

Τάξη Β1

Δ. Λουκία “Μεταβολισμός”

ΕΙΣΑΓΩΓΗ

Η ενέργεια είναι κάτι απαραίτητο για όλες της διαδικασίες της ζωής , από την πιο απλή και ασήμαντη έως τη πιο πολύπλοκη και σημαντική . Έτσι σ ' αυτή την περίληψη θα καταλάβουμε τον τρόπο με τον οποίο τη χρησιμοποιούν οι οργανισμοί και για ποιό λόγο.

1. ΕΝΕΡΓΕΙΑ ΚΑΙ ΟΡΓΑΝΙΣΜΟΙ

Πέραν από τους οργανισμούς που φωτοσυνθέτουν όλοι οι υπόλοιποι οργανισμοί εξασφαλίζουν ενέργεια από τη διάσπαση των θρεπτικών ουσιών που παίρνουν από την τροφή τους . Οι φωτοσυνθετικοί οργανισμοί με τη δέσμευση ηλιακής ενέργειας και με απλές ανόργανες έχουν τη δυνατότητα να συνθέτουν μόνοι τους τις θρεπτικές ουσίες που χρειάζονται για να εξασφαλίσουν την απαραίτητη ενέργεια.

Εξαιτίας της ανικανότητας των οργανισμών να αξιοποιήσουν άμεσα τη ενέργεια και τα υλικά που εξασφαλίζουν από το περιβάλλον τους , πρέπει να τα μετατρέψουν σε ενώσεις οι οποίες θα οξειδωθούν και έτσι θα παραχθεί ενέργεια ή θα τις χρησιμοποιήσουν σαν “πρώτη ύλη” για τη σύνθεση μορίων που είναι απαραίτητα ως δομικά ή λειτουργικά συστατικά τω οργανισμών . Το σύνολο όλων αυτών των αντιδράσεων γι' αυτές τις διαδικασίες ονομάζεται **μεταβολισμός** . Με το μεταβολισμό τους τα κύτταρα μπορούν να κρατούν σε ισορροπία τις συνθήκες λειτουργίας τους (π.χ. θερμοκρασία κ.λπ.)

Ο μεταβολισμός έχει δύο σκέλη : τον **καταβολισμό** , ο οποίος περιλαμβάνει τις αντιδράσεις διάσπασης πολύπλοκων ουσιών σε απλούστερες με απόδοση ενέργειας (εξώθερμες αντιδράσεις) , και τον **αναβολισμό** ο οποίος περιλαμβάνει τις αντιδράσεις που κάνουν ακριβώς την αντίστροφη διαδικασία , δηλαδή συνθέτουν πολύπλοκες ουσίες από απλές με κατανάλωση ενέργειας (ενδόθερμες αντιδράσεις) .

Μεταφορά ενέργειας στα κύτταρα

Η μεταφορά ενέργειας στο εσωτερικό των κυττάρων , δηλαδή από το σημείο παραγωγής έως το σημείο κατανάλωσης , γίνεται με τη σύζευξη εξώθερμων με ενδόθερμες αντιδράσεις . Παράλληλα χρησιμοποιείται το μόριο **τριφωσφορική αδενοσίνη (ATP)** ή αλλιώς **ενεργειακό νόμισμα** , το οποίο περιλαμβάνει και μεταφέρει ενέργεια σε οποιοδήποτε σημείο του κυττάρου και την αποδίδει με μία χημική αντίδραση . Στη διαδικασία αυτή το 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 . Μάλιστα , είναι προφανές ότι το ATP πρέπει να αναγεννάται

συνεχώς από ADP και φωσφορικό οξύ , κάτι που γίνεται με δύο τρόπους : με δέσμευση φωτεινής ενέργειας ή με ενέργεια από αντιδράσεις διάσπασης οργανικών ουσιών .

2. ENZYMA – ΒΙΟΛΟΓΙΚΟΙ ΚΑΤΑΛΥΤΕΣ

Μηχανισμός δράσης ενζύμων

Η ενέργεια που προσφέρεται στα αντιδρώντα μόρια προκειμένου να πραγματοποιηθούν πολλές από τις χημικές αντιδράσεις ονομάζεται **ενέργεια ενεργοποίησης** , η οποία εξασφαλίζεται με προσφορά θερμότητας . Βέβαια εξαιτίας κάποιων προβλημάτων που εμφανίζονται σχετικά με το χρόνο των μεταβολικών αντιδράσεων και ποσότητα θερμότητας που απαιτείται για την πραγματοποίησή τους υπάρχει ένας μηχανισμός μείωσης της ενέργειας ενεργοποίησης τους , ο οποίος στηρίζεται στη δράση των ενζύμων , δηλαδή πρωτεϊνών . Τα ένζυμα αυξάνουν την ταχύτητα των αντιδράσεων , κάτι που επιτυγχάνεται με τον κατάλληλο προσανατολισμό των αντιδρώντων μορίων ή **μορίων – υποστρωμάτων** και γίνεται στο **ενεργό κέντρο του ενζύμου** . Έτσι οι δεσμοί των αντιδρώντων μορίων γίνονται ασταθείς , γεγονός απαραίτητο για το σχηματισμό των προϊόντων .

Ιδιότητες των ενζύμων

Κάποιες από τις ιδιότητες των ενζύμων οφείλονται στην πρωτεϊνική τους φύση .

Συγκεκριμένα :

- Η καταλυτική τους δράση είναι άμεσα συνδεδεμένη με την τριτοταγή δομή του πρωτεϊνικού τους μορίου κι όταν αυτή χάνεται τότε παύει να υπάρχει κι η καταλυτική τους δράση .
- Δρουν πολύ γρήγορα .
- Παραμένουν αναλλοίωτα κι μπορούν να χρησιμοποιηθούν ξανά και ξανά ώσπου να καταστραφούν
- Εμφανίζουν υψηλό βαθμό εξειδίκευσης , άρα δρουν σε ένα μόνο συγκεκριμένο υπόστρωμα .
- Η δραστηριότητα τους εξαρτάται από πολλούς παράγοντες όπως η θερμοκρασία .

Ανάλογα με το αν δρουν μέσα στα κύτταρα , τα ένζυμα διακρίνονται σε **ενδοκυτταρικά** και **εξωκυτταρικά** και παίρνουν το όνομα τους με την προσθήκη της κατάληξης **-άση** και το υπόστρωμα που δρουν ή από τον τύπο της αντίδρασης που καταλύουν .

Παράγοντες που επηρεάζουν τη δράση των ενζύμων

Οι παράγοντες που επηρεάζουν τη δράση των ενζύμων είναι οι εξής :

- Η θερμοκρασία . Ανάλογα με τη μεταβολή της , μεταβάλλεται κι η ταχύτητα τους . Η ιδανικότερη θερμοκρασία είναι 37°C , ενώ στους 50°C η μεταβολή στη δραστηριότητα τους δεν επανέρχεται με τη ελάττωση της θερμοκρασίας .

- Το pH . Από pH 5 – pH 9 κυμαίνονται οι τιμές στις οποίες η ταχύτητα αντίδρασης είναι η μέγιστη , κάτι που σημαίνει ότι σε ισχυρά όξινο ή αλκαλικό περιβάλλον μπορεί ακόμα και να καταστραφούν .
- Η συγκέντρωση υποστρώματος . Μέχρι κάποιο σημείο , η αύξηση της συγκέντρωσης προκαλεί και της αύξηση της ταχύτητας .
- Η συγκέντρωση του ενζύμου . Η αύξηση της ταχύτητας συμβαδίζει με τη αύξηση της ποσότητας του ενζύμου όταν η συγκέντρωση του υποστρώματος , το pH κι η θερμοκρασία βρίσκονται σε συγκεκριμένες τιμές .

Αναστολείς της δράσης των ενζύμων – Συμπαράγοντες ενζύμων

Ωστόσο , υπάρχουν και ουσίες οι οποίες μπορούν να εμποδίσουν τη δράση των ενζύμων και γι' αυτό ονομάζονται **αναστολείς** . Οι αναστολείς διακρίνονται σε μη αντιστρεπτούς και αντιστρεπτούς . Οι πρώτοι περιορίζουν τη δράση του μόνιμα και σ' αυτούς ανήκουν διάφορα αέρια και ιόντα βαρέων μετάλλων . Αντίθετα οι δεύτεροι περιορίζουν τη δράση των ενζύμων παροδικά .

Βέβαια , υπάρχουν και ουσίες , οι λεγόμενοι **συμπαράγοντες ενζύμων** , που μόνο με την παρουσία τους δρουν τα ένζυμα . Τέτοιοι είναι ανόργανα ιόντα και οργανικές ενώσεις στις οποίες ανήκουν τα **συνένζυμα** .

3. ΦΩΤΟΣΥΘΕΣΗ

Αυτότροφοι και ετερότροφοι οργανισμοί

Η φωτεινή ενέργεια που παγιδεύεται από τους φωτοσυνθετικούς οργανισμούς , μετατρέπεται σε χημική και αποθηκεύεται σε οργανικά μόρια , τα οποία παράγονται μέσα από μια διαδικασία που ονομάζεται **φωτοσύνθεση** . Η φωτοσύνθεση είναι ίσως η πιο σημαντική μεταβολική πορεία που γίνεται στη βιόσφαιρα . Η χλωροφύλλη και οι άλλες φωτοσυνθετικές χρωστικές παγιδεύουν τη φωτεινή ενέργεια και με τη βοήθεια τους και με τη βοήθεια διοξειδίου του άνθρακα και νερού , οι φωτοσυνθετικοί οργανισμοί συνθέτουν υδατάνθρακες .

Οι φωτοσυνθετικοί οργανισμοί ανήκουν στους **αυτότροφους** επειδή έχουν τη δυνατότητα α παράγουν μόνοι τους τις ουσίες που τους είναι αναγκαίες , ενώ για τον ίδιο λόγο χαρακτηρίζονται και ως **παραγωγοί** . Αντίθετα οι οργανισμοί που δεν μπορούν να συνθέσουν μόνοι τους τις απαραίτητες ουσίες και είναι υποχρεωμένοι να προμηθεύονται έτοιμες από το περιβάλλον τους , ονομάζονται **ετερότροφοι** ή **καταναλωτές** .

Σημασία της φωτοσύνθεσης

Οι σύνθετες οργανικές ουσίες που παράγονται από τους φωτοσυνθετικούς οργανισμούς αποτελούν μέσω των **τροφικών αλυσίδων** πηγές θρεπτικών ουσιών για τους ετερότροφους οργανισμούς . Είτε άμεσα για τους **φυτοφάγους** είτε έμμεσα για τους **σαρκοφάγους** . Άρα μπορούμε να καταλάβουμε τη σημασία της φωτοσύνθεσης για τη ζωή .

Οι **αποικοδομητές** είναι μία κατηγορία ετερότροφων οργανισμών οι οποίοι διασπών τους νεκρούς οργανισμούς, τα απεκκρίματα των ζώων και τα τμήματα των φυτικών που έχουν αποκοπεί. Σ' αυτούς εντάσσονται τα βακτήρια και οι μύκητες. Ταυτόχρονα τα προϊόντα της αποικοδόμησης (π.χ. CO₂, H₂O) μπορούν να χρησιμοποιηθούν ξανά για σύνθεση οργανικής ύλης. Δηλαδή η ύλη ακολουθεί κυκλική πορεία μέσα στα οικοσυστήματα.

Το φύλλο ως όργανο φωτοσύνθεσης των φυτών

Η φωτοσύνθεση πραγματοποιείται στα πράσινα μέρη των φυτών, δηλαδή στα φύλλα και τους βλαστούς. Τα φύλλα αποτελούνται από δύο **επιδερμίδες**, την πάνω και την κάτω, οι οποίες καλύπτονται από **εφυμενίδα** ενώ ανάμεσα τους βρίσκεται το **μεσόφυλλο** που διασχίζεται από **αγγεία**. Η κάτω επιδερμίδα έχει μικρά ανοίγματα που ονομάζονται **στόματα** και το καθένα περιβάλλεται από ένα ζευγάρι κυττάρων, τα **καταφρακτικά κύτταρα** τα οποία αποτελούν τον θεμελιώδη ιστό του φύλλου.

Το ατμοσφαιρικό διοξείδιο του άνθρακα φτάνει από τα στόματα στους χλωροπλάστες. Το νερό, το οποίο μεταφέρει ιόντα τα οποία χρησιμεύουν στη σύνθεση πρωτεϊνών και άλλων ουσιών, εισέρχεται στις ρίζες από το έδαφος και μέσω των αγγείων φτάνει στα φύλλα. Κατά τη φωτοσύνθεση παράγεται οξυγόνο το οποίο εξέρχεται από τα στόματα. Η άντληση του νερού κι η μεταφορά του μέσα στα αγγεία διευκολύνεται με την εξάτμιση του από τα στόματα (**διαπνοή**). Συνεπώς, τα στόματα είναι αυτά που επιτρέπουν στο φυτό ελέγχει το ρυθμό εξάτμισης του νερού.

Ορατό φως – φωτοσυνθετικές χρωστικές

Στα ανώτερα φυτά οι φωτοσυνθετικές χρωστικές που δεσμεύουν τη φωτεινή ακτινοβολία βρίσκονται στα grana των χλωροπλαστών και ανήκουν σε δύο κατηγορίες, τις χλωροφύλλες (πολύπλοκες οργανικές ενώσεις) των οποίων συνηθέστερες είναι η α (η οποία βρίσκεται σε όλους τους οργανισμούς εκτός από τα φωτοσυνθετικά βακτήρια) και η β, και τα καροτενοειδή. Το φθινόπωρο, η απουσία των χλωροφυλλών, οι οποίες απορροφούν την μπλε και την ερυθρή ακτινοβολία και ανακλούν τη πράσινη, επιτρέπει στα καροτενοειδή να εμφανίζονται, τα οποία ανακλούν κίτρινες και πορτοκαλί ακτινοβολίες. Αυτό το φαινόμενο δικαιολογεί την ποικιλία χρωμάτων στα φύλλα την εποχή αυτή. Η μεγάλη ποικιλία φωτοσυνθετικών χρωστικών βοηθά τους φωτοσυνθετικούς οργανισμούς να αξιοποιούν όσο γίνεται περισσότερες ακτινοβολίες του ορατού φωτός για την εξασφάλιση ενέργειας για τη φωτοσύνθεση.

Πορεία της φωτοσύνθεσης

Η φωτοσύνθεση περιλαμβάνει τις αντιδράσεις που εξαρτώνται από τη ύπαρξη φωτός (**φωτεινή φάση**) και τις αντιδράσεις που δεν εξαρτώνται από την ύπαρξη φωτός (**σκοτεινή φάση**). Οι πρώτες γίνονται στα grana και κατά τη διάρκεια τους χρησιμοποιείται φωτεινή ενέργεια για τη σύνθεση μορίων ATP και τη δημιουργία υδρογόνου, ενώ οι δεύτερες γίνονται στο στρώμα των χλωροπλαστών, και κατά τη διάρκεια τους τα μόρια του ATP και του υδρογόνου που παρήχθησαν κατά τη φωτεινή φάση χρησιμοποιούνται για τη μετατροπή του διοξειδίου του άνθρακα σε υδατάνθρακες (γλυκόζη).

Κατά τη φωτεινή φάση μόρια χλωροφύλλης δεσμεύουν φωτεινή ενέργεια και διεγείρονται και μετά αποδιαγείρονται. Η ενέργεια που αποδίδεται προκαλεί τον ιονισμό άλλων μορίων χλωροφύλλης

και ένα μέρος της ενέργειας που παράγεται προκαλεί τη διάσπαση μορίων νερού ενώ ταυτόχρονα σχηματίζεται ATP από ADP . Έτσι το οξυγόνο που παράγεται απελευθερώνεται στην ατμόσφαιρα και το υδρογόνο δεσμεύεται από μόρια του συνενζύμου NADP , τα οποία μετατρέπονται σε NADPH .

Κατά τη σκοτεινή φάση δεσμεύεται διοξείδιο του άνθρακα από μία πεντόζη και στη συνέχεια πραγματοποιούνται μία σειρά από χημικές αντιδράσεις που με τη βοήθεια του ATP και του NADPH παράγεται η γλυκόζη , η οποία αποθηκεύεται με τη μορφή άμυλου στους χλωροπλάστες , νερό και άλλες ουσίες .

Παράγοντες που επηρεάζουν την απόδοση της φωτοσύνθεσης

Οι περιβαλλοντικοί παράγοντες που παίζουν σημαντικό ρόλο στην απόδοση της φωτοσύνθεσης είναι οι εξής :

- Η θερμοκρασία . Σε υψηλή και σταθερή ένταση φωτός , με την αύξηση της θερμοκρασίας , αυξάνεται κι η απόδοση της φωτοσύνθεσης . Όταν όμως ξεπεράσει τους 30°C τα ένζυμα καταστρέφονται κι η απόδοση της μειώνεται .
- Το φως . Σε θερμοκρασία 20 και κανονική συγκέντρωση διοξειδίου του άνθρακα η απόδοση αυξάνεται με την αύξηση της έντασης του φωτός , όμως από κάποιο σημείο και μετά μένει σταθερή .
- Το διοξείδιο του άνθρακα . Σε υψηλή ένταση φωτός και σταθερή θερμοκρασία , η απόδοση της φωτοσύνθεσης αυξάνεται με την αύξηση της συγκέντρωσης του διοξειδίου του άνθρακα του αέρα , κάτι που γίνεται μέχρι να παραμείνει σταθερή .
- Το νερό . Με τη μείωση του νερού είναι σαφές ότι μειώνεται κι η απόδοση της φωτοσύνθεσης . Τα στόματα κλείνουν έτσι ώστε να μην εξατμίζεται το νερό , όμως παράλληλα το φυτό κλείνει και την είσοδο για το διοξείδιο του άνθρακα , απαραίτητο συστατικό για τη σύνθεση υδατανθράκων .
- Τα ανόργανα άλατα . Για να διατηρηθούν τα φυτά χρειάζονται και διάφορα στοιχεία ή ενώσεις που δεν παράγονται με τη φωτοσύνθεση . Κατά συνέπεια όταν υπάρχει έλλειψη αυτών των στοιχείων η ταχύτητα της φωτοσύνθεσης μειώνεται .

4. ΚΥΤΤΑΡΙΚΗ ΑΝΑΠΝΟΗ

Οι απλές ουσίες που προέρχονται από τη διάσπαση των μεγαλομοριακών ενώσεων (από τη διάσπαση των τροφών) αξιοποιούνται είτε για τη σύνθεση νέων μεγαλομοριακών ενώσεων , είτε οξειδώνονται (συχνά με την τροφοδότηση με χημικές ουσίες των συστατικών του ίδιου του κυττάρου) αποδίδοντας ενέργεια μέσω μια διαδικασίας που ονομάζεται **κυτταρική αναπνοή** . Μέρος από τη ενέργεια που παράγεται η οποία δεν μπορεί να χρησιμοποιηθεί σε άλλες λειτουργίες του κυττάρου , ελευθερώνεται ως θερμότητα , ενώ το υπόλοιπο μέρος διατίθεται στα κύτταρα με τη μορφή ATP . Όταν κατά την κυτταρική αναπνοή χρησιμοποιείται οξυγόνο τότε λέγεται **αερόβια** ενώ όταν γίνεται χωρίς τη χρήση οξυγόνου , λέγεται **αναερόβια αναπνοή** .

Παραγωγή ενέργειας από τη διάσπαση υδατανθράκων

Γλυκόλυση (1ο στάδιο)

Γίνεται χωρίς τη παρουσία οξυγόνου στο κυτταρόπλασμα . Κατά τη διαδικασία αυτή ένα μόριο γλυκόζης διασπάται σε δύο μόρια τριοζών που αυτές με τη σειρά τους μετατρέπονται σε δύο μόρια πυροσταφυλικού οξέος , ενώ τελικά παράγονται 2 μόρια ATP .

Κύκλος του κιτρικού οξέος (2ο στάδιο)

Στην αερόβια αναπνοή ο κύκλος του κιτρικού οξέως περιλαμβάνει αντιδράσεις που γίνονται στη μήτρα των μιτοχονδρίων χωρίς τη χρήση οξυγόνου . Αρχικά το πυροσταφυλικό οξύ μετατρέπεται σε ακετυλο-συνένζυμο Α και εισέρχεται στον κύκλο του κιτρικού οξέος ενώ παράλληλα σχηματίζονται 2 μόρια ATP και CO₂ .

Οξειδωτική φωσφορυλίωση (3ο στάδιο)

Οι αντιδράσεις αυτές πραγματοποιούνται στις αναδιπλώσεις της εσωτερικής μεμβράνης του μιτοχονδρίου με τη χρήση οξυγόνου . Κέρδος της διαδικασίας αυτής είναι 32 μόρια ATP και νερό .

Οπότε από ένα μόριο γλυκόζης παράγονται 36 μόρια ATP .

Έλεγχος της αερόβιας κυτταρικής αναπνοής

Οι αντιδράσεις της κυτταρικής αναπνοής δεν επαναλαμβάνονται συνεχώς , αλλά υπάρχει ένας μηχανισμός ο οποίος ελέγχει τη διεξαγωγή αυτών των αντιδράσεων , ανάλογα με τις ανάγκες του οργανισμού .

Αναερόβια αναπνοή

Οι πιο γνωστές μορφές της είναι η αλκοολική και η γαλακτική ζύμωση . Και στις δύο περιπτώσεις η γλυκόλυση είναι ίδια με της αερόβιας αναπνοής . Στη συνέχεια όμως τα δύο μόρια πυροσταφυλικού οξέος μετατρέπονται είτε σε δύο μόρια αιθυλικής αλκοόλης και δύο μόρια διοξειδίου του άνθρακα (**αλκοολική ζύμωση**) είτε σε δύο μόρια γαλακτικού οξέος (γαλακτική ζύμωση) . Η αλκοολική ζύμωση γίνεται κυρίως στις ζύμες αλλά και σε τμήματα φυτών . Επίσης η παραγωγή μπίρας κρασιού και άρτου βασίζονται στην αλκοολική ζύμωση . Η γαλακτική ζύμωση γίνεται σε μικροοργανισμούς (βακτήρια) αλλά και σε κύτταρα ανώτερων οργανισμών με την προϋπόθεση ότι δεν υπάρχει οξυγόνο . Επιπλέον σ ' αυτή τη ζύμωση βασίζεται κι η παρασκευή γαλακτοκομικών προϊόντων , όπως το τυρί και το γιαούρτι .

Παραγωγή ενέργειας από τη διάσπαση λιπιδίων και πρωτεϊνών

Οι υδατάνθρακες είναι οι πρώτες ουσίες στις οποίες ανατρέχει το κύτταρο για τη παραγωγή ενέργειας . Αν δεν διαθέτει υδατάνθρακες τότε ανατρέχει στα ουδέτερα λιπίδια που αρχικά διασπώνται σε λιπαρά , οξέα τα οποία είναι μόρια πλούσια σε ενέργεια , και γλυκερόλη . Τρίτες στη

σειρά είναι οι πρωτεΐνες οι οποίες επειδή έχουν πολύ σημαντικό λειτουργικό και δομικό ρόλο χρησιμοποιούνται πολύ σπάνια .

Σχέση φωτοσύνθεσης και κυτταρικής αναπνοής

Η κυτταρική αναπνοή είναι η αντίστροφη διαδικασία της φωτοσύνθεσης ως μεταβολική διαδικασία . Επομένως η ισορροπία ανάμεσα στις δύο διαδικασίες διατηρεί9 και την ισορροπία ανάμεσα στο οξυγόνο και στο διοξείδιο του άνθρακα της ατμόσφαιρας .