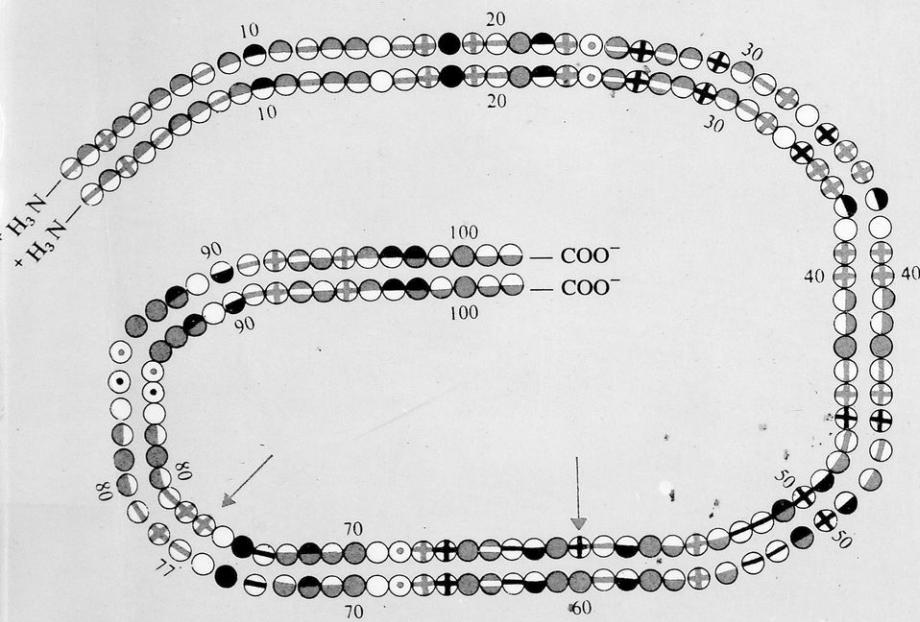


Κ. ΚΡΙΜΠΑ - Ι. ΚΑΛΟΠΙΣΗ

ΜΑΘΗΜΑΤΑ ΓΕΝΙΚΗΣ ΒΙΟΛΟΓΙΑΣ

Γ' ΛΥΚΕΙΟΥ



ΟΡΓΑΝΙΣΜΟΣ ΕΚΔΟΣΕΩΣ ΔΙΔΑΚΤΙΚΩΝ ΒΙΒΛΙΩΝ ΑΘΗΝΑ 1978

Ψηφιοποιήθηκε από το Ινστιτούτο Εκπαιδευτικής Πολιτικής

29589.

**ΜΑΘΗΜΑΤΑ
ΓΕΝΙΚΗΣ
ΒΙΟΛΟΓΙΑΣ**

Μέ απόφαση τῆς Ἑλληνικῆς Κυβερνήσεως τά διδα-
κτικά βιβλία τοῦ Δημοτικοῦ, Γυμνασίου καὶ Λυκείου
τυπώνονται ἀπό τὸν Ὀργανισμό Ἐκδόσεως Διδακτι-
κῶν Βιβλίων καὶ μοιράζονται ΔΩΡΕΑΝ.

Κ. ΚΡΙΜΠΑ – Ι. ΚΑΛΟΠΙΣΗ

**ΜΑΘΗΜΑΤΑ
ΓΕΝΙΚΗΣ
ΒΙΟΛΟΓΙΑΣ**

Γ' ΛΥΚΕΙΟΥ

ΟΡΓΑΝΙΣΜΟΣ ΕΚΔΟΣΕΩΣ ΔΙΔΑΚΤΙΚΩΝ ΒΙΒΛΙΩΝ ΑΘΗΝΑ 1978

Γιά τόν Καθηγητή

Τό βιβλίο τοῦτο προσπαθεῖ νά πετύχει δυό σκοπούς. Πρῶτα νά καταστήσει γνωστότερο ἔνα σημαντικό, στίς μέρες μας, ἐπιστημονικό πεδίο, τή Βιολογία, νά τήν ἀπομιθοποίησει καί νά δείξει πόσο ἐνδιαφέροντα καί ἐκπληκτικά είναι τά ζωντανά ὅντα. Μετά νά κάνει τούς μαθητές νά ἀγαπήσουν τή Φύση: ή γνώση ἐνός ἀντικειμένου γεννᾶ καί μεγαλώνει τήν ἀγάπη μας γι' αὐτό.

Γιά νά πετύχουν οἱ δύο αὐτοί σκοποί προσπαθήσαμε νά δώσουμε ἀρκετές λεπτομερειακές πληροφορίες γιά νά κάνουμε τήν ψλη ζωντανότερη. Αὐτές δύμας τίς λεπτομέρειες δέ θά 'πρεπε βέβαια νά ἀπομανημονεύσει ὁ μαθητής (ὅπως λ.χ. τούς Πίνακες 4.1 καί 4.2 η τίς λεπτομέρειες τῶν μηχανισμῶν τῆς φωτοσύνθεσης καί τῆς ἀναπνοῆς κ.ἄ.). Μιά τέτοια προσπάθεια ἀπομανημονεύσεως θά είληε ἀκριβῶς τά ἀντίθετα ἀποτελέσματα ἀπ' ὅ,τι ἐπιδιώκουμε. "Ἄν ὁ Καθηγητής γνωρίσει τό βιβλίο στό σύνολό του μπορεῖ νά προσπαθήσει νά μάθουν οἱ μαθητές τίς γενικές του γραμμές, τουλάχιστο ὡς πρός τό Κεφάλαιο 2, πού είναι καί τό πιό δύσκολο. Ὁρισμένα Τμήματα τοῦ βιβλίου ἀποτελοῦν μιά ἀπλή ὑπενθύμιση ὅσων διδάχητκαν στή Γ' Γυμνασίου (Κεφάλαιο 3) ἀλλά μέ μεγαλύτερη ἐμβάθυνση. Τά Κεφάλαια 4 καί 5 ἀποτελοῦν νέα ψλη, σημαντική, καί ἐκεῖ πρέπει νά δοθεῖ ἡ μεγαλύτερη ἔμφαση. Τά Παραρτήματα δέν ἀποτελοῦν μέρος τῆς διδακτέας ψλης 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 εἰδη τῶν ζωντανῶν ὅντων. Σ' αὐτό τό Παράρτημα, ὑπόδεικνεται στά σχέδια ἡ μεγέθυνση ἡ σμίκρυνση μέ τήν ὅποια παριστάνεται κάθε ζωντανό ὅν.

Εὐχόμαστε καί ἐλπίζουμε τό βιβλίο αὐτό νά συμβάλει στήν αὔξηση τοῦ ἐνδιαφέροντος τοῦ μαθητῆ γιά τή Φύση καί γιά τή Βιολογία εἰδικότερα.

1. ΕΙΣΑΓΩΓΗ

1.1 Γνωρίσματα τῶν ἐμβίων ὄντων - Μηχανές

Δέν είναι εὕκολο νά καθοριστεῖ τί είναι ζωή, παρ' όλο πού καθένας μας νομίζει, στηριζόμενος στήν πείρα του, πώς τό ξέρει. Συχνά ἀποδίδουμε διάφορα διακριτικά γνωρίσματα στά ἐμβια ὄντα (στούς ζωντανούς δργανισμούς) γιά νά τά ξεχωρίσουμε ἀπό τά χωρίς ζωή ἀνόργανα σώματα. "Υπάρχουν δόμως χαρακτηριστικά, πού πραγματικά καί ξεκαθαρισμένα, πετυχαίνουν τό ξεχώρισμα; "Ας ἔξετάσουμε ἀπό πιό κοντά μερικά γνωρίσματα πού ἔχουν ἀποδοθεῖ, σάν χαρακτηριστικά, στά ἐμβια ὄντα.

α) **Η κίνηση.** Ἡ κίνηση δόμως, ἀπ' τή μιά μεριά, είναι χαρακτηριστικό μόνο ἐνός μέρους τῶν ἐμβίων ὄντων (λ.χ. τά περισσότερα φυτά καί οι μύκητες δέν ἔχουν κίνηση) καί ἀπ' τήν ἄλλη συναντιέται σέ πάρα πολλές περιπτώσεις ἀνοργάνων σωμάτων. "Ετσι λ.χ. διαφορές θερμοκρασίας προκαλοῦν τήν κίνηση τοῦ ἀτμοσφαιρικοῦ ἀέρα δημιουργώντας τόν ἄνεμο, οἱ πλανῆτες περιστρέφονται γύρω ἀπό τόν ἥλιο ἀλλά καί τόν ἑαυτό τους καί τά ἡλεκτρόνια γύρω ἀπό τόν πυρήνα τοῦ ἀτόμου. Ἡ κίνηση λοιπόν, δέν ἀποτελεῖ διακριτικό χαρακτηριστικό τῶν ζωντανῶν δργανισμῶν.

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

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

βλαστό και τά φύλλα του ή τή μέλισσα μέ τό κεφάλι της, τίς κεραίες της, τά μάτια της, τό θώρακά της, τά φτερά της, τά πόδια της, τήν κοιλιά της και τό κεντρί της ή άκόμα και ἀπό ἔνα μόνο κύτταρο. Σάν ἔνα λοιπόν χαρακτηριστικό τῶν ζωντανῶν δργανισμῶν ἐμφανίζεται ἡ μεγάλη **ἀνομοιομέρεια** και ἡ πολυπλοκότητα στίς δομές τους. Πρέπει άκόμα νά σημειωθεῖ πώς τά διάφορα τμήματά τους βρίσκονται τοποθετημένα μέ κάποια τάξη, κάποια **δργάνωση**: δο οἰσοφάγος καταλήγει στό στομάχι πού τό άκολουθεῖ τό λεπτό ἔντερο και αὐτό τό παχύ ἔντερο. Ἡ δργάνωση αὐτή ἐπιτρέπει τήν πραγματοποίηση δρισμένων **λειτουργιῶν**. Ἡ τροφή λ.χ. πού μασίέται στό στόμα, καταπίνεται και διηγεῖται στό στομάχι, ὅπου πολτοποιεῖται και χωνεύεται. Ἡ πέψη ἔξακολουθεῖ στό ἔντερο ὅπου και ἀπορροφούνται τά θρεπτικά συστατικά. Τελικά, ἡ μάζα πού δέ χωνεύτηκε και δέν ἀπορροφήθηκε, ἀποβάλλεται.

Ἡ ἀνομοιομέρεια και πολυπλοκότητα και ἡ δργάνωση και οἱ λειτουργίες δέν χαρακτηρίζουν δμως ἀποκλειστικά τά ἐμβια ὄντα μόνο. Μερικά ἀνόργανα σώματα μοιάζουν μέ τά ζωντανά, σ' αὐτά τά χαρακτηριστικά. Τέτοια ἀνόργανα σώματα είναι οἱ **μηχανές** πού κατασκευάζει ὁ ἀνθρωπος. Στό αὐτοκίνητο λ.χ. ἀλλοῦ ἀποθηκεύεται ἡ βενζίνη, ἀλλοῦ γίνεται ἡ καύση και ἡ ἐκτόνωση, ἀλλοῦ μεταδίδεται ἡ κίνηση στούς τροχούς, μέ ειδικά συστήματα γίνεται ἡ δόδηγηση και τό φρενάρισμα ἡ δ φωτισμός. ቩ ἀνομοιομέρεια, πολυπλοκότητα και δργάνωση τῶν διάφορων τμημάτων είναι ιδιότητες πού ἔχουν και οἱ μηχανές γιά νά μποροῦν νά ἐπιτελοῦν δρισμένη λειτουργία: τό αὐτοκίνητο νά κινηθεῖ, ἡ θεριζοαλωνιστική μηχανή νά θερίσει και ν' ἀλωνίσει, ὁ ἡλεκτρονικός ὑπολογιστής νά κάνει ὑπολογισμούς.

Γενικά τά προϊόντα τῆς τέχνης τοῦ ἀνθρώπου, τά κατασκευάσματά του, τά **τεχνήματα**, ἔχουν πολλά κοινά χαρακτηριστικά μέ τά ζωντανά ὄντα, διαφέροντας ἔτσι ἀπό τά ὑπόλοιπα ἀνόργανα σώματα.

γ) **Ο μεταβολισμός.** Ὁ δργανισμός καταναλώνει ἐνέργεια ὅπως και μιά μηχανή. Τό αὐτοκίνητο λ.χ. ἡ ἡ θεριζοαλωνιστική μηχανή ἔξασφαλίζουν τήν ἀναγκαία γιά τή λειτουργία τους (κίνηση κτλ.) ἐνέργεια καιγοντας βενζίνη. Τό ἡλεκτρικό ψυγεῖο ἡ ὁ ἡλεκτρονικός ὑπολογιστής, δυό ἄλλες μηχανές, χρησιμοποιοῦν ἡλεκτρική ἐνέργεια, ἡλεκτρικό ρεῦμα. Κι ὁ δργανισμός βρίσκει τήν ἀναγκαία γιά τίς λειτουργίες του ἐνέργεια μέ ἀνάλογο τρόπο, καιγοντας ἡ διασπώντας δρισμένες χημικές ἐνώσεις. Ὁ μηχανισμός αὐτός τῆς παραγωγῆς ἐνέργειας λέγεται **καταβολισμός**. Είναι φανερό πώς ὁ καταβολισμός είναι φαινόμενο κοινό και γιά τούς δργανισμούς και γιά δρισμένες μηχανές, ἀφοῦ και στίς δυό περιπτώσεις γιά τή λειτουργία τους καταναλώνεται ἐνέργεια πού παράγεται ἀπό τή διάσπαση χημικῶν ἐνώσεων.

“Ο δργανισμός δμως κάνει και κάτι άλλο: φτιάχνει διδιος τα καύσιμα του άπο τις τροφές του. Σάν δηλαδή νά μπορούσε ένα αυτοκίνητο νά φτιάχνει τή βενζίνη του. Ο δργανισμός φτιάχνει σύνθετες χημικές ένώσεις είτε άπο άπλες είτε άπο άλλες σύνθετες. Κι όχι μόνο φτιάχνει τα καύσιμα του άλλα και τα ύλικά άπο τα δποια άποτελείται διδιος. Αυτή ή λειτουργία δνομάζεται **άναβολισμός**. Και γιά τόν άναβολισμό χρησιμοποιεί ένέργεια. “Ενα μέρος αντής τής ένέργειας άποθηκεύεται μέσα στα καύσιμα και, όταν χρειαστεί, άπελευθερώνεται άπο αντά μέ τόν καταβολισμό, δπότε τα καύσιμα σπάζουν πάλι σε μικρότερα συστατικά. “Ολη ή ένέργεια πού χρειάζονται οι ζωντανοί δργανισμοί προέρχεται σε τελική άναλυση άπο τήν ήλιακή ένέργεια μέ το μηχανισμό τής **φωτοσύνθεσης**.

“Ο άναβολισμός είναι λειτουργία πού δέν ύπάρχει στις μηχανές και χαρακτηρίζει τά ξεμβια ίντα, άν και, θεωρητικά, τίποτα δέν άποκλείει τήν κατασκευή μηχανής μέ άναβολικές λειτουργίες.

Φαίνεται λοιπόν καθαρά πώς δ δργανισμός μοιάζει μέ μιά **χημική μηχανή** πού χρησιμοποιεί χημικές ούσιες ίντι γιά τροχούς ή γρανάζια, γιά νά μεταφέρει τήν ένέργεια.

Ο καταβολισμός κι δ άναβολισμός άποτελούν τα δυό τμήματα τού **μεταβολισμού**, τής σύνθετης δηλαδή λειτουργίας τών ζωντανών δργανισμών κατά τήν έκδήλωση τής δποιας πραγματοποιείται άνταλλαγή υλης και ένέργειας μέ τό **περιβάλλον**. Έπειδή δ δργανισμός άνταλλάσσει υλη και ένέργεια μέ το περιβάλλον του λέμε πώς δέν είναι κλειστό άλλα **άνοικτό σύστημα**.

δ) Ή δμοιόσταση. Τό αυτοκίνητο χρειάζεται ένέργεια γιά νά κινηθεί, δ ήλεκτρονικός ύπολογιστής γιά νά κάνει τους ύπολογισμούς του. Γιατί, δμως, χρειάζεται δ δργανισμός ένέργεια;

“Ας πάρουμε γιά παράδειγμα ένα ήλεκτρικό ψυγείο. Ή μηχανή του δουλεύει καταναλώνοντας ένέργεια γιά νά κρατά σε χαμηλή θερμοκρασία τόν έσωτερικό (ψυκτικό) του χάρο. “Αν άφήσουμε, δμως, ένα ψυγείο μέσα σ’ ένα ζεστό δωμάτιο, χωρίς νά δουλεύει ή μηχανή του, θά δούμε πώς ή θερμοκρασία τού ψυκτικού του χώρου θ’ άρχισει ν’ άνεβαίνει και υστερα άπο δρισμένο χρονικό διάστημα, θά γίνει ίδια μέ τή θερμοκρασία τού δωματίου. Γιά νά μήν συμβεί αύτό, γιά νά διατηρηθεί, δηλαδή, χαμηλή ή θερμοκρασία του, πρέπει κάπου κάπου ή μηχανή του νά δουλεύει καταναλώνοντας ήλεκτρικό ρεύμα, δηλαδή ένέργεια.

Τάση τής φύσεως είναι νά έξισώσει τή θερμοκρασία τού ψυγείου μέ τή θερμοκρασία τού δωματίου. Νά έξουδετερώσει τήν άνισότητα. Νά καταστρέψει τήν δργάνωση τού ψυγείου. Μέ τήν κατανάλωση δμως ένέργειας ή μηχανή τού ψυγείου έξασφαλίζει αύτή τήν έπιθυμητή άνισότητα άναμεσα

στή θερμοκρασία του ψυκτικού θαλάμου και στή θερμοκρασία του δωματίου, έξασφαλίζει δηλαδή τή σταθερή κατάσταση στήν όποια βρίσκεται ένα ψυγείο γιά νά λειτουργεῖ σάν ψυγεῖο.

‘Η τάση τῆς φύσεως νά ίσοπεδώνει τίς άνισότητες χαλάει τήν δργάνωση: ένα σπίτι νά άντεξει στό χρόνο και νά διατηρηθεῖ, χρειάζεται συντήρηση, έπισκευές.

“Οτι, συμβαίνει μέ τό ψυγεῖο και τό σπίτι, γίνεται και μέ τόν δργανισμό. “Ενας δργανισμός χρειάζεται ένεργεια, γιά νά διατηρήσει σταθερή τήν κατάστασή του. Αυτή τήν ένεργεια τή χρησιμοποιεῖ γιά τίς διάφορες λειτουργίες του δπως λ.χ. γιά νά άποφεύγει τούς διδκτες του, νά άναπληρώνει τίς φθορές του, νά έπισκευάζει τίς ζημιές του, νά κρατᾶ τήν κατάστασή του σταθερή. “Η ιδιότητα αυτή τού δργανισμού νά διατηρεῖ σταθερή – όμοια – τήν κατάστασή του δονομάζεται **όμοιόσταση**.

Γιά νά κλείσει μιά πληγή δργανισμός χρειάζεται ένεργεια. Γιά νά διατηρήσει τή θερμοκρασία του, όταν κάνει κρύο, καίει πιό πολλά καύσιμα και παράγει θερμότητα. ‘Αντιθετα, όταν κάνει ζέστη, παράγει κι άποβάλλει ίδρωτα (και γ’ αυτό χρειάζεται ένεργεια), πού έξαπτμιζεται και βοηθᾶ νά διατηρηθεῖ χαμηλή ή θερμοκρασία τού σώματος.

Γιά νά διατηρηθεῖ δργανισμός στή ζωή, δίνει μιά διαρκή μάχη: πρέπει νά κρατήσει σταθερή τήν κατάστασή του παρ’ όλες τίς άλλαγές που συμβαίνουν στό περιβάλλον του. Μέ τό περιβάλλον του, ώστόσο, βρίσκεται σέ διαρκή έπικοινωνία άνταλλάσσοντας ψλη και ένεργεια. Γιατί, άν άποκλειστεί όπό τό φυσικό του περιβάλλον, πεθαίνει. “Ολοι γνωρίζουμε ότι υπό τό φυσικό μας περιβάλλον χρειαζόμαστε, λόγου χάρη, δέχυγόνο και χωρίς αυτό, δέν μποροῦμε νά ζήσουμε.

‘Η όμοιόσταση παρατηρεῖται και στίς μηχανές, λ.χ. στό ήλεκτρικό ψυγεῖο. Δέν είναι άποκλειστική ιδιότητα τών δργανισμῶν.

ε) **‘Η έρεθιστικότητα.** ‘Ο δργανισμός νοιώθει όχι μόνο τί συμβαίνει στό περιβάλλον άλλα και μέσα του, και άντιδρᾶ κατάλληλα, χάρη σέ μιά ίδιότητά του που τήν δονομάζουμε **έρεθιστικότητα**. ‘Η έρεθιστικότητα είναι χαρακτηριστική ιδιότητα κάθε έμβιου όντος και υποτελεῖ μέρος τής όμοιοστατικής ίκανότητας τών δργανισμῶν.

Κάτι άναλογο όμως συμβαίνει και μέ τό ήλεκτρικό ψυγεῖο. Μέ κάποιο δργανο (λ.χ. θερμόμετρο) παρακολουθεῖται ή θερμοκρασία του ψυκτικού θαλάμου του. “Όταν ή θερμοκρασία άνεβει πάνω ύπό ένα δρισμένο δριο, μέ κάποιο μηχανισμό μεταβιβάζεται ύπό τό «θερμόμετρο» τό μήνυμα, ή διαταγή, στή μηχανή τού ψυγείου ν’ άρχισει νά δουλεύει γιά νά κατεβάσει τή θερμοκρασία τού ψυκτικού θαλάμου του στά έπιθυμητά, κι ύπό μᾶς προκαθορισμένα, δρια. Τό θερμόμετρο και οι συνδέσεις του μέ τή μηχανή τού

ψυγείου άντιστοιχούν στά αισθητήρια δργανα και τά νεῦρα τοῦ πολυκύταρου ζωικοῦ δργανισμοῦ.

Σάν συμπέρασμα ἀπό τά προηγούμενα θά μποροῦσε νά εἰπωθεῖ πώς καμιά ίδιότητα ἀπό αὐτές πού μέχρι τώρα ἔξετάσαμε, μέ δέξαιρεση ίσως τόν ἀναβολισμό, δέ διαφοροποιεῖ βασικά τούς ζωντανούς δργανισμούς ἀπό τά χωρίς ζωή ἀνόργανα σώματα, ἐκείνα τουλάχιστο πού δνομάζουμε μηχανές και είναι προϊόντα τῆς ἀνθρώπινης τέχνης.

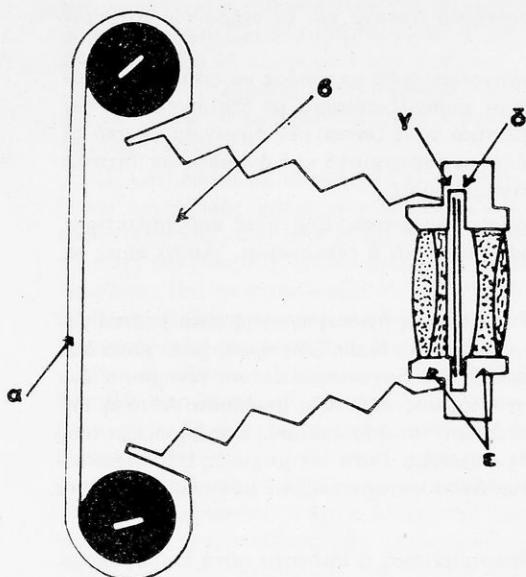
Κι δημος ὑπάρχουν δυό ἀκόμη, σημαντικές ίδιότητες πού χαρακτηρίζουν τά ζωντανά ὄντα, ή ἀναπαραγωγή και ή τελεονομία. Ἀραγε αὐτές τά ξεχωρίζουν ἀπό τίς μηχανές;

στ) **Ἡ ἀναπαραγωγή.** Ἡ ίδιότητα τῆς ἀναπαραγωγῆς είναι βασικό χαρακτηριστικό τῶν ζωντανῶν δργανισμῶν. Κάθε ζωή προέρχεται μόνο ἀπό ζωή. Κατά τήν ἀναπαραγωγή ἔνας ἡ δυό δργανισμοὶ δίνουν γέννηση σ' ἔνα ἢ σέ περισσότερους νέους δργανισμούς πού τούς **μοιάζουν**. Αὐτή ἡ ίδιότητα ἔχει βασική σημασία και θεωρεῖται ἀπό πολλούς πώς ξεχωρίζει τούς ζωντανούς δργανισμούς ἀπό τίς μηχανές. Γιατί τίς μηχανές τίς κατασκευάζει ὁ ἀνθρωπος ἐνδιά τά ζωντανά ὄντα κατασκευάζουν μόνα τους τά δημοια τους.

"Ισως δημος δέν πρέπει νά θεωρηθεῖ πώς ἡ ίδιότητα αὐτή διαφοροποιεῖ ἀπόλυτα τά ζωντανά ὄντα ἀπό τίς μηχανές γιά δυό λόγους. Πρῶτα γιατί πολλοὶ ὑποστηρίζουν μέ σοβαρά ἐπιχειρήματα πώς ἡ ζωή γεννήθηκε κάποτε στή γῆ στόν Προκάμβριο αἰώνων ἀπό μόνη της, δχι δηλαδή ἀπό ἄλλη ζωή: οἱ συνθήκες ἦταν κατάλληλες γιά νά δημιουργηθοῦν ἀπό διάφορες χημικές ἐνώσεις τό πρῶτο ἡ τά πρῶτα ζωντανά ὄντα πού ἀποτέλεσαν τούς μακρινούς προγόνους δλων τῶν ἄλλων. Ἐπειτα γιατί ἔχει ἀποδειχτεῖ μαθηματικά (ἀπό τό μαθηματικό von Neumann) δτι είναι δυνατό νά κατασκευαστεῖ μηχανή πού νά παρουσιάζει τήν ίδιότητα τῆς ἀναπαραγωγῆς, δηλαδή τοῦ αὐτοπολλαπλασιασμοῦ της. Τά πιο ἀπλά μηχανήματα πού ἔχουν τήν ίδιότητα αὐτή ἔχουν ἀπό καιρό κατασκευαστεῖ.

"Αν ἡ ίδιότητα τῆς ἀναπαραγωγῆς δέ διαχωρίζει τούς ζωντανούς δργανισμούς ἀπό τίς μηχανές, ώστόσο μιά λεπτομέρεια τοῦ μηχανισμοῦ τῆς φαίνεται δτι χαράζει πραγματικά μιά ξεκάθαρη διαχωριστική γραμμή μεταξύ τους: δη μηχανισμός ἀναπαραγωγῆς τῶν ζωντων ὄντων βασίζεται πάντοτε και χωρίς ἔξαιρεση σέ μιά κατηγορία χημικῶν ἐνώσεων, τά νουκλεϊκά δέξα. Ἐτσι κάθε σύστημα πού ἔχει ίδιότητα ἀναπαραγωγῆς βασισμένη σέ νουκλεϊκά δέξα είναι ζωντανό, ἐνδιά ἡ ἀναπαραγωγή του βασίζεται σέ ἄλλο μηχανισμό δέν είναι. Τό ἀντίστροφο ἐπίσης ίσχύει.

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

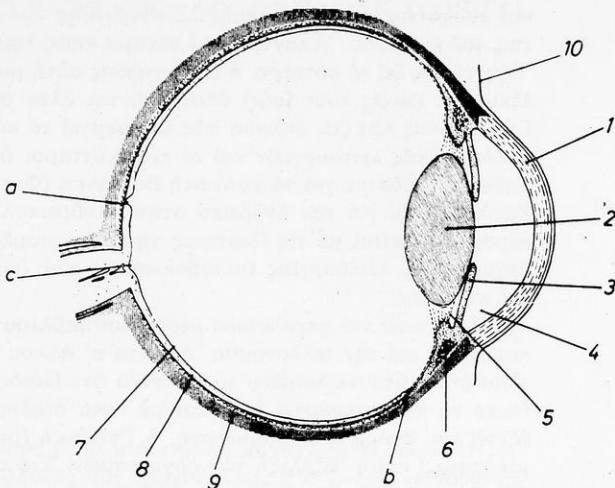


Εικόνα 1: Φωτογραφική μηχανή σέ τομή: (α) τό φίλμ (β) δ σκοτεινός θάλαμος (γ) και (δ) τό διάφραγμα και κλειστρο (ε) δ φακός.

λος, που έδω σημαίνει σκοπός, και νόμος.

Η τελεονομία στούς ζωντανούς δργανισμούς και τίς μηχανές έκδηλώνεται στό γεγονός πώς κι οί δυό αυτές κατηγορίες άντικειμένων φαίνεται νά έχουν κάποιο σκοπό, νά έχουν γίνει γιά νά έκπληρώσουν, γιά νά έπιτελέσουν, κάποιο σκοπό.

Αυτό φαίνεται διοκάθαρα άπό τή δομή τους: έχει έτσι σχεδιαστεῖ πού νά πετυχαίνει τήν έκπλήρωση τοῦ σκοποῦ αυτοῦ. Γι' αυτό και δμοιες ή άνάλογες δομές άντικατοπτρίζουν δμοιότητα στή λειτουργία και τό σκοπό γιά τόν δόποιο είναι σχεδιασμένες. Παράδειγμα κλασικό ή δμοιότητα τής κάτασκευής τής φωτογραφικής μηχανής και τοῦ ματιοῦ τῶν θηλαστικῶν: ή δμοιότητα τοῦ σκοποῦ πού έκπληρώνουν τά δυό αυτά άντικείμενα είναι ή άποτύπωση δπτικῶν πληροφοριῶν. Γιά τό σκοπό αυτόν ή φωτογραφική μηχανή έχει φακό, διάφραγμα, σκοτεινό θάλαμο, εναίσθητη φωτογραφική πλάκα (φίλμ) και ήλλα σχετικά έξαρτηματα. Άλλα και τό μάτι τοῦ θηλαστικοῦ έχει παρόμοια κάτασκευή: έχει και αυτό φακό (τόν κρυσταλλικό φακό), τήν ίριδα, πού άντιστοιχεῖ μέ τό διάφραγμα τής φωτογραφικής μηχανής, τόν άμφιβληστροειδή χιτώνα πού άντιστοιχεῖ μέ τή φωτογραφική πλάκα κ.ο.κ.



Εικόνα 2: Τό ανθρώπωπον μάτι σέ τομή: (7) δ ἀμφιβληστροειδῆς – ἀντίστοιχος μέ τό φίλμ (3) ἡ ἥριδα – ἀντίστοιχη μέ τό διάφραγμα (2) δ φακός – ἀντίστοιχος μέ τό φακό τῆς φωτογραφικῆς μηχανῆς.

‘Η δομή ὅμως μιᾶς μηχανῆς καὶ δ τελικός σκοπός πού ἔχει νά ἐκπληρώσει είναι, σέ κάθε περίπτωση, ἀποτελέσματα ἐνεργειῶν πού βρίσκονται ἔξω ἀπό αὐτήν (δ τεχνίτης πού τήν ἔφτιαξε). ‘Αντίθετα καὶ σέ ἀπόλυτη ἀντιδιαστολή ή δομή ἐνός ἔμβιου ὄντος δέν δφειλεται σέ κατασκευαστές ἔξω ἀπό αὐτό ἀλλά σέ αὐτό τό ἰδιο. ‘Ο μοναδικός καὶ πάντα ἰδιος τελικός σκοπός του είναι νά ἔξασφαλίσει, μέ τήν ἀναπαραγωγή, τή διαιώνισή του.

Ἐπισκοπώντας δόλα τά προηγούμενα μποροῦμε νά ποῦμε πώς τά ἔμβια ὅντα ξεχωρίζουν και διαιφέρουν ἀπ' τίς μηχανές, γιατί τελικός μοναδικός σκοπός τους είναι ή διαιώνισή τους, πού πετυχαίνεται μέ τήν ἀναπαραγωγή, πού δ μηχανισμός της βασίζεται σέ νουκλεϊκά δξέα, ἐνώ δ τελικός σκοπός τῶν μηχανῶν καθορίζεται κάθε φορά ἀπ' τὸν ἄνθρωπο και σέ περιπτωση ἀναπαραγωγῆς τους δ μηχανισμός της δέν ἔχει καμιά σχέση μέ τά νουκλεϊκά δξέα.

1.2 Τά περιεχόμενα αὐτοῦ τοῦ βιβλίου

Τό βιβλίο αύτό είναι χωρισμένο σε δύο μέρη. Τό εδώ, το συντομότερο, ἀσχολεῖται με τή λειτουργία του ζωντανού ὄντος, τῆς ζωντανῆς μηχανῆς

καὶ εἰδικότερα τῆς μικρότερης λειτουργικῆς καὶ μορφολογικῆς μονάδας της, τοῦ κυττάρου. Ἀπαντᾶ στό ἐρώτημα «πῶς λειτουργεῖ ὁ ὄργανισμός;». Ἐξηγεῖ πῶς ζεῖ τὸ κύτταρο, ἡ στοιχειώδης αὐτή μονάδα ἀπό τὴν δοπία (ἄν έξαιρέσει κανείς τούς ίούς) ἀποτελοῦνται διοιοί οἱ ζωντανοί δργανισμοί. Γνωρίζοντας πῶς ζεῖ, δηλαδή πῶς λειτουργεῖ τὸ κύτταρο, καταλαβαίνουμε καλύτερα πῶς λειτουργούν καὶ οἱ πολυκύτταροι δργανισμοί, ίδιως ἂν θυμηθοῦμε τί μάθαμε γιά τὰ φυτά στή Βοτανική (Φυτολογία), γιά τά ζῶα στή Ζωολογία καὶ γιά τόν ἄνθρωπο στήν Ἀνθρωπολογία. Τό πρώτο λοιπόν μέρος ἀσχολεῖται μέ τίς ἰδιότητες τῆς ἀνομοιομέρειας, πολυπλοκότητας, δργανώσεως, λειτουργίας (μεταβολισμοῦ) καὶ δμοιόστασης στό ἐπίπεδο τοῦ κυττάρου.

Τό δεύτερο καὶ μεγαλύτερο μέρος τοῦ βιβλίου ἀσχολεῖται μέ τήν ἀναπαραγωγή καὶ τήν τελεονομία. Ἀπαντᾶ σ' ἄλλους εἴδους ἐρωτήματα: γιατί είναι ἔτσι κατασκευασμένο τό ζωντανό ὅν; Ποιός τό κατασκεύασε ἢ πῶς ἔτυχε νά κατασκευαστεῖ ἔτσι καὶ μέ ποιά διαδικασία; Σ' αὐτό τό μέρος ἔξετάζεται ἀκόμα ἡ ἀναπαραγωγή, ἡ Γενετική (μηχανισμός τῆς κληρονομικότητας) καὶ ἡ Ἐξέλιξη τῶν δργανισμῶν. Στό τέλος μιλᾶμε καὶ γιά τήν Οἰκολογία, κλάδο τῆς Βιολογίας πού ἔξετάζει τούς δργανισμούς σέ σχέση μέ τό περιβάλλον πού ζούν, καὶ πού είναι τόσο ἐπίκαιρος, ἀφοῦ στά χρόνια μας ἡ ρύπανση καὶ καταστροφή τοῦ φυσικοῦ περιβάλλοντος ἔχουν πάρει ἐπικίνδυνη ἔκταση.

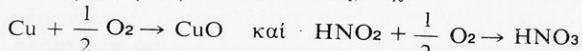
2. ΤΟ ΚΥΤΤΑΡΟ: ΔΟΜΗ ΚΑΙ ΛΕΙΤΟΥΡΓΙΑ

Εϊδαμε πώς ό δργανισμός είναι μιά χημική μηχανή: άντι όμως στή μηχανή αύτή νά κινοῦνται άξονες και τροχοί, όπως στό ρολόι, «κινοῦνται» χημικά μόρια. Τά μόρια αύτά άντιδρώντας μεταξύ τους τοῦ πάρεχουν και τήν ένέργεια πού χρειάζεται. "Ετσι ή ένέργεια πού χρησιμοποιεῖ ό δργανισμός είναι χημική ένέργεια.

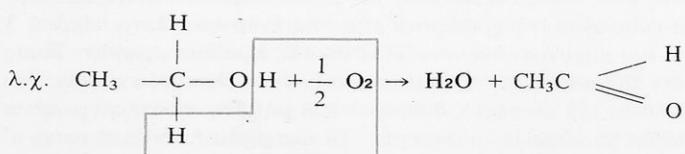
2.1 Ὁξειδοαναγωγές και Ἐνέργεια

Δυό εἰδῶν χημικές άντιδράσεις παίζουν σημαντικό ρόλο στό μεταβολισμό: οί δξειδώσεις και οί ἀναγωγές.

"Όταν μιά χημική ένωση ή ένα χημικό στοιχεῖο δξειδώνεται, σημαίνει:
● εἴτε πώς προσθέτονται, σέ ατομα η μόρια, ατομα δξυγόνου (ή περιπτώση αύτή λέγεται και **καύση**) λ.χ.

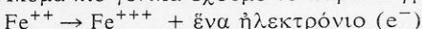


● η πώς άπό μόρια άφαιροῦνται ατομα ίδρογόνου:



Στίς περιπτώσεις αύτές μιλάμε γιά άφυδρογόνωση. Πολλές άπό τίς δξειδώσεις στόν δργανισμό είναι στήν πραγματικότητα άφυδρογονώσεις.

Γενικότερα στίς δέξιεδώσεις **άφαιρούνται ήλεκτρόνια** κι ετσι αυτό που δέξιεδώνεται, είτε απόμο είναι είτε ρίζα, ανδένει τό θετικό χημικό σθένος του, ή έλαττώνει τό άρνητικό του. "Ετσι στό προηγούμενο παράδειγμά μας δι μεταλλικός Cu με σθένος μηδέν δέξιεδώνεται και γίνεται Cu^{++} , άποκτώντας σθένος + 2. 'Ακόμα πιό γενικά έχουμε τό παράδειγμα



'Αντίθετα, σταν μιά χημική ένωση άναγεται, συμβαίνει άκριβως τό άντιστροφο, δηλαδή:

● είτε άφαιρούνται απόμα δέξιγόνου

λ.χ. $PbO + C \rightarrow Pb + CO$ (τό δέξιεδιο του μολύβδου γίνεται μεταλλικός μόλυβδος).

● ή προσθέτονται απόμα άδρογόνου

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

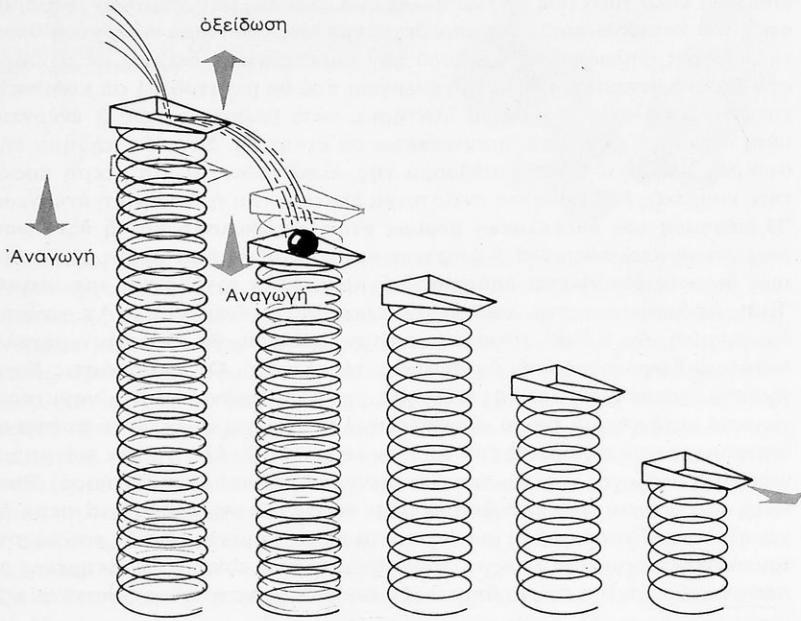
Γενικότερα στίς άναγωγές **προσθέτονται ήλεκτρόνια** κι ετσι αυτό που άναγεται, είτε είναι απόμο είτε ρίζα, έλαττώνει τό θετικό σθένος του, ή ανδένει τό άρνητικό του.

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

Οι δέξιεδώσεις και οι άναγωγές συνδέονται μεταξύ τους: γιά νά γίνει μιά άναγωγή, νά προστεθούν δηλαδή κάπου ήλεκτρόνια, πρέπει σύγχρονα νά γίνει και μιά δέξιεδωση, νά άφαιρεθούν δηλαδή άπό κάπου άλλοου ήλεκτρόνια. Γι' αυτό στίς χημικές άντιδράσεις του μεταβολισμού μιλάμε γιά δέξιεδωσης.

Μερικές χημικές άντιδράσεις, σταν γίνονται, άπελευθερώνουν ένέργεια. "Άλλες πάλι, γιά νά γίνουν, χρειάζονται ένέργεια. 'Ο δργανισμός είναι είδος μηχανής, που χρησιμοποιεῖ τήν ένέργεια που έλευθερώνεται άπό δρισμένες χημικές άντιδράσεις, γιά νά πραγματοποιήσει άλλες χημικές μεταβολές που χρειάζονται ένέργεια.

'Από τίς δέξιεδώσεις και τό σπάσιμο τῶν πολύπλοκων μορίων σέ μικρότερα μόρια άπελευθερώνεται ή ένέργεια που χρειάζεται ό δργανισμός. 'Αντίθετα, συνήθως οι άναγωγές χρειάζονται ένέργεια γιά νά πραγματοποιηθούν. "Ένα παράδειγμα μιᾶς σειρᾶς δέξιεδοαναγωγικῶν άντιδράσεων μᾶς δείχνει πώς κάθε είδος δέξιεδώσεως δέν άπελευθερώνει τήν ίδια ένέργεια ούτε και κάθε άναγωγή χρειάζεται τήν ίδια ένέργεια. Στήν είκόνα 3 παρουσιάζεται ένα μηχανικό άνάλογο μιᾶς σειρᾶς δέξιεδοαναγωγῶν. "Ένας άριθμός ούσιῶν παρουσιάζεται σάν μιά σειρά όρθιων έλαττηρίων: κάθε χημική ούσια είναι κι ένα έλαττήριο, διαφορετικού μήκους, που φέρνει πάνω του ένα καλαθάκι μέ κατάλληλο άνοιγμα. Τό έλαττήριο που θά πιεστεῖ μ' ένα βάρος, όπως είναι ή μαύρη σφαίρα, θά μαζέψει δυγαμική ένέργεια. Αυτή ή δυναμική ένέργεια θά έλευθερωθεῖ μόλις τό βάρος φύγει άπό πάνω του. 'Η σφαίρα συμβολίζει δυό ήλεκτρόνια μαζί, που πηδάνε άπό χημική



Είκονα 3: Μηχανικό άνάλογο για μιά σειρά δέξιδοαναγωγικές άντιδράσεις. Ή μαύρη σφαίρα παριστάνει δυό ήλεκτρόνια πού πηγαίνουν από μιά σέ αλλη χημική ένωση. Κάθε ένωση δταν δέν έχει τή σφαίρα είναι στήν δέξιδωμένη της μορφή και άντιθετα έχει άναχθει δταν έχει τή σφαίρα.

ούσια σέ χημική ούσια, από ένα χημικό υποδοχέα ήλεκτρονίων σέ αλλο χημικό υποδοχέα. Ή χημική ούσια έχει άναχθει, δταν φέρνει πάνω της τή σφαίρα (δηλαδή δταν τής προστεθούν ήλεκτρόνια): τότε διαθέτει δυναμική ένέργεια πού γίνεται κινητική (έλευθερώνεται) μόλις δέξιδωθει, μόλις χάσει τή σφαίρα (δώσει ήλεκτρόνια).

Κάθε άναγωγή για νά γίνει χρειάζεται νά προηγηθει μιά δέξιδωση, δχι ούμως δποιαδήποτε: έτσι λ.χ. ἄν τό κοντύτερο έλατήριο βρισκόταν πρίν ἀπό τό ψηλότερο, δε θά μπορούσε, χάνοντας τό ψηλότερο τή σφαίρα νά τήν περάσει στό κοντύτερο: ή σφαίρα έχει τήν τάση διαρκῶς νά πέφτει χαμηλότερα, νά χάνει τημηματική τή δυναμική της ένέργεια πού σέ κάθε έλατήριο έλευθερώνεται σάν κινητική ένέργεια. Αύτό τό μηχανικό άνάλογο είναι

ιδιαίτερα καλό γιατί μᾶς δείχνει άλλες δυό πλευρές τῶν χημικῶν ἀντιδράσεων τοῦ καταβολισμοῦ. "Αν παραδεχτοῦμε πώς ἀριστερά ἡ ἀρχική θέση τῆς σφαίρας (δηλαδή τοῦ ζευγαριοῦ τῶν ἡλεκτρονίων) δείχνει μὲ τὸ ὑψος στὸ ὄποιο βρίσκεται τὴ δυναμικὴ ἐνέργεια πού θά μετατραπεῖ σέ κινητική, κατεβαίνοντας σκαλι σκαλι τά ἐλατήρια, τότε βλέπουμε πώς ἡ ἐνέργεια αὐτή σιγά σιγά, σταδιακά, μετατρέπεται σέ κινητική. Σέ κάθε πήδημα τῆς σφαίρας, σέ κάθε δηλαδή κατέβασμά της, ἐλευθερώνεται μιά μικρή ποσότητα κινητικῆς ἐνέργειας καὶ ἀντίστοιχα ἐλαττώνεται ἡ δυναμική ἐνέργεια. Ἡ διάσπαση τῶν πολύπλοκων μορίων στόν καταβολισμό καὶ ἡ ὁξείδωσή τους για νά ἀπελευθερωθεῖ ἡ ἐνέργεια πού κρατοῦν μέσα στούς χημικούς τους δεσμούς δέν γίνεται ἀπότομα, διά μᾶς, ἀλλά σιγά σιγά, τημηματικά. "Ετσι, ἀπελευθερώνονται, κάθε φορά, μικρά ποσά ἐνέργειας. "Αν γινόταν διαφορετικά, ἄν ἡ ἀπελευθερώσῃ γινόταν ἀπότομα, θά ἐκλυόταν μεγάλη ποσότητα θερμότητας, πού θά σκότων τό κύτταρο. Οἱ ἀντιδράσεις ὅμως γίνονται ἔτσι πού τά ποσύ τῆς ἐνέργειας πού ἐλευθερώνονται νά 'ναι μικρά, γίνονται κατά κάποιο τρόπο «ἐν ψυχρῷ». Γιά νά γίνει ὅμως αὐτό πρέπει οἱ ἀντίστοιχες χημικές οὐσίες πού παιζουν τό ρόλο τῶν ἐλατηρίων τοῦ μηχανικοῦ μας ἀνάλογου, νά 'ναι τοποθετημένες σέ κάποια ἀκριβή σειρά, διόπει τά χαμηλότερα. "Ετσι ἀκριβῶς συμβαίνει καὶ μέ τις χημικές οὐσίες πού δέχονται τά ἡλεκτρόνια στά μιτοχόνδρια τοῦ κυττάρου: εἶναι τοποθετημένες μέ κάποια καθορισμένη σειρά, ἀποτελοῦν ἔνα είδος συστοιχίας (μπατταρίας).

2.2 Τό ATP

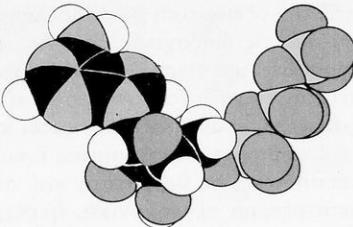
Ἡ σειρά τῶν ἐλατηρίων (τῆς εἰκόνας 3) ἀποτελεῖ τό μηχανικό ἀνάλογο μιᾶς συγκεκριμένης σειρᾶς χημικῶν ἀντιδράσεων τοῦ καταβολισμοῦ πού δλες μαζί ὀνομάζονται ὁξείδωτική φωσφορυλίωση.

Οξείδωτική, γιατί γίνεται μιά σειρά ἀπό ὁξείδωσεις (κάθε φορά πού φεύγει ἡ σφαίρα ἀπό ἔνα ἐλατήριο καὶ τοῦτο ξεπετάγεται ἐλεύθερο). Οἱ ὁξείδωσεις αὐτές καταλήγουν στό νά σχηματιστεῖ νερό: Τά ἡλεκτρόνια καταλήγουν στό δεξιγόνο τοῦ ἀέρα (πού στά ζῶα δεσμεύεται στούς πνεύμονες καὶ μέ τήν κυκλοφορία φτάνει ώς τό τελευταῖο κύτταρο) καὶ τό φορτίζουν ἀρνητικά ἔτσι πού νά μπορεῖ νά ἐνωθεῖ μέ θετικά ίόντα ὑδρογόνου καὶ νά σχηματιστεῖ νερό.

Φωσφορυλίωση, πάλι, λέγεται γιατί ἡ ἐνέργεια πού ἐλευθερώνεται σέ κάθε ὁξείδωση χρησιμεύει γιά νά σχηματιστεῖ τό ATP. Ἀλλά τί εἶναι τό ATP,

Τό ATP (έ-τι-πί) εἶναι μιά διεθνής συντομογραφία γιά τό μακρύ ὄνομα τοῦ χημικοῦ αὐτοῦ μορίου: **τριφωσφορική ἀδενοσίνη** ('Αδενοσίνη Τρι-

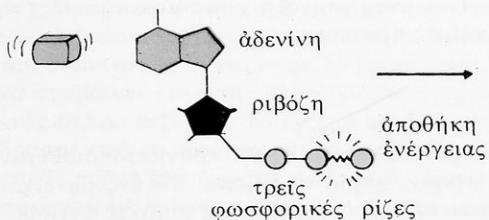
Εικόνα 4: Τό ATP. Μέ μπλέ χρώμα τά ατομά του N, μέ κόκκινο του O, μέ μαύρο του C, μέ κίτρινο του P, και μέ άσπρο του H. Οι τρεῖς ρίζες του φωσφορικού δξέος βρίσκονται στήν ουρά του μορίου, στά δεξιά.



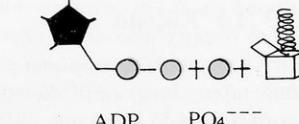
φ(Ph)ωσφορική). Τό μόριο αύτό άποτελεῖται άπό άδεινήνη (μιά χημική ένωση, μιά δργανική βάση, πού θα συναντήσουμε άργοτερα και σάν μέρος τής κατασκευής τῶν νουκλεϊκῶν δξέων) άπό ριβόζη (μιά πεντόζη, δηλαδή ύδατάνθρακα μέ πέντε ατομά άνθρακα, πού κι αύτή άποτελεῖ μέρος τής κατασκευής δρισμένων νουκλεϊκῶν δξέων), και τρεῖς ρίζες του φωσφορικού δξέος. Αύτές οι τρεῖς φωσφορικές ρίζες είναι ένωμένες στήν σειρά και σχηματίζουν ένα ειδός ουρᾶς στό μόριο. Ἡ ένωση άδεινής μέ ριβόζη λέγεται άδεινοσίνη. "Οταν ή τρίτη φωσφορική ρίζα (έκεινη πού βρίσκεται στήν άντιθετη μέ τήν άδεινοσίνη θέση) (βλέπε εἰκόνα 4), άποχωριστεῖ άπό τό μόριο, δηλαδή άποσυνδεθεῖ ἀπ' τή δεύτερη, έλευθερώνεται πολλή ένέργεια. Ἡ σύνδεση δηλαδή τρίτης και δεύτερης ρίζας γίνεται μέ δέσιμο ύψηλῆς ένέργειας. Χρειάζεται λοιπόν πολλή ένέργεια γιά νά ένωθει μιά φωσφορική ρίζα σ' ένα μόριο διφωσφορικῆς άδεινοσίνης (ADP, μόριο πού άποτελεῖται άπό άδεινή, ριβόζη και δυό μόνο φωσφορικές ρίζες). Μέ τήν ένωση αύτή σχηματίζεται βέβαια ATP. "Ετσι



ATP φορτισμένο μέ ένέργεια



ADP άποφορτισμένο



"Η άποθηκευμένη ένέργεια στό δεσμό «ύψηλῆς ένέργειας» συμβολίζεται πιό πάνω μ' ένα κουτί μέ ξγκλειστό έλατηριο (δυναμική ένέργεια). "Οταν σπάσει ο δεσμός αύτός, ή ένέργεια έλευθερώνεται (άνοιγμα τοῦ κουτιοῦ και άπελευθέρωση τοῦ έλατηρίου).

Στήν δέξειδωτική φωσφορυλίωση λοιπόν τήν ένέργεια πού έλευθερώνεται άπό τις διαδοχικές δέξειδώσεις τή χρησιμοποιεῖ δέργανισμός γιά νά προσθέσει μιά φωσφορική ρίζα στό ADP καί νά τό κάνει ATP: έτσι άποθηκεύεται ένέργεια σ' ένα δεσμό «ψηλής ένέργειας», ένα δεσμό πού, δταν χρειαστεῖ, μπορεῖ νά τόν σπάσει καί νά τή χρησιμοποιήσει.

Στή βιομηχανία ή χημική ένέργεια τῶν καυσίμων μετατρέπεται, μέ τήν καύση τους, σέ θερμότητα πού σέ συνέχεια καί μέ κατάλληλες μηχανές μετατρέπεται σέ μηχανική, ήλεκτρική, φωτεινή ή χημική ένέργεια. Στήν δέξειδωτική φωσφορυλίωση δέργανισμός μετατρέπει τή χημική ένέργεια σέ άλλη χημική, φτιάχνοντας ATP. Αντό κάνει καί μέ άλλες χημικές άντιδράσεις τοῦ καταβολισμοῦ, δπως θά δούμε. Δέν κάνει δμως πάντα αύτή τή μετατροπή, γιατί χρειάζεται καί θερμική ένέργεια (γιά νά ζεσταθεῖ δταν κρυώνει) καί μηχανική ένέργεια (γιά νά κινηθεῖ ή νά κάνει κινήσεις τῶν τμημάτων του) καί ένέργεια γιά μεταφορά χημικῶν ούσιῶν μέσα του, άκόμα καί ήλεκτρική ένέργεια. "Όταν χρειαστεῖ νά ξοδέψει ένέργεια, χρησιμοποιεῖ τό ATP, πού γ' αυτό δονομάστηκε ένεργειακό «νόμισμα». Σάν τό νόμισμα πού χρησιμοποιεῖται (άνταλλάσσεται) γιά νά άποκτηθοῦν άγαθά, έτσι καί ή χημική ένέργεια τοῦ ATP άνταλλάσσεται μέ άλλου είδους ένέργεια, δταν χρειαστεῖ άλλου είδους ένέργεια δέργανισμός.

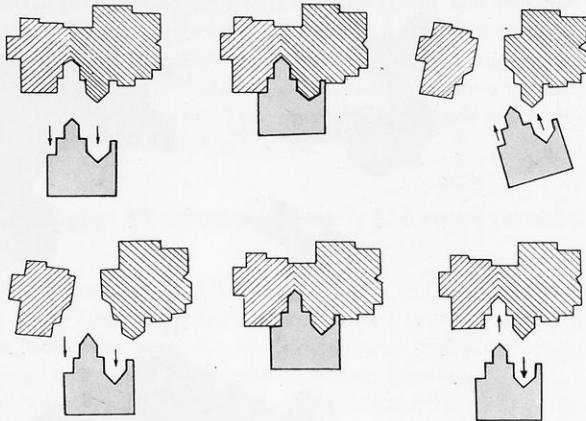
Ή σημασία τής δέξειδωτικής φωσφορυλίωσης γιά τήν ένεργειακή οίκονομία λ.χ. τοῦ άνθρώπου φαίνεται καθαρά άπό τό δτι δέ διαθέρωπινος δργανισμός (άτομο μέσου βάρους καί ήλικιάς πού κάνει μέτρια σωματική έργασία) παράγει σέ 24 ώρες **συνολικά** (καί φυσικά γρήγορα, πάλι, τό διασπά, δηλαδή διαρκώς παράγει καί διασπά) 70 κιλά περίπου ATP, ποσότητα ίση περίπου μέ τό βάρος του.

Τό ATP είναι μιά άποθήκη μικροποσοτήτων ένέργειας γρήγορα καί άμεσα χρησιμοποιήσιμης. Ό δργανισμός δμως έχει καί μεγαλύτερες άποθήκες ένέργειας άλλα πού δέν είναι τόσο γρήγορα χρησιμοποιήσιμες: τό άμυλο, τό γλυκογόνο, τά λίπη καί τίς πρωτεΐνες.

2.3 Τά Ένζυμα

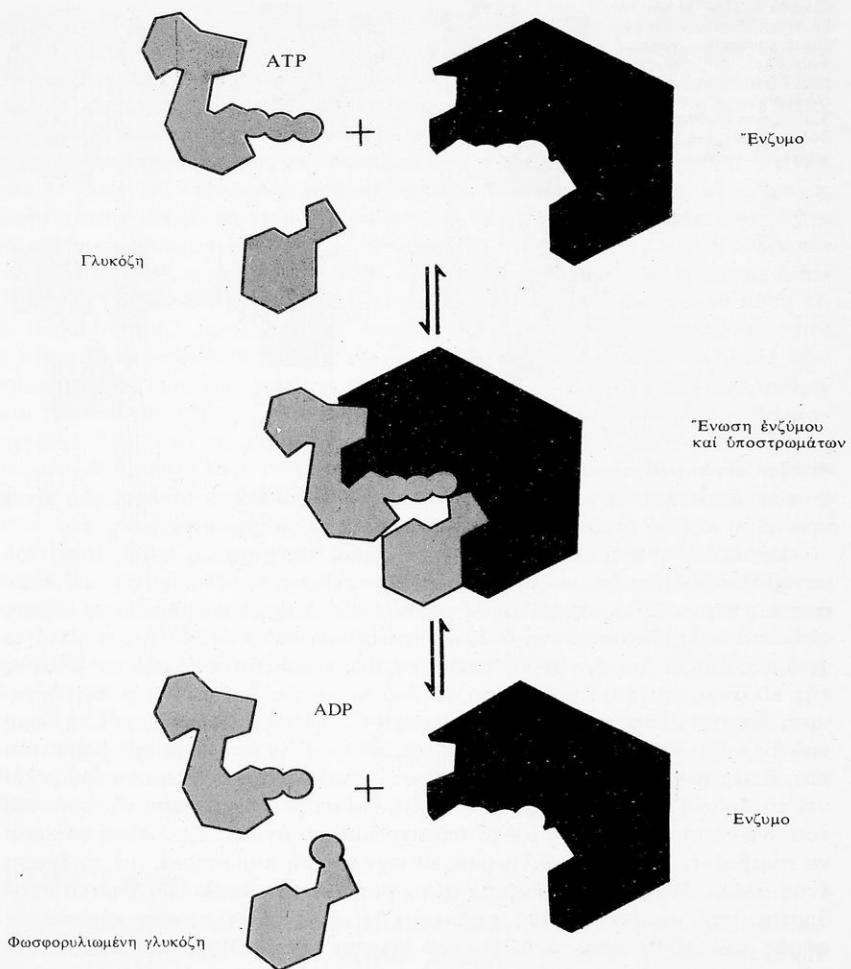
Οι χημικές άντιδράσεις τοῦ μεταβολισμοῦ δέ θά πραγματοποιοῦνταν άπό μόνες τους, ούτε κάν θά 'ρχιζαν, χωρίς τά **ένζυμα**. Τά ένζυμα είναι καταλύτες πού έπιταχύνουν ή διευκολύνουν τίς διάφορες χημικές άντιδράσεις, χωρίς δμως νά «φθείρονται» γιατί στό τέλος τής άντιδράσεως φαίνονται νά μήν έχουν άλλάξει, σάν νά μήν έχουν διόλου χρησιμοποιηθεῖ. Μικρές ποσότητές τους άρκοῦν γιά νά δράσουν. Γ' αυτό καί τά δονομάζουν **βιοκαταλύτες**. Παράγονται άπό τά κύτταρα καί είναι μεγάλες δργανικές ένώσεις. Κάθε ένζυμο:

Εικόνα 5: Πώς δροῦν τά ένζυμα. Επάνω: Τό ένζυμο (γαλάζιο χρώμα) προκαλεῖ τό σπάσμο μιᾶς δργανικής ένώσεως σέ δυό κομμάτια. Κάτω: Τό ένζυμο συνθέτει άπο δυό ένώσεις μιά νέα δργανική ένωση.



- είτε είναι μιά πρωτεΐνη
- είτε άποτελεῖται άπο δυό κομμάτια: τό μεγαλύτερο (άποένζυμο) είναι πρωτεΐνη καί τό μικρότερο (συνένζυμο) μιά άλλη χημική ένωση.

Διευκολύνοντας καί έτσι έπιταχύνοντας τίς χημικές άντιδρασεις τού μεταβολισμού, τά ένζυμα άποτελούν τούς ρυθμιστές τών χημικῶν άλλαγών στό κύτταρο. "Ένας σχηματικός τρόπος πού δείχνει πώς δροῦν τά ένζυμα φαίνεται στίς είκόνες 5 καί 6. Στήν πρώτη είκόνα τό ένζυμο (μέ τό γαλάζιο χρώμα) σπάζει μιά δργανική ένωση σέ δυό κομμάτια, ένω στό κάτω μέρος τῆς εικόνας τό ίδιο ένζυμο άπο τά δυό κομμάτια ξανασυνθέτει τήν δργανική ένωση. Κάποια συναρμογή (ταιρίασμα) στίς έπιφανειες καί τή δομή τού ένζύμου καί τῆς χημικῆς ένώσεως πάνω στήν όποια έπιδρα (θόρακα), όπως στή συναρμογή κλειδιού καί κλειδωνιάς, φαίνεται νά διευκολύνει τή δράση τού ένζύμου, άφού τό ένζυμο στήν πρώτη φάση τῆς δράσεώς του ένωνται πρόσκαιρα μέ τό ίπόστρωμα, τό άγκαλιάζει. Αύτο φαίνεται νά συμβαίνει καί στήν άλλη (εἰκ. 6) σχηματική παράσταση μέ τή δράση ένός άλλου ένζυμου. Τό ένζυμο αύτό βοηθᾶ στήν άκολουθη χημική άντιδραση: στή μεταφορά μιᾶς φωσφορικής ρίζας (δ τελευταῖος κύκλος τῆς οὐρᾶς τού ATP) άπο τό ATP (πού γίνεται έτσι ADP) στή γλυκόζη (ένα σάκχαρο μέ 6 άτομα άνθρακα) πού φωσφορυλιώνεται. Κι έδω τό σχήμα δείχνει πώς τό ένζυμο άγκαλιάζει καί φέρνει κοντά τό ATP καί τή γλυκόζη, βοηθώντας έτσι στήν πραγματοποίηση τῆς χημικῆς άντιδρασεως. **'Ενεργό κέντρο** τού ένζύμου είναι τό μέρος του πού μπορεῖ νά χωθεῖ τό ίπόστρωμά του ή τά ίπόστρωματά του γιά νά γίνει ή χημική άντιδραση. 'Ακριβῶς έπειδή τό ένεργό κέντρο, τό κέντρο δηλαδή ίποδοχῆς, δέν είναι



Εικόνα 6: Πώς δρούν τά ένζυμα. "Ένα ένζυμο (μαύρο χρόμα) δέχεται στό ένεργό του κέντρο ένα μόριο ATP και ένα μόριο γλυκοζης (και τά δύο μέ λαδί)." Ετσι γινεται δυνατό νά μεταβιβαστει μιά φωσφορική ρίζα από το ATP στη γλυκόζη.

τό ίδιο γιά κάθε υπόστρωμα, έχουμε τή μεγάλη **έξειδίκευση** τών ένζύμων: Κάθε είδος ένζύμου καταλύει δρισμένο είδος χημικής αντιδράσεως κι όχι δποιαδήποτε. 'Η κατάλυση της αντιδράσεως είναι πολύπλοκο φαινόμενο, πολύ πιό σύνθετο άτ' δ, τι τό περιγράψαμε έδω άπλοϊκά (και μόνο μερικά) μέ τά σχήματά μας, πού δείχνουν μόνο ένα μέρος του, σχετικό μέ τή συναρμογή τών έπιφανειῶν ένζύμου-ύποστρώματος.

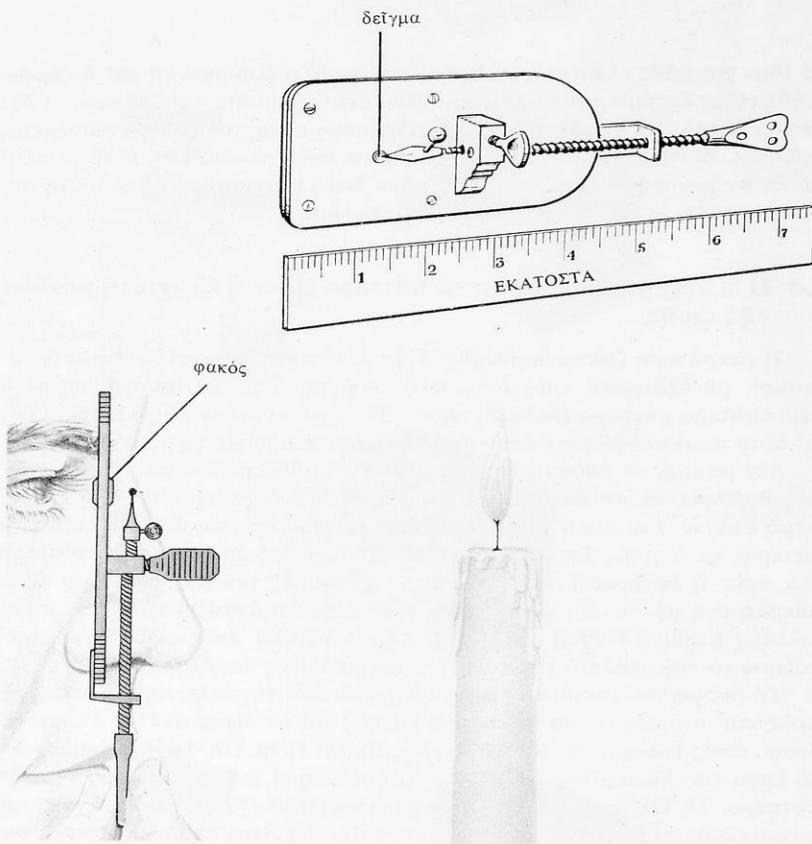
2.4 Ή Κυτταρική Θεωρία: τό κύτταρο είναι ή έλάχιστη μονάδα τής ζωῆς

'Η μικρότερη ζωντανή μονάδα είναι τό **κύτταρο**: δλοι οί ζωντανοί δργανισμοί, μέ έξαιρεση τούς ιούς, άποτελοῦνται άπό ένα (**μονοκύτταροι**) ή περισσότερα κύτταρα (**πολυκύτταροι**). Τά κύτταρα έχουν μικρό μέγεθος και γι' αύτό άνακαλύφθηκαν όταν πρωτοχρησιμοποιήθηκε τό μικροσκόπιο.

Δέν μπορεῖ νά καθοριστεῖ μέ άκριβεια και βεβαιότητα πότε κι άπό ποιούς βρέθηκε τό σύνθετο μικροσκόπιο, αύτό πού άποτελεῖται άπό συνδυασμό φακῶν. Γιά πολύ καιρό έφευρέτες του θεωρήθηκαν δυό 'Ολλανδοί (ό πατέρας κι ό γιούς Janssen) στά 1590. Τώρα δμως φαίνεται πώς έγινε άπό πιό πρίν ή έφευρεσή του. "Αλλωστε ή ίστορια τού μικροσκοπίου είναι μπερδεμένη μέ τήν έξέλιξη τού τηλεσκοπίου, και άναφέρεται πώς κι δ Γαλιλαῖος (Galileo Galilei 1564-1642) μέ κατάλληλη προσαρμογή χρησιμοποίησε τό τηλεσκόπιο του και γιά μικροσκοπικές παρατηρήσεις.

Τό σόνομα τού μικροσκοπίου προέρχεται άπό τήν έλληνική γλώσσα, μικρός και σκοπεῖν (= νά παρατηρεῖ κανείς) και τό 'ώσε τό 1625 δ Giovanni Faber, ένας ιταλός. Τό 1665 δ ἄγγλος Robert Hooke (1635-1703) δημοσιεύει τό έργο του Micrographia δπου και χρησιμοποιει γιά πρώτη φορά τή λέξη κύτταρο. 'Ο 'Όλλανδός A. von Leeuwenhoek (1632-1723) μέ άπλά, δικής του κατασκευής, μικροσκόπια (ήταν σπουδαίος τεχνίτης στήν κατασκευή φακῶν) κάνει άνακαλύψεις πού θεωροῦνται θαυμαστές γιά τήν έποχή του. Αύτός παρατηρεῖ στό αίμα του γιά πρώτη φορά τά έρυθρά αίμοσφαίρια και παρατηρεῖ στό νερό μικροσκοπικά δύντα (τά μικρόβια). 'Ο Χούκ σέ τομές, μέ πολύ μικρό πάχος, φελλοῦ είδε σειρές κολλημένων κουτιδών, τών κυττάρων (όπως τά δύνομασε). Σ' αύτές τίς τομές φαίνονταν μόνο οί πλευρές (τά τοιχώματα) τών κυττάρων, πού είναι παχιές και εύδιάκριτες άπό τίς έναποθέσεις διάφορων ούσιῶν φελλοῦ, ξύλου κ.ἄ. Γι' αύτό γρήγορα φάνηκε πώς δλα τά μέρη τών φυτών άποτελοῦνται άπό κύτταρα. Στά ζῶα, δμως, τά περισσότερα κύτταρα δέν παρουσιάζουν έναποθέσεις, δέν είναι εύδιάκριτα, κι έτσι γιά πολύ καιρό άμφισβητήθηκε πώς τά ζῶα άποτελοῦνται άπό κύτταρα.

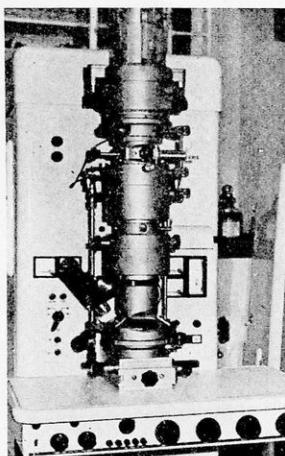
Δυό γερμανοί, δ ζωολόγος Σβάνν (Th. Schwann 1810-1882) και δ βοτα-



Εικόνα 7: Τό απλό μικροσκόπιο του Leeuwenhoek. Γιά τήν παρατήρηση τό δεῖγμα τοποθετεῖται στήν άκρη τῆς αίχμής του «βέλους» (ένα δεῖγμα στρογγυλό είναι τοποθετημένο – τό δεῖγμα ή κάθετη γραμμή στό πάνω μέρος τῆς είκόνας). Τό όργανο κρατιέται από τή λαβή. Απέναντι από τό μάτι και τό παρασκεύασμα τοποθετεῖται ή φωτεινή πηγή.

νικός Σλάϊντεν (M.J. Schleiden 1804-1881) πρότειναν τό 1839 μιά νέα έρμηνεία και νέα άρχη: τό σημαντικό δέν είναι τά τοιχώματα τοῦ κουτιοῦ μά τό περιεχόμενό του. Τό περιεχόμενό του είναι τό ζωντανό κύτταρο και τά ζῶα ἀποτελοῦνται κι αὐτά ἀπό κύτταρα. **Κάθε ζωντανός δργανισμός είναι μιά συνάθροιση κυττάρων** (διτιδήποτε δέν είναι κύτταρο προέρχεται από ἐκκρίσεις κυττάρων λ.χ. τό γαστρικό ύγρο, τό σάλιο κ.ἄ.). **Η ζωή συνδέεται μέ τήν ὑπαρξην κυττάρων πού μπορεῖ καθένα τους νά θεωρηθεῖ σάν αὐτοτελής**

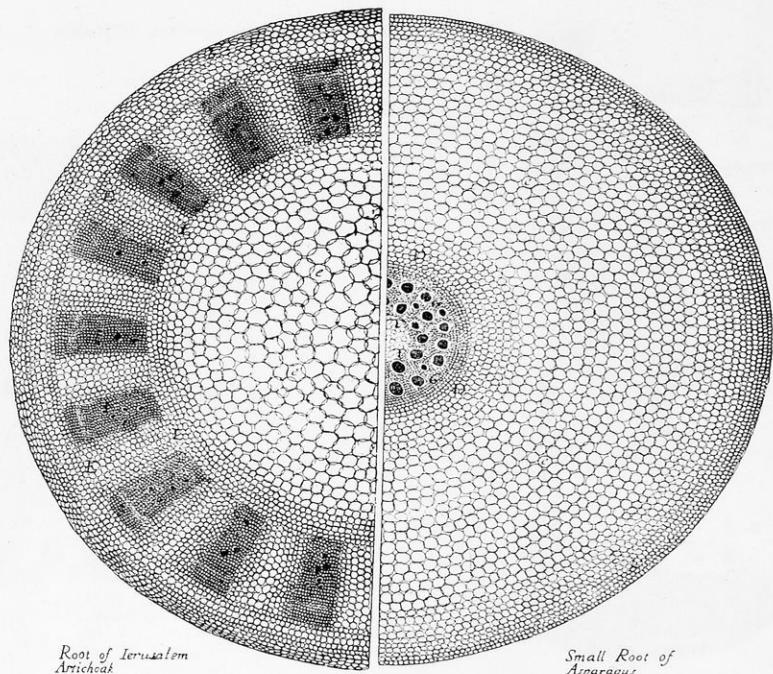
Εικόνα 8: Τό σύνθετο μικροσκόπιο τοῦ Hooke.



Εικόνα 9: Τό ηλεκτρονικό μικροσκόπιο.

ζωντανός όργανισμός. Η κυτταρική θεωρία συμπληρώθηκε άργότερα, τό 1855, μέ τό ὑπόφθεγμα τοῦ γερμανοῦ βιολόγου Βίρχωφ (Rudolf Virchow 1821-1902) «κάθε κύτταρο προέρχεται μόνο ἀπό ἄλλο κύτταρο». Θά δοῦμε παρακάτω πώς αὐτή ἡ ἀρχή στερεώθηκε καὶ γενικεύτηκε καὶ γιά τούς μικροοργανισμούς ἀπό τὸν Παστέρ.

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

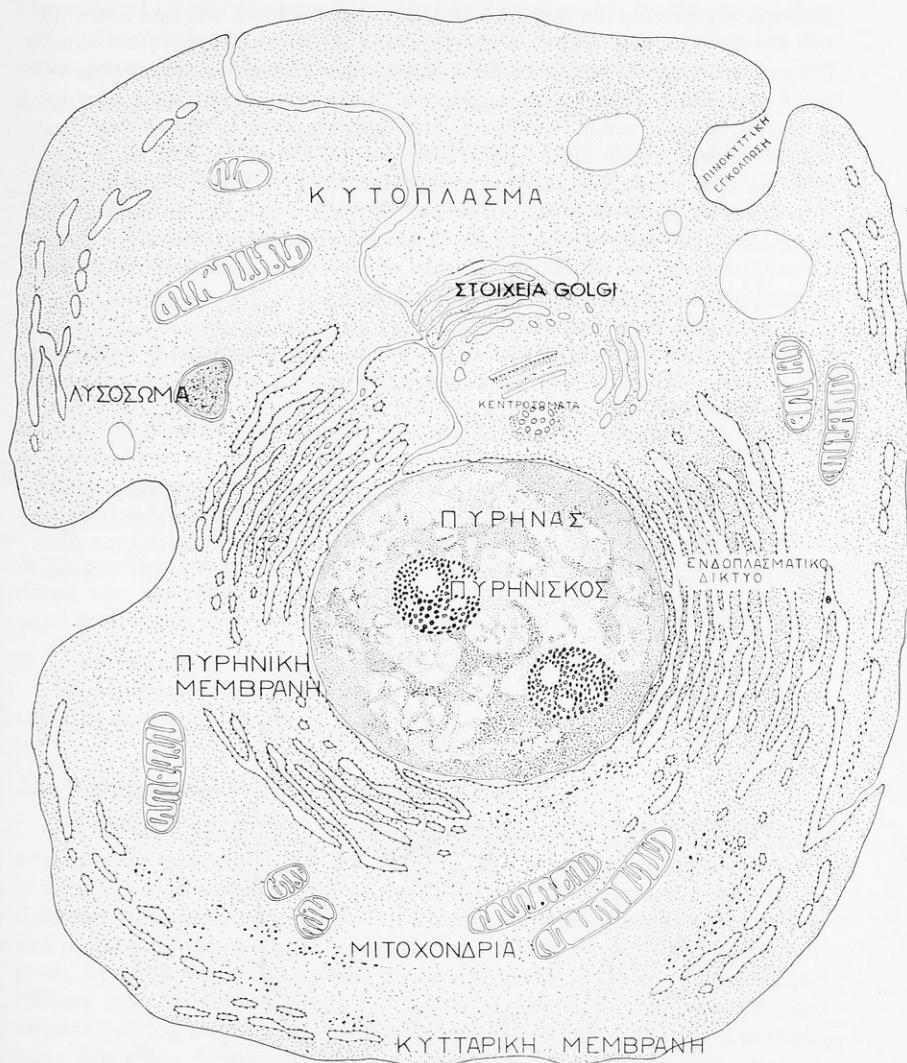


Εικόνα 10: Τομές δυό ριζών, ὑριστερά του κολοκαστιού(*Helianthus tuberosus*)δεξιά τοῦ σπαραγγίου, δῆπος εἰκονίζονται ἀπό τὸν N. Grew ποὺ τίς δημοσίευσε 20 χρόνια μετά τὴ Micrographia τοῦ Hooke.

ώς 100μ. Τὸ διαφορετικὸ μέγεθος τῶν πολυκύτταρων ὄργανισμῶν ὀφείλεται στὸ διαφορετικὸ ἀριθμὸ τῶν κυττάρων τους.

2.5 Σύντομη περιγραφή τοῦ κυττάρου

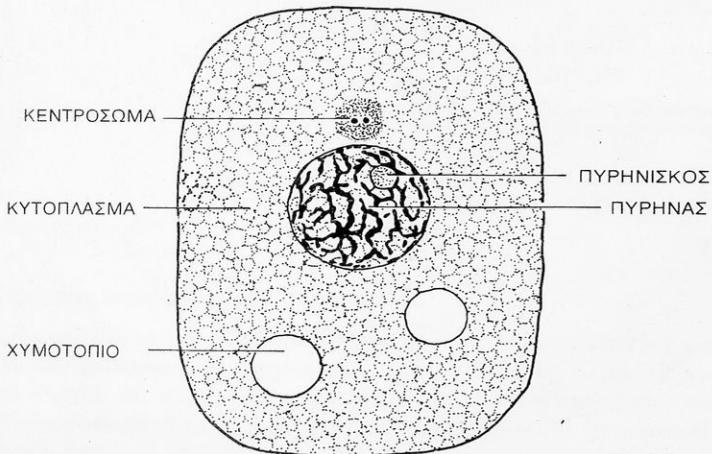
Ὑπάρχουν δύο εἰδη κυττάρων: τά κύτταρα τῶν **προκαρυωτικῶν** καὶ τά κύτταρα τῶν **εὐκαρυωτικῶν** ὄργανισμῶν (λέξεις σύνθετες ἀπό τὸ πρό = πρίν, εὐ = καλά καὶ κάρυον = πυρήνας καρπῶν, ἐδῶ πυρήνας τοῦ κυττάρου). Προκαρυωτικά εἶναι τὰ βακτήρια καὶ τὰ Κυανοφύκη, ὄργανισμοί πιό πρωτόγονοι ἀπό τοὺς ὑπόλοιπους, τοὺς εὐκαρυωτικούς. Δέν ἔχουν σχηματισμένο πυρήνα στά κύτταρά τους. Θά τοὺς ἔξετάσουμε μετά. Ἀντίθετα τά κύτταρα τῶν εὐκαρυωτικῶν ὄργανισμῶν εἶναι πιό πολύπλοκα καὶ ἔχουν,



Εικόνα 11: Το κύτταρο, δημοσιεύθηκε από το Ινστιτούτο Εκπαιδευτικής Πολιτικής.

ξεκάθαρα, σχηματισμένο πυρήνα. Μιά παράσταση ένός «σχηματοποιημένου» κυττάρου δείχνει ή είκόνα 11. Λέμε «σχηματοποιημένο» γιατί πολλά είδη κυττάρων στούς πολυκύτταρους όργανισμούς είναι **διαφοροποιημένα**, έπειδη έπιτελούν διαφορετική λειτουργία. "Ετσι έχουμε τά μυϊκά κύτταρα, τά νευρικά κύτταρα κ.ο.κ., που έχουν διαφορετική μορφή. Μπορούμε ομως νά άφαιρέσουμε τίς ιδιαιτερότητες κάθε είδους κυττάρου και νά κρατήσουμε μόνο τά κοινά γενικά χαρακτηριστικά, δείχνοντας συγχρόνως όλα τά τμήματα και όργανιδια του κυττάρου. Ή είκόνα δείχνει τό κύτταρο μέλεπτομέρειες πού φαίνονται μόνο μέ τό ήλεκτρονικό μικροσκόπιο, όργανο πού μεγαλώνει ώς και 100.000 φορές, ένω τό κανονικό μικροσκόπιο μπορεῖ νά μεγαλώσει ένα άντικείμενο ώς 1.500 φορές.

- Τό κύτταρο λοιπόν άποτελεῖται:
- από μιά έξωτερική μεμβράνη, τήν **κυτταρική ή πλασματική μεμβράνη** έξω από τήν όποια στά φυτικά κύτταρα έχουμε τό κυτταρικό τοίχωμα, σχηματισμένο από κυτταρίνη. Πάνω στό τοίχωμα αυτό μπορεῖ νά άποτεθούν κι άλλες ούσίες (ξύλο, φελλός κ.ἄ.).
 - τό **κυτταρόπλασμα** ή **κυτόπλασμα** πού φαίνεται σάν μιά παχύρευστη και δμοιογενής υλη στό συνηθισμένο μικροσκόπιο άλλα πού στό ήλεκτρονικό μικροσκόπιο δείχνεται πιο πολύπλοκη γιατί μέσα της σχηματίζεται διάλογκηρο δίκτυο από κανάλια, τό **ένδοπλασματικό δίκτυο**. Μέρος του δικτύου



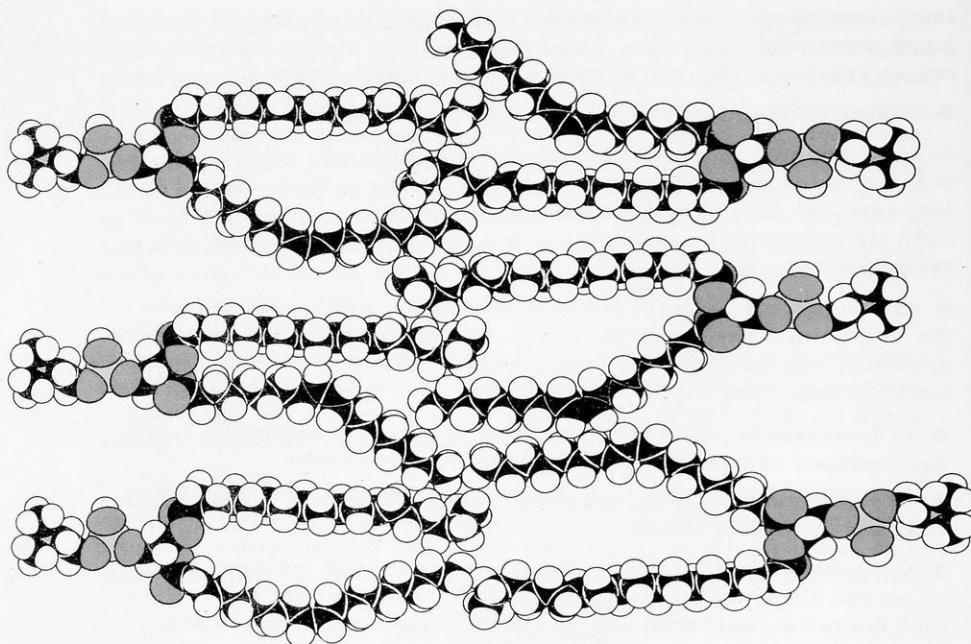
Είκόνα 12: Πώς φαίνεται τό κύτταρο μέ τό συνηθισμένο μικροσκόπιο.

επικοινωνεῖ μέ τήν ἐξωτερική ἐπιφάνεια. Στίς πλευρές τῶν ἀγωγῶν του ἔχει μικρά στρογγυλά σωματίδια, τά **ριβοσώματα** (στήν εἰκόνα φαίνονται σάν μαύρες κουκίδες). Μές στὸ κυτταρόπλασμα ὑπάρχουν κι ἄλλα ὄργανίδια:

- **τά μιτοχόνδρια**, στρογγυλά ἥ σέ σχῆμα μπαστούνιοῦ.
- **τά πλαστίδια**, στά φυτικά μόνο κύτταρα. Αὐτά πού φέρνουν χλωροφύλλη είναι οἱ **χλωροπλάστες**, αὐτά πού συνθέτουν τό ἄμυλο είναι οἱ **ἄμυλοπλάστες**, τό λάδι οἱ **ἐλαιοπλάστες**, αὐτά πού φέρνουν τίς χρωστικές, δηλαδή τίς χρωματισμένες οὐσίες, λ.χ. στά πέταλα τῶν λουλουδιῶν, είναι οἱ **χρωμοπλάστες** κ.ἄ.
- **τά στοιχεῖα τοῦ Golgi** (Γκόλτζι), ὄργανίδια πού συνδέονται στή λειτουργία τους μέ τό ἐνδοπλασματικό δίκτυο. Φαίνεται πώς τροποποιοῦν μερικές πρωτεΐνες, δρισμένες ἀπό τίς δόποις ἐκκρίνονται ἀπό τό κύτταρο. Βοηθοῦν καί στήν παραγωγή κυτταρικῶν μεμβρανῶν.
- **τά λυσοσώματα**, σάν κύστες πού ἔχουν μέσα τους ἀποθηκευμένα ἔνζυμα. Χρησιμεύουν στήν πέψη οὐσιῶν πού «τρέπονται» τό κύτταρο.
- **τά χυμοτόπια**, χῶροι πού περιέχουν νερό μέ διαλυμένες διάφορες ὄργανικές καί ἀνόργανες οὐσίες.
- ‘Ο πυρήνας είναι τό πιό σημαντικό ὄργανίδιο τοῦ κυττάρου. Διακρίνουμε τήν **πυρηνική** του μεμβράνη καί τόν **πυρηνίσκο** του. ’Οταν τό κύτταρο διαιρεῖται, φαίνονται καθαρά καί τά χρωματοσώματα πού περιέχει.
- **τό κεντρόσωμα**, στά ζωικά μόνο κύτταρα.
Θά ἐξετάσουμε παρακάτω πιό ἀναλυτικά δρισμένα μέρη τοῦ κυττάρου καί τίς λειτουργίες τους.

2.6 Ἐξωτερική καί ἐσωτερικές μεμβράνες

Τό κύτταρο ἔχει πολλές μεμβράνες, τήν ἐξωτερική πού τήν ὀνομάσαμε πλασματική μεμβράνη καί ἐσωτερικές: στό ἐνδοπλασματικό δίκτυο, στά μιτοχόνδρια, χλωροπλάστες κ.ἄ. Μέ τίς ἐσωτερικές μεμβράνες χωρίζει τά διάφορα τμῆματά του, πετυχαίνει δηλαδή μιά μεγάλη **διαμερισματοποίηση**, μιά μεγάλη ἀνομοιομέρεια. Αὐτή τοῦ χρειάζεται γιά νά διεξαχθοῦν οἱ χημικές ἀντιδράσεις, πολλές ἀπό τίς δόποις γίνονται πάνω στίς μεμβράνες. Εἴδαμε πώς δρισμένες χημικές ἐνώσεις (τά ἐλατήρια τοῦ προηγούμενου παραδείγματός μας) πρέπει νά βρίσκονται σέ δρισμένη σειρά, νά συγκροτοῦν ἔνα εἶδος συστοιχίας (μπαταρίας), γιά νά μπορεῖ νά γίνει μιά ὀλόκληρη σειρά διαδοχικῶν χημικῶν ἀντιδράσεων (βαθμιαία πτώση τῆς σφαίρας). ’Η τοποθέτηση τῶν χημικῶν ἐνώσεων σέ δρισμένη σειρά πετυ-



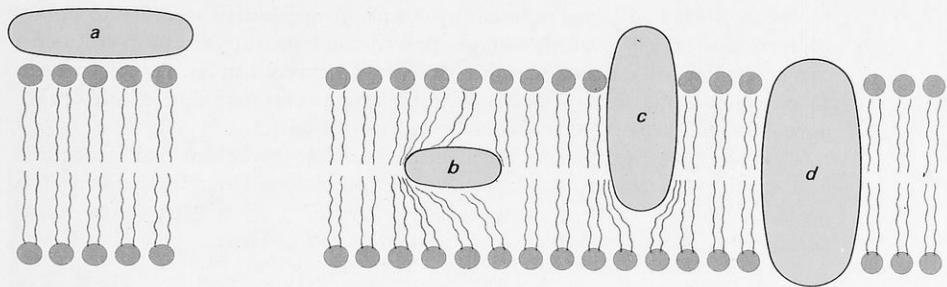
Εικόνα 13: Ή διπλή στοιβάδα μορίων λιπιδίων (φωσφοροιλιπιδίων) πού σχηματίζουν τή μεμβράνη. Κάθε μόριο ἔχει δυό οὐρές ἀπό δυό μόρια λιπαρού δέξιος.

χαίνει ἄν τοποθετηθοῦν μόνιμα οἱ ἐνώσεις αὐτές σέ μεμβράνες.

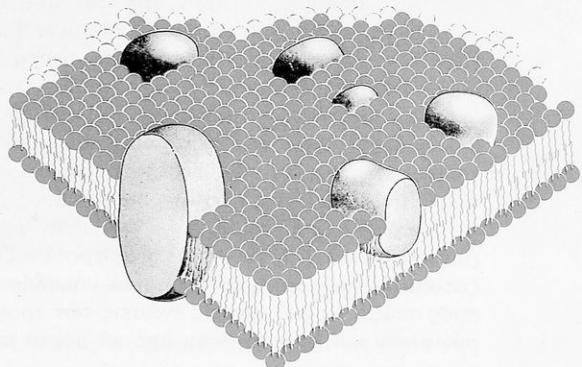
Ἡ ἔξωτερική μεμβράνη, δηλαδή ἡ πλασματική μεμβράνη παίζει τρεῖς ρόλους:

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

Ολες οι χημικές οὐσίες δέν περνοῦν μέσα ἀπό τή μεμβράνη: τό νερό καὶ γενικότερα ἐνώσεις μικροῦ μοριακοῦ βάρους περνοῦν, δχι ὅμως κι δλες λ.χ. δέν περνοῦν τά ίόντα τοῦ νατρίου, Na^+ . Δέν περνοῦν οἱ μεγάλου μοριακοῦ βάρους ἐνώσεις, πρωτεΐνες καὶ ὑδατάνθρακες. Περνοῦν ὅμως λιποδι-αλυτές ἐνώσεις γιατί ἡ μεμβράνη ἀποτελεῖται καὶ ἀπό λιπίδια. ᩴ μεμβράνη δέν είναι λοιπόν τό ἵδιο διαπερατή γιά δλες τίς ἐνώσεις, ἔχει δη-λαδή μιά ἐκλεκτικότητα στό τί θά περάσει. Σέ δρισμένες περιπτώσεις ὅταν

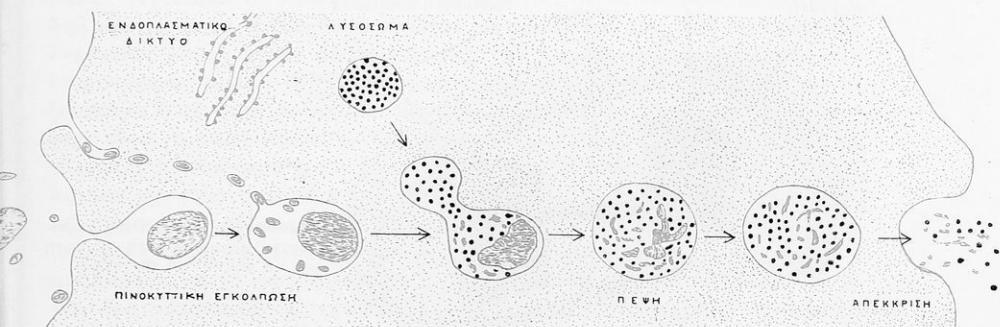


Εικόνα 14: Σχηματική παράσταση της διπλής στοιβάδας των λιπιδίων και των πρωτεΐνων (κίτρινα σώματα) που απαρτίζουν τη μεμβράνη.



Εικόνα 15: Σχηματική δομή της μεμβράνης όπου φαίνεται έξωτερικά (οι πρωτεΐνες έδω φαίνονται γκρίζες).

Εικόνα 16: Φαγοκύτωση, πέψη και άπεκκριση στό κύτταρο.

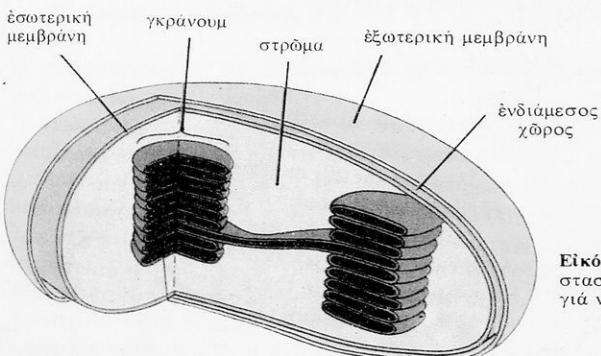


τό κύτταρο θέλει νά ένσωματώσει μεγάλα μόρια ή σώματα πού δέν μπορούν νά περάσουν ἀπ' τήν πλασματική μεμβράνη του δημιουργεῖ μιά έγκολπωση στή μεμβράνη του και ἐκεί μέσα τά κλείνει. Τά συκουλιάζει. Πρόκειται γιά τό φαινόμενο τῆς **φαγοκύτωσης**. "Οταν ένσωματώνει μεγάλα μόρια διαλυμένα σέ υγρό, τό φαινόμενο δονομάζεται **πινοκύτωση**.

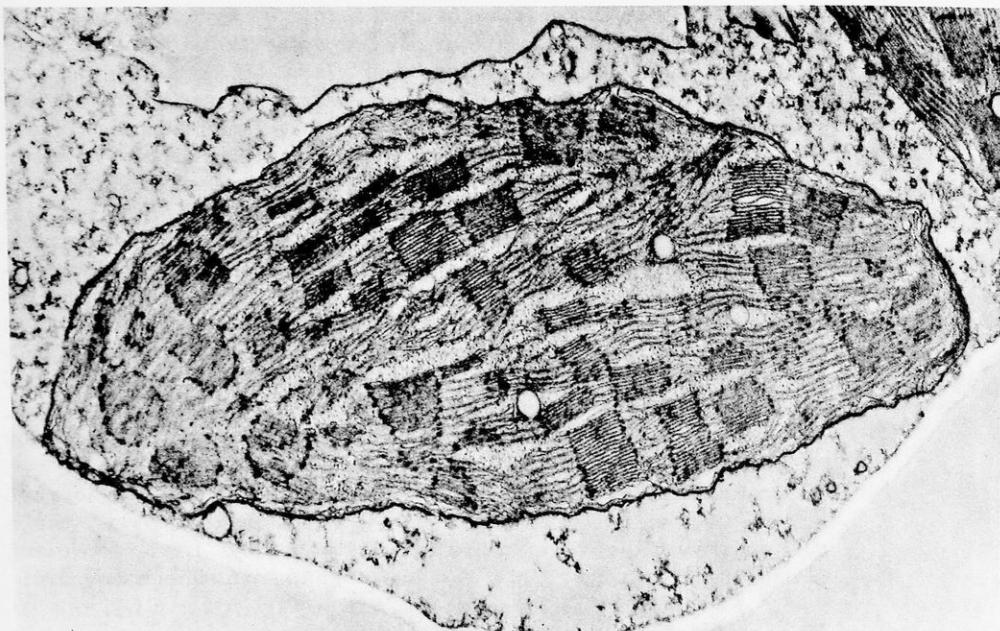
Η πλασματική μεμβράνη ἀποτελεῖται ἀπό πρωτεΐνες καί δυό στρώματα ἀπό λιπίδια. Θά μπορούσε νά πεῖ κανένας πώς είναι ἔνα είδος σάντουίτς, δύος δείχνουν οι εἰκόνες 14 καὶ 15. Οι πρωτεΐνες είναι ἔτσι διαταγμένες ώστε νά ἐπιτρέπουν στή μεμβράνη ἀρκετή ἐλαστικότητα.

2.7 Ή φωτοσύνθεση

Στό τμῆμα τοῦ μεταβολισμοῦ πού δονομάζεται **ἀναβολισμός** πραγματοπιεῖται ή σύνθεση χημικῶν ἐνώσεων πού κλείνουν μέσα στούς δεσμούς τους ἐνέργεια. Οι χημικές αὐτές ἐνώσεις είτε ἀποτελούν ἀποθήκες ἐνέργειας είτε είναι δομικά συστατικά τοῦ ὄργανισμοῦ (δπως οι πέτρες ἀπετελοῦν τά δομικά συστατικά ἐνός πέτρινου σπιτιοῦ). Τά ζῶα καί γενικότερα οἱ ἑτερότροφοι ὄργανισμοι τρέφονται ἀπό ἄλλους ὄργανισμούς ή προϊόντα ἄλλων ὄργανισμῶν. Μέ τίς τροφές παίρνουν τίς πλούσιες σέ ἐνέργεια ὄργανικές ἐνώσεις. Οι ἐνώσεις αὐτές είναι συνήθως πολυμερή, δηλαδή ἀποτελοῦνται ἀπό πολλές μικρότερους μεγέθους χημικές ἐνώσεις: τό ἄμυλο καί τό γλυκογόνο ἀπό ἔξοδες, δηλαδή ὀδατάνθρακες μέ 6 μόνο ἄτομα ἄνθρακα (tétoies είναι λ.χ. ή γλυκόζη καί ή φρουκτόζη), οι πρωτεΐνες ἀπό τά ἀμινοξέα καί τά νουκλεϊκά ὅξεα ἀπό τά νουκλεοτίδια. Μέ τήν πέψη ὁ ὄργανισμός σπάζει τίς πολυμερεῖς ἐνώσεις τῶν τροφῶν στά χημικά μόρια πού τίς συνιστοῦν καί ξανασυνθέτει ἀπό τά μόρια αὐτά τά δικά του ἴδιαίτερα δο-



Εἰκόνα 17: Σχηματική παράσταση χλωροπλάστη σέ τομή γιά νά φαίνονται τά γκράνα.

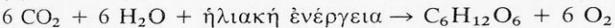


Εικόνα 18: Φωτογραφία χλωροπλάστη, δύος φαίνεται μέ τό ήλεκτρονικό μικροσκόπιο.

μικά συστατικά. "Αλλες πάλι ένώσεις τίς μετατρέπει ή καὶ τίς καίει (τίς δξειδώνει)." Ολη λοιπόν τήν ἐνέργεια πού χρειάζεται γιά τήν κατασκευή του καὶ τή συντήρησή του δ ἑτερότροφος δργανισμός τήν παίρνει ἀπό ἄλλους. Ἀντίθετα οἱ πρωταρχικοί παραγωγοί, οἱ αὐτότροφοι δργανισμοί, δηλαδή τά φυτά, φτιάχνουν οἱ Ἰδιοί τά συστατικά τους καὶ τίς ἀποθήκες ἐνέργειάς τους. Αύτοί ἀποτελοῦν καὶ τήν πρωταρχική πηγή τροφῆς τῶν ἑτερότροφων ἄμεσα η ἔμμεσα, ἄμεσα γιά τά φυτοφάγα καὶ ἔμμεσα γιά τά ζωοφάγα η τά σαπρόφυτα. Ἡ βασική ἀναβολική λειτουργία τῶν αὐτότροφων είναι η φωτοσύνθεση: Χρησιμοποιώντας ήλιακή ἐνέργεια συνθέτουν γλυκόζη η σάκχαρα μέ 6 ἀτομα ἄνθρακα. Ἡ ήλιακή ἐνέργεια ἀποτελεῖ λοιπόν τήν πρώτη πηγή ἐνέργειας γιά τή ζωή. Ἀκόμα καὶ ἔμμεσα ἄλλωστε τή χρησιμοποιοῦμε στήν καθημερινή μας ζωή: τό πετρέλαιο προέρχεται ἀπό ἀποθέσεις δργανισμῶν πού ἔζησαν ἑκατομμύρια χρόνια πρίν καὶ πού αὐξήθηκαν μέ τή φωτοσύνθεση, η αιολική (ἄνεμοι) ἐνέργεια κι η ἐνέργεια τῶν ὑδατοπτώσεων σέ τελική ἀνάλυση προέρχεται ἐπίσης ἀπό τήν ήλιακή

ένέργεια. Η ήλιακή ένέργεια λοιπόν είναι ή πηγή ένέργειας γιά τη συντήρηση, αϋξηση καί πολλαπλασιασμό τῶν ζωντανῶν όργανισμῶν καί μετατρέπεται σέ χημική ένέργεια μέ τή φωτοσύνθεση. Η δέσμευση τῆς ήλιακῆς ἀκτινοβολίας γίνεται ἀπό τίς χλωροφύλλες, πράσινες χρωστικές πού βρίσκονται δῆλως εἴπαμε σέ εἰδικά πλαστίδια, τούς χλωροπλάστες. Υπάρχουν καί ἄλλες χρωστικές (μπλέ, ροδόχροες κ.ἄ.) πού μποροῦν νά φωτοσυνθέτουν σάν τίς χλωροφύλλες καί πού τίς συναντᾶμε σέ διάφορα φύκη (Κυανοφύκη, Ροδοφύκη κ.ἄ.). Τό πλαστίδιο είναι όργανίδιο πού φαίνεται πώς ἔχει κάποια αὐτονομία (δῆλως καί τά μιτοχόνδρια καί τά χρωματοσώματα): μπορεῖ καί πολλαπλασιάζεται. Κι αὐτό γιατί περιέχει ἔνα εἶδος νουκλεϊκῶν δέξιων, περιέχει δηλαδή DNA (βλέπε καί 1.1 στ). Ο χλωροπλάστης ἔχει δυό μεμβράνες μιά ἔξωτερη καί μιά ἐσωτερική. Στό ἐσωτερικό του, μέσα σ' ἔνα ύγρο (τό στρῶμα) υπάρχει ἔνα πολύπλοκο σύστημα μεμβρανῶν πού μοιάζει μέ κλειστούς σάκους στοιβαγμένους, δ ἔνας πάνω στόν ἄλλο, σέ στήλες, δῆλως μιά στήλη μεταλλικῶν κερμάτων. Οι στήλες αὐτές, πού ἐπικοινωνοῦν μεταξύ τους, δύνομάζονται grana (γκράνα) καί περιέχουν τίς χλωροφύλλες (υπάρχουν δυό εἰδῶν χλωροφύλλες).

Όταν φωτοσυνθέτει τό φυτό παίρνει ἀπό τήν ἀτμόσφαιρα διοξείδιο τοῦ ἄνθρακα CO₂, καί ἀπό τό ἔδαφος νερό H₂O καί μέ αὐτά φτιάχνει γλυκόζη C₆H₁₂O₆ (ένα σάκχαρο) καί ἐλευθερώνει δέξιγόνο, O₂. "Ετσι ή συνολική ἀντιδραση (ἀποτέλεσμα πολλῶν ἐνδιάμεσων χημικῶν ἀντιδράσεων) είναι

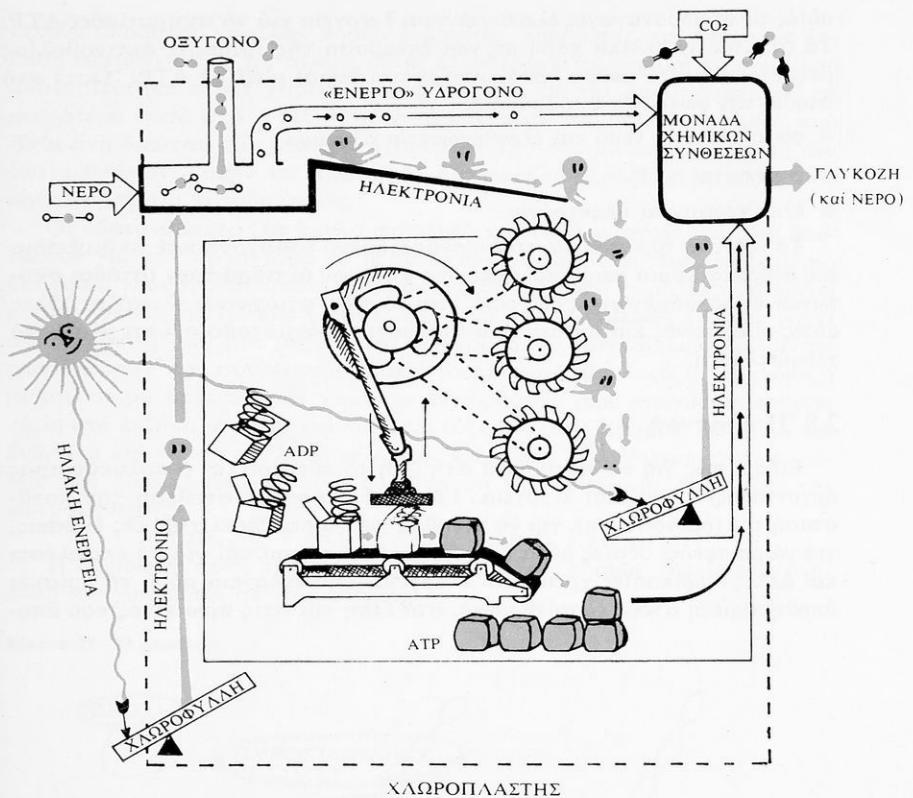


Η φωτοσύνθεση μπορεῖ νά χωριστεῖ σέ δυό στάδια:

- στό στάδιο τῶν φωτεινῶν ἀντιδράσεων
- καί στό στάδιο τῶν σκοτεινῶν ἀντιδράσεων.

Γιά νά γίνουν οι πρώτες χρειάζεται ἀπαραίτητα φῶς. Μέ τίς φωτεινές ἀντιδράσεις γίνεται ή **φωτόλυση τοῦ νεροῦ**: τό νερό χωρίζεται στό δέξιγόνο, πού ἐλευθερώνεται στήν ἀτμόσφαιρα, καί στό υδρογόνο πού ἐνώνεται μέ τό διοξείδιο τοῦ ἄνθρακα γιά τό σχηματισμό τῆς γλυκόζης. Τό δέξιγόνο πού ἐλευθερώνεται προέρχεται ἀπό τό νερό (κι ὅχι ἀπό τό διοξείδιο τοῦ ἄνθρακα).

Μιά μικρή ἰδέα τοῦ ἔξαιρετικά πολύπλοκου μηχανισμοῦ τῆς φωτοσύνθεσης μᾶς δίνει τό ἀπλοϊκό σχῆμα πού βέβαια δέν χρειάζεται νά ἀπομνημονεύσετε καί πού ἐλπίζουμε νά τό βρεῖτε διασκεδαστικό. Η χλωροφύλλη λειτουργεῖ σάν τραμπάλα. Μόλις ἐπιδράσει τό φῶς ἐλευθερώνει ἡλεκτρόνια (είναι τά μπλέ ἀνθρωπάκια πού ἐκτινάσσονται). Αὗτά τά ἡλεκτρόνια φέρνουν τήν ἀπαραίτητη ένέργεια γιά νά σπάσουν τά μόρια τοῦ νεροῦ καί νά ἐλευθερωθεῖ τό δέξιγόνο. Τό υδρογόνο τοῦ νεροῦ δόηγεῖται πρός τό μαῦρο ὀρθογώνιο δεξιά, δῆλως γίνονται πολύπλοκες χημικές ἀντιδράσεις.



Εικόνα 19: Η φωτοσύνθεση.

Μετά τή διάσπαση τοῦ νεροῦ, τό σχῆμα δείχνει τά ηλεκτρόνια νά κυλοῦν, πέφτοντας, πάνω σέ τροχούς ώσπου νά φτάσουν ἔνα ἄλλο μόριο χλωροφύλλης. Ή κίνηση πού προκαλεῖ ἡ πτώση τῶν ηλεκτρονίων μεταδίδεται στούς τροχούς καὶ ἔτσι κινεῖται ἔνα πιστόνι πού ἀποθηκεύει ἐνέργεια μετατρέποντας τό ADP (ἀνοιχτό ἄσπρο κουτί μέ έλατήριο) σέ ATP (κλειστό γαλάζιο κουτί μέ κλεισμένο μέσα του τό έλατήριο): Πρόκειται γιά μετάβαση τῶν ηλεκτρονίων ἀπό μιά ούσια, ὑποδοχέα ηλεκτρονίων σέ ἄλλη τέτοια ούσια (ἀπό τροχό σέ τροχό) ἀκριβῶς σάν τό πήδημα τοῦ ηλεκτρονίου ἀπό έλατήριο σέ έλατήριο πού ἀναφέραμε στίς δξειδοαναγωγές: ἀπό

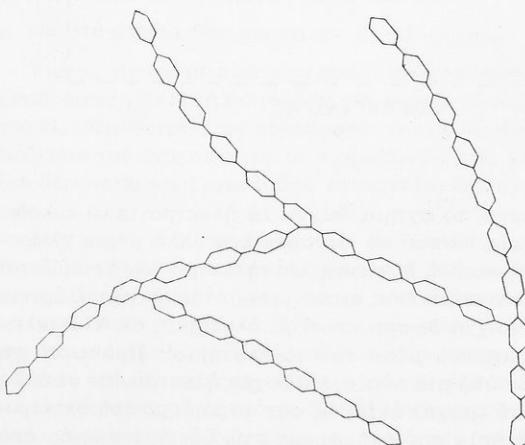
αυτές τις δξειδοαναγωγές έλευθερώνεται ένέργεια γιά νά σχηματισθεί ATP. Τά ήλεκτρόνια τελικά χάρη σέ νέα έπεμβαση τής ήλιακής άκτινοβολίας μεταφέρονται στό μαύρο όρθιογώνιο (πάνω δεξιά) μαζί μέ ATP. "Ωστε στό στάδιο τῶν φωτεινῶν ἀντιδράσεων

- φωτολύεται τό νερό και έλευθερώνεται δξυγόνο
- φτιάχνεται ATP
- έλευθερώνονται ήλεκτρόνια

Τό ATP, τά ήλεκτρόνια, τό ένεργοποιημένο ύδρογόνο και τό διοξείδιο τοῦ ἄνθρακα μέ μιά σειρά πολύπλοκων χημικῶν ἀντιδράσεων (στάδιο σκοτεινῶν ἀντιδράσεων γιατί δέ χρειάζεται τό φῶς) φτιάχνουν γλυκόζη. "Ολες αυτές οι φωτεινές και σκοτεινές ἀντιδράσεις πραγματοποιοῦνται μέσα στό χλωροπλάστη.

2.8 Ή ἀναπνοή

Εϊδαμε πώς γιά νά διατηρηθεί στή ζωή τό κύτταρο (κι δ πολυκύτταρος όργανισμός) χρειάζεται ένέργεια. Γιά νά διατηρήσει σταθερή τήν κατάστασή του (δόμοιόσταση), γιά νά κινηθεῖ, γιά νά συνθέσει χημικές ένώσεις, γιά νά μεταφέρει ούσιες μέσα ἀπό τίς μεμβράνες του και γιά νά ἐπιτελέσει και ἄλλες διαδικασίες χρειάζεται ένέργεια. Τήν ένέργεια αυτή τή βρίσκει ἀποθηκευμένη στούς ίδιατάνθρακες, στά λίπη και στίς πρωτεΐνες πού ἀπο-



Εἰκόνα 20: Τμῆμα μορίου τοῦ ἀμύλου, πού ἀποτελεῖται ἀπό πολλές ἔξοδες.

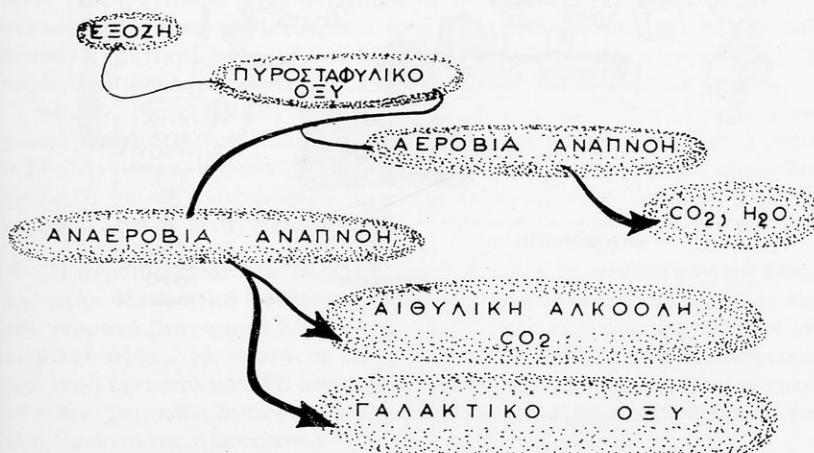
τελούν ἀποθῆκες μεγάλων ποσῶν ἐνέργειας. Σπάζοντας, καὶ καίγοντας δηλαδὴ δέξειδώνοντας τίς οὐσίες αὐτές ἐλευθερώνει τῇ χημικῇ ἐνέργεια πού ἀποταμεύτηκε στοὺς χημικούς τους δεσμούς καὶ τὴν ἀποθήκευε ξανά σέ μικρότερα ποσά στό ATP, σ' αὐτό τὸ εὔχρηστο «νόμισμα ἐνέργειας», πού εἶναι στή διάθεσή του μόλις τό χρειαστεῖ. Τό σπάσιμο καὶ ἡ δέξειδωση τῶν ὄντων θράκων, λιπῶν καὶ πρωτεϊνῶν ἀποτελεῖ τὸ μέρος τοῦ μεταβολισμοῦ πού ὀνομάζεται **καταβολισμός**.

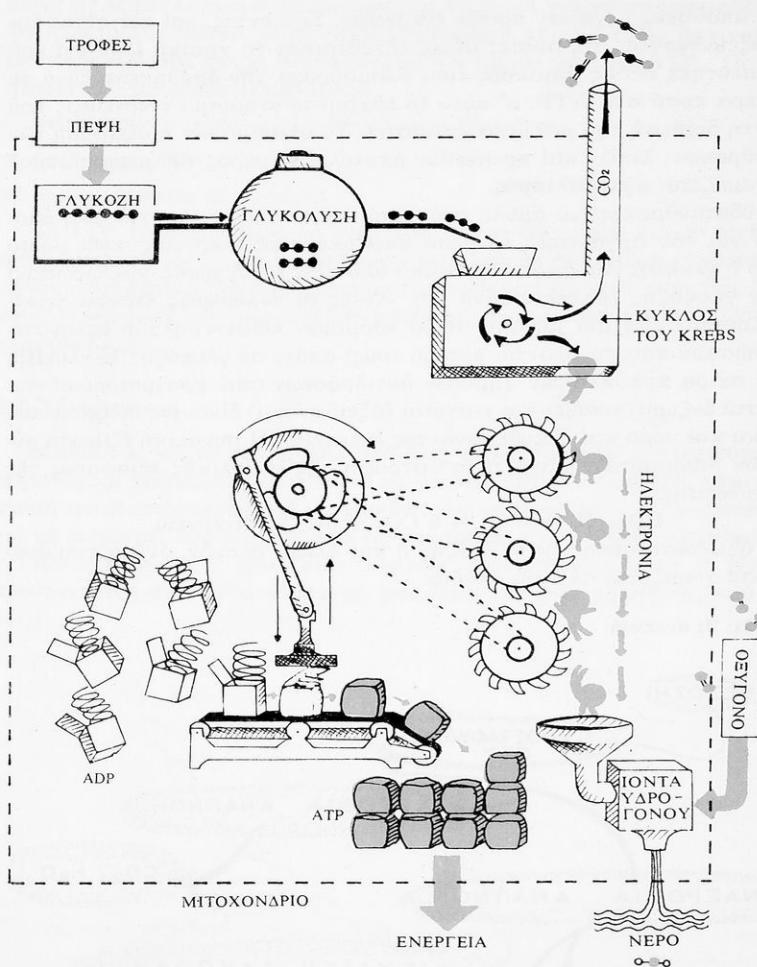
Οἱ ὄντανθρακες (τό ἄμυλο στά φυτά καὶ τό γλυκογόνο στά ζῶα) ἀποτελοῦν γιά τὸν δργανισμό τὸ μέσον ἀποθηκεύσεως ἐνέργειας: κάθε μόριο ἄμυλου ἢ γλυκογόνου ἀποτελεῖται ἀπὸ ἀλυσίδες (μὲν ἡ χωρίς διακλαδώσεις) μορίων γλυκόζης (βλέπε εἰκόνα 20). Αὐτές οἱ πολυμερεῖς ἐνώσεις (γιατὶ ἀποτελοῦνται ἀπὸ μιά μεγάλη σειρά «δομικῶν λίθων», δηλαδὴ ἀπλούστερων ἐνώσεων πού συνδέονται μεταξύ τους) σπάνε σέ γλυκόζη. Ἡ γλυκόζη μὲ μιά σειρά πολύπλοκων χημικῶν ἀντιδράσεων (πού πραγματοποιοῦνται χάρη στὰ ἔνζυμα) σπάζει καὶ καίγεται (δέξειδώνεται) δίνοντας διοξείδιο τοῦ ἄνθρακα καὶ νερό καὶ ἐλευθερώνοντας ἐνέργεια. Ἡ συνολική ἐξίσωση αὐτῶν τῶν διαδικασιῶν εἶναι ἡ ἀντίστροφη τῆς συνολικῆς ἐξισώσεως τῆς φωτοσύνθεσης:



Ἡ δέξειδωση αὐτή τῆς γλυκόζης ἡ καὶ ἄλλων οὐσιῶν, ὀνομάζεται ἀναπνοή καὶ χωρίζεται σέ τρία στάδια:

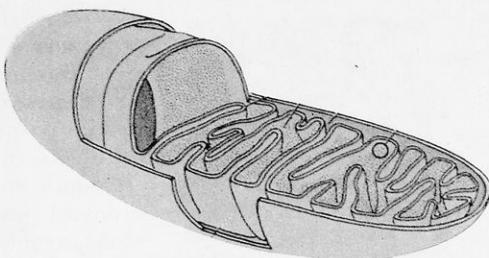
Εἰκόνα 21: Ἡ ἀναπνοή.





Εικόνα 22: Η άναπνοή.

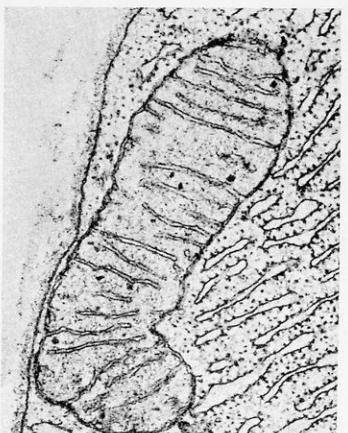
Εικόνα 23: Τό μιτοχόνδριο, σχηματικά, σε τομή.



- στό στάδιο τής γλυκόλυσης. Σ' αυτό, μέ μιά σειρά άντιδράσεων, τό μόριο τής γλυκόζης που ἔχει 6 ἄτομα ἄνθρακα χωρίζεται στό τέλος σε δύο μόρια πυροσταφυλικοῦ δξέος (πού ἔχει μόνο τρία ἄτομα ἄνθρακα). Σ' αυτό τό στάδιο δέ χρησιμοποιεῖται δξυγόνο: πρόκειται γιά τήν **ἀναερόβια φάση τῆς ἀναπνοῆς**. Οὐδίσεις σάν τήν γλυκόζη, πού διασπώνται κατά τήν ἀναπνοή, δνομάζονται ἀναπνευστικά υποστρώματα. Ἐκτός ἀπό τίς ἐξόξεις (σέ σειρά σπουδαιότητας) ἄλλα ἀναπνευστικά υποστρώματα είναι τά λίπη καὶ οἱ πρωτεΐνες. Τό στάδιο αυτό τῆς ἀναπνοῆς σχηματικά παρουσιάζεται πώς διαδραματίζεται στό μεγάλο σφαιρικό καζάνι τῆς εἰκόνας 22.
- Δυό δυνατότητες ἀνοίγονται μετά τή γλυκόλυση: εἴτε τό κύτταρο ἔχει στή διάθεσή του δξυγόνο καὶ προχωρεῖ στήν **ἀερόβια φάση** τῆς ἀναπνοῆς, σπάζοντας τό πυροσταφυλικό δξύ σε διοξείδιο τοῦ ἄνθρακα καὶ σέ δύρογόνο (αὐτό τό τελευταῖο ἐνώνεται μέ τό δξυγόνο τῆς ἀτμόσφαιρας καὶ μᾶς δίνει νερό), εἴτε δέν ἔχει στή διάθεσή του δξυγόνο καὶ δλοκληρώνει τήν ἀναερόβια ἀναπνοή. Μετατρέπει τότε τό πυροσταφυλικό δξύ σέ **αιθυλική ἀλκοόλη** (φυτικοῖ δργανισμοῖ) ἢ σέ **γαλακτικό δξύ** (ζωικοῖ δργανισμοῖ). Ἡ παραγωγή αιθυλικῆς ἀλκοόλης (ἀπό ζυμομύκητες) δνομάζεται **ζύμωση**.

Μέ τήν δλοκλήρωση τῆς ἀναερόβιας ἀναπνοῆς (εἰκόνα 21) κάθε μόριο γλυκόζης σπάζοντας ἐλευθερώνει ἐνέργεια γιά νά σχηματιστοῦν 2 μόρια ATP. Ἀντίθετα, ἡ δλοκλήρωση τῆς ἀναπνοῆς, μέ τήν ἀερόβια φάση, ἐπιτρέπει ἡ καύση ἐνός μορίου γλυκόζης νά σχηματίσει 36 μόρια ATP. Ἡ διαφορά λοιπόν είναι σημαντική.

- Ἡ ἀερόβια ἀναπνοή χωρίζεται σέ δυό τμήματα: **στόν κύκλο τοῦ Krebs** καὶ στήν **δξειδωτική φωσφορυλίωση**. Στόν **κύκλο τοῦ Krebs** (βρέθηκε ἀπό τόν γερμανό βιοχημικό Hans Krebs, 1900 – ζεῖ στίς μέρες μας) ἢ **κύκλο τοῦ κιτρικοῦ δξέος**, τά προϊόντα τῆς γλυκόλυσης, δηλαδή τό πυροσταφυλικό δξύ (πού ἔχει στό μεταξύ μετασχηματιστεῖ) «καίγεται», σέ μιά σειρά πολύ-πλοκων χημικῶν ἀντιδράσεων, παράγοντας διοξείδιο τοῦ ἄνθρακα καὶ ἐλευθερώνοντας ἡλεκτρόνια.



Εικόνα 24: Το μιτοχόνδριο σπασ φαινεται στο ήλεκτρονικό μικροσκόπιο.

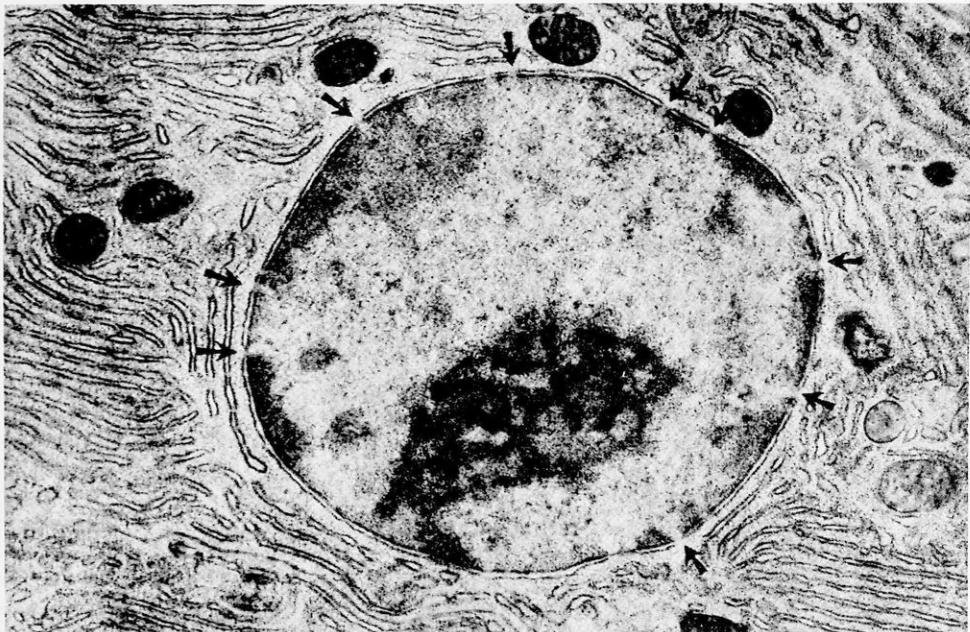
• Τήν τύχη αυτῶν τῶν ήλεκτρονίων περιγράψαμε στό κεφάλαιο τῶν δξειδο-αναγωγῶν χρησιμοποιώντας σάν μηχανικό ἀνάλογο γιά τήν ἀπεικόνισή τους τή σφαίρα πού πηδᾶ σέ μιά σειρά ἐλατήρια. Και ή εἰκόνα 22 μᾶς δείχνει κάτι παρόμοιο: τά γαλάζια ἀνθρωπάκια (ήλεκτρόνια) κινοῦν τροχούς (ἀντίστοιχα τῶν ἐλατηρίων) πού βοηθοῦν νά «πακεταριστεῖ» ή χημική ἐνέργεια στό ATP. Τά ήλεκτρόνια καταλήγουν στό δξυγόνο πού χρειάζεται γιά τήν ἀναπνοή. Τά χερσαῖα σπονδυλωτά παίρνουν τό δξυγόνο ἀπό τήν ἀτμόσφαιρα και τό δεσμεύουν στήν αίμοσφαιρίνη τῶν ἐρυθροκυττάρων τοῦ αἵματος, ἀναπνέοντας μέ τούς πνεύμονές τους. Κάθε ἄτομο δξυγόνου δέχεται δυό ήλεκτρόνια και ἐνώνεται μέ δυό λόντα ὑδρογόνου γιά νά σχηματίσει νερό.

Οι χημικές ἀντιδράσεις τής δξειδωτικῆς φωσφορυλίωσης γίνονται στά μιτοχόνδρια: αὐτά ἀποτελοῦν και τούς σταθμούς παραγωγῆς ἐνέργειας, τά «έργοστάσια παραγωγῆς ἐνέργειας» τοῦ κυττάρου. Ή εἰκόνα 23 δίνει σχηματική παράσταση ἐνός μιτοχόνδριου πού ἔχει κοπεῖ γιά νά μᾶς δείξει τό ἐσωτερικό του. «Έχει δυό μεμβράνες. Ή ἐσωτερική μεμβράνη του σχηματίζει μιά σειρά ἀπό ἀναδιπλώσεις: πάνω σ' αὐτές διαδραματίζεται ή δξειδωτική φωσφορυλίωση. Ή σειρά τῶν χημικῶν οὐσιῶν, πού ἀποτελοῦν τοὺς ἀποδέκτες τῶν ήλεκτρονίων – ταχικά τοποθετημένες, σάν μιά συστοιχία (μπαταρία) – βρίσκεται σέ μικροσκοπικά στρογγυλά σωμάτια πάνω στίς ἐσωτερικές ἀναδιπλώσεις τής μέσα μεμβράνης.

Μόλις δὲ ὁ ὄργανισμός χρειαστεῖ ἐνέργεια καταφέγγει στό ATP: λ.χ. ή κίνησή μας (μηχανικό ἔργο) δφείλεται σέ συστολές και διαστολές τῶν μυῶν πού γίνονται ἐπειδή οἱ πρωτεΐνες τους «συστέλλονται και διαστέλλονται» δηλαδή ἀλλάζουν μορφή, χάρη σέ χημικές ἀντιδράσεις. Τήν ἐνέργεια γιά νά γίνονται οἱ χημικές ἀντές ἀντιδράσεις παρέχει τό ATP.

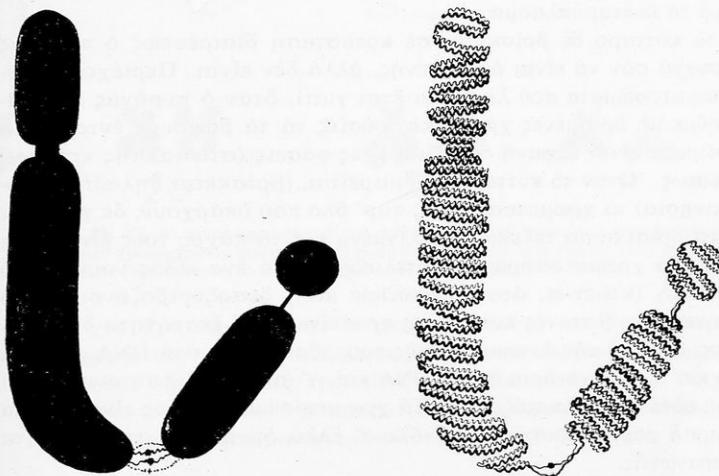
2.9 Ο πυρήνας τοῦ κυττάρου και τά χρωματοσώματα

‘Ο πυρήνας εἶναι τό πιό σημαντικό ὄργανιδιο τοῦ κυττάρου. Εἶναι τό ὄργανιδιο πού ἀποτελεῖ τό κέντρο ἀπ’ ὅπου φεύγουν οἱ διαταγές γιά τή

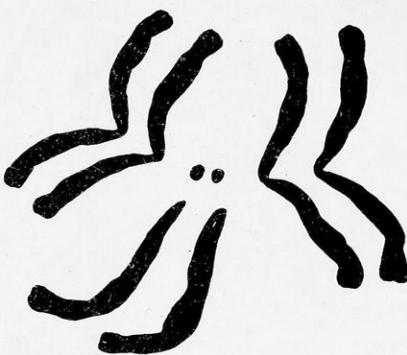


Εικόνα 25: Ό πυρήνας και τό γύρω του κυτταρόπλασμα δπως φαίνονται μέ τό ήλεκτρονικό μικροσκόπιο. Τά βέλη δείχνουν τίς δπές της πυρηνικής μεμβράνης. Τά μιτοχόνδρια είναι οι σκοτεινές μάζες έξω από τόν πυρήνα ένω ή μεγάλη μάζα μέσα στόν πυρήνα είναι ο πυρηνίσκος. Φαίνεται στό κυτταρόπλασμα και τό ένδοπλασματικό δίκτυο.

Εικόνα 26: Σχηματική παράσταση ένός χρωματοσώματος. Άριστερά δπως φαίνεται δταν βαφεί, δεξιά πώς είναι τυλιγμένο τό ύλικό του.



Εικόνα 27: Τά 8 χρωματοσώματα τής δροσόφιλας άποτελούν τέσσερα ζευγάρια διμόλογων χρωματοσωμάτων.



λειτουργία τοῦ κυττάρου, άποτελεῖ δηλαδή τήν κεντρική ἔξουσία καὶ τό επιτελεῖ προγραμματισμοῦ τοῦ κυττάρου. Τό κύτταρο χωρίς πυρήνα δέν μπορεῖ νά ζήσει γιά πολύ. Είναι καταδικασμένο νά πεθάνει. Γι' αὐτό τά κύτταρα τῶν ἐρυθρῶν αἵμοσφαιρίων τοῦ αἵματος, πού δέν ἔχουν πυρήνα – ἂν καὶ προέρχονται ἀπό κύτταρα μέν πυρήνα – ἔχουν ζωὴ σύντομη καὶ περιορισμένη (120 μέρες).

Ο πυρήνας είναι συνήθως σφαιρικός καὶ περιβάλλεται ἀπό τήν πυρηνική μεμβράνη. Ἡ μεμβράνη αὐτή είναι διπλή, ὅπως φαίνεται στό ήλεκτρονικό μικροσκόπιο, καὶ φέρνει ἀνοίγματα μέ τά δποῖα ὁ πυρήνας ἐπικινωνεῖ μέ τό κυτταρόπλασμα.

Όταν τό κύτταρο δέ βρίσκεται σέ κατάσταση διαιρέσεως δι πυρήνας φαίνεται συχνά σάν νά είναι δόμοιογενῆς, ἀλλά δέν είναι. Περιέχει σωμάτια, τά χρωματοσώματα πού λέγονται ἔτσι γιατί, ὅταν δι πυρήνας διαιρεῖται, μποροῦμε μέ δρισμένες χρωστικές οὐσίες νά τά βάψουμε ἔντονα. Τά χρωματοσώματα είναι ἐμφανή στίς διάφορες φάσεις (στάδια) τῆς κυτταρικῆς διαιρέσεως. "Όταν τό κύτταρο δέ διαιρεῖται, (βρίσκεται δηλαδή σέ πυρηνική ἀκινησία) τά χρωματοσώματα, παρ' ὅλο πού ὑπάρχουν, δέ γίνονται όρατά, γιατί βρίσκονται τελείως ξετυλιγμένα καὶ τό πάχος τους είναι τότε πολύ μικρό. Τά χρωματοσώματα ἀποτελοῦνται ἀπό ἕνα είδος νουκλεϊκού δξέος, τό DNA (ντι-έν-έι, deoxyribonucleic acid, δεσοξυριβοζονουκλεϊκό δξύ) καὶ πρωτεΐνες (ιστόνες καὶ δξινες πρωτεΐνες). Ἡ ίκανότητα διπλασιασμοῦ τους, δηλαδή τής ἀναπαραγωγῆς τους, βρίσκεται στό DNA. Καὶ τά πλαστίδια καὶ τά μιτοχόνδρια ἔχουν DNA καὶ γι' αὐτό ἔχουν αὐτονομία καὶ μποροῦν κι αὐτά νά διπλασιάζονται. Τά χρωματοσώματα δμως είναι ἐκεῖνα πού ἔχουν πιό χαρακτηριστική, ἀπ' ὅλα τ' ἄλλα δργανίδια, τήν ιδιότητα τής ἀναπαραγωγῆς.



Εικόνα 28: Τά 46 χρωματοσώματα του ανθρώπου (μιᾶς γυναικας) χωρισμένα σε 23 ζευγάρια διμόλιογων χρωματοσωμάτων. Κάθε χρωματόσωμα είναι χωρισμένο κατά μήκος σε δύο χρωματίδες, που ένωνονται στό κεντρόμερο (άσπρος κύκλος).

Συχνά χρησιμοποιεῖται ό δρος χρωματίνη γιά νά δηλώσει τήν ούσια τῶν χρωματοσωμάτων πού βάφεται ἔντονα και πού ἀποτελεῖται ἀπό τά νουκλεϊκά δξέα και τίς πρωτεΐνες τοῦ χρωματοσώματος. Τά χρωματοσώματα ἔχουν σχῆμα Λ, ή μπαστούνιο, ή σφαιρικό (ὅταν είναι μικρά).

Κάθε χρωματόσωμα ἔχει ἔνα κεντρόμερο, δηλαδή ἔνα τμῆμα εἰδικευμέ-

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



νο, πού βοηθεῖ τό χρωματόσωμα νά κινεῖται, δταν γίνεται ή κυτταρική διαίρεση. Άπο τή θέση πού έχει τό κεντρόμερο άπάνω στό χρωματόσωμα, διακρίνουμε ένα ή δυό, μεγάλους ή μικρούς, ίσους ή διαφορετικούς βραχίονες. Άπο τή θέση, λοιπόν, πού έχει τό κεντρόμερο, καθώς και άπο άλλα μορφολογικά χαρακτηριστικά τους, λ.χ. τό μέγεθός τους, διακρίνονται τό ένα χρωματόσωμα άπό τό άλλο.

"Όλα τά κύτταρα σέ έναν δργανισμό έχουν τόν ίδιο άριθμό χρωματοσώματων. Και δλοι οί δργανισμοί, πού άνήκουν στό ίδιο είδος, έχουν τόν ίδιο άριθμό χρωματοσώματων. (Μιά έξαριεση σ' αύτόν τόν κανόνα μπορεῖ νά παρατηρηθεῖ σέ άτομα διαφορετικού φύλου. Μπορεῖ, δηλαδή, νά ύπάρχει κάποια διαφορά, συνήθως ένα χρωματόσωμα πάρα πάνω η πάρα κάτω άναμεσα σέ άρσενικό και θηλυκό άτομο).

Αύτη ή σταθερότητα, πού έχουν τά χρωματοσώματα σέ άριθμό, άποτελεῖ ένα βασικό και πολύ σημαντικό κανόνα.

Διαφορετικά είδη μπορεῖ νά έχουν και διαφορετικό άριθμό χρωματοσώματων. Ό άριθμός τους άπό είδος σέ είδος ποικίλει άπό 2 έως 150 περίπου. Ό συνηθισμένος δμως άριθμός είναι λίγες δεκάδες η και λιγότερο άπό 10.

"Ο άνθρωπος σέ κάθε κύτταρο τού σώματός του έχει 46 χρωματοσώματα, έκτός άπό τά ώάρια και τά σπερματοζώάρια. Αύτα έχουν μόνο 23 χρωματοσώματα.

"Αν έξετάσουμε προσεκτικά τά χρωματοσώματα σέ ένα κύτταρο, θα δούμε δτι μπορούμε νά τά ταξινομήσουμε σέ ζευγάρια. Τά χρωματοσώματα, πού άνήκουν στό ίδιο ζευγάρι, είναι δμοια άναμεταξύ τους και δνομάζονται δμόλογα χρωματοσώματα.

Τά χρωματοσώματα πού άνήκουν σέ ξεχωριστά ζευγάρια μπορεῖ και νά διαφέρουν. Ό άνθρωπος έχει, δπως είπαμε, 46 χρωματοσώματα σέ κάθε κύτταρό του, πού κάνουν 23 διαφορετικά ζευγάρια. Τό καλαμπόκι έχει 20 χρωματοσώματα σέ κάθε κύτταρό του, δηλαδή 10 ζευγάρια. Στόν ίδιο δρ-

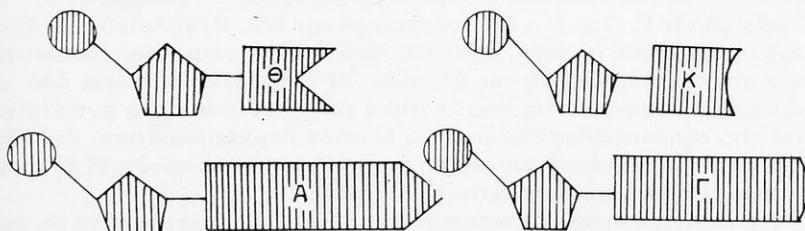
γανισμό ή στούς δργανισμούς του ίδιου εϊδους, τά χρωματοσώματα τῶν κυττάρων δέν είναι μόνο ίσα σέ ἀριθμό, ἀλλά είναι και ὅμοια ἀναμεταξύ τους.

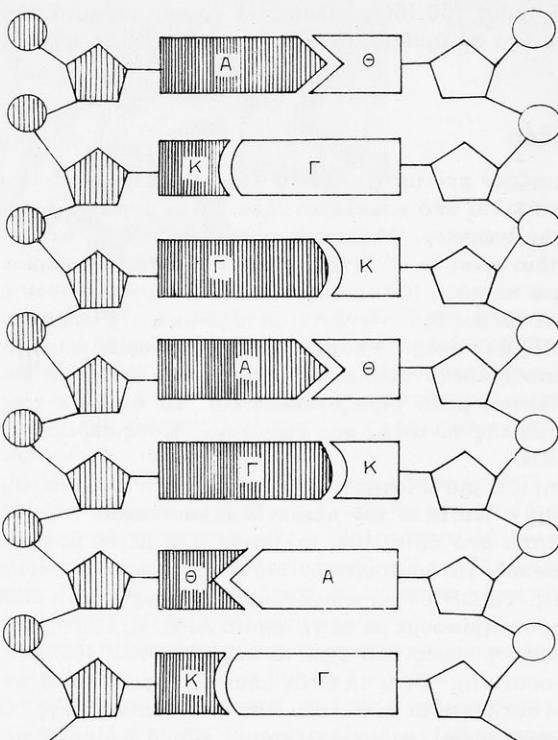
2.10 Τά νουκλεϊκά δξέα

Τά νουκλεϊκά δξέα παίζουν πρωταρχικό ρόλο στό φαινόμενο τῆς ζωῆς. Υπάρχει πολύ μεγάλη ποικιλία ἀπό νουκλεϊκά δξέα. Είναι μεγάλα και πολύπλοκα μόρια δργανικῶν ἐνώσεων. Ή βασική τους μονάδα είναι τό νουκλεοτίδιο. Τό νουκλεοτίδιο είναι κι αὐτό μιά σύνθετη ἐνός μορίου φωσφορικοῦ δξέος με μιά πεντόζη (σάκχαρο) και με μιά δργανική βάση, πού περιέχει ἄζωτο. Τά νουκλεοτίδια ἐνώνονται μεταξύ τους στή σειρά και σχηματίζουν πολύ μακριές ἀλυσίδες. Υπάρχουν δυό κατηγορίες νουκλεϊκῶν δξέων: τό DNA (δεσοξυριβοζονουκλεϊκό) γιά τό δποίο μιλήσαμε και τό RNA (ἄρ-έν-έτ, ribonucleic acid, ριβοζονουκλεϊκό). Τά ὄνόματά τους προέρχονται ἀπό τό ὄνομα τῆς πεντόζης πού περιέχουν: δεσοξυριβόζη γιά τό DNA, ριβόζη γιά τό RNA.

Τά DNA, τά χαρακτηρίζει μιά ἰδιότητα, πού δέν τή συναντοῦμε σέ καμιά ἄλλη χημική ἐνωση: ή ἰδιότητα τοῦ αὐτοπολλαπλασιασμοῦ. Δηλαδή ἔχουν τήν ίκανότητα, κάτω ἀπό δρισμένες συνθήκες, και μέ τή βοήθεια ἄλλων χημικῶν παραγόντων, νά δημιουργοῦν πιστά ἀντίγραφα τοῦ τόσο πολύπλοκου μορίου τους. Τό DNA ἔχει σάν δομικούς λίθους 4 μόνο εϊδη νουκλεοτίδια. "Ἄς τά χαρακτηρίσουμε μέ τά γράμματα A, Θ, K, Γ, ἀνάλογα μέ τό εϊδος τῆς δργανικῆς βάσεως πού ἔχει τό κάθε ἐνα τους (ἀδενίνη, θυμίνη, κυτοσίνη και γουανίνη)." Ετσι τά DNA ἀπαρτίζονται ἀπό δυό μακριές ἀλυσίδες ἀπό τά νουκλεοτίδια αὐτά, πού ἐνώνονται μεταξύ τους. Ο κάθε κρίκος, ἄς ποῦμε, τῆς μιᾶς ἀλυσίδας ἐνώνεται μέ εἰδικό δεσμό μέ τόν

Εικόνα 30: Τά τέσσερα εϊδη νουκλεότιδίων τοῦ DNA. Μέ τόν κύκλο συμβολίζεται τό φωσφορικό δξέν, μέ τό πεντάγωνο ή πεντόζη (σάκχαρο) και τά σήματα πού φέρνουν τά γράμματα Θ, A, K και Γ συμβολίζουν τίς τέσσερις διαφορετικές βάσεις.





Εικόνα 31: Η διπλή άλυσίδα του DNA. Παρατηρεῖστε πώς η βάση Α μπορεί νά ταιριάζει μόνο με τή Θ (και άντιστροφα η Θ μόνο με τήν Α). Έπισης η Κ ταιριάζει μόνο με τή Γ.

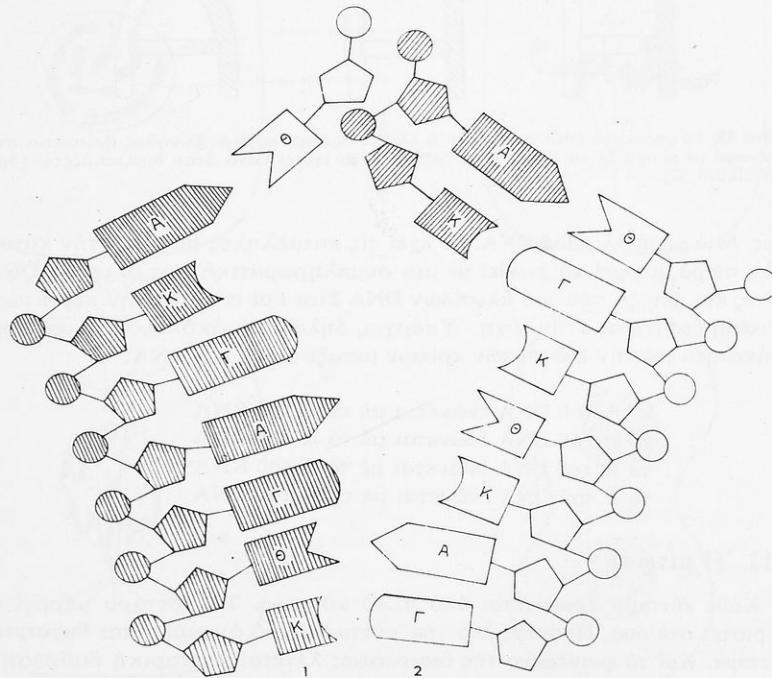
κρίκο τής άλλης άλυσίδας. Άλλα δέν ένωνται στήν τύχη όποιοσδήποτε κρίκος τής μιᾶς άλυσίδας μέ δύοιοδήποτε κρίκο τής άλλης άλυσίδας. Ο κρίκος Α (νουκλεοτίδιο) ένωνται μόνο μέ τόν κρίκο Θ (νουκλεοτίδιο). Ο Κ μόνο μέ τόν Γ, (λ.χ. δ Α δέν ένωνται μέ τόν Κ). Ετσι λοιπόν, αν έχει κανείς μόνο τή μιά άλυσίδα, ξέρει και ποιά είναι ή σειρά τῶν νουκλεοτίδιων στή συμπληρωματική της άλυσίδα. Η μονή άλυσίδα έλκει άπο τό διάλυμα τού περιβάλλοντος νουκλεοτίδια και τά ένωνται μέ τά άντιστοιχα δικά της, σχηματίζοντας έτσι μιά νέα άλυσίδα συμπληρωματική. Δηλαδή κάθε μιά άλυσίδα ένεργει σάν μιά μήτρα (καλούπι) πού καθοδηγεί τό σχηματισμό μιᾶς νέας συμπληρωματικής άλυσίδας.

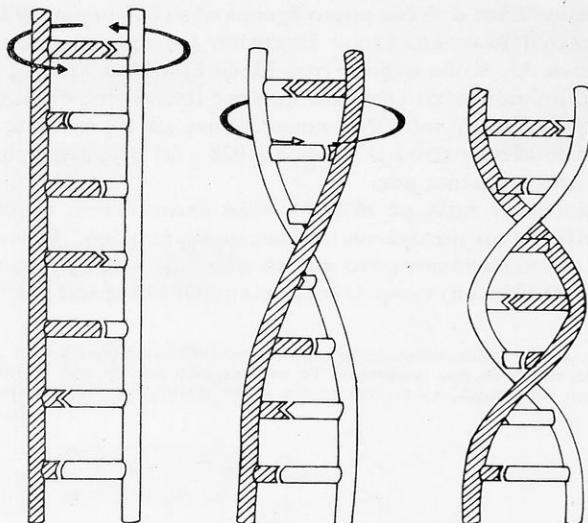
Γιά νά γίνει, λοιπόν, ή άναπαραγωγή τού μορίου, πρέπει πρώτα νά χωριστούν οι δύο άλυσίδες και τότε ή καθεμιά θά φτιάξει τή συμπληρωματική

της, όπως είπαμε. "Ετσι άπο ένα μόριο έχουμε τώρα δυό μόρια. Οι ένωμένες άλυσίδες, δίκλωνη άλυσίδα, έχουν έλικοειδή (σπειροειδή) μορφή, όπως δείχνει ή είκόνα 33. Κάθε στροφή του έλικα έχει δέκα κρίκους άπο τήν κάθε άλυσίδα, δηλαδή δέκα ζευγάρια κρίκους (ένωμένους συμπληρωματικούς κρίκους). Ή δομή του DNA κατανοήθηκε μέ τις έργασίες πολλών έρευνητῶν καί ίδιαίτερα τῶν J.D. Watson (1928 – ζεῖ στίς μέρες μας) καί F. Crick (1916 – ζεῖ στίς μέρες μας).

Tά RNA μοιάζουν πολύ μέ τά DNA άλλα άποτελούνται πολλές φορές άπο μιά άλυσίδα (είναι μονόκλωνα), άλλες φορές άπο δυό. Έχουν κι αύτά τέσσερα ειδη νουκλεοτίδιων, μόνο πού τό είδος τῆς μιᾶς βάσεως τους διαφέρει, άντι γιά Θ (θυμίνη) έχουν U (ούρακιλη). Οι άλλες τρεῖς βάσεις είναι

Εικόνα 32: Πώς γίνεται ο διπλασιασμός του μορίου του DNA. Τά τμήματα 1 και 2 άποτελούσαν τήν άλυσίδα του DNA πού χωρίστηκε. Τό κάθε κομμάτι παίρνει άπο τό περιβάλλον τά νουκλεοτίδια πού τού ταιριάζουν κι έτσι τό ένα μόριο γίνεται δυό μόρια δμοια.





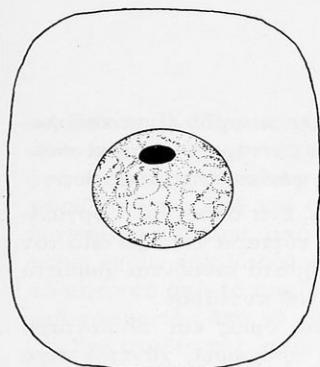
Εικόνα 33: Τό μόριο τοῦ DNA στό χώρο: ἡ ἐλικοειδής του μορφή. Συνήθως βρίσκεται στόν δργανισμό μέ μορφή ἔλικα (ὅπως είναι δεξιά). Ξετυλίγεται μόνο δταν διπλασιάζεται (ὅπως στήν είκονα 32).

ἴδιες. Μιά μονή ἀλυσίδα RNA, ἂν ἔχει τίς κατάλληλες βάσεις στήν κατάλληλη σειρά, μπορεῖ νά ἐνωθεῖ μέ μια συμπληρωματική της ἀλυσίδα DNA. "Οπως καὶ μεταξύ τῶν δυό ἀλυσίδων DNA ἔτσι καὶ σ' αὐτή τήν περίπτωση ἡ ἐνώση δέ γίνεται στήν τύχη. "Υπάρχει, δηλαδή, ἡ ἀκόλουθη συμπληρωματικότητα γιά τήν ἐνώση τῶν κρίκων μεταξύ DNA καὶ RNA:

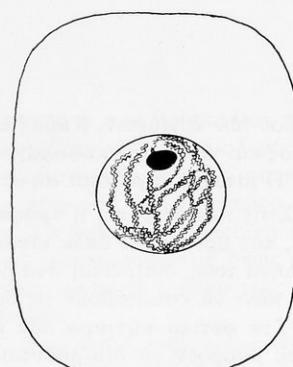
- τό Α τοῦ DNA ἐνώνεται μέ τό U τοῦ RNA
- τό Θ τοῦ DNA ἐνώνεται μέ τό A τοῦ RNA
- τό K τοῦ DNA ἐνώνεται μέ τό Γ τοῦ RNA
- τό Γ τοῦ DNA ἐνώνεται μέ τό K τοῦ RNA

2.11 Ἡ μίτωση

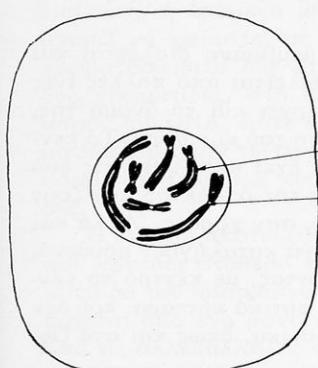
Κάθε κύτταρο προέρχεται ἀπό ἄλλο κύτταρο. Τό κύτταρο μπορεῖ νά χωριστεῖ στά δυό, δίνοντας δυό νέα κύτταρα, πού ὀνομάζονται **θυγατρικά κύτταρα**. Καὶ τό φαινόμενο τῆς διαιρέσεως λέγεται κυτταρική διαιρέση ἡ **μίτωση**. Ἡ μίτωση είναι δ μοναδικός καὶ γενικός τρόπος πολλαπλασι-



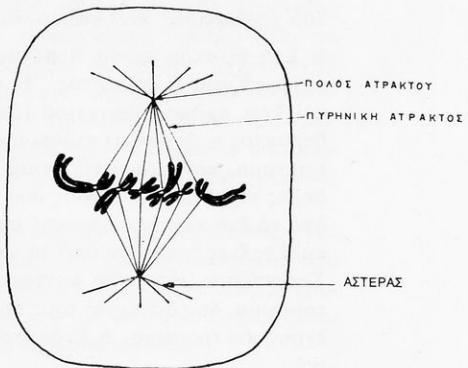
ΕΝΔΙΑΜΕΣΗ ΦΑΣΗ



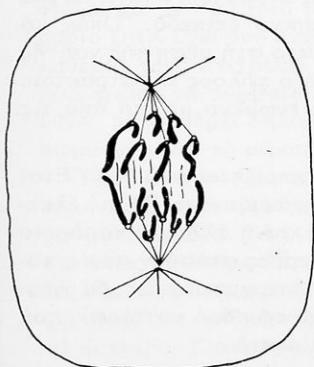
ΑΡΧΗ ΠΡΟΦΑΣΕΩΣ



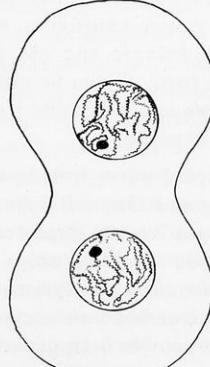
ΤΕΛΟΣ ΠΡΟΦΑΣΕΩΣ



ΜΕΤΑΦΑΣΗ



ΑΝΑΦΑΣΗ



ΤΕΛΟΦΑΣΗ

Εικόνα 34: Η μίτωση.

ασμοῦ τῶν κυττάρων. Κάθε ἄλλος τρόπος πολλαπλασίασμοῦ εἶναι παθολογικός καὶ γίνεται σέ παθολογικά κύτταρα (λ.χ. στά κύτταρα τοῦ καρκίνου).

‘Η μίτωση χωρίζεται σέ στάδια: στίς τέσσερις φάσεις τῆς μιτώσεως.

- Στήν πρώτη φάση ἡ **πρόφαση**, τό κεντρόσωμα, ἔνα στρογγυλό δργανίδιο, πού βρίσκεται, ὅπως εἴπαμε, μόνο στά ζωικά κύτταρα καὶ ἔξω ἀπό τὸν πυρήνα τους, διαιρεῖται στά δυό. Τά δυό αὐτά τμήματα κινοῦνται χωριστά καὶ πᾶνε νά καταλάβουν τίς δυό ἀντίθετες ἄκρες τοῦ κυττάρου.

Στά φυτικά κύτταρα δέν ύπάρχει κεντρόσωμα, ὅμως καὶ τά κύτταρα αὐτά μποροῦν νά διαιροῦνται. Ἐνῷ ἡ πρόφαση προχωρεῖ, χάνεται σιγά σιγά ἡ δμοιομέρεια τοῦ πυρήνα καὶ ἐμφανίζονται τά χρωματοσώματα, μακριά καὶ λεπτά. Κάθε χρωματόσωμα εἶναι ἡδη χωρισμένο κατά μῆκος σέ δυό χρωματίδες, πού ἐνώνονται στό κεντρόμερο.

- Στή δεύτερη φάση ἡ **μετάφαση**, ἡ πυρηνική μεμβράνη διαλύεται καὶ σχηματίζεται ἡ ἄτρακτος. Ἡ ἄτρακτος, πού ἀποτελεῖται ἀπό πολλές ἴνες καὶ ἔχει σχῆμα ἀδραχτιού (ἀπό τό δόποντο καὶ παίρνει καὶ τό ὄνομά της, ἄτρακτος = ἀδράχτι) πιάνει μεγάλο μέρος στό χῶρο τοῦ κυττάρου. Τό κεντρόσωμα, πού ἔχει στό μεταξύ χωριστεῖ στά δυό, ἔχει καταλάβει τίς δυό ἄκρες τῆς ἀτράκτου, τοὺς δυό πόλους της. Οἱ ἴνες τῆς ἀτράκτου ἀρχίζουν ἀπό τό ἔνα κεντρόσωμα καὶ καταλήγουν στό ἄλλο, σάν χορδές. Ἀλλά καὶ πολλές ἴνες ξεκινοῦν ἀπό τά κεντροσώματα χωρίς νά καταλήγουν πουθενά. Σκορπίζουν μέσα στό κυτταρόπλασμα, σχηματίζοντας, μέ κέντρο τό κεντρόσωμα, δυό ἀστέρια: τούς δυό ἀστέρες. Καὶ στά φυτικά κύτταρα, πού δέν ἔχουν κεντρόσωμα, ἡ ἄτρακτος σχηματίζεται κανονικά, ὥπως καὶ στά ζωικά.

Τά χρωματοσώματα, στή δεύτερη φάση, φαίνονται πιό παχιά, διακρίνονται πιό ἔντονα καὶ τόποθετοῦνται στή μέση τῆς ἀτράκτου, ἀπάνω σέ μιά ἐπίπεδη νοητή ἐπιφάνεια πού δονομάζεται ἰσημερινό ἐπίπεδο. Ὁπως τό ἰσημερινό ἐπίπεδο τῆς γῆς, βρίσκεται κι αὐτό κάθετο στή μέση τῆς νοητῆς γραμμῆς, (στόν ἄξονα νά ποῦμε) πού ἐνώνει τούς δυό πόλους τῆς ἀτράκτου. Τό κεντρόμερο τοῦ κάθε χρωματοσώματος εἶναι ἐνωμένο μέ μιά ἀπό τίς ἴνες τῆς ἀτράκτου.

- Στή τρίτη φάση ἡ **ἀνάφαση** κάθε κεντρόμερο χωρίζεται στά δυό. “Ετσι οἱ δυό χρωματίδες τοῦ κάθε χρωματοσώματος ἀποχωρίζονται. Ἡ μιά ἔλκεται ἀπό μιά ἴνα τῆς ἀτράκτου πρός τόν ἔνα πόλο καὶ ἡ ἄλλη μέ παρόμοιο τρόπο πρός τόν ἄλλο πόλο. ”Ετσι, ὅταν οἱ χρωματίδες φτάσουν στούς πόλους, κάθε πόλος θά ἔχει τόν ἴδιο ἀριθμό καὶ τίς ἴδιες χρωματίδες. Οἱ χρωματίδες είναι τώρα τά καινούργια χρωματοσώματα τῶν δυό κυττάρων, πού θά προκύψουν ἀπό τή μίτωση (τήν κυτταρική διαιρέση).

- Στήν τελευταία φάση, τήν **τελόφαση**, σχηματίζονται δυό πυρηνικές

μεμβράνες. Κάθε μιά περικλείει τά χρωματοσώματα πού βρίσκονται στόν κάθε πόλο. Συγχρόνως τά χρωματοσώματα άρχιζουν νά γίνονται λιγότερο δρατά, ώσπου ξεφεύγουν έντελως από τήν παρατήρησή μας. Τό κύτταρο χωρίζεται στά δυό καί οι ἵνες τῆς ἀτράκτου σβήνουν. "Έχουμε τώρα δυό θυγατρικά κύτταρα, από ἓνα πού είχαμε πρίν. Τά δυό αυτά θυγατρικά κύτταρα, έχουν τόν ἴδιο ἀριθμό καί τό ἴδιο είδος χρωματοσώματα, δύνασης είχε τό μητρικό ἀπό τό δρόπο ηρθαν, ἀφοῦ έχουν πάρει τό καθένα τους ἀπό μιά χρωματίδα από τό κάθε ἀρχικό χρωματόσωμα.

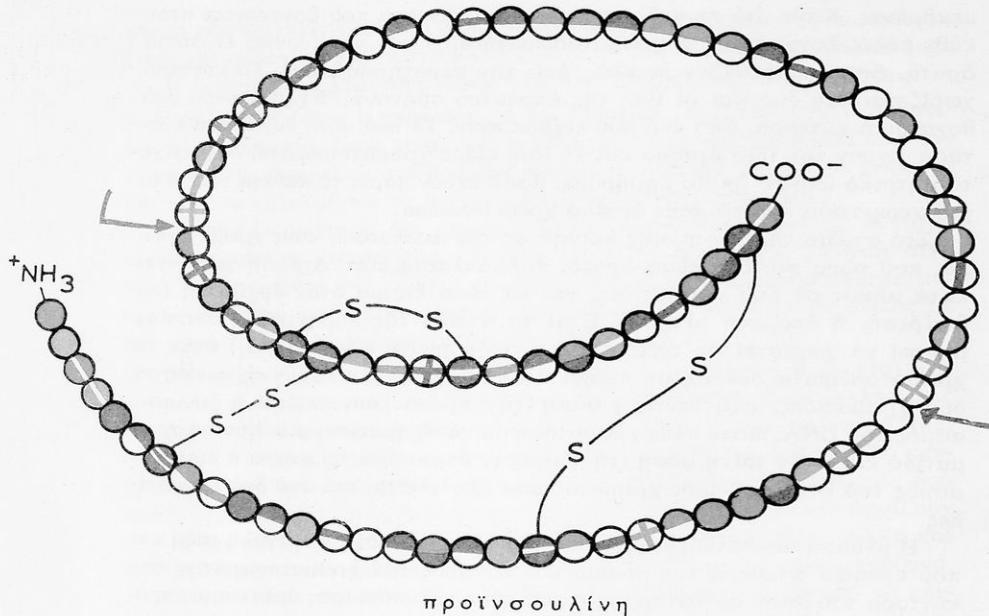
Στό στάδιο τῆς πυρηνικῆς ἀκινησίας πού ἀκολουθεῖ, κάθε χρωματόσωμα, πού τώρα πιά δέν είναι δρατό, πολλαπλασιάζεται. Δηλαδή χωρίζεται κατά μῆκος σέ δυό χρωματίδες, γιά νά είναι ἔτοιμο ὅταν ἀρχίσει ή νέα διαιρεση, ή ἐπόμενη μίτωση. "Ετσι τό στάδιο τῆς πυρηνικῆς ἀκινησίας μπορεῖ νά χωριστεῖ σέ τρεῖς φάσεις: στήν **πρώτη φάση** (τή G₁) ὅπου τά χρωματοσώματα δέν έχουν ἀκόμα διπλασιαστεῖ, δέν έχουν σχηματιστεῖ δυό χρωματίδες, στή **δεύτερη φάση** (τήν S) ὅπου συντελεῖται διπλασιασμός τοῦ DNA, ὡστε κάθε χρωματόσωμα νά σχηματίσει μιά δεύτερη χρωματίδα καί στήν **τρίτη φάση** (τή G₂) στήν δρόποια έχει τελειώσει διπλασιασμός τοῦ DNA καί κάθε χρωματόσωμα ἀποτελεῖται πιά ἀπό δυό χρωματίδες.

"Η μίτωση ἀποτελεῖ ἓνα μηχανισμό πού συντελεῖται μέ μεγάλη τάξη καί πού κρατάει σταθερό τόν ἀριθμό καί τό είδος τῶν χρωματοσωμάτων στά κύτταρα τοῦ ἴδιου ὄργανισμοῦ: 'Αφοῦ κάθε πολυκύτταρος ὄργανισμός προ-έρχεται ἀπό ἓνα μόνο ἀρχικό κύτταρο, ὅλα του τά κύτταρα πρόσφρονται ἀπό τίς ἀλλεπάλληλες διαιρέσεις αὐτοῦ τοῦ ἀρχικοῦ κυττάρου.

Πᾶς διαιροῦνται τά χρωματοσώματα κατά μῆκος σέ χρωματίδες:

Τά χρωματοσώματα, πού ἀποτελοῦνται ἀπό πρωτεΐνες καί DNA, διπλασιάζονται μέ τόν ἴδιο μηχανισμό, πού διπλασιάζεται τό DNA. "Οπως τό μόριο DNA έχει δυό ἑνωμένες ἀλυσίδες οι δρόποιες ἀποχωρίζονται καί πού ή καθεμιά τους ἐπιτρέπει τή σύνθεση μιᾶς συμπληρωματικῆς ἀλυσίδας, τό ἴδιο πρέπει νά συμβαίνει καί μέ τά χρωματοσώματα, πού ἀποτελοῦνται ἀπό DNA. Μποροῦμε, δηλαδή νά θεωρήσουμε ὅτι δύο τό μῆκος ἐνός χρωματοσώματος είναι τό μῆκος ἐνός μορίου DNA, πού διπλασιάζεται.

Τά χρωματοσώματα παίζουν θεμελιακό ρόλο στή ζωή τοῦ κυττάρου. 'Ο πυρήνας ούσιαστικά δέν είναι τίποτε ἄλλο ἀπό ἓνα σακούλι πού περιέχει χρωματοσώματα. Τά χρωματοσώματα είναι τά ἑνεργά στοιχεῖα τοῦ πυρήνα, καί ὥπως θά δοῦμε πάρακάτω στά χρωματοσώματα **βρίσκονται καί οι μονάδες τῆς κληρονομικότητας**. 'Η μίτωση μέ τήν ἀκρίβεια τοῦ μηχανισμοῦ τῆς διαιτηρεῖ τόν ἀριθμό καί τό είδος τῶν κληρονομικῶν μονάδων ἀπό κύτταρο σέ κύτταρο. Γιατί έχει μεγάλη σημασία κάθε κύτταρο τοῦ ὄργανισμοῦ νά περιέχει δύο τίς κληρονομικές αὐτές μονάδες γιά νά ζήσει.



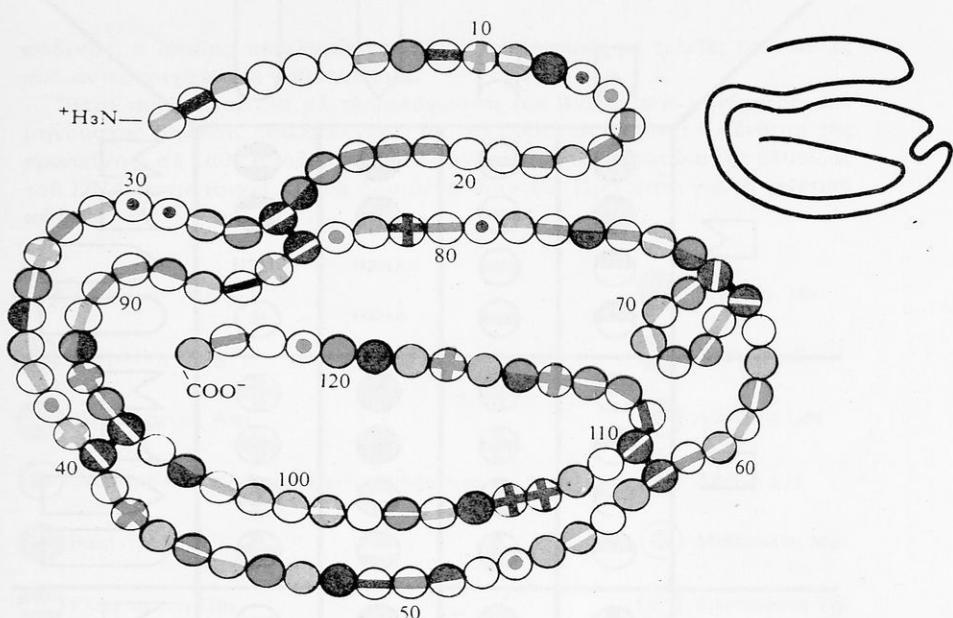
Είκόνα 35: Τό μόριο μιᾶς πρωτεΐνης (τῆς προϊνσουλίνης τοῦ χοίρου) πού ἀποτελεῖται ἀπὸ μιὰ ἀλυσίδα ἀμινοξέων. Κάθε εἰδος ἀμινοξέν συμβολίζεται μὲ κύκλῳ διαφορετικοῦ χρώματος. Μέχημικοὺς δεσμοὺς μέρη τῆς ἀλυσίδας ἐνώνονται μεταξύ τους. "Αν τό μόριο αὐτό κοπεῖ στά σημεῖα πού ὑπάρχουν τὰ βέλη, τό μεταξύ τους τμῆμα είναι ἡ ίνσουλίνη.

2.12 Ἡ σύνθεση τῶν πρωτεΐνῶν

Οἱ πρωτεΐνες μὲ τό ρόλο πού παίζουν στό φαινόμενο τῆς ζωῆς ἀποτελοῦν πολὺ σημαντικές χημικές ἐνώσεις: είναι ἀπ' τή μιὰ μεριά δομικά ὄντικά τοῦ κυττάρου καὶ ἀπό τήν ἄλλη σάν ἔνζυμα ἐλέγχουν τή διεξαγωγὴ τῶν χημικῶν ἀντιδράσεων.

Κάθε πρωτεΐνη χαρακτηρίζεται ἀπό τόν ἀριθμό τῶν ἀμινοξέων πού τήν ἀποτελοῦν, ἀπό τό εἰδος τους καὶ ἀπό τή σειρά διαδοχῆς (ἄλληλονχία) μέ τήν ὅποια ἔχουν ἐνωθεῖ. Τά ἀμινοξέα ὅποιασδήποτε πρωτεΐνης ἐνωμένα τό ἔνα μὲ τό ἄλλο μέ ἔνα εἰδικό εἰδος δεσμῶν σχηματίζουν μιὰ μακριά ἀλυσίδα πού μπορεῖ μετά νά κουλουριάζεται καὶ νά παίρνει διάφορες μορφές.

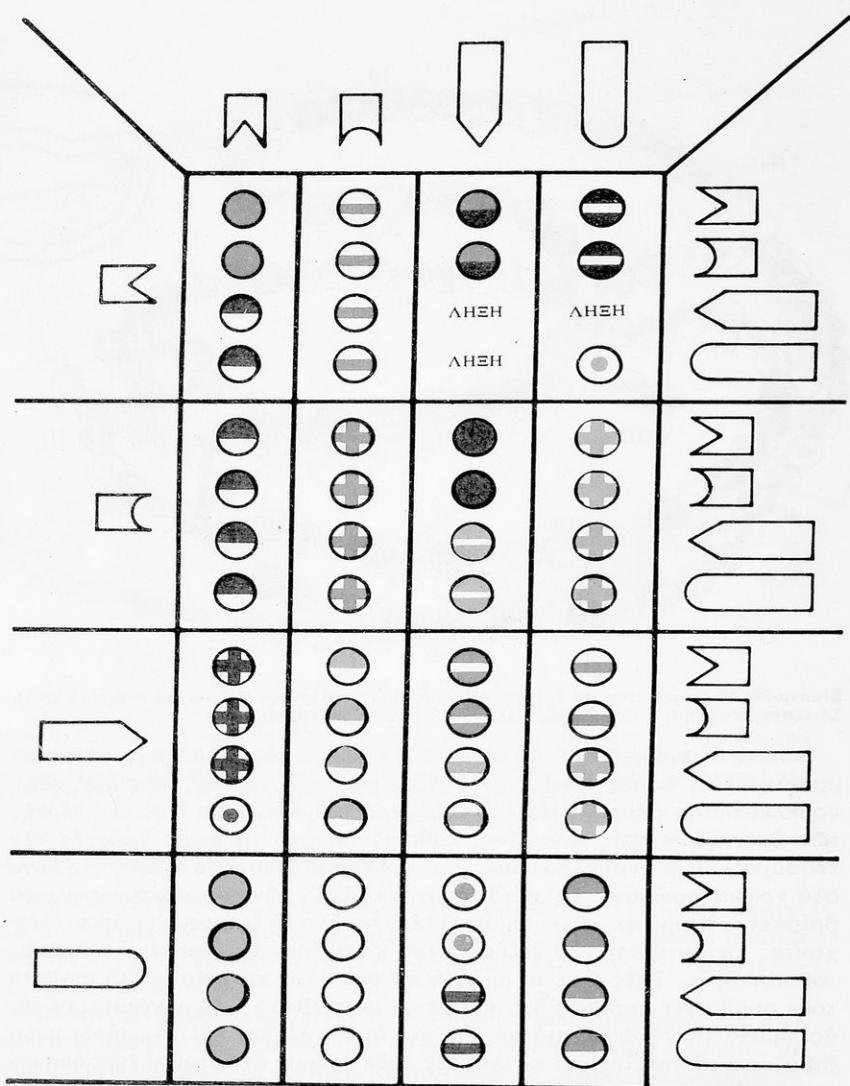
Είναι γνωστό πώς ὑπάρχουν 20 εἰδῶν διαφορετικά ἀμινοξέα. Κάθε πρωτεΐνη λοιπόν παρουσιάζει μιὰ «γραμμική» διαφοροποίηση.



Εικόνα 36: Μιά πρωτεΐνη, τό ενζυμο ριβονουκλέαση του χοίρου (ενζυμο πού σπάζει το RNA). Σέ τέσσερα μέρη ή άναδιπλωμένη άλυσίδα ένώνεται μέ δεσμούς.

"Οπως οι πρωτεΐνες έτσι και τό DNA παρουσιάζει μιά γραμμική διαφοροποίηση, ή όποια δφείλεται στή σειρά διαδοχής τῶν τεσσάρων ειδῶν νουκλεοτιδίων στίς άλυσίδες του. Σήμερα γνωρίζουμε ότι ή σειρά διαδοχής τῶν άμινοξέων στίς πρωτεΐνες καθορίζεται από τή σειρά διαδοχής τῶν τεσσάρων ειδῶν νουκλεοτιδίων τού DNA, πού βρίσκεται κατά κύριο λόγο στά χρωματοσώματα. Γι' αυτό τό λόγο τό DNA τῶν χρωματοσώματων (πού βρίσκεται επομένως στόν πυρήνα) έλεγχει δηλ τή ζωή τού κυττάρου: έλέγχοντας τή σύνθεση τῶν ενζύμων πού καταλύουν τίς χημικές άντιδράσεις τού κυττάρου. Πώς γίνεται δμως ή σύνθεση τῶν πρωτεΐνῶν; Στή σύνθεσή τους συμβαίνει άκριβῶς δ.τι και μέ τή μεταβίβαση ένός μηνύματος μέ τόν άσυρματο τηλέγραφο: μιά φράση, μιά διάδικτη λέξεων και γραμμάτων μεταβιβάζεται μέ τελείες καί παῦλες. Σέ κάθε γράμμα άντιστοιχεί ένας δρισμένος συνδυασμός μέ τελείες και παῦλες. Ή μεταβίβαση ένός μηνύματος γίνεται άφοδ μεταφραστεῖ ή φράση πού είναι γραμμένη μέ γράμματα, σέ φράση γραμμένη μέ τελείες και παῦλες.

Γιά τήν πραγματοποίηση αυτής τής μεταφράσεως χρησιμοποιεῖται ένας



Εικόνα 37: Ο γενετικός κώδικας. Κάθε τριάδα βάσεων άντιστοιχεί σ' ένα άμινοξύ. Ή πρώτη βάση κάθε τριάδας δείχνεται στήν κάθετη γραμμή άριστερά, ή δεύτερη στήν δριζόντια γραμμή πάνω κι ή τρίτη στήν κάθετη γραμμή δεξιά. Τρεῖς τριάδες δέν άντιστοιχούν σε άμινοξύ, άλλα ύποδεικνύουν τή λήξη τοῦ μηνύματος.

κώδικας, ό δοποῖος περιλαμβάνει τούς συνδυασμούς μέτετεις και παῦλες πού ἀντιστοιχοῦν σέ κάθε γράμμα.

Ἐτσι συμβαίνει και μέτη μετάφραση τοῦ βιολογικοῦ μηνύματος, τοῦ μηνύματος δηλαδή πού στέλνεται ἀπ' τό DNA γιά νά γίνει ἡ σύνθεση τῆς πρωτεΐνης: σέ κάθε διάδα ἀπό τρία συνεχόμενα νουκλεοτίδια τῆς ἀλυσίδας τοῦ DNA ἀντιστοιχεῖ κι ἔνα δρισμένο ἀμινοξύ. Πρόκειται γιά τό γενετικό κώδικα.

Ἀλανίνη Ala

Ἀργινίνη Arg

Ἀσπαραγίνη Asn

Ἀσπαρτικό (= Ἀσπαραγινικό) δξύ Asp

Βαλίνη Val

Γλουταμίνη Gln

Γλουταμικό (= Γλουταμινικό) δξύ Glu

Γλυκίνη Gly

Θρεονίνη Thr

Ἰσολευκίνη Ile

Ἰστιδίνη His

Κυστεΐνη Cys

Λευκίνη Leu

Λυσίνη Lys

Μεθιειονίνη Met

Τρυπτοφάνη Trp

Τυροσίνη Tyr

Προλίνη Pro

Σερίνη Ser

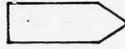
Φαινυλαλανίνη Phe



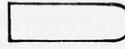
Οὐρακίλη (ἢ Θυμίνη)



Κυτοσίνη

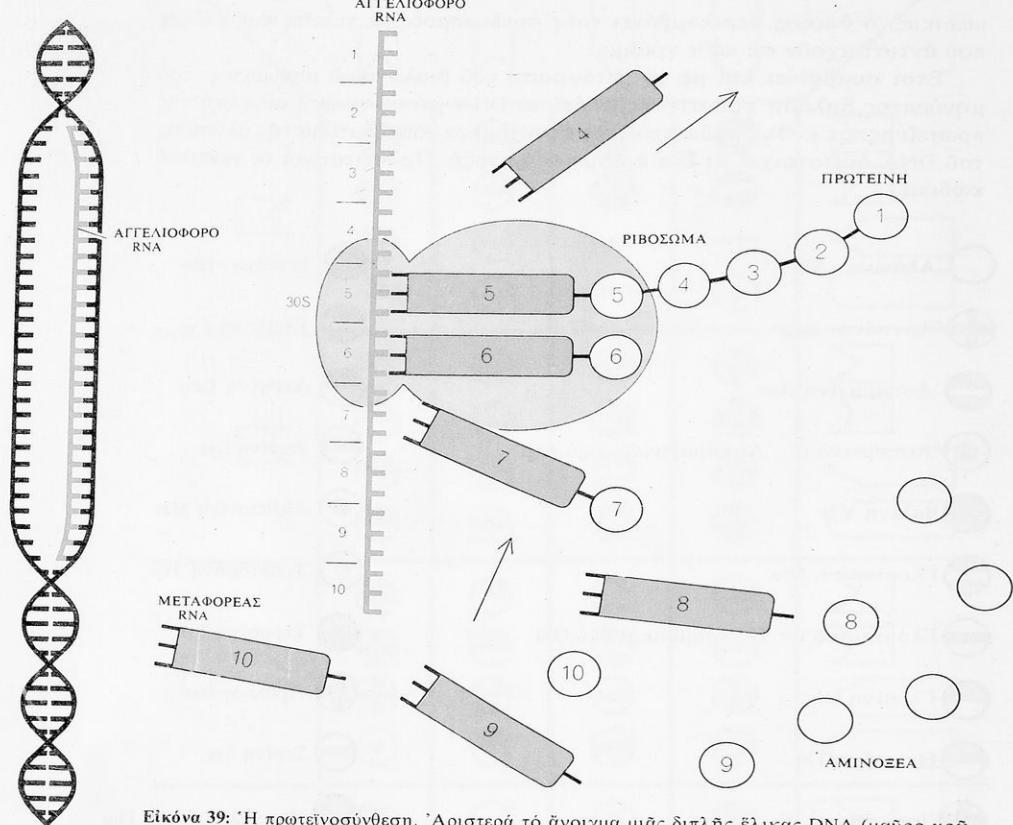


Ἀδενίνη



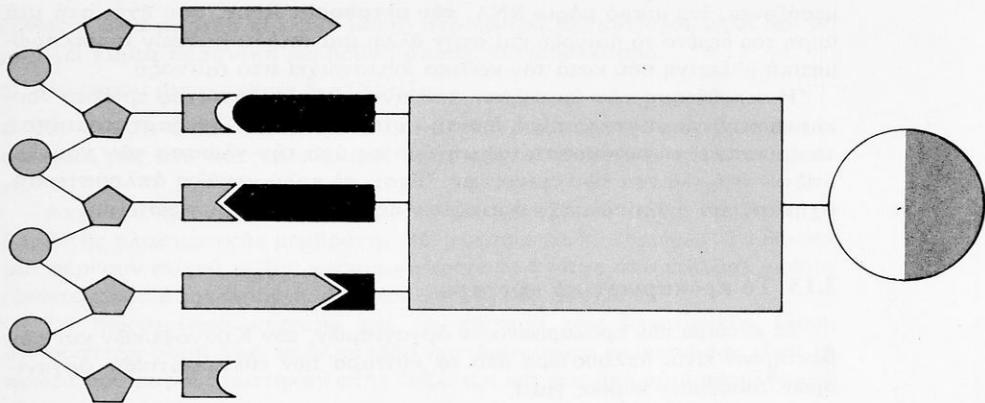
Φαινανίνη

Εἰκόνα 38: Τά σύμβολα πού χρησιμοποιοῦμε στίς εικόνες 30 - 32, 35 - 37 και 39 - 40 γιά τά διάφορα ἀμινοξέα και τίς βάσεις.



Εικόνα 39: Η πρωτεΐνοσύνθεση. Αριστερά τό ανοιγμα μιᾶς διπλής έλικας DNA (μαύρο χρώμα) και ή άντιγραφή ένός κλώνου της σε άγγελιοφόρο RNA (κόκκινο). Τό άγγελιοφόρο RNA πηγαίνει στό κυτταρόλασμα πάνω σέ ριβοσώματα (στή μέση πάνω σ' ένα ριβόσωμα) δύοι και οι μεταφορείς RNA έρχονται νά τοποθετηθούν απέναντι στίς συμπληρωματικές βισεις τους μεταφέροντας και τό άμινοξύ (άριθμός 6 στήν εικόνα μας). Εκεί δι προηγούμενος μεταφορέας RNA θά κολλήσει στό άμινοξύ 6 και μιά σειρά άμινοξέα: τό 5 πού έφερε άρχικά και τά 4, 3, 2, 1 πού τού κόλλησε δι μεταφορέας 4 (που μόλις έλευθεροθήκε και φεύγει). Η εικόνα 40 δείχνει σέ λεπτομέρεια πώς δι μεταφορέας δι ποθετείται απέναντι στήν συμπληρωματική τριάδα τῶν βάσεων τού άγγελιοφόρου RNA.

Ύπάρχουν διμοις τεσσάρων είδῶν διαφορετικά είδη νουκλεοτίδιων πού παιζουν τό ρόλο γραμμάτων στόν κώδικα και είκοσι διαφορετικά είδη άμινοξέων. Σέ κάθε τριάδα συνεχόμενων νουκλεοτίδιων είπαμε πώς άντιστοιχει ένα άμινοξύ. Οι δυνατοί διμοις συνδυασμοί τῶν 4 νουκλεοτίδιων άνα 3



Εικόνα 40: Πώς διαφορετικές τριάδες νουκλεοτίδων είναι στη συμπληρωματική τριάδα βάσεων του άγγελιοφόρου RNA.

είναι 4³ δηλαδή οι δυνατές διαφορετικές τριάδες νουκλεοτίδων είναι 64. Υπάρχουν λοιπόν άμινοξέα πού στό καθένα τους άντιστοιχούν περισσότερες από μιά τριάδες νουκλεοτίδων. (Σχήμα 37).

Η σύνθεση τῶν πρωτεΐνων γίνεται στό κυτταρόπλασμα, πάνω στά ριβοσώματα τοῦ ἐνδοπλασματικοῦ δικτύου. Τό DNA τῶν χρωματοσωμάτων ὅμως βρίσκεται μές στόν πυρήνα τοῦ κυττάρου, κι αὐτό τό DNA ἀποτελεῖ τή μήτρα, τό κωδικοποιημένο μήνυμα πού πρέπει νά μεταφραστεῖ σέ πρωτεΐνη. Πώς μεταφέρεται τό μήνυμα ἀπό τόν πυρήνα στό κυτταρόπλασμα ὅπου γίνεται ή σύνθεση τῶν πρωτεΐνων; Σήμερα γνωρίζουμε πώς τό μήνυμα **μεταγράφεται** (ένα είδος άντιγραφῆς) σέ ένα είδικό RNA. Ένα τμῆμα, δηλαδή, μιᾶς ἀπό τίς δύο ἀλυσίδες τοῦ DNA ξεχωρίζει καὶ συνθέτει ένα πρόσκαιρο ταίρι του, μιά συμπληρωματική του ἀλυσίδα, ὅχι ὅμως ἀπό DNA ἀλλά ἀπό RNA. Ξέρουμε πώς αὐτό είναι δυνατό γιατί εἰδαμε προηγούμενα πώς οἱ βάσεις τοῦ DNA καὶ τοῦ RNA είναι συμπληρωματικές. Ο σχηματισμός αὐτός ἀποτελεῖται, φυσικά, ἀπό μιά ἀλυσίδα DNA καὶ μιά RNA. Στή συνέχεια ή ἀλυσίδα τοῦ RNA χωρίζεται καὶ ἀνεξαρτητοποιεῖται. Αὐτό τό RNA, πού ὀνομάζεται **άγγελιοφόρο** (ἀφοῦ κουβαλᾶ τό μήνυμα πού ἀντίγραψε) φεύγει ἀπό τόν πυρήνα καὶ κολλᾶ στά ριβοσώματα τοῦ ἐνδοπλασματικοῦ δικτύου. Κάθε άμινοξύ τοποθετεῖται ἀπέναντι ἀπ' τίς τριάδες νουκλεοτίδων τοῦ ἀγγελιοφόρου RNA πού τοῦ άντιστοιχοῦν στό γενετικό κώδικα. Αὐτή η τοποθέτηση τῶν ἀμινοξέων πραγματοποιεῖται μ' ένα πολύπλοκο μηχανισμό: Κάθε άμινοξύ μεταφέρεται στό ἀγγελιοφόρο RNA μ' ένα

μεσάζοντα, ένα μικρό μόριο RNA, τόν **μεταφορέα RNA**, πού έχει στή μιά
ἄκρη του δεμένο τό άμινοξύ και στήν άλλη μιά τριάδα βάσεων συμπληρω-
ματική μ' έκείνη πού κατά τόν κώδικα άντιστοιχεῖ στό άμινοξύ.

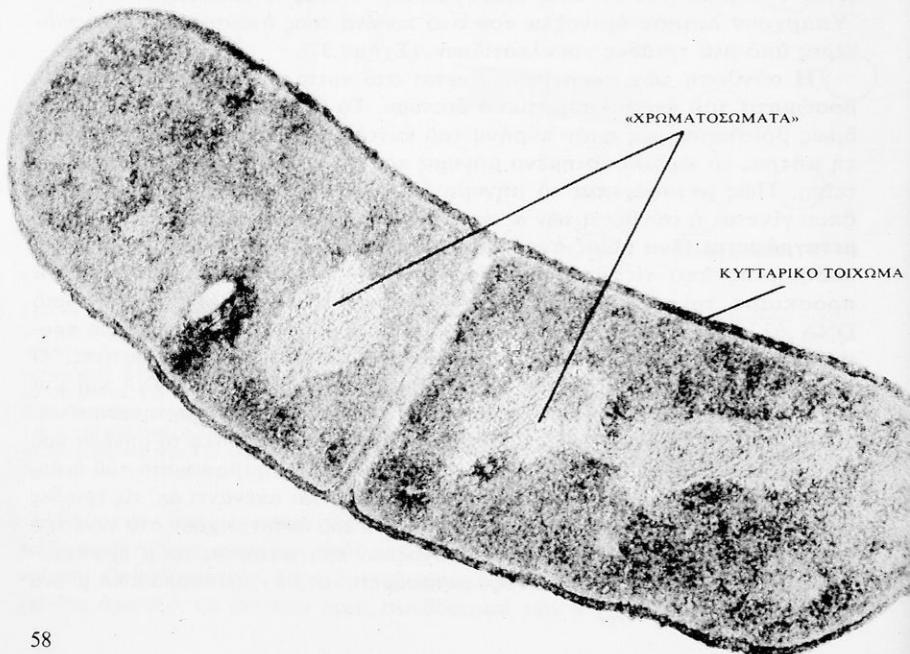
Ή τοποθέτηση τῶν άμινοξέων ἀπέναντι στίς ἀντίστοιχες τριάδες νου-
κλεοτίδιων και σέ συνέχεια ή ἐνωση μεταξύ τους και ἀνεξαρτητοποίησή
τους ἀποτελεῖ **τὴ μετάφραση** τοῦ μηνύματος ἀπό τήν γλώσσα τῶν νουκλε-
οτίδιων στή γλώσσα τῶν άμινοξέων. "Ετσι, σέ πολύ μεγάλη ἀπλούστευση,
σχηματίζεται ή ἀλυσίδα τῶν άμινοξέων πού ἀποτελεῖ τήν πρωτεΐνη.

2.13 Τό προκαρυωτικό κύτταρο

Τά κύτταρα τῶν προκαρυωτικῶν δργανισμῶν, τῶν Κυανοφυκῶν καί τῶν
βακτηρίων εἰναι ἀπλούστερα ἀπό τά κύτταρα τῶν εὐκαρυωτικῶν δργανι-
σμῶν. Διαφέρουν κυρίως γιατί

- δὲν ἔχουν διαφοροποιημένο κυτταρικό πυρήνα. Τό DNA βρίσκεται συ-

Εἰκόνα 41: Ένα βακτήριο ὅπως φαίνεται μέ τό ήλεκτρονικό μικροσκόπιο. Έδω τό βακτήριο
συμπληρώνει τό χωρισμό του σέ δύο βακτήρια.



νήθως σ' ἔνα μεγάλο κυκλικό μόριο στό κέντρο τοῦ κυττάρου ἀλλά δέν τό χωρίζει καμιά πυρηνική μεμβράνη ἀπό τό κυτταρόπλασμα.

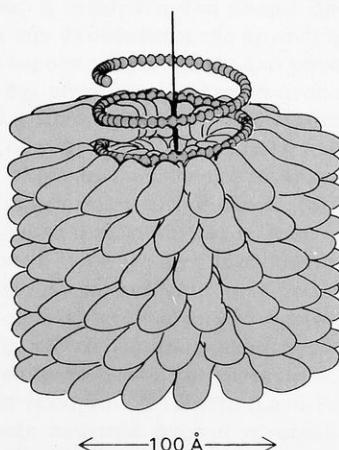
- δέν ἔχουν μιτοχόνδρια ἢ πλαστίδια.
- δέν ἔχουν ἐνδοπλασματικό δίκτυο. Τά ριβοσώματά τους βρίσκονται σκόρπια μές στό κυτταρόπλασμα, ὅπου γίνεται κι ἡ σύνθεση τῶν πρωτεΐνῶν.

Αντίθετα ἡ δομή τῆς ἑξωτερικῆς τους μεμβράνης εἶναι ὅμοια μέ τή δομή τῆς πλασματικῆς μεμβράνης τῶν εὐκαρυωτικῶν κυττάρων. Τά βακτήρια φέρνουν συχνά κι ἔνα κυτταρικό τοίχωμα ἢ κάψα ἀπό πολυσακχαρίδια (ένώσεις πού ἀποτελοῦνται ἀπό πολλά ἔνωμένα σάκχαρα).

Τό βακτηριακό κύτταρο καὶ τό κύτταρο τῶν Κυανοφυκῶν ἔχουν ἀπλούστερη δομή ἀπό τά ἄλλα εἰδη κυττάρων, γιατί φαίνεται πώς εἶναι τά πρῶτα πού παρουσιάστηκαν στήν Ἐξέλιξη καὶ πώς ἀπό αὐτά προήλθαν τά εὐκαρυωτικά κύτταρα.

2.14 Οἱ ιοί

Οἱ ιοί δέν εἶναι κύτταρα ἀλλά δργανισμοί πολύ μικρότεροι ἀκόμα καὶ ἀπό τά βακτήρια. Φαίνονται μόνο μέ τό ἡλεκτρονικό μικροσκόπιο. Οἱ διαστάσεις τους κυμαίνονται ἀπό 200 ὥς 3000 Å. Ἀποτελοῦνται ἀπό ἔνα πρωτεΐνικό κάλυμμα καὶ ἔνα εἶδος νουκλεϊκό δξύ, ὅχι πάντα DNA ἀλλά καὶ



Εἰκόνα 42: Οἱ ιοί τῆς μωσάνκωσης τοῦ καπνοῦ σὲ σχηματική παράσταση. Μέ κόκκινο τό RNA (αὐτός ὁ ιός δέν ἔχει DNA ἀλλά RNA) καὶ μὲ γαλάζιο τό πρωτεΐνικό του κάλυμμα.

RNA. Δέν μπορούν άπό μόνοι τους νά ̄χουν δλες τίς λειτουργίες των ζωντανῶν δντων: είναι άναγκαστικά παράσιτα ζώων, φυτῶν, μυκήτων άκόμα καὶ βακτηρίων (τότε δνομάζονται βακτηριοφάγοι ή άπλα φάγοι). Οι ιοί είσχωρούν στά κύτταρα, καὶ μάλιστα μόνο τό νουκλεϊκό τους δξύ, πού χρησιμοποιεῖ τό μηχανισμό τοῦ κυττάρου γιά νά πολλαπλασιαστεῖ ὁ ίός. Καταργεῖ δηλαδή μερικά ή καὶ δλικά τόν ̄λεγχο πού άσκει στό κύτταρο δ πυρήνας του (ή τό DNA του) καὶ κατευθύνει δλη τή χημική μηχανή τοῦ κυττάρου γιά δφελός του. Τότε ὁ ίός είναι μολυσματικός καὶ πολλαπλασιάζεται σκοτώνοντας τό κύτταρο. Μπορεῖ δμως γιά μεγάλο διάστημα νά συνυπάρχει στό κύτταρο χωρίς νά τό βλάφτει ίδιατερα.

Οι ιοί θεωροῦνται δτι προέρχονται ἀρχικά ἀπό πολυπλοκότερους δργανισμούς πού ἀπλοποιήθηκαν ἀπό τήν παρασιτική ζωή πού κάνουν.

3. ΑΝΑΠΑΡΑΓΩΓΗ

3.1 Τά πειράματα τοῦ Παστέρ

Είδαμε πώς οἱ δργανισμοὶ ἀναπαράγονται δημιουργώντας ὅμοιούς τους καὶ πώς τά κύτταρα μέ μίτωση παράγουν τό καθένα τους δυό νέα κύτταρα. Ἡ ἀναπαραγωγή εἶναι μιὰ χαρακτηριστικὴ ἰδιότητα τῶν ζωντανῶν ὅντων (καὶ μάλιστα μέ τήν παρατήρηση τῆς παραγράφου 1.1.στ). Ἡ ζωὴ προέρχεται μόνο ἀπό ζωὴν.

Ἀντίθετα ὁ Ἀριστοτέλης ὑποστήριζε τήν αὐτόματη γέννηση. Μέ «αὐτόματη» ὁ Ἀριστοτέλης ἥθελε νά πεῖ πώς ἡ ἀνόργανη ὅλη μπορεῖ ἀπό μόνη της νά δργανωθεῖ σέ ζωντανή: Κατά τήν ἀποσύνθεση τῆς δργανικῆς οὐσίας τοῦ ἐδάφους, ἡ μέσα στή λάσπη μποροῦν νά γεννηθοῦν ἀπό μόνοι τους δργανισμοὶ (μύγες, ποντίκια κ.ἄ.) κι δχι μόνο μέ τή φυλετική ἀναπαραγωγή. Οἱ ἀπόψεις αὐτές τοῦ Ἀριστοτέλη διατηρήθηκαν δλο τό Μεσαιωνα ἀφοῦ σ' ὅλα 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 170 καὶ 180 αἰώνα 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 δργανισμοὶ προέρχονται μόνο ἀπό ὅμοιούς τους, ἀπό ἄλλους ἀνώτερους δργανισμούς, εἰδικά γιά τούς μικροοργανισμούς, γιά τά μικρόβια, μέχρι καὶ τόν περασμένο αἰώνα πιστευόταν ἡ δυνατότητα παραγωγῆς τους καὶ μέ αὐτόματη γέννηση. Ὁ Παστέρ (Louis Pasteur 1822-1895), γάλλος χημικός, ἀπόδειξε πειστικά ὅτι καὶ σ' αὐτούς ἵσχει ὁ κανόνας «ἡ ζωὴ προέρχεται μόνο ἀπό ζωὴν».



Εικόνα 43: Τά πειράματα τοῦ Redi. "Αν ἀφήσουμε ἀνοιχτά (πάνω σειρά) τέσσερα μπουκάλια πού περιέχουν κρέας, ψάρια, ψόφια σκούληκια, μετά ἀπό μερικές μέρες θά «γεννηθῶν» μυῆγες. Αὐτές οι μυῆγες πρόσθρονται ἀπό αὐγά πού πάνω στά κρέατα κτλ. ἐναπόθεσαν ἄλλες μυῆγες. Γιατὶ ἂν κλείσουμε μέ τοιül τά στόμια τῶν μπουκαλιῶν, (κάτω σειρά) δὲ θά «γεννηθῶν» μυῆγες ἀπό τά κρέατα αὐτά.

· · Ο Παστέρ γνώριζε δτι δ ἀτμοσφαιρικός ἀέρας είναι γεμάτος μικρόβια και σπόρια μυκήτων. Γι' αυτό και δταν μένει ζωμός κρέατος ἔκθετος στόν ἀέρα θολώνει μετά ἀπό λίγο χρόνο: μολύνεται ἀπ' τά μικρόβια, πού πολλα- πλασιάζονται και προκαλοῦν και τό θόλωμα. Οι δπαδοί τῆς αὐτόματης γένεσης ὑποστήριζαν δτι τά μικρόβια γεννιοῦνται μόνα τους ἀπό τό ζωμό τοῦ κρέατος. Βράζοντας τό ζωμό σέ κλειστό δοχεῖο μπορεῖ κανείς νύ τόν ἀποστειρώσει: δέν παρουσιάζεται τότε θόλωμα, ἄν δ ζωμός μείνει στό κλειστό δοχεῖο, ἀκόμα και πολύ χρόνο. Οι δπαδοί δμως τῆς αὐτόματης γένεσης ὑποστήριζαν πώς στήν περίπτωση αὐτή δ ἀέρας ἀλλοιώνεται μέ τό βρασμό και πώς δ ἀλλοιωμένος αὐτός ἀέρας δέν ἐπιτρέπει τήν παρα-

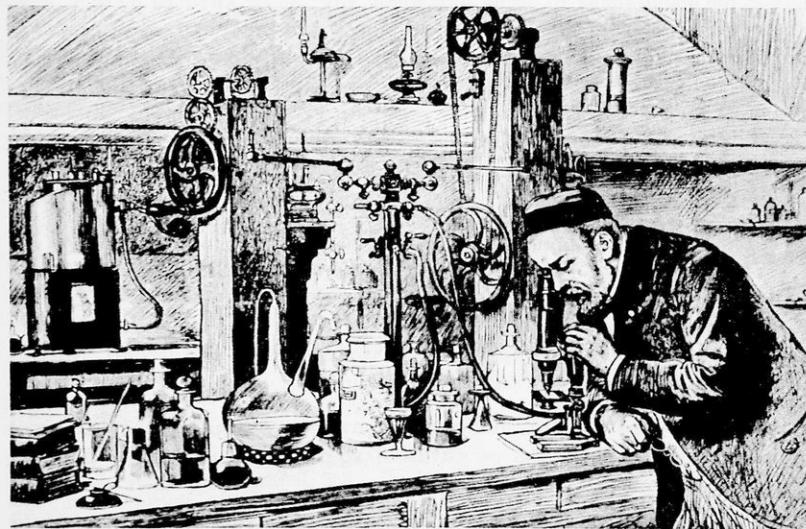
γωγή μικροβίων. Γιά ν' άποδείξει πώς αυτό δέν είναι δρθό ό Παστέρ ϊκανε τά περίφημα πειράματά του.

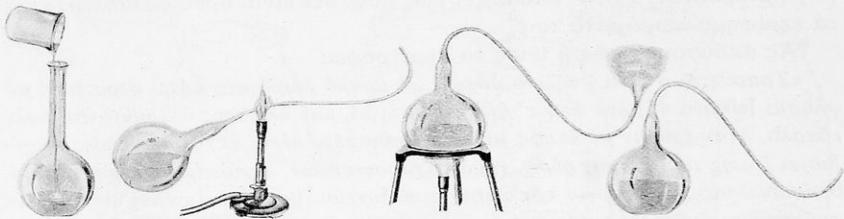
"Ας άκουσουμε πώς ό ίδιος τά περιγράφει:

«Τοποθετώ σ' ἔνα γνάλινο δοχεῖο μέ μακρύ λαιμό καί κάτω στρογγυλό σά φλαστίκ [εἰκόνα 45] ἔνα ἀπό τ' ἀκόλουθα ὑγρά, πού δλα τοὺς ἀλλοιώνονται πολὺ εὐκολα, ὅταν ἔρθουν σέ ἐπαφή μέ τό συνηθισμένο ἀέρα: ἐκχύλισμα ζύμης, ἐκχύλισμα ζύμης μέ ζάχαρη, οὐρά, χυμό ζαχαρότευτλων, ἐκχύλισμα πιπεριᾶς. Μετά, θερμαίνοντας, ἐπιμήκυνό τὸν λαιμό τοῦ δοχείου [καί τὸν λυγίζω] ἔτσι πού νά τοῦ φτιάξω διάφορες καμπύλες [χωρίς νά τὸν κλείσω]. Μετά βράζω τό ὑγρό γιὰ μερικά λεπτά τῆς ὥρας ὥσπου νά βγαίνει ἐλεύθερα ό ἀτμός του ἀπό τό στενό ἄνοιγμα στήν ἄκρη τοῦ λαιμοῦ τοῦ δοχείου, καί δέν παίρνω καμανά ἀλλη προφύλαξη. Μετά ἀφήνω τό δοχεῖο νά κρυώσει. Εἶναι ἀξιοσημείωτο καί σίγουρα προκαλεῖ ἐκπλήξη σέ καθένα πού ξέρει τὴν εὐαισθησία πού ἔχονταν τά πειράματα τά σχετικά μέ τή λεγόμενη «ἀντόματη γένεση», ὅτι τό ὑγρό σ' ἔνα τέτοιο δοχεῖο παραμένει ἐπ' ἀριστον ἀναλοίωτο...»

...Θά περίμενε κανένας πώς ό συνηθισμένος ἀέρας μπαίνοντας μέ όρμή στά πρῶτα λεπτά [τῆς ψύξης], θά είσχωροῦσε [στό δοχεῖο] ἐνῷ θά ήταν ἐντελῶς

Εἰκόνα 44: 'Ο Louis Pasteur στό έργαστριό του.





Εικόνα 45: Τό πείραμα τού Pasteur . Πρώτα ρίχνεται στό γυάλινο φλασκί θρεπτικό ύπόστρωμα, μετά έπιμηκυνεται δ λαιμός τού φλασκιού και κάμπτεται, τέλος βράζεται τό περιεχόμενό του.

ἀναποστείρωτος. Αὐτό ἀληθεύει, δὲρας δημως συναντᾶ ἔνα ύγρο, πού ἡ θερμοκρασία του βρίσκεται ἀκόμα κοντά στό σημεῖο τοῦ βρασμοῦ [πού σκοτώνει τά μικρόβια]. Μετά δὲρας μπαίνει ἀργότερα, κι ὅταν τό ύγρο ψυχθεῖ ἀρκετά ἐτσι πού νά μήν καταστρέφει τή ζωτικότητά τους [νά μήν τά σκοτώνει], ἡ εἶσοδος τοῦ δέρα είναι ἀρκετά ἀργή ὥστε νά ἀφήνει στίς ύγρες καμπύλες τοῦ λαιμοῦ δλες τίς σκόνες [τά μικρόβια] τίς ἰκανές νά δράσουν [νά ἀναπτυχθοῦν] στά ἐκχυλίσματα...

...”Ἄν μετά ἀπό ἀρκετούς μῆνες παραμονῆς τοῦ δοχείου στόν κλίβανο ἐπωάσεως τοῦ ἀφαρέσονμε τό λαιμό σπάζοντάς τον, χωρίς κατά τά ἀλλα ν' ἀγγίζονται τό δοχεῖο, μετά ἀπό 24, 36 ή 48 ώρες οἱ μύκητες και τά βακτηρία θ' ἀρχίσονται νά ἐμφανίζονται ἀκριβῶς δημως συμβαίνει ὅταν τό δοχεῖο ἀφεθεῖ [χωρίς στένεμα και κάμψη τοῦ λαιμοῦ τον] στόν δέρα ή ὅταν μολυνθεῖ τό περιεχόμενό του μέ σκόνη τῆς ἀτμόσφαιρας».

Μετά τά πειράματα τού Παστέρ έγκαταλείφθηκε τελείως ἡ θεωρία τῆς αὐτόματης γένεσης στούς μικροοργανισμούς.

3.2 Τρόποι ἀναπαραγωγῆς

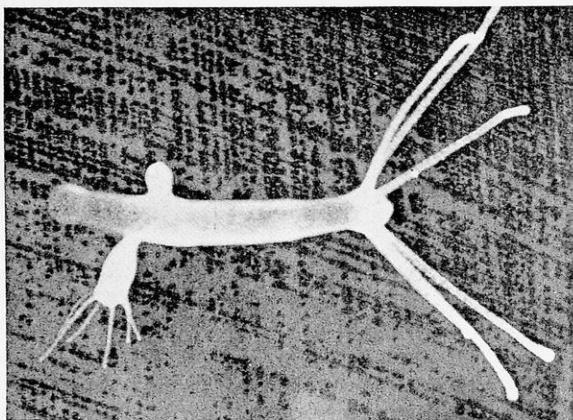
‘Υπάρχουν δυό τρόποι πολλαπλασιασμοῦ: δὲ ἀγενής κι δὲ ἐγγενής η φυλετικός.

Στόν ἀγενή πολλαπλασιασμό ἔνα εἰδικό τμῆμα ἐνός δργανισμοῦ η ἔνα δοπιοδήποτε τμῆμα του μπορεῖ νά ἀναπτυχθεῖ σ' ἔνα νέο ἄτομο. Διακρίνουνται τρεῖς τρόπους ἀγενή πολλαπλασιασμοῦ.

- **μέ σπόρια.** Πολλά φυτά, μύκητες και μικροοργανισμοί παράγουν σπόρια. Κάθε σπόριο ἄν βρεθεῖ σέ κατάλληλες συνθήκες μπορεῖ νά βλαστήσει.

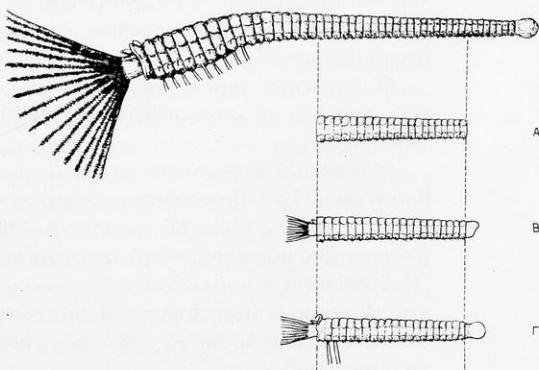
- **μέ ἔνα τμῆμα τοῦ δργανισμοῦ πού ἀποχωρίζεται.** Στά ἀνώτερα φυτά, τά

Εικόνα 46: Η υδρα. Δυο μικρές υδρες γεννιούνται μέσα στην αριστερά πλευρά, ή μια (πρός τα πάνω) είναι άκομη μια στρογγυλεμένη προεξοχή, ή δεύτερη έχει πάρει τη μορφή της υδρας.

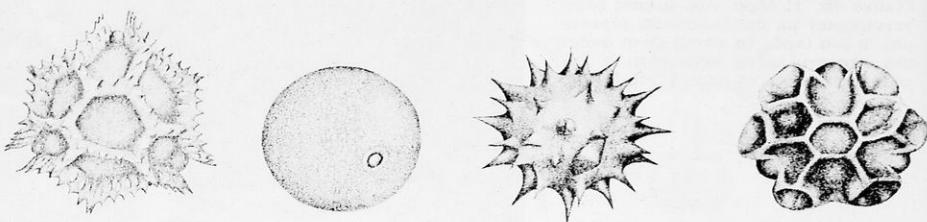


μοσχεύματα είναι παράδειγμα τέτοιου τρόπου πολλαπλασιασμού. "Αν κόψουμε ένα φύλλο μπεγκόνιας ή ένα μέρος κονδύλου πατάτας, πού νά φέρνει άπάνω του ένα μάτι, και τά φυτέψουμε, μπορεί νά βλαστήσουν και νά δώσουν διδύληρα φυτά. Ο σκώληκας (πλατυέλμινθας) *Planaria* μπορεί νά κοπεῖ σέ δεκάδα μικρά κομμάτια και άπο τό καθένα νά σχηματιστεῖ ένα νέο άτομο.

● **με άποβλάστηση.** Σέ δρισμένα ζῶα και φυτά άπό τόν δργανισμό τοῦ γονιοῦ φυτρώνει ένα τμῆμα πού άργότερα άποχωρίζεται. Αύτό συμβαίνει στούς Σπόργους, στά Κοιλεντερωτά (υδρα), στίς άγριοφράουλες κ.ἄ. Ο



Εικόνα 47: Η άναγέννηση σ' ένα θαλάσσιο σκώληκα. "Αν κόψουμε τίς δυό ίκρεις του, τό μεσαίο τμῆμα μπορεί νά φτιάξει καινούρια κεφαλή (άριστερά) και ούρά (δεξιά).



Εικόνα 48: Κόκκοι γύρης ἀπό διάφορα εἶδη φυτῶν. Ἡ διαφορετική μορφή τῶν κόκκων τῆς γύρης κάθε εἶδους, ἐπιτρέπει σ' ἓνα ἐμπειρο μελετητὴ νά αναγνωρίσει τὸ εἶδος τοῦ φυτοῦ ἀπὸ προηγούμενον.

πολλαπλασιασμός τῶν ζυμομυκήτων θυμίζει πολύ ἀποβλάστηση.

Τὸ φαινόμενο τῆς ἀναγέννησης παρουσιάζει πολλές ὁμοιότητες μὲ τὸν ἄγενή πολλαπλασιασμό. Μερικοὶ δργανισμοὶ ἔχουν τὴν ἴκανότητα νά ἀντικαθιστοῦν (ἀναγεννώντας το) ἔνα κομμάτι τοῦ σώματός τους πού θὰ κοπεῖ. Αὐτό συμβαίνει μὲ τοὺς βραχίονες τοῦ θαλασσινοῦ ἀστερία ἢ τοὺς τρίτωνες τῶν ποταμίσιων ὑδάτων πού μποροῦν ν' ἀναγεννοῦν τὴν οὐρά τους.

Στὸν ἐγγενή πολλαπλασιασμό ὁ νέος δργανισμός προέρχεται ἀπό τὴν ἔνωση διού εἰδικῶν κυττάρων, τῶν γαμετῶν, πού τὸν ἔνα δονομάζουμε ἀρσενικό καὶ τὸν ἄλλο θηλυκό. Κατὰ τὴν γονιμοποίηση σὲ διού γαμέτες σχηματίζουν τὸ πρῶτο κύτταρο τοῦ νέου δργανισμοῦ, τὸ ζυγωτό κύτταρο, ἀπό τὸ ὅποιο μὲ ἀλλεπάλληλες διαιρέσεις προέρχεται ὁ δργανισμός στὸ σύνολό του. Οἱ ἀρσενικοὶ (♂) καὶ θηλυκοὶ (♀) γαμέτες μπορεῖ νά παράγονται ἀπό τὸ ἴδιο ὄτομο (έρμαφρόδιτα ἢ μόνοικα εἶδη) ἢ ἀπό διού διαφορετικά ὄτομα (δίοικα εἶδη).

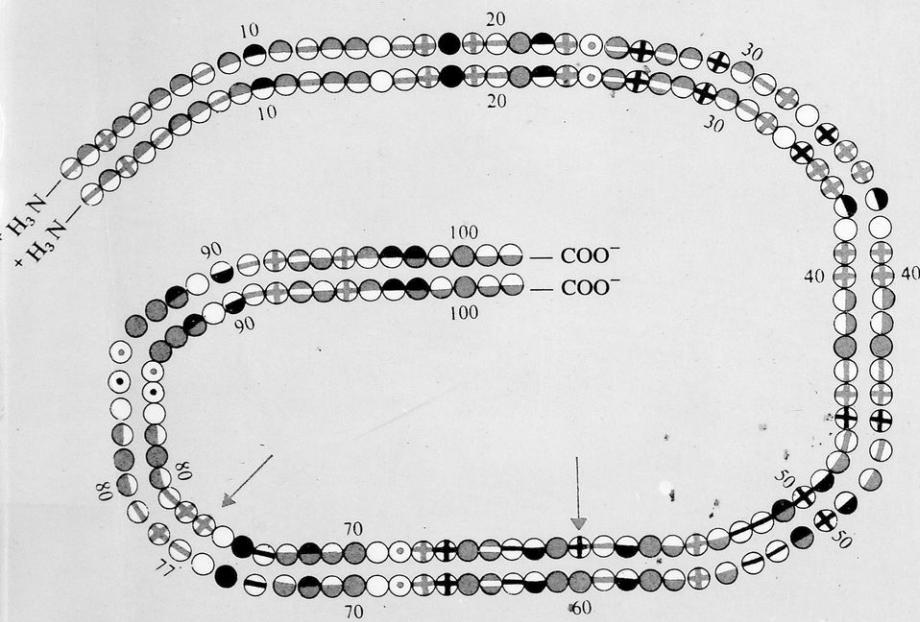
Οἱ ἀρσενικοὶ γαμέτες στὰ ἀνώτερα φυτά εἰναι οἱ κόκκοι τῆς γύρης ἐνῶ στὰ ζῶα εἰναι τὰ σπερματοζωάρια. Οἱ θηλυκοὶ γαμέτες δονομάζονται πάντοτε ώάρια.

Μιά παραλλαγὴ τοῦ φυλετικοῦ (ἐγγενῆ) πολλαπλασιασμοῦ εἰναι ἡ παρθενογένεση. Τὸ θηλυκό ἄτομο, χωρὶς γονιμοποίηση, μπορεῖ νά δώσει γέννηση σὲ ἄλλα ἄτομα. Οἱ γαμέτες τοῦ θηλυκοῦ αὐτοῦ ἄτομου, τὰ ώάρια, μποροῦν ἀπό μόνα τους νά ἀναπτυχθοῦν, διόπει ἀκριβῶς τὰ ζυγωτά κύτταρα. Ἡ βασίλισσα τῶν μελισσῶν (♀) δίνει μὲ παρθενογένεση κηφῆνες (♂) καὶ μὲ γονιμοποίηση θηλυκά ἄτομα. δηλαδή βασίλισσες ἢ ἐργάτριες. (Οἱ ἐργάτριες δέν μποροῦν νά πολλαπλασιαστοῦν γιατὶ ἔχουν ἀτροφικό γεννητικό σύστημα).

Κ. ΚΡΙΜΠΑ - Ι. ΚΑΛΟΠΙΣΗ

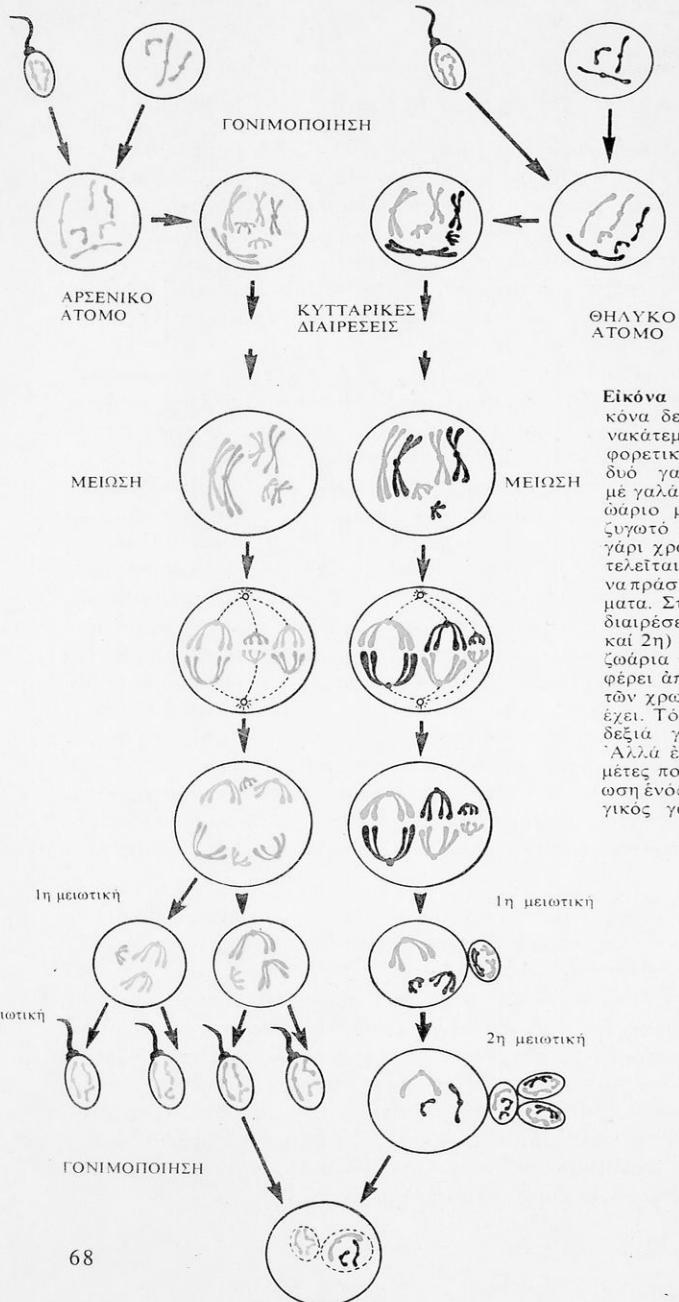
ΜΑΘΗΜΑΤΑ ΓΕΝΙΚΗΣ ΒΙΟΛΟΓΙΑΣ

Γ' ΛΥΚΕΙΟΥ



ΟΡΓΑΝΙΣΜΟΣ ΕΚΔΟΣΕΩΣ ΔΙΔΑΚΤΙΚΩΝ ΒΙΒΛΙΩΝ ΑΘΗΝΑ 1978

Ψηφιοποιήθηκε από το Ινστιτούτο Εκπαιδευτικής Πολιτικής

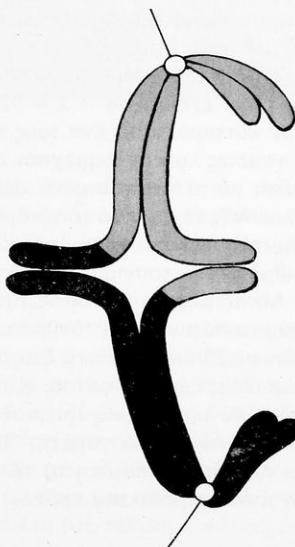


Είκονα 49: Η μείωση. Η είκόνα δείχνει πώς γίνεται τό ανακάτεμα χρωματοσωμάτων διαφορετικής προέλευσης. Έτσι δύο γαμέτες, σπερματοζωάριο με γαλάζια χρωματοσωμάτα, και ώμπριο με πράσινα, δίνουν ένα ζυγότο κύτταρο που κάθε ζευγάρι χρωματοσωμάτων του αποτελείται από ένα γαλάζιο κι' ένα πράσινο όμολογα χρωματοσωμάτα. Στή μείωση μετά από δύο διαιρέσεις ένός κυττάρου (1η και 2η) παράγονται 4 σπερματοζωάρια που τό καθένα τους διαφέρει από τό άλλο στά χρώματα τῶν χρωματοσωμάτων που περιέχει. Τό ίδιο άκριβώς συμβαίνει δεξιά για τό θηλυκό ώμπριο. Άλλα έκει ένας υπό τους 4 γαμέτες που παραγεται από τή μείωση ένος κυττάρου είναι λειτουργικός γαμέτης, ώμπριο δηλαδή.

3.4 Ἡ μείωση καὶ ἡ γονιμοποίηση

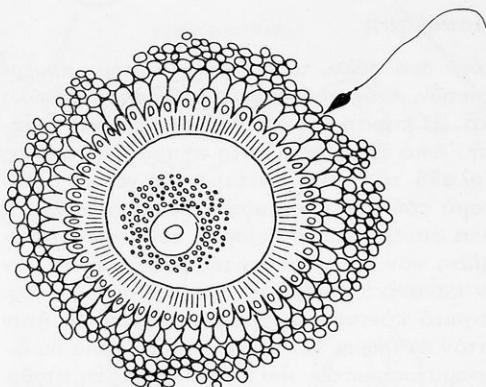
Στούς δργανισμούς πού ἔχουν δυό φύλα, τά καινούργια ἄτομα προέρχονται ἀπό τήν ἔνωση δυό γαμετῶν, ἐνός πού ἀνήκει στό ἄρσενικό φύλο καὶ ἐνός πού ἀνήκει στό θηλυκό. Ἡ ἔνωση τῶν δυό γαμετῶν καὶ τῶν πυρήνων τους λέγεται γονιμοποίηση. Ἀπό τήν ἔνωση αὐτή σχηματίζεται, ὅπως εἴπαμε, τό ζυγωτό κύτταρο, δηλαδὴ τό πρώτο κύτταρο τοῦ νέου δργανισμοῦ. Ἀπό τόν πολλαπλασιασμό τοῦ κυττάρου αὐτοῦ προκύπτει ὅλος ὁ πολυκύτταρος δργανισμός. Είναι φανερό πώς ὁ πυρήνας τοῦ ζυγωτοῦ κυττάρου περιέχει τά χρωματοσώματα τῶν πυρήνων καὶ τῶν δυό γαμετῶν. "Αν οἱ γαμέτες ὅμως περιεῖχαν τόν κανονικό ἀριθμό σέ χρωματοσώματα, λ.χ. στόν ἄνθρωπο 46, τότε στό ζυγωτό κύτταρο τά χρωματοσώματα θά ἦταν διπλασιάσια σέ ἀριθμό, δηλαδὴ στόν ἄνθρωπο 92. Ἔτσι σέ κάθε γενιά θά διπλασιαζόταν ὁ ἀριθμός τῶν χρωματοσωμάτων καὶ δέ θά εἶχαμε τή σταθερότητα πού παρατηρεῖται στόν ἀριθμό τους σέ ὅλα τά ἄτομα τοῦ ἕδιου εἰδους. Αὐτό ὅμως δέ συμβαίνει, γιατί ὑπάρχει ἔνας μηχανισμός ἐξισορροπιστικός, πού διατηρεῖ δηλαδὴ σταθερό τόν ἀριθμό τῶν χρωματοσωμάτων: ἡ μείωση.

Ἡ μείωση ἐλαττώνει στό μισό τόν ἀριθμό τῶν χρωματοσωμάτων τοῦ εἰδους στούς γαμέτες. Ὁ μηχανισμός μέ τόν δύοιο γίνεται ἡ μείωση, είναι στό σύνοιλό του ἐξαιρετικά πολύπλοκος, γι' αὐτό θά ἀναφέρουμε μόνο τήν ἀρχή, στήν δύοια στηρίζεται.



Εικόνα 50: Τό χίασμα. Μεταξύ τημμάτων ἐνός ξευγαριοῦ χρωματοσωμάτων γίνεται ἀνταλλαγὴ ὄλικοῦ διαφορετικῆς προέλευσης. Ἔτσι δημιουργούνται ἐκτός ἀπό τήν δόλμαυρη καὶ τήν δόλοκόκκινη χρωματιδία (τήν πατρική καὶ τήν μητρική) καὶ δύο μεικτές, μιά μαύρο-κόκκινη καὶ μιά κόκκινομάρη.

Εικόνα 51: Ή γονιμοποίηση στόν
ἄνθρωπο σχηματικά. Τό σπερμα-
τοζωάριο προσπαθεί νά εισχωρή-
σει στό δάριο.

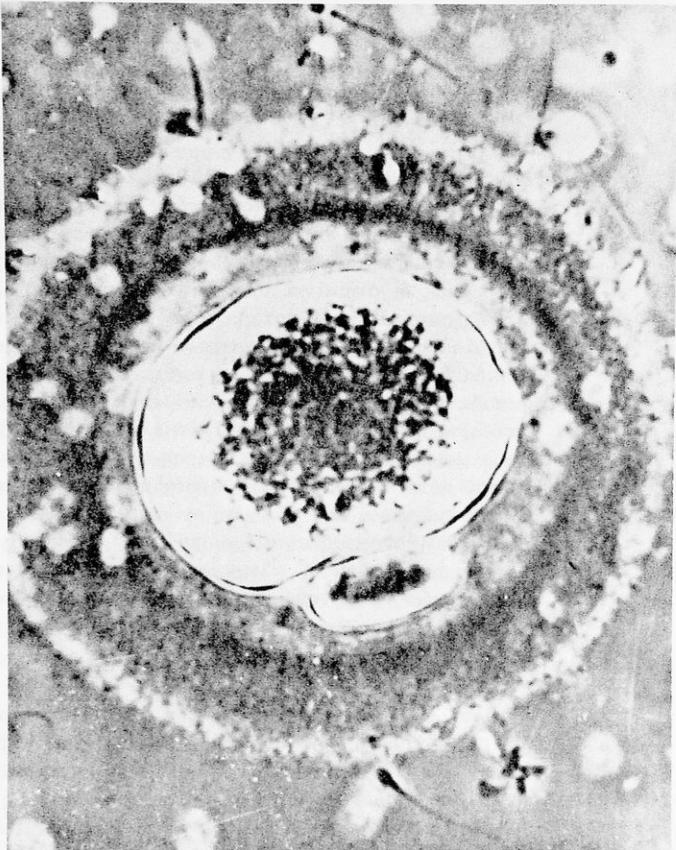


Οι γαμέτες προέρχονται από κυτταρικές διαιρέσεις κυττάρων τού γεννητικού πλάσματος πού έχουν τόν κανονικό ἀριθμό χρωματοσωμάτων (λ.χ. 46 στόν ἄνθρωπο). Ή μείωση πού καταλήγει στό σχηματισμό κυττάρων πού θά γίνουν γαμέτες ἀποτελεῖται από δυό κυτταρικές διαιρέσεις: δυό μιτώσεις. Ἐτσι, δταν ἀρχίσει νά λειτουργεῖ δ μηχανισμός της ἀπό ἔνα ἀρχικό κύτταρο, μέ τήν πρώτη διαιρέση παίρνουμε δυό, και μετά τή δεύτερη διαιρέση τέσσερα κύτταρα (4 γαμέτες). Σ' αύτές δμως τίς δυό διαιρέσεις τά χρωματοσώματα διαιροῦνται σέ χρωματίδες, δπως περιγράψαμε στή μίτωση, μιά μόνο φορά.

Ἐτσι στόν ἄνθρωπο τά 46 του χρωματοσώματα διαιροῦνται μιά μόνο φορά και έχουμε $46 \times 2 = 92$ χρωματοσώματα πού κατανέμονται σέ τέσσερα κύτταρα: κάθε ἔνα τους παίρνει ἐπομένως $92:4 = 23$ χρωματοσώματα. Οι γαμέτες λοιπόν περιέχουν ἀκριβῶς τό μισό ἀριθμό χρωματοσωμάτων σέ σχέση μέ τά συνηθισμένα σωματικά κύτταρα. Λέμε πώς οι γαμέτες είναι ἀπλοειδεῖς (έχουν τό μισό ἀριθμό χρωματοσωμάτων, δηλαδή N χρωματοσώματα), ἐνδ τά σωματικά κύτταρα είναι διπλοειδή (έχουν δλόκληρο τόν ἀριθμό χρωματοσωμάτων τού εϊδους, δηλαδή $2N$ χρωματοσώματα).

Μέ τό μηχανισμό δμως τής μειώσεως πετυχαίνεται και κάτι ἄλλο: τά 46 χρωματοσώματα τόδ ἀνθρώπου μποροῦν νά ταξινομηθοῦν, δπως εἰπαμε πρίν, σέ 23 διαφορετικά ζευγάρια χρωματοσωμάτων. Τό ἴδιο συμβαίνει σέ κάθε είδος ζώου ἡ φυτοῦ. Κάθε γαμέτης περιέχει ἔνα μόνο χρωματόσωμα ἀπό κάθε τέτοιο ζευγάρι, και δλα τά ζευγάρια ἀντιπροσωπεύονται μέ ἔνα χρωματόσωμα στό γαμέτη. Ἐτσι δχι μόνο δ ἀριθμός, (ή ποσότητα) ἀλλά και τό είδος (ή ποιότητα) τῶν χρωματοσωμάτων μειώνεται στό μισό κατά τόν πιό ἀκριβοδίκαιο τρόπο.

Εικόνα 52: Η γονιμοποίηση στόν ανθρώπο σέ φωτογραφία παρμένη με τό μικροσκόπιο. Σπερματοζωάρια περικυκλώνουν τό ώάριο χωρίς άκομα νά χουν εισχωρήσει.



Η μείωση λοιπόν έπιτρέπει τή διατήρηση τῆς σταθερότητας τοῦ ἀριθμοῦ τῶν χρωματοσωμάτων καὶ τοῦ εἰδούς τους ἀπό γενιά σέ γενιά. Μέ τή μείωση ὅμως πραγματοποιεῖται καὶ κάτι ἄλλο, ἔνα ἀνακάτεμα τῶν χρωματοσωμάτων. Καὶ νά γιατί:

Κατά τή γονιμοποίηση ὁ ἀρσενικός γαμέτης ἐνώνεται, ὥπως εἴπαμε, μέ τό θηλυκό. Τό ζυγωτό κύτταρο, πού προέρχεται ἀπό τή γονιμοποίηση, ἔχει τόν κανονικό ἀριθμό χρωματοσωμάτων: τά μισά χρωματοσώματα προέρχονται ἀπό τόν ἀρσενικό γαμέτη καὶ τά ἄλλα μισά ἀπό τό θηλυκό. Κι ἐπειδή δλα τά κύτταρα τοῦ νέου ὁργανισμοῦ προέρχονται μέ διαδοχικές μιτωτικές διαιρέσεις ἀπό τό ζυγωτό κύτταρο, εἶναι φανερό πώς δλα τά κύτταρα τοῦ ὁργανισμοῦ ἔχουν τά ἴδια χρωματοσώματα. Κάθε ζευγάρι διμόλογων χρωματοσωμάτων σέ κάθε κύτταρο ἀποτελεῖται λοιπόν ἀπό ἔνα χρωματόσωμα πού προῆλθε ἀπό τόν ἀρσενικό γαμέτη (σέ τελική ἀνάλυση ἀπό

τόν πατέρα) και ἔνα πού προήλθε ἀπό τό θηλυκό γαμέτη (σέ τελική ἀνάλυση ἀπό τή μητέρα). "Οταν ὁ νέος αὐτός δργανισμός κάμει γαμέτες, ὅταν δηλαδή δρισμένα κύτταρά του ὑποστοῦν τή μείωση, τότε θά φτιάξει γαμέτες πού καθένας τους θά περιέχει ἀπό ἔνα χρωματόσωμα ἀπό κάθε ζευγάρι: αὐτό δύμως δέ σημαίνει πώς σ' ἔνα γαμέτη του ὅλα τά χρωματοσώματα θά προέρχονται ἀπό τόν πατέρα του ἢ ὅλα ἀπό τή μητέρα του. Τό πιό συνηθισμένο είναι ἄλλα νά 'ναι πατρικά κι ἄλλα μητρικά, δηλαδή στούς γαμέτες του νά πραγματοποιηθεῖ ἔνα ἀνακάτεμα χρωματοσωμάτων διαφορετικῆς προελύσεως. Πολλές φορές, μάλιστα, κατά τή μείωση, μ' ἔνα μηχανισμό πού λέγεται **χίασμα** και πού ἐπιτρέπει τήν ἀμοιβαία ἀνταλλαγή τμημάτων τους μεταξύ δύο διμόλιγων χρωματοσωμάτων, τό ἀνακάτεμα αὐτό δέν ἀφορᾶ μόνο δλόκληρα χρωματοσώματα ἀλλά και κομμάτια τους. Αὐτό τό ἀνακάτεμα είναι ἔνα πολύ σημαντικό ἀποτέλεσμα τής μείωσης: θά δοῦμε πώς ἡ κληρονομική οὐσία, οἱ γόνοι, βρίσκονται στά χρωματοσώματα και τό ἀνακάτεμα αὐτό τῆς κληρονομικῆς οὐσίας ἐπιτρέπει τή δημιουργία νέων συνδυασμῶν κληρονομικῶν ἰδιοτήτων.

3.5 ቸ ίστορία τῶν γεννητικῶν κυττάρων

Στά Σπονδυλωτά (έπομένως και στόν ἄνθρωπο) οἱ γαμέτες σχηματίζονται μέσα σέ εἰδικά δργανα, τούς γενετήσιους ἀδένες, τούς δρχεις στά ἀρσενικά και τίς ωθήκες στά θηλυκά. Οἱ γαμέτες σχηματίζονται στούς ἀδένες ἄλλα δέν προέρχονται ἀπό αὐτούς: σ' αὐτούς **μεταναστεύουν** πολύ νωρίς «οἱ κυτταρικοὶ πρόγονοι» τους, τά κύτταρα τοῦ γεννητικοῦ πλάσματος, αὐτά πού θά μεταμορφωθοῦν σέ γαμέτες. Σχεδόν ἀπό τήν ἀρχή τῆς ζωῆς τοῦ ἀτόμου τά κύτταρα τοῦ γεννητικοῦ πλάσματος ξεχωρίζουν ἀπό τά ἄλλα κύτταρα, τά κύτταρα τοῦ σωματικοῦ πλάσματος και μόλις σχηματιστοῦν οἱ γενετήσιοι ἀδένες (ἀπό τά κύτταρα τοῦ σωματικοῦ πλάσματος) μεταναστεύουν και ἐγκατασταίνονται ἐκεῖ. "Ετσι οἱ γενετήσιοι ἀδένες περιέχουν και ἄλλα κύτταρα ἐκτός ἀπό τά γεννητικά. Οἱ δρχεις λ.χ. ἔχουν και τά κύτταρα πού ἐκκρίνουν τήν τεστοστερόνη, τήν ἀνδρική δρμόνη ἡ δοποία καθορίζει τά δευτερογενή χαρακτηριστικά τοῦ ἀνδρικοῦ φύλου (γένια, βαριά φωνή κ.ἄ.). Μέσα στούς γενετήσιους ἀδένες τά κύτταρα τοῦ γεννητικοῦ πλάσματος διαιροῦνται πολλές φορές και μετασχηματίζονται στά ἀρσενικά ἀτόμα σέ **σπερματογονίες** και στά θηλυκά ἀτόμα σέ **ωγονίες**. Μετά ἀπό ἄλλες κυτταρικές διαιρέσεις στά ἀρσενικά ἀτόμα οἱ σπερματογονίες μετατρέπονται σέ **σπερματοκύτταρα 1ης τάξεως**. Αὐτά θά ὑποστοῦν τίς δύο διαιρέσεις τής μειώσεως. Μετά τήν πρώτη διαιρέση θά ὀνομασθοῦν **σπερματοκύτταρα 2ης τάξεως** και μετά τή δεύτερη διαιρέση **σπερματίδες**. Οἱ σπερματίδες θά ὑποστοῦν μιά σειρά μεταβολές γιά νά γίνουν **σπερματο-**

ζωάρια. Οἱ μεταβολές αὐτές συνίστανται κυρίως στό χάσιμο τοῦ μεγαλύτερου μέρους τοῦ κυτταροπλάσματος καὶ στή δημιουργία τῆς οὐρᾶς. Τὸ σπερματοζωάριο ἀποτελεῖται ἀπό τὴν **κεφαλή** τοῦ, πού περιέχει τὸν πυρῆνα τοῦ κυττάρου, τὸ **ἐνδιάμεσο σῶμα**, πού περιέχει κυτταρόπλασμα, μιτοχόνδρια καὶ τὰ ὑπολείμματα τοῦ κεντροσώματος, καὶ ἀπό τό **μαστίγιον** οὐρά τοῦ.

Οἱ ὁδογονίες ἔχουν μιά κάπως διαφορετική ἐξέλιξη: αὐξάνονται πολὺ σὲ μέγεθος γιά νά μεταμορφωθοῦν σέ **ῳκούτταρα 1ης τάξεως**. Ἡ αὐξηση δοφείλεται στή δημιουργία καὶ ἀποθήκευση τροφῶν γιά τό ἔμβρυο (λεκίθου) καὶ ἔξακολουθεῖ πολὺ ἐντονότερη μέχρι τό στάδιο τῆς πρώτης διαιρέσεως τῆς μειώσεως (**ῳκούτταρο 2ης τάξεως**). Αὐτή καὶ ἡ ἐπόμενη διαιρεση, δηνας εἰπαμε, εἶναι ἄνισες. Κάθε φορά ἀποβάλλεται ἔνα μικρό κύτταρο (**πολικό σῶμα**) καὶ κρατιέται ἡ κύρια μάζα τοῦ ἀρχικοῦ κυττάρου σ' ἔνα μόνο κύτταρο πού μετά τή δεύτερη διαιρεση εἶναι τό **ώάριο**. Οἱ ἀποθήκευμένες τροφές ἀρκοῦν γιά τήν ἀνάπτυξη ἐνός μόνο ἔμβρυου: αὐτός εἶναι ὁ λόγος τῶν δυό ἄνισων διαιρέσεων στή μείωση τῶν θηλυκῶν γενετήσιων κυττάρων.

"Οπως μάθαμε στήν *'Ανθρωπολογία* ὑπάρχει ἔνας κύκλος, συνήθως 28 ημερῶν στή γυναίκα πού ρυθμίζεται ἀπό τήν ἐκκριση δυό διαφορετικῶν εἰδῶν δρμονῶν: τῶν **οἰστρογόνων** (μέ κύριο ἀντιπρόσωπο τήν οἰστραδιόλη) καὶ τῆς **προγεστερόνης**.

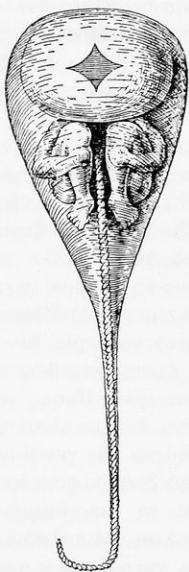
Στή 14η μέρα τό **ώάριο** ἐλευθερώνεται στή μήτρα καὶ μπορεῖ νά γονιμοποιηθεῖ. "Αν σέ δυό μέρες δέ γονιμοποιηθεῖ, πεθαίνει. Ἡ γονιμοποίηση τοῦ ωάριού θά δώσει τό **ζυγωτό κύτταρο** ἀπ' τό δόποιο θά προέλθει ὁ νέος δργανισμός. Σέ σπάνιες περιπτώσεις, μετά τήν πρώτη διαιρεση τοῦ **ζυγωτοῦ κυττάρου** σέ δυό, **ξεχωρίζουν** καὶ **ξεκολλάνε** τό ἔνα ἀπό τό ἄλλο τελείως τά δυό αὐτά κύτταρα σχηματίζοντας δυό **ξεχωριστά** ἔμβρυα: τότε γεννιοῦνται τά **μονοζυγωτικά** (ἢ μονοωικά, δηνας τά λένε μερικοί) **δίδυμα**, τά δίδυμα πού προέρχονται ἀπό ἔνα μόνο ἀρχικό **ζυγωτό κύτταρο**. Εἶναι τοῦ ἰδιου φύλου καὶ μοιάζουν πολύ μεταξύ τους γιατί ἔχουν ἀκριβῶς τά **ἴδια χρωματοσώματα**, δηλαδή, δηνας θά δοῦμε παρακάτω, τούς **ἴδιους γόνους**, τίς **ἴδιες κληρονομικές** καταβολές. Τά συνηθισμένα δίδυμα εἶναι τά **διζυγωτικά**, προέρχονται δηλαδή ἀπό δυό διαφορετικά **ώάρια** τῆς γυναίκας πού ἐλευθερώθηκαν συγχρόνως καὶ γονιμοποιήθηκαν ἀπό δυό διαφορετικά σπερματοζωάρια. Τά δίδυμα αὐτά μοιάζουν δηνας καὶ τά συνηθισμένα ἀδέλφια, καὶ μπορεῖ νά 'ναι τοῦ **ἴδιου** ἢ διαφορετικοῦ φύλου. Ἡ πολυδιδυμία (πολυζυγωτική) στόν ἀνθρωπο εἶναι σπάνια (τρίδυμα, τετράδυμα κ.ο.κ.) ἀλλά φαίνεται πώς δρισμένου εἰδους δρμονοθεραπείες τῶν γυναικῶν μπορεῖ ν' αὐξήσουν πολύ τή συχνότητά τους.

3.6 Προσχηματισμός καί ἐπιγένεση

Ἐνα πυκνό μυστήριο ἐκάλυπτε τὸ μηχανισμό τῆς δημιουργίας τοῦ νέου ἀτόμου ἀπό τὸ ζυγωτό κύτταρο πού προέρχεται ἀπό τή γονιμοποίηση. Πῶς εἶναι δυνατό, ἀναρωτιόντουσαν, ἀπό τό κύτταρο τοῦτο, πού φαίνεται ὅμοιο μ' ὄποιδήποτε ἄλλο κύτταρο, νά δημιουργοῦνται τά διάφορα ὅργανα καί οἱ διάφοροι ἴστοι τοῦ ὀργανισμοῦ; Πᾶς εἶναι δυνατό, χωρίς νά ὑπάρχει ἀπό τά πρίν κάτι καλά καθορισμένο στό ζυγωτό κύτταρο (ἢ στούς γαμέτες πού ἔνώθηκαν γιά νά τό φτιάξουν), νά ἀναπτύσσεται ἔνα ἄτομο ὅμοιο μέ δλα τά ἄτομα τοῦ εἰδούς του, μέ ἕδια κατασκευή, σάν νά ἀποτελεῖ ἐπανάληψη τοῦ ἕδιου σχέδιου; Στόν ἄνθρωπο λ.χ. νά βρίσκουμε σέ κάθε ἄτομο τόν ἕδιο ἀριθμό δοντιῶν, τόν ἕδιο ἀριθμό δαχτύλων ἐνώ στόν ἀστερία τόν ἕδιο ἀριθμό βραχιόνων; Ἡταν λοιπόν λογικό νά ὑποθέσουν πώς κάτι καθορισμένο ἀπό τά πρίν ὑπῆρχε στούς γαμέτες ἢ στό ζυγωτό κύτταρο: αὐτό τό κάτι

νόμισαν δρισμένοι παλιοί βιολόγοι πώς τό ειδαν στούς ἀνθρώπινους γαμέτες μέ τά πρωτόγονα μικροσκόπια τους. Ἡταν μιά μικρογραφία ἀνθρώπου, τό ἀνθρωπάκι (*homunculus*), πού βρισκόταν στό κεφάλι τοῦ ἀνθρώπινου σπερματοζωάριου. Γι' αὐτούς τούς παρατηρητές ἡ ἀνάπτυξη δέν ἥταν τίποτα ἄλλο παρά τό ὅτι τό ἀνθρωπάκι αὐτό μεγάλωνε κατά τή διάρκεια τῆς ἐμβρυϊκῆς ἀναπτύξεως, ἔνα μεγάλωμα πού ἔμοιαζε μέ τό φούσκωμα ἐνός μπαλονιοῦ: τό ἀνθρωπάκι μεταμορφωνόταν σέ ἀνθρωπο.

Βέβαια ἡ βελτίωση τῶν μικροσκοπίων γρήγορα ἀπόδειξε πώς δέν ὑπῆρχε ἀπό τά πρίν προσχηματισμένο ἀνθρωπάκι στούς γαμέτες ἢ στό ζυγωτό κύτταρο. Ἀλλωστε μιά τέτοια ἔξηγηση καταλήγει καί σέ δυσκολίες πού δέ φαίνονται ἵσως ἀπ' τήν ἀρχή. Λ.χ. ἂν ὄντως ὑπῆρχε τό ἀνθρωπάκι θά 'πρεπε νά 'χει καί γαμέτες προσχηματισμένους καί στούς γαμέτες του νά 'ναι προσχηματισμένα ἄλλα μικρότερα ἀνθρωπάκια κ.ο.κ. "Οπως στό ρωσικό παιχνίδι πού ἀνοίγει κανείς μιά κούφια ξύλινη κούκλα καί βρίσκει μέσα της μιά ἄλλη ξύλινη κούκλα πού τήν ἀνοίγει καί βρίσκει μιά τρίτη. Τά πιό πολύπλοκα τέτοια παιχνίδια δέν ξεπερνοῦν τίς δώδεκα κούκλες. 'Εδο δῆμως θά 'πρεπε νά ὑπάρχει ἀπειρία ἀπό ἀνθρωπάκια τό ἔνα μέσα στούς γαμέτες τοῦ ἄλλου, τόσα πολλά δσες δλες οἱ γενιές ἀνθρώπων πού πρόκειται νά ὑπάρξουν.



Εἰκόνα 53: Τό ἀνθρωπάκι στό κεφάλι τοῦ σπερματοζωάριου, δπος τό ζωγράφισαν παλιοί βιολόγοι.



Εικόνα 54: Τό παιχνίδι μέ τίς ρώστικες κούκλες. Δείχνονται στή σειρά έξι κούκλες που τό μέγεθός τους μειώνεται τμηματικά άπό τήν πρώτη ώς τήν έκτη. Καθεμιά τους είναι κούφια κι έτσι μποροῦν νά μπούν ή μιά μές στήν άλλη. Τότε, δταν άνοιχτεί κι η δευτερη φανερώνει μέσα της τή δευτερη, κι δταν άνοιχτεί κι η δευτερη φανερώνει μέσα της τήν τρίτη, κ.ο.κ. μέχρι που νά φανεί η μικρότερη, ή έκτη.

Σάν άντιδραση σ' αυτή τήν πίστη σέ προσχηματισμένο πρότυπο τοῦ δργανισμοῦ στούς γαμέτες, δημιουργήθηκε ἡ ἄποψη πώς τίποτα προσχηματισμένο δέν ὑπάρχει στό ζυγωτό κύτταρο: μιά δύναμη (μυστηριώδης κι αὐτή) τό ὅθει νά ἀκολουθήσει μιά δρισμένη πορεία ἀναπτύξεως, ὥστε νά δημιουργηθεῖ ὁ νέος δργανισμός. Αυτή ἡ ἄποψη, **ἡ ἐπιγένεση**, δτι κάθε φορά γίνεται ξανά και «ἐκ νέου» δ καινούργιος δργανισμός, συμφωνεῖ μέ τίς μικροσκοπικές παρατηρήσεις ἀλλά δέ λύνει και ίκανοποιητικά τό πρόβλημα, ἀντικαθιστώντας τό ἀνύπαρκτο ἀνθρωπάκι μέ μιά μυστηριώδη δύναμη.

Μιά προσπάθεια νά λυθεῖ αὐτό τό πρόβλημα ἔκανε κι δ μεγάλος βιολόγος τοῦ περασμένου αιώνα ὁ Τσάρλς Ντάρβιν (Charles Darwin 1809 - 1882, πού συχνά τόν δονομάζουμε στά ἐλληνικά Κάρολο Δαρβίνο και γιά τόν δόποιο θά μιλήσουμε σέ ἔκταση στό ἐπόμενο τμῆμα τοῦ βιβλίου γιά τήν Ἐξέλιξη, στό κεφάλαιο 4).

Ο Ντάρβιν κατάλαβε πώς γιά νά ἀκολουθηθεῖ μιά πορεία ἀναπτύξεως καθορισμένη, πρέπει νά ὑπάρχει κάποιο προκαθορισμένο πρότυπο. **Ἡξερι:** δμως πώς τό πρότυπο αὐτό δέν ἦταν δρατό. **Ὑπόθεσε λοιπόν πώς ἦταν** τόσο μικρό πού νά μήν μπορεῖ νά παρατηρηθεῖ στό μικροσκόπιο. Μετα κατάλαβε πώς τό πρότυπο αὐτό θά **πρεπε νά μήν κλείνει μέσα του κι ἄλλο** πρότυπα, γιατί τότε θά κατάληγε σέ ἀδιέξοδο. **Ὑπόθεσε λοιπόν πώς κάπι:** δργανο τοῦ σώματος **«κατασκευάζει»** μικρά δμοιώματά του πού κυκλοφοροῦν μέσα στό αἷμα και καταλήγουν στούς γαμέτες. **Οταν μαζευτεῖ μια πλήρης σειρά προτύπων** ἀπό δλα τά δργανα τοῦ σώματος, τότε σχηματίζεται ἔνας ὠριμος γαμέτης πού μπορεῖ νά λάβει μέρος σέ γονιμοποίηση και νά δώσει γέννηση σ' ἔνα πλήρη δργανισμό. **Ἔτσι ἀπόφευγε δ Ντάρβιν** τό πρόβλημα τό σχετικό μέ τά προσχηματισμένα ἀνθρωπάκια πού βρίσκεται τό ἔνα μέσα στό ἄλλο, γιατί κάθε φορά τά δργανα τοῦ σώματος είχαν τήν ίκανότητα νά σχηματίζουν νέα μικροσκοπικά δμοιώματά τους. **Ἡ θεωρία** τοῦ Ντάρβιν, πού τήν δνόμασε προσωρινή ὑπόθεση τής **παγγένεσης** ἔρχεται σέ ἀμεση ἀντίθεση μέ τίς ἀπόψεις τοῦ Βάισμαν. Ξέρουμε σήμερα πώς δέν είναι σωστή, ή νεώτερη δμως ἐξήγηση τοῦ σημαντικού αὐτού προβλήματος παρουσιάζει ἀρκετές δμοιότητες μέ τήν ἐξήγηση πού ἔδωσε δ Ντάρβιν.

Θά δοῦμε, δηλαδή, παρακάτω, πώς τήν ἀνάπτυξη (και ἄλλωστε και δλη τή λειτουργία τοῦ δργανισμοῦ) καθορίζουν (και ἐλέγχουν) κληρονομικές μονάδες, οι γόνοι πού ἀποτελοῦν κατιτί προσχηματισμένο. **Οχι δμως** προσχηματισμένες μικρογραφίες δργάνων ἀλλά ἔνα είδος σχέδιου γιά τήν ἀνάπτυξη και τή λειτουργία τοῦ δργανισμοῦ. Οι γόνοι δέν προέρχονται ἀπό τά διάφορα δργανα τοῦ σώματος, και σ' αὐτό ἔχει δίκιο δ Βάισμαν, ἀλλά **«φτιάχνουν δργανα»**. **Ἔχουν** ἐπί πλέον τήν ιδιότητα νά διπλασιάζον-

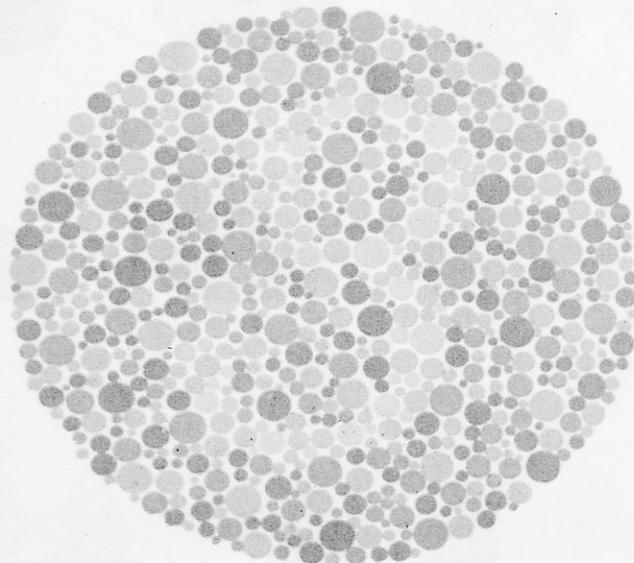
ται κι ἔτσι δέν χρειάζονται νά κλείνουν μέσα τους κι ἄλλα μικρότερά τους προσχηματισμένα πρότυπα, σάν τίς ρωσικές κούκλες.

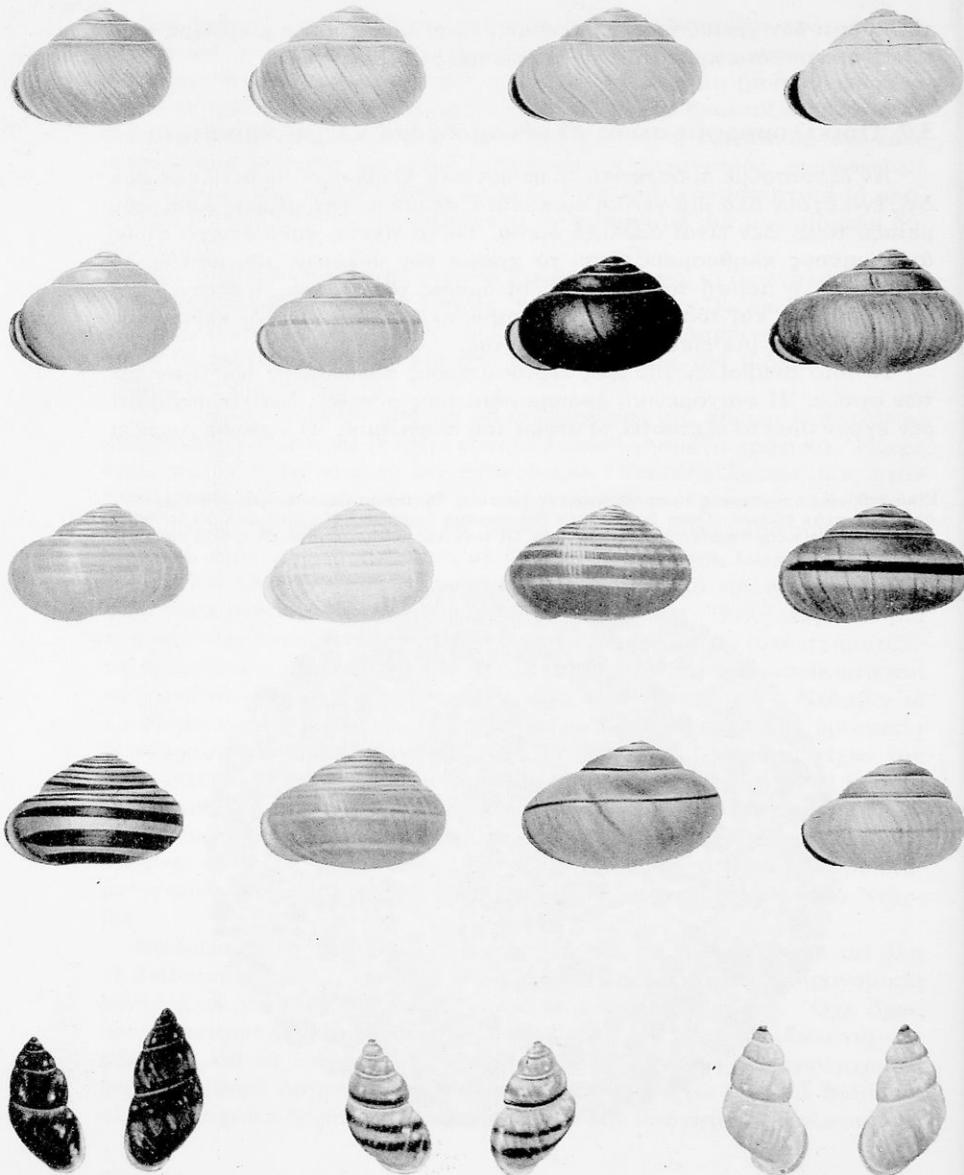
3.7 Ποικιλομορφία στούς πληθυσμούς καί κληρονομικότητα

”Αν ἔξετάσουμε προσεκτικά τά ἄτομα ἐνός πληθυσμοῦ θά ἀντιληφθοῦμε ὅτι, ἐνῶ ἔχουν δόλα μιά γενική δμοιότητα σέ μικρολεπτομέρεις διαφέρουν μεταξύ τους. Δέν είναι ἀπόλυτα δμοια. Τούτο γίνεται πολύ φανερό στούς ἀνθρώπινους πληθυσμούς δύον τό χρῆμα τῶν μαλλιῶν, τῶν ματιῶν, τό σχῆμα καί τό μορφή τοῦ σώματος, οἵ διμάδες τοῦ αἵματος, ἡ ἐξυπάνδα, ἡ μυϊκή δύναμη καί τόσα ἄλλα χαρακτηριστικά ἔχεις τούς τόν καθένα μας καί μᾶς δίνουν μιά εἰκόνα μοναδικότητας.

Τό δίο συμβαίνει γιά τούς περισσότερους πληθυσμούς τῶν ζώων καί τῶν φυτῶν. Ἡ φαινομενική δμοιομορφία τους συνήθως δφείλεται στό ὅτι δέν ἔχουν ἀρκετά ἔξεταστεī τά ἄτομα τοῦ πληθυσμοῦ. Ὁ καθένας γνωρίζει

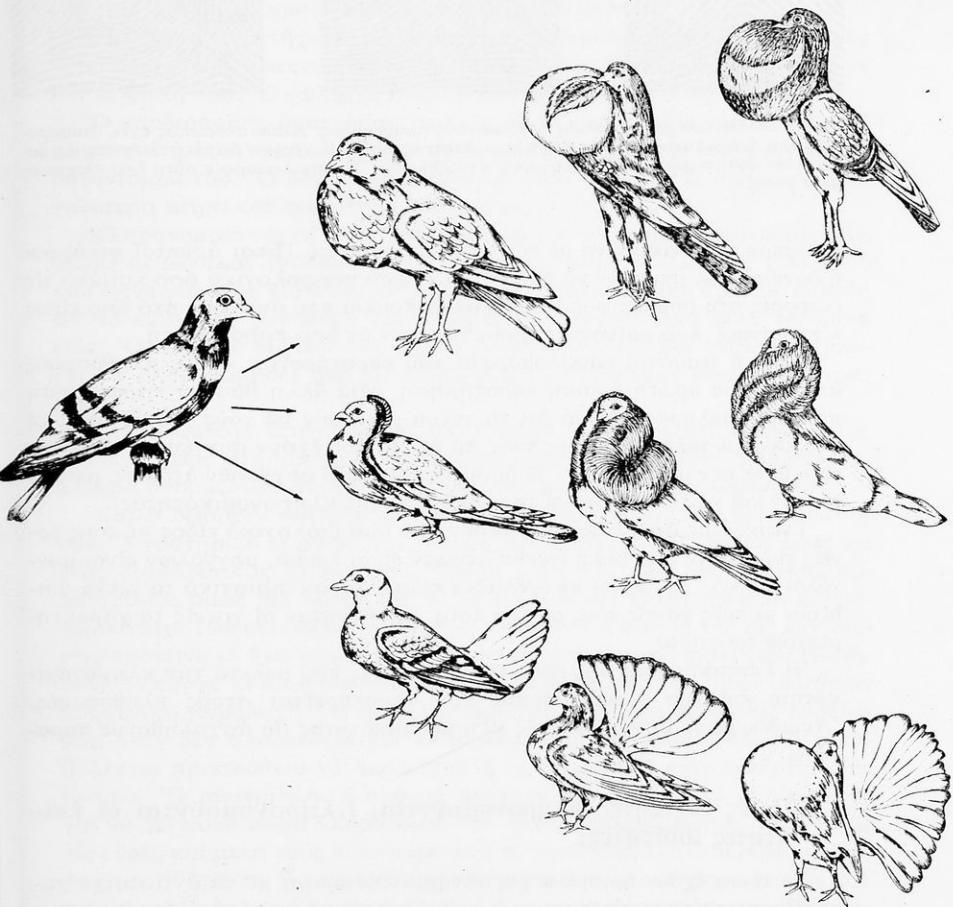
Εἰκόνα 55: Κληρονομικές διαφορές στούς ἀνθρώπους. Οί περισσότεροι ἀντρες διαβάζουν τόν ἀριθμό 8 στήν εἰκόνα. ”Οσοι διαβάζουν διαφέρουν τόν ἀριθμό 3. ”Ο διαφέροντας είναι ἔνα κληρονομικό χαρακτηριστικό. Οι γυναῖκες μέδια διαφέρουν πολύ σπάνιες.





Ψηφιοποιήθηκε από το Ινστιτούτο Εκπαιδευτικής Πολιτικής

Εικόνα 56: Κληρονομικές διαφορές σε δυό ειδη σαλιγκαριών. Τά απόμα διαφέρουν στό χρόμα και στις γραμμώσεις στό πρότο είδος (*Cepaea nemoralis*) στό χρόμα, στις γραμμώσεις και ἔν είναι δεξιόστροφα ή άριστερόστροφα στό δεύτερο είδος (*Partula suturalis*).



Εικόνα 57: Ποικιλομορφία στά περιστέρια. Αριστερά τό άγριοπερίστερο καιί δεξιά διάφοροι τύποι πού μέ έπιλογή δημιουργησε ο ἄνθρωπος ἀπό αὐτό.



Εικόνα 58: Ποικιλομορφία στούς άνθρωπινους πληθυσμούς. Κάθε άνθρωπος έχει, διαφορετικά άπό όποιονδήποτε άλλον, δακτυλικά άποτυπώματα. Ή εικόνα δείχνει τρεις τύπους δακτυλικών άποτυπωμάτων (τόξα, κόλπους, στρόβιλους). Ή ποικιλομορφία αυτή έχει κληρονομική βάση.

καλύτερα τά άντικείμενα μέ τά δόποια άσχολεῖται. "Ετσι άρκετοι φιλόξωι ή όρνιθολόγοι μποροῦν νά ξεχωρίσουν τόσο μορφολογικά δσο καιί άπό τίς διαφορές στή συμπεριφορά τους πολλά πουλιά πού άνήκουν στό ίδιο είδος λ.χ. σπίνους, ένω φαίνονται δμοια γιά έναν άπειρο παρατηρητή.

Αυτή ή τεράστια ποικιλομορφία πού παρατηρεῖται στούς πληθυσμούς άποτελεῖ μιά πρώτη βασική παρατήρηση. Μιά άλλη βασική παρατήρηση πού τή συμπληρώνει είναι δτι τά τέκνα μοιάζουν μέ τούς γονεῖς τους, οι άπόγονοι μέ τούς προγόνους τους, τά άτομα πού έχουν συγγένεια «έξ αίματος» μοιάζουν μεταξύ τους. Ή δμοιότητα μεταξύ συγγενῶν άτόμων, μεταξύ τέκνων και γονιῶν, άποτελεῖ τό φαινόμενο τής κληρονομικότητας.

Γνωρίζουμε δτι τά τέκνα άνήκουν στό ίδιο βιολογικό είδος μέ τούς γονεῖς τους, στήν ίδια φυλή (τέκνα λευκῶν είναι λευκά, μογγόλων είναι μογγόλοι κ.ο.κ.). Άλλα και σέ δρισμένα είδικά χαρακτηριστικά τά τέκνα μοιάζουν μέ τούς γονεῖς τους σάν νά τούς μεταβίβασαν οι γονεῖς τά χαρακτηριστικά τους αυτά.

Ή Γενετική είναι ό κλαδος τής Βιολογίας πού μελετᾶ τήν κληρονομικότητα και τήν ποικιλομορφία πού παρατηρεῖται στούς πληθυσμούς. Ακριβῶς μέ τό μηχανισμό τής κληρονομικότητας θά άσχοληθούμε παρακάτω.

3.8 Ποιές ίδιότητες κληρονομοῦνται; Κληρονομοῦνται οι έπι-κτητες ίδιότητες;

Τά τέκνα έχουν δρισμένα χαρακτηριστικά δμοια μέ τά άντιστοιχα χαρακτηριστικά τῶν γονιῶν τους, λ.χ. δυό γονεῖς μέ γαλανά μάτια θά έχουν παιδιά μέ γαλανά μάτια. Στήν κοινή γλώσσα λέμε δτι τά τέκνα κληρονόμησαν τά χαρακτηριστικά αυτά άπό τούς γονεῖς τους. "Ολα δμως τά χαρα-

κτηριστικά δέν κληρονομούνται. "Υπάρχουν όρισμένα χαρακτηριστικά ή ίδιομορφίες τίς δόποιες άποκτα ἔνα ἀτομο κατά τή διάρκεια τῆς ζωῆς του καὶ πού δέν τις ἔχει κληρονομήσει ἀπό τούς γονεῖς του." Οταν κλείσει ἔνα τραῦμα σχηματίζεται μιά οὐλή. Τέτοιες οὐλές δέν κληρονομούνται ἀπό τούς γονεῖς, οὐτε κληρονομούνται στούς ἀπογόνους. Πρόκειται γιά μιά κατηγορία ίδιοτήτων πού δύναμένται ἐπίκτητες ίδιότητες.

"Οταν ἔνας ἀθλητής ἀσκηθεῖ πολύ στό τρέξιμο ἢ στήν πεζοπορία, οἱ μῆνταν ποδιῶν του ἀναπτύσσονται πιο πολύ. Ἔνα ὅργανο ἀναπτύσσεται μὲ τὴν ἀσκηση του. Ὁ ἀθλητής ἀναπτύσσει μεγαλύτερο μυϊκό σύστημα.

'Ο καρδιοπαθής ἀναπτύσσει πολλές φορές ὑπερτροφία τῆς καρδιᾶς γιά νά μπορεῖ ἡ ἐλαττωματική του καρδιά νά ἀντεπεξέρχεται στίς ἀνάγκες τοῦ ὅργανισμοῦ του. Ὁ δόηγός αὐτοκινήτου ἀποκτᾶ μὲ τὴν ἐξάσκησή του μεγαλύτερη πείρα καὶ ίκανότητα δόηγήσεως.

Κληρονομούνται οἱ ἐπίκτητες ίδιοτητες; Ναι, πίστευαν τὸν περασμένο αἰώνα οἱ μεγάλοι βιολόγοι, ὅπως ὁ γάλλος Λαμάρκ (Lamarck 1744-1829) πού ἔγινε γνωστός γιατί ὑποστήριξε ὅτι ὑπάρχει ὄργανική ἐξέλιξη, δηλαδή ὅτι τά εἰδη τῶν ζωντανῶν ὄργανισμῶν προέρχονται ἀπό ἄλλα παρόμοια εἰδη. Ὁ Λαμάρκ πίστευε ὅτι, ὅταν μιά ἐπίκτητη ίδιοτητα ἀποκτηθεῖ, μπορεῖ νά κληρονομηθεῖ ἀπό τό ἀτομο πού τὴν ἀπόκτησε στούς ἀπογόνους του.

"Ετσι ἄλλωστε ἐξηγοῦσε καὶ τὴν ἐξέλιξην: θεωροῦσε ὅτι ὁ μηχανισμός τῆς ἐξελίξεως στηρίζεται στήν κληρομικότητα τῶν ἐπίκτητων ίδιοτήτων. Σήμερα δύναμένουμε ἀντιλήψεις παρόμοιες μὲ τοῦ Λαμάρκ λαμπροκισμό.

Kai ὁ Ντάρβιν πίστευε στήν κληρονομικότητα τῶν ἐπίκτητων ίδιοτήτων. "Υποστήριξε κι αὐτός ὅτι ὑπάρχει ὄργανική ἐξέλιξη, νόμισε δῶμας ὅτι ἔνας διαφορετικός μηχανισμός ἐξηγεῖ γιατί καὶ πῶς πραγματοποιεῖται. Συγχρόνως δῶμας δέν παράλειπε νά ἐκδηλώνει τὴν πίστη του στήν κληρονομικότητα τῶν ἐπίκτητων ίδιοτήτων, (ἄλλωστε ἡ θεωρία του τῆς παγγένεσης πρότεινε κι ἔνα μηχανισμό κληρονομικότητας τῶν ἐπίκτητων ίδιοτήτων). "Υπῆρχε λοιπόν γιά τὴν κληρονομικότητα τῶν ἐπίκτητων ίδιοτήτων μία γενική παραδοχή. Ἡ ἐπιστήμη δῶμας δέν βασίζεται σέ γενικές παραδοχές, ὅταν δέν ἀποδεικνύονται πειραματικά. Μέ πειράματα δηλαδή καταβάλλεται προσπάθεια νά ἀποδειχτεῖ ἢ νά διαψευστεῖ κάθε υπόθεση, κάθε θεωρία. Ὁ αὐστριακός βιολόγος Βάισμαν πειραματίστηκε μέ ποντικούς γιά νά δεῖ κατά πόσο κληρονομούνται οἱ ἐπίκτητες ίδιοτητες. Τούς ἔκοβε τίς οὐρές καὶ μετά τοὺς διασταύρωνε. Στά τέκνα τους ἔκανε ἀκριβῶς τό ἴδιο πράγμα. Κατά τή διάρκεια 22 γενιῶν ποτέ δέν παρατήρησε μείωση τοῦ μήκους τῆς οὐρᾶς σέ ποντικό. Συμπέρανε λοιπόν ὅτι οἱ ἐπίκτητες ίδιοτητες δέν κληρονομούνται.

'Από τὴν ἐποχή τοῦ Weismann μέχρι τώρα γίνηκαν πολλά παρόμοια

πειράματα: σέ κανένα δέν άποδείχτηκε ότι οι έπικτητες ιδιότητες κληρονομούνται.

Είναι έπισης γνωστό ότι σέ πολλούς λαούς γίνεται ή περιτομή έπι γενιές γενιδών. Ποτέ όμως δέν παρατηρήθηκε νά γεννηθούν άτομα πού νά μή χρειάζεται νά υποστούν περιτομή. Τό τέλος ίσχυει γιά τόν παρθενικό ύμενα τῶν γυναικῶν, γιά διάφορες παραμορφώσεις πού άτομα ήμιαγριών λαδῶν δημιουργούν στό πρόσωπό τους άπό νεαρή ήλικιά, έκριζωντας δόντια, ή τρυπώντας τή μύτη τους ή τά αύτιά τους, ή τέλος παραμορφώντας τά χείλη τους. Τά έπικτητα αυτά χαρακτηριστικά δέν κληρονομήθηκαν.

3.9 Ήως κληρονομούνται τά διάφορα χαρακτηριστικά

Τό δειλινό ή νυχτολούλουδο (τοῦ όποίου τό έπιστημονικό όνομα είναι *Mirabilis jalapa*) μπορεῖ νά έχει άνθη κόκκινα ή λευκά. "Όταν αὐτογονιμοποιηθούν ή δταν γονιμοποιηθούν μεταξύ τους δυό φυτά μέ κόκκινα άνθη, δίνουν πάντα άπογόνους μέ κόκκινα άνθη. Τά φυτά παλι πού έχουν λευκά άνθη κληρονομούν στούς άπογόνους τους τό λευκό χρώμα τῶν λουλουδιῶν τους.

Τό χρώμα λοιπόν τοῦ άνθους άποτελεῖ ένα κληρονομικό χαρακτηριστικό. "Αν διασταυρώσουμε ένα φυτό μέ κόκκινα άνθη μ' ένα φυτό μέ λευκά άνθη, δηλαδή ἂν πάρουμε γύρη άπό τό πρώτο φυτό καί έπικονιάσουμε τό στίγμα τοῦ στύλου τοῦ δεύτερου φυτοῦ ή καί τό άντιστροφο, θά πάρουμε φυτά πού θά άνήκουν στήν πρώτη θυγατρική γενιά (σύμβολο F_1). Τά δυό άτομα πού διασταυρώνονται άποτελούν τήν πατρική γενιά (σύμβολο P).

Μιά τέτοια διασταύρωση δονομάζεται άνθριδισμός καί τά φυτά τής πρώτης θυγατρικής γενιάς μπορούν νά δονομάστούν άνθριδια ή νόθα.

"Ολα τά φυτά τής πρώτης θυγατρικής γενιάς έχουν άνθη μέ χρώμα ρόδινο. Τί μποροῦμε νά υπόθεσουμε; "Οτι ή κληρονομική ούσια (τό γεννητικό πλάσμα) τῶν φυτῶν πού έχουν λευκά άνθη άναμείχτηκε μέ τήν κληρονομική ούσια τῶν φυτῶν μέ κόκκινα άνθη καί οτι γενικά ή κληρονομική ούσια συμπεριφέρθηκε σάν ύγρο πού άκολουθεῖ τούς νόμους τής άναμείξεως τῶν ύγρων: Πραγματικά, ἂν πάρω ένα διάλυμα μέ κόκκινο χρώμα κι ένα ἄλλο μέ λευκό καί τά άναμείξω, μπορεῖ νά πάρω ένα νέο διάλυμα τοῦ δοποίου τό χρώμα νά είναι ένδιαμεσο: δέν είναι οὔτε λευκό, οὔτε έντονα κόκκινο, ἀλλά ρόδινο. Συμπεριφέρθηκε ἀραγε έτσι κι η κληρονομική ούσια;

"Ας κάνουμε ένα δεύτερο πείραμα γιά νά έπαλθησύσουμε ή νά διαψεύσουμε τήν πρώτη μας αύτη ύπόθεση. "Ας διασταυρώσουμε τά φυτά τής πρώτης θυγατρικής γενιάς μέ έναν άπό τούς γονεῖς τους λ.χ. αύτόν πού έχει λευκά άνθη.

Αύτοῦ τοῦ εἰδούς τή διασταύρωση δονομάζουμε άναδιασταύρωση ή άνα-

δρομη διασταύρωση. "Αν ή κληρονομική ούσια συμπεριφέρεται σάν ύγρο πού ἀκολουθεῖ τούς νόμους τῆς ἀναμείξεως τῶν ύγρῶν θά περιμένουμε νά πάρουμε ἀπό αὐτή τή διασταύρωση φυτά πού δλα θά ἔχουν λουλούδια μέ χρώμα ἐνδιάμεσο μεταξύ τοῦ ρόδινου τοῦ ἑνός γονέα καί τοῦ λευκοῦ τοῦ ἄλλου. "Ομως τοῦτο δέν εἶναι καὶ τὸ πειραματικό μας ἀποτέλεσμα. Τά μισά φυτά πού θά προκύψουν θά 'χουν λευκά ἄνθη καὶ τά ἄλλα μισά ρόδινα.

Πρέπει λοιπόν νά παραδεχτοῦμε δτι ἡ κληρονομική ούσια δέν συμπεριφέρεται σάν ύγρο πού ἀναμιγνύεται ἄλλα μᾶλλον σάν μονάδα. Κάθε φυτό τῆς πρώτης θυγατρικῆς γενιάς πήρε λ.χ. μιά κόκκινη μονάδα ἀπό τὸν ἔνα γονέα του καὶ μιά λευκή μονάδα ἀπό τὸν ἄλλο γονέα του. "Εχει ἄνθη μέ ρόδινο χρώμα. "Οταν δύως διασταυρωθεῖ μέ τό λευκό του γονέα, βλέπουμε δτι αὐτές οί δύο μονάδες δέν ἀλλοιώθηκαν, δέν ἐπηρέασαν ή μιά τῆν ἄλλη: τό φυτό τῆς πρώτης θυγατρικῆς γενιάς φαίνεται νά δίνει δύο εἰδῶν γαμέτες, ἔνα μέ τή «λευκή» μονάδα κι ἔνα μέ τήν «κόκκινη» μέ τήν ἴδια ἀναλογία, οί όποιοι ἐνώνονται στήν ἀνάδρομη διασταύρωση μέ μιά λευκή μονάδα, πού προέρχεται ἀπό τό φυτό μέ λευκά ἄνθη, γιά νά δώσουν γέννηση ἀντίστοιχα σέ δύο εἴδη φυτῶν μέ ρόδινα ἄνθη καὶ μέ λευκά ἄνθη.

Γιά νά συμπληρώσουμε τήν ύπόθεσή μας αὐτή, μποροῦμε νά θεωρήσουμε δτι κάθε φυτό ἔχει δύο μονάδες πού καθορίζουν τό χρώμα τοῦ ἄνθους του. Μπορεῖ αὐτές οί μονάδες νά 'ναι δύμοιες, κι οί δύο λευκές, δόποτε τό φυτό ἔχει λευκά ἄνθη ή κι οί δύο κόκκινες, δόποτε τό φυτό ἔχει κόκκινα ἄνθη. "Η μπορεῖ πάλι νά 'ναι διαφορετικές, μιά κόκκινη καὶ μιά λευκή, δόποτε τό φυτό ἔχει ρόδινο χρώμα. Κάθε γαμέτης δύως ἔχει μόνο μιά ἀπό τίς δύο αὐτές μονάδες. Τό φυτό ἔχει δύο μονάδες, γιατί μιά προέρχεται ἀπό τόν κόκκο τῆς γύρης (τόν ἔνα γαμέτη) καὶ μιά ἀπό τό ωάριο (τόν ἄλλο γαμέτη), πού ἐνώνονται στή γονιμοποίηση γιά νά σχηματίσουν τό ἄτομο.

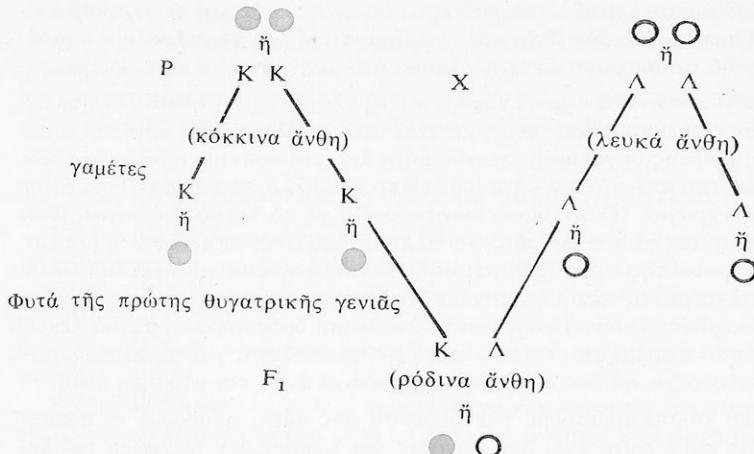
Δηλαδή κάθε φυτό ἔχει δύο μονάδες ἀπό τίς όποιες ή μιά προέρχεται ἀπό τόν πατέρα του κι ή ἄλλη ἀπό τήν μητέρα του. "Οταν πρόκειται κι αὐτό νά δώσει γαμέτες θά περάσει μιά μόνο μονάδα σέ κάθε γαμέτη του, γι' αὐτό κι οί μισοί γαμέτες τῶν φυτῶν μέ ρόδινα ἄνθη θά ἔχουν τή λευκή μονάδα, ἐνώ οί ἄλλοι μισοί τήν κόκκινη.

Πρόκειται γιά τό φαινόμενο τῆς **διάσχισης** τῆς κληρονομικῆς ούσιας: τά ρόδινα φυτά δίνουν γαμέτες πού ἔχουν ἀνεπηρέαστες καὶ ἀναλοίωτες τίς μονάδες τους στήν κατάσταση ἀκριβῶς πού βρίσκονται μές στούς πατρικῶν γαμέτες, δταν ἔγινε ή γονιμοποίηση καὶ σχηματίσηται τό ζυγωτό κύτταρο τοῦ φυτοῦ μέ ρόδινα ἄνθη.

"Ας συμβολίσουμε τή λευκή μονάδα μέ τό γράμμα Λ ή τό σύμβολο Ο καὶ μέ τό γράμμα Κ η τό σύμβολο ● τήν κόκκινη. Τότε οί δύο διασταυρώσεις πού περιγράψαμε μποροῦν νά παρασταθοῦν ἔτσι:

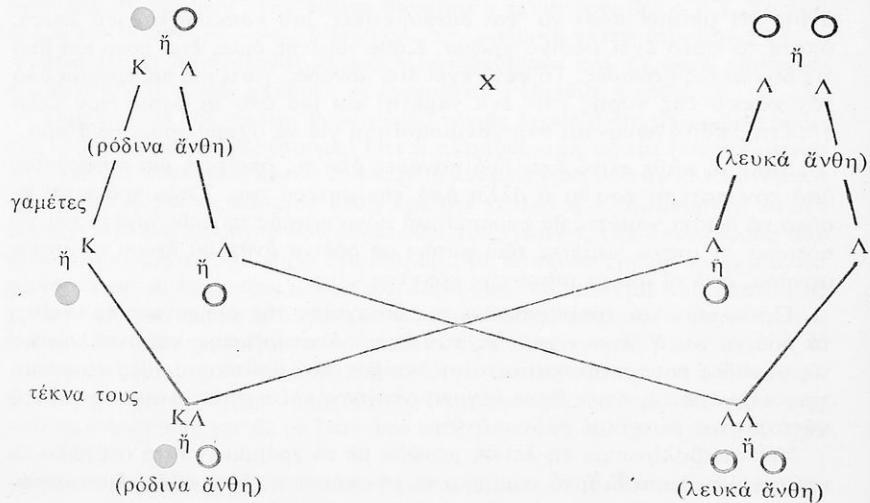
1η διασταύρωση

Φυτά της Πατρικής γενιᾶς μεταξύ τους.

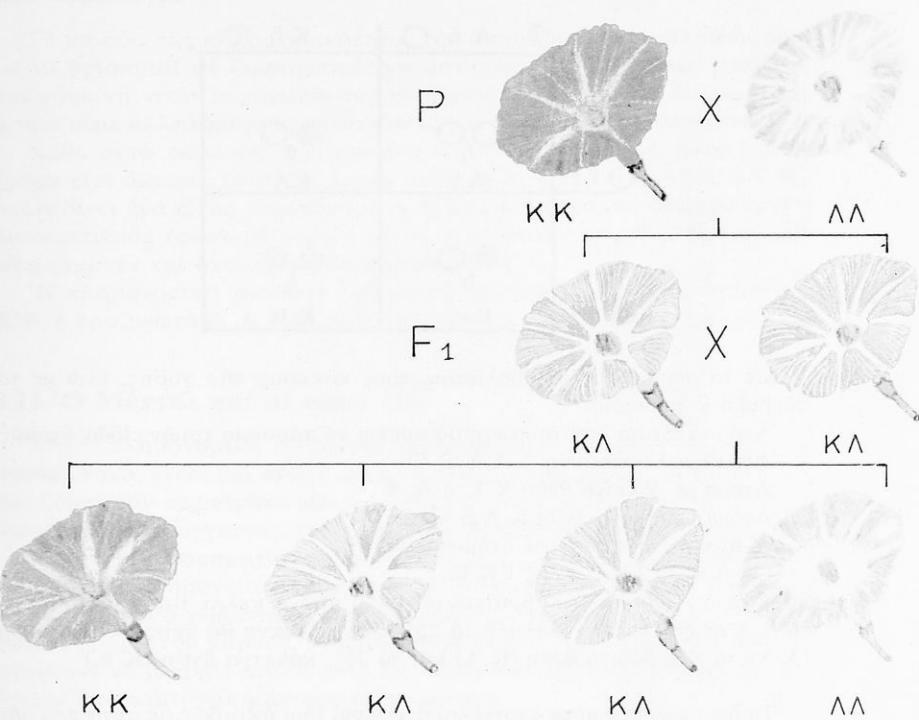


2η διασταύρωση

Ή 'Ανάδρομη διασταύρωση



2



Εικόνα 59: Οι διασταυρώσεις στό δειλινό. Γονεῖς (P), πρώτη (F₁) και δεύτερη (F₂) θυγατρική γενιά.

Μπορούμε βέβαια νά διασταυρώσουμε δυό φυτά της πρώτης θυγατρικής γενιάς μεταξύ τους, δηλαδή δυό φυτά μέ ρόδινα ανθη. Από αυτή τη διασταυρωση θά πάρουμε φυτά πού θά άνήκουν στή δεύτερη θυγατρική γενιά (σύμβολο F₂). Κάθε φυτό της πρώτης θυγατρικής γενιάς δίνει δυό ειδῶν γαμέτες: τό ένα είδος θά φέρνει μιά λευκή μονάδα και τό άλλο μιά κόκκινη. Ο πίνακας, που άκολουθει, δείχνει γιά τήν περίπτωση αυτή όλους τους συνδυασμούς τῶν γαμετῶν μεταξύ τους, δηλαδή τῶν κόκκων τῆς γύρης και τῶν ώαριών. Ένας τέτοιος πίνακας δύναται άβάκιο τῶν γαμετικῶν συνδυασμῶν.

3.10 Όρολογία

Τή μονάδα τής κληρονομικότητας τήν όνομάζουμε **γόνο**. Ο γόνος μπορεῖ νά βρίσκεται σέ διαφορετικές καταστάσεις (λ.χ. σάν λευκή μονάδα ή σάν κόκκινη, στήν περίπτωση του χρώματος του άνθους του δειλινού) πού όνομάζουμε **άλληλόμορφες καταστάσεις** του ή άπλως **άλληλόμορφους**.

Κάθε φυτό δειλινού περιέχει δυό άλληλόμορφους τού γόνου γιά τό χρώμα είτε δμοιούς (φυτά μέ λευκά άνθη, Λ Λ, ή μέ κόκκινα άνθη, Κ Κ), όπότε δίνει ένα είδος γαμετῶν (μέ Λ ή Κ) και όνομάζεται **όμοιογνωτό**, είτε διαφορετικούς (φυτά μέ ρόδινα άνθη, ΚΛ) όπότε δίνει δυό διαφορετικά είδη γαμετῶν και διονομάζεται **έτερογνωτό**.

Η κληρονομική σύνθεση του φυτού (άν δηλαδή θά είναι όμοιογνωτό Κ Κ ή όμοιογνωτό Λ Λ ή έτερογνωτό Κ Λ) διονομάζεται **γονότυπός του**.

3.11 Ό Μέντελ καί οί νόμοι του

Ότι η κληρονομική ούσια συμπεριφέρεται σάν μονάδα, πού τήν όνομάσμε γόνο, έγινε γιά πρώτη φορά γνωστό άπό τίς μελέτες ένός μοναχού, πού ζούσε τόν περασμένο αιώνα σ' ένα μοναστήρι μιᾶς μικρής πόλης τής παλιᾶς Αύστρουςγαρίας, τού Γρηγόριου Μέντελ (G. Mendel 1822-1884).

Ο Μέντελ πειραματίστηκε μέ μπιζέλια και άνακάλυψε πρώτος τό μηχανισμό τής κληρονομικότητας, γιατί πρώτος σκέφτηκε νά μελετήσει κάθε χαρακτηριστικό χωριστά (χρώμα τού άνθους, σχῆμα τού καρπού, ύψος του φυτού, χρώμα τού καρπού, θέση τῶν άνθεων στό βλαστό κ.ἄ.) και πρώτος σκέφτηκε νά μετράει πολλά φυτά άπό κάθε διασταύρωση, ώστε νά χει σίγουρά, άπό στατιστική άποψη, άποτελέσματα.

Τό έτος 1866 δημοσίευσε τά άποτελέσματα τῶν πειραμάτων του, πού δέν έτυχαν προσοχής. Μόνο τό 1900 τρεῖς βιολόγοι, ένας Όλλανδος, ένας Γερμανός κι ένας Αύστριακός, δλοι καθηγητές τής Βιολογίας, άνακάλυψαν τήν έργασία του και έπιβεβαίωσαν τά συμπεράσματά του σέ διάφορα ζώα και φυτά. Σήμερα γνωρίζουμε δτι ίσχυουν και στόν άνθρωπο οί νόμοι τού Μέντελ και δη μηχανισμός τής κληρονομικότητας πού διατύπωσε.

Τά συμπεράσματα τού Μέντελ διατυπώθηκαν σέ 4 νόμους, πού άποτελούν πορίσματα τῶν δσων είπαμε προηγουμένως γιά τή συμπεριφορά τῶν γόνων.

● Πρώτος νόμος, **δό νόμος τής όμοιομορφίας**: Τά νόθα τής πρώτης θυγατρικής γενιᾶς είναι μεταξύ τους όμοια. Ισχύει μόνο δταν τά πατρικά φυτά είναι όμοιογνωτά.

● Δεύτερος νόμος, **δό νόμος τής αύτοτέλειας**: Οι άρχικοι χαρακτήρες, κι άν άκομα βρίσκονται ένωμένοι στά νόθα τής πρώτης θυγατρικής γενιᾶς.

Εικόνα 60: Ο Γρηγόριος Μέντελ.



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

- Τρίτος νόμος, ὁ νόμος τῆς διάσχισης: Οἱ χαρακτῆρες ποὺ ἀναμείχτηκαν στὴν πρώτη θυγατρική γενιά, διαχωρίζονται πάλι στὶς ἐπόμενες γενιές.
- 'Ο τέταρτος νόμος: 'Αναφέρεται σ' ἔνα φαινόμενο πού ἀκόμα δέ μελετήσαμε, στὴν **κυριαρχία**.

3.12 Κυριαρχία

"Αν ἔξετάσει κανείς τὸ χρῶμα τοῦ λίπους πού βρίσκεται κάτω ἀπό τὸ δέρμα στά πρόβατα ἢ στά κουνέλια, θά παρατηρήσει ὅτι ὑπάρχουν ζῶα μέλευκό ὑποδόριο λίπος καὶ ἄλλα μέλευκα μέ κίτρινο. Τό χαρακτηριστικό αὐτό κληρονομεῖται.

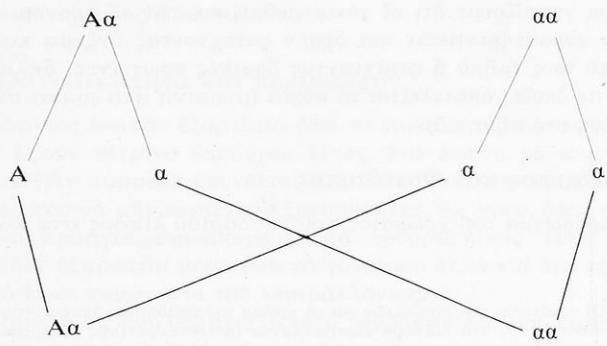
"Αν πάρουμε κουνέλια πού ἀνήκουν σὲ μά φυλή, πού ἀποτελεῖται ἀπό ὑτομα μέλευκο μόνο ὑποδόριο λίπος, καὶ τά διασταυρώσουμε μέ κουνέλια μέ κίτρινο ὑποδόριο λίπος, θά πάρουμε στὴν πρώτη θυγατρική γενιά κουνέλια μέλευκο ὑποδόριο λίπος. Κι δύμως ἡ διαφορά λευκοῦ καὶ κίτρινου ὑποδόριου λίπους ὀφείλεται σ' ἔνα γόνο πού μπορεῖ νά παρουσιαστεῖ μέ δυό ἀλληλόμορφους: Τά ζῶα μέ κίτρινο ὑποδόριο λίπος είναι διμοζυγωτά γιά τόν ἔνα ἀλληλόμορφο (aa), ἐνῶ τά λευκά πάλι τῆς πατρικῆς γενιᾶς

είναι διμοζυγωτά για τόν άλλο άλληλόμορφο (AA). Τά νόθα τής πρώτης θυγατρικής γενιᾶς είναι έτεροζυγωτά (Aa), έχουν δύμως λευκό ύποδόριο λίπος σάν τους γονεῖς τους AA. 'Ο άλληλόμορφος A κυριαρχεῖ, είναι κυρίαρχος, πάνω στόν άλληλόμορφο a και δέν τόν άφήνει νά έκδηλωθεῖ στά έτεροζυγωτά ατομα. 'Ο άλληλόμορφος a δονομάζεται τότε υπολειπόμενος.

"Οτι πραγματικά αυτό συμβαίνει φαίνεται ἀν κάνουμε τήν άκόλουθη άναδρομή διασταύρωση: ἀν διασταυρώσουμε τά ζῶα τής πρώτης θυγατρικῆς γενιᾶς μέ ζῶα πού έχουν κίτρινο ύποδόριο λίπος. Τά μισά ατομα πού θά πάρουμε θά έχουν λευκό ύποδόριο λίπος και τά άλλα μισά κίτρινο. "Οπως δείχνει και τό σχῆμα, τά ατομα μέ τό λευκό λίπος είναι έτεροζυγωτά, ἐνώ τά ατομα μέ τό κίτρινο λίπος διμοζυγωτά.

"Ατομα μέ
λευκό λίπος (F₁)

"Ατομα μέ
κίτρινο λίπος



"Ατομα μέ
λευκό ύποδόριο λίπος

"Ατομα μέ
κίτρινο ύποδόριο λίπος.

Μποροῦμε νά ξεχωρίσουμε τό γονότυπο τῶν λευκῶν ατόμων, ἀν τά διασταύρωσουμε μέ ατομα πού έχουν κίτρινο λίπος. Τά διμοζυγωτά λευκά δίνουν άπογονους λευκούς, ἐνώ τά έτεροζυγωτά λευκά δίνουν δυό είδῶν παιδιά: τά μισά έχουν λευκό, ἐνώ τά άλλα μισά κίτρινο λίπος.

● 'Ο τέταρτος νόμος, νόμος τής κυριαρχίας: Μερικές φορές ἔνα χαρακτηριστικό κατά τήν έκδηλωσή του ἐπικρατεῖ σ' ἔνα ἄλλο.

3.13 Οι γόνοι συνθέτουν ένζυμα

Μέ τό νά δώσουμε ἔνα δημόσιο σ' ἔνα φαινόμενο σημαίνει πώς ἀναγνωρίσαμε τήν ὑπαρξή του δχι δύμως και πώς τό έξηγγήσαμε.

Στήν περίπτωση τοῦ χρώματος τοῦ ὑποδόριου λίπους τῶν κουνελιῶν γνωρίζουμε σέ τί δφείλεται τό φαινόμενο τῆς κυριαρχίας. Τά κουνέλια είλναι φυτοφάγα καὶ μὲ τὰ φύλλα πού τρῶνε εἰσάγουν στό σῶμα τοὺς διάφορες χρωστικές, δπως εἶναι ἡ πράσινη χλωροφύλλη ἢ καὶ οἱ κίτρινες ξανθοφύλλες. Οἱ ξανθοφύλλες, στά κουνέλια μὲ λευκό λίπος, σπᾶνε σέ μικρότερα κι ἄχρωμα συστατικά ἀπ' τῇ δράσῃ ἐνός ἐνζύμου πού διαθέτουν τά κουνέλια αὐτά. Τά κουνέλια μὲ τό κίτρινο λίπος δέν ἔχουν τό ἐνζυμο: Οἱ ξανθοφύλλες σ' αὐτά δέ διασπᾶνται καὶ, ἐπειδὴ εἶναι λιποδιαλυτές, συγκεντρώνονται στό λίπος τοὺς καὶ τό χρωματίζουν κίτρινο. Ὁ γόνος λοιπόν τοῦ χρώματος τοῦ λίπους φαίνεται νά ἐλέγχει τή σύνθεση ἐνός ἐνζύμου: δο κυρίαρχος ἀλληλόμορφος Α φτιάχνει τό ἐνζυμο, ἐνῷ δ ὑπολειπόμενος α δέν μπορεῖ νά τό φτιάξει. Ἡ παρουσία καὶ μιᾶς μόνο μανάδας Α στά ἐτεροζυγωτά ἄτομα Αα ἀρκεῖ γιά νά συντεθεῖ τόση ποσότητα ἐνζύμου ὥστε τά κουνέλια νά 'χουν λευκό χρῶμα.

Σήμερα γνωρίζουμε δτι οἱ γόνοι ρυθμίζουν τήν κληρονομικότητα τῶν διάφορων χαρακτηριστικῶν καὶ δροῦν φτιάχνοντας ἐνζυμα καὶ εἰδικά τό πρωτεϊνικό τοὺς τμῆμα ἡ φτιάχνοντας δομικές πρωτεΐνες, δηλαδὴ πρωτεΐνες, ἀπό τίς δποτες ἀποτελεῖται τό σῶμα (μυοσίνη στό μυϊκό σύστημα, αἵμοσφαιρίνη στό αἷμα κ.ἄ).

3.14 Γονότυπος καὶ Φαινότυπος

Τό παράδειγμα τοῦ χρώματος τοῦ ὑποδόριου λίπους στά κουνέλια μᾶς

Εἰκόνα 61: Οἱ γονότυποι τῶν κουνελιῶν γιά τό χρῶμα τοῦ ὑποδόριου λίπους τούς (ΑΑ καὶ αα) καὶ οἱ φαινότυποι τούς στά διάφορα περιβάλλοντα (μέ διαφορετικές διατροφές).

	Κουνέλι μὲ γόνους γιά κίτρινο λίπος	Κουνέλι μὲ γόνους γιά λευκό λίπος
Καρδτα καὶ πράσινα τμῆματα αὐτῶν		
Τροφή χωρὶς ξανθοφύλλες		

δείχνει και κάτι άλλο: διτι δυό άτομα μπορεῖ νά έχουν διαφορετικό γονότυπο, δημοσιας τά δόμοζυγωτά ΑΑ και τά έτεροζυγωτά Αα, άλλα νά μᾶς φαίνονται δύοια, νά χουν δηλαδή και τά δυό τό ίδιο χρώμα λίπους, τό λευκό. Λέμε διτι έχουν τόν ίδιο **φαινότυπο**.

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

Τά κουνέλια έχουν σχετικά μέ τό χρώμα τού ίποδόριου λίπους τους δυό φαινότυπους: τό λευκό και τόν κίτρινο. Έχουν δημοσιας τρεῖς δυνατούς γονότυπους, τόν ΑΑ, τόν Αα και τόν αα πού έκδηλωνται σέ δυό διαφορετικούς φαινότυπους: Στούς δυό πρώτους γονότυπους άντιστοιχεῖ ένας μόνο φαινότυπος, ό λευκός, ένω στόν τρίτο γονότυπο άντιστοιχεῖ ό κίτρινος φαινότυπος. Τό γονότυπο τόν καθορίζουμε μέ διασταυρώσεις: άπό τό τί παιδιά μπορεῖ νά κάνει τό άτομο. Έτσι μπορούμε νά ξεχωρίσουμε τά δόμοζυγωτά ΑΑ και τά έτεροζυγωτά Αα λευκά κουνέλια, διασταυρώνοντάς τα μέ κίτρινα κουνέλια, δημοσιας εϊδαμε και πρίν.

3.15 Κληρονομικότητα και περιβάλλον

Ο φαινότυπος λοιπόν έξαρταται άπό τό γονότυπο. Τά κουνέλια μέ γονότυπο αα έχουν κίτρινο ίποδόριο λίπος, ένω έκεινα μέ γονότυπο ΑΑ έχουν λευκό. Άν πάρουμε κουνέλια αα και άπό μικρά τά θρέψουμε μέ τέτοιες τροφές πού νά μήν περιέχουν ξανθοφύλλες, θά χουν, δημοσιας είναι έπομενο άπό όσα προηγούμενα εϊπαμε, λευκό ίποδόριο λίπος. Ωστε τό χρώμα τού λίπους δέν έξαρταται μόνο άπό τό γονότυπο άλλα και άπό τήν τροφή, δηλαδή άπό έναν παράγοντα τού περιβάλλοντος.

Η διαφορά δημοσιας πού ίπάρχει μεταξύ τών κουνελιών πού έχουν γονότυπους ΑΑ και αα είναι ή άκόλουθη: τά άτομα ΑΑ σέ όποιοδήποτε περιβάλλον κι άν ζήσουν, άν δηλαδή τραφούν εϊτε μέ τροφή πού περιέχει ξανθοφύλλες εϊτε μέ τροφή χωρίς ξανθοφύλλες, θά έχουν λευκό ίποδόριο λίπος, ένω τά κουνέλια αα θά έχουν κίτρινο ίποδόριο λίπος στήν πρώτη περιπτωση και λευκό στή δεύτερη.

Ο φαινότυπος λοιπόν έξαρταται και καθορίζεται άπό δυό παράγοντες, τόν κληρονομικό (τό γονότυπο) και τόν περιβαλλοντικό. Άν γνωρίζουμε τούς δυό αύτούς παράγοντες, γνωρίζουμε μέ άκριβεια τό φαινότυπο.

Όπως γιά νά χτιστεῖ ένας τοίχος χρειάζονται και δομικά ύλικά (πέτρες κ.ἄ.) και έργασία, έτσι γιά νά διαμορφωθεῖ ένας φαινότυπος χρειάζεται και ένας γονότυπος κι ένα περιβάλλον. Τοίχος χωρίς ύλικά δέ χτίστηκε ποτέ άλλα ούτε χτίστηκε και χωρίς έργασία. Φαινότυπος χωρίς γονότυπο δέν υπήρξε ούτε και χωρίς περιβάλλον.

Ο γονότυπος είναι έκεινος που δίνει στό ατομο τη δυνατότητα μέσα σε δρισμένες συνθήκες του περιβάλλοντος να άναπτυξει ένα δρισμένο φαινότυπο.

Η παχυσαρκία ή και τό ύψος δρεπίλονται σε δυό παράγοντες: στήν κληρονομική δομή του δραγανισμού, αν δηλαδή έχει κανείς από τους γονείς του γόνους που νά υποβοηθούν ή νά παρεμποδίζουν τήν άναπτυξη παχυσαρκίας η υψούς, και σε περιβαλλοντικούς (πλούσια η φτωχή διατροφή λ.χ.).

Από όσα είπώθηκαν παραπάνω, δτι δηλαδή οι γόνοι επηρεάζουν τό φαινότυπο έλεγχοντας τή σύνθεση τῶν ένζυμων και τῶν πρωτεΐνῶν και δτι δραγάνων τῶν γονέων. Τό λευκό υποδόριο λίπος δέν κληρονομεῖται, γιατί μέσα στούς γαμέτες υπάρχει ένα μικροσκοπικό άντιγραφο λευκού λίπους που είναι ο γόνος. Άντιθετα ο γόνος είναι ένα τμῆμα του γαμέτη που έλεγχει τή σύνθεση του ένζυμου που σπάζει τίς ξανθοφύλλες.

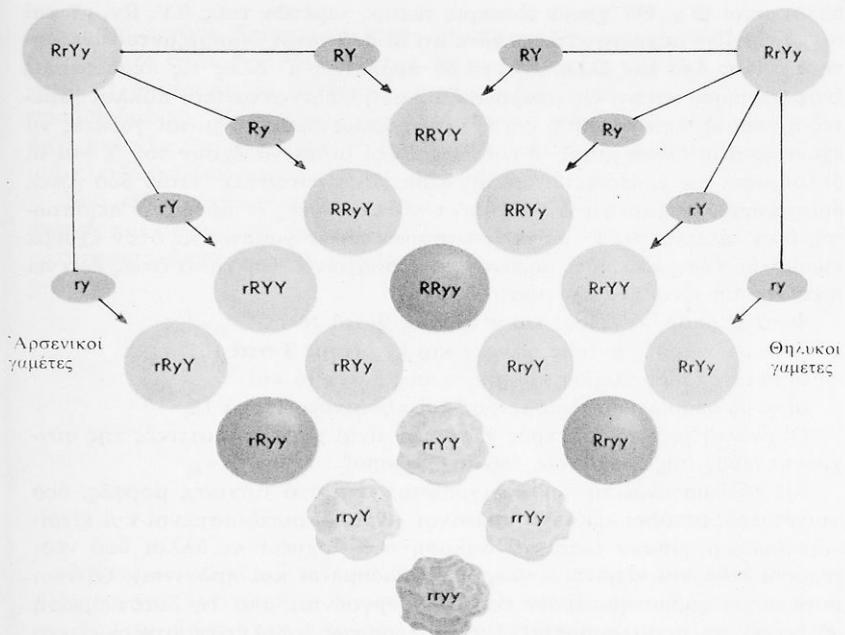
3.16 Διυβριδισμός.

Ο Μέντελ μελέτησε πῶς κληρονομοῦνται έφτά διαφορετικά μορφολογικά χαρακτηριστικά του μπιζελιού (σπόρος λείος η ρυτιδιασμένος, τό χρῶμα του σπόρου, τό ύψος του φυτού κ.ἄ.). "Όλα τά χαρακτηριστικά έδειχναν δύο διαφορετικούς φαινότυπους. Ο σπόρος λ.χ. μπορούσε νά 'ναι σε δρισμένα φυτά λείος και σε ἄλλα ρυτιδιασμένος, τό χρῶμα του σπόρου κίτρινο η πράσινο. Μελετώντας κάθε χαρακτηριστικό χωριστά κατάλαβε πῶς έφτά διαφορετικοί γόνοι έλεγχαν τήν κληρονομικότητα τῶν έφτά χαρακτηριστικῶν. Κάθε γόνος καθόριζε ένα χαρακτηριστικό: κάθε γόνος είχε δύο ἄλληλομορφους.

Άς δονομάσουμε τούς ἄλληλομορφους πού καθορίζουν τό είδος τής έπιφάνειας του σπόρου R και r. Οι γονότυποι RR και Rr έχουν λείους σπόρους (κυριαρχία), ένω δι γονότυπος rr ρυτιδιασμένους. "Ενα φυτό Rr (λείοι σπόροι), αν αυτογονιμοποιηθεῖ, θά δώσει φυτά ἀπό τά δύοπια 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 χρῶμα του σπόρου (κίτρινο-πράσινο) που έλεγχεται ἀπό ἄλλο. γόνο μέ δύο ἄλληλομορφους Y και y: τό κίτρινο χρῶμα έχουν οι γονότυποι YY και Yy (κυριαρχία), ένω τό πράσινο χρῶμα δι γονότυπος yy.

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



Είκονα 62: Τό άβάκιο τῶν γαμετικῶν συνδυασμῶν γιά νά βρεθοῦν τά φυτά τῆς F_2 στά μπιζέλια στή διασταυρωσή τοῦ διυβριδισμοῦ πού περιγράφεται στό κείμενο.

κτηριστικά, λ.χ. τό είδος τῆς ἐπιφάνειας καὶ τό χρῶμα τοῦ σπόρου. Ἀν δηλαδὴ διαστυρώσουμε φυτό $Rryy$ (φυτό μέ λείους καὶ πράσινους σπόρους) μέ ἔνα φυτό $rrYY$ (φυτό μέ ρυτιδιασμένους καὶ κίτρινους σπόρους) θά πάρουμε στήν F_1 φυτά μέ γονότυπο $RrYy$, δηλαδὴ ἐτεροζυγωτά καὶ γιά τὸν γόνο R καὶ γιά τὸ γόνο Y . Γιατὶ τό πρῶτο φυτό θά κάνει γαμέτες Ry καὶ τό δεύτερο rY . **Κάθε γαμέτης ἔχει ἔνα μόνο ἀλληλόμορφο ἀπό κάθε γόνο, ἀπό κάθε δμως γόνο:** ἔχει δηλαδὴ ἔνα ἀλληλόμορφο ἀπό τὸ γόνο R (εἴτε τὸν R εἴτε τὸν r) καὶ **συγχρόνως** ἔνα ἀλληλόμορφο ἀπό τὸ γόνο Y (εἴτε τὸν Y , εἴτε τὸν y). Τό διπλό ἐτεροζυγωτό φυτό τῆς F_1 θά ἔχει λείους καὶ κίτρινους σπόρους ἀφοῦ εἶναι $RrYy$.

Τώρα τί θά γίνει ἄν διασταυρωθοῦν μεταξύ τους δυό φυτά τῆς F_1 ; Ἡ λύση μᾶς δίνεται ἀπό τὴν εἰκόνα 62. Κάθε φυτό κάνει τέσσερα εἰδή γαμετῶν, δηλαδὴ ὅλους τοὺς δυνατούς συνδυασμούς γαμετῶν. Οἱ μισοὶ γαμέτες θά ἔχουν τό R καὶ οἱ ἄλλοι μισοί τό r . Τό ἕδιο οἱ μισοί γαμέτες τό Y καὶ οἱ

ἄλλοι μισοί τό γ. Θά χουμε τέσσερις τύπους γαμετῶν τούς RY, Ry, rY και ry, μέ την ἴδια συχνότητα: λέμε τότε οἱ δυό γόνοι διασχίζονται ἀνεξάρτητα ὁ ἕνας ἀπό τὸν ἄλλο. (Τοῦτο δέ συμβαίνει σ' ὅλες τὶς περιπτώσεις ἐνός ζευγαριοῦ γόνων. Θά μποροῦσε δηλαδή νά γίνονται πιό πολλοί γαμέτες Ry και rY ἀπό τοὺς RY και ry, συγχρόνως ὅμως οἱ μισοί γαμέτες νά ἔχουν τὸ R οἱ ἄλλοι μισοί τὸ r, ἐνῶ πάλι οἱ μισοί νά ἔχουν τὸν Y και οἱ ἄλλοι μισοί τὸν y, ἀν ἔξετάζαμε τὸν κάθε γόνο χωριστά). "Οταν δυό γόνοι διασχίζονται ἀνεξάρτητα ὁ ἕνας ἀπό τὸν ἄλλο, ὅπως σ' αὐτή τὴν περίπτωση, ὅταν τὰ φυτά τῆς F1 κάνουν τεσσάρων εἰδῶν γαμέτες κι ὅταν ἔχουμε κυριαρχία, δπως ἐδῶ, τότε παράγονται τεσσάρων εἰδῶν φυτά ὅπως δείχνει η εἰκόνα πού είναι ἔνα πλαγιαστό ἀβάκιο.

Φυτά μέ σπόρους λείους και κίτρινους 9 στά 16

φυτά μέ σπόρους ρυτιδιασμένους και κίτρινους 3 στά 16

φυτά μέ σπόρους λείους και πράσινους 3 στά 16 και

φυτά μέ σπόρους ρυτιδιασμένους και πράσινους 1 στά 16.

Οι ἀναλογίες 9 πρός 3, πρός 3, πρός 1 είναι χαρακτηριστικές τῆς σύγχρονης διάσχισης δυό γόνων, τοῦ **διυβριδισμοῦ**.

Μέ τή διασταύρωση πού περιγράψαμε ἀπό δυό δυό ἀρχικές μορφές, δυό φαινότυπους (σπόροι λεῖοι και πράσινοι - σπόροι ρυτιδιασμένοι και κίτρινοι) δημιουργήθηκαν τέσσερις, δηλαδή δυό ἀρχικοί κι ἄλλοι δυό νέοι (σπόροι λεῖοι και κίτρινοι - σπόροι ρυτιδιασμένοι και πράσινοι). Οι νέοι συνδυασμοί χαρακτηριστικῶν πού δημιουργοῦνται ἀπό τή διασταύρωση αὐξαίνουν τήν ποικιλομορφία. Γι' αὐτό λέμε πώς η φυλετική (σεξουαλική) ἀναπαραγωγή αὐξαίνει τήν ποικιλομορφία στούς πληθυσμούς.

3.17 Γόνος μέ τρεῖς ἀλληλόμορφους: Ὁμάδες αἵματος ABO

Ἔνα κληρονομικό χαρακτηριστικό στόν ἀνθρωπο είναι και οἱ δόμαδες αἵματος ABO. Μποροῦμε νά κατατάξουμε τοὺς ἀνθρώπους σέ τέσσερις δόμαδες αἵματος (ἀπλοποιώντας λίγο τήν κατάσταση): τήν O, τήν A, τήν B και τήν AB. Είναι σήμαντικό νά γνωρίζουμε σέ ποιά δόμάδα αἵματος ἀνήκει ἔνα ἄτομο, ἀν θέλουμε νά τοῦ κάνουμε μετάγγιση αἵματος: δρισμένες μεταγγίσεις μπορεῖ νά χουν θανατηφόρα ἀποτελέσματα, ἐπειδή δημιουργοῦν θρόμβους αἵματος πού φράζουν ἀγγεῖα τοῦ κυκλοφορικοῦ συστήματος. Τό αἷμα ἀποτελεῖται ἀπό κύτταρα (ὅπως είναι τά ἐρυθροκύτταρα, τά λευκά αἷμοσφαίρια κ.α.) και ἀπό τὸν δρό. Τά ἐρυθροκύτταρα, ὅταν κολλήσουν μεταξύ τούς (**συγκόλληση**) σχηματίζουν τούς θρόμβους. Στίς μή ἐπιτρεπτές μεταγγίσεις ὁ σχηματισμός τῶν θρόμβων πραγματοποιεῖται ἔξαιτιας τῆς ἀντιδράσεως τῶν ἀντιγόνων πού ἐνώνονται μέ ἀντισώματα. Τά ἀντιγόνα και ἀντισώματα είναι δργανικές χημικές ἐνώσεις μέ μεγάλα μό-

ρια. Τά άντιγόνα βρίσκονται στήν έπιφάνεια τῶν ἐρυθροκυττάρων καὶ τά ἀντισώματα στόν δρό τοῦ αἵματος. Ὄποιοδήποτε ἀντιγόνο ὅμως δέν ἐνώνεται μὲ όποιοδήποτε ἀντίσωμα, ὥστε νά ἀρχίσει ἡ διαδικασία σχηματισμοῦ θρόμβου. Ὑπάρχει μεγάλη ἔξειδίκευση, ὅπως στήν περίπτωση κλειδιῶν καὶ κλειδωνιῶν: κάθε κλειδί δέν ἀνοίγει όποιαδήποτε κλειδωνιά καὶ μιὰ κλειδωνιά δέν ἀνοίγεται ἀπό όποιαδήποτε κλειδί.

Δυό εἰδῶν ἀντιγόνα, τό Α καὶ τό Β, καὶ δυό εἰδῶν ἀντισώματα, τό ἀντι-Α καὶ τό ἀντι-Β, ἐπιτρέπουν τήν κατάταξη τῶν ἀτόμων σέ τέσσερις κατηγορίες, ὅπως δείχνει ό παρακάτω πίνακας.

δμάδα αἵματος	ἀντιγόνα		ἀντισώματα	
	ἐρυθροκυττάρων	δροῦ	ἀντι-Α	ἀντι-Β
A	—	—	+	+
B	+	—	—	+
AB	—	+	+	—
O	+	+	—	—

Μέ τό σημεῖο + ύποδεικνύουμε τήν ὑπαρξη καὶ μέ τό σημεῖο – τήν ἔλλειψη τοῦ ἀντιγόνου ἡ ἀντισώματος. Οἱ δμάδες αἵματος χαρακτηρίζονται ἀπό τό εἶδος ἀντιγόνου τῶν ἐρυθροκυττάρων: κανένα στήν O, καὶ τά δυό στήν AB, μόνο τό ἔνα στήν A ἡ στή B, ἀνάλογα μέ τό εἶδος τοῦ ἀντιγόνου. Ο δρός κάθε ἀτόμου περιέχει τά ἀντισώματα ἐκεῖνα πού δέν προκαλοῦν συγκόλληση στό ἄτομο. "Ἐτσι τά ἄτομα τῆς δμάδας A ἔχουν στό δρό τους ἀντι-Β, τά ἄτομα B ἔχουν ἀντι-Α, τά ἄτομα O ἔχουν καὶ ἀντι-Α καὶ ἀντι-Β, ἐνώ τά ἄτομα AB δέν ἔχουν κανένα ἀπό τά δυό ἀντισώματα.

"Οταν μεταγγίζουμε μεγάλη ποσότητα αἵματος ἡ μετάγγιση μπορεῖ νά γίνει μέ ἀσφάλεια μόνο ἢν καὶ τά δυό ἄτομα, ὁ δέκτης κι ὁ δότης, ἀνήκουν στήν ἴδια δμάδα αἵματος. Τίς περισσότερες φορές κάνουμε καὶ μιὰ γρήγορη δοκιμασία μεταξύ τῶν αἵμάτων τους γιά νά ἐλέγξουμε πώς πραγματικά δέν πραγματοποιεῖται συγκόλληση (ἡ συγκόλληση δφείλεται κυρίως σέ ἀσυμβατότητα δμάδων αἵματος ABO, μπορεῖ δμως νά δφείλεται καὶ σέ ἄλλου εἰδους δμάδες αἵματος γιά τις όποιες δέ μιλήσαμε). "Αν ἡ ποσότητα αἵματος πού μεταγγίζεται είναι μικρή, τότε ἔχουμε περισσότερους ἐπιτρεπτούς συνδυασμούς μεταγγίσεων, ὅπως δείχνει ό παρακάτω πίνακας. Μέ τό σημεῖο + δηλωνονται οἱ ἐπιτρεπτές μεταγγίσεις καὶ μέ τό – οἱ ἀσύμβατες καὶ ἐπικίνδυνες. Ἡ ἀρχή ἐδώ είναι ἡ ἀκόλουθη: 'Ο κίνδυνος προέρχεται ἀπό τή συγκόλληση τῶν ἐρυθροκυττάρων τοῦ δότη ἀπό τόν δρό τοῦ δέκτη. Λ.χ. ἔνας δότης A πού τά ἐρυθροκύτταρά του ἔχουν ἀντιγόνο A δέν ἐπιτρέ-

πεται νά δώσει αίμα σέ ατομο τής ομάδας B που ο δρός του περιέχει και άντι-A.

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

Σ' αυτή τήν περίπτωση τά ατομα τής ομάδας O άποτελούν «γενικούς» δότες.

Οι ομάδες αίματος κληρονομούνται: ένας γόνος που μπορεῖ νά βρίσκεται σέ τρεις διαφορετικές καταστάσεις, νά 'χει δηλαδή τρεις άλληλόμορφους, καθορίζει τήν ομάδα αίματος του άτομου. Κάθε άτομο βέβαια έχει δυό μόνο άντιγραφα του γόνου, είτε δημοια (όμοιγυωτό), είτε διαφορετικά (έτερογυωτό). Έξετάζοντας δημοια πολλά άτομα θά βρούμε πώς υπάρχουν τρεις άλληλόμορφοι τούς γόνου: οι περισσότεροι γόνοι βρίσκονται σέ πιαραπάνω άπό μιά ή δυό καταστάσεις και ή περίπτωση του γόνου τῶν ομάδων αίματος ABO μέ τρεις άλληλόμορφους δέν άποτελεῖ έξαίρεση. Οι τρεις αύτοι άλληλόμορφοι γράφονται έτσι: $I^A I^B$ και i. Τά άτομα τής ομάδας A μπορεῖ νά 'χουν γονότυπο είτε $I^A I^A$ είτε $I^A i$, τά άτομα τής ομάδας B μπορεῖ νά 'χουν γονότυπο είτε $I^B I^B$ είτε $I^B i$, τέλος τά άτομα τής ομάδας AB έχουν γονότυπο $I^A I^B$ και τής ομάδας O έχουν γονότυπο ii.

Μέ τή βοήθεια τῶν ομάδων αίματος μπορεῖ νά δοῦμε κατά πόσο είναι δυνατό ένα όρισμένο παιδί νά προέρχεται άπό ένα όρισμένο πατέρα (ϋλεγχος πατρότητας): σ' αύτον τόν έλεγχο ποτέ δέν μπορεῖ νά άποδειχτεῖ ότι δι πατέρας του είναι ένα συγκεκριμένο άτομο (άφού λ.χ. κι όποιοδήποτε άτομο τής ίδιας ομάδας θά 'χει παρόμοια παιδιά μέ μιά όρισμένη μητέρα) άλλα σέ εύνοικές περιπτώσεις μπορεῖ νά άποδειχτεῖ ότι κάποιο άτομο δέν μπορεῖ νά 'ναι πατέρας ένός παιδιού. Μιά τέτοια περίπτωση είναι ή άκολουθη: ἂν τό παιδί κι ή μητέρα είναι τής ομάδας O, κι ο ύποτιθέμενος πατέρας AB, τό άβάκιο δείχνει πώς μιά διασταύρωση AB μέ O δίνει μόνο παιδιά ομάδας A και ομάδας B.

$\delta \backslash \varphi$	i	i
I^A	$I^A i$	$I^A i$
I^B	$I^B i$	$I^B i$

Δοκιμάστε μόνοι σας τήν περίπτωση τό παιδί νά 'ναι Α, ή μητέρα Α κι ό πατέρας Β (προσοχή ύπαρχουν πολλές περιπτώσεις διασταυρώσεων Α × Β άφού τό Α μπορεῖ νά 'χει ένα άπό δυό διαφορετικούς γονότυπους, τό ίδιο και τό Β. Θά πρέπει νά κάνετε 4 άβάκια!).

3.18 'Η κληρονομικότητα τοῦ φύλου.

Τό φύλο, τό νά 'ναι ένα άτομο άρσενικό ή νά 'ναι θηλυκό, άποτελεῖ φαινοτυπικό χαρακτηριστικό. Ἀραγε κληρονομεῖται και, ἀν ναι, πᾶς;

Ἄπο τή διασταύρωση άρσενικῶν μέθηλυκά άτομα (πού είναι κι ή μόνη δυνατή στά είδη πού άποτελούνται άπό δυό διαφορετικά φύλα) παίρνουμε πάλι δυό ειδῶν άτομα άρσενικά και θηλυκά στήν ίδια όμως άναλογία. Αντή ή άναλογία, ένα πρός ένα, μᾶς θυμίζει τίς άναλογίες πού παίρνουμε άπό τήν άνάδρομη διασταύρωση, δταν δηλαδή ένα άτομο ἐτεροζυγωτό ΚΛ διασταυρθεῖ μ' ένα δμοζυγωτό ΛΛ. Γιατί άπό μιά τέτοια διασταύρωση παίρνουμε δυό λογιών άτομα: τά μισά ΚΛ και τά άλλα μισά ΛΛ.

Θά μπορούσαμε νά υποθέσουμε πώς ή διαφορά τῶν δυό φύλων διφείλεται στό δτι τό ένα φύλο είναι «έτεροζυγωτό» γιά ένα «γόνο» και τό άλλο φύλο «όμοζυγωτό» γι' αὐτόν τό «γόνο». Κάτι τέτοιο συμβαίνει, μόνο πού δέν πρόκειται γιά ένα άπλό γόνο άλλά γιά ένα ζευγάρι όμολογα χρωματοσώματα. Παρατηρώντας τά χρωματοσώματα τῶν άρσενικῶν και τῶν θηλυ-



Θηλυκό



Άρσενικό

Εικόνα 63: τά χρωματοσώματα τής θηλυκῆς (XX) και άρσενικῆς (XY) δροσόφιλας.



Εικόνα 64: Τά φυλετικά χρωματοσώματα στῶν ἄνθρωπο (X και Y). ➔

κών δροσόφιλων βλέπουμε πώς διαφέρουν σ' ἔνα ζευγάρι. Τό δρσενικό σ' αυτό τό ζευγάρι ἔχει δυό δνόμοια χρωματοσώματα (νά λοιπόν πού ἔχουμε μιά ἀπόκλιση ἀπό τόν κανόνα δτι δλα τά χρωματοσώματα χωρίζονται σέ ζευγάρια δμοιων χρωματοσωμάτων). Αυτά τά χρωματοσώματα τοῦ δρσενικοῦ τά δνομάζουμε XY. Τό θηλυκό ἔχει γι' αυτό τό ζευγάρι δυό δμοια χρωματοσώματα, είναι δηλαδή XX. Τά χρωματοσώματα αυτοῦ τοῦ ζευγαριοῦ δνομάζουμε φυλετικά χρωματοσώματα, γιατί καθορίζουν τό φύλο. Τό δρσενικό δηλαδή κάνει σέ σχέση μέ τά φυλετικά χρωματοσώματα δυό ειδῶν γαμέτες: τούς μισούς γαμέτες μέ X και τούς ἄλλους μισούς μέ Y. Ἀντίθετα δλα τά ὀάρια τοῦ θηλυκοῦ ἔχουν μόνο ἀπό ἔνα X. Ὁταν ἔνα σπερματοζωάριο πού ἔχει X ἐνωθεῖ μ' ἔνα ὀάριο (πού ἔχει πάντα X) θά δώσει ζυγωτό XX, δηλαδή θηλυκό. Ὁταν ἔνα σπερματοζωάριο πού ἔχει Y ἐνωθεῖ μ' ἔνα ὀάριο (πού ἔχει πάντα X) θά δώσει ζυγωτό XY, δηλαδή δρσενικό. Νά λοιπόν πού τό φύλο στή δροσόφιλα καθορίζεται ἀπό τό σπερματοζωάριο. **Τό ίδιο συμβαίνει καὶ γιά τόν ἄνθρωπο καὶ γιά τά θηλαστικά.** Τά ἄτομα XX είναι θηλυκά ἐνδ δσα ἔχουν XY είναι δρσενικά.

Στά πουλιά καὶ στίς πεταλούδες τά πράγματα είναι ἀνάποδα. Ἐδώ τό θηλυκό είναι «έτεροζυγωτό» γιά ἔνα χρωματόσωμα ἐνδ τό δρσενικό «όμοζυγωτό». Ἀπό δσα εἰπαμε ἐδώ γίνεται φανερή ή δμοιότητα συμπεριφορᾶς γόνων καὶ χρωματοσωμάτων.

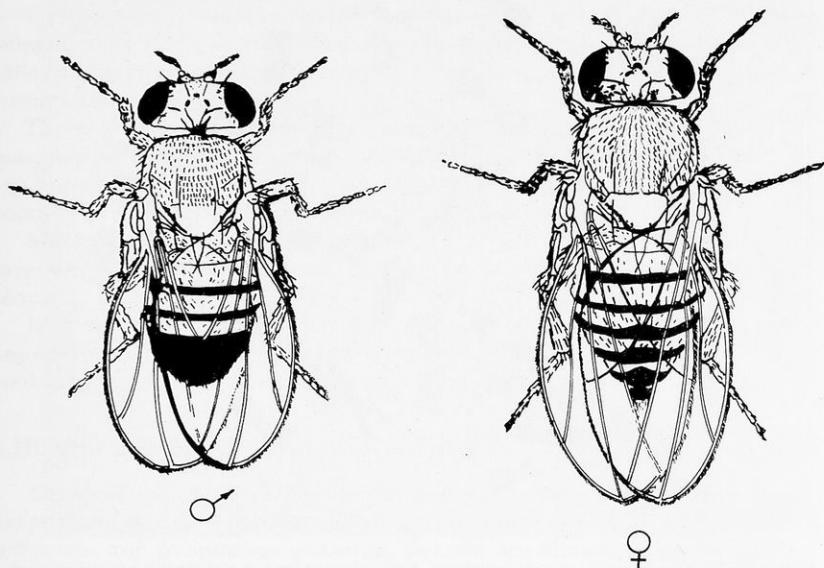
3.19 Γόνοι καὶ χρωματοσώματα

Τά χαρακτηριστικά τῶν ἀτόμων είναι πολλά. Οι γόνοι πού ὑπάρχουν σ' ἔνα ἄτομο είναι κι αυτοὶ πολλοί.

Στά μπιζέλια δέ Μέντελ μελέτησε ἐφτά χαρακτηριστικά πού δφείλονται σέ ἐφτά διαφορετικούς γόνους. Στή δροσόφιλα, μιά μικρή μύγα πού πετά γύρω ἀπό τό μοῦστο, τά σάπια φροῦτα καὶ τό ξύδι, καὶ πού ἀποτέλεσε σπουδαῖο πειραματικό ὄνικό γιά τή μελέτη τῆς κληρονομικότητας, γνωρίζουμε πάνω ἀπό 1000 γόνους καὶ ὑπολογίζουμε δτι ὑπάρχουν 10.000 περίπου διαφορετικοί γόνοι. Περισσότεροι (μερικές δεκάδες χιλιάδων) πρέπει νά ὑπάρχουν στόν ἄνθρωπο. Τά κατώτερα δντα ἔχουν λιγότερους γόνους (οι ίοι ἔχουν μιά δεκάδα ή λίγες δεκάδες γόνων). Κάθε γόνος ἐλέγχει μές στόν δργανισμό μιά δρισμένη χημική ἀντίδραση συνθέτοντας είτε μιά δομική πρωτεΐνη ή ἔνα ζευγό μια δεκάδα ή λίγες δεκάδες γόνων).

Ἄλλα σέ ποιό μέρος τῶν γαμετῶν βρίσκονται καὶ ἀπό τί είναι φτιαγμένοι οι γόνοι;

Ἄς ξαναθυμηθοῦμε γιά λίγο τό τί εἰπαμε γιά τά χρωματοσώματα. Κάθε γαμέτης φέρνει ἔνα μόνο χρωματόσωμα ἀπό κάθε ζευγάρι δμόλογων, ἐνδ

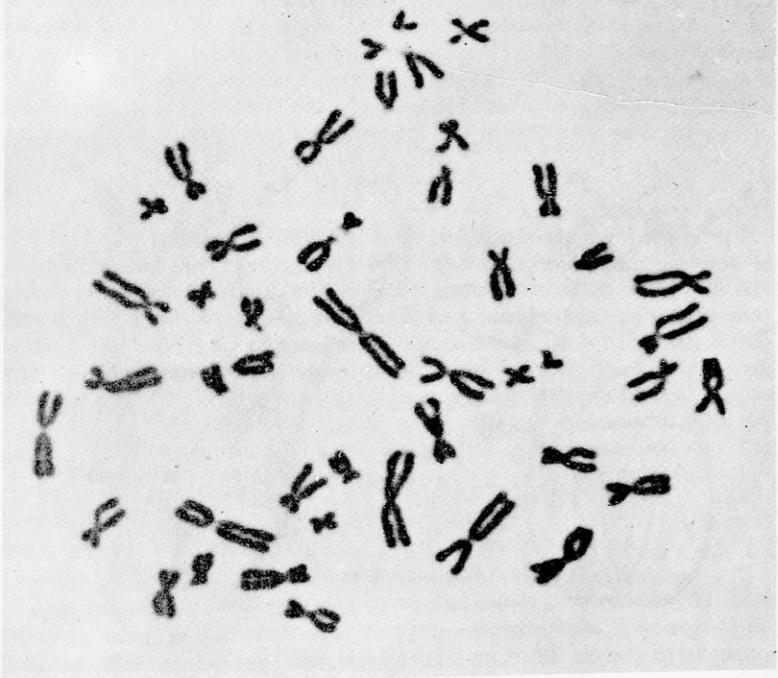


Εικόνα 65: Αρσενική και θηλυκή δροσόφιλα.

τό ζυγωτό κύτταρο φέρνει καί τά δυό χρωματοσώματα κάθε ζευγαριού. Τό ένα προέρχεται από τή μητέρα του καί τό άλλο από τόν πατέρα του. "Ετσι συμβαίνει καί μέ τούς γόνους: δικαθένας βρίσκεται σέ δλα τά κύτταρα δυό φορές, έκτός από τούς γαμέτες στούς δύοις βρίσκεται μιά φορά μόνο.

"Υπάρχει λοιπόν μιά άναλογία συμπεριφορᾶς στούς γόνους καί στά χρωματοσώματα, δημοιότητα πού φάνηκε καί από τή συμπεριφορά τῶν φυλετικῶν χρωματοσωμάτων. Μέ πολύπλοκα άλλα καί έξαιρετικά άκριβή πειράματα διαμερικανός καθηγητής τῆς ζωολογίας Μόργκαν (T.H. Morgan 1866-1945) κι δι μαθητής του Μπρίτζες (C. Bridges 1889-1938) άποδειξαν, στις άρχες τοῦ αἰώνα μας, πώς οἱ γόνοι βρίσκονται στά χρωματοσώματα. Κάθε χρωματόσωμα φέρνει ένα μεγάλο άριθμό γόνων στό μῆκος τοῦ κάθε βραχίονά του. Δυό γόνοι πού διασχίζονται άνεξάρτητα δι ένας από τόν άλλο βρίσκονται σέ διαφορετικά χρωματοσώματα.

Τοῦτο μᾶς θυμίζει ένα μακρύ σκοινί όπου έχουν δεθεῖ πολλοί κόμποι. Κάθε κόμπος δέ μετακινεῖται πάνω στό σκοινί, άλλα πιάνει μιά δρισμένη καί άκριβή θέση. "Ετσι γίνεται μέ τούς διαφόρους γόνους στό χρωματόσωμα. Ή διαφοροποίηση τοῦ χρωματοσώματος είναι λοιπόν γραμμική, γίνεται δηλαδή στό μῆκος τῶν βραχιόνων του.



Εικόνα 66: Τά χρωματοσώματα μιᾶς γυναικας. Κάθε χρωματόσωμα φαίνεται χωρισμένο κατά μῆκος σε δύο χρωματίδες.



Εικόνα 67: Ο T.H. Morgan κρατώντας τὸ μικροσκόπιο του.

Τά δμόλογα χρωματοσώματα έχουν βραχίονες μέ τό ίδιο μῆκος, τό κεντρόμερό τους κατέχει τήν ίδια θέση στό μῆκος τοῦ χρωματοσώματος και κάθε γόνος κατέχει τήν ίδια ἀκριβῶς καθορισμένη θέση στό μῆκος τοῦ χρωματοσώματος.

Τά δμόλογα χρωματοσώματα φέρνουν τούς ίδιους γόνους. Ὁ γόνος δμως μπορεῖ στό ένα δμόλογο χρωματόσωμα νά παρουσιάζεται μ' ἔναν ἀλληλόμορφο και στό ἄλλο δμόλογο χρωματόσωμα μ' ἔναν ἄλλο ἀλληλόμορφο. Θά βρίσκεται δμως πάντα στήν καθορισμένη θέση.

Μέ δρισμένου εἴδους γενετικά πειράματα είναι δυνατό νά γίνει **ἡ χαρτογράφηση τῶν γόνων** πάνω στό χρωματόσωμα, νά καθοριστοῦν δηλαδή οἱ θέσεις κι οἱ ἀποστάσεις μεταξύ τους.

Μιά τέτοια χαρτογράφηση έχει γίνει γιά τά χρωματοσώματα τοῦ καλαμποκιοῦ, τῆς δροσόφιλας και ἄλλων εἰδῶν ζώων και φυτῶν και γιά ἔνα τουλάχιστο ἀπό τά χρωματοσώματα τοῦ ἀνθρώπου.

3.20 Φυλοσύνδετη κληρονομικότητα

"Οπως εἴδαμε οἱ γόνοι βρίσκονται στά χρωματοσώματα. Δέν ἔξετάσαμε μέχρι τώρα τή συμπεριφορά τῶν γόνων πού βρίσκονται σ' αὐτά τά χρωματοσώματα πού δνομάσαμε φυλετικά, δηλαδή δέν ἔξετάσαμε πᾶς κληρονομοῦνται στήν περίπτωση αὐτή τά χαρακτηριστικά πού αὐτοί οἱ γόνοι ἐλέγχουν. Μιλήσαμε μόνο γιά γόνους πού βρίσκονται στά ἄλλα χρωματοσώματα (αὐτοὺς λ.χ. πού ἐλέγχουν τό χρῆμα τῶν λουλουδιῶν τοῦ δειλινοῦ, τό χρῆμα και τό σχῆμα τοῦ σπόρου τοῦ μπιζελιοῦ). Οἱ γόνοι πού βρίσκονται στά φυλετικά χρωματοσώματα δνομάζονται **φυλοσύνδετοι**, γιατί **ἡ κληρονομικότητά τους σχετίζεται μὲ τό φύλο**. Σ' ἔνα τέτοιο γόνο δφειλεται κι **ὁ δαλτωνισμός**, **ἡ ἀδυναμία πού ἔχουν μερικοὶ ἀνθρωποι νά ξεχωρίζουν δρισμένα χρώματα**. Ή εἰκόνα 55 δείχνει σέ τί βασίζεται μιά δοκιμασία (ἔνα τέστ) γιά νά ξεχωρίζουμε ἀν είναι κανείς δαλτωνικός. Ὁ γόνος τοῦ δαλτωνισμοῦ έχει δυό ἀλληλόμορφους, τόν Δ (κυρίαρχο, κανονικό) και τόν δ (ύπολειπόμενο, τοῦ δαλτωνισμοῦ). Βρίσκεται στό φυλετικό χρωματόσωμα Χ τοῦ ἀνθρώπου. Τό χρωματόσωμα Υ δέν έχει τό γόνο αὐτόν. "Ετσι οἱ γυναίκες, πού είναι XX, έχουν δυό τέτοιους γόνους, ἔνα στό κάθε Χ τους και μπορεῖ νά 'ναι ΔΔ (κανονικές, δμοζυγωτές) ή Δδ (κανονικές, ἐτεροζυγωτές) ή δδ (δαλτωνικές, δμοζυγωτές). Οἱ ἀνδρες δμως είναι XY, έχουν ἔνα μόνο X και ἔτσι έχουν μιά μόνο φορά τό γόνο: είναι εἴτε Δ (κανονικοί), είτε δ (δαλτωνικοί). Ή κληρονομικότητα τοῦ δαλτωνισμοῦ συνδέεται μέ τήν κληρονομικότητα τοῦ χρωματοσώματος X. Μιά γυναίκα Δδ θά παράγει δυό λογιιῶν δάρια, τά μισά θά φέρουν τό X μέ τό Δ και τά ἄλλα μισά θά φέρουν τό X μέ τό δ. "Αν ὁ ἄντρας της έχει κανονική ξεχωρί-

σματος τῶν χρωμάτων, δηλαδή τὸ Χ του φέρνει τὸ Δ, τὸ παρακάτω ἀβάκιο δείχνει τὶ παιδιά περιμένουμε νά γεννηθοῦν ἀπό αὐτό τὸ ζευγάρι και μέ ποιές συχνότητες.

	$\frac{\text{♀}}{\text{♂}}$	X^Δ	X^δ
X^Δ		$X^\Delta X^\Delta$ ♀ KANONIKH	$X^\Delta X^\delta$ ♀ KANONIKH
Y		$X^\Delta Y$ ♂ KANONIKOS	$X^\delta Y$ ♂ ΔΑΛΤΩΝΙΚΟΣ

Όλα τὰ κορίτσια θά είναι κανονικά (τὰ μισά ὁμοζυγωτά ΔΔ, τὰ ἄλλα μισά ἔτεροζυγωτά Δδ) καθώς και τὰ μισά ἀπό τὰ ἀγόρια (Δ), τὰ ἄλλα ὅμως μισά ἀγόρια θά είναι δαλτωνικά (δ). Όφελον ποιος ἔξαρταται και ἀπό τό φύλο (φυλοσύνδετο χαρακτηριστικό). Τά ἀγόρια παίρνουν τό Y ἀπό τόν πατέρα τους και τό X ἀπό τή μητέρα τους: ἔστι κληρονομοῦν μόνο ἀναγνωρίσεως τῶν χρωμάτων. Ἀντίθετα τά κορίτσια παίρνουν ἔνα X ἀπό τόν πατέρα τους κι ἔνα X ἀπό τή μητέρα τους, κληρονομοῦν δηλαδή τό χαρακτηριστικό αὐτό κι ἀπό τούς δυό γονεῖς τους. Οἱ ἀντρες πού ἔχουν δαλτωνισμό βρίσκονται σέ μεγαλύτερη συχνότητα (περίπου 0,06 ή 6%), γιατί ἀρκεῖ τό ἔνα τους μόνο X νά 'χει τό δ. Ἀντίθετα οἱ γυναικες μέ δαλτωνισμό είναι πιό σπάνιες: χρειάζεται νά βρεθοῦν δυό X πού και τά δυό τους νά 'χουν τό δ. Γ' αὐτό κι η συχνότητά τους ἰσοῦται μέ τό τετράγωνο τῆς συχνότητας τῶν ἀντρῶν = (0,06) (0,06) ή $(0,06)^2 = 0,0036$ δηλαδή περίπου 4%.

Τέτοια φυλοσύνδετα χαρακτηριστικά ὑπάρχουν πολλά. Στίς γάτες ὁ καφετής ή μαύρος χρωματισμός ἐλέγχεται ἀπό ἔνα γόνο μέ δυό ἀλληλόμορφους, τόν K και M ἀντίστοιχα, πού βρίσκεται στό χρωματόσωμα X. Οἱ γάτοι είναι χρώματος καφέ ή χρώματος μαύρου, ἐνῶ οἱ γάτες μπορεῖ νά είναι καφέ ή μαύρες ή καφέ-μαύρες (νά παρουσιάζουν δηλαδή κηλίδες καφέ και κηλίδες μαύρες). Αὐτές οἱ τελευταίες είναι και οἱ ἔτεροζυγωτές. "Όλα τά γατιά μέ καφέ και μαύρες κηλίδες είναι θηλυκά και μπορεῖτε μέ ἀσφάλεια, γνωρίζοντάς το, νά κερδίσετε ἔνα στοίχημα μέ φίλο σας πού δέν διάβασε τά φυλοσύνδετα χαρακτηριστικά. Τό ἀσπρο χρῶμα διφείλεται σέ ἄλλους γόνους πού παρεμποδίζουν τήν ἐκδήλωση τού χρωματισμού τοῦ γόνου στό X. "Άλλοι γόνοι πάλι κάνουν τό ζῶο τιγρωτό, ἔντονον ή ἀπαλοῦ χρωματισμοῦ κ.α.

Η αίμοφιλία (ή αίμορροφιλία) στόν άνθρωπο είναι κληρονομική, και (τουλάχιστο δρισμένη μορφή της) φυλοσύνδετη. Πρόκειται για τήν παθολογική κατάσταση νά μήν μπορεῖ νά πήξει τό αίμα κι οί πληγές νά αίμορρούν. Ο γόνος τῆς αίμοφιλίας ἔχει δυό ἀλληλόμορφους τόν Α, κανονικό και κυρίαρχο, και τόν α, τῆς αίμοφιλίας και υπολειπόμενο. Τά αίμοφιλικά ἄγόρια κληρονόμησαν ἀπό τήν ἐτεροζυγωτή μητέρα τους τό Χ μέ τόν ἀλληλόμορφο α. Παρόμοια κληρονομικότητα παρουσιάζει κι ἔνα πολύ πιό συχνό χαρακτηριστικό, στή χώρα μας, ἀπό τή σπάνια αίμοφιλία, πού δύναται δέν θά πρεπε νά τό χαρακτηρίσουμε παθολογικό: δι κυαμισμός. Πολλά ἄτομα, ἄγόρια κυρίως ή ἄντρες, δταν φάνε ἀβραστα κουκιά (ή ἔρθουν σε ἐπαφή μέ ναφθαλίνη ή ἔνα ἀνθελονοσιακό φάρμακο, τήν πριμακίνη) παθαίνουν σοβαρό αίμολυτικό ἐπεισόδιο: τά ἐρυθρά τους αίμοσφαιρια σπάνε και ζεχύνεται στόν δρό τοῦ αίματος ή αίμοσφαιρίνη. Μιά γρήγορη ἀφαιμαξή και σύγχρονη μετάγγιση τά σώζει ἀπό τό θάνατο. Τά ἄτομα αὐτά ἔχουν ἔνα υπολειπόμενο ἀλληλόμορφο στό μοναδικό Χ τους, ἃν είναι ἀρσενικά, ή είναι δύμοζυγωτά γιά τόν υπολειπόμενο ἀλληλόμορφο, ἃν είναι θηλυκά. Άν ἀποφεύγουν τίς ούσιες πού τούς προκαλοῦν αίμολυτικά ἐπεισόδια είναι ὑγιέστατα και υπάρχουν ἐνδείξεις δτι είναι και ἀνθεκτικότερα στήν ἔλονοσία.

Γιά δυό ἀλλες παθολογικές κληρονομικές καταστάσεις, δυστυχῶς συχνές στή χώρα μας, ὅχι δύμως φυλοσύνδετες, τή δρεπανοκυτταρική ἀναιμία και τή θαλασσαιμία, πού κι αὐτές φαίνεται νά προσφέρουν μιά μεγαλύτερη ἀνθεκτικότητα στήν ἔλονοσία, θά ποῦμε λίγα λόγια στή Βελτίωση, § 4.17.

3.21 Γόνοι και DNA

Τά χρωματοσώματα ἀποτελοῦνται ἀπό πρωτεΐνες και ἔνα είδος νουκλεϊκοῦ δξέος πού, ὅπως ἔχουμε πεῖ, δύμοζεται DNA. Άπο ποιά χημική ούσια ἀποτελοῦνται οί γόνοι; **Οι γόνοι ἀποτελοῦνται ἀπό DNA.**

Αὐτό ἀποκαλύψτηκε σέ πειράματα μέ βακτήρια: δταν ἔνα βακτήριο ἐνσωματώσει ἔνα κομμάτι DNA, πού προέρχεται ἀπό βακτήριο ἀλλης ποικιλίας, μπορεῖ ν' ἀλλάξει μερικά κληρονομικά του χαρακτηριστικά και νά μοιάσει ἔτσι μέ τό βακτήριο πού τοῦ δώσε τό DNA. Τίς ἀλλαγμένες του ιδιότητες μπορεῖ νά τίς μεταβιβάσει και στά βακτήρια πού θά προέλθουν ἀπό αὐτό.

Κάθε μόριο DNA διαφέρει, ὅπως ἔχουμε πεῖ, ἀπό ἔνα ἀλλο ὅχι μόνο μέ το μῆκος του ἀλλά και μέ τή σειρά διαδοχῆς τῶν τεσσάρων διαφορετικῶν νουκλεοτίδιων στό μῆκος τῆς μιᾶς ἀλυσίδας του. Η μεγάλη ποικιλία μορφῶν πού ἔτσι μπορεῖ νά πάρει τό μόριο τοῦ DNA ἐξηγεῖ πῶς είναι δυνατό

δλοι οι γόνοι κι δλοι οι άλληλόμορφοι τους νά άποτελούνται άπό DNA.

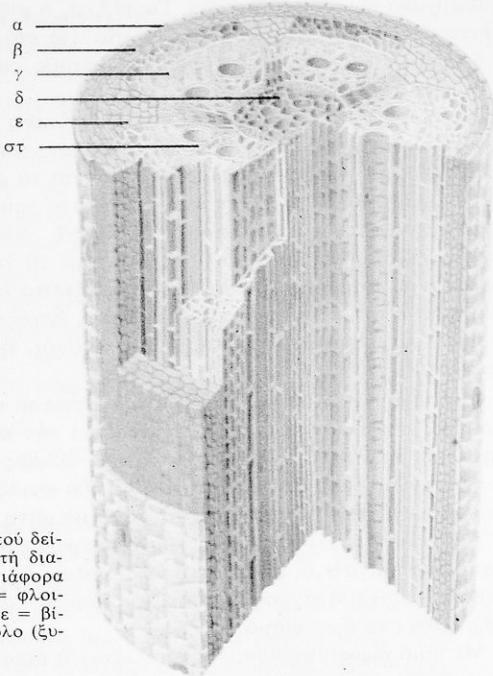
"Οπως και τά χρωματοσώματα, έτσι και τό DNA πού περιέχουν, πολλα- πλασιάζεται, δηλαδή διπλασιάζεται σέ άριθμό, μετά άπο κάθε κυτταρική διαιρεση. Κάθε γόνος περιέχεται σ' ένα μέρος ένός χρωματοσώματος, γι' αυτό κάθε κύτταρο τοῦ δργανισμοῦ, έκτος άπο τούς γαμέτες, περιέχει δυό φορές κάθε γόνο. Κάθε διπλοειδές κύτταρο τοῦ άτόμου έχει τόν ίδιο γονό- τυπο μέ δλα τά άλλα διπλοειδή κύτταρα τοῦ ίδιου δργανισμοῦ. Και τοῦτο γιατί οι γόνοι είναι σταθεροί. Δέν άλλάζουν κατάσταση σέ κάθε κυτταρική διαιρεση. "Αν οι γόνοι δέν ήσαν σταθεροί, δέ θά μπορούσαμε νά παρατη- ρήσουμε ούτε τό φαινόμενο τῆς διάσχισης ούτε κάν τό φαινόμενο τῆς κληρονομικότητας.

'Ο γόνος λοιπόν συμπεριφέρεται σάν μονάδα, είναι σταθερός και κατέ- χει δρισμένη θέση σέ ένα χρωματόσωμα. Μπορεῖ νά διπλασιάζεται, όπως τό χρωματόσωμα πάνω στό δόποιο βρίσκεται, γιατί άποτελείται άπό DNA πού έχει τήν ίκανότητα νά διπλασιάζεται. Διπλασιάζεται μετά άπο κάθε κυτταρική διαιρεση (φάση S τῆς πυρηνικῆς άκινησίας), άλλα τό είδος του παραμένει τό ίδιο, σταθερό. Κάθε γόνος δίνει παρόμοιους γόνους, κάθε άλληλόμορφος δίνει ίδιους άλληλόμορφους. Τέλος ο γόνος έπηρεάζει τό φαινότυπο συνθέτοντας μιά πρωτεΐνη η ένα ένζυμο. Στό δεύτερο κεφάλαιο είδαμε πώς τό DNA, δηλαδή ο γόνος, παρέχει τή μήτρα πάνω στήν δόποια γίνεται ή σύνθεση τῶν πρωτεΐνῶν. Τώρα συγκεφαλαιώνοντας μπορούμε νά πούμε: 'Η γενετική πληροφορία πού έχουν μέσα τους οι γόνοι, και πού άλοποιείται στήν άποτύπωση τῶν χαρακτηριστικῶν τοῦ δργανισμοῦ, βρί- σκεται στή σειρά άλληλουχίας τῶν βάσεων τοῦ DNA. 'Η σειρά αύτή καθο- ρίζει τή σύνθεση τῶν πρωτεΐνῶν (δηλαδή τή σειρά τῆς άλληλουχίας τῶν άμινοξέων) και μάλιστα σέ τρόπο πού μιά δρισμένη άμαδα άπό 3 βάσεις νά σημαίνει ένα δρισμένο άμινοξύ.

3.22 'Η διαφοροποίηση

Μέ διαδοχικές διαιρέσεις του τό ζυγωτό κύτταρο φτιάχνει τά κύτταρα τοῦ δργανισμοῦ. 'Η **Έμβρυολογία** είναι ο κλάδος τῆς Βιολογίας πού έξετά- ζει τά έμβρυακά στάδια τῆς ζωῆς τοῦ δργανισμοῦ, πώς δηλαδή άπό τό ζυ- γωτό κύτταρο κατασκευάζεται ο δργανισμός. Τίς πιο θεαματικές της προ- οδούς τίς έχει κάνει στή μελέτη τῶν ζώων, άσπρονδυλών η σπονδυλωτῶν.

Γι' αύτά τά ζῶα γνωρίζουμε πώς τό ζυγωτό κύτταρο μέ πολλές διαδοχι- κές διαιρέσεις φτάνει στά στάδια τοῦ **μορίδιου** πρότα, τοῦ **βλαστίδιου** μετά: φαίνεται σάν μιά στρογγυλή μάζα πού άποτελείται άπό πολλά κύτταρα. Μετά άπό αύτά τά στάδια και ένω συνεχίζονται οι κυτταρικές διαιρέσεις άρχιζει μιά σειρά μετατοπίσεων τῶν κυττάρων (στάδιο τοῦ **γαστρίδιου**) πού



Εικόνα 68: Μιά τομή βλαστού πού δείχνει (μέτρια διάφορα χρώματα) τη διαφοροποίηση τῶν κυττάρων σέ διάφορα ειδή ίστων: α = ἐπιδερμίδα, β = φλοιός, γ = κάμβιο, δ = ἐντεριόνη, ε = βιβλος (ἡθμώδης μοίρα), $\sigma\tau$ = ξύλο (ξυλώδης μοίρα).

καταλήγει νά διποκτήσει ό δργανισμός τρεῖς στοιβάδες κυττάρων, τρία δέρματα: τό **ἐκτόδερμα**, τό **μεσόδερμα**, και τό **ἐνδόδερμα**. Άπο αὐτά τά τρία δέρματα σχηματίζονται οι διάφοροι ίστοι και τά δργανα τοῦ δργανισμοῦ. Γιατί ό πολυκύτταρος δργανισμός δέν διποτελεῖ μιά ἀπλή συνάθροιση τῶν κυττάρων. Τά κύτταρά του χωρίζονται σέ διάδες και κάθε διάδα ἐκτελεῖ δρισμένη ἐργασία, δρισμένη λειτουργία. Ὑπάρχει διαχωρισμός ἐργασίας, **διαφοροποίηση**. Τά κύτταρα πού ἐκτελοῦν δρισμένη λειτουργία ἀναπτύσσουν δρισμένα μορφολογικά χαρακτηριστικά. Ἐνα κύτταρο πού έχει γιά σκοπό τῆς ὑπάρχεως του τήν παραγωγή δρισμένης οδσίας λ.χ. μᾶς δρμόνης, ἀναπτύσσει περισσότερο ἐκείνα τά δργανίδια πού τοῦ χρειάζονται γιά τήν παραγωγή της. Γι' αὐτό τό λόγο ἀλλάζει και ή μορφή του. Οι διάδες τῶν κυττάρων πού ἐκτελοῦν τήν ἴδια ή τίς ἴδιες λειτουργίες και πού ἔχουν τήν ἴδια μορφολογία, δονομάζονται ίστοι. Τά δργανα είναι τμήματα τῶν πολυκύτταρων δργανισμῶν, πού διποτελοῦνται ἀπό πολλούς ίστούς και ἐκτελοῦν μιά πολύπλοκη ἐργασία. Τό συκώτι, ή καρδιά, τά ἔντερα, τό μάτι

είναι δργανα τῶν σπονδυλωτῶν. Τά φύλλα, ἡ ρίζα είναι δργανα τῶν φυτῶν. Οἱ λειτουργίες τοῦ δργανισμοῦ γίνονται πιό καλά, πιό ἀποτελεσματικά μέ τή διαφοροποίηση τῶν κυττάρων σέ ίστούς καὶ τή συνάθροιση πολλῶν ίστῶν σέ δργανα.

"Ἄς πάρουμε σάν παράδειγμα τήν ἀνθρώπινη κοινωνία. Στούς πρωτόγονους λαούς τό κάθε ἄτομο κάνει, μόνο του, ὅσες περισσότερες ἐργασίες μπορεῖ. Ψάχνει γιά τήν τροφή του, φτιάχνει τά ροδχά του, στήνει τό σπίτι του, πολεμάει γιά νά ύπερεασπίσει τόν ἑαυτό του καὶ τούς δικούς του. Στίς ἀναπτυγμένες κοινωνίες γίνεται τό ἀντίθετο. "Άλλοι ἀσχολοῦνται μέ τή διοίκηση, ἄλλοι μέ τήν ἐκπαίδευση, ἄλλοι μέ τή γεωργία, τήν ιατρική, μέ τά φάρμακα, μέ τό ἐμπόριο κτλ. Τά ἐπαγγέλματα ἔχουν διαχωριστεῖ. Γιά νά φτιαχτεῖ ἔνα σπίτι καὶ γιά νά γίνει καλό, ἐργάζονται πολλοί ἀνθρωποι μέ διάφορα ἐπαγγέλματα: ἐργολάβοι, οἰκοδόμοι, ἡλεκτρολόγοι, ὑδραυλικοί, μαραγκοί καὶ τόσοι ἄλλοι.

Οἱ ἀπαιτήσεις τοῦ πολιτισμένου ἀνθρώπου είναι πιό μεγάλες. "Ο διαφορισμός στά ἐπαγγέλματα μᾶς ἐπιτρέπει τήν καλύτερη ἀπόδοση σέ ποιότητα καὶ τή μεγαλύτερη σέ ποσότητα. "Άλλιως θά ἀποδώσει ἔνας εἰδικευμένος τεχνίτης λ.χ. στά κεραμικά εἴδη: θά φτιάξει καλύτερα καὶ περισσότερα ἀπό ἔναν πού δέν ἀσχολεῖται μόνο μέ αὐτή τήν τέχνη.

"Ἐτσι καὶ ἡ διαφοροποίηση τῶν κυττάρων ἐπιτρέπει τήν καλύτερη ἀπόδοση καὶ τή λιγότερη σπατάλη σέ ἐνέργεια. "Άλλά, ὅταν ὑπάρχει διαφοροποίηση, ὑπάρχει ἀναγκαστικά ἀνομοιομέρεια καὶ δργάνωση, σέ δλόκληρο τόν πολύπλοκο δργανισμό.

Μέ ποιό ὅμως μηχανισμό συντελεῖται ἡ διαφοροποίηση; Αὐτό τό ἐρώτημα μᾶς φέρνει πίσω στίς θεωρίες τοῦ προσχηματισμοῦ καὶ τής ἐπιγένεσης. Γνωρίζουμε τώρα πώς δῆτα ἡ πορεία ἀναπτύξεως τοῦ πολυκύτταρου δργανισμοῦ καθορίζεται ἀπό τούς γόνους. Οἱ γόνοι δέν είναι μικροσκοπικά δμοιώματα δργάνων, ίστῶν, χαρακτηριστικῶν ἀλλά σταθμοί ἐλέγχου τής λειτουργίας τοῦ δργανισμοῦ καὶ τής πορείας τής ἀναπτύξεως του. Σέ τελική ἀνάλυση φτιάχνουν ἔνζυμα, κλειδιά τῶν ἀντιδράσεων τοῦ μεταβολισμοῦ. Χωρίς ἔνζυμα οἱ περισσότερες ἀπό τίς χημικές ἀντιδράσεις τοῦ μεταβολισμοῦ δέν πραγματοποιοῦνται. Οἱ γόνοι ἀποτελοῦν «τό πρόγραμμα» ἢ «τό σχέδιο» τής ἀναπτύξεως τοῦ δργανισμοῦ. "Ἐτσι τούς δνόμασε ἔνας μεγάλος βιολόγος. Οἱ γόνοι μποροῦν καὶ νά διπλασιάζονται κι ἔτσι γιά τή σημερινή βιολογία δέν ὑπάρχει τό πρόβλημα πού είχαν οἱ παλιοί ἐρευνητές.

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

ται διαφορετικές χημικές άντιδράσεις απ' ό,τι γίνονται σέ αλλο κύτταρο που έπιτελει αλλή λειτουργία. Παράγονται αλλες ουσίες. **Υπάρχουν αλλα** **ενζύμα.** Όρισμένοι γόνοι «μιλούν», δηλαδή «παράγουν» πρωτεΐνες σέ όρι- σμένα κύτταρα, ένω σέ κύτταρα αλλων ίστων δέ «μιλούν» αύτοι αλλά αλλοι γόνοι. Κάθε κύτταρο, μέ τόν ακριβή μηχανισμό της μιτωτικής διαιρέσεως έχει τά ίδια ακριβώς χρωματοσώματα και τούς ίδιους ακριβώς γόνους μ' όποιοδήποτε αλλο κύτταρο τοῦ δργανισμοῦ, (έκτος από τούς γαμέτες). «Ομως σ' δλα τά κύτταρα δλοι οι γόνοι δέ λειτουργοῦν τό ίδιο. **Η διαφο-** **ρετική «λειτουργία»** τῶν γόνων σέ κύτταρα διάφορων ίστων είναι και ή αιτία τῆς διαφοροποίησής τους. Τό πώς γίνεται γόνοι αλλοτε νά «λειτουρ- γοῦν» κι αλλοτε όχι δέν δέρουμε άκομα μέ κάθε λεπτομέρεια, τό δρόμο δμως γιά μιά τέτοια γνώστη ἀνοιξαν οι ἐργασίες τῶν τριῶν γάλλων βιολό- γων τοῦ **Ινστιτούτου Pasteur**, τοῦ **Zák Monod** (J. Monod 1910-1976), **Ζακόμπ** (F. Jacob 1920 – ζεῖ στίς μέρες μας) και **Λβόφ** (A. Lwoff 1902 – ζεῖ στίς μέρες μας).

3.23 Η Μετάλλαξη

Εϊπαμε δτι οι γόνοι διακρίνονται γιά τή σταθερότητά τους. Κάθε αλλη- λόμορφος, δταν διπλασιάζεται σέ κάθε κυτταρική διαίρεση, δίνει γέννηση σέ δυό αλληλόμορφους δλοίδιους μέ τόν έαυτό του.

Ακριβώς στή σταθερότητα αυτή δφείλεται και τό φαινόμενο τῆς κλη- ρονομικότητας. **Η σταθερότητα** δμως δέν είναι ἀπόλυτη. Μιά φορά στίς ἑκατό χιλιάδες ή μιά φορά στό ἑκατομμύριο μπορεῖ ἔνας αλληλόμορφος νά δώσει κατά τόν πολλαπλασιασμό του νά διαφορετικό, ἔναν καινούργιο αλληλόμορφο. Μπορεῖ δηλαδή τό DNA νά μήν είναι τό ίδιο ακριβώς μέ τό ἀρχικό, νά έχει γίνει κάποιο λάθος στήν άντιγραφή του. Πρόκειται γιά τό φαινόμενο τῆς **μετάλλαξης**.

Τρεῖς φορές π.χ. παρατηρήθηκε στίς ἐκτροφές ἀλεπούδων γιά γοῦνες δτι γεννήθηκαν ἀτομα μέ χρώμα ἀσπρο (πλατίνας) από ἀτομα μέ διαφορε- ρικό χρώμα. Πιστοποιήθηκε πώς ἐπρόκειτο γιά μετάλλαξη. Στή μετάλλαξη δφείλεται και η δημιουργία προβάτων μέ κοντά πόδια.

Σέ τελική άναλυση δλή ή κληρονομική ποικιλομορφία που ύπάρχει στούς πληθυσμούς προέρχεται από τή μετάλλαξη και άνασυνδυάζεται μέ τή φυλετική άναπαραγωγή.

Διακρίνουμε δυό ειδή μετάλλαξης: τή φυσική, που συμβαίνει χωρίς νά ἐπεμβαίνει δ ἄνθρωπος και πού έχει συχνότητα πολύ μικρή (δπως ἀναφέ- ραμε πρίν) και τήν τεχνητή, που προκαλεῖται από διάφορους παράγοντες φυσικούς ή χημικούς, πού δ ἄνθρωπος χρησιμοποιεῖ γιά νά αλλάξει τή δομή τοῦ DNA ἐπιδρώντας πάνω του.

Οι άκτινες X (Ραϊντγκεν) τῶν ἀκτινολόγων, ή ραδιενέργεια, οἱ ὑπεριώδεις ἀκτίνες καὶ διάφορες χημικές οὖσίες προκαλοῦν μεταλλάξεις μὲν μεγάλῃ συχνότητα. Στή μετάλλαξη η ἀλλαγή τῶν ἀλληλόμορφων εἶναι τυχαία. Τά ἄτομα πού ἔχουν καινούργιους ἀλληλόμορφους δέν εἶναι κατ' ἀνάγκη καλύτερα προσαρμοσμένα ἀπό τά ἄλλα ἄτομα. Τό γεγονός εἶναι τελείως τυχαῖο, οἱ ἀλλαγές εἶναι τυχαῖες.

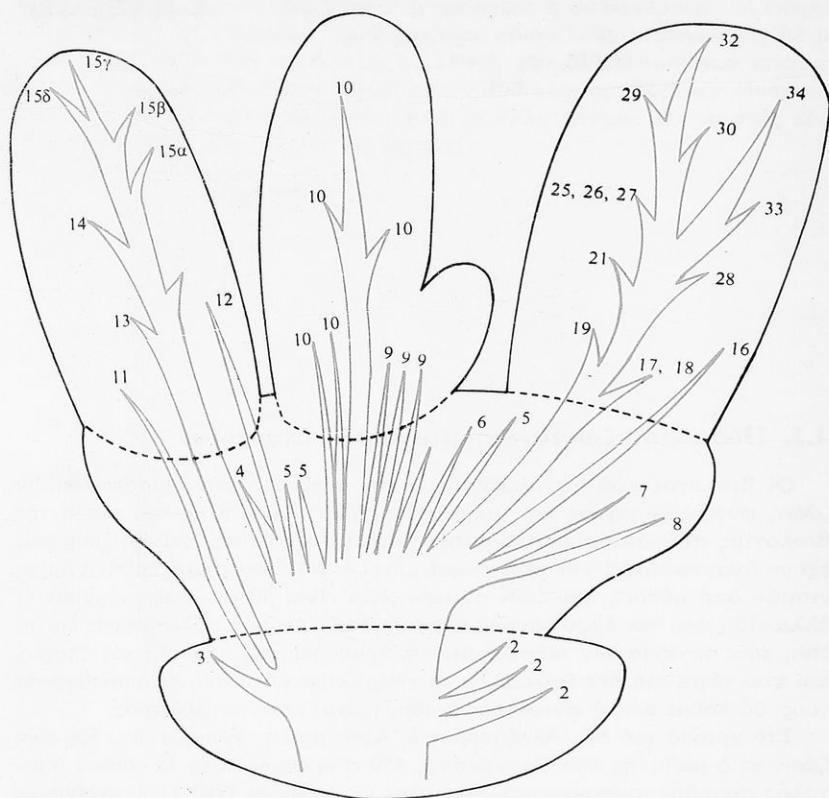
4. Η ΕΞΕΛΙΞΗ

4.1. Πόσα είδη ζωντανών όργανισμών ύπάρχουν;

Οι βιολόγοι πού άσχολούνται μέ τήν κατάταξη τῶν διάφορων ειδῶν ζώων, φυτῶν, μυκήτων καί μικροοργανισμῶν, δηλαδή μέ τόν κλάδο τῆς Βιολογίας πού δνομάζεται **Συστηματική** ἢ **Ταξινομική**, ύπολογίζουν πώς έχουν ἀναγνωριστεῖ καί περιγραφεῖ πάνω ἀπό 1,5 ἑκατομμύριο εἰδη όργανισμών ἀπό αὐτούς πού ζοῦν σήμερα. Καί εἶναι βέβαιο πώς ύπάρχουν κι ἄλλα εἰδη πού δέν έχουν ἀκόμα ἀνακαλυφτεῖ. "Αν συνυπολογίσουμε καί τά εἰδη τῶν όργανισμῶν πού ἔζησαν σέ προηγούμενες γεωλογικές ἐποχές, καί πού τώρα πιά δέν ζοῦν ἄλλά τά γνωρίζουμε μόνο ἀπό τά ἀπολιθώματά τους, θά δοῦμε πώς δ συνολικός ἀριθμός εἶναι πολύ μεγαλύτερος.

Στά χρόνια τοῦ M. 'Αλεξάνδρου ὁ Ἀριστοτέλης γνώριζε μόνο 500 εἰδη ζώων κι ὁ μαθητής του Θεόφραστος 450 εἰδη φυτῶν. Στό 18ο αιώνα δ μεγάλος σουηδός συστηματικός Λινναῖος (C. Linnaeus 1707-1778) περίγραψε 4000 εἰδη ζώων καί 7000 εἰδη φυτῶν. Αὐτοὶ οἱ ἀριθμοὶ μᾶς φαίνονται βέβαια ἀσήμαντοι μπροστά στά 1.443.445 εἰδη πού ἀναφέρει ὁ Πίνακας 4.1. 'Ο Πίνακας ἀναφέρει τούς ἀριθμούς τῶν εἰδῶν κατά μεγάλες διάδεις, σύμφωνα μέ τίς νεώτερες ἀντιλήψεις τῆς ταξινομήσεως: Δέ χωρίζονται πιά τά ζωντανά ὄντα σέ δυό βασίλεια (τῶν Ζώων καί τῶν Φυτῶν) ἄλλα σέ πέντε:

- στό Βασίλειο τῶν **Μονήρων** (πού συμπεριλαβαίνει τούς προκαρυωτικούς όργανισμούς, ιούς, βακτήρια καί *Κυανοφύκη*).
- στό Βασίλειο τῶν **Πρωτίστων** (πού συμπεριλαβαίνει δλα τά ἄλλα μονοκύτταρα ὄντα, δπως εἶναι τά *Πρωτόζωα*).
- στό Βασίλειο τῶν **Μυκήτων** (πού συμπεριλαβαίνει τά γνωστά μας μανιτάρια, τίς μούχλες καί τούς *ζυμομύκητες*).



Εικόνα 69: Τό φυλογενετικό δέντρο. Οι άριθμοί αντιστοιχούν σε ταξινομικές διάδεις που αναφέρονται στό Παράρτημα Β. (2 = Βακτήρια, 3 = Κυανοφύκη, 4 = Μαστιγοφόρα, 5 = Διάτομα, 6 = Σπορόζωα, 7 = Ριζόποδα, 8 = Βλεφαριδοφόρα, 9 = Μυξομύκητες, 10 = Μυκητες, 11 = Ροδοφύκη, 12 = Φαιοφύκη, 13 = Χλεωροφύκη, 14 = Βρυόφυτα, 15 = Τραχεόφυτα, 15α = Φτέρες, 15β = Γυμνόσπερμα, 15γ = Δικοτυλήδονα, 15δ = Μονοκοτυλήδονα, 16 = Σπόργοι, 17 = Κοιλεντεροτά, 18 = Κτενοφόρα, 19 = Πλατιελμινθες, 21 = Νηματώδεις, 25 = Βρυόδωνα, 26 = Βραχιόποδα, 27 = Φορωνιδειδή, 28 = Χαιτόγναθα, 29 = Μαλάκια, 30 = Δακτυλιοσκώληκες, 32 = Αρθρόποδα, 33 = Έχινόδερμα, 34 = Χορδωτά). Οι διάδεις φαίνονται χωρισμένες με μαύρες γραμμές στά 5 Βασίλεια. Οι ίοι δέν αναφέρονται, γιατί είναι άγνωστη ή άκριβής συγγενική τους σχέση.

Πίνακας 4.1

Πόσα είδη ζωντανών όργανισμάν ύπαρχον σήμερα.

1. Βασίλειο Μονήρων (= Προκαρυωτικῶν), Monera	
1.1 Κυανοφύκη	1.400
1.2 Βακτήρια	1.630
1.3 Ιοί	<u>200</u>
Σύνολο	3.230
2. Βασίλειο Πρωτίστων, Protista	
Σύνολο	28.350
3. Βασίλειο Μυκήτων, Fungi	
3.1 Μύκητες	40.000
3.2 Μυξομύκητες	<u>400</u>
Σύνολο	40.400
4. Βασίλειο Φυτῶν, Plantae	
4.1 Ἀγγειόσπερμα	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	<u>900</u>
Σύνολο	328.315
5. Βασίλειο Ζώων, Animalia	
5.1 Σπονδυλωτά	41.700
5.2 Χιτωνόζωα καὶ Προχορδωτά	1.300
5.3 Ἐχινόδερμα	6.000
5.4 Μαλάκια	107.000
5.5 Ἀρθρόποδα	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 Σπόγγοι	4.800
5.14 Μικρότερα Φύλα	<u>800</u>
Σύνολο	1.043.150
Γενικό Σύνολο	1.443.445

- στό Βασίλειο τῶν **Φυτῶν** (μέ τά διάφορα ἄλλα φύκη, βρύα, φτέρες, κωνοφόρα, μονοκοτυλήδονα, δικοτυλήδονα).
- καὶ στό Βασίλειο τῶν **Ζώων** (μέ τοὺς σπόγγους, τά κοράλια, τά διάφορα εἰδη ἔλμινθων (= σκωλήκων), τά ἐχινόδερμα, τά μαλάκια, τά ἀρθρόποδα, τά σπονδυλωτά, κ.ἄ.).

Πάνω ἀπό τά μισά ζωντανά εἰδη είναι Ἀρθρόποδα. Καὶ στά Ἀρθρόποδα τά Ἐντομα ἀποτελοῦν τή μέγιστη πλειοψηφία. Μιά τάξη Ἐντόμων, τά σκαθάρια (Κολεόπτερα) είναι καὶ ἡ πολυπληθέστερη τάξη τῶν ζωντανῶν ὄργανισμῶν μέ 300.000 εἰδη τουλάχιστο. Ἀκολουθοῦν οἱ πεταλοῦδες, τά Ὑμενόπτερα κι οἱ μύγες.

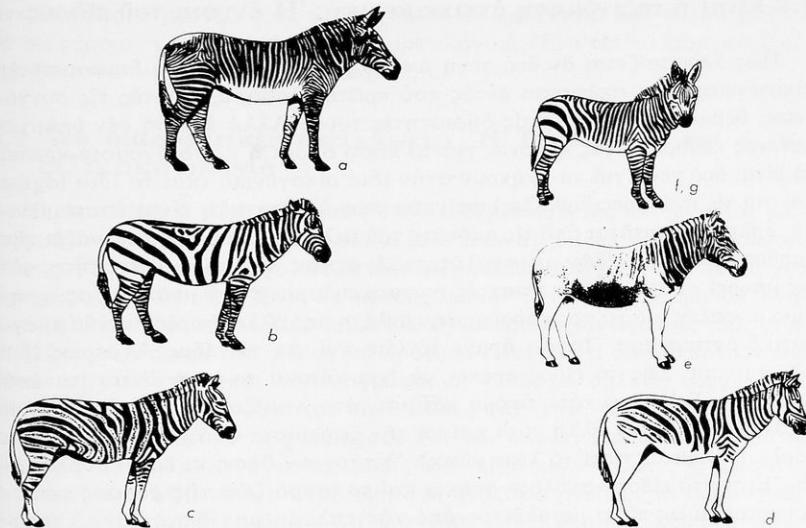
Ὑπάρχουν λοιπόν πάρα πολλά εἰδη ὄργανισμῶν. Καί, δπως εἰδαμε πρίν, ἀκόμα καὶ τά ἄτομα πού ἀνήκουν σ' ἓνα εἰδος δέν είναι ἀπόλυτα ὅμοια μεταξύ τους. Νά δυό πολύ βασικές καὶ ἀξιοσημείωτες παρατηρήσεις.

4.2. Λίγα λόγια γιά τήν ταξινόμηση

Ἡ ταξινόμηση κάθε λογῆς ἀντικειμένων σέ διμάδες είναι μιά ἀνάγκη. Ὁ μεγάλος ἀριθμός τους πολλές φορές προκαλεῖ σύγχυση ἐνῷ μέ τό χώρισμά τους σέ διμάδες ὅμοιων ἀντικειμένων γίνεται δυνατή εὐκολότερα ἡ γνώση τους. Αὐτό ἰσχύει καὶ γιά τά ζωντανά ὄντα. Ἀπό παλιά ὁ ἀνθρωπός κατάτασσε τούς διάφορους σκύλους σέ μιά κατηγορία: τοῦ σκύλου. Τίς γάτες σέ ἄλλη κατηγορία κ.ο.κ. Ἔτσι ἡ ἔννοια τοῦ εἰδους μᾶς φαίνεται σάν μιά φυσική ἔννοια. Τά ζωντανά ὄντα χωρίζονται σέ εἰδη καὶ τά ἄτομα τοῦ ἕδιου εἰδους μοιάζουν μορφολογικά μεταξύ τους, φέρνουν τά ἴδια γενικά χαρακτηριστικά τοῦ εἰδους, ἐνῷ τά ἄτομα πού ἀνήκουν σέ διαφορετικά εἰδη διαφέρουν μεταξύ τους. Τά κριτήρια λοιπόν τῆς κατατάξεως είναι μορφολογικά, ἀναφέρονται δηλαδή κυρίως στήν δομοιότητα τῆς ἔξωτερικῆς μορφῆς.

Τά διάφορα εἰδη, πάλι, μποροῦν ν' ἀποτελέσουν μεγαλύτερες διμάδες.

Εἰδη πού μοιάζουν μεταξύ τους δπως ὁ σκύλος, τό τσακάλι κι ὁ λύκος μποροῦν νά καταγοῦν στό ἕδιο γένος. Ἄλλωστε κάθε εἰδος δονοματίζεται λατινικά (αὐτό είναι τό ἐπίσημο ἐπιστημονικό του ὄνομα) μέ δυσ λέξεις: πρῶτα τό ὄνομα τοῦ γένους καὶ μετά τό ὄνομα τοῦ εἰδους. Ὁ ὀνθρωπός δονομάζεται *Homo sapiens* πού σημαίνει "Ἀνθρωπός ὁ σοφός, τό καλαμπόκι *Zea mays* κ.ο.κ. Διάφορα γένη μποροῦν νά ἀποτελοῦν μιά εὐρύτερη ἐνότητα τήν οἰκογένεια. Ἔτσι οἱ σκύλοι, τά τσακάλια, οἱ λύκοι, οἱ ἀλεποῦδες καὶ ἄλλα ζῶα ἀνήκουν στήν οἰκογένεια τῶν CANIDAE. Μιά ἡ περισσότερες οἰκογένειες ἀποτελοῦν μιά τάξη. Ἡ οἰκογένεια τῶν σκύλων, ἡ οἰκογένεια τῶν γάτων, ἡ οἰκογένεια τῶν ἀρκούδων καὶ ἄλλες φτιάχνουν τήν τάξη τῶν Σαρκοφάγων (CARNIVORA). Πάνω ἀπό τίς τάξεις είναι ἡ δομοτάξια, πιο



Εικόνα 70: Τά διάφορα είδη ζέβρας ξεχωρίζουν μορφολογικά και άπο τό μέγεθός τους και άπό τις γραμμώσεις τους. a. *Equus grevyi*, b, c και d. *Equus burchelli*, e. *Equus quagga*. f. και g. *Equus zebra*. Τό δεύτερο είδος περιλαβαίνει τρεις διαφορετικές φυλές. Άλλα και κάθε άτομο έχει γραμμώσεις που τό χαρακτηρίζουν άτομικά (δπως στόν άνθρωπο τά δαχτυλικά άποτυπώματα).

πάνω ή **Συνομοταξία** ή **Φύλο** καί τέλος τό **Βασίλειο**. Σ' αὐτήν τήν ιεραρχική κατάταξη κάθε μεγαλύτερη ένότητα περιλαβαίνει, κάτω άπό τό έπιπεδό της, πιό μικρές. Κάθε ένότητα ξεχωρίζει άπο όποιαδήποτε άλλη ίδιου ιεραρχικού υψους άπό δρισμένα χαρακτηριστικά που τήν διαφοροποιούν. "Ετσι λ.χ. τά Θηλαστικά διαφέρουν άπό τά 'Έρπετά γιατί έχουν τρίχες, κέρατα καί νύχια, γιατί (έκτός άπό έλάχιστες έξαιρέσεις) τά μικρά τους γεννιούνται ζωντανά άφοι περάσουν μέρος τής ζωῆς τους, τό έμβρυϊκό μέρος, μέσα στή μήτρα, γιατί τά θηλυκά θηλάζουν τά μικρά τους καί γι' αὐτό έχουν μαστούς, γιατί είναι δμοιόθερμα, (έχουν δηλαδή μηχανισμό που κρατεῖ σταθερή τή θερμοκρασία τους), γιατί τό κάτω σαγόνι τους άποτελεῖται άπό ένα κόκαλο ένω μέσα στό αὐτή τους έχουν τρία μικρά δστά, τόν ἄκμονα, τή σφύρα καί τόν άναβολέα. Στά 'Έρπετά τά άντιστοιχα τοῦ ἄκμονα καί τής σφύρας δέν βρίσκονται στό αὐτή άλλα είναι κόκαλα τής άρθρωσεως τής κάτω γνάθου τους.

4.3 Είναι ή ταξινόμηση άντικειμενική; Ή έννοια του είδους

Πάρας άποφασίζεται αν δυό γένη άνήκουν στήν ΐδια ή σέ διαφορετικές οίκογένειες; Πάρας σκέφτεται αυτός που πρώτος καθορίζει αυτές τις συγγένειες; Βέβαια στηρίζεται στίς δμοιότητές τους. Άλλα έπειδή δέν υπάρχει κανένας καθορισμένος κανόνας γιά τό πόσο δμοια ή πόσο άνομοια πρέπει νά είναι δυό γένη γιά νά άνήκουν στήν ΐδια οίκογένεια (και τό ΐδιο ίσχυει καὶ γιὰ τὶς ἀνώτερες βαθμίδες) φαίνεται πώς ή κατάταξη είναι υποκειμενική, δηλαδή έξαρτηται άπό τις άποψεις του μελετητή που κατασκευάζει τήν δμαδοποίηση τῶν εἰδῶν σέ μεγαλύτερες ένότητες. Γι' αυτό οι ένοτήτες αυτές μπορεῖ νά θεωρηθοῦν φτιαχτές, κατασκευάσματα τοῦ μυαλοῦ μας, χρήσιμα ἀσφαλῶς γιά νά προχωροῦμε τήν μελέτη μας ἀλλά χωρίς κανένα πραγματικό ἀντίκρυσμα. Ίσχυει ἀραγε τό ΐδιο και γιά τό είδος; Αμέσως ἐδῶ μᾶς φαίνεται πώς τό είδος πρέπει νά 'χει κάποια φυσική ὀντότητα ἀπό δικοῦ του. Στό κάτω κάτο ἀκόμα και μιά γάτα, νομίζουμε πώς είναι ίκανή νά ἀναγνωρίσει μιά ἄλλη γάτα και νά τήν εξεχωρίσει ἀπό ἔνα σκύλο ή ἔνα πουλί. (Άλληθεια γιατί τό λέμε αὐτό;) Υπάρχουν δμως κι ἐδῶ προβλήματα. "Ετσι στό είδος «σκύλος» ἀνήκει και τό μικρό ζωὸ τῆς ράτσας τσιουάουα πού μόλις είναι μεγαλύτερο ἀπό τήν παλάμη μας ὥπως και τό τεράστιο σκυλί τῆς ράτσας του Ἀγίου Βερνάρδου πού ξεπερνᾶ στό μπόι τό πρόβατο. Πάρας αυτά τά ζῶα άνήκουν στό ΐδιο είδος, ἐνῶ δ λαγός και τό κουνέλι, πού τόσο μοιάζουν, άνήκουν σέ διαφορετικά είδη;

Η λύση στό πρόβλημα είναι πώς γιά τόν καθορισμό τοῦ είδους δέν πρέπει νά βασίζεται κανένας ἀπόλυτα στά μορφολογικά κριτήρια ὥπως παλιότερα ἐπίστευαν. Τό μόνο ἀπόλυτο κριτήριο είναι τό **μιξιολογικό**, ἀν μποροῦν δηλαδή τά ἀτομα μιᾶς δμάδας πού χαρακτηρίζουμε σάν είδος νά ἀναφεγγύουν τούς γόνους τους, ἀν μποροῦν δηλαδή νά διασταυρώνονται. "Οχι δμως νά διασταυρώνονται ὥπως τό ἄλογο μέ τό γαϊδούρι, ὥπου ή διασταύρωση δίνει ἀπόγονο τό μουλάρι, στεῖρο ἀτομο, ἀλλά νά δίνουν ἀπογόνους γόνιμα ἀτομα. Μεταξύ δυό διαφορετικῶν εἰδῶν δέν μπορεῖ νά περάσει κληρονομικό δλικό, δέν μποροῦν νά ἀνταλλαγοῦν γόνοι. Γιά νά ἀνταλλαγοῦν θά 'πρεπε στήν προηγούμενη περίπτωση τό μουλάρι νά ήταν γόνιμο και νά μπορούσε λ.χ. νά διασταυρώθει μέ τό ἄλογο κι ἔτσι νά μεταφέρει στόν πληθυσμό τῶν ἀλόγων τούς γόνους τοῦ πληθυσμοῦ τῶν γαϊδουριῶν πού ἔχει (οἱ μισοὶ γόνοι τοῦ μουλαριοῦ είναι γόνοι γαϊδουριοῦ).

"Ετσι ή έννοια τοῦ είδους ἀποκτᾶ μιά ὀντότητα δικιά τῆς, πραγματική, ἀνεξάρτητη ἀπό τόν μελετητή ἐπιστήμονα. Και ἔχει κάποιο βαθύτερο νόημα ή χρησιμοποίηση τοῦ μιξιολογικοῦ κριτηρίου: Κάθε δμοιότητα δφείλεται σέ δμοιότητα γόνων, σέ δμοιότητα κληρονομικοῦ δλικοῦ. Μόλις μπεῖ κάποιο φράγμα μεταξύ δυό δμάδων ὄντων ἔτσι πού νά μήν μποροῦν νά

ἀνταλλάσσουν μεταξύ τους γόνους, τότε μπορεῖ ἔπειτα ἀπό πολλά χρόνια νά διαφέρουν, νά ξεχωρίσουν και μορφολογικά. Ἐνα τέτοιο ξεχώρισμα είναι ἔνα σημαντικό βῆμα στήν Ἐξέλιξη.

4.4 Δυό διαφορετικές ἀντιλήψεις: Ἡ Τυπολογική καί ἡ Ἐξελικτική σκοπιά

Ο Λινναῖος, δ Γκαϊτε (Goethe 1749-1832), πού ἐκτός ἀπό μεγάλος ποιητής ἦταν και βοτανικός, και ὅλοι πίστευαν στήν ἰδέα τοῦ ἀναλογίων εἶδους. Ο Λινναῖος ἔλεγε «Τόσα διαφορετικά εἴδη ὑπάρχουν, ὅσα ἀποξαρχῆς δημιούργησε τό Ἀπειροῦ». Γι' αὐτοὺς λοιπόν τά διάφορα ἄτομα πού ἀνήκουν σ' ἔνα εἶδος είναι λίγο πολύ καλές και πιστές ἀντιγραφές μιᾶς μορφῆς, ἐνός πρότυπου τοῦ εἶδους (τό πρότυπο είναι κατιτί σάν τό πατρόν πού ἔχουν οἱ μοδίστρες και τό ἀντιγράφουν). Υπάρχει δηλαδή σύμφωνα μέ αὐτές τίς ἀπόψεις μιά ἰδέα τοῦ κάθε εἶδους σάν αὐτές τίς «οὐράνιες» ἰδέες πού νόμιζε ὁ Πλάτων πῶς ὑπάρχουν και τῶν ὅποιών είμαστε ἐμεῖς και τά διάφορα ἀντικείμενα ἀντανακλάσεις και λίγο πολύ σωστές ἢ μακρινές ἀπεικονίσεις. Μιά τέτοια ἀντιλήψη στή Βιολογία δονομάζεται **τυπολογική**: στηρίζεται στήν πεποιθηση ὅτι γιά κάθε εἶδος ὑπάρχει κάποιος τύπος ἀναλογίων στό πέρασμα τοῦ χρόνου και ὅτι τά ἄτομα πού ἀνήκουν σ' αὐτό τό εἶδος είναι καλά ἢ κακά ἀντιγραφά του. Οἱ διαφορές δηλαδή μεταξύ τῶν ἀτόμων ἐνός εἶδους είναι ἀποτέλεσμα κακῆς ἀντιγραφῆς: πρόκειται γιά μιά ἀσήμαντη λεπτομέρεια μπροστά στήν ὑπαρξή τοῦ καθαροῦ τύπου.

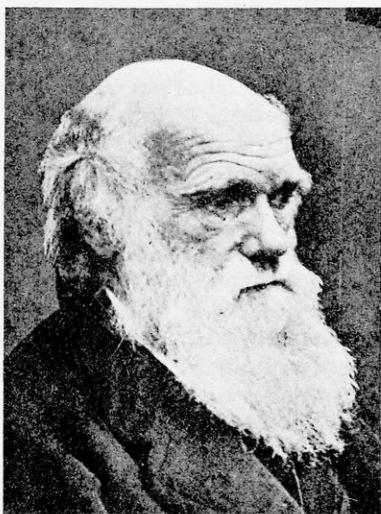
Μέ τήν ἐπικράτηση ὅμως τῆς θεωρίας τῆς Ἐξελίξεως μιά τέτοια ἀποψη, γιά ἔνα ἀναλογίωτο πρότυπο, δέν είναι πιά δυνατή. Τά ἄτομα πού ἀνήκουν σ' ἔνα εἶδος μπορεῖ νά παρουσιάζουν μεταξύ τους διαφορές, κι αὐτές οἱ διαφορές είναι πραγματικές και σημαντικές, και σ' αὐτές στηρίζεται, δπως θά δοῦμε, και ἡ δυνατότητα τῆς ἀλλαγῆς ἐνός εἶδους σ' ἔνα ἄλλο. Αὐτό πού κάνει τά ἄτομα ἐνός εἶδους νά ἀνήκουν σ' αὐτό δέν είναι κανένυ κοινό πρότυπο ἀλλά ὅτι μποροῦν ἀπό γενιά σέ γενιά νά ἀνακατεύουν τούς γόνους τους, ἀφού μποροῦν νά διασταυρώνονται και νά γεννοῦν γόνιμους ἀπογόνους. Ἀκριβῶς στήν ἐπικράτηση τῆς θεωρίας τῆς Ἐξελίξεως ὀφείλεται και μιά νέα ἀντιμετώπιση τῶν ἀνώτερων κατηγοριῶν τῆς Συστηματικῆς, τοῦ γένους, τῆς οἰκογένειας, τῆς τάξεως κτλ. Αὐτές οἱ διάδεις ἀπεικονίζοιν τίς φυλογενετικές συγγένειες, δηλαδή πόσο κοντά, ἀπ' τήν ἀποψη τῆς Ἐξελίξεως, είναι τά διάφορα εἴδη. Μές στήν πορεία τῆς Ἐξελίξεως ἀπό ἔνα εἶδος γεννιοῦνται δυό, δπως ἔνα κλαδί δέντρου διχάζεται σέ δυό μικρότερα κλαράκια. «Ολη ἡ ἱστορία τῆς Ἐξελίξεως μπορεῖ νά παρομοιασθεῖ μ' ἔνα δέντρο πού χωρίζει τόν κορμό του σέ κλαδους, τούς κλάδους

σέ μικρότερα κλαδιά, τά κλαδιά σέ κλαδάκια καί τά κλαδάκια σέ φύλλα. Αὐτό θά 'ταν τό φυλογενετικό δέντρο πού θά 'δειχνε τήν ιστορία τῆς προ-ελεύσεως τῶν δργανισμῶν. 'Ο μεγάλος κορμός δείχνει τήν κοινή προ-έλευση τῆς ζωῆς καί χωρίζεται σέ Βασίλεια πού χωρίζονται σέ Φύλα κ.ο.κ. μέχρι τά εἰδη. Κάθε όμάδα τῆς ταξινομήσεως εἶναι ἀντικειμενική, στό μέτρο πού μᾶς δείχνει κάποια στενότερη συγγένεια προελεύσεως μεταξύ αὐτῶν πού τήν ἀπαρτίζουν (εἴτε οἰκογένειες εἶναι, εἴτε τάξεις κ.ο.κ.), σέ σύγκριση μέ αλλες πού δέν τήν ἀπαρτίζουν.

4.5 'Ο Darwin καί τό ταξίδι του

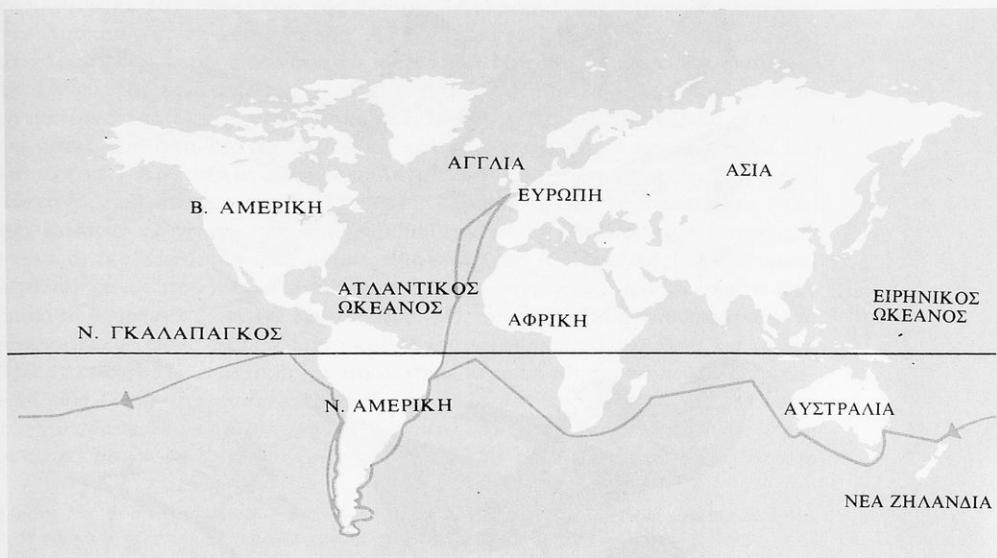
Σύμφωνα μέ τήν θεωρία τῆς 'Εξελίξεως τά εἰδη δέν παραμένουν ἀναλοίωτα: μέ τό πέρασμα τοῦ χρόνου ἀλλάζουν μορφή. "Ετσι τά εϊδη πού ζοῦν σήμερα προῆλθαν ἀπό ἄλλα εϊδη πού προϋπήρξαν. 'Ομάδες συγγενῶν εἰδῶν προῆλθαν ἀπό ἔνα ἀρχικό εἴδος. Γυρνώντας ἀντίστροφα στήν πορεία τοῦ χρόνου ἀπό τά μικρά κλαδιά μεταβαίνουμε στό μοναδικό κορμό τοῦ φυλογενετικοῦ δέντρου πού μᾶς δείχνει πώς ή ζωή στόν πλανήτη μας είχε μιά μόνο ἀρχική προέλευση.

Τό δόνομα τοῦ ἄγγελου Κάρολου Ντάρβιν πού ἐλληνικά, δπως εἴπαμε εἶναι γνωστός σάν Δαρβίνος, συνδέθηκε στενά μέ τήν θεωρία τῆς 'Εξελίξεως. "Ομως καί πρίν ἀπό τόν Ντάρβιν πολλοί είχαν ἀσχοληθεῖ μέ τό φαι-



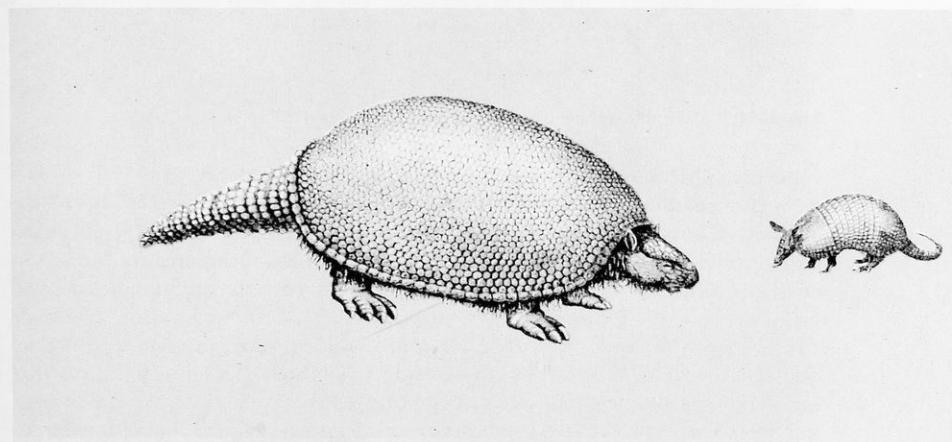
Ch. Darwin

Εικόνα 71: 'Ο Τσάρλς Ντάρβιν καί ή ύπογραφή του.



Εικόνα 72: Η διαδρομή του ταξιδιού του Μπήγκλ.

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



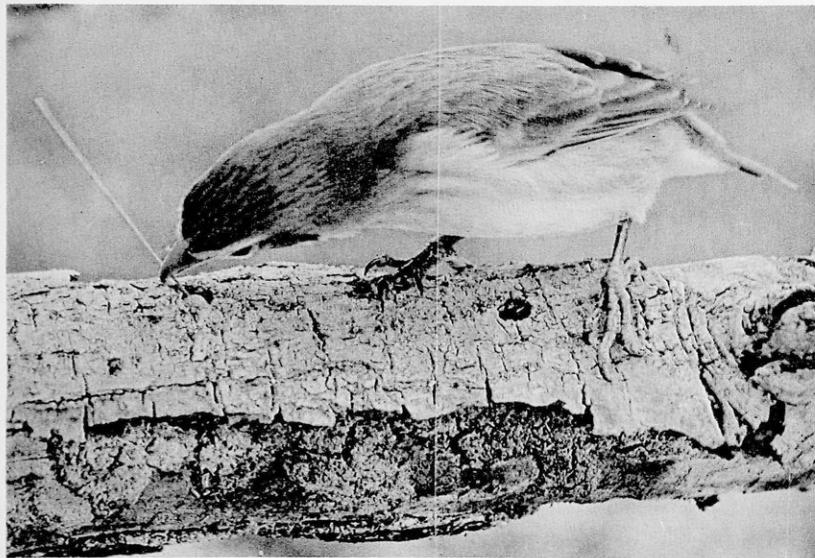


Εικόνα 74: Τά είδη τῶν σπίνων στά νησιά Γκαλάπαγκος.

νόμενο τῆς Ἐξελίξεως. Ὁ γάλλος ζωολόγος Μπυφόν (Buffon 1707-1788), δὸς διος δ παπτούς τοῦ Ντάρβιν, δ Ἔρασμος Ντάρβιν (1731-1802) στὸ βιβλίο του «Ζωονομία», καὶ κυρίως δ Λαμάρκ (Lamarck 1744 - 1829). Ὁ Λαμάρκ σὲ ἔνα σημαντικό βιβλίο του, τὴν «Ζωολογική Φιλοσοφία», ἀσχολήθηκε εἰδικά μὲ τὴν Ἐξελίξην. Τό δημοσίευσε τὴ χρονιά τῆς γεννήσεως τοῦ Ντάρβιν, τό 1809. Τή χρονιά 1831, μόλις πού εἶχαν ἀποκτήσει οἱ Ἑλληνες τὴν ἀνεξαρτησία τους, δ νεαρός Ντάρβιν, εἴκοσι δυό χρονῶν, μπαρκάρει στὸ ἐξερευνητικό πλοϊο Μπήγκλ (Beagl = ἴχνηλάτης, ὄνομα μιᾶς ράτσας λαγωνικοῦ μὲ κοντά πόδια καὶ κρεμαστά αὐτιά) σάν ζωολόγος, βιοτανικός καὶ γεωλόγος, γιά ἔνα πολύ μακρινό, πεντάχρονο ταξίδι. Τό δρομολόγιο

περιλάμβανε τόν περίπλου τῆς Νότιας Ἀμερικῆς, τόν Εἰρηνικό Ὡκεανό, τήν Αὐστραλία, τά ἀνοιχτά τῆς Ἀφρικῆς, κι ἐπιστροφή στήν Ἀγγλία (δές τό χάρτη) ἀπ' ὅπου ἔκεινησε τό πλοϊο. Ὁ Ντάρβιν μάζευε ζῶα, φυτά καὶ ἀπολιθώματα, παρατηροῦσε καὶ κατέγραψε τίς παρατηρήσεις του. Σ' αὐτό τό μακρινό ταξίδι τοῦ γεννήθηκε κι ἡ ἰδέα τῆς Ἐξελίξεως. Εἰδικά οἱ παρατηρήσεις του στή Νότια Ἀμερική καὶ στά νησιά τοῦ ἀρχιπελάγους Γκαλάπαγκος [Ἀρχιπέλαγος = σύμπλεγμα πολλῶν νησιῶν] στόν Εἰρηνικό Ὡκεανό, μακριά ἀπό τίς ἀκτές τῆς N. Ἀμερικῆς, τόν ἐντυπωσίασαν. Γράφει ο ὁ διοιος: «Στή διάρκεια τοῦ ταξιδιοῦ μου μέ τό Μπήγκλ πολὺ ἐντυπωσιάστηκα ἀνακαλύπτοντας στίς πάμπες [πεδιάδες τῆς N. Ἀμερικῆς] ἀπολιθώματα μεγάλων ζώων πού καλύπτονταν μέ κατασκευάσματα πού μοιάζον πανοπλίες, δύως τά σημερινά ζωντανά ἀρματίλιος, [δές τήν εἰκόνα πού ἀναπαραστάνει τό ἔξαφανισμένο εἶδος γλυπτόδοντα καὶ τό σημερινό ἀρματίλιο. Εἶναι καὶ τά δυό θηλαστικά τῆς N. Ἀμερικῆς], κατά δεύτερο λόγο μέ τόν τρόπο πού πολὺ συγγενικά εἶδη ζώων ἀντικαθιστοῦν τό ἔνα τό ἄλλο ὅσο προχωροῦμε κατά τό νοτιά τῆς Νοτιοαμερικανικῆς ἥπειρου, κατά τρίτο λόγο ἀπό τόν νοτιοαμερικανικό χαρακτήρα τῶν περισσότερων ζωντανῶν ὑπάρχεων τοῦ ἀρχιπέλαγους Γκαλάπαγκος

Εικόνα 75: “Ἐνα εἶδος σπίνου τῶν νησιῶν Γκαλάπαγκος χρησιμοποιεῖ ἔνα ἀγκάθι σάν ἐργαλεῖο γιὰ νά βγάζει ἀπ' τά ξερά δέντρα τά σκουλήκια τῶν ἐντόμων πού τρώει.





Εικόνα 76: Ιγκουάνα τῶν νησιών Γκαλáπαγκος.

καί εἰδικότερα ἀπό τὸν τρόπο πού σέ κάθε νησί διάφεραν ἐλαφρά ἡ μιά ἀπό τὴν ἄλλη. Κανένα ἀπό τὰ νησιά δέ φαίνεται νά είναι πολύ παλιό ἀπό τὴν γεωλογική ἀποψη. Ἡταν φανερό πώς τέτοιες παρατηρήσεις ὅπως καὶ πολλές παρόμοιες μποροῦσαν νά ἔρμηνενθοῦν μόνο μέ τὴν ὑπόθεση ὅτι τά εἰδη μεταβάλλονται βαθμαῖα. Καί αὐτές οἱ σκέψεις μέ τυραννοῦσαν καιρό.»

Πραγματικά ὁ Ντάρβιν στὰ νησιά Γκαλάπαγκος βρῆκε ἔνα ζωντανό βιολογικό ἐργαστήριο. Ἰδιαίτερα ἐντυπωσιάστηκε ἀπό τοὺς σπίνους. Τοῦ θύμισαν τό εἶδος τοῦ σπίνου πού χε δεῖ στό Ἐκουαδόρ. Ἄλλα τί πλούτος μορφῶν!. Κάθε νησί εἶχε ἔνα ἡ περισσότερα εἰδη πού διάφεραν λίγο πολύ. Μεγαλύτερη ποικιλομορφία εἶχαν τὰ ράμφη τους, προσαρμοσμένα στὸ εἶδος τροφῆς πού ἔτρωγε κάθε εἶδος, (σπόρους ἢ σαρκώδεις κάκτους πού τσιμποῦσαν, ἢ ἔντομα – ἔνα μάλιστα εἶδος χρησιμοποιοῦσε ἔνα ἀγκάθι κάκτων γιά νά σκαλεύει τίς τρύπες τῶν δέντρων καὶ νά βγάζει τά ἔντομα –). Ὁλοι αὐτοί οἱ σπίνοι ἔμοιαζαν νά προϊλθαν ἀπό τό εἶδος σπίνου τῆς ἡπείρου καὶ νά διαφοροποιήθηκαν. Ἡ ἐλλειψη ἄλλων πουλιῶν πού νά τρῶνε ἔντομα τῶν δέντρων, ὅπως οἱ δρυοκολάπτες, ἐπέτρεψαν σ' αὐτό πού χρησιμοποιεῖ τό ἀγκάθι τοῦ κάκτου, νά ἀποκτήσει αὐτόν τὸν τρόπο ἔξευρέσεως τροφῆς. Ὅτι συνέβαινε μέ τοὺς σπίνους συνέβαινε καὶ μέ τίς σαυρες ἰγκουάνες, μέ τίς χελώνες καὶ πολλά ἄλλα ζῶα τῶν νησιῶν Γκαλάπαγκος: ἀπό νησί σέ νησί οἱ μορφές ἀλλαζαν, παράμεναν ὅμιως παραπλήσιες.

Ο Ντάρβιν μετά ἀπό πολλά χρόνια, στά 1859, δημοσίευσε τό περίφημο βιβλίο του «Ἡ Γέννηση τῶν Εἰδῶν μὲ τῇ Φυσικῇ Ἐπιλογῇ», ὅπου παράθετε δλες τίς παρατηρήσεις πού χε μαζέψει μέχρι τότε αὐτός καὶ ἄλλοι βιολόγοι καὶ πού πείθανε ὅτι ὑπάρχει Ἐξέλιξη στά εἰδη. Σύγχρονα διατύπωσε μιά θεωρία γιά τό μηχανισμό μέ τὸν ὄποιο γίνεται ἡ Ἐξέλιξη.

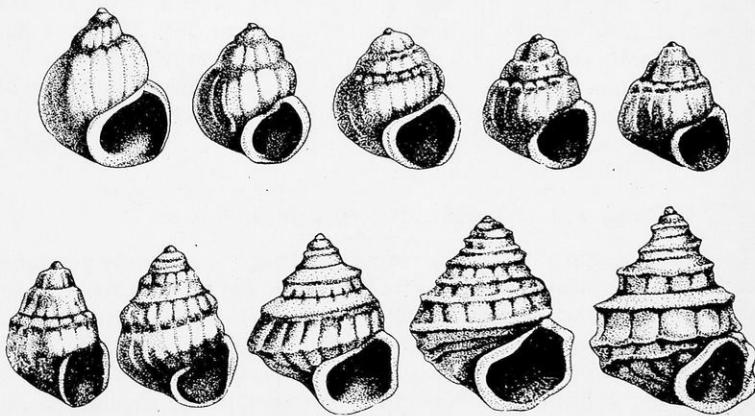
Οι παρατηρήσεις αὐτές κι ἄλλες πολλές πού προστέθηκαν ἀργότερα ἔπεισαν τοὺς βιολόγους ὅτι πραγματικά τά εἰδη προέρχονται ἀπό ἄλλα εἰδη.

4.6 Ἐνδείξεις γιά τὴν Ἐξέλιξη: τά ἀπολιθώματα

Τά ἀπολιθώματα εἶναι ἀπομεινάρια ζωντανῶν ὄργανισμῶν πού ἔζησαν πολύ παλιά: εἴτε ἀποτυπώματα, εἴτε μέρος τοῦ ὄργανισμοῦ τους, συνήθως σκληρό μέρος (ξύλο, ὄστρακο, κόκαλο) πού ἔγινε πέτρα γιατί ἡ ὄργανική οὐσία του ἀντικαταστάθηκε σιγά σιγά ἀπό ἀνόργανα ὄλικά πού ἔφταναν διαλυμένα στό νερό τοῦ ἐδάφους. Πολύ σπάνια, ὅπως στήν περίπτωση τῶν Μαμμούθ τῆς Σιβηρίας, βρίσκονται κλεισμένα στοὺς πάγους ὄλοκληρα ζῶα χωρίς νά χουν πετροποιηθεῖ. Ἀπό τά ἀπολιθώματα μπορεῖ πολλές φορές κανείς νά καταλάβει σέ τί εἰδους ζῶο ἡ φυτό ἀνήκουν καὶ τί μορφή εἶχε ὁ ὄργανισμός.



Εικόνα 77: Ένα μωρό μαμμούθ που διατηρήθηκε κατεψυγμένο (σάν παγωμένο άπολιθωμα) μέσα στούς πάγους της Αλασκας έπι 22.000 χρόνια σε άριστη κατάστη, σάν νά ήταν νωπό πτώμα.



Εικόνα 78: Μιά έκπληκτική σειρά μορφών που βρέθηκαν σε διαδοχικά γεωλογικά στρώματα τοῦ Πλειοκαίνου δείχνει πῶς μεταβλήθηκε σιγά σιγά τὸ είδος *Paludina neumayri* στὸ είδος *Tolotoma hoernesii*.

ΚΑΙΝΟΖΩΙΚΟΣ		ΓΕΝΟΣ		ΠΟΔΙ		ΔΟΝΤΙ	
ΗΩΚΑΙΝΟΣ	ΟΛΙΓΟΚΑΙΝΟΣ	ΜΕΙΟΚΑΙΝΟΣ	ΠΛΕΙΟΚΑΙΝΟΣ	ΠΛΕΙΣΤΟΚΑΙΝΟΣ	ΣΥΓΧΡΟΝΟΣ		
			<i>Equus</i>				
			<i>Hipparium</i>				
			<i>Merychippus</i>				
			<i>Mesohippus</i>				
			<i>Hyracotherium</i>				X 1/20

Εικόνα 79: Άλλαγμές στό δύψος, στά δάχτυλα τοῦ ποδιοῦ και στά δόντια σε διάφορα ειδη ἀλόγων και προγόνων τους που ζήσανε πάλια (*Hyracotherium*, *Mesohippus*, *Merychippus*, *Hipparium*) και στό σημερινό μας ἄλογο (*Equus*).

‘Η μελέτη τῶν ἀπολιθωμάτων μᾶς προσφέρει πολλές ἐνδείξεις γιά τὴν Ἐξέλιξη. Οἱ ἕδιοι δὲ Ντάρβιν εἶχε παρατηρήσει πώς τὸ τωρινό ἀρμαντίλιο βρίσκεται στὸ ἕδιο μέρος ὃπου παλιά ζοῦσε δὲ μεγαλύτερος ἄλλα πολὺ δημοιός του γλυπτόδοντας. Σέ πολύ εὐνοϊκές περιστάσεις μπορεῖ νά ἀνακαλυφτοῦν συνεχεῖς σειρές μορφῶν καὶ ἔτσι νά γίνει κατανοητό πώς ἔνα εἰδος ἄλλαξε σιγά σιγά μορφή. Τέτοιο παράδειγμα μᾶς δείχνει ἔνα σαλιγκάρι, ἡ *Paludina*. Τά διάφορα στρώματα τῶν ιζημάτων τῶν λιμνῶν ὃπου ζοῦσε ἡ *Paludina* ἐναποθέτονταν τόνα πάνω στ’ ἄλλο κλείνοντας μέσα τους τίς μορφές αὐτοῦ τοῦ σαλιγκαριοῦ. Οἱ νεώτερες μορφές εἶναι μέσα στά νεώτερα γεωλογικά στρώματα (πού ἀν δέ διαταραχτοῦν ἡ ἀναστραφοῦν βρίσκονται πιό κοντά στήν ἐπιφάνεια).

‘Από μεγάλες συλλογές ἀπολιθώματων ἀλόγων μποροῦμε νά συμπεράνουμε πώς τά σημερινά ἄλογα πού ἔχουν ἔνα μόνο δάχτυλο στό πόδι τους προῆλθαν ἀπό μορφές ἀρχικά μέ πέντε δάχτυλα κι ἀργότερα μέ τρία γιά νά καταλήξουν στό ἔνα δάχτυλο τοῦ σημερινοῦ ἀλόγου: τά ἄλλα δάχτυλα ἐκφυλίστηκαν. Τό *Hipparrison* (ἰππάριο = μικρός ἵππος) πού ἔζησε στήν ‘Αττική (Πικέρμι) στήν Πλειόκαινο ὑποπερίοδο εἶχε τρία δάχτυλα. Συγχρόνως στά ἄλογα ἄλλαξε καὶ ἡ μορφή τῶν γομφίων δοντιῶν τους (βλέπε εἰκόνα 79).

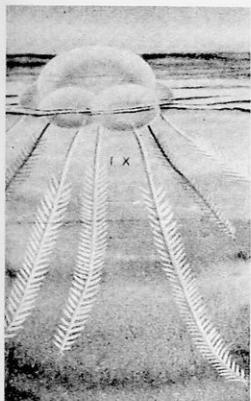
Θά μποροῦσαν νά ἀναφερθοῦν καὶ πολλά ἄλλα παραδείγματα πού ἐνισχύουν τήν ὑπόθεση τῆς Ἐξέλιξεως.

4.7 Ἡ ἴστορία τῆς ζωῆς ὥπως τή δείχνουν τά ἀπολιθώματα

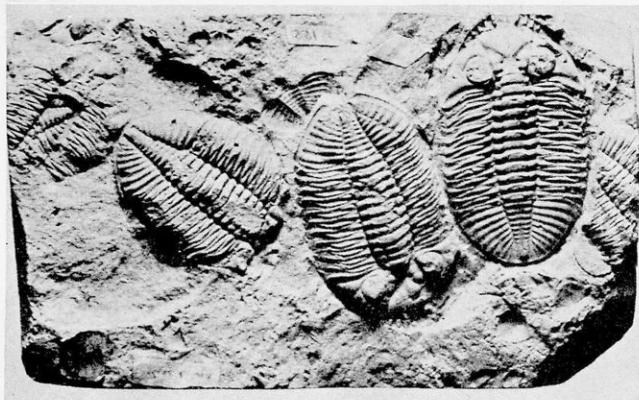
‘Από τά ἀπολιθώματα κι ἀπό διάφορες ἄλλες ἐνδείξεις καὶ σημερινές παρατηρήσεις μποροῦμε νά ἐπιχειρήσουμε νά ἀναπλάσουμε τήν ἴστορία τῆς ζωῆς στὸν πλανήτη μας.

Πολλοί βιολόγοι πιστεύουν πώς πολύ παλιά οἱ συνθῆκες ἡταν τέτοιες (ἐλλειψη δευγόνου στήν ἀτμόσφαιρα πού κυρίως τήν ἀποτελοῦσαν ὑδρατμοί, μεθάνιο CH_4 καὶ ἀμμωνία NH_3), ὥστε ἀπό τήν ἀνόργανη ὅλη σιγά σιγά νά παραχθεῖ ἡ πρώτη ζωντανή ὅλη: πρώτα δηλαδὴ νά συντεθοῦν ἀπό τό μεθάνιο, τήν ἀμμωνία καὶ τούς ὑδρατμούς, μέ τή βοήθεια τῆς ἐνέργειας τῶν ἡλεκτρικῶν ἐκκενώσεων τῶν κεραυνῶν, διάφορα εἰδη ὁργανικῶν μορίων. Μετά τά μόρια αὐτά διαλυμένα μές στό νερό τῶν λιμνῶν καὶ τῶν ὠκεανῶν θά σχημάτισαν ἔνα εἰδος «σούπας» μές στό ὄποιο γεννήθηκε ἡ πρώτη ζωντανή μονάδα.

Πολλά βέβαια παραμένουν ἄγνωστα γιά τή γέννηση τῆς ζωῆς. Πάντως εἶναι βέβαιο πώς κάτω ἀπό τίς σημερινές συνθῆκες ἡ ζωὴ δέν μπορεῖ νά γεννηθεῖ ἀπό μή ζωντανά συστατικά, ἀπό μόνη τῆς, ἄλλα προέρχεται μόνο ἀπό ἄλλη ζωὴ, ὥπως ἀπόδειξε κι ὁ Pasteur. Ἡ ζωὴ λοιπόν γεννήθηκε στή



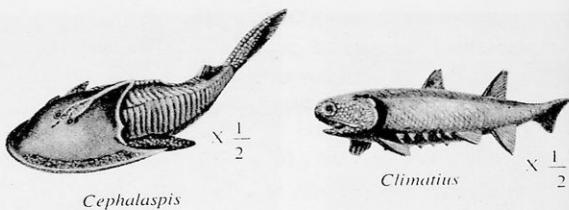
Εικόνα 80: Ένας γραπτό-λιθος.



Εικόνα 81: Απολιθώματα τριλοβιτῶν.

θάλασσα. Αύτό γίνεται φανερό κι ἀπό τά πρότα απολιθώματα ἀβέβαια ἀκόμη γιά τόν **Προκάμβριο** αἰώνα, ἀλλά καθαρά στήν **Κάμբριο** περίοδο καί στίς ἐπόμενες, ὅπου ξέρουμε πώς ζούσαν βακτήρια, Κυανοφύκη (δηλαδή προκαρυωτικοί δργανισμοί), θαλάσσια Πρωτόζωα μέ κελύφη (ὅπως οἱ φουσουλίνες πού μοιάζουν μέ σπειριά σταριοῦ), ἀλλά καί φύκη καί μύκητες καθώς καὶ διάφορα ἀσπόνδυλα ζῶα, πού μέ τόν καιρό γίνονται πολυπληθή. Γιά τά ἀσπόνδυλα, χαρακτηριστικά εἶναι οἱ σπόγγοι, οἱ γραπτόλιθοι κι οἱ τριλοβίτες. Οἱ γραπτόλιθοι μοιάζουν μέ τίς μέδουσες: φέρονται ἕνα θολωτό δίσκο γιά νά ἐπιπλέουν κι ἀπό κάτω τους ἔχουν στρογγυλούς σάκους γιά τήν ἀναπαραγωγή. Οἱ τριλοβίτες εἶναι ἀρθρόποδα πού φαίνονται νά 'χουν τρεῖς λοβούς, τρία μέρη: κεφαλοθώρακα, κοιλιά καί οὐρά: ἔρουν στό βυθό καί κυριολεκτικά τόν «σαρώνουν» γιά νά βροῦν τήν τροφή τους. "Αλλὰ ἀρθρόποδα εἶναι οἱ σκορπιοί πού πρότοι βγαίνουν ἀπό τή θάλασσα στή στεριά, πάντως ὅμως μετά τήν ἐμφάνιση τῶν χερσαίων φυτῶν. Λίγο ἀργότερα ἐμφανίζονται τά πρότα ψάρια: στήν ἀρχή τά ψάρια ήταν σάν τους ὅγναθους ίχθύες (χωρίς δηλαδή σαγόνι, ὅπως εἶναι ή σημερινή λάμπρωνα πού ἐπιφανειακά μόνο μοιάζει μέ τό χέλι). Τέτοιο ψάρι ήταν ὁ κεφαλασπίς πού φέρνει θωρακισμένες πλάκες στό μέρος τῆς κεφαλῆς του. Ἀργότερα ἐμφανίστηκαν οἱ πλακόδερμοι ίχθύες: αύτά τά ψάρια είχαν σαγόνια πού φτιάχτηκαν ἀπό τό πρότο ζευγάρι βραγχιακῶν σχισμῶν, (δηλαδή τῶν πλαγίων σχισμάτων ἀπ' ὅπου μπαίνει τό νερό στά βράγχια τοῦ ψαριοῦ γιά τήν ἀναπνοή του). Οἱ πλακόδερμοι ίχθύες ἔχουν

Εικόνα 82: Ψάρια πού τά γνωρίζουμε μόνο από απολιθώματά τους. Πλακόδερμοι ήχθες (θυσιά εία πού δεν υπάρχει σήμερα): Κεφαλασπίς, Κλιμάτιος και Δινιχθυς. Ο Κλαδοσέλαχος άνηκε στους Χονδρίχθυες.



Cephalaspis

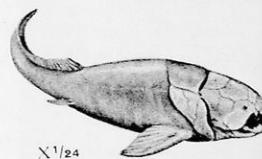


Climatius



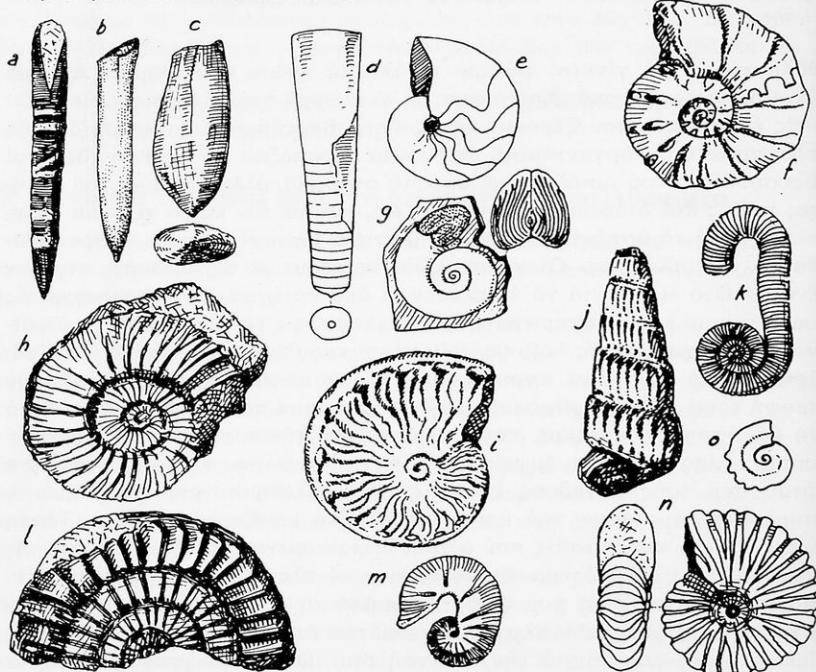
X 1/200

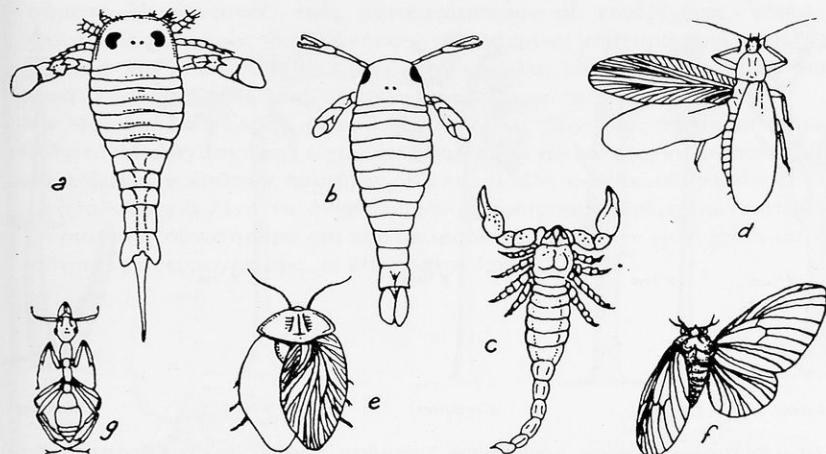
Dinichthys



Cladoselache

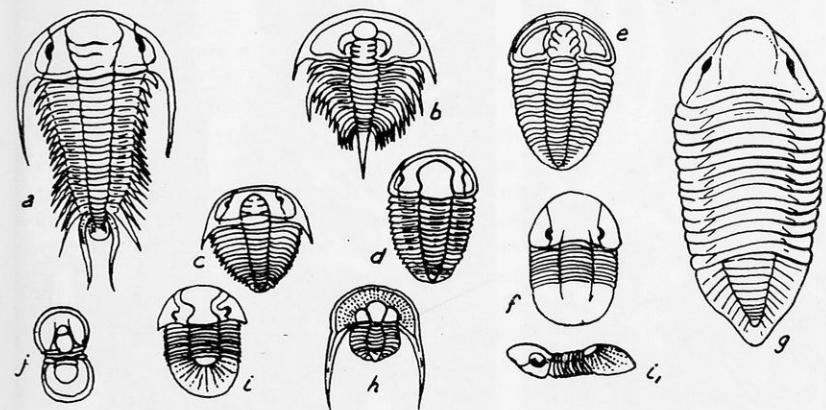
Εικόνα 83: Απολιθωμένα Κεφαλόποδα (Μαλάκια): a, b, c, Βελεμνίτες, d, Όρθοκερας, e Ναυτίλος, f έως και ο διάφορα ειδή άμμωνίτες.

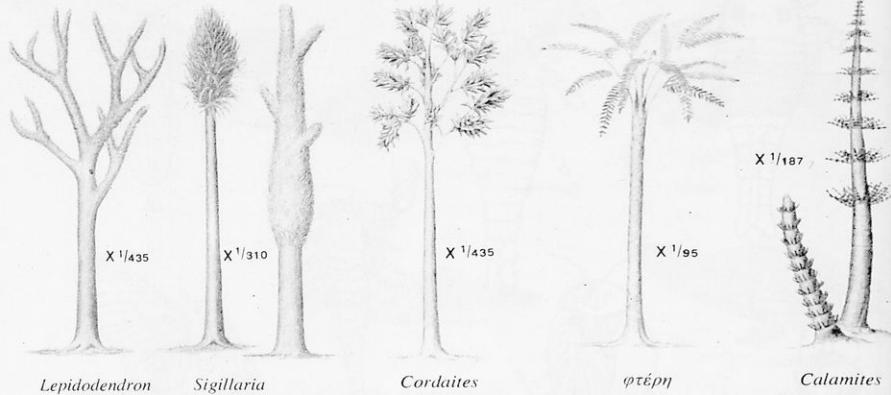




Εικόνα 84: Άπολιθωμένα Μεροστόματα [(δόμοταξία που δέν υπάρχει πιά έξον άπο τούς Ξιφόσουρους που τούς κατατάσσουν μερικοί μαζί με τά 'Αραγνίδια) α Εύρυπτερος, b Πτερυγωτός. Άπολιθωμένος σκορπιός (c) και διάφορα άπολιθωμένα Έντομα (d, e, f, g).

Εικόνα 85: Διάφορα είδη τριλοβιτών.





Lepidodendron *Sigillaria*

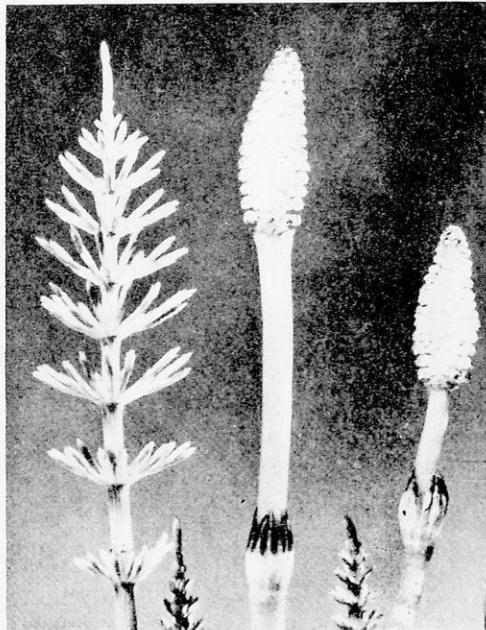
Cordaites

φτέρη

Calamites

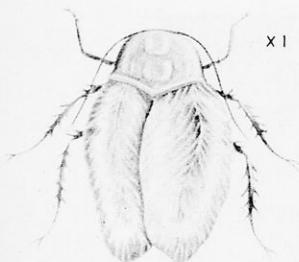
Εικόνα 86: Πρωτόγονα δέντρα: Λεπιδόδεντρο, Σιγγυλάρια, Κορδαΐτης, δεντρώδης φτέρη, Καλαμίτης.

Εικόνα 87: Δυό ζωντανοί άντιπρόσωποι πρωτόγονων φυτών: τό Λυκοπόδιο (*Lycopodium*) και τό πολυκόδμπι (*Equisetum*).

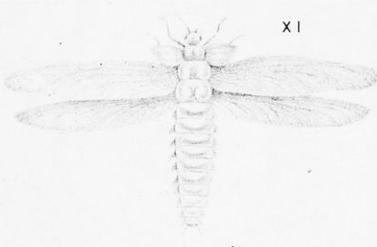


σήμερα ἐξαφανιστεῖ, τούς ἀντικατάστησαν οἱ χονδρίχθυες, ψάρια μὲ σκληρούς χόνδρους (ὅπου ἀνήκουν οἱ σημερινοὶ καρχαρίες καὶ τὰ σελάχια ἡ ρίνες) καὶ οἱ ὄστεῖχθυες, ψάρια μὲ κόκαλα, δῆπος τὰ περισσότερα σημερινά. Τὰ ψάρια εἶναι καὶ τὰ πρῶτα σπονδυλωτά πού φάνηκαν.

Μιά δομάδα ψαριών, οἱ κοιλάκανθοι (ένα είδος τους ἀκόμα καὶ σήμερα ζεῖ στὴ Μαδαγασκάρη) εἰχαν πτερύγια πάνω σὲ λοβούς, κατιτί πού θυμίζει τὰ πόδια τῶν πρώτων ἀμφίβιων. Τὰ παλιά εἴδη κοιλάκανθων φαίνεται πώς μποροῦσαν γιά λίγο νά ἀναπνέουν ἀτμοσφαιρικό δέξιγόνο (σάν κάτι ἄλλα ψάρια πού ζοῦν σήμερα καὶ πού μποροῦν νά ἀναπνέουν γιατί ἔχουν δργανα σάν τους πνεύμονές μας, οἱ δίπνευστοι ἵχθυες).



XI

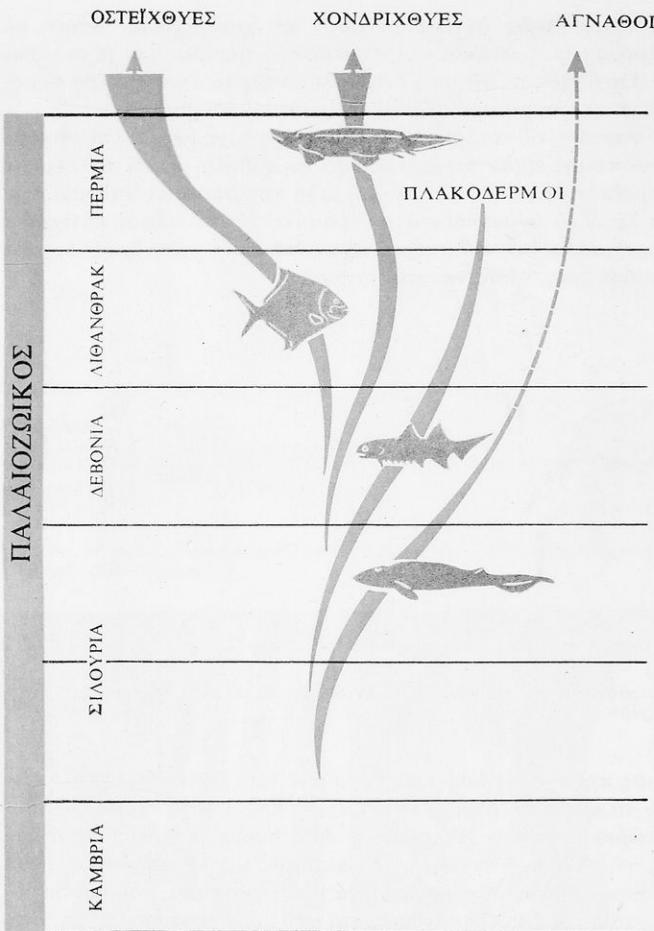


XI

Εικόνα 88: Ἀναπαράσταση δυό ἀπολιθωμάτων ἐντόμων ἀπό τὴν Λιθανθρακοφόρο. Τό ἀριστερό εἶναι κατσαρίδα.

“Ολα αὐτά μᾶς προαναγγέλουν τὰ πρῶτα ἀμφίβια. Πρίν δῶμας γεννηθοῦν τὰ ἀμφίβια ἀπό τὰ ψάρια ἡ στεριά ἔχει κατακτηθεῖ ἀπό τὰ πρῶτα χερσαῖν φυτά. Τὴν Σιλούριο περίοδο Ψιλοψίδια, Λυκοπόδια, πολυκόμπια ἔχουν κατακλύσει τὴ γῆ. Τὰ πρῶτα δάση μὲ δεντρώδεις φτέρες, λεπιδόδεντρα, καλαμίτες παρουσιάζονται σύγχρονα μὲ τὰ πρῶτα ἀμφίβια, πού προέρχονται ἀπό ψάρια σάν τους κοιλάκανθους καὶ τούς δίπνευστους ἵχθυες. Στίς θάλασσες βρίσκουμε τεράστια κεφαλόποδα (σάν τίς σουπιές τώρα) νά τρῶντε τριλοβίτες, ἐνώ κρινοειδή (ζῶα) ζοῦν κοντά σὲ ὑφάλους κοραλλιῶν.

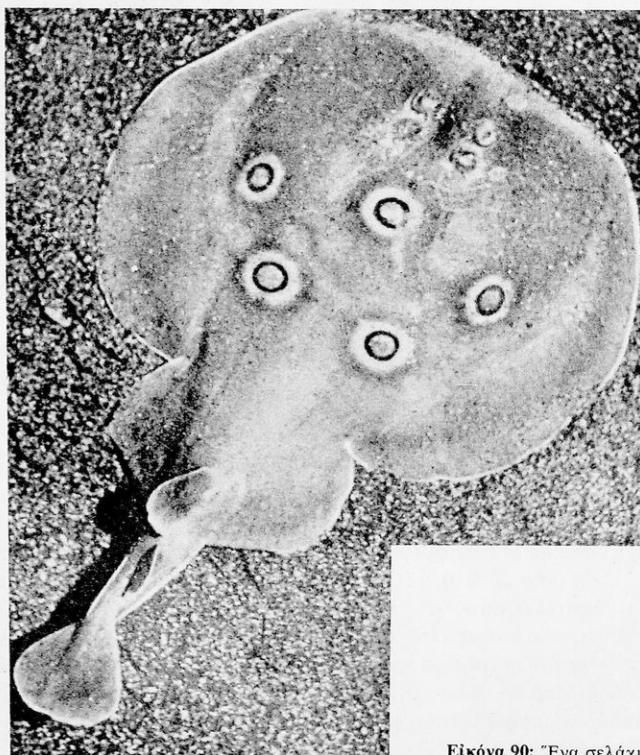
Στὴν Λιθανθρακοφόρο περίοδο πληθαίνουν τὰ μεγάλα δάση, τὰ δέντρα δῶμας ἔχουν μικρότερο υψός ἀπ' ὅ,τι τὰ δέντρα τῶν σημερινῶν τροπικῶν δασῶν. Ἀπό τὰ δάση· αὐτά σχηματίσθηκαν οἱ λιθανθρακες. Μαζί μὲ τὴν παρουσία τῶν ἀμφίβιων ἔχουμε καὶ τὰ πρῶτα ἔντομα καὶ τὰ χερσαῖν σαλιγκάρια.



Εικόνα 89: Γενεαλογία τῶν ψαριῶν.

Στό τέλος τοῦ **Παλαιοζωικοῦ** αἱώνα ἐμφανίζονται τά ἔρπετά πού προέρχονται ἀπό τά ἀμφίβια. Τά ἔρπετά ἔχωριζουν ἀπό τά ἀμφίβια γιατί γεννοῦν αὐγά μέ κελύφη καί τά ἔμβρυα τους περιβάλλονται ἀπό μιά μεμβράνη, τήν **ἀμνιωτικήν**.

Πρόκειται γιά προσαρμογές στό χερσαίο περιβάλλον πού έπιτρέπουν τήν προστασία τῶν ἐμβρύων διότι ἔχθρούς τους και διότι τήν ἀποξήρανση. Τά ἀμφίβια βρίσκονται ἀκόμα μ' ἕνα πόδι στό ὑδάτινο περιβάλλον: ἐκεῖ ἔξελισσονται οἱ προνυμφικές τους μορφές, ἐνῶ τά ἀκμαῖα εἰναι σχεδόν χερσαῖα. Τά ἔρπετά ἔχουν πιά γίνει τελείως χερσαῖα. Ἀναπτύσσουν διάφορες μορφές: ὅλλα διπλίζονται μέ μεμβράνες σάν τόν πτερανόδοντα γιά νά πετάξουν, ὅλλα παίρνουν μορφές ψαριών καὶ ξαναγυρίζουν στό νερό σάν τήν ἐλασμόσαυρο καὶ τόν διφθαλμόσαυρο, ὅλλα γίνονται χερσαῖα φυτοφάγα κι ὅλλα σαρκοφάγα. Ἀπό τά ἔρπετά ζοῦνται σήμερα μόνο οἱ χελώνες, τά φίδια, οἱ σαῦρες, δ σφενόδοντας («ζωντανό ἀπολιθώμα» πού ζεῖ στή Ν. Ζηλανδία) κι οἱ κροκόδειλοι. Ἀλλά ὑπῆρχαν πολὺ περισσότερα ἔρπετά



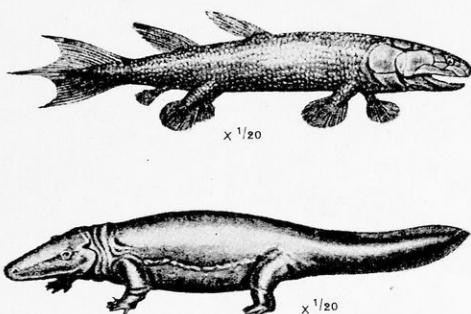
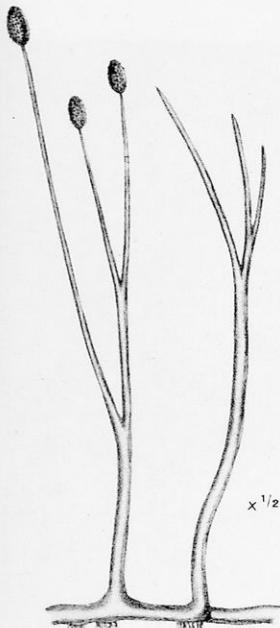
Εικόνα 90: "Ἔνα σελάχι.



Εικόνα 91: Αύγα σελαχιού

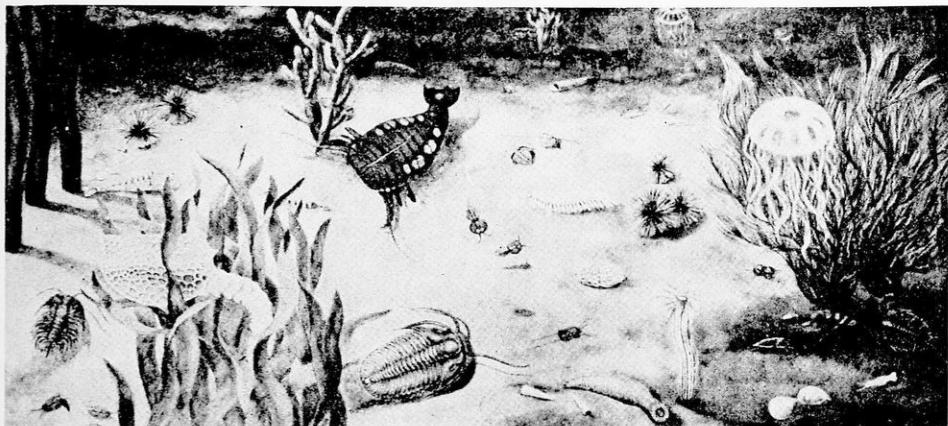
στό **Μεσοζωικό** αιώνα: όχι μόνο οι πρόδρομοι τών θηλαστικών (γιατί άπό τύ ερπετά προέρχονται και τά θηλαστικά) άλλα κυρίως οι **Δεινόσαυροι**. Νεώτερες μελέτες έδειξαν πώς τά ερπετά πρόδρομοι τών θηλαστικών, τά ερπετά πρόδρομοι τών Δεινοσαύρων και οι ίδιοι οι Δεινόσαυροι ήταν δύοι θερμά: είχαν δηλαδή άναπτύξει έκεινο τό μηχανισμό πού έπιτρέπει νά κρατιέται σταθερή η θερμοκρασία τού σώματός τους σ' άντιθεση μέτα άντολοιπα ερπετά και τά άμφιβια πού είναι ποικιλόθερμα. 'Η δύοι θερμά άποτελεῖ σπουδαία προσαρμογή στό χερσαίο περιβάλλον: οι άλλαγές τής θερμοκρασίας στό περιβάλλον αύτό είναι πολύ μεγαλύτερες άπ' ότι στό νερό. Συγχρόνως ή δύοι θερμά έπιτρέπει στό ζώο νά μήν πέφτει σέ άνπολειτουργία, όπως οι σαύρες σέ συνθήκες έλαττωμένης θερμοκρασίας, άλλα νά μπορεί έξισου καλά νά δρᾶ άνεξάρτητα άπό τίς συνθήκες τής θερμοκρασίας τού περιβάλλοντος.

◀ **Εικόνα 92:** Τό πρώτο γνωστό χερσαίο φυτό, Ἑνα Ψίλοτο, ή Ρύνια.



Εικόνα 93: Πάνω Ἑνα ψάρι μέ πτερύγια πάνω σέ λοβούς (ὅπως ὁ κοιλάκανθος) και κάτω ἔνας μακρινός ἀπόγονός του, Ἑνα πρωτόγονο άμφιβιο τῆς Δεβόνιας περιόδου.

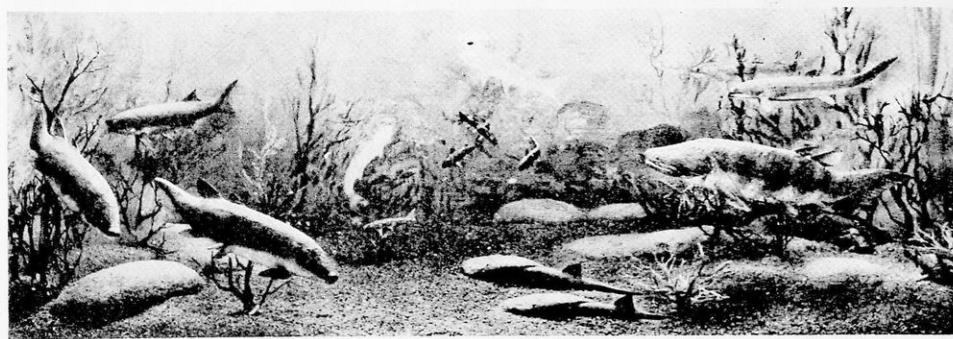
Εικόνα 94: Μιά θάλασσα στήν Κάμβριο περίοδο: Δεξιά μιά μέδουσα πάνω σέ φύκια, στό μέσο ένα μερόστομα και ἔνας τριλοβίτης.





Εικόνα 95: Μιά θάλασσα στή Σιλούριο περίοδο. Δυό εύρυπτεροι κυριαρχοῦν. Θαλάσσια σαλιγκάρια και φυτά.

Εικόνα 96: Δεβόνια θάλασσα μέ αγναθα ψάρια και μέ μερικά ψάρια πιό έξελιγμένα.

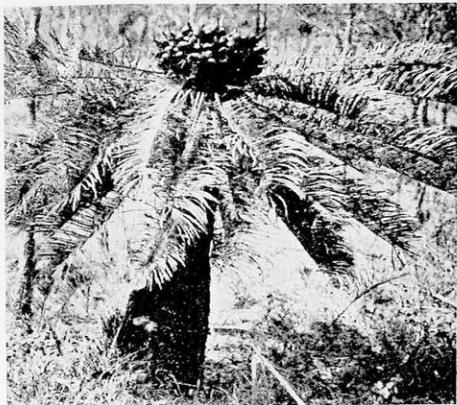




▲
Εικόνα 97: Δάσος της Λιθανθρακοφόρου. Τά δέντρα είναι Λυκοπόδια, Φτέρες και Γυμνόσπερμα. Δεξιά στο κέντρο μιά τεράστια λιμπελλούλα.



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

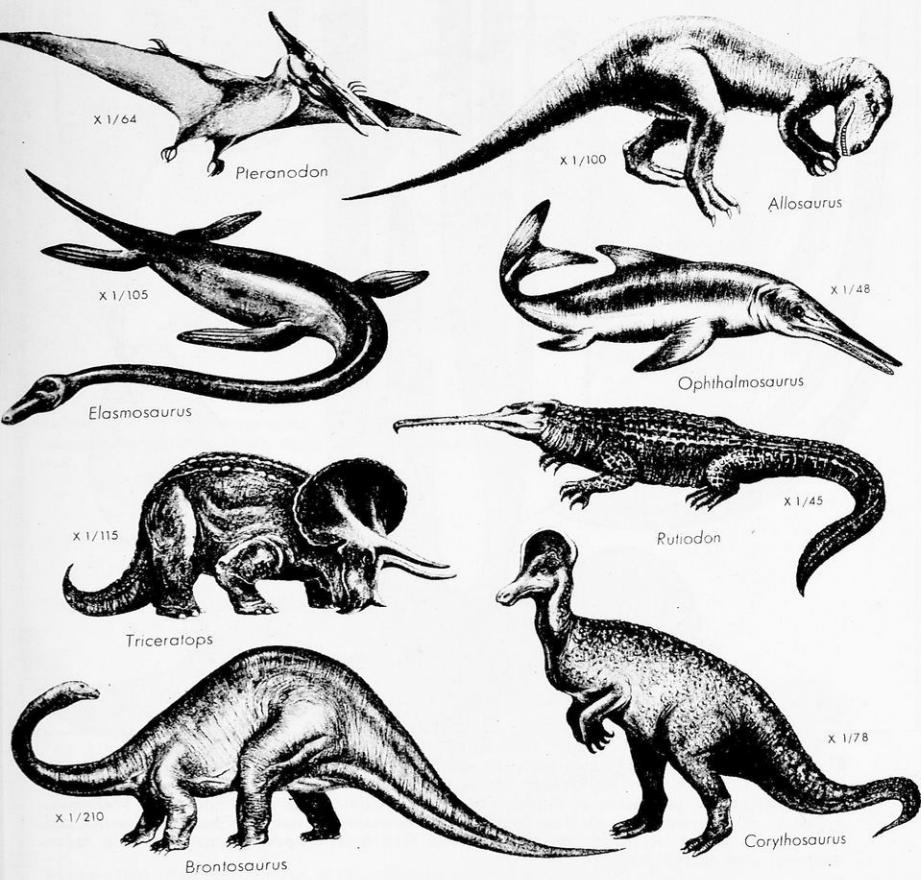


Εικόνα 99: Άριστερά μιά Κυκάδα πού ζει σήμερα στήν Αύστραλια. Δεξιά λεπτομέρεια των όργανων της πού φέρνουν τούς σπόρους.

‘Ο πλούτος των μορφών των δεινόσαυρων και τό τεράστιο μέγεθος δρι-
σμένων άπό αύτούς έχουν έξαψει τή φαντασία τοῦ κοινοῦ. Είναι γνωστοί
οἱ διπλόδοκοι (ἥταν ἀπό τά μεγαλύτερα ζῶα, χορτοφάγα μέ μάκρος 26-35
μέτρα), οἱ βροντόσαυροι (χορτοφάγα μέ μάκρος 20 καὶ ὅψος 10 μέτρα καὶ
βάρος 50 τόνους), οἱ ἀτλαντόσαυροι (τά πιό μεγάλα ζῶα πού βάδισαν ποτὲ
στή γῆ μέ μάκρος 32 καὶ ὅψος 10 μέτρα), οἱ σαρκοφάγοι δεινόσαυροι: ἀλ-
λόσαυροι, τυραννόσαυροι κ.ἄ.

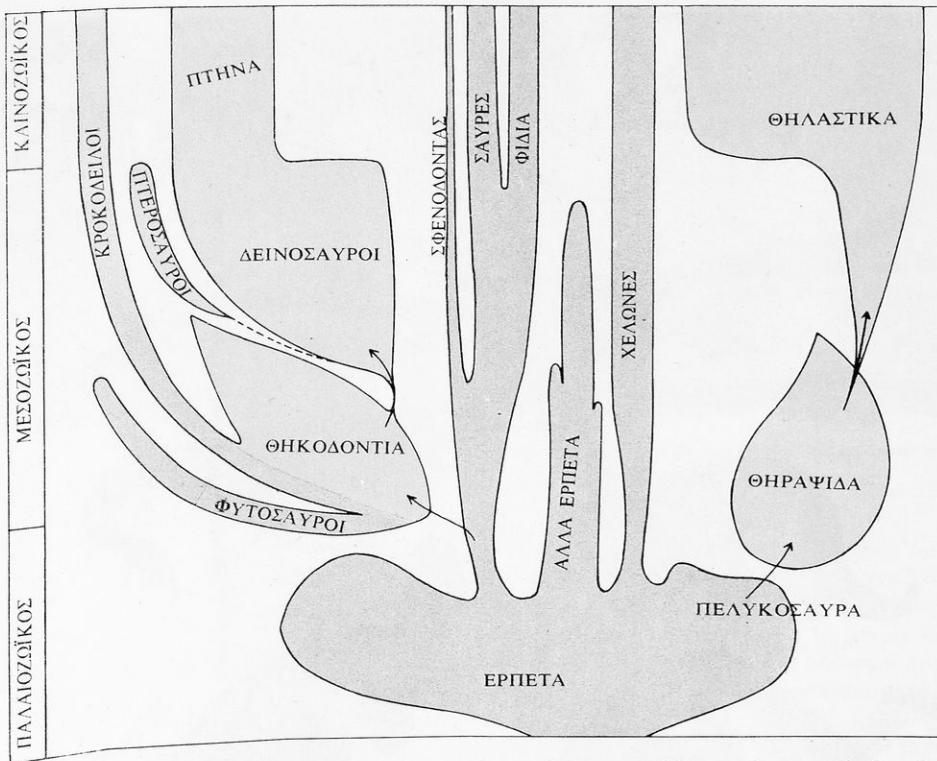
‘Από τούς δεινόσαυρους προέρχονται καὶ τά πτηνά. ‘Ο Αρχαιοπτέρυ-
γας, τό πρῶτο πουλί, είναι ἔνας φτερωτός δεινόσαυρος πού δμως έχει πραγ-
ματικά φτερά. Στά φυτά οἱ Κυκάδες καὶ τά Κωνοφόρα ἀντικαθίστοῦν τά
πρῶτα δέντρα. Μέ τήν παρακμή τῶν ἐρπετῶν πού ἀκολούθει καὶ ίδιαίτερα
μέ τήν παρακμή τῶν δεινοσαύρων ἀναπτύσσονται τά θηλαστικά καὶ τά
πτηνά. Κατακτοῦν κάθε γωνιά πού ἐγκατάλειψαν τά Ἐρπετά. ‘Ο Καινοζω-
ικός αἰώνας είναι διαίώνας τῶν Θηλαστικῶν καὶ τῶν Ἀγγειοσπέρμων, δη-
λαδή τῶν φυτῶν πού έχουν λουλούδια. Τό ζεστό κλίμα εύνοεῖ τήν ἀνά-
πτυξην ἐνός τροπικοῦ δάσους παντοῦ, ἀργότερα δμως τό δάσος ὑποχωρεῖ
ὅταν τό κλίμα κρυώνει. Τά δέντρα συχνά παραχωροῦν τή θέση τους σέ
θάμνους καὶ σέ χόρτα.

Τά θηλαστικά μέ τή σειρά τους ἀναπτύσσονται μιάν δλάκαιρη ποικιλία
μορφῶν καὶ τάξεων, μιά βεντάλια: μιά δεκαπενταριά ἀπό τίς τριανταπέντε
τέτοιες τάξεις δείχνει η Εικόνα 128. ‘Η εικόνα δέν δείχνει τίς πιό πρωτόγο-



Εικόνα 100: Διάφορα Έρπετά των Μεσοζωϊκού αιώνα (πτερανόδοντας, ἀλλόσαυρος, ἐλασμό-σαυρος, δίφθαλμόσαυρος, τρικεράτωψ, ρυτιόδοντας, βροντόσαυρος, κορυθόσαυρος).

νες μορφές πού ἀκόμη και σήμερα ζοῦν: τά Μονοτρήματα (τῆς Αὐστραλίας, N. Ζηλανδίας και N. Γουϊνέας) πού γεννοῦν αὐγά ἀλλά θηλάζουν τά μικρά τους, και τά Μαρσιποφόρα (τῆς Αὐστραλίας και τῆς Ἀμερικῆς) πού προστατεύουν τά μικρά τους στό μάρσιπο (ένα είδος τσέπης, δερμάτινου σάκου στήν κοιλιά τους).

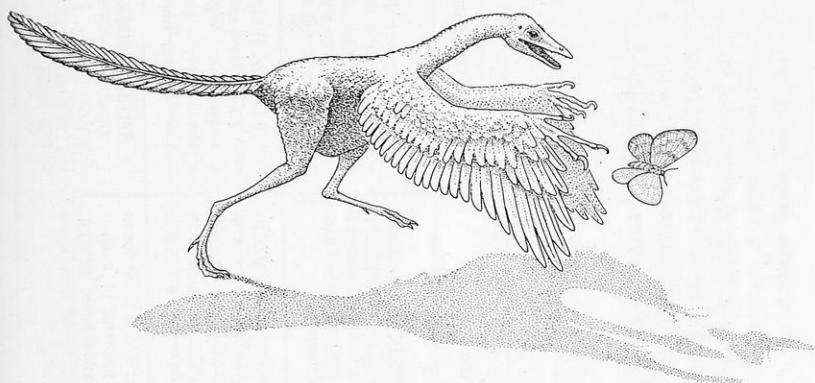


Εικόνα 101: Μιά σχηματική παράσταση της προελεύσεως τῶν διάφορων Ἀμνιωτικῶν Σπονδυλωτῶν βασισμένη σὲ νεώτερες ἐρευνες. Μέ γκριζο χρῶμα συμβολίζονται οἱ ὁμάδες ποὺ εἶναι ποικιλόθερμες καὶ μὲ ρόδινο οἱ ὁμάδες ποὺ εἶναι δμοιόθερμες. Τά Θηραψίδα (Therapsida) πρόγονοι τῶν Θηλαστικῶν, τά Θηκοδόντια (Thecodontia) πρόγονοι τῶν Δεινοσαύρων, οἱ Δεινοσαύροι, οἱ Πτερόσαυροι, τά Θηλαστικά καὶ τά Πτηνά (ποὺ προέρχονται ἀπό τοὺς Δεινοσαύρους) εἶναι δμοιόθερμα.

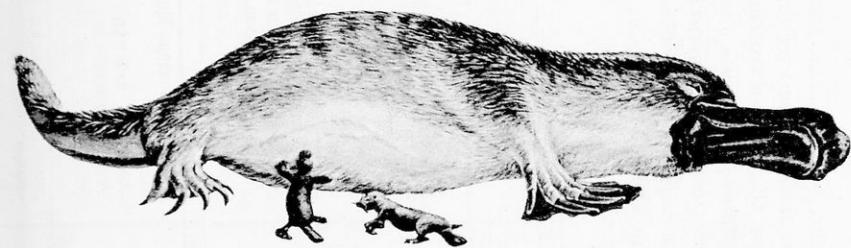


Ψηφιοτοιχθηκέ από το Ινστιτούτο Εκπροσωπικής Πολιτικής

Εικόνα 102: Ο σφενόδοντας, μοιάζει μὲ σαύρα μά ἀνήκει ταξινομικά σὲ μιὰ ἀρκετά διαφορετική ὁμάδα. Είναι τὸ μόνο ζῶο ποὺ ζεῖ σήμερα ἀπό αυτή τὴν ὁμάδα: ἔνα «ζωντανό ἀπολίθωμα».



Εικόνα 103: Ο Ἀρχαιοπτέρυξ, τό πρώτο πτηνό, (φάίνονται καθαρά τά φτερά του), ἀπό τήν Ἰουρασική περίοδο. Πολύ συγγενεύει μέ μικρούς Δεινόσαυρους πού δέν μπορούσαν νά πετάξουν.



Εικόνα 104: Ένα μονότρημα, δί Πλατύπους ή Ὁρνιθόρρυγχος, θηλάζει τά μικρά του.

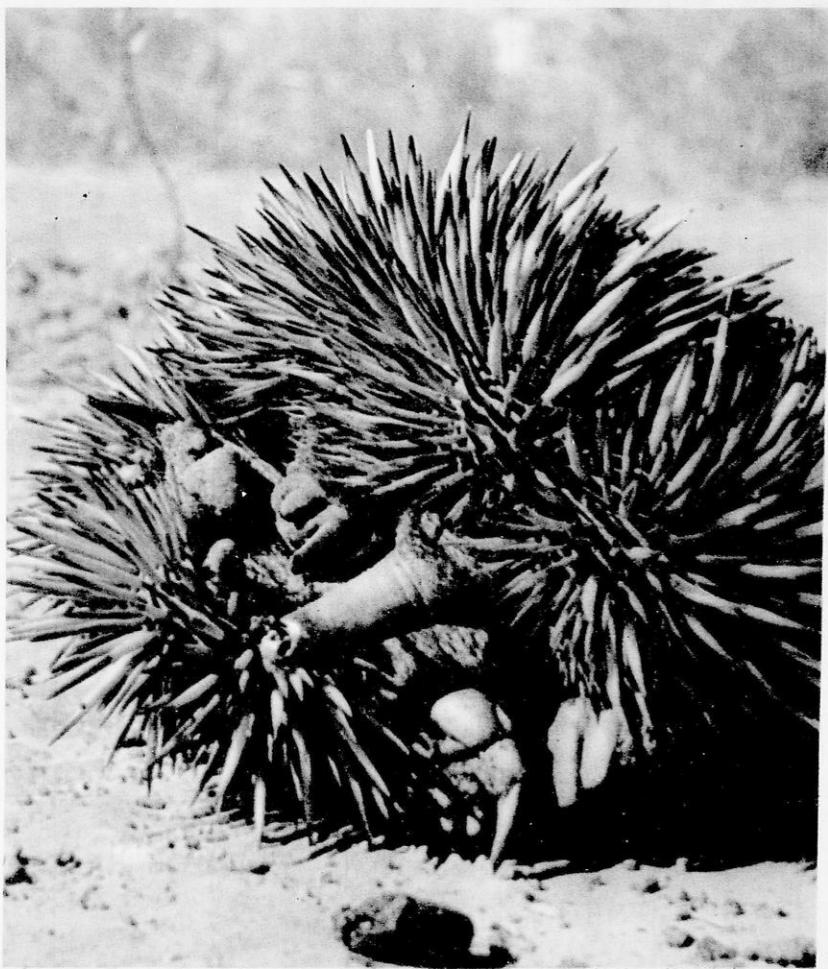
Τά καθαυτό θηλαστικά προέρχονται ἀπό μορφές σάν τά σημερινά Ἐντομοφάγα. Τελευταῖος ἀπό τά θηλαστικά κάνει τήν ἐμφάνισή του κι δί ανθρωπος πού ἀνήκει στήν τάξη τῶν Πρωτευόντων (ὅπως μέ πολύ ύπερηφάνεια τήν δνόμασε) μαζί μέ 192 ειδη διάφορων πιθήκων πού ζοῦν σήμερα. Ο Πίνακας 4.2 δίνει περιληπτικά τήν ιστορία τῆς Ἐξελίξεως τῶν ἔμβιων δντών.

ΠΙΝΑΚΑΣ 4.2

Οι μεγάλοι γεωλογικοί αιώνες (πόσο διάρκεσε ο καθένας) και οι γεωλογικές περίοδοι (πόσα χρόνια πριν από τις μέρες μας άρχισαν). Τι είδους δργαντσιούς μπήραν κατά τη διάρκεια τους και τί κάτια έπικρατούσε. Όλα μέ μεγάλη απλοτοίηση. Οι δρημοί σε έκατονμέτρα χρόνια. Είδικά για τούς αιώνες Προτεροβακού και Αρχαιού οι οποίοι είναι άβεβαιοι (διαφορετικοί στοις διάφορους έρευνατές) και πρέπει να αντιμετωπίζονται μέ μεγάλη έπιπφολάξη. Η άσφαλτεστρη μέχρι σήμερα έκτιμηση του χρόνου πού σχηματίστηκε ο στερεός φλοίος της ήδη, (καί πού βρίσκεται μέ βάση τη σχέση των ισοτόπων του μοίραδου σε συσχέτιση με τη ραδιενέργεια διάσπαση του ουρανίου) είναι 4530 ± 40 έκατονμέτρα χρόνια από σήμερα.

Αιώνας	Περίοδος	Φυτά	Ζ. ά	Κλίμα - Γεωλογικές παρατηρήσεις
Κανονικός 63	0	Φυτικός, κόρδιος περίπου δύοις μέ το σημερινό. Σχηματίζεται η τύρφη.	3.	Παρεπόνες και ένδομπεσες θεριές περιόδου στο Β. μεσαριό. Η Ελλάδα παίρει τη σημερινή της μορφή. Σχηματισμός του Αγριού.
Τριτογένεις	0.7-1.8	Αγγειοπέρα και Κυνοφόιοι έχουν κατατίσει δάλη την έπειτα. Τροπική ή στρητική.		~10 ζώα τον Πικερμιού (~26 Αιγαίνοι. "Ηπατά λίμα. Όλοι κλήρος τον σχηματισμό των σημερινών ψηλών βραχών (Άλπες, Ιμαλαΐα κ.α.)
Τριτογένεις	63±2	Πολλά Γιγαντόπερα δεξαμενούνται. Κρητιδική ή ανάτολη τον Αγγειοπέραμον.		Αρχίζει η διαδικασία των σχηματισμών των σημερινών ψηλών βουνών. Ζεστό και υγρό λίμανα. Παγετώνες στην Αιστραλία.
Μεσογειώς 167	135±5	Δευτέρου Κυκλαδες και Κονιοφόρα.		Πρώτα προϊόντα πηγών. Επαρχίανα από την Οστρεύθιας.

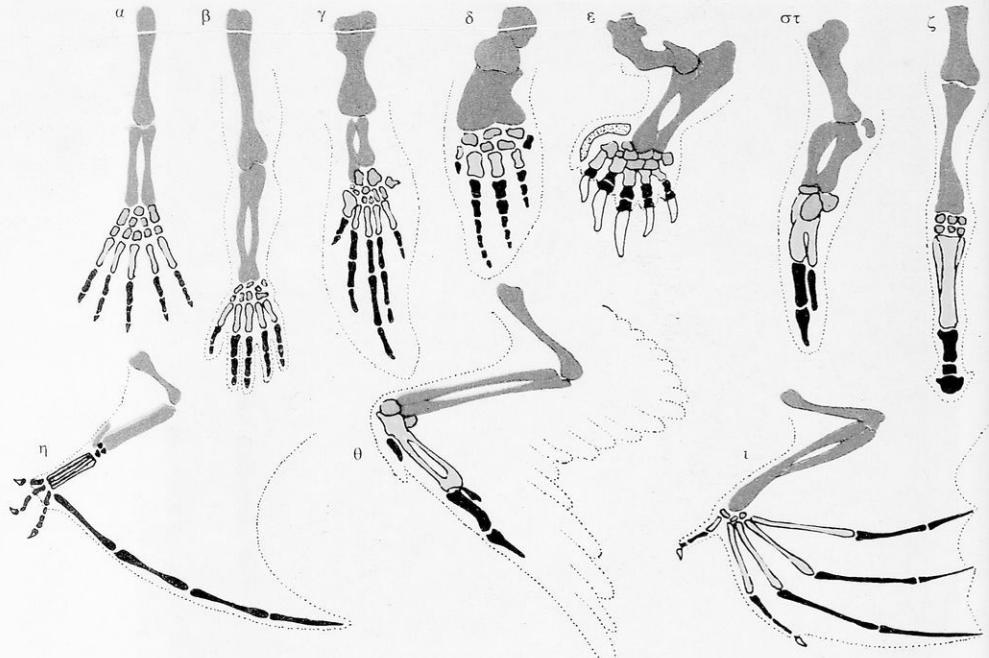
Τριαδική	Εμπονίζονται τα Κωνούρα.	Δεν παραπέραν. Τα Εργατικά αρχές σαν να είναι κυριότεροι πορείας για την ζωή.	Ξερό και ζεστό κλίμα
230 ± 10	Εξαντλούνται πάλια είδη. Εμπονίζονται τα πρώτα Γονόστερημα.	Εργάτες και Ανθρίβια έχειστονται γηγένη. Για Εργατικά πανεύκολα ήγεινες μορφές. Έξαρση συνται οι τριλοβίτες - τα μεροστομάτα έγραπτεροι, ξιφοστοροι) υπανδονοταν.	Ξερό κλίμα στέπας. Παρετόνες στο Ν. ήμισυ φωτιάς ποι.
Πέρμα	280 ± 10	Πρώτα Εργάτες, γηγαντιά έγραπτες Φουσκωλίνες. Οι τριλοβίτες ήρχιζαν να έχαρσαντονται.	Κλίμα ήγρο και ζεστό στο Β. ήμισυ φωτιάριο. Ψυγρό στο Νότιο.
Λιθανθρακοφόρα	$.345 \pm 10$	Μεγάλα δίστη περιοδιφούντων, που έκαναν τοίς λιθανθρακες, σκεπάζουν την ξηρά. (Κάλαμιτες, δενδρίδιοις φρέσ, Διπλούριες, Λεπιδόδεντρα).	Για πρώτη φορά η ξηρά έχει μεγάλα φυτά που μαζίζουν με δευτρούς. Φιλόροτα, δενδρίδιοις φρέσ, φτερός κ.α.
Παλαιοζωικός	405 ± 10	Πρώτη γερσαία φυτά.	Εμφανίζονται και έξελιστονται γηγένη οι φύμωντές, Πρώτα άνθιψια, τα φύρια έχειστονται σε διάφορους τύπους. Ζωά ιηγίζονται βγαίνονται στη σερπίτια.
Δεβόνια	500 ± 10	Φέτος γερσαία φυτά.	ΜΕ τη μορφή των πρώτων γερμανίζονται τα σπονδύλωτα. Οι γηπετόλιθοι είναι τα ζερακτηριστικά γόνα τῆς περιόδου. Κοράλια, κεφαλοπόδια, έχινοδέρμα, έναστρατοβρύτζη.
Κάμβριο	600 ± 50	Φίκη	Στην πρωτόγονη βάλανστα μαντινίστονται τα σπονδύλωτα άθροισματά των άσπρονδηλωτών. Δεν υπάρχουν ακόμα σπονδύλωτα. Τριλοβίτες τα υπερκτηριστικά γόνα για την περίοδο. Βραχιόποδα, σποργότο, την πρέστη γαστερόποδα (μαλακιτα).
Προτεροζωικός αιώνων (Αλλογόνων) 1800-2100	Φύκη	Η ζωή έμφανιζεται στή βάλανστα και τα πρότο της γένη είναι ασπρούρα - μόρια της Εδιακανία στην Αιγαίνα.	Παρετόνες άλλα και καθέ τύπου κλίμα.
Αργαϊκός αιώνων 800-1100		Δεν γίνεται έμβια άντα τολμάχιστο μέ θρησκον τερού ποι νά αφήνουν μέ βεβιώντα σιαστοποίην άπολθόματα.	Στηματικού όστεον φλοιούς της Γης, (45,30 ± 40). Οι πρώτες ήπειροι κι οι πρώτοι οικείουν.



Εικόνα 105: Ή εχιδνα (δέν έχει σχέση ούτε μέ τό φίδι, τήν δχιά, όπως δηλώνει τό ονομά της, ούτε μέ τό σκαντζόχοιρο), ένα μονότρημα, φαίνεται έδω κουλουριασμένη.



Εικόνα 106: "Ένα θηλυκό καγκουρώ. Στό μάρσιπό του μέσα με άκροβατικές κινήσεις μπαίνει τό ύφρετά μεγάλο πιά παιδί του.



Εικόνα 107: Όμολογα δργανα: τά μπροστινά ἄκρα διάφορων σπονδυλωτών. Μέ δομοιο χρώμα φαίνονται τά όμολογα δστά. α = μιά σχηματική παράσταση τοῦ ἄκρου στά σπονδυλωτά, β = χέρι ἀνθρώπου, γ = πρόσθιο ἄκρο θαλάσσιας χελώνας, δ = δελφινιοῦ, ε = τυφλοπόντικα, $\sigma\tau$ = πιγκούνου (πτηνοῦ), ζ = ἀλόγου, η = πτεροδάκτυλου (έρπετοῦ ποὺ πετούσε, δέν ζει πιά), θ = δρυνθας, ι = νυχτερίδας.

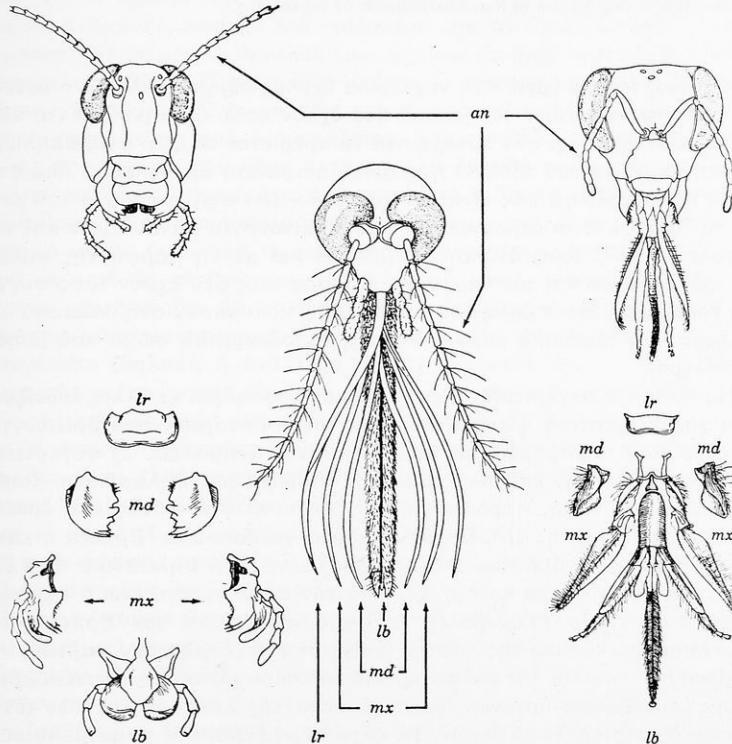
4.8 Όμόλογα, ἀνάλογα καὶ υπολειμματικά δργανα

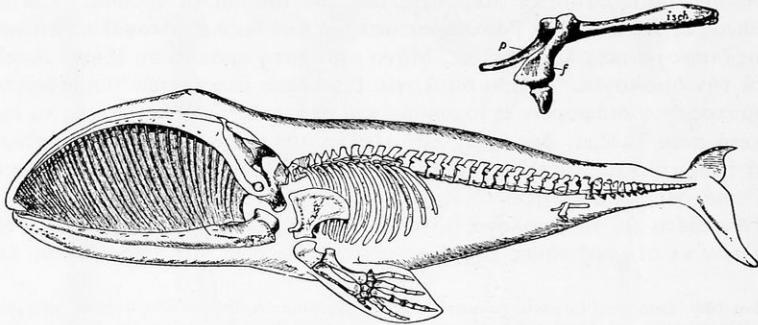
Ἡ συγκριτική μελέτη τῆς μορφολογίας καὶ τῆς ἀνατομίας τῶν διάφορων ζώων καὶ φυτῶν πλούτιζει μὲ σοβαρές ἐνδείξεις τήν ύπόθεση τῆς Ἐ-ξελίξεως. Σέ πολλά «συγγενή» ζωντανά εἰδῆ βρίσκουμε **όμόλογα** δργανα πού ἔχουν τήν ἴδια βασική δομή ἄσχετα ἀν χρησιμεύουν γιά διαφορετικές λειτουργίες ἢ ἔχουν διαφορετικές δψεις. Καὶ ὁ Goethe ἀκόμη είχε καταλάβει πώς τά σέπαλα καὶ τά πέταλα τῶν λουλουδιῶν είναι τροποποιημένα φύλλα. Οἱ ἀνατόμοι ξέρουν πώς ὁ σκελετός τῶν πτηνῶν, τῶν ἔρπετῶν καὶ τῶν θηλαστικῶν ἀποτελεῖται ἀπό όμόλογα δστά. Τά χέρια τοῦ ἀνθρώπου,

τά πόδια τοῦ ἀλόγου, οἵ φτεροῦγες τοῦ πουλιοῦ καὶ τά πρόσθια ἄκρα τῆς χελώνας ἔχουν τὴν ἴδια βασική κατασκευή ἀπό δύμολογα κόκαλα, ἐκτελοῦν δύμως διαφορετικές λειτουργίες. Μόνο μιά κοινή προέλευση ἔξηγει εὔκολα αὐτή τὴν δύμολογία. Ἡ ἴδια δύμολογία βρίσκεται μεταξύ τῶν τμημάτων τοῦ στόματος τῶν διάφορων ἐντόμων ἀν καὶ ὁ τρόπος διατροφῆς τους τὰ ἔχει ἀρκετά παραλλάξει. Δέξ λ.χ. στήν εἰκόνα 108 πόσο διαφέρουν τά στοματικά τμήματα μιᾶς ἀκρίδας, πού μαστᾶ χόρτο, ἐνός κουνουπιοῦ, πού τρυπᾷ τὸ δέρμα γιά νά ρουφήξει τό αἷμα, καὶ μιᾶς μέλισσας.

Ἀντίθετα μέ τά δύμολογα ὅργανα είναι τά **ἀνάλογα**: οἵ φτεροῦγες τῶν πουλιῶν κι οἱ μεμβράνες τῆς νυχτερίδας διαφέρουν στήν προέλευση, ἐπι-

Εἰκόνα 108: Ὁμόλογα ὅργανα: στοματικά μόρια ἐντόμων. Ἀριστερά μιᾶς ἀκρίδας, στή μέση ἐνός κουνουπιοῦ καὶ δεξιά μιᾶς μέλισσας. *an* = κερατεῖς, *lr* = ἄνω χειλος, *lb* = κάτω χειλος, *md* = ἄνω γνάθος, *mx* = κάτω γνάθος.





Εικόνα 109: Σκελετός φάλαινας που δείχνει τά ύπολειμματα τῶν ὀστῶν τῆς λεκάνης καὶ τῶν ὄπισθιων ἄκρων. Δεξιά πάνω τὰ ἴδια ύπολειμματα σὲ μεγέθυνση.

τελοῦν ὅμως τὸ ἵδιο ἔργο: στή νυχτερίδα ἔχουμε δέρμα διπλωμένο μεταξύ τῶν τεσσάρων δαχτύλων τοῦ χεριοῦ πού ἔχουν πολὺ ἐπιμηκυνθεῖ (τό δέμηπτο δάχτυλο ἔχει νύχι σάν ἀρπάγη γιά νά κρεμιέται τό ζῶο στίς σπηλιές), ἐνῶ στή φτερούγα τοῦ πουλιοῦ ἡ πητητική ἐπιφάνεια ἀποτελεῖται ἀπό φτερά. Τά κόκαλα εἰδαμε πώς είναι τά ἴδια μόνο πού στή φτερούγα τοῦ πουλιοῦ τά δάχτυλα είναι ἀτροφικά. Ἡ ὅμοια λειτουργία κάνει ὅμοια καὶ τήν μορφολογία τους. Κάτι ἀνάλογο συμβαίνει καὶ μέ τή μορφή τῆς φάλαινας, τοῦ δελφινιοῦ καὶ τοῦ καρχαρία: ἐνῶ ὅλα τους δέν ἔχουν τόσο συγγενική προέλευση, ἔχουν ὅμως ἵδιο τρόπο ζωῆς, κολυμποῦν στή θάλασσα καὶ γι' αὐτό ἔχουν παρόμοια μορφή, δηλαδή ὑδροδυναμικό σῶμα πού βοηθᾶ στό κολύμπι.

Ἡ μελέτη τῆς συγκριτικῆς ἀνατομίας μᾶς προσφέρει κι ἄλλες ἐνδείξεις. Εἶναι χαρακτηριστική ἡ προέλευση τῶν τριῶν ὀσταρίων πού βρίσκονται στό μέσο αὐτί: τῆς σφύρας, τοῦ ἄκμονα καὶ τοῦ ἀναβολέα. Ἡ συγκριτική μελέτη τῶν Ἐρπετῶν καὶ τῶν ἐμβρυϊκῶν σταδίων τῶν θηλαστικῶν βοηθᾶ νά διαλευκανθεῖ αὐτή ἡ προέλευση. Ἡ σφύρα κι ὁ ἄκμονας στά ἐρπετά ἀποτελοῦν τά δστά τῆς ἀρθρώσεως τῆς κάτω γνάθου. Στά Ἐρπετά ἡ κάτω γνάθος ἀποτελεῖται ἀπό περισσότερα δστά, ἐνῶ στά θηλαστικά ἀπό ἔνα μόνο κόκαλο. Ἡ σφύρα προέρχεται ἀπό τήν κάτω γνάθο, ἐνῶ δ ἄκμονας ἀπό τήν πάνω γνάθο. Ὁ ἀναβολέας ὑπάρχει καὶ στό αὐτί τῶν Ἐρπετῶν καὶ προέρχεται ἀπό κόκαλο τῆς πρώτης βραγχιακῆς σχισμῆς τῶν ψαριῶν.

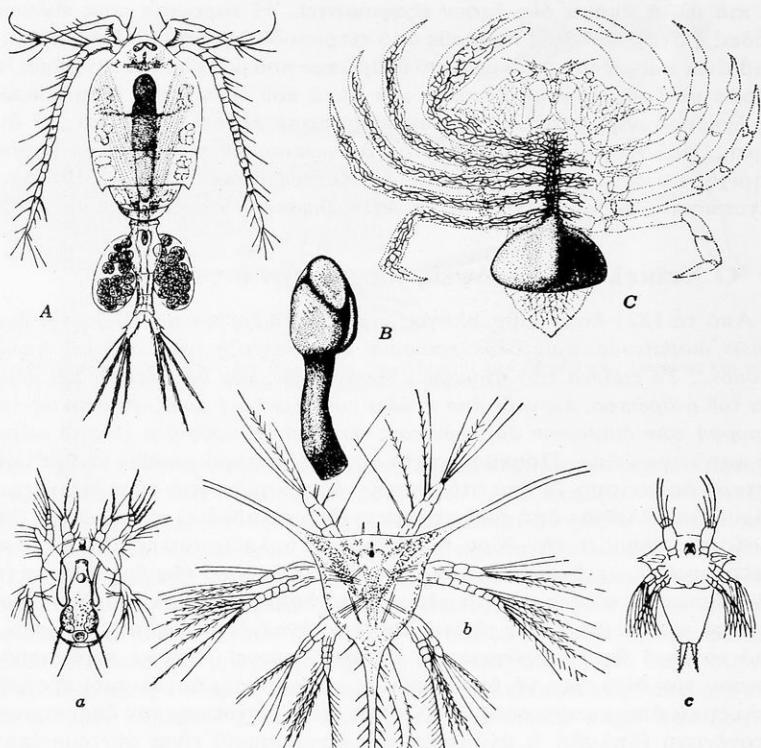
Μέσα στήν κοιλιά τῆς φάλαινας, τοῦ ὑδρόβιου αὐτοῦ θηλαστικοῦ, βρίσκομε ύπολειμματα ὁργάνων, ὅπως τά δστά τῆς λεκάνης καὶ τῶν (ἀνύπαρκτων ἔξωτερικά) κάτω ἄκρων. Τά κάτω ἄκρα βέβαια δέ χρησιμοποιοῦν-

ται πιά άλλα άκόμα δέν έχουν έξαφανιστεῖ. Ἡ παρουσία τους είναι μιά άποδειξη ότι ή φάλαινα προϊηρθε ἀπό τετράποδα θηλαστικά. Κάτι άναλογο συμβαίνει καὶ μέ τόν κόκκυγα τοῦ ἀνθρώπου πού μᾶς θυμίζει τήν οὐρά: στό ἀνθρώπινο ἔμβρυο ἀναπτύσσεται μιά οὐρά πού δμως στήν ἔκτη βδομάδα τῆς ἐγκυμοσύνης ἀποτελεῖ πιά ὑπολειμματικό ὅργανο ἀλλά καὶ μιά ἀνάμηνη ζωολογικῶν συγγενειῶν τοῦ ἀνθρώπου. Σὲ τέτοιες παρατηρήσεις στηρίχτηκε κι ὁ γερμανός ζωολόγος Χαῖκελ (Haeckel 1834-1919) γιὰ νά διατυπώσει αὐτό πού μεγαλόστομα ἀποκάλεσε «Βιογενετικό νόμο».

4.9 Ο Χαῖκελ κι οἱ ἀπόψεις του γιὰ τήν ὄντογένεση

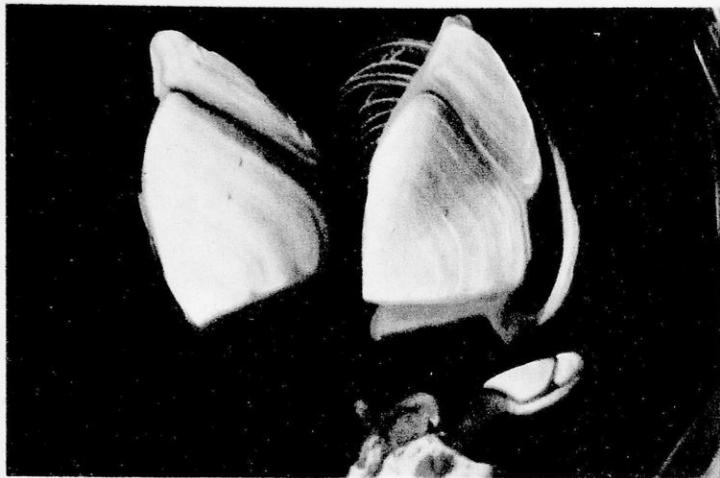
Ἄπο τά 1821 ἔνας ἐμβρυολόγος ἔγραφε «Τά ἔμβρυα τῶν ἀνώτερων ὅργανισμῶν διαβαίνοντ, πρίν ὀλοκληρώσουν τήν ἀνάπτυξή τους, ἀπό μιά διαδοχὴ σταδίων... Τά ἔμβρυα τῶν ἀνώτερων ὅργανισμῶν, τῶν θηλαστικῶν καὶ εἰδικότερα τοῦ ἀνθρώπου, περνοῦν ἀπό στάδιο πού λίγο πολὺ μοιάζουν τόσο ὡς πρός τήν μορφήν τῶν διάφορων ὅργάνων τους ὅσο καὶ ὡς πρός ὅλο τους τό σῶμα... στά κατώτερα ζῶα». Πραγματικά τό ζυγωτό κύτταρο μοιάζει μὲ ἔνα μονοκύτταρο ὅργανισμό. Σ' ἔνα στάδιο πού τό χωρισμένο πιά σέ πολλά κύτταρα ἔμβρυο ἀποτελεῖται ἀπό δύο στρώσεις (δύο στοιβάδες) κυττάρων θά ἔλεγε κανεὶς πώς θυμίζει τήν ὅδρα ἢ τό κοράλι, δηλαδή κοιλεντερωτό. Τό πιό ἐκπληκτικό δμως ἥταν ἡ ἀνακάλυψη πώς τά ἔμβρυα τῶν θηλαστικῶν (καὶ τοῦ ἀνθρώπου) σ' ἔνα στάδιο φέρουν στό λαιμό τους βραγχιακές σχισμές, ὥπως τά ψάρια (πού ἀπό τέτοιες σχισμές ἀναπνέουν, δηλαδή ἀφήνουν τό νερό νά μπεῖ ὡς τά βράγχια, τά σπάραγνά τους). Τέτοιες παρατηρήσεις ὥθησαν τόν Ντάρβιν νά ὑποθέσει πώς οἱ ἀνώτεροι ὅργανισμοι προήλθαν ἐξελικτικά ἀπό κατώτερους. Ὁ Χαῖκελ δμως διατύπωσε τόν ἀφορισμό «Ἡ ὄντογένεση (δηλαδή ἡ ἀνάπτυξη τοῦ ὅργανισμοῦ) είναι σύντομη ἐπανάληψη τῆς φυλογένεσης (δηλαδή τῆς ἐξελικτικῆς του ἴστορίας, τῆς ἴστορίας τῆς προελεύσεώς του κατά τήν Ἐξέλιξη)». Ὁ Χαῖκελ κι οἱ μαθήτες του ὑποστήριξαν ἀκραῖες ἀπόψεις πού δέ συμμερίζονται σήμερα οἱ βιολόγοι. Δέν είναι ἀλήθεια πώς πάντα ἡ ὄντογένεση ἀνακεφαλαιώνει τήν φυλογένεση. Τά ἔμβρυα ἀλλάζουν πορεία ἀναπτύξεως κατά τήν ἐξέλιξη τοῦ εἶδους κι αὐτές οἱ ἀλλαγές δέν είναι πάντοτε ἀνακεφαλαίωση τῆς ἴστορίας τῆς προελεύσεως τοῦ εἶδους τους. «Ομως είναι ἀλήθεια πώς πολλές φορές γιά νά γίνει ἔνα ὅργανο διαφορετικό ἀπ' ὅ, τι ἥταν προηγούμενα στήν ἐξελικτική ἴστορία τοῦ ὅργανισμοῦ, ὁ ὅργανισμός ἀκολουθεῖ στήν ἔμβρυϊκή του φάση μιά πορεία δμοια μέ αὐτήν πού ἀκολούθησε παλιά καὶ πρός τό τέλος τήν ἀλλάζει ώστε καὶ τό τελικό ἀποτέλεσμα νά 'ναι διαφορετικό. Ὑπάρχει λοιπόν καὶ κάποια ἀλήθεια στίς ἀπόψεις τοῦ Χαῖκελ.

Παράδειγμα λαμπρό τῆς χρησιμοποιήσεως τῶν ἀπόψεων τοῦ Χαῖκελ



Εικόνα 110: Όμοιοτητα τῶν προνυμφικῶν μορφῶν (ναύπλιων) σε δέικτα πολὺ ἀνόμοια Ὀστρακωτά. Α Κύκλωπας, α ὁ ναύπλιος του, Β Λεπάς, β ὁ ναύπλιος της, Σ ή Σακκούλινα πυραυλίτει ἐνα καβούρι, ε ὁ ναύπλιος της.

στή Συστηματική είναι ή ταξινόμηση στά Ὀστρακωτά διάφορων πολὺ ἀλλοιώτικων ἀπό αὐτά μορφῶν. Στά Ὀστρακωτά ἀνήκουν οἱ γαρίδες, τά καβούρια καὶ ἄλλα ζῶα ὅπως είναι οἱ κύκλωπες: ή εἰκόνα 110 δείχνει στό Α ἐναν κύκλωπα. Ἡ προνυμφική μορφή τοῦ κύκλωπα (τό μικρό πού θά γίνει κύκλωπας) δονομάζεται ναύπλιος (α τῆς εἰκόνας). Ὑπῆρχαν ζῶα πού δὲν ἤξεραν οἱ ζωολόγοι ποῦ νά τά κατατάξουν: ἐνα ἡταν ή Λεπάς (Β στήν εἰκόνα). Τό πόδι της στερεώνεται μόνιμα σέ στερεά ἀντικείμενα πού ἐπιπλέουν π.χ. ναυάγια, θαλάσσιες χελῶνες. Μοιάζει μᾶλλον μέ κάποιο εἶδος σκώληκα παρά μέ δστρακωτό. Κι ὅμως ή προνυμφική του μορφή (β τῆς

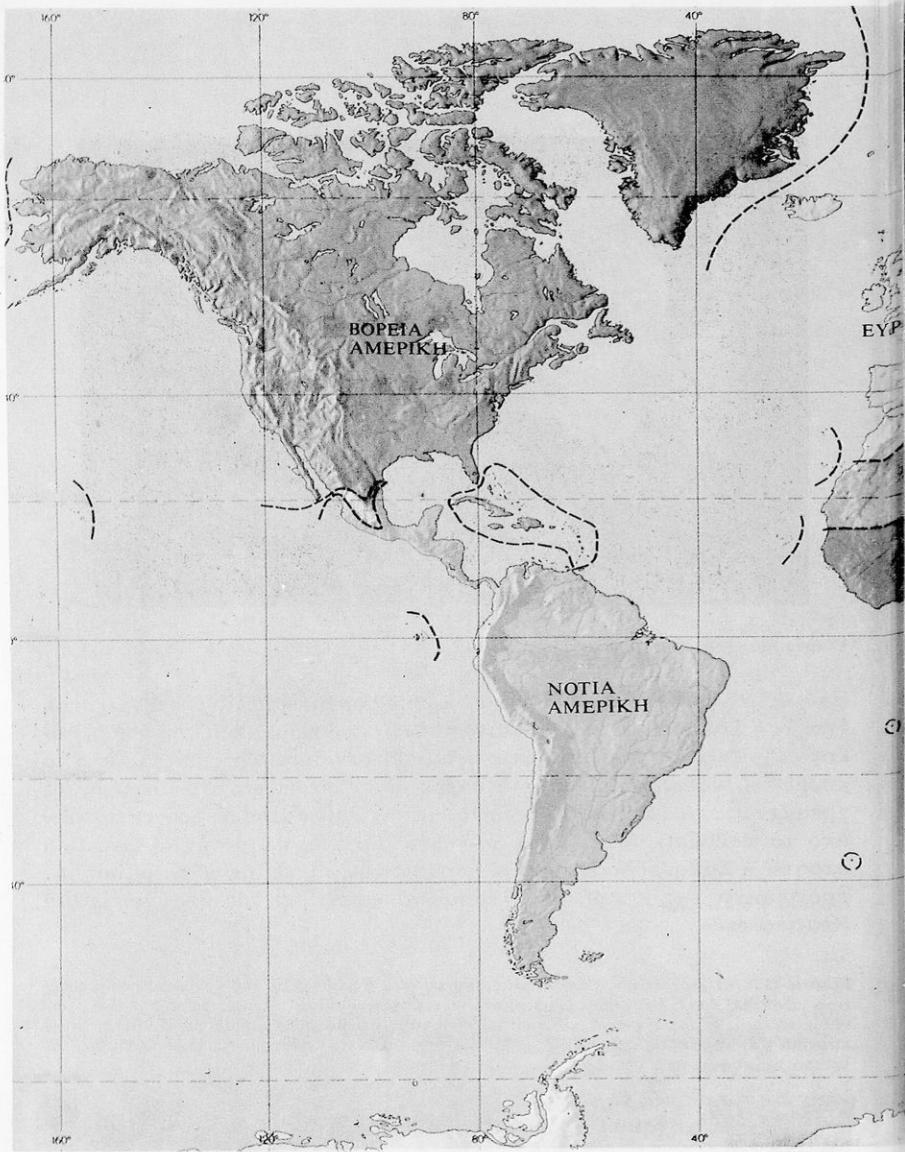


Εικόνα 111: Δυό διαφορετικά είδη Λεπάδων.

εἰκόνας) είναι ναύπλιος. "Ιδια προνυμφική μορφή, ναύπλιο (c στήν εἰκόνα), ἔχει κι ή Σακουλίνα, ἔνα παράσιτο πολλῶν καβουριῶν πού ἔχει μορφή σάκου μέ ριζοειδεῖς ἐκβλαστήσεις πού μπαίνουν διακλαδιζόμενες σ' ὅλο τό κορμί τοῦ καβουριοῦ. Αὐτός ὁ σάκος δὲν περιέχει πεπτικό σύστημα (δέ χρειάζεται στό ζώο, ἀφοῦ τρέφεται μέ τίς ἐκβλαστήσεις του κατευθείαν ἀπό τό καβούρι), ἀλλά μόνο γεννητικά δργανα. Αὐτή τήν ἀλλαγή ἔχει ὑποστεῖ ή Σακουλίνα, ἐπειδή ζεῖ παρασιτική ζωή, καὶ ἂν δέ γνωρίζαμε τήν προνυμφική τῆς μορφή ἀποκλείεται νά καταλαβαίναμε πώς ἀνήκει στά 'Οστρακωτά.

Εικόνα 112: 'Ο βιολογικός κύκλος μιᾶς πεταλούδας: ἄκμαία μετά ἀπό γονιμοποίηση ἀποθέτουν αὐγά ἀπ' διου βγαίνουν κάμπτεις πού μεταμορφώνονται σέ νύμφες ἀπ' τίς ὅποιες βγαίνουν ἄκματα. ቙ δότογένεση, είδικά τό προνυμφικό στάδιο τῆς κάμπτιας, δὲν ἀποτελεῖ ἀναγκαστικά μά ἀκριβή ἀνάμνηση τῆς φιλογένεσης: ή κάμπια προσαρμόστηκε στή ζωή πού κάνει, νά τρωει φυτικούς ίστούς.





Εικόνα 113: Οι μεγάλες Ζωογεωγραφικές Ζώνες. Συμβολίζονται μέ πράσινο χρώμα ή Νεοτροπική, μέ καφέ ή Νεαρκτική, μέ κίτρινο ή Παλαιαρκτική, μέ μαύρη ή Ανατολική, μέ κόκκινο ή Αιθιοπική, μέ γαλάζιο ή Αυστραλιανή, μέ πορτοκαλί ή νησιωτική καί μέ γκριζο οι ένδιαμεσες ή μεταβατικές ζώνες.



4.10 Ένδείξεις από τή γεωγραφική κατανομή τῶν εἰδῶν

Πολλές ἄλλες ἐνδείξεις γιά τήν Ἐξέλιξη μᾶς προσφέρει και ἡ μελέτη τῆς γεωγραφικῆς ἑξαπλώσεως και κατανομῆς τῶν διάφορων εἰδῶν φυτῶν και ζώων. Ὁ ἄγγελος Οὐάλλας (A.R. Wallace 1823-1913) εἶναι ἀπό τοὺς πρώτους πού ἀσχολήθηκαν ἴδιαίτερα μὲ τὸ θέμα αὐτό στά ζῶα και γι' αὐτό θεωρεῖται κι δι θεμελιωτής τῆς **Ζωογεωγραφίας**, τοῦ κλάδου δηλαδή τῆς Βιολογίας πού ἔξετάζει τά σχετικά μὲ τή γεωγραφική ἑξάπλωση και κατανομή τῶν ζωικῶν εἰδῶν. Ἡ μελέτη τῆς κατανομῆς και ἔξαπλώσεως τῶν Φυτῶν εἶναι ἀντικείμενο τῆς **Φυτογεωγραφίας**. Τά ἀποτελέσματα τῶν ἐρευνῶν τῶν δύο αὐτῶν κλάδων εἶναι συμπληρωματικά.

Ο Οὐάλλας ἔγινε γνωστός και γιά κάτι ἄλλο: ἀπό τίς ζωογεωγραφικές μελέτες του στή Μαλαισία ἔφτασε ἀνεξάρτητα ἀπό τὸν Ντάρβιν στά ἴδια συμπεράσματα μαζί του και ώς πρός τήν πραγματικότητα τῆς Ἐξέλιξεως και ώς πρός τό μηχανισμό μὲ τὸν δόποιο γίνεται ἡ Ἐξέλιξη. Νά τι γράφει σχετικά ὁ ἴδιος ὁ Ντάρβιν: ...«καὶ ὁ κ. Οὐάλλας, πού βρίσκεται τώρα στό Μαλαϊκό ἀρχιπέλαγος και μελετάει τή φυσική ἱστορία τοῦ τόπου, ἔχει καταλήξει στά ἴδια ἀκριβῶς γενικά συμπεράσματα σχετικά μὲ τό θέμα τῆς καταγωγῆς τῶν εἰδῶν. Στά 1858 μοῦ ἔστειλε ἔνα ὑπόμνημα πάνω σ' αὐτό τό θέμα, μέ τήν παράκληση νά τό διαβιβάσω στόν σέρ Τσάρλς Λάϋελλ. Ἐκεῖνος πάλι τό ἔστειλε στή Λινναία [δόνομασία πρός τιμή τοῦ Λινναίου] Ἐταιρία και δημοσιεύτηκε στόν τρίτο τόμο τοῦ δελτίου της. Ο σέρ Τσάρλς Λάϋελλ κι ὁ δόκτωρ Χούκερ, πού κι οἱ δύο ἦταν κάπως πληροφορημένοι γιά τό ἔργο μου – ὁ δεύτερος μάλιστα εἶχε διαβάσει ἀπόσπασμα τοῦ χειρογράφου μου πού ἔγραψα τό 1844 – μοῦ ἔκαναν τήν τιμή νά θεωρήσουν πώς θά 'ταν σκόπιμο νά δημοσιευτοῦν μαζί μέ τό ἔξαρτο ὑπόμνημα τοῦ κ. Οὐάλλας και μερικά σύντομα ἀποσπάσματα ἀπ' τά χειρόγραφά μονού».

Τὸν ἄλλο χρόνο, στά 1859, δημοσιεύτηκε και τό βιβλίο τοῦ Ντάρβιν γιά τή γένεση τῶν εἰδῶν.

Ο γεωλόγος Λάϋελλ (C. Lyell 1797-1875) ἦταν μιά σημαντική μορφή πού ἔπαιξε ρόλο στή θεωρία τῆς Ἐξέλιξεως. Εἶναι ὁ πρῶτος πού στή Γεωλογία ὑποστήριξε πώς ἡ μορφή τῆς γῆς, τά βουνά, οἱ κοιλάδες κτλ. ἀλλάζουν μέ τό πέρασμα τοῦ χρόνου. Οἱ ἀπόψεις τοῦ Λάϋελλ εἶχαν βαθύτατα ἐπηρεάσει τόν Ντάρβιν, δταν εἴκοσι δύο χρονῶν ἔφευγε γιά τό ταξίδι του. Στή διάρκεια τοῦ ταξιδιοῦ συμβούλευόταν διαρκῶς τό βιβλίο τοῦ Λάϋελλ.

Οι Ζωογεωγράφοι χωρίζουν τή γῆ σέ ἔξι μεγάλες ζῶνες.

- Στήν **Παλαιαρκτική**, πού περιλαβαίνει τήν Εύρωπη, τήν Βόρειο Αφρική και τήν Ασία ἐκτός ἀπό τήν Ινδία.
- στήν **Νεαρκτική**, πού περιλαβαίνει τήν Βόρεια Αμερική.

- στήν **Αιθιοπική**, πού περιλαβαίνει τήν ύπόλοιπη Αφρική καί μιά άκρη τῆς Αραβικῆς χερσονήσου.
- στή **Νεοτροπική**, πού περιλαβαίνει τή Νότια καί Κεντρική Αμερική.
- στήν **Ανατολική**, πού περιλαβαίνει τίς Ινδίες, Βιρμανία, Ταϊλάνδη, τίς χώρες τῆς Ινδοκίνας, Μαλαισία, καί τά νησιά Σουμάτρα, Ιάβα, Βόρυνεο
- καί στήν **Αύστραλιανή**, πού μαζί μέ τήν Αύστραλια περιέχει καί τή Νέα Γουϊνέα.

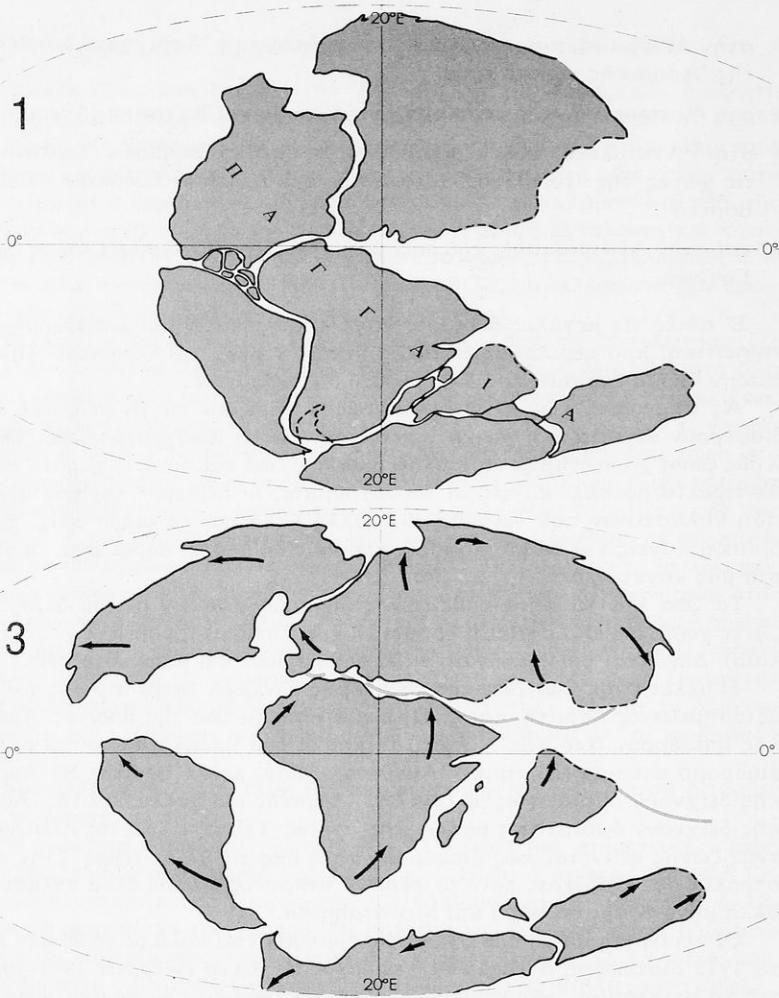
Σ' αὐτές τίς μεγάλες περιοχές πολλοί προσθέτουν καί μιά έβδομη, τή **νησιωτική**, πού περιλαβαίνει πολλά νησιά, κυρίως τοῦ Ειρηνικοῦ. Προσθέτουν άκόμα ένδιαμεσες ζώνες μεταξύ δυό περιοχῶν.

"Ας σημειωθεῖ πώς οι Φυτογεωγράφοι χωρίζουν τή γῆ σέ ζώνες πού διαφέρουν λίγο, ἀλλά γενικά συμπίπτουν μέ τίς Ζωογεωγραφικές ζώνες. Κάθε ζώνη χαρακτηρίζεται ἀπό τά δικά της ζῶα καί φυτά. Λ.χ. μόνο στήν Αύστραλια βρίσκει κανείς τά Μονοτρήματα, τά περίεργα καί πρωτόγονα εἰδη θηλαστικῶν πού γεννοῦν αύγα ἀλλά θηλάζουν τά μικρά τους. Έκει βρίσκει κανείς καί Μαρσιποφόρα, μερικά εἰδη ἀπό τά δόποια είναι τά γνωστά μας καγκουρώ.

Τά ζῶα καί τά φυτά κάθε ζώνης δύσκολα φτάνουν σέ μιά ἄλλη: τίς ζώνες χωρίζουν θάλασσες ἡ ἔρημοι (λ.χ. ἡ Σαχάρα) ἡ βουνά (λ.χ. τά Ίμαλαϊα). Δέν είναι δύμως ἀδύνατο νά παρατηρηθοῦν καί μεταναστεύσεις.

"Η μελέτη τῆς γεωγραφικῆς κατανομῆς τῶν ζῶων ἔφερε στό φῶς πολλές ἀξιοσημείωτες παρατηρήσεις: Πρῶτα-πρῶτα, τά ζῶα τῆς Βόρειας Αμερικῆς διαφέρουν ἀπό τῆς Νότιας, ἀν καί οἱ δύο ἥπειροι ἐνώνονται μ' ἓνα διάδρομο στεριάς (Κεντρική Αμερική). Μετά, πολλά ζῶα τῆς N. Αμερικῆς δείχνουν δμοιοτήτες μέ ζῶα τῆς Αφρικῆς καί πολλά ζῶα τῆς Αφρικῆς δείχνουν δμοιοτήτες μέ ζῶα τῆς Ινδίας. Τέλος τά ζῶα τῆς Αύστραλιανῆς ζώνης φαίνεται πώς διαφέρουν πολύ ἀπό τίς ἄλλες ζώνες. Στήν Αύστραλια δέν ύπηρχαν, πρίν τά φέρει ὁ ἄνθρωπος διόλου ἄλλα θηλαστικά ἀλλά μόνο Μαρσιποφόρα καί Μονοτρήματα.

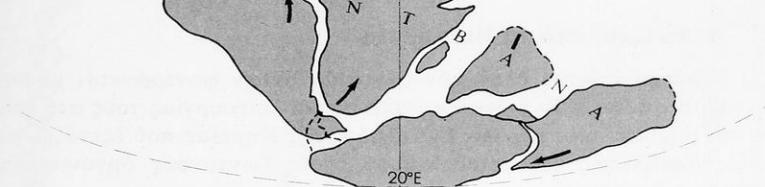
Οι περίεργες αὐτές παρατηρήσεις ἔρμηνευνται καλά μέ τή θεωρία πού τό 1915 διατύπωσε ὁ γερμανός γεωλόγος Βέγγενερ (Wegener 1880 - 1930) γιά τή μετασότιση τῶν σημερινῶν ἥπειρων, θεωρία πού σήμερα συμπληρώνεται ἀπό τίς νεώτερες ἀπόψεις γιά τίς τεκτονικές πλάκες. Μιά σύντομη περιγραφή τῆς θεωρίας δίνουν τά τέσσερα σχήματα πού δείχνουν πώς ἡταν στήν Πέρμιο περίοδο, τήν Τριαδική καί τήν Κρητιδική ἡ κατανομή τῆς στεριάς καί πῶς είναι σήμερα. Ή ἐνιαία στεριά τῆς παλιᾶς ἥπειρου Παγγαίας (Παν-Γαῖα = ὅλη ἡ Γῆ) χωρίστηκε σέ δυό κομμάτια: τήν Λαυρασι-



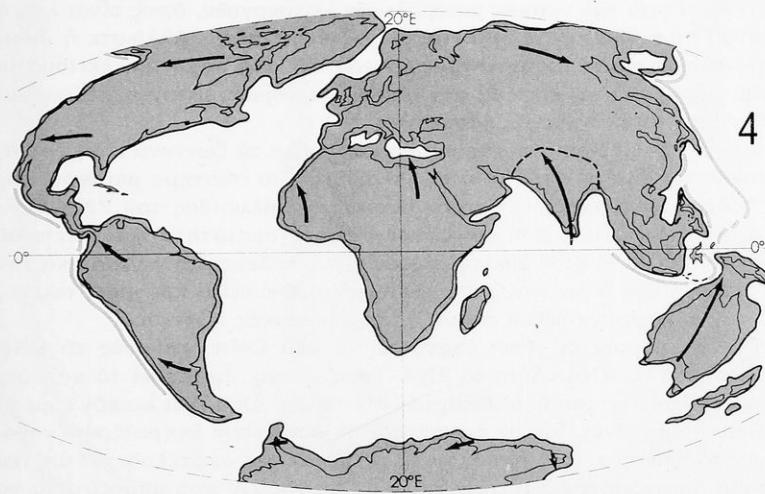
Εικόνα 114: Στό τέλος τής Πέρμιας έποχής (έδω και 230 έκ. χρόνια) οι ήπειροι ένωμένες σχημάτισαν την Παγγαία (πρώτο σχήμα). Στήν Τριαδική (210 έκ. χρόνια) άρχισε ό πάροχωρισμός πού κατάληξε στό τέλος τής Τριαδικής στό σχηματισμό τής Λαυρασίας και τής Γκοντβάνας (δεύτερο σχήμα). Στήν Ιουρασική και Κρητιδική οι Αμερικές χορίζονται και πηγαίνουν δύτικά, (τό τρίτο σχήμα δείχνει τήν κατάσταση στό τέλος τής Κρητιδικής, πρίν 63 έκ. χρόνια). Τά Ιμαλάια σχηματίζονται δταν ή 'Ινδια προσκρούει κι' ένωνται με την 'Ασια. Τό τέταρτο σχήμα δείχνει τή σημερινή κατανομή τής ξηρᾶς.



2



4



ατική και τη Γκοντβάνα. Από τότε ξεχώρισε ή Βόρεια από τη Νότια Αμερική, για νά ξαναενωθούν σέ πρόσφατη γεωλογική περίοδο. Επίσης από παλιά ξεχώρισε ή Αυστραλία. Αντίθετα ή N. Αμερική, Αφρική και Ινδία ήταν για πολύ καιρό ένωμένες. Αξίζει νά παρατηρηθεῖ ότι ή Ινδία σχετικά τελευταία ξανακόλλησε στήν Ασία δημιουργώντας στό σημείο έπαφής τά Ιμαλαΐα.

Η Έξέλιξη τῶν ζωντανῶν δργανισμῶν καί ή Έξέλιξη τῶν ἡπείρων ἐξηγοῦν λοιπόν πολύ ίκανοποιητικά πολλά χαρακτηριστικά τῆς σημερινῆς γεωγραφικῆς κατανομῆς τῶν φυτῶν καί τῶν ζώων.

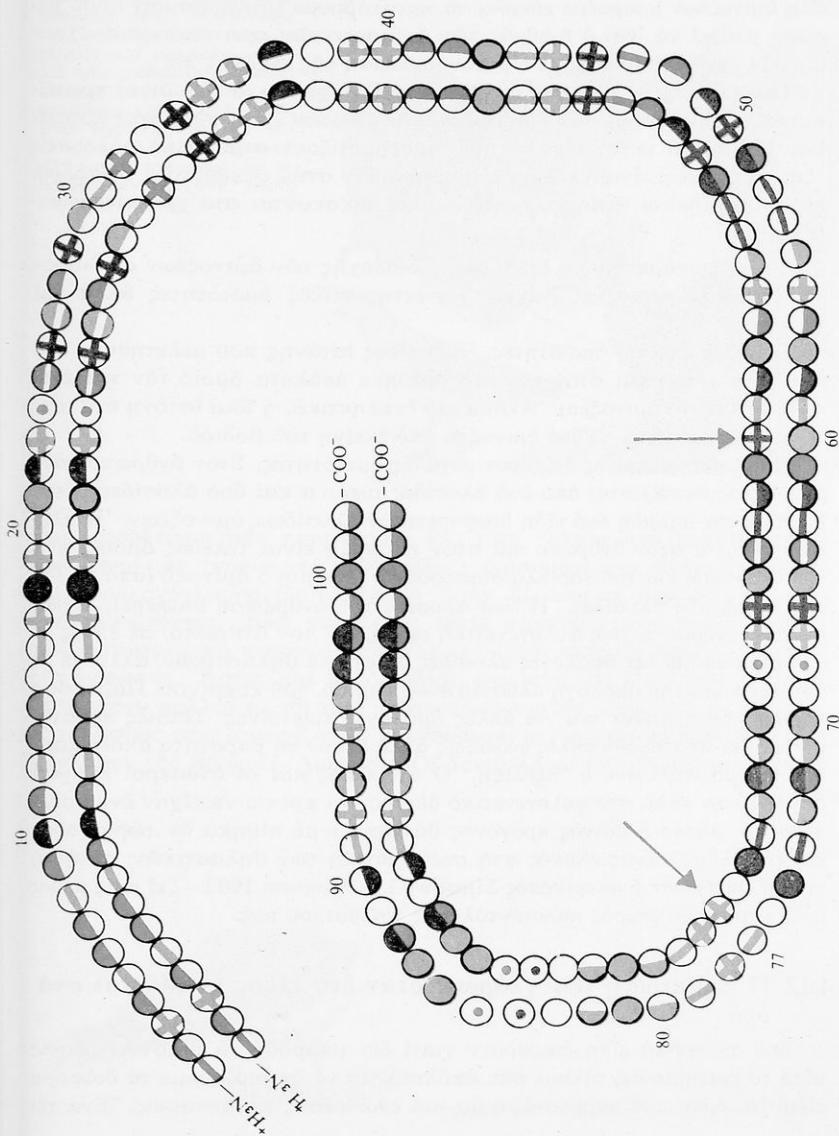
4.11 Άποδείξεις από τή Βιοχημεία

Η βαθύτερη ένότητα δλων τῶν ζωντανῶν ὄντων φανερώνεται μέ εκπληκτική εύκρινεια στόν τρόπο κατασκευῆς καί λειτουργίας τους στό ἐπίπεδο τῶν χημικῶν τους μορίων. [Ο κλάδος τῆς Χημείας πού ἔξετάζει τίς χημικές ἀντιδράσεις τοῦ μεταβολισμοῦ στούς ζωντανούς δργανισμούς δνομάστηκε **Βιοχημεία**].

Η όμοιότητα τῶν γενικῶν μεταβολικῶν λειτουργιῶν, δπως είναι λ.χ. ή ἀναπνοή στούς διάφορους δργανισμούς, είναι μεγάλη. Άλλωστε ή δμοιότητα τῶν ζωντανῶν ὄντων γίνεται φανερή καί στή δομή καί λειτουργία τοῦ κυττάρου: δλα τά κύτταρα τῶν μικροοργανισμῶν, μυκήτων, ζώων καί φυτῶν δείχνουν ἐκπληκτικές δμοιότητες.

Ακόμα μεγαλύτερη ἔκπληξη προκαλεῖ ότι δλα τά ζωντανά εἰδη χρησιμοποιοῦν τόν ἵδιο γενετικό κώδικα, δηλαδή τό ἵδιο σύστημα μεταφράσεως μέ τό δποῖο οι τριάδες διαδοχικῶν βάσεων τῆς ἀλυσίδας τοῦ RNA ἀντιστοιχοῦν στά διάφορα εϊδη ἀμινοξέων. Αύτή ή δμοιότητα τοῦ γενετικοῦ κώδικα καί μόνο θά ήταν ἀρκετή ἀπόδειξη γιά νά δεχτοῦμε τελεσίδικα τήν κοινή προέλευση δλων τῶν ζωντανῶν δργανισμῶν: είναι πράγματι τελείως ἀπίθανο νά χρησιμοποιεῖται τυχαῖα ὁ ἵδιος γενετικός κώδικας.

Γνωρίζουμε πώς οι γόνοι αποτελοῦνται ἀπό DNA, καί πώς τό DNA μεταγράφεται σέ RNA. Αύτό τό RNA, δπως εἴπαμε, αποτελεῖ τό καλούπι πάνω στό δποῖο γίνεται ή σύνθεση τῶν πρωτεΐνῶν. Οι γόνοι λοιπόν ἔμμεσα συνθέτουν πρωτεΐνες. Μέ τίς πρωτεΐνες πού συνθέτουν ἐπηρεάζουν, καθορίζουν τό φαινότυπο τοῦ δργανισμοῦ. Οι πρωτεΐνες αποτελοῦνται ἀρχικά ἀπό μιά ή περισσότερες μακριές ἀλυσίδες ἀμινοξέων πού μπορεῖ μετά νά διπλώνονται πάρινοντας διάφορα σχήματα. Κάθε πρωτεΐνη δέ χαρακτηρίζεται μόνο ἀπό τόν **ἀριθμό** τῶν ἀμινοξέων πού περιέχει ή ἀλυσίδα τῆς, ἀλλά καί ἀπό τά **εϊδη** τῶν ἀμινοξέων καί τή σειρά διαδοχῆς τους. "Ολα δμως τά μόρια μιᾶς συγκεκριμένης πρωτεΐνης έχουν τά ἔδια εϊδη ἀμινοξέων στήν ἴδια σειρά διαδοχῆς τους. Κι ἐπειδή ὑπάρχουν εϊκοσι διαφορετικά



Εικόνα 115: Άνω όμοιλονες στόνες (η IV) στο θήριο τού βοδιού και στόιμης διαφέρουν μόνο στό δύο μίνιοξεις στις θέσεις 60 και 77, ήν και άποτελούνται κεφαλής τους από 102 μίνιοξεις στη σειρά. Ο συμβολοτός των μίνιοξεων βρίσκεται στην εικόνα 38. Η έξι σειρά παριστάνει την στοντού του βοδιού και η μέσα του μπαζελού.

ειδη ἀμινοξέων μποροῦμε εὐκολα νά καταλάβουμε (συνδυασμοί) πόσο μεγάλος μπορεῖ νά ὑπάρχει τῶν διαφορετικῶν πρωτεϊνῶν πού ἔχουν λ.χ. 124 ἀμινοξέα ὅπως ἔχει ή ριβονουκλεάστη τῆς εἰκόνας 36.

"Οπως ύπάρχουν διμόλογα ὅργανα ἔτσι ύπάρχουν καὶ διμόλογες πρωτεΐνες: Οἱ αίμοσφαιρίνες τῶν διάφορων Σπονδυλωτῶν εἶναι διμόλογες πρωτεΐνες. Τό ἵδιο τά κυτοχρώματα (πού διαδραματίζουν σημαντικό ρόλο στίς δξειδιοαναγωγές: εἶναι ύποδοχεῖς ἡλεκτρονίων στήν δξειδωτική φωσφορυλίωση), τό ἵδιο οἱ ιστόνες (πρωτεΐνες πού βρίσκονται στά χρωματοσώματα).

Εἶναι ἀξιοπαρατήρητο ὅτι ή σειρά διαδοχῆς τῶν ἀμινοξέων σέ διάφορες διμόλογες πρωτεΐνες δείχνει χαρακτηριστικές διμοιότητες ἀλλά καὶ διαφορές.

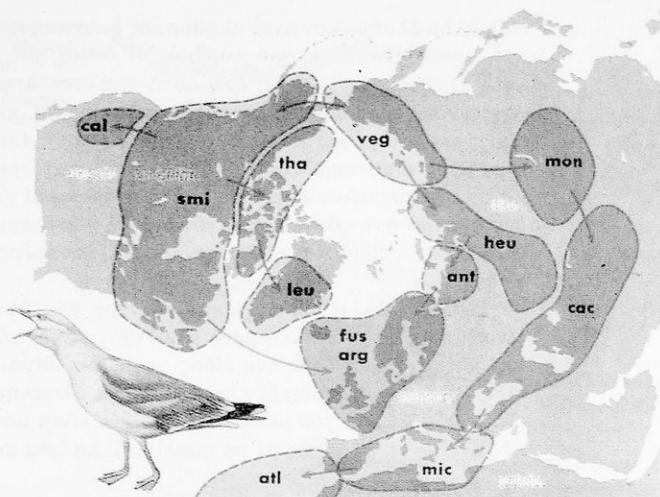
Ξεκινάμε ἀπό τίς διμοιότητες. "Ενα εἰδος ιστόνης πού μελετήθηκε στό βόδι, στό χοιρό καὶ στόν ποντικό βρέθηκε ἀπόλυτα δμοιο (ἄν καὶ ἔχει πάνω ἀπό ἑκατὸ ἀμινοξέα). Ἀκόμα πιό ἐκπληκτικό, ή ἵδια ιστόνη στά μπιζέλια διαφέρει μόνο σέ δυό ἀμινοξέα ἀπό ἐκείνη τοῦ βοιδοῦ.

Κι οἱ αίμοσφαιρίνες δείχνουν μεγάλες διμοιότητες. Στόν ἄνθρωπο κάθε μόριό τους ἀποτελεῖται ἀπό δύο ἀλυσίδες τύπου α καὶ δύο ἀλυσίδες τύπου β: ὕπάρχουν δηλαδή δύο εἰδη διαφορετικῶν ἀλυσίδων ἀμινοξέων. "Η ἀλυσίδα τύπου α στόν ἄνθρωπο καὶ στόν χιμπατζή εἶναι τελείως δμοιες, ἐνῶ τοῦ ἄνθρωπου καὶ τοῦ γορίλλα διαφέρουν σ' ἓνα μόνο ἀμινοξύ (ἀπό τά 141 πού περιέχει ή ἀλυσίδα). "Η ἵδια ἀλυσίδα τοῦ ἄνθρωπου διαφέρει, καθώς ἀπομακρύνομαστε, στή φυλογενετική σειρά, ἀπ' τόν ἄνθρωπο, σέ 12 ὥς 25 ἀμινοξέα ἀπό ὅλλες διμόλογες ἀλυσίδες διάφορων θηλαστικῶν, ἀλλά σέ 71 ἀμινοξέα ἀπό τήν διμόλογη ἀλυσίδα ἐνός ψαριοῦ, τοῦ κυπρίνου. Παρόμοιες παρατηρήσεις ἔγιναν καὶ γιά ὅλλες διμόλογες πρωτεΐνες. Τέτοιες παρατηρήσεις δὲν ἀποτελοῦν ἀπλές ἐνδείξεις ἀλλά ἔχουν τή βαρύτητα ἀποδείξεων ὅτι πραγματικά ἔγινε ή Ἐξέλιξη. "Ο ἄνθρωπος καὶ οἱ ἀνώτεροι πίθηκοι συγγενεύουν πολύ στό φυλογενετικό δέντρο καὶ πρέπει νά είχαν ἔνα κοινό πρόγονο. Αὐτός δ κοινός πρόγονος θά 'μοιαζε με πίθηκο ἄν τώρα ζούσε καὶ τόν ἔξεταξε ἔνας εἰδίκος στή συστηματική τῶν θηλαστικῶν: αὐτή τή γνώμη διατύπωσε δ ἀμερικανός Σίμπσον (G.G. Simpson 1902 – ζει στίς μέρες μας) δ σημαντικότερος παλαιοντολόγος τοῦ καιροῦ μας.

4.12 Ή περίπτωση τῶν γλάρων: ὅταν ἔνα εἰδος χωρίζεται στά δυό

Δυό συγγενικά ειδη διαφέρουν γιατί δέν μποροῦν νά διασταυρωθοῦν: αύτό τό κριτήριο δεχτήκαμε σάν ἀπόλυτο γιά νά ξεχωρίσουμε τά διάφορα ειδη. Νά δμως πού παρουσιάζονται καὶ ἐνδιάμεσες καταστάσεις. "Ενα τέ-

Εικόνα 116: Γεωγραφική κατανομή τῶν πληθυσμῶν καὶ ὑποειδῶν τῶν ἀσημόγλαρων καὶ μελανόγλαρων. Μέ τρια γράμματα συμβολίζεται τὸ λατινικό ὄνομα τοῦ ὑποειδούς κάθε πληθυσμοῦ. Στὴν Εὐρώπη δυό, ὅχι πιά ὑποείδη, ἀλλὰ διαφορετικά εἶδη (*arg* = *argentatus*, *fus* = *fuscus*) συνυπάρχονταν χωρὶς νά διασταυρώνονται.



τοιο παράδειγμα μᾶς προσφέρουν δυό εἴδη γλάρων πού συχνάζουν καὶ στὸν τόπο μας, (κυρίως τὸ πρῶτο εἶδος): ὁ ἀσημόγλαρος (*Larus argentatus*) καὶ ὁ μελανόγλαρος (*Larus fuscus*). Στὴν Εὐρώπη τά δυό αὐτά εἰδη δὲ διασταυρώνονται. Ἐδῶ καὶ εἴκοσι πέντε περίπου χρόνια ἀνακαλύφτηκε πώς ἡ γεωγραφική κατανομή τῶν γλάρων αὐτῶν σκέπαζε μεγάλες περιοχές τῆς Ευρώπης, Ἀσίας καὶ Β. Ἀμερικῆς σταματώντας γύρω στοὺς πόλους. Ὑπάρχουν πολλοί πληθυσμοί μελανόγλαρου στὴν Ἀσία πού οἱ περιοχές ἐξαπλώσεώς τους συνεχίζονται κι ἐνώνονται μέ τούς πληθυσμούς τοῦ ἀσημόγλαρου τῆς Βόρειας Ἀμερικῆς. Οἱ δρυιθολόγοι τούς ξεχώρισαν σέ ὑπο-



Εικόνα 117: Ο ἀσημόγλαρος, *Larus argentatus*.

είδη ἀλλά διασταύρωνονται μεταξύ τους καθώς και, κοντά στό Βερίγγειο πορθμό, οἱ ἀσιατικοὶ μέ τούς βορειαμερικανικούς πληθυσμούς. Ὁμως, ἐνῶ αὐτή ἡ ἀλυσίδα τῶν πληθυσμῶν μᾶς δίνει τήν ἔννοια ἑνὸς εἰδους, οἱ βορειαμερικανικοὶ πληθυσμοὶ (ἀσημόγλαροι) πού πρόσφατα σχετικά ἥρθαν στήν Εὐρώπη (πιθανότατα ἀκολουθώντας πλοῖα) δὲ διασταύρωνονται μέ τούς γηγενεῖς μελανόγλαρους. Ἀπό τόν καιρό τῶν παγετώνων μείνανε οἱ δυό πληθυσμοὶ χωρισμένοι καὶ ἀνάπτυξαν ἔνα φραγμό στήν ἀνταλλαγὴ γόνων. Ἡ γεωγραφική ἀπομόνωση δυό πληθυσμῶν μπορεῖ μέ τά πολλά χρόνια νά καταφέρει τή δημιουργία τέτοιων φραγμῶν.

Ἀπό τήν ἄλλη μεριά γίνεται φανερό πώς ἀφοῦ τά εἰδη ἐξελίσσονται είναι φυσικό και ἀναμενόμενο (ἄν και σπάνιο) νά πετύχει κανείς ἐνδιάμεσες καταστάσεις, δταν ἔνα εἶδος χωρίζεται δίνοντας γέννηση σέ δυό νέα εἰδη. Τότε ὁ χωρισμός δέν ἔχει ἀπόλυτα διλοκληρωθεῖ. Ἡ περίπτωση τοῦ ἀσημόγλαρου και τοῦ μελανόγλαρου δέν είναι μοναδική. Γνωρίζουμε πολλές ἀνάλογες περιπτώσεις σέ πουλιά, ἄλλα ζῶα και σέ φυτά.

4.13 Ἡ προσαρμογή

Οἱ ἀλλαγές τῶν φυτῶν και τῶν ζώων, μερικές τουλάχιστον, στή διάρκεια τῆς Ἐξελίξεως, δέ φαίνονται νά ναι τυχαῖες. Σ' αὐτό τό συμπέρασμα καταλήγουμε εὔκολα ἄν ἐξετάσουμε διάφορα χαρακτηριστικά τῶν σημερινῶν ζώων και φυτῶν: τά διάφορα αὐτά χαρακτηριστικά ἀποτελοῦν προσαρμογές στόν τρόπο ζωῆς τοῦ δργανισμοῦ. Και τά χαρακτηριστικά αὐτά προήλθαν ἀπό μιά μακριά ἐξελικτική πορεία.

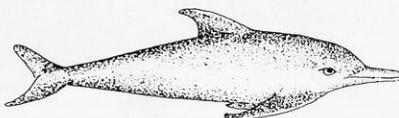
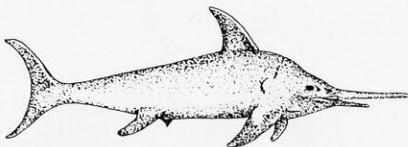
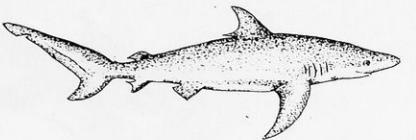
Νά τέτοιες προσαρμογές.

● Τό δελφίνι (θηλαστικό), δ Ἰχθύόσαυρος (έρπετό πού τώρα πιά δέ ζει) κι ὁ καρχαρίας (ψάρι) ἔχουν καταπληκτική δμοιότητα στή μορφή τοῦ σώματός τους: τό σχῆμα αὐτό λύνει τά προβλήματα πού θέτει ἡ γρήγορη κολύμβηση (τριβές, στροβιλισμοί τοῦ νεροῦ, προώθηση τοῦ σώματος κ.ἄ.).

● Τά Σπονδυλωτά πού πετοῦν, ἀνάπτυξαν ἐπιφάνειες πού σάν ἀλεξίπτωτα κρατῶνται τό σῶμα στόν ἀέρα ἥ και πού τίς κουνᾶνε γιά νά προωθηθοῦν: τά πουλιά φτερούγες, μερικοί σκίουροι (*Pteromys*) και μερικά μαρσιποφόρα (*Petaurus*) ἔχουν δερμάτινες ἐπιφάνειες μεταξύ τῶν μπροστινῶν και πισινῶν ποδιῶν τους, οἱ νυχτερίδες ἀνάλογες ἐπιφάνειες μεταξύ τῶν δαχτύλων τους κτλ.

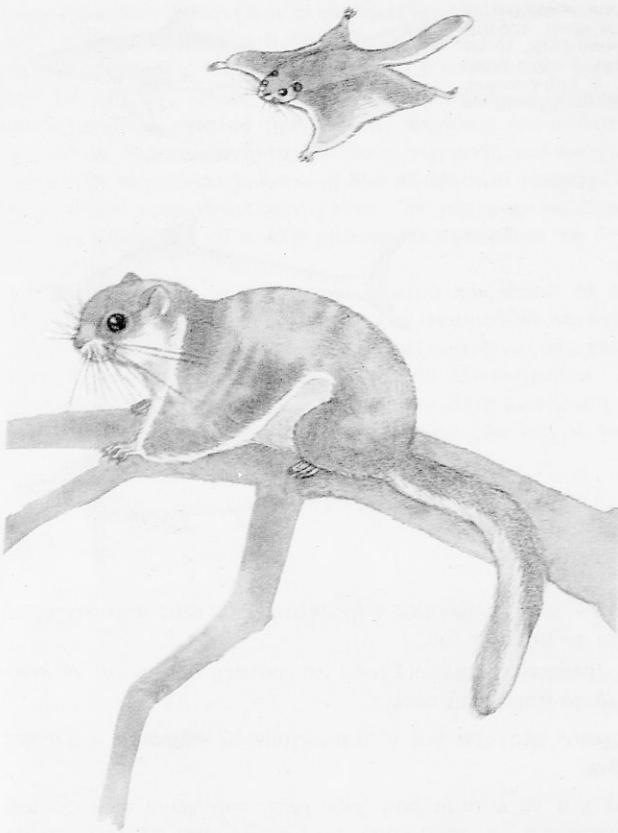
● Τά δόντια τῶν θηλαστικῶν ἀλλάζουν σχῆμα μέγεθος και ἀριθμό ἀνάλογα μέ τή διαιτά τους: τό λιοντάρι είναι σαρκοφάγο, ἔχει ἰσχυρούς κυνό-

Εικόνα 118: Έξέλιξη πού συγκλίνει: οἱ μορφές μοιάζουν γιατί εἶναι προσαρμοσμένες στὸν ἴδιο τρόπο ζωῆς, τὸ κολύμπι. Ἐτσι ὑδροδύναμικό σῶμα ἔχουν δὲ καρχαρίας (πάνω), δὲ ἵχθυόσαυρος, ἐρπετό πού πιά δέν ζεῖ, (στὴ μέση) καὶ τό δελφίνι (κάτω).



δοντες, πού λείπουν ἀπό τά μεγάλα χορτοφάγα. Μέ τούς κυνόδοντες τό λιοντάρι σκοτώνει τό θήραμά του.

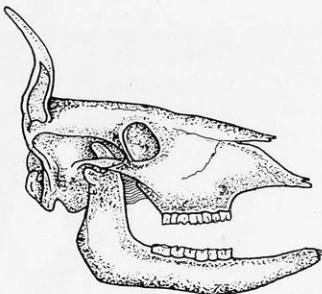
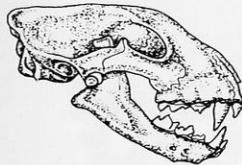
- Τά ήμερόβια ἀρπαχτικά πουλιά ἔχουν ισχυρότατη ὥραση γιά νά ἐντοπίζουν ἀπό μακριά τά θηράματά τους.
- Οι λαγοί τρέχουν γρήγορα γιά ν' ἀποφύγουν τά σαρκοφάγα (λύγκες κ.ἄ.) πού τούς τρῶνε.
- Τά θηλαστικά καὶ τά ἔντομα πού ζοῦν μέσα στό χῶμα σέ λαγούμια ἔχουν μετασχηματισμένα τά μπροστινά τους πόδια σάν φτυάρια γιά νά σκάβουν: οἱ τυφλοπόντικες κι οἱ κρεμμυδοφάγοι.
- Μερικές πεταλούδες κι ἄλλα ἔντομα παρουσιάζουν τό φαινόμενο τῆς **μιμικρίας**: ἔνα εἰδος πτηνοῦ μπορεῖ νά τρώει ἔνα εἰδος πεταλούδας καὶ νά ἀποστρέφεται ἔνα ἄλλο εἰδος. Τότε μερικά ἡ ὅλα τά ἄτομα τοῦ εἰδούς πού ἀποτελεῖ τό θήραμα ἔχουν κληρονομικά πάρει ὄψη πού μοιάζει μέ τά ἄτομα τοῦ εἰδούς πού ἀποστρέφεται τό πτηνό. "Ἐτσι μποροῦν νά ἐπιβιώσουν.
- Τά κέρατα, τά νύχια, τά δόντια χρησιμοποιούνται σάν ἀμυντικά μέσα στά ζᾶν, ἐπίσης οἱ ἡλεκτρικές ἐκκενώσεις μερικῶν ψαριῶν τῶν τροπικῶν



Εικόνα 119: Ο Πτερόμυς (*Pteromys volans*), σκίουρος πού πετά. Ζωό τής Εύρωπης.

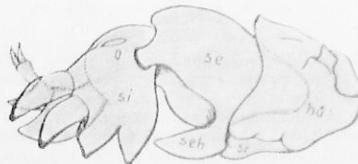
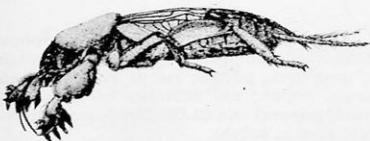
χωρῶν. Οἱ δηλητηριώδεις οὐσίες (ἀλκαλοειδή, κυάνιο) ἢ ἐνοχλητικές (αἰθέρια ἔλαια) ἢ ἀγκάθια ἀποτελοῦν μέσα ἄμυνας τῶν φυτῶν ἀπό τὰ φυτοφάγα.

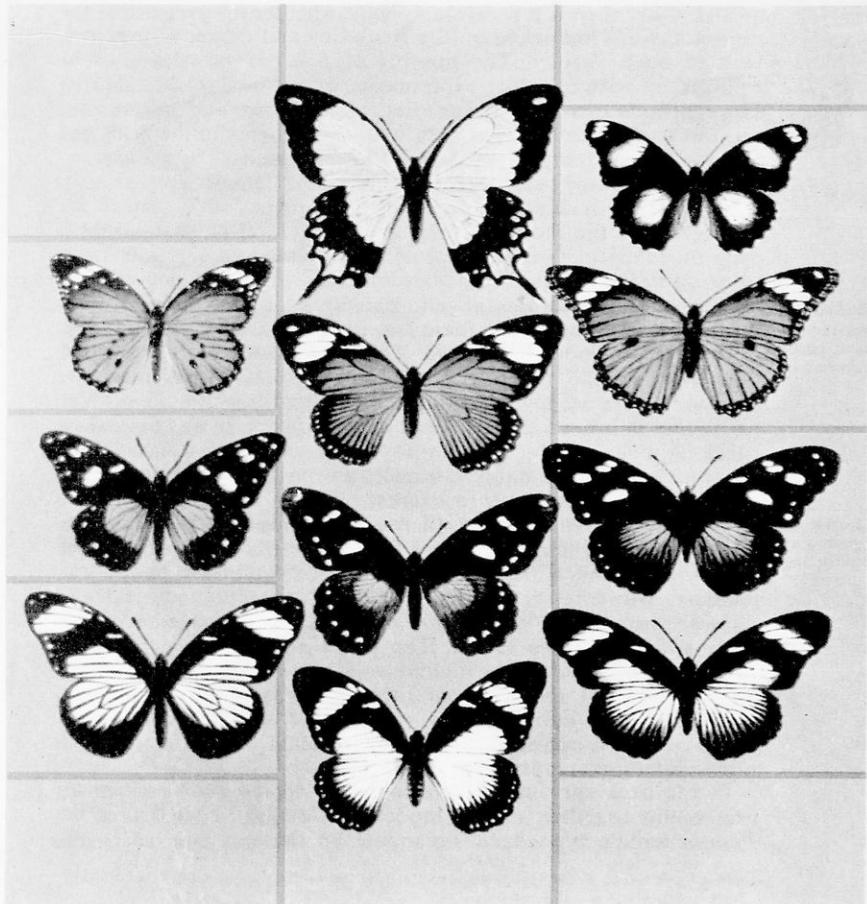
- Οἱ ἔλικες (μετασχηματισμένα φύλλα), οἱ ἐναέριες ρίζες πού κολλοῦν τό φυτό σέ κάθετες ἐπιφάνειες, οἱ βλαστοί πού συμπλέκονται ἀποτελοῦν προσαρμογές τῶν ἀναρριχητικῶν φυτῶν.



Εικόνα 120: Κρανία λιονταριού και βοδιού. Τό λιοντάρι ἔχει μεγάλους κυνόδοντες γιά νά σκοτώνει τά θηράματά του και γομφίους κατάλληλους γιά νά ξεσκίζει τίς σύρκες τους. Άντιθετα τό βόδι ἔχει δλα τά δόντια του ἐπίτεδα γιατί μ' αντά άλλεθει τά χόρτα που βόσκει. Τοῦ λείπουν οι κυνόδοντες και οι πάνω κοπτήρες.

Εικόνα 121: Ό τυφλοπόντικας (Θηλαστικό) και ή γρυπλόταλπα ή κρεμμυδοφάγος ("Εντομο") ἔχουν και τά δύο μπροστινά πόδια σάν φτυάρια, προσαρμοσμένα στό σκάψιμο. Κάτω μεγέθυνση τοῦ μπροστινού ποδιοῦ τοῦ κρεμμυδοφάγου.



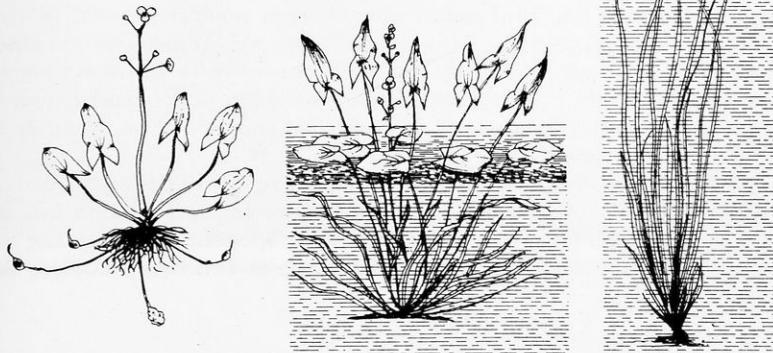


Εικόνα 122: Μιμικρία. Τά απομα κάνοντας ειδούς άφρικανικής πεταλούδας μπορούν νά πάρουν διαφορετικές μορφές (οι τρεις μορφές άριστερά). Αυτό τό ειδος προκαλεί άπεχθεια στά πουλιά γιατί έχει κακή γεύση. Ένα άλλο ειδος μιμεῖται τις τρεις αντές μορφές γιά νά γλυτώσει από τά πουλιά πού τό καταδιώκουν: τρεις άπό τις τέσσερις μορφές τού δεύτερου αύτου ειδους μοιάζουν μέ τις μορφές τού πράτου (οι τέσσερις μεσαίες μορφές). Κι άλλα είδη δύως μιμούνται τις μορφές τού πρώτου γιά 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 το δικό του τρόπο στηρίξεως. Α: έναέριες ρίζες, Β: έλικες, Σ: βλαστοί πού συμπλέκονται.

Εικόνα 124: Η Σαγγιτάρια, δταν φυτώνει στό χώμα έχει φύλλα βελοειδή, μές τό νερό μακριά και δταν μέρος της είναι μές στό νερό και μέρος της έναέριο έχει τριδν ειδῶν φύλλα. Τά φύλλα μές στό νερό δέν έχουν έφυμενίδα και μπορούν νά άπορροφούν θρεπτικά συστατικά και νά μή σπάνε δταν τό νερό κινείται γιατί δέν παρουσιάζουν σημαντική άντισταση. Αντίθετα τά έναέρια φύλλα στέκουν δρθν γιά νά δέχονται τίς ήλιακες άκτινες δσο πιό πολύ είναι δυνατό.



● Τά φύλλα τής *Sagittaria sagittifolia*, τοῦ ὑδροχαροῦ φυτοῦ πού φυτρώνει καί στή χώρα μας κι ἔχει φύλλα πού εἶναι χτυπητό παράδειγμα προσαρμογῆς. Τό σχῆμα τῶν φύλλων της 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 ὅρθια καί νά δέχονται τίς ἥλιακές ἀκτίνες.

Μποροῦν νά ἀναφερθοῦν πάρα πολλά παραδείγματα προσαρμογῶν. "Οπου καί νά στρέψουμε τό βλέμμα μας θά δοῦμε προσαρμογές ζωντανῶν δργανισμῶν.

4.14 Λαμάρκ καί Ντάρβιν

Κι δύ Λαμάρκ κι δύ Ντάρβιν είχαν πολύ ἐντυπωσιαστεῖ ἀπό τά φαινόμενά τής προσαρμογῆς πού ἐπιτρέπουν στά ζωντανά ὄντα νά ἐπιβιώνουν. Πρῶτος δύ Λαμάρκ προσπάθησε νά ἔξηγήσει τό μηχανισμό τής Ἐξελίξεως, πῶς δηλαδή γίνεται ἡ διαδικασία τής ἀλλαγῆς τής μορφῆς: "Οταν τό περιβάλλον ἀλλάζει, τότε γιά νά ἐπιζήσει δ δργανισμός πρέπει κι αὐτός ν' ἀλλάζει. Μιά ἐσωτερική θέληση καί μιά προσπάθεια τοῦ δημιουργοῦν καινούργιες συνήθειες. Αὐτές οί συνήθειες τόν ἀναγκάζουν νά χρησιμοποιεῖ περισσότερο δρισμένα δργανα ἡνά μή χρησιμοποιεῖ ἄλλα. Κατά τόν Λαμάρκ τά δργανα πού χρησιμοποιοῦνται ίσχυροποιοῦνται καί μεγαλώνουν. Αὐτή ἡ ίσχυροποίηση κληρονομεῖται στούς ἀπογόνους του.

"Ετσι δύ Λαμάρκ βασίζει τή θεωρία του σέ δυό ἀρχές: δύτι ἡ χρήση ίσχυροποιεῖ τό δργανο κι ἡ ἀχρηστία τό καταστρέφει κι ὅτι τά ἐπίκτητα χαρακτηριστικά κληρονομοῦνται. "Ας δοῦμε πῶς δύ ὕδιος περιγράφει τόν τρόπο πού οί καμηλοπαρδάλεις ἀπόκτησαν μακρύ λαιμό καί μακριά μπροστινά πόδια: «Μιλώντας γιά συνήθειες, εἶναι ἀξιοπερίργο νά παρατηρήσει κανεῖς τό τί ἐπακολούθει εἰδικότερα στή μορφή καί στό ὑψος στήν καμηλοπάρδαλη. Γνωρίζουμε πώς αὐτό τό ζώο, τό μεγαλύτερο ἀπό τά θηλαστικά, κατοικεῖ στό ἐσωτερικό τής Ἀφρικῆς καί σέ τόπους [σαβάννες] σπουν 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 τής μακραίωνς συνήθειας ὅλων τῶν ἀτόμων τοῦ εἰδούς εἶναι ὅτι τά μπροστινά πόδια γίνανε πιό μακριά ἀπό τά πισινά καί ὅτι ὁ λαιμός μάκρυνε τόσο πού ἡ καμηλοπάρδαλη μπορεῖ νά φτάσει ἔξι μέτρα ὑψος σηκώνοντας τό κεφάλι τής χωρίς ὅμως νά σταθεῖ ὅρθια πάνω στά πισινά τής πόδια».

Σήμερα γνωρίζουμε πώς οί ἐπίκτητες ιδιότητες δέν κληρονομοῦνται καί γι' αὐτό ἡ θεωρία τοῦ Λαμάρκ δέν εἶναι σωστή. Μπορεῖ δηλαδή ἔνα δργανο νά ίσχυροποιηθεῖ μέ τή χρήση του (ένας δρομέας ἔχει ἀσφαλῶς πιό δυνατά πόδια ἀπό έναν παράλυτο) ἀλλά αὐτές οί ἐπίκτητες ἀλλαγές δέν

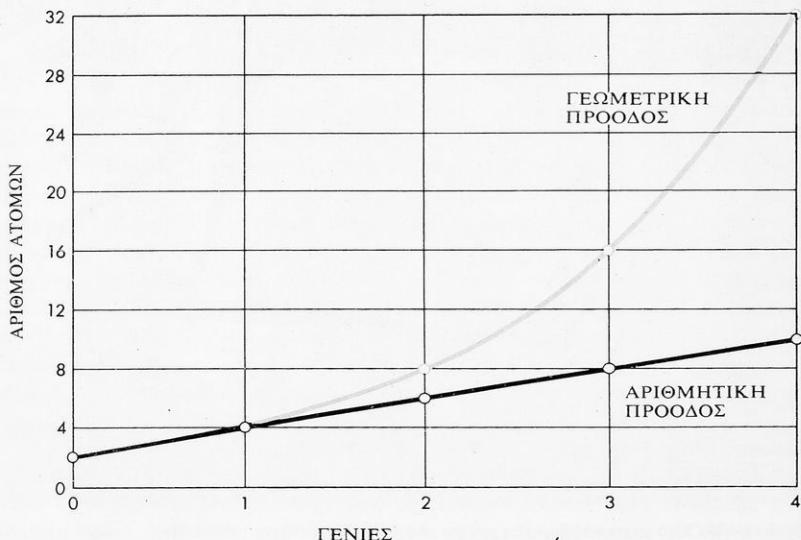


Εικόνα 125: Μιά καμηλοπάρδαλη τρέχει μέσ στήν Αφρικανική σαβάννα.

μεταβιβάζονται στους άπογόνους του. Τέτοιες θεωρίες πού πιστεύουν σέ μια άμεση δλλαγή της κληρονομικής ούσίας άπό τό περιβάλλον, σέ μια άμεση δηλαδή έπιδραση τοῦ περιβάλλοντος στους γόνους, τέτοια πού νά τους κάνει νά διαμορφώνουν πιό προσαρμοσμένα ώτομα δυναμάζονται λαμπραινές ή διδακτικές (τό περιβάλλον δλλάζει τόν δργανισμό δπως δ δάσκαλος τό παιδί, διδάσκοντάς το).

Κι δ Ντάρβιν πίστευε στήν κληρονομικότητα τῶν ἐπίκτητων χαρακτηριστικῶν. Καὶ μέ τή θεωρία τῆς παγγένεσης ἔξηγοδε τό μηχανισμό μιᾶς τέτοιας κληρονομικότητας. Ἀλλά τήν κύρια προσοχή του τήν ἔστρεψε δλλοῦ: στή φυσική ἐπιλογή. Ὁ Ντάρβιν ἐπηρεάστηκε πολύ ἀπό τά γραφτά ἐνός συγχρόνου του οἰκονομολόγου, τοῦ Μάλθους (R. T. Malthus 1766-1834). Ὁ Μάλθους εἶχε γράψει ἔνα μικρό βιβλίο, δπου ὑποστήριζε τήν ἄποψη πώς ή αὔξηση τοῦ πληθυσμοῦ γίνεται σύμφωνα μέ γεωμετρική πρόοδο, ἐνῷ ή αὔξηση τῆς τροφῆς γίνεται σύμφωνα μέ ἀριθμητική πρόοδο. Ἐτσι, κατά τόν Μάλθους σύντομα θά φτάναμε σέ κρίσεις ἐλλειψεως τροφῆς. Γιατί ἂν κάθε ἄνθρωπος ἀφήνει περισσότερο ἀπό ἕνα παιδί, και στήν δλλαδή κάθε ζευγάρι ἀφήνει πιό πολλά ἀπό δυό παιδιά, και στήν δλλη γενιά αὐτά τά παιδιά ἀφήσουν πάλι περισσότερα ἀπό δυό σέ κάθε ζευγάρι τους,

Εικόνα 126: Διαφορά μεταξύ ἀριθμητικῆς καί γεωμετρικῆς προόδου.



έχουμε μιά γεωμετρική αύξηση τοῦ πληθυσμοῦ. Ο πληθυσμός γεωμετρικά αύξανει πολύ γρήγορα: Λ.χ. μιά τέτοια πρόοδος είναι τό 2 νά γίνεται 4, τό 4 νά γίνεται 8, τό 8 νά γίνεται 16, 32, 64, 128, 256, 512 κ.ο.κ. Σέ πολύ λίγο χρόνο φτάνει κανείς σέ αστρονομικούς όριθμούς.

Είναι γνωστή ή παλιά περσική ίστορια γιά τή σκακιέρα: "Ενας τεχνίτης ἔφτιαξε γιά τό Σάχη ἔνα περίτεχνο και πολύτιμο σκάκι κι ὁ μονάρχης ἐνθουσιάστηκε καὶ τόν ρώτησε μέ τί ἥθελε νά ἀνταμειφθεῖ. Ο τεχνίτης τοῦ ζῆτησε μιά ἀπλή ἀμοιβή: νά τοῦ δώσει γιά τό πρώτο τετραγωνάκι τῆς σκακιέρας ἔνα σπειρι στάρι, γιά τό δεύτερο δυό, γιά τό τρίτο 4, γιά τό τέταρτο 8 ἔτσι πού σέ κάθε τετραγωνάκι νά διπλασιάζει τά σπειριά τοῦ προηγούμενου. Η σκακιέρα ἔχει 64 τετραγωνάκια. Ὑπολογίστηκε λοιπόν ὅτι τό στάρι πού θά †πρεπε νά τοποθετηθεῖ στό 64° τετραγωνάκι ήταν τόσο (2⁶³ σπόροι), δύσο θά παίρναμε ἄν καλλιεργούσαμε μέ στάρι 200 φορές (δηλαδή γιά 200 χρόνια) δῆλη τήν καλλιεργούμενη ἐπιφάνεια τῆς γῆς.

Ο Μάλθους είχε δίκιο γιά τήν αύξηση τοῦ ἀνθρώπινου πληθυσμοῦ: μέ τήν ιατρική περιθαλψη και τίς διαρκῶς καλύτερες συνθῆκες ζωῆς ἐπιβιώνουν περισσότερες ἄτομα και διπλασιάζεται. Εκεῖ πού είχε ἀδικο, ήταν γιά τήν αύξηση τῆς παραγωγῆς τροφίμων. Η Βιομηχανική ἐπανάσταση πού ἀρχισε στήν Αγγλία (δηλαδή ή νέα περίοδος παραγωγῆς ἀγαθῶν μέ βιομηχανικό τρόπο) ἐπέτρεψε ὡς τώρα νά μήν ἐπαληθευθοῦν οἱ ἀπαισιόδοξες προβλέψεις τοῦ Μάλθους.

Ο Ντάρβιν δύμας είχε πολύ ἐπηρεαστεῖ ἀπό τόν Μάλθους. Σκέφτηκε πώς τά ζῶα και τά φυτά παράγουν πάρα πολλούς ἀπογόνους: κάθε ζευγάρι ζῶα ὅποιουδήποτε σχεδόν εἰδούς ἀφήνει τόσους ἀπογόνους (πολύ παραπάνω ἀπό δυό) ώστε ὁ πληθυσμός του νά αύξανεται σέ ἄτομα μέ γεωμετρική πρόοδο. Τό ἔδιο συμβαίνει μέ τά φυτά. Κι δύμας στήν πραγματικότητα οι πληθυσμοί τῶν ζώων και τῶν φυτῶν δέ φαίνονται νά αύξανονται, ἀλλά λίγο πολύ παραμένουν σταθεροί. Τί συμβαίνει; "Ολα τά ἄτομα πού γεννιοῦνται δέν ἐπιζοῦν και δέν ἀφήνουν ἀπογόνους. Πολλά πεθαίνουν ἀρκετά νωρίς. Ο Ντάρβιν κατάλαβε πώς δύοι οι θάνατοι δέν ήταν τυχαῖοι: κατά προτίμηση πέθαιναν τά λιγότερα προσαρμοσμένα ἄτομα. Επιζοῦσαν τά πιό προσαρμοσμένα κι αὐτά ἀφηναν ἀπογόνους. Νά ή ίδεα τῆς φυσικῆς ἐπιλογῆς.

4.15 Η νεοδαρβινική ή συνθετική θεωρία

Η ίδεα τῆς φυσικῆς ἐπιλογῆς ὑπῆρξε στόν καιρό της ἀπό τίς πιό πρωτότυπες και πιό γόνιμες ίδεες: ὅχι μόνο ἐξήγησε ἀνεξήγητα μέχρι τότε φαινόμενα ἀλλά και ἔδωσε τεράστια ὅθηση σέ νέες ἔρευνες.

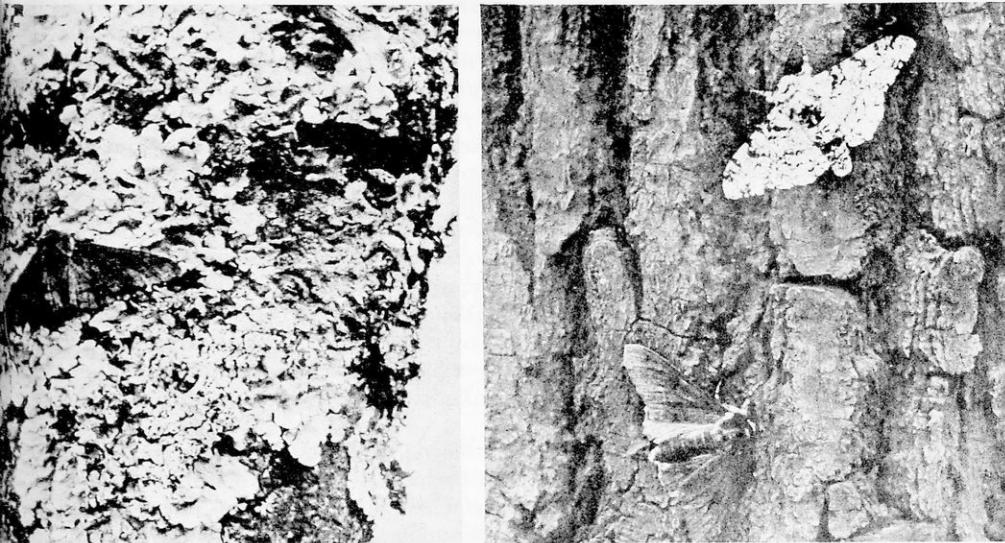
Γιατί ή φυσική έπιλογή μπορεῖ νά εξηγήσει τήν προσαρμογή. Σ' ἔνα πληθυσμό είδους πώς ύπάρχει ποικιλομορφία: τά ατομα τοῦ ίδιου είδους διαφέρουν. Κι αύτή ή ποικιλομορφία τῶν φαινοτύπων βασίζεται πολλές φορές σέ διαφορές γονοτύπων, σέ κληρονομικές δηλαδή, διαφορές. Μέ τή φυσική έπιλογή συγκρατοῦνται στόν πληθυσμό οι «εύνοϊκοί» γονότυποι, ἐνώ ἀποβάλλονται «οἱ ἀπροσάρμοστοι». Ο ἄγώνας γιά τήν ύπαρξη καταλήγει ἄλλα ἄτομα ν' ἀφήνουν περισσότερους ἀπογόνους κι ἄλλα λιγότερους. "Ετσι ἀπό γενιά σέ γενιά αδεξάνεται ή προσαρμογή τῶν ἀτόμων. Σέ σύνοψη:

- ὅλοι οἱ ὀργανισμοί τείνουν ν' αὐξηθοῦν μέ γεωμετρικό ρυθμό
- δῦμως σέ κάθε γενιά δ ἀριθμός τῶν ἀτόμων ἐνός είδους μένει περίπου σταθερός
- ἄρα ύπάρχει ἀγώνας γιά τήν ἐπιβίωση
- υπάρχει στοὺς πληθυσμοὺς ποικιλομορφία, πού κληρονομεῖται: τά ατομα τοῦ ίδιου είδους διαφέρουν μεταξύ τους
- μερικές διαφορές εἰναι εύνοϊκές γιά τὸν ὄργανισμό πού ζεῖ σ' ἔνα ὄρισμένο περιβάλλον καὶ τὸν βοηθοῦν νά ἐπιβιώσει καὶ ν' ἀφήσει ἀπογόνους. Οἱ εύνοϊκές διαφορές κληρονομοῦνται στοὺς ἀπογόνους κι **αὐξαίνουν σέ συχνότητα**. Μέ τό πέρασμα τοῦ χρόνου τό εἶδος σιγά σιγά ἀλλάζει. Νέα εἶδη γεννιοῦνται ἀπό παλιά.

"Ας δοῦμε μερικά παραδείγματα φυσικῆς έπιλογῆς:

- Στήν Ἀγγλία πρίν ἀναπτυχθεῖ ή βιομηχανία, οἱ πεταλοῦδες ἐνός ὄρισμένου είδους (*Biston betularia*) ἦταν ἀσπρες. Τά μαῦρα ἄτομα ἦταν σπάνια καὶ οἱ συλλέκτες ἐντομολόγοι τά ἀγόραζαν ἀκριβά. Μέ τά χρόνια, κι ἐνῶ ἀναπτυσσόταν ή βιομηχανία, οἱ μαῦρες πεταλοῦδες ἀρχισαν νά γίνονται πιό συχνές, τόσο πού σήμερα οἱ ἀσπρες εἶναι οἱ σπάνιες.

Ἡ ἀλλαγὴ τοῦ χρώματος, δηλαδή τῆς μορφῆς τῶν ἀτόμων ἐνός είδους (ἔνα μικρό βῆμα ἔξελιξεως), ἀποδείχτηκε πώς ὀφειλόταν στή φυσική έπιλογή. Στήν Ἀγγλία, κατά τήν ἀνάπτυξη τῆς βιομηχανίας, χρησιμοποιήθηκε τό κύρβουνο σάν πηγή ἐνεργείας: Οἱ καπνιές μαύρισαν γρήγορα τίς ἐπιφάνειες τῶν σπιτιών καὶ τῶν δέντρων. Τό μαύρο χρῶμα ἀποτέλεσε καλύτερο καμουφλάζ γιά τίς μαῦρες πεταλοῦδες: τά πουλιά βλέπανε τώρα πολύ πιό εύκολα τίς λευκές πεταλοῦδες πάνω στίς μαῦρες ἐπιφάνειες καὶ τίς ἔτρωγαν. Ἀντίθετα στά δάση, πρίν φτιαχτοῦν ἐργοστάσια, οἱ λευκές πεταλοῦδες δέν ἔχωριζαν δταν κάθονταν πάνω στούς ἀσπριδερούς λειχήνες στούς κορμούς τῶν δέντρων. Μέ τήν ἀλλαγή τοῦ περιβάλλοντος ἔγινε κι ή ἀλλαγή τοῦ χρώματος τῶν πεταλοῦδων, ἀφοῦ τά πουλιά ἔτρωγαν ἐκλεκτικά τίς λευκές πεταλοῦδες.



Εικόνα 127: Άριστερά πάνω στόν ασπρο κορμό μιά μαύρη πεταλούδα (τή βλέπετε άμεσως) και μιά άσπρη (θά τή δείτε δύσκολα, είναι κάτω και λίγο δεξιά ήπο τη μαύρη). Στό μαύρο κορμό μιά άσπρη και μιά μαύρη πεταλούδα (άριστερά και κάτω τής άσπρης.)

● Τό δεύτερο παράδειγμα άναφερεται σέ μιά βιοχημική άλλαγή. Μετά τό δεύτερο παγκόσμιο πόλεμο άρχισαν νά χρησιμοποιούνται έντομοκτόνα έναντιν τῶν μυγῶν κι ἄλλων βλαπτικῶν έντόμων. Στήν άρχή τά έντομοκτόνα τίς σκότωναν. Μέ τά χρόνια οι μύγες άρχισαν νά γίνονται άνθεκτικές σέ δρισμένα έντομοκτόνα. 'Η άνθεκτικότητα δφείλεται στήν παρουσία μιᾶς μετάλλαξης σ' ἔνα ἀπό τοὺς χιλιάδες διαφορετικούς γόνους τοῦ ἀτόμου. Μέ τή μετάλλαξη δημιουργήθηκε ἔνας νέος ἀλληλόμορφος πού κάνει άνθεκτικά στό έντομοκτόνο τά ἄτομα πού τόν ἔχουν. Οι μύγες πού δέν τόν ἔχουν, σκοτώνονται ἀπό τό έντομοκτόνο κι ἔτσι σιγά σιγά δλος δ πληθυσμός γίνεται άνθεκτικός, γιατί ἀποτελεῖται ἀπό ἄτομα πού φέρνουν μόνο τόν ἀλληλόμορφο αὐτόν, είναι δμοζυγωτά γ' αὐτόν. Παρόμοιο φαινόμενο είναι ή άνθεκτικότητα στά ἀντιβιωτικά τῶν παθογόνων βακτηρίων.

Πώς δημιουργεῖται ή ποικιλομορφία στοὺς πληθυσμούς; Ποῦ βρέθηκαν οι ἀλληλόμορφοι πεύ κάνουν μαύρες τίς πεταλούδες ἡ άνθεκτικές τίς μύγες; Τόσο ή άνθεκτικότητα στό έντομοκτόνο στίς μύγες δσο και τό μαύρο χρῶμα τῶν πεταλούδων είναι κληρονομικά χαρακτηριστικά πού προῆλθαν

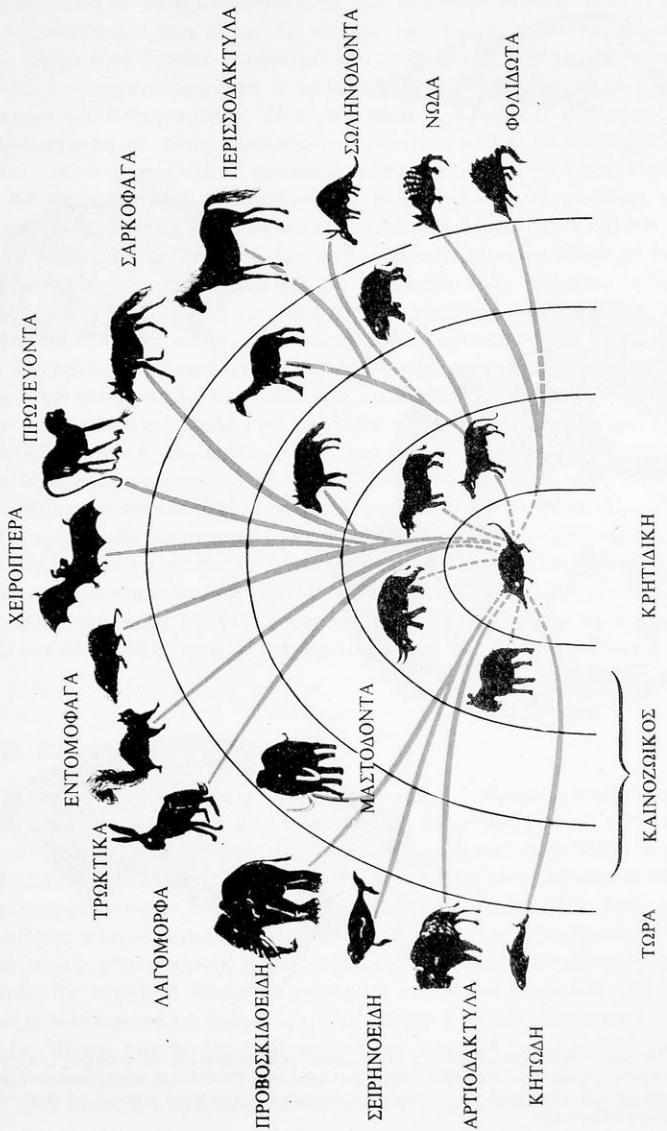
άπό μετάλλαξη και πού άκόλουθα ἐπιλεγήκανε. Ὡς ποικιλομορφία στούς πληθυσμούς προέρχεται βασικά ἀπό τή μετάλλαξη και αὐξαίνει μὲ τό ἀνακάτωμα και ἀνασυνδυασμό τοῦ γενετικοῦ ὑλικοῦ κατά τή φυλετική ἀναπαραγωγή, τόν ἐγγενή πολλαπλασιασμό. Αὐτό τό ἀνακάτωμα γίνεται, δηπως ἔχουμε πεῖ κατά τήν παραγωγή τῶν γαμετῶν, στή μείωση, και κατά τή δημιουργία νέων ἀτόμων, στή γονιμοποίηση, φτιάχνοντας καινούργιους συνδυασμούς κληρονομικοῦ ὑλικοῦ. Ἔτσι τά παιδιά δέ μοιάζουν ἀπόλυτα σέ δύλα τά χαρακτηριστικά μέ τόν ἔνα ἡ τόν ἄλλο γονέα τους, ἀλλά συνδυάζουν κατά πρωτόπου τρόπο χαρακτηριστικά κι ἀπό τούς δύο.

“Ολες οι μεταλλάξεις δέ δίνουν «καλούς» ἀλληλόμορφους. Τό ἀντίθετο μάλιστα. Οι περισσότερες μεταλλάξεις φαίνεται πώς δημιουργοῦν «κακούς» ἀλληλόμορφους δηλαδή ἀλληλόμορφους πού δίνουν ἄτομα λιγότερα καλά προσαρμοσμένα στό περιβάλλον πού ζοῦν. Γι' αὐτό ἀλλωστε πρέπει νά προφυλάσσουμε τόν ἀνθρώπινο πληθυσμό ἀπό μεταλλάξεις, δηλαδή ἀπό τούς παράγοντες πού τίς προκαλοῦν: τίς ἀκτινοβολίες ἀπό ραδιενέργεια.

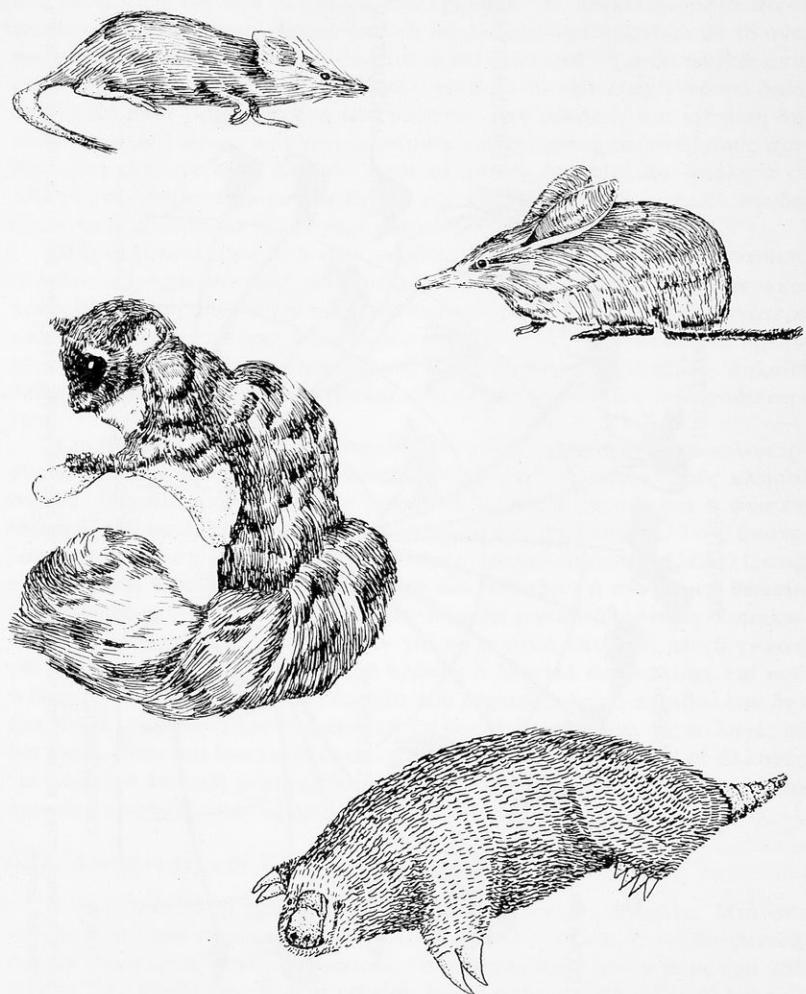
Ἡ μετάλλαξη, πού διαρκῶς δημιουργεῖ νέα κληρονομική ποικιλομορφία, ἡ φυλετική ἀναπαραγωγή, πού ἐπιτρέπει νέους συνδυασμούς κληρονομικῶν ἰδιοτήτων πού ὑπάρχουν χώρια σέ διάφορα ἄτομα, και ἡ φυσική ἐπιλογή, πού κάνει τά ἄτομα πιό προσαρμοσμένα στό περιβάλλον, ἀποτελοῦν τούς τρεῖς σημαντικούς παράγοντες τοῦ μηχανισμοῦ τῆς Ἐξελίξεως: αὐτό πιστεύει ἡ νεοδαρβινική (πρός τιμή τοῦ Ντάρβιν) ἡ 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 δέ Μέντελ ἀποκάλυψε και πού δέ Ντάρβιν ἀγνοοῦσε. Είναι μιά θεωρία πού δέχεται πώς τό περιβάλλον ὅχι ἔμεσα ἀλλά ἔμμεσα (χάρη στή φυσική ἐπιλογή) ἀποτυπώνει τίς ἀλλαγές σ' ἔνα είδος. Είναι μιά θεωρία ἐκλεκτικοῦ τύπου γιατί δείχνει πώς οι ἀλλαγές γίνονται ἀπό ἐπιλογή μέρους τοῦ κληρονομικοῦ ὑλικοῦ πού ὑπάρχει ἀπό πρίν στή γενετική ποικιλομορφία τοῦ πληθυσμοῦ.

4.16 Ἀναγένεση και Κλαδογένεση

Ἡ φυσική ἐπιλογή βραχυχρόνια δημιουργεῖ μικρές ἀλλαγές. Μιά συνάθροιση πολλῶν τέτοιων μικρῶν ἀλλαγῶν, ἔτσι πιστεύει ἡ νεοδαρβινική θεωρία, δημιουργεῖ μεγάλες διαφορές. Ἔτσι σιγά σιγά μέ τό πέρασμα τοῦ χρόνου ἔνας πληθυσμός γίνεται τελείως διαφορετικός: ἔνα είδος ἀλλαξε κι ἔγινε ἄλλο είδος. Παράδειγμα ἡ *Paludina*. Μιά τέτοια πορεία μές στό χρόνο λέγεται **ἀναγένεση** (προσοχή! διαφέρει ἀπό τήν **ἀναγέννηση**, τό φαινόμενο πού σέ δρισμένα ζῶα ξαναγεννιοῦνται ὄργανα τοῦ σώματος πού κόπηκαν).



Εικόνα 128: Άκτινωτή προσαρμοστική κλαδογένεση των Θηλαστικών: οι διάφορες ιοφρές προέρχονται από μία κοινή σχηματιζόντας μιά βεντούλα στο φυλογενετικό δέντρο.



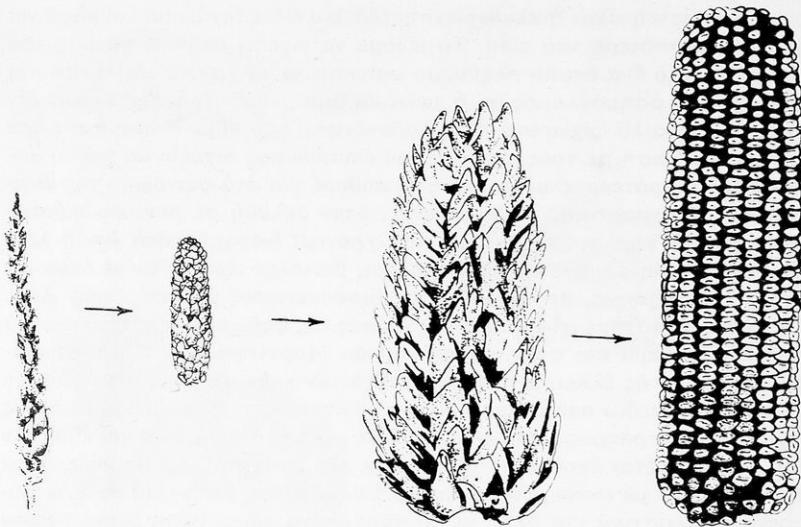
Εικόνα 129: Διάφορα μαρσιποφόρα της Αύστραλίας έξειδικεύονται σέ τρόπους ζωής πού στις άλλες ήπειρους καλύπτουν διάφορες τάξεις θηλαστικών. Βρίσκουμε λοιπόν «ποντίκια», «λαγούς», «σκίουρους» και «τυφλοποδντικους» μαρσιποφόρα, πού μοιάζουν με τά άντιστοιχα μή μαρσιποφόρα θηλαστικά.

Διαφορετική είναι ή **κλαδογένεση**: έδω ένα είδος διχάζεται και μᾶς δίνει δυό ή περισσότερα νέα είδη. Τό είδαμε νά γίνεται στήν περίπτωση τῶν γλάρων. Ἀπό ένα ένιατο πληθυσμό φαίνεται μέ τά χρόνια νά γεννιούνται δυό εἰδη, δ ἀσημόγλαρος κι ὁ μελανόγλαρος, δυό εἴδη πού ἀκόμα δέν έχουν καλά καλά ξεχωρίσει. Ἡ κλαδογένεση, πού πήρε τ' δνομά της ἀπό τήν παρομοίωση μέ τούς κλάδους τοῦ δέντρου πού διχάζονται γιά νά δώσουν δυό μικρότερα κλαδιά, φαίνεται καθαρά και στά φαινόμενα τῆς **ἀκτινωτῆς προσαρμοστικῆς κλαδογένεσης**, ὅταν δηλαδή σέ σύντομο σχετικά (βέβαια στή γεωλογική κλίμακα τοῦ χρόνου) διάστημα ἀπό ένα ή λίγα συγγενικά είδη παράγεται μιά δλόκληρη βεντάλια νέων εἰδῶν μέ διαφορετικές προσαρμογές, προσαρμογές σέ διαφορετικούς τρόπους ζωῆς. Αύτό λ.χ. παρουσιάστηκε στούς πρώτους αἰδνες τῆς ζωῆς τῶν θηλαστικῶν ἄλλα φαίνεται καθαρά και στήν περίπτωση τῶν Μαρσιποφόρων τῆς Αὐστραλίας. Ἡ παντελής ἔλλειψη στή χώρα αὐτή τῶν καθαυτό θηλαστικῶν ἀφήσει ἐλεύθερο τό πεδίο στά Μαρσιποφόρα νά ἀναπτύξουν πολλά εἴδη μέ δλους σχεδόν τούς τρόπους ζωῆς πού σέ ἄλλα μέρη ἔχουν τά διάφορα εἴδη τῶν θηλαστικῶν: ἔτσι ἔχουμε Μαρσιποφόρα πού μοιάζουν μέ ποντικούς, ἄλλα πού μοιάζουν μέ σκίουρους, ἄλλα μέ Ἐντομοφάγα, ἄλλα εἴδη μέ ἄλλα φυτοφάγα θηλαστικά και ἄλλα μέ τά σαρκοφάγα κ.ο.κ. Είναι ἀξιοσημείωτο πώς οἱ μορφές τῶν «ποντικῶν», «σκιούρων», και ἄλλων ζώων τῆς Αὐστραλίας μοιάζουν πολύ μέ τίς ἀντίστοιχες τῶν καθαυτό θηλαστικῶν: ἡ φυσική ἐπιλογή γιά νά προσαρμόσει σέ ἰδιους τρόπους ζωῆς διάφορα εἴδη ἔφτιαξε δμοια ζῶα. Νά πᾶς ἔξηγετη ή νεοδαρβινική θεωρία τήν **τελεονομία**: δέν χρειάζεται ἄλλη ἔξηγηση, είναι δημιούργημα τῆς φυσικῆς ἐπιλογῆς.

4.17 Ἡ Βελτίωση

Ο ίδιος ὁ Ντάρβιν είχε παρατηρήσει πώς ὁ ἀνθρωπος κατάφερε μέ τήν τεχνητή ἐπιλογή πού ἐφαρμόζει νά φτιάξει διάφορες ράτσες τῶν καλλιεργούμενων φυτῶν και τῶν κατοικίδιων ζώων. Ὁπως στή Φύση ἡ φυσική μετάλλαξη, ἡ διασταύρωση και ἡ φυσική ἐπιλογή είναι οἱ κύριοι παράγοντες δημιουργίας νέων πληθυσμῶν, νέων φυλῶν, νέων ειδῶν ἔτσι και στίς προσπάθειες κληρονομικῆς βελτιώσεως ὁ ἀνθρωπος χρησιμοποιεῖ ἀνάλογους τρόπους: τήν τεχνητή μετάλλαξη, τίς προγραμματισμένες διασταύρωσεις και τήν τεχνητή ἐπιλογή: φτιάχνει καλύτερα φυτά και ζῶα πού παρουσιάζουν οἰκονομικό ἐνδιαφέρον γι' αὐτόν η ἀπλῶς αἰσθητικό.

Ἡ βελτίωση τῆς παραγωγῆς μπορεῖ νά γίνει μέ δυό τρόπους: μέ βελτίωση τῶν συνθηκῶν τοῦ περιβάλλοντος (λ.χ. καλύτερο και περισσότερο λιπασμα στά φυτά η καλύτερες συνθῆκες ἐκτροφῆς στά ζῶα) η μέ κληρονο-



Εικόνα 130: Η ιστορία του καλαμποκιού. Πώς μέ την έπιλογή δ ἀνθρωπος κατόρθωσε νά αύξησε τόν καρπό του και τήν ἀπόδοσή του.

μική βελτίωση τῶν ἀτόμων, ἀφοῦ κάθε φαινοτυπικό χαρακτηριστικό καθορίζεται ἀπό τό περιβάλλον καὶ τό γονότυπο.

Ἡ κληρονομική βελτίωση ἐπιτυγχάνεται εἰτε μέ τήν έπιλογή τῶν ἀτόμων, πού παρουσιάζουν σέ μεγαλύτερη ἔνταση ἢ ποσότητα τό ἐπιθυμητό χαρακτηριστικό, ἐάν υπάρχει ἥδη μεγάλη κληρονομική ποικιλομορφία στόν πληθυσμό, εἰτε μέ τή δημιουργία καὶ νέας ποικιλομορφίας (μέ τήν ἐπίδραση π.χ. ἀκτίνων X ἢ ραδιενέργειας ἢ χημικῶν οὐσιῶν) καὶ μετά μέ ἐπιλογή.

Μέ τέτοιες τεχνικές δ ἀνθρωπος βελτίωσε τή γεωργική καὶ κτηνοτροφική παραγωγή. Ἐφτασε, γιά ἔνα τροπικό φυτό νά αύξησε 2.000 φορές τήν παραγωγή του. Αὐτό δμως ἀποτελεῖ ἔξαιρεση. Συνήθως ἡ παραγωγή αύξάνεται πολύ λιγότερο, ἀλλά αύξάνεται. Στό καλαμπόκι καὶ στίς δρνιθες ἡ χρησιμοποίηση δρισμένων διασταυρώσεων ἐπέτρεψε θεαματική βελτίωση τῆς παραγωγῆς.

Ἀνάλογες προσπάθειες κληρονομικῆς βελτιώσεως τοῦ ἀνθρώπου ἔξετάζει καὶ ἡ Εὐγονική, πού, δταν ἐφαρμόζεται σωστά, προσπαθεῖ μόνο νά ἔξαλεψει τόν ἀνθρώπινο πόνο καὶ τήν ἀνθρώπινη δυστυχία.

Οἱ ἀνθρώπινοι πληθυσμοὶ φέρνουν, σέ μικρή, είναι ἀλήθεια, συχνότη-

τα, «κακούς» ἀλληλόμορφους, πού σέ όμοζυγωτή κατάσταση προκαλοῦν κληρονομικές ἀσθένειες. Τέτοιες ἀσθένειες είναι ή δρεπανοκυτταρική ἀναιμία κι η θαλασσαιμία. Πρόκειται γιά ἀσθένειες τοῦ αἵματος, εἰδικότερα ἀλλοιώσεις τῆς αἷμασφαιρίνης. Τά όμοζυγωτά ἄτομα γιά τὸν κακό ἀλληλόμορφο δὲν ἔχουν κανονική αἷμασφαιρίνη καὶ πάσχουν ἀπό σοβαρή ἀναιμία. Τά ἄτομα αὐτά ἔχουν καὶ τοὺς δυό γονεῖς τους ἐτεροζυγωτούς, πού φέρνουν ἔναν «κανονικό» ἀλληλόμορφο κι ἔναν «κακό». Τά ἐτεροζυγωτά ἄτομα είναι ὅγιη καὶ μάλιστα πιό ἀνθεκτικά στὴν ἑλονοσία, μποροῦν ὅμως ἂν παντρευτοῦν μέ δημοιά τους, νά κάνουν τό 1/4 τῶν παιδιῶν μέ τὴν παθολογική κατάσταση τῆς σοβαρῆς ἀναιμίας. Εἶναι δυνατό μέ κατάλληλη διαφώτιση ἀλλά καὶ ἔξετάσεις νά ἀνακαλυφθοῦν τὰ ἐτεροζυγωτά ἄτομα γιά τὴν θαλασσαιμία (καὶ βέβαια καὶ γιά τὴ δρεπανοκυτταρική ἀναιμία) καὶ νά τὰ πείσουμε νά μήν κάνουν παιδιά μεταξύ τους, ὥστε νά ἀποφύγουν τὸν κίνδυνο νά ἀποκτήσουν παθολογικά παιδιά.

5. ΟΙΚΟΛΟΓΙΑ

5.1 Οίκολογία: ή μελέτη του δργανισμού σε σχέση με τό περιβάλλον του

Στίς έφημερίδες, στά περιοδικά, στήν τηλεόραση και στό ραδιόφωνο τά τελευταία χρόνια κι δόλ περισσότερο μιλοῦν γιά τήν **Οίκολογία**. "Όχι μόνο βιολόγοι άλλα και οίκονομολόγοι και άρχιτέκτονες συζητοῦν γιά οίκολογικά προβλήματα, δρισμένοι μάλιστα θεωροῦν δτι είναι οίκολόγοι. Κι όμως άπό τή γέννησή της και μέχρι σήμερα ή Οίκολογία είναι κλάδος τής Βιολογίας πού έξετάζει τόν δργανισμό σε συσχέτιση μέ τό περιβάλλον πού ζει και τίς σχέσεις πολλών δργανισμῶν τοῦ ίδιου είδους μεταξύ τους ή και διαφορετικῶν ειδῶν σε συσχετισμό και μέ τόν τόπο πού ζοῦν. 'Ο Χαϊκελ πρώτος τής έδωσε τό όνομά της άπό τήν έλληνική λέξη οίκος, γιατί τό σπίτι άποτελεῖ ένα σημαντικό τμῆμα τοῦ περιβάλλοντος τοῦ πολιτισμένου άνθρωπου.

Η Οίκολογία μπορεῖ λοιπόν νά άσχοληθεῖ μέ ένα μόνο άτομο ή μέ ένα όρισμένο είδος έμβιου θντος ή και μέ μιά δμάδα δργανισμῶν πού είναι τοῦ ίδιου είδους ή και διαφορετικῶν ειδῶν και πού συνδέονται μεταξύ τους. Πολλά άτομα τοῦ ίδιου είδους πού ζοῦν μαζί, άποτελοῦν έναν πληθυσμό. Έτσι λ.χ. σε μιά θαμνώδη περιοχή τά άτομα άπό κάθε είδος φυτό, κάθε είδος ποντίκι, κάθε είδος φίδι και γεράκι, άποτελοῦν άντίστοιχους πληθυσμούς. Οι πληθυσμοί δέν είναι άνεξάρτητοι μεταξύ τους: τά τρωκτικά τρέφονται άπό φυτά, τά φίδια άπό τρωκτικά, τά γεράκια τρώνε τρωκτικά και φίδια.

"Ολοι οι πληθυσμοί πού άποτελοῦν τά βιωτικά, δηλαδή τά ζωντανά μέρη τής περιοχής, συγκροτοῦν μιά **βιωτική κοινότητα** στήν δποία τά

ἄτομα τοῦ ἐνός πληθυσμοῦ ἐπιδροῦν ἀπάνω στά ἄτομα ἐνός ἄλλου πληθυσμοῦ. Τέλος ἡ βιωτική κοινότητα μαζί μὲ τά στοιχεῖα τῆς περιοχῆς, πού δέν εἶναι ζωντανά (ἔδαφος, ἀέρας, νερό, πέτρες κ.ἄ.), τά ἀβιωτικά, ὅπως τά λένε, ἀποτελοῦν μιά μεγαλύτερη ἐνότητα, πού τά τμήματά της παρουσιάζουν ἀναμεταξύ τους κάποια συνοχή. Τήν ἐνότητα αὐτή τήν ὀνομάζουμε **οἰκοσύστημα**.

Μέ τήν περιορισμένη ἔννοια πού τῆς δίνεται συχνά ἡ Οἰκολογία δέν περιλαμβαίνει καί τήν ἔξεταση τῶν σχέσεων τοῦ ἀνθρώπου ἡ τῶν ἀνθρώπινων πληθυσμῶν μέ τό περιβάλλον τους. Ὁ ἀνθρωπός δέν εἶναι ἔνα ἀπλό θηλαστικό καὶ διαφέρει ἀπό τά ἄλλα ζῶα.

● Μπορεῖ νά ἀναπτύξει συμβολική γλώσσα (καὶ γραφή) κι ἔτσι νά μεταδίδει τίς γνώσεις του, τίς ἐμπειρίες του, τίς σκέψεις του, τά συναισθηματά του καὶ τίς ἀνάγκες του.

● Μπορεῖ νά «κληρονομεῖ», δχι μέ τόν «μεντελιανό» μηχανισμό καὶ μέ τούς γόνους του, ἀλλά μέ τήν ἐκμάθηση, τίς μεθόδους καὶ τίς γνώσεις του ἀπό γενιά σέ γενιά. Μπορεῖ συγχρόνως νά ἀνακαλύπτει νέες γνώσεις καὶ νά λύνει πολύπλοκα προβλήματα. «Ἔχει δηλαδή παιδεία πού τοῦ ἐπιτρέπει νά ἐξελίσσεται πολύ πιό γρήγορα ἀπ' ὅ, τι θά τοῦ ἐπέτρεπε ὁ νεοδαρβινικός μηχανισμός.

● Γι' αὐτό κατάφερε νά γίνει σέ μεγαλύτερο βαθμό ἀπό τά ἄλλα θηλαστικά ἀνεξάρτητος ἀπό τό φυσικό του περιβάλλον: Καλλιεργεῖ ἐδῶ καὶ 9.000 χρόνια τή γῆ καὶ ἐκτρέφει ζῶα γιά τήν τροφή του, δηλαδή δημιουργεῖ πλάι στό φυσικό ἔνα δικό του «τεχνητό» οἰκοσύστημα, τό γεωργικό, ἔχει ἀναπτύξει βιομηχανία πού παράγει ἀγαθά σέ μεγάλη κλίμακα, ἔχει τεχνολογία κι ἐπιστήμη πού τοῦ δίνουν τέτοιες δυνατότητες, δσες ποτέ κανένα ζῶο δέν ἀπόχτησε ώς τώρα. Ἐχει πολιτισμό.

Σ' αὐτά καὶ σ' ἄλλα πολλά διαφέρει ὁ ἀνθρωπός ἀπό τά ἄλλα ζῶα. Ἐπειδή ὅμως τίς τελευταῖες δεκαετίες οἱ ἐπιδράσεις τοῦ ἀνθρώπου στό φυσικό περιβάλλον εἶναι πολύ σημαντικές, δέν μποροῦμε νά τίς ἀγνοήσουμε στή μελέτη τῆς Οἰκολογίας.

Τό περιβάλλον καθορίζει τό είδος καὶ τόν ἀριθμό τῶν ζώντων ὄντων πού μποροῦν νά ἀναπτυχθοῦν σέ ἔνα οἰκοσύστημα. Μποροῦμε νά ξεχωρίσουμε σέ τέσσερις κατηγορίες τούς παράγοντες τοῦ περιβάλλοντος ἐνός δργανισμοῦ.

Τό κλίμα: Ἐδῶ ἔξετάζεται ἡ ἐπίδραση τοῦ φωτός, τῆς θερμοκρασίας, τῆς βροχοπτώσεως καὶ τῆς ὑγρασίας καὶ τῶν μεταβολῶν τους, ὅπως καὶ ἡ ἐπίδραση τῶν ὑπόλοιπων κλιματικῶν παραγόντων. Ἐπίσης ἄν τό οἰκοσύστημα εἶναι στεριανό ἡ συγκροτεῖται σέ ὑγρό περιβάλλον, γλυκοῦ νεροῦ, ὑφάλμυρου ἡ θαλάσσιου.

Η τροφή: Γιά τά φυτά (έκτος άπό έξαιρέσεις) τροφή είναι τά διάφορα άνόργανα συστατικά. Γιά τά φυτοφάγα ζώα είναι τά φυτά. Γιά τά σαρκοφάγα ζώα είναι τά ἄλλα ζώα.

Τά ἄλλα ζώα καὶ τά φυτά, εἴτε τοῦ ἕδιου εἰδους εἴτε διαφορετικοῦ, ἀποτελοῦν τὴν τρίτη κατηγορία παραγόντων τοῦ περιβάλλοντος. Πολλά ἄτομα τοῦ ἕδιου εἰδους μπορεῖ νά συνεργάζονται ή νά ἀνταγωνίζονται γιά νά ἔχασφαλίσουν τὴν τροφή τους. "Άλλα εἰδη μπορεῖ νά ἀποτελοῦν φυσικούς ἔχθρους τρώγοντας ή παρασιτώντας ἐναν δργανισμό. "Εδῶ κατατάσσουμε καὶ τά παθογόνα αἵτια γιά διάφορες ἀσθένειες.

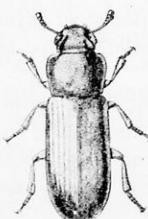
Ο χῶρος, διπού ἔνας δργανισμός ζει, ἀποτελεῖ τὸν τέταρτο παράγοντα. Τό κουνέλι χρειάζεται ἔδαφος πού νά μπορεῖ νά τό σκάβει, νά κάνει τρύπες γιά νά κρυφτεῖ. Δέν μπορεῖ νά ζήσει σέ πετρώματα σκληρά πού δέν τοῦ ἐπιτρέπουν νά φτιάξει τρύπες. Τό πουλί χρειάζεται δέντρο γιά νά κάνει τή φωλιά του.

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

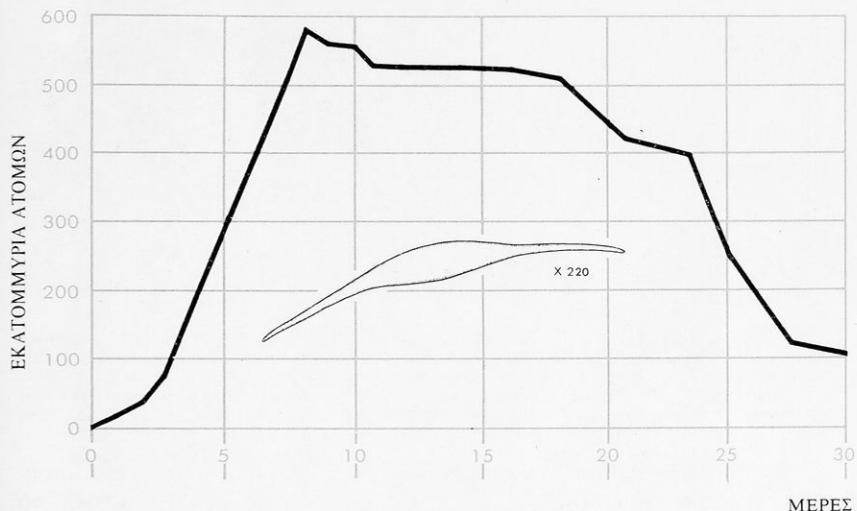
5.2 Οἱ ἄλλοι δργανισμοί τοῦ ἕδιου εἰδους: ὁ πληθυσμός

Πολλά ἄτομα τοῦ ἕδιου εἰδους, πού ζοῦν μαζί, ἀποτελοῦν, ὅπως εἰπαμε, ἔναν πληθυσμό. Τό ἔνα ἐπηρεάζει τό ἄλλο: λέμε πώς ἄλληπειδροῦν. "Ἐτσι μπορεῖ νά ἀνταγωνίζονται γιά τήν τροφή τους, δέν δέν είναι ἀρκετή, γιά τό χῶρο πού θά κάνουν τή φωλιά τους ή πού θά ἀντλήσουν τήν τροφή τους, γιά τά ἄτομα τοῦ ἄλλου φύλου πού θά συζευχθοῦν. Σ' αὐτόν τόν ἀνταγωνισμό νικοῦν, ἐπιβιώνουν καὶ ἀφήνουν πιό πολλούς ἀπογόνους τά πιό δυνατά ή τά πιό ίκανά, πάντως τά πιό προσαρμοσμένα στίς συνθήκες τῆς ζωῆς πού ζοῦν. Γίνεται δηλαδή μιά φυσική ἐπιλογή. "Άλλες φορές πάλι ὁ μεγάλος ἀριθμός ἀτόμων είναι τόσος πού οὔτε γιά τά πιό ίκανά δέν μένει ἀρκετή τροφή καὶ δέλα πεθαίνουν.

Τήν ἀρνητική αὐτή ἀλληλεπίδραση τῶν ἀτόμων ἐνός πληθυσμοῦ μποροῦμε νά τήν δοῦμε χαρακτηριστικά στήν αὐξηση ἐνός πληθυσμοῦ διατό-

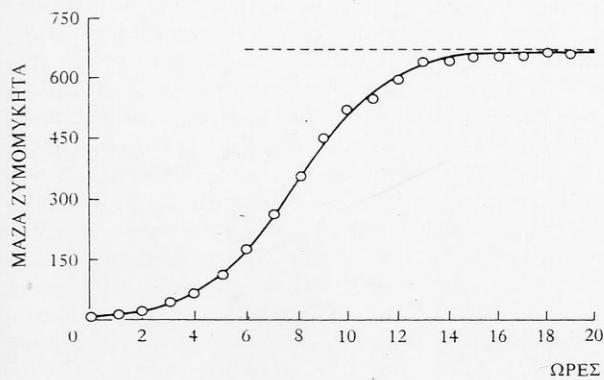


Εικόνα 131: Τό *Tribolium confusum* (ἔχει μῆκος 3 χιλιοστά περίπου).



Εικόνα 132: Αυξηση και μετά έλαττωση τού πληθυσμού ένός διάτομου σ' ένα δοκιμαστικό σωλήνα.

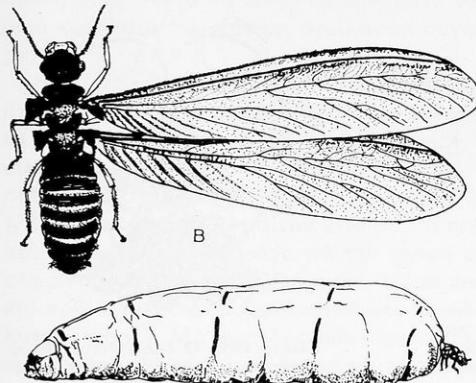
Εικόνα 133: Η σιγμοειδής καμπύλη της αυξησης τού πληθυσμού ζυμομυκήτων σέ μια καλλιέργεια.



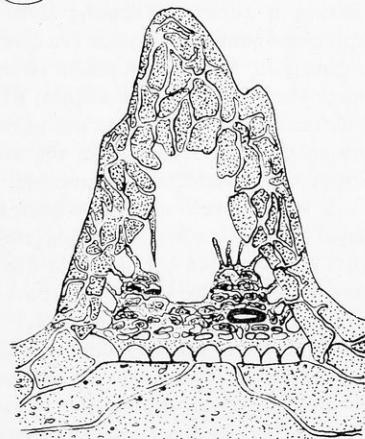


Εικόνα 134: Η δούλωση. "Ατομα ἑνός εἰδούς μυρμηγκιδών (τά ἀνοιχτόχρωμα, Πολύεργος) ἐπιτίθενται και λεηλατοῦν μιά φωλιά ἀτόμων ἄλλου εἰδούς (σκούρα μυρμήγκια, Φόρμικα). "Οσα ἀντιστέκονται στοὺς ἐπιδρομεῖς σκοτώνονται ἀπό ἀυτούς. Συγχρόνως οἱ ἐπιδρομεῖς μεταφέρουν μὲ τὶς διγκάνες τοὺς τὰ «κουκούλια» δηλαδὴ τὶς νυμφες τῆς Φόρμικας. "Οταν στη φωλιά τοῦ Πολύεργου βγοῦν ἀπό τὰ κουκούλια οἱ Φόρμικες θὰ νομίζουν πώς είναι Πολύεργοι, καὶ θὰ ὑπῆρχετον διὸ δούλοι τοὺς Πολύεργους.

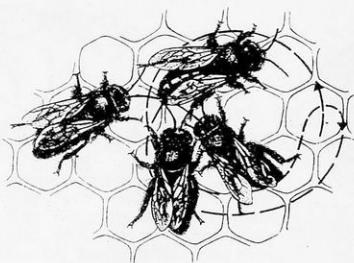
μων ἡ βακτηρίων σ' ἔνα ἐργαστηριακό πείραμα. "Αν βάλουμε σ' ἔνα μπουκάλι (ἡ δοκιμαστικό σωλήνα) ζωμό κρέατος (θρεπτικό ὑπόστρωμα) καὶ τὸ μολύνονται μέ βακτήρια μποροῦμε νά παρακολουθήσουμε μέ διάφορες μεθόδους πόσο αὐξάνονται τὰ βακτήρια. Τό ἴδιο πείραμα μποροῦμε νά πραγματοποιήσουμε μέ διάτομα (μικροσκοπικούς δργανισμούς). "Η, πάλι, ἂν σ' ἔνα κουτί μέ ἀλεύρι βάλουμε αὐτά τὰ σκαθάρια πού τὸ τρῶνε καὶ πού τὰ ὀνομάζουμε συνήθως «ψεῖρες τοῦ ἀλευριοῦ» (*Trifolium confusum*). Σ' ὅλες αὐτές τίς περιπτώσεις ἡ καμπύλη τῆς αὐξήσεως είναι ἡ ἴδια. Στήν ἀρχή τὰ ἀτομα είναι λίγα καὶ ἡ τροφή ἀφθονη: ἡ αὐξήση ἀκολουθεῖ τῇ γεωμετρικῇ πρόοδο, λέμε πώς είναι ἐκθετική ἐπειδή ὁ ἀριθμός τῶν ἀτόμων αὐξάνεται, σὲ συνάρτηση μέ τό χρόνο, σάν νά ταν ὁ χρόνος ἐκθέτης σὲ μιά σταθερή ποσότητα, δηλαδὴ ἡ αὐξήση γίνεται σύμφωνα μέ τὸν τύπο $N = N_0e^{\alpha t}$, ὅπου N_0 ὁ ἀρχικός ἀριθμός τῶν ἀτόμων, N ὁ ἀριθμός τῶν ἀτόμων στό χρόνο t , ε μιά σταθερή – ἡ βάση τῶν φυσικῶν λογαρίθμων – α μιά ἄλλη σταθερή καὶ t ὁ χρόνος. "Ἐτσι γρήγορα φτάνουμε σὲ πολύ μεγάλους ἀριθμούς ἀλλά καὶ γρήγορα ἡ μορφή τῆς καμπύλης ἀλλάζει, παύει νά είναι ἐκθετική, ἡ αὐξήση φρενάρει: ἡ τροφή λιγοστεύει, συγκεντρώνονται στό χῶρο προϊόντα τοξικά ἀπό τὴν ἀπέκριση τῶν δργανισμῶν. "Η καμπύλη φτάνει γρήγορα σὲ μιά κορυφή καὶ ἀρχίζει νά κατρακυλᾶ πρός τὸ μηδέν ὅσο ἡ τροφή ἐλαττώνεται κι ὅσο οἱ δργανισμοί δηλητηριάζονται. Αὐτό βέβαια συμβαίνει σ' ἔνα κλειστό σύστημα, σ' ἔναν πληθυσμό στόν ὅποιο ἡ τροφή δέν ἀνανεώνεται, πού τὰ τοξικά του προϊόντα δέν «μεταβολίζονται» δηλαδὴ δέν τὰ διασποῦν ἄλλοι δργανισμοί ἡ δέν διασπᾶνται ἀπό μόνα τους.



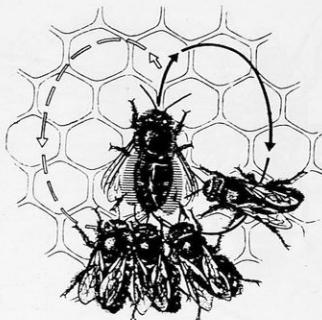
Εικόνα 135: Διάφορες μορφές τερμιτών που ζούν στην ίδια κοινωνία. Βασιλισσες (B) πρίν γονιποποιηθούν κι δτάν γεννούν αύγα, στρατιότες (Σ) και έργατριες (Ε). Μεγέθυνση του κεφαλιού μιᾶς έργατριας.



Εικόνα 136: Τομή μιᾶς φωλιάς κοινωνίας άφρικανικῶν τερμιτῶν.



Εικόνα 137: Ο κυκλικός χορός τῶν μελισσῶν. Τά βέλη δείχνουν τὴ διαδρομή πού κάνει ἡ ἐργάτρια πού χορεύει. Τὴν ἀκολουθοῦν τρεῖς ἄλλες πού ἔτι πληροφοροῦνται γιά την πηγὴ τῆς τροφῆς.



Εικόνα 138: Ο διαμετρικός χορός. Τέσσερεις ἄλλες ἐργάτριες παρακολουθοῦν αὐτὴν πού χορεύει.

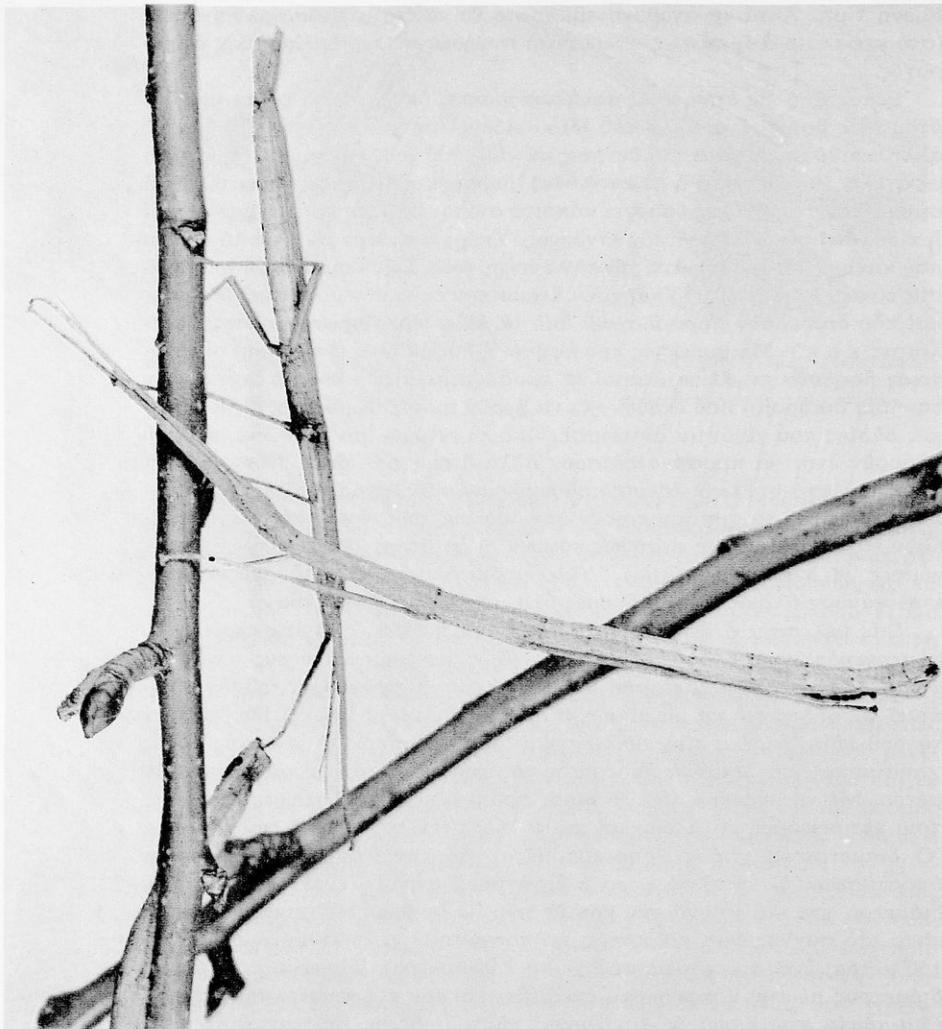
Στή φύση οἱ πληθυσμοὶ δέν εἶναι συνήθως συστήματα κλειστά, δηλαδή τά τοξικά τους προϊόντα μεταβολίζονται ἢ ἀπομακρύνονται ἀπ' αὐτούς, ἐνώ περιοδικά τούς προσφέρεται μιά δρισμένη ποσότητα τροφῆς. Κάτι τέτοιο προσπαθοῦμε στὸ ἐργαστήριο νά μιμηθοῦμε χρηστικοποιώντας τὸ «χημειοστάτη», ἔνα δργανο σάν μπουκάλι ἀλλά μέ ξεσόδο καί εἰσοδο: ξεσόδο γιά νά φεύγουν τά τοξικά προϊόντα καί εἰσοδο γιά νά προσφέρεται μικρή ποσότητα νέου θρεπτικοῦ ὑλικοῦ σὲ δρισμένα χρονικά διαστήματα. Ἐπειδή ἡ ποσότητα τροφῆς εἶναι πάντως περιορισμένη, μποροῦμε νά ἐξακολουθήσουμε νά χονμε ἔνα ζωντανό πληθυσμό, δχι δύμας καί διαρκῶς αὐξανόμενο, δηλαδή μπτοροῦμε νά ἔχουμε ἔναν πληθυσμό σταθεροῦ μεγέθους. Μετά τὴν ἐκθετική αὐξήση βλέπουμε κι ἐδὴ ἔνα φρενάρισμα καί τὸ φτάσιμο τοῦ πληθυσμοῦ σὲ μιά μέγιστη τιμή πού τὴν κρατᾶ ὁ πληθυσμός γιά πολὺ χρόνο. Ἡ καμπύλη τῆς αὐξήσεως θυμίζει τό λατινικό γράμμα S καὶ γι' αὐτό δύνομάζεται σιγμοειδής.

Σ' ἔνα «ψυσικό» πληθυσμό ὅπως εἶναι οἱ πληθυσμοὶ τῶν ποντικιῶν μιᾶς μεγάλης πόλεως πού μελετήθηκε (τῆς Βαλτιμόρης) ἔχουμε κι ἄλλα φαινόμενα. Γύρω στὰ 1945 ὁ πληθυσμός ἦταν μηδαμινός, ἔπειτα ἀπό μιά συστηματική καὶ ἀποτελεσματική ἐκστρατεία πού εἶχε προηγηθεῖ γιά τὴν ὄλοσχερή καταστροφή τῶν ποντικιῶν. Ἀπό τότε ἄρχισε νά αὐξάνεται γρήγορα. Τὰ ποντίκια τρεφόντουσαν κυρίως ἀπό σκουπίδια (οἱ κάτοικοι ἀμελούσαν νά κλείνουν στεγανά τούς τσίγκινους σκουπίδοντενεκέδες τους). «Οταν ἔφτασε στὸ μέγιστο σημεῖο του, ἄρχισε νά παρουσιάζει ἀνεβοκατεβάσματα, σάν ἀκανόνιστους παλμούς πάνω κάτω: ποτέ δέν ξεπερνοῦσε δύμας μιά δρι-

σμένη τιμή. Αύτά τά ἀνεβοκατεβάσματα θά τά ξαναεξετάσουμε ἀργότερα (στό κεφάλαιο 5.4) πάντως διφείλονται συνήθως σέ περιβαλλοντικές διαταραχές.

Ἐκτός ἀπό τίς ἀρνητικές ἀλληλεπιδράσεις ὑπάρχουν κι οἱ θετικές: ἔνα ἄτομο νά βοηθᾶ ἔνα ἄλλο τοῦ ἵδιου εἴδους του γιά νά ζήσει. Οἱ θετικές ἀλληλεπιδράσεις εἰναι πιό ἔντονες σέ εἴδη πού ζοῦν σέ **σμήνη**, (πουλιά) ἢ σέ **ἄγέλες** (θηλαστικά) ἢ σέ **κοινωνίες** (μυρμήγκια, μέλισσες, τερμίτες). Στά σμήνη καί στίς ἀγέλες ὑπάρχει κάποιος συντονισμός, κάποιο ἄτομο ὁδηγεῖ ἢ εἰδοποιεῖ τά ἄλλα γιά τόν κίνδυνο. Ὑπάρχει συνεργασία γιά τό κυνήγι πού κάνουν τά σαρκοφάγα γιά τήν τροφή τους. Στίς κοινωνίες ἡ συνεργασία εἰναι μεγαλύτερη. Ὑπάρχουν ἄτομα πού ἐκτελοῦν ὄρισμένες ἐργασίες καί πού διαφέρουν μορφολογικά ἀπό τά ἄλλα (ἐργάτες, στρατιώτες, βασιλίσσες κ.ο.κ.). Μέ μυρωδιές πού ἀφήνει ἡ κοιλιά τους (**φερομόνη**) οἱ ἐργάτριες βοηθοῦν τά ἄλλα ἄτομα νά προσανατολιστοῦν καί νά ξανακάνουν τήν ἴδια διαδρομή πού ἔκαναν γιά νά βροῦν τροφή. Φερομόνες εἰναι πιτηκές οὐσίες πού γίνονται ἀντιληπτές ἀπό τά ἔντομα, σάν μυρωδιές, καί πού μποροῦν ἔτσι νά προσανατολίσουν ἄλλα ἄτομα τοῦ ἵδιου εἴδους, λ.χ. τά ἀρσενικά στό θηλυκό. Μερικά εἴδη μυρμήγκιών αἰχμαλωτίζουν ἄλλα ἄλλου εἴδους καί τά χρησιμοποιοῦν σάν δούλους τους (**δούλωση**) γιά νά ἐκτελοῦν τίς ἐργασίες πού συνήθως κάνουν οἱ ἐργάτριες (νά τρέφουν τίς προνύμφες, νά καθαρίζουν κτλ.). Ἀλλα μυρμήγκια τά «στρατιωτικά μυρμήγκια» κάνουν δλόκληρες ἐπιδρομές δλα μαζί γιά νά βροῦν τροφή.

Στίς μέλισσες ὁ φόνος Φρίς (Karl von Frisch 1886 – ζεῖ στίς μέρες μας), αὐστριακός ἐντομολόγος, ἀνακάλυψε τούς περίφημους χορούς τῶν ἐργατριῶν. Μέ χορό μιά ἐργάτρια, πού βρῆκε μιά πηγή ἀφθονης τροφῆς, εἰδοποιεῖ τίς ἄλλες γιά νά μαζέψουν κι αὐτές. Οἱ εἰκόνες 137 καί 138 δείχνουν τά δυό εἴδη χορῶν, τόν κυκλικό καί τό διαμετρικό. Ὁ κυκλικός χορός χρησιμοποιεῖται ὅταν ἡ ἀπόσταση τῆς τροφῆς εἰναι μικρότερη ἀπό 100 μέτρα. Μέ τή μυρωδιά τοῦ νέκταρος πού βγάζει ἀπό τό στόμα της ἡ ἐργάτρια πληροφορεῖ ἐπί πλέον καί γιά τό είδος τοῦ λουλουδιοῦ πού βόσκησε. Ὁ διαμετρικός χορός χρησιμοποιεῖται γιά τήν ὑπόδειξη μεγαλύτερων ἀποστάσεων. Σ' αὐτό τό χορό ἡ ἐργάτρια διαγράφει ἔναν κύκλο καί μιά διάμετρό του καί κουνᾶ τήν κοιλιά της. Ὁ ἀριθμός τῶν κινήσεων αὐτῶν εἰναι πιό συχνός δσο μικρότερη ἡ ἀπόσταση (λ.χ. 10 κινήσεις σέ 25° γιά 150 μέτρα, ἐνώ 4 κινήσεις σέ 25° γιά 2.000 μέτρα). Ἡ γωνία πού κάνει ἡ διάμετρος μέ τήν κατακόρυφο ἐπιτρέπει καί τόν προσανατολισμό: εἰναι ἡ ἴδια γωνία πού κάνει ἡ κατεύθυνση τῆς τροφῆς μέ τήν κατεύθυνση τῶν ἥλιακῶν ἀκτίνων.

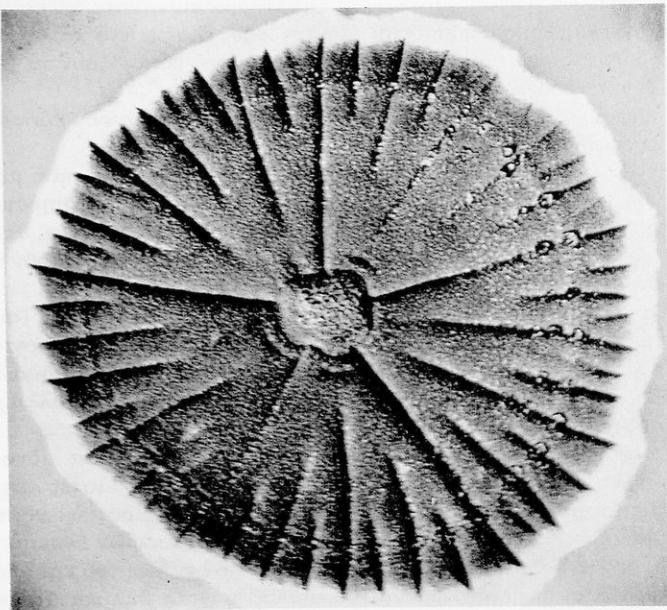


Εικόνα 139: "Έντομο που άνήκει σε μιά διάδικτη φάσματα, ο Βάκιλλος του Ρόσσι (*Bacillus rossii*), μοιάζει με κλαδιά δέντρου σε πλήρη άκινησία. Χαρακτηριστική περίπτωση καμουφλάρισμα που πετυχαίνεται με το σχήμα του σώματος και τό χρόμα του έντόμου. Έτσι άποφεύγει τά πουλιά που τό τρόνε. Στήν είκονα δυό, υπόμενα φασμάτων.

5.3 Σχέσεις μεταξύ δργανισμῶν διαφορετικῶν εἰδῶν

Μεταξύ άτόμων πού άνήκουν σέ διαφορετικά εϊδη μπορεῖ νά υπάρχουν διάφορου εϊδους άλληλεπιδράσεις. Ένα συνηθισμένο εϊδος άρνητικῆς σχέσεως είναι τοῦ **θηράματος-θηρευτῆ**. Τό θήραμα τρώγεται, οι θηρευτές τρῶνε. Τό θήραμα κοιτάζει πῶς νά άποφύγει τό θηρευτή του, πῶς νά προστατευθεῖ ἀπό αὐτόν. Τά θηλαστικά ἀποχοτὸν μηχανισμούς ἀντιστάσεως στά παθογόνα μικρόβιά τους, παράγουν **ἀντισώματα**. Πολλά ζῶα προσαρμόζουν τό χρωματισμό τους, ώστε νά μή γίνονται εύκολα δρατά ἀπό τό θηρευτή τους: στά βόρεια μέρη, όπου δλα τά καλύπτει ὁ πάγος, τά ζῶα ἔχουν λευκό τρίχωμα. Γενικά, ή γνωστή ἀπό τή στρατιωτική τέχνη μέθοδος τῆς παραλλαγῆς (καμουφλάζ) ἔχει χρησιμοποιηθεῖ εὑρύτατα ἀπό τούς ζωικούς δργανισμούς. Εξάμε πῶς οι πεταλούδες πού ζοῦν σέ βιομηχανικές περιοχές μεγαλουπόλεων ἔχουν μαδρο χρῶμα, γιατί πολλές ἐπιφάνειες κτιρίων ἡ δέντρων μαυρίζουν ἀπό τούς καπνούς. Μερικά ἔντομα μοιάζουν μέ κλαδίσκους δέντρων ἡ μέ φύλλα, γιά νά κρύβονται ἀπό τούς διώκτες τους.

Εἰκόνα 140: Τό *Penicillium* (μιά ἀποικία του), δέ μύκητας πού παράγει τήν πενικιλλίνη.





Εικόνα 141: Όρχεοειδές ένδημικό της χώρας μας (*Ophrys sphecodes* ssp. *hebes*).

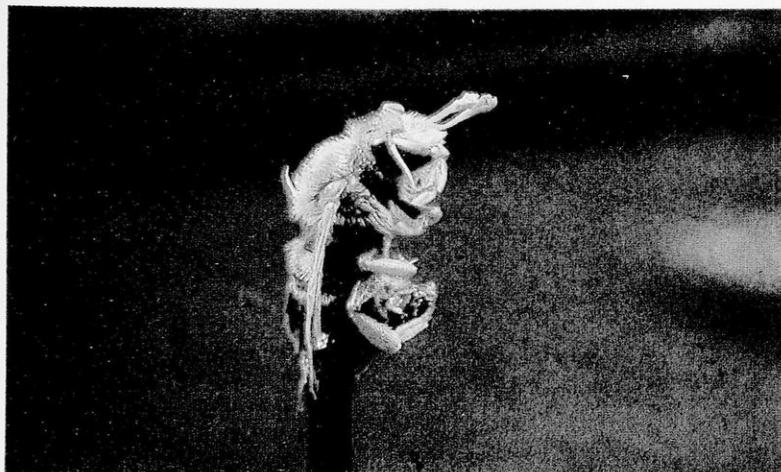
Άλλες πεταλούδες κι αλλά έντομα παρουσιάζουν τό φαινόμενο της μιμικρίας για τό δποιο έπισης μιλήσαμε. Οι μηχανισμοί άμυνας είναι πολλοί. Ή φυγή, τά νύχια, τά δόντια μπορούν νά χρησιμοποιηθούν δπως και οι ήλεκτρικές έκκενώσεις στίς μουδιάστρες (σελάχια, ψάρια τῶν δικῶν μας και τῶν τροπικῶν χωρῶν). Στά φυτά οι δηλητηριώδεις ούσιες, οι ένοχλητικές, τά άγκαθια χρησιμοποιούνται γιά τήν προφύλαξη ἀπό τά φυτοφάγα ζῶα. Οι μύκητες παράγουν άντιβιωτικά, ούσιες πού έμποδίζουν τά βακτήρια νά άναπτυχθοῦν.

Οι τρόποι αὐτοί άντιστάσεως, άμυνας, καμουφλάξ δείχνουν πόσους μηχανισμούς μπορεῖ νά δημιουργήσει ή φυσική ἐπιλογή.

Ένα άλλο άρνητικό είδος σχέσεως είναι ό παρασιτισμός, πού μοιάζει πολύ (μερικοί τή θεωρούν και ταυτόσημη) μέ τή σχέση θηράματος-θηρευτῆ. Αποβαίνει πάντα σέ βάρος τοῦ ένος εἰδους, τοῦ ξενιστῆ, ἀπό τόν δποιο τρέφεται τό παράσιτο. Τά παθογόνα μικρόβια, πού προκαλούν άσθενειες, είναι κι αυτά παράσιτα.

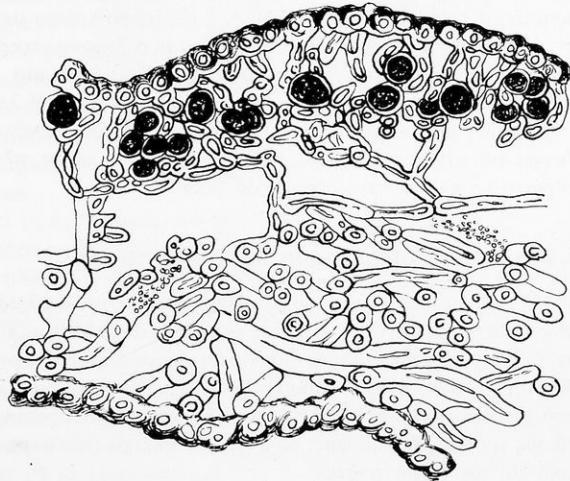
Τέλος μπορεῖ νά υπάρχει ένα είδος θετικής ἀλληλεξαρτήσεως (συμβολής) μεταξύ ἀτόμων διαφορετικῶν είδων: τά έντομοφίλα φυτά ἐπικονιάζονται ἀπό έντομα, τῶν δποίων ή παρουσία είναι άναγκαία γιά τή διαιώνισή τους. Γι' αυτό οι μέλισσες αὐξαίνουν τή γονιμότητα πολλῶν καλλιεργουμένων φυτῶν.

Τά δρχεοειδή (σερνικοβότανα, σαλέπια) γονιμοποιούνται μόνο ἀπό δρισμένα έντομα. Ό Ντάρβιν ἀπό τά 1860 γνώριζε τίς θαυμαστές λεπτομέρειες τής γονιμοποίησής τους. Τό άρσενικό έντομο (είδος ύμενόπτερου σάν τίς μέλισσες) στήν περίπτωση πολλῶν είδων δρχεοειδῶν ἔλκεται γιατί τό ἄνθος ἀπό τή μιά μεριά μοιάζει μέ τό θηλυκό τοῦ εἰδους του και ἀπό τήν ἄλλη παράγει σεξουαλική δρμόνη (φερομόνη) σάν τά θηλυκά ἄτομα τοῦ

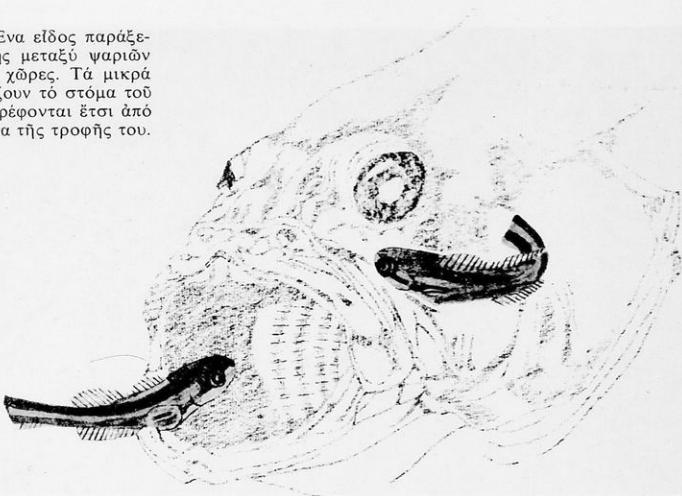


Εικόνα 142: Άρσενικό ύμενόπετρο μέ το κολλημένα στό κεφάλι του δυό κερατάκια: είναι τά γυρεοσόρα συγκροτήματα ένός δρχεοειδούς μέ τό όποιο έκανε ψευτοσυνουσία.

Εικόνα 143: Τομή λειχήνα. Μέ μαυρό είναι ζωγραφισμένο τό φύκος, μέ λευκό ό μύκητας.



Εικόνα 144: "Ένα είδος παράξενης συμβίωσης μεταξύ ψαριδών στις τροπικές χώρες. Τά μικρά ψάρια καθαρίζουν τό στόμα τοῦ μεγάλου και τρέφονται ἔτσι ἀπό τὰ ὑπολείμματα τῆς τροφῆς του.

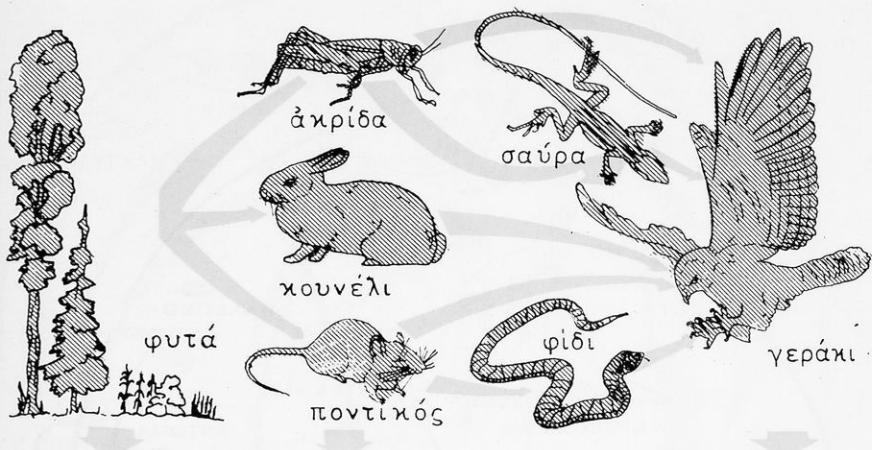


εϊδους του. Μέ τίς κινήσεις πού κάνει κατά τήν ψευτοσυνουσία γιά νά γονιμοποιήσει τό δῆθεν θηλυκό του καταλήγει ν' ἄγγιξει μέ τό κεφάλι του ἢ τήν κοιλιά του τούς ἀνθῆρες. Μέ ένα καταπληκτικό μηχανισμό κολλοῦν στό μέρος τοῦ σώματος τοῦ ἐντόμου πού τούς ἄγγιξε γυρεοφόρα συγκροτήματα (μάζες ἀπό γύρη). Μόλις τό ἐντομο ἐπισκεφτεῖ ἄλλο ἄνθος τό γονιμοποιεῖ μέ τή γύρη πού μ' αὐτόν τόν περίεργο τρόπο μεταφέρει.

'Η συμβίωση είναι τέλος μιά σχέση δυό διαφορετικῶν δργανισμῶν πού ζοῦν δένας δίπλα στόν ἄλλο, γιά κοινή τους ωφέλεια. Τά ἀζωτόλογα βακτήρια μέ τά ψυχανθή ἀποτελοῦν ἔνα παράδειγμα. Οἱ λειχήνες ἀποτελοῦνται ἀπό ἔνα φύκος κι ἔνα μύκητα, πού συμβιοῦν. "Ένα είδος πουλιοῦ συμβιώνει μέ τό ρινόκερο και κάθεται διαρκῶς στήν πλάτη του: τρώει τά παράσιτα πού ζοῦν στό δέρμα τοῦ ζώου.

5.4 Θήραμα, θηρευτής κι ἀλυσίδες τροφῆς

'Η ταξινόμηση τῶν δργανισμῶν, τό σύστημα δηλαδή τῆς κατατάξεως, πού υἱοθετήσαμε στήν ἀρχή τοῦ Κεφαλαίου γιά τήν 'Εξέλιξη (4.1), κοντά στ' ἄλλα βασιζεται και στό διαφορετικό τρόπο διατροφῆς τῶν δργανισμῶν. "Ἐτσι τά τρία κύρια κλαδιά του (Φυτά, Μύκητες και Ζῶα) πού βγαίνουν ἀπό τόν κεντρικό κορμό (Μονήρη, Πρώτιστα) δείχνουν και τρεῖς διαφορετικούς τρόπους διατροφῆς: τό φωτοσυνθετικό (ἀυτοτροφικό), τό σαπροφυτικό και τόν ἐτεροτροφικό.



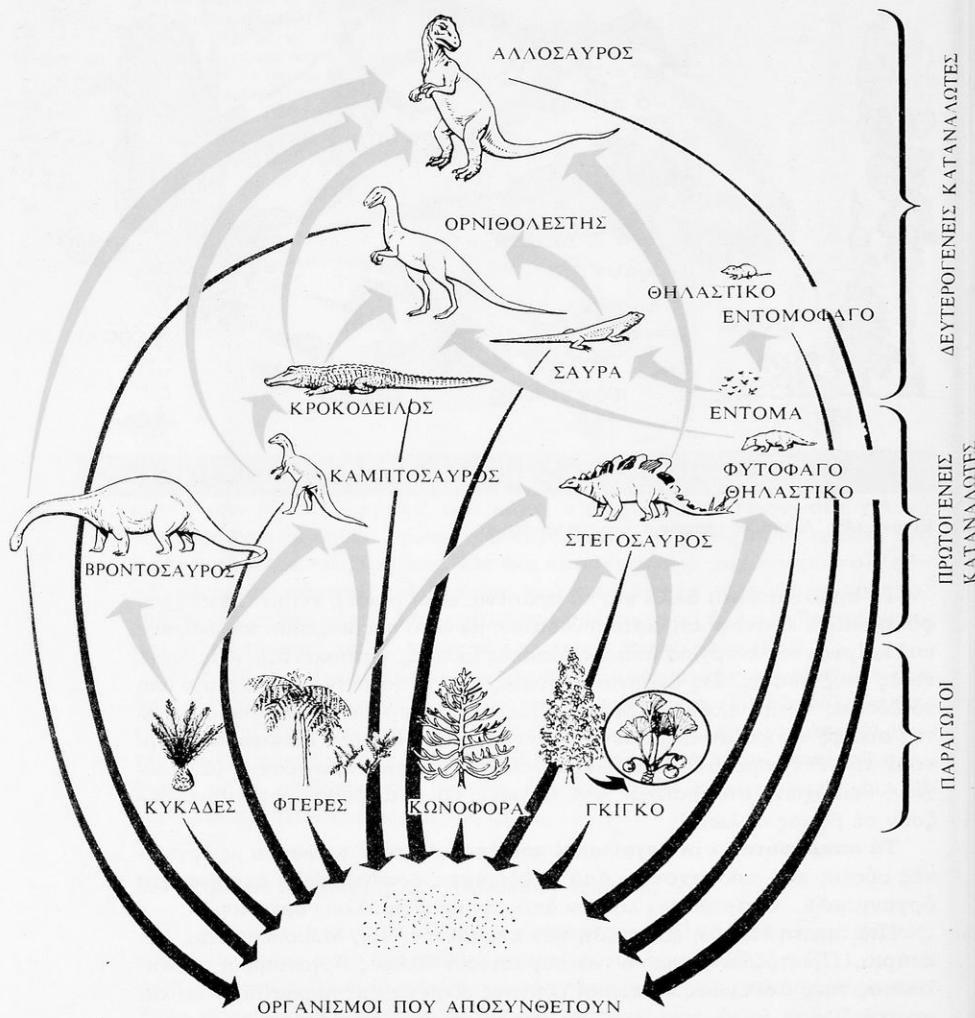
ΜΙΚΡΟΟΡΓΑΝΙΣΜΟΙ ΠΟΥ ΑΠΟΣΥΝΘΕΤΟΥΝ

Εικόνα 145: 'Αλυσίδες τροφής σ' ένα οίκοσύστημα.

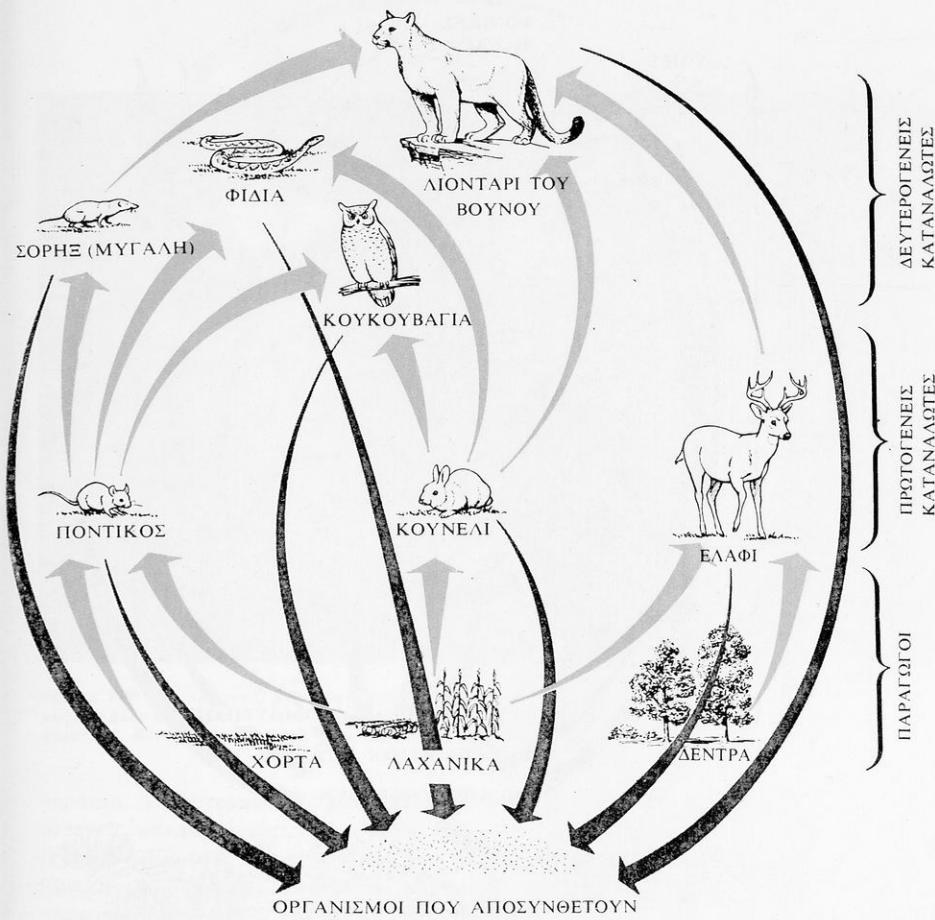
Τά πράσινα φυτά άλλά και τά πράσινα, φαιά (καφέ), κίτρινα, ροδόχροα φύκη και τά κυανοφύκη φωτοσυνθέτουν: μέ νερό και διοξείδιο τοῦ άνθρακα και παίρνοντας ένέργεια από τίς ήλιαικές άκτινες, κατασκευάζουν τίς δραγανικές τους ούσιες. Τίς άνόργανες ούσιες πού χρειάζονται τίς παίρνουν από τό έδαφος ή τή θάλασσα. Μερικά βακτήρια μποροῦν έπισης από άνόργανες ούσιες νά κατασκευάσουν δργανικές (είναι κι αυτά **αντότροφα**): παίρνουν τήν ένέργεια από δξειδώσεις (καύσεις) άνοργάνων ούσιδων, (άζωτούχων, θειούχων, σιδηρούχων και άλλων). Οι αυτότροφοι δργανισμοί δέν ζούν σέ βάρος άλλων.

Τά σαπρόφυτα κι οι δργανισμοί πού άποσυνθέτουν τρέφονται μέ δργανικές ούσιες πού προέρχονται από απεκκρίσεις δργανισμῶν ή από πτώματα δργανισμῶν. 'Εξαρτάνται λοιπόν από τήν υπαρξή άλλων δργανισμῶν.

Πιό άμεση είναι ή έξαρτηση τῶν **παρασίτων**. Ιοί, Μυκοπλάσματα, Βακτήρια, Πρωτόζωα μποροῦν νά παρασιτοῦν άλλους δργανισμούς προκαλώντας τους άσθνειες. Μερικοί μύκητες είναι έπισης παράσιτα, δπως και μερικά ζῶα (λ.χ. νηματώδεις). Τά παράσιτα είναι **έτερότροφοι** δργανισμοί πού τρέφονται κατευθείαν από άλλους ζωντανούς δργανισμούς. 'Ετερότροφα σέ κάποιο βαθμό είναι και τά τροπικά έντομοφάγα φυτά, γιατί μποροῦν συγχρόνως και νά φωτοσυνθέτουν.

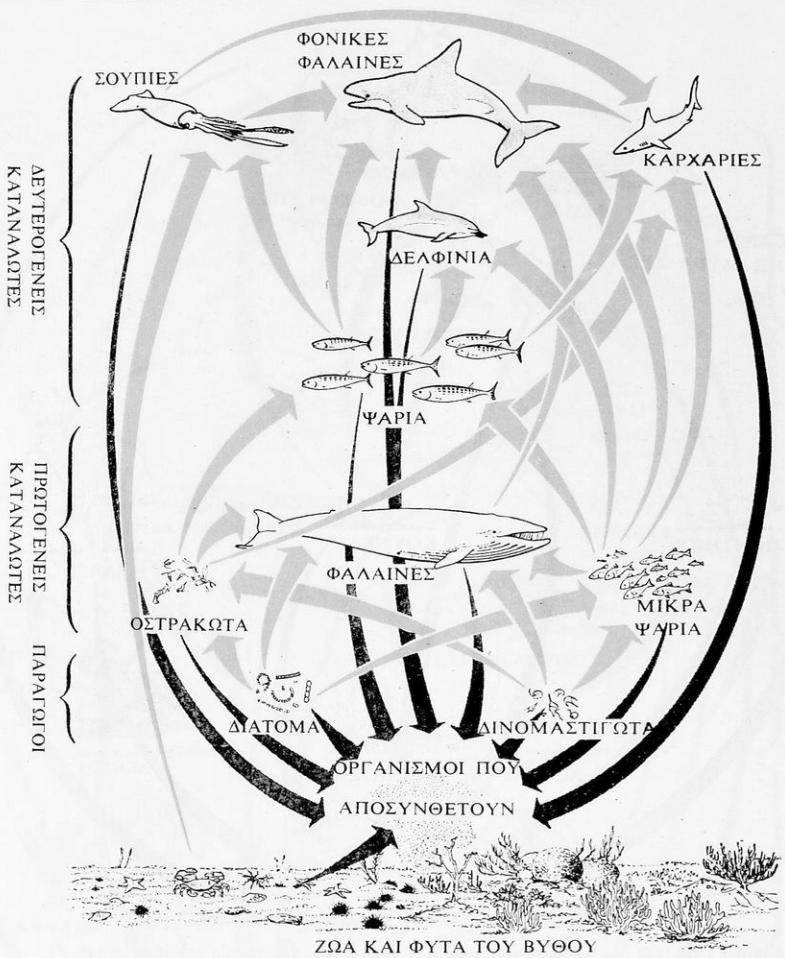


Εικόνα 146: 'Άλυσίδες τροφής σ' ένα οίκοσύστημα μέδεινόσαυρους. Άπ' δι πληροφορίες έχουμε κάπως έτσι θύ 'πρεπε στήν Ιουρασική περίοδο νά 'ναι οι σχέσεις θηράματος-θηρευτή.



Εικόνα 147: Πλέγμα άλυσιδων τροφής πιό πολύπλοκο από έκεινο της εικόνας 145.

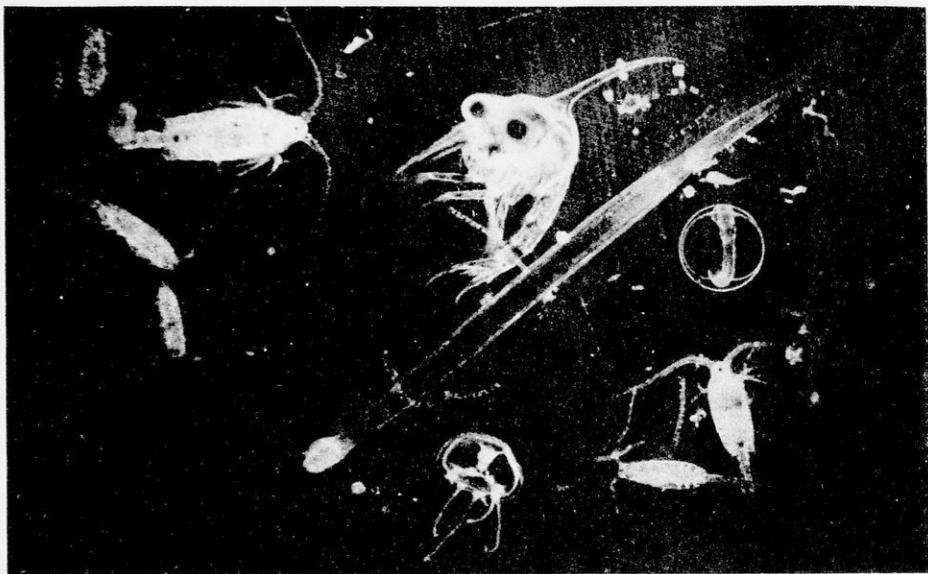
Σέ μιά βιωτική κοινότητα τά διάφορα εϊδη συνδέονται μεταξύ τους μέ σχέσεις θηράματος και θηρευτή. "Αν ένωσουμε μέ τόξα μεταξύ τους τά διάφορα εϊδη πού τρώγονται μέ αυτά πού τά τρώνε, θά μπορέσουμε νά σχηματίσουμε τίς άλυσίδες τροφής. "Ενα τμήμα μιᾶς τέτοιας άλυσίδας είναι ή σειρά: φυτό-τρωκτικό-φίδι-γεράκι. 'Ενώνοντας μέ τόξα όλα τά εϊδη πού τρώγονται και πού τρώνε, σχηματίζοντας δηλαδή όλες τίς άλυσίδες τής τροφής, φτιάχνουμε ένα πολύπλοκο πλέγμα, πού έχει σχήμα πυραμίδας. Στή βάση αυτής τής πυραμίδας βρίσκονται τά αυτότροφα φυτά. "Υστερα έρχονται οι φυτοφάγοι άργανισμοί. 'Αμέσως μετά οι σαρκοφάγοι, δηλαδή



Εικόνα 148: Άλυσίδες τροφής στούς ωκεανούς.

δλοι οι οί έτερότροφοι δργανισμοί (αύτοί πού έχουν σάν τροφή τους άλλους δργανισμούς). Ή κάθε μιά βιοκοινότητα χαρακτηρίζεται άπό δικό της πλέγμα.

Η εικόνα 147 δείχνει κι ἔνα άλλο πλέγμα άλυσίδων τροφής: χόρτα, δέντρα (αύτότροφοι δργανισμοί) τρώγονται άπό φυτοφάγα: ἔντομα, τρφκτικά, λαγόνες, μυρηκαστικά (πρωτογενείς καταναλωτές). Τά φυτοφάγα τρώγονται άπό σαρκοφάγα: ἔντομοφάγα (μυγαλές), φίδια, ἀρπακτικά (κουκουβάγιες,

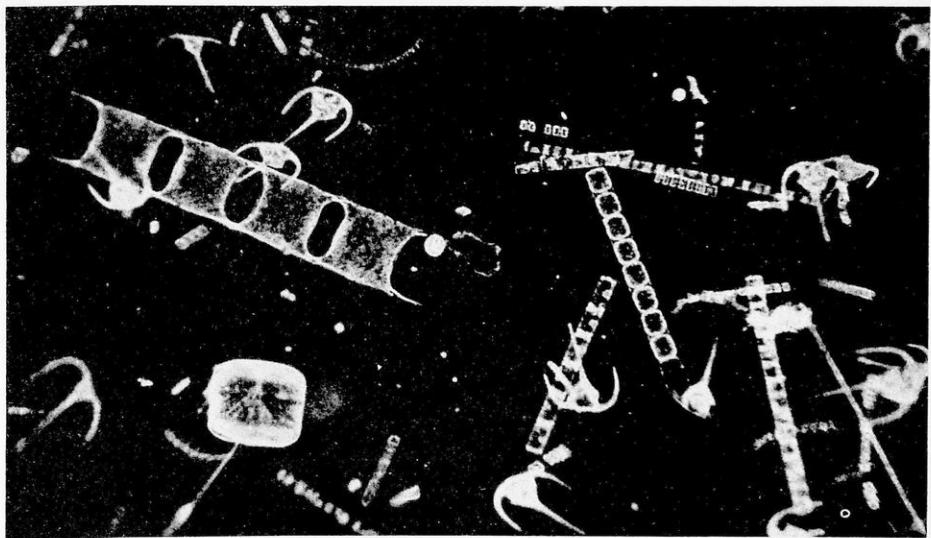


Εικόνα 149: Ζωοπλαγκτό. Πάνω στό μέσο μιά προνύμφη καβουριού, άπό κάτω ένας σκώληκας. Βλέπει κανείς και πέντε μικρά δόστρακοτά (κωπήποδα) δύο κάτω δεξιά τα άλλα πάνω αριστερά. Κάτω στή μέση μιά προνύμφη άλλου θαλάσσιου ζώου σαν μικρή μέδουσα.

γεράκια...) (δευτερογενεῖς καταναλωτές). Μερικές φορές ύπαρχουν καὶ τριτογενεῖς καταναλωτές: σαρκοφάγα πού τρāνε ἄλλα σαρκοφάγα. "Έτσι ἂν ἔξαιρέσουμε τοὺς ὄργανισμούς πού ἀποσυνθέτουν, τοὺς σαπροφυτικούς (βακτήρια, μύκητες), βλέποντες πώς τὸ πλέγμα αὐτὸ ἔχει 3 ἢ 4 σκαλιά: παραγωγοί καὶ δυό - τρεῖς τάξεις καταναλωτῶν.

Ἐνα ἄλλο πλέγμα μποροῦμε νά κατασκευάσουμε, ἀπό ὅσες γνώσεις ἔχουμε, γιά τὴν ἐποχὴ τῶν δεινοσαύρων: Τά φυτά (κυκάδες, φτέρες, κωνοφόρα, γκίγκο) τρώγονται ἀπό διάφορα εἴδη φυτοφάγων ζώων (βροντόσαυροι, καμπτόσαυροι, στεγόσαυροι, ἔντομα, μικρά φυτοφάγα θηλαστικά). Αύτά πάλι μὲ τὴ σειρά τους τρώγονται ἀπό σαρκοφάγα πού ἀποτελοῦν ἔνα-δυό σκαλιά (γιατὶ τὸ ἴδιο σαρκοφάγο μπορεῖ νά τρωει φυτοφάγο καὶ συγχρόνως ἄλλο σαρκοφάγο).

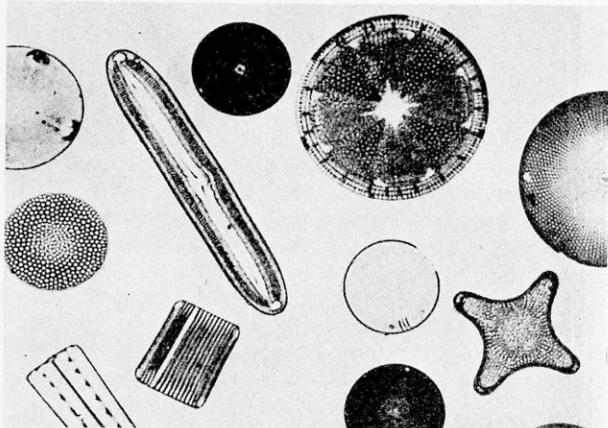
Στούς ώκεανούς μποροῦμε νά βροῦμε ἵσαμε 5 σκαλιά. Τό περιβάλλον τῶν ώκεανῶν είναι τό πιό σταθερό καὶ τό πιό παραγωγικό. Τούς παραγωγούς ἀποτελοῦν διάφορα φύκη ἄλλα κυρίως δυό λογιιδν ὄργανισμοί: διά-



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

τομα (μονοκύτταροι δργανισμοί πού άνήκουν στά φύκη, μποροῦν νά φωτο-
συνθέτουν κι έχουν περιβλήματα άπό πυρίτιο πού παίρνουν πολύ ομιρφες,
διακοσμητικές και συμμετρικές μορφές) και δινομαστιγωτά (έχουν δυό μα-
στίγια και πολλά άπό αυτά φωτοσυνθέτουν, στήν εικόνα είναι έκεινα πού
μοιάζουν με μικρές στρογγυλεμένες άξινες, μέ κάπως χοντρύτερο τό ση-
μείο πού ένωνται τό «χέρι» μέ τό «σίδερο τής άξινας». Υπάρχουν πολλά
είδη διάτομων και δινομαστιγωτῶν άλλα σημαντικότερο είναι πώς υπάρ-
χουν πολλά άτομά τους: 85% τής φωτοσυνθεσης στόν πλανήτη μας γίνεται
άπό αυτά, (τό υπόλοιπο 15% άπό τά χερσαία φυτά, κυρίως στά δάση).
Αποτελοῦν μέρος τοῦ πλαγκτοῦ (λέξη πού προέρχεται άπό τό έλληνικό
ρήμα πλανᾶμαι, γιατί παρασύρονται άπό τά θαλάσσια ρεύματα) και είδικό-
τερα τό φυτοπλαγκτό. Αυτό τρώγεται άπό τό ζωοπλαγκτό (προνύμφες κα-
βουριῶν, λ.χ. κύκλωπες, προνύμφες άλλων δστρακωτῶν λ.χ. ναύπλιοι, μι-
κροί σκώληκες, μέδουσες και λογής λογής μικρές ή προνυμφικές μορφές
διάφορων ζώων), κι άπό μικρά ψάρια, άκόμα κι άπό φάλαινες. Τό ζω-
οπλαγκτό και τά μικρά ψάρια τρώγονται άπό μεγαλύτερα ψάρια. Τά δελφί-
νια, οί καρχαρίες και οί μεγάλες σουπιές, τρώνε τά μεγαλύτερα ψάρια. Τέ-

Εικόνα 151: Διάτομα πού δείχνουν τά ώραιότατα συμμετρικά σχήματά τους ($\times 610$).



λος οι φονικές φάλαινες τρώνε τούς καρχαρίες, τίς μεγάλες σουπιές, τά δελφίνια καὶ τά ψάρια. Στό βυθό βακτήρια, καβούρια κι ἄλλοι άργανισμοί ἀποσυνθέτουν καὶ τρώνε τά πτώματα. Αὐτοί οἱ άργανισμοί πού ζοῦν στό βυθό δύνομάζονται **βένθος**.

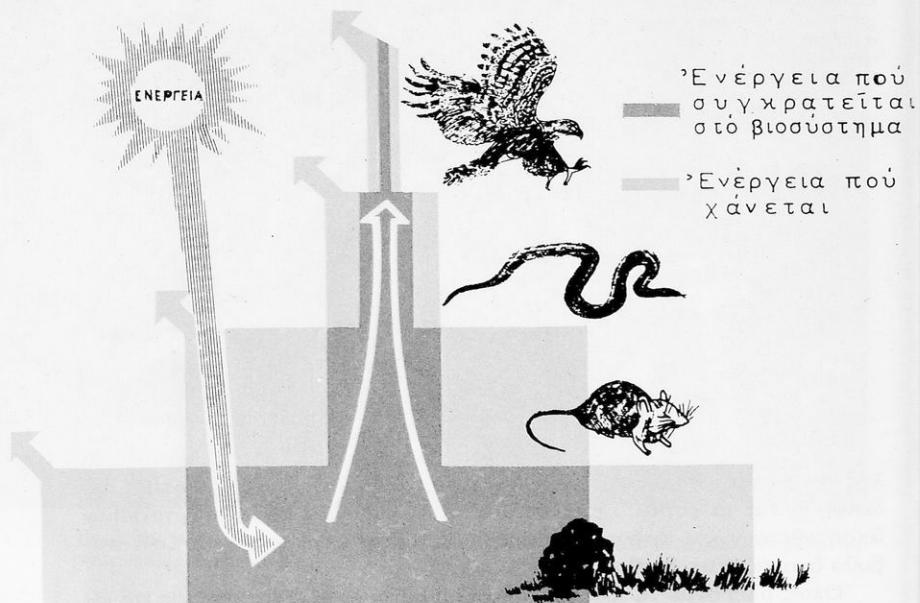
"Οπως βλέπουμε τά πλέγματα περιλαμβάνουν καὶ ἀναστομώσεις καὶ είναι ἀρκετά πολύπλοκα: ἔνα είδος τρέφεται συχνά ἀπό περισσότερα εἴδη άργανισμῶν.

"Ἐνας φυτοφάγος άργανισμός γιά νά μπορέσει νά ζήσει χρειάζεται σάν τροφή πολύ μεγαλύτερη μάζα φυτικοῦ ύλικοῦ ἀπό ὅ, τι είναι ή δική του ή μάζα.

Σέ κάθε σκαλί τοῦ πλέγματος ή ζωντανή μάζα τῶν άργανισμῶν ἐλαττώνεται πρός τήν κορυφή τῆς πυραμίδας. Γ' αὐτό τελειώνει κι ή ἀλυσίδα, γιατί δέν ὑπάρχει ἀρκετή ζωντανή μάζα ύλικοῦ γιά νά τραφεῖ ἄλλος άργανισμός ἀπό τό τελευταῖο σκαλί. "Υπολογίστηκε ὅτι σέ κάθε σκαλί (τροφικό ἐπίπεδο) στοὺς ὠκεανοὺς τῆς γῆς κάθε χρόνο παράγεται μάζα (πού μετριέται σέ ἑκατομμύρια τόνους):

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

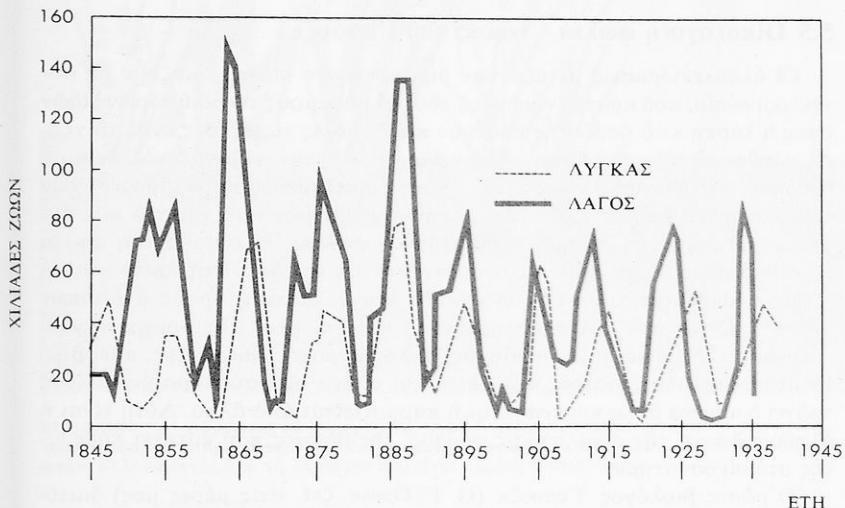
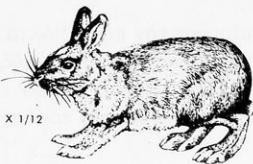
Οἱ τροφικές ἀλυσίδες μᾶς δείχνουν πῶς μεταφέρεται ή ἐνέργεια ἀπό σκαλί σέ σκαλί. Ἡ ἡλιακή ἐνέργεια δέν χρησιμοποιεῖται ὅλη ἀπό τά φυτά



Εικόνα 152: Μεταφορά και άπωλεια τής ένέργειας σε ένα οίκοσύστημα.

παρά μόνο ένα έλάχιστο ποσοστό πού χρησιμεύει γιά σύνθεση τῶν δργανικῶν ένώσεων, στίς όποιες και άποθηκεύεται. Ἀλλά καὶ τὰ φυτοφάγα ζῶα χρησιμοποιοῦν μόνο ένα μικρό μέρος ἡλιακῆς ένέργειας, πού ἔχει έναποτεθεῖ στίς φυτικές δργανικές ένώσεις. Σέ κάθε σκαλί τῆς ἀλυσίδας ἡ ένέργεια πού χρησιμοποιεῖται διαρκῶς ἐλαττώνεται. "Ετσι μπροῦμε νά δοῦμε τήν ἀλυσίδα τῆς τροφῆς σάν μιά σειρά ἀπό φαινόμενα, ὅπου διαρκῶς ἐλαττώνεται ἡ ένέργεια πού χρησιμοποιεῖται.

Αὐτή είναι ἡ ἀντιμετώπιση τῆς τροφικῆς ἀλυσίδας ἀπό τήν ένεργειακή ἀποψη. Ἀλλά καὶ ἡ ὅλη ἀλλάζει μέσα στήν τροφική ἀλυσίδα. Τά ἀμετάβλητα χημικά στοιχεῖα μετακινοῦνται διαρκῶς στίς ένώσεις στίς όποιες ἀπαντούνται: ἀπό τίς ἀνόργανες μεταβαίνουν σέ δργανικές και ξανά σέ ἀνόργανες ένώσεις. "Έχουμε τούς κύκλους μεταβολῆς τῆς ὅλης γιά διάφορα στοιχεῖα πού διαρκῶς, μέ το χρόνο, παρουσιάζονται σέ διαφορετικά τμήματα τοῦ οίκοσυστήματος. Τέτοιοι κύκλοι είναι τοῦ ἀνθρακα, τοῦ ἀζώτου, τοῦ φωσφόρου. Ἰδιαίτερο ἐνδιαφέρον παρουσιάζει τό δξυγόνο. Ἡ



Εικόνα 153: Αύξομειώσεις τῶν πληθυσμῶν τοῦ ἀσπροπόδαρου λαγοῦ (πράσινη συνεχῆς γραμμή) καὶ τοῦ λύγκα (γραμμή κομμένη σὲ παῦλες).

ἀνανέωσή του δφείλεται στή φωτοσύνθεση: θάλασσες καὶ δάση εἶναι, ὅπως εἴπαμε, τά μεγάλα ἐργαστήρια παραγωγῆς του.

Οἱ τροφικές ἀλυσίδες μᾶς δείχνουν καὶ κάτι ἄλλο. "Αν ἐλαττωθεῖ ὑπερβολικά δὲ πληθυσμός ἐνός εἰδους, ἐπέρχεται μιὰ ἀνισορροπία στή βιοκοινότητα. Τό παράσιτο ἐνός φυτοῦ μπορεῖ νά ζήσει μόνο, δταν ὑπάρχει τὸ φυτό. Έάν τό παράσιτο πολλαπλασιαστεῖ ὑπέρμετρα καὶ ἔξαλείψει τὸ φυτό, θά καταστραφεῖ καὶ τό ἴδιο, γιατί θά τοῦ λείψει ἡ τροφή. Συνήθως δμως καὶ τό παράσιτο ἔχει τά δικά του παράσιτα πού ἐλέγχουν τό μέγεθος τοῦ πληθυσμοῦ του.

Οἱ παλμικές (πάνω, κάτω) μεταβολές τοῦ ἀριθμοῦ τῶν ζώων μποροῦν ἔτσι νά ἔξηγηθοῦν. Οἱ λαγοί τρώγονται ἀπό τοὺς λύγκες πού αὐξάνονται ἄλλα τότε οἱ λαγοί ἐλαττώνονται. Μέ τήν ἐλάττωση τῶν λαγῶν ἡ ἔλλειψη τροφῆς γίνεται αἰσθητή κι οἱ λύγκες μειώνονται. Τότε εἶναι πού οἱ λαγοί

παίρουν την πάνω βόλτα καιί έχοντας λίγους διώκτες αυδέανοντα πάλι. Τό διάγραμμα δείχνει τίς αυδέμοιώσεις τού διάθημού τῶν λαγῶν καιί τῶν λυγκῶν ἀπό τό 1845 ως τό 1935 στόν Καναδᾶ, ὥπως μπορεῖ κανείς νά τούς θυπολογίσει ἀπό τά τομάρια τους πού μαζεύονταν γιά γοῦνες.

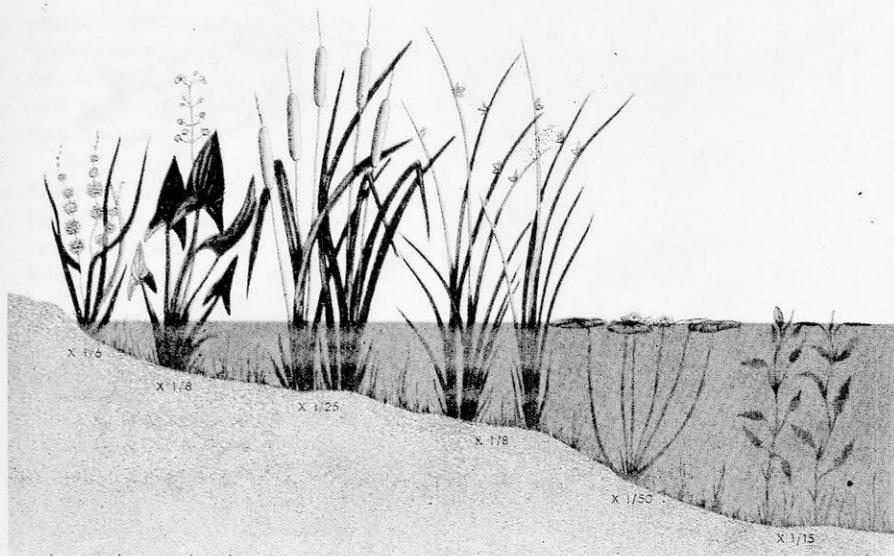
5.5 Οίκολογική φωλιά - νόμος τοῦ Γκάουζε

Οί ἀλληλεπιδράσεις μεταξύ τῶν διαφορετικῶν εἰδῶν μοιάζουν μέ συνεκτική οὐσία, πού κρατᾶ ἐνωμένους τούς πληθυσμούς τῶν διάφορων εἰδῶν δύπως ἡ λάσπη κι ὁ ἀσβέστης κρατοῦν κολλημένες τίς πέτρες ἐνός τοίχου. Οί πληθυσμοί τῶν διάφορων εἰδῶν μᾶς δίνουν τήν εἰκόνα ἐνός ἔνιαίου συνόλου, τῆς βιωτικῆς κοινότητας, δύπως οί κτισμένες πέτρες μᾶς δίνουν τήν εἰκόνα τοῦ τοίχου. Κάθε πέτρα, κάθε πληθυσμός κατέχει στό οίκοσύστημα μιά δρισμένη θέση, μιά **οίκολογική φωλιά**. Ἡ οίκολογική φωλιά δέν ἀναφέρεται τόσο στήν τοπογραφική ἐντόπιση δύσσ στή λειτουργική: "Οπως σέ μιά ἀνθρώπινη κοινωνία κάθε ἐπαγγελματική δμάδα ἀνθρώπων χαρακτηρίζεται ἀπό μιά δραστηριότητα καιί ἐπιτελεῖ μιά δρισμένη λειτουργία (ἄλλος εἶναι δηλαδή δόηγός, ἄλλος ἀγρότης, μαραγκός, πρέσβης, ἐργάτης, δάσκαλος, γιατρός κτλ.) ἔτσι καιί σ' ἔνα οίκοσύστημα κάθε είδος τρώγει δρισμένα ἄλλα καιί τρώγεται ἡ παρασιτεῖται ἀπό ἄλλα. Αὐτή εἶναι ἡ ἀληθινή ἔννοια τῆς οίκολογικῆς φωλιᾶς, τῆς θέσεως πού κατέχει κάθε είδος στό οίκοσύστημα.

"Ο ρῶσος βιολόγος Γκάουζε (G. F. Gause, ζει στίς μέρες μας) διατύπωσε ἔνα σημαντικό νόμο: Στό ἴδιο οίκοσύστημα δέν μπορεῖ νά υπάρξουν δυό εἰδή πού νά πιάνουν ἀκριβῶς τήν ἴδια οίκολογική φωλιά. Τό ἔνα, τό πιό προσαρμοσμένο, θά κάνει τό ἄλλο νά ἔξαφανιστεῖ χάρη στό μηχανισμό τῆς φυσικῆς ἐπιλογῆς. Ἡ δρθότητα τοῦ νόμου τοῦ Γκάουζε διαμφισθητεῖται σήμερα ἀπό μερικούς βιολόγους, κανένας δύμας δέν διαμφισθητεῖ τή δράση τῆς φυσικῆς ἐπιλογῆς πού εἶναι ἐκείνη πού φτιάχνει ἔτσι καλά προσαρμοσμένα μεταξύ τους τά διάφορα εἰδη τοῦ οίκοσύστηματος, ὥστε οί ἀλληλεπιδράσεις τους νά κρατᾶνε σέ μεγάλη συνοχή ὅλο τό οίκοσύστημα.

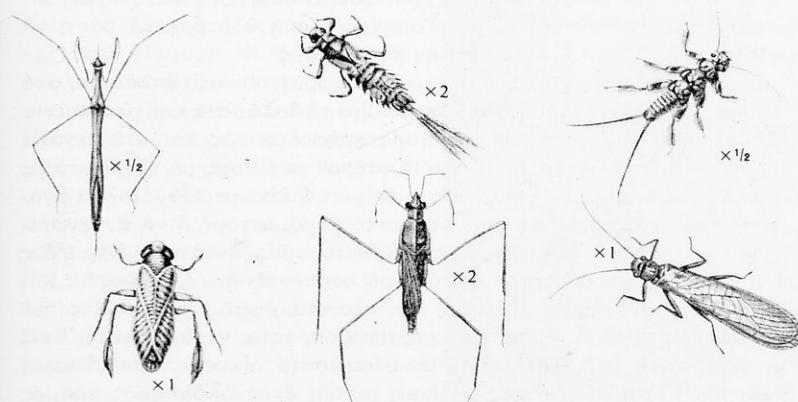
5.6 Οίκοσυστήματα τοῦ νεροῦ καιί τῆς στεριᾶς

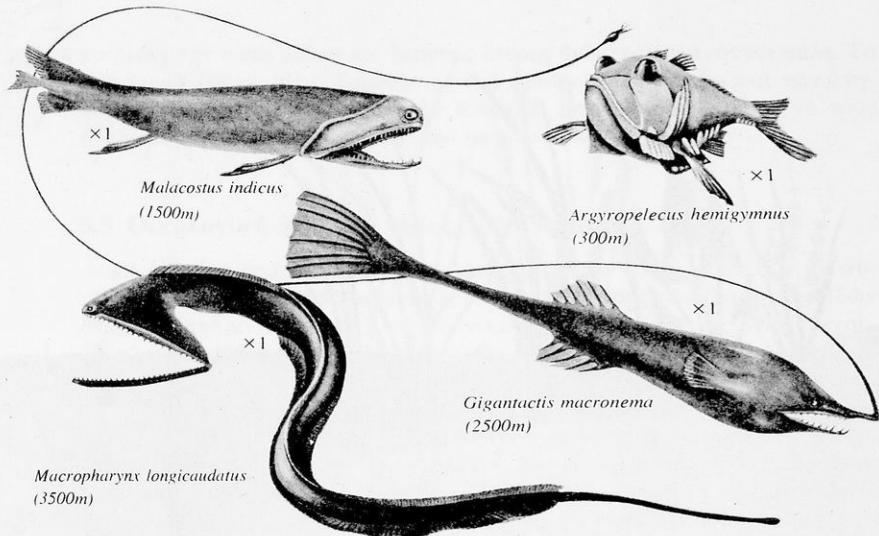
"Οταν λέμε πώς τό οίκοσύστημα περιλαβαίνει τά ξωτανά καιί ἄβια συστατικά σ' ἔνα τόπο δέν καθορίζουμε μέ σαφήνεια τά τοπογραφικά του δρια. Πραγματικά ή τοποθέτηση τῶν δριών του εἶναι αὐθαίρετη ἀφοῦ κανένα οίκοσύστημα δέν εἶναι κλειστό: ὅλα στήν ἐπιφάνεια τοῦ πλανήτη μας



Εικόνα 154: Υδρόβια φυτά σέ μικρή λίμνη. Από άριστερά στά δεξιά: σπαργάνιο, σαγγιτάρια, ψαθί (τύφα), βούτημο (σκίρπος), Βικτώρια και ποταμογείτονας. "Όλα φυτρώνουν αύτοφυή στήν Ελλάδα έκτος από τη Βικτώρια που είναι κυρίως τροπικό φυτό.

Εικόνα 155: Υδρόβια έντομα του γλυκού νερού.





Εικόνα 156: Μερικά ψάρια πού ζούν στά μεγάλα βάθη τῶν ωκεανῶν. "Όλα τους είναι μικρά ζῶα.

ένωνονται καὶ ἀποτελοῦν ἔνα πολὺ μεγάλο (τὸ μεγαλύτερο), τὸ οἰκοσύ-
τημα τῆς γῆς.

Παρ' ὅλα αὐτά συνηθίζεται νά ἔχει ωριμάζονται διάφορες κατηγορίες οἰ-
κοσυστημάτων ἀνάλογα μὲ τὸ ἄν είναι χερσαῖς ἢ ὑδάτινα, μὲ βάση τό
κλίμα τους, τῇ βλάστηση τους καὶ τὴν πανίδα τους.

Τά οἰκοσυστήματα τοῦ νεροῦ μποροῦν νά χωριστοῦν στά **θαλάσσια**, στά
νηφάλιμυρα καὶ σ' ἐκεῖνα τοῦ **γλυκοῦ νεροῦ**. Γιά τά θαλάσσια καὶ τά **ώκεανια**
μιλήσαμε πρίν. Θά ἔρεπε μόνο νά παρατηρήσουμε πῶς καὶ στά μεγάλα¹
βάθη τῶν θαλασσῶν βρίσκονται ψάρια μικροῦ μεγέθους μὲ εὐθραυστοὺς
σκελετούς καὶ περίεργα σχήματα ὅπως δείχνει ἡ εἰκόνα 156. Πολλά βγά-
ζονται φῶς πού χρησιμεύει νά προσελκύει τό θηραμά τους ἢ νά ἀναγνωρί-
ζονται μεταξύ τους, ἢ νά φορίζουν τούς διάδκτες τους, ἀνάλογα μὲ τό εἶδος
καὶ τόν τρόπο παραγωγῆς τοῦ φωτός πού φωτανγάζουν. Τά ωκεάνια καὶ
θαλάσσια οἰκοσυστήματα είναι τά πιό πλούσια ἀφοῦ οἱ συνθῆκες τοῦ
περιβάλλοντος είναι κι οἱ πιό σταθερές (θερμοκρασία, νερό, ἀλατα). Ἐκεῖ
γεννήθηκε καὶ ἡ ζωή. Τό πλουσιότερο θαλάσσιο οἰκοσύστημα είναι οἱ
νηφαλοί τῶν **Κοραλλιῶν**: στούς οὐφάλους αὐτούς ἔνας ὀλόκληρος κόσμος

ψαριών, δστρακωτῶν, μαλακίων, ἔχινοδέρμων, σκωλήκων, κολυμπᾶ, τρώει καὶ τρώγεται. Πολλά ἀπό τὰ ψάρια τους ἔχουν θεαματικά χρώματα.

Τά παράλια τῶν θαλασσῶν ἀλλά κυρίως οἱ χερσαῖοι ὑγρότοποι εἰναι τὰ μέρη πού φωλιάζουν, τρῶνε, ζοῦν τά ὑδρόβια πουλιά. Στοὺς χερσαίους ὑγρότοπους μποροῦμε νά ξεχωρίσουμε τά τρεχουμενα ὕδατα τῶν ποταμῶν καὶ τά στεκούμενα τῶν ἐλῶν, τῶν πολύ μικρῶν λιμνῶν καὶ τῶν λιμνῶν. Οἱ πολύ μικρές λίμνες συνήθως δέν κρατοῦν πολύ καιρό: δ βυθός τους γεμίζει μέ φυτικά ἀλλά καὶ ζωικά κατάλοιπα καὶ στό τέλος γεμίζουν τελείως μέ χῶμα. Στίς λίμνες βρίσκει κανείς διάτομα, δινομαστιγώτα, τροχόζωα, φύκια, πρωτόζωα δηλαδή πλαγκτό μαζί μέ ὑδρόβια ἔντομα (κουνούπια, λιμπελλούλες), μαλάκια, δστρακωτά, βατράχια, νερόφιδα, ψάρια, χελῶνες, ὑδρόβια πουλιά (έρωδιούς, πελεκάνους, βουτηχτάρες, ἄγριόπαππες) καὶ διάφορα φυτά (νούφαρα, καλάμια, κάρεξ, Σαγιττάριες κ.ἄ.).

Τά χερσαῖα οἰκοσυστήματα χωρίζονται σέ καμμιά δεκαριά μεγάλες κατηγορίες. Γύρω ἀπό τοὺς πάγους τοῦ Βόρειου Πόλου καὶ μόνο στήν ἄκρη τῆς Χιλῆς, στή Γῆ τοῦ Πυρός, δηλαδή πρός τὸ N. Πόλο, ὑπάρχει ἡ τούντρα. Λίγο φῶς, λίγο νερό τό χειμώνα κι αὐτό σέ μορφή πάγου κάνουν τή ζωή πολύ δύσκολη τούς χειμερινούς μῆνες. Τό νερό μές στό ἐδαφος εί-



Εικόνα 157: "Υφαλοι Κοραλλιών.

Εικόνα 158: Τροπικό δάσος.



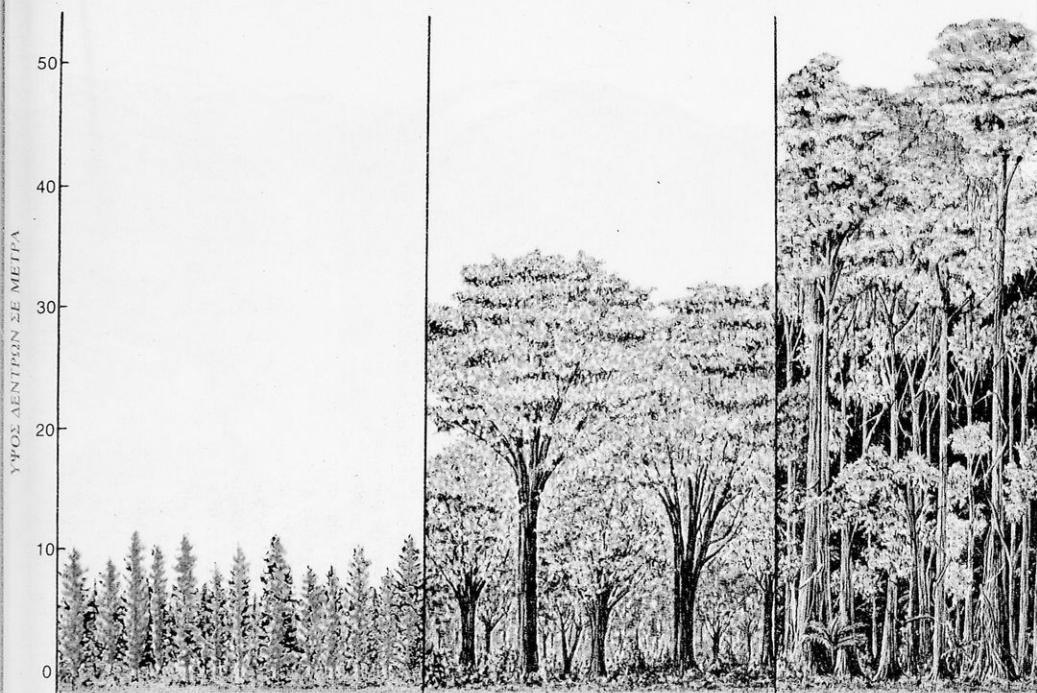
ναι παγωμένο. "Οταν λειώνουν οι πάγοι δημιουργούνται σειρές άπό λίμνες και έλη. Τά φυτά (χορτάρια, λειχήνες, βρύα, μερικά δέντρα νάνοι λ.χ. ίτιές λίγων έκατοστων!) πρέπει στούς λίγους μήνες τοῦ καλοκαιριοῦ νά τραφοῦν καί νά διαιωνισθοῦν. Καί τά ζῶα πού μποροῦν ν' ἀντέξουν τίς ἀκραῖες αὐτές συνθῆκες εἰναι λίγα: νερόκοτες, ἀρκτικές ἀλεπούδες, ἄσπροι λαγοί, λευκές κουκουβάγιες κ.ἄ. Μετά τήν τούντρα, νοτιότερα στό βόρειο ήμισφαίριο βρίσκουμε τήν **τάγκα**, τό μεγάλο Βόρειο δάσος τῶν κωνοφόρων μέ τοὺς κάστορες, τά ἐλάφια του, τούς σκίουρούς του, τά πουλιά του καὶ τά ἄλλα ζῶα του. Νοτιότερα (δέες τὸν χάρτη) βρίσκει κανείς τό **δάσος τῶν Φυλλοβόλων δέντρων**. Τά πλατύφυλλα αὐτά δέντρα μέ τά φύλλα τους κοντά στήν κορυφή τους δημιουργοῦν σάν μιά στέγη, τὸν **ὅροφο**. Ἀπό κάτω ὅμως κι ἄλλα δέντρα ἡ θάμνοι, πού ἀγαποῦν τή σκιά ἡ μποροῦν νά ζήσουν μέ λιγοστό φῶς μποροῦν νά ἀναπτυχθοῦν: ἔχουμε ἔναν **ήμιορόφο**. Τό δάσος σφύζει ἀπό ζωή: ἔντομα, θηλαστικά, πουλιά.

Τόσο στό βόρειο ὅσο καὶ στό νότιο ήμισφαίριο ὑπάρχουν τεράστια **λειβάδια** στό ἵδιο γεωγραφικό πλάτος περίπου μέ τό δάσος τῶν πλατύφυλλων φυλλοβόλων. Αὐτά τά λειβάδια μέ τά χορτάρια τους παίρνουν διάφορα δόνματα: **στέπες στήν Ασία, πραιρίες στήν Β. Ἀμερική, πάμπες στή Ν. Ἀμερική, βέλτ στήν Αφρική**. Στά λειβάδια αὐτά τρέφονται πολλά φυτοφάγα θηλαστικά (ὅπως τά μηρυκαστικά).

Πρός τό βόρειο μέρος τῆς Μεσογείου καὶ τό νότιό της (τό ἵδιο στή Ν. Ἀφρική, στήν Αύστραλια, στή Χιλή) τό κλίμα εἰναι ξηρό. Ἡ βλάστηση εἰναι ξηροφυτική, **φρύγανα** καὶ **μακκίες** πού ἀποτελοῦνται ἀπό χαμηλά θαμνώδη δέντρα, ἡ θάμνους μέ ἀγκάθια καὶ μέ μικρά φύλλα. Ἐδῶ τό καλοκαίρι ἡ βλάστηση ξεραίνεται, ἐνῶ τήν ἄνοιξη καὶ τό φθινόπωρο μέ τίς βροχές ὑπάρχει εὐνοϊκή περίοδος γιά τήν ἀνάπτυξή της.

Εικόνα 159: Τούντρα ὅταν λειώσαν οἱ πάγοι.



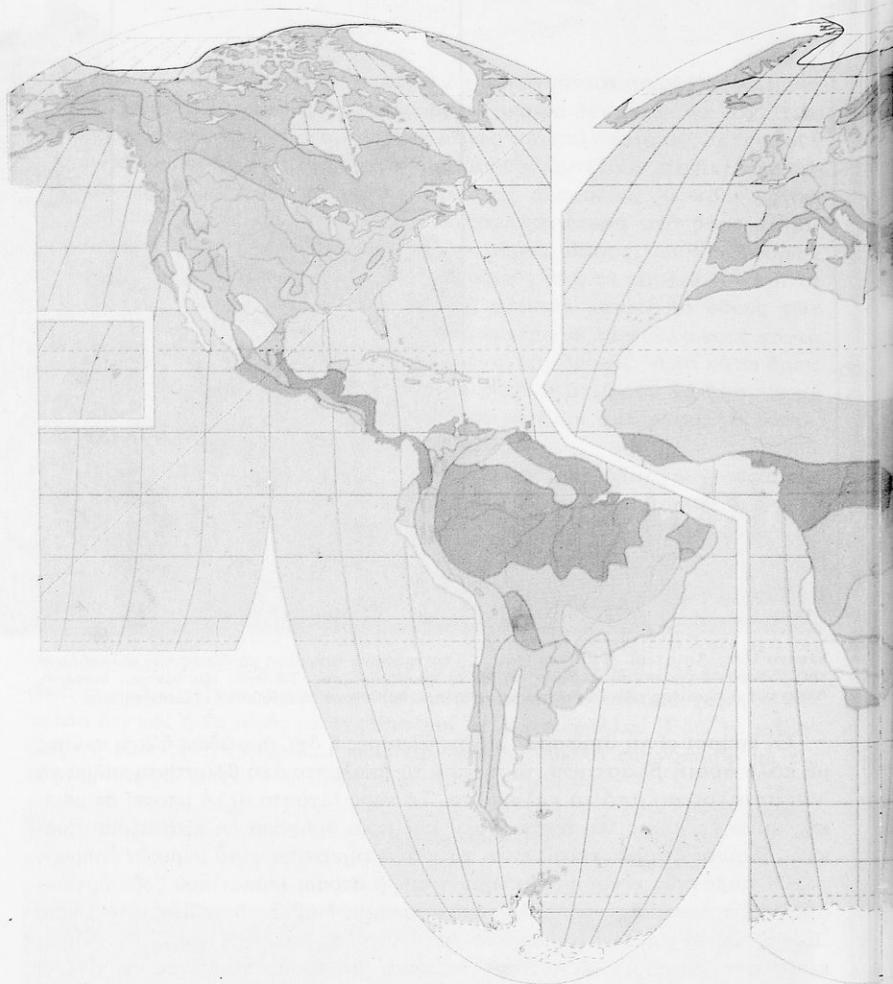


Εικόνα 160: Άριστερά ή τάιγκα (δάσος Κωνοφόρων), στή μέση τό δάσος τῶν φυλλοβόλων τοῦ μέσου γεωγραφικοῦ πλάτους, δεξιά τό τροπικό δάσος. Τό ὑψώς τῶν δέντρων διαιφέρει, ὅπως καὶ ὁ πλούτος τῶν ζωντανῶν μορφῶν πού περιέχουν τά τρία αὐτά οἰκοσυστήματα.

Οἱ ἔρημοι εἰναι διάφορων εἰδῶν, ἀλμυρές ἡ ὅχι, ἀμμώδεις ἡ ὅχι, πάντως μὲ πολὺ ἀραιή βλάστηση, τόση, πού τό ἀκάλυπτο ἀπό βλάστηση τμῆμα νά 'ναι μεγαλύτερο ἀπό τό καλυμμένο. Τό νερό λιγοστό ἀλλά μπορεῖ σέ μερικές μόνο ἐρήμους νά πέφτει πολὺ καὶ μετά γρήγορα νά ἐξατμίζεται. Κάκτοι, θάμνοι ξηροφυτικοί, εἰναι τά χαρακτηριστικά φυτά μερικῶν ἐρήμων.

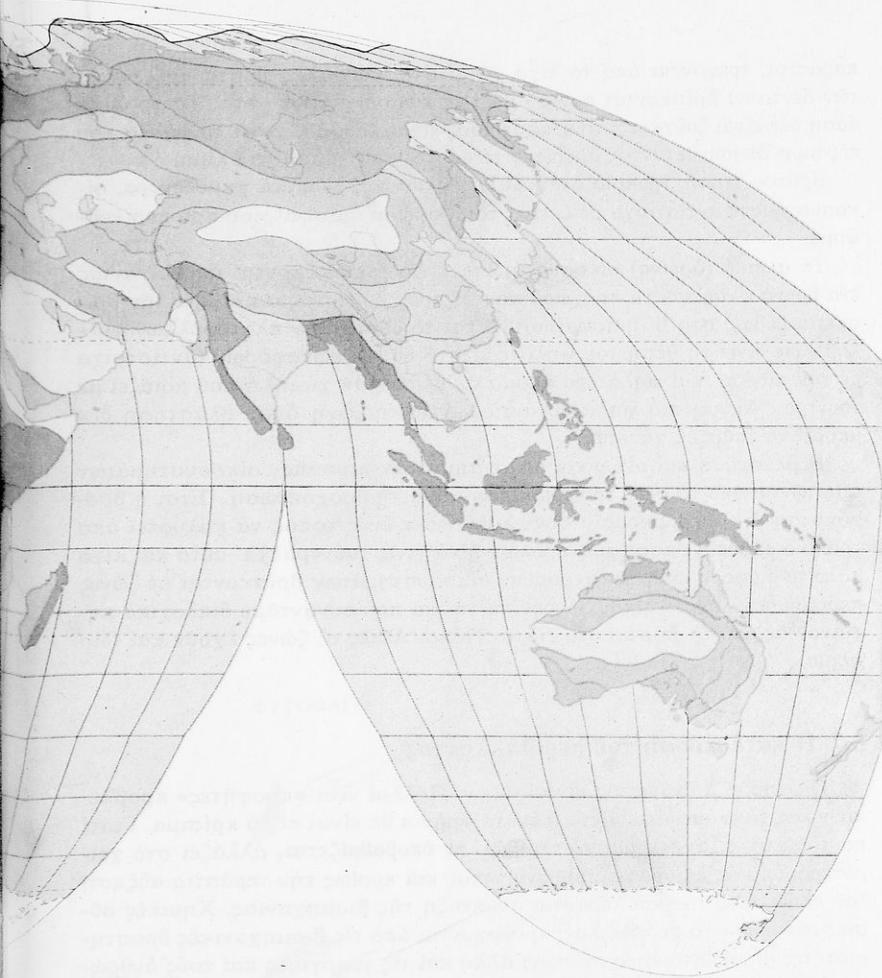
Οἱ σαβάννες εἰναι χαρακτηριστικοί βιότοποι (tópoi πού ζοῦν ὄργανισμοι): Τά δέντρα εἰναι ἀραιά καὶ χορτάρια λειβαδιοῦ γεμίζουν τό χώρο. 'Εδα ζοῦν τά μεγάλα θηλαστικά τῆς Ἀφρικῆς καὶ τῆς Ἰνδίας: ἀντιλόπες, καμηλοπαρδάλεις, ἐλέφαντες, ρινόκεροι, βούβαλοι. Λιοντάρια καὶ τίγρεις ἀποτελοῦν τούς θηρευτές αὐτῶν τῶν φυτοφάγων.

Τά τροπικά δάση εἰναι ἀναμφισβήτητα ἀπό τά πλουσιότερα σέ ζωντανά εϊδη οἰκοσυστήματα. Οἱ βροχές εἰναι πολλές καὶ ἴσομοι ριτσμένες στό χρόνο, τό κλίμα διμοιόμορφο. Πρόκειται γιά τά βροχερά τροπικά δάση μέ τά τεράστια δέντρα τους (ἄς 100 μέτρα τά ψηλότερα) μέ συνεχεῖς σχεδόν ἡ πολλαπλούς δρόφους ἀπό τήν κορυφή τῶν δέντρων ὡς τό χῶμα, μέ τόν ἄπειρο ἀριθμό ἐντόμων, ἐρπετῶν, πουλιών, θηλαστικῶν. Ἐπίφυτα (δηλαδή φυτά λ.χ. δρυχεοδειδή πού φυτρώνουν πάνω στά δέντρα ἀλλά δέν εἰναι



Εικόνα 161: Η γεωγραφική κατανομή των μεγάλων κατηγοριών οίκοσυστημάτων.

- τούντρα
- τάιγκα
- δάσος φυλλοβόλων μέσου γεωγραφικού πλάτους
- λειβάδια (πραιτίες, στέπες, βέλτ, πάμπες)
- μακκίες και φρύγανα



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

παράσιτα, τρέφονται άπό τό λίγο χῶμα στίς κουφάλες ή στά κοιλώματα τῶν δέντρων) βρίσκονται παντού μαζί με ἀναρριχητικά φυτά. Τά τροπικά δάση δέν είναι ζούγκλες; τό εξδαφός τους είναι καθαρό, γιατί τά φύλλα πού πέφτουν ἀποσυνθέτονται ἀμέσως στό ζεστό καί υγρό αὐτό κλίμα.

Βρίσκει κανείς **τροπικά δάση** φυλλοβόλων καί **τροπικά χαμόδεντρα**, οι-κοσυστήματα ἀντίστοιχα μέ έκεινα τοῦ βόρειου ἡμισφαίριου πού περιγρά-ψαμε.

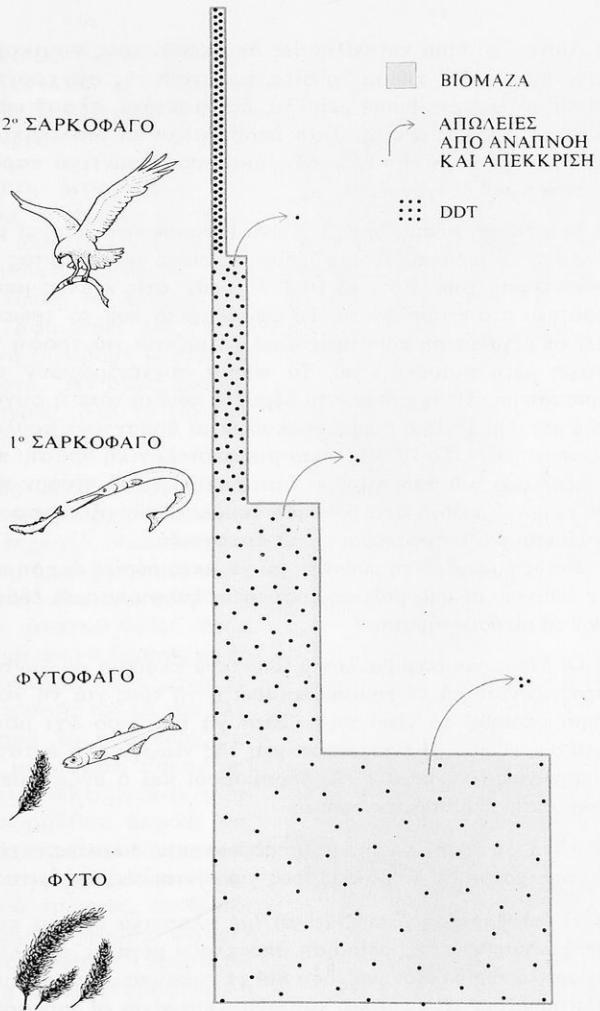
Τά **ἀλπικά** (δρεινά) οἰκοσυστήματα είναι ἐνδιαφέροντας: ἀνεβαίνοντας ἔνα βουνό είναι σάν νά προχωρᾶ κανείς πρός βορειότερα κλίματα (ἄν βρί-σκεται βέβαια στό Β. ἡμισφαίριο). "Ετσι τό δάσος τῶν πλατύφυλλων φυλ-λοβόλων δίνει τή θέση του, ψηλότερα, στό δάσος κωνοφόρων (ἀντίστοιχο μέ τήν τάγκα), καί ψηλότερα ἀκόμα σέ βλάστηση χαμηλή πού μοιάζει μέ τούντρα. Ἀκόμη πιό ψηλά συναντᾷ κανείς τή ζώνη δῆπου βλάστηση δέν μπορεῖ νά υπάρξει, χάνεται.

"Η βλάστηση καί οί ζωικοί ὄργανισμοί τῶν χερσαίων οἰκοσυστημάτων ἔξαρτάνται ἀπό τό φῶς, τή θερμοκρασία καί τή βροχόπτωση. "Ετσι ή βρο-χόπτωση κι ή θερμοκρασία συντελοῦν ὥστε ἔνας τόπος νά καλυφτεῖ ἀπό τροπικό δάσος ή δάσος φυλλοβόλων ή νά γίνει τούντρα. Γι' αὐτό καί λίγο πολὺ τά διάφορα εἴδη τῶν χερσαίων οἰκοσυστημάτων βρίσκονται σέ ζῶνες περίπου σάν λουρίδες πού ζώνουν τή γῆ καί πού συναντᾶμε διαδοχικά πη-γαίνοντας ἀπό τό Βόρειο στό Νότιο Πόλο. Αὐτές οί ζῶνες ἔχουν καί ἕδιο κλίμα.

5.7 Ή καταστροφή τοῦ περιβάλλοντος

"Η ζωή καί ὁ ἄνθρωπος κινδυνεύουν. Πολλοί νέοι «προφῆτες» προβλέ-πουν πώς τά ἐπόμενα πενήντα ή ἑκατό χρόνια θά είναι πολύ κρίσιμα. Γιατί παντού στόν πλανήτη μας τό **περιβάλλον ὑποβαθμίζεται**, ἀλλάζει στό χει-ρότερο, ἀπό τίς ἐπιδράσεις τοῦ ἀνθρώπου καί κυρίως τήν τεράστια αὔξηση τοῦ πληθυσμοῦ του καί τεράστια ἀνάπτυξη τῆς βιομηχανίας. Χημικές οὐ-σίες ρυπαίνουν τό περιβάλλον: προέρχονται ἀπό τίς βιομηχανικές δραστη-ριότητες (ἀπόβλητα ἐργοστασίων) ἀλλά καί τίς γεωργικές καί τούς ἀνθρώ-πινους οἰκισμούς. Οι χημικές αὐτές οὐσίες δέ **μεταβολίζονται**, δηλαδή δέν ἀλλάζουν μέ τήν παρεμβολή τῶν ζωντανῶν ὄργανισμῶν η δέν καταστρέ-φονται, κι ἔτσι δηλητηριάζουν τό ζωντανό μέρος τοῦ οἰκοσυστήματος.

● Λίμνες ἐμπλουτίζονται μέ τήν ἀπορροή φωσφορικῶν λιπασμάτων καί παθαίνουν εύτροφισμό: Τά φύκια τους, χάρη στά λιπάσματα, ἀναπτύσσον-ται τόσο καί καταναλώνουν τόσο δόξυγόν πού τά ψάρια καί γενικά οἱ ζω-ικοί ὄργανισμοί νά μήν μποροῦν νά ζήσουν.



Εικόνα 162: Τό διάγραμμα δείχνει πώς τό DDT μαζεύεται σέ διαρκώς μεγαλύτερες συγκεντρώσεις σέ μια άπλη άλυτιδά τροφής. Μέ γαλάζιο χρώμα συμβολίζεται ή μάλια τῶν δργανισμῶν και μέ μαύρες κουκκίδες τό DDT. Ή μισή ποσότητα τῆς μεταφερόμενης βιομάζας ἀπό τό ἔνα στό ἄλλο σκαλιά τῆς πυραμίδας χάνεται μέ την ἀπέκκριση και την ἀναπνοή: μαζί της δύμως χάνεται ἀναλογικά πολὺ λίγο DDT (βλέπε τά γαλαζία βέλη). Γι' αυτό τό λόγο στά ἀνότερα σκαλιά τῆς πυραμίδας τό DDT μαζεύεται σέ μεγάλες συγκεντρώσεις (μεγάλη πυκνότητα τῶν μαύρων κουκκίδων).

● Λίμνες, ποτάμια και θάλασσες άποτελούν τους φυσικούς δχετούς πού δέχονται χιλιάδες χημικές ούσιες, προιόντα της σύγχρονης τεχνολογίας και καταναλώσεως: βαριά μέταλλα, έντομοκτόνα, πλαστικά, άπορρυπαντικά, άλλες τοξικές ούσιες. "Ετσι ίποβαθμίζονται βιολογικά. Οι θάλασσες δύναμης μαζί με τα δάση άποτελούν ιδιαίτερα σημαντικό παράγοντα για την άνανεωση του δικτύου.

● Μιά τοξική ούσια, δύναμη λ.χ. ήνα έντομοκτόνο μπορεί μέ τις τροφικές άλυσίδες να μεταφερθεί από είδος σε είδος αυξαίνοντας συγχρόνως τη συγκέντρωσή του. "Ετσι το DDT λ.χ. μέσ στις λίμνες μπαίνει σε μικρή ποσότητα στο φυτοπλαγκτό. Τό ζωπλαγκτό που το τρώει συγκεντρώνει DDT σε μεγαλύτερη ποσότητα γιατί χρειάζεται για τροφή του πολύ μεγαλύτερη μάζα φυτοπλαγκτού. Τά ψάρια συγκεντρώνουν το DDT άκομα περισσότερο. "Οταν φτάσει στα άνδριστα πουλιά τότε ή συγκέντρωση είναι πολύ μεγάλη. Τό ίδιο συμβαίνει και μέ τα άρπαχτικά πουλιά στα χερσαΐα οίκοσυστήματα. Τό DDT έχει και μιά φυσιολογική δράση: παίζει ρόλο στο μεταβολισμό του άσβεστου κι ετσι έμποδίζει νά γίνουν γερά τά κελύφη τών αυγών. Τά αυγά σπάζουν πρίν έκκολαφθούν οι νεοσσοί. "Ετσι άποδεκατίζονται και καταστρέφονται τα άρπαχτικά.

Έκτος δύναμης άπό τη ρύπανση μέ χημικές ούσιες ή χρησιμοποίηση άπό τόν άνθρωπο σε ύπερβολικές ποσότητες ξύλων, νερού, έδαφους καταστρέφουν τά οίκοσυστήματα.

● Οι ίγρατοποι (περιβάλλοντα ιδιαίτερα πλούσια σε ζωντανά θνητά), άποστραγγίζονται γιατί νά χρησιμοποιηθεί ή γη τους για τή γεωργία ή για νά χρησιμοποιηθεί τό νερό τους. "Ετσι γη και νερό δχι μόνο ρυπαίνονται άλλα σπανιάζουν. "Η έντατικοποίηση της γεωργίας, ή έντατικοποίηση της βιομηχανίας (και κυρίως της άνθρωποβορού) και δι αυξανόμενος πληθυσμός χρειάζονται περισσότερο νερό.

● Δάση και γεωργική γη καταστρέφονται μέ διαρκώς ταχύτερο ρυθμό για νά χρησιμοποιηθεί τό έδαφός τους για οίκισμούς, έργοστάσια, δρόμους.

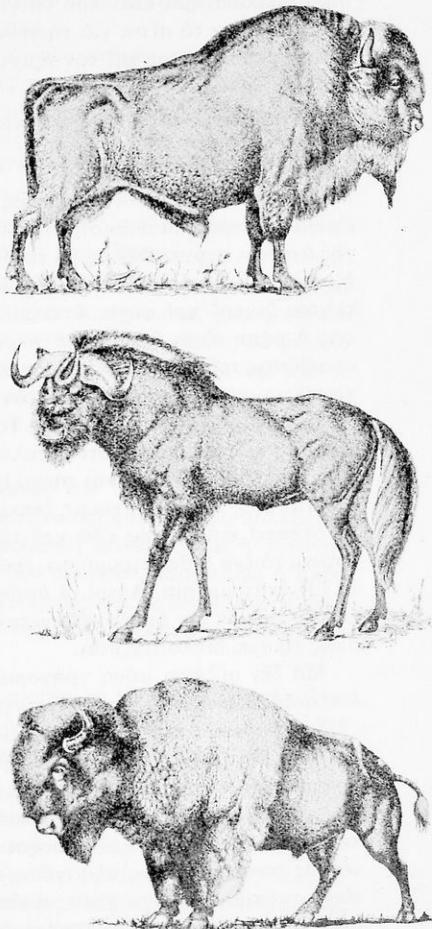
● Ή ύπερθήρευση, ύπεραλίευση (μέ πλαστικά δίχτυα και δυναμίτη), ή ύπερεξύλευση και ύπερβόσκηση άποτελούν μεγάλες άπειλές για τό ζωικό και φυτικό περιβάλλον μας, δσο και οι ρυπάνσεις άπό χημικές ούσιες (πού δηλητηριάζουν τίς βιωτικές κοινωνίες και είναι οι πιό σοβαρές άπειλές). "Ετσι πρίν άπό πέντε χρόνια ύπολογιστηκε οτι κινδυνεύουν νά έξαφανιστούν:

280	εϊδη θηλαστικῶν	(σέ σύνολο 4.500 εϊδῶν)
250	εϊδη πτηνῶν	(σέ σύνολο 9.000 εϊδῶν)
20.000	εϊδη φυτῶν	(σέ σύνολο 286.000 εϊδῶν)

‘Από τότε πολλά άπό τά ειδη αὐτά ἔξαφανιστηκαν και ὁ κατάλογος πλουτίστηκε μέ καινούργια πού ὡς τότε δέν κινδύνευαν.

‘Η ἔξαφάνιση ἐνός ειδους, δέν φτωχαίνει μόνο τή φυσική κοινωνία ἀλλά και τήν ἀποσταθεροποιεῖ: Τά τμήματα τῆς φυσικῆς κοινωνίας είναι ἀλληλένδετα, δπως τά ὄργανα τοῦ σώματος. ‘Αν ἀφαιρεθεῖ μιά πέτρα ἀπό μιά πέτρινη οἰκοδομή μπορεῖ νά μή συμβεῖ τίποτα. ‘Αν δμως ἀφαιρεθοῦν περισσότερες, δλο το οἰκοδόμημα μπορεῖ νά καταρρεύσει.

‘Ο ἄνθρωπος μέ τή γεωργία, ἀπό τή νεολιθική ἐποχή, ἀρχισε νά κατασκευάζει ἔνα τεχνητό οἰκοσύστημα, τό γεωργικό, ἀπ’ δπου ἔξαρτησε κατά κύριο λόγο τήν ἰκανοποίηση τῶν τροφικῶν του ἀναγκῶν. Κι δμως παραμένει ἀκόμα στενά δεμένος μέ τό φυσικό οἰκοσύστημα: ‘Οχι μόνο γιατί μέρος τῆς τροφῆς του μέ τήν ἀλιεία και τή θήρα τό προσπορίζεται ἀπό αὐτό, δχι μόνο γιατί σημαντικά τεχνολογικά πλεονεκτήματα (λ.χ. τά ἀντιβιοτικά) προήλθαν ἀρχικά ἀπ’ αὐτό, ἀλλά κυρίως γιατί τό τεχνητό οἰκοσύστημά του δέν είναι στεγανό: Μέ χίλιους δυό τρόπους, συνδέεται κι ἔξαρτᾶται ἀπό τό φυσικό οἰκοσύστημα (ἡ κτηνοτρόφια του ἔξαρτᾶται κυρίως ἀπό τή φυσική κοινωνία, ἡ παραγωγή δξυγόνου σχεδόν δλοκληρωτικά ἀπ’ αὐτή κ.ο.κ.). Μιά καταστροφή τοῦ φυσικοῦ οἰκοσυστήματος σημαίνει ἀναπόφευκτη καταστροφή τοῦ ἀνθρώπου, ἀφοῦ φαίνεται ἀδύνατο νά τελειοποιηθεῖ τό γεωρ-



Εικόνα 163: Τρία ειδη ζώων πού σώθηκαν ἀπό την ἔξαφάνιση: τά δυό πρότα, ὁ εὐρωπαϊκός Βίσωνας (πάνω) και ὁ ἀφρικανικός γκνού μέ ἀπτρη οὐρά (στή μεση), βρίσκονται μόνο σέ ζωολογικούς κήπους. ‘Ο ἀμερικανικός Βίσωνας (κάτω) ζεῖ σε προστατευμένα κοπαδία.

γικό οίκοσύστημα έτσι πού νά γίνει άπόλυτα στεγανό.

Ποιά είναι τά αϊτια γιά τή γενική αύτή κρίση, τήν άποσταθεροποίηση τοῦ οίκοσύστηματος και τήν έξαντληση τῶν φυσικῶν πόρων; Βασικά είναι δύο.

- Ὁ ρυθμός μέ τόν όποιο αὐξάνεται ό άνθρωπινος πληθυσμός.
- Ὁ ρυθμός μέ τόν όποιο αὐξάνεται ή παραγωγή άγαθῶν.

Είμαστε πολλοί, και ὁ καθένας μας διαρκῶς καταναλώνει περισσότερα άγαθά. Ἡ τεράστια αὔξηση τοῦ πληθυσμοῦ και τῆς βιομηχανικῆς παραγωγῆς άγαθῶν, φτάνει κιόλας σέ τέτοια ώρια ώστε νά μήν μπορεῖ νά θεωρηθεῖ ἡ φύση σάν μιά ἀπόθηκη ἀνεξάντλητων ποσοτήτων πρώτων υλῶν, ἀνεξάντλητου ζωικοῦ και φυτικοῦ κεφαλαίου. Δέν μποροῦμε πιά νά πιστεύουμε πώς ἡ φύση είναι ἀπειρη σέ χώρο και σταθερότητα, ἔτσι πού οι μικρο-επεμβάσεις τοῦ ἀνθρώπου νά μήν ἀφήνουν ἵχνη και ν' ἀποτελοῦν μιά μικρή χρωματισμένη σταγόνα μέσα στόν ἀνοιχτό πόντο. Αύτό γινόταν ὥς τώρα, ὥς τή γενιά τῶν πατεράδων μας. Τώρα τά πράγματα ἄλλαξαν: Ἡ φύση μᾶς φαίνεται πώς μίκρυνε 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. Και νά σκεφτεὶ κανείς πώς ἐδῶ και 150 χρόνια ὁ ἀνθρώπινος πληθυσμός δέν ἔφτανε τό ἔνα δισεκατομμύριο, ἐνῶ πρίν ἀπό 2000 χρόνια, δέν ξεπερνοῦσε τά 135 έκατομμύρια. Αύτοι οι ἀριθμοί μᾶς δίνουν μιά εἰκόνα τοῦ γεωμετρικοῦ ρυθμοῦ μέ τόν όποιο αὐξάνεται ὁ πληθυσμός: Κάθε 33 χρόνια περίπου, ὅπως είπαμε, διπλασιάζεται.

Μά δέν αὐξάνει μόνο γρήγορα ὁ πληθυσμός: Κάθε 9 περίπου χρόνια διπλασιάζεται ή οίκονομική ἀνάπτυξη.

Σάν φάρμακο και σωτήριο ἀντίδοτο πολλοί προτείνουν σκληρά μέτρα. Νά σταματήσει ἡ αὔξηση τοῦ πληθυσμοῦ. Νά σταματήσει ή ἀνάπτυξη. Νά κρατηθοῦμε στά ἐπίπεδα πού μπορεῖ ἀκόμη νά ἀνεχθεῖ τό φυσικό περιβάλλον. Νά κάνουμε δ,τι είναι δυνατό γιά νά πειρισώσουμε δ,τι μπορεῖ νά πειρισθεῖ. Ἀλλοι, πιό αἰσιόδοξοι πιστεύουν ὅτι ἡ νέα τεχνολογία μπορεῖ νά μᾶς σώσει. Πάντως οι κίνδυνοι είναι φανεροί και σέ κάθε περίπτωση είναι σκόπιμο και ἀναγκαῖο νά σεβόμαστε και νά προστατεύουμε τό φυσικό μας περιβάλλον πού συνεχῶς ὑποβαθμίζεται. "Ετσι σεβόμαστε και προστατεύουμε τούς συνανθρώπους μας και τόν ἔαυτό μας.

5.8 Ἡ ρύπανση τοῦ περιβάλλοντος, η ὑποβάθμιση τῶν οίκοσυστημάτων και ή προστασία τῆς φύσεως στή χώρα μας

Τόσο τά πρωτογενή δύσο και ὄλα τά δευτερογενή αϊτια τής ρυπάνσεως τοῦ περιβάλλοντος και τής ὑποβαθμίσεώς του, πού λεπτομερειακά ἀναφέρ-

θηκαν στό προηγούμενο κεφάλαιο (5.7), βρίσκονται, δυστυχώς, σέ πλήρη και καταστροφική δράση και στή χώρα μας.

Η άναπτυξη τής βιομηχανίας και ή μεγάλη συγκέντρωσή της σέ πολύ λίγα κέντρα (στήν περιοχή τής Αθήνας π.χ., έχει συγκεντρωθεί τό 50% περίπου τής βιομηχανικής δραστηριότητας τής χώρας), ή μεγάλη αύξηση τού πληθυσμού τών κέντρων αύτῶν (στίς περιοχές τής Αθήνας και τής Θεσσαλονίκης έχει μαζευτεί πάνω ἀπ' τό 40% τού πληθυσμοῦ), ή ἀποδοχή τού σπάταλου τρόπου ζωῆς τής καταναλωτικής κοινωνίας και τού τεχνικού πολιτισμού μέχρι και τό τελευταῖο χωριό, έχουν κιόλας προκαλέσει, σέ μεγάλη ἔκταση, ρύπανση τού περιβάλλοντός μας. "Ετσι:

● Τά λύματα τής βιομηχανίας και τά ἀπόβλητα τῶν οἰκισμῶν τῶν περιοχῶν τής Αθήνας και τής Θεσσαλονίκης, πού ρίχνονται, χωρίς κανένα προηγούμενο καθαρισμό, στή θάλασσα, κατάστρεψαν κιόλας σέ μεγάλο βαθμό τό Σαρωνικό (και ἐντονότερα τόν κόλπο τής Ελευσίνας) και τό Θερμαϊκό. Τήν καταστροφή συμπληρώνει ή ρύπανση ἀπ' τά πετρέλαια (μεγάλη κίνηση πετρελαιοφόρων, ναυάγια τους και ἀτυχήματα, διυλιστήρια, μαρίνες).

● 'Η καταστροφή ἀρχίζει νά ἐπεκτείνεται και σέ ἄλλους, ειδικότερα κλειστούς, κόλπους τής χώρας (λ.χ. Παγασητικός) και σέ πάρα πολλές ἀπ' τίς ἀκτές μας, τίς τόσο ὅμορφες, ή μικροβιακή μόλυνση και ή ρύπανσή τους (πετρέλαια, πίσσες, σκουπίδια) κάνουν ἀδύνατο, ἐπικίνδυνο ή ἀηδιαστικό και δυσάρεστο τό κολύμπι. (Οι τσούχτρες πού συμπληρώνουν, ὡρισμένες ἐποχές, τό κακό, είναι ἀποτέλεσμα τής διαταράξεως τού γενικότερου οἰκόσυστήματος τής Μεσογείου).

● 'Η ἀτμόσφαιρα στήν Αθήνα, στήν Ελευσίνα, τή Μεγαλόπολη, τήν Πτολεμαΐδα, έχει ἐπικίνδυνα ρυπανθεί ἀπ' τά ἀέρια λύματα τής βιομηχανίας, τά κάθε λογῆς καυσαέρια (βιομηχανία, αύτοκίνητα, θέρμανση), τή σκόνη και τήν αἰθάλη.

'Η ρύπανση τής ἀτμόσφαιρας τής Αθήνας ἔφτασε τά τελευταῖα χρόνια νά ἔσπεράσει, μερικές φορές, τό διπλάσιο και τριπλάσιο τού ἀνώτατου ἐπιτρεπόμενου (ἀπ' τό Διεθνή 'Οργανισμό 'Υγείας) δριου ρυπάνσεως. "Ετσι ή 'Αθήνα ἔπαιψε ἀπό καιρό νά είναι «ἰοστέφανος» και «διαμαντόπετρα στής γῆς τό δαχτυλίδι». 'Η περιοχή τής, ἔξαιτίας τής ίδιαιτερα μεγάλης συγκεντρώσεως βιομηχανίας και πληθυσμού, έχει πάθει τή μεγαλύτερη ρύπανση (ἀτμόσφαιρα - θάλασσα) σέ σχέση μέ τίς ἄλλες περιοχές τής χώρας.

● 'Αποτέλεσμα τής ἔντονης ρυπάνσεως τής ἀτμόσφαιρας τής Αθήνας μέ διοξείδιο τού θείου είναι (ἐκτός τῶν μεγάλων κινδύνων γιά τήν ύγεια τῶν κατοίκων της) και ή διάβρωση τῶν μαρμάρων τῶν μνημείων τής Ακρόπολεως. 'Απ' τή διάβρωση αύτή τά μνημεῖα ἔπαθαν τά τελευταῖα 25 χρόνια



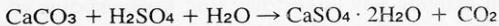
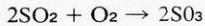
Εικόνα 164: Οι σημαντικότερες περιοχές που πρέπει νά προστατευτούν στη χώρα μας. **Υγρότοποι** (με κόκκινο χρώμα) 1 Δέλτα τοῦ Ἔβρου, 2 κόλπος Ἀρτας και ἐκβολές τοῦ Λούρου, 3 Μίκρη Πρέσπα, 4 Δέλτα τοῦ Νέστου, 5 Δέλτα τοῦ Λουδία και Δέλτα τοῦ Ἀλιάκμονα, 6 Ἐκβολές τοῦ Στρυμόνα, 7 Λίμνη τοῦ Πόρτο Λάγκα και περιοχή τοῦ Φαναριού, 8 Λίμνη τοῦ Ἀχινού (Κερκινίτης), 9 Λίμνες Λαγκαδᾶ και Βόλβης, 10 Λίμνη Δοϊράνη, 11 Λίμνη Όστροβού. **Δρυμοί** (με πράσινο χρώμα) 12 Φαλακρό Ἀν. Μακεδονίας (Γρανίτης), 13 Παρθένο Δάσος τῆς Κεντρ. Ροδόπης, 14 Ἀθως, 15 Δάση Χαλκιδικῆς, 16 Ολυμπος, 17 Χαράδρος τοῦ Βίκου, 18 Δάση τῆς Πίνδου (και Βάλια Κάλντα), 19 Γραμμένη Οξεύα, 20 Οίτη, 21 Περνασσός, 22 Δίφη Εύβοιας, 23 Αίνος Κεφαλληνίας, 24 Χελμός, 25 Ἀρκαδικά Δάση, 26 Ταύγετος, 27 Δαση Σάμου, 28 Σαμαριά.



Εικόνα 165: Ο θαλασσαετός (*Haliaetus albicilla*): ένα όπο τά πολλά είδη πουλιών της χώρας μας που κινδυνεύουν νά εκλείψουν από αυτήν.

μεγαλύτερη ζημιά άπ' δ, τι στούς 25 αιώνες της ιστορίας τους. Τό διοξείδιο του θείου (SO_2) δξειδώνεται καί γίνεται μέ τήν υγρασία θειϊκό δέν (H₂SO₄) πού προσβάλλει τό μάρμαρο (CaCO₃) καί τό μετατρέπει σέ ένυδρο γύψο (CaSO₄.2H₂O) πού άπολεπίζεται καί έτσι, σιγά σιγά, τό μάρμαρο κατατρόγεται.

Οι χημικές αντιδράσεις της καταστροφῆς είναι



- Οι λίμνες της Καστοριᾶς καί τῶν Ἰωαννίνων ἔχουν κιόλας ὑποβαθμιστεῖ καί σέ μεγάλο βαθμό καταστραφεῖ, κυρίως άπ' τά ἀπόβλητα τῶν παρόχθιων οἰκισμῶν.

● 'Ο Πηνειός έχει άπο καιρό δηλητηριαστεῖ άπ' τά βιομηχανικά λύματα μιᾶς μονάχα βιομηχανίας.

● 'Η ρύπανση σέ συνδυασμό μέ:

- 1) τήν ύπεραλίευση τῶν θαλασσῶν μας καὶ τήν παράνομη ἀλιεία (δυναμίτης), καὶ τό ἄγριο κυνήγι στήν ξηρά,
- 2) τήν ύπερβόσκηση, συνέπεια τῆς ἐντάσεως τῆς κτηνοτροφίας καὶ τῆς ἐλαττώσεως τῶν βιοσκοτόπων,
- 3) τήν ἀποξήρανση καὶ ἀποστράγγιση ύγροτόπων καὶ λιμνῶν (π.χ. Ἀγουλινίτσας, Κάρλας, Στυμφαλίας, Φενεοῦ, Ξυνιάδας κ.ἄ.) μέ σκοπό τή γεωργική ὀξιοποίηση,
- 4) τή συνεχῶς αὐξανόμενη χρήση παρασιτοκτόνων στή γεωργία γιά τήν προστασία καὶ αὐξηση τῆς γεωργικής παραγωγῆς,
- 5) τήν κατάληψη καὶ καταστροφή, ἀπό βιολογική ἀποψη, μεγάλων ἐκτάσεων γιά οἰκισμούς, δρόμους, βιομηχανία, σκουπιδότοπους κτλ.
- 6) τίς πυρκαγιές τῶν δασῶν, πού πολλές φορές είναι σκόπιμες, έχει προκαλέσει (καὶ συνεχίζει) καταστροφές βιωτικῶν κοινοτήτων καὶ ύποβαθμιση τῶν οικοσυστημάτων τῆς χώρας, μέ ἀποτέλεσμα πολλά εἰδη τῆς πανίδας καὶ χλωρίδας μας νά κινδυνεύουν νά ἔξαφανιστούν καὶ πολλά νά έχουν κιόλας ἔξαφανιστεῖ σέ δρισμένες περιοχές.

Ἐτσι λ.χ.:

● 'Ο ἀριθμός τῶν πουλιών πού ζοῦν στόν τόπο μας διαρκῶς ἐλαττώνεται καὶ 100 περίπου εἰδη βρίσκονται σέ κίνδυνο νά ἐκλείψουν. Λ.χ. ὁ ἀγριόγαλος καὶ ὁ σουλτανοπουλάδα έχουν σχεδόν τελείως χαθεῖ καὶ ὁ χαμωτίδα σπάνια παρατηρεῖται. 'Ο ἀργυροπελεκάνος πού ἄλλοτε κλωσσοῦσε στό δέλτα τοῦ Ἀξιοῦ, τοῦ Ἔβρου καὶ τοῦ Ἀχελώου, στίς ἐκβολές τῶν ποταμῶν πού χύνονται στίς ἀκτές τῆς Ἡπείρου καὶ στίς ἄλλοτε λίμνες τῶν Γιαννιτσῶν καὶ τοῦ Ἀρτζάν (Μακεδονία), σήμερα, ἀποδεκατισμένος, φωλιάζει μόνο στήν Ἀρτα καὶ στή μικρή Πρέσπα.

"Ομοια έχουν ἀποδεκατιστεῖ τά ἀρπακτικά (ἀετοί - γεράκια), ἀπ' τά δόποια τό γεράκι μαυροπετρίτης είναι ἐνδημικό τῶν νησιῶν τοῦ Αιγαίου.

● Τό κυνήγι γενικά έγινε πιά σπάνιο.

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

● Πολλά εἶδη ψαριών τῶν θαλασσῶν μας κινδυνεύουν νά ἔξαφανιστούν ἀπ' δρισμένες περιοχές, ὥπως ὁ ροφός, ὡ στύρα, τό στουργιόνι, ὡ μουδιάστρα, ὡ κατσούλα κ.ἄ. 'Η κατσούλα χάθηκε τελείως ἀπό τό Σαρωνικό.

● Τά θαλασσινά (στρειδια, κυδώνια, καλόγνωμες κτλ.) ὥχι μόνο ἐλαττώ-

θηκαν σέ πολλές περιοχές, άλλα έχουν μολυνθεῖ άπ' τή ρύπανση και έγιναν φορεῖς γιά σοβαρές άρρωστιες (τυφοειδής πυρετός, παρατυφικές λοιμώξεις, λοιμώδης ήπατιτίδα).

Σέ άκομα μεγαλύτερο κίνδυνο βρίσκεται ή χλωρίδα μας. Δεκάδες ειδῶν έχουν κιόλας χαθεῖ και πάρα πολλά (και μάλιστα ένδημικά τής χώρας μας) κινδυνεύουν, σπως πολλά δρχεοειδή και πάνω άπό 300 άλλα ειδη, διάφορων οίκογενειών. Μερικά είδη φαρμακευτικά, σπως π.χ. ο δίκταμος (έρωντας) τής Κρήτης ή ή γεντιανή (άφθονη άλλοτε στήν περιοχή τῶν Πρεσπών) κινδυνεύουν νά δξαφανιστούν έπειδή τά μαζεύουν, γιά έμπορικούς σκοπούς, μέ ληστρικό τρόπο.

Πρέπει λοιπόν στή χώρα μας νά παρθοῦν τό ταχύτερο μέτρα γιά νά προστατευθούν άποτελεσματικά οι άκτες, οι κλειστοί κόλποι, λίμνες και άλλοι υγρότοποι, τά δάση και τά φυτά και ζώα πού κινδυνεύουν. Δέν έχει νόημα νά λέμε πώς ή πατρίδα μας είναι ωραία. Πρέπει ή πολυτραγούδισμένη δύμορφιά της νά διατηρηθεῖ.

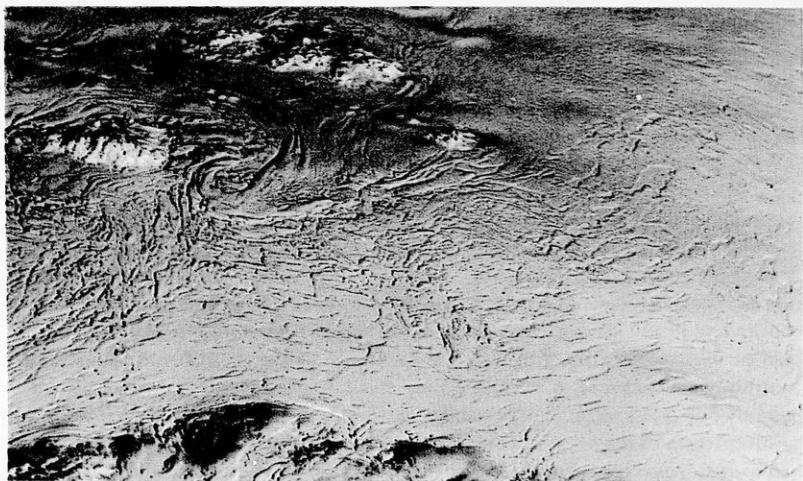
Όρισμένοι άπό τούς ύγροτοπούς μας είναι ίδιαίτερα σημαντικοί, δχι μόνο γιά τόν τόπο μας άλλα γιά δλη τήν Εύρωπη. Σημαντικά και σπάνια εϊδη πουλιών φωλιάζουν σ' αυτούς ή ξεκουράζονται κατά τίς μεταναστεύσεις τους. Οι σπουδαιότεροι άπ' τούς ύγροτοπούς μας πού πρέπει νά προστατευθούν είναι:

- Τό Δέλτα τοῦ "Εβρου.
- Ό κόλπος τῆς "Αρτας μαζί μέ τό Δέλτα τοῦ Λούρου.
- Ή μικρή Πρέσπα (έχει κηρυχτεῖ έθνικός Δρυμός χωρίς δμως νά προστατεύεται πραγματικά).
- Ή περιοχή τής λίμνης Βιστωνίδας (λίμνη τοῦ Πόρτο Λάγο) και ή λιμνοθάλασσα πού βρίσκεται μεταξύ Πόρτο Λάγο και Φαναριού.
- Έπισης τό Δέλτα τοῦ ποταμοῦ Λουδία και Αλιάκμονα, τοῦ Νέστου, οι έκβολές τοῦ Στρυμόνα κι οι λίμνες τ' Αχινοῦ (Κερκινίτις), Λαγκαδᾶ και Βόλβη.

Παρ' δλο πού μερικά άπ' τά δάση μας έχουν κηρυχτεῖ «Έθνικοί Δρυμοί» δηλ. προστατευόμενες περιοχές, δέν προστατεύονται πραγματικά. Σπουδαῖα δάση, πού πρέπει νά προστατευθούν άποτελεσματικά είναι:

● τῆς Πίνδου – Βάλια Κάλντας, τοῦ "Ολυμπου, τοῦ Παρνασσοῦ, τῆς Οἰτης, τοῦ Αίνου τῆς Κεφαλονιάς, πού έχουν κηρυχτεῖ Έθνικοί Δρυμοί.

● "Άλλα δάση και δασωμένες περιοχές μέ μεγάλη άξια και πού πρέπει νά προστατευτούν είναι: ή Σαμαριά στήν Κρήτη (Έθνικός Δρυμός), ο Χελμός μαζί μέ τήν κοιλάδα τῶν νερῶν τῆς Στυγός και τήν περιοχή τῆς Ζαρούχλας, ή Ίριμμενη Όξυά στή Ρούμελη, τό Φαλακρό στήν Άν. Μακεδονία,



Εικόνα 166: Ρύπανση άπο άργο πετρέλαιο σε μιά άκτη της Σαλαμίνας.

ή Δίρφη καί τό Ξεροβούνι στήν Εύβοια, τά δάση τῆς Ἀρκαδίας, τοῦ Ταΰγετου, τῆς Χαλκιδικῆς, τῆς Σάμου, τό παρθένο δάσος τῆς κεντρικῆς Ροδόπης κ.ἄ.

Ἡ δημιουργία πραγματικῶν Ἐθνικῶν Δρυμῶν καί θαλασσίων πάρκων καί ἡ προστασία πολλῶν μικρότερων βιωτικῶν κοινοτήτων μέ ίδιαίτερο βιολογικό ἐνδιαφέρον, σέ συνδυασμό μέ δραστικά μέτρα ἐναντίον τῆς ρυπάνσεως, **ἄν γίνουν ἔγκαιρα** καί μέ σύστημα, θά ἀντισταθμίσουν τήν ἐπερχόμενη κατάρρευση τῶν οἰκοσυστημάτων τῆς χώρας μας.

ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ Α

ΑΕΞΙΔΟΓΙΟ

άβακιο γαμετικῶν συνδυασμῶν: ἀβάκιο, δηλαδή πίνακας, που μᾶς βοηθᾷ νά
βροῦμε δύλους τούς συνδυασμούς τῶν γαμετῶν καὶ τίς συχνότητες τῶν
συνδυασμῶν αὐτῶν.

άγγελοιφόρο RNA (ριβοζονουκλεϊκό όξυ): είδος RNA που ἔχει ἀντιγράψει
πιστά τή μιά ἀπό τίς δυό ἀλυσίδες τοῦ DNA τῶν χρωματοσωμάτων και
που ἀπό τόν πυρήνα πηγαίνει στό κυτταρόπλασμα γιά νά χρησιμεύσει
σάν μήτρα (καλούπι) γιά τή σύνθεση τῶν πρωτεινῶν.

άγέλη: στά πτηνά και θηλαστικά σύνολο ἀτόμων τοῦ ἴδιου εἰδους, που ζοῦν
μαζί.

άγενής πολλαπλασιασμός: μηχανισμός πολλαπλασιασμού (ἀναπαραγωγῆς)
που δέ στηρίζεται στήν ὑπαρξη φύλων.

ἀδενίνη: δργανική βάση. Τό μόριό της συμμετέχει στή δομή τοῦ ATP, τοῦ
DNA και τοῦ RNA.

ADP (έ-ντι-πί, διφωσφορική ἀδενοσίνη): χημική ἔνωση που ἀποτελεῖται
ἀπό ἀδενίνη, ριβόζη και δυό ριζές φωσφορικού δέξεος.

ἀερόβια φάση ἀναπνοῆς: ή φάση τῆς ἀναπνοῆς που χρειάζεται δέχυγόνο.

Αιθιοπική ζώνη: Ζωογεωγραφική ζώνη που περιλαβαίνει κυρίως μεγάλο
μέρος τῆς Αφρικῆς.

αίμοσφαιρίνη: χημική ἔνωση, κόκκινου χρώματος, τό μεγαλύτερο μέρος
τῆς όποιας ἀποτελεῖται ἀπό πρωτεΐνη, και που βρίσκεται στά ἐρυθρά
αίμοσφαιρία. Δεσμεύει και μεταφέρει τό δέχυγόνο και τό διοξείδιο τοῦ
ἄνθρακα.

αίμοφιλία: ή παθολογική κατάσταση δρισμένων ἀνθρώπων νά μήν πήζει τό
αἷμα τους.

ἄκμονας: μικρό κόκαλο στό μέσα οὓς (αὐτί) τῶν θηλαστικῶν.

ἀκτινωτή προσαρμοστική κλαδογένεση: ή παραγωγή σέ σχετικά σύντομο
χρονικό διάστημα (στή γεωλογική κλίμακα τοῦ χρόνου) ἀπό ἓνα ή λίγα
εἴδη μιᾶς διόλοκληρης βεντάλιας νέων εἰδῶν μέ προσαρμογές σέ διαφο-
ρετικούς τρόπους ζωῆς.

ἀλληλεπίδραση: ἀμοιβαία ἐπίδραση μεταξύ δυό (ἢ περισσότερων) μονάδων
(ἀτόμων, εἰδῶν κ.ἄ.).

ἀλληλόμορφος: ή σταθερή κατάσταση στήν δποία βρίσκεται ἓνας γόνος. Σ'

έναν πληθυσμό άτομων μπορεῖ νά βρισκομε κάθε γόνο σέ πολλές καταστάσεις, δηλαδή κάθε γόνος μπορεῖ νά έχει πολλούς άλληλόμορφους.

άλπικός: (προέρχεται άπό τή λέξη "Άλπεις": δρεινός.)

άλυσίδα τροφής: νοητή άλυσίδα πού ένωνει σέ κάθε της κρίκο ένα θήραμα κι ένα θηρευτή του.

άμινοξύ: δργανική χημική ένωση πού υποτελείται άπό άνθρακα, ύδρογόνο, άξυγόνο, αζωτο και μερικές φορές θείο. Δομικός λίθος τῶν πρωτεϊνῶν.

άμνιωτικό: Σπονδυλωτό πού τό έμβρυο του περιβάλλεται άπό άμνιον, δηλαδή βρίσκεται μέσα σ' ένα ύμενώδη σάκο γεμάτο ύγρο. Άμνιωτικά είναι τά Έρπετά, Πτηνά, και Θηλαστικά.

άμιλοπλάστης: πλαστίδιο, δπου γίνεται ή σύνθεση τού άμιλου.

άναβολέας: μικρό κόκαλο στό μέσο ους (αυτί) τῶν θηλαστικῶν.

άναβολισμός: λειτουργίες τού δργανισμού κατά τίς όποιες χρησιμοποιείται ένέργεια γιά τή σύνθεση δομικῶν τους συστατικῶν και άλλων χημικῶν ένώσεων, στίς όποιες άποθηκεύεται ένέργεια.

άναγνεση: έξελικτική άλλαγή κατά τήν όποια μέ τό πέρασμα τού χρόνου ένα είδος μεταβάλλεται σέ άλλο είδος. Αντίθετα μέ τήν **κλαδογένεση** όπου ένα είδος χωρίζεται σέ δυό (ή περισσότερα) νέα ειδη. (Προσοχή: ή **άναγέννηση** είναι διαφορετικός δρος).

άναγνηση: τό φαινόμενο νά ξαναφτιάχνει ό δργανισμός ένα τμήμα του πού άποκόπηκε.

άναγωγή: χημική άντιδραση κατά τήν όποια ένα στοιχείο ή μιά ένωση παίρνει ύδρογόνο ή τούς άφαιρείται άξυγόνο. Γενικά όταν ένα στοιχείο η μιά ένωση παίρνει ήλεκτρόνια.

άναδιασταύρωση: βλέπε λέξεις άναδρομή διασταύρωση.

άναδρομη διασταύρωση: διαστάύρωση άτομων τής πρώτης θυγατρικής γενιάς μέ ένα άπό τους γονείς τους.

άναερόβια φάση τής άναπνοης: ή φάση τής άναπνοης πού δέν χρειάζεται άξυγόνο.

άναλογα δργανα: δργανα πού έχουν ίδια λειτουργία και γι: αύτό παρουσιάζουν έπιφανειακή δμοιότητα χωρίς δμως νά έχουν ίδια έξελικτική προέλευση.

άναπαραγωγή: ή ίδιότητα τῶν ζωντανῶν οντων νά παράγουν νέα πανομοιότυπά τους ζωντανά ίντα.

άναπνοή: λειτουργία κατά τήν όποια τό ζωντανό ίν έλευθερώνει ένέργεια διασπώντας δργανικές χημικές ένώσεις.

Άνατολική ζώνη: Ζωγεωγραφική ζώνη πού περιλαβαίνει τήν Ινδία και κοντινές της χώρες.

άναφαση (ή τρίτη φάση τής μίτωσης): τό τρίτο στάδιο τής κυτταρικής διαιρέσεως.

άνοιχτό σύστημα: άποτελεῖται από σύνολο ύλικων τμημάτων σέ έπικοινωνία μέ τό περιβάλλον μέ τό όποιο άνταλλάσσει όλη και ένέργεια.

άντισμα: πρωτεΐνη πού κατασκευάζει ό δργανισμός γιά νά καταπολεμήσει μιά μικροβιακή (ή άλλη) είσβολή.

άπλοειδής άριθμός χρωματοσωμάτων: ό άριθμός τῶν χρωματοσωμάτων στούς γαμέτες, ό μισός άριθμός τῶν χρωματοσωμάτων τῶν σωματικῶν κυττάρων, ό άριθμός τῶν ζευγαριῶν τῶν χρωματοσωμάτων (= N).

άποβλάστηση: τρόπος άγενή πολλαπλασιασμού. "Ενα τμῆμα τοῦ δργανισμοῦ άναπτύσσεται καί μετά άποχωρίζεται καί γίνεται νέος δργανισμός.

άπολιθωμα: άπομεινάρια ζωντανῶν δργανισμῶν πού ἔξησαν παλιά: είτε είναι άποτυπώματα, είτε σκληρά μέρη τους πού ή δργανική τους οὐσία άντικαταστάθηκε άπό άνόργανα ύλικά. Σπάνια είναι τμήματα δργανισμῶν ή δργανισμοί πού δέν πετροποιήθηκαν άλλα διατηρήθηκαν στούς πάγους ή άκομα μέσα σέ κεχριμπάρι.

άστρες: οί δυό άστεροειδεῖς σχηματισμοί πού καθένας τους έχει κέντρο ἔνα άπό τούς δυό πόλους τῆς άτράκτου (στή μίτωση).

ATP (εἴ-τι-πί, τριφωσφορική άδενοσίνη): χημική ένωση πού άποτελεῖται άπό άδενίη, ριβόζη καί τρεῖς ρίζες φωσφορικοῦ δξέος. Τό ATP είναι τό ένεργειακό «νόμισμα».

άτρακτος: διάταξη σέ σχῆμα άδραχτιοῦ, (Άτρακτος = άδράχτι), πού σχηματίζεται στή μετάφαση τῆς κυτταρικῆς διαερέσεως.

Αύστραλιανή ζώνη: ή Ζωογεωγραφική ζώνη πού περιλαβαίνει τήν Αύστραλια.

αύτόματη γένεση (θεωρία τῆς): ό ύποθετικός (καί δπως τώρα γνωρίζουμε λανθασμένος) μηχανισμός παραγωγῆς ζωντανῶν ὄντων άπό μή ζωντανά ύλικά.

αύτότροφος δργανισμός: δργανισμός πού τρέφεται άπό άνόργανες μόνο ούσιες, κατασκευάζοντας μόνος του τίς άναγκαιες σ' αυτόν δργανικές.

βακτηριοφάγος: ίός (φάγος) πού παρασιτεί βακτήρια.

βασίλειο: ή μεγαλύτερη οδμάδα διαιρέσεως τῶν ζωντανῶν ὄντων στή Συστηματική.

βελτίωση (κληρονομική): προσπάθεια καλυτερέυσεως δρισμένων χαρακτηριστικῶν τῶν έκτρεφόμενων ζώων καί τῶν καλλιεργούμενων φυτῶν μέ τήν άλλαγή τῶν γονότυπων τῶν άτομων τους.

βένθος: τό σύνολο τῶν ζωντανῶν ὄντων πού ζοῦν στό βυθό τῆς θάλασσας.

βιογενετικός νόμος (τοῦ Χαίκελ): ή ἀποψή πώς ή δοντογένεση συνοψίζει τή φυλογένεση.

Βιοχημεία: ή ἐπιστήμη πού μελετᾶ τό φαινόμενο τῆς ζωῆς στό ἐπίπεδο τῶν μορίων καί τῶν χημικῶν άντιδράσεων.

βιωτική κοινότητα: τό σύνολο τῶν ζωντανῶν ὄντων σέ μιά περιοχή.

βλαστίδιο: ένα από τα πρώτα στάδια της ζωής του έμβρυου.

γαλακτικό δέξι: όργανική ένωση, δέξι. Παράγεται στά ζδα με τήν άναερόβια άναπνοή.

γαμέτης: κύτταρο πού χρησιμεύει γιά τόν έγγενή πολλαπλασιασμό του άργανισμού. Περιέχει τό μισό άριθμό τῶν χρωματοσωμάτων τῶν σωματικῶν κυττάρων δηλαδή ένα χρωματόσωμα άπό κάθε ζευγάρι.

γαστρίδιο: στάδιο της ζωής του έμβρυου στό δύο οι γίνονται οι μετακινήσεις κυττάρων γιά νά σχηματισθούν τά δέρματα.

Γενετική: ό κλάδος της Βιολογίας πού μελετᾶ τά φαινόμενα της κληρονομίτητας καί τής ποικιλομορφίας.

γενετικός κώδικας: ό κώδικας πού μᾶς δίνει τίς άντιστοιχίες μεταξύ τῶν διάφορων συνδυασμῶν πού άποτελούν τρεις διαδοχικές βάσεις της άλυσίδας του RNA καί τῶν 20 άμινοξέων. Υπάρχουν τρεις συνδυασμοί βάσεων πού δέν άντιστοιχούν σέ άμινοξύ άλλα σημαίνουν τή λήξη του μηνύματος.

γεννητικό πλάσμα: τό σύνολο τῶν κυττάρων του άργανισμού πού είναι ή πρόκειται νά μετασχηματίστει σέ γαμέτες.

γένος: μικρή διάδα διαιρέσεως τῶν ζωντανῶν οντων στή Συστηματική. Κάθε γένος περιλαβαίνει περισσότερα εϊδη ή καί μόνο ένα.

γεωλογικοί αἰδῆνες, περίοδοι ή διαπλάσεις, ύποπεριόδοι καί ἐποχές: χρονικές διαιρέσεις της ιστορίας της Γης άπό τούς γεωλόγους. Κάθε αιώνας [Αρχαιόκός, Προτεροζωικός, (κι οι δύο μαζί λέγονται Προκάμβριο), Παλαιοζωικός, Μεσοζωικός, Καινοζωικός] περιλαβαίνει περιόδους (ή διαπλάσεις), κάθε περίοδος περιλαβαίνει ύποπεριόδους καί κάθε ύποπεριόδος ἐποχές (ή βαθμίδες).

Γκοντβάνα: ένα από τά δύο κομμάτια στά δύοια χωρίστηκε ή Παγγαία, τό νότιο κομμάτι. Περιλαβαίνει τή N. Αμερική, Αφρική, Ινδία, Αύστραλια καί Ανταρκτική.

γκράνα (grana): κατασκευάσματα μέσα στό χλωροπλάστη πού τό καθένα τους (granum) μοιάζει μέ μιά στήλη μεταλλικῶν κερμάτων.

γλυκόζη: ήδατάνθρακας μέ 6 άτομα άνθρακα. Δομικός λιθός του γλυκογόνου καί τοῦ άμυλου.

γλυκόλυση: (ἀπό τό γλυκύς καί λύση): τό τμῆμα της άναπνοης κατά τό δύοιο διασπάται ή γλυκόζη μέχρι νά προκύψει πυροσταφυλικό δέξ.

γόνος: ή μονάδα της κληρονομικότητας. Βρίσκεται στά χρωματοσώματα.

γονότυπος: ο τύπος τῶν γόνων ένός άτομου – ή κληρονομική του δομή.

γουανίνη: όργανική βάση. Τό μόριό της συμμετέχει στήν κατασκευή του DNA καί τοῦ RNA.

δαλτωνισμός: ή άδυναμία πού έχουν μερικοί άνθρωποι νά ξεχωρίζουν όρισμένα χρώματα.

δέρματα (έμβρυοι λογικά): οί τρεῖς στρώσεις (στοιβάδες) κυττάρων που σχηματίζονται σέ δρισμένο στάδιο του έμβρυου μετά τό γαστρίδιο. Κάθε δέρμα παρέχει τό ύλικό γιά νά σχηματιστούν διάφορα οργανα και ίστοι. (βλέπε λέξεις έκτόδερμα, μεσόδερμα, ένδοδερμα).

δεσοξυριβοζονούκλεϊκό δέξν: βλέπε λέξη DNA.

δευτερη θυγατρική γενιά: τό σύνολο τῶν άτομων πού προέρχεται άπο τή διασταύρωση τῶν άτομων τῆς πρώτης θυγατρικῆς γενιᾶς, (σύμβολο F₂).

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

διάσχιση: τό φαινόμενο σύμφωνα μέ τό δρόποιο ό γόνος πού προέρχεται άπο τόν πατέρα κι ό αντίστοιχος γόνος πού προέρχεται άπο τή μητέρα δέν άλληλοεπηρεάζονται άλλα ξαναβρίσκεται (ένας τους) σέ κάθε γαμέτη τού άτομου «καθαρός», δηλαδή στήν ίδια κατάσταση πού ήταν στούς γονεῖς του.

διαφοροποίηση: διαδικασία μέ τήν δροπία τά διάφορα κύτταρα τού σώματος, ἄν και προέρχονται δλα άπο τό ζυγωτό, έξειδικεύονται λειτουργικά και γι' αύτό άλλάζουν και μορφολογικά.

διδακτικός τύπος θεωριῶν: κατηγορία θεωριῶν πού πιστεύει πώς τό περιβάλλον άμεσα ἐντυπώνει μεταβολές στόν δργανισμό και πώς αύτές γίνονται κληρονομικές (ἄν και ἐπίκτητες) και καθιστούν τόν δργανισμό περισσότερο προσαρμοσμένο στό περιβάλλον πού τού τίς ἐντύπωσε. Ή Θεωρία τού Λαμάρκ είναι διδακτικοῦ τύπου (τό περιβάλλον «διδάσκει» τόν δργανισμό κι έτσι τόν άλλάζει).

δίδυμα (άδέλφια): άδέλφια πού γεννιούνται άπο τήν ίδια κύνηση. Μπορεῖ νά προέρχονται άπο ένα μόνο ζυγωτό (μονοζυγωτικά) ή άπο δύο διαφορετικά ζυγωτά κύτταρα (διζυγωτικά).

διζυγωτικά δίδυμα: βλέπε λέξη δίδυμα.

δίοικο είδος: είδος πού άποτελεῖται άπο δυό χωριστές κατηγορίες ατομα, τά άρσενικά και τά θηλυκά.

διπλοειδής άριθμός χρωματοσωμάτων: δί άριθμός τῶν χρωματοσωμάτων τῶν σωματικῶν κυττάρων, ή τῶν κυττάρων τού γεννητικοῦ πλάσματος πρίν υποστούν τή μείωση, ή άκομη δίπλασιος άριθμός τῶν ζευγαριῶν τῶν χρωματοσωμάτων (= 2N).

διυβριδισμός: διασταύρωση στήν δροπία διασχίζονται δυό διαφορετικοί γόνοι.

διφωσφορική άδενοσίνη: βλέπε λέξη ADP.

DNA (ντί-εν-εΐ, δεσοξυριβοζονούκλεϊκό δέξν): Κατηγορία νουκλεϊκῶν δέξέων πού άποτελούνται άπο δυό συμπληρωματικές άλυσίδες νουκλεοτιδίων (δικλωνα) και πού βρίσκονται κυρίως στά χρωματοσωμάτων (άλλα και στά μιτοχόνδρια, και στά πλαστίδια). Οί γόνοι άποτελούνται

από DNA. Τό DNA έχει τήν ίδιότητα νά άναπαράγεται.

δούλωση: φαινόμενο υποδούλωσεως μυρμηγκιών σέ αλλον είδους μυρμήγκια. Μερικά εϊδη μυρμηγκιών αίχμαλωτίζουν άτομα (προνύμφες) αλλού είδους πού δταν μεγαλώσουν τά χρησιμοποιούν σάν δούλους τους γιά νά κάνουν διάφορες έργασίες.

δρεπανοκυτταρική άναιμια: κληρονομική άναιμια πού δφείλεται στή διαφορετική αίμασφαιρίνη (άπο τήν κανονική) πού έχουν τά άρρωστα άτομα.

έγγενής πολλαπλασιασμός: μηχανισμός πολλαπλασιασμού πού στηρίζεται στήν υπαρξή δυό φύλων και στήν παραγωγή γαμετῶν.

είδος: βασική μονάδα τής ταξινόμησης. Τό είδος δέν δρίζεται μόνο μέ τό κριτήριο τής μορφολογικής όμοιότητας αλλά κυρίως μέ τό μιξιολογικό κριτήριο. Είναι άντικειμενική δντότητα άνεξάρτητη άπο τόν ταξινόμο. Κάθε είδος κατέχει όρισμένη οίκολογική φωλιά.

έκλεκτικός τύπος θεωριῶν: κατηγορία θεωριῶν πού πιστεύει πώς οί έξελικτικές μεταβολές προέρχονται άπό έπιλογή σέ προϋπάρχουσα κληρονομική ποικιλομορφία τού πληθυσμού. Ή έπιδραση τού περιβάλλοντος πραγματοποιείται μέ τό μηχανισμό τής έπιλογής. Ή νεοδαρβινική ή συνθετική θεωρία είναι έκλεκτικού τύπου.

έκτοδερμα: τό έξωτερικό δέρμα (βλέπε λέξη δέρματα) τού έμβρυου στό στάδιο μετά τό γαστρίδιο. Από τό δέρμα αύτό προέρχονται ή έπιδερμίδα, τό νευρικό σύστημα, τά αισθητήρια όργανα, οί τρίχες, τά νύχια κ.ά.

έλαιοπλάστης: πλαστίδιο δπου γίνεται ή σύνθεση τού έλαιου (λαδιού).

Έμβρυολογία: κλάδος τής Βιολογίας πού μελετᾶ τά έμβρυακά στάδια τής ζωῆς τού δργανισμού.

ένδοδερμα: τό έσωτερικό δέρμα (βλέπε λέξη δέρματα) τού έμβρυου στό στάδιο μετά τό γαστρίδιο. Από τό δέρμα αύτό προέρχεται ή πεπτικός άγωγός.

ένδοπλασματικό δίκτυο: πολύπλοκο δίκτυο άγωγών (καναλιών) πού βρίσκεται μές στό κυτταρόπλασμα.

ένεργο κέντρο (ένζύμου): τό μέρος τού ένζύμου στό όποιο γίνεται ή έπαφή με τό ύποστρωμα ή τά ύποστρώματα μέ άποτέλεσμα τή διευκόλυνση τής χημικής άντιδράσεως τήν όποια τό ένζυμο καταλύει.

ένζυμο: δργανική χημική ένωση πού είτε είναι έξοικοκλήρου πρωτεΐνη είτε τό μεγαλύτερο μέρος τής είναι πρωτεΐνη και ή όποια έπιταχύνει έρισμένη χημική άντιδραση, χωρίς νά συμμετέχει στά τελικά προϊόντα τής άντιδράσεως αύτής.

Έξέλιξη: τό φαινόμενο νά άλλάζουν μορφή τά έμβια σ δντα μέ τό πέρασμα τού χρόνου, εϊδη νά μεταβάλλονται σέ αλλα εϊδη (άναγένεση) η εϊδη νά διχάζονται σέ δυό ή περισσότερα νέα εϊδη (κλαδογένεση), η εϊδη νά σβήνουν.

έξοδη: ύδατάνθρακας μέ εξι ατόμα άνθρακα στό μόριό του.

έπιγενεση: έμβρυολογική θεωρία σύμφωνα με τήν όποια τά δργανα και οι ίστοι τού σώματος σχηματίζονται «έκ νέου» κάθε φορά κατά τό έμβρυο μέρος τῆς ζωῆς τοῦ δργανισμοῦ χάρη στίς δυνάμεις πού ένυπάρχουν μέσα στό ζωντανό κύτταρο (κι όχι άπό προσχηματισμένα τμήματα).

έπικτητη ίδιότητα (ή έπικτητο χαρακτηριστικό): ίδιότητα πού έχει ο δργανισμός άλλα δέν τήν κληρονόμησε άπό τούς γονείς του.

έπιλογή: ξεδιάλεγμα δρισμένων γονότυπων, άπό ένα πληθυσμό, στούς όποιους μόνο έπιτρέπουμε νά άναπαραχθούν (τεχνητή έπιλογή). "Οταν άλοι οι γονότυποι δέν άφήνουν τόν ίδιο άριθμό άπογόνων στή φύση, μιλάμε για φυσική έπιλογή.

έπιφυτο: φυτό πού φυτρώνει πάνω σ' άλλο φυτό (λ.χ. πάνω σέ μεγάλο δέντρο) χωρίς νά παρασιτεῖ σ' αύτό άλλα χρησιμοποιώντας το μόνο σάν υπόβαθρο.

έρεθιστικότητα: ή ίδιότητα τοῦ δργανισμοῦ νά πληροφορεῖται τί συμβαίνει έξω ή και μέσα σ' αύτόν.

έρημος: οίκοσύστημα πού ή βλάστησή του είναι πολύ φτωχή: τό μεγαλύτερο μέρος τῆς έπιφράνειάς του είναι άκαλυπτο άπό βλάστηση.

έρμαφρόδιτο άτομο: τό άτομο πού μπορεῖ νά παράγει και άρσενικούς και θηλυκούς γαμέτες. 'Η λεξη παράγεται άπό τίς λέξεις 'Ερμῆς και 'Αφροδίτη.

έτεροζυγωτό: άτομο πού περιέχει δυό διαφορετικούς άλληλόμορφους ένος γόνου.

έτερότροφος δργανισμός: δργανισμός πού τρέφεται άπό δργανικές ούσιες πού παράγουν άλλοι δργανισμοί (λέγεται και καταναλωτής).

εύκαρυωτικός: δργανισμός πού έχει κύτταρα (ή κύτταρο στούς μονοκύτταρους) μέ διαμορφωμένο πυρήνα. Εύκαρυωτικοί είναι άλοι οι δργανισμοί έκτός άπό τά βακτήρια (στά όποια άνήκουν και τά μυκοπλάσματα), τά Κυανοφύκη και οι ίοι.

εύτροφισμός: μέ τήν άπόλυτην τῆς γεωργικῆς γῆς άπό τίς βροχές μαζεύονται φωσφορικά λιπάσματα σέ λίμνες ή κλειστές θάλασσες, όπως μαζεύονται και άπόβλητα άπό τούς όχετούς μεγάλων πόλεων. Αύτές οι ούσιες είναι θρεπτικές γιά τά φύκη κι άλλα φυτά πού άναπτύσσονται τόσο ώστε καταναλώνουν τό δξυγόνο και δέν άφήνουν νά άναπτυχθούν τά υδρόβια ζώα. Αύτή ή κατάσταση φυτικής υπερπαραγωγής μέ σύγχρονη μείωση τού ζωικού πλούτου άνομάζεται εύτροφισμός.

ζυγωτό κύτταρο: τό πρώτο κύτταρο άπό τό όποιο προέρχεται ο νέος δργανισμός. Σχηματίζεται μέ τήν ένωση δυό γαμετῶν, τοῦ άρσενικοῦ και τοῦ θηλυκοῦ.

ζύμωση: χημικές άντιδράσεις άναερόβιας άναπνοης από ζυμομύκητες (λ.χ. μέ ζύμωση δι μοῦστος γίνεται κρασί).

Ζωογεωγραφία: κλάδος της Βιολογίας που μελετά τη γεωγραφική έξαπλωση και κατανομή τῶν ζωικῶν ειδῶν.

ζωοπλαγκτό: τό πλαγκτό (βλέπε λέξη) που άποτελεῖται από μικροσκοπικά ζώα.

ήμιδροφος: ένδιαμεσο έπιπεδο φυλλωσιᾶς μεταξύ τοῦ δρόφου (βλέπε λέξη) και τοῦ ξερού.

θαλασσαιμία (ή μεσογειακή άναιμία): κληρονομικές άναιμίες που διφείλονται σε έλαττωματική παραγωγή τῆς αίμοσφαιρίνης.

θήραμα: τό είδος που τρώγεται από ένα άλλο (τό διποίο ονομάζεται θηρευτής του).

θηρευτής: τό είδος που τρώγει ένα άλλο (τό διποίο ονομάζεται θήραμα).

θυγατρική γενιά: βλέπε λέξεις πρώτη θυγατρική γενιά και δεύτερη θυγατρική γενιά.

θυμίνη: δργανική βάση. Τό μόριο της συμμετέχει στή δομή τοῦ DNA.

ίος: μικροσκοπικό έμβιο ον χωρίς κυτταρική δομή, παράσιτο ζώων, φυτῶν, μυκήτων, μονοκυττάρων, άκομα και βακτηρίων.

Ισημερινό πεδίο (ή ισημερινό έπιπεδο): τό νοητό έπιπεδο που είναι κάθετο στή μέση της νοητής γραμμῆς που ένώνει τούς δυό πόλους τῆς άτρακτου στή μίτωση.

Ιστόνιγ: βασικές (άντιθετο μέ τίς δξινες) πρωτεΐνες που βρίκονται στά χρωματοσώματα. Είναι πλούσιες στά άμινοξέα άργινίνη και λυσίνη.

Ιστός: σύνολο κυττάρων μέ ίδια μορφολογία και ίδια λειτουργική άποστολή.

Καινοζωικός: γεωλογικός αιώνας (βλέπε λέξη). "Αρχισε πρίν 63 έκατομμύρια χρόνια και συνεχίζεται ως σήμερα.

Κάμβριο: γεωλογική περίοδος (βλέπε λέξη) τοῦ Παλαιοζωικοῦ αιώνα. "Αρχισε έδη και 600 έκατομμύρια χρόνια και τελείωσε έδη και 500 έκατομμύρια χρόνια. Διάρκεσε δηλαδή 100 έκατομμύρια χρόνια.

καταβολισμός: λειτουργίες τοῦ οργανισμοῦ κατά τίς διποίες παράγεται ένέργεια μέ τή διάσπαση και δξείδωση (βλέπε λέξη) δρισμένων δργανικῶν μορίων.

καταναλωτής: Τό είδος που τρέφεται από άλλο ή άλλα είδη. Συνώνυμο τοῦ έτεροτροφος (βλέπε λέξη). Αντιθετο άπο τό παραγωγός, ανύτροφος (βλέπε λέξεις). "Υπάρχουν πρωτογενείς, δευτερογενείς και τριτογενείς καταναλωτές (βλέπε λέξεις).

κεντρόμερο: έξειδικευμένο τμῆμα τοῦ χρωματοσώματος που παίζει σημαντικό ρόλο στήν κίνηση τοῦ χρωματοσώματος κατά τήν άναφαση.

κεντρόσωμα: δργανιδιο τῶν ζωικῶν μονο κυττάρων. Βρίσκεται ἔξω ἀπό τὸν πυρήνα καὶ παιίζει ρόλο στὴν κυτταρική διαίρεση, στὰ κύτταρα τῶν ζώων.

κλαδογένεση: ἔξελικτική ἀλλαγὴ κατὰ τὴν ὁποίᾳ ἔνα εἶδος χωρίζεται καὶ δίνει γέννηση σε δυό ἢ περισσότερα νεα εἰδη, ὅπως ὁ κλάδος τοῦ δεντρου σε δυό ἢ περισσότερα κλαδιά. Ὁ δρος χρησιμοποιεῖται καὶ γιά μεγαλύτερες μονάδες ἀπό τὰ εἰδη (λ.χ. μιά ταξη δίνει γέννηση σε περισσότερες κ.ο.κ.). Διαφορετικός ἀπό τὴν ἀναγένεση (βλέπε λέξη).

κληρονομικότητα: τὸ φαινομένο νά μεταβιβάζουν οἱ γονεῖς στὰ τέκνα τους ὀρισμένα χαρακτηριστικά.

κοινωνία: ὅμαδα ἀτόμων πού ἀνηκουν στὸ ἴδιο εἶδος καὶ εἰναι ὀργανωμένα μέ τρόπο πού νά συνεργάζονται. Ἡ ὑπαρξη ἀμοιβαίας ἐπικοινωνίας μεταξύ ἀτόμων τοῦ ἴδιου εἰδους μέ σκοπό τὴ συνεργασία, καὶ πού ξεπερνά τὴν ἀπλή σεξουαλική δραστηριότητα, εἰναι κριτήριο γιά τὸν δρισμό τῆς κοινωνίας.

κόκκος γύρης: ὁ ἀρσενικός γαμέτης στὰ φυτά.

Κρητιδική: γεωλογική περίοδος τοῦ Μεσοζωικοῦ αἰώνα. Ἀρχισε πρίν 135 ἑκατ. χρόνια, τέλειωσε πρίν 63 ἑκατ. χρόνια, δηλαδή διάρκεσε 72 ἑκατομμύρια χρόνια.

κυαμισμός: ἡ κληρονομική δομή πού ἐκδηλώνεται μέ σοβαρό αίμολυτικό ἐπεισόδιο ὅταν τὰ ἄτομα πού τὴν ἔχουν φάνε ἄβραστα κουκιά.

κύκλος Krebs (ἢ κύκλος κιτρικοῦ δξέος): στὴν ἀναπνοή ἡ καύση τοῦ μετασχηματισμένου πυροσταφυλικοῦ δξέος (ἐνωμένου μέ συνένζυμο Α σὲ ἀκετυλοσυνένζυμο Α) μέ μιά σειρά πολύπλοκων χημικῶν ἀντιδράσεων. Ἀπό τὴν καύση παράγεται CO₂ κι ἐλευθερώνονται ἡλεκτρόνια.

κυριαρχία: φαινόμενο κατά τὸ δόποιο, στὰ ἑτεροζυγωτά ἄτομα γιά ἔνα γόνο, δ ἔνας ἀλληλόμορφος παρεμποδίζει τὴν ἐμφάνιση τοῦ ἄλλου ἀλληλόμορφου στὸ φαινότυπο.

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

κυττόπλασμα: βλέπε λέξη **κυτταρόπλασμα**.

κυτοσίνη: δργανική βάση. Τὸ μόριο τῆς συμμετέχει στὴ δομή τοῦ DNA καὶ τοῦ RNA.

κυτοχρώματα: πρωτεΐνες, χημικοί ὑποδοχεῖς ἡλεκτρονίων (βλέπε λέξη). Παιζουν ρόλο ὑποδοχέων στὴν δξειδωτική φωσφορυλίωση (βλέπε λέξη).

κυτταρική μεμβράνη: βλέπε λέξη πλασματική μεμβράνη.

κύτταρο: ἡ θεμελιώδης ζωτανή μονάδα. Ἀπό αὐτήν ἀποτελοῦνται ὅλοι οἱ δργανισμοί πλήν τῶν ίῶν (ἀπό ἔνα κύτταρο οἱ μονοκύτταροι, ἀπό πολλά

κύτταρα οι πολυκύτταροι δργανισμοί, βλέπε λέξεις).

κυτταρόπλασμα ή **κυττόπλασμα**: παχύρευστη ούσια πού υποτελεῖ τό μεγαλύτερο μέρος του έσωτερικού του κυττάρου.

λαμαρκισμός: ύποψη κατά τήν οποία η Έξελιξη δοφείλεται κυρίως στήν υποτιθέμενη (και λανθασμένη) κληρονομικότητα τῶν ἐπίκτητων ίδιοτήτων.

Λαυρασιατική ἥπειρος: το βόρειο κομμάτι γης ἀπό τά δυό πού χωρίστηκε ή Παγγαία. Περιλαβανε τήν Β. Ἀμερική, τήν Εὐρώπη και ὅλη σχεδόν τήν Ἀσία.

λειτουργία: πραγματοποίηση όρισμένων φυσιολογικῶν ἀντιδράσεων ἀπό ἔνα κύτταρο ή ἀπό ἔνα ή περισσότερα δργανα γιά τήν ἐκπλήρωση όρισμένου σκοποῦ.

Αιθανθρακοφόρος: γεωλογική περίοδος του Παλαιοζοϊκοῦ αἰώνα. "Αρχισε πρίν 345 έκατομμύρια χρόνια και τέλειωσε πρίν 280 έκατομμύρια χρόνια, δηλαδή διάρκεσε 65 έκατομ. χρόνια. Περίοδος μεγάλων δασῶν, πού τώρα τά βρίσκουμε σάν λιθάνθρακες.

λίπη: κατηγορία δργανικῶν μορίων, πού υποτελοῦνται ἀπό τήν ἔνωση τριῶν μορίων λιπαρῶν δέξιων μέ ἔνα μόριο γλυκερίνης ή ἀνάλογης ἔνωσης με τή γλυκερίνη.

λυσόδωμα: δργανίδιο του κυττάρου πού περικλείει ἔνζυμα.

μακκία: οίκοσύνητημα τῶν ξηροφυτικῶν ἐκτάσεων κυρίως γύρω ἀπό τή Μεσόγειο.

μάρσιπος: δερμάτινος σάκος τῶν μαρσιποφόρων στόν όποιο τά θηλυκά κρατοῦν τά μικρά τους.

μείωση: δημηνισμός παραγωγῆς κυττάρων μέ μισό ἀριθμό χρωματοσωμάτων γιά νά γίνουν γαμέτες. Στή μείωση παράγονται νέοι συνδυασμοί γόνων ἀπό τούς δύο γονεῖς τούς ἀτόμου πού φτιάχνει τούς γαμέτες.

μεσόδερμα: το ἐνδιάμεσο ἐμβρυολογικό δέρμα (βλέπε λέξη) ἀπό τό όποιο προέρχονται τό αἷμα καί τό κυκλοφορικό σύστημα, οι συνεκτικοί ίστοι καί τά κόκαλα, το ούρογεννητικό σύστημα καί τό μυϊκό σύστημα.

Μεσοζοϊκός: γεωλογικός αἰώνας (βλέπε λέξη). "Αρχισε πρίν 230 έκατ. χρόνια και τελείωσε πρίν 63 έκατ. χρόνια, δηλαδή διάρκεσε 167 έκατομμύρια χρόνια.

μεταβολισμός: ή σύνθετη λειτουργία τού δργανισμού κατά τήν οποία χάρη σέ χημικές ἀντιδράσεις παράγεται, ἀποθηκεύεται και χρησιμοποιεῖται ἐνέργεια και σύνθετονται τά δομικά ὑλικά τού δργανισμοῦ.

μεταγραφή: ή ἀντιγραφή τού γενετικοῦ (κληρονομικοῦ) μηνύματος πού φέρει τό DNA (δηλαδή δύονος) σέ **ἄγγελοφόρο RNA** (βλέπε λέξεις).

μετάλλαξη: ή ἀπότομη ἀλλαγή ἐνός ἀλληλόμορφου σ' ἔναν ἄλλο. Εἴτε γίνεται στή φύση ἀπό μόνη της (**φυσική μετάλλαξη**), ή μέ τήν ἐπέμβαση

τοῦ ἀνθρώπου δταν χρησιμοποιήσει ἀκτινοβολίες ἢ χημικές ούσιες (τεχνητή μετάλλαξη).

μετάφαση (ἢ δεύτερη φάση τῆς μίτωσης): τό δεύτερο στάδιο τῆς κυτταρικῆς διαιρέσεως.

μεταφορεῖς RNA: εἰδὴ RNA πού μεταφέρουν τά ἀμινοξέα καί τά τοποθετοῦν ἀπέναντι στίς τριάδες διαδοχικῶν βάσεων τοῦ ἀγγελιοφόρου RNA. Καθένα τους στή μιά του μεριά ἔχει ἔνα τμῆμα πού «ἀναγνωρίζει» μιά δρισμένη τριάδα βάσεων τοῦ ἀγγελιοφόρου RNA (γιατί τό τμῆμα αὐτό ἀποτελεῖται ἀπό τίς συμπληρωματικές βάσεις καὶ ἔτσι βοηθᾶ στήν τοποθέτησή του ἀπέναντι τους) καί στό διαμετρικά ἀντίθετο τμῆμα του μπορεῖ νά δένει τό ἀντίστοιχο ἀμινοξέο.

μετάφραση: ἡ μετατροπή τοῦ γενετικοῦ μηνύματος ἀπό τή γλώσσα τῶν 4 βάσεων τῶν νουκλεοτίδων στή γλώσσα τῶν 20 ἀμινοξέων, δηλαδή ἡ διαδικασία μέ τήν όποια ἀπό τό ἀγγελιοφόρο RNA πραγματοποιεῖται ἡ σύνθεση τῆς ἀλινσίδας τῶν ἀμινοξέων (τῆς πρωτεΐνης).

μιμικρία: φαινόμενο κατά τό όποιο ἔνα είδος Α μιμεῖται τήν ἐξωτερική ἐμφάνιση ὅλου εἰδους Β, για νά ἀποφύγει τή δίωξή του ἀπό τό θηρευτή του, ὁ όποιος ἀποστρέφεται τό είδος Β.

μιξιολογικό κριτήριο: γιά τήν ἀπόφαση ἂν διό πληθυσμοί ἀνήκουν σέ διαφορετικά εἰδὴ χρησιμοποιεῖται σάν κριτήριο τό ἂν μπόρον νά διασταυρώνονται καί νά ἀνταλλάσσουν μεταξύ τους γενετικό (κληρονομικό) υλικό.

μιτοχόνδριο: δργανίδιο τοῦ κυττάρου πού λειτουργεῖ σάν σταθμός παραγωγῆς ἐνέργειας (δηλαδή στήν ἐσωτερική ἐπιφάνεια τοῦ όποίου διεξάγεται ἡ ὁξειδωτική φωσφορυλίωση βλέπε λέξη).

μίτωση: ἡ διαίρεση τοῦ κυττάρου σέ δυό θυγατρικά κύτταρα.

μονοζωγωτικά δίδυμα: βλέπε λέξη δίδυμα.

μόνοικο είδος: είδος πού ἀποτελεῖται ἀπό ἕρμαφρόδιτα ἄτομα.

μονούβριδισμός: διασταύρωση στήν όποια διασχίζεται ἔνας μόνο γόνος.

μορίδιο: ἔνα ἀπό τά πρῶτα στάδια τῆς ζωῆς τοῦ ἐμβρύου.

μυκοπλάσματα: διάδα τῶν πιό μικρῶν βακτηρίων. Παράσιτα στούς πνεύμονες τῶν θηλαστικῶν καί πτηνῶν καί παράσιτα φυτῶν.

ναύπλιος: προνυμφική (βλέπε λέξη) μορφή διστρακωτῶν.

Νεαρκτική ζώνη: Ζωογεωγραφική ζώνη πού περιλαβαίνει τή Βόρεια Αμερική.

νεοδαρβινική θεωρία: βλέπε λέξη συνθετική θεωρία.

Νεοτροπική ζώνη: Ζωογεωγραφική ζώνη πού περιλαβαίνει τήν Κεντρική καί Νότια Αμερική.

Νησιωτική ζώνη: Ζωογεωγραφική ζώνη πού περιλαβαίνει μερικά ἀπομο-

νωμένα άπό τίς ήπειρους νησιά (πολλά άπό τά όποια βρίσκονται στόν Ειρηνικό ωκεανό).

νόθο: βλέπε λέξη θύριδο.

νουκλεϊκά δέξα (ή νουκλεϊνικά δέξα): χημικά μόρια πού άποτελούνται άπο τήν ένωση πολλών νουκλεοτίδων. Μερικά μπορούν νά άναπαράγονται. Χαρακτηρίζουν τό μηχανισμό άναπαραγγῆς τῶν ζωντανῶν δργανισμῶν.

νουκλεοτίδιο: χημική ένωση πού άποτελεῖται άπο μιά πεντόζη (ριβόζη ή δεσοξυριβόζη), φωσφορικό δέξι και μιά δργανική βάση (άδενίνη, θυμίνη, γουανίνη, κυτοσίνη, ούρακίλη).

ξανθοφύλλες: κιτρινες χρωστικές.
ξενιστής: δργανισμός πού παρασιτεῖται άπο (πού φιλοξενεῖ) άλλον δργανισμό.

οίκογένεια: διμάδα διαιρέσεως τῶν ζωντανῶν ὄντων στή Συστηματική. Κάθε οίκογένεια περιέχει γένη (βλέπε λέξη).

Οίκολογια: εκλάδος τῆς Βιολογίας (καὶ ὅχι τῆς Ἀρχιτεκτονικῆς), πού μελετᾶ τίς σχέσεις ζωντανῶν δργανισμῶν μέ τό περιβάλλον τους.
οίκολογική φωλιά: ή «θέση» πού κατέχει ἔνα είδος στό οίκοσύστημα (κυρίως ώς πρός τή λειτουργία του).

οίκοσύστημα: τό σύνολο τῶν ζωντανῶν ὄντων καὶ τῶν μή ζωντανῶν (άβιων) σωμάτων σέ μιά περιοχή.

όμοζυγωτό: (γιά ἔνα γόνο) ατόμο πού περιέχει δυό φορές τόν ίδιο άλληλόμορφο αὐτὸν τού γόνου.

όμοιοθερμία: ή ικανότητα (ή ιδιότητα) νά κρατιέται σταθερή (όμοια) ή θερμοκρασία τοῦ δργανισμοῦ.

όμοιόσταση: ιδιότητα τοῦ δργανισμοῦ νά κρατᾶ δμοια τήν κατάστασή του γιά δρισμένου εύρους διαταραχές τοῦ περιβάλλοντος.

όμρολογα δργανα: δργανα μέ κοινή φυλογενετική προέλευση καὶ γι' αὐτό μέ τίδια βασική δομή.

όμρολογα χρωματοσώματα: χρωματοσώματα πού ἀνήκουν στό ίδιο ζευγάρι καὶ είναι γι' αὐτό δμοια μορφολογικά (έκτος άπο τήν περίπτωση τῶν φυλετικῶν χρωματοσωμάτων, βλέπε λέξη).

όμοταξία: διμάδα διαιρέσεως τῶν ζωντανῶν ὄντων στή Συστηματική. Κάθε δμοταξία περιέχει τάξεις (βλέπε λέξη).

όντογένεση: ή σειρά τῶν διαδοχικῶν καταστάσεων καὶ μορφῶν άπό τό ζυγωτό κύταρο ώς τό άκματο ατόμο.

όξειδοαναγγή: Συνδυασμός άντιδράσεων δξειδώσεως καὶ άναγωγῆς (βλέπε λέξεις).

όξειδωση: χημική άντιδραση κατά τήν δρόπια σ' ἔνα στοιχεῖο ή μιά ένωση προσθέτεται δξυγόνο η άπο μιά ένωση άφαιρεῖται άδρογόνο. Γενικά

ὅταν ἀπό ἔνα στοιχεῖο ἢ μιά ἔνωση ἀφαιροῦνται ἡλεκτρόνια.
δξειδωτική φωσφορυλίωση: στάδιο στήν ἀερόβια ἀναπνοή μετά τὸν κύκλο τοῦ Krebs ὅπου πραγματοποιοῦνται οἱ τελικές δξειδώσεις, καθώς τὰ ἡλεκτρόνια μεταβαίνουν ἀπό ἔναν σέ ἄλλον ὑποδοχέα μέχρι, τελικά, τὸ δξυγόνο. Ἡ ἐνέργεια πού ἐλευθερώνεται ἐπιτρέπει τή φωσφορυλίωση τοῦ ADP σέ ATP (βλέπε λέξεις).

δργανισμός: ἐμβιο ὄν, πού ἀποτελεῖται ἀπό τμῆματα τά δποια ὀνομάζουμε δργανα (πολυκύτταροι δργανισμοί) η δργανίδια (μονοκύτταροι δργανισμοί).

δργανο: τμῆμα τοῦ δργανισμοῦ πού ἀποτελεῖται ἀπό πολλά κύτταρα καὶ πολλούς ίστούς καὶ ἐκτελεῖ ὄρισμένη ἡ ὄρισμένες λειτουργίες.

δργανο ἀνάλογο: βλέπε λέξη ἀνάλογα δργανα.

δργανο δμόλογο: βλέπε λέξη δμόλογα δργανα.

δργανο ὑπολειμματικό: βλέπε λέξη ὑπολειμματικό δργανο.

δργάνωση: τοποθέτηση καὶ σύνδεση τῶν διάφορων τμημάτων ἐνός σώματος μέ κάποια τάξη.

δρφοφος: ἡ ἀπάνω φυλλωσιά τοῦ δάσους.

οὐρακίλη: δργανική βάση. Τό μόριο της συμμετέχει στή δομή τοῦ RNA.

Παγγαία: ἡ πρωταρχική ἥπειρος πού περιλαβαίνε ἔνωμένες δλες τίς στερίες τῶν τωρινῶν ἥπειρων.

παγγένεση (θεωρία τῆς): θεωρία πού διατύπωσε ὁ Ντόρβιν γιά νά ἐξηγήσει πᾶς κατά τήν δντογένεση σχηματίζονται τά δργανα τοῦ σώματος. Ἡ θεωρία είναι λανθασμένη.

Παλαιαρκτική ζώνη: Ζωογεωγραφική ζώνη πού περιλαβαίνει Εύρωπη, Βόρεια Αφρική κι Ασία (ἐκτός ἀπό τήν Ινδία καὶ ἄλλες κοντινές της χώρες).

Παλαιοζωικός: γεωλογικός αιώνας (βλέπε λέξη). Ἀρχισε πρίν 600 ἑκατ. χρόνια, τελείωσε πρίν 230 ἑκατ. χρόνια, δηλαδή διάρκεσε 370 ἑκατομμύρια χρόνια.

Παλαιοτολογία: ἐπιστήμη πού ἀσχολεῖται μέ τούς δργανισμούς τῶν περασμένων γεωλογικῶν ἐποχῶν, μελετώντας τά ἀπολιθώματα τους (βλέπε λέξη).

παραγωγός: τό είδος πού ἀπό ἀνόργανα συστατικά παράγει δργανική υλη. Συνώνυμο τοῦ αὐτότροφος (βλέπε λέξη).

παρασιτισμός: σχέση δυό δργανισμῶν κατά τήν δποία ὁ ἔνας (τό παράσιτο) ζεῖ σέ βάρος τοῦ ἄλλου (τοῦ ξενιστῆ) προκαλώντας του παθολογικές διαταραχές.

παρθενογένεση: διαδικασία παραγωγῆς ἀπογόνων πού προέρχεται ἀπό τόν ἐγγενή πολλαπλασιασμό, ἄλλα κατά τήν δποία τό ωάριο ἐξελισσεται σέ νέο δργανισμό χωρίς γονιμοποίηση.

πεντόζη: ήδατάνθρακας μέ πέντε αἴτομα ἄνθρακα στό μόριό του.
περιβάλλον (έξωτερικό): καθετί που βρίσκεται ἔξω ἀπό τὸν ὄργανισμό, (που τὸν περιβάλλει).

Πέρμιο (ἢ Πέρμια περίοδος): γεωλογική περίοδος τοῦ Παλαιοζωικοῦ αἰώνα. "Αρχισε πρίν 280 ἑκατ. χρόνια, τέλειωσε πρίν 230 ἑκατ. χρόνια, διάρκεσε δῆλαδὴ 50 ἑκατομμύρια χρόνια.

πλαγκτός: μικροσκοπικά ζωντανά ὄντα που ζοῦν στὴ θάλασσα. Ἡ δονομασία προήρθε ἀπό τὴν ἐλληνικὴ ὁμηρικὴ λέξη πλαγκτός (= πληττόμενος, περιπλανώμενος) ἐπειδὴ θεωρεῖται ὅτι οἱ ὄργανισμοὶ αὐτοὶ (ἄκομη κι δοσοὶ ἔχουν μαστίγια) περιπλανῶνται, μεταφέρονται παθητικά ἀπό τὰ κύματα στὴν ἐπιφάνεια τῆς θάλασσας (βλέπε καὶ λέξεις **ζωοπλαγκτός**, φυτοπλαγκτό).

πλασματική μεμβράνη (κυτταρική μεμβράνη): μεμβράνη πού περιβάλλει τὸ κύτταρο.

πλαστίδιο: ὄργανιδο τοῦ κυττάρου στὸ ὅποιο λαβαίνουν χώρα χημικές ἀντιδράσεις. (Πλαστίδια εἰναι οἱ χλωροπλάστες, χρωμοπλάστες, ἀμυλοπλάστες, ἐλαιοπλάστες).

Πλειστόκαινος: γεωλογικὴ ὑποπερίοδος τῆς Τεταρτογενῆς περιόδου τοῦ Καινοζωικοῦ αἰώνα.

πληθυσμός: σύνολο ἀτόμων τοῦ ἴδιου εἰδους πού ζοῦν στὴν ἵδια περιοχὴ. **ποικιλομορφία** (σὲ πληθυσμό): ἡ ποικιλία μορφῶν σ' ἔναν πληθυσμό. Γενετικὴ ποικιλομορφία ἡ ὑπαρξὴ περισσότερων ἀπό ἔνα ἀλληλόμορφων σὲ ἔναν ἢ περισσότερους γονούς.

πόλος ἀτράκτου: τὸ δέξιο ἄκρο τῆς ἀτράκτου. Ὑπάρχουν δυό τέτοια ἄκρα σὲ μιά κανονικὴ ἀτράκτῳ.

πολυμερή (πολυμερεῖς ἐνώσεις): χημικές ἐνώσεις πού ἀποτελοῦνται ἀπό τὴν ἔνωση μεγάλου ἀριθμοῦ χημικῶν μορίων ἀπόλυτα ἢ περίπου δύοιων (πού ἀνήκουν δῆλαδὴ στὴν ἵδια κατηγορία μορίων λ.χ. ἀμινοξέα).

Προκάρμβιο: ἔτσι δονομάζεται συνήθως ὁ Ἀρχαιός αἰώνας καὶ ὁ Προτεροζωικός αἰώνας μαζὶ, δῆλαδὴ ὅ,τι ὑπάρχει πρίν ἀπό τὴν Κάμβριο περίοδο, πρίν δῆλαδὴ 600 ἑκατομμύρια χρόνια.

προκαρυωτικοί: ὄργανισμοι χωρίς σχηματισμένο πυρήνα στὰ κύτταρά τους (βακτήρια, κυανοφύκη). Βλέπε καὶ λέξη **εύκαρυωτικός**.

προνύμηροι: ἔνα ἀπὸ τὰ σταδία τῆς ὀντογένεσης (βλέπε λέξη) πρίν ἀπό τὸ ἄκμαιο στὰ δστρακωτά, ἀρθρόποδα καὶ ἄλλα ζῷα.

προσαριμογή: ἡ ἴδιότητα τοῦ ὄργανισμοῦ νά είναι ἔτσι κατασκευασμένος ώστε νά μπορεῖ νά ἐπιβιώσει στὸ περιβάλλον του καὶ ν' ἀφήσει ἀπογόνους. Τὸ «ταίριασμα» τοῦ ὄργανισμοῦ μὲ τὸ περιβάλλον του.

προσχηματισμός (ἢ **προϋπόσταση**): Ἡ ἐμβρυολογική θεωρία σύμφωνα μὲ

την όποια δργανα και τμήματα του σώματος κατά την έμβρυακή άνά-
πτυξη δε γίνονται έκ νέου άλλα άπό σχηματισμένα άπό πρίν πρότυπα
μες στο ζυγωτο κύτταρο (ή στούς γαμέτες).

πρόφαση (ή πρώτη φάση της μίτωσης): τό πρώτο στάδιο της κυτταρικής
διαιρέσεως.

πρωτεΐνη: πολυμερής (βλέπε λέξη) χημική ένωση πού άποτελεῖται άπό την
ένωση πολλών άμινοξέων.

πρώτη θυγατρική γενιά: τό σύνολο τῶν άτόμων πού παράγονται άπό τη
διασταύρωση άτόμων της πατρικής γενιάς (συμβολο F_1).

πρωτογενής καταναλωτής: καταναλωτής (βλέπε λέξη) πού τρέφεται άπό
παραγωγό ή παραγωγής (βλέπε λέξη).

πυρήνας: δργανίδιο τοῦ κυττάρου, συνήθως σφαιρικό, πού περιέχει τά
χρωματοσώματα.

πυρηνική άκινησία: στάδιο όπου τό κύτταρο δέ διαιρεῖται (βλέπε λέξεις
φάση G_1 , φάση S , φάση G_2).

πυρηνική μεμβράνη: μεμβράνη πού περιβάλλει τόν πυρήνα τοῦ κυττάρου.

πυρηνίσκος: σφαιρικό σωματίδιο μές στόν πυρήνα τοῦ κυττάρου, πού περι-
έχει RNA.

πυροσταφυλικό δξό: δργανικό δξό μέ τρία άτομα ἄνθρακα πού προκύπτει
άπό τή γλυκόδυνη.

ριβοζονουκλεϊκό δξό: βλέπε λέξεις RNA.

ριβόσωμα: μικρό στρογγυλό σωματίδιο πού βρίσκεται στούς άγωγούς τοῦ
ένδοπλασματικού δικτύου τοῦ κυττάρου (στά βακτήρια στό κυτταρό-
πλασμα), στά μιτοχόνδρια και στούς χλωροπλάστες. Παίζει ρόλο στή
σύνθεση τῶν πρωτεΐνῶν γιατί πάνω του άκουμπά τό άγγελιοφόρο RNA.

RNA (άρ - έν - έι, ριβοζονουκλεϊκό δξό). Κατηγορία νουκλεϊκῶν δξέων
μονόκλωνων ή και δίκλωνων. Είδη τοῦ RNA είναι τό άγγελιοφόρο
RNA, οί μεταφορεῖς RNA, τό ριβοσωμικό RNA.

σαβάννα: ξηροφυτικό οίκοσύστημα γύρω άπό τά τροπικά δάση.

σαπρόφυτα: δργανισμοί πού τρέφονται άπό δργανικές ούσιες, (άπό νεκρά
φυτά, λείψανα ζωών; έκκρισεις κτλ.) και δχι κατευθείαν άπό άλλους
ζωντανούς δργανισμούς.

Σιλούρια: γεωλογική περίοδος τοῦ Παλαιοζωικοῦ. "Αρχισε πρίν 500 έκατ.
χρόνια, τελείωσε πρίν 405 έκατ. χρόνια, διάρκεσε δηλαδή 95 έκατομμύ-
ρια χρόνια.

σμῆνος: άγέλη (βλέπε λέξη) πτηνῶν. Χρησιμοποιεῖται και γιά νά ίποδη-
λώσει τό σύνολο τῶν μελισσῶν μιᾶς κυψέλης (γύρω άπό μιά βασίλισ-
σα).

σπερματοζωάριο: διάρσενικός γαμέτης στά ζδα.

σπόριο: στούς πολυκύταρους δργανισμούς ειδικό τμῆμα τους γιά τόν
άγενή πολλαπλασιασμό, στούς μονοκύτταρους στάδιό τους, όταν οί
συνθήκες τού περιβάλλοντος δέν είναι εύνοϊκές γιά τή διχοτόμησή τους
(στάδιο μέ παχιά τοιχώματα καί μικρής μεταβολικής δράσεως).

στοιχεῖα Golgi: δργανίδιο τού κυττάρου πού παίζει ρόλο στήν άπεκκριση
κυτταρικῶν έκκριμάτων (λ.χ. πρωτεΐνες) στό έξωτερικό τού κυττάρου
καί πού βοηθᾶ στό σχηματισμό τής πλασματικής μεμβράνης καί τής
μεμβράνης τῶν λυσοσωμάτων.

συνθετική θεωρία (ή νεοδαρβινική θεωρία): θεωρία σύμφωνα μέ τήν όποια
ή 'Έξέλιξη δφείλεται σέ τυχαίες μεταλλαγές καί άνασυνδυασμό τῶν γό-
νων κατά τή φυλετική άναπαραγωγή (μηχανισμός παραγωγής γενετικής
ποικιλομορφίας) καί σέ φυσική έπιλογή αύτής τής ποικιλομορφίας.

συνομοταξία (ή Φύλο): διμάδα διαιρέσεως τῶν ζωντανῶν ὄντων στή Συστη-
ματική. Κάθε συνομοταξία περιέχει διμοταξίες (βλέπε λέξη).

Συστηματική (ή Ταξινομική): κλάδος τής Βιολογίας πού μελετᾶ τήν κατά-
τάξη τῶν δργανισμῶν.

σφύρα: δστάριο στό μέσο οίς (αύτί) τῶν θηλαστικῶν.

σώματικό πλάσμα: τό σύνολο δλων τῶν κυττάρων τού δργανισμού έκτός
ἀπό αύτούς πού είναι ή θά μετασχηματισθοῦν σέ γαμέτες.

τάγκα: οίκοσύστημα, τό δάσος τῶν βόρειων κωνοφόρων.

τάξη: διμάδα διαιρέσεως τῶν ζωντανῶν ὄντων στή Συστηματική. Κάθε τάξη
περιέχει οίκογένειες (βλέπε λέξη).

Ταξινομική: βλέπε λέξη **Συστηματική**.

τελεονομία: ή ίδιότητα τῶν ζωντανῶν δργανισμῶν νά 'ναι έτσι κατασκευ-
ασμένοι ώστε νά πραγματοποιούν ένα σκοπό (= τέλος).

τελόφαστ (ή τέταρτη φάση τής μίτωσης): τό τέταρτο καί τελευταίο στάδιο
τής κυτταρικής διαιρέσεως.

τέχνημα (= τεχνούργημα): προϊόν άνθρωπινης κατασκευής, τής άνθρωπ-
νης τέχνης.

τούντρα: οίκοσύστημα πού βρίσκεται κυρίως κοντά στό βόρειο πόλο.

Τριαδική: έποχή γεωλογική τού Μεσοζωικού αιώνα. "Αρχισε πρίν 230
έκατ. χρόνια, τέλειωσε πρίν 181έκατ. χρόνια, δηλαδή διάρκεσε 49 έκα-
τομμύρια χρόνια.

τριτογενής καταναλωτής: καταναλωτής (βλέπε λέξη) πού τρέφεται άπό δευ-
τερογενεῖς καταναλωτές.

τριφωσφορική δδενοσίνη: βλέπε λέξη ATP

τυπολογία (τυπολογική σκέψη): ή ἅποψη ότι τά ειδη άποτελοῦν άντιγραφές
διαλλοίωτων τύπων.

νίβριδο: τό άποτέλεσμα τής διασταυρώσεως δυό άτομων, πού άνήκουν σέ

διαφορετικές όμάδες (φαινότυπους, ποικιλίες, φυλές κτλ.).

ύβριδισμός: ή διασταύρωση δυό άτομων που άνήκουν σε διαφορετικές διμάδες (φαινότυπους, ποικιλίες, φυλές κτλ.).

ύδατάνθρακες: κατηγορία όργανικών χημικών ένώσεων που άποτελούνται από άνθρακα, ύδρογόνο και δξυγόνο και στίς όποιες ή άναλογιά τῶν άτομων ύδρογόνου και δξυγόνου είναι σχεδόν πάντα ή ίδια πού ίνπάρχει και στό νερό (2:1).

ύποβαθμιση τοῦ περιβάλλοντος: ή χειροτέρευση τοῦ περιβάλλοντος γιά τοὺς ζωντανούς όργανισμούς.

ύπολειμματικό δργανό: ύπολειμματα όργανου πού έκφυλιστηκε γιατί έπαψε νά χρησιμοποιεῖται και παράμεινε σάν άπλη φυλογενετική άνάμνηση.

ύπολειπόμενος άλληλόμορφος: ο άλληλόμορφος τοῦ όποιου ή έμφάνιση στό φαινότυπο παρεμποδίζεται άπό τόν κυρίαρχο άλληλόμορφο (βλέπε λέξη) στά έτεροζυγωτά άτομα.

ύπόστρωμα: (ένζυμο) χημική ούσια γιά τήν μετατροπή τῆς όποιας δρᾶ τό ένζυμο καταλύνοντας τήν άντιστοιχη άντιδραση.

ύπόστρωμα (θρεπτικό): θρεπτικό υλικό γιά νά άναπτυχθεί κάποιος όργανισμός.

φαινότυπος: τό πάδς μᾶς φαίνεται ό όργανισμός.

φάση G₁ τῆς πυρηνικῆς άκινησίας: τό τμῆμα τοῦ στάδιου τῆς πυρηνικῆς άκινησίας όπου δέν έχει άρχισει ό διπλασιασμός τοῦ DNA.

φάση G₂ τῆς πυρηνικῆς άκινησίας: τό τμῆμα τοῦ στάδιου τῆς πυρηνικῆς άκινησίας όπου έχει τελειώσει ό διπλασιασμός τοῦ DNA.

φάση S τῆς πυρηνικῆς άκινησίας: τό τμῆμα τοῦ στάδιου τῆς πυρηνικῆς άκινησίας κατά τό όποιο συντελεῖται ό διπλασιασμός τοῦ DNA.

φερομόνη: πτητική χημική ούσια πού χρησιμεύει γιά τήν έπικοινωνία μεταξύ ζώων τοῦ ίδιου είδους.

φρουκτόζη: ύδατάνθρακας μέ έξι άτομα άνθρακα.

φρύγανα: ξηροφυτικό οίκοσύστημα κυρίως γύρω άπό τή Μεσόγειο.

φυλετικά χρωματοσώματα: ζευγάρι, συνήθως, χρωματοσωμάτων πού καθορίζουν τό φύλο τοῦ όργανισμού (τό X καί τό Y).

φυλετική άναπαραγωγή: άναπαραγωγή πού στηρίζεται στήν ψυαρξη φύλων (λ.χ. άρσενικοῦ καί θηλυκοῦ).

Φύλο: βλέπε λέξη **συνομοταξία**.

φυλογενετική συγγένεια: συγγένεια λόγω κοινῆς έξελικτικῆς προελεύσεως.

φυλογενετικό δέντρο: σχεδιάγραμμα δέντρου πού άπεικονίζει τήν έξελικτική ιστορία τοῦ όργανισμού.

φυλοσύνδετη κληρονομικότητα: κληρονομική συμπεριφορά τῶν γόνων πού βρίσκονται στά φυλετικά χρωματοσώματα (φυλοσύνδετος γόνος).

φυσική έπιλογή: βλέπε έπιλογή.

- Φυτογεωγραφία:** κλάδος της Βιολογίας που μελετά τη γεωγραφική κατανομή και έξαπλωση των φυτικών είδων.
- φυτοπλαγκτό:** τό μέρος του πλαγκτού (βλέπε λεξη) που αποτελείται από φυτικούς δργανισμούς (διάτομα, δινομαστιγωτά κ.ά.)
- φωσφορυλίωση:** βλέπε λεξη **δξειδωτική φωσφορυλίωση.**
- φωτόλυση του νερού:** από τις πρώτες φάσεις της φωτοσύνθεσης κατά την οποία διασπάται τό νερό σε ύδρογόνο και δξυγόνο.
- φωτοσύνθεση:** λειτουργία του φυτού που καταλήγει στη σύνθεση ύδατάνθρακα από άνόργανες ένσεις (νερό και διοξείδιο του άνθρακα) μέ την ένέργεια του ήλιακου φωτός.
- χημικός ήποδοχέας ήλεκτρονίων:** ούσια που μπορεί νά άναγεται (νά δέχεται ήλεκτρόνια) και νά δξειδώνεται (νά χάνει αυτά τα ήλεκτρόνια).
- χίασμα:** φαινόμενο κατά τό όποιο στή μείωση γίνεται άνταλλαγή ύλικού μεταξύ δύο χρωματίδων, μιᾶς που προέρχεται από τόν πατέρα και μιᾶς που προέρχεται από τή μητέρα του άτομου.
- χλωροπλάστης:** πλαστίδιο που περιέχει χλωροφύλλη κι όπου γίνεται ή φωτοσύνθεση.
- χλωροφύλλη:** πράσινη χρωστική ούσια που βρίσκεται στούς χλωροπλάστες και πού δεσμεύει τήν ήλιακή ένέργεια γιά νά γίνει ή φωτοσύνθεση.
- χρωματόδωμα:** σωματίδιο του πυρήνα που βάφεται έντονα και περιέχει τούς γόνους. Άποτελείται από DNA και πρωτεΐνες.
- χρωματόδωμα Y:** ένα φυλετικό χρωματόδωμα.
- χρωματόδωμα X:** ένα φυλετικό χρωματόδωμα.
- χρωμοπλάστης:** πλαστίδιο που περιέχει χρωστικές (οχι χλωροφύλλη) και δίνει τό χρόμα λ.χ. στά πέταλα τών λουλουδιών.
- χυμοτόπιο:** χώρος μέσ στό κυτταρόπλασμα γεμάτος νερό, όπου βρίσκονται διαλυμένες διάφορες χημικές ούσιες.
- ώάριο:** θηλυκός γαμέτης.

ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ Β

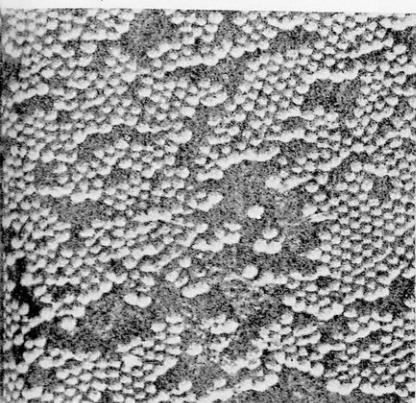
Η ΤΑΞΙΝΟΜΗΣΗ ΤΩΝ ΖΩΝΤΑΝΩΝ ΟΝΤΩΝ

Σέ αυτό τό Παράρτημα κάνουμε πιό δλοκληρωμένη γνωριμία μέ τά ζωντανά δντα, δίνοντας μιά πολύ σύντομη και άπλουστευμένη κατάταξή τους. Παρουσιάζουμε δηλαδή συστηματικές διμάδες πού μπορεῖ νά μήν ἀντιστοιχούν ἀκριβῶς σε μιά αὐστηρή σημερινή ταξινομική κατάταξη. Συνήθως σταματάμε, δηλαδή, σε κάτι ἀντιστοιχο μέ τά Φύλα (ἢ διμάδες Φύλων), μερικές διμώς φορές φτάνουμε κι' ὡς την Τάξη ἀνάλογα μέ τό ἐνδιαφέρον πού παρουσιάζουν τά εἰδη τῶν διμάδων στις διόποιες ἀναφερόμαστε. Στήν κατάταξη αὐτή δέν παρουσιάζονται οι δργανισμοί πού τούς γνωρίζουμε μόνο ἀπό ἀπολιθώματα. Τά δνόματα τῶν ζωντανῶν δντων και τῶν ταξινομικῶν διμάδων τους πού ἀναφέρονται τόσο στό κείμενο δσο και σ' αὐτό τό Παράρτημα δέν βρίσκονται σάν λήμματα στό Λεξιλόγιο (Παράρτημα A).

ΒΑΣΙΛΕΙΟ ΜΟΝΗΡΩΝ σύνολο 3.230 εἰδη σέ ἔξι Φύλα. Ιοί και μονοκύτταροι προκαρυωτικοί δργανισμοί.

1. **Ιοί.** Ακυτταρικοί δργανισμοί πάρα πολύ μικροῦ μεγέθους πού φαίνονται μόνο μέ το ἡλεκτρονικό μικροσκόπιο. Αποτελοῦνται ἀπό νουκλεϊκό δξύ και πρωτεΐνικό κάλυμμα. Πολλαπλασιάζονται σάν ἐνδοκυτταρικά παράσιτα ὅλων τῶν ἄλλων δργανισμῶν. Περίπου 200 εἰδη.

ιος πολυμελίτιδας ($\times 82000$)

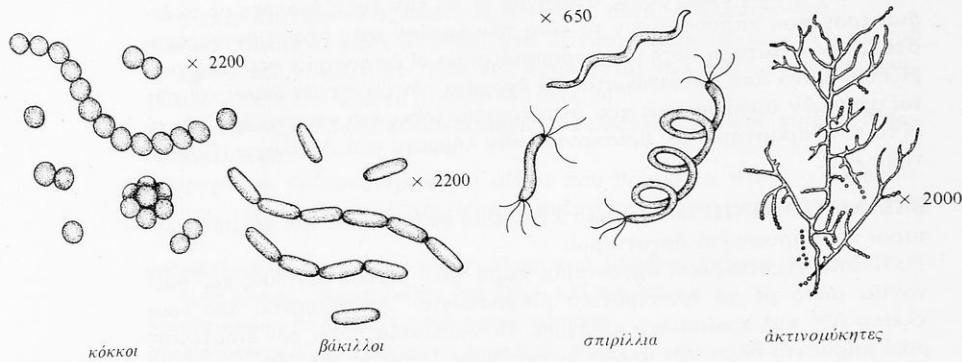


ιος γριππη ($\times 61000$)

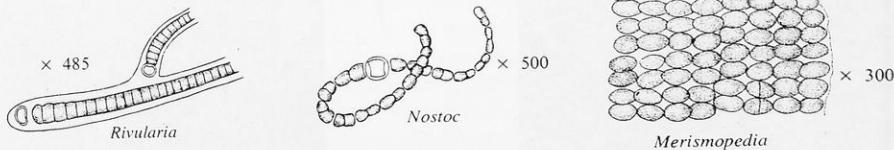
βακτηριοφάγος T₄



2. Βακτήρια (η Σχιζομύκητες). Πολύ μικροί (συνήθως 1-5μ) κυτταρικοί προκαρυωτικοί δργανισμοί, συνήθως μονοκύτταροι, πού φαίνονται με τό μικροσκόπιο. Οι περισσότεροι δέν έχουν χλωροφύλλη άλλα και μεταξύ αυτῶν πού δέν έχουν μερικοί είναι αυτότροφοι, γιατί δέξειδώνουν ένώσεις τού θείου ή τού σιδήρου ή τού άζωτου. Οι περισσότεροι πάντως είναι έτεροτροφοί και πολλοί προκαλούν άσθενειες. "Όταν δέν είναι μοναχικοί τούς βρίσκουμε μαζεμένους σάν άλυσίδες ή σάν άποικιες (σπιρίλια, κόκκοι, βάκιλλοι). Ειδικά οι άκτινομύκητες είναι σάν λεπτές διακλαδιζόμενες κλωστές. 1.630 είδη.

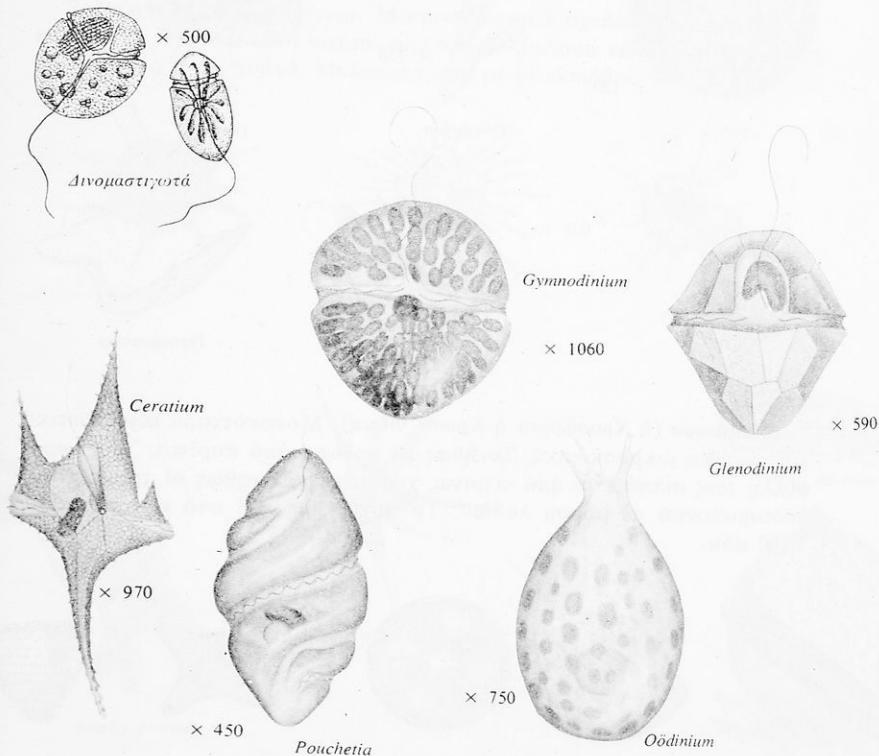


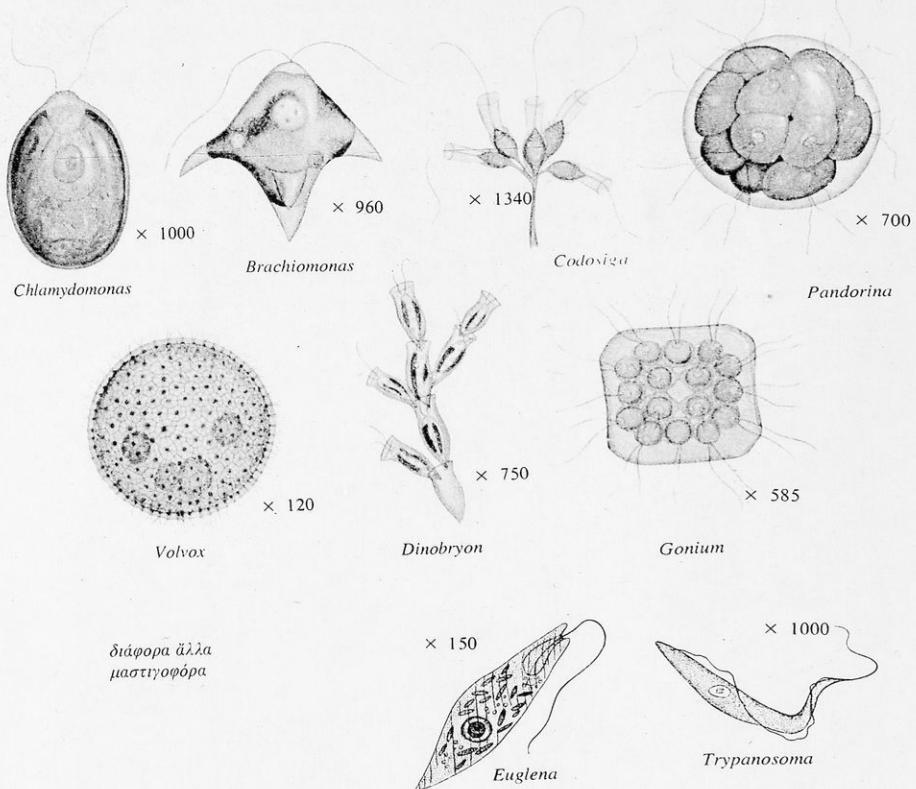
3. Κυανοφύκη (η Μυξόφυτα). Προκαρυωτικοί κυτταρικοί δργανισμοί. Μοναχικά κύτταρα ή άποικιες σάν κλωστές ή σάν έπιπεδες έπιφανειες. Δέν έχουν πλαστίδια. Η χλωροφύλλη τους συχνά καλύπτεται άπό άλλες χρωστικές. Υδρόβια άλλα μερικά βρίσκονται και στό έδαφος η σέ φυτά. 1.400 είδη.



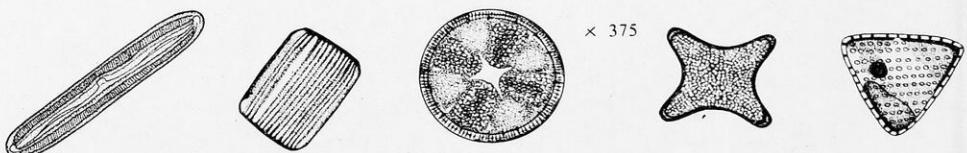
ΒΑΣΙΛΕΙΟ ΠΡΩΤΙΣΤΩΝ σύνολο 28.350 ειδη σε δέκα φύλα. Μονοκύτταροι, εύκαρυωτικοί δργανισμοί.

4. Μαστιγόφόρα. Μονοκυτταρικά ή καί σε άποικιες εύκαρυωτικά μικροσκοπικά ή σχεδόν μικροσκοπικά ζωντανά δύτα πού μετακινούνται μέτρη βοήθεια ένός μαστίγου. Μερικά είναι αυτότροφα καί περιέχουν χλωροφύλλη (*Euglena*, δινομαστιγώτα). Αύτα έθεωρούντο πώς άνήκουν στά φυτά. "Άλλα είναι έτερότροφα καί έθεωρούντο πώς άνήκουν στά ζώα (λ.χ. τά τρυπανοσώματα). Οι άποικιακές μορφές τους θεωρούνται μερικές φορές σάν ένδιαμεσες μεταξύ Πρωτίστων καί πολυκυττάρων Φυτών άπ' τή μιά μεριά, Πρωτίστων καί Σπόργων άπ' τήν άλλη. 2000 ειδη.

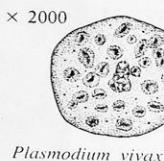




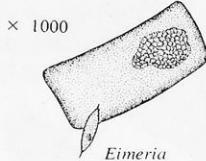
5. Διάτομα (ή Χρυσόφυτα ή Χρυσά Φύκη). Μονοκύτταρα εύκαρυωτικά και συνήθως μικροσκοπικά. Συνήθως μέ κελύφη άπο πυρίτιο. Ἡ χλωροφύλλη τους σκεπάζεται άπο κίτρινες χρωστικές. Συνήθως οι τροφές τους άποταμεύονται μέ μορφή λαδιοῦ. Τά συναντάμε και στό φυτοπλαγκτό. 5.700 εξδ.



6. Σπορόζωα. Μονοκύτταρα εύκαρυοτικά μικροσκοπικά. Συνήθως δέν μετακινούνται από μόνα τους, σέ μερικά τους δημοσία στάδια μπορεῖ νά μετακινούνται μέ ψευδοπόδια ή μαστίγια. Παράσιτα μέ πολύπλοκους κύκλους ζωῆς. 2.000 ειδη.



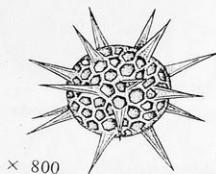
Plasmodium vivax



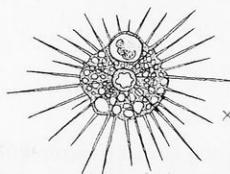
Eimeria

Αριστερά: Σπορόζωα μέσα στὸν ξενιστὴ τοῦ.
Δεξιά: Σπορόζωο μπαίνει μέσα στὸν ξενιστὴ τοῦ.

7. Ριζόποδα (ἢ Σαρκόδινα). Μικροσκοπικά ή σχεδόν μικροσκοπικά εύκαρυοτικά. Πολλά ειδη κατασκευάζουν πολύπλοκα κελύφη ή σκελετικές δομές, ἄλλα είναι γυμνά. Μετακινούνται μέ ψευδοπόδια. 8000 ειδη.

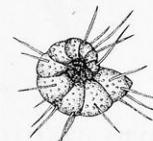


× 800



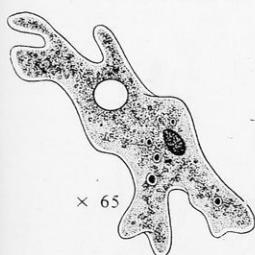
× 400

Actinophrys



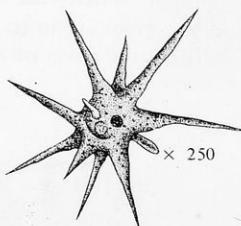
τρηματοφόρο

× 5



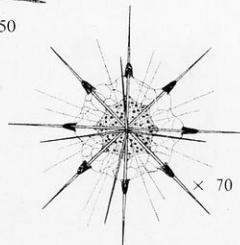
× 65

Ameba proteus



× 250

Ameba radiosha



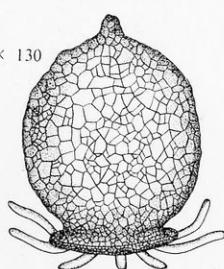
× 130

Acanthometra elastica



Arcella discoides

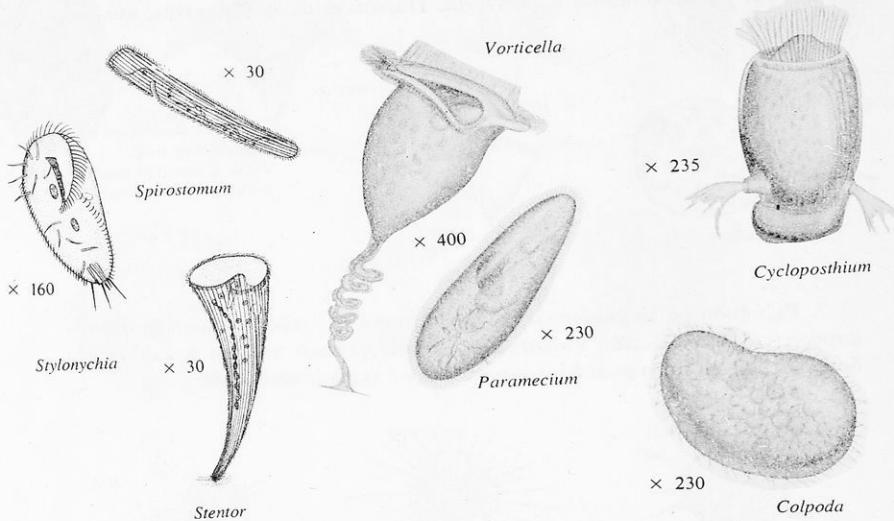
× 340



Diffugia urceolata

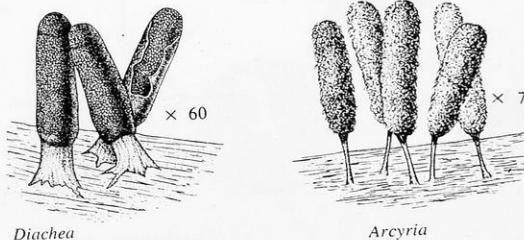
× 70

8. Βλεφαριδοφόρα. Μικροσκοπικά ή σχεδόν μικροσκοπικά εύκαρυωτικά. Μετακινούνται μέ βλεφαρίδια. 5000 εϊδη.

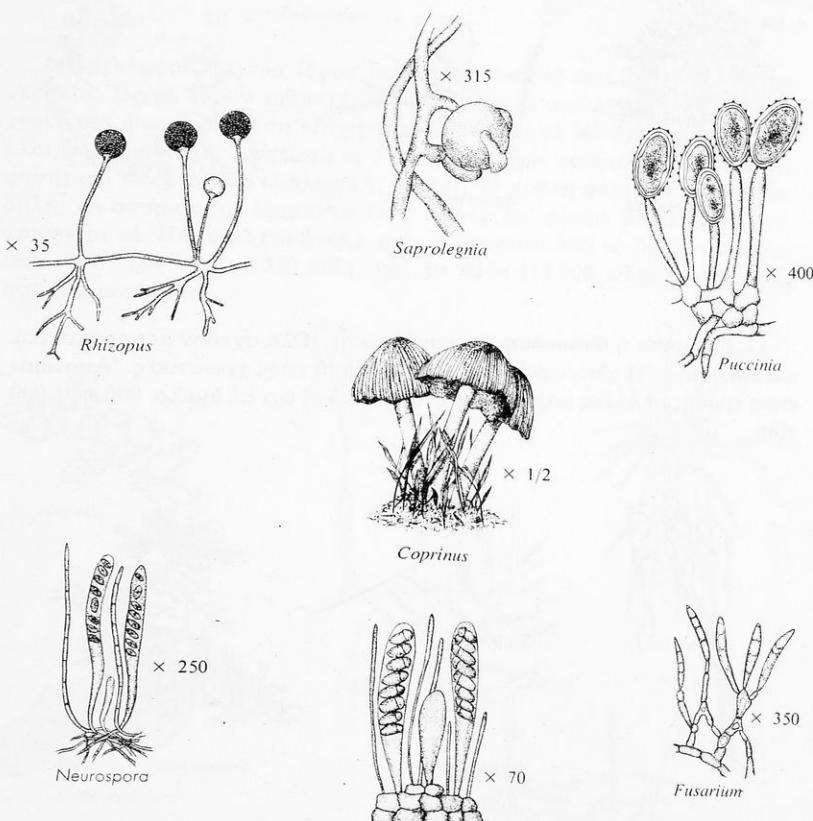


ΒΑΣΙΛΕΙΟ ΜΥΚΗΤΩΝ 40.400 εϊδη σε δκτώ Φύλα. Πολυπήρυνοι εύκαρυωτικοί δργανισμοί, κύτταρα με τοιχώματα πού δέν έχουν ή έχουν μικρή διαφοροποιηση, όπουσία χλωροφύλλης.

9. Μυξομύκητες. Μάζα πρωτοπλάσματος μέ έκατοντάδες πυρήνες πού περικλείεται με πλασματική μεμβράνη. Φαίνονται και μακροσκοπικά. Τρώνε δπως οι άμοιβάδες μ' ένα είδος πινοκύττωσης. Αναπαράγονται μέ σπόρια δπως οι άλλοι μύκητες. Βρίσκονται πάνω σέ φυτά πού άποσυνθέτονται σέ ύγρα μέρη. 400 εϊδη.



10. Μύκητες. "Οπως και οι προηγούμενοι δέν έχουν χλωροφύλλη και είναι κατ' άρχήν σαπρόφυτα. Πολυκύτταρα με διάδεις κυττάρων σάν κλωστές – τό μυκήλιο. Δέν έχουν άγγεια (δημοσίου κ.λ.π.). Τά πιο πολλά είναι σαπρόφυτα, μερικά είναι παράσιτα ζώων ή φυτών. 40.000 ειδη (σύμφωνα με άλλες έκτιμήσεις 75.000 ειδη). Μεταξύ. ολλων ξεχωρίζουμε τους Ασκομύκητες που κάνουν άσκοντας (σάκκους) με (8 συνήθως) σπόρια για νά πολλαπλασιαστούν και τους Βασιδιομύκητες τά γνωστά μας μανιτάρια. Συχνά οι Ασκομύκητες μαζί με Κυανοφύκη ή Χλωροφύκη συμβιώνουν, φτιάχνοντας τους λειχήνες.

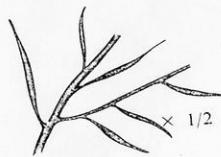


ΒΑΣΙΛΕΙΟ ΦΥΤΩΝ 328.315 εϊδη σέ έξι φύλα. Πολυκύτταροι εύκαρυωτικοί δργανισμοί, κύτταρα μέ τοιχώματα καί μέ φωτοσυνθετικές χρωστικές (ὅπως είναι ή χλωροφύλλη) σέ πλαστίδια.

11. Ροδόφυτα ή Ροδοφύκη (= κόκκινα φύκη). "Όλα σχεδόν μακροσκοπικά καί θαλάσσια. Ή χλωροφύλλη καλύπτεται ἀπό κόκκινες χρωστικές. Πολύπλοκοι κύκλοι ζωῆς μέ άναπαραγωγικά κύτταρα χωρίς μαστίγιο. 'Αποταμίευση τροφῆς σέ άλλες μορφές ύδατανθράκων καί δχι σέ άμυλο. 2.500 εϊδη.



Corallina



Agardhiella

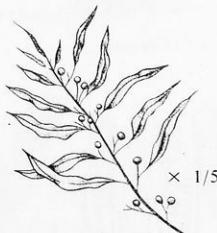


Porphyra

12. Φαιόφυτα ή Φαιοφύκη (= καφέ φύκη). "Όλα σχεδόν μακροσκοπικά καί θαλάσσια. Ή χλωροφύλλη καλύπτεται ἀπό καφέ χρωστικές. 'Αποταμίευση τροφῆς σέ άλλες μορφές ύδατανθράκων καί δχι σέ άμυλο. 900 ώς 1.000 εϊδη.



Sargassum

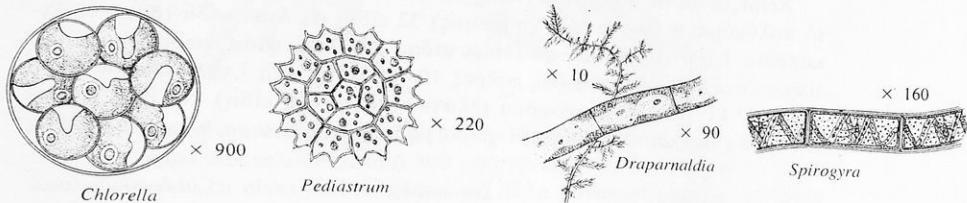


Ectocarpus

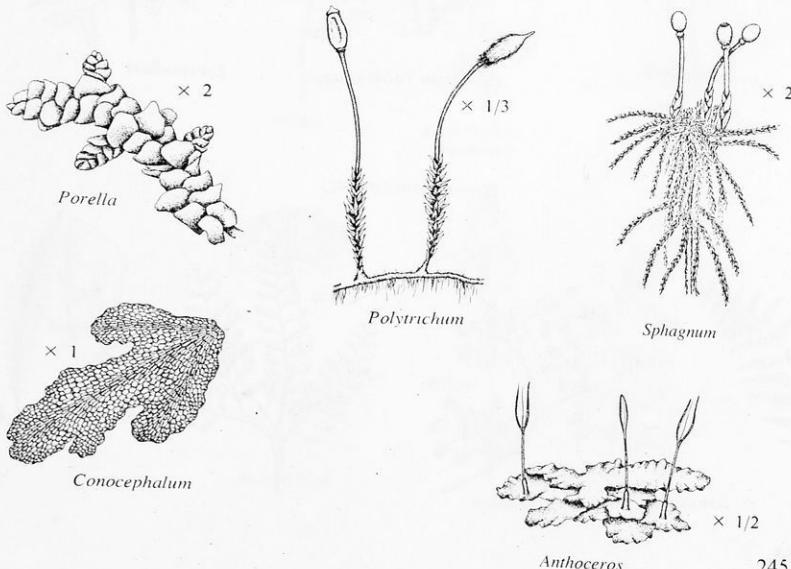


Ectocarpus

13. Χλωρόφυτα ή Χλωροφύκη (=πράσινα φύκη). Έχουν σχήμα κλωστῶν ή ταινιών ή φύλλων ή σωλήνων ή ἀκανόνιστων μαζῶν, μερικές φορές και μονοκύταρα. Κυρίως υδρόβια. Η τροφή ἀποταμιεύεται σάν ἄμυλο σέ πλαστιδία. Χλωροφύλλες. 5.275 εἰδη.



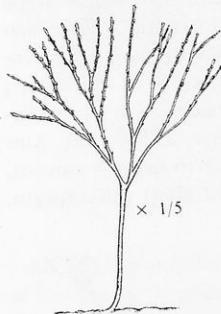
14. Βρυόφυτα. Μικρά (ύψος μικρότερο ἀπό 40 cm). Τά περισσότερα χερσαῖα. Συχνά ἔχουν τμήματα πού μοιάζουν μέ στελέχη και φύλλα, δείχνουν μιά διαφοροποίηση τῶν κυττάρων τους ἀλλά δέν ἔχουν ἀγγεῖα. Κύκλοι ζωῆς μέ καλά ἀναπτυγμένη διαδοχή φάσεων γαμετόφυτα (ἀπλοειδῆς φάση) και σποριόφυτα (διπλοειδῆς φάση). Η πρώτη φάση εἶναι ή πιό ἔκδηλη, τό σποριόφυτο ἔξαρτᾶται λίγο - πολύ ἀπ' αὐτήν. 23.000 εἰδη. Διακρίνονται τά **Ηπατικά** (τό ὄνομά τους προέρχεται ἀπό τό ἡπαρ = συκώτι, ἀπό τό σχήμα τους, 8.550 εἰδη) και τά **Βρύα** (14.000 εἰδη) (πολυτρίχια, σφάγνα, μούσκλια).



15. Τραχεόφυτα. "Έχουν άγγεια μέσι ἀπ' τά ὁποῖα κυκλοφοροῦν τό νερό κι' οἱ θρεπτικές οὐσίες." Έχουν διαδοχή φάσεων ἀλλά τό σποριόφυτο εἶναι τό πιο ἔκδηλο ἐνῶ τά γαμετόφυτα εἶναι συχνά μικροσκοπικά (κόκκος γύρης, ωάριο) καὶ ἔξαρτῶνται ἀπό τό σποριόφυτο. 296.640 εϊδη.

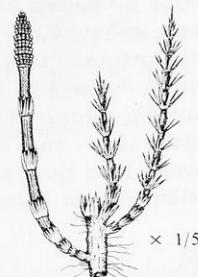
χωρίζονται σέ **Ψιλοψίδα** (όπως το Ψιλότο, 4 ειδή) σέ **Σφενοψίδα** [όπως τό πολυκόμπι ή άλογοουρά (ίππουρις) 32 ειδη] σέ **Λυκοψίδα** (όπως τό λυκοόδιο 1.100 ειδη) και σέ **Πτεροψίδα**. Τά **Πτεροψίδα** χωρίζονται σέ 3 τάξεις: στά **Πτεριδόφυτα** (τις φτέρες 10.000 ειδη), στά **Γυμνόσπερμα** (όπου άνήκουν κι' άλα τά **Κωνοφόρα** (ξλατα, πεῦκα) 640 ειδη) και στά **Αγγειόσπερμα** (περίπου 286.000). Η χώρα μας είναι ιδιαίτερα πλούσια σέ ειδη

ψιλοψιδα



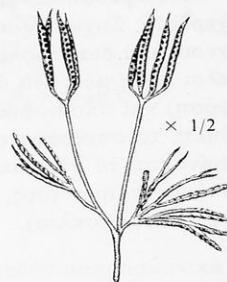
Psilotum

Σφενοψίδα



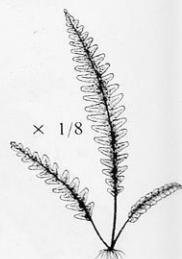
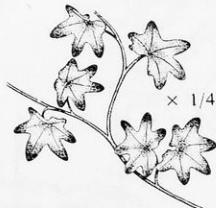
Equisetum ($\piο\lambdaυκόμπι$)

Λυκοψίδα



Lycopodium

Πτεριδόφυτα (φτέρες)

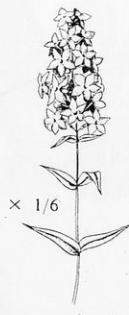
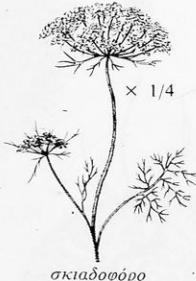
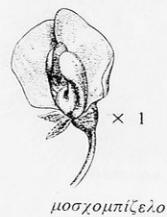
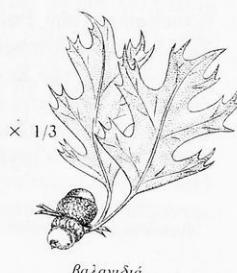
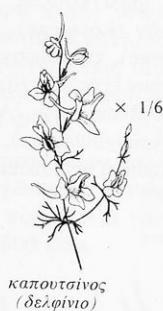


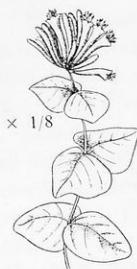
Γυμνόσπερμα



(6.000 ειδη περίπου ένωδ αλλες χώρες στήν Εύρωπη έχουν 2.000 ειδη). Τά 'Αγγειόσπερμα άποτελούνται από 300 οικογένειες και είναι τά φυτά μέ τά λουσούδια. 'Αλλα είναι δικοτυλήδονα κι' αλλα μονοκοτυλήδονα. Τά δικοτυλήδονα έχουν φύλλα μέ νεῦρα πού διακλαδίζονται φτιάχνοντας ένα δίχτυ. Τά ανθη τους έχουν τμήματα (σέπαλα, πέταλα κ.λ.π.) πού είναι συνήθως 4 ή 5 ή πολλαπλάσια τους. Οι σπόροι έχουν δυό κοτυληδόνες. Τά

'Αγγειόσπερμα: Δικοτυλήδονα

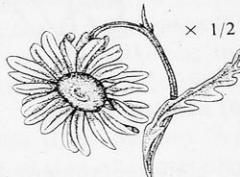




αίγακλημα



ἀντίρριο



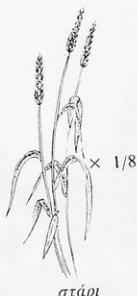
μαργαρίτα

μονοκοτυλήδονα έχουν σπόρους μέ μιά κοτυληδόνα, ἄνθη μέ τμήματα συνήθως 3 ή πολλαπλάσια τού 3, νεῦρα παράλληλα στά φύλλα τους. Δίνουμε μερικά φυτά χαρακτηριστικά τῶν δυό αὐτῶν ὑποτάξεων πού ἀνήκουν σὲ διάφορες οἰκογένειες. Στά **Δικοτυλήδονα**: φυτά τῆς οἰκογένειας τῆς βαλανιδιᾶς (Fagaceae), τῆς νεραγκούλας (Ranunculaceae), τῶν Σταυρανθῶν (Cruciferae), τῶν Ροδωδῶν (Rosaceae), τῶν Ψυχανθῶν (Leguminosae), τῶν Σκιαδοφόρων (Umbelliferae), τῆς οἰκογένειας τῶν Χειλανθῶν (τοῦ θυμαριοῦ, Labiatae), τῶν Συνθέτων (τῆς μαργαρίτας, Compositae) κ.ἄ. Στά **Μονοκοτυλήδονα**: φυτά τῆς οἰκογένειας τῶν Ἀγρωστωδῶν (τοῦ σταριοῦ, Gramineae), τῆς ἀμαρυλλίδας (Amatiillidaceae), τῶν ἵριδων (Iridaceae), τῶν κρίνων (Liliaceae) τῶν Ὁρχεοειδῶν (Orchidaceae) κ.ἄ.

Αγγειόσπερμα: Μονοκοτυλήδονα



σαγγιτάρια



στάρι



σπαθόχορτο



κομμελίνα

$\times 1/8$ 

toulipa

 $\times 1/8$ 

nárki ssos

 $\times 1/6$ 

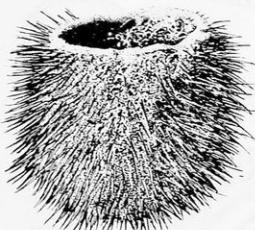
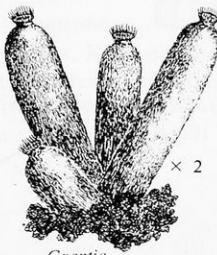
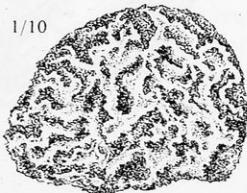
gladiolos

 $\times 1/2$ 

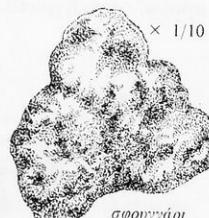
órkidees

ΒΑΣΙΛΕΙΟ ΤΩΝ ΖΩΩΝ. Σύνολο 1.043.150 εϊδη σέ 29 ή 22 Φύλα ανάλογα μέ διάφορες κατατάξεις. Μερικά Φύλα έχουν λίγα εϊδη (Μικρότερα Φύλα). Έδω θά μιλήσουμε μόνο γιά 19 Φύλα, τά πιό σημαντικά. Πολυκύτταροι όργανισμοί μέ εύκαρυωτικά κύτταρα χωρίς τοιχώματα, χωρίς πλαστίδια και χωρίς χλωροφύλλη. Διαφοροποιημένα κύτταρα και στίς άνωτερες μορφές ίδιαίτερα πολύπλοκα συστήματα (νευρικά, αισθητήρια και μυϊκοκινητικά). Αναπαραγωγή φυλετική, άπλοειδής φάση μόνο μέ γαμέτες τουλάχιστον στά περισσότερα και άνωτερα Φύλα.

16. Σπόγοι (ή Πορίφερα). Τά περισσότερα θαλάσσια. Άκμαία προσδεμένα σέ στερεό άντικείμενο. Τά τοιχώματα του σώματος άποτελούνται από δύο στοιβάδες κυττάρων. "Υπαρχη πόρων στά τοιχώματα πού συνδέονται μέ σύστημα έσωτερικῶν ἀγωγῶν. 4.800 εϊδη.

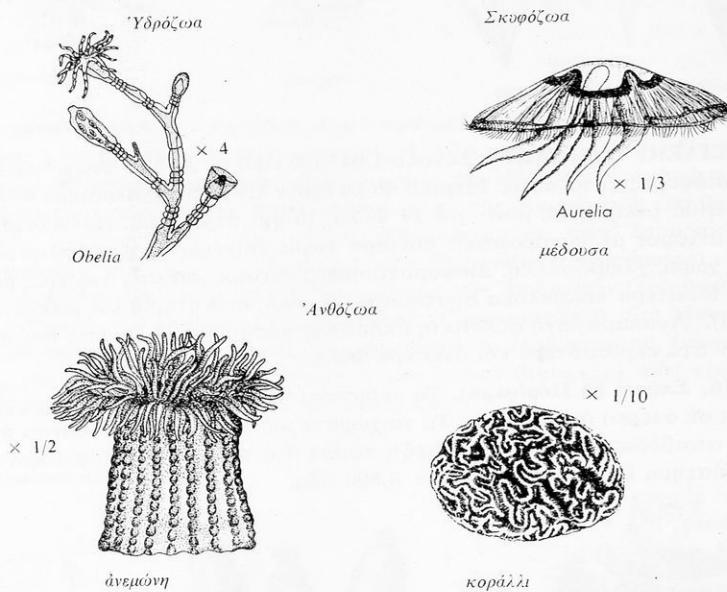
 $\times 1/4$  $\times 1/10$  $\times 2$

Grantia

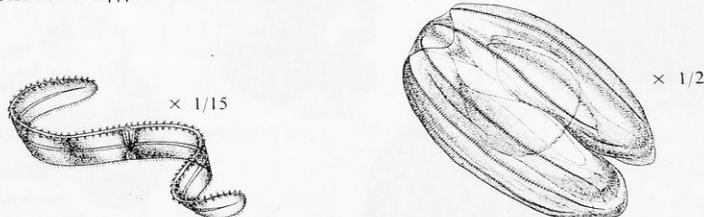


sigmaouγάρι

17. Κοιλεντερωτά. Κυρίως θαλάσσια (μέδουσες, ἀνεμώνες τῆς θάλασσας, κοράλλια, ψύρες). Τό σῶμα τους ἔχει δυό στοιβάδες κύτταρα και μιά ζελατινώδη ούσια μεταξύ τους. Πεπτική κοιλότητα μὲν ἔνα μόνο ἄνοιγμα. Ἀκτινωτή συμμετρία. Στά πλοκάμια τους ἔχουν κύτταρα πού προκαλοῦν νήγματα. Σύμφωνα μὲν διάφορες ἐκτιμήσεις 5.300 ως 9.200 εἰδη. Ἐδώ ἀνήκουν τά 'Υδρόζωα (ψύρες, μοναχικά ἢ σέ ἀποικίες), τά Σκυφόζωα (ἀπό τὴ λέξη σκύφος = εἶδος κυπέλου, οἱ μέδουσες, μοναχικά) και τά 'Ανθόζωα (ἀνεμώνες τῆς θάλασσας και κοράλλια μοναχικά ἢ σέ μεγάλες ἀποικίες).

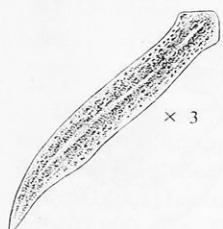


18. Κτενοφόρα. Θαλάσσια μοιάζουν κάπως με τίς μέδουσες, μά δέν προκαλοῦν νήγματα. 100 εἰδη.



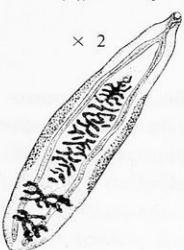
19. Πλατυέλμινθες (ἀπό πλατύς, γιατί οι περισσότεροι είναι πλατυσμένοι και ἔλμινς = σκουλήκι). "Άλλα ζοῦν παρασιτικά (Τρηματώδεις και Κεστώδεις) κι' ἄλλα δχι (Στροβιλιστικοί). Τό σῶμα τους ἔχει ἀμφίπλευρη συμμετρία και τρεῖς στοιβάδες κύτταρα, ὁ πεπτικός τους ἀγωγός ἔνα ἀνοίγμα. 12.700 εἰδη.

Στροβιλιστικοί



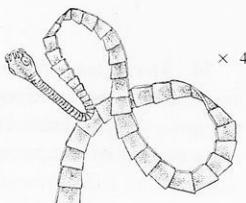
Πλανάρια

Τρηματώδεις

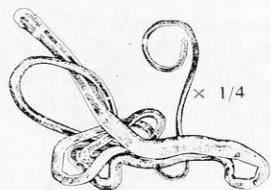


δίστομο

Κεστώδεις

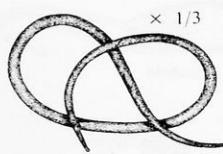


τανία

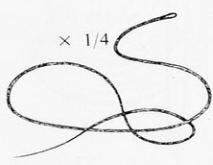


Cerebratulus

20. Νεμερτίνοι. Κυρίως θαλάσσιοι σκώληκες, πλατυσμένοι, μέ σῶμα πού δέν χωρίζεται σέ δακτύλιους. Πεπτικός ἀγωγός μέ δυό ἀνοίγματα (στόμα και ἔδρα). 800 εἰδη.



άσκαριδα

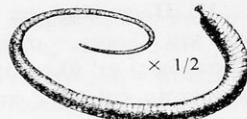


Gordius

21. Νηματώδεις. "Άλλοι ζοῦν παρασιτικά κι' ἄλλοι δχι. Κυλινδρικό σῶμα μέ ἀμφίπλευρη συμμετρία. Πεπτικός σωλήνας μέ δυό ἀνοίγματα. 11.000 εἰδη.

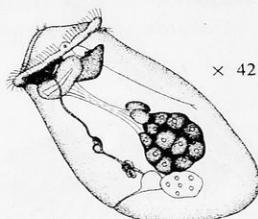
22. Νηματόμορφοι. Περίπου 200 εἰδη σκώληκων πού στήν ἀτελή τους μορφή είναι παράσιτα Ἀρθροπόδων και ἄκμαία ζοῦν ἔλευθερα. Πολύ περιορισμένος πεπτικός σωλήνας.

23. Ακανθοκέφαλα. 100 περίπου ειδη σκωλήκων που στήν άτελή τους μορφή είναι παράσιτα Ἀρθροπόδων και ὀκμαῖα είναι παράσιτα Σπονδυλωτῶν. Δέν έχουν πεπτικό σωλήνα. Στό κεφάλι τους φέρουν ἄκανθες.



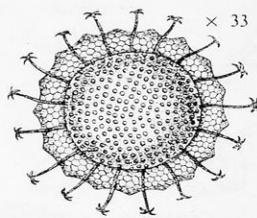
Oncicola

24. Τροχόζωα (ἢ Τροχέλμινθες). Μικροσοπικά ζῶα γλυκοῦ νεροῦ ἢ θαλάσσιου. Ἀμφίπλευρη συμμετρία. Πολυνάριθμα βλεφαρίδια γύρω ἀπό τό στόμα τους. 1.500 ειδη.



Asplanchna

25. Βρυόζωα. Τά πιό πολλά θαλάσσια, ζῶα σὲ ἀποκίες. Τό στόμα τους περιτριγυρίζεται ἀπό στεφάνη ἀπό πλοκάμια. Πεπτικός σωλήνας σὲ σχῆμα U. 3.750 ειδη.



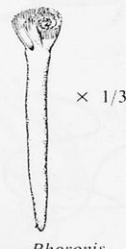
Cristatella

26. Βραχιόποδα. Θαλάσσια. Συμμετρικά κελύφη που ἀπαρτίζονται ἀπό δύο τμήματα και που περικλείουν τό σῶμα τοῦ ζῶου που ἔχει ἕνα ζευγάρι «βραχίονες». 120 ειδη.



Lingula

27. Φορωνιδοειδή. Θαλάσσια. Ζοῦν σὲ σωλῆνες ἀπό λάσπη. Ἐχουν ἕνα ζευγάρι «βραχίονες» μέ πλοκάμια. Πεπτικός σωλήνας σὲ σχῆμα U. 15 ειδη.



Phoronis

28. Χαιτόγναθα. Θαλάσσια. Ἐπιπλέουν ἡ κολυμποῦν.
Μέ άμφιπλευρη συμμετρία. Ἰσιος πεπτικός σωλήνας. 50 εἰδη.



Sagitta

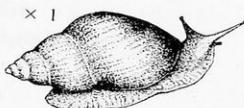
29. Μαλάκια. Θαλασσινά, γλυκοῦ νεροῦ ἡ χερσαῖα. Μέ άμφιπλευρη συμμετρία ἡ ἀσυμμετρικά. Ὁ «μανδύας» εἶναι μιά ἀναδίπλωση ἵστος γύρω ἀπό τὸ σῶμα τοὺς ποὺ ἐκκρίνει ἔνα ἀνθρακικό κέλυφος. Δέ χωρίζονται σέ δακτύλιους. Πεπτικό σύστημα, κυκλοφορικό καὶ νευρικό καλά ἀναπτυγμένα. 107.000 εἰδη. Περιλαβαίνουν πολλές ὁμοταξίες: τὰ Ἀμφίνευρα (θαλασσινά, ὅπως ὁ χιτών), τὰ Γαστερόποδα (θαλασσινά, γλυκοῦ νεροῦ καὶ χερσαῖα, ὅπως τὸ σαλιγκάρι, τὸ κέλυφος ὃταν ὑπάρχει εἶναι περιστραμμένο), τὰ Σκαφόποδα (θαλασσινά), τὰ Πελεκύποδα ἡ Ἐλασματοβραγχιωτά (θαλασσινά ἡ γλυκοῦ νεροῦ ὅπως τὰ μύδια, οἱ πίννες, τὰ κυδώνια) τὰ Κεφαλόποδα (θαλασσινά μέ έξωτερικά ἡ ἐσωτερικά κελύφη: ναυτίλοι, οἱ ἔξαφανισθέντες ἀμμωνίτες, σουπιές, καλαμάρια, χταπόδια).

Ἀμφίνευρα



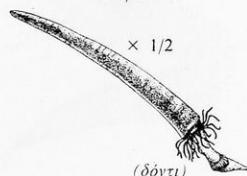
χιτών
× 1/2

Γαστερόποδα



σαλιγκάρι
× 1

Σκαφόποδα



δόντι
× 1/2

Ἐλασματοβράγχια



ἀχνβάδα
× 1/4

(ἀχνβάδα)

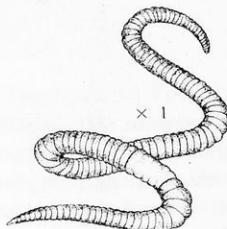
Κεφαλόποδα



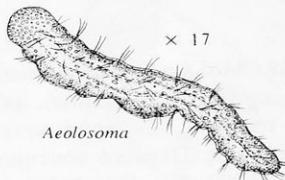
ναυτίλος
× 1/5

30. Δακτυλιοσκόληκες (Annelida). Θαλάσσια, γλυκού νερού ή χερσαία μέχριπλευρή συμμετρία. Σώμα χωρισμένο σέ τμήματα: τούς δακτύλιους. Τά δέξιατήματα λείπουν ή δταν υπάρχουν δέν είναι άρθρωμένα. Νευρικό σύστημα (σχοινίο) κοιλιακό. 8.500 ειδη. (έδω άνηκουν οι **Πολύχαιτοι** θαλάσσιοι σκόληκες, **Ολιγόχαιτοι** γλυκού νερού ή χερσαίοι σκόληκες και οι **Βδέλλες**).

Όλιγόχαιτοι

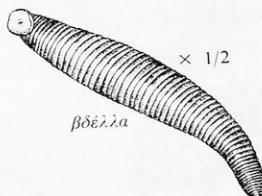
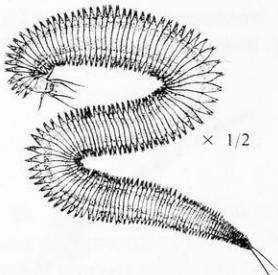


σκουλήκι τής γῆς (σκουληκαντέρα)



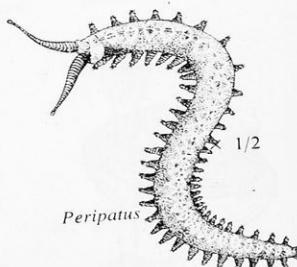
Aeolosoma

Πολύχαιτοι



βδέλλα

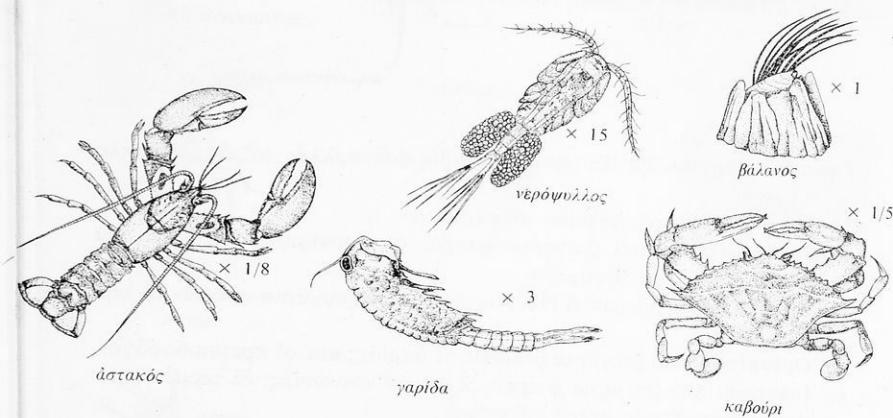
31. Όνυχοφόρα. Χερσαία, τροπικά, σάν σκουλήκια μέχριγάρια ποδιών και δχι ξεκάθαρο χωρισμό σέ δακτύλιους. Μοιάζουν μέχρι ποδιών και μέχρι αρθρόποδα. 80 ειδη.



Peripatus

32. Αρθρόποδα. Χερσαῖα, γλυκοῦ νεροῦ ἢ θαλάσσια μὲν ἀμφίπλευρη συμμετρία καὶ σῶμα χωρισμένο σέ δακτύλιους πού συχνά συγχωνεύονται. Αρθρωμένα ἔξαρτήματα. Τό σδμα καὶ τά ἔξαρτήματα σκεπάζονται μὲν ἀρθρωμένο ἔξωσκελετό. Τό νευρικό σχοινίο εἶναι κοιλιακό. 838.000 εἰδη. Περιλαβαίνουν τίς ἔχῆς Ὁμοταξίες:

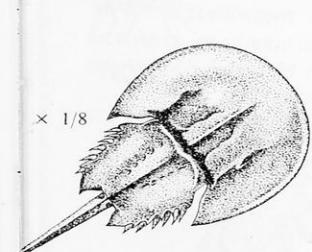
Ομοταξία Οστρακωτῶν (ἀστακοί, καραβίδες, γαρίδες, καβούρια, λεπάδες, σακκουλίνες κ.ἄ.).



Ομοταξία Αραχνίδια (τσιμπούρια, ἀράχνες, σκορπιοί).

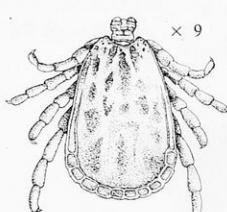
Ομοταξία Μεροστόματα (ξιφόσουροι).

Μεροστόματα

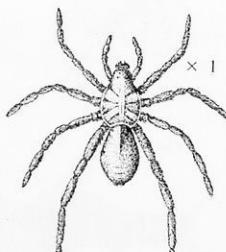


ξιφόσουρος

Αραχνίδια



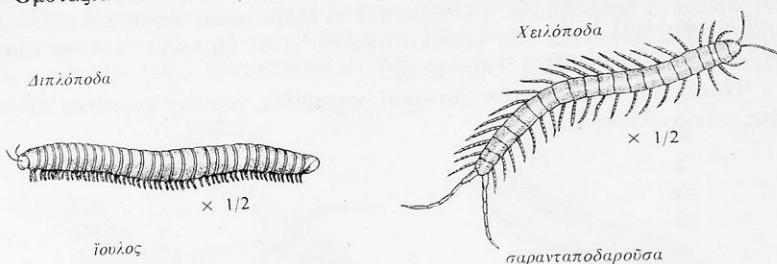
τσιμπούρι



ἀράχνη

Όμοταξία Διπλόποδα (ϊουλοί).

Όμοταξία Χειλόποδα (σαρανταποδαροῦσες)



Όμοταξία Έντομα. Τά Έντομα περιλαβαίνουν πολλές τάξεις. Μερικές από αυτές είναι:

τά Θυσάνουρα, μικρά, ἄφτερα: τά ψαράκια

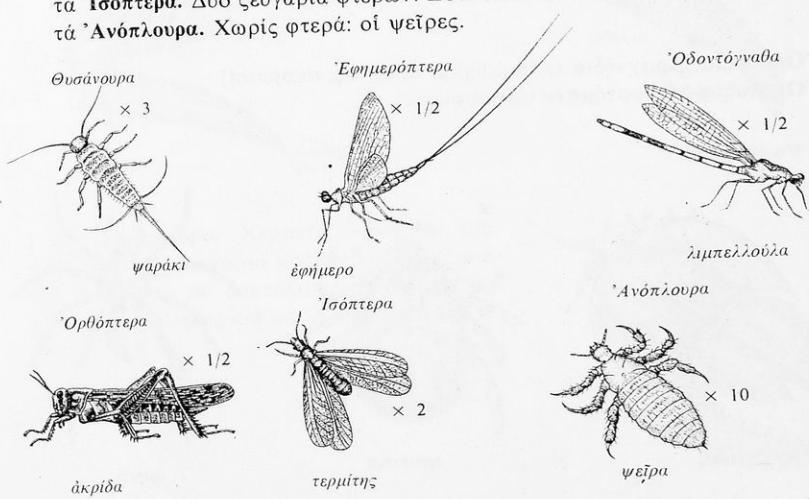
τά Εφημερόπτερα, δυό ζευγάρια φτερά, οι προνύμφες άδροβιες, τά ἀκμαία πετοῦν: τά Έφήμερα.

τά Οδοντόγναθα (Odonata ή Νευρόπτερα): Δυό ζευγάρια φτερῶν οι λιμπελούδες.

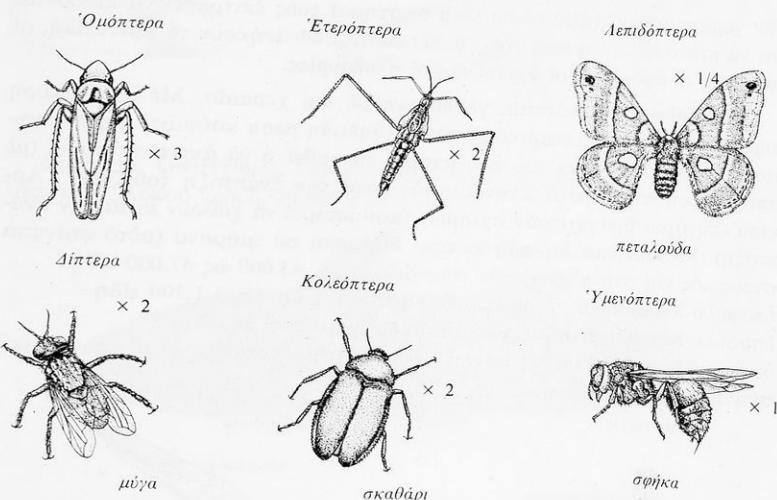
τά Ορθόπτερα. Δυό ζευγάρια φτερῶν: οι ἀκρίδες και οι κρεμμυδοφάγοι.

τά Ισόπτερα. Δυό ζευγάρια φτερῶν. Ζοῦν σέ κοινωνίες: οι τερμίτες.

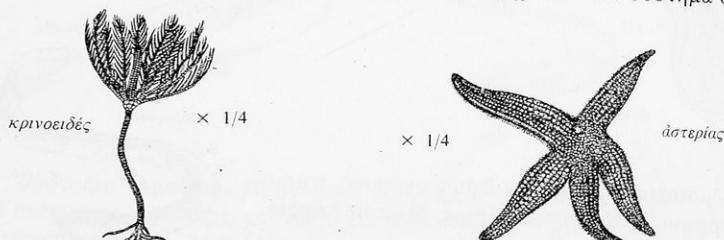
τά Ανόπλουρα. Χωρίς φτερά: οι ψεῖρες.

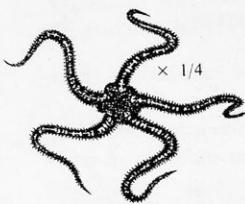


τά Όμόπτερα. Δυο ζευγάρια φτερών: οι άφίδες (μελίγκρες).
 τά Έτερόπτερα. Δυο ζευγάρια φτερών: οι βρωμούσες.
 τά Λεπιδόπτερα. Δυο ζευγάρια φτερών μέλισσες (προνύμφες τους είναι οι κάμπιες).
 τά Δίπτερα. Ένα ζευγάρι φτερών: οι μύγες, τά κουνούπια, ή δροσόφιλα.
 τά Κολεόπτερα. Δυο ζευγάρια φτερών, τό πάνω είναι σκληρό: τά σκαθάρια, οι χρυσόδμυγες.
 τά Υμενόπτερα. Δυο ζευγάρια φτερών: μέλισσες, σφήκες. Πολλά ζοῦν σέ κοινωνίες.



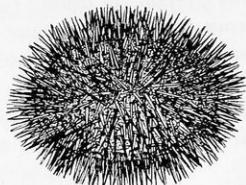
33. Έχινοδέρμα ή Έχινοδέρματα. "Ολα θαλάσσια. Τά άκματα έχουν άκτινωτή συμμετρία. Οι προνύμφες έχουν άμφιπλευρη συμμετρία. Έχουν έσωτερικό σκελετό συχνά μέλισσα πού προεξέχουν. Ένα σύστημα άγω-



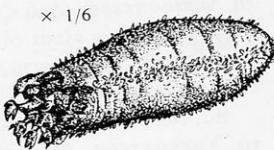


οφίουρος

$\times 1/2$



άχινός



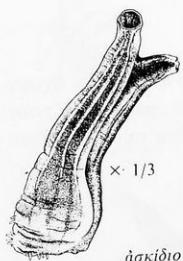
δλοθουρία

γῶν γεμάτων νερό (σάν άδρανικό σύστημα) τούς ἐπιτρέπει νά κινοῦνται καὶ νά πιάνουν τήν τροφή τους. 6.000 εἰδη. Ἐδῶ ἀνήκουν τά Κρινοειδή, οἱ ἀστερίες, οἱ διφίουροι, οἱ ἀχινοί καὶ οἱ δλοθουρίες.

34. Χορδωτά. Θαλάσσια, γλυκοῦ νεροῦ καὶ χερσαῖα. Μέ άμφιπλευρη συμμετρία. Ραχιαῖος νευρικός ἀγωγός (δηλαδή μέσα κούφιος) καὶ μιὰ νωτιαία χορδὴ ἀπὸ κάτω του πού μπορεῖ νά χαθεῖ ἢ νά ἀντικατασταθεῖ (μέ σπονδυλική στήλη στά Σπονδυλωτά) κατά τήν ἀνάπτυξη τοῦ ζώου. Ἀρκετά ζευγάρια βραχιακῶν σχισμῶν (πού μπορεῖ νά χαθοῦν κατά τήν ἀνάπτυξη). Μεταμέρεια δηλαδή κάποια διαιρεση σέ τμήματα (ἀντό φαίνεται στοὺς μύς καὶ στά πλευρά τῶν σπονδυλωτῶν). 43.000 ὥς 47.000 εἰδη. ὑποφύλο **Χιτωνόζωα** (Tunicata). Θαλάσσια (τά ἀσκίδια) 1.300 εἰδη ὑποφύλο **Κεφαλοχορδωτά**. Θαλάσσια (ό ἀμφίοξυς) 28 εἰδη ὑποφύλο **Σπονδυλωτά**. Ἡ νωτιαία χορδὴ ἀντικαταστάθηκε μέ σπονδυλική στήλη. Σ' αὐτό ἀνήκουν

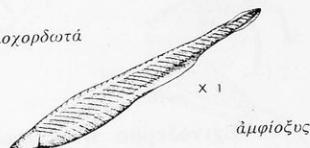
Χιτωνόζωα

Κεφαλοχορδωτά



$\times 1/3$

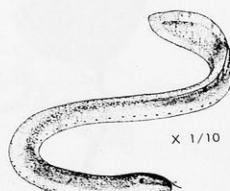
ἀσκίδιο



$\times 1$

ἀμφίοξυς

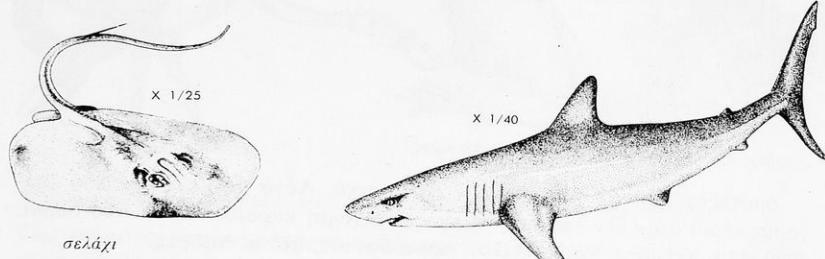
Ἄγναθα



$\times 1/10$

όμοταξία **Άγναθα** δέν ἔχουν γνάθους, ψάρια θαλάσσια, χόνδρινος σκελετός, δίχωρη καρδιά. Ἡ λάμπραινα. 10 εἰδη.

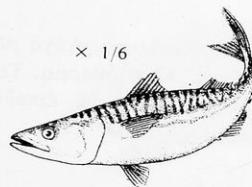
όμοταξία Χονδρίχθυες. Χόνδρινος σκελετός. Δίχωρη καρδιά. Ψάρια θαλάσσια. Τά σελάχια κι' οι καρχαρίες. 600 ειδη.



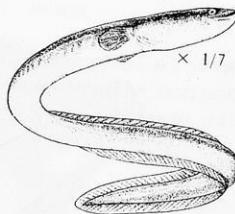
όμοταξία Όστεΐχθυες. Σκελετός άπό δόστα. Δίχωρη καρδιά. Ψάρια θαλάσσια ή γλυκού νερού. 20.000 ειδη.



$\times \frac{1}{12}$ κοιλάκανθος

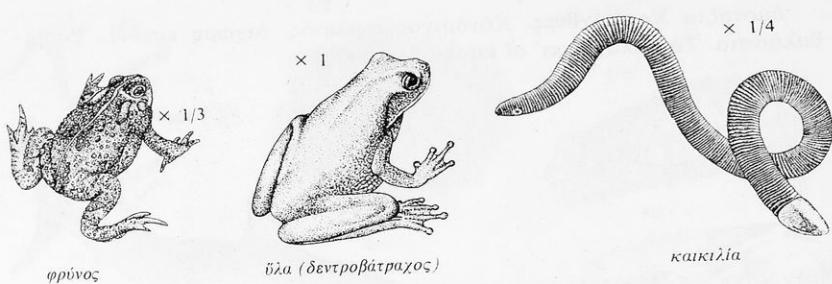


σκουμπρί

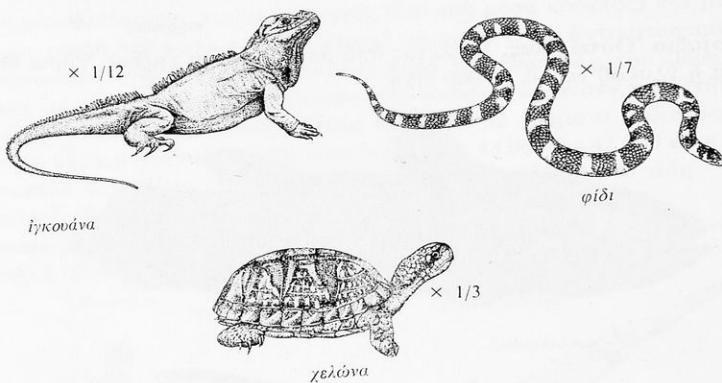


χέλι

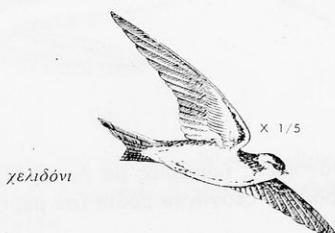
όμοταξία Άμφιβια. Προνύμφες ύδροβιες με βράγχια, άκματα χερσαῖα με πνεύμονες. Τρίχωρη καρδιά, 2 ζευγάρια πόδια (σέ μερικά είδη λείπουν). Βάτραχοι, φρύνοι. 2800 ειδη.

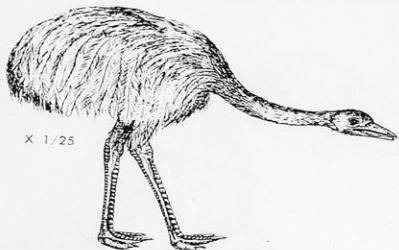


όμοταξία Έρπετά. Πνεύμονες. Άμνιωτικά. Αύγα μέ κελύφη. Δυό ζευγάρια πόδια όταν δέν λείπουν τελείως. Τρίχωρη καρδιά. Λέπια στό σώμα. 7000 ειδη. Χελώνες, κροκόδειλοι, σφενόδοντας, φίδια, σαῦρες.

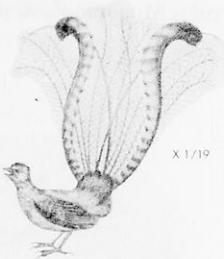


όμοταξία Πτηνά. Τά λέπια γίνανε φτερά. Άμνιωτικά. Αύγα μέ σκληρό κέλυφος. Τά μπροστινά πόδια γίνανε φτερούγες. Όμοιόθερμα. Τετράχωρη καρδιά. 9.000 ειδη (στρουθοκάμηλοι, κιουί, βουτηχτάρες, έρωδιοι, γερακιάρια).





Ρέα (άμερικανική στρουθοκάμηλος)

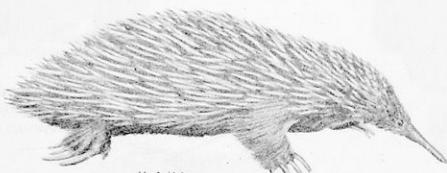


*παραδείσιο πουλί:
τό πουλί λύρα*

νοί, πελαργοί, φαλακροκόρακες ή λαγγόνες, πελεκάνοι, κύκνοι, χήνες, πάπιες, νερόκοττες, κορμοράνοι, γεράκια, κουκουβάγιες, δρυια ή γύπες, ἀετοί, περιστέρια, τρυγόνια, ὄρνιθες, φασιανοί, καλημάνες, σκυλίστρες, χαραδριοί, τουρλίδες, μπεκάτσες, γαταρίφια, γλάροι, χελιδόνια, δρτύκια, πέρδικες, κούκοι, κοράκια, τσαλαπετεινοί, ψαροφάγοι, δρυοκολάπτες, κορυδαλοί, γαλιάντρες, κίσσες, καρακάζες, συκοφάγοι, σιταρήθρες, τσοπανάκοι, τρυποκάρυδα, παπαδίτσες, ἀηδόνια, τσίχλες, κότσυφοι, τιρτιρλί, σουσουράδες, σπίνοι, φλώροι, καρδερίνες κ.α.).

όμοταξία **Θηλαστικά**, τά λέπια γίναν τρίχες. Ἀμνιωτικά. Μαστοί που στά ύθηλυκά ἐκκρίνουν γάλα. 4 ειδη δοντιδῶν (κοπτήρες, κυνόδοντες, προγόμφιοι, γόμφιοι). Τετράχωρη καρδιά. 4.500 ώς 5.000 ειδη.

τάξη **Μονοτρήματα**, γεννοῦν αὐγά ἀλλά θηλάζουν.



X 1/10

εχίδνα

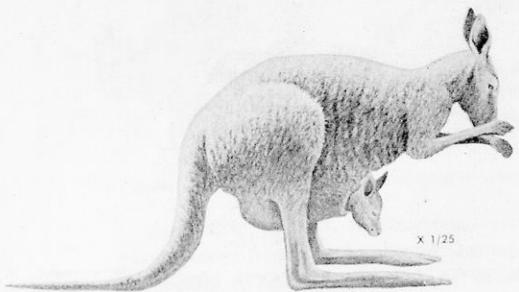
δρυιθόρρυγχος



X 1/15

τάξη Μαρσιποφόρα, μάρσιπος (καγκουρώ, κοάλα)

καγκουρώ



κοάλα



ό διάβολος
τῆς Τασμανίας



βόμπατ (ένας μαρσιποφόρος
«χοίρος»)

μπάντικοτ
(ένας μαρσιποφόρο
«τρωκτικό»).



ιπτάμενος φαλαγγιστής (ένας μαρσιποφόρος
«σκίουρος» που πετά) *Petaurus*

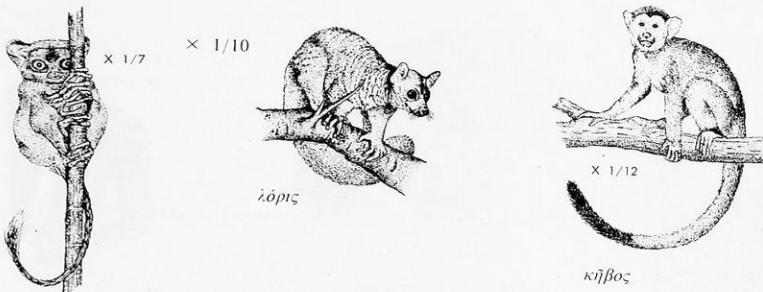
τάξη Ἐντομοφάγα, (τυφλοπόντικοι, σκαντζόχοιροι)



τάξη Δερμόπτερα, (Γαλεοπίθηκοι)
τάξη Χειρόπτερα, (νυχτερίδες)



τάξη Πρωτεύοντα, (πίθηκοι, ἄνθρωπος)



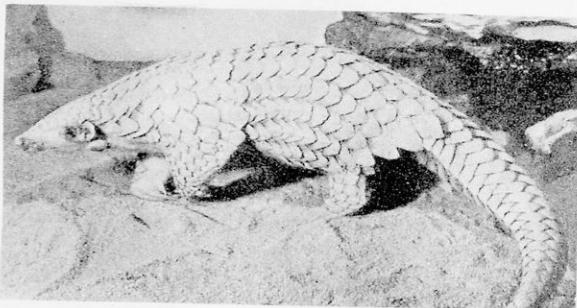
μακροτάρσιος



Ψηφιοποιήθηκε από το Ινστιτούτο Εκπαιδευτικής Πολιτικής

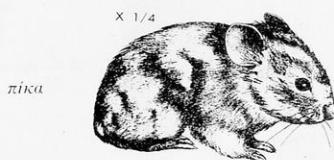


τάξη Νωδά, (χωρίς δόντια, όρμαντιλλιο)
τάξη Φολιδωτά, (παγκολίνος)



$\times \frac{1}{10}$ παγκολίνος (μάνης)

τάξη Λαγόμορφα, (λαγοί)



$\times 1/4$

πίκα

τάξη Τρωκτικά, (ποντικοί, ἀρουραῖοι, βερβερίτσες ή σκίουροι)



$\times 1/18$

ὗστρης

τάξη Κητώδη, (δελφίνι, φάλαινα)

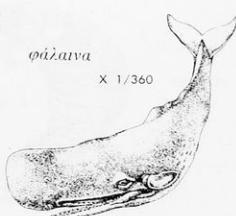
δελφίνι



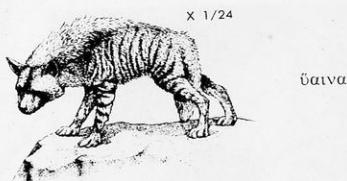
$\times 1/55$

φάλαινα

$\times 1/360$



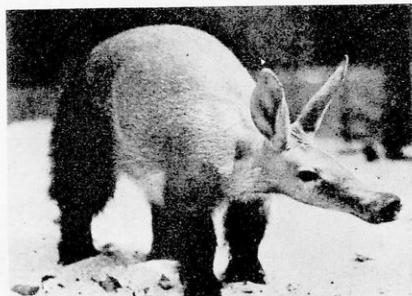
τάξη Σαρκοφάγα, (άρκουδα, ἀλεποῦ, ὀσβός, γάτα, τίγρης, λιοντάρι)



x 1/24

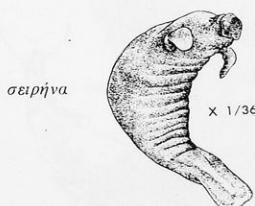
σειρήνα

τάξη Πτερυγιόποδα, (φώκια)
τάξη Σωληνόδοντα, (δρυκτερόποδας)



$\times \frac{1}{25}$ δρυκτερόποδας

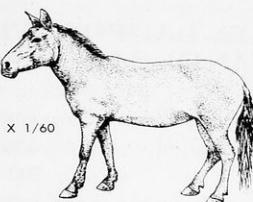
τάξη Προβοσκιδοειδή, (βλέφαντας)
τάξη Υρακοειδή
τάξη Σειρηνοειδή



x 1/36

τάξη Περισσοδάκτυλα, (ϊλογο, γαϊδούρι, ρινόκερος, τάπιρος)

ϊλογο του Πρζεβάλσκι



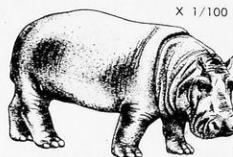
τάξη Αρτιοδάκτυλα, (χοῖρος, ιπποπόταμοι, καμῆλες, μυρηκαστικά: βόδι, πρόβατο, ἐλάφι κ.ἄ.).

X 1/30



ἀγριόχοιρος

X 1/100



ιπποπόταμος

X 1/40



ἴμπαλα

Π ΑΡ ΑΡ ΤΗ ΜΑ Γ

ΜΕΡΙΚΕΣ ΠΛΗΡΟΦΟΡΙΕΣ ΓΙΑ ΤΑ ΣΗΜΑΝΤΙΚΟΤΕΡΑ ΒΙΟΜΟΡΙΑ

Στούς δργανισμούς βρίσκονται πολλά εϊδη χημικῶν ἐνώσεων: 'Υπολογίζεται πώς σ' ἔνα βακτήριο ύπάρχουν μόρια νεροῦ, 20 περίπου ὑδατάνθρακες και ούσιες πού μετασχηματίζονται σ' αὐτούς (πρόδρομοι τους), 100 εϊδη ἀμινοξέα και πρόδρομοι τους, 200 εϊδη νουκλεοτίδια και πρόδρομοι τους, 50 εϊδη λιπίδια και πρόδρομοι τους, 200 εϊδη ἄλλων μικρῶν μορίων (όργανικά δέξα, κινόνες κ.ἄ.), 2000 ως 3000 εϊδη πρωτεΐνῶν, 1000 εϊδη νουκλεϊκά δέξα. 'Ολοι οἱ γόνοι τοῦ βακτήριου, περίπου 1000, βρίσκονται σ' ἔνα μόνο δικλωνό νῆμα (μόριο) DNA. Κάθε γόνος είναι ἔνα τμῆμα αὐτοῦ τοῦ τεράστιου μόριου. 'Ἐνδιάμονταί είναι τα δέξα πρωτεΐνων πολλά εϊδη μορίων RNA: 1000 περίπου μόρια ἀγγελιοφόρου RNA, 40 μόρια μεταφορέα RNA, 2 μόρια ἐνός RNA γιά τὴν κατασκευὴ τῶν ριβοσωμάτων.

Νά μερικές πληροφορίες γιά τίς πιό σημαντικές κατηγορίες τῶν βιομορίων:

1. Πρωτεΐνες. Περιέχουν C, H, O, N, και μερικές φορές S. Προέρχονται ἀπό τὴν ἔνωση πολλῶν ἀμινοξέων στὴ σειρά, σὲ μιὰ ἀλυσίδα πού μετά μπορεῖ νά ἀναδιπλώνεται (βλέπε τὸ σχῆμα γιά τὴν ριβονουκλεάση). 'Ορισμένες πρωτεΐνες ἀπαρτίζονται ἀπό πιό πολλές ἀπό μιὰ ἀλυσίδες. 'Ἡ σειρά τῶν ἀμινοξέων στὴν ἀλυσίδα καθορίζεται ἀπό τὸ DNA (ἀπό τὸ γόνο). Οἱ περισσότερες πρωτεΐνες είναι ἐνζύμα ἢ τὸ μεγαλύτερο μέρος ἐνζύμου (ἀπο-ἐνζυμο), ἄλλες είναι δομικά συστατικά τοῦ κυττάρου (τῶν μυϊκῶν ἴνῶν ἡ ἀκτίνη και ἡ μυοσίνη, ἄλλες τῶν κυτταρικῶν τοιχωμάτων κ.λ.π.).

2. Λιπίδια. Περιέχουν C, H, O και μερικές φορές N ἢ και P. 'Αδιάλυτα στὸ νερό. Πολλά λιπίδια προέρχονται ἀπό τὴν ἔνωση ἐνός μορίου γλυκερίνης μὲ τρία μόρια λιπαρῶν δέξεων (τριγλυκερίδια). Μερικές φορές ἡ γλυκερίνη ἀντικαθίσταται ἀπό σφιγγοσίνη. Σὲ πολλά λιπίδια βρίσκεται φωσφορος (φωσφορολιπίδια). Και ὅταν φωσφορολιπίδια περιέχουν χολίνη ἔχουμε τὶς λεκιθίνες.

Τά τριγλυκερίδια ἀποτελοῦν ἀποθῆκες ἐνέργειας. 'Από αὐτά προέρχεται και τό συνένζυμο A. Τά φωσφορολιπίδια ἀποτελοῦν ὑλικό τῶν μεμβρανῶν (δέξ και εἰκόνα): ἡ μή διαλυτότητά τους στὸ νερό παίζει ρόλο στὸν ἔλεγχο τῆς περατότητας τῶν μεμβρανῶν.

3. Υδατάνθρακες. Μόρια πού ἀποτελοῦνται ἀπό C, H, και O συνήθως στίς ἀναλογίες 1 πρός 2 πρός 1. Τά ἀπλά σάκχαρα μποροῦν νάχουν στό

μόριο τους 3 ατομα ἄνθρακα (**τριόζες**), 5 ατομα ἄνθρακα (**πεντόζες** ὅπως ή **ριβόζη** και ή **ἡ δεσοξυριβόζη**), 6 ατομα ἄνθρακα (**έξδζες** ὅπως ή **γλυκόζη** και ή **φρουκτόζη**). Τά πολυσακχαρίδια ἀποτελοῦνται ἀπό περισσότερα μόρια ἀπλῶν σακχάρων ἐνώμενα: **ἡ σακχαρόζη** ἀπό δυό ἔξδζες, τό **ἄμυλο** ἀπό χιλιάδες ἔξδζες, τό **ἴδιο** τό **γλυκογόνο** και **ἡ κυτταρίνη**.

Κυτταρίνη και πεκτίνη χρησιμοποιοῦνται γιά τήν κατασκευή προστατευτικῶν τοιχωμάτων τοῦ κυττάρου. Τό γλυκογόνο και τό **ἄμυλο** ἀποτελοῦν ἀποθῆκες ἐνέργειας.

4. Νουκλεϊκά οξέα. Γιά τή δομή τους μιλήσαμε στό Κεφάλαιο 2. Τό DNA (και σέ μερικούς ιούς τό RNA) ἀποτελοῦν τό γενετικό ύλικό. Τό DNA βρίσκεται σ' ὅλα τά δργανίδια τοῦ κυττάρου πού μποροῦν νά ἀναπαραχθοῦν ἀπό μόνα τους: χρωματοσώματα, μιτοχόνδρια, πλαστίδια. Τό RNA είναι πολλῶν εἰδῶν: είτε ἀγγελιοφόρο, πού μεταφέρει τό γενετικό μήνυμα τοῦ DNA στό κυτταρόπλασμα γιά νά συντεθεῖ ή πρωτεΐνη πάνω του, είτε μεταφορέας πού δδηγεῖ τό **άμινοξύ** νά τοποθετηθεῖ στό ἀγγελιοφόρο RNA ἀπέναντι στήν ἀντίστοιχη τριάδα διαδοχικῶν βάσεων, είτε ριβοσωματικό, δηλαδή συστατικό (μαζί μέ πρωτεΐνες) τῶν ριβοσωμάτων.

ΠΙΝΑΚΑΣ ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΩΝ

Γιά τόν Καθηγητή	5
1. ΕΙΣΑΓΩΓΗ	7
1.1 Γνωρίσματα τῶν ἐμβιών ὄντων – Μηχανές	7
1.2 Τά περιεχόμενα αὐτοῦ τοῦ βιβλίου	13
2. ΤΟ ΚΥΤΤΑΡΟ: ΔΟΜΗ ΚΑΙ ΛΕΙΤΟΥΡΓΙΑ	15
2.1 Ὁξειδωναναγωγές και Ἐνέργεια	15
2.2 Τό ATP	18
2.3 Τά Ἐνζύμα	20
2.4 Ἡ Κυτταρική Θεωρία: τό κύτταρο εἶναι ἡ ἐλάχιστη μονάδα τῆς ζωῆς	23
2.5 Σύντομη περιγραφή τοῦ κυττάρου	26
2.6 Ἐξωτερική και ἐσωτερικές μεμβράνες	29
2.7 Ἡ φωτοσύνθεση	32
2.8 Ἡ ἀναπνοή	36
2.9 Ὁ πυρήνας τοῦ κυττάρου και τά χρωματοσώματα	40
2.10 Τὰ νουκλεϊκά δέξια	45
2.11 Ἡ μίτωση	48
2.12 Ἡ σύνθεση τῶν πρωτεΐνῶν	52
2.13 Τό προκαρυωτικό κύτταρο	58
2.14 Οἱ ιοί	59
3. ΑΝΑΠΑΡΑΓΩΓΗ	61
3.1 Τά πειράματα τοῦ Παστέρ	61
3.2 Τρόποι ἀναπαραγωγῆς	64
3.3 Τό σωματικό και τό γεννητικό πλάσμα	67
3.4 Ἡ μειωση και ἡ γονιμοποίηση	69
3.5 Ἡ ίστορια τῶν γεννητικῶν κυττάρων	72
3.6 Προσχηματισμός και ἐπιγένεση	74
3.7 Ποικιλομορφία στούς πλήθυσμούς και κληρονομικότητα	77
3.8 Ποιές ιδιότητες κληρονομούνται; Κληρονομούνται οἱ ἐπίκτητες ιδιότητες;	80
3.9 Πῶς κληρονομούνται τά διάφορα χαρακτηριστικά	82
3.10 Ὁρολογία	87
3.11 Ὁ Μέντελ και οἱ νόμοι του	87
3.12 Κυριαρχία	88
3.13 Οἱ γόνοι συνθέτουν ἔνζυμα	89
3.14 Γονότυπος και Φαινότυπος	90
3.15 Κληρονομικότητα και περιβάλλον	91
3.16 Διυβριδισμός	92
3.17 Γόνος μέ τρεῖς ἀλληλομόρφους: Ὁμάδες αἵματος ABO	94
3.18 Ἡ κληρονομικότητα τοῦ φύλου	97

3.19 Γόνοι και χρωματοσώματα	98
3.20 Φυλοσύνδετη κληρονομικότητα	101
3.21 Γόνοι και DNA	103
3.22 Ή διαφοροποιηση	104
3.23 Ή μετάλλαξη	107
4. Η ΕΞΕΛΙΞΗ	109
4.1 Πόσα είδη ζωντανών δργανισμῶν υπάρχουν	109
4.2 Λίγα λόγια για την ταξινόμηση	112
4.3 Είναι ή ταξινόμηση ἀντικειμενική; Ή ἔννοια τοῦ εἰδούς	114
4.4 Δυό διαφορετικές ἀντιλήψεις: Ή Τυπολογική κι ή Ἐξελικτική σκοπιά	115
4.5 Ό Darwin και τὸ ταξιδί του	116
4.6 Ἐνδείξεις για τὴν ἔξελιξη: τὰ ἀπολιθώματα	121
4.7 Ή ιστορία τῆς ζωῆς ὅπως τῇ δείχνουν τά ἀπολιθώματα	124
4.8 Ὀμόλογα, ἀνάλογα και ὑπολειμματικά δργανυ	144
4.9 Ό Χαῖκελ κι οἱ ἀπόψεις του γιὰ τὴν ὄντογενεση	147
4.10 Ἐνδείξεις ἀπό τῇ γεωγραφική κατανομῇ τῶν εἰδῶν	152
4.11 Αποδείξεις ἀπό τῇ Βιοχρημείᾳ	156
4.12 Ή περιπτώση τῶν γλάρων: δταν ἔνα εἰδος χωρίζεται στά δύο	158
4.13 Ή προσαρμογή	160
4.14 Λαμάρκ και Ντάρβιν	166
4.15 Ή νεοδαρβινική ἡ συνθετική θεωρία	169
4.16 Ή Αναγένεση και Κλαδογένεση	172
4.17 Ή Βελτίωση	175
5. ΟΙΚΟΛΟΓΙΑ	178
5.1 Οίκολογία: ή μελέτη τοῦ δργανισμοῦ σε σχέση μέ τό περιβάλλον του	178
5.2 Οἱ ἄλλοι δργανισμοὶ τοῦ ίδιου εἰδούς: ο πληθυσμός	180
5.3 Σχέσεις μεταξὺ δργανισμῶν διαφορετικῶν ειδῶν	187
5.4 Θήραμα-θηρευτής κι ἀλυσίδες τροφῆς	190
5.5 Οίκολογική φωλιά – νόμος τοῦ Γκάουζε	200
5.6 Οίκοσυστήματα τοῦ νερού και τῆς στεριᾶς	200
5.7 Ή καταστροφή τοῦ περιβάλλοντος	208
5.8 Ή ρύπανση τοῦ περιβάλλοντος, ή ὑποβαθμιση τῶν οίκοσυστημάτων και ή προστασία τῆς φύσεως στή χώρα μας	212
ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ Α – ΛΕΞΙΔΟΓΙΟ	219
ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ Β – Η ΤΑΞΙΝΟΜΗΣΗ ΤΩΝ ΖΩΝΤΑΝΩΝ ΟΝΤΩΝ	237
ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ Γ – ΜΕΡΙΚΕΣ ΠΛΗΡΟΦΟΡΙΕΣ ΓΙΑ ΤΑ ΣΗΜΑΝΤΙΚΟ-ΤΕΡΑ ΒΙΟΜΟΡΙΑ	268
Πίνακας Περιεχομένων	270

ΕΞΩΦΥΛΛΟ: ΓΕΩΡΓΙΑΣ ΠΑΠΑΝΙΚΟΛΑΟΥ



024000019543

ΕΚΔΟΣΗ Β' 1978 (III) ΑΝΤΥΤΥΠΑ 90.000 ΣΥΜΒΑΣΗ 3037/17-3-78

Έκτύπωση: Α. Γιαννόπουλος - Βιβλιοδεσία: Δ. Βασιλάκου Κ. Σία Ο.Ε.

3.19 Γόνοι και χρωματοσώματα	98
3.20 Φυλοσύνδετη κληρονομικότητα	101
3.21 Γόνοι και DNA	103
3.22 Ή διαφοροποιηση	104
3.23 Ή μετάλλαξη	107
4. Η ΕΞΕΛΙΞΗ	109
4.1 Πόσα είδη ζωντανών δργανισμῶν υπάρχουν	109
4.2 Λίγα λόγια για την ταξινόμηση	112
4.3 Είναι ή ταξινόμηση ἀντικειμενική; Ή ἔννοια τοῦ εἰδούς	114
4.4 Δυό διαφορετικές ἀντιλήψεις: Ή Τυπολογική κι ή Ἐξελικτική σκοπιά	115
4.5 Ό Darwin και τὸ ταξιδί του	116
4.6 Ἐνδείξεις για τὴν ἔξελιξη: τὰ ἀπολιθώματα	121
4.7 Ή ιστορία τῆς ζωῆς ὅπως τῇ δείχνουν τά ἀπολιθώματα	124
4.8 Ὀμόλογα, ἀνάλογα και ὑπολειμματικά δργανυ	144
4.9 Ό Xaikeλ κι οἱ ἀπόψεις του γιὰ τὴν ὄντογενεση	147
4.10 Ἐνδείξεις ἀπό τῇ γεωγραφική κατανομῇ τῶν εἰδῶν	152
4.11 Αποδείξεις ἀπό τῇ Βιοχρημείᾳ	156
4.12 Ή περιπτώση τῶν γλάρων: δταν ἔνα εἰδος χωρίζεται στά δύο	158
4.13 Ή προσαρμογή	160
4.14 Λαμάρκ και Ντάρβιν	166
4.15 Ή νεοδαρβινική ἡ συνθετική θεωρία	169
4.16 Ή Αναγένεση και Κλαδογένεση	172
4.17 Ή Βελτίωση	175
5. ΟΙΚΟΛΟΓΙΑ	178
5.1 Οίκολογία: ή μελέτη τοῦ δργανισμοῦ σε σχέση μέ τό περιβάλλον του	178
5.2 Οι ἄλλοι δργανισμοὶ τοῦ ίδιου εἰδούς: ο πληθυσμός	180
5.3 Σχέσεις μεταξὺ δργανισμῶν διαφορετικῶν ειδῶν	187
5.4 Θήραμα-θηρευτής κι ἀλυσίδες τροφῆς	190
5.5 Οίκολογική φωλιά – νόμος τοῦ Γκάουζε	200
5.6 Οίκοσυστήματα τοῦ νερού και τῆς στεριᾶς	200
5.7 Ή καταστροφή τοῦ περιβάλλοντος	208
5.8 Ή ρύπανση τοῦ περιβάλλοντος, ή ὑποβαθμιση τῶν οίκοσυστημάτων και ή προστασία τῆς φύσεως στή χώρα μας	212
ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ Α – ΛΕΞΙΔΟΓΙΟ	219
ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ Β – Η ΤΑΞΙΝΟΜΗΣΗ ΤΩΝ ΖΩΝΤΑΝΩΝ ΟΝΤΩΝ	237
ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ Γ – ΜΕΡΙΚΕΣ ΠΛΗΡΟΦΟΡΙΕΣ ΓΙΑ ΤΑ ΣΗΜΑΝΤΙΚΟ-	
ΤΕΡΑ ΒΙΟΜΟΡΙΑ	268
Πίνακας Περιεχομένων	270

ΕΞΩΦΥΛΛΟ: ΓΕΩΡΓΙΑΣ ΠΑΠΑΝΙΚΟΛΑΟΥ



024000019543

ΕΚΔΟΣΗ Β' 1978 (III) ΑΝΤΥΤΥΠΑ 90.000 ΣΥΜΒΑΣΗ 3037/17-3-78

Έκτύπωση: Α. Γιαννόπουλος - Βιβλιοδεσία: Δ. Βασιλάκου Κ. Σία Ο.Ε.

