**ΒΙΟΧΗΜΕΙΑ Γ ΛΥΚΕΙΟΥ**

ΒΑΣΙΚΑ ΘΕΜΑΤΑ ΠΡΟΑΓΩΓΙΚΩΝ ΕΞΕΤΑΣΕΩΝ

## 2.3 Μακρομόρια και άλλα βιομόρια

Περί το 20% κ.β. του κυττάρου αποτελείται από βιολογικά μακρομόρια (πρωτεΐνες, πολυσακχαρίτες, νουκλεϊκά οξέα) και άλλα βιομόρια, όπως τα λιπίδια. Τα μακρομόρια είναι από χημική άποψη πολυμερή. Οι πρωτεΐνες αποτελούν πολυμερή αμινοξέων, οι πολυσακχαρίτες πολυμερή απλών σακχάρων, ενώ τα νουκλεϊκά οξέα είναι πολυμερή νουκλεοτιδίων.

#### 2.3.1 Πρωτεΐνες

Οι πρωτεΐνες είναι τα πιο διαδεδομένα μόρια στο κύτταρο. Ακόμη και ένα απλό κύτταρο, όπως αυτό των βακτηρίων, περιέχει εκατοντάδες πρωτεϊνών, καθεμιά από τις οποίες παίζει ένα διαφορετικό ρόλο στη λειτουργία του. Οι πρωτεΐνες είναι πολύπλοκα μόρια και χαρακτηρίζονται από εξειδίκευση στις λειτουργίες που επιτελούν. Το καθένα από αυτά μοιάζει με έναν ικανότατο και ταλαντούχο μουσικό που συμμετέχει στην καλά ενορχηστρωμένη λειτουργία του κυττάρου. Στις πρωτεΐνες συμπεριλαμβάνονται ένζυμα, αντισώματα, ορμόνες, μόρια για τη μεταφορά ουσιών, ακόμη και δομικά συστατικά του ίδιου του κυττάρου.

**Αμινοξέα**

Οι δομικές μονάδες (μονομερή) που συνθέτουν τις πρωτεΐνες είναι τα αμινοξέα. Στα κύτταρα των διαφόρων οργανισμών, έχουν βρεθεί πάνω από 170 διαφορετικά αμινοξέα. Από αυτά μόνο τα 20 αποτελούν συστατικά των πρωτεϊνών.

**Πεπτιδικός δεσμός**

Η πιο χαρακτηριστική χημική αντίδραση των αμινοξέων είναι η αντίδραση μεταξύ της αμινομάδας ενός μορίου αμινοξέος και του καρβοξυλίου, ενόςδεύτερου μορίου αμινοξέος, με τη βοήθεια ειδικών ουσιών που ενεργοποιούν την αντίδραση. Κατά την αντίδραση, αποβάλλεται ένα μόριο νερού και σχηματίζεται ένας ομοιοπολικός δεσμός, που ενώνει τα δύο αμινοξέα.



Ο δεσμός αυτός λέγεται **πεπτιδικός δεσμός** (σημειώνεται με κόκκινο χρώμα στην παραπάνω εικόνα)**.** Το νέο μόριο που δημιουργείται, λέγεται διπεπτίδιο και αν το προσέξουμε, βλέπουμε ότι έχει στα δύο άκρα του ελεύθερο καρβοξύλιο και ελεύθερη αμινομάδα. Έτσι, η αντίδραση μπορεί να επαναληφθεί, είτε από την πλευρά του καρβοξυλίου, είτε από την πλευρά της αμινομάδας. και από το διπεπτίδιο και ένα νέο μόριο αμινοξέος να σχηματιστεί τριπεπτίδιο, στη συνέχεια τετραπεπτίδιο κ.ο.κ. Κάθε φορά μπορεί να προστίθεται στην πεπτιδική αλυσίδα οποιοδήποτε από τα 20 διαφορετικά αμινοξέα που απαντώνται στις πρωτεΐνες. Με τον τρόπο αυτό μπορεί να σχηματιστεί μια πολυπτεπτιδική αλυσίδα, η οποία μπορεί να περιλαμβάνει εκατοντάδες αμινοξέων. Τέτοιες πολυπεπτιδικές αλυσίδες με 50 έως 3.000 ή περισσότερα αμινοξέα αποτελούν τις πρωτεΐνες. Μια από τις μεγαλύτερες πολυπεπτιδικές αλυσίδες (1.750 αμινοξέα) είναι αυτή της μυοσίνης, μιας πρωτεΐνης των μυϊκών κυττάρων.

Εάν αναλογιστούμε ότι οι πολυπεπτιδικές αλυσίδες μπορούν να έχουν μήκος εκατοντάδων αμινοξέων και ότι τα 20 διαφορετικά αμινοξέα που τις αποτελούν, μπορούν να ενωθούν μεταξύ τους με οποιαδήποτε σειρά, τότε αντιλαμβανόμαστε ότι είναι δυνατό να προκύψει ένας τεράστιος αριθμός διαφορετικών πρωτεϊνικών μορίων.

Ο ανθρώπινος οργανισμός χρειάζεται λοιπόν τα αμινοξέα, για να συνθέσει τις πρωτεΐνες και τα πεπτίδια, που τού είναι απαραίτητα. Τα περισσότερα από τα αμινοξέα, ο οργανισμός τα συνθέτει κατά το μεταβολισμό του. Οκτώ όμως από αυτά, ο οργανισμός αδυνατεί να τα συνθέσει και έτσι πρέπει απαραιτήτως να τα προσλάβει με την τροφή του. Τα αμινοξέα αυτά χαρακτηρίζονται ως απαραίτητα.

**Βιολογικός ρόλος των πρωτεϊνών**

Ο αριθμός των πρωτεϊνών του ανθρώπινου οργανισμού υπερβαίνει τις 30.000. Ο αριθμός αυτός φαντάζει πολύ μεγάλος, αλλά θα πρέπει να σκεφτεί κανείς ότι κάθε πρωτεΐνη επιτελεί μια συγκεκριμένη λειτουργία και ότι ο αριθμός των λειτουργιών του οργανισμού είναι τεράστιος.

Με κριτήριο τη λειτουργία τους, οι πρωτεΐνες διακρίνονται σε δύο μεγάλες κατηγορίες. Τις **δομικές**, που αποτελούν τα δομικά συστατικά του κυττάρου, και τις **λειτουργικές**, που υλοποιούν τις διάφορες λειτουργίες του. Στον πίνακα 3 αναφέρονται παραδείγματα πρωτεϊνών και η λειτουργία που επιτελούν στον ανθρώπινο οργανισμό.

**Πίνακας 2: Μερικές πρωτεΐνες και οι λειτουργίες τους**

|  |  |
| --- | --- |
| ΠΡΩΤΕΪΝΕΣ | ΛΕΙΤΟΥΡΓΙΑ |
| Κολλαγόνο | Συστατικό τους συνδετικού ιστού (οστά, χόνδροι κλπ), έχει δομικό ρόλο |
| Αιμοσφαιρίνη | Συστατικό των ερυθρών αιμοσφαιρίων, μεταφέρει το οξυγόνο στους ιστούς και απομακρύνει το διοξείδιο του άνθρακα από αυτούς |
| Αντισώματα | Παράγονται από λεμφοκύτταρα και εξουδετερώνουν διάφορους εισβολείς (μικρόβια, ξένες ουσίες κλπ.) |
| Ακτίνη, μυοσίνη | Συμβάλουν στην κίνηση των κυττάρων. Υπάρχουν σε αφθονία στα μυϊκά κύτταρα |
| Καζεΐνη | Αποθηκεύει ασβέστιο στο γάλα |
| Ινσουλίνη | Παράγεται από το πάγκρεας και ρυθμίζει τα επίπεδα σακχάρου στο αίμα |
| Ένζυμα | Μεγάλη κατηγορία πρωτεϊνών που επιταχύνουν τις χημικές αντιδράσεις των οργανισμών |

#### 2.3.2 Υδατάνθρακες

Οι υδατάνθρακες είναι οι πλέον διαδεδομένες οργανικές ενώσεις στη γη. Αποτελούν μια σπουδαία πηγή άνθρακα για τη σύνθεση άλλων ενώσεων, αλλά και αποθήκες χημικής ενέργειας, που χρησιμοποιούν τα κύτταρα. Πολλοί υδατάνθρακες, όπως η κυτταρίνη και η χιτίνη, έχουν δομικό ρόλο και παρέχουν μηχανική υποστήριξη και προστασία από το περιβάλλον σε ορισμένα είδη οργανισμών. Οι υδατάνθρακες διακρίνονται σε μονοσακχαρίτες, ολιγοσακχαρίτες (δηλ. δισακχαρίτες, τρισακχαρίτες κλπ.) και πολυσακχαρίτες. Οι μονοσακχαρίτες και οι μικρής σχετικά σχετικής μοριακής μάζας ολιγοσακχαρίτες συνήθως ονομάζονται **σάκχαρα**.

**Μονοσακχαρίτες**

**Δισακχαρίτες - Ολιγοσακχαρίτες - Πολυσακχαρίτες**

Η πιο σημαντική ιδιότητα των μονοσακχαριτών είναι ότι αντιδρούν μεταξύ τους, με τη βοήθεια ειδικών ουσιών που ενεργοποιούν την αντίδραση και σχηματίζουν τους δισακχαρίτες με την αποβολή ενός μορίου νερού.

Στους δισακχαρίτες ανήκει και η κοινή ζάχαρη η οποία συντίθεται από ένα μόριο γλυκόζης και ένα μόριο φρουκτόζης. Η σύνδεση περισσοτέρων μονοσακχαριτών σχηματίζει τους **πολυσακχαρίτες**.

**Οι σημαντικότεροι πολυσακχαρίτες**

Οι σημαντικότεροι πολυσακχαρίτες είναι το*γλυκογόνο*, το*άμυλο* και η *κυτταρίνη*. Παρά το γεγονός ότι και οι τρεις αυτοί πολυσακχαρίτες οικοδομούνται από το ίδιο μονομερές, το μόριο της γλυκόζης, διαφέρουν σημαντικά ως προς το μέγεθος, τη δομή τους στο χώρο και το βιολογικό τους ρόλο.

Το **γλυκογόνο** αποτελείται από χιλιάδες μόρια γλυκόζης, τα οποία σχηματίζουν ένα μεγάλο διακλαδισμένο πολυμερές (βλ. εικόνα 2.4). Χρησιμεύει σαν αποθήκη γλυκόζης στα ζωικά κύτταρα. Αποθηκεύεται κυρίως στους μύες, όπου υδρολύεται σε γλυκόζη και καλύπτει άμεσες ενεργειακές ανάγκες των μυϊκών κυττάρων, αλλά και στο ήπαρ, όπου αποδίδει γλυκόζη για τη διατήρηση σταθερών επιπέδων σακχάρου στο αίμα.

Το **άμυλο** είναι ένας πολυσακχαρίτης που χρησιμεύει σαν αποθήκη γλυκόζης στα φυτά και έτσι επιτελεί βιολογικό ρόλο ανάλογο με αυτό του γλυκογόνου των ζωικών κυττάρων. Αποθηκεύεται στα σπέρματα (πχ δημητριακά) και τους βολβούς (πχ πατάτες). Το σημαντικότερο πεπτικό ένζυμο για την διάσπαση του αμύλου είναι η αμυλάση, που βρίσκεται στο σάλιο και το λεπτό έντερο.

Τέλος, η **κυτταρίνη** που και αυτή απαντάται στα φυτά και σχηματίζει ευθείες αλυσίδες. Είναι η πιο διαδεδομένη στη φύση οργανική ουσία, αφού αποτελεί το 50% του συνόλου των οργανικών ενώσεων των φυτών. Χαρακτηρίζεται από μεγάλη αντοχή, διότι δε διασπάται εύκολα σε μόρια γλυκόζης. Αυτό οφείλεται στο ότι δεν υπάρχουν στα φυτά, αλλά και στα περισσότερα ζώα και τον άνθρωπο, τα ειδικά ένζυμα, που απαιτούνται για τη διάσπαση των γλυκοζιτικών της δεσμών. Τέτοια ένζυμα διαθέτουν μερικά βακτήρια όπως αυτά που υπάρχουν στο στομάχι των μηρυκαστικών (βοοειδή, αιγοπρόβατα, ελάφια και πολλά άλλα φυτοφάγα ζώα) και τα βοηθούν στην διάσπαση της κυτταρίνης στα μονομερή της. Η πέψη της κυτταρίνης δεν είναι δυνατή από τον άνθρωπο.

#### 2.3.3 Νουκλεϊκά οξέα

Τα νουκλεϊκά οξέα κατέχουν μια μοναδική θέση ανάμεσα στα μακρομόρια. Όχι μόνο συμμετέχουν σε πολλές βιολογικές λειτουργίες, αλλά αποθηκεύουν και μεταφέρουν τη γενετική πληροφορία, αποτελούν δηλαδή το γενετικό υλικό του κυττάρου. Αυτά τα μόρια βρίσκονται στον πυρήνα των ευκαρυωτικών κυττάρων και στο κυτταρόπλασμα των προκαρυωτικών και περιέχουν όλες τις πληροφορίες που χρειάζονται για το διπλασιασμό του ίδιου τους του εαυτού, για τη σύνθεση άλλων νουκλεϊκών οξέων, αλλά και για τη σύνθεση των πρωτεϊνών. Υπάρχουν δύο είδη νουκλεϊκών οξέων, τα γνωστά μας **DNA**, και **RNA**. Από χημική άποψη, τα νουκλεϊκά οξέα είναι πολυμερή με δομικές μονάδες τα νουκλεοτίδια και συμβάλουν στην μεταφορά και την έκφραση της γενετικής πληροφορίας.

#### 2.3.4 Λιπίδια

Λιπίδια χαρακτηρίζονται τα βιομόρια που δε διαλύονται στο νερό, αλλά μόνο σε οργανικούς διαλύτες, π.χ. στον αιθέρα ή το χλωροφόρμιο. Τα πιο σημαντικά βιολογικά λιπίδια είναι τα **τριγλυκερίδια ή ουδέτερα λίπη**, τα **φωσφολιπίδια και τα στεροειδή**.

# 3. ΜΕΤΑΒΟΛΙΣΜΟΣ – ΒΙΟΧΗΜΙΚΕΣ ΑΝΤΙΔΡΑΣΕΙΣ

## 3.1 Γενικά χαρακτηριστικά του μεταβολισμού

Όλες οι δραστηριότητες των κυττάρων και κατ' επέκταση των οργανισμών στους οποίους ανήκουν, απαιτούν ενέργεια. Οι περισσότερες από αυτές τις δραστηριότητες καταναλώνουν επιπλέον και ειδικές χημικές ουσίες, όπως είναι τα βιομόρια και τα δομικά υλικά τους. Την ενέργεια και τα δομικά υλικά προσλαμβάνουν οι οργανισμοί από το περιβάλλον με την τροφή τους.

Μεγάλο ποσό από την ενέργεια και τα δομικά υλικά καταναλώνεται για τη σύνθεση των μακρομορίων, που αποτελούν τη δομή του κυττάρου. Πέρ’ από αυτό, μεγάλα ποσά ενέργειας χρησιμοποιούνται για τη μεταφορά ουσιών διαμέσου των μεμβρανών (ενεργητική μεταφορά), καθώς και για ιδιαίτερα ενεργοβόρες δραστηριότητες, όπως η κυτταρική διαίρεση και η παραγωγή μηχανικού έργου (π.χ. κατά την κολύμβηση, το τρέξιμο ή την πτήση).

Οι λειτουργίες των οργανισμών εξελίσσονται εξάλλου με ρυθμούς που συχνά μεταβάλλονται. Για παράδειγμα, σε έναν οργανισμό, το κύτταρο συνθέτει DNA μόνο κατά μια ορισμένη φάση του κύκλου του και όχι συνεχώς. Επίσης, ο ρυθμός, με τον οποίο διάφορες ουσίες μεταφέρονται διαμέσου των μεμβρανών, μεταβάλλεται ανάλογα με τις συνθήκες του περιβάλλοντος, όπως βέβαια και ο ρυθμός με τον οποίο ένας οργανισμός καταναλώνει ενέργεια για την κίνησή του. Ένα θηλαστικό καταναλώνει, για παράδειγμα, διαφορετικά ποσά ενέργειας, όταν κοιμάται απ' ότι όταν τρέχει γρήγορα.

Για να μπορέσει το κύτταρο και κατ' επέκταση ο οργανισμός να ανταπεξέλθει στις απαιτήσεις των δραστηριοτήτων του, ιδιαίτερα όταν αυτές δεν είναι δεδομένες, αλλά μεταβάλλονται συνεχώς, διαθέτει ένα οργανωμένο σύστημα βιοχημικών αντιδράσεων. Με το σύστημα αυτό των αντιδράσεων το κύτταρο διαχειρίζεται την ύλη και την ενέργεια, που προσλαμβάνει από το περιβάλλον. Το σύνολο των μεταβολών, υλικών και ενεργειακών, που πραγματοποιούν αυτές οι αντιδράσεις αποτελούν το **μεταβολισμό του κυττάρου***.*

#### 3.1.1 Αναβολισμός - Καταβολισμός

Η ανταλλαγή της ενέργειας με τη βοήθεια βιοχημικών αντιδράσεων γίνεται δυνατή, καθώς άλλες αντιδράσεις είναι ενδόθερμες, οπότε καταναλώνουν ενέργεια και άλλες είναι εξώθερμες, οπότε αποδίδουν ενέργεια. Ταυτόχρονα, με τις ίδιες αντιδράσεις γίνεται και η ανταλλαγή της ύλης, διότι άλλες από τις αντιδράσεις οικοδομούν πολύπλοκα μόρια από απλούστερα (π.χ. πρωτεΐνες από αμινοξέα) και άλλες αποικοδομούν πολύπλοκα μόρια σε πιο απλά (π.χ. μετατροπή της γλυκόζης σε CO2 και Η2Ο). Σαν αποτέλεσμα*,* ο μεταβολισμός διακρίνεται σε αναβολισμό και καταβολισμό.

Ο **αναβολισμός** περιλαμβάνει τις βιοσυνθέσεις, δηλ. τις βιοχημικές αντιδράσεις κατά τις οποίες από απλούστερα μόρια συνθέτονται πολυπλοκότερα. Οι αντιδράσεις του αναβολισμού είναι σχεδόν πάντα ενδόθερμες και καταναλώνουν ενέργεια.. Τυπικές αναβολικές διαδικασίες είναι η σύνθεση πρωτεϊνών από αμινοξέα, η φωτοσύνθεση, με την οποία συνθέτεται γλυκόζη από CO2 και H2O κ.ο.κ.

Ο **καταβολισμός** περιλαμβάνει τις βιοχημικές αντιδράσεις κατά τις οποίες πολύπλοκα μόρια διασπώνται σε απλούστερα. Οι αντιδράσεις του καταβολισμού είναι σχεδόν πάντα εξώθερμες και ελευθερώνουν ενέργεια. Τυπικές καταβολικές διαδικασίες είναι η διάσπαση των μακρομορίων στις δομικές τους μονάδες, όπως και η παραπέρα διάσπαση των δομικών μονάδων (αμινοξέων, γλυκόζης, λιπιδίων κλπ.) σε απλούστερα μόρια (CO2, H2O, NH3 κτλ.).

Οι αντιδράσεις του μεταβολισμού (καταβολικές και αναβολικές) γίνονται ταυτόχρονα, κατά εκατοντάδες, μέσα στο μικρό όγκο του κυττάρου, με τη βοήθεια ενζύμων. Φανταστείτε όμως μέσα σ΄ αυτό το μικρό χώρο να συντίθεται ένα μακρομόριο, με τη διαδικασία του αναβολισμού και ύστερα από λίγο το μακρομόριο αυτό να αποσυντίθεται, με τη διαδικασία του καταβολισμού, χωρίς να προλάβει να επιτελέσει τον βιολογικό του ρόλο! Στην πραγματικότητα αυτό δε συμβαίνει ποτέ, διότι **το κύτταρο διαθέτει μηχανισμούς που ελέγχουν και ρυθμίζουν τις επιμέρους διαδικασίες του μεταβολισμού και έτσι τίποτε δεν συμβαίνει αν δεν υπάρχει ανάγκη**.

#### 3.1.2 Ο μεταβολισμός δεν επηρεάζει τη σταθερότητα του κυττάρου

Οι εκατοντάδες αντιδράσεις που γίνονται όλες ταυτόχρονα κατά το μεταβολισμό του κυττάρου, δημιουργούν ίσως την εντύπωση ότι το κύτταρο μεταβάλλεται συνεχώς. Παρόλ’ αυτάτο ζωντανό κύτταρο διατηρεί πάντα μια αξιοθαύμαστη σταθερότητα, τόσο στη δομή, όσο και στη σύστασή του. Η διατήρηση της σταθερότητας του κυττάρου επιβάλλει πολλές φορές την κατανάλωση σημαντικών ποσοτήτων ενέργειας. Η εφίδρωση είναι, για παράδειγμα, ένας μηχανισμός, που ο ανθρώπινος οργανισμός χρησιμοποιεί για να διατηρεί σταθερή τη θερμοκρασία του πληρώνοντας το ανάλογο ενεργειακό κόστος.

Η ιδιότητα των κυττάρων να διατηρούν σταθερή την κατάστασή τους ονομάζεται **ομοιόσταση**. Η ομοιόσταση φέρνει σαν αποτέλεσμα τη διατήρηση του κυττάρου σε μια διαρκή κατάσταση ισορροπίας.

## 3.3 Ένζυμα - Οι βιολογικοί καταλύτες

Τα ένζυμα είναι πρωτεΐνες, οι οποίες με τη δράση τους επιταχύνουν τις βιοχημικές αντιδράσεις. Τα ένζυμα, όπως όλες οι πρωτεΐνες, έχουν μια αυστηρά καθορισμένη δομή στο χώρο, η οποία έχει μεγάλη σημασία για τη δράση τους.

Οι βιοχημικές αντιδράσεις θα μπορούσαν να γίνουν και χωρίς την παρουσία των ενζύμων. Με τη βοήθεια τους όμως, η ταχύτητά τους αυξάνει μέχρι και 100 εκατομμύρια φορές. Αυτό πρακτικά σημαίνει ότι αντιδράσεις που ολοκληρώνονται με την παρουσία ενζύμων μέσα σε ένα λεπτό, θα απαιτούσαν 32 μήνες για να ολοκληρωθούν χωρίς αυτά.

#### 3.3.1 Εξειδίκευση ενζύμων

Τα ένζυμα έχουν πολύ συγκεκριμένες προτιμήσεις για τις αντιδράσεις που καταλύουν. Στην πραγματικότητα, κάθε ένζυμο είναι σχεδόν απόλυτα εξειδικευμένο για την αντίδραση που καταλύει. Ως αποτέλεσμα, το κύτταρο διαθέτει πολλά διαφορετικά ένζυμα, προκειμένου να επιτελέσει τις διάφορες λειτουργίες του.

Η εξειδίκευση των ενζύμων δίνει στο κύτταρο τη δυνατότητα να παράγει διαφορετικά προϊόντα από το ίδιο αρχικό προϊόν, ανάλογα με τις ανάγκες του. Έτσι μεγιστοποιείται το όφελος από τα θρεπτικά συστατικά που παίρνει από το περιβάλλον, τα οποία, δεν είναι πάντοτε διαθέσιμα σε επαρκείς ποσότητες. Στην εικόνα 3.2, φαίνονται τα διαφορετικά προϊόντα που μπορεί να προκύψουν από ένα αμινοξύ, το οποίο τα κύτταρα είτε προσλαμβάνουν από το περιβάλλον με την τροφή τους, είτε το συνθέτουν.

ΕΡΩΤΗΣΕΙΣ ΒΙΟΧΗΜΕΙΑΣ

1. Ποια είναι τα μονομερή των πρωτεινών; Ποιος ο αριθμός τους για τη σύνθεση των πρωτεινών;
2. Σε ποιες κατηγορίες διακρίνονται οι πρωτείνες; Δώστε παραδείγματα.
3. Ποιος ο ρόλος των υδατανθράκων και σε ποιες κατηγορίες διακρίνονται;
4. Ποιοι είναι οι σημαντικότεροι πολυσακχαρίτες και ποιος ο ρόλος καθενός;
5. Ποια είναι τα νουκλεικά οξέα και σε τι συμβάλλουν;
6. Τι είναι ο μεταβολισμός και σε ποιες κατηγορίες διακρίνεται;
7. Σε ποια κατηγορία ενώσεων ανήκουν τα ένζυμα και ποια η δράση τους;