



ΓΕΩΠΟΝΙΚΟ ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΑΘΗΝΩΝ

AGRICULTURAL UNIVERSITY OF ATHENS

Φυσιολογία Καταπονήσεων των Φυτών

Ενότητα 2:

Υδατική Καταπόνηση (1/4), 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

- Ορισμός και διάδοση της υδατικής καταπόνησης, ιδιότητες του εδάφους, επιπτώσεις της υδατικής καταπόνησης στις καλλιέργειες, κατηγορίες φυτών όσον αφορά στις απαιτήσεις τους σε νερό, παράμετροι υδατικής κατάστασης (δυναμικό νερού, σχετικό περιεχόμενο σε νερό, αποδοτικότητα χρήσης νερού).



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



Υδατική Καταπόνηση 1/3

- **Τι είναι;**

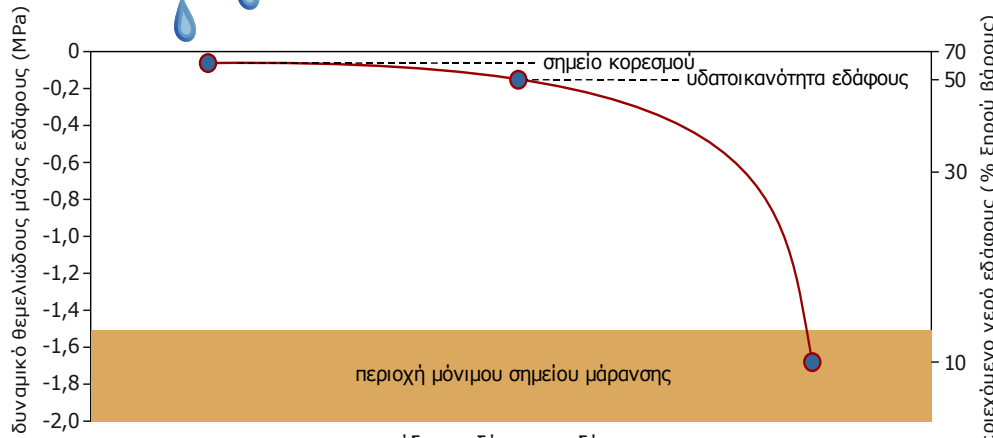
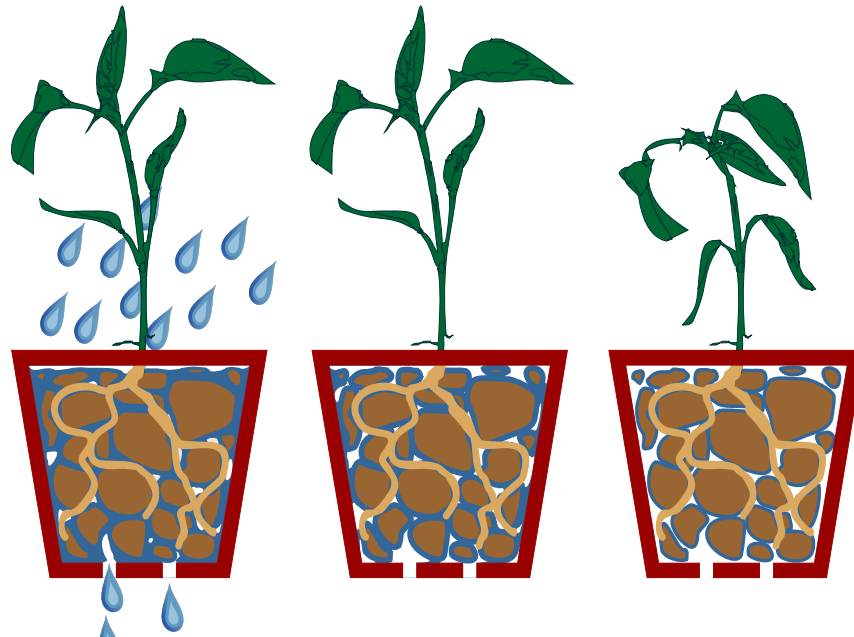
- Είναι η πτώση της τιμής του δυναμικού νερού των κυττάρων. Οφείλεται στην περιορισμένη διαθεσιμότητα νερού από το περιβάλλον σε συνδυασμό με τις διαπνευστικές ανάγκες των φυτών.

- **Ξηρασία**

- Είναι περιβαλλοντική παράμετρος που οφείλεται στο συνδυασμό περιορισμένης εισροής νερού στο έδαφος (συνήθως λόγω χαμηλής βροχόπτωσης) και αυξημένων απωλειών νερού (μέσω της εξατμισοδιαπνοής).



Υδατική Καταπόνηση 2/3



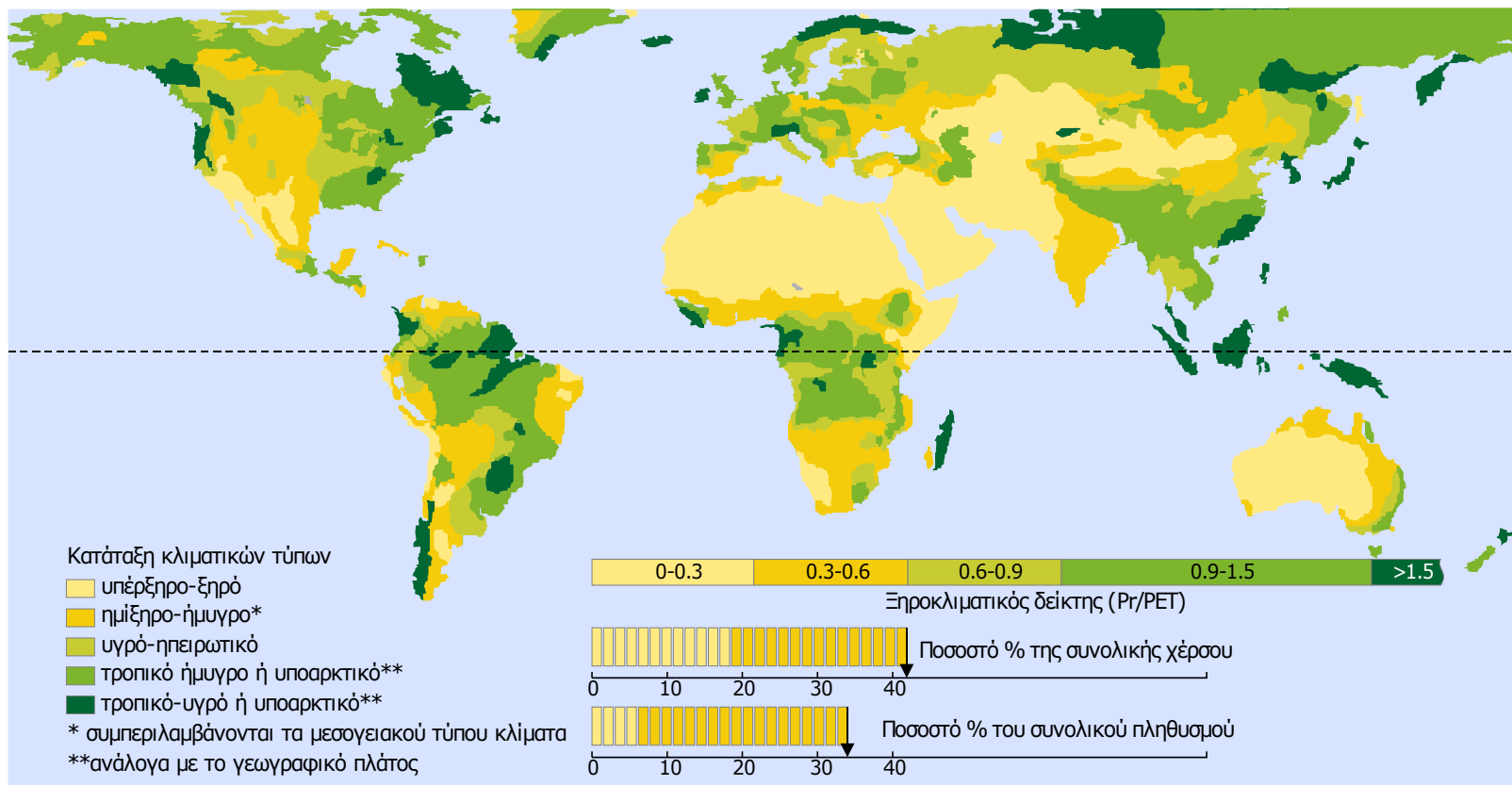


Υδατική Καταπόνηση 3/3

- **Διάδοση της ξηρασίας**
 - Συνθήκες ξηρασίας επικρατούν στο ένα τρίτο περίπου της χέρσου του πλανήτη
- **Σημασία της υδατικής καταπόνησης**
 - Αποτελεί τον σημαντικότερο από πλευράς απωλειών γεωργικής παραγωγής παράγοντα καταπόνησης σε παγκόσμιο επίπεδο



Η Έκταση της Ξηρασίας στον Πλανήτη



Κατανομή των ξηρών περιοχών στον πλανήτη με κριτήριο το συνδυασμό της περιορισμένης εισροής νερού και της εξατμισοδιαπνοής.



Παραγωγή Καλαμποκιού και Σόγιας στις ΗΠΑ

Ετος	Καλαμπόκι	Σόγια
1979	104	106
1980	87	88
1981	104	100
1982	108	104
1983	77	87
1984	101	93
1985	112	113
1986	113	110
1987	114	111
1988	80	89

Παραγωγή καλαμποκιού και σόγιας στις ΗΠΑ (ως % του μέσου όρου των ετών 1979-1988). Οι πλάγιοι αριθμοί αφορούν περιόδους ξηρασίας



Ομάδες Φυτών 1/2

ΟΣΟΝ ΑΦΟΡΑ ΣΤΗ ΔΙΑΘΕΣΙΜΟΤΗΤΑ ΝΕΡΟΥ ΣΤΟ ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝ ΑΝΑΠΤΥΞΗΣ.

- **Υδρόφυτα**

- Τα φυτά των υγροτόπων. Βρίσκονται μερικώς ή ολικώς μέσα στο νερό.

- **Υγρόφυτα**

- Αποικίζουν περιβάλλοντα με υψηλή ατμοσφαιρική και εδαφική υγρασία.



Ομάδες Φυτών 2/2

ΟΣΟΝ ΑΦΟΡΑ ΣΤΗ ΔΙΑΘΕΣΙΜΟΤΗΤΑ ΝΕΡΟΥ ΣΤΟ ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝ ΑΝΑΠΤΥΞΗΣ.

- **Μεσόφυτα**

- Αποικίζουν περιβάλλοντα με παροδικά υψηλή ή μέτρια ατμοσφαιρική και εδαφική υγρασία.

- **Ξηρόφυτα**

- Τα φυτά που εξαπλώνονται σε μέτρια ξηρές ή ξηρές περιοχές με περιορισμένη διαθεσιμότητα νερού.



Ανεπάρκεια Νερού και Επιβίωση

- **Η ικανότητα αντιμετώπισης της ξηρασίας από τα φυτά εξαρτάται**
 - Από την ικανότητα άντλησης νερού από το έδαφος.
 - Από την αποδοτικότητα χρήσης νερού (WUE) ή το διαπνευστικό πηλίκιο (TR).
 - Από την ικανότητα εγκλιματισμού.
- **Διαφορές μεταξύ φυτικών ειδών**
 - Τα καλλιεργούμενα φυτά διαφέρουν σημαντικά όσον αφορά στις απαιτήσεις τους σε νερό. Η διαφορά αυτή αντικατοπτρίζει και τη διαφορετική ικανότητα προσαρμογής σε ξηροφυτικά περιβάλλοντα.



Η Αποδοτικότητα Χρήσης Νερού Ορισμένων Καλλιεργούμενων Φυτών

Είδος	kg ξηρής ουσίας που παράγονται ανά kg νερού που διαπνέεται (WUE) x 10 ³	kg απαιτούμενου νερού για κάθε kg παραγόμενης ξηρής ουσίας (διαπνευστικό πηλίκο, TR)
Μηδική	1.2	850
Σόγια	1.5	650
Βρώμη, πατάτα	1.7	580
Σιτάρι	1.8	550
Σακχαρότευτλα	2.6	380
Καλαμπόκι	2.8	350
Σόργο	3.3	300
<i>Αντιπροσωπευτικός μέσος όρος φυτών CAM</i>	8	125



Παράμετροι της Υδατικής Κατάστασης των Φυτών 1/2

● Το δυναμικό νερού (Ψ)

- Ορίζεται ως το ποσό της ελεύθερης ενέργειας ανά μονάδα όγκου νερού.
- Αποτελεί ένα μέτρο της ικανότητας του νερού να παράγει έργο.
- Η διαφορά $\Delta\Psi$ καθορίζει την κατεύθυνση της ροής του νερού μεταξύ δύο περιοχών.

● Χαρακτηριστικά μεγέθους

- Το δυναμικό του καθαρού νερού υπό συνθήκες αναφοράς θεωρείται ως 0 MPa.
- Η μονάδα μέτρησης είναι συνήθως το MPa (μονάδα πίεσης).

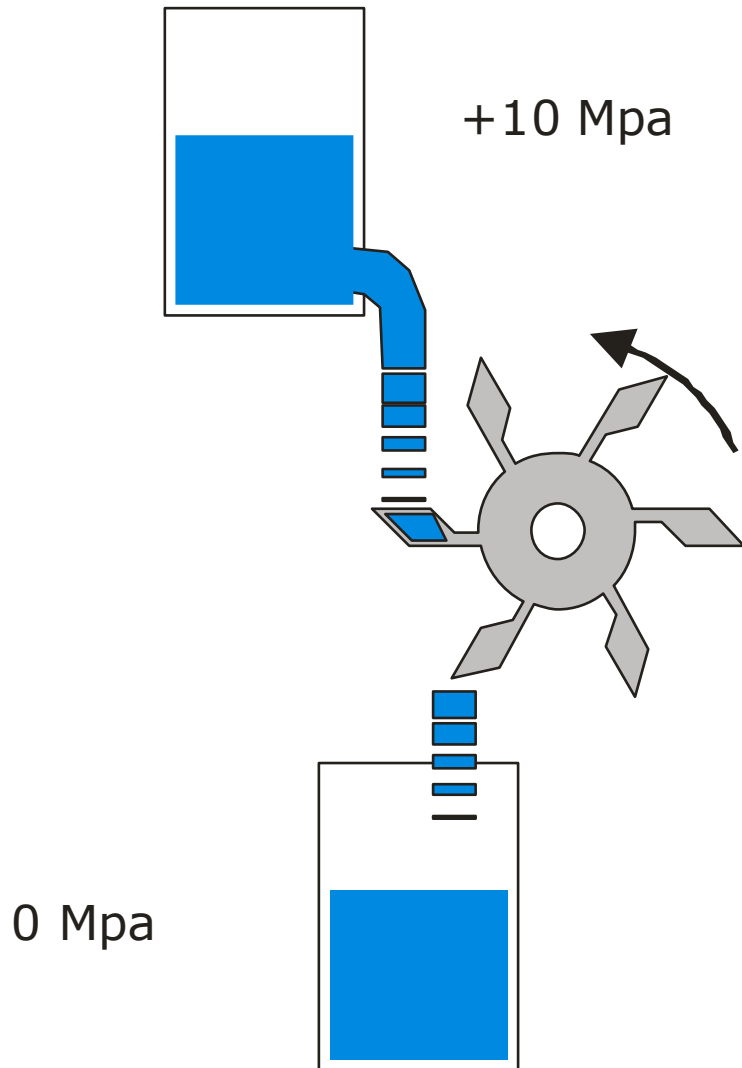


Παράμετροι της Υδατικής Κατάστασης των Φυτών 2/2

- **Το σχετικό περιεχόμενο σε νερό (RWC)**
 - Ορίζεται ως η περιεκτικότητα σε νερό ενός φυτικού ιστού ως προς την περιεκτικότητά του στον κόρο
 - Αποτελεί ένα μέτρο της κάλυψης των αναγκών των ιστών σε νερό
- **Χαρακτηριστικά μεγέθους**
 - Το RWC είναι καθαρός αριθμός
 - Μετράται συνήθως σε δίσκους φύλλων οι οποίοι ζυγίζονται ως έχουν και μετά την πλήρη σπαργή τους αφού επιπλεύσουν σε νερό για μερικές ώρες. Ακολούθως μετράται το ξηρό τους βάρος και γίνεται ο υπολογισμός:
 - $$RWC = (v \cdot \beta_{\text{τρέχον}} - \xi \cdot \beta_{\cdot 1}) / (v \cdot \beta_{\text{κορεσμένο}} - \xi \cdot \beta_{\cdot 2})$$

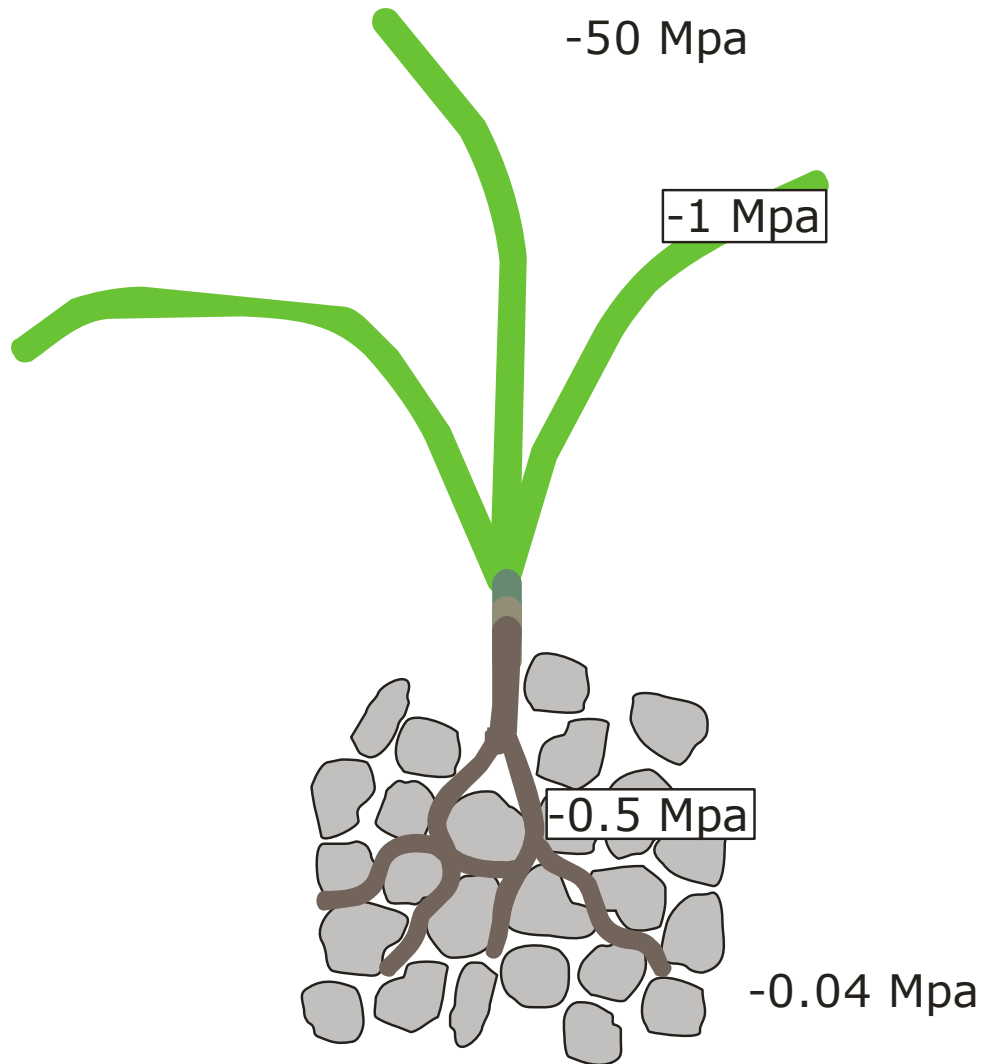


Δυναμικό Νερού 1/7





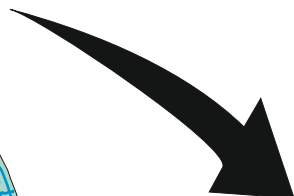
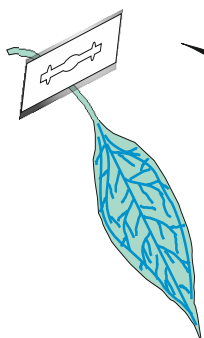
Δυναμικό Νερού 2/7





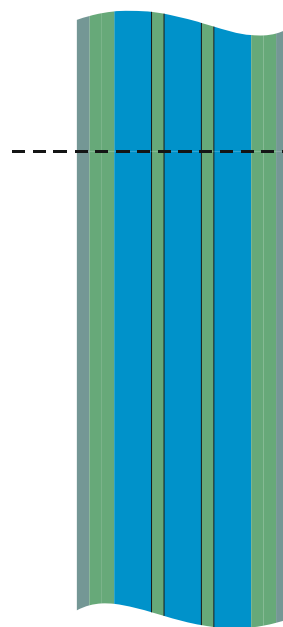
Δυναμικό Νερού 3/7

1



2

από τη ρίζα



σημείο τομής



προς το έλασμα

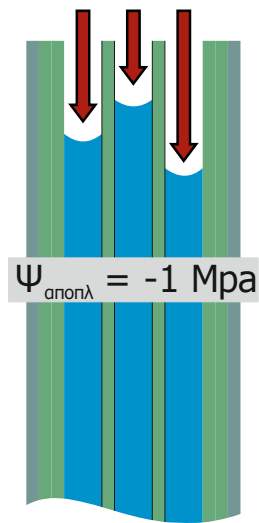


Δυναμικό Νερού 4/7

3

$P = 0 \text{ Mpa}$

υποχώρηση
ανιόντος
χυμού,
δημιουργία
εμβολής



κίνηση
ανιόντος χυμού

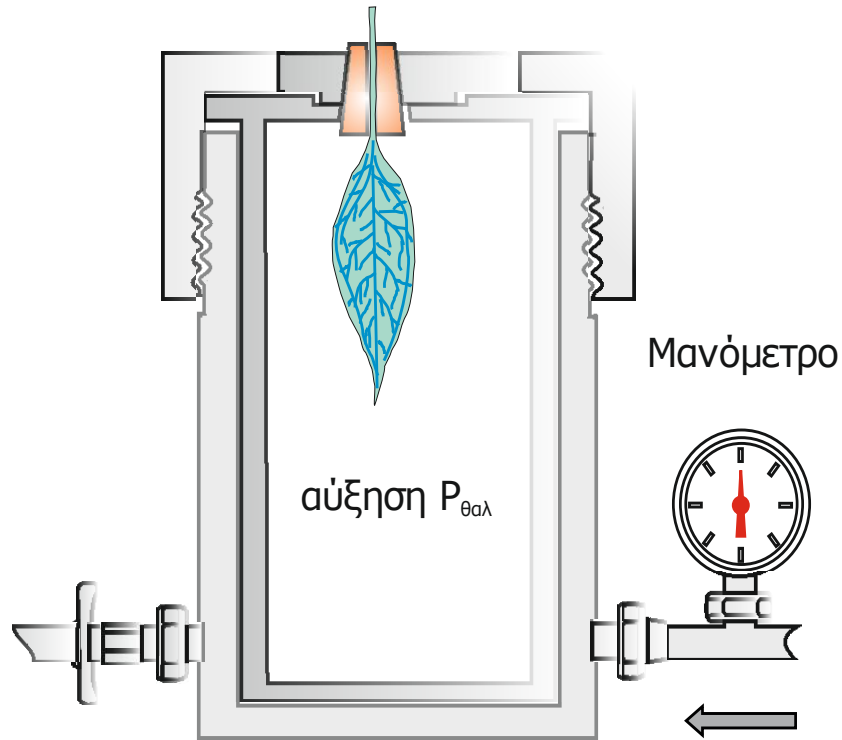
προς το έλασμα



Δυναμικό Νερού 5/7

4

$$P_{\text{ατμ}} = 0 \text{ Μρα}$$



βαλβίδα
αποσυμπίεσης
(κλειστή κατά τη μέτρηση)

διοχέτευση
αέρα

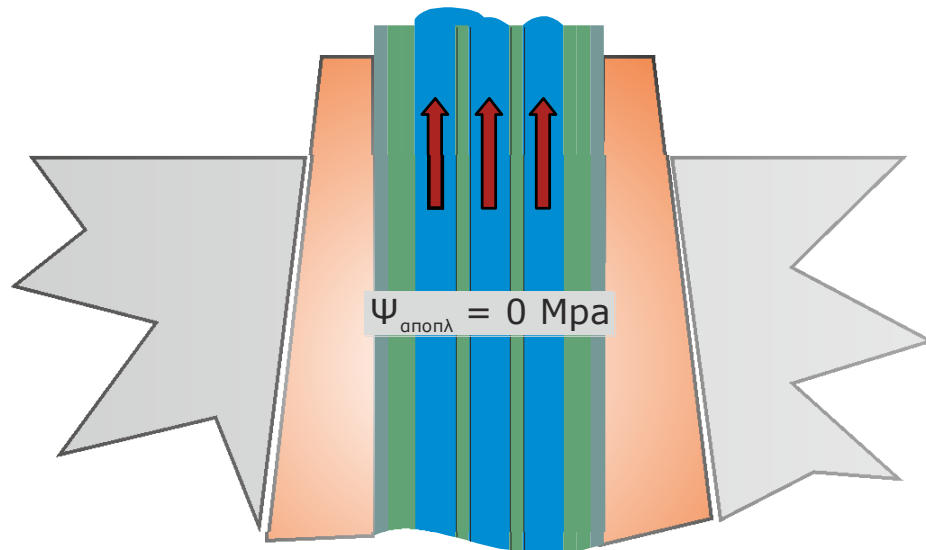


Δυναμικό Νερού 6/7

$$P_{\text{ατμ}} = 0 \text{ Mpa}$$



κίνηση του
ανιόντος χυμού
προς το
σημείο τομής
λόγω εξίσωσης
πιέσεων



$$P_{\text{θαλ}} = +1 \text{ Mpa}$$



Δυναμικό Νερού 7/7

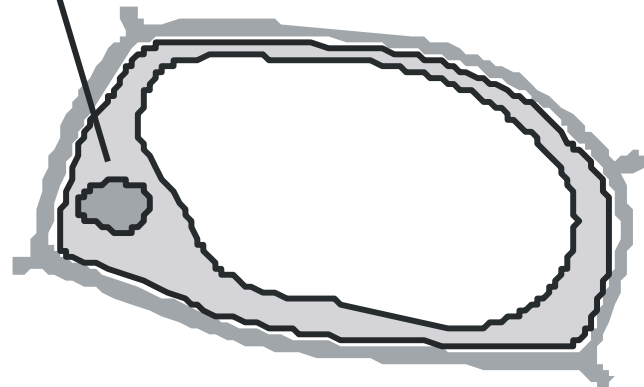
- Στα κύτταρα το δυναμικό νερού διαμορφώνεται κυρίως λόγω δύο παραμέτρων. Η πρώτη είναι το οσμωτικό δυναμικό (Ψ_s) και η δεύτερη το δυναμικό πίεσης (Ψ_p). Ισχύει ότι $\Psi_w = \Psi_s + \Psi_p$

Ενδοκυτταρικό Περιβάλλον

$$\Psi_p = + 0,5 \text{ MPa}$$

$$\Psi_s = - 1,5 \text{ MPa}$$

$$\Psi_w = \Psi_p + \Psi_s = - 1,0 \text{ MPa}$$





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.



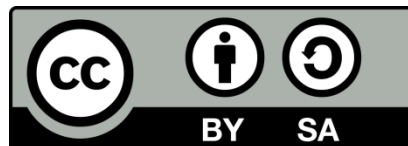
Βιβλιογραφία 3/3

- 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



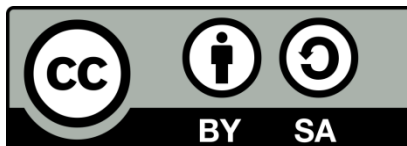
Σημείωμα Αναφοράς

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.