

ΒΙΟΛΟΓΙΑ

**Γενικής Παιδείας
Γ' ΓΕΝΙΚΟΥ ΛΥΚΕΙΟΥ**

ΤΟΜΟΣ 5ος

ΣΤΟΙΧΕΙΑ ΑΡΧΙΚΗΣ ΕΚΔΟΣΗΣ

Η συγγραφή του βιβλίου είναι αποτέλεσμα συλλογικής εργασίας μελών της Πανελλήνιας Ένωσης Βιολόγων, στα πλαίσια του διαγωνισμού του Παιδαγωγικού Ινστιτούτου για τη συγγραφή διδακτικών βιβλίων Βιολογίας της Β΄ και Γ΄ Λυκείου.

ΟΜΑΔΑ ΣΥΓΓΡΑΦΗΣ (Α΄ ΕΚΔΟΣΗΣ)

ΑΔΑΜΑΝΤΙΑΔΟΥ ΣΜ., βιολόγος, μέλος του Διεθνούς Συμβουλίου Μουσείων.

ΓΕΩΡΓΑΤΟΥ Μ., βιολόγος, καθηγήτρια Δευτεροβάθμιας Εκπαίδευσης.

ΓΙΑΠΙΤΖΑΚΗΣ Χ., δρ Μοριακής,
γενετιστής.

ΛΑΚΚΑ Λ., ΔΕΑ Μοριακής Βιο-
λογίας, ΔΕΑ Περιβαλλοντικής
Εκπαίδευσης, καθηγήτρια Δευ-
τεροβάθμιας Εκπαίδευσης. (Συμ-
μετοχή μόνο στον Εργαστηριακό
Οδηγό)

ΝΟΤΑΡΑΣ Δ., βιολόγος, M.Sc.,
ιδιωτικός εκπαιδευτικός Δευτερο-
βάθμιας Εκπαίδευσης.

ΦΛΩΡΕΝΤΙΝ Ν., δρ Μοριακής Βι-
ολογίας, κυτταρογενετίστρια.

ΧΑΤΖΗΓΕΩΡΓΙΟΥ Γ., ανοσοβιολό-
γος.

ΧΑΝΤΗΚΩΝΤΗ ΟΛ., δρ Βιολογί-
ας, καθηγήτρια Δευτεροβάθμιας
Εκπαίδευσης. (Συμμετοχή μόνο
στον Εργαστηριακό Οδηγό)

**ΟΜΑΔΑ ΑΝΑΜΟΡΦΩΣΗΣ ΤΗΣ Α΄
ΕΚΔΟΣΗΣ**

**ΚΑΛΑΪΤΖΙΔΑΚΗ ΜΑΡΙΑΝΝΑ, δρ
Βιολογίας, εντεταλμένη επίκου-
ρος καθηγήτρια Βιολογίας.**

**ΠΑΝΤΑΖΙΔΗΣ ΓΕΩΡΓΙΟΣ, βιολό-
γος, ιδιωτικός εκπαιδευτικός.**

**ΥΠΕΥΘΥΝΗ ΓΙΑ ΤΟ
ΠΑΙΔΑΓΩΓΙΚΟ ΙΝΣΤΙΤΟΥΤΟ**

**ΠΕΡΑΚΗ ΒΑΣΙΛΙΚΗ, δρ Βιολογί-
ας, σύμβουλος Παιδαγωγικού Ιν-
στιτούτου.**

ΟΜΑΔΑ ΚΡΙΣΗΣ

**ΚΟΥΣΟΥΛΑΚΟΣ Σ., αναπληρωτής
καθηγητής Ανάπτυξης Βιολογίας
και Ιστολογίας του Πανεπιστημίου
Αθηνών.**

ΚΑΣΤΟΡΙΝΗΣ ΑΝΤ., δρ βιολογίας,
εκπαιδευτικός Δευτεροβάθμιας
Εκπαίδευσης.

ΚΑΨΑΛΗΣ ΑΘΑΝ., βιολόγος, εκ-
παιδευτικός Δευτεροβάθμιας Εκ-
παίδευσης.

ΓΛΩΣΣΙΚΗ ΕΠΙΜΕΛΕΙΑ

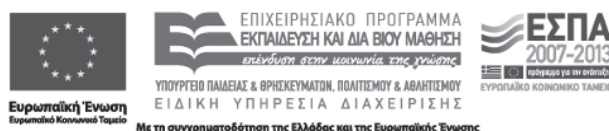
ΚΛΕΙΔΩΝΑΡΗ ΜΑΙΡΙΤΑ, φιλόλο-
γος, καθηγήτρια Δευτεροβάθμιας
Εκπαίδευσης.

ΕΠΙΒΛΕΨΗ ΠΡΟΕΚΤΥΠΩΣΗΣ

ΠΛΑΤΑΝΙΣΤΙΩΤΗ ΣΟΦΙΑ, βιολό-
γος, M.Sc., καθηγήτρια Δευτερο-
βάθμιας Εκπαίδευσης.

ΣΤΟΙΧΕΙΑ ΕΠΑΝΕΚΔΟΣΗΣ

Η επανέκδοση του παρόντος βιβλίου πραγματοποιήθηκε από το Ινστιτούτο Τεχνολογίας Υπολογιστών & Εκδόσεων «Διόφαντος» μέσω ψηφιακής μακέτας, η οποία δημιουργήθηκε με χρηματοδότηση από το ΕΣΠΑ / ΕΠ «Εκπαίδευση & Διά Βίου Μάθηση» / Πράξη «ΣΤΗΡΙΖΩ».



Οι διορθώσεις πραγματοποιήθηκαν κατόπιν έγκρισης του Δ.Σ. του Ινστιτούτου Εκπαιδευτικής Πολιτικής

Η αξιολόγηση, η κρίση των προσαρμογών και η επιστημονική επιμέλεια του προσαρμοσμένου βιβλίου πραγματοποιείται από τη Μονάδα Ειδικής Αγωγής του Ινστιτούτου Εκπαιδευτικής Πολιτικής.

Η προσαρμογή του βιβλίου για μαθητές με μειωμένη όραση από το ΙΤΥΕ – ΔΙΟΦΑΝΤΟΣ πραγματοποιείται με βάση τις προδιαγραφές που έχουν αναπτυχθεί από ειδικούς εμπειρογνώμονες για το ΙΕΠ.

**ΠΡΟΣΑΡΜΟΓΗ ΤΟΥ ΒΙΒΛΙΟΥ
ΓΙΑ ΜΑΘΗΤΕΣ
ΜΕ ΜΕΙΩΜΕΝΗ ΟΡΑΣΗ**

ΙΤΥΕ - ΔΙΟΦΑΝΤΟΣ



**ΥΠΟΥΡΓΕΙΟ ΠΑΙΔΕΙΑΣ, ΕΡΕΥΝΑΣ
ΚΑΙ ΘΡΗΣΚΕΥΜΑΤΩΝ**

**ΙΝΣΤΙΤΟΥΤΟ ΕΚΠΑΙΔΕΥΤΙΚΗΣ
ΠΟΛΙΤΙΚΗΣ**

ΒΙΟΛΟΓΙΑ

**Γενικής Παιδείας
Γ' ΓΕΝΙΚΟΥ ΛΥΚΕΙΟΥ**

**ΑΔΑΜΑΝΤΙΑΔΟΥ ΣΜ.,
ΓΕΩΡΓΑΤΟΥ Μ., ΓΙΑΠΙΤΖΑΚΗΣ Χ.,
ΛΑΚΚΑ Λ., ΝΟΤΑΡΑΣ Δ.,
ΦΛΩΡΕΝΤΙΝ Ν., ΧΑΤΖΗΓΕΩΡΓΙΟΥ Γ.,
ΧΑΝΤΗΚΩΝΤΗ ΟΛ.**

**Η συγγραφή και η επιστημονική
επιμέλεια του βιβλίου
πραγματοποιήθηκε υπό την αιγίδα
του Παιδαγωγικού Ινστιτούτου**

Τόμος 5ος

Ι.Τ.Υ.Ε. «ΔΙΟΦΑΝΤΟΣ»



Κεφάλαιο 3

ΕΞΕΛΙΞΗ

**«Τίποτε δεν έχει νόημα
στη Βιολογία παρά μόνο
υπό το φως της εξέλιξης».**

Θεοδόσιος Ντομπζάνσκι

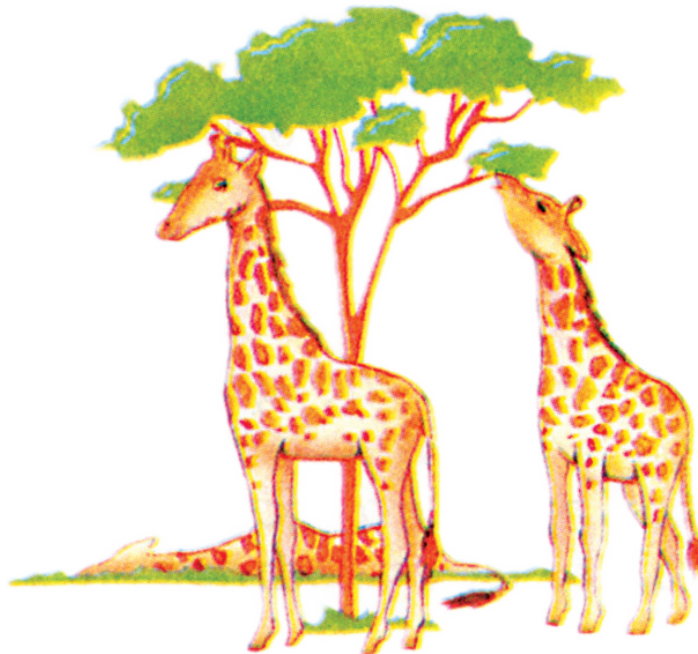


3. ΕΞΕΛΙΞΗ

3.1 ΕΙΣΑΓΩΓΗ

Πολλές από τις ιδέες που έχουν κατά καιρούς διατυπωθεί από τους επιστήμονες γίνονται δύσκολα αποδεκτές από τον «κοινό νοο», διότι φαίνεται ότι αντιβαίνουν στην εμπειρία. Για παράδειγμα, πολλοί αδυνατούν να αποδεχθούν ότι ένα σώμα μπορεί να κινείται χωρίς να ασκείται καμία δύναμη επάνω του (λόγω αδράνειας), γιατί έχουν τη (λανθασμένη) εντύπωση ότι πίσω από κάθε κίνηση πρέπει να υπάρχει απαραίτητα μια δύναμη που τη δημιουργεί. Παρομοίως ένας από τους λόγους για τους οποίους άργησε να γίνει αποδεκτή η θεωρία

της εξέλιξης των ειδών, που διατυπώθηκε από τον Κάρολο Δαρβίνο, ήταν ότι στο σύντομο χρονικό διάστημα της ζωής του ανθρώπου δεν μπορούν να γίνουν αντιληπτές οι μεταβολές που υφίστανται τα είδη.





Η ιδέα της εξέλιξης είχε υποστηριχθεί και από άλλους στοχαστές που προηγήθηκαν του Δαρβίνου. Ο Δαρβίνος όμως τη διατύπωσε με επιστημονικούς όρους και επίσης υπέδειξε το μηχανισμό με τον οποίο αυτή συμβαίνει (φυσική επιλογή).

Σήμερα η θεωρία της εξέλιξης είναι αποδεκτή από το σύνολο της επιστημονικής κοινότητας και αποτελεί τη θεωρία που έχει επηρεάσει ίσως περισσότερο από κάθε άλλη σύγχρονη επιστημονική θεωρία το δυτικό πολιτισμό. Αυτός και μόνο ο λόγος θα ήταν αρκετός για να τη μελετάμε, πάντα στο βαθμό βέβαια που επιτρέπει ένα σχολικό εγχειρίδιο. Υπάρχει όμως ακόμη ένας σημαντικότερος λόγος που αφορά τη Βιολογία ως επιστήμη και το

αντικείμενό της. Η Βιολογία, όπως και κάθε άλλη επιστήμη, βασίζεται πάνω σε μερικές θεμελιώδεις γενικεύσεις, πάνω δηλαδή σε μερικές αρχές που ισχύουν σε όλη την έκταση των αντικειμένων που μελετά. Τη μία από αυτές τις γενικεύσεις την έχουμε ήδη γνωρίσει στο εγχειρίδιο της Βιολογίας της Β΄ Λυκείου. Είναι η κυτταρική θεωρία, η οποία υποστηρίζει ότι όλα τα έμβια όντα αποτελούνται από κύτταρα και από προϊόντα κυττάρων. Η άλλη γενίκευση είναι η θεωρία της εξέλιξης, η θεωρία δηλαδή που υποστηρίζει ότι όλα τα έμβια όντα είναι προϊόν εξέλιξης που υπέστησαν προγενέστεροι οργανισμοί. Χωρίς αυτή τη θεωρία η Βιολογία θα έμοιαζε περισσότερο με μια στείρα

περιγραφή φυτικών και ζωικών οργανισμών από την οποία θα έλειπε ο μίτος που τους συνδέει μεταξύ τους. Χωρίς αυτή τη θεωρία, για να χρησιμοποιήσουμε και τα λόγια του Θεοδόσιου Ντομπζάνσκι, ενός μεγάλου εξελικτικού του 20ού αιώνα, δε θα μπορούσαμε να κατανοήσουμε πώς ένα άθροισμα από χημικά συστατικά και κύτταρα, όπως ο άνθρωπος, έγινε ικανό: «να είναι ζωντανό, να αισθάνεται χαρά και πόνο, να ξεχωρίζει την ομορφιά από την ασχήμια και να διακρίνει το καλό από το κακό...».



Εικόνα 3.1: Απολιθωμένα αποτυπώματα δεινοσαύρων

Από τους πρώτους που παραμέρισαν τους μύθους και προσπάθησαν να δώσουν μια επιστημονική εξήγηση για τον κόσμο και τα φαινόμενά του ήταν οι αρχαίοι Έλληνες φιλόσοφοι, πολλοί από τους οποίους προσέγγισαν την ιδέα της εξέλιξης ήδη από τον 6ο π.Χ. αιώνα. Ο Αριστοτέλης όμως, όπως και ο δάσκαλός του ο Πλάτωνας, πίστευε στη σταθερότητα

των ειδών, γεγονός που συνέβαλε στο να ατονήσει η αρχαία εξελικτική σκέψη. Αυτή η αντίληψη της σταθερότητας των ειδών επικράτησε επί 2.000 χρόνια, μέχρι τα τέλη του 18ου αιώνα.

- Ηράκλειτος (6ος π.Χ. αιώνας). Υπήρξε από τους πρώτους φιλοσόφους που διακήρυξαν την αιώνια κίνηση και μεταβολή των όντων και την αέναη ανανέωση και εξέλιξή τους.
- Θαλής ο Μιλήσιος (6ος π.Χ. αιώνας). Προσπάθησε να βρει μια επιστημονική εξήγηση των φυσικών φαινομένων. Πίστευε ότι η ζωή προέρχεται από το νερό.

- Αναξίμανδρος (6ος π.Χ. αιώνας). Προσπάθησε να εξηγήσει την προέλευση του σύμπαντος και της ζωής, παρακάμπτοντας τους μύθους. Θεωρείται ο πρόδρομος της θεωρίας της αυτόματης γένεσης. Πίστευε, λανθασμένα, ότι όλες οι μορφές ζωής εμφανίζονται εκ νέου αβιογενετικά (από την άβια ύλη).
- Ξενοφάνης (5ος π.Χ. αιώνας). Πίστευε ότι τα απολιθώματα είναι λείψανα οργανισμών που έζησαν κάποτε στη Γη. Τα θαλάσσια απολιθώματα που βρέθηκαν στην ξηρά δείχνουν ότι η θάλασσα κάλυπτε παλαιότερα αυτή την ξηρά.

- Εμπεδοκλής (5ος π.Χ. αιώνας). Συνέλαβε την ιδέα της φυσικής επιλογής.
- Αριστοτέλης (4ος π.Χ. αιώνας). Κατέταξε ιεραρχικά τα έμβια όντα στη φυσική κλίμακα. Πρώτη κατέταξε την άψυχη ύλη και ακολουθούσαν τα φυτά, τα πρωτόγονα ζώα, τα πτηνά και τα θηλαστικά. Στη μέση βρισκόταν ο άνθρωπος, μισός σώμα και μισός πνεύμα, και πάνω από αυτόν ο Θεός.



3.1.1 Ταξινόμηση των οργανισμών και εξέλιξη

Αν και δεν υπάρχουν ούτε δύο εντελώς όμοια όντα στον πλανήτη –εξαιρουμένων φυσικά των μονοζυγωτικών διδύμων ή των μικροοργανισμών που ανήκουν στον ίδιο κλώνο– οι επιστήμονες επιμένουν να κατατάσσουν τους οργανισμούς σε ομάδες, ανάλογα με το πόσο μοιάζουν μεταξύ τους. Η επιμονή αυτή εξηγείται από το γεγονός ότι η μελέτη των οργανισμών θα ήταν αδύνατη χωρίς τη συλλογή, την κατάταξη και τη σύγκρισή τους. Ωστόσο, όπως μπορείτε να διαπιστώσετε στη συνέχεια, η ταξινόμηση των οργανισμών, εκτός του ότι διευκολύνει τη μελέτη τους, αντανακλά και

τον τρόπο με τον οποίο αυτοί έχουν εξελιχθεί.

Πώς όμως κατατάσσονται οι οργανισμοί; Η πρώτη έννοια με την οποία χρειάζεται να ασχοληθούμε είναι η έννοια του πληθυσμού. Για παράδειγμα, όλες οι γάτες μιας συνοικίας, δηλαδή ένα σύνολο ατόμων που μπορούν να αναπαραχθούν επειδή βρίσκονται στην ίδια γεωγραφική περιοχή, αποτελούν έναν πληθυσμό. Φυσικά δεν μπορούν να αναπαραχθούν με τους σκύλους ή τα σπουργίτια της συνοικίας, καθώς αυτά αποτελούν διαφορετικούς πληθυσμούς διαφορετικών κατηγοριών οργανισμών.

Μήπως λοιπόν θα μπορούσαμε να κατατάξουμε τους οργανισμούς με βάση τον πληθυσμό στον οποίο

ανήκουν; Η απάντηση είναι όχι, δι-
ότι η έννοια αυτή, παρά την πολλα-
πλή χρησιμότητά της (το έχετε ήδη
διαπιστώσει στην Οικολογία), δεν
έχει πολύ αυστηρά όρια. Στο πα-
ράδειγμά μας, μια γάτα από άλλη
συνοικία, που ανήκει σε έναν άλλο
πληθυσμό, δεν αναπαράγεται με
τις γάτες της συνοικίας μας, όσο
δεν έρχεται σε επαφή μαζί τους. Αν
όμως μεταφερθεί στη συνοικία μας,
γίνεται μέλος του πληθυσμού της,
καθώς μπορεί να αναπαραχθεί με
τις υπόλοιπες. Χρειάζεται συνεπώς
να διευρυνθεί το κριτήριο με βάση
το οποίο συγκατατάσσουμε τους
οργανισμούς, ώστε να περιλάβει
όλους τους διαφορετικούς πληθυ-
σμούς ατόμων οι οποίοι, όταν έρ-
χονται σε επαφή μεταξύ τους,

μπορούν να αναπαραχθούν. Για το σκοπό αυτό επινοήθηκε η έννοια του είδους.

Το είδος περιλαμβάνει το σύνολο των διαφορετικών πληθυσμών ή, με άλλα λόγια, το σύνολο όλων των οργανισμών που μπορούν να αναπαραχθούν μεταξύ τους και να αποκτήσουν γόνιμους απογόνους. Η έννοια του είδους αντιπροσωπεύει ένα φυσικό όριο, καθώς περιλαμβάνει μόνο τους οργανισμούς που αναπαράγονται μεταξύ τους (π.χ. όλες τις γάτες του πλανήτη), αποκλείοντας άλλους οργανισμούς που είναι γόνιμοι μόνο με μέλη του είδους στο οποίο ανήκουν. Για το λόγο αυτό το είδος αποτελεί τη θεμελιώδη μονάδα ταξινόμησης.

ΠΙΝΑΚΑΣ 3.1: ΣΥΣΤΗΜΑΤΙΚΗ ΚΑΤΑΤΑΞΗ ΤΟΥ ΑΝΘΡΩΠΟΥ ΚΑΙ ΤΗΣ ΓΑΤΑΣ

	Γάτα	Άνθρωπος
Φύλο	Χορδωτά	Χορδωτά
Κλάση	Θηλαστικά	Θηλαστικά
Τάξη	Σαρκοφάγο	Πρωτεύοντα
Οικογένεια	Felidae	Ανθρωπίδες
Γένος	Felis	Homo
Είδος	Felis domesticus	Homo sapiens (άνθρωπος ο σοφός)

Αξίζει ωστόσο να αναφερθεί ότι ο ορισμός του είδους που δόθηκε έχει περιορισμούς. Ο βασικότερος από όλους είναι το γεγονός ότι όλοι οι οργανισμοί δεν αναπαράγονται με την επαφή με άτομο διαφορετικού φύλου. Ας πάρουμε για παράδειγμα την αμοιβάδα, το μονοκύτταρο οργανισμό που αναπαράγεται με κυτταρική διαίρεση (μονογονία). Πώς λοιπόν θα ορίσουμε το είδος, αφού το κριτήριο της δυνατότητας αναπαραγωγής με άλλο άτομο – που ονομάζεται μειξιολογικό κριτήριο– δεν ισχύει; Στην περίπτωση αυτή αντί του μειξιολογικού κριτηρίου εφαρμόζεται το τυπολογικό κριτήριο, δηλαδή το κριτήριο της ομοιότητας μεταξύ των οργανισμών. Όταν δύο οργανισμοί έχουν κοινά

μορφολογικά και βιοχημικά χαρακτηριστικά, ομαδοποιούνται στο ίδιο είδος.

Με βάση αυτό το τυπολογικό κριτήριο, που αποτελεί επινόηση του Σουηδού φυσιολόγου Λινναίου, έχει ταξινομηθεί το σύνολο των διαφορετικών οργανισμών του πλανήτη και έχει γίνει δυνατή η συγκρότηση ευρύτερων ταξινομικών βαθμίδων πέρα από το είδος. Έτσι τα είδη που μοιάζουν μεταξύ τους περισσότερο από ό,τι άλλα συνιστούν ένα γένος, τα γένη που μοιάζουν περισσότερο μεταξύ τους από ό,τι άλλα συνιστούν μια οικογένεια, οι οικογένειες μια τάξη, οι τάξεις μια κλάση, οι κλάσεις ένα φύλο.

ΠΙΝΑΚΑΣ 3.1: ΣΥΣΤΗΜΑΤΙΚΗ ΚΑΤΑΤΑΞΗ ΤΟΥ ΑΝΘΡΩΠΟΥ ΚΑΙ ΤΗΣ ΓΑΤΑΣ

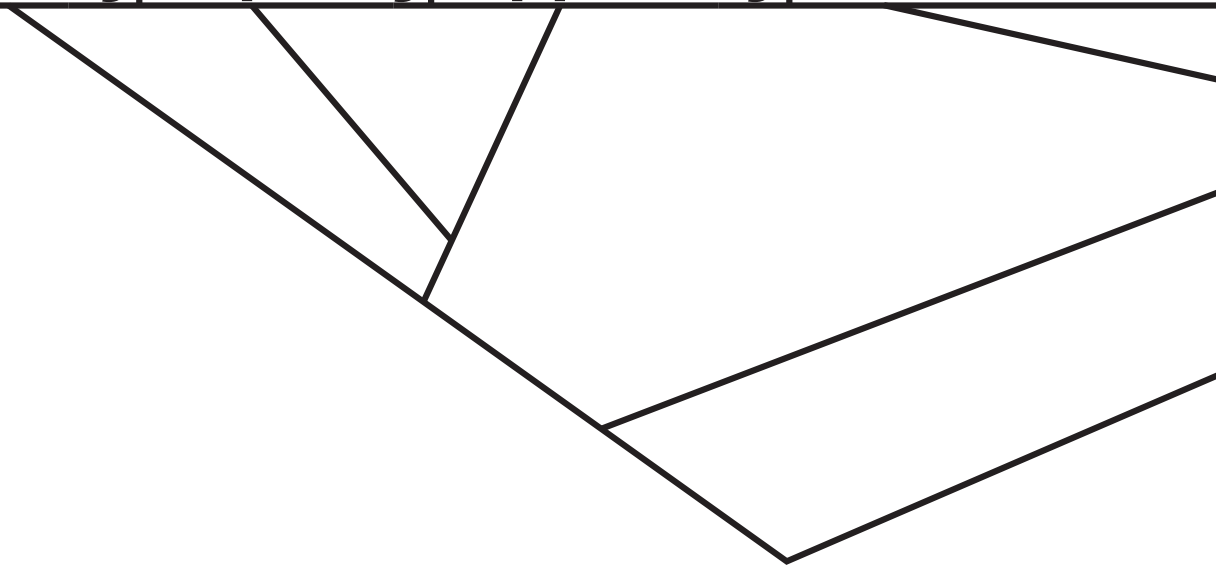
	Άνθρωπος	Γορίλας	Γίββωνας	
Είδος	Homo-sapiens	G. Gorilla	H. lar	
Γένος	Homo	Gorilla	Hylobates	
Οικογένεια	Ανθρωπίδες	Ανθρωποπίθηκοι		
Τάξη	Πρωτεύοντα			
Κλάση	Θηλαστικά			
Φύλο	Χορδωτά			



Γάτα	Λύγκας	Κροκόδειλος
F. dome- sticus	F. sylve- stris	C. niloticus
Felis	Felis	Crocodylus
Αιλουροειδή		Crocodylidae
Σαρκοφάγα		Κροκοδείλια
		Ερπετά



Άνθρωπος | Γορίλας | Γίββωνας | Γάτα



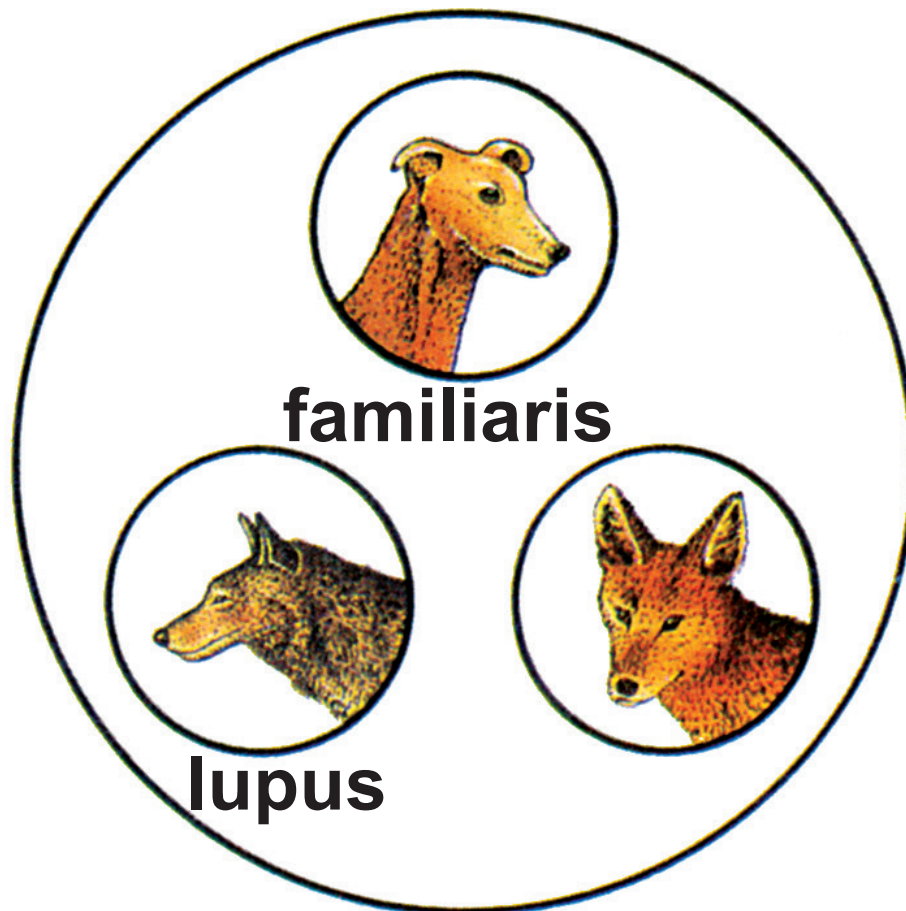


Λύγκας | Κροκόδειλος

Εικόνα 3.2: Το φυλογενετικό δέντρο ορισμένων οργανισμών διαφορετικού είδους: Αρκεί μια ματιά, για να διαπιστωθεί ότι οι οργανισμοί που μοιράζονται κοινό πρόγονο είναι αρκετά συγγενικοί, ώστε να τοποθετούνται στην ίδια συστηματική βαθμίδα.



Canis



Εικόνα 3.3: Τα σκυλιά ανήκουν όλα

στο ίδιο είδος (*Canis familiaris*). Ο σκύλος και ο λύκος είναι συγγενικά είδη και ανήκουν στο ίδιο γένος, όμως ο λύκος αποτελεί διαφορετικό είδος (*Canis lupus*).

Η γάτα και ο λύγκας έχουν κοινό πρόγονο, που έζησε πρόσφατα (φαίνεται από το σημείο τομής των κλάδων τους), συνεπώς είναι περισσότεροι συγγενικοί και πρέπει να τοποθετηθούν στο ίδιο γένος. Παρομοίως ο γορίλας και ο γίββωνας μοιράζονται κοινό πρόγονο, οπότε τοποθετούνται στην ίδια οικογένεια. Πηγαίνοντας όμως πίσω στο χρόνο η εξελικτική έρευνα μας οδηγεί στο συμπέρασμα ότι ο άνθρωπος, ο γορίλας και ο γίββωνας

έχουν έναν απώτερο κοινό πρόγονο, οπότε πρέπει να συγκαταταχθούν στην ίδια τάξη. Τέλος, ο κροκόδειλος δε μοιάζει με τα άλλα ζώα και γι' αυτό κατατάσσεται σε ξεχωριστή κλάση, αυτήν των ερπετών. Βρέθηκε όμως ότι έχει ένα μακρινό κοινό πρόγονο με τα θηλαστικά, ο οποίος έζησε πριν από 240 εκατομμύρια χρόνια.

3.1.2 Η θεωρία του Λαμάρκ

Όπως έχει ήδη αναφερθεί, η σύλληψη της ιδέας της εξέλιξης δεν ανήκει αποκλειστικά στον Κάρολο Δαρβίνο. Σπέρματά της βρίσκονται στις θεωρίες που ανέπτυξαν οι αρχαίοι Έλληνες φιλόσοφοι ήδη από τον 6ο π.Χ. αιώνα. Το γεγονός

όμως ότι στην επιστημονική σκέψη της Δύσης δέσποζαν οι απόψεις του Πλάτωνα και του Αριστοτέλη, που πίστευαν στη σταθερότητα των ειδών, έκανε την ιδέα της εξέλιξης να ξεχαστεί για αιώνες.



Εικόνα 3.4: Ζαν-Μπατίστ Λαμάρκ

Κατά τη διάρκεια του 18ου αιώνα η εξέλιξη έρχεται πάλι στο προσκήνιο. Ο Γάλλος ζωολόγος Ζαν-Μπατίστ Λαμάρκ (1744-1829), ο οποίος επινόησε τον όρο Βιολογία, ήταν ο πρώτος που υποστήριξε με

επιχειρήματα ότι τα είδη μεταβάλλονται και ότι η ζωή στον πλανήτη μας έχει προέλθει από απλούστερες μορφές που σταδιακά έγιναν πιο περίπλοκες. Ήταν επίσης ο πρώτος που παρουσίασε στο βιβλίο του Η φιλοσοφία της Ζωολογίας, το οποίο εκδόθηκε το 1809, μια ολοκληρωμένη θεωρία, για να εξηγήσει πώς τα φυτά και τα ζώα εξελίσσονται.

Η άποψη του Λαμάρκ ήταν ότι η άβια ύλη παράγει ατελείς μορφές ζωής, οι οποίες εξελίσσονται σε συνθετότερες εξαιτίας μιας έμφυτης τάσης των όντων για συνεχή πρόοδο. Κατά τη διάρκεια μεγάλων χρονικών περιόδων οι πρωτόγονοι οργανισμοί μετατρέπονται σταδιακά, κατά μήκος μιας «νοητής φυσικής

κλίμακας», σε πιο εξελιγμένους, με τη βοήθεια μιας εσωτερικής δύναμης, η οποία στοχεύει στη βελτίωσή τους.

Ο Λαμάρκ πίστευε επίσης ότι οι αλλαγές στο περιβάλλον δημιουργούν νέες συνήθειες στα ζώα, με αποτέλεσμα αυτά να χρησιμοποιούν περισσότερο κάποια όργανά τους ή, αντίθετα, να μην τα χρησιμοποιούν καθόλου. Σύμφωνα με την αρχή της χρήσης και της αχρησίας, τα όργανα ενός ζώου που βοηθούν στην προσαρμογή του στο περιβάλλον χρησιμοποιούνται από αυτό περισσότερο, αναπτύσσονται και μεγαλώνουν, ενώ τα όργανα εκείνα που δε συμβάλλουν στην προσαρμογή του περιπίπτουν σε αχρησία, ατροφούν και εξαφανίζονται. Μ' αυτό τον τρόπο τα ζώα

αποκτούν νέα χαρακτηριστικά κατά τη διάρκεια της ζωής τους. Ο Λαμάρκ πίστευε ότι τα επίκτητα αυτά χαρακτηριστικά κληροδοτούνται στη συνέχεια στους απογόνους. Έτσι, με την πάροδο του χρόνου, συσσωρεύονται πολλές αλλαγές οι οποίες οδηγούν στη δημιουργία ενός είδους που είναι διαφορετικό από το αρχικό.

Πολυάριθμα πειράματα έχουν αποτύχει να αποδείξουν μέχρι σήμερα την κληρονόμηση των επίκτητων χαρακτηριστικών. Η εξήγηση επομένως της εξέλιξης των ειδών με την κληρονόμηση των επίκτητων χαρακτηριστικών δεν είναι αποδεκτή. Πενήντα χρόνια αργότερα παρουσιάστηκαν περισσότερες ενδείξεις για την εξέλιξη και μια

άλλη εξήγηση, αυτή τη φορά από τον Κάρολο Δαρβίνο, για τον τρόπο που πραγματοποιείται.

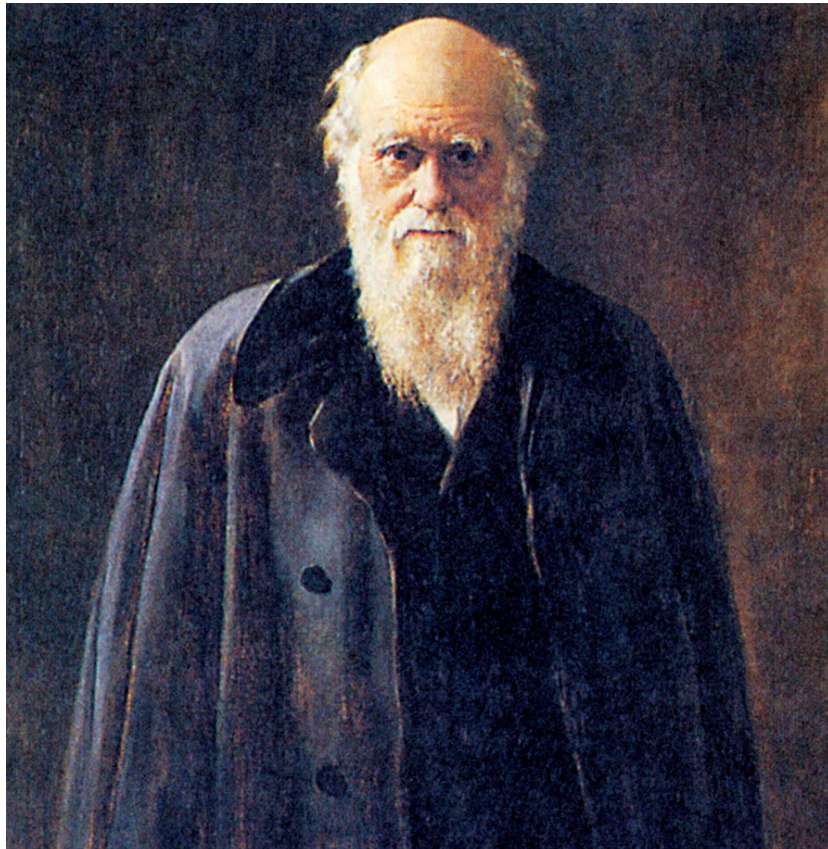
3.1.3 Η θεωρία της φυσικής επιλογής

Το 1809, έτος δημοσίευσης της εργασίας του Λαμάρκ, γεννήθηκε στην Αγγλία ο Κάρολος Δαρβίνος. Αν και ως μαθητής ενδιαφερόταν ιδιαίτερα για τη μελέτη του φυσικού κόσμου, ολοκληρώνοντας τις εγκύκλιες σπουδές του στράφηκε αρχικά στην Ιατρική και μετά στη Θεολογία. Οι επιδόσεις του όμως και στους δύο αυτούς τομείς ήταν απογοητευτικές. Έτσι, όταν του προτάθηκε να μετάσχει ως άμισθος φυσιοδίφης σε μια υπερπόντια αποστολή για λογαριασμό του Βρετανικού

Ναυτικού, είδε το ταξίδι αυτό ως μια ευκαιρία να ασχοληθεί με τη μελέτη του αγαπημένου του αντικειμένου.

Το ταξίδι με τη φρεγάτα «Beagle» (Ιχνηλάτης) ξεκίνησε το 1831 και διήρκεσε 5 χρόνια. Στο διάστημα αυτό ο Δαρβίνος είχε τη δυνατότητα να συλλέξει ένα πλήθος από διαφορετικά ζώα, φυτά αλλά και απολιθώματα, και να πραγματοποιήσει γεωλογικές, κλιματολογικές και ανθρωπολογικές παρατηρήσεις στις περιοχές που επισκέφθηκε (από τη ζούγκλα του Αμαζονίου και τις πεδιάδες της Αργεντινής ως τα υψίπεδα των Άνδεων και τα νησιά Γκαλαπάγκος). Ο Δαρβίνος, πριν από το ταξίδι, πίστευε, όπως οι περισσότεροι άνθρωποι της εποχής του, ότι τα είδη είναι σταθερά και δε

μεταβάλλονται. Το υλικό όμως που είχε συλλέξει και οι παρατηρήσεις που είχε πραγματοποιήσει δεν άργησαν να τον οδηγήσουν στην ιδέα ότι τα είδη μεταβάλλονται.



Εικόνα 3.5: Ο Κάρολος Δαρβίνος σε ηλικία 76 ετών

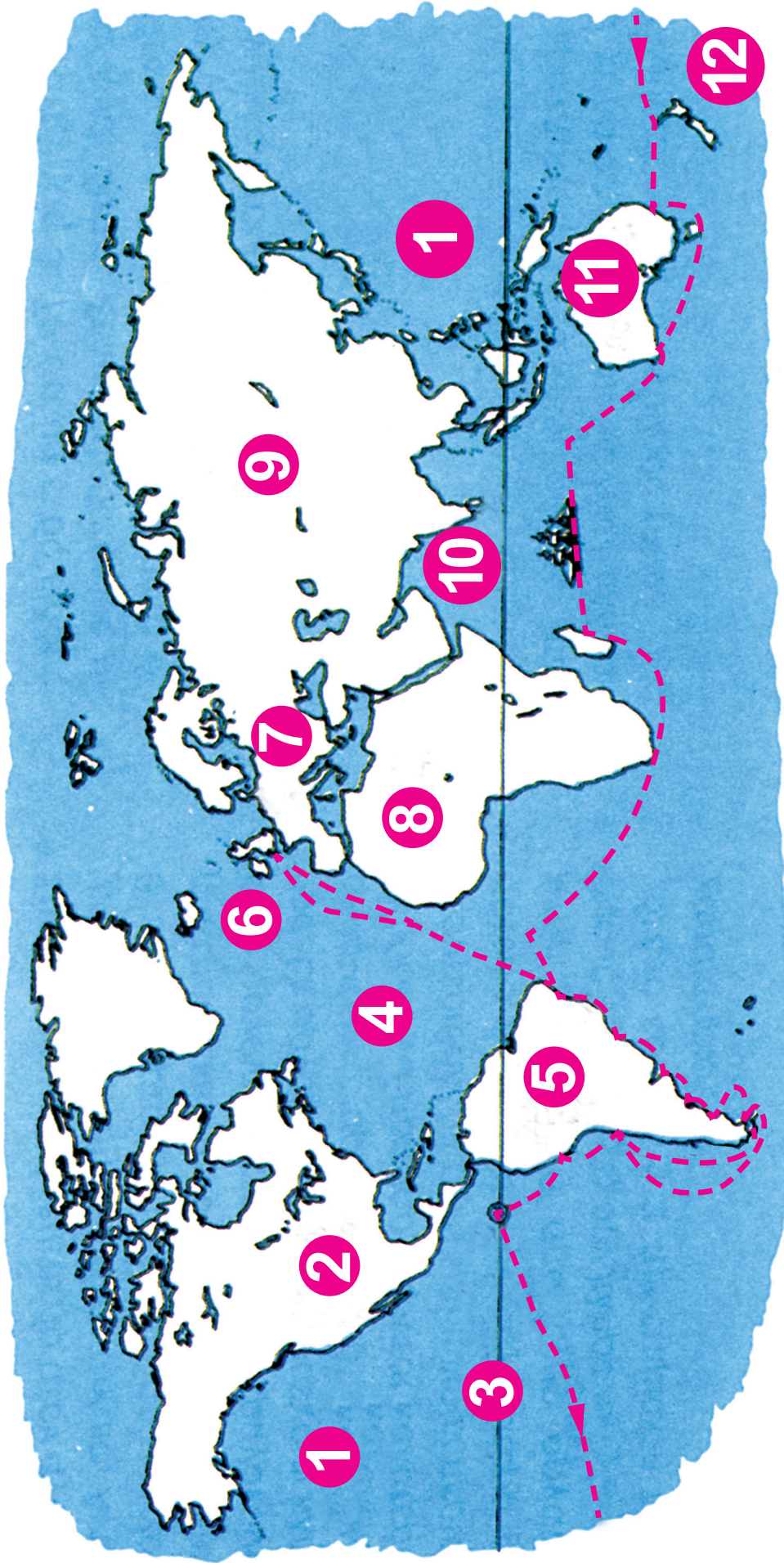
Αξίζει να αναφερθεί ότι ο Δαρβίνος, παρ' όλο που είχε αποσαφηνίσει τις βασικές αρχές της θεωρίας του ήδη από το 1839, τη δημοσίευσε αρκετά αργότερα, το 1858. Προβλέποντας τις φοβερές αντιδράσεις που θα προκαλούσε, ήθελε να συλλέξει πρόσθετο αποδεικτικό υλικό. Το βιβλίο του Προέλευση των ειδών διά της φυσικής επιλογής εξαντλήθηκε την πρώτη ημέρα της κυκλοφορίας του και παραμένει ακόμη και σήμερα ένα από τα βιβλία που έχουν πραγματοποιήσει τις περισσότερες εκδόσεις παγκοσμίως.

Η ανάπτυξη της θεωρίας της εξέλιξης με βάση τη φυσική επιλογή ήταν ένα αξιομνημόνευτο επίτευγμα του 19ου αιώνα, που εμπλούτισε την επιστήμη της Βιολογίας και άλλαξε ριζικά την άποψή μας για μας

τους ίδιους και για το φυσικό κόσμο.

Τι υποστηρίζει όμως η θεωρία της φυσικής επιλογής;

Η θεωρία της φυσικής επιλογής μπορεί να συνοψιστεί σε 4 βασικές παρατηρήσεις και σε 3 συμπεράσματα που απορρέουν από αυτές.



1 Ειρηνικός Ωκεανός **2** Βόρεια Αμερική **3** Νησιά
Γκαλαπάγκος **4** Ατλαντικός Ωκεανός **5** Νότια Αμερι-
κή **6** Αγγλία **7** Ευρώπη **8** Αφρική **9** Ασία **10** Ισημε-
ρινός **11** Αυστραλία **12** Νέα Ζηλανδία

Εικόνα 3.6: Η διαδρομή που ακολούθησε η φρεγάτα
«Beagle».

- **Παρατήρηση 1.** Οι πληθυσμοί των διάφορων ειδών τείνουν να αυξάνονται από γενιά σε γενιά με ρυθμό γεωμετρικής προόδου.
- **Παρατήρηση 2.** Αν εξαιρεθούν οι εποχικές διακυμάνσεις, τα μεγέθη των πληθυσμών παραμένουν σχετικά σταθερά.
- **Συμπέρασμα 1.** Για να παραμείνει σταθερό το μέγεθος ενός πληθυσμού, παρά την τάση για αύξηση, μερικά άτομα δεν επιβιώνουν ή δεν αναπαράγονται. Συνεπώς μεταξύ των οργανισμών ενός πληθυσμού διεξάγεται ένας αγώνας επιβίωσης.

- **Παρατήρηση 3.** Τα άτομα ενός είδους δεν είναι όμοια. Στους πληθυσμούς υπάρχει μια τεράστια ποικιλομορφία όσον αφορά τα φυσικά χαρακτηριστικά των μελών τους.
- **Παρατήρηση 4.** Τα περισσότερα από τα χαρακτηριστικά των γονέων κληροδοτούνται στους απογόνους τους.
- **Συμπέρασμα 2.** Η επιτυχία στον αγώνα για την επιβίωση δεν είναι τυχαία. Αντιθέτως, εξαρτάται από το είδος των χαρακτηριστικών που έχει κληρονομήσει ένας οργανισμός από τους προγόνους του. Οι οργανισμοί οι οποίοι έχουν κληρονομήσει χαρακτηριστικά που τους βοηθούν να

προσαρμόζονται καλύτερα στο περιβάλλον τους επιβιώνουν περισσότερο ή/και αφήνουν μεγαλύτερο αριθμό απογόνων από τους οργανισμούς οι οποίοι έχουν κληρονομήσει λιγότερο ευνοϊκά για την επιβίωσή τους χαρακτηριστικά.

- **Συμπέρασμα 3.** Τα ευνοϊκά για την επιβίωση χαρακτηριστικά μεταβιβάζονται στην επόμενη γενιά με μεγαλύτερη συχνότητα από τα λιγότερο ευνοϊκά, καθώς οι φορείς τους επιβιώνουν και αφήνουν μεγαλύτερο αριθμό απογόνων από τους φορείς των λιγότερο ευνοϊκών χαρακτηριστικών. Έτσι, με την πάροδο του χρόνου,

η συσσώρευση όλο και περισσότερων ευνοϊκών χαρακτηριστικών σε έναν πληθυσμό μπορεί να οδηγήσει στην εμφάνιση ενός νέου είδους.

Η διαδικασία με την οποία οι οργανισμοί που είναι περισσότερο προσαρμοσμένοι στο περιβάλλον τους επιβιώνουν και αναπαράγονται περισσότερο από τους λιγότερο προσαρμοσμένους ονομάστηκε από τον Κάρολο Δαρβίνο φυσική επιλογή. Ο όρος χρησιμοποιήθηκε σε αντιδιαστολή με την τεχνητή επιλογή την οποία κάνει ο άνθρωπος κάθε φορά που επιλέγει τα καταλληλότερα ζώα (ή φυτά) ή αυτά που έχουν οικονομικό ενδιαφέρον, προκειμένου να παραγάγει απογόνους με επιθυμητά χαρακτηριστικά.

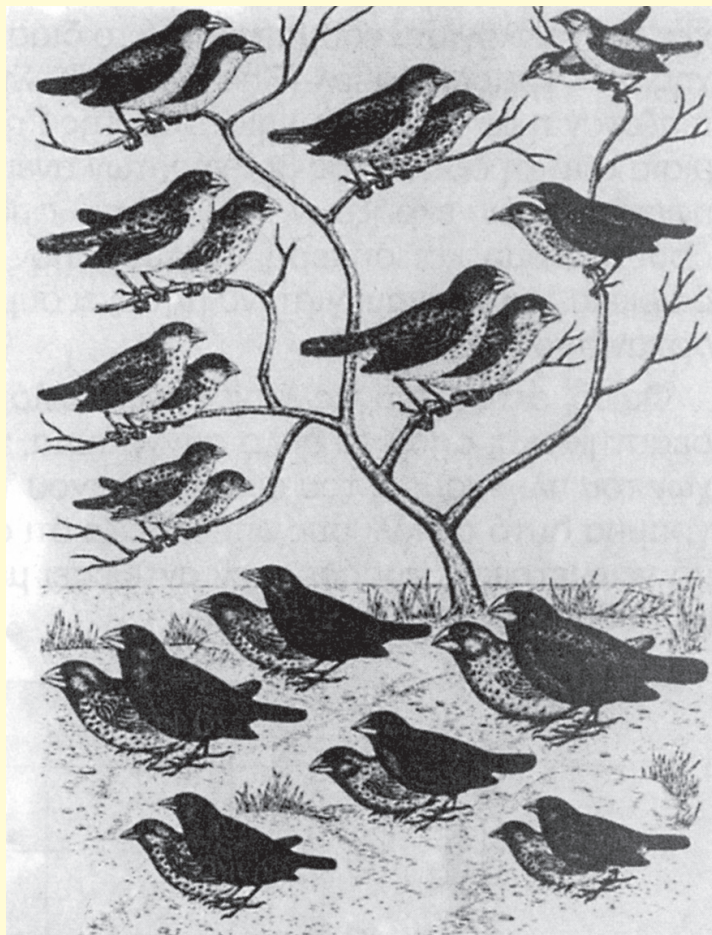
Η θεωρία του Δαρβίνου προσέφερε μια απλή αλλά πειστική εξήγηση για την ποικιλία των ειδών στη Γη. Επειδή οι διάφορες περιοχές έχουν διαφορετικές συνθήκες

και διαφορετικές ευκαιρίες επιβίωσης, διαφορετικοί οργανισμοί επιλέγονται από τη φυσική επιλογή ως οι πιο προσαρμοσμένοι στο συγκεκριμένο περιβάλλον.

Ο Δαρβίνος στα νησιά Γκαλαπάγκος

Το μέρος που εντυπωσίασε περισσότερο το Δαρβίνο στο ταξίδι του ήταν τα νησιά Γκαλαπάγκος, ένα σύμπλεγμα νησιών 600 μίλια από τις ακτές του Εκουαδόρ. Εκεί παρατήρησε διαφορετικά είδη χελωνών και σπίνων, τα οποία δεν υπήρχαν πουθενά αλλού στον κόσμο, ενώ διέφεραν και από νησί σε νησί. Τα ζώα αυτά έμοιαζαν μεταξύ τους αλλά και με είδη που υπήρχαν στην κοντινότερη ήπειρο (Νότια Αμερική). Κατά πάσα πιθανότητα είχαν κοινούς προγόνους, οι οποίοι είχαν φθάσει στα νησιά από την

ηπειρωτική περιοχή, και στη συνέχεια κάθε είδος είχε προσαρμοστεί στις ιδιαίτερες συνθήκες κάθε νησιού.



Στα νησιά Γκαλαπάγκος ο Δαρβίνος παρατήρησε 13 είδη σπίνων



Γιγαντιαίες χελώνες στα νησιά Γκαλαπάγκος

Ο Δαρβίνος έγραψε: «Η φυσική ιστορία αυτών των νησιών είναι εξαιρετικά παράξενη και αξίζει να την προσέξει κανείς. Οι περισσότεροι ζωντανοί οργανισμοί είναι αυτόχθονες και δε βρίσκονται πουθενά αλλού. Υπάρχει διαφορά ακόμη και ανάμεσα

στα έμβια όντα των διάφορων νησιών. Παρ' όλα αυτά, όλα δείχνουν μια σαφή συγγένεια με τους ζωντανούς οργανισμούς της Αμερικής, αν και τους χωρίζει από την ήπειρο αυτή μια θαλάσσια έκταση 500-600 μιλίων. Το αρχιπέλαγος είναι ένας μικρός κόσμος από μόνος του ή μάλλον ένας δορυφόρος προσδεδεμένος στην Αμερική από όπου άντλησε λίγους αδέσποτους αποίκους. Λαμβάνοντας υπόψη το μικρό μέγεθος των νησιών, νιώθουμε την πιο μεγάλη έκπληξη μπροστά στον αριθμό των αυτόχθονων οργανισμών. Έτσι μέσα στο χώρο και το χρόνο φαίνεται να πλησιάζουμε όλο και πιο κοντά

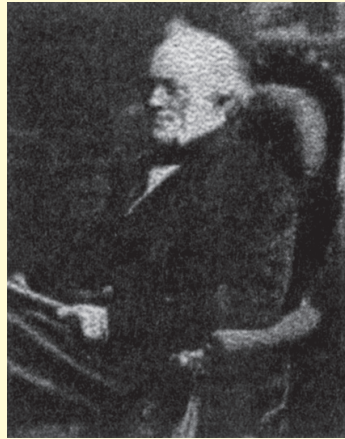
στο μεγάλο γεγονός –το μυστήριο των μυστηρίων– την εμφάνιση δηλαδή νέων ειδών πάνω στη Γη».

Ch. Darwin

Η θεωρία του Μάλθους για το ρυθμό αύξησης του ανθρώπινου πληθυσμού

Η θεωρία του Δαρβίνου βασίστηκε στις προσωπικές του παρατηρήσεις αλλά και σε εργασίες άλλων επιστημόνων. Κατά τη διάρκεια του ταξιδιού του ο Δαρβίνος διάβασε το βιβλίο Οι αρχές της Γεωλογίας, γραμμένο από το διάσημο γεωλόγο της εποχής, τον Τσαρλς Λάυελ (Charles Lyell). Στο βιβλίο αυτό παρουσιάζόταν η άποψη ότι η επιφάνεια της Γης διαμορφώθηκε βαθμιαία από τη δράση της βροχής, των ανέμων, των σεισμών, των ηφαιστειακών εκρήξεων και άλλων

**φυσικών δυνάμεων που δρουν
ακόμη και σήμερα. Αφού λοιπόν
η Γη εξελίχθηκε στη διάρκεια του
χρόνου, γιατί να μην έχει συμβεί
το ίδιο και με τους οργανισμούς
της;**



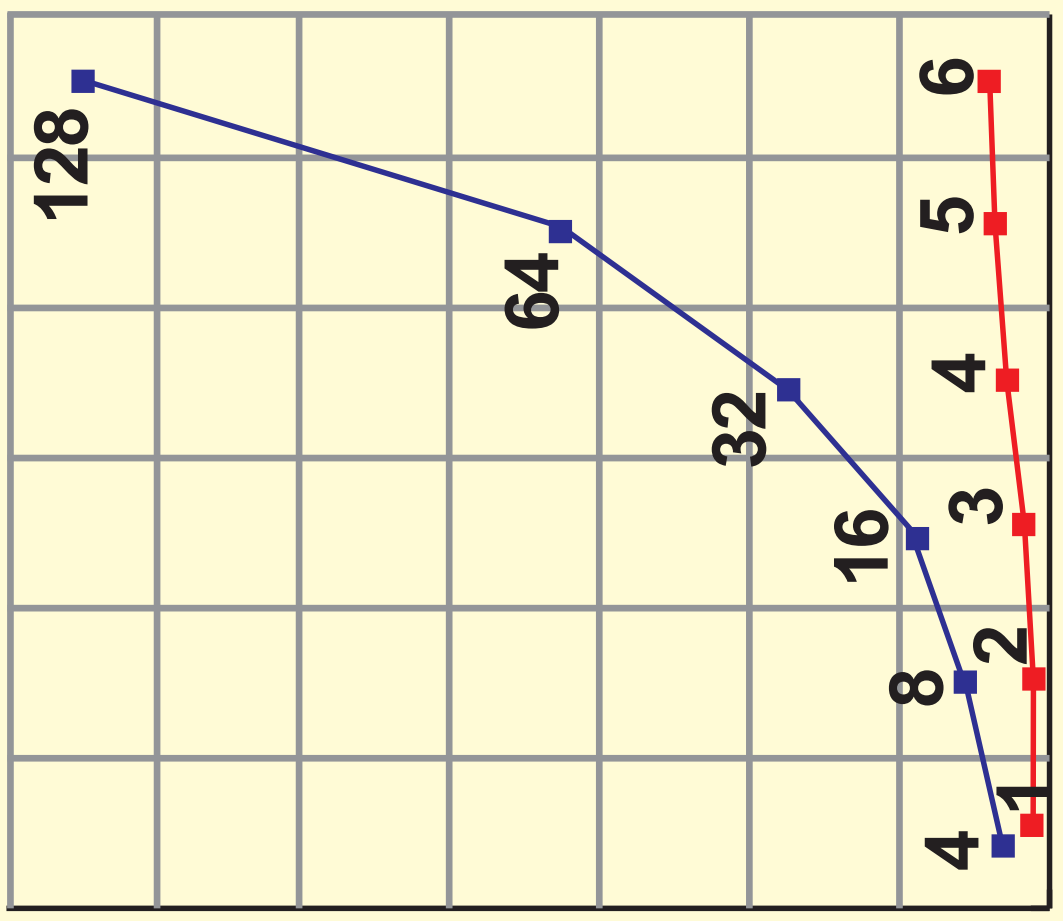
Τσάρλς Λάυελ

**Όμως, εκτός από τις Αρχές
της Γεωλογίας, ο Δαρβίνος επη-
ρεάστηκε και από ένα άλλο σύγ-
γραμμα, το Δοκίμιο επί των αρχών**

του πληθυσμού, του οικονομολόγου Τόμας Μάλθους (Thomas Malthus). Στο σύγγραμμα αυτό ο Μάλθους υποστήριζε ότι ο ανθρώπινος πληθυσμός αυξάνεται με ρυθμό γεωμετρικής προόδου, εν αντιθέσει με τα διαθέσιμα αγαθά, τα οποία αυξάνονται με ρυθμό αριθμητικής προόδου.

140

**ΑΡΙΘΜΟΣ
ΑΤΟΜΩΝ /
ΠΟΣΟΤΗΤΑ
ΔΙΑΘΕΣΙΜΩΝ
ΑΓΑΘΩΝ**



56 / 128

—■ Αριθμός
ατόμων

—■ Ποσότητα
διαθέσιμων
αγαθών

**Σύγκριση του ρυθμού αύξησης των πληθυσμών με
το ρυθμό αύξησης των διαθέσιμων τροφίμων σύμ-
φωνα με το Μάλθους**

Κατά την άποψη του Μάλθους, ο έλεγχος του μεγέθους του ανθρώπινου πληθυσμού ήταν απαραίτητος, προκειμένου να διατηρείται το ισοζύγιο ανάμεσα σ' αυτόν και τις διαθέσιμες ποσότητες φυσικών αγαθών. Ο Δαρβίνος απέδωσε τη σταθερότητα του μεγέθους των πληθυσμών στη δράση της φυσικής επιλογής.

Πάντως ο Μάλθους, αν και επιβεβαιώθηκε ως προς το ρυθμό αύξησης του ανθρώπινου πληθυσμού, διαψεύστηκε ως προς το ρυθμό αύξησης των φυσικών αγαθών. Οι σύγχρονες μέθοδοι γεωργίας και κτηνοτροφίας έχουν αυξήσει με πολύ

μεγαλύτερους ρυθμούς την παραγωγή της τροφής, μια δίκαιη κατανομή της οποίας θα μπορούσε να ικανοποιήσει τις ανάγκες όλης της ανθρωπότητας.

3.1.4 Μερικές χρήσιμες αποσαφηνίσεις στη θεωρία της φυσικής επιλογής

Ένα από τα σημεία που χρειάζονται αποσαφήνιση στη θεωρία που διατύπωσε ο Δαρβίνος είναι το πού τελικά δρα η φυσική επιλογή. Για την εξελικτική λοιπόν θεωρία η φυσική επιλογή δρα στον πληθυσμό και συνεπώς ο πληθυσμός αντιπροσωπεύει τη μικρότερη δυνατή

μονάδα που μπορεί να εξελιχθεί.

Αυτό φαίνεται παράδοξο, καθώς η φυσική επιλογή περιλαμβάνει αλληλεπιδράσεις ανάμεσα στα μεμονωμένα άτομα και το περιβάλλον τους, οπότε θα ήταν λογικότερο τα μεμονωμένα άτομα να αποτελούν τη μονάδα της εξέλιξης και όχι οι πληθυσμοί. Όμως ένα μεμονωμένο άτομο μπορεί να παρουσιάσει ένα, το πολύ, νέο χαρακτηριστικό είτε λόγω μεταβολής του γενετικού υλικού του (μετάλλαξη) είτε λόγω της επίδρασης του περιβάλλοντός του (επίκτητο γνώρισμα). Αντιθέτως η εξέλιξη απαιτεί συσσώρευση πολλών νέων κληρονομήσιμων χαρακτηριστικών που έχουν εδραιωθεί στους πληθυσμούς διαδοχικών γενεών με τη δράση της φυσικής επιλογής.

Πρέπει επίσης να τονιστεί ότι η δράση της φυσικής επιλογής είναι τοπικά και χρονικά προσδιορισμένη. Οι συνθήκες του περιβάλλοντος διαφέρουν από περιοχή σε περιοχή και από χρονική στιγμή σε χρονική στιγμή. Έτσι είναι δυνατόν ένα χαρακτηριστικό που αποδεικνύεται προσαρμοστικό σε μια περιοχή μια καθορισμένη χρονική στιγμή να είναι άχρηστο ή και δυσμενές σε μια άλλη περιοχή ή σε μια άλλη χρονική στιγμή.



Εικόνα 3.7: Οι δύο παραλλαγές της πεταλούδας *Biston betularia*, που

διαφέρουν ως προς το χρωματισμό τους.

3.1.5 Η φυσική επιλογή εν δράσει

Ένα πολύ γνωστό παράδειγμα δράσης της φυσικής επιλογής είναι αυτό της πεταλούδας *Biston betularia*, ενός εντόμου που είναι πολύ διαδεδομένο στην Αγγλία και στη Σκωτία.

Η πεταλούδα αυτή συναντιέται σε δύο παραλλαγές που διαφέρουν ως προς το χρωματισμό τους. Η μία είναι ανοιχτόχρωμη και φέρει σκούρες κηλίδες στις πτέρυγές της, ενώ η άλλη είναι εξ ολοκλήρου μαύρη.

Πριν από τη Βιομηχανική Επανάσταση πολυπληθέστερες ήταν οι ανοιχτόχρωμες πεταλούδες, ενώ οι μαύρες ήταν ελάχιστες. Μετά όμως τη Βιομηχανική Επανάσταση τα πράγματα άλλαξαν ριζικά: βαθμιαία άρχισαν να επικρατούν οι μαύρες πεταλούδες, έτσι ώστε στις αρχές του 20ού αιώνα να αποτελούν αυτές τη μοναδική σχεδόν παραλλαγή πεταλούδας σε πολλές βιομηχανικές περιοχές (όπως το Μάντσεστερ).

Το φαινόμενο αυτό, το οποίο συσχετίστηκε με τη βιομηχανική ρύπανση, ονομάστηκε βιομηχανικός μελανισμός και έκτοτε έχει παρατηρηθεί σε δεκάδες είδη εντόμων που ζουν σε βιομηχανικές περιοχές.

Η εξήγηση του φαινομένου βρίσκει στη δράση της φυσικής επιλογής. Πριν από τη Βιομηχανική Επανάσταση οι κορμοί των δέντρων είχαν το φυσικό ανοιχτό χρώμα τους. Οι ανοιχτόχρωμες πεταλούδες που αναπαύονταν επάνω τους (γιατί η πεταλούδα αυτή τρέφεται τη νύχτα και αναπαύεται την ημέρα) διακρίνονταν δυσκολότερα από τους θηρευτές τους, τα εντομοφάγα πτηνά, σε σχέση με τις μαύρες. Για το λόγο αυτό επικράτησαν στους τοπικούς πληθυσμούς της πεταλούδας, αφού είχαν μεγαλύτερες πιθανότητες επιβίωσης –και μεταβίβασης του χαρακτηριστικού τους (ανοιχτό χρώμα πτερύγων) στις επόμενες γενιές– από τις μαύρες.

πριν από τη βιομηχανική επανάσταση



10% του πληθυσμού, μαύρες

πολλές γενιές αργότερα



80% του πληθυσμού, μαύρες

Εικόνα 3.8: Βιομηχανικός μελανισμός: το ποσοστό των μαύρων πεταλούδων αυξήθηκε, επειδή η μαύρη πεταλούδα έχει περισσότερες πιθανότητες από την ανοιχτόχρωμη να επιβιώσει στους μαυρισμένους από τη ρύπανση κορμούς.

67 / 130

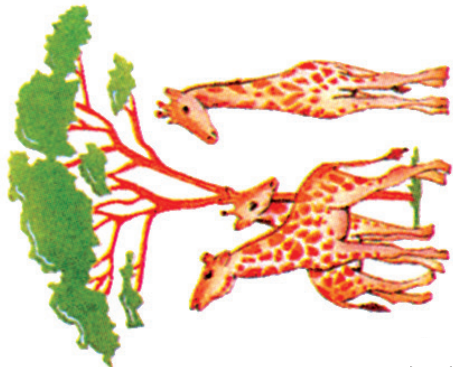
Όταν μαύρισαν οι κορμοί των δέντρων εξαιτίας της βιομηχανικής ρύπανσης, η δράση της φυσικής επιλογής αντιστράφηκε. Το προσαρμοστικό πλεονέκτημα το είχαν πλέον οι μαύρες πεταλούδες, που ήταν περισσότερο δυσδιάκριτες στους κορμούς από τις ανοιχτόχρωμες. Έτσι βαθμιαία άρχισαν να επικρατούν αριθμητικά, καθώς επιβίωναν περισσότερο και μεταβίβαζαν με μεγαλύτερη συχνότητα το χρωματισμό τους στις επόμενες γενιές από τις ανοιχτόχρωμες.

Πρέπει όμως στο σημείο αυτό να γίνει μια επισήμανση προκειμένου να αποφευχθούν πιθανές παρανοήσεις για το μηχανισμό με τον οποίο προχωρεί η εξέλιξη. Οι πεταλούδες δεν ανταποκρίθηκαν στη

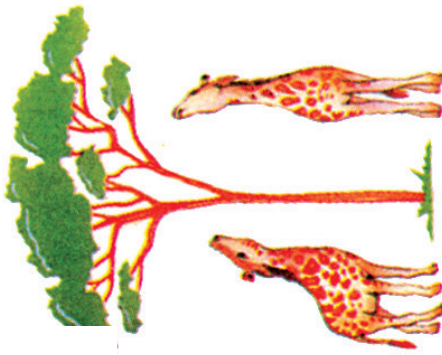
μεταβολή του περιβάλλοντος (μαύρισμα των κορμών των δέντρων) αναπτύσσοντας ένα γνώρισμα που δεν υπήρχε προηγουμένως (όπως θα μπορούσε να ισχυριστεί ένας οπαδός της θεωρίας του Λαμάρκ), καθώς η μαύρη παραλλαγή τους προϋπήρχε της Βιομηχανικής Επανάστασης. Απλώς η φυσική επιλογή έδρασε ευνοώντας από τα υπάρχοντα κληρονομήσιμα χαρακτηριστικά εκείνο που προσέδιδε μεγαλύτερες πιθανότητες επιβίωσης στο φορέα του (ανοιχτός χρωματισμός όταν οι κορμοί ήταν ανοιχτόχρωμοι, μαύρος χρωματισμός όταν οι κορμοί έγιναν σκούροι).

3.1.6 Σύγκριση της θεωρίας του Λαμάρκ με τη θεωρία του Δαρβίνου

Για μια ακόμη καλύτερη σύγκριση των θεωριών του Λαμάρκ και του Δαρβίνου –πέρα από την παρατήρηση που έγινε στην προηγούμενη ενότητα– μπορούμε να καταφύγουμε σε ένα υποθετικό παράδειγμα. Ο Λαμάρκ εξήγησε την εμφάνιση ψηλού λαιμού στις καμηλοπαρδάλεις με βάση την αρχή της χρήσης και της αχρησίας και την αρχή της κληρονομικής μεταβίβασης των επίκτητων χαρακτηριστικών. Ο Δαρβίνος πώς θα εξηγούσε άραγε την επικράτηση του ίδιου γνωρίσματος με βάση τη θεωρία της φυσικής επιλογής;



α



β

Εικόνα 3.9: α) Θεωρία Δαρβίνου, β) Θεωρία Λαμάρκ

Θεωρία του Λαμάρκ

Οι καμηλοπαρδάλεις δημιουργήθηκαν από οργανισμούς κατώτερων βαθμίδων διαμέσου της φυσικής κλίμακας.

Τα χαμηλότερα κλαδιά απογυμνώθηκαν από τα φύλλα τους, οπότε προέκυψε η ανάγκη για πρόσβαση των καμηλοπαρδαλέων, που ως τότε είχαν κοντούς λαιμούς, στα ψηλότερα κλαδιά.

Θεωρία του Δαρβίνου

Στο φυλογενετικό δέντρο των καμηλοπαρδάλεων, σε κάποιο προγονικό είδος, υπήρχαν ζώα με λαιμούς ποικίλου μήκους.

Ο αριθμός των ζώων που γεννιούνταν ήταν πολύ μεγαλύτερος από τον αριθμό των ζώων που μπορούσε να θρέψει το περιβάλλον. Προέκυψε λοιπόν η ανάγκη ελέγχου του μεγέθους του πληθυσμού τους.

Θεωρία του Λαμάρκ

Σύμφωνα με την αρχή της χρήσης και της αχρησίας, ορισμένα ζώα τέντωναν το λαιμό τους, για να φτάνουν τα ψηλά κλαδιά. Με το συνεχές τέντωμα και με τη βοήθεια μιας εσωτερικής δύναμης ο λαιμός τους μάκρυνε (τα ζώα δεν εξαφανίστηκαν).

Σύμφωνα με την αρχή της κληρονομικής μεταβίβασης των επίκτητων χαρακτηριστικών, ο μακρύς λαιμός κληροδοτήθηκε στους απογόνους και αποτέλεσε χαρακτηριστικό του είδους τους.

Θεωρία του Δαρβίνου

Η φυσική επιλογή ευνόησε τα άτομα με τον ψηλότερο λαιμό, γιατί μπορούσαν να προσεγγίσουν τροφή καλύτερης ποιότητας ή μεγαλύτερης ποσότητας. Τα άτομα με κοντό λαιμό σταδιακά λιγόστευαν και τελικά εξαφανίστηκαν.

Ο μακρύς λαιμός κληροδοτήθηκε στους απογόνους και αποτέλεσε χαρακτηριστικό του είδους τους.

3.2 Η ΣΥΓΧΡΟΝΗ ΣΥΝΘΕΣΗ

Μετά τη δημοσίευση της εργασίας του Κάρολου Δαρβίνου οι περισσότεροι από τους βιολόγους της εποχής συμφωνούσαν ότι η ιδέα της εξέλιξης είναι μια πραγματικότητα. Η άποψη όμως του Δαρβίνου ότι ο μηχανισμός με τον οποίο προχωρεί η εξέλιξη είναι η φυσική επιλογή δεν είχε γίνει ακόμη εντελώς αποδεκτή. Ο σημαντικότερος λόγος γι' αυτό ήταν ότι εκείνη την εποχή έλειπε μια πειστική θεωρία για την κληρονομικότητα, μια θεωρία δηλαδή που να μπορεί να εξηγήσει πώς μεταβιβάζονται τα χαρακτηριστικά από τους γονείς στους απογόνους αλλά και πώς δημιουργούνται νέα.

Ο Δαρβίνος είχε καταλάβει ότι το

κλειδί για την εξήγηση της θεωρίας του ήταν η κληρονομικότητα. Η έλλειψη όμως μιας σχετικής θεωρίας τον ανάγκασε να αποδεχτεί τη θεωρία της κληρονομικής μεταβίβασης των επίκτητων χαρακτηριστικών του Λαμάρκ, η οποία βεβαίως ερχόταν σε διάσταση με το δικό του μοντέλο για την εξέλιξη.

Από ένα παράδοξο παιχνίδι της τύχης, την εποχή που ο Δαρβίνος καταπιανόταν με τη στήριξη της θεωρίας του, ο Γρηγόριος Μέντελ (1822-1884) δημοσίευσε την εργασία του για την κληρονομικότητα, μια εργασία η οποία θα είχε δώσει στο Δαρβίνο, αν ήταν ενήμερος γι' αυτήν, την απαραίτητη γενετική βάση προκειμένου να εδραιώσει τη θεωρία της φυσικής επιλογής.

Το τοπίο όμως στις αρχές της δεκαετίας του 1940 είχε αλλάξει ριζικά. Η εργασία του Μέντελ, δηλαδή η κλασική Γενετική, ήταν από καιρό αποδεκτή και έτσι είχε επιλυθεί το πρόβλημα του τρόπου μεταβίβασης των κληρονομικών χαρακτηριστικών. Επιπλέον είχε γίνει κατανοητή η σημασία των μεταλλάξεων, δηλαδή των δραστικών μεταβολών του γενετικού υλικού στην εμφάνιση νέων χαρακτηριστικών, ενώ είχε καθιερωθεί ένας νέος κλάδος στη Γενετική, η Γενετική Πληθυσμών, χάρη στην οποία η εξέλιξη συνδέθηκε με τις μεταβολές των συχνοτήτων των γονιδίων στους πληθυσμούς.

Αποτέλεσμα αυτών των δεδομένων ήταν η επαναδιατύπωση

της θεωρίας του Δαρβίνου σε μια σύγχρονη θεωρία για την εξέλιξη, τη συνθετική θεωρία. Η συνθετική θεωρία δεν αναιρεί τον πυρήνα της συλλογιστικής του Δαρβίνου, αντίθετα τον εμπλουτίζει με τα νέα δεδομένα από τις ανακαλύψεις της Μοριακής Βιολογίας και της Γενετικής Πληθυσμών.

3.2.1 Οι παράγοντες που διαμορφώνουν την εξελικτική πορεία

Σύμφωνα με τη νέα αντίληψη για την εξέλιξη, οι παράγοντες που διαμορφώνουν την εξελικτική πορεία είναι η ποικιλομορφία των κληρονομικών χαρακτηριστικών, η φυσική επιλογή και η γενετική απομόνωση.



Εικόνα 3.10: Ποικιλομορφία

- **Ποικιλομορφία:** Όπως έχει ήδη αναφερθεί, αν εξαιρέσουμε τους μονοζυγωτικούς διδύμους και τα άτομα που ανήκουν στον ίδιο κλώνο μικροοργανισμών, δεν υπάρχει κανένας οργανισμός επάνω στη Γη που να είναι απολύτως όμοιος με κάποιον άλλο. Ανάμεσα στους βασικούς μηχανισμούς με τους οποίους δημιουργείται ο απέραντος πλούτος

των μορφών ζωής, δηλαδή η ποικιλομορφία, περιλαμβάνονται οι γονιδιακές μεταλλάξεις. Οι μεταλλάξεις οφείλονται είτε σε τυχαία λάθη κατά την αντιγραφή του DNA είτε σε φυσικούς ή χημικούς παράγοντες που αλλοιώνουν τη δομή του DNA. Χάρη σ' αυτές δημιουργούνται νέα γονίδια που καθορίζουν την εμφάνιση νέων χαρακτηριστικών. Τα χαρακτηριστικά αυτά, στις περισσότερες περιπτώσεις, δεν είναι επωφελή για το φορέα τους. Ωστόσο, σε μερικές περιπτώσεις, είναι πιθανόν μια μετάλλαξη να προσφέρει αυξημένες δυνατότητες επιβίωσης στο άτομο που την υπέστη, επειδή τυχαίνει το χαρακτηριστικό που δημιουργεί να είναι συμβατό με τις νέες συνθήκες που

επικρατούν στο περιβάλλον.

Οι μεταλλάξεις από μόνες τους δεν είναι ικανές να προσανατολίσουν την εξελικτική πορεία προς ορισμένη κατεύθυνση, προσφέρουν όμως το υλικό επάνω στο οποίο δρα η φυσική επιλογή.

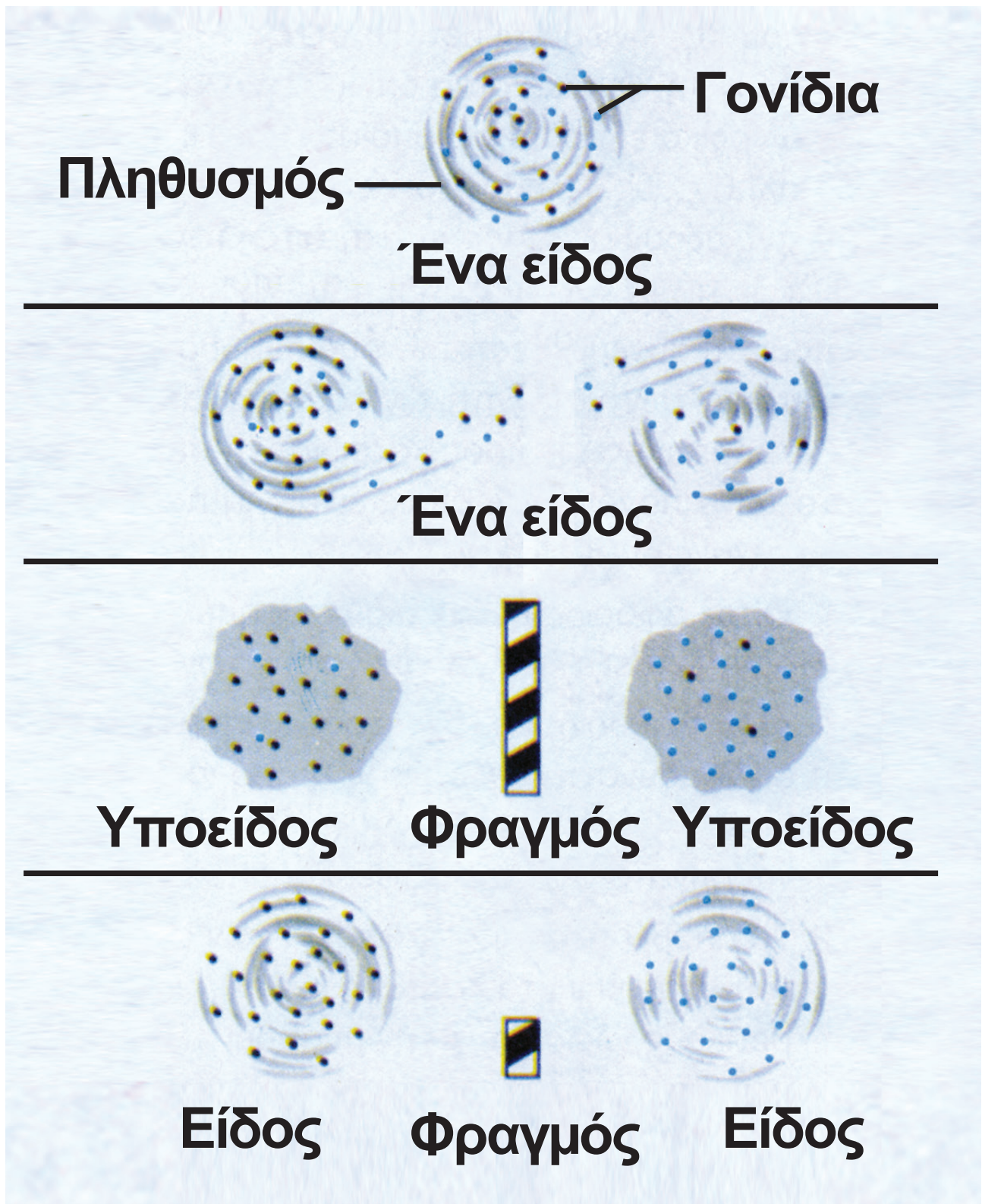
- **Φυσική επιλογή:** Η φυσική επιλογή είναι η διαδικασία η οποία καθορίζει την τύχη των γονιδίων στις επόμενες γενιές. Με αυτή τη διαδικασία μεταβάλλεται η συχνότητά τους, δηλαδή το ποσοστό με το οποίο απαντά ένα γονίδιο σε έναν πληθυσμό. Κάποιοι συνδυασμοί γονιδίων προσδίδουν στους φορείς τους είτε μεγαλύτερη βιωσιμότητα είτε μεγαλύτερη αναπαραγωγική ικανότητα.

Με τη φυσική επιλογή επιλέγονται τα άτομα που πλεονεκτούν έναντι των άλλων, γιατί παρουσιάζουν μεγαλύτερες δυνατότητες επιβίωσης στο συγκεκριμένο περιβάλλον, είναι δηλαδή τα καλύτερα προσαρμοσμένα άτομα. Τα γονίδια των επιλεγμένων ατόμων αυξάνουν τη συχνότητα εμφάνισής τους στον πληθυσμό και στο τέλος επικρατούν. Σταδιακά πληθαίνουν τα χαρακτηριστικά των ατόμων που επιλέγονται, ενώ τα χαρακτηριστικά των ατόμων που εξαφανίζονται γίνονται όλο και πιο σπάνια.

Με τη φυσική επιλογή αυξάνεται η συχνότητα εμφάνισης των γονιδίων που είναι ευνοϊκά για την επιβίωση και την αναπαραγωγή των ατόμων.

- **Γενετική απομόνωση:** Προϋπόθεση για την ολοκλήρωση της εξελικτικής διαδικασίας είναι να απομονωθούν γενετικά οι πληθυσμοί του ίδιου είδους, ώστε να ακολουθήσουν διαφορετική εξελικτική πορεία που θα οδηγήσει στη δημιουργία ενός νέου είδους. Από τους σημαντικότερους μηχανισμούς απομόνωσης είναι η γεωγραφική απομόνωση. Σ' αυτήν ένας πληθυσμός χωρίζεται σε ομάδες λόγω κάποιου γεωγραφικού φραγμού (π.χ. δημιουργία νησιών, σχηματισμός λιμνών, εμφάνιση βουνών, αλλαγές στις κλιματικές συνθήκες). Οι ομάδες αναπτύσσονται ξεχωριστά και δεν είναι δυνατή η διασταύρωση των μελών τους και επομένως η

ανταλλαγή γονιδίων. Τα άτομα συνεχίζουν να εμφανίζουν αλλαγές στο γενετικό υλικό τους και να υφίστανται διαφορετικά τη δράση της φυσικής επιλογής. Αυτό σταδιακά οδηγεί σε διαφοροποιήσεις, οι οποίες έχουν ως αποτέλεσμα τη δημιουργία νέων ειδών.



Πώς δημιουργούνται τα νέα είδη

Στη διαδικασία προσαρμογής των πληθυσμών στις μεταβολές του περιβάλλοντος προκαλούνται αλλαγές στη γενετική τους δομή, με αποτέλεσμα οι πληθυσμοί να εκδηλώνουν διαφορές στη μορφολογία και τη φυσιολογία τους. Όταν οι αλλαγές αυτές προχωρήσουν στο σημείο που δεν είναι δυνατή η γέννηση βιώσιμων και γόνιμων απογόνων (αναπαραγωγική απομόνωση), τότε έχουμε τη δημιουργία ενός καινούριου είδους. Η διαδικασία δημιουργίας ενός νέου είδους ονομάζεται ειδογένεση.

Προϋπόθεση για να αλλάξει η γενετική δομή των πληθυσμών είναι οι πληθυσμοί να ζουν απομονωμένοι μεταξύ τους. Η απομόνωση μπορεί να είναι γεωγραφική ή αναπαραγωγική. Φυσικά αίτια όπως βουνά, φαράγγια κτλ. πιθανόν να λειτουργήσουν ως γεωγραφικά εμπόδια, τα οποία παρεμποδίζουν την ανταλλαγή γονιδίων ανάμεσα σε δύο πληθυσμούς. Πληθυσμοί που ζουν χωριστά για μακρά χρονικά διαστήματα πιθανόν να αναπτύξουν αναπαραγωγική απομόνωση.

Η αναπαραγωγική απομόνωση μπορεί να οφείλεται σε μηχανισμούς που δεν επιτρέπουν τη συνεύρεση των δύο πληθυσμών,

όπως είναι για παράδειγμα η διαφορετική ανατομία των γεννητικών τους οργάνων, η διαφορετική αναπαραγωγική εποχή και ο διαφορετικός χώρος κατοικίας, ή σε μηχανισμούς που δεν επιτρέπουν τη βιωσιμότητα των απογόνων, όπως είναι για παράδειγμα η ύπαρξη διαφορετικού αριθμού χρωσωμάτων στους γαμέτες.

Όσον αφορά την απλούστερη περίπτωση ειδογένεσης, μπορεί κανείς να υποθέσει ότι η σειρά εξέλιξης των γεγονότων έχει ως εξής:

1. Δύο πληθυσμοί ενός είδους απομονώνονται, ώστε η αναπαραγωγή μεταξύ τους να είναι αδύνατη. Συνήθως η απομόνωση των πληθυσμών οφείλεται σε μεγάλες αποστάσεις ή σε κάποιο γεωγραφικό εμπόδιο. Η αναπαραγωγική όμως απομόνωση είναι δυνατό να προκύψει και από αιτίες εποχικές, λειτουργικές ή συμπεριφοράς.

2. Τα αποθέματα των γονιδίων των δύο πληθυσμών δεν επικοινωνούν. Με την πάροδο του χρόνου μεταλλάξεις και επιλογή κάνουν τους δύο πληθυσμούς γενετικά διαφορετικούς, ώστε να μην μπορούν

**πλέον να αποκτήσουν βιώσι-
μους και γόνιμους απογόνους.**

**3. Όταν παρατηρηθεί αυτό, η δι-
αδικασία της ειδογένεσης έχει
ολοκληρωθεί. Δύο είδη υπάρ-
χουν εκεί που πριν υπήρχε
ένα.**

3.3 ΤΙ ΕΙΝΑΙ Η ΦΥΛΟΓΕΝΕΣΗ ΚΑΙ ΑΠΟ ΠΟΥ ΑΝΤΛΟΥΜΕ ΣΧΕΤΙΚΑ ΣΤΟΙΧΕΙΑ

Η δημιουργία νέων ειδών από ένα προγενέστερο είδος μπορεί να παρομοιαστεί με την απόσχιση δύο κλαδιών από την ίδια κορυφή ενός δέντρου. Αν μάλιστα στην παρομοίωση αυτή συμπεριληφθούν και οι προγενέστερες μορφές ειδών, τότε μπορεί να κατασκευαστεί ένα φυλογενετικό δέντρο του οποίου ο κορμός παριστάνει το αρχικό είδος και τα κλαδιά τα νέα είδη που προέκυψαν από αυτό. Κατ' αυτό τον τρόπο ένα φυλογενετικό δέντρο απεικονίζει τα στάδια από τα οποία έχουν περάσει οι ενήλικες μορφές των

ειδών που παρουσιάζει. Οι πληροφορίες για την κατασκευή του φυλογενετικού δέντρου ενός είδους αντλούνται από πηγές που ήταν ήδη διαθέσιμες από την εποχή του Δαρβίνου, όπως είναι τα απολιθώματα, οι συγκριτικές ανατομικές και εμβρυολογικές μελέτες, αλλά και από νεότερες πηγές, όπως είναι η Βιοχημεία και η Μοριακή Βιολογία. Οι πληροφορίες αυτές συνδυάζονται μεταξύ τους από τους επιστήμονες όπως τα κομμάτια ενός παζλ και κατασκευάζονται τα φυλογενετικά δέντρα που δείχνουν τις εξελικτικές σχέσεις ανάμεσα στα είδη που μελετώνται.



α



β



γ

Εικόνα 3.12: Παραδείγματα απολιθωμάτων:

α) έντομο παγιδευμένο σε κεχριμπάρι,

β) απολίθωμα του Αρχαιοπτέρυγος, του πρώτου γνωστού πτηνού (ηλικίας 150 εκατ. ετών),

γ) απολιθωμένος σκελετός Δεινόσαυρου

1. Δεδομένα από την Παλαιοντολογία

Η Παλαιοντολογία μελετά τα απολιθώματα, τα οποία είναι υπολείμματα οργανισμών που έζησαν στο μακρινό παρελθόν. Τα απολιθώματα είναι συνήθως τα σκληρά τμήματα ενός οργανισμού όπως τα δόντια, ο εξωσκελετός, τα οστά. Στα υπολείμματα αυτά, με την πάροδο του χρόνου, οι οργανικές ουσίες αντικαταστάθηκαν από ανόργανες, οι οποίες τα μετέτρεψαν σε «λίθους». Με τον όρο όμως «απολίθωμα» αναφερόμαστε σε κάθε ίχνος ζωής του παρελθόντος, όπως είναι τα αποτυπώματα φυτών ή ζώων σε βράχους. Ένας άλλος τύπος απολιθωμάτων προκύπτει όταν κάποιο

ζώο, συνήθως έντομο, παγιδευτεί σε ρητίνη. Τα απολιθώματα αυτά είναι πολύ καλά διατηρημένα, γεγονός που επιτρέπει στους ερευνητές να μελετήσουν τη φυσιολογία, τη συμπεριφορά και την οικολογία των εντόμων. Τα απολιθώματα μαρτυρούν την ιστορία της ζωής στον πλανήτη μας και υποστηρίζουν την ιδέα ότι η ζωή έχει εξελιχθεί κατά τη διάρκεια μεγάλων χρονικών περιόδων από απλές σε πιο περίπλοκες μορφές.



α



β

Εικόνα 3.13: Απολιθώματα από την Ελλάδα:

- α) σπόνδυλοι θηλαστικού από τη Σάμο,**
- β) αμμωνίτης από το Μπαλί Ρεθύμνου,**
- γ) τμήμα απολιθωμένου κορμού κωνοφόρου δέντρου (ηλικίας 20 εκατ. ετών) και**



δ) αποτύπωμα φύλλου από το απολιθωμένο δάσος στο Σίγρι Μυτιλήνης

99 / 136

Την εποχή του Δαρβίνου οι γεωλόγοι εκτιμούσαν την ηλικία των απολιθωμάτων από τη θέση των πετρωμάτων στα οποία αυτά βρέθηκαν. Τα κατώτερα στρώματα των πετρωμάτων είναι συνήθως τα αρχαιότερα, ενώ τα πιο πρόσφατα απολιθώματα βρίσκονται στα ανώτερα στρώματα. Σήμερα τα πετρώματα και τα απολιθώματα χρονολογούνται με τη μέθοδο της ραδιοχρονολόγησης, υπολογίζοντας το βαθμό διάσπασης συγκεκριμένων ραδιενεργών στοιχείων που υπάρχουν σ' αυτά.

Συγκρίνοντας τα χαρακτηριστικά ενός απολιθώματος με άλλα, αλλά και με σύγχρονους οργανισμούς, μπορούμε να εκτιμήσουμε την εξελικτική πορεία ενός είδους.

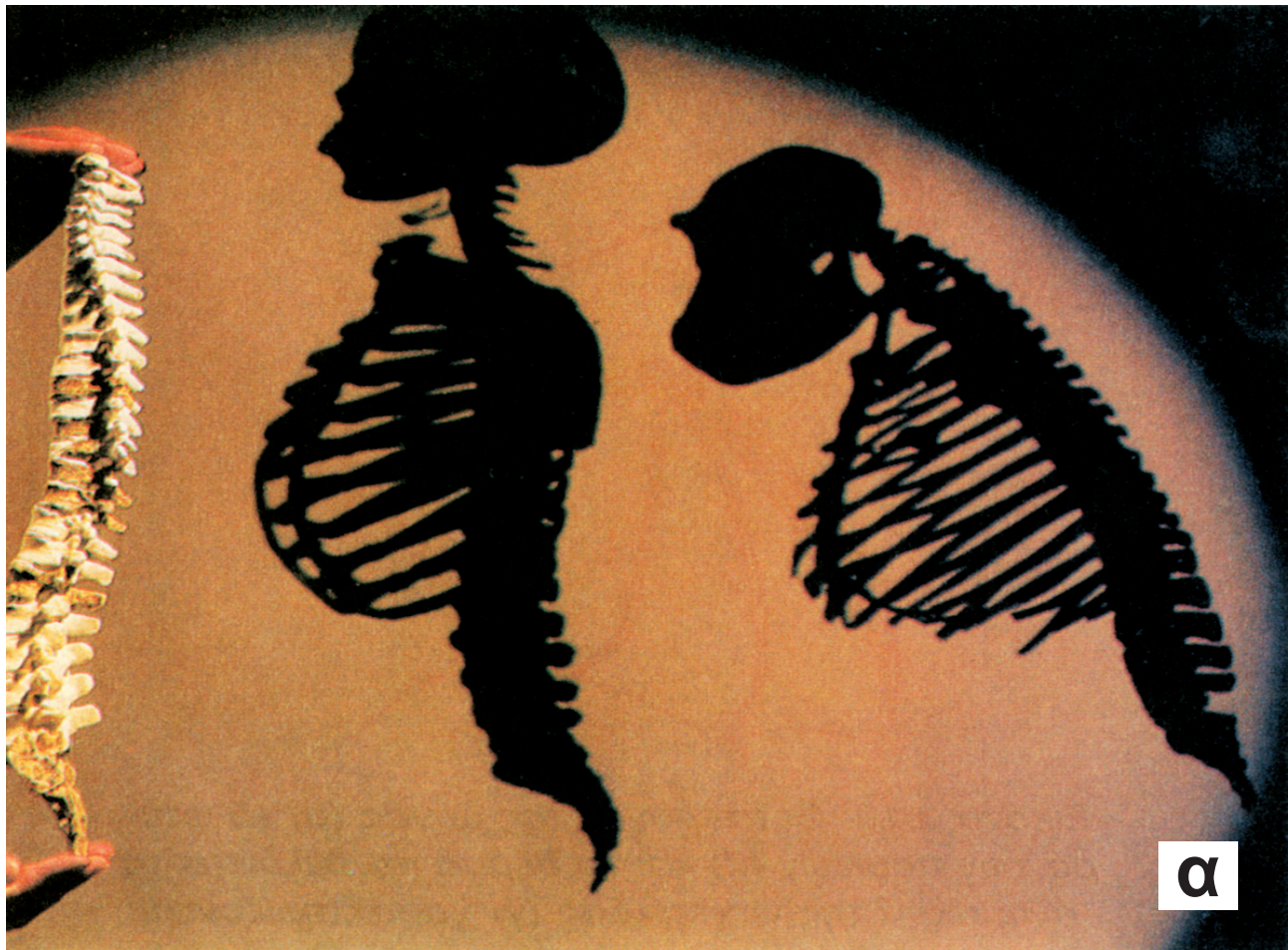
Για παράδειγμα, από τη μελέτη των απολιθωμάτων προγονικών μορφών του είδους μας μπορούμε να πάρουμε πλήθος πληροφοριών:

- Από το σχήμα των οστών της λεκάνης, από το μήκος των άνω άκρων σε σχέση με το μήκος των κάτω άκρων ή από τα αποτυπώματα του πέλματος σε ηφαιστειακές στάχτες συμπεραίνουμε αν ο οργανισμός βάδιζε σε δύο ή σε τέσσερα άκρα.
- Η αυξημένη κρανιακή χωρητικότητα και η ύπαρξη εργαλείων κοντά στα παλαιοντολογικά ευρήματα μας δίνουν πληροφορίες για τη νοημοσύνη του οργανισμού.
- Η μελέτη της οδοντοστοιχίας του οργανισμού ή μόνο κάποιων δοντιών του, τα ίχνη φωτιάς, η

ύπαρξη οστών από άλλα ζώα είναι ικανά να «προδώσουν» τις διατροφικές συνήθειές του.

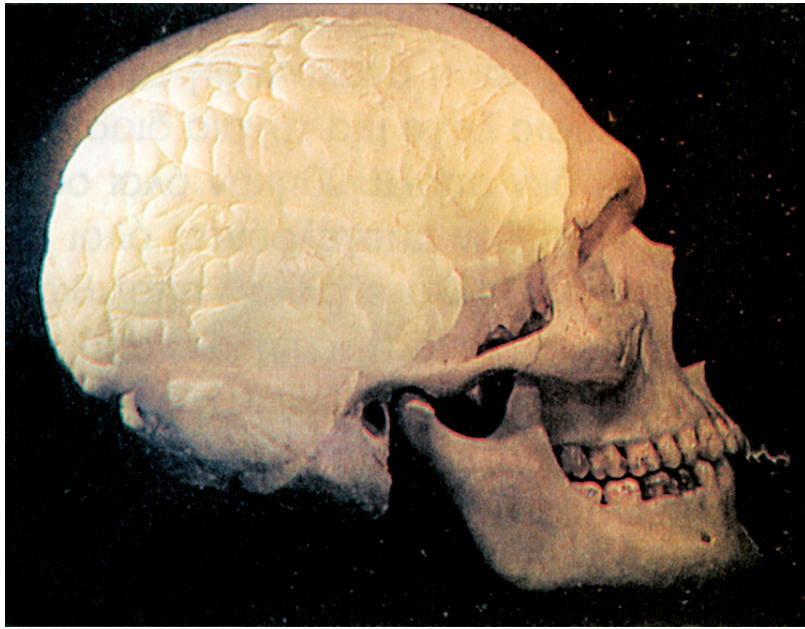
- Η χρονολόγηση των απολιθωμάτων, το βάθος στο οποίο αυτά ανακαλύφθηκαν, αλλά και η εξέταση των κόκκων γύρης που ενδεχομένως βρέθηκαν μαζί με τα οστά δίνουν ενδείξεις για το κλίμα που επικρατούσε την εποχή εκείνη.





Εικόνα 3.14:

- α) σύγκριση του κρανίου και του εγκεφάλου (επάνω: χιμπαντζής, κάτω: άνθρωπος),
- β) Σύγκριση της σπονδυλικής στήλης του ανθρώπου και του χιμπαντζή,
- γ) αντιτακτό δάχτυλο στα πόδια του χιμπαντζή



β



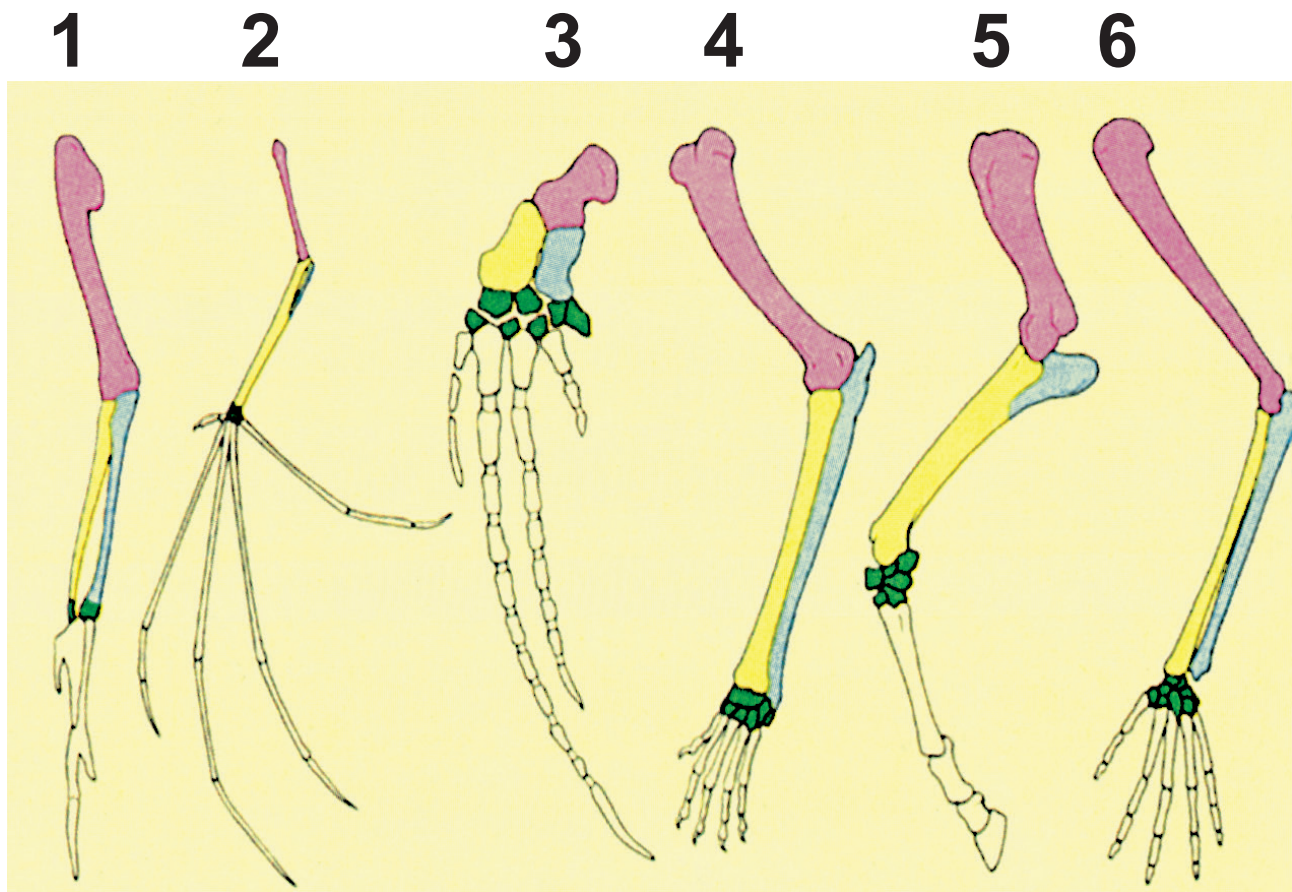
Y

Δυστυχώς το αρχείο των απολιθωμάτων δεν είναι πλήρες. Αυτό οφείλεται στο ότι η δημιουργία των απολιθωμάτων, καθώς και η ανακάλυψή τους, είναι κατά κύριο λόγο μια τυχαία διαδικασία. Επιπλέον δεν απολιθώθηκαν όλοι οι οργανισμοί, γιατί δεν αποτελούνται όλοι από σκληρά μέρη. Πολλά εξάλλου απολιθώματα μπορεί να καταστράφηκαν από σεισμούς, ηφαιστειακές εκρήξεις κ.ά. Όλα αυτά έχουν ως αποτέλεσμα να μην υπάρχει ένα πλήρες αρχείο απολιθωμάτων για όλους τους οργανισμούς που έζησαν κάποτε στη Γη. Έτσι το φυλογενετικό δέντρο που κατασκευάζεται είναι ένα παζλ από το οποίο όμως λείπουν κομμάτια.

2. Δεδομένα από την Ανατομία

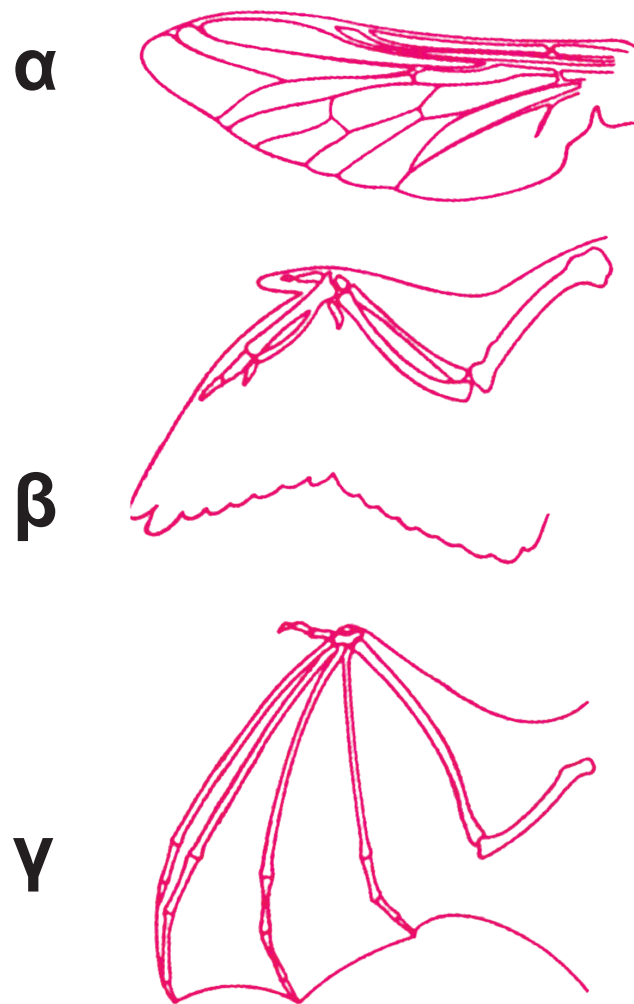
Συγκριτικές μελέτες διάφορων ζώων παρέχουν ισχυρές ενδείξεις για την εξέλιξη των ειδών. Για παράδειγμα, σε διάφορα είδη σπονδυλωτών τα άνω άκρα αποτελούνται από την ίδια βασική σειρά οστών, τροποποιημένων άλλοτε σε φτερό (π.χ. στη νυχτερίδα), άλλοτε σε πτερύγιο (π.χ. στη φώκια), άλλοτε σε πόδι (π.χ. στο βάτραχο ή στο άλογο). Αυτά τα όργανα ονομάζονται ομόλογα και έχουν την ίδια φυλογενετική προέλευση, όμοια κατασκευή, αλλά διαφέρουν στη λειτουργία. Τα όργανα όμως που έχουν παρόμοια λειτουργία αλλά διαφορετική εμβρυϊκή προέλευση,

όπως είναι για παράδειγμα η επιφάνεια των πτερύγων των πουλιών (από φτερά), των νυχτερίδων (από δέρμα) και της πεταλούδας (από υμένα που είναι συνέχεια του εξωσκελετού της), είναι ανάλογα όργανα.



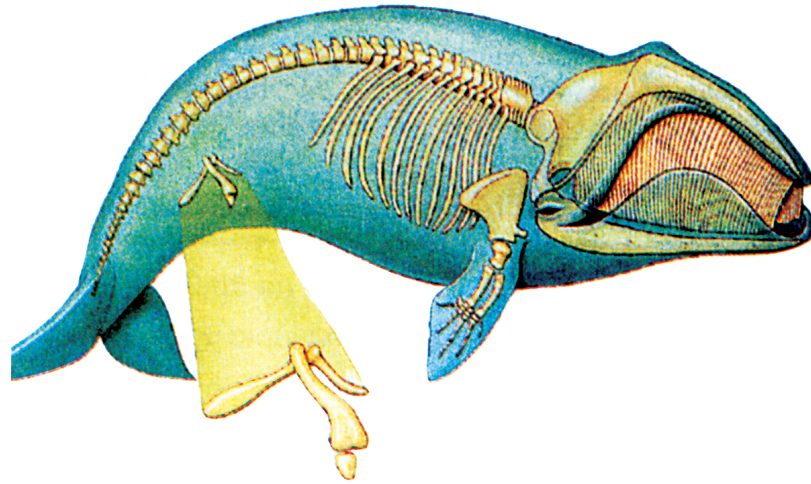
1. πτηνό
2. νυχτερίδα
3. φάλαινα
4. γάτα
5. άλογο
6. άνθρωπος

Εικόνα 3.15: Τα άκρα των σπονδυλωτών είναι ομόλογα.



Εικόνα 3.16: Οι πτέρυγες της μύγας (α) τα φτερά των πουλιών (β) και το δέρμα που καλύπτει τα άνω άκρα της νυχτερίδας (γ) χαρακτηρίζονται έως ανάλογα όργανα, επειδή, παρ' όλο που έχουν διαφορετική κατασκευή και φυλογενετική προέλευση, εκτελούν την ίδια λειτουργία.

Πολλοί οργανισμοί έχουν όργανα ή δομές χωρίς κάποια εμφανή λειτουργία. Για παράδειγμα, η φάλαινα, που δε διαθέτει κάτω άκρα, έχει στην κοιλιά της υπολείμματα των οστών της λεκάνης και των κάτω άκρων. Αυτό υποδηλώνει ότι η φάλαινα προήλθε από τετράποδα θηλαστικά. Τα όργανα αυτά ονομάζονται υπολειμματικά και αποτελούν ενδείξεις για την κοινή καταγωγή των οργανισμών που τα φέρουν.



Εικόνα 3.17: Υπολειμματικά όργανα: οστά της λεκάνης στη φάλαινα

3. Δεδομένα από την Εμβρυολογία

Επιπρόσθετα στοιχεία για την εξέλιξη των ειδών προκύπτουν από τις συγκριτικές μελέτες εμβρύων. Αν εξετάσει κανείς τα διάφορα στάδια της εμβρυϊκής ανάπτυξης διάφορων ειδών, όπως τα σπονδυλωτά, θα βρει εκπληκτικές ομοιότητες

στα αρχικά στάδια των εμβρύων. Για παράδειγμα, όλα τα έμβρυα έχουν βραγχιακές σχισμές, οι οποίες υποδηλώνουν ότι τα σπονδυλωτά προήλθαν εξελικτικά από έναν κοινό υδρόβιο οργανισμό.

4. Δεδομένα από τη Μοριακή Βιολογία

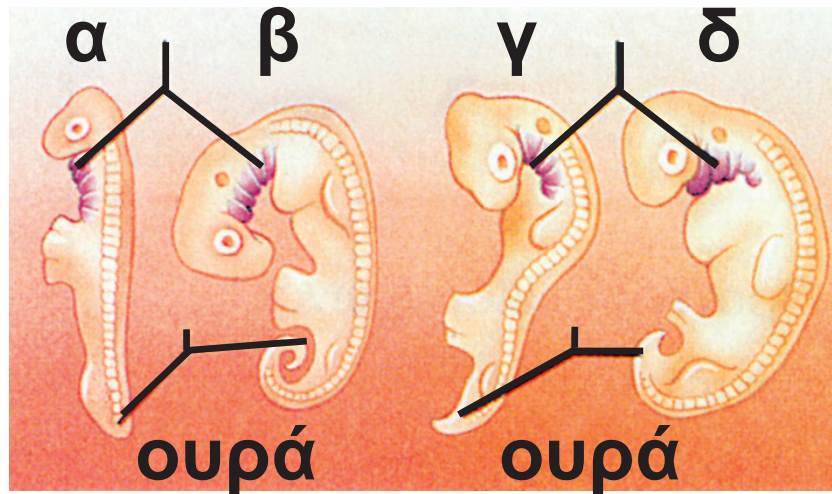
Όλοι οι ζωντανοί οργανισμοί, όσο διαφορετικοί κι αν φαίνονται εξωτερικά, παρουσιάζουν εκπληκτική ομοιότητα σε μοριακό επίπεδο. Σε όλους τους οργανισμούς υπάρχουν νουκλεϊκά οξέα και πρωτεΐνες. Όλα τα έμβια όντα «μιλούν την ίδια γλώσσα» στο επίπεδο των γονιδίων. Ο γενετικός κώδικας, ο τρόπος με τον οποίο η «γλώσσα» του

DNA μεταφράζεται στη «γλώσσα» των πρωτεϊνών, είναι παγκόσμιος. Επειδή όμως είναι απίθανο τόσο πολύπλοκες διαδικασίες να έχουν εξελιχθεί ανεξάρτητα σε κάθε είδος, τα δεδομένα αυτά αποδεικνύουν αναμφισβήτητα πως όλοι οι οργανισμοί έχουν κοινή προέλευση.

Η εξέλιξη ενός πληθυσμού είναι συνέπεια αλλαγών που γίνονται στο γενετικό υλικό του. Επομένως είναι αναμενόμενο να βρίσκεται σ' αυτό καταγεγραμμένη η εξελικτική ιστορία των οργανισμών. Συγκρίνοντας αλληλουχίες νουκλεοτιδίων μπορούμε να βγάλουμε συμπεράσματα για τις εξελικτικές σχέσεις ανάμεσα στα είδη. Έτσι οι οργανισμοί που είναι λιγότερο συγγενικοί μεταξύ τους έχουν περισσό-

τερες διαφορές στην αλληλουχία του DNA τους, ενώ οι οργανισμοί που είναι περισσότερο συγγενικοί μεταξύ τους έχουν λιγότερες. Και η σύγκριση όμως των πρωτεϊνών που έχουν παρόμοια λειτουργία σε διαφορετικά είδη οργανισμών παρέχει χρήσιμες πληροφορίες για τις εξελικτικές σχέσεις τους. Για παράδειγμα, τα κυτοχρώματα του ανθρώπου και του χιμπατζή διαφέρουν κατά ένα μόνο αμινοξύ, του ανθρώπου και του σκύλου κατά 11 αμινοξέα και του ανθρώπου και της μαγιάς κατά 45 αμινοξέα, πράγμα που υποδηλώνει τις φυλογενετικές σχέσεις που υπάρχουν μεταξύ τους.

Βραγχιακές σχισμές

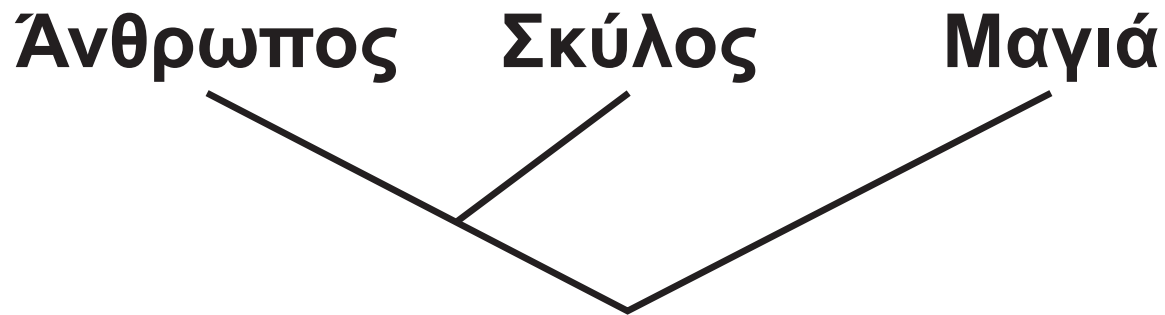


Εικόνα 3.18: Έμβρυα: α) ψαριού, β) ερπετού, γ) πτηνού, δ) ανθρώπου

Οι επιστήμονες κατασκευάζουν φυλογενετικά δέντρα και με τη σύγκριση των πρωτεϊνών.

Τα συμπεράσματα στα οποία καταλήγουμε για τις φυλογενετικές σχέσεις μεταξύ των οργανισμών προέρχονται συνήθως από τη σύνθεση των πληροφοριών που μας παρέχει η σύγκριση όχι ενός αλλά

πολλών διαφορετικών πρωτεϊνών τους.





Εικόνα 3.19: Η σύγκριση των πρωτεϊνών που εκτελούν παρόμοια λειτουργία, όπως για παράδειγμα το κυτόχρωμα, βοηθά τους επιστήμονες να κατασκευάζουν φυλογενετικά δέντρα.

Γεωλογικοί αιώνες

Οι επιστήμονες, χρησιμοποιώντας γεωλογικές και βιολογικές πληροφορίες, έχουν χωρίσει την ιστορία της Γης σε αιώνες και περιόδους. Αψευδείς μάρτυρες των γεωλογικών και των βιολογικών φαινομένων που έγιναν κατά τη διάρκειά τους είναι τα πετρώματα και τα απολιθώματα.



Αιώνας	Περίοδος	Από-έως (οι αριθμοί σε εκατομμύρια χρόνια)
Καινοζωικός Ο αιώνας των Θηλαστικών	Τεταρτογενής Τριτογενής	1.8-σήμερα 65-1.8
Μεσοζωικός Ο αιώνας των Ερπετών	Κρητιδική Ιουρασική Τριαδική 	145-65 213-145 248-213

<p>Παλαιοζωικός Ο αιώνας των Τριλοβιτών</p> 	<p>Πέρμια Λιθανθρακοφόρα Δεβόνια Σιλουρία Κάμβριο</p>	<p>286-248 360-286 410-360 440-410 544-505</p>
<p>Προτεροζωικός Αιώνας</p>		<p>2500-544</p>
<p>Αρχαϊκός Αιώνας, εμφάνιση της ζωής</p>		<p>3800-2500</p>

ΠΕΡΙΛΗΨΗ

Η ιδέα της εξέλιξης δεν είναι αποκλειστικά προϊόν της εργασίας του Δαρβίνου. Πολλοί στοχαστές που είχαν προηγηθεί του Δαρβίνου, ανάμεσα στους οποίους περιλαμβάνονται και οι αρχαίοι Έλληνες φιλόσοφοι, υποστήριξαν ότι οι υπάρχοντες οργανισμοί έχουν προέλθει από τροποποίηση προγενέστερων μορφών. Η πρώτη απόπειρα θεωρητικής θεμελίωσης ενός πιθανού μηχανισμού με τον οποίο προχωρά η εξέλιξη έγινε από το Γάλλο ζωολόγο Λαμάρκ. Στη θεωρία του Λαμάρκ οι μεταβολές του περιβάλλοντος «καθοδηγούν» τους οργανισμούς να αναπτύξουν κατάλληλες συνήθειες ή δομές, ώστε να προ-

σαρμόζονται σ' αυτό. Η θεωρία του Λαμάρκ, παρά τη συνεισφορά της στην υποστήριξη της εξέλιξης, βασιζόταν σε λανθασμένα δεδομένα, όπως είναι η κληρονομική μεταβίβαση των επίκτητων χαρακτηριστικών.

ΛΕΞΕΙΣ - ΚΛΕΙΔΙΑ

Αγώνας για επιβίωση
Ανάλογα όργανα
Βιομηχανικός μελανισμός
Γενετική απομόνωση
Γενετική ποικιλομορφία
Γονιδιακή μετάλλαξη
Ειδογένεση
Επίκτητα χαρακτηριστικά

**Θεωρία κληρονομικής μεταβίβα-
σης επίκτητων χαρακτηριστικών
Μετάλλαξη
Ομόλογα όργανα
Πληθυσμός
Ποικιλομορφία
Προσαρμογή
Υπολειμματικά όργανα
Φυλογένεση
Φυλογενετικό δέντρο
Φυσική επιλογή**

ΕΡΩΤΗΣΕΙΣ - ΑΣΚΗΣΕΙΣ - ΠΡΟΒΛΗΜΑΤΑ

- 1. Πολλοί από τους μελετητές της ιστορίας της Βιολογίας ισχυρίζονται ότι χωρίς τη θεωρία της φυσικής επιλογής η Βιολογία θα ήταν μια στείρα περιγραφή φυτικών και ζωικών οργανισμών. Συμφωνείτε με την άποψη αυτή; Αν ναι, να αναφέρετε διεξοδικά τα επιχειρήματά σας.**
- 2. Ένας συμμαθητής σας παρομοίωσε την εξέλιξη των οργανισμών με ένα ποδήλατο το οποίο, για να ισορροπεί, πρέπει να βρίσκεται σε συνεχή κίνηση (μεταβολή). Είναι βάσιμη αυτή η αναλογία; Να αναπτύξετε τις απόψεις σας.**

- 3. Να αναφέρετε παραδείγματα από την καθημερινή κουβέντα στα οποία φαίνεται να επιβιώνει η θεωρία του Λαμάρκ.**
- 4. Ποια είναι η μονάδα επί της οποίας δρα η εξέλιξη; Αιτιολογήστε την απάντησή σας.**
- 5. Μερικοί υποστηρίζουν ότι η θεωρία της φυσικής επιλογής δεν είναι ορθή, καθώς δεν μπορεί να εξηγήσει πώς στον ανθρώπινο πληθυσμό παραμένουν γονίδια που δεν έχουν επωφελή δράση ή είναι άχρηστα. Πιστεύετε ότι το επιχείρημα αυτό είναι βάσιμο; Να αναπτύξετε τις απόψεις σας.**
- 6. Είναι πιθανόν ένας οργανισμός να προσαρμοστεί τόσο πολύ στο περιβάλλον του, ώστε να μην**

εξελίσσεται πλέον;

- 7. Να συγκρίνετε τη θεωρία του Λα-
μάρκ με αυτήν του Δαρβίνου.
Πώς θα εξηγούσατε το παράδειγ-
μα του βιομηχανικού μελανισμού
με τη μία και πώς με την άλλη θε-
ωρία;**
- 8. Ποια ήταν τα αδύνατα σημεία
της θεωρίας του Δαρβίνου, όπως
αυτή διατυπώθηκε στην πρώτη
εκδοχή της; Πώς ενισχύθηκαν
στη συνθετική θεωρία;**
- 9. Πώς είναι προτιμότερο κατά την
άποψή σας να προχωρεί η εξέλι-
ξη, με πολλές μικρές μεταβολές
στους υπάρχοντες οργανισμούς
ή με λίγες μεγάλες; Να αιτιολογή-
σετε την απάντησή σας.**

- 10. Για ποιο λόγο οι μεταλλάξεις δεν μπορούν να κατευθύνουν από μόνες τους την εξελικτική πορεία;**
- 11. Έχει διαπιστωθεί ότι πολλά έντομα έχουν αναπτύξει ανθεκτικότητα στα εντομοκτόνα όπως το DDT. Να εξηγήσετε το μηχανισμό απόκτησης αυτής της ανθεκτικότητας σύμφωνα με τη θεωρία του Λαμάρκ και τη θεωρία του Δαρβίνου.**

3.4 Η ΕΞΕΛΙΞΗ ΤΟΥ ΑΝΘΡΩΠΟΥ

Ένα από τα ερωτήματα που απασχολούν τη Βιολογία, αλλά ενδιαφέρουν και τον απλό άνθρωπο, είναι η προέλευση του είδους μας. Στο ερώτημα αυτό προσπάθησε να απαντήσει ο Κάρολος Δαρβίνος, όταν 12 χρόνια μετά τη δημοσίευση της περίφημης Καταγωγής των ειδών εξέδωσε ένα άλλο βιβλίο με τίτλο Η καταγωγή του ανθρώπου. Στο βιβλίο αυτό υποστήριζε ότι ο άνθρωπος και ο πίθηκος έχουν κοινό πρόγονο και όχι, όπως πιστευόταν λανθασμένα, ότι ο άνθρωπος προέρχεται από τον πίθηκο. Τα απολιθώματα που υπήρχαν διαθέσιμα εκείνη την εποχή, ώστε να τεκμηριωθεί μια τέτοια υπόθεση,

ήταν ελάχιστα και το ίδιο ίσχυε για περισσότερο από 100 χρόνια μετά. Τις τελευταίες όμως δεκαετίες τα απολιθώματα που έχουν βρεθεί, καθώς και η έρευνα σε άλλες περιοχές της Βιολογίας, ιδιαίτερα μάλιστα στη Μοριακή Βιολογία, δε γεννούν καμιά αμφιβολία ότι ο άνθρωπος, όπως και κάθε άλλος οργανισμός του πλανήτη, είναι προϊόν εξέλιξης.

Η μελέτη των απολιθωμάτων επιτρέπει την ανασύσταση της μορφής των προγόνων μας, οδηγεί όμως, ως ένα βαθμό, και στην ανασύσταση της εικόνας που έχουμε για τις συνήθειες και τον τρόπο ζωής τους.

3.4.1 Το γενεαλογικό μας δέντρο

Αν θέλαμε να τοποθετήσουμε το είδος μας στο σύστημα κατάταξης όλων των ζωικών οργανισμών, θα λέγαμε ότι είμαστε μέλη του υποφύλου των Σπονδυλωτών. Καθώς μάλιστα διατηρούμε σταθερή θερμοκρασία και διαθέτουμε τροποποιημένους δερματικούς αδένες που παράγουν γάλα, υπαγόμαστε σε ένα υποσύνολο των Σπονδυλωτών που συνιστά την κλάση των Θηλαστικών. Ακόμη πιο πέρα, θα μπορούσαμε να τοποθετήσουμε το είδος μας στα Πρωτεύοντα, την τάξη των Θηλαστικών η οποία, εκτός από εμάς, περιλαμβάνει όλους τους πιθανούς προγόνους μας και τους σύγχρονους πιθήκους.

Όμως, από όλα τα είδη με τα οποία μπορούμε να συγκатаταχθούμε στη μία ή στην άλλη ταξινομική βαθμίδα, είμαστε το μόνο είδος που είναι ικανό να κατασκευάζει και να χρησιμοποιεί εργαλεία, να μιλά, να γράφει και να δημιουργεί πολιτισμό. Για να καταλάβουμε πώς αναπτύχθηκαν εξελικτικά οι δυνατότητες αυτές, είναι απαραίτητο να γνωρίσουμε την εξελικτική ιστορία των Θηλαστικών και των Πρωτευόντων.

3.4.2 Η εμφάνιση των Θηλαστικών και των Πρωτευόντων

Τα Θηλαστικά εξελίχθηκαν πριν από 240 εκατομμύρια χρόνια από τα Ερπετά. Αυτό συνέβη κατά το

Μεσοζωικό Αιώνα, που αποκλήθηκε «Αιώνας των Ερπετών», γιατί κατά τη διάρκειά του τα Ερπετά (στα οποία περιλαμβάνονται και οι Δεινόσαυροι) είχαν καταλάβει κάθε περιοχή του πλανήτη που ήταν κατάλληλη για την επιβίωσή τους.

Τρεις ήταν οι κύριες κατηγορίες των Θηλαστικών που υπήρξαν κατά το Μεσοζωικό Αιώνα: τα Μονοτρήματα, μια ιδιαίτερη ομάδα Θηλαστικών που γεννά αυγά, όπως είναι ο σύγχρονος πλατύπους, τα Μαρσιποφόρα, οι πρόγονοι των σύγχρονων καγκουρό, και τα Πλακουντοφόρα, μικρά Θηλαστικά που διαθέτουν τον πλακούντα, ένα όργανο ανταλλαγής ουσιών μεταξύ του εμβρύου και της μητέρας του.

**Αυτά τα πρώτα Θηλαστικά απο-
τελούσαν για περισσότερο από
150 εκατομμύρια χρόνια ένα μικρό
ποσοστό ανάμεσα στις υπόλοιπες
μορφές ζωής που υπήρχαν στον
πλανήτη.**

**Πριν από 65 εκατομμύρια χρό-
νια οι Δεινόσαυροι εξαφανίστηκαν.
Η μεταβολή αυτή επέτρεψε στα
πρώτα Θηλαστικά να επεκταθούν
σε περιοχές που μέχρι τότε κατα-
λάμβαναν οι Δεινόσαυροι. Η εμφά-
νιση μάλιστα νέων φυτικών ειδών
δημιούργησε επιπλέον βιότοπους,
οι οποίοι προσέφεραν στα Θηλα-
στικά περισσότερες δυνατότητες
στην εξεύρεση τροφής και μεγαλύ-
τερη προστασία από τους θηρευ-
τές τους. Έτσι κατά τον Καινοζωικό
Αιώνα τα Θηλαστικά εξαπλώθηκαν**

και εξελίχθηκαν στα Πρωτεύοντα, την τάξη δηλαδή των Θηλαστικών στην οποία ανήκει ο σύγχρονος άνθρωπος, τα προγονικά είδη του και οι χιμπαντζήδες, οι ουραγκοτάγκοι, οι γορίλες, οι λεμούριοι, οι τάρσιοι κ.ά.

Τα πρώτα μάλιστα Πρωτεύοντα που εμφανίστηκαν εξελίχθηκαν από τα μικρά Πλακουντοφόρα Θηλαστικά τα οποία ζούσαν σε δέντρα και τρέφονταν με έντομα. Πολλά εξάλλου από τα χαρακτηριστικά του σύγχρονου ανθρώπου και των άλλων Πρωτευόντων σχετίζονται με το δενδρόβιο παρελθόν των προγόνων τους.

ΟΙ ΚΥΡΙΕΣ ΟΜΑΔΕΣ ΤΩΝ ΘΗΛΑΣΤΙΚΩΝ

- Τα **Μονοτρήματα** γεννούν αυγά. Μετά την εκκόλαψη τα μικρά θηλάζουν γάλα (π.χ. πλατύπους ή ορνιθόρρυγχος).
- Τα **Μαρσιποφόρα** διαθέτουν το μάρσιπο, μια δερματική πτυχή όπου αναπτύσσεται το νεογέννητο θηλάζοντας (π.χ. καγκουρό).
- Τα **Πλακουντοφόρα** διαθέτουν τον πλακούντα, ένα όργανο ανταλλαγής ουσιών μεταξύ του εμβρύου και της μητέρας του.

α



β



γ

Εικόνα 3.20: Αντιπροσωπευτικά είδη Πρωτεύοντων: α) ουραγκοτάγκος, β) χιμπαντζής, γ) γορίλας

3.4.3 Τα χαρακτηριστικά των Πρωτευόντων

Τα Πρωτεύοντα εξελίχθηκαν αναπτύσσοντας προσαρμογές που τα καθιστούσαν ικανά να ζουν επάνω στα δέντρα (δενδρόβια είδη). Από τη συσσώρευση αυτών των προσαρμογών σχηματίστηκε το σύνολο των χαρακτηριστικών που αποτέλεσαν το υπόβαθρο για τη μελλοντική εμφάνιση του ανθρώπου, ο οποίος όμως άρχισε να ζει στο έδαφος (εδαφόβιο είδος).

Στα κοινά χαρακτηριστικά των Πρωτευόντων περιλαμβάνονται:

- **Δάχτυλα κατάλληλα για λαβές.**
Το μεγάλο δάχτυλο των άνω άκρων των Πρωτευόντων μπορεί να τοποθετηθεί απέναντι από την

παλάμη τους, είναι δηλαδή αντι-τακτό. Έτσι τα Πρωτεύοντα μπορούν να εφαρμόζουν λαβές και να πιάνουν αντικείμενα όπως τα κλαδιά των δέντρων.

- **Μακριά και ευκίνητα άκρα.** Τα άκρα αυτά μπορούν να περιστρέφονται ελεύθερα στους ώμους και στη λεκάνη, ώστε να βοηθούν τα Πρωτεύοντα να συλλαμβάνουν την τροφή τους και να σκαρφαλώνουν στα δέντρα.
- **Στερεοσκοπική όραση.** Η διαβίωση επάνω στα δέντρα, αν δε συνοδεύεται από την ικανότητα εκτίμησης του βάθους του πεδίου και των αποστάσεων, μπορεί να αποβεί επικίνδυνη. Η θέση των ματιών των Πρωτευόντων στο πρόσθιο τμήμα του κεφαλιού

τους προκαλεί επικάλυψη των δύο οπτικών πεδίων τους. Έτσι τα Πρωτεύοντα έχουν τρισδιάστατη όραση, η οποία τους επιτρέπει να αντιλαμβάνονται ρεαλιστικά το περιβάλλον τους, να υπολογίζουν τις αποστάσεις και να πιάνονται από τα κλαδιά, καθώς πηδούν από δέντρο σε δέντρο.

- **Έγχρωμη όραση.** Τα πρώτα Πρωτεύοντα ήταν νυχτόβια, όταν όμως αργότερα μετατράπηκαν σε ημερόβια, η όρασή τους έγινε έγχρωμη και συνεπώς απέκτησαν αντικειμενικότερη αντίληψη του περιβάλλοντος.
- **Αναπτυγμένος εγκέφαλος.** Τα Πρωτεύοντα, από όλα τα Θηλαστικά, διαθέτουν το μεγαλύτερο, σε σχέση με τις σωματικές διαστάσεις τους, εγκέφαλο. Αρκετοί

ερευνητές διατείνονται ότι η αύξηση του μεγέθους του εγκεφάλου των Πρωτευόντων σχετίζεται με την αυξημένη εισροή αισθητικών πληροφοριών, η οποία ήταν αποτέλεσμα της ανάπτυξης της όρασης και της ακοής, και με την αποδέσμευση των άνω άκρων από την ανάγκη χρησιμοποίησής τους για βάδισμα. Πάντως ο μεγαλύτερος και περισσότερο περίπλοκος εγκέφαλός τους, με το μεγάλο αριθμό νευρικών κυττάρων και συνδέσεων μεταξύ τους, τα καθιστά ικανά για πιο σύνθετες νοητικές λειτουργίες.

- **Η προστασία των μικρών.** Τα Πρωτεύοντα, εκτός από τη διαβίωση επάνω στα δέντρα, ανέπτυξαν και

νέες αναπαραγωγικές στρατηγικές. Ενώ τα υπόλοιπα Θηλαστικά γεννούν ένα σχετικά μεγάλο αριθμό νεογνών, τα Πρωτεύοντα γεννούν κατά κανόνα ένα μόνο μικρό σε κάθε γέννα. Για το λόγο αυτό το μικρό πρέπει να διατρέφεται και να προστατεύεται από τη μητέρα του για μεγάλο χρονικό διάστημα μετά τη γέννα.

- **Η όρθια στάση.** Ο άνθρωπος αποτελεί το μοναδικό Πρωτεύον που βαδίζει εντελώς όρθιο. Βέβαια και ο γορίλας και ο χιμπατζής περνούν το μεγαλύτερο μέρος της ζωής τους σε ελαφρά κατακόρυφη (παρά οριζόντια) στάση, περπατούν όμως αγγίζοντας το έδαφος με τα χέρια τους. Η όρθια στάση, που οδήγησε

στην εξελικτική γραμμή του ανθρώπου, αποδέσμευσε τα άνω άκρα για άλλες δραστηριότητες πέρα από το βάδισμα, συνέβαλε στην ανάπτυξη της νοημοσύνης και έδωσε τη δυνατότητα της θέασης από πιο ψηλά και επομένως της εποπτείας μιας μεγαλύτερης περιοχής.

3.4.4 Η εξέλιξη των Πρωτευόντων

Πώς όμως εξελίχθηκαν τα σύγχρονα Πρωτεύοντα από τα μικρά εντομοφάγα Πλακουντοφόρα Θηλαστικά; Η σύγκριση των πληροφοριών από τη Μοριακή Βιολογία και τη Γενετική, σε συνδυασμό με τη μελέτη των απολιθωμάτων, οδηγεί στο

143 / 145 - 146

συμπέρασμα ότι τα πρώτα Πρωτεύοντα, από τα οποία έχουν προέλθει όλες οι σύγχρονες μορφές, ήταν οι Προπίθηκοι. Οι Προπίθηκοι εμφανίστηκαν στη Γη πριν από 50 εκατομμύρια χρόνια. Αποκτώντας τα βασικά χαρακτηριστικά της τάξης τους (δάχτυλα κατάλληλα για λαβές, μάτια στο πρόσθιο τμήμα του κεφαλιού κτλ.) οι Προπίθηκοι εξαπλώθηκαν σε ένα μεγάλο μέρος του πλανήτη, καθώς τα απολιθώματα που έχουν βρεθεί μαρτυρούν την ύπαρξή τους στην Ευρώπη, στη Βόρεια Αμερική (σημειωτέον ότι οι δύο ήπειροι τότε ήταν ακόμη ενωμένες) και στην Ασία. Οι Προπίθηκοι μάλιστα που επιβιώνουν ως τις μέρες μας (λεμούριοι, τάρσιοι) έχουν αλλάξει ελάχιστα σε σχέση με τα προγονικά τους είδη. Δυστυχώς όμως

οι λεμούριοι που ζουν στα δάση της Μαδαγασκάρης απειλούνται με εξαφάνιση, αφού η ανθρώπινη παρέμβαση έχει προκαλέσει σημαντικές καταστροφές στους βιότοπούς τους.

Πριν από 38 εκατομμύρια χρόνια μια ομάδα Προπιθήκων εξελίχθηκε στα **Ανθρωποειδή**, στην ομάδα των Πρωτευόντων που περιλαμβάνει το γίββωνα, τον ουραγκοτάγκο, το χιμπαντζή, το γορίλα και τον άνθρωπο. Τα Ανθρωποειδή, με βάση τα απολιθώματα, φαίνεται ότι πρωτοεμφανίστηκαν στην Αφρική και στην Ασία. Το μέγεθός τους ήταν γενικά μεγαλύτερο από αυτό των Προπιθήκων και τα περισσότερα ήταν ημερόβια, σε αντίθεση με τους Προπιθήκους που ήταν νυχτόβιοι. Πριν από 35 εκατομμύρια

χρόνια στη γεωγραφική περιοχή που αντιστοιχεί στη σημερινή Αίγυπτο έζησε το παλαιότερο γνωστό Ανθρωποειδές, ο Αιγυπτιοπίθηκος. Αυτό το Ανθρωποειδές, που είχε περίπου το μέγεθος της γάτας και ήταν δενδρόβιο, μέσα από διαδοχικές μορφές εξελίχθηκε στο Δρυοπίθηκο.

Η σημασία του Δρυοπιθήκου στην εξέλιξη των Πρωτευόντων είναι μεγάλη, γιατί είναι ίσως το προγονικό είδος από το οποίο προήλθαν, αποκλίνοντας μεταξύ τους, ο γορίλας, ο χιμπαντζής και ο άνθρωπος. Το Ανθρωποειδές αυτό ήταν κατά βάση δενδρόβιο, ίσως όμως να περνούσε και ένα μέρος της ζωής του στο έδαφος.

Οι αποδείξεις για τη φυλογενετική σχέση που υπάρχει μεταξύ του γορίλα, του χιμπαντζή και του ανθρώπου στο μοριακό επίπεδο είναι άφθονες. Αξίζει να αναφερθεί ότι οι αλληλουχίες των νουκλεοτιδίων του DNA στον άνθρωπο και στο χιμπαντζή διαφέρουν μόνο κατά 1,27% και ότι η αλυσίδα α της αιμοσφαιρίνης τους είναι τελείως όμοια, ενώ η αλυσίδα β διαφέρει κατά ένα μόνο αμινοξύ. Οι μελέτες των μοριακών ευρημάτων και των απολιθωμάτων οδηγούν στο συμπέρασμα ότι ο γορίλας απέκλινε από την εξελικτική γραμμή του ανθρώπου και του χιμπαντζή πριν από 8 με 10 εκατομμύρια χρόνια, ενώ οι εξελικτικές γραμμές του χιμπαντζή και του ανθρώπου διαχωρίστηκαν πριν

από 6 μόλις εκατομμύρια χρόνια.



Εικόνα 3.21: Λεμούριοι

3.4.5 Η εμφάνιση των Ανθρωπιδών

Το 1924 ο Βρετανός ανθρωπολόγος Ρέυμοντ Νταρτ (Raymond Dart) ανακάλυψε σε λατομείο της Ανατολικής Αφρικής ένα κρανίο

ηλικίας 2,8 με 3,8 εκατομμυρίων χρόνων. Ονόμασε το εύρημά του **Αυστραλοπίθηκο**, γιατί βρέθηκε στις νότιες περιοχές (Austral) της Ανατολικής Αφρικής. Από τη μελέτη όμως και άλλων απολιθωμάτων που βρέθηκαν σε διάφορες περιοχές της Αφρικής (όπως του *Australopithecus boisei*) προέκυψε ότι ο **Αυστραλοπίθηκος** αποτελεί έναν από τους άμεσους προγόνους του ανθρώπου, καθώς με βάση τα χαρακτηριστικά του τοποθετείται στους **Ανθρωπίδες**, την οικογένεια δηλαδή των **Ανθρωποειδών** στην οποία ανήκει ο άνθρωπος.



**Χιμπαν-
τζής**

«Λούσυ»

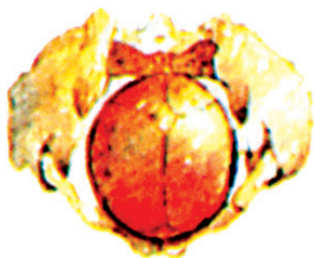
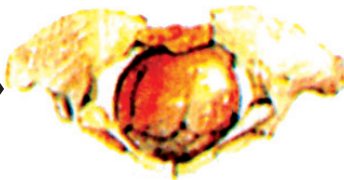
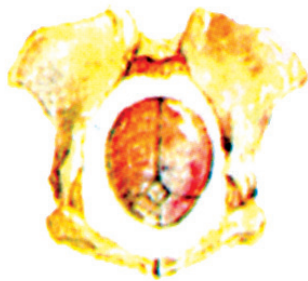
**Άνθρω-
πος**

β

1

2

3



- 1. λεκάνη**
- 2. εγκέφαλος νεογνού**
- 3. εγκέφαλος ενήλικα**



γ

Εικόνα 3.22: α) «Λούσου», ένας θηλυκός Αυστραλοπίθηκος που έζησε πριν από 3 εκατομμύρια χρόνια, β) σύγκριση λεκάνης και μεγέθους εγκεφάλου ανάμεσα στη «Λούσου», το χιμπαντζή και τον άνθρωπο, γ) αποτυπώματα Αυστραλοπιθήκων

Το καλύτερα διατηρημένο και πληρέστερο απολίθωμα (αποτελείται από τα 2/3 του σκελετού και έχει άθικτες μερικές ανατομικές συνδέσεις) είναι η «Λούσυ», που βρέθηκε στην Αιθιοπία το 1974, στην περιοχή Αφάρ. Η «Λούσυ», που πήρε το όνομά της από το δημοφιλές τραγούδι των Μπιτλς (Lucy in the sky with diamonds) το οποίο άκουγαν οι ερευνητές κατά τη διάρκεια των εργασιών τους, είναι ένας νεαρός θηλυκός Αυστραλοπίθηκος που έζησε πριν από 3 εκατομμύρια χρόνια.

Λίγο αργότερα, όταν βρέθηκαν τα αποτυπώματα ενός ζευγαριού Αυστραλοπιθήκων που βημάτισε στις στάχτες του ηφαιστείου Σαντιμάν, πριν από 3 εκατομμύρια χρόνια, αποδείχτηκε ότι η όρθια στάση και η δίποδη βάδιση ήταν δύο

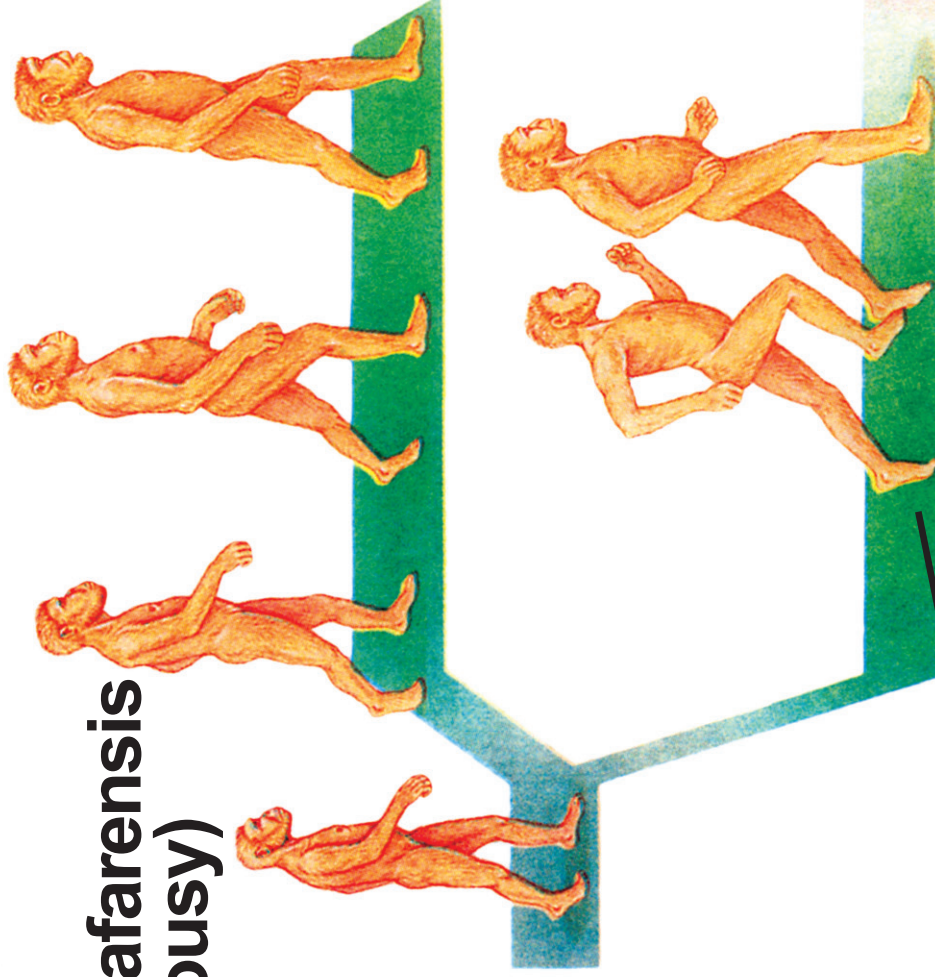
χαρακτηριστικά που εμφανίστηκαν αρκετά νωρίς στην εξελικτική ιστορία του ανθρώπου. Στα αποτυπώματα αυτά αναγνωρίζεται το ανθρωπινό πέλμα με τα ευθυγραμμισμένα δάχτυλα και την κατασκευή που ευνοεί τη στήριξη του βάρους του σώματος.

Ο εγκέφαλος των Αυστραλοπιθήκων, αν και ήταν μικρότερος από τον εγκέφαλο του ανθρώπου (περίπου το $1/3$), ήταν μεγαλύτερος από αυτόν των πιθήκων. Από την οδοντοφυΐα τους αλλά και από τα οστά των ζώων που βρέθηκαν κοντά στα απολιθώματά τους φαίνεται πως ήταν παμφάγοι.

Εκατομμύρια Χρόνια Πριν Παρόν
500.000

A. africanus *A. robustus* *A. boisei*

A. afarensis
(Louisy)



H. habilis *H. erectus* *H. neanderthalensis* *H. sapiens*

Εικόνα 3.23: Εξελικτικό δέντρο Ανθρωπιδών

155 / 148



Εικόνα 3.24: Κρανίο του Homo habilis

3.4.6 Οι πρώτοι άνθρωποι

Οι πρώτοι άνθρωποι εξελίχθηκαν από τους Αυστραλοπιθήκους πριν από 2 εκατομμύρια χρόνια περίπου και αντιπροσωπεύονται από το είδος Homo habilis.

Ο *Homo habilis* (άνθρωπος ο επιδέξιος) περπατούσε όρθιος, είχε δόντια που έμοιαζαν περισσότερο με αυτά του ανθρώπου παρά με τα δόντια των Αυστραλοπιθήκων και μεγαλύτερο εγκέφαλο από αυτούς. Έφτιαχνε και χρησιμοποιούσε πολλά πέτρινα εργαλεία και είχε μεγάλη επιδεξιότητα. Χάρη σ' αυτά τα χαρακτηριστικά του θεωρείται ένα μεγάλο βήμα από τη ζωώδη προς την ανθρώπινη κατάσταση. Ο *Homo habilis* έζησε στην Αφρική για 500.000 χρόνια και μετά εξαφανίστηκε. Τον διαδέχτηκε ένα νέο είδος ανθρώπου με ακόμα μεγαλύτερο εγκέφαλο, ο *Homo erectus* (άνθρωπος ο όρθιος).



Εικόνα 3.25: Homo erectus

Στο Homo erectus αποδίδονται
πολλές απολιθωμένες μορφές που

158 / 149

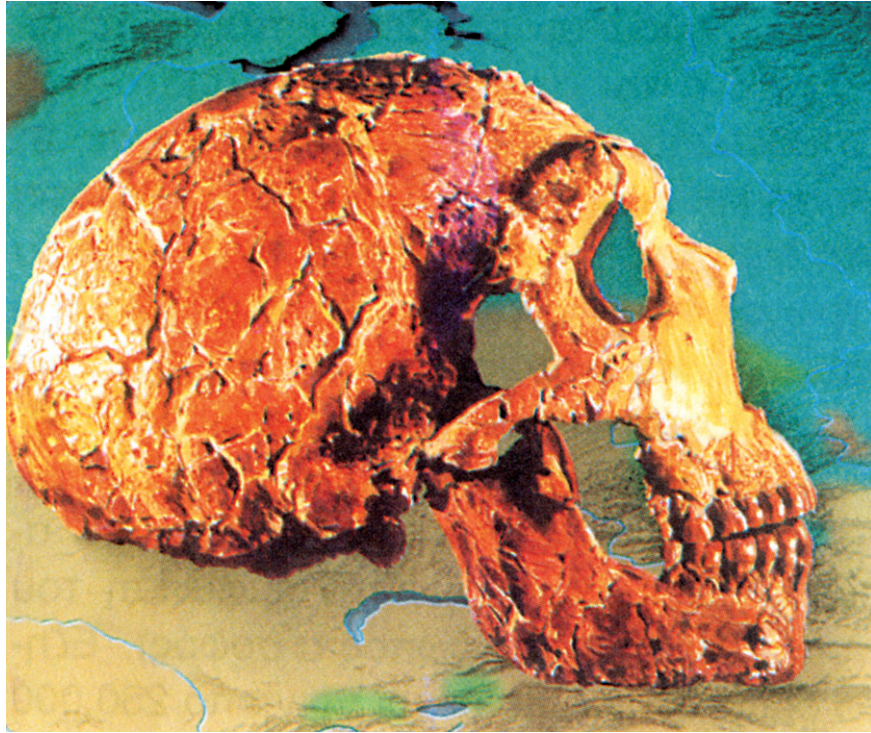
είναι σήμερα γνωστές ως ο Άνθρωπος της Ιάβας και ο Άνθρωπος του Πεκίνου (*Homo erectus pekinensis*). Το είδος αυτό εμφανίστηκε στην Αφρική πριν από 1,6 εκατομμύρια χρόνια και είναι το πρώτο ανθρωπίνο είδος που μετανάστευσε στην Ασία και στην Ευρώπη. Ζούσε σε ομάδες, κατοικούσε σε σπηλιές ή και σε ξύλινα καταλύματα που κατασκεύαζε ο ίδιος, χρησιμοποιούσε τη φωτιά και παρουσίασε μια μεγάλη στροφή στη διαίτά του, καθώς έψηνε το κρέας που έτρωγε. Πιθανότατα είχε την ικανότητα ομιλίας. Ο *Homo erectus*, αν και παρέμεινε στον πλανήτη περισσότερα χρόνια από κάθε άλλο προγονικό μας είδος, εξαφανίστηκε από την Αφρική και την Ευρώπη πριν από 500.000

χρόνια, με την εμφάνιση του **Homo sapiens** (άνθρωπος ο σοφός). Έζησε όμως στην Ασία μέχρι πριν από 250.000 χρόνια.

Η μετάβαση από το **Homo erectus** στις πρωτόγονες μορφές του **Homo sapiens** (**Homo archaico**, **Homo presapiens**), οι οποίες χρονολογούνται πριν από 400.000-130.000 χρόνια, φαίνεται να έγινε σταδιακά και με συνεχή αύξηση του όγκου του εγκεφάλου.

Το 1856 στην κοιλάδα Neander της Γερμανίας βρέθηκε ένα κρανίο που αποδόθηκε στον Άνθρωπο του Νεάντερταλ. Ο Άνθρωπος του Νεάντερταλ θεωρείται σήμερα ως ένα υποείδος του **Homo sapiens** και γι' αυτό ονομάζεται **Homo sapiens neanderthalensis**. Ο **Homo sapiens**

neanderthalensis εμφανίστηκε πριν από 130.000 περίπου χρόνια και έζησε μέχρι πριν από 35.000 χρόνια. Ήταν πιο δυνατός σωματικά από το σύγχρονο άνθρωπο, με προεταμένο μέτωπο, τονισμένα υπερόφρυα τόξα και δόντια μεγαλύτερα του σύγχρονου ανθρώπου. Ζούσε ομαδικά σε σπηλιές ή καλύβες και κατασκεύαζε και χρησιμοποιούσε εργαλεία. Έκανε χρήση της φωτιάς, ντυνόταν με προβιές, έθαβε τους νεκρούς του και έδωσε δείγματα της πρωτόγονης τέχνης του. Το γεγονός ότι μαζί με τους νεκρούς έθαβε και φαγητό, όπλα και άνθη υποδηλώνει ότι πίστευε στη μεταθανάτια ζωή. Σ' αυτόν παρουσιάζονται τα πρώτα στοιχεία συμβολικής σκέψης που χαρακτηρίζουν το σημερινό άνθρωπο.



Εικόνα 3.26: Κρανίο του Ανθρώπου του Νεάντερταλ



Εικόνα 3.27: Αναπαράσταση του Ανθρώπου του Νεάντερταλ

162 / 150



Εικόνα 3.28: Κρανίο Homo Sapiens



Εικόνα 3.29: Οι Άνθρωποι του Κρο-
Μανιόν ζωγράφιζαν τους τοίχους
των σπηλαίων.

Πριν από 34.000 χρόνια περίπου τον Άνθρωπο του Νεάντερταλ διαδέχτηκε ο πιο εξελιγμένος άνθρωπος, ο *Homo sapiens sapiens* (Άνθρωπος του Κρο-Μανιόν, που ονομάστηκε έτσι από την κοιλάδα της Γαλλίας όπου βρέθηκε). Ο Άνθρωπος του Κρο Μανιόν δε διαφέρει από το σύγχρονο άνθρωπο ως προς τα σκελετικά χαρακτηριστικά του. Ξεκίνησε από την Αφρική, πέρασε από τη Μέση Ανατολή και εξαπλώθηκε στην Ευρώπη. Πιθανόν να ζούσε για ένα διάστημα παράλληλα με πληθυσμούς του Νεάντερταλ και να διασταυρωνόταν μαζί του για πολλές χιλιάδες χρόνια. Μερικά απολιθώματα που βρέθηκαν θεωρούνται ότι είναι υβρίδια

Νεάντερταλ και Κρο-Μανιόν. Ο Νεάντερταλ έπαψε να υπάρχει εντελώς ξαφνικά και πιθανολογείται ότι εξοντώθηκε από τον Άνθρωπο του Κρο-Μανιόν. Η ύπαρξη υβριδίων από Νεάντερταλ και Κρο-Μανιόν μπορεί να σημαίνει ότι οι Νεάντερταλ αφομοιώθηκαν γενετικά από το σύγχρονο άνθρωπο.

Οι Άνθρωποι του Κρο-Μανιόν είχαν καλή κοινωνική οργάνωση και πλήρη ικανότητα ομιλίας, τρέφονταν με το κρέας των ζώων που κυνηγούσαν και ζωγράφιζαν τους τοίχους των σπηλαίων με πιο εκλεπτυσμένο τρόπο από ό,τι οι Νεάντερταλ. Πριν από 10.000 χρόνια άρχισαν να εγκαθίστανται μόνιμα σε περιοχές και πριν από 3.000 χρόνια να φτιάχνουν τις πρώτες πόλεις. Οι

Άνθρωποι του Κρο-Μανιόν δημιούργησαν το νεολιθικό πολιτισμό, που οδήγησε στους ιστορικούς χρόνους.

3.4.7 Η ποικιλομορφία στους ανθρώπινους πληθυσμούς

Στους πληθυσμούς του σύγχρονου ανθρώπου συνέχισαν να δρουν οι διάφοροι παράγοντες της εξέλιξης με αποτέλεσμα τη μεγάλη ποικιλομορφία του είδους μας.

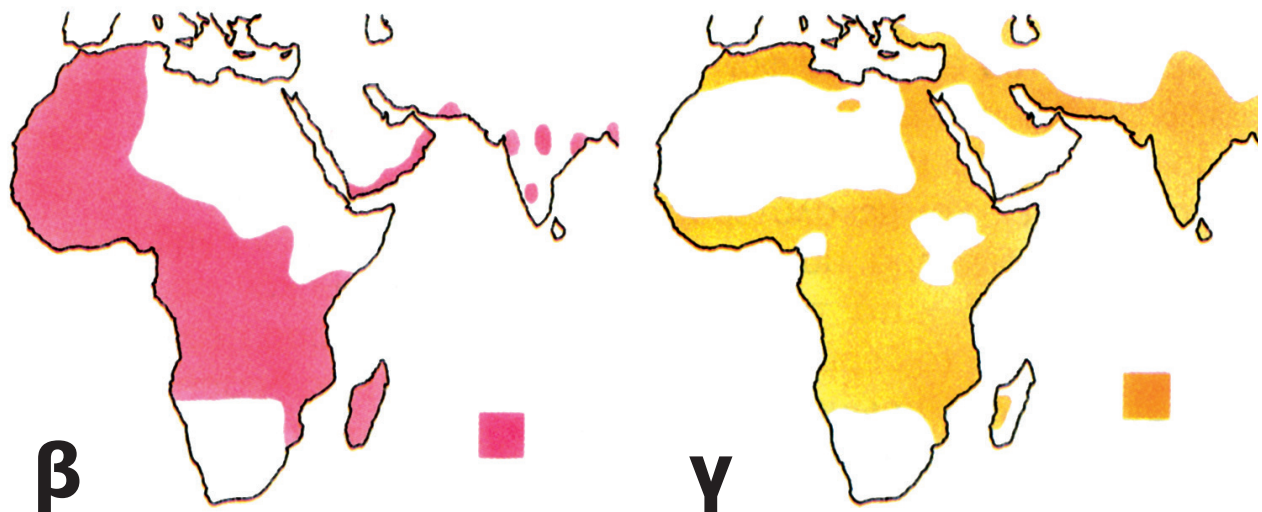
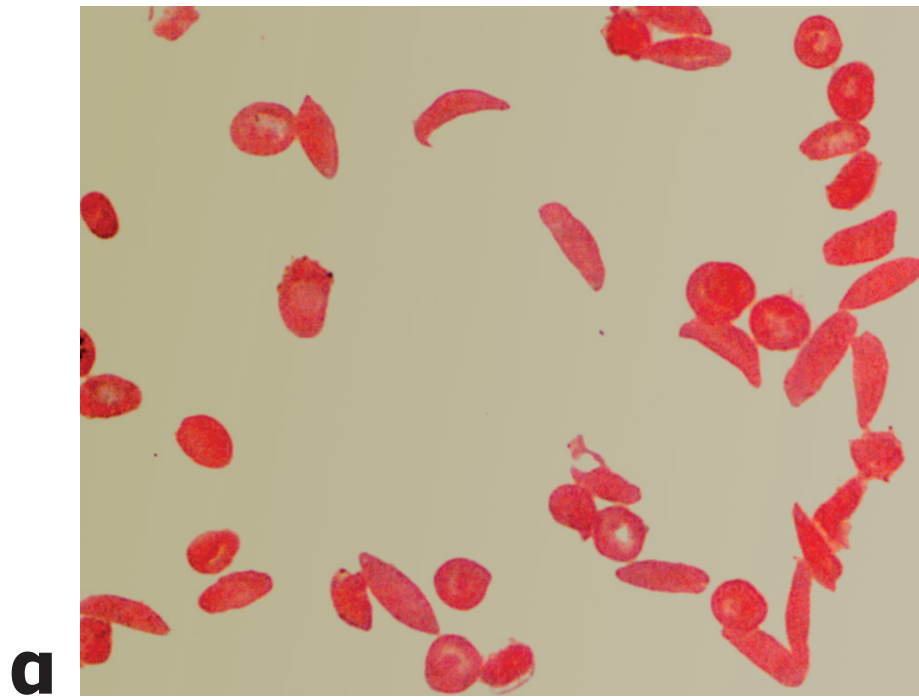
Στην περίπτωση της δρεπανοκυτταρικής αναιμίας φαίνεται καθαρά ο ρόλος της φυσικής επιλογής. Η δρεπανοκυτταρική αναιμία οφείλεται στην ομόζυγη κατάσταση ενός παθολογικού αλληλόμορφου

β^S το οποίο συνθέτει τροποποιημένη τη β αλυσίδα της αιμοσφαιρίνης A. Στην αλυσίδα αυτή το γλουταμινικό οξύ έχει αντικατασταθεί από βαλίνη. Τα ερυθρά αιμοσφαίρια των ασθενών με δρεπανοκυτταρική αναιμία περιέχουν σχεδόν μόνο την παθολογική αιμοσφαιρίνη S αντί της φυσιολογικής A. Αποτέλεσμα αυτού είναι τα ερυθρά αιμοσφαίρια να αλλάζουν σχήμα, που από στρογγυλό γίνεται δρεπανοειδές. Οι ετεροζυγώτες για το αλληλόμορφο αυτό παράγουν ένα μικρό αριθμό δρεπανοκυττάρων και συνήθως δεν παρουσιάζουν συμπτώματα ασθένειας. Οι ομοζυγώτες όμως πεθαίνουν σε μικρή ηλικία και άρα δε δίνουν απογόνους. Είναι αναμενόμενη λοιπόν, λόγω φυσικής επιλογής, η μείωση της συχνότητας του

αλληλόμορφου αυτού στους πληθυσμούς, όπως έχει συμβεί για πολλά άλλα αλληλόμορφα που προκαλούν το θάνατο ή τη στειρότητα πριν από την ηλικία της αναπαραγωγής. Σε ορισμένες περιοχές της Αφρικής όμως το αλληλόμορφο β^S παρουσιάζεται με μεγάλη συχνότητα (10-20% μεγαλύτερη από ό,τι αλλού). Η αυξημένη αυτή συχνότητα σχετίζεται με την ασθένεια της ελονοσίας που ενδημεί εκεί. Οι ετεροζυγώτες είναι πιο ανθεκτικοί στην ελονοσία από τους φυσιολογικούς ομοζυγώτες και άρα έχουν μεγαλύτερη προσαρμοστικότητα σε περιοχές με έντονο το πρόβλημα της ελονοσίας. Μια βαθμιαία μείωση της συχνότητας του αλληλόμορφου παρατηρείται στους Αφρικανούς

που για 15 γενιές έχουν ζήσει στην Αμερική, όπου το πλασμίδιο της ελονοσίας δεν υπάρχει.

Όπως σε κάθε βιολογικό είδος με μεγάλη εξάπλωση, έτσι και στον άνθρωπο υπάρχουν μορφολογικές διαφορές μεταξύ των πληθυσμών ως προς το χρώμα της επιδερμίδας, το χρώμα και το σχήμα των μαλλιών, το σχήμα των κοπτήρων, το ανάστημα κτλ. Οι διαφορές αυτές βασίζονται στη διαφορετική κατανομή των αλληλόμορφων, καθώς τόσο στο παρελθόν όσο και στο παρόν οι ανθρώπινοι πληθυσμοί υποβάλλονται στη δράση όλων εκείνων των παραγόντων που προκαλούν πληθυσμιακή γενετική διαφοροποίηση.



Εικόνα 3.30: α) Δρεπανοειδή ερυθρά αιμοσφαίρια, β) κατανομή αλληλόμορφου δρεπανοκυτταρικής αναιμίας (β^S), γ) κατανομή ελονοσίας

Έτσι από τις διαφορές αυτές μεταξύ των πληθυσμών κάποιες είναι αποτέλεσμα των δυνάμεων της φυσικής επιλογής, ενώ κάποιες είναι αποτέλεσμα άλλων μηχανισμών της εξέλιξης, όπως για παράδειγμα η τυχαία απόκλιση στις συχνότητες των αλληλόμορφων, σε συνδυασμό με τις γεωγραφικές απομονώσεις.

Ίσως κάποια χαρακτηριστικά που εμφανίστηκαν ως μεταλλάξεις να απέκτησαν προσαρμοστική σπουδαιότητα και ως αποτέλεσμα της φυσικής επιλογής να παγιώθηκαν και να εξαπλώθηκαν σε πληθυσμούς που ζούσαν σε διάφορα περιβάλλοντα. Ως παραδείγματα τέτοιας δράσης της φυσικής επιλογής με προσαρμοστική σημασία αναφέρονται τα ακόλουθα:

- **Ο λόγος του μήκους των άκρων προς το μέγεθος του σώματος φαίνεται ότι μεταβάλλεται ανάλογα με τη θερμοκρασία. Έτσι είναι μικρότερος στις βόρειες περιοχές και μεγαλύτερος στις τροπικές. Η διαφορά αυτή εξηγείται ως προσαρμογή κατά της απώλειας θερμότητας από το δέρμα.**
- **Οι διαφορές στο χρώμα του δέρματος φαίνεται να σχετίζονται μάλλον (δεν υπάρχει ομόφωνη γνώμη) με το βαθμό έκθεσής του στις υπεριώδεις ακτίνες του ήλιου. Είναι γνωστό ότι οι υπεριώδεις ακτίνες ενεργοποιούν το μηχανισμό του δέρματος για την παραγωγή μελανίνης, η οποία απορροφά το μεγαλύτερο μέρος της υπεριώδους ακτινοβολίας.**

Αυτός ο μηχανισμός μπορεί να θεωρηθεί προστατευτικός, γιατί είναι γνωστό ότι η παρατεταμένη έκθεση στην υπεριώδη ακτινοβολία σχετίζεται με διάφορους τύπους καρκίνου του δέρματος. Οι σκουρόχρωμες λοιπόν επιδερμίδες προέκυψαν ως προσαρμογή κατά της υπεριώδους ακτινοβολίας. Βέβαια η υπεριώδης ακτινοβολία είναι απαραίτητη στον άνθρωπο για το σχηματισμό της βιταμίνης D, η οποία χρειάζεται για την ανάπτυξη των οστών, και άρα σε περιοχές με περιορισμένη ηλιοφάνεια το σκούρο χρώμα της επιδερμίδας δε θα ήταν ευνοϊκό για την προσαρμογή των πληθυσμών.

Βέβαια θα ήταν λάθος να γενικεύσουμε και να συμπεράνουμε ότι όλες οι διαφορές μεταξύ των πληθυσμών είναι αποτέλεσμα προσαρμοστικών διαδικασιών. Πολλά χαρακτηριστικά πρέπει να αποδοθούν σε τυχαίες αποκλίσεις στη συχνότητα εμφάνισης των αλληλόμορφων.

ΠΕΡΙΛΗΨΗ

Τα πρώτα Πρωτεύοντα που εμφανίστηκαν στον πλανήτη ήταν πιθανώς μικρά δενδρόβια εντομοφάγα Θηλαστικά. Ο δενδρόβιος τρόπος ζωής των Θηλαστικών υποβοηθήθηκε από μια σειρά χαρακτηριστικών που περιλαμβάνουν μακριά και ευκίνητα άκρα, αντιτακτά δάχτυλα, στερεοσκοπική όραση.

Από τα Πρωτεύοντα αυτά εξελίχθηκαν δύο μεγάλες ομάδες, οι Προπίθηκοι και τα Ανθρωποειδή. Ο κοινός πρόγονος των σύγχρονων Ανθρωποειδών είναι ο Δρυοπίθηκος. Ο πρώτος Ανθρωπίδης ήταν ο Αυστραλοπίθηκος, ο οποίος έδωσε τη θέση του στο *Homo habilis*, τον πρώτο πρόγονό μας που ανήκει στο γένος *Homo*. Το *Homo habilis*

διαδέχθηκε ο Homo erectus και αυτόν ο Homo sapiens.

ΛΕΞΕΙΣ - ΚΛΕΙΔΙΑ

**Αιγυπτιοπίθηκος
Δρυοπίθηκος
Ανθρωπίδες
Ανθρωποειδείς
Ανθρωποπίθηκοι
Homo habilis
Homo erectus
Homo sapiens
Άνθρωπος του Νεάντερταλ
Άνθρωπος του
Κρο-Μανιόν
Αντιτακτό δάχτυλο
Αυστραλοπίθηκος
Προπίθηκοι
Πρωτεύοντα
Δρεπανοκυτταρική αναιμία**

ΕΡΩΤΗΣΕΙΣ - ΑΣΚΗΣΕΙΣ - ΠΡΟΒΛΗΜΑΤΑ

1. Πολλοί, για να δυσφημήσουν την εξελικτική θεωρία, ισχυρίζονται ότι υποστηρίζει πως ο άνθρωπος προέρχεται από τον πίθηκο. Είναι βάσιμος ο ισχυρισμός τους, είναι πιθανό να προέρχεται ο άνθρωπος από τον πίθηκο;
2. Να συγκρίνετε τα χαρακτηριστικά (μορφολογικά αλλά και πολιτισμικά) των Αυστραλοπιθήκων με αυτά του *Homo habilis*, του *Homo erectus*, του Ανθρώπου του Νεάντερταλ, του Ανθρώπου του ΚροΜανιόν. Για ποιους λόγους κάθε βαθμίδα είναι εξελικτικά ανώτερη από την προηγούμενη;

3. Ποιες πληροφορίες μπορεί να δώσει στην παλαιοανθρωπολογική έρευνα η μελέτη της γνάθου, της λεκάνης, της σπονδυλικής στήλης και του κρανίου ενός προγονικού είδους του ανθρώπου;

ΔΙΑΤΡΟΦΗ

Η σωστή διατροφή είναι βασική προϋπόθεση για την υγιεινή ζωή. Οι θρεπτικές ουσίες των τροφών που προσλαμβάνουμε διασπώνται με τη λειτουργία της πέψης σε απλά μόρια, απορροφώνται από το πεπτικό σύστημα και στη συνέχεια μεταφέρονται με το αίμα στα κύτταρα του σώματος. Εκεί χρησιμοποιούνται ως δομικά συστατικά, ώστε ο οργανισμός να δημιουργήσει τα δικά του βιομόρια.

Σε γενικές γραμμές, η διατροφή παρέχει στον οργανισμό:

- χημική ενέργεια με τη μορφή θρεπτικών ουσιών,
- οργανικές και ανόργανες ουσίες για το σχηματισμό των συστατικών του οργανισμού.

Η διατροφή του ανθρώπου αποτελείται κυρίως από φυτικά και ζωικά προϊόντα. Σε περίπτωση επαρκούς ποσοτικά διατροφής, οι δύο στόχοι που προαναφέρθηκαν εκπληρώνονται θεωρητικά. Όμως, εκτός από την περιεκτικότητα της τροφής σε ενέργεια, εξαιρετικά σημαντική είναι και η σύστασή της. Στο καθημερινό διαιτολόγιο κάθε ατόμου θα πρέπει να περιλαμβάνονται καθορισμένες ποσότητες πρωτεϊνών, λιπαρών οξέων, υδατανθράκων, βιταμινών, καθώς και ανόργανων ουσιών και ιχνοστοιχείων. Η περιεκτικότητα σε θρεπτικά συστατικά διάφορων τροφών, καθώς και η ενέργεια που απελευθερώνεται ανά λίτρο οξυγόνου, η οποία ονομάζεται θερμιδικό ισοδύναμο, ποικίλλουν.

Η σωστή διατροφή συμβάλλει στη διατήρηση της υγείας του ατόμου. Είναι γνωστό ότι πολλές μη φυσιολογικές καταστάσεις οφείλονται στην κακή διατροφή. Τέτοιες καταστάσεις είναι η παχυσαρκία, η υπέρταση, οι καρδιαγγειακές παθήσεις, ορισμένα είδη καρκίνου, καθώς και πολλές παθήσεις του γαστρεντερικού συστήματος, όπως είναι η δυσκοιλιότητα και το έλκος του στομάχου και του δωδεκαδακτύλου. Με τον όρο «κακή διατροφή» αναφερόμαστε στη μη ισοροπημένη διατροφή, όπως είναι η λήψη υπερβολικής ποσότητας και κακής ποιότητας φαγητού, γεύματα σε άτακτα χρονικά διαστήματα, εμμονή στην κατανάλωση ορισμένων τροφίμων (όχι των πλέον υγιεινών)

και αποκλεισμό από το διαιτολόγιο κάποιων άλλων κτλ.

Η σύσταση της τροφής έχει μεγάλη σημασία για δύο λόγους:

α) Οι υδατάνθρακες, τα λίπη και οι πρωτεΐνες δεν μπορούν να αντικαταστήσουν τελείως το ένα το άλλο.

β) Η βιολογική σημασία και η δυνατότητα αξιοποίησης των συστατικών δεν είναι ίδιες για όλες τις τροφές, εφόσον μερικές απαραίτητες για τη ζωή ουσίες δεν μπορούν να συντεθούν από τον ανθρώπινο οργανισμό.

Η συνιστώμενη ημερήσια ποσότητα κάθε απαραίτητης ουσίας εξαρτάται, μεταξύ άλλων, και από το φύλο, την ηλικία, το επάγγελμα, την κατάσταση του οργανισμού

(π.χ. εγκυμοσύνη). Κατά κανόνα, τα δημητριακά και τα παράγωγά τους πρέπει να αποτελούν τη μεγαλύτερη ποσότητα του διαιτολογίου, ενώ τα λίπη, τα λάδια περιορισμένες ποσότητες. Η αυξημένη ποσότητα λιπαρών ουσιών προκαλεί παχυσαρκία, καρδιοπάθειες και τα σάκχαρα πρέπει να καταναλώνονται σε και αρτηριοσκλήρωση. Επιπλέον θα πρέπει να προτιμούνται τα φυτικά έλαια (κυρίως το ελαιόλαδο) από τα ζωικά λίπη.



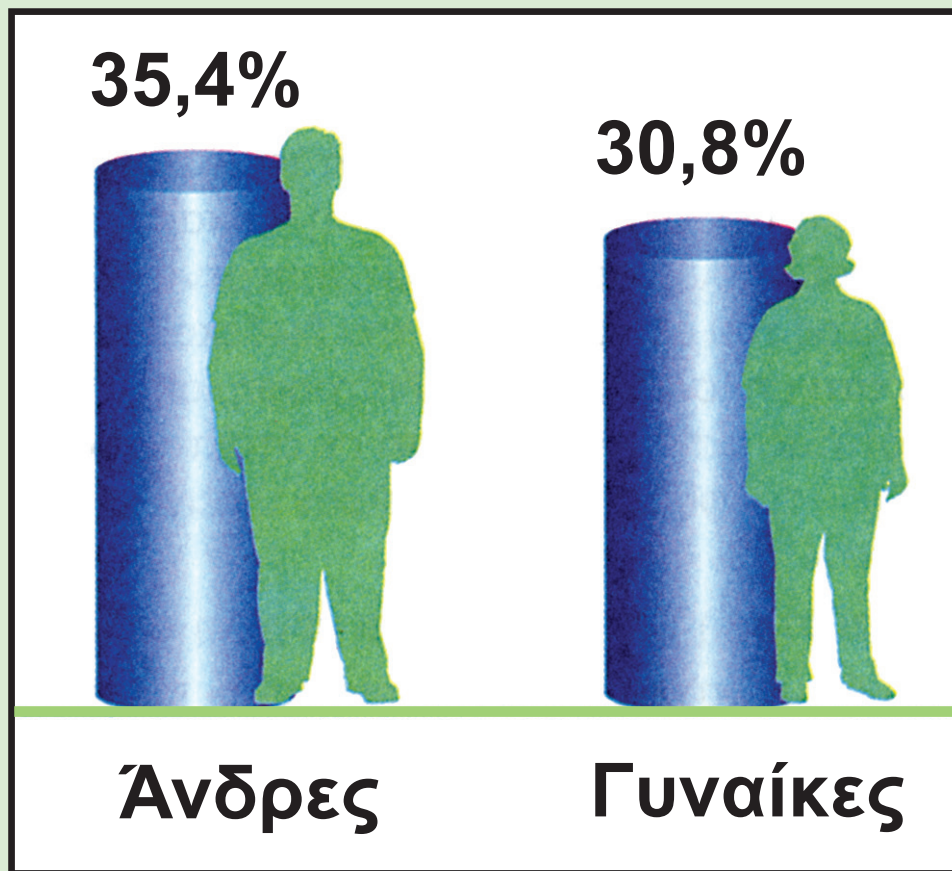
183 / 155 - 156

Μεγάλες ποσότητες πρωτεϊνών περιέχουν το κρέας, τα ψάρια, τα γαλακτοκομικά προϊόντα και τα όσπρια. Η διατροφή με ψάρια είναι προτιμότερη από τη διατροφή με κρέας, γιατί στο κρέας συνυπάρχουν μεγαλύτερες ποσότητες βλαβερών λιπαρών ουσιών. Τα φρούτα και τα λαχανικά αποτελούν σημαντικά συστατικά της υγιεινής διατροφής, εφόσον είναι πλούσια σε βιταμίνες αλλά και σε φυτικές ίνες.

Πολυετείς έρευνες έχουν δείξει ότι η πλούσια σε φυτικές ίνες διατροφή μειώνει τον κίνδυνο εμφάνισης διάφορων παθήσεων, όπως είναι η δυσκοιλιότητα, ο καρκίνος του εντέρου, η παχυσαρκία, οι αιμορροΐδες κτλ. Παρά το γεγονός ότι οι φυτικές ίνες δεν έχουν θρεπτική αξία, θεω-

ρείται ότι πρέπει να αποτελούν σημαντικό ποσοστό της καθημερινής διατροφής για δύο λόγους:

- **Δίνουν την αίσθηση κορεσμού και βοηθούν στη διατήρηση του σωματικού βάρους. Αυτό επιτυγχάνεται, επειδή οι φυτικές ίνες έχουν την ιδιότητα να απορροφούν νερό και να διογκώνονται.**
- **Βοηθούν στην κινητικότητα του εντέρου, διευκολύνουν την αφόδευση και συνεπώς αποφεύγεται η μεγάλη απορρόφηση βλαβερών ουσιών (π.χ. καρκινογόνων). Η διατήρηση του εντερικού τοιχώματος σε διάταση επιτυγχάνεται με την απορρόφηση νερού και τη διόγκωση των φυτικών ινών.**



Η κατανάλωση μεγάλης ποσότητας τροφίμων (υπερσιτισμός) οδηγεί στην παχυσαρκία και στην εμφάνιση σοβαρών προβλημάτων υγείας (καρδιοπάθειες, πίεση κτλ.). Σε περιπτώσεις παχυσαρκίας παρατηρείται ένας φαύλος κύκλος: τα υπερτροφικά λιποκύτταρα εμφανίζουν μειωμένη αντίδραση στην

ινσουλίνη και χρησιμοποιούν λιγότερη γλυκόζη, με συνέπεια την ελάττωση των ερεθισμάτων στο κέντρο κορεσμού του κεντρικού νευρικού συστήματος. Αυτό οδηγεί στη λήψη τροφών πλούσιων σε θερμιδική αξία, με συνέπεια την περαιτέρω υπερτροφία των λιποκυττάρων.

Η μειωμένη κατανάλωση τροφίμων (υποσιτισμός) έχει σοβαρές συνέπειες στην υγεία του ατόμου, ιδιαίτερα κατά την παιδική ηλικία κατά την οποία απαιτείται ισορροπημένο διαιτολόγιο για τη σωστή σωματική και πνευματική ανάπτυξη του ατόμου. Ένα από τα σημαντικότερα προβλήματα που αντιμετωπίζει η ανθρωπότητα είναι ότι περισσότερο από το μισό του παγκόσμιου πληθυσμού διαβιώνει σε

συνθήκες υποσιτισμού.



Παιδί υποσιτισμένο

ΕΠΙΒΛΑΒΕΙΣ ΠΑΡΑΓΟΝΤΕΣ ΣΤΑ ΤΡΟΦΙΜΑ

Οι παράγοντες που μολύνουν τα τρόφιμα και μπορεί να προκαλέσουν σημαντικά προβλήματα υγείας είναι βιολογικής ή χημικής φύσης. Στην πρώτη κατηγορία ανήκουν οι παθογόνοι μικροοργανισμοί, τα παράσιτα (πρωτόζωα, ταινία κτλ.), καθώς και τα παράγωγά

188 / 156 - 157

τους (π.χ. βακτηριακές τοξίνες, βλαβερές ουσίες μυκήτων). Τυπικό παράδειγμα δηλητηρίασης από τοξίνες είναι η πρόσληψη μολυσμένου κρέατος (αλλαντίαση). Η κατανάλωση άπλυτων λαχανικών ή άψητου κρέατος εγκυμονεί μεγάλο κίνδυνο για λοίμωξη από εχινόκοκκο.

Χημικές ουσίες που μπορεί να υπάρχουν στα τρόφιμα και να είναι επικίνδυνες για την υγεία είναι κυρίως τα καρκινογόνα. Σ' αυτές τις ουσίες περιλαμβάνονται ορισμένες χρωστικές (π.χ. Ρ-διμεθυλαμιναζοβενζόλιο ή κίτρινο του βουτύρου), τα συντηρητικά, τα εντομοκτόνα και η αφλατοξίνη που παράγεται από τη μούχλα.

Το θαύμα της κρητικής διατροφής



Έρευνα του 1960, γνωστή ως «Μελέτη των επτά χωρών», έδειξε ότι οι Κρητικοί, συγκρινόμενοι με 16 άλλους πληθυσμούς από επτά χώρες, παρουσίαζαν το χαμηλότερο ποσοστό θνησιμότητας από στεφανιαία νόσο, τη χαμηλότερη γενικά θνησιμότητα, ανεξάρτητα από την αιτία

θανάτου, και κατά συνέπεια τη μεγαλύτερη μακροζωία. Μεταγενέστερες έρευνες έδειξαν ότι η εξαιρετική υγεία των Κρητικών ήταν άμεσα συνδεδεμένη με τη διατροφή τους. Τα χαρακτηριστικά της διατροφής του κατοίκου της Κρήτης το 1960 (ίδια σχεδόν από τη μινωική εποχή) ήταν σπιτικό ψωμί, άφθονα όσπρια, λαχανικά και φρέσκα φρούτα, κρέας μια φορά την εβδομάδα, ψάρι δύο φορές την εβδομάδα, μέτρια κατανάλωση κόκκινου κρασιού και ελαιόλαδο. Σήμερα οι αναπτυγμένες χώρες του κόσμου προωθούν διατροφικές οδηγίες που βασίζονται στην παραδοσιακή

διατροφή των Κρητικών για την πρόληψη των χρόνιων νοσημάτων και την καλή υγεία των κατοίκων τους. Αντίθετα στην Κρήτη, οι νεότερες γενιές εγκαταλείπουν τον παραδοσιακό τρόπο διατροφής, που θεωρείται ασπίδα για την υγεία του ανθρώπου, και υιοθετούν τα εισαγόμενα πρότυπα διατροφής «δυτικού τύπου», με καθημερινή κατανάλωση κρέατος, αυγών, γαλακτοκομικών, αλλαντικών, γλυκισμάτων, αναψυκτικών και πολλών άλλων βιομηχανοποιημένων προϊόντων. Το φαινόμενο παρατηρείται γενικότερα σε όλο τον ελληνικό πληθυσμό, ιδιαίτερα στα αστικά κέντρα, και

έχει οδηγήσει στην αύξηση των θανάτων σχετικά νέων ατόμων από έμφραγμα της καρδιάς, από εγκεφαλικά επεισόδια, καρκίνο και σακχαρώδη διαβήτη, ενώ η συχνότητα της παχυσαρκίας και της υπέρτασης στη χώρα μας είναι από τις υψηλότερες στον κόσμο.

ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

- American Cancer Society,
Cancer Facts and Figures 2002.
Αμβρακικός, Φύση και πολιτι-
σμός, Επτά ημέρες, Η Καθημερι-
νή Κυριακή 20 Ιανουαρίου 2002.**
- Αρδίττης Η., Γκιργκινούδης Π.,
Γιαπιτζάκης Χ. κ.ά., Βιολογία Θε-
τικής Κατεύθυνσης Β' Λυκείου,
Ο.Ε.Δ.Β. 2001.**
- Βιολογική επιστήμη - Μοριακή
προσέγγιση, Ευγενίδειο Ίδρυμα,
Αθήνα 1998.**
- Γκαίτλιχ Μ., «Η κρίση της βιο-
ποικιλότητας», Οικολογία και
Επιστήμες του Περιβάλλοντος,
εκδόσεις ΔΙΠΕ, Αθήνα 1998.**
- Δαρβίνος Κ., Ταξιδεύοντας με
το Μπιγκλ, εκδόσεις Στοχαστής,
1998.**

Darwin C., The origin of species by means of natural selection, Penguin Books, 1985.

Gore R., «The dawn of humans», National Geographic, Vol 191, No 2, 1997, pp 72-97.

Hopkin K., «Cancer», The Journal of NIH Research, Vol 8, No 6, 1996, pp 37-41.

Jones M. & Jones G., Biology, Cambridge University Press, 1995.

Κολιάης Σ., Μικροβιολογία, Θεσσαλονίκη 1993.

Lodish H., Baltimore D, Berk A et al Molecular Cell Biology, Scientific American Books, 1995.

Μάνεσης Ε., Βασιλείου Τ., Ιωάννου Α., Καφάτος Α., Λουμάκος Μ., Ντουντουνάκης Σ., Σαμαρά Χ. Έκθεση σε γεωργικά φάρμακα και απουσία μέτρων προφύλαξης σε θερμοκήπια Τυμπακίου Κρήτης, Φυτοφάρμακα -Προβλήματα και Εναλλακτικές Λύσεις. Γενική Γραμματεία Νέας Γενιάς, Αθήνα 1990.

Mader S., Introduction to Biology, WCB Publishers, 1994.

Nature Insight, AIDS, Vol 410, 965 (2001).

Περάκη Β., Μπαρώνα Φ., Μπουρμπουχάκης Ι., Μπότσαρης Ι., Βιολογία Γενικής Παιδείας Γ' Ενιαίου Λυκείου, Ο.Ε.Δ.Β, Αθήνα 2001.

Renaud S., Η μεσογειακή διατροφή, εκδόσεις Τραυλός - Κωσταράκης, Αθήνα 1996.

Raven P. & Johnson G., Understanding Biology, WCB Publishers, 1995.

Rogers D., Breathing new life into asthma treatments, Biologist 43/2/1996.

Σιμιτζής Β., Μια ματιά στη Γη μας, Συνοπτικός οδηγός κρητικών απολιθωμάτων, Εκδόσεις Κέντρο Περιβαλλοντικής Αγωγής και Ενημέρωσης «Φάλκονας», Ρέθυμνο 2000.

Simon E., «Antrax: A guide for biology teachers», The American Biology Teacher, Vol 64, No 1, January 2002.

Scott J., «Renewed hope for vaccines against AIDS», MRC News, Winter 1995, pp 36-40.

Tattersal I., «Δεν ήμασταν οι μόνοι», Scientific American (ελληνική έκδοση), τόμος Β΄, τεύχος 13, 2000, σελ 26-33.

The BSE Enquiry, Commissioned Report of the committee for the Bovine Spongiform Encephalopathy in Great Britain between 1986-1996, UK, November 2000.

«Υγεία και Ασθένειες», Επιστημονική βιβλιοθήκη ΛΑΪΦ, 1965.

Χατζηπέτρου - Κουρουνάκη Λ., Ανοσοβιολογία, Θεσσαλονίκη 1987.

**«Vaccines», Time magazine,
January 21, 2002.
Wellcome News Supplement,
Unveiling the Human Genome,
2001.**



ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΑ 5ου ΤΟΜΟΥ

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 3

Εξέλιξη	5
3.1 Εισαγωγή	7
3.1.1 Ταξινόμηση των οργανισμών και εξέλιξη	17
3.1.2 Η θεωρία του Λαμάρκ	30
3.1.3 Η θεωρία της φυσικής επιλογής	35
3.1.4 Μερικές χρήσιμες αποσαφηνίσεις στη θεωρία της φυσικής επιλογής	59
3.1.5 Η φυσική επιλογή εν δράσει	63

3.1.6	Σύγκριση της θεωρίας του Λαμάρκ με τη θεωρία του Δαρβίνου	70
3.2	Η σύγχρονη σύνθεση	76
3.2.1	Οι παράγοντες που διαμορφώνουν την εξελικτική πορεία	79
3.3	Τι είναι η φυλογένεση και από πού αντλούμε σχετικά στοιχεία.....	92
3.4	Η εξέλιξη του ανθρώπου.....	129
3.4.1	Το γενεαλογικό μας δέντρο	131
3.4.2	Η εμφάνιση των Θηλαστικών και των Πρωτευόντων	132

3.4.3 Τα χαρακτηριστικά των Πρωτευόντων	138
3.4.4 Η εξέλιξη των Πρωτευόντων	143
3.4.5 Η εμφάνιση των Ανθρωπιδών	148
3.4.6 Οι πρώτοι άνθρωποι	156
3.4.7 Η ποικιλομορφία στους ανθρώπινους πληθυσμούς	166
Ένθετο - Διατροφή.....	179
Βιβλιογραφία	194





Βάσει του ν. 3966/2011 τα διδακτικά βιβλία του Δημοτικού, του Γυμνασίου, του Λυκείου, των ΕΠΑ.Λ. και των ΕΠΑ.Σ. τυπώνονται από το ΙΤΥΕ - ΔΙΟΦΑΝΤΟΣ και διανέμονται δωρεάν στα Δημόσια Σχολεία. Τα βιβλία μπορεί να διατίθενται προς πώληση, όταν φέρουν στη δεξιά κάτω γωνία του εμπροσθόφυλλου ένδειξη «ΔΙΑΤΙΘΕΤΑΙ ΜΕ ΤΙΜΗ ΠΩΛΗΣΗΣ». Κάθε αντίτυπο που διατίθεται προς πώληση και δεν φέρει την παραπάνω ένδειξη θεωρείται κλεψίτυπο και ο παραβάτης διώκεται σύμφωνα με τις διατάξεις του άρθρου 7 του νόμου 1129 της 15/21 Μαρτίου 1946 (ΦΕΚ 1946,108, Α').

Απαγορεύεται η αναπαραγωγή οποιουδήποτε τμήματος αυτού του βιβλίου, που καλύπτεται από δικαιώματα (copyright), ή η χρήση του σε οποιαδήποτε μορφή, χωρίς τη γραπτή άδεια του Υπουργείου Παιδείας, Έρευνας και Θρησκευμάτων / ΙΤΥΕ - ΔΙΟΦΑΝΤΟΣ.