

ΦΩΤΟΣΥΝΘΕΣΗ

Αυτότροφοι και ετερότροφοι
οργανισμοί

- Η ζωή στον πλανήτη μας στηρίζεται στην **ενέργεια του ήλιου**.
- Η ενέργεια αυτή εκπέμπεται με τη μορφή **ακτινοβολίας**.
- Ένα πολύ μικρό μέρος αυτής της ακτινοβολίας παγιδεύεται από τους **φωτοσυνθετικούς οργανισμούς**.
- Αυτή η φωτεινή ενέργεια που παγιδεύεται μετατρέπεται σε **χημική** και **αποθηκεύεται** σε οργανικά μόρια.
- Η διαδικασία αυτή ονομάζεται **φωτοσύνθεση**.

- Η φωτοσύνθεση αποτελεί την πιο σημαντική **μεταβολική** διαδικασία στη βιόσφαιρα.
- Η δέσμευση της φωτεινής ακτινοβολίας γίνεται από την **χλωροφύλλη** και άλλες φωτοσυνθετικές χρωστικές.
- Με τη βοήθειά τους οι οργανισμοί συνθέτουν **υδατάνθρακες** (γλυκόζη), χρησιμοποιώντας απλές ανόργανες ενώσεις, (**διοξείδιο του άνθρακα και νερό**) που βρίσκουν άφθονες στο περιβάλλον.

Αυτότροφοι και ετερότροφοι

- Οι φωτοσυνθετικοί οργανισμοί ανήκουν στους **αυτότροφους** ή **παραγωγούς** γιατί φτιάχνουν μόνοι τους τις οργανικές τους ενώσεις από το προϊόν της φωτοσύνθεσης χρησιμοποιώντας απλές ανόργανες ενώσεις.
- Φωτοσυνθετικοί οργανισμοί είναι:
 - ✓ **Ευκαρυωτικοί** (φυτά και φύκη)
 - ✓ **Προκαρυωτικοί** (κυανοβακτήρια και κυανοφύκη).
- Οι φωτοσυνθετικοί οργανισμοί που ζουν στις θάλασσες παράγουν το 45% έως 60% της συνολικής παραγωγής οργανικής ύλης στον πλανήτη μας.
- **Ετερότροφοι** είναι οι οργανισμοί που δεν μπορούν να συνθέσουν μόνοι τους οργανικές ενώσεις από ανόργανες και είναι υποχρεωμένοι να τις προμηθεύονται έτοιμες από το περιβάλλον.
- Στους ετερότροφους ανήκουν οι:
 - ✓ **Καταναλωτές**
 - ✓ **Αποικοδομητές**: Διασπούν την νεκρή οργανική ύλη σε ανόργανη (CO_2 και H_2O), που μπορούν να χρησιμοποιηθεί πάλι από τα φυτά για τη σύνθεση καινούργιας οργανικής ύλης.
 - ✓ Η ύλη δηλαδή ακολουθεί κυκλική πορεία μέσα στα οικοσυστήματα.

Αυτότροφοι οργανισμοί



Αυτότροφοι οργανισμοί

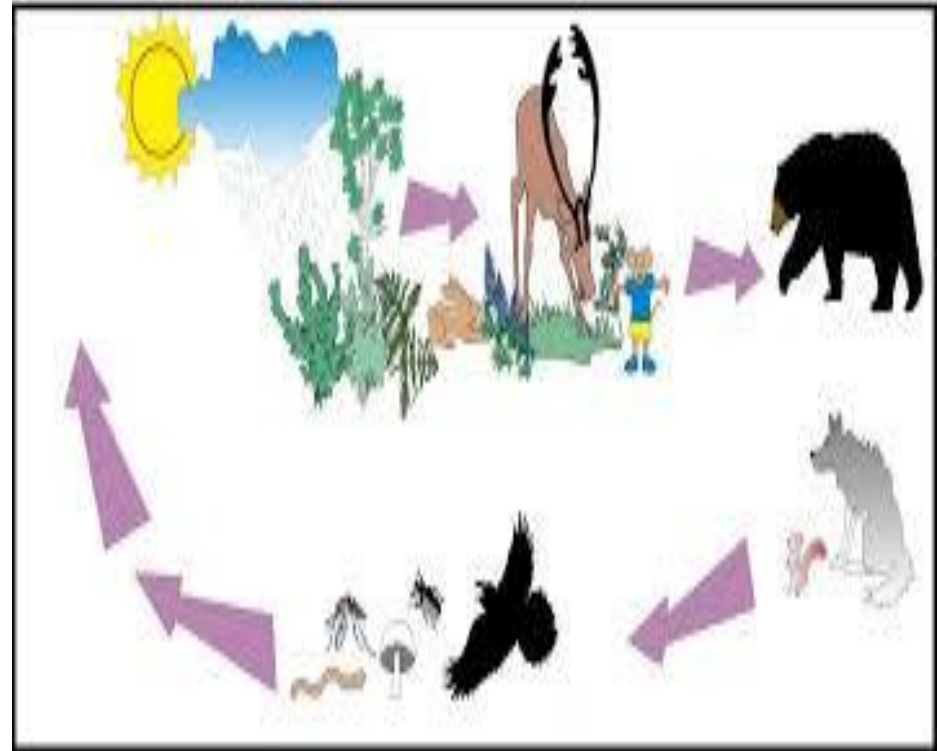
Ετερότροφοι οργανισμοί



Ετερότροφοι οργανισμοί

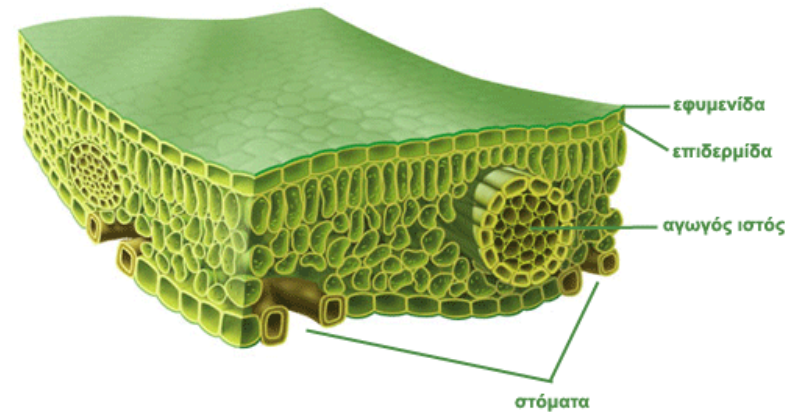
Σημασία της φωτοσύνθεσης

- Όλοι οι οργανισμοί εξαρτώνται άμεσα ή έμμεσα από τη φωτοσύνθεση.
- ✓ Οι φωτοσυνθετικοί οργανισμοί **παράγουν** οργανικές ουσίες από ανόργανες.
- ✓ Μέσω των τροφικών αλυσίδων αυτές αποτελούν θρεπτικές ουσίες για τους ετερότροφους (φυτοφάγα, σαρκοφάγα).
- ✓ Οι αποικοδομητές **διασπούν** τη νεκρή οργανική ύλη σε ανόργανη.



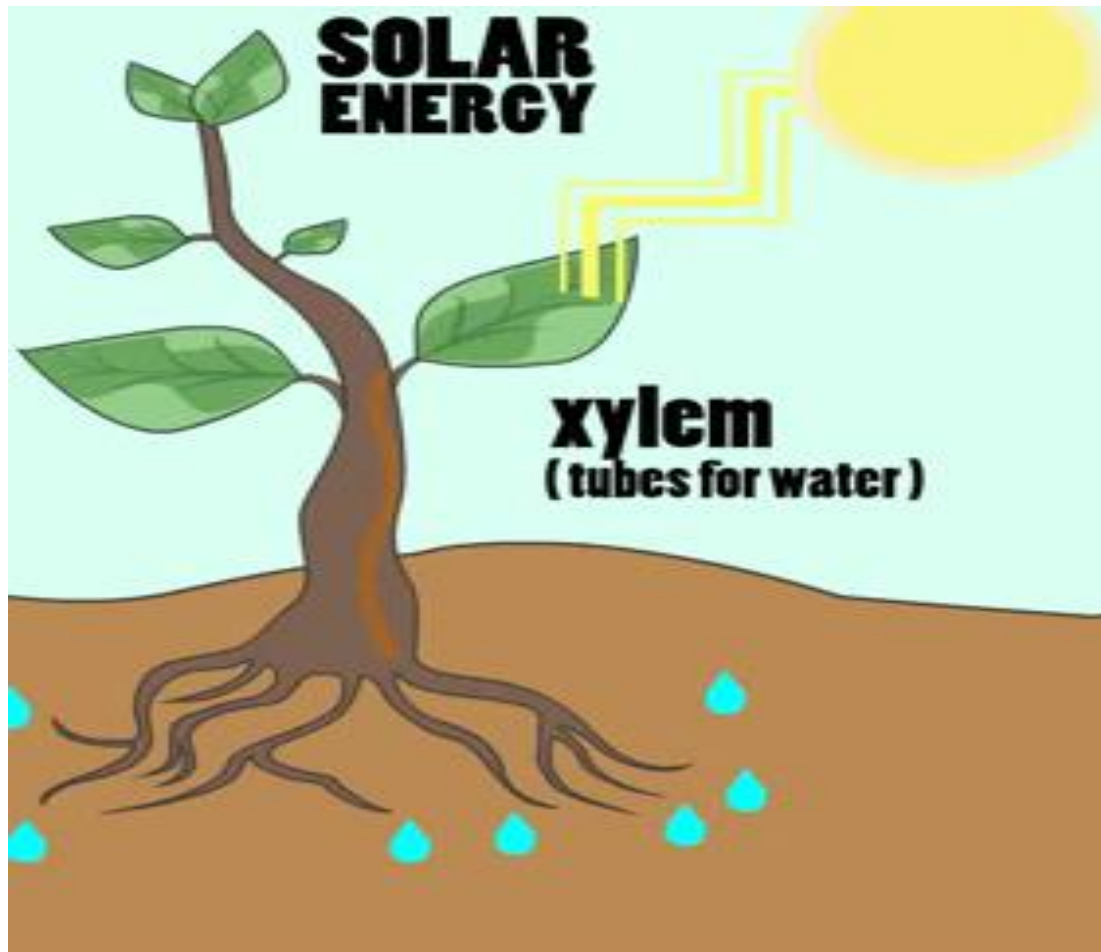
Το φύλλο ως όργανο φωτοσύνθεσης των φυτών

- Η φωτοσύνθεση γίνεται στα **πράσινα** μέρη του φυτού.
- Η δομή του φύλλου είναι κατάλληλα προσαρμοσμένη για να εξυπηρετεί τη φωτοσύνθεση.
- ✓ Η κάτω επιδερμίδα έχει μικρά ανοίγματα, τα στόματα (περιβάλλονται από ένα ζευγάρι καταφρακτικών κυττάρων).
- ✓ Τα κύτταρα του μεσόφυλλου διαθέτουν πολλούς **χλωροπλάστες**.



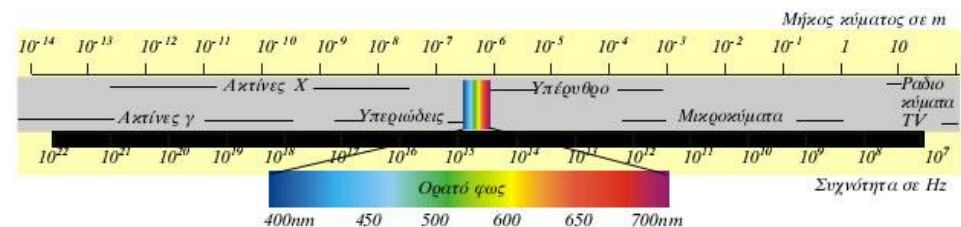
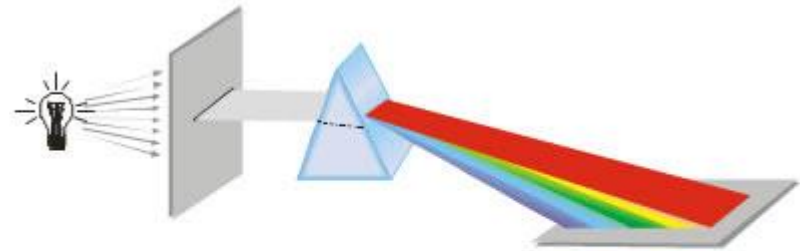
- Το ατμοσφαιρικό CO_2 εισέρχεται με διάχυση από τα **στόματα** προς τους μεσοκυττάριους χώρους των κυττάρων του μεσόφυλλου και τελικά φθάνει στους **χλωροπλάστες**.
- Το **νερό** εισέρχεται από τις **ρίζες** και μέσω των αγγείων φθάνει στα **φύλλα**, μεταφέροντας και **ιόντα** (νιτρικά, φωσφορικά, θειικά, μαγνησίου κ. ά.) που χρησιμεύουν στη σύνθεση των **πρωτεϊνών** και άλλων ουσιών.

- Το **οξυγόνο** που παράγεται κατά τη φωτοσύνθεση, **εξέρχεται από τα στόματα** των φύλλων στην ατμόσφαιρα.
- Η **άντληση του νερού** από το έδαφος και η ροή του στα αγγεία διευκολύνεται από τη **διαπνοή**. Το **άνοιγμα** και **κλείσιμο** των στομάτων ελέγχει το ρυθμό της διαπνοής, ανάλογα με τη **διαθεσιμότητα** του νερού στο έδαφος.

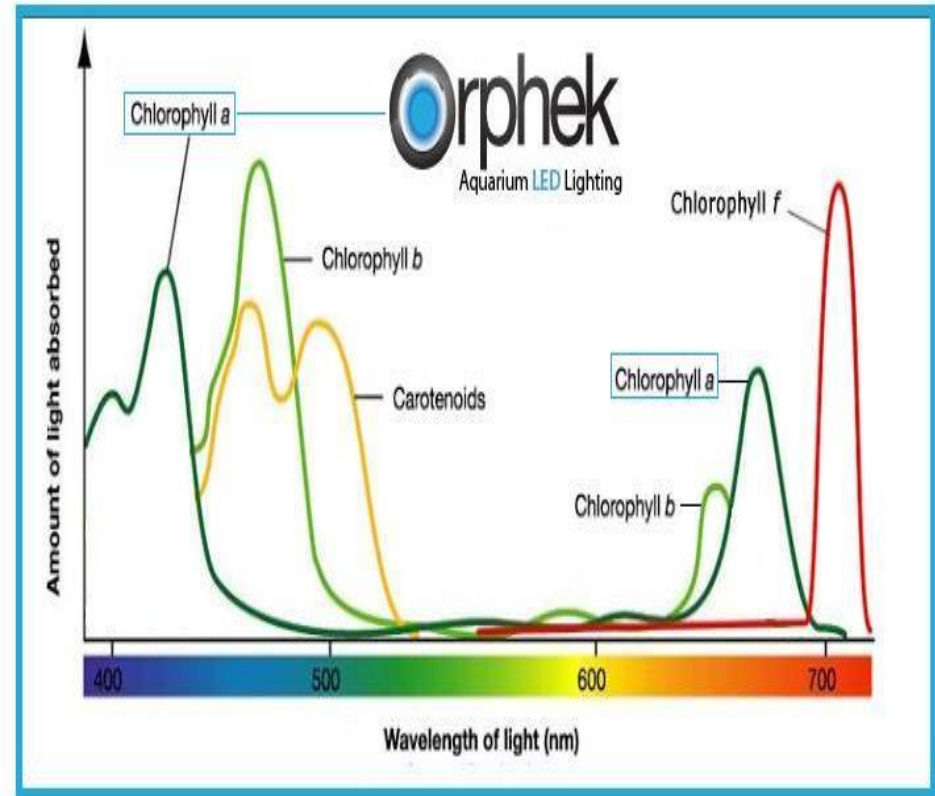


Ορατό φως – φωτοσυνθετικές χρωστικές

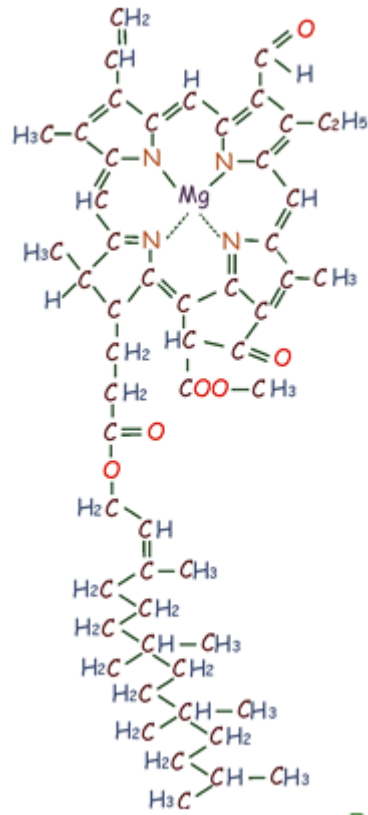
- Το ορατό φως αποτελεί ένα μικρό μέρος της ηλιακής ακτινοβολίας.
- Αναλύεται σε ακτινοβολίες διάφορων μηκών κύματος.
- Αυτές αντιστοιχούν στα χρώματα ιώδες, μπλε, πράσινο, κίτρινο, πορτοκαλί και κόκκινο.



- Στο κύτταρο η φωτεινή ακτινοβολία δεσμεύεται από τις **φωτοσυνθετικές χρωστικές**.
- Αυτές βρίσκονται στα **grana** των χλωροπλαστών.
- Διακρίνονται σε:
 - ✓ **Χλωροφύλλες** και
 - ✓ **Καροτενοειδή**.
- Οι συνηθέστερες κατηγορίες χλωροφυλλών είναι οι:
 - ✓ **Χλωροφύλλες α** (βρίσκονται σε όλους τους φωτοσυνθετικούς οργανισμούς εκτός από τα φωτοσυνθετικά βακτήρια)
 - ✓ **Χλωροφύλλες β** (στα φωτοσυνθετικά βακτήρια).
- Οι **χλωροφύλλες** απορροφούν κυρίως την **μπλε** και την **ερυθρή** ακτινοβολία (**ανακλούν την πράσινη**).
- Τα **καροτενοειδή** απορροφούν κυρίως την **μπλε**.

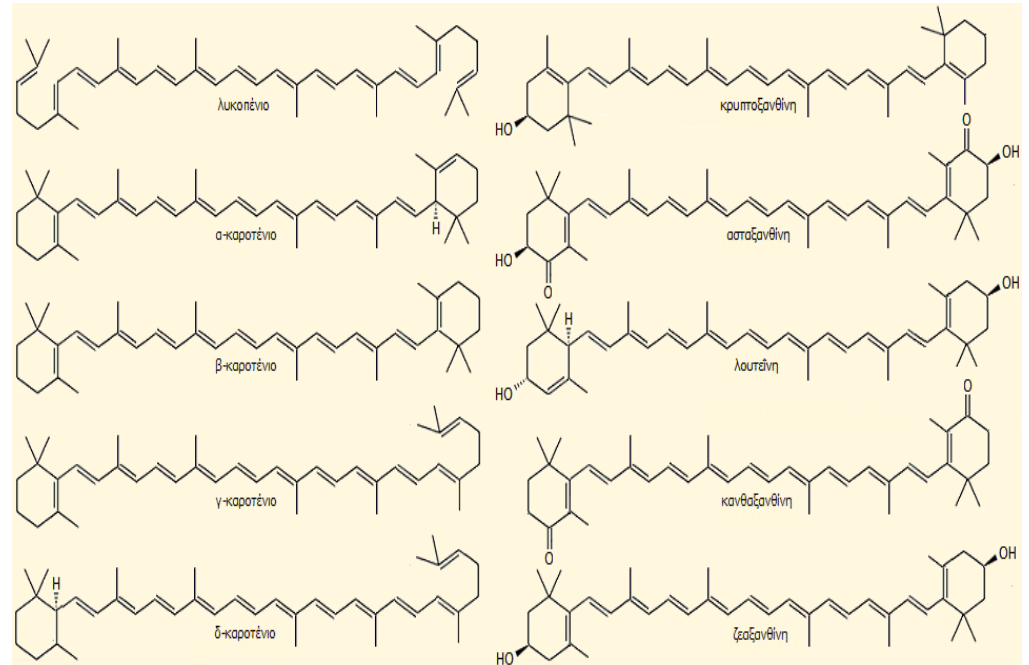


- Χλωροφύλλες



B.

- Καροτενοειδή



- Το φθινόπωρο στα φυλλοβόλα φυτά οι **χλωροφύλλες αποδομούνται** και δεν ξανασηματίζονται.
- Η απουσία τους επιτρέπει σε **άλλες χρωστικές να εμφανίζονται** (ανακλούν διαφορετικά μήκη κύματος).
- Η μεγάλη **ποικιλία φωτοσυνθετικών χρωστικών** βοηθά τους φωτοσυνθετικούς οργανισμούς να **αξιοποιούν** όσο γίνεται περισσότερες ακτινοβολίες του ορατού φωτός για την **εξασφάλιση** ενέργειας για την φωτοσύνθεση.



Πορεία της φωτοσύνθεσης

Φωτεινή φάση

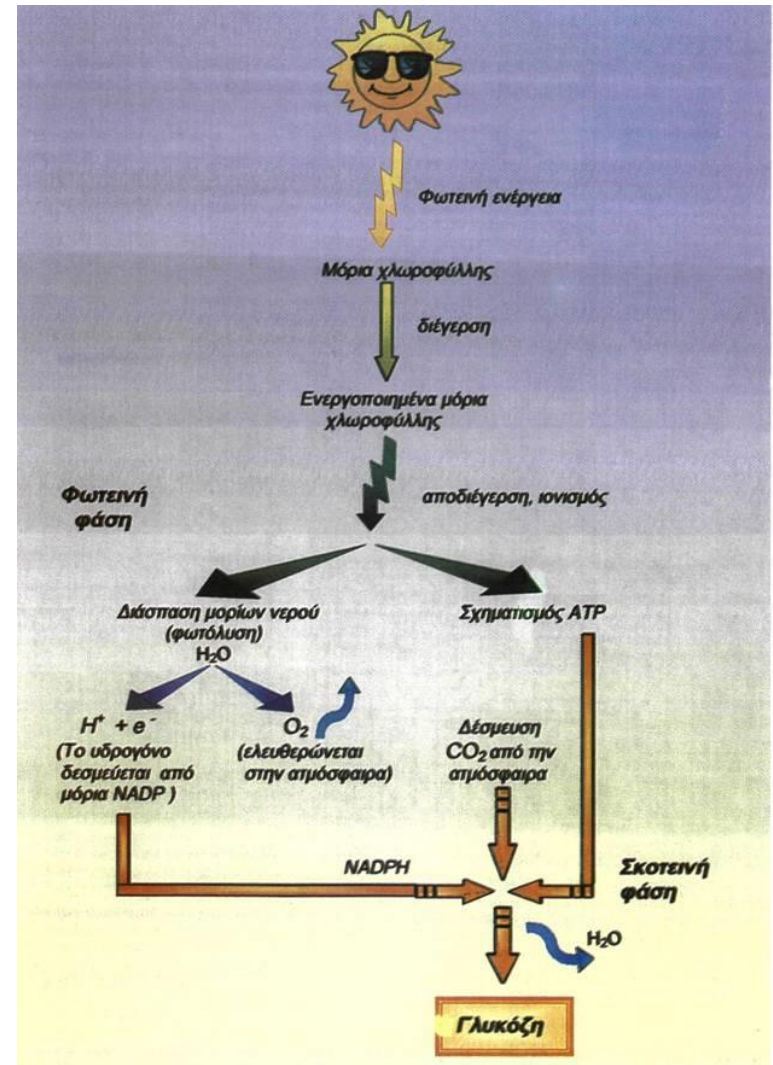
- Αντιδράσεις που εξαρτώνται από το φως.
- Γίνονται στα **grana**.
- Η φωτεινή ενέργεια χρησιμοποιείται για τη **σύνθεση** μορίων **ATP** και τη δημιουργία υδρογόνου ($H^+ + e^-$).

Σκοτεινή φάση

- Δεν απαιτούν φως.
- Γίνονται στο **στρώμα** των χλωροπλαστών.
- Το ATP και το υδρογόνο που παρήχθησαν στη φωτεινή φάση χρησιμοποιούνται για τη **μετατροπή** του **διοξειδίου του άνθρακα** σε **υδατάνθρακες** (γλυκόζη).

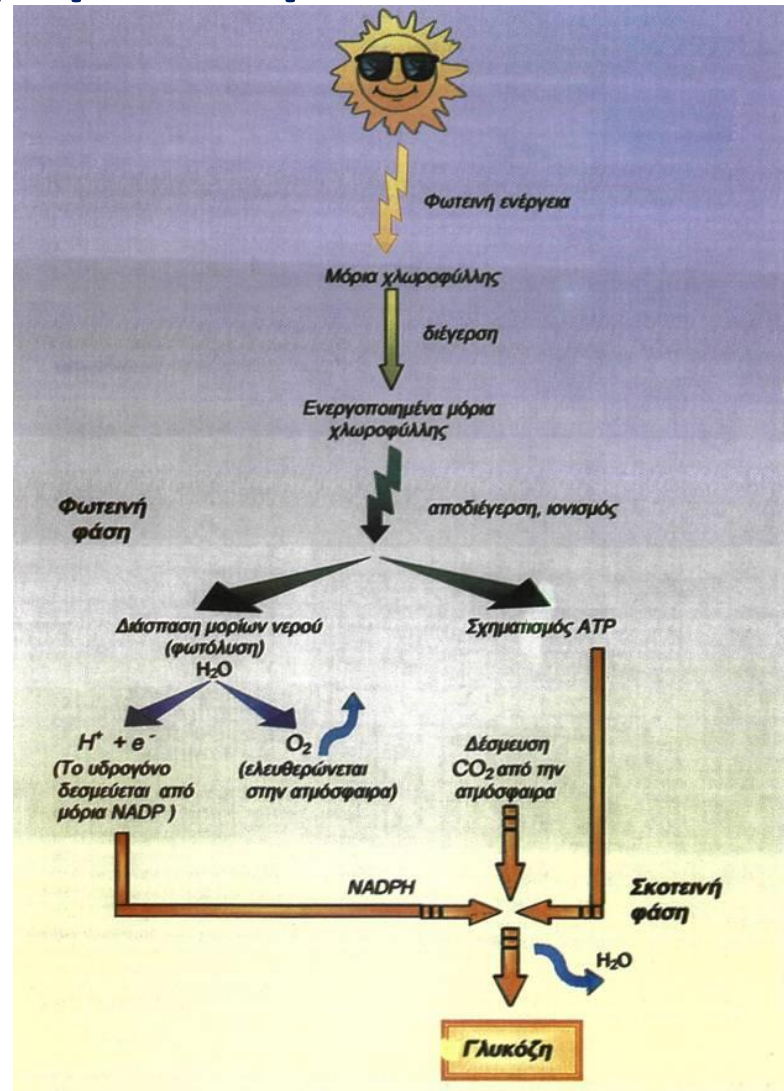
Φωτεινή φάση

- Μόρια **χλωροφύλλης** (grana) δεσμεύουν φωτεινή ενέργεια και **διεγείρονται** (κάποια ηλεκτρόνια αλλάζουν στιβάδα) και στη συνέχεια **αποδιεγείρονται**.
- Η ενέργεια που αποδίδεται από την αποδιέγερση προκαλεί **ιονισμό** άλλων μορίων χλωροφύλλης.
- Μέρος της ενέργειας αυτής προκαλεί διάσπαση του νερού σε υδρογόνο και οξυγόνο (**φωτόλυση νερού**).
- Το **οξυγόνο** ελευθερώνεται στην ατμόσφαιρα.
- Το **υδρογόνο** δεσμεύεται από το συνένζυμο **NADP** και το ανάγει σε **NADPH**.
- Το ATP και το NADPH που παράγονται στη φωτεινή φάση χρησιμοποιούνται στις αντιδράσεις της σκοτεινής φάσης.



Σκοτεινή φάση

- Δέσμευση του CO_2 από μια πεντόζη.
- Σειρά αντιδράσεων όπου με τη βοήθεια του ATP και του NADPH παράγεται γλυκόζη και άλλες ουσίες.
- Στη φάση αυτή παράγεται και το H_2O .



Γενική αντίδραση της φωτοσύνθεσης

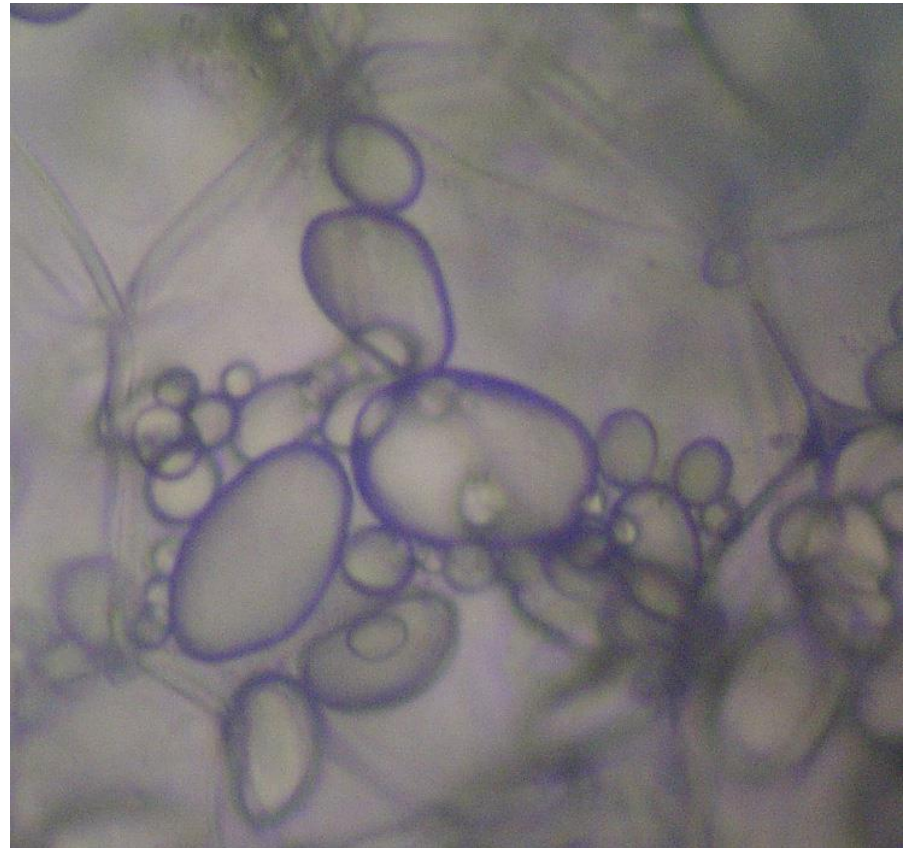




Καρβουντζή Ηλιάνα Βιολόγος

Τύχη της γλυκόζης που παράγεται κατά τη φωτοσύνθεση

- Καλύπτει ενεργειακές ανάγκες του φυτού άμεσα.
- Χρησιμοποιείται ως πρώτη ύλη για τη σύνθεση οργανικών ενώσεων που χρειάζεται το φυτό.
- Αποθηκεύεται με τη μορφή αμύλου στους αμυλοπλάστες.

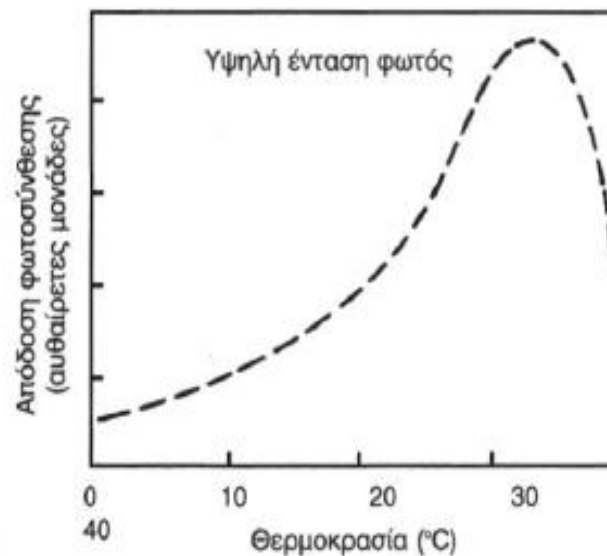


Παράγοντες που επηρεάζουν τη φωτοσύνθεση

- Η απόδοση της φωτοσύνθεσης υπολογίζεται μετρώντας το οξυγόνο που παράγεται στη μονάδα του χρόνου.
- Ο ρυθμός ανάπτυξης των φυτών δεν είναι ίδιος καθ'όλη τη διάρκεια του έτους.
- Η φωτοσύνθεση επηρεάζεται από παράγοντες που μεταβάλλονται κατά τη διάρκεια του έτους.

Θερμοκρασία

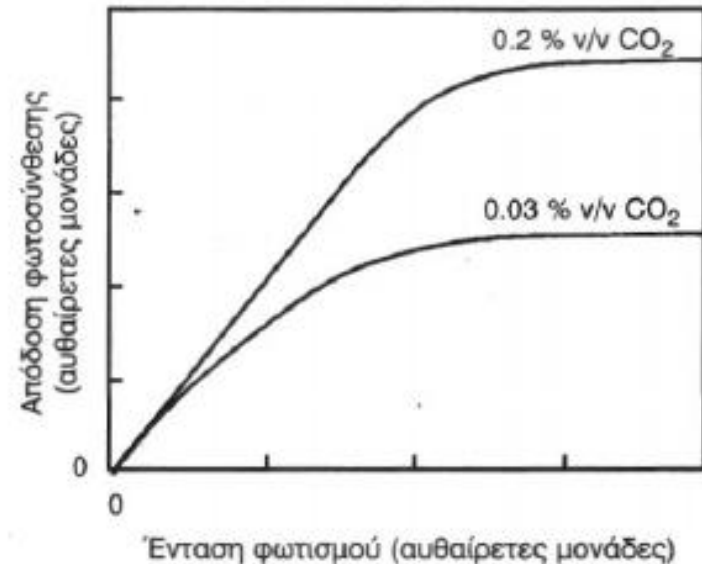
- Η θερμοκρασία επηρεάζει τη δράση των ενζύμων άρα την ταχύτητα των ενζυμικών αντιδράσεων.
- Σε υψηλή και σταθερή ένταση φωτός, με την **αύξηση της θερμοκρασίας αυξάνεται η απόδοση** της φωτοσύνθεσης.
- **Πάνω από τους 30°C, τα ένζυμα καταστρέφονται και η απόδοση της φωτοσύνθεσης μειώνεται.**



Επίδραση της θερμοκρασίας στην απόδοση της φωτοσύνθεσης για υψηλή ένταση φωτός.

Φως

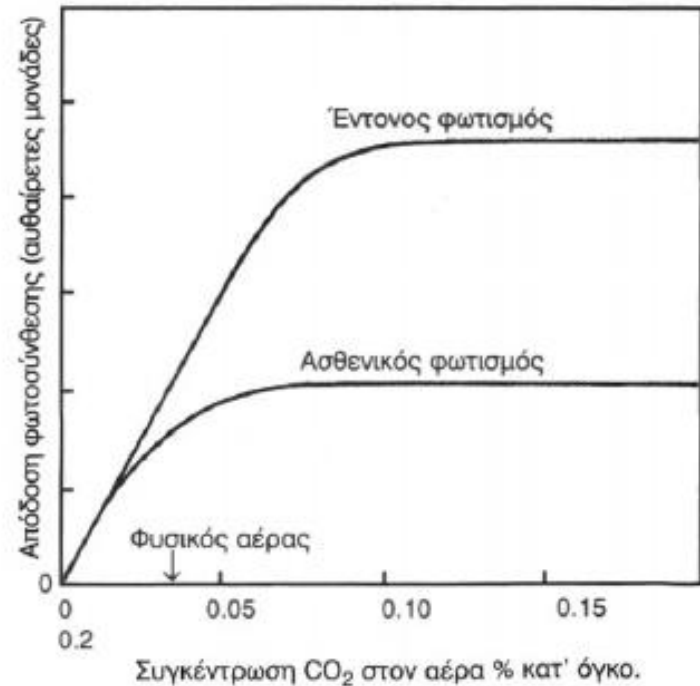
- Σε θερμοκρασία 20°C και κανονική συγκέντρωση CO₂, αύξηση της έντασης του φωτός αυξάνει την απόδοση της φωτοσύνθεσης, μέχρις ενός ορισμένου σημείου. Από εκεί και μετά η απόδοση παραμένει σταθερή.



Επίδραση της έντασης του φωτός στην απόδοση της φωτοσύνθεσης για δύο διαφορετικές συγκεντρώσεις CO₂.

Διοξείδιο του άνθρακα

- Σε υψηλή ένταση φωτός και σταθερή θερμοκρασία η απόδοση της φωτοσύνθεσης αυξάνεται με την αύξηση της συγκέντρωσης του CO_2 , μέχρις ενός σημείου και στη συνέχεια παραμένει σταθερή.



Επίδραση της συγκέντρωσης του CO_2 στην απόδοση της φωτοσύνθεσης, για διαφορετικές τιμές στην ένταση του φωτός.

Νερό

- Η απόδοση της φωτοσύνθεσης μειώνεται σε περιόδους ξηρασίας, γιατί:
 - ✓ Έλλειψη νερού που παίρνει μέρος στις φωτεινές αντιδράσεις.
 - ✓ Κλείσιμο στομάτων (εμποδίζεται η απώλεια νερού μέσω της διαπνοής) μειώνει την είσοδο του CO_2 που είναι απαραίτητο στη σκοτεινή φάση της φωτοσύνθεσης.

Ανόργανα άλατα

- Χωρίς ιόντα διαφόρων στοιχείων (αζώτου, φωσφόρου, μαγνησίου) τα φυτά δεν μπορούν να συνθέσουν οργανικές ενώσεις π.χ. πρωτεΐνες που χρειάζονται.
- Όταν στο έδαφος που αναπτύσσεται το φυτό υπάρχει έλλειψη τέτοιων στοιχείων τότε τα φύλλα του παραμένουν κίτρινα (χλώρωση), με συνέπεια τη χαμηλή ταχύτητα φωτοσύνθεσης.

PHOTOSYNTHESIS

CONVERTING LIGHT ENERGY TO CHEMICAL ENERGY



©2010 The McGraw-Hill Companies.