



ΓΕΩΠΟΝΙΚΟ ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΑΘΗΝΩΝ

AGRICULTURAL UNIVERSITY OF ATHENS

Φυσιολογία Καταπονήσεων των Φυτών

Ενότητα 5:

Ακτινοβολία (1/3), 2ΔΩ

Τμήμα: Επιστήμης Φυτικής Παραγωγής

Διδάσκοντες: Γεώργιος Καραμπουρνιώτης

Γεώργιος Λιακόπουλος



Ευρωπαϊκή Ένωση
Ευρωπαϊκό Κοινωνικό Ταμείο



ΥΠΟΥΡΓΕΙΟ ΠΑΙΔΕΙΑΣ & ΘΡΗΣΚΕΥΜΑΤΩΝ, ΠΟΛΙΤΙΣΜΟΥ & ΑΘΛΗΤΙΣΜΟΥ
ΕΙΔΙΚΗ ΥΠΗΡΕΣΙΑ ΔΙΑΧΕΙΡΙΣΗΣ

Με τη συγχρηματοδότηση της Ελλάδας και της Ευρωπαϊκής Ένωσης





Μαθησιακοί Στόχοι

- Χαρακτηριστικά ακτινοβολίας, αλληλεπίδραση ακτινοβολίας με την ύλη, καταπόνηση από υψηλές ή χαμηλές εντάσεις ακτινοβολίας, ιδιαίτερα φωτεινά μικροπεριβάλλοντα, σκιοφύτα και ηλιόφυτα.



Λέξεις Κλειδιά 1/2

- ακτινοβολία,
- ένταση,
- φασματική σύσταση,
- διέλευση,
- σκέδαση,
- ανάκλαση,
- απορρόφηση,
- φωτοσυνθετικά ενεργός ακτινοβολία,
- φωτοσύνθεση,
- ορατή.



Λέξεις Κλειδιά 2/2

- υπεριώδης,
- σκιά,
- ηλιοκηλίδες,
- υπέρυθρο,
- σκιοφύτα,
- ηλιόφυτα,
- φωτοσυνθετικά ενεργός ακτινοβολία,
- εγκλιματισμός.



Φυσιολογία Καταπονήσεων των Φυτών



ΑΚΤΙΝΟΒΟΛΙΑ



Ιδιότητες της Ακτινοβολίας 1/5

- **Χαρακτηριστικά ηλεκτρομαγνητικής ακτινοβολίας.**
 - Ένταση (ως πυκνότητα φωτονιακής ροής): Εκφράζει την ποσότητα της ακτινοβολίας (ουσιαστικά τον αριθμό των φωτονίων) που προσπίπτει σε μια επιφάνεια στη μονάδα του χρόνου.
 - Ένταση (ως ενέργεια της ακτινοβολίας): Εκφράζει την ενέργεια των φωτονίων που προσπίπτει σε μια επιφάνεια στη μονάδα του χρόνου.
 - Φασματική σύσταση (ποιότητα του φωτός): Εκφράζει τη σχετική κατανομή των φωτονίων στις διάφορες φασματικές περιοχές.



Ιδιότητες της Ακτινοβολίας 2/5

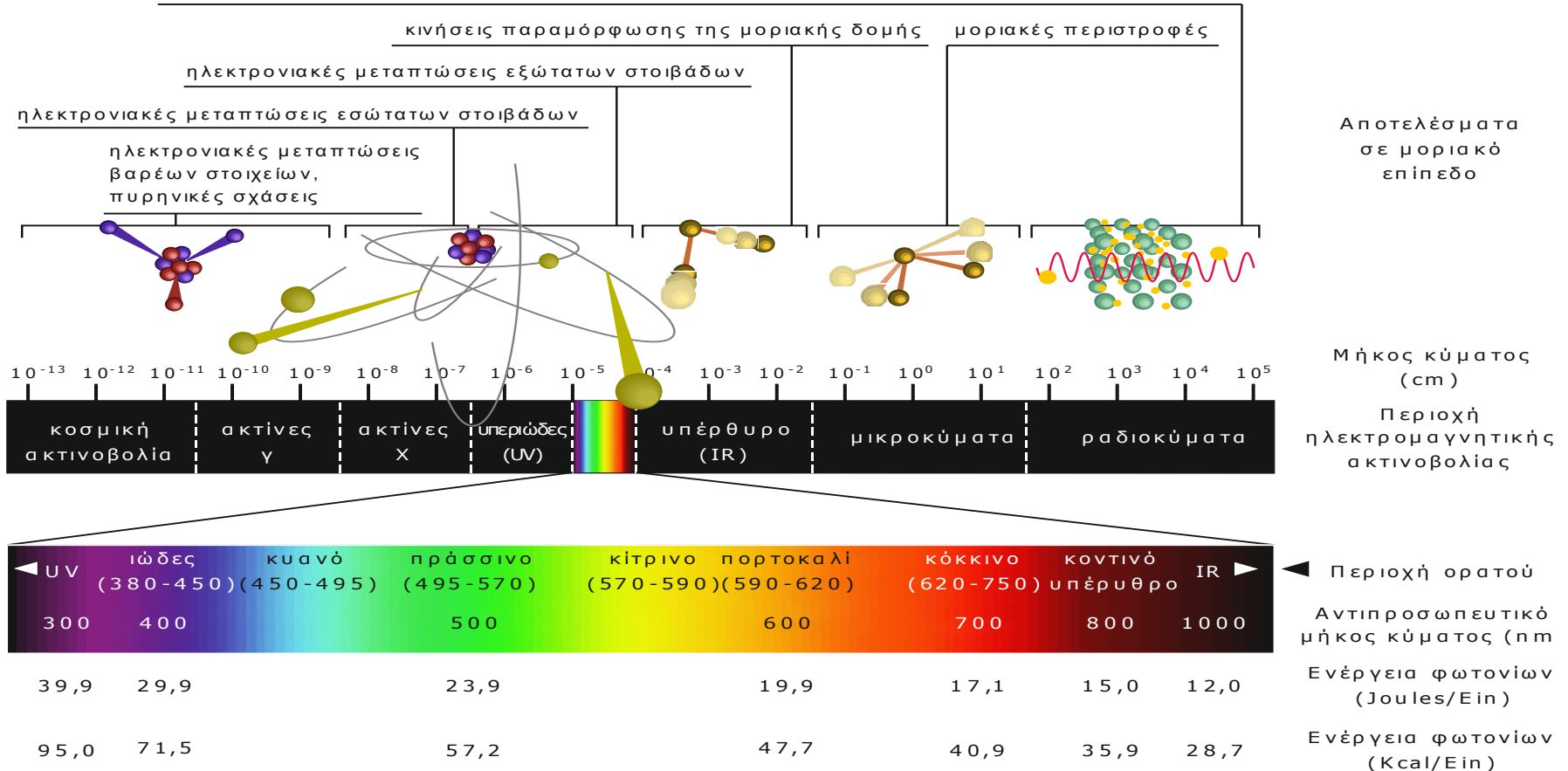
- **Χαρακτηριστικά ηλεκτρομαγνητικής ακτινοβολίας.**
 - Ένταση (ως πυκνότητα φωτονιακής ροής): Μετράται σε μmol φωτονίων $\text{m}^{-2} \text{s}^{-1}$, όπου $1 \text{ mol} = 6,023 \cdot 10^{23}$ (φωτόνια). Η μέγιστη ένταση της ηλιακής ακτινοβολίας είναι $\sim 2000 \mu\text{mol} \text{m}^{-2} \text{s}^{-1}$.
 - Ένταση (ως ενέργεια της ακτινοβολίας): Μετράται σε μονάδες ενέργειας ανά μονάδα επιφάνειας και ανά μονάδα χρόνου ή σε μονάδες ισχύος ανά μονάδα επιφάνειας.
 - Φασματική σύσταση (ποιότητα του φωτός): Συνήθως εκφράζεται με τη βοήθεια φάσματος (δηλ. γραφικής παράστασης της κατανομής των φωτονίων στα διάφορα μήκη κύματος).



Ιδιότητες της Ακτινοβολίας 3/5

● Χαρακτηριστικά ηλεκτρομαγνητικής ακτινοβολίας.

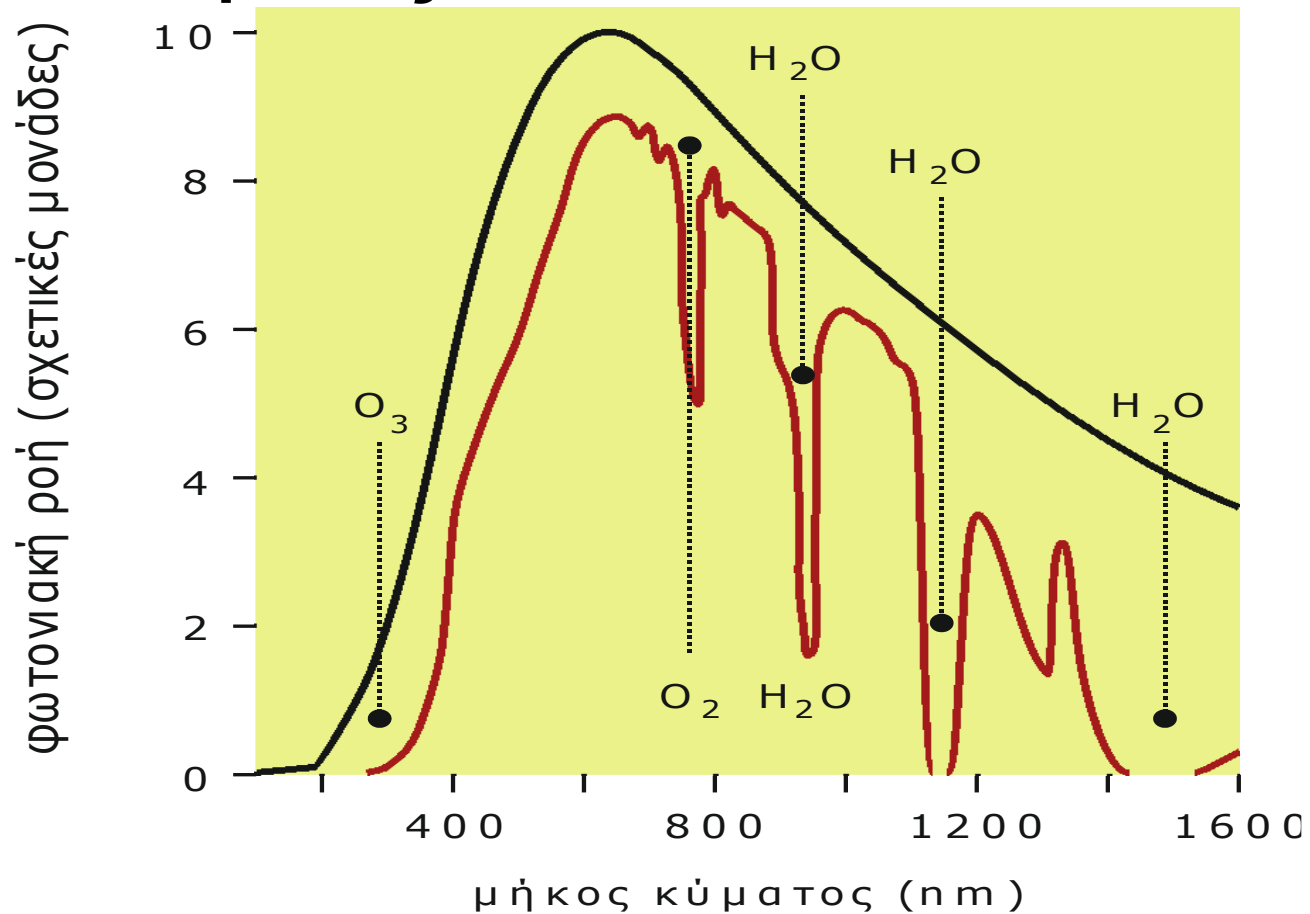
πυρηνικές ή ηλεκτρονιακές μεταπτώσεις (αλλαγή spin), ταλαντώσεις ελεύθερων ηλεκτρονίων





Ιδιότητες της Ακτινοβολίας 4/5

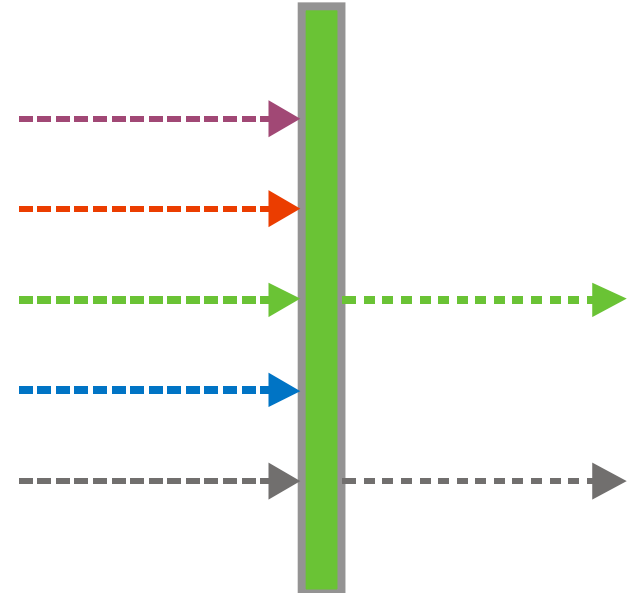
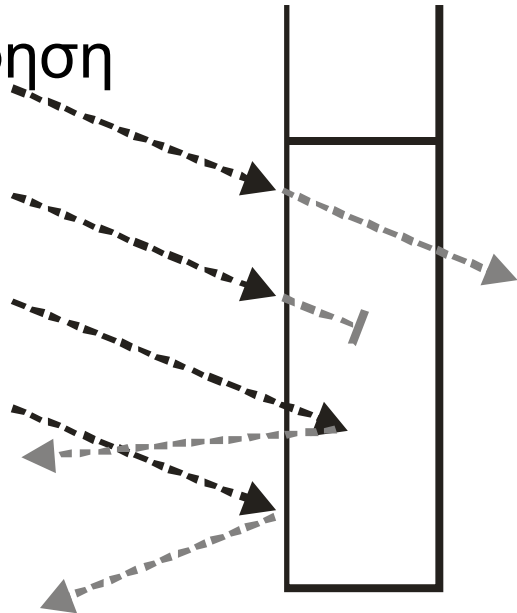
- Χαρακτηριστικά ηλεκτρομαγνητικής ακτινοβολίας.





Ιδιότητες της Ακτινοβολίας 5/5

- Αλληλεπίδραση ακτινοβολίας με την ύλη.
 1. Διέλευση
 - a. Εκτροπή της πορείας διάδοσης των φωτονίων
 - b. Ανάκλαση
 2. Σκέδαση
 3. Απορρόφηση





Η Ακτινοβολία ως Παράγοντας Καταπόνησης 1/2

- Καταπόνηση από χαμηλές ή υψηλές εντάσεις ορατής ακτινοβολίας.

Οι χαμηλές εντάσεις ορατής, φωτοσυνθετικά ενεργού ακτινοβολίας (PAR) προκαλούν καταπόνηση λόγω ανεπάρκειας της ενέργειας για την επιτέλεση της φωτοσύνθεσης.

Οι υψηλές εντάσεις PAR προκαλούν καταπόνηση λόγω υπερσυσσώρευσης ενέργειας στα φωτοσυστήματα αναφορικά με την ικανότητα φωτοχημικής απόσβεσης της ενέργειας και χρήσης των ανηγμένων παραγώγων στον κύκλο Calvin-Benson.



Η Ακτινοβολία ως Παράγοντας Καταπόνησης 2/2

- Καταπόνηση από υψηλές εντάσεις υπεριώδους ακτινοβολίας.

Οι υψηλές εντάσεις υπεριώδους ακτινοβολίας (UV) προκαλούν καταπόνηση λόγω προσβολής ευαίσθητων στόχων όπως είναι τα λιπίδια των μεμβρανών, οι πρωτεΐνες, τα φωτοχημικά κέντρα και τα νουκλεϊκά οξέα



Φωτεινά Μικροπεριβάλλοντα

- **Το φωτεινό μικροπεριβάλλον της ‘σκιας’**

Πολλά φυτά διαβιούν σε περιβάλλον με πολύ χαμηλή ένταση PAR, όπως στον υποόροφο ενός δάσους. Η σκιά χαρακτηρίζεται από φως το οποίο διαφέρει δραματικά από το άπλετο ηλιακό φως τόσο σε ποσότητα φωτονίων όσο και σε φασματική σύσταση.

- **Το φωτεινό μικροπεριβάλλον των ‘ηλιοκηλίδων’**

Οι ηλιοκηλίδες προκαλούνται όταν από παροδικές συνήθως ασυνέχειες των υπερκείμενων φυλλωμάτων διέρχεται φως ποσοτικά και ποιοτικά διαφορετικό από αυτό που συνήθως επικρατεί.



Ηλιοκηλίδες



- Οι ηλιοκηλίδες αποτελούν παράγοντα αύξησης της φωτοσυνθετικής ταχύτητας αλλά και πιθανό παράγοντα καταπόνησης των φύλλων των υπερκείμενων φυτών.



Αντιπροσωπευτικά Φωτεινά Περιβάλλοντα 1/4

ένταση	φωτός και ποσοστά(%)	φωτονίων	ανά	φασματική	περιοχή
συνθήκες	φωτονιακή ροή (μmol φωτονίων $\text{m}^{-2} \text{s}^{-1}$)	μπλε	πράσινο	κόκκινο	εγγύς IR
άπλετο φως	1700	23	26	26	25
κάτω από φυλλωσιά (LAI=4)	60				
κάτω από 5 mm εδάφους	0,002				
κάτω από 1 m καθαρού νερού	700				



Αντιπροσωπευτικά Φωτεινά Περιβάλλοντα 2/4

ένταση	φωτός και ποσοστά(%)	φωτονίων	ανά	φασματική	περιοχή
συνθήκες	φωτονιακή ροή (μmol φωτονίων $\text{m}^{-2} \text{s}^{-1}$)	μπλε	πράσινο	κόκκινο	εγγύς IR
άπλετο φως	1700	23	26	26	25
κάτω από φυλλωσιά (LAI=4)	60	4	15	11	70
κάτω από 5 mm εδάφους	0,002				
κάτω από 1 m καθαρού νερού	700				



Αντιπροσωπευτικά Φωτεινά Περιβάλλοντα 3/4

ένταση	φωτός και ποσοστά(%)	φωτονίων	ανά	φασματική	περιοχή
συνθήκες	φωτονιακή ροή (μmol φωτονίων $\text{m}^{-2} \text{s}^{-1}$)	μπλε	πράσινο	κόκκινο	εγγύς IR
άπλετο φως	1700	23	26	26	25
κάτω από φυλλωσιά (LAI=4)	60	4	15	11	70
κάτω από 5 mm εδάφους	0,002	1	5	17	76
κάτω από 1 m καθαρού νερού	700				



Αντιπροσωπευτικά Φωτεινά Περιβάλλοντα 4/4

ένταση	φωτός και ποσοστά(%)	φωτονίων	ανά	φασματική	περιοχή
συνθήκες	φωτονιακή ροή (μmol φωτονίων $\text{m}^{-2} \text{s}^{-1}$)	μπλε	πράσινο	κόκκινο	εγγύς IR
άπλετο φως	1700	23	26	26	25
κάτω από φυλλωσιά (LAI=4)	60	4	15	11	70
κάτω από 5 mm εδάφους	0,002	1	5	17	76
κάτω από 1 m καθαρού νερού	700	30	39	36	5



Διακρίνονται Δυο Κατηγορίες Φυτών 1/3

- **Σκιοφύτα (ή φυτά σκιάς)**

Τα φυτά αυτά διαθέτουν προσαρμοστικά χαρακτηριστικά και την ικανότητα εγκλιματισμού σε συνθήκες χαμηλού φωτισμού. Η έκθεσή τους σε συνθήκες υψηλών εντάσεων PAR οδηγεί σε καταπόνηση.

- **Ηλιόφυτα (ή φυτά φωτός)**

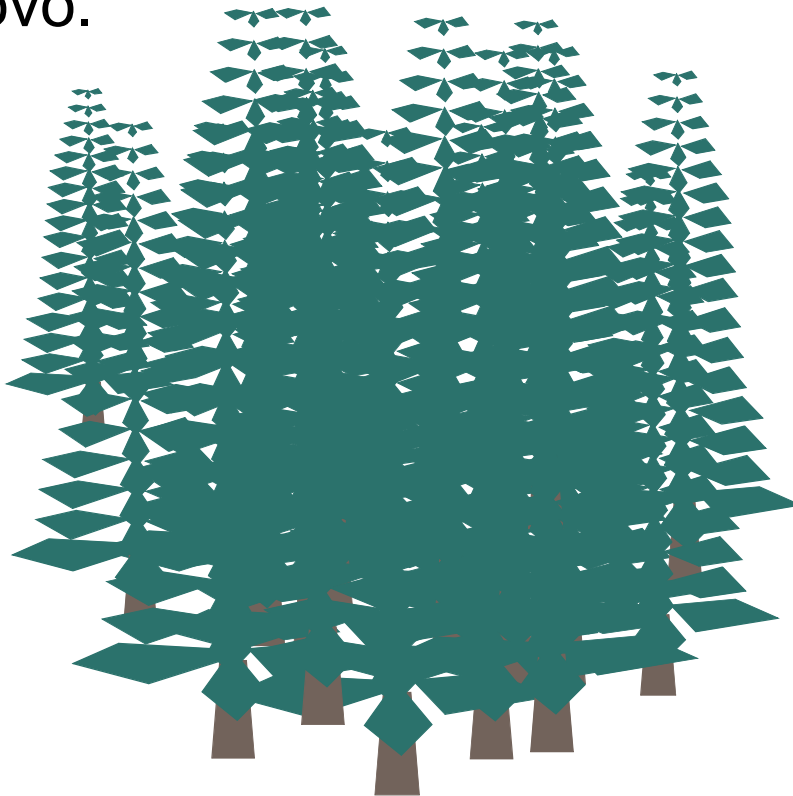
Τα φυτά αυτά αναπτύσσονται ικανοποιητικά σε συνθήκες άπλετου φωτισμού ενώ σε συνθήκες χαμηλών εντάσεων PAR εμφανίζουν ενεργειακό έλλειμμα. Τα ηλιόφυτα διαθέτουν χαρακτηριστικά προσαρμογής και την ικανότητα εγκλιματισμού ώστε να αποφεύγουν αλλά κυρίως να αντέχουν την επίδραση υψηλών εντάσεων ακτινοβολίας.



Διακρίνονται Δυο Κατηγορίες Φυτών 2/3

- **Κατανομή των δύο κατηγοριών φυτών.**

Η κατανομή των ηλιόφυτων και των σκιάφυτων στο ίδιο ενδιαίτημα διαχωρίζεται συνήθως τόσο στο χώρο, όσο και στο χρόνο.

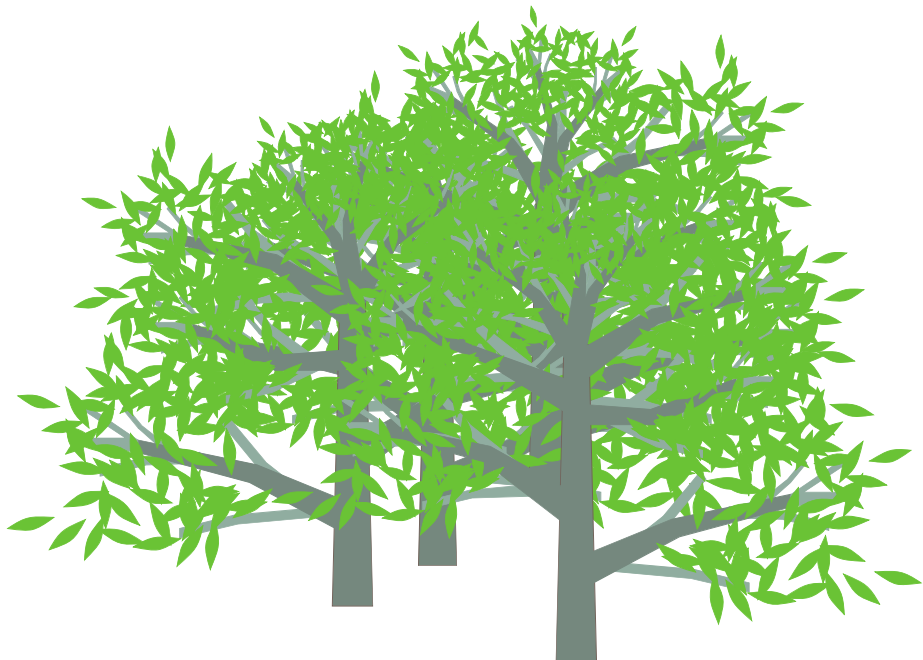




Διακρίνονται Δυο Κατηγορίες Φυτών 3/3

- Κατανομή των δύο κατηγοριών φυτών.

Η κατανομή των ηλιόφυτων και των σκιάφυτων στο ίδιο ενδιαίτημα διαχωρίζεται συνήθως τόσο στο χώρο, όσο και στο χρόνο.





Βιβλιογραφία 1/2

- Baker, N.R. 2008. Chlorophyll fluorescence: a probe of photosynthesis in vivo. *Annual Review of Plant Biology*, 59: 89-113.
- Demmig-Adams, B., Adams, W.W. 1996. The role of xanthophyll cycle carotenoids in the protection of photosynthesis. *Trends in Plant Science*, 1: 21-26.
- Jansen, M. A. K., Gaba, V. and Greenberg, B. M. 1998. Higher plants and UV-B radiation: balancing damage, repair and acclimation. *Trends Plant Sci.* 3:131-135.
- Maxwell, K., Johnson, G.N. 2000. Chlorophyll fluorescence-a practical guide. *Journal of Experimental Botany*, 51: 659-668.
- Niyogi, K.K. 2000. Safety valves for photosynthesis. *Current Opinion in Plant Biology*. 3: 455-460.



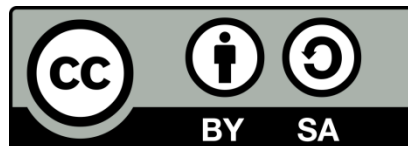
Βιβλιογραφία 2/2

- Ort, D. R. 2001. When there is too much light. *Plant Physiology* 125: 29-32.
- Stoch, M., Spunda, V., Kurasová, I. 2004. Non-radiative dissipation of absorbed excitation energy within photosynthetic apparatus of higher plants. *Photosynthetica*, 42: 323-337.
- Takahashi, S., Murata, N. 2008. How do environmental stresses accelerate photoinhibition? *Trends in Plant Science*, 13: 178-182.
- Takahashi, S., Milward, S.E., Yamori, W., Evans, J.R., Hillier, W., Badger, M.R. 2010. The solar action spectrum of photosystem II damage. *Plant Physiology*, doi: 10.1104/pp.110.155747.



Άδειες Χρήσης

- Το παρόν εκπαιδευτικό υλικό υπόκειται σε άδειες χρήσης Creative Commons.
- Για εκπαιδευτικό υλικό, όπως εικόνες, που υπόκειται σε άλλου τύπου άδεια χρήσης, η άδεια χρήσης αναφέρεται ρητώς.





Χρηματοδότηση

- Το παρόν εκπαιδευτικό υλικό έχει αναπτυχθεί στο πλαίσιο του εκπαιδευτικού έργου του διδάσκοντα.
- Το έργο «**Ανοικτά Ακαδημαϊκά Μαθήματα Γεωπονικού Πανεπιστημίου Αθηνών**» έχει χρηματοδοτήσει μόνο την αναδιαμόρφωση του εκπαιδευτικού υλικού.
- Το έργο υλοποιείται στο πλαίσιο του Επιχειρησιακού Προγράμματος «Εκπαίδευση και Δια Βίου Μάθηση» και συγχρηματοδοτείται από την Ευρωπαϊκή Ένωση (Ευρωπαϊκό Κοινωνικό Ταμείο) και από εθνικούς πόρους.



Ευρωπαϊκή Ένωση
Ευρωπαϊκό Κοινωνικό Ταμείο



ΕΠΙΧΕΙΡΗΣΙΑΚΟ ΠΡΟΓΡΑΜΜΑ
ΕΚΠΑΙΔΕΥΣΗ ΚΑΙ ΔΙΑ ΒΙΟΥ ΜΑΘΗΣΗ
επένδυση στην κοινωνία της γνώσης
ΥΠΟΥΡΓΕΙΟ ΠΑΙΔΕΙΑΣ ΚΑΙ ΘΡΗΣΚΕΥΜΑΤΩΝ
ΕΙΔΙΚΗ ΥΠΗΡΕΣΙΑ ΔΙΑΧΕΙΡΙΣΗΣ

Με τη συγχρηματοδότηση της Ελλάδας και της Ευρωπαϊκής Ένωσης



ΕΣΠΑ
2007-2013
πρόγραμμα για την ανάπτυξη
ΕΥΡΩΠΑΪΚΟ ΚΟΙΝΩΝΙΚΟ ΤΑΜΕΙΟ



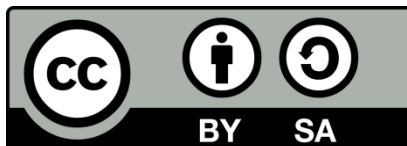
Σημείωμα Αναφοράς

Copyright Γεωπονικό Πανεπιστήμιο Αθηνών 2014. Τμήμα Επιστήμης Φυτικής Παραγωγής, Γεώργιος Καραμπουρνιώτης/ Γεώργιος Λιακόπουλος. «Φυσιολογία Καταπονήσεων των Φυτών». Έκδοση: 1.0. Αθήνα 2014. Διαθέσιμο από τη δικτυακή διεύθυνση: <https://mediasrv.aua.gr/eclass/courses/OCDCS100/>



Σημείωμα Αδειοδότησης

Το παρόν υλικό διατίθεται με τους όρους της άδειας χρήσης Creative Commons Αναφορά, Παρόμοια Διανομή 4.0 [1] ή μεταγενέστερη, Διεθνής Έκδοση. Εξαιρούνται τα αυτοτελή έργα τρίτων, π.χ. φωτογραφίες, διαγράμματα κ.λ.π., τα οποία εμπεριέχονται σε αυτό και τα οποία αναφέρονται μαζί με τους όρους χρήσης τους στο «Σημείωμα Χρήσης Έργων Τρίτων».



Η άδεια αυτή ανήκει στις άδειες που ακολουθούν τις προδιαγραφές του Ορισμού Ανοικτής Γνώσης [2], είναι ανοικτό πολιτιστικό έργο [3] και για το λόγο αυτό αποτελεί ανοικτό περιεχόμενο [4].

[1] <http://creativecommons.org/licenses/by-sa/4.0/>

[2] <http://opendefinition.org/okd/ellinika/>

[3] <http://freedomdefined.org/Definition/EI>

[4] <http://opendefinition.org/buttons/>



Διατήρηση Σημειωμάτων

Οποιαδήποτε αναπαραγωγή ή διασκευή του υλικού θα πρέπει να συμπεριλαμβάνει:

- το Σημείωμα Αναφοράς
 - το Σημείωμα Αδειοδότησης
 - τη δήλωση Διατήρησης Σημειωμάτων
 - το Σημείωμα Χρήσης Έργων Τρίτων (εφόσον υπάρχει)
- μαζί με τους συνοδευόμενους υπερσυνδέσμους.