The background features a minimalist design with three blue circles of varying sizes. A large circle is positioned in the upper right, a medium circle is centered, and a very large circle is in the lower right. Thin blue lines intersect these circles, creating a geometric pattern.

Μεταβολισμός και Βιοενεργητική

[Τίτλος εγγράφου]

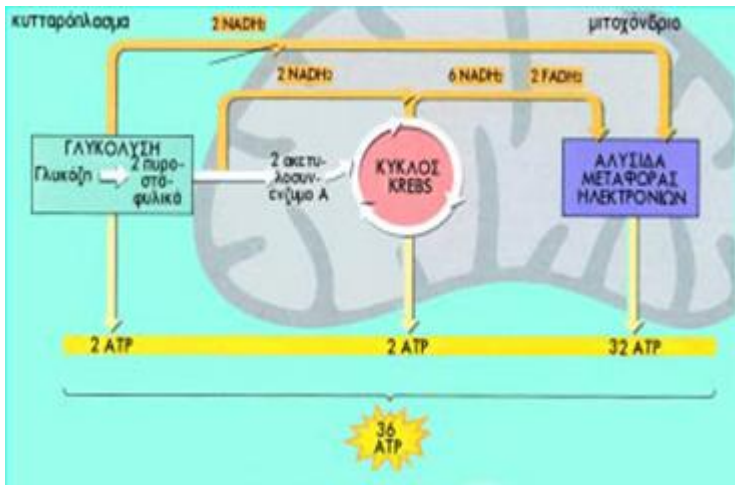
ΣΠΥΡΟΣ Ξ.
Β' 2

ΑΠΡΙΛΙΟΣ 2013

Μεταβολισμός

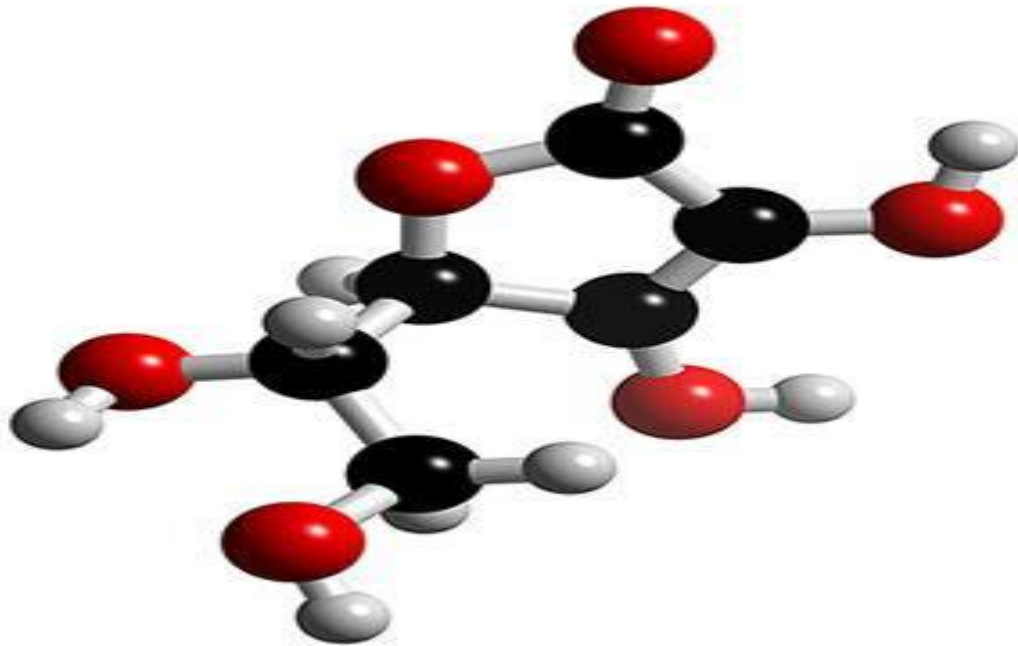
- Εισαγωγή

Πολύ μεγάλο ρόλο στην λειτουργία ενός οργανισμού παίζει η ενέργεια και η κατάλληλη αξιοποίησή της. Ο άνθρωπος απαιτεί μεγάλα ποσά ενέργειας για να εκτελέσει στοιχειώδεις διαδικασίες στην καθημερινότητά του, να παράγει δηλαδή έργο. Θα παρατηρήσουμε, λοιπόν, ότι όλοι οι μικροοργανισμοί έχουν ανάγκη από ποσά ενέργειας για εκτελέσουν κάποια συγκεκριμένη δουλειά αν αποτελούν τμήμα ενός μεγαλύτερου οργανισμού ή για να εκτελέσουν απαραίτητες διαδικασίες για να διατηρηθούν στη ζωή (π.χ. Κυτταρική αναπνοή).



- Περιεχόμενα

- 1) Ενέργεια και οργανισμοί
- 2) Ένζυμα - βιολογικοί καταλύτες
- 3) Φωτοσύνθεση
- 4) Κυτταρική αναπνοή



1. Ενέργεια και οργανισμοί

Όπως αναφέρθηκε όλοι οι οργανισμοί απαιτούν ποσά ενέργειας για να επιβιώσουν. Οι οργανισμοί που δεν φωτοσυνθέτουν, δηλαδή οι οργανισμοί που δεν είναι φυτικοί, εξασφαλίζουν αυτά τα απαραίτητα ποσά ενέργειας από την τροφή που τους εξασφαλίζει το περιβάλλον τους. Η ενέργεια και τα υλικά που προσλαμβάνουν οι οργανισμοί με την τροφή δεν μπορούν να τα αξιοποιήσουν άμεσα. Η αξιοποίησή τους απαιτεί την διάσπαση τους και τη μετατροπή τους σε χημικές ενώσεις που θα προσδώσουν ενέργεια αφού οξειδωθούν ή θα αποτελέσουν τα "θεμέλια" για τη σύνθεση μορίων απαραίτητων για τη δομή ή την καλή λειτουργία των οργανισμών. Το σύνολο αυτών των αντιδράσεων που απαιτούνται για συμβούν οι προαναφερόμενες διαδικασίες ονομάζεται *μεταβολισμός*. Με τις λειτουργίες του μεταβολισμού ο οργανισμός διατηρεί σταθερές τις συνθήκες λειτουργίας του παρά τις μεταβολές που μπορεί να συμβαίνουν στο περιβάλλον.

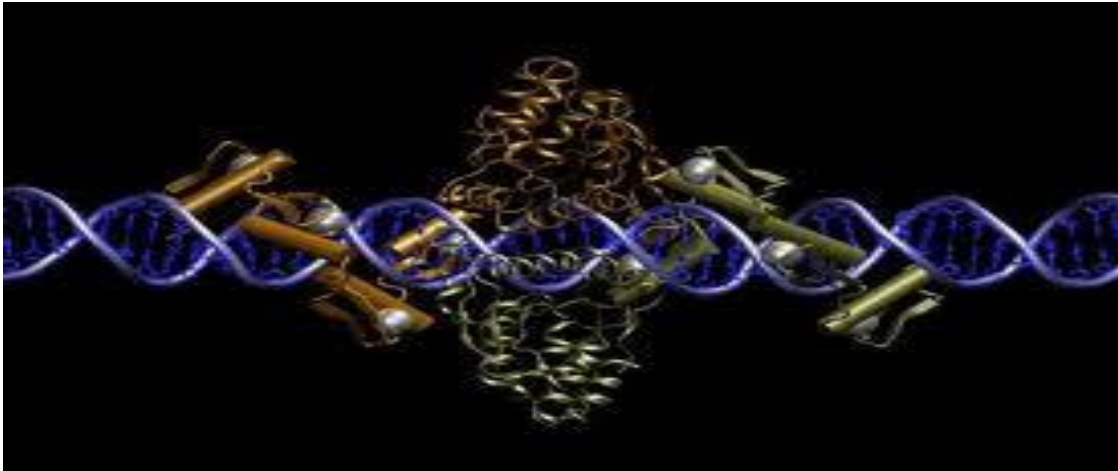
Ο μεταβολισμός χωρίζεται σε δυο σκέλη, τον *καταβολισμό* και τον *αναβολισμό*. Ο καταβολισμός περιλαμβάνει τις αντιδράσεις με τις οποίες διασπώνται πολύπλοκες ουσίες σε απλούστερες αποδίδοντας παράλληλα ενέργεια. Οι καταβολικές αντιδράσεις, δηλαδή, είναι εξώθερμες. Ο αναβολισμός περιλαμβάνει αντιδράσεις σύνθεσης πολύπλοκων χημικών ουσιών από πιο απλές καταναλώνοντας ταυτόχρονα ένα ποσό ενέργειας. Οι αναβολικές αντιδράσεις είναι ενδόθερμες. Η ενέργεια που παράγεται αποθηκεύεται σε χημικούς δεσμούς βιομορίων.

Μεταφορά ενέργειας στα κύτταρα

Για την μεταφορά της ενέργειας μέσα στα κύτταρα από το σημείο που η ενέργεια παράγεται ως το σημείο που καταναλώνεται δηλαδή από τις εξώθερμες αντιδράσεις διάσπασης ως τις ενδόθερμες αντιδράσεις σύνθεσης απαιτείται σύζευξη μεταξύ των εξώθερμων και των ενδόθερμων αντιδράσεων. Όταν γίνεται μια αντίδραση διάσπασης, ένα μέρος της θερμότητας που απελευθερώνεται αποδίδεται στο περιβάλλον με μορφή θερμότητας ενώ το υπόλοιπο ποσό καταναλώνεται για να προχωρήσει μια αντίδραση σύνθεσης που απαιτεί ενέργεια. Η ενέργεια που προσφέρθηκε στην τελευταία αντίδραση αποθηκεύεται τελικά στους χημικούς δεσμούς των προϊόντων της.

Σε όλα τα κύτταρα για την μεταφορά της χημικής ενέργειας από τις εξώθερμες στις ενδόθερμες αντιδράσεις χρησιμοποιείται το μόριο *τριφωσφορική αδενοσίνη (ATP)*. Το ATP είναι ένα τριφωσφορικό νουκλεοτίδιο. Τα τρία P βρίσκονται σε σειρά και οι χημικοί δεσμοί που ενώνουν τα δυο τελευταία περικλείουν μεγάλο ποσό ενέργειας γι' αυτό και χαρακτηρίζονται ως δεσμοί υψηλής ενέργειας. Αυτοί οι δεσμοί είναι ιδιαίτερα ασταθείς και διασπώνται εύκολα με υδρόλυση.

Το ATP παραλαμβάνει και μεταφέρει ενέργεια σε οποιοδήποτε μέρος του κυττάρου γρήγορα και με μια μόνο χημική αντίδραση. Σ' αυτό βοηθά 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 στις συναλλαγές μεταξύ των κυτταρικών διεργασιών που αποδίδουν και αυτών που καταναλώνουν ενέργεια, χαρακτηρίζεται ως *ενεργειακό νόμισμα*. Το ATP, ως ο κύριος, άμεσος δότης ενέργειας για τα κύτταρα θα πρέπει συνεχώς να αναδομείται από ADP και φωσφορικό οξύ. Όταν η ενέργεια των ATP εξαντληθεί, τα ADP "επαναφορτίζονται". Στη φύση αυτό γίνεται με δυο τρόπους: με δέσμευση φωτεινής ενέργειας και μετατροπή της σε χημική κατά τη φωτοσύνθεση είτε με ενέργεια που προέρχεται από διάσπαση οργανικών ουσιών, όπως η οξείδωση της γλυκόζης. Θα πρέπει να τονιστεί ότι το κύτταρο δεν αποθηκεύει μεγάλο αριθμό μορίων ATP, τα χρησιμοποιεί αμέσως μόλις αυτά συντεθούν. Το ποσό του ATP που βρίσκεται στο σώμα του σε κάθε δεδομένη στιγμή δεν υπερβαίνει το 1g. Κάθε δευτερόλεπτο παράγονται από κάθε κύτταρο 10 εκατομμύρια μόρια ATP και υδρολύονται άλλα τόσα.



2. Ένζυμα - Βιολογικοί καταλύτες

Για να πραγματοποιηθούν οι αντιδράσεις του μεταβολισμού πρέπει να προσφερθεί ένα ποσό ενέργειας (*ενέργεια ενεργοποίησης*) μέσω της θερμότητας. Το ποσό θερμότητας που θα μπορούσαμε να προσφέρουμε σε ένα κύτταρο στο εργαστήριο είναι απαγορευτικό για την επιβίωσή του καθώς και ο χρόνος που απαιτείται για να ολοκληρωθούν οι μεταβολικές διαδικασίες πολύ μεγάλος. Τα κύτταρα για να μειώσουν την ενέργεια ενεργοποίησης στηρίζονται στη δράση ενζύμων που είναι πρωτεΐνες.

Τα *ένζυμα* καταλύουν αντιδράσεις που θα μπορούσαν να γίνουν και χωρίς την παρουσία τους. Με την παρουσία τους, όμως, η ταχύτητα των αντιδράσεων αυξάνεται μέχρι 100 εκατομμύρια φορές. Αυτό επιτυγχάνεται με τον κατάλληλο προσανατολισμό *μορίων - υποστρωμάτων*. Ο προσανατολισμός αυτών των μορίων γίνεται στο *ενεργό κέντρο* του ενζύμου, μια μικρή περιοχή του. Η σύνδεση των αντιδρώντων μορίων με αυτό μοιάζει με το "ταίριασμα του κλειδιού στην κλειδαριά". Η σύνδεση των υποστρωμάτων με το ένζυμο έχει σαν αποτέλεσμα να γίνονται ασταθείς οι δεσμοί των αντιδρώντων μορίων. "Σπάνε πιο εύκολα", κάτι που κρίνεται απαραίτητο για το σχηματισμό προϊόντων.

Ιδιότητες των ενζύμων

Οι κυριότερες ιδιότητές τους είναι :

- Η καταλυτική δράση των ενζύμων καθορίζεται από την τριτοταγή δομή του πρωτεϊνικού μορίου και χάνεται όταν η δομή αυτή πάψει να υπάρχει.
- Δρουν πολύ γρήγορα.
- Δε συμμετέχουν στην αντίδραση που καταλύουν και παραμένουν αναλλοίωτα και μετά το τέλος της αντίδρασης μπορούν να ξαναχρησιμοποιηθούν μέχρι να καταστραφούν.
- Εμφανίζουν υψηλό βαθμό εξειδίκευσης, που οφείλεται στη διάταξή τους στο χώρο και στη δυνατότητα σύνδεσης του ενεργού κέντρου με το υπόστρωμα. Ένα ένζυμο καταλύει μία χημική αντίδραση ή μια σειρά από συγγενικές χημικές αντιδράσεις.
- Η δραστηριότητα των ενζύμων επηρεάζεται από διάφορους παράγοντες όπως η θερμοκρασία και το pH.

Τα ένζυμα ανάλογα με το αν δρουν μέσα στα κύτταρα του οργανισμού ή έξω από αυτά, σε κοιλότητες όπως το στομάχι, διακρίνονται σε *ενδοκυτταρικά* και *εξωκυτταρικά* αντίστοιχα. Μέσα στο κύτταρο τα ένζυμα βρίσκονται είτε ελεύθερα είτε δεσμευμένα πάνω σε μεμβράνες. Αυτό προσδιορίζει και το χώρο που μπορεί να λάβει χώρα η αντίδραση την οποία κάθε ένζυμο καταλύει.

Παράγοντες που επηρεάζουν τη δράση των ενζύμων

Οι παράγοντες αυτοί εξαρτώνται απ' την τριτοταγή δομή των πρωτεϊνικών μορίων.

Θερμοκρασία : Στις ενζυμικές αντιδράσεις η ταχύτητά τους εξαρτάται απ' την μεταβολή της θερμοκρασίας τους. Για κάθε ένζυμο μια ορισμένη θερμοκρασία για την οποία η ταχύτητα αντίδρασης γίνεται μέγιστη. Τα περισσότερα ένζυμα δρουν άριστα σε θερμοκρασίες περίπου ίσες με τη θερμοκρασία του ανθρώπινου σώματος. Με την αύξηση της θερμοκρασίας πάνω από αυτό το όριο η ταχύτητα πέφτει καθώς μειώνεται η δραστηριότητα των ενζύμων. Γύρω στους 50 C η μεταβολή στη δραστηριότητα των ενζύμων γίνεται "μόνιμη".

pH : Τα ένζυμα επηρεάζονται απ' τις μεταβολές του pH. Ισχυρά όξινο ή αλκαλικό περιβάλλον μπορεί να προκαλέσει την μερική ή την ολική καταστροφή τους. Για κάθε ένζυμο υπάρχει μια ορισμένη τιμή pH, στην οποία η ταχύτητα αντίδρασης που καταλύει είναι η μέγιστη. Για τα περισσότερα ένζυμα η τιμή αυτή κυμαίνεται μεταξύ pH 5 και pH 9. Τα περισσότερα ενδοκυτταρικά ένζυμα δρουν άριστα γύρω στο 7.

Συγκέντρωση υποστρώματος : Η αύξηση της συγκέντρωσης του υποστρώματος οδηγεί συνήθως σε αύξηση της ταχύτητας αντίδρασης. Από ένα σημείο και πέρα, όμως, περισσότερα μόρια υποστρώματος δεν οδηγούν σε μεγαλύτερη ταχύτητα αντίδρασης λόγω της πλήρους κάλυψης από το υπόστρωμα του ενεργού κέντρου των διαθέσιμων μορίων του ενζύμου.

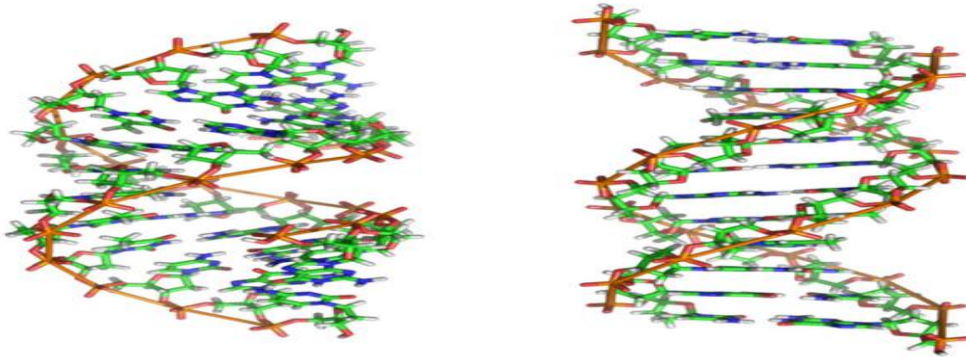
Συγκέντρωση ενζύμου : Για δεδομένη συγκέντρωση υποστρώματος και για συγκεκριμένη τιμή pH και θερμοκρασίας, η ταχύτητα της αντίδρασης αυξάνεται με την αύξηση της ποσότητας του ενζύμου.

Αναστολείς της δράσης των ενζύμων

Υπάρχουν ουσίες που αναστέλλουν τη δράση των ενζύμων, οι *αναστολείς*. Διακρίνονται σε αντιστρεπτούς και μη αντιστρεπτούς. Σ' αυτούς ανήκουν διάφορα αέρια και ιόντα βαρέων μετάλλων.

Συμπαράγοντες ενζύμων

Ορισμένα ένζυμα είναι δραστικά μόνο με την παρουσία ουσιών που ονομάζονται *συμπαράγοντες*. Οι συμπαράγοντες μπορεί να είναι ανόργανα ιόντα ή και οργανικές ενώσεις. Στην τελευταία κατηγορία ανήκουν τα *συνένζυμα*. Πολλά από αυτά είναι βιταμίνες ή περιέχουν στο μόριό τους βιταμίνες. Ο οργανισμός μας συνθέτει μόνο μερικές από αυτές γι' αυτό πρέπει να βρίσκονται στη διατροφή μας. Όταν κάποιο ένζυμο χρειάζεται ένα συνένζυμο για να δράσει τότε μόνο του, όπως και το συνένζυμο, θα είναι ανενεργά.



3. Φωτοσύνθεση

Η ζωή στον πλανήτη μας στηρίζεται στην ενέργεια του Ήλιου που εκπέμπεται υπό μορφή ακτινοβολίας και μικρό μέρος αυτής παγιδεύεται από τους φωτοσυνθετικούς οργανισμούς. Η φωτεινή ενέργεια μετατρέπεται σε χημική και αποθηκεύεται σε οργανικά μόρια τα οποία παράγουν αυτοί οι οργανισμοί μέσα απ' την διαδικασία της *φωτοσύνθεσης*. Η φωτοσύνθεση ίσως αποτελεί την πιο σημαντική μεταβολική διαδικασία απ' όσες γίνονται στη βιόσφαιρα. Η δέσμευση της ενέργειας γίνεται απ' την χλωροφύλλη και άλλες φωτοσυνθετικές χρωστικές. Με τη βοήθειά τους οι οργανισμοί συνθέτουν υδατάνθρακες (γλυκόζη), χρησιμοποιώντας απλές ανόργανες ενώσεις όπως το διοξείδιο του άνθρακα και το νερό.

Οι φωτοσυνθετικοί οργανισμοί ανήκουν στους ανήκουν στους *αυτότροφους* επειδή παράγουν μόνοι τους τις απαραίτητες οργανικές ενώσεις. Οι υπόλοιποι, δηλαδή αυτοί που αναγκάζονται να προμηθεύονται έτοιμες τις τροφές τους απ' το περιβάλλον χαρακτηρίζονται ως *παραγωγοί* ή *καταναλωτές*. Όλοι οι οργανισμοί που διαθέτουν φωτοσυνθετικές χρωστικές έχουν ικανότητα φωτοσύνθεσης ενώ όλοι οι οργανισμοί στον πλανήτη μας εξαρτώνται άμεσα ή έμμεσα από τη φωτοσύνθεση. Οι φωτοσυνθετικές οργανικές ουσίες που παράγονται απ' τους φωτοσυνθετικούς οργανισμούς αποτελούν πηγές θρεπτικών ουσιών για ετερότροφους οργανισμούς μέσω των τροφικών αλυσίδων. Άμεσα για τους φυτοφάγους και έμμεσα για τους σαρκοφάγους. Οι νεκροί των ζωικών και των φυτικών οργανισμών διασπώνται σε μια κατηγορία ετερότροφων οργανισμών, τους *αποικοδομητές* Σ' αυτούς ανήκουν βακτήρια και μύκητες. Τα προϊόντα της φωτοσύνθεσης μπορούν να ξαναχρησιμοποιηθούν απ' τα φυτά.

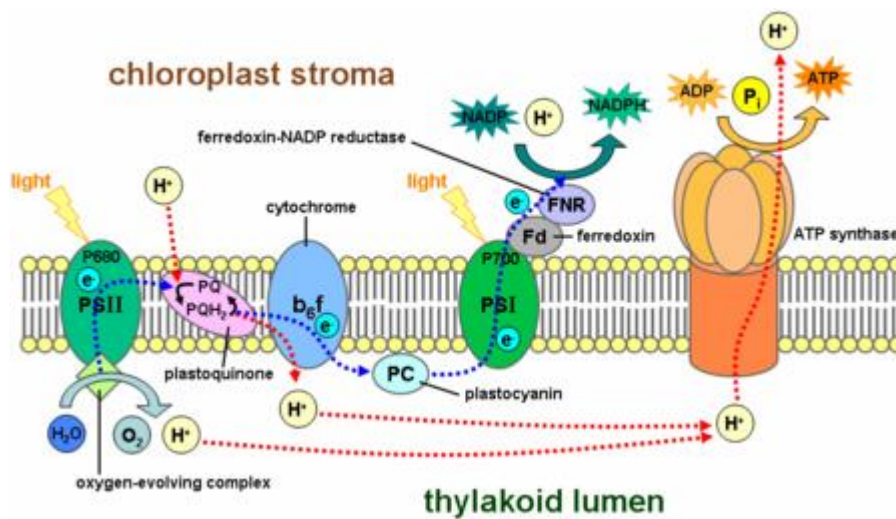
Οι φωτοσύνθεση γίνεται στα πράσινα μέρη των φυτών, δηλαδή στα φύλλα τους και συχνά στον βλαστό τους. Στην δομή του φύλλου παρατηρούμε την πάνω και την κάτω επιδερμίδα που συνήθως καλύπτονται από εφυμένιδα. Ανάμεσα στις επιδερμίδες βρίσκεται το μεσόφυλλο, που διασχίζεται από αγγεία. Η κάτω επιδερμίδα έχει μικρά ανοίγματα, τα στόματα τα οποία διαθέτουν πολλούς χλωροπλάστες. Κατά την φωτοσύνθεση παράγεται οξυγόνο το οποίο εξέρχεται από τα στόματα των φύλλων στην ατμόσφαιρα. Η άντληση νερού απ' το έδαφος και η ροή του στα αγγεία διευκολύνεται με την ιδιοπνοή. Το άνοιγμα και το κλείσιμο των στομάτων επιτρέπει στο φυτό να ελέγχει το

ρυθμό εξάτμισης του νερού.

Φωτοσυνθετικές χρωστικές

Το ορατό φως, που αποτελεί ένα μικρό μόνο μέρος της ηλιακής ακτινοβολίας, όταν περνά μέσα από ένα πρίσμα αναλύεται σε ακτινοβολίες διαφόρων μηκών κύματος. Αυτές αντιστοιχούν στα χρώματα ιώδες, μπλε, πράσινο, κίτρινο, πορτοκαλί και κόκκινο. Στο κύτταρο η φωτοσυνθετική ακτινοβολία δεσμεύεται από φωτοσυνθετικές χρωστικές. Στα ανώτερα φυτά, οι χρωστικές αυτές, βρίσκονται μέσα στα grana των χλωροπλαστών και ανήκουν σε δυο κατηγορίες, τις χλωροφύλλες και τα καροτενοειδή ενώ οι συνηθέστερες κατηγορίες χλωροφυλλών είναι οι α και β. Οι χλωροφύλλες απορροφούν κυρίως την μπλε και την ερυθρή ακτινοβολία και ανακλούν την πράσινη, δίνοντας στα φυτά το χαρακτηριστικό πράσινο χρώμα τους.

Πορεία της φωτοσύνθεσης



Η φωτοσύνθεση περιλαμβάνει δύο ομάδες αντιδράσεων. Τις αντιδράσεις της *φωτεινής φάσης* και αυτές της *σκοτεινής φάσης*. Κατά τη φωτεινή φάση η φωτεινή ενέργεια χρησιμοποιείται για τη σύνθεση μορίων ATP και τη δημιουργία υδρογόνου. Κατά τη σκοτεινή φάση που γίνεται στο στρώμα των χλωροπλαστών. Τα μόρια του ATP και του υδρογόνου που παρήχθησαν κατά τη φωτεινή φάση χρησιμοποιούνται για την μετατροπή του διοξειδίου του άνθρακα σε υδατάνθρακες (γλυκόζη).

Κατά τη φωτεινή φάση τα μόρια χλωροφύλλης που βρίσκονται κατά ομάδες στα grana των χλωροπλαστών, δεσμεύουν φωτεινή ενέργεια, διεγείρονται και στη συνέχεια αποδιεγείρονται. Η ενέργεια που αποδίδεται κατά την αποδιέγερση των μορίων αυτών προκαλεί ιονισμό άλλων μορίων χλωροφύλλης. Μέρος της ενέργειας που παράγεται από τις διαδικασίες αυτές όπως και ενέργεια προερχόμενη από άλλες πηγές, προκαλεί τη διάσπαση μορίων νερού σε υδρογόνο και οξυγόνο (φωτόλυση νερού). Παράλληλα, σχηματίζεται ATP από ADP.

Κατά το πρώτο βήμα της σκοτεινής φάσης όλες οι αντιδράσεις γίνονται με τη δέσμευση του διοξειδίου του άνθρακα από μια πεντόζη. Ακολουθεί μια σειρά αντιδράσεων κατά τις οποίες παράγεται τελικά γλυκόζη και άλλες ουσίες. Στα προϊόντα αυτών των αντιδράσεων περιλαμβάνεται και νερό. Στα φυτά μέρος της γλυκόζης που σχηματίζεται αποθηκεύεται με την μορφή αμύλου στους αμυλοπλάστες.

Παράγοντες που επηρεάζουν την απόδοση της φωτοσύνθεσης

Η θερμοκρασία- Η ταχύτητα της φωτοσύνθεσης επηρεάζεται από τη θερμοκρασία γιατί επηρεάζει την δράση των ενζύμων. Σε σταθερή, υψηλή ένταση φωτός, με την απόδοση της θερμοκρασίας επηρεάζεται και η απόδοση της φωτοσύνθεσης. Όταν η θερμοκρασία ξεπεράσει τους 30 βαθμούς τα ένζυμα καταστρέφονται και η απόδοση μειώνεται.

Το φως- Σε θερμοκρασία 20 βαθμών και κανονικά συγκέντρωση διοξειδίου του άνθρακα στην ατμόσφαιρα η απόδοση της φωτοσύνθεσης αυξάνεται με την ένταση του φωτός. Αυτό γίνεται μέχρι ένα ορισμένο σημείο, από εκεί και πέρα η θερμοκρασία παραμένει σταθερή.

Το διοξείδιο του άνθρακα- Η απόδοση της φωτοσύνθεσης εξαρτάται και απ' τη συγκέντρωση διοξειδίου του άνθρακα. Σε υψηλή ένταση φωτός και σταθερή θερμοκρασία η απόδοση της φωτοσύνθεσης αυξάνεται με την αύξηση της συγκέντρωσης του διοξειδίου του άνθρακα στον αέρα. Αυτό γίνεται μέχρι ένα σημείο και μετά παραμένει σταθερή.

Το νερό- Είναι δύσκολο να εκτιμήσουμε τις επιπτώσεις από την έλλειψη νερού στις διάφορες λειτουργίες ενός φυτού. Η ελάττωση της απόδοσης σε συνθήκες ξηρασίας οφείλεται όχι μόνο στην έλλειψη νερού αλλά και στο κλείσιμο των στομάτων. Το φυτό κλείνει τα στόματα, για να εμποδίσει την απώλεια νερού μέσω της διαπνοής. Ταυτόχρονα όμως κλείνει την είσοδο για το διοξείδιο του άνθρακα που είναι απαραίτητο κατά τη σκοτεινή φάση της φωτοσύνθεσης.

Τα ανόργανα άλατα- Τα φυτά δεν μπορούν να αναπτυχθούν χρησιμοποιώντας μόνο

διοξειδίο του άνθρακα και νερό. Για διατηρήσουν την λειτουργικότητά τους χρειάζονται και άλλες χημικές ενώσεις που δεν παράγονται με τη φωτοσύνθεση. Για τη σύνθεση του μορίου της χλωροφύλλης είναι απαραίτητα το άζωτο και το μαγνήσιο. Όταν υπάρχει έλλειψη αυτών των στοιχείων ή χημικών ενώσεων τότε τα φύλλα παραμένουν κίτρινα και η ταχύτητα της φωτοσύνθεσης παραμένει χαμηλή.

Κυτταρική αναπνοή

Σε κάθε κύτταρο οι απλές ουσίες, που προέρχονται από τη διάσπαση των μεγαλομοριακών ενώσεων, αξιοποιούνται με δύο τρόπους. Είτε χρησιμοποιούνται για τη σύνθεση νέων μεγαλομοριακών ενώσεων, που είτε είναι απαραίτητες ως δομικά ή λειτουργικά συστατικά του κυττάρου είτε οξειδώνονται, αποδίδοντας σταδιακά χημική ενέργεια μέσω της *κυτταρικής αναπνοής*. Συχνά αυτές οι αντιδράσεις οξείδωσης τροφοδοτούνται με χημικές ενώσεις που προέρχονται από χρησιμοποιημένα συστατικά του κυττάρου. Ένα μέρος που παράγεται απ' τις αντιδράσεις οξείδωσης ελευθερώνεται ως θερμότητα και δεν μπορεί να χρησιμοποιηθεί και δεν μπορεί να αξιοποιηθεί για τις διάφορες κυτταρικές λειτουργίες. Η υπόλοιπη ενέργεια διατίθεται σαν ATP. Η κυτταρική αναπνοή γίνεται με τη βοήθεια οξυγόνου, οπότε λέγεται αερόβια αναπνοή, ή χωρίς και λέγεται αναερόβια. Το κύτταρο διασπά συνήθως υδατάνθρακες και λίπη όταν όμως υπάρχει ανάγκη διασπά και πρωτεΐνες.

Παραγωγή ενέργειας από τη διάσπαση γλυκόζης

Η διάσπαση γλυκόζης περιλαμβάνει τρεις διαδικασίες, τη γλυκόλυση, τον κύκλο του κιτρικού οξέος ή κύκλο του Κρεμπς και την οξειδωτική φωσφολυρίωση.

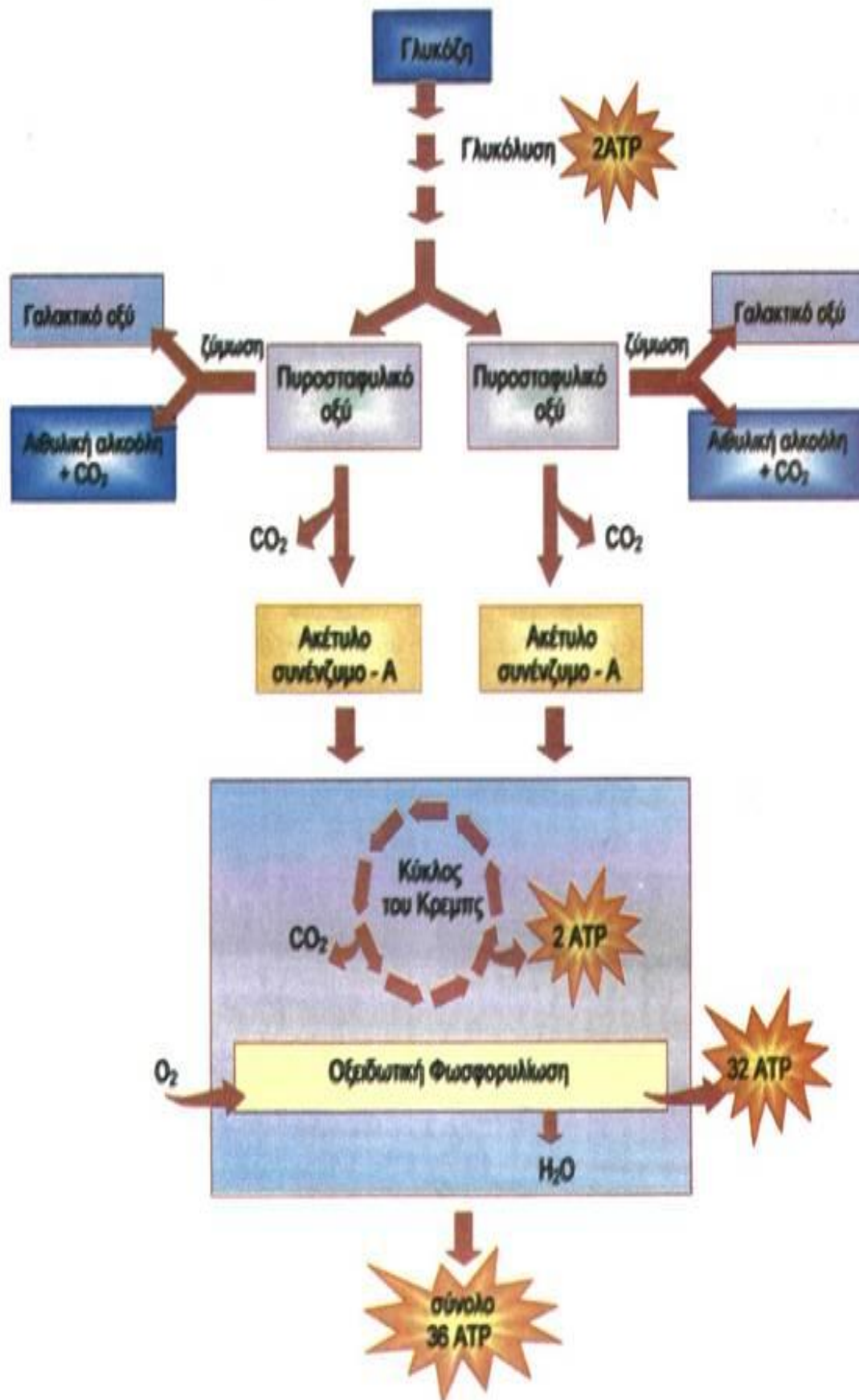
Γλυκόλυση- Είναι πού σημαντική μεταβολική οδός και αποτελεί το πρώτο στάδιο για τη διάσπαση της γλυκόζης. Γίνεται στο κυτταρόπλασμα χωρίς χρήση οξυγόνου. Στο στάδιο αυτό ένα μόριο γλυκόζης διασπάται αρχικά σε δυο μόρια τριοζών και στη συνέχεια αυτές μετατρέπονται σε δυο μόρια πυροσταφυλικού οξέος. Το κέρδος του κυττάρου σε ενέργεια είναι δυο μόρια ATP. Αν η διαδικασία γίνεται παρουσία οξυγόνου, το πυροσταφυλικό οξύ, εισέρχεται στο μιτοχόνδριο και εκεί οξειδώνεται πλήρως προς διοξειδίο του άνθρακα και νερό (αερόβια αναπνοή). Αν δεν υπάρχει οξυγόνο (αναερόβια αναπνοή), το πυροσταφυλικό οξύ μετατρέπεται σε αιθυλική αλκοόλη και διοξειδίο του άνθρακα ή σε γαλακτικό οξύ.

Κύκλος του κιτρικού οξέος- Ο κύκλος του Κρεμπς περιλαμβάνει μια σειρά αντιδράσεων που γίνονται στη μήτρα των μιτοχονδρίων, χωρίς να χρησιμοποιείται οξυγόνο. Το πυροσταφυλικό οξύ που είχε παραχθεί από τη γλυκόλυση μετατρέπεται σε ακετυλο-συνένζυμο α και εισέρχεται στον κύκλο του κιτρικού οξέος. Κατά τη μετατροπή

αυτή παράγεται και διοξείδιο του άνθρακα ενώ αφού μπει στον κύκλο μεταξύ άλλων σχηματίζονται ATP και διοξείδιο του άνθρακα. Το κέρδος σε ενέργεια απ' τη διάσπαση είναι δυο μόρια ATP.

Οξειδωτικά φωσφολυρίωση- Οι αντιδράσεις αυτές γίνονται στις αναδιπλώσεις της εσωτερικής μεμβράνης του μιτοχονδρίου και χρησιμοποιούν οξυγόνο. Κατά τη διεξαγωγή αυτών των αντιδράσεων απελευθερώνεται ενέργεια, μέρος της οποίας χρησιμοποιείται για την παραγωγή 32 μορίων ATP από $ADP + P_i$. Στα τελικά προϊόντα περιλαμβάνεται και νερό. Τελικά, απ' την πλήρη οξείδωση ενός μορίου γλυκόζης σε διοξείδιο του άνθρακα και νερό παράγονται τελικά 36 μόρια ATP.

Ο έλεγχος της αερόβιας κυτταρικής αναπνοής επιτυγχάνεται με έναν μηχανισμό που ελέγχει τη διεξαγωγή αυτών των αντιδράσεων ανάλογα με τις ανάγκες του οργανισμού. Για παράδειγμα, όταν από την κυτταρική αναπνοή παραχθούν πολλά ATP, χωρίς να χρειάζεται όλη την ενέργεια το κύτταρο, αναστέλλεται η δράση ενός απ' τα ένζυμα που εξυπηρετούν τη γλυκόλυση. Διακόπτεται έτσι η διάσπαση των σακχάρων. Η διαδικασία επαναλαμβάνεται αμέσως μόλις ολοκληρωθεί η συγκέντρωση μορίων ATP.



Αναερόβια αναπνοή

Μια μεγάλη ποικιλία μικροοργανισμών οξειδώνουν τη γλυκόζη για την παραγωγή ATP χωρίς την παρουσία οξυγόνου. Κάνουν δηλαδή αναερόβια αναπνοή. Υπάρχουν βέβαια και κύτταρα πολυκύτταρων οργανισμών που περιστασιακά κάνουν επίσης αναερόβια αναπνοή. Χαρακτηριστικό παράδειγμα αποτελούν τα κύτταρα των μυών. 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 πυροσταφυλικού οξέος, με απόδοση δύο μορίων ATP. Στη συνέχεια, τα δύο μόρια του πυροσταφυλικού οξέος, μετατρέπονται σε δυο μόρια αιθυλικής αλκοόλης και δυο μόρια διοξειδίου του άνθρακα (αλκοολική ζύμωση), είτε σε δύο μόρια γαλακτικού οξέος (γαλακτική ζύμωση).

Η αλκοολική ζύμωση γίνεται κυρίως στις ζύμες, γίνεται όμως και σε τμήματα φυτών, όπως στο εσωτερικό των κονδύλων της πατάτας, όπου δε φτάνει οξυγόνο ή αυτό βρίσκεται σε πολύ μικρή συγκέντρωση.

Η γαλακτική ζύμωση γίνεται σε μικροοργανισμούς (βακτήρια) αλλά, όπως ήδη αναφέρθηκε, και σε κύτταρα ανώτερων οργανισμών όταν η διαθέσιμη ποσότητα οξυγόνου στο περιβάλλον τους είναι περιορισμένη.

Παραγωγή ενέργειας

Η κυτταρική αναπνοή είναι μια διαδικασία οξείδωσης οργανικών ουσιών, από την οποία το κύτταρο εξασφαλίζει ενέργεια. Οι ουσίες που ανατρέχει πρώτα το κύτταρο για να διασπάσει είναι οι υδατάνθρακες. Επόμενα στη σειρά προτίμησης έρχονται τα ουδέτερα λίπη, που αρχικά διασπώνται σε γλυκερόλη και λιπαρά οξέα. Οι πρωτεΐνες, από τις οποίες μπορεί να πάρει ενέργεια το κύτταρο έχουν πολύ σημαντικό ρόλο για τη ζωή του κυττάρου γι' αυτό χρησιμοποιούνται μόνο όταν δεν υπάρχουν σάκχαρα ή λιπίδια διαθέσιμα. Οι πρωτεΐνες υδρολύονται αρχικά σε αμινοξέα και στη συνέχεια

απομακρύνονται οι αμινομάδες ενώ το υπόλοιπο μέρος του μορίου μπορεί να εισέλθει στον κύκλο του Κρεμψ ή να μετατραπεί πρώτα σε λιπαρό οξύ ή σε πυροσταφυλικό οξύ ή σε ακετυλο-συνένζυμο Α και στη συνέχεια να ακολουθήσει την οξείδωσή του. Αξίζει να σημειωθεί πως η μεταβολική πορεία της κυτταρικής αναπνοής είναι η ακριβώς αντίθετη από αυτήν της φωτοσύνθεσης. Η ισορροπία στις δυο αυτές διαδικασίες διατηρεί την ισορροπία ανάμεσα στο οξυγόνο και το διοξείδιο του άνθρακα στην ατμόσφαιρα.