

Κ. ΚΡΙΜΠΑ - Ι. ΚΑΛΟΠΙΣΗ

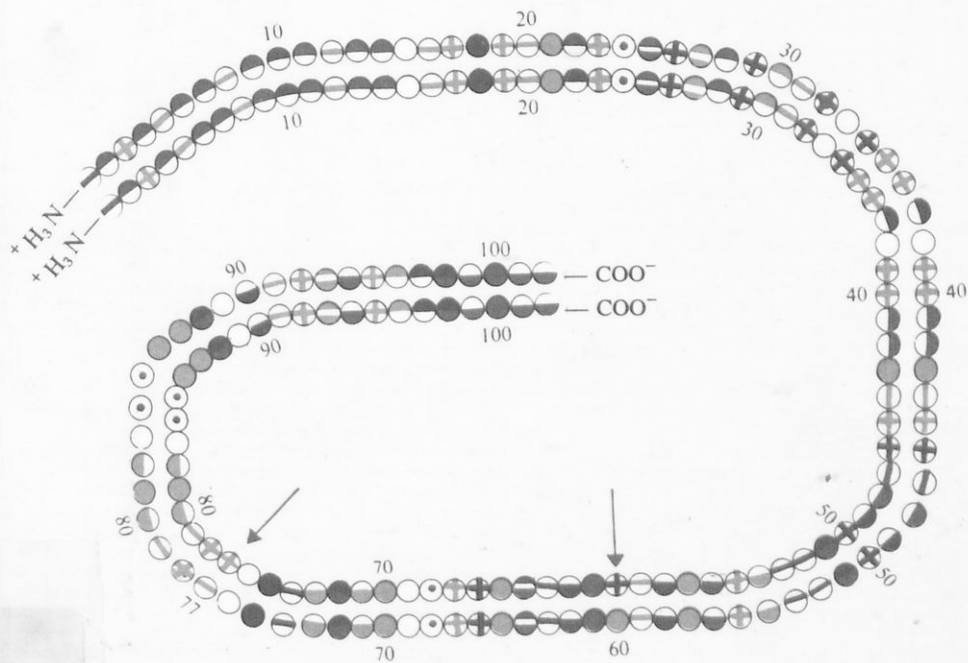
Βιολογία Β/π

ΜΑΘΗΜΑΤΑ

ΓΕΝΙΚΗΣ

ΒΙΟΛΟΓΙΑΣ

Β' ΛΥΚΕΙΟΥ



ΜΑΘΗΜΑΤΑ
ΓΕΝΙΚΗΣ
ΒΙΟΛΟΓΙΑΣ



ΜΑΘΗΜΑΤΑ
ΓΕΝΙΚΗΣ
ΒΙΟΛΟΓΙΑΣ

ΣΤ

89

ΣΧ Β

Κ. ΚΡΙΜΠΙΑ - Ι. ΚΑΛΟΠΙΣΗ

Κριμπιά, Κ.

ΜΑΘΗΜΑΤΑ ΓΕΝΙΚΗΣ ΒΙΟΛΟΓΙΑΣ

Β' ΛΥΚΕΙΟΥ



ΟΡΓΑΝΙΣΜΟΣ ΕΚΔΟΣΕΩΣ ΔΙΔΑΚΤΙΚΩΝ ΒΙΒΛΙΩΝ ΑΘΗΝΑ 1982

002
ΗΠΕ
ΕΤ2Β
1896

ΜΑΘΗΜΑΤΑ
ΓΕΝΙΚΗΣ
ΒΙΟΛΟΓΙΑΣ

ΒΙΒΛΙΟΤΗΚΗ

ΒΙΒΛΙΟΘΗΚΗ ΤΗΣ ΒΟΥΛΗΣ
ΕΔΩΡΗΣΑΤΟ

Οργ. Έκδ. Ριθμίων
299. Διπλ. Επιστ. 3296 Έτος 1982

Γιά τόν Καθηγητή

Τό βιβλίό τοῦτο προσπαθεῖ νά πετύχει δύο σκοπούς. Πρῶτα νά καταστήσει γνωστότερο ἕνα σημαντικό, στίς μέρες μας, ἐπιστημονικό πεδίο, τή Βιολογία, νά τήν ἀπομυθοποιήσει καί νά δείξει πόσο ἐνδιαφέροντα καί ἐκπληκτικά εἶναι τά ζωντανά ὄντα. Μετά νά κάνει τούς μαθητές νά ἀγαπήσουν τή Φύση: ἡ γνώση ἑνός ἀντικειμένου γεννᾷ καί μεγαλώνει τήν ἀγάπη μας γι' αὐτό.

Γιά νά πετύχουν οἱ δύο αὐτοί σκοποί προσπαθήσαμε νά δώσουμε ἀρκετές λεπτομερειακές πληροφορίες γιά νά κάνουμε τήν ὕλη ζωντανότερη. Αὐτές ὁμως τίς λεπτομέρειες δέ θά 'πρεπε βέβαια νά ἀπομνημονεύσει ὁ μαθητής (ὅπως λ.χ. τούς Πίνακες 4.1 καί 4.2 ἢ τίς λεπτομέρειες τῶν μηχανισμῶν τῆς φωτοσύνθεσης καί τῆς ἀναπνοῆς κ.ἄ.). Μιά τέτοια προσπάθεια ἀπομνημονεύσεως θά εἶχε ἀκριβῶς τά ἀντίθετα ἀποτελέσματα ἀπ' ὅ,τι ἐπιδιώκουμε. Ἄν ὁ Καθηγητής γνωρίσει τό βιβλίό στό σύνολό του μπορεῖ νά προσπαθήσει νά μάθουν οἱ μαθητές τίς γενικές του γραμμές, τουλάχιστο ὡς πρός τό Κεφάλαιο 2, πού εἶναι καί τό πιό δύσκολο. Ὅρισμένα Τμήματα τοῦ βιβλίου ἀποτελοῦν μιά ἀπλή ὑπενθύμηση ὅσον διδάχτηκαν στή Γ' Γυμνασίου (Κεφάλαιο 3) ἀλλά μέ μεγαλύτερη ἐμβάθυνση. Τά Κεφάλαια 4 καί 5 ἀποτελοῦν νέα ὕλη, σημαντική, καί ἐκεῖ πρέπει νά δοθεῖ ἡ μεγαλύτερη σημασία. Τά Παραρτήματα δέν ἀποτελοῦν μέρος τῆς διδασκίας ὕλης ἀλλά βοηθήματα γιά τό μαθητή καί τό δάσκαλο. Ἡ συχνή χρησιμοποίησή τους, εἰδικά τοῦ Β', θά βοηθήσει ιδιαίτερα στήν τακτοποίηση τῶν γνώσεων τοῦ μαθητή γιά τά εἶδη τῶν ζωντανῶν ὄντων. Σ' αὐτό τό Παράρτημα, ὑποδεικνύεται στά σχέδια ἡ μεγέθυνση ἢ μίκρυνση μέ τήν ὁποία παριστάνεται κάθε ζωντανό ὄν.

Εὐχόμαστε καί ἐλπίζουμε τό βιβλίό αὐτό νά συμβάλει στήν αὐξηση τοῦ ἐνδιαφέροντος τοῦ μαθητή γιά τή Φύση καί γιά τή Βιολογία εἰδικότερα.



ΕΙΣΗΓΗΣΗ

Η εισήγηση αφορά στην κατάσταση της εκπαίδευσης στην Ελλάδα και στην ανάγκη για μεταρρύθμιση. Το κείμενο αναλύει τα προβλήματα που αντιμετωπίζει το εκπαιδευτικό σύστημα, όπως η ανεπάρκεια των πόρων, η έλλειψη εκπαιδευτικών και η χαμηλή ποιότητα της εκπαίδευσης. Προτείνεται η υιοθέτηση ενός νέου μοντέλου εκπαίδευσης που να βασίζεται στην ατομική ανάπτυξη και στην κοινωνική ευθύνη. Η εισήγηση καταλήγει στο συμπέρασμα ότι η εκπαίδευση είναι ο μόνος δρόμος για την ανάπτυξη της χώρας και την επίτευξη της κοινωνικής δικαιοσύνης.

1. ΕΙΣΑΓΩΓΗ

1.1 Γνωρίσματα τῶν ἐμβίων ὄντων - Μηχανές

Δέν εἶναι εὐκόλο νά καθοριστεῖ τί εἶναι ζωή, παρ' ὅλο πού καθένας μας νομίζει, στηριζόμενος στήν πείρα του, πώς τό ξέρει. Συχνά ἀποδίδουμε διάφορα διακριτικά γνωρίσματα στά ἔμβια ὄντα (στούς ζωντανούς ὀργανισμούς) γιά νά τά ξεχωρίσουμε ἀπό τά χωρίς ζωή ἀνόργανα σώματα. Ὑπάρχουν ὁμως χαρακτηριστικά, πού πραγματικά καί ξεκαθαρισμένα, πετυχαίνουν τό ξεχώρισμα: Ἄς ἐξετάσουμε ἀπό πιά κοντά μερικά γνωρίσματα πού ἔχουν ἀποδοθεῖ, σάν χαρακτηριστικά, στά ἔμβια ὄντα.

α) **Ἡ κίνηση.** Ἡ κίνηση ὁμως, ἀπ' τη μιά μεριά, εἶναι χαρακτηριστικό μόνο ἑνός μέρους τῶν ἐμβίων ὄντων (λ.χ. τά περισσότερα φυτά καί οἱ μύκητες δέν ἔχουν κίνηση) καί ἀπ' τήν ἄλλη συναντιέται σέ πάρα πολλές περιπτώσεις ἀνοργάνων σωμάτων. Ἐτσι λ.χ. διαφορές θερμοκρασίας προκαλοῦν τήν κίνηση τοῦ ἀτμοσφαιρικοῦ ἀέρα δημιουργώντας τόν ἄνεμο, οἱ πλανήτες περιστρέφονται γύρω ἀπό τόν ἥλιο ἀλλά καί τόν ἑαυτό τους καί τά ἠλεκτρόνια γύρω ἀπό τόν πυρήνα τοῦ ἀτόμου. Ἡ κίνηση λοιπόν, δέν ἀποτελεῖ διακριτικό χαρακτηριστικό τῶν ζωντανῶν ὀργανισμῶν.

β) **Δομή καί λειτουργία.** Αὐτό πού μᾶς ἐντυπωσιάζει στά ἔμβια ὄντα, ἀκόμα καί στά μικρότερα, εἶναι τό γεγονός πώς δέν εἶναι ἀπλά, τουλάχιστο τόσο ἀπλά, ὅσο τά περισσότερα ἀπό τά ἀνόργανα σώματα, πού ἔχουν τό ἴδιο μέ αὐτά μέγεθος.

Ἀποτελοῦνται ἀπό πολλά μέρη πού ξεχωρίζουν. Τό γυαλί, μιά πέτρα, τό ρυάκι φαίνονται περισσότερο ὁμοιογενή ἀπό τό φυτό μέ τίς ρίζες, τό



βλαστό και τὰ φύλλα του ή τή μέλισσα μέ τό κεφάλι της, τίς κεραίες της, τὰ μάτια της, τό θώρακά της, τὰ φτερά της, τὰ πόδια της, τήν κοιλιά της και τό κεντρί της ή άκόμα και άπό ένα μόνο κύτταρο. Σάν ένα λοιπόν χαρακτηριστικό τών ζωντανών οργανισμών εμφανίζεται ή μεγάλη **άνομοιομέρεια** και ή πολυπλοκότητα στίς δομές τους. Πρέπει άκόμα νά σημειωθεί πώς τά διάφορα τμήματά τους βρίσκονται τοποθετημένα μέ κάποια τάξη, κάποια **όργάνωση**: ό οίσοφάγος καταλήγει στό στομάχι πού τό άκολουθεί τό λεπτό έντερο και αυτό τό παχύ έντερο. Ή όργάνωση αυτή επιτρέπει τήν πραγματοποίηση όρισμένων **λειτουργιών**. Ή τροφή λ.χ. πού μασιέται στό στόμα, καταπίνεται και όδηγείται στό στομάχι, όπου πολτοποιείται και χωνεύεται. Ή πέψη έξακολουθεί στό έντερο όπου και άπορροφούνται τά θρεπτικά συστατικά. Τελικά, ή μάζα πού δέ χωνεύτηκε και δέν άπορροφήθηκε, άποβάλλεται.

Ή άνομοιομέρεια και πολυπλοκότητα και ή όργάνωση και οί λειτουργίες δέν χαρακτηρίζουν όμως άποκλειστικά τά έμβια όντα μόνο. Μερικά άνόργανα σώματα μοιάζουν μέ τά ζωντανά, σ' αυτά τά χαρακτηριστικά. Τέτοια άνόργανα σώματα είναι οί **μηχανές** πού κατασκευάζει ό άνθρωπος. Στο αυτοκίνητο λ.χ. άλλου άποθηκεύεται ή βενζίνη, άλλου γίνεται ή καύση και ή έκτόνωση, άλλου μεταδίδεται ή κίνηση στους τροχούς, μέ ειδικά συστήματα γίνεται ή όδήγηση και τό φρενάρισμα ή ό φωτισμός. Ή άνομοιομέρεια, πολυπλοκότητα και όργάνωση τών διάφορων τμημάτων είναι ιδιότητες πού έχουν και οί μηχανές για νά μπορούν νά επιτελούν όρισμένη λειτουργία: τό αυτοκίνητο νά κινηθεί, ή θεριζοαλωνιστική μηχανή νά θερίσει και ν' άλωνίσει, ό ήλεκτρονικός ύπολογιστής νά κάνει ύπολογισμούς.

Γενικά τά προϊόντα της τέχνης του ανθρώπου, τά κατασκευάσματά του, τά **τεχνήματα**, έχουν πολλά κοινά χαρακτηριστικά μέ τά ζωντανά όντα, διαφέροντας έτσι άπό τά υπόλοιπα άνόργανα σώματα.

γ) **Ή ό μεταβολισμός**. Ή όργανισμός καταναλώνει ενέργεια όπως και μία μηχανή. Τό αυτοκίνητο λ.χ. ή ή θεριζοαλωνιστική μηχανή έξασφαλίζουν τήν άναγκαία για τή λειτουργία τους (κίνηση κτλ.) ενέργεια καίγοντας βενζίνη. Τό ήλεκτρικό ψυγείο ή ό ήλεκτρονικός ύπολογιστής, δύο άλλες μηχανές, χρησιμοποιούν ήλεκτρική ενέργεια, ήλεκτρικό ρεύμα. Κι ό όργανισμός βρίσκει τήν άναγκαία για τίς λειτουργίες του ενέργεια μέ άνάλογο τρόπο, καίγοντας ή διασπώντας όρισμένες χημικές ένώσεις. Ή ό μηχανισμός αυτός της παραγωγής ενέργειας λέγεται **καταβολισμός**. Είναι φανερό πώς ό καταβολισμός είναι φαινόμενο κοινό και για τούς όργανισμούς και για όρισμένες μηχανές, άφου και στίς δύο περιπτώσεις για τή λειτουργία τους καταναλώνεται ενέργεια πού παράγεται άπό τή διάσπαση χημικών ένώσεων.

Ο οργανισμός όμως κάνει και κάτι άλλο: φτιάχνει ο ίδιος τὰ καύσιμά του από τις τροφές του. Σάν δηλαδή νά μπορούσε ένα αυτοκίνητο νά φτιάχνει τή βενζίνη του. Ο οργανισμός φτιάχνει σύνθετες χημικές ενώσεις είτε από άπλές είτε από άλλες σύνθετες. Κι όχι μόνο φτιάχνει τὰ καύσιμά του αλλά και τὰ υλικά από τὰ όποια αποτελείται ο ίδιος. Αύτὴ ἡ λειτουργία ονομάζεται **ἀναβολισμός**. Καί γιά τόν ἀναβολισμό χρησιμοποιεῖ ἐνέργεια. Ένα μέρος αὐτῆς τῆς ἐνέργειας ἀποθηκεύεται μέσα στά καύσιμα καί, όταν χρειαστεῖ, ἀπελευθερώνεται ἀπό αὐτά μέ τόν καταβολισμό, ὅποτε τὰ καύσιμα σπάζουν πάλι σέ μικρότερα συστατικά. Όλη ἡ ἐνέργεια πού χρειάζονται οἱ ζωντανοὶ ὀργανισμοὶ προέρχεται σέ τελική ἀνάλυση ἀπ' τὴν ἡλιακὴ ἐνέργεια μέ τό μηχανισμό τῆς **φωτοσύνθεσης**.

Ο ἀναβολισμός εἶναι λειτουργία πού δέν ὑπάρχει στίς μηχανές καί χαρακτηρίζει τὰ ἔμβια ὄντα, ἄν καί, θεωρητικά, τίποτα δέν ἀποκλείει τὴν κατασκευὴ μηχανῆς μέ ἀναβολικὲς λειτουργίες.

Φαίνεται λοιπόν καθαρά πὼς ὁ ὀργανισμός μοιάζει μέ μιὰ **χημικὴ μηχανή** πού χρησιμοποιεῖ χημικὲς οὐσίες ἀντὶ γιά τροχούς ἢ γρναζία, γιά νά μεταφέρει τὴν ἐνέργεια.

Ο καταβολισμός κι ὁ ἀναβολισμός ἀποτελοῦν τὰ δύο τμήματα τοῦ **μεταβολισμοῦ**, τῆς σύνθετης δηλαδή λειτουργίας τῶν ζωντανῶν ὀργανισμῶν κατὰ τὴν ἐκδήλωσή τῆς ὁποίας πραγματοποιεῖται ἀνταλλαγὴ ὕλης καί ἐνέργειας μέ τό **περιβάλλον**. Ἐπειδὴ ὁ ὀργανισμός ἀνταλλάσσει ὕλη καί ἐνέργεια μέ τό περιβάλλον του λέμε πὼς δέν εἶναι κλειστό ἀλλὰ **ἀνοικτὸ σύστημα**.

δ) **Ἡ ὁμοίωσταση**. Τό αυτοκίνητο χρειάζεται ἐνέργεια γιά νά κινηθεῖ, ὁ ἠλεκτρονικὸς ὑπολογιστὴς γιά νά κάνει τούς ὑπολογισμούς του. Γιατί, ὁμως, χρειάζεται ὁ ὀργανισμός ἐνέργεια;

Ἄς πάρουμε γιά παράδειγμα ἓνα ἠλεκτρικὸ ψυγεῖο. Ἡ μηχανὴ του δουλεῖει καταναλώνοντας ἐνέργεια γιά νά κρατᾶ σέ χαμηλὴ θερμοκρασία τόν ἔσωτερικὸ (ψυκτικὸ) του χῶρο. Ἄν ἀφήσουμε, ὁμως, ἓνα ψυγεῖο μέσα σ' ἓνα ζεστὸ δωμάτιο, χωρὶς νά δουλεῖει ἡ μηχανὴ του, θά δοῦμε πὼς ἡ θερμοκρασία τοῦ ψυκτικοῦ του χῶρου θ' ἀρχίσει ν' ἀνεβαίνει καί ὕστερα ἀπὸ ὀρισμένο χρονικὸ διάστημα, θά γίνει ἴδια μέ τὴ θερμοκρασία τοῦ δωματίου. Γιά νά μὴ συμβεῖ αὐτό, γιά νά διατηρηθεῖ, δηλαδή, χαμηλὴ ἡ θερμοκρασία του, πρέπει κάπου κάπου ἡ μηχανὴ του νά δουλεῖει καταναλώνοντας ἠλεκτρικὸ ρεῦμα, δηλαδή ἐνέργεια.

Τάση τῆς φύσεως εἶναι νά ἐξισώσει τὴ θερμοκρασία τοῦ ψυγεῖου μέ τὴ θερμοκρασία τοῦ δωματίου. Νά ἐξουδετερώσει τὴν ἀνισότητά. Νά καταστρέψει τὴν ὀργάνωση τοῦ ψυγεῖου. Μέ τὴν κατανάλωση ὁμως ἐνέργειας ἡ μηχανὴ τοῦ ψυγεῖου ἐξασφαλίζει αὐτὴ τὴν ἐπιθυμητὴ ἀνισότητά ἀνάμεσα

στή θερμοκρασία του ψυκτικού του θαλάμου και στη θερμοκρασία του δω-
ματίου, εξασφαλίζει δηλαδή τή σταθερή κατάσταση στην οποία βρίσκεται
ένα ψυγείο για να λειτουργεί σαν ψυγείο.

Ἡ τάση τῆς φύσεως νά ἰσοπεδώνει τίς ἀνισότητες χαλάει τήν ὀργάνω-
ση: ἕνα σπίτι νά ἀντέξει στό χρόνο καί νά διατηρηθεῖ, χρειάζεται συν-
τήρηση, ἐπισκευές.

Ἔτσι συμβαίνει μέ τό ψυγείο καί τό σπίτι, γίνεται καί μέ τόν ὀργανισμό.
Ἔνας ὀργανισμός χρειάζεται ἐνέργεια, γιά νά διατηρήσει σταθερή τήν
κατάστασή του. Αὐτή τήν ἐνέργεια τή χρησιμοποιεῖ γιά τίς διάφορες λει-
τουργίες του ὅπως λ.χ. γιά νά ἀποφεύγει τοὺς δῶκτες του, νά ἀναπληρώνει
τίς φθορές του, νά ἐπισκευάζει τίς ζημιές του, νά κρατᾷ τήν κατάστασή του
σταθερή. Ἡ ἰδιότητα αὐτή τοῦ ὀργανισμοῦ νά διατηρεῖ σταθερή – ὅμοια –
τήν κατάστασή του ὀνομάζεται **ὁμοιότητα**.

Γιά νά κλείσει μιὰ πληγή ὁ ὀργανισμός χρειάζεται ἐνέργεια. Γιά νά
διατηρήσει τή θερμοκρασία του, ὅταν κάνει κρύο, καίει πιό πολλά καύσιμα
καί παράγει θερμότητα. Ἀντίθετα, ὅταν κάνει ζέση, παράγει κι ἀποβάλλει
ἰδρώτα (καί γι' αὐτό χρειάζεται ἐνέργεια), πού ἐξατμίζεται καί βοηθᾷ νά
διατηρηθεῖ χαμηλὴ ἡ θερμοκρασία τοῦ σώματος.

Γιά νά διατηρηθεῖ ὁ ὀργανισμός στή ζωή, δίνει μιὰ διαρκή μάχη: πρέ-
πει νά κρατήσῃ σταθερὴ τήν κατάστασή του παρ' ὅλες τίς ἀλλαγές πού
συμβαίνουν στό περιβάλλον του. Μέ τό περιβάλλον του, ὡστόσο, βρίσκε-
ται σέ διαρκή ἐπικοινωνία ἀνταλλάσσοντας ἕλη καί ἐνέργεια. Γιατί, ἂν
ἀποκλειστεῖ ἀπό τό φυσικό του περιβάλλον, πεθαίνει. Ὅλοι γνωρίζουμε
ὅτι ἀπό τό φυσικό μας περιβάλλον χρειαζόμαστε, λόγου χάρι, ὀξυγόνο καί
χωρίς αὐτό, δέν μπορούμε νά ζήσουμε.

Ἡ ὁμοιότητα παρατηρεῖται καί στίς μηχανές, λ.χ. στό ἠλεκτρικό ψυ-
γείο. Δέν εἶναι ἀποκλειστικὴ ἰδιότητα τῶν ὀργανισμῶν.

ε) **Ἡ ἐρεθιστικότητα**. Ὁ ὀργανισμός νοιῶθει ὄχι μόνο τί συμβαίνει στό
περιβάλλον ἀλλά καί μέσα του, καί ἀντιδρᾷ κατάλληλα, χάρι σέ μιὰ ἰδι-
ότητά του πού τήν ὀνομάζουμε **ἐρεθιστικότητα**. Ἡ ἐρεθιστικότητα εἶναι
χαρακτηριστικὴ ἰδιότητα κάθε ἔμβιου ὄντος καί ἀποτελεῖ μέρος τῆς ὁμοι-
οστατικῆς ἰκανότητος τῶν ὀργανισμῶν.

Κάτι ἀνάλογο ὁμως συμβαίνει καί μέ τό ἠλεκτρικό ψυγείο. Μέ κάποιο
ὄργανο (λ.χ. θερμόμετρο) παρακολουθεῖται ἡ θερμοκρασία τοῦ ψυκτικοῦ
θαλάμου του. Ὅταν ἡ θερμοκρασία ἀνεβεῖ πάνω ἀπὸ ἕνα ὀρισμένο ὄριο, μέ
κάποιο μηχανισμό μεταβιβάζεται ἀπὸ τό «θερμόμετρο» τό μήνυμα, ἡ δια-
ταγὴ, στή μηχανή τοῦ ψυγείου ν' ἀρχίσει νά δουλεῦει γιά νά κατεβάσει τή
θερμοκρασία τοῦ ψυκτικοῦ θαλάμου του στὰ ἐπιθυμητά, κι ἀπὸ μᾶς προκα-
θορισμένα, ὄρια. Τό θερμόμετρο καί οἱ συνδέσεις του μέ τή μηχανή τοῦ

ψυγείου αντίστοιχούν στά αισθητήρια όργανα και τά νεύρα του πολυκύτταρου ζωικού οργανισμού.

Σάν συμπέρασμα από τά προηγούμενα θά μπορούσε νά ειπωθεῖ πώς καμιά ιδιότητα από αυτές πού μέχρι τώρα εξετάσαμε, μέ εξαίρεση ἴσως τόν ἀναβολισμό, δέ διαφοροποιεῖ βασικά τούς ζωντανούς οργανισμούς από τά χωρίς ζωή ἀνόργανα σώματα, ἐκεῖνα τουλάχιστο πού ὀνομάζουμε μηχανές καί εἶναι προϊόντα τῆς ἀνθρώπινης τέχνης.

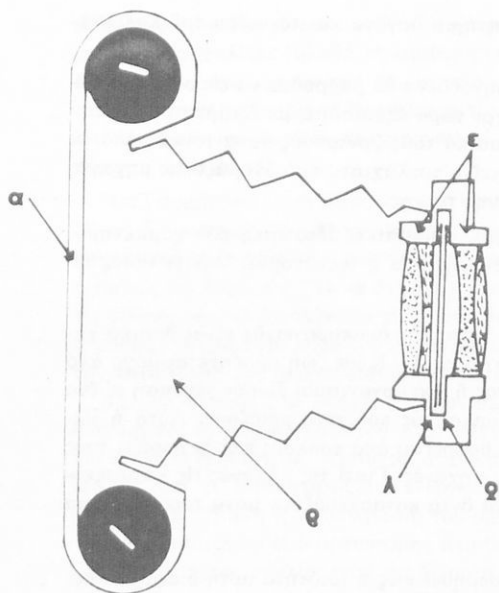
Κι ὁμως ὑπάρχουν δυό ἀκόμη, σημαντικές ιδιότητες πού χαρακτηρίζουν τά ζωντανά ὄντα, ἡ ἀναπαραγωγή καί ἡ τελεονομία. Ἄραγε αὐτές τά ξεχωρίζουν ἀπό τίς μηχανές;

στ) **Ἡ ἀναπαραγωγή.** Ἡ ιδιότητα τῆς ἀναπαραγωγῆς εἶναι βασικό χαρακτηριστικό τῶν ζωντανῶν οργανισμῶν. Κάθε ζωή προέρχεται μόνο ἀπό ζωή. Κατά τήν ἀναπαραγωγή ἓνας ἢ δυό οργανισμοί δίνουν γέννηση σ' ἓνα ἢ σέ περισσότερους νέους οργανισμούς πού τούς μοιάζουν. Αὐτή ἡ ιδιότητα ἔχει βασική σημασία καί θεωρεῖται ἀπό πολλούς πώς ξεχωρίζει τούς ζωντανούς οργανισμούς ἀπό τίς μηχανές. Γιατί τίς μηχανές τίς κατασκευάζει ὁ ἄνθρωπος ἐνῶ τά ζωντανά ὄντα κατασκευάζουν μόνο τους τά ὁμοιά τους.

Ἴσως ὁμως δέν πρέπει νά θεωρηθεῖ πώς ἡ ιδιότητα αὐτή διαφοροποιεῖ ἀπόλυτα τά ζωντανά ὄντα ἀπό τίς μηχανές γιά δυό λόγους. Πρῶτα γιατί πολλοί ὑποστηρίζουν μέ σοβαρά επιχειρήματα πώς ἡ ζωή γεννήθηκε κάποτε στή γῆ στόν Προκάμβριο αἰῶνα ἀπό μόνη της, ὄχι δηλαδή ἀπό ἄλλη ζωή; οἱ συνθήκες ἦταν κατάλληλες γιά νά δημιουργηθοῦν ἀπό διάφορες χημικές ἐνώσεις τό πρῶτο ἢ τά πρῶτα ζωντανά ὄντα πού ἀποτελέσαν τούς μακρινούς προγόνους ὄλων τῶν ἄλλων. Ἐπειτα γιατί ἔχει ἀποδειχθεῖ μαθηματικά (ἀπό τό μαθηματικό von Neumann) ὅτι εἶναι δυνατό νά κατασκευαστεῖ μηχανή πού νά παρουσιάζει τήν ιδιότητα τῆς ἀναπαραγωγῆς, δηλαδή τοῦ αὐτοπολλαπλασιασμοῦ της. Τά πιό ἀπλά μηχανήματα πού ἔχουν τήν ιδιότητα αὐτή ἔχουν ἀπό καιρό κατασκευαστεῖ.

Ἄν ἡ ιδιότητα τῆς ἀναπαραγωγῆς δέ διαχωρίζει τούς ζωντανούς οργανισμούς ἀπό τίς μηχανές, ὥστόσο μιᾶ λεπτομέρεια τοῦ μηχανισμοῦ της φαίνεται ὅτι χαράζει πραγματικά μιᾶ ξεκάθαρη διαχωριστική γραμμή μεταξύ τους: ὁ μηχανισμός ἀναπαραγωγῆς τῶν ζώντων ὄντων βασίζεται πάντοτε καί χωρίς εξαίρεση σέ μιᾶ κατηγορία χημικῶν ἐνώσεων, τά νουκλεϊκά ὀξέα. Ἐτσι κάθε σύστημα πού ἔχει ιδιότητα ἀναπαραγωγῆς βασισμένη σέ νουκλεϊκά ὀξέα εἶναι ζωντανό, ἐνῶ ἂν ἡ ἀναπαραγωγή του βασίζεται σέ ἄλλο μηχανισμό δέν εἶναι. Τό ἀντίστροφο ἐπίσης ἰσχύει.

ζ) **Ἡ τελεονομία.** Ἡ λέξη τελεονομία εἶναι σύνθετη ἀπό τίς λέξεις τέ-

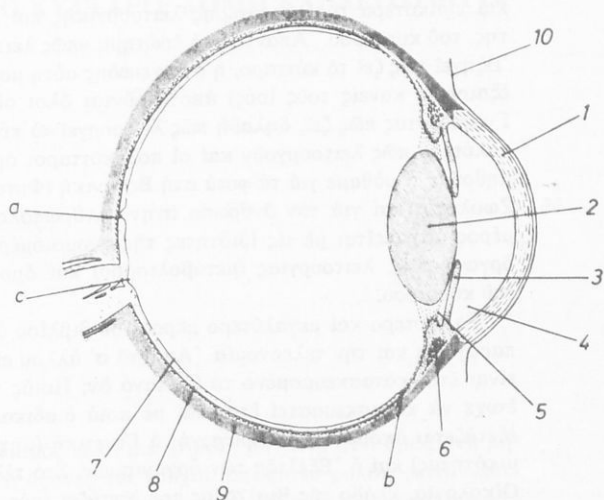


Εικόνα 1: Φωτογραφική μηχανή σε τομή: (α) τὸ φιλμ (β) ὁ σκοτεινὸς θάλαμος (γ) καὶ (δ) τὸ διάφραγμα καὶ κλείστρο (ε) ὁ φακός.

λος, πού ἐδῶ σημαίνει σκοπός, καὶ νόμος.

Ἡ τελεονομία στους ζωντανούς ὀργανισμούς καὶ τίς μηχανές ἐκδηλώνεται στό γεγονός πῶς κι οἱ δυο αὐτές κατηγορίες ἀντικειμένων φαίνεται νά ἔχουν κάποιο σκοπό, νά ἔχουν γίνει γιά νά ἐκπληρώσουν, γιά νά ἐπιτελέσουν, κάποιο σκοπό.

Αὐτό φαίνεται ὀλοκάθαρα ἀπό τή δομή τους: ἔχει ἔτσι σχεδιαστεῖ πού νά πετυχαίνει τήν ἐκπλήρωση τοῦ σκοποῦ αὐτοῦ. Γι' αὐτό καὶ ὁμοιες ἢ ἀνάλογες δομές ἀντικατοπτρίζουν ὁμοιότητα στή λειτουργία καὶ τὸ σκοπό γιά τόν ὅποιο εἶναι σχεδιασμένες. Παράδειγμα κλασικό ἢ ὁμοιότητα τῆς κατασκευῆς τῆς φωτογραφικῆς μηχανῆς καὶ τοῦ ματιοῦ τῶν θηλαστικῶν: ἡ ὁμοιότητα τοῦ σκοποῦ πού ἐκπληρώνουν τά δυο αὐτά ἀντικείμενα εἶναι ἡ ἀποτύπωση ὀπτικῶν πληροφοριῶν. Γιά τὸ σκοπό αὐτόν ἡ φωτογραφική μηχανή ἔχει φακό, διάφραγμα, σκοτεινὸ θάλαμο, εὐαίσθητη φωτογραφική πλάκα (φιλμ) καὶ ἄλλα σχετικά ἐξαρτήματα. Ἄλλὰ καὶ τὸ μάτι τοῦ θηλαστικοῦ ἔχει παρόμοια κατασκευή: ἔχει καὶ αὐτὸ φακό (τόν κρυσταλλικὸ φακό), τήν ἱρίδα, πού ἀντιστοιχεῖ μέ τὸ διάφραγμα τῆς φωτογραφικῆς μηχανῆς, τόν ἀμφιβληστροειδῆ χιτῶνα πού ἀντιστοιχεῖ μέ τή φωτογραφική πλάκα κ.ο.κ.



Εικόνα 2: Τό ανθρώπινο μάτι σε τομή: (7) ό άμφιβληστροειδής - αντίστοιχος με τό φίλμ (3) ή ίριδα - αντίστοιχη με τό διάφραγμα (2) ό φακός - αντίστοιχος με τό φακό της φωτογραφικής μηχανής.

Ἡ δομή ὁμῶς μιᾶς μηχανῆς καί ὁ τελικός σκοπός πού ἔχει νά ἐκπληρώσει εἶναι, σέ κάθε περίπτωση, ἀποτελέσματα ἐνεργειῶν πού βρίσκονται ἔξω ἀπό αὐτήν (ό τεχνίτης πού τήν ἐφτιαξε). Ἀντίθετα καί σέ ἀπόλυτη ἀντιδιαστολή ἡ δομή ἑνός ἐμβίου ὄντος δέν ὀφείλεται σέ κατασκευαστές ἔξω ἀπό αὐτό ἀλλά σέ αὐτό τό ἴδιο. Ὁ μοναδικός καί πάντα ἴδιος τελικός σκοπός του εἶναι νά ἐξασφαλίζει, με τήν ἀναπαραγωγή, τή διαίωσή του.

Ἐπισκοπώντας ὅλα τά προηγούμενα μποροῦμε νά ποῦμε πῶς τά ἐμβία ὄντα ξεχωρίζουν καί διαφέρουν ἀπ' τίς μηχανές, γιατί τελικός μοναδικός σκοπός τους εἶναι ἡ διαίωσή τους, πού πετυχαίνεται με τήν ἀναπαραγωγή, πού ὁ μηχανισμός της βασίζεται σέ νουκλειικά ὀξέα, ἐνῶ ὁ τελικός σκοπός τῶν μηχανῶν καθορίζεται κάθε φορά ἀπ' τόν ἄνθρωπο καί σέ περίπτωση ἀναπαραγωγῆς τους ὁ μηχανισμός της δέν ἔχει καμιά σχέση με τά νουκλειικά ὀξέα.

1.2 Τά περιεχόμενα αὐτοῦ τοῦ βιβλίου

Τό βιβλίο αὐτό εἶναι χωρισμένο σέ δύο μέρη. Τό ἓνα, τό συντομότερο, ἀσχολεῖται με τή λειτουργία τοῦ ζωντανοῦ ὄντος, τῆς ζωντανῆς μηχανῆς

καί ειδικότερα τῆς μικρότερης λειτουργικῆς καί μορφολογικῆς μονάδας τῆς, τοῦ κυττάρου. Ἀπαντᾷ στό ἐρώτημα «πῶς λειτουργεῖ ὁ ὄργανισμός;». Ἐξηγεῖ πῶς ζεῖ τό κύτταρο, ἢ στοιχειώδης αὐτή μονάδα ἀπό τήν ὁποία (ἂν ἐξαιρέσει κανεῖς τοὺς ἰούς) ἀποτελοῦνται ὅλοι οἱ ζωντανοί ὄργανισμοί. Γνωρίζοντας πῶς ζεῖ, δηλαδή πῶς λειτουργεῖ τό κύτταρο, καταλαβαίνουμε καλύτερα πῶς λειτουργοῦν καί οἱ πολυκύτταροι ὄργανισμοί, ἰδίως ἂν θυμηθοῦμε τί μάθαμε γιά τά φυτά στή Βοτανική (Φυτολογία), γιά τά ζῶα στή Ζωολογία καί γιά τόν ἄνθρωπο στήν Ἀνθρωπολογία. Τό πρῶτο λοιπόν μέρος ἀσχολεῖται μέ τίς ιδιότητες τῆς ἀνομοιομέρειας, πολυπλοκότητας, ὀργανώσεως, λειτουργίας (μεταβολισμοῦ) καί ὁμοιοστάσης στό ἐπίπεδο τοῦ κυττάρου.

Τό δεύτερο καί μεγαλύτερο μέρος τοῦ βιβλίου ἀσχολεῖται μέ τήν ἀναπαραγωγή καί τήν τελεονομία. Ἀπαντᾷ σ' ἄλλου εἶδους ἐρωτήματα: γιατί εἶναι ἔτσι κατασκευασμένο τό ζωντανό ὄν; Ποιός τό κατασκεύασε ἢ πῶς ἔτυχε νά κατασκευαστεῖ ἔτσι καί μέ ποιά διαδικασία; Σ' αὐτό τό μέρος ἐξετάζεται ἀκόμα ἡ ἀναπαραγωγή, ἡ Γενετική (μηχανισμός τῆς κληρονομικότητας) καί ἡ Ἐξέλιξη τῶν ὀργανισμῶν. Στό τέλος μιᾶμε καί γιά τήν Οἰκολογία, κλάδο τῆς Βιολογίας πού ἐξετάζει τοὺς ὀργανισμούς σέ σχέση μέ τό περιβάλλον πού ζοῦν, καί πού εἶναι τόσο ἐπίκαιρος, ἀφοῦ στά χρόνια μας ἡ ρύπανση καί καταστροφή τοῦ φυσικοῦ περιβάλλοντος ἔχουν πάρει ἐπικίνδυνη ἔκταση.

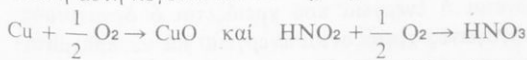
2. ΤΟ ΚΥΤΤΑΡΟ: ΔΟΜΗ ΚΑΙ ΛΕΙΤΟΥΡΓΙΑ

Είδαμε πώς ο οργανισμός είναι μία χημική μηχανή: αντί όμως στη μηχανή αυτή νά κινούνται άξονες και τροχοί, όπως στο ρολόι, «κινούνται» χημικά μόρια. Τά μόρια αυτά αντιδρώντας μεταξύ τους του παρέχουν και τήν ενέργεια πού χρειάζεται. Έτσι ή ενέργεια πού χρησιμοποιεί ο οργανισμός είναι χημική ενέργεια.

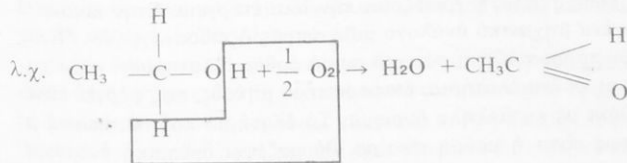
2.1 Ήξειδοαναγωγές και Ήνέργεια

Δύο ειδών χημικές αντιδράσεις παίζουν σημαντικό ρόλο στό μεταβολισμό: οί **ήξειδώσεις** και οί **αναγωγές**.

Όταν μία χημική ένωση ή ένα χημικό στοιχείο ήξειδώνεται, σημαίνει: ● είτε πώς προσθέτονται, σέ άτομα ή μόρια, άτομα ήξυγόνου (ή περίπτωση αυτή λέγεται και **καύση**) λ.χ.

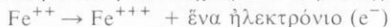


● ή πώς από μόρια αφαιρούνται άτομα ήδρογόνου:



Στίς περιπτώσεις αυτές μιλάμε γιά ήφυδρογόνωση. Πολλές από τίς ήξειδώσεις στόν οργανισμό είναι στήγ πραγματικότητα ήφυδρογόνώσεις.

Γενικότερα στίς οξειδώσεις **ἀφαιρούνται ηλεκτρόνια** κι έτσι αυτό πού οξειδώνεται, είτε άτομο είναι είτε ρίζα, αυξάνει τό θετικό χημικό σθένος του, ή ελαττώνει τό ἀρνητικό του. Έτσι στο προηγούμενο παράδειγμά μας ό μεταλλικός Cu μέ σθένος μηδέν οξειδώνεται καί γίνεται Cu^{++} , ἀποκτώντας σθένος + 2. Ἀκόμα πιά γενικά ἔχουμε τό παράδειγμα



Ἀντίθετα, όταν μία χημική ἔνωση ανάγεται, συμβαίνει ἀκριβῶς τό ἀντίστροφο, δηλαδή:

● εἶτε ἀφαιρούνται άτομα οξυγόνου

λ.χ. $PbO + C \rightarrow Pb + CO$ (τό οξειδίο τοῦ μόλυβδου γίνεται μεταλλικός μόλυβδος).

● ἢ προσθέτονται άτομα ὕδρογόνου

λ.χ. $S + H_2 \rightarrow H_2S$ (ὕδρόθειο)

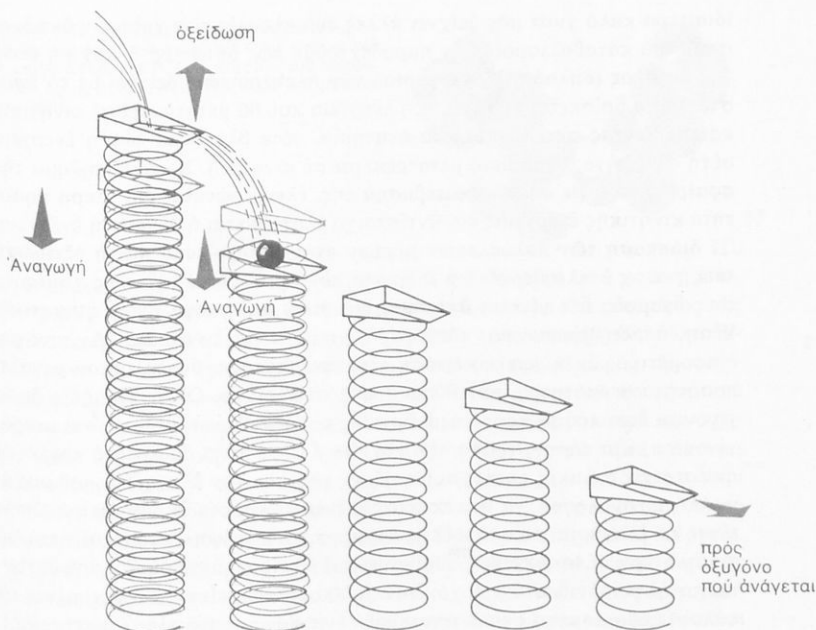
Γενικότερα στίς ἀναγωγές **προσθέτονται ηλεκτρόνια** κι έτσι αυτό πού ανάγεται, είτε είναι άτομο είτε ρίζα, ελαττώνει τό θετικό σθένος του, ή αυξάνει τό ἀρνητικό του.

λ.χ. $Fe^{+++} + \text{ένα ηλεκτρόνιο } (e^-) \rightarrow Fe^{++}$

Οἱ οξειδώσεις καί οἱ ἀναγωγές συνδέονται μεταξύ τους: γιά νά γίνει μία ἀναγωγή, νά προστεθοῦν δηλαδή κάπου ηλεκτρόνια, πρέπει σύγχρονα νά γίνει καί μία οξειδωση, νά ἀφαιρεθοῦν δηλαδή ἀπό κάπου ἄλλοῦ ηλεκτρόνια. Γι' αὐτό στίς χημικές ἀντιδράσεις τοῦ μεταβολισμοῦ μιλάμε γιά οξειδοαναγωγές.

Μερικές χημικές ἀντιδράσεις, ὅταν γίνονται, ἀπελευθερώνουν ἐνέργεια. Ἄλλες πάλι, γιά νά γίνουν, χρειάζονται ἐνέργεια. Ὁ ὄργανισμός είναι ἕνα εἶδος μηχανῆς, πού χρησιμοποιεῖ τήν ἐνέργεια πού ἐλευθερώνεται ἀπό ὀρισμένες χημικές ἀντιδράσεις, γιά νά πραγματοποιήσει ἄλλες χημικές μεταβολές πού χρειάζονται ἐνέργεια.

Ἀπό τίς οξειδώσεις καί τό σπάσιμο τῶν πολύπλοκων μορίων σέ μικρότερα μόρια ἀπελευθερώνεται ἡ ἐνέργεια πού χρειάζεται ὁ ὄργανισμός. Ἀντίθετα, συνήθως οἱ ἀναγωγές χρειάζονται ἐνέργεια γιά νά πραγματοποιηθοῦν. Ἐνα παράδειγμα μιᾶς σειρᾶς οξειδοαναγωγικῶν ἀντιδράσεων μᾶς δείχνει πώς κάθε εἶδος οξειδώσεως δέν ἀπελευθερώνει τήν ἴδια ἐνέργεια οὔτε καί κάθε ἀναγωγή χρειάζεται τήν ἴδια ἐνέργεια. Στήν εἰκόνα 3 παρουσιάζεται ἕνα μηχανικό ἀνάλογο μιᾶς σειρᾶς οξειδοαναγωγῶν. Ἐνας ἀριθμός οὐσιῶν παρουσιάζεται σάν μία σειρά ὀρθῶν ἐλατηρίων: κάθε χημική οὐσία είναι κι ἕνα ἐλατήριο, διαφορετικοῦ μήκους, πού φέρνει πάνω του ἕνα καλαθάκι μέ κατάλληλο ἄνοιγμα. Τό ἐλατήριο πού θά πιεστεῖ μ' ἕνα βάρος, ὅπως εἶναι ἡ μαύρη σφαῖρα, θά μαζέψει δυναμική ἐνέργεια. Αὐτή ἡ δυναμική ἐνέργεια θά ἐλευθερωθεῖ μόλις τό βάρος φύγει ἀπό πάνω του. Ἡ σφαῖρα συμβολίζει δυό ηλεκτρόνια μαζί, πού πηδᾶνε ἀπό χημική



Εικόνα 3: Μηχανικό ανάλογο για μία σειρά οξειδοαναγωγικές αντιδράσεις. Η μαύρη σφαίρα παριστάνει δύο ηλεκτρόνια που πηγαιίνουν από μία σε άλλη χημική ένωση. Κάθε ένωση όταν δέν έχει τη σφαίρα είναι στην οξειδωμένη της μορφή και αντίθετα έχει αναχθεί όταν έχει τη σφαίρα.

ουσία σε χημική ουσία, από ένα **χημικό υποδοχέα ηλεκτρονίων** σε άλλο χημικό υποδοχέα. Η χημική ουσία έχει αναχθεί, όταν φέρνει πάνω της τη σφαίρα (δηλαδή όταν της προστεθούν ηλεκτρόνια): τότε διαθέτει δυναμική ενέργεια που γίνεται κινητική (ελευθερώνεται) μόλις οξειδωθεί, μόλις χάσει τη σφαίρα (δώσει ηλεκτρόνια).

Κάθε αναγωγή για να γίνει χρειάζεται να προηγηθεί μία οξείδωση, όχι όμως οποιαδήποτε: έτσι λ.χ. αν το κοντύτερο ελατήριο βρισκόταν πριν από το ψηλότερο, δε θα μπορούσε, χάνοντας το ψηλότερο τη σφαίρα να την περάσει στο κοντύτερο: η σφαίρα έχει την τάση διαρκώς να πέφτει χαμηλότερα, να χάνει τμηματικά τη δυναμική της ενέργεια που σε κάθε ελατήριο ελευθερώνεται σαν κινητική ενέργεια. Το μηχανικό αυτό ανάλογο είναι

ιδιαίτερα καλό γιατί μᾶς δείχνει ἄλλες δυό πλευρές τῶν χημικῶν ἀντιδράσεων τοῦ καταβολισμοῦ. Ἐάν παραδεχτοῦμε πὼς ἀριστερά ἢ ἀρχικὴ θέση τῆς σφαίρας (δηλαδή τοῦ ζευγαριοῦ τῶν ἠλεκτρονίων) δείχνει μὲ τὸ ὕψος στοῦ ὀποῖο βρίσκεται τῆ δυναμικὴ ἐνέργεια πού θά μετατραπεί σέ κινητικὴ, κατεβαίνοντας σκαλί σκαλί τὰ ἐλατήρια, τότε βλέπουμε πὼς ἡ ἐνέργεια αὐτὴ σιγά σιγά, σταδιακά, μετατρέπεται σέ κινητικὴ. Σέ κάθε πῆδημα τῆς σφαίρας, σέ κάθε δηλαδή κατέβασμά της, ἐλευθερώνεται μιὰ μικρὴ ποσότητα κινητικῆς ἐνέργειας καὶ ἀντίστοιχα ἐλαττώνεται ἡ δυναμικὴ ἐνέργεια. **Ἡ διάσπαση τῶν πολὺπλοκῶν μορίων στὸν καταβολισμό καὶ ἡ ὀξειδωσὴ τους γιὰ νὰ ἀπελευθερωθεῖ ἡ ἐνέργεια πού κρατοῦν μέσα στοὺς χημικοὺς τοὺς δεσμοὺς δέν γίνεται ἀπότομα, διὰ μιᾶς, ἀλλὰ σιγά σιγά, τμηματικά.** Ἐτσι, ἀπελευθερώνονται, κάθε φορά, μικρὰ ποσὰ ἐνέργειας. Ἐάν γινόταν διαφορετικὰ, ἂν ἡ ἀπελευθέρωση γινόταν ἀπότομα, θά ἐκλυόταν μεγάλη ποσότητα θερμότητας, πού θά σκότωνε τὸ κύτταρο. Οἱ ἀντιδράσεις ὁμως γίνονται ἔτσι πού τὰ ποσὰ τῆς ἐνέργειας πού ἐλευθερώνονται νὰ ἴναι μικρά, γίνονται κατὰ κάποιον τρόπο «ἐν ψυχρῷ». Γιὰ νὰ γίνει ὁμως αὐτὸ πρέπει οἱ ἀντίστοιχες χημικὲς οὐσίες πού παίζουν τὸ ρόλο τῶν ἐλατηρίων τοῦ μηχανικοῦ μας ἀνάλογου, νὰ ἴναι τοποθετημένες σέ κάποια ἀκριβὴ σειρὰ, ὅπως εἶναι τὰ ἐλατήρια στοῦ παραδείγματός μας: πρῶτα τὰ ψηλότερα καὶ μετὰ τὰ χαμηλότερα. Ἐτσι ἀκριβῶς συμβαίνει καὶ μὲ τίς χημικὲς οὐσίες πού δέχονται τὰ ἠλεκτρόνια στὰ μιτοχόνδρια τοῦ κυττάρου: εἶναι τοποθετημένες μὲ κάποια καθορισμένη σειρὰ, ἀποτελοῦν ἓνα εἶδος συστοιχίας (ματταρίας).

2.2 Τὸ ATP

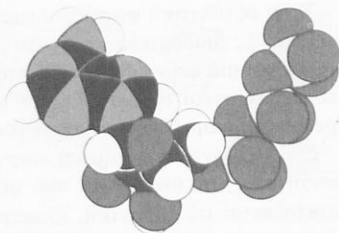
Ἡ σειρὰ τῶν ἐλατηρίων (τῆς εἰκόνας 3) ἀποτελεῖ τὸ μηχανικὸ ἀνάλογο μιᾶς συγκεκριμένης σειρᾶς χημικῶν ἀντιδράσεων τοῦ καταβολισμοῦ πού ὅλες μαζί ὀνομαζόνται **ὀξειδωτικὴ φωσφορλίωση**.

Ὄξειδωτικὴ, γιατί γίνεται μιὰ σειρὰ ἀπὸ ὀξειδώσεις (κάθε φορά πού φεύγει ἡ σφαῖρα ἀπὸ ἓνα ἐλατήριο καὶ τοῦτο ξεπετάγεται ἐλεύθερο). Οἱ ὀξειδώσεις αὐτὲς καταλήγουν στοῦ νὰ σχηματιστεῖ νερό: Τὰ ἠλεκτρόνια καταλήγουν στοῦ ὀξυγόνο τοῦ ἀέρα (πού στὰ ζῶα δεσμεύεται στοὺς πνεύμονες καὶ μὲ τὴν κυκλοφορία φτάνει ὡς τὸ τελευταῖο κύτταρο) καὶ τὸ φορτίζουν ἀρνητικὰ ἔτσι πού νὰ μπορεῖ νὰ ἐνωθεῖ μὲ θετικὰ ἰόντα ὕδρογόνου καὶ νὰ σχηματιστεῖ νερό.

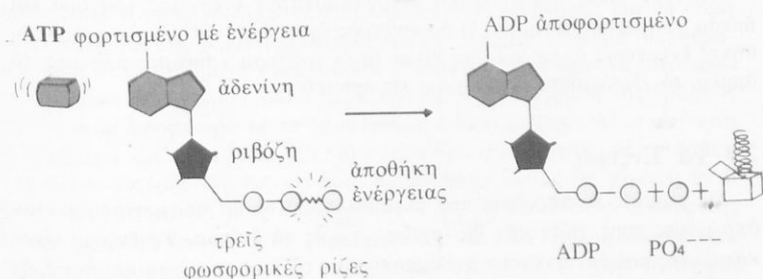
Φωσφορλίωση, ἄλλι, λέγεται γιατί ἡ ἐνέργεια πού ἐλευθερώνεται σέ κάθε ὀξειδωσὴ χρησιμεύει γιὰ νὰ σχηματιστεῖ τὸ ATP. Ἄλλὰ τί εἶναι τὸ ATP;

Τὸ ATP (ἐί-τί-πι) εἶναι μιὰ διεθνῆς συντομογραφία γιὰ τὸ μακρὺ ὄνομα τοῦ χημικοῦ αὐτοῦ μορίου: **τριφωσφορικὴ ἄδενωσίνη** (Ἄδενωσίνη Τρι-

Εικόνα 4: Τό ATP. Μέ μπλέ χρώμα τά άτομα του N, μέ κόκκινο του O, μέ μαύρο του C, μέ κίτρινο του P, και μέ άσπρο του H. Οι τρείς ρίζες του φωσφορικού όξέος βρίσκονται στην ουρά του μορίου. στά δεξιά.



Φ(Ph)ωσφορική). Τό μόριο αυτό αποτελείται από άδενίνη (μιά χημική ένωση, μιά όργανική βάση, πού θά συναντήσουμε άργότερα και σάν μέρος της κατασκευής των νουκλεϊκών όξεων), από ριβόζη (μιά πεντόζη, δηλαδή ύδατάνθρακα μέ πέντε άτομα άνθρακα, πού κι αυτή αποτελεί μέρος της κατασκευής όρισμένων νουκλεϊκών όξεων) και τρείς ρίζες του φωσφορικού όξέος. Αυτές οί τρείς φωσφορικές ρίζες είναι ένωμένες στη σειρά και σχηματίζουν ένα είδος ουράς στό μόριο. Ή ένωση άδενίνης μέ ριβόζη λέγεται άδενοσίνη. Όταν ή τρίτη φωσφορική ρίζα (έκείνη πού βρίσκεται στην αντίθετη μέ τήν άδενοσίνη θέση) (βλέπε εικόνα 4), άποχωριστεί από τό μόριο, δηλαδή άποσυνδεθεί άπ' τή δεύτερη, έλευθερώνεται πολλή ένέργεια. Ή σύνδεση δηλαδή τρίτης και δεύτερης ρίζας γίνεται μέ δέσιμο ύψηλης ένέργειας. Χρειάζεται λοιπόν πολλή ένέργεια για νά ένωθεί μιά φωσφορική ρίζα σ' ένα μόριο διφωσφορικής άδενοσίνης (ADP, μόριο πού αποτελείται από άδενίνη, ριβόζη και δυό μόνο φωσφορικές ρίζες). Μέ τήν ένωση αυτή σχηματίζεται βέβαια ATP. Έτσι



Ή άποθηκευμένη ένέργεια στό δεσμό «ύψηλης ένέργειας» συμβολίζεται πού πάνω μ' ένα κουτί μέ έγκλειστο έλατήριο (δυναμική ένέργεια). Όταν σπάσει ό δεσμός αυτός, ή ένέργεια έλευθερώνεται (άνοιγμα του κουτιού και άπελευθέρωση του έλατηρίου).

Στήν οξειδωτική φωσφορυλίωση λοιπόν τήν ενέργεια πού ελευθερώνεται από τις διαδοχικές οξειδώσεις τή χρησιμοποιεί ό οργανισμός γιά νά προσθέσει μιá φωσφορική ρίζα στό ADP καί νά τό κάνει ATP: έτσι άποθηκεύεται ενέργεια σ' ένα δεσμό «ύψηλης ενέργειας», ένα δεσμό πού, όταν χρειαστεί, μπορεί νά τόν σπάσει καί νά τή χρησιμοποιήσει.

Στή βιομηχανία ή χημική ενέργεια τών καυσίμων μετατρέπεται, μέ τήν καύση τους, σέ θερμότητα πού σέ συνέχεια καί μέ κατάλληλες μηχανές μετατρέπεται σέ μηχανική, ηλεκτρική, φωτεινή ή χημική ενέργεια. Στήν οξειδωτική φωσφορυλίωση ό οργανισμός μετατρέπει τή χημική ενέργεια σέ άλλη χημική, φτιάχνοντας ATP. Αυτό κάνει καί μέ άλλες χημικές αντιδράσεις τοῦ καταβολισμού, όπως θά δοῦμε. Δέν κάνει όμως πάντα αυτή τή μετατροπή, γιατί χρειάζεται καί θερμική ενέργεια (γιά νά ζεσταθεί όταν κρυώνει) καί μηχανική ενέργεια (γιά νά κινηθεί ή νά κάνει κινήσεις τών τμημάτων του) καί ενέργεια γιά μεταφορά χημικῶν ουσιῶν μέσα του, ακόμα καί ηλεκτρική ενέργεια. Όταν χρειαστεί νά ξοδέψει ενέργεια, χρησιμοποιεί τό ATP, πού γι' αυτό ονομάστηκε ενεργειακό «νόμισμα». Σάν τό νόμισμα πού χρησιμοποιείται (ἀνταλλάσσεται) γιά νά αποκτηθοῦν αγαθά, έτσι καί ή χημική ενέργεια τοῦ ATP ἀνταλλάσσεται μέ άλλου είδους ενέργεια, όταν χρειαστεί άλλου είδους ενέργεια ό οργανισμός.

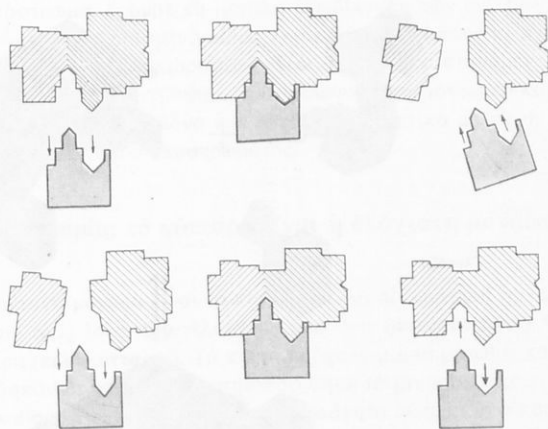
Η σημασία τῆς οξειδωτικῆς φωσφορυλίωσης γιά τήν ενεργειακή οικονομία λ.χ. τοῦ ἀνθρώπου φαίνεται καθαρά από τό ότι ό ἀνθρώπινος οργανισμός (άτομο μέσου βάρους καί ηλικίας πού κάνει μέτρια σωματική εργασία) παράγει σέ 24 ὥρες **συνολικά** (καί φυσικά γρήγορα, πάλι, τό διασπᾶ, δηλαδή διαρκῶς παράγει καί διασπᾶ) 70 κιλά περίπου ATP, ποσότητα ἴση περίπου μέ τό βάρος του.

Τό ATP εἶναι μιá ἀποθήκη μικροποσοτήτων ενέργειας γρήγορα καί ἄμεσα χρησιμοποιήσιμης. Ό οργανισμός όμως ἔχει καί μεγαλύτερες ἀποθήκες ενέργειας ἀλλά πού δέν εἶναι τόσο γρήγορα χρησιμοποιήσιμες: τό ἄμυλο, τό γλυκογόνο, τά λίπη καί τίς πρωτεΐνες.

2.3 Τά Ἐνζυμα

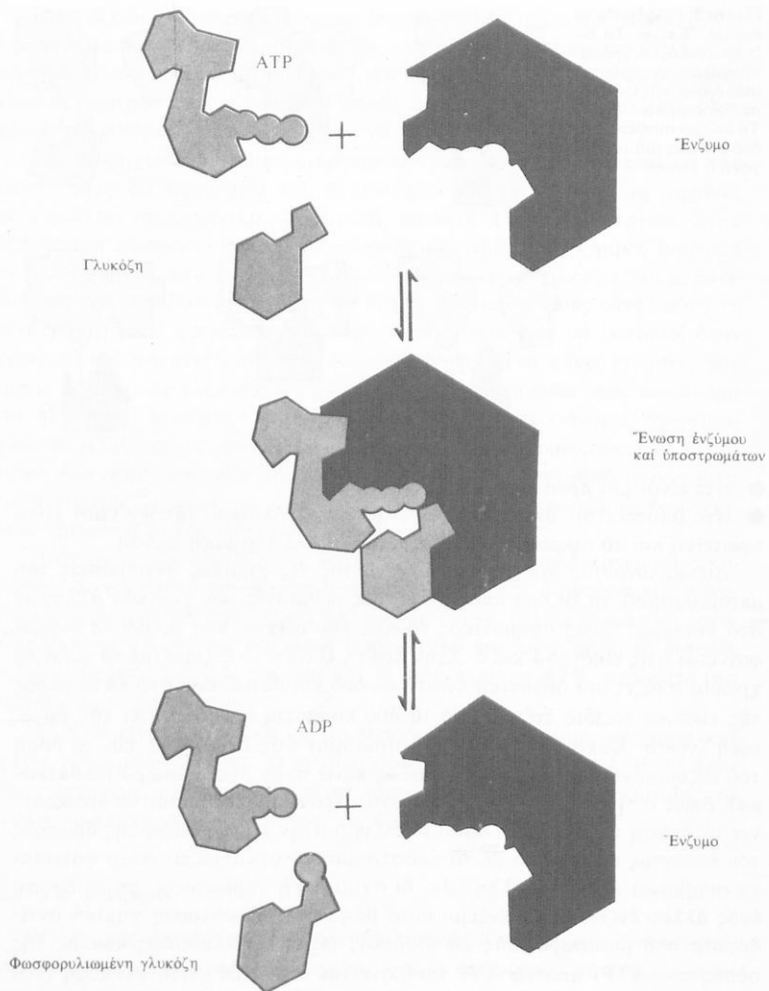
Οἱ χημικές ἀντιδράσεις τοῦ μεταβολισμού δέ θά πραγματοποιοῦνταν ἀπό μόνες τους, οὔτε κᾶν θά ἴρχιζαν, χωρίς **τά ἔνζυμα**. Τά ἔνζυμα εἶναι καταλύτες πού ἐπιταχύνουν ή διευκολύνουν τίς διάφορες χημικές ἀντιδράσεις, χωρίς όμως νά «φθείρονται» γιατί στό τέλος τῆς ἀντιδράσεως φαίνονται νά μὴν ἔχουν ἀλλάξει, σάν νά μὴν ἔχουν διόλου χρησιμοποιηθεῖ. Μικρές ποσότητές τους ἀρκοῦν γιά νά δράσουν. Γι' αὐτό καί τά ὀνομάζουν **βιοκαταλύτες**. Παράγονται ἀπό τά κύτταρα καί εἶναι μεγάλες ὀργανικές ἐνώσεις. Κάθε ἔνζυμο:

Εικόνα 5: Πώς δρούν τα ένζυμα. Έπάνω: Το ένζυμο (γαλάζιο χρώμα) προκαλεί το σπάσιμο μιάς οργανικής ένωσης σε δύο κομμάτια. Κάτω: Το ένζυμο συνθέτει από δύο ενώσεις μιά νέα οργανική ένωση.



- είτε είναι μιά πρωτεΐνη
- είτε αποτελείται από δύο κομμάτια: το μεγαλύτερο (άποένζυμο) είναι πρωτεΐνη και το μικρότερο (συνένζυμο) μιά άλλη χημική ένωση.

Διευκολύνοντας και έτσι επιταχύνοντας τις χημικές αντιδράσεις του μεταβολισμού, τα ένζυμα αποτελούν τους ρυθμιστές των χημικών αλλαγών στο κύτταρο. Ένας σχηματικός τρόπος πού δείχνει πώς δρούν τα ένζυμα φαίνεται στις εικόνες 5 και 6. Στην πρώτη εικόνα το ένζυμο (μέ το γαλάζιο χρώμα) σπάει μιά οργανική ένωση σε δύο κομμάτια, ενώ στο κάτω μέρος της εικόνας το ίδιο ένζυμο από τά δύο κομμάτια ξανασυνθέτει τήν οργανική ένωση. Κάποια συναρμογή (ταΐριασμα) στις επιφάνειες και τή δομή του ενζύμου και της χημικής ένωσης πάνω στην όποια επιδρά (**υπόστρωμα**), όπως στη συναρμογή κλειδιού και κλειδωνιάς, φαίνεται νά διευκολύνει τή δράση του ενζύμου, αφού τό ένζυμο στην πρώτη φάση της δράσεώς του ένώνεται πρόσκαιρα μέ τό υπόστρωμα, τό άγκαλιάζει. Αυτό φαίνεται νά συμβαίνει και στην άλλη (εϊκ. 6) σχηματική παράσταση μέ τή δράση ενός άλλου ενζύμου. Τό ένζυμο αυτό βοηθά στην άκόλουθη χημική αντίδραση: στη μεταφορά μιάς φωσφορικής ρίζας (ό τελευταίος κύκλος της ούρας του ATP) από τό ATP (πού γίνεται έτσι ADP) στη γλυκόζη (ένα σάκχαρο μέ 6 άτομα άνθρακα) πού φωσφορυλιώνεται. Κι έδω τό σχήμα δείχνει πώς τό ένζυμο άγκαλιάζει και φέρνει κοντά τό ATP και τή γλυκόζη, βοηθώντας έτσι στην πραγματοποίηση της χημικής αντιδράσεως. **Ένεργό κέντρο** του ενζύμου είναι τό μέρος του πού μπορεί νά χωθεί τό υπόστρωμά του ή τά υποστρώματά του για νά γίνει ή χημική αντίδραση. Άκριβώς έπειδή τό ένεργό κέντρο, τό κέντρο δηλαδή ύποδοχής, δέν είναι



Εικόνα 6: Πώς δρουν τα ένζυμα. Ένα ένζυμο (μικρό χρώμα) δεχεται στο ενεργό του κέντρο ένα μόριο ATP και ένα μόριο γλυκόζης (και τα δύο με λαδί). Έτσι γίνεται δυνατό να μεταβιβαστεί μία φωσφορική ρίζα από το ATP στη γλυκόζη.

τό ίδιο για κάθε υπόστρωμα, έχουμε τή μεγάλη **εξειδίκευση** τών ενζύμων: Κάθε είδος ενζύμου καταλύει όρισμένο είδος χημικής αντίδράσεως κι όχι όποιαδήποτε. Ή κατάλυση τής αντίδράσεως είναι πολύπλοκο φαινόμενο, πολύ πιό σύνθετο άπ' ό,τι τό περιγράψαμε έδω άπλοικά (καί μόνο μερικά) μέ τά σχήματά μας, πού δείχνουν μόνο ένα μέρος του, σχετικό μέ τή συναρμολή τών επιφανειών ενζύμου-ύποστρώματος.

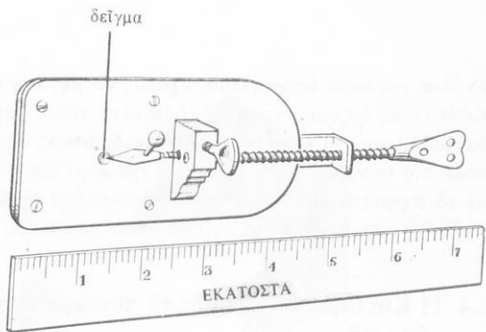
2.4 Ή Κυτταρική Θεωρία: τό κύτταρο είναι ή ελάχιστη μονάδα τής ζωής

Ή μικρότερη ζωντανή μονάδα είναι τό **κύτταρο**: όλοι οί ζωντανοί όργανισμοί, μέ εξαίρεση τούς ίους, άποτελούνται άπό ένα (**μονοκύτταροι**) ή περισσότερα κύτταρα (**πολυκύτταροι**). Τά κύτταρα έχουν μικρό μέγεθος και γι' αυτό άνακαλύφθηκαν όταν πρωτοχρησιμοποιήθηκε τό μικροσκόπιο.

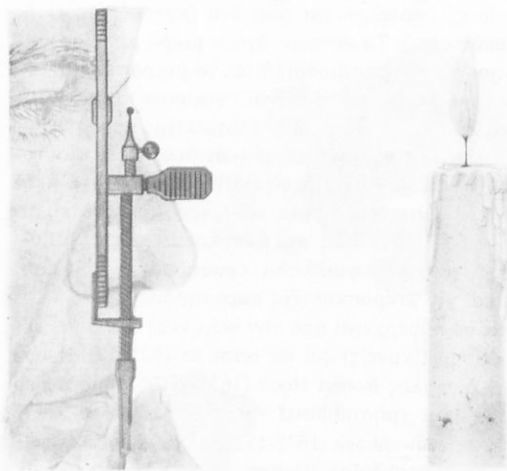
Δέν μπορεί νά καθοριστει μέ άκρίβεια και βεβαιότητα πότε κι άπό ποιούς βρέθηκε τό σύνθετο μικροσκόπιο, αυτό πού άποτελείται άπό συνδυασμό φακών. Για πολύ καιρό έφευρέτες του θεωρήθηκαν δυό Ήλλανδοί (ό πατέρας κι ό γιός Janssen) στά 1590. Τώρα όμως φαίνεται πώς έγινε άπό πιό πριν ή έφευρεσή του. Άλλωστε ή ιστορία του μικροσκοπίου είναι μπερδεμένη μέ τήν εξέλιξη του τηλεσκοπίου, και αναφέρεται πώς κι ό Γαλιλαίος (Galileo Galilei 1564-1642) μέ κατάλληλη προσαρμογή χρησιμοποίησε τό τηλεσκόπιό του και για μικροσκοπικές παρατηρήσεις.

Τό όνομα του μικροσκοπίου προέρχεται άπό τήν έλληνική γλώσσα, μικρός και σκοπείν (= νά παρατηρεί κανείς) και τό 'δωσε τό 1625 ό Giovanni Faber, ένας Ιταλός. Τό 1665 ό άγγλος Robert Hook (1635-1703) δημοσιεύει τό έργο του Micrographia όπου και χρησιμοποιεί για πρώτη φορά τή λέξη κύτταρο. Ή Ήλλανδος A. von Leeuwenhoek (1632-1723) μέ άπλά, δικής του κατασκευής, μικροσκόπια (ήταν σπουδαίος τεχνίτης στην κατασκευή φακών) κάνει άνακαλύψεις πού θεωρούνται θαυμαστές για τήν εποχή του. Αύτός παρατηρεί στό αίμα του για πρώτη φορά τά έρυθρά αιμοσφαίρια και παρατηρεί στό νερό μικροσκοπικά όντα (τά μικρόβια). Ή Χούκ σέ τομές, μέ πολύ μικρό πάχος, φελλού είδε σειρές κολλημένων κουτιών, τών κυττάρων (όπως τά όνόμασε). Σ' αυτές τες τομές φαίνονταν μόνο οί πλευρές (τά τοιχώματα) τών κυττάρων, πού είναι παχιές και ευδιάκριτες άπό τες έναποθέσεις διάφορων ούσιών φελλού, ξύλου κ.ά. Γι' αυτό γρήγορα φάνηκε πώς όλα τά μέρη τών φυτών άποτελούνται άπό κύτταρα. Στά ζώα, όμως, τά περισσότερα κύτταρα δέν παρουσιάζουν έναποθέσεις, δέν είναι ευδιάκριτα, κι έτσι για πολύ καιρό άμφισβητήθηκε πώς τά ζώα άποτελούνται άπό κύτταρα.

Δυό γερμανοί, ό ζωολόγος Σβάνν (Th. Schwann 1810-1882) και ό βοτα-



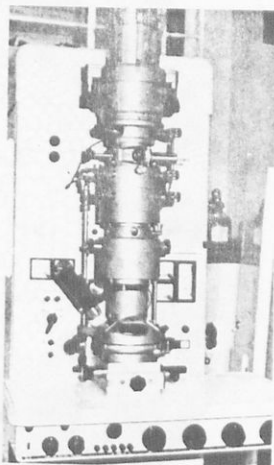
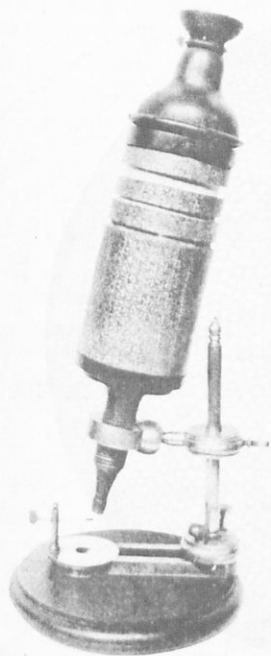
φακός



Εικόνα 7: Το απλό μικροσκόπιο του Leeuwenhoek. Γιά την παρατήρηση τό δείγμα τοποθετείται στην άκρη τής αιχμής του «βέλους» (ένα δείγμα στρογγυλό είναι τοποθετημένο – τό δείχνει ή κάθετη γραμμή στό πάνω μέρος τής εικόνας). Τό όργανο κρατιέται από τή λαβή. Άπέναντι από τό μάτι καί τό παρασκευάσμα τοποθετείται ή φωτεινή πηγή.

νικός Σλάιντεν (M.J. Schleiden 1804-1881) πρότειναν τό 1839 μιά νέα έρμηνεία καί νέα άρχή: τό σημαντικό δέν είναι τά τοιχώματα του κουτιού μά τό περιεχόμενό του. Τό περιεχόμενό του είναι τό ζωντανό κύτταρο καί τά ζώα αποτελούνται κι αυτά από κύτταρα. **Κάθε ζωντανός οργανισμός είναι μιά συνάθροιση κυττάρων** (ότιδήποτε δέν είναι κύτταρο προέρχεται από έκκρίσεις κυττάρων λ.χ. τό γαστρικό υγρό, τό σάλιο κ.ά.). **Ή ζωή συνδέεται μέ τήν ύπαρξη κυττάρων πού μπορεί καθένα τους νά θεωρηθεί σάν αὐτοτελής**

Εικόνα 8: Τό σύνθετο μικροσκόπιο του Hooke.



Εικόνα 9: Τό ηλεκτρονικό μικροσκόπιο.

ζωντανός οργανισμός. Ἡ κυτταρική θεωρία συμπληρώθηκε ἀργότερα, τό 1855, μέ τό ἀπόφθεγμα τοῦ γερμανοῦ βιολόγου Βίρχωφ (Rudolf Virchow 1821-1902) «κάθε κύτταρο προέρχεται μόνο ἀπό ἄλλο κύτταρο». Θά δοῦμε παρακάτω πῶς αὐτή ἡ ἀρχή στερεώθηκε καί γενικεύθηκε καί γιά τοὺς μικροοργανισμούς ἀπό τόν Παστέρ.

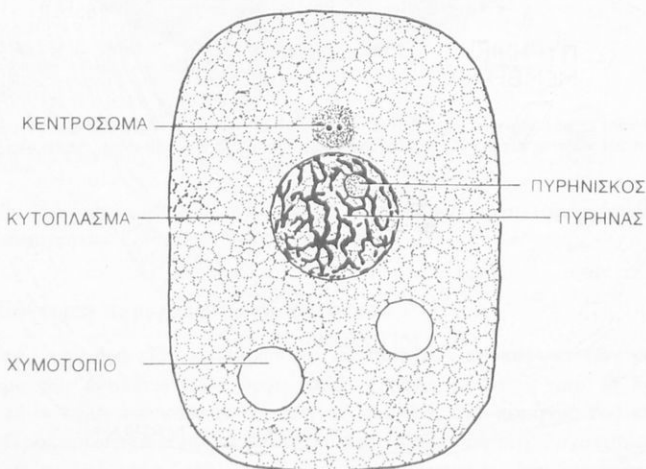
Παρακάτω θά μελετήσουμε πῶς εἶναι φτιαγμένη καί πῶς λειτουργεῖ ἡ ζωντανή κυτταρική μονάδα: στό ἐπίπεδο τοῦ κυττάρου θά γνωρίσουμε μερικές σημαντικές μεταβολικές ἀντιδράσεις σάν αὐτές γιά τίς ὁποῖες μιλήσαμε μέχρι τώρα. Τά κύτταρα εἶναι πολύπλοκα: τά πιο μικρά κύτταρα ὑπολογίστηκε πῶς περιέχουν 3000 ὡς 6000 διάφορα εἶδη χημικῶν ἐνώσεων. Τά πιο μικρά κύτταρα εἶναι τά βακτήρια. Τά πιο μικρά βακτήρια εἶναι τά **μυκοπλάσματα** (παράσιτα φυτῶν καί παράσιτα στούς πνεύμονες τῶν πουλιῶν καί θηλαστικῶν) πού ἔχουν μέγεθος 0,1μ (= 1000Å). Ἐχει βρεθεῖ ἀπό ὑπολογισμούς πῶς γιά νά ὑπάρξει ὀργανωμένο κύτταρο πρέπει νά 'χει τουλάχιστο αὐτό τό μέγεθος. Τό μέγεθος τῶν συνηθισμένων κυττάρων εἶναι 10μ

ξεκάθαρα, σχηματισμένο πυρήνα. Μιά παράσταση ενός «σχηματοποιημένου» κυττάρου δείχνει ή εικόνα 11. Λέμε «σχηματοποιημένο» γιατί πολλά είδη κυττάρων στους πολυκύτταρους οργανισμούς είναι **διαφοροποιημένα**, επειδή επιτελούν διαφορετική λειτουργία. Έτσι έχουμε τὰ μυϊκά κύτταρα, τὰ νευρικά κύτταρα κ.ο.κ., πού έχουν διαφορετική μορφή. Μπορούμε όμως νά αφαιρέσουμε τίς ιδιαιτερότητες κάθε είδους κυττάρου καί νά κρατήσουμε μόνο τὰ κοινά γενικά χαρακτηριστικά, δείχνοντας συγχρόνως όλα τὰ τμήματα καί ὀργανίδια τοῦ κυττάρου. Ἡ εἰκόνα δείχνει τό κύτταρο μέ λεπτομέρειες πού φαίνονται μόνο μέ τό ἠλεκτρονικό μικροσκόπιο, ὄργανο πού μεγαλώνει ὡς καί 100.000 φορές, ἐνῶ τό κανονικό μικροσκόπιο μπορεῖ νά μεγαλώσει ἕνα ἀντικείμενο ὡς 1.500 φορές.

Τό κύτταρο λοιπόν ἀποτελεῖται:

- ἀπό μιά ἐξωτερική μεμβράνη, τήν **κυτταρική ἢ πλασματική μεμβράνη** ἔξω ἀπό τήν ὁποία στά φυτικά κύτταρα έχουμε τό κυτταρικό τοίχωμα, σχηματισμένο ἀπό κυτταρίνη. Πάνω στό τοίχωμα αὐτό μπορεῖ νά ἀποτεθοῦν κι ἄλλες οὐσίες (ξύλο, φελλός κ.ἄ.).

- τό **κυτταρόπλασμα ἢ κυτόπλασμα** πού φαίνεται σάν μιά παχύρρευστη καί ὁμοιογενής ὕλη στό συνηθισμένο μικροσκόπιο ἀλλά πού στό ἠλεκτρονικό μικροσκόπιο δείχνεται πῶς πολύπλοκη γιατί μέσα της σχηματίζεται ὁλόκληρο δίκτυο ἀπό κανάλια, τό **ἐνδοπλασματικό δίκτυο**. Μέρος τοῦ δικτύου



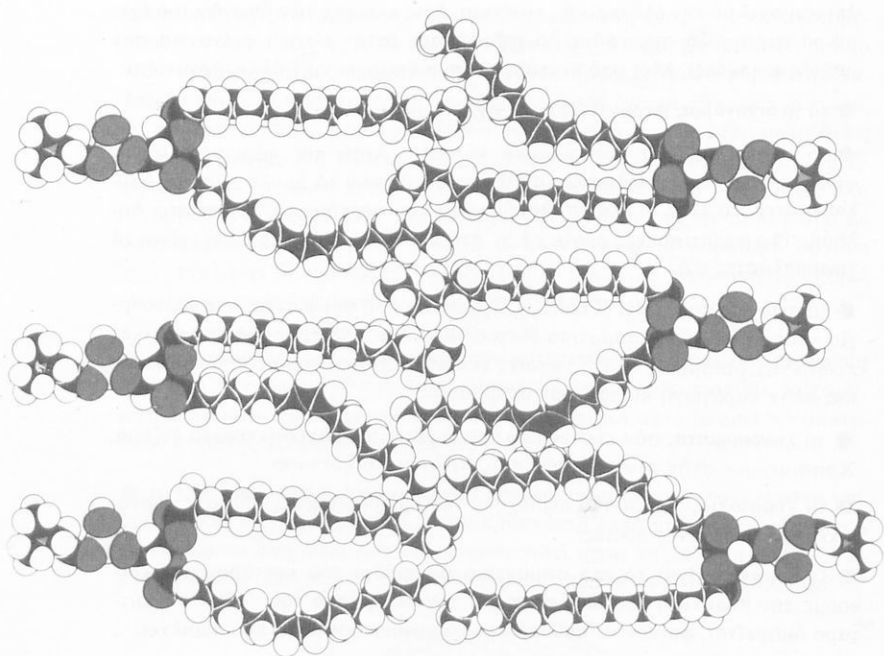
Εἰκόνα 12: Πῶς φαίνεται τό κύτταρο μέ τό συνηθισμένο μικροσκόπιο.

έπικοινωνεί με την εξωτερική επιφάνεια. Στις πλευρές των άγωγών του έχει μικρά στρογγυλά σωματίδια, τα **ριβωσώματα** (στήν εικόνα φαίνονται σαν μαυρές κουκίδες). Μέσ στο κυτταρόπλασμα υπάρχουν κι άλλα όργανια:

- **τά μιτοχόνδρια**, στρογγυλά ή σε σχήμα μπασιτουιού.
 - **τά πλαστίδια**, στά φυτικά μόνο κύτταρα. Αυτά που φέρνουν χλωροφύλλη είναι οί **χλωροπλάστες**, αυτά που συνθέτουν τό άμυλο είναι οί **άμυλοπλάστες**, τό λάδι οί **έλαιοπλάστες**, αυτά που φέρνουν τίς χρωστικές, δηλαδή τίς χρωματισμένες ούσιες, λ.χ. στά πέταλα των λουλουδιών, είναι οί **χρωμοπλάστες** κ.ά.
 - **τά στοιχειά του Golgi** (Γκόλτζι), όργανια που συνδέονται στή λειτουργία τους με τό ένδοπλασματικό δίκτυο. Φαίνεται πώς τροποποιούν μερικές πρωτεΐνες, όρισμένες άπό τίς όποιες έκκρίνονται άπό τό κύτταρο. Βοηθούν καί στήν παραγωγή κυτταρικών μεμβρανών.
 - **τά λυσοσώματα**, σαν κύστες που έχουν μέσα τους άποθηκευμένα ένζυμα. Χρησιμεύουν στήν πέψη ούσιών που «τρώγει» τό κύτταρο.
 - **τά χυμοτόπια**, χώροι που περιέχουν νερό με διαλυμένες διάφορες όργανικές καί άνόργανες ούσιες.
 - **Ό πυρήνας** είναι τό πιό σημαντικό όργανίδιο του κυτάρου. Διακρίνουμε τήν **πυρηνική του μεμβράνη** καί τόν **πυρηνίσκο** του. Όταν τό κύτταρο διαιρείται, φαίνονται καθαρά καί τά χρωματοσώματα που περιέχει.
 - **τό κεντρόσωμα**, στά ζωικά μόνο κύτταρα.
- Θά έξετάσουμε παρακάτω πιό άναλυτικά όρισμένα μέρη του κυτάρου καί τίς λειτουργίες τους.

2.6 Έξωτερική καί έσωτερικές μεμβράνες

Τό κύτταρο έχει πολλές μεμβράνες, τήν εξωτερική που τήν όνομάσαμε πλασματική μεμβράνη καί έσωτερικές: στό ένδοπλασματικό δίκτυο, στά μιτοχόνδρια, χλωροπλάστες κ.ά. Με τίς έσωτερικές μεμβράνες χωρίζει τά διάφορα τμήματά του, πετυχαίνει δηλαδή μιá μεγάλη **διαμερισματοποίηση**, μιá μεγάλη άνομοιομέρεια. Αυτή του χρειάζεται για να διεξαχθούν οί χημικές αντιδράσεις, πολλές άπό τίς όποιες γίνονται πάνω στις μεμβράνες. Είδαμε πώς όρισμένες χημικές ένώσεις (τά έλατήρια του προηγούμενου παραδείγματός μας) πρέπει να βρίσκονται σε όρισμένη σειρά, να συγκροτούν ένα είδος συστοιχίας (μπατταρίας), για να μπορεί να γίνει μιá όλόκληρη σειρά διαδοχικών χημικών αντιδράσεων (βαθμιαία πτώση τής σφαιράς). Η τοποθέτηση των χημικών ένώσεων σε όρισμένη σειρά πετυ-



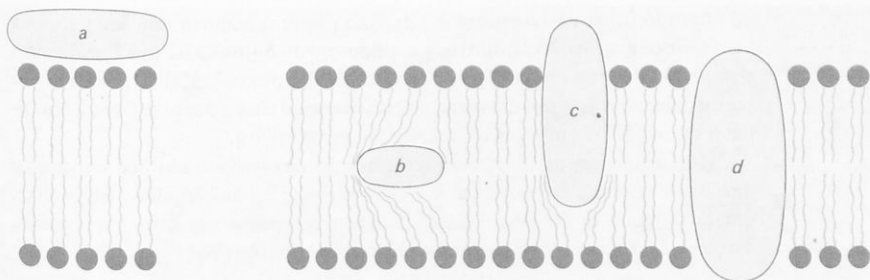
Εικόνα 13: Ἡ διπλή στοιβάδα μορίων λιπιδίων (φωσφορολιπιδίων) πού σχηματίζουν τή μεμβράνη. Κάθε μόριο ἔχει δύο οὐρές ἀπό δύο μόρια λιπαροῦ ὀξέος.

χαίνει ἂν τοποθετηθοῦν μόνιμα οἱ ἐνώσεις αὐτές σέ μεμβράνες.

Ἡ ἐξωτερική μεμβράνη, δηλαδή ἡ πλασματική μεμβράνη παίζει τρεῖς ρόλους:

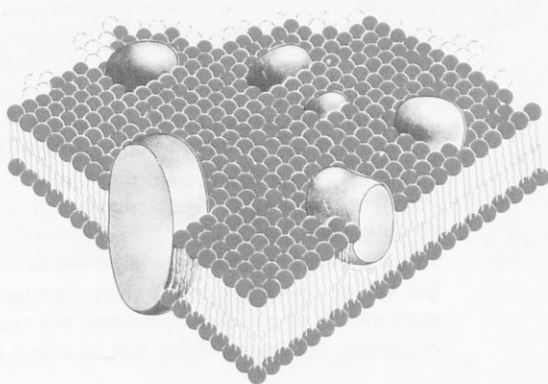
- πρῶτα ξεχωρίζει τό κύτταρο, ἀπό τό περιβάλλον του, τό «ἐξαιολμκεύει» τοῦ δίνει δηλαδή ὄντοτητα.
- μετά ἐπιτρέπει στό κύτταρο νά συνδέεται μέ τά διπλανά του κύτταρα.
- τέλος ἐπιτρέπει τήν ἐκλεκτική διέλευση οὐσιῶν.

Ὅλες οἱ χημικές οὐσίες δέν περνοῦν μέσα ἀπό τή μεμβράνη: τό νερό καί γενικότερα ἐνώσεις μικροῦ μοριακοῦ βάρους περνοῦν, ὄχι ὁμως κι ὅλες λ.χ. δέν περνοῦν τά ἰόντα τοῦ νατρίου, Na^+ . Δέν περνοῦν οἱ μέγιστου μοριακοῦ βάρους ἐνώσεις, πρωτεΐνες καί ὕδατάνθρακες. Περνοῦν ὁμως λιποδιαλυτές ἐνώσεις γιατί ἡ μεμβράνη ἀποτελεῖται καί ἀπό λιπίδια. Ἡ μεμβράνη δέν εἶναι λοιπόν τό ἴδιο διαπερατή γιά ὅλες τίς ἐνώσεις, ἔχει δηλαδή μιᾶ ἐκλεκτικότητα στό τί θά περάσει. Σέ ὀρισμένες περιπτώσεις ὅταν

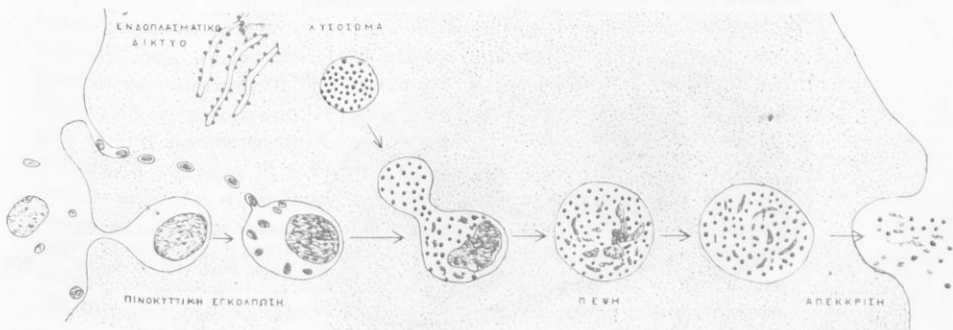


Εικόνα 14: Σχηματική παράσταση της διπλής στοιβάδας των λιπιδίων και των πρωτεϊνών (κίτρινα σώματα) που απαρτίζουν τη μεμβράνη.

Εικόνα 15: Σχηματική δομή της μεμβράνης όπως φαίνεται εξωτερικά (οι πρωτεΐνες εδώ φαίνονται γκριζες).



Εικόνα 16: Φαγοκύτωση, πέψη και απέκκριση στο κύτταρο.

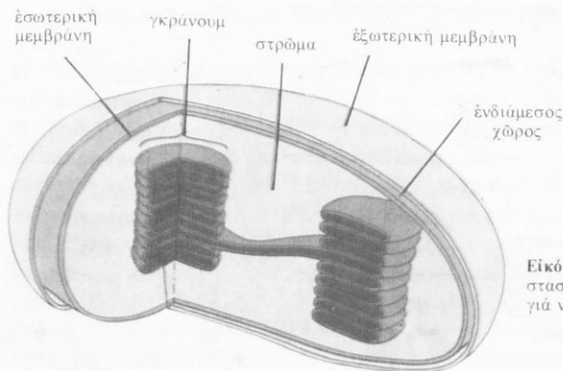


τό κύτταρο θέλει νά ενσωματώσει μεγάλα μόρια ή σώματα πού δέν μπορούν νά περάσουν άπ' τήν πλασματική μεμβράνη του δημιουργεί μιá ἐγκόλπωση στή μεμβράνη του καί ἐκεί μέσα τά κλείνει. Τά σακουλιάζει. Πρόκειται γιά τό φαινόμενο τῆς **φαγοκύτωσης**. Ὅταν ενσωματώνει μεγάλα μόρια διαλυμένα σέ ὑγρό, τό φαινόμενο ὀνομάζεται **πινοκύτωση**.

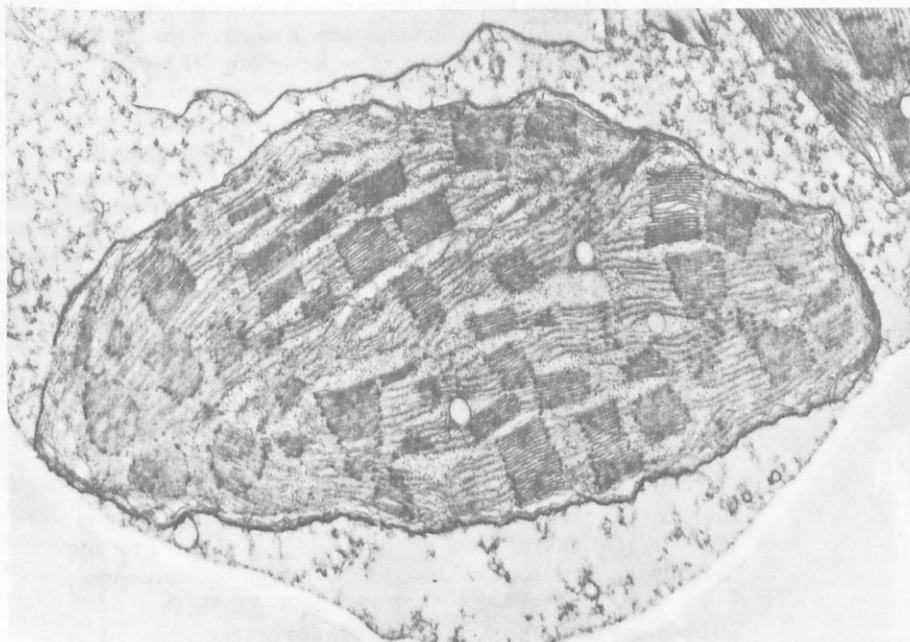
Ἡ πλασματική μεμβράνη ἀποτελεῖται ἀπό πρωτεΐνες καί δύο στρώματα ἀπό λιπίδια. Θά μπορούσε νά πει κανένας πώς εἶναι ἕνα εἶδος σάντουιτς, ὅπως δείχνουν οἱ εἰκόνες 14 καί 15. Οἱ πρωτεΐνες εἶναι ἔτσι διαταγμένες ὥστε νά ἐπιτρέπουν στή μεμβράνη ἀρκετή ἐλαστικότητα.

2.7 Ἡ φωτοσύνθεση

Στό τμήμα τοῦ μεταβολισμοῦ πού ὀνομάζεται **ἀναβολισμός** πραγματοποιεῖται ἡ σύνθεση χημικῶν ἐνώσεων πού κλείνουν μέσα στοὺς δεσμούς τους ἐνέργεια. Οἱ χημικὲς αὐτές ἐνώσεις εἴτε ἀποτελοῦν ἀποθήκες ἐνέργειας εἴτε εἶναι δομικά συστατικά τοῦ ὄργανισμοῦ (ὅπως οἱ πέτρες ἀποτελοῦν τά δομικά συστατικά ἑνὸς πέτρινου σπιτιοῦ). Τά ζῶα καί γενικότερα οἱ ἑτερότροφοι ὄργανισμοὶ τρέφονται ἀπό ἄλλους ὄργανισμούς ἢ προϊόντα ἄλλων ὄργανισμῶν. Μὲ τίς τροφές παίρνουν τίς πλούσιες σέ ἐνέργεια ὀργανικὲς ἐνώσεις. Οἱ ἐνώσεις αὐτές εἶναι συνήθως πολυμερῆ, δηλαδή ἀποτελοῦνται ἀπὸ πολλὲς μικρότερου μεγέθους χημικὲς ἐνώσεις: τό ἄμυλο καί τό γλυκογόνο ἀπὸ ἐξόζες, δηλαδή ὕδατάνθρακες μὲ 6 μόνο ἄτομα ἄνθρακα (τέτοιες εἶναι λ.χ. ἡ γλυκόζη καί ἡ φρουκτόζη), οἱ πρωτεΐνες ἀπὸ τά ἀμινοξέα καί τά νουκλεϊκὰ ὀξέα ἀπὸ τά νουκλεοτιδία. Μὲ τὴν πέψη ὁ ὄργανισμὸς σπάζει τίς πολυμερεῖς ἐνώσεις τῶν τροφῶν στά χημικὰ μόρια πού τίς συνιστοῦν καί ξανασυνθέτει ἀπὸ τά μόρια αὐτά τά δικά του ἰδιαίτερα δο-



Εἰκόνα 17: Σχηματικὴ παράσταση χλωροπλάστη σὲ τομὴ γιὰ νά φαῖνεται τά γκράνα.

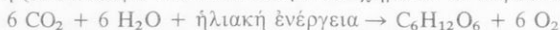


Εικόνα 18: Φωτογραφία χλωροπλάστη, όπως φαίνεται με το ηλεκτρονικό μικροσκόπιο.

μικά συστατικά. Άλλες πάλι ενώσεις τις μετατρέπει ή και τις καίει (τις οξειδώνει). Όλη λοιπόν την ενέργεια που χρειάζεται για την κατασκευή του και τη συντήρησή του ο ετερότροφος οργανισμός την παίρνει από άλλους. Αντίθετα οι πρωταρχικοί παραγωγοί, οι αυτότροφοι οργανισμοί, δηλαδή τα φυτά, φτιάχνουν οι ίδιοι τα συστατικά τους και τις αποθήκες ενέργειάς τους. Αυτοί αποτελούν και την πρωταρχική πηγή τροφής των ετερότροφων άμεσα ή έμμεσα, άμεσα για τα φυτοφάγα και έμμεσα για τα ζωοφάγα ή τα σαπρόφυτα. Η βασική αναβολική λειτουργία των αυτότροφων είναι η **φωτοσύνθεση**: Χρησιμοποιώντας ήλιακή ενέργεια συνθέτουν γλυκόζη ή σάκχαρα με 6 άτομα άνθρακα. Η ήλιακή ενέργεια αποτελεί λοιπόν την πρώτη πηγή ενέργειας για τη ζωή. Άκόμα και έμμεσα άλλωστε τη χρησιμοποιούμε στην καθημερινή μας ζωή: το πετρέλαιο προέρχεται από αποθέσεις οργανισμών που έζησαν εκατομμύρια χρόνια πριν και που αυξήθηκαν με τη φωτοσύνθεση, ή αιολική (άνεμοι) ενέργεια κι ή ενέργεια των ύδατοπτώσεων σε τελική ανάλυση προέρχεται επίσης από την ήλιακή

ένεργεια. Ἡ ἠλιακή ἐνέργεια λοιπὸν εἶναι ἡ πηγή ἐνέργειας γιὰ τὴ συντήρηση, αὐξηση καὶ πολλαπλασιασμὸ τῶν ζωντανῶν ὀργανισμῶν καὶ μετατρέπεται σὲ χημικὴ ἐνέργεια μὲ τὴ φωτοσύνθεση. Ἡ δέσμευση τῆς ἠλιακῆς ἀκτινοβολίας γίνεται ἀπὸ τὶς χλωροφύλλες, πράσινες χρωστικὲς ποὺ βρίσκονται ὅπως εἶπαμε σὲ εἰδικὰ πλαστίδια, τοὺς χλωροπλάστες. Ὑπάρχουν καὶ ἄλλες χρωστικὲς (μπλέ, ροδόχροες κ.ἄ.) ποὺ μποροῦν νὰ φωτοσυνθέτουν σὰν τὶς χλωροφύλλες καὶ ποὺ τὶς συναντᾶμε σὲ διάφορα φύκη (Κυανοφύκη, Ροδοφύκη κ.ἄ.). Τὸ πλαστίδιο εἶναι ὀργανίδιο ποὺ φαίνεται πὼς ἔχει κάποια αὐτονομία (ὅπως καὶ τὰ μιτοχόνδρια καὶ τὰ χρωματοσώματα): μπορεῖ καὶ πολλαπλασιάζεται. Κι αὐτὸ γιὰτὶ περιέχει ἓνα εἶδος νουκλεϊκῶν ὀξέων, περιέχει δηλαδὴ DNA (βλέπε καὶ 1.1 στ). Ὁ χλωροπλάστης ἔχει δύο μεμβράνες μιά ἐξωτερικὴ καὶ μιά ἐσωτερικὴ. Στὸ ἐσωτερικὸ του, μέσα σ' ἓνα ὕγρο (τὸ στρώμα) ὑπάρχει ἓνα πολὺπλοκο σύστημα μεμβρανῶν ποὺ μοιάζει μὲ κλειστοὺς σάκους στοιβαγμένους, ὁ ἓνας πάνω στὸν ἄλλο, σὲ στήλες, ὅπως μιά στήλη μεταλλικῶν κερμάτων. Οἱ στήλες αὐτές, ποὺ ἐπικοινωνοῦν μεταξύ τους, ὀνομάζονται grana (γκράνα) καὶ περιέχουν τὶς χλωροφύλλες (ὑπάρχουν δύο εἰδῶν χλωροφύλλες).

Ὅταν φωτοσυνθέτει τὸ φυτὸ παίρνει ἀπὸ τὴν ἀτμόσφαιρα διοξειδίου τοῦ ἄνθρακα CO₂, καὶ ἀπὸ τὸ ἔδαφος νερὸ H₂O καὶ μὲ αὐτὰ φτιάχνει γλυκόζη C₆H₁₂O₆ (ἓνα σάκχαρο) καὶ ἐλευθερώνει ὀξυγόνο, O₂. Ἐτσι ἡ συνολικὴ ἀντίδραση (ἀποτέλεσμα πολλῶν ἐνδιάμεσων χημικῶν ἀντιδράσεων) εἶναι

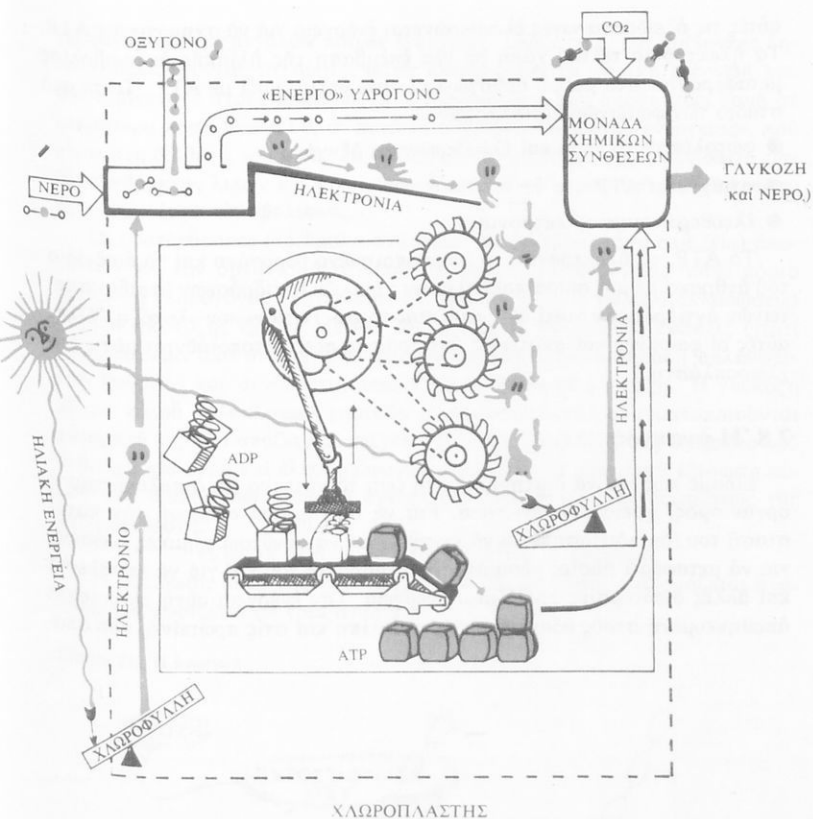


Ἡ φωτοσύνθεση μπορεῖ νὰ χωριστεῖ σὲ δύο στάδια:

- στὸ στάδιο τῶν φωτεινῶν ἀντιδράσεων
- καὶ στὸ στάδιο τῶν σκοτεινῶν ἀντιδράσεων.

Γιὰ νὰ γίνουν οἱ πρῶτες χρειάζεται ἀπαραίτητα φῶς. Μὲ τὶς φωτεινὲς ἀντιδράσεις γίνεται ἡ **φωτόλυση τοῦ νεροῦ**: τὸ νερὸ χωρίζεται στὸ ὀξυγόνο, ποὺ ἐλευθερώνεται στὴν ἀτμόσφαιρα, καὶ στὸ ὕδρογόνο ποὺ ἐνώνεται μὲ τὸ διοξειδίου τοῦ ἄνθρακα γιὰ τὸ σχηματισμὸ τῆς γλυκόζης. Τὸ ὀξυγόνο ποὺ ἐλευθερώνεται προέρχεται ἀπὸ τὸ νερὸ (κι ὄχι ἀπὸ τὸ διοξειδίου τοῦ ἄνθρακα).

Μιά μικρὴ ἰδέα τοῦ ἐξαιρετικὰ πολὺπλοκου μηχανισμοῦ τῆς φωτοσύνθεσης μᾶς δίνει τὸ ἀπλοϊκὸ σχῆμα ποὺ βέβαια δὲν χρειάζεται νὰ ἀπομνημονεύσετε καὶ ποὺ ἐλπίζουμε νὰ τὸ βρεῖτε διασκεδαστικὸ. Ἡ χλωροφύλλη λειτουργεῖ σὰν τραμπάλα. Μόλις ἐπιδράσει τὸ φῶς ἐλευθερώνει ἠλεκτρόνια (εἶναι τὰ μπλέ ἀνθρώπακια ποὺ ἐκτινάσσονται). Αὐτὰ τὰ ἠλεκτρόνια φέρνουν τὴν ἀπαραίτητη ἐνέργεια γιὰ νὰ σπᾶσουν τὰ μόρια τοῦ νεροῦ καὶ νὰ ἐλευθερωθεῖ τὸ ὀξυγόνο. Τὸ ὕδρογόνο τοῦ νεροῦ ὀδηγεῖται πρὸς τὸ μαῦρο ὀρθογώνιο πάνω δεξιά, ὅπου γίνονται πολὺπλοκες χημικὲς ἀντιδράσεις.



ΧΛΩΡΟΠΛΑΣΤΗΣ

Εικόνα 19: Η φωτοσύνθεση.

Μετά τη διάσπαση του νερού, το σχήμα δείχνει τα ηλεκτρόνια να κυλούν, πέφτοντας, πάνω σε τροχούς ωσπου να φτάσουν ένα άλλο μόριο χλωροφύλλης. Η κίνηση που προκαλεί ή πτώση των ηλεκτρονίων μεταδίδεται στους τροχούς και έτσι κινείται ένα πιστόνι που αποθηκεύει ενέργεια μετατρέποντάς το ADP (άνοιχτο άσπρο κουτί με ελατήριο) σε ATP (κλειστό γαλάζιο κουτί με κλεισμένο μέσα του το ελατήριο): Πρόκειται για μετάβαση των ηλεκτρονίων από μία ουσία, ύποδοχέα ηλεκτρονίων σε άλλη τέτοια ουσία (από τροχό σε τροχό) ακριβώς σαν το πήδημα του ηλεκτρονίου από ελατήριο σε ελατήριο που αναφέραμε στις δεξειδοαναγωγές: από

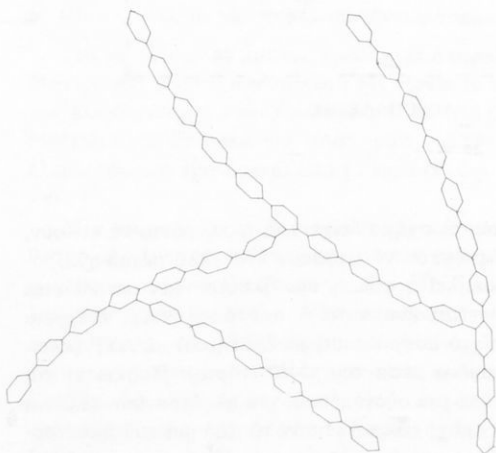
αυτές τις οξειδοαναγωγές ελευθερώνεται ενέργεια για να σχηματισθεί ATP. Τα ηλεκτρόνια τελικά χάρη σε νέα επέμβαση της ηλιακής ακτινοβολίας μεταφέρονται στο μαύρο ορθογώνιο (πάνω δεξιά) μαζί με ATP. Ωστε στο στάδιο των φωτεινών αντιδράσεων

- φωτολύεται το νερό και ελευθερώνεται οξυγόνο
- φτιάχνεται ATP
- ελευθερώνονται ηλεκτρόνια

Τό ATP, τά ηλεκτρόνια, τό ενεργοποιημένο υδρογόνο και τό διοξείδιο του άνθρακα μέ μία σειρά πολύπλοκων χημικών αντιδράσεων (στάδιο σκοτεινών αντιδράσεων γιατί δέ χρειάζεται τό φώς) φτιάχνουν γλυκόζη. "Όλες αυτές οί φωτεινές και σκοτεινές αντιδράσεις πραγματοποιούνται μέσα στό χλωροπλάστη.

2.8 Ή αναπνοή

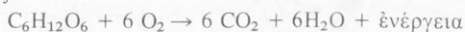
Είδαμε πώς για να διατηρηθεί στή ζωή τό κύτταρο (κι ο πολυκύτταρος οργανισμός) χρειάζεται ενέργεια. Για να διατηρήσει σταθερή τήν κατάσταση του (ομοιόσταση), για να κινηθεί, για να συνθέσει χημικές ενώσεις, για να μεταφέρει ουσίες μέσα από τίς μεμβράνες του και για να επιτελέσει και άλλες διαδικασίες χρειάζεται ενέργεια. Τήν ενέργεια αυτή τή βρίσκει αποθηκευμένη στους υδατάνθρακες, στά λίπη και στις πρωτεΐνες που απο-



Εικόνα 20: Τμήμα μορίου του άμυλου, που αποτελείται από πολλές έξοζες.

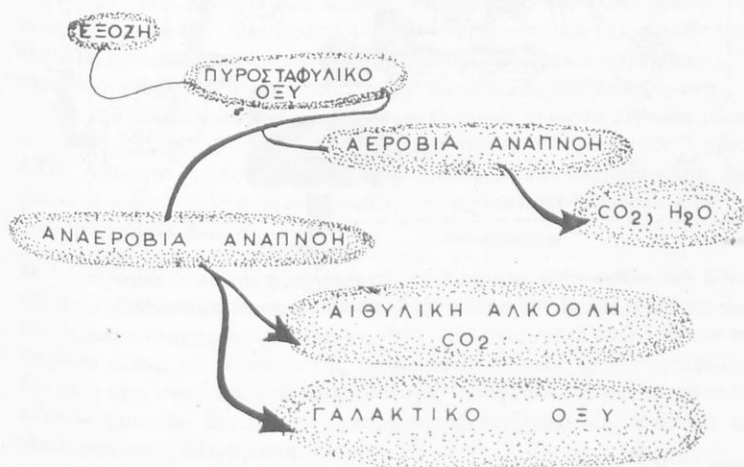
τελούν άποθήκες μεγάλων ποσών ενέργειας. Σπάζοντας, και καίγοντας δηλαδή οξειδώνοντας τις ουσίες αυτές ελευθερώνει τη χημική ενέργεια που άποταμιεύτηκε στους χημικούς τους δεσμούς και την άποθηκεύει ξανά σε μικρότερα ποσά στο ATP, σ' αυτό τό εύχρηστο «νόμισμα ενέργειας», που είναι στη διάθεσή του μόλις τό χρειαστεί. Τό σπάσιμο και ή οξείδωση τών ύδατανθράκων, λιπών και πρωτεϊνών άποτελεί τό μέρος του μεταβολισμού που όνομάζεται **καταβολισμός**.

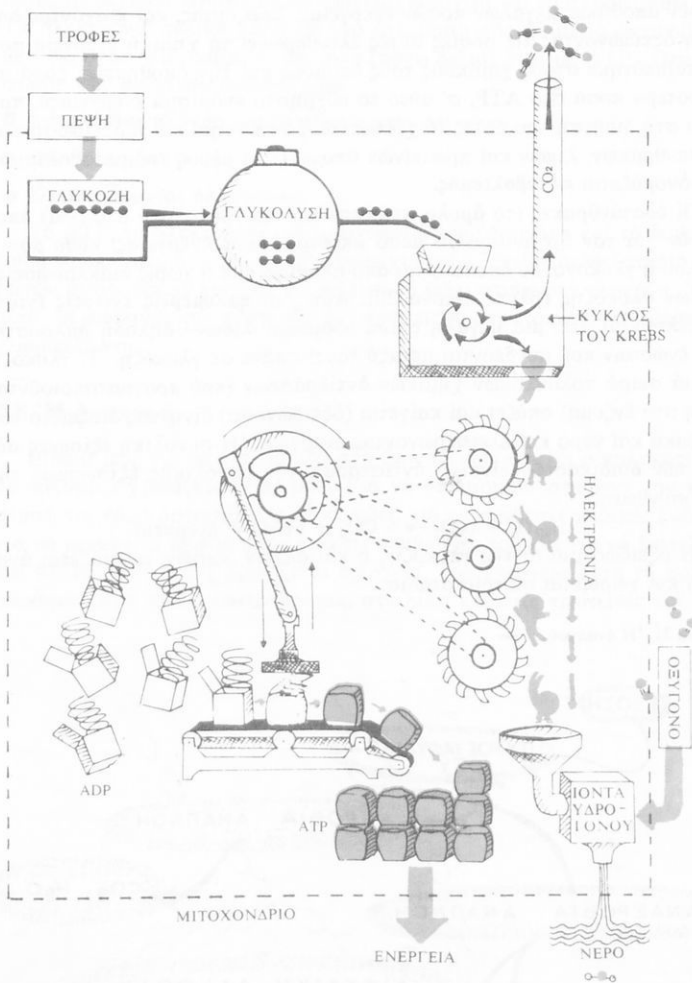
Οί ύδατάνθρακες (τό άμυλο στά φυτά και τό γλυκογόνο στά ζώα) άποτελούν για τόν όργανισμό τό μέσο άποθηκεύσεως ενέργειας: κάθε μόριο άμύλου ή γλυκογόνου άποτελείται άπό άλυσίδες (μέ ή χωρίς διακλαδώσεις) μορίων γλυκόζης (βλέπε εικόνα 20). Αύτες οί **πολυμερείς ένώσεις** (γιατί άποτελούνται άπό μία μεγάλη σειρά «δομικών λίθων», δηλαδή άπλούστερων ένώσεων που συνδέονται μεταξύ τους) σπάνε σε γλυκόζη. Ή γλυκόζη μέ μία σειρά πολύπλοκων χημικών αντιδράσεων (που πραγματοποιούνται χάρη στά ένζυμα) σπάζει και καίγεται (οξειδώνεται) δίνοντας διοξειδίο του άνθρακα και νερό και ελευθερώνοντας ενέργεια. Ή συνολική έξισωση αυτών τών διαδικασιών είναι ή αντίστροφη τής συνολικής έξισώσεως τής φωτοσύνθεσης:



Ή οξείδωση αυτή τής γλυκόζης ή και άλλων ουσιών, όνομάζεται άναπνοή και χωρίζεται σε τρία στάδια:

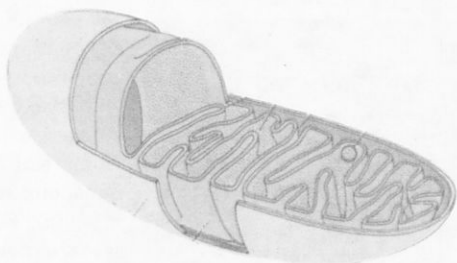
Εικόνα 21: Ή άναπνοή.





Εικόνα 22: Η αναπνοή.

Εικόνα 23: Τό μιτοχόνδριο, σχηματικά, σε τομή.

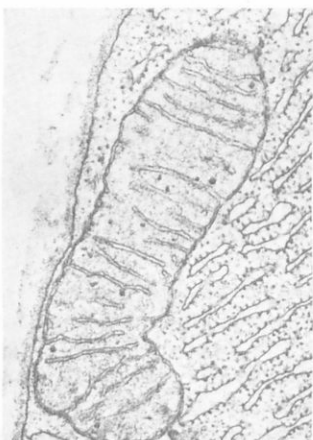


● στό στάδιο της **γλυκόλυσης**. Σ' αυτό, με μία σειρά αντιδράσεων, τό μόριο της γλυκόζης πού έχει 6 άτομα άνθρακα χωρίζεται στό τέλος σέ δύο μόρια **πυροσταφυλικού όξέος** (πού έχει μόνο τρία άτομα άνθρακα). Σ' αυτό τό στάδιο δέ χρησιμοποιείται δευγόνο: πρόκειται γιά τήν **άναερόβια φάση τής άναπνοής**. Ουσίες σάν τήν γλυκόζη, πού διασπώνται κατά τήν άναπνοή, όνομάζονται άναπνευστικά ύποστρώματα. Έκτός άπό τίς έξόζες (σέ σειρά σπουδαιότητας) άλλα άναπνευστικά ύποστρώματα είναι τά λίπη και οί πρωτεΐνες. Τό στάδιο αυτό τής άναπνοής σχηματικά παρουσιάζεται πώς διαδραματίζεται στό μεγάλο σφαιρικό καζάνι τής εικόνας 22.

● Δυό δυνατότητες άνοίγονται μετά τή γλυκόλυση: είτε τό κύτταρο έχει στη διάθεσή του δευγόνο και προχωρεί στην **αερόβια φάση** τής άναπνοής, σπάζοντας τό πυροσταφυλικό όξύ σέ διοξείδιο του άνθρακα και σέ ύδρογόνο (αυτό τό τελευταίο ένώνεται με τό δευγόνο τής άτμόσφαιρας και μάς δίνει νερό), είτε δέν έχει στη διάθεσή του δευγόνο και όλοκληρώνει τήν άναερόβια άναπνοή. Μετατρέπει τότε τό πυροσταφυλικό όξύ σέ **αιθυλική άλκοόλη** (φυτικοί όργανισμοί) ή σέ **γαλακτικό όξύ** (ζωικό όργανισμοί). Ή παραγωγή αιθυλικής άλκοόλης (άπό ζυμομύκητες) όνομάζεται **ζύμωση**.

Μέ τήν όλοκλήρωση τής άναερόβιας άναπνοής (εικόνα 21) κάθε μόριο γλυκόζης σπάζοντας έλευθερώνει ένέργεια γιά νά σχηματιστούν 2 μόρια ATP. Άντίθετα, ή όλοκλήρωση τής άναπνοής, με τήν αερόβια φάση, επιτρέπει ή καύση ενός μορίου γλυκόζης νά σχηματίσει 36 μόρια ATP. Ή διαφορά λοιπόν είναι σημαντική.

● Ή αερόβια άναπνοή χωρίζεται σέ δυό τμήματα: **στόν κύκλο του Krebs** και στην **δέξειδωτική φωσφορυλίωση**. Στόν **κύκλο του Krebs** (βρέθηκε άπό τόν γερμάνο βιοχημικό Hans Krebs, 1900 – ζει στίς μέρες μας) ή **κύκλο του κιτρικού όξέος**, τά προϊόντα τής γλυκόλυσης, δηλαδή τό πυροσταφυλικό όξύ (πού έχει στό μεταξύ μετασχηματιστεί «καίγεται»), σέ μία σειρά πολύπλοκων χημικών αντιδράσεων, παράγοντας διοξείδιο του άνθρακα και έλευθερώνοντας ήλεκτρόνια.



Εικόνα 24: Το μιτοχόνδριο όπως φαίνεται στο ηλεκτρονικό μικροσκόπιο.

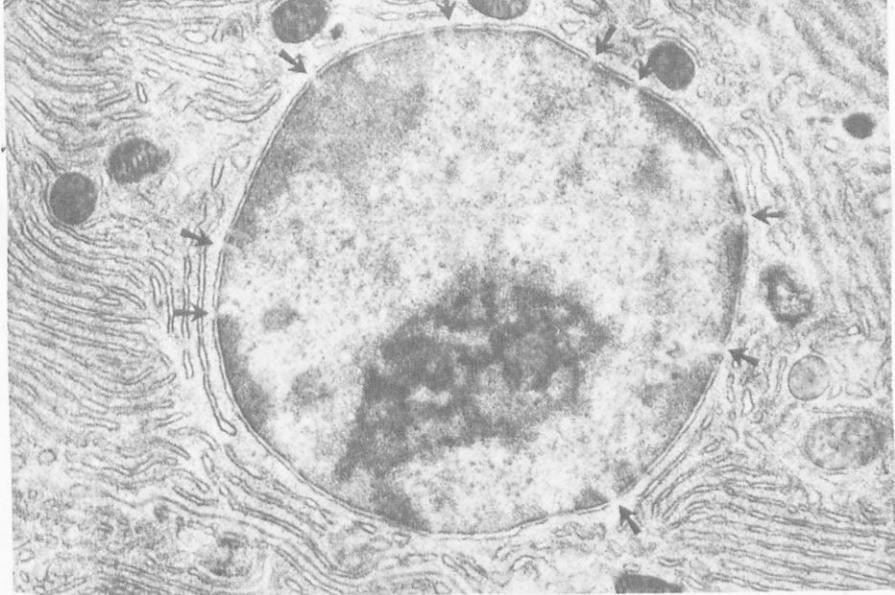
● Την τύχη αυτών των ηλεκτρονίων περιγράψαμε στο κεφάλαιο των οξειδοαναγωγών χρησιμοποιώντας σαν μηχανικό ανάλογο για την άπεικονισή τους τη σφαίρα που πηδά σε μία σειρά ελατήρια. Και η εικόνα 22 μās δείχνει κάτι παρόμοιο: τὰ γαλάζια άνθρωπάκια (ηλεκτρόνια) κινούν τροχούς (αντίστοιχα των ελατηρίων) που βοηθούν νά «πακεταριστῆ» ἡ χημικὴ ἐνέργεια στὸ ATP. Τὰ ηλεκτρόνια καταλήγουν στὸ ὀξυγόνο που χρειάζεται για τὴν ἀναπνοή. Τὰ χερσαῖα σπονδυλωτά παίρνουν τὸ ὀξυγόνο ἀπὸ τὴν ἀτμόσφαιρα καὶ τὸ δεσμεύουν στὴν αἰμοσφαιρίνη των ἐρυθροκυττάρων τοῦ αἵματος, ἀναπνέοντας μὲ τοὺς πνεύμονές τους. Κάθε ἄτομο ὀξυγόνου δέχεται δύο ηλεκτρόνια καὶ ἐνώνεται μὲ δύο ἰόντα ὕδρογόνου γιὰ νά σχηματίσει νερό.

Οἱ χημικὲς ἀντιδράσεις τῆς ὀξειδωτικῆς φωσφορυλίωσης γίνονται στὰ μιτοχόνδρια: αὐτὰ ἀποτελοῦν καὶ τοὺς σταθμούς παραγωγῆς ἐνέργειας, τὰ «ἐργοστάσια παραγωγῆς ἐνέργειας» τοῦ κυττάρου. Ἡ εικόνα 23 δίνει σχηματικὴ παράσταση ἐνὸς μιτοχόνδριου που ἔχει κοπεῖ γιὰ νά μās δείξει τὸ ἐσωτερικὸ του. Ἐχει δύο μεμβράνες. Ἡ ἐσωτερικὴ μεμβρᾶνη του σχηματίζει μιά σειρά ἀπὸ ἀναδιπλώσεις: πάνω σ' αὐτές διαδραματίζεται ἡ ὀξειδωτικὴ φωσφορυλίωση. Ἡ σειρά τῶν χημικῶν οὐσιῶν, που ἀποτελοῦν τοὺς ἀποδέκτες τῶν ηλεκτρονίων – ταχτικὰ τοποθετημένες, σάν μιά συστοιχία (μπαταρία) – βρίσκεται σὲ μικροσκοπικὰ στρογγυλά σωματῖα πάνω στὶς ἐσωτερικὲς ἀναδιπλώσεις τῆς μέσα μεμβράνης.

Μόλις ὁ ὄργανισμὸς χρειαστῆ ἐνέργεια καταφεύγει στὸ ATP: λ.χ. ἡ κίνησή μας (μηχανικὸ ἔργο) ὀφείλεται σὲ συστολές καὶ διαστολές τῶν μυῶν που γίνονται ἐπειδὴ οἱ πρωτεΐνες τους «συστέλλονται καὶ διαστέλλονται» δηλαδὴ ἀλλάζουν μορφή, χάρη σὲ χημικὲς ἀντιδράσεις. Τὴν ἐνέργεια γιὰ νά γίνουν οἱ χημικὲς αὐτὲς ἀντιδράσεις παρέχει τὸ ATP.

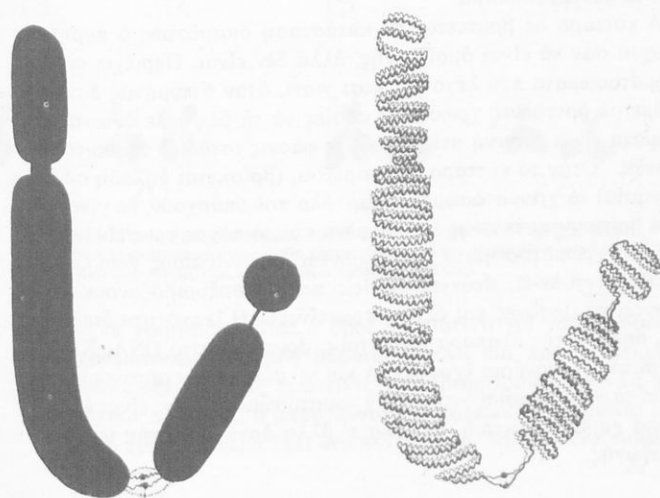
2.9 Ὁ πυρήνας τοῦ κυττάρου καὶ τὰ χρωματοσώματα

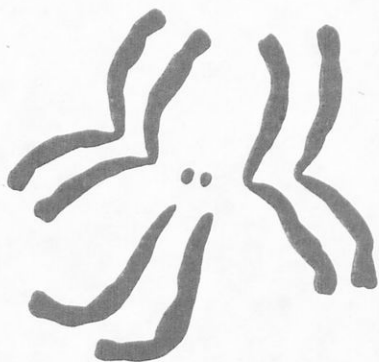
Ὁ πυρήνας εἶναι τὸ πιὸ σημαντικὸ ὄργανίδιο τοῦ κυττάρου. Εἶναι τὸ ὄργανίδιο που ἀποτελεῖ τὸ κέντρο ἀπ' ὅπου φεύγουν οἱ διαταγές γιὰ τὴ



Εικόνα 25: Ο πυρήνας και το γύρω του κυτταρόπλασμα όπως φαίνονται με το ηλεκτρονικό μικροσκόπιο. Τα βέλη δείχνουν τις όπες της πυρηνικής μεμβράνης. Τα μιτοχόνδρια είναι οι σκοτεινές μάζες έξω από τον πυρήνα ενώ η μεγάλη μάζα μέσα στον πυρήνα είναι ο πυρηνίσκος. Φαίνεται στο κυτταρόπλασμα και το ένδοπλασματικό δίκτυο.

Εικόνα 26: Σχηματική παράσταση ενός χρωμοσώματος. Άριστερά όπως φαίνεται όταν βαφεί, δεξιά πώς είναι τυλιγμένο το υλικό του.



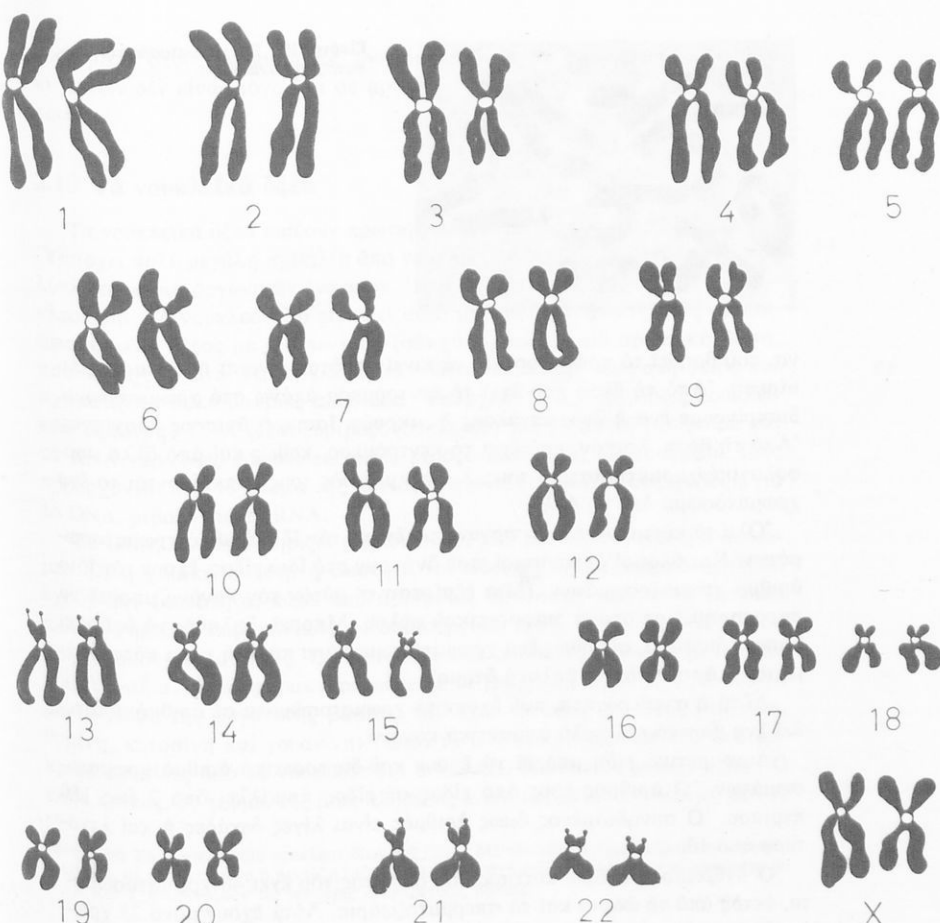


Εικόνα 27: Τα 8 χρωματοσώματα της δροσόφιλας αποτελούν τέσσερα ζευγάρια ομόλογων χρωματοσωμάτων.

λειτουργία του κυττάρου, αποτελεί δηλαδή την κεντρική έξουσία και τό επίτελειο προγραμματισμού του κυττάρου. Τό κύτταρο χωρίς πυρήνα δέν μπορεί νά ζήσει γιά πολύ. Είναι καταδικασμένο νά πεθάνει. Γι' αυτό τά κύτταρα τών έρυθρών αίμοσφαιρίων του αίματος, πού δέν έχουν πυρήνα – άν και προέρχονται από κύτταρα μέ πυρήνα – έχουν ζωή σύντομη και περιορισμένη (120 μέρες).

Ό πυρήνας είναι συνήθως σφαιρικός και περιβάλλεται από τήν πυρηνική μεμβράνη. Ό μεμβράνη αυτή είναι διπλή, όπως φαίνεται στό ήλεκτρονικό μικροσκόπιο, και φέρνει ανοίγματα μέ τά όποια ό πυρήνας επικοινωνεί μέ τό κυτταρόπλασμα.

Όταν τό κύτταρο δέ βρίσκεται σέ κατάσταση διαιρέσεως ό πυρήνας φαίνεται συχνά σάν νά είναι όμοιογενής, αλλά δέν είναι. Περιέχει σωμάτια, τά χρωματοσώματα πού λέγονται έτσι γιατί, όταν ό πυρήνας διαιρείται, μπορούμε μέ όρισμένες χρωστικές ούσιες νά τά βάψουμε έντονα. Τά χρωματοσώματα είναι έμφανή στίς διάφορες φάσεις (στάδια) τής κυτταρικής διαιρέσεως. Όταν τό κύτταρο δέ διαιρείται, (βρίσκεται δηλαδή σέ πυρηνική άκίνησία) τά χρωματοσώματα, παρ' όλο πού υπάρχουν, δέ γίνονται όρατά, γιατί βρίσκονται τελείως ξετυλιγμένα και τό πάχος τους είναι τότε πολύ μικρό. Τά χρωματοσώματα αποτελούνται από ένα είδος νουκλεϊκού όξεος, τό DNA (ντί-έν-εί, deoxyribonucleic acid, δεσοξυριβοζονουκλεϊκό όξύ) και πρωτείνες (ιστόνες και όξινες πρωτείνες). Ό ικανότητα διπλασιασμού τους, δηλαδή τής αναπαραγωγής τους, βρίσκεται στό DNA. Και τά πλαστίδια και τά μιτοχόνδρια έχουν DNA και γι' αυτό έχουν άυτονομία και μπορούν κι αυτά νά διπλασιάζονται. Τά χρωματοσώματα όμως είναι εκείνα πού έχουν πιο χαρακτηριστική, άπ' όλα τ' άλλα όργανίδια, τήν ιδιότητα τής αναπαραγωγής.



Εικόνα 28: Τα 46 χρωματόσωματα του ανθρώπου (μιας γυναίκας) χωρισμένα σε 23 ζευγάρια ομόλογων χρωματισμάτων. Κάθε χρωματόσωμα είναι χωρισμένο κατά μήκος σε δύο χρωματίδες, που ενώνονται στο κεντρόμερο (άσπρος κύκλος).

Συχνά χρησιμοποιείται ο όρος χρωματίνη για να δηλώσει την ουσία των χρωματισμάτων που βάφεται έντονα και που αποτελείται από τα νουκλεϊκά οξέα και τις πρωτεΐνες του χρωματισώματος. Τα χρωματισώματα έχουν σχήμα Λ, ή μαστουνοειδούς, ή σφαιρικού (όταν είναι μικρά).

Κάθε χρωματόσωμα έχει ένα **κεντρόμερο**, δηλαδή ένα τμήμα ειδικευμέ-



Εικόνα 29: Τά χρωματοσώματα ενός φυτού, του *Trillium*.

νο, πού βοηθεῖ τὸ χρωματοσώμα νά κινεῖται, ὅταν γίνεται ἡ κυτταρική διαίρεση. Ἀπὸ τὴ θέση πού ἔχει τὸ κεντρόμερο ἀπάνω στό χρωματοσώμα, διακρίνουμε ἓνα ἢ δύο, μεγάλους ἢ μικροὺς, ἴσους ἢ ἄνισους βραχίονες. Ἀπὸ τὴ θέση, λοιπόν, πού ἔχει τὸ κεντρόμερο, καθὼς καὶ ἀπὸ ἄλλα μορφολογικά χαρακτηριστικά τους, λ.χ. τὸ μέγεθός τους, διακρίνονται τὸ ἓνα χρωματοσώμα ἀπὸ τὸ ἄλλο.

Ὅλα τὰ κύτταρα σέ ἓναν ὄργανισμό ἔχουν τὸν ἴδιο ἀριθμὸ χρωματοσωμάτων. Καὶ ὅλοι οἱ ὄργανισμοί, πού ἀνήκουν στό ἴδιο εἶδος, ἔχουν τὸν ἴδιο ἀριθμὸ χρωματοσωμάτων. (Μιά ἐξαίρεση σ' αὐτὸν τὸν κανόνα μπορεῖ νά παρατηρηθεῖ σέ ἄτομα διαφορετικοῦ φύλου. Μπορεῖ, δηλαδή, νά ὑπάρχει κάποια διαφορὰ, συνήθως ἓνα χρωματοσώμα πάρα πάνω ἢ πάρα κάτω ἀνάμεσα σέ ἀρσενικό καὶ θηλυκό ἄτομο).

Αὐτὴ ἡ σταθερότητα, πού ἔχουν τὰ χρωματοσώματα σέ ἀριθμὸ, ἀποτελεῖ ἓνα βασικό καὶ πολὺ σημαντικό κανόνα.

Διαφορετικά εἶδη μπορεῖ νά ἔχουν καὶ διαφορετικό ἀριθμὸ χρωματοσωμάτων. Ὁ ἀριθμὸς τους ἀπὸ εἶδος σέ εἶδος ποικίλλει ἀπὸ 2 ἕως 150 περίπου. Ὁ συνηθισμένος ὁμως ἀριθμὸς εἶναι λίγες δεκάδες ἢ καὶ λιγότερο ἀπὸ 10.

Ὁ ἄνθρωπος σέ κάθε κύτταρο τοῦ σώματός του ἔχει 46 χρωματοσώματα, ἐκτός ἀπὸ τὰ ὠάρια καὶ τὰ σπερματοζῶάρια. Αὐτὰ ἔχουν μόνο 23 χρωματοσώματα.

Ἄν ἐξετάσουμε προσεκτικά τὰ χρωματοσώματα σέ ἓνα κύτταρο, θά δοῦμε ὅτι μποροῦμε νά τὰ ταξινομήσουμε σέ ζευγάρια. Τὰ χρωματοσώματα, πού ἀνήκουν στό ἴδιο ζευγάρι, εἶναι ὅμοια ἀναμεταξύ τους καὶ ὀνομάζονται **ὁμόλογα χρωματοσώματα**.

Τὰ χρωματοσώματα πού ἀνήκουν σέ ξεχωριστὰ ζευγάρια μπορεῖ καὶ νά διαφέρουν. Ὁ ἄνθρωπος ἔχει, ὅπως εἶπαμε, 46 χρωματοσώματα σέ κάθε κύτταρό του, πού κάνουν 23 διαφορετικά ζευγάρια. Τὸ καλαμπόκι ἔχει 20 χρωματοσώματα σέ κάθε κύτταρό του, δηλαδή 10 ζευγάρια. Στὸν ἴδιο ὄρ-

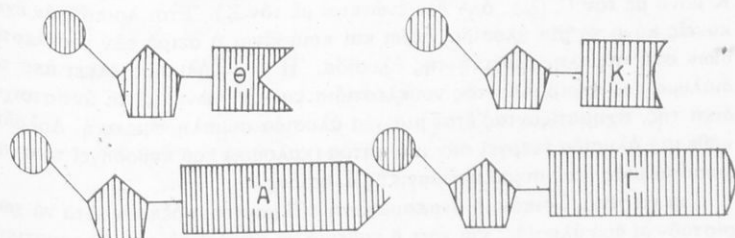
γανισμό ή στους οργανισμούς του ίδιου είδους, τά χρωματοσώματα των κυττάρων δεν είναι μόνο ίσα σε αριθμό, αλλά είναι και δμοια άναμεταξύ τους.

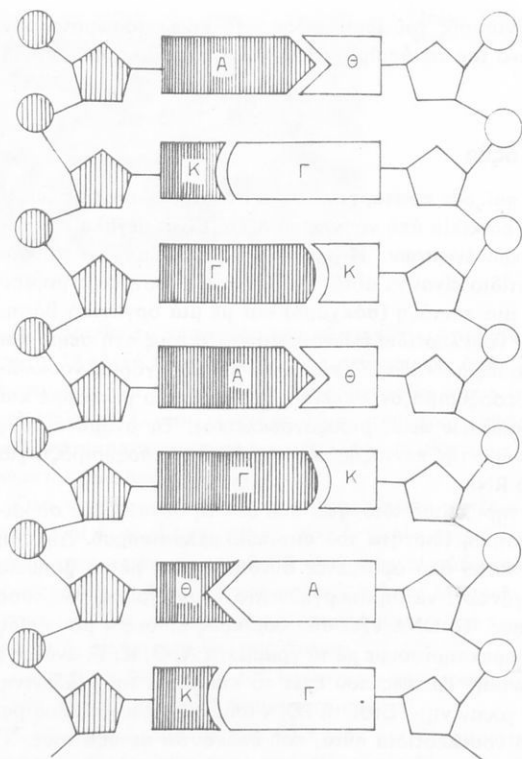
2.10 Τά νουκλεϊκά όξεά

Τά νουκλεϊκά όξεά παίζουν πρωταρχικό ρόλο στό φαινόμενο τής ζωής. Υπάρχει πολύ μεγάλη ποικιλία από νουκλεϊκά όξεά. Είναι μεγάλα και πολύπλοκα μόρια όργανικών ενώσεων. Η βασική τους μονάδα είναι τό νουκλεοτίδιο. Τό νουκλεοτίδιο είναι κι αυτό μία σύνθετη ένωση ενός μορίου φωσφορικού όξεος μέ μία πεντόξη (σάκχαρο) και μέ μία όργανική βάση, πού περιέχει άζωτο. Τά νουκλεοτίδια ένώνονται μεταξύ τους στή σειρά και σχηματίζουν πολύ μακριές άλυσίδες. Υπάρχουν δύο κατηγορίες νουκλεϊκών όξεων: τό DNA (δесоξυριβοζονουκλεϊκό) για τό όποιο μιλήσαμε και τό RNA (άρ-έν-εί, ribonucleic acid, ριβοζονουκλεϊκό). Τά όνόματά τους προέρχονται από τό όνομα τής πεντόξης πού περιέχουν: δεσοξυριβόξη για τό DNA, ριβόξη για τό RNA.

Τά DNA, τά χαρακτηρίζει μία ιδιότητα, πού δεν τή συναντούμε σε καμία άλλη χημική ένωση: **ή ιδιότητα του άυτοπολλαπλασιασμού**. Δηλαδή έχουν τήν ικανότητα, κάτω από όρισμένες συνθήκες, και μέ τή βοήθεια άλλων χημικών παραγόντων, νά δημιουργούν πιστά αντίγραφα του τόσο πολύπλοκου μορίου τους. Τό DNA έχει σαν δομικούς λίθους 4 μόνο είδη νουκλεοτίδια. Άς τά χαρακτηρίσουμε μέ τά γράμματα Α, Θ, Κ, Γ, άνάλογα μέ τό είδος τής όργανικής βάσεως πού έχει τό κάθε ένα τους (άδενίνη, θυμίνη, κυτοσίνη και γουανίνη). Έτσι τά DNA άπαρτίζονται από δύο μακριές άλυσίδες από τά νουκλεοτίδια αυτά, πού ένώνονται μεταξύ τους. Ό κάθε κρίκος, άς πούμε, τής μιάς άλυσίδας ένώνεται μέ ειδικό δέσιμο μέ τόν

Εικόνα 30: Τά τέσσερα είδη νουκλεοτιδίων του DNA. Μέ τόν κύκλο συμβολίζεται τό φωσφορικό όξύ, μέ τό πεντάγωνο ή πεντόξη (σάκχαρο) και τά σχήματα πού φέρουν τά γράμματα Θ, Α, Κ και Γ συμβολίζουν τες τέσσερις διαφορετικές βάσεις.





Εικόνα 31: Ἡ διπλή ἄλυσίδα τοῦ DNA. Παρατηρεῖστε πὼς ἡ βάση A μπορεῖ νά ταιριάξει μόνο μέ τή Θ (καί ἀντίστροφα ἡ Θ μόνο μέ τήν A). Ἐπίσης ἡ K ταιριάζει μόνο μέ τή Γ.

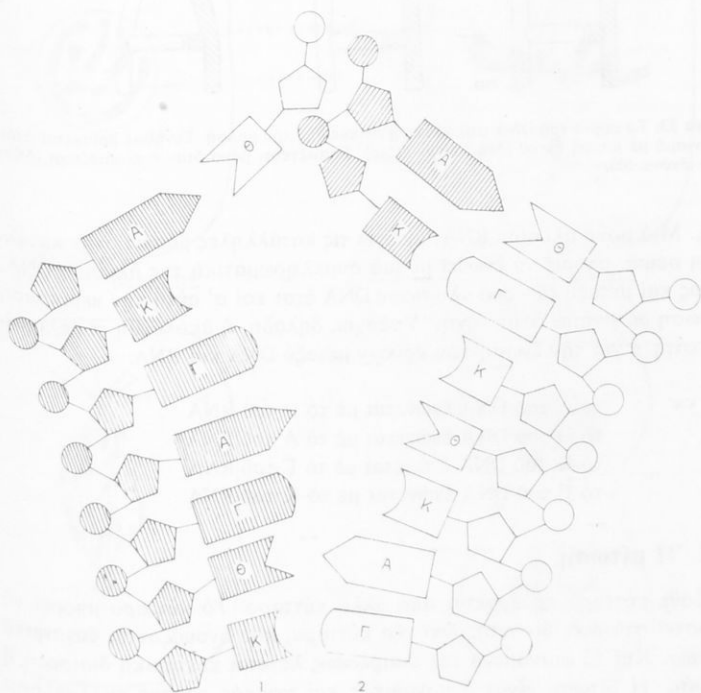
κρίκο τῆς ἄλλης ἄλυσίδας. Ἄλλά δὲν ἐνώνεται στήν τύχη ὁποιοσδήποτε κρίκος τῆς μιᾶς ἄλυσίδας μέ ὁποιοδήποτε κρίκο τῆς ἄλλης ἄλυσίδας. Ὁ κρίκος A (νουκλεοτίδιο) ἐνώνεται μόνο μέ τόν κρίκο Θ (νουκλεοτίδιο). Ὁ K μόνο μέ τόν Γ, (λ.χ. ὁ A δὲν ἐνώνεται μέ τόν K). Ἔτσι λοιπόν, ἂν ἔχει κανεῖς μόνο τή μιᾶ ἄλυσίδα, ξέρει καί ποιᾶ εἶναι ἡ σειρά τῶν νουκλεοτιδίων στή συμπληρωματική τῆς ἄλυσίδα. Ἡ μονή ἄλυσίδα ἔλκει ἀπό τό διάλυμα τοῦ περιβάλλοντος νουκλεοτίδια καί τά ἐνώνει μέ τά ἀντίστοιχα δικά τῆς, σχηματίζοντας ἔτσι μιᾶ νέα ἄλυσίδα συμπληρωματική. Δηλαδή κάθε μιᾶ ἄλυσίδα ἐνεργεῖ σάν μιᾶ μήτρα (καλούπι) πού καθοδηγεῖ τό σχηματισμό μιᾶς νέας συμπληρωματικῆς ἄλυσίδας.

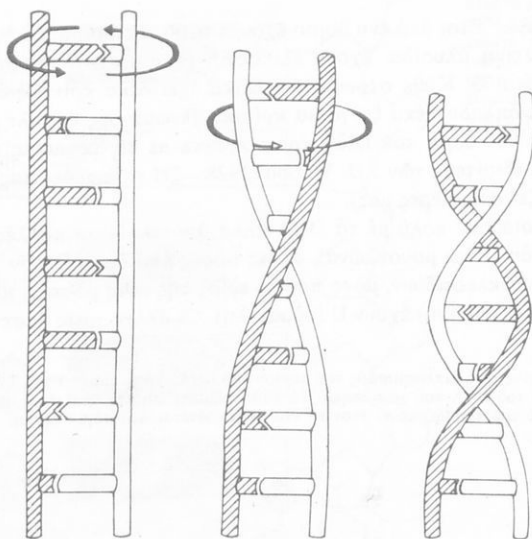
Γιά νά γίνει, λοιπόν, ἡ ἀναπαραγωγή τοῦ μορίου, πρέπει πρῶτα νά χωριστοῦν οἱ δυό ἄλυσίδες καί τότε ἡ καθεμίᾳ θά φτιάξει τή συμπληρωματική

της, όπως είπαμε. Έτσι από ένα μόριο έχουμε τώρα δύο μόρια. Οι ενωμένες άλυσίδες, δίκλωνη άλυσίδα, έχουν έλικοειδή (σπειροειδή) μορφή, όπως δείχνει ή εικόνα 33. Κάθε στροφή του έλικα έχει δέκα κρίκους από την κάθε άλυσίδα, δηλαδή δέκα ζευγάρια κρίκους (ένωμένους συμπληρωματικούς κρίκους). Η δομή του DNA κατανοήθηκε με τις έργασίες πολλών έρευνητών και ιδιαίτερα των J.D. Watson (1928 - ζει στις μέρες μας) και F. Crick (1916 - ζει στις μέρες μας).

Τά RNA μοιάζουν πολύ με τά DNA αλλά άποτελούνται πολλές φορές από μία άλυσίδα (είναι μονόκλωνα), άλλες φορές από δύο. Έχουν κι αυτά τέσσερα είδη νουκλεοτιδίων, μόνο πού τό είδος της μιås βάσεως τους διαφέρει, άντι για Θ (θυμίνη) έχουν U (ούρακίλη). Οι άλλες τρεις βάσεις είναι

Εικόνα 32: Πώς γίνεται ό διπλασιασμός του μορίου του DNA. Τά τμήματα 1 και 2 άποτελούν την άλυσίδα του DNA πού χωρίστηκε. Τό κάθε κομμάτι παίρνει από τό περιβάλλον τά νουκλεοτίδια πού του ταιριάζουν κι έτσι τό ένα μόριο γίνεται δύο μόρια όμοια.





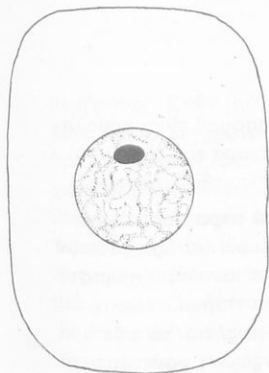
Εικόνα 33: Τό μόριο του DNA στο χώρο: ή έλικοειδής του μορφή. Συνήθως βρίσκεται στον οργανισμό με μορφή έλικα (όπως είναι δεξιά). Ξετυλίγεται μόνο όταν διπλασιάζεται (όπως στην εικόνα 32).

ίδιες. Μία μονή άλυσίδα RNA, αν έχει τις κατάλληλες βάσεις στην κατάλληλη σειρά, μπορεί να ένωθεί με μία συμπληρωματική της άλυσίδα DNA. Όπως και μεταξύ των δυο άλυσιδων DNA έτσι και σ' αυτή την περίπτωση ή ένωση δέ γίνεται στην τύχη. Υπάρχει, δηλαδή, ή ακόλουθη συμπληρωματικότητα για την ένωση των κρίκων μεταξύ DNA και RNA:

τό Α του DNA ένώνεται με τό U του RNA
 τό Θ του DNA ένώνεται με τό Α του RNA
 τό Κ του DNA ένώνεται με τό Γ του RNA
 τό Γ του DNA ένώνεται με τό Κ του RNA

2.11 'Η μίτωση

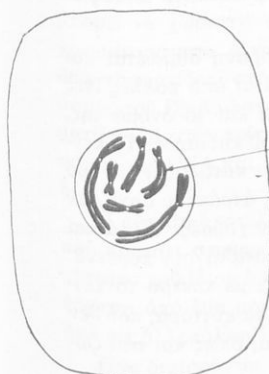
Κάθε κύτταρο προέρχεται από άλλο κύτταρο. Τό κύτταρο μπορεί να χωριστεί στά δυό, δίνοντάς δυό νέα κύτταρα, που ονομάζονται **θυγατρικά κύτταρα**. Καί τό φαινόμενο της διαιρέσεως λέγεται κυτταρική διαίρεση ή **μίτωση**. 'Η μίτωση είναι ό μοναδικός καί γενικός τρόπος πολλαπλασι-



ΕΝΔΙΑΜΕΣΗ ΦΑΣΗ



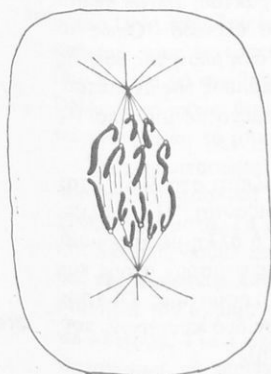
ΑΡΧΗ ΠΡΟΦΑΣΕΩΣ



ΤΕΛΟΣ ΠΡΟΦΑΣΕΩΣ



ΜΕΤΑΦΑΣΗ



ΑΝΑΦΑΣΗ



ΤΕΛΟΦΑΣΗ

Εικόνα 34: Η μίτωση.

ασμού των κυττάρων. Κάθε άλλος τρόπος πολλαπλασιασμού είναι παθολογικός και γίνεται σε παθολογικά κύτταρα (λ.χ. στά κύτταρα του καρκίνου).

Η μίτωση χωρίζεται σε στάδια: στίς τέσσερις φάσεις της μίτωσης.

● Στην πρώτη φάση ή **πρόφαση**, τό κεντρόσωμα, ένα στρογγυλό όργανίδιο, πού βρίσκεται, όπως είπαμε, μόνο στά ζωικά κύτταρα και έξω από τόν πυρήνα τους, διαιρείται στά δύο. Τά δύο αυτά τμήματα κινούνται χωριστά και πάνε νά καταλάβουν τίς δύο αντίθετες άκρες τού κυττάρου.

Στά φυτικά κύτταρα δέν υπάρχει κεντρόσωμα, όμως και τά κύτταρα αυτά μπορούν νά διαιρούνται. Ένώ ή πρόφαση προχωρεί, χάνεται σιγά σιγά ή όμοιομέρεια τού πυρήνα και εμφανίζονται τά χρωματοσώματα, μακριά και λεπτά. Κάθε χρωματοσώμα είναι ήδη χωρισμένο κατά μήκος σε δύο χρωματίδες, πού ενώνονται στό κεντρόμερο.

● Στη δεύτερη φάση ή **μετάφαση**, ή πυρηνική μεμβράνη διαλύεται και σχηματίζεται ή άτρακτος. Η άτρακτος, πού αποτελείται από πολλές ίνες και έχει σχήμα άδραχτιού (άπό τό όποιο και παίρνει και τό όνομά της, άτρακτος = άδράχτι) πιάνει μεγάλο μέρος στό χώρο τού κυττάρου. Τό κεντρόσωμα, πού έχει στό μεταξύ χωριστεί στά δύο, έχει καταλάβει τίς δύο άκρες τής άτράκτου, τούς δύο πόλους της. Οί ίνες τής άτράκτου αρχίζουν άπό τό ένα κεντρόσωμα και καταλήγουν στό άλλο, σάν χορδές. Άλλά και πολλές ίνες ξεκινούν άπό τά κεντροσώματα χωρίς νά καταλήγουν πουθενά. Σκορπίζουν μέσα στό κυτταρόπλασμα, σχηματίζοντας, μέ κέντρο τό κεντρόσωμα, δύο άστερία: τούς δύο άστερές. Και στά φυτικά κύτταρα, πού δέν έχουν κεντρόσωμα, ή άτρακτος σχηματίζεται κανονικά, όπως και στά ζωικά.

Τά χρωματοσώματα, στη δεύτερη φάση, φαίνονται πió παχιά, διακρίνονται πió έντονα και τοποθετούνται στη μέση τής άτράκτου, άπάνω σε μία επίπεδη νοητή επιφάνεια πού όνομάζεται ίσημερινό επίπεδο. Όπως τό ίσημερινό επίπεδο τής γής, βρίσκεται κι αυτό κάθετο στη μέση τής νοητής γραμμής, (στόν άξονα νά πούμε) πού ενώνει τούς δύο πόλους τής άτράκτου. Τό κεντρόμερο τού κάθε χρωματοσώματος είναι ενωμένο μέ μία άπό τίς ίνες τής άτράκτου.

● Στη τρίτη φάση ή **ανάφαση** κάθε κεντρόμερο χωρίζεται στά δύο. Έτσι οί δύο χρωματίδες τού κάθε χρωματοσώματος άποχωρίζονται. Η μία έλκεται άπό μία ίνα τής άτράκτου πρós τόν ένα πόλο και ή άλλη μέ παρόμοιο τρόπο πρós τόν άλλο πόλο. Έτσι, όταν οί χρωματίδες φτάσουν στους πόλους, κάθε πόλος θά έχει τόν ίδιο αριθμό και τίς ίδιες χρωματίδες. Οί χρωματίδες είναι τώρα τά καινούργια χρωματοσώματα τών δύο κυττάρων, πού θά προκύψουν άπό τή μίτωση (τήν κυτταρική διαίρεση).

● Στην τελευταία φάση, τήν **τελόφαση**, σχηματίζονται δύο πυρηνικές

μεμβράνες. Κάθε μιά περικλείει τὰ χρωματοσώματα πού βρίσκονται στόν κάθε πόλο. Συγχρόνως τὰ χρωματοσώματα ἀρχίζουν νά γίνονται λιγότερο ὁρατά, ὥσπου ξεφεύγουν ἐντελῶς ἀπό τήν παρατήρησή μας. Τό κύτταρο χωρίζεται στά δύο καί οἱ ἴνες τῆς ἀτράκτου σβήνουν. Ἐχομε τώρα δύο θυγατρικά κύτταρα, ἀπό ἕνα πού εἴχαμε πρὶν. Τά δύο αὐτά θυγατρικά κύτταρα, ἔχουν τόν ἴδιο ἀριθμό καί τὸ ἴδιο εἶδος χρωματοσώματα, ὅπως εἶχε τὸ μητρικό ἀπὸ τὸ ὁποῖο προῆρθαν, ἀφοῦ ἔχουν πάρει τὸ καθένα τους ἀπὸ μιά χρωματίδα ἀπὸ τὸ κάθε ἀρχικό χρωματόσωμα.

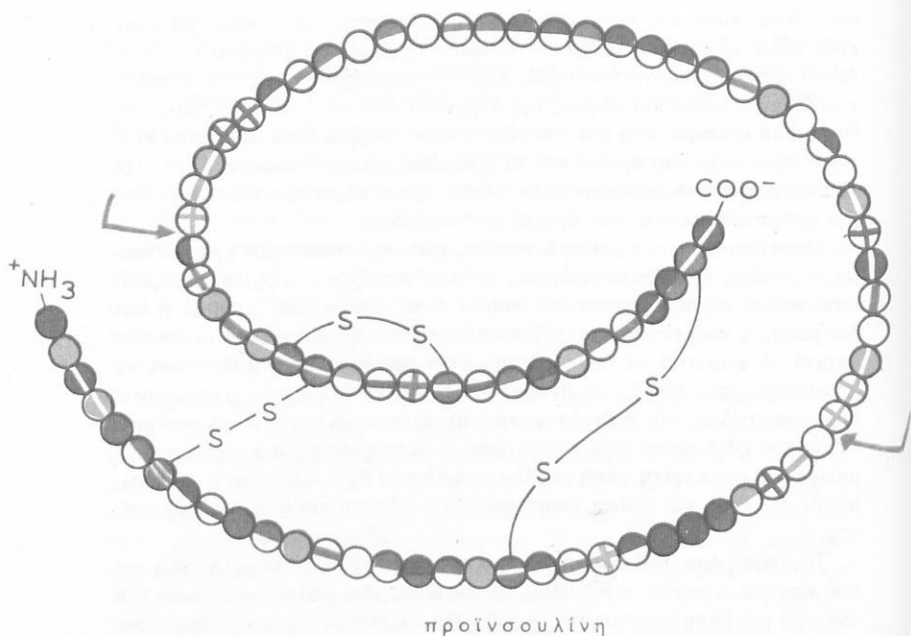
Στὸ στάδιο τῆς πυρηνικῆς ἀκινήσιος πού ἀκολουθεῖ, κάθε χρωματόσωμα, πού τώρα πιά δέν εἶναι ὁρατό, πολλαπλασιάζεται. Δηλαδή χωρίζεται κατὰ μήκος σέ δύο χρωματίδες, γιὰ νά εἶναι ἔτοιμο ὅταν ἀρχίσει ἡ νέα διαίρεση, ἡ ἐπόμενη μίτωση. Ἔτσι τὸ στάδιο τῆς πυρηνικῆς ἀκινήσιος μπορεῖ νά χωριστεῖ σέ τρεῖς φάσεις: στὴν **πρώτη φάση (τῆ G₁)** ὅπου τὰ χρωματοσώματα δέν ἔχουν ἀκόμα διπλασιαστεῖ, δέν ἔχουν σχηματιστεῖ δύο χρωματίδες, στὴ **δεύτερη φάση (τὴν S)** ὅπου συντελεῖται ὁ διπλασιασμός τοῦ DNA, ὥστε κάθε χρωματόσωμα νά σχηματίσει μιά δεύτερη χρωματίδα καί στὴν **τρίτη φάση (τῆ G₂)** στὴν ὁποία ἔχει τελειώσει ὁ διπλασιασμός τοῦ DNA καί κάθε χρωματόσωμα ἀποτελεῖται πιά ἀπὸ δύο χρωματίδες.

Ἡ μίτωση ἀποτελεῖ ἕνα μηχανισμό πού συντελεῖται μέ μεγάλη τάξη καί πού κρατᾷ σταθερὸ τὸν ἀριθμὸ καί τὸ εἶδος τῶν χρωματοσωμάτων στά κύτταρα τοῦ ἴδιου ὄργανισμοῦ: Ἀφοῦ κάθε πολυκύτταρος ὄργανισμός προέρχεται ἀπὸ ἕνα μόνο ἀρχικό κύτταρο, ὅλα του τὰ κύτταρα προέρχονται ἀπὸ τὶς ἀλλεπάλληλες διαιρέσεις αὐτοῦ τοῦ ἀρχικοῦ κυττάρου.

Πῶς διαιροῦνται τὰ χρωματοσώματα κατὰ μήκος σέ χρωματίδες;

Τὰ χρωματοσώματα, πού ἀποτελοῦνται ἀπὸ πρωτεΐνες καί DNA, διπλασιάζονται μέ τὸν ἴδιο μηχανισμό, πού διπλασιάζεται τὸ DNA. Ὅπως τὸ μόριο DNA ἔχει δύο ἐνωμένες ἄλυσίδες οἱ ὁποῖες ἀποχωρίζονται καί πού ἡ καθεμιά τους ἐπιτρέπει τὴ σύνθεση μιᾶς συμπληρωματικῆς ἄλυσίδας, τὸ ἴδιο πρέπει νά συμβαίνει καί μέ τὰ χρωματοσώματα, πού ἀποτελοῦνται ἀπὸ DNA. Μποροῦμε, δηλαδή νά θεωρήσουμε ὅτι ὅλο τὸ μήκος ἑνὸς χρωματοσώματος εἶναι τὸ μήκος ἑνὸς μορίου DNA, πού διπλασιάζεται.

Τὰ χρωματοσώματα παίζουν θεμελιακὸ ρόλο στὴ ζωὴ τοῦ κυττάρου. Ὁ πυρῆνας οὐσιαστικά δέν εἶναι τίποτε ἄλλο ἀπὸ ἕνα σακούλι πού περιέχει χρωματοσώματα. Τὰ χρωματοσώματα εἶναι τὰ ἐνεργὰ στοιχεῖα τοῦ πυρῆνα, καί ὅπως θὰ δοῦμε παρακάτω στά χρωματοσώματα **βρίσκονται καί οἱ μονάδες τῆς κληρονομικότητας**. Ἡ μίτωση μέ τὴν ἀκρίβεια τοῦ μηχανισμοῦ τῆς διατηρεῖ τὸν ἀριθμὸ καί τὸ εἶδος τῶν κληρονομικῶν μονάδων ἀπὸ κύτταρο σέ κύτταρο. Γιατί ἔχει μεγάλη σημασία γιὰ νά ζήσει κάθε κύτταρο τοῦ ὄργανισμοῦ νά περιέχει ὅλες τὶς κληρονομικὲς αὐτὲς μονάδες.



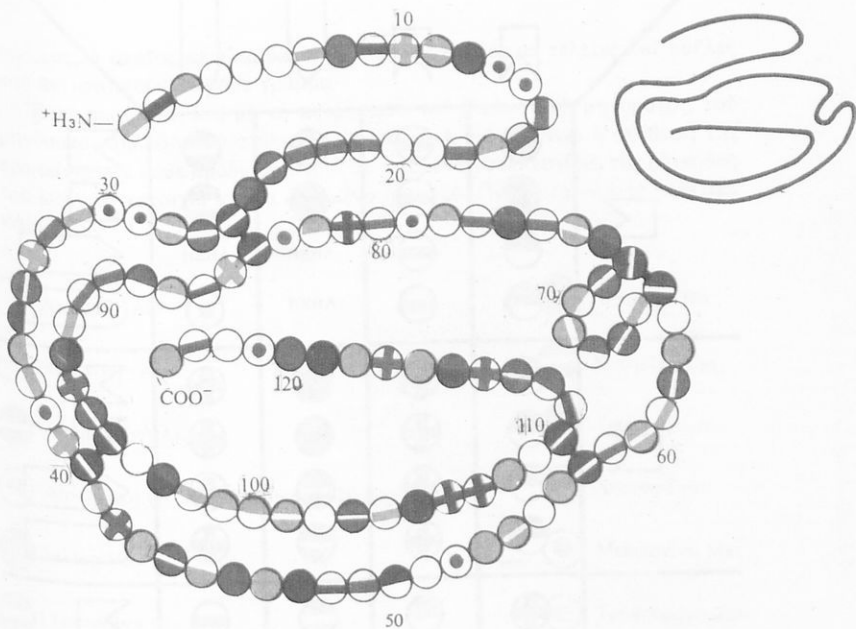
Εικόνα 35: Το μόριο μίας πρωτεΐνης (της προϊνσουλίνης του χοίρου) που αποτελείται από μία αλυσίδα αμινοξέων. Κάθε είδος αμινοξυ συμβολίζεται με κύκλο διαφορετικού χρώματος. Με χημικούς δεσμούς μέρη της αλυσίδας ενώνονται μεταξύ τους. Αν το μόριο αυτό κοπεί στα σημεία που υπάρχουν τά βέλη, τό μεταξύ τους τμήμα είναι ή ίνσουλίνη.

2.12 'Η σύνθεση τών πρωτεϊνών

Οί πρωτεΐνες μέ τό ρόλο που παίζουν στό φαινόμενο τής ζωής αποτελούν πολύ σημαντικές χημικές ενώσεις: είναι άπ' τή μιά μεριά δομικά υλικά του κυττάρου και από τήν άλλη σάν ένζυμα έλέγχουν τή διεξαγωγή τών χημικών αντιδράσεων.

Κάθε πρωτεΐνη χαρακτηρίζεται από τόν αριθμό τών αμινοξέων που τήν αποτελούν, από τό είδος τους και από τή σειρά διαδοχής (άλληλουχία) μέ τήν όποία έχουν ένωθει. Τά αμινοξέα όποιασδήποτε πρωτεΐνης ένωμένα τό ένα μέ τό άλλο μέ ένα ειδικό είδος δεσμών σχηματίζουν μία μακριά αλυσίδα που μπορεί μετά νά κουλουριάζεται και νά παίρνει διάφορες μορφές.

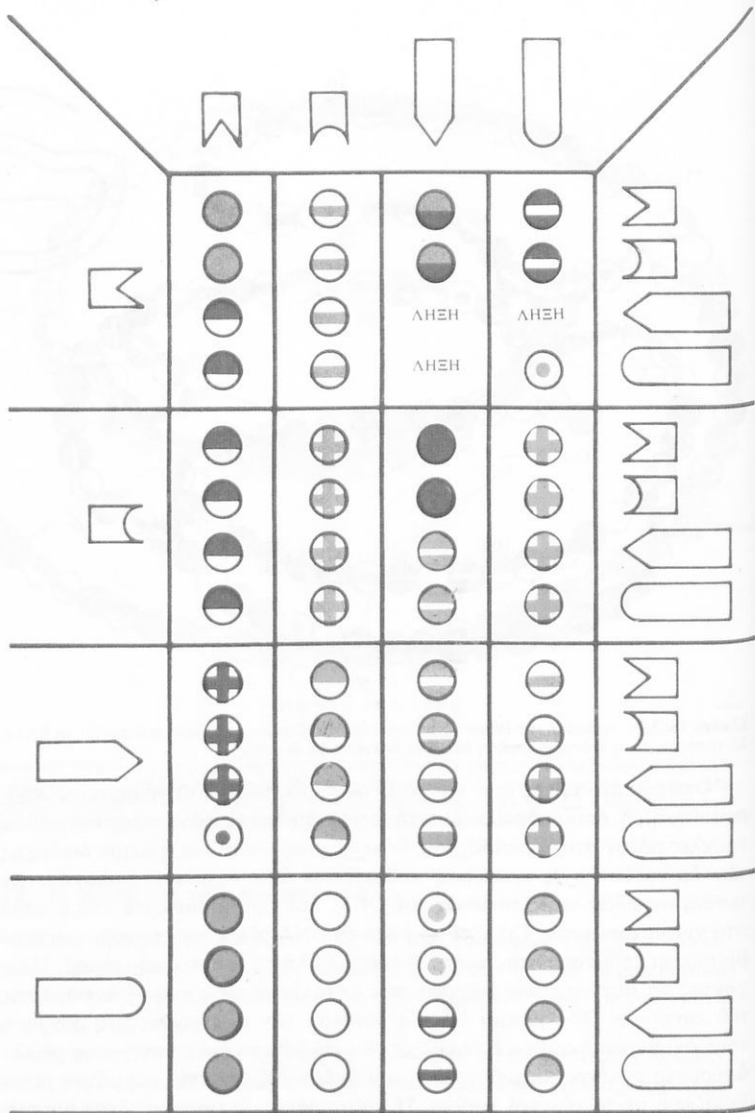
Είναι γνωστό πώς υπάρχουν 20 ειδών διαφορετικά αμινοξέα. Κάθε πρωτεΐνη λοιπόν παρουσιάζει μία «γραμμική» διαφοροποίηση.



Εικόνα 36: Μία πρωτεΐνη, το ένζυμο ριβονουκλέαση του χοίρου (ένζυμο που σπάζει το RNA). Σε τέσσερα μέρη ή αναδιπλωμένη αλυσίδα ενώνεται με δεσμούς.

Όπως οι πρωτεΐνες έτσι και το DNA παρουσιάζει μία γραμμική διαφοροποίηση, ή οποία οφείλεται στη σειρά διαδοχής των τεσσάρων ειδών νουκλεοτιδίων στις αλυσίδες του. Σήμερα γνωρίζουμε ότι ή σειρά διαδοχής των αμινοξέων στις πρωτεΐνες καθορίζεται από ή σειρά διαδοχής των τεσσάρων ειδών νουκλεοτιδίων του DNA, που βρίσκεται κατά κύριο λόγο στα χρωματοσώματα. Γι' αυτό τό λόγο τό DNA των χρωματοσωμάτων (που βρίσκεται επομένως στον πυρήνα) έλέγχει όλη ή ζωή του κυττάρου: έλέγχοντας ή σύνθεση των ενζύμων που καταλύουν τίς χημικές αντιδράσεις του κυττάρου. Πώς γίνεται όμως ή σύνθεση των πρωτεϊνών; Στη σύνθεσή τους συμβαίνει ακριβώς ό,τι και με ή μεταβίβαση ενός μηνύματος με τό σύρματο τηλέγραφο: μία φράση, μία ομάδα λέξεων και γραμμάτων μεταβιβάζεται με τελείες και παύλες. Σε κάθε γράμμα αντίστοιχεί ένας όρισμένος συνδυασμός με τελείες και παύλες. Η μεταβίβαση ενός μηνύματος γίνεται άφου μεταφραστεί ή φράση που είναι γραμμένη με γράμματα, σε φράση γραμμένη με τελείες και παύλες.

Γιά τήν πραγματοποίηση αυτής τής μεταφράσεως χρησιμοποιείται ένας




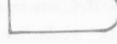


Εικόνα 37: 'Ο γενετικός κώδικας. Κάθε τριάδα βάσεων αντιστοιχεί σ' ένα άμινοξύ. Η πρώτη βάση κάθε τριάδας δείχνεται στην κάθετη γραμμή άριστερά, η δεύτερη στην οριζόντια γραμμή πάνω κι η τρίτη στην κάθετη γραμμή δεξιά. Τρεις τριάδες δέν αντιστοιχούν σέ άμινοξύ, αλλά ύποδεικνύουν τή λήξη του μηνύματος.

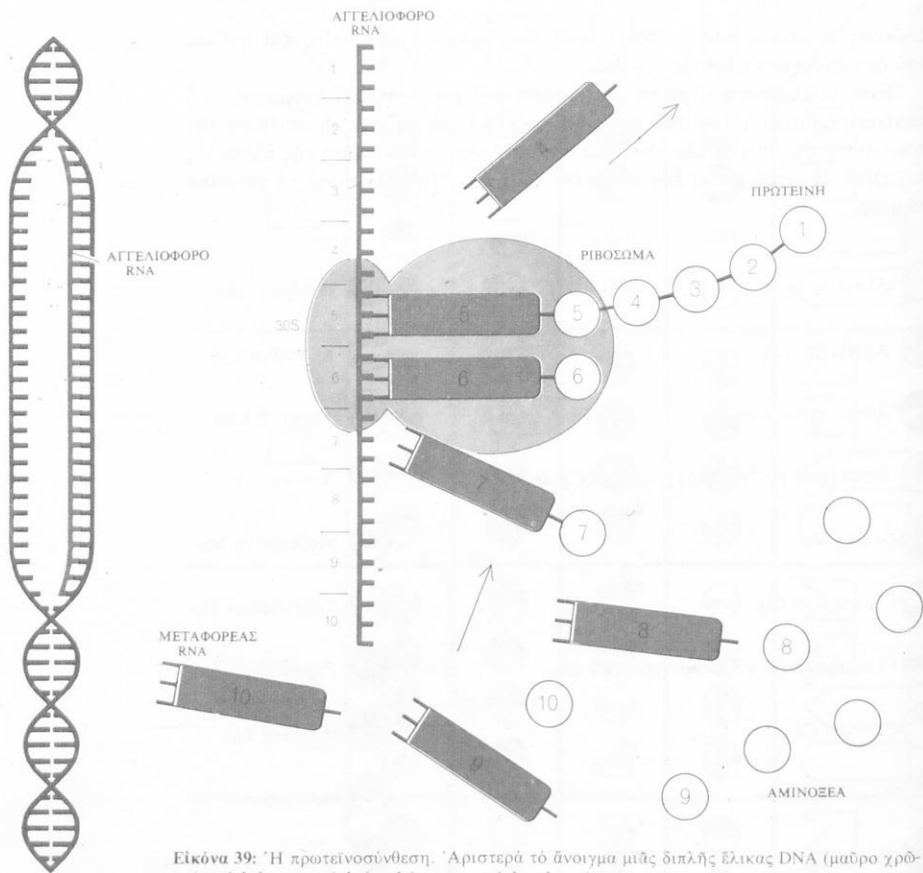
κώδικας, ο οποίος περιλαμβάνει τούς συνδυασμούς με τελείες και παύλες που αντιστοιχούν σε κάθε γράμμα.

Έτσι συμβαίνει και με τη μετάφραση του βιολογικού μηνύματος, του μηνύματος δηλαδή που στέλνεται απ' τό DNA για νά γίνει ή σύνθεση της πρωτεΐνης: σε κάθε ομάδα από τρία συνεχόμενα νουκλεοτίδια της αλυσίδας του DNA αντιστοιχεί κι ένα όρισμένο άμινοξύ. Πρόκειται για τό **γενετικό κώδικα**.

 Άλανίνη Ala	 Ίστιδίνη His
 Άργινίνη Arg	 Κυστεΐνη Cys
 Άσπαραγίνη Asp	 Λευκίνη Leu
 Άσπαρτικό (= Άσπαραγινικό) όξύ Asp	 Λυσίνη Lys
 Βαλίνη Val	 Μεθειονίνη Met
 Γλουταμίνη Gln	 Τρυπτοφάνη Trp
 Γλουταμικό (= Γλουταμινικό) όξύ Glu	 Τυροσίνη Tyr
 Γλυκίνη Gly	 Προλίνη Pro
 Θρεονίνη Thr	 Σερίνη Ser
 Ίσολευκίνη Ile	 Φαινυλαλανίνη Phe

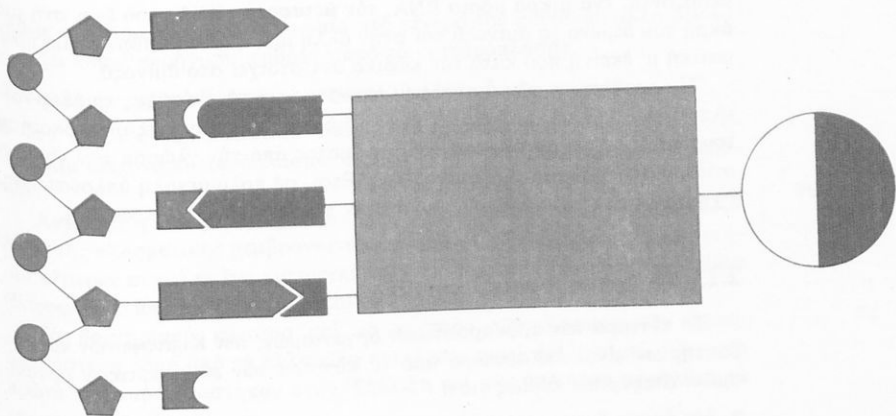
	Ούρακίλη (ή Θυμίνη)
	Κυτοσίνη
	Άδερίνη
	Γουανίνη

Εικόνα 38: Τά σύμβολα που χρησιμοποιούμε στις εικόνες 30 - 32, 35 - 37 και 39 - 40 για τά διάφορα άμινοξέα και τίς βάσεις.



Εικόνα 39: Η πρωτεϊνσύνθεση. Αριστερά το άνοιγμα μιάς διπλής έλικας DNA (μαύρο χρώμα) και η αντίγραφη ενός κλώνου της σε άγγελιοφόρο RNA (κόκκινο). Το άγγελιοφόρο RNA πηγαίνει στο κυτταρόπλασμα πάνω σε ριβοσώματα (στή μέση πάνω σ' ένα ριβόσωμα) όπου και οι μεταφορέας RNA έρχονται να τοποθετηθούν άπέναντι στις συμπληρωματικές βάσεις τους μεταφέροντας και το άμινοξύ (άριθμός 6 στην εικόνα μας). Έκει ό προηγούμενος μεταφορέας RNA θα κόλλησει στο άμινοξύ 6 και μιά σειρά άμινοξέα: τό 5 που έφερε άρχικά και τά 4, 3, 2, 1 που του κόλλησε ό μεταφορέας 4 (που μόλις έλευθερώθηκε και φεύγει). Η εικόνα 40 δείχνει σε λεπτομέρεια πώς ό μεταφορέας 6 τοποθετείται άπέναντι στην συμπληρωματική τριάδα των βάσεων του άγγελιοφόρου RNA.

Υπάρχουν όμως τεσσάρων ειδών διαφορετικά είδη νουκλεοτιδίων που παίζουν τό ρόλο γραμμάτων στον κώδικα και είκοσι διαφορετικά είδη άμινοξέων. Σε κάθε τριάδα συνεχόμενων νουκλεοτιδίων είπαμε πώς αντίστοιχει ένα άμινοξύ. Οί δυνατοί όμως συνδυασμοί των 4 νουκλεοτιδίων ανά 3



Εικόνα 40: Πώς ο μεταφορέας τοποθετείται απέναντι στη συμπληρωματική τριάδα βάσεων του άγγελιοφόρου RNA.

είναι 4^3 δηλαδή οι δυνατές διαφορετικές τριάδες νουκλεοτιδίων είναι 64. Υπάρχουν λοιπόν αμινοξέα που στο καθένα τους αντιστοιχούν περισσότερες από μία τριάδες νουκλεοτιδίων. (Σχήμα 37).

Η σύνθεση των πρωτεϊνών γίνεται στο κυτταρόπλασμα, πάνω στα ριβοσώματα του ενδοπλασματικού δικτύου. Το DNA των χρωματοσωμάτων όμως βρίσκεται μέσα στον πυρήνα του κυττάρου, κι αυτό το DNA αποτελεί τη μήτρα, το κωδικοποιημένο μήνυμα που πρέπει να μεταφραστεί σε πρωτεΐνη. Πώς μεταφέρεται το μήνυμα από τον πυρήνα στο κυτταρόπλασμα όπου γίνεται η σύνθεση των πρωτεϊνών; Σήμερα γνωρίζουμε πώς το μήνυμα μεταγράφεται (ένα είδος αντίγραφης) σε ένα ειδικό RNA. Ένα τμήμα, δηλαδή, μιας από τις δυο αλυσίδες του DNA ξεχωρίζει και συνθέτει ένα πρόσκαιρο τμήμα του, μία συμπληρωματική του αλυσίδα, όχι όμως από DNA αλλά από RNA. Ξέρουμε πώς αυτό είναι δυνατό γιατί είδαμε προηγούμενα πώς οι βάσεις του DNA και του RNA είναι συμπληρωματικές. Ο σχηματισμός αυτός αποτελείται, φυσικά, από μία αλυσίδα DNA και μία RNA. Στη συνέχεια η αλυσίδα του RNA χωρίζεται και ανεξαρτητοποιείται. Αυτό το RNA, που ονομάζεται **άγγελιοφόρο** (αφού κουβαλά το μήνυμα που αντίγραφε) φεύγει από τον πυρήνα και κολλά στα ριβοσώματα του ενδοπλασματικού δικτύου. Κάθε αμινοξύ τοποθετείται απέναντι απ' τις τριάδες νουκλεοτιδίων του άγγελιοφόρου RNA που του αντιστοιχούν στο γενετικό κώδικα. Αυτή η τοποθέτηση των αμινοξέων πραγματοποιείται με ένα πολύπλοκο μηχανισμό: Κάθε αμινοξύ μεταφέρεται στο άγγελιοφόρο RNA με ένα

μεσάζοντα, ένα μικρό μόριο RNA, τον μεταφορέα RNA, που έχει στη μία άκρη του δεμένο το αμινοξύ και στην άλλη μία τριάδα βάσεων συμπληρωματική μ' εκείνη που κατά τον κώδικα αντιστοιχεί στο αμινοξύ.

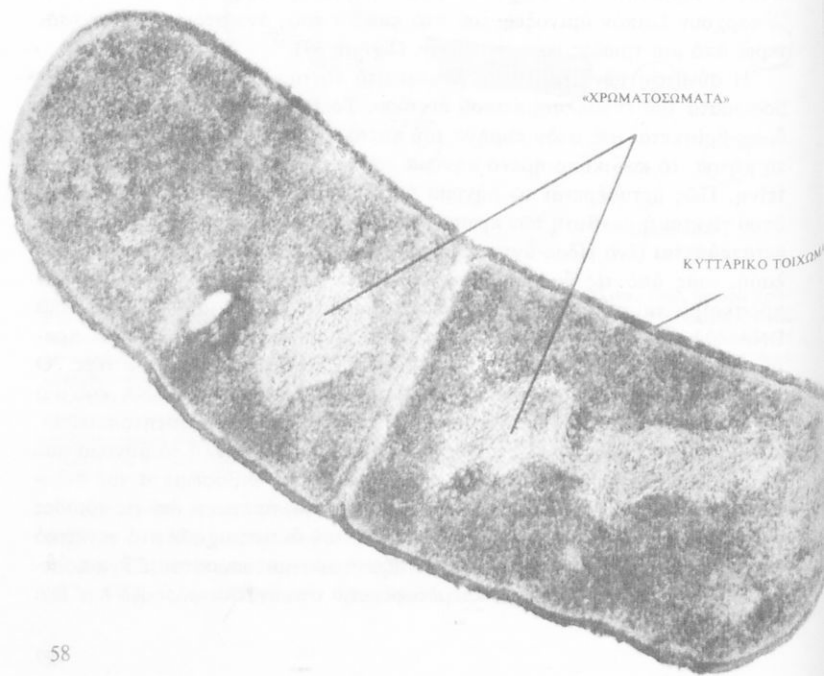
Η τοποθέτηση των αμινοξέων απέναντι στις αντίστοιχες τριάδες νουκλεοτιδίων και σε συνέχεια ή ένωση μεταξύ τους και ανεξαρτητοποίησή τους αποτελεί **τή μετάφραση** του μηνύματος από την γλώσσα των νουκλεοτιδίων στη γλώσσα των αμινοξέων. Έτσι, σε πολύ μεγάλη απλούστευση, σχηματίζεται η αλυσίδα των αμινοξέων που αποτελεί την πρωτεΐνη.

2.13 Τό προκαρυωτικό κύτταρο

Τά κύτταρα των προκαρυωτικών οργανισμών, των Κυανοφυκών και των βακτηρίων είναι απλούστερα από τά κύτταρα των ευκαρυωτικών οργανισμών. Διαφέρουν κυρίως γιατί

- δέν έχουν διαφοροποιημένο κυτταρικό πυρήνα. Τό DNA βρίσκεται συ-

Εικόνα 41: Ένα βακτήριο όπως φαίνεται με τό ηλεκτρονικό μικροσκόπιο. Έδω τό βακτήριο συμπληρώνει τό χωρίσμο του σε δύο βακτήρια.



νήθως σ' ένα μεγάλο κυκλικό μόριο στο κέντρο του κυττάρου αλλά δεν το χωρίζει καμιά πυρηνική μεμβράνη από το κυτταρόπλασμα.

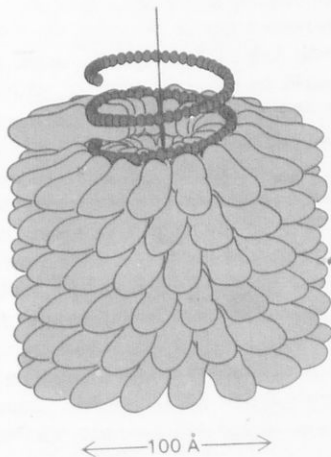
- δέν έχουν μιτοχόνδρια ή πλαστίδια.
- δέν έχουν ένδοπλασματικό δίκτυο. Τά ριβοσώματά τους βρίσκονται σκόρπια μέσ στο κυτταρόπλασμα, όπου γίνεται κι ή σύνθεση τών πρωτεϊνών.

Αντίθετα ή δομή τής εξωτερικής τους μεμβράνης είναι όμοια μέ τή δομή τής πλασματικής μεμβράνης τών εϋκαρυωτικών κυττάρων. Τά βακτήρια φέρνουν συχνά κι ένα κυτταρικό τοίχωμα ή κάψα από πολυσακχαρίδια (ένώσεις πού αποτελούνται από πολλά ένωμένα σάκχαρα).

Τό βακτηριακό κύτταρο και τό κύτταρο τών Κυανοφυκών έχουν απλούστερη δομή από τά άλλα είδη κυττάρων, γιατί φαίνεται πώς είναι τά πρώτα πού παρουσιάστηκαν στήν Έξέλιξη και πώς από αυτά προήλθαν τά εϋκαρυωτικά κύτταρα.

2.14 Οί ιοί

Οί ιοί δέν είναι κύτταρα αλλά όργανισμοί πολύ μικρότεροι ακόμα και από τά βακτήρια. Φαίνονται μόνο μέ τό ηλεκτρονικό μικροσκόπιο. Οί διαστάσεις τους κυμαίνονται από 200 ως 3000 Å. Αποτελούνται από ένα πρωτεϊνικό κάλυμμα και ένα είδος νουκλεϊκό όξυ, όχι πάντα DNA αλλά και



Εικόνα 42: Ο ίός τής μωσαϊκώσης του καπνού σέ σχηματική παράσταση. Μέ κόκκινο τό RNA (αυτός ό ίός δέν έχει DNA αλλά RNA) και μέ γαλάζιο τό πρωτεϊνικό του κάλυμμα.

RNA. Δέγ μπορούν άπό μόνοι τους νά έχουν όλες τις λειτουργίες τών ζωντανών όντων: είναι άναγκαστικά παράσιτα ζώων, φυτών, μυκήτων άκόμα και βακτηρίων (τότε όνομάζονται βακτηριοφάγοι ή άπλά φάγοι). Οί ίοί είσχωρούν στά κύτταρα, και μάλιστα μόνο τό νουκλεϊκό τους όξύ, πού χρησιμοποιεί τό μηχανισμό τοϋ κυττάρου για νά πολλαπλασιαστεί ό ίός. Καταργεί δηλαδή μερικά ή και όλικά τόν έλεγχο πού άσκει στό κύτταρο ό πυρήνας του (ή τό DNA του) και κατευθύνει όλη τή χημική μηχανή τοϋ κυττάρου για όφελός του. Τότε ό ίός είναι μολυσματικός και πολλαπλασιάζεται σκοτώνοντας τό κύτταρο. Μπορεί όμως για μεγάλο διάστημα νά συνυπάρχει στό κύτταρο χωρίς νά τό βλάπτει ιδιαίτερα.

Οί ίοί θεωροϋνται ότι προέρχονται άρχικά άπό πολυπλοκότερους όργανισμούς πού άπλοποιήθηκαν άπό τήν παρασιτική ζωή πού κάνουν.

3. ΑΝΑΠΑΡΑΓΩΓΗ

3.1 Τά πειράματα του Παστέρ

Είδαμε πώς οι οργανισμοί αναπαράγονται δημιουργώντας μοιούς τους και πώς τα κύτταρα με μίτωση παράγουν τό καθένα τους δυό νέα κύτταρα. Ἡ ἀναπαραγωγή εἶναι μιά χαρακτηριστική ιδιότητα τῶν ζωντανῶν ὄντων (καί μάλιστα μέ τήν παρατήρηση τῆς παραγράφου 1.1.στ). **Ἡ ζωή προέρχεται μόνο ἀπό ζωή.**

Ἀντίθετα ὁ Ἀριστοτέλης ὑποστήριζε τήν αὐτόματη γέννηση. Μέ «αὐτόματη» ὁ Ἀριστοτέλης ἤθελε νά πεί πώς ἡ ἀνόργανη ὕλη μπορεῖ ἀπό μόνη της νά ὀργανωθεῖ σέ ζωντανή: Κατά τήν ἀποσύνθεση τῆς ὀργανικῆς οὐσίας τοῦ ἐδάφους, ἡ μέσῃ στή λάσπη μποροῦν νά γεννηθοῦν ἀπό μόνοι τους ὀργανισμοί (μύγες, ποντίκια κ.ἄ.) κι ὄχι μόνο μέ τή φυλετική ἀναπαραγωγή. Οἱ ἀπόψεις αὐτές τοῦ Ἀριστοτέλη διατηρήθηκαν ὄλο τό Μεσαίωνα ἀφοῦ σ' ὄλα τά ἐπιστημονικά θέματα οἱ γνῶμες τοῦ Ἀριστοτέλη ἀποτελοῦσαν τότε τή μόνη ἀδιαμφισβήτηση ἀλήθεια. Στή Φυσική πρῶτος ὁ Γαλιλαῖος ἀμφισβήτησε τίς ἀπόψεις τοῦ Ἀριστοτέλη. Στή Βιολογία, πάλι δυό Ἰταλοί τό 17ο καί 18ο αἶώνα μέ πειράματα ἀπόδειξαν πώς ὁ Ἀριστοτέλης εἶχε ἄδικο γιά τήν αὐτόματη γέννηση: ὁ Ρέντι (F. Redi 1626-1698) κι ὁ Σπαλλαντσάνι (L. Spallanzani 1729-1799). "Ἄν κι ἀπό τότε ἔγινε γενικά παραδεκτό πώς οἱ ἀνώτεροι ὀργανισμοί προέρχονται μόνο ἀπό μοιούς τους, ἀπό ἄλλους ἀνώτερους ὀργανισμούς, εἰδικά γιά τούς μικροοργανισμούς, γιά τά μικρόβια, μέχρι καί τόν περασμένο αἶώνα πιστεῦταν ἡ δυνατότητα παραγωγῆς τους καί μέ αὐτόματη γέννηση. Ὁ Παστέρ (Louis Pasteur 1822-1895), γάλλος χημικός, ἀπόδειξε πειστικά ὅτι καί σ' αὐτούς ἰσχύει ὁ κανόνας «ἡ ζωή προέρχεται μόνο ἀπό ζωή».



Εικόνα 43: Τά πειράματα του Redi. "Αν αφήσουμε άνοιχτά (πάνω σειρά) τέσσερα μπουκάλια που περιέχουν κρέας, ψάρια, ψόφια σκουλήκια, μετά από μερικές μέρες θα «γεννηθούν» μύγες. Αυτές οι μύγες προέρχονται από αυγά που πάνω στα κρέατα κτλ. έναπόθησαν άλλες μύγες. Γιατί αν κλείσουμε με τούλι τά στόμια των μπουκαλιών, (κάτω σειρά) δέ θα «γεννηθούν» μύγες από αυτά τά ύλικά.

Ο Παστέρ γνώριζε ότι ο ατμοσφαιρικός αέρας είναι γεμάτος μικρόβια και σπόρια μυκήτων. Γι' αυτό και όταν μένει ζωμός κρέατος εκθετός στον αέρα θολώνει μετά από λίγο χρόνο: μολύνεται απ' τά μικρόβια, που πολλαπλασιάζονται και προκαλούν και τό θόλωμα. Οί όπαδοί της αυτόματης γένεσης ύποστήριζαν ότι τά μικρόβια γεννιούνται μόνα τους από τό ζωμό του κρέατος. Βράζοντας τό ζωμό σε κλειστό δοχείο μπορεί κανείς να τόν άποστειρώσει: δέν παρουσιάζεται τότε θόλωμα, αν ό ζωμός μένει στο κλειστό δοχείο, ακόμα και πολύ χρόνο. Οί όπαδοί όμως της αυτόματης γένεσης ύποστήριζαν πώς στην περίπτωση αυτή ό αέρας αλλοιώνεται με τό βρασμό και πώς ό αλλοιωμένος αυτός αέρας δέν επιτρέπει την παρα-

γωγή μικροβίων. Για ν' αποδείξει πώς αυτό δέν είναι ὀρθό ὁ Παστέρ ἔκανε τά περίφημα πειράματά του.

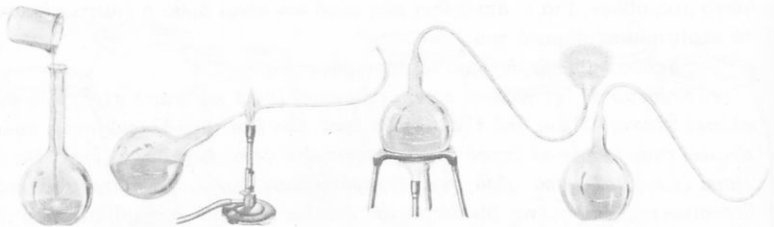
Ἄς ἀκούσουμε πώς ὁ ἴδιος τά περιγράφει:

«Τοποθετῶ σ' ἓνα γυάλινο δοχεῖο μέ μακρῦ λαιμό καί κάτω στρογγυλό σά φλασκί [εἰκόνα 45] ἓνα ἀπό τ' ἀκόλουθα ὑγρά, πού ὅλα τους ἀλλοιώνονται πολῦ εὐκόλα, ὅταν ἔρθουν σέ ἐπαφή μέ τό συνηθισμένο ἀέρα: ἐκχύλισμα ζύμης, ἐκχύλισμα ζύμης μέ ζάχαρη, οὖρα, χυμό ζαχαρότευτων, ἐκχύλισμα πιπεριάς. Μετά, θερμαίνοντας, ἐπιμηκύνω τόν λαιμό τοῦ δοχείου [καί τόν λογίζω] ἔτσι πού νά τοῦ φτιάξω διάφορες καμπύλες [χωρίς νά τόν κλείσω]. Μετά βράζω τό ὑγρό γιά μερικά λεπτά τῆς ὥρας ὥσπου νά βγαίνει ἐλεύθερα ὁ ἀτμός του ἀπό τό στενό ἀνοιγμα στήν ἄκρη τοῦ λαιμοῦ τοῦ δοχείου, καί δέν παίρνω καμιάν ἄλλη προφύλαξη. Μετά ἀφῆνω τό δοχεῖο νά κρῶσει. Εἶναι ἀξιοσημείωτο καί σίγουρα προκαλεῖ ἐκπλήξη σέ καθένα πού ξέρει τήν εἰσθησιὰ πού ἔχουν τά πειράματα τά σχετικά μέ τή λεγόμενη «αὐτόματη γένεση», ὅτι τό ὑγρό σ' ἓνα τέτοιο δοχεῖο παραμένει ἐπ' ἀόριστον ἀναλοίωτο...

...Θά περίμενε κανένας πώς ὁ συνηθισμένος ἀέρας μπαίνοντας μέ ὀρμή στά πρώτα λεπτά [τῆς ψύξης], θά εἰσχωροῦσε [στό δοχεῖο] ἐνῶ θά ἦταν ἐντελῶς

Εἰκόνα 44: Ὁ Louis Pasteur στό ἐργαστήριό του.





Εικόνα 45: Τό πείραμα του Pasteur . Πρώτα ρίχνεται στό γυάλινο φλασκί θρεπτικό υπόστρωμα, μετά επιμηκύνεται ό λαιμός του φλασκιού καί κάμπτεται, τέλος βράζεται τό περιεχόμενό του.

άναποστείρωτος. Αυτό άληθεύει, ό άέρας όμως συναντά ένα ύγρό, πού ή θερμοκρασία του βρίσκεται ακόμα κοντά στό σημείο του βρασμού [πού σκοτώνει τά μικρόβια]. Μετά ό άέρας μπαίνει άργότερα, κι όταν τό ύγρό ψυχθεί άρκετά έτσι πού νά μήν καταστρέφει τή ζωτικότητα τους [νά μήν τά σκοτώνει], ή είσοδός του άέρα είναι άρκετά άργή ώστε νά αφήνει στίς ύγρές καμπύλες του λαιμού όλες τίς σκόνες [τά μικρόβια] τίς ίκανές νά δράσουν [νά άναπτυχθούν] στό έκχυλί-σματα...

...“Αν μετά από άρκετούς μήνες παραμονής του δοχείου στόν κλίβανο έπωάσεως του άφαιρέσουμε τό λαιμό σπάζοντάς τον, χωρίς κατά τά άλλα ν’ άγγίξουμε τό δοχείο, μετά από 24, 36 ή 48 ώρες οί μύκητες καί τά βακτήρια θ’ άρχίσουν νά έμφανίζονται άκριβώς όπως συμβαίνει όταν τό δοχείο άφειθεί [χωρίς στένεμα καί κάμψη του λαιμού του] στόν άέρα ή όταν μολυνθεί τό περιεχόμενό του μέ σκόνη τής άτμόσφαιρας».

Μετά τά πειράματα του Παστέρ έγκαταλείφθηκε τελείως ή θεωρία τής αυτόματης γένεσης στός μικροοργανισμούς.

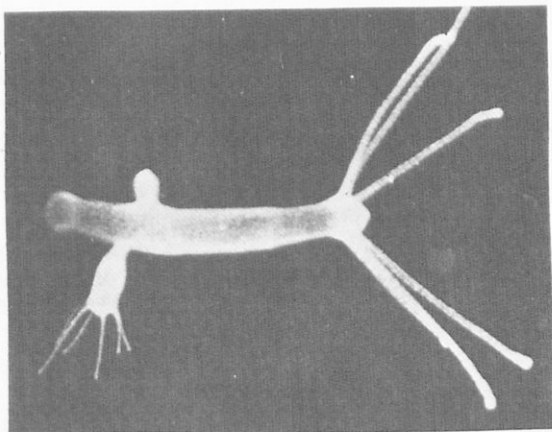
3.2 Τρόποι άναπαραγωγής

Υπάρχουν δυό τρόποι πολλαπλασιασμού: ό άγενής κι ό έγγενής ή φυλετικός.

Στόν άγενή πολλαπλασιασμό ένα είδικό τμήμα ενός οργανισμού ή ένα όποιοδήποτε τμήμα του μπορεί νά άναπτυχθεί σ’ ένα νέο άτομο. Διακρίνουμε τρεις τρόπους άγενή πολλαπλασιασμού.

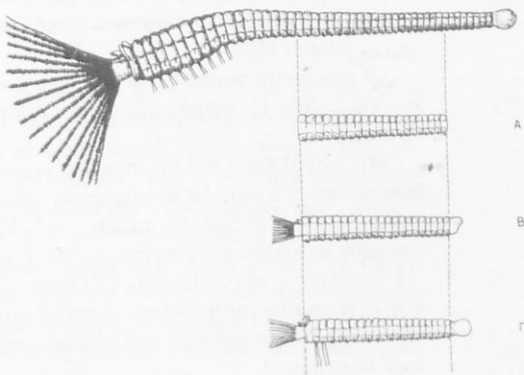
- **μέ σπόρια.** Πολλά φυτά, μύκητες καί μικροοργανισμοί παράγουν σπόρια. Κάθε σπόριο αν βρεθεί sé κατάλληλες συνθήκες μπορεί νά βλαστήσει.
- **μέ ένα τμήμα του οργανισμού πού άποχωρίζεται.** Στά άνώτερα φυτά, τά

Εικόνα 46: Ἡ ὕδρα. Δυὸ μικρὲς ὕδρες γεννιοῦνται μὲ ἀποβλάστηση (ἀριστερά), ἢ μιά (πρὸς τὰ πάνω) εἶναι ἀκόμη μιά στρογγυλεμένη προεξοχή, ἡ δευτέρη ἔχει πάρει τὴ μορφή τῆς ὕδρας.

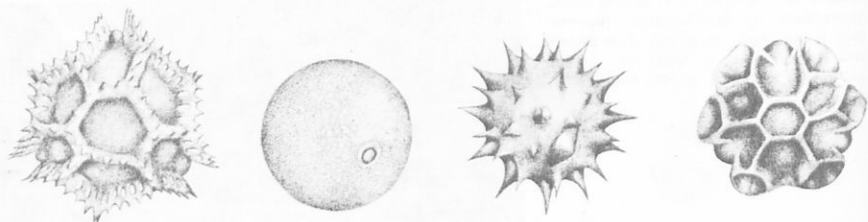


μοσχεύματα εἶναι παράδειγμα τέτοιου τρόπου πολλαπλασιασμοῦ. Ἄν κόψουμε ἓνα φύλλο μπεγκόνιας ἢ ἓνα μέρος κονδύλου πατάτας, πού νά φέρνει ἄπάνω του ἓνα μάτι, καί τὰ φυτέψουμε, μπορεῖ νά βλαστήσουν καί νά δώσουν ὁλόκληρα φυτά. Ὁ σκώληκας (πλατυέλμινθος) *Planaria* μπορεῖ νά κοπεῖ σέ δεκάδα μικρά κομμάτια καί ἀπό τὸ καθένα νά σχηματιστεῖ ἓνα νέο ἄτομο.

● **μὲ ἀποβλάστηση.** Σέ ὀρισμένα ζῶα καί φυτά ἀπὸ τὸν ὄργανισμό τοῦ γοινοῦ φυτρώνει ἓνα τμῆμα πού ἀργότερα ἀποχωρίζεται. Αὐτὸ συμβαίνει στοὺς Σπόγγους, στὰ Κοιλεντερωτά (ὕδρα), στὶς ἀγριοφράουλες κ.ἄ. Ὁ



Εικόνα 47: Ἡ ἀναγέννηση σ' ἓνα θαλάσσιο σκώληκα. Ἄν κόψουμε τίς δύο ἄκρες του, τὸ μεσαῖο τμῆμα μπορεῖ νά φτιάξει καινούρια κεφαλή (ἀριστερά) καί οὐρά (δεξιά).



Εικόνα 48: Κόκκοι γύρης από διάφορα είδη φυτών. Ἡ διαφορετικὴ μορφή τῶν κόκκων τῆς γύρης κάθε εἶδους, ἐπιτρέπει σ' ἓνα ἔμπειρο μελετητὴ νὰ ἀναγνωρίσει τὸ εἶδος τοῦ φυτοῦ ἀπ' ὅπου προήλθε.

πολλαπλασιασμός τῶν ζυμομυκήτων θυμίζει πολύ ἀποβλάστηση.

Τὸ φαινόμενο **τῆς ἀναγέννησης** παρουσιάζει πολλές ὁμοιότητες με τὸν ἀγενὴ πολλαπλασιασμό. Μερικοὶ ὄργανισμοὶ ἔχουν τὴν ἰκανότητα νὰ ἀντικαθιστοῦν (ἀναγεννώντας το) ἓνα κομμάτι τοῦ σώματός τους πού θά κοπεῖ. Αὐτὸ συμβαίνει με τοὺς βραχίονες τοῦ θαλασσινοῦ ἀστερία ἢ τοὺς τρίτωνες τῶν ποταμισίων ὑδάτων πού μποροῦν ν' ἀναγεννοῦν τὴν οὐρά τους.

Στὸν **ἐγγενὴ πολλαπλασιασμό** ὁ νέος ὄργανισμός προέρχεται ἀπὸ τὴν ἔνωση δυὸ εἰδικῶν κυττάρων, **τῶν γαμετῶν**, πού τὸν ἓνα ὀνομάζουμε ἀρσενικό καὶ τὸν ἄλλο θηλυκό. Κατὰ τὴ γονιμοποίηση οἱ δυὸ γαμέτες σχηματίζουν τὸ πρῶτο κύτταρο τοῦ νέου ὄργανισμοῦ, τὸ **ζυγωτὸ κύτταρο**, ἀπὸ τὸ ὁποῖο με ἄλλεπάλληλες διαιρέσεις προέρχεται ὁ ὄργανισμός στό σύνολό του. Οἱ ἀρσενικοὶ (♂♂) καὶ θηλυκοὶ (♀♀) γαμέτες μπορεῖ νὰ παράγονται ἀπὸ τὸ ἴδιο ἄτομο (**ἐρμαφρόδιτα** ἢ **μόνοικα εἶδη**) ἢ ἀπὸ δυὸ διαφορετικὰ ἄτομα (**δίοικα εἶδη**).

Οἱ ἀρσενικοὶ γαμέτες στὰ ἀνώτερα φυτὰ εἶναι **οἱ κόκκοι τῆς γύρης** ἐνῶ στὰ ζῶα εἶναι **τά σπερματοζῶαρια**. Οἱ θηλυκοὶ γαμέτες ὀνομάζονται πάντοτε **ὠάρια**.

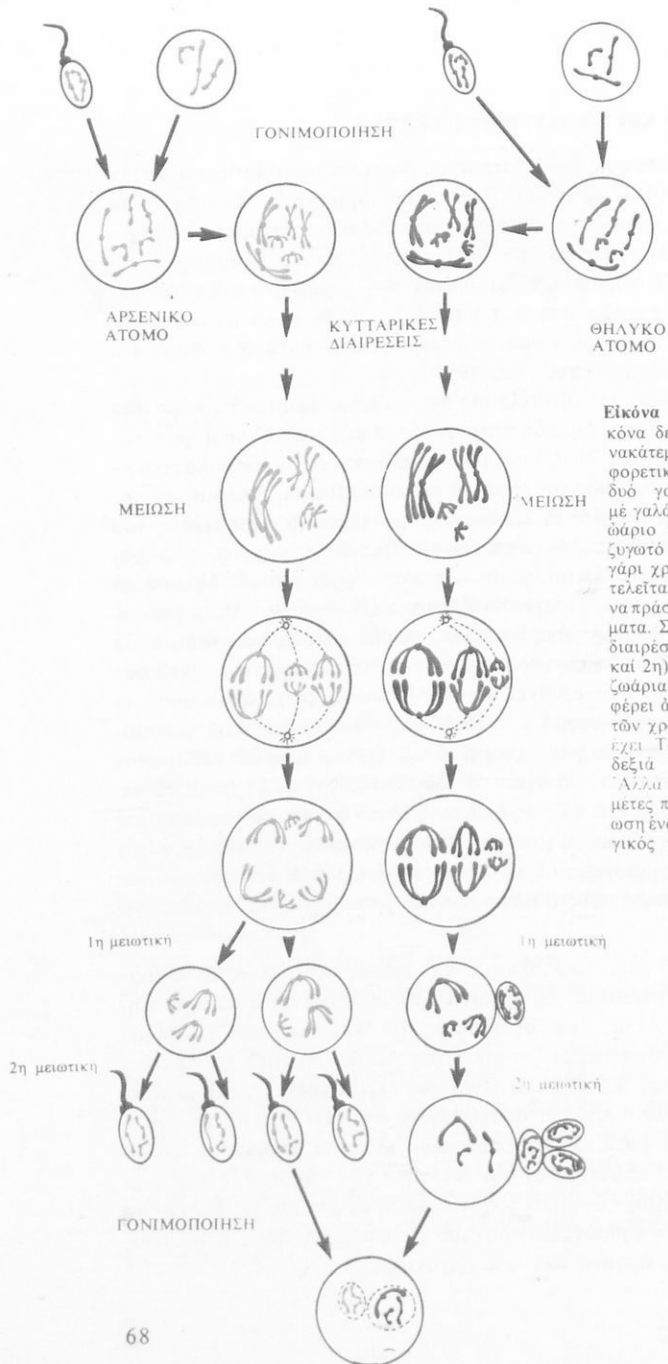
Μιά παραλλαγή τοῦ φυλετικοῦ (ἐγγενῆ) πολλαπλασιασμοῦ εἶναι ἡ **παρθενογένεση**. Τὸ θηλυκὸ ἄτομο, χωρὶς γονιμοποίηση, μπορεῖ νὰ δώσει γέννηση σὲ ἄλλα ἄτομα. Οἱ γαμέτες τοῦ θηλυκοῦ αὐτοῦ ἀτόμου, τὰ ὠάρια, μποροῦν ἀπὸ μόνα τους νὰ ἀναπτυχθοῦν, ὅπως ἀκριβῶς τὰ ζυγωτὰ κύτταρα. Ἡ βασίλισσα τῶν μελισσῶν (♀) δίνει με παρθενογένεση κηφήνες (♂♂) καὶ με γονιμοποίηση θηλυκὰ ἄτομα, δηλαδή βασίλισσες ἢ ἐργάτριες. (Οἱ ἐργάτριες δέν μποροῦν νὰ πολλαπλασιαστοῦν γιατί ἔχουν ἀτροφικὸ γεννητικὸ σύστημα).

3.3 Τό σωματικό καί τό γεννητικό πλάσμα

Σύμφωνα μέ τίς απόψεις του αὐστριακοῦ βιολόγου Αὔγουστου Βάϊσμαν (Α. Weismann 1834-1914), οἱ γαμέτες καί τά κύτταρα πού θά δώσουν γαμέτες ἀνήκουν σέ μιὰ κατηγορία κυττάρων πού ὀνόμασε **γεννητικό πλάσμα**. Ἀντίθετα ὅλα τά ἄλλα κύτταρα τῶν ἰστών τοῦ ὄργανισμοῦ ἀνήκουν στό **σωματικό πλάσμα**. Τό σωματικό πλάσμα φαίνεται νά μήν ἐπηρεάζει τό γεννητικό: ὄχι πώς τά χωρίζει στεγανά κανένα χώρισμα ἀλλά ὅποιαδήποτε ἀλλοίωση τῶν κυττάρων τοῦ σωματικοῦ πλάσματος, κατά τόν Weismann πάντοτε, δέν «μεταδίδεται» στούς γαμέτες.

Τά διάφορα κύτταρα τοῦ ὄργανισμοῦ πού θά ἀποτελέσουν τό **σωματικό πλάσμα, διαφοροποιοῦνται**, δηλαδή παίρνει τό καθένα τους ἄλλη μορφή καί ἐπιτελεῖ ἄλλη λειτουργία. Ἐνα διαφοροποιημένο κύτταρο δύσκολα ἀποδιφοροποιεῖται: ὁ προορισμός του εἶναι νά κάνει σωστά μιὰ ἢ περισσότερες ὀρισμένου εἶδους λειτουργίες (λ.χ. νευρικές ἢ μυϊκές κ.ἄ.) καί τελική του κατάληξη εἶναι ὁ θάνατος. Ἀντίθετα οἱ γαμέτες (τό γεννητικό πλάσμα) εἶναι ἀδιαφοροποίητοι ἀλλά μέ μεγάλες δυνατότητες: μπορεῖ δηλαδή οἱ «κυτταρικοί ἀπόγονοί τους» νά γίνουν διάφορα εἶδη ἰστών. Ἀκόμη εἶναι, δυναμικά, ἀθάνατοι. Σέ ὀρισμένα ζῶα πολύ νωρίς, στίς πρώτες διαιρέσεις τοῦ ζυγωτοῦ, ξεχωρίζουν τά κύτταρα τοῦ γεννητικοῦ πλάσματος, αὐτοῦ πού θά δώσει γαμέτες. Αὐτό συμβαίνει σ' ἕνα καβούρι, στήν ἀσκαρίδα (τό παράσιτο σκουλήκι), στά ἔντομα κ.ἄ. Τά κύτταρα τοῦ γεννητικοῦ πλάσματος εἶναι δυναμικά ἀθάνατα, γιατί μπορεῖ νά θεωρηθοῦν πώς δέν πεθαίνουν, ὅπως τά σωματικά κύτταρα. Τά κύτταρα τοῦ σωματικοῦ πλάσματος θά πεθαίνουν ἀργά ἢ γρήγορα καί πάντως ὅλα τους μέ τό θάνατο τοῦ πολυκύτταρου ὄργανισμοῦ. Ἀντίθετα τά κύτταρα τοῦ γεννητικοῦ πλάσματος εἶναι ἀθάνατα ἀφοῦ οἱ ὄργανισμοί πού προέρχονται ἀπό αὐτά παράγουν νέους γαμέτες πού μέ τή σειρά τους θά δώσουν νέα ἄτομα πού θά ξαναδώσουν γαμέτες κ.ο.κ.

Φθαρτό λοιπόν τό σωματικό πλάσμα καί διαφοροποιημένο. Δυναμικά ἀθάνατο τό γεννητικό πλάσμα. Τό σωματικό πλάσμα φαίνεται νά μήν ἐπηρεάζει τό γεννητικό. Αὐτές ἦταν οἱ απόψεις τοῦ Weismann πού ἔχουν μεγάλη δόση ἀλήθειας, ὅπως θά δοῦμε μιλώντας γιά τά ἐπίκτητα χαρακτηριστικά (στήν παράγραφο 3.8). Ἀλλά εἶναι καί λίγο ἀκράτες γιατί μερικές φορές, κατά τό φαινόμενο λ.χ. τῆς ἀναγέννησης στά ζῶα ἢ κατά τόν ἀγενή πολλαπλασιασμό στά φυτά, διαφοροποιημένα κύτταρα μπορεῖ νά ἀποδιφοροποιηθοῦν καί ν' ἀποκτήσουν τήν ἰδιότητα τῶν γαμετῶν, ἀφοῦ μποροῦν νά δώσουν γέννηση σέ τμήμα ὄργανισμοῦ ἢ ἀκόμα καί σέ ὀλόκληρο νέο ὄργανισμό. Νά αὐξηθοῦν δηλαδή καί νά φτιάξουν τοὺς διάφορους ἰστούς καί τά διάφορα ὄργανα τοῦ νέου ὄργανισμοῦ.

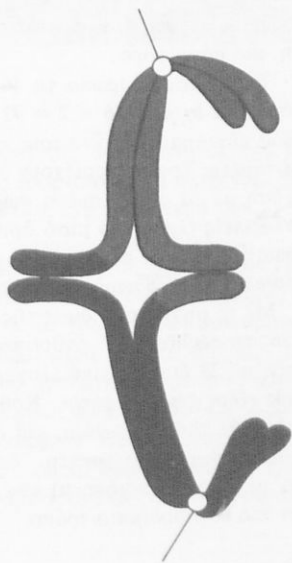


Εικόνα 49: Η μείωση. Η εικόνα δείχνει πώς γίνεται το άνακάτεμα χρωματοσωμάτων διαφορετικής προέλευσης. Έτσι δύο γαμέτες, σπέρματoζωάριο με γαλάζια χρωματοσώματα, και ωάριο με πράσινα, δίνουν ένα ζυγωτό κύτταρο που κάθε ζευγάρι χρωματοσωμάτων του αποτελείται από ένα γαλάζιο κι ένα πράσινο ομόλογα χρωματοσώματα. Στη μείωση μετά από δύο διαιρέσεις ενός κυττάρου (1η και 2η) παράγονται 4 σπέρματoζωάρια που το καθένα τους διαφέρει από το άλλο στα χρώματα των χρωματοσωμάτων που περιέχει. Το ίδιο ακριβώς συμβαίνει δεξιά για το θηλυκό άτομο. Άλλα δύο από τους 4 γαμέτες που παράγονται από τη μείωση ενός κυττάρου είναι λειτουργικός γαμέτης, ωάριο δηλαδή.

3.4 Ἡ μείωση καὶ ἡ γονιμοποίηση

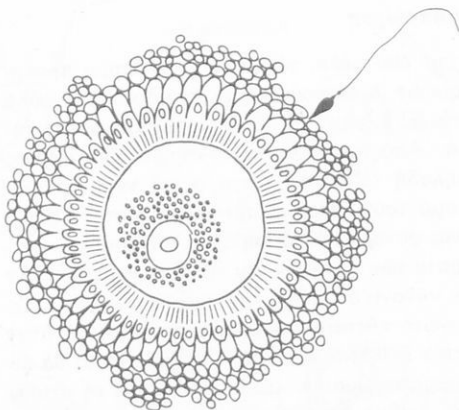
Στούς ὀργανισμούς πού ἔχουν δύο φύλα, τά καινούργια ἄτομα προέρχονται ἀπό τήν ἔνωση δύο γαμετῶν, ἑνός πού ἀνήκει στό ἀρσενικό φύλο καί ἑνός πού ἀνήκει στό θηλυκό. Ἡ ἔνωση τῶν δύο γαμετῶν καί τῶν πυρήνων τους λέγεται γονιμοποίηση. Ἀπό τήν ἔνωση αὐτή σχηματίζεται, ὅπως εἶπαμε, τό ζυγωτό κύτταρο, δηλαδή τό πρῶτο κύτταρο τοῦ νέου ὀργανισμοῦ. Ἀπό τόν πολλαπλασιασμό τοῦ κυττάρου αὐτοῦ προκύπτει ὄλος ὁ πολυκύτταρος ὀργανισμός. Εἶναι φανερό πῶς ὁ πυρήνας τοῦ ζυγωτοῦ κυττάρου περιέχει τά χρωματοσώματα τῶν πυρήνων καί τῶν δύο γαμετῶν. Ἄν οἱ γαμέτες ὁμως περιείχαν τόν κανονικό ἀριθμό σέ χρωματοσώματα, λ.χ. στόν ἄνθρωπο 46, τότε στό ζυγωτό κύτταρο τά χρωματοσώματα θά ἦταν διπλάσια σέ ἀριθμό, δηλαδή στόν ἄνθρωπο 92. Ἔτσι σέ κάθε γενιά θά διπλασιαζόταν ὁ ἀριθμός τῶν χρωματοσωμάτων καί δέ θά εἶχαμε τή σταθερότητα πού παρατηρεῖται στόν ἀριθμό τους σέ ὅλα τά ἄτομα τοῦ ἴδιου εἴδους. Αὐτό ὁμως δέ συμβαίνει, γιατί ὑπάρχει ἕνας μηχανισμός ἐξισορροπιστικός, πού διατηρεῖ δηλαδή σταθερό τόν ἀριθμό τῶν χρωματοσωμάτων: ἡ μείωση.

Ἡ μείωση ἐλαττώνει στό μισό τόν ἀριθμό τῶν χρωματοσωμάτων τοῦ εἴδους στούς γαμέτες. Ὁ μηχανισμός μέ τόν ὁποῖο γίνεται ἡ μείωση, εἶναι στό σύνολό του ἐξαιρετικά πολύπλοκος, γι' αὐτό θά ἀναφέρουμε μόνο τήν ἀρχή, στήν ὁποία στηρίζεται.



Εἰκόνα 50: Τό χίασμα. Μεταξύ τμημάτων ἑνός ζευγαριοῦ χρωματοσωμάτων γίνεται ἀνταλλαγὴ ὀλίγου διαφορετικῆς προέλευσης. Ἔτσι δημιουργοῦνται ἐκτός ἀπό τήν δόμαυρη καί τήν ὀλοκόκινη χρωματίδα (τὴν πατρική καί τὴ μητρική) καί δύο μεικτές, μιά μαυρο-κόκκινη καί μιά κόκκινο-μαυρή.





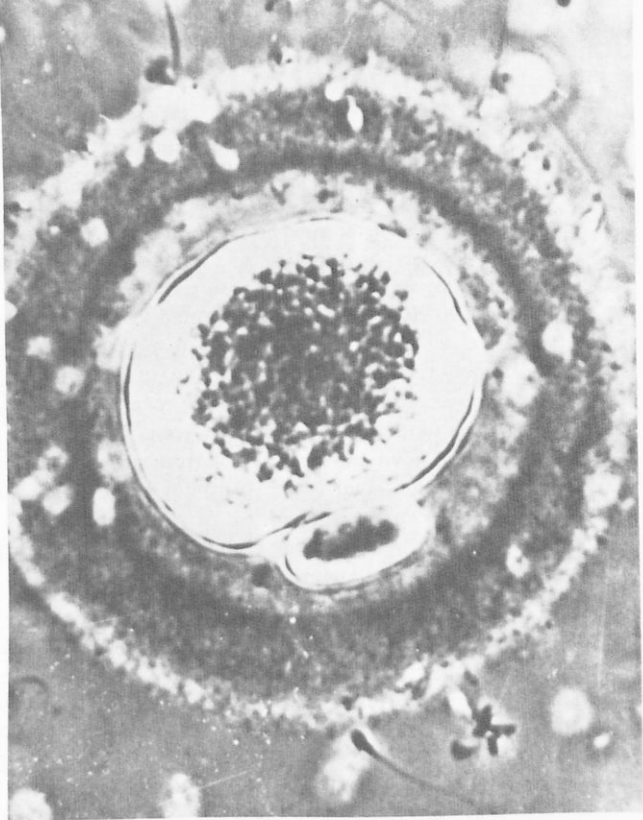
Εικόνα 51: Ἡ γονιμοποίηση στὸν ἄνθρωπο σχηματικά. Τὸ σπερματοζώαριο προσπαθεῖ νὰ εἰσχωρήσει στὸ ὄωριο.

Οἱ γαμέτες προέρχονται ἀπὸ κυτταρικές διαιρέσεις κυττάρων τοῦ γεννητικοῦ πλάσματος πού ἔχουν τὸν κανονικό ἀριθμὸ χρωματοσωμάτων (λ.χ. 46 στὸν ἄνθρωπο). Ἡ μείωση πού καταλήγει στὸ σχηματισμὸ κυττάρων πού θὰ γίνουν γαμέτες ἀποτελεῖται ἀπὸ δύο κυτταρικές διαιρέσεις: δύο μίτώσεις. Ἔτσι, ὅταν ἀρχίσει νὰ λειτουργεῖ ὁ μηχανισμὸς τῆς ἀπὸ ἓνα ἀρχικό κύτταρο, μέ τὴν πρώτη διαίρεση παίρνουμε δύο, καί μετὰ τὴ δεύτερη διαίρεση τέσσερα κύτταρα (4 γαμέτες). Σ' αὐτές ὁμως τίς δύο διαιρέσεις τὰ χρωματοσώματα διαιροῦνται σέ χρωματίδες, ὅπως περιγράψαμε στή μίτωση, μιά μόνο φορά.

Ἔτσι στὸν ἄνθρωπο τὰ 46 του χρωματοσώματα διαιροῦνται μιά μόνο φορά καί ἔχουμε $46 \times 2 = 92$ χρωματοσώματα πού κατανέμονται σέ τέσσερα κύτταρα: κάθε ἓνα τους παίρνει ἐπομένως $92:4 = 23$ χρωματοσώματα. Οἱ γαμέτες λοιπὸν περιέχουν ἀκριβῶς τὸ μισό ἀριθμὸ χρωματοσωμάτων σέ σχέση μέ τὰ συνηθισμένα σωματικά κύτταρα. Λέμε πὼς οἱ γαμέτες εἶναι **ἀπλοειδεῖς** (ἔχουν τὸ μισό ἀριθμὸ χρωματοσωμάτων, δηλαδή N χρωματοσώματα), ἐνῶ τὰ σωματικά κύτταρα εἶναι **διπλοειδῆ** (ἔχουν ὀλόκληρο τὸν ἀριθμὸ χρωματοσωμάτων τοῦ εἴδους, δηλαδή $2N$ χρωματοσώματα).

Μέ τὸ μηχανισμό ὁμως τῆς μείωσης πετυχαίνεται καί κάτι ἄλλο: τὰ 46 χρωματοσώματα τοῦ ἀνθρώπου μποροῦν νὰ ταξινομηθοῦν, ὅπως εἶπαμε πρῖν, σέ 23 διαφορετικά ζευγάρια χρωματοσωμάτων. Τὸ ἴδιο συμβαίνει σέ κάθε εἶδος ζῶου ἢ φυτοῦ. Κάθε γαμέτης περιέχει ἓνα μόνο χρωματοσώμα ἀπὸ κάθε τέτοιο ζευγάρι, καί ὅλα τὰ ζευγάρια ἀντιπροσωπεύονται μέ ἓνα χρωματοσώμα στὸ γαμέτη. Ἔτσι ὄχι μόνο ὁ ἀριθμὸς (ἢ ποσότητα) ἀλλὰ καί τὸ εἶδος (ἢ ποιότητα) τῶν χρωματοσωμάτων μειώνεται στὸ μισό κατὰ τὸν πιὸ ἀκριβοδίκαιο τρόπο.

Εικόνα 52: Ή γονιμοποίηση στον άνθρωπο σε φωτογραφία παρμένη με τό μικροσκόπιο. Σπέρματοζώαρια περικυκλώνουν τό ώάριο χωρίς άκόμα νά 'χουν εισχωρήσει.



Ή μείωση λοιπόν επιτρέπει τή διατήρηση τής σταθερότητας του άριθμού των χρωματοσωμάτων και του είδους τους από γενιά σε γενιά. Με τή μείωση όμως πραγματοποιείται και κάτι άλλο, ένα ανάκατεμα των χρωματοσωμάτων. Και νά γιατί:

Κατά τή γονιμοποίηση ό άρσενικός γαμέτης ένώνεται, όπως είπαμε, με τό θηλυκό. Τό ζυγωτό κύτταρο, πού προέρχεται από τή γονιμοποίηση, έχει τόν κανονικό άριθμό χρωματοσωμάτων: τά μισά χρωματοσώματα προέρχονται από τόν άρσενικό γαμέτη και τά άλλα μισά από τό θηλυκό. Κι έπειδή όλα τά κύτταρα του νέου οργανισμού προέρχονται με διαδοχικές μιτωτικές διαιρέσεις από τό ζυγωτό κύτταρο, είναι φανερό πώς όλα τά κύτταρα του οργανισμού έχουν τά ίδια χρωματοσώματα. Κάθε ζευγάρι όμόλογων χρωματοσωμάτων σε κάθε κύτταρο άποτελείται λοιπόν από ένα χρωματόσωμα πού προήλθε από τόν άρσενικό γαμέτη (σε τελική άνάλυση από

τόν πατέρα) και ένα που προήλθε από το θηλυκό γαμέτη (σε τελική ανάλυση από τη μητέρα). Όταν ο νέος αυτός οργανισμός κάμει γαμέτες, όταν δηλαδή όρισμένα κύτταρά του υποστούν τη μείωση, τότε θα φτιάξει γαμέτες που καθένας τους θα περιέχει από ένα χρωματόσωμα από κάθε ζευγάρι: αυτό όμως δε σημαίνει πως σ' ένα γαμέτη του όλα τα χρωματόσωματά θα προέρχονται από τον πατέρα του ή όλα από τη μητέρα του. Το πιο συνηθισμένο είναι άλλα να 'ναι πατρικά κι άλλα μητρικά, δηλαδή στους γαμέτες του να πραγματοποιηθεί ένα ανακάτεμα χρωματοσωμάτων διαφορετικής προελεύσεως. Πολλές φορές, μάλιστα, κατά τη μείωση, μ' ένα μηχανισμό που λέγεται **χίασμα** και που επιτρέπει την άμοιβαία ανταλλαγή τμημάτων τους μεταξύ δυο όμοιων χρωματοσωμάτων, το ανακάτεμα αυτό δεν αφορά μόνο ολόκληρα χρωματόσωματά αλλά και κομμάτια τους. Αυτό το ανακάτεμα είναι ένα πολύ σημαντικό αποτέλεσμα της μείωσης: θα δούμε πως ή κληρονομική ουσία, οι γόνιμοι, βρίσκονται στα χρωματόσωματά και το ανακάτεμα αυτό της κληρονομικής ουσίας **επιτρέπει τη δημιουργία νέων συνδυασμών κληρονομικών ιδιοτήτων.**

3.5 Η ιστορία των γεννητικών κυττάρων

Στά Σπονδυλωτά (έπομένως και στον άνθρωπο) οι γαμέτες σχηματίζονται μέσα σε ειδικά όργανα, τους γενετήσιους αδένες, τους όρχις στα αρσενικά και τις ωοθήκες στα θηλυκά. Οι γαμέτες σχηματίζονται στους αδένες αλλά δεν προέρχονται από αυτούς: σ' αυτούς **μεταναστεύουν** πολύ ωρίς «οι κυτταρικοί πρόγονοί» τους, τα κύτταρα του γεννητικού πλάσματος, αυτά που θα μεταμορφωθούν σε γαμέτες. Σχεδόν από την αρχή της ζωής του ατόμου τα κύτταρα του γεννητικού πλάσματος ξεχωρίζουν από τα άλλα κύτταρα, τα κύτταρα του σωματικού πλάσματος και μόλις σχηματιστούν οι γενετήσιοι αδένες (από τα κύτταρα του σωματικού πλάσματος) μεταναστεύουν και εγκατασταίνονται εκεί. Έτσι οι γενετήσιοι αδένες περιέχουν και άλλα κύτταρα εκτός από τα γεννητικά. Οι όρχις λ.χ. έχουν και τα κύτταρα που εκκρίνουν την τεστοστερόνη, την ανδρική ορμόνη ή οποία καθορίζει τα δευτερογενή χαρακτηριστικά του ανδρικού φύλου (γένια, βαριά φωνή κ.ά.). Μέσα στους γενετήσιους αδένες τα κύτταρα του γεννητικού πλάσματος διαιρούνται πολλές φορές και μετασχηματίζονται στα αρσενικά άτομα σε **σπερματογονίες** και στα θηλυκά άτομα σε **ωογονίες**. Μετά από άλλες κυτταρικές διαιρέσεις στα αρσενικά άτομα οι σπερματογονίες μετατρέπονται σε **σπερματοκύτταρα 1ης τάξεως**. Αυτά θα υποστούν τις δυο διαιρέσεις της μειώσεως. Μετά την πρώτη διαίρεση θα ονομαστούν **σπερματοκύτταρα 2ης τάξεως** και μετά τη δεύτερη διαίρεση **σπερματίδες**. Οι σπερματίδες θα υποστούν μία σειρά μεταβολές για να γίνουν **σπερματο-**

ζωάρια. Οί μεταβολές αυτές συνίστανται κυρίως στο χάσιμο του μεγαλύτερου μέρους του κυτταροπλάσματος και στη δημιουργία της ούρας. Το σπερματοζώαριο αποτελείται από την **κεφαλή** του, πού περιέχει τον πυρήνα του κυττάρου, τό **ενδιάμεσο σώμα**, πού περιέχει κυτταρόπλασμα, μιτοχόνδρια και τά ύπολείμματα του κεντροσώματος, και από τό **μαστίγιο-ούρά** του.

Οί ώογονίες έχουν μία κάπως διαφορετική εξέλιξη: αυξάνονται πολύ σέ μέγεθος γιά νά μεταμορφωθούν σέ **ώοκύτταρα 1ης τάξεως**. Ή αύξηση όφείλεται στη δημιουργία και άποθήκευση τροφών γιά τό έμβρυο (λεκίθου) και έξακολουθεί πολύ έντονότερη μέχρι τό στάδιο της πρώτης διαιρέσεως της μειώσεως (**ώοκύτταρο 2ης τάξεως**). Αύτή και ή έπόμενη διαίρεση, όπως είπαμε, είναι άνισες. Κάθε φορά αποβάλλεται ένα μικρό κύτταρο (**πολικό σώμα**) και κρατιέται ή κύρια μάζα του άρχικου κυττάρου σ' ένα μόνο κύτταρο πού μετά τη δεύτερη διαίρεση είναι τό **ώάριο**. Οί άποθηκευμένες τροφές άρκούν γιά την ανάπτυξη ενός μόνο εμβρύου: αυτός είναι ό λόγος των δύο άνισων διαιρέσεων στη μείωση των θηλυκών γενετήσιων κυττάρων.

"Όπως μάθαμε στην Ήνωπολογία ύπάρχει ένας κύκλος, συνήθως 28 ήμερών στη γυναίκα πού ρυθμίζεται από την έκκριση δύο διαφορετικών ειδών όρμονων: των **οιστρογόνων** (μέ κύριο άντιπρόσωπο την οιστραδιόλη) και της **προγεστερόνης**.

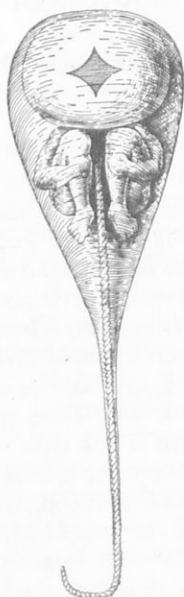
Στη 14η μέρα τό ώάριο έλευθερώνεται στη μήτρα και μπορεί νά γονιμοποιηθεί. "Αν σέ δύο μέρες δέ γονιμοποιηθεί, πεθαίνει. Ή γονιμοποίηση του ώαρίου θά δώσει τό ζυγωτό κύτταρο άπ' τό όποιο θά προέλθει ό νέος όργανισμός. Σέ σπάνιες περιπτώσεις, μετά την πρώτη διαίρεση του ζυγωτού κυττάρου σέ δύο, ξεχωρίζουν και ξεκολλάνε τό ένα από τό άλλο τελείως τά δύο αυτά κύτταρα σχηματίζοντας δύο ξεχωριστά έμβρυα: τότε γεννιούνται τά **μονοζυγωτικά** (ή μονοωικά, όπως τά λένε μερικοί) **δίδυμα**, τά δίδυμα πού προέρχονται από ένα μόνο άρχικό ζυγωτό κύτταρο. Είναι του ίδιου φύλου και μοιάζουν πολύ μεταξύ τους γιατί έχουν άκριβώς τά ίδια χρωματοσώματα, δηλαδή, όπως θά δοϋμε παρακάτω, τους ίδιους γόνους, τίς ίδιες κληρονομικές καταβολές. Τά συνηθισμένα δίδυμα είναι τά **διζυγωτικά**, προέρχονται δηλαδή από δύο διαφορετικά ώάρια της γυναίκας πού έλευθερώθηκαν συγχρόνως και γονιμοποιήθηκαν από δύο διαφορετικά σπερματοζώαρια. Τά δίδυμα αυτά μοιάζουν όπως και τά συνηθισμένα άδέρφια, και μπορεί νά 'ναι του ίδιου ή διαφορετικού φύλου. Ή πολυδιδυμία (πολυζυγωτική) στον άνθρωπο είναι σπάνια (τρίδυμα, τετράδυμα κ.ο.κ.) αλλά φαίνεται πως όρισμένου είδους όρμονοθεραπείες των γυναικών μπορεί ν' αυξήσουν πολύ τη συχνότητά τους.

3.6 Προσχηματισμός και επιγένεση

Ένα πυκνό μυστήριο εκάλυπτε τό μηχανισμό τής δημιουργίας τού νέου ατόμου από τό ζυγωτό κύτταρο πού προέρχεται από τή γονιμοποίηση. Πώς είναι δυνατό, αναρωτιόντουσαν, από τό κύτταρο τούτο, πού φαίνεται όμοιο μ' όποιοδήποτε άλλο κύτταρο, νά δημιουργούνται τά διάφορα όργανα και όί διάφοροι ίστοί, τού οργανισμού; Πώς είναι δυνατό, χωρίς νά ύπάρχει από τά πρίν κάτι καλά καθορισμένο στό ζυγωτό κύτταρο (ή στους γαμέτες πού ένώθηκαν για νά τό φτιάξουν), νά αναπτύσσεται ένα άτομο όμοιο μέ όλα τά άτομα τού είδους του, μέ ίδια κατασκευή, σάν νά αποτελεί επανάληψη τού ίδιου σχεδίου; Στόν άνθρωπο λ.χ. νά βρίσκουμε σέ κάθε άτομο τόν ίδιο αριθμό δοντιών, τόν ίδιο αριθμό δαχτύλων ένώ στόν άστερία τόν ίδιο αριθμό βραχιόνων; Ήταν λοιπόν λογικό νά υποθέσουν πώς κάτι καθορισμένο από τά πρίν ύπήρχε στους γαμέτες ή στό ζυγωτό κύτταρο: αυτό τό κάτι

νόμισαν όρισμένοι παλιοί βιολόγοι πώς τό είδαν στους ανθρώπινους γαμέτες μέ τά πρωτόγονα μικροσκοπία τους. Ήταν μία μικρογραφία ανθρώπου, τό ανθρωπάκι (homunculus), πού βρισκόταν στό κεφάλι τού ανθρώπινου σπερματοζωάριου. Γι' αυτός τούς παρατηρητές ή ανάπτυξη δέν ήταν τίποτα άλλο παρά τό ότι τό ανθρωπάκι αυτό μεγάλωνε κατά τή διάρκεια τής έμβρυϊκής ανάπτυξεως, ένα μεγάλο πού έμοιαζε μέ τό φούσκωμα ενός μπαλόνιου: τό ανθρωπάκι μεταμορφωνόταν σέ άνθρωπο.

Βέβαια ή βελτίωση τών μικροσκοπίων γρήγορα απόδειξε πώς δέν ύπήρχε από τά πρίν προσχηματισμένο ανθρωπάκι στους γαμέτες ή στό ζυγωτό κύτταρο. Άλλωστε μία τέτοια εξήγηση καταλήγει και σέ δυσκολίες πού δέ φαίνονται ίσως άπ' τήν αρχή. Λ.χ. άν όντως ύπήρχε τό ανθρωπάκι θά 'πρεπε νά 'χει και γαμέτες προσχηματισμένους και στους γαμέτες του νά 'ναι προσχηματισμένα άλλα μικρότερα ανθρωπάκια κ.ο.κ. Όπως στό ρωσικό παιχνίδι πού άνοίγει κανείς μία κούφια ξύλινη κούκλα και βρίσκει μέσα της μία άλλη ξύλινη κούκλα πού τήν άνοίγει και βρίσκει μία τρίτη. Τά πιο πολύπλοκα τέτοια παιχνίδια δέν ξεπερνούν τίς δώδεκα κούκλες. Έδώ όμως θά 'πρεπε νά ύπάρχει άπειρία από ανθρωπάκια τό ένα μέσα στους γαμέτες τού άλλου, τόσα πολλά όσες όλες όί γενιές ανθρώπων πού πρόκειται νά ύπάρξουν.



Εικόνα 53: Τό ανθρωπάκι στό κεφάλι τού σπερματοζωάριου, όπως τό ζωγράψαν παλιοί βιολόγοι.



Εικόνα 54: Το παιχνίδι με τις ρώσικες κούκλες. Δείχνονται στη σειρά Έξι κούκλες που το μεγεθός τους μειώνεται λίγο λίγο από την πρώτη ως την έκτη. Καθεμά τους είναι κούφια κι έτσι μπορούν να μπουν ή μία μές στην άλλη. Τότε, όταν ανοίχτεί η πρώτη φανερώνει μέσα της τη δεύτερη, κι όταν ανοίχτεί κι η δεύτερη φανερώνει μέσα της την τρίτη, κ.ο.κ. μέχρι που να φανεϊ ή μικρότερη, ή έκτη.

Σάν αντίδραση σ' αυτή τήν πίστη σέ **προσχηματισμένο** πρότυπο του οργανισμού στους γαμέτες, δημιουργήθηκε ή άποψη πώς τίποτα προσχηματισμένο δέν ύπάρχει στό ζυγωτό κύτταρο: μιά δύναμη (μυστηριώδης κι αυτή) τό ώθει νά ακολουθήσει μιά όρισμένη πορεία ανάπτυξεως, ώστε νά δημιουργηθεί ό νέος οργανισμός. Αυτή ή άποψη, ή **επιγένεση**, ότι κάθε φορά γίνεται ξανά και «έκ νέου» ό καινούργιος οργανισμός, συμφωνεί μέ τίς μικροσκοπικές παρατηρήσεις αλλά δέ λύνει και ίκανοποιητικά τό πρόβλημα, αντικαθιστώντας τό άνυπαρκτο άνθρωπάκι μέ μιά μυστηριώδη δύναμη.

Μιά προσπάθεια νά λυθεί αυτό τό πρόβλημα έκανε κι ό μεγάλος βιολόγος του περασμένου αιώνα ό Τσάρλς Ντάρβιν (Charles Darwin 1809 - 1882, πού συχνά τόν ονομάζουμε στά έλληνικά Κάρολο Δαρβίνο και γιά τόν όποιο θά μιλήσουμε σέ έκταση στό έπόμενο τμήμα του βιβλίου γιά τήν Έξέλιξη, στό κεφάλαιο 4).

Ό Ντάρβιν κατάλαβε πώς γιά νά ακολουθηθεί μιά πορεία ανάπτυξεως καθορισμένη, πρέπει νά ύπάρχει κάποιον προκαθορισμένο πρότυπο. Ήξερε όμως πώς τό πρότυπο αυτό δέν ήταν όρατό. Υπόθεσε λοιπόν πώς ήταν τόσο μικρό πού νά μήν μπορεί νά παρατηρηθεί στό μικροσκόπιο. Μετα κατάλαβε πώς τό πρότυπο αυτό θά 'πρεπε νά μήν κλείνει μέσα του κι άλλα πρότυπα, γιατί τότε θά κατάληγε σέ άδιέξοδο. Υπόθεσε λοιπόν πώς κάθε όργανο του σώματος «κατασκευάζει» μικρά όμοιώματά του πού κυκλοφορούν μέσα στό αίμα και καταλήγουν στους γαμέτες. Όταν μαζευτεί μια πλήρης σειρά προτύπων από όλα τά όργανα του σώματος, τότε σχηματίζεται ένας ώριμος γαμέτης πού μπορεί νά λάβει μέρος σέ γονιμοποίηση και νά δώσει γέννηση σ' ένα πλήρη οργανισμό. Έτσι άπόφευγε ό Ντάρβιν τό πρόβλημα τό σχετικό μέ τά προσχηματισμένα άνθρωπάκια πού βρίσκεται τό ένα μέσα στό άλλο, γιατί κάθε φορά τά όργανα του σώματος είχαν τήν ίκανότητα νά σχηματίζουν νέα μικροσκοπικά όμοιώματά τους. Ή θεωρία του Ντάρβιν, πού τήν ονόμασε προσωρινή ύπόθεση τής **παγγένεσης** έρχεται σέ άμεση αντίθεση μέ τίς άπόψεις του Βάϊσμαν. Ξέρουμε σήμερα πώς δέν είναι σωστή, ή νεώτερη όμως εξήγηση του σημαντικού αυτού προβλήματος παρουσιάζει άρκετές όμοιότητες μέ τήν εξήγηση πού έδωσε ό Ντάρβιν.

Θά δοϋμε, δηλαδή, παρακάτω, πώς τήν ανάπτυξη (και άλλωστε και όλη τή λειτουργία του οργανισμού) καθορίζουν (και έλέγχουν) κληρονομικές μονάδες, οι γόνιου πού άποτελούν κατιτί προσχηματισμένο. Όχι όμως προσχηματισμένες μικρογραφίες όργάνων αλλά ένα είδος σχέδιου γιά τήν ανάπτυξη και τή λειτουργία του οργανισμού. Οι γόνιου δέν προέρχονται από τά διάφορα όργανα του σώματος, και σ' αυτό έχει δικίο ό Βάϊσμαν, αλλά «φτιάχνουν όργανα». Έχουν επί πλέον τήν ιδιότητα νά διπλασιάζον-

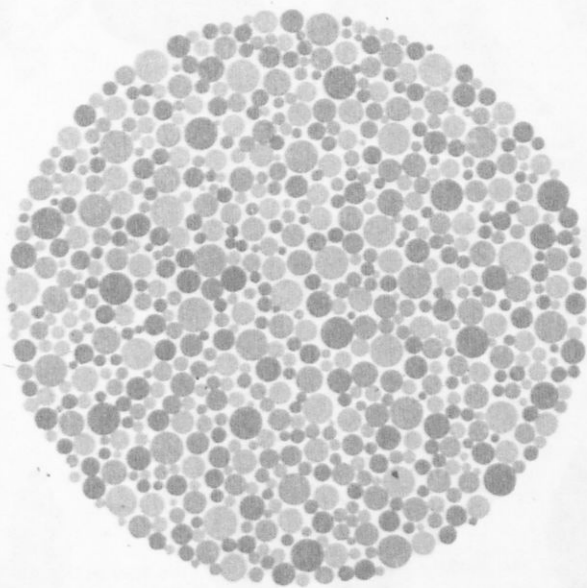
ται κι έτσι δέν χρειάζονται νά κλείνουν μέσα τους κι άλλα μικρότερα τους προσχηματισμένα πρότυπα, σάν τίς ρωσικές κουκκλες.

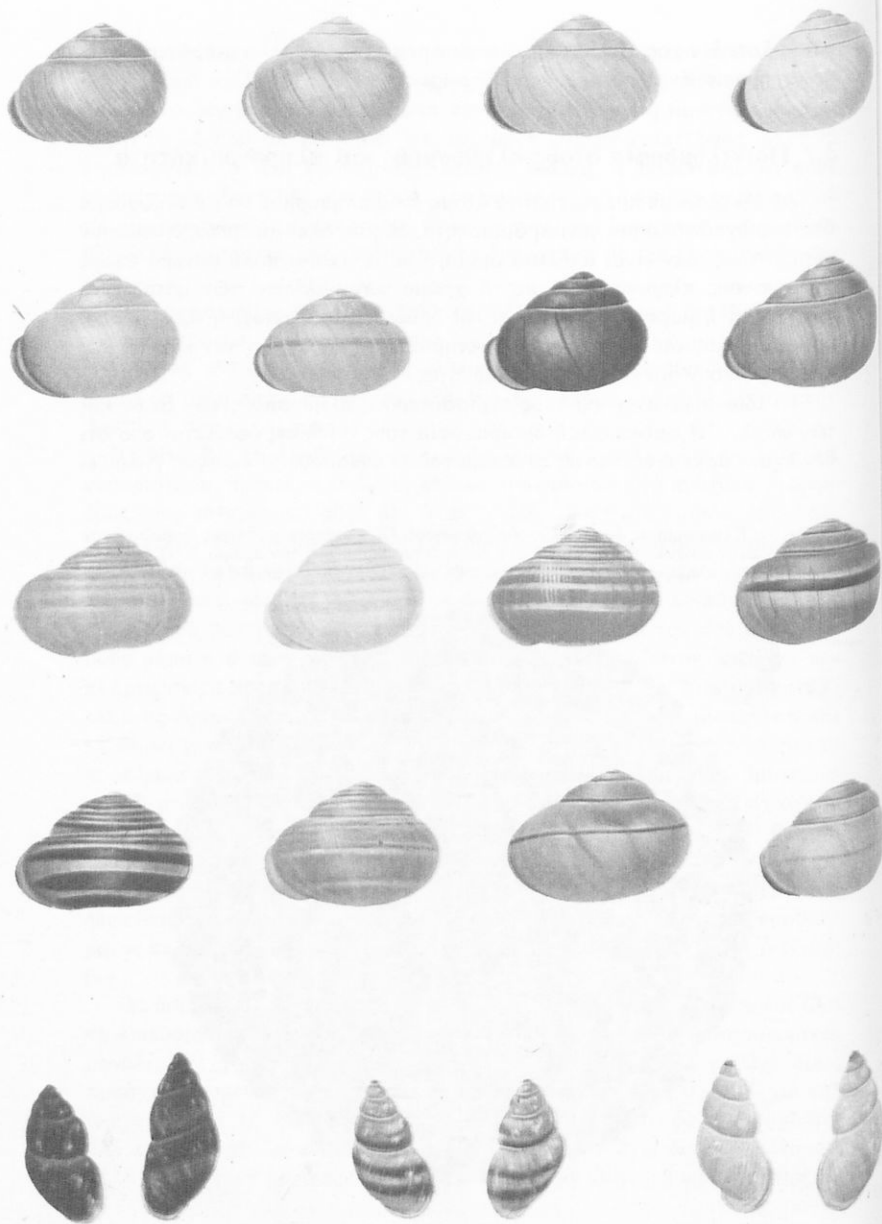
3.7 Ποικιλομορφία στους πληθυσμούς καί κληρονομικότητα

Ἄν ἐξετάσουμε προσεκτικά τά άτομα ἐνός πληθυσμοῦ θά ἀντιληφθοῦμε ὅτι, ἐνῶ ἔχουν ὄλα μιά γενική ὁμοιότητα, σέ μικρολεπτομέρειες διαφέρουν μεταξύ τους. Δέν εἶναι ἀπόλυτα ὁμοια. Τοῦτο γίνεται πολύ φανερό στους ἀνθρώπινους πληθυσμούς ὅπου τό χρῶμα τῶν μαλλιῶν, τῶν ματιῶν, τό σχῆμα καί ἡ μορφή τοῦ σώματος, οἱ ὁμάδες τοῦ αἵματος, ἡ ἐξυπνάδα, ἡ μυϊκή δύναμη καί τόσα ἄλλα χαρακτηριστικά ξεχωρίζουν τόν καθένα μας καί μᾶς δίνουν μιά εἰκόνα μοναδικότητας.

Τό ἴδιο συμβαίνει γιά τούς περισσότερους πληθυσμούς τῶν ζώων καί τῶν φυτῶν. Ἡ φαινομενική ὁμοιομορφία τους συνήθως ὀφείλεται στό ὅτι δέν ἔχουν ἀρκετά ἐξεταστῆ τά άτομα τοῦ πληθυσμοῦ. Ὁ καθένας γνωρίζει

Εἰκόνα 55: Κληρονομικές διαφορές στους ἀνθρώπους. Οἱ περισσότεροι ἄντρες διαβάζουν τόν ἀριθμό 8 στήν εἰκόνα. Ὅσοι ὁμως ἔχουν δαλτωνισμό διαβάζουν τόν ἀριθμό 3. Ὁ δαλτωνισμός εἶναι ἓνα κληρονομικό χαρακτηριστικό. Οἱ γυναῖκες μέ δαλτωνισμό εἶναι πολύ σπάνιες.





◀ **Εικόνα 56:** Κληρονομικές διαφορές σε δύο είδη σαλιγκαριών. Τα άτομα διαφέρουν στο χρώμα και στις γραμμώσεις στο πρώτο είδος (*Ceræa nemoralis*) στο χρώμα, στις γραμμώσεις και αν είναι δεξιόστροφα ή αριστερόστροφα στο δεύτερο είδος (*Partula saturalis*).



▲ **Εικόνα 57:** Ποικιλομορφία στα περιστέρια. Άριστερά το άγριοπερίστερο και δεξιά διάφοροι τύποι που με επιλογή δημιούργησε ο άνθρωπος από αυτό.



Εικόνα 58: Ποικιλομορφία στους ανθρώπινους πληθυσμούς. Κάθε άνθρωπος έχει, διαφορετικά από οποιονδήποτε άλλον, δακτυλικά αποτυπώματα. Η εικόνα δείχνει τρεις τύπους δακτυλικών αποτυπωμάτων (τόξα, κόλπος, στρόβιλος). Η ποικιλομορφία αυτή έχει κληρονομική βάση.

καλύτερα τὰ ἀντικείμενα μέ τὰ ὁποῖα ἀσχολεῖται. Ἔτσι ἀρκετοί φιλόζωοι ἢ ὀρνιθολόγοι μποροῦν νά ξεχωρίσουν τόσο μορφολογικά ὅσο καί ἀπό τίς διαφορές στή συμπεριφορά τους πολλά πουλιά πού ἀνήκουν στό ἴδιο εἶδος λ.χ. σπίνους, ἐνῶ φαίνονται ὁμοία γιά ἕναν ἄπειρο παρατηρητή.

Αὐτή ἡ τεράστια ποικιλομορφία πού παρατηρεῖται στους πληθυσμούς ἀποτελεῖ μιά πρώτη βασική παρατήρηση. Μιά ἄλλη βασική παρατήρηση πού τή συμπληρώνει εἶναι ὅτι τὰ τέκνα μοιάζουν μέ τούς γονεῖς τους, οἱ ἀπόγονοι μέ τούς προγόνους τους, τὰ ἄτομα πού ἔχουν συγγένεια «ἐξ αἵματος» μοιάζουν μεταξύ τους. Ἡ ὁμοιότητα μεταξύ συγγενῶν ἀτόμων, μεταξύ τέκνων καί γονιῶν, ἀποτελεῖ τό φαινόμενο τῆς κληρονομικότητας.

Γνωρίζουμε ὅτι τὰ τέκνα ἀνήκουν στό ἴδιο βιολογικό εἶδος μέ τούς γονεῖς τους, στήν ἴδια φυλή (τέκνα λευκῶν εἶναι λευκά, μογγόλων εἶναι μογγόλοι κ.ο.κ.). Ἄλλά καί σέ ὀρισμένα εἰδικά χαρακτηριστικά τὰ τέκνα μοιάζουν μέ τούς γονεῖς τους σάν νά τούς μεταβίβασαν οἱ γονεῖς τὰ χαρακτηριστικά τους αὐτά.

Ἡ **Γενετική** εἶναι ὁ κλάδος τῆς Βιολογίας πού μελετᾶ τήν κληρονομικότητα καί τήν ποικιλομορφία πού παρατηρεῖται στους πληθυσμούς. Ἀκριβῶς μέ τό μηχανισμό τῆς κληρονομικότητας θά ἀσχοληθοῦμε παρακάτω.

3.8 Ποιές ιδιότητες κληρονομούνται; Κληρονομούνται οἱ ἐπίκτητες ιδιότητες;

Τά τέκνα ἔχουν ὀρισμένα χαρακτηριστικά ὁμοία μέ τὰ ἀντίστοιχα χαρακτηριστικά τῶν γονιῶν τους, λ.χ. δύο γονεῖς μέ γαλανά μάτια θά ἔχουν παιδιά μέ γαλανά μάτια. Στήν κοινή γλώσσα λέμε ὅτι τὰ τέκνα κληρονόμησαν τὰ χαρακτηριστικά αὐτά ἀπό τούς γονεῖς τους. Ὅλα ὁμῶς τὰ χαρα-

κτηριστικά δέν κληρονομούνται. 'Υπάρχουν όρισμένα χαρακτηριστικά ή ιδιομορφίες τίς όποίες άποκτά ένα άτομο κατά τή διάρκεια τής ζωής του και πού δέν τίς έχει κληρονομήσει άπό τούς γονείς του. "Όταν κλείσει ένα τραύμα σχηματίζεται μία ούλή. Τέτοιες ούλές δέν κληρονομούνται άπό τούς γονείς, ούτε κληρονομούνται στους άπογόνους. Πρόκειται γιά μία κατηγορία ιδιοτήτων πού όνομάζονται **έπίκτητες ιδιότητες**.

"Όταν ένας άθλητής άσκηθεί πολύ στό τρέξιμο ή στην πεζοπορία, οί μύς τών ποδιών του αναπτύσσονται πιό πολύ. "Ένα όργανο αναπτύσσεται μέ τήν άσκηση του. 'Ο άθλητής αναπτύσσει μεγαλύτερο μυϊκό σύστημα.

'Ο καρδιοπαθής αναπτύσσει πολλές φορές υπερτροφία τής καρδιάς γιά νά μπορεί ή έλαττωματική του καρδιά νά άντεπεξέρχεται στίς άνάγκες τού όργανισμού του. 'Ο όδηγός αυτοκινήτου άποκτά μέ τήν έξάσκησή του μεγαλύτερη πείρα και ικανότητα όδηγήσεως.

Κληρονομούνται οί επίκτητες ιδιότητες; Νάι, πίστευαν τόν περασμένο άίωνα οί μεγάλοι βιολόγοι, όπως ό γάλλος Λαμάρκ (Lamarck 1744-1829) πού έγινε γνωστός γιατί ύποστήριξε ότι ύπάρχει όργανική εξέλιξη, δηλαδή ότι τά είδη τών ζωντανών όργανισμών προέρχονται άπό άλλα παρόμοια είδη. 'Ο Λαμάρκ πίστευε ότι, όταν μία επίκτητη ιδιότητα άποκτηθεί, μπορεί νά κληρονομηθεί άπό τό άτομο πού τήν άπόκτησε στους άπογόνους του.

"Έτσι άλλωστε εξήγούσε και τήν εξέλιξη: θεωρούσε ότι ό μηχανισμός τής εξέλιξεως στηρίζεται στην κληρομικότητα τών επίκτητων ιδιοτήτων. Σήμερα όνομάζουμε άντιλήψεις παρόμοιες μέ τού Λαμάρκ **λαμαρκισμό**.

Και ό Ντάρβιν πίστευε στην κληρονομικότητα τών επίκτητων ιδιοτήτων. 'Υπόστήριξε κι αυτός ότι ύπάρχει όργανική εξέλιξη, νόμισε όμως ότι ένας διαφορετικός μηχανισμός εξηγεί γιατί και πώς πραγματοποιείται. Συγχρόνως όμως δέν παράλειπε νά εκδηλώνει τήν πίστη του στην κληρονομικότητα τών επίκτητων ιδιοτήτων, (άλλωστε ή θεωρία του τής παγγένεσης πρότεινε κι ένα μηχανισμό κληρονομικότητας τών επίκτητων ιδιοτήτων). 'Υπήρχε λοιπόν γιά τήν κληρονομικότητα τών επίκτητων ιδιοτήτων μία γενική παραδοχή. 'Η έπιστήμη όμως δέ βασίζεται σέ γενικές παραδοχές, όταν δέν άποδεικνύονται πειραματικά. Μέ πειράματα δηλαδή καταβάλλεται προσπάθεια νά άποδειχτεί ή νά διαψευστεί κάθε ύπόθεση, κάθε θεωρία. 'Ο αυστριακός βιολόγος Βάϊσμαν πειραματίστηκε μέ ποντικούς γιά νά δει κατά πόσο κληρονομούνται οί επίκτητες ιδιότητες. Τούς έκοβε τίς ούρές και μετά τούς διασταύρωνε. Στά τέκνα τους έκανε ακριβώς τό ίδιο πράγμα. Κατά τή διάρκεια 22 γενιών ποτέ δέν παρατήρησε μείωση τού μήκους τής ούρας σέ ποντικό. Συμπέρανε λοιπόν ότι οί επίκτητες ιδιότητες δέν κληρονομούνται.

'Από τήν εποχή τού Weismann μέχρι τώρα γίνηκαν πολλά παρόμοια

πειράματα: σέ κανένα δέν ἀποδείχτηκε ὅτι οἱ ἐπίκτητες ιδιότητες κληρονομοῦνται.

Εἶναι ἐπίσης γνωστό ὅτι σέ πολλούς λαούς γίνεται ἡ περιτομή ἐπὶ γενιῶν γενιῶν. Ποτέ ὁμως δέν παρατηρήθηκε νά γεννηθοῦν ἄτομα πού νά μὴ χρειάζεται νά ὑποστοῦν περιτομή. Τὸ ἴδιο ἰσχύει γιὰ τὸν παρθενικό ὕμενα τῶν γυναικῶν, γιὰ διάφορες παραμορφώσεις πού ἄτομα ἡμίαιγων λαῶν δημιουργοῦν στό πρόσωπό τους ἀπό νεαρή ἡλικία, ἐκρίζωνοντας δόντια, ἢ τρυπώντας τή μύτη τους ἢ τὰ αὐτιά τους, ἢ τέλος παραμορφώνοντας τὰ χεῖλη τους. Τά ἐπίκτητα αὐτά χαρακτηριστικά δέν κληρονομήθηκαν.

3.9 Πῶς κληρονομοῦνται τὰ διάφορα χαρακτηριστικά

Τό δειλινό ἢ νυχτολούλουδο (τοῦ ὁποίου τὸ ἐπιστημονικό ὄνομα εἶναι *Mirabilis jarapa*) μπορεῖ νά ἔχει ἄνθη ἢ κόκκινα ἢ λευκά. "Ὅταν αὐτογονιμοποιηθοῦν ἢ ὅταν γονιμοποιηθοῦν μεταξύ τους δύο φυτά μέ κόκκινα ἄνθη, δίνουν πάντα ἀπογόνους μέ κόκκινα ἄνθη. Τά φυτά πάλι πού ἔχουν λευκά ἄνθη κληρονομοῦν στούς ἀπογόνους τους τὸ λευκὸ χρῶμα τῶν λουλουδιῶν τους.

Τό χρῶμα λοιπὸν τοῦ ἄνθους ἀποτελεῖ ἓνα κληρονομικὸ χαρακτηριστικό. "Ἄν διασταυρώσουμε ἓνα φυτὸ μέ κόκκινα ἄνθη μ' ἓνα φυτὸ μέ λευκά ἄνθη, δηλαδή ἂν πάρουμε γύρη ἀπὸ τὸ πρῶτο φυτὸ καί ἐπικονιάσουμε τὸ στίγμα τοῦ στύλου τοῦ δευτέρου φυτοῦ ἢ καί τὸ ἀντίστροφο, θά πάρουμε φυτά πού θά ἀνήκουν στήν **πρῶτη θυγατρική γενιά** (σύμβολο F_1). Τά δύο ἄτομα πού διασταυρώνονται ἀποτελοῦν τήν **πατρική γενιά** (σύμβολο P).

Μιά τέτοια διασταύρωση ὀνομάζεται **ὑβριδισμός** καί τὰ φυτά τῆς πρώτης θυγατρικῆς γενιᾶς μποροῦν νά ὀνομαστοῦν **ὑβρίδια ἢ νόθα**.

"Ὅλα τὰ φυτά τῆς πρώτης θυγατρικῆς γενιᾶς ἔχουν ἄνθη μέ χρῶμα ρόδινο. Τί μποροῦμε νά ὑποθέσουμε; "Ὅτι ἡ κληρονομικὴ οὐσία (τό γεννητικό πλάσμα) τῶν φυτῶν πού ἔχουν λευκά ἄνθη ἀναμειχτήκε μέ τήν κληρονομικὴ οὐσία τῶν φυτῶν μέ κόκκινα ἄνθη καί ὅτι γενικά ἡ κληρονομικὴ οὐσία συμπεριφέρθηκε σάν ὑγρὸ πού ἀκολουθεῖ τοὺς νόμους τῆς ἀναμειξεως τῶν ὑγρῶν: Πραγματικά, ἂν πάρω ἓνα διάλυμα μέ κόκκινο χρῶμα κι ἓνα ἄλλο μέ λευκὸ καί τὰ ἀναμειξῶ, μπορεῖ νά πάρω ἓνα νέο διάλυμα τοῦ ὁποίου τὸ χρῶμα νά εἶναι ἐνδιάμεσο: δέν εἶναι οὔτε λευκὸ, οὔτε ἔντονα κόκκινο, ἀλλὰ ρόδινο. Συμπεριφέρθηκε ἄραγε ἔτσι κι ἡ κληρονομικὴ οὐσία;

"Ἄς κάνουμε ἓνα δεύτερο πείραμα γιὰ νά ἐπαληθεύσουμε ἢ νά διαψεύσουμε τήν πρώτη μας αὐτὴ ὑπόθεση. "Ἄς διασταυρώσουμε τὰ φυτά τῆς πρώτης θυγατρικῆς γενιᾶς μέ ἓναν ἀπὸ τοὺς γονεῖς τους λ.χ. αὐτὸν πού ἔχει λευκά ἄνθη.

Αὐτοῦ τοῦ εἶδους τῆ διασταύρωση ὀνομάζουμε **ἀναδιασταύρωση ἢ ἀνά-**

δρομη διασταύρωση. "Αν ή κληρονομική ουσία συμπεριφέρεται σαν υγρό που ακολουθεί τους νόμους της άναμειξεως των υγρών θά περιμένουμε νά πάρουμε από αυτή τή διασταύρωση φυτά πού δλα θά έχουν λουλούδια με χρώμα ένδιάμεσο μεταξύ του ρόδινου του ενός γονέα και του λευκού του άλλου. "Όμως τούτο δέν είναι και τό πειραματικό μας άποτέλεσμα. Τά μισά φυτά πού θά προκύψουν θά 'χουν λευκά άνθη και τά άλλα μισά ρόδινα.

Πρέπει λοιπόν νά παραδεχτούμε ότι ή κληρονομική ουσία δέν συμπεριφέρεται σαν υγρό πού άναμιγνύεται αλλά μάλλον σαν μονάδα. Κάθε φυτό τής πρώτης θυγατρικής γενιάς πήρε λ.χ. μιá κόκκινη μονάδα από τόν ένα γονέα του και μιá λευκή μονάδα από τόν άλλο γονέα του. "Έχει άνθη με ρόδινο χρώμα. "Όταν όμως διασταυρωθεί με τό λευκό του γονέα, βλέπουμε ότι αυτές οι δύο μονάδες δέν άλλοιώθηκαν, δέν έπηρέασαν ή μιá τήν άλλη: τό φυτό τής πρώτης θυγατρικής γενιάς φαίνεται νά δίνει δύο ειδών γαμέτες, ένα με τή «λευκή» μονάδα κι ένα με τήν «κόκκινη» με τήν ίδια άναλογία, οι όποιοι ένώνονται στην ανάδρομη διασταύρωση με μιá λευκή μονάδα, πού προέρχεται από τό φυτό με λευκά άνθη, για νά δώσουν γέννηση αντίστοιχα σε δύο είδη φυτών με ρόδινα άνθη και με λευκά άνθη.

Για νά συμπληρώσουμε τήν ύπόθεσή μας αυτή, μπορούμε νά θεωρήσουμε ότι κάθε φυτό έχει δύο μονάδες πού καθορίζουν τό χρώμα του άνθους του. Μπορεί αυτές οι μονάδες νά 'ναι όμοιες, κι οι δύο λευκές, όποτε τό φυτό έχει λευκά άνθη ή κι οι δύο κόκκινες, όποτε τό φυτό έχει κόκκινα άνθη. "Η μπορεί πάλι νά 'ναι διαφορετικές, μιá κόκκινη και μιá λευκή, όποτε τό φυτό έχει ρόδινο χρώμα. Κάθε γαμέτης όμως έχει μόνο μιá από τις δύο αυτές μονάδες. Τό φυτό έχει δύο μονάδες, γιατί μιá προέρχεται από τόν κόκκο τής γύρης (τόν ένα γαμέτη) και μιá από τό ώάριο (τόν άλλο γαμέτη), πού ένώνονται στη γονιμοποίηση για νά σχηματίσουν τό άτομο.

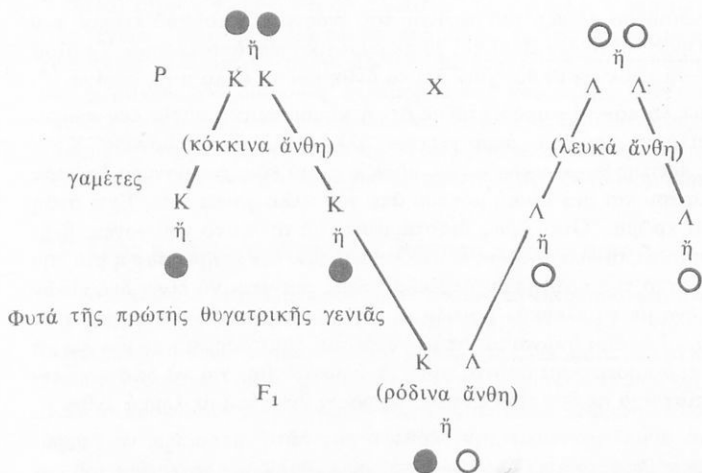
Δηλαδή κάθε φυτό έχει δύο μονάδες από τις όποιες ή μιá προέρχεται από τόν πατέρα του κι ή άλλη από τήν μητέρα του. "Όταν πρόκειται κι αυτό νά δώσει γαμέτες θά περάσει μιá μόνο μονάδα σε κάθε γαμέτη του, γι' αυτό κι οι μισοί γαμέτες των φυτών με ρόδινα άνθη θά έχουν τή λευκή μονάδα, ένω οι άλλοι μισοί τήν κόκκινη.

Πρόκειται για τό φαινόμενο τής **διάσχισης τής κληρονομικής ουσίας** ρόδινα φυτά δίνουν γαμέτες πού έχουν άνεπηρέαστες και άναλλοιώτες τίς μονάδες τους στην κατάσταση ακριβώς πού βρίσκονταν μες στους πατρικούς γαμέτες, όταν έγινε ή γονιμοποίηση και σχηματίστηκε τό ζυγωτό κύτταρο του φυτού με ρόδινα άνθη.

"Ας συμβολίσουμε τή λευκή μονάδα με τό γράμμα Λ ή τό σύμβολο ○ και με τό γράμμα Κ ή τό σύμβολο ● τήν κόκκινη. Τότε οι δύο διασταυρώσεις πού περιγράψαμε μπορούν νά παρασταθούν έτσι:

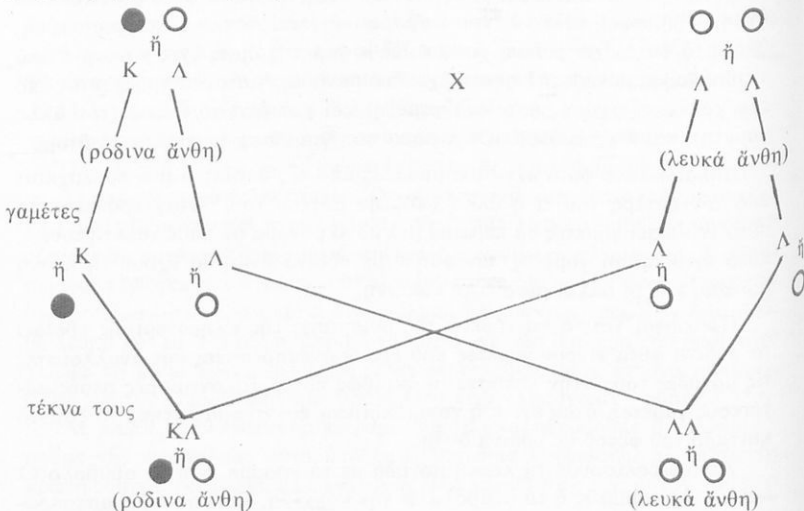
1η διασταύρωση

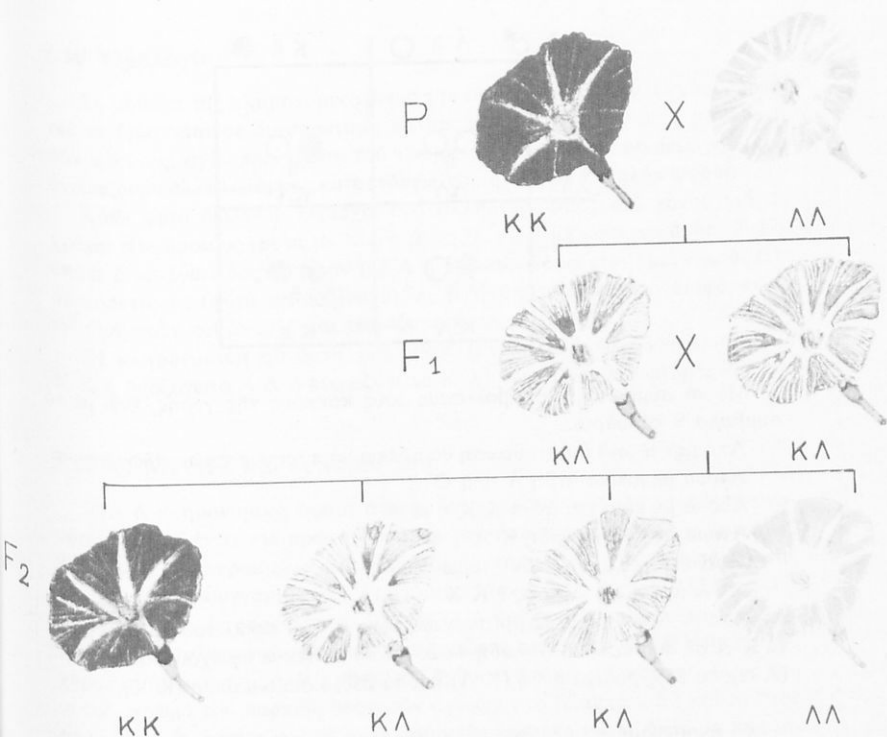
Φυτά της Πατρικής γενιᾶς μεταξύ τους.



2η διασταύρωση

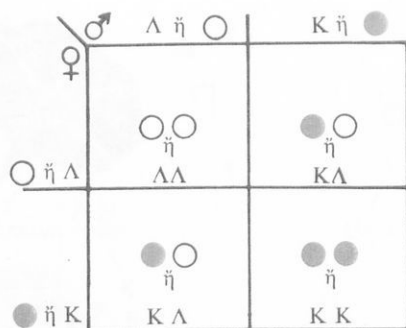
Ἡ Ἀνάδρομη διασταύρωση





Εικόνα 59: Οί διασταυρώσεις στο δειλινό. Γονείς (P), πρώτη (F₁) και δεύτερη (F₂) θυγατρική γενιά.

Μπορούμε βέβαια νά διασταυρώσουμε δύο φυτά της πρώτης θυγατρικής γενιάς μεταξύ τους, δηλαδή δύο φυτά μέ ρόδινα άνθη. Από αυτή τή διασταύρωση θά πάρουμε φυτά πού θά ανήκουν στή **δεύτερη θυγατρική γενιά** (σύμβολο F₂). Κάθε φυτό της πρώτης θυγατρικής γενιάς δίνει δύο είδων γαμέτες: τό ένα είδος θά φέρνει μία λευκή μονάδα καί τό άλλο μία κόκκινη. Ο πίνακας, πού ακολουθεί, δείχνει γιά τήν περίπτωση αυτή όλους τούς συνδυασμούς τών γαμετών μεταξύ τους, δηλαδή τών κόκκων της γύρης καί τών ωαρίων. Ένας τέτοιος πίνακας ονομάζεται **άβάκιο τών γαμετικών συνδυασμών**.



Με τό σύμβολο ♂ συμβολίσαμε τούς κόκκους τής γύρης, ενώ με τό σύμβολο ♀ τά ώάρια.

Άπό μία τέτοια διασταύρωση θά πρέπει νά πάρουμε τριών ειδών άτομα:

"Άτομα με λευκά άνθη Λ Λ η η ○ ○

"Άτομα με κόκκινα άνθη Κ Κ η η ● ●

"Άτομα με ρόδινα άνθη Κ Λ η η ● ○

Οί αναλογίες αυτών τών ατόμων είναι:

1 Λ Λ πρός 2 Κ Λ πρός 1 Κ Κ

άφου τά Λ Λ και τά Κ Κ βρίσκονται μόνο σ' ένα κελλί του άβάκιου, ενώ τά Κ Λ σε δύο κελλιά. Δηλαδή τά 25% άπό τά τέκνα θά έχουν λευκά άνθη (Λ Λ), τά 50% ρόδινα άνθη (Κ Λ) και τά 25% κόκκινα άνθη (Κ Κ).

Τά άναμενόμενα αυτά άποτελέσματα είναι ίδια άκριβώς με αυτά πού μās δίνει τό πείραμα τής διασταυρώσεως. Άρα ή θεωρία μας είναι σωστή.

Γιά νά συνοψίσουμε: μπορούμε λοιπόν νά ύποστηρίξουμε ότι ή κληρονομική ούσία πού ρυθμίζει τό χρώμα του άνθους του δειλινου συμπεριφέρεται σάν μονάδα κι όχι σάν ύγρό πού ακολουθεί τούς νόμους τής άναμείξεως τών ύγρων.

Κάθε φυτό έχει δύο μονάδες τίς όποιες πήρε τή μία άπό τόν πατέρα του και τήν άλλη άπό τή μητέρα του. Κάθε γαμέτης, είτε κόκκος γύρης είναι είτε ώάριο, έχει μία μονάδα μόνο.

Ή διάσχιση είναι τό φαινόμενο σύμφωνα με τό όποιο δύο διαφορετικές μονάδες πού βρίσκονται στό ίδιο φυτό, δέν άλληλοσηρεάζονται ή άλλοιώνονται μέσα του, αλλά ξαναπαρουσιάζονται στους γαμέτες του στην ίδια κατάσταση και με τήν ίδια καθαρότητα, όπως ήταν και στους γαμέτες τών γονιων του.

3.10 Όρολογία

Τή μονάδα της κληρονομικότητας την ονομάζουμε **γόνο**. Ό γόνος μπορεί να βρίσκεται σε διαφορετικές καταστάσεις (λ.χ. σάν λευκή μονάδα ή σάν κόκκινη, στην περίπτωση του χρώματος του άνθους του δειλινού) που ονομάζουμε **άλληλόμορφες καταστάσεις** του ή απλώς **άλληλόμορφους**.

Κάθε φυτό δειλινού περιέχει δυο άλλαλόμορφους του γόνου για τό χρώμα είτε όμοιους (φυτά μέ λευκά άνθη, Λ Λ, ή μέ κόκκινα άνθη, Κ Κ), όποτε δίνει ένα είδος γαμετών (μέ Λ ή Κ) και όνομάζεται **όμοζυγωτό**, είτε διαφορετικούς (φυτά μέ ρόδινα άνθη, ΚΛ) όποτε δίνει δυο διαφορετικά είδη γαμετών και όνομάζεται **έτεροζυγωτό**.

Ή κληρονομική σύνθεση του φυτού (άν δηλαδή θά είναι όμοζυγωτό Κ Κ ή όμοζυγωτό Λ Λ ή έτεροζυγωτό Κ Λ) όνομάζεται **γονότυπος** του.

3.11 Ό Μέντελ και οι νόμοι του

Ότι ή κληρονομική ουσία συμπεριφέρεται σάν μονάδα, που την όνομάσαμε γόνο, έγινε για πρώτη φορά γνωστό από τις μελέτες ενός μοναχού, που ζούσε τόν περασμένο αιώνα σ' ένα μοναστήρι μιάς μικρής πόλης της παλιάς Αύστρουγγαρίας, του Γρηγόριου Μέντελ (G. Mendel 1822-1884).

Ό Μέντελ πειραματίστηκε μέ μπιζέλια και άνακάλυψε πρώτος τό μηχανισμό της κληρονομικότητας, γιατί πρώτος σκέφτηκε να μελετήσει κάθε χαρακτηριστικό χωριστά (χρώμα του άνθους, σχήμα του καρπού, ύψος του φυτού, χρώμα του καρπού, θέση των άνθων στό βλαστό κ.ά.) και πρώτος σκέφτηκε να μετράει πολλά φυτά από κάθε διασταύρωση, ώστε να 'χει σίγουρα, από στατιστική άποψη, άποτελέσματα.

Τό έτος 1866 δημοσίευσε τά άποτελέσματα των πειραμάτων του, που δέν έτυχαν προσοχής. Μόνο τό 1900 τρεις βιολόγοι, ένας Όλλανδός, ένας Γερμανός κι ένας Αύστριακός, όλοι καθηγητές της Βιολογίας, άνακάλυψαν την έργασία του και έπιβεβαίωσαν τά συμπεράσματά του σε διάφορα ζώα και φυτά. Σήμερα γνωρίζουμε ότι ισχύουν και στόν άνθρωπο οι νόμοι του Μέντελ και ό μηχανισμός της κληρονομικότητας που διατύπωσε.

Τά συμπεράσματα του Μέντελ διατυπώθηκαν σε 4 νόμους, που άποτελούν πορίσματα των όσων είπαμε προηγουμένως για τή συμπεριφορά των γόνων.

● Πρώτος νόμος, **ό νόμος της όμοιομορφίας**: Τά νόθα της πρώτης θυγατρικής γενιάς είναι μεταξύ τους όμοια. Ίσχύει μόνο όταν τά πατρικά φυτά είναι όμοζυγωτά.

● Δεύτερος νόμος, **ό νόμος της αύτοτέλειας**: Οι άρχικοί χαρακτήρες, κι άν άκόμα βρίσκονται ένωμένοι στό νόθα της πρώτης θυγατρικής γενιάς,





διατηροῦν τὴν ἀνεξαρτησία καὶ καθαρότητά τους. Προκύπτει ἀπὸ τὴ διάσχιση.

- Τρίτος νόμος, ὁ νόμος τῆς διάσχισης: Οἱ χαρακτῆρες πού ἀναμειχτήκαν στὴν πρώτη θυγατρική γενιά, διαχωρίζονται πάλι στίς ἐπόμενες γενιές.
- Ὁ τέταρτος νόμος: Ἀναφέρεται σ' ἓνα φαινόμενο πού ἀκόμα δέ μελετήσαμε, στὴν **κυριαρχία**.

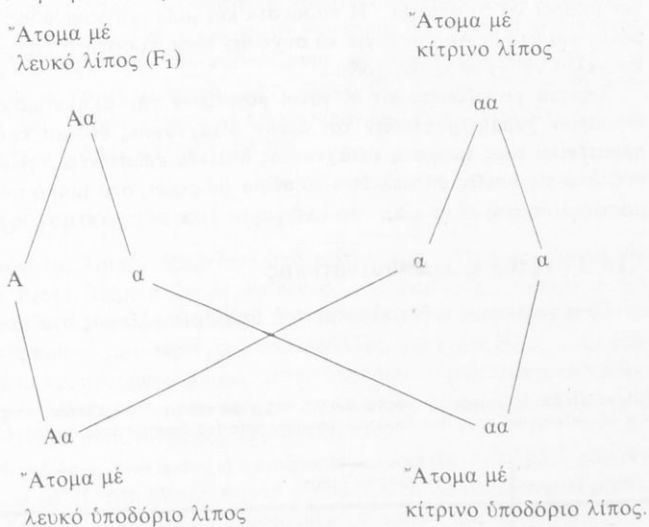
3.12 Κυριαρχία

Ἄν ἐξετάσει κανεὶς τὸ χρῶμα τοῦ λίπους πού βρίσκεται κάτω ἀπὸ τὸ δῆρμα στὰ πρόβατα ἢ στὰ κουνέλια, θά παρατηρήσει ὅτι ὑπάρχουν ζῶα μὲ λευκὸ ὑποδόριο λίπος καὶ ἄλλα μὲ κίτρινο. Τὸ χαρακτηριστικὸ αὐτὸ κληρονομεῖται.

Ἄν πάρουμε κουνέλια πού ἀνήκουν σὲ μιά φυλὴ, πού ἀποτελεῖται ἀπὸ ἄτομα μὲ λευκὸ μόνον ὑποδόριο λίπος, καὶ τὰ διασταυρώσουμε μὲ κουνέλια μὲ κίτρινο ὑποδόριο λίπος, θά πάρουμε στὴν πρώτη θυγατρική γενιά κουνέλια μὲ λευκὸ ὑποδόριο λίπος. Κι ὅμως ἡ διαφορὰ λευκοῦ καὶ κίτρινου ὑποδρίου λίπους ὀφείλεται σ' ἓνα γόνον πού μπορεῖ νά παρουσιαστεῖ μὲ δύο ἀλληλόμορφους: Τὰ ζῶα μὲ κίτρινο ὑποδόριο λίπος εἶναι ὁμοζυγωτὰ γιὰ τὸν ἓνα ἀλληλόμορφο (aa), ἐνῶ τὰ λευκὰ πάλι τῆς πατρικῆς γενιᾶς

είναι όμοζυγωτά για τόν άλλο άλληλόμορφο (AA). Τά νόθα τής πρώτης θυγατρικής γενιάς είναι έτεροζυγωτά (Aa), έχουν όμως λευκό ύποδόριο λίπος σάν τούς γονείς τούς AA. 'Ο άλληλόμορφος A κυριαρχεί, είναι κυρίαρχος, πάνω στόν άλληλόμορφο a και δέν τόν άφήνει νά εκδήλωθει στό έτεροζυγωτά άτομα. 'Ο άλληλόμορφος a ονομάζεται τότε υπολειπόμενος.

"Ότι πραγματικά αυτό συμβαίνει φαίνεται άν κάνουμε τήν ακόλουθη ανάδρομη διασταύρωση: άν διασταυρώσουμε τά ζώα τής πρώτης θυγατρικής γενιάς μέ ζώα πού έχουν κίτρινο ύποδόριο λίπος. Τά μισά άτομα πού θά πάρουμε θά έχουν λευκό ύποδόριο λίπος και τά άλλα μισά κίτρινο. "Όπως δείχνει και τό σχήμα, τά άτομα μέ τό λευκό λίπος είναι έτεροζυγωτά, ενώ τά άτομα μέ τό κίτρινο λίπος όμοζυγωτά.



Μπορούμε νά ξεχωρίσουμε τό γονότυπο τών λευκών ατόμων, άν τά διασταυρώσουμε μέ άτομα πού έχουν κίτρινο λίπος. Τά όμοζυγωτά λευκά δίνουν άπογόνους λευκούς, ενώ τά έτεροζυγωτά λευκά δίνουν δύο ειδών παιδιά: τά μισά έχουν λευκό, ενώ τά άλλα μισά κίτρινο λίπος.

● Τέταρτος νόμος, ό νόμος τής κυριαρχίας: Μερικές φορές ένα χαρακτηριστικό κατά τήν εκδήλωσή του επικρατεί σ' ένα άλλο.

3.13 Οί γόγοι συνθέτουν ένζυμα

Μέ τό νά δώσουμε ένα όνομα σ' ένα φαινόμενο σημαίνει πώς άναγνωρίσαμε τήν ύπαρξη του όχι όμως και πώς τό εξηγήσαμε.





Στήν περίπτωση του χρώματος του υποδόριου λίπους των κουνελιών γνωρίζουμε σε τι οφείλεται το φαινόμενο της κυριαρχίας. Τα κουνέλια είναι φυτοφάγα και με τα φύλλα που τρώνε εισάγουν στο σώμα τους διάφορες χρωστικές, όπως είναι η πράσινη χλωροφύλλη ή και οι κίτρινες ξανθοφύλλες. Οι ξανθοφύλλες, στα κουνέλια με λευκό λίπος, σπάνε σε μικρότερα κι άχρωμα συστατικά απ' τη δράση ενός ένζυμου που διαθέτουν τα κουνέλια αυτά. Τα κουνέλια με το κίτρινο λίπος δεν έχουν το ένζυμο: Οι ξανθοφύλλες σ' αυτά δε διασπώνται και, επειδή είναι λιποδιαλυτές, συγκεντρώνονται στο λίπος τους και το χρωματίζουν κίτρινο. Ο γόνος λοιπόν του χρώματος του λίπους φαίνεται να έλέγχει τη σύνθεση ενός ένζυμου: ο κυρίαρχος αλληλόμορφος Α φτιάχνει το ένζυμο, ενώ ο υπολειπόμενος α δεν μπορεί να το φτιάξει. Η παρουσία και μιᾶς μόνο μονάδας Α στα έτεροζυγωτά άτομα Αα αρκεί για να συντεθεί τόση ποσότητα ένζυμου ώστε τα κουνέλια να 'χουν λευκό χρώμα.

Σήμερα γνωρίζουμε ότι οι γόνος ρυθμίζουν την κληρονομικότητα των διάφορων χαρακτηριστικών και δρουν φτιάχνοντας ένζυμα και ειδικά το πρωτεϊνικό τους τμήμα ή φτιάχνοντας δομικές πρωτεΐνες, δηλαδή πρωτεΐνες, από τις οποίες αποτελείται το σώμα (μυοσίνη στο μυϊκό σύστημα, αιμοσφαιρίνη στο αίμα κ.ά).

3.14 Γονότυπος και Φαινότυπος

Το παράδειγμα του χρώματος του υποδόριου λίπους στα κουνέλια μᾶς

Εικόνα 61: Οι γονότυποι των κουνελιών για το χρώμα του υποδόριου λίπους τους (ΑΑ και αα) και οι φαινότυποι τους στα διάφορα περιβάλλοντα (με διαφορετικές διατροφές).

	Κουνέλι με γόνους για κίτρινο λίπος	Κουνέλι με γόνους για λευκό λίπος
Καρφάτα και πράσινα τμήματα αυτών		
Τροφή χωρίς ξανθοφύλλες		

δείχνει και κάτι άλλο: ότι δυό άτομα μπορεί να έχουν διαφορετικό γονότυπο, όπως τα όμοζυγωτά ΑΑ και τα έτεροζυγωτά Αα, αλλά να μᾶς φαίνονται όμοια, να ἔχουν δηλαδή και τα δυό τό ίδιο χρώμα λίπους, τό λευκό. Λέμε ότι έχουν τόν ίδιο **φαινότυπο**.

Ο φαινότυπος είναι τό πῶς μᾶς φαίνεται τό άτομο. Πῶς μᾶς φαίνονται τά διάφορα χαρακτηριστικά του: τά μορφολογικά, ανατομικά, φυσιολογικά, ήθολογικά (συμπεριφορᾶς) κ.ἄ.

Τά κουνέλια έχουν σχετικά μέ τό χρώμα του υποδόριου λίπους τους δυό φαινότυπους: τό λευκό και τόν κίτρινο. Ἐχουν όμως τρεῖς δυνατούς γονότυπους, τόν ΑΑ, τόν Αα και τόν αα πού εκδηλώνονται σέ δυό διαφορετικούς φαινότυπους: Στούς δυό πρώτους γονότυπους ἀντιστοιχεί ένας μόνο φαινότυπος, ό λευκός, ἐνῶ στόν τρίτο γονότυπο ἀντιστοιχεί ό κίτρινος φαινότυπος. Τό γονότυπο τόν καθορίζουμε μέ διασταυρώσεις: ἀπό τό τί παιδιά μπορεί να κάνει τό άτομο. Ἐτσι μπορούμε να ξεχωρίσουμε τά όμοζυγωτά ΑΑ και τά έτεροζυγωτά Αα λευκά κουνέλια, διασταυρώνοντάς τα μέ κίτρινα κουνέλια, όπως είδαμε και πρίν.

3.15 Κληρονομικότητα και περιβάλλον

Ο φαινότυπος λοιπόν εξαρτάται ἀπό τό γονότυπο. Τά κουνέλια μέ γονότυπο αα έχουν κίτρινο υποδόριο λίπος, ἐνῶ εκείνα μέ γονότυπο ΑΑ έχουν λευκό. Ἐν πάροουμε κουνέλια αα και ἀπό μικρά τά θρέψουμε μέ τέτοιες τροφές πού να μήν περιέχουν ξανθοφύλλες, θά ἔχουν, όπως είναι ἐπιβεβαιωμένο ἀπό όσα προηγούμενα είπαμε, λευκό υποδόριο λίπος. Ὡστε τό χρώμα του λίπους δέν εξαρτάται μόνο ἀπό τό γονότυπο αλλά και ἀπό τήν τροφή, δηλαδή ἀπό έναν παράγοντα του περιβάλλοντος.

Ἡ διαφορά όμως πού υπάρχει μεταξύ τῶν κουνελιῶν πού έχουν γονότυπους ΑΑ και αα είναι ή ἀκόλουθη: τά άτομα ΑΑ σέ όποιοδήποτε περιβάλλον κι ἂν ζήσουν, ἂν δηλαδή τραφούν είτε μέ τροφή πού περιέχει ξανθοφύλλες είτε μέ τροφή χωρίς ξανθοφύλλες, θά έχουν λευκό υποδόριο λίπος, ἐνῶ τά κουνέλια αα θά έχουν κίτρινο υποδόριο λίπος στήν πρώτη περίπτωση και λευκό στή δεύτερη.

Ο φαινότυπος λοιπόν εξαρτάται και καθορίζεται ἀπό δυό παράγοντες, τόν κληρονομικό (τό γονότυπο) και τόν περιβαλλοντικό. Ἐν γνωρίζουμε τους δυό αυτούς παράγοντες, γνωρίζουμε μέ ἀκρίβεια τό φαινότυπο.

Ὡπως για να χτιστεῖ ένας τοῖχος χρειάζονται και δομικά ὕλικά (πέτρες κ.ἄ.) και ἐργασία, έτσι για να διαμορφωθεῖ ένας φαινότυπος χρειάζεται και ένας γονότυπος κι ένα περιβάλλον. Τοῖχος χωρίς ὕλικά δέ χτίστηκε ποτέ ἀλλά ούτε χτίστηκε και χωρίς ἐργασία. Φαινότυπος χωρίς γονότυπο δέν ὑπῆρξε ούτε και χωρίς περιβάλλον.

Ο γονότυπος είναι εκείνος που δίνει στο άτομο τη δυνατότητα μέσα σε όρισμένες συνθήκες του περιβάλλοντος να αναπτύξει ένα όρισμένο φαινότυπο.

Η παχυσαρκία ή και το ύψος όφειλονται σε δύο παράγοντες: στην κληρονομική δομή του οργανισμού, αν δηλαδή έχει κανείς από τους γονείς του γόνους που νά υποβοηθούν ή νά παρεμποδίζουν την ανάπτυξη παχυσαρκίας ή ύψους, και σε περιβαλλοντικούς (πλούσια ή φτωχή διατροφή λ.χ.).

Από όσα ειπώθηκαν παραπάνω, ότι δηλαδή οί γόνοι επηρεάζουν τό φαινότυπο ελέγχοντας τή σύνθεση τών ενζύμων και τών πρωτεϊνών και ότι ό φαινότυπος προέρχεται από άλληλεπίδραση γονότυπου και περιβάλλοντος, φαίνεται πώς οί γόνοι δέν είναι προσχηματισμένες μικρογραφίες όργάνων τών γονέων. Τό λευκό υπόδοριο λίπος δέν κληρονομείται, γιατί μέσα στους γαμέτες ύπάρχει ένα μικροσκοπικό αντίγραφο λευκού λίπους που είναι ό γόνος. Αντίθετα ό γόνος είναι ένα τμήμα του γαμέτη που ελέγχει τή σύνθεση του ενζύμου που σπάζει τίς ξανθοφύλλες.

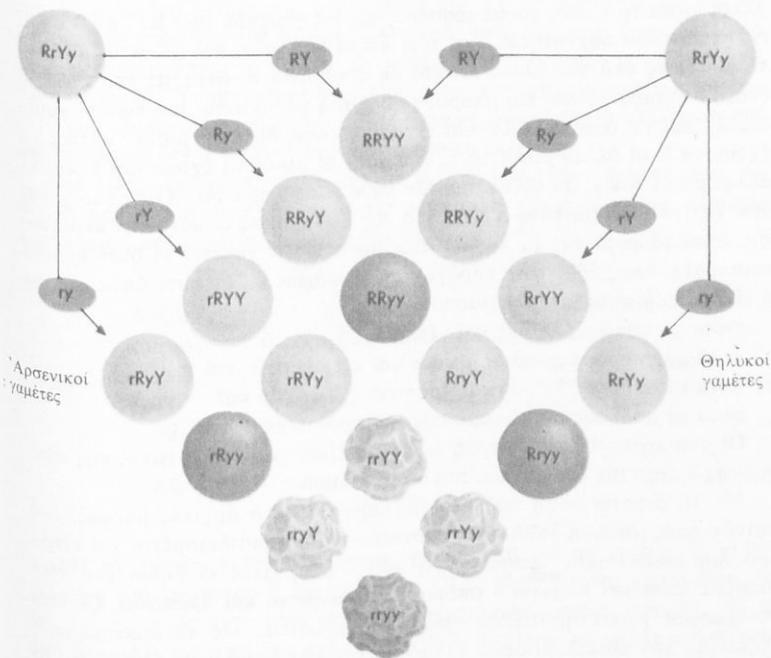
3.16 Διυβριδισμός.

Ο Μέντελ μελέτησε πώς κληρονομούνται έφτά διαφορετικά μορφολογικά χαρακτηριστικά του μπιζελιού (σπόρος λείος ή ρυτιδιασμένος, τό χρώμα του σπόρου, τό ύψος του φυτού κ.ά.). Όλα τά χαρακτηριστικά έδειχναν δύο διαφορετικούς φαινότυπους. Ο σπόρος λ.χ. μπορούσε νά ναι σε όρισμένα φυτά λείος και σε άλλα ρυτιδιασμένος, τό χρώμα του σπόρου κίτρινο ή πράσινο. Μελετώντας κάθε χαρακτηριστικό χωριστά κατάλαβε πώς έφτά διαφορετικοί γόνοι έλεγχαν τήν κληρονομικότητα τών έφτά χαρακτηριστικών. Κάθε γόνος καθόριζε ένα χαρακτηριστικό: κάθε γόνος είχε δύο άλληλόμορφους.

Άς ονομάσουμε τούς άλληλόμορφους που καθορίζουν τό είδος τής επιφάνειας του σπόρου R και r. Οί γονότυποι RR και Rr έχουν λείους σπόρους (κυριαρχία), ενώ ό γονότυπος rr ρυτιδιασμένος. Ένα φυτό Rr (λείοι σπόροι), αν αυτογονιμοποιηθεί, θά δώσει φυτά από τά όποια τό 1/4 θά είναι RR (λείοι σπόροι), τά 2/4 Rr (λείοι σπόροι) και τό 1/4 θά είναι rr (ρυτιδιασμένοι σπόροι). Δηλαδή τρία στά τέσσερα φυτά θά έχουν λείους σπόρους κι ένα στά τέσσερα ρυτιδιασμένους.

Τό ίδιο συμβαίνει και μέ τό χρώμα του σπόρου (κίτρινο-πράσινο) που ελέγχεται από άλλο γόνο μέ δύο άλληλόμορφους Y και y: τό κίτρινο χρώμα έχουν οί γονότυποι YY και Yy (κυριαρχία), ενώ τό πράσινο χρώμα ό γονότυπος yy.

Ο Μέντελ εξέτασε και τήν άκόλουθη περίπτωση: πώς συγχρόνως θά κληρονομηθούν δύο διαφορετικοί γόνοι, δηλαδή δύο διαφορετικά χαρα-



Εικόνα 62: Το άβακίο των γαμετικών συνδυασμών για να βρεθούν τά φυτά της F₂ στά μιζέλια στη διασταύρωση του διυβριδισμού που περιγράφεται στο κείμενο.

κτηριστικά, λ.χ. τό είδος τής επιφάνειας καί τό χρώμα του σπόρου. "Αν δηλαδή διασταυρώσουμε φυτό RRyY (φυτό μέ λείους καί πράσινους σπόρους) μέ ένα φυτό rRYy (φυτό μέ ρυτιδιασμένους καί κίτρινους σπόρους) θά πάrouμε στην F₁ φυτά μέ γονότυπο Rr Yy, δηλαδή έτεροζυγωτά καί για τό γόνο R καί για τό γόνο Y. Γιατί τό πρώτο φυτό θά κάνει γαμέτες Ry καί τό δεύτερο rY. Κάθε γαμέτης έχει ένα μόνο αλληλόμορφο από κάθε γόνο, από κάθε όμως γόνο: έχει δηλαδή ένα αλληλόμορφο από τό γόνο R (είτε τον R είτε τον r) καί συγχρόνως ένα αλληλόμορφο από τό γόνο Y (είτε τον Y, είτε τον y). Τό διπλό έτεροζυγωτό φυτό τής F₁ θά έχει λείους καί κίτρινους σπόρους αφού είναι RrYy.

Τώρα τί θά γίνει αν διασταυρωθούν μεταξύ τους δύο φυτά τής F₁; "Η λύση μās δίνεται από την εικόνα 62. Κάθε φυτό κάνει τέσσερα είδη γαμετών, δηλαδή όλους τους δυνατούς συνδυασμούς γαμετών. Οί μισοί γαμέτες θά έχουν τό R καί οί άλλοι μισοί τό r. Τό ίδιο οί μισοί γαμέτες τό Y καί οί

ἄλλοι μισοὶ τὸ γ. Θὰ ἔχουμε τέσσερις τύπους γαμετῶν τοὺς RY, Ry, rY καὶ ry, **μέ τὴν ἴδια συχνότητα: λέμε τότε ὅτι οἱ δύο γόνοι διασχίζονται ἀνεξάρτητα ὁ ἕνας ἀπὸ τὸν ἄλλο.** (Τοῦτο δὲ συμβαίνει σ' ὅλες τὶς περιπτώσεις ἐνὸς ζευγαριοῦ γόνων. Θὰ μπορούσε δηλαδὴ νὰ γίνονται πῶς πολλοὶ γαμέτες Ry καὶ rY ἀπὸ τοὺς RY καὶ ry, συγχρόνως ὁμοίως οἱ μισοὶ γαμέτες νὰ ἔχουν τὸ R οἱ ἄλλοι μισοὶ τὸ r, ἐνῶ πάλι οἱ μισοὶ νὰ ἔχουν τὸν Y καὶ οἱ ἄλλοι μισοὶ τὸν y, ἂν ἐξετάζαμε τὸν κάθε γόνο χωριστά). "Ὅταν δύο γόνοι διασχίζονται ἀνεξάρτητα ὁ ἕνας ἀπὸ τὸν ἄλλο, ὅπως σ' αὐτὴ τὴν περίπτωση, ὅταν τὰ φυτὰ τῆς F₁ κάνουν τεσσάρων εἰδῶν γαμέτες κι ὅταν ἔχουμε κυριαρχία, ὅπως ἐδῶ, τότε παράγονται τεσσάρων εἰδῶν φυτὰ ὅπως δείχνει ἡ εἰκόνα πού εἶναι ἓνα πλαγιαστὸ ἀβάκιο.

Φυτὰ μέ σπόρους λείους καὶ κίτρινους 9 στά 16

φυτὰ μέ σπόρους ρυτιδιασμένους καὶ κίτρινους 3 στά 16

φυτὰ μέ σπόρους λείους καὶ πράσινους 3 στά 16 καὶ

φυτὰ μέ σπόρους ρυτιδιασμένους καὶ πράσινους 1 στά 16.

Οἱ ἀναλογίαι 9 πρὸς 3, πρὸς 3, πρὸς 1 εἶναι χαρακτηριστικὲς τῆς σύγχρονης διάσχισης δύο γόνων, τοῦ **διυβριδισμοῦ.**

Μέ τὴ διασταύρωση πού περιγράψαμε ἀπὸ δύο ἀρχικὲς μορφές, δύο φαινότυπους (σπόροι λεῖοι καὶ πράσινοι - σπόροι ρυτιδιασμένοι καὶ κίτρινοι) δημιουργήθηκαν τέσσερις, δηλαδὴ δύο ἀρχικοὶ κι ἄλλοι δύο νέοι (σπόροι **λεῖοι καὶ κίτρινοι** - σπόροι **ρυτιδιασμένοι καὶ πράσινοι**). Οἱ νέοι συνδυασμοὶ χαρακτηριστικῶν πού δημιουργοῦνται ἀπὸ τὴ διασταύρωση αὐξάνουν τὴν ποικιλομορφία. Γι' αὐτὸ λέμε πῶς ἡ φυλετικὴ (σεξουαλική) ἀναπαραγωγὴ αὐξάνει τὴν ποικιλομορφία στοὺς πληθυσμούς.

3.17 Γόνος μέ τρεῖς ἀλληλόμορφους: Ὅμάδες αἵματος ABO

Ἐνα κληρονομικὸ χαρακτηριστικὸ στὸν ἄνθρωπο εἶναι καὶ οἱ ὁμάδες αἵματος ABO. Μποροῦμε νὰ κατατάξουμε τοὺς ἀνθρώπους σὲ τέσσερις ὁμάδες αἵματος (ἀπλοποιώντας λίγο τὴν κατάσταση): τὴν O, τὴν A, τὴ B καὶ τὴν AB. Εἶναι σημαντικό νὰ γνωρίζουμε σὲ ποιά ὁμάδα αἵματος ἀνήκει ἓνα ἄτομο, ἂν θέλουμε νὰ τοῦ κάνουμε μετάγγιση αἵματος: ὀρισμένες μεταγγίσεις μπορεῖ νὰ ἔχουν θανατηφόρα ἀποτελέσματα, ἐπειδὴ δημιουργοῦν θρόμβους αἵματος πού φράζουν ἀγγεῖα τοῦ κυκλοφορικοῦ συστήματος. Τὸ αἷμα ἀποτελεῖται ἀπὸ κύτταρα (ὅπως εἶναι τὰ ἐρυθροκύτταρα, τὰ λευκὰ αἰμοσφαίρια κ.ἄ.) καὶ ἀπὸ τὸν ὀρό. Τὰ ἐρυθροκύτταρα, ὅταν κολλήσουν μεταξύ τους (**συγκόλληση**) σχηματίζουν τοὺς θρόμβους. Στὶς μὴ ἐπιτρεπτὲς μεταγγίσεις ὁ σχηματισμὸς τῶν θρόμβων πραγματοποιεῖται ἐξαιτίας τῆς ἀντιδράσεως τῶν ἀντιγόνων πού ἐνώνονται μέ ἀντισώματα. Τὰ ἀντιγόνα καὶ ἀντισώματα εἶναι ὀργανικὲς χημικὲς ἐνώσεις μέ μεγάλα μό-

ρια. Τά αντίγωνα βρίσκονται στην επιφάνεια των ερυθροκυττάρων και τά αντίσωματα στον όρο του αίματος. Όποιοδήποτε αντίγONO όμως δέν ένώνεται μέ οποιοδήποτε αντίσωμα, ώστε νά άρχίσει ή διαδικασία σχηματισμού θρόμβου. Υπάρχει μεγάλη έξειδίκευση, όπως στην περίπτωση κλειδιών και κλειδωνιών: κάθε κλειδί δέν άνοιγει οποιαδήποτε κλειδωνιά και μιά κλειδωνιά δέν άνοιγεται άπό οποιοδήποτε κλειδί.

Δυό ειδών αντίγωνα, τό Α και τό Β, και δυό ειδών αντίσωματα, τό άντι-Α και τό άντι-Β, έπιτρέπουν τήν κατάταξη των άτόμων σέ τέσσερις κατηγορίες, όπως δείχνει ό παρακάτω πίνακας.

ομάδα αίματος	άντιγωνα ερυθροκυττάρων		άντισώματα όρου	
	A	B	άντι-Α	άντι-Β
O	-	-	+	+
A	+	-	-	+
B	-	+	+	-
AB	+	+	-	-

Μέ τό σημείο + ύποδεικνύουμε τήν ύπαρξη και μέ τό σημείο - τήν έλλειψη του αντίγόνου ή αντίσωματος. Οί ομάδες αίματος χαρακτηρίζονται άπό τό είδος αντίγόνου των ερυθροκυττάρων: κανένα στην O, και τά δυό στην AB, μόνο τό ένα στην A ή στη B, άνάλογα μέ τό είδος του αντίγόνου. Ό όρός κάθε άτόμου περιέχει τά αντίσωματα εκείνα που δέν προκαλούν συγκόλληση στο άτομο. Έτσι τά άτομα τής ομάδας Α έχουν στον όρό τους άντι-Β, τά άτομα Β έχουν άντι-Α, τά άτομα O έχουν και άντι-Α και άντι-Β, ένω τά άτομα AB δέν έχουν κανένα άπό τά δυό αντίσωματα.

Όταν μεταγγίζουμε μεγάλη ποσότητα αίματος ή μετάγγιση μπορεί νά γίνει μέ ασφάλεια μόνο άν και τά δυό άτομα, ό δέκτης κι ό δότης, άνήκουν στην ίδια ομάδα αίματος. Τίς περισσότερες φορές κάνουμε και μιά γρήγορη δοκιμασία μεταξύ των αιμάτων τους για νά έλέγξουμε πώς πραγματικά δέν πραγματοποιείται συγκόλληση (ή συγκόλληση όφείλεται κυρίως σέ άσυμβατότητα ομάδων αίματος ABO, μπορεί όμως νά όφείλεται και σέ άλλου είδους ομάδες αίματος για τίς όποιες δέ μιλήσαμε). "Αν ή ποσότητα αίματος που μεταγγίζεται είναι μικρή, τότε έχουμε περισσότερους έπιτρεπτούς συνδυασμούς μεταγγίσεων, όπως δείχνει ό παρακάτω πίνακας. Μέ τό σημείο + δηλώνονται οί έπιτρεπτές μεταγγίσεις και μέ τό - οί άσύμβατες και επικίνδυνες. Η άρχή έδώ είναι ή άκόλουθη: Ό κίνδυνος προέρχεται άπό τή συγκόλληση των ερυθροκυττάρων του δότη άπό τον όρό του δέκτη. Λ.χ. ένας δότης Α που τά ερυθροκύτταρά του έχουν αντίγONO Α δέν έπιτρέ-

πεται να δώσει αίμα σε άτομο της ομάδας B που ο όρος του περιέχει και αντι-A.

Όμαδα αίματος δέκτη	Όμαδα αίματος δότη			
	O	A	B	AB
O	+	-	-	-
A	+	+	-	-
B	+	-	+	-
AB	+	+	+	+

Σ' αυτή την περίπτωση τα άτομα της ομάδας O αποτελούν «γενικούς» δότες.

Οι ομάδες αίματος κληρονομούνται: ένας γόνος που μπορεί να βρίσκεται σε τρεις διαφορετικές καταστάσεις, να 'χει δηλαδή τρεις αλληλόμορφους, καθορίζει την ομάδα αίματος του ατόμου. Κάθε άτομο βέβαια έχει δυό μόνο αντίγραφα του γόνου, είτε όμοια (όμοζυγώτο), είτε διαφορετικά (έτεροζυγώτο). Έξετάζοντας όμως πολλά άτομα θά βρούμε πώς υπάρχουν τρεις αλληλόμορφοι του γόνου: οί περισσότεροι γόνοι βρίσκονται σε παραπάνω από μία ή δυό καταστάσεις και ή περίπτωση του γόνου των ομάδων αίματος ABO με τρεις αλληλόμορφους δέν αποτελεί εξαίρεση. Οί τρεις αυτοί αλληλόμορφοι γράφονται έτσι: I^A , I^B και i . Τα άτομα της ομάδας A μπορεί να 'χουν γονότυπο είτε $I^A I^A$ είτε $I^A i$, τά άτομα της ομάδας B μπορεί να 'χουν γονότυπο είτε $I^B I^B$ είτε $I^B i$, τέλος τά άτομα της ομάδας AB έχουν γονότυπο $I^A I^B$ και της ομάδας O έχουν γονότυπο ii .

Με τή βοήθεια των ομάδων αίματος μπορεί να δοϋμε κατά πόσο είναι δυνατό ένα όρισμένο παιδί να προέρχεται από ένα όρισμένο πατέρα (έλεγχος πατρότητας): σ' αυτόν τόν έλεγχο ποτέ δέν μπορεί να αποδειχτεί ότι ό πατέρας του είναι ένα συγκεκριμένο άτομο (άφου λ.χ. κι όποιοδήποτε άτομο της ίδιας ομάδας θά 'χει παρόμοια παιδιά με μία όρισμένη μητέρα) αλλά σε εϋνοϊκές περιπτώσεις μπορεί να αποδειχτεί ότι κάποιο άτομο δέν μπορεί να 'ναι πατέρας ενός παιδιοϋ. Μιά τέτοια περίπτωση είναι ή ακόλουθη: αν τό παιδί κι ή μητέρα είναι της ομάδας O, κι ό ύποτιθέμενος πατέρας AB, τό άβάκιο δείχνει πώς μία διασταύρωση AB με O δίνει μόνο παιδιά ομάδας A και ομάδας B.

♂ \ ♀	i	i
I^A	$I^A i$	$I^A i$
I^B	$I^B i$	$I^B i$

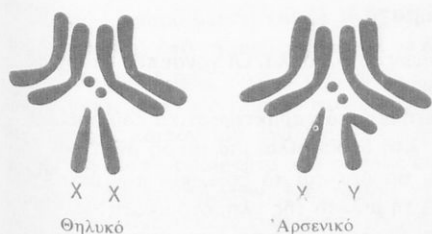
Δοκιμάστε μόνοι σας την περίπτωση τό παιδί νά 'ναι Α, ή μητέρα Α κι ό πατέρας Β (προσοχή υπάρχουν πολλές περιπτώσεις διασταυρώσεων $A \times B$ αφού τό Α μπορεί νά 'χει ένα από δυό διαφορετικούς γονότυπους, τό ίδιο και τό Β. Θά πρέπει νά κάνετε 4 άβάκια!).

3.18 'Η κληρονομικότητα του φύλου.

Τό φύλο, τό νά 'ναι ένα άτομο άρσενικό ή νά 'ναι θηλυκό, αποτελεί φαινοτυπικό χαρακτηριστικό. Άραγε κληρονομείται και, άν ναι, πώς;

Άπό τή διασταύρωση άρσενικών μέ θηλυκά άτομα (πού είναι κι ή μόνη δυνατή στά είδη πού αποτελούνται από δυό διαφορετικά φύλα) παίρνουμε πάλι δυό ειδών άτομα άρσενικά και θηλυκά στην ίδια όμως αναλογία. Αυτή ή αναλογία, ένα προς ένα, μάς θυμίζει τίς αναλογίες πού παίρνουμε από τήν ανάδρομη διασταύρωση, όταν δηλαδή ένα άτομο έτεροζυγωτό ΚΛ διασταυρωθεί μ' ένα όμοζυγωτό ΛΛ. Γιατί από μία τέτοια διασταύρωση παίρνουμε δυό λογίων άτομα: τά μισά ΚΛ και τά άλλα μισά ΛΛ.

Θά μπορούσαμε νά υποθέσουμε πώς ή διαφορά των δυό φύλων οφείλεται στό ότι τό ένα φύλο είναι «έτεροζυγωτό» για ένα «γόνο» και τό άλλο φύλο «όμοζυγωτό» γι' αυτόν τό «γόνο». Κάτι τέτοιο συμβαίνει, μόνο πού δέν πρόκειται για ένα άπλό γόνο αλλά για ένα ζευγάρι όμόλογα χρωματοσώματα. Παρατηρώντας τά χρωματοσώματα των άρσενικών και των θηλυ-



Εικόνα 63: τά χρωματοσώματα της θηλυκής (XX) και άρσενικής (XY) δροσόφιας.



Εικόνα 64: Τά φυλετικά χρωματοσώματα στον άνθρωπο (X και Y).▶

κων δροσόφιλων βλέπουμε πώς διαφέρουν σ' ένα ζευγάρι. Το άρσενικό σ' αυτό το ζευγάρι έχει δύο άνόμοια χρωματοσώματα (νά λοιπόν πού έχουμε μία απόκλιση από τόν κανόνα ότι όλα τά χρωματοσώματα χωρίζονται σέ ζευγάρια όμοιων χρωματοσωμάτων). Αλλά τά χρωματοσώματα του άρσενικού τά όνομάζουμε XY. Τό θηλυκό έχει γι' αυτό τό ζευγάρι δύο όμοια χρωματοσώματα, είναι δηλαδή XX. Τά χρωματοσώματα αυτού του ζευγαριού όνομάζουμε **φυλετικά χρωματοσώματα**, γιατί καθορίζουν τό φύλο. Τό άρσενικό δηλαδή κάνει σέ σχέση μέ τά φυλετικά χρωματοσώματα δύο είδών γαμέτες: τούς μισούς γαμέτες μέ X και τούς άλλους μισούς μέ Y. Αντίθετα όλα τά ώάρια του θηλυκού έχουν μόνο από ένα X. "Όταν ένα σπερματοζώαριο πού έχει X ένωθει μ' ένα ώάριο (πού έχει πάντα X) θά δώσει ζυγωτό XX, δηλαδή θηλυκό. "Όταν ένα σπερματοζώαριο πού έχει Y ένωθει μ' ένα ώάριο (πού έχει πάντα X) θά δώσει ζυγωτό XY, δηλαδή άρσενικό. Νά λοιπόν πού τό φύλο στή δροσόφιλα καθορίζεται από τό σπερματοζώαριο. **Τό ίδιο συμβαίνει και γιά τόν άνθρωπο** και γιά τά θηλαστικά. Τά άτομα XX είναι θηλυκά ενώ όσα έχουν XY είναι άρσενικά.

Στά πουλιά και στίς πεταλούδες τά πράγματα είναι ανάποδα. Έδώ τό θηλυκό είναι «έτεροζυγωτό» γιά ένα χρωματοσώμα ενώ τό άρσενικό «όμοζυγωτό». Από όσα είπαμε έδώ γίνεται φανερή ή όμοιότητα συμπεριφορής γόνων και χρωματοσωμάτων.

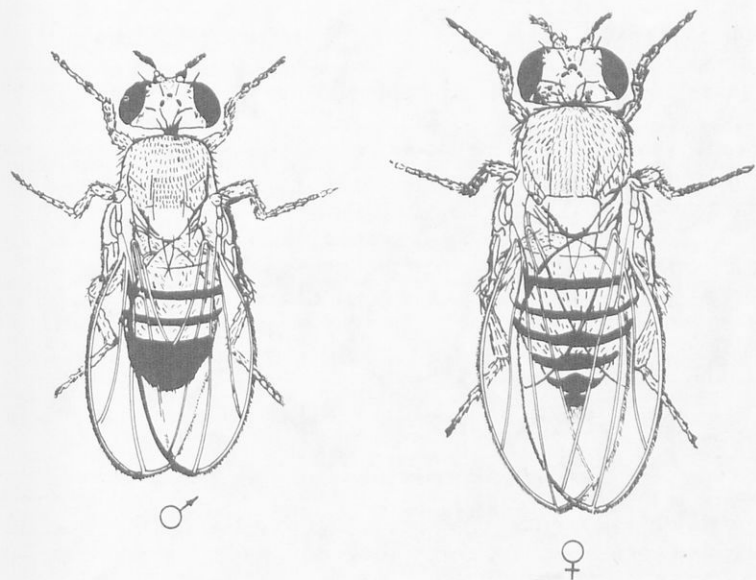
3.19 Γόνοι και χρωματοσώματα

Τά χαρακτηριστικά τών ατόμων είναι πολλά. Οί γόνοι πού υπάρχουν σ' ένα άτομο είναι κι αυτοί πολλοί.

Στά μιτζέλια ό Μέντελ μελέτησε έφτά χαρακτηριστικά πού όφείλονταν σέ έφτά διαφορετικούς γόνους. Στή δροσόφιλα, μία μικρή μύγα πού πετά γύρω από τό μούστο, τά σάπια φρούτα και τό ξύδι, και πού αποτελέσει σπουδαίο πειραματικό ύλικό γιά τή μελέτη τής κληρονομικότητας, γνωρίζουμε πάνω από 1000 γόνους και υπολογίζουμε ότι υπάρχουν 10.000 περίπου διαφορετικοί γόνοι. Περισσότεροι (μερικές δεκάδες χιλιάδων) πρέπει να υπάρχουν στόν άνθρωπο. Τά κατώτερα όντα έχουν λιγότερους γόνους (οί οί έχουν μία δεκάδα ή λίγες δεκάδες γόνων). Κάθε γόνος έλέγχει μέσ στόν όργανισμό μία όρισμένη χημική αντίδραση συνθέτοντας είτε μία δομική πρωτεΐνη ή ένα ένζυμο κι έτσι επηρεάζει τό φαινότυπο του οργανισμού.

Άλλά σέ ποió μέρος τών γαμετών βρίσκονται και από τί είναι φτιαγμένοι οί γόνοι;

"Ας ξαναθυμηθούμε γιά λίγο τό τί είπαμε γιά τά χρωματοσώματα. Κάθε γαμέτης φέρνει ένα μόνο χρωματοσώμα από κάθε ζευγάρι όμόλογων, ενώ

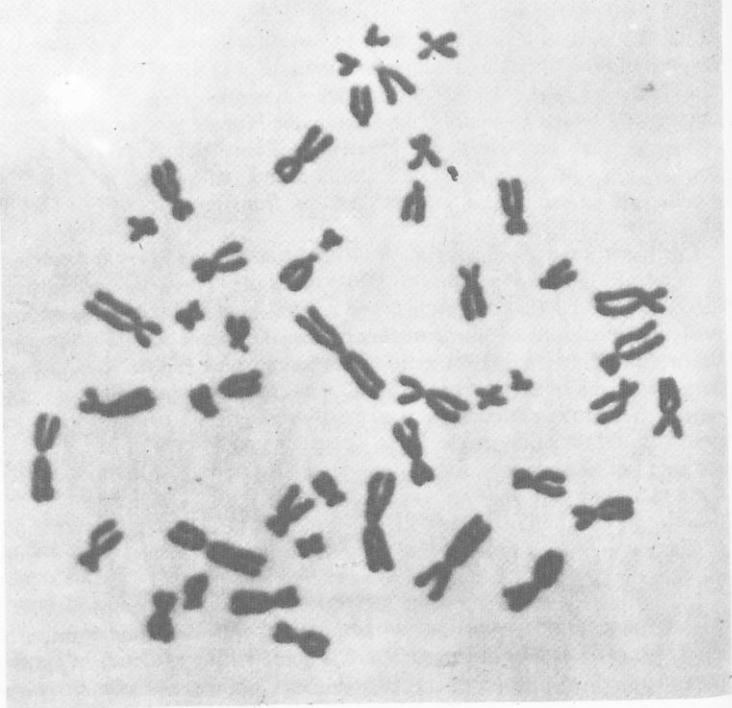


Εικόνα 65: Άρσενική και θηλυκή δροσόφιλα.

τό ζυγωτό κύτταρο φέρνει και τα δύο χρωματοσώματα κάθε ζευγαριού. Το ένα προέρχεται από τη μητέρα του και το άλλο από τον πατέρα του. Έτσι συμβαίνει και με τους γόνους: ο καθένας βρίσκεται σε όλα τα κύτταρα δύο φορές, εκτός από τους γαμέτες στους οποίους βρίσκεται μία φορά μόνο.

Υπάρχει λοιπόν μία αναλογία συμπεριφοράς στους γόνους και στα χρωματοσώματα, ομοιότητα που φάνηκε και από τη συμπεριφορά των φυλετικών χρωματοσωμάτων. Με πολύπλοκα αλλά και εξαιρετικά ακριβή πειράματα ο άμερικανός καθηγητής της ζωολογίας Μόργκαν (T.H. Morgan 1866-1945) κι ο μαθητής του Μπρίτζες (C. Bridges 1889-1938) απόδειξαν, στις αρχές του αιώνα μας, πώς οι γόννοι βρίσκονται στα χρωματοσώματα. Κάθε χρωματοσώμα φέρνει ένα μεγάλο αριθμό γόννων στο μήκος του κάθε βραχιονιά του. Δύο γόννοι που διασχίζονται ανεξάρτητα ο ένας από τον άλλο βρίσκονται σε διαφορετικά χρωματοσώματα.

Τούτο μᾶς θυμίζει ένα μακρύ σκοινί όπου έχουν δεθεί πολλοί κόμποι. Κάθε κόμπος δέ μετακινείται πάνω στο σκοινί, αλλά πιάνει μία ορισμένη και ακριβή θέση. Έτσι γίνεται με τους διάφορους γόνους στο χρωματοσώμα. Η διαφοροποίηση του χρωματοσώματος είναι λοιπόν γραμμική, γίνεται δηλαδή στο μήκος των βραχιονίων του.



Εικόνα 66: Τά χρωματόσωματα μιάς γυναίκας. Κάθε χρωματόσωμα φαίνεται χωρισμένο κατά μήκος σε δύο χρωματίδες.



Εικόνα 67: Ο Τ.Η. Morgan κρατώντας το μικροσκόπιο του.

Τά όμόλογα χρωματοσώματα έχουν βραχίονες μέ τό ίδιο μήκος, τό κεντρόμερό τους κατέχει τήν ίδια θέση στό μήκος του χρωματοσώματος καί κάθε γόνος κατέχει τήν ίδια άκριβώς καθορισμένη θέση στό μήκος του χρωματοσώματος.

Τά όμόλογα χρωματοσώματα φέρνουν τούς ίδιους γόνους. 'Ο γόνος όμως μπορεί στό ένα όμόλογο χρωματοσώμα νά παρουσιάζεται μ' έναν άλληλόμορφο καί στό άλλο όμόλογο χρωματοσώμα μ' έναν άλλο άλληλόμορφο. Θά βρίσκεται όμως πάντα στην καθορισμένη θέση.

Μέ όρισμένου είδους γενετικά πειράματα είναι δυνατό νά γίνει ή **χαρτογράφηση τών γόνων** πάνω στό χρωματοσώμα, νά καθοριστούν δηλαδή οί θέσεις κι οί άποστάσεις μεταξύ τους.

Μιά τέτοια χαρτογράφηση έχει γίνει γιά τά χρωματοσώματα του καλαμποκιού, τής δροσόφιλας καί άλλων ειδών ζώων καί φυτών καί γιά ένα τουλάχιστο άπό τά χρωματοσώματα του άνθρώπου.

3.20 Φυλοσύνδετη κληρονομικότητα

"Όπως είδαμε οί γόνοι βρίσκονται στά χρωματοσώματα. Δέν ξεετάσαμε μέχρι τώρα τή συμπεριφορά τών γόνων πού βρίσκονται σ' αυτά τά χρωματοσώματα πού όνομάσαμε φυλετικά, δηλαδή δέν ξεετάσαμε πώς κληρονομούνται στην περίπτωση αυτή τά χαρακτηριστικά πού αυτοί οί γόνοι έλέγχουν. Μιλήσαμε μόνο γιά γόνους πού βρίσκονται στά άλλα χρωματοσώματα (αυτούς λ.χ. πού έλέγχουν τό χρώμα τών λουλουδιών του δειλινού, τό χρώμα καί τό σχήμα του σπόρου του μπιζελιού). Οί γόνοι πού βρίσκονται στά φυλετικά χρωματοσώματα όνομάζονται **φυλοσύνδετοι**, γιατί ή κληρονομικότητά τους σχετίζεται μέ τό φύλο. Σ' ένα τέτοιο γόνο όφείλεται κι ό **δαλτωνισμός**, ή άδυναμία πού έχουν μερικοί άνθρωποι νά ξεχωρίζουν όρισμένα χρώματα. 'Η εικόνα 55 δείχνει σέ τί βασίζεται μία δοκιμασία (ένα τέστ) γιά νά ξεχωρίζουμε άν είναι κανείς δαλτωνικός. 'Ο γόνος του δαλτωνισμού έχει δυό άλληλόμορφους, τόν Δ (κυρίαρχο, κανονικό) καί τόν δ (ύπολειπόμενο, του δαλτωνισμού). Βρίσκεται στό φυλετικό χρωματοσώμα X του άνθρώπου. Τό χρωματοσώμα Y δέν έχει τό γόνο αυτόν. 'Ετσι οί γυναίκες, πού είναι XX, έχουν δυό τέτοιους γόνους, ένα στό κάθε X τους καί μπορεί νά 'ναι ΔΔ (κανονικές, όμοζυγώτες) ή Δδ (κανονικές, έτεροζυγώτες) ή δδ (δαλτωνικές, όμοζυγώτες). Οί άνδρες όμως είναι XY, έχουν ένα μόνο X καί έτσι έχουν μία μόνο φορά τό γόνο: είναι είτε Δ (κανονικοί), είτε δ (δαλτωνικοί). 'Η κληρονομικότητα του δαλτωνισμού συνδέεται μέ τήν κληρονομικότητα του χρωματοσώματος X. Μιά γυναίκα Δδ θά παράγει δυό λογίων ώάρια, τά μισά θά φέρουν τό X μέ τό Δ καί τά άλλα μισά θά φέρουν τό X μέ τό δ. "Αν ό άντρας της έχει κανονική ίκανότητα ξεχωρί-

σματος των χρωμάτων, δηλαδή τό X του φέρνει τό Δ, τό παρακάτω άβά-
κιο δείχνει τί παιδιά περιμένουμε νά γεννηθοϋν άπό αυτό τό ζευγάρι και
μέ ποιές συχνότητες.

♂	X^{Δ}	X^{δ}
X^{Δ}	$X^{\Delta}X^{\Delta}$ ♀ ΚΑΝΟΝΙΚΗ	$X^{\Delta}X^{\delta}$ ♀ ΚΑΝΟΝΙΚΗ
Y	$X^{\Delta}Y$ ♂ ΚΑΝΟΝΙΚΟΣ	$X^{\delta}Y$ ♂ ΔΑΛΤΩΝΙΚΟΣ

Όλα τά κορίτσια θά είναι κανονικά (τά μισά όμοζυγωτά ΔΔ, τά άλλα
μισά έτεροζυγωτά Δδ) καθώς και τά μισά άπό τά άγόρια (Δ), τά άλλα όμως
μισά άγόρια θά είναι δαλτωνικά (δ). Ό φαινότυπος εξαρτάται και άπό τό
φύλο (φυλοσύνδετο χαρακτηριστικό). Τά άγόρια παίρνουν τό Y άπό τόν
πατέρα τους και τό X άπό τή μητέρα τους: έτσι κληρονομοϋν μόνο άπό τή
μητέρα τους τό δαλτωνισμό ή τήν ικανότητα κανονικής μόνο άναγνωρί-
σεως των χρωμάτων. Αντίθετα τά κορίτσια παίρνουν ένα X άπό τόν πα-
τέρα τους κι ένα X άπό τή μητέρα τους, κληρονομοϋν δηλαδή τό χαρακτη-
ριστικό αυτό κι άπό τούς δύο γονείς τους. Οί άντρες πού έχουν δαλτωνισμό
βρίσκονται σέ μεγαλύτερη συχνότητα (περίπου 0,06 ή 6%), γιατί άρκει τό
ένα τους μόνο X νά 'χει τό δ. Αντίθετα οί γυναίκες μέ δαλτωνισμό είναι
πιό σπάνιες: χρειάζεται νά βρεθοϋν δύο X πού και τά δύο τους νά 'χουν τό
δ. Γι' αυτό κι ή συχνότητά τους ίσοϋται μέ τό τετράγωνο τής συχνότητας
των άντρων = (0,06) (0,06) ή (0,06)² = 0,0036 δηλαδή περίπου 4%.

Τέτοια φυλοσύνδετα χαρακτηριστικά ύπάρχουν πολλά. Στίς γάτες ό
καφετής ή μαϋρος χρωματισμός έλέγχεται άπό ένα γόνο μέ δύο άλληλό-
μορφους, τόν K και M αντίστοιχα, πού βρίσκεται στό χρωματόσωμα X. Οί
γάτοι είναι χρώματος καφέ ή χρώματος μαϋρου, ενώ οί γάτες μπορεί νά
είναι καφέ ή μαϋρες ή καφέ-μαϋρες (νά παρουσιάζουν δηλαδή κηλίδες
καφέ και κηλίδες μαϋρες). Αυτές οί τελευταίες είναι και οί έτεροζυγωτές.
Όλα τά γατιά μέ καφέ και μαϋρες κηλίδες είναι θηλυκά και μπορείτε μέ
άσφάλεια, γνωρίζοντάς το, νά κερδίσετε ένα στοιχείμα μέ φίλο σας πού δέν
διάβασε τά φυλοσύνδετα χαρακτηριστικά. Τό άσπρο χρώμα όφείλεται σέ
άλλους γόνους πού παρεμποδίζουν τήν εκδήλωση του χρωματισμού του
γόνου στό X. Άλλοι γόνοι πάλι κάνουν τό ζώο τιγρωτό, έντονου ή άπαλου
χρωματισμού κ.ά.

Ἡ αἰμοφιλία (ἢ αἰμορροφιλία) στὸν ἄνθρωπο εἶναι κληρονομική, καὶ (τουλάχιστο ὀρισμένη μορφή της) φυλοσύνδετη. Πρόκειται γιὰ τὴν παθολογική κατάσταση νὰ μὴν μπορεῖ νὰ πήξει τὸ αἷμα κι οἱ πληγές νὰ αἰμορροοῦν. Ὁ γόνος τῆς αἰμοφιλίας ἔχει δύο ἀλληλόμορφους τὸν Α, κανονικὸ καὶ κυρίαρχο, καὶ τὸν α, τῆς αἰμοφιλίας καὶ ὑπολειπόμενο. Τὰ αἰμοφιλικὰ ἀγόρια κληρονόμησαν ἀπὸ τὴν ἑτεροζυγωτὴ μητέρα τους τὸ Χ μὲ τὸν ἀλληλόμορφο α. Παρόμοια κληρονομικότητα παρουσιάζει κι ἓνα πολὺ πιὸ συχνὸ χαρακτηριστικὸ, στὴ χώρα μας, ἀπὸ τὴ σπάνια αἰμοφιλία, πού ὅμως δὲν θὰ ἔπρεπε νὰ τὸ χαρακτηρίσουμε παθολογικὸ: ὁ κυμισμὸς. Πολλὰ ἄτομα, ἀγόρια κυρίως ἢ ἄντρες, δταν φᾶνε ἄβραστα κουκιά (ἢ ἔρθουν σὲ ἐπαφή μὲ ναφθαλίνη ἢ ἓνα ἀνθελονοσιακὸ φάρμακο, τὴν πριμακίνη) παθαίνουν σοβαρὸ αἱμολυτικὸ ἐπεισόδιο: τὰ ἐρυθρὰ τους αἰμοσφαίρια σπᾶνε καὶ ξεχύνεται στὸν ὀρὸ τοῦ αἵματος ἢ αἰμοσφαιρίνη. Μιά γρήγορη ἀφαιμαξία καὶ σύγχρονη μετάγγιση τὰ σώζει ἀπὸ τὸ θάνατο. Τὰ ἄτομα αὐτὰ ἔχουν ἓνα ὑπολειπόμενο ἀλληλόμορφο στὸ μοναδικὸ Χ τους, ἂν εἶναι ἄρσενικά, ἢ εἶναι ὁμοζυγῶτά γιὰ τὸν ὑπολειπόμενο ἀλληλόμορφο, ἂν εἶναι θηλυκά. Ἄν ἀποφεύγουν τὶς οὐσίες πού τοὺς προκαλοῦν αἱμολυτικὰ ἐπεισόδια εἶναι ὑγιέστατα καὶ ὑπάρχουν ἐνδείξεις ὅτι εἶναι καὶ ἀνθεκτικότερα στὴν ἔλονοσία.

Γιὰ δύο ἄλλες παθολογικὲς κληρονομικὲς καταστάσεις, δυστυχῶς συχνές στὴ χώρα μας, ὄχι ὅμως φυλοσύνδετες, τὴ δρεπανοκυτταρική ἀναιμία καὶ τὴ θαλασσαιμία, πού κι αὐτές φαίνεται νὰ προσφέρουν μιὰ μεγαλύτερη ἀνθεκτικότητα στὴν ἔλονοσία, θὰ ποῦμε λίγα λόγια στὴ Βελτίωση, § 4.17.

3.21 Γόνος καὶ DNA

Τὰ χρωματοσώματα ἀποτελοῦνται ἀπὸ πρωτεΐνες καὶ ἓνα εἶδος νουκλεϊκοῦ ὀξεόσ πού, ὅπως ἔχουμε πεῖ, ὀνομάζεται DNA. Ἄπὸ ποιά χημικὴ οὐσία ἀποτελοῦνται οἱ γόνος; **Οἱ γόνος ἀποτελοῦνται ἀπὸ DNA.**

Αὐτὸ ἀποκαλύφθηκε σὲ πειράματα μὲ βακτήρια: δταν ἓνα βακτήριο ἐνσωματώσει ἓνα κομμάτι DNA, πού προέρχεται ἀπὸ βακτήριο ἄλλης ποικιλίας, μπορεῖ ν' ἀλλάξει μερικὰ κληρονομικὰ του χαρακτηριστικὰ καὶ νὰ μοιάσει ἔτσι μὲ τὸ βακτήριο πού τοῦ ἔδωσε τὸ DNA. Τὶς ἀλλαγμένες του ἰδιότητες μπορεῖ νὰ τὶς μεταβιβάσει καὶ στὰ βακτήρια πού θὰ προέλθουν ἀπὸ αὐτό.

Κάθε μὸριο DNA διαφέρει, ὅπως ἔχουμε πεῖ, ἀπὸ ἓνα ἄλλο ὄχι μόνο μὲ τὸ μῆκος του ἀλλὰ καὶ μὲ τὴ σειρά διαδοχῆς τῶν τεσσάρων διαφορετικῶν νουκλεοτίδων στὸ μῆκος τῆς μιᾶς ἀλυσίδας του. Ἡ μεγάλη ποικιλία μορφῶν πού ἔτσι μπορεῖ νὰ πάρει τὸ μὸριο τοῦ DNA ἐξηγεῖ πὼς εἶναι δυνατό

όλοι οι γόνοι κι όλοι οι άλληλόμορφοί τους νά αποτελοϋνται από DNA.

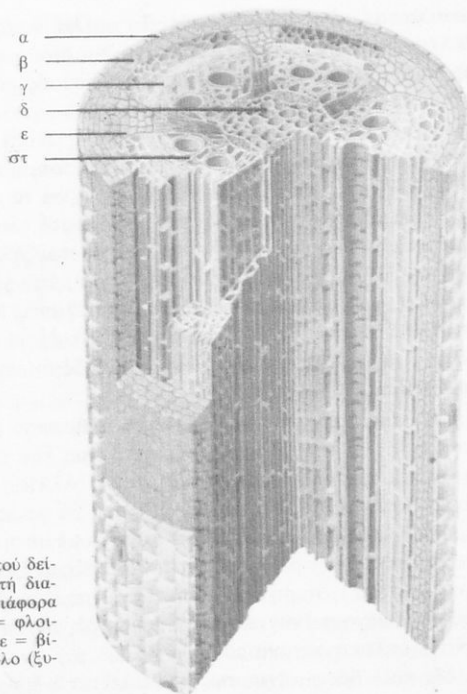
Όπως και τή χρωματοσώματα, έτσι και τό DNA πού περιέχουν, πολλαπλασιάζεται, δηλαδή διπλασιάζεται σέ αριθμό, μετά από κάθε κυτταρική διαίρεση. Κάθε γόνος περιέχεται σ' ένα μέρος ενός χρωματοσώματος, γι' αυτό κάθε κύτταρο του οργανισμού, εκτός από τούς γαμέτες, περιέχει δύο φορές κάθε γόνο. Κάθε διπλοειδές κύτταρο του άτόμου έχει τόν ίδιο γονότυπο μέ όλα τή άλλα διπλοειδή κύτταρα του ίδιου οργανισμού. Καί τοϋτο γιατί οι γόνοι είναι σταθεροί. Δέν αλλάζουν κατάσταση σέ κάθε κυτταρική διαίρεση. "Αν οι γόνοι δέν ήσαν σταθεροί, δέ θά μπορούσαμε νά παρατηρήσουμε οϋτε τό φαινόμενο τής διάσχισης οϋτε καν τό φαινόμενο τής κληρονομικότητας.

Ό γόνος λοιπόν συμπεριφέρεται σαν μονάδα, είναι σταθερός και κατέχει ορισμένη θέση σέ ένα χρωματόσωμα. Μπορεί νά διπλασιάζεται, όπως τό χρωματόσωμα πάνω στο όποιο βρίσκεται, γιατί αποτελείται από DNA πού έχει τήν ικανότητα νά διπλασιάζεται. Διπλασιάζεται μετά από κάθε κυτταρική διαίρεση (φάση S τής πυρηνικής άκινησίας), αλλά τό είδος του παραμένει τό ίδιο, σταθερό. Κάθε γόνος δίνει παρόμοιους γόνους, κάθε άλληλόμορφος δίνει ίδιους άλληλόμορφους. Τέλος ό γόνος επηρεάζει τό φαινότυπο συνθέτοντας μιά πρωτεΐνη ή ένα ένζυμο. Στο δεύτερο κεφάλαιο είδαμε πώς τό DNA, δηλαδή ό γόνος, παρέχει τή μήτρα πάνω στην οποία γίνεται ή σύνθεση των πρωτεϊνών. Τώρα συγκεκριαλιώνοντας μπορούμε νά πούμε: "Η γενετική πληροφορία πού έχουν μέσα τους οι γόνοι, και πού υλοποιείται στην άποτύπωση των χαρακτηριστικών του οργανισμού, βρίσκεται στη σειρά άλληλουχίας των βάσεων του DNA. "Η σειρά αυτή καθορίζει τή σύνθεση των πρωτεϊνών (δηλαδή τή σειρά τής άλληλουχίας των άμινοξέων) και μάλιστα σέ τρόπο πού μιά ορισμένη ομάδα από 3 βάσεις νά σημαίνει ένα ορισμένο άμινοξύ.

3.22 "Η διαφοροποίηση

Μέ διαδοχικές διαιρέσεις του τό ζυγωτό κύτταρο φτιάχνει τή κύτταρα του οργανισμού. "Η "Εμβρυολογία είναι ό κλάδος τής Βιολογίας πού εξετάζει τή εμβρυακά στάδια τής ζωής του οργανισμού, πώς δηλαδή από τό ζυγωτό κύτταρο κατασκευάζεται ό οργανισμός. Τίς πιό θεαματικές της προόδους τίς έχει κάνει στη μελέτη των ζώων, άσπόνδυλων ή σπονδυλωτών.

Γι' αυτά τή ζώα γνωρίζουμε πώς τό ζυγωτό κύτταρο μέ πολλές διαδοχικές διαιρέσεις φτάνει στή στάδια του **μορίδιου** πρώτα, του **βλαστίδιου** μετά: φαίνεται σαν μιά στρογγυλή μάζα πού αποτελείται από πολλά κύτταρα. Μετά από αυτά τή στάδια και ενώ συνεχίζονται οι κυτταρικές διαιρέσεις αρχίζει μιά σειρά μετατοπίσεων των κυττάρων (στάδιο του **γαστρίδιου**) πού



Εικόνα 68: Μία τομή βλαστού που δείχνει (με τὰ διάφορα χρώματα) τὴ διαφοροποίηση τῶν κυττάρων σὲ διάφορα εἶδη ἰστῶν: α = ἐπιδερμίδα, β = φλοιός, γ = κάμβιο, δ = ἐντεριὼν, ε = βίβλος (ἡθμώδης μοῖρα), στ = ξύλο (ξυλώδης μοῖρα).

καταλήγει νὰ ἀποκτήσει ὁ ὄργανισμός τρεῖς στοιβάδες κυττάρων, τρία δέρματα: τὸ **ἐκτόδερμα**, τὸ **μεσόδερμα**, καὶ τὸ **ἐνδόδερμα**. Ἀπὸ αὐτὰ τὰ τρία δέρματα σχηματίζονται οἱ διάφοροι ἰστοὶ καὶ τὰ ὄργανα τοῦ ὄργανισμοῦ. Γιατί ὁ πολυκύτταρος ὄργανισμός δέν ἀποτελεῖ μιά ἀπλή συνάθροιση τῶν κυττάρων. Τὰ κύτταρά του χωρίζονται σὲ ομάδες καὶ κάθε ομάδα ἐκτελεῖ ὀρισμένη ἐργασία, ὀρισμένη λειτουργία. Ὑπάρχει διαχωρισμός ἐργασίας, **διαφοροποίηση**. Τὰ κύτταρα ποὺ ἐκτελοῦν ὀρισμένη λειτουργία ἀναπτύσσονται ὀρισμένα μορφολογικὰ χαρακτηριστικά. Ἐνα κύτταρο ποὺ ἔχει γιὰ σκοπὸ τῆς ὑπάρξεώς του τὴν παραγωγή ὀρισμένης οὐσίας λ.χ. μιᾶς ὁρμόνης, ἀναπτύσσει περισσότερο ἐκεῖνα τὰ ὄργανιδια ποὺ τοῦ χρειάζονται γιὰ τὴν παραγωγή της. Γι' αὐτὸ τὸ λόγο ἀλλάζει καὶ ἡ μορφή του. Οἱ ομάδες τῶν κυττάρων ποὺ ἐκτελοῦν τὴν ἴδια ἢ τὶς ἴδιες λειτουργίες καὶ ποὺ ἔχουν τὴν ἴδια μορφολογία, ὀνομάζονται ἰστοί. Τὰ ὄργανα εἶναι τμήματα τῶν πολυκύτταρων ὄργανισμῶν, ποὺ ἀποτελοῦνται ἀπὸ πολλοὺς ἰστούς καὶ ἐκτελοῦν μιά πολὺπλοκὴ ἐργασία. Τὸ σπυρίδι, ἡ καρδιά, τὰ ἔντερα, τὸ μάτι

είναι ὄργανα τῶν σπονδυλωτῶν. Τά φύλλα, ἡ ρίζα εἶναι ὄργανα τῶν φυτῶν. Οἱ λειτουργίες τοῦ ὄργανισμοῦ γίνονται πιο καλά, πιο ἀποτελεσματικά μέ τή διαφοροποίηση τῶν κυττάρων σέ ἴστους καί τή συνάθροιση πολλῶν ἰστῶν σέ ὄργανα.

Ἄς πάρουμε σάν παράδειγμα τήν ἀνθρώπινη κοινωνία. Στούς πρωτόγονους λαούς τό κάθε ἄτομο κάνει, μόνο του, ὄσες περισσότερες ἐργασίες μπορεῖ. Ψάχνει γιά τήν τροφή του, φτιάχνει τά ρούχα του, στήνει τό σπίτι του, πολεμάει γιά νά ὑπερασπίσει τόν ἑαυτό του καί τούς δικούς του. Στίς ἀναπτυγμένες κοινωνίες γίνεται τό ἀντίθετο. Ἄλλοι ἀσχολοῦνται μέ τή διοίκηση, ἄλλοι μέ τήν ἐκπαίδευση, ἄλλοι μέ τή γεωργία, τήν ἰατρική, μέ τά φάρμακα, μέ τό ἐμπόριο κτλ. Τά ἐπαγγέλματα ἔχουν διαχωριστεῖ. Γιά νά φτιαχτεῖ ἕνα σπίτι καί γιά νά γίνει καλό, ἐργάζονται πολλοί ἄνθρωποι μέ διάφορα ἐπαγγέλματα: ἐργολάβοι, οἰκοδόμοι, ἠλεκτρολόγοι, ὕδραυλικοί, μαραγκοί καί τόσοι ἄλλοι.

Οἱ ἀπαιτήσεις τοῦ πολιτισμένου ἀνθρώπου εἶναι πιο μεγάλες. Ὁ διαφορισμός στά ἐπαγγέλματα μᾶς ἐπιτρέπει τήν καλύτερη ἀπόδοση σέ ποιότητα καί τή μεγαλύτερη σέ ποσότητα. Ἄλλιῶς θά ἀποδώσει ἕνας εἰδικευμένος τεχνίτης λ.χ. στά κεραμικά εἶδη: θά φτιάξει καλύτερα καί περισσότερα ἀπό ἕναν πού δέν ἀσχολεῖται μόνο μέ αὐτή τήν τέχνη.

Ἔτσι καί ἡ διαφοροποίηση τῶν κυττάρων ἐπιτρέπει τήν καλύτερη ἀπόδοση καί τή λιγότερη σπατάλη σέ ἐνέργεια. Ἄλλά, ὅταν ὑπάρχει διαφοροποίηση, ὑπάρχει ἀναγκαστικά ἀνομοιομέρεια καί ὀργάνωση, σέ ὁλόκληρο τόν πολύπλοκο ὄργανισμό.

Μέ ποῖο ὁμως μηχανισμό συντελεῖται ἡ διαφοροποίηση; Αὐτό τό ἐρώτημα μᾶς φέρνει πίσω στίς θεωρίες τοῦ προσχηματισμοῦ καί τῆς ἐπιγένεσης. Γνωρίζουμε τώρα πῶς ὄλη ἡ πορεία ἀναπτύξεως τοῦ πολυκύτταρου ὄργανισμοῦ καθορίζεται ἀπό τούς γόνους. Οἱ γόνοι δέν εἶναι μικροσκοπικά ὁμοιώματα ὀργάνων, ἰστῶν, χαρακτηριστικῶν ἀλλά σταθμοί ἐλέγχου τῆς λειτουργίας τοῦ ὄργανισμοῦ καί τῆς πορείας τῆς ἀναπτύξεώς του. Σέ τελική ἀνάλυση φτιάχνουν ἐνζυμα, κλειδιά τῶν ἀντιδράσεων τοῦ μεταβολισμοῦ. Χωρίς ἐνζυμα οἱ περισσότερες ἀπό τίς χημικές ἀντιδράσεις τοῦ μεταβολισμοῦ δέν πραγματοποιοῦνται. Οἱ γόνοι ἀποτελοῦν «τό πρόγραμμα» ἢ «τό σχέδιο» τῆς ἀναπτύξεως τοῦ ὄργανισμοῦ. Ἔτσι τούς δνόμασε ἕνας μέγας βιολόγος. Οἱ γόνοι μποροῦν καί νά διπλασιάζονται κι ἔτσι γιά τή σημερινή βιολογία δέν ὑπάρχει τό πρόβλημα πού εἶχαν οἱ παλιοὶ ἐρευνητές.

Ἐπάρχει ὁμως τό πρόβλημα γιά τή διαφοροποίηση. Τώρα μόλις ἀρχίζουμε νά γνωρίζουμε ἀρκετά γιά τό μηχανισμό της πού καί σ' αὐτόν οἱ γόνοι παίζουν τόν κύριο ρόλο. Τό κύτταρο πού ἐπιτελεῖ ὀρισμένη λειτουργία ἀλλάζει μορφολογικά ἀλλά κυρίως **βιοχημικά**. Στό κύτταρο αὐτό γίνον-

ται διαφορετικές χημικές αντιδράσεις απ' ό,τι γίνονται σέ άλλο κύτταρο πού έπιτελεί άλλη λειτουργία. Παράγονται άλλες ουσίες. **Υπάρχουν άλλα ένζυμα.** Όρισμένοι γόνιοι «μιλούν», δηλαδή «παράγουν» πρωτεΐνες σέ όρισμένα κύτταρα, ενώ σέ κύτταρα άλλων ίστών δέ «μιλούν» αὐτοί αλλά άλλοι γόνιοι. Κάθε κύτταρο, μέ τόν άκριβή μηχανισμό τής μιτωτικής διαιρέσεως έχει τά ίδια άκριβώς χρωματοσώματα καί τούς ίδιους άκριβώς γόνους μ' όποιοδήποτε άλλο κύτταρο τού όργανισμοῦ, (έκτός από τούς γαμέτες). Όμως σ' όλα τά κύτταρα όλοι οί γόνιοι δέ λειτουργοῦν τό ίδιο. Ό διαφορική «λειτουργία» τών γόνων σέ κύτταρα διάφορων ίστών είναι καί ή αίτια τής διαφοροποίησής τους. Τό πώς γίνεται γόνιοι άλλοτε νά «λειτουργοῦν» κι άλλοτε όχι δέν ξέρουμε άκόμα μέ κάθε λεπτομέρεια, τό δρόμο όμως γιά μιά τέτοια γνώση άνοιξαν οί εργασίες τών τριών γάλλων βιολόγων τού Όνστιτούτου Pasteur, τού Ζάκ Μονό (J. Monod 1910-1976), Ζακόμπ (F. Jacob 1920 - ζει στίς μέρες μας) καί Λβόφ (A. Lwoff 1902 - ζει στίς μέρες μας).

3.23 Ό Μετάλλαξη

Είπαμε ότι οί γόνιοι διακρίνονται γιά τή σταθερότητά τους. Κάθε άλληλόμορφος, όταν διπλασιάζεται σέ κάθε κυτταρική διáιρεση, δίνει γέννηση σέ δυό άλληλόμορφους όλοϊδίους μέ τόν έαυτό του.

Άκριβώς στή σταθερότητα αὐτή όφείλεται καί τό φαινόμενο τής κληρονομικότητας. Ό σταθερότητα όμως δέν είναι άπόλυτη. Μιά φορά στίς έκατό χιλιάδες ή μία φορά στό έκατομμύριο μπορεί ένας άλληλόμορφος νά δώσει κατά τόν πολλαπλασιασμό του ένα διαφορετικό, έναν καινούργιο άλληλόμορφο. Μπορεί δηλαδή τό DNA νά μήν είναι τό ίδιο άκριβώς μέ τό άρχικό, νά έχει γίνει κάποιιο λάθος στήν άντιγραφή του. Πρόκειται γιά τό φαινόμενο τής **μετάλλαςης.**

Τρεις φορές π.χ. παρατηρήθηκε στίς έκτροφές άλεπούδων γιά γούνες ότι γεννήθηκαν άτομα μέ χρώμα άσπρο (πλατίνας) από άτομα μέ διαφορετικό χρώμα. Πιστοποιήθηκε πώς έπρόκειτο γιά μετάλλαξη. Στή μετάλλαξη όφείλεται καί ή δημιουργία προβάτων μέ κοντά πόδια.

Σέ τελική άνάλυση όλη ή κληρονομική ποικιλομορφία πού ύπάρχει στούς πληθυσμούς προέρχεται από τή μετάλλαξη καί άνασυνδυάζεται μέ τή φυλετική άναπαραγωγή.

Διακρίνουμε δυό είδη μετάλλαςης: τή φυσική, πού συμβαίνει χωρίς νά έπεμβαίνει ό άνθρωπος καί πού έχει συχνότητα πολύ μικρή (όπως άναφέρουμε πρίν) καί τήν τεχνητή, πού προκαλείται από διάφορους παράγοντες φυσικούς ή χημικούς, πού ό άνθρωπος χρησιμοποιεί γιά νά αλλάξει τή δομή τού DNA επιδρώντας πάνω του.

Οι ακτίνες Χ (Ραϊντγκεν) των ακτινολόγων, ή ραδιενέργεια, οι υπεριώδεις ακτίνες και διάφορες χημικές ουσίες προκαλούν μεταλλάξεις με μεγάλη συχνότητα. Στη μετάλλαξη ή αλλαγή των αλληλόμορφων είναι τυχαία. Τα άτομα που έχουν καινούργιους αλληλόμορφους δεν είναι κατ' ανάγκη καλύτερα προσαρμοσμένα από τα άλλα άτομα. Το γεγονός είναι τελείως τυχαίο, οι αλλαγές είναι τυχαίες.

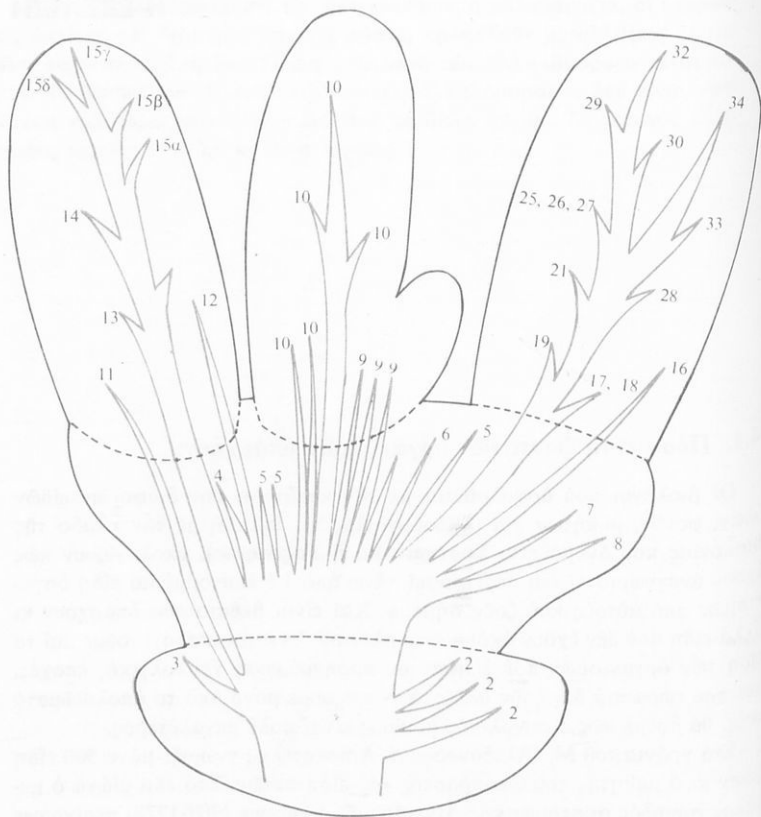
4.1. Πόσα είδη ζωντανών οργανισμών υπάρχουν;

Οί βιολόγοι πού ασχολούνται με την κατάταξη των διάφορων ειδών ζώων, φυτών, μυκήτων και μικροοργανισμών, δηλαδή με τον κλάδο της Βιολογίας πού ονομάζεται **Συστηματική** ή **Ταξινομική**, υπολογίζουν πώς έχουν αναγνωριστεί και περιγραφεί πάνω από 1,5 εκατομμύριο είδη οργανισμών από αυτούς πού ζούν σήμερα. Καί είναι βέβαιο πώς υπάρχουν κι άλλα είδη πού δέν έχουν ακόμα ανακαλυφτεί. "Αν συνυπολογίσουμε καί τά είδη των οργανισμών πού εξησαν σέ προηγούμενες γεωλογικές εποχές, καί πού τώρα πιά δέν ζούν αλλά τά γνωρίζουμε μόνο από τά απολιθώματά τους, θά δοθε πώς ό συνολικός αριθμός είναι πολύ μεγαλύτερος.

Στά χρόνια του Μ. Αλεξάνδρου ό Άριστοτέλης γνώριζε μόνο 500 είδη ζώων κι ό μαθητής του Θεόφραστος 450 είδη φυτών. Στο 18ο αιώνα ό μεγάλος σουηδός συστηματικός Λινναίος (C. Linnaeus 1707-1778) περίγραψε 4000 είδη ζώων καί 7000 είδη φυτών. Αυτοί οί αριθμοί μās φαίνονται βέβαια άσήμαντοι μπροστά στά 1.443.445 είδη πού αναφέρει ό Πίνακας 4.1. Ό Πίνακας αναφέρει τούς αριθμούς των ειδών κατά μεγάλες ομάδες, σύμφωνα με τίς νεώτερες αντιλήψεις της ταξινομήσεως: Δέ χωρίζονται πιά τά ζωντανά όντα σέ δυό βασίλεια (των Ζώων καί των Φυτών) αλλά σέ πέντε:

- στό Βασίλειο των **Μονήρων** (πού συμπεριλαμβάνει τούς προκαρυωτικούς οργανισμούς, ιούς, βακτήρια καί Κυανοφύκη).
- στό Βασίλειο των **Πρωτίστων** (πού συμπεριλαμβάνει όλα τά άλλα μονοκύτταρα όντα, όπως είναι τά Πρωτόζωα).
- στό Βασίλειο των **Μυκήτων** (πού συμπεριλαμβάνει τά γνωστά μας μανιτάρια, τίς μούχλες καί τούς ζυμομύκητες).





Εικόνα 69: Τό φυλογενετικό δέντρο. Οι αριθμοί αντιστοιχούν σε ταξινομικές ομάδες που αναφέρονται στο Παράρτημα Β. (2 = Βακτήρια, 3 = Κυανοφύκη, 4 = Μαστιγοφόρα, 5 = Διάτομα, 6 = Σπορόζωα, 7 = Ριζόποδα, 8 = Βλεφαριδοφόρα, 9 = Μυξομύκητες, 10 = Μύκητες, 11 = Ροδοφύκη, 12 = Φαιοφύκη, 13 = Χλωροφύκη, 14 = Βρυόφυτα, 15 = Τραχεόφυτα, 15α = Φτέρες, 15β = Γυμνόσπερμα, 15γ = Δικοτυλήδονα, 15δ = Μονοκοτυλήδονα, 16 = Σπόγγιοι, 17 = Κουιεντερωτά, 18 = Κτενοφόρα, 19 = Πλατυέλμινθες, 21 = Νηματώδεις, 25 = Βρυόζωα, 26 = Βραχιόποδα, 27 = Φορωνιδοειδή, 28 = Χαιτόγναθα, 29 = Μαλάκια, 30 = Δακτυλιοσκάληκες, 32 = Άρθροποδα, 33 = Έχινόδερμα, 34 = Χορδωτά). Οι ομάδες φαίνονται χωρισμένες με μαυρές γραμμές στά 5 Βασίλεια. Οι ίοι δέν αναφέρονται, γιατί είναι άγνωστη ή ακριβής συγγενική τους σχέση.

Πίνακας 4.1

Πόσα είδη ζωντανών οργανισμών υπάρχουν σήμερα.

1. Βασίλειο Μονήρων (= Προκαρυωτικών), Monera	
1.1 Κυανοφύκη	1.400
1.2 Βακτήρια	1.630
1.3 ιοί	200
Σύνολο	3.230
2. Βασίλειο Πρωτίστων, Protista	
Σύνολο	28.350
3. Βασίλειο Μυκήτων, Fungi	
3.1 Μύκητες	40.000
3.2 Μυξομύκητες	400
Σύνολο	40.400
4. Βασίλειο Φυτών, Plantae	
4.1 Άγγειόσπερμα	286.000
4.2 Γυμνόσπερμα	640
4.3 Πτεριδόφυτα	10.000
4.4 Βρυόφυτα	23.000
4.5 Χλωροφύκη	5.275
4.6 Ροδοφύκη	2.500
4.7 Φαιοφύκη	900
Σύνολο	328.315
5. Βασίλειο Ζώων, Animalia	
5.1 Σπονδυλωτά	41.700
5.2 Χιτωνόζωα και Προχορδωτά	1.300
5.3 Έχινόδερμα	6.000
5.4 Μαλάκια	107.000
5.5 Άρθρόποδα	838.000
5.6 Δακτυλιοσκάληκες	8.500
5.7 Βρυόζωα	3.750
5.8 Νηματώδεις	11.000
5.9 Τροχόζωα	1.500
5.10 Νεμερτίνοι	800
5.11 Πλατυέλμινθες	12.700
5.12 Κοιλεντερωτά	5.300
5.13 Σπόγγιοι	4.800
5.14 Μικρότερα Φύλα	800
Σύνολο	1.043.150
Γενικό Σύνολο	1.443.445

- στο Βασίλειο τῶν **Φυτῶν** (μέ τά διάφορα ἄλλα φύκη, βρύα, φτέρες, κωνοφόρα, μονοκοτυλήδονα, δικοτυλήδονα).
- καί στό Βασίλειο τῶν **Ζῴων** (μέ τούς σπόγγους, τά κοράλια, τά διάφορα εἶδη ἐλμίνθων (= σκωλήκων), τά ἐχινόδερμα, τά μαλάκια, τά ἀρθρόποδα, τά σπονδυλωτά, κ.ἄ.).

Πάνω ἀπό τά μισά ζωντανά εἶδη εἶναι Ἄρθρόποδα. Καί στά Ἄρθρόποδα τά Ἔντομα ἀποτελοῦν τή μέγιστη πλειοψηφία. Μιά τάξη Ἐντόμων, τά σκαθάρια (Κολεόπτερα) εἶναι καί ἡ πολυπληθέστερη τάξη τῶν ζωντανῶν ὀργανισμῶν μέ 300.000 εἶδη τουλάχιστο. Ἀκολουθοῦν οἱ πεταλοῦδες, τά Ὑμενόπτερα κι οἱ μύγες.

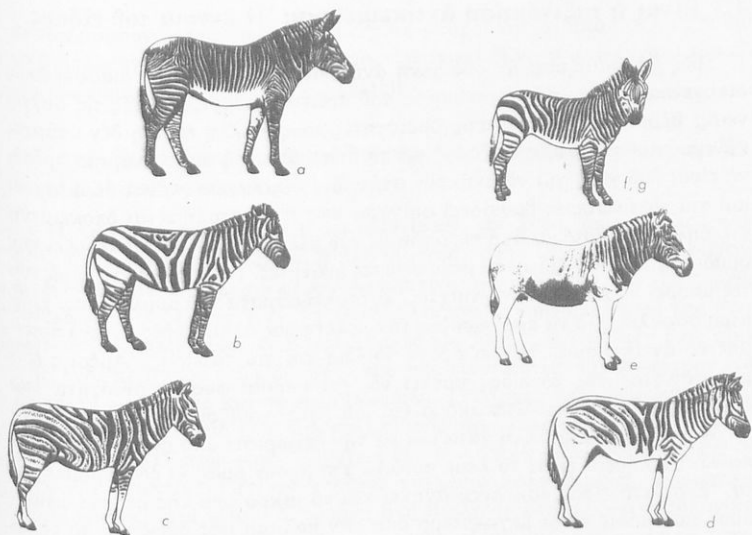
Ἐπάρχουν λοιπόν πάρα πολλά εἶδη ὀργανισμῶν. Καί, ὅπως εἶδαμε πρῖν, ἀκόμα καί τά ἄτομα πού ἀνήκουν σ' ἓνα εἶδος δέν εἶναι ἀπόλυτα ὁμοια μεταξύ τους. Νά δυό πολύ βασικές καί ἀξιοσημείωτες παρατηρήσεις:

4.2. Λίγα λόγια γιά τήν ταξινομήση

Ἡ ταξινομήση κάθε λογιῆς ἀντικειμένων σέ ὁμάδες εἶναι μιά ἀνάγκη. Ὁ μέγανος ἀριθμός τους πολλές φορές προκαλεῖ σύγχυση ἐνῶ μέ τό χῶρισμα τούς σέ ὁμάδες ὁμοίων ἀντικειμένων γίνεται δυνατή εὐκολότερα ἢ γνώση τους. Αὐτό ἰσχύει καί γιά τά ζωντανά ὄντα. Ἀπό παλιά ὁ ἄνθρωπος κατάτασσε τούς διάφορους σκύλους σέ μιά κατηγορία: τοῦ σκύλου. Τίς γάτες σέ ἄλλη κατηγορία κ.ο.κ. Ἐτσι ἡ ἔννοια τοῦ εἶδους μᾶς φαίνεται σάν μιά φυσική ἔννοια. Τά ζωντανά ὄντα χωρίζονται σέ εἶδη καί τά ἄτομα τοῦ ἴδιου εἶδους μοιάζουν μορφολογικά μεταξύ τους, φέρνουν τά ἴδια γενικά χαρακτηριστικά τοῦ εἶδους, ἐνῶ τά ἄτομα πού ἀνήκουν σέ διαφορετικά εἶδη διαφέρουν μεταξύ τους. Τά κριτήρια λοιπόν τῆς κατατάξεως εἶναι μορφολογικά, ἀναφέρονται δηλαδή κυρίως στήν ὁμοιότητα τῆς ἐξωτερικῆς μορφῆς.

Τά διάφορα εἶδη, πάλι, μποροῦν ν' ἀποτελέσουν μεγαλύτερες ὁμάδες.

Εἶδη πού μοιάζουν μεταξύ τους ὅπως ὁ σκύλος, τό τσακάλι κι ὁ λύκος μποροῦν νά καταγοῦν στό ἴδιο γένος. Ἀλλῶστε κάθε εἶδος ὀνοματίζεται λατινικά (αὐτό εἶναι τό ἐπίσημο ἐπιστημονικό του ὄνομα) μέ δυό λέξεις: πρῶτα τό ὄνομα τοῦ γένους καί μετά τό ὄνομα τοῦ εἶδους. Ὁ ἄνθρωπος ὀνομάζεται *Homo sapiens* πού σημαίνει Ἄνθρωπος ὁ σοφός, τό καλαμπόκι *Zea mais* κ.ο.κ. Διάφορα γένη μποροῦν νά ἀποτελοῦν μιά εὐρύτερη ἐνότητα τήν **οἰκογένεια**. Ἐτσι οἱ σκύλοι, τά τσακάλια, οἱ λύκοι, οἱ ἀλεπούδες καί ἄλλα ζῶα ἀνήκουν στήν οἰκογένεια τῶν CANIDAE. Μιά ἢ περισσότερες οἰκογένειες ἀποτελοῦν μιά **τάξη**. Ἡ οἰκογένεια τῶν σκύλων, ἡ οἰκογένεια τῶν γάτων, ἡ οἰκογένεια τῶν ἀρκοῦδων καί ἄλλες φτιάχνουν τήν τάξη τῶν **Σαρκοφάγων** (CARNIVORA). Πάνω ἀπό τίς τάξεις εἶναι ἡ **ὀμοταξία**, πῶ



Εικόνα 70: Τά διάφορα είδη ζέβρας ξεχωρίζουν μορφολογικά και από τό μέγεθός τους και από τίς γραμμώσεις τους. a. *Equus grevyi*, b, c και d. *Equus burchelli*, e. *Equus quagga*, f. και g. *Equus zebra*. Τό δεύτερο είδος περιλαμβάνει τρείς διαφορετικές φυλές. Ἄλλά και κάθε άτομο έχει γραμμώσεις πού τό χαρακτηρίζουν άτομικά (ὅπως στόν ἄνθρωπο τά δαχτυλικά ἀποτυπώματα).

πάνω ἢ **Συνομοταξία** ἢ **Φύλο** και τέλος τό **Βασίλειο**. Σ' αὐτήν τήν ἱεραρχική κατάταξη κάθε μεγαλύτερη ἐνότητα περιλαμβάνει, κάτω ἀπό τό ἐπίπεδό της, πιά μικρές. Κάθε ἐνότητα ξεχωρίζει ἀπό ὀποιαδήποτε ἄλλη ἴδιου ἱεραρχικοῦ ὕψους ἀπό ὀρισμένα χαρακτηριστικά πού τήν διαφοροποιοῦν. Ἔτσι λ.χ. τά **Θηλαστικά** διαφέρουν ἀπό τά Ἐρπετά γιατί ἔχουν τρίχες, κέρατα και νύχια, γιατί (ἐκτός ἀπό ἐλάχιστες ἐξαιρέσεις) τά μικρά τους γεννιοῦνται ζωντανά ἀφού περάσουν μέρος τῆς ζωῆς τους, τό ἐμβρυϊκό μέρος, μέσα στή μήτρα, γιατί τά θηλυκά θηλάζουν τά μικρά τους και γι' αὐτό ἔχουν μαστούς, γιατί εἶναι ὁμοιοθερμα, (ἔχουν δηλαδή μηχανισμό πού κρατεῖ σταθερή τή θερμοκρασία τους), γιατί τό κάτω σαγόνι τους ἀποτελεῖται ἀπό ἕνα κόκαλο ἐνώ μέσα στό αὐτί τους ἔχουν τρία μικρά ὀστά, τόν ἄκμονα, τή σφύρα και τόν ἀναβολέα. Στά Ἐρπετά τά ἀντίστοιχα τοῦ ἄκμονα και τῆς σφύρας δέν βρίσκονται στό αὐτί ἀλλά εἶναι κόκαλα τῆς ἀρθρώσεως τῆς κάτω γνάθου τους.

4.3 Είναι ή ταξινομήση αντικειμενική; Ή έννοια του είδους

Πώς αποφασίζεται αν δυό γένη ανήκουν στην ίδια ή σε διαφορετικές οικογένειες; Πώς σκέφτεται αυτός που πρώτος καθορίζει αυτές τις συγγενειες; Βέβαια στηρίζεται στίς ομοιότητές τους. 'Αλλά επειδή δέν υπάρχει κανένας καθορισμένος κανόνας για τό πόσο ομοια ή πόσο ανόμοια πρέπει να είναι δυό γένη για να ανήκουν στην ίδια οικογένεια (καί τό ίδιο ισχύει καί για τίς ανώτερες βαθμίδες) φαίνεται πώς ή κατάταξη είναι ύποκειμενική, δηλαδή εξαρτάται από τίς απόψεις του μελετητή που κατασκευάζει τήν ομαδοποίηση των ειδών σε μεγαλύτερες ενότητες. Γι' αυτό οι ενότητες αυτές μπορεί να θεωρηθούν φτιαχτές, κατασκευάσματα του μυαλού μας, χρησίμα ασφαλώς για να προχωρούμε τήν μελέτη μας αλλά χωρίς κανένα πραγματικό αντίκρυσμα. 'Ισχύει άραγε τό ίδιο καί για τό είδος; 'Αμέσως εδω μās φαίνεται πώς τό είδος πρέπει να 'χει κάποια φυσική οντότητα από δικού του. Στο κάτω κάτω άκόμα καί μιά γάτα, νομίζουμε πώς είναι ικανή να αναγνωρίσει μιά άλλη γάτα καί να τήν ξεχωρίσει από ένα σκύλο ή ένα πουλί. ('Αλήθεια γιατί τό λέμε αυτό;). 'Υπάρχουν όμως κι εδω προβλήματα. 'Ετσι στό είδος «σκύλος» ανήκει καί τό μικρό ζωο της ράτσας τσιουάουα που μόλις είναι μεγαλύτερο από τήν παλάμη μας όπως καί τό τεράστιο σκυλί της ράτσας του 'Αγίου Βερνάρδου που ξεπερνά στό μπόι τό πρόβατο. Πώς αυτά τά ζωα ανήκουν στό ίδιο είδος, ενώ ο λαγός καί τό κούνελο, που τόσο μοιάζουν, ανήκουν σε διαφορετικά είδη;

'Η λύση στό πρόβλημα είναι πώς για τόν καθορισμό του είδους δέν πρέπει να βασίζεται κανένας άπόλυτα στά μορφολογικά κριτήρια όπως παλιότερα έπίστευαν. Τό μόνο άπόλυτο κριτήριο είναι τό **μυξιολογικό**, αν μπορούν δηλαδή τά άτομα μιάς ομάδας που χαρακτηρίζουμε σαν είδος να αναμειγνύουν τούς γόνους τους, αν μπορούν δηλαδή να διασταυρώνονται. 'Οχι όμως να διασταυρώνονται όπως τό άλλογο με τό γαιδούρι, όπου ή διασταύρωση δίνει άπόγονο τό μουλάρι, στείρο άτομο, αλλά να δίνουν άπογόνους γόνιμα άτομα. Μεταξύ δυό διαφορετικών ειδών δέν μπορεί να περάσει κληρονομικό ύλικό, δέν μπορούν να ανταλλαγούν γόνιοι. Για να ανταλλαγούν θά 'πρεπε στην προηγούμενη περίπτωση τό μουλάρι να ήταν γόνιμο καί να μπορούσε λ.χ. να διασταυρωθεί με τό άλλογο κι έτσι να μεταφέρει στον πληθυσμό των άλλων τούς γόνους του πληθυσμού των γαιδουριών που έχει (οί μισοί γόνιοι του μουλαριού είναι γόνιοι γαιδουριού).

'Ετσι ή έννοια του είδους αποκτά μιά οντότητα δικιά της, πραγματική, ανεξάρτητη από τόν μελετητή επιστήμονα. Καί έχει κάποιο βαθύτερο νόημα ή χρησιμοποίηση του μυξιολογικού κριτηρίου: Κάθε ομοιότητα όφειλεται σε ομοιότητα γόνων, σε ομοιότητα κληρονομικού ύλικού. Μόλις μπει κάποιο φράγμα μεταξύ δυό ομάδων όντων έτσι που να μην μπορούν να

άνταλλάσσουν μεταξύ τους γόνους, τότε μπορεί έπειτα από πολλά χρόνια να διαφέρουν, να ξεχωρίσουν και μορφολογικά. Ένα τέτοιο ξεχώρισμα είναι ένα σημαντικό βήμα στην Έξέλιξη.

4.4 Δύο διαφορετικές αντιλήψεις: Η Τυπολογική και η Έξελικτική σκοπιά

Ο Λιναίος, ο Γκαίτε (Goethe 1749-1832), που εκτός από μεγάλος ποιητής ήταν και βοτανικός, και άλλοι πίστευαν στην ιδέα του αναλλοίωτου είδους. Ο Λιναίος έλεγε «*Τόσα διαφορετικά είδη υπάρχουν, όσα αποξαρχής δημιούργησε τό "Απειρο Όν"*». Γι' αυτούς λοιπόν τά διάφορα άτομα που ανήκουν σ' ένα είδος είναι λίγο πολύ καλές και πιστές αντιγραφές μιάς μορφής, ενός πρότυπου του είδους (τό πρότυπο είναι κατιτί σαν τό πατρών που έχουν οί μοδίστρες και τό αντίγράφουν). Υπάρχει δηλαδή σύμφωνα μέ αυτές τίς απόψεις μιά ιδέα του κάθε είδους σαν αυτές τίς «ουράνιες» ιδέες που νόμιζε ο Πλάτων πώς υπάρχουν και τών όποιων είμαστε έμεις και τά διάφορα αντικείμενα άντανακλάσεις και λίγο πολύ σωστές ή μακρινές άπεικονίσεις. Μιά τέτοια αντίληψη στή Βιολογία ονομάζεται **τυπολογική**: στηρίζεται στην πεποίθηση ότι για κάθε είδος υπάρχει κάποιος τύπος αναλλοίωτος στό πέρασμα του χρόνου και ότι τά άτομα που ανήκουν σ' αυτό τό είδος είναι καλά ή κακά αντίγραφα του. Οί διαφορές δηλαδή μεταξύ τών ατόμων ενός είδους είναι άποτέλεσμα κακής αντιγραφής: πρόκειται για μιά άσήμαντη λεπτομέρεια μπροστά στην ύπαρξη του καθαρού τύπου.

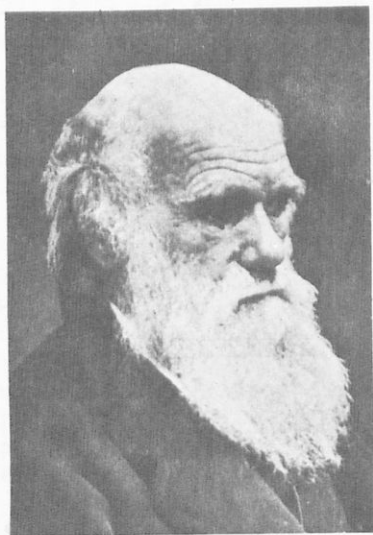
Μέ την επικράτηση όμως της θεωρίας της Έξελίξεως μιά τέτοια άποψη, για ένα αναλλοίωτο πρότυπο, δέν είναι πιά δυνατή. Τά άτομα που ανήκουν σ' ένα είδος μπορεί να παρουσιάζουν μεταξύ τους διαφορές, κι αυτές οί διαφορές είναι πραγματικές και σημαντικές, και σ' αυτές στηρίζεται, όπως θά δούμε, και ή δυνατότητα της άλλαγής ενός είδους σ' ένα άλλο. Αυτό που κάνει τά άτομα ενός είδους να ανήκουν σ' αυτό δέν είναι κανένα κοινό πρότυπο αλλά ότι μπορούν από γενιά σέ γενιά να άνακατεθούν τούς γόνους τους, άφοδ μπορούν να διασταυρώνονται και να γεννούν γόνιμους απογόνους. Άκριβώς στην επικράτηση της θεωρίας της Έξελίξεως οφείλεται και μιά νέα αντιμετώπιση τών άνώτερων κατηγοριών της Συστηματικής, του γένους, της οικογένειας, της τάξεως κτλ. Αυτές οί ομάδες άπεικονίζουν τίς **φυλογενετικές συγγένειες**, δηλαδή πόσο κοντά, άπ' την άποψη της Έξελίξεως, είναι τά διάφορα είδη. Μές στην πορεία της Έξελίξεως από ένα είδος γεννιούνται δύο, όπως ένα κλαδί δέντρου διχάζεται σέ δύο μικρότερα κλαράκια. Όλη ή ιστορία της Έξελίξεως μπορεί να παρομοιασθεί μ' ένα δέντρο που χωρίζει τόν κορμό του σέ κλάδους, τούς κλάδους

σέ μικρότερα κλαδιά, τὰ κλαδιά σέ κλαδάκια καί τὰ κλαδάκια σέ φύλλα. Αυτό θά 'ταν τό φυλογενετικό δέντρο πού θά 'δειχνε τήν ιστορία τῆς προελεύσεως τῶν ὀργανισμῶν. Ὁ μέγας κορμός δείχνει τήν κοινή προέλευση τῆς ζωῆς καί χωρίζεται σέ Βασίλεια πού χωρίζονται σέ Φύλα κ.ο.κ. μέχρι τὰ εἶδη. Κάθε ὁμάδα τῆς ταξινομήσεως εἶναι ἀντικειμενική, στό μέτρο πού μᾶς δείχνει κάποια στενότερη συγγένεια προελεύσεως μεταξύ αὐτῶν πού τήν ἀπαρτίζουν (εἶτε οἰκογένειες εἶναι, εἶτε τάξεις κ.ο.κ.), σέ σύγκριση μέ ἄλλες πού δέν τήν ἀπαρτίζουν.

4.5 Ὁ Darwin καί τό ταξίδι του

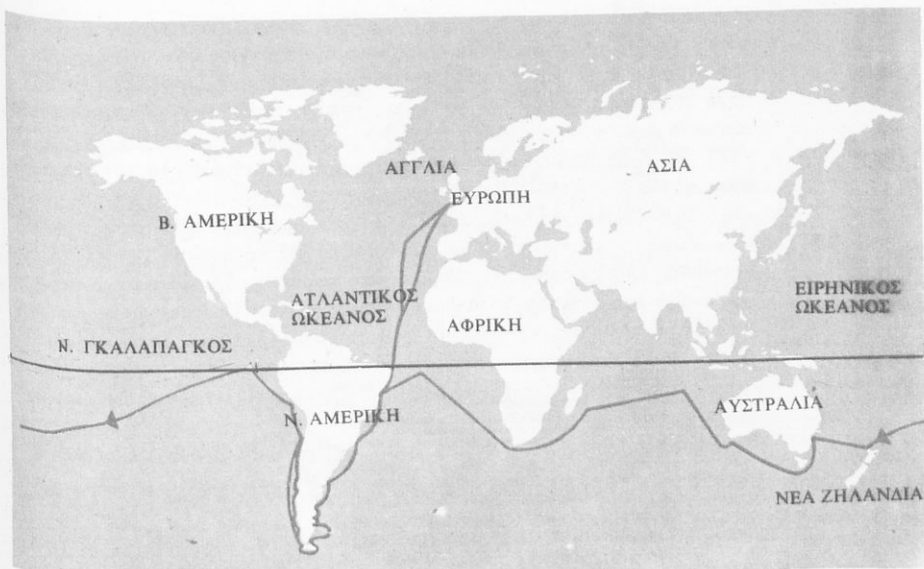
Σύμφωνα μέ τήν θεωρία τῆς Ἐξελίξεως τὰ εἶδη δέν παραμένουν ἀναλλοίωτα: μέ τό πέρασμα τοῦ χρόνου ἀλλάζουν μορφή. Ἔτσι τὰ εἶδη πού ζοῦν σήμερα προῆλθαν ἀπό ἄλλα εἶδη πού προϋπῆρξαν. Ὅμαδες συγγενῶν εἰδῶν προῆλθαν ἀπό ἓνα ἀρχικό εἶδος. Γυρνώντας ἀντίστροφα στήν πορεία τοῦ χρόνου ἀπό τὰ μικρά κλαδιά μεταβαίνομε στό μοναδικό κορμό τοῦ φυλογενετικοῦ δέντρου πού μᾶς δείχνει πῶς ἡ ζωὴ στόν πλανήτη μας εἶχε μιά μόνο ἀρχική προέλευση.

Τό ὄνομα τοῦ ἀγγλοῦ Κάρολου Ντάρβιν πού ἐλληνικά, ὅπως εἶπαμε εἶναι γνωστός σάν Δαρβίνος, συνδέθηκε στενά μέ τήν θεωρία τῆς Ἐξελίξεως. Ὅμως καί πρὶν ἀπό τόν Ντάρβιν πολλοί εἶχαν ἀσχοληθεῖ μέ τό φαι-



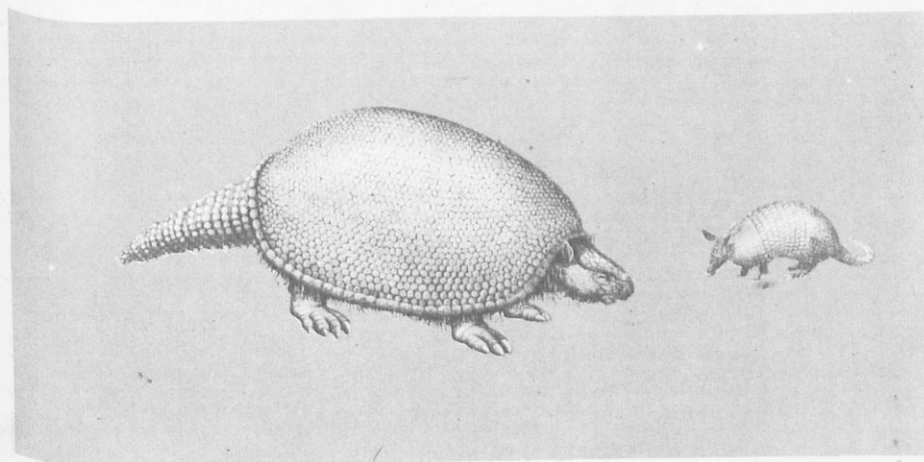
Ch. Darwin

Εἰκόνα 71: Ὁ Τσάρλς Ντάρβιν καί ἡ ὑπογραφή του.



Εικόνα 72: 'Η διαδρομή του ταξιδιού του Μπήγκλ.

Εικόνα 73: Γλυπτόδοντας (άριστερά) και άρμαντίλιο (δεξιά).



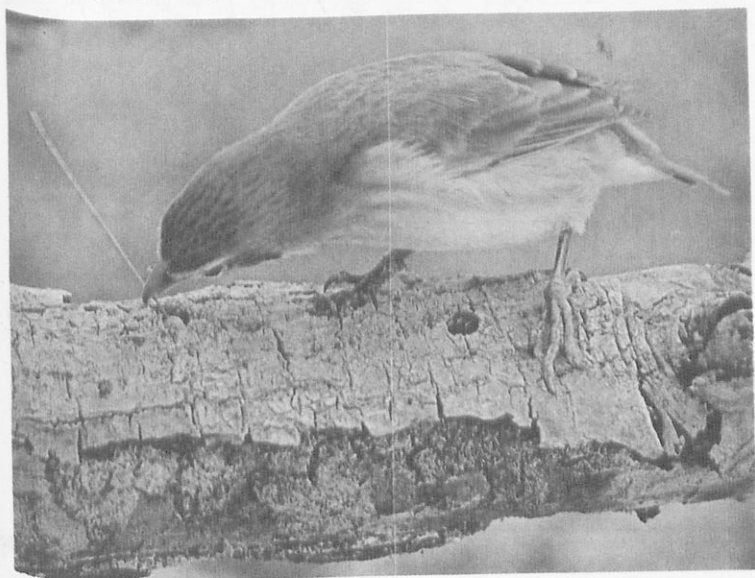


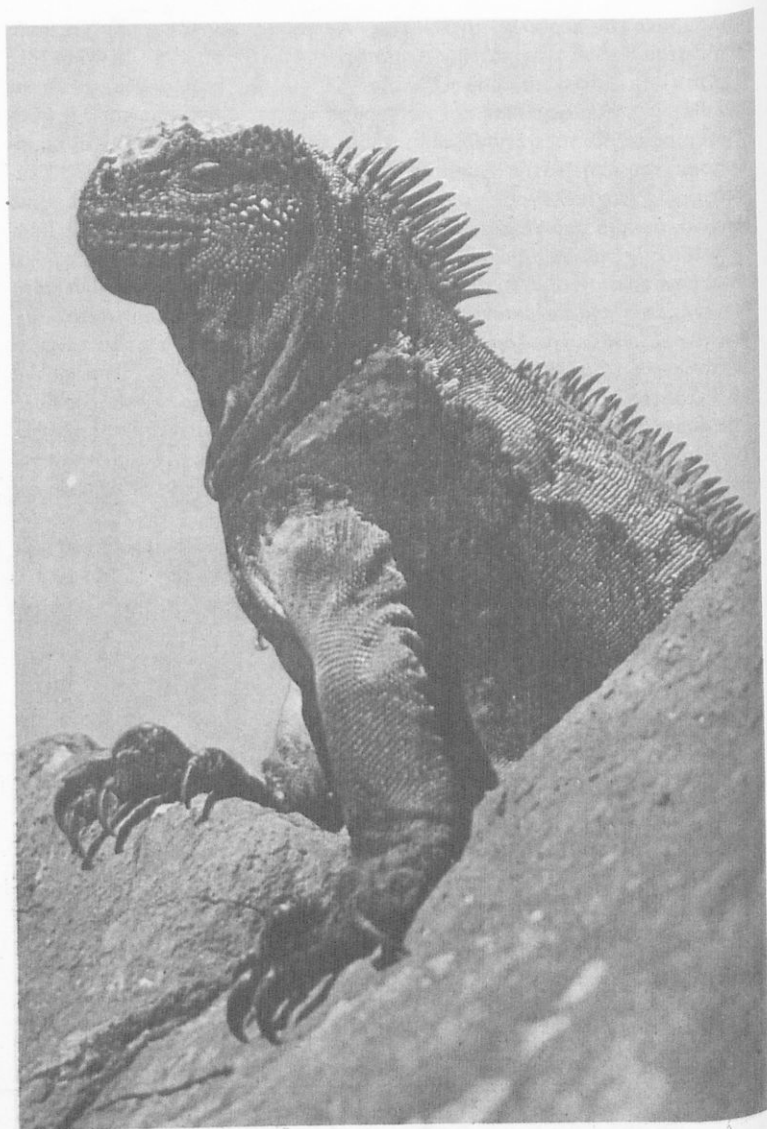
Εικόνα 74: Τά είδη των σπίνων στά νησιά Γκαλάπαγκος.

νόμενο της Έξελιξεως. Ὁ γάλλος ζωολόγος Μπουφόν (Buffon 1707-1788) ὁ ἴδιος ὁ παππούς τοῦ Ντάρβιν, ὁ Ἑρασμος Ντάρβιν (1731-1802) στό βιβλίο του «Ζωονομία», καί κυρίως ὁ Λαμάρκ (Lamarck 1744 - 1829). Ὁ Λαμάρκ σέ ἕνα σημαντικό βιβλίο του, τήν «Ζωολογική Φιλοσοφία», ἀσχολήθηκε εἰδικά μέ τήν Έξελιξη. Τό δημοσίευσε τή χρονιά τῆς γεννήσεως τοῦ Ντάρβιν, τό 1809. Τή χρονιά 1831, μόλις πού εἶχαν ἀποκτήσει οἱ Ἕλληνες τήν ἀνεξαρτησία τους, ὁ νεαρός Ντάρβιν, εἴκοσι δύο χρονῶν, μαρκάρει στό ἐξερευνητικό πλοῖο Μπήγκλ (Beagle = ἰχνηλάτης, ὄνομα μιᾶς ράτσας λαγωνικοῦ μέ κοντά πόδια καί κρεμαστά αὐτιά) σάν ζωολόγος, βοτανικός καί γεωλόγος, γιά ἕνα πολύ μακρινό, πεντάχρονο ταξίδι. Τό δρομολόγι

περιλάμβανε τόν περίπλου τῆς Νότιας Ἀμερικῆς, τόν Εἰρηνικό Ὠκεανό, τήν Αὐστραλία, τά ἀνοιχτά τῆς Ἀφρικῆς, κι ἐπιστροφή στήν Ἀγγλία (δές τό χάρτη) ἀπ' ὅπου ξεκίνησε τό πλοῖο. Ὁ Ντάρβιν μάζευε ζῶα, φυτά καί ἀπολιθώματα, παρατηροῦσε καί κατέγραφε τίς παρατηρήσεις του. Σ' αὐτό τό μακρινό ταξίδι τοῦ γεννήθηκε κι ἡ ἰδέα τῆς Ἐξελίξεως. Εἰδικά οἱ παρατηρήσεις του στή Νότια Ἀμερική καί στά νησιά τοῦ ἀρχιπέλαγους Γκαλάπαγκος [Ἀρχιπέλαγος = σύμπλεγμα πολλῶν νησιῶν] στόν Εἰρηνικό Ὠκεανό, μακριά ἀπό τίς ἀκτές τῆς Ν. Ἀμερικῆς, τόν ἐντυπωσίασαν. Γράφει ὁ ἴδιος: «Στή διάρκεια τοῦ ταξιδιοῦ μου μέ τό Μπήγκλ πι στήκα ἀνακαλύπτοντας στίς πάμπες [πεδιάδες τῆς Ν. Ἀμερικῆς] ἀπολιθώματα μεγάλων ζώων πού καλύπτονταν μέ κατασκευάσματα πού μοιάζουν πανοπλίες, ὅπως τά σημερινά ζωντανά ἀρμαντίλιος, [δές τήν εἰκόνα πού ἀναπαρασταίνει τό ἐξαφανισμένο εἶδος γλυπτόδοντα καί τό σημερινό ἀρμαντίλιο. Εἶναι καί τά δύο θηλαστικά τῆς Ν. Ἀμερικῆς], κατά δεύτερο λόγο μέ τόν τρόπο πού πολύ συγγενικά εἶδη ζώων ἀντικαθιστοῦν τό ἓνα τό ἄλλο ὅσο προχωροῦμε κατά τό νοτιά τῆς Νοτιοαμερικανικῆς ἠπείρου, κατά τρίτο λόγο ἀπό τόν νοτιοαμερικανικό χαρακτήρα τῶν περισσότερων ζωντανῶν ὑπάρξεων τοῦ ἀρχιπέλαγους Γκαλάπαγκος

Εἰκόνα 75: Ἐνα εἶδος σπίνου τῶν νησιῶν Γκαλάπαγκος χρησιμοποιεῖ ἓνα ἀγκάθι σάν ἐργαλεῖο γιά νά βγάξει ἀπ' τά ξερά δέντρα τά σκουλήκια τῶν ἐντόμων πού τρώει.





Εικόνα 76: Ίγκουάνα των νησιών Γκαλάπαγκος.

και ειδικότερα από τον τρόπο που σε κάθε νησί διάφεραν ελαφρά ή μιά από την άλλη. Κανένα από τα νησιά δέ φαίνεται να είναι πολύ παλιό από τη γεωλογική άποψη. Ήταν φανερό πως τέτοιες παρατηρήσεις όπως και πολλές άλλες παρόμοιες μπορούσαν να ερμηνευθούν μόνο με την υπόθεση ότι τα είδη μεταβάλλονται βαθμιαία. Και αυτές οι σκέψεις με τυραννούσαν καιρό.»

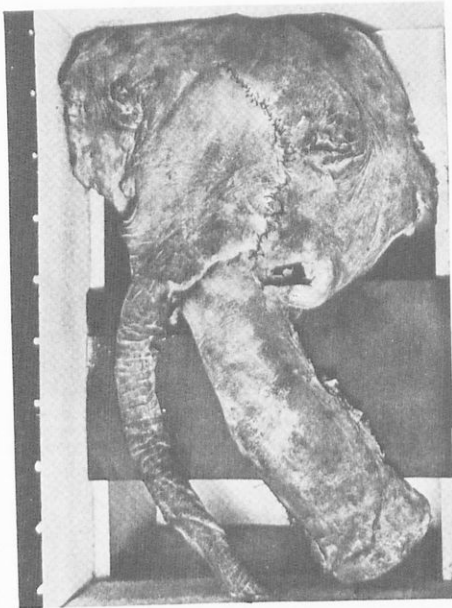
Πραγματικά ο Ντάρβιν στα νησιά Γκαλάπαγκος βρήκε ένα ζωντανό βιολογικό εργαστήριο. Ίδιαίτερα έντυπωσιάστηκε από τους σπίνους. Τοῦ θύμισαν τό είδος τοῦ σπίνου που 'χε δει στό 'Εκουαδόρ. 'Αλλά τί πλοῦτος μορφῶν! Κάθε νησί εἶχε ένα ἢ περισσότερα εἶδη που διάφεραν λίγο πολύ. Μεγαλύτερη ποικιλομορφία εἶχαν τά ράμφη τους, προσαρμοσμένα στό είδος τροφῆς που ἔτρωγε κάθε είδος, (σπόρους ἢ σαρκώδεις κάκτους που τσιμποῦσαν, ἢ ἔντομα – ένα μάλιστα είδος χρησιμοποιοῦσε ένα ἀγκάθι κάκτων γιά να σκαλεῦει τίς τρύπες τῶν δέντρων και να βγάξει τά ἔντομα –). 'Ολοι αὐτοί οἱ σπῖνοι ἔμοιαζαν να προῆλθαν ἀπό τό είδος σπίνου τῆς ἠπείρου και να διαφοροποιήθηκαν. 'Η ἔλλειψη ἄλλων πουλιῶν που να τρώνε ἔντομα τῶν δέντρων, ὅπως οἱ δρυκολάπτες, ἐπέτρεψαν σ' αὐτό που χρησιμοποιεῖ τό ἀγκάθι τοῦ κάκτου, να ἀποκτήσει αὐτόν τον τρόπο ἐξευρέσεως τροφῆς. 'Ο,τι συνέβαινε με τούς σπίνους συνέβαινε και με τίς σαῦρες ἰγκουάνες, με τίς χελῶνες και πολλά ἄλλα ζῶα τῶν νησιῶν Γκαλάπαγκος: ἀπό νησί σε νησί οἱ μορφές ἄλλαζαν, παράμεναν ὁμως παραπλήσιες.

'Ο Ντάρβιν μετὰ ἀπό πολλά χρόνια, στό 1859, δημοσίευσε τό περίφημο βιβλίο του «'Η Γέννηση τῶν Εἰδῶν με τῆ Φυσική 'Επιλογή», ὅπου παράθετε ὅλες τίς παρατηρήσεις που 'χε μαζέψει μέχρι τότε αὐτός και ἄλλοι βιολόγοι και που πείθανε ὅτι ὑπάρχει 'Εξέλιξη στό εἶδη. Σύγχρονα διατύπωσε μιά θεωρία γιά τό μηχανισμό με τον ὁποῖο γίνεται ἡ 'Εξέλιξη.

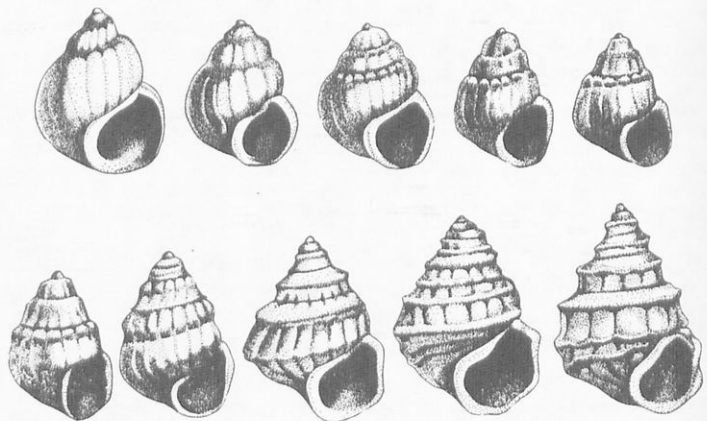
Οἱ παρατηρήσεις αὐτές κι ἄλλες πολλές που προστέθηκαν ἀργότερα ἔπεισαν τούς βιολόγους ὅτι πραγματικά τά εἶδη προέρχονται ἀπό ἄλλα εἶδη.

4.6 Ἐνδείξεις γιά τῆν εξέλιξη: τά ἀπολιθώματα

Τά ἀπολιθώματα εἶναι ἀπομεινάρια ζωντανῶν ὀργανισμῶν που ἔζησαν πολύ παλιά: εἴτε ἀποτυπώματα, εἴτε μέρος τοῦ ὀργανισμοῦ τους, συνήθως σκληρό μέρος (ξύλο, ὄστρακο, κόκαλο) που ἔγινε πέτρα γιατί ἡ ὀργανική οὐσία του ἀντικαταστάθηκε σιγά σιγά ἀπό ἀνόργανα ὑλικά που ἔφταναν διαλυμένα στό νερό τοῦ ἐδάφους. Πολύ σπάνια, ὅπως στήν περίπτωση τῶν Μαρμούθ τῆς Σιβηρίας, βρίσκονται κλεισμένα στούς πάγους ὀλόκληρα ζῶα χωρίς να 'χουν πετροποιηθεῖ. 'Από τά ἀπολιθώματα μπορεῖ πολλές φορές κανεῖς να καταλάβει σε τί εἶδους ζῶο ἢ φυτό ἀνήκουν και τί μορφή εἶχε ὁ ὀργανισμός.



Εικόνα 77: Ένα μωρό μαμούθ που διατηρήθηκε κατεψυγμένο (σάν παγωμένο άπολίθωμα) μέσα στους πάγους της Αλάσκας επί 22.000 χρόνια σε άριστη κατάσταση, σάν νά ήταν νωπό πτώμα.



Εικόνα 78: Μία εκπληκτική σειρά μορφών που βρέθηκαν σε διαδοχικά γεωλογικά στρώματα του Πλειόκαινου δείχνει πώς μεταβλήθηκε σιγά σιγά το είδος *Paludina neumayri* στο είδος *Tototoma hoernesii*.

		ΓΕΝΟΣ	ΠΟΔΙ	ΔΟΝΤΙ
		ΚΑΙΝΟΖΩΙΚΟΣ	ΕΥΓΥΡΟΝΟΣ	<i>Equus</i>
	ΠΛΕΙΣΤΟΚΑΙΝΟΣ	<i>Hipparion</i> 		
	ΜΕΙΟΚΑΙΝΟΣ	<i>Merychippus</i> 		
	ΟΛΙΓΟΚΑΙΝΟΣ	<i>Meshippus</i> 		
	ΗΣΟΚΑΙΝΟΣ	<i>Hyracotherium</i> 		
		X 1/70	X 1/20	X 1/2

Εικόνα 79: Ἀλλαγές στό ὕψος, στό δάχτυλα τοῦ ποδιοῦ καί στό δόντια σέ διάφορα εἶδη ἁλόγων καί προγόνων τους πού ζήσανε παλιά (*Hyracotherium*, *Meshippus*, *Merychippus*, *Hipparion*) καί στό σημερινό μας ἄλογο (*Equus*).

Ἡ μελέτη τῶν ἀπολιθωμάτων μᾶς προσφέρει πολλές ἐνδείξεις γιά τήν Ἐξέλιξη. Ὁ ἴδιος ὁ Ντάρβιν εἶχε παρατηρήσει πῶς τό τωρινό ἀρμαντίλιο βρίσκεται στό ἴδιο μέρος ὅπου παλιά ζοῦσε ὁ μεγαλύτερος ἀλλά πολύ ὁμοῖός του γλυπτόδοντας. Σέ πολύ εὐνοϊκές περιστάσεις μορεῖ νά ἀνακαλυφθοῦν συνεχεῖς σειρές μορφῶν καί ἔτσι νά γίνει κατανοητό πῶς ἕνα εἶδος ἀλλάξε σιγά σιγά μορφή. Τέτοιο παράδειγμα μᾶς δείχνει ἕνα σαλιγκάρι, ἡ *Paludina*. Τά διάφορα στρώματα τῶν ἰζημάτων τῶν λιμνῶν ὅπου ζοῦσε ἡ *Paludina* ἐναποθέτονταν τόνα πάνω σ' ἄλλο κλείνοντας μέσα τους τίς μορφές αὐτοῦ τοῦ σαλιγκαριοῦ. Οἱ νεώτερες μορφές εἶναι μέσα στά νεώτερα γεωλογικά στρώματα (πού ἂν δέ διαταραχθοῦν ἢ ἀναστραφοῦν βρίσκονται πιό κοντά στήν ἐπιφάνεια).

Ἀπό μεγάλες συλλογές ἀπολιθωμάτων ἀλόγων μοροῦμε νά συμπεράνουμε πῶς τά σημερινά ἄλογα πού ἔχουν ἕνα μόνο δάχτυλο στό πόδι τους προήλθαν ἀπό μορφές ἀρχικά μέ πέντε δάχτυλα κι ἀργότερα μέ τρία γιά νά καταλήξουν στό ἕνα δάχτυλο τοῦ σημερινοῦ ἀλόγου: τά ἄλλα δάχτυλα ἐκφυλίστηκαν. Τό *Hipparion* (ἵππάριο = μικρός ἵππος) πού ἔζησε στήν Ἀττική (Πικέρμι) στήν Πλειόκαινο ὑποπερίοδο εἶχε τρία δάχτυλα. Συγχρόνως στά ἄλογα ἀλλάξε καί ἡ μορφή τῶν γομφίων δοντιῶν τους (βλέπε εἰκόνα 79).

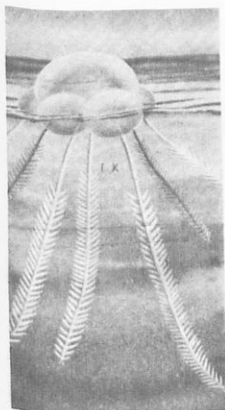
Θά μοροῦσαν νά ἀναφερθοῦν καί πολλά ἄλλα παραδείγματα πού ἐνισχύουν τήν ὑπόθεση τῆς Ἐξελίξεως.

4.7 Ἡ ἱστορία τῆς ζωῆς ὅπως τή δείχνουν τά ἀπολιθώματα

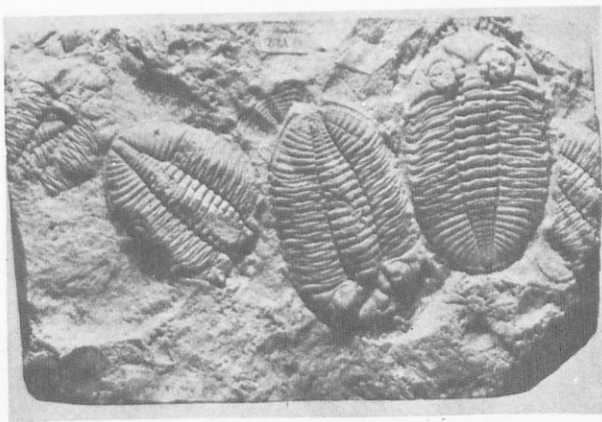
Ἀπό τά ἀπολιθώματα κι ἀπό διάφορες ἄλλες ἐνδείξεις καί σημερινές παρατηρήσεις μοροῦμε νά ἐπιχειρήσουμε νά ἀναπλάσουμε τήν ἱστορία τῆς ζωῆς στόν πλανήτη μας.

Πολλοί βιολόγοι πιστεύουν πῶς πολύ παλιά οἱ συνθήκες ἦταν τέτοιες (ἔλλειψη ὀξυγόνου στήν ἀτμόσφαιρα πού κυρίως τήν ἀποτελοῦσαν ὕδρατιμοί, μεθάνιο CH_4 καί ἀμμωνία NH_3), ὥστε ἀπό τήν ἀνόργανη ὕλη σιγά σιγά νά παραχθεῖ ἡ πρώτη ζωντανή ὕλη: πρῶτα δηλαδή νά συνθεθοῦν ἀπό τό μεθάνιο, τήν ἀμμωνία καί τοῦς ὕδρατιμούς, μέ τή βοήθεια τῆς ἐνέργειας τῶν ἠλεκτρικῶν ἐκκενώσεων τῶν κεραυνῶν, διάφορα εἶδη ὀργανικῶν μορίων. Μετά τά μόρια αὐτά διαλυμένα μέσ στό νερό τῶν λιμνῶν καί τῶν ὠκεανῶν θά σχηματίσαν ἕνα εἶδος «σοῦπας» μέσ στό ὅποιο γεννήθηκε ἡ πρώτη ζωντανή μονάδα.

Πολλά βέβαια παραμένουν ἄγνωστα γιά τή γέννηση τῆς ζωῆς. Πάντως εἶναι βέβαιε πῶς κάτω ἀπό τίς σημερινές συνθήκες ἡ ζωή δέν μορεῖ νά γεννηθεῖ ἀπό μὴ ζωντανά συστατικά, ἀπό μόνη τῆς, ἀλλά προέρχεται μόνο ἀπό ἄλλη ζωή, ὅπως ἀπόδειξε κι ὁ Pasteur. Ἡ ζωή λοιπόν γεννήθηκε στή



Εικόνα 80: Ένας γραπτόλιθος.

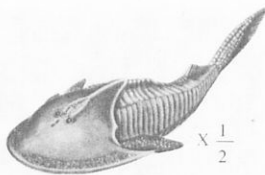


Εικόνα 81: Απολιθώματα τριλοβιτών.

θάλασσα. Αυτό γίνεται φανερό κι από τά πρώτα απολιθώματα άβέβαια άκόμη για τόν Προκάμβριο αιώνα, αλλά καθαρά στήν Κάμβριο περίοδο και στις επόμενες, όπου ξέρουμε πώς ζούσαν βακτήρια, Κυανοφύκη (δηλαδή προκαρυωτικοί οργανισμοί), θαλάσσια Πρωτόζωα με κελύφη (όπως οί φουσουλίνες πού μοιάζουν με σπειριά σταριού), αλλά και φύκη και μύκητες καθώς και διάφορα άσπόνδυλα ζώα, πού με τόν καιρό γίνονται πολυπληθή. Για τά άσπόνδυλα, χαρακτηριστικά είναι οί σπόγγοι, οί γραπτόλιθοι κι οί τριλοβίτες. Οί γραπτόλιθοι μοιάζουν με τίς μέδουσες: φέρνουν ένα θολωτό δίσκο για νά επιπλέουν κι από κάτω τους έχουν στρογγυλούς σάκους για τήν αναπαραγωγή. Οί τριλοβίτες είναι άρθρόποδα πού φαίνονται νά 'χουν τρείς λοβούς, τρία μέρη: κεφαλοθώρακα, κοιλιά και ούρά: έρπουν στό βυθό και κυριολεκτικά τόν «σαρώνουν» για νά βρούν τήν τροφή τους. Άλλα άρθρόποδα είναι οί σκορπιοί πού πρώτοι βγαίνουν από τή θάλασσα στή στεριά, πάντως όμως μετά τήν εμφάνιση τών χερσαίων φυτών. Λίγο άργότερα εμφανίζονται τά πρώτα ψάρια: στή άρχή τά ψάρια ήταν σαν τούς άγναθους ιχθύες (χωρίς δηλαδή σαγόνα, όπως είναι ή σημερινή λάμπραινα πού επιφανειακά μόνο μοιάζει με τό χέλι). Τέτοιο ψάρι ήταν ό κεφαλασπίς πού φέρνει θωρακισμένες πλάκες στό μέρος τής κεφαλής του. Άργότερα εμφανίστηκαν οί πλακόδερμοι ιχθύες: αυτά τά ψάρια είχαν σαγόνα πού φτιάχτηκαν από τό πρώτο ζευγάρι βραγχιακών σχισμών, (δηλαδή τών πλαγίων σχισμάτων άπ' όπου μπαίνει τό νερό στά βράγχια του ψαριού για τήν άναπνοή του). Οί πλακόδερμοι ιχθύες έχουν



Εικόνα 82: Ψάρια που τα γνωρίζουμε μόνο από απολιθώματά τους. Πλακώδερμοι ιχθύες (όμοια με τα που δεν υπάρχει σήμερα): Κεφαλασπίς, Κλιμάτιος και Δινιχθυσ. Ο Κλαδοσέλαχος ανήκει στους Χονδρίχθους.



Cephalaspis

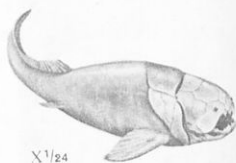


Climatius



X 1/200

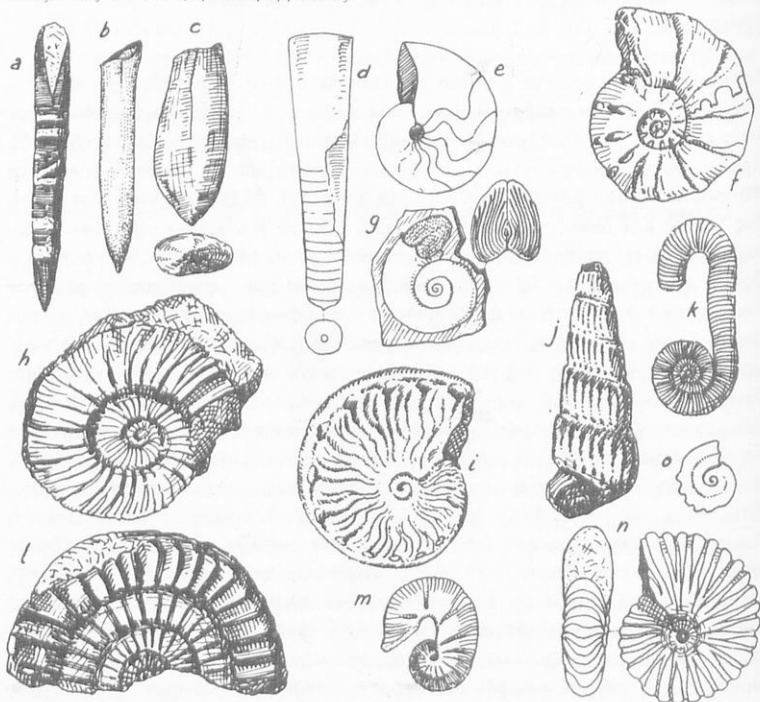
Dinichthys

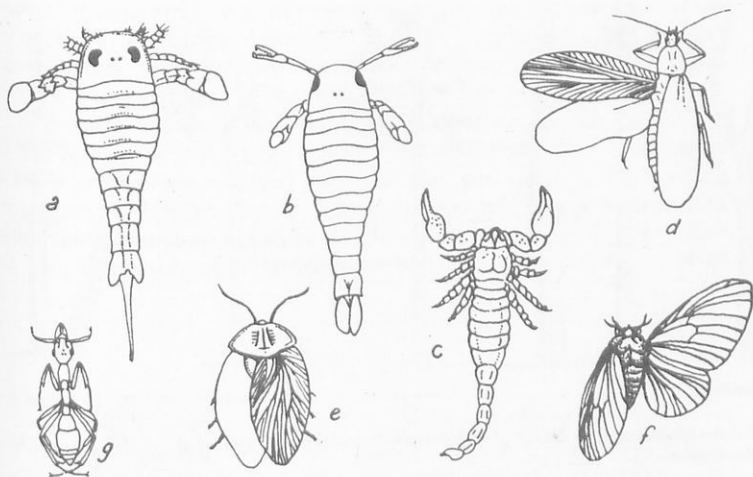


X 1/24

Cladoselache

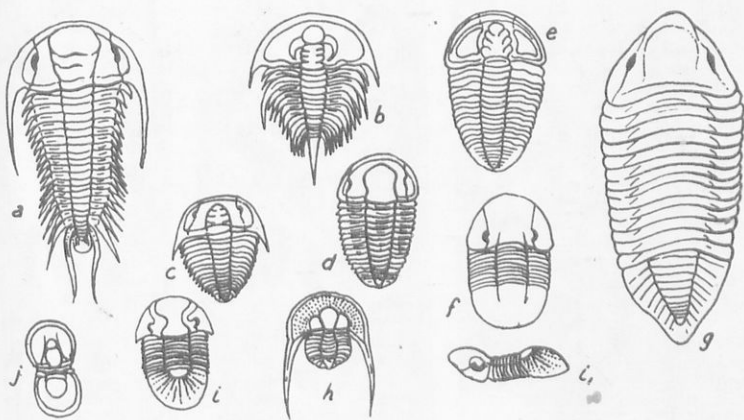
Εικόνα 83: Απολιθωμένα Κεφαλόποδα (Μαλακία): α, β, γ, Βελεμνίτες, δ, Όρθοκερας, ε, Ναντίλος, γ έως και ο διάφορα είδη άμμωνιτών.

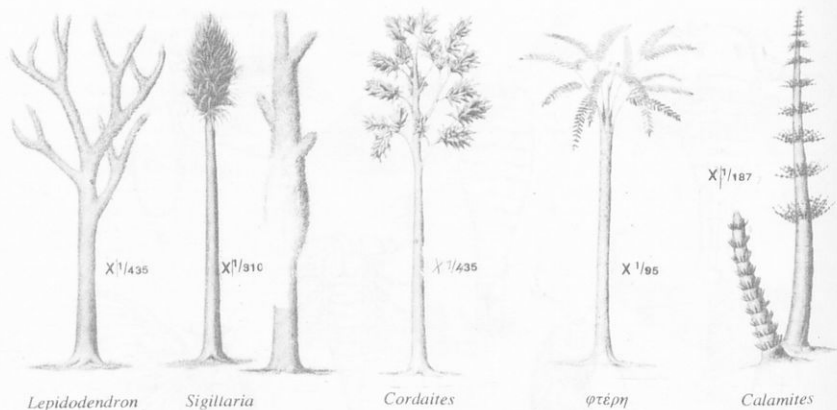




Εικόνα 84: Ἀπολιθωμένα Μεροστόματα (ὁμοταξία πού δέν ὑπάρχει πιά ἔξω ἀπό τούς Ξιφόσους πού τούς κατατάσσουν μερικοί μαζί μέ τά Ἀραχνίδια) α Ἐδρύπτερος, β Πτερυγώτος, Ἀπολιθωμένος σκορπιός (c) καί διάφορα ἀπολιθωμένα Ἔντομα (d, e, f, g).

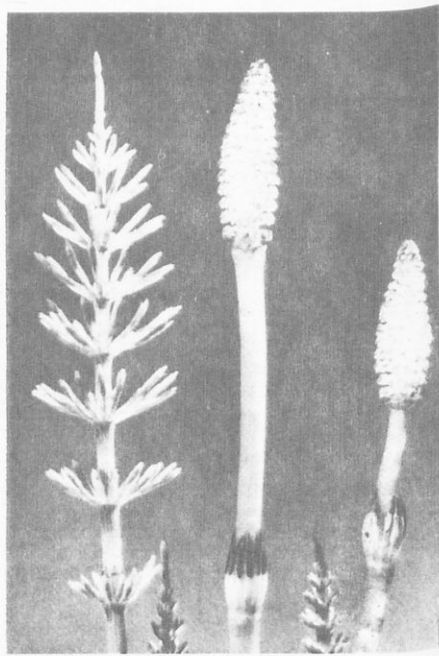
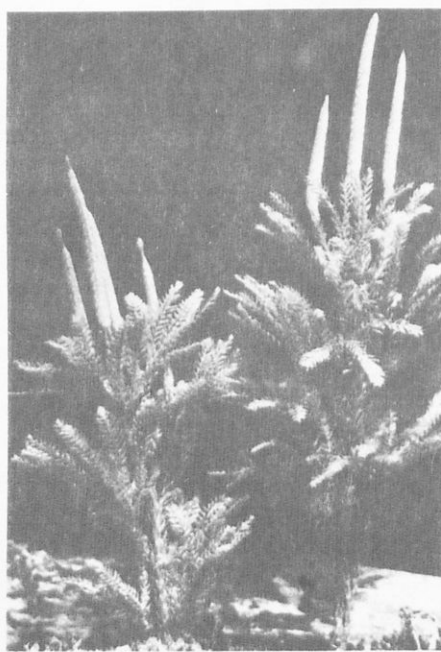
Εικόνα 85: Διάφορα εἶδη τριλοβιτῶν.





Εικόνα 86: Πρωτόγονα δέντρα: Λεπιδόδεντρο, Σιγγυλάρια, Κορδαίτης, δεντροδής φτέρη, Καλαμίτης.

Εικόνα 87: Δύο ζωντανοί αντιπρόσωποι πρωτόγονων φυτών: τό Λυκοπόδιο (*Lycopodium*) και τό πολυκόμπι (*Equisetum*).



σήμερα εξαφανιστεί, τούς αντικατάστησαν οί χονδρίχθες, ψάρια με σκληρούς χόνδρους (όπου ανήκουν οί σημερινοί καρχαρίες και τά σελάχια ή ρίνες) και οί Όστείχθες, ψάρια με κόκαλα, όπως τά περισσότερα σημερινά. Τά ψάρια είναι και τά πρώτα σπονδυλωτά πού φάνηκαν.

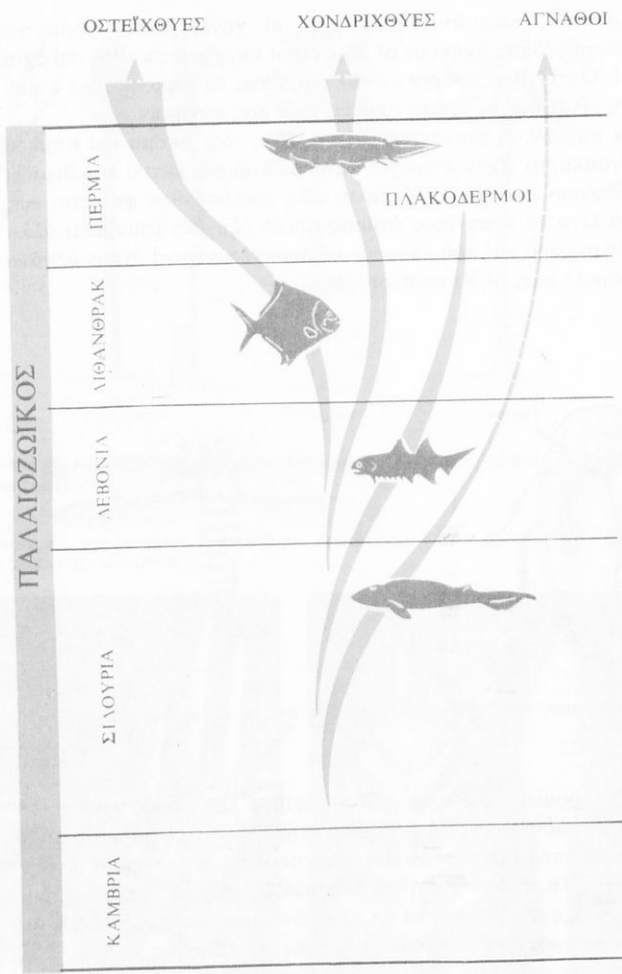
Μιά ομάδα ψαριών, οί κοιλάκανθοι (ένα είδος τους ακόμα και σήμερα ζει στη Μαδαγασκάρη) είχαν πτερύγια πάνω σε λοβούς, κατιτί πού θυμίζει τά πόδια των πρώτων άμφιβίων. Τά παλιά είδη κοιλάκανθων φαίνεται πως μπορούσαν για λίγο νά αναπνέουν άτμοσφαιρικό όξυγόνο (σάν κάτι άλλα ψάρια πού ζούν σήμερα και πού μπορούν νά αναπνέουν γιατί έχουν όργανα σαν τούς πνεύμονές μας, οί δίπνευστοι ιχθύες).



Εικόνα 88: Αναπαράσταση δύο απολιθωμάτων εντόμων από τη Λιθανθρακοφόρο. Τό άριστερό είναι κατσαρίδα.

Όλα αυτά μās προαναγγέλουν τά πρώτα άμφίβια. Πριν όμως γεννηθούν τά άμφίβια από τά ψάρια ή στεριά έχει κατακτηθεί από τά πρώτα χερσαία φυτά. Τή Σιλούριο περίοδο Ψιλοψίδια, Λυκοπόδια, πολυκόμπια έχουν κατακλύσει τή γή. Τά πρώτα δάση με δεντρόειδες φτέρες, λεπιδόδεντρα, καλαμίτες παρουσιάζονται σύγχρονα με τά πρώτα άμφίβια, πού προέρχονται από ψάρια σαν τούς κοιλάκανθους και τούς δίπνευστους ιχθύες. Στίς θάλασσες βρίσκουμε τεράστια κεφαλόποδα (σάν τίς σουπιές τώρα) νά τρώνε τριλοβίτες, ενώ κρινοειδή (ζώα) ζούν κοντά σε ύφάλους κοραλλιών.

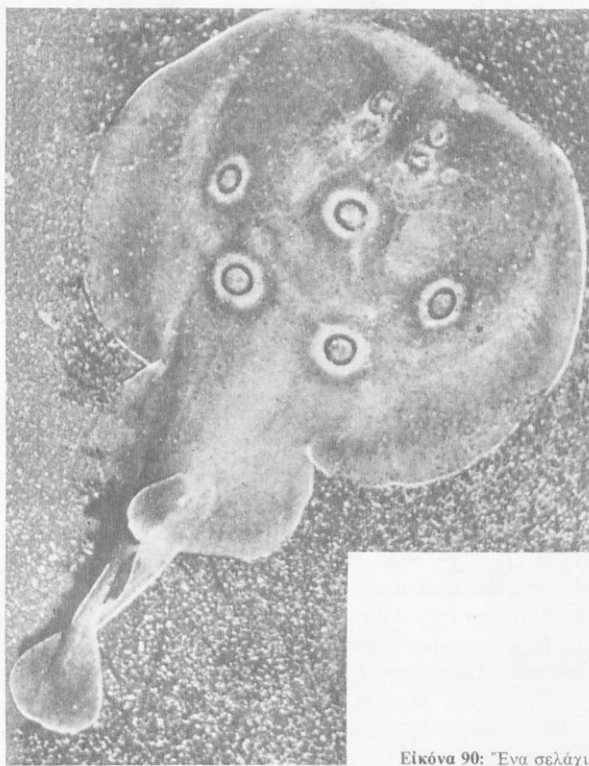
Στή Λιθανθρακοφόρο περίοδο πληθαίνουν τά μεγάλα δάση, τά δέντρα όμως έχουν μικρότερο ύψος άπ' ό,τι τά δέντρα των σημερινών τροπικών δασών. Από τά δάση αυτά σχηματίστηκαν οί λιθάνθρακες. Μαζί με τήν παρουσία των άμφιβίων έχουμε και τά πρώτα έντομα και τά χερσαία σαλιγκάρια.



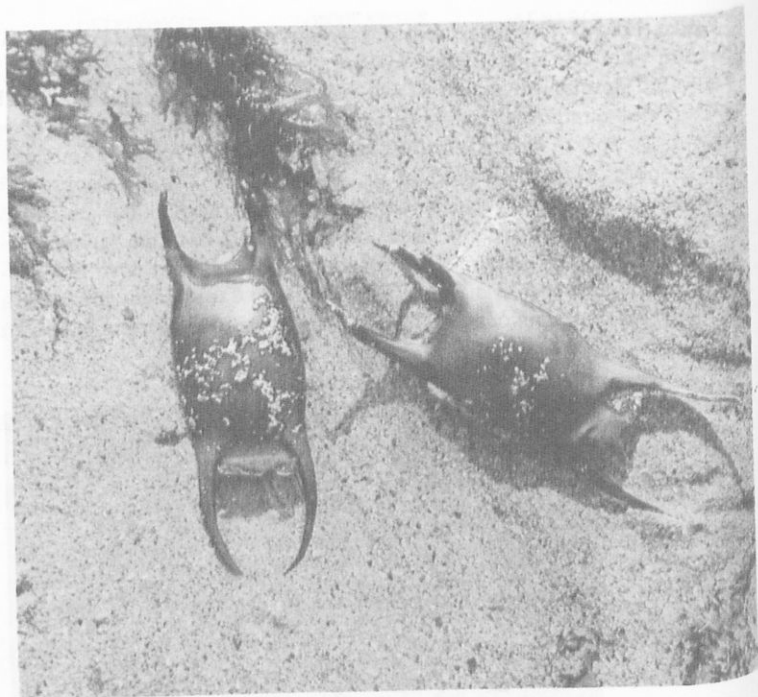
Εικόνα 89: Γενεαλογία των ψαριών.

Στό τέλος του Παλαιοζωικού αιώνα εμφανίζονται τα έρπετά που προέρχονται από τα άμφιβια. Τα έρπετά ξεχωρίζουν από τα άμφιβια γιατί γεννούν αυγά με κελύφη και τα έμβρυά τους περιβάλλονται από μία μεμβράνη, την **άμνιωτική**.

Πρόκειται για προσαρμογές στο χερσαίο περιβάλλον που επιτρέπουν την προστασία των εμβρύων από εχθρούς τους και από την αποξήρανση. Τά άμφιβια βρίσκονται ακόμα μ' ένα πόδι στο υδάτινο περιβάλλον: εκεί εξελίσσονται οι προνυμφικές τους μορφές, ενώ τά άκμαϊά είναι σχεδόν χερσαϊά. Τά έρπετά έχουν πιά γίνει τελείως χερσαϊά. Αναπτύσσουν διάφορες μορφές: άλλα όπλιζονται με μεμβράνες σαν τόν πτερανόδοντα για νά πετάξουν, άλλα παίρνουν μορφές ψαριών και ξαναγουρίζουν στο νερό σαν τήν έλασμόσαυρο και τόν όφθαλμόσαυρο, άλλα γίνονται χερσαϊά φυτοφάγα κι άλλα σαρκοφάγα. Από τά έρπετά ζοῦνε σήμερα μόνο οί χελώνες, τά φίδια, οί σαῦρες, ό σφενόδοντας («ζωντανό άπολίθωμα» που ζει στη Ν. Ζηλανδία) κι οί κροκόδειλοι. Άλλά ύπήρχαν πολύ περισσότερα έρπετά



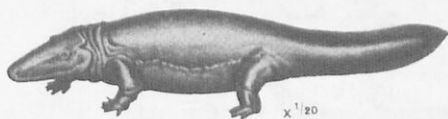
Εικόνα 90: Ένα σελάχι.



Εικόνα 91: Αύγά σελαχιού

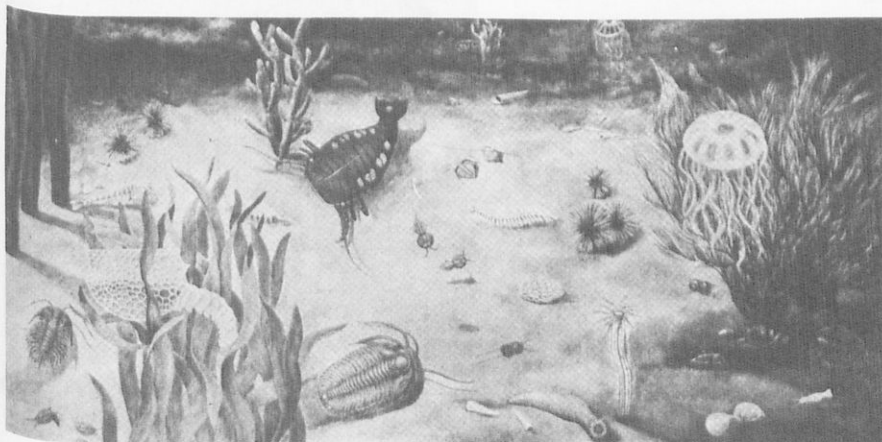
στό Μεσοζωικό αιώνα: όχι μόνο οι πρόδρομοι των θηλαστικών (γιατί από
τά έρπετά προέρχονται και τα θηλαστικά) αλλά κυρίως οι Δεινόσαυροι.
Νεώτερες μελέτες έδειξαν πώς τα έρπετά πρόδρομοι των θηλαστικών, τα
έρπετά πρόδρομοι των Δεινοσαύρων και οι ίδιοι οι Δεινόσαυροι ήταν
όμοιοθερμα ζώα: είχαν δηλαδή αναπτύξει εκείνο τό μηχανισμό που επιτρέ-
πει νά κρατιέται σταθερή ή θερμοκρασία του σώματός τους σ' αντίθεση με
τά υπόλοιπα έρπετά και τά άμφιβια που είναι ποικιλόθερμα. 'Η όμοιοθερ-
μία άποτελεί σπουδαία προσαρμογή στό χερσαίο περιβάλλον: οι άλλαγές
της θερμοκρασίας στό περιβάλλον αυτό είναι πολύ μεγαλύτερες άπ' ό,τι
στό νερό. Συγχρόνως ή όμοιοθερμία επιτρέπει στό ζώο νά μήν πέφτει σέ
ύπολειτουργία, όπως οι σαύρες σέ συνθήκες έλαττωμένης θερμοκρασίας,
άλλά νά μπορεί έξισου καλά νά δρώ άνεξάρτητα από τις συνθήκες της θερ-
μοκρασίας του περιβάλλοντος.

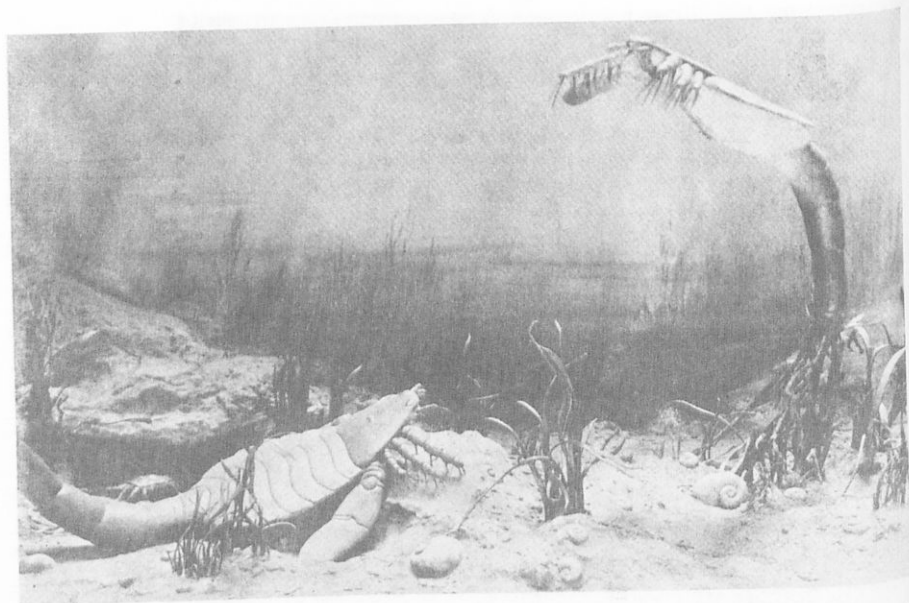
◀ **Εικόνα 92:** Το πρώτο γνωστό χερσαίο φυτό, ένα Ψίλλοτο, ή Ρόνια.



Εικόνα 93: Πάνω ένα ψάρι με πτερύγια πάνω σε λοβούς (όπως ο κοιλάκανθος) και κάτω ένας μακρινός άπογόνος του, ένα πρωτόγονο άμφιβιο της Δεβόνιας περιόδου.

Εικόνα 94: Μιά θάλασσα στην Κάμβριο περίοδο: Δεξιά μία μέδουσα πάνω σε φύκια, στο μέσο ένα μερόστομα και ένας τριλοβίτης.





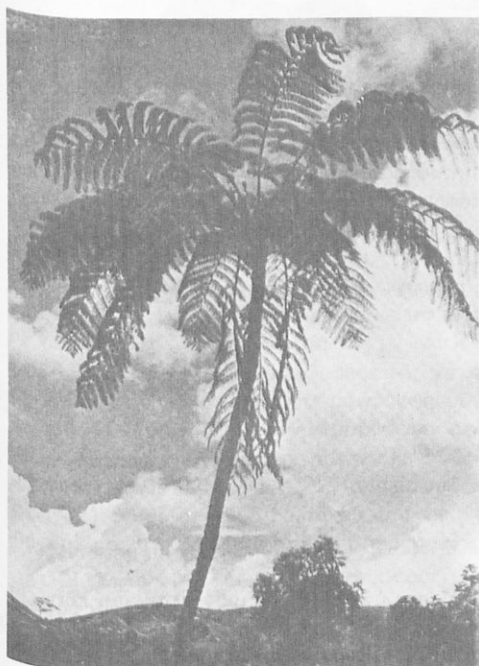
Εικόνα 95: Μιά θάλασσα στη Σιλούριο περίοδο. Δυό ευρύπτεροι κυριαρχούν. Θαλάσσια σλιγκάρια και φυτά.

Εικόνα 96: Δεβόνια θάλασσα με ἄγναθα ψάρια και με μερικά ψάρια πιο ἐξελιγμένα.

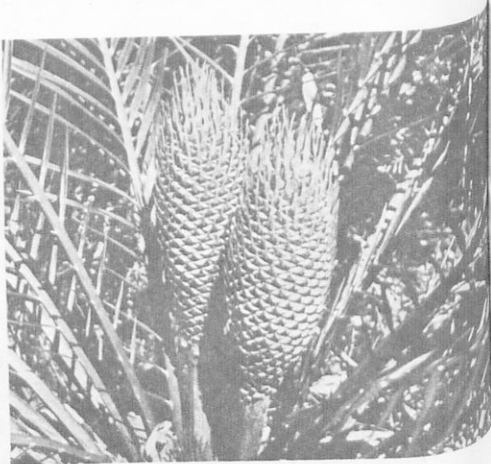




▲
Εικόνα 97: Δάσος της Λιθαν-
θρακοφόρου. Τα δέντρα είναι
Λυκοπόδια, Φτέρες και Γυ-
μόσπερμα. Δεξιά στο κέντρο
μιά τεράστια λιμπελλούλα.



◀
Εικόνα 98: Μιά δεντρόδης
φτέρη που ζει σήμερα στη
νήσο Ίαβα.

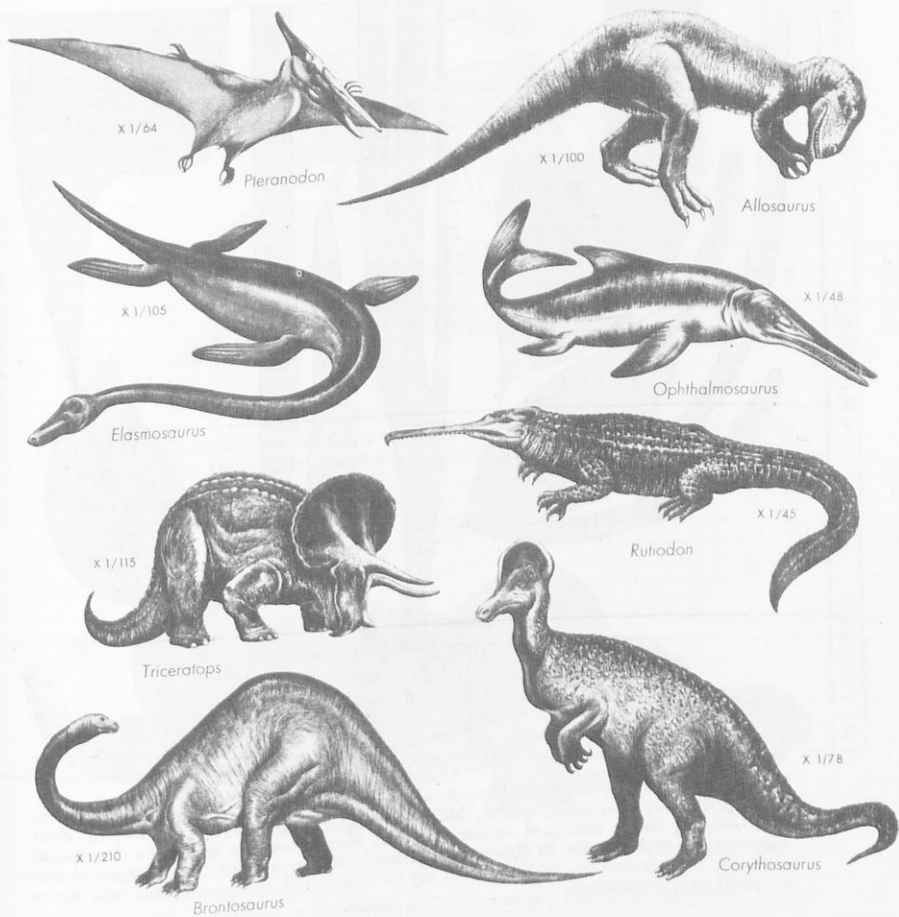


Εικόνα 99: Ἀριστερά μιά Κυκάδα πού ζεῖ σήμερα στήν Αὐστραλία. Δεξιά λεπτομέρεια τῶν ὀργάνων τῆς πού φέρνουν τοὺς σπόρους.

Ὁ πλοῦτος τῶν μορφῶν τῶν δεινόσαυρων καί τό τεράστιο μέγεθος ὀρισμένων ἀπό αὐτούς ἔχουν ἐξάψει τή φαντασία τοῦ κοινοῦ. Εἶναι γνωστοί οἱ διπλόδοκοι (ἦταν ἀπό τά μεγαλύτερα ζῶα, χορτοφάγα μέ μᾶκρος 26-35 μέτρα), οἱ βροντόσαυροι (χορτοφάγα μέ μᾶκρος 20 καί ὕψος 10 μέτρα καί βάρος 50 τόνους), οἱ ἀτλαντόσαυροι (τά πιό μεγάλα ζῶα πού βάδισαν ποτέ στή γῆ μέ μᾶκρος 32 καί ὕψος 10 μέτρα), οἱ σαρκοφάγοι δεινόσαυροι: ἀλλόσαυροι, τυραννόσαυροι κ.ἄ.

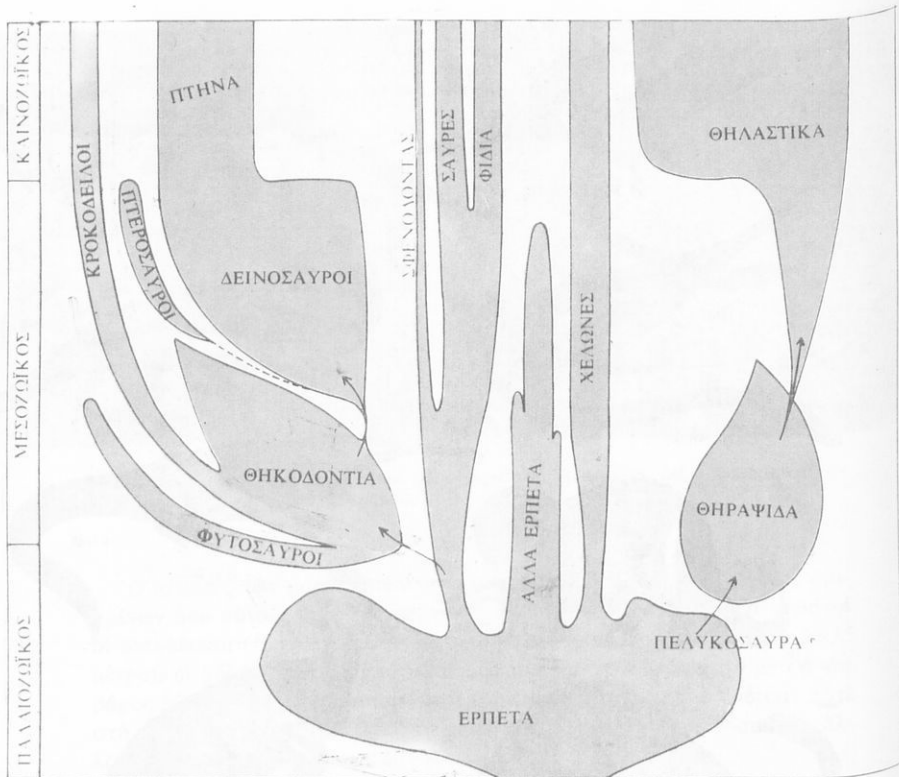
Ἀπό τοὺς δεινόσαυρους προέρχονται καί τά πτηνά. Ὁ Ἀρχαιοπτερυγας, τό πρῶτο πουλί, εἶναι ἓνας φτερωτός δεινόσαυρος πού ὁμως ἔχει πραγματικά φτερά. Στά φυτά οἱ Κυκάδες καί τά Κωνοφόρα ἀντικαθιστοῦν τά πρῶτα δέντρα. Μέ τήν παρακμή τῶν ἔρπετῶν πού ἀκολουθεῖ καί ιδιαίτερα μέ τήν παρακμή τῶν δεινοσαύρων ἀναπτύσσονται τά θηλαστικά καί τά πτηνά. Κατακτοῦν κάθε γωνιά πού ἐγκατάλειψαν τά Ἐρπετά. Ὁ Καινοζωικός αἰώνας εἶναι ὁ αἰώνας τῶν Θηλαστικῶν καί τῶν Ἀγγειοσπέρμων, δηλαδή τῶν φυτῶν πού ἔχουν λουλούδια. Τό ζεστό κλίμα εὐνοεῖ τήν ἀνάπτυξη ἑνός τροπικοῦ δάσους παντοῦ, ἀργότερα ὁμως τό δάσος ὑποχωρεῖ ὅταν τό κλίμα κρυώνει. Τά δέντρα συχνά παραχωροῦν τή θέση τους σέ θάμνους καί σέ χόρτα.

Τά θηλαστικά μέ τή σειρά τους ἀναπτύσσουν μίαν δλάκαιρη ποικιλία μορφῶν καί τάξεων, μιά βεντάλια: μιά δεκαπενταριά ἀπό τίς τριανταπέντε τέτοιες τάξεις δείχνει ἡ Εἰκόνα 128. Ἡ εἰκόνα δέν δείχνει τίς πιό πρωτόγο-



Εικόνα 100: Διάφορα Έρπετά του Μεσοζωϊκού αιώνα (πετανόδοντα, αλλόσαυρος, ελασμόσαυρος, οφθαλμόσαυρος, τρικεράτωψ, ρυτιόδοντα, βροντόσαυρος, κορυθόσαυρος).

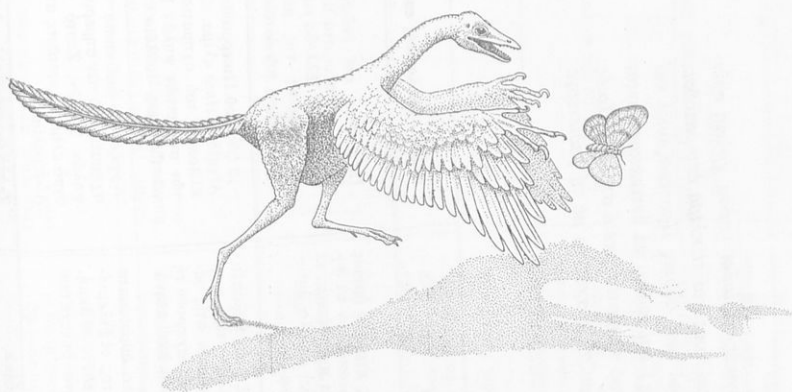
νες μορφές που ακόμη και σήμερα ζούν: τὰ Μονοτρήματα (τῆς Αὐστραλίας, Ν. Ζηλανδίας καί Ν. Γουϊνέας) πού γεννοῦν αὐγά ἀλλά θηλάζουν τὰ μικρά τους, καί τὰ Μαρσιποφόρα (τῆς Αὐστραλίας καί τῆς Ἀμερικῆς) πού προστατεύουν τὰ μικρά τους στό μάρσιπο (ἓνα εἶδος τσέπης, δερμάτινου σάκου στήν κοιλιά τους).



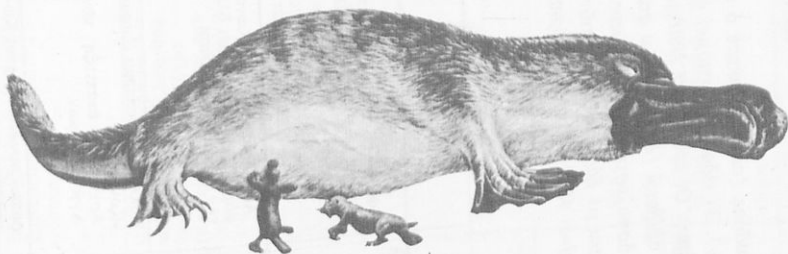
Εικόνα 101: Μία σχηματική παράσταση της προελεύσεως των διάφορων Ἀμνιωτικών Σπονδυλωτῶν βασισμένη σέ νεώτερες ἐρευνες. Μὲ γκριζο χρῶμα συμβολίζονται οἱ ομάδες πού εἶναι ποικιλόθερμες καί μέ ρόδινο οἱ ομάδες πού εἶναι ὁμοιόθερμες. Τά Θηραψίδα (Therapsida) πρόγονοι τῶν Θηλαστικῶν, τά Θηκοδόντια (Thecodontia) πρόγονοι τῶν Δεινοσαύρων, οἱ Δεινόσαυροι, οἱ Πτερόσαυροι, τά Θηλαστικά καί τά Πτηνά (πού προέρχονται ἀπό τοὺς Δεινοσαύρους) εἶναι ὁμοιόθερμα.



Εικόνα 102: Ὁ σφενόδοντας, μοιάζει μέ σαύρα μὰ ἀνήκει ταξινομικά σέ μιά ἀρκετά διαφορετική ομάδα. Εἶναι τό μόνο ζῷο πού ζεῖ σήμερα ἀπό αὐτή τὴν ομάδα: ἓνα «ζωντανό ἀπολίθωμα».



Εικόνα 103: Ο Άρχαιοπτερυξ, το πρώτο πτηνό, (φαίνονται καθαρά τά φτερά του), από την Ίουρασική περίοδο. Πολύ συγγενεύει μέ μικρούς Δεινόσαυρους πού δέν μπορούσαν νά πετάξουν.



Εικόνα 104: Ένα μονότρημα, ό Πλατύπους ή Όρνιθόρρυγος, θηλάζει τά μικρά του.

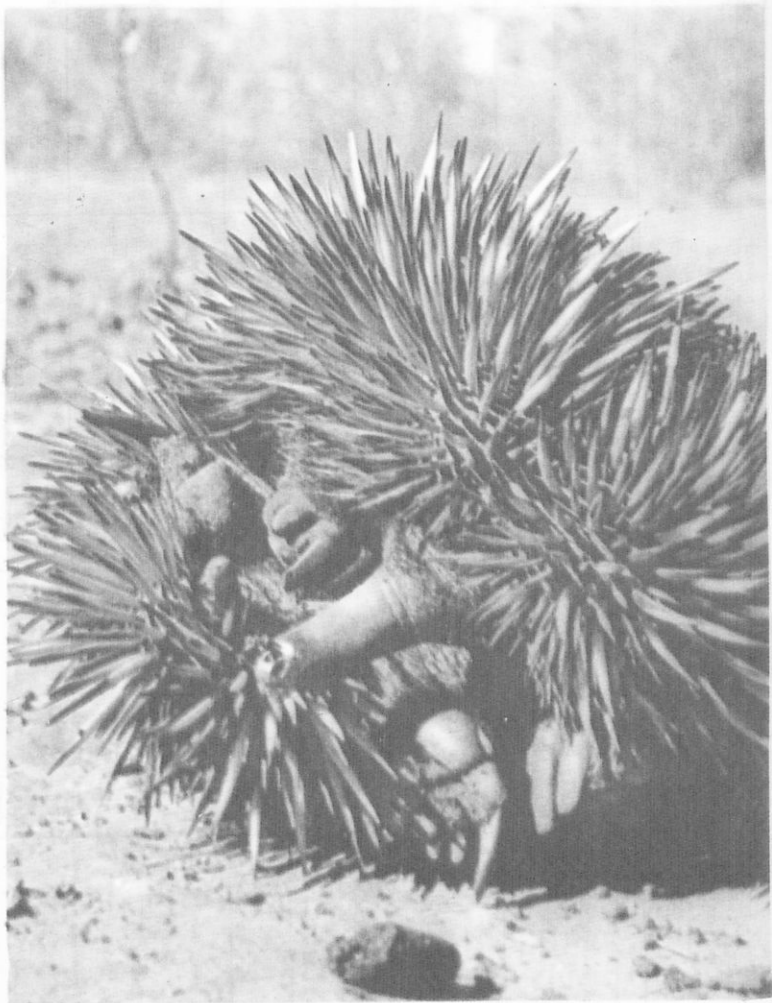
Τά καθαυτό θηλαστικά προέρχονται από μορφές σάν τά σημερινά Έντομοφάγα. Τελευταίος από τά θηλαστικά κάνει την εμφάνισή του κι ό Άνθρωπος πού ανήκει στην τάξη τών Πρωτευόντων (όπως μέ πολύ έπερηφάνεια την δνόμασε) μαζί μέ 192 είδη διάφορων πιθήκων πού ζούν σήμερα. Ό Πίνακας 4.2 δίνει περιληπτικά την ιστορία της Έξελίξεως τών έμβιων όντων.

ΠΙΝΑΚΑΣ 4.2

Οι μεγάλοι γεωλογικοί αιώνες (πόσο διάρκεσε ο καθένας) και οι γεωλογικές περιόδοι (πόσα χρόνια πριν απ' τις μέρες μας άρχισαν). Τι είδους οργανισμοί ύπηρχαν κατά τη διάρκειά τους και τι κλίμα επικρατούσε. Όλα με μεγάλη απλοποίηση. Οι άριθμοι σε εκατομμύρια χρόνια. Ειδικά για τους αιώνες Προτεροζοϊκό και Αρχαϊκό οι χρόνοι είναι άβέβαιοι (διαφορετικοί στους διάφορους έρευνητές) και πρέπει να αντιμετωπίζονται με μεγάλη επιφύλαξη. Η άσφαλέστερη μέχρι σήμερα εκτίμηση του χρόνου που σχηματίστηκε ο στερεός φλοιός της γης (και πού βρίσκεται με βάση τη σχέση των ισοτόπων του μολύβδου σε σύγκριση με τη ραδιενεργή διάσπαση του ούρανιου) είναι 4530 ± 40 εκατομμύρια χρόνια από σήμερα.

Αίώνας	Περίοδος	Φυτά	Ζώα	Κλίμα - Γεωλογικές παρατηρήσεις
Καννοζοϊκός 63	0 Τεταρτογενής	Φυτικός κόσμος περίπου όμοιος με το σημερινό. Σχηματίζεται η τύρφη.	Ο Ξωικός κόσμος περίπου όμοιος με το σημερινό. Δεσπόζουν τα θηλαστικά στα όποια προσθέτεια κι ανθρώπος. Πολλά μεγάλα θηλαστικά εξαφανίζονται.	Παγετώνες και ενδιάμεσες θερμές περίοδοι στο Β. ημισφαίριο. Η Ελλάδα παίρνει τη σημερινή της μορφή. Σχηματισμός του Αιγαίου.
Μεσοζοϊκός 167	0,7-1,8 Τριτογενής	Άγγειόσπερμα και Κωνοφόρα έχουν κατακτήσει όλη την ξηρά. Τροπικά δάση.	Έκρηκτική ανάπτυξη των θηλαστικών. Γρήγορη εξέλιξη των πτηνών. Νοσηλιότες άφθονοι στις θάλασσες. Τα Έρπετα παραχωρούν τη θέση τους στα θηλαστικά και πτηνά.	~10 ζώα του Πικεριού. ~ 26 Αιγίδια. Ήλιο κλίμα. Όλο κλίρωση του σχηματισμού των σφημεριτών ψηλών βουνών (Άλπεις, Ήμαλία κ.ά.)
Μεσοζοϊκός 167	63±2	Πολλά Γυμνόσπερμα εξαφανίζονται. Αρχίζει η ανάπτυξη των Άγγειόσπερμων.	Εξαφανίζονται πολλά άθροίσματα Έρπετων, οι άμμονιτες, οι βελινιτες. Οι Δεινοσαυροι πάντα σε άκμη. Θηλαστικά και πτηνά συνεχίζουν την ανάπτυξη τους.	Αρχίζει η διαδικασία του σχηματισμού των σφημεριτών ψηλών βουνών. Ζεστό και υγρό κλίμα. Παγετώνες στην Αυστραλία.
Μεσοζοϊκός 167	135±5	Δεσπόζουν Κουάδες και Κωνοφόρα.	Πρώτα προτόγωνα πτηνά. Εμφανίζονται οι Οστεόφυες. Άκμη των Δεινοσαυρών.	Ζεστό άκαένο κλίμα διαδέχεται το προηγούμενο μέτρια ζεστό.
Μεσοζοϊκός 167	Τουρασιακή			

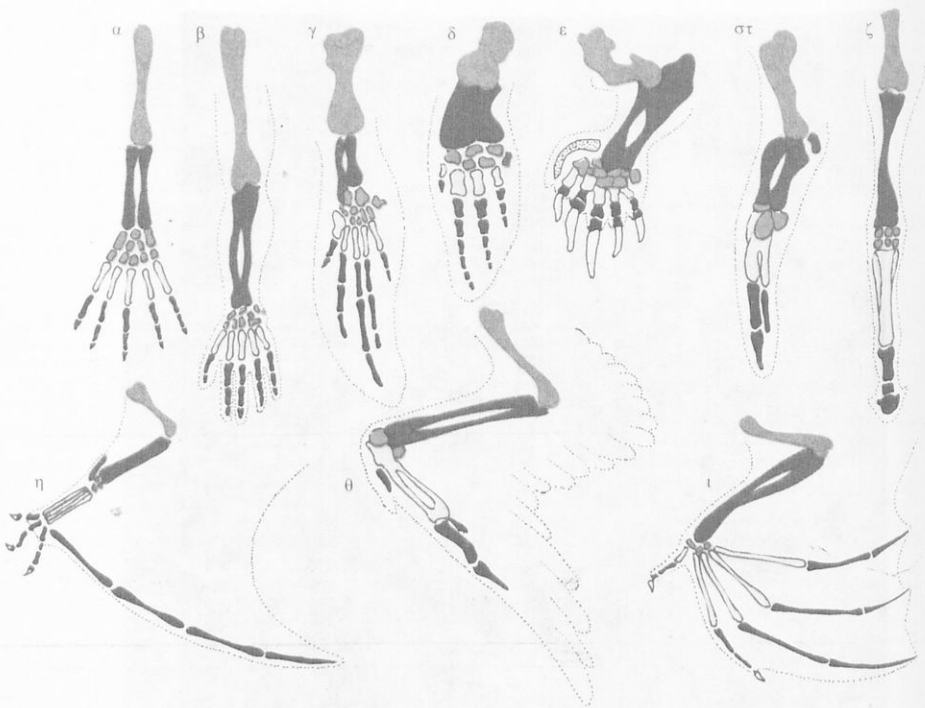
Επίσημο	Προσδιορίζονται τα Κοινά χαρακτηριστικά	Αμμοιέντες - Βελεριντές	Αμμοιέντες - Βελεριντές	Αμμοιέντες - Βελεριντές
230±10	Εξασπίζονται παλαιά είδη, εμφανίζονται τα πρώτα Γυμνόσπερμα.	Ερπετά και Άμφιβια εξελίσσονται γρήγορα. Τα Έντομα παίρνουν εξελιγμένες μορφές. Έξασπίζονται οι τριλοβίτες - τα μεροστόματα (εύριπτεροι, ξυφοσσοί) ζαπλώνονται.	Ερπετά και Άμφιβια εξελίσσονται γρήγορα. Τα Έντομα παίρνουν εξελιγμένες μορφές. Έξασπίζονται οι τριλοβίτες - τα μεροστόματα (εύριπτεροι, ξυφοσσοί) ζαπλώνονται.	Ξερό κλίμα στέππας. Παγετώνες στο Ν. ήμισυαίριο.
280±10	Μεγάλα δάση περικοφυτών, που έκαναν τους λιθάνθρακες, σκεπάζουν την Ξηρά (Καλαμιές, δενδρόδειες στέρες, Σιγυλάριες, Λεπιδόδεντρα).	Πρώτα Έρπετά, γιγαντιαία έντομα, Φουσουλιένες. Οι τριλοβίτες αρχίζουν να εξασπίζονται.	Κλίμα ύγρο και ζεστό στο Β. ήμισυαίριο. Ψυχρό στο Νότιο.	
345±10	Για πρώτη φορά η Ξηρά έχει μεγάλα φυτά που μοιάζουν με δέντρα: Ψιλοφυτά, δενδρόδειες φτέρες κ.ά.	Εμφανίζονται και εξελίσσονται γρήγορα οι άμμοιέντες. Πρώτα άμφιβια, τα ψάρια εξελίσσονται σε διάφορους τύπους. Ζωα αρχίζουν να βγαίνουν στη στεριά.	Ζεστό και καμιά φορά τροπικό κλίμα.	
405±10	Πρώτα χερσαία αυτά.	Με τη μορφή των πρώτων ψαριών εμφανίζονται τα σπονδυλωτά. Οι γραπτόλιθοι είναι τα χαρακτηριστικά ζώα της περιόδου. Κοράλια, κεφαλόποδα, εχινόδερμα, Ελασματοβράγχια.	Ήπιο κλίμα.	
500±10	Φύκη	Στην προέγηση θάλασσα αναπτύσσονται τα σπουδαιότερα άφροίσματα των άσπονδλων. Δεν υπάρχουν ακόμα σπονδυλωτά. Τριλοβίτες τα χαρακτηριστικά ζώα για την περίοδο. Βραχιόποδα, σπόγγοι, τα πρώτα γαστερόποδα (μαλάκια).	Κλίμα ψυχρό έως εύκρατο.	
600±50	Ή ζωή εμφανίζεται στη θάλασσα και τα πρώτα της ίχνη είναι	Άσπονδyla (λ.χ. ακτινόζωα, σκούληκια, υδρόζωα - πανίδα της Ediacaria στην Αυστραλία).	Παγετώνες αλλά και κάθε του κλίμα.	
Προτεροζωικός αιώνας (Αλγόγκτιον) 1800-2100	Φύκη	Δεν υπάρχουν έμβια όντα τουλάχιστο με οργανωτή τέτοια που να αφήνουν με βεβαιότητα διαπιστωμένα απολιθώματα.	Σχηματίζεται ο στέρεος φλοιός της Γης. (4530±40). Οι πρώτες ήπειροι κι οι πρώτοι όκεανοί.	
Αρχαϊκός αιώνας 800-1100				



Εικόνα 105: Ή εχίδνα (δέν έχει σχέση ούτε με τό φίδι, τήν όχιά, όπως δηλώνει τό όνομά της, ούτε με τό σκαντζόχοιρο), ένα μονότρημα, φαίνεται έδώ κουλουριασμένη.



Εικόνα 106: Ένα θηλυκό καγκουρά. Στο μάστιγό του μέσα με ακροβατικές κινήσεις μπαίνει το αρκετά μεγάλο πιά παιδί του.



Εικόνα 107: Ὁμόλογα ὄργανα: τὰ μπροστινὰ ἄκρα διάφορων σπονδυλωτῶν. Μὲ ὅμοιο χρῶμα φαίνονται τὰ ὁμόλογα ὀστά. α = μιά σχηματική παράσταση τοῦ ἄκρου στὰ σπονδυλωτά, β = χέρι ἀνθρώπου, γ = πρόσθιο ἄκρο θαλάσσιας χελώνας, δ = δελφινιοῦ, ε = τυφλοπόντικα, στ = πιγκουίνου (πητηνοῦ), ζ = ἀλόγου, η = πτεροδάκτυλου (ἔρπετοῦ ποῦ πετοῦσε, δέν ζεῖ πιά), θ = ὄρνιθας, ι = νυχτερίδας.

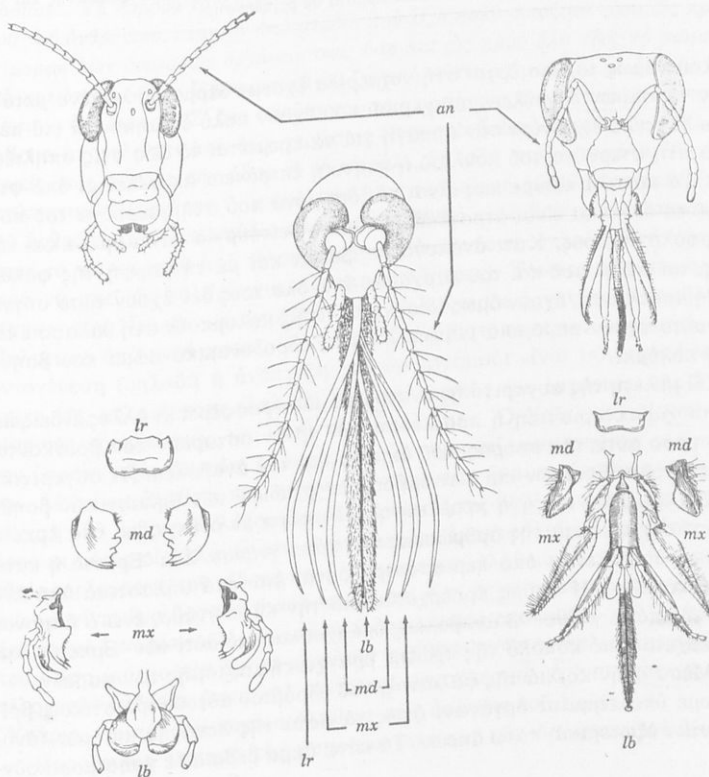
4.8 Ὁμόλογα, ἀνάλογα καί ὑπολειμματικά ὄργανα

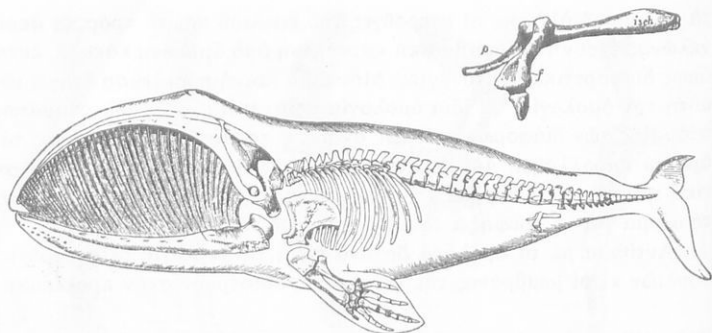
Ἡ συγκριτική μελέτη τῆς μορφολογίας καί τῆς ἀνατομίας τῶν διάφορων ζώων καί φυτῶν πλουτίζει μὲ σοβαρές ἐνδείξεις τὴν ὑπόθεση τῆς Ἐξελίξεως. Σὲ πολλὰ «συγγενή» ζωντανὰ εἶδη βρίσκουμε **ὁμόλογα** ὄργανα ποῦ ἔχουν τὴν ἴδια βασικὴ δομὴ ἄσχετα ἂν χρησιμεύουν γιὰ διαφορετικὲς λειτουργίες ἢ ἔχουν διαφορετικὲς ὄψεις. Καί ὁ Goethe ἀκόμη εἶχε καταλάβει πὼς τὰ σέπαλα καί τὰ πέταλα τῶν λουλουδιῶν εἶναι τροποποιημένα φύλλα. Οἱ ἀνατόμοι ξέρουν πὼς ὁ σκελετὸς τῶν πτηνῶν, τῶν ἔρπετῶν καί τῶν θηλαστικῶν ἀποτελεῖται ἀπὸ ὁμόλογα ὀστά. Τὰ χέρια τοῦ ἀνθρώπου,

τά πόδια του αλόγου, οι φτερογες του πουλιού και τα πρόσθια άκρα της χελώνας έχουν την ίδια βασική κατασκευή από ομόλογα κόκαλα, εκτελούν όμως διαφορετικές λειτουργίες. Μόνο μία κοινή προέλευση εξηγεί εύκολα αυτή την ομολογία. Η ίδια ομολογία βρίσκεται μεταξύ των τμημάτων του στόματος των διάφορων εντόμων αν και ο τρόπος διατροφής τους τα έχει άρκετά παραλλάξει. Δες λ.χ. στην εικόνα 108 πόσο διαφέρουν τα στοματικά τμήματα μιας ακρίδας, που μασσά χόρτο, ενός κουνουπιού, που τρυπά το δέρμα για να ρουφήξει το αίμα, και μιας μέλισσας.

Αντίθετα με τα ομόλογα όργανα είναι τα **ανάλογα**: οι φτερογες των πουλιών κι οι μεμβράνες της νυχτερίδας διαφέρουν στην προέλευση, επι-

Εικόνα 108: Ομόλογα όργανα: στοματικά μέρη εντόμων. Άριστερά μιας ακρίδας, στη μέση ενός κουνουπιού και δεξιά μιας μέλισσας. an = κεραίες, lr = άνω χείλος, lb = κάτω χείλος, md = άνω γνάθος, mx = κάτω γνάθος.



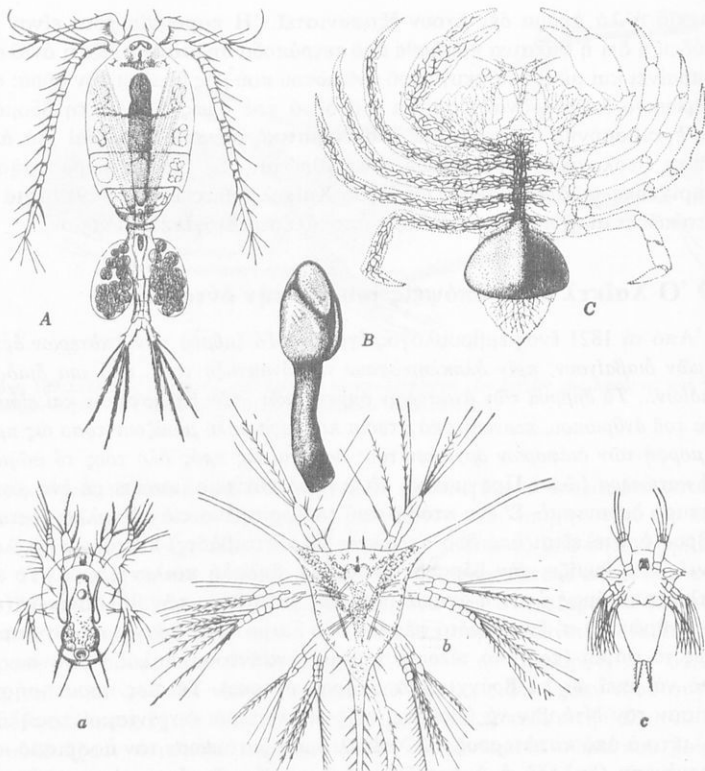


Εικόνα 109:Σκελετός φάλαινας που δείχνει τὰ υπολείμματα τῶν ὀστῶν τῆς λεκάνης καὶ τῶν ὀπίσθων ἄκρων. Δεξιά πάνω τὰ ἴδια υπολείμματα σέ μεγέθυνση.

τελοῦν ὁμως τὸ ἴδιο ἔργο: στὴ νυχτερίδα ἔχουμε δέρμα διπλωμένο μεταξὺ τῶν τεσσάρων δακτύλων τοῦ χεριοῦ πού ἔχουν πολὺ ἐπιμηκυνθεῖ (τὸ πέμπτο δάχτυλο ἔχει νύχι σάν ἀρπάγη γιὰ νά κρεμιέται τὸ ζῶο στὶς σπηλιές), ἐνῶ στὴ φτερούγα τοῦ πουλιοῦ ἡ πτητικὴ ἐπιφάνεια ἀποτελεῖται ἀπὸ φτερά. Τὰ κόκαλα εἶδαμε πὼς εἶναι τὰ ἴδια μόνο πού στὴ φτερούγα τοῦ πουλιοῦ τὰ δάχτυλα εἶναι ἀτροφικά. Ἡ ὁμοία λειτουργία κάνει ὁμοία καὶ τὴν μορφολογία τους. Κάτι ἀνάλογο συμβαίνει καὶ μὲ τὴ μορφή τῆς φάλαινας, τοῦ δελφινιοῦ καὶ τοῦ καρχαρία: ἐνῶ ὅλα τους δέν ἔχουν τόσο συγγενικὴ προέλευση, ἔχουν ὁμως ἴδιο τρόπο ζωῆς, κολυμποῦν στὴ θάλασσα καὶ γι' αὐτὸ ἔχουν παρόμοια μορφή, δηλαδὴ ὑδροδυναμικὸ σῶμα πού βοηθᾶ στὸ κολύμπι.

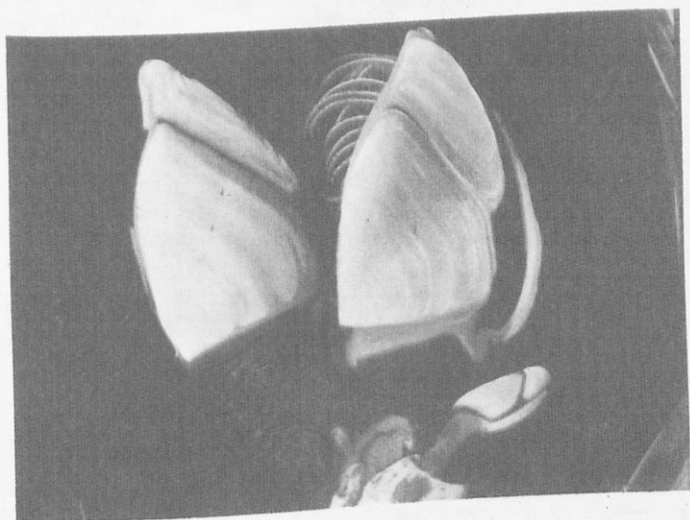
Ἡ μελέτη τῆς συγκριτικῆς ἀνατομίας μᾶς προσφέρει κι ἄλλες ἐνδείξεις. Εἶναι χαρακτηριστικὴ ἡ προέλευση τῶν τριῶν ὀσταρίων πού βρίσκονται στὸ μέσο αὐτί: τῆς σφύρας, τοῦ ἄκμονα καὶ τοῦ ἀναβολέα. Ἡ συγκριτικὴ μελέτη τῶν Ἑρπετῶν καὶ τῶν ἐμβρυϊκῶν σταδίων τῶν θηλαστικῶν βοηθᾶ νά διαλευκανθεῖ αὐτὴ ἡ προέλευση. Ἡ σφύρα κι ὁ ἄκμονας στά ἔρπετά ἀποτελοῦν τὰ ὀστά τῆς ἀρθρώσεως τῆς κάτω γνάθου. Στὰ Ἑρπετά ἡ κάτω γνάθος ἀποτελεῖται ἀπὸ περισσότερα ὀστά, ἐνῶ στά θηλαστικά ἀπὸ ἓνα μόνο κόκαλο. Ἡ σφύρα προέρχεται ἀπὸ τὴν κάτω γνάθο, ἐνῶ ὁ ἄκμονας ἀπὸ τὴν πάνω γνάθο. Ὁ ἀναβολέας ὑπάρχει καὶ στὸ αὐτί τῶν Ἑρπετῶν καὶ προέρχεται ἀπὸ κόκαλο τῆς πρώτης βραγχιακῆς σχισμῆς τῶν ψαριῶν.

Μέσα στὴν κοιλία τῆς φάλαινας, τοῦ ὑδρόβιου αὐτοῦ θηλαστικοῦ, βρισκουμε ὑπολείμματα ὀργάνων, ὅπως τὰ ὀστά τῆς λεκάνης καὶ τῶν (ἀνυπαρκτῶν ἐξωτερικά) κάτω ἄκρων. Τὰ κάτω ἄκρα βέβαια δέ χρησιμοποιοῦν-



Εικόνα 110: Όμοιότητα των προνυμφικών μορφών (ναύπλιων) σε διάφορα πολύ άνομοια Όστρακωτά. Α Κύκλωπας, α ο ναύπλιός του, Β Λεπάς, β ο ναύπλιός της, C ή Σακκοκλίνα παρασιτεί ένα καβούρι, c ο ναύπλιός της.

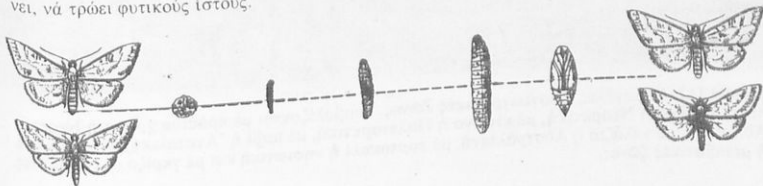
στή Συστηματική είναι η ταξινόμηση στα Όστρακωτά διάφορων πολύ αλλοιωτικών από αυτά μορφών. Στα Όστρακωτά ανήκουν οι γαρίδες, τα καβούρια και άλλα ζώα όπως είναι οι κύκλωπες: η εικόνα 110 δείχνει στο Α έναν κύκλωπα. Η προνυμφική μορφή του κύκλωπα (το μικρό που θα γίνει κύκλωπας) ονομάζεται ναύπλιος (α της εικόνας). Υπήρχαν ζώα που δεν ήξεραν οι ζωολόγοι πού να τα κατατάξουν: ένα ήταν η Λεπάς (B στην εικόνα). Το πόδι της στερεώνεται μόνιμα σε στερεά αντικείμενα που επιπλέουν π.χ. ναυάγια, θαλάσσιες χελώνες. Μοιάζει μάλλον με κάποιο είδος σκόληκα παρά με όστρακωτό. Κι όμως η προνυμφική του μορφή (b της

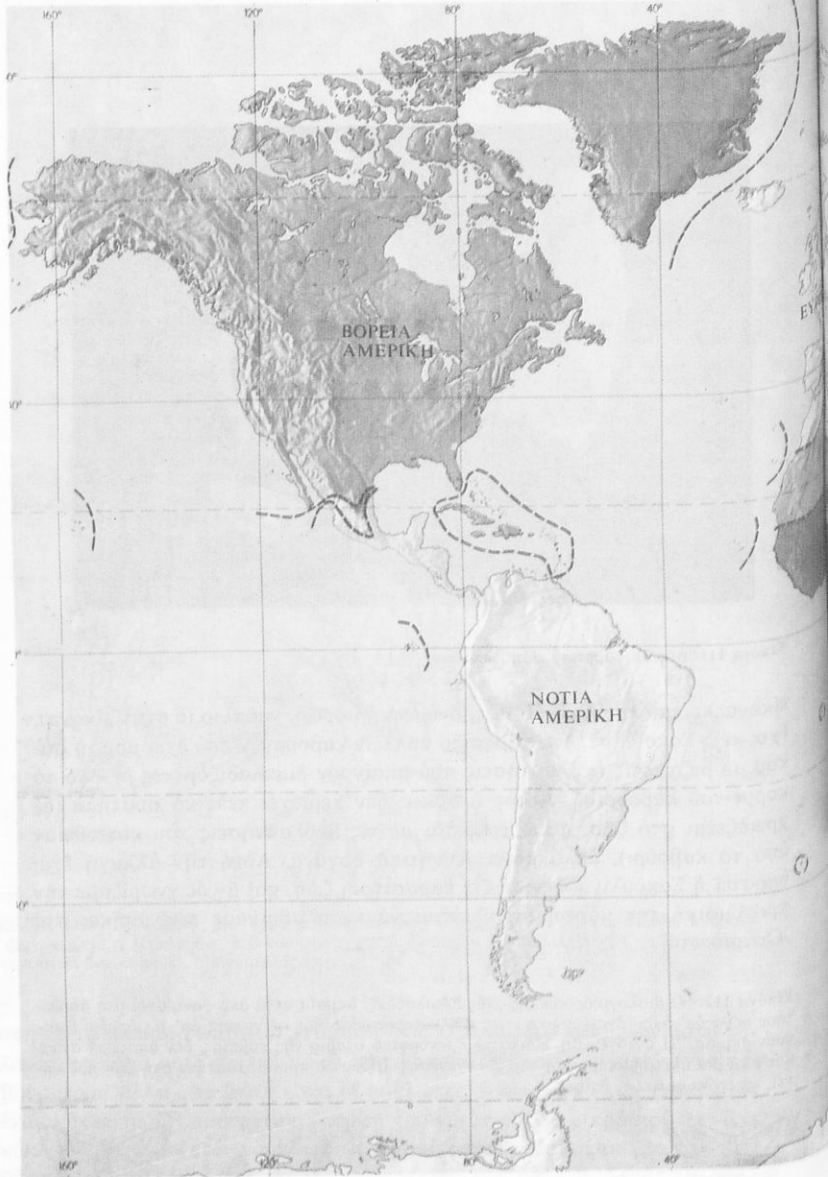


Εικόνα 111: Δυό διαφορετικά είδη Λεπάδων.

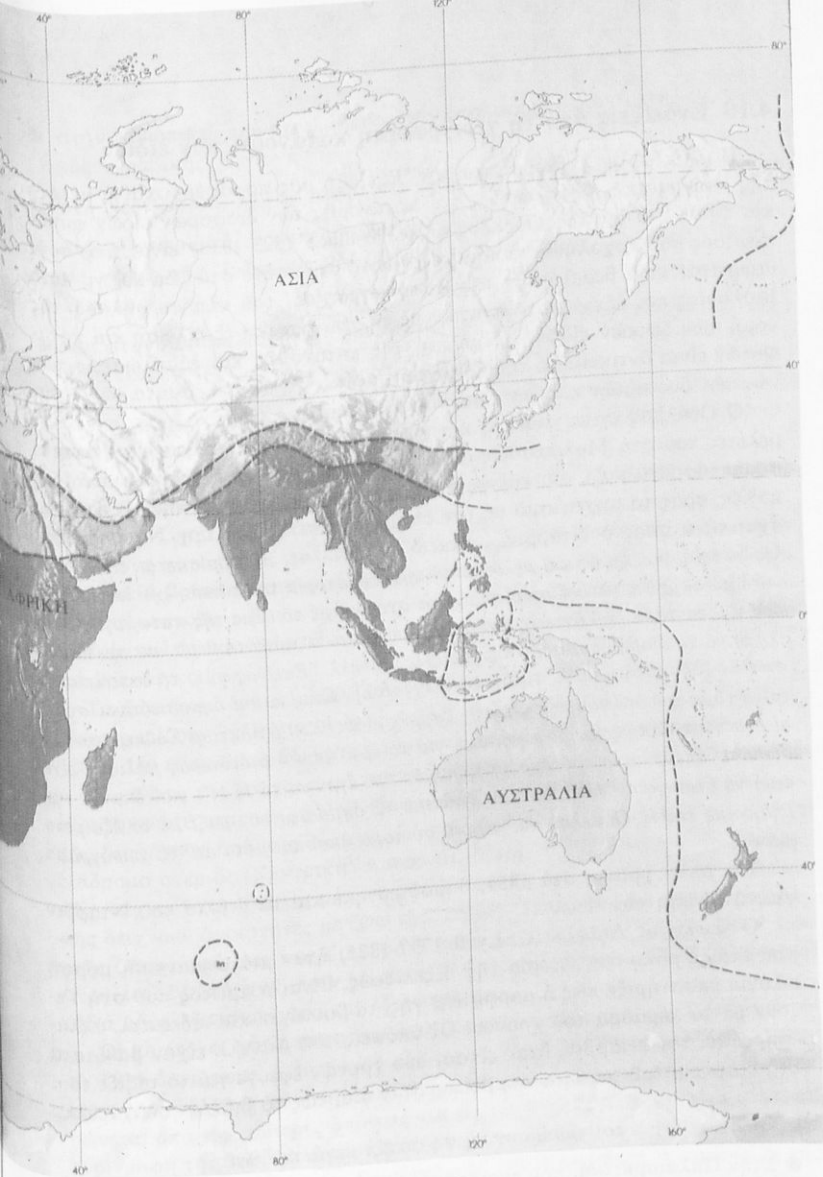
εικόνας) είναι ναύπλιος. Ίδια προνυμφική μορφή, ναύπλιο (σ στην εικόνα), έχει κι η Σακουλίνα, ένα παράσιτο πολλών καβουριών που έχει μορφή σάκου με ριζοειδείς εκβλαστήσεις που μπαίνουν διακλαδιζόμενες σ' όλο τό κορμί του καβουριού. Αυτός ο σάκος δέν περιέχει πεπτικό σύστημα (δέ κορμί του καβουριού. Αυτός ο σάκος δέν περιέχει πεπτικό σύστημα (δέ χρειάζεται στο ζωο, αφού τρέφεται μέ τίς εκβλαστήσεις του κατευθείαν από τό καβούρι), αλλά μόνο γεννητικά όργανα. Αυτή τήν αλλαγή έχει υποστεί ή Σακουλίνα, επειδή ζει παρασιτική ζωή, και αν δέ γνωρίζαμε τήν προνυμφική της μορφή αποκλείεται νά καταλαβαίναμε πώς ανήκει στά Όστρακωτά.

Εικόνα 112: Ό βιολογικός κύκλος μιάς πεταλούδας: άκμαία μετά από γονιμοποίηση αποθέτουν αυγά άπ' όπου βγαίνουν κάμπιες που μεταμορφώνονται σέ νύμφες άπ' τίς όποιες βγαίνουν άκμαία. Ή όντογένεση, ειδικά τό προνυμφικό στάδιο τής κάμπιας, δέν όποτελεί άναγκαστικά μία άκριβή άνάμνηση τής φυλογένεσης: ή κάμπια προσαρμόστηκε στή ζωή που κάνει, νά τρώει φυτικούς ίστούς.





Εικόνα 113: Οι μεγάλες Ζωογεωγραφικές Ζώνες. Συμβολίζονται με πράσινο χρώμα ή Νεοτροπική, με καφέ ή Νεαρκτική, με κίτρινο ή Παλαιαρκτική, με μαβί ή Ανατολική, με κόκκινο ή Αιθιοπική, με γαλάζιο ή Αυστραλιανή, με πορτοκαλί ή νησιωτική και με γκριζοί οι ενδιάμεσες ή μεταβατικές ζώνες.



4.10 Ένδειξεις από τη γεωγραφική κατανομή των ειδών

Πολλές άλλες ενδείξεις για την Έξελιξη μās προσφέρει και ή μελέτη της γεωγραφικής εξαπλώσεως και κατανομής των διάφορων ειδών φυτών και ζώων. Ο Άγγλος Ουάλλας (A.R. Wallace 1823-1913) είναι από τούς πρώτους που άσχολήθηκαν ιδιαίτερα με τό θέμα αυτό στά ζώα και γι' αυτό θεωρείται κι ό θεμελιωτής της **Ζωογεωγραφίας**, του κλάδου δηλαδή της Βιολογίας που εξετάζει τά σχετικά με τη γεωγραφική εξέλιξη και κατανομή των ζωικών ειδών. Η μελέτη της κατανομής και εξαπλώσεως των Φυτών είναι άντικείμενο της **Φυτογεωγραφίας**. Τά άποτελέσματα των έρευνών των δυό αυτών κλάδων είναι συμπληρωματικά.

Ο Ουάλλας έγινε γνωστός και για κάτι άλλο: από τίς ζωογεωγραφικές μελέτες του στη Μαλαισία έφτασε άνεξάρτητα από τόν Ντάρβιν στά ίδια συμπεράσματα μαζί του και ώς πρός την πραγματικότητα της Έξελίξεως και ώς πρός τό μηχανισμό με τόν όποιο γίνεται ή Έξελίξη. Νά τί γράφει σχετικά ό ίδιος ό Ντάρβιν: *...«και ό κ. Ουάλλας, που βρίσκεται τώρα στό Μαλαϊκό άρχιπέλαγος και μελετάει τη φυσική ιστορία του τόπου, έχει καταλήξει στά ίδια άκριβώς γενικά συμπεράσματα σχετικά με τό θέμα της καταγωγής των ειδών. Στά 1858 μου έστειλε ένα υπόμνημα πάνω σ' αυτό τό θέμα, με τήν παράκληση νά τό διαβιβάσω στόν σέρ Τσάρλς Λάυελλ. Έκείνος πάλι τό έστειλε στη Αιναία [νόμομασία προς τιμή του Λιναίου] Έταιρία και δημοσιεύτηκε στόν τρίτο τόμο του δελτίου της. Ο σέρ Τσάρλς Λάυελλ κι ό δόκτωρ Χοϋκερ, που κι οί δυό ήταν κάπως πληροφορημένοι για τό έργο μου – ό δεύτερος μάλιστα είχε διαβάσει άπόσπασμα του χειρογράφου μου που έγραφα τό 1844 – μου έκαναν τήν τιμή νά θεωρήσουν πώς θά 'ταν σκόπιμο νά δημοσιευτούν μαζί με τό εξαίρετο υπόμνημα του κ. Ουάλλας και μερικά σύντομα άποσπάσματα απ' τά χειρόγραφα μου».*

Τόν άλλο χρόνο, στά 1859, δημοσιεύτηκε και τό βιβλίο του Ντάρβιν για τη γένεση των ειδών.

Ο γεωλόγος Λάυελλ (C. Lyell 1797-1875) ήταν μία σημαντική μορφή που έπαιξε ρόλο στη θεωρία της Έξελίξεως. Είναι ό πρώτος που στη Γεωλογία ύποστήριξε πώς ή μορφή της γής, τά βουνά, οί κοιλάδες κτλ. αλλάζουν με τό πέρασμα του χρόνου. Οί άπόψεις του Λάυελλ είχαν βαθύτητα επηρεάσει τόν Ντάρβιν, όταν είκοσι δυό χρονών έφευγε για τό ταξίδι του. Στη διάρκεια του ταξιδιου συμβουλευόταν διαρκώς τό βιβλίο του Λάυελλ.

Οί Ζωογεωγράφοι χωρίζουν τη γή σε έξι μεγάλες ζώνες.

- Στην **Παλαιαρκτική**, που περιλαβαίνει τήν Εύρώπη, τη Βόρειο Άφρική και τήν Άσία εκτός από τήν Ίνδια.
- στη **Νεαρκτική**, που περιλαβαίνει τη Βόρεια Άμερική.

- στην **Αιθιοπική**, που περιλαμβάνει την υπόλοιπη 'Αφρική και μία άκρη της 'Αραβικής χερσονήσου.
- στη **Νεοτροπική**, που περιλαμβάνει τη Νότια και Κεντρική 'Αμερική.
- στην **'Ανατολική**, που περιλαμβάνει τις 'Ινδίες, Βιρμανία, Ταϊλάνδη, τις χώρες της 'Ινδοκίνας, Μαλαισία, και τα νησιά Σουμάτρα, 'Ιάβα, Βόρνεο
- και στην **Αυστραλιανή**, που μαζί με την Αυστραλία περιέχει και τη Νέα Γουϊνέα.

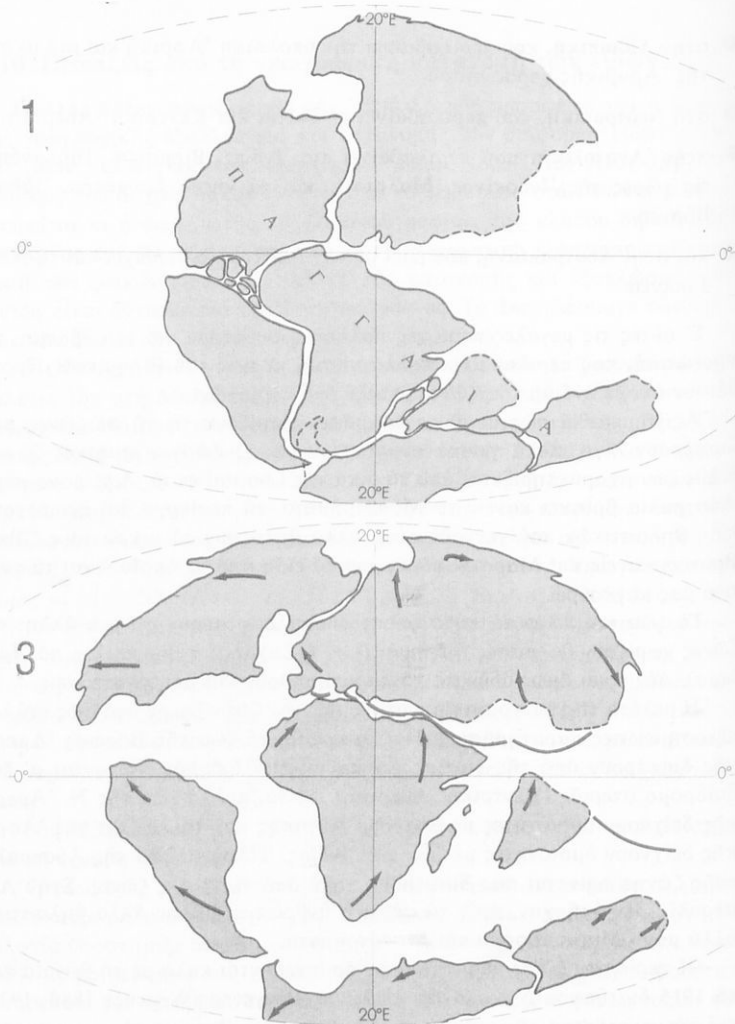
Σ' αυτές τις μεγάλες περιοχές πολλοί προσθέτουν και μία εβδομη, τη **νησιωτική**, που περιλαμβάνει πολλά νησιά, κυρίως του Ειρηνικού. Προσθέτουν ακόμα ενδιάμεσες ζώνες μεταξύ δυο περιοχών.

'Ας σημειωθεί πώς οι Φυτογεωγράφοι χωρίζουν τη γη σε ζώνες που διαφέρουν λίγο, αλλά γενικά συμπίπτουν με τις Ζωογεωγραφικές ζώνες. Κάθε ζώνη χαρακτηρίζεται από τα δικά της ζώα και φυτά. Λ.χ. μόνο στην Αυστραλία βρίσκει κανείς τα Μονοτρήματα, τα περίεργα και πρωτόγονα είδη θηλαστικών που γεννούν αυγά αλλά θηλάζουν τα μικρά τους. 'Εκεί βρίσκει κανείς και Μαρσιποφόρα, μερικά είδη από τα όποια είναι τα γνωστά μας καγκουρώ.

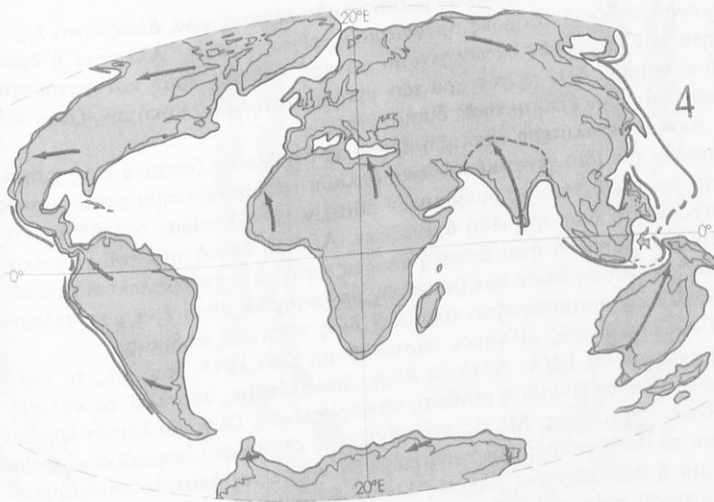
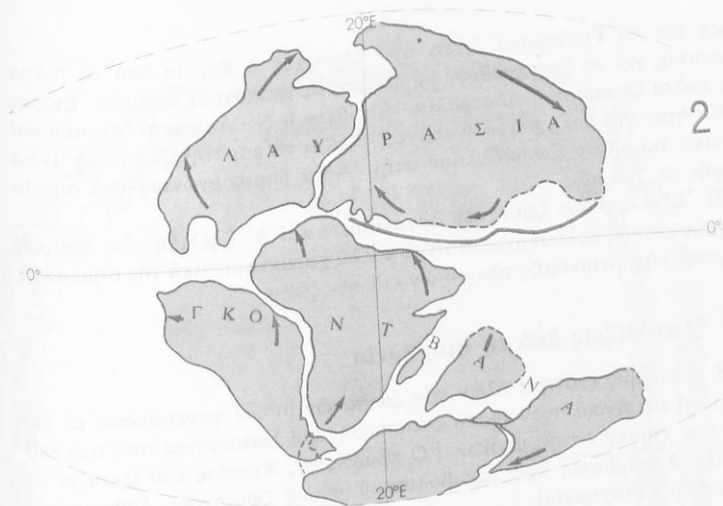
Τά ζώα και τά φυτά κάθε ζώνης δύσκολα φτάνουν σε μία άλλη: τις ζώνες χωρίζουν θάλασσες ή έρημοι (λ.χ. ή Σαχάρα) ή βουνά (λ.χ. τά 'Ιμαλάια). Δέν είναι όμως αδύνατο να παρατηρηθούν και μεταναστεύσεις.

'Η μελέτη της γεωγραφικής κατανομής των ζώων έφερε στο φώς πολλές άξιοσημειώτες παρατηρήσεις: Πρώτα-πρώτα, τά ζώα της Βόρειας 'Αμερικής διαφέρουν από της Νότιας, άν και οι δυο ήπειροι ενώνονται μ' ένα διάδρομο στεριάς (Κεντρική 'Αμερική). Μετά, πολλά ζώα της Ν. 'Αμερικής δείχνουν όμοιότητες με ζώα της 'Αφρικής και πολλά ζώα της 'Αφρικής δείχνουν όμοιότητες με ζώα της 'Ινδίας. Τέλος τά ζώα της Αυστραλιανής ζώνης φαίνεται πώς διαφέρουν πολύ από τις άλλες ζώνες. Στην Αυστραλία δέν υπήρχαν, πριν τά φέρει ο άνθρωπος διόλου άλλα θηλαστικά αλλά μόνο Μαρσιποφόρα και Μονοτρήματα.

Οι περίεργες αυτές παρατηρήσεις έρμηνεύονται καλά με τη θεωρία που τό 1915 διατύπωσε ο γερμανός γεωλόγος Βέγγενερ (Wegener 1880-1930) για τη μετατόπιση των σημερινών ήπειρων, θεωρία που σήμερα συμπληρώνεται από τις νεώτερες απόψεις για τις τεκτονικές πλάκες. Μία σύντομη περιγραφή της θεωρίας δίνουν τά τέσσερα σχήματα που δείχνουν πώς ήταν στην Πέρμιο περίοδο, την Τριαδική και την Κρητιδική ή κατανομή της στεριάς και πώς είναι σήμερα. 'Η ένιαία στεριά της παλιάς ήπειρου Παγγαίας (Παν-Γαία = όλη ή Γη) χωρίστηκε σε δύο κομμάτια: την Λαυρασι-



Εικόνα 114: Στο τέλος της Πέρμιας εποχής (έδω και 230 εκ. χρόνια) οι ηπειροί ενωμένες σχημάτιζαν την Παγγαία (πρώτο σχήμα). Στην Τριαδική (210 εκ. χρόνια) άρχισε ο άποχωρισμός που κατέληξε στο τέλος της Τριαδικής στο σχηματισμό της Λαυρασίας και της Γκοντβάνας (δεύτερο σχήμα). Στην Ίουρασική και Κρητιδική οι Άμερικές χωρίζονται και πηγαιίνουν δυτικά, (το τρίτο σχήμα δείχνει την κατάσταση στο τέλος της Κρητιδικής, πριν 63 εκ. χρόνια). Τα Ίμαλάια σχηματίζονται όταν η Ίνδία προσκρούει κι' ενώνεται με την Άσια. Το τέταρτο σχήμα δείχνει τη σημερινή κατανομή της ξηράς.



ατική και τή Γκοντβάνα. Από τότε ξεχώρισε ή Βόρεια από τή Νότια 'Αμερική, γιά νά ξαναενωθούν σέ πρόσφατη γεωλογική περίοδο. 'Επίσης από παλιά ξεχώρισε ή Αυστραλία. 'Αντίθετα ή Ν. 'Αμερική, 'Αφρική και 'Ινδία ήταν γιά πολύ καιρό ένωμένες. 'Αξίζει νά παρατηρηθεί ότι ή 'Ινδία σχετικά τελευταία ξανακόλλησε στήν 'Ασία δημιουργώντας στό σημείο επαφής τά 'Ιμαλάια.

'Η 'Εξέλιξη τών ζωντανών οργανισμών και ή 'Εξέλιξη τών ήπειρών έξηγοϋν λοιπόν πολύ ικανοποιητικά πολλά χαρακτηριστικά τής σημερινής γεωγραφικής κατανομής τών φυτών και τών ζώων.

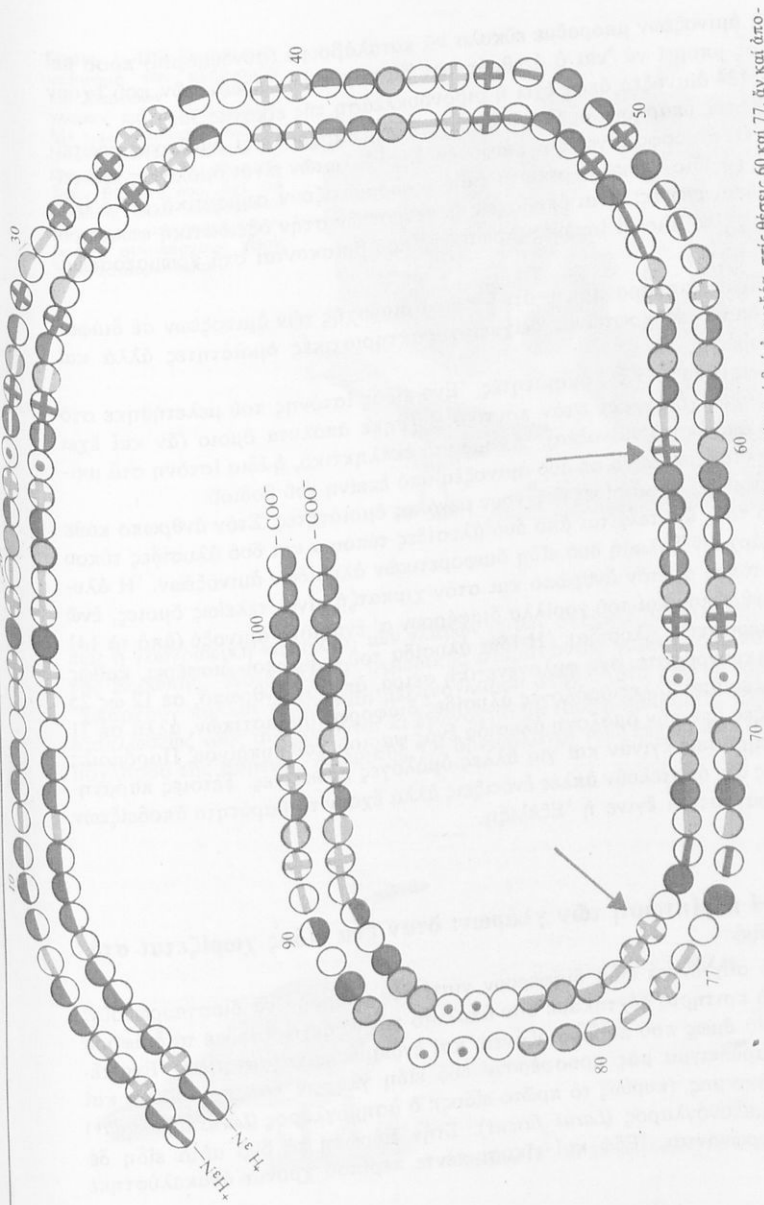
4.11 'Αποδείξεις από τή Βιοχημεία

'Η βαθύτερη ένότητα όλων τών ζωντανών όντων φανερόνεται μέ έκπληκτική εύκρίνεια στόν τρόπο κατασκευής και λειτουργίας τους στό έπίπεδο τών χημικών τους μορίων. [Ο κλάδος τής Χημείας πού εξέτάζει τίς χημικές αντιδράσεις του μεταβολισμού στους ζωντανούς οργανισμούς ονομάστηκε **Βιοχημεία**].

'Η όμοιότητα τών γενικών μεταβολικών λειτουργιών, όπως είναι λ.χ. ή άναπνοή στους διάφορους οργανισμούς, είναι μεγάλη. "Άλλωστε ή όμοιότητα τών ζωντανών όντων γίνεται φανερή και στή δομή και λειτουργία του κυτάρου: όλα τά κύτταρα τών μικροοργανισμών, μυκήτων, ζώων και φυτών δείχνουν έκπληκτικές όμοιότητες.

'Ακόμα μεγαλύτερη έκπληξη προκαλεί ότι όλα τά ζωντανά είδη χρησιμοποιούν τόν ίδιο **γενετικό κώδικα**, δηλαδή τό ίδιο σύστημα μεταφράσεως μέ τό όποιο οί τριάδες διαδοχικών βάσεων τής άλυσίδας του RNA αντιστοιχούν στά διάφορα είδη άμινοξέων. Αυτή ή όμοιότητα του γενετικού κώδικα και μόνο θά ήταν άρκετή άπόδειξη γιά νά δεχτοϋμε τελεσίδικα τήν κοινή προέλευση όλων τών ζωντανών οργανισμών: είναι πράγματι τελείως άπίθανο νά χρησιμοποιείται τυχαία ο ίδιος γενετικός κώδικας.

Γνωρίζουμε πώς οί γόνιοι άποτελοϋνται από DNA, και πώς τό DNA μεταγράφεται σέ RNA. Αυτό τό RNA, όπως είπαμε, άποτελεί τό καλούπι πάνω στό όποιο γίνεται ή σύνθεση τών πρωτεϊνών. Οί γόνιοι λοιπόν έμμεσα συνθέτουν πρωτεΐνες. Μέ τίς πρωτεΐνες πού συνθέτουν επηρεάζουν, καθορίζουν τό φαινότυπο του οργανισμού. Οί πρωτεΐνες άποτελοϋνται άρχικά από μία ή περισσότερες μακριές άλυσίδες άμινοξέων πού μπορεί μετά νά διπλώνονται παίρνοντας διάφορα σχήματα. Κάθε πρωτεΐνη δέ χαρακτηρίζεται μόνο από τόν **άριθμό** τών άμινοξέων πού περιέχει ή άλυσίδα της, αλλά και από τά **είδη** τών άμινοξέων και τή σειρά διαδοχής τους. "Όλα όμως τά μόρια μιås συγκεκριμένης πρωτεΐνης έχουν τά ίδια είδη άμινοξέων στήν ίδια σειρά διαδοχής τους. Κι επειδή ύπάρχουν είκοσι διαφορετικά



Εικόνα 115: Διό ομόλογες Ιστώνες (ή IV) στο θύμο του βοδιού και στο μπλέλι, διαφέρουν μόνο σε δυο αμινοξέα, στις θέσεις 60 και 77, αν και άπο-τελούνται καθεμιά τους από 102 αμινοξέα στη σειρά. Ο συμβολισμός των αμινοξέων βρίσκεται στην εικόνα 38. Ή έξω σειρά παριστάνει την Ιστόνη του βοδιού και ή μέσα του μπλελιού.

είδη άμινοξέων μπορούμε εύκολα νά καταλάβουμε (συνδυασμοί) πόσο μεγάλος μπορεί νά 'ναι ο άριθμός των διαφορετικών πρωτεϊνών πού έχουν λ.χ. 124 άμινοξέα όπως έχει ή ριβονουκλεάση τής εικόνας 36.

Όπως υπάρχουν όμόλογα όργανα έτσι υπάρχουν και όμόλογες πρωτεΐνες: Οί αίμοσφαιρίνες των διάφορων Σπονδυλωτών είναι όμόλογες πρωτεΐνες. Τό ίδιο τά κυτοχρώματα (πού διαδραματίζουν σημαντικό ρόλο στίς όξειδοαναγωγές: είναι ύποδοχείς ήλεκτρονίων στήν όξειδωτική φωσφορυλίωση), τό ίδιο οί ιστόνες (πρωτεΐνες πού βρίσκονται στά χρωματοσώματα).

Είναι άξιοπαρατήρητο ότι ή σειρά διαδοχής των άμινοξέων σε διάφορες όμόλογες πρωτεΐνες δείχνει χαρακτηριστικές όμοιότητες αλλά και διαφορές.

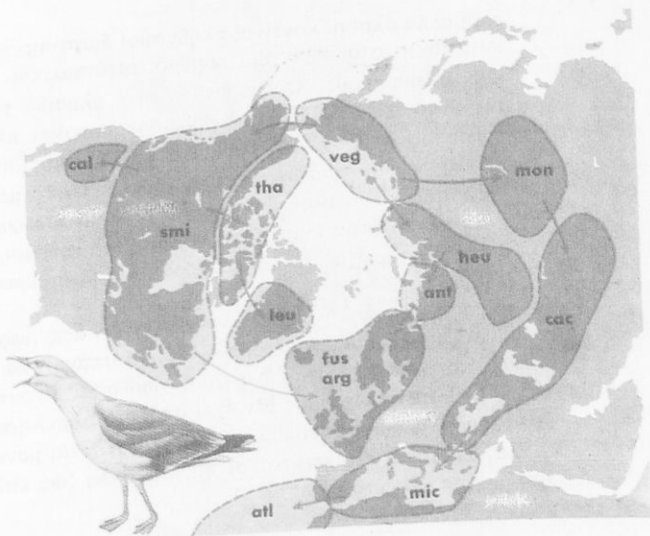
Ξεκινάμε από τίς όμοιότητες. Ένα είδος ιστόνης πού μελετήθηκε στό βόδι, στό χοΐρο και στόν ποντικό βρέθηκε απόλυτα όμοιο (άν και έχει πάνω από εκατό άμινοξέα). Άκόμα πιο έκπληκτικό, ή ίδια ιστόνη στά μπιζέλια διαφέρει μόνο σε δυό άμινοξέα από εκείνη του βοδιού.

Κι οί αίμοσφαιρίνες δείχνουν μεγάλες όμοιότητες. Στόν άνθρωπο κάθε μόριό τους άποτελείται από δυό άλυσίδες τύπου α και δυό άλυσίδες τύπου β: υπάρχουν δηλαδή δυό είδη διαφορετικών άλυσίδων άμινοξέων. 'Η άλυσίδα τύπου α στόν άνθρωπο και στόν χιμπατζή είναι τελείως όμοιες, ενώ του ανθρώπου και του γορίλλα διαφέρουν σ' ένα μόνο άμινοξύ (από τά 141 πού περιέχει ή άλυσίδα). 'Η ίδια άλυσίδα του ανθρώπου διαφέρει, καθώς άπομακρυνόμαστε, στή φυλογενετική σειρά, άπ' τόν άνθρωπο, σε 12 ως 25 άμινοξέα από άλλες όμόλογες άλυσίδες διάφορων θηλαστικών, αλλά σε 71 άμινοξέα από τήν όμόλογη άλυσίδα ενός ψαριού, του κυπρίνου. Παρόμοιες παρατηρήσεις έγιναν και για άλλες όμόλογες πρωτεΐνες. Τέτοιες παρατηρήσεις δέν άποτελούν άπλές ένδειξεις αλλά έχουν τή βαρύτητα άποδείξεων ότι πραγματικά έγινε ή Έξέλιξη.

4.12 'Η περίπτωση των γλάρων: όταν ένα είδος χωρίζεται στα δυό

Δυό συγγενικά είδη διαφέρουν γιατί δέν μπορούν νά διασταυρωθούν: αυτό τό κριτήριο δεχτήκαμε σαν απόλυτο για νά ξεχωρίσουμε τά διάφορα είδη. Νά όμως πού παρουσιάζονται και ένδιάμεσες καταστάσεις. Ένα τέτοιο παράδειγμα μās προσφέρουν δυό είδη γλάρων πού συχνάζουν και στόν τόπο μας, (κυρίως τό πρώτο είδος): ό άσημόγλαρος (*Larus argentatus*) και ό μελανόγλαρος (*Larus fuscus*). Στήν Εύρώπη τά δυό αυτά είδη δε διασταυρώνονται. Έδώ και είκοσι πέντε περίπου χρόνια άνακαλύφθηκε

Εικόνα 116: Γεωγραφική κατανομή τών πληθυσμών και υποειδών τών άσημόγλαρων και μελανόγλαρων. Μέ τρία γράμματα συμβολίζεται τó λατινικό όνομα τού υποείδους κάθε πληθυσμού. Στην Εύρώπη δύο, όχι πιά υποείδη, αλλά διαφορετικά είδη (arg = *argentatus*, fus = *fuscus*) συνυπάρχουν χωρίς νά διασταυρώνονται.



πώς ή γεωγραφική κατανομή τών γλάρων αυτών σκέπαζε μεγάλες περιοχές τής Εύρώπης, 'Ασίας και Β. 'Αμερικής σταματώντας γύρω στους πόλους. 'Υπάρχουν πολλοί πληθυσμοί μελανόγλαρου στην 'Ασία πού οι περιοχές έξαπλώσεώς τους συνεχίζονται κι ένώνονται μέ τούς πληθυσμούς τού άσημόγλαρου τής Βόρειας 'Αμερικής. Οι όρνιθολόγοι τούς ξεχώρισαν σέ ύπο-



Εικόνα 117: 'Ο άσημόγλαρος, *Larus argentatus*.

είδη αλλά όλοι οί κοντινοί πληθυσμοί διασταυρώνονται μεταξύ τους καθώς και, κοντά στό Βερίγγειο πορθμό, οί άσιατικοί μέ τους βορειοαμερικανικούς πληθυσμούς. Όμως, ένδ άψήτή ή άλυσίδα τών πληθυσμών μάς δίνει τήν έννοια ένός είδους, οί βορειοαμερικανικοί πληθυσμοί (άσημόγλαροι) πού πρόσφατα σχετικά ήρθαν στην Εύρώπη (πιθανότατα άκολουθώντας πλοία) δέ διασταυρώνονται μέ τους γηγενείς μελανόγλαρους. Άπό τόν καιρό τών παγετώνων μέινανε οί δύο πληθυσμοί χωρισμένοι και άνάπτυξαν ένά φραγμό στην άνταλλαγή γόνων. Ή γεωγραφική άπομόνωση δύο πληθυσμών μπορεί μέ τά πολλά χρόνια νά καταφέρει τή δημιουργία τέτοιων φραγμών.

Άπό τήν άλλη μεριά γίνεται φανερό πώς άφοϋ τά είδη εξελίσσονται είναι φυσικό και άναμενόμενο (άν και σπάνιο) νά πετύχει κανείς ένδιάμεσες καταστάσεις, όταν ένά είδος χωρίζεται δίνοντας γέννηση σέ δύο νέα είδη. Τότε ό χωρισμός δέν έχει άπόλυτα όλοκληρωθεί. Ή περίπτωση τού άσημόγλαρου και τού μελανόγλαρου δέν είναι μοναδική. Γνωρίζουμε πολλές άνάλογες περιπτώσεις σέ πουλιά, άλλα ζώα και σέ φυτά.

4.13 Ή προσαρμογή

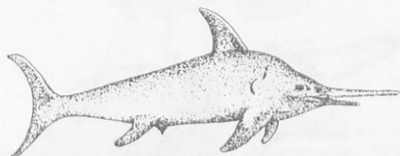
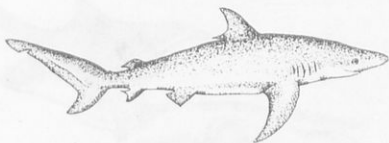
Οί άλλαγές τών φυτών και τών ζώων, μερικές τουλάχιστον, στή διάρκεια τής Έξελίξεως, δέ φαίνονται νά 'ναι τυχαίες. Σ' αυτό τό συμπέρασμα καταλήγουμε εύκολα άν εξετάσουμε διάφορα χαρακτηριστικά τών σημερινών ζώων και φυτών: τά διάφορα αυτά χαρακτηριστικά άποτελούν προσαρμογές στον τρόπο ζωής τού οργανισμού. Και τά χαρακτηριστικά αυτά προήλθαν άπό μιά μακριά εξέλικτική πορεία. Νά τέτοιες προσαρμογές.

● Τό δελφίνι (θηλαστικό), ό Ίχθυόσαυρος (έρπετό πού τώρα πιά δέ ζεί) κι ό καρχαρίας (ψάρι) έχουν καταπληκτική όμοιότητα στή μορφή τού σώματός τους: τό σχήμα αυτό λύνει τά προβλήματα πού θέτει ή γρήγορη κολύμβηση (τριβές, στροβιλισμοί τού νερού, προώθηση τού σώματος κ.ά.).

● Τά Σπονδυλωτά πού πετοϋν, άνάπτυξαν επιφάνειες πού σάν άλεξίπτωτα κρατάνε τό σδμα στον άέρα ή και πού τίς κουνάνε γιά νά προωθηθούν: τά πουλιά φτεροϋγες, μερικοί σκίουροι (*Pteromys*) και μερικά μαρσιποφόρα (*Petaurus*) έχουν δερμάτινες επιφάνειες μεταξύ τών μπροστινών και πισινών ποδιών τους, οί νυχτερίδες άνάλογες επιφάνειες μεταξύ τών δαχτύλων τους κτλ.

● Τά δόντια τών θηλαστικών αλλάζουν σχήμα μέγεθος και άριθμό άνάλογα μέ τή διαίτα τους: τό λιοντάρι είναι σαρκοφάγο, έχει ίσχυρούς κυνό-

Εικόνα 118: Έξελξη που συγκλίνει: οι μορφές μοιάζουν γιατί είναι προσαρμοσμένες στον ίδιο τρόπο ζωής, το κοιλύμπι. Έτσι υδροδυναμικό σώμα έχουν ό καρχαρίας (πάνω), ό ιχθυόσαυρος, έρπετό που πιά δέν ζει, (στή μέση) και τό δελφίνι (κάτω).



δοντες, που λείπουν από τά μεγάλα χορτοφάγα. Μέ τούς κυνόδοντες τό λιοντάρι σκοτώνει τό θήραμά του.

- Τά ήμερόβια άρπαχτικά πουλιά έχουν ισχυρότατη όραση για νά εντοπίσουν από μακριά τά θηράματά τους.

- Οί λαγοί τρέχουν γρήγορα για ν' αποφύγουν τά σαρκοφάγα (λύγκες κ.ά) που τούς τρώνε.

- Τά θηλαστικά και τά έντομα που ζούν μέσα στό χώμα σέ λαγούμια έχουν μετασηματισμένα τά μπροστινά τους πόδια σάν φτυάρια για νά σκάβουν: οί τυφλοπόντικες κι οί κρεμμυδοφάγοι.

- Μερικές πεταλούδες κι άλλα έντομα παρουσιάζουν τό φαινόμενο της **μιμικρίας**: ένα είδος πτηνού μπορεί νά τρώει ένα είδος πεταλούδας και νά αποστρέφεται ένα άλλο είδος. Τότε μερικά ή όλα τά άτομα του είδους που αποτελεί τό θήραμα έχουν κληρονομικά πάρει όψη που νά μοιάζει μέ τά άτομα του είδους που αποστρέφεται τό πτηνό. Έτσι μπορούν νά έπιβήσσουν.

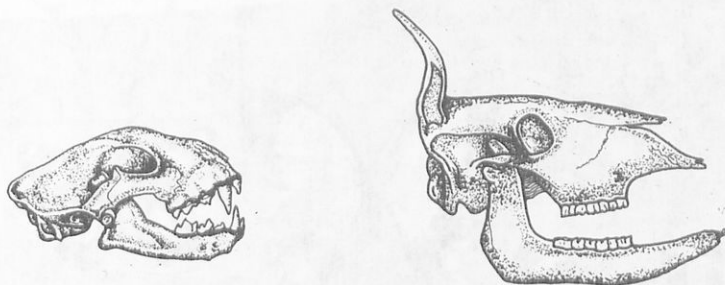
- Τά κέρατα, τά νύχια, τά δόντια χρησιμοποιούνται σάν άμυντικά μέσα στα ζώα, επίσης οί ηλεκτρικές εκκενώσεις μερικων ψαριων των τροπικών



Εικόνα 119: 'Ο Πτερόμυς (*Pteromys volans*), σκίουρος που πετά. Ζώο της Εύρώπης.

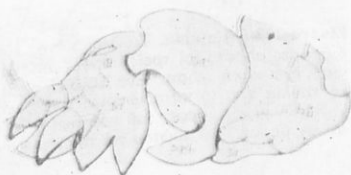
χωρών. Οί δηλητηριώδεις ουσίες (άλκαλοειδή, κυάνιο) ή ενοχλητικές (αίθέρια έλαια) ή άγκάθια άποτελούν μέσα άμυνας τών φυτών από τά φυτοφάγα.

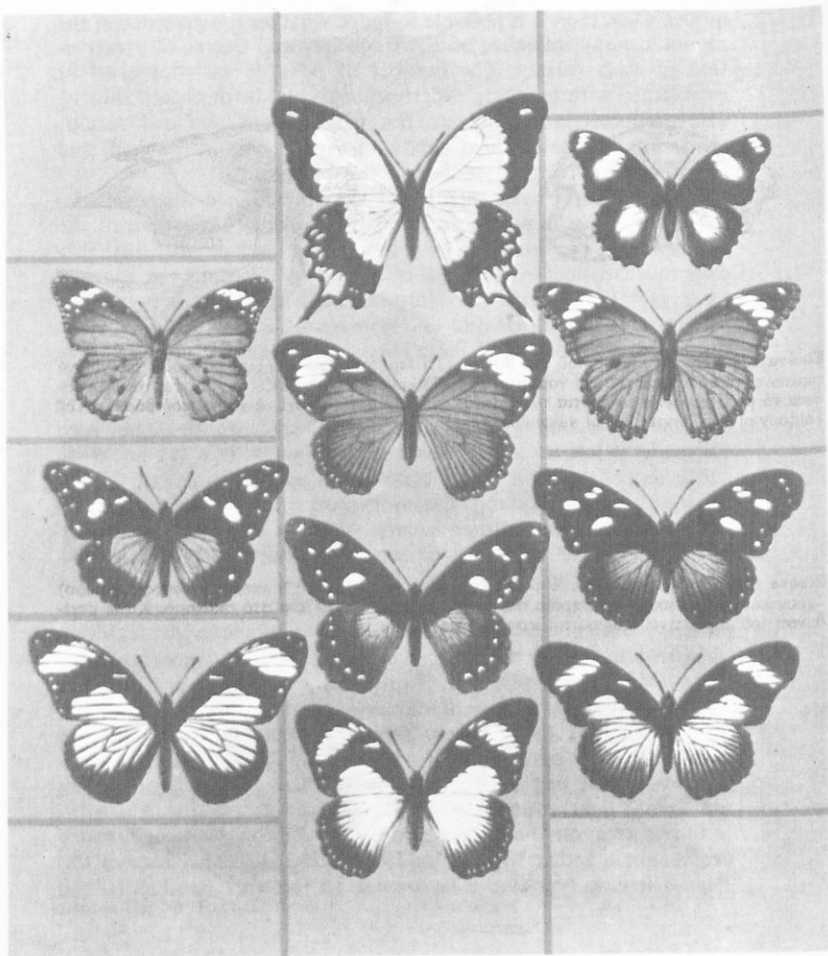
● Οί έλικες (μετασηματισμένα φύλλα), οί έναέριες ρίζες που κολλούν τό φυτό σέ κάθετες επιφάνειες, οί βλαστοί που συμπλέκονται άποτελούν προσαρμογές τών άναρριχητικών φυτών.



Εικόνα 120: Κρανία λιονταριού και βοδιού. Το λιοντάρι έχει μεγάλους κυνόδοντες για να σκοτώνει τα θηράματά του και γομφίους κατάλληλους για να ξεσκίζει τις σάρκες τους. Αντίθετα το βόδι έχει όλα τα δόντια του επίπεδα γιατί μ' αυτά αλέθει τα χόρτα που βόσκει. Του λείπουν οι κυνόδοντες και οι πάνω κοπτήρες.

Εικόνα 121: Ο τυφλοπόντικας (Θηλαστικό) και η γουλλόταλπα ή κρεμμυδοφάγος (Έντομο) έχουν και τα δύο μπροστινά πόδια σαν φτυάρια, προσαρμοσμένα στο σκάψιμο. Κάτω μεγέθυνση του μπροστινού ποδιού του κρεμμυδοφάγου.



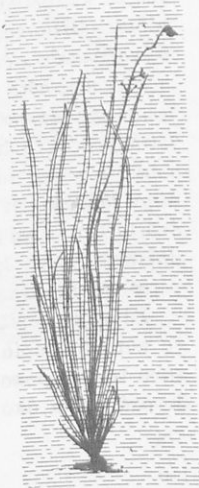
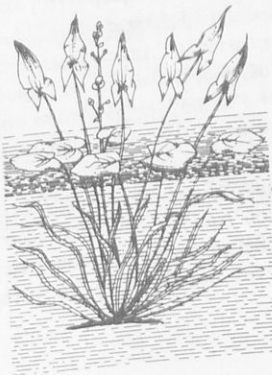


Εικόνα 122: Μικροβία. Τα άτομα ενός είδους αφρικανικής πεταλούδας μπορούν να πάρουν διάφορες μορφές (οι τρεις μορφές άριστερά). Αυτό το είδος προκαλεί απέχθεια στα πουλιά γιατί έχει κακή γεύση. Ένα άλλο είδος μιμείται τις τρεις αυτές μορφές για να γλυτώσει από τα πουλιά που το καταδιώκουν: τρεις από τις τέσσερις μορφές του δεύτερου αυτού είδους μοιάζουν με τις μορφές του πρώτου (οι τέσσερις μεσαίες μορφές). Κι άλλα είδη όμως μιμούνται τις μορφές του πρώτου για τόν ίδιο λόγο (τέσσερις μορφές δεξιά).



Εικόνα 123: Άναρριχητικά φυτά. Πολλά φυτά στηρίζονται σέ τοίχους, βράχους, κορμούς ή κλαδιά άλλων φυτών κι όχι στό δικό τους κορμό. Κάθε είδος έχει τό δικό του τρόπο στηρίξεως. Α: έναέριες ρίζες, Β: Έλικες, C: βλαστοί πού συμπλέκονται.

Εικόνα 124: Ή Σαγγιγάρια, όταν φυτρώνει στό χώμα έχει φύλλα βελοειδή, μέσ τό νερό μακριά και όταν μέρος της είναι μέσ στό νερό και μέρος της έναέριο έχει τριών ειδών φύλλα. Τά φύλλα μέσ στό νερό δέν έχουν εφυμενίδα και μπορούν νά απορροφούν θρεπτικά συστατικά και νά μή σπάνε όταν τό νερό κινείται γιατί δέν παρουσιάζουν σημαντική αντίσταση. Άντίθετα τά έναέρια φύλλα στέκουν όρθια γιά νά δέχονται τίς ήλιακές ακτίνες όσο πιό πολύ είναι δυνατό.



Τά φύλλα τής Σαγιτάριας (*Sagittaria sagittifolia*), τοῦ ὕδροχαροῦς φυτοῦ ποῦ φυτρώνει καί στή χώρα μας κι ἔχει φύλλα πού εἶναι χτυπητό παράδειγμα προσαρμογῆς. Τό σχῆμα τῶν φύλλων τῆς διαφέρει, ὅταν βρίσκονται πάνω στήν ἐπιφάνεια τοῦ νεροῦ (στρογγυλά), ἢ μέσ στό νερό (μακρόστενα) καί ἀπορροφοῦν θρεπτικά συστατικά. Ἀντίθετα τά ἐναέρια φύλλα εἶναι σάν βέλη καί εἶναι προσαρμοσμένα νά στέκουν ὀρθια καί νά δέχονται τίς ἠλιακές ἀκτίνες.

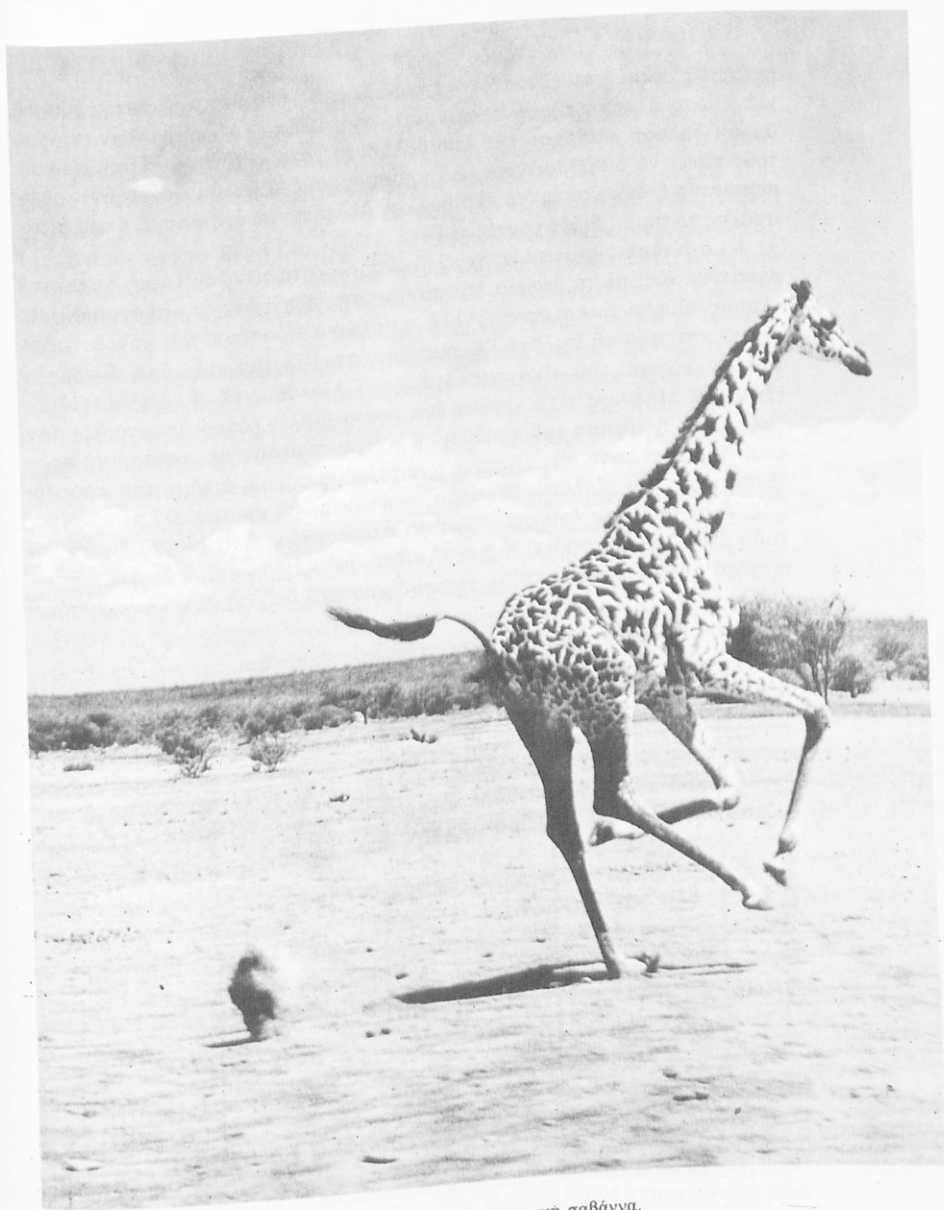
Μποροῦν νά ἀναφερθοῦν πάρα πολλά παραδείγματα προσαρμογῶν. Ὅπου καί νά στρέψουμε τό βλέμμα μας θά δοῦμε προσαρμογές ζωντανῶν ὀργανισμῶν.

4.14 Λαμάρκ καί Ντάρβιν

Κι ὁ Λαμάρκ κι ὁ Ντάρβιν εἶχαν πολύ ἐντυπωσιαστεῖ ἀπό τά φαινόμενα τῆς προσαρμογῆς πού ἐπιτρέπουν στά ζωντανά ὄντα νά ἐπιβιώνουν. Πρῶτος ὁ Λαμάρκ προσπάθησε νά ἐξηγήσει τό μηχανισμό τῆς Ἐξελίξεως, πῶς δηλαδή γίνεται ἡ διαδικασία τῆς ἀλλαγῆς τῆς μορφῆς: Ὅταν τό περιβάλλον ἀλλάξει, τότε γιά νά ἐπιζήσει ὁ ὀργανισμός πρέπει κι αὐτός ν' ἀλλάξει. Μιά ἐσωτερική θέληση καί μία προσπάθεια τοῦ δημιουργοῦν καινούργιες συνήθειες. Αὐτές οἱ συνήθειες τόν ἀναγκάζουν νά χρησιμοποιεῖ περισσότερο ὀρισμένα ὄργανα ἢ νά μή χρησιμοποιεῖ ἄλλα. Κατά τόν Λαμάρκ τά ὄργανα πού χρησιμοποιοῦνται ἰσχυροποιοῦνται καί μεγαλώνουν. Αὐτή ἡ ἰσχυροποίηση κληρονομεῖται στοὺς ἀπογόνους του.

Ἔτσι ὁ Λαμάρκ βασίζει τή θεωρία του σέ δύο ἀρχές: ὅτι ἡ χρήση ἰσχυροποιεῖ τό ὄργανο κι ἡ ἀχρηστία τό καταστρέφει κι ὅτι τά ἐπίκτητα χαρακτηριστικά κληρονομοῦνται. Ἄς δοῦμε πῶς ὁ ἴδιος περιγράφει τόν τρόπο πού οἱ καμηλοπαρδάλεις ἀπόκτησαν μακρῦ λαιμοῦ καί μακριά μροστινά πόδια: «Μιλώντας γιά συνήθειες, εἶναι ἀξιοπεριεργό νά παρατηρήσει κανεῖς τό τί ἐπακολουθεῖ εἰδικότερα στή μορφή καί στό ὕψος στήν καμηλοπάρδαλη. Γνωρίζουμε πῶς αὐτό τό ζῶο, τό μεγαλύτερο ἀπό τά θηλαστικά, κατοικεῖ στό ἐσωτερικό τῆς Ἀφρικῆς καί σέ τόπους [σαβάννες] ὅπου ἡ γῆ, σχεδόν πάντα ξερή καί χωρίς χόρτα, τό ἀναγκάζει νά βόσκει τά φυλλώματα τῶν δέντρων καί νά προσπαθεῖ διαρκῶς νά τά φτάσει. Ἀποτέλεσμα αὐτῆς τῆς μακραιώνης συνήθειας ὄλων τῶν ἀτόμων τοῦ εἴδους εἶναι ὅτι τά μροστινά πόδια γίνανε πιό μακριά ἀπό τά πισινά καί ὅτι ὁ λαιμός μάκρυνε τόσο πού ἡ καμηλοπάρδαλη μπορεῖ νά φτάσει ἐξί μέτρα ὕψος σηκώνοντας τό κεφάλι τῆς χωρίς ὅμως νά σταθεῖ ὀρθια πάνω στά πισινά τῆς πόδια».

Σήμερα γνωρίζουμε πῶς οἱ ἐπίκτητες ιδιότητες δέν κληρονομοῦνται καί γι' αὐτό ἡ θεωρία τοῦ Λαμάρκ δέν εἶναι σωστή. Μπορεῖ δηλαδή ἓνα ὄργανο νά ἰσχυροποιηθεῖ μέ τή χρήση του (ἓνας δρομέας ἔχει ἀσφαλῶς πιό δυνατά πόδια ἀπό ἓναν παράλυτο) ἀλλά αὐτές οἱ ἐπίκτητες ἀλλαγές δέν

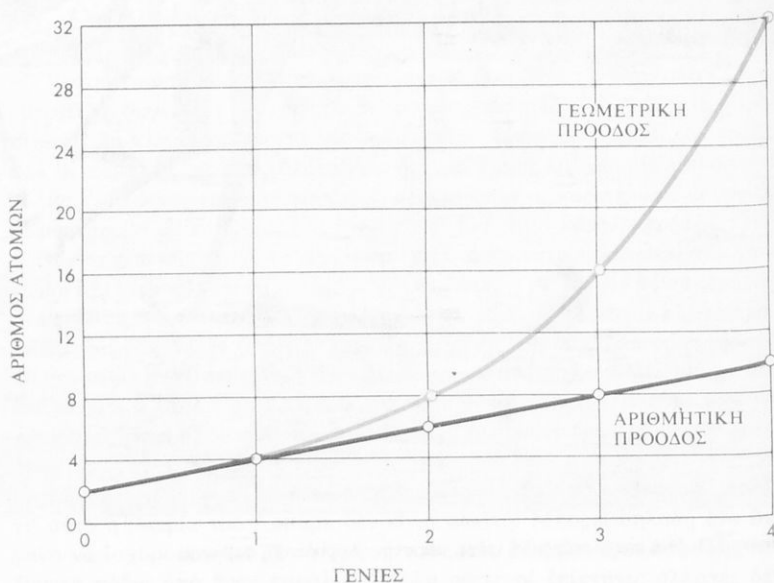


Εικόνα 125: Μιά καμηλοπάρδαλη τρέχει μέσ στην 'Αφρικανική σαβάννα.

μεταβιβάζονται στους απογόνους του. Τέτοιες θεωρίες πού πιστεύουν σέ μιá άμεση áλλαγή τής κληρονομικής ούσίας από τό περιβάλλον, σέ μιá άμεση δηλαδή επίδραση του περιβάλλοντος στους γόνους, τέτοια πού νά τους κάνει νά διαμορφώνουν πιό προσαρμοσμένα άτομα όνομάζονται **λαμαρκιανές** ή **διδακτικές** (τό περιβάλλον áλλάζει τόν όργανισμό όπως ό δάσκαλος τό παιδί, διδάσκοντάς το).

Κι ό Ντάρβιν πίστευε στήν κληρονομικότητα τών επίκτητων χαρακτηριστικών. Καί μέ τή θεωρία τής παγγένεσης έξηγούσε τό μηχανισμό μιás τέτοιας κληρονομικότητας. Άλλά τήν κύρια προσοχή του τήν έστρεψε áλλου: στή **φυσική επιλογή**. Ό Ντάρβιν έπηρεάστηκε πολύ από τά γραφτά ενός συγχρόνου του οικονομολόγου, του Μάλθους (R. T. Malthus 1766-1834). Ό Μάλθους είχε γράψει ένα μικρό βιβλίο, όπου υποστήριζε τήν άποψη πώς ή αύξηση του πληθυσμού γίνεται σύμφωνα με γεωμετρική πρόοδο, ενώ ή αύξηση τής τροφής γίνεται σύμφωνα με αριθμητική πρόοδο. Έτσι, κατά τόν Μάλθους σύντομα θά φτάναμε σέ κρίσεις έλλείψεως τροφής. Γιατί άν κάθε άνθρωπος αφήνει περισσότερο από ένα παιδί, άν δηλαδή κάθε ζευγάρι αφήνει πιό πολλά από δύο παιδιά, και στήν άλλη γενιά αυτά τά παιδιά αφήσουν πάλι περισσότερα από δύο σέ κάθε ζευγάρι τους,

Εικόνα 126: Διαφορά μεταξύ αριθμητικής και γεωμετρικής προόδου.

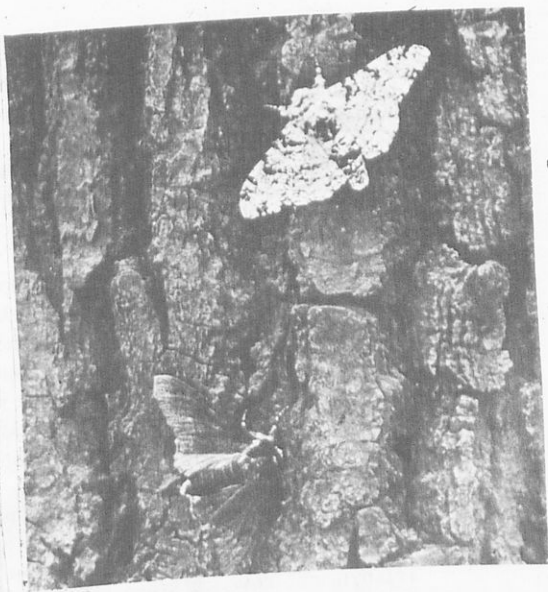


Γιατί η φυσική επιλογή μπορεί να εξηγήσει την προσαρμογή. Σ' ένα πληθυσμό είδαμε πώς υπάρχει ποικιλομορφία: τα άτομα του ίδιου είδους διαφέρουν. Κι αυτή η ποικιλομορφία των φαινοτύπων βασίζεται πολλές φορές σε διαφορές γονοτύπων, σε κληρονομικές δηλαδή, διαφορές. Μέ τη φυσική επιλογή συγκρατούνται στον πληθυσμό οι «ευνοϊκοί» γονότυποι, ενώ αποβάλλονται «οι άπροςάρμοστοι». 'Ο αγώνας για την ύπαρξη καταλήγει άλλα άτομα ν' αφήνουν περισσότερους απογόνους κι άλλα λιγότερους. Έτσι από γενιά σε γενιά αυξάνεται η προσαρμογή των ατόμων. Σε σύνοψη:

- όλοι οι οργανισμοί τείνουν ν' αυξηθούν με γεωμετρικό ρυθμό
 - όμως σε κάθε γενιά ο αριθμός των ατόμων ενός είδους μένει περίπου σταθερός
 - άρα υπάρχει αγώνας για την επιβίωση
 - υπάρχει στους πληθυσμούς ποικιλομορφία, που κληρονομείται: τα άτομα του ίδιου είδους διαφέρουν μεταξύ τους
 - μερικές διαφορές είναι ευνοϊκές για τον οργανισμό που ζει σ' ένα όρσιμένο περιβάλλον και τον βοηθούν να επιβιώσει και ν' αφήσει απογόνους: Οί ευνοϊκές διαφορές κληρονομούνται στους απογόνους κι **αυξάνουν σε συχνότητα**. Μέ τό πέρασμα του χρόνου τό είδος σιγά σιγά αλλάζει. Νέα είδη γεννιούνται από παλιά.
- Άς δοϋμε μερικά παραδείγματα φυσικής επιλογής:

Στήν Άγγλία πρίν αναπτυχθεί η βιομηχανία, οί πεταλούδες ένος όρσιμένου είδους (*Biston betularia*) ήταν άσπρες. Τά μαϋρα άτομα ήταν σπανία και οί συλλέκτες έντομολόγοι τά αγόραζαν ακριβά. Μέ τά χρόνια, κι ενώ αναπτυσσόταν η βιομηχανία, οί μαϋρες πεταλούδες άρχισαν νά γίνονται πίο συχνές, τόσο πού σήμερα οί άσπρες είναι οί σπάνιες.

Η άλλαγή του χρώματος, δηλαδή της μορφής των ατόμων ένος είδους (ένα μικρό βήμα εξέλιξεως), άποδείχτηκε πώς όφειλόταν στή φυσική επιλογή. Στήν Άγγλία, κατά την ανάπτυξη της βιομηχανίας, χρησιμοποιήθηκε τό κάρβουνο σαν πηγή ένεργειας. Οί καπνίες μαυρισαν γρήγορα τίς επιφάνειες των σπιτιών και των δέντρων. Τό μαϋρο χρώμα αποτέλεσε καλύτερο καμουφλάζ για τίς μαϋρες πεταλούδες. τά πουλιά βλέπανε τώρα πού πίο εύκολα τίς λευκές πεταλούδες πάνω στίς μαϋρες επιφάνειες και τίς έτρωγαν. Αντίθετα στά δάση, πρίν φτιαχτούν εργοστάσια, οί λευκές πεταλούδες δέν ξεχώριζαν όταν κάθονταν πάνω στούς άσπριδερούς λειχήνες στούς κορμούς των δέντρων. Μέ την άλλαγή του περιβάλλοντος έγινε κι η άλλαγή του χρώματος των πεταλούδων, άφου τά πουλιά έτρωγαν έκλεκτικά τίς λευκές πεταλούδες.



Εικόνα 127: Ἀριστερά πάνω στὸν ἄσπρο κορμὸ μιά μαύρη πεταλούδα (τὴ βλῆτετε ἄμεσως) καὶ μιά ἄσπρη (θὰ τὴ δεῖτε δύσκολα, εἶναι κάτω καὶ λίγο δεξιά ἀπὸ τὴ μαύρη). Στὸ μαῦρο κορμὸ μιά ἄσπρη καὶ μιά μαύρη πεταλούδα (ἀριστερά καὶ κάτω τῆς ἄσπρης.)

Τὸ δεύτερο παράδειγμα ἀναφέρεται σὲ μιά βιοχημικὴ ἀλλαγὴ. Μετὰ τὸ δεύτερο παγκόσμιο πόλεμο ἄρχισαν νὰ χρησιμοποιοῦνται ἔντομοκτόνα ἐναντίον τῶν μυγῶν κι ἄλλων βλαπτικῶν ἔντόμων. Στὴν ἀρχὴ τὰ ἔντομοκτόνα τὶς σκότωναν. Μὲ τὰ χρόνια οἱ μύγες ἄρχισαν νὰ γίνονται ἀνθεκτικὲς σὲ ὀρισμένα ἔντομοκτόνα. Ἡ ἀνθεκτικότητά ὀφείλεται στὴν παρουσία μιᾶς μετάλλαξης σ' ἓνα ἀπὸ τοὺς χιλιάδες διαφορετικοὺς γόνους τοῦ αὐτοῦ μου. Μὲ τὴ μετάλλαξη δημιουργήθηκε ἓνας νέος ἀλληλόμορφος πού κάνει ἀνθεκτικὰ στὸ ἔντομοκτόνο τὰ άτομα πού τὸν ἔχουν. Οἱ μύγες πού δὲν τὸν ἔχουν, σκοτώνονται ἀπὸ τὸ ἔντομοκτόνο κι ἔτσι σιγὰ σιγὰ ὅλος ὁ πληθυσμὸς γίνεται ἀνθεκτικὸς, γιατί ἀποτελεῖται ἀπὸ άτομα πού φέρνουν μόνον τὸν ἀλληλόμορφο αὐτόν, εἶναι ὁμοζυγῶτὰ γι' αὐτόν. Παρόμοιο φαινόμενο εἶναι ἡ ἀνθεκτικότητά στὰ ἀντιβιοτικά τῶν παθογόνων βακτηρίων.

Πῶς δημιουργεῖται ἡ ποικιλομορφία στοὺς πληθυσμούς; Πού βρέθηκαν οἱ ἀλληλόμορφοι πού κάνουν μαῦρες τὶς πεταλοῦδες ἢ ἀνθεκτικὲς τὶς μύγες; Τάσο ἡ ἀνθεκτικότητά στὸ ἔντομοκτόνο στὶς μύγες ὅσο καὶ τὸ μαῦρο χρῶμα τῶν πεταλοῦδων εἶναι κληρονομικὰ χαρακτηριστικά πού προῆλθαν

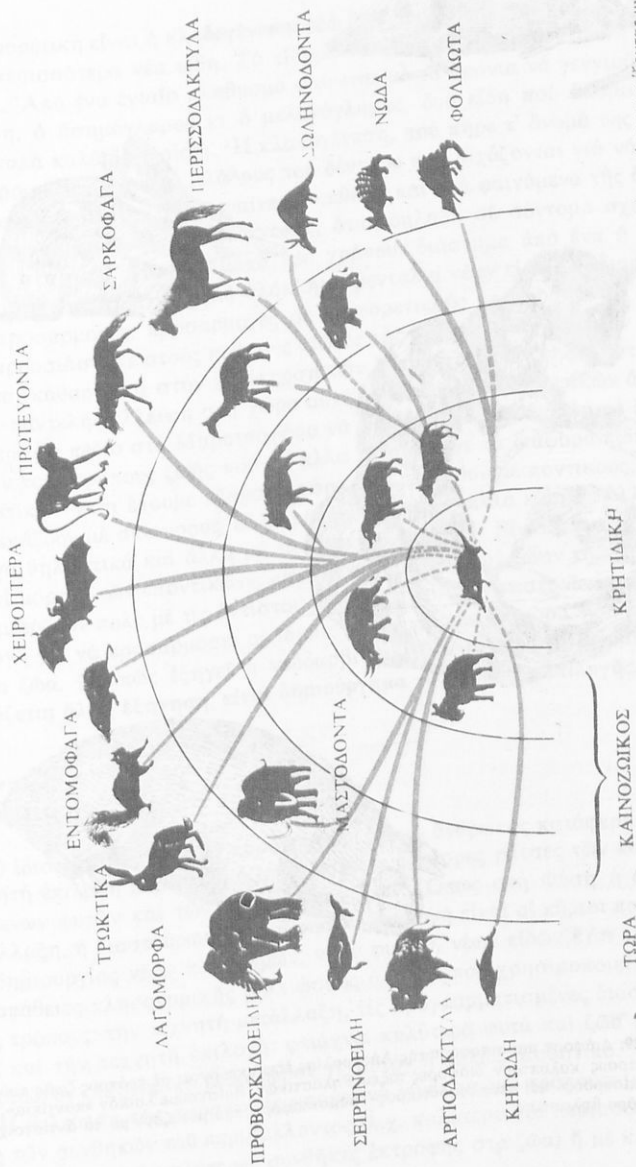
ἀπό μετάλλαξη καί πού ἀκόλουθα ἐπιλεγήκανε. Ἡ ποικιλομορφία στοῦς πληθυσμούς προέρχεται βασικά ἀπό τή μετάλλαξη καί αὐξάνει μέ τό ἀνακάτωμα καί ἀνασυνδυασμό τοῦ γενετικοῦ ὕλικου κατά τή φυλετική ἀναπαραγωγή, τόν ἐγγενή πολλαπλασιασμό. Αὐτό τό ἀνακάτωμα γίνεται, ὅπως ἔχουμε πεί κατά τήν παραγωγή τῶν γαμετῶν, στή μείωση, καί κατά τή δημιουργία νέων ἀτόμων, στή γονιμοποίηση, φτιάχνοντας καινούργιους συνδυασμούς κληρονομικοῦ ὕλικου. Ἐτσι τά παιδιά δέ μοιάζουν ἀπόλυτα σέ ὅλα τά χαρακτηριστικά μέ τόν ἕνα ἢ τόν ἄλλο γονέα τους, ἀλλά συνδυάζουν κατά πρωτότυπο τρόπο χαρακτηριστικά κι ἀπό τοὺς δύο.

Ἄλλες οἱ μεταλλάξεις δέ δίνουν «καλοῦς» ἀλληλόμορφους. Τό ἀντίθετο μάλιστα. Οἱ περισσότερες μεταλλάξεις φαίνεται πῶς δημιουργοῦν «κακοῦς» ἀλληλόμορφους δηλαδή ἀλληλόμορφους πού δίνουν ἄτομα λιγότερα καλά προσαρμοσμένα στό περιβάλλον πού ζοῦν. Γι' αὐτό ἄλλωστε πρέπει νά προφυλάσσουμε τόν ἀνθρώπινο πληθυσμό ἀπό μεταλλάξεις, δηλαδή ἀπό τοὺς παράγοντες πού τίς προκαλοῦν: τίς ἀκτινοβολίες ἀπό ραδιενέργεια.

Ἡ **μετάλλαξη**, πού διαρκῶς δημιουργεῖ νέα κληρονομική ποικιλομορφία, ἢ **φυλετική ἀναπαραγωγή**, πού ἐπιτρέπει νέους συνδυασμούς κληρονομικῶν ἰδιοτήτων πού ὑπάρχουν χῶρια σέ διάφορα ἄτομα, καί ἡ **φυσική ἐπιλογή**, πού κάνει τά ἄτομα πιό προσαρμοσμένα στό περιβάλλον, ἀποτελοῦν τοὺς τρεῖς σημαντικούς παράγοντες τοῦ μηχανισμοῦ τῆς Ἐξελίξεως: αὐτό πιστεύει ἡ **νεοδαρβινική** (πρὸς τιμὴ τοῦ Ντάρβιν) ἢ **συνθετική θεωρία** τῆς Ἐξελίξεως. Ἡ θεωρία αὐτή γίνεται σήμερα γενικά ἀποδεκτή. Συμπληρώνει τίς παρατηρήσεις τοῦ Ντάρβιν γιά τή φυσική ἐπιλογή μέ τή γνώση τοῦ κληρονομικοῦ μηχανισμοῦ, πού πρῶτος ὁ Μέντελ ἀποκάλυψε καί πού ὁ Ντάρβιν ἀγνοοῦσε. Εἶναι μιά θεωρία πού δέχεται πῶς τό περιβάλλον ὄχι ἄμεσα ἀλλά ἔμμεσα (χάρη στή φυσική ἐπιλογή) ἀποτυπώνει τίς ἀλλαγές σ' ἕνα εἶδος. Εἶναι μιά θεωρία **ἐκλεκτικοῦ τύπου** γιατί δείχνει πῶς οἱ ἀλλαγές γίνονται ἀπό ἐπιλογή μέρους τοῦ κληρονομικοῦ ὕλικου πού ὑπάρχει ἀπὸ πρὶν στή γενετική ποικιλομορφία τοῦ πληθυσμοῦ.

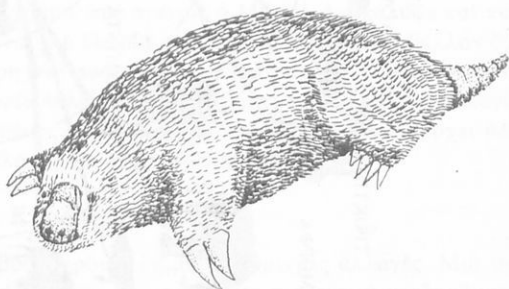
4.16 Ἐναγένεση καί Κλαδογένεση

Ἡ φυσική ἐπιλογή βραχυχρόνια δημιουργεῖ μικρές ἀλλαγές. Μιά συνάθροιση πολλῶν τέτοιων μικρῶν ἀλλαγῶν, ἔτσι πιστεύει ἡ νεοδαρβινική θεωρία, δημιουργεῖ μεγάλες διαφορές. Ἐτσι σιγά σιγά μέ τό πέρασμα τοῦ χρόνου ἕνας πληθυσμός γίνεται τελείως διαφορετικός: ἕνα εἶδος ἄλλαξε κι ἔγινε ἄλλο εἶδος. Παράδειγμα ἡ *Paludina*. Μιά τέτοια πορεία μὲς στό χρόνο λέγεται **ἐναγένεση** (προσοχή! διαφέρει ἀπὸ τήν **ἐναγέννηση**, τό φαινόμενο πού σέ ὀρισμένα ζῶα ξαναγεννιοῦνται ὄργανα τοῦ σώματος πού κόπηκαν).



Εικόνα 128: Ακτινωτή προσαρμοστική κλαδογένεση των Θηλαστικών: οι διάφορες μορφές προέρχονται από μία κοινή σχηματίζοντας μία βεντάλια στο φυλογενετικό δέντρο.





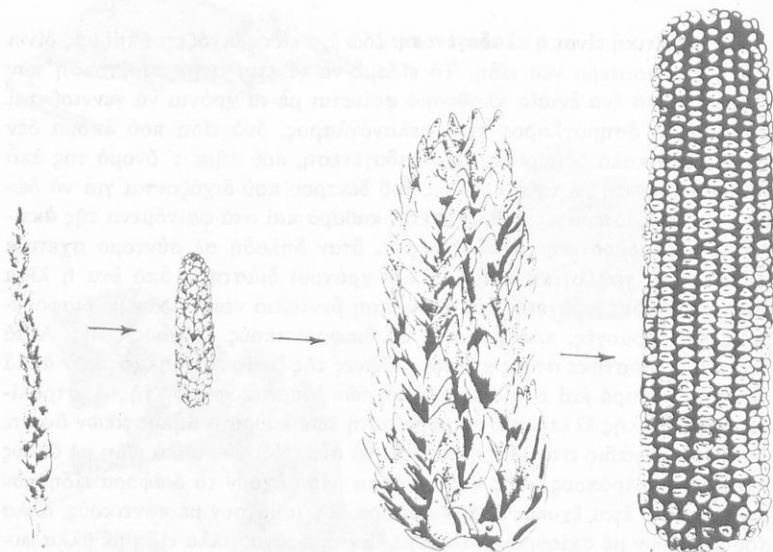
Εικόνα 129: Διάφορα μαρσιποφόρα της Αυστραλίας εξειδικεύονται σε τρόπους ζωής που στις άλλες ηπείρους καλύπτουν διάφορες τάξεις θηλαστικών. Βρίσκουμε λοιπόν «ποντίκια», «λαγούς», «σκίουρους» και «τυφλοπόντικους» μαρσιποφόρα, που μοιάζουν με τα αντίστοιχα μη μαρσιποφόρα θηλαστικά.

Διαφορετική είναι ή **κλαδογένεση**: έδω ένα είδος διχάζεται και μās δίνει δυό ή περισσότερα νέα είδη. Τό είδαμε· νά γίνεται στήν περίπτωση τών γλάρων. Άπό ένα ένιαίο πληθυσμό φαίνεται μέ τά χρόνια νά γεννιούνται δυό είδη, ό άσημόγλαρος κι ό μελανόγλαρος, δυό είδη πού άκόμα δέν έχουν καλά καλά ξεχωρίσει. Ή κλαδογένεση, πού πήρε τ' όνομά της άπό τήν παρομοίωση μέ τούς κλάδους τού δέντρου πού διχάζονται γιά νά δώσουν δυό μικρότερα κλαδιά, φαίνεται καθαρά και στά φαινόμενα τής **άκτινωτής προσαρμοστικής κλαδογένεσης**, όταν δηλαδή σέ σύντομο σχετικά (βέβαια στή γεωλογική κλίμακα τού χρόνου) διάστημα άπό ένα ή λίγα συγγενικά είδη παράγεται μιά όλόκληρη βεντάλια νέων ειδών μέ διαφορετικές προσαρμογές, προσαρμογές σέ διαφορετικούς τρόπους ζωής. Αυτό λ.χ. παρουσιάστηκε στους πρώτους αιώνες τής ζωής τών θηλαστικών άλλά φαίνεται καθαρά και στήν περίπτωση τών Μαρσιποφόρων τής Αυστραλίας. Ή παντελής έλλειψη στή χώρα αυτή τών καθατό θηλαστικών άφησε ελεύθερο τό πεδίο στά Μαρσιποφόρα νά αναπτύξουν πολλά είδη μέ όλους σχεδόν τούς τρόπους ζωής πού σέ άλλα μέρη έχουν τά διάφορα είδη τών θηλαστικών: έτσι έχουμε Μαρσιποφόρα πού μοιάζουν μέ ποντικούς, άλλα πού μοιάζουν μέ σκίουρους, άλλα μέ Ήντομοφάγα, άλλα είδη μέ άλλα φυτοφάγα θηλαστικά και άλλα μέ τά σαρκοφάγα κ.ο.κ. Είναι άξιοσημείωτο πώς όι μορφές τών «ποντικών», «σκιούρων», και άλλων ζώων τής Αυστραλίας μοιάζουν πολύ μέ τίς αντίστοιχες τών καθατό θηλαστικών: ή φυσική έπιλογή γιά νά προσαρμόσει σέ ίδιους τρόπους ζωής διάφορα είδη έφτιαξε όμοια ζώα. Νά πώς εξηγει ή νεοδαρβινική θεωρία τήν **τελεονομία**: δέν χρειάζεται άλλη εξήγηση, είναι **δημιούργημα τής φυσικής έπιλογής**.

4.17 Ή Βελτίωση

Ό ίδιος ό Ντάρβιν είχε παρατηρήσει πώς ό άνθρωπος κατάφερε μέ τήν τεχνητή έπιλογή πού εφαρμόζει νά φτιάξει διάφορες ράτσες τών καλλιεργούμενων φυτών και τών κατοικίδιων ζώων. Όπως στή Φύση ή φυσική μετάλλαξη, ή διασταύρωση και ή φυσική έπιλογή είναι όι κύριοι παράγοντες δημιουργίας νέων πληθυσμών, νέων φυλών, νέων ειδών έτσι και στίς προσπάθειες κληρονομικής βελτίωσης ό άνθρωπος χρησιμοποιει άνάλογους τρόπους: τήν τεχνητή μετάλλαξη, τίς προγραμματισμένες διασταυρώσεις και τήν τεχνητή έπιλογή: φτιάχνει καλύτερα φυτά και ζώα πού παρουνιάζουν οικονομικό ενδιαφέρον γι' αυτόν ή άπλώς αισθητικό.

Ή βελτίωση τής παραγωγής μπορεί νά γίνει μέ δυό τρόπους: μέ βελτίωση τών συνθηκών τού περιβάλλοντος (λ.χ. καλύτερο και περισσότερο λίπασμα στά φυτά ή καλύτερες συνθήκες έκτροφής στά ζώα) ή μέ κληρονο-



Εικόνα 130: Ἡ ἱστορία τοῦ καλαμποκιοῦ. Πῶς με τὴν ἐπιλογή ὁ ἄνθρωπος κατόρθωσε νὰ μεγαλώσει τὸν καρπὸ του καὶ νὰ αὐξήσει τὴν ἀπόδοσή του. j)

μικὴ βελτίωση τῶν ἀτόμων, ἀφοῦ κάθε φαινοτυπικὸ χαρακτηριστικὸ καθορίζεται ἀπὸ τὸ περιβάλλον καὶ τὸ γονότυπο.

Ἡ κληρονομικὴ βελτίωση ἐπιτυγχάνεται εἴτε με τὴν ἐπιλογή τῶν ἀτόμων, πού παρουσιάζουν σέ μεγαλύτερη ἔνταση ἢ ποσότητα τὸ ἐπιθυμητὸ χαρακτηριστικὸ, ἐάν ὑπάρχει ἤδη μεγάλη κληρονομικὴ ποικιλομορφία στὸν πληθυσμὸ, εἴτε με τὴ δημιουργία καὶ νέας ποικιλομορφίας (με τὴν ἐπίδραση π.χ. ἀκτίνων X ἢ ραδιενέργειας ἢ χημικῶν οὐσιῶν) καὶ μετὰ με ἐπιλογή.

Με τέτοιες τεχνικὲς ὁ ἄνθρωπος βελτίωσε τὴ γεωργικὴ καὶ κτηνοτροφικὴ παραγωγή. Ἐφτάσε, γιὰ ἓνα τροπικὸ φυτό νὰ αὐξήσει 2.000 φορές τὴν παραγωγή του. Αὐτὸ ὅμως ἀποτελεῖ ἐξαίρεση. Συνήθως ἡ παραγωγή αὐξάνεται πολὺ λιγότερο, ἀλλὰ αὐξάνεται. Στὸ καλαμποκί καὶ στίς ὄρνιθες ἡ χρησιμοποίησις ὀρισμένων διασταυρώσεων ἐπέτρεψε θεαματικὴ βελτίωση τῆς παραγωγῆς.

Ἐνάλογες προσπάθειες κληρονομικῆς βελτίωσης τοῦ ἀνθρώπου ἐξετάζει καὶ ἡ Εὐγονικὴ, πού, ὅταν ἐφαρμόζεται σωστά, προσπαθεῖ μόνον νὰ ἐξαλείψει τὸν ἀνθρώπινο πόνον καὶ τὴν ἀνθρώπινη δυστυχία.

Οἱ ἀνθρώπινοι πληθυσμοὶ φέρνουν, σέ μικρὴ, εἶναι ἀλήθεια, συχνότη-

τα, «κακούς» ἀλληλόμορφους, πού σέ ὁμοζυγωτή κατάσταση προκαλοῦν κληρονομικές ἀσθένειες. Τέτοιες ἀσθένειες εἶναι ἡ δρεπανοκυτταρική ἀναιμία κι ἡ θαλασσαιμία. Πρόκειται γιά ἀσθένειες τοῦ αἵματος, εἰδικότερα ἀλλοιώσεις τῆς αἰμοσφαιρίνης. Τά ὁμοζυγωτά ἄτομα γιά τόν κακό ἀλληλόμορφο δέν ἔχουν κανονική αἰμοσφαιρίνη καί πάσχουν ἀπό σοβαρή ἀναιμία. Τά ἄτομα αὐτά ἔχουν καί τούς δύο γονεῖς τους ἑτεροζυγωτούς, πού φέρνουν ἕναν «κανονικό» ἀλληλόμορφο κι ἕναν «κακό». Τά ἑτεροζυγωτά ἄτομα εἶναι ὑγιή καί μάλιστα πιο ἀνθεκτικά στήν ἔλνοσσία, μποροῦν ὁμως ἄν παντρευτοῦν μέ ὁμοιά τους, νά κάνουν τό 1/4 τῶν παιδιῶν μέ τήν παθολογική κατάσταση τῆς σοβαρῆς ἀναιμίας. Εἶναι δυνατό μέ κατάλληλη διαφώτιση ἀλλά καί ἐξετάσεις νά ἀνακαλυφθοῦν τά ἑτεροζυγωτά ἄτομα γιά τή θαλασσαιμία (καί βέβαια καί γιά τή δρεπανοκυτταρική ἀναιμία) καί νά τά πείσουμε νά μήν κάνουν παιδιά μεταξύ τους, ὥστε νά ἀποφύγουν τόν κίνδυνο νά ἀποκτήσουν παθολογικά παιδιά.

5.1 Οικολογία: ή μελέτη του οργανισμού σέ σχέση μέ τό περιβάλλον του

Στίς έφημερίδες, στά περιοδικά, στήν τηλεόραση και στό ραδιόφωνο τά τελευταία χρόνια κι όλο περισσότερο μιλουν για τήν **Οικολογία**. Όχι μόνο βιολόγοι αλλά και οικονομολόγοι και αρχιτέκτονες συζητοϋν για οικολογικά προβλήματα, όρισμένοι μάλιστα θεωροϋν ότι είναι οικολόγοι. Κι όμως από τή γέννησή της και μέχρι σήμερα ή Οικολογία είναι κλάδος τής Βιολογίας πού εξετάζει τόν οργανισμό σέ συσχέτιση μέ τό περιβάλλον πού ζεί και τίς σχέσεις πολλών οργανισμών του ίδιου είδους μεταξύ τους ή και διαφορετικών ειδών σέ συσχέτισμό και μέ τόν τόπο πού ζοϋν. Ό Χαϊκελ πρώτος τής έδωσε τό όνομά της από τήν έλληνική λέξη οίκος, γιατί τό σπίτι άποτελεί ένα σημαντικό τμήμα του περιβάλλοντος του πολιτισμένου άνθρώπου.

Ή Οικολογία μπορεί λοιπόν νά ασχοληθει μέ ένα μόνο άτομο ή μέ ένα όρισμένο είδος έμβιου όντος ή και μέ μιά ομάδα οργανισμών πού είναι του ίδιου είδους ή και διαφορετικών ειδών και πού συνδέονται μεταξύ τους. Πολλά άτομα του ίδιου είδους πού ζοϋν μαζί, άποτελοϋν έναν πληθυσμό. Έτσι λ.χ. σέ μιά θαμνώδη περιοχή τά άτομα από κάθε είδος φυτό, κάθε είδος ποντίκι, κάθε είδος φίδι και γεράκι, άποτελοϋν αντίστοιχους πληθυσμούς. Οί πληθυσμοί δέν είναι άνεξάρτητοι μεταξύ τους: τά τρωκτικά τρέφονται από φυτά, τά φίδια από τρωκτικά, τά γεράκια τρώνε τρωκτικά και φίδια.

Όλοι οί πληθυσμοί πού άποτελοϋν τά βιωτικά, δηλαδή τά ζωντανά μέρη τής περιοχής, συγκροτοϋν μιά **βιοτική κοινότητα** στήν όποία τά

άτομα του ενός πληθυσμού επιδροϋν άπάνω στά άτομα ενός άλλου πληθυσμού. Τέλος ή βιωτική κοινότητα μαζί με τά στοιχεία της περιοχής, πού δέν είναι ζωντανά (έδαφος, άερας, νερό, πέτρες κ.ά.), τά άβιωτικά, όπως τά λένε, άποτελοϋν μιά μεγαλύτερη ένότητα, πού τά τμήματά της παρουσιάζουν άναμεταξύ τους κάποια συνοχή. Τήν ένότητα αϋτή τήν ονομάζουμε **οίκοςύστημα.**

Μέ τήν περιορισμένη έννοια πού τής δίνεται συχνά ή Οίκολογία δέν περιλαβαίνει καί τήν εξέταση τών σχέσεων του άνθρώπου ή τών ανθρώπινων πληθυσμών μέ τό περιβάλλον τους. Ο άνθρωπος δέν είναι ένα άπλό θηλαστικό καί διαφέρει άπό τά άλλα ζώα.

● Μπορεί νά άναπτύξει συμβολική γλώσσα (καί γραφή) κι έτσι νά μεταδίδει τίς γνώσεις του, τίς έμπειρίες του, τίς σκέψεις του, τά συναισθηματά του καί τίς άνάγκες του.

● Μπορεί νά «κληρονομεΐ», όχι μέ τόν «μεντελιανό» μηχανισμό καί μέ τούς γόνους του, αλλά μέ τήν εκμάθηση, τίς μεθόδους καί τίς γνώσεις του άπό γενιά σέ γενιά. Μπορεί συγχρόνως νά άνακαλύπτει νέες γνώσεις καί νά λύνει πολύπλοκα προβλήματα. Έχει δηλαδή παιδεία πού του επιτρέπει νά εξέλισσεται πολύ πιό γρήγορα άπ' ό,τι θά του επέτρεπε ό νεοδαρβινικός μηχανισμός.

● Γι' αϋτό κατάφερε νά γίνει σέ μεγαλύτερο βαθμό άπό τά άλλα θηλαστικά ανεξάρτητος άπό τό φυσικό του περιβάλλον: Καλλιεργεί έδώ καί 9.000 χρόνια τή γή καί εκτρέφει ζώα γιά τήν τροφή του, δηλαδή δημιουργεί πλάι στό φυσικό ένα δικό του «τεχνητό» οίκοςύστημα, τό γεωργικό, έχει άναπτύξει βιομηχανία πού παράγει άγαθά σέ μεγάλη κλίμακα, έχει τεχνολογία κι έπιστήμη πού του δίνουν τέτοιες δυνατότητες, όσες ποτέ κανένα ζώο δέν άπόχτησε ώς τώρα. Έχει πολιτισμό.

Σ' αϋτά καί σ' άλλα πολλά διαφέρει ό άνθρωπος άπό τά άλλα ζώα. Έπειδή όμως τίς τελευταίες δεκαετίες οί επιδράσεις του άνθρώπου στό φυσικό περιβάλλον είναι πολύ σημαντικές, δέν μπορούμε νά τίς άγνοήσουμε στή μελέτη της Οίκολογίας.

Τό περιβάλλον καθορίζει τό είδος καί τόν αριθμό τών ζώντων όντων πού μπορούν νά άναπτυχθοϋν σέ ένα οίκοςύστημα. Μπορούμε νά ξεχωρίσουμε σέ τέσσερις κατηγορίες τούς παράγοντες του περιβάλλοντος ενός όργανισμού.

Τό κλίμα: Έδώ εξετάζεται ή επίδραση του φωτός, της θερμοκρασίας, της βροχοπτώσεως καί της ύγρασίας καί τών μεταβολών τους, όπως καί ή επίδραση τών υπόλοιπων κλιματικών παραγόντων. Έπίσης αν τό οίκοςύστημα είναι στεριανό ή συγκροτεΐται σέ υγρό περιβάλλον, γλυκού νερού, ύφάλμυρου ή θαλάσσιου.

Ἡ τροφή: Γιά τά φυτά (ἐκτός ἀπό ἐξαιρέσεις) τροφή εἶναι τά διάφορα ἀνόργανα συστατικά. Γιά τά φυτοφάγα ζῶα εἶναι τά φυτά. Γιά τά σαρκοφάγα ζῶα εἶναι τά ἄλλα ζῶα.

Τά ἄλλα ζῶα καί τά φυτά, εἶτε τοῦ ἴδιου εἴδους εἶτε διαφορετικοῦ, ἀποτελοῦν τήν τρίτη κατηγορία παραγόντων τοῦ περιβάλλοντος. Πολλά ἄτομα τοῦ ἴδιου εἴδους μπορεῖ νά συνεργάζονται ἢ νά ἀνταγωνίζονται γιά νά ἐξασφαλίσουν τήν τροφή τους. Ἄλλα εἶδη μπορεῖ νά ἀποτελοῦν φυσικούς ἐχθρούς τρώγοντας ἢ παρασιτώντας ἕναν ὄργανισμό. Ἐδῶ κατατάσσουμε καί τά παθογόνα αἷτια γιά διάφορες ἀσθένειες.

Ὁ χῶρος, ὅπου ἕνας ὄργανισμός ζεῖ, ἀποτελεῖ τόν τέταρτο παράγοντα. Τό κουνέλι χρειάζεται ἕδαφος πού νά μπορεῖ νά τό σκάβει, νά κάνει τρύπες γιά νά κρυφτεῖ. Δέν μπορεῖ νά ζήσει σέ πετρώματα σκληρά πού δέν τοῦ ἐπιτρέπουν νά φτιάξει τρύπες. Τό πουλί χρειάζεται δέντρο γιά νά κάνει τή φωλιά του.

Μερικούς ἀπό αὐτούς τούς παράγοντες θά τούς ἐξετάσουμε μέ μεγαλύτερη λεπτομέρεια παρακάτω.

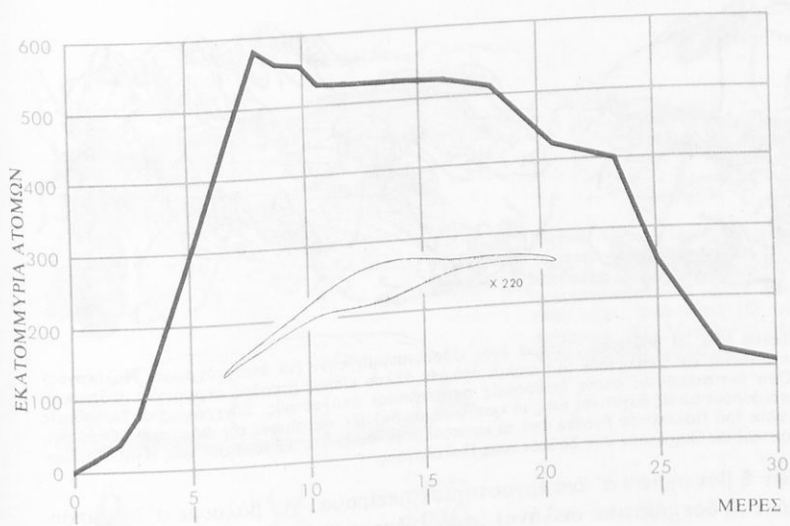
5.2 Οἱ ἄλλοι ὄργανισμοί τοῦ ἴδιου εἴδους: ὁ πληθυσμός

Πολλά ἄτομα τοῦ ἴδιου εἴδους, πού ζοῦν μαζί, ἀποτελοῦν, ὅπως εἶπαμε, ἕναν πληθυσμό. Τό ἕνα ἐπηρεάζει τό ἄλλο: λέμε πῶς **ἀλληλεπιδροῦν**. Ἐτσι μπορεῖ νά ἀνταγωνίζονται γιά τήν τροφή τους, ὅταν δέν εἶναι ἀρκετή, γιά τό χῶρο πού θά κάνουν τή φωλιά τους ἢ πού θά ἀντλήσουν τήν τροφή τους, γιά τά ἄτομα τοῦ ἄλλου φύλου πού θά σύζευχθοῦν. Σ' αὐτόν τόν ἀνταγωνισμό νικοῦν, ἐπιβιώνουν καί ἀφήνουν πιά πολλούς ἀπογόνους τά πιά δυνατά ἢ τά πιά ἱκανά, πάντως τά πιά προσαρμοσμένα στίς συνθήκες τῆς ζωῆς πού ζοῦν. Γίνεται δηλαδή μιὰ φυσική ἐπιλογή. Ἄλλες φορές πάλι ὁ ἀριθμός ἀτόμων εἶναι τόσο μεγάλος πού οὔτε γιά τά πιά ἱκανά δέν μένει ἀρκετή τροφή καί ὅλα πεθαίνουν.

Τήν ἀρνητική αὐτή ἀλληλεπίδραση τῶν ἀτόμων ἑνός πληθυσμοῦ μποροῦμε νά τήν δοῦμε χαρακτηριστικά στήν αὔξηση ἑνός πληθυσμοῦ διατό-

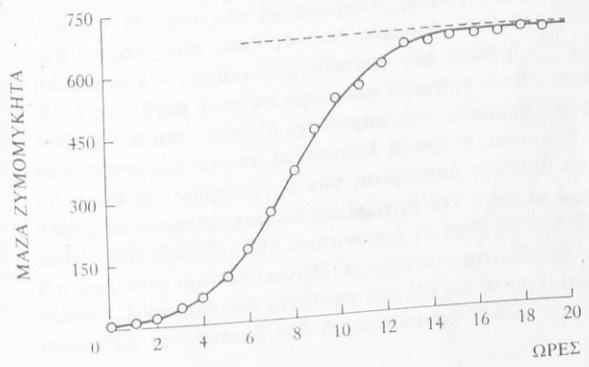


Εἰκόνα 131: Τό *Tribolium confusum* (ἔχει μήκος 3 χιλιοστά περίπου).



Εικόνα 132: Αύξηση και μετά ελάττωση του πληθυσμού ενός διάτομου σ' ένα δοκιμαστικό σωλήνα.

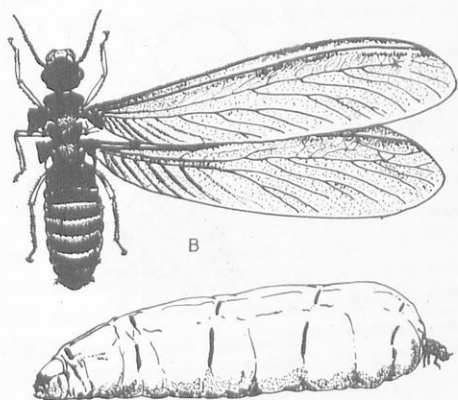
Εικόνα 133: 'Η σιγμοειδής καμπύλη τής αύξησης του πληθυσμού ζυμομυκήτων σε μία καλλιέργεια.



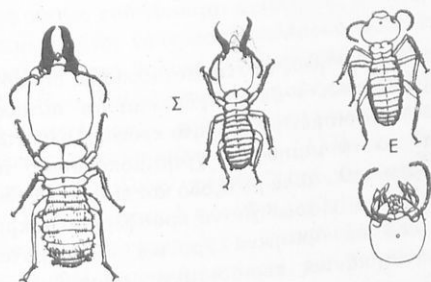


Εικόνα 134: 'Η δούλωση. Άτομα ενός είδους-μυρμηγκιών (τά ανοιχτόχρωμα, Πολύεργος) επιτίθενται και λεηλατούν μία φωλιά άτόμων άλλου είδους (σκούρα μυρμηγκία, Φόρμικα). Όσα αντίστοιχονται στους επιδρομείς σκοτώνονται από αυτούς. Συγχρονως οι επιδρομείς μεταφέρουν με τις δαγκάνες τους τά «κουκούλια» δηλαδή τις νύμφες της Φόρμικας. Όταν στη φωλιά του Πολύεργου βγούνε από τά κουκούλια οι Φόρμικες θά νομίζουν πώς είναι Πολύεργοι, και θά ύπηρετούν σαν δούλοι τούς Πολύεργους.

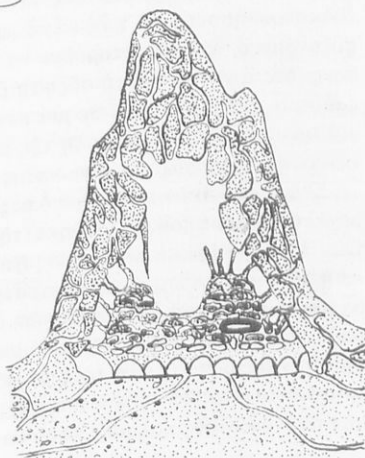
μων ή βακτηρίων σ' ένα εργαστηριακό πείραμα. Άν βάλουμε σ' ένα μπουκάλι (ή δοκιμαστικό σωλήνα) ζωμό κρέατος (θρεπτικό ύπόστρωμα) και τό μολύνουμε με βακτήρια μπορούμε νά παρακολουθήσουμε με διάφορες μεθόδους πόσο αυξάνονται τά βακτήρια. Τό ίδιο πείραμα μπορούμε νά πραγματοποιήσουμε με διάτομα (μικροσκοπικούς οργανισμούς). 'Η, πάλι, αν σ' ένα κουτί με άλεύρι βάλουμε αυτά τά σκαθάρια πού τό τρώνε και πού τά ονομάζουμε συνήθως «ψείρες του άλευριού» (*Tribolium confusum*). Σ' όλες αυτές τις περιπτώσεις ή καμπύλη της αύξησης είναι ή ίδια. Στην άρχή τά άτομα είναι λίγα και ή τροφή άφθονη: ή αύξηση ακολουθεί ή γεωμετρική πρόοδο, λέμε πώς είναι εκθετική επειδή ό αριθμός των άτόμων αυξάνεται, σέ συνάρτηση με τό χρόνο, σαν νά 'ταν ό χρόνος εκθέτης σέ μία σταθερή ποσότητα, δηλαδή ή αύξηση γίνεται σύμφωνα με τον τύπο $N = N_0 e^{at}$, όπου N_0 ό αρχικός αριθμός των άτόμων, N ό αριθμός των άτόμων στό χρόνο t , e μία σταθερή - ή βάση των φυσικών λογαρίθμων - a μία άλλη σταθερή και t ό χρόνος. Έτσι γρήγορα φτάνουμε σέ πολύ μεγάλους αριθμούς αλλά και γρήγορα ή μορφή της καμπύλης αλλάζει, παύει νά είναι εκθετική, ή αύξηση φρενάρει: ή τροφή λιγοστεύει, συγκεντρώνονται στό χώρο προϊόντα τοξικά από την απέκκριση των οργανισμών. 'Η καμπύλη φτάνει γρήγορα σέ μία κορυφή και άρχίζει νά κατακυλιά προς τό μηδέν όσο ή τροφή ελαττώνεται κι όσο οι οργανισμοί δηλητηριάζονται. Αυτό βέβαια συμβαίνει σ' ένα κλειστό σύστημα, σ' έναν πληθυσμό στον όποιο ή τροφή δέν ανανεώνεται, πού τά τοξικά του προϊόντα δέν «μεταβολίζονται» δηλαδή δέν τά διασπούν άλλοι οργανισμοί ή δέν διασπώνται από μόνα τους.

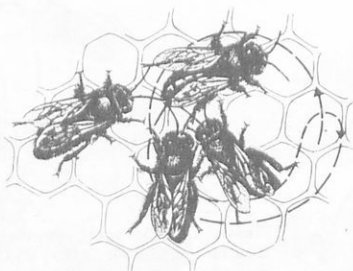


Εικόνα 135: Διάφορες μορφές τερμιτών που ζούν στην ίδια κοινωνία. Βασίλισσες (B) πριν γονιποποιηθούν κι όταν γεννούν αυγά, στρατιώτες (Σ) και εργάτριες (E). Μεγέθυνση του κεφαλιού μίας εργάτριας.

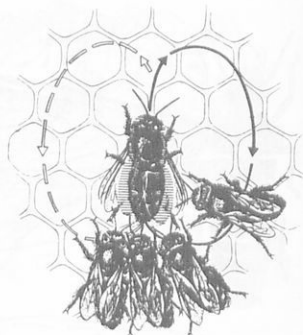


Εικόνα 136: Τομή μίας φωλιάς κοινωνίας αφρικανικών τερμιτών.





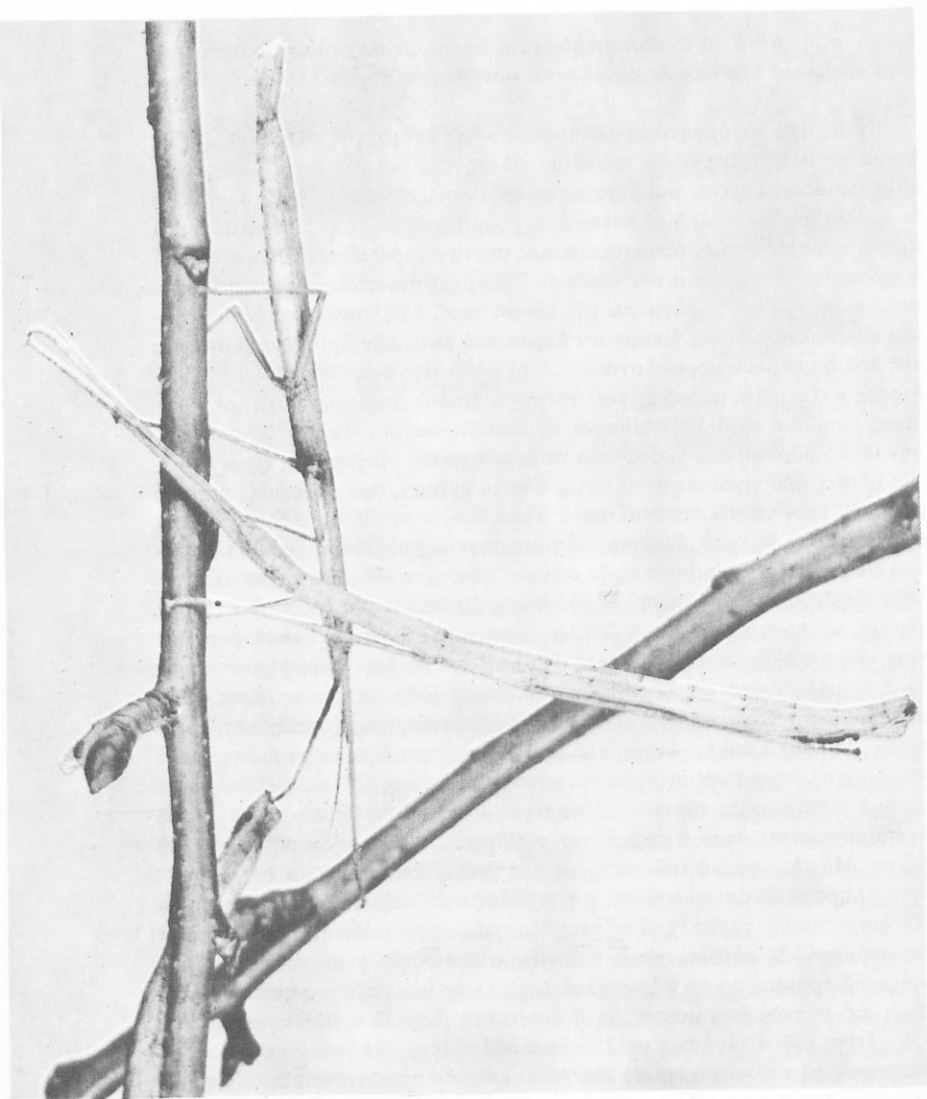
Εικόνα 137: 'Ο κυκλικός χορός των μελισσών. Τά βέλη δείχνουν τη διαδρομή που κάνει η εργάτρια που χορεύει. Την ακολουθούν τρεις άλλες που έτσι πληροφορούνται για την πηγή της τροφής.



Εικόνα 138: 'Ο διαμετρικός χορός. Τέσσερις άλλες εργάτριες παρακολουθούν αυτήν που χορεύει.

Στή φύση οί πληθυσμοί δέν είναι συνήθως συστήματα κλειστά, δηλαδή τά τοξικά τους προϊόντα μεταβολίζονται ή άπομακρύνονται άπ' αυτούς, ένώ περιοδικά τούς προσφέρεται μιά όρισμένη ποσότητα τροφής. Κάτι τέτοιο προσπαθούμε στό έργαστήριο νά μιμηθούμε χρησιμοποιώντας τό «χημειοστάτη», ένα όργανο σάν μπουκάλι αλλά μέ έξοδο και είσοδο: έξοδο για νά φεύγουν τά τοξικά προϊόντα και είσοδο για νά προσφέρεται μικρή ποσότητα νέου θρεπτικού ύλικού σέ όρισμένα χρονικά διαστήματα. 'Επειδή ή ποσότητα τροφής είναι πάντως περιορισμένη, μπορούμε νά έξακολουθήσουμε νά 'χουμε ένα ζωντανό πληθυσμό, όχι όμως και διαρκώς αύξανόμενο, δηλαδή μπορούμε νά 'χουμε έναν πληθυσμό σταθερού μεγέθους. Μετά την έκθετική αύξηση βλέπουμε και έδω ένα φρενάρισμα και τό φτάσιμο του πληθυσμού σέ μιά μέγιστη τιμή που την κρατά ό πληθυσμός για πολύ χρόνο. 'Η καμπύλη της αύξησης θυμίζει τό λατινικό γράμμα S και γι' αυτό όνομάζεται σιγμοειδής.

Σ' ένα «φυσικό» πληθυσμό όπως είναι οί πληθυσμοί των ποντικών μιάς μεγάλης πόλεως που μελετήθηκε (της Βαλτιμόρης) έχουμε κι άλλα φαινόμενα. Γύρω στά 1945 ό πληθυσμός ήταν μηδαμινός, έπειτα από μιά συστηματική και άποτελεσματική έκστρατεία που είχε προηγηθεί για την όλοσχερή καταστροφή των ποντικών. 'Από τότε άρχισε νά αύξάνεται γρήγορα. Τά ποντίκια τρεφόντουσαν κυρίως από σκουπίδια (οί κάτοικοι άμελούσαν νά κλείνουν στεγανά τούς τσίγκινους σκουπιδοτενεκέδες τους). "Όταν έφτασε στό μέγιστο σημείο του, άρχισε νά παρουσιάζει άνεβοκατεβάσματα, σάν άκανόνιστους παλμούς πάνω κάτω: ποτέ δέν ξεπερνούσε όμως μιά όρι-

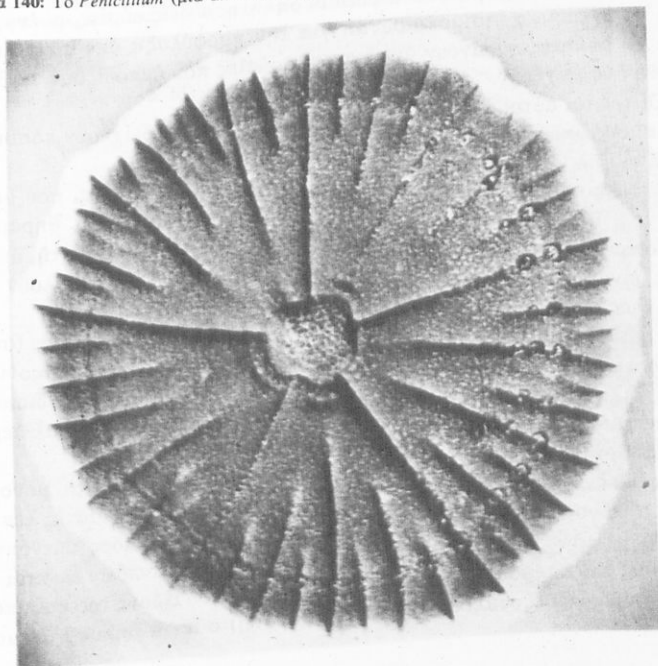


Εικόνα 139: Ένα έντομο που ανήκει σε μία ομάδα που ονομάζεται Φάσματα, ο Βάκιλλος του Ροσσίου (*Bacillus rossii*), μοιάζει με κλαδιά δέντρου σε πλήρη άκινησία. Χαρακτηριστική περίπτωση καμουφλάζ που πετυχαίνεται με το σχήμα του σώματος και το χρώμα του έντομου. Έτσι αποφεύγει τα πουλιά που το τρώνε. Στην εικόνα δύο, άτομα φασμάτων.

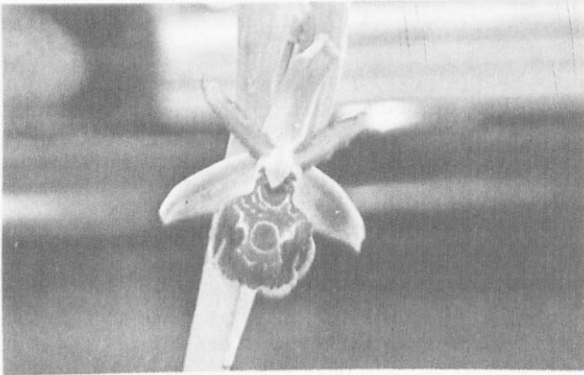
5.3 Σχέσεις μεταξύ οργανισμών διαφορετικών ειδών

Μεταξύ ατόμων που ανήκουν σε διαφορετικά είδη μπορεί να υπάρχουν διάφορου είδους αλληλεπιδράσεις. Ένα συνηθισμένο είδος αρνητικής σχέσεως είναι το **θήραμα-θηρευτή**. Το θήραμα τρώγεται, οι θηρευτές στατευθεί από αυτόν. Τα θηλαστικά αποχτούν μηχανισμούς αντίστασεως στα παθογόνα μικρόβιά τους, παράγουν **αντισώματα**. Πολλά ζώα προσαρμόζουν τό χρωματισμό τους, ώστε να μή γίνονται εύκολα όρατά από τό θηρευτή τους: στά βόρεια μέρη, όπου όλα τά καλύπτει ό πάχος, τά ζώα έχουν λευκό τρίχωμα. Γενικά, ή γνωστή από ή στρατιωτική τέχνη μέθοδος τής παραλλαγής (καμουφλάζ) έχει χρησιμοποιηθεί εύρύτατα από τούς ζωικούς οργανισμούς. Είδαμε πώς οι πεταλοδδες που ζούν σε βιομηχανικές περιοχές μεγαλουπόλεων έχουν μαύρο χρώμα, γιατί πολλές επιφάνειες κτιρίων ή δέντρων μαυρίζουν από τούς καπνούς. Μερικά έντομα μοιάζουν με κλαδίσκους δέντρων ή με φύλλα, για να κρύβονται από τούς διώκτες τους.

Εικόνα 140: Το *Penicillium* (μιά αποικία του), ό μύκητας που παράγει τήν πενικιλίνη.



Εικόνα 141: Ὀρχεοειδές ἐνδημικό τῆς χώρας μας (*Ophrys sphecodes* ssp. *hebes*).



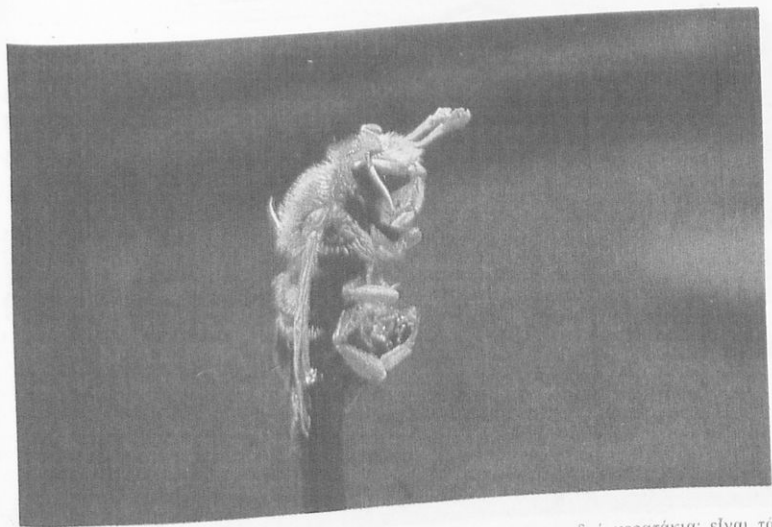
Ἄλλες πεταλοῦδες κι ἄλλα ἔντομα παρουσιάζουν τό φαινόμενο τῆς μικρίας γιά τό ὁποῖο ἐπίσης μιλήσαμε. Οἱ μηχανισμοί ἄμυνας εἶναι πολλοί. Ἡ φυγή, τά νύχια, τά δόντια μποροῦν νά χρησιμοποιηθοῦν ὅπως καί οἱ ἠλεκτρικές ἐκκενώσεις στίς μουδιάστρες (σελάχια, ψάρια τῶν δικῶν μας καί τῶν τροπικῶν χωρῶν). Στά φυτά οἱ δηλητηριώδεις οὐσίες, οἱ ἐνοχλητικές, τά ἀγκάθια χρησιμοποιοῦνται γιά τήν προφύλαξη ἀπό τά φυτοφάγα ζῶα. Οἱ μύκητες παράγουν **ἀντιβιοτικά**, οὐσίες πού ἐμποδίζουν τά βακτήρια νά ἀναπτυχθοῦν.

Οἱ τρόποι αὐτοί ἀντιστάσεως, ἄμυνας, καμουφλάζ δείχνουν πόσους μηχανισμούς μπορεῖ νά δημιουργήσει ἡ φυσική ἐπιλογή.

Ἐνα ἄλλο ἀρνητικό εἶδος σχέσεως εἶναι ὁ **παρασιτισμός**, πού μοιάζει πολύ (μερικοί τή θεωροῦν καί ταυτόσημη) μέ τή σχέση θηράματος-θηρευτή. Ἀποβαίνει πάντα σέ βάρος τοῦ ἐνός εἶδους, τοῦ **ξενιστή**, ἀπό τόν ὁποῖο τρέφεται τό παράσιτο. Τά παθογόνα μικρόβια, πού προκαλοῦν ἀσθένειες, εἶναι κι αὐτά παράσιτα.

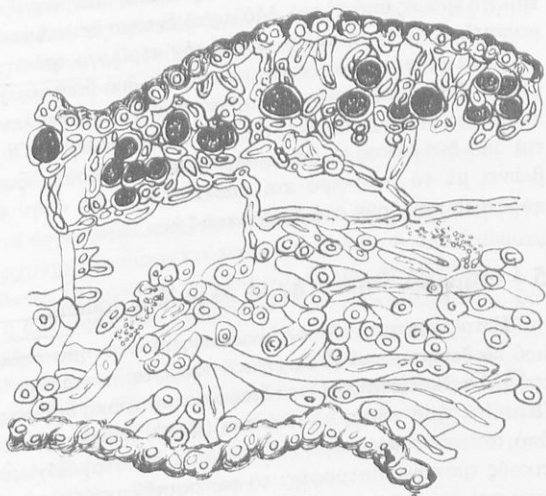
Τέλος μπορεῖ νά ὑπάρχει ἕνα εἶδος θετικής ἀλληλεξαρτήσεως (συμβολῆς) μεταξύ ἀτόμων διαφορετικῶν εἰδῶν: τά ἐντομόφιλα φυτά ἐπικονιάζονται ἀπό ἔντομα, τῶν ὁποίων ἡ παρουσία εἶναι ἀναγκαία γιά τή διαιώνισή τους. Γι' αὐτό οἱ μέλισσες ἀξοχαίρουν τή γονιμότητα πολλῶν καλλιεργουμένων φυτῶν.

Τά ὄρχεοειδή (σερνικοβότανα, σαλέπια) γονιμοποιοῦνται μόνο ἀπό ὀρισμένα ἔντομα. Ὁ Ντάρβιν ἀπό τά 1860 γνώριζε τίς θαυμαστές λεπτομέρειες τῆς γονιμοποίησής τους. Τό ἀρσενικό ἔντομο (εἶδος ὀυμνόπτερου σάν τίς μέλισσες) στήν περίπτωση πολλῶν εἰδῶν ὄρχεοειδῶν ἔλκεται γιὰ τόν ἄνθος ἀπό τή μιά μεριά μοιάζει μέ τό θηλυκό τοῦ εἶδους του καί ἀπό τήν ἄλλη παράγει σεξουαλική ὀρμόνη (φερομόνη) σάν τά θηλυκά ἄτομα τοῦ

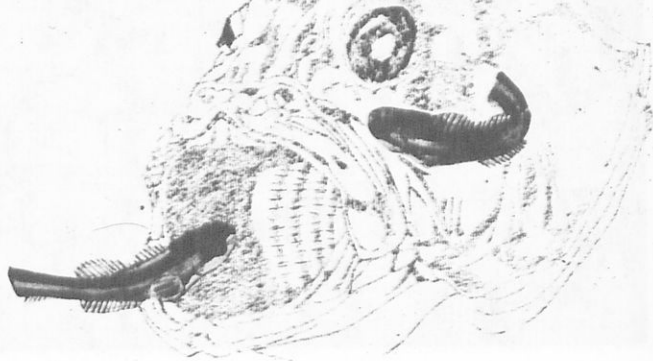


Εικόνα 142: Ήρσενικό ύμενόπετρο με κολλημένα στο κεφάλι του δύο κερατάκια: είναι τὰ γυρεοφόρα συγκροτήματα ενός ὄρχεοειδούς με τὸ ὁποῖο ἔκανε ψευτοσυνουσία.

Εικόνα 143: Τομή λειχήνα. Μέ μαύρο είναι ζωγραφισμένο τὸ φύκος, με λευκὸ ὁ μύκητας.



Εικόνα 144: Ένα είδος παράξενης συμβίωσης μεταξύ ψαριών στις τροπικές χώρες. Τα μικρά ψάρια καθαρίζουν το στόμα του μεγάλου και τρέφονται έτσι από τα υπολείμματα της τροφής του.

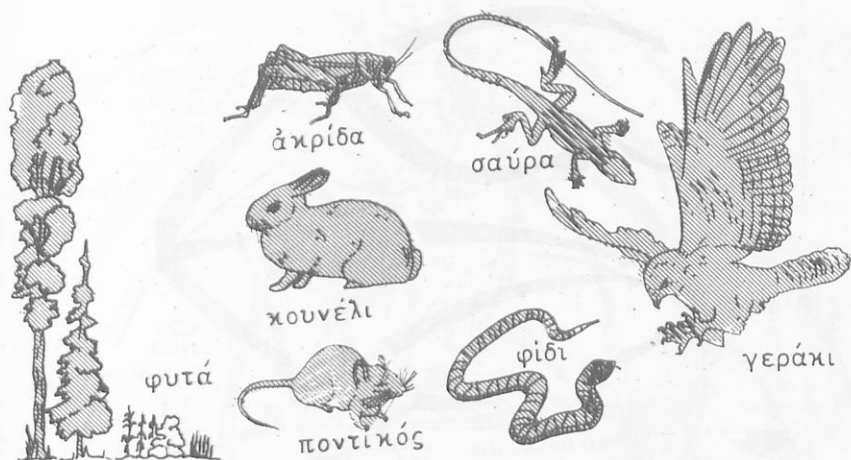


είδους του. Μέ τις κινήσεις που κάνει κατά την ψευδοσυνουσία για να γονιμοποιήσει το δῆθεν θηλυκό του καταλήγει ν' αγγίξει με το κεφάλι του ἢ τὴν κοιλιά του τοὺς ἀνθῆρες. Μὲ ἓνα καταπληκτικό μηχανισμό κολλοῦν στὸ μέρος τοῦ σώματος τοῦ ἐντόμου πού τοὺς ἀγγίζει γυρεοφόρα συγκροτήματα (μάζες ἀπὸ γύρη). Μόλις τὸ ἔντομο ἐπισκεφτεῖ ἄλλο ἄνθος τὸ γονιμοποιεῖ μὲ τὴ γύρη πού μ' αὐτόν τὸν περιεργο τρόπο μεταφέρει.

Ἡ συμβίωση εἶναι τέλος μιά σχέση δυὸ διαφορετικῶν ὀργανισμῶν πού ζοῦν ὁ ἓνας δίπλα στὸν ἄλλο, γιὰ κοινὴ τους ὠφέλεια. Τὰ ἀζωτόλογα βακτήρια μὲ τὰ ψυχανθῆ ἀποτελοῦν ἓνα παράδειγμα. Οἱ λειχήνες ἀποτελοῦνται ἀπὸ ἓνα φύκος κι ἓνα μύκητα, πού συμβιοῦν. Ἐνα εἶδος πουλιοῦ συμβιώνει μὲ τὸ ρινόκερο καὶ κάθεται διαρκῶς στὴν πλάτη του: τρώει τὰ παράσιτα πού ζοῦν στὸ δέρμα τοῦ ζῴου.

5.4 Θήραμα, θηρευτὴς κι ἄλυσίδες τροφῆς

Ἡ ταξινομησιὴ τῶν ὀργανισμῶν, τὸ σύστημα δηλαδή τῆς κατατάξεως, πού υἱοθετήσαμε στὴν ἀρχὴ τοῦ Κεφαλαίου γιὰ τὴν Ἐξέλιξη (4.1), κοντὰ στ' ἄλλα βασίζεται καὶ στὸ διαφορετικὸ τρόπο διατροφῆς τῶν ὀργανισμῶν. Ἐτσι τὰ τρία κύρια κλαδιὰ του (Φυτὰ, Μύκητες καὶ Ζῶα) πού βγαίνουν ἀπὸ τὸν κεντρικὸ κορμῖο (Μονήρη, Πρώτιστα) δείχνουν καὶ τρεῖς διαφορετικούς τρόπους διατροφῆς: τὸ φωτοσυνθετικὸ (αὐτοτροφικὸ), τὸ σαπροφυτικὸ καὶ τὸν ἑτεροτροφικὸ.



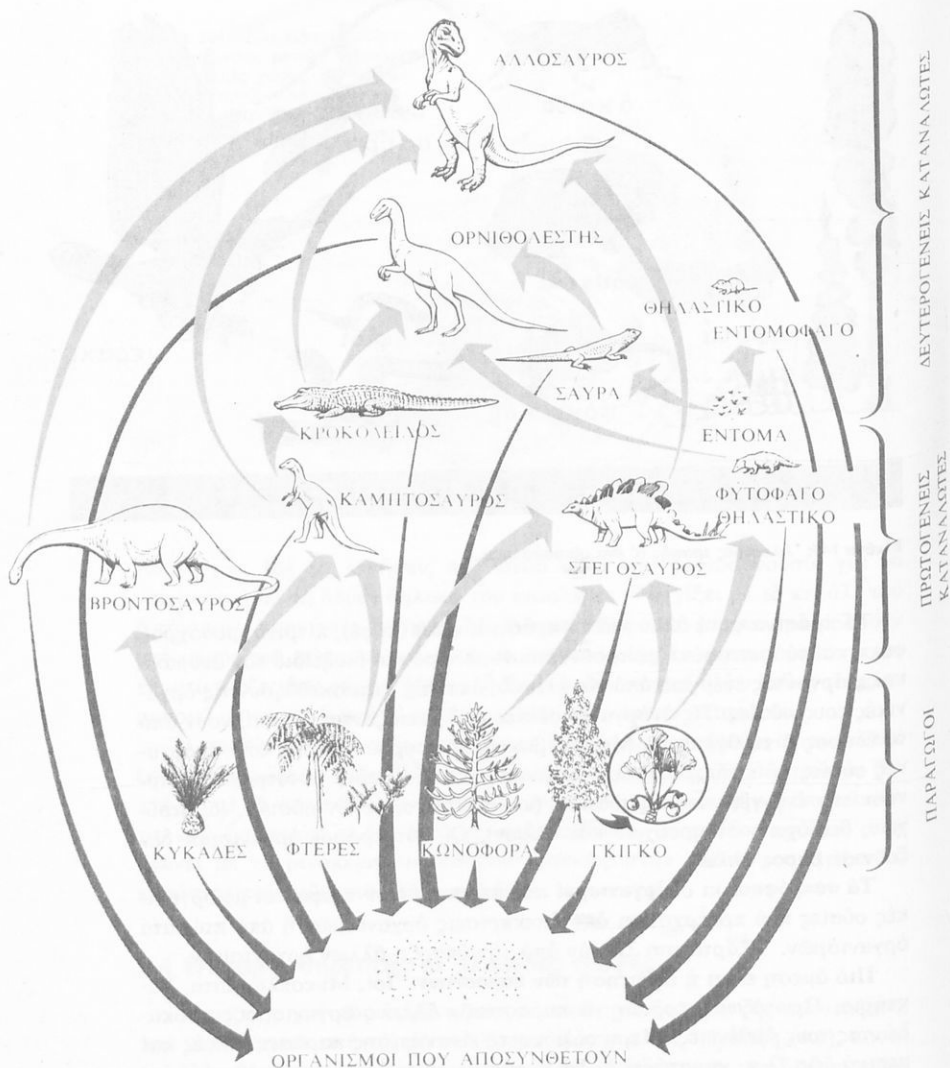
ΜΙΚΡΟΡΓΑΝΙΣΜΟΙ ΠΟΥ ΑΠΟΣΥΝΘΕΤΟΥΝ

Εικόνα 145: 'Αλυσιδές τροφής σ' ένα οικοσύστημα.

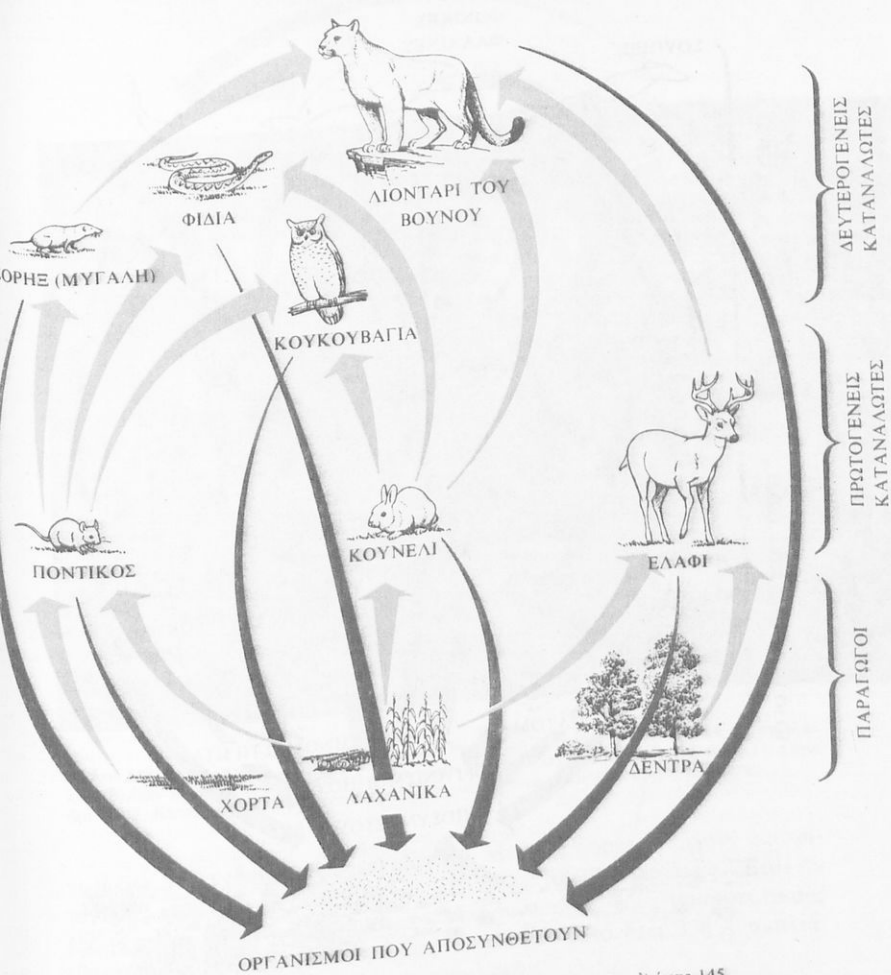
Τά πράσινα φυτά αλλά και τά πράσινα, φαιά (καφέ), κίτρινα, ροδόχροα φύκη και τά κυανοφύκη φωτοσυνθέτουν: μέ νερό και διοξειδίο του άνθρακα και παίρνοντας ενέργεια από τίς ήλιακές ακτίνες, κατασκευάζουν τίς οργανικές τους ουσίες. Τίς άνόργανες ουσίες πού χρειάζονται τίς παίρνουν από τό έδαφος ή τή θάλασσα. Μερικά βακτήρια μπορούν επίσης από άνόργανο έδαφος ή τή θάλασσα. Μερικά βακτήρια (είναι κι αυτά **αυτότροφα**): παίρνουν τίς ενέργεια από οξειδώσεις (καύσεις) άνοργάνων ουσιών, (άζωτούχων, θειούχων, σιδηρούχων και άλλων). Οί αυτότροφοί οργανισμοί δέν ζούν σέ βάρος άλλων.

Τά σαπρόφυτα κι οί **οργανισμοί πού άποσυνθέτουν** τρέφονται μέ οργανικές ουσίες πού προέρχονται από άπεκκρίσεις οργανισμών ή από πτώματα οργανισμών. Έξαρτώνται λοιπόν από τήν ύπαρξη άλλων οργανισμών.

Πιό άμεση είναι ή εξάρτηση των **παρασίτων**. Ίοί, Μυκοπλάσματα, Βακτήρια, Πρωτόζωα μπορούν νά παρασιτούν άλλους οργανισμούς προκαλώντας τους άσθένειες. Μερικοί μύκητες είναι επίσης παράσιτα, όπως και λώντας τους άσθένειες. Τά παράσιτα είναι **ετερότροφοί** οργανισμοί μερικά ζώα (λ.χ. νηματώδεις). Τά παράσιτα είναι **ετερότροφοί** οργανισμοί πού τρέφονται κατευθείαν από άλλους ζωντανούς οργανισμούς. Έτερότροφα σέ κάποιο βαθμό είναι και τά τροπικά έντομοφάγα φυτά, γιατί μπορούν συγχρόνως και νά φωτοσυνθέτουν.

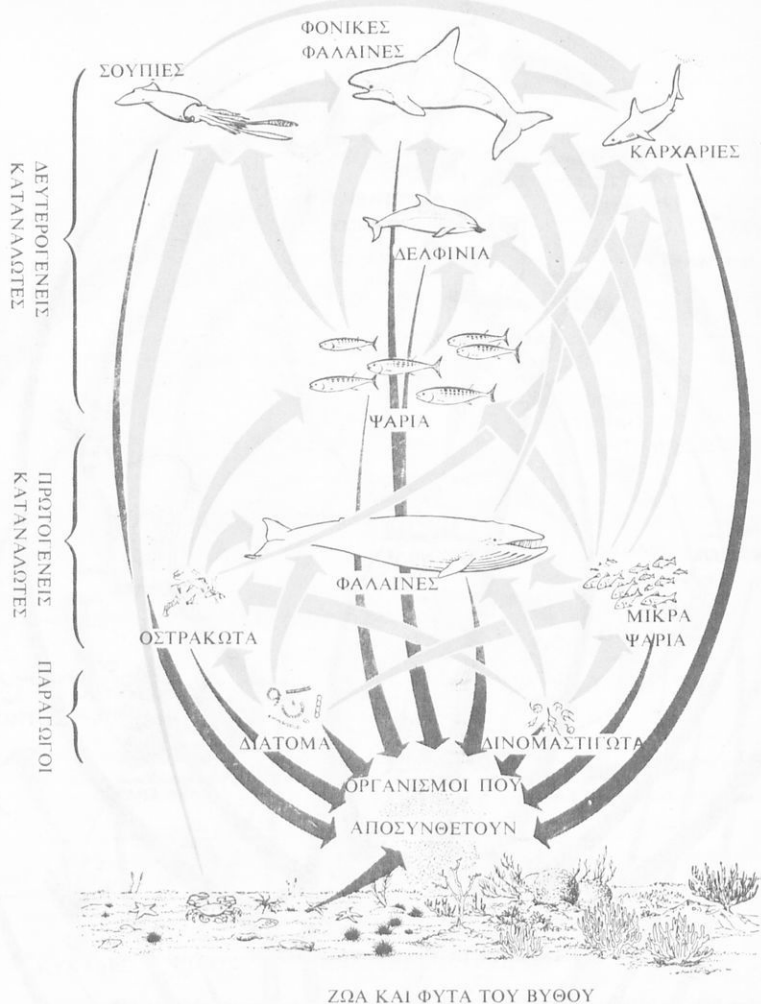


Εικόνα 146: 'Αλυσίδες τροφής σ' ένα οικοσύστημα με δεινόσαυρους. 'Απ' ό,τι πληροφορίες έχουμε κάπως έτσι θα 'πρεπε στην 'Ιουρασική περίοδο νά 'ναι οι σχέσεις θηράματος-θηρευτή.



Εικόνα 147: Πλέγμα άλυσίδων τροφής πύ πολύπλοκο από εκείνο της εικόνας 145.

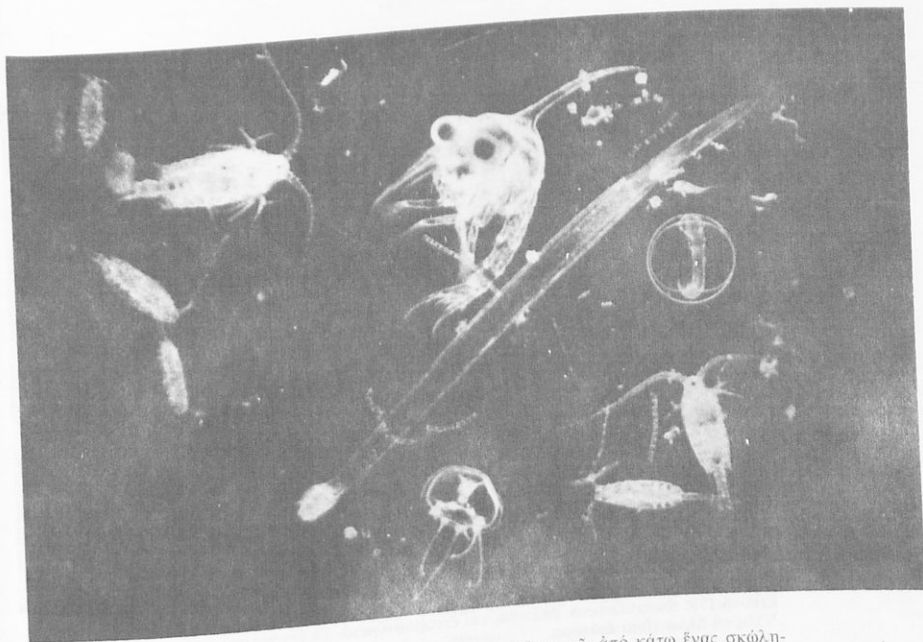
Σέ μία βιωτική κοινότητα τά διάφορα είδη συνδέονται μεταξύ τους μέ σχέσεις θηράματος και θηρευτή. "Αν ένώσουμε μέ τόξα μεταξύ τους τά διάφορα είδη πού τρώγονται μέ αυτά πού τά τρώνε, θά μπορούσαμε νά σχηματίσουμε τίς άλυσίδες τροφής. Ένα τμήμα μιάς τέτοιας άλυσίδας είναι ή σειρά: φυτό-τροκτικό-φίδι-γεράκι. Ένώνοντας μέ τόξα όλα τά είδη πού τρώγονται και πού τρώνε, σχηματίζοντας δηλαδή όλες τίς άλυσίδες της τροφής, φτιάχνουμε ένα πολύπλοκο πλέγμα, πού έχει σχήμα πυραμίδας. Στη βάση αυτής της πυραμίδας βρίσκονται τά αυτότροφα φυτά. "Υστερα έρχονται οί φυτοφάγοι οργανισμοί. Αμέσως μετά οί σαρκοφάγοι, δηλαδή



Εικόνα 148: Άλυσίδες τροφής στους ωκεανούς.

όλοι οι έτερότροφοι οργανισμοί (αυτοί που έχουν σαν τροφή τους άλλους οργανισμούς). Ή κάθε μία βιοκοινότητα χαρακτηρίζεται από δικό της πλέγμα.

Ή εικόνα 147 δείχνει κι ένα άλλο πλέγμα άλυσιδων τροφής: χόρτα, δέντρα (αυτότροφοι οργανισμοί) τρώγονται από φυτοφάγα: έντομα, τρωκτικά, λαγούς, μυρμηκαστικά (πρωτογενείς καταναλωτές). Τά φυτοφάγα τρώγονται από σαρκοφάγα: έντομοφάγα (μυγαλές), φίδια, άρπακτικά (κουκουβάγιες,

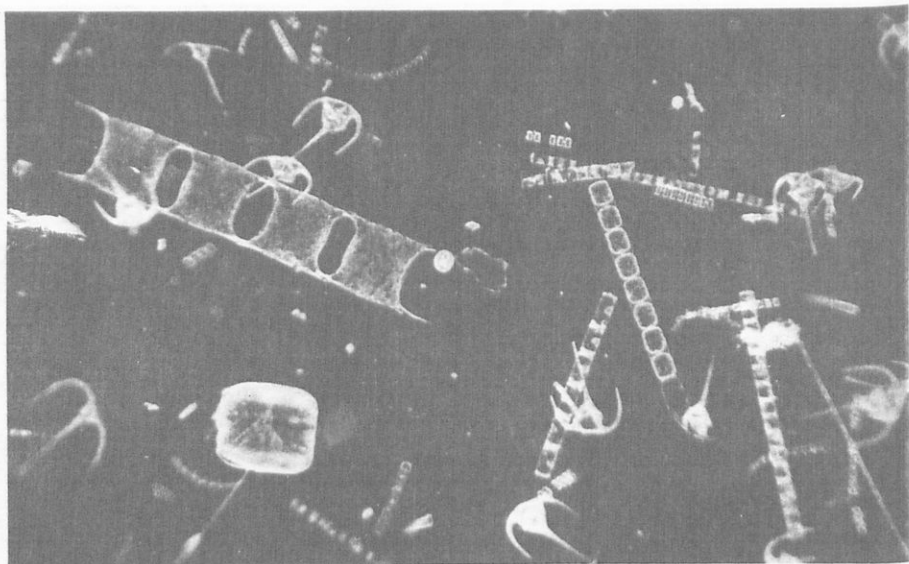


Εικόνα 149: Ζωοπλαγκτό. Πάνω στο μέσο μία προνύμφη καβουριού, από κάτω ένας σκόληκας. Βλέπει κανείς και πέντε μικρά όστρακοτά (κοπήποδα) δυό κάτω δεξιά τὰ άλλα πάνω ἀριστερά. Κάτω στη μέση μία προνύμφη ἄλλου θαλάσσιου ζώου σάν μικρή μέδουσα.

γεράκια...) (δευτερογενείς καταναλωτές). Μερικές φορές υπάρχουν και **τριτογενείς καταναλωτές**: σαρκοφάγα που τρώνε άλλα σαρκοφάγα. Έτσι αν εξαιρέσουμε τους οργανισμούς που αποσυνθέτουν, τους σαπροφυτικούς (βακτήρια, μύκητες), βλέπουμε πώς το πλέγμα αυτό έχει 3 ή 4 σκαλιά: παραγωγοί και δύο-τρεις τάξεις καταναλωτών.

Ένα άλλο πλέγμα μπορούμε να κατασκευάσουμε, από όσες γνώσεις έχουμε, για την εποχή των δεινοσαύρων: Τά φυτά (κυκάνες, φτέρες, κωνοφόρα, γκίγκο) τρώγονται από διάφορα είδη φυτοφάγων ζώων (βροντόσαυροι, καμπτόσαυροι, στεγόσαυροι, έντομα, μικρά φυτοφάγα θηλαστικά). Αυτά πάλι με τη σειρά τους τρώγονται από σαρκοφάγα που αποτελούν ένα-δυό σκαλιά (γιατί το ίδιο σαρκοφάγο μπορεί να τρώει φυτοφάγο και συγχρόνως άλλο σαρκοφάγο).

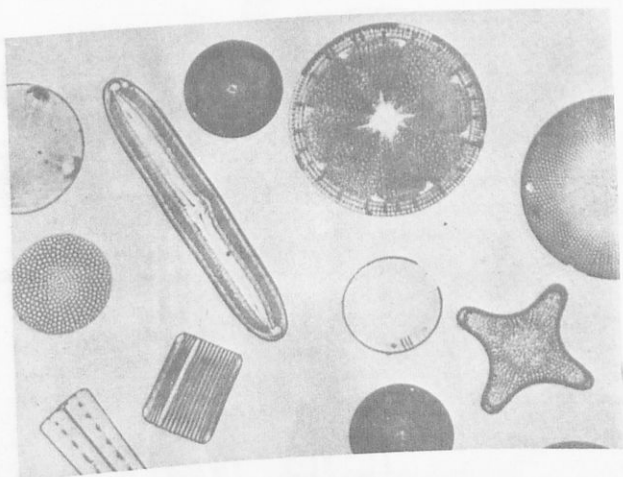
Στους ωκεανούς μπορούμε να βρούμε ίσαμε 5 σκαλιά. Το περιβάλλον των ωκεανών είναι το πιο σταθερό και το πιο παραγωγικό. Τους παραγωγούς αποτελούν διάφορα φύκη αλλά κυρίως δυό λογίων οργανισμοί: **διά-**



Εικόνα 150: Φυτοπλαγκτό: Διάτομα και δινομαστιγωτά. Τά δινομαστιγωτά μοιάζουν με άξινες. Όλα τά άλλα είναι διάτομα.

τομα (μονοκύτταροι οργανισμοί που ανήκουν στά φύκη, μπορούν νά φωτοσυνθέτουν κι έχουν περιβλήματα από πυρίτιο που παίρνουν πολύ δμορφες, διακοσμητικές και συμμετρικές μορφές) και **δινομαστιγωτά** (έχουν δυό μαστίγια και πολλά από αυτά φωτοσυνθέτουν, στήν εικόνα είναι εκείνα που μοιάζουν μέ μικρές στρογγυλεμένες άξινες, μέ κάπως χοντρώτερο τό σημείο που ένώνεται τό «χέρι» μέ τό «σίδερο τής άξίνας»). Υπάρχουν πολλά είδη διάτομων και δινομαστιγωτών αλλά σημαντικότερο είναι πώς υπάρχουν πολλά άτομά τους: 85% τής φωτοσύνθεσης στόν πλανήτη μας γίνεται από αυτά, (τό υπόλοιπο 15% από τά χερσαία φυτά, κυρίως στά δάση). Αποτελούν μέρος του **πλαγκτού** (λέξη που προέρχεται από τό ελληνικό ρήμα πλανώμαι, γιατί παρασύρονται από τά θαλάσσια ρεύματα) και ειδικότερα τό **φυτοπλαγκτό**. Αυτό τρώγεται από τό **ζωοπλαγκτό** (προνύμφες καβουριών, λ.χ. κύκλωπες, pronύμφες άλλων όστρακωτών λ.χ. ναύπλιοι, μικροί σκόκληκες, μέδουσες και λογιής λογιής μικρές ή pronυμφικές μορφές διάφορων ζώων), κι από **μικρά ψάρια**, άκόμα κι από **φάλαινες**. Τό ζωοπλαγκτό και τά μικρά ψάρια τρώγονται από **μεγαλύτερα ψάρια**. Τά **δελφίνια**, οί **καρχαρίες** και οί **μεγάλες σουπιές**, τρώνε τά μεγαλύτερα ψάρια. Τέ-

Εικόνα 151: Διάτομα πού δειχνουν τὰ ἄραιότατα συμμετρικά σχήματα τῶς (x 610).



λος οἱ **φονικές φάλαινες** τρῶνε τοὺς καρχαρίες, τίς μεγάλες σουπιές, τὰ δελφίνια καὶ τὰ ψάρια. Στὸ βυθὸ βακτήρια, καβούρια κι ἄλλοι ὄργανισμοὶ ἀποσυνθέτουν καὶ τρῶνε τὰ πτώματα. Αὐτοὶ οἱ ὄργανισμοὶ πού ζοῦν στὸ βυθὸ ὀνομάζονται **βένθος**.

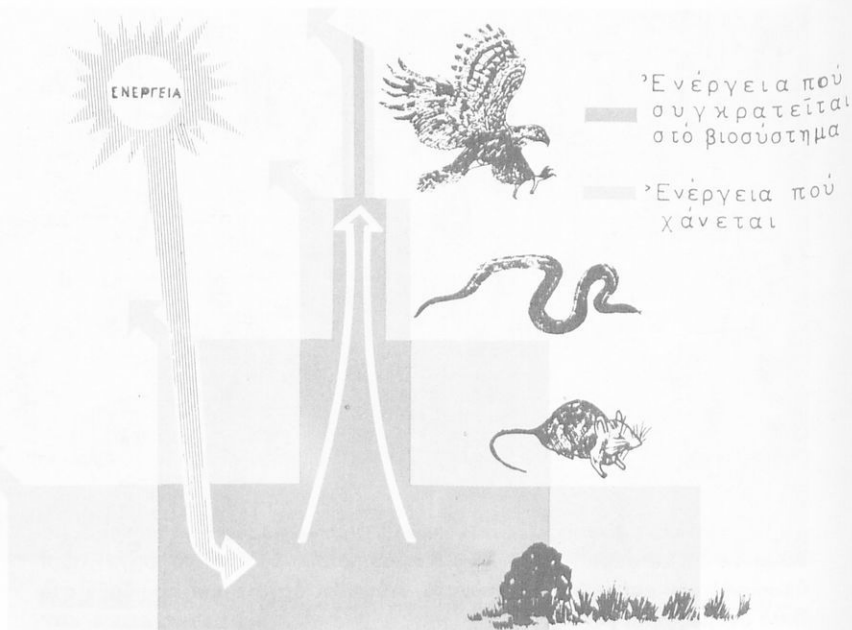
Ὅπως βλέπουμε τὰ πλέγματα περιλαμβάνουν καὶ ἀναστομώσεις καὶ εἶναι ἄρκετὰ πολὺπλοκα: ἓνα εἶδος τρέφεται συχνά ἀπὸ περισσότερα εἶδη ὀργανισμῶν.

Ἐνας φυτοφάγος ὄργανισμὸς γιὰ νὰ μπορέσει νὰ ζήσει χρειάζεται σάν τροφή πολὺ μεγαλύτερη μάζα φυτικοῦ ὕλικου ἀπὸ ὅ,τι εἶναι ἡ δική του ἢ μάζα.

Σὲ κάθε σκαλί τοῦ πλέγματος ἡ ζωντανή μάζα τῶν ὀργανισμῶν ἐλαττώνεται πρὸς τὴν κορυφή τῆς πυραμίδας. Γι' αὐτὸ τελειώνει κι ἡ ἄλυσίδα, γιατί δὲν ὑπάρχει ἄρκετὴ ζωντανή μάζα ὕλικου γιὰ νὰ τραφεῖ ἄλλος ὄργανισμὸς ἀπὸ τὸ τελευταῖο σκαλί. Ὑπολογίστηκε ὅτι σὲ κάθε σκαλί (τροφικό ἐπίπεδο) στοὺς ὠκεανούς τῆς γῆς κάθε χρόνο παράγεται μάζα (πού μετρίεται σὲ ἑκατομμύρια τόνους):

πρώτων παραγωγῶν	(1 ^ο σκαλί)	130.000
δευτέρων καταναλωτῶν	(2 ^ο σκαλί)	13.000
τρίτων καταναλωτῶν	(3 ^ο σκαλί)	2.000
τέταρτων καταναλωτῶν	(4 ^ο σκαλί)	300
	(5 ^ο σκαλί)	45

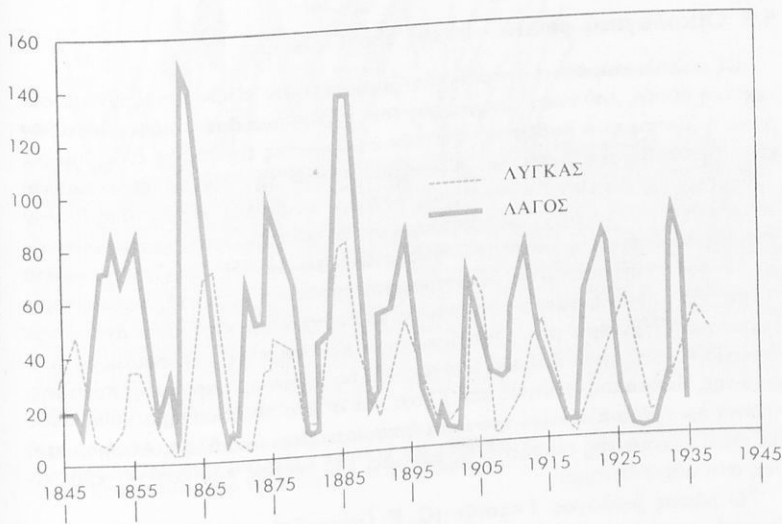
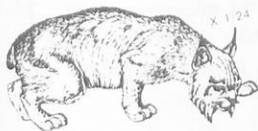
Οἱ τροφικές ἄλυσίδες μᾶς δείχνουν πῶς μεταφέρεται ἡ ἐνέργεια ἀπὸ σκαλί σὲ σκαλί. Ἡ ἠλιακὴ ἐνέργεια δὲν χρησιμοποιεῖται ὅλη ἀπὸ τὰ φυτὰ



Εικόνα 152: Μεταφορά και απόλεια της ενέργειας σε ένα οικοσύστημα.

παρά μόνο ένα ελάχιστο ποσοστό που χρησιμεύει για σύνθεση των οργανικών ενώσεων, στίς όποιες και αποθηκεύεται. Άλλά και τά φυτοφάγα ζώα χρησιμοποιούν μόνο ένα μικρό μέρος ήλιακής ενέργειας, που έχει αναποτεθεί στίς φυτικές οργανικές ενώσεις. Σε κάθε σκαλί της άλυσίδας ή ενέργεια που χρησιμοποιείται διαρκώς ελαττώνεται. Έτσι μπροσμε νά δοσμε τήν άλυσίδα τής τροφής σάν μιά σειρά από φαινόμενα, όπου διαρκώς ελαττώνεται τό ποσόν τής ενέργειας που χρησιμοποιείται.

Αυτή είναι ή αντιμετώπιση τής τροφικής άλυσίδας από τήν ενεργειακή άποψη. Άλλά και ή ύλη αλλάζει μέσα στην τροφική άλυσίδα. Τά άμετάβλητα χημικά στοιχεία μετακινούνται διαρκώς στίς ενώσεις στίς όποιες άπαντούνται: από τίς άνόργανες μεταβαίνουν σε οργανικές και ξανά σε άνόργανες ενώσεις. Έχουμε τούς κύκλους μεταβολής τής ύλης για διάφορα στοιχεία που διαρκώς, μέ τό χρόνο, παρουσιάζονται σε διαφορετικά τμήματα του οικοσυστήματος. Τέτοιοι κύκλοι είναι του άνθρακα, του άζώτου, του φωσφόρου. Ίδιαίτερο ένδιαφέρον παρουσιάζει τό δξυγόνο. Ή



Εικόνα 153: Αύξομειώσεις των πληθυσμών του άσπροπόδαρου λαγού (πράσινη συνεχής γραμμή) και του λύγκα (γραμμή κομμένη σε παύλες).

ανανέωσή του οφείλεται στη φωτοσύνθεση: θάλασσες και δάση είναι, όπως είπαμε, τά μεγάλα εργαστήρια παραγωγής του.

Οί τροφικές αλυσίδες μᾶς δείχνουν και κάτι ἄλλο. Ἐάν ἐλαττωθεῖ ὑπερβολικά ὁ πληθυσμός ἑνός εἴδους, ἐπέρχεται μιά ἀνισορροπία στή βιοκοινωνία. Τό παράσιτο ἑνός φυτοῦ μπορεῖ νά ζήσει μόνο, ὅταν ὑπάρχει τό φυτό. Ἐάν τό παράσιτο πολλαπλασιασθεῖ ὑπέρμετρα καί ἐξαλείψει τό φυτό, θά καταστραφεῖ καί τό ἴδιο, γιατί θά τοῦ λείπει ἡ τροφή. Συνήθως ὁμοῦ καί τό παράσιτο ἔχει τά δικά του παράσιτα πού ἐλέγχουν τό μέγεθος τοῦ πληθυσμοῦ του.

Οί παλμικές (πάνω, κάτω) μεταβολές τοῦ ἀριθμοῦ τῶν ζῶων μποροῦν ἔτσι νά ἐξηγηθοῦν. Οἱ λαγοί τρώγονται ἀπό τοὺς λύγκες πού αὐξάνονται ἀλλά τότε οἱ λαγοί ἐλαττώνονται. Μὲ τὴν ἐλάττωση τῶν λαγῶν ἡ ἔλλειψη τροφῆς γίνεται αἰσθητή κι οἱ λύγκες μειώνονται. Τότε εἶναι πού οἱ λαγοί

παίρνουν την πάνω βόλτα και έχοντας λίγους διώκτες αυξάνονται πάλι. Το διάγραμμα δείχνει τις αυξομειώσεις του αριθμού των λαγών και των λυγκών από το 1845 ως το 1935 στον Καναδά, όπως μπορεί κανείς να τους υπολογίσει από τα τομάρια τους που μαζεύονταν για γοδνες.

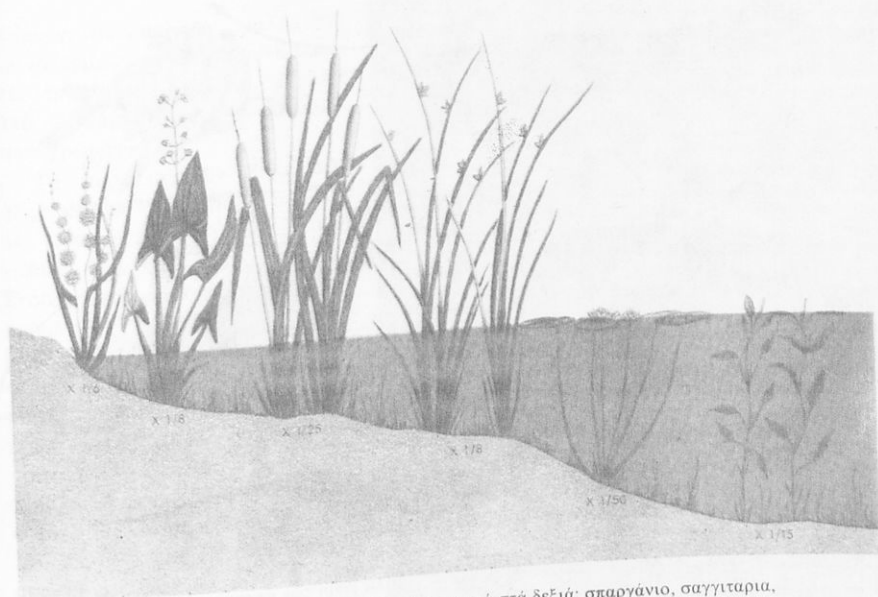
5.5 Οικολογική φωλιά - νόμος του Γκάουζε

Οί αλληλεπιδράσεις μεταξύ των διαφορετικών ειδών μοιάζουν με συνεκτική οδσία, που κρατά ένωμένους τους πληθυσμούς των διάφορων ειδών όπως ή λάσπη κι ό άσβέστης κρατούν κολλημένες τις πέτρες ενός τοίχου. Οί πληθυσμοί των διάφορων ειδών μās δίνουn την εικόνα ενός ενιαίου συνόλου, τής βιωτικής κοινότητας, όπως οί κτισμένες πέτρες μās δίνουν την εικόνα του τοίχου. Κάθε πέτρα, κάθε πληθυσμός κατέχει στο οικοσύστημα μιά όρισμένη θέση, μιά **οικολογική φωλιά**. Η οικολογική φωλιά δέν αναφέρεται τόσο στην τοπογραφική εντόπιση όσο στη λειτουργική: "Όπως σε μιά ανθρώπινη κοινωνία κάθε επαγγελματική όμάδα ανθρώπων χαρακτηρίζεται από μιά δραστηριότητα και έπιτελεί μιά όρισμένη λειτουργία (άλλος είναι δηλαδή όδηγός, άλλος αγρότης, μαραγκός, πρέσβης, εργάτης, δάσκαλος, γιατρός κτλ.) έτσι και σ' ένα οικοσύστημα κάθε είδος τρώγει όρισμένα άλλα και τρώγεται ή παρασιτείται από άλλα. Αυτή είναι ή άληθινή έννοια τής οικολογικής φωλιάς, τής θέσεως που κατέχει κάθε είδος στο οικοσύστημα.

Ό ρώσος βιολόγος Γκάουζε (G. F. Gause, ζει στις μέρες μας) διατύπωσε ένα σημαντικό νόμο: Στο ίδιο οικοσύστημα δέν μπορεί να ύπάρξουν δυό είδη που να πιάνουν ακριβώς την ίδια οικολογική φωλιά. Τό ένα, τό πιό προσαρμοσμένο, θά κάνει τό άλλο να εξαφανιστεί χάρη στο μηχανισμό τής φυσικής έπιλογής. Η όρθότητα του νόμου του Γκάουζε διαμφισβητείται σήμερα από μερικούς βιολόγους, κανένας όμως δέν διαμφισβητεί τή δράση τής φυσικής έπιλογής που είναι εκείνη που φτιάχνει έτσι καλά προσαρμοσμένα μεταξύ τους τά διάφορα είδη του οικοσυστήματος, ώστε οί αλληλεπιδράσεις τους να κρατάνε σε μεγάλη συνοχή όλο τό οικοσύστημα.

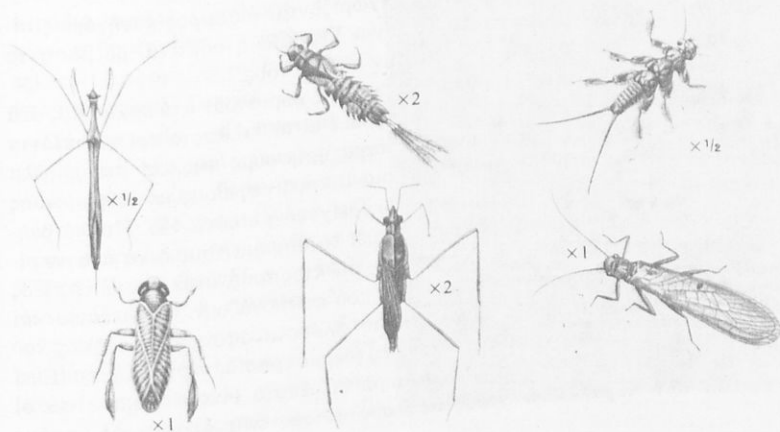
5.6 Οικοσυστήματα του νερού και τής στεριάς

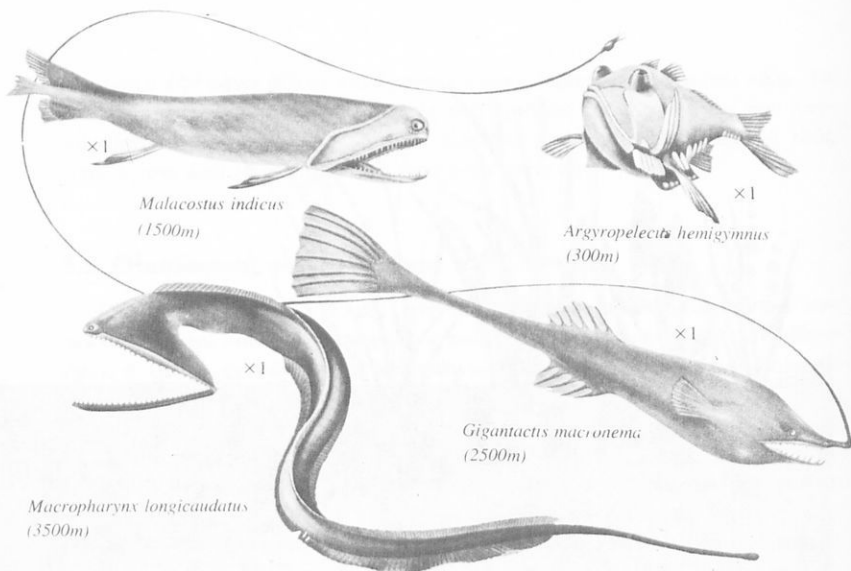
"Όταν λέμε πώς τό οικοσύστημα περιλαβαίνει τά ζωντανά και άβια συστατικά σ' ένα τόπο δέν καθορίζουμε με σαφήνεια τά τοπογραφικά του όρια. Πραγματικά ή τοποθέτηση των όρίων του είναι αυθαίρετη αφού κανένα οικοσύστημα δέν είναι κλειστό: όλα στην επιφάνεια του πλανήτη μας



Εικόνα 154: Ύδρόβια φυτά σε μικρή λίμνη. Από αριστερά στά δεξιά: σπαργάνιο, σαγγιτάρια, ψαθί (τύφα), βούτημο (σκίρπος), Βικτώρια και ποταμογείτονας. Όλα φυτρώνουν αυτοφυή στην Ελλάδα εκτός από τη Βικτώρια που είναι κυρίως τροπικό φυτό.

Εικόνα 155: Ύδρόβια έντομα του γλυκού νερού.





Εικόνα 156: Μερικά ψάρια που ζούν στα μεγάλα βάθη των ωκεανών. Όλα τους είναι μικρά ζώα.

ένονται και αποτελούν ένα πολύ μεγάλο (τό μεγαλύτερο), τό οικοσύστημα τής γής.

Παρ' όλα αυτά συνηθίζεται νά ξεχωρίζονται διάφορες κατηγορίες οικοσυστημάτων ανάλογα μέ τό αν είναι χερσαία ή υδάτινα, μέ βάση τό κλίμα τους, τή βλάστησή τους και τήν πανίδα τους.

Τά οικοσυστήματα του νερού μπορούν νά χωριστούν στά **θαλάσσια**, στά **υφάλμυρα** και σ' εκείνα του **γλυκού νερού**. Για τά θαλάσσια και τά **ωκεάνια** μιλήσαμε πριν. Θά πρεπε μόνο νά παρατηρήσουμε πώς και στα μεγάλα βάθη των θαλασσών βρίσκονται ψάρια μικρού μεγέθους μέ εύθραυστους σκελετούς και περίεργα σχήματα όπως δειχνει ή εικόνα 156. Πολλά βγάζουν φως που χρησιμεύει νά προσελκύει τό θήραμά τους ή νά αναγνωρίζονται μεταξύ τους, ή νά φοβίζονται τους διώκτες τους, ανάλογα μέ τό είδος και τόν τρόπο παραγωγής του φωτός που φωταυγάζουν. Τά ωκεάνια και θαλάσσια οικοσυστήματα είναι τά πιό πλούσια αφού οί συνθήκες του περιβάλλοντος είναι κι οί πιό σταθερές (θερμοκρασία, νερό, άλατα). Εκεί γεννήθηκε και ή ζωή. Τό πλουσιότερο θαλάσσιο οικοσύστημα είναι οί **υφαλοι των Κοραλλιών**: στους υφάλους αυτούς ένας όλόκληρος κόσμος

ψαριών, όστρακωτών, μαλακίων, έχινοδέρμων, σκωλήκων, κολυμπά, τρώει καί τρώγεται. Πολλά από τά ψάρια τους έχουν θεαματικά χρώματα.

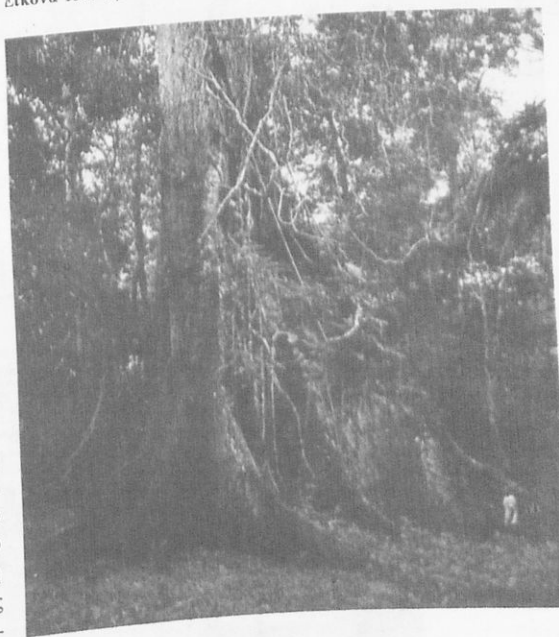
Τά παράλια τών θαλασσών αλλά κυρίως οί χερσαίοι υγρότοποι είναι τά μέρη πού φωλιάζουν, τρώνε, ζούν τά υδρόβια πουλιά. Στους χερσαίους υγρότοπους μπορούμε νά ξεχωρίσουμε τά τρεχούμενα ύδατα τών ποταμών καί τά στεκούμενα τών έλδων, τών πολύ μικρών λιμνών καί τών λιμνών. Οί πολύ μικρές λίμνες συνήθως δέν κρατούν πολύ καιρό: ό βυθός τους γεμίζει μέ φυτικά αλλά καί ζωικά κατάλοιπα καί στό τέλος γεμίζουν τελειώς μέ χθώμα. Στίς λίμνες βρίσκει κανείς διάτομα, δινομαστιγωτά, τροχόζωα, φύκια, πρωτόζωα δηλαδή πλαγκτό μαζί μέ υδρόβια έντομα (κουνούπια, λιμπελλούλες), μαλάκια, όστρακωτά, βατράχια, νερόφιδα, ψάρια, χελώνες, υδρόβια πουλιά (έρωδιούς, πελεκάνους, βουτηχτάρες, αγριόπαπιες) καί διάφορα φυτά (νούφαρα, καλάμια, κάρεξ, Σαγιττάριες κ.ά.).

Τά **χερσαία οικοσυστήματα** χωρίζονται σέ καμμιά δεκαριά μεγάλες κατηγορίες. Γύρω από τούς πάγους τού Βόρειου Πόλου καί μόνο στήν άκρη τής Χιλής, στή Γη τού Πυρός, δηλαδή πρός τό Ν. Πόλο, ύπάρχει ή **τούντρα**. Λίγο φώς, λίγο νερό τό χειμώνα κι αυτό σέ μορφή πάγου κάνουν τή ζωή πολύ δύσκολη τούς χειμερινούς μήνες. Τό νερό μέσ στό έδαφος εί-



Εικόνα 157: Ύψαλοι Κοράλλιων.

Εικόνα 158: Τροπικό δάσος.

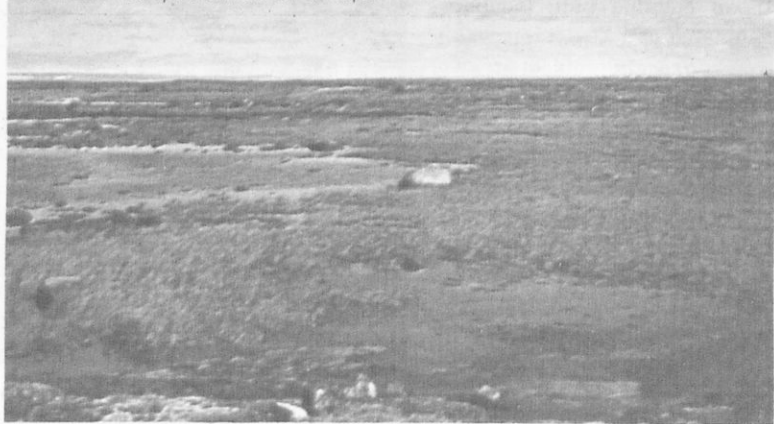


γαι παγωμένο. Όταν λειώνουν οι πάγοι δημιουργούνται σειρές από λίμνες και έλη. Τά φυτά (χορτάρια, λειχήνες, βρύα, μερικά δέντρα νάνοι λ.χ. ιτιές λίγων εκατοστών!) πρέπει στους λίγους μήνες του καλοκαιριού νά τραφούν και νά διαιωνισθούν. Και τά ζώα πού μπορούν ν' άντέξουν τίς άκραίες αυτές συνθήκες είναι λίγα: νερόκοτες, άρκτικές άλεπούδες, άσπροι λαγοί, λευκές κουκουβάγιες κ.ά. Μετά τήν τούντρα, νοτιότερα στό βόρειο ήμισφαίριο βρίσκουμε τήν **τάιγκα**, τό μεγάλο Βόρειο δάσος των κωνοφόρων μέ τους κάστορες, τά έλάφια του, τους σκίουρούς του, τά πουλιά του και τά άλλα ζώα του. Νοτιότερα (δέξ τόν χάρτη) βρίσκει κανείς τό **δάσος των Φυλλοβόλων δέντρων**. Τά πλατύφυλλα αυτά δέντρα μέ τά φύλλα τους κοντά στην κορυφή τους δημιουργούν σάν μιά στέγη, τόν **δροφο**. Από κάτω όμως κι άλλα δέντρα ή θάμνοι, πού αγαπούν τή σκιά ή μπορούν νά ζήσουν μέ λιγοστό φώς μπορούν νά αναπτυχθούν: έχουμε έναν **ήμιόροφο**. Τό δάσος σφύζει από ζωή: έντομα, θηλαστικά, πουλιά.

Τόσο στό βόρειο όσο και στό νότιο ήμισφαίριο υπάρχουν τεράστια **λειβάδια** στό ίδιο γεωγραφικό πλάτος περίπου μέ τό δάσος των πλατύφυλων φυλλοβόλων. Αλλά τά λειβάδια μέ τά χορτάρια τους παίρνουν διάφορα όνόματα: **στέπες** στην Άσία, **πραιρίες** στην Β. Άμερική, **πάμπες** στη Ν. Άμερική, **βέλτ** στην Άφρική. Στά λειβάδια αυτά τρέφονται πολλά φυτοφάγα θηλαστικά (όπως τά μηρυκαστικά).

Πρός τό βόρειο μέρος της Μεσογείου και τό νότιό της (τό ίδιο στη Ν. Άφρική, στην Αύστραλία, στη Χιλή) τό κλίμα είναι ξηρό. Η βλάστηση είναι ξηροφυτική, **φρύγανα** και **μακκίες** πού αποτελούνται από χαμηλά θαμνώδη δέντρα, ή θάμνους μέ άγκάθια και μέ μικρά φύλλα. Έδώ τό καλοκαίρι ή βλάστηση ξεραίνεται, ενώ τήν άνοιξη και τό φθινόπωρο μέ τίς βροχές υπάρχει ευνοϊκή περίοδος για τήν ανάπτυξη της.

Εικόνα 159: Τούντρα όταν λειώσαν οι πάγοι.



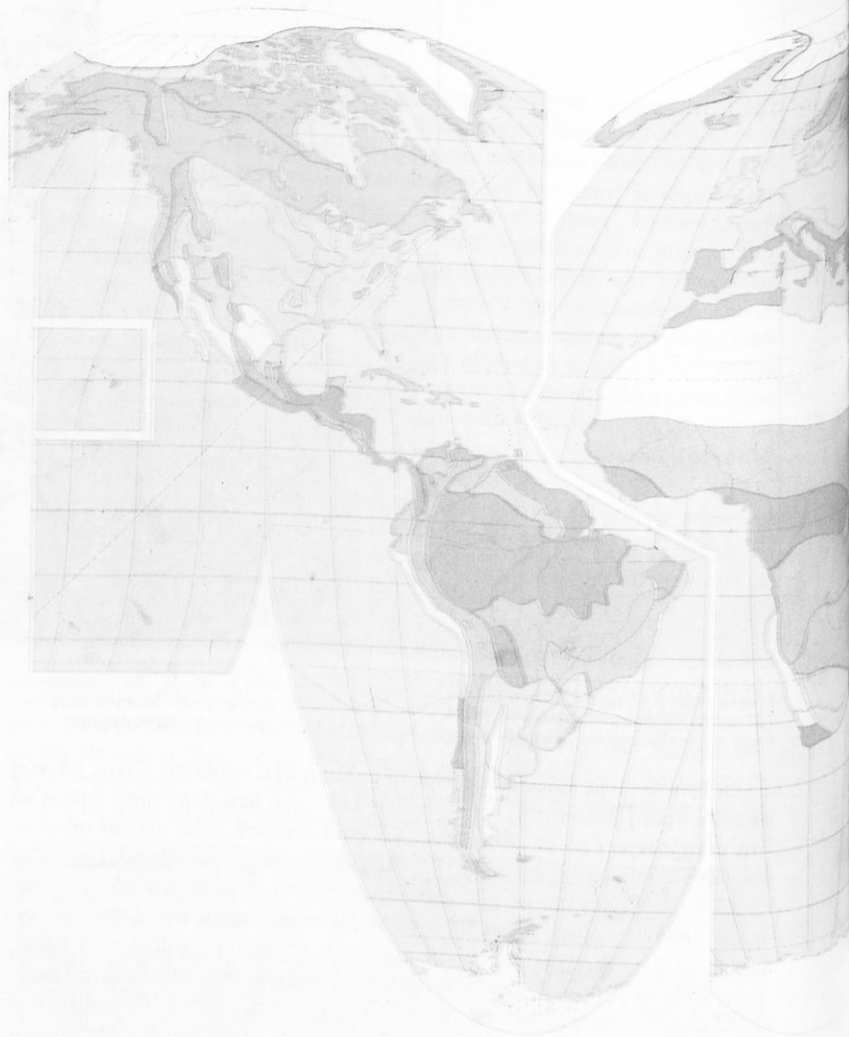


Εικόνα 160: Ἀριστερά ἡ τάιγκα (δάσος Κωνοφόρων), στή μέση τὸ δάσος τῶν φυλλοβόλων τοῦ μέσου γεωγραφικοῦ πλάτους, δεξιὰ τὸ τροπικὸ δάσος. Τὸ ὕψος τῶν δέντρων διαφέρει, ὅπως καὶ ὁ πλοῦτος τῶν ζωντανῶν μορφῶν πού περιέχουν τὰ τρία αὐτὰ οἰκοσυστήματα.

Οἱ ἔρημοι εἶναι διάφορων εἰδῶν, ἀλμυρές ἢ ὄχι, ἀμμώδεις ἢ ὄχι, πάντως μὲ πολὺ ἀραιή βλάστηση, τόση, πού τὸ ἀκάλυπτο ἀπὸ βλάστηση τμήμα νά ἔναι μεγαλύτερο ἀπὸ τὸ καλυμμένο. Τὸ νερὸ λιγοστὸ ἀλλὰ μπορεῖ σὲ μερικὲς μόνο ἐρήμους νά πέφτει πολὺ καὶ μετὰ γρήγορα νά εξατμίζεται. Κάκτοι, θάμνοι ξηροφυτικοί, εἶναι τὰ χαρακτηριστικὰ φυτὰ μερικῶν ἐρήμων.

Οἱ **σαβάννες** εἶναι χαρακτηριστικοὶ βιότοποι (τόποι πού ζοῦν ὀργανισμοί): Τὰ δέντρα εἶναι ἀραιὰ καὶ χορτάρια λειβαδιοῦ γεμίζουν τὸ χῶρο. Ἐδῶ ζοῦν τὰ μεγάλα θηλαστικὰ τῆς Ἀφρικής καὶ τῆς Ἰνδίας: ἀντιλόπες, καμηλοπαρδάλεις, ἐλέφαντες, ρινόκεροι, βούβαλοι. Λιοντάρια καὶ τίγρεις ἀποτελοῦν τοὺς θηρευτὲς αὐτῶν τῶν φυτοφάγων.

Τὰ **τροπικὰ δάση** εἶναι ἀναμφισβήτητα ἀπὸ τὰ πλουσιότερα σὲ ζωντανὰ εἶδη οἰκοσυστήματα. Οἱ βροχές εἶναι πολλὲς καὶ ἰσομοιρασμένες στὸ χρό-νο, τὸ κλίμα ὁμοίμορφο. Πρόκειται γιὰ τὰ βροχερά τροπικὰ δάση μὲ τὰ τεράστια δέντρα τους (ὡς 100 μέτρα τὰ ψηλότερα) μὲ συνεχεῖς σῆεδόν ἢ πολλαπλοὺς ὀρόφους ἀπὸ τὴν κορυφή τῶν δέντρων ὡς τὸ χῶμα, μὲ τὸν ἄπειρο ἀριθμὸ ἐντόμων, ἐρπετῶν, πουλιῶν, θηλαστικῶν. Ἐπίφυτα (δηλαδὴ φυτὰ λ.χ. ὄρχεοειδῆ πού φυτρῶνουν πάνω στὰ δέντρα ἀλλὰ δὲν εἶναι



Εικόνα 161: Η γεωγραφική κατανομή των μεγάλων κατηγοριών οικοσυστημάτων.

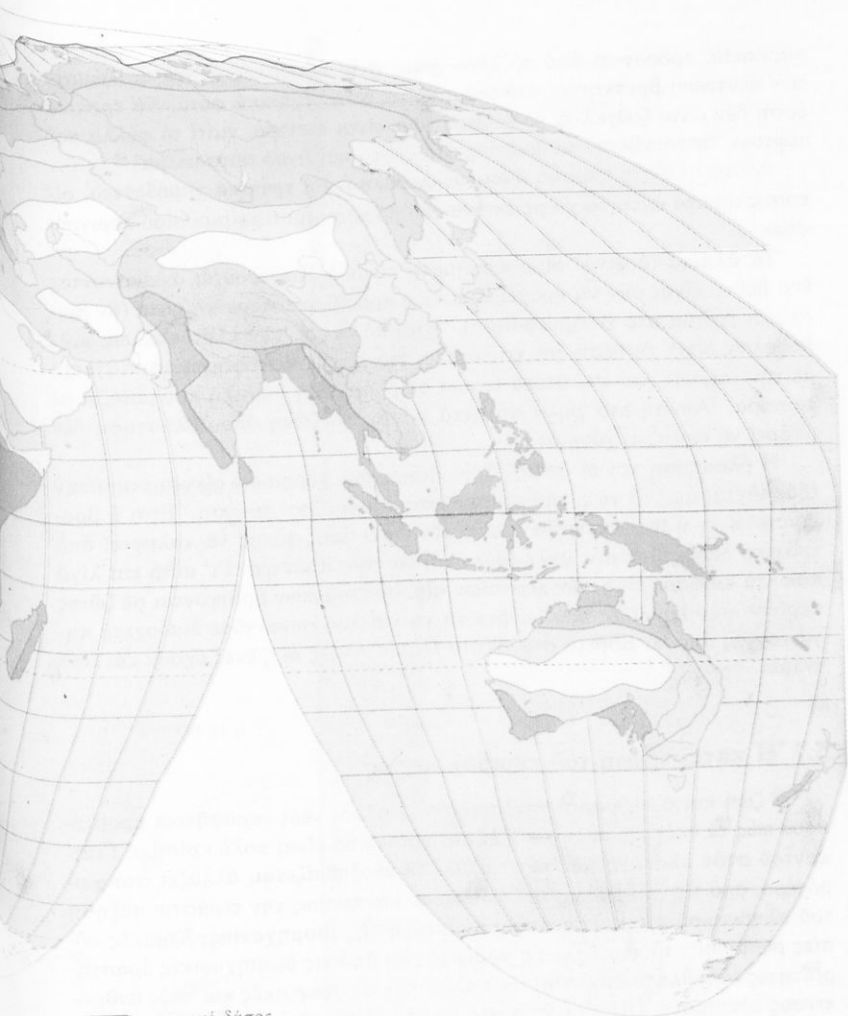
■ τούντρα

■ τσίγκα

■ δάσος φυλλοβόλων μέσω γεωγραφικού πλάτους

■ λειβάδια (πραιρίες, στέπες, βέλτ, πάμπες)

■ μακκίες και φρύγανα



- τροπικό δάσος
- τροπικό δάσος φυλλοβόλων
- τροπικό δάσος χαμόδενδρων
- τροπικό λειβάδι και σαβάννα
- έρημος
- άλπικά
- παντοτεινό χιόνι

παράσιτα, τρέφονται από τό λίγο χῶμα στίς κουφάλες ἢ στά κοιλώματα τῶν δέντρων) βρίσκονται παντοῦ, μαζί μέ ἀναρριχητικά φυτά. Τά τροπικά δάση δέν εἶναι **ζοῦγκλες**: τό ἔδαφός τους εἶναι καθαρό, γιατί τά φύλλα πού πέφτουν ἀποσυνθέτονται ἀμέσως στό ζεστό καί ὑγρό αὐτό κλίμα.

Βρίσκει κανεῖς **τροπικά δάση φυλλοβόλων** καί **τροπικά χαμόδεντρα**, οἰκοσυστήματα ἀντίστοιχα μέ ἐκεῖνα τοῦ βόρειου ἡμισφαιρίου πού περιγράψαμε.

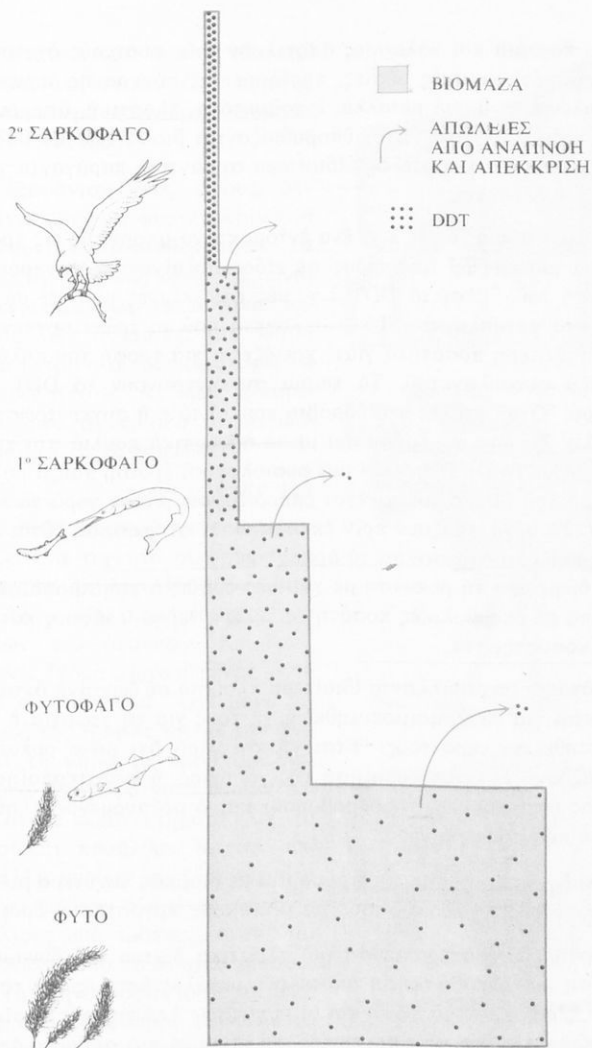
Τά **ἀλπικά** (ὄρεινά) οἰκοσυστήματα εἶναι ἐνδιαφέροντα: ἀνεβαίνοντας ἕνα βουνό εἶναι σάν νά προχωρᾷ κανεῖς πρὸς βορειότερα κλίματα (ἄν βρίσκεται βέβαια στό Β. ἡμισφαίριο). Ἔτσι τό δάσος τῶν πλατύφυλλων φυλλοβόλων δίνει τή θέση του, ψηλότερα, στό δάσος κωνοφόρων (ἀντίστοιχο μέ τήν τάϊγκα), καί ψηλότερα ἀκόμα σέ βλάστηση χαμηλή πού μοιάζει μέ τούντρα. Ἀκόμη πιό ψηλά συναντᾷ κανεῖς τή ζώνη ὅπου βλάστηση δέν μπορεῖ νά υπάρξει, χάνεται.

Ἡ βλάστηση καί οἱ ζωικοὶ ὄργανισμοὶ τῶν χερσαίων οἰκοσυστημάτων ἐξαρτῶνται ἀπό τό φῶς, τή θερμοκρασία καί τή βροχόπτωση. Ἔτσι ἡ βροχόπτωση κι ἡ θερμοκρασία συντελοῦν ὥστε ἕνας τόπος νά καλυφτεῖ ἀπό τροπικό δάσος ἢ δάσος φυλλοβόλων ἢ νά γίνει τούντρα. Γι' αὐτό καί λίγο πολὺ τά διάφορα εἶδη τῶν χερσαίων οἰκοσυστημάτων βρίσκονται σέ ζῶνες περίπου σάν λουρίδες πού ζώνουν τή γῆ καί πού συναντᾷμε διαδοχικά πηγαινόντας ἀπό τό Βόρειο στό Νότιο Πόλο. Αὐτές οἱ ζῶνες ἔχουν καί ἴδιο κλίμα.

5.7 Ἡ καταστροφή τοῦ περιβάλλοντος

Ἡ ζωὴ καί ὁ ἄνθρωπος κινδυνεύουν. Πολλοὶ νέοι «προφήτες» προβλέπουν πῶς τά ἐπόμενα πενήντα ἢ ἑκατὸ χρόνια θά εἶναι πολὺ κρίσιμα. Γιατί παντοῦ στὸν πλανήτη μας **τό περιβάλλον ὑποβαθμίζεται**, ἀλλάζει στό χειρότερο, ἀπὸ τίς ἐπιδράσεις τοῦ ἀνθρώπου καί κυρίως τὴν τεράστια αὔξηση τοῦ πληθυσμοῦ του καί τεράστια ἀνάπτυξη τῆς βιομηχανίας. Χημικὲς οὐσίες ρυπαίνουν τό περιβάλλον: προέρχονται ἀπὸ τίς βιομηχανικὲς δραστηριότητες (ἀπόβλητα ἐργοστασίων) ἀλλὰ καί τίς γεωργικὲς καί τοὺς ἀνθρώπινους οἰκισμοὺς. Οἱ χημικὲς αὐτές οὐσίες δέ **μεταβολίζονται**, δηλαδή δέν ἀλλάζουν μέ τὴν παρεμβολὴ τῶν ζωντανῶν ὀργανισμῶν ἢ δέν καταστρέφονται, κι ἔτσι δηλητηριάζουν τό ζωντανὸ μέρος τοῦ οἰκοσυστήματος.

● Λίμνες ἐμπλουτίζονται μέ τὴν ἀπορροή φωσφορικῶν λιπασμάτων καί παθαίνουν εὐτροφισμό: Τά φύκια τους, χάρη στά λιπάσματα, ἀναπτύσσονται τόσο καί καταναλώνουν τόσο ὀξυγόνο πού τά ψάρια καί γενικά οἱ ζωικοὶ ὀργανισμοὶ νά μὴν μποροῦν νά ζήσουν.



Εικόνα 162: Το διάγραμμα δείχνει πώς το DDT μαζεύεται σε διαρκώς μεγαλύτερες συγκεντρώσεις σε μία άπλη αλυσίδα τροφής. Με γαλάζιο χρώμα συμβολίζεται η μάζα των οργανισμών και με μαύρες κουκκίδες το DDT. Η μισή ποσότητα της μεταφερόμενης βιομάζας από το ένα στο άλλο σκαλί της πυραμίδας χάνεται με την απέκκριση και την αναπνοή: μαζί της όμως χάνεται αναλογικά πολύ λίγο DDT (βλέπε τα γαλάζια βέλη). Γι' αυτό το λόγο στα άνωτερα σκαλιά της πυραμίδας το DDT μαζεύεται σε μεγάλες συγκεντρώσεις (μεγάλη πυκνότητα των μαύρων κουκκίδων).

● Λίμνες, ποτάμια και θάλασσες αποτελούν τούς φυσικούς όχετους που δέχονται χιλιάδες χημικές ουσίες, προϊόντα της σύγχρονης τεχνολογίας και καταναλώσεως: βαριά μέταλλα, έντομοκτόνα, πλαστικά, άπορρυπαντικά, άλλες τοξικές ουσίες. Έτσι υποβαθμίζονται βιολογικά. Οι θάλασσες όμως μαζί με τή δάση αποτελούν ιδιαίτερα σημαντικό παράγοντα γιά τήν ανανέωση τού όξυγόνου.

● Μιά τοξική ουσία, όπως λ.χ. ένα έντομοκτόνο μπορεί με τίς τροφικές αλυσίδες νά μεταφερθεί από είδος σέ είδος αυξάνοντας συγχρόνως τή συγκέντρωσή του. Έτσι τό DDT λ.χ. μέσ στίς λίμνες μπαίνει σέ μικρή ποσότητα στό φυτοπλαγκτό. Τό ζωοπλαγκτό πού τό τρώει συγκεντρώνει DDT σέ μεγαλύτερη ποσότητα γιατί χρειάζεται για ττροφή του πολύ μεγαλύτερη μάζα φυτοπλαγκτού. Τά ψάρια συγκεντρώνουν τό DDT άκόμα περισσότερο. Όταν φτάσει στά ύδρόβια πουλιά τότε ή συγκέντρωση είναι πολύ μεγάλη. Τό ίδιο συμβαίνει και με τή άρπαχτικά πουλιά στά χερσαία οικοσυστήματα. Τό DDT έχει και μία φυσιολογική δράση: παίζει ρόλο στό μεταβολισμό τού άσβεστιου κι έτσι εμποδίζει νά γίνουν γερά τή κελύφη τών αυγών. Τά αυγά σπάζουν πριν έκκολαφθούν οί νεοσσοί. Έτσι άποδεκτίζονται και καταστρέφονται τή άρπαχτικά.

Έκτός όμως από τή ρύπανση με χημικές ουσίες ή χρησιμοποίηση από τόν άνθρωπο σέ ύπερβολικές ποσότητες ξύλων, νερού, έδάφους καταστρέφουν τή οικοσυστήματα.

● Οί ύγρότοποι (περιβάλλοντα ιδιαίτερα πλούσια σέ ζωντανά όντα), άποστραγγίζονται για νά χρησιμοποιηθεί ή γή τους για τή γεωργία ή για νά χρησιμοποιηθεί τό νερό τους. Έτσι γή και νερό όχι μόνο ρυπαίνονται αλλά σπανίζουν. Η έντατικοποίηση τής γεωργίας, ή έντατικοποίηση τής βιομηχανίας (και κυρίως τής ύδροβόρου) και ό αυξανόμενος πληθυσμός χρειάζονται περισσότερο νερό.

● Δάση και γεωργική γή καταστρέφονται με διαρκώς ταχύτερο ρυθμό για νά χρησιμοποιηθεί τό έδαφος τους για οικισμούς, εργοστάσια, δρόμους.

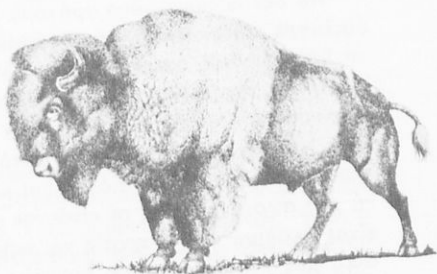
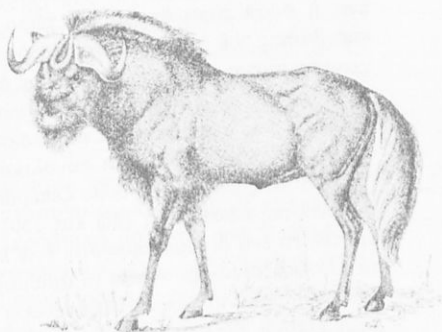
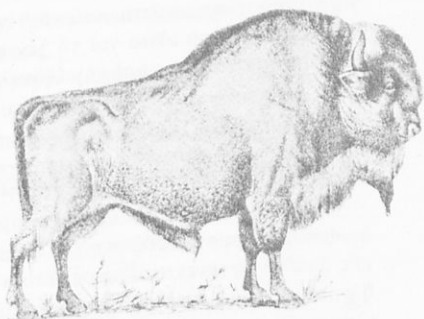
● Η ύπερθήρευση, ύπεραλίευση (με πλαστικά δίχτυα και δυναμίτη), ή ύπερξύλευση και ύπερβόσκηση αποτελούν μεγάλες άπειλές για τό ζωικό και φυτικό περιβάλλον μας, όσο και οί ρυπάνσεις από χημικές ουσίες (πού δηλητηριάζουν τίς βιωτικές κοινωνίες και είναι οί πιο σοβαρές άπειλές). Έτσι πριν από πέντε χρόνια ύπολογίστηκε ότι κινδυνεύουν νά εξαφανιστούν:

280	είδη θηλαστικών	(σέ σύνολο 4.500 ειδών)
250	είδη πτηνών	(σέ σύνολο 9.000 ειδών)
20.000	είδη φυτών	(σέ σύνολο 286.000 ειδών)

Από τότε πολλά από τα είδη αυτά εξαφανίστηκαν και ο κατάλογος πλουτίστηκε με καινούργια που ως τότε δεν κινδύνευαν.

Η εξαφάνιση ενός είδους, δεν φτωχώνει μόνο τη φυσική κοινωνία αλλά και την αποσταθεροποιεί: Τα μέρη της φυσικής κοινωνίας είναι αλληλένδετα, όπως τα όργανα του σώματος. "Αν αφαιρεθεί μία πέτρα από μία πέτρινη οικοδομή μπορεί να μην συμβεί τίποτα. "Αν όμως αφαιρεθούν περισσότερες, όλο το οικοδόμημα μπορεί να καταρρεύσει.

Ο άνθρωπος με τη γεωργία, από τη νεολιθική εποχή, άρχισε να κατασκευάζει ένα τεχνητό οικοσύστημα, το γεωργικό, απ' όπου εξάρτησε κατά κύριο λόγο την ικανοποίηση των τροφικών του αναγκών. Κι όμως παραμένει ακόμα στενά δεμένος με το φυσικό οικοσύστημα: "Όχι μόνο γιατί ένα μέρος της τροφής του με την αλιεία και τη θήρα το προσπορίζεται από αυτό, όχι μόνο γιατί σημαντικά τεχνολογικά πλεονεκτήματα (λ.χ. τα αντιβιοτικά) προήλθαν αρχικά απ' αυτό, αλλά κυρίως γιατί το τεχνητό οικοσύστημά του δεν είναι στεγανό: Με χίλιους δυό τρόπους, συνδέεται κι εξαρτάται από το φυσικό οικοσύστημα (ή κτηνοτροφία του εξαρτάται κυρίως από τη φυσική κοινωνία, ή παραγωγή δεξυγόνου σχεδόν ολοκληρωτικά απ' αυτή κ.ο.κ.). Μία καταστροφή του φυσικού οικοσυστήματος σημαίνει αναπόφευκτη καταστροφή του ανθρώπου, αφού φαίνεται αδύνατο να τελειοποιηθεί το γεωρ-



Εικόνα 163: Τρία είδη ζώων που σώθηκαν από την εξαφάνιση: τα δύο πρώτα, ο ευρωπαϊκός Βίσωνας (πάνω) και ο αφρικανικός γκνού με άσπρη ούρα (στη μέση), βρίσκονται μόνο σε ζωολογικούς κήπους. Ο αμερικανικός Βίσωνας (κάτω) ζει σε προστατευμένα κοπάδια.

γικό οικοσύστημα έτσι πού νά γίνει άπόλυτα στεγανό.

Ποιά είναι τά αίτια γιά τή γενική αὐτή κρίση, τήν άποσταθεροποίηση τοῦ οικοσυστήματος καί τήν ἐξάντληση τῶν φυσικῶν πόρων; Βασικά είναι δύο.

- Ὁ ρυθμός μέ τόν ὁποῖο αὐξάνεται ὁ ἀνθρώπινος πληθυσμός.
- Ὁ ρυθμός μέ τόν ὁποῖο αὐξάνεται ἡ παραγωγή ἀγαθῶν.

Εἴμαστε πολλοί, καί ὁ καθένας μας διαρκῶς καταναλώνει περισσότερα ἀγαθά. Ἡ τεράστια αὐξηση τοῦ πληθυσμοῦ καί τῆς βιομηχανικῆς παραγωγῆς ἀγαθῶν, φτάνει κιόλας σέ τέτοια ὄρια ὥστε νά μήν μπορεῖ νά θεωρηθεῖ ἡ φύση σάν μιά ἀποθήκη ἀνεξάντλητων ποσοτήτων πρώτων ὑλών, ἀνεξάντλητου ζωικοῦ καί φυτικοῦ κεφαλαίου. Δέν μποροῦμε πιά νά πιστεύουμε πῶς ἡ φύση είναι ἄπειρη σέ χῶρο καί σταθερότητα, ἔτσι πού οἱ μικροεπεμβάσεις τοῦ ἀνθρώπου νά μήν ἀφήνουν ἴχνη καί ν' ἀποτελοῦν μιά μικρή χρωματισμένη σταγόνα μέσα στόν ἀνοιχτό πόντο. Αὐτό γινόταν ὡς τώρα, ὡς τή γενιά τῶν πατερᾶδων μας. Τώρα τά πράγματα ἄλλαξαν: Ἡ φύση μᾶς φαίνεται πῶς μικρύνει γιατί μεγαλώσαμε ὑπερβολικά. Ξεπερνᾶμε τά 3,5 δισεκατομμύρια: τόσος είναι συνολικά ὁ πληθυσμός τῆς γῆς. Ὑπολογίζουν ὅτι στό ἔτος 2000 θά ἔχουμε ξεπεράσει ἀρκετά τά 7 δισεκατομμύρια. Καί νά σκεφτεῖ κανεῖς πῶς ἐδῶ καί 150 χρόνια ὁ ἀνθρώπινος πληθυσμός δέν ἔφτανε τό ἕνα δισεκατομμύριο, ἐνῶ πρῖν ἀπό 2000 χρόνια, δέν ξεπερνοῦσε τά 135 ἑκατομμύρια. Αὐτοί οἱ ἀριθμοί μᾶς δίνουν μιά εἰκόνα τοῦ γεωμετρικοῦ ρυθμοῦ μέ τόν ὁποῖο αὐξάνεται ὁ πληθυσμός: Κάθε 33 χρόνια περίπου, ὅπως εἶπαμε, διπλασιάζεται.

Μά δέν αὐξάνει μόνο γρήγορα ὁ πληθυσμός: Κάθε 9 περίπου χρόνια διπλασιάζεται ἡ οἰκονομική ἀνάπτυξη.

Σάν φάρμακο καί σωτήριο ἀντίδοτο πολλοί προτείνουν σκληρά μέτρα. Νά σταματήσῃ ἡ αὐξηση τοῦ πληθυσμοῦ. Νά σταματήσῃ ἡ ἀνάπτυξη. Νά κρατηθοῦμε στά ἐπίπεδα πού μπορεῖ ἀκόμη νά ἀνεχθεῖ τό φυσικό περιβάλλον. Νά κάνουμε ὅ,τι εἶναι δυνατό γιά νά περισώσουμε ὅ,τι μπορεῖ νά περισωθεῖ. Ἄλλοι, πῖο αἰσιόδοξοι πιστεύουν ὅτι ἡ νέα τεχνολογία μπορεῖ νά μᾶς σώσει. Πάντως οἱ κίνδυνοι εἶναι φανεροί καί σέ κάθε περίπτωση εἶναι σκόπιμο καί ἀναγκαῖο νά σεβόμαστε καί νά προστατεύουμε τό φυσικό μας περιβάλλον πού συνεχῶς ὑποβαθμίζεται. Ἐτσι σεβόμαστε καί προστατεύουμε τοὺς συνανθρώπους μας καί τόν ἑαυτό μας.

5.8 Ἡ ρύπανση τοῦ περιβάλλοντος, ἡ ὑποβάθμιση τῶν οικοσυστημάτων καί ἡ προστασία τῆς φύσεως στή χώρα μας

Τόσο τά πρωτογενή ὅσο καί ὅλα τά δευτερογενή αίτια τῆς ρύπανσεως τοῦ περιβάλλοντος καί τῆς ὑποβαθμίσεώς του, πού λεπτομερειακά ἀναφέρ-

θηκαν στο προηγούμενο κεφάλαιο (5.7), βρίσκονται, δυστυχώς, σε πλήρη και καταστροφική δράση και στη χώρα μας.

• Η ανάπτυξη της βιομηχανίας και η μεγάλη συγκέντρωσή της σε πολύ λίγα κέντρα (στην περιοχή της Αθήνας π.χ., έχει συγκεντρωθεί το 50% περίπου της βιομηχανικής δραστηριότητας της χώρας), ή μεγάλη αύξηση του πληθυσμού των κέντρων αυτών (στις περιοχές της Αθήνας και της Θεσσαλονίκης έχει μαζευτεί πάνω απ' το 40% του πληθυσμού), ή άποδοχή του σπάταλου τρόπου ζωής της καταναλωτικής κοινωνίας και του τεχνικού πολιτισμού μέχρι και το τελευταίο χωριό, έχουν κιόλας προκαλέσει, σε μεγάλη έκταση, ρύπανση του περιβάλλοντός μας. Έτσι:

● Τα λύματα της βιομηχανίας και τα απόβλητα των οικισμών των περιοχών της Αθήνας και της Θεσσαλονίκης, που ρίχνονται, χωρίς κανένα προηγούμενο καθαρισμό, στη θάλασσα, κατάστρεψαν κιόλας σε μεγάλο βαθμό το Σαρωνικό (και έντονότερα τον κόλπο της Ελευσίνας) και το Θερμαϊκό. Την καταστροφή συμπληρώνει η ρύπανση απ' τα πετρέλαια (μεγάλη κίνηση πετρελαιοφόρων, ναυαγία τους και άτυχηματα, διυλιστήρια, μαρίνες).

● Η καταστροφή αρχίζει να επεκτείνεται και σε άλλους, ειδικότερα κλειστούς, κόλπους της χώρας (λ.χ. Παγασητικός) και σε πάρα πολλές απ' τις άκτες μας, τις τόσο όμορφες, ή μικροβιακή μόλυνση και η ρύπανσή τους (πετρέλαια, πίσσες, σκουπίδια) κάνουν αδύνατο, επικίνδυνο ή αηδιαστικό και δυσάρεστο το κολύμπι. (Οί τσουχτρες που συμπληρώνουν, ώρισμένες εποχές, τό κακό, είναι αποτέλεσμα της διαταράξεως του γενικότερου οικοσυστήματος της Μεσογείου).

● Η ατμόσφαιρα στην Αθήνα, στην Ελευσίνα, τη Μεγαλόπολη, την Πτολεμαΐδα, έχει επικίνδυνα ρυπανθεί απ' τα αέρια λύματα της βιομηχανίας, τα κάθε λογής καυσάερια (βιομηχανία, αυτοκίνητα, θέρμανση), τη σκόνη και την αιθάλη.

● Η ρύπανση της ατμόσφαιρας της Αθήνας έφτασε τα τελευταία χρόνια να ξεπεράσει, μερικές φορές, τό διπλάσιο και τριπλάσιο του ανώτατου επιτρεπόμενου (απ' τό Διεθνή Όργανισμό Υγείας) όριου ρυπάνσεως. Έτσι ή Αθήνα έπαψε από καιρό να είναι «ιοστέφανος» και «διαμαντόπετρα στής γής τό δαχτυλίδι». Η περιοχή της, εξαιτίας της ιδιαίτερα μεγάλης συγκεντρώσεως βιομηχανίας και πληθυσμού, έχει πάθει τή μεγαλύτερη ρύπανση (ατμόσφαιρα - θάλασσα) σε σχέση μέ τις άλλες περιοχές της χώρας.

• Αποτέλεσμα της έντονης ρυπάνσεως της ατμόσφαιρας της Αθήνας μέ διοξειδίο του θείου είναι (έκτός των μεγάλων κινδύνων για τήν υγεία των κατοίκων της) και ή διάβρωση των μαρμάρων των μνημείων της Ακροπόλεως. Απ' τή διάβρωση αυτή τά μνημεία έπαθαν τά τελευταία 25 χρόνια



Εικόνα 164: Οι σημαντικότερες περιοχές που πρέπει να προστατευτούν στη χώρα μας. **Υγρότοποι** (με κόκκινο χρώμα) 1 Δέλτα του Έβρου, 2 κόλπος Άρτας και έκβολές του Λούρου, 3 Μικρή Πρέσπα, 4 Δέλτα του Νέστου, 5 Δέλτα του Λουδία και Δέλτα του Άλιάκμονα, 6 Έκβολές του Στρυμόνα, 7 Λίμνη του Πόρτο Λάγο και περιοχή του Φαναριού, 8 Λίμνη του Άχινου (Κερκινίτης), 9 Λίμνες Λαγκαδά και Βόλβης, 10 Λίμνη Δοιράνη, 11 Λίμνη Όστροβου. **Δρυμοί** (με πράσινο χρώμα) 12 Φαλακρό Άν. Μακεδονίας (Γρανίτης), 13 Παρθένο Δάσος της Κεντρ. Ροδόπης, 14 Άθως, 15 Δάση Χαλκιδικής, 16 Όλυμπος, 17 Χαράδρα του Βίκου, 18 Δάση της Πίνδου (και Βάλια Κάλντα), 19 Γραμμένη Όξυά, 20 Οίτη, 21 Παρνασσός, 22 Δίρφη Εύβοιας, 23 Άλπος Κεφαλληνίας, 24 Χελμός, 25 Άρκαδικά Δάση, 26 Ταύγετος, 27 Δάση Σάμου, 28 Σαμαριά.



Εικόνα 165: Ο θαλασσευτός (*Haliaeetus albicilla*): Ένα από τα πολλά είδη πουλιών που κινδυνεύουν να εκλείψουν από τη χώρα μας.

μεγαλύτερη ζημιά απ' ό,τι στους 25 αιώνες της ιστορίας τους. Το διοξείδιο του θείου (SO_2) όξειδώνεται και γίνεται με την ύγρασίαθειικό οξύ (H_2SO_4) που προσβάλλει το μάρμαρο (CaCO_3) και το μετατρέπει σε ενυδρο γύψο ($\text{CaSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$) που απολεπίζεται και έτσι, σιγά σιγά, το μάρμαρο κατατρώγεται.

Οι χημικές αντιδράσεις της καταστροφής είναι



Οι λίμνες της Καστοριάς και των Ίωαννίνων έχουν κίολας υποβαθμιστεί και σε μεγάλο βαθμό καταστραφεί, κυρίως απ' τα απόβλητα των παράχθιων οικισμών.

● 'Ο Πηνειός έχει από καιρό δηλητηριαστεί απ' τὰ βιομηχανικά λύματα μιᾶς μονάχα βιομηχανίας.

● 'Η ρύπανση σέ συνδυασμό μέ:

- 1) τήν υπεραλίευση τῶν θαλασσῶν μας καί τήν παράνομη ἀλιεία (δυναμίτης), καί τὸ ἄγριο κυνήγι στήν ξηρά,
- 2) τήν υπερβόσκηση, συνέπεια τῆς ἐντάσεως τῆς κτηνοτροφίας καί τῆς ἐλαττώσεως τῶν βοσκοτόπων,
- 3) τήν ἀποξηράνση καί ἀποστράγγιση ὑγροτόπων καί λιμνῶν (π.χ. Ἀγουλινίτσας, Κάρλας, Στυμφαλίας, Φενεοῦ, Ξυνιάδας κ.ἄ.) μέ σκοπὸ τῆ γεωργικῆ ἀξιοποίηση,
- 4) τῆ συνεχῶς αὐξανόμενη χρήση παρασιτοκτόνων στή γεωργία γιά τήν προστασία καί αἰξήση τῆς γεωργικῆς παραγωγῆς,
- 5) τήν κατάληψη καί καταστροφή, ἀπὸ βιολογικὴ ἄποψη, μεγάλων ἐκτάσεων γιά οἰκισμούς, δρόμους, βιομηχανία, σκουπιδότοπους κτλ.
- 6) τίς πυρκαγιές τῶν δασῶν, πού πολλές φορές εἶναι σκόπιμες, ἔχει προκαλέσει (καί συνεχίζει) καταστροφές βιωτικῶν κοινοτήτων καί ὑποβάθμιση τῶν οικοσυστημάτων τῆς χώρας, μέ ἀποτέλεσμα πολλά εἶδη τῆς πανίδας καί χλωρίδας μας νά κινδυνεύουν νά εξαφανιστοῦν καί πολλά νά ἔχουν κιάλας ἐξαφανιστεῖ σέ ὀρισμένες περιοχές.

Ἔτσι λ. χ.:

● 'Ο ἀριθμὸς τῶν πουλιῶν πού ζοῦν στὸν τόπο μας διαρκῶς ἐλαττώνεται καί 100 περίπου εἶδη βρίσκονται σέ κίνδυνο νά ἐκλείψουν. Ἀ.χ. ὁ ἀγριογάλος καί ἡ σουλτανοπουλάδα ἔχουν σχεδὸν τελείως χαθεῖ καί ἡ χαμοτίδα σπάνια παρατηρεῖται. 'Ο ἀργυροπελεκάνος πού ἄλλοτε κλωσσούσε στὸ δέλτα τοῦ Ἀξιοῦ, τοῦ Ἐβρου καί τοῦ Ἀχελώου, στίς ἐκβολές τῶν ποταμῶν πού χύνονται στίς ἀκτές τῆς Ἠπείρου καί στίς ἄλλοτε λίμνες τῶν Γιαννιτῶν καί τοῦ Ἀρτζάν (Μακεδονία), σήμερα, ἀποδεκατισμένος, φωλιάζει μόνο στήν Ἄρτα καί στή μικρὴ Πρέσπα.

'Ομοια ἔχουν ἀποδεκατιστεῖ τὰ ἀρπακτικά (ἀετοί - γεράκια), ἀπ' τὰ ὅποια τὸ γεράκι μαυροπετρίτης εἶναι ἐνδημικὸ τῶν νησιῶν τοῦ Αἰγαίου.

● Τὸ κυνήγι γενικά ἐγινε πιά σπάνιο.

● Πολλά θηλαστικά τῆς πανίδας μας κινδυνεύουν. Ἡ φώκια π.χ. ἀπειλεῖται μέ ἀφανισμό.

● Πολλά εἶδη ψαριῶν τῶν θαλασσῶν μας κινδυνεύουν νά εξαφανιστοῦν ἀπ' ὀρισμένες περιοχές, ὅπως ὁ ροφός, ἡ στύρα, τὸ στουργιόνι, ἡ μουδιάστρα, ἡ κατσούλα κ.ἄ. Ἡ κατσούλα χάθηκε τελείως ἀπὸ τὸ Σαρωνικὸ.

● Τὰ θαλασσινὰ (στρείδια, κυδώνια, καλόγνωνες κτλ.) ὄχι μόνο ἐλαττώ-

θηκαν σέ πολλές περιοχές, αλλά έχουν μολυνθεί απ' τή ρύπανση και έγιναν φορείς γιά σοβαρές άρρώστιες (τυφοειδής πυρετός, παρατυφικές λοιμώξεις, λοιμώδης ήπατίτιδα).

Σέ άκόμα μεγαλύτερο κίνδυνο βρίσκεται ή χλωρίδα μας. Δεκάδες είδών έχουν κιόλας χαθεί και πάρα πολλά (και μάλιστα ένδημικά τής χώρας μας) κινδυνεύουν, όπως πολλά όρχεοειδή και πάνω από 300 άλλα είδη, διάφορων οικογενειών. Μερικά είδη φαρμακευτικά, όπως π.χ. ό δίκταμος (έρωντας) τής Κρήτης ή ή γεντιανή (άφθονη άλλοτε στην περιοχή τών Πρεσπών) κινδυνεύουν νά εξαφανιστούν επειδή τά μαζεύουν, γιά έμπορικούς σκοπούς, μέ ληστρικό τρόπο.

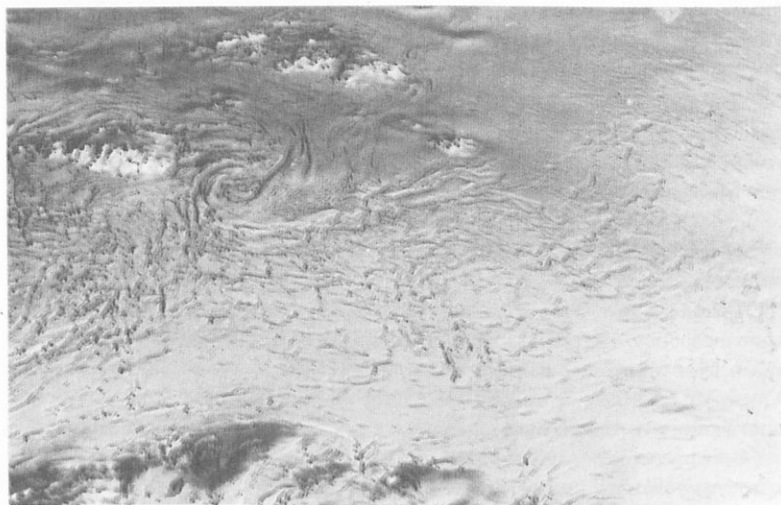
Πρέπει λοιπόν στή χώρα μας νά παρθούν τό ταχύτερο μέτρα γιά νά προστατευθούν άποτελεσματικά οι άκτές, οι κλειστοί κόλποι, λίμνες και άλλοι ύγρότοποι, τά δάση και τά φυτά και ζώα πού κινδυνεύουν. Δέν έχει νόημα νά λέμε πώς ή πατρίδα μας είναι ωραία. Πρέπει ή πολυτραγουδισίμενη όμορφιά τής νά διατηρηθεί.

Όρισμένοι από τούς ύγρότοπούς μας είναι ιδιαίτερα σημαντικοί, όχι μόνο γιά τόν τόπο μας αλλά γιά όλη τήν Εύρώπη. Σημαντικά και σπάνια είδη πουλιών φολιάζουν σ' αυτούς ή ξεκουράζονται κατά τίς μεταναστεύσεις τους. Οί σπουδαιότεροι απ' τούς ύγρότοπούς μας πού πρέπει νά προστατευθούν είναι:

- Τό Δέλτα του Έβρου.
- Ό κόλπος τής Άρτας μαζί μέ τό Δέλτα του Λούρου.
- Η μικρή Πρέσπα (έχει κηρυχτεί έθνικός Δρυμός χωρίς όμως νά προστατεύεται πραγματικά).
- Η περιοχή τής λίμνης Βιστωνίδας (λίμνη του Πόρτο Λάγο) και ή λιμνοθάλασσα πού βρίσκεται μεταξύ Πόρτο Λάγο και Φαναριού.
- Επίσης τό Δέλτα του ποταμού Λουδία και Άλιάκμονα, του Νέστου, οι έκβολές του Στρυμόνα κι οι λίμνες τ' Άχινου (Κερκινίτις), Λαγκαδά και Βόλβη.

Παρ' όλο πού μερικά απ' τά δάση μας έχουν κηρυχτεί «Έθνικοί Δρυμοί» δηλ. προστατευόμενες περιοχές, δέν προστατεύονται πραγματικά. Σπουδαία δάση, πού πρέπει νά προστατευθούν άποτελεσματικά είναι:

- τής Πίνδου - Βάλια Κάλντας, του Όλυμπου, του Παρνασσού, τής Οίτης, του Αίνου τής Κεφαλονιάς, πού έχουν κηρυχτεί Έθνικοί Δρυμοί.
- Άλλα δάση και δασωμένες περιοχές μέ μεγάλη άξία και πού πρέπει νά προστατευτούν είναι: ή Σαμαριά στην Κρήτη (Έθνικός Δρυμός), ό Χελμός μαζί μέ τήν κοιλάδα τών νερών τής Στυγός και τήν περιοχή τής Ζαρούχλας, ή Βραμμενη Όξιά στη Ρουμέλη, τό Φαλακρό στην Άν. Μακεδονία,



Εικόνα 166: Ρύπανση από άργο πετρέλαιο σε μία άκτι της Σαλαμίνας.

ή Δίρφη και τό Ξεροβούνη στήν Εύβοια, τά δάση τής Ἀρκαδίας, τοῦ Ταυ-
γέτου, τής Χαλκιδικής, τής Σάμου, τό παρθένο δάσος τής κεντρικῆς Ροδό-
πης κ.ἄ.

Ἡ δημιουργία πραγματικῶν Ἐθνικῶν Δρυμῶν καί θαλασσίων πάρκων
καί ἡ προστασία πολλῶν μικρότερων βιωτικῶν κοινοτήτων μέ ιδιαίτερο
βιολογικό ἐνδιαφέρον, σέ συνδυασμό μέ δραστικά μέτρα ἐναντίον τής ρυ-
πάνσεως, **ἄν γίνουη ἔγκαιρα** καί μέ σύστημα, θά ἀντισταθμίσουη τήν ἐπερ-
χόμενη κατάρρευση τῶν οἰκοσυστημάτων τής χώρας μας.

ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ Α

Λ Ε Ξ Ι Λ Ο Γ Ι Ο

άβάκιο γαμετικών συνδυασμών: άβάκιο, δηλαδή πίνακας, που μās βοηθά νά βρούμε όλους τούς συνδυασμούς τών γαμετών και τίς συχνότητες τών συνδυασμών αυτών.

άγγελιοφόρο RNA (ριβοζονουκλεικό όξύ): είδος RNA που έχει άντιγράψει πιστά τή μιά άπό τίς δύο άλυσιδες του DNA τών χρωματοσωμάτων και που άπό τόν πυρήνα πηγαίνει στό κυτταρόπλασμα γιά νά χρησιμεύσει σάν μήτρα (καλούπι) γιά τή σύνθεση τών πρωτεϊνών.

άγέλη: στά πτηνά και θηλαστικά σύνολο άτόμων του ίδιου είδους, που ζούν μαζί.

άγενής πολλαπλασιασμός: μηχανισμός πολλαπλασιασμού (άναπαραγωγής) που δέ στηρίζεται στην ύπαρξη φύλων.

άδενίνη: όργανική βάση. Τό μόριό της συμμετέχει στη δομή του ATP, του DNA και του RNA.

ADP (εί-ντί-πί, διφωσφορική άδενosίνη): χημική ένωση που άποτελείται άπό άδενίνη, ριβόζη και δύο ρίζες φωσφορικού όξέος.

άερόβια φάση άναπνοής: ή φάση τής άναπνοής που χρειάζεται όξυγόνο.

Αιθιοπική ζώνη: Ζωογεωγραφική ζώνη που περιλαβαίνει κυρίως μεγάλο μέρος τής Άφρικής.

άίμοσφαιρίνη: χημική ένωση, κόκκινου χρώματος, τό μεγαλύτερο μέρος τής όποίας άποτελείται άπό πρωτεϊνη, και που βρίσκεται στα έρυθρά αίμοσφαίρια. Δεσμεύει και μεταφέρει τό όξυγόνο και τό διοξειδιο του άνθρακα.

άίμοφιλία: ή παθολογική κατάσταση όρισμένων ανθρώπων νά μήν πήζει τό αίμα τους.

άκμονας: μικρό κόκαλο στό μέσα ούς (αύτι) τών θηλαστικών.

άκτινωτή προσαρμοστική κλαδογένεση: ή παραγωγή σε σχετικά σύντομο χρονικό διάστημα (στη γεωλογική κλίμακα του χρόνου) άπό ένα ή λίγα είδη μιάς όλόκληρης βεντάλιας νέων ειδών μέ προσαρμογές σε διαφορετικούς τρόπους ζωής.

άλληλεπίδραση: άμοιβαία επίδραση μεταξύ δύο (ή περισσότερων) μονάδων (άτόμων, ειδών κ.ά.).

άλληλόμορφος: ή σταθερή κατάσταση στην όποία βρίσκεται ένας γόνος. Σ'

- έναν πληθυσμό ατόμων μπορεί να βρισκομε κάθε γόνο σε πολλές καταστάσεις, δηλαδή κάθε γόνος μπορεί να έχει πολλούς αλληλόμορφους.
- άλπικός:** (προέρχεται από τη λέξη Ἴαλπεις): ὄρεινός.
- άλυσίδα τροφής:** νοητή άλυσίδα πού ένώνει σε κάθε της κρίκο ένα θήραμα κι ένα θηρευτή του.
- άμινοξύ:** ὀργανική χημική ένωση πού αποτελείται από άνθρακα, ὕδρογόνο, ὄξυγόνο, ἄζωτο καί μερικές φορές θεϊο. Δομικός λίθος τῶν πρωτεϊνῶν.
- άμνιωτικό:** Σπονδυλωτό πού τό ἔμβρυό του περιβάλλεται από ἄμνιον, δηλαδή βρίσκεται μέσα σ' ένα ὑμενώδη σάκο γεμάτο ὑγρό. Ἄμνιωτικά εἶναι τά Ἑρπετά, Πτηνά, καί Θηλαστικά.
- άμυλοπλάστις:** πλαστίδιο, ὅπου γίνεται ἡ σύνθεση τοῦ ἄμυλου.
- άναβολέας:** μικρό κόκαλο στό μέσο οὖς (αὐτί) τῶν θηλαστικῶν.
- άναβολισμός:** λειτουργίες τοῦ ὀργανισμοῦ κατά τίς ὁποῖες χρησιμοποιεῖται ἐνέργεια γιά τή σύνθεση δομικῶν τους συστατικῶν καί ἄλλων χημικῶν ἐνώσεων, στίς ὁποῖες ἀποθηκεύεται ἐνέργεια.
- άναγένεση:** ἐξελικτική ἀλλαγὴ κατά τήν ὁποία μέ τό πέρασμα τοῦ χρόνου ἕνα εἶδος μεταβάλλεται σε ἄλλο εἶδος. Ἀντίθετα μέ τήν κλαδογένεση ὅπου ἕνα εἶδος χωρίζεται σε δύο (ἢ περισσότερα) νέα εἶδη. (Προσοχή: ἡ ἀναγέννηση εἶναι διαφορετικός ὅρος).
- άναγέννηση:** τό φαινόμενο νά ξαναφτιάχνει ὁ ὀργανισμός ἕνα τμήμα του πού ἀποκόπηκε.
- άναγωγή:** χημική ἀντίδραση κατά τήν ὁποία ἕνα στοιχείο ἢ μιὰ ένωση παίρνει ὕδρογόνο ἢ τούς ἀφαιρεῖται ὄξυγόνο. Γενικά ὅταν ἕνα στοιχείο ἢ μιὰ ένωση παίρνει ἠλεκτρόνια.
- ἀναδιασταύρωση:** βλέπε λέξεις ἀνάδρομη διασταύρωση.
- ἀνάδρομη διασταύρωση:** διασταύρωση ατόμων τῆς πρώτης θυγατρικῆς γενιάς μέ ἕνα ἀπό τούς γονεῖς τους.
- ἀναερόβια φάση τῆς ἀναπνοῆς:** ἡ φάση τῆς ἀναπνοῆς πού δέν χρειάζεται ὄξυγόνο.
- ἀνάλογα ὄργανα:** ὄργανα πού ἔχουν ἴδια λειτουργία καί γι' αὐτό παρουσιάζουν ἐπιφανειακή ὁμοιότητα χωρίς ὁμως νά ἔχουν ἴδια ἐξελικτική προέλευση.
- ἀναπαραγωγή:** ἡ ιδιότητα τῶν ζωντανῶν ὄντων νά παράγουν νέα πανομοιότυπά τους ζωντανά ὄντα.
- ἀναπνοή:** λειτουργία κατά τήν ὁποία τό ζωντανό ὄν ἐλευθερώνει ἐνέργεια διασπώντας ὀργανικές χημικές ἐνώσεις.
- Ἄνατολική ζώνη:** Ζωογεωγραφική ζώνη πού περιλαβαίνει τήν Ἰνδία καί κοντινές της χῶρες.
- ἀνάφαση** (ἢ τρίτη φάση τῆς μίτωσης): τό τρίτο στάδιο τῆς κυτταρικῆς διαίρέσεως.

άνοιχτό σύστημα: αποτελείται από σύνολο υλικών τμημάτων σε έπικοινωνία με τό περιβάλλον με τό όποιο ανταλλάσσει ύλη καί ένέργεια.

άντίσωμα: πρωτεΐνη πού κατασκευάζει ό οργανισμός για νά καταπολεμήσει μία μικροβιακή (ή άλλη) εισβολή.

άπλοειδής άριθμός χρωματοσωμάτων: ό άριθμός τών χρωματοσωμάτων στους γαμέτες, ό μισός άριθμός τών χρωματοσωμάτων τών σωματικών κυττάρων, ό άριθμός τών ζευγαριών τών χρωματοσωμάτων (= N).

άποβλάστηση: τρόπος άγενή πολλαπλασιασμού. Ένα τμήμα του οργανισμού άναπτύσσεται καί μετά άποχωρίζεται καί γίνεται νέος οργανισμός.

άπολίθωμα: άπομεινάρια ζωντανών οργανισμών πού έζησαν παλιά: είτε είναι άποτυπώματα, είτε σκληρά μέρη τους πού ή όργανική τους ουσία άντικαταστάθηκε από άνόργανα υλικά. Σπάνια είναι τμήματα οργανισμών ή οργανισμοί πού δέν πετροποιήθηκαν αλλά διατηρήθηκαν στους πάγους ή άκόμα μέσα σε κεχριμπάρι.

άστερες: οί δυό άστεροειδείς σχηματισμοί πού καθένας τους έχει κέντρο ένα από τους δυό πόλους τής άτράκτου (στή μίτωση).

ATP (εί-τί-πί, τριφωσφορική άδενοσίνη): χημική ένωση πού άποτελείται από άδενίνη, ριβόζη καί τρεις ρίζες φωσφορικού όξέος. Τό ATP είναι τό ένεργειακό «νόμισμα».

άτρακτος: διάταξη σε σχήμα άδραχτιού, (άτρακτος = άδράχτι), πού σχηματίζεται στή μετάφαση τής κυτταρικής διαερέσεως.

Αυστραλιανή ζώνη: ή Ζωογεωγραφική ζώνη πού περιλαμβάνει τήν Αυστραλία.

αυτόματη γένεση (θεωρία τής): ό ύποθετικός (καί όπως τώρα γνωρίζουμε λανθασμένος) μηχανισμός παραγωγής ζωντανών όντων από μή ζωντανά υλικά.

αυτότροφος οργανισμός: οργανισμός πού τρέφεται από άνόργανες μόνο ουσίες, κατασκευάζοντας μόνος του τις άναγκαϊες σ' αυτόν όργανικές.

βακτηριοφάγος: ίός (φάγος) πού παρασιτεί βακτήρια.

βασίλειο: ή μεγαλύτερη ομάδα διαιρέσεως τών ζωντανών όντων στή Συστηματική.

βελτίωση (κληρονομική): προσπάθεια καλύτερεύσεως όρισμένων χαρακτηριστικών τών έκτρεφόμενων ζώων καί τών καλλιεργούμενων φυτών με τήν άλλαγή τών γονότυπων τών άτόμων τους.

βένθος: τό σύνολο τών ζωντανών όντων πού ζούν στό βυθό τής θάλασσας.

βιογενετικός νόμος (του Χαϊκελ): ή άποψη πώς ή όντογένεση συνοψίζει τή φυλογένεση.

βιοχημεία: ή έπιστήμη πού μελετά τό φαινόμενο τής ζωής στό επίπεδο τών μορίων καί τών χημικών αντιδράσεων.

βιωτική κοινότητα: τό σύνολο τών ζωντανών όντων σε μία περιοχή.

- βλαστίδιο:** ένα από τα πρώτα στάδια της ζωής του έμβριου.
- γαλακτικό όξύ:** οργανική ένωση, όξύ. Παράγεται στα ζώα με την αναερόβια αναπνοή.
- γαμέτης:** κύτταρο που χρησιμεύει για τον έγγενή πολλαπλασιασμό του οργανισμού. Περιέχει το μισό αριθμό των χρωματοσωμάτων των σωματικών κυττάρων δηλαδή ένα χρωματόσωμα από κάθε ζευγάρι.
- γαστριδίο:** στάδιο της ζωής του έμβριου στο οποίο γίνονται οι μετακινήσεις κυττάρων για να σχηματισθούν τα δέρματα.
- Γενετική:** ο κλάδος της Βιολογίας που μελετά τα φαινόμενα της κληρονομιότητας και της ποικιλομορφίας.
- γενετικός κώδικας:** ο κώδικας που μας δίνει τις αντιστοιχίες μεταξύ των διάφορων συνδυασμών που αποτελούν τρεις διαδοχικές βάσεις της αλυσίδας του RNA και των 20 αμινοξέων. Υπάρχουν τρεις συνδυασμοί βάσεων που δεν αντιστοιχούν σε αμινοξύ αλλά σημαίνουν τη λήξη του μηνύματος.
- γεννητικό πλάσμα:** το σύνολο των κυττάρων του οργανισμού που είναι ή πρόκειται να μετασχηματιστεί σε γαμέτες.
- γένος:** μικρή ομάδα διαίρεσεως των ζωντανών όντων στη Συστηματική. Κάθε γένος περιλαμβάνει περισσότερα είδη ή και μόνο ένα.
- γεωλογικοί αιώνες, περίοδοι ή διαπλάσεις, υποπερίοδοι και εποχές:** χρονικές διαίρεσεις της ιστορίας της Γης από τους γεωλόγους. Κάθε αιώνας [Αρχαϊκός, Προτεροζωϊκός, (κι οι δύο μαζί λέγονται Προκάμβριο), Παλαιοζωϊκός, Μεσοζωϊκός, Καινοζωϊκός] περιλαμβάνει περιόδους (ή διαπλάσεις), κάθε περίοδος περιλαμβάνει υποπερίοδους και κάθε υποπερίοδος εποχές (ή βαθμίδες).
- Γκοντβάνα:** ένα από τα δύο κομμάτια στα όποια χωρίστηκε η Παγγαία, το νότιο κομμάτι. Περιλαμβάνει τη Ν. Αμερική, Αφρική, Ινδία, Αυστραλία και Ανταρκτική.
- γκράνα (grana):** κατασκευάσματα μέσα στο χλωροπλάστη που τό καθένα τους (granum) μοιάζει με μιá στήλη μεταλλικών κερμάτων.
- γλυκόζη:** υδατάνθρακας με 6 άτομα άνθρακα. Δομικός λίθος του γλυκογόνου και του άμυλου.
- γλυκόλυση:** (από τό γλυκός και λύση): τό τμήμα της αναπνοής κατά τό όποιο διασπάται ή γλυκόζη μέχρι να προκύψει πυροσταφυλικό όξύ.
- γόνος:** ή μονάδα της κληρονομικότητας. Βρίσκεται στα χρωματοσώματα.
- γονότυπος:** ό τύπος των γόνων ενός ατόμου – ή κληρονομική του δομή.
- γουανίνη:** οργανική βάση. Τό μόριό της συμμετέχει στην κατασκευή του DNA και του RNA.
- δαλτωνισμός:** ή αδυναμία που έχουν μερικοί άνθρωποι να ξεχωρίζουν όρισμένα χρώματα.

δέρματα (έμβρυολογικά): οί τρεῖς στρώσεις (στοιβάδες) κυττάρων πού σχηματίζονται σέ όρισμένο στάδιο τοῦ έμβρύου μετά τό γαστρίδιο.

Κάθε δέρμα παρέχει τό ύλικό γιά νά σχηματιστοῦν διάφορα ὄργανα καί ἴστοι. (βλέπε λέξεις εκτόδερμα, μεσόδερμα, ένδόδερμα).

δεσοξυριβοζονουκλεϊκό ὀξύ: βλέπε λέξη DNA.

δεύτερη θυγατρική γενιά: τό σύνολο τῶν ατόμων πού προέρχεται από τή διασταύρωση τῶν ατόμων τῆς πρώτης θυγατρικής γενιάς, (σύμβολο F₂).

δευτερογενής καταναλωτής: είδος πού τρέφεται από τούς πρωτογενείς καταναλωτές (βλέπε λέξη), δηλαδή σαρκοφάγο.

διάσχιση: τό φαινόμενο σύμφωνα μέ τό ὅποιο ὁ γόνος πού προέρχεται από τόν πατέρα κι ὁ αντίστοιχος γόνος πού προέρχεται από τή μητέρα δέν ἀλληλοεπηρεάζονται ἀλλά ξαναβρίσκεται (ένας τους) σέ κάθε γαμέτη τοῦ ατόμου «καθαρός», δηλαδή στήν ἴδια κατάσταση πού ἦταν στούς γονεῖς του.

διαφοροποίηση: διαδικασία μέ τήν ὁποία τά διάφορα κύτταρα τοῦ σώματος, ἄν καί προέρχονται ὅλα από τό ζυγωτό, ἐξειδικεύονται λειτουργικά καί γι' αὐτό ἀλλάζουν καί μορφολογικά.

διδασκτικός τύπος θεωριῶν: κατηγορία θεωριῶν πού πιστεύει πώς τό περιβάλλον ἄμεσα έντυπώνει μεταβολές στόν ὄργανισμό καί πώς αὐτές γίνονται κληρονομικές (ἄν καί ἐπίκτητες) καί καθιστοῦν τόν ὄργανισμό περισσότερο προσαρμοσμένο στό περιβάλλον πού τοῦ τίς έντύπωσε. Ἡ Θεωρία τοῦ Λαμάρκ εἶναι διδασκτικοῦ τύπου (τό περιβάλλον «διδάσκει» τόν ὄργανισμό κι ἔτσι τόν ἀλλάζει).

δίδυμα (ἀδελφια): ἀδελφια πού γεννιοῦνται από τήν ἴδια κύηση. Μπορεῖ νά προέρχονται από ἕνα μόνο ζυγωτό (μονοζυγωτικά) ἢ από δύο διαφορετικά ζυγωτά κύτταρα (διζυγωτικά).

διζυγωτικά δίδυμα: βλέπε λέξη δίδυμα.

δίοικο είδος: είδος πού ἀποτελεῖται από δύο χωριστές κατηγορίες ἄτομα, τά ἄρσενικά καί τά θηλυκά.

διπλοειδής ἀριθμός χρωματοσωμάτων: ὁ ἀριθμός τῶν χρωματοσωμάτων τῶν σωματικῶν κυττάρων, ἢ τῶν κυττάρων τοῦ γεννητικοῦ πλάσματος πρὶν ὑποστοῦν τή μείωση, ἢ ἀκόμη ὁ διπλάσιος ἀριθμός τῶν ζευγαριῶν τῶν χρωματοσωμάτων (= 2N).

διυβριδισμός: διασταύρωση στήν ὁποία διασχίζονται δύο διαφορετικοί γόνοι.

διφωσφορική ἀδενοσίνη: βλέπε λέξη ADP.

DNA (ντί-έν-εί, δεσοξυριβοζονουκλεϊκό ὀξύ). Κατηγορία νουκλεϊκῶν ὀξέων πού ἀποτελοῦνται από δύο συμπληρωματικές ἄλυστιδες νουκλεοτιδίων (δίκλιωνα) καί πού βρίσκονται κυρίως στά χρωματοσώματα (ἀλλά καί στά μιτοχόνδρια, καί στά πλαστίδια). Οἱ γόνοι ἀποτελοῦνται

- από DNA. Το DNA έχει την ιδιότητα να αναπαράγεται.
- δούλωση:** φαινόμενο υποδουλώσεως μυρμηγκιών σε άλλου είδους μυρμηγκία. Μερικά είδη μυρμηγκιών αίχμαλωτίζουν άτομα (προνύμφες) άλλου είδους που όταν μεγαλώσουν τα χρησιμοποιούν σαν δούλους τους για να κάνουν διάφορες εργασίες.
- δρεπανοκυτταρική αναιμία:** κληρονομική αναιμία που οφείλεται στη διαφορετική αίμοσφαιρίνη (από την κανονική) που έχουν τα άρρωστα άτομα.
- έγγενής πολλαπλασιασμός:** μηχανισμός πολλαπλασιασμού που στηρίζεται στην ύπαρξη δυο φύλων και στην παραγωγή γαμετών.
- είδος:** βασική μονάδα της ταξινόμησης. Το είδος δεν ορίζεται μόνο με το κριτήριο της μορφολογικής ομοιότητας αλλά κυρίως με το μιξιολογικό κριτήριο. Είναι αντικειμενική οντότητα ανεξάρτητη από τον ταξινόμο. Κάθε είδος κατέχει όρισμένη οικολογική φωλιά.
- έκλεκτικός τύπος θεωριών:** κατηγορία θεωριών που πιστεύει πως οι εξελικτικές μεταβολές προέρχονται από επιλογή σε προϋπάρχουσα κληρονομική ποικιλομορφία του πληθυσμού. Η επίδραση του περιβάλλοντος πραγματοποιείται με το μηχανισμό της επιλογής. Η νεοδαρβινική ή συνθετική θεωρία είναι έκλεκτικού τύπου.
- έκτόδερμα:** το εξωτερικό δέρμα (βλέπε λέξη δέρματα) του έμβριου στο στάδιο μετά το γαστρίδιο. Από το δέρμα αυτό προέρχονται ή επιδερμίδα, το νευρικό σύστημα, τα αισθητήρια όργανα, οι τρίχες, τα νύχια κ.ά.
- έλαιοπλάστης:** πλαστίδιο όπου γίνεται ή σύνθεση του ελαίου (λαδιού).
- Έμβρυολογία:** κλάδος της Βιολογίας που μελετά τα έμβρυακά στάδια της ζωής του οργανισμού.
- ένδόδερμα:** το εσωτερικό δέρμα (βλέπε λέξη δέρματα) του έμβριου στο στάδιο μετά το γαστρίδιο. Από το δέρμα αυτό προέρχεται ο πεπτικός άγωγός.
- ένδοπλασματικό δίκτυο:** πολύπλοκο δίκτυο άγωγών (καναλιών) που βρίσκεται μέσα στο κυτταρόπλασμα.
- ενεργό κέντρο (ένζυμο):** το μέρος του ένζυμου στο οποίο γίνεται ή επαφή με το υπόστρωμα ή τα υποστρώματα με αποτέλεσμα τη διευκόλυνση της χημικής αντίδρασης την οποία το ένζυμο καταλύει.
- ένζυμο:** οργανική χημική ένωση που είτε είναι εξολοκλήρου πρωτεΐνη είτε το μεγαλύτερο μέρος της είναι πρωτεΐνη και ή οποία επιταχύνει όρισμένη χημική αντίδραση, χωρίς να συμμετέχει στα τελικά προϊόντα της αντίδρασης αυτής.
- Εξέλιξη:** το φαινόμενο να αλλάζουν μορφή τα έμβια όντα με το πέρασμα του χρόνου, είδη να μεταβάλλονται σε άλλα είδη (ανάγνεση) ή είδη να διχάζονται σε δυό ή περισσότερα νέα είδη (κλαδογένεση), ή είδη να σβήνουν.

έξόζη: ύδατάνθρακας μέ έξι άτομα άνθρακα στό μόριό του.

έπιγένεση: έμβρυολογική θεωρία σύμφωνα μέ τήν όποια τά όργανα και οι ίστοί του σώματος σχηματίζονται «έκ νέου» κάθε φορά κατά τό έμβρυακό μέρος τής ζωής του όργανισμού χάρη στις δυνάμεις πού ένυπάρχουν μέσα στό ζωντανό κύτταρο (κι όχι από προσχηματισμένα τμήματα).

έπίκτητη ιδιότητα (ή επίκτητο χαρακτηριστικό): ιδιότητα πού έχει ό όργανισμός αλλά δέν τήν κληρονόμησε από τούς γονείς του.

έπιλογή: ξεδιάλεγμα όρισμένων γονότυπων, από ένα πληθυσμό, στους όποιους μόνο έπιτρέπουμε νά άναπαραχθούν (**τεχνητή έπιλογή**). "Όταν όλοι οι γονότυποι δέν άφήνουν τόν ίδιο αριθμό άπογόνων στή φύση, μιλάμε γιά **φυσική έπιλογή**.

έπίφυτο: φυτό πού φυτρώνει πάνω σ' άλλο φυτό (λ.χ. πάνω σέ μεγάλο δέντρο) χωρίς νά παρασιτεί σ' αυτό αλλά χρησιμοποιώντας το μόνο σαν υπόβαθρο.

έρεθιστικότητα: ή ιδιότητα του όργανισμού νά πληροφορείται τί συμβαίνει έξω ή και μέσα σ' αυτόν.

έρμηος: οίκουσύστημα πού ή βλάστησή του είναι πολύ φτωχή: τό μεγαλύτερο μέρος τής έπιφάνειάς του είναι άκάλυπτο από βλάστηση.

έρμαφρόδιτο άτομο: τό άτομο πού μπορεί νά παράγει και άρσενικούς και θηλυκούς γαμέτες. "Η λέξη παράγεται από τίς λέξεις Έρμής και Άφροδίτη.

έτεροζυγωτό: άτομο πού περιέχει δυό διαφορετικούς άλληλόμορφους ένός γόνου.

έτερότροφος όργανισμός: όργανισμός πού τρέφεται από όργανικές ουσίες πού παράγουν άλλοι όργανισμοί (λέγεται και καταναλωτής).

εύκαρυωτικός: όργανισμός πού έχει κύτταρα (ή κύτταρο στους μονοκύτταρους) μέ διαμορφωμένο πυρήνα. Εύκαρυωτικοί είναι όλοι οι όργανισμοί έκτός από τά βακτήρια (στά όποια άνήκουν και τά μυκοπλάσματα), τά Κυανοφύκη και οι ιοί.

εύτροφισμός: μέ τήν άπόπλυση τής γεωργικής γής από τίς βροχές μαζεύονται φωσφορικά λιπάσματα σέ λίμνες ή κλειστές θάλασσες, όπως μαζεύονται και άπόβλητα από τούς όχειτούς μεγάλων πόλεων. Αυτές οι ουσίες είναι θρεπτικές γιά τά φύκη κι άλλα φυτά πού άναπτύσσονται τόσο ώστε καταναλώνουν τό όξυγόνο και δέν άφήνουν νά άναπτυχθούν τά ύδρόβια ζώα. Αυτή ή κατάσταση φυτικής ύεραπαγωγής μέ σύγχρονη μείωση του ζωικού πλούτου όνομάζεται εύτροφισμός.

ζυγωτό κύτταρο: τό πρώτο κύτταρο από τό όποιο προέρχεται ό νέος όργανισμός. Σχηματίζεται μέ τήν ένωση δυό γαμετών, του άρσενικού και του θηλυκού.

- ζύμωση:** χημικές αντιδράσεις άναερόβιας άναπνοής από ζυμομύκητες (λ.χ. με ζύμωση ο μούστος γίνεται κρασί).
- Ζωογεωγραφία:** κλάδος τής Βιολογίας πού μελετά τή γεωγραφική έξάπλωση καί κατανομή τών ζωικών ειδών.
- ζωοπλαγκτό:** τό πλαγκτό (βλέπε λέξη) πού άποτελείται από μικροσκοπικά ζώα.
- ήμιόροφος:** ένδιάμεσο επίπεδο φυλλωσιάς μεταξύ του όρόφου (βλέπε λέξη) καί του έδάφους.
- θαλασσαιμία (ή μεσογειακή άναιμία):** κληρονομικές άναιμίες πού όφείλονται σέ έλαττωματική παραγωγή τής αίμοσφαιρίνης.
- θήραμα:** τό είδος πού τρώγεται από ένα άλλο (τό όποιο όνομάζεται **θηρευτής** του).
- θηρευτής:** τό είδος πού τρώγει ένα άλλο (τό όποιο όνομάζεται **θήραμα**).
- θυγατρική γενιά:** βλέπε λέξεις **πρώτη θυγατρική γενιά** καί **δεύτερη θυγατρική γενιά**.
- θυμίνη:** όργανική βάση. Τό μόριό της συμμετέχει στή δομή του DNA.
- ίός:** μικροσκοπικό έμβιο όν χωρίς κυτταρική δομή, παράσιτο ζώων, φυτών, μυκήτων, μονοκυττάρων, άκόμα καί βακτηρίων.
- ίσημερινό πεδίο (ή ίσημερινό επίπεδο):** τό νοητό επίπεδο πού είναι κάθετο στη μέση τής νοητής γραμμής πού ένώνει τούς δύο πόλους τής άτράκτου στή μίτωση.
- ιστόνη:** βασικές (άντίθετο με τις όξινες) πρωτεΐνες πού βρίσκονται στά χρωματοσώματα. Είναι πλούσιες στά άμινοξέα άργινίνη καί λυσίνη.
- ιστός:** σύνολο κυττάρων με ίδια μορφολογία καί ίδια λειτουργική άποστολή.
- Καινοζωικός:** γεωλογικός αιώνας (βλέπε λέξη). "Άρχισε πριν 63 εκατομμύρια χρόνια καί συνεχίζεται ως σήμερα.
- Κάμβριο:** γεωλογική περίοδος (βλέπε λέξη) του Παλαιοζωικού αιώνα. "Άρχισε έδω καί 600 εκατομμύρια χρόνια καί τελείωσε έδω καί 500 εκατομμύρια χρόνια. Διάρκεσε δηλαδή 100 εκατομμύρια χρόνια.
- καταβολισμός:** λειτουργίες του όργανισμού κατα τις όποιες παράγεται ένέργεια με τή διάσπαση καί όξειδωση (βλέπε λέξη) όρισμένων όργανικών μορίων.
- καταναλωτής:** Τό είδος πού τρέφεται από άλλο ή άλλα είδη. Συνώνυμο του έτερότροφος (βλέπε λέξη). "Αντίθετο από τό **παραγωγός, αυτότροφος** (βλέπε λέξεις). "Υπάρχουν **πρωτογενείς, δευτερογενείς** καί **τριτογενείς** καταναλωτές (βλέπε λέξεις).
- κεντρόμερο:** έξειδικευμένο τμήμα του χρωματοσώματος πού παίξει σημαντικό ρόλο στήν κίνηση του χρωματοσώματος κατά τήν άνάφαση.

κεντρόσωμα: ὄργανίδιο τῶν ζωικῶν μόνο κυττάρων. Βρίσκεται ἔξω ἀπὸ τὸν πυρήνα καὶ παίζει ρόλο στὴν κυτταρική διαίρεση, στὰ κύτταρα τῶν ζώων.

κλαδογένεση: ἐξελικτική ἀλλαγὴ κατὰ τὴν ὁποία ἓνα εἶδος χωρίζεται καὶ δίνει γέννηση σὲ δύο ἢ περισσότερα νεα εἶδη, ὅπως ὁ κλάδος τοῦ δέντρου σὲ δύο ἢ περισσότερα κλαδιά. Ὁ ὅρος χρησιμοποιεῖται καὶ γιὰ μεγαλύτερες μονάδες ἀπὸ τὰ εἶδη (λ.χ. μιὰ τάξη δίνει γέννηση σὲ περισσότερες κ.ο.κ.) Λιποφορικός ἀπὸ τὴν ἀναγένεση (βλέπε λέξη).

κληρονομικότητα: τὸ φαινόμενο νὰ μεταβιβάζουν οἱ γονεῖς στὰ τέκνα τους ὀρισμένα χαρακτηριστικά.

κοινωνία: ὁμάδα ἀτόμων πού ἀνηκουν στὸ ἴδιο εἶδος καὶ εἶναι ὀργανωμένα μὲ τρόπο πού νὰ συνεργάζονται. Ἡ ὑπαρξὴ ἀμοιβαίας ἐπικοινωνίας μεταξὺ ἀτόμων τοῦ ἴδιου εἴδους μὲ σκοπὸ τὴ συνεργασία, καὶ πού ξεπερνᾷ τὴν ἀπλή σεξουαλικὴ δραστηριότητα, εἶναι κριτήριον γιὰ τὸν ὀρισμὸ τῆς κοινωνίας.

κόκκος γύρης: ὁ ἀρσενικός γαμέτης στὰ φυτά.

Κρητιδική: γεωλογικὴ περίοδος τοῦ Μεσοζωικοῦ αἰῶνα. Ἄρχισε πρὶν 135 ἑκατ. χρόνια, τέλειωσε πρὶν 63 ἑκατ. χρόνια, δηλαδὴ διάρκεσε 72 ἑκατομμύρια χρόνια.

κυαμισμός: ἡ κληρονομικὴ δομὴ πού ἐκδηλώνεται μὲ σοβαρὸ αἰμολυτικὸ ἐπεισόδιον ὅταν τὰ ἄτομα πού τὴν ἔχουν φᾶνε ἄβραστα κουκιά.

κύκλος Krebs (ἢ **κύκλος κιτρικοῦ ὀξέος**): στὴν ἀναπνοὴ ἡ καύση τοῦ μετασχηματισμένου πυροσταφυλικοῦ ὀξέος (ἐνωμένου μὲ συνένζυμο Α σὲ ἀκετυλοσυνένζυμο Α) μὲ μιὰ σειρά πολὺπλοκῶν χημικῶν ἀντιδράσεων. Ἀπὸ τὴν καύση παράγεται CO₂ καὶ ἐλευθερώνονται ἠλεκτρόνια.

κυριαρχία: φαινόμενο κατὰ τὸ ὁποῖο, στὰ ἑτεροζυγωτὰ ἄτομα γιὰ ἓνα γόνον, ὁ ἓνας ἀλληλόμορφος παρεμποδίζει τὴν ἐμφάνιση τοῦ ἄλλου ἀλληλόμορφου στὸ φαινότυπο.

κυρίαρχος ἀλληλόμορφος: ὁ ἀλληλόμορφος πού ἐμφανίζεται στὸ φαινότυπον τῶν ἑτεροζυγωτῶν ἀτόμων καὶ πού παρεμποδίζει τὴν ἐμφάνιση τοῦ ἄλλου.

κυτόπλασμα: βλέπε λέξη **κυτταρόπλασμα**.

κυτοσίνη: ὀργανικὴ βάση. Τὸ μὴρίο τῆς συμμετέχει στὴ δομὴ τοῦ DNA καὶ τοῦ RNA.

κυτοχρώματα: πρωτεΐνες, χημικὸ ὑποδοχεῖς ἠλεκτρονίων (βλέπε λέξη). Παίζουν ρόλο ὑποδοχέων στὴν ὀξειδωτικὴ φωσφορλίωση (βλέπε λέξη).

κυτταρική μεμβράνη: βλέπε λέξη **πλασματικὴ μεμβράνη**.

κύτταρο: ἡ θεμελιώδης ζωντανὴ μονάδα. Ἀπὸ αὐτὴν ἀποτελοῦνται ὄλοι οἱ ὀργανισμοὶ πλὴν τῶν ἰῶν (ἀπὸ ἓνα κύτταρο οἱ **μονοκύτταροι**, ἀπὸ πολλὰ

- κύτταρα οί πολυκύτταροι οργανισμοί, βλέπε λέξεις).
- κυτταρόπλασμα ή κυτόπλασμα:** παχύρρευστη ούσια πού άποτελει τό μεγαλύ-
τερο μέρος του έσωτερικού του κυττάρου.
- λαμαρκισμός:** άποψη κατά την όποία ή Έξέλιξη όφείλεται κυρίως στην ύ-
ποτιθέμενη (καί λανθασμένη) κληρονομικότητα των έπικτητων ί-
διοτήτων.
- Λαυρασιατική ήπειρος:** τό βόρειο κομμάτι γής άπό τά δύο που χωρίστηκε ή
Παγγαία. Περιλάβαινε τή Β. Άμερική, τήν Εύρώπη και όλη σχεδόν
τήν Άσια.
- λειτουργία:** πραγματοποίηση όρισμένων φυσιολογικών άντιδράσεων άπό
ένα κυτταρο ή άπό ένα ή περισσότερα όργανα για τήν έκπληρωση όρι-
σμένου σκοπού.
- Λιθανθρακοφόρος:** γεωλογική περίοδος του Παλαιοζωϊκού αιώνα. Άρχισε
πρίν 345 έκατομμύρια χρόνια και τέλειωσε πρίν 280 έκατομμύρια χρό-
νια, δηλαδή διάρκεσε 65 έκατομ. χρόνια. Περίοδος μεγάλων δασών,
πού τώρα τά βρίσκουμε σάν λιθάνθρακες.
- λίπη:** κατηγορία όργανικών μορίων, πού άποτελούνται άπό τήν ένωση
τριών μορίων λιπαρών όξέων μέ ένα μόριο γλυκερίνης ή άνάλογης
ένωσης με τή γλυκερίνη.
- λυσόσωμα:** όργανίδιο του κυττάρου πού περικλείει ένζυμα.
- μακκία:** οίκοςύστημα των ξηροφυτικών έκτάσεων κυρίως γύρω άπό τή
Μεσόγειο.
- μάρσιπος:** δερμάτινος σάκος των μαρσιποφόρων στόν όποιο τά θηλυκά
κρατούν τά μικρά τους.
- μείωση:** ό μηχανισμός παραγωγής κυττάρων μέ μισό αριθμό χρωματοσω-
μάτων για νά γίνουν γαμέτες. Στη μείωση παράγονται νέοι συνδυασμοί
γόνων άπό τους δύο γονείς του άτόμου πού φτιάχνει τους γαμέτες.
- μεσόδερμα:** τό ένδιάμεσο έμβρυολογικό δερμα (βλέπε λέξη) άπό τό όποιο
προέρχονται τό αίμα και τό κυκλοφορικό σύστημα, οί συνεκτικοί ίστοί
και τά κόκαλα, τό ούρογεννητικό σύστημα και τό μυϊκό σύστημα.
- Μεσοζωϊκός:** γεωλογικός αιώνας (βλέπε λέξη). Άρχισε πρίν 230 έκατ.
χρόνια και τελείωσε πρίν 63 έκατ. χρόνια, δηλαδή διάρκεσε 167 έκα-
τομμύρια χρόνια.
- μεταβολισμός:** ή σύνθετη λειτουργία του όργανισμου κατά τήν όποία χάρη
sé χημικές άντιδράσεις παράγεται, άποθηκεύεται και χρησιμοποιείται
ένέργεια και συνθέτονται τά δομικά ύλικά του όργανισμου.
- μεταγραφή:** ή αντιγραφή του γενετικού (κληρονομικού) μηνύματος πού φέ-
ρει τό DNA (δηλαδή ό γόνος) sé άγγελιοφόρο RNA (βλέπε λέξεις).
- μετάλλαξη:** ή άπότομη άλλαγή ενός άλληλόμορφου σ' έναν άλλο. Είτε γί-
νεται στη φύση άπό μόνη της (φυσική μετάλλαξη), ή μέ τήν επέμβαση

του ανθρώπου όταν χρησιμοποιήσει ακτινοβολίες ή χημικές ουσίες (τεχνητή μετάλλαξη).

μετάφραση (ή δεύτερη φάση της μίτωσης): το δεύτερο στάδιο της κυτταρικής διαιρέσεως.

μεταφορείς RNA: είδη RNA που μεταφέρουν τα άμινοξέα και τα τοποθετούν απέναντι στις τριάδες διαδοχικών βάσεων του άγγελιοφόρου RNA. Καθένα τους στη μία του μεριά έχει ένα τμήμα που «αναγνωρίζει» μία όρισμένη τριάδα βάσεων του άγγελιοφόρου RNA (γιατί το τμήμα αυτό αποτελείται από τις συμπληρωματικές βάσεις και έτσι βοηθά στην τοποθέτησή του απέναντί τους) και στο διαμετρικά αντίθετο τμήμα του μπορεί να δένει το αντίστοιχο άμινοξύ.

μετάφραση: ή μετατροπή του γενετικού μηνύματος από τη γλώσσα των 4 βάσεων των νουκλεοτιδίων στη γλώσσα των 20 άμινοξέων, δηλαδή η διαδικασία με την οποία από το άγγελιοφόρο RNA πραγματοποιείται η σύνθεση της αλυσίδας των άμινοξέων (της πρωτεΐνης).

μιμικρία: φαινόμενο κατά το οποίο ένα είδος Α μιμείται την εξωτερική εμφάνιση άλλου είδους Β, για να αποφύγει τη διωξή του από το θηρευτή του, ο οποίος αποστρέφεται το είδος Β.

μυξολογικό κριτήριο: για την απόφαση αν δυο πληθυσμοί ανήκουν σε διαφορετικά είδη χρησιμοποιείται σαν κριτήριο το αν μπορούν να διασταυρώνονται και να ανταλλάσσουν μεταξύ τους γενετικό (κληρονομικό) υλικό.

μιτοχόνδριο: όργανο του κυττάρου που λειτουργεί σαν σταθμός παραγωγής ενέργειας (δηλαδή στην εσωτερική επιφάνεια του οποίου διεξάγεται η **οξειδωτική φωσφορυλίωση** βλέπε λέξη).

μίτωση: η διαίρεση του κυττάρου σε δυο θυγατρικά κύτταρα.

μονοζυγωτικά δίδυμα: βλέπε λέξη δίδυμα.

μόνοικο είδος: είδος που αποτελείται από έρμαφρόδιτα άτομα.

μονοϋβριδισμός: διασταύρωση στην οποία διασχίζεται ένας μόνο γόνος.

μορίδιο: ένα από τα πρώτα στάδια της ζωής του εμβρύου.

μοκοπλάσματα: ομάδα των πιο μικρών βακτηρίων. Παράσιτα στους πνεύμονες των θηλαστικών και πτηνών και παράσιτα φυτών.

ναύπλιος: προνυμφική (βλέπε λέξη) μορφή όστρακωτών.

Νεαρκτική ζώνη: Ζωογεωγραφική ζώνη που περιλαμβάνει τη Βόρεια Αμερική.

νεοδαρβινική θεωρία: βλέπε λέξη **συνθετική θεωρία**.

Νεοτροπική ζώνη: Ζωογεωγραφική ζώνη που περιλαμβάνει την Κεντρική και Νότια Αμερική.

Νησιωτική ζώνη: Ζωογεωγραφική ζώνη που περιλαμβάνει μερικά άπομο-



νωμένα από τις ηπείρους νησιά (πολλά από τα όποια βρίσκονται στον Ειρηνικό ώκεανό).

νόθο: βλέπε λέξη ύβριδίο.

νουκλειικά όξέα (ή **νουκλεινικά όξέα**): χημικά μόρια που αποτελούνται από τήν ένωση πολλών νουκλεοτιδίων. Μερικά μπορούν νά αναπαράγονται. Χαρακτηρίζουν τό μηχανισμό αναπαραγωγής των ζωντανών οργανισμών.

νουκλεοτίδιο: χημική ένωση που αποτελείται από μία πεντόζη (ριβόζη ή δεσοξυριβόζη), φωσφορικό όξύ και μία οργανική βάση (άδενίνη, θυμίνη, γουανίνη, κυτοσίνη, ούρακίλη).

ξανθοφύλλες: κίτρινες χρωστικές.

ξενιστής: ό οργανισμός που παρασιτείται από (πού φιλοξενεί) άλλον οργανισμό.

οικόγένεια: ομάδα διαιρέσεως των ζωντανών όντων στή Συστηματική. Κάθε οικογένεια περιέχει γένη (βλέπε λέξη).

Οίκολογία: κλάδος τής Βιολογίας (καί όχι τής 'Αρχιτεκτονικής), που μελετά τις σχέσεις ζωντανών οργανισμών μέ τό περιβάλλον τους.

οίκολογική φολιά: ή «θέση» που κατέχει ένα είδος στό οικοσύστημα (κυρίως ως πρός τή λειτουργία του).

οικοσύστημα: τό σύνολο των ζωντανών όντων και των μή ζωντανών (άβίων) σωμάτων σέ μία περιοχή.

όμοζυγωτό: (για ένα γόνο) άτομο που περιέχει δυο φορές τόν ίδιο άλληλόμορφο αυτού του γόνου.

όμοιοθερμία: ή ικανότητα (ή ιδιότητα) νά κρατιέται σταθερή (όμοια) ή θερμοκρασία του οργανισμού.

όμοιοσταση: ιδιότητα του οργανισμού νά κρατά όμοια τήν κατάσταση του για όρισμένου εύρους διαταραχές του περιβάλλοντος.

όμόλογα όργανα: όργανα μέ κοινή φυλογενετική προέλευση και γι' αυτό μέ ίδια βασική δομή.

όμόλογα χρωματοσώματα: χρωματοσώματα που ανήκουν στό ίδιο ζευγάρι και είναι γι' αυτό όμοια μορφολογικά (έκτός από τήν περίπτωση των **φυλετικών χρωματοσωμάτων**, βλέπε λέξη).

όμοταξία: ομάδα διαιρέσεως των ζωντανών όντων στή Συστηματική. Κάθε όμοταξία περιέχει τάξεις (βλέπε λέξη).

όντογένεση: ή σειρά των διαδοχικών καταστάσεων και μορφών από τό ζυγωτό κύτταρο ως τό άκμαίο άτομο.

όξειδωαναγωγή: Συνδυασμός αντίδράσεων **όξειδώσεως** και **αναγωγής** (βλέπε λέξεις).

όξειδωση: χημική αντίδραση κατά τήν όποία σ' ένα στοιχείο ή μία ένωση προσθέεται όξυγόνο ή από μία ένωση αφαιρείται ύδρογόνο. Γενικά

- όταν από ένα στοιχείο ή μία ένωση αφαιρούνται ηλεκτρόνια.
- οξειδωτική φωσφορυλίωση:** στάδιο στην αερόβια αναπνοή μετά τον κύκλο του Krebs όπου πραγματοποιούνται οι τελικές οξειδώσεις, καθώς τα ηλεκτρόνια μεταβαίνουν από έναν σε άλλον υποδοχέα μέχρι, τελικά, το οξυγόνο. Η ενέργεια που ελευθερώνεται επιτρέπει τη φωσφορυλίωση του ADP σε ATP (βλέπε λέξεις).
- οργανισμός:** έμβιο όν, που αποτελείται από τμήματα τα οποία ονομάζουμε όργανα (πολυκύτταροι οργανισμοί) ή οργανίδια (μονοκύτταροι οργανισμοί).
- όργανο:** τμήμα του οργανισμού που αποτελείται από πολλά κύτταρα και πολλούς ιστούς και εκτελεί ορισμένη ή ορισμένες λειτουργίες.
- όργανο ανάλογο:** βλέπε λέξη **ανάλογα όργανα**.
- όργανο όμολογο:** βλέπε λέξη **όμολογα όργανα**.
- όργανο υπολειμματικό:** βλέπε λέξη **υπολειμματικό όργανο**.
- οργάνωση:** τοποθέτηση και σύνδεση των διάφορων τμημάτων ενός σώματος με κάποια τάξη.
- οροφος:** ή άνω φυλλωσιά του δάσους.
- ουρακίλη:** οργανική βάση. Το μόριό της συμμετέχει στη δομή του RNA.
- Παγγαία:** ή πρωταρχική ήπειρος που περιλάβαινε ένωμένες όλες τις στεριές των τωρινών ήπειρων.
- παγγένεση** (θεωρία της): θεωρία που διατύπωσε ο Ντάρβιν για να εξηγήσει πώς κατά την οντογένεση σχηματίζονται τα όργανα του σώματος. Η θεωρία είναι λανθασμένη.
- Παλαιαρκτική ζώνη:** Ζωογεωγραφική ζώνη που περιλαμβάνει Ευρώπη, Βόρεια Αφρική κι Ασία (εκτός από την Ινδία και άλλες κοντινές της χώρες).
- Παλαιοζωικός:** γεωλογικός αιώνας (βλέπε λέξη). Άρχισε πριν 600 εκατομμύρια χρόνια, τελείωσε πριν 230 εκατομμύρια χρόνια, δηλαδή διάρκεσε 370 εκατομμύρια χρόνια.
- Παλαιοντολογία:** επιστήμη που ασχολείται με τους οργανισμούς των περασμένων γεωλογικών εποχών, μελετώντας τα απολιθώματα τους (βλέπε λέξη).
- παραγωγός:** τό είδος που από άνοργανα συστατικά παράγει οργανική ύλη. Σύνώνυμο του αυτότροφος (βλέπε λέξη).
- παρσιτισμός:** σχέση δυο οργανισμών κατά την οποία ο ένας (τό παράσιτο) ζει σε βάρος του άλλου (του ξενιστή) προκαλώντας του παθολογικές διαταραχές.
- παρθενογένεση:** διαδικασία παραγωγής απογόνων που προέρχεται από τον έγγενή πολλαπλασιασμό, αλλά κατά την οποία τό ώριο εξελίσσεται σε νέο οργανισμό χωρίς γονιμοποίηση.

- πεντόςη:** ύδατάνθρακας μέ πέντε άτομα άνθρακα στό μόριό του.
- περιβάλλον** (έξωτερικό): καθετί πού βρίσκεται έξω από τόν όργανισμό, (πού τόν περιβάλλει).
- Πέρμιο** (ή Πέρμια περίοδος): γεωλογική περίοδος τού Παλαιοζωικού αιώνα. Άρχισε πρίν 280 έκατ. χρόνια, τέλειωσε πρίν 230 έκατ. χρόνια, διάρκεσε δηλαδή 50 έκατομμύρια χρόνια.
- πλαγκτό:** μικροσκοπικά ζωντανά όντα πού ζούν στη θάλασσα. Ή όνομασία προήρθε από τήν έλληνική όμηρική λέξη πλαγκτός (= πλητόμενος, περιπλανώμενος) έπειδή θεωρείται ότι οί όργανισμοί αυτοί (άκόμη κι όσοι έχουν μαστίγια) περιπλανώνται, μεταφέρονται παθητικά από τά κύματα στην επιφάνεια τής θάλασσας (βλέπε και λέξεις **ζωοπλαγκτό**, **φυτοπλαγκτό**).
- πλασματική μεμβράνη** (κυτταρική μεμβράνη): μεμβράνη πού περιβάλλει τό κύτταρο.
- πλαστίδιο:** όργανίδιο τού κυττάρου στό όποιο λαβαίνουν χώρα χημικές άντιδράσεις. (Πλαστίδια είναι οί χλωροπλάστες, χρωμοπλάστες, άμυλοπλάστες, έλαιοπλάστες).
- Πλειστόκαινος:** γεωλογική ύποπερίοδος τής Τεταρτογενής περιόδου τού Καινοζωικού αιώνα.
- πληθυσμός:** σύνολο ατόμων τού ίδιου είδους πού ζούν στην ίδια περιοχή.
- ποικιλομορφία** (σέ πληθυσμό): ή ποικιλία μορφών σ' έναν πληθυσμό. Γενετική ποικιλομορφία ή ύπαρξη περισσότερων από ένα άλληλόμορφων σ' έναν ή περισσότερους γονους.
- πόλος άτράκτου:** τό όξυ άκρο τής άτράκτου. Ύπάρχουν δυό τέτοια άκρα σέ μία κανονική άτρακτο.
- πολυμερή** (πολυμερείς ένώσεις): χημικές ένώσεις πού αποτελούνται από τήν ένωση μεγάλου άριθμού χημικών μορίων άπόλυτα ή περίπου όμοιων (πού άνήκουν δηλαδή στην ίδια κατηγορία μορίων λ.χ. άμυνοξέα).
- Προκάμβριο:** έτσι όνομαζεται συνήθως ό Άρχαϊκός αιώνας και ό Προτεροζωικός αιώνας μαζί, δηλαδή ό,τι ύπάρχει πρίν από τήν Κάμβριο περίοδο, πρίν δηλαδή 600 έκατομμύρια χρόνια.
- προκαρυωτικοί:** όργανισμοί χωρίς σχηματισμένο πυρήνα στά κύτταρά τους (βακτήρια, κυανοφύκη). Βλέπε και λέξη **εύκαρυωτικός**.
- προνύμφη:** ένα από τά στάδια τής όντογένεσης (βλέπε λέξη) πρίν από τό άκμαίο στά όστρακωτά, άρθρόποδα και άλλα ζώα.
- προσαρμογή:** ή ιδιότητα τού όργανισμού νά είναι έτσι κατασκευασμένος ώστε νά μπορεί νά επιβιώσει στό περιβάλλον του και ν' άφήσει απογόνους. Τό «ταίριασμα» τού όργανισμού μέ τό περιβάλλον του.
- προσηματισμός** (ή **προϋπόσταση**): Ή έμβρυολογική θεωρία σύμφωνα με

την όποια όργανα και τμηματα του σώματος κατά την έμβρυακή ανάπτυξη δέ γίνονται εκ νέου αλλά από σχηματισμένα από πρίν πρότυπα μέσ στο ζυγωτό κύτταρο (ή στους γαμέτες).

πρόφαση (ή πρώτη φάση τής μίτωσης): τό πρώτο στάδιο τής κυτταρικής διαιρέσεως.

πρωτεΐνη: πολυμερης (βλέπε λέξη) χημική ένωση που αποτελείται από τήν ένωση πολλών άμινοξέων.

πρώτη θυγατρική γενιά: τό σύνολο των άτόμων που παράγονται από τή διασταύρωση άτόμων τής πατρικής γενιάς (σύμβολο F₁).

πρωτογενής καταναλωτής: καταναλωτής (βλέπε λέξη) που τρέφεται από παραγωγό ή παραγωγούς (βλέπε λέξη).

πυρήνας: όργανίδιο του κυττάρου, συνήθως σφαιρικό, που περιέχει τά χρωματοσώματα.

πυρηνική άκίνησία: στάδιο όπου τό κύτταρο δέ διαιρείται (βλέπε λέξεις φάση G₁, φάση S, φάση G₂).

πυρηνική μεμβράνη: μεμβράνη που περιβάλλει τον πυρήνα του κυττάρου.

πυρηνίσκος: σφαιρικό σωματίδιο μέσ στον πυρήνα του κυττάρου, που περιέχει RNA.

πυροσταφυλικό όξύ: όργανικό όξύ μέ τρία άτομα άνθρακα που προκύπτει από τή γλυκόλυση.

ριβοζονουκλεϊκό όξύ: βλέπε λέξεις RNA.

ριβόσωμα: μικρό στρογγυλό σωματίδιο που βρίσκεται στους άγωγούς του ένδοπλασματικού δικτύου του κυττάρου (στά βακτήρια στο κυτταρόπλασμα), στά μιτοχόνδρια και στους χλωροπλάστες. Παίζει ρόλο στη σύνθεση των πρωτεϊνών γιατί πάνω του άκουμπά τό άγγελιοφόρο RNA.

RNA (άρ - έν - εί, ριβοζονουκλεϊκό όξύ). Κατηγορία νουκλεϊκών όξεων μονόκλωνων ή και δίκλωνων. Είδη του RNA είναι τό άγγελιοφόρο RNA, οί μεταφορείς RNA, τό ριβοσωμικό RNA.

σαβάννα: ξηροφυτικό οικοσύστημα γύρω από τά τροπικά δάση.

σαλπόφντα: όργανισμοί που τρέφονται από όργανικές ουσίες, (άπό νεκρά φυτά, λείψανα ζώων, έκκρίσεις κτλ.) και όχι κατευθείαν από άλλους ζωντανούς όργανισμούς.

Σιλούρια: γεωλογική περίοδος του Παλαιοζωϊκού. Άρχισε πρίν 500 έκατ. χρόνια, τελείωσε πρίν 405 έκατ. χρόνια, διάρκεσε δηλαδή 95 εκατομμύρια χρόνια.

σμήνος: άγέλη (βλέπε λέξη) πτηνών. Χρησιμοποιείται και για να ύποδηλώσει τό σύνολο των μελισσών μιας κυψέλης (γύρω από μία βασίλισσα).

σπερματοζώάριο: ό άρσενικός γαμέτης στά ζώα.

σπόριο: στους πολυκύτταρους οργανισμούς ειδικό τμήμα τους για τον άγενή πολλαπλασιασμό, στους μονοκύτταρους στάδιο τους, όταν οι συνθήκες του περιβάλλοντος δεν είναι ευνοϊκές για τη διχοτόμησή τους (στάδιο με παχιά τοιχώματα και μικρής μεταβολικής δράσεως).

στοιχείο Golgi: οργανίδιο του κυττάρου που παίζει ρόλο στην απέκκριση κυτταρικών εκκριμάτων (λ.χ. πρωτεΐνες) στο εξωτερικό του κυττάρου και που βοηθά στο σχηματισμό της πλασματικής μεμβράνης και της μεμβράνης των λυσοσωμάτων.

συνθετική θεωρία (ή νεοδαρβινική θεωρία): θεωρία σύμφωνα με την οποία η Έξέλιξη οφείλεται σε τυχαίες μεταλλάξεις και άνασυνδυασμό των γόνων κατά τη φυλετική αναπαραγωγή (μηχανισμός παραγωγής γενετικής ποικιλομορφίας) και σε φυσική επιλογή αυτής της ποικιλομορφίας.

συννομοταξία (ή Φύλο): ομάδα διαιρέσεως των ζωντανών όντων στη Συστηματική. Κάθε συννομοταξία περιέχει όμοταξίες (βλέπε λέξη).

Συστηματική (ή Ταξινομική): κλάδος της Βιολογίας που μελετά την κατάταξη των οργανισμών.

σφύρα: όστάριο στο μέσο ούς (αυτί) των θηλαστικών.

σωματικό πλάσμα: το σύνολο όλων των κυττάρων του οργανισμού εκτός από αυτούς που είναι ή θά μετασχηματισθούν σε γαμέτες.

τάγμα: οικοσύστημα, το δάσος των βόρειων κωνοφόρων.

τάξη: ομάδα διαιρέσεως των ζωντανών όντων στη Συστηματική. Κάθε τάξη περιέχει οικογένειες (βλέπε λέξη).

Ταξινομική: βλέπε λέξη Συστηματική.

τελεονομία: η ιδιότητα των ζωντανών οργανισμών να 'ναι έτσι κατασκευασμένοι ώστε να πραγματοποιούν ένα σκοπό (= τέλος).

τελόφαση (ή τέταρτη φάση της μίτωσης): το τέταρτο και τελευταίο στάδιο της κυτταρικής διαιρέσεως.

τέχνημα (= τεχνούργημα): προϊόν ανθρώπινης κατασκευής, της ανθρώπινης τέχνης.

τούντρα: οικοσύστημα που βρίσκεται κυρίως κοντά στο βόρειο πόλο.

Τριαδική: εποχή γεωλογική του Μεσοζωικού αιώνα. Άρχισε πριν 230 εκατ. χρόνια, τέλειωσε πριν 181 εκατ. χρόνια, δηλαδή διάρκεσε 49 εκατομμύρια χρόνια.

τριτογενής καταναλωτής: καταναλωτής (βλέπε λέξη) που τρέφεται από δευτερογενείς καταναλωτές.

τριφωσφορική άδενοσίνη: βλέπε λέξη ATP

τυπολογία (τυπολογική σκέψη): ή άποψη ότι τα είδη άποτελούν άντιγραφές άναλλοίωτων τύπων.

ύβριδίο: το άποτέλεσμα της διασταυρώσεως δυο άτόμων, που άνήκουν σε

- διαφορετικές ομάδες (φαινότυπους, ποικιλίες, φυλές κτλ.).
- ύβριδισμός:** ή διασταύρωση δύο ατόμων που ανήκουν σε διαφορετικές ομάδες (φαινότυπους, ποικιλίες, φυλές κτλ.).
- υδατάνθρακες:** κατηγορία οργανικών χημικών ενώσεων που αποτελούνται από άνθρακα, υδρογόνο και οξυγόνο και στίς όποιες ή αναλογία των ατόμων υδρογόνου και οξυγόνου είναι σχεδόν πάντα ή ίδια που υπάρχει και στο νερό (2:1).
- υποβάθμιση του περιβάλλοντος:** ή χειροτέρευση του περιβάλλοντος για τους ζωντανούς οργανισμούς.
- υπολειμματικό όργανο:** υπολείμματα οργάνου που έκφυλίστηκε γιατί έπαψε να χρησιμοποιείται και παράμεινε σάν άπλή φυλογενετική ανάμνηση.
- υπολειπόμενος άλληλόμορφος:** ό άλληλόμορφος του όποιού ή εμφάνιση στό φαινότυπο παρεμποδίζεται από τόν κυρίαρχο άλληλόμορφο (βλέπε λέξη) στά έτεροζυγωτά άτομα.
- υπόστρωμα:** (ένζύμου) χημική ουσία για τήν μετατροπή τής όποιας δρᾶ τό ένζυμο καταλύοντας τήν αντίστοιχη αντίδραση.
- υπόστρωμα** (θρεπτικό): θρεπτικό ύλικό για νά άναπτυχθει κάποιος οργανισμός.
- φαινότυπος:** τό πώς μᾶς φαίνεται ό οργανισμός.
- φάση G₁ τής πυρηνικής άκίνησις:** τό τμήμα του στάδιου τής πυρηνικής άκίνησις όπου δέν έχει άρχίσει ό διπλασιασμός του DNA.
- φάση G₂ τής πυρηνικής άκίνησις:** τό τμήμα του στάδιου τής πυρηνικής άκίνησις όπου έχει τελειώσει ό διπλασιασμός του DNA.
- φάση S τής πυρηνικής άκίνησις:** τό τμήμα του στάδιου τής πυρηνικής άκίνησις κατά τό όποιο συντελείται ό διπλασιασμός του DNA.
- φερομόνη:** πτητική χημική ουσία που χρησιμεύει για τήν έπικοινωνία μεταξύ ζώων του ίδιου είδους.
- φρουκτόζη:** υδατάνθρακας μέ έξι άτομα άνθρακα.
- φρύγανα:** ξηροφυτικό οικοσύστημα κυρίως γύρω από τή Μεσόγειο.
- φυλετικά χρωματοσώματα:** ζευγάρι, συνήθως, χρωματοσωμάτων που καθορίζουν τό φύλο του οργανισμού (τό X και τό Y).
- φυλετική άναπαραγωγή:** άναπαραγωγή που στηρίζεται στην ύπαρξη φύλων (λ.χ. άρσενικού και θηλυκού).
- Φύλο:** βλέπε λέξη **συνομοταξία**.
- φυλογενετική συγγένεια:** συγγένεια λόγω κοινής εξέλικτικής προελεύσεως.
- φυλογενετικό δέντρο:** σχεδιάγραμμα δέντρου που άπεικονίζει τήν εξέλικτική ίστορία του οργανισμού.
- φυλοσύνδετη κληρονομικότητα:** κληρονομική συμπεριφορά των γόνων που βρίσκονται στά φυλετικά χρωματοσώματα (φυλοσύνδετος γόνος).
- φυσική έπιλογή:** βλέπε **έπιλογή**.

- Φυτογεωγραφία:** κλάδος τής Βιολογίας πού μελετᾶ τή γεωγραφική κατανομή καί ἐξάπλωση τῶν φυτικῶν εἰδῶν.
- φυτοπλαγκτό:** τό μέρος τοῦ πλαγκτοῦ (βλέπε λέξη) πού ἀποτελεῖται ἀπό φυτικούς ὄργανισμούς (διάτομα, δεινομαστιγωτά κ.ἄ.)
- φωσφορυλίωση:** βλέπε λέξη **ὀξειδωτική φωσφορυλίωση.**
- φωτόλυση τοῦ νεροῦ:** ἀπό τίς πρώτες φάσεις τῆς φωτοσύνθεσης κατά τήν ὁποία διασπᾶται τό νερό σέ ὕδρογόνο καί ὀξυγόνο.
- φωτοσύνθεση:** λειτουργία τοῦ φυτοῦ πού καταλήγει στή σύνθεση ὕδατάνθρακα ἀπό ἀνόργανες ἐνώσεις (νερό καί διοξείδιο τοῦ ἄνθρακα) μέ τήν ἐνέργεια τοῦ ἡλιακοῦ φωτός.
- χημικός ὑποδοχέας ἠλεκτρονίων:** οὐσία πού μπορεῖ νά ἀνάγεται (νά δέχεται ἠλεκτρόνια) καί νά ὀξειδώνεται (νά χάνει αὐτά τά ἠλεκτρόνια).
- χίασμα:** φαινόμενο κατά τό ὁποῖο στή μείωση γίνεται ἀνταλλαγή ὕλικου μεταξύ δύο χρωματίδων, μιᾶς πού προέρχεται ἀπό τόν πατέρα καί μιᾶς πού προέρχεται ἀπό τή μητέρα τοῦ ἀτόμου.
- χλωροπλάστης:** πλαστίδιο πού περιέχει χλωροφύλλη κι ὅπου γίνεται ἡ φωτοσύνθεση.
- χλωροφύλλη:** πράσινη χρωστική οὐσία πού βρίσκεται στους χλωροπλάστες καί πού δεσμεύει τήν ἡλιακή ἐνέργεια γιά νά γίνει ἡ φωτοσύνθεση.
- χρωματόσωμα:** σωματίδιο τοῦ πυρήνα πού βάφεται ἔντονα καί περιέχει τοὺς γόνους. Ἀποτελεῖται ἀπό DNA καί πρωτεΐνες.
- χρωματόσωμα Y:** ἓνα φυλετικό χρωματόσωμα.
- χρωματόσωμα X:** ἓνα φυλετικό χρωματόσωμα.
- χρωμοπλάστης:** πλαστίδιο πού περιέχει χρωστικές (ὄχι χλωροφύλλη) καί δίνει τό χρῶμα λ.χ. στά πέταλα τῶν λουλουδιῶν.
- χυμότηπιο:** χῶρος μέσ στό κυτταρόπλασμα γεμάτος νερό, ὅπου βρίσκονται διαλυμένες διάφορες χημικές οὐσίες.
- ὠάριο:** ὁ θηλυκός γαμέτης.

ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ Β

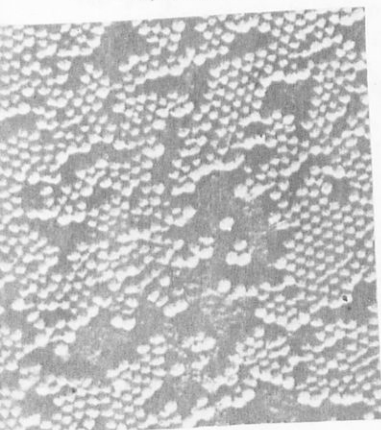
Η ΤΑΞΙΝΟΜΗΣΗ ΤΩΝ ΖΩΝΤΑΝΩΝ ΟΝΤΩΝ

Σε αυτό τό Παράρτημα κάνουμε πίο ολοκληρωμένη γνωριμία μέ τά ζωντανά όντα, δίνοντας μιά πολύ σύντομη και άπλουστευμένη κατάταξη τους. Παρουσιάζουμε δηλαδή συστηματικές όμάδες πού μπορεί νά μίν άντιστοιχοϋν άκριβώς σε μιά αύστηρή σημερινή ταξινομική κατάταξη. Συνήθως σταματάμε, δηλαδή, σε κάτι αντίστοιχο μέ τά Φύλα (ή όμάδες Φύλων), μερικές όμως φορές φτάνουμε κι' ως την Τάξη ανάλογα μέ τό ενδιαφέρον πού παρουσιάζουν τά είδη τών όμάδων στις όποιες αναφερόμαστε. Στην κατάταξη αύτη δέν παρουσιάζονται οι όργανισμοί πού τους γνωρίζουμε μόνο άπό άπολιθώματα. Τά όνόματα τών ζωντανών όντων και τών ταξινομικών όμάδων τους πού αναφέρονται τόσο στο κείμενο όσο και σ' αύτό τό Παράρτημα δέν βρίσκονται σάν λήμματα στο Λεξιλόγιο (Παράρτημα Α).

ΒΑΣΙΛΕΙΟ ΜΟΝΗΡΩΝ σύνολο 3.230 είδη σε έξι Φύλα. Ίοι και μονοκύτταροι προκαρυωτικοί όργανισμοί.

1. Ίοί. Άκυτταρικοί όργανισμοί πάρα πολύ μικρού μεγέθους πού φαίνονται μόνο μέ τό ήλεκτρονικό μικροσκόπιο. Άποτελοϋνται άπό νουκλεϊκό όξύ και πρωτεϊνικό κάλυμμα. Πολλαπλασιάζονται σάν ένδοκυτταρικά παράσιτα όλων τών άλλων όργανισμών. Περίπου 200 είδη.

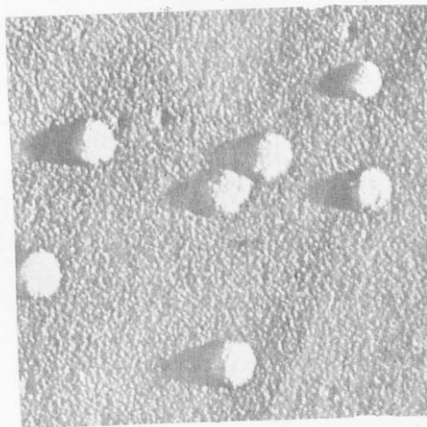
Ίός πολιομυελίτιδας (×82000)



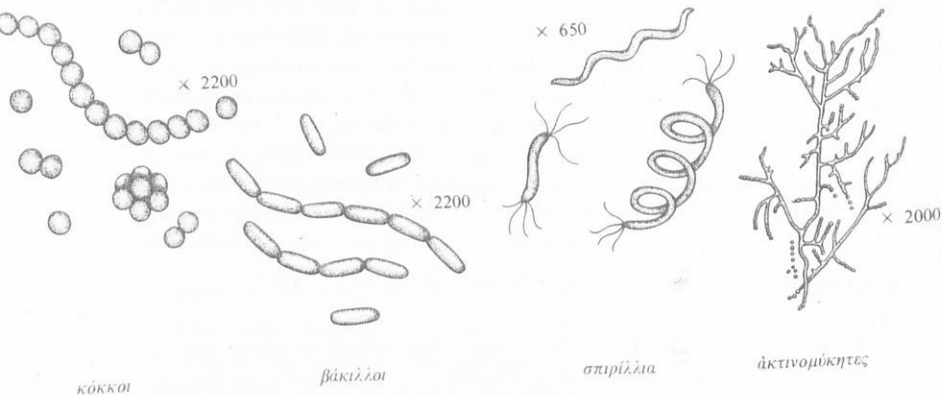
βακτηριοφάγος T4



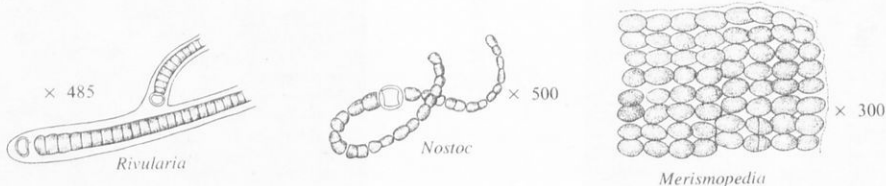
Ίός γρίπης (×61000)



2. Βακτήρια (ή Σχιζομύκητες). Πολύ μικροί (συνήθως 1-5μ) κυτταρικοί προκαρυωτικοί οργανισμοί, συνήθως μονοκύτταροι, πού φαίνονται με τό μικροσκόπιο. Οί περισσότεροι δέν έχουν χλωροφύλλη αλλά καί μεταξύ αυτών πού δέν έχουν μερικοί είναι αυτότροφοι, γιατί οξειδώνουν ενώσεις τοῦ θείου ἢ τοῦ σιδήρου ἢ τοῦ ἀζώτου. Οί περισσότεροι πάντως είναι ἐτερότροφοι καί πολλοί προκαλοῦν ἀσθένειες. Ὅταν δέν είναι μοναχικοί τούς βρίσκουμε μαζεμένους σάν ἀλυσίδες ἢ σάν ἀποικίες (σπιρίλια, κόκκοι, βάκιλλοι). Εἰδικά οί ἀκτινομύκητες είναι σάν λεπτές διακλαδιζόμενες κλωστές. 1.630 εἶδη.

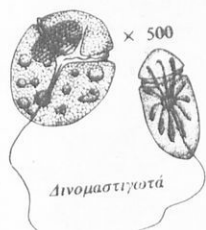


3. Κυανοφύκη (ή Μυξόφυτα). Προκαρυωτικοί κυτταρικοί οργανισμοί. Μοναχικά κύτταρα ἢ ἀποικίες σάν κλωστές ἢ σάν ἐπίπεδες ἐπιφάνειες. Δέν έχουν πλαστίδια. Ἡ χλωροφύλλη τους συχνά καλύπτεται ἀπό ἄλλες χρωστικές. Ὑδρόβια ἀλλά μερικά βρίσκονται καί στό ἔδαφος ἢ σέ φυτά. 1.400 εἶδη.



ΒΑΣΙΛΕΙΟ ΠΡΩΤΙΣΤΩΝ σύνολο 28.350 είδη σε δέκα φύλα. Μονοκύτταροι, ευκαρυωτικοί οργανισμοί.

4. Μαστιγοφόρα. Μονοκύτταρικά ή και σε άποικίες ευκαρυωτικά μικροσκοπικά ή σχεδόν μικροσκοπικά ζωντανά όντα που μετακινούνται με τη βοήθεια ενός μαστίγιου. Μερικά είναι αυτότροφα και περιέχουν χλωροφύλλη (*Euglena*, δινομαστιγωτά). Αυτά έθεωρούντο πώς ανήκουν στα φυτά. Άλλα είναι ετερότροφα και έθεωρούντο πώς ανήκουν στα ζώα (λ.χ. τάρτυρανοσώματα). Οι άποικιακές μορφές τους θεωρούνται μερικές φορές σαν ενδιάμεσες μεταξύ Πρωτίστων και πολυκυττάρων Φυτών απ' τή μιά μεριά, Πρωτίστων και Σπόγγων απ' τήν άλλη. 2000 είδη.



Δινομαστιγωτά



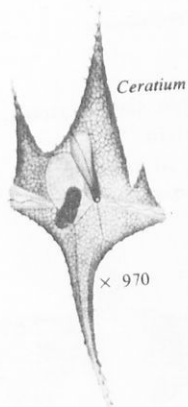
Gymnodinium

x 1060



x 590

Glenodinium



Ceratium

x 970



x 450

Pouchetia



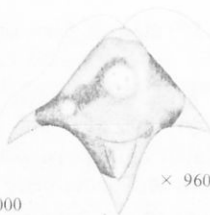
x 750

Oodinium



× 1000

Chlamydomonas



× 960

Brachiomonas



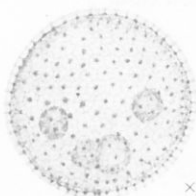
× 1340

Colodiscia



× 70

Pandorina



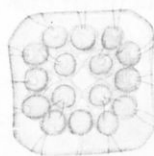
× 120

Volvox



× 750

Dinobryon



× 585

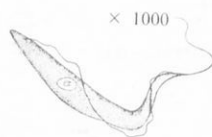
Gonium

διάφρα αλλα
μιστιγοφορα



× 150

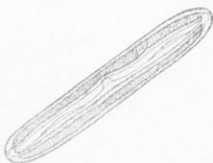
Euglena



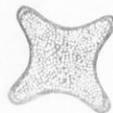
× 1000

Trypanosoma

5. Διάτομα (ή Χρυσόφουτα ή Χρυσά Φύκη). Μονοκύτταρα εϋκαρυωτικά και συνήθως μικροσκοπικά. Συνήθως με κελύφη από πυρίτιο. Η χλωροφύλλη τους σκεπάζεται από κίτρινες χρωστικές. Συνήθως οι τροφές τους άποταμιεύονται με μορφή λαδιού. Τά συναντάμε και στο φυτοπλαγκτό. 5.700 είδη.



× 375



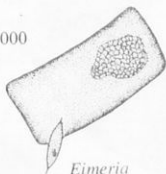
6. **Σπορόζωα.** Μονοκύτταρα ευκαρυωτικά μικροσκοπικά. Συνήθως δέν μετακινούνται από μόνα τους, σέ μερικά τους όμως στάδια μπορεί νά μετακινούνται μέ ψευδοπόδια ή μαστίγια. Παράσιτα μέ πολύπλοκους κύκλους ζωής. 2.000 είδη.

× 2000



Plasmodium vivax

× 1000

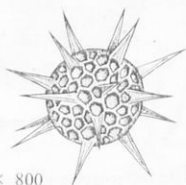


Eimeria

Άριστερά: Σπορόζωα μέσα στον ξενιστή τους.
Δεξιά: Σπορόζωο μπαίνει μέσα στον ξενιστή του.

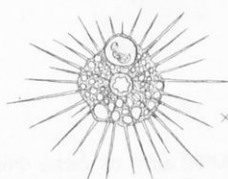
7. **Ριζόποδα (ή Σαρκόδινα).** Μικροσκοπικά ή σχεδόν μικροσκοπικά ευκαρυωτικά. Πολλά είδη κατασκευάζουν πολύπλοκα κελύφη ή σκελετικές δομές, άλλα είναι γυμνά. Μετακινούνται μέ ψευδοπόδια. 8000 είδη.

× 800



Actinophrys

× 400



τριματοφόρο

× 5



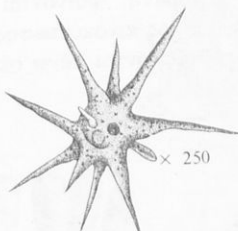
Arcella discoides

× 340



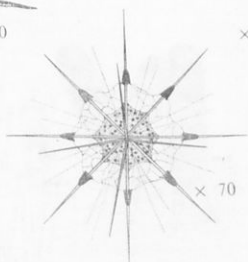
Difflugia urceolata

× 250



Ameba radiosa

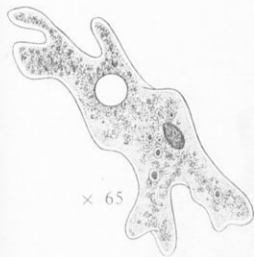
× 130



Acanthometra elastica

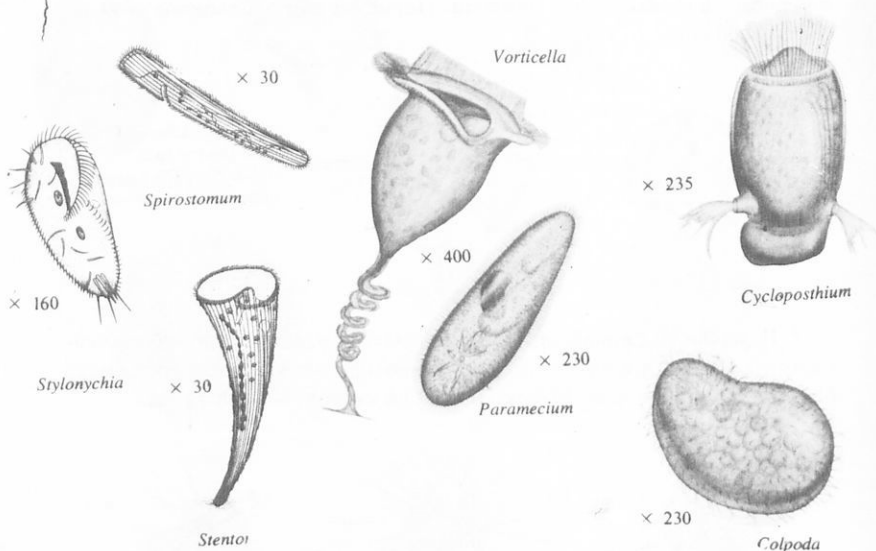
× 70

× 65



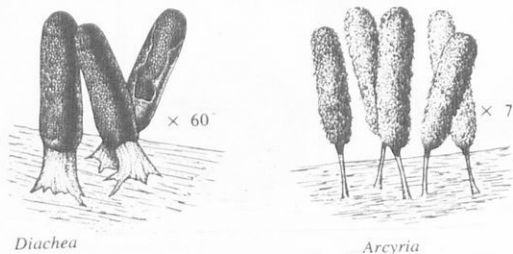
Ameba proteus

8. **Βλεφαριδοφόρα.** Μικροσκοπικά ή σχεδόν μικροσκοπικά εὐκαρυωτικά. Μετακινούνται με βλεφαρίδια. 5000 εἶδη.

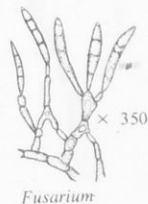
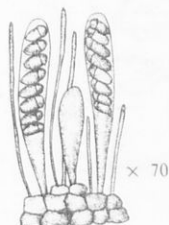
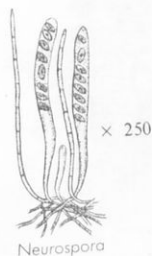
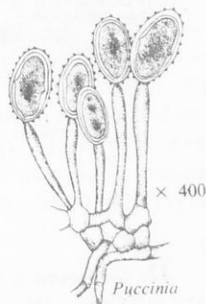
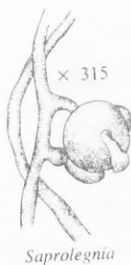
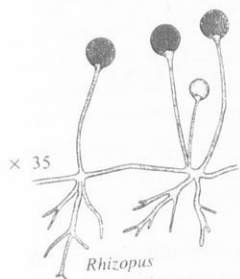


ΒΑΣΙΛΕΙΟ ΜΥΚΗΤΩΝ 40.400 εἶδη σὲ ὀκτώ Φύλα. Πολυπῆруνοι εὐκαρυωτικοὶ ὄργανισμοί, κύτταρα μετὶ τοιχώματα πού δέν ἔχουν ἢ ἔχουν μικρὴ διαφοροποίηση, ἀπουσία χλωροφύλλης.

9. **Μυξομύκητες.** Μάζα πρωτοπλάσματος μετὶ ἑκατοντάδες πυρήνες πού περικλείεται μετὶ πλασματικὴ μεμβράνη. Φαίνονται καὶ μακροσκοπικά. Τρῶνε ὅπως οἱ ἀμοιβάδες μ' ἓνα εἶδος πινοκύττωσης. Ἀναπαράγονται μετὶ σπόρια ὅπως οἱ ἄλλοι μύκητες. Βρίσκονται πάνω σὲ φυτὰ πού ἀποσυνθῆνται σὲ ὑγρὰ μέρη. 400 εἶδη.



10. Μύκητες. Όπως και οι προηγούμενοι δεν έχουν χλωροφύλλη και είναι κατ' αρχήν σαπρόφυτα. Πολυκύτταρα με ομάδες κυττάρων σαν κλωστές - τό μυκήλιο. Δεν έχουν άγγεία (όπως ξύλου κ.λ.π.). Τα πιο πολλά είναι σαπρόφυτα, μερικά είναι παράσιτα ζώων ή φυτών. 40.000 είδη (σύμφωνα με άλλες εκτιμήσεις 75.000 είδη). Μεταξύ άλλων ξεχωρίζουμε τους **Άσκομύκητες** που κάνουν άσκοους (σάκκους) με (8 συνήθως) σπόρια για να πολλαπλασιαστούν και τους **Βασιδιομύκητες** τα γνωστά μας μανιτάρια. Συχνά οι Άσκομύκητες μαζί με Κυανοφύκη ή Χλωροφύκη συμβιώνουν, φτιάχνοντας τους λειχήνες.



ΒΑΣΙΛΕΙΟ ΦΥΤΩΝ 328.315 είδη σε έξι φύλα. Πολυκύτταροι εϋκαρυωτικοί οργανισμοί, κύτταρα με τοιχώματα και με φωτοσυνθετικές χρωστικές (όπως είναι ή χλωροφύλλη) σε πλαστίδια.

11. Ροδόφυτα ή Ροδοφύκη (= κόκκινα φύκη). Όλα σχεδόν μακροσκοπικά και θαλάσσια. Η χλωροφύλλη καλύπτεται από κόκκινες χρωστικές. Πολύπλοκοι κύκλοι ζωής με αναπαραγωγικά κύτταρα χωρίς μαστίγιο. Άποταμίευση τροφής σε άλλες μορφές ύδατανθράκων και όχι σε άμυλο. 2.500 είδη.



Corallina



Agardhiella



Porphyra

12. Φαιοφύτα ή Φαιοφύκη (= καφέ φύκη). Όλα σχεδόν μακροσκοπικά και θαλάσσια. Η χλωροφύλλη καλύπτεται από καφέ χρωστικές. Άποταμίευση τροφής σε άλλες μορφές ύδατανθράκων και όχι σε άμυλο. 900 ως 1.000 είδη.



Conocerthium



Sargassum

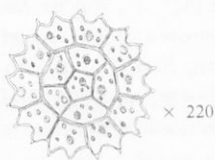


Ectocarpus

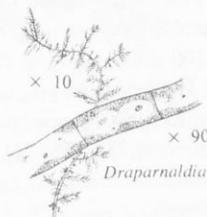
13. Χλωρόφυτα ή Χλωροφύκη (=πράσινα φύκη). Έχουν σχήμα κλωστών ή ταινιών ή φύλλων ή σωλήνων ή άκανόνιστων μαζών, μερικές φορές και μονοκύτταρα. Κυρίως ύδρόβια. Η τροφή άποταμιεύεται σαν άμυλο σε πλαστίδια. Χλωροφύλλες. 5.275 είδη.



Chlorella



Pediastrum



Draparnaldia



Spirogyra

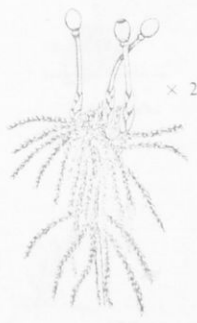
14. Βρυόφυτα. Μικρά (ύψος μικρότερο από 40 cm). Τά περισσότερα χερσαία. Συχνά έχουν τμήματα που μοιάζουν με στελέχη και φύλλα, δείχνουν μία διαφοροποίηση των κυττάρων τους αλλά δεν έχουν άγγεια. Κύκλοι ζωής με καλά άναπτυγμένη διαδοχή φάσεων γαμετόφυτα (άπλοειδής φάση) και σποριόφυτα (διπλοειδής φάση). Η πρώτη φάση είναι ή πιό έκδηλη, τό σποριόφυτο εξαρτάται λίγο - πολύ άπ' αυτήν. 23.000 είδη. Διακρίνονται τά **Ήπατικά** (τό όνομά τους προέρχεται από τό ήπαρ = συκώτι, από τό σχήμα τους, 8.550 είδη) και τά **Βρύα** (14.000 είδη) (πολυτρίχια, σφάγνα, μούσκλια).



Porella



Polytrichum



Sphagnum



Conocephalum

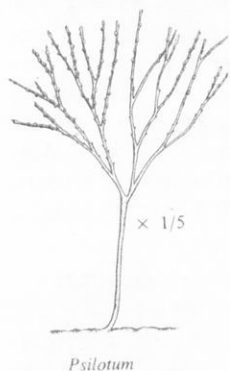


Anthoceros

15. Τραχεόφυτα. Έχουν άγγεια μές άπ' τά όποια κυκλοφορούν τό νερό κι' οί θρεπτικές ούσιες. Έχουν διαδοχή φάσεων αλλά τό σποριόφυτο είναι τό πιο έκδηλο ένώ τά γαμετόφυτα είναι συχνά μικροσκοπικά (κόκκος γύρης, ώάριο) και έξαρτώνται από τό σποριόφυτο. 296.640 είδη.

Χωρίζονται σε **Ψιλοψίδα** (όπως τό Ψίλοτο, 4 είδη), σε **Σφενονψίδα** [όπως τό πολυκόμπι ή άλογοουρά (ίππουρίς) 32 είδη], σε **Λυκοψίδα** (όπως τό λυκοπόδιο 1.100 είδη) και σε **Πτεροψίδα**. Τά **Πτεροψίδα** χωρίζονται σε 3 τάξεις: στά **Πτεριδόφυτα** (τίς φτέρες 10.000 είδη), στά **Γυμνόσπερμα** (όπου άνήκουν κι' όλα τά Κωνοφόρα (έλατα, πεδκα) 640 είδη) και στά **Άγγειόσπερμα** (περίπου 286.000). Η χώρα μας είναι ιδιαίτερα πλούσια σε είδη

Ψιλοψίδα



Σφενονψίδα



Λυκοψίδα



Πτεριδόφυτα (φτέρες)



Γυμνόσπερμα



γκίγκο

x 1/4



κωνοφόρο

(6.000 είδη περίπου ενώ άλλες χώρες στην Ευρώπη έχουν 2.000 είδη). Τά Ἀγγειόσπερμα ἀποτελοῦνται ἀπὸ 300 οἰκογένειες καὶ εἶναι τὰ φυτὰ μὲ τὰ λουλούδια. Ἄλλα εἶναι **δικοτυλῆδονα** κι' ἄλλα **μονοκοτυλῆδονα**. Τά **δικοτυλῆδονα** ἔχουν φύλλα μὲ νεῦρα πού διακλαδίζονται φτιάχοντας ἕνα δίχτυ. Τά ἄνθη τους ἔχουν τμήματα (σέπαλα, πέταλα κ.λ.π.) πού εἶναι συνῆθος 4 ἢ 5 ἢ πολλαπλάσιά τους. Οἱ σπόροι ἔχουν δύο κοτυλῆδες. Τά

Ἀγγειόσπερμα: Δικοτυλῆδονα



ἀγριοτριανταφυλλιά



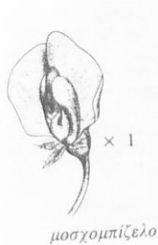
σινάπι



καπουτσίνος
(δελφίνιο)



βαλανιδιά



μοσχομπίζελο



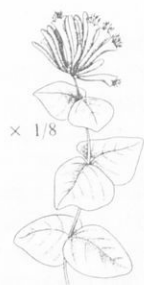
σκιαδοφόρο



πολεμώνιο



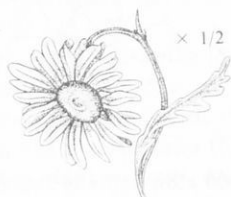
φασκομηλιά



αγόκλημα



άντιρρινο



μαργαρίτα

μονοκοτυλήδωνα έχουν σπόρους με μία κοτυλήδωνα, άνθη με τμήματα συνήθως 3 ή πολλαπλάσια του 3, νεύρα παράλληλα στα φύλλα τους. Δίνουμε μερικά φυτά χαρακτηριστικά των δύο αυτών υποτάξεων που ανήκουν σε διάφορες οικογένειες. Στα **Δικοτυλήδωνα**: φυτά της οικογένειας της βαλανιδιάς (Fagaceae), της νεραγκούλας (Ranunculaceae), των Σταυρανθών (Cruciferae), των Ροδοδών (Rosaceae), των Ψυχανθών (Leguminosae), των Σκιαδοφόρων (Umbelliferae), της οικογένειας των Χειλανθών (του θυμαριού, Labiatae), των Συνθέτων (της μαργαρίτας, Compositae) κ.ά. Στα **Μονοκοτυλήδωνα**: φυτά της οικογένειας των Άγρωστωδών (του σταριού, Gramineae), της άμαρυλλιάδας (Amatyllidaceae), των ίριδών (Iridaceae), των κρίνων (Liliaceae) των Όρχεοειδών (Orchidaceae) κ.ά.

Άγγειόσπερμα: Μονοκοτυλήδωνα



αγγιτάρια



στάρι



σπαθόχορτο



κομμελίνα

× 1/8



τουλίπα

× 1/8



νάρκισσος

× 1/6



γλαδιόλος

× 1/2

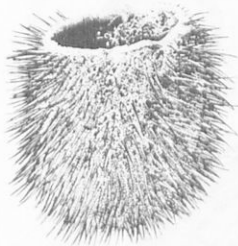


ὄρχεοειδές

ΒΑΣΙΛΕΙΟ ΤΩΝ ΖΩΩΝ. Σύνολο 1.043.150 εἶδη σὲ 29 ἢ 22 Φύλα ἀνάλογα μὲ διάφορες κατατάξεις. Μερικά Φύλα ἔχουν λίγα εἶδη (Μικρότερα Φύλα). Ἐδῶ θά μιλήσουμε μόνο γιά 19 Φύλα, τά πιό σημαντικά. Πολυκύτταροι ὄργανισμοί μὲ εὐκαρυωτικά κύτταρα χωρὶς τοιχώματα, χωρὶς πλαστίδια καὶ χωρὶς χλωροφύλλη. Διαφοροποιημένα κύτταρα καὶ στὶς ἀνώτερες μορφές ἰδιαίτερα πολυπλοκά συστήματα (νευρικά, αἰσθητήρια καὶ μυϊκοκινητικά). Ἀναπαραγωγή φυλετική, ἀπλοειδῆς φάση μόνο μὲ γαμέτες τουλάχιστον στὰ περισσότερα καὶ ἀνώτερα Φύλα.

16. Σπόγοι (ἢ Πορίφερα). Τά περισσότερα θαλάσσια. Ἀκμαῖα προσδεμένα σὲ στερεὸ ἀντικείμενο. Τά τοιχώματα τοῦ σώματος ἀποτελοῦνται ἀπὸ δύο στοιβάδες κυττάρων. Ὑπαρξὴ πόρων στὰ τοιχώματα πού συνδέονται μὲ σύστημα ἐσωτερικῶν ἀγωγῶν. 4.800 εἶδη.

× 1/4



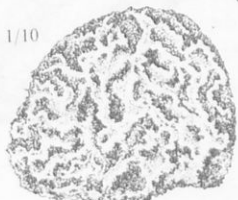
Grantia

× 1/10

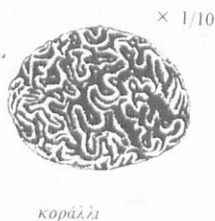
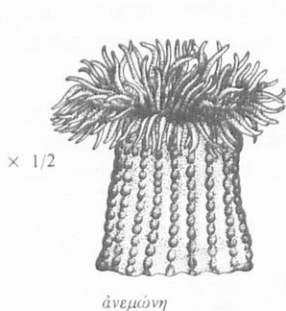
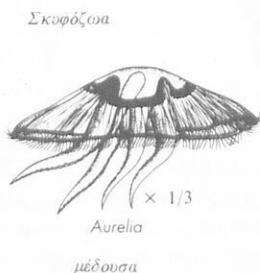
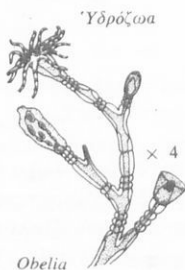


σφουγγάρι

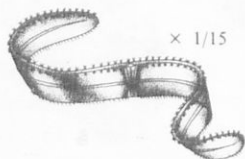
× 1/10



17. Κοιλεντερωτά. Κυρίως θαλάσσια (μέδουσες, άνεμώνες της θάλασσας, κοράλλια, ύδρες). Τό σώμα τους έχει δύο στοιβάδες κύτταρα και μία ζελατινώδη ουσία μεταξύ τους. Πεπτική κοιλότητα μ' ένα μόνο άνοιγμα. Ἀκτινωτή συμμετρία. Στά πλοκάμια τους έχουν κύτταρα πού προκαλοῦν νήγματα. Σύμφωνα με διάφορες εκτιμήσεις 5.300 ὡς 9.200 εἶδη. Ἐδῶ ἀνήκουν τὰ Ἵδρόζωα (ύδρες, μοναχικά ἢ σέ ἀποικίες), τὰ Σκυφόζωα (ἀπό τή λέξη σκύφος = εἶδος κυπέλου, οἱ μέδουσες, μοναχικά) καί τὰ Ἀνθόζωα (ἀνεμώνες τῆς θάλασσας καί κοράλλια μοναχικά ἢ σέ μεγάλες ἀποικίες).



18. Κτενοφόρα. Θαλάσσια μοιάζουν κάπως με τις μέδουσες, μά δέν προκαλοῦν νήγματα. 100 εἶδη.



19. Πλατυέλμινθες (άπό πλατύς, γιατί οί περισσότεροι είναι πλατυσμένοι και έλμινς = σκουλήκι). Άλλα ζούν παρασιτικά (Τρηματώδεις και Κεστώδεις) κι' άλλα όχι (Στροβιλιστικοί). Τό σώμα τους έχει άμφίπλευρη συμμετρία και τρεις στοιβάδες κύτταρα, ό πεπτικός τους άγωγός ένα άνοιγμα. 12.700 είδη.

Στροβιλιστικοί



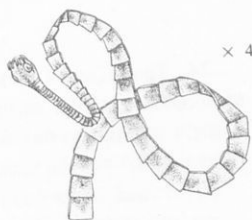
Πλανάρια

Τρηματώδεις

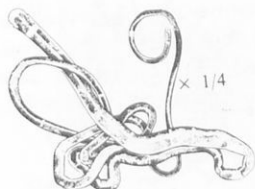


δίστομο

Κεστώδεις

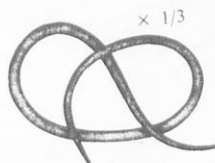


ταινία



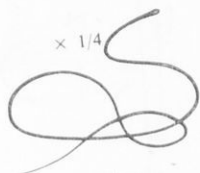
Cerebratulus

20. Νεμερτίνοι. Κυρίως θαλάσσιοι σκώληκες, πλατυσμένοι, μέ σώμα πού δέν χωρίζεται σε δακτύλιους. Πεπτικός άγωγός μέ δύο άνοίγματα (στόμα και έδρα). 800 είδη.



άσκαρίδα

21. Νηματώδεις. Άλλοι ζούν παρασιτικά κι' άλλοι όχι. Κυλινδρικό σώμα μέ άμφίπλευρη συμμετρία. Πεπτικός σωλήνας μέ δύο άνοίγματα. 11.000 είδη.



Gordius

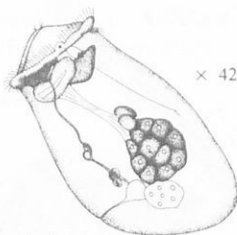
22. Νηματόμορφοι. Περίπου 200 είδη σκώληκων πού στην άτελή τους μορφή είναι παράσιτα Άρθροπόδων και άκμαία ζούν ελεύθερα. Πολύ περιορισμένος πεπτικός σωλήνας.

23. **Άκανθοκέφαλα.** 100 περίπου είδη σκωλήκων που στην άτελή τους μορφή είναι παράσιτα Άρθροπόδων και άκμαία είναι παράσιτα Σπονδυλωτών. Δέν έχουν πεπτικό σωλήνα. Στο κεφάλι τους φέρουν άκανθες.



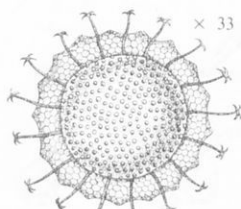
Oncicola

24. **Τροχόζωα (ή Τροχέλμινθες).** Μικροσκοπικά ζώα γλυκού νερού ή θαλάσσιου. Άμφιπλευρη συμμετρία. Πολύαριθμα βλεφαρίδια γύρω από τό στόμα τους. 1.500 είδη.



Asplanchna

25. **Βρυόζωα.** Τά πιο πολλά θαλάσσια, ζουν σε άποικίες. Τό στόμα τους περιτριγυρίζεται από στεφάνι από πλοκάμια. Πεπτικός σωλήνας σε σχήμα U. 3.750 είδη.



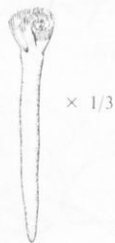
Cristatella

26. **Βραχιόποδα.** Θαλάσσια. Συμμετρικά κελύφη που άπαρτίζονται από δύο τμήματα και που περικλείουν τό σώμα του ζώου που έχει ένα ζευγάρι «βραχιόνες». 120 είδη.



Lingula

27. **Φορωνιδοειδή.** Θαλάσσια. Ζουν σε σωλήνες από λάσπη. Έχουν ένα ζευγάρι «βραχιόνες» με πλοκάμια. Πεπτικός σωλήνας σε σχήμα U. 15 είδη.



Phoronis



Sagitta

28. Χαιτόγναθα. Θαλάσσια. Ἐπιπλέον ἢ κολυμπούν. Μὲ ἀμφίπλευρη συμμετρία. Ἴσιος πελτικός σωλήνας. 50 εἶδη.

29. Μαλάκια. Θαλασσινά, γλυκοῦ νεροῦ ἢ χερσαῖα. Μὲ ἀμφίπλευρη συμμετρία ἢ ἀσυμμετρικά. Ὁ «μανδύας» εἶναι μιά ἀναδιπλωσὴ ἴστου γύρω ἀπὸ τὸ σῶμα τους ποῦ ἐκκρίνει ἓνα ἀνθρακικό κέλυφος. Δὲ χωρίζονται σὲ δακτύλιους. Πεπτικό σύστημα, κυκλοφορικό καὶ νευρικό καλά ἀναπτυγμένα. 107.000 εἶδη. Περιλαμβάνουν πολλές ὁμοταξίες: τὰ Ἄμφινευρα (θαλασσινά, ὅπως ὁ χιτών), τὰ Γαστερόποδα (θαλασσινά, γλυκοῦ νεροῦ καὶ χερσαῖα, ὅπως τὸ σαλιγκάρι, τὸ κέλυφος ὅταν ὑπάρχει εἶναι περιστραμμένο), τὰ Σκαφόποδα (θαλασσινά), τὰ Πελεκύποδα ἢ Ἐλασματοβραγχιώτα (θαλασσινά ἢ γλυκοῦ νεροῦ ὅπως τὰ μύδια, οἱ πίννες, τὰ κυδώνια) τὰ Κεφαλόποδα (θαλασσινά μὲ ἐξωτερικά ἢ ἐσωτερικά κελύφη: ναυτίλοι, οἱ ἐξαφανισθέντες ἀμμωνίτες, σουπιές, καλαμάρια, χταπόδια).

Ἄμφινευρα



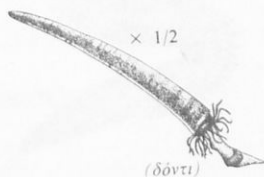
χιτών

Γαστερόποδα



(σαλιγκάρι)

Σκαφόποδα



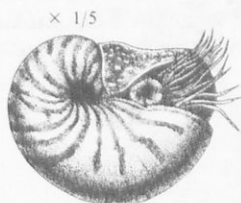
(δόντι)

Ἐλασματοβράγχια



(αγυβάδα)

Κεφαλόποδα



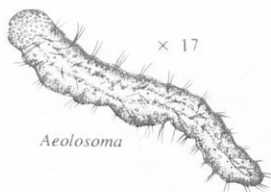
(ναυτίλος)

30. Δακτυλιοσκώληκες (Annelida). Θαλάσσια, γλυκού νερού ή χερσαία με άμφίπλευρη συμμετρία. Σώμα χωρισμένο σε τμήματα: τούς δακτύλιους. Τά εξαρτήματα λείπουν ή όταν υπάρχουν δεν είναι άρθρωμένα. Νευρικό σύστημα (σχοινίο) κοιλιακό. 8.500 είδη. (έδω ανήκουν οι Πολύχαιτοι θαλάσσιοι σκώληκες, Όλιγόχαιτοι γλυκού νερού ή χερσαίοι σκώληκες και οι Βδέλλες).

Όλιγόχαιτοι

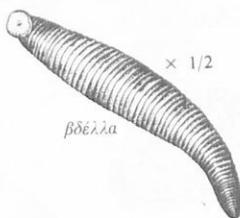
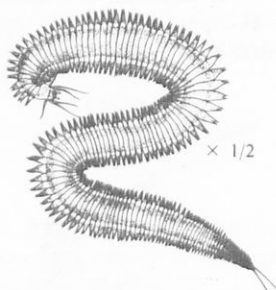


σκουλήκι της γης (σκουληκαντέρα)



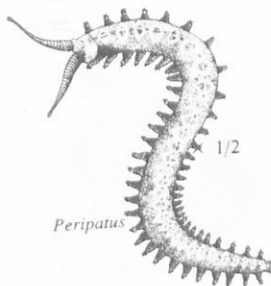
Aeolosoma

Πολύχαιτοι



βδέλλα

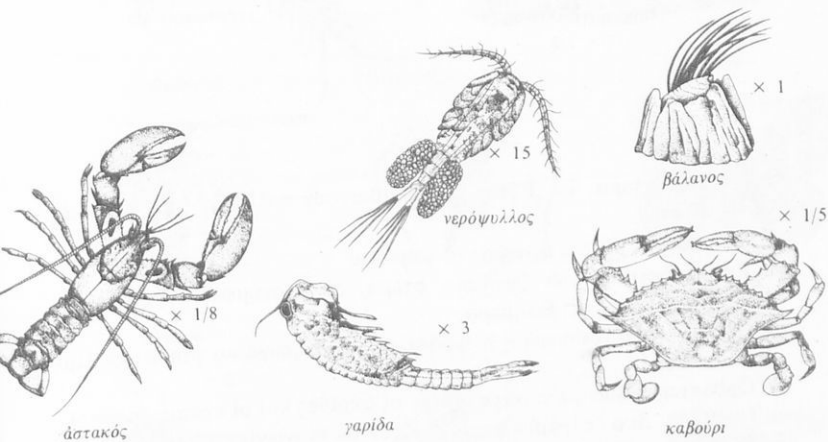
31. Όνυχοφόρα. Χερσαία, τροπικά, σαν σκουλήκια με ζευγάρια ποδιών και όχι ξεκάθαρο χωρισμό σε δακτύλιους. Μοιάζουν με Δακτυλιοσκώληκες και με Άρθρόποδα. 80 είδη.



Peripatus

32. **Ἀρθρόποδα.** Χερσαῖα, γλυκοῦ νεροῦ ἢ θαλάσσια με ἀμφίπλευρη συμμετρία καί σῶμα χωρισμένο σέ δακτύλιους πού συχνά συγχωνεύονται. Ἀρθρωμένα ἐξαρτήματα. Τό σῶμα καί τά ἐξαρτήματα σκεπάζονται με ἀρθρωμένο ἐξωσκελετό. Τό νευρικό σχοινίο εἶναι κοιλιακό. 838.000 εἶδη. Περιλαμβάνουν τίς ἐξῆς Ὁμοταξίες:

Ὁμοταξία Ὀστρακωτῶν (ἀστακοί, καραβίδες, γαρίδες, καβούρια, λεπάδες, σακκουλίνες κ.ἄ.).

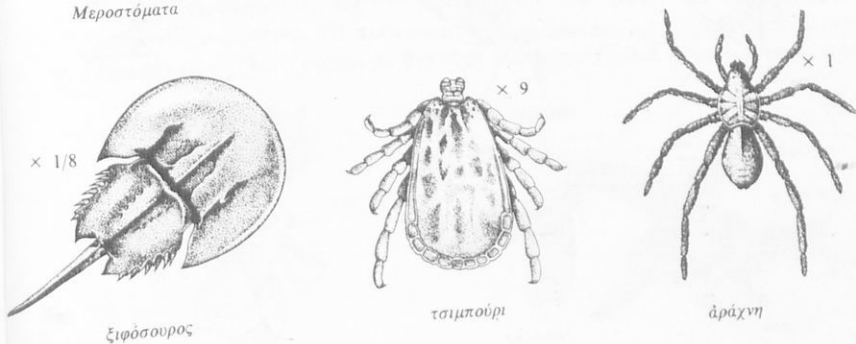


Ὁμοταξία Ἀραχνίδια (τσιμπούρια, ἀράχνες, σκορπιοί).

Ὁμοταξία Μερροστόματα (ξιφόσουροι).

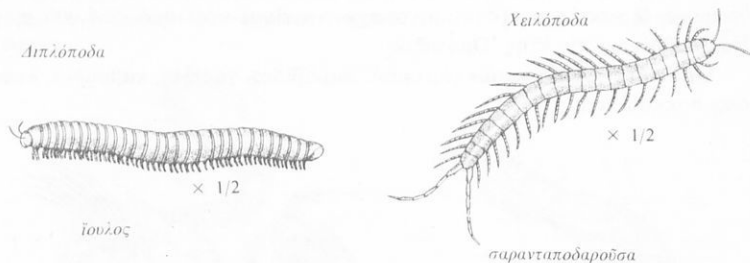
Μερροστόματα

Ἀραχνίδια



Όμοταξία Διπλόποδα (Ίουλοι).

Όμοταξία Χειλόποδα (σαρανταποδαρούσες)



Όμοταξία Έντομα. Τά Έντομα περιλαμβάνουν πολλές τάξεις. Μερικές από αυτές είναι:

τά **Θυσάνουρα**, μικρά, άφτερα: τά ψαράκια

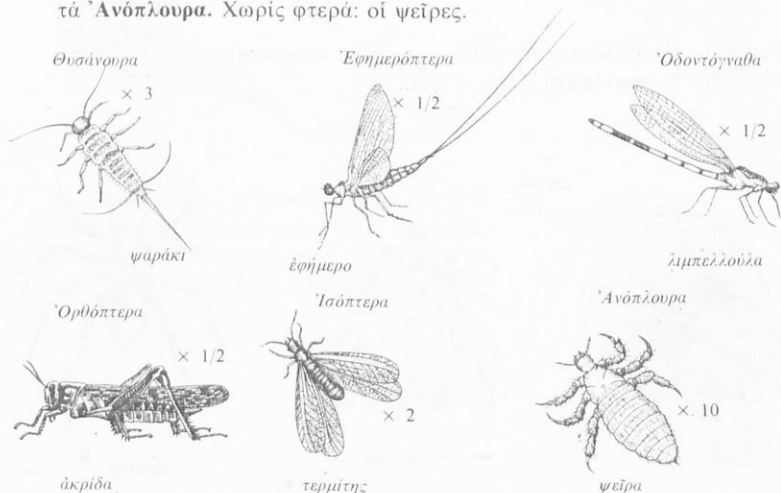
τά **Έφημερόπτερα**, δύο ζευγάρια φτερά, οί προνόμφες ύδρόβιες, τά άκμαία πετούν: τά Έφήμερα.

τά **Όδοντόγναθα** (Odonata ή Νευρόπτερα): Δυό ζευγάρια φτερών οί λιμπελλούδες.

τά **Όρθόπτερα**. Δυό ζευγάρια φτερών: οί άκρίδες καί οί κρεμμυδοφάγοι.

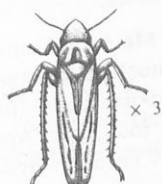
τά **Ίσόπτερα**. Δυό ζευγάρια φτερών. Ζούν σέ κοινωνίες: οί τερμίτες.

τά **Ανόπλουρα**. Χωρίς φτερά: οί ψείρες.



τά **Όμόπτερα**. Δυό ζευγάρια φτερών: οί άφίδες (μελίγκρες).
 τά **Έτερόπτερα**. Δυό ζευγάρια φτερών: οί βρώμοδρες.
 τά **Λεπιδόπτερα**. Δυό ζευγάρια φτερών μέ λέπια: οί πεταλοδρες (προνύμφες τους είναι οί κάμπιες).
 τά **Δίπτερα**. Ένα ζευγάρι φτερών: οί μύγες, τά κουνούπια, ή δροσόφιλα.
 τά **Κολεόπτερα**. Δυό ζευγάρια φτερών, τό πάνω είναι σκληρό: τά σκαθάρια, οί χρυσόμυγες.
 τά **Υμενόπτερα**. Δυό ζευγάρια φτερών: μέλισσες, σφήκες. Πολλά ζοδν σέ κοινώνιες.

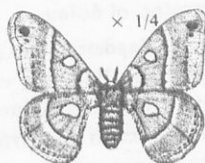
Όμόπτερα



Έτερόπτερα



Λεπιδόπτερα



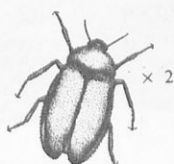
πεταλούδα

Δίπτερα



μύγα

Κολεόπτερα



σκαθάρι

Υμενόπτερα

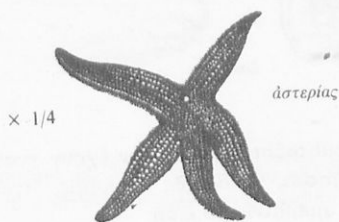


σφήκα

33. Έχινόδερμα ή Έχινοδέρματα. Όλα θαλάσσια. Τά άκμαία έχουν άκτινωτή συμμετρία. Οί προνύμφες έχουν άμφίπλευρη συμμετρία. Έχουν έσωτερικό σκελετό συχνά μέ άγκάθια πού προεξέχουν. Ένα σύστημα άγω-

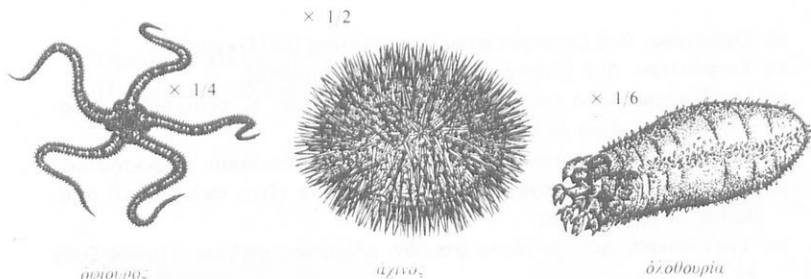


κρinoειδές



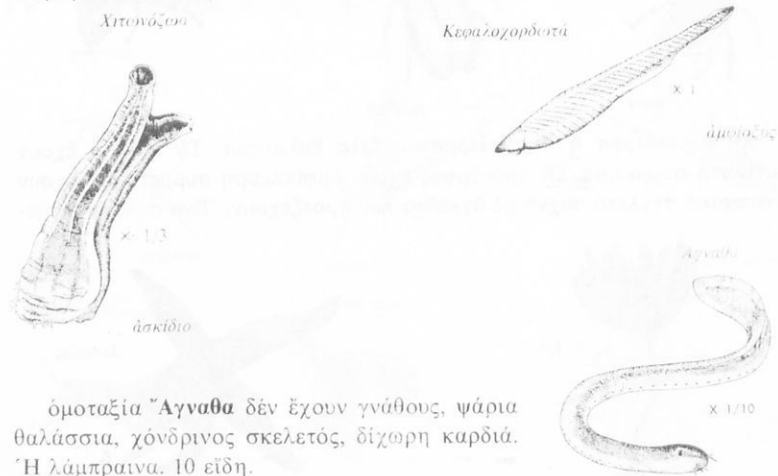
άστερίας





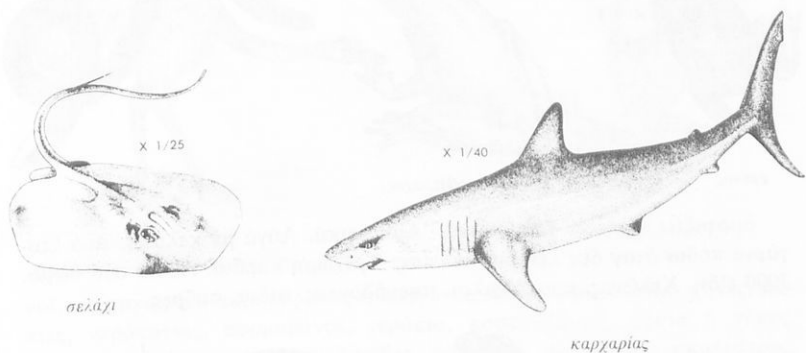
γών γεμάτων νερό (σάν υδραυλικό σύστημα) τούς επιτρέπει νά κινούνται και νά πιάνουν τήν τροφή τους. 6.000 είδη. Έδω ανήκουν τά **Κρινοειδή**, οί **άστερίες**, οί **όφίουροι**, οί **άχινοί** και οί **όλοθουρίες**.

34. Χορδωτά. Θαλάσσια, γλυκού νερού και χερσαία. Με άμφίπλευρη συμμετρία. Ραχιαίος νευρικός άγωγός (δηλαδή μέσα κούφιος) και μία νωτιαία χορδή από κάτω του πού μπορεί νά χαθεί ή νά αντικατασταθεί (μέ σπονδυλική στήλη στά Σπονδυλωτά) κατά τήν ανάπτυξη του ζώου. Άρκετά ζευγάρια βραγχιικών σχισμών (πού μπορεί νά χαθούν κατά τήν ανάπτυξη). Μεταμέρεια δηλαδή κάποια διαίρεση σε τμήματα (αυτό φαίνεται στους μύς και στά πλευρά των σπονδυλωτών). 43.000 ως 47.000 είδη
 ύποφύλο **Χιτωνόζωα** (Tunicata). Θαλάσσια (τά άσκίδια) 1.300 είδη
 ύποφύλο **Κεφαλοχορδωτά**. Θαλάσσια (ό άμφίοξυς) 28 είδη
 ύποφύλο **Σπονδυλωτά**. Η νωτιαία χορδή αντικαταστάθηκε μέ σπονδυλική στήλη. Σ' αυτό ανήκουν

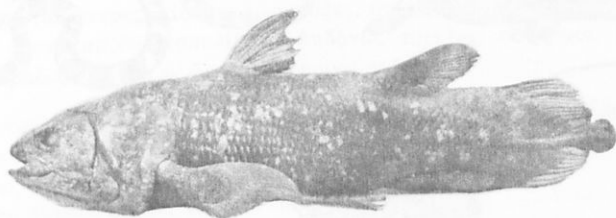


όμοταξία **Άγναθη** δέν έχουν γνάθους, ψάρια θαλάσσια, χόνδρινος σκελετός, δίχωρη καρδιά. Η λάμπραινα. 10 είδη.

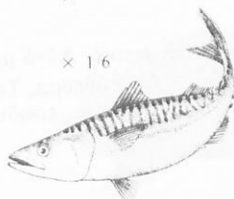
όμοταξία Χονδρίθνες. Χόνδρινος σκελετός. Δίχωρη καρδιά. Ψάρια θαλάσσια. Τά σελάχια κι' οί καρχαρίες. 600 είδη.



όμοταξία Όστειθνες. Σκελετός από οστά. Δίχωρη καρδιά. Ψάρια θαλάσσια ή γλυκού νερού. 20.000 είδη.

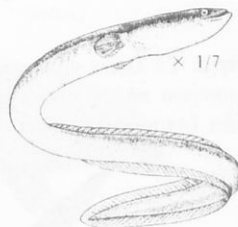


$\times \frac{1}{12}$ κοιλόκανθος



$\times 16$

σκουμπρί



$\times 17$

χέλι

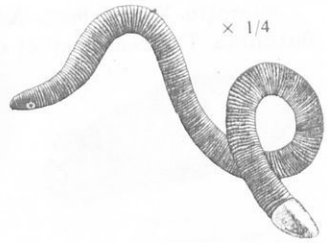
όμοταξία Ἀμφίβια. Προνύμφες υδρόβιες με βράγχια, άκμαία χερσαία με πνεύμονες. Τριχωρή καρδιά. 2 ζευγάρια πόδια (σε μερικά είδη λείπουν). Βατραχοί, φρύνοι. 2800 είδη.



φρύνος



βίλα (δεντροβάτραχος)



καικιλία

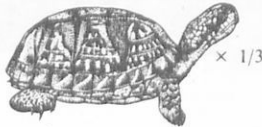
όμοταξία **Έρπετά.** Πνεύμονες. Αμνιωτικά. Αυγά με κελύφη. Δυό ζευγάρια πόδια όταν δεν λείπουν τελείως. Τρίχωρη καρδιά. Λέπια στο σώμα. 7000 είδη. Χελώνες, κροκόδειλοι, σφενόδοντα, φίδια, σαῦρες.



ιγκουάνα



φίδι



χελώνα

όμοταξία **Πτηνά.** Τά λέπια γίνανε φτερά. Αμνιωτικά. Αυγά με σκληρό κέλυφος. Τά μπροστινά πόδια γίνανε φτεροῦγες. Όμοιόθερμα. Τετράχωρη καρδιά. 9.000 είδη (στρουθοκάμηλοι, κίουι, βουτηχτάρες, έρωδιοι, γερα-



χελιδόνι



X 1/25

Ρέα (άμερικανική στρουθοκάμηλος)



X 1/19

παραδείσιο πουλί:
τό πουλί λύρα

νοί, πελαργοί, φαλακροκόρακες ή λαγγόνες, πελεκάνοι, κύκνοι, χήνες, πάπιες, νερόκοττες, κορμοράνοι, γεράκια, κουκουβάγιες, όρνια ή γύπες, άετοί, περιστέρια, τρυγόνια, όρνιθες, φασιανοί, καλημάνες, σκαλίστρες, χαράδριοι, τουρλίδες, μπεκάτσες, γαίταρίφια, γλάροι, χελιδόνια, όρντύκια, πέρδικες, κούκοι, κοράκια, τσαλαπετεινοί, ψαροφάγοι, δρυοκολάπτες, κορδαλοί, γαλιάντρες, κίσσες, καρακάξες, συκοφάγοι, σιταρήθρες, τσοπανάκοι, τρυποκάρυδα, παπαδίτσες, άηδόνια, τσίχλες, κότσυφοι, τιρτιρλί, σουσουράδες, σπίνιοι, φλώριοι, καρδερίνες κ.ά.).

όμοταξία **Θηλαστικά**, τά λέπια γίναν τρίχες. Άμνιωτικά. Μαστοί που στά θηλυκά έκκρινουν γάλα. 4 είδη δοντιών (κοπτήρες, κυνόδοντες, προγόμφιοι, γόμφιοι). Τετράχωρη καρδιά. 4.500 ώς 5.000 είδη.
τάξη **Μονοτρήματα**, γεννούν αυγά αλλά θηλάζουν.



X 1/10

όρνιθνα

όρνιθόρρωγγος

X 1/15



τάξη **Μαρσιποφόρα**, μάρσιπος (καγκουρά, κοάλα)

καγκουρά



κοάλα



ο διάβολος
της Γουαμανίας



βόμπατ (ένας μαρσιποφόρος
«χοίρος»)



μπάντικος
(ένας μαρσιποφόρος
«τροχτικό»).



ϊπτάμενος φαλαγγιστής (ένας μαρσιποφόρος
«σκίουρος» που πετά) *Petaurus*

τάξη Έντομοφάγα, (τυφλοπόντικοι, σκαντζόχοιροι)



τυφλοπόντικας

τάξη Δερμόπτερα, (Γαλεοπίθηκοι)
τάξη Χειρόπτερα, (νυχτερίδες)

νυχτερίδα



τάξη Πρωτεύοντα, (πίθηκοι, άνθρωπος)



μακροτάρασιος

X 1/10



ζόρις



κῆβος



X 1/2

X 1/12





x 1/12



x 1/8

λεμούριοι (τέσσερα διαφορετικά είδη)



x 1/25

βαβουίνος



γορίλλας

x 1/35

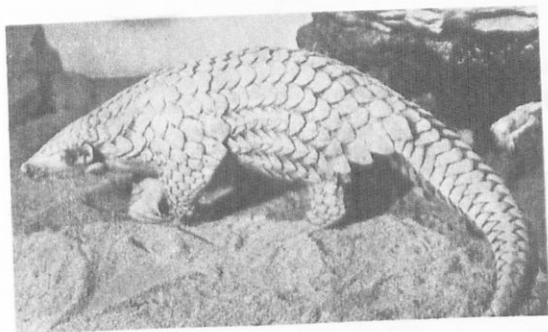


χιμπατζής

ούραγκουτάγκος

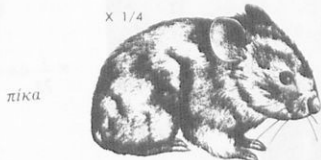


τάξη **Νωδά**, (χωρίς δόντια, άρμαντίλλιο)
τάξη **Φολιδωτά**, (παγκολίνος)



$\times \frac{1}{10}$ παγκολίνος (μάνης)

τάξη **Λαγόμορφα**, (λαγοί)



τάξη **Τρωκτικά**, (ποντικοί, άρουραίτοι, βερβερίτσες ή σκίουροι)



τάξη **Κητώδη**, (δελφίνοι, φάλαινα)



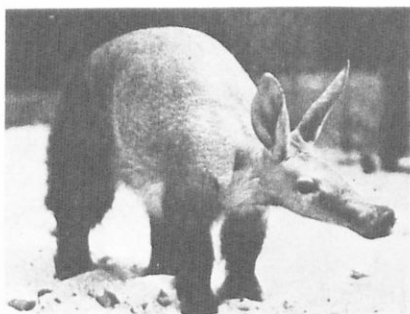
τάξη Σαρκοφάγα, (άρκούδα, άλεποϋ, άσβός, γάτα, τίγρης, λιοντάρι)



ύαινα

τάξη Πτερυγιόποδα, (φάκια)

τάξη Σωληνόδοντα, (όρυκτερόποδας)



$\times \frac{1}{25}$ όρυκτερόποδας

τάξη Προβοσκιδοειδή, (έλέφαντας)

τάξη Ύρακοειδή

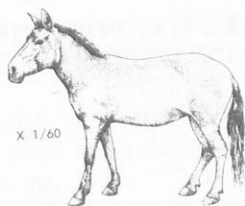
τάξη Σειρηνοειδή

σαρήνα



τάξη **Περισσοδάκτυλα**, (ἄλογο, γαϊδούρι, ρινόκερος, τάπιρος)

ἄλογο τοῦ Περζεβάλσκι



x 1/60

τάξη **Ἄρτιοδάκτυλα**, (χοῖρος, ἵπποπόταμοι, καμήλες, μυρμηκαστικά: βόδι, πρόβατο, ἐλάφι κ.ἄ.).



x 1/30

ἀγριοχοῖρος



x 1/100

ἵπποπόταμος



x 1/40

ἴμπαλα

ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ Γ

ΜΕΡΙΚΕΣ ΠΛΗΡΟΦΟΡΙΕΣ ΓΙΑ ΤΑ ΣΗΜΑΝΤΙΚΟΤΕΡΑ ΒΙΟΜΟΡΙΑ

Στους οργανισμούς βρίσκονται πολλά είδη χημικών ενώσεων: Υπολογίζεται πώς σ' ένα βακτήριο υπάρχουν μόρια νερού, 20 περίπου ανόργανα ιόντα (Na^+ , K^+ , Mg^{++} , Cl^- , PO_4^{---} κ.ο.κ), 200 είδη υδατάνθρακες και ουσίες που μετασχηματίζονται σ' αυτούς (πρόδρομοί τους), 100 είδη αμινοξέα και πρόδρομοί τους, 200 είδη νουκλεοτίδια και πρόδρομοί τους, 50 είδη λιπίδια και πρόδρομοί τους, 200 είδη άλλων μικρών μορίων (όργανικά όξέα, κινόνες κ.ά.), 2000 ως 3000 είδη πρωτεϊνών, 1000 είδη νουκλεϊκά όξέα. Όλοι οι γόνοι του βακτηρίου, περίπου 1000, βρίσκονται σ' ένα μόνο δίκλωνο νήμα (μόριο) DNA. Κάθε γόνος είναι ένα τμήμα αυτού του τεράστιου μορίου. Ενώ υπάρχει ένα μόριο DNA υπάρχουν πολλά είδη μορίων RNA: 1000 περίπου μόρια αγγελιοφόρου RNA, 40 μόρια μεταφορέα RNA, 2 μόρια ενός RNA για την κατασκευή των ριβοσωμάτων.

Νά μερικές πληροφορίες για τις πύο σημαντικές κατηγορίες τών βιομορίων:

1. Πρωτεΐνες. Περιέχουν C, H, O, N, και μερικές φορές S. Προέρχονται από τήν ένωση πολλών **αμινοξέων** στη σειρά, σέ μιά άλυσίδα που μετά μπορεί νά αναδιπλώνεται (βλέπε τό σχήμα γιά τή ριβονουκλεάση). Όρισμένες πρωτεΐνες άπαρτίζονται από πύο πολλές από μιά άλυσίδες. Η σειρά τών αμινοξέων στην άλυσίδα καθορίζεται από τό DNA (άπό τό γόνο). Οί περισσότερες πρωτεΐνες είναι ένζυμα ή τό μεγαλύτερο μέρος ένζυμου (άπο-ένζυμο), άλλες είναι δομικά συστατικά του κυττάρου (τών μύϊκων ίνων ή άκτίνη και ή μυοσΐνη, άλλες τών κυτταρικών τοιχωμάτων κ.λ.π.).

2. Λιπίδια. Περιέχουν C, H, O και μερικές φορές N ή και P. Αδιάλυτα στό νερό. Πολλά λιπίδια προέρχονται άπό τήν ένωση ενός μορίου **γλυκερίνης** μέ τρία μόρια **λιπαρών όξέων** (**τριγλυκερίδια**). Μερικές φορές ή γλυκερίνη αντικαθίσταται από **σφιγγοσΐνη**. Σέ πολλά λιπίδια βρίσκεται φωσφορος (**φωσφορολιπίδια**). Και όταν φωσφορολιπίδια περιέχουν **χολΐνη** έχουμε τΐς **λεκιθΐνες**.

Τά τριγλυκερίδια άποτελοΐν άποθήκες ένέργειας. Από αυτά προέρχεται και τό συνένζυμο A. Τά φωσφορολιπίδια άποτελοΐν υλικό τών μεμβρανών (δές και εΐκόνα): ή μή διαλυτότητά τους στό νερό παΐζει ρόλο στόν έλεγχο τΐς περατότητας τών μεμβρανών.

3. Υδατάνθρακες. Μόρια που άποτελοΐνται άπό C, H και O συνήθως σΐς άναλογΐες 1 πρός 2 πρός 1. Τά άπλά σάκχαρα μποροΐν νάχουν στό

μόριο τους 3 άτομα άνθρακα (τριόζες), 5 άτομα άνθρακα (πεντόζες όπως η ριβόζη και η δεσοξυριβόζη), 6 άτομα άνθρακα (έξόζες όπως η γλυκόζη και η φρουκτόζη). Τα πολυσακχαρίδια αποτελούνται από περισσότερα μόρια απλών σακχάρων ενώμενα: ή **σακχαρόζη** από δύο έξόζες, το **άμυλο** από χιλιάδες έξόζες, το ίδιο το **γλυκογόνο** και η **κυτταρίνη**.

Κυτταρίνη και πεκτίνη χρησιμοποιούνται για την κατασκευή προστατευτικών τοιχωμάτων του κυττάρου. Το γλυκογόνο και το άμυλο αποτελούν αποθήκες ενέργειας.

4. Νουκλεϊκά όξέα. Για τή δομή τους μιλήσαμε στο Κεφάλαιο 2. Το DNA (και σε μερικούς ίους το RNA) αποτελούν το γενετικό ύλικό. Το DNA βρίσκεται σ' όλα τα όργανίδια του κυττάρου που μπορούν να αναπαράχθουν από μόνα τους: χρωματοσώματα, μιτοχόνδρια, πλαστίδια. Το RNA είναι πολλών ειδών: είτε άγγελιοφόρο, που μεταφέρει το γενετικό μήνυμα του DNA στο κυτταρόπλασμα για να συντεθεί ή πρωτεΐνη πάνω του, είτε μεταφορέας που όδηγει το άμινοξύ να τοποθετηθεί στο άγγελιοφόρο RNA άπέναντι στην αντίστοιχη τριάδα διαδοχικών βάσεων, είτε ριβοσωματικό, δηλαδή συστατικό (μαζί με πρωτεΐνες) των ριβοσωμάτων.

ΠΙΝΑΚΑΣ ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΩΝ

Για τον Καθηγητή	5
1. ΕΙΣΑΓΩΓΗ	7
1.1 Γνωρίσματα των έμβιων όντων – Μηχανές	7
1.2 Τα περιεχόμενα αυτού του βιβλίου	13
2. ΤΟ ΚΥΤΤΑΡΟ: ΔΟΜΗ ΚΑΙ ΛΕΙΤΟΥΡΓΙΑ	15
2.1 Όξειδοαναγωγές και Ένέργεια	15
2.2 Το ΑΤΡ	18
2.3 Τα Ένζυμα	20
2.4 Η Κυτταρική Θεωρία: το κυτταρο είναι η ελάχιστη μονάδα της ζωής	23
2.5 Σύντομη περιγραφή του κυτταρου	26
2.6 Έξωτερική και έσωτερικές μεμβράνες	29
2.7 Η φωτοσύνθεση	32
2.8 Η άναπνοη	36
2.9 Ό πυρήνας του κυτταρου και τα χρωματοσώματα	40
2.10 Τα νουκλεϊκα όξεία	45
2.11 Η μίτωση	48
2.12 Η σύνθεση των πρωτεϊνών	52
2.13 Το προκαρυωτικό κυτταρο	58
2.14 Οί ίοί	59
3. ΑΝΑΠΑΡΑΓΩΓΗ	61
3.1 Τα πειράματα του Παστέρ	61
3.2 Τροποι άναπαραγωγής	64
3.3 Το σωματικό και το γεννητικό πλάσμα	67
3.4 Η μείωση και η γονιμοποίηση	69
3.5 Η ίστορια των γεννητικών κυττάρων	72
3.6 Προσχηματισμός και έπιγένεση	74
3.7 Ποικιλομορφία στους πληθυσμούς και κληρονομικότητα	77
3.8 Ποιές ιδιότητες κληρονομούνται, Κληρονομούνται οί έπικτητες ιδιότητες;	80
3.9 Πώς κληρονομούνται τα διάφορα χαρακτηριστικά	82
3.10 Όρολογία	87
3.11 Ό Μέντελ και οί νομοί του	87
3.12 Κυριαρχία	88
3.13 Οί γονοί συνθετου ένζυμα	89
3.14 Γονότυπος και Φαινότυπος	90
3.15 Κληρονομικότητα και περιβαλλον	91
3.16 Διυβριδισμός	92
3.17 Γόνος με τρείς άλληλομορφους: Όμάδες αίματος ΑΒΟ	94
3.18 Η κληρονομικότητα του φυλου	97

3.19	Γόνιοι καὶ χροματοσώματα	98
3.20	Φυλοσυνδετὴ κληρονομικότητα	101
3.21	Γόνιοι καὶ DNA	103
3.22	Ἡ διαφοροποίηση	104
3.23	Ἡ μεταλλαξὴ	107
4.	Ἡ ΕΞΕΛΙΞΗ	109
4.1	Ποσα εἶδη ζωντανῶν ὀργανισμῶν ὑπάρχουν	109
4.2	Λίγα λόγια γιὰ τὴν ταξινομήση	112
4.3	Εἶναι ἡ ταξινομήση ἀντικειμενική; Ἡ ἔννοια τοῦ εἶδους	114
4.4	Δύο διαφορετικὲς ἀντιλήψεις: Ἡ Τυπολογικὴ καὶ ἡ Ἐξελικτικὴ σκοπιὰ	115
4.5	Ὁ Darwin καὶ τὸ ταξίδι του	116
4.6	Ἐνδείξεις γιὰ τὴν ἐξελίξη: τὰ ἀπολιθώματα	121
4.7	Ἡ ἱστορία τῆς ζωῆς ὅπως τὴ δείχνουν τὰ ἀπολιθώματα	124
4.8	Ὁμόλογα, ἀνάλογα καὶ ὑπόλειμματικά ὄργανα	144
4.9	Ὁ Χαίκελ καὶ οἱ ἀποψεις του γιὰ τὴν ὄντογενεση	147
4.10	Ἐνδείξεις ἀπὸ τὴ γεωγραφικὴ κατανομὴ τῶν εἰδῶν	152
4.11	Ἀποδείξεις ἀπὸ τὴ Βιοχημεία	156
4.12	Ἡ περίπτωση τῶν γλαρών: ὅταν ἓνα εἶδος χωρίζεται στὰ δύο	158
4.13	Ἡ προσταρμογὴ	160
4.14	Λαμάρκ καὶ Ντάρβιν	166
4.15	Ἡ νεοδαρβινικὴ ἢ συνθετικὴ θεωρία	169
4.16	Ἀναγενεση καὶ Κλαδογενεση	172
4.17	Ἡ Βελτίωση	175
5.	ΟΙΚΟΛΟΓΙΑ	178
5.1	Οἰκολογία: ἡ μελέτη τοῦ ὀργανισμοῦ σε σχέση με τὸ περιβάλλον του	178
5.2	Οἱ ἄλλοι ὀργανισμοὶ τοῦ ἴδιου εἶδους: ὁ πληθυσμὸς	180
5.3	Σχέσεις μεταξὺ ὀργανισμῶν διαφορετικῶν εἰδῶν	187
5.4	Θηραμα-θηρευτὴς καὶ ἀλλοσιδεὲς τροφῆς	190
5.5	Οἰκολογικὴ φωνία – νόμος τοῦ Γκαουζε	200
5.6	Οἰκοσυστήματα τοῦ νεροῦ καὶ τῆς στεριάς	200
5.7	Ἡ καταστροφὴ τοῦ περιβάλλοντος	208
5.8	Ἡ ρύπανση τοῦ περιβάλλοντος, ἡ ὑποβάθμιση τῶν οἰκοσυστημάτων καὶ ἡ προστασία τῆς φύσεως στὴ χώρα μας	212
	ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ Α – ΛΕΞΙΛΟΓΙΟ	219
	ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ Β – Ἡ ΤΑΞΙΝΟΜΗΣΗ ΤΩΝ ΖΩΝΤΑΝΩΝ ΟΝΤΩΝ	237
	ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ Γ – ΜΕΡΙΚΕΣ ΠΛΗΡΟΦΟΡΙΕΣ ΓΙΑ ΤΑ ΣΗΜΑΝΤΙΚΟ- ΤΕΡΑ ΒΙΟΜΟΡΙΑ	268
	Πίνακας Περιεχομένων	270

«Τα αντίτυπα του βιβλίου φέρουν τό κάτωθι βιβλιόσημο για απόδειξη της γνησιότητας αὐτῶν.

Ἄντίτυπο στερούμενο τοῦ βιβλιοσήμου τούτου θεωρεῖται κλεψίτυπο. Ὁ διαθέτων, πωλὼν ἢ χρησιμοποιοῦν αὐτό διώκεται κατὰ τὴς διατάξεις τοῦ ἀρθροῦ 7 τοῦ Νόμου 1129 τῆς 15/21 Μαρτίου 1946 (Ἐφ. Κυβ. 1946, Α' 108)».



ΕΚΔΟΣΗ ΣΤ' 1982 (VI) ΑΝΤΙΤΥΠΑ 85.000 ΣΥΜΒΑΣΗ 3775/5.4.82
ΕΚΤΥΠΩΣΗ - ΒΙΒΛΙΟΔΕΣΙΑ: ΑΘΗΝΑ ΓΚΗ ΛΙΘΟΓΡΑΦΙΑ ΙΩΑΝΝ. ΚΟΥΣΟΥΛΗΣ



Ψηφιοποιήθηκε από το Ινστιτούτο Εκπαιδευτικής Πολιτικής
0020557997
ΒΙΒΛΙΟΘΗΚΗ ΒΟΥΛΗΣ



