

Κεφάλαιο τρίτο

3.1: Ενέργεια και οργανισμοί

Όλοι οι οργανισμοί εξασφαλίζουν την ενέργεια που χρειάζονται με την διάσπαση των θρεπτικών ουσιών της τροφής τους. Οι οργανισμοί που έχουν την ικανότητα να φωτοσυνθέτουν δεσμεύουν ηλιακή ενέργεια και, με ανόργανες ενώσεις του περιβάλλοντος, συνθέτουν τις απαραίτητες θρεπτικές ουσίες. Για να αξιοποιήσουν την ενέργεια και τα υλικά που παίρνουν πρέπει να τα μετατρέψουν σε ενώσεις, οι οποίες είτε θα οξειδωθούν και θα παραχθεί ενέργεια, είτε θα χρησιμοποιηθούν για την σύνθεση μορίων, απαραίτητων δομικών ή λειτουργικών συστατικών των οργανισμών.

Μεταβολισμός: Με τον μεταβολισμό τα κύτταρα διατηρούν σταθερές τις λειτουργίες τους ανεξάρτητα των μεταβολών του περιβάλλοντος. Χωρίζεται στον **καταβολισμό** που περιλαμβάνει αντιδράσεις διάσπασης πολύπλοκων ουσιών σε απλούστερες, με απόδοση ενέργειας (εξώθερμες) και στον **αναβολισμό** που περιλαμβάνει αντιδράσεις σύνθεσης πολύπλοκων χημικών ουσιών από πιο απλές, με κατανάλωση ενέργειας (ενδόθερμες). Η παραγόμενη στα κύτταρα ενέργεια αποθηκεύεται σε χημικούς δεσμούς βιομορίων, οι οποίοι απαιτούν ενέργεια, την οποία αποδίδουν όταν σπάζουν.

Μεταφορά ενέργειας στα κύτταρα.

Η μεταφορά ενέργειας, από το σημείο παραγωγής ως το σημείο κατανάλωσης, πραγματοποιείται με σύζευξη εξώθερμων και ενδόθερμων αντιδράσεων. Στις αντιδράσεις διάσπασης, μέρος της ενέργειας μετατρέπεται σε θερμότητα και απελευθερώνεται στο περιβάλλον. Το υπόλοιπο χρησιμοποιείται στις αντιδράσεις σύνθεσης και αποθηκεύεται στους χημικούς δεσμούς των προϊόντων της. Για την μεταφορά, χρησιμοποιείται το μόριο **τριφωσφορική αδενοσίνη (ATP)**, που είναι ένα τριφωσφορικό νουκλεοτίδιο. Οι τρεις φωσφορικές ομάδες βρίσκονται σε σειρά και οι χημικοί δεσμοί που ενώνουν τις δύο τελευταίες περικλείουν μεγάλο ποσό ενέργειας, για αυτό και λέγονται **δεσμοί υψηλής ενέργειας**, που είναι ασταθείς και διασπώνται εύκολα με υδρόλυση.

Το ATP παίρνει και στέλνει ενέργεια σε οποιοδήποτε μέρος του κυττάρου, και την αποδίδει με μια χημική αντίδραση. Σε αυτό βοηθά η δομή του, η δυνατότητα σχηματισμού του από ADP (διφωσφορική αδενοσίνη), ένα φωσφορικό οξύ και ενέργεια, και το ότι η αντίδραση είναι αμφίδρομη. Το ATP λέγεται ενεργειακό νόμισμα λόγω της μεσολάβησης του στις συναλλαγές των κυτταρικών διεργασιών.

Το ATP πρέπει συνεχώς να αναγεννάται από ADP και φωσφορικό οξύ. Αυτό γίνεται είτε με δέσμευση φωτεινής ενέργειας και μετατροπή της σε χημική, είτε με ενέργεια

προερχόμενη από αντιδράσεις διάσπασης οργανικών ουσιών. Το κύτταρο δεν αποθηκεύει μεγάλο αριθμό ATP γιατί τα χρησιμοποιεί αμέσως μόλις συντεθούν.

3.2: Ένζυμα-βιολογικοί καταλύτες.

Μηχανισμός δράσης των ενζύμων

Για να πραγματοποιηθούν πολλές χημικές αντιδράσεις πρέπει να προσφερθεί ενέργεια στα αντιδρώντα μόρια (**ενέργεια ενεργοποίησης**). Στο περιβάλλον εξασφαλίζεται με προσφορά θερμότητας. Οι απαιτήσεις του κυττάρου σε θερμότητα για τις μεταβολικές διεργασίες είναι απαγορευτικές για την επιβίωση του, Για αυτό και υπάρχει μηχανισμός μείωσης της ενέργειας ενεργοποίησης που στηρίζεται στην δράση των ενζύμων, που είναι πρωτεΐνες.

Τα **ένζυμα** καταλύουν αντιδράσεις που γίνονται και χωρίς αυτά, αυξάνοντας την ταχύτητα τους. Αυτό επιτυγχάνεται χάρη στον κατάλληλο προσανατολισμό των αντιδρώντων μορίων ή **μορίων υποστρωμάτων**, ο οποίος γίνεται στο **ενεργό κέντρο του ενζύμου**. Η σύνδεση των υποστρωμάτων με το ένζυμο κάνει ασταθείς τους δεσμούς των αντιδρώντων μορίων, δηλαδή σπάνε πιο εύκολα, πράγμα που απαιτείται για τον σχηματισμό των προϊόντων. Μερικές φορές, το ενεργό κέντρο αποκτά σχήμα συμπληρωματικό του σχήματος του υποστρώματος μετά την σύνδεση τους.

Τα ένζυμα είναι πρωτεϊνικά μόρια. Ορισμένες **ιδιότητες** τους είναι οι εξής:

I) Η καταλυτική τους δράση οφείλεται στην τριτοταγή τους δομή και χάνεται όταν η δομή αυτή πάψει να υπάρχει.

II) Δρουν πολύ γρήγορα.

III) Δεν συμμετέχουν στην αντίδραση που καταλύουν οπότε παραμένουν αναλλοίωτα και μπορούν να ξαναχρησιμοποιηθούν πολλές φορές έως ότου καταστραφούν.

IV) Η δραστηριότητα τους επηρεάζεται από την θερμοκρασία, το pH, την συγκέντρωση υποστρώματος και ενζύμου.

V) Εμφανίζουν υψηλό βαθμό εξειδίκευσης που οφείλεται στην διάταξη τους στο χώρο και στην δυνατότητα σύνδεσης του ενεργού κέντρου με το υπόστρωμα. Ένα ένζυμο καταλύει μια χημική αντίδραση ή μια σειρά πολύ συγγενικών αντιδράσεων.

Παράγοντες που επηρεάζουν τη δράση των ενζύμων.

1) **Θερμοκρασία:** Η ταχύτητα των αντιδράσεων μεταβάλλεται με την μεταβολή της θερμοκρασίας. Για κάθε ένζυμο υπάρχει μια τιμή (άριστη) στην οποία η ταχύτητα της αντίδρασης είναι η μέγιστη (για τα περισσότερα ένζυμα: 36-38 C). Με την αύξηση της θερμοκρασίας η ταχύτητα μειώνεται, επειδή ελαττώνεται η δραστηριότητα των ενζύμων.

Η μεταβολή αυτή μονιμοποιείται γύρω στους 50 C και δεν επανέρχεται με μείωση της θερμοκρασίας, λόγω καταστροφής της τριτοταγής δομής.

2) pH: Ισχυρά όξινο ή βασικό περιβάλλον επιφέρει την μερική ή ολική καταστροφή των ενζύμων. Για κάθε ένζυμο υπάρχει μια τιμή (άριστη) όπου η ταχύτητα είναι η μέγιστη (μεταξύ pH 5-9). Τα περισσότερα ενδοκυτταρικά ένζυμα δρουν άριστα σε pH 7, ενώ αυτά που εκκρίνονται και δρουν σε κοιλότητες του οργανισμού συμπεριφέρονται διαφορετικά.

3) Συγκέντρωση υποστρώματος: Αύξηση του υποστρώματος προκαλεί αύξηση της ταχύτητας αντίδρασης. Από ένα σημείο και μετά όμως περισσότερα μόρια υποστρώματος δεν αυξάνουν την ταχύτητα. Τα επιπλέον μόρια πρέπει να περιμένουν ώσπου τα μόρια του ενζύμου να ολοκληρώσουν τις αντιδράσεις που έχουν ήδη αναλάβει.

4) Συγκέντρωση ενζύμου: Για συγκεκριμένη συγκέντρωση υποστρώματος και τιμή θερμοκρασίας και pH, αύξηση της ποσότητας του ενζύμου θα φέρει αύξηση της ταχύτητας.

Υπάρχουν ουσίες που αναστέλλουν την δράση των ενζύμων και ονομάζονται **αναστολείς**. Χωρίζονται σε **αντιστρεπτούς**, που εμποδίζουν παροδικά την δράση των ενζύμων, και **μη αντιστρεπτούς**, που συνδέονται μόνιμα με το κύτταρο και δεν του επιτρέπουν περαιτέρω δράση.

Ορισμένα ένζυμα δρουν μόνο με την παρουσία μορίων μη πρωτεϊνικής φύσης, τους **συμπαράγοντες**. Αυτοί είναι ανόργανα ιόντα ή οργανικές ενώσεις. Στους τελευταίους ανήκουν και τα συνένζυμα, τα οποία είναι ή περιέχουν στο μόριο τους βιταμίνες. Κάποιο ένζυμο που χρειάζεται συνένζυμο για να δουλέψει, μόνο του, όπως και το συνένζυμο, είναι ανενεργά.

3.3:Φωτοσύνθεση

Αυτότροφοι και ετερότροφοι οργανισμοί.

Οι φωτοσυνθετικοί οργανισμοί παγιδεύουν την ηλιακή ενέργεια υπό μορφή ακτινοβολίας και την μετατρέπουν σε χημική, την οποία αποθηκεύουν σε οργανικά μόρια που παράγουν με την **φωτοσύνθεση**. Η φωτοσύνθεση είναι η σημαντικότερη μεταβολική διαδικασία με την οποία οι οργανισμοί παράγουν υδατάνθρακες από διοξείδιο του άνθρακα και νερό. Οι οργανισμοί που παράγουν μόνοι την τροφή τους λέγονται **αυτότροφοι/παραγωγοί**, ενώ αυτοί που την λαμβάνουν έτοιμη από το περιβάλλον τους **ετερότροφοι/καταναλωτές**. Οι οργανισμοί που διαθέτουν φωτοσυνθετικές χρωστικές μπορούν να φωτοσυνθέσουν, όπως τα φύκη και τα φυτά.

Σημασία της φωτοσύνθεσης

Οι οργανικές ουσίες που παράγουν οι φωτοσυνθετικοί οργανισμοί είναι πηγές θρεπτικών ουσιών για τους ετερότροφους οργανισμούς. Οι νεκροί οργανισμοί και τα απεκκρίματα ζώων διασπώνται απ'τους αποικοδομητές (βακτήρια, μύκητες). Τα προϊόντα μπορούν να ξαναχρησιμοποιηθούν απ'τους φωτοσυνθετικούς οργανισμούς για την σύνθεση οργανικής ύλης, μέσα απ'την κυκλική πορεία του οικοσυστήματος.

Η φωτοσύνθεση γίνεται στα πράσινα μέρη των φυτών (κυρίως φύλλα και βλαστός). Το φύλλο αποτελείται από 2 **επιδερμίδες** που καλύπτονται από **εφυμενίδα**. Ανάμεσα βρίσκεται το μεσόφυλλο που διασχίζεται από αγγεία. Η κάτω επιδερμίδα περιέχει μικρά ανοίγματα, τα στόματα, που περιβάλλονται από καταφρακτικά κύτταρα.

Το διοξείδιο του άνθρακα μέσω της διάχυσης φτάνει στους χλωροπλάστες. Το νερό του εδάφους, μαζί με ιόντα, μέσα απ'τις ρίζες και τα'αγγεία, φτάνει στα φύλλα. Το οξυγόνο που παράγεται εξέρχεται απ'τα στόματα στην ατμόσφαιρα (διαπνοή).

Στα κύτταρα η φωτεινή ακτινοβολία δεσμεύεται απ'τις φωτοσυνθ. χρωστικές, οι οποίες στ'άνωτερα φυτά βρίσκονται μέσα στα grana των χλωροπλάστων και είναι 2 κατηγοριών :χλωροφύλλες και καροτενοειδή. Οι χλωροφύλλες, πολύπλοκες οργανικές ενώσεις, φέρουν ένα άτομο μαγνησίου και απορροφούν το μπλε και το κόκκινο, ενώ ανακλούν πράσινο. Τα καροτενοειδή απορροφούν μπλε ακτινοβολία.

Το φθινόπωρο στα φυλλοβόλα φυτά οι χλωροφύλλες αποδομούνται και δεν ξανασηματίζονται γι'αυτό και εμφανίζονται ουσίες (καροτενοειδή και λοιπά) που ανακλούν χρώματα εκτός του πρασίνου. Αυτό γίνεται για να εξασφαλίζουν την τροφή τους αξιοποιώντας περισσότερες ακτίνες του ηλίου.

Πορεία της φωτοσύνθεσης

Η φωτοσύνθεση περιλαμβάνει 2 φάσεις, τη **φωτεινή** και τη **σκοτεινή**. Στη **φωτεινή** φάση μόρια χλωροφύλλης δεσμεύουν φωτεινή ενέργεια, διεγείρονται και μετά αποδιεγείρονται. Η ενέργεια στην αποδιέγερση προκαλεί τον ιονισμό άλλων μορίων χλωροφύλλης. Ενέργεια προερχόμενη από εδώ ή από άλλες πηγές προκαλεί την διάσπαση μορίων νερού σε O και H, καθώς και τον σχηματισμό ATP από ADP. Το O ελευθερώνεται στην ατμόσφαιρα ενώ το H δεσμεύεται απ'τα μόρια NADP που μετατρέπονται σε NADPH.

Στη σκοτεινή φάση γίνεται δέσμευση διοξειδίου του άνθρακα από μια πεντόζη και με μια σειρά αντιδράσεων (με βοήθεια ATP και NADPH) παράγονται γλυκόζη, νερό και άλλες ουσίες. Μέρος της γλυκόζης αποθηκεύεται ως άμυλο στους αμυλοπλάστες.

Παράγοντες που επηρεάζουν την φωτοσύνθεση:

I)Θερμοκρασία: Επηρεάζει την ταχύτητα των ενζυμικών αντιδράσεων. Άρα σε υψηλή και σταθερή ένταση φωτός με αύξηση θερμοκρασίας έχουμε αύξηση απόδοσης. Μετά τους 30 C τα ένζυμα καταστρέφονται κ η απόδοση μειώνεται.

II)Φως: Στους 20 °C κ σε κανονική συγκέντρωση CO₂ στην ατμόσφαιρα η απόδοση αυξάνεται με την αύξηση της έντασης του φωτός μέχρι ένα σημείο. Μετά η απόδοση μένει σταθερή.

III)CO₂: Σε υψηλή ένταση φωτός κ σταθερή θερμοκρασία η απόδοση αυξάνεται με την αύξηση συγκέντρωσης CO₂ στον αέρα μέχρι ένα σημείο. Μετά μένει σταθερή.

IV)Νερό: Σε συνθήκες ξηρασίας έχουμε ελάττωση την απόδοσης γιατί τα στόματα θα μείνουν κλειστά για να μην χάνουν νερό, μη επιτρέποντας παράλληλα την είσοδο CO₂ που απαιτείται για την σύνθεση υδατανθρακών στη σκοτεινή φάση.

V)Ανόργανα άλατα: Τα φυτά για να διατηρήσουν την δομή και τη λειτουργικότητα τους χρειάζονται, πέρα από νερό και CO₂, και άλλες χημικές ενώσεις και στοιχεία, μη παραγόμενα κατά την φωτοσύνθεση.

3.4:Κυτταρική αναπνοή

Μετά την είσοδο της τροφής στο πεπτικό σύστημα, αρχίζει η διάσπαση της. Οι ουσίες μεγάλου μοριακού βάρους διασπώνται σε απλούστερες και φτάνουν στους ιστούς. Στα κύτταρα, χρησιμοποιούνται είτε για την σύνθεση νέων μεγαλομοριακών ενώσεων (απαραίτητα δομικά ή λειτουργικά συστατικά), είτε οξειδώνονται αποδίδοντας χημική ενέργεια μέσω της **κυτταρικής αναπνοής**. Οι αντιδράσεις οξείδωσης τροφοδοτούνται με χημικές ουσίες από συστατικά του κυττάρου. Οι απλούστερες ενώσεις αξιοποιούνται είτε για παραγωγή ενέργειας, είτε για παραγωγή νέων μακρομορίων. Μέρος ενέργειας απελευθερώνεται ως θερμότητα και το υπόλοιπο διατίθεται στα κύτταρα με μορφή ATP. Η κυτταρική αναπνοή γίνεται είτε με βοήθεια O (αερόβια), είτε χωρίς O(αναερόβια). Το κύτταρο παράγει ενέργεια διασπώντας υδατάνθρακες και λίπη, αλλά και πρωτεΐνες αν υπάρχει ανάγκη.

Παραγωγή ενέργειας από διάσπαση υδατανθρακών(γλυκόζη)

Η διάσπαση της γλυκόζης περιλαμβάνει 3 στάδια:

1)Γλυκόλυση: Γίνεται στο κυτταρόπλασμα (χωρίς O). Ένα μόριο γλυκόζης διασπάται σε 2 μόρια τριοζών και μετά σε 2 μόρια πυροσταφυλικού οξέος. Το κύτταρο κερδίζει 2 μόρια ATP. Αν υπάρχει O, το πυροσταφ. οξύ εισέρχεται στο μιτοχόνδριο και οξειδώνεται πλήρως(αερόβια αναπνοή). Αν δεν υπάρχει, το πυροσταφ. οξύ μετατρέπεται σε αιθυλική αλκοόλη κ CO₂ ή σε γαλακτικό οξύ.

Αερόβια αναπνοή: 2)Κύκλος του κιτρικού οξέος(κύκλος του Krebs). Στον κύκλο αυτό γίνονται αντιδράσεις στη μήτρα των μιτοχονδρίων χωρίς O. Το πυροσταφ. οξύ μετατρέπεται σε ακετυλο-συνένζυμο Α κ εισέρχεται στον κύκλο(έχει παραχθεί και CO₂). Τώρα σχηματίζονται ATP και CO₂. Ενεργειακό κέρδος είναι 2 μόρια ATP.

3)οξειδωτική φωσφορυλίωση:Οι αντιδράσεις γίνονται στις αναδιπλώσεις της εσωτερικής μεμβράνης του μιτοχονδρίου (χρησιμοποιείται O). Απελευθερώνεται ενέργεια, μέρος της οποίας χρησιμεύει στην παραγωγή 32 μορίων ATP από ADP + Pi, ενώ παράγεται νερό.

Οι αντιδράσεις τις κυτταρικής αναπνοής δεν επαναλαμβάνονται διαρκώς γιατί υπάρχει μηχανισμός που ελέγχει την διεξαγωγή τους ανάλογα με τις ανάγκες του κυττάρου. Ακόμα, οι αντιδράσεις του κύκλου του κιτρικού οξέος δεν γίνονται σε αναερόβιες συνθήκες γιατί τα προϊόντα θα συσσωρεύονταν στο κύτταρο, ενώ πρέπει να καταναλωθούν, και αυτό γίνεται μόνο μέσα απ'την αντίδραση της οξειδωτικής φωσφορυλίωσης(όπου χρειάζεται το οξυγόνο).

Αναερόβια αναπνοή κάνουν μικροοργανισμοί αλλά και κύτταρα πολυκύτταρων οργαν. Γνωστές περιπτώσεις αυτής είναι η αλκοολική και η γαλακτική ζύμωση. Και στις 2, μέσω της γλυκόλυσης, από ένα μόριο γλυκόζης προκύπτουν 2 μόρια πυροσταφ. οξέος με απόδοση 2 μόρια ATP. Το πυροσταφ. μετατρέπεται σε 2 μόρια αιθυλικής αλκοόλης κ 2 μόρια CO₂(αλκοολ. ζύμωση), είτε σε 2 μόρια γαλακτικού οξέος(γαλακτ. ζύμωση)

Η αλκοολ. ζυμ. γίνεται στις **ζύμες** (μύκητες) και σε τμήματα φυτών. Έτσι παράγονται η μπύρα, το κρασί και το ψωμί.

Η γαλακτ. ζυμ. γίνεται σε μικροοργ. και σε κύτταρα ανώτερων οργανισμών (μυϊκά). Έτσι παράγονται το γιαούρτι και το τυρί.

Μπορεί να γίνει παραγωγή ενέργειας από διάσπαση ουδετέρων λίπων σε γλυκερόλη κ λιπαρά οξέα (είναι μόρια πλούσια σ'ενέργεια). Οι πρωτεΐνες, επειδή έχουν σημαντικό λειτουργικό-δομικό ρόλο για το κύτταρο, διασπώνται μόνο όταν δεν υπάρχουν λιπίδια ή σάκχαρα. Υδρολύονται σε αμινοξέα και απομακρύνονται οι αμινομάδες. Το υπόλοιπο μόριο είτε εισέρχεται στον κύκλο του Κρεμπς, είτε πρώτα μετατρέπεται σε πυροσταφ. οξύ ή ακετυλο-συνένζυμο Α και μετά οξειδώνεται.