



ΓΕΩΠΟΝΙΚΟ ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΑΘΗΝΩΝ

AGRICULTURAL UNIVERSITY OF ATHENS

Φυσιολογία Καταπονήσεων των Φυτών

Ενότητα 5:

Ακτινοβολία (2/3), 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

- Καταπρόληψη από χαμηλές εντάσεις ακτινοβολίας, στρατηγικές αντιμετώπισης των χαμηλών εντάσεων ακτινοβολίας.



Λέξεις Κλειδιά 1/2

- ακτινοβολία,
- φωτοσυνθετικά ενεργός ακτινοβολίαφωτοσύνθεση,
- ορατή,
- σκιάφυτα,
- ηλιόφυτα,
- εγκλιματισμός,
- Σκιά.



Λέξεις Κλειδιά 2/2

- στρατηγικές,
- φύλλα σκιάς,
- φύλλα φωτός,
- σημείο αντιστάθμισης,
- φωτοκορεσμός,
- χλωροπλάστης,
- αγωγιμότητα CO₂.



Φυσιολογία Καταπονήσεων των Φυτών



ΑΚΤΙΝΟΒΟΛΙΑ



Διακρίνονται Τρεις Κύριες Στρατηγικές

- Η στρατηγική της διαφυγής
- Η στρατηγική της αποφυγής
- Η στρατηγική της ανθεκτικότητας



Η Στρατηγική της Διαφυγής

- **Επιλέγεται από ετήσιες ή εφήμερες μορφές ζωής.**
 - Τα φυτά αυτά ολοκληρώνουν τον βιολογικό τους κύκλο μέσα στα στενά όρια της ευνοϊκής περιόδου κατά την οποία δεν υφίσταται σκίαση από υπερκείμενα φυλλώματα.



Η Στρατηγική της Αποφυγής 1/2

- Τα ηλιόφυτα διαθέτουν μηχανισμούς αντίληψης της ποιότητας της ακτινοβολίας μέσω των οποίων επάγεται η επιμήκυνση των μεσογονατίων διαστημάτων.





Η Στρατηγική της Αποφυγής 2/2

- Τα σπέρματα ορισμένων, συνήθως ποωδών φυτών βλαστάνουν μόνο παρουσία φωτισμού εμπλουτισμένου στην περιοχή του ερυθρού. Τα σπέρματα αυτά δεν βλαστάνουν στο σκοτάδι ή σε φωτεινό περιβάλλον εμπλουτισμένο σε άπω ερυθρό.



Η Στρατηγική της Ανθεκτικότητας 1/2

- Τη στρατηγική αυτή έχουν επιλέξει φυτικοί οργανισμοί οι οποίοι επιβιώνουν σε περιβάλλον χαμηλού φωτισμού, χωρίς ωστόσο να εμφανίζουν συμπτώματα καταπόνησης.
- Η ανάπτυξη ανθεκτικότητας αποτελεί το προϊόν κατάλληλων μορφολογικών, ανατομικών και βιοχημικών χαρακτηριστικών των φύλλων.



Η Στρατηγική της Ανθεκτικότητας 2/2

- Ως γενετικά καθορισμένη προσαρμογή περιλαμβάνει ως τυπικούς εκπροσώπους τα υποχρεωτικά σκιάφυτα.
- Ως φαινοτυπικός εγκλιματισμός περιλαμβάνει φυτά των οποίων τα φύλλα διαθέτουν την κατάλληλη πλαστικότητα στα χαρακτηριστικά τους ώστε να μπορούν να εγκλιματιστούν σε διαφορετικά φωτεινά καθεστώτα.



Μηχανισμοί Ανθεκτικότητας - Ανατομία

- Η ιδιάζουσα αρχιτεκτονική των φύλλων σκιάς επιτυγχάνει την μεγιστοποίηση της εισόδου του φωτός στο μεσόφυλλο ενώ ταυτόχρονα μειώνεται δραστικά η περατότητα με αποτέλεσμα την απορρόφηση όσο το δυνατόν περισσότερων φωτονίων από τις φωτοσυνθετικές χρωστικές.



Διαφορές Φύλλων Φωτοσσκιάς 1/4

Χαρακτηριστικό`	φύλλα σκιάς	φύλλα φωτός
μορφολογικά και ανατομικά		χαρακτηριστικά
πάχος φύλλου	μικρό	μεγάλο
διευθέτηση ελάσματος	οριζόντια	κατακόρυφη
φυλλική επιφάνεια	μεγάλη	μικρή
επιδερμικά κύτταρα	ιδιόμορφα	κανονικά
εντοπισμός στομάτων	αποαξονικά	αμφιστοματικά φύλλα
ασυμμετρία*	επιβεβλημένη	πιθανή
διχρωμία ελάσματος**	εμφανής	συνήθως απουσιάζει
εναπόθεση λιγνίνης***	περιορισμένη	άφθονη
διευθέτηση χλωροπλαστών	σε επαφή με τα επικλινή τοιχώματα	κυμαινόμενη, συχνά σε επαφή με τα αντικλινή τοιχώματα

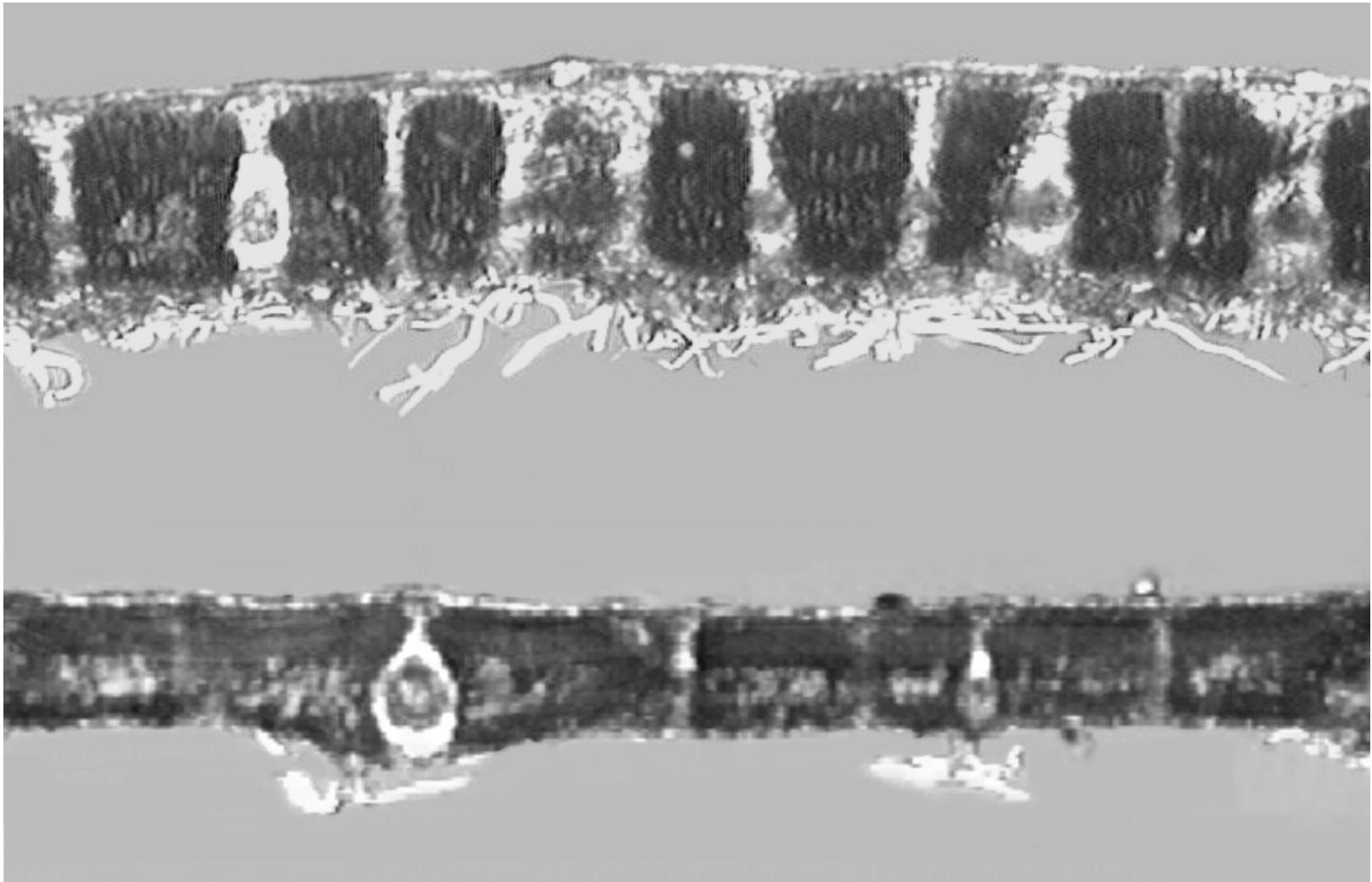


Διαφορές Φύλλων Φωτοσυνθέσεως 2/4

Χαρακτηριστικό	φύλλα σκιάς	φύλλα φωτός
χαρακτηριστικά	λεπτής δομής	χλωροπλαστών
μέγεθος χλωροπλαστών	μεγάλο	μικρό
όγκος στρώματος	μικρός	μεγάλος
grana	ευμεγέθη	μικρά
βιοχημικά	χαρακτηριστικά	
συγκέντρωση φωτοσυστημάτων	χαμηλή	υψηλή
μέγεθος αντέννας	μεγάλο	μικρό
συγκέντρωση Chl ανά βάρος	μεγάλη	μικρή
λόγος Chl a/b	χαμηλός	υψηλός
λόγος Chl $(a+b)/VAZ^{****}$	υψηλός	χαμηλός
συγκέντρωση RubisCO	χαμηλή	υψηλή
μέγιστη φωτοσύνθεση	χαμηλή	υψηλή
σημείο αντιστάθμισης φωτός	χαμηλό	υψηλό



Διαφορές Φύλλων Φωτοσσκιάς 3/4





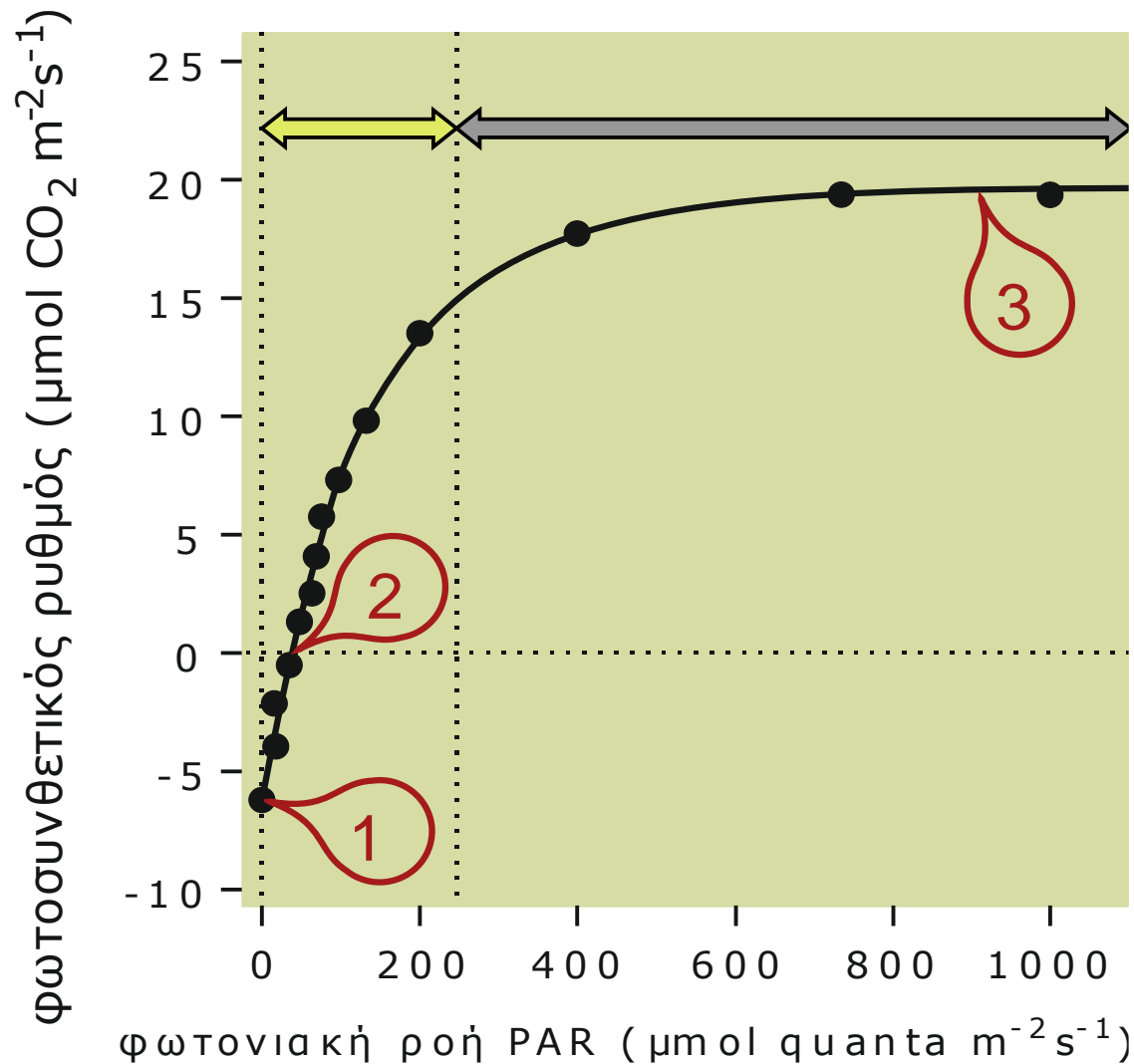
Διαφορές Φύλλων Φωτοσσκιάς 4/4

● Μηχανισμοί ανθεκτικότητας-φυσιολογία

- Οι χλωροπλάστες των φύλλων σκιάς παρουσιάζουν αυξημένες ικανότητες αξιοποίησης χαμηλών εντάσεων φωτεινής ακτινοβολίας, μέσω της εκμετάλλευσης των λιγοστών φωτονίων του περιβάλλοντος ακόμα και αν αυτά βρίσκονται στην πράσινη φασματική περιοχή.
- Αυτό επιτυγχάνεται μέσω της αύξησης του μεγέθους και της αλλαγής της σύστασης σε χρωστικές των αντεννών φωτοσυλλογής. Έτσι, αυξάνεται η συμμετοχή της χλωροφύλλης b και των καροτενοειδών με αποτέλεσμα τα φύλλα σκιάς να εμφανίζουν χαμηλούς λόγους Chl a/b.

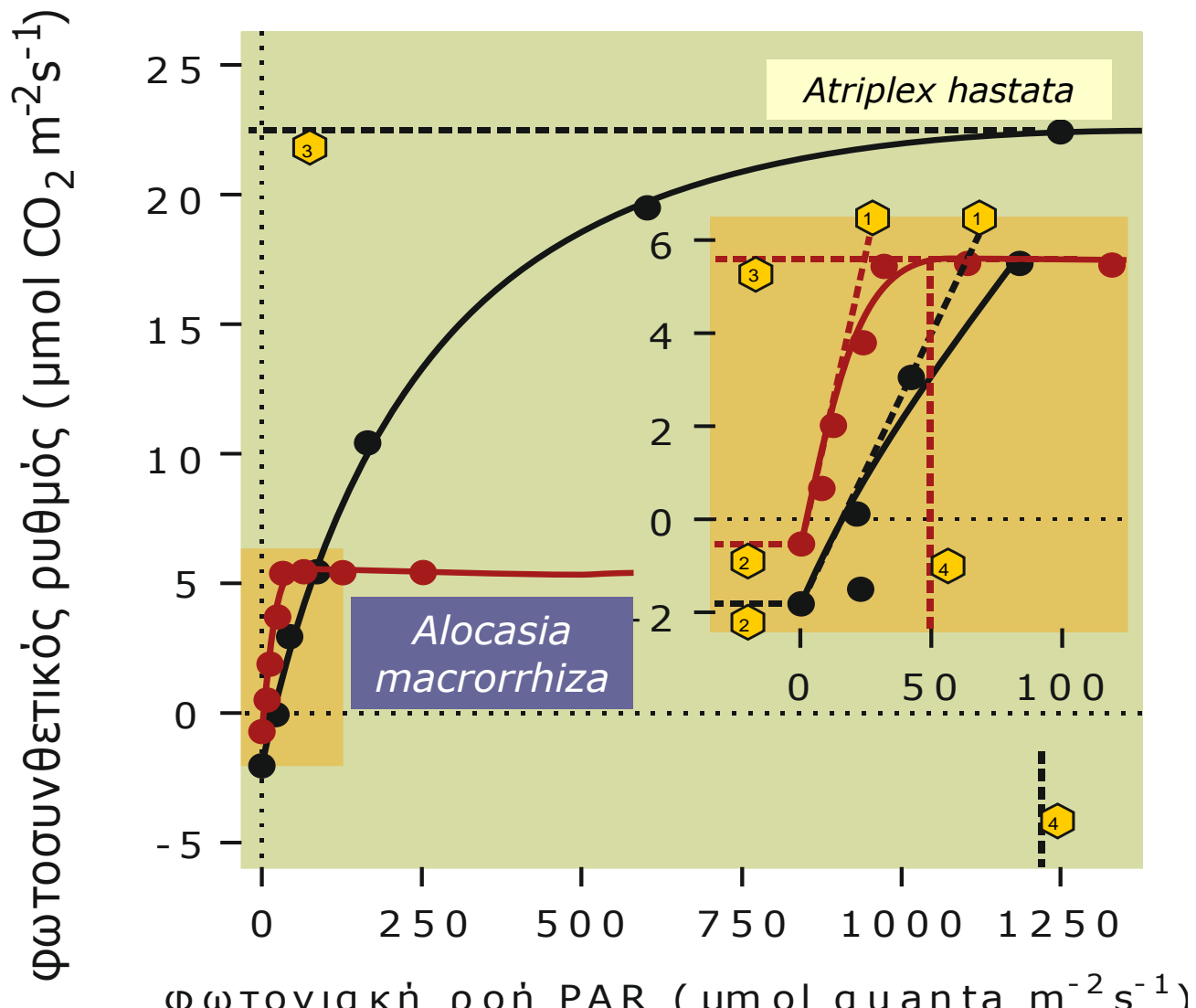


Χαρακτηριστικά Φύλλων Φωτός και Σκιάς 1/2





Χαρακτηριστικά Φύλλων Φωτός και Σκιάς 2/2





Αποδοτικότητα Χρήσης Φωτός από τα Ηλιόφυτα

- Η υψηλή φωτοσυνθετική ικανότητα των ηλιοφύτων οφείλεται:
 1. Στην υψηλή αγωγιμότητα εισόδου του CO_2
 2. Στη σημαντική αύξηση της επιφάνειας αφομοίωσης του CO_2
 3. Στην κατάλληλη αρχιτεκτονική του εσωτερικού του φύλλου που επιτρέπει τη διείσδυση και ομοιόμορφη κατανομή του φωτός σε όλα τα φωτοσυνθετικά κύτταρα
 4. Στο πλήθος των φωτοσυστημάτων ανά χλωροπλάστη
 5. Στην υψηλή συγκέντρωση των ενζύμων του κύκλου Calvin-Benson



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.



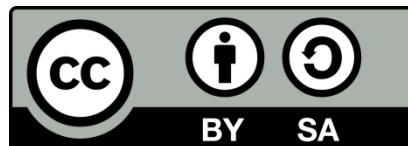
Βιβλιογραφία 2/2

- 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



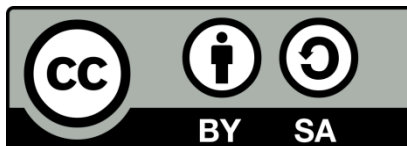
Σημείωμα Αναφοράς

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.