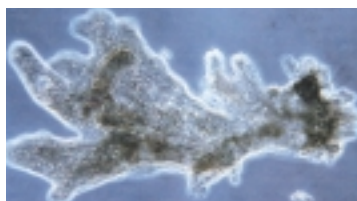


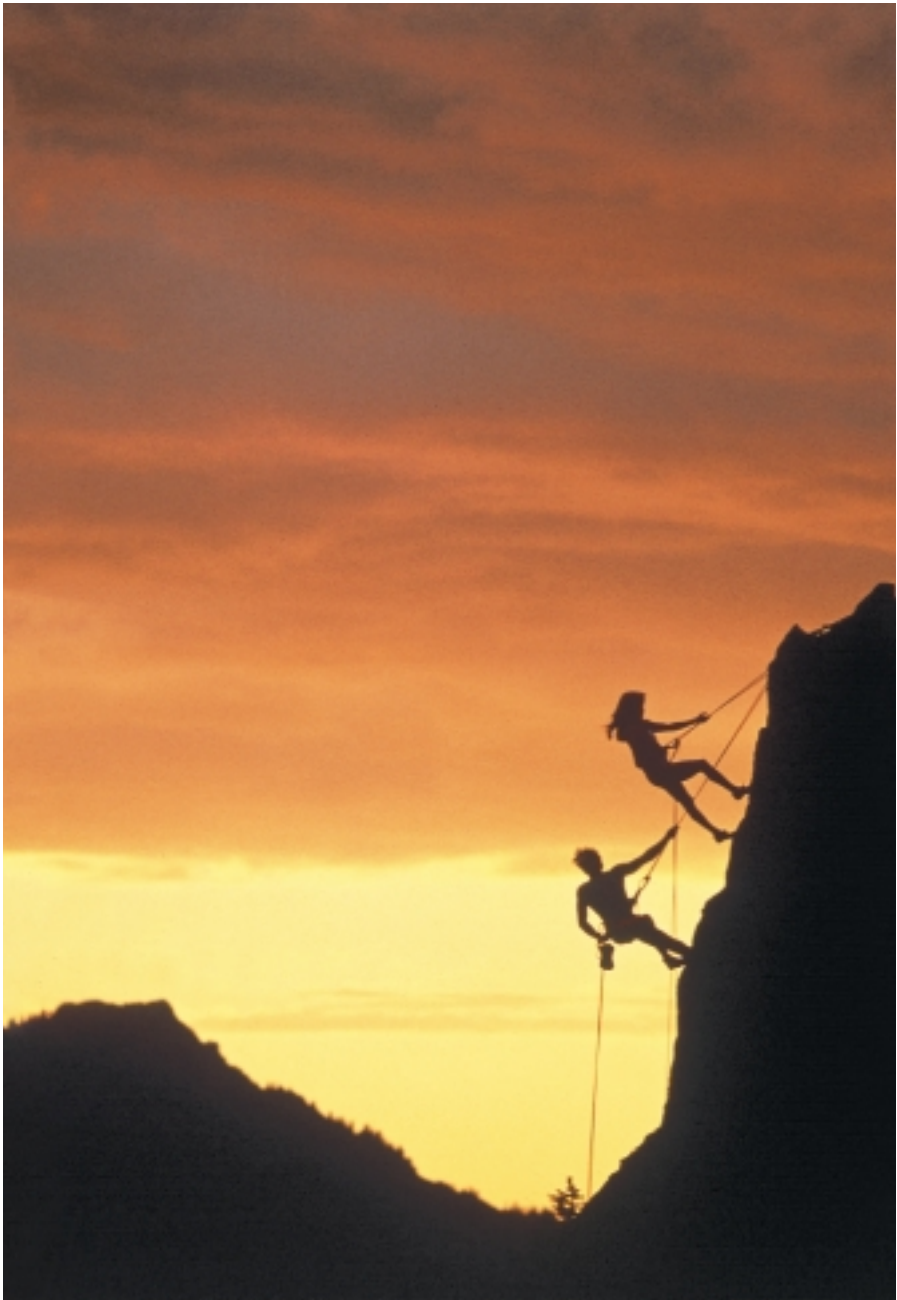


I

Κ Ε Φ Α Λ Α Ι Ο

Εισαγωγή





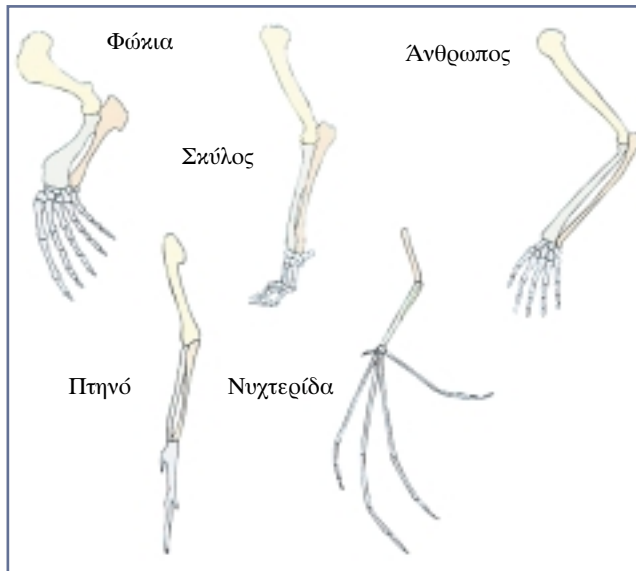


Εισαγωγή

I.I Η κοινή προέλευση και εξέλιξη των οργανισμών

Παρατηρώντας τον κόσμο γύρω μας διαπιστώνουμε την ύπαρξη χιλιάδων διαφορετικών οργανισμών. Η ποικιλομορφία της ζωής είναι η πρώτη μας διαπίστωση. Αν όμως παρατηρήσουμε πιο προσεκτικά, θα διαπιστώσουμε ότι υπάρχουν πολλές ομοιότητες μεταξύ των διαφόρων οργανισμών. Το υδροδυναμικό σχήμα των ψαριών ή τα πέντε δάκτυλα στα άκρα πολλών ζώων είναι, για παράδειγμα, ομοιότητες που εντοπίζονται εύκολα (βλ. εικόνα 1.1). Εάν σκεφθούμε το σύνολο τέτοιων ομοιοτήτων, οδηγούμαστε στο συμπέρασμα ότι οι οργανισμοί, αν και διαφορετικοί, εμφανίζουν αξιοσημείωτες ομοιότητες.

Με βάση τις μορφολογικές ομοιότητές τους, οι οργανισμοί μπορούν να καταταγούν σε ένα "γενεαλογικό" δέντρο, όπως αυτό της εικόνας 1.2. Στο κάτω μέρος του δέντρου βρίσκονται οι απλούστεροι οργανισμοί και, όσο πηγαίνουμε προς τα πάνω, εμφανίζονται όλο και πολυπλοκότεροι. Ταυτόχρονα, οι ομοειδείς οργανισμοί χωρίζονται σε ομάδες.

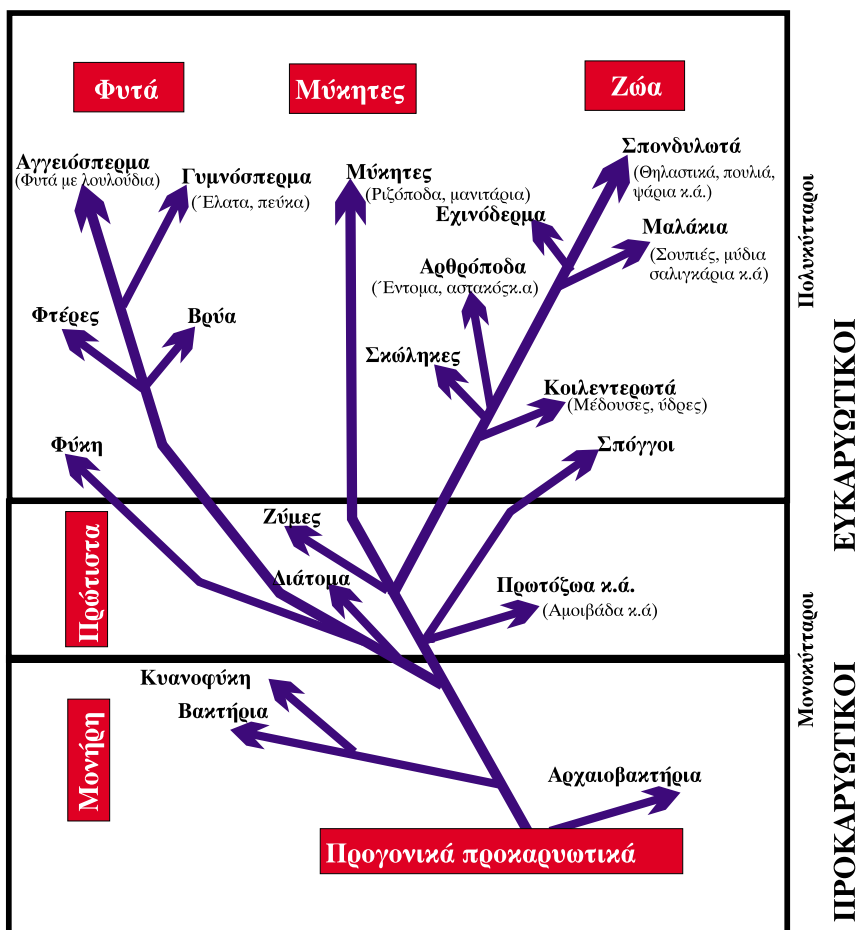


Εικόνα 1.1 Οστά των πρόσθιων άκρων διαφόρων σπονδυλωτών. Τα πέντε δάκτυλα και οι άλλες ομοιότητες που παρατηρούνται θεωρείται ότι οφείλονται στην ύπαρξη κοινού προγόνου.

Ο εμπλουτισμός των γνώσεών μας μέσα από διάφορες επιστήμες, όπως η Παλαιοντολογία, η οποία μελετά τα απολιθώματα και η Γενετική, η οποία μελετά την εξέλιξη του γενετικού υλικού, έδειξε ότι η ταξινόμηση των οργανισμών στο δέντρο αντικατοπτρίζει και τη χρονολογική σειρά με την οποία εμφανίστηκαν στη γη. Το δέντρο της εικόνας 1.2 αποτελεί λοιπόν το **εξελικτικό δέντρο των ειδών**. Από τα προγονικά προκαρυωτικά κύτταρα, που είναι τοποθετημένα στο κατώτερο μέρος αυτού του δέντρου, δημιουργήθηκαν στην πορεία του χρόνου, διαφορετικοί οργανισμοί που και αυτοί, με τη διαδικασία της εξέλιξης, έδωσαν άλλους κ.ο.κ. Σαν αποτέλεσμα, το δέντρο της εξέλιξης εμπλουτίστηκε σταδιακά με νέους κλάδους.

Η πρόοδος της επιστήμης της Βιοχημείας ανέδειξε και αναδεικνύει συνεχώς, ομοιότητες των οργανισμών και σε μοριακό επίπεδο. Έτσι, διαπιστώθηκαν σημαντικές ομοιότητες, όπως:

- οι πρωτεΐνες συντίθενται από 20 αμινοξέα, που είναι ίδια για όλους τους οργανισμούς
- το γενετικό υλικό δομείται από 4 νουκλεοτίδια, που είναι ίδια για όλους τους οργανισμούς,



Εικόνα 1.2 Το δέντρο της εξέλιξης. Θεωρείται ότι όλοι οι οργανισμοί έλκουν την καταγωγή τους από τα προγονικά προκαρυωτικά κύτταρα. Το δέντρο δείχνει τις κυριότερες διαδρομές της εξέλιξης των ειδών.

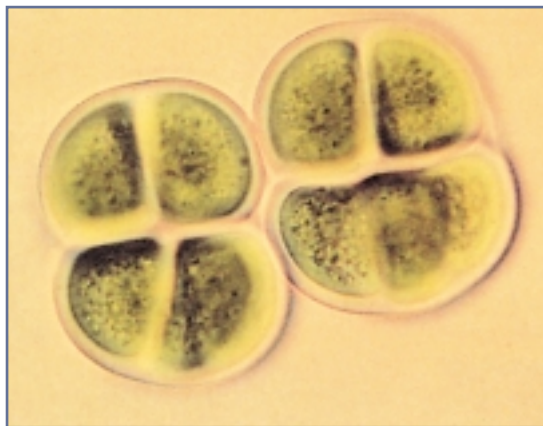
- τα κύτταρα των διαφόρων οργανισμών περιλαμβάνουν κοινές λειτουργίες.

Η επιστημονική βάση του εξελικτικού δέντρου ενισχύεται λοιπόν, συνεχώς και όλα τα στοιχεία συντείνουν στο συμπέρασμα ότι οι οργανισμοί έχουν κοινή προέλευση και ακολουθούν ενιαία εξελικτική διαδικασία.

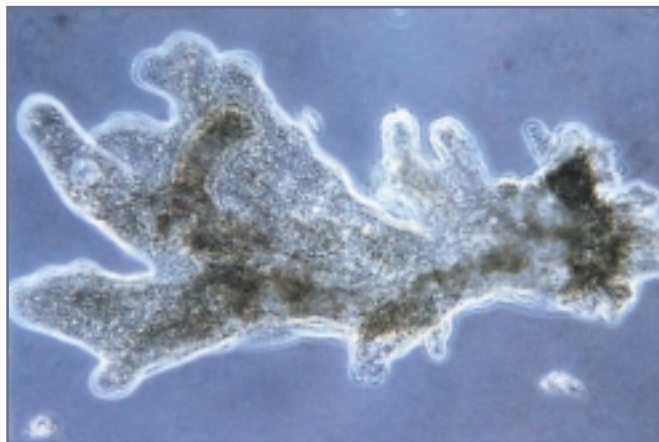
I.2 Η ζωή είναι οργανωμένη σε επίπεδα

Ο Χουκ ήταν ο πρώτος που το 1665 παρατήρησε με το μικροσκόπιο, που μόλις είχε ανακαλυφθεί, ότι ο φελλός αποτελείται από εκατοντάδες μικρά "κουτιά". Τα μικρά αυτά "κουτιά" τα ονόμασε κύτταρα, χωρίς όμως να αντιληφθεί τη σημασία τους. Το 1838-39 οι Σλάιντεν και Σβαν διατύπωσαν την **κυτταρική θεωρία**, σύμφωνα με την οποία: «το κύτταρο είναι η βασική δομική και λειτουργική μονάδα κάθε ζωντανού οργανισμού», ενώ το 1895 ο Βίρχοφ πρόσθεσε ότι «κάθε κύτταρο προέρχεται από άλλο κύτταρο».

Το κύτταρο είναι λοιπόν η βασική δομική μονάδα των οργανισμών. Ανάλογα με την πολυπλοκότητα της δομής, τα κύτταρα διακρίνονται σε δύο κατηγορίες: τα **προκαρυωτικά**, που είναι απλούστερα, και τα **ευκαρυωτικά**, που είναι πολυπλοκότερα. Τα προκαρυωτικά, σε αντίθεση με τα ευκαρυωτικά, δεν εμφανίζουν πυρήνα και μεμβράνες στο εσωτερικό τους, ούτε άλλα σχηματισμένα οργανίδια. Πολλοί μονοκύτταροι οργανισμοί, όπως τα βακτήρια και τα κυανοβακτήρια (κυανοφύκη, βλ. εικόνα 1.3), που συνθέτουν το βασίλειο των **μονήρων**, είναι προκαρυωτικά κύτταρα. Τα μονήρη είναι οι πιο διαδεδομένοι οργανισμοί και μπορούν να επιβιώσουν στα πιο ακραία περιβάλλοντα, από τις πολύ χαμηλές θερμοκρασίες των πόλων της



Εικόνα 1.3 Ομάδες κυανοβακτηρίων κλεισμένες σε ζελατινώδη φάκελο σε μεγέθυνση.

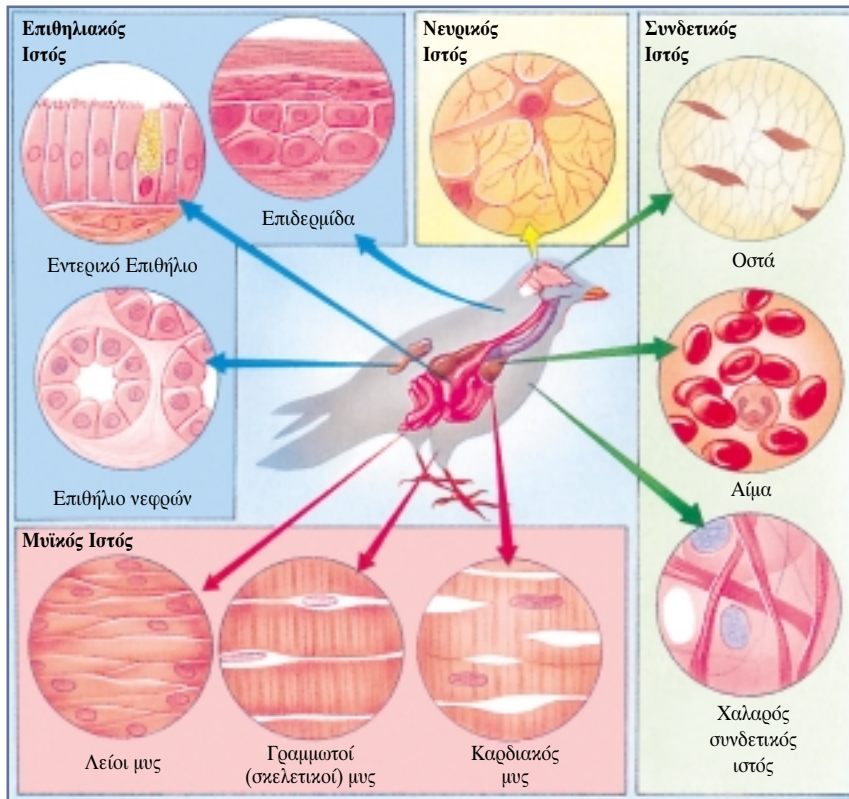


Εικόνα 1.4 Αμφοβιάδα (X 200). Πρώτιστο είδος. Η φωτογραφία έχει ληφθεί μετά από τεχνητή χρώση του μικροοργανισμού.

γης έως τα νερά των θερμοπηγών, θερμοκρασίας 95° C. Λόγω της απλής δομής τους, τα προκαρυωτικά κύτταρα θεωρούνται αρχαιότερα από τα ευκαρυωτικά. Πράγματι, έχει βρεθεί το απολίθωμα ενός κυανοβακτηρίου ηλικίας 3,1 δισεκατομμυρίων ετών!

Τα ευκαρυωτικά κύτταρα έχουν πιο πολύπλοκη οργάνωση απ' ότι τα προκαρυωτικά. Η αμφοβιάδα, η σπειρογύρα και άλλα 30.000 περίπου είδη, που αποτελούν το βασίλειο των **πρωτίστων**, είναι ευκαρυωτικοί μονοκύτταροι οργανισμοί (βλ. εικόνα 1.4).

Στο επόμενο επίπεδο, από άποψη πολυπλοκότητας, βρίσκονται οι πολυκύτταροι οργανισμοί. Σε αυτούς κατατάσσονται οι **μύκητες**, τα **φυτά** και τα **ζώα**. Οι πολυκύτταροι οργανισμοί χαρακτηρίζονται από **καταμερισμό εργασίας** ανάμεσα στα κύτταρα, που τους απαρτίζουν. *Έτσι, παρ' ότι όλα τα κύτταρα του οργανισμού προέρχονται από το ίδιο μητρικό κύτταρο (π.χ. όλα τα κύτταρα του ανθρώπου προέρχονται από το γονιμοποιημένο ωάριο), τελικά με την ανάπτυξη του οργανισμού, αυτά διαφοροποιούνται.* Διαφέρουν δηλαδή στη μορφή, αλλά και τη λειτουργία που επιτελούν (βλ. εικόνα 1.5). Έτσι, ο πιο πολύπλοκος οργανισμός στη φύση, ο άνθρωπος, αποτελείται από τρία δισεκατομμύρια κύτταρα, τα οποία είναι χωρισμένα σε μεγάλες ομάδες (π.χ. τα μυϊκά, τα επιθηλιακά, τα νευρικά κ.ά.). Κάθε ομάδα αυτών των κυττάρων παρουσιάζει διαφορετική μορφολογία και εξυπηρετεί μια διαφορετική λειτουργία του ανθρώπινου οργανισμού.



Εικόνα 1.5 Ομάδες διαφοροποιημένων κυττάρων ενός πτηνού.

Η ζωή είναι λοιπόν οργανωμένη σε επίπεδα αυξανόμενης πολυπλοκότητας. Η πλέον απλή μορφή της είναι οι προκαρυωτικοί (μονοκύτταροι) οργανισμοί και η πλέον πολύπλοκη είναι οι πολυκύτταροι οργανισμοί.

Ιδιαίτερη περίπτωση αποτελούν **οι ιοί**. Οι ιοί βρίσκονται στα όρια μεταξύ των ζωντανών οργανισμών και της άβιας ύλης. Οι ιοί δε συνιστούν κύτταρα και έτσι μπορούν να πολλαπλασιαστούν, μόνο όταν προσκολληθούν σε άλλα κύτταρα σαν παράσιτα και εκμεταλλευθούν τις λειτουργίες τους.

I.3 Η μοριακή οργάνωση των κυττάρων

Αν αναλύσουμε βαθύτερα τους οργανισμούς, είτε ευκαρυωτικούς είτε προκαρυωτικούς, ακόμη και τους ιούς, θα ανακαλύψουμε πολλές ομοιότητες, όσον αφορά τη χημική τους σύσταση. Στον πίνακα 1 φαίνεται η % κ.β. περιεκτικότητα και ο συνολικός αριθμός κάθε είδους χημικών ουσιών, που συμμετέχουν στη δομή ενός βακτηριακού κυττάρου. Ανάλογη χημική σύσταση εμφανίζουν τα κύτταρα όλων των οργανισμών.

Πίνακας 1: Χημική σύσταση ενός βακτηρίου

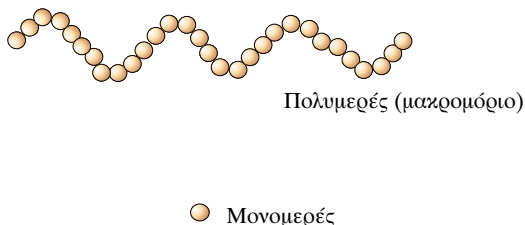
Κατηγορίες χημικών ουσιών	% κ.β.	Είδη μορίων
Νερό	70	1
Ανόργανα άλατα	1	20
Σάκχαρα και πρόδρομα μόρια	3	200
Αμινοξέα και πρόδρομα μόρια	0,4	100
Νουκλεοτίδια και πρόδρομα μόρια	0,4	200
Λιπίδια και πρόδρομα μόρια	2	50
Άλλα μικρά μόρια	0,2	200
Μακρομόρια (πρωτεΐνες, νουκλεϊκά οξέα και πολυσακχαρίτες)	22	5000

Εξετάζοντας τον πίνακα 1, η πρώτη μας διαπίστωση είναι ότι **το νερό** αποτελεί το κυρίαρχο συστατικό του κυττάρου (70% κ.β.). Έτσι, τα περισσότερα από τα άλλα συστατικά του κυττάρου βρίσκονται μέσα σε υδατικό περιβάλλον.

Το δεύτερο σε αναλογία είδος μορίων είναι **τα μακρομόρια**. Μακρομόρια αποτελούν οι *πρωτεΐνες*, οι *πολυσακχαρίτες*, και τα *νουκλεϊκά οξέα*. Καθένα από τα αυτά τα μόρια έχει διαφορετικές χημικές ιδιότητες, χάρη στις οποίες διεκπεραιώνονται οι διάφορες λειτουργίες του κυττάρου. Έτσι, με τη βοήθεια των μακρομορίων, το κύτταρο κινείται, συντηρείται, αναπτύσσεται και πολλαπλασιάζεται. Είναι αξιοσημείωτο ότι τα μακρομόρια είναι παρόντα σε όλα ανεξαιρέτως τα κύτταρα, ανεξάρτητα από το βαθμό εξέλιξής τους.

Τα μακρομόρια είναι από χημική άποψη πολυμερή, δηλ. μακριές αλυ-

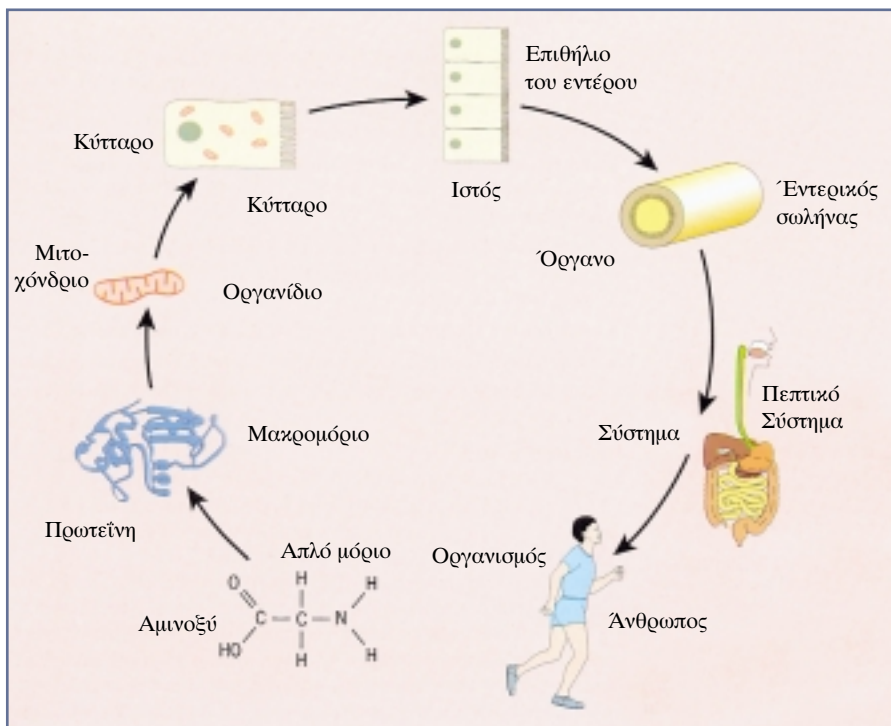
σίδες επαναλαμβανόμενων δομικών μονάδων (βλ. εικόνα 1.6), όπως η γλυκόζη, τα αμινοξέα ή τα νουκλεοτίδια. Οι ουσίες αυτές αποτελούν τα λεγόμενα **μονομερή** των μακρομορίων. Το κύτταρο συνθέτει τα μονομερή από απλές ενώσεις, όπως H_2O , CO_2 , νιτρικά άλατα κ.ά. ή τα προσλαμβάνει με την τροφή του και στη συνέχεια τα χρησιμοποιεί για τη σύνθεση των μακρομορίων.



Εικόνα 1.6 Τα μονομερή συνδέονται μεταξύ τους και σχηματίζουν τα μακρομόρια.

Τα μακρομόρια συνδυάζονται μεταξύ τους και σχηματίζουν συμπλέγματα (π.χ. *γλυκοπρωτεΐνες*, *νουκλεοπρωτεΐνες* κλπ.), που χαρακτηρίζονται από ανώτερη οργάνωση σε σχέση με τα συστατικά τους μακρομόρια. Στο επόμενο επίπεδο οργάνωσης, τα συμπλέγματα αυτά συνδυάζονται, με τρόπο που θα αναπτύξουμε σε επόμενο κεφάλαιο και σχηματίζουν τα **οργανίδια του κυττάρου** (τον πυρήνα, το μιτοχόνδριο, τους χλωροπλάστες κλπ.).

Βλέπουμε, λοιπόν, ότι η εξέταση των φαινομένων της ζωής σε επίπεδο μορίων επιβεβαιώνει ότι η ζωή είναι οργανωμένη σε επίπεδα αυξανόμενης πολυπλοκότητας. Στο γενικό σχήμα, τα άτομα συγκροτούν τα μόρια, τα μόρια συνδέονται μεταξύ τους και συγκροτούν τα μακρομόρια και αυτά με τη σειρά τους συγκροτούν τα οργανίδια. Τα οργανίδια σχηματίζουν τα κύτταρα, τα οποία στη συνέχεια συνδυάζονται μεταξύ τους και συγκροτούν τους οργανισμούς (βλ. εικόνα 1.7).



Εικόνα 1.7 Η ζωή είναι οργανωμένη σε επίπεδα αυξανόμενης πολυπλοκότητας.

I.4 Η Βιοχημεία και ο ρόλος της στη ζωή μας

Η Βιοχημεία είναι η επιστήμη που ασχολείται με τη μελέτη της μοριακής βάσης της ζωής και ως εκ τούτου έχει τις ρίζες της στη Βιολογία και τη Χημεία. Χιλιάδες ερευνητικά εργαστήρια και επιστήμονες έχουν σήμερα επικεντρώσει τις έρευνές τους σε θέματα αυτής της επιστήμης και η ανάπτυξή της κατά τις τελευταίες δεκαετίες ήταν αλματώδης. Οι λόγοι είναι πολλοί, αλλά μεταξύ των πιο σπουδαίων περιλαμβάνονται οι εξής:

- έχει πια αναγνωριστεί ότι οι βιολογικές διεργασίες έχουν χημική βάση.
- είναι πια γνωστό ότι οι μοριακές δομές και οι αρχές που τις στηρίζουν, είναι κοινές για όλα τα επίπεδα της ζωής. Τα νουκλεϊκά οξέα, οι πρωτεΐνες, το ATP κλπ. έχουν δομές παρόμοιες και δρουν με παραπλήσιο τρόπο σε όλους τους οργανισμούς, από το βακτήριο έως τον άνθρωπο.
- η ανάπτυξη σύγχρονων μεθόδων για τη μελέτη της δομής των μακρομοριών και των μεταξύ τους αλληλεπιδράσεων δίνει τη δυνατότητα να διευκρινιστούν σημαντικές πτυχές της λειτουργίας των κυττάρων. Στις μεθόδους αυτές συγκαταλέγονται η φασματοσκοπία πυρηνικού μαγνητικού συντονισμού (NMR), η κρυσταλλογραφία με ακτίνες X και η προσομοίωση μακρομοριακών δομών σε ηλεκτρονικό υπολογιστή (computer modelling).
- η ανάπτυξη σύγχρονων μεθόδων που χρησιμοποιούν ανασυνδυασμένο DNA και την αλυσιδωτή αντίδραση πολυμεράσης (PCR) αυξάνει τις δυνατότητες για μελέτη του γενετικού υλικού και των τρόπων που αυτό εκφράζεται.

Η Βιοχημεία επηρεάζει πολλούς κλάδους που έχουν σχέση με τη ζωή μας. Τα συμπεράσματά της είναι σημαντικά για την Ιατρική, τη Φαρμακευτική, την ανάπτυξη της Βιομηχανίας και της Γεωργίας, όπως επίσης και της Βιοτεχνολογίας. Επίσης, έχουν ανοιχτεί πολλά ενδιαφέροντα κεφάλαια, τα οποία απαιτούν διερεύνηση και στα οποία η Βιοχημεία μπορεί να δώσει απαντήσεις, όπως η λειτουργία του εγκεφάλου, τα αίτια και η θεραπεία του καρκίνου, η γενετική βάση της κληρονομικότητας, ο τρόπος διαφοροποίησης των κυττάρων, το ανοσοποιητικό σύστημα, η λειτουργία της όρασης κ.ά.

Περίληψη

Οι ομοιότητες που παρουσιάζουν οι οργανισμοί σε μορφολογικό και μοριακό επίπεδο πείθουν ότι αυτοί έχουν κοινή προέλευση και ενιαία εξελικτική διαδικασία. Οι οργανισμοί παρουσιάζουν δομή που είναι οργανωμένη σε επίπεδα αυξανόμενης πολυπλοκότητας. Το πρώτο επίπεδο οργάνωσης είναι το μοριακό, με το οποίο ασχολείται η επιστήμη της Βιοχημείας. Η Βιοχημεία είναι μια προηγμένη επιστήμη, η οποία παρουσιάζει μεγάλες προοπτικές παραπέρα ανάπτυξης. Η ανάπτυξη της Βιοχημείας εμπλουτίζει τις γνώσεις μας για τα φαινόμενα της ζωής και συμβάλλει στην επίλυση των προβλημάτων της σύγχρονης ζωής.

Ερωτήσεις

1. Ποια στοιχεία αποδεικνύουν, από βιοχημική άποψη, την κοινή προέλευση των οργανισμών;
2. Τι πληροφορίες μάς δίνει το «εξελικτικό δέντρο των οργανισμών»;
3. Ποιες οι κύριες διαφορές προκαρυωτικών και ευκαρυωτικών κυττάρων;
4. Ποια είναι τα πέντε βασίλεια στα οποία κατατάσσουμε τους οργανισμούς;
5. Αναφέρατε τρία πεδία στα οποία γίνεται έρευνα αιχμής στη Βιοχημεία.
6. Ποιες από τις παρακάτω προτάσεις είναι σωστές και ποιες λάθος;
 - α) Τα ζώα και τα φυτά εμφανίζουν μεγάλες διαφορές ως προς τη μορφή, και ως εκ τούτου δεν έχουν κοινούς προγόνους στη διαδρομή της εξέλιξης των ειδών.
 - β) Οι πολυκύτταροι οργανισμοί εμφανίζουν ομάδες κυττάρων με ομοειδή λειτουργία.

- γ) Τα κύτταρα προμηθεύονται τη γλυκόζη αποκλειστικά από την τροφή τους.
 - δ) Τα μονομερή είναι μικρά μόρια, τα οποία συνδέονται μεταξύ τους για να σχηματίσουν τα μακρομόρια.
7. Σε ποια σειρά πρέπει να τοποθετηθούν οι έννοιες: μακρομόρια, μονομερή, άτομα στοιχείων, απλά μόρια, κύτταρο, κυτταρικά οργανίδια, ώστε να φαίνεται ότι το κύτταρο είναι οργανωμένο σε επίπεδα αυξανόμενης πολυπλοκότητας;