

**ΟΙΚΟΛΟΓΙΚΟ
ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝ
ΚΑΛΤΙΕΡΓΕΙΑΣ
ΛΑΧΑΝΙΚΩΝ**

Το ριζικό περιβάλλον στις καλλιέργειες κηπευτικών

- Έδαφος
- Υποστρώματα

ΕΔΑΦΟΣ

- **Ανώτατο στρώμα στερεού φλοιού της γης.**
- **Προέρχεται από αποσάθρωση ορυκτών & πετρωμάτων και επίδραση κλιματικών συνθηκών πάνω τους.**
- **Αποτελεί το μέσο ανάπτυξης των ριζών.**
- **Παρέχει στα φυτά θρεπτικά στοιχεία, νερό, οξυγόνο και στήριξη.**
- **Μπορεί να υποκατασταθεί από υποστρώματα (εκτός εδάφους καλλιέργειες).**

Βάθος εδάφους

- Προτιμώνται τα βαθειά εδάφη
- Ανάλογα με το βάθος ανάπτυξής του, το ριζικό σύστημα των λαχανικών διακρίνεται σε:
 - Αβαθές (45-60 cm)
 - Μέτριας διεισδυτικότητας (60-120 cm)
 - Βαθύ (> 120 cm)

Βάθος εδάφους

Επιπολαιόριζα (45 - 60 cm)	Μέτρια βαθύριζα (60 - 120 cm)	Βαθύριζα (> 120 cm)
Αντίδι	Αγγούρι	Αγκινάρα
Γογγύλι	Καρότο	Γλυκοπατάτα
Γλυκοκαλάμποκο	Κολοκύθι	Καρπούζι
Κινέζικο λάχανο	Μελιτζάνα	Μπάμια
Κουνουπίδι	Μπιζέλι	Σπαράγγι
Κρεμμύδι	Παντζάρι	Τομάτα
Λάχανο Βρυξελλών	Πεπόνι	
Λάχανο κεφαλωτό	Πιπεριά	
Μαϊντανός	Ρέβα	
Μαρούλι	Σέσκουλο	
Μπρόκολο	Φασόλι	
Πατάτα		
Πράσο		
Ραπάνι		
Σέλινο		
Σκόρδο		
Σπανάκι		
Φράουλα		

Σύσταση εδάφους

I. Μηχανική ή κοκκομετρική σύσταση

- Κλάσματα κόκκων:
 - Άργιλος: $< 0,002$ mm,
 - Πηλός: $0,002 - 0,02$ mm,
 - Άμμος: $0,02 - 2$ mm.
 - Σκελετικά υλικά: > 2 mm.
- Επηρεάζουν το πορώδες του εδάφους
- Μέσω του πορώδους επιδρούν τόσο στις φυσικές ιδιότητες του εδάφους όσο και στην γονιμότητά του.

Τύποι εδαφών

- **Ανόργανα εδάφη**
 - Αμμώδη
 - Αμμοπηλώδη
 - Πηλοαμμώδη
 - Αργιλλοπηλώδη
 - Αργιλλώδη
- **Οργανικά εδάφη (μέχρι 60% οργανική ουσία)**

Οργανική ουσία εδάφους

- Συνήθως κυμαίνεται μεταξύ 0-15%
- Τα οργανικά εδάφη περιέχουν μέχρι 60% οργανική ουσία
- Μικρό μέρος περιλαμβάνει πολυπεπτίδια, υδατάνθρακες, λίπη, κ.λπ.
- Η υπόλοιπη οργανική ουσία είναι χούμος

Σημασία οργανικής ουσίας για την καλλιέργεια λαχανικών

- Βελτιώνει την δομή του εδάφους καθιστώντας τα βαριά εδάφη περισσότερο πορώδη και μειώνοντας το μέγεθος των πόρων στα αμμώδη εδάφη
- Το σκούρο χρώμα των εδαφών που περιέχουν χούμο συντελεί στη μεγαλύτερη απορρόφηση θερμότητας,
- Απελευθερώνει θρεπτικά στοιχεία για τα φυτά μέσω της βαθμιαίας αποσύνθεσής της και
- Αποτελεί προϋπόθεση για την ύπαρξη μικροβιακής δραστηριότητας στο έδαφος.

Τρόποι αύξησης οργανικής ουσίας στο έδαφος

- Προσθήκη κοπριάς
- Προσθήκη κομποστοποιημένων οργανικών υπολειμμάτων
- Ενσωμάτωση υπολειμμάτων προηγούμενης καλλιέργειας στο έδαφος
- Χλωρή λίπανση

Πορώδες (P)

Το ποσοστό όγκου του εδάφους που καταλαμβάνεται από πόρους (κενοί χώροι εδάφους ανάμεσα στα στερεά συστατικά).

Υπολογίζεται μέσω της σχέσης:

$$P = \frac{V_p}{V_s} 100$$

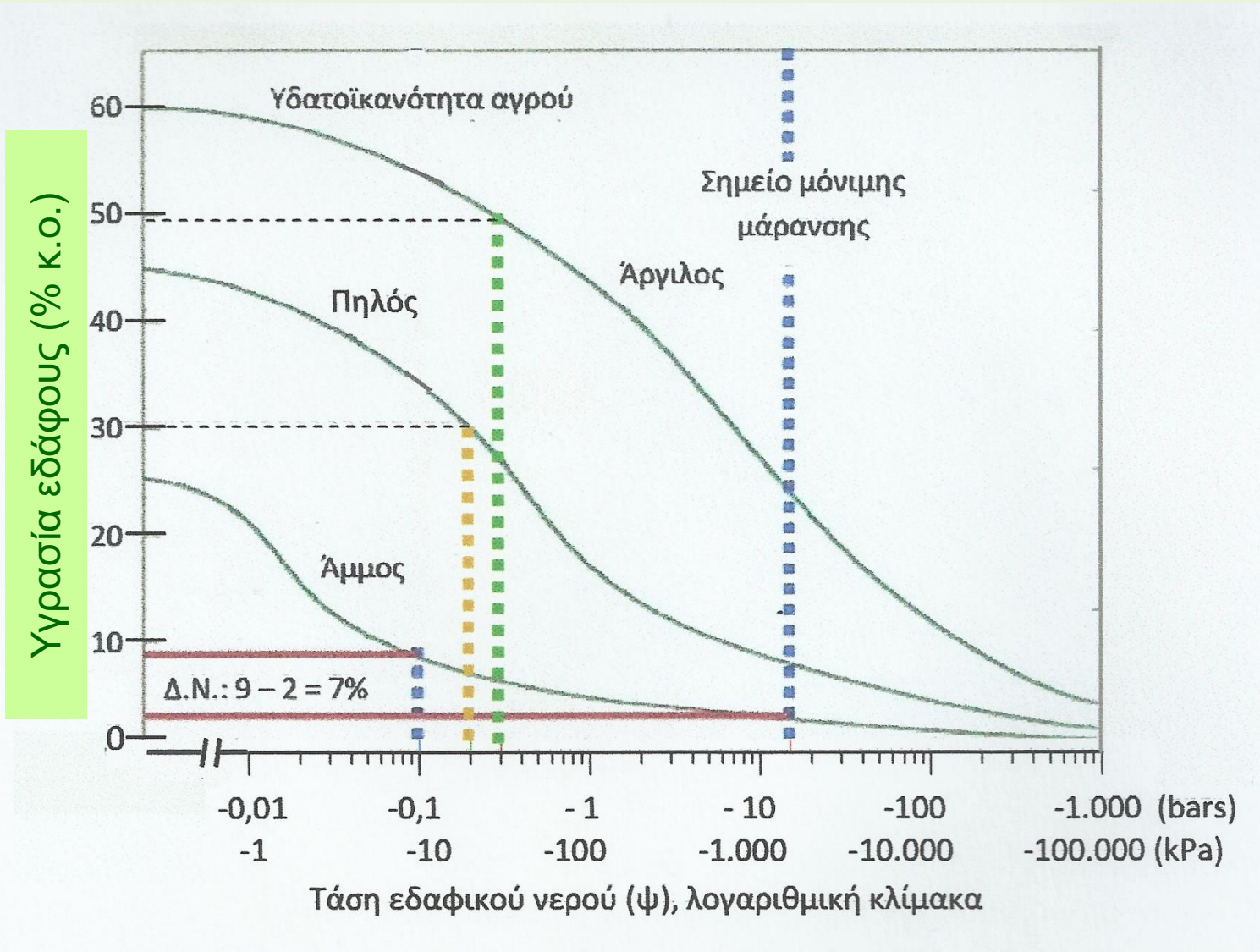
όπου: V_p ο όγκος των πόρων,

V_s ο συνολικός όγκος του εδάφους.

**Επίδραση εδαφικής
υγρασίας στις καλλιέργειες
κηπευτικών**

Υδατική κατάσταση εδάφους

- **Εδαφικό νερό: νερό που απομακρύνεται με ξήρανση του χώματος στους 105 °C**
- **Υδατοκορεσμός εδάφους (μύζηση 0 kPa)**
- **Υδατοϊκανότητα**
 - **Αμμώδη εδάφη: 100 kPa**
 - **Πηλώδη εδάφη: 200 kPa**
 - **Αργιλώδη εδάφη: 300 kPa**
- **Σημείο μόνιμης μάρανσης: 1500 kPa (15 At)**



Τυπικές χαρακτηριστικές καμπύλες υγρασίας (Χ.Κ.Υ.) για ένα αργιλώδες, ένα μέσης σύστασης και ένα αμμώδες έδαφος.

Κοκκομετρική σύσταση & πρωιμότητα στην παραγωγή κηπευτικών

- Όσο πιο λεπτόκοκκο είναι ένα έδαφος, τόσο περισσότερο νερό περιέχει.
- Το νερό όμως έχει πολύ πιο υψηλή ειδική θερμότητα σε σύγκριση με τα στερεά συστατικά του εδάφους ($1 \text{ cal g}^{-1} \text{ }^{\circ}\text{C}^{-1}$, σε σύγκριση με περίπου $0,2 \text{ cal g}^{-1} \text{ }^{\circ}\text{C}^{-1}$, αντίστοιχα).
- Τα λεπτόκοκκα εδάφη, νωρίς την άνοιξη περιέχουν σημαντικές ποσότητες νερού λόγω των βροχών του χειμώνα.
- Λόγω της μεγάλης του θερμοχωρητικότητας όμως το νερό απαιτεί μεγάλες ποσότητες θερμικής ενέργειας για να αυξηθεί η θερμοκρασία του.
- Συνεπώς, τα λεπτόκοκκα εδάφη, που περιέχουν πολύ νερό την άνοιξη, αργούν να θερμανθούν μετά την παρέλευση του χειμερινού ψύχους.

Αεροπερατότητα

- **Αέρας: αναγκαίος για αναπνοή ρίζας.**
- **Αέρας: στους σχετικά μεγάλους πόρους.**
- **Επομένως: σημαντικό ποσοστό των πόρων πρέπει να είναι ευμεγέθεις.**
- **Μεγάλου μεγέθους πόρους σχηματίζουν τα χονδρόκκοκα υλικά (άμμος, χονδρά κλάσματα πηλού).**

Θερμοκρασία Εδάφους: Μέγιστες τιμές

- Οι αυξομειώσεις της θερμοκρασίας πάνω στην επιφάνεια της γης οφείλονται στην επίδραση της ηλιακής ακτινοβολίας.
- Μέγιστη θερμοκρασία στην επιφάνεια του εδάφους: Όταν η θερμοκρασία του αέρα αποκτά την μέγιστη τιμή.
- Σε μεγαλύτερο εδαφικό βάθος η μέγιστη θερμοκρασία εμφανίζεται πιο αργά σε σύγκριση με την επιφάνεια.

Θερμοκρασία Εδάφους: Διακυμάνσεις

Ημερήσια διακύμανση:

- Μικρότερη καθώς αυξάνει το εδαφικό βάθος.
- Δεν ξεπερνά τον 1 °C σε βάθος 50-60 cm.
- Μηδενίζεται σε βάθος 90-100 cm.

Ετήσια διακύμανση:

- Μεγαλύτερη από ημερήσιες διακυμάνσεις.
- Εξασθενεί λιγότερο καθώς αυξάνει το εδαφικό βάθος.
- Στα 2,50 cm: ετήσια μεταβολή μέχρι και 10 °C.
- Βάθος > 10 m: σταθερή θερμοκρασία όλο το χρόνο.

Σημασία εδαφικής θερμοκρασίας για την Λαχανοκομία

Επηρεάζει:

- **Φύτρωμα σπόρων,**
- **Ταχύτητα ανάπτυξης της ρίζας,**
- **Απορρόφηση θρεπτικών στοιχείων,**
- **Ταχύτητα ανοργανοποίησης οργανικής ουσίας**
- **Χημικές μετατροπές λιπασμάτων**

Χημικές ιδιότητες εδάφους

- Περιεκτικότητα σε θρεπτικά στοιχεία
- Ανταλλαγή ιόντων
- Αντίδραση (οξύτητα) εδάφους (pH)

Περιεκτικότητα σε θρεπτικά στοιχεία

- Ολική περιεκτικότητα σε θρεπτικά στοιχεία (π.χ. ολικό Ca).
- Περιεκτικότητα σε διαθέσιμα θρεπτικά στοιχεία.
 - Υδατοδιαλυτά.
 - Χαλαρά δεσμευμένα (π.χ. ανταλλάξιμα κατιόντα).

Ικανότητα ανταλλαγής ιόντων

- Ικανότητα ανταλλαγής κατιόντων. Μέτρο της ικανότητας ενός εδάφους να συγκρατεί κατιόντα του εδαφικού διαλύματος σε θέσεις αρνητικών ηλεκτρικών φορτίων.
- Ικανότητα ανταλλαγής ανιόντων. Μέτρο της ικανότητας ενός εδάφους να συγκρατεί ανιόντα του εδαφικού διαλύματος σε θέσεις θετικών ηλεκτρικών φορτίων.
- Η ΙΑΚ είναι ευθέως ανάλογη προς την γονιμότητα ενός εδάφους.
- Τόσο η ΙΑΚ όσο και η ΙΑΑ μετρώνται συνήθως σε χιλιοστοϊσοδύναμα (meq) προσροφημένων κατιόντων ανά 100 g εδάφους.

Οξύτητα εδάφους (pH)

pH 5,0 – 6,5	pH 5,5 – 6,8	pH 6 – 7,6
Αντίδι	Αγγούρι	Κινέζικο λάχανο
Γλυκοπατάτα	Γλυκοκαλάμποκο	Κουνουπίδι
Καρπούζι	Γογγύλι	Κρεμμύδι
Μάραθος, φινόκιο	Καρότο	Λάχανο
Πατάτα	Κολοκύθι	Μαρούλι
Ραδίκι	Λάχανο Βρυξελών	Μπρόκολο
	Μαϊντανός	Παντζάρι
	Μελιτζάνα	Πεπόνι
	Μπιζέλι	Πράσο
	Πιπεριά	Σέλινο
	Ραπανάκι	Σέσκουλο
	Ρέβα	Σπανάκι
	Σκόρδο	Σπαράγγι
	Τομάτα	
	Φασόλι	
	Φράουλα	

Οξύτητα εδάφους (pH)

- Σχεδόν όλα τα καλλιεργούμενα είδη λαχανικών ευδοκιμούν σε εδάφη με pH μεταξύ 6,0-6,5.
- Υπάρχουν όμως και ορισμένα λαχανικά που χρειάζονται είτε πιο όξινο είτε πιο αλκαλικό περιβάλλον (πατάτα, καρπούζι).
- Η αφομοιωσιμότητα των θρεπτικών στοιχείων επηρεάζεται σημαντικά από το pH.

Επίδραση pH στη διαθεσιμότητα θρεπτικών στοιχείων

Υδρόλυση κατιόντος που αντιστοιχεί σε ασθενή βάση:



Σύμφωνα με την παραπάνω αντίδραση, η μείωση του pH (αύξηση συγκέντρωσης H^+) αυξάνει την διαθεσιμότητα του M^{2+} θρεπτικού στοιχείου

Διάσταση ανιόντων ασθενών οξέων: (παράδειγμα με φωσφορικά):



Σύμφωνα με την παραπάνω αντίδραση, μέσες τιμές pH (μέση συγκέντρωση H^+) μεγιστοποιεί την διαθεσιμότητα του $H_2PO_4^-$

Μέτρηση και διόρθωση pH εδάφους

- Τρόποι μέτρησης pH
- Διόρθωση πολύ χαμηλού pH (ασβέστωση)
 - Άνυδρη άσβεστος (CaO)
 - Εσβεσμένη άσβεστος (Ca(OH)_2)
 - Δολομίτης (CaCO_3 , MgCO_3)
 - Ασβεστόπετρα ή μαρμαρόσκονη (CaCO_3 , MgCO_3)

Μέτρηση και διόρθωση pH εδάφους

- Διόρθωση πολύ υψηλού pH (οξίνιση)
 - S, H₂SO₄, SO₂
 - CaS
 - Αμμωνιακά λιπάσματα
 - Θειικός σίδηρος
 - Θειικό αργίλιο (στυπτηρία)

ΑΛΑΤΟΤΗΤΑ ΕΔΑΦΟΥΣ

Αλατότητα είναι η υπερβολική συγκέντρωση διαλυτών αλάτων (ανόργανων ιόντων) στο διάλυμα που βρίσκεται στην περιοχή του ριζοστρώματος (εδαφικό διάλυμα ή τεχνητό θρεπτικό διάλυμα).

Τα ιόντα που βρίσκονται σε υπερβολική συγκέντρωση συνήθως είναι το Na^+ και το Cl^- , ενώ σε μικρότερο βαθμό υπεύθυνα για την αλατότητα μπορούν να είναι και το Ca^{2+} , το Mg^{2+} , το SO_4^{2-} και το HCO_3^- .

Μονάδες μέτρησης αλατότητας

- Μονάδες άμεσης έκφρασης της ολικής συγκέντρωσης διαλυτών αλάτων:
 - g/l, mmol/l, meq/l
- Μονάδες έμμεσης έκφρασης της συγκέντρωσης διαλυτών αλάτων:
 - ηλεκτρική αγωγιμότητα σε mmhos/cm ή dS/m,
 - οσμωτικό δυναμικό σε bar ή kPa ή at.

Στα νερά κατά προσέγγιση ισχύει η σχέση:

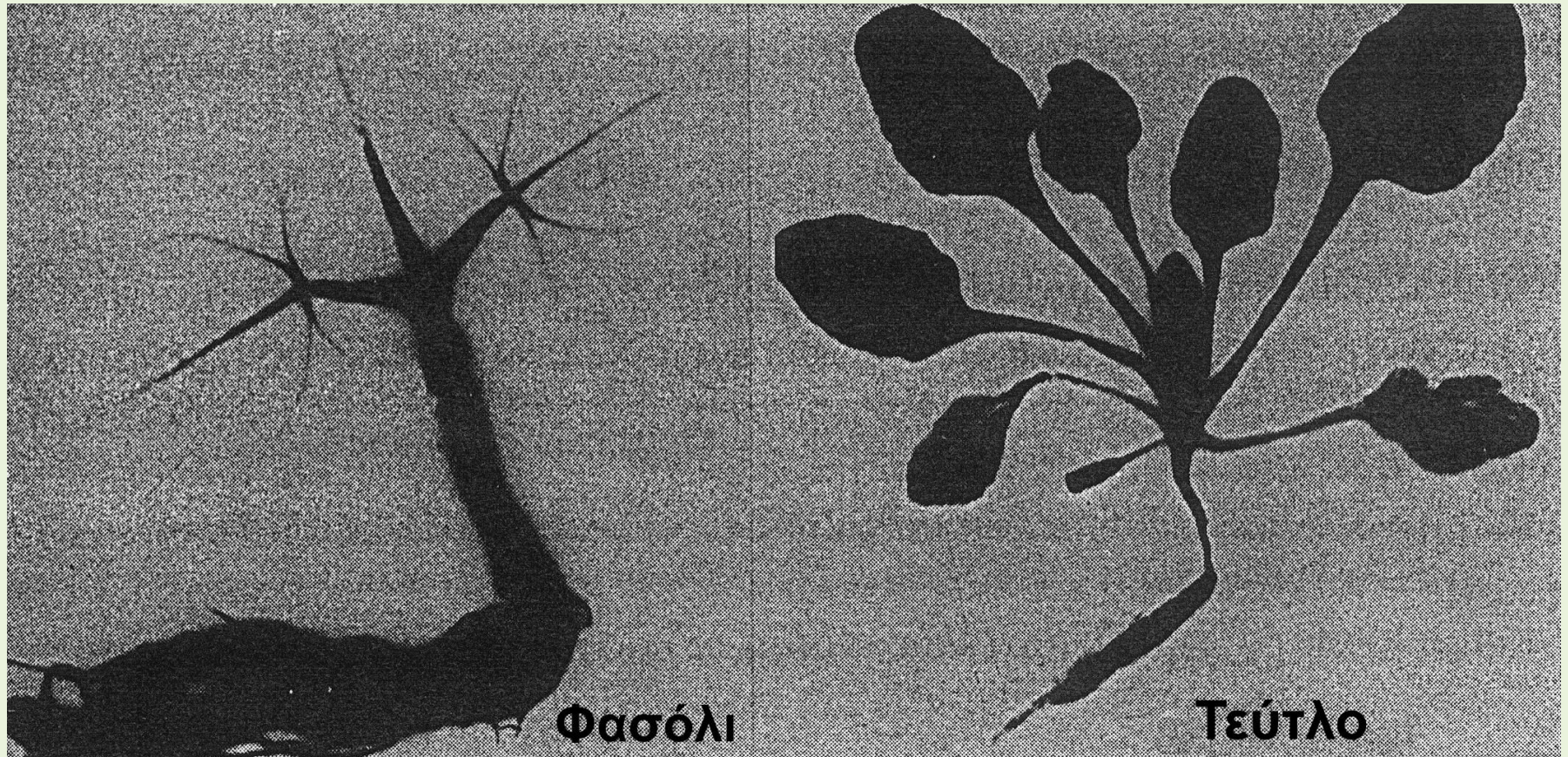
$$1 \text{ dS/m} = 10 \text{ meq/L}$$

Πρόβλημα που προκαλεί στα φυτά η αλατότητα

1. Όταν τα φυτά απορροφούν περισσότερα άλατα από όσα χρειάζονται για την θρέψη τους προκαλούνται διαταραχές στις ζωτικές λειτουργίες του κυττάρου οι οποίες είναι γνωστές ως τοξικότητες.

2. Όταν τα φυτά παρεμποδίζουν την είσοδο των αλάτων που δεν χρησιμεύουν στην θρέψη τους, δυσκολεύονται να απορροφήσουν νερό λόγω αυξημένου οσμωτικού δυναμικού στο εξωτερικό διάλυμα.

Κατανομή ραδιενεργού Na μέσα σε φυτικούς ιστούς φασολιού και τεύτλου (ακτινογραφία 24 ώρες μετά την χορήγησή του από την ρίζα)



Είδος κηπευτικού	Ανώτατη τιμή αλατότητας που δεν μειώνει την παραγωγή (dS m ⁻¹)	Ποσοστό μείωσης της παραγωγής λόγω αλατότητας (%)
Κηπευτικά ευαίσθητα στην αλατότητα		
Φράουλα	1,0	33
Φασόλι	1,0	15
Καρότο	1,0	14
Κρεμμύδι	1,2	16
Κηπευτικά μέτρια ευαίσθητα στην αλατότητα		
Ρέβα	0,9	9
Ραπάνι	1,2	13
Μαρούλι	1,3	13
Αμπελοφάσουλο	1,3	14
Πιπεριά	1,5	14
Γλυκοπατάτα	1,5	11
Κινέζικο λάχανο	3,4	10
Κουκί	1,6	10
Γλυκοκαλάμποκο	1,7	12
Πατάτα	1,7	12
Λάχανο κεφαλωτό	1,8	10
Σέλινο	1,8	6
Σπανάκι	2,0	2
Μάραθος	2,0	15
Αγγούρι	2,5	13
Τομάτα	2,5	7
Μπρόκολο	2,8	9
Κηπευτικά μέτρια ανθεκτικά στην αλατότητα		
Μπάμια	3,5	4
Σκόρδο	3,9	14
Παντζάρι	4,0	9
Σπαράγγι	4,2	2
Κολοκύθι	4,7	9
Αγκινάρα	6,0	12

Ανώτατα επίπεδα αλατότητας που δεν μειώνουν την παραγωγή (STV)

Ποσοστά μείωσης της παραγωγής ανά μονάδα αύξησης της αλατότητας πάνω από τα ανώτατα επιτρεπτά επίπεδα (SYDR)

Ανάγλυφο εδάφους

- **Νότια έκθεση:** αποτελεί πλεονέκτημα
 - περισσότερο φώς για φωτοσύνθεση
 - πρωίμιση
- Η κλίση προκαλεί διάβρωση
- **Επίπεδα εδάφη** μπορεί να μην στραγγίζουν καλά
 - Ήπια αποστράγγιση
- **Επιθυμητή η μικρή κλίση**
- **Μέτρια έως μεγάλη κλίση διορθώνεται με:**
 - Αναχώματα
 - Καλλιέργεια σε λωρίδες
 - Καλλιέργεια κατά τις ισοϋψείς επιφάνειες

**ΕΝΑΕΡΙΟ
ΟΙΚΟΛΟΓΙΚΟ
ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝ**

ΠΑΡΑΜΕΤΡΟΙ ΕΝΑΕΡΙΟΥ ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝΤΟΣ

- **Συστατικά αέρα**
- **Ηλιακή ακτινοβολία**
- **Θερμοκρασία αέρα**
- **Υγρασία αέρα**
- **Άνεμος**

Ηλιακή ακτινοβολία

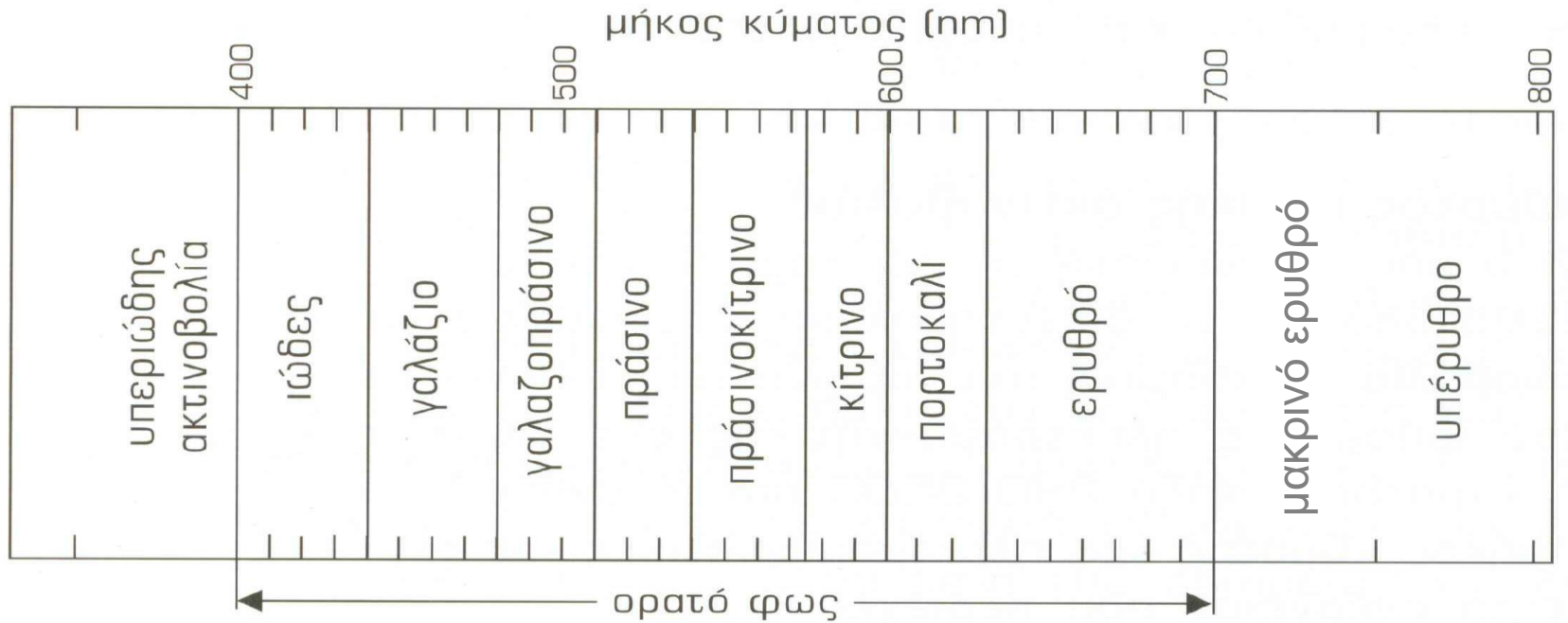
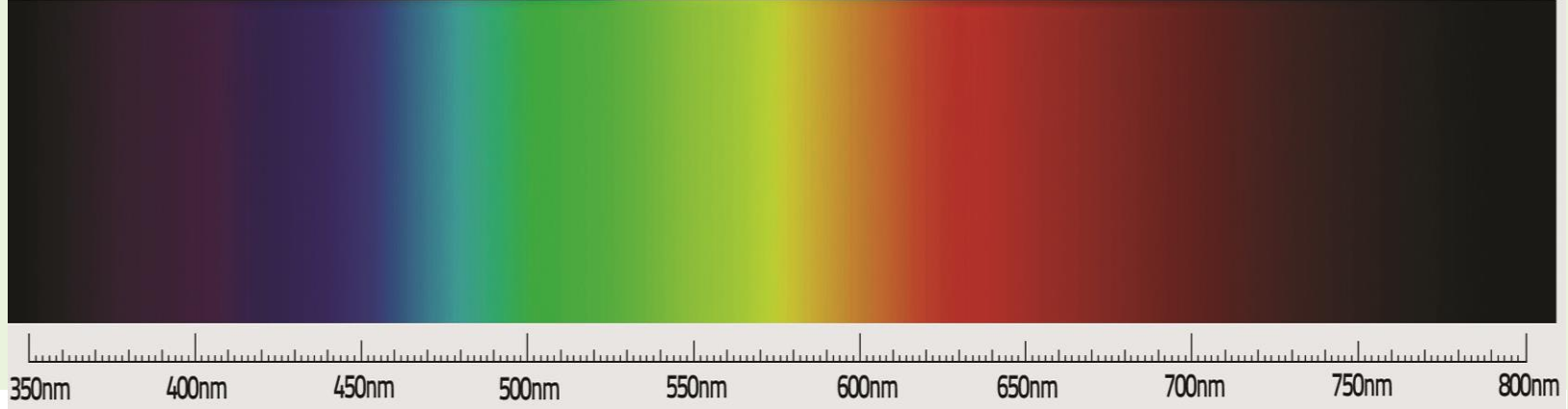
Χαρακτηριστικά ηλιακής ακτινοβολίας που ενδιαφέρουν από βιολογική άποψη:

- **Μήκος κύματος (ποιότητα),**
- **Ένταση (1^η συνιστώσα ποσότητας),**
- **Διάρκεια αυτής στο 24ωρο (2^η συνιστώσα ποσότητας).**

Μήκος κύματος ηλιακής ακτινοβολίας

- **Ηλιακή ακτινοβολία:**
 - Περιλαμβάνει την άμεση και την διάχυτη ηλιακή ακτινοβολία.
 - Πρόκειται για ηλεκτρομαγνητική ακτινοβολία με εύρος φάσματος 280-2500 nm.
 - 280-380 nm: Υπεριώδης ΗΑ
 - 380 – 780 nm: Ορατή ΗΑ
 - 700 – 750 nm: Μακρινό (βαθύ) ερυθρό
 - 750 - 2500 nm: Υπέρυθρο
 - 800-2500 nm: Θερμική ακτινοβολία

Σχηματική απεικόνιση φάσματος ηλιακής ακτινοβολίας



Ένταση ηλιακής ακτινοβολίας

- Ποσότητα ενέργειας που φθάνει στην γη ως ηλιακή ακτινοβολία ανά μονάδα επιφάνειας και ανά μονάδα χρόνου.

Η ένταση της ηλιακής ακτινοβολίας που πέφτει σε μια περιοχή της γης εξαρτάται από:

α) το γεωγραφικό πλάτος,

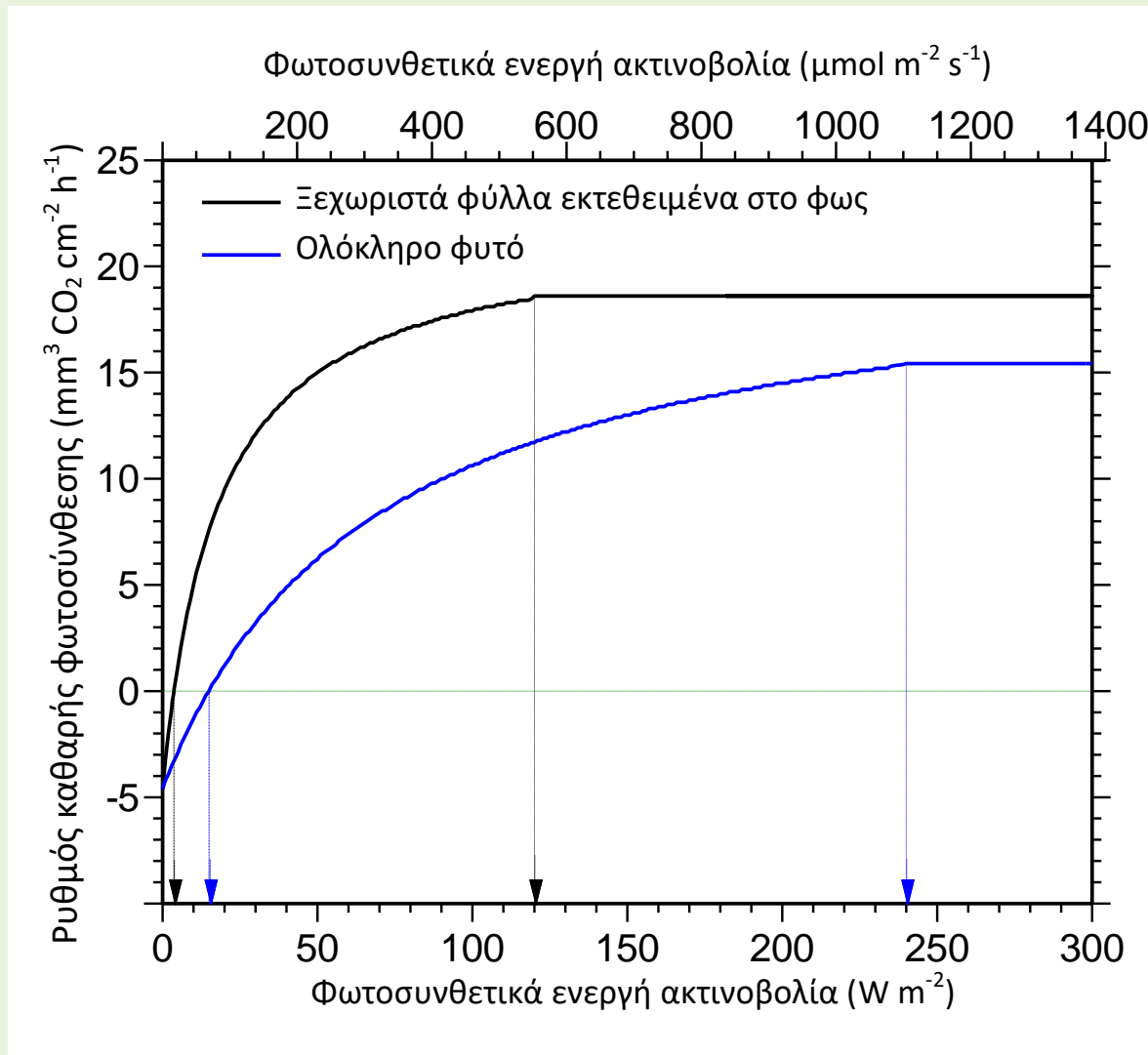
β) την ώρα της ημέρας

γ) την εποχή του έτους,

δ) τους υδρατμούς της ατμόσφαιρας (νέφη, ομίχλη)

ε) την καθαρότητα της ατμόσφαιρας

στ) το υψόμετρο.



Σχέση μεταξύ της έντασης της ηλιακής ακτινοβολίας και της φωτοσύνθεσης σε επίπεδο φύλλου και σε επίπεδο καλλιέργειας. Το σημείο αντιστάθμισης επισημαίνεται με βέλη της μορφής ($-\cdot-\rightarrow$), ενώ η ένταση κορεσμού με βέλη της μορφής ($-----\rightarrow$). Βέλη με μαύρο ή γαλάζιο χρώμα επισημαίνουν τιμές σε ξεχωριστά φύλλα ή σε ολόκληρο το φυτό, αντίστοιχα.

Διάκριση φυτών με βάση την φωτοπερίοδο

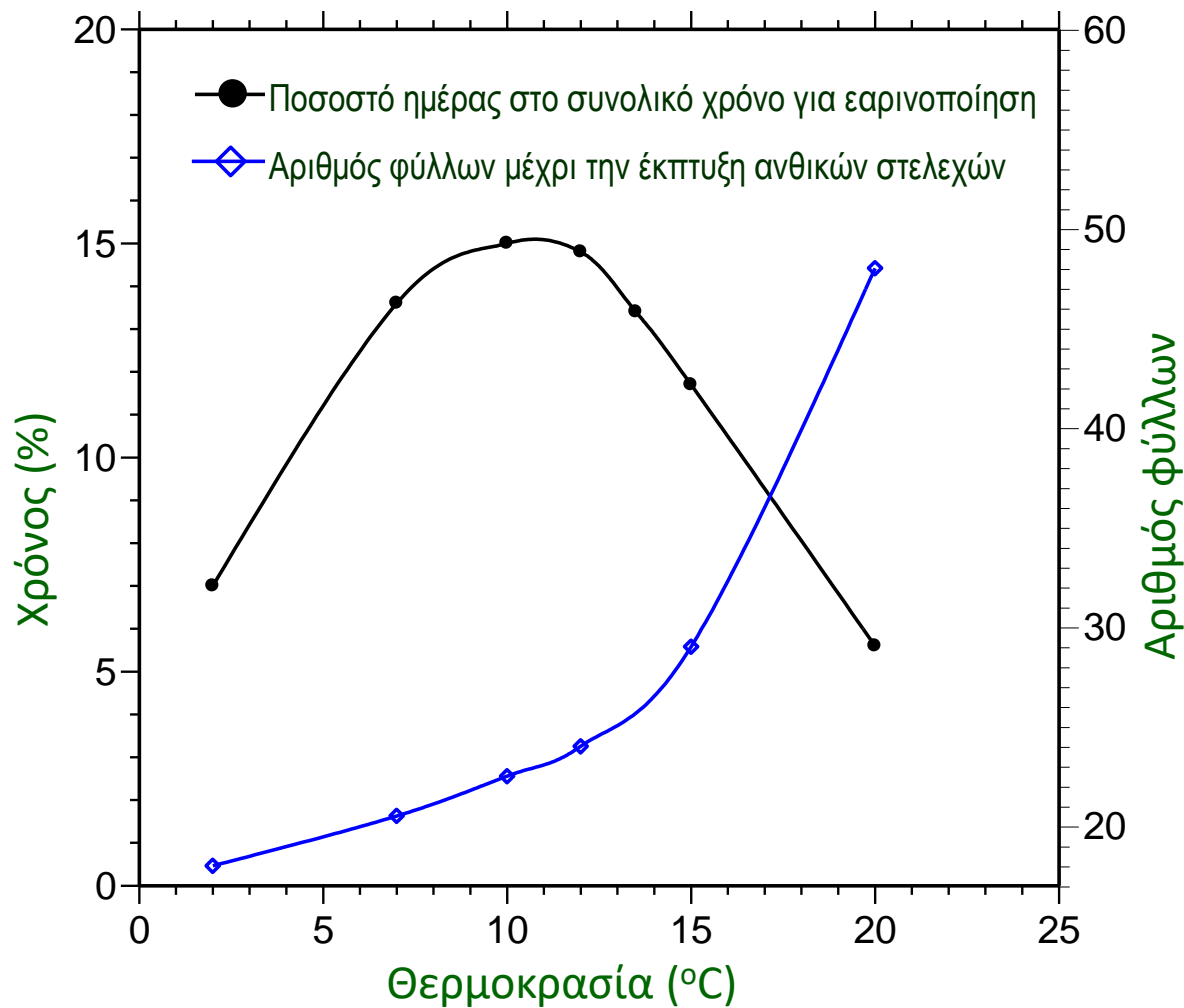
- Φυτά μεγάλης φωτοπεριόδου
- Φυτά μικρής φωτοπεριόδου
- Φυτά ουδέτερα στη φωτοπερίοδο

Θερμοκρασία αέρα

- Καθοριστικής σημασίας για την αύξηση και ανάπτυξη των φυτών.
- Επηρεάζει την ταχύτητα των ενζυμικών αντιδράσεων και μέσω αυτών:
 - φωτοσύνθεση,
 - αναπνοή,
 - διαπνοή.

Εαρινοποίηση

- Η έκθεση των φυτών σε ψύχος για ένα ελάχιστο αριθμό ωρών με στόχο να ενεργοποιηθούν εκείνες οι βιοχημικές και φυσιολογικές διεργασίες οι οποίες είναι απαραίτητες για:
 - Να φυτρώσουν οι σπόροι
 - Να εισέλθουν τα φυτά στο αναπαραγωγικό τους στάδιο και να ανθίσουν



Επίδραση των χαμηλών θερμοκρασιών στην εαρινοποίηση του κουνουτιδιού.

Αριστερός κάθετος άξονας: ποσοστό του συνολικά απαιτούμενου χρόνου για εαρινοποίηση που καλύπτεται από την έκθεση των φυτών για μία ημέρα στην αντίστοιχη χαμηλή θερμοκρασία.

Δεξιός κάθετος άξονας: Αριθμός φύλλων που σχηματίζονται μέχρι να ξεκινήσει η έκπτυξη ανθικών στελεχών σε κάθε επίπεδο θερμοκρασίας.



Πρόωρη έκπτυξη ανθικού στελέχους σε φυτό λάχανου (*Brassica oleracea* L. var. *capitata*) το οποίο εκτέθηκε για ικανό χρόνο σε χαμηλές θερμοκρασίες (0-12 °C) και εαρινοποιήθηκε πριν σχηματίσει κλειστή κεφαλή.

Ατμοσφαιρική υγρασία

- Επηρεάζει:
 - την διαπνοή των φυτών και μέσω αυτής το υδατικό τους ισοζύγιο,
 - την τροφοδότηση των κυττάρων του μεσοφύλλου με CO_2 μέσω των στοματίων,
 - την εμφάνιση μυκητολογικών και βακτηριολογικών ασθενειών.
- Στα θερμοκήπια η υγρασία του αέρα μπορεί να ρυθμιστεί μέσω τεχνικών & καλλιεργητικών επεμβάσεων.

ΣΧΕΤΙΚΗ ΥΓΡΑΣΙΑ (RH) ΑΕΡΑ

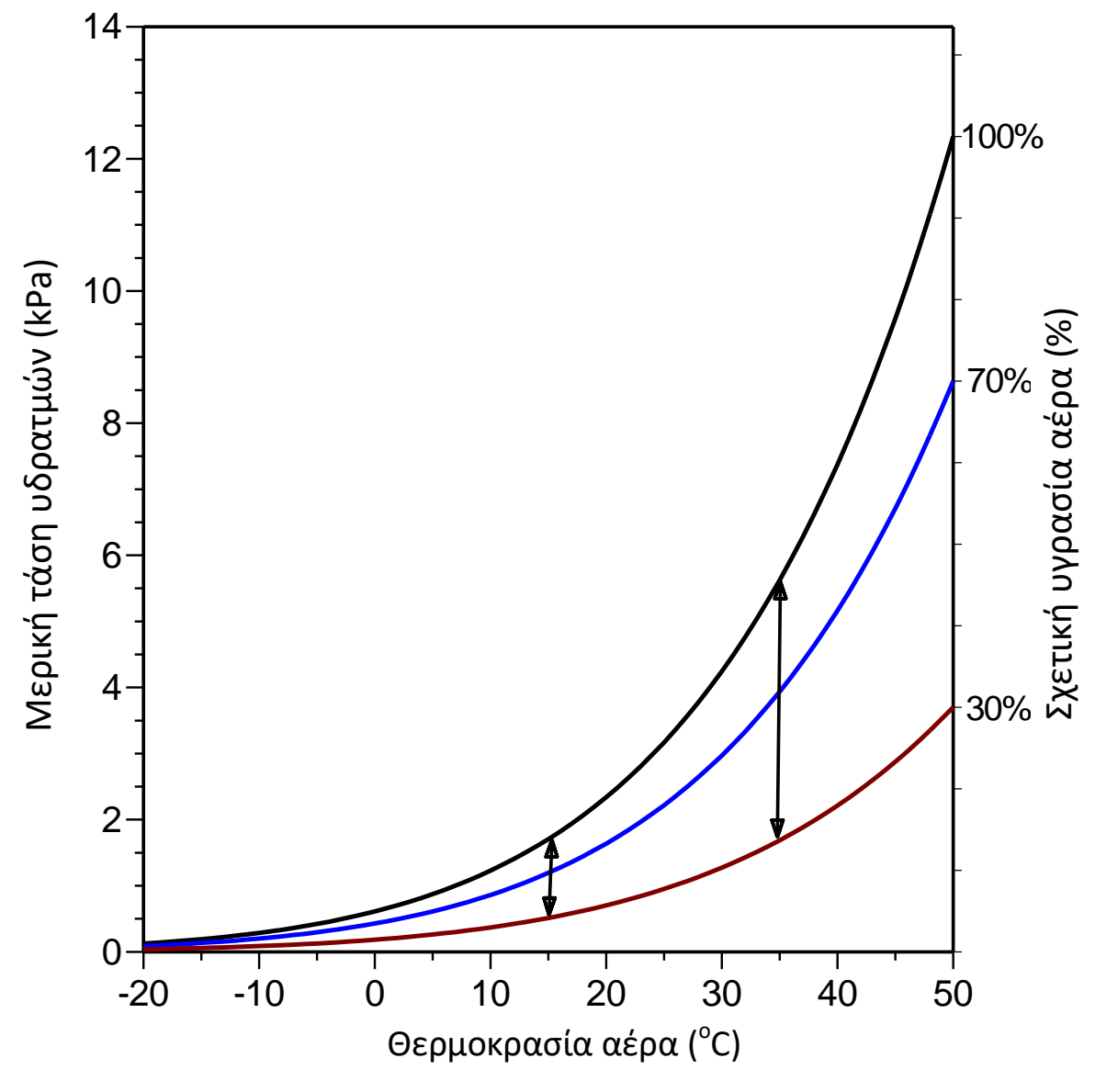
Η περιεκτικότητα του αέρα σε υγρασία συνήθως εκφράζεται ως **σχετική υγρασία** (RH) του αέρα.

Η RH είναι αδιάστατο μέγεθος και εκφράζει τον βαθμό κορεσμού του αέρα σε υδρατμούς.

Η RH ορίζεται ως αναλογία (%) μεταξύ της μερικής τάσης των υδρατμών στον αέρα σε μία δεδομένη στιγμή (e_a) και της μερικής τάσης σε κατάσταση κορεσμού στην συγκεκριμένη θερμοκρασία (e_o).

$$RH = \frac{100e_a}{e_o}$$

Σχέση μεταξύ θερμοκρασίας αέρα (T_a) και μερικής τάσης υδρατμών αέρα στην κατάσταση κορεσμού (e_o), δηλαδή σε RH 100%, καθώς και σε RH 70% και 30%.



Τα αμφίδρομα βέλη απεικονίζουν το έλλειμμα πίεσης υδρατμών (ΕΠΥ) σε δύο διαφορετικές θερμοκρασίες αέρα (15 και 35 °C) για Σ.Υ. 70%.