

# ΕΡΓΑΣΙΑ ΒΙΟΛΟΓΙΑΣ

## ΚΕΦΑΛΑΙΟ 3

### 3.1 Ενέργεια και οργανισμοί

Την ενέργεια και τα υλικά που οι οργανισμοί εξασφαλίζουν από το περιβάλλον τους συνήθως δεν μπορούν να τα αξιοποιήσουν άμεσα. Η αξιοποίησή τους προϋποθέτει τη μετατροπή τους σε ενώσεις, που θα χρησιμοποιηθούν στη συνέχεια είτε για να οξειδωθούν και να παραχθεί ενέργεια είτε ως “πρώτη ύλη” για την σύνθεση μορίων που είναι απαραίτητα ως δομικά ή λειτουργικά συστατικά των οργανισμών. Το σύνολο των χημικών αντιδράσεων που εξυπηρετούν αυτές τις διαδικασίες συνιστούν το **μεταβολισμό**.

Ο μεταβολισμός έχει δύο σκέλη τον καταβολισμό και τον αναβολισμό. Ο **καταβολισμός** περιλαμβάνει τις αντιδράσεις διάσπασης πολύπλοκων ουσιών σε απλούστερες με παράλληλη συνήθως απόδοση ενέργειας. Ο **αναβολισμός** περιλαμβάνει αντιδράσεις σύνθεσης πολύπλοκων χημικών ουσιών από πιο απλές. Για την πραγματοποίηση των αντιδράσεων σύνθεσης καταναλώνεται συνήθως ενέργεια. Οι καταβολικές δηλαδή αντιδράσεις αποδίδουν ενέργεια (εξώθερμες), ενώ οι αναβολικές απορροφούν ενέργεια (ενδόθερμες).

#### Μεταφορά ενέργειας στα κύτταρα

Η μεταφορά ηλεκτρικής ενέργειας από τον τόπο παραγωγής της στον τόπο κατανάλωσης γίνεται με ηλεκτροφόρα καλώδια. Μέσα στα κύτταρα η μεταφορά ενέργειας από το σημείο όπου αυτή παράγεται (αντιδράσεις διάσπασης – εξώθερμες) στο σημείο που καταναλώνεται (αντιδράσεις σύνθεσης – ενδόθερμες) επιτυγχάνεται με την σύζευξη εξώθερμων με ενδόθερμες αντιδράσεις. Όταν γίνεται μια αντίδραση διάσπασης, ένα μέρος της ενέργειας που αποδίδεται μετατρέπεται σε θερμότητα και απελευθερώνεται στο περιβάλλον.

Σε όλα τα κύτταρα για την μεταφορά της χημικής ενέργειας από τις εξώθερμες αντιδράσεις στην ενδόθερμες χρησιμοποιείται κυρίως το μόριο **τριφωσφορική αδενοσίνη (ATP)**. Οι τριφωσφορικές ομάδες (P) βρίσκονται σε σειρά και οι χημικοί δεσμοί που ενώνουν τις δύο τελευταίες περικλύουν μεγάλο ποσό ενέργειας για αυτο και χαρακτηρίζονται ως

**δεσμοί υψηλής ενέργειας.** Το ATP περιλαμβάνει και μεταφέρει ενέργεια σε οποιοδήποτε μέρος του κυττάρου, και την αποδίδει γρήγορα με μία και μόνο χημική αντίδραση. Σε αυτό βοηθά η δομή του, η δυνατότητα σχηματισμού του από ADP (**διφωσφορική αδενοσίνη**), ένα φωσφορικό οξύ και ενέργεια και το γεγονός ότι η αντίδραση αυτή είναι αμφίδρομη. Επειδή το ATP μεσολαβεί στη συναλλαγές μεταξύ των κυτταρικών διεργασιών που αποδίδουν και αυτών που καταναλώνουν ενέργεια χαρακτηρίζεται ως **ενεργειακό νόμισμα**.

## 3.2 Ένζυμα – Βιολογικοί καταλύτες

### Μηχανισμός δράσης των ενζύμων

Για να πραγματοποιηθούν πολλές από τις χημικές αντιδράσεις, πρέπει να προσφερθεί ενέργεια στα αντιδρώντα μόρια. Η ενέργεια αυτή ονομάζεται **ενέργεια ενεργοποίησης**.

Τα ένζυμα καταλύουν αντιδράσεις που θα μπορούσαν να γίνουν και χωρίς την παρουσία τους. Αυτό επιτυγχάνεται με τον κατάλληλο προσανατολισμό των αντιδρώντων μορίων ή **μορίων – υποστρωμάτων**. Ο προσανατολισμός των μορίων – υποστρωμάτων γίνεται στο **ενεργό μέρος του ενζύμου**. Η σύνδεση των υποστρωμάτων με το ένζυμο έχει ως αποτέλεσμα οι δεσμοί των αντιδρώντων μορίων να γίνονται ασταθείς.

### Ιδιότητες των ενζύμων

- Η καταλυτική δράση των ενζύμων καθορίζεται από την τριτοταγή δομή του πρωτεϊνικού μορίου τους και χάνεται, όταν η δομή αυτή για κάποιο λόγο, πάψει να υπάρχει.
- Δρουν πολύ γρήγορα.
- Δεν συμμετέχουν στην αντίδραση που καταλύουν, με την έννοια ότι παραμένουν αναλλοίωτα και μετά το τέλος της αντίδρασης μπορούν να ξαναχρησιμοποιηθούν πολλές φορές, ώσπου να καταστραφούν.
- Εμφανίζουν υψηλό βαθμό εξειδίκευσης, που οφείλεται στη διάταξή τους στο χώρο και στη δυνατότητα σύνδεσης του ενεργού τους κέντρου με το υπόστρωμα.
- Η δραστηριότητα των ενζύμων επηρεάζεται από διάφορους παράγοντες.

Τα ένζυμα διακρίνονται σε **ενδοκυτταρικά** και **εξωκυτταρικά**.

### Παράγοντες που επηρεάζουν τη δράση των ενζύμων

- Θερμοκρασία
- pH
- Συγκέντρωση υποστρώματος
- Συγκέντρωση ενζύμου

### Αναστολείς της δράσης των ενζύμων

Υπάρχουν ουσίες που μπορούν να αναστείλουν τη δράση των ενζύμων και γι' αυτό ονομάζονται **αναστολείς**. Διακρίνονται σε μη αντιστρεπτούς και αντιστρεπτούς.

### Συμπαράγοντες ενζύμων

Ορισμένα ένζυμα είναι δραστικά μόνο με την παρουσία ουσιών, που ονομάζονται **συμπαράγοντες**. Στην τελευταία κατηγορία ανήκουν τα **συνένζυμα**.

## 3.3 Φωτοσύνθεση

### Αυτότροφοι και ετερότροφοι

Η φωτεινή ενέργεια που παγιδεύεται από τους φωτοσυνθετικούς οργανισμούς, μετατρέπεται σε χημική και αποθηκεύεται σε οργανικά μόρια, τα οποία παράγουν οι οργανισμοί αυτοί μέσα από μια διαδικασία που την ονομάζουμε **φωτοσύνθεση**.

Η φωτοσύνθεση αποτελεί ίσως την πιο σημαντική μεταβολική πορεία απ' όσες γίνονται στη βιόσφαιρα. Η δέσμευση της φωτεινής ενέργειας κατά τη φωτοσύνθεση γίνεται από τη χλωροφύλλη και τις άλλες φωτοσυνθετικές χρωστικές. Με τη βοήθεια τους οι φωτοσυνθετικοί οργανισμοί σύνθετουν υδατάνθρακες, χρησιμοποιώντας απλές ενόργανες ενώσεις όπως το διοξείδιο του άνθρακα και το νερό, που βρίσκουν άφθονες στο περιβάλλον τους.

Οι φωτοσυνθετικοί οργανισμοί ανήκουν στους **αυτότροφους**

οργανισμούς, για αυτο και χαρακτηρίζονται και ως **παραγωγοί**. Οι οργανισμοί που δεν μπορούν να συνθέσουν μόνοι τους οργανικές ενώσεις χαρακτηρίζονται και ως **ετερότροφοι**. Τους χαρακτηρίζουμε επίσης και **καταναλωτές**.

### Σημασία της φωτοσύνθεσης

Οι συνθετικές οργανικές ουσίες που παράγονται από τους φωτοσυνθετικούς οργανισμούς αποτελούν, μέσω των **τροφικών αλυσίδων**, πηγές θρεπτικών ουσιών για τους ετερότροφους οργανισμούς: άμεσα για τους **φυτοφάγους** και έμμεσα για τους **σαρκοφάγους**. Οι νεκροί οργανισμοί διασπώνται απο μια κατηγορία ετερότροφων οργανισμών τους **αποικοδομητές**.

### Το φύλλο ως όργανο φωτοσύνθεσης των φυτών

Σε εγκάρσια τομή του φύλλου παρατηρούμε τις δύο **επιδερμίδες**, την πάνω και την κάτω που καλύπτονται συνήθως από **εφυμενίδα**. Ανάμεσα στις δύο επιδερμίδες βρίσκεται το **μεσόφυλλο**, που διασχίζεται από **αγγεία**. Η κάτω επιδερμίδα έχει μικρά ανοίγματα, που λέγονται **στόματα**. Το καθένα απ' αυτά περιβάλλεται από ένα ζευγάρι κυττάρων, τα **καταφρακτικά κύτταρα**. Η είσοδος του ατμοσφαιρικού διοξειδίου του άνθρακα γίνεται με διάχυση από τα στόματα προς τους μεσοκυττάριους χώρους των κυττάρων του μεσόφυλλου και τελικά φτάνει στους χλωροπλάστες. Το νερό εισέρχεται στις ρίζες από το έδαφος και μέσω των αγγείων φτάνει στα φύλλα. Μαζί με το νερό μεταφέρονται ιόντα που χρησιμεύουν στη σύνθεση πρωτεϊνών και άλλων ουσιών. Η άντληση του νερού από το έδαφος και η ροή του στα αγγεία διευκολύνεται με την **διαπνοή**.

### Ορατό φως – φωτοσυνθετικές χρωστικές

Το ορατό φως, όταν περνά μέσα από ένα πρίσμα αναλύεται σε ακτινοβολίες διάφορων μηκών κύματος. Αυτές αντιστοιχούν στα χρώματα ιώδες, μπλε, πράσινο, κίτρινο, πορτοκαλί και κόκκινο. Αυτή είναι η εικόνα του φάσματος.

### Πορεία της φωτοσύνθεσης

Η φωτοσύνθεση περιλαμβάνει δύο ομάδες αντιδράσεων. Τη φωτεινή φάση και τη σκοτεινή φάση. Κατά τις αντιδράσεις της φωτεινής φάσης, η φωτεινή ενέργεια χρησιμοποιείται για τη σύνθεση μορίων ATP και τη δημιουργία υδρογόνου. Κατά τις αντιδράσεις της σκοτεινής φάσης, τα μόρια του ATP και του υδρογόνου που παρήχθησαν κατά τη φωτεινή φάση χρησιμοποιούνται για τη μετατροπή του διοξειδίου του άνθρακα σε υδατάνθρακες (γλυκόζη).

### Παράγοντες που επηρεάζουν την απόδοση της φωτοσύνθεσης

- Η θερμοκρασία
- Το φως
- Το διοξείδιο του άνθρακα
- Το νερό
- Τα ανόργανα άλατα

### 3.4 Κυτταρική αναπνοή

Σε κάθε κύτταρο οι απλές ουσίες, που προέρχονται από τη διάσπαση των μεγαλομοριακών ενώσεων, αξιοποιούνται με δύο τρόπους. Είτε για τη σύνθεση νέων μεγαλομοριακών ενώσεων, αποδίδοντας σταδιακά χημική ενέργεια μέσω μιας διαδικασίας που ονομάζεται **κυτταρική αναπνοή**. Όσα μακρομόρια του κυττάρου έχουν χρησιμοποιηθεί επανειλημμένα, διασπώνται. Οι απλούστερες ενώσεις που προκύπτουν από τη διάσπασή τους, αξιοποιούνται από το κύτταρο, είτε για την παραγωγή ενέργειας, είτε για την παραγωγή νέων μακρομορίων.

Ένα μέρος της ενέργειας που παράγεται κατά τις αντιδράσεις οξειδώσεως ελευθερώνεται ως θερμότητα και δεν μπορεί να αξιοποιηθεί για τις διάφορες κυτταρικές λειτουργίες. Το υπόλοιπο ποσό ενέργειας διατίθεται στα κύτταρα με τη μορφή ATP. Η κυτταρική αναπνοή μπορεί να είναι **αερόβια** ή **αναερόβια**.

### Παραγωγή ενέργειας από τη διάσπαση υδατανθράκων (γλυκόζη)

Η διάσπαση της γλυκόζης περιλαμβάνει τρεις διαδικασίες: τη γλυκόλυση, τον κύκλο του κιτρικού οξέος ή τον κύκλο του Krebs και την οξειδωτική φωσφορυλίωση.

## Γλυκόλυση

Η γλυκόλυση είναι πολύ σημαντική μεταβολική οδός και αποτελεί το πρώτο στάδιο για τη διάσπαση της γλυκόζης. Γίνεται στο κυτταρόπλασμα χωρίς τη χρήση οξυγόνου. Ένα μόριο γλυκόζης διασπάται αρχικά σε δύο μόρια τριοζών. Στη συνέχεια αυτές μετατρέπονται σε δυο μόρια πυροσταφυλικού οξέος. Το κέρδος του κυττάρου σε ενέργεια είναι δύο μόρια ATP.

Αν η διαδικασία γίνεται παρουσία οξυγόνου, το πυροσταφυλικό οξύ εισέρχεται στο μιτοχόνδριο και εκεί γίνεται η **αερόβια αναπνοή**. Αν γίνει **αναερόβια αναπνοή**, το πυροσταφυλικό οξύ μετατρέπεται σε αιθυλική αλκοόλη και διοξειδίο του άνθρακα ή σε γαλακτικό οξύ.

## Αερόβια αναπνοή

Στην αερόβια αναπνοή η πλήρης οξείδωση του πυροσταφυλικού οξέος γίνεται σε δύο στάδια: **τον κύκλο του κιτρικού οξέος ή κύκλο του Krebs** και την **οξειδωτική φωσφορυλίωση**.

**Κύκλος του κιτρικού οξέος:** Ο κύκλος αυτός περιλαμβάνει μια σειρά αντιδράσεων που γίνονται στη μήτρα των μιτοχονδρίων, χωρίς να χρησιμοποιείται οξυγόνο. Το πυροσταφυλικό οξύ μετατρέπεται σε **ακετυλο-συνενζυμο Α**. Από το ακετυλο-συνενζυμο Α που μπαίνει στον κύκλο του κιτρικού οξέος σχηματίζονται ATP και CO<sub>2</sub>. Το κέρδος σε ενέργεια σε αυτό το στάδιο είναι δύο μόρια ATP.

**Οξειδωτική φωσφορυλίωση:** Οι αντιδράσεις της οξειδωτικής φωσφορυλίωσης γίνονται στις αναδιπλώσεις της εσωτερικής μεμβράνης του μιτοχονδρίου και για τη διεξαγωγή τους χρησιμοποιείται οξυγόνο. Κατά την πραγματοποίηση αυτών των αντιδράσεων γίνεται απελευθέρωση ενέργειας, μέρος της οποίας χρησιμοποιείται για την παραγωγή 32 μορίων ATP από ADP + P<sub>i</sub>.

## Έλεγχος της αερόβιας κυτταρικής αναπνοής

Υπάρχει ένας μηχανισμός που ελέγχει τη διεξαγωγή αυτών των αντιδράσεων της κυτταρικής αναπνοής, ανάλογα με τις ανάγκες του

οργανισμού. Οι αντιδράσεις του κύκλου του κιτρικού οξέος δεν γίνονται σε αναερόβιες συνθήκες.

### Αναερόβια αναπνοή

Οι πιο γνωστές περιπτώσεις αναερόβιας αναπνοής είναι η **αλκοολική** και η **γαλακτική ζύμωση**. Και στις δύο περιπτώσεις, ένα μόριο γλυκόζης, μέσω της γλυκόλυσης, διασπάται σε δύο μόρια πυροσταφιλικού οξέος, με απόδοση δύο μορίων ATP, όπως γίνεται και κατά την αερόβια αναπνοή. Στη συνέχεια, τα δύο μόρια του πυροσταφιλικού οξέος, μετατρέπονται είτε σε δύο μόρια αιθυλικής αλκοόλης, είτε σε δύο μόρια διοξειδίου του άνθρακα (**αλκοολική ζύμωση**), είτε σε δύο μόρια γαλακτικού οξέος (**γαλακτική ζύμωση**).

### Παραγωγή ενέργειας από τη διάσπαση λιπιδίων και πρωτεϊνών

Η κυτταρική αναπνοή είναι μία διαδικασία οξείδωσης οργανικών ουσιών, από την οποία το κύτταρο εξασφαλίζει ενέργεια. Οι ουσίες στις οποίες πρώτα ανατρέχει το κύτταρο είναι η παραγωγή ενέργειας από την οξείδωση των υδατανθράκων. Επόμενα στη σειρά είναι τα ουδέτερα λίπη, που αρχικά διασπώνται σε γλυκερόλη και λιπαρά οξέα.

Οι πρωτεΐνες έχουν έναν πολύ σημαντικό για τη ζωή του κυττάρου, δομικό και λειτουργικό ρόλο. Αυτές αρχικά υδρολύονται σε αμινοξέα και στη συνέχεια απομακρύνονται οι αμινομάδες. Το υπόλοιπο μέρος του μορίου μπορεί να εισέλθει στον κύκλο του κιτρικού οξέος ή να μετατραπεί πρώτα σε λιπαρό οξύ ή σε πυροσταφιλικό οξύ ή σε ακετυλο-συνενζυμο Α και στη συνέχεια να οξειδωθεί.

### Σχέση φωτοσύνθεσης και κυτταρικής αναπνοής

Η ισορροπία ανάμεσα σ' αυτές τις δύο διαδικασίες διατηρεί την ισορροπία ανάμεσα στο διοξείδιο του άνθρακα και στο οξυγόνο της ατμόσφαιρας.