

Υδροπονία

ή καλλιέργεια εκτός εδάφους
(soilless culture)

- καλλιέργεια σε καθαρό θρεπτικό δ/μα (NFT)
- καλλιέργεια σε υπόστρωμα
- αεροπονία

Πίνακας 10: Ταξινόμηση των μεθόδων υδροπονικών καλλιεργειών

Υπόστρωμα καλλιέργειας	Κατηγορία	Μέθοδος
Χωρίς στερεό υπόστρωμα	• Καλλιέργεια σε ρέον θρεπτικό διάλυμα	N.F.T., N.G.S.
	• Καλλιέργεια σε ψεκαζόμενο θρεπτικό διάλυμα	Αεροπονίας
Ανόργανο αδρανές υπόστρωμα	• Καλλιέργεια σε φυσικά αδρανή υλικά.	Άμμου, κροκάλων, ελαφρόπετρας, βερμικουλίτη κ.ά.
	• Καλλιέργεια σε διογκωμένα ορυκτά	Περλίτη, ορυκτοβάμβακα, διογκωμένης αργίλου κ.ά.
Οργανικό υπόστρωμα	• Καλλιέργεια σε φυσικά οργανικά υποστρώματα.	Τύρφης, ινών καρύδας, φλοιών δένδρων, λεπύρων ρυζιού κ.ά.
	• Καλλιέργεια σε διογκωμένα συνθετικά οργανικά υλικά.	Πολυουρεθάνης, ουριοφορμαλδεΰδης, πολυστερίνης κ.ά.

Υδροπονικά συστήματα

ανοικτά

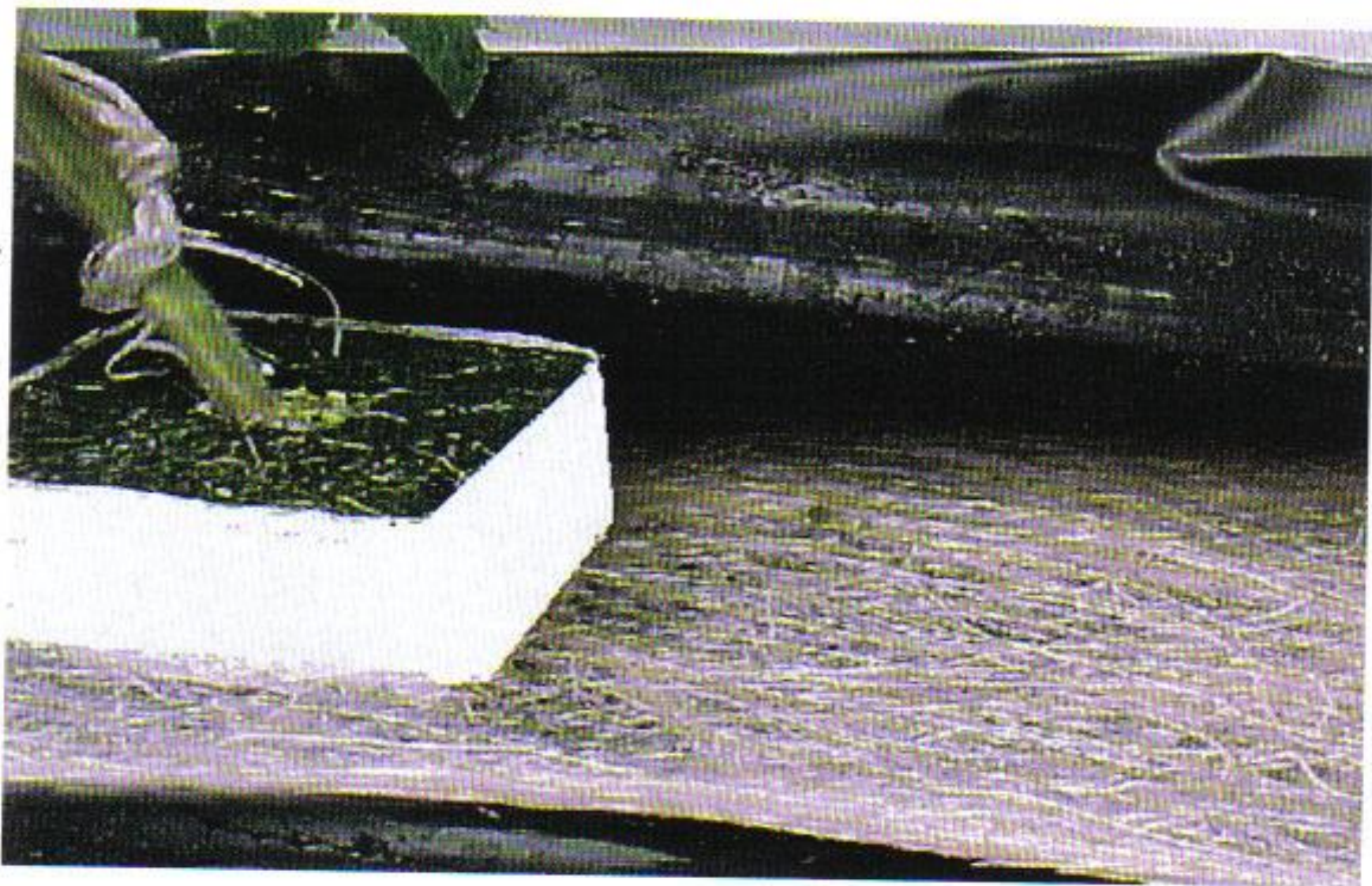
το πλεονάζων θρεπτ. δ/μα δεν συλλέγεται,
χάνεται στο περιβάλλον

κλειστά

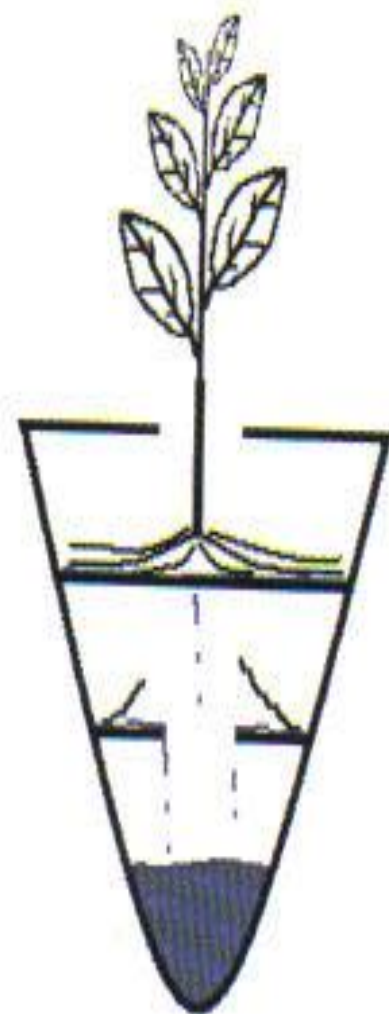
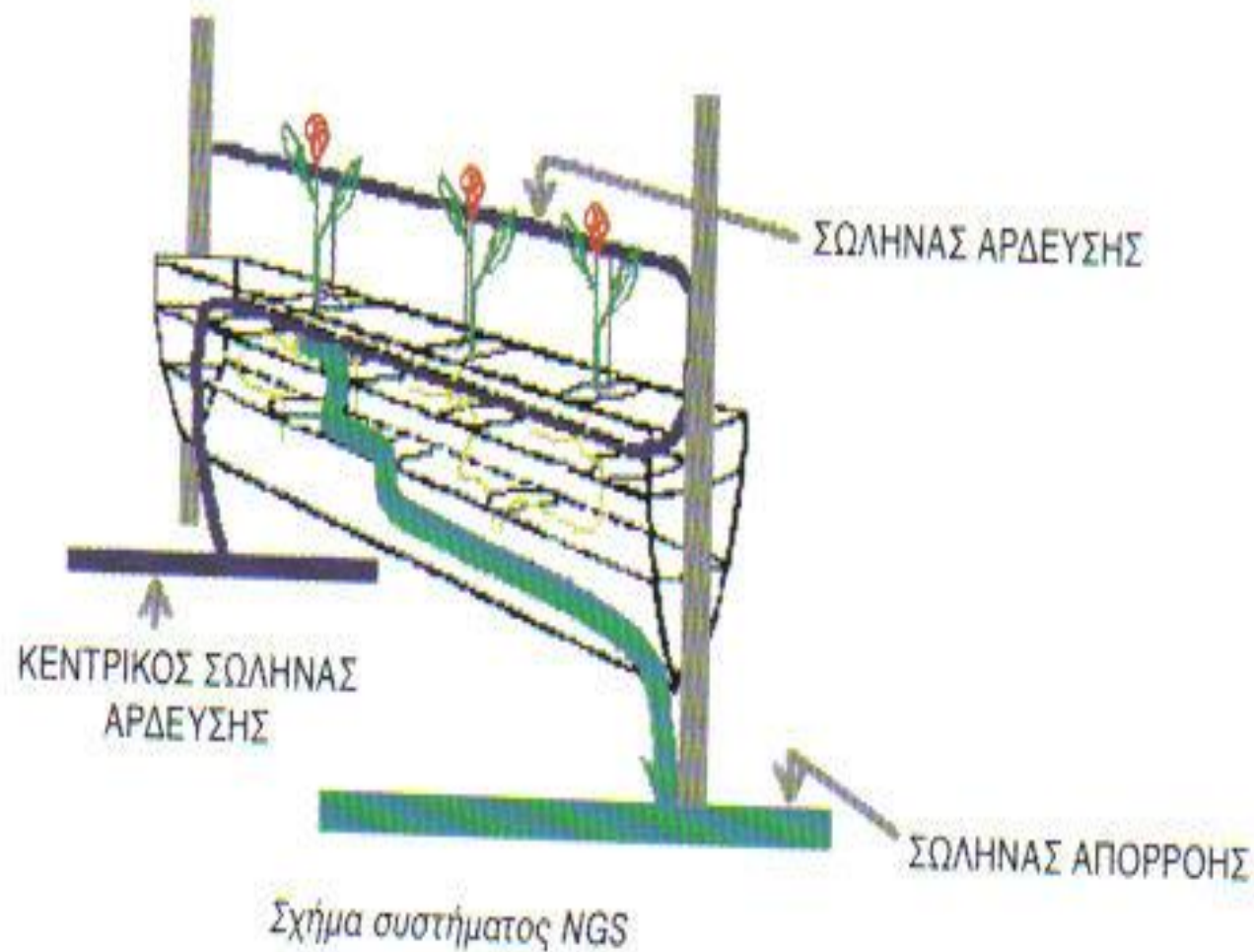
Ανακύκλωση, συλλογή, επαναπροσδιορισμός
και χρησιμοποίηση του απορρέοντος δ/τος



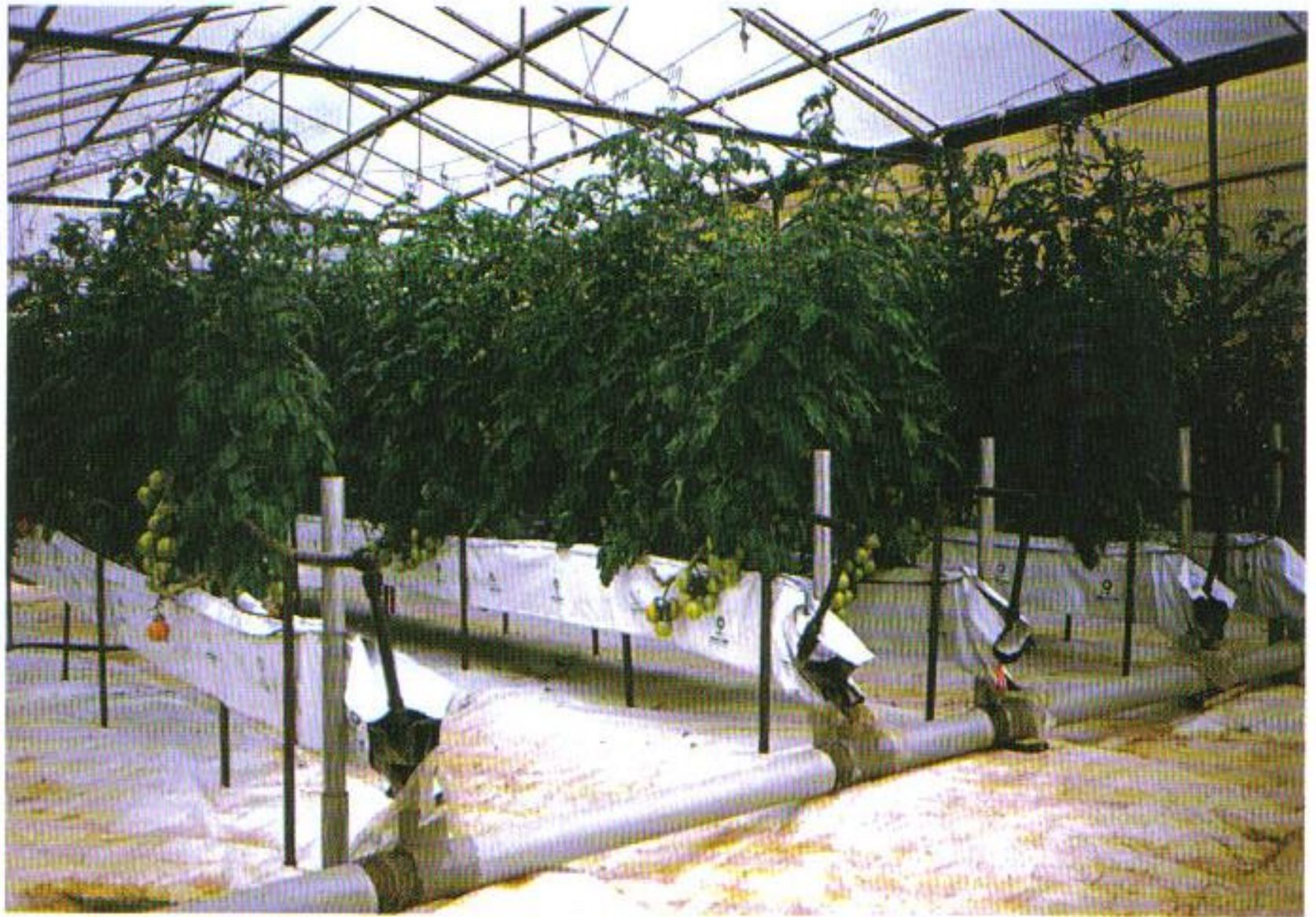
Εικόνα 4: Το ριζικό σύστημα των φυτών σε υδροπονικό σύστημα χωρίς πορώδες υπόστρωμα



Εικόνα 28: Το ριζικό σύστημα των φυτών μέσα στο κανάλι του NFT



Σχήμα 25: Πλαστικό κανάλι του συστήματος NGS και δεξιά η τομή του



Εικόνα 31: Σύστημα NGS

Επιδαπέδια καλλιέργεια φράουλας σε υπόστρωμα περλίτη (σάκοι περλίτη)



Έργεια μαρουλιού σε κανάλια σε πλάκες οβάμβακα



Καλλιέργεια σε υπόστρωμα πετροβάμβακα







Σκοπός -κίνητρο εφαρμογής υδροπονικής καλλιέργειας

➤ αντιμετώπιση προβλημάτων που σχετίζονται με το έδαφος

❁ ζιζάνια

❁ χαμηλή γονιμότητα εδάφους -κούραση εδάφους

❁ ασθένειες εδάφους

Πλεονεκτήματα υδροπονίας

- ριζική αντιμετώπιση ασθενειών που μεταδίδονται μέσω του εδάφους (φουζάριο, βερτισίλλιο, νηματώδεις, έντομα εδάφους κ.λ.π.)
- δεν υφίσταται ανάγκη απολύμανσης εδάφους, αφού το ριζικό σύστημα των φυτών δεν έρχεται σε επαφή με το έδαφος

Πλεονεκτήματα υδροπονίας

- Λύνεται ριζικά το πρόβλημα της χαμηλής γονιμότητας που εμφανίζουν πολλά εδάφη θερμοκηπίου
- το κόστος θέρμανσης είναι μειωμένο
- πρωίμιση της πρώτης συγκομιδής, λόγω αυξημένων θερμοκρασιών στο χώρο του ριζοστρώματος

Πλεονεκτήματα υδροπονίας

- η θρέψη των φυτών είναι καλύτερη, ελέγχεται και εποπτεύεται καλύτερα
- άμεση και εύκολη διόρθωση τυχόν λάθους χειρισμού
- αυξημένες δυνατότητες αυτοματοποίησης και μηχανοποίησης καλλιεργητικών εργασιών
- λύση στις περιπτώσεις χρήσης νερού με υψηλή περιεκτικότητα σε άλατα (ανοικτό υδροπονικό σύστημα)

Πλεονεκτήματα υδροπονίας

- απαλλαγή από τις εργασίες προετοιμασίας του εδάφους (όργωμα, φρεζάρισμα κ.λ.π.) με συνέπεια μείωση εργατικών και δυνατότητα φύτευσης της νέας καλλιέργειας αμέσως μετά την απομάκρυνση της προηγούμενης
- αύξηση των αποδόσεων έως και 20% συγκριτικά με καλλιέργειες εδάφους

Πλεονεκτήματα υδροπονίας

- αριστοποίηση θρέψης με αποτέλεσμα φυτά καλύτερης ποιότητας (μεγαλύτερο μέγεθος, μείωση της περιεκτικότητας σε νιτρικά, ομοιόμορφο χρώμα κ.λ.π.)
 - δυνατότητα αποτελεσματικότερης προστασίας του περιβάλλοντος, στην περίπτωση κλειστών συστημάτων
 - σε περίπτωση συνεχούς ανακύκλωσης καλύτερη αξιοποίηση των λιπασμάτων από τα φυτά

Μειονεκτήματα υδροπονίας

- αυξημένο κόστος αρχικής εγκατάστασης
- η εφαρμογή της υδροπονίας προϋποθέτει γνώση και εμπειρία
 - γρήγορη και άμεση εμφάνιση δυσμενών επιδράσεων πιθανόν λανθασμένου χειρισμού
- κίνδυνος εύκολης και γρήγορης εξάπλωσης μόλυνσης, κυρίως στα κλειστά υδροπονικά συστήματα

Μειονεκτήματα υδροπονίας

- αυξημένη κατανάλωση λιπασμάτων στα ανοικτά υδροπονικά συστήματα

Χορήγηση όλων των απαραίτητων θρεπτικών στοιχείων και ιχνοστοιχείων στην υδροπονία

16 χημικά στοιχεία :

Μακροστοιχεία: C, O, H, N, P, S, K, Ca, Mg

Ιχνοστοιχεία: Fe, Mn, Zn, Cu, B, Mo, Cl

Υδροπονία

Διαδικασία Παραγωγής Τροφίμων

- Αύξηση ζήτησης φρέσκων λαχανικών
- Μακροχρόνια εντατική καλλιέργεια εδαφών
- Υγεία καταναλωτών

Η Υδροπονία παράγει προϊόντα κατώτερης θρεπτικής αξίας;;;;;;

✓ έδαφος – χημικά λιπάσματα

☐ Υδροπονία – λιπάσματα
απαλλαγμένα βαρέων μετάλλων

Τα προϊόντα **δεν διαφέρουν**

Γεύση

Άρωμα

Περιεκτικότητα σε ανόργανα στοιχεία και βιταμίνες

Ιστορική Αναδρομή

- Κρεμαστοί Κήποι Βαβυλώνας
- Μεσαίωνα ως 18ο αιώνα
- Μετά 18ο αιώνα εργαλείο για ακαδημαϊκή έρευνα στη θρέψη των φυτών
- 20ο αιώνα μέθοδο παραγωγής

ISOSC

International Society for Soilless Culture

Εθνικά Ινστιτούτα

ΚΑΛΛΙΕΡΓΟΥΜΕΝΕΣ ΕΚΤΑΣΕΙΣ

• Ιαπωνία	120.000	στρέμματα
• Αυστραλία	100.000	
• Ολλανδία	100.000	
• Ισπανία	40.000	
• Γαλλία	20.000	
• Καναδάς	15.000	
• Μ. Βρετανία	8.000	
• USA	5.000	
• Ιταλία, Βέλγιο, Δανία	5.000	
• Ισραήλ	5.000	
• Κίνα	1.500	

ΕΛΛΑΔΑ 2.000 στρέμματα

ορυκτοβάμβακα, σάκους περλίτη, ελαφρόπετρας, NFT.

Κυριότερες Εμπορικές Μέθοδοι Καλλιέργειας

Υπόστρωμα ορυκτοβάμβακα Rockwool Culture

Σάκους ινών καρύδας

Περλίτη

NFT (φίλμ θρεπτικού διαλύματος)

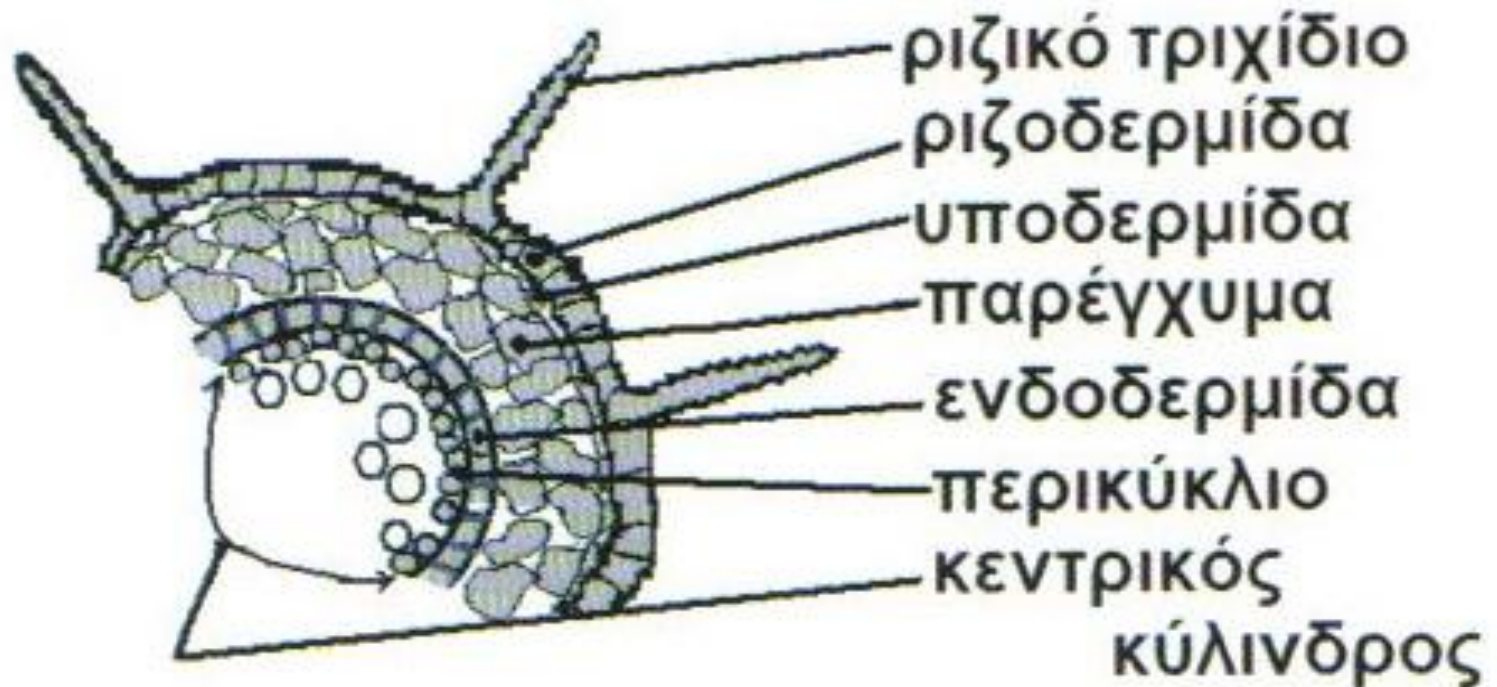
Καλλιέργεια

σε άμμο

Πριονίδι (Καναδάς)

Χαλίκι μικρής διαμέτρου (φυσικό ή τεχνητό)

Η Ρίζα και το Περιβάλλον της



Σχήμα 1: Τομή ενός ριζιδίου

Η ρίζα των φυτών

- Εξυπηρετεί
- Μορφή ρίζας
- Υδροπονικά συστήματα – ρίζες
- Ανάπτυξη
- Σύνολο επιφάνειας <ενεργό>
- Στήριξη φυτών

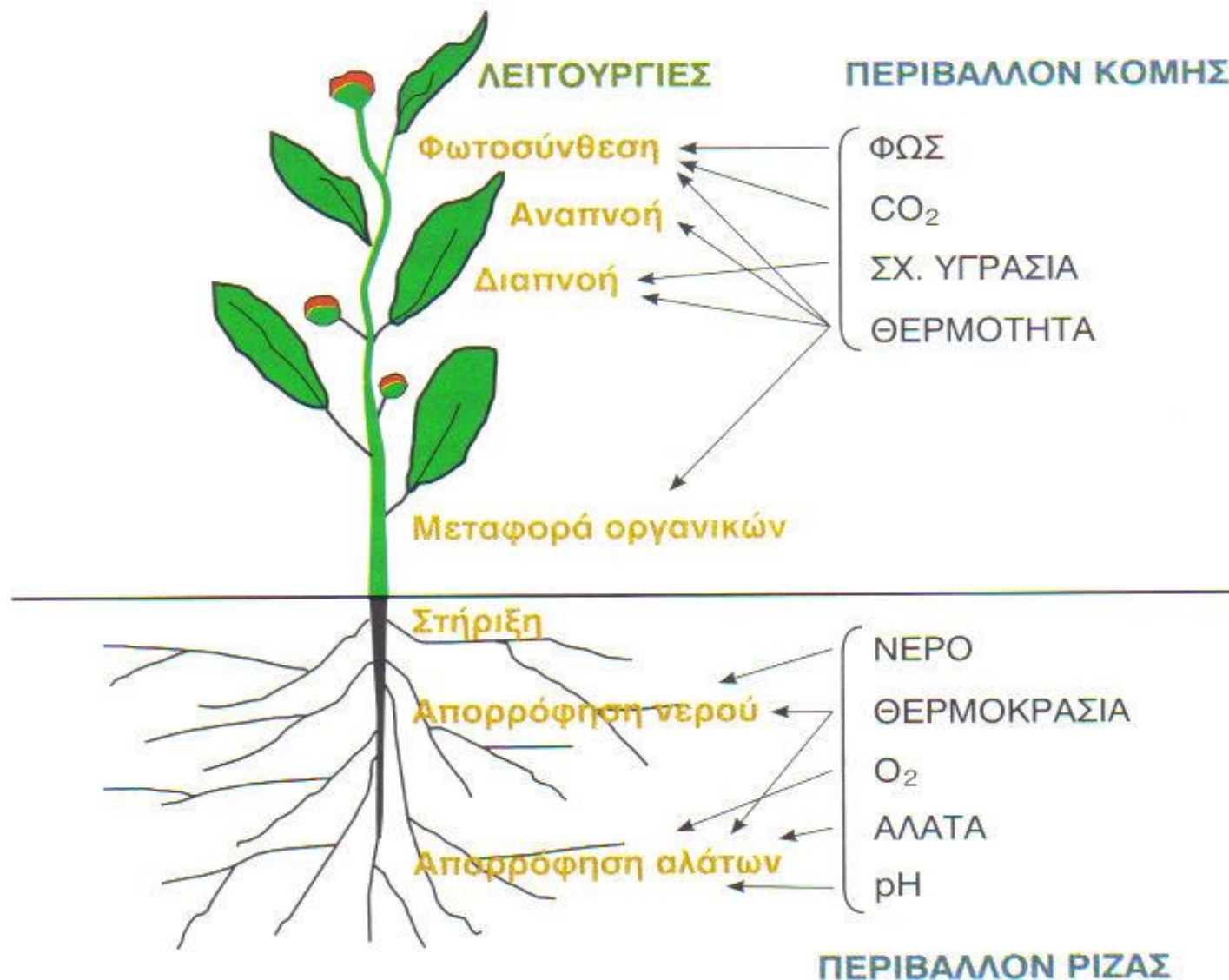
Η λειτουργία της ρίζας

εξαρτάται

- Κληρονομικό δυναμικό του φυτού
- Περιβάλλον

Παράγοντες περιβάλλοντος

- Νερό
- Ανόργανα θρεπτικά στοιχεία
- Οξυγόνο
- Συνολική συγκέντρωση ιόντων (EC)
- Ενεργός οξύτητα (pH)
- Θερμότητα
- Μικροοργανισμοί



Σχήμα 2: Οι παράγοντες του περιβάλλοντος που ρυθμίζονται συνήθως σε ένα σύγχρονο θερμοκήπιο με υδροπονική καλλιέργεια και οι λειτουργίες του φυτού που επηρεάζουν.

Εξοπλισμός υδροπονικών εγκαταστάσεων

■ σύστημα παρασκευής θρεπτικού δ/τος

■ σύστημα παροχής θρεπτικού δ/τος

■ υποδοχείς φυτών και υποστρωμάτων

■ υποστρώματα υδροπονίας

σύστημα παρασκευής θρεπτικού δ/τος

- ✓ εγκατάσταση παροχής νερού
 - ✓ φίλτρα καθαρισμού
 - ✓ δοχεία πυκνών δ/των
- ✓ μονάδα αραιώσης πυκνών δ/των
- ✓ σύστημα αυτόματου ελέγχου

Δοχεία πυκνών ή μητρικών διαλυμάτων



Δοχεία μητρικών διαλυμάτων



Μονάδα αραίωσης πυκνών δ/των με αυτόματο μείκτη λιπασμάτων

Πίνακας ελέγχου

Φίλτρο

Τεχάμετρο

Αγωγιμόμετρο

ηλεκτροβάνες



Δοχεία μητρικών δ/των



ο καθαρισμού



μονάδα αραίωσης πυκνών δ/των

➤ αραίωση πυκνών διαλυμάτων με δοσομετρικές αντλίες

❁ απλές αναλογικές αντλίες 

- μηχανικές (ρεύμα)
- υδραυλικές

➤ αραίωση με αυτόματο μείκτη λιπασμάτων

Παρασκευή θρεπτικού διαλύματος

■ τοποθέτηση λιπασμάτων

Πηγή νερού

1η
δοσομετρική
αντλία

2η
δοσομετρική
αντλία

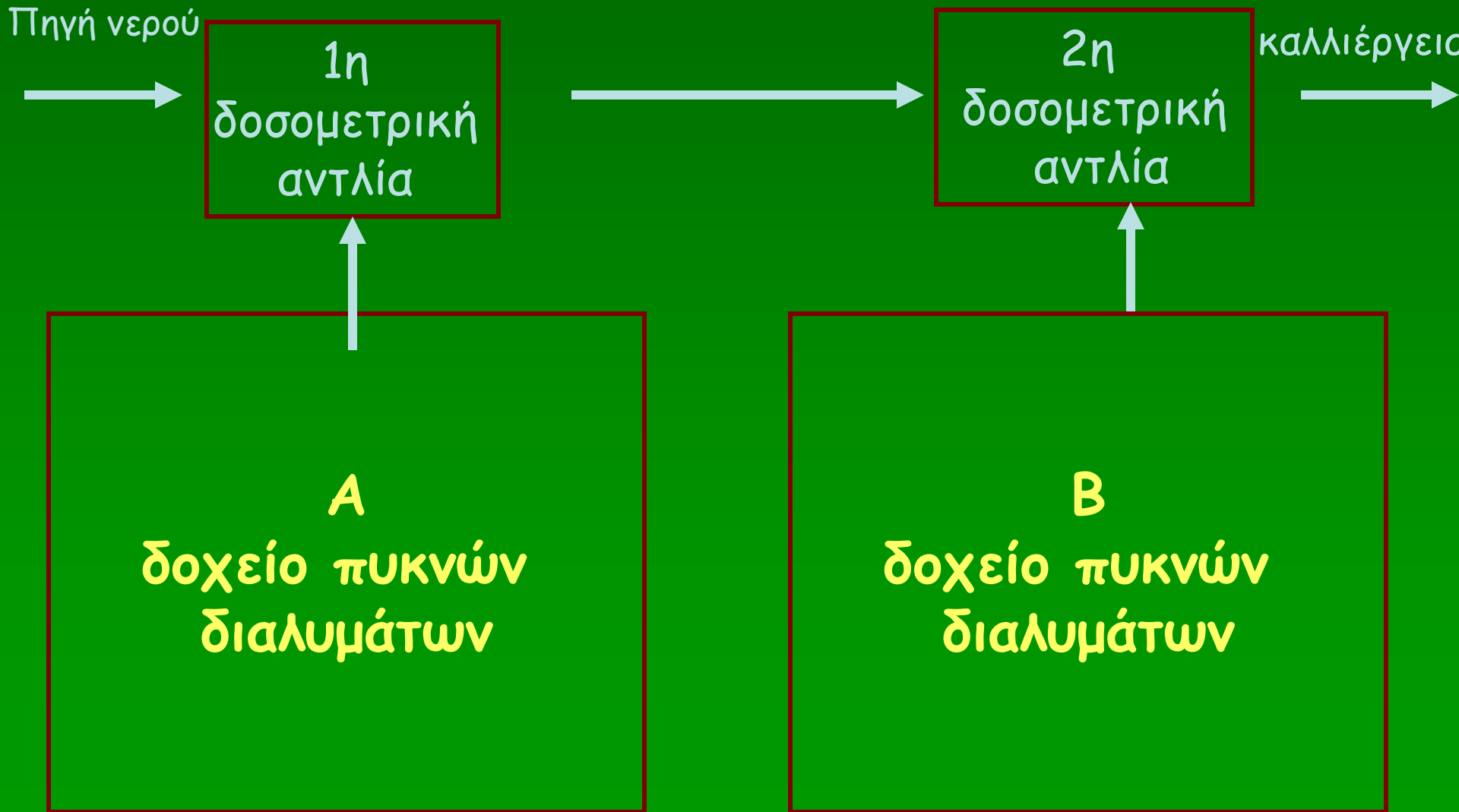
καλλιέργεια

A

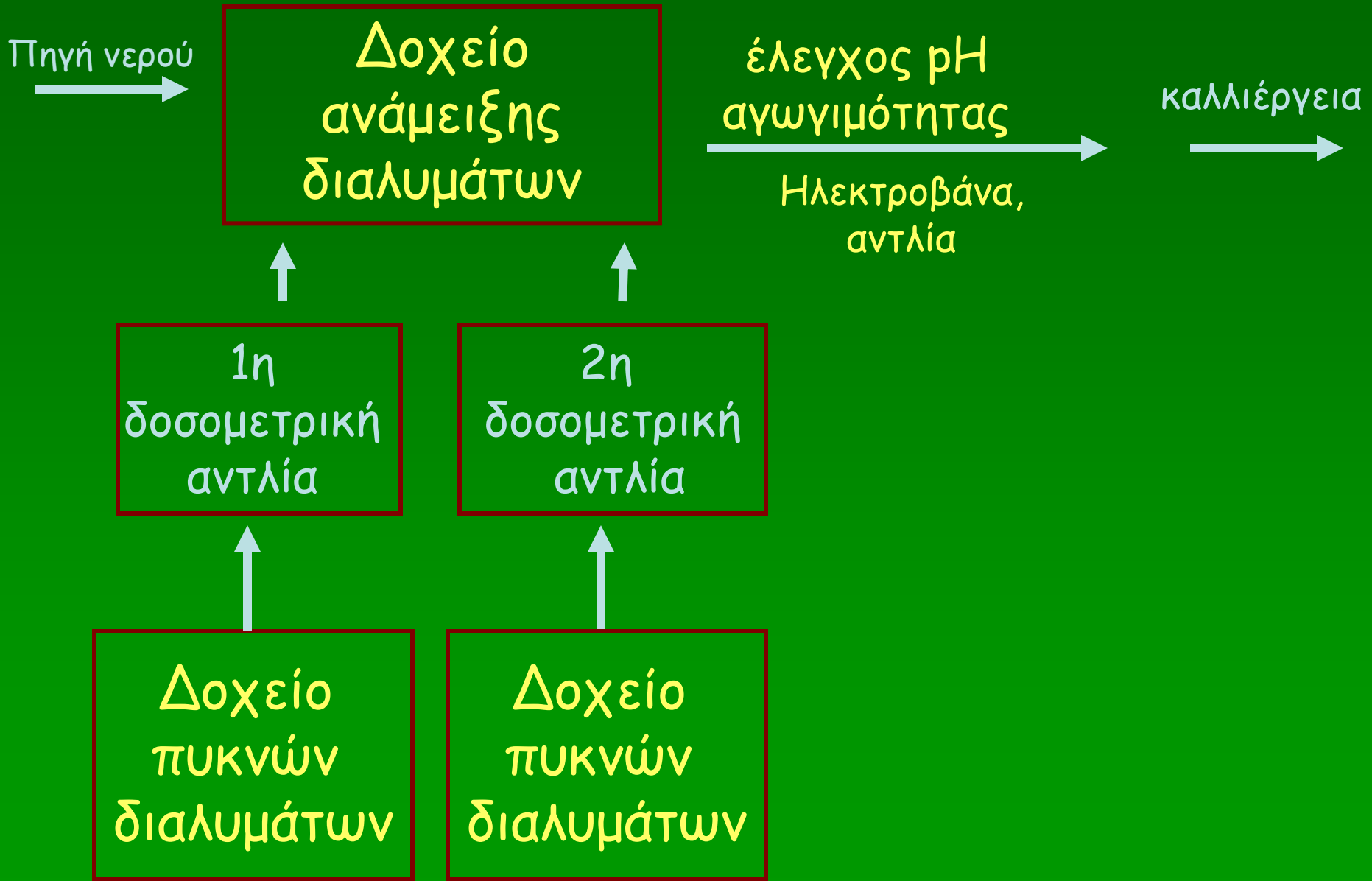
δοχείο πυκνών
διαλυμάτων

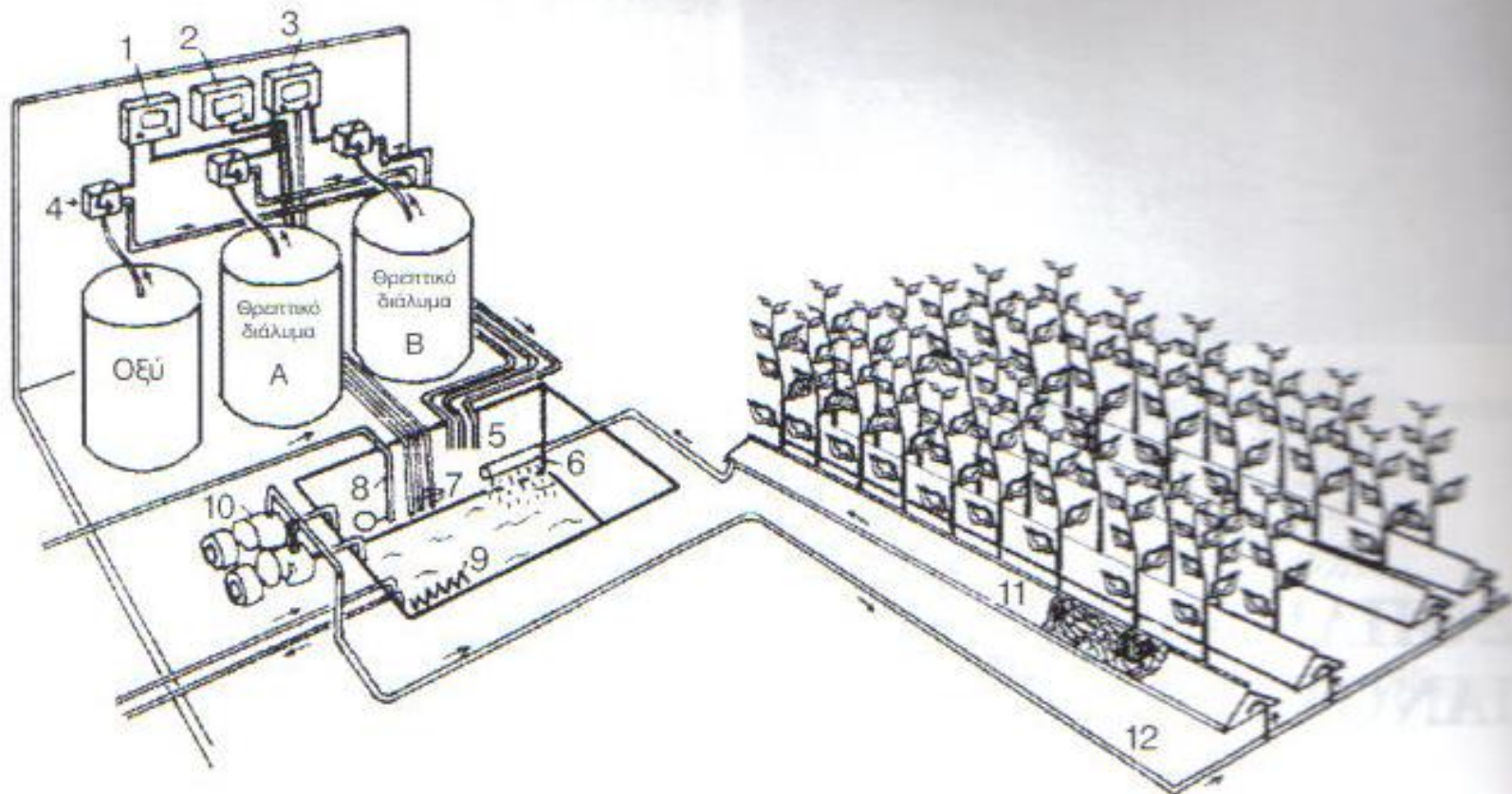
B

δοχείο πυκνών
διαλυμάτων



Παρασκευή θρεπτικού διαλύματος





Σχήμα 32: Σχηματική παράσταση υδροπονικής εγκατάστασης σε κλειστό κύκλο με δεξαμενή ανάμειξης. 1. ρύθμιση pH, 2. ρύθμιση θερμοκρασίας, 3. ρύθμιση συγκέντρωσης αλάτων, 4. δοσομετρικές αντλίες, 5. παροχή πυκνών διαλυμάτων, 6. αερισμός διαλύματος, 7. μέτρηση του pH, της EC και της θερμοκρασίας, 8. παροχή νερού, 9. θέρμανση, 10. αντλίες κυκλοφορίας, 11. κανάλια NFT, 12. Σωληνώσεις κυκλοφορίας του θρεπτικού διαλύματος

Αυτόματος μείκτης λιπασμάτων





Αυτόματος μείκτης λιπασμάτων, κατάλληλος για την αραίωση των πυκνών δ/των, την αυτόματη ρύθμιση των ιδιοτήτων του προκύπτοντος αραιού δ/τος και την παροχή στα φυτά

σύστημα παροχής θρεπτικού δ/τος

- ροή νερού υπό μορφή λεπτής στοιβάδας
NFT
- δίκτυο εύκαμπτων πλαστικών σωλήνων που καταλήγουν στα φυτά μικροσωλήνες ή σταλακτηφόροι σωλήνες





PATENT PENDING

Bo.rodani
Delta



Rodari

115 S A PE HD DIN8074-5 PNB Ø40X3,9



IC U 100 4249#22

FR30 PL 100/3 ATH





grodan
Delta
87

grodan
Delta
goda

grodan
Delta
po

grodan
Delta

grodan
Delta
g

grodan
Delta
grodan

grodan Expert
THIS WAY UP
For quality control
and crop protection, visit
www.grodan.com

grodan Expert
THIS WAY UP
For quality control
and crop protection, visit
www.grodan.com

ΥΠΟΔΟΧΕΙΣ ΦΥΤΩΝ ΚΑΙ ΥΠΟΣΤΡΩΜΑΤΩΝ

- έδαφος ισοπεδωμένο πλήρως με 1-1,5 % κλίση και καλυμμένο με πλαστικά φύλλα πολυαιθυλενίου
- επιφάνεια καλυμμένη με μπετόν και καλυμμένη με πλαστικό φύλλο πολυαιθυλενίου
- κανάλια με κλίση 1-1,5 %









ΠΟΙΟΤΗΤΑ ΝΕΡΟΥ ΑΡΔΕΥΣΗΣ

- Υψηλή Συγκέντρωση NaCl
- Υψηλή Συγκέντρωση Mn, Zn, B



- Ακαταλληλότητα νερού
- Καλύτερα αποτελέσματα
- Βρόχινο
- Αφρατωμένο νερό

Υπόγεια Νερά

- Νάτριο (Na^+)
- Χλώριο (Cl^-)
- Ασβέστιο (Ca^{++})
- Μαγνήσιο (Mg^{++})
- Δισανθρακικά (HCO_3^-)
- Θειικά (SO_4^{--})



Εικόνα 6: Δεξαμενή αποθήκευσης βρόχινου νερού

Πίνακας 6: Επιθυμητή και ανεκτή συγκέντρωση στοιχείων στο νερό που προορίζεται για άρδευση στο θερμοκήπιο.

Στοιχείο	Επιθυμητή συγκέντρωση		Ανεκτή συγκέντρωση αλλά με αρνητική επίδραση στην παραγωγή	
	mg/l	mmol/l	mg/l	mmol/l
Cl ⁻	<50	1,4	50-100	2,8
Na ⁺	<30	1,3	30-60	2,6
HCO ₃ ⁻	<300	5,0	>300	>5,0
Fe ⁺⁺	<1,0	0,0179	<1,0	<0,0179
Mn	<0,7	0,0127	<1,0	<0,0181
B	<0,3	0,0278	<0,7	<0,0649
Zn ⁺⁺	<0,5	0,0077	<1,0	<0,0154

Πίνακας 7: Επιθυμητή συγκέντρωση στοιχείων στο νερό για υδροπονικά συστήματα με ανακύκλωση του θρεπτικού διαλύματος

Στοιχείο	Επιθυμητή συγκέντρωση (κατώτερη από)	
Cl^-	35 ppm	1,0 mmol/l
Na^+	12 ppm	0,5 mmol/l
HCO_3^-	300 ppm	5,0 mmol/l
Ca^{++}	120 ppm	3,0 mmol/l
Mg^{++}	36 ppm	1,5 mmol/l
SO_4^-	290 ppm	3,0 mmol/l
Mn	0,83 ppm	15 $\mu\text{mol/l}$
B	0,22 ppm	20 $\mu\text{mol/l}$
Fe^{++}	<0,28 ppm	5,0 $\mu\text{mol/l}$
Zn^{++}	0,46 ppm	7,0 $\mu\text{mol/l}$
Cu^{++}	0,06 ppm	1,0 $\mu\text{mol/l}$

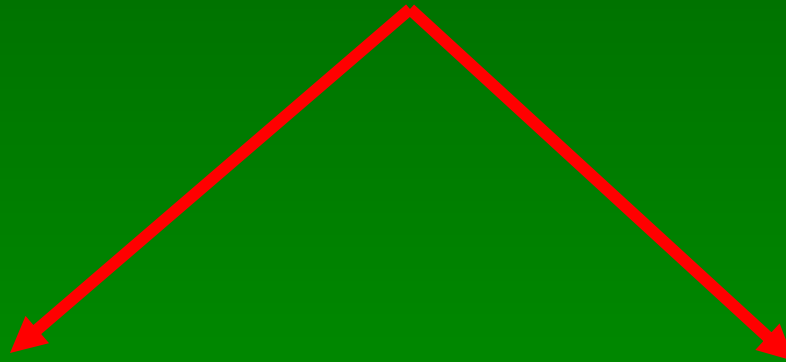
ΥΠΟΣΤΡΩΜΑΤΑ ΥΔΡΟΠΟΝΙΑΣ

ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΙΚΑ ΥΠΟΣΤΡΩΜΑΤΩΝ

- ✓ σταθερή δομή, ώστε να μην αποσυντίθεται
 - ✓ ικανοποιητική αναλογία νερού και αέρα
- ✓ ομοιομορφία στη σύσταση, εμφάνιση, συμπεριφορά
- ✓ απαλλαγμένο από παθογόνα, εχθρούς, ζιζάνια
 - ✓ εύκολο στη χρήση, χειρισμούς
 - ✓ σχετικά χαμηλό κόστος

▣ ΥΠΟΣΤΡΩΜΑΤΑ ΥΔΡΟΠΟΝΙΑΣ

✿ ΙΔΙΟΤΗΤΕΣ ΥΠΟΣΤΡΩΜΑΤΩΝ



ΦΥΣΙΚΕΣ ΙΔΙΟΤΗΤΕΣ

ΧΗΜΙΚΕΣ ΙΔΙΟΤΗΤΕΣ

ΥΠΟΣΤΡΩΜΑΤΑ ΥΔΡΟΠΟΝΙΑΣ

ΦΥΣΙΚΕΣ ΙΔΙΟΤΗΤΕΣ ΥΠΟΣΤΡΩΜΑΤΩΝ

- ✓ ΚΟΚΚΟΜΕΤΡΙΚΗ ΣΥΣΤΑΣΗ
 - ✓ ειδικό βάρος
 - ✓ ολικό πορώδες
- ✓ ολική συγκράτηση νερού

ΥΠΟΣΤΡΩΜΑΤΑ ΥΔΡΟΠΟΝΙΑΣ

ΧΗΜΙΚΕΣ ΙΔΙΟΤΗΤΕΣ ΥΠΟΣΤΡΩΜΑΤΩΝ

- ✓ χημική σύνθεση
- ✓ οξύτητα (pH)
- ✓ ηλεκτρική αγωγιμότητα
- ✓ ικανότητα ανταλλαγής ιόντων

■ ΥΠΟΣΤΡΩΜΑΤΑ ΥΔΡΟΠΟΝΙΑΣ

- ❁ Ανόργανα υποστρώματα → χημικώς αδρανή
 - ✓ πετροβάμβακας
 - ✓ περλίτης
 - ✓ χαλίκι
 - ✓ άμμος
 - ✓ ελαφρόπετρα
 - ✓ διογκωμένη άργιλλος
- ❁ Οργανικά υποστρώματα → χημικώς ενεργά
 - ✓ Κοκκοφίνικας
 - ✓ τύρφη

Καλλιέργεια σε άμμο (sand culture)

- Άμμος κρυσταλλική – κοίτη ποταμών
- Περιεκτικότητα άνω του 50% SiO_2
- Μηδενική πρακτικά ανταλλακτική ικανότητα
- 15-20 lt ανά φυτό
- Μικρό ως μηδαμινό πορώδες
- Χονδρόκοκκο υλικό (0,2-4,0 mm)
- Χαμηλή ικανότητα συγκράτησης υγρασίας

Πλεονεκτήματα άμμου

- Καλός αερισμός ριζικού συστήματος
- Φθηνό κόστος κτήσης
- Θεωρητικά απεριόριστη διάρκεια ζωής

Απολύμανση εύκολη και αποτελεσματική με
ατμό

Καλλιέργεια σε χαλίκι (gravel culture)

- Χονδρόκοκκο υλικό (5-20 mm)
- Μηδενική ικανότητα ανταλλαγής κατιόντων
- Αμελητέα ικανότητα συγκράτησης νερού
- Κλειστό υδροπονικό σύστημα

Μειονέκτημα υψηλό ειδικό βάρος

Καλλιέργεια σε διογκωμένο περλίτη

- Ηφαιστειακό
- υαλώδες αργιλλοπυριτικό πέτρωμα λευκού χρώματος
- κρυσταλλικό νερό 2-6%
- Δημιουργείται με σύντομη θέρμανση στους 1200-1300 °C
- Κοκκώδες υλικό
πλούσιο πορώδες
μεγάλη ικανότητα συγκράτησης νερού
απουσία ανταλλακτικής ικανότητας

Μέγεθος κόκκων 3-5 mm

Ολικό πορώδες 95 %

ικανότητα συγκράτησης νερού 200-450 % του βάρους του

Ειδικό βάρος 40-150 Kgr/m³



Εικόνα 18: Διάφορες κοκομετρίες περλίτη



Περλίτης

- 4-5 lt περλίτη ανά φυτό καρποδοτικών κηπευτικών
- Σάκκοι
- Γλάστρες
- Υδροροές
- Γρήγορα υποβαθμίζεται το πορώδες
- Κοστίζει όμως φθηνά



Εικόνα 19: Κατακόρυφη καλλιέργεια σε σωλήνες PVC.

Καλλιέργεια σε διογκωμένη άργιλλο

- Θέρμανση σχιστόλιθου 1200 °C
- 4-8 mm
- Η διάρκεια ζωής σαν υπόστρωμα καλλιέργειας είναι πολύ μεγάλη
- Έχει μεγαλύτερη ικανότητα συγκράτησης υγρασίας και αέρα από τον περλίτη
- Μειονεκτήματα υψηλό κόστος
αναγκαιότητα καθαρισμού
και απολύμανσης
- Μικροεκτοξευτήρες

ΚΑΛΛΙΕΡΓΕΙΑ ΣΕ ΕΛΑΦΡΟΠΕΤΡΑ

- Η ελαφρόπετρα είναι το κοινό όνομα του ορυκτού κιζιρίτης
- αργιλλοπυριτικό ηφαιστειογενές ορυκτό
- με εκτεταμένο πορώδες σε όλη του τη μάζα
- με χαμηλό ειδικό βάρος
- Σε αυτήν ακριβώς την φυσική της ιδιότητα οφείλει και το όνομά της.

- Στην φύση η ελαφρόπετρα συναντάται σε μορφή μεγάλων πλακών ή τεμαχίων.
- Για να χρησιμοποιηθεί για καλλιέργεια φυτών θα πρέπει να θρυμματιστεί σε μικρούς κόκκους μεγέθους μέχρι το πολύ 8 mm.
- Στην Ελλάδα υπάρχουν εκτεταμένα κοιτάσματα ελαφρόπετρας στα νησιά του Αιγαίου (Κυκλάδες, Δωδεκάνησα) από τα οποία τα σημαντικότερα βρίσκονται στην Νίσυρο.
- Ως εκ τούτου, η εξεύρεση της είναι εύκολη σε ποσότητες που ξεπερνούν κατά πολύ την όποια ζήτηση αναμένεται να δημιουργηθεί για χρήση σε υδροπονικές καλλιέργειες στη χώρα μας.

- Η ελληνική ελαφρόπετρα έχει φαινόμενο ειδικό βάρος (F.E.B.) 0,6-0,8 Kg/L
- ολικό πορώδες γύρω στο 70-75%
- αεροϊκανότητα ίση με 41%
- pH περίπου 7,3
- Είναι βιολογικά αδρανής, απαλλαγμένη παθογόνων ή ζιζανίων
- έχει σχετικά χαμηλή ιδατοϊκανότητα και ικανότητα ανταλλαγής κατιόντων που εξαρτάται από το κοκκομετρικό της κλάσμα

- Έχει διαπιστωθεί επίσης ότι το καταλληλότερο κοκκομετρικό κλάσμα ελαφρόπετρας για υδροπονικές καλλιέργειες είναι αυτό των 0-5 mm
- Το μεγάλο πλεονέκτημα που έχει η ελαφρόπετρα είναι η πολύ χαμηλή τιμή της, η οποία είναι σημαντικά χαμηλότερη από αυτή του περλίτη και του πετροβάμβακα
- Αυτό σε συνδυασμό με την υψηλή μηχανική αντοχή της, την πολύ καλή καλλιεργητική συμπεριφορά της και την δυνατότητα επαναχρησιμοποίησής της αρκετές φορές, καθιστούν την ελαφρόπετρα ένα πολύ ενδιαφέρον υπόστρωμα για υδροπονικές καλλιέργειες, τόσο στην Ελλάδα όσο και διεθνώς.















Πετροβάμβακας

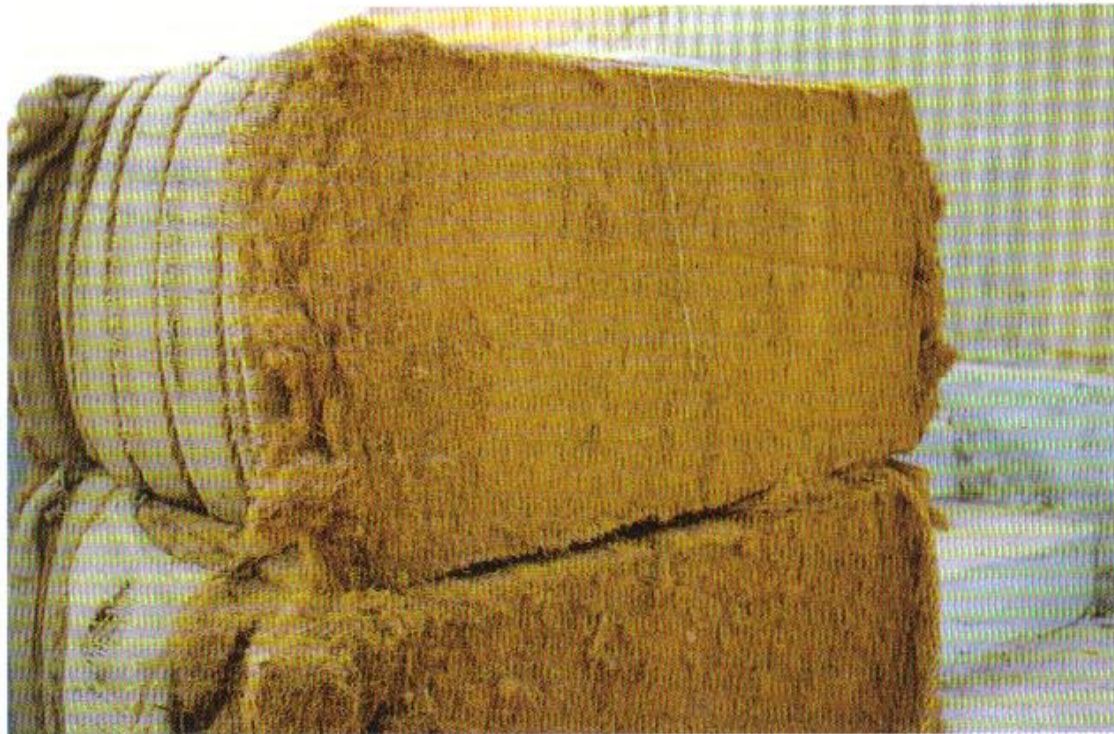
Ο πετροβάμβακας (stone wool) είναι ορυκτής προέλευσης (από βασάλτη ή διαβάση). Το πέτρωμα λειώνει στους 1500-1600 °C, στην συνέχεια περνάει από περιστρεφόμενα τύμπανα και διαμορφώνεται το τελικό προϊόν που είναι αδρανές, ινώδες και αποστειρωμένο υλικό - υπόστρωμα, έτοιμο για καλλιέργεια



Οργανικό υπόστρωμα

κοκοφίνικας

1. Η ινώδης του μορφή αλλά και η περιεκτικότητά του σε λιγνίνη (πάνω από 45%) που συμβάλλουν στο να διατηρεί τα φυσικά του χαρακτηριστικά για πολύ μεγάλο χρονικό διάστημα (πάνω από 5 χρόνια).
2. Έχει αυξημένη υδατοϊκανότητα και κυρίως διατηρεί πάντα μια πολύ καλή σχέση νερού και αέρα.
3. Προέρχεται από το παχύ μεσοκάρπιο του καρπού της καρύδας (*coir, cocos, nupifera L*) και επομένως είναι απαλλαγμένο ασθενειών. Περιέχει δε ένα μεγάλο αριθμό μυκήτων του γένους *Trichoderma*, οι οποίοι δρώντας ανταγωνιστικά, αποτρέπουν την ανάπτυξη των γνωστών μυκητολογικών ασθενειών του ριζικού συστήματος των φυτών.
4. Σαν οργανικό υλικό μπορεί να ξαναχρησιμοποιηθεί.
5. Σε μια καλή και σταθερή ποιότητα υλικού, η ηλεκτρική αγωγιμότητα του *Cocosoil*, κυμαίνεται στο 0,5mhos/cm ή και χαμηλότερα.



Εικόνα 25: Συμπιεσμένες ίνες καρύδας



Εικόνα 26: Καλλιέργεια σε δοχεία με ίνες καρύδας

■ άρδευση υδροπονικών καλλιεργειών

Συχνή χορήγηση θρεπτικού διαλύματος
με μειωμένη δόση νερού

☛ άρδευση υδροπονικών καλλιεργειών

✓ παράγοντες που επηρεάζουν την άρδευση

✓ ηλικία φυτού

✓ κλιματικές συνθήκες

✓ υπόστρωμα

✚ άρδευση υδροπονικών καλλιεργειών

✓ βασικές αρχές άρδευσης

✓ καλλιέργειες σε καθαρό θρεπτικό διάλυμα

✓ καλλιέργειες σε στερεό υπόστρωμα

✚ άρδευση υδροπονικών καλλιεργειών

- ✓ καλλιέργειες σε καθαρό θρεπτικό διάλυμα
 - ✓ συνεχής ροή θρεπτικού διαλύματος

Συνίσταται εφαρμογή κλειστού
υδροπονικού συστήματος

✚ άρδευση υδροπονικών καλλιέργειών



✓ καλλιέργειες σε στερεό υπόστρωμα

✓ χρόνος έναρξης άρδευσης

Όταν το υπόστρωμα χάσει το 20-30 % του νερού που έχει στην κατάσταση υδατοϊκανότητας

✓ διάρκεια άρδευσης

τόση, ώστε η χορηγούμενη ποσότητα νερού να ξεπεράσει κατά 15-30 % την κατάσταση υδατοϊκανότητας του υποστρώματος

 χρόνος έναρξης ποτισμάτων
 διάρκεια ποτίσματος

✓ εξαρτάται από την κατανάλωση νερού
της καλλιέργειας

ρύθμιση χρόνου - διάρκειας άρδευσης

εξοπλισμός

✓ ηλεκτοβάνια

✓ χρονοδιακόπτης

✓ αισθητήρας μέτρησης κατανάλωσης νερού

(ένταση ηλιακής ενέργειας, περιεκτικότητα νερού υποστρώματος, εξάτμιση νερού από το θερμοκήπιο)

εγκατάσταση υδροπονικής καλλιέργειας

- ✓ επιδαπέδια υδροπονία
- ✓ σε κανάλια

εγκατάσταση επιδαπέδιας υδροπονικής καλλιέργειας

- ✓ ισοπέδωση του εδάφους και δημιουργία κλίσης 1,5-2%
- ✓ κάλυψη του εδάφους με πλαστικό φύλλο (ασπρόμαυρο) σε όλη την έκταση ή μόνο στις γραμμές φύτευσης
- ✓ τοποθέτηση αρδευτικού συστήματος

εγκατάσταση επιδαπέδιας υδροπονικής καλλιέργειας

- ✓ τοποθέτηση υποστρώματος ή πλαστικού φύλλου κατά μήκος της γραμμής για NFT καλλιέργεια
- ✓ τοποθέτηση των φυτών και σταλακτών πάνω στα φυτά









grodan
Delta
87

grodan
Delta
goda

grodan
Delta
po

grodan
Delta

grodan
Delta
g

grodan
Delta
grodan

grodan® Expert
THIS WAY UP
For quality control
and crop protection, visit
www.grodan.com

grodan® Expert
THIS WAY UP
For quality control
and crop protection, visit
www.grodan.com

εγκατάσταση υδροπονικής καλλιέργειας σε κανάλια

- ✓ ισοπέδωση του εδάφους και κάλυψή του με πλαστικό ή μπετό
 - ✓ τοποθέτηση καναλιών
- ✓ κάλυψη καναλιών με πλαστικό φύλλο
 - ✓ τοποθέτηση υποστρώματος αν χρησιμοποιηθεί
- ✓ τοποθέτηση αρδευτικού συστήματος
 - ✓ τοποθέτηση φυτών





Θρέψη υδροπονικών καλλιεργειών

- ✓ σύνθεση θρεπτικού διαλύματος
- ✓ παρασκευή θρεπτικού διαλύματος
- ✓ χορήγηση θρεπτικού διαλύματος
- ✓ έλεγχοι - αναπροσαρμογή θρεπτικού διαλύματος

χημικά λιπάσματα για υδροπονική χρήση

✓ υδατοδιαλυτά άλατα

✓ απλά (όχι σύνθετα)

ΘΡΕΨΗ ΥΔΡΟΠΟΝΙΚΩΝ ΚΑΛΛΙΕΡΓΕΙΩΝ

- Μακροστοιχεία
- Ιχνοστοιχεία

Βασικές αρχές στοιχειομετρικής χημείας

✓ Βάρος -

$$1\text{kg} = 1000\text{ gr}$$

$$1\text{gr} = 1000\text{ mgr} = 1.000.000.000\text{ }\mu\text{gr}$$

✓ Όγκος

$$1\text{ l} = 1000\text{ ml}$$

$$1\text{ m}^3 = 1.000.000\text{ cm}^3 = 1000\text{ l}$$

$$1\text{ cm}^3 = 1\text{ ml}$$

Βασικές αρχές στοιχειομετρικής χημείας

✓ ΠΥΚΝΟΤΗΤΑ

$$d=m/v$$

✓ ατομικό βάρος

Πόσες φορές βαρύτερο είναι το άτομο του κάθε στοιχείο από το άτομο του άνθρακα

✓ μοριακό βάρος

Βασικές αρχές στοιχειομετρικής χημείας

✓ γραμμομόριο

Ποσότητα ουσίας ίσης με το μοριακό
βάρος σε γραμμάρια

$$1 \text{ mol} = 1000 \text{ mmol} = 1000.000 \text{ } \mu\text{mol}$$

✓ γραμμοισοδύναμο (eq)

Τρόποι έκφρασης συγκέντρωσης με φυσικές μονάδες

✓ mgr/ lt

✓ mgr /lt

✓ ppm

Τρόποι έκφρασης συγκέντρωσης με χημικές μονάδες

- ✓ μοριακή συγκέντρωση $M - \text{mol} / \text{lt}$
- ✓ κανονική συγκέντρωση $N - \text{eq} / \text{lt}$

μετατροπές

$$M = \Sigma / (MB)$$

$$N = \Sigma / (XI)$$

Λιπάσματα Μακροστοιχείων	Χημικός τύπος	Θρεπτικά στοιχεία (%)	Διαλυτότητα (Kg/l, 0°C)
Νιτρικό αμμώνιο	NH_4NO_3	N:35	1,18
Νιτρικό ασβέστιο	$5[\text{Ca}(\text{NO}_3)_2 \cdot 2\text{H}_2\text{O}]$ NH_4NO_3	N:15,5, Ca:19	1,02
Νιτρικό κάλιο	KNO_3	N:13, K:38	0,13
Νιτρικό μαγνήσιο	$\text{Mg}(\text{NO}_3)_2 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$	N:11, Mg:9	-
Νιτρικό οξύ	HNO_3	N:22	υγρό
Φωσφορικό μονοαμμώνιο	$\text{NH}_4\text{H}_2\text{PO}_4$	N:12, P:27	0,23
Φωσφορικό μονοκάλιο	KH_2PO_4	P:23, K:28	1,67
Φωσφορικό οξύ	H_3PO_4	P:32	υγρό
Θειικό κάλιο	K_2SO_4	K:45, S:18	0,12
Θειικό μαγνήσιο	$\text{MgSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$	Mg:9,7, S:13	0,26
Ανθρακικό μονοκάλιο	KHCO_3	K:39	1,12

Λιπάσματα Ιχθυοστοιχείων	Χημικός τύπος	Θρεπτικά στοιχεία (%)	Διαλυτότητα (Kg/l, 0°C)
Χηλικός σίδηρος	διαφόρων τύπων	Fe:6-13	-
Θειικό μαγγάνιο	$MnSO_4 \cdot H_2O$	Mn:32	1,05
Θειικός ψευδάργυρος	$ZnSO_4 \cdot 7H_2O$	Zn:23	0,62
Θειικός χαλκός	$CuSO_4 \cdot 5H_2O$	Cu:25	0,32
Βόρακας	$Na_2B_4O_7 \cdot 10H_2O$	B:11	0,016
Βορικό οξύ	H_3BO_3	B:17,5	0,050
Solubor	$Na_2B_8O_{13} \cdot 4H_2O$	B:20,5	0,045
Επταμολυβδαινικό αμμώνιο	$(NH_4)_6Mo_7O_{24}$	Mo:58	0,43
Μολυβδαινικό νάτριο	$Na_2MoO_4 \cdot 2H_2O$	Mo:40	0,56

Χαρακτηριστικά της ποιότητας του θρεπτικού δ/τος



Σύνθεση θρεπτικών διαλυμάτων

Βασικές αρχές κατάρτισης θρεπτικών δ/των

- ✓ ανάγκη διαφοροποίησης θρεπτικού δ/τος
(είδος φυτού, στάδιο ανάπτυξης, κλιματικές συνθήκες, νερό άρδευσης κ.λ.π.)
- ✓ ενεργός μεταφορά των θρεπτικών στοιχείων στους ιστούς του φυτού
- ✓ ικανότητα εκλεκτικής απορρόφησης θρεπτικών στοιχείων

Σύνθεση θρεπτικού διαλύματος



αναζήτηση στοιχείων σχετικά με τις απαιτήσεις του συγκεκριμένου καλλιεργούμενου είδους

- ✓ συνολική συγκέντρωση αλάτων στο δ/μα
- ✓ απόλυτες συγκεντρώσεις των ιόντων NH_4^+ , H_2PO_4^-
- ✓ αμοιβαίες αναλογίες συγκεντρώσεων μεταξύ των μακροστοιχείων K:Ca:Mg και K:N
 - ✓ pH ανάπτυξης καλλιέργειας

Σύνθεση θρεπτικού διαλύματος

- προσαρμογή τιμών παραμέτρων θρεπτικού δ/τος στην ποιότητα του χρησιμοποιούμενου νερού, και στη συγκεκριμένη καλλιέργεια

Βασικές συνθέσεις → Τροποποιημένες συνθέσεις

Προκαταρκτικό στάδιο της κατάρτισης θρεπτικών διαλυμάτων

συλλογή στοιχείων

περιεκτικότητα νερού άρδευσης σε
ιόντα Na , HCO_3^-

αμοιβαίες αναλογίες $\text{K}:\text{Ca}:\text{Mg}$, $\text{K}:\text{N}$

απόλυτες συγκεντρώσεις ιόντων
 NH_4^+ , H_2PO_4^-

συνολική συγκέντρωση αλάτων

pH

Προκαταρκτικό στάδιο της κατάρτισης Θρεπτικών διαλυμάτων

- ✓ αρχή ηλεκτρικής ουδετερότητας θρεπτικού δ/τος
 $\Sigma \text{meq/l}$ ανιόντων = $\Sigma \text{meq/l}$ κατιόντων
- ✓ καθορισμός συγκέντρωσης NH_4^+ στο δ/μα (0,5-1,5meq/l)



Προκαταρκτικό στάδιο της κατάρτισης θρεπτικών διαλυμάτων

- ✓ καθορισμός συγκέντρωσης H_2PO_4^- στο δ/μα (0,75-2meq/l)
- ✓ καθορισμός συνολικής συγκέντρωσης αλάτων στο δ/μα
C=11 EC

Κατάρτιση σύνθεσης Θρεπτικού διαλύματος - υπολογισμοί



δεδομένα

1. ηλεκτρική αγωγιμότητα EC
2. αναλογίες συγκεντρώσεων
3. συγκεντρώσεις NH_4^+ , H_2PO_4^-
4. συγκεντρώσεις ιχνοστοιχείων
5. pH



υπολογισμός ποσοτήτων λιπασμάτων
μακροστοιχείων



υπολογισμός ποσοτήτων λιπασμάτων
ιχνοστοιχείων

Κατάρτιση σύνθεσης διαλύματος - υπολογισμοί

βήματα υπολογισμού μακροστοιχείων

✓ δημιουργία πίνακα διπλής εισόδου

✓ μετατροπή συγκεντρώσεων μακροστοιχείων
στο σε meq/l

✓ στρογγυλοποίηση συγκεντρώσεων με ακρίβεια
0,05 meq/l, ώστε

συγκέντρωση ανιόντων = συγκέντρωση κατιόντων

Κατάρτιση σύνθεσης διαλύματος - υπολογισμοί

📊 βήματα υπολογισμού μακροστοιχείων

✓ υπολογισμός της συνολικής συγκέντρωσης αλάτων στο ζητούμενο δ/μα ($C=11EC$)

✓ αναγραφή των ορισμένων συγκεντρώσεων NH_4^+ , $H_2PO_4^-$ στα αντίστοιχα τετράγωνα του πίνακα

✓ αναγραφή των ίδιων συγκεντρώσεων Na^+ , Cl^- που προσδιορίστηκαν στο νερό και στα

αντίστοιχα τετράγωνα σύνθεσης θρεπτικού δ/τος

Κατάρτιση σύνθεσης διαλύματος - υπολογισμοί

📊 βήματα υπολογισμού μακροστοιχείων

- ✓ αναγραφή τιμής επιθυμητής συγκέντρωσης
 $\text{HCO}_3^- = 0,5 \text{ meq/l}$
- ✓ υπολογισμός συγκεντρώσεων Ca, K, Mg, με
βάση τον πίνακα και τις αναλογίες
συγκεντρώσεων μεταξύ τους
- ✓ υπολογισμός της συγκέντρωσης N, με βάση
την αναλογία K:N ($\text{N} = \text{NH}_4^+ + \text{NO}_3^-$)

Κατάρτιση σύνθεσης διαλύματος - υπολογισμοί

■ βήματα υπολογισμού μακροστοιχείων

- ✓ υπολογισμός της συγκέντρωσης SO_4^- από τον πίνακα
- ✓ υπολογισμός των συγκεντρώσεων θρεπτικών στοιχείων που πρέπει να προστεθούν στο δ/μα με λίπασμα, αφαιρώντας τις συγκεντρώσεις $2_{ης}$ στήλης από αυτές της $1_{ης}$, και της $2_{ης}$ γραμμής από αυτές της $1_{ης}$ (εκτός HCO_3^-)

Κατάρτιση σύνθεσης διαλύματος - υπολογισμοί

■ βήματα υπολογισμού μακροστοιχείων

- ✓ δεν προστίθεται λίπασμα που περιέχει ιόντα HCO_3^- ενώ στη συγκέντρωση H^+ του δ/τος αναγράφεται η τιμή που ισούται με τη συγκέντρωση HCO_3^- στο χρησιμοποιούμενο νερό μείον τη συγκέντρωση HCO_3^- που επιδιώκεται να μείνει στο ζητούμενο θρεπτικό δ/μα (0,5 meq/l)

Κατάρτιση σύνθεσης διαλύματος - υπολογισμοί

■ βήματα υπολογισμού μακροστοιχείων

- ✓ ακολουθεί τοποθέτηση των ευρεθέντων για το ζητούμενο δ/μα συγκεντρώσεων θρεπτικών στοιχείων στα τετραγωνίδια του πίνακα που αντιστοιχούν σε λιπάσματα

Σειρά τοποθέτησης: Ca^{++} , Mg^{++} , SO_4^{--} , NH_4^+ ,
 $H_2PO_4^-$, H^+ , NO_3^-

Κατάρτιση σύνθεσης διαλύματος - υπολογισμοί

- βήματα υπολογισμού μακροστοιχείων
- ✓ υπολογισμός απαιτούμενων ποσοτήτων λιπασμάτων

Στερεά λιπάσματα : $\Lambda = \Sigma \chi \alpha \theta$

Υγρά λιπάσματα : $\Upsilon = \Sigma \chi \alpha \theta / 10$ ΕΠ

Κατάρτιση σύνθεσης διαλύματος

■ βήματα υπολογισμού μακροστοιχείων

Στερεά λιπάσματα : $\Lambda = \Sigma \chi \alpha \theta$

Υγρά λιπάσματα : $\Upsilon = \Sigma \chi \alpha \theta / 10 \text{ ΕΠ}$

Λ : ποσότητα λιπάσματος σε gr

Σ : συγκέντρωση λιπάσματος σε meq/l

χ =χημικό ισοδύναμο λιπάσματος

α =αραίωση πυκνών διαλυμάτων

θ = όγκος του διαλύματος που θα παρασκευασθεί σε m^3

E = ειδικό βάρος λιπάσματος σε Kgr/l σε καθαρή μορφή

\Pi = περιεκτικότητα σε καθαρό υγρό λίπασμα (%)

Κατάρτιση σύνθεσης διαλύματος

■ βήματα υπολογισμού ιχνοστοιχείων

✓ όταν η επιζητούμενη συγκέντρωση ιχνοστοιχείου εκφράζεται σε mg/l :

$$\Lambda = \Sigma \chi \text{AO} / 1000$$

✓ όταν η επιζητούμενη συγκέντρωση ιχνοστοιχείου εκφράζεται σε μmol/l :

$$\Lambda = \Sigma (M/n) \text{AO} / 1000$$

✓ όταν η επιζητούμενη συγκέντρωση ιχνοστοιχείου εκφράζεται σε mg/l ή ppm:

$$\Lambda = \Sigma \text{AO} \cdot 100 / \Pi$$

Κατάρτιση σύνθεσης διαλύματος

 Τύποι υπολογισμού λιπασμάτων ιχνοστοιχείων

$$\checkmark \Lambda = \Sigma \chi \alpha \theta / 1000$$

Λ : ποσότητα λιπάσματος σε gr

Σ : συγκέντρωση λιπάσματος σε mg/l

χ : χημικό ισοδύναμο λιπάσματος

α : αραίωση πυκνών διαλυμάτων

θ : όγκος του διαλύματος που θα παρασκευασθεί σε m³

Κατάρτιση σύνθεσης διαλύματος

■ Τύποι υπολογισμού λιπασμάτων ιχνοστοιχείων

$$\checkmark \Lambda = \Sigma (M/n) A O / 1000$$

Λ : ποσότητα λιπάσματος σε gr

Σ : συγκέντρωση λιπάσματος σε $\mu\text{mol/l}$

M : μοριακό βάρος του λιπάσματος

n : αριθμός ατόμων ιχνοστοιχείου στο μόριο της χημικής ένωσης

A : αραίωση πυκνών διαλυμάτων

O : όγκος του διαλύματος που θα παρασκευασθεί σε m^3

Κατάρτιση σύνθεσης διαλύματος

 Τύποι υπολογισμού λιπασμάτων ιχνοστοιχείων

$$\checkmark \Lambda = \Sigma A O 100 / \Pi$$

Λ : ποσότητα λιπάσματος σε gr

Σ : συγκέντρωση λιπάσματος σε mg/l ή ppm

A : αραίωση πυκνών διαλυμάτων

O : όγκος του διαλύματος που θα παρασκευασθεί σε m³

Π : περιεκτικότητα λιπάσματος σε καθαρό ιχνοστοιχείο

Παρασκευή θρεπτικού διαλύματος

■ τοποθέτηση λιπασμάτων

Πηγή νερού

1η
δοσομετρική
αντλία



2η
δοσομετρική
αντλία

καλλιέργεια



Νιτρικό ασβέστιο
Νιτρική αμμωνία
Χηλικός σίδηρος
Μέρος νιτρικού καλίου
Μέρος νιτρικού οξέος

Μέρος νιτρικού καλίου
Μέρος νιτρικού οξέος
Νιτρικό μαγνήσιο
Θειικό κάλιο
Θειικό μαγνήσιο
Φωσφορικό μονοκάλιο
Φωσφορικό οξύ
Ιχνοστοιχεία (εκτός Fe)

Έλεγχοι - αναπροσαρμογές θρεπτικού διαλύματος

- ✓ μέτρηση pH, ηλεκτρικής αγωγιμότητας στο νωπό και στο απορρέων διάλυμα
- ✓ προσδιορισμός περιεκτικότητας σε θρεπτικά στοιχεία σε κλειστά υδροπονικά συστήματα

