

Βιολογία

Τμήμα Ωκεανογραφίας και Θαλάσσιων Βιοεπιστημών

Διδάσκουσα: Μεζίτη Αλεξάνδρα

Διάλεξη 11: Η προέλευση της ζωής στη Γη- Φυσική επιλογή-
Φυλογένεση και δέντρο της ζωής

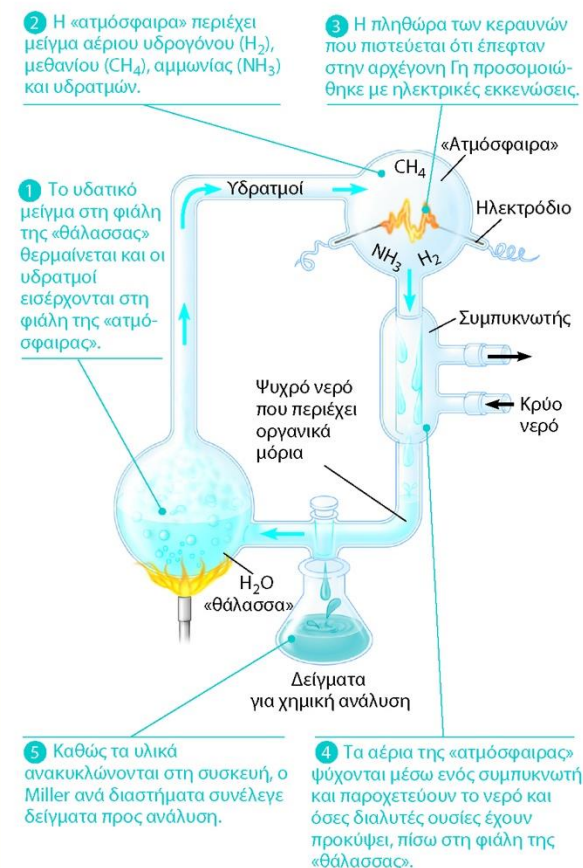
16/12/2025

▼ Εικόνα 4.2 Διερεύνηση

Μπορούν να σχηματιστούν οργανικά μόρια στις συνθήκες που θεωρείται ότι επικρατούσαν στην αρχέγονη Γη;

ΠΕΙΡΑΜΑ

Το 1953, ο Stanley Miller κατασκεύασε ένα κλειστό σύστημα για να προσομοιώσει τις συνθήκες που πιστεύεται ότι επικρατούσαν στην αρχέγονη Γη. Η προσομοίωση της αρχέγονης θάλασσας έγινε με μια φιάλη γεμάτη νερό. Το νερό θερμάνθηκε, έτσι ώστε ένα μέρος του να εξατμιστεί, και οι υδρατμοί διοχετεύθηκαν μέσω ενός σωλήνα σε μια δεύτερη φιάλη τοποθετημένη ψηλότερα. Στη δεύτερη φιάλη υπήρχε ένα μείγμα αερίων που συνιστούσε την προσομοίωση της «ατμόσφαιρας». Ηλεκτρικές εκκενώσεις σε αυτή την τεχνητή ατμόσφαιρα προσομοίωναν τους κεραυνούς στην αρχέγονη Γη.



Η προέλευση της ζωής

Οι ενώσεις που περιέχουν άνθρακα ονομάζονται οργανικές και ο αντίστοιχος κλάδος της Χημείας Οργανική Χημεία

Πείραμα Miller: Προσωμείωση συνθηκών της αρχέγονης γης

→ Νερό

→ Υδρατμοί

→ Μίγμα αερίων (H_2, CH_4, NH_3)

→ Ηλεκτρικές κενώσεις

→ Σχηματισμός περίπλοκων οργανικών ενώσεων

ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ

Ο Miller ανίχνευσε διάφορα οργανικά μόρια που απαντούν σε πολλούς οργανισμούς. Μεταξύ αυτών υπήρχαν απλές ενώσεις όπως η φορμαλδεΰδη (CH_2O) και το υδροκυάνιο, καθώς και πιο περίπλοκες ενώσεις, όπως αμινοξέα, αλλά και διάφορα μόρια με μακρές αλυσίδες άνθρακα και υδρογόνου (γνωστά ως υδρογονάνθρακες).

ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑ

Η σύνθεση οργανικών μορίων, το πρώτο βήμα για τη εμφάνιση της ζωής, ενδέχεται να έγινε αβιοτικά στην αρχέγονη Γη. (Θα εξετάσουμε αναλυτικότερα αυτή την υπόθεση στο Κεφάλαιο 25.)

ΠΗΓΗ

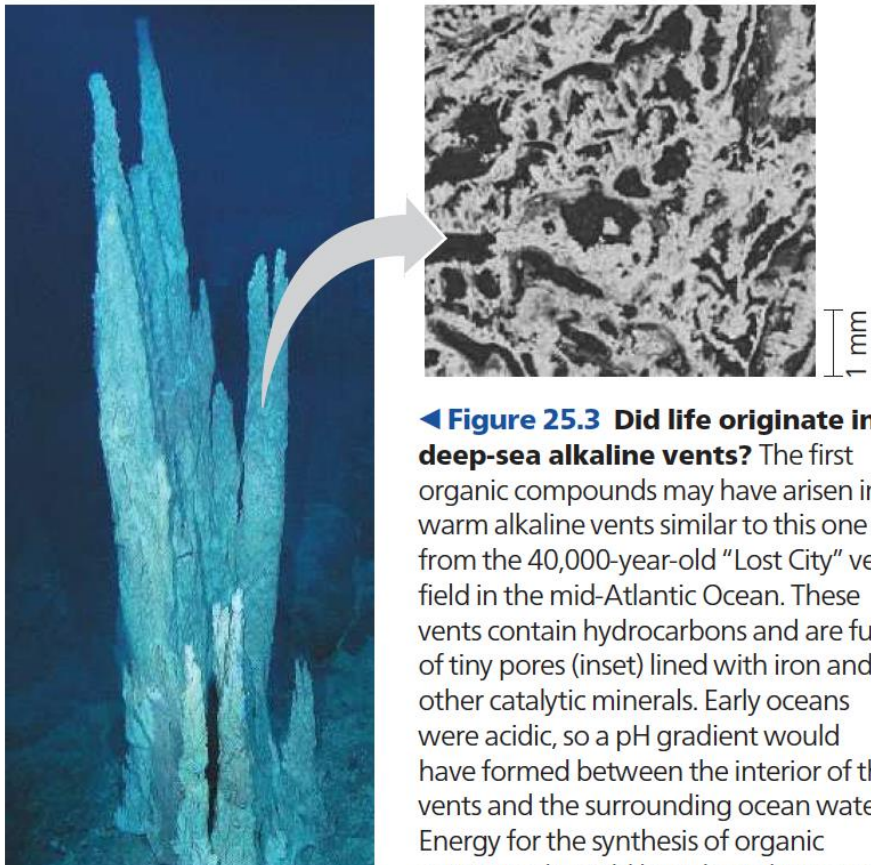
S. Miller, A production of amino acids under possible primitive Earth conditions, *Science* 117:528–529 (1953).

ΤΙ ΘΑ ΓΙΝΟΤΑΝ ΑΝ...;

Αν στο πείραμά του ο Miller χρησιμοποιούσε μεγαλύτερη συγκέντρωση NH_3 , θα άλλαζαν οι σχετικές συγκεντρώσεις των προϊόντων HCN και CH_2O ;

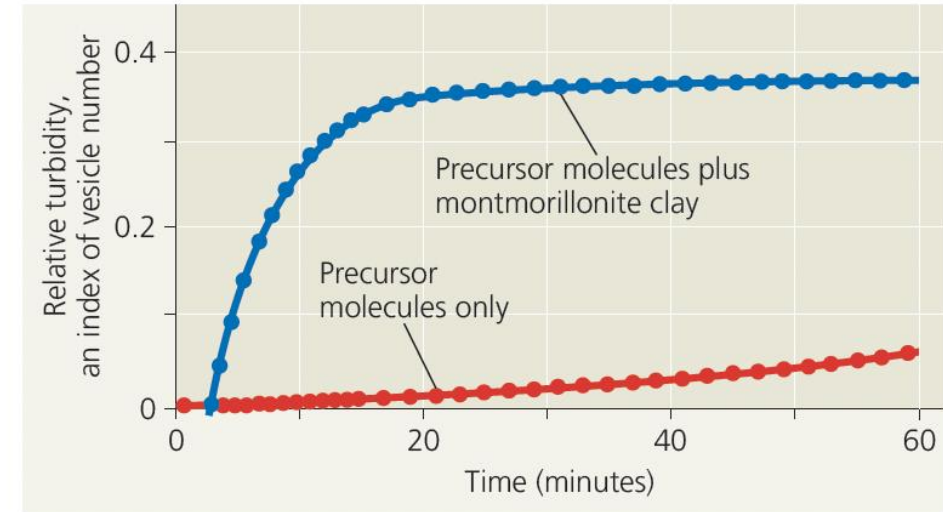
Αβιοτική σύνθεση μακρομορίων

Πρωτοκύτταρα: απαραίτητη η μεμβράνη και η δυνατότητα αναπαραγωγής

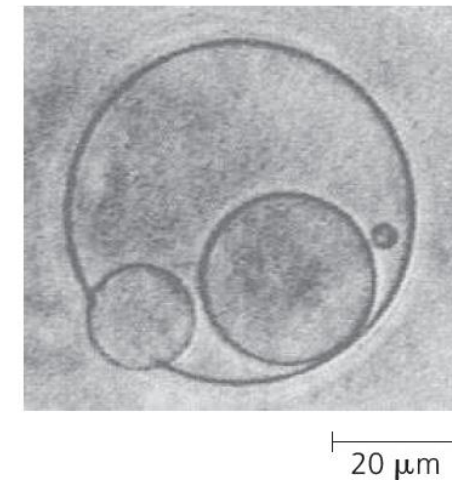


◀ **Figure 25.3 Did life originate in deep-sea alkaline vents?** The first organic compounds may have arisen in warm alkaline vents similar to this one from the 40,000-year-old “Lost City” vent field in the mid-Atlantic Ocean. These vents contain hydrocarbons and are full of tiny pores (inset) lined with iron and other catalytic minerals. Early oceans were acidic, so a pH gradient would have formed between the interior of the vents and the surrounding ocean water. Energy for the synthesis of organic compounds could have been harnessed from this pH gradient.

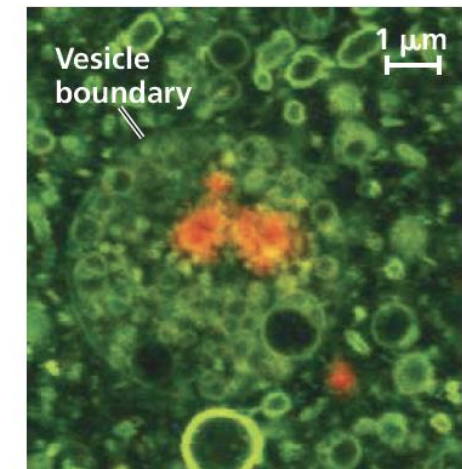
▼ **Figure 25.4 Features of abiotically produced vesicles.**



(a) **Self-assembly.** The presence of montmorillonite clay greatly increases the rate of vesicle self-assembly.



(b) **Reproduction.** Vesicles can divide on their own, as in this vesicle “giving birth” to smaller vesicles (LM).

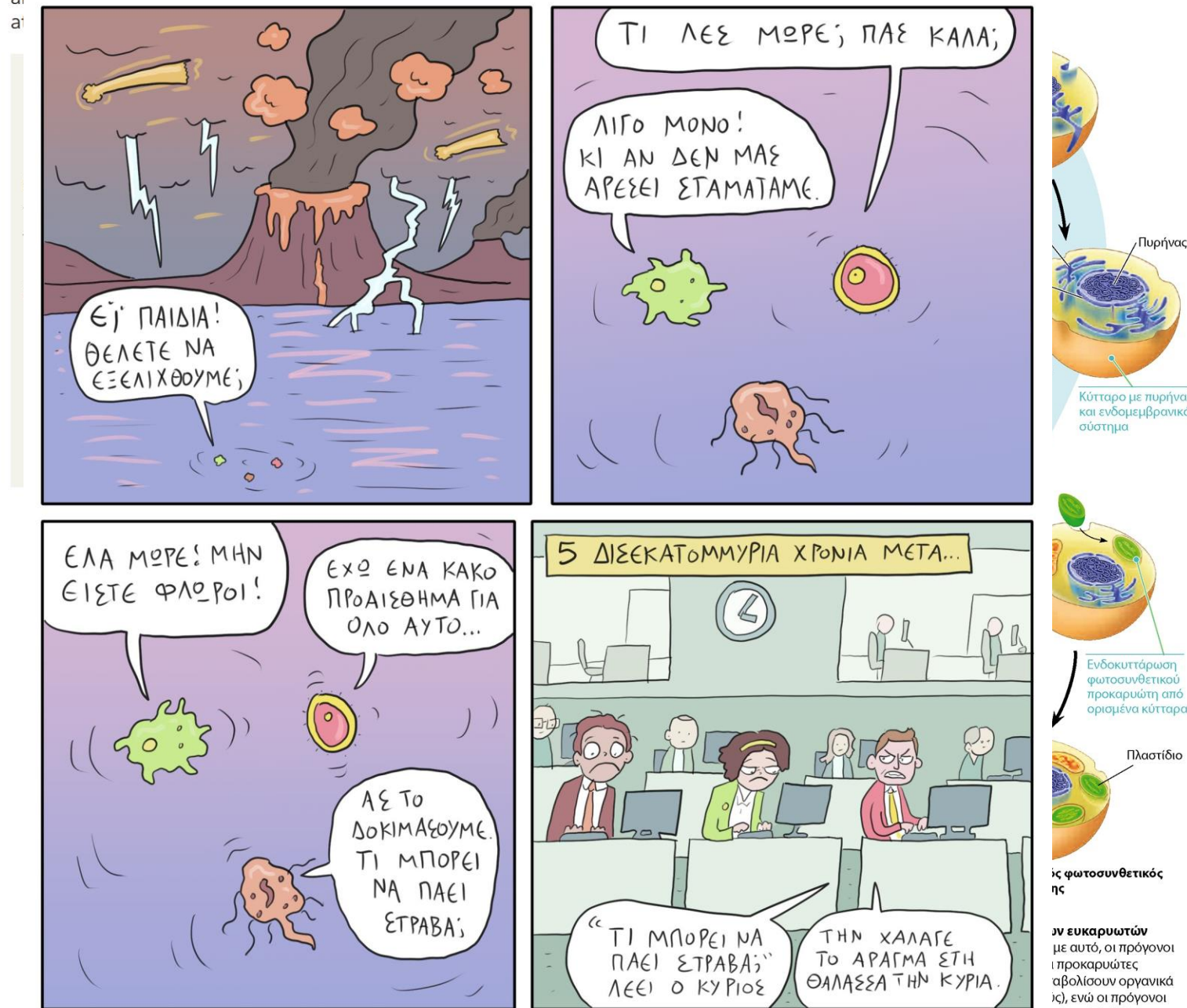


(c) **Absorption of RNA.** This vesicle has incorporated montmorillonite clay particles coated with RNA (orange).

Η ιστορία της Γης

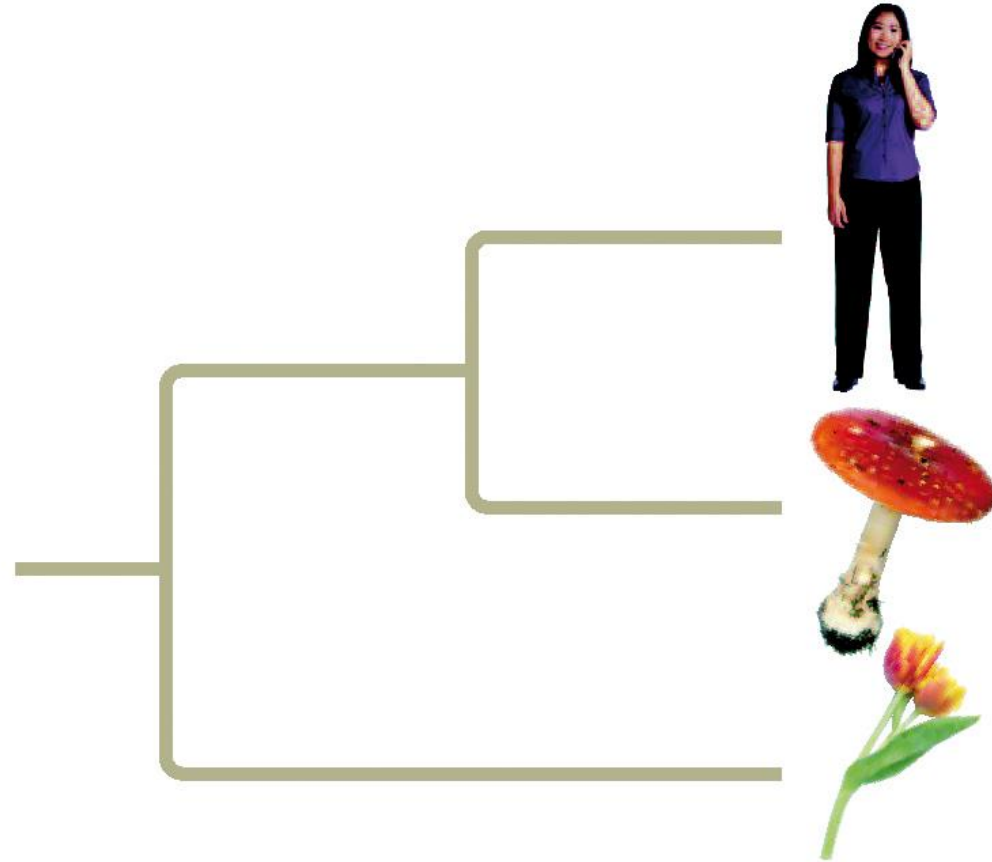
▼ **Figure 25.9 The rise of atmospheric oxygen.** Chemical analyses of ancient rocks have enabled this reconstruction of

at

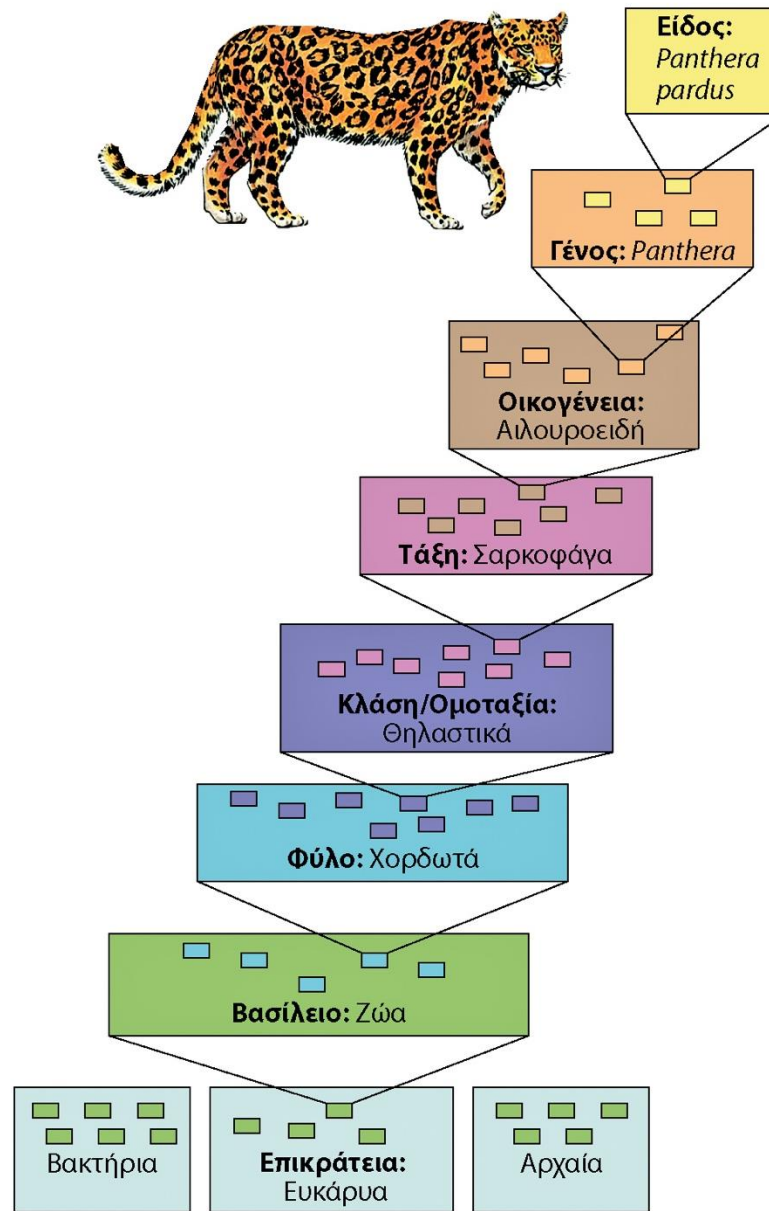


Φυλογένεση

Απεικόνιση των εξελικτικών σχέσεων ανάμεσα σε διαφορετικά είδη. Μπορεί να βασίζεται σε μορφολογικά, μοριακά ή βιοχημικά δεδομένα.



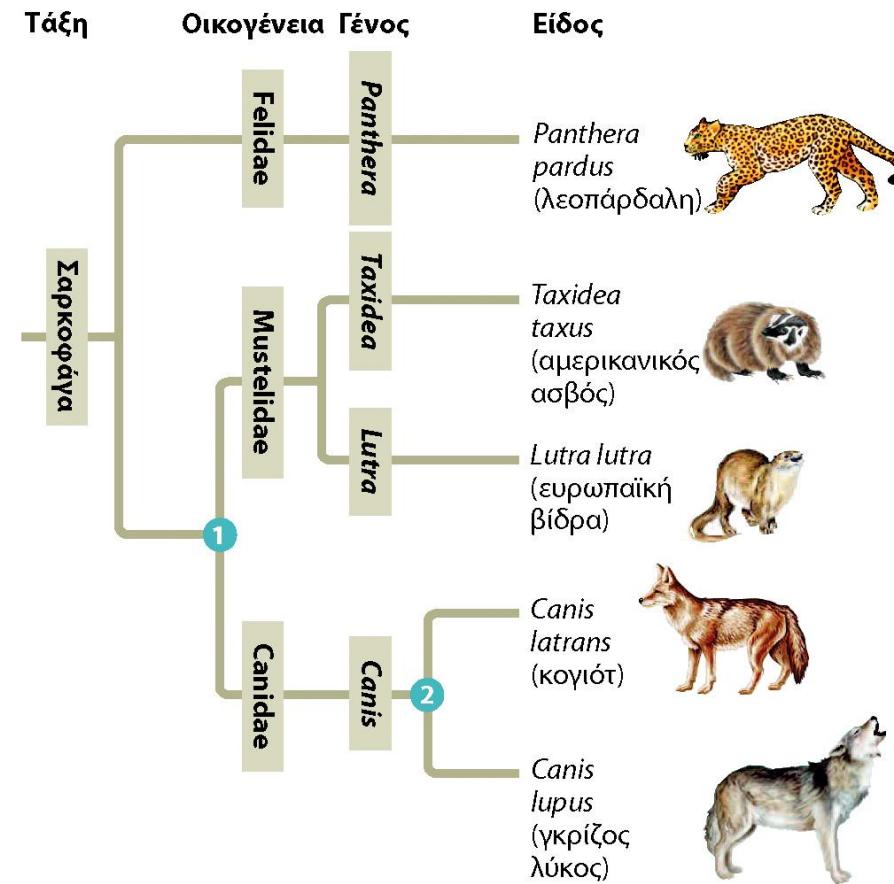
▲ **Εικόνα 26.2 Ένα απρόσμενο οικογενειακό δένδρο.** Ποιες είναι οι εξελικτικές σχέσεις μεταξύ ανθρώπου, μανιταριού και τουλίπας; Σύμφωνα με τις φυλογενετικές σχέσεις που προσδιορίζονται βάσει δεδομένων από το DNA, τα ζώα (όπως ο άνθρωπος) και οι μύκητες (όπως το μανιτάρι) συγγενεύουν στενότερα μεταξύ τους παρά με τα φυτά, αν και η εξωτερική τους εμφάνιση μας κάνει να υποθέτουμε το αντίθετο.



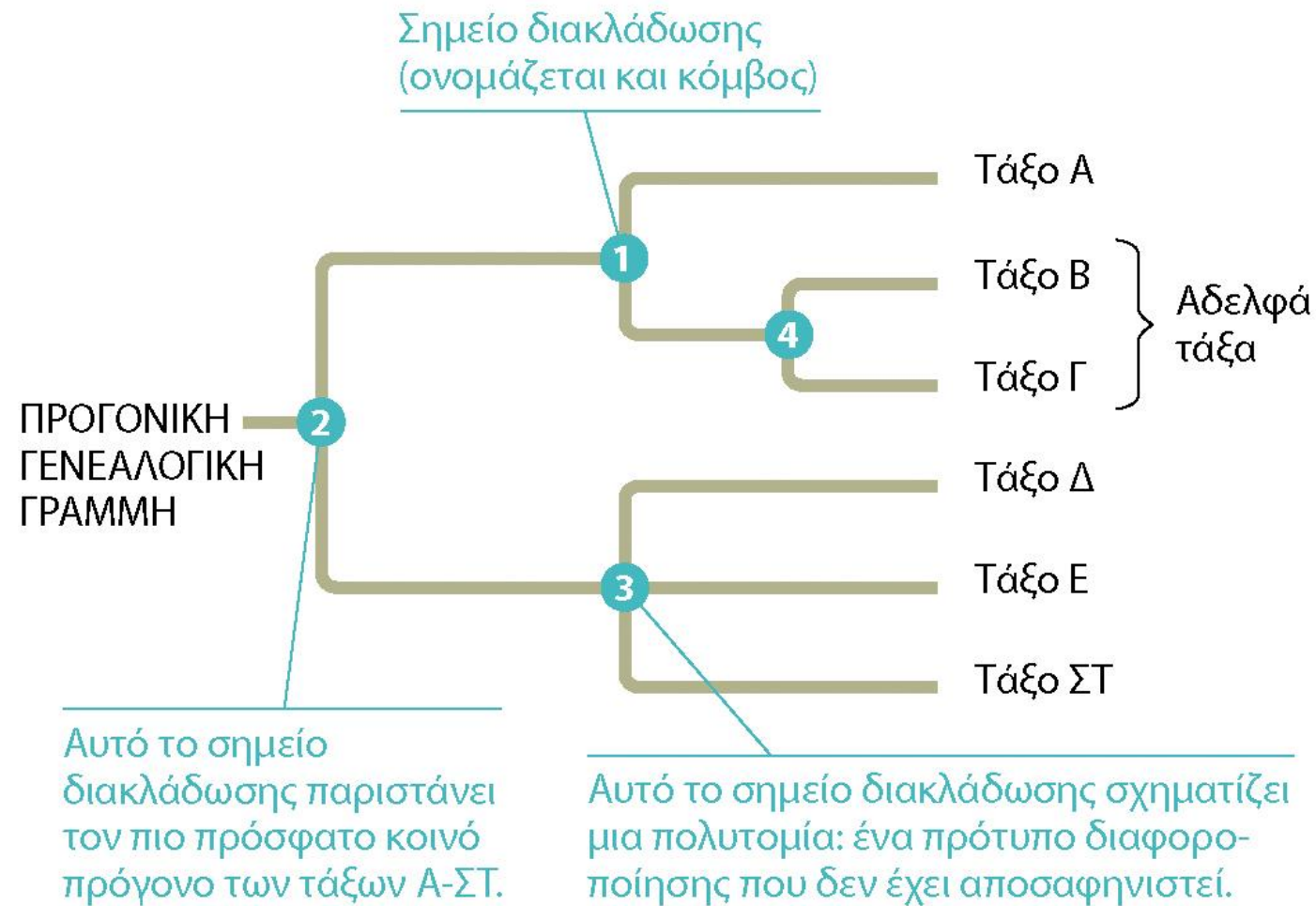
▲ **Εικόνα 26.3** Ιεραρχική ταξινόμηση. Σε κάθε επίπεδο του συστήματος ταξινόμησης του Λινναίου, τα είδη τοποθετούνται σε ομάδες που υπάγονται σε άλλες, ευρύτερες ομάδες.

Φυλογένεση και ταξινόμηση

Neil A. Campbell, ΒΙΟΛΟΓΙΑ, ΤΟΜΟΣ II, ΠΕΚ 2011



▲ **Εικόνα 26.4** Σύνδεση ταξινόμησης και φυλογένεσης. Στα φυλογενετικά δένδρα, όσο αναπτύσσεται η ιεραρχική ταξινόμηση των οργανισμών τόσο πυκνότερες γίνονται οι διακλαδώσεις. Στο δένδρο που βλέπουμε παριστάνονται οι πιθανές εξελικτικές σχέσεις ανάμεσα σε ορισμένα τάξα που περιλαμβάνει η τάξη των Σαρκοφάγων (Carnivora), που η ίδια αποτελεί κλάδο της κλάσης των Θηλαστικών (Mammalia). Το σημείο διακλάδωσης **1** παριστάνει τον πιο πρόσφατο κοινό πρόγονο όλων των μελών της οικογένειας της νυφίτσας (Mustelidae) και του σκύλου (Canidae). Το σημείο διακλάδωσης **2** παριστάνει τον πιο πρόσφατο κοινό πρόγονο των κογιότ και των γκρίζων λύκων.



▲ **Εικόνα 26.5** Πώς διαβάζουμε ένα φυλογενετικό δένδρο.

ΣΧΕΔΙΑΣΤΕ!

Σχεδιάστε πάλι αυτό το δένδρο περιστρέφοντας τους κλάδους γύρω από τα σημεία διακλάδωσης 2 και 4.

Μήπως η νέα εκδοχή παριστάνει διαφορετικές εξελικτικές σχέσεις ανάμεσα στα τάξα; Εξηγήστε.

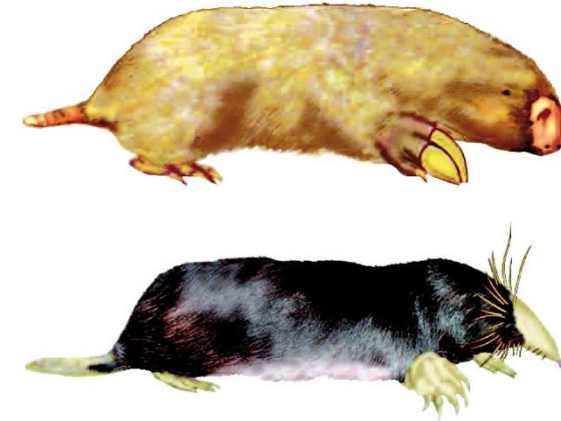
Η φυλογένεση προκύπτει από μοριακά και μορφολογικά δεδομένα

Ομολογίες ονομάζονται οι φαινοτυπικές και γενετικές ομοιότητες που οφείλονται στην ύπαρξη κοινού προγόνου.

π.χ. αριθμός και διάταξη των οστών στα άκρα των θηλαστικών ή ομοιότητες σε γονίδια

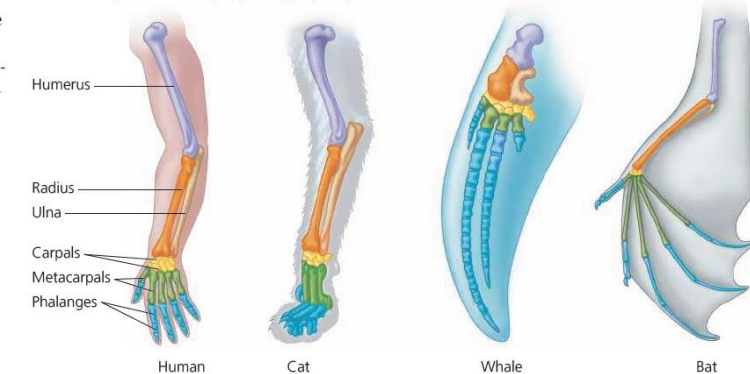
ΑΛΛΑ σε κάποιες περιπτώσεις ομοιότητες στη μορφολογία δεν συνοδεύονται από ομοιότητες στα γονίδια

Συγκλίνουσα εξέλιξη ή αναλογία: Μορφολογικές ομοιότητες που δεν οφείλονται σε κοινό πρόγονο αλλά σε παρόμοιες περιβαλλοντικές πιέσεις- ανεξάρτητη εξέλιξη



▲ **Εικόνα 26.7 Συγκλίνουσα εξέλιξη ανάλογων χαρακτηριστικών που συνδέονται με την ικανότητα για σκάψιμο.** Το επίμηκες σώμα, οι μεγάλες πατούσες στα μπροστινά πόδια, τα μικρά μάτια και η οξύληκτη μύτη που προστατεύεται με ειδική πάχυνση της επιδερμίδας είναι χαρακτηριστικά που εξελίχθηκαν ανεξάρτητα στον μαρσιποφόρο «τυφλοπόντικα» της Αυστραλίας (πάνω) και στον τυφλοπόντικα της Βόρειας Αμερικής, ο οποίος ανήκει στα ευθήρια (κάτω).

▼ **Figure 22.15 Mammalian forelimbs: homologous structures.** Even though they have become adapted for different functions, the forelimbs of all mammals are constructed from the same basic skeletal elements: one large bone (purple), attached to two smaller bones (orange and tan), attached to several small bones (gold), attached to several metacarpals (green), attached to approximately five digits, each of which is composed of multiple phalanges (blue).



Σύγκριση αλληλουχιών

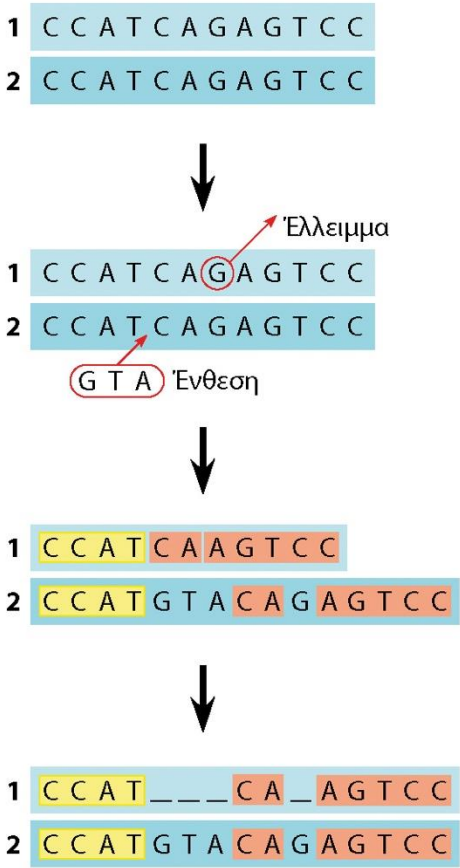
1 Όταν αρχίζει η διαφοροποίηση των ειδών 1 και 2 από τον κοινό πρόγονο, τα ομόλογα προγονικά τμήματα DNA ταυτίζονται.

2 Εξαιτίας μεταλλάξεων, λόγω ελλείμματος ή ένθεσης, οι μέχρι πρότινος όμοιες αλληλουχίες των δύο ειδών μετατοπίζονται.

3 Οι δύο από τις τρεις ομόλογες περιοχές (πορτοκαλί χρώμα) δεν στοιχίζονται μεταξύ τους λόγω των παραπάνω μεταλλάξεων.

4 Οι ομόλογες περιοχές στοιχίζονται ξανά, χάρη στην προσθήκη κενών θέσεων στην αλληλουχία από ένα υπολογιστικό πρόγραμμα.

▲ **Εικόνα 26.8 Στοιχίση τμημάτων DNA.** Στη συστηματική χρησιμοποιείται ειδικό υπολογιστικό λογισμικό για τον εντοπισμό και τη στοιχίση παραπλήσιων αλληλουχιών σε τμήματα DNA που προέρχονται από δύο διαφορετικά είδη. (Στο παράδειγμα που βλέπουμε δεν έχει συμβεί κάποια αλλαγή στις βάσεις των υπό μελέτη αλληλουχιών αφού διαφοροποιήθηκαν τα δύο είδη, επομένως οι συγκρίσιμες αλληλουχίες παραμένουν ίδιες εφόσον προσαρμόσουμε το μήκος.)

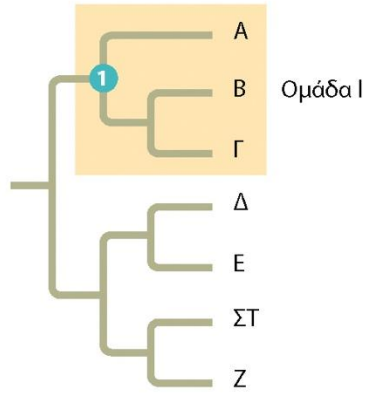


Είδος	Στοιχίση αμινοξικών ακολουθιών της σφαιρίνης β					
Άνθρωπος	1	VHLTPEEKSA	VTALWGKVN	DEVGGEALGR	LLVYPWTQR	FFESFGDLST
Ρέζους	1	VHLTPEEKNA	VTTLWGKVN	DEVGGEALGR	LLVYPWTQR	FFESFGDLSS
Γίββωνας	1	VHLTPEEKSA	VTALWGKVN	DEVGGEALGR	LLVYPWTQR	FFESFGDLST
Άνθρωπος	51	PDAVMGNPKV	KAHGKKVLGA	FSDGLAHLN	LKGTFAQLSE	LHCDKLHVD
Ρέζους	51	PDAVMGNPKV	KAHGKKVLGA	FSDGLNHLN	LKGTFAQLSE	LHCDKLHVD
Γίββωνας	51	PDAVMGNPKV	KAHGKKVLGA	FSDGLAHLN	LKGTFAQLSE	LHCDKLHVD
Άνθρωπος	101	ENFRLLGNVL	VCVLAHHFGK	EFTPPVQAAY	QKVVAGVANA	LAHKYH
Ρέζους	101	ENFRLLGNVL	VCVLAHHFGK	EFTPPVQAAY	QKVVAGVANA	LAHKYH
Γίββωνας	101	ENFRLLGNVL	VCVLAHHFGK	EFTPPVQAAY	QKVVAGVANA	LAHKYH

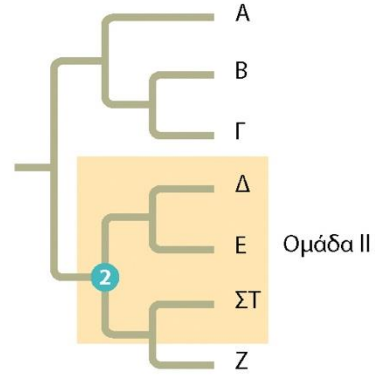
Δεδομένα από: <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/protein/AAA21113.1> (για τον άνθρωπο)· <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/protein/122634> (για τον πίθηκο ρέζους)· <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/protein/122616> (για τον γίββωνα).

Μονοφυλετικές, Παραφυλετικές και πολυφυλετικές ομάδες

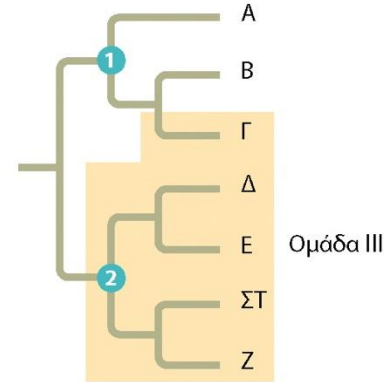
Neil A. Campbell, *ΒΙΟΛΟΓΙΑ, ΤΟΜΟΣ II*, ΠΕΚ 2011



(α) Μονοφυλετική ομάδα (κλάδος). Η Ομάδα I, η οποία αποτελείται από τρία είδη (Α, Β, Γ) και τον κοινό τους πρόγονο ①, αποτελεί κλάδο ή μονοφυλετική ομάδα. Μια μονοφυλετική ομάδα αποτελείται από ένα προγονικό είδος και όλους τους απογόνους του.



(β) Παραφυλετική ομάδα. Η Ομάδα II είναι παραφυλετική, δηλαδή αποτελείται από το προγονικό είδος ② και ορισμένους απογόνους του (είδη Δ, Ε, ΣΤ), αλλά όχι όλους (λείπει το είδος Ζ).

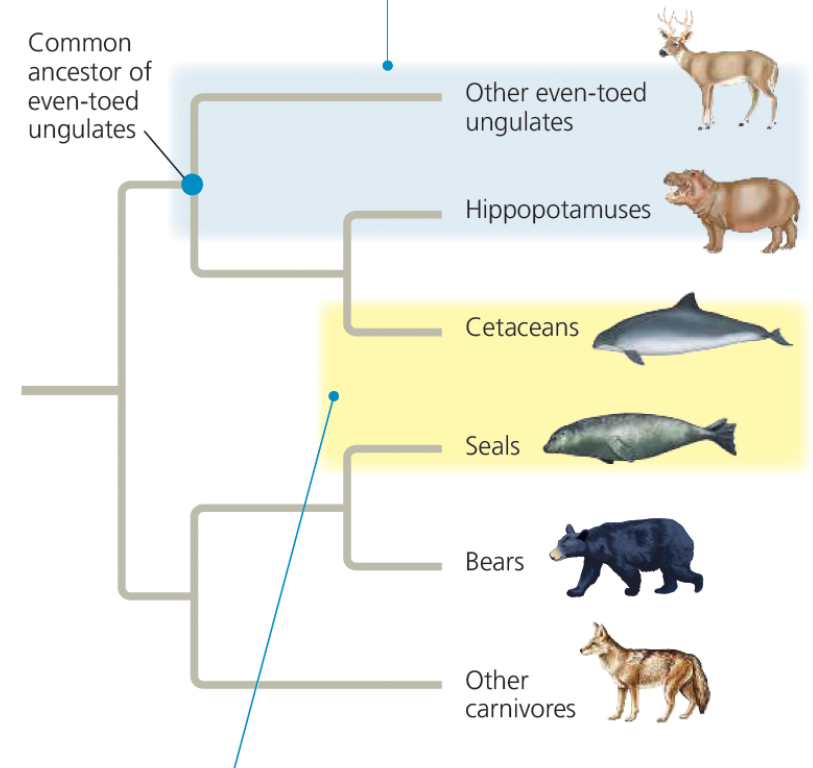


(γ) Πολυφυλετική ομάδα. Η Ομάδα III είναι πολυφυλετική, δηλαδή περιλαμβάνει απόγονου με δύο ή περισσότερους κοινούς προγόνους. Στην περίπτωση αυτή, τα είδη Δ, Ε, ΣΤ και Ζ έχουν κοινό τον πρόγονο ②, αλλά ο πρόγονος του είδους Α είναι διαφορετικός, ο ①.

▲ **Εικόνα 26.10** Μονοφυλετικές, παραφυλετικές και πολυφυλετικές ομάδες.

▼ **Figure 26.11** Paraphyletic versus polyphyletic groups.

This group is paraphyletic because it does not include all the descendants of the common ancestor (it excludes cetaceans).



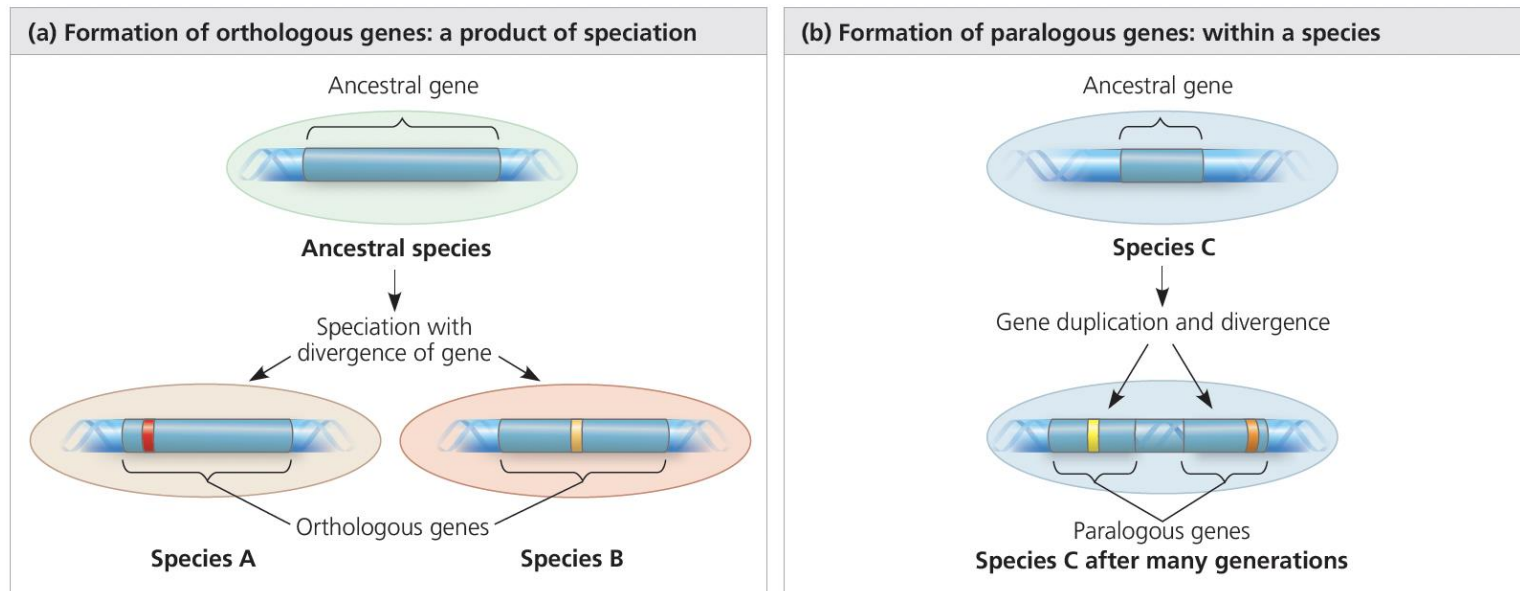
This group is polyphyletic because it does not include the most recent common ancestor of its members.

Ομόλογα γονίδια

Τα ομόλογα γονίδια σε δύο διαφορετικά είδη είναι αυτά που έχουν κληρονομηθεί από τον κοινό πρόγονο

Τα διαφορετικά γονίδια εξελίσσονται με διαφορετικούς ρυθμούς → τα φυλογενετικά δέντρα μπορούν να απεικονίζουν μικρές ή μεγάλες περιόδους ανάλογα με το γονίδιο που χρησιμοποιείται π.χ. τα γονίδια που κωδικοποιούν το rRNA εξελίσσονται αργά → συγκρίσεις σε αυτά τα γονίδια είναι πολύτιμες για τη μελέτη σχέσεων σε είδη που απέκλιναν εκ. Χρόνια πριν.

▼ **Figure 26.18 Two types of homologous genes.** Colored bands mark regions of the genes where differences in base sequences have accumulated.



Από τα δύο Βασίλεια στις Τρεις Επικράτειες

Μέχρι το τέλος των 60s ... δύο Βασίλεια (Φυτά κ Ζώα)

Αργότερα ... πέντε Βασίλεια 1. Μονήρη (Προκαρυώτες), 2. Πρώτιστα (κυρίως μονοκύτταροι οργανισμοί), 3. Φυτά, 4. Μύκητες και 5. Ζώα. Για πρώτη φορά οι Προκαρυώτες αποτέλεσαν μία ξεχωριστή ομάδα!

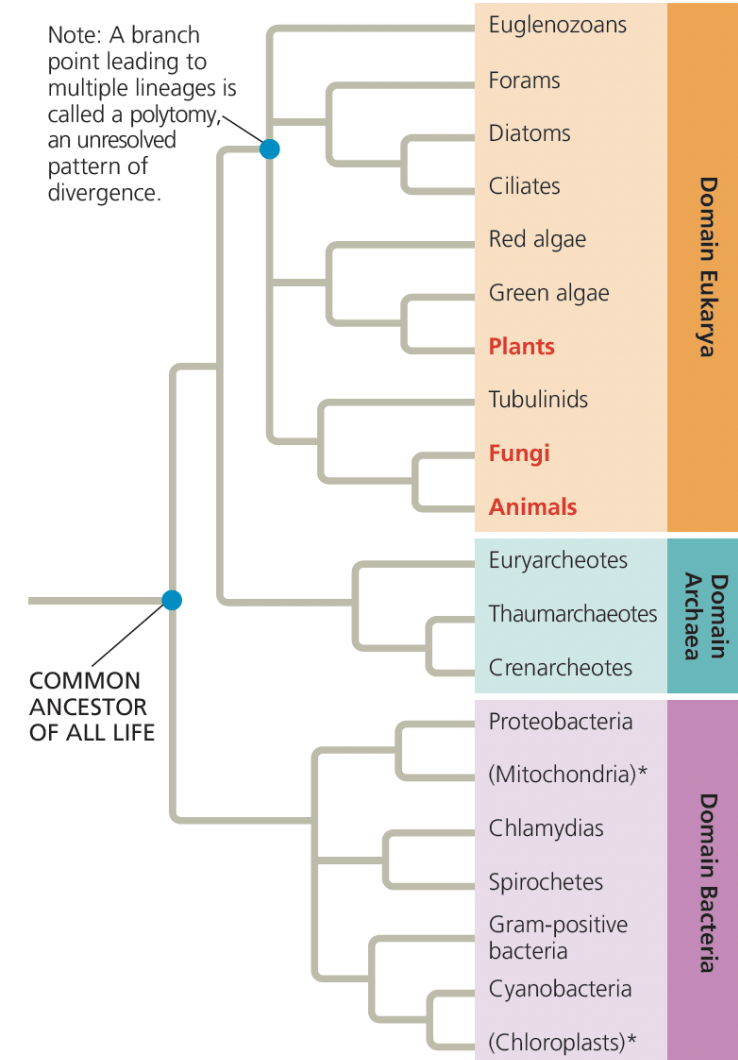
Οι πρώτες φυλογενετικές αναλύσεις ανέδειξαν τα προβλήματα των παραπάνω διαχωρισμών → Κάποιοι Προκαρυώτες διαφέραν μεταξύ τους περισσότερο από όσο διέφεραν με κάποιους Ευκαρυώτες

Έτσι καταλήξαμε στις Τρεις Επικράτειες των οποίων η εγκυρότητα έχει πιστοποιηθεί από πολλές μελέτες.

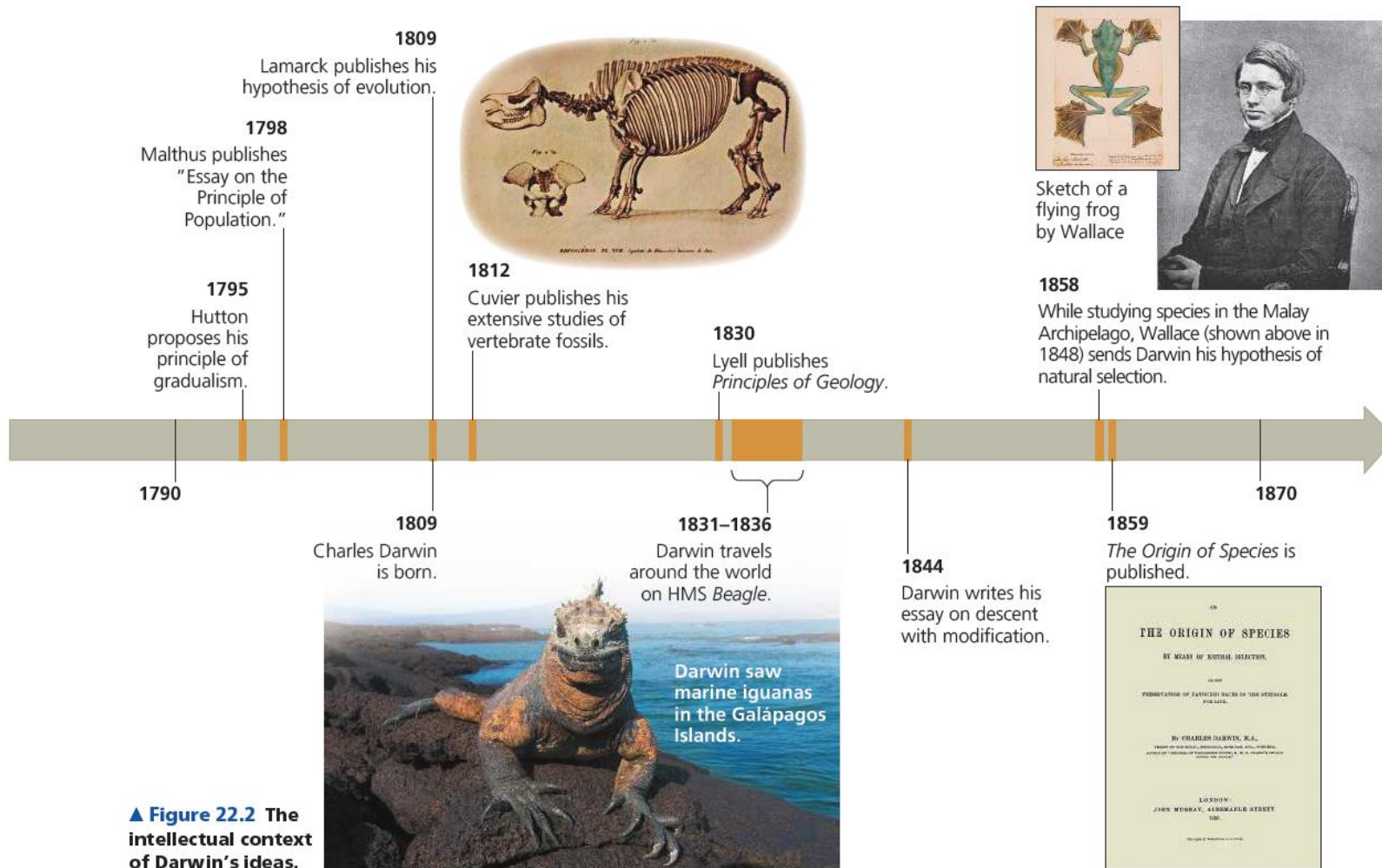
Ο πρώτος μεγάλος διαχωρισμός έγινε όταν ξεχώρισαν τα Βακτήρια.

Οι άλλοι Προκαρυώτες (Αρχαία) είναι πιο κοντά φυλογενετικά με τους Ευκαρυώτες συγκριτικά με τα Βακτήρια

▼ **Figure 26.21 The three domains of life.** This phylogenetic tree is based on sequence data for rRNA and other genes. For simplicity, only some of the major branches in each domain are shown. Lineages within Eukarya that are dominated by multicellular organisms (plants, fungi, and animals) are in red type, while the two lineages denoted by an asterisk are based on DNA from cellular organelles. All other lineages consist solely or mainly of single-celled organisms.



MAKE CONNECTIONS After reviewing endosymbiont theory (see Figure 6.16), explain the specific positions of the mitochondrion and chloroplast lineages on this tree.



Φυσική επιλογή κ Εξέλιξη



Figure 1.1 (a) Charles Darwin, 1849 (lithograph by Thomas H. Maguire; courtesy of The Royal Institution, London, UK/Bridgeman Art Library). (b) Alfred Russel Wallace, 1862 (courtesy of the Natural History Museum, London).

Οι οργανισμοί δεν έχουν σχεδιαστεί αλλά έχουν ‘διαπλαστεί’ (μέσω της φυσικής επιλογής) από το περιβάλλον τους. Τα χαρακτηριστικά των οργανισμών είναι μία σειρά επιτυχιών και αποτυχιών των προγόνων τους.

Darwin

Φυσική επιλογή

Βασικά χαρακτηριστικά της Φυσικής Επιλογής

- Η φυσική επιλογή είναι η διαδικασία κατά την οποία άτομα με συγκεκριμένα κληρονομήσιμα χαρακτηριστικά επιβιώνουν και αναπαράγονται με υψηλότερο ρυθμό από άλλα εξαιτίας αυτών των χαρακτηριστικών.
- Στη διάρκεια του χρόνου η φυσική επιλογή μπορεί να αυξήσει τη συχνότητα των προσαρμογών που είναι ωφέλιμες για ένα συγκεκριμένο περιβάλλον.
- Αν οι περιβαλλοντικές συνθήκες αλλάξουν ή αν τα άτομα μεταφερθούν σε νέο ενδιαίτημα τότε η φυσική επιλογή μπορεί να καταλήξει σε προσαρμογές στις νέες συνθήκες, ακόμα και σε ειδογένεση.

1. Η φυσική επιλογή δρα στα άτομα και στο περιβάλλον τους αλλά αυτά ΔΕΝ ΕΞΕΛΙΣΣΟΝΤΑΙ!!!

Οι πληθυσμοί είναι αυτοί που εξελίσσονται μέσα στον χρόνο

2. Η φυσική επιλογή μπορεί να προωθήσει ή να εξαλείψει μόνο τα κληρονομήσιμα στοιχεία που διαφέρουν ανάμεσα στα διαφορετικά άτομα του πληθυσμού.

3. Οι περιβαλλοντικοί παράγοντες ποικίλλουν στον χώρο και στον χρόνο. Ένα χαρακτηριστικό που είναι ευνοϊκό σε συγκεκριμένο περιβάλλον και χρονική στιγμή μπορεί να είναι ακόμα και καταστροφικό υπό άλλες συνθήκες. Η φυσική επιλογή λειτουργεί πάντα αλλά τα χαρακτηριστικά που θα προωθηθούν εξαρτώνται από τις συνθήκες όπου ένα είδος ζει και ζευγαρώνει

Φυσική επιλογή κ Εξέλιξη

2. Η φυσική επιλογή μπορεί να προωθήσει ή να εξαλείψει μόνο τα κληρονομήσιμα στοιχεία που διαφέρουν ανάμεσα στα διαφορετικά άτομα του πληθυσμού.

Η γενετική ποικιλομορφία καθιστά πιθανή την εξέλιξη!!!!

Πηγές γενετική ποικιλομορφίας

1. Μεταλλάξεις
2. Αλλαγή θέσης ή αριθμού γονιδίων
3. Γρήγορη αναπαραγωγή
4. Σεξουαλική αναπαραγωγή

Σε κάθε ενδιαίτημα κάποια άτομα έχουν την τάση να επιβιώνουν και να αφήνουν περισσότερους απογόνους από άλλα.

Στην περίπτωση που για αυτό τον λόγο τα κληρονομήσιμα χαρακτηριστικά αλλάζουν από γενιά σε γενιά λέμε ότι οι πληθυσμοί έχουν εξελιχθεί μέσω της φυσικής επιλογής.

Καποιοι λανθασμένα θα έλεγαν ότι η φύση επιλέγει. Η φύση όμως δεν επιλέγει αλλά οριοθετεί απλώς το σκηνικό για το παιχνίδι της εξέλιξης.

Φυσική επιλογή κ Εξέλιξη

Τα άτομα με την μεγαλύτερη αρμοστικότητα (fitness) είναι αυτά που δίνουν τους περισσότερους απογόνους. Η αρμοστικότητα είναι σχετική.

Η εξέλιξη δεν έχει στόχο να δημιουργήσει τέλεια άτομα. Απλώς δουλεύει πάνω στα διαθέσιμα γονίδια ώστε να προκύψουν πιο αρμοστικά βάσει της διαθέσιμης δεξαμενής.

[Ecoli ARG genes](#)

Η βιολογική έννοια του είδους

Ομάδα πληθυσμών τα μέλη των οποίων μπορούν να αναπαράγονται και να δίνουν βιώσιμους γόνιμους απογόνους

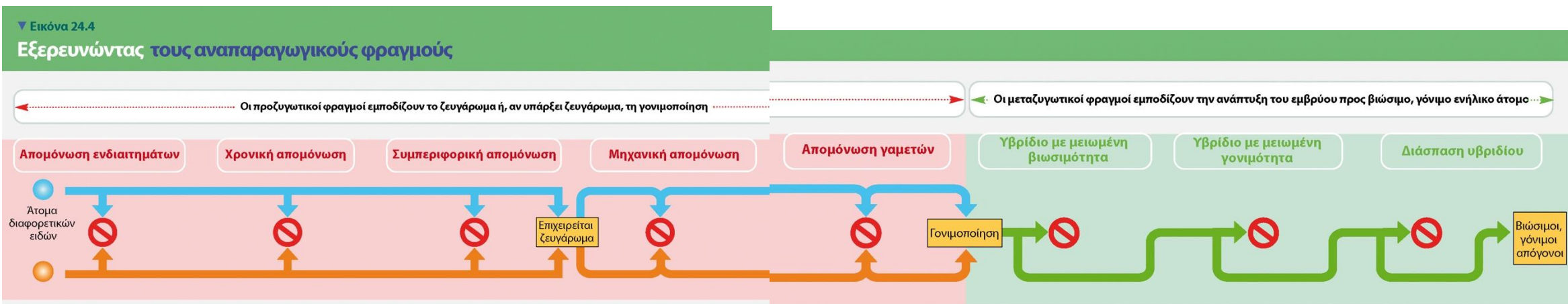
Τι κρατάει την συνοχή στη γονιδιακή δεξαμενή των ειδών;

→ Η συνεχής γονιδιακή ροή ανάμεσα στους πληθυσμούς και η ανταλλαγή αλληλομόρφων κρατάει τη γενετική σταθερότητα (η διακοπή ανταλλαγής αλληλομόρφων μπορεί να οδηγήσει σε ειδογένεση)

→ Η αναπαραγωγική απομόνωση

→ ύπαρξη αναπαραγωγικών φραγμών που εμποδίζουν τα άτομα να δώσουν βιώσιμους απογόνους

→ αποφυγή ανταλλαγής γονιδίων και περιορισμός υβριδίων → διακοπή γονιδιακής ροής και περιορισμός δεξαμενής γονιδίων



Εξερευνώντας τους αναπαραγωγικούς φραγμούς



Δύο είδη που καταλαμβάνουν διαφορετικά ενδιαίτηματα στην ίδια περιοχή μπορεί να συναντιούνται σπάνια, ή καθόλου, ακόμη κι αν δεν απομονώνονται από προφανείς φυσικούς φραγμούς, π.χ. οροσειρές.

Παράδειγμα: Δύο είδη θαμνόφιδων του γένους *Thamnophis* απαντούν στις ίδιες γεωγραφικές περιοχές, όμως το ένα ζει κυρίως στο νερό (α), ενώ το άλλο είναι κατά κύριο λόγο χερσαίο (β).



Είδη που αναπαράγονται διαφορετικές ώρες της ημέρας, διαφορετικές εποχές ή διαφορετικές χρονιές δεν μπορούν να αναμίξουν τους γαμέτες τους.

Παράδειγμα: Στη Βόρεια Αμερική, οι περιοχές εξάπλωσης του ανατολικού στικτού βρωμοκούναβου (*Spilogale putorius*) (γ) και του δυτικού στικτού βρωμοκούναβου (*Spilogale gracilis*) (δ) αλληλεπικαλύπτονται. Όμως ο *S. putorius* ζευγαρώνει στα τέλη του χειμώνα, ενώ ο *S. gracilis* στα τέλη του θέρους.



Τελετές ερωτοτροπίας και άλλες συμπεριφορές που εμφανίζονται αποκλειστικά σε ένα είδος λειτουργούν ως αναπαραγωγικοί φραγμοί, ακόμη και μεταξύ ειδών στενά συγγενικών μεταξύ τους. Αυτές οι τελετές επιτρέπουν την αναγνώριση συντρόφου, ώστε να επιλέγονται ερωτικοί σύντροφοι από το ίδιο είδος.

Παράδειγμα: Οι γαλαζοπόδαροι τρελοί, κάτοικοι των Γκαλάπαγκος, ζευγαρώνουν μόνο ύστερα από μια επίδειξη ερωτοτροπίας που απαντά μόνο σε αυτό το είδος. Μέρος του «σεναρίου» θέλει το αρσενικό να σηκώνει ψηλά το ένα πόδι (ε), προσελκύοντας με τη συμπεριφορά του το θηλυκό και κάνοντάς το να προσέξει το έντονο μπλε χρώμα των ποδιών του.



Το ζευγάρισμα επιχειρείται, αλλά μορφολογικές διαφορές εμποδίζουν την επιτυχή ολοκλήρωσή του.

Παράδειγμα: Οι σπείρες στα κελύφη δύο ειδών σαλιγκαριού του γένους *Bradybaena* έχουν αντίθετες κατευθύνσεις: η μία έχει τη φορά των δεικτών του ρολογιού καθώς κινούμαστε προς το κέντρο (στ, δεξιά), ενώ η άλλη έχει αντίθετη φορά (στ, αριστερά). Επομένως, οι γεννητικοί πόροι (βέλη) δεν έρχονται ο ένας απέναντι στον άλλο και το ζευγάρισμα δεν μπορεί να ολοκληρωθεί.



Τα σπερματοζωάρια ενός είδους ενδέχεται να μην μπορούν να γονιμοποιήσουν τα ωάρια ενός άλλου είδους. Π.χ. τα σπερματοζωάρια ίσως δεν είναι ικανά να επιβιώσουν στον αναπαραγωγικό σωλήνα του θηλυκού ατόμου ενός άλλου είδους ή μπορεί να υπάρχουν βιοχημικοί μηχανισμοί οι οποίοι εμποδίζουν τα σπερματοζωάρια να διαπεράσουν τη μεμβράνη που περιβάλλει τα ωάρια του άλλου είδους.

Παράδειγμα: Η απομόνωση γαμετών διαχωρίζει ορισμένα είδη υδρόβιων ζώων που συγγενεύουν στενά μεταξύ τους, π.χ. τα διάφορα είδη αχινών (ζ). Οι αχινοί απελευθερώνουν τα σπερματοζωάρια και τα ωάρια τους στο νερό που τους περιβάλλει. Εκεί οι γαμέτες συντηκόνται και σχηματίζονται ζυγωτά. Οι γαμέτες διαφορετικών ειδών, όπως των κόκκινων και των μοβ αχινών της εικόνας, δεν είναι δυνατό να συντηχθούν διότι οι πρωτεΐνες που φέρουν στην επιφάνειά τους τα ωάρια και τα σπερματοζωάρια των διαφορετικών ειδών δεν μπορούν να συνδεθούν μεταξύ τους.



Η αλληλεπίδραση μεταξύ γονιδίων διαφορετικών ειδών μπορεί να βλάψει την ανάπτυξη του υβριδίου ή να απειλήσει την επιβίωσή του στο περιβάλλον.

Παράδειγμα: Ορισμένα υποείδη σαλαμάνδρας του γένους *Ensatina* ζουν στις ίδιες περιοχές και καταλαμβάνουν τα ίδια ενδιαίτηματα. Ενίοτε μπορεί να γίνει υβριδοποίηση μεταξύ τους. Όμως τα περισσότερα υβρίδια που προκύπτουν από τις διασταυρώσεις τους δεν ολοκληρώνουν την ανάπτυξή τους, ενώ όσα αναπτύσσονται πλήρως είναι ασθενέστερα από τα μη υβριδικά άτομα.



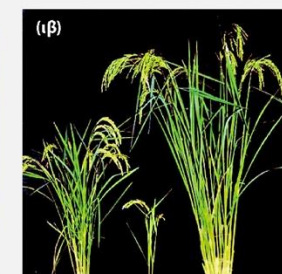
Ακόμη κι αν τα υβρίδια είναι εύρωστα, ενδέχεται να είναι στείρα. Αν τα χρωμοσώματα των δύο ειδών που διασταυρώνονται διαφέρουν σε αριθμό ή δομή, ίσως να μην είναι δυνατό να παραχθούν φυσιολογικοί γαμέτες στα υβρίδια μέσω μείωσης. Εφόσον τα στείρα υβρίδια δεν δίνουν απογόνους αν διασταυρωθούν με ένα από τα γονικά είδη, δεν μπορεί να υπάρξει ελεύθερη γονιδιακή ροή μεταξύ ειδών.

Παράδειγμα: Το υβρίδιο που προκύπτει από τη διασταύρωση γαϊδάρου (θ) και αλόγου (ι) είναι το μουλάρι (ια), το οποίο είναι εύρωστο αλλά στείρο.



Ορισμένα υβρίδια πρώτης γενεάς είναι βιώσιμα και γόνιμα, όταν όμως διασταυρώνονται μεταξύ τους ή με τα γονικά είδη, οι απόγονοι της επόμενης γενεάς είναι ασθενικοί ή στείροι.

Παράδειγμα: Κατά τη διαφοροποίησή τους από τον κοινό πρόγονο, τα διάφορα στελέχη καλλιεργούμενου ρυζιού συσσωρεύσαν διαφορετικά μεταλλαγμένα υπολειπόμενα αλληλόμορφα σε δύο γενετικούς τόπους. Τα μεταξύ τους υβρίδια είναι εύρωστα και γόνιμα (ιβ, αριστερά και δεξιά), αλλά τα φυτά της επόμενης γενεάς, που φέρουν υπερβολικά μεγάλο αριθμό υπολειπόμενων αλληλομόρφων, είναι καχεκτικά και στείρα (ιβ, κέντρο). Αυτά τα στελέχη ρυζιού έχουν αρχίσει να διαχωρίζονται μέσω μεταζυγωτικών φραγμών, αν και δεν θεωρούνται ακόμη διαφορετικά είδη.



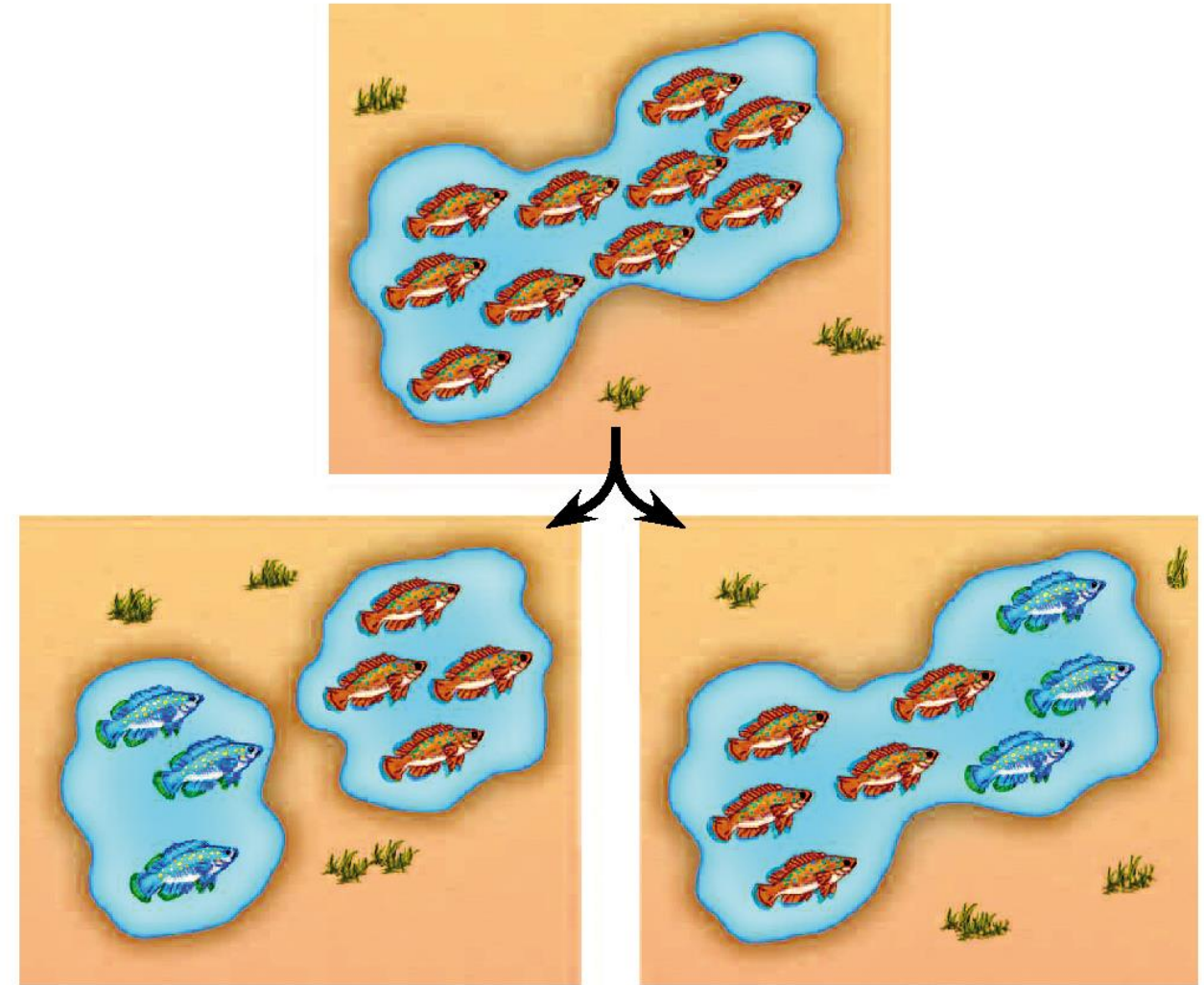
Ειδογένεση

Αλλοπάτρια ειδογένεση

Γεωγραφική απομόνωση και εμφάνιση διαφορετικών μεταλλάξεων → Η φυσική επιλογή μπορεί να αλλάξει τη συχνότητα των αλληλόμορφων

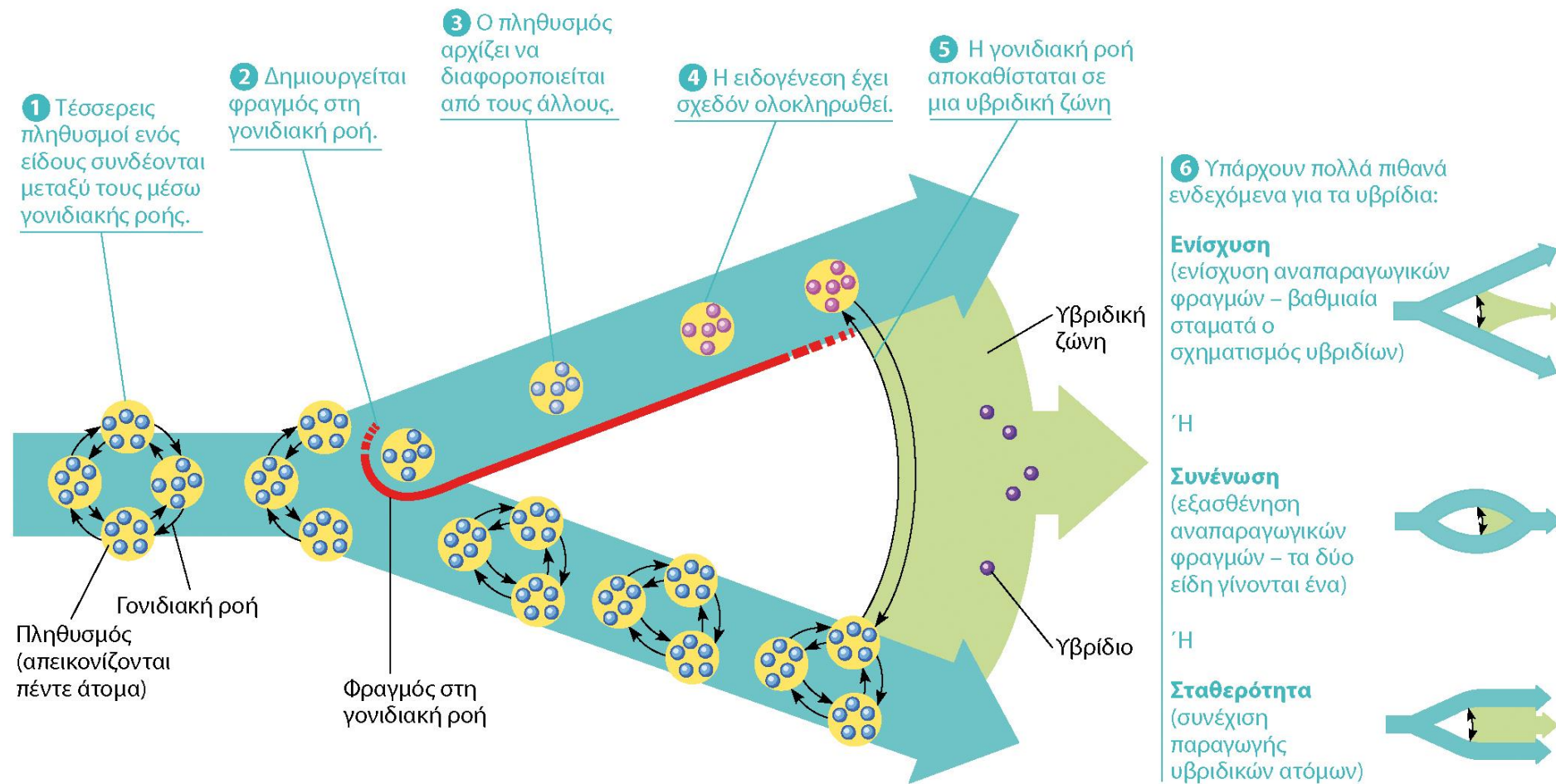
Συμπάτρια ειδογένεση

Πιο σπάνια από την αλλοπάτρια και πιο κοινή στα φυτά
→ Προκύπτει από πολυπλοειδίες (λάθη στη μείωση)
→ Επιλογή στο ζευγάρωμα
→ Διαφοροποίηση ενδιαιτήματος



(α) **Αλλοπάτρια ειδογένεση.** Δημιουργία νέου είδους σε συνθήκες γεωγραφικής απομόνωσης από τον γονικό πληθυσμό.

(β) **Συμπάτρια ειδογένεση.** Δημιουργία νέου είδους χωρίς γεωγραφική απομόνωση από τον γονικό πληθυσμό.



▲ **Εικόνα 24.14 Σχηματισμός υβριδικής ζώνης και πιθανά ενδεχόμενα για τα υβρίδια.** Τα μεγάλα έγχρωμα βέλη αναπαριστούν την πάροδο του χρόνου.

i Τι θα μπορούσε να συμβεί αν αποκατασταθεί η γονιδιακή ροή στο βήμα 3 της παραπάνω διαδικασίας;