

ΓΕΝΙΚΗ ΛΑΧΑΝΟΚΟΜΙΑ

Ενότητα 6^η:

ΥΔΡΟΠΟΝΙΚΗ ΚΑΛΛΙΕΡΓΕΙΑ
ΚΗΠΕΥΤΙΚΩΝ



ΥΔΡΟΠΟΝΙΚΗ ΚΑΛΛΙΕΡΓΕΙΑ

(ΚΑΛΛΙΕΡΓΕΙΑ ΕΚΤΟΣ ΕΔΑΦΟΥΣ)

- Το ριζικό σύστημα αναπτύσσεται εξ' ολοκλήρου εκτός του φυσικού εδάφους με τέτοιο τρόπο, ώστε να έχει στην διάθεσή του αρκετό νερό για να μπορεί να επιτελεί τις απαραίτητες λειτουργίες για την ζωή του φυτού.
- Οι ρίζες αναπτύσσονται:
 - είτε απευθείας σε υδατικό διάλυμα ανόργανων αλάτων τα οποία χρησιμοποιούνται από το φυτό ως θρεπτικά στοιχεία (θρεπτικό διάλυμα),
 - είτε σε πορώδη στερεά υλικά τα οποία καλούνται υποστρώματα και διαβρέχονται τακτικά με θρεπτικό διάλυμα στο πλαίσιο της άρδευσης των φυτών.



Θρεπτικό διάλυμα

Είναι ένα αραιό υδατικό διάλυμα όλων των θρεπτικών στοιχείων που είναι απαραίτητα για τα φυτά, τα οποία βρίσκονται διαλυμένα στο νερό:

- ως ιόντα ανόργανων αλάτων
- ως ευδιάλυτες ανόργανες χημικές ενώσεις
- ως ευδιάλυτες οργανικές χημικές ενώσεις



Ηλεκτρική Αγωγιμότητα (EC) 1/3

Electrical Conductivity (EC): Είναι ένα μέγεθος που εκφράζει την ικανότητα ενός υδατικού διαλύματος να άγει το ηλεκτρικό ρεύμα.

Η ηλεκτρική αγωγιμότητα στην πραγματικότητα είναι η ειδική ηλεκτρική αγωγιμότητα ενός αγωγού ηλεκτρικού ρεύματος η οποία ως γνωστόν εξαρτάται από την φύση του αγωγού.

Η (ειδική) ηλεκτρική αγωγιμότητα (C_a) ορίζεται ως το αντίστροφο της ειδικής ηλεκτρικής αντίστασης, ρ :

$$C_a = 1/\rho$$

Η ηλεκτρική αγωγιμότητα (EC) μετράται σε dS m^{-1} .

$$(1 \text{ dS m}^{-1} = 1 \text{ mS cm}^{-1} = 1 \text{ mmho cm}^{-1})$$



Ηλεκτρική Αγωγιμότητα (EC) 2/3

- Η ικανότητα ενός υδατικού διαλύματος να άγει το ηλεκτρικό ρεύμα οφείλεται στην παρουσία ιόντων.
- Συνεπώς όσο πιο πολλά ιόντα είναι διαλυμένα στο νερό τόσο μεγαλύτερη είναι η ικανότητά του να άγει το ηλεκτρικό ρεύμα.
- Συνεπώς, η EC είναι ανάλογη της συνολικής συγκέντρωσης ιόντων στο διάλυμα.
- Όμως, η EC δεν μας δίνει πληροφορίες για το είδος των ιόντων (K^+ , Na^+ , SO_4^{2-} , κ.λπ.) που περιέχονται στο υδατικό διάλυμα.



Ηλεκτρική Αγωγιμότητα (EC) 3/3

- Η EC μπορεί να μετρηθεί εύκολα και γρήγορα στο θερμοκήπιο με την βοήθεια εύχρηστων, φορητών οργάνων.
- Γι' αυτό, η μέτρηση της EC χρησιμοποιείται ευρύτατα για τον γρήγορο προσδιορισμό της συνολικής συγκέντρωσης αλάτων σε θρεπτικά διαλύματα.



Μέτρηση EC στο θερμοκήπιο



Το pH

- Ένας αριθμός που εκφράζει την συγκέντρωση ιόντων υδρογόνου (H_3O^+) σε ένα θρεπτικό διάλυμα σε λογαριθμική κλίμακα (1 – 14).
- Το pH ενός θρεπτικού διαλύματος είναι πολύ σημαντικό για την θρέψη των φυτών γιατί επηρεάζει τις χημικές ισορροπίες μεταξύ διαφόρων ιόντων και χημικών ενώσεων στο θρεπτικό διάλυμα
- Κατά συνέπεια, το pH καθορίζει την διαλυτότητα και επομένως την διαθεσιμότητα πολλών θρεπτικών στοιχείων για τα φυτά.



Υποστρώματα

Πορώδη υλικά που δεν προκαλούν φυτοτοξικότητα και χρησιμοποιούνται για να υποκαταστήσουν το έδαφος ως μέσου ανάπτυξης του ριζικού συστήματος των φυτών.

- Χημικά αδρανή υποστρώματα:

Δεν διαθέτουν ικανότητα ανταλλαγής κατιόντων

- Χημικά ενεργά υποστρώματα:

Έχουν σημαντική ικανότητα ανταλλαγής κατιόντων



Τύποι υποστρωμάτων



Πετροβάμβακας



ελαφρόπετρα



τύρφη



κόκος



Υποκατάσταση λειτουργιών εδάφους

Λειτουργίες εδάφους που πρέπει να υποκατασταθούν με άλλα μέσα στις υδροπονικές καλλιέργειες:

- Παροχή νερού στα φυτά
- Παροχή θρεπτικών στοιχείων στα φυτά
- Παροχή οξυγόνου στη ρίζα
- Στήριξη των φυτών



Κύρια πλεονεκτήματα καλλιεργειών εκτός εδάφους



Δίνουν αυξημένες αποδόσεις



Υδροπονική καλλιέργεια
τομάτας σε κανάλια γεμισμένα
με κοκκώδες υπόστρωμα



Έλεγχος της διατροφής των φυτών

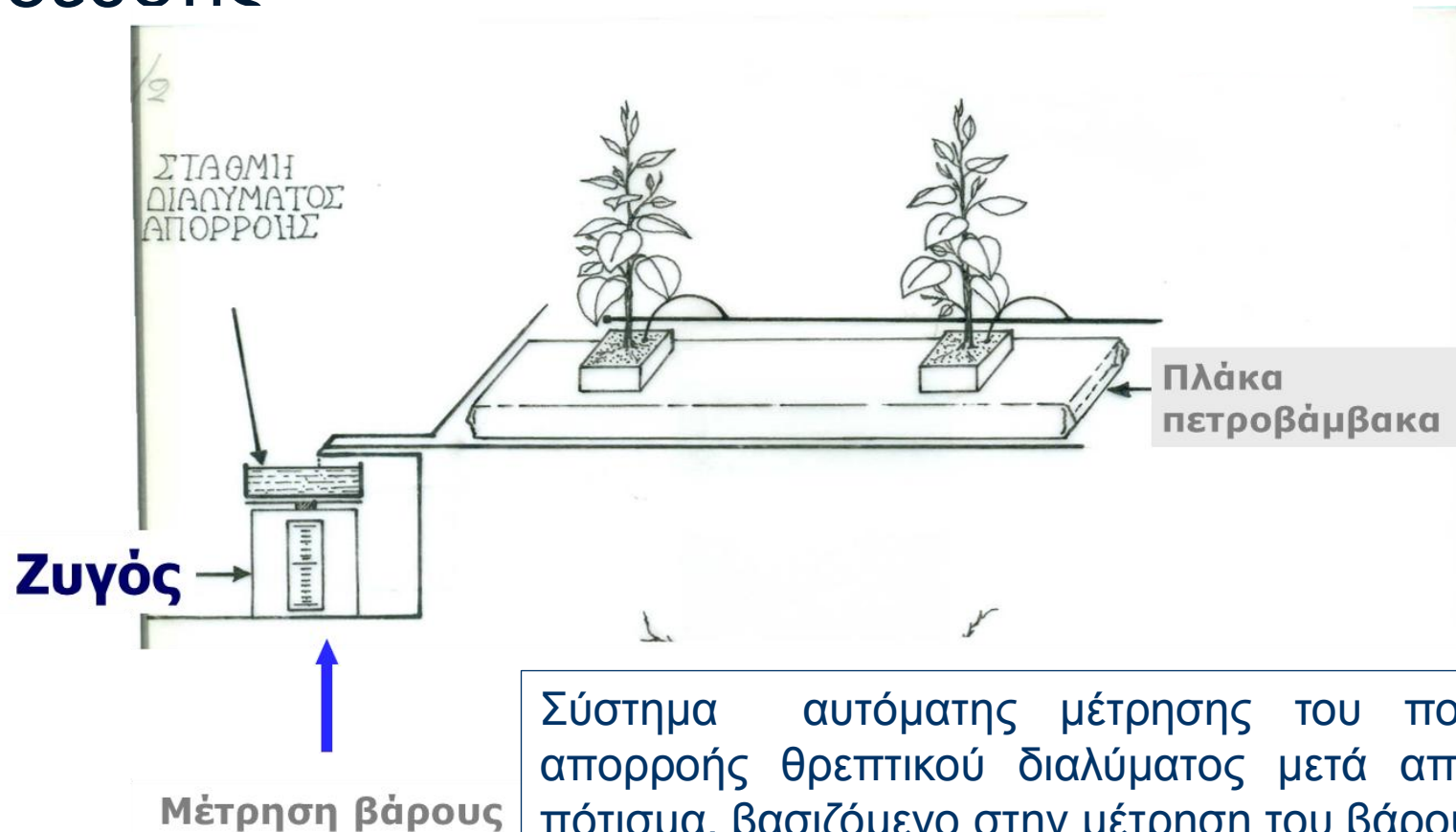


Συστήματα παρασκευής και παροχής θρεπτικού διαλύματος στα φυτά ελεγχόμενα μέσω Η/Υ με χρήση κατάλληλων προγραμμάτων αυτόματης διαχείρισης της θρέψης και της άρδευσης



Παροχή νερού άρδευσης

Οικονομία & έλεγχος στην παροχή νερού άρδευσης





Μείωση αναγκών σε εργατικά

- Δεν χρειάζεται προετοιμασία του εδάφους
- Καθιστούν ευκολότερη την μηχανοποίηση πολλών καλλιεργητικών εργασιών

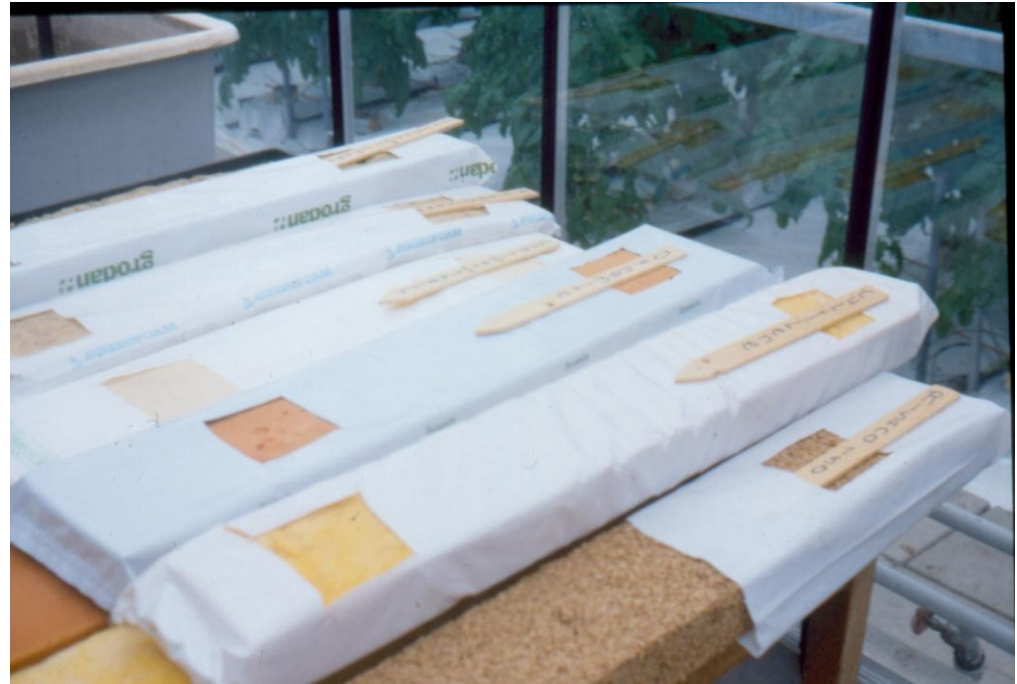


Αυτοματοποίηση συγκομιδής σε υδροπονική καλλιέργεια γογγυλιού σύμφωνα με το σύστημα N.F.T.



Αντιμετώπιση εδαφογενών ασθενειών

Αποτελεσματική
αντιμετώπιση
εδαφογενών
ασθενειών χωρίς
απολύμανση
εδάφους με
βρωμιούχο μεθύλιο



Διάφορα υποστρώματα σε μορφή πορωδών πλακών για καλλιέργειες εκτός εδάφους, τα οποία λόγω του τρόπου παρασκευής τους (θερμική επεξεργασία) είναι απαλλαγμένα από εδαφογενή παθογόνα, ζωικούς εχθρούς και σπόρους ζιζανίων



Έλεγχος ριζικού περιβάλλοντος

- Επιφέρουν πρωίμηση της παραγωγής
- Έλεγχος αλατότητας νερού άρδευσης
- Η καλλιέργεια δεν εξαρτάται από γονιμότητα εδάφους



Καλλιέργεια τομάτας σε χημικά αδρανείς πλάκες πετροβάμβακα



Αύξηση αριθμού καλλιεργειών/ έτος



Καλλιέργεια μαρουλιού σε πλάκες πετροβάμβακα. Ο καλλιεργητικός κύκλος της είναι μικρότερος σε σύγκριση με τις καλλιέργειες στο έδαφος, δεδομένου ότι:

- A) δεν υπάρχει ανάγκη κατεργασίας του εδάφους,
- B) η θερμοκρασία στο περιβάλλον της ρίζας διατηρείται σε υψηλότερα επίπεδα



Περιορισμός της μόλυνσης

Περιορίζουν την νιτρορύπανση και γενικότερα την μόλυνση των υδάτινων πόρων (κλειστά συστήματα)



Καλλιέργεια τομάτας σε κλειστό υδροπονικό σύστημα: Το διάλυμα απορροής συλλέγεται με χρήση υδρορροών και κατάλληλων σωληνώσεων και μεταφέρεται ξανά στην κεφαλή υδρολίπανσης για να ανακυκλωθεί, με συνέπεια να μην απορρίπτεται στο περιβάλλον και μολύνει τον υδροφόρο ορίζοντα



Μειονεκτήματα καλλιεργειών εκτός εδάφους



Ανάγκη επένδυσης υψηλών κεφαλαίων



Καλλιέργεια αγγουριού
σε πλάκες
πετροβάμβακα

Η χρήση ειδικών κεφαλών υδρολίπανσης, καναλιών τοποθετημένων σε υποστρώματα, συστημάτων άρδευσης με μικροσωλήνες και υποστρωμάτων απαιτεί υψηλότερη επένδυση για την αρχική εγκατάστασή της σε σύγκριση με την καλλιέργεια στο έδαφος



Αυξημένες τεχνικές γνώσεις στη διαχείριση της καλλιέργειας



Αισθητήρας μέτρησης υγρασίας υποστρώματος. Στις καλλιέργειες εκτός εδάφους, ο παραγωγός πρέπει να είναι σε θέση να χειρίζεται Η/Υ για την αυτοματοποίηση της παρασκευής και παροχής θρεπτικού διαλύματος και να μετρά pH, ηλεκτρική αγωγιμότητα και άλλα χαρακτηριστικά που σχετίζονται με την άρδευση, χρησιμοποιώντας φορητά όργανα.



Προσβολές από ασθένειες

Κίνδυνοι προσβολών από ασθένειες (κλειστά συστήματα)

Φυτό μελιτζάνας προσβεβλημένο από *Verticillium* σε κλειστή υδροπονική καλλιέργεια. Μέσω της ανακύκλωσης των απορροών μπορούν να ανακυκλωθούν και τα παθογόνα με συνέπεια την ταχεία εξάπλωση της ασθένειας και στα άλλα φυτά



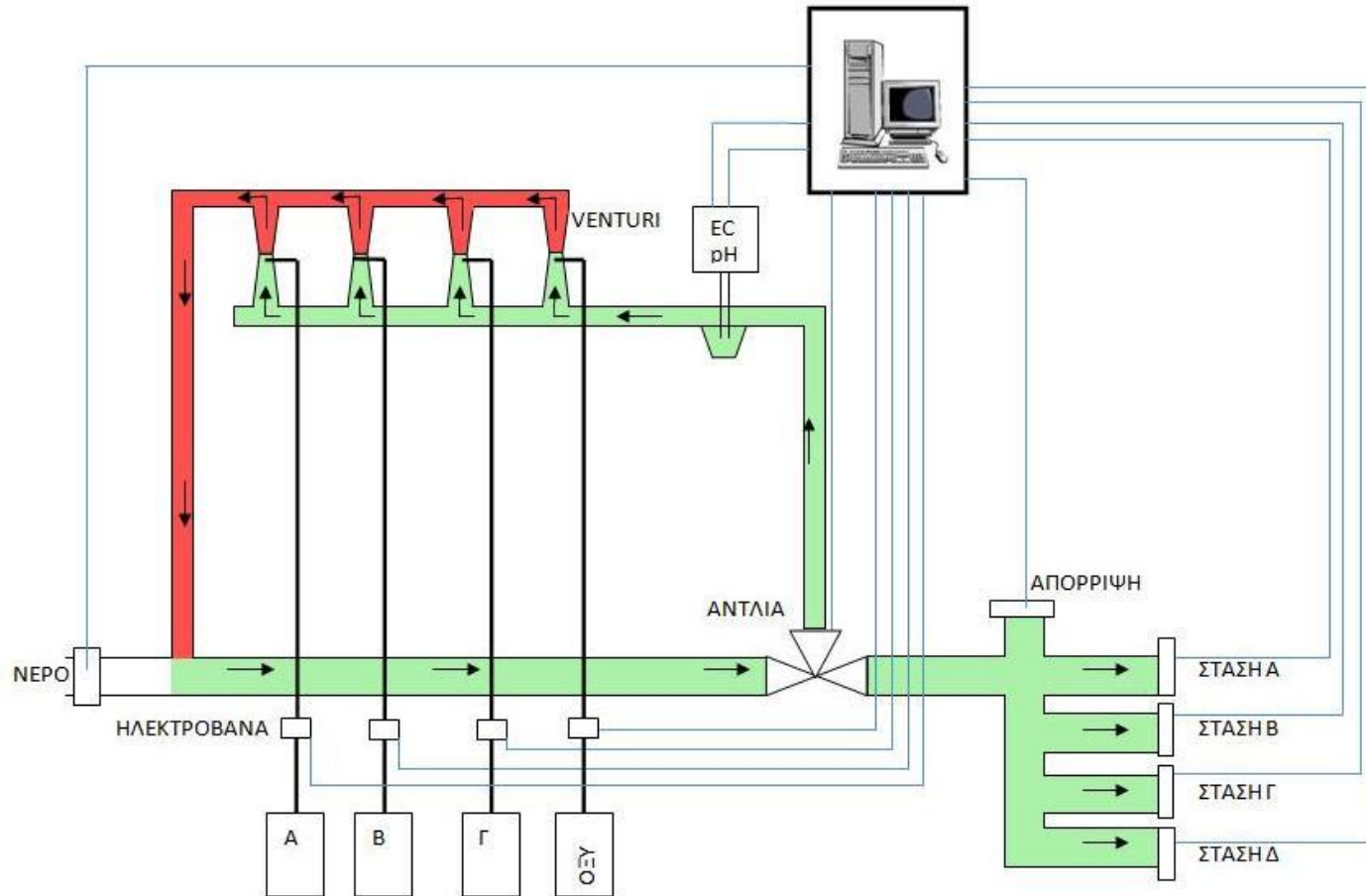


Εγκαταστάσεις παρασκευής θρεπτικών διαλυμάτων

- κεφαλές υδρολίπανσης που εισάγουν πυκνά διαλύματα απευθείας στον αγωγό άρδευσης σε προκαθορισμένη αναλογία με το νερό
- κεφαλές υδρολίπανσης που εισάγουν τα πυκνά διαλύματα και το νερό σε έναν κάδο ανάμειξης σε προκαθορισμένη αναλογία
- κεφαλές υδρολίπανσης που εισάγουν τα πυκνά διαλύματα απευθείας στον αγωγό άρδευσης με βάση την ηλεκτρική αγωγιμότητα (EC)
- κεφαλές υδρολίπανσης που εισάγουν τα πυκνά διαλύματα και το νερό σε έναν κάδο ανάμειξης με βάση την EC στο προκύπτον διάλυμα



Σχηματική απεικόνιση κεφαλής υδρολίπανσης με έγχυση Π.Δ. στον αγωγό άρδευσης



Σύστημα παρασκευής θρεπτικών διαλυμάτων με έγχυση πυκνών διαλυμάτων στον αγωγό άρδευσης με βάση μετρήσεις της EC και του pH σε πραγματικό χρόνο.

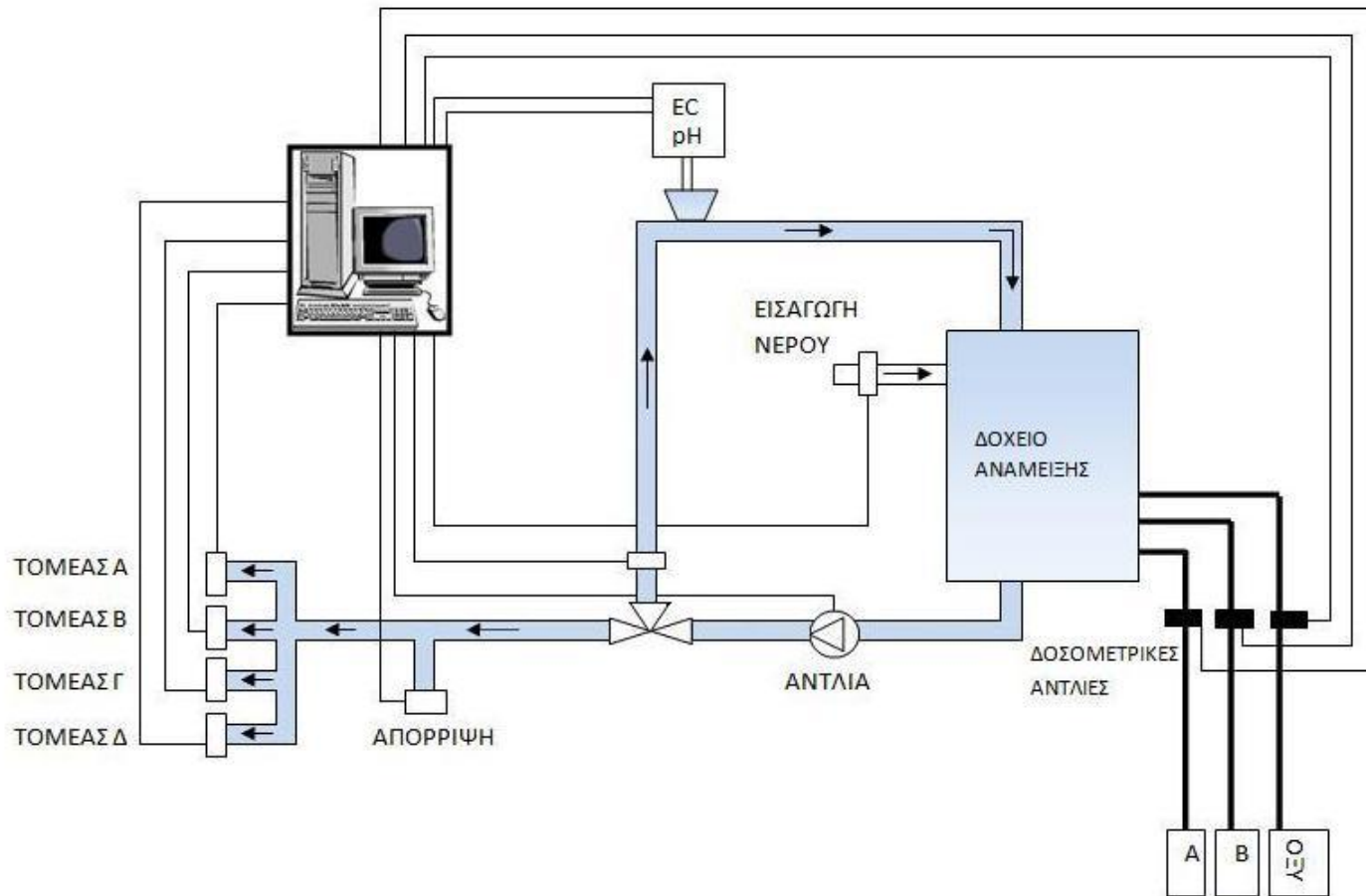


Σύστημα παρασκευής θρεπτικών διαλυμάτων με έγχυση πυκνών διαλυμάτων απευθείας στον αγωγό άρδευσης





Σχηματική απεικόνιση κεφαλής υδρολίπανσης με έγχυση Π.Δ. σε κάδο ανάμειξης



Συστήματα παρασκευής θρεπτικών διαλυμάτων με έγχυση πικνών διαλυμάτων σε κάδο ανάμειξης με βάση μετρήσεις της EC και του pH σε πραγματικό χρόνο.



Σύστημα παρασκευής θρεπτικών διαλυμάτων με έγχυση πυκνών διαλυμάτων σε κάδο ανάμειξης





Ταξινόμηση υδροπονικών συστημάτων καλλιέργειας

Ταξινόμηση με κριτήρια:

- I. το μέσο ανάπτυξης του ριζικού συστήματος, το οποίο λαμβάνεται ως κύριο κριτήριο και
- II. τα κατασκευαστικά χαρακτηριστικά του συστήματος, τα οποία λαμβάνονται ως δευτερεύοντα κριτήρια διάκρισης



Ταξινόμηση με κριτήριο το μέσο ανάπτυξης του ριζικού συστήματος

Λαμβάνεται υπόψη αν η θρέψη των φυτών επηρεάζεται:

- A) μόνο από το θρεπτικό διάλυμα (Θ.Δ.)
- B) τόσο από το Θ.Δ. όσο και από το υπόστρωμα

- Υδροπονία
 - Υδροκαλλιέργεια
 - Καλλιέργεια σε αδρανή υποστρώματα
- Εκτός εδάφους καλλιέργεια σε υποστρώματα με χημική δραστικότητα
 - Ανόργανα υποστρώματα με ανταλλακτική ικανότητα
 - Οργανικά υποστρώματα με ανταλλακτική ικανότητα



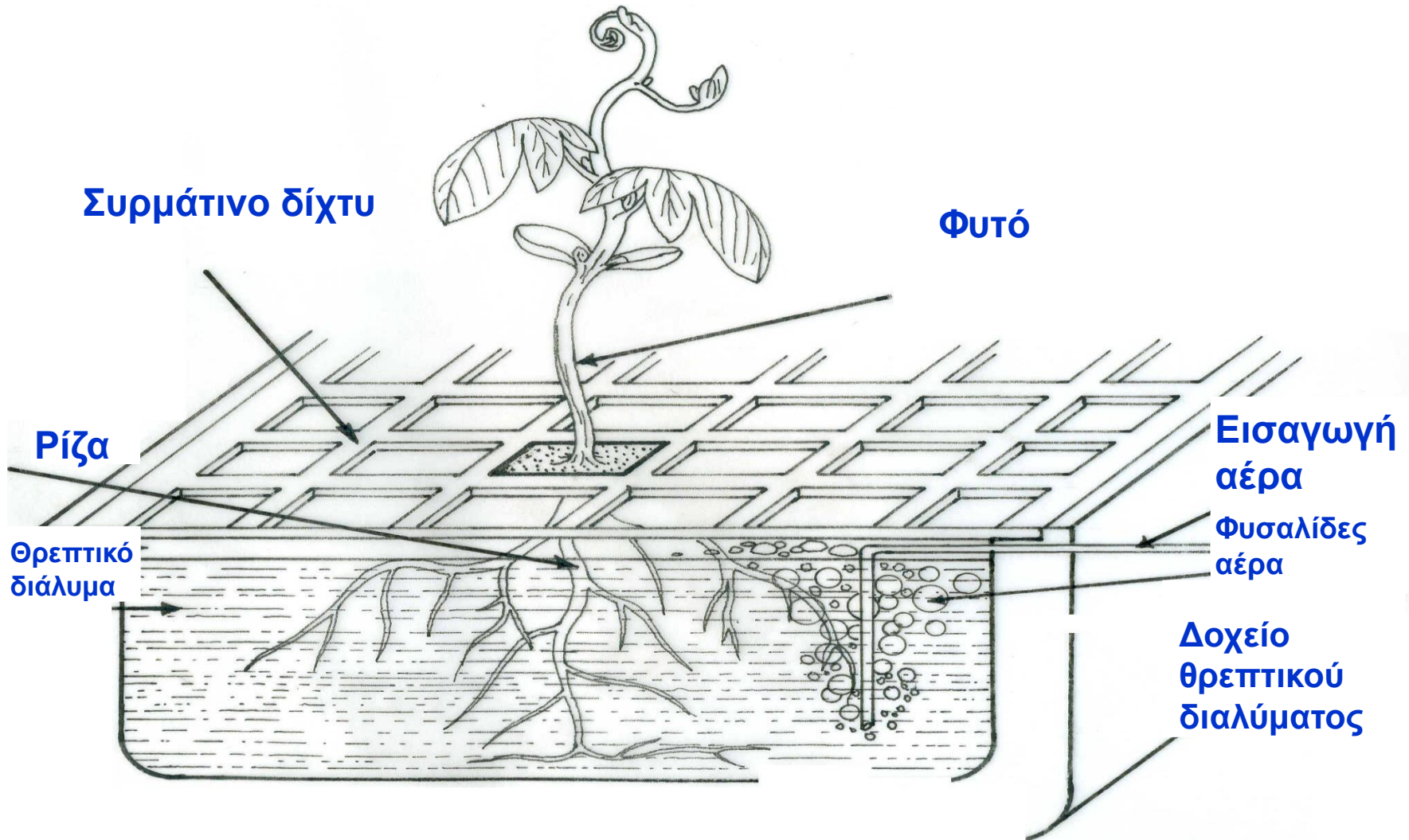
Υδροκαλλιέργεια

Μέθοδοι καλλιέργειας φυτών χωρίς την χρήση ενός πορώδους υλικού για την συγκράτηση του θρεπτικού διαλύματος στον χώρο των ριζών.

Το θρεπτικό διάλυμα μπορεί είτε να παραμένει στάσιμο είτε να ρέει.



Σχηματική απεικόνιση υδροκαλλιέργειας σε θρεπτικό διάλυμα που διατηρείται στάσιμο



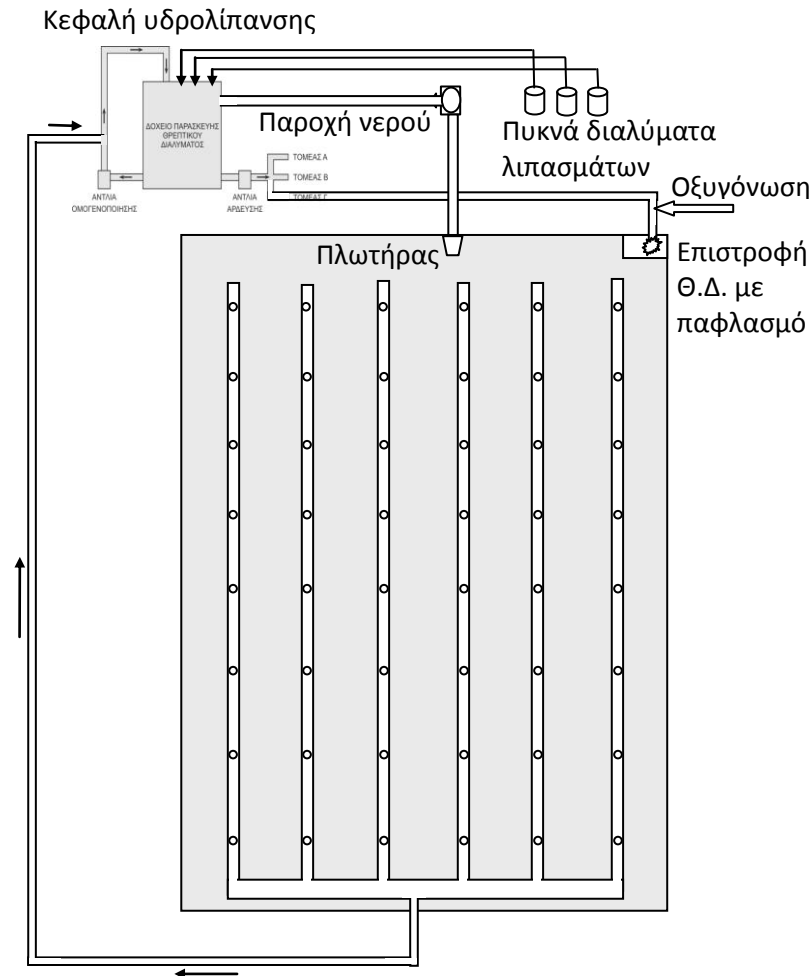


Υδροπονική καλλιέργεια σε σύστημα επίπλευσης





Σχηματική απεικόνιση ενός υδροπονικού συστήματος επίπλευσης





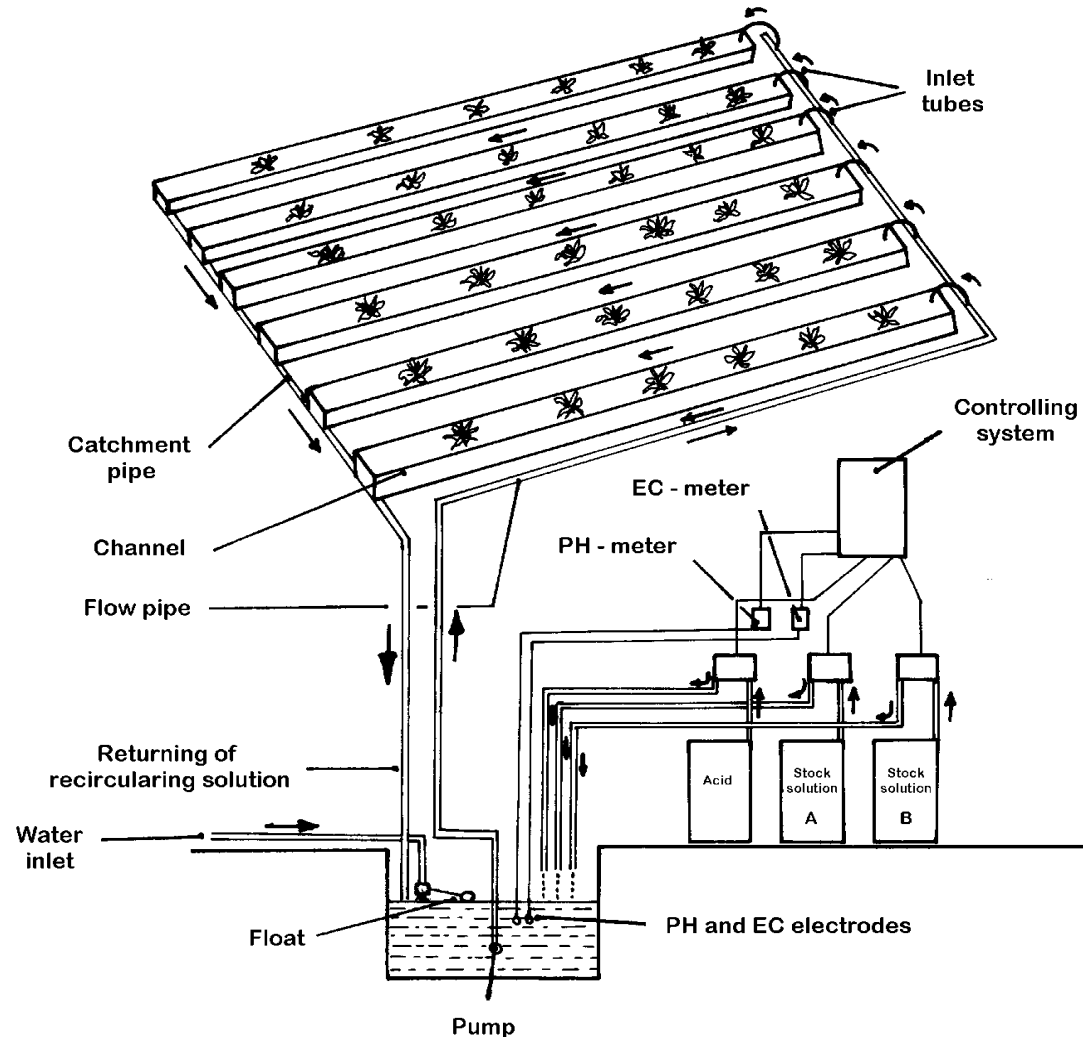
Χαρακτηριστικά υδροπονικής καλλιέργειας σε σύστημα επίπλευσης

Χαρακτηριστικά:

- Πλάτος λεκανών καλλιέργειας
 - Ποικίλλει (ενδεικτικά: 60 cm)
- Ύψος λεκανών καλλιέργειας
 - Τουλάχιστον 20 cm, μέχρι και 80-100 cm
- Αδύνατο σημείο: οξυγόνωση ρίζας
- Τα προβλήματα με O₂ είναι πιο έντονα το καλοκαίρι
- Συνιστάται η κυκλική κίνηση του διαλύματος με αντλία
- Εφαρμόζεται κυρίως σε καλλιέργειες μικρής διάρκειας
- Πιο συχνή χρήση για μαρούλι – φυλλώδη λαχανικά



Σχηματική απεικόνιση υδροπονικής καλλιέργειας σε ρηχό ρεύμα θρεπτικού διαλύματος (σύστημα NFT)





Χαρακτηριστικά συστήματος NFT

- Αβαθές ρεύμα θρεπτικού διαλύματος
- Καλύτερη οξυγόνωση λόγω:
 - Αύξηση ταχύτητας διάχυσης O₂ λόγω μείωσης απόστασης
 - Μεταφορά O₂ μέσω μαζικής ροής
 - Φυσικός εμπλουτισμός με O₂ μέσω παφλασμού
- Παροχή: 0,1-0,2 m³ h⁻¹
- Διαστάσεις υδροροών:
 - πλάτος 25 – 30 cm
 - Μήκος: μέχρι 16 m
 - Ύψος: 10-15 cm



Τομάτα σε σύστημα NFT





Ριζικό σύστημα τομάτας που καλλιεργείται σε σύστημα NFT



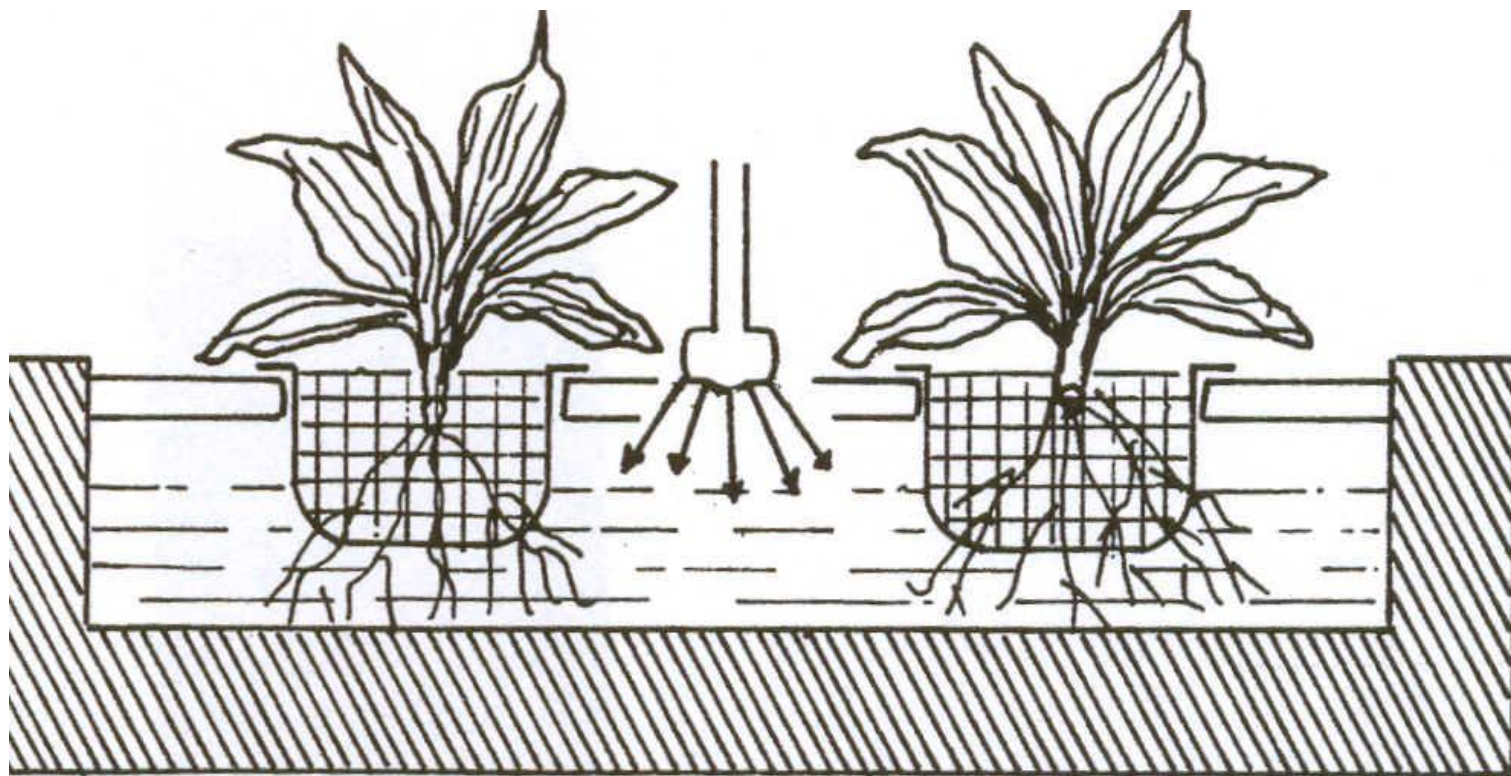


Μαρούλι σε σύστημα NFT



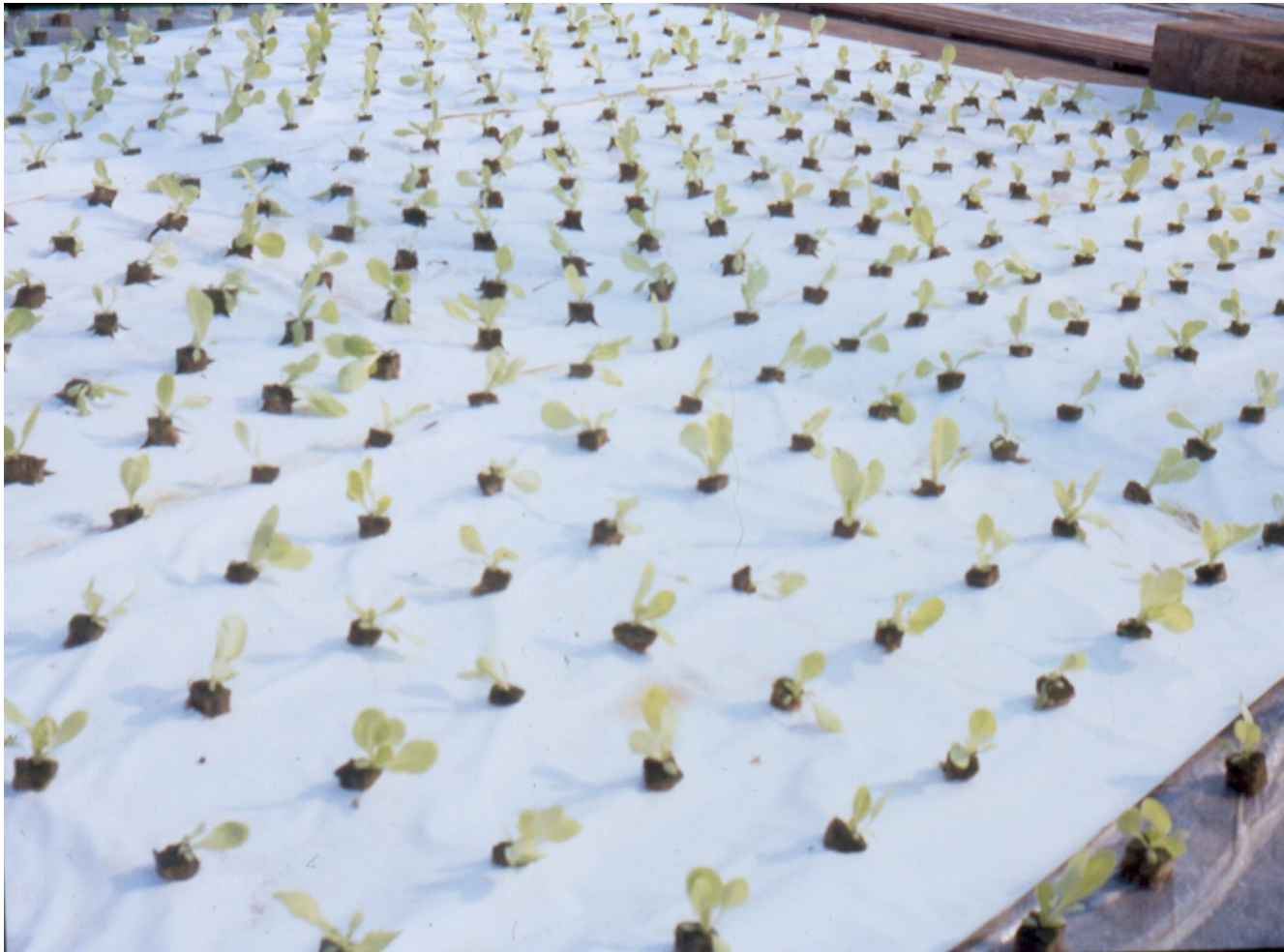


Καλλιέργεια σε βαθύ ρεύμα διαλύματος



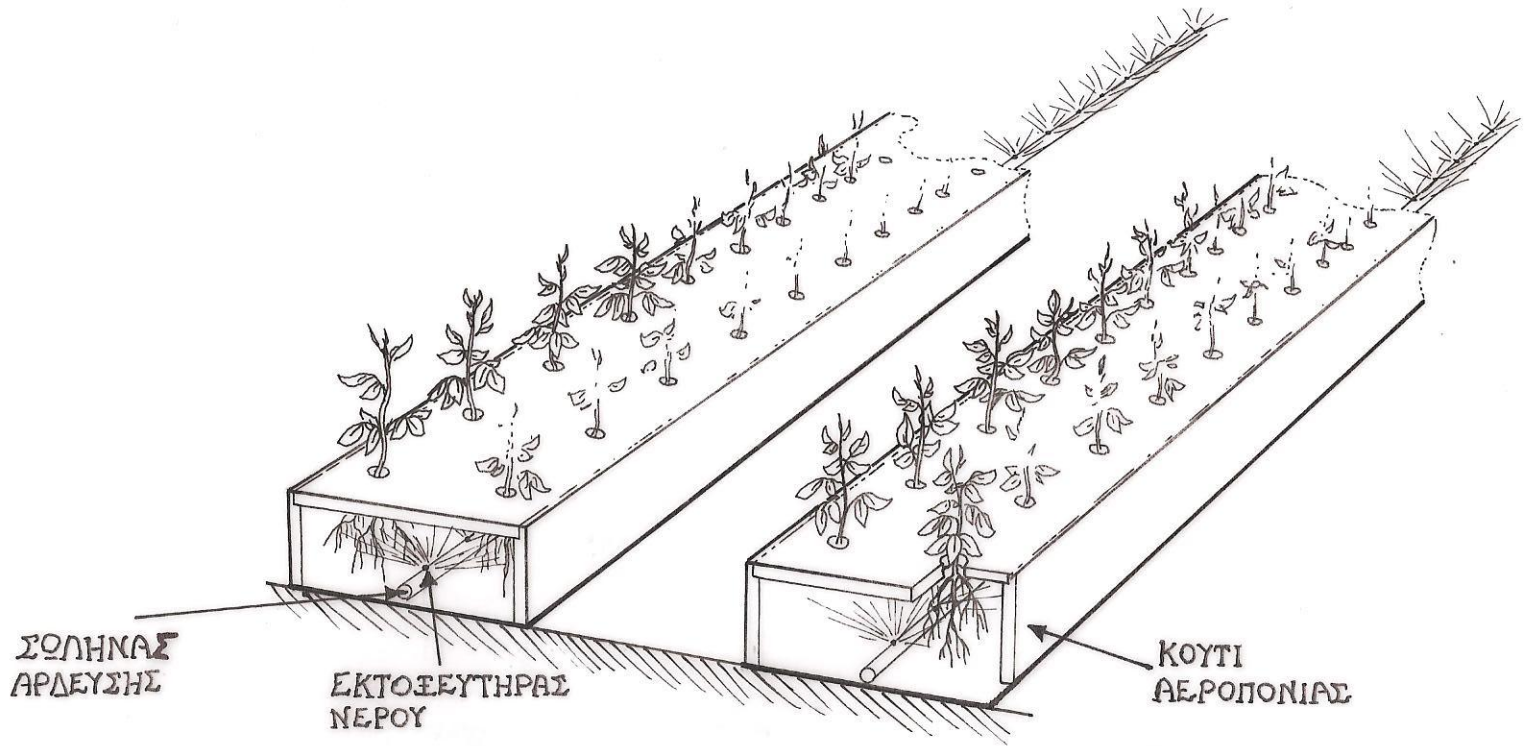


Επιδαπέδια υδροπονία (Plant Plane Hydroponics)





Αεροπονία



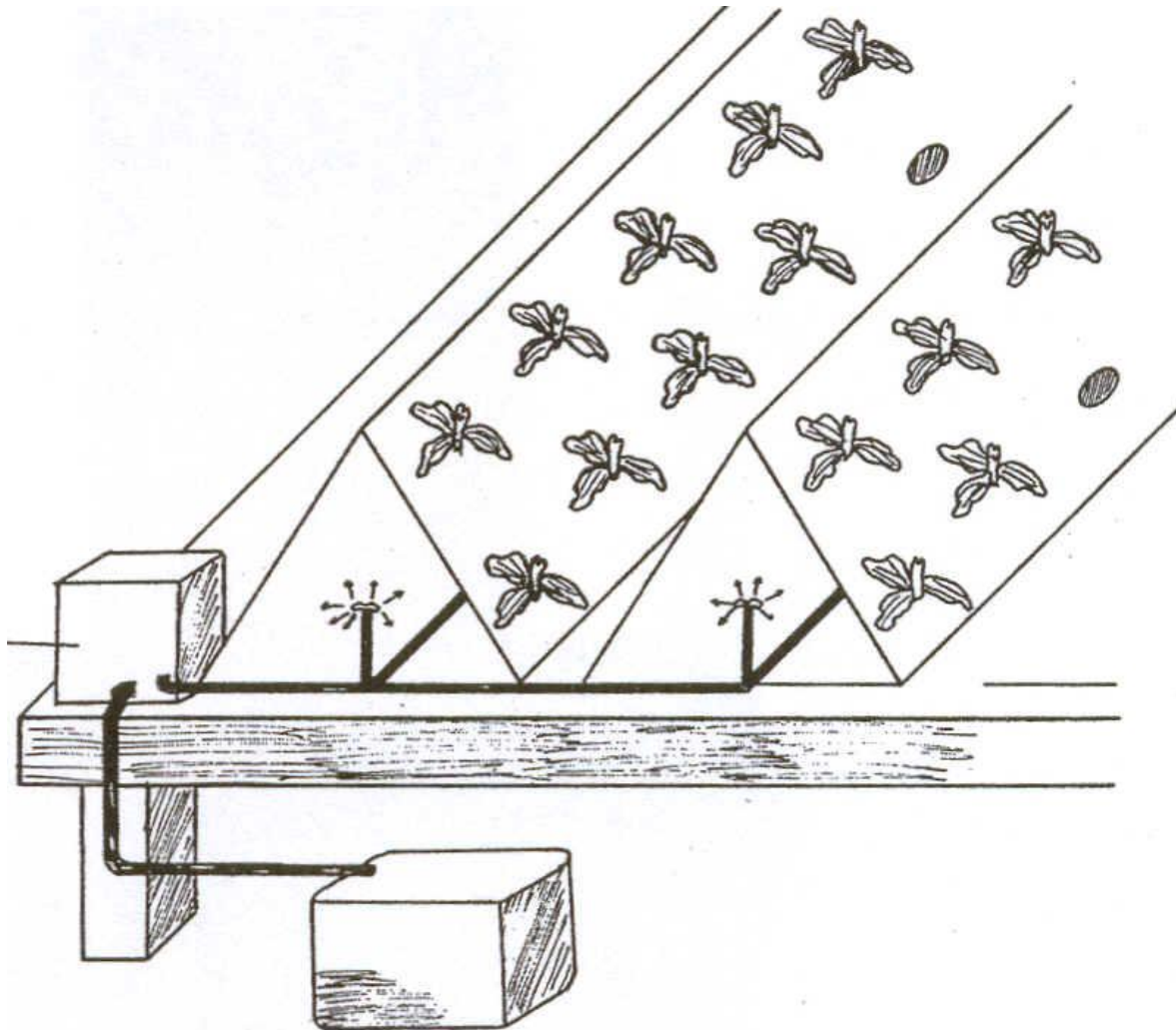


Αεροπονική καλλιέργεια μαρουλιού





Σχηματική απεικόνιση αεροπονικής καλλιέργειας σε κεκλιμένα πλαίσια





Υδροπονική καλλιέργεια σε υποστρώματα: Ταξινόμηση με βάση το υπόστρωμα

- Καλλιέργεια σε πυριτική άμμο
- Καλλιέργεια σε χαλίκι
- Καλλιέργεια σε πετροβάμβακα
- Καλλιέργεια σε περλίτη
- Καλλιέργεια σε ελαφρόπετρα
- Καλλιέργεια σε διογκωμένη άργιλο

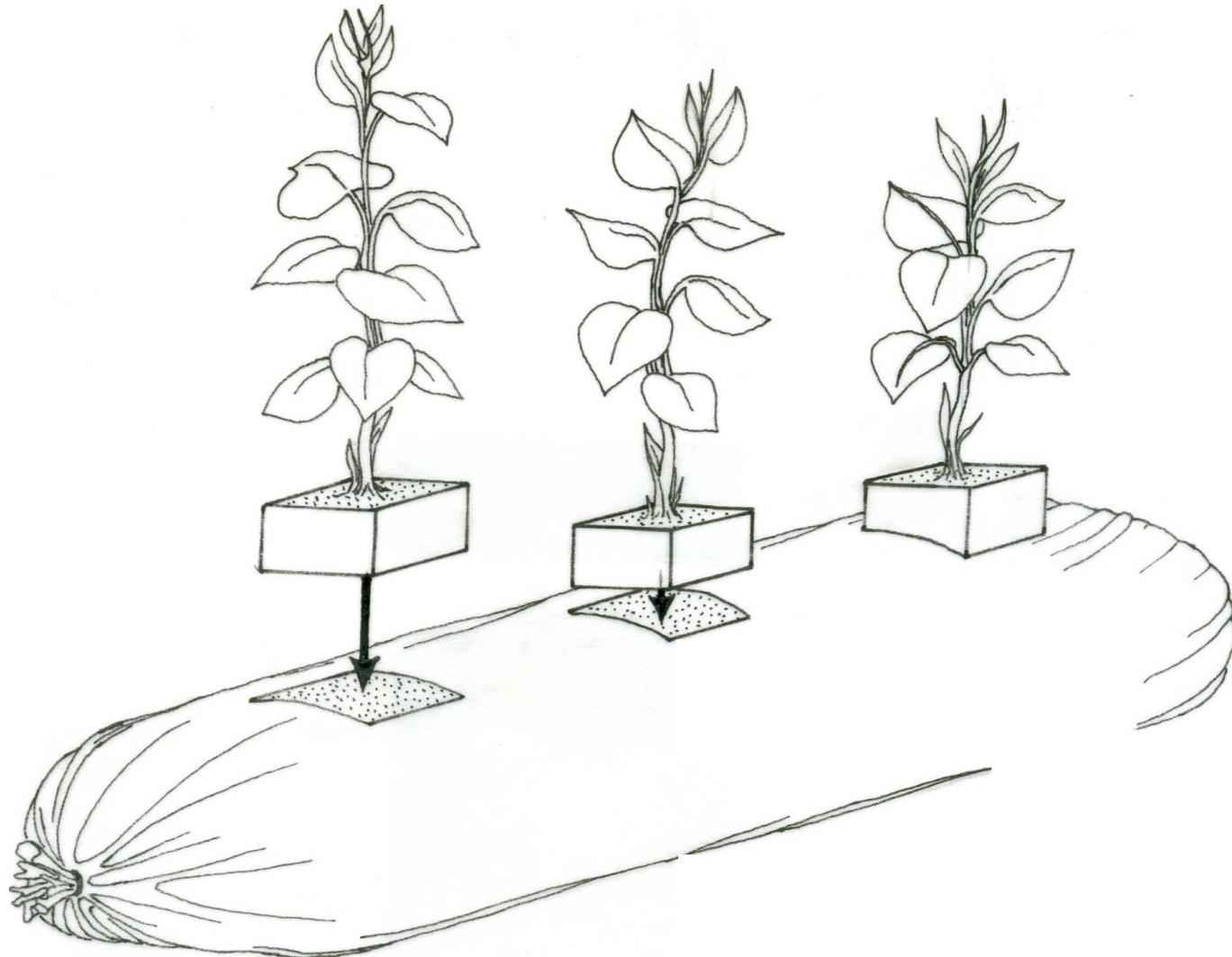


Υδροπονική καλλιέργεια σε υποστρώματα: Ταξινόμηση με βάση τον υποδοχέα του υποστρώματος

- **Καλλιέργεια εκτός εδάφους σε σάκους**
 - Σάκοι που περιέχουν κοκκώδες υπόστρωμα
 - Σάκοι που περιέχουν πορώδεις πλάκες
- **Καλλιέργεια εκτός εδάφους σε γλάστρες**
- **Καλλιέργεια εκτός εδάφους σε φυτοδοχεία**
- **Καλλιέργεια εκτός εδάφους σε κανάλια**

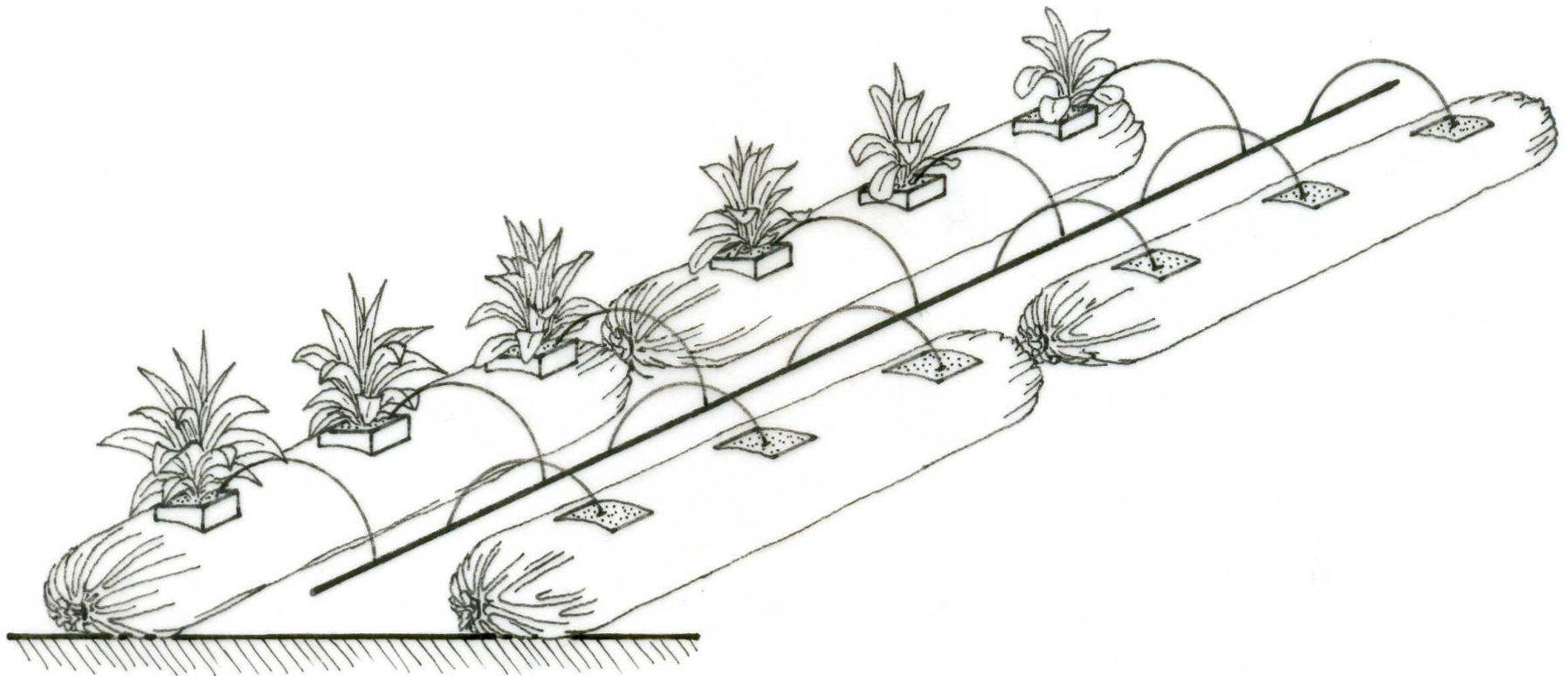


Καλλιέργεια σε σάκους





Σχηματική απεικόνιση τρόπου διάταξης μίας καλλιέργειας σε σάκους γεμισμένους με κοκώδες υπόστρωμα





Καλλιέργεια τομάτας σε σάκκους με περλίτη





Καλλιέργεια αγγουριού σε σάκους με τύρφη



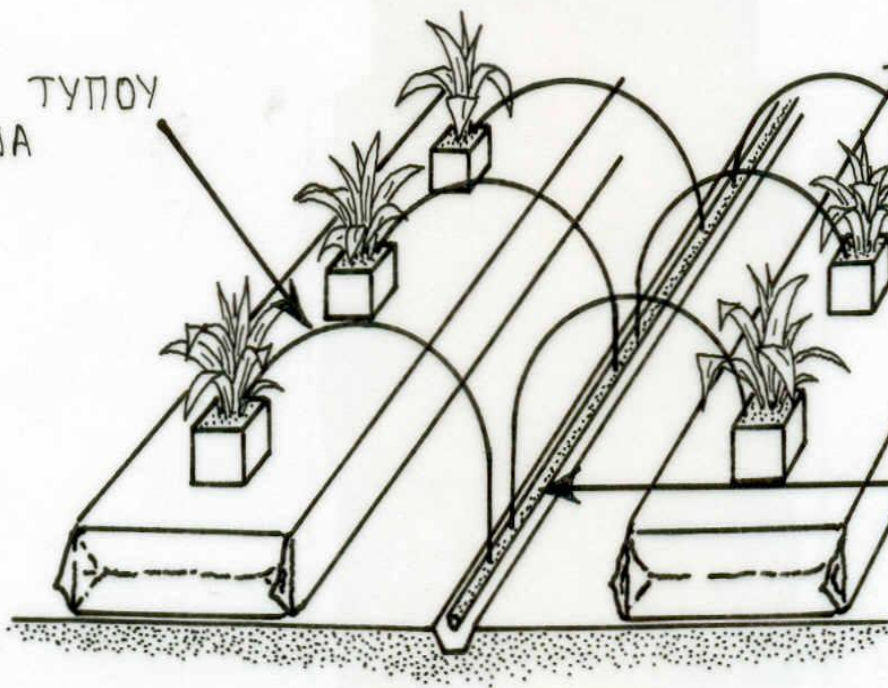


Σχηματική απεικόνιση καλλιέργειας σε σάκους με πλάκες πετροβάμβακα

ΣΤΑΛΑΚΤΗΣ ΤΥΠΟΥ
ΜΙΚΡΟΣΙΩΛΗΝΑ

ΠΛΑΚΑ
ΠΕΤΡΟΒΑΜΒΑΚΑ

ΑΓΩΓΟΣ ΠΑΡΟΧΗΣ
ΘΡΕΠΤΙΚΟΥ ΔΙΑΛΥΜΑΤΟΣ





Καλλιέργεια τομάτας σε πετροβάμβακα



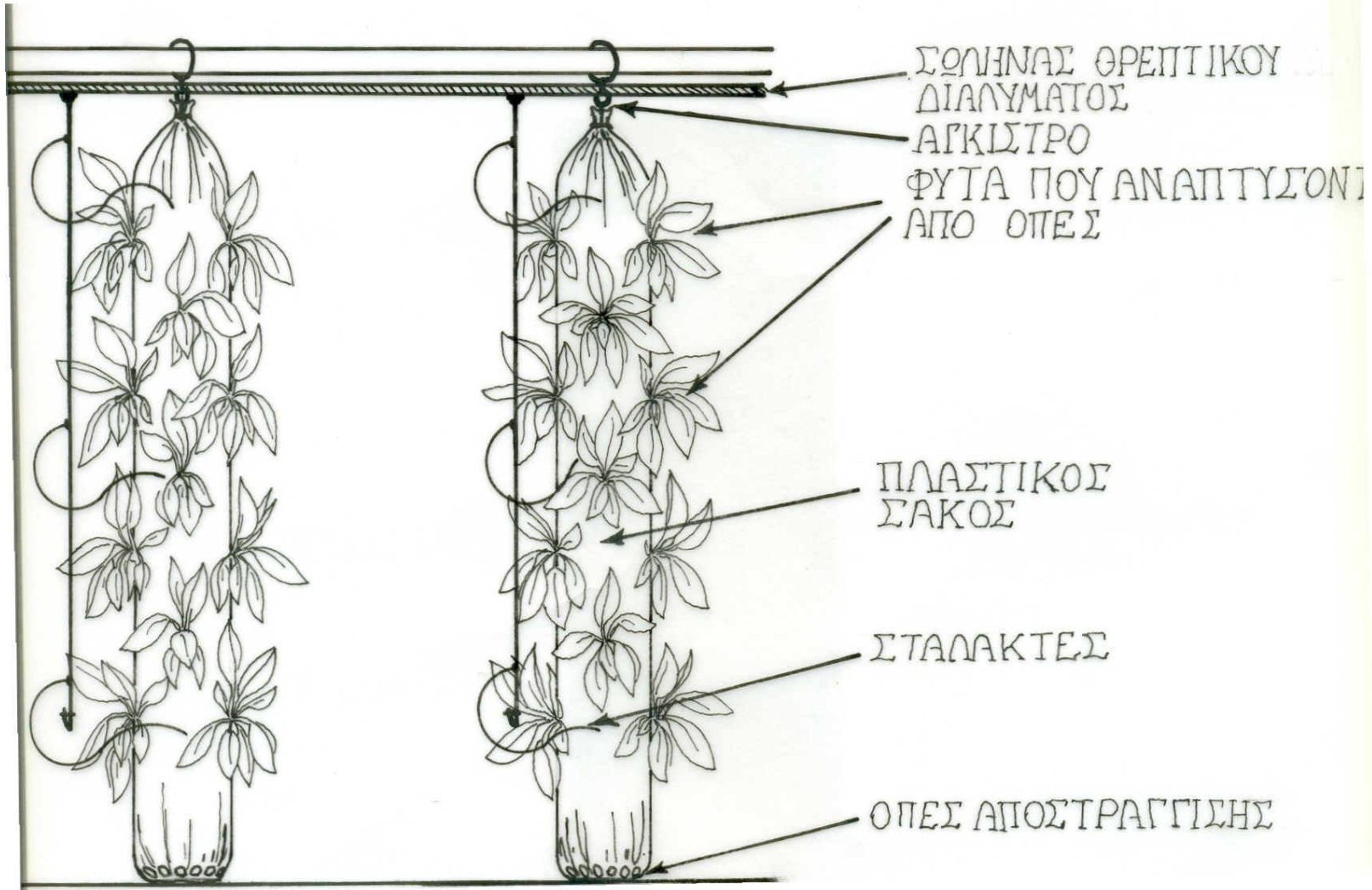


Καλλιέργεια πιπεριάς σε πετροβάμβακα





Κάθετη καλλιέργεια σε σάκους





Σταμναγκάθι σε κάθετη καλλιέργεια με σάκους γεμισμένους με ελαφρόπετρα





Καλλιέργεια σε φυτοδοχεία γεμισμένα με υπόστρωμα



Μελιτζάνα σε γλάστρες με πυριτική άμμο

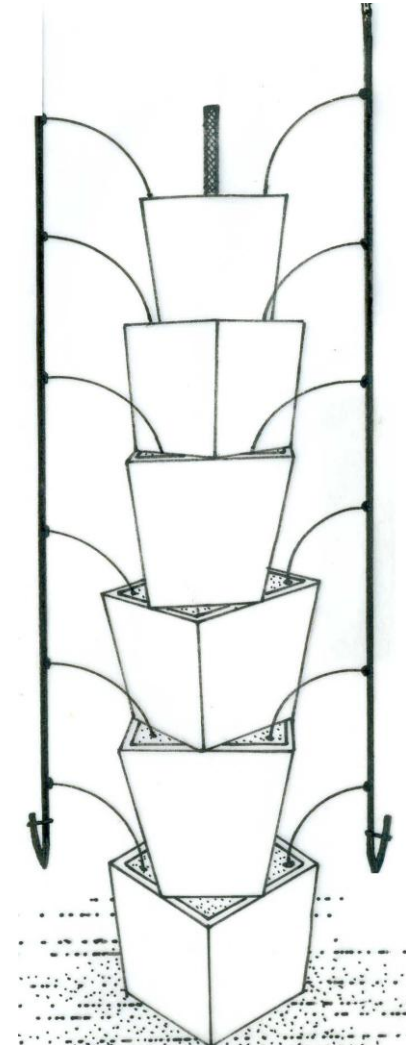


Αγγούρι καλλιεργούμενο σε γλάστρες





Κάθετη καλλιέργεια σε γλάστρες





Τομάτα σε αυτοσχέδια φυτοδοχεία





Τομάτα σε φυτοδοχεία με περλίτη





Καλλιέργεια σε κανάλια γεμισμένα με υπόστρωμα



Τομάτα καλλιεργούμενη σε κανάλια γεμισμένα με κοκκώδες υπόστρωμα





Καλλιέργεια αγγουριού σε κανάλια με ελαφρόπετρα





Καλλιέργεια τομάτας σε κανάλια με ελαφρόπετρα





Καλλιέργεια μαρουλιού σε κανάλια με ελαφρόπετρα





Κόκος σε κανάλι

