



ΓΕΩΠΟΝΙΚΟ ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΑΘΗΝΩΝ

AGRICULTURAL UNIVERSITY OF ATHENS

# Φυσιολογία Καταπονήσεων των Φυτών

## Ενότητα 2:

Υδατική Καταπόνηση  
(4/4), 1ΔΩ

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

- Στρατηγικές αντιμετώπισης της υδατικής καταπόνησης, φυτά αναβίωσης.



# Λέξεις Κλειδιά

- υδατική καταπόνηση,
- ξηρασία,
- υδρόφυτα,
- υγρόφυτα,
- μεσόφυτα,
- ξηρόφυτα,
- αποδοτικότητα χρήσης νερού,
- διαπνευστικό πηλίκιο,
- δυναμικό νερού,
- σχετικό περιεχόμενο σε νερό,
- οσμωτικό δυναμικό.



# Φυσιολογία Καταπονήσεων των Φυτών



**ΥΔΑΤΙΚΗ ΚΑΤΑΠΟΝΗΣΗ**



# 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 όπου υπάρχει επάρκεια νερού. Στη διάρκεια της δυσμενούς περιόδου απαντούν σε ληθαργικές μορφές (π.χ. σπέρματα).
- Χαρακτηριστικά φυτά που επιλέγουν τη στρατηγική της διαφυγής είναι ο ασφόδελος και ορισμένοι θάμνοι όπως τα είδη *Euphorbia* της ελληνικής χλωρίδας τα οποία αποβάλλουν τα φύλλα τους κατά τη διάρκεια της δυσμενούς περιόδου.







# Η Στρατηγική της Αποφυγής

- Επιλέγεται από ετήσιες ή πολυετείς μορφές ζωής. Τα φυτά της κατηγορίας αυτής, παρουσία υδατικής καταπόνησης, διατηρούν το δυναμικό νερού των κυττάρων τους σε σχετικά υψηλά επίπεδα. Επομένως τα κύτταρα των ιστών τους δεν έχουν την εμπειρία της αφυδάτωσης, έναντι της οποίας παρουσιάζονται σχετικά ευαίσθητα.
- Χαρακτηριστικά φυτά που επιλέγουν τη στρατηγική της διαφυγής είναι τα φρύγανα και τα αείφυλλα σκληρόφυλλα είδη της μεσογειακής βλάστησης.





# Η Αποφυγή μέσω Οικονομίας Νερού 1/3

- Τα φυτά αυτά διαθέτουν την ικανότητα να περιορίζουν τις διαπνευστικές απώλειες, διατηρώντας ταυτόχρονα την ικανότητα αφομοίωσης CO<sub>2</sub> (υψηλές τιμές WUE).
- Δίδεται προτεραιότητα στην εξοικονόμηση και διαφύλαξη των λιγοστών αποθεμάτων νερού. Στη διάρκεια της δυσμενούς περιόδου τα κύτταρά τους διατηρούν υψηλό δυναμικό νερού. Χαρακτηριστικό παράδειγμα αποτελούν τα φυτά CAM.







# Η Αποφυγή μέσω Οικονομίας Νερού 2/3

- Τα φυτά αυτά διαθέτουν την ικανότητα να περιορίζουν τις διαπνευστικές απώλειες, διατηρώντας ταυτόχρονα την ικανότητα αφομοίωσης CO<sub>2</sub> (υψηλές τιμές WUE).
- Δίδεται προτεραιότητα στην εξοικονόμηση και διαφύλαξη των λιγοστών αποθεμάτων νερού. Στη διάρκεια της δυσμενούς περιόδου τα κύτταρά τους διατηρούν υψηλό δυναμικό νερού. Χαρακτηριστικό παράδειγμα αποτελούν τα φυτά CAM.





# Η Αποφυγή μέσω Οικονομίας Νερού 3/3

- i. Δυνατότητα επίτευξης χαμηλών δυναμικού νερού στη ρίζα, ούτως ώστε να δίδεται η δυνατότητα άντλησης νερού από το έδαφος με ταχείς ρυθμούς.
- ii. Αυξάνεται ο λόγος υπόγειο/υπέργειο τμήμα. Σε ορισμένα φρεατόφυτα το ριζικό τους σύστημα εισχωρεί σε μεγάλα βάθη, προσεγγίζοντας τον υδροφόρο ορίζοντα.
- iii. Αυξάνεται η αγωγιμότητα στη μεταφορά νερού.
- iv. Δυνατότητα απορρόφησης νερού από ορισμένα υπέργεια όργανα (φύλλα, βλαστούς, εναέριες ρίζες επιφύτων).



# Η Στρατηγική της Αποφυγής Είναι 1/2

## Πολύ Δημοφιλής στο Μεσογειακό Οικοσύστημα.

- Στο μεσογειακό οικοσύστημα επικρατούν οι αείφυλλοι σκληρόφυλλοι θάμνοι και δένδρα.
- Χαρακτηριστικά των φύλλων τους αναφορικά με την αντιμετώπιση της ξηρασίας:
  - Μειωμένος λόγος επιφάνειας / όγκο
  - Μεγάλη συμμετοχή σκληρεγχυματικών ιστών
  - Επιφανειακούς προστατευτικούς ιστούς και δομές
  - Ολιγάριθμα στομάτια
  - Μεσημβρινή καταστολή της φωτοσύνθεσης



# Η Στρατηγική της Αποφυγής Είναι 2/2

## Πολύ Δημοφιλής στο Μεσογειακό Οικοσύστημα.

- Στο μεσογειακό οικοσύστημα απαντούν φρύγανα (ημιφυλλοβόλοι μαλακόφυλλοι θάμνοι).
- Χαρακτηριστικά των φύλλων τους αναφορικά με την αντιμετώπιση της ξηρασίας:
  - Πυκνό στρώμα τριχώματος (ιδιαίτερα σε νεαρά φύλλα)
  - Μερική φυλλόπτωση στο τέλος της υγρής περιόδου
  - Εποχικό διμορφισμό των φύλλων
  - Ύπαρξη αδένων με αιθέρια έλαια



# Η Στρατηγική της Ανθεκτικότητας 1/2

- Τα φυτά τα οποία χαρακτηρίζονται από τη στρατηγική αυτή, διαθέτουν την ικανότητα να διατηρούν στοιχειώδη μεταβολική δραστηριότητα ακόμη και αν το δυναμικό νερού του κυτταροπλάσματος πέσει σε πολύ χαμηλά επίπεδα. Ορισμένα από αυτά, σε συνθήκες παρατεταμένης και έντονης αφυδάτωσης μεταβαίνουν στην λεγόμενη κατάσταση αναβίωσης η οποία χαρακτηρίζεται από συνθήκες σχεδόν πλήρους αφυδάτωσης των κυττάρων.







# Η Στρατηγική της Ανθεκτικότητας 2/2

- Τα φυτά τα οποία χαρακτηρίζονται από τη στρατηγική αυτή, διαθέτουν την ικανότητα να διατηρούν στοιχειώδη μεταβολική δραστηριότητα ακόμη και αν το δυναμικό νερού του κυτταροπλάσματος πέσει σε πολύ χαμηλά επίπεδα. Ορισμένα από αυτά, σε συνθήκες παρατεταμένης και έντονης αφυδάτωσης μεταβαίνουν στην λεγόμενη κατάσταση αναβίωσης η οποία χαρακτηρίζεται από συνθήκες σχεδόν πλήρους αφυδάτωσης των κυττάρων.





# Τα Φυτά της Αναβίωσης 1/2

- Στη κατηγορία αυτή ανήκουν κυρίως ποικιλοϋδρικοί οργανισμοί, των οποίων τα κύτταρα επιβιώνουν για παρατεταμένα χρονικά διαστήματα, παρόλο ότι το σχετικό περιεχόμενο σε νερό πέφτει σε πολύ χαμηλά επίπεδα (συνήθως βρίσκεται σε ισορροπία με το δυναμικό νερού της ατμόσφαιρας).
- Περιλαμβάνουν μονοκύτταρους φωτοσυνθετικούς οργανισμούς, λειχήνες και ανώτερα φυτά όπως ορισμένα είδη *Ramonda* και *Haberlea* της οικογένειας *Gesneriaceae* (ενδημικά της Βαλκανικής χερσονήσου), καθώς και τα λεγόμενα φυτά αναβίωσης, είδη των οικογενειών *Myrothamnaceae*, *Scrophulariaceae*, *Lamiaceae*, *Cyperaceae*, *Poaceae*, *Liliaceae* και *Velloziaceae*.



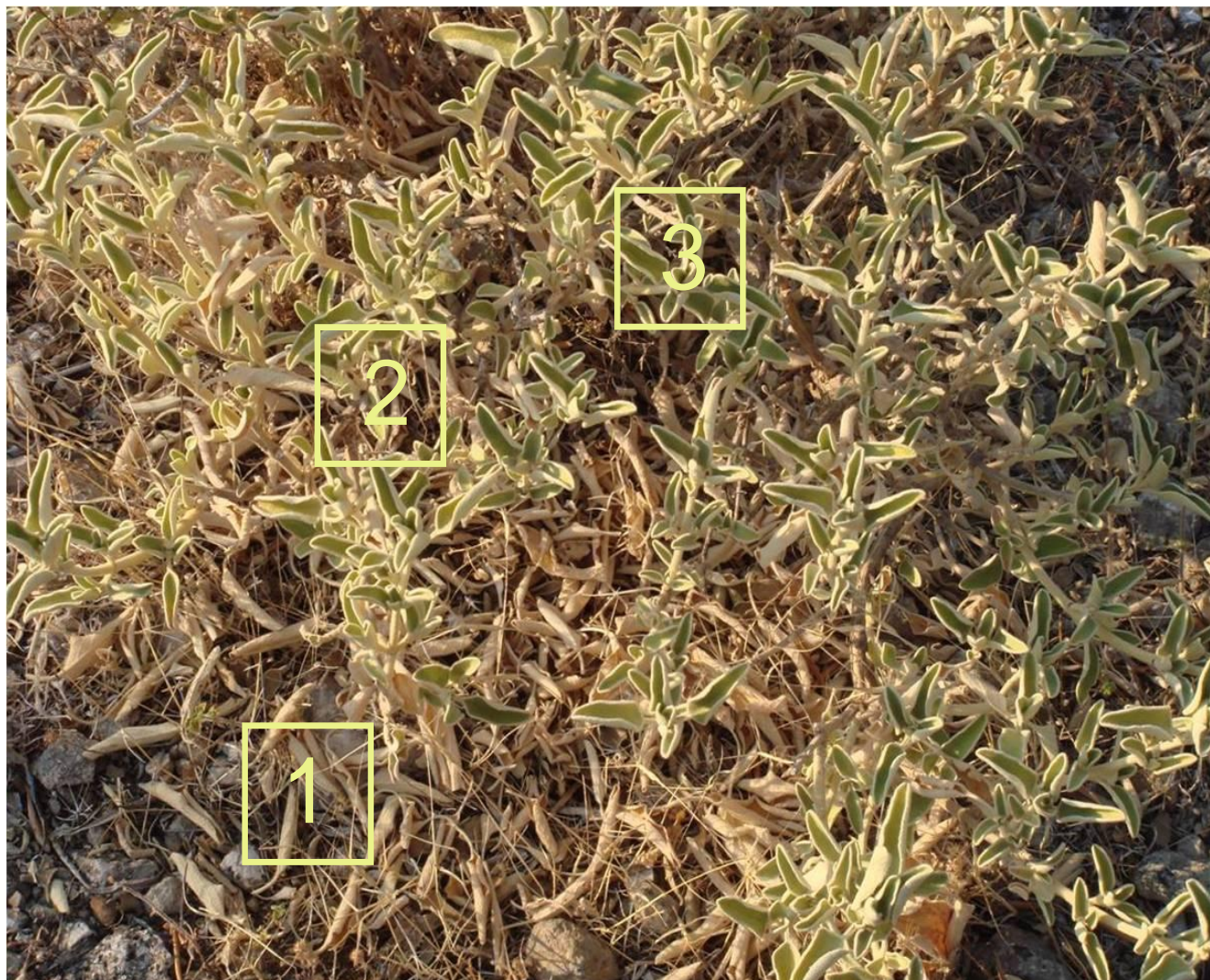
# Τα Φυτά της Αναβίωσης 2/2

- Κοινό χαρακτηριστικό των ειδών αυτών αποτελεί η ικανότητα επιβίωσης των κυττάρων τους σε συνθήκες σχεδόν πλήρους αφυδάτωσης, η οποία επέρχεται με τη μετάβαση στη λεγόμενη κατάσταση αναβίωσης. Κρίσιμο βήμα για τη μετάβαση αυτή αποτελεί η σύνθεση ορισμένων μορίων υδατανθράκων (όπως η ραφινόζη και η τρεαλόζη), τα οποία προσφέρουν προστασία στα φωσφορολιπίδια των μεμβρανών.





# Στρατηγικές: Συχνά Περισσότερες από Μια 1/2







# Στρατηγικές: Συχνά Περισσότερες από Μια 2/2



**Μερική  
φυλλόπτωση**  
Η στρατηγική της  
**διαφυγής** σε  
επίπεδο φυτικών  
οργάνων



**Αποτροπή  
αφυδάτωσης**  
Η στρατηγική της  
**αποφυγής** στα  
φύλλα τα οποία  
παραμένουν



**Έκπτυξη νέων  
φύλλων**  
Η στρατηγική της  
**ανθεκτικότητας**  
στα νέα θερινά  
φύλλα





# Βιβλιογραφία 1/3

- Farooq, M., Wahid, A., Kobayashi, N., Fujita, D., Basra, S.M.A. 2009. Plant drought stress: Effects, mechanisms and management. *Agronomy for Sustainable Development*, 29: 185-212.
- Farrant JM, Moore JP. 2011. Programming desiccation-tolerance: from plants to seeds to resurrection plants. *Current Opinion in Plant Biology* 14: 340-345.
- Lata C, and Prasad M. 2011. Role of DREBs in regulation of abiotic stress responses in plants. *Journal of Experimental Botany* 62: 4731-4748.



# Βιβλιογραφία 2/3

- Muller B, Pantin F, Genard M, Turc O, Freixes S, Piques M, Gibon Y. 2011. Water deficits uncouple growth from photosynthesis, increase C content, and modify the relationships between C and growth in sink organs. *Journal of Experimental Botany* 62: 1715-1729.
- Pinheiro, C., Chaves, M.M. 2011. Photosynthesis and drought: Can we make metabolic connections from available data?. *Journal of Experimental Botany*, 62: 869-882.
- Skirycz A, Inze D. 2010. More from less: plant growth under limited water. *Current Opinion in Biotechnology* 21: 197-203.



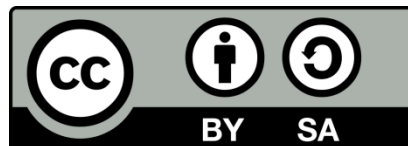
# Βιβλιογραφία 3/3

- Tardieu F, Granier C, Muller B. 2011. Water deficit and growth. Co-ordinating processes without an orchestrator? *Current Opinion in Plant Biology* 14: 283-289.
- Valliyodan B, Nguyen HT. 2006. Understanding regulatory networks and engineering for enhanced drought tolerance in plants. *Current Opinion in Plant Biology* 9: 189-195.



# 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.