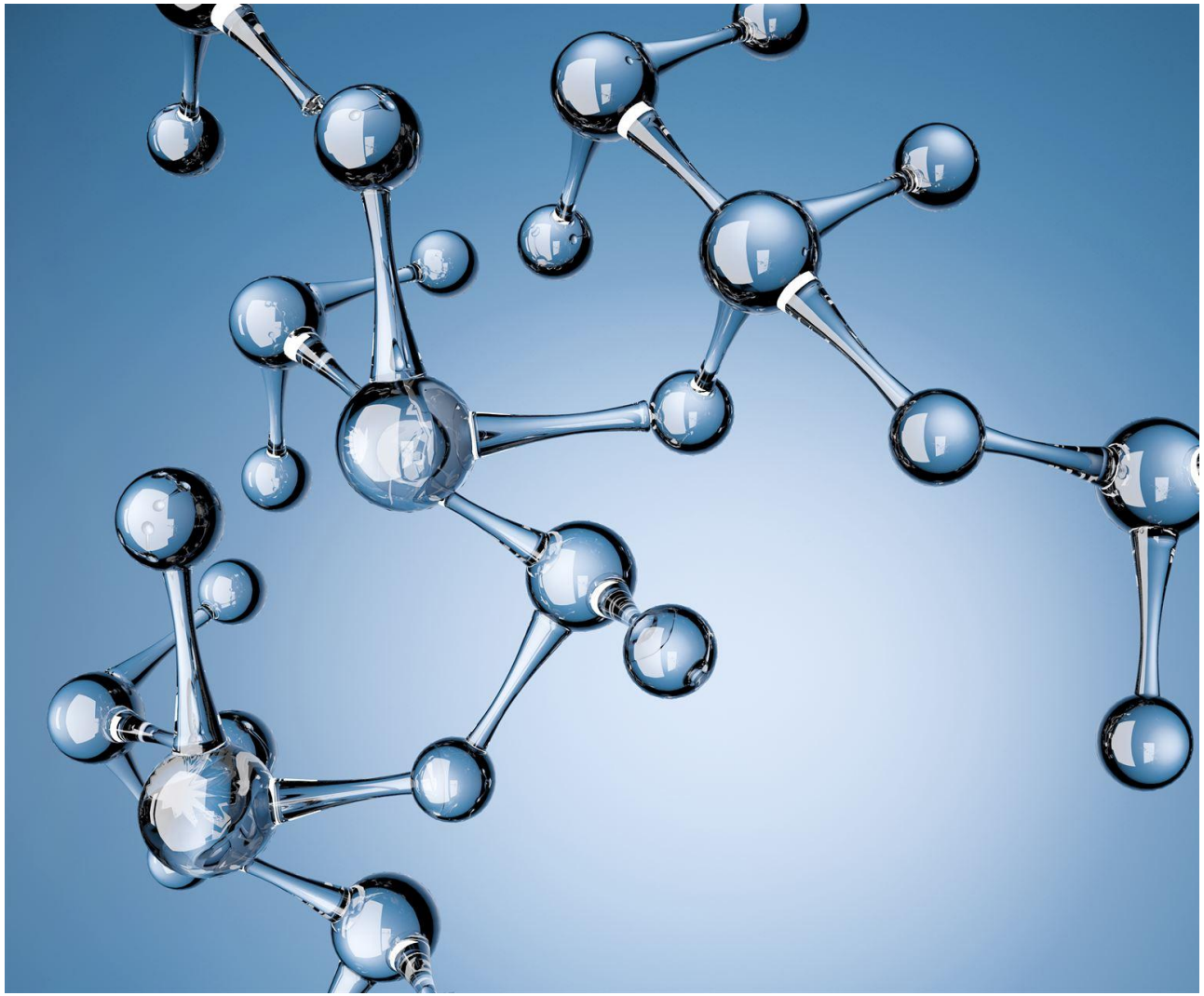
Εισαγωγή στη Βιοχημεία

Παναγιώτης Σαράντης
Βιολόγος, MSc, PhD



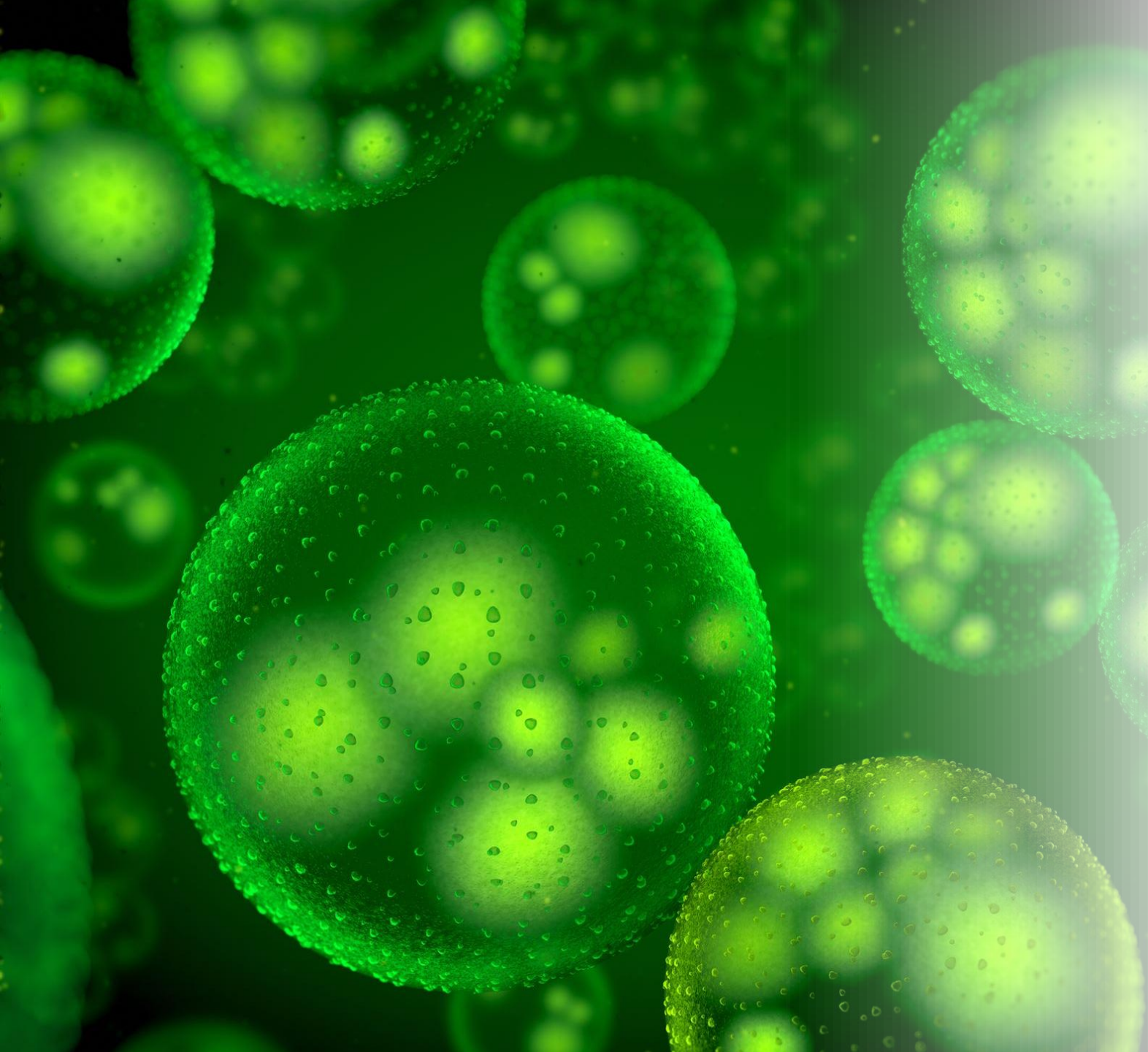
Θέματα

- Ορισμός της Βιοχημείας και του Πεδίου Εφαρμογής της
- Η Βιοχημεία στην Καθημερινή Ζωή και την Έρευνα
- Βιολογικά Μόρια: Τα Δομικά Στοιχεία της Ζωής
- Θεμελιώδεις Βιοχημικές Διεργασίες





Ορισμός της Βιοχημείας και του Πεδίου Εφαρμογής της



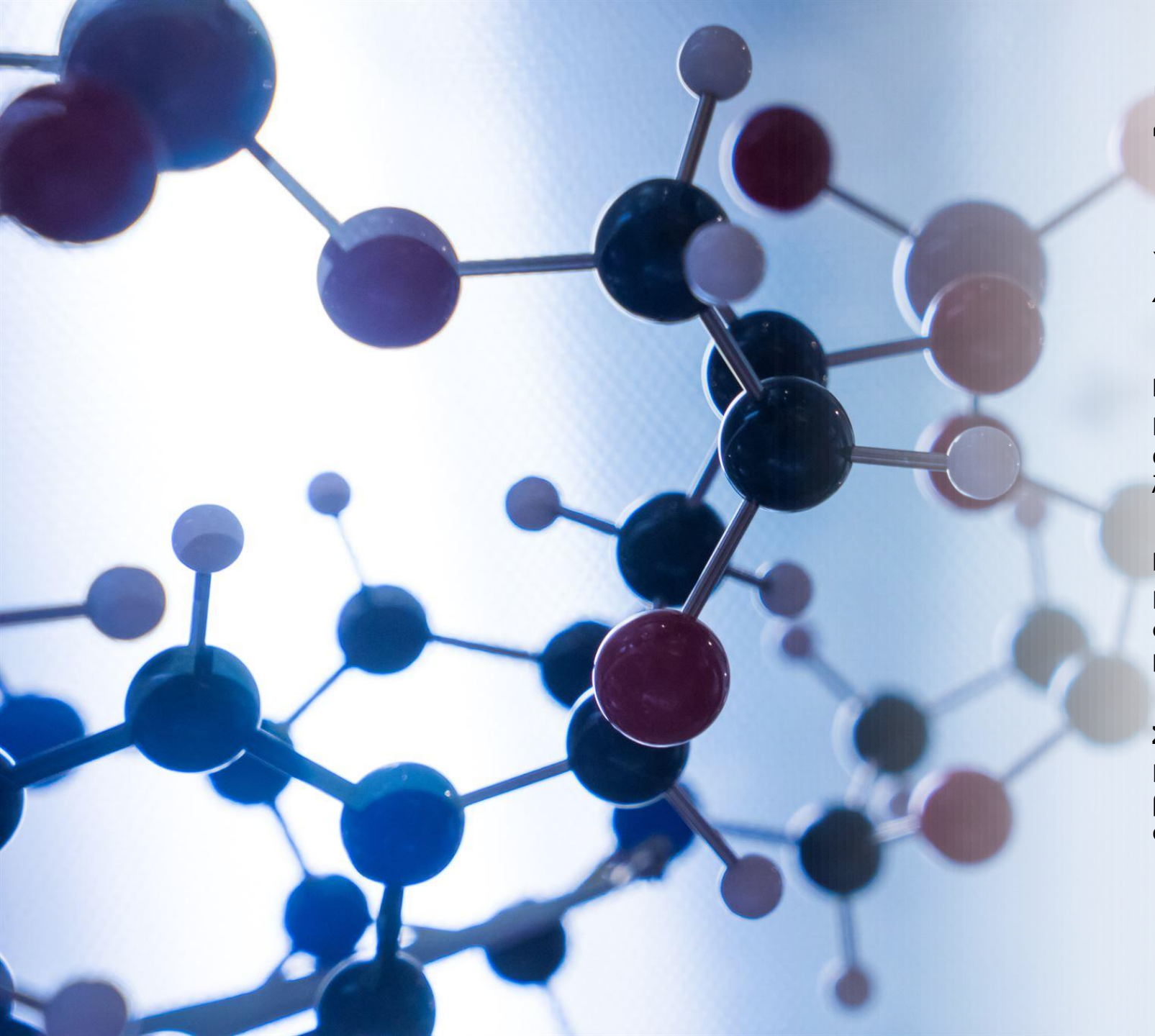
Τι είναι η βιοχημεία;

Ορισμός της Βιοχημείας

Η βιοχημεία μελετά χημικές ουσίες και ζωτικές διεργασίες μέσα στους ζωντανούς οργανισμούς, συνδέοντας τη βιολογία και τη χημεία.

Ρόλος στις Λειτουργίες της Ζωής

Οι μοριακές αλληλεπιδράσεις που εξηγούνται από τη βιοχημεία οδηγούν βασικές βιολογικές λειτουργίες και διαδικασίες.



Σχέση με τη Βιολογία και τη Χημεία

Ενοποίηση Κλάδων

Η βιοχημεία συνδυάζει βιολογικές και χημικές αρχές για την κατανόηση των βιομοριακών λειτουργιών στους ζωντανούς οργανισμούς.

Βιομοριακή Λειτουργία

Εξηγεί πώς τα βιομόρια αλληλεπιδρούν και συμβάλλουν στις διαδικασίες της ζωής σε μοριακό επίπεδο.

Σύνδεση δομής με ρόλο

Η βιοχημεία συνδέει τη μοριακή δομή με τη βιολογική λειτουργία, υπογραμμίζοντας τη σημασία του μοριακού σχήματος και σύνθεσης.

Κύριοι κλάδοι και τομείς

Μεταβολισμός

Ο μεταβολισμός μελετά τις χημικές αντιδράσεις που διατηρούν τη ζωή και τη μετατροπή ενέργειας μέσα στα κύτταρα.

Ενζυμολογία

Η ενζυμολογία διερευνά τα ένζυμα και τους ρόλους τους ως βιολογικούς καταλύτες στις βιοχημικές αντιδράσεις.

Μοριακή Γενετική

Η μοριακή γενετική εστιάζει στη δομή, τη λειτουργία και την κληρονομικότητα των γονιδίων σε μοριακή κλίμακα.

Δομική Βιολογία

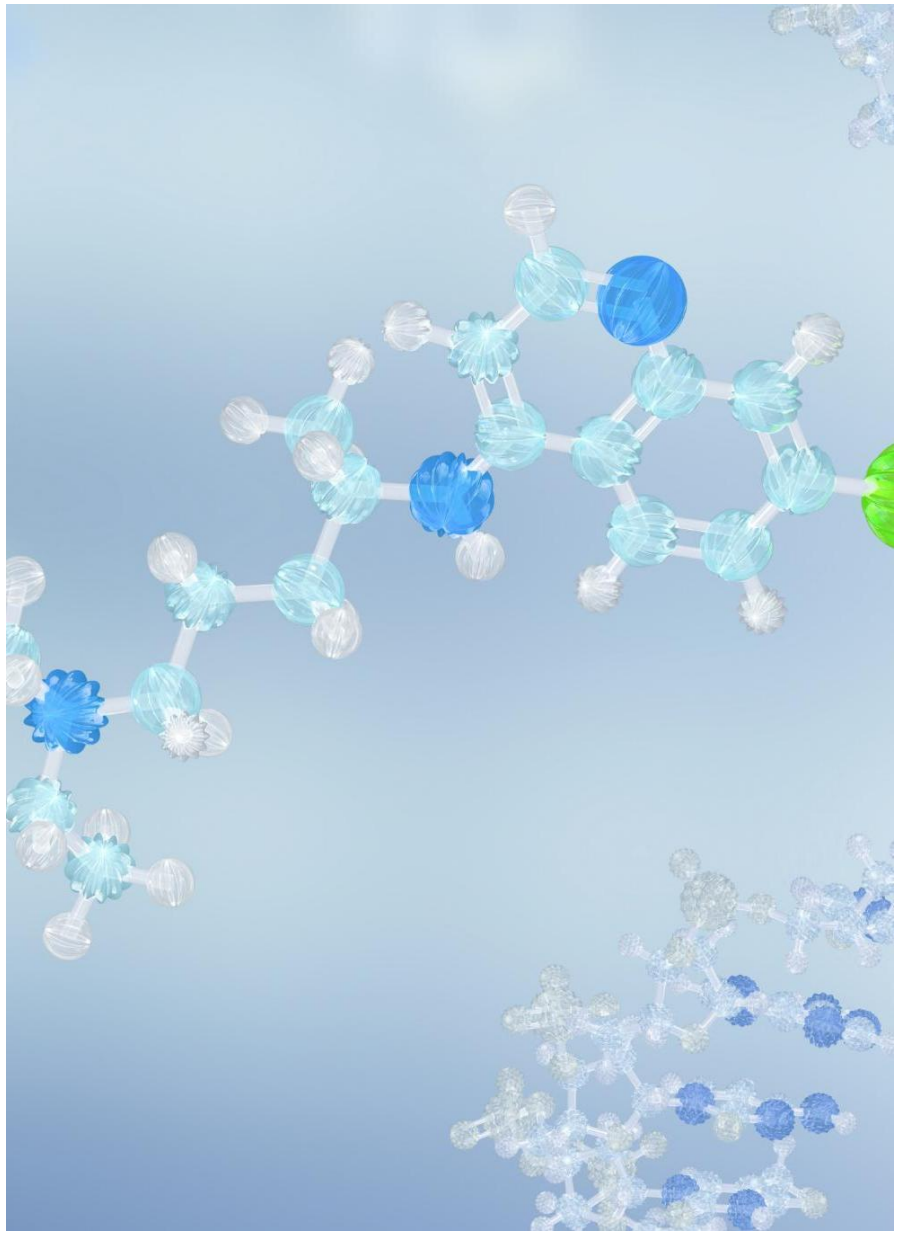
Η δομική βιολογία διερευνά τις 3D δομές των βιολογικών μορίων για να κατανοήσει τη λειτουργία τους.

Μεταγωγή σήματος

Η μεταγωγή σήματος μελετά τον τρόπο με τον οποίο τα κύτταρα επικοινωνούν και ανταποκρίνονται σε εξωτερικά σήματα μέσω μοριακών οδών.



Η Βιοχημεία στην Καθημερινή Ζωή και την Έρευνα



Ιατρικές Εφαρμογές και Ανάπτυξη Φαρμάκων

Ο ρόλος της Βιοχημείας

Η βιοχημεία αποκαλύπτει μοριακούς μηχανισμούς πίσω από ασθένειες, απαραίτητους για καινοτόμες ιατρικές εφαρμογές.

Σχεδιασμός και Ανάπτυξη Φαρμάκων

Η κατανόηση της νόσου σε μοριακό επίπεδο επιτρέπει τη δημιουργία στοχευμένων και αποτελεσματικών φαρμάκων.

Διαγνωστικά και θεραπείες

Η βιοχημεία υποστηρίζει προηγμένες διαγνωστικές και θεραπείες προσαρμοσμένες σε συγκεκριμένους μηχανισμούς ασθενειών.

Συσχέτιση με την Ιατρική

- **Διάγνωση ασθενειών**: Οι βιοχημικές εξετάσεις (π.χ. γλυκόζη, τρανσαμινάσες, CRP) είναι βασικά εργαλεία για τη διάγνωση και παρακολούθηση παθήσεων όπως ο σακχαρώδης διαβήτης, οι ηπατοπάθειες και οι φλεγμονώδεις καταστάσεις.
- **Φαρμακολογία**: Η κατανόηση των ενζυμικών οδών και των υποδοχέων βοηθά στον σχεδιασμό και τη χορήγηση φαρμάκων, καθώς και στην πρόβλεψη ανεπιθύμητων ενεργειών.
- **Γενετική και μοριακή ιατρική**: Η βιοχημεία εξηγεί τις μεταλλάξεις, την έκφραση γονιδίων και τις πρωτεϊνικές αλληλεπιδράσεις, κρίσιμες για την εξατομικευμένη θεραπεία και την ογκολογία.
- **Παθοφυσιολογία**: Οι βιοχημικές διεργασίες (π.χ. οξειδωτικό στρες, μεταβολισμός λιπιδίων) είναι κεντρικές στην κατανόηση της εξέλιξης των ασθενειών.





Συσχέτιση με τη Νοσηλευτική

- **Παρακολούθηση ασθενών**: Οι νοσηλευτές ερμηνεύουν βιοχημικές τιμές (π.χ. ηλεκτρολύτες, pH, ουρία) για την αξιολόγηση της κατάστασης του ασθενούς και την προσαρμογή της φροντίδας.
- **Διατροφή και υποστήριξη**: Η γνώση του μεταβολισμού βοηθά στην επιλογή κατάλληλης διατροφής και συμπληρωμάτων για ασθενείς με ειδικές ανάγκες (π.χ. νεφροπαθείς, διαβητικοί).
- **Εκπαίδευση ασθενών**: Οι νοσηλευτές εξηγούν στους ασθενείς τη σημασία των βιοχημικών δεικτών και των φαρμάκων, ενισχύοντας τη συμμόρφωση στη θεραπεία.
- **Διαχείριση φαρμάκων**: Η κατανόηση της φαρμακοκινητικής και φαρμακοδυναμικής είναι απαραίτητη για την ασφαλή χορήγηση φαρμάκων.

Θέμα
Εισαγωγή
Βιομόρια
Ένζυμα και βασικές αρχές του μεταβολισμού
Μεταβολισμός Υδατανθράκων (Γλυκόλυση, γλυκογονόλυση, γλυκονεογένεση)
Ορμονική Ρύθμιση και Παθήσεις
Κύκλος Krebs
Οξειδωτική Φωσφορυλίωση και μιτοχονδριακές παθήσεις
Σύνθεση Αμινοξέων
Καταβολισμός Αμινοξέων-Κύκλος Ουρίας & Συγγενείς Διαταραχές
Σύνθεση Λιπιδίων
Καταβολισμός Λιπιδίων Βιοδείκτες και Παθήσεις
Σύνθεση Νουκλεϊνικών Οξέων
Καταβολισμός Νουκλεϊνικών Οξέων-Παθήσεις
Εισαγωγή στη Βιολογία του Καρκίνου (Καρκινικό Κύτταρο-Μεταλλαξιγένεση
Ογκογονίδια, Tumor-Suppressors & Κυτταρικός Κύκλος
Απόπτωση, Αγγειογένεση & Μετάσταση
Μικροπεριβάλλον, Ανοσοδιαφυγή & Στοχευμένη Θεραπεία
Βιταμίνες-Βιοδείκτες
Ανοσολογικές Τεχνικές
Μοριακές Τεχνικές
Ανακεφαλαίωση

Βιολογικά Μόρια: Τα Δομικά Στοιχεία της Ζωής

Υδατάνθρακες: Δομή και λειτουργία

Ενέργεια

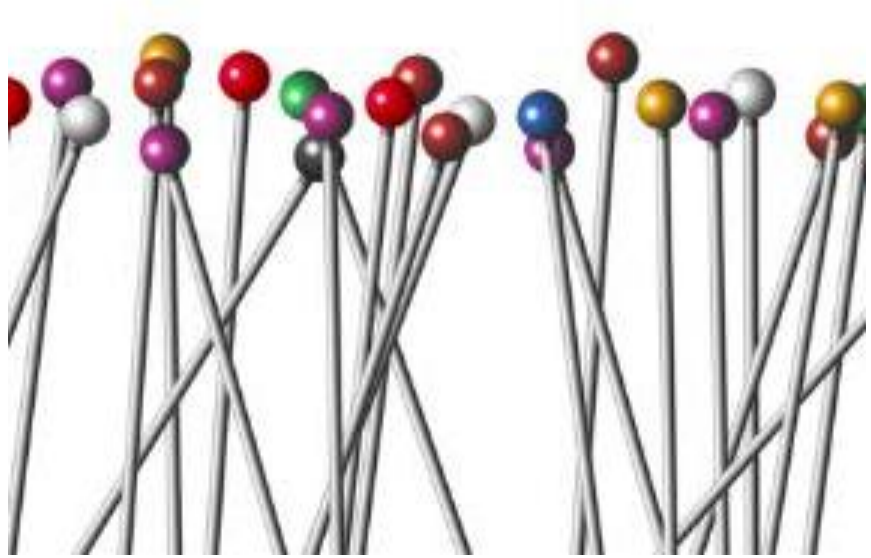
Οι υδατάνθρακες παρέχουν την απαραίτητη ενέργεια μέσω απλών σακχάρων που μεταβολίζονται από τα κύτταρα για καύσιμο.

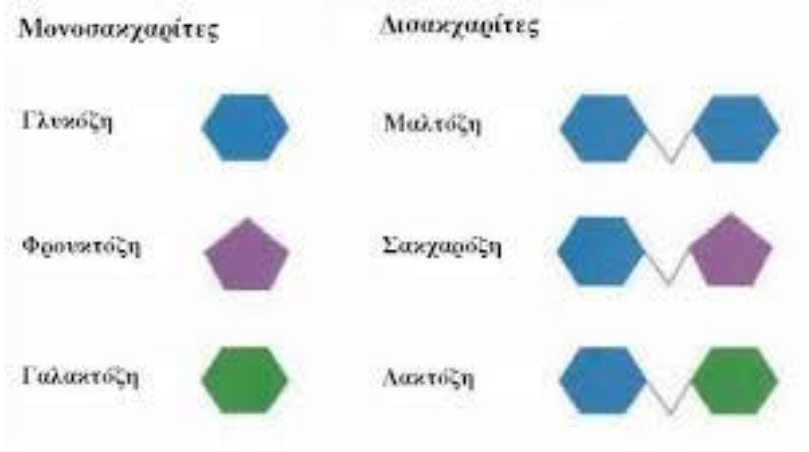
Δομικά Στοιχεία

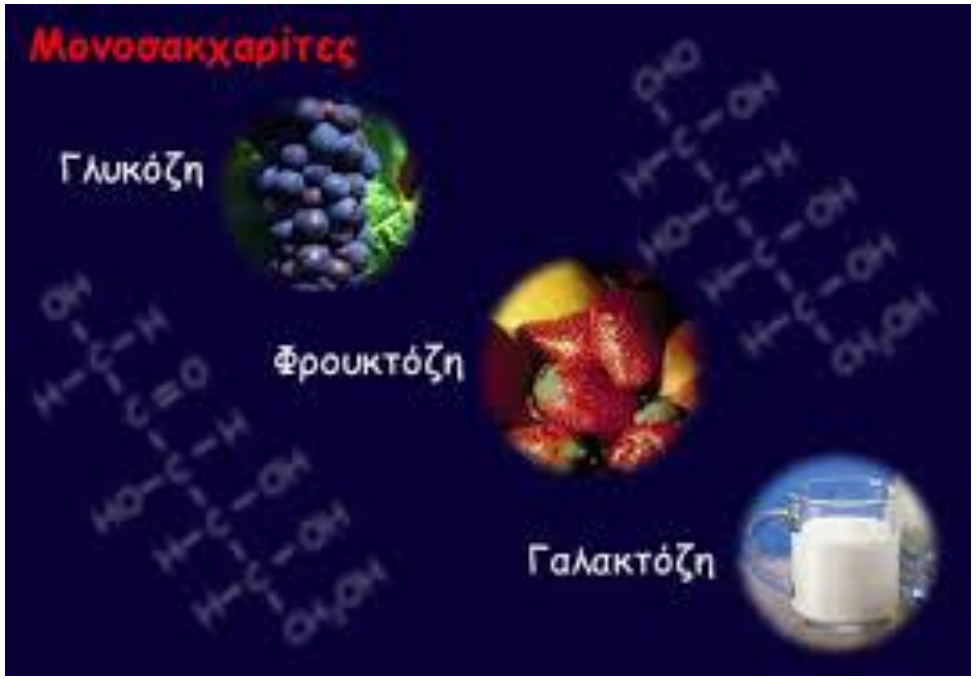
Οι σύνθετοι πολυσακχαρίτες σχηματίζουν δομικά στοιχεία σε φυτά και ζώα. Η κυτταρίνη αποτελεί δομικό συστατικό του φυτικού κυτταρικού τοιχώματος, ενώ οι γλυκοζαμινογλυκάνες συμμετέχουν στην εξωκυττάρια θεμέλια ουσία των ζωικών ιστών

Αναγνώριση και σηματοδότηση κυττάρων

Οι υδατάνθρακες παίζουν βασικό ρόλο στην αναγνώριση και σηματοδότηση των κυττάρων, βοηθώντας την επικοινωνία και τις ανοσολογικές αποκρίσεις.







Μονοσακχαρίτες: Τα απλούστερα σάκχαρα

Βασικά δομικά στοιχεία

Οι μονοσακχαρίτες είναι τα θεμελιώδη συστατικά όλων των υδατανθράκων, απλά και βασικά σάκχαρα.

Παραδείγματα μονοσακχαριτών

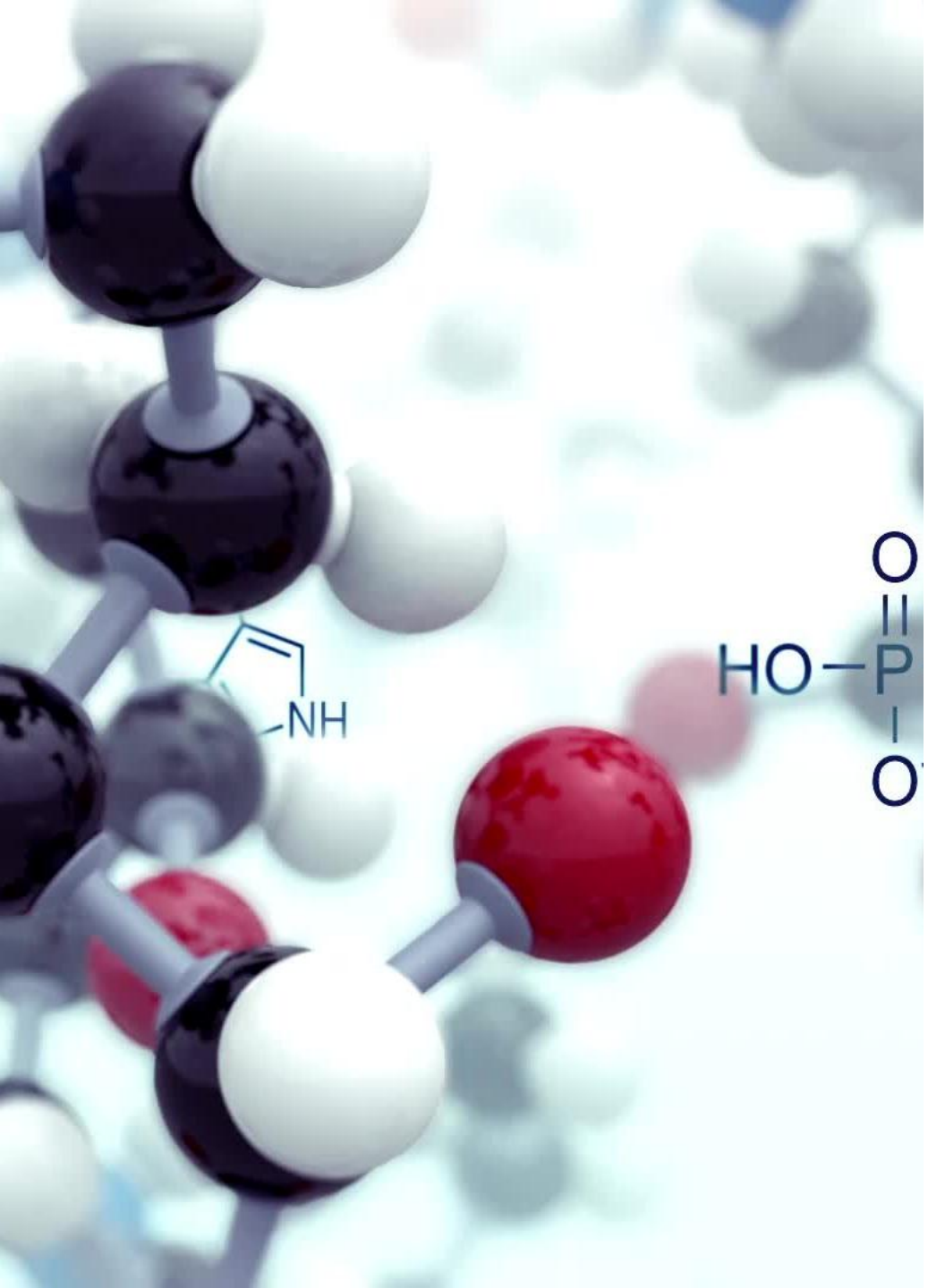
Η γλυκόζη και η φρουκτόζη είναι κοινά παραδείγματα μονοσακχαριτών με μοναδική σακχαρική μονάδα.

Σημασία στη βιοχημεία

Η κατανόηση της δομής των μονοσακχαριτών είναι κρίσιμη για τη μελέτη της βιοχημείας των υδατανθράκων.

Μονοσακχαρίτης	Τύπος	Δομή	Ιδιότητες
Γλυκόζη	Αλδόζη (αλδεϋδική ομάδα στο C1)	$C_6H_{12}O_6$	Κυριότερη πηγή ενέργειας για τα κύτταρα
Φρουκτόζη	Κετόζη (κετονική ομάδα στο C2)	$C_6H_{12}O_6$	Βρίσκεται σε φρούτα και μέλι, μεταβολίζεται στο ήπαρ

➡️ Παρότι έχουν τον ίδιο μοριακό τύπο, είναι ισομερή: η διαφορά στη θέση της καρβονυλομάδας αλλάζει τη χημική συμπεριφορά τους.



Δισακχαρίτες και Πολυσακχαρίτες: Σύνθετες μορφές

Ορισμός δισακχαριτών

Οι δισακχαρίτες σχηματίζονται από δύο μονοσακχαρίτες που ενώνονται με γλυκοζιτικό δεσμό, όπως η σακχαρόζη.

Πολυσακχαρίτες και λειτουργίες

Οι πολυσακχαρίτες όπως το άμυλο και η κυτταρίνη αποτελούνται από πολλούς μονοσακχαρίτες και εξυπηρετούν ποικίλες βιολογικές λειτουργίες.

Ποικιλία στη δομή

Η διαφορετική αλληλουχία και δομή μονοσακχαριτών καθορίζει τις λειτουργίες των δισακχαριτών και πολυσακχαριτών στον οργανισμό.

Η **σακχαρόζη** είναι ένας **δισακχαρίτης** που προκύπτει από **συμπύκνωση** (αφυδάτωση) της γλυκόζης και της φρουκτόζης:

•Η **γλυκόζη** συνδέεται με τη **φρουκτόζη** μέσω ενός **γλυκοζιδικού δεσμού** (α1→β2).

•Κατά τη σύνδεση, αποβάλλεται ένα μόριο **νερού (H_2O)**.

•Η σακχαρόζη είναι **μη αναγωγικό σάκχαρο**, επειδή τα ανωμερικά άτομα άνθρακα των μονοσακχαριτών συμμετέχουν στον δεσμό.

Χωρική διαμόρφωση στους υδατάνθρακες

Ισομέρεια στα υδατάνθρακες

Οι υδατάνθρακες παρουσιάζουν ισομέρεια, με διαφορετικές μορφές όπως D και L, οι οποίες διαφοροποιούν τις ιδιότητές τους.

Χωρική διαμόρφωση

Η χωρική διαμόρφωση επηρεάζει τη βιολογική λειτουργία των υδατανθράκων και είναι σημαντική στην κυτταρική βιοχημεία.

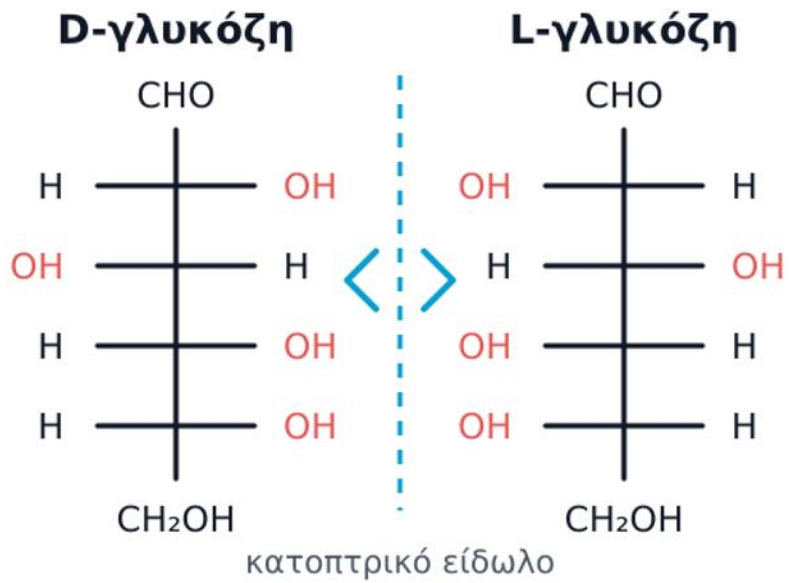
- Η **στερεοδιάταξη** καθορίζει την **αναγνώριση από ένζυμα** και υποδοχείς.
- Οι **γλυκοζιδικοί δεσμοί** επηρεάζουν τη **βιοδιαθεσιμότητα** και την **πέψη**.

- Οι γλυκοπρωτεΐνες και τα γλυκολιπίδια φέρουν **συγκεκριμένες διαμορφώσεις σακχάρων** που αναγνωρίζονται από κυτταρικούς υποδοχείς (π.χ. lectins).
- Η **γλυκοζυλίωση** πρωτεϊνών είναι μια μετα-μεταφραστική τροποποίηση που εξαρτάται από την ακριβή χωρική διάταξη των σακχαρικών μονάδων.
- Στην **ανοσολογία**, η χωρική διαμόρφωση των σακχάρων επηρεάζει την αναγνώριση παθογόνων και την ενεργοποίηση του ανοσοποιητικού.

Δύο μορφές στερεοϊσομέρειας στους υδατάνθρακες

D / L ισομέρεια

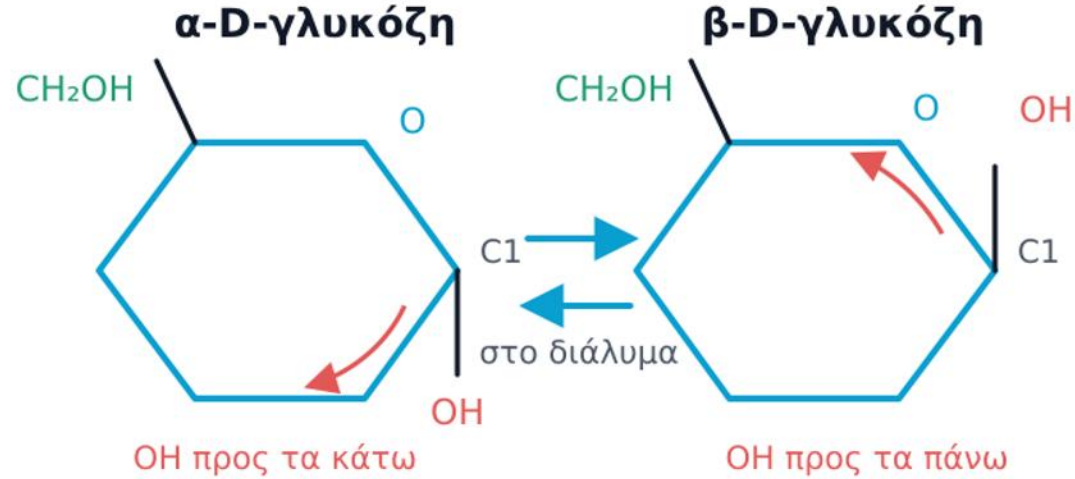
κατοπτρικές μορφές (εναντιομερή)



κατοπτρικό είδωλο

α / β ανωμερή

διαφέρουν στο ανωμερικό C1

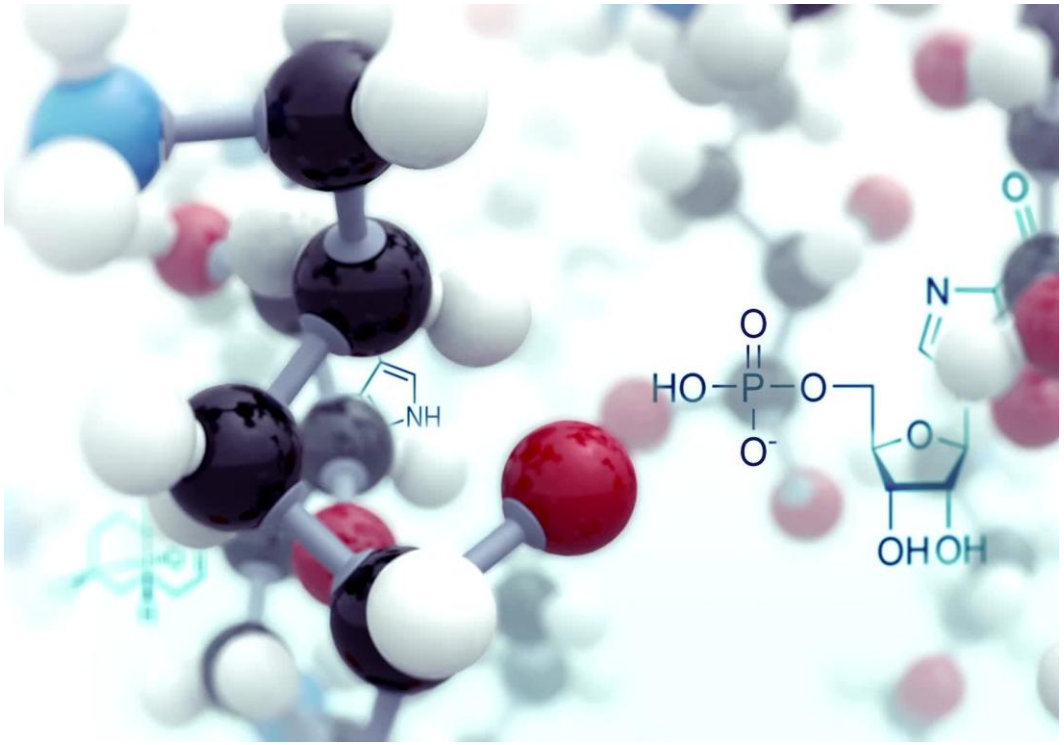


α:OH και CH_2OH σε αντίθετες πλευρές

β:OH και CH_2OH στην ίδια πλευρά

Ίδιος μοριακός τύπος • διαφορετική χωρική διάταξη • διαφορετική βιολογική αναγνώριση

Πρωτεΐνες: Δομή, Λειτουργία και Ποικιλομορφία



Ποικιλομορφία δομής πρωτεΐνης

Οι πρωτεΐνες παρουσιάζουν ποικίλες δομές που καθορίζουν τις συγκεκριμένες βιολογικές τους λειτουργίες στα κύτταρα.

Καταλυτική Λειτουργία

Οι πρωτεΐνες δρουν ως ένζυμα για να καταλύουν τις βιοχημικές αντιδράσεις αποτελεσματικά και συγκεκριμένα.

Δομική υποστήριξη

Ορισμένες πρωτεΐνες παρέχουν δομική υποστήριξη απαραίτητη για το σχήμα των κυττάρων και την ακεραιότητα των ιστών.

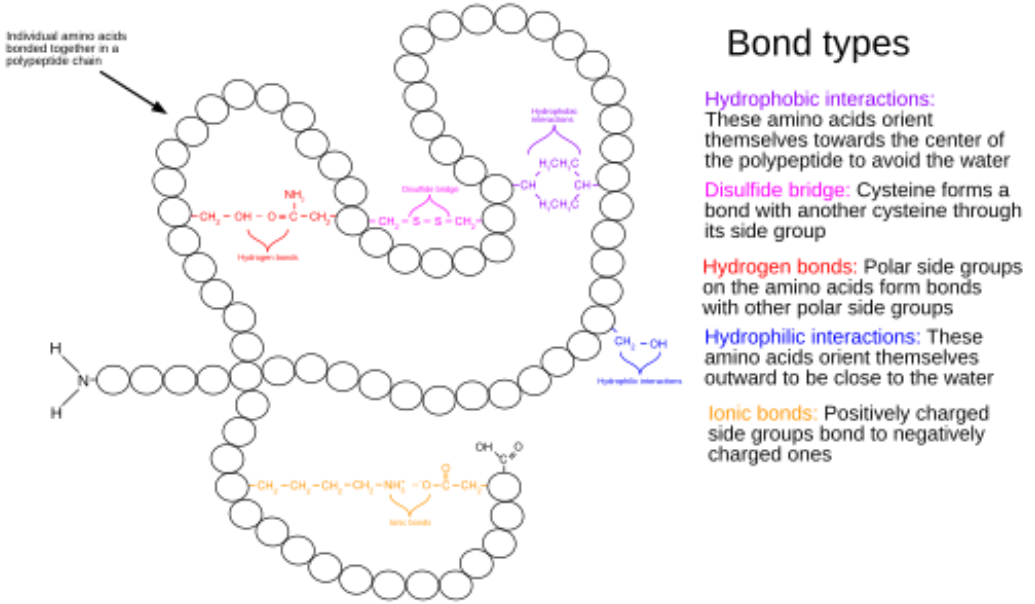
Μεταφορές και ρύθμιση

Οι πρωτεΐνες διευκολύνουν τη μεταφορά μορίων και ρυθμίζουν βιολογικές διεργασίες ζωτικής σημασίας για τη ζωή.

•**Πρωτοταγής δομή**
•Η αλληλουχία των αμινοξέων σε μια πολυπεπτιδική αλυσίδα.
•Καθορίζεται από το γονιδίωμα και επηρεάζει όλες τις επόμενες δομές.
•**Δευτεροταγής δομή**
•Τοπικές αναδιπλώσεις της αλυσίδας μέσω δεσμών υδρογόνου.
•Κύριες μορφές: **α-έλικα** και **β-πτυχωτό φύλλο**.
•**Τριτοταγής δομή**
•Η τρισδιάστατη διαμόρφωση ολόκληρης της πολυπεπτιδικής αλυσίδας.
•Περιλαμβάνει υδρόφοβες αλληλεπιδράσεις, δεσμούς υδρογόνου, ιοντικές και δισουλφιδικούς δεσμούς.
•**Τεταρτοταγής δομή**
•Συνδυασμός πολλαπλών πολυπεπτιδικών αλυσίδων (υπομονάδων) σε ένα λειτουργικό σύμπλοκο.
•Παράδειγμα: η αιμοσφαιρίνη με τέσσερις υπομονάδες.

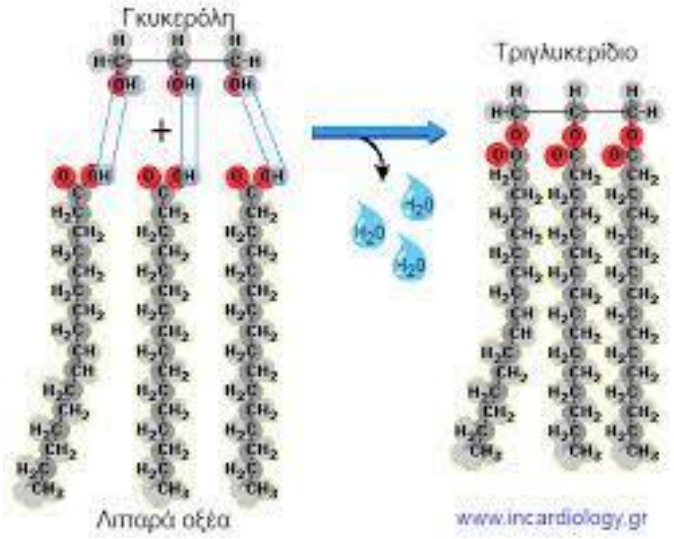


Πώς η δομή καθορίζει τη λειτουργία
•Η **συγκεκριμένη διαμόρφωση** επιτρέπει την **αναγνώριση υποστρωμάτων**, την **κατάλυση αντιδράσεων**, και την **αλληλεπίδραση με άλλες βιομοριακές δομές**.
•Ακόμη και **μικρές μεταβολές** στη δομή (π.χ. λόγω μεταλλάξεων ή αποδιάταξης) μπορούν να οδηγήσουν σε **απώλεια λειτουργίας** ή **παθολογικές καταστάσεις**.
•Οι **ενζυμικές πρωτεΐνες** έχουν ενεργό κέντρο με ακριβή γεωμετρία που καθορίζει την εξειδίκευση.
•Οι **διαμεμβρανικές πρωτεΐνες** έχουν υδρόφοβες περιοχές που επιτρέπουν την ενσωμάτωσή τους στη λιπιδική διπλοστιβάδα.



Λιπίδια

- **Δομή των λιπιδίων**
- Τα λιπίδια δεν έχουν κοινή μοριακή δομή όπως οι πρωτεΐνες ή τα νουκλεϊκά οξέα, αλλά χαρακτηρίζονται από την **υδρόφοβη ή αμφιπαθητική φύση** τους. Οι κύριες κατηγορίες περιλαμβάνουν:



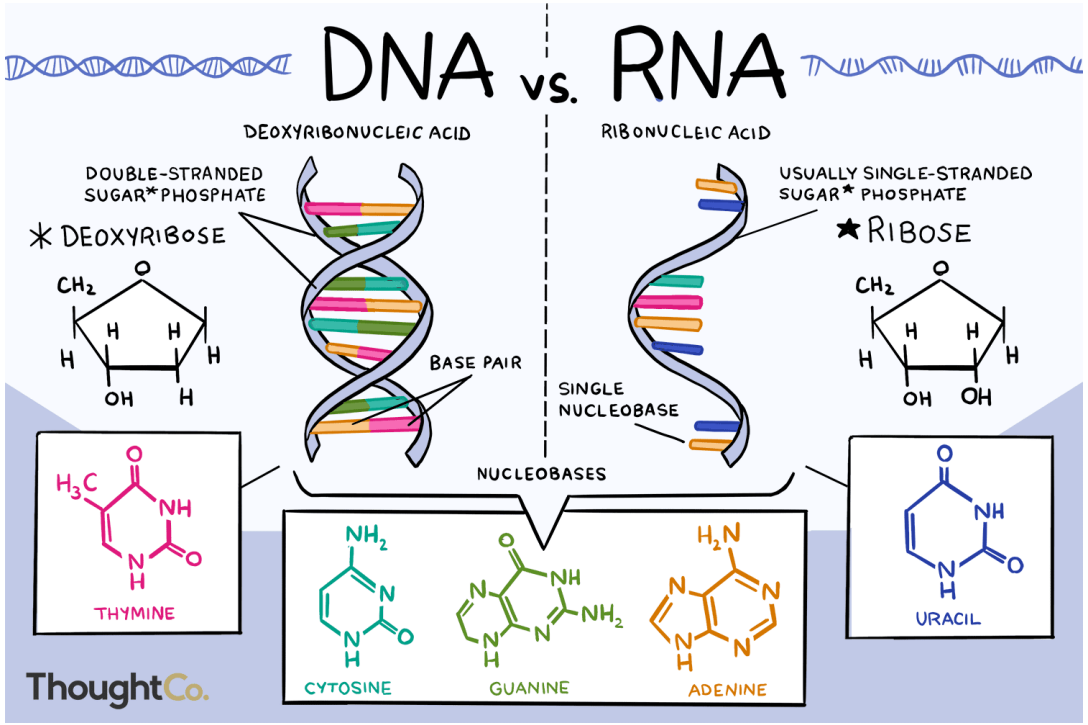
Κατηγορία	Δομικά χαρακτηριστικά	Παραδείγματα	Κύρια λειτουργία
Λιπαρά οξέα	Μακριές υδρογονανθρακικές αλυσίδες με καρβοξυλική ομάδα	Παλμιτικό οξύ, ελαϊκό οξύ	Ενεργειακό υπόστρωμα και δομικά συστατικά
Τριγλυκερίδια	1 γλυκερόλη + 3 λιπαρά οξέα	Ζωικά λίπη, φυτικά έλαια	Αποθήκευση ενέργειας
Φωσφολιπίδια	1 γλυκερόλη + 2 λιπαρά οξέα + φωσφορική πολική ομάδα	Φωσφατιδυλοχολίνη	Βασικά συστατικά των κυτταρικών μεμβρανών
Στεροειδή	Τέσσερις συντηγμένοι δακτύλιοι (στεροειδής πυρήνας)	Χοληστερόλη, κορτιζόλη	Μεμβρανική δομή και ορμονική σηματοδότηση
Γλυκολιπίδια	Λιπίδιο + σακχαρική ομάδα	Γαγγλιοσίδια, κερεβροσίδια	Κυτταρική αναγνώριση και σηματοδότηση

Λειτουργίες των λιπιδίων

Δομική λειτουργία	• Τα **φωσφολιπίδια** σχηματίζουν τη **διπλοστιβάδα της κυτταρικής μεμβράνης**, προσδίδοντας **ρευστότητα**, **επιλεκτική διαπερατότητα** και **δυναμική αλληλεπίδραση** με πρωτεΐνες.
Αποθήκευση ενέργειας	• Τα **τριγλυκερίδια** είναι η κύρια μορφή **ενεργειακής αποθήκευσης** στους οργανισμούς, με υψηλή ενεργειακή πυκνότητα.
Σηματοδότηση	• Λιπιδικά μόρια όπως οι **προσταγλανδίνες**, **φωσφατιδυλινοσιτόλες** και **σφιγγολιπίδια** συμμετέχουν σε **κυτταρική σηματοδότηση**, **φλεγμονή**, **απόκριση σε ορμόνες**.
Μόνωση και προστασία	• Τα λιπίδια συμβάλλουν στη **θερμική μόνωση** και στην **προστασία οργάνων** μέσω λιπώδους ιστού.
Ορμονική ρύθμιση	• Τα **στεροειδή λιπίδια** (π.χ. κορτιζόλη, τεστοστερόνη) δρουν ως **ορμόνες**, ρυθμίζοντας μεταβολικές και αναπαραγωγικές λειτουργίες.

Νουκλεϊκά οξέα

Τα νουκλεϊκά οξέα είναι μακρομόρια που αποτελούνται από επαναλαμβανόμενες μονάδες νουκλεοτιδίων και φέρουν τη γενετική πληροφορία των κυττάρων. Υπάρχουν δύο κύριοι τύποι: το δεοξυριβονουκλεϊκό οξύ (DNA) και το ριβονουκλεϊκό οξύ (RNA), καθένας με εξειδικευμένο ρόλο στη βιολογική κληρονομικότητα και τη ρύθμιση της γονιδιακής έκφρασης.



Τύπος	Ρόλος
DNA	Αποθήκευση και μεταβίβαση γενετικής πληροφορίας
mRNA	Μεταφορά γενετικού μηνύματος από το DNA στα ριβοσώματα
tRNA	Μεταφορά αμινοξέων κατά τη μετάφραση
rRNA	Δομικό και καταλυτικό συστατικό των ριβοσωμάτων
miRNA / siRNA	Ρύθμιση γονιδιακής έκφρασης και σίγαση μεταγραφής

Τα 4 βασικά δομικά μόρια της ζωής

Βιομόριο	Δομική μονάδα	Κύριες λειτουργίες
Πρωτεΐνες	Αμινοξέα	Κατάλυση (ένζυμα), δομή, μεταφορά, σηματοδότηση
Υδατάνθρακες	Μονοσακχαρίτες	Ενέργεια, κυτταρική αναγνώριση, δομικά συστατικά
Λιπίδια	Λιπαρά οξέα & γλυκερόλη	Μεμβρανική δομή, αποθήκευση ενέργειας, σηματοδότηση
Νουκλεϊκά οξέα	Νουκλεοτίδια	Αποθήκευση και έκφραση γενετικής πληροφορίας

Θεμελιώδεις Βιοχημικές Διεργασίες

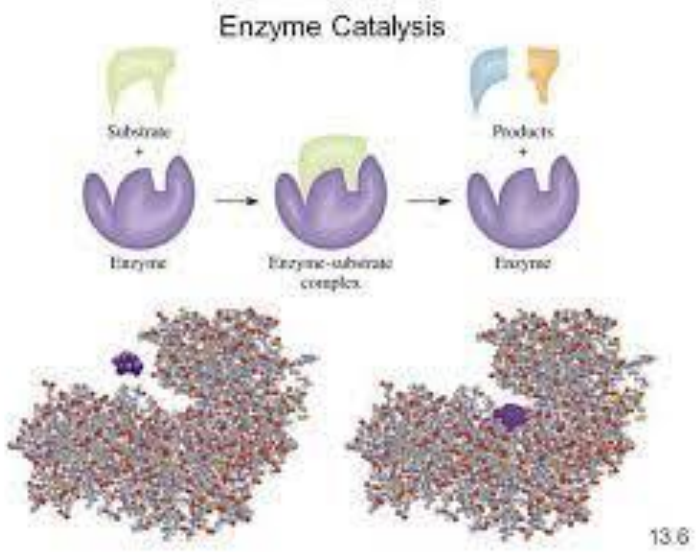
Ενζυμική Λειτουργία και Κατάλυση

Ο ρόλος των ενζύμων

Τα ένζυμα επιταχύνουν τις βιοχημικές αντιδράσεις μειώνοντας την απαιτούμενη ενέργεια ενεργοποίησης.

Μεταβολική αποτελεσματικότητα

Η μείωση της ενέργειας ενεργοποίησης επιτρέπει στις ζωτικές μεταβολικές διεργασίες να συμβαίνουν αποτελεσματικά υπό φυσιολογικές συνθήκες.



Τα ένζυμα είναι εξειδικευμένες πρωτεΐνες (ή σε ορισμένες περιπτώσεις ριβοένζυμα) που δρουν ως βιολογικοί καταλύτες, επιταχύνοντας χημικές αντιδράσεις χωρίς να καταναλώνονται. Η δράση τους βασίζεται στη συγκεκριμένη τριτοταγή ή τεταρτοταγή δομή, η οποία καθορίζει την εξειδίκευση υποστρώματος και την καταλυτική αποτελεσματικότητα.

Μεταβολισμός: Αναβολικές και Καταβολικές Οδοί

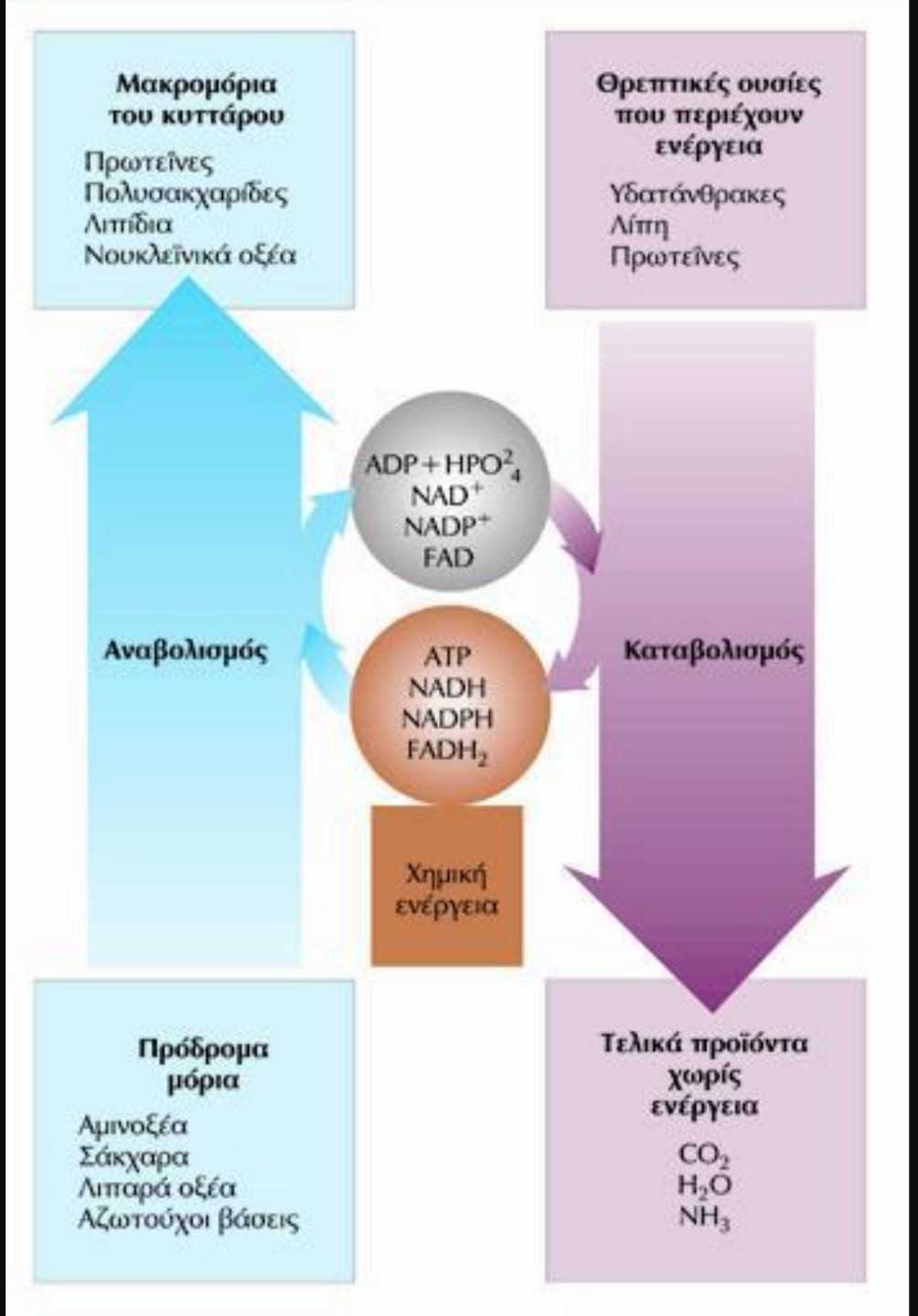
Ο μεταβολισμός αποσκοπεί στη μετατροπή χημικής ενέργειας και μοριακών δομών σε μορφές απαραίτητες για την επιβίωση, την ανάπτυξη και την εξειδικευμένη λειτουργία των κυττάρων. Μέσω αλληλοσυνδεόμενων καταβολικών και αναβολικών οδών, επιτυγχάνεται η παραγωγή ενέργειας, η σύνθεση βιομορίων, η απομάκρυνση άχρηστων προϊόντων και η ρύθμιση της ομοιόστασης.

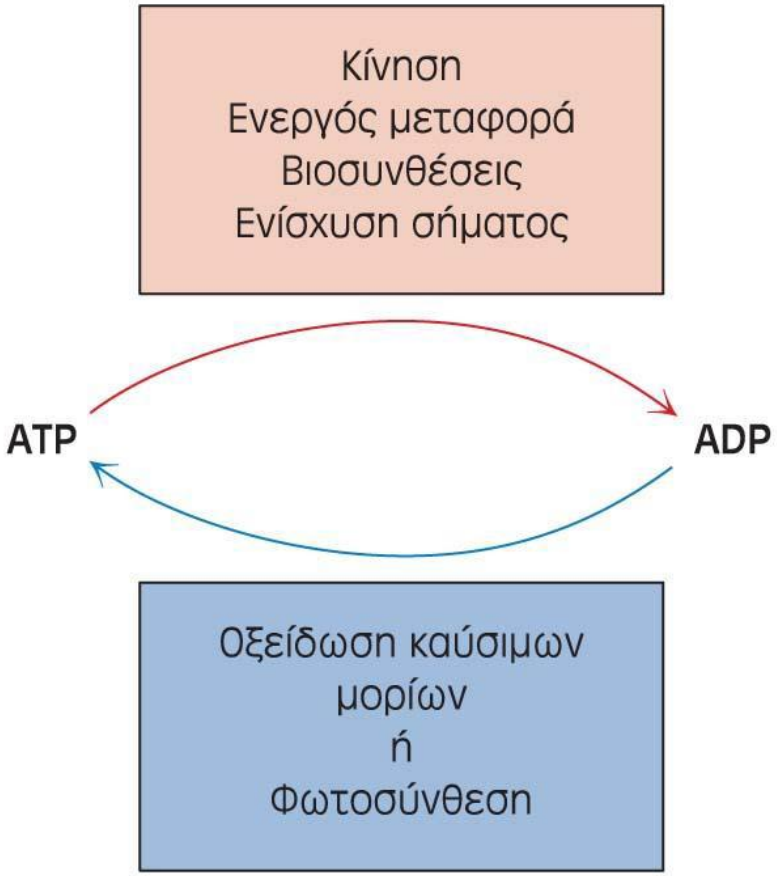
Αναβολικά μονοπάτια

Οι αναβολικές οδοί χτίζουν πολύπλοκα μόρια από απλούστερα, καταναλώνοντας ενέργεια για να υποστηρίξουν την κυτταρική ανάπτυξη και επιδιόρθωση.

Καταβολικές οδοί

Οι καταβολικές οδοί διασπούν τα μόρια, απελευθερώνοντας ενέργεια που χρησιμοποιείται για κυτταρικές δραστηριότητες και διατηρώντας την ενεργειακή ισορροπία.





ΕΙΚΟΝΑ 15.10 Κύκλος ATP – ADP.
Αυτός ο κύκλος είναι ο θεμελιώδης τρόπος ανταλλαγής ενέργειας στα βιολογικά συστήματα.

Παραγωγή και Μεταφορά Ενέργειας

Η παραγωγή και μεταφορά ενέργειας αποτελεί θεμελιώδη διεργασία της κυτταρικής βιοχημείας, εξασφαλίζοντας την εκτέλεση έργου και τη διατήρηση της ομοιόστασης.

Η ενέργεια παράγεται κυρίως μέσω καταβολικών οδών, όπως η γλυκόλυση, ο κύκλος του Krebs και η οξειδωτική φωσφορυλίωση, με τελικό προϊόν το ATP — το καθολικό ενεργειακό νόμισμα του κυττάρου.

Η μεταφορά ενέργειας επιτυγχάνεται μέσω υδρόλυσης δεσμών υψηλής ενέργειας, μεταφοράς ηλεκτρονίων και δημιουργίας ηλεκτροχημικών βαθμίδων, όπως η πρωτονιοκινητική δύναμη στα μιτοχόνδρια. Οι μηχανισμοί αυτοί επιτρέπουν την ενεργητική μεταφορά μορίων, τη βιοσύνθεση μακρομορίων, την κυτταρική σηματοδότηση και την προσαρμογή σε μεταβολικές απαιτήσεις.

Η ακριβής ρύθμιση της παραγωγής και διανομής ενέργειας είναι κρίσιμη για την επιβίωση, την διαφοροποίηση και την λειτουργική εξειδίκευση των κυττάρων.

Η ελεύθερη ενέργεια, δηλαδή η ενέργεια που μπορεί να μετατραπεί σε μηχανική εργασία, ενεργητική μεταφορά ή βιοσύνθεση μακρομορίων, προέρχεται είτε από την παγίδευση της ηλιακής ακτινοβολίας στους φωτοσυνθετικούς οργανισμούς είτε από την οξείδωση οργανικών μορίων στους χημειότροφους ετερότροφους οργανισμούς.

Το ATP ως ενεργειακό νόμισμα

Τα μόρια ATP αποθηκεύουν και μεταφέρουν ενέργεια απαραίτητη για διάφορες κυτταρικές δραστηριότητες και βιοχημικές αντιδράσεις.