ΕΙΣΑΓΩΓΗ ΣΤΙΣ ΕΚΤΟΣ ΕΔΑΦΟΥΣ ΚΑΛΛΙΕΡΓΕΙΕΣ

ΣΥΣΤΗΜΑΤΑ ΚΑΛΛΙΕΡΓΕΙΑΣ ΕΚΤΟΣ ΕΔΑΦΟΥΣ

Καλλιέργεια εκτός εδάφους

- Το ριζικό σύστημα αναπτύσσεται εξ' ολοκλήρου εκτός του φυσικού εδάφους με τέτοιον 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 στα πλαίσια της άρδευσης του φυτού.

Θρεπτικό διάλυμα

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

  - είτε ως ιόντα ανόργανων αλάτων

  - είτε ως ευδιάλυτες ανόργανες χημικές ενώσεις

  - είτε ως ευδιάλυτες οργανικές χημικές ενώσεις.

Ιστορική εξέλιξη καλλιεργειών εκτός εδάφους

Έτος	Ερευνητής	Γεγονός - ορόσημο
1859 - 61	Sachs, Knop	Πρώτα πειράματα με καλλιέργεια εκτός εδάφους (υδροκαλλιέργειες).
1916	McCall	Πρώτα πειράματα με καλλιέργεια σε άμμο
1929	Gericke	Πρώτες προσπάθειες εμπορικής καλλιέργειας φυτών εκτός εδάφους.
1937	Gericke	Εισαγωγή του όρου «υδροπονία» (hydroponics).
1930 - 40	Laurie (1931), Eaton (1936), Shive & Robins (1937), Moulard and Stoughton (1939), Arnon and Hoagland (1940)	Εκτεταμένη ερευνητική δραστηριότητα στις υδροπονικές καλλιέργειες (Θρέψη φυτών, Ανάπτυξη συστήματα καλλιέργειας)
1941 - 46	U.S.A. Army	Μεγάλης κλίμακας παραγωγή λαχανικών σε υδροπονία από Αμερικανικό στρατό.
1951	Jacobson	Εισαγωγή χηλικού σιδήρου ως πηγής Fe στα θρεπτικά διαλύματα
1970 – 79	Cooper	Εισαγωγή Nutrient Film Technique (NFT) για εμπορική παραγωγή στο θερμοκήπιο
1970 - 80	Verwer, Ottoson, etc	Εισαγωγή πετροβάμβακα ως υποστρώματος καλλιέργειας

Εξάπλωση υδροπονικών καλλιεργειών διεθνώς (1996)

	ha
The Netherlands	4,100
France	1,200
Belgium	1,000
Japan	690
Israel	650
Germany	560
Spain	500
United Kingdom	460
South Africa	420
Finland	370
Canada	330
Australia	215
Italy	190
New Zealand	180

	ha
Taiwan	35
Singapore	30
USA	30
Ireland	25
Bulgaria	20
Hong Kong	20
Switzerland	20
Russia *)	18
Poland	15
Greece	15
China	7
Armenia	6
Indonesia	5
Portugal	5

Εξάπλωση υδροπονικών καλλιεργειών στην Ολλανδία

Crop	Area 1992 ha	Soilless %
Tomato	1506	92
Cucumber	854	84
Pepper	845	90
Eggplant	83	99
Rose	891	25
Gerbera	187	33
Anthurium	61	100
Carnation	233	16
Orchids	188	100
Chrysanthemum	765	0
Freesia	307	2

Ηλεκτρική Αγωγιμότητα (EC)

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 dS m^{-1} = 1 mS cm^{-1} = 1mmho cm^{-1})

Ηλεκτρική Αγωγιμότητα (EC)

- 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)

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.

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

Διάφοροι τύποι υποστρωμάτωνν

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

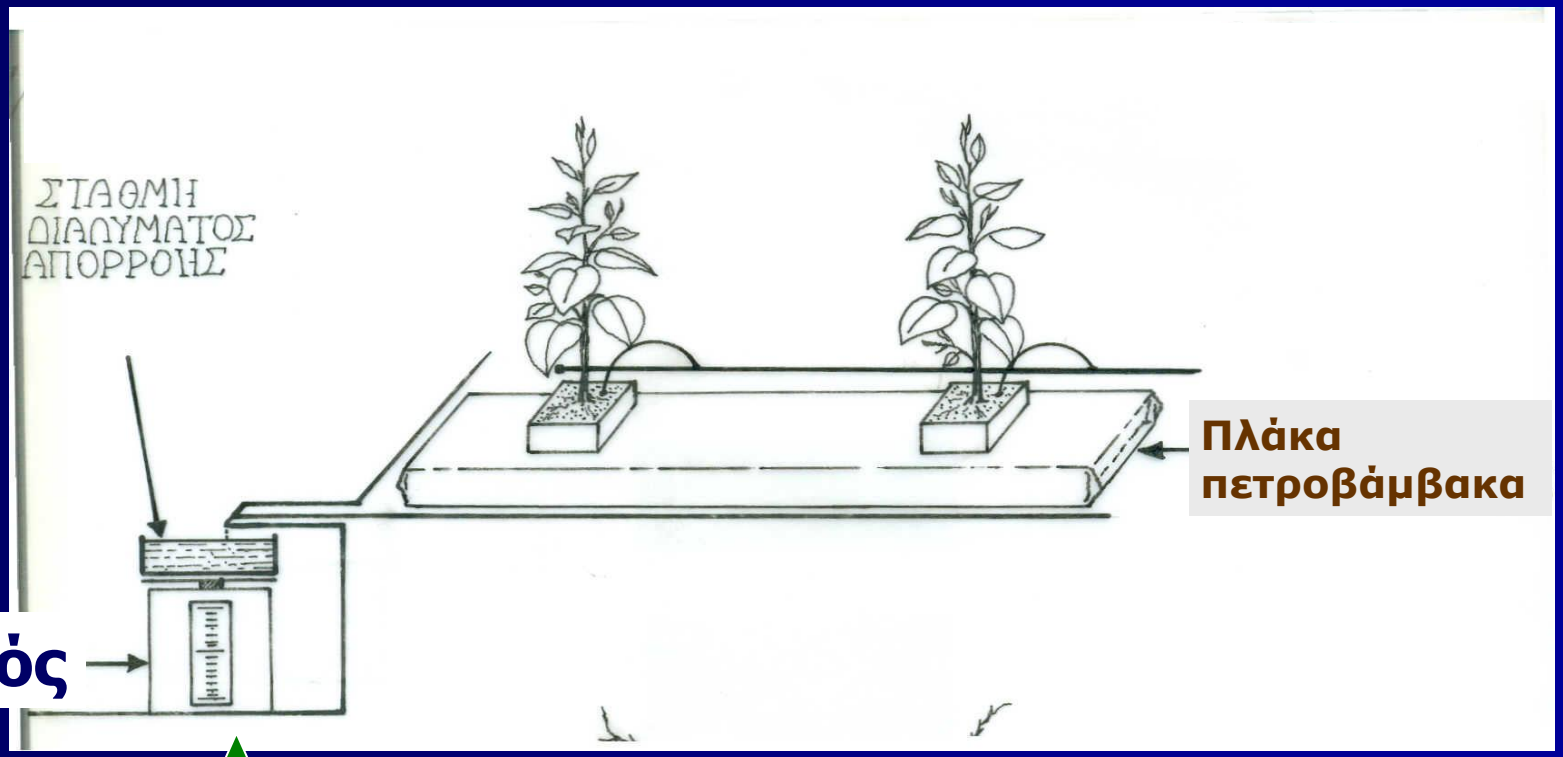
1. Παροχή νερού στα φυτά
2. Παροχή θρεπτικών στοιχείων στα φυτά
3. Παροχή οξυγόνου στη ρίζα
4. Στήριξη των φυτών

Κύρια πλεονεκτήματα καλλιεργειών εκτός εδάφους

1. Δίνουν αυξημένες αποδόσεις

2. Έλεγχος της διατροφής των φυτών

3. Οικονομία & έλεγχος στην παροχή νερού άρδευσης



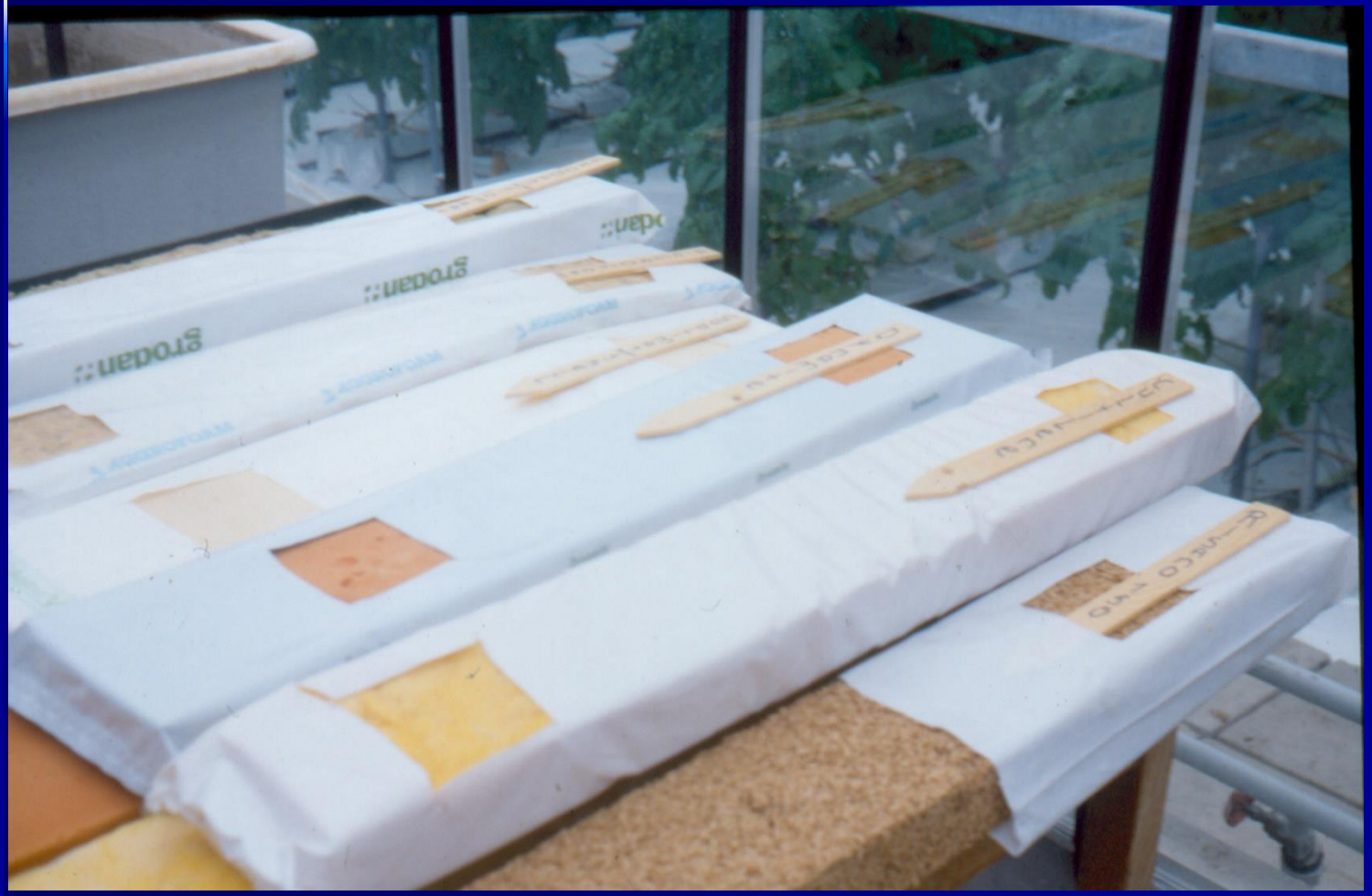
Ζυγός

Μέτρηση βάρους

4. Μείωση αναγκών σε εργατικά

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

5. Αποτελεσματική αντιμετώπιση εδαφογενών ασθενειών χωρίς απολύμανση εδάφους με βρωμιούχο μεθύλιο.



6. Έλεγχος ριζικού περιβάλλοντος

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

7. Αύξηση αριθμού καλλιεργειών ανά έτος

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

Μειονεκτήματα καλλιεργειών εκτός εδάφους

1. Ανάγκη επένδυσης υψηλών κεφαλαίων

2. Αυξημένες τεχνικές γνώσεις στην διαχείριση της καλλιέργειας

3. Κίνδυνοι προσβολών από ασθένειες (κλειστά συστήματα)

Συστήματα καλλιεργειών εκτός εδάφους

- Ταξινόμηση με κριτήριο τον τρόπο διαχείρισης των απορροών
- Ταξινόμηση με κριτήριο το μέσο ανάπτυξης του ριζικού συστήματος
- Ταξινόμηση με κριτήριο τα υλικά με τα οποία είναι δομημένο το σύστημα και τα κατασκευαστικά χαρακτηριστικά του.

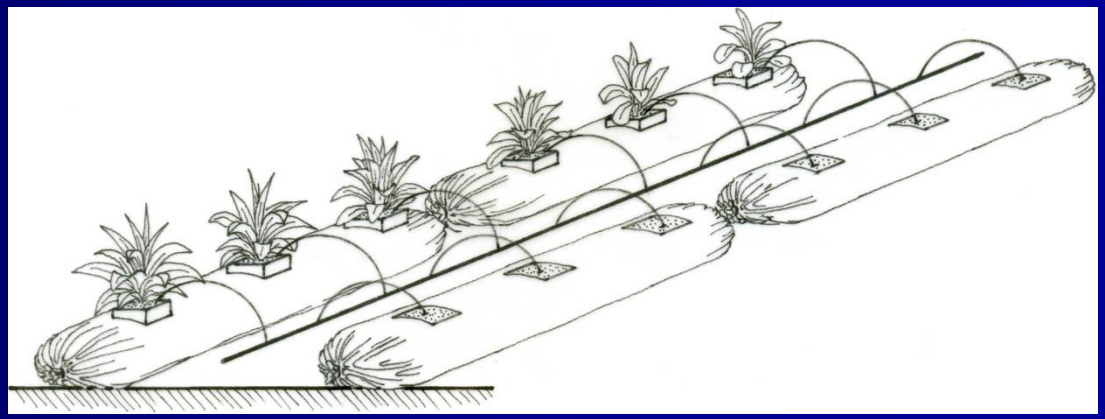
Ταξινόμηση με κριτήριο τον τρόπο διαχείρισης των απορροών

Ανοιχτά - κλειστά συστήματα καλλιέργειας εκτός εδάφους

Ανοιχτά συστήματα καλλιέργειας εκτός εδάφους

Η περίσσεια θρεπτικού διαλύματος που απορρέει από τον χώρο των ριζών διαφεύγει στο περιβάλλον

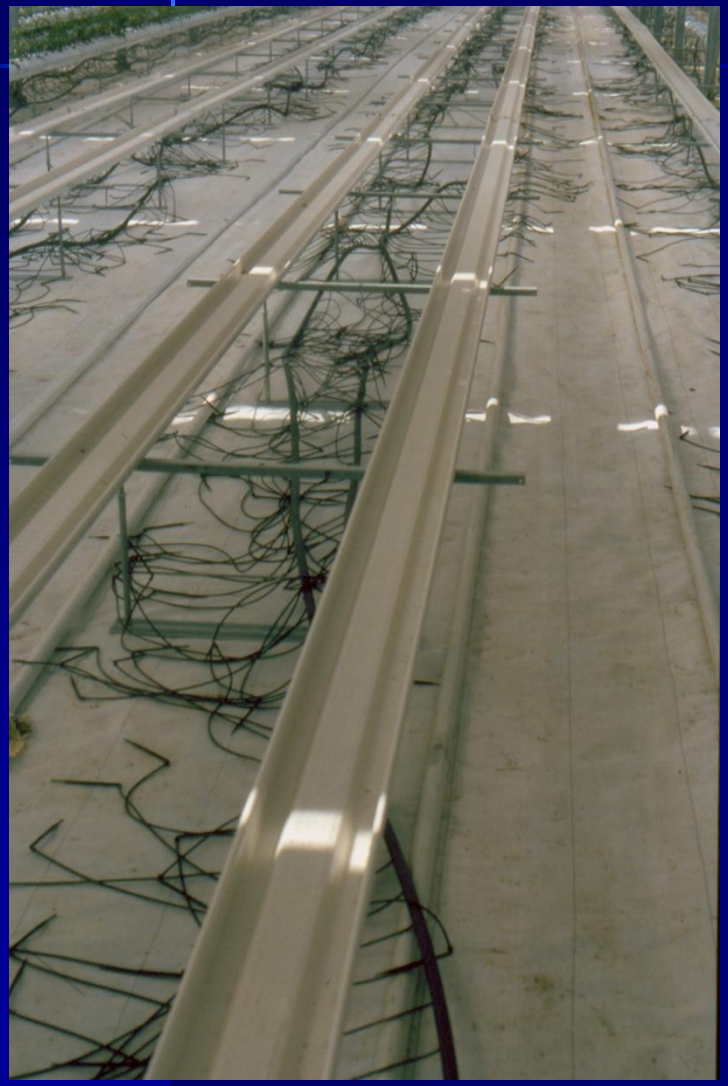
Ανοιχτά συστήματα καλλιέργειας εκτός εδάφους



Κλειστά συστήματα καλλιέργειας εκτός εδάφους

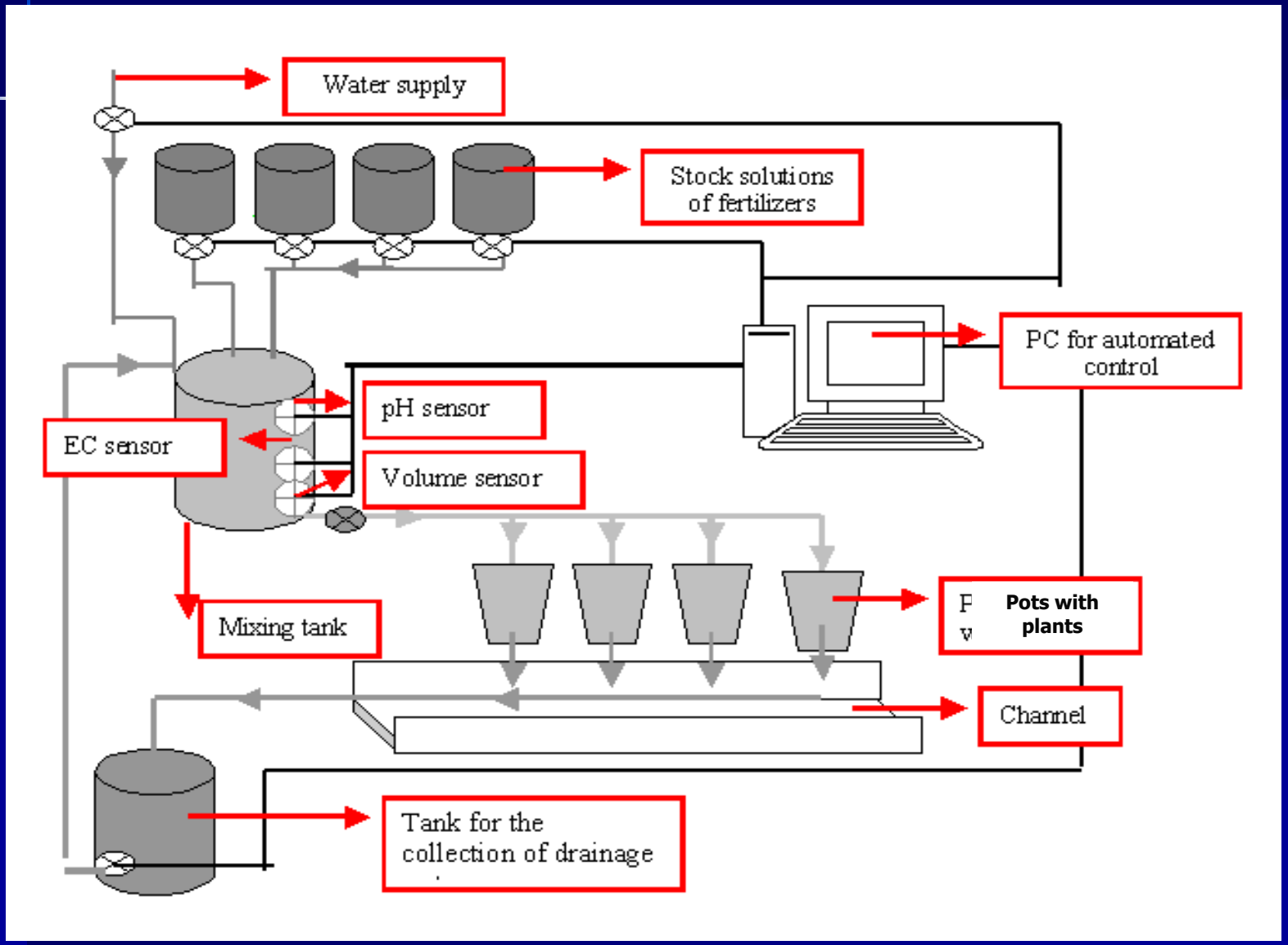
Η περίσσεια θρεπτικού διαλύματος που στραγγίζει και απομακρύνεται από το περιβάλλον της ρίζας μετά από την παροχή του στην καλλιέργεια συλλέγεται, συμπληρώνεται με νερό και θρεπτικά στοιχεία και ξαναχρησιμοποιείται.

Κανάλι για συλλογή απορροών σε κλειστό υδροπονικό σύστημα



Καλλιέργεια τομάτας σε κλειστό υδροπονικό σύστημα. Τα φυτά είναι τοποθετημένα σε κανάλια για την συλλογή των απορροών

Σχηματική απεικόνιση ενός κλειστού συστήματος καλλιέργειας εκτός εδάφους



Ταξινόμηση συστημάτων καλλιέργειας εκτός εδάφους με κριτήριο το μέσο ανάπτυξης του ριζικού συστήματος

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

Υδροπονία

Μέθοδοι καλλιέργειας εκτός εδάφους είτε σε χημικά αδρανή υποστρώματα είτε σε θρεπτικό διάλυμα

Ορισμοί

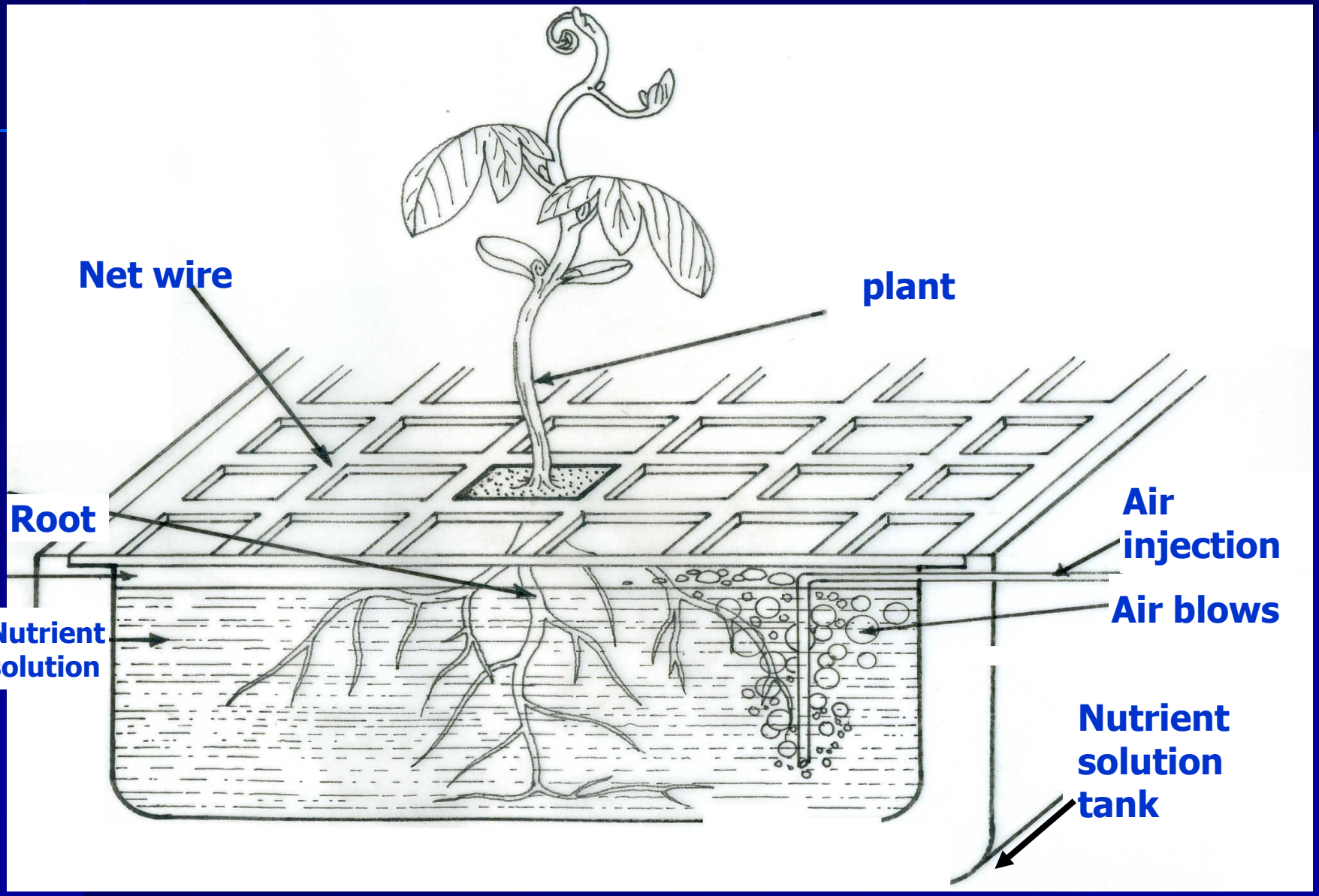
Γεωπονία: Γεω- = στη γη -πονία = εργασία	Εργασία στο έδαφος
Υδροπονία: Υδρο- = νερό -πονία = εργασία	Εργασία στο νερό

Υδροκαλλιέργεια

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

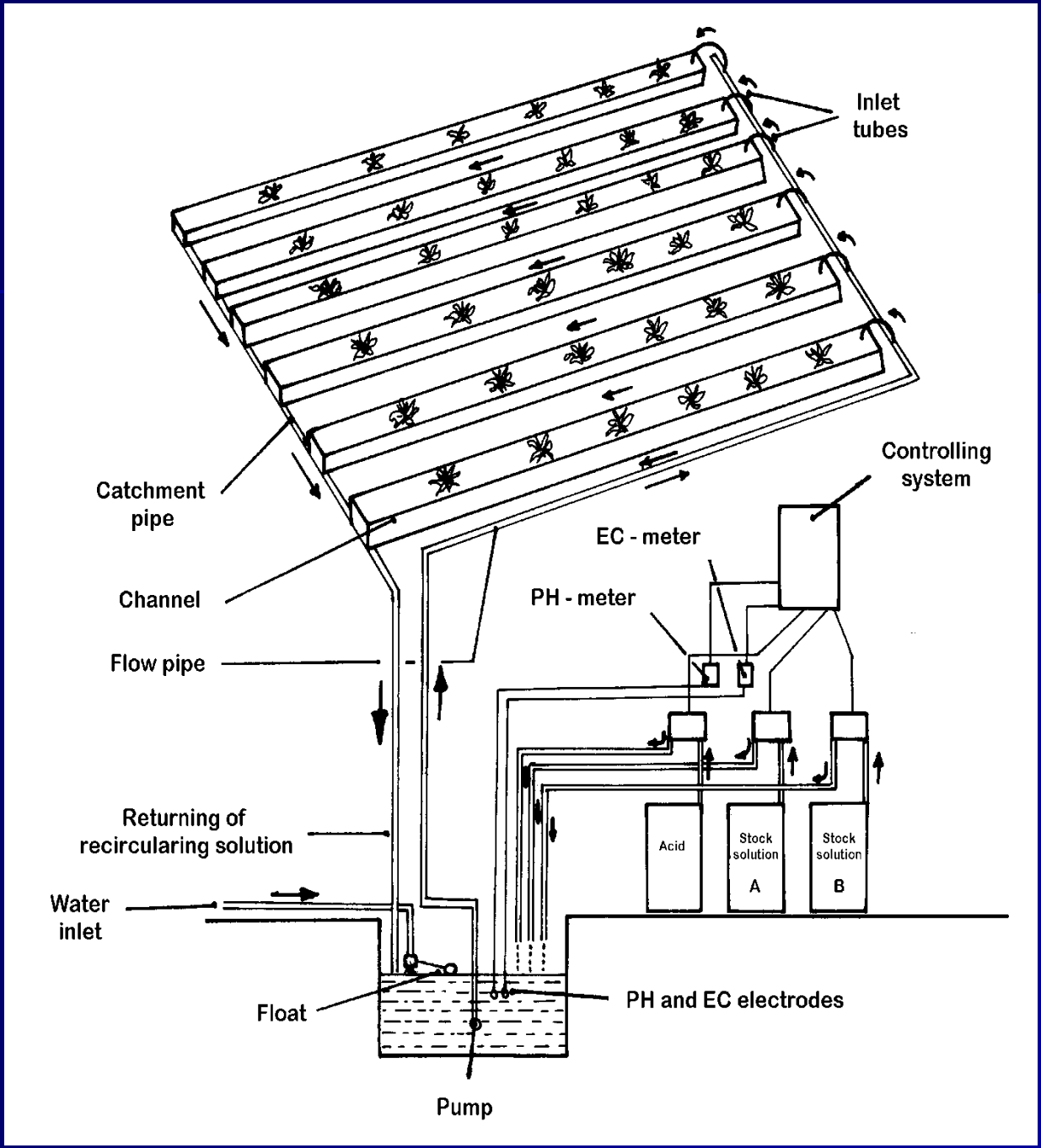
- Το θρεπτικό διάλυμα μπορεί είτε να παραμένει στάσιμο είτε να ρέει.

Σχηματική απεικόνιση υδροκαλλιέργειας σε θρεπτικό διάλυμα που διατηρείται στάσιμο



Σύστημα επίπλευσης

Σχηματική απεικόνιση καλλιέργειας που αναπτύσσεται σε ανακυκλούμενο θρεπτικό διάλυμα (Σύστημα NFT)



Μελιτζάνα καλλιεργούμενη σε NFT

Ριζικό σύστημα τομάτας που καλλιεργείται σε σύστημα NFT

Μαρούλι σε σύστημα NFT

Υδροπονική καλλιέργεια σε χημικά αδρανή υποστρώματα

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

Καλλιέργεια μελιτζάνας σε πυριτική άμμο

Καλλιέργεια τομάτας σε πετροβάμβακα

Καλλιέργεια τομάτας σε πετροβάμβακα

Καλλιέργεια τομάτας σε πετροβάμβακα

Καλλιέργεια τομάτας σε σάκκους με περλίτη

Καλλιέργεια αγγουριού σε ελαφρόπετρα

Εκτός εδάφους καλλιέργειες σε υποστρώματα με χημική δραστικότητα

- **I. Ανόργανα υποστρώματα**
  - Ζεόλιθος
  - Βερμικουλίτης,
  - Σκωρία και διάφορα άλλα ηφαιστειακά υλικά.

- **II. Οργανικά υποστρώματα**
  - Τύρφη,
  - Ίνες ή άλεσμα κόκκου (κοκκόχωμα)
  - πριονίδι, κ.λπ.

Cucumber grown in bags filled with peat

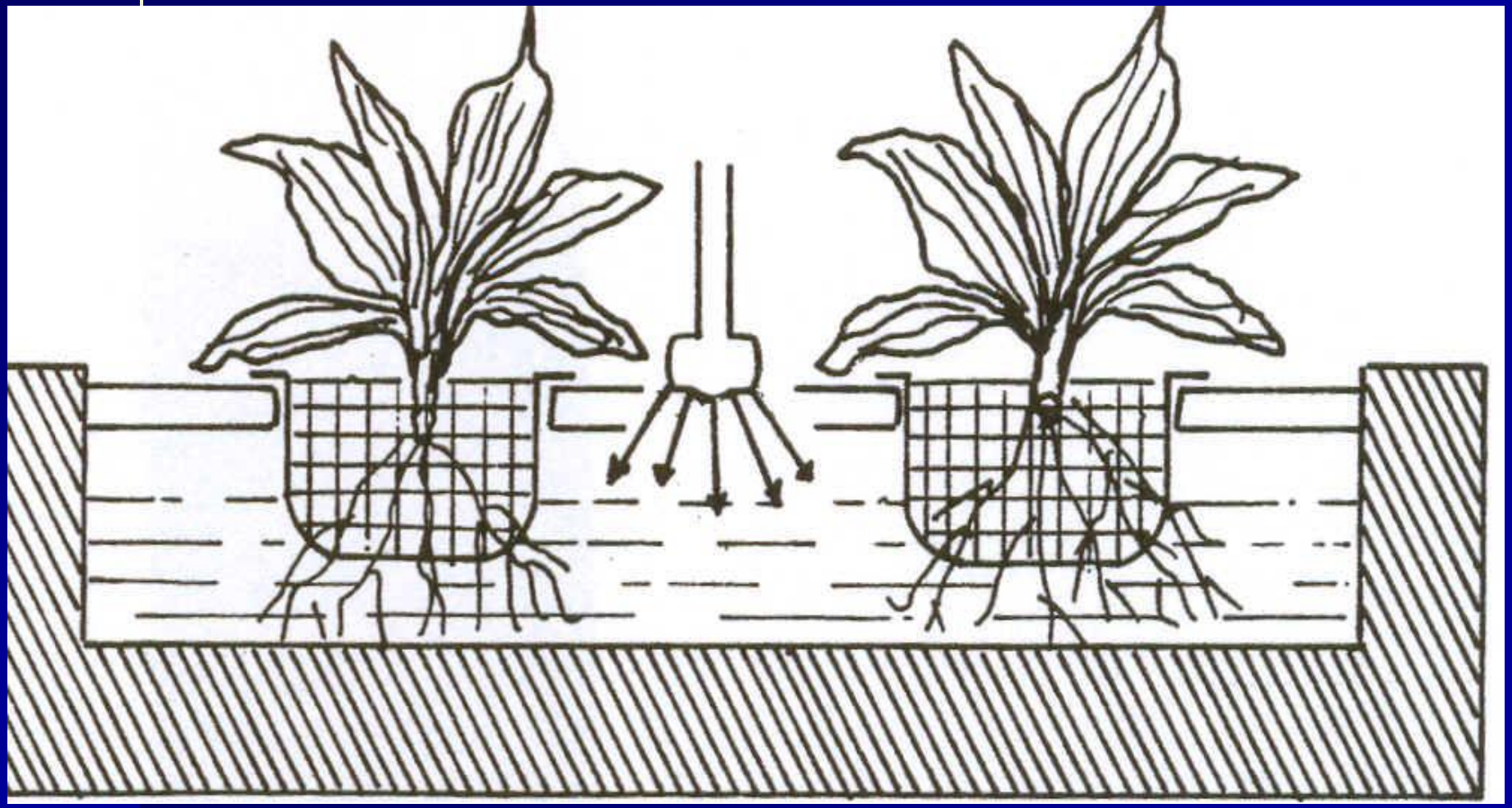
Ίνες κόκκου σε κανάλι

Ταξινόμηση συστημάτων καλλιέργειας εκτός εδάφους με κριτήριο τα υλικά και την αρχιτεκτονική της κατασκευής τους

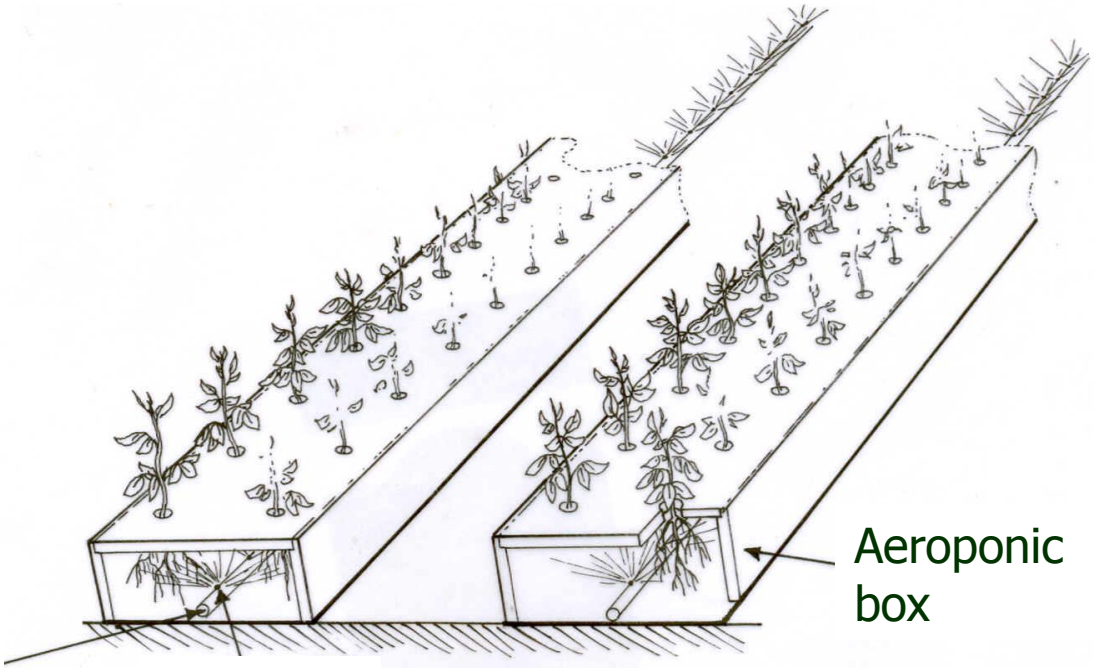
Ι. Συστήματα υδροκαλλιέργειας

- Nutrient Film Technique (NFT)
- Καλλιέργεια σε βαθύ νερό (Deep water culture)
- Σύστημα Kyowa
- Σύστημα Ein Gedi
- Αεροπονία
- Σύστημα κεκλιμένων πλαισίων (A-Frame)
- Υδροκαλλιέργεια γλαστρικών καλλωπιστικών

Σύστημα Kyowa

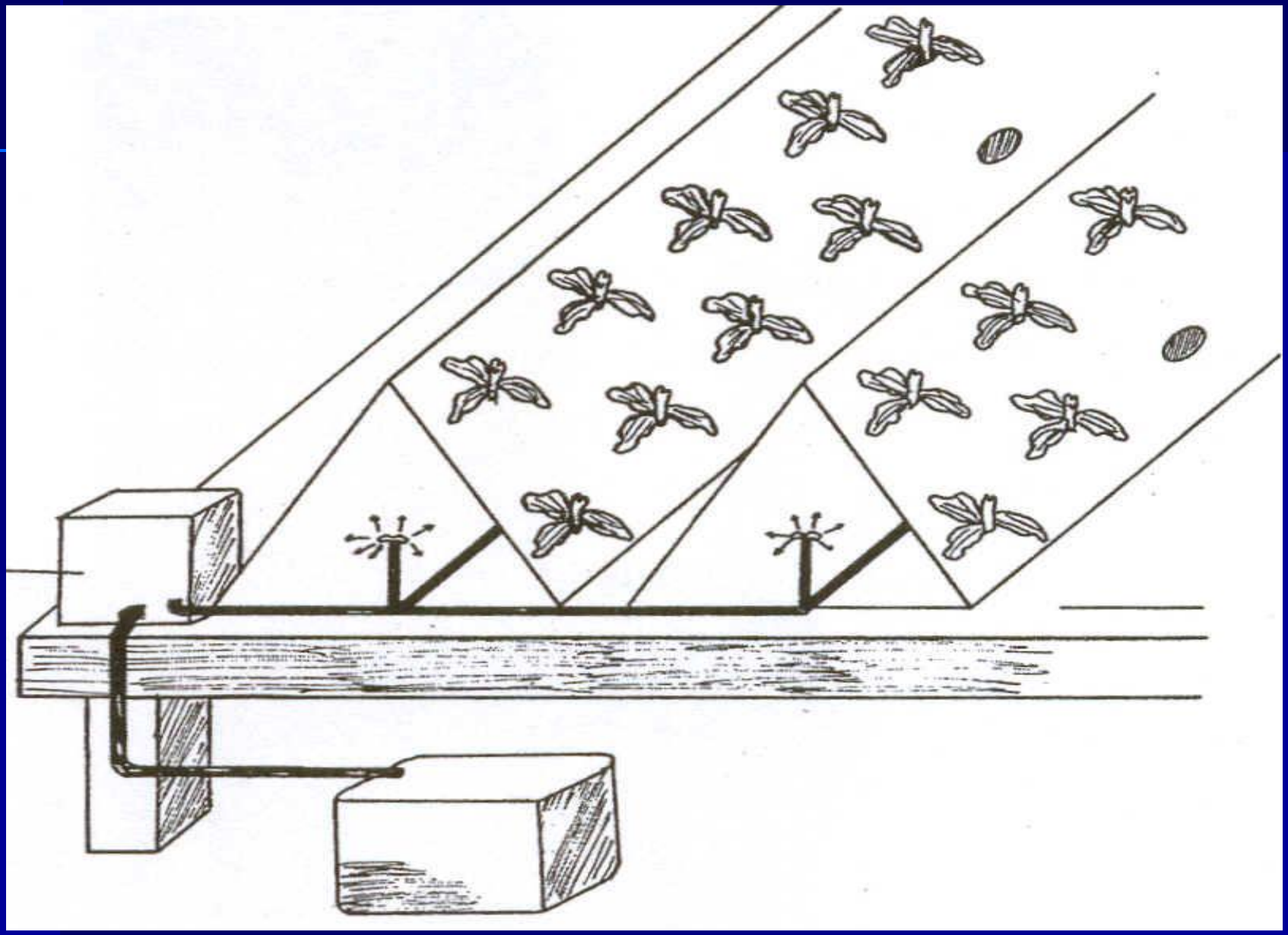


Αεροπονία



Αεροπονική καλλιέργεια μαρουλιού

Καλλιέργεια σε κεκλιμένα πλαίσια

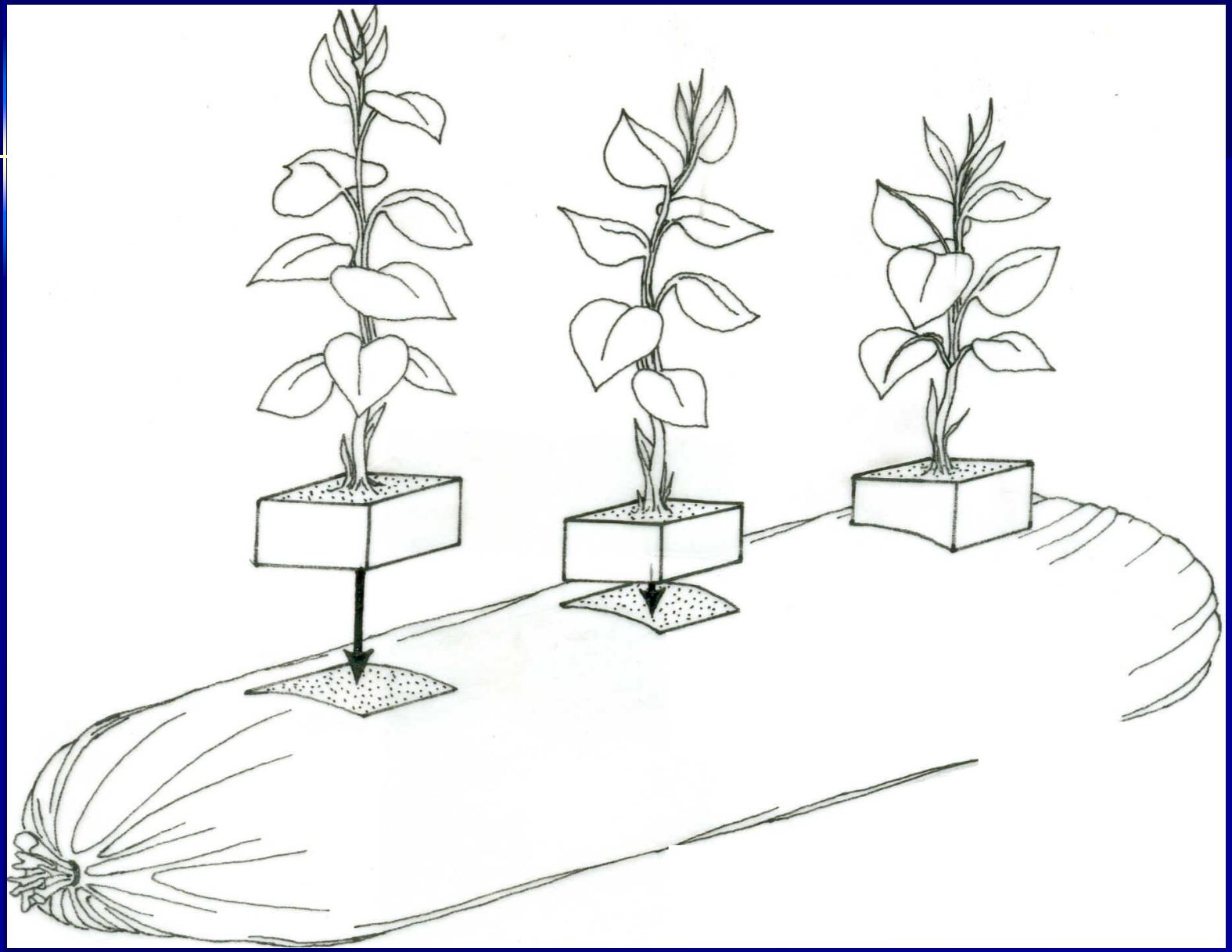


Ταξινόμηση συστημάτων καλλιέργειας εκτός εδάφους με κριτήριο τα υλικά και την αρχιτεκτονική της κατασκευής τους

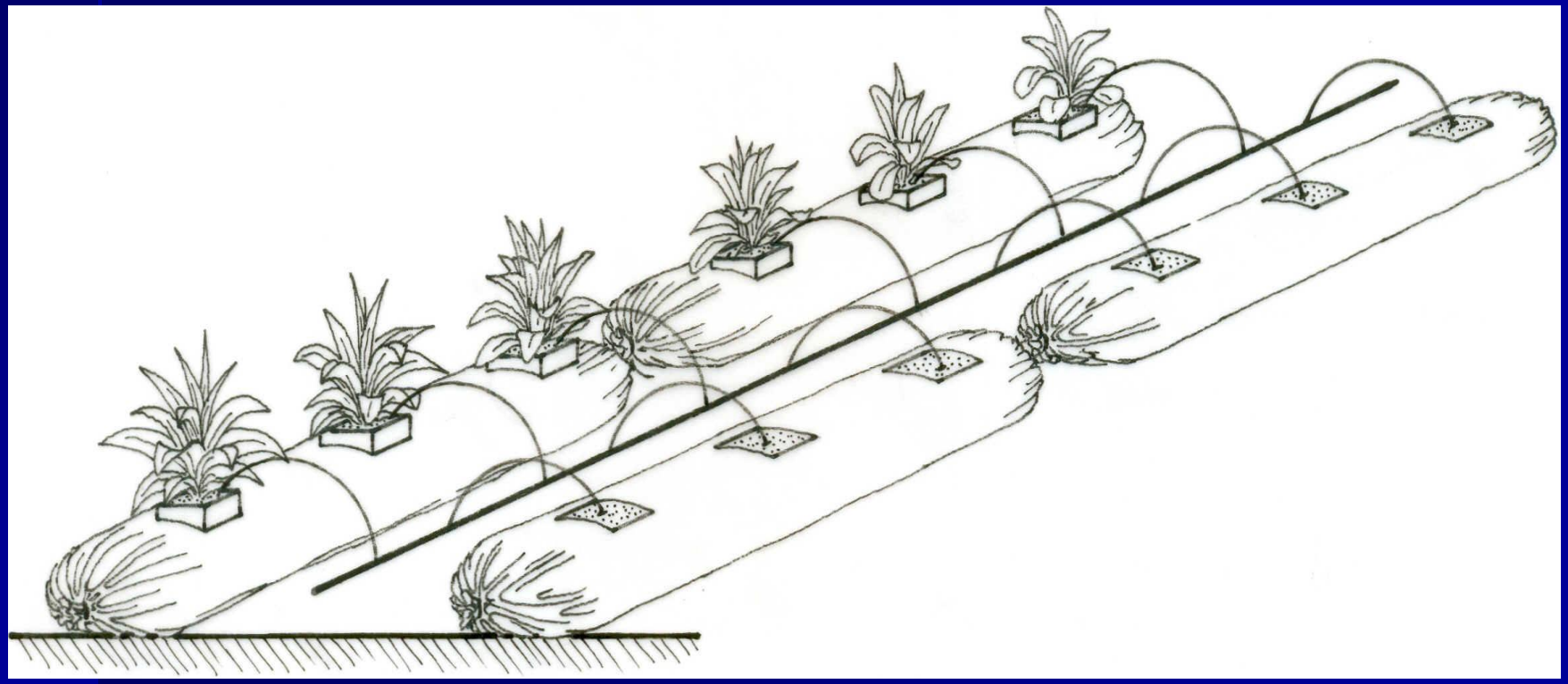
ΙΙ. Συστήματα στα οποία το ριζικό σύστημα αναπτύσσεται σε ένα στερεό πορώδες υλικό

- Καλλιέργεια εκτός εδάφους σε σάκους
- Καλλιέργεια εκτός εδάφους σε πορώδεις πλάκες
- Καλλιέργεια εκτός εδάφους σε γλάστρες
- Καλλιέργεια εκτός εδάφους σε φυτοδοχεία
- Καλλιέργεια εκτός εδάφους σε κανάλια
- Κάθετη καλλιέργεια εκτός εδάφους

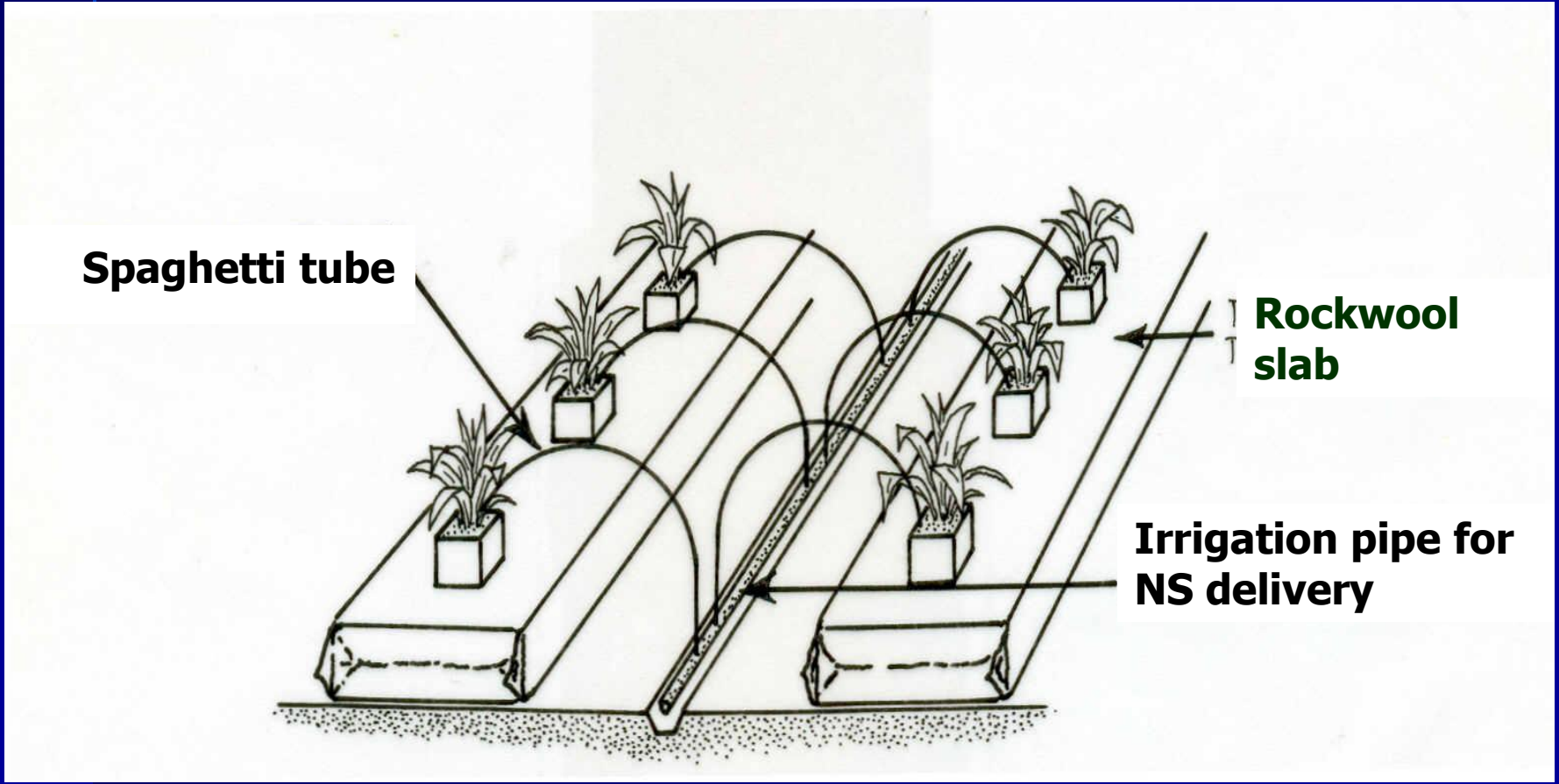
Καλλιέργεια σε σάκους



Σχηματική απεικόνιση τρόπου διάταξης μίας καλλιέργειας σε σάκους γεμισμένους με υπόστρωμα

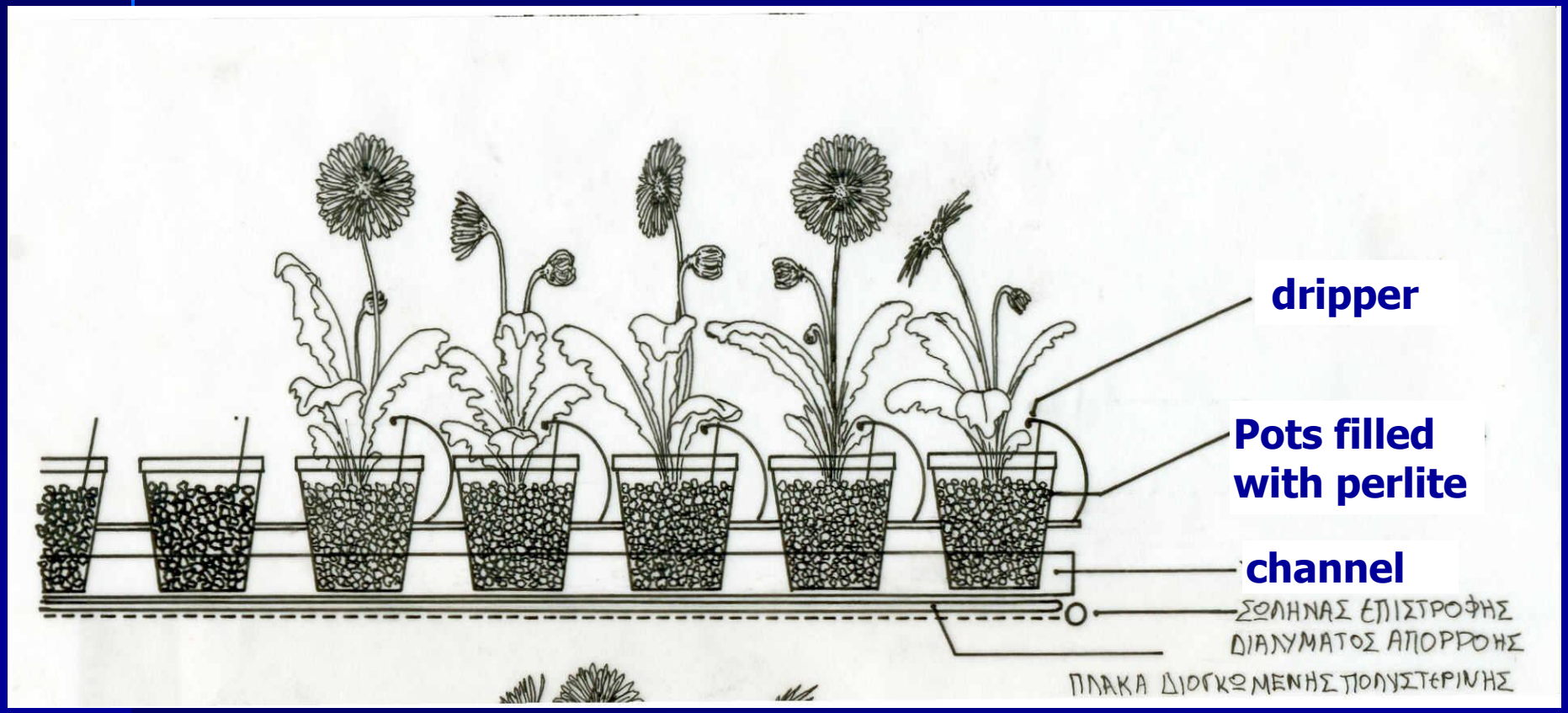


Καλλιέργεια σε πλάκες πετροβάμβακα



A pepper crop grown on rockwool slabs

Γλάστρες γεμισμένες με υπόστρωμα



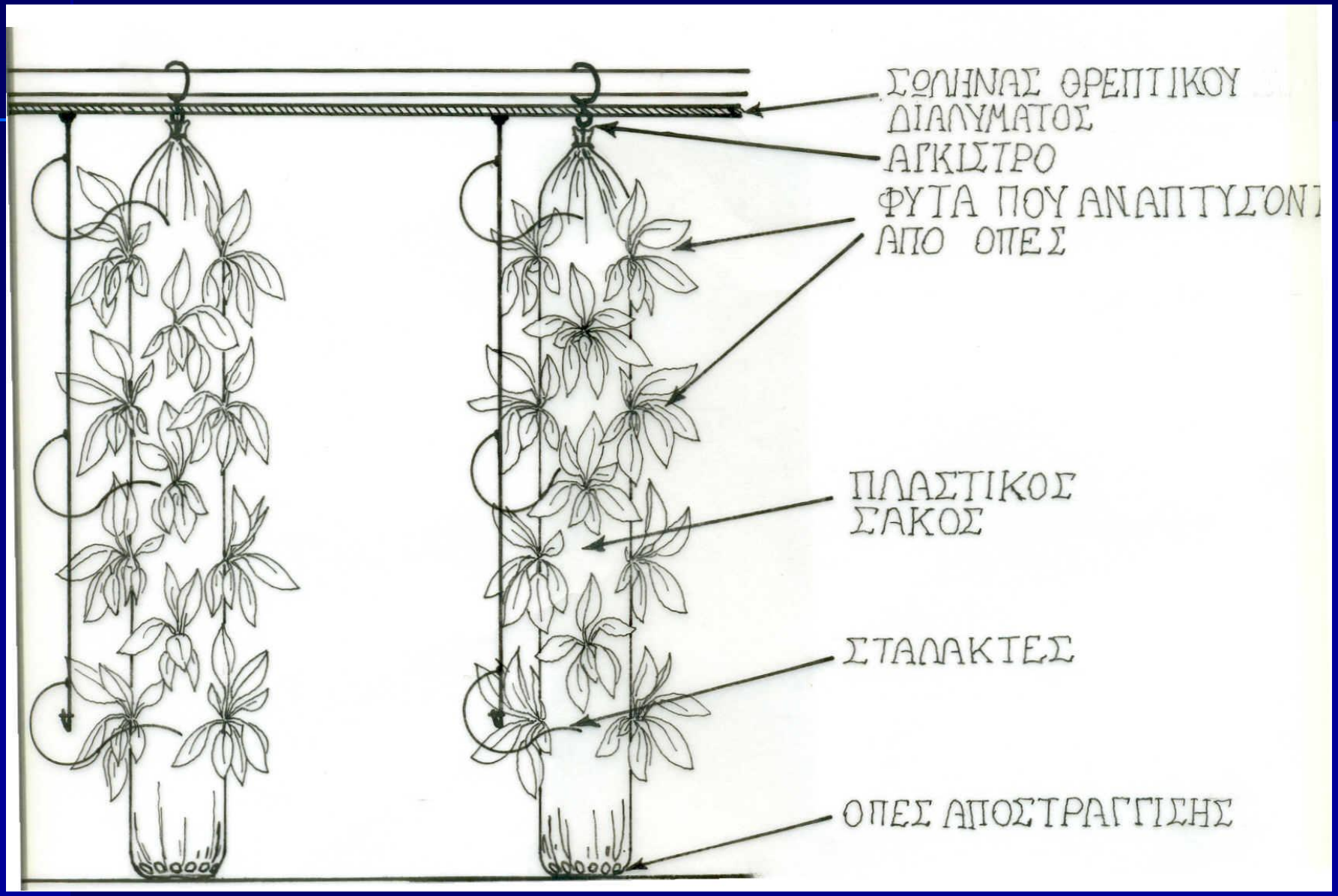
Ζέρμπερα καλλιεργούμενη σε γλάστρες

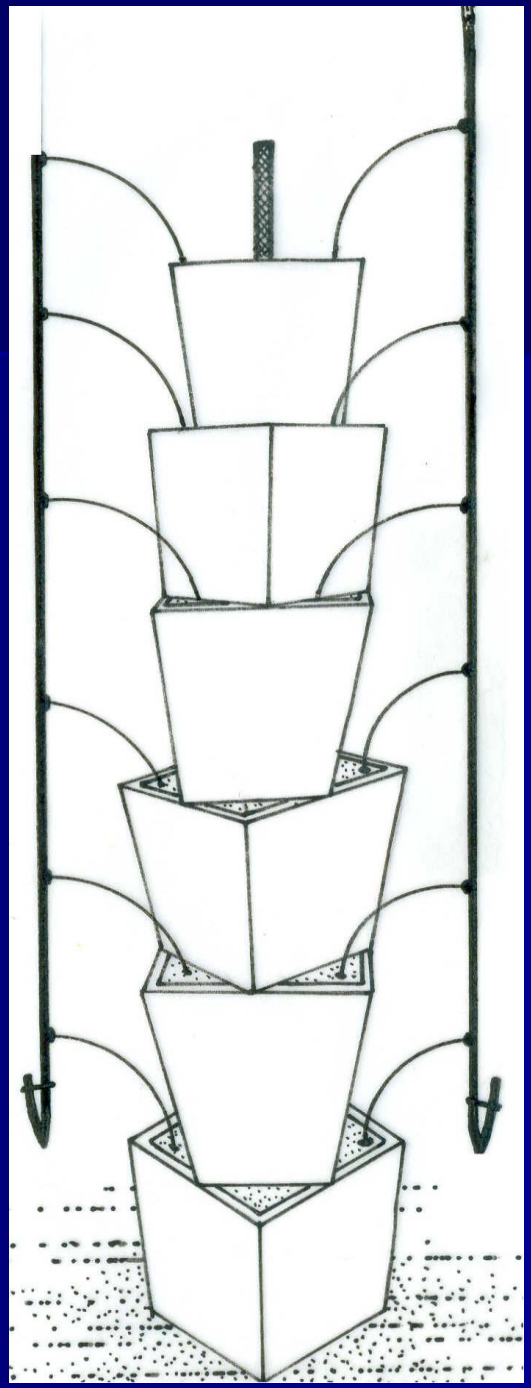
Τομάτα καλλιεργούμενη σε αυτοσχέδια φυτοδοχεία

Τομάτα καλλιεργούμενη σε κανάλια γεμισμένα με κοκκώδες υπόστρωμα

Καλλιέργεια μαρουλιού σε κεκλιμένο πλαίσιο

Κάθετη καλλιέργεια σε σάκους



Σταμναγκάθι σε κάθετη καλλιέργεια με σάκους γεμισμένους με ελαφρόπετρα

Κάθετη καλλιέργεια σε γλάστρες