BIOZ

Εργαστήριο Γενετικής, Συγκριτικής και Εξελικτικής Βιολογίας

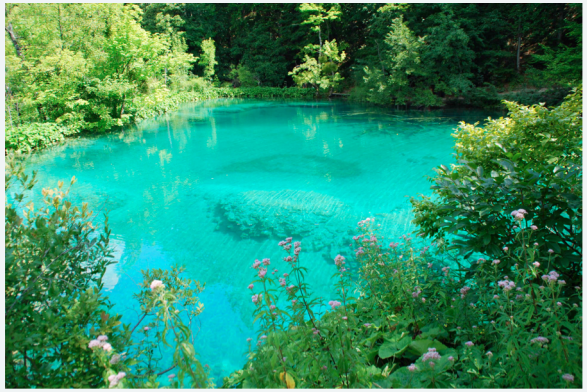
Η ιστορία της εξελικτικής σκέψης

Θεμιστοκλής Γιαννούλης

Εργαστήριο Γενετικής, Συγκριτικής & Εξελικτικής Βιολογίας

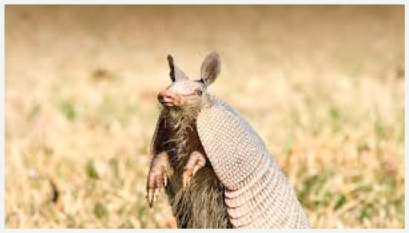
Τμήμα Βιοχημείας & Βιοτεχνολογίας Πανεπιστημίου Θεσσαλίας

Η ζωή εμφανίζεται ακόμα και σε ακραία ενδιαιτήματα



Η πολυπλοκότητα της ζωής










Διαφοροποίηση και προσαρμογή



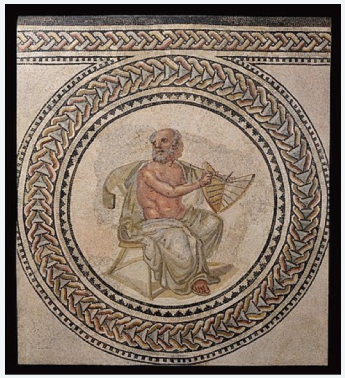



Πως προκύπτει όλη αυτή η πολυπλοκότητα της ζωής?

Ποιοι μηχανισμοί οδηγούν τα είδη σε προσαρμογή και εξέλιξη?

Ποιες οι συγγενικές (εξελικτικές) σχέσεις των ειδών?

Οι αρχαίοι Έλληνες και οι εξελικτικές ιδέες



”Η ζωή εμφανίστηκε και αναπτύχθηκε στη θάλασσα και αργότερα μετακινήθηκε στη στεριά”

Αναξίμανδρος 610-546 π.Χ

”Η προέλευση της ζωής είναι μη μεταφυσική”

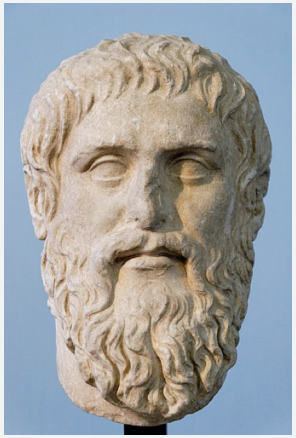
Ατομιστές φιλόσοφοι (ύλη αποτελείται από άτομα)

Οι ζωντανοί οργανισμοί μεταβάλλονται

Απολιθώματα → Οργανισμοί που εξαφανίστηκαν

Εμπεδοκλής 490-430 π.Χ.

Οι αρχαίοι Έλληνες και οι εξελικτικές ιδέες



Πλάτων 427-347 π.Χ.

”Ο μεγάλος αντιήρωας της Εξέλιξης” (Ernst W. Mayr)

Δημιουργία του κόσμου «χωρίς φθόνο, επιθυμούσε όλα τα όντα να είναι σαν Αυτόν»

Μορφές ζωής από Δημιουργό

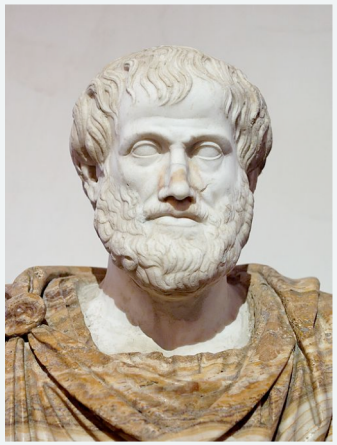
Ατελές σύμπαν

Τέλεια δημιουργία

Η ζωή δεν μεταβάλλεται

Η απαρχή της χριστιανικής σκέψης

Οι αρχαίοι Έλληνες και οι εξελικτικές ιδέες



Αριστοτέλης 348-322 π.Χ.

Μαθητής του Πλάτωνα

Συγγραφή 20 βιβλίων σχετικά με τη βιολογία

Οργανισμοί που δε μεταβάλλονται

Καταχώρηση των οργανισμών σε μια ιεραρχική κλίμακα

Πολυπλοκότητα δομής και λειτουργίας

Η Κλίμακα αποτελεί τη βάση της *scala naturae*

Οι Κινέζοι στοχαστές

Τζουανγκ Τσι 4ο αιώνα π.Χ

Το ρεύμα του Ταοϊσμού

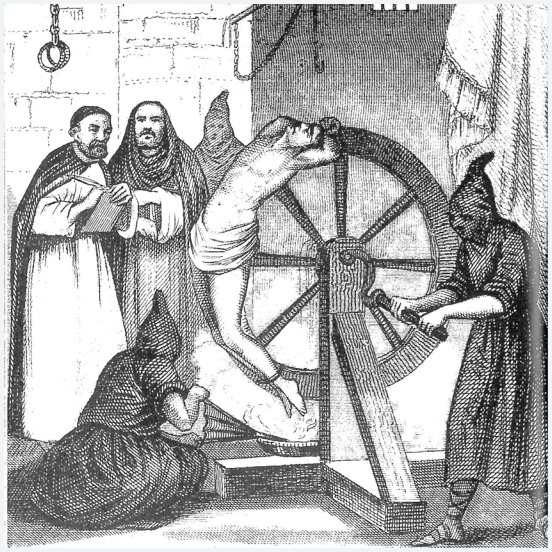
Αρνείται κατηγορηματικά την σταθερότητα

Ανάπτυξη χαρακτηριστικών ως απόκριση στο περιβάλλον

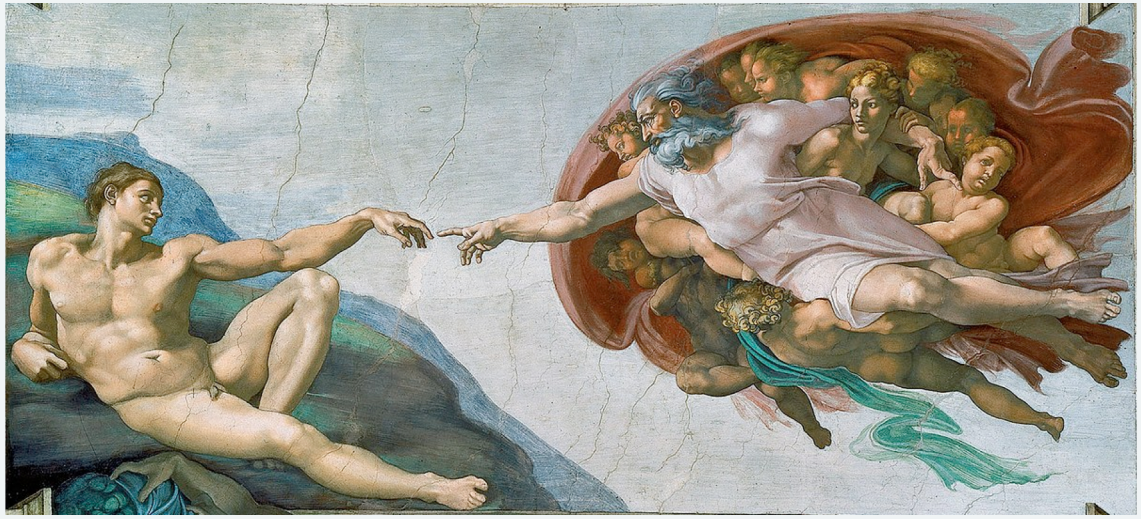
Κατάσταση διαρκούς μετασχηματισμού ”Tao”

Στατική αντίληψη της δυτικής σκέψης

Μέχρι τον 14 ο αιώνα οι θρησκευτικές πεποιθήσεις και ο Μεσαίωνας καθηλώνουν οποιαδήποτε σκέψη, που είναι αντίθετη με το δόγμα της Δημιουργίας



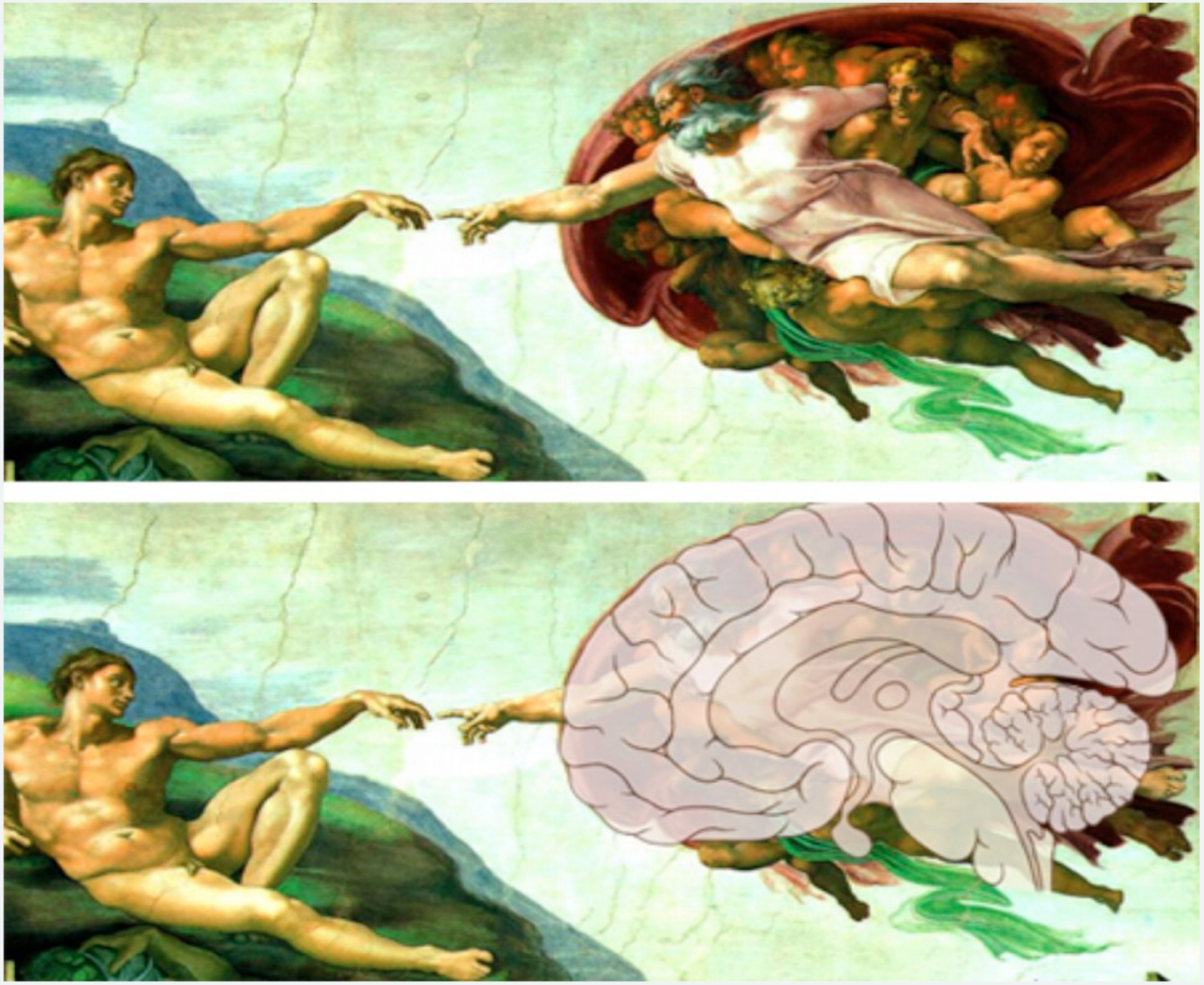
Μέχρι τον 14 ο αιώνα οι θρησκευτικές πεποιθήσεις και ο Μεσαίωνας καθηλώνουν οποιαδήποτε σκέψη, που είναι αντίθετη με το δόγμα της Δημιουργίας



BIOZ

Εργαστήριο Γενετικής, Συγκριτικής και Εξελικτικής Βιολογίας

Τμήμα Βιοχημείας & Βιοτεχνολογίας Πανεπιστημίου Θεσσαλίας



Το Ισλάμ και η εξελικτική σκέψη

12ος αιώνας

Μωαμεθανική θεωρία της Εξέλιξης

«Βιβλίο των ζώων»: Ο αγώνας για επιβίωση

Επιρροή στη Δυτική επιστήμη

*Τα ζώα εμπλέκονται σε ένα αγώνα για **επιβίωση**, για **πόρους**, για **να αποφύγουν να φαγωθούν** και για να **αναπαραχθούν**. **Περιβαλλοντικοί παράγοντες** επηρεάζουν τους οργανισμούς στο να **αναπτύξουν νέα χαρακτηριστικά** και να εξασφαλίσουν την επιβίωση, μετασχηματιζόμενοι έτσι σε **νέα είδη**. Τα ζώα που επιβιώνουν ώστε να αναπαραχθούν μπορούν να περάσουν τα **επιτυχημένα χαρακτηριστικά** τους στους απογόνους τους.*

Η Χριστιανική φιλοσοφία

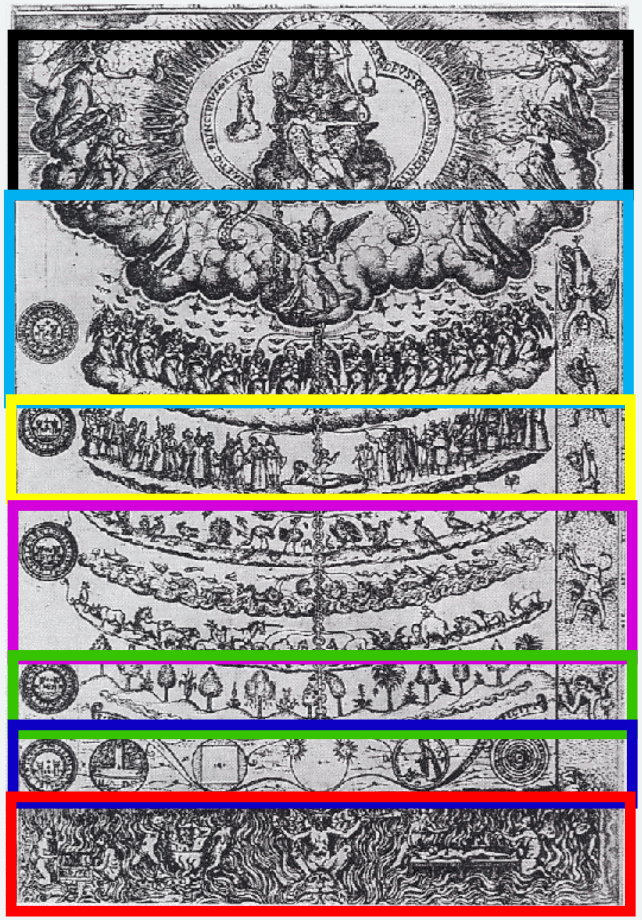
Χριστιανοί στοχαστές των σχολαστικών

Αριστοτέλης, Πλάτωνας

Scala naturae

Natura non facit saltum

Η επιρροή στο Λινναίο



Spiritual

Physical

Αναγέννηση: Η αμφισβήτηση των θρησκευτικών δογμάτων

Georges-Louis Leclerc, Comte de Buffon
1707-1788

Ο Νόμος του Μπουφόν

Πρώτη αναφορά στη βιογεωγραφία

Πρόδρομος του Δαρβίνου

Μονογένεση και ανθρώπινες φυλές

Κοινοί πρόγονοι ειδών

Απέρριψε την κοινή καταγωγή ανθρώπου-πιθήκου

Αναγέννηση: Εξελικτικές θεωρίες

Erasmus Darwin 1731-1802

Παππούς του Κάρολου Δαρβίνου

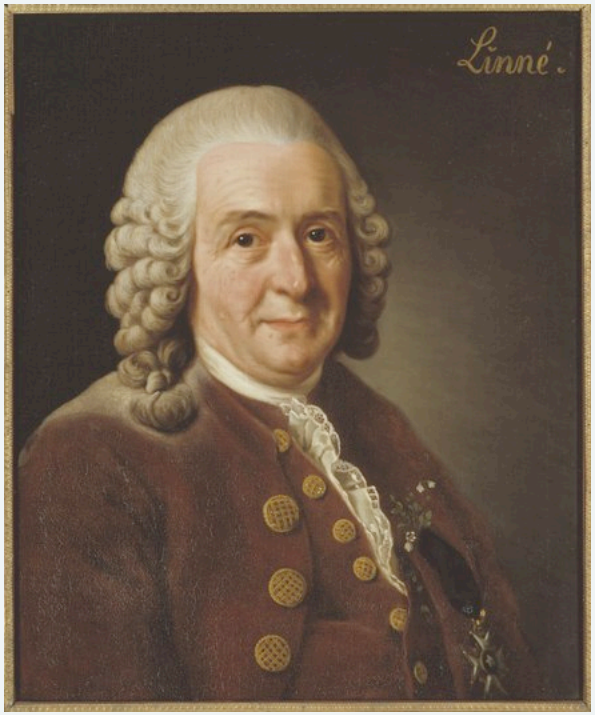
Επηρεασμένος από Λαμάρκ και Λινναίο

Κοινή προέλευση των ειδών

Εξελικτική θεωρία → survival of the fittest

'…the strongest and most active animal should propagate the species, which should thence become improved'

Οι απαρχές της συστηματικής ταξινόμησης



Carl von Linné 1707-1778

Ο πατέρας της σύγχρονης ταξινόμησης Φυτών και Ζώων

Systema Naturae, 1735
4400 είδη ζώων
7700 είδη φυτών

Παγκόσμια δειγματοληψία

Species Plantarum, 1737
24 κλάσεις φυτών

Πρότεινε τον ιεαρχικό τρόπο ονοματολογίας

Πρώτη ταξινόμηση των ανθρώπων με πιθήκους
Scala naturae? Theomorphism?

Thomas Robert Malthus
1766-1834

Malthusian trap

Η δύναμη του πληθυσμού είναι πολύ μεγαλύτερη, από αυτήν που μπορεί να συντηρήσει η γη

Επηρέασε τις απόψεις του Δαρβίνου

Η γεωμετρική αύξηση τροχοπέδη της ουτοπικής κοινωνίας

Καταστροφισμός vs Ομοιομορφισμός

Georges Cuvier
1769-1832

Πατέρας της Παλαιοντολογίας

Συστηματική κατάταξη απολιθωμάτων

Εξαφάνιση ειδών

Κυκλική δημιουργία και εξαφάνιση ειδών

Διαστρωμάτωση πετρωμάτων

Καταστροφισμός vs Ομοιομορφισμός

Charles Lyell
1797-1875

Principle of Geology, 1833

Είδη με σταθερά χαρακτηριστικά

Απέρριπτε την εξέλιξη

Κάθε είδος προέρχεται από ένα προγονικό είδος λόγω ανταπόκρισης σε αλλαγές

19ος αιώνας: Οι πρώτες εξελικτικές θεωρίες

Jean-Baptiste Pierre Antoine de Monet, Chevalier de la Marck
1744-1829

Système des animaux sans vertèbres

Εισήγαγε τον όρο ασπόνδυλα

Η πρώτη ολοκληρωμένη εξελικτική θεωρία

Κληρονόμηση επίκτητων χαρακτηριστικών

Αρχή της χρήσης και της αχρησίας

19ος αιώνας: Οι πρώτες εξελικτικές θεωρίες

Jean-Baptiste Pierre Antoine de Monet, Chevalier de la Marck 1744-1829

Οργανισμοί τείνουν στην πολυπλοκότητα

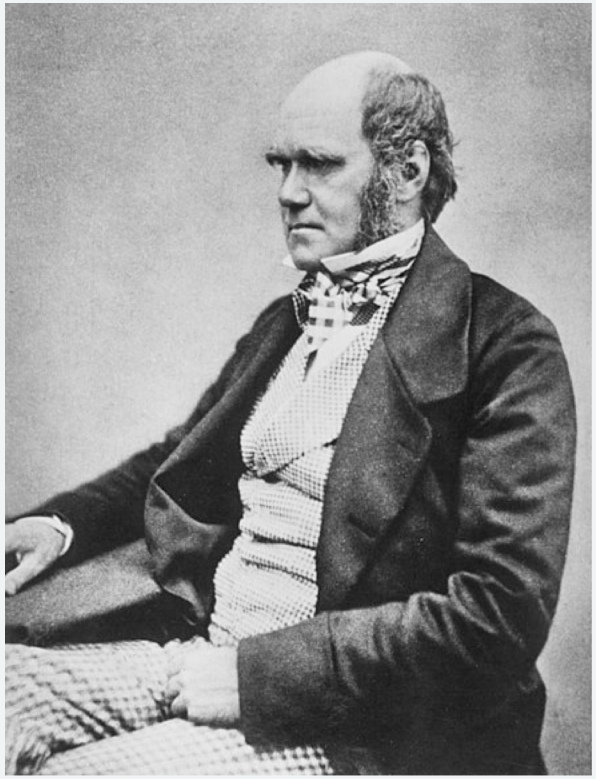
Όχι κοινός πρόγονος

Αυτόματη γένεση νέων ειδών

Λαμαρκισμός

Weissmann και γαμετογένεση

Επιγενετικά φαινόμενα → Νεολαμαρκισμός?



Charles Robert Darwin
1809-1882

Ιατρική και Θεολογία

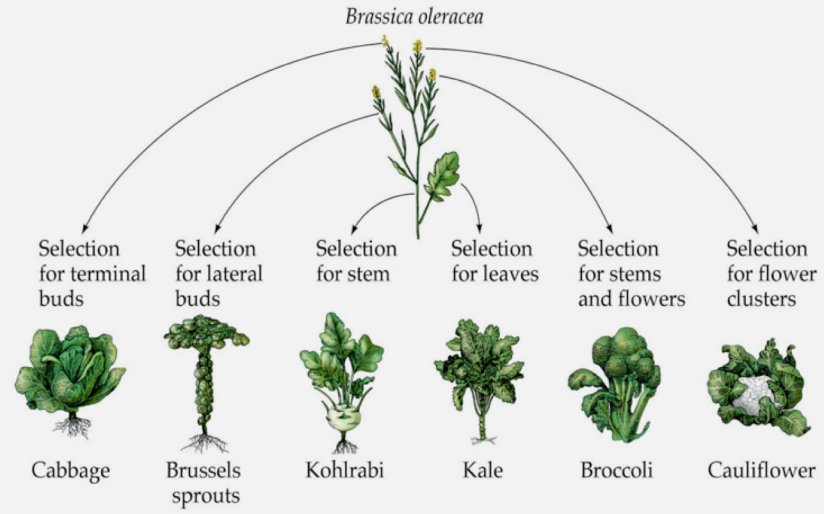
Πενταετές ταξίδι με το Beagle

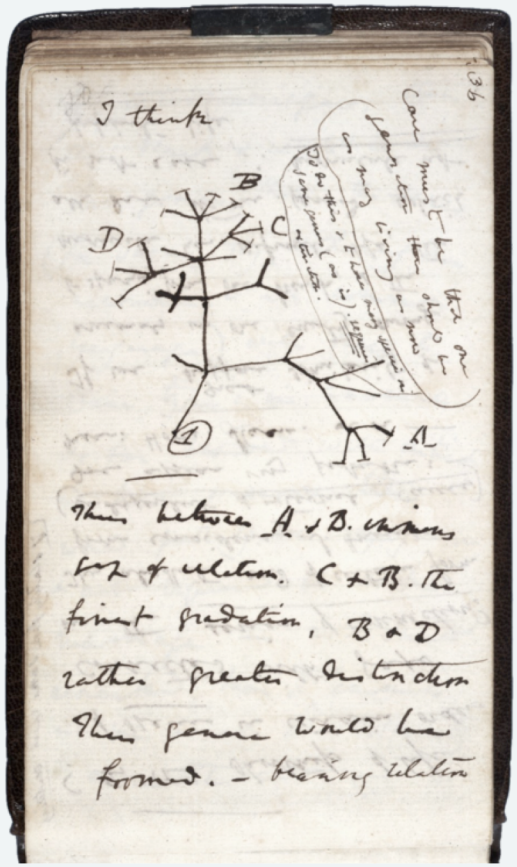
Υποστηρικτής του ομοιομορφισμού

20ετής συλλογή στοιχείων

Πειράματα με μεταφορές αυγών και σπόρων

Επιρροές από την τεχνητή επιλογή


Brassica oleracea
Selection for terminal buds
Selection for lateral buds
Selection for stem
Selection for leaves
Selection for stems and flowers
Selection for flower clusters
Cabbage
Brussels sprouts
Kohlrabi
Kale
Broccoli
Cauliflower



Η έννοια της μεταλλαγής των ειδών

Διακλαδισμένη εξέλιξη σε ένα δέντρο

It is absurd to talk of one animal being higher than another

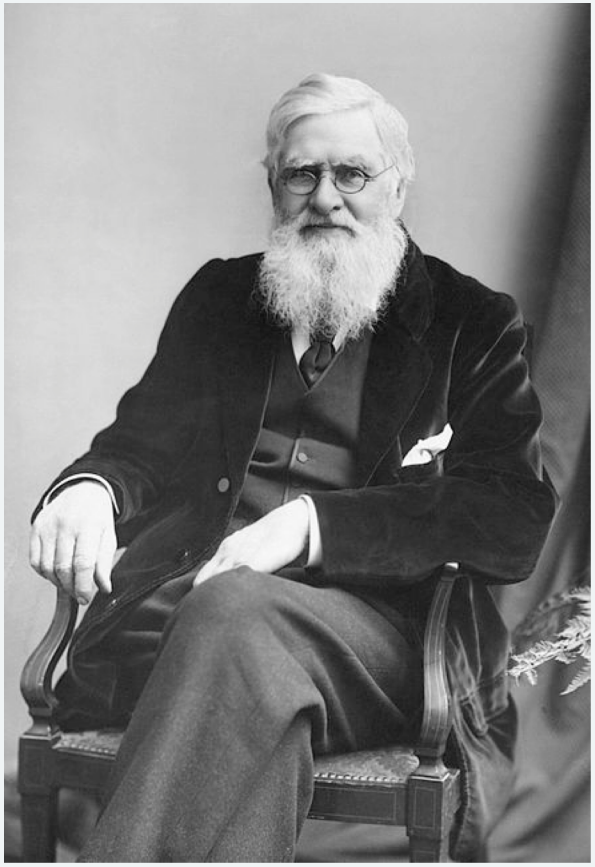
On the origin of species by means of Natural Selection, 22 Νοεμβρίου 1859

Αποφεύγει τις λέξεις "εξέλιξη" και "εξελίσσομαι"

Αποφεύγει να αναφερθεί στο ανθρώπινο είδος

Darwinism

1. More individuals are produced each generation that can survive.
2. Phenotypic variation exists among individuals and the variation is heritable.
3. Those individuals with heritable traits better suited to the environment will survive.
4. When reproductive isolation occurs new species will form.



Alfred Russel Wallace
1823-1913

Πίστευε πριν το Δαρβίνο στη μεταλλαγή των ειδών

Ριζοσπαστικές ιδέες

Συνεισφορά της γεωγραφικής απομόνωσης στην ειδογένεση

Συλλαμβάνει την ιδέα της Φυσικής Επιλογής

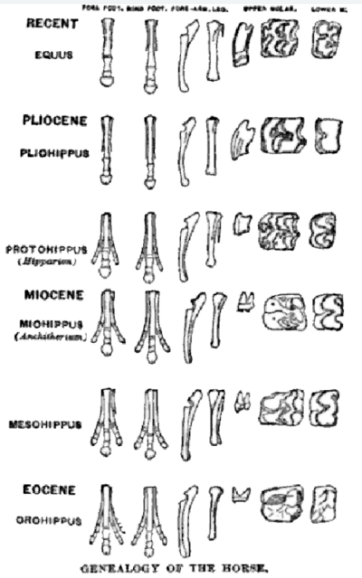
Παρακινεί το Δαρβίνο να δημοσιεύσει

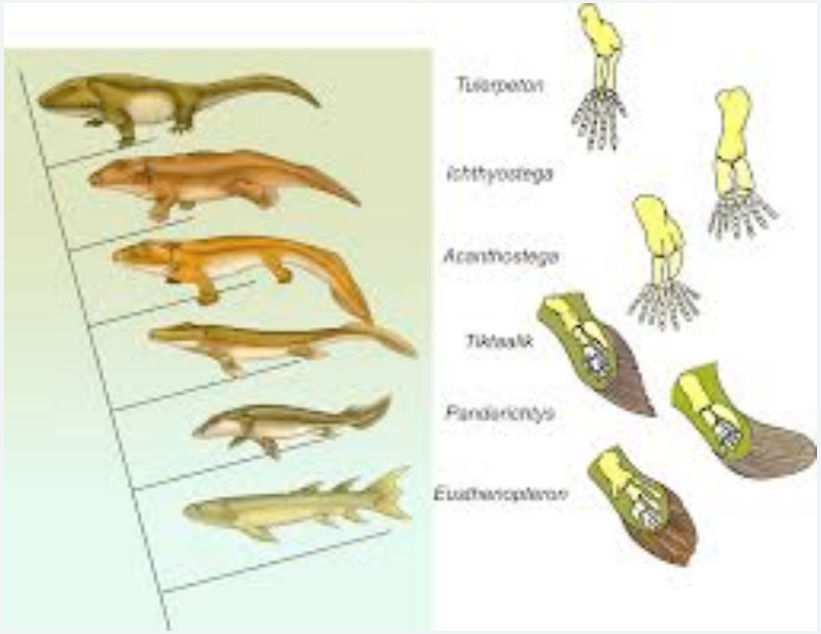
Δαρβινισμός

Συνεχείς σταδιακές αλλαγές

Στοιχεία από απολιθώματα

Ιδιαίτερα για ζώα με σκληρά μέρη

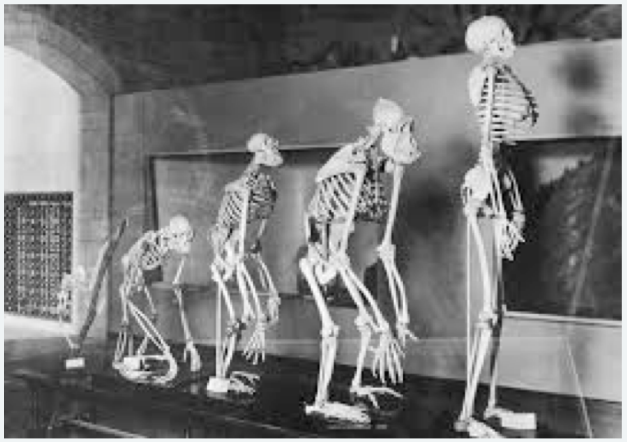




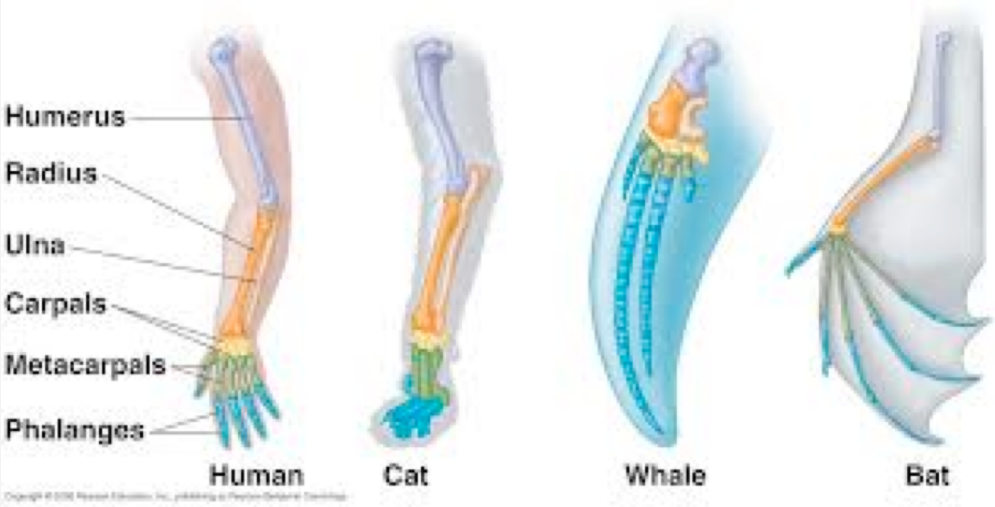
Δαρβινισμός

Κοινή προέλευση των ειδών μέσω τροποποιήσεων

Σκελετικές ομολογίες

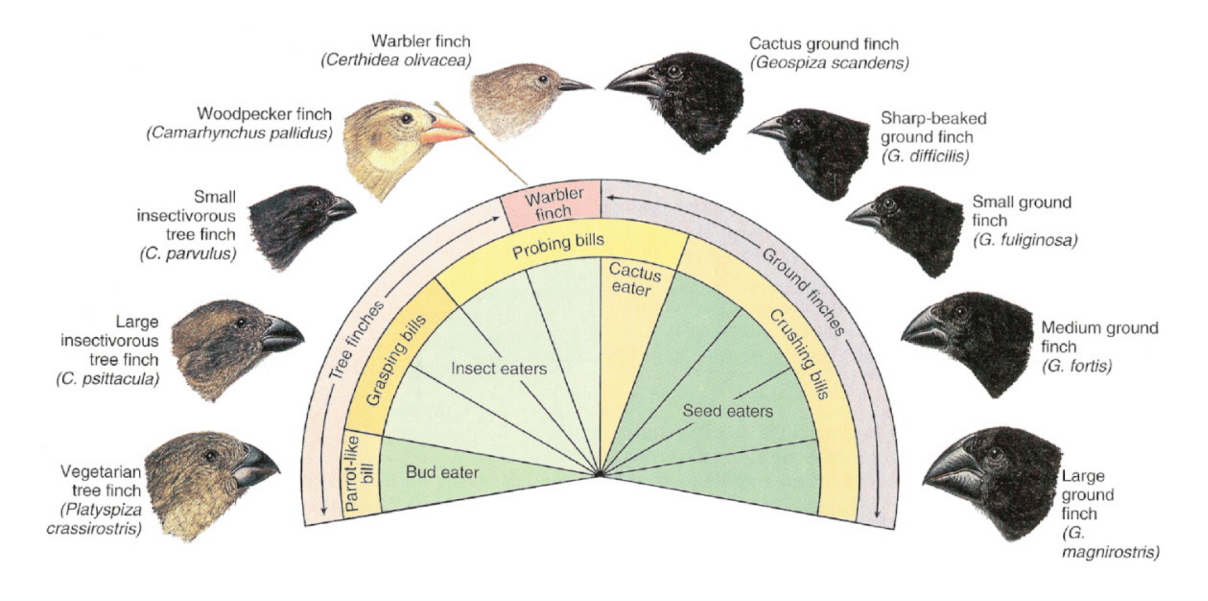


Οντογένεση



Δαρβινισμός

Πολλαπλασιασμός των ειδών



Η ακτινωτή προσαρμογή

Δαρβινισμός

Η φυσική επιλογή

Ο πυρήνας της Δαρβινικής θεωρίας

Οδηγεί στην εξελικτική προσαρμογή

Προϋποθέτει

Υψηλή αναπαραγωγική απόδοση

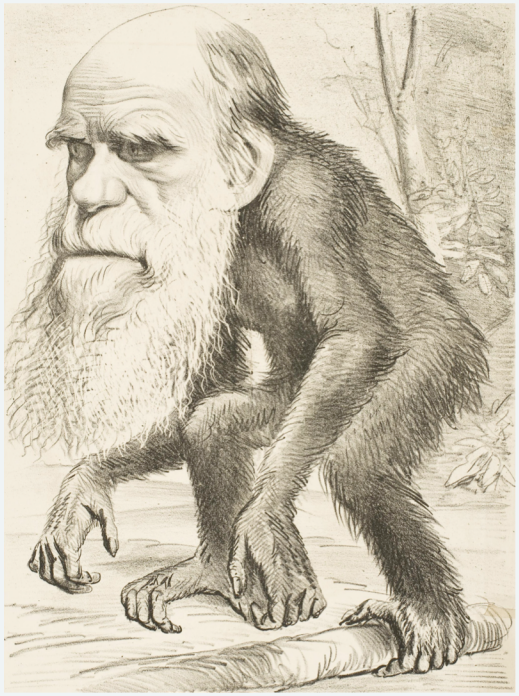
Ποικιλομορφία – Εξελικτικό δυναμικό

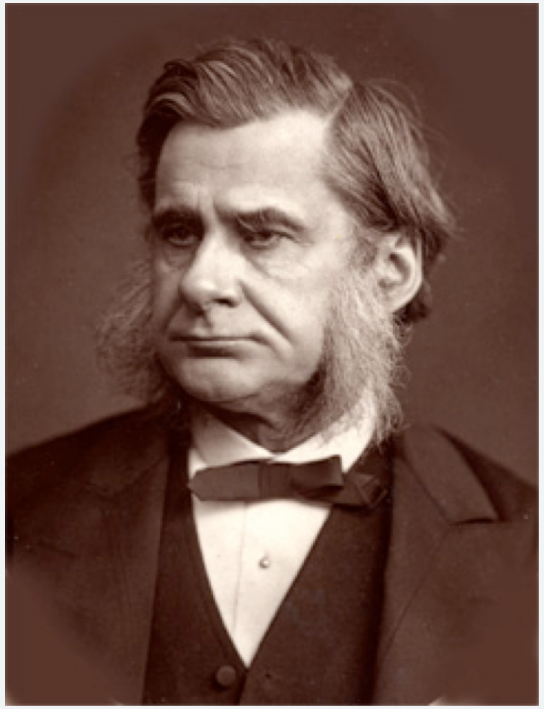
Δαρβινισμός και προβληματισμοί

Πως εξηγείται η γενετική ποικιλότητα ανάμεσα στα άτομα του είδους?

Πως μεταβιβάζονται τα επιθυμητά χαρακτηριστικά από γενιά σε γενιά?

Κοινωνινός Δαρβινισμός: Ιμπεριαλισμός και Ευγονική





Thomas Henry Huxley

Εναλλακτικές θεωρίες

Theistic evolution
Asa Gray,1876
Αμφέβαλλε ότι η ανώτερη δύναμη παρέχει ωφέλιμες μεταλλάξεις για εξέλιξη
Απορρίφθηκε τον 20ο αιώνα

Ορθογένεση
Έμφυτη τάση της ζωής για αλλαγή
Το μοντέλο της προόδου
Τελεολογικός μηχανισμός

Saltationism
Ραγδαία εμφάνιση μεταλλάξεων οδηγεί σε νέα είδη
Αντίθετη με τον ομοιομορφισμό
Hugo de Vries και πειράματα σε φυτά

Γενετική παρέκκλιση
Το μοντέλο της ουδετερότητας
Διαφορές οφείλονται σε ουδέτερες μεταλλάξεις
Έντονη δράση της επιλογής σε επιβλαβείς μεταλλάξεις

Νεο-Δαρβινισμός

Gregor Mendel 1822-1844

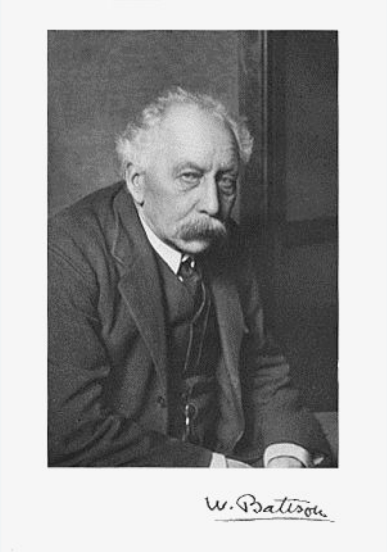
Δημοσιεύει την εργασία του το 1866

Επηρεασμένος από την καταγωγή των ειδών

Γενετική βάση της κληρονομικότητας

Ο Δαρβίνος φαίνεται να μην είχε πρόσβαση στο έργο του

Νεο-Δαρβινισμός



William Bateson 1861-1926

Εισάγει τον όρο Γενετική

Ξανα-ανακαλύπτει τους νόμους του Μέντελ

Κληρονομικότητα και ποικιλομορφία

Συλλαμβάνει την ιδέα του Γονιδίο

Ξανα-ανακαλύπτει τους νόμους του Μέντελ

Μεταλλάξεις και η θεωρία της μεταλλαγής

Υποστηρικτής του Saltationism

Hugo de Vries 1848-1935

Νεο-Δαρβινισμός

Πληθυσμιακή Γενετική

G.H. Hardy 1877-1947

W. Weinberg 1862-1937

Νεο-Δαρβινισμός

Ronald Fisher

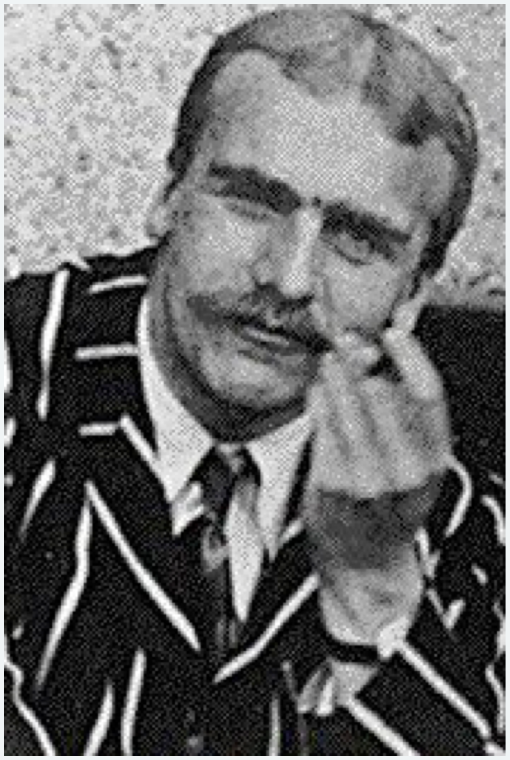
...A genius who almost single-handedly created the foundations for modern statistical science

Συνδυάζει Μεντελική Γενετική και Φυσική Επιλογή

Αναγέννηση του Δαρβινισμού

Οπαδός της ευγονικής

Νεο-Δαρβινισμός



J.B.S. Haldane 1892-1964

Γενετική σύνδεση στα θηλαστικά

Επιβεβαίωσε τη σύνδεση ανάμεσα στη μεντελική κληρονομικότητα και τη φυσική επιλογή

Πρότεινε την *in vitro* γονιμοποίηση

Πληθυσμιακή Γενετική

...perhaps the most brilliant science populariser of his generation

Νεο-Δαρβινισμός

T. Dobzhansky 1900-1975

"Nothing in Biology Makes Sense Except in the Light of Evolution"

Αναπαραγωγική απομόνωση και ενδοσυμβιώτες

Genetics and the Origin of Species

Εξέλιξη ως αλλαγή στις αλληλομορφικές συχνότητες

Νεο-Δαρβινισμός – Ernst Mayr

Παρατήρηση 1 → Οι πληθυσμοί τείνουν να έχουν υψηλά αναπαραγωγικά δυναμικά

Παρατήρηση 2 → Οι πληθυσμοί τείνουν να είναι σταθεροί σε μέγεθος

Παρατήρηση 3 → Τα περιβάλλοντα τείνουν να διαθέτουν περιορισμένες διατροφικές πηγές

Συμπέρασμα 1 → Υπάρχει άρα αγώνας για την επιβίωση

Παρατήρηση 4 → Υπάρχει φαινοτυπική ποικιλότητα μέσα στους πληθυσμούς

Παρατήρηση 5 → Μέρος της φαινοτυπικής ποικιλότητας είναι κληρονομική

Μέσα στους πληθυσμούς υπάρχει διαφορική αναπαραγωγική επιτυχία, που επηρεάζεται από φαινοτυπικές διαφορές μεταξύ των ατόμων

Διαφορική αναπαραγωγική επιτυχία οδηγεί σε πτώση της συχνότητας των γενότυπων που βρίσκονται πίσω από φαινότυπους λιγότερο προσαρμοσμένους στο περιβάλλον και το αντίστροφο

Η Φυσική Επιλογή είναι η διαφορική επιτυχία στην αναπαραγωγή

Νεο-Δαρβινισμός

E. Mayr 1904-2005

Systematics and the Origin of Species

Η έννοια του είδους

Γενετική παρέκκλιση και φυσική επιλογή

Ειδογένεση

- Ένας κόσμος που εξελίσσεται
- Η αμφισβήτηση της Δημιουργίας
- Ένας κόσμος χωρίς σκοπό
- Ο κόσμος δεν είναι ανθρωποκεντρικός

Η σύγχρονη σύνθεση

Μικροεξέλιξη

Αλλαγή στις αλληλομορφικές συχνότητες

Σύντομο χρονικό πλάισιο

Μεταλλάξεις

Επιλογή (φυσική και τεχνητή)

Γονιδιακή ροή

Γενετική παρέκκλιση

Η σύγχρονη σύνθεση

Μικροεξέλιξη

Δεν συμβαίνει όταν υπάρχει γενετική ισορροπία

Οι πληθυσμοί είναι μεγάλοι χωρίς γενετική παρέκκλιση

Ελεύθερες διασταυρώσεις

Χωρίς μεταναστεύσεις

Χωρίς Φυσική Επιλογή

Χωρίς μεταλλάξεις

Η σύγχρονη σύνθεση

Μακροεξέλιξη

Εξέλιξη στο επίπεδο των ειδών

Δημιουργία νέων ειδών

Απαιτεί

1. Μικροεξέλιξη
2. Απομόνωση – Αναπαραγωγικοί φραγμοί
3. Μεγάλες χρονικές περίοδοι -10.000 με 100.000 χρόνια

Η σύγχρονη σύνθεση

Μακροεξέλιξη

Εξέλιξη στο επίπεδο των ειδών

Δημιουργία νέων ειδών

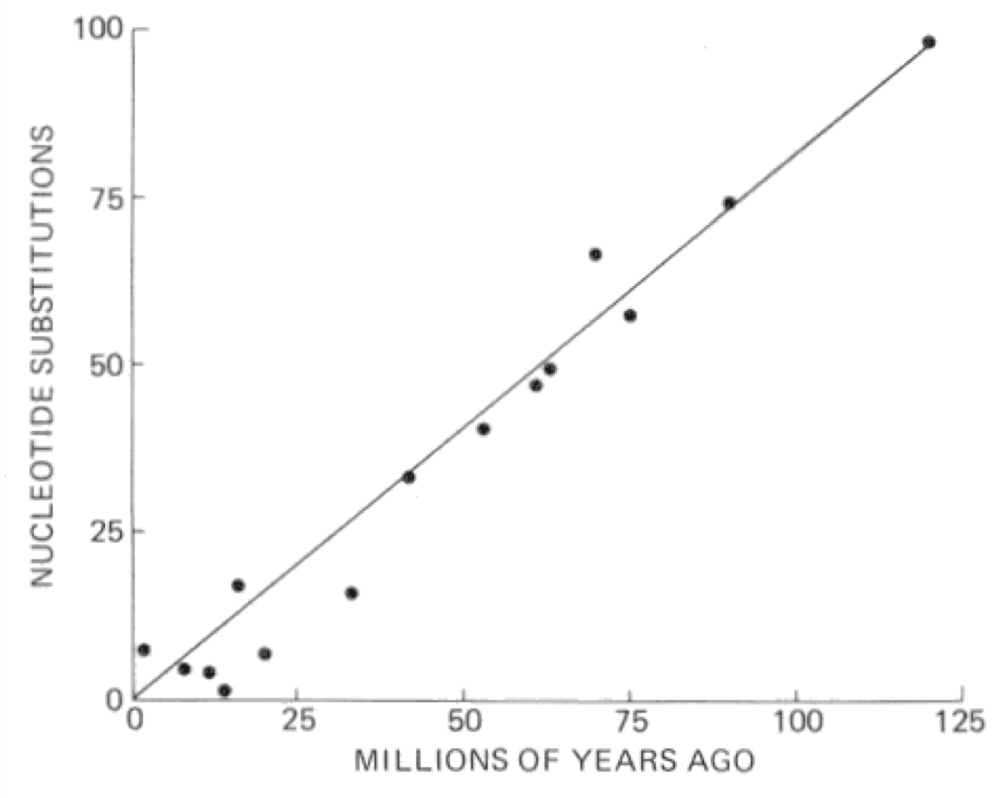
Αποτελεί μια «μεγέθυνση» της μικροεξέλιξης

Καταλήγει

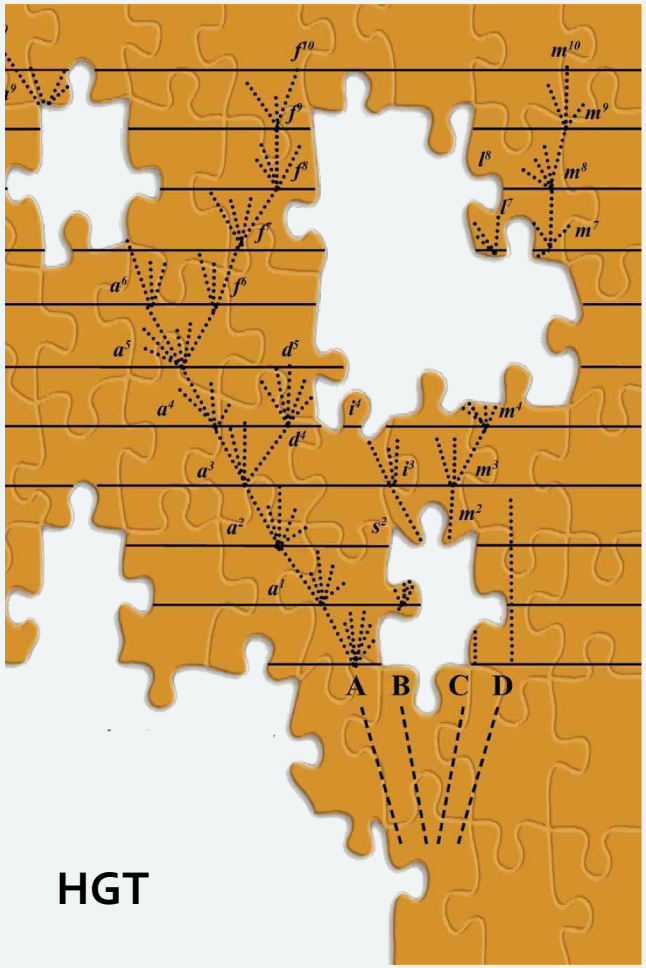
Στη φυλογένεση - τη δημιουργία εξελικτικών δένδρων

Ειδογένεση

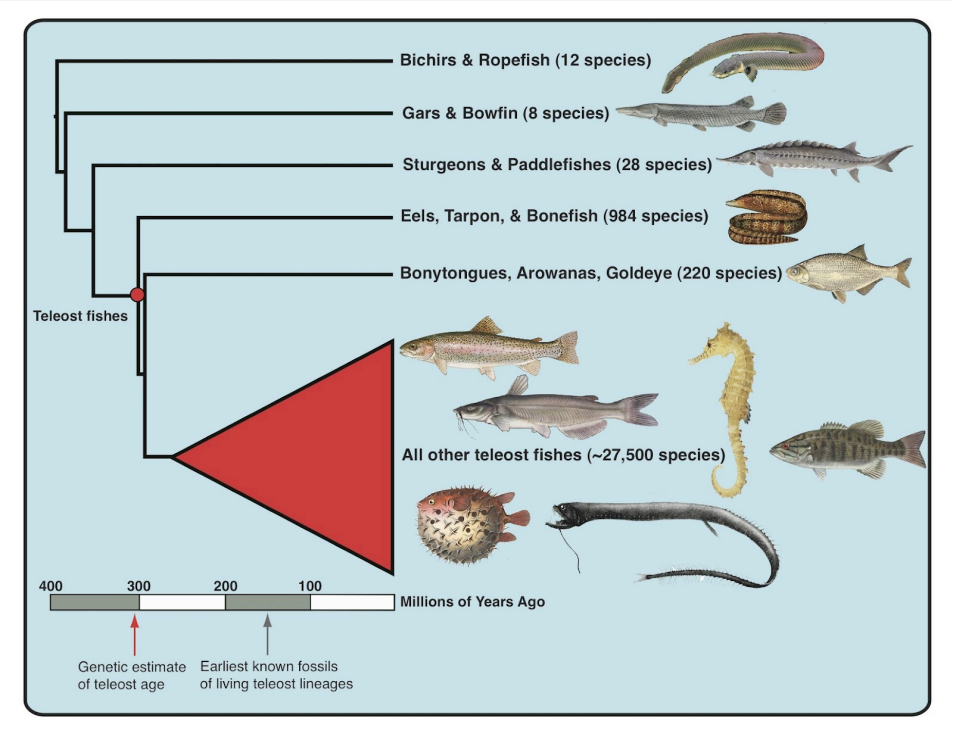
Η σύγχρονη σύνθεση – Μοριακά ρολόγια



Η σύγχρονη σύνθεση – Μοριακή φυλογένεση

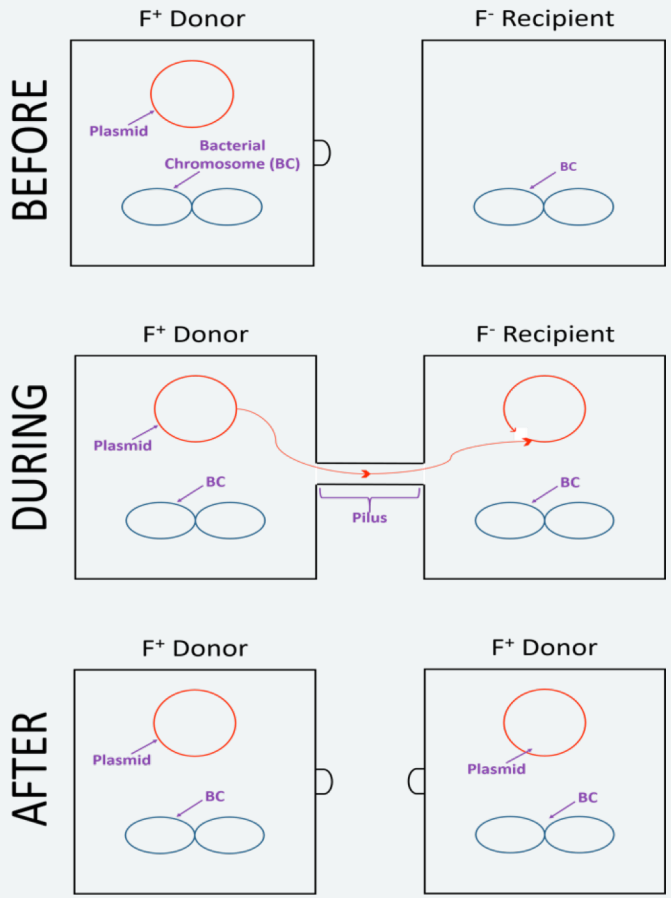


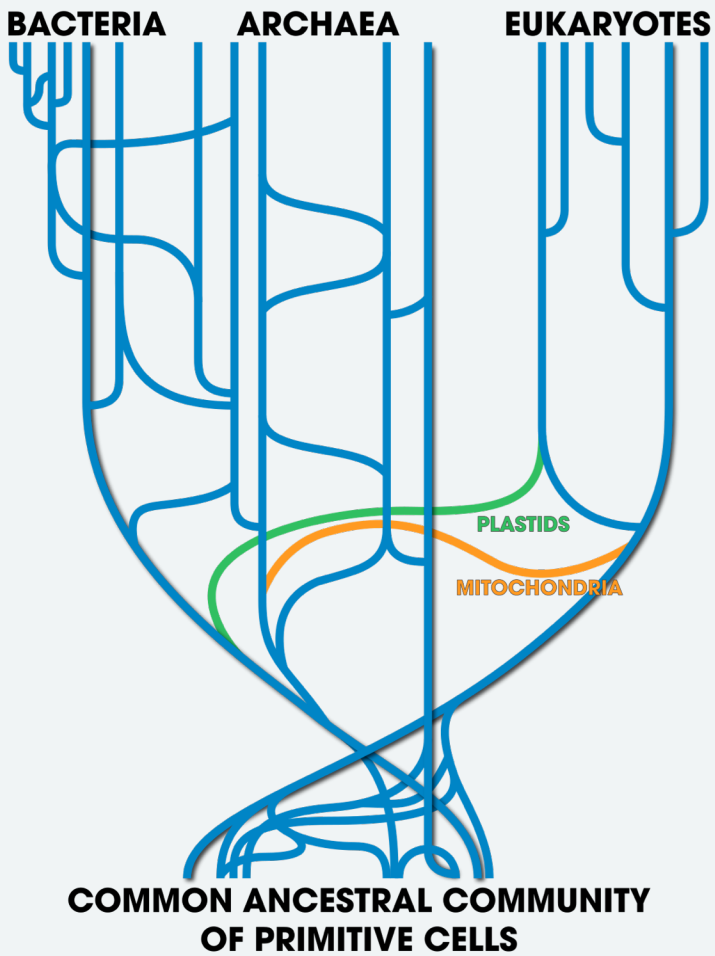
HGT

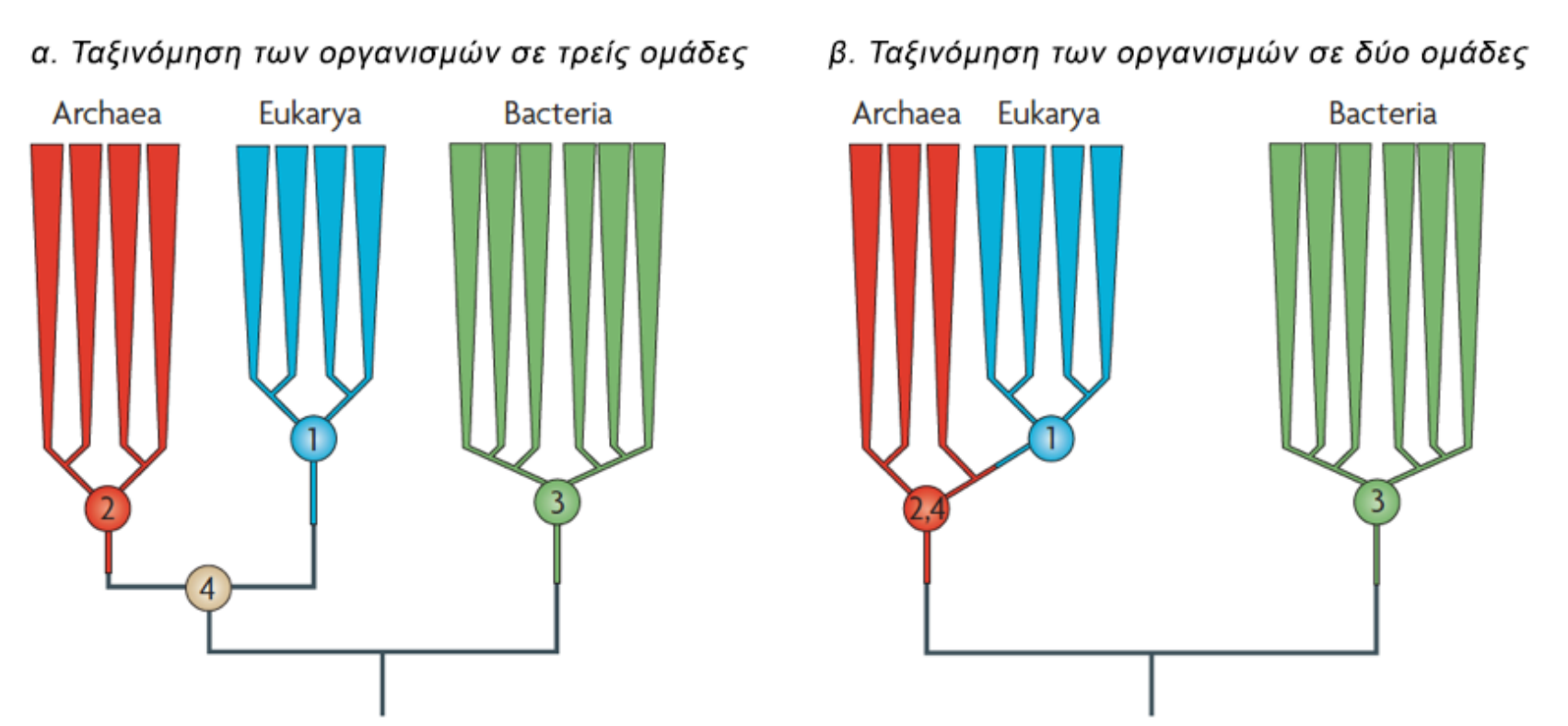


Endosymbiosis

Η σύγχρονη σύνθεση – Η συμβολή της μικροβιακής μελέτης






α. Ταξινόμηση των οργανισμών σε τρείς ομάδες
Archaea
Eukarya
Bacteria
1
2
3
4
β. Ταξινόμηση των οργανισμών σε δύο ομάδες
Archaea
Eukarya
Bacteria
1
2,4
3

▷ Γιαννούλης Θεμιστοκλής

B&B Τμήμα Βιοχημείας & Βιοτεχνολογίας Πανεπιστημίου Θεσσαλίας