

3^ο Κεφάλαιο

3.1 Ενέργεια και οργανισμοί

Η ενέργεια έχει κεντρική σημασία για έναν οργανισμό, γιατί ό,τι και να κάνουμε χρειαζόμαστε ενέργεια. Ο κλάδος της βιολογίας που ασχολείται με τη μελέτη του τρόπου αξιοποίησης της ενέργειας για την υλοποίηση των δραστηριοτήτων της ζωής ονομάζεται **βιοενεργητική**.

Οι οργανισμοί λοιπόν παίρνουν ενέργεια και υλικά από το περιβάλλον και τις χρησιμοποιούν προς όφελός τους. Οι οργανισμοί λοιπόν μπορούν από απλές χημικές ενώσεις να φτιάξουν σύνθετες. Αυτό για να γίνει απαιτείται συνήθως ενέργεια (ενδόθερμες αντιδράσεις) και ονομάζεται **αναβολισμός**. Γίνεται όμως και το αντίθετο. Σύνθετες ενώσεις να διασπαστούν σε απλούστερες. Έτσι κερδίζεται ενέργεια, γιατί οι αντιδράσεις είναι εξώθερμες. Το σύνολο αυτών των αντιδράσεων ονομάζεται **καταβολισμός**.

Αναβολισμός και καταβολισμός μαζί αποτελούν τον μεταβολισμό.

Το ATP (τριφωσφορική αδενοσίνη) είναι ένα μόριο που χρησιμοποιείται από τον οργανισμό κάθε φορά που χρειαζόμαστε λίγη ενέργεια. Κάθε φορά που διασπάται ATP, η ενέργεια που εκλύεται μπορεί να χρησιμοποιηθεί για κάποια ενδόθερμη αντίδραση. Η ATP χαρακτηρίζεται και ως ενεργειακό νόμισμα. Το ATP είναι σαν ένα ριβονουκλεοτίδιο στο RNA αλλά αντί για μια φωσφορική ομάδα έχει 3. Εκεί είναι η διαφορά γιατί οι δεσμοί αυτοί όταν σπάσουν απελευθερώνουν μεγάλα ποσά ενέργειας.

3.2 Ένζυμα – Βιολογικοί καταλύτες

Πολλές απο τις χημικές αντιδράσεις χρειάζονται ενέργεια για να πραγματοποιηθούν (ακόμα και οι εξώθερμες). Αυτό συμβαίνει επειδή θα πρέπει πρώτα να ξεπεραστεί ένα ενεργειακό εμπόδιο ώστε να συνεχίσει από μόνη της η αντίδραση. Αυτή η ενέργεια που πρέπει να δωθεί ονομάζεται **ενέργεια ενεργοποίησης**.

Πολλές φορές η ενέργεια ενεργοποίησης είναι τόσο μεγάλη που χρειάζονται μεγάλα ποσά ενέργειας ή γίνονται πολύ αργά. Σε αυτό το σημείο επεμβαίνουν τα ένζυμα.

Ένζυμα είναι βιολογικοί καταλύτες που μειώνουν την ενέργεια ενεργοποίησης, επιτρέποντας έτσι την αύξηση της ταχύτητας της αντίδρασης έως και κατά 100.000.000 φορές. Αυτό επιτυγχάνεται λόγω του ότι το ένζυμο προσανατολίζει κατάλληλα τα **μόρια-υποστρώματα**.

Τα ένζυμα σε γενικά πλαίσια είναι πολύ ειδικά (όπως ένα κλειδί ταιριάζει σε μια κλειδαριά) και καταλύουν μόνο μια αντίδραση. Το τμήμα που είναι υπεύθυνο για την πρόσδεση του υποστρώματος ονομάζεται **ενεργό κέντρο**.

Τα ένζυμα είναι συνήθως πρωτεϊνικά μόρια και έχουν ορισμένες ιδιότητες:

- Η δράση τους εξαρτάται από την τρισδιάστατη δομή τους. Αν αυτή αλλάξει, το ένζυμο χάνει την λειτουργία του.
- Δρουν πάρα πολύ γρήγορα.
- Παραμένουν αναλοίωτα μετά το τέλος της αντίδρασης.
- Εμφανίζουν υψηλό βαθμό εξειδίκευσης.
- Η δράση τους εξαρτάται από διάφορους παράγοντες όπως θερμοκρασία, pH...

Τα ένζυμα μπορεί να βρίσκονται εξωκυτταρικά, ενδοκυτταρικά, να εμφανίζονται μόνο σε ένα κυτταρικό οργανίδιο, να είναι ελεύθερα ή επάνω σε μεμβράνες. Συνήθως παίρνουν το όνομά τους από την αντίδραση που καταλύουν και την κατάληξη -άση.

Παράγοντες που επηρεάζουν τη δράση των ενζύμων:

- **pH και θερμοκρασία:** Κάθε ένζυμο έχει μια τιμή θερμοκρασίας και pH που είναι η ιδανικότερη και στην οποία το ένζυμο δρα με τη μέγιστη ταχύτητα. Σε οποιαδήποτε άλλη τιμή, η ταχύτητα ελαττώνεται. Η δράση του ενζύμου για μικρές μεταβολές είναι μεταστρεπτή. Αν όμως αλλάξουν κατά πολύ οι συνθήκες τότε το ένζυμο μετουσιώνεται και χάνει τη δράση του.
- **Σχέση συγκέντωσης ενζύμου & υποστρώματος:** Η αύξηση της συγκέντωσης του υποστρώματος οδηγεί σε μια αύξηση της ταχύτητας, μέχρι το σημείο όπου παρέχεται πλήρης κάλυψη για τα ένζυμα. Άπο εκεί και πέρα η ταχύτητα παραμένει σταθερή και μπορεί να αυξηθεί μόνο με τη προσθήκη επιπλέον μορίων ενζύμου.

Υπάρχουν και ουσίες που μπορούν να σταματήσουν τη δράση ενζύμων και ονομάζονται **αναστολείς**. Οι αναστολείς μπορεί να είναι **αντιστρεπτοί** (το ένζυμο αποκτά ξανά τη λειτουργία του μετά την απομάκρυνση του αναστολέα) ή **μη αντιστρεπτοί** (μόνιμη σύνδεση με το ένζυμο και μόνιμη αναστολή του)

Μερικές φορές τα ένζυμα για να δράσουν χρειάζονται τη βοήθεια μη πρωτεϊνικών μορίων. Αυτά ονομάζονται **συνπαράγοντες** και χωρίς αυτούς το ένζυμο είναι ανενεργό. Μπορεί να είναι ανόργανα ιόντα ή οργανικές ενώσεις. Σε περίπτωση που είναι οργανικές ενώσεις τότε συνήθως πρόκειται για κάτι που ονομάζεται **συνένζυμο**. Πολλές βιταμίνες είναι συνένζυμα ή τουλάχιστον συναποτελούν τα συνένζυμα.

3.3 Φωτοσύνθεση

Η ηλιακή ενέργεια είναι άκρως σημαντική για την ζωή όπως είναι γνωστή· όλοι σχεδόν οι οργανισμοί στηρίζονται στην φωτοσύνθεση λόγω της τροφικής αλυσίδας. Οι φωτοσυνθετικοί οργανισμοί απορροφούν CO₂ και H₂O και τα μετατρέπουν με τη βοήθεια της ηλιακής ακτινοβολίας σε υδατάνθρακες όπως γλυκόζη.

Φωτοσυνθετικοί οργανισμοί:

- **Ευκαρυωτικοί :** φυτά & φύκη
- **Προκαρυωτικοί:** βακτήρια & κυανοφύκη (κυανοβακτήρια)

Η περισσότερη οργανική ύλη παράγεται στο νερό.

Το φύλλο ως όργανο φωτοσύνθεσης των φυτών

- Το εσωτερικό του φύλλου (μεσόφυλλο) περιέχει χλωροπλάστες
- Το CO₂ εισέρχεται στο φύλλο και το O₂ εξέρχεται από τα στόματα
- Τα στόματα βρίσκονται στην κάτω επιδερμίδα

Η διαπνοή παίζει σημαντικό ρόλο στη μεταφορά θρεπτικών ουσιών στο φυτό και από εκεί στους οργανισμούς μέσω των τροφικών αλυσίδων.

Granum, θυλακοειδή: περιέχουν χλωροφύλλη και δεσμεύουν το φως.

Στρώμα: Εδώ συνθέτονται οι υδατάνθρακες.

Το ηλεκτρομαγνητικό φάσμα

Ο Ήλιος εκπέμπει ακτινοβολία μεγάλου εύρους παρόλα αυτά το ορατό φως αποτελεί μια πολύ μικρή περιοχή του.

Το φύλλα φαίνονται πράσινα γιατί:

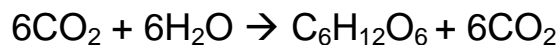
Ο ήλιος εκπέμπει λευκό φως (περιέχει όλα τα χρώματα), η μπλέ και η ερυθρή ακτινοβολία απορροφούνται από το φύλλο και επειδή η χλωροφύλλη –κύρια φωτοσυνθετική χρωστική- είναι πράσινη, ανακλάται η πράσινη ακτινοβολία.

Φωτοσυνθετικές χρωστικές

Τα φύλλα το φθινόπωρο παίρνουν αρκετά διαφορετικά χρώματα. Αυτό συμβαίνει χάρη στα καροτενοειδή ουσίες που απορροφούν την μπλε ακτινοβολία και ανακλούν την κίτρινη και πορτοκαλί

Φωτοσύνθεση

Οι οργανισμοί χρησιμοποιούν φως για να συνθέσουν οργανικές ενώσεις· η ηλιακή ενέργεια μετατρέπεται σε χημική σύμφωνα με την παρακάτω αντίδραση:



- Το φως διασπά το νερό και σχηματίζεται ATP.
- Οι υδρογονάνθρακες όπως η γλυκόζη είναι αποθήκες ενέργειας.

Τα 2 στάδια της φωτοσύνθεσης είναι:

- **φωτεινή φάση (grana):** Η ηλιακή ενέργεια μετατρέπεται σε χημική (ATP + NADPH) και παράγεται οξυγόνο ως υποπροϊόν
- **σκοτεινή φάση (στρώμα):** Συντίθεται γλυκόζη χρησιμοποιώντας διοξείδιο του άνθρακα και τα μόρια (ATP + NADPH) που παρήχθησαν κατά τη φωτεινή φάση και περιέχουν ενέργεια

Παράγοντες που επηρεάζουν την απόδοση της φωτοσύνθεσης

- **Θερμοκρασία:** Επηρεάζει τη δράση των ενζύμων. Αύξησή της ως ένα σημείο (30oC) αυξάνει την απόδοση της φωτοσύνθεσης.
- **Φως:** Αύξηση της έντασης του φωτός ως ένα σημείο αυξάνει την απόδοση της φωτοσύνθεσης
- **Διοξείδιο του άνθρακα:** Αύξηση της έντασης του φωτός ως ένα σημείο αυξάνει την απόδοση της φωτοσύνθεσης
- **Νερό:** η έλλειψη νερού μπλοκάρει τις φωτεινές αντιδράσεις. Παράλληλα κλείνει τα στόματα και δεν εισέρχεται CO₂.
- **Ανόργανα άλατα:** Το N και το Mg απαραίτητα για τη σύνθεση του μορίου της χλωροφύλλης.

3.4. ΚΥΤΤΑΡΙΚΗ ΑΝΑΠΝΟΗ

Για την παραγωγή ενέργειας οι οργανισμοί διασπών αρχικά τα βιολογικά μακρομόρια στις απλούστερες ουσίες από τις οποίες αποτελούνται. Στη συνέχεια οι απλούστερες ουσίες οξειδώνονται αποδίδοντας ενέργεια με τη μορφή ATP.

Στην περίπτωση των υδατανθράκων ο καταβολισμός τους περιλαμβάνει τη γλυκόλυση, τον κύκλο του κιτρικού οξέος και την οξειδωτική φωσφορυλίωση. Κατά τη γλυκόλυση, που γίνεται στο κυτταρόπλασμα, ένα μόριο γλυκόζης διασπάται σε δύο μόρια πυροσταφυλικού οξέος, με ενεργειακό κέρδος 2 ATP.

Το επόμενο στάδιο, ο κύκλος του κιτρικού οξέος, γίνεται στο εσωτερικό του μιτοχονδρίου με παραγωγή ATP και CO₂.

Το τελευταίο στάδιο, δηλαδή η οξειδωτική φωσφορυλίωση, γίνεται στις αναδιπλώσεις της εσωτερικής μεμβράνης του μιτοχονδρίου. Σ' αυτό το στάδιο, παράγονται 32 ATP ανά μόριο γλυκόζης και H₂O. Ο συνολικός δηλαδή αριθμός παραγόμενων ATP από τη διάσπαση ενός μορίου γλυκόζης είναι 36.

Στους αναερόβιους μικροοργανισμούς, που διαθέτουν τα κατάλληλα ένζυμα και σε ορισμένα ευκαρυωτικά κύτταρα σε αναερόβιες συνθήκες, το πυροσταφυλικό οξύ μπορεί να μετατραπεί είτε σε αιθυλική αλκοόλη (αλκοολική ζύμωση) είτε σε γαλακτικό οξύ (γαλακτική ζύμωση). Η τελευταία γίνεται και στα μυϊκά κύτταρα κατά την έντονη μυϊκή συστολή.

- **Κυτταρική αναπνοή** = Διαδικασία σταδιακής οξειδωσης μεγαλομοριακών ενώσεων με την οποία αποδίδεται χημική ενέργεια.
- **Αερόβια αναπνοή** = Καταβολική διαδικασία, που χρειάζεται οξυγόνο και οξειδώνει, π.χ., τη γλυκόζη σε διοξείδιο του άνθρακα και νερό, απελευθερώνοντας ATP.
- **Αναερόβια αναπνοή** = Καταβολική διαδικασία, που γίνεται χωρίς οξυγόνο.
- **Οξείδωση** = Η αφαίρεση ηλεκτρονίων από ένα άτομο ή από ένα μόριο.
- **Αναγωγή** = Η πρόσληψη ηλεκτρονίων από ένα άτομο ή η σύνδεσή του με υδρογόνο.
- **Οξειδοαναγωγή** = Συνδυασμός αντιδράσεων οξειδωσης και αναγωγής.

- **Γλυκόλυση** = Μεταβολική οδός, κατά την οποία η γλυκόζη διασπάται σε δυο μόρια πυροσταφυλικού οξέος αποδίδοντας ATP.
- **Πυροσταφυλικό οξύ** = Ένα από τα προϊόντα της γλυκόλυσης.
- **Κύκλος του κιτρικού οξέος (κύκλος του Krebs)** = Στην κυτταρική αναπνοή, η καύση του μετασχηματισμένου πυροσταφυλικού οξέος (ενωμένου με συνένζυμο A σε ακετυλοσυνένζυμο A) με μια σειρά πολύπλοκων χημικών αντιδράσεων. Από την καύση παράγεται διοξείδιο του άνθρακα και υδρογόνο.
- **Οξειδωτική φωσφορυλίωση** = Στάδιο της κυτταρικής αναπνοής, που περιλαμβάνει οξειδοαναγωγικές αντιδράσεις συζευγμένες με το σχηματισμό ATP.
- **Ζύμες** = Μονοκύτταροι μικροοργανισμοί, που ανήκουν στην κατηγορία των μυκήτων και φέρουν σε πέρας την αλκοολική ζύμωση.
- **Ζύμωση** = Μεταβολική πορεία, κατά την οποία παράγεται ATP από την οξείδωση οργανικών ενώσεων χωρίς την παρουσία οξυγόνου.
- **Αλκοολική ζύμωση** = Αναερόβια αναπνοή, που γίνεται στις ζύμες. Μέσω αυτής της μεταβολικής πορείας το πυροσταφυλικό οξύ μετατρέπεται σε αιθανόλη και διοξείδιο του άνθρακα.
- **Γαλακτική ζύμωση** = Η μετατροπή της γλυκόζης σε δύο μόρια γαλακτικού οξέος, που γίνεται σε αναερόβια βακτήρια και κατά την έντονη μυϊκή σύσπαση.
- **Γαλακτικό οξύ** = Οργανικό οξύ, που παράγεται κατά τη γαλακτική ζύμωση.
- **FAD (φλαβινοαδενινο-δινουκλεοτίδιο)** = Συνένζυμο, που είναι δέκτης υδρογόνων ($H^+ + e^-$).