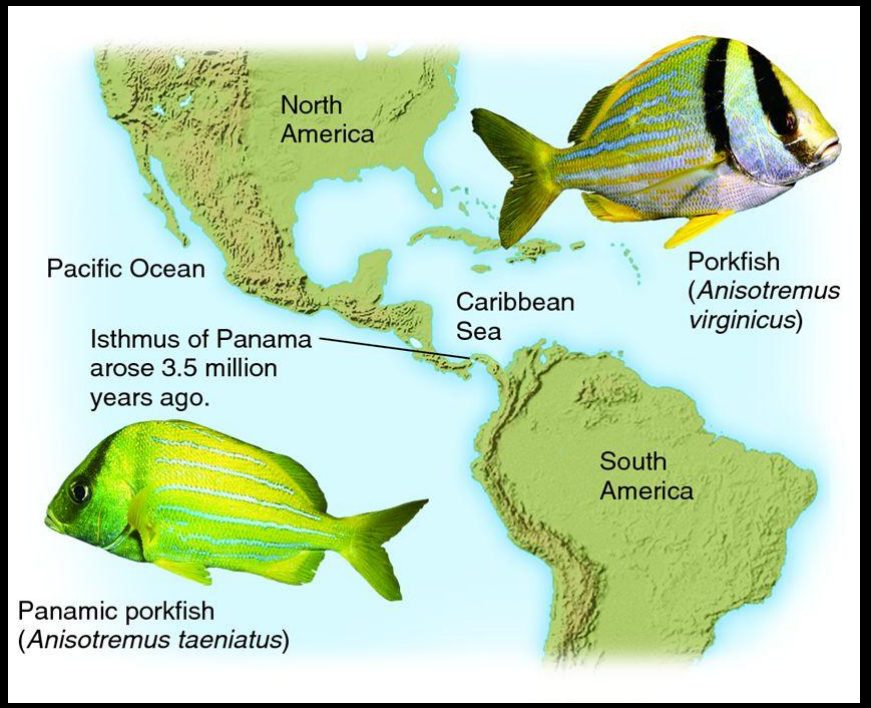
# วิวัฒนาการ (Evolution)

**5. การแพร่กระจายของสิ่งมีชีวิต (Biogeographical distribution)**

นักชีววิทยาหลายท่านทราบดีว่ากลุ่มของสิ่งมีชีวิตที่มีความสัมพันธ์เชิงวิวัฒนาการใกล้ชิดกันมักพบแพร่กระจายในบริเวณที่ใกล้ชิดกัน แต่สิ่งกีดขวาง เช่น มหาสมุทร หรือเทือกเขา สามารถแยกกลุ่มของสิ่งมีชีวิตเหล่านี้ ทำให้มีความแตกต่างกันจนกระทั่งเกิดสปีชีส์ใหม่ นอกจากนี้การมีสภาพภูมิศาสตร์ที่แตกต่างกันทำให้สิ่งมีชีวิตปรับตัวเข้ากับสภาพแวดล้อม และการปรับตัวเป็นระยะเวลานานจะส่งผลให้ลักษณะพันธุกรรมแตกต่างไปจากเดิม จนในที่สุดอาจนำไปสู่การเกิดสปีชีส์ใหม่

# วิวัฒนาการ (Evolution)



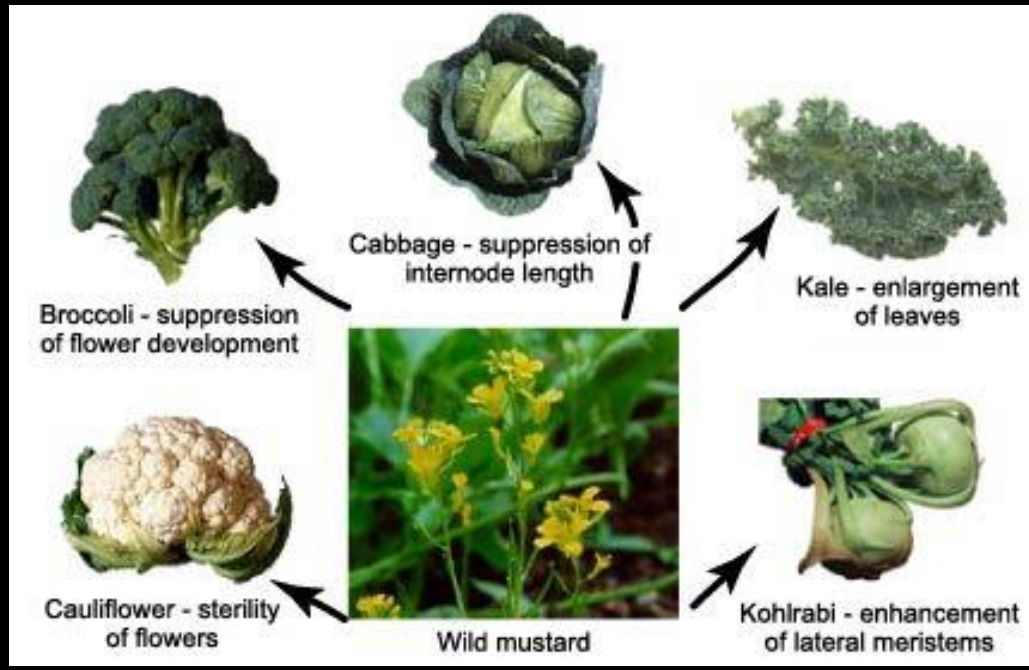



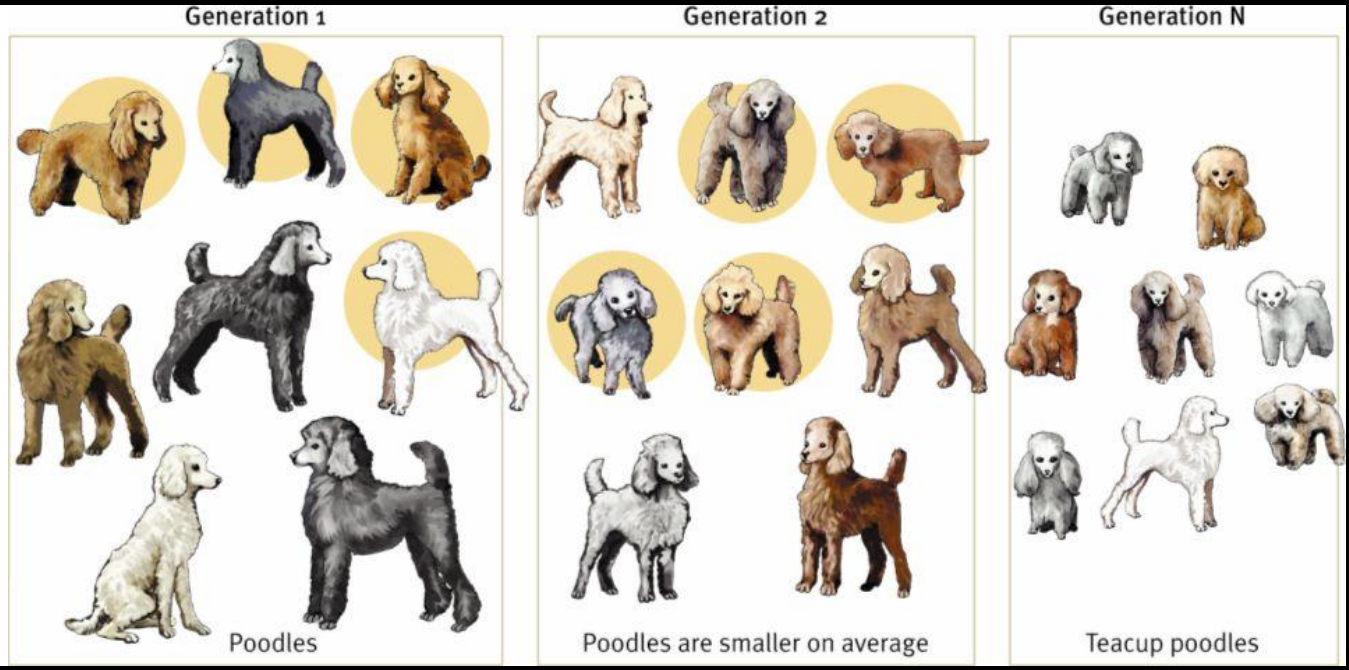
# วิวัฒนาการ (Evolution)

**6. การคัดเลือกโดยมนุษย์ (Artificial selection)**

ดาร์วินแสดงให้เห็นถึงอิทธิพลของการคัดเลือกซึ่งเป็นแรงผลักดันที่สำคัญในการเกิดวิวัฒนาการ โดยใช้ตัวอย่างจากการคัดเลือกลักษณะที่ต้องการของพืชหรือสัตว์โดยมนุษย์ ซึ่งต้องผ่านการคัดเลือกในหลายชั่วรุ่น เช่น การปรับปรุงพันธุ์สุนัข โดยการคัดเลือกโดยมนุษย์นี้ ส่งผลให้เกิดการเปลี่ยนแปลงอย่างมากภายในระยะเวลาอันสั้น เมื่อเทียบกับการคัดเลือกโดยธรรมชาติที่ต้องใช้ระยะเวลายาวนานมากกว่า

# วิวัฒนาการ (Evolution)



# วิวัฒนาการ (Evolution)

**พันธุศาสตร์ประชากร**

ประชากร หมายถึง กลุ่มของสิ่งมีชีวิตสปีชีส์เดียวกัน ที่สามารถผสมพันธุ์เพื่อถ่ายทอดลักษณะทางพันธุกรรมไปยังรุ่นต่อๆไปได้ การผสมพันธุ์ของสมาชิกในประชากรเมื่อเกิดขึ้นอย่างอิสระ ณ ช่วงเวลาหนึ่ง จะทำให้ได้แหล่งรวมขององค์ประกอบทางพันธุกรรม เรียกว่า ยีนพูล การเปลี่ยนแปลงขององค์ประกอบทางพันธุกรรม หรือยีนพูลของประชากรบ่งชี้ว่าสิ่งมีชีวิตนั้นกำลังเกิดวิวัฒนาการในระดับจุลภาค ซึ่งสามารถศึกษาได้จากการคำนวณเพื่อหาการเปลี่ยนแปลงความถี่ของแอลลีล และความถี่ของจีโนไทป์ การศึกษานี้ เรียกว่า พันธุศาสตร์ประชากร

# วิวัฒนาการ (Evolution)

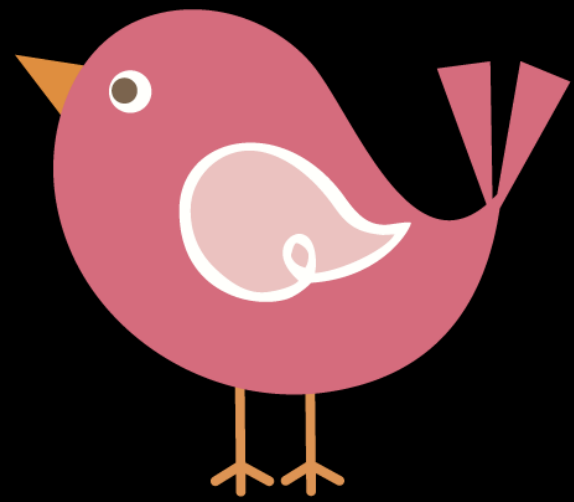
ทฤษฎีของฮาร์ดี – ไวน์เบิร์ก

มีใจความว่า “ในประชากรขนาดใหญ่ที่มีการผสมพันธุ์แบบสุ่ม เมื่อไม่มีการกลาย ไม่มีการคัดเลือกทางธรรมชาติ และไม่มีการอพยพ ประชากรดังกล่าวจะอยู่ในสภาพสมดุลของฮาร์ดี- ไวน์เบิร์ก และหากประชากรนี้มีการสืบพันธุ์แบบอาศัยเพศเพื่อถ่ายทอดลักษณะทางพันธุกรรมไปสู่รุ่นถัดไป จะไม่มีการเปลี่ยนแปลงความถี่ของแอลลีลหรือความถี่ของจีโนไทป์ในประชากรทุกรุ่น หรือไม่เกิดวิวัฒนาการในประชากรนี้" ดังนั้นความสมดุลทางพันธุกรรมของประชากรจึงอาจถูกรักษาไว้ได้ในยีนพูล

# วิวัฒนาการ (Evolution)

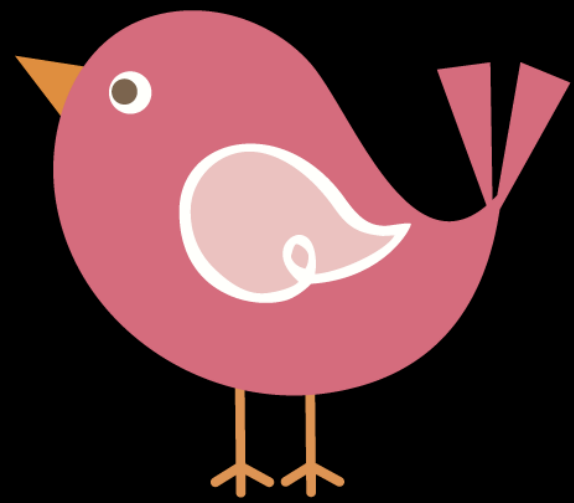
FUNDED BY

# แบบทดสอบความเข้าใจ



**1. การผันแปรของสิ่งมีชีวิต (Variation) เป็นสาเหตุสำคัญของการเกิดวิวัฒนาการ การผันแปรดังกล่าวเป็นผลมาจากข้อใด**

1. การสืบพันธุ์แบบอาศัยเพศ
2. การผันแปรของสภาพแวดล้อม
3. การคัดเลือกโดยธรรมชาติ
4. การสืบพันธุ์แบบไม่อาศัยเพศ

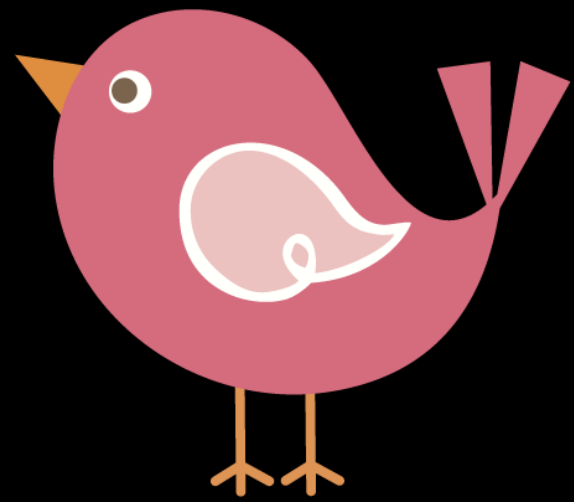


**2. ข้อใดกล่าวได้ถูกต้องเกี่ยวกับทฤษฎี Use and Disuse ของ Jean Lamark**

1. สิ่งมีชีวิตต้องดิ้นรนต่อสู้เพื่อเอาชีวิตรอด และสืบพันธุ์ต่อไป
2. ลักษณะใดที่เกิดขึ้นในรุ่นพ่อแม่ จะสามารถถูกถ่ายทอดไปยังรุ่นลูกได้
3. เมื่อมีการใช้งานอวัยวะใดมาก อวัยวะนั้นก็จะใหญ่และแข็งแรงขึ้น อวัยวะใดหากไม่ได้ใช้งานก็จะหดลง
4. สิ่งมีชีวิตสามารถเปลี่ยนแปลงรูปร่างได้ แต่จะไม่สูญพันธุ์ไปไหน

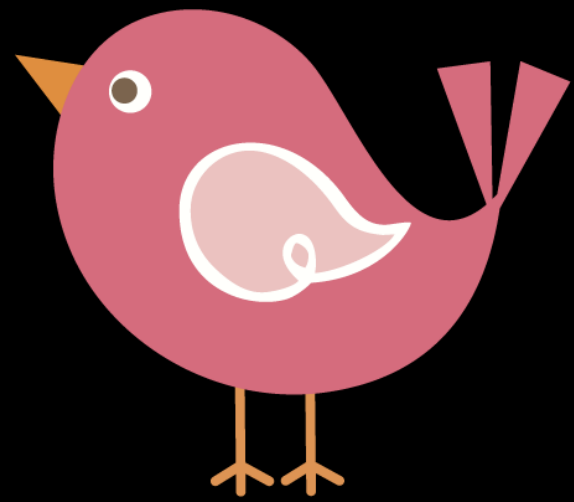
3. อวัยวะคู่ใดต่อไปนี้ จัดว่าเป็น Analogous Organ

1. มือของมนุษย์ และมือของลิงชิมแพนซี
2. ครีบวาฬ และครีบโลมา
3. ปีกนก และปีกแมลง
4. ปีกนก และปีกค้างคาว



**4 การผ่าเหล่า มีอิทธิพลต่อวิวัฒนาการก็ต่อเมื่อลักษณะที่เกิดจากการผ่าเหล่านั้น**

1. ต้องเป็นลักษณะเด่น
2. ต้องเป็นลักษณะที่มีอยู่น้อยและหายาก
3. ต้องเป็นลักษณะที่สอดคล้องกับสิ่งแวดล้อม
4. ต้องเป็นลักษณะที่คล้ายกับสิ่งมีชีวิตอื่น



**5. ปัจจัยใดที่มีผลกระทบต่อความถี่ของยีน และความถี่จีโนไทป์ในประชากรที่อยู่ในสภาวะสมดุลมากที่สุด**

1. การเกิดมิวเทชัน
2. การคัดเลือกตามธรรมชาติ
3. การอพยพโยกย้ายของสมาชิก
4. การผสมพันธุ์แบบเจาะจงของสมาชิก