

## **ΠΤΥΧΙΑΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ**



### **Σύγχρονες Τάσεις στις Υδροπονικές καλλιέργειες**

**Εισηγητής καθηγητής:** Καριπίδης Χαράλαμπος

**Φοιτητής:** Παπαχρήστος Απόστολος

**ΑΡΤΑ 2018**

## Περίληψη

Η υδροπονία αποτελεί στις μέρες μας μια αναπτυσσόμενη μορφή καλλιέργειας στην Ελλάδα, αφού διαθέτει σημαντικά πλεονεκτήματα. Πρόκειται για την καλλιέργεια που γίνεται εκτός του εδάφους, σε υδάτινα διαλύματα, στον αέρα ή σε υποστρώματα. Η παρούσα διατριβή αποτελεί μια προσπάθεια να περιγραφούν όλες οι σύγχρονες μέθοδοι υδροπονικών καλλιεργειών καθώς και τα πλεονεκτήματα και μειονεκτήματά τους. Επίσης, παρουσιάζεται η κατάσταση που επικρατεί στην Ελλάδα όσον αφορά τις επαγγελματικές καλλιέργειες. Τέλος, γίνεται αναφορά στην ερασιτεχνική υδροπονία αφού και αυτή αποτελεί μια αναπτυσσόμενη δραστηριότητα των ιδιωτών. Ιδιαίτερη αναφορά γίνεται στη σύνδεση της υδροπονίας με τη βιωσιμότητα και την αειφόρο ανάπτυξη, κάτι που αποτελεί βασικό αίτημα της σύγχρονης εποχής. Η υδροπονία αποτελεί μια μέθοδο καλλιέργειας που συμβάλλει στη βιωσιμότητα αφού η χρήση της οδηγεί σε εξοικονόμηση πόρων (νερού, ενέργειας, θρεπτικών συστατικών), ενώ επιτρέπει την καλλιέργεια σε μέρη όπου το έδαφος δεν είναι κατάλληλο για συμβατικές καλλιέργειες, αυξάνοντας την παραγωγικότητα. Συμπερασματικά, προτείνεται η προώθηση της συγκεκριμένης μεθόδου από την πολιτεία μέσω της ενημέρωσης των αγροτών ώστε να αποτελέσει μια λύση που θα οδηγήσει τους παραγωγούς στην αύξηση της κερδοφορίας τους και θα συμβάλλει στην ανάπτυξη του αγροτικού τομέα της χώρας.

## **Executive Summary**

Hydroponics is a developing cultivation method in Greece mainly because of its important advantages. It is a method where plants grow in the absence of soil, using water solvents, the air or on substrates. The present study represents an effort to describe modern methods used in hydroponics, as well as the advantages and disadvantages involved in this way of plant cultivation. Also, data on hydroponic agricultural cultivations in Greece are provided. Hydroponics for amateurs is also presented. Hydroponics is also connected to sustainability, which is a basic demand of modern society. In fact, hydroponics is a method that contributes in sustainability since its use leads to water, energy and fertilizers' saving. Besides, it is a method that enables production in places where the soil isn't appropriate and leads to increase of the production. In conclusion, it is advisable that the state promotes hydroponics as a sustainable solution which can lead to the increase of each producer revenues but also to the general development of the agricultural sector in Greece.

## **Ευχαριστίες**

Θα ήθελα να ευχαριστήσω θερμά τον καθηγητή κ. Χαράλαμπο Καριπίδη κυρίως για την εμπιστοσύνη που μου έδειξε και την υπομονή που έκανε κατά τη διάρκεια υλοποίησης της πτυχιακής εργασίας. Όπως επίσης και για την πολύτιμη βοήθεια και καθοδήγηση του, για την επίλυση διάφορων θεμάτων. Επίσης θα ήθελα να ευχαριστήσω τους γονείς & και τον αδερφό μου , οι οποίοι με στήριξαν στις σπουδές μου με διάφορους τρόπους.

## Περιεχόμενα

Κεφάλαιο 1 <sup>ο</sup> : Εισαγωγή.....	5
Κεφάλαιο 2 <sup>ο</sup> : Ορισμός της υδροπονίας – Ιστορική Αναδρομή.....	6
<b>2.1 Ορισμός της υδροπονίας</b> .....	6
2.2 Βασικές έννοιες.....	6
2.3 Ιστορική Αναδρομή.....	8
2.4 Τύποι υδροπονικών συστημάτων.....	10
2.4.1 Ταξινόμηση υδροπονικών συστημάτων ανάλογα με τον τρόπο διαχείρισης των απορροών.....	10
2.4.2 Ταξινόμηση των υδροπονικών συστημάτων ανάλογα με το μέσο ανάπτυξης του συστήματος των ριζών.....	13
2.4.3 Καλλιέργεια σε σάκους.....	23
Κεφάλαιο 3 <sup>ο</sup> : Εξοπλισμός Υδροπονικής καλλιέργειας.....	25
3.1 Σύστημα παρασκευής θρεπτικού διαλύματος.....	26
3.2 Υδροπονική κεφαλή.....	27
3.3 Σύστημα παροχής του υδροπονικού διαλύματος στα φυτά.....	28
3.4 Σύστημα συλλογής θρεπτικού διαλύματος.....	29
3.5 Δεξαμενή συγκέντρωσης θρεπτικού διαλύματος.....	29
3.6 Υποδοχείς υποστρωμάτων, θρεπτικού διαλύματος και φυτών.....	30
4.1 Πλεονεκτήματα για τον καλλιεργητή.....	31
4.2 Πλεονεκτήματα για το περιβάλλον.....	33
4.3 Πλεονεκτήματα για τον καταναλωτή.....	33
4.4 Μειονεκτήματα της υδροπονίας.....	34
4.5 Συμπεράσματα.....	35
Κεφάλαιο 5 <sup>ο</sup> : Σύγχρονες τάσεις στις υδροπονικές καλλιέργειες στην Ελλάδα.....	36
5.1 Επαγγελματικές καλλιέργειες.....	38
5.2 Ερασιτεχνικές Υδροπονικές καλλιέργειες.....	47
5.3 Βιωσιμότητα.....	54
Κεφάλαιο 6 <sup>ο</sup> : Συμπεράσματα – Προτάσεις.....	56
Βιβλιογραφία.....	59

## Κεφάλαιο 1<sup>ο</sup> : Εισαγωγή

Η υδροπονία τα τελευταία χρόνια αποτελεί μια μέθοδο καλλιέργειας που χρησιμοποιείται όλα και περισσότερο στην Ελλάδα. Πρόκειται για την μορφή καλλιέργειας των φυτών χωρίς την παρουσία εδάφους, όπως γίνεται παραδοσιακά. Στην υδροπονία, αντί του εδάφους, οι ρίζες των φυτών αναπτύσσονται μέσα σε ένα υγρό θρεπτικό διάλυμα ή σε υπόστρωμα το οποίο είναι εμποτισμένο με θρεπτικό διάλυμα. Η υδροπονία οδηγεί σε πολύ καλές αποδόσεις, ενώ χρησιμοποιείται σε περιπτώσεις όπου το έδαφος δεν είναι αρκετά γόνιμο, είναι «κουρασμένο» ή σε περιπτώσεις όπου τα συστατικά του εδάφους δεν είναι κατάλληλα για καλλιέργεια. Εξάλλου, με την υδροπονία οι παραγωγοί ελέγχουν καλύτερα την καλλιέργεια και μπορούν να επέμβουν άμεσα σε περίπτωση λάθους ή μολύνσεων.

Η παρούσα διατριβή αποτελεί μια προσπάθεια να περιγραφούν όλες οι σύγχρονες μέθοδοι υδροπονικών καλλιεργειών καθώς και τα πλεονεκτήματα και μειονεκτήματά τους με σκοπό τη βελτιστοποίηση της εφαρμογής τους στις ελληνικές συνθήκες. Επίσης, παρουσιάζεται η κατάσταση στην Ελλάδα σήμερα, όσο αφορά στις επαγγελματικές υδροπονικές καλλιέργειες αλλά και τις ερασιτεχνικές προσπάθειες.

Η δομή της μελέτης είναι η ακόλουθη. Καταρχάς, γίνεται αναφοράς τον ορισμό και τις βασικές έννοιες που σχετίζονται με την υδροπονία. Στο επόμενο κεφάλαιο παρουσιάζονται τα είδη και οι τεχνικές που χρησιμοποιούνται ενώ στο τρίτο κεφάλαιο παρουσιάζεται ο εξοπλισμός που απαιτείται για μια υδροπονική εγκατάσταση. Στο τέταρτο κεφάλαιο παρουσιάζονται τα πλεονεκτήματα και τα μειονεκτήματα της μεθόδου ώστε να δικαιολογηθεί η ευρεία διάδοσή της. Στο πέμπτο κεφάλαιο παρουσιάζεται η κατάσταση στην Ελλάδα όσο αφορά στις επαγγελματικές αλλά και ερασιτεχνικές καλλιέργειες. Γίνεται αναφορά στις εκτάσεις και τα είδη των καλλιεργειών αλλά και στις προοπτικές βιωσιμότητας της συγκεκριμένης καλλιέργειας. Στο τελευταίο κεφάλαιο αναφέρονται τα συμπεράσματα της ανάλυσης και γίνονται σχετικές προτάσεις.

## Κεφάλαιο 2<sup>ο</sup> : Ορισμός της υδροπονίας – Ιστορική Αναδρομή

### 2.1 Ορισμός της υδροπονίας

Η υδροπονία αποτελεί μια μέθοδο καλλιέργειας των φυτών εκτός του εδάφους. Τα φυτά τοποθετούνται σε πορώδη στερεά (αδρανή) υποστρώματα που περιέχουν θρεπτικό διάλυμα, ή κατευθείαν στο θρεπτικό διάλυμα, και έτσι αναπτύσσονται (Τζωρτζάκης, 2008). Απαιτείται, λοιπόν, η παρουσία αρκετού νερού για την ανάπτυξη του φυτού καθώς και ένα υδατικό διάλυμα με ανόργανα άλατα (θρεπτικό διάλυμα) που παρέχει στα φυτά τα απαραίτητα θρεπτικά στοιχεία. Διεθνώς έχει επικρατήσει ο όρος hydroponics που προέρχεται από τις λέξεις ύδωρ και πόνημα. Έτσι μπορεί κάποιος να πει ότι η υδροπονία είναι η εργασία με το νερό. Η υδροπονία είναι πλέον μια μέθοδος παραγωγής που εξελίσσεται συνεχώς σε παγκόσμιο επίπεδο, εκμεταλλευόμενη την τεχνολογική εξέλιξη. Όπως ειπώθηκε, η υδροπονία αφορά σε καλλιέργεια εκτός εδάφους με τη χρήση αδρανών υποστρωμάτων και θρεπτικών συστατικών. Δεν υπάρχει διεθνώς μία συγκεκριμένη μέθοδος που να θεωρείται η καλύτερη. Η επιλογή της μεθόδου εξαρτάται κάθε φορά από το επίπεδο των γνώσεων, το κλίμα, τις διαθέσιμες πρώτες ύλες και τη διαθέσιμη ενέργεια. Οι μέθοδοι υδροπονίας που χρησιμοποιούνται περισσότερο διεθνώς στις μέρες μας, και για τις οποίες θα γίνει εκτενής αναφορά στη συνέχεια, είναι η καλλιέργεια σε ορυκτοβάμβακα (Rockwool), σε μεμβράνη θρεπτικού διαλύματος (NFT) ή σε ίνες καρύδας (Cocosoil).

### 2.2 Βασικές έννοιες

Προκειμένου να παρουσιαστούν και να αναλυθούν οι μέθοδοι που χρησιμοποιούνται στην υδροπονία, είναι χρήσιμο να παρουσιαστούν οι βασικές έννοιες που χρησιμοποιούνται σε αυτή τη μορφή καλλιέργειας. Ο πίνακας που ακολουθεί περιλαμβάνει τις βασικές έννοιες και την ερμηνεία τους.

## ΒΑΣΙΚΕΣ ΕΝΝΟΙΕΣ ΥΔΡΟΠΟΝΙΑΣ

<b>Θρεπτικό διάλυμα</b>	Αραιό υδατικό διάλυμα που περιέχει θρεπτικά στοιχεία. Τα στοιχεία αυτά είναι ιόντα ανόργανων αλάτων, ανόργανες χημικές ενώσεις και οργανικές χημικές ενώσεις.
<b>Ηλεκτρική Αγωγιμότητα (Electrical Conductivity – EC)</b>	Εκφράζει την ικανότητα του θρεπτικού διαλύματος να «άγει» το ηλεκτρικό ρεύμα. Τα ιόντα είναι αυτά που βοηθούν την αγωγιμότητα και όσο πιο πολλά είναι στο υδατικό διάλυμα τόσο πιο εύκολα αυτό άγει το ρεύμα. Η ηλεκτρική αγωγιμότητα μετράται εύκολα με φορητές συσκευές προκειμένου να προσδιοριστεί η συγκέντρωση των αλάτων στο θρεπτικό διάλυμα.
<b>pH</b>	Το pH δείχνει τη συγκέντρωση ιόντων υδρογόνου στο θρεπτικό διάλυμα. Είναι σημαντικό και επηρεάζει τις χημικές ισορροπίες των ιόντων και των χημικών ενώσεων στο διάλυμα.
<b>Υποκατάσταση λειτουργιών εδάφους</b>	Μέσω της υδροπονίας, οι λειτουργίες του εδάφους υποκαθιστούνται με άλλα μέσα. Οι λειτουργίες που υποκαθιστούνται είναι η παροχή νερού, η παροχή θρεπτικών ουσιών και η παροχή οξυγόνου στη ρίζα των φυτών.
<b>Υποστρώματα</b>	Πρόκειται για πορώδη υλικά που χρησιμοποιούνται προκειμένου να αντικαταστήσουν το έδαφος. Υπάρχουν τα χημικά αδρανή υποστρώματα, όπου δεν υπάρχει η δυνατότητα ανταλλαγής ιόντων και τα χημικά ενεργά υποστρώματα όπου η ανταλλαγή ιόντων είναι εφικτή.
<b>Τύποι υποστρωμάτων</b>	Οι συνηθέστεροι τύποι υποστρωμάτων είναι ο πετροβάμβακας, η ελαφρόπετρα, ο περλίτης, η άμμος, η τύρφη και το coco soil (από φλοιό καρύδας και κοκοφοίνικα).



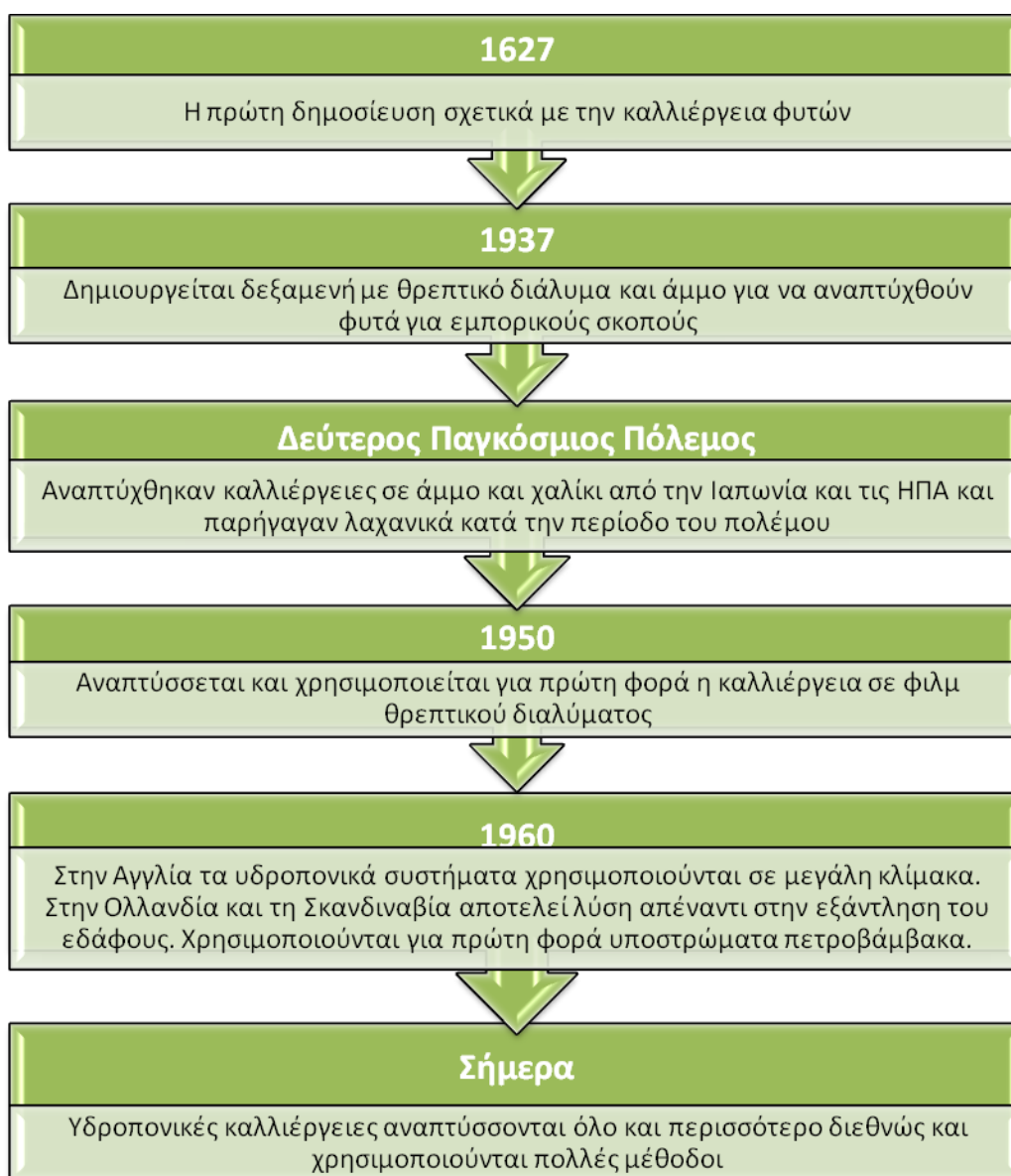
### 2.3 Ιστορική Αναδρομή

Αν και η πρώτη δημοσίευση σχετικά με την καλλιέργεια φυτών χωρίς χώμα έγινε το 1627 από τον Francis Bacon, ο όρος υδροπονία χρησιμοποιήθηκε για πρώτη φορά από τον Geriecke το 1937, όταν δοκίμασε να χρησιμοποιήσει την υδροπονική μέθοδο και έφτιαξε μια δεξαμενή με θρεπτικό διάλυμα και άμμο για να αναπτύξει φυτά για εμπορικούς σκοπούς (Μαυρογιαννόπουλος, 2006). Στο μεσοδιάστημα, και ιδιαίτερα κατά τον 18<sup>ο</sup> αιώνα έγιναν κάποιες προσπάθειες ώστε να ανακαλυφθούν φόρμουλες ικανές να χρησιμοποιηθούν στην ανάπτυξη υδροπονικών καλλιεργειών. Οι ερευνητές κατάφεραν να προσδιορίσουν τα απαραίτητα μακροστοιχεία, τον σίδηρο και τα μικροστοιχεία που ήταν απαραίτητα συστατικά του θρεπτικού διαλύματος που έπρεπε να χρησιμοποιηθεί στη θέση του χώματος, ωστόσο δεν είχαν ακόμη εντοπίσει τη σημασία του αερισμού και της ανάγκη για περιοδική αντικατάσταση του θρεπτικού διαλύματος. Γίνεται, λοιπόν, φανερό ότι τον 19<sup>ο</sup> αιώνα ξεκινά η πιο εντατική χρήση των υδροπονικών καλλιεργειών και για εμπορική εκμετάλλευση, με την καλλιέργεια σε άμμο, αρχικά στην Αμερική και μετά στην Αγγλία (1938) (Σάββας, 2007).

Κατά το Δεύτερο Παγκόσμιο Πόλεμο η υδροπονία χρησιμοποιήθηκε από την Ιαπωνία και τις Ηνωμένες Πολιτείες. Συγκεκριμένα, αναπτύχθηκαν καλλιέργειες σε άμμο και χαλίκι και παρήγαγαν λαχανικά κατά την περίοδο του πολέμου. Την εποχή εκείνη στην Ιαπωνία αναπτύσσονται υδροπονικές καλλιέργειες σε γυάλινα θερμοκήπια αλλά και υπαίθρια.

Το 1950 αναπτύσσεται και χρησιμοποιείται για πρώτη φορά η καλλιέργεια σε φιλμ θρεπτικού διαλύματος (NFT). Η εντατικοποίηση της υδροπονικής καλλιέργειας ξεκινά στα τέλη της δεκαετίας του 1960. Στην Αγγλία αναπτύσσονται υδροπονικά συστήματα που χρησιμοποιούνται σε μεγάλη κλίμακα, ενώ στην Ολλανδία και τη Σκανδιναβία η υδροπονία αποτελεί λύση απέναντι στην εντατική χρήση και εξάντληση του εδάφους. Εκεί χρησιμοποιήθηκαν για πρώτη φορά και υποστρώματα πετροβάμβακα. Σήμερα, οι υδροπονικές καλλιέργειες αναπτύσσονται όλο και περισσότερο διεθνώς και χρησιμοποιούνται πολλές μέθοδοι, όπως θα αναλυθεί παρακάτω (Μαυρογιαννόπουλος, 2006). Η ανάπτυξη αυτή οφείλεται κυρίως στην

απαγόρευση χρήσης χημικών ουσιών όπως το βρωμιούχο μεθύλιο στην απολύμανση του εδάφους, αλλά και στις μεγάλες αποδόσεις που επιτυγχάνονται με τη χρήση των υδροπονικών μεθόδων καλλιέργειας, κυρίως σε θερμοκήπια (Van Os, 2000). Εξάλλου, στις μέρες μας, η προστασία του περιβάλλοντος και η αειφόρος ανάπτυξη αποτελούν βασική προτεραιότητα τόσο των ιδιωτών όσο και των επίσημων φορέων. Τα υδροπονικά συστήματα αποτελούν μορφές καλλιέργειας φιλικές προς το περιβάλλον και γι' αυτό η ανάπτυξη της υδροπονίας χρειάζεται να αποτελέσει προτεραιότητα, ιδιαίτερα στη χώρα μας όπου το κλίμα είναι ευνοϊκό και η ανάπτυξη της υδροπονίας μπορεί να δώσει ώθηση στην γενικότερη ανάπτυξη του πρωτογενούς τομέα.



## 2.4 Τύποι υδροπονικών συστημάτων

Τα υδροπονικά συστήματα ταξινομούνται:

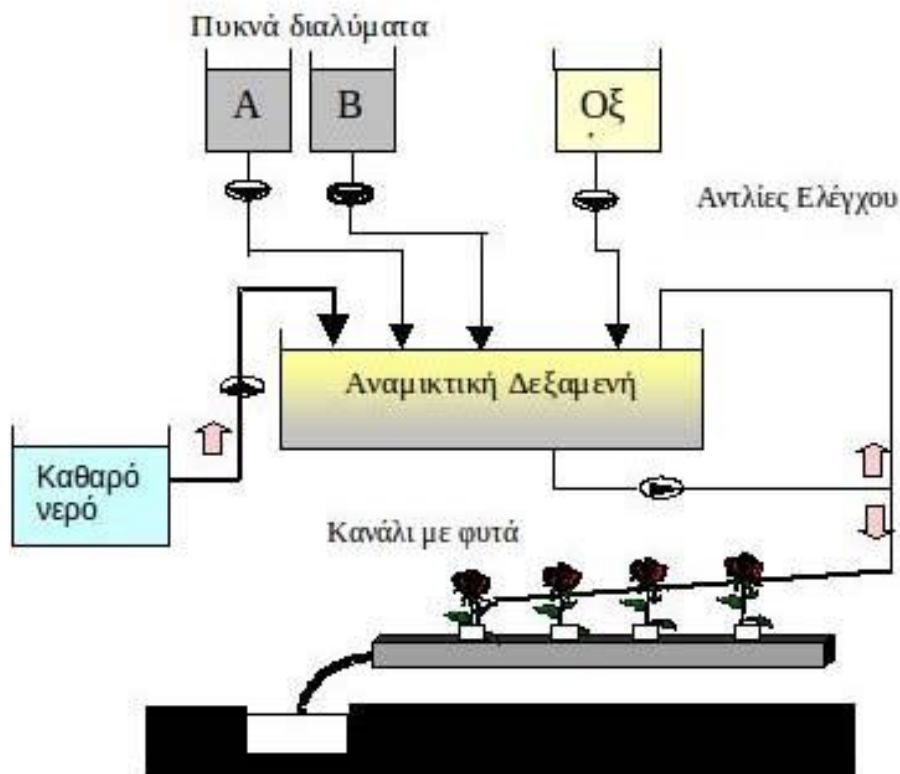
- Ανάλογα με τον τρόπο διαχείρισης των απορροών, σε ανοιχτά και κλειστά συστήματα καλλιέργειας
- Ανάλογα με το μέσο ανάπτυξης του συστήματος των ριζών, σε:
  - Υδροκαλλιέργεια
    - Υδροπονική καλλιέργεια σε σύστημα επίπλευσης
    - Υδροπονική καλλιέργειας σε ρηχό ρεύμα θρεπτικού διαλύματος (σύστημα NFT)
    - Υδροπονική καλλιέργεια σε βαθύ ρεύμα διαλύματος
    - Επιδαπέδια υδροπονία
    - Αεροπονία
  - Καλλιέργεια σε υποστρώματα
    - Υδροπονική καλλιέργεια σε αδρανή υποστρώματα
    - Υδροπονική καλλιέργεια σε οργανικά υπόστρωμα

### 2.4.1 Ταξινόμηση υδροπονικών συστημάτων ανάλογα με τον τρόπο διαχείρισης των απορροών

#### *Ανοιχτά συστήματα καλλιέργειας*

Τα ανοιχτά υδροπονικά συστήματα είναι τα πρώτα που αναπτύχθηκαν κυρίως γιατί είναι απλά και δεν έχουν ιδιαίτερες απαιτήσεις εξοπλισμού. Είναι αυτά όπου το θρεπτικό διάλυμα που χρησιμοποιείται για την ανάπτυξη των φυτών απορρέει στο

περιβάλλον ή χρησιμοποιείται για την άρδευση άλλων καλλιεργειών. Τα ανοιχτά συστήματα αφορούν σε υδροπονικές καλλιέργειες σε υποστρώματα. Όταν, όμως τα υγρά της αποστράγγισης αφεθούν να διαρρέυσουν στο έδαφος, υπάρχει ο κίνδυνος μόλυνσης του εδάφους και του υδροφόρου ορίζοντα, κάτι που αποφεύγεται με τη χρήση των κλειστών συστημάτων (Σάββας, 2010). Επίσης, με τα ανοιχτά συστήματα υδροπονίας γίνεται σπατάλη νερού και λιπασμάτων. Πέρα των μειονεκτημάτων αυτών, η χρήση ανοιχτών συστημάτων υδροπονίας έχει και πλεονεκτήματα όπως χαμηλό κόστος και ευκολία εφαρμογής ενώ το θρεπτικό διάλυμα που χορηγείται στα φυτά μπορεί εύκολα να τροποποιηθεί ως προς τη σύστασή του (Βασιλάκης, 1994). Στην παρακάτω εικόνα φαίνεται ένα τέτοιο σύστημα.

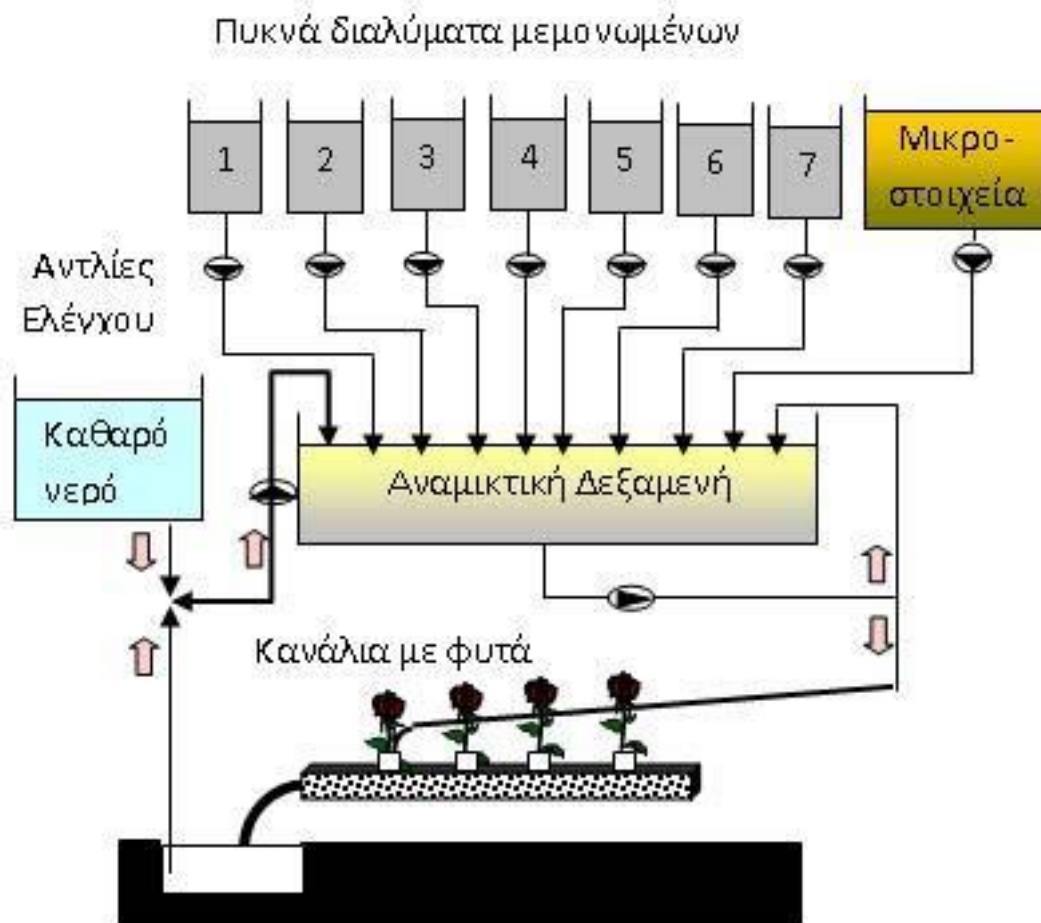


Εικόνα 1: Ανοιχτό υδροπονικό σύστημα (χωρίς ανακύκλωση) με χρήση αναμικτικής δεξαμενής, πηγή:

<http://www.alagro.gr>

### **Κλειστά συστήματα υδροπονικής καλλιέργειας**

Στα κλειστά υδροπονικά συστήματα το θρεπτικό διάλυμα απομακρύνεται από τη ρίζα, συλλέγεται και, ύστερα από τον εμπλουτισμό του με νερό και θρεπτικά στοιχεία, επαναχρησιμοποιείται. Έτσι, μειώνεται η ρύπανση ενώ γίνεται εξοικονόμηση λιπασμάτων. Το διάλυμα που συλλέγεται ξανά χρειάζεται ανά διαστήματα να απορρίπτεται ώστε να διατηρείται η θρεπτική αξία του διαλύματος που χρησιμοποιείται στην υδροπονική καλλιέργεια. Όπως τα ανοιχτά έτσι και τα κλειστά συστήματα υδροπονίας έχουν μειονεκτήματα και πλεονεκτήματα. Βασικό τους μειονέκτημα είναι το υψηλό κόστος του εξοπλισμού απολύμανσης της ανακυκλοφορίας. Επίσης, είναι πιο ευαίσθητα στην εξάπλωση ασθενειών στα φυτά. Ακόμη, η επαναχρησιμοποίηση του διαλύματος απορροής χρειάζεται ιδιαίτερη προσοχή και προσθήκη των κατάλληλων ουσιών ώστε το νέο διάλυμα να είναι το ίδιο θρεπτικό με το αρχικό. Από την άλλη, βασικό πλεονέκτημα των κλειστών συστημάτων είναι η εξοικονόμηση νερού και λιπασμάτων. Εξάλλου, η εξάπλωση ασθενειών μπορεί να αποφευχθεί με τη διαρκή φροντίδα των φυτών και τη ρύθμιση της ανακύκλωσης. Επίσης, η γνώση, η συνεχής παρακολούθηση, η περιορισμένη χρήση χημικών και η χρήση βιολογικών φίλτρων μπορούν να οδηγήσουν στην παραγωγή ποιοτικών φυτών.



Εικόνα 2: Κλειστό υδροπονικό σύστημα (με ανακύκλωση) δεξαμενών μεμονωμένων θρεπτικών στοιχείων με χρήση αναμικτικής δεξαμενής, πηγή: <http://www.alagro.gr>

## 2.4.2 Ταξινόμηση των υδροπονικών συστημάτων ανάλογα με το μέσο ανάπτυξης του συστήματος των ριζών

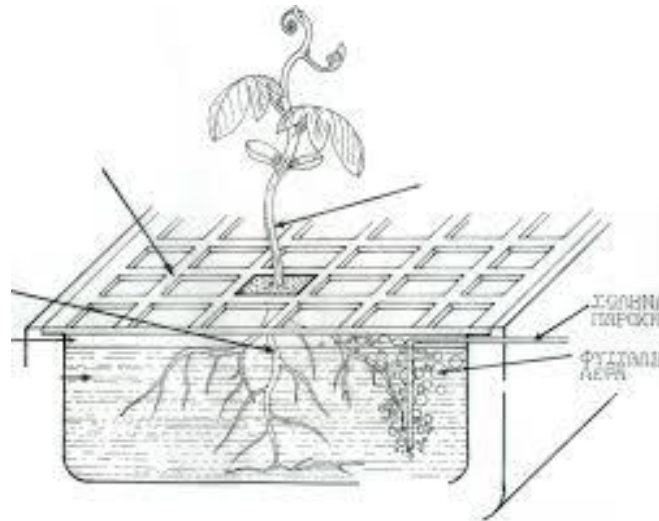
Υπάρχουν διάφορες μέθοδοι ανάπτυξης των φυτών στην υδροπονία και διακρίνονται σε δύο μεγάλες κατηγορίες. Τις μεθόδους όπου η καλλιέργεια γίνεται κατευθείαν σε θρεπτικά διαλύματα και τις μεθόδους όπου χρησιμοποιείται υπόστρωμα.

### 2.4.2.1 Υδροκαλλιέργεια ή υδατοκαλλιέργεια

Η υδροκαλλιέργεια αναφέρεται στην καλλιέργεια των φυτών σε θρεπτικά διαλύματα χωρίς υπόστρωμα. Το θρεπτικό διάλυμα παραμένει στάσιμο ή ρέει. Στην περίπτωση του στάσιμου θρεπτικού διαλύματος χρησιμοποιούνται δοχεία ή δεξαμενές και το

επίπεδο του διαλύματος διατηρείται χαμηλά ώστε οι ρίζες να μπορούν να προσλαμβάνουν οξυγόνο.

Η καλλιέργεια σε θρεπτικό διάλυμα που ρέει είναι πιο αυτοματοποιημένη και η πιο διαδεδομένη παραλλαγή της είναι η καλλιέργεια σε NFT που αναφέρεται παρακάτω.



Εικόνα 3: Σύστημα υδροκαλλιέργειας σε στάσιμο θρεπτικό διάλυμα

#### *Υδροπονική καλλιέργεια σε σύστημα επίπλευσης (Floating System)*

Η καλλιέργεια αυτή χρησιμοποιείται κυρίως για φυλλώδη λαχανικά και καλλιέργειες που δεν απαιτούν μεγάλη διάρκεια. Το βασικότερο μειονέκτημα της μεθόδου είναι τα προβλήματα που παρουσιάζονται με την οξυγόνωση της ρίζας κυρίως το καλοκαίρι. Επίσης, παρακάτω ακολουθούν εικόνες επιδαπέδιας υδροκαλλιέργειας και υδροκαλλιέργειας σε βαθύ ρεύμα διαλύματος.



Εικόνα 4: Υδροπονική καλλιέργεια σε σύστημα επίπλευσης



Εικόνα 5: Υδροπονική καλλιέργεια σε βαθύ ρεύμα διαλύματος



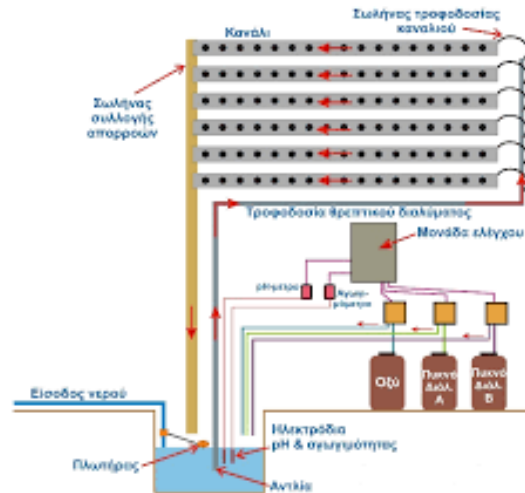
Εικόνα 6: Επιδαπέδια υδροπονία

*Υδροπονική καλλιέργεια σε ρηχό ρεύμα θρεπτικού διαλύματος (Nutrient Film Technique -NFT)*

Πρόκειται για ένα σύστημα που χρησιμοποιεί ένα αβαθές ρεύμα θρεπτικού διαλύματος και έτσι επιτυγχάνεται καλύτερη οξυγόνωση των ριζών. Οι ρίζες αναπτύσσονται μέσα σε ένα τρεχούμενο θρεπτικό διάλυμα. Στην ουσία δημιουργούνται κανάλια όπου το πάνω τμήμα των ριζών βρίσκεται στον αέρα και έτσι οξυγονώνεται καλύτερα. Τα κανάλια αυτά συνήθως είναι κατασκευασμένα από PVC ή άλλο πλαστικό και το πλάτος τους κυμαίνεται μεταξύ 15εκ. και 30εκ., ανάλογα με το είδος των φυτών που καλλιεργούνται. Τα κανάλια χρειάζεται να έχουν



κλίση περίπου 2% ώστε να ρέει καλύτερα το θρεπτικό διάλυμα. Αυτός ο τρόπος καλλιέργειας χρησιμοποιείται σε συνδυασμό με κλειστό υδροπονικό σύστημα γιατί απαιτείται η συνεχής παροχή θρεπτικού διαλύματος. Συγκεκριμένα, το διάλυμα διανέμεται αρχικά σε μικρούς σωλήνες στην αρχή κάθε καναλιού και στη συνέχεια ρέει μέσα σε αυτά. Το μέρος του διαλύματος που δεν απορροφάται συλλέγεται σε ειδικό δοχείο και επαναχρησιμοποιείται. Με τον τρόπο αυτό καλλιεργούνται κυρίως φυλλώδη λαχανικά και είναι ευρέως διαδεδομένος.



*Εικόνα 7: Σχηματική απεικόνιση συστήματος NFT*



Εικόνα 8: Υδροπονική καλλιέργεια σε ρηχό ρεύμα θρεπτικού διαλύματος -NFT

### *Αεροπονία*

Η αεροπονία είναι μια μέθοδος όπου το θρεπτικό διάλυμα ψεκάζεται στις γυμνές ρίζες των φυτών. Οι ρίζες του φυτού βρίσκονται σε κλειστό θάλαμο και αιωρούνται. Στα παλαιότερα συστήματα αεροπονίας ο ψεκασμός του θρεπτικού διαλύματος γίνεται με αντλίες και μπεκ, ενώ στα σύγχρονα συστήματα υπερηχητικοί ψεκαστήρες αποθέτουν λεπτά σταγονίδια θρεπτικού διαλύματος και αυτό προσλαμβάνεται καλύτερα από τις ρίζες.



Εικόνες 9-12: Αεροπονία

### **2.4.2.2 Υδροπονική καλλιέργεια σε υποστρώματα**

Η υδροπονική καλλιέργεια σε υποστρώματα είναι αρκετά διαδεδομένη και μπορεί να περιλαμβάνει φυσικά αδρανή υλικά (άμμος, χαλίκια), οργανικά υποστρώματα (τύρφη, φλοιοί δέντρων, άχυρα) ή τεχνητά υποστρώματα όπως ο περλίτης. Τα αδρανή υποστρώματα προσφέρουν μόνο στήριξη και χώρο για να αναπτυχθούν οι ρίζες. Επίσης, τα τεχνητά υποστρώματα χρειάζεται να νη δεσμεύουν τα θρεπτικά συστατικά του διαλύματος, ώστε αυτά να απορροφούνται ελεύθερα από το φυτό. Παρακάτω γίνεται αναφορά στα γενικά χαρακτηριστικά που χρειάζεται να πληρούν τα υποστρώματα καθώς και στα πιο διαδεδομένα υποστρώματα (Κίττας, 2002).

χαρακτηριστικά υποστρωμάτων	κριτήρια επιλογής υποστρωμάτων
<ul style="list-style-type: none"> <li>• αδρανή</li> <li>• καθαρά</li> <li>• απαλλαγμένα από βαρέα μέταλλα και ραδιενεργά στοιχεία</li> <li>• υδρόφιλα</li> <li>• σταθερής ποιότητας</li> <li>• πορώδη</li> <li>• εύκολα στη χρήση</li> <li>• ανθεκτικά στην αποστείρωση</li> <li>• χαμηλού κόστους</li> <li>• χαμηλής πυκνότητας</li> <li>• σταθερής δομής</li> <li>• σταθερού pH</li> <li>• ασυμπίεστα</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• γνώσεις των καλλιεργητών</li> <li>• κόστος</li> <li>• επίδραση στο περιβάλλον</li> <li>• τεχνικό επίπεδο καλλιέργειας</li> <li>• συνθήκες καλλιέργειας</li> <li>• περιθώρια κέρδους</li> </ul>

Χαρακτηριστικά και κριτήρια επιλογής υποστρωμάτων

### Αδρανή υποστρώματα

#### *Πετροβάμβακας (rock wool, stone wool)*

Ο πετροβάμβακας χρησιμοποιείται ευρέως στις υδροπονικές καλλιέργειες, κυρίως στην ανθοκομία και τα κηπευτικά. Πρόκειται για ένα υλικό που παρασκευάζεται τα τελευταία πενήντα χρόνια και χρησιμοποιείται και ως μονωτικό υλικό (θερμομονωτικό και ηχομονωτικό). Συγκεκριμένα, ο πετροβάμβακας προέρχεται από τη σύνθεση τριών διαφορετικών ηφαιστειακών πετρωμάτων, τον ασβεστόλιθο, το

βασάλτη και το γαϊάνθρακα σε αναλογία 1-4-1 (Μαυρογιαννόπουλος, 2005). Ο πετροβάμβακας, ύστερα από την επεξεργασία των παραπάνω πετρωμάτων αποτελείται από λεπτές ίνες (0,005mm) οι οποίες συμπιέζονται σε πλάκες. Κατά την επεξεργασία, προστίθενται ουσίες που αυξάνουν τη διαβρεκτικότητα του υλικού (όπως η Phemolresin) ενώ χρησιμοποιούνται εξαιρετικά υψηλές θερμοκρασίες, που ξεπερνούν τους 1600° C, ώστε το τελικό προϊόν να είναι αποστειρωμένο. Το βασικό πλεονέκτημα της χρήση πετροβάμβακα αφορά στο γεγονός ότι οι πόροι του καταλαμβάνουν το 96% του συνολικού του όγκου με αποτέλεσμα την αυξημένη ικανότητά του να συγκρατεί σχεδόν όλο το χρησιμοποιούμενο θρεπτικό διάλυμα και να απαιτεί ελάχιστη κατανάλωση νερού (Ολύμπιος, 2001).



Εικόνες 13-15: Υποστρώματα πετροβάμβακα

### ***Ελαφρόπετρα***

Η ελαφρόπετρα χρησιμοποιείται τα τελευταία χρόνια ως υπόστρωμα στις υδροπονικές καλλιέργειες όλο και περισσότερο. Πρόκειται για ένα ανόργανο ηφαιστειογενές πέτρωμα που στην ουσία χρησιμοποιείται αυτούσιο, χωρίς επεξεργασία, εκτός ίσως από το πλύσιμο ώστε να απομακρυνθεί η σκόνη. Είναι ένα πολύ ανθεκτικό υλικό που χρησιμοποιείται κυρίως στην καλλιέργεια σε σάκους. Έχει πολύ μεγάλη διάρκεια ζωής, χαμηλή ηλεκτρική αγωγιμότητα και επιτρέπει τον καλό αερισμό των ριζών του φυτού. Έχει χαμηλό κόστος, ενώ ένα βασικό πλεονέκτημα της ελαφρόπετρας είναι ότι είναι πορώδες και υδρόφιλο υλικό και συγκρατεί την υγρασία και τα θρεπτικά συστατικά, απελευθερώνοντάς τα σιγά-σιγά στο φυτό. Ευρεία είναι η χρήση της ελαφρόπετρας σε καλλιέργειες στην Κρήτη (Μανιός, 1993).

Στοιχείο	Χημικός τύπος	Ποσοστό
Οξείδιο του Πυριτίου	Si O <sub>2</sub>	71,91%
Οξείδιο του Αργιλίου	Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	12,66%
Τριοξείδιο του Σιδήρου	Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	1,13%
Οξείδιο του Ασβεστίου	CaO	1,46%
Οξείδιο του Μαγνησίου	MgO	0,32%
Τριοξείδιο του θείου	S <sub>3</sub>	0,03%
Οξείδιο του Καλίου	K <sub>2</sub> O	4,30%
Οξείδιο του Νατρίου	Na <sub>2</sub> O	3,45%
Απώλεια Πυρώσεως		4,53%
Απροσδιόριστα		0,21%
		<b>100,00%</b>

Σύσταση ελαφρόπετρας, πηγή: <http://dalkafoukis.gr/elafropetra/el/view/elafropetra>



Εικόνες 16 & 17: ελαφρόπετρα και υδροπονική καλλιέργεια μαρουλιού σε ελαφρόπετρα

### **Περλίτης**

Ένα ακόμη ηφαιστειακό πέτρωμα που χρησιμοποιείται στις υδροπονικές καλλιέργειες είναι ο περλίτης. Ο ορυκτός ηφαιστειακός περλίτης υπόκειται μια επεξεργασία όπου

μέσω της έκθεσής του σε πολύ υψηλές θερμοκρασίες (πάνω από 1000° C) διογκώνεται. Μάλιστα, ο περλίτης μπορεί να πολλαπλασιάσει 13 φορές τον αρχικό του όγκο. Σχηματίζεται έτσι ένα αφρώδες, κοκκώδες υλικό με πολλούς πόρους και υψηλή ικανότητα συγκράτησης νερού. Έτσι, οι ρίζες των φυτών αερίζονται ενώ συγκρατείται νερό τετραπλάσιο σε σχέση με τον όγκο του υλικού. Το προϊόν διατίθεται σε διάφορα μεγέθη κόκκων και τοποθετείται σε σάκους, γλάστρες και απλώνεται σε υδρορροές.



Εικόνες 18 & 19: Περλίτης και υδροπονική καλλιέργεια σε περλίτη

### **Άμμος**

Η άμμος αποτελεί επίσης ένα διαδομένο υλικό στην υδροπονία. Διακρίνεται με βάση το μέγεθος των κόκκων της σε λεπτή, χοντρή άμμο και σε χαλίκι (διάμετρος πάνω από 2 χιλιοστά). Η καλλιέργεια στην άμμο θεωρείται ότι εξασφαλίζει καλύτερο αερισμό των ριζών των φυτών από ότι η καλλιέργεια σε θρεπτικό διάλυμα (υδροκαλλιέργεια). Η άμμος δεν περιέχει χημικές ουσίες όπως χλωριούχα άλατα, άργιλο ή ανθρακικό ασβέστιο και έτσι δεν επιδρά στις χημικές ιδιότητες των θρεπτικών διαλυμάτων. Συνήθως, η άμμος χρησιμοποιείται σε σάκους ή σε συστήματα καναλιών (Τζωρτζάκης, 2008).

## **Οργανικά υποστρώματα**

### ***Τύρφη***

Η καλλιέργεια σε τύρφη είναι διαδεδομένη, αφού αυτή αποτελεί το βασικό οργανικό υπόστρωμα που χρησιμοποιείται στην υδροπονία. Πρόκειται για ένα φυσικό υλικό, με ξανθό ή μαύρο χρώμα, που προέρχεται από την αποδόμηση της βλάστησης σε υγροτόπους και ελώδεις περιοχές. Η ξανθιά τύρφη προέρχεται από βλάστηση νεότερης ηλικίας και έχει μεγαλύτερη ικανότητα συγκράτησης νερού και αέρα. Κοιτάσματα ξανθιάς τύρφης υπάρχουν κυρίως σε χώρες της Βόρειας Ευρώπης (πχ. Φιλανδία), σε χώρες της Βαλτικής και τη Ρωσία. Η μαύρη τύρφη προέρχεται από κοιτάσματα σε πιο προχωρημένο στάδιο αποσύνθεσης, έχει μικρότερη ικανότητα συγκράτησης νερού και αέρα και στην Ελλάδα τη βρίσκουμε στην Ανατολική Μακεδονία (πχ. Φίλιπποι). Τα κοιτάσματα τύρφης εξορύσσονται και μετά την κατάλληλη επεξεργασία τους συσκευάζονται και είναι έτοιμα για χρήση.

### **Coco soil**

Πρόκειται για ένα οργανικό υλικό που παράγεται από ίνες του φλοιού της καρύδας και κοκκοφοίνικα. Μπορεί να χρησιμοποιηθεί πολλές φορές. Έχει χαμηλή ηλεκτρική αγωγιμότητα, ενώ τοποθετείται συνήθως σε σάκους ή δοχεία. Είναι φιλικό προς το περιβάλλον ενώ δίνει υψηλές αποδόσεις γιατί έχει μεγάλη θρεπτική ικανότητα των φυτών.

### **Άλλα οργανικά υλικά**

Παραπάνω έγινε αναφορά στα πιο ευρέως διαδεδομένα οργανικά υποστρώματα που χρησιμοποιούνται στις υδροπονικές καλλιέργειες. Παρόλα αυτά, υπάρχουν πολλά άλλα υλικά ή μίγματα υλικών που επίσης παρουσιάζουν καλές αποδόσεις. Ο φλοιός του πεύκου αποτελεί ένα από αυτά. Πρόκειται για φλοιό από συγκεκριμένες ποικιλίες πεύκου (*Pinus pinaster* και *Pinus radiata*) ο οποίος μπορεί να είναι λεπτός ή χοντρός. Συνήθως, πάνω από το υπόστρωμα τοποθετείται αποστειρωμένη άμμος ώστε να γίνεται καλύτερη κατανομή του θρεπτικού διαλύματος.

Άλλα οργανικά υλικά που έχουν χρησιμοποιηθεί ως υποστρώματα είναι τα παρακάτω:

- ✓ Πριονίδι
- ✓ Φλοιός ρυζιού
- ✓ Άχυρο
- ✓ Φλοιός βελανιδιάς (με μεγάλη επιτυχία)
- ✓ Επίσης, χρησιμοποιούνται κομποστοποιημένα οργανικά υλικά, όπως:
- ✓ Φύλλα ελιάς
- ✓ Στελέχη και βλαστοί βαμβακιού
- ✓ Κοπριά πουλερικών
- ✓ Προϊόντα ελαιοτριβείων
- ✓ Αμπελόβεργες κ.α.

### **2.4.3 Καλλιέργεια σε σάκους**

Η καλλιέργεια σε σάκους είναι αρκετά διαδεδομένη. Πρόκειται για την υδροπονική καλλιέργεια όπου το υπόστρωμα τοποθετείται σε σάκους πολυαιθυλενίου. Το χρώμα τους είναι μαύρο από τη μια και λευκό από την άλλη. Διακρίνονται δύο είδη σάκων:

Σάκοι μικρού αριθμού φυτών: πρόκειται για σάκους πλάτους 30-40 εκατοστών και μήκους 1 έως 1,5 μέτρα. Σε αυτούς μπαίνουν δύο με τρία φυτά και τοποθετούνται σε γραμμές.

Σάκοι μεγάλου αριθμού φυτών: πρόκειται για σάκους μήκους μέχρι και 20 μέτρα για τη διαμόρφωση των οποίων συρράπτονται μεταξύ τους φύλλα πολυαιθυλενίου.

Η επιλογή του υποστρώματος στους σάκους γίνεται με κριτήρια την καλλιέργεια αλλά και το κόστος. Οι σάκοι τοποθετούνται με ελαφρά κλίση (1,5-3%) ώστε να



αποβάλλεται το διάλυμα, ενώ η στράγγισή τους γίνεται με τη δημιουργία οπών στην κάτω επιφάνειά τους (Μανιός, 1993).

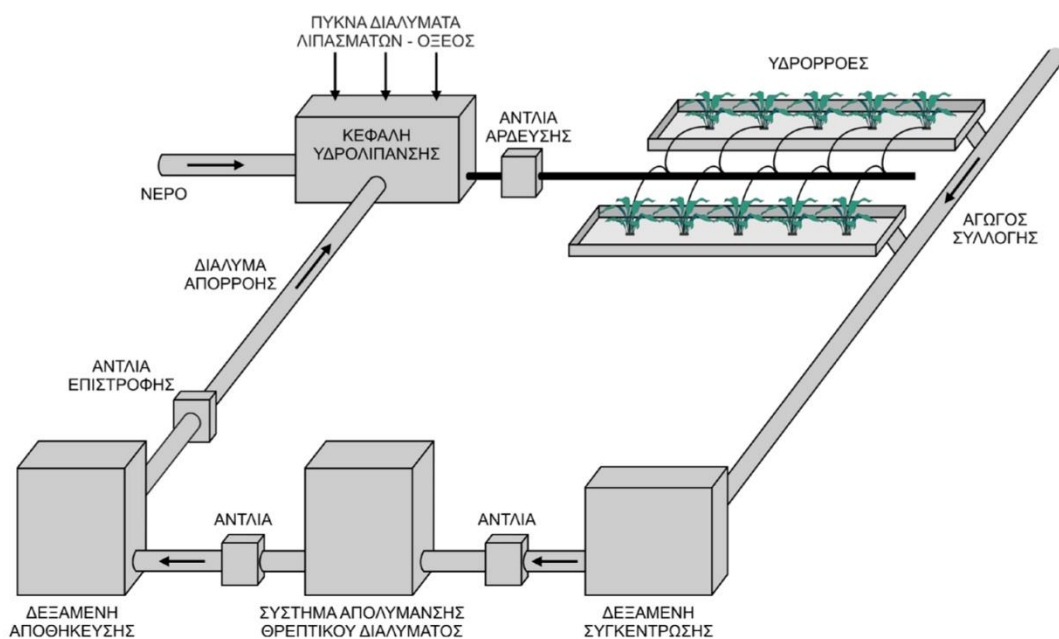


Εικόνες 20 & 21: υδροπονική καλλιέργεια σε σάκους

## Κεφάλαιο 3<sup>ο</sup> : Εξοπλισμός Υδροπονικής καλλιέργειας

Η υδροπονική καλλιέργεια, αφού είναι μια μορφή καλλιέργειας που δεν ακολουθεί το συμβατικό τρόπο (φύτευση στο έδαφος), απαιτεί τη χρήση κατάλληλου εξοπλισμού. Ο εξοπλισμός αφορά κυρίως στην παρασκευή, μεταφορά, εφαρμογή, συγκέντρωση και επαναχρησιμοποίηση (στα κλειστά κυκλώματα) του θρεπτικού διαλύματος. Συγκεκριμένα, ο εξοπλισμός που απαιτείται διακρίνεται στα εξής:

1. Σύστημα παρασκευής θρεπτικού διαλύματος
2. Υδροπονική κεφαλή
3. Σύστημα παροχής του υδροπονικού διαλύματος στα φυτά
4. Σύστημα συλλογής θρεπτικού διαλύματος
5. Δεξαμενή συγκέντρωσης θρεπτικού διαλύματος
6. Υποδοχείς υποστρωμάτων, θρεπτικού διαλύματος και φυτών



### **3.1 Σύστημα παρασκευής θρεπτικού διαλύματος**

Το σύστημα παρασκευής θρεπτικού διαλύματος αποτελείται από δοχεία όπου παρασκευάζονται τα πυκνά διαλύματα. Συνήθως, πρόκειται για τρία δοχεία, τα δύο δοχεία προορίζονται για τα υδατοδιαλυτά λιπάσματα, και περιέχουν εκατονταπλάσιες ποσότητες σε σχέση με αυτές που απαιτούνται για τη θρέψη των φυτών. Το τρίτο δοχείο περιλαμβάνει το οξύ που χρησιμοποιείται για να ρυθμίζει το pH. Τα βασικά χαρακτηριστικά των δοχείων αυτών είναι τα παρακάτω (Κιττας, 2002):

- ✓ Χρειάζεται να είναι κατασκευασμένα από υλικό που δε διαβρώνεται
- ✓ Χρειάζεται να είναι κατασκευασμένα από υλικό που δεν οξειδώνεται
- ✓ Χρειάζεται να είναι κατασκευασμένα από υλικό που δεν επιτρέπει την είσοδο του φωτός
- ✓ Προτείνεται να έχουν σύστημα ανάδευσης
- ✓ Το μέγεθός τους εξαρτάται από το πόσο μεγάλη είναι η υδροπονική καλλιέργεια

Για την παρασκευή του θρεπτικού διαλύματος απαραίτητο είναι το νερό. Χρειάζεται ιδιαίτερη προσοχή ώστε αυτό να είναι καλής ποιότητας και κατάλληλης περιεκτικότητας σε άλατα. Μάλιστα, σε περίπτωση που το διαθέσιμο νερό δεν είναι κατάλληλο, οι γεωπόνοι συστήνουν την αφαλάτωσή του ή τη συλλογή του βρόχινου νερού. Εξάλλου, η ύπαρξη συστήματος φιλτραρίσματος μπορεί να προλάβει την απόφραξη του συστήματος παροχής θρεπτικού διαλύματος.



Εικόνα 23: Σύστημα παρασκευής θρεπτικού διαλύματος

### **3.2 Υδροπονική κεφαλή**

Η υδροπονική κεφαλή (ή κεφαλή υδρολίπανσης) χρησιμοποιείται για την αυτόματη αραιώση των πυκνών διαλυμάτων, αφού τοποθετούνται σε κοινό δοχείο, ώστε να ετοιμαστεί το αραιό θρεπτικό διάλυμα που χρησιμοποιείται για τα φυτά. Η υδροπονική κεφαλή διαθέτει έναν κάδο ανάμειξης όπου τοποθετούνται τα πυκνά διαλύματα και αναμειγνύονται με νερό άρδευσης για να αραιωθούν. Τα πυκνά διαλύματα αντλούνται από τα αρχικά δοχεία με μια δοσομετρική αντλία ή τη χρήση εγχυτήρα Venturi. Προκειμένου το αραιωμένο διάλυμα να έχει τη σωστή αναλογία, κατάλληλο pH και κατάλληλη ηλεκτρική αγωγιμότητα (EC), στο δοχείο ανάμειξης τοποθετούνται αισθητήρες μέτρησης των δύο αυτών παραμέτρων (pH και EC). Τα απαραίτητα όργανα της υδροπονικής κεφαλής είναι τα εξής (Μαυρογιαννόπουλος, 2006):

- ✓ Φίλτρα καθαρισμού του θρεπτικού διαλύματος
- ✓ Μετρητές ροής του θρεπτικού διαλύματος
- ✓ Βαλβίδες αντεπιστροφής
- ✓ Ρυθμιστές πίεσης
- ✓ Πιεσόμετρα
- ✓ Αεροβαλβίδες

Στις σύγχρονες υδροπονικές εγκαταστάσεις όλες οι μετρήσεις γίνονται με τη χρήση ηλεκτρονικών υπολογιστών και υπολογίζονται με ακρίβεια οι συγκεντρώσεις και οι αναλογίες των θρεπτικών συστατικών στα διαλύματα.



Εικόνες 24 & 25: Υδροπονικές κεφαλές

### **3.3 Σύστημα παροχής του υδροπονικού διαλύματος στα φυτά**

Προκειμένου να μεταφερθεί το θρεπτικό διάλυμα στα φυτά, χρησιμοποιούνται αγωγοί πάνω στους οποίους τοποθετούνται τα συστήματα άρδευσης. Πρόκειται στην ουσία για τους αγωγούς που μεταφέρουν και το νερό στην υδροπονική κεφαλή. Οι γραμμές άρδευσης τροφοδοτούνται με θρεπτικό διάλυμα από δευτερεύοντες, μικρότερους σε διάμετρο αγωγούς, κατασκευασμένους από πολυαιθυλένιο. Πάνω στις γραμμές άρδευσης, που επίσης κατασκευάζονται από πολυαιθυλένιο, τοποθετείται το σύστημα άρδευσης που επιλέγεται κάθε φορά. Συνήθως η άρδευση γίνεται με σταγόνες ενώ χρησιμοποιούνται ρυθμιστές πίεσης ώστε να επιτυγχάνεται ομοιομορφία στην άρδευση (Μαυρογιαννόπουλος, 2006).



Εικόνα 26: Σύστημα παροχής του υδροπονικού διαλύματος στα φυτά

### 3.4 Σύστημα συλλογής θρεπτικού διαλύματος

Η συλλογή του θρεπτικού διαλύματος είναι απαραίτητη για την σωστή λειτουργία της υδροπονικής μονάδας. Έτσι, χρειάζεται να τοποθετείται ένα κατάλληλο σύστημα με κανάλια και αγωγούς ώστε να αποστραγγίζεται το θρεπτικό διάλυμα. Σε αυτή τη διαδικασία βοηθά και η κλίση των υποστρωμάτων. Τα κανάλια συλλογής του θρεπτικού διαλύματος καλό είναι καλύπτονται με πλαστικό ώστε να μην έρχονται σε επαφή με το φως του ήλιου και δημιουργείται άλγη (Σάββας, 2007).

### 3.5 Δεξαμενή συγκέντρωσης θρεπτικού διαλύματος

Το θρεπτικό διάλυμα συλλέγεται τελικά σε μία δεξαμενή η οποία χρειάζεται να είναι αρκετά μεγάλη και να είναι κατασκευασμένη από μη τοξικό υλικό. Το ανακυκλούμενο θρεπτικό διάλυμα της απορροής χρειάζεται να απολυμαίνεται πριν χρησιμοποιηθεί ξανά στην καλλιέργεια. Υπάρχουν διάφοροι τρόποι απολύμανσης του απορρέοντος θρεπτικού διαλύματος όπως οι παρακάτω (Γεωπονικό Πανεπιστήμιο Αθηνών, 2017):

- ✓ Παστερίωση μέσω θέρμανσης
- ✓ Απολύμανση μέσω φίλτρων UV (υπεριώδους ακτινοβολίας)
- ✓ Αργή διήθηση μέσω άμμου με χρήση φίλτρου άμμου
- ✓ Χημική απολύμανση του θρεπτικού διαλύματος με την χρήση:
  - Όζοντος ( $O_3$ )
  - Υπεροξειδίου του υδρογόνου ( $H_2O_2$ )
  - Χλωρίου ( $ClO^-$ )

### 3.6 Υποδοχείς υποστρωμάτων, θρεπτικού διαλύματος και φυτών

Οι υποδοχείς των υποστρωμάτων και των φυτών μπορούν να έχουν διάφορες μορφές, ανάλογα με το είδος και το μέγεθος της καλλιέργειας καθώς και το είδος του υποστρώματος. Έτσι, τα υποστρώματα μπορούν να τοποθετηθούν σε σάκους, σε ανοιχτούς αγωγούς (υδρορροές), σε πάγκους, σε γλάστρες, σε καλυμμένο έδαφος ή άλλες ειδικές κατασκευές (Τζωρτζάκης, 2008).



Εικόνες 27-30: Υποδοχείς υποστρωμάτων υδροπονικών καλλιεργειών

## **Κεφάλαιο 4<sup>ο</sup> : Πλεονεκτήματα και μειονεκτήματα Υδροπονικής καλλιέργειας**

Η υδροπονία αναπτύσσεται συνεχώς στις μέρες μας μιας και παρέχει τη δυνατότητα καλλιέργειας σε μέρη όπου η συμβατική καλλιέργεια στο χώμα δεν είναι αποδοτική. Αυτό συμβαίνει γιατί το έδαφος δεν είναι κατάλληλο (άγονο έδαφος, πολύ αλατούχο κ.α.) είτε λόγω άλλων παραγόντων όπως η έλλειψη νερού ή οι περιβαλλοντικές συνθήκες (Τζωρτζάκης, 2008). Ωστόσο, όπως κάθε καλλιέργεια, η υδροπονία παρουσιάζει σημαντικά πλεονεκτήματα και μειονεκτήματα. Παρακάτω γίνεται αναφορά στα περισσότερα από αυτά (Τζωρτζάκης, 2008).

### **4.1 Πλεονεκτήματα για τον καλλιεργητή**

Η υδροπονία παρουσιάζει πλήθος πλεονεκτημάτων για τους καλλιεργητές. Καταρχάς, τους δίνει τη δυνατότητα καλλιέργειας σε περιοχές όπου το νερό είναι ακατάλληλο για καλλιέργεια. Για παράδειγμα, με τον έλεγχο της αγωγιμότητας και του pH δίνονται άμεσα λύσεις και «διορθώνεται» η περιεκτικότητα του νερού σε άλατα. Με την υδροκαλλιέργεια υπάρχει η δυνατότητα απόπλυσης και απομάκρυνσης των ιόντων, έτσι αυτό γίνεται κατάλληλο για χρήση.

Οι παραγωγοί αποφεύγουν βασικές εργασίες της καλλιέργειας σε χώμα, όπως το όργωμα. Ακόμη, όπως αναφέρθηκε παραπάνω, η υδροκαλλιέργεια επιτρέπει στους καλλιεργητές να αναπτύξουν τη συγκεκριμένη δραστηριότητα σε μέρη που είναι χαμηλής γονιμότητας ή δεν υπάρχουν συνθήκες που να ευνοούν την καλλιέργεια σε χώμα. Η υπερεντατική εκμετάλλευση και η μονοκαλλιέργεια οδηγούν σε «κόπωση» του εδάφους, ακόμη και μέσα στα θερμοκήπια και η υδροπονία δίνει λύση και σε αυτό το σημαντικό πρόβλημα. Ένα ακόμη πλεονέκτημα της υδροπονίας για τους καλλιεργητές είναι η αυτοματοποίηση των διαδικασιών άρδευσης και λίπανσης. Έτσι, οι καλλιεργητές εξοικονομούν χρήσιμο χρόνο.

Οι παραγωγοί έχουν απόλυτο έλεγχο της θρέψης των φυτών και της πορείας ανάπτυξής τους, ενώ σε περίπτωση προβλημάτων, μπορούν να επέμβουν άμεσα και εύκολα. Εξάλλου, μπορούν να προσδιορίσουν ακριβώς τις ανάγκες των φυτών σε θρεπτικά συστατικά και να ετοιμάσουν άμεσα τα σωστά διαλύματα. Επίσης, οι ρίζες



του φυτού είναι εμφανείς και μπορούν οι καλλιεργητές να τις ελέγξουν. Τα φυτά δεν επηρεάζονται από παράγοντες όπως η σύσταση του εδάφους ή η δομή του και μπορούν οι παραγωγοί να προσφέρουν ποιοτικά προϊόντα.

Η υδροπονία παρέχει στον καλλιεργητή ένα «καθαρό» περιβάλλον εργασίας, απαλλαγμένο από τις πιθανές δυσμενείς συνθήκες του εξωτερικού περιβάλλοντος. Έτσι, η εργασία γίνεται πιο ευχάριστη και ελκυστική και μπορεί να αποτελέσει μια κερδοφόρα επιλογή για τους νέους ανθρώπους στην εποχή μας.

Η υδροπονία αποτελεί μια πρόσφορη μέθοδο για την εκπαίδευση των ενδιαφερομένων πάνω στην καλλιέργεια και την ανάπτυξη των φυτών, αλλά και για τις ανάγκες της έρευνας πάνω στην καλλιέργεια των φυτών.

Από οικονομική άποψη, η υδροπονία είναι συμφέρουσα για τους καλλιεργητές γιατί οδηγεί σε μεγάλες αποδόσεις. Η καλλιέργεια σε NFT ή σε υποστρώματα βοηθά τη γρήγορη ανάπτυξη των φυτών, κυρίως λόγω των υψηλών θερμοκρασιών που αναπτύσσονται στη ρίζα των φυτών, έτσι οι παραγωγοί μπορούν να έχουν πρώιμες καλλιέργειες και να πετυχαίνουν καλύτερες τιμές. Έχει υπολογιστεί ότι οι υδροπονικές καλλιέργειες αποδίδουν περίπου 20% καλύτερα από τις καλλιέργειες σε γόνιμα εδάφη, ενώ αποδίδουν μέχρι και 50% παραπάνω από τις καλλιέργειες σε «κουρασμένα» εδάφη θερμοκηπίων (Ολύμπιος, 2001). Επίσης, οι καλλιεργητές εξοικονομούν χρήματα από τη μη χρήση φυτοφαρμάκων που θα απαιτούνταν για την αποφυγή των ασθενειών που μεταδίδονται μέσω του εδάφους. Αλλά και τα στοιχεία των θρεπτικών διαλυμάτων και το νερό χρησιμοποιούνται αποδοτικά, χωρίς σπατάλη. Βέβαια, χρειάζεται και στην υδροπονία προσεκτική διαχείριση, έλεγχος του νερού και των υποστρωμάτων, γιατί υπάρχουν περιπτώσεις μετάδοσης ασθενειών. Ακόμη, οι καλλιεργητές μπορούν να αναπτύξουν περισσότερες από μία καλλιέργειες το χρόνο, αφού με την υδροπονία, μπορεί με την ολοκλήρωση της μίας καλλιέργειας αμέσως να γίνει εναλλαγή σε κάποια άλλη. Αυτό έχει σαν αποτέλεσμα την ακόμη μεγαλύτερη απόδοση και οικονομική ωφέλεια των καλλιεργητών.

## **4.2 Πλεονεκτήματα για το περιβάλλον**

Οι τρόποι που χρησιμοποιούνται για την απολύμανση των υποστρωμάτων που χρησιμοποιούνται στην υδροπονία είναι φιλικό προς το περιβάλλον και δεν επηρεάζουν καθόλου το έδαφος της περιοχής όπου γίνεται η καλλιέργεια, αφού αυτό δεν χρησιμοποιείται. Αντίθετα, στις συμβατικές καλλιέργειες η απολύμανση του εδάφους είναι σημαντικό πρόβλημα. Μέχρι πριν λίγα χρόνια χρησιμοποιούνταν για το σκοπό αυτό το βρωμιούχο μεθύλιο, το οποίο επιβάρυνε χημικά το έδαφος και έχει απαγορευθεί (Μαυρογιαννόπουλος, 2006). Επίσης, στην υδροπονία, η σύσταση και η ποσότητα των χημικών και λιπασμάτων που χρησιμοποιούνται είναι πλήρως ελεγχόμενα με αποτέλεσμα να μην επιβαρύνεται το περιβάλλον με περιττά κατάλοιπα. Ακόμη, ένα πολύ σημαντικό πλεονέκτημα της υδροπονικής καλλιέργειας είναι η περιορισμένη χρήση του νερού, αφού χρησιμοποιείται ακριβώς όσο νερό χρειάζεται και στα κλειστά υδροπονικά συστήματα γίνεται ανακύκλωση των διαλυμάτων. Εξάλλου, αφού η επάρκεια του νερού, σε παγκόσμιο επίπεδο, αποτελεί βασική ανησυχία, γίνεται φανερό ότι η υδροπονία θα αποτελέσει στο μέλλον βασικό τρόπο καλλιέργειας των φυτών σε θερμοκήπια. Η κατανάλωση ενέργειας αποτελεί έναν ακόμη βασικό παράγοντα που χρειάζεται στις μέρες ιδιαίτερη προσοχή. Στις υδροπονικές καλλιέργειες χρησιμοποιούνται συστήματα όπου οι ρίζες και το αέριο περιβάλλον θερμαίνονται ξεχωριστά, εξοικονομώντας ενέργεια (Τζωρτζάκης, 2008).

## **4.3 Πλεονεκτήματα για τον καταναλωτή**

Τα προϊόντα υδροπονικής καλλιέργειας παρουσιάζουν πολλά πλεονεκτήματα για τους καταναλωτές. Καταρχάς, πρόκειται για προϊόντα που είναι απαλλαγμένα από ασθένειες του εδάφους και ζιζάνια. Μάλιστα, στη συμβατική καλλιέργεια είναι δύσκολη η απολύμανση του εδάφους, κάτι που γίνεται εύκολα στην υδροπονία με την απολύμανση των υποστρωμάτων ή του υγρού διαλύματος. Επίσης, η υδροπονία παρέχει προϊόντα υψηλής ποιότητας, αφού ελέγχεται πλήρως η χημική σύσταση των διαλυμάτων που χρησιμοποιούνται και οι ρίζες των φυτών προσλαμβάνουν ακριβώς την ποσότητα χημικών και λιπασμάτων που χρειάζονται. Ακόμη, μια πρακτική που

φαίνεται να εξαπλώνεται με γοργούς ρυθμούς τα τελευταία χρόνια, είναι η ανάπτυξη υδροπονικών καλλιεργειών σε αστικές περιοχές (σε βεράντες, ταράτσες κ.α.). Έτσι, μπορούν οι καταναλωτές να γίνουν παραγωγοί των λαχανικών, κυρίως, που καταναλώνουν

#### **4.4 Μειονεκτήματα της υδροπονίας**

Όπως κάθε δραστηριότητα, έτσι και η υδροπονία παρουσιάζει και κάποια μειονεκτήματα τα οποία χρειάζεται να ληφθούν υπόψη στην περίπτωση που κάποιος αποφασίσει να ασχοληθεί με αυτή. Το πρώτο μειονέκτημα αφορά στο κόστος εγκατάστασης. Μια επαγγελματική υδροπονική μονάδα απαιτεί σημαντικά κεφάλαια για την απόκτηση του πάγιου εξοπλισμού που αφορά στην παρασκευή και τροφοδοσία του θρεπτικού διαλύματος. Επίσης, χρειάζεται σημαντικό κεφάλαιο για την απόκτηση των υποστρωμάτων, στην περίπτωση, βέβαια, που χρησιμοποιούνται υποστρώματα. Βέβαια, και στην περίπτωση των συμβατικών καλλιεργειών υπάρχει κόστος, όπως η προετοιμασία και απολύμανση του εδάφους, το οποίο εξοικονομείται στην υδροκαλλιέργεια (Μαυρογιαννόπουλος, 2005).

Στην περίπτωση της υδροπονίας, οι σωστοί ή λανθασμένοι χειρισμοί των καλλιεργητών έχουν άμεση επίδραση στην καλλιέργεια. Έτσι, εάν υπάρξει κάποιος λανθασμένος χειρισμός (πχ. στη σύσταση του θρεπτικού διαλύματος) αυτός θα επηρεάσει άμεσα την καλλιέργεια, με όλες τις δυσμενείς συνέπειες. Πρόκειται, δηλαδή, για έναν τρόπο καλλιέργειας που απαιτεί ιδιαίτερη προσοχή και είναι ευαίσθητο στα λάθη.

Σε σύνδεση με τα παραπάνω, ένας παράγοντας που θα μπορούσε να θεωρηθεί μειονέκτημα είναι η ανάγκη γνώσης βασικών στοιχείων σχετικά με τη φυσιολογία και τη θρέψη των φυτών. Οι καλλιεργητές χρειάζεται να διαθέτουν βασικές γνώσεις ώστε να ετοιμάζουν τα θρεπτικά διαλύματα και να ελέγχουν το περιβάλλον της καλλιέργειας. Βέβαια, η συμβολή των γεωπόνων μπορεί να είναι σημαντική και να καλύπτει την πιθανή έλλειψη γνώσης από τον παραγωγό. Σε κάθε περίπτωση, όμως,

χρειάζεται επιμελής έλεγχος και παρακολούθηση της καλλιέργειας σε όλα της τα στάδια.

Όπως ήδη αναφέρθηκε, στην υδροπονία η εξάπλωση μιας ασθένειας ή μόλυνσης είναι άμεση και χρειάζεται ιδιαίτερη προσοχή, κυρίως στα θρεπτικά διαλύματα που επαναχρησιμοποιούνται στα κλειστά κυκλώματα υδροπονικών καλλιεργειών. Γι' αυτό χρειάζεται να απολυμαίνονται πριν την επαναχρησιμοποίησή τους. Βέβαια, εάν υπάρξει μόλυνση, με αυτό τον τύπο καλλιέργειας είναι εύκολη και άμεση η αντιμετώπιση (Μαυρογιαννόπουλος, 2005).

Οι καλλιεργητές αναφέρουν ένα ακόμη μειονέκτημα της υδροπονίας, ιδιαίτερα στην περίπτωση των ανοιχτών συστημάτων. Πρόκειται για την ανάγκη λίπανσης με συστατικά που στις συμβατικές καλλιέργειες υπάρχουν στο έδαφος, όπως το ασβέστιο. Αυτό, όμως, δεν επηρεάζει τελικά ιδιαίτερα το κόστος αφού απαιτούνται σχετικά μικρές ποσότητες λιπασμάτων λόγω του γεγονότος ότι και το νερό που χρησιμοποιείται στην παρασκευή των διαλυμάτων περιέχει ασβέστιο.

#### **4.5 Συμπεράσματα**

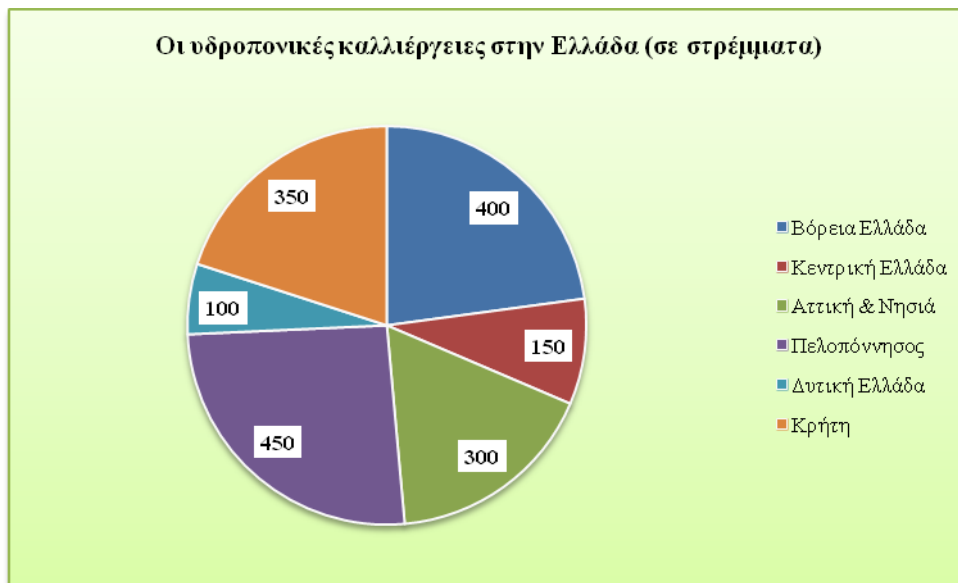
Αφού παρουσιάστηκαν τα πλεονεκτήματα και τα μειονεκτήματα της υδροπονικής καλλιέργειας γίνεται κατανοητό ότι πρόκειται για μια μορφή καλλιέργειας η οποία κερδίζει συνεχώς υποστηρικτές και αναπτύσσεται παγκοσμίως, αφού χρησιμοποιεί μεθόδους φιλικές προς το περιβάλλον και συμβάλλει στην εξοικονόμηση φυσικών πόρων. Παρόλα αυτά, η απόφαση ενασχόλησης με τη συγκεκριμένη μέθοδο πρέπει να γίνεται συνειδητά αφού απαιτείται σωστή οργάνωση, γνώση και τήρηση των προδιαγραφών και κανόνων που απαιτούνται. Η τεχνογνωσία αποτελεί βασική προϋπόθεση στην υδροπονική καλλιέργεια και σε περίπτωση που οι ίδιοι οι καλλιεργητές δεν τη διαθέτουν, χρειάζεται να συνεργάζονται με ειδικούς και γεωπόνους.

## Κεφάλαιο 5<sup>ο</sup>: Σύγχρονες τάσεις στις υδροπονικές καλλιέργειες στην Ελλάδα

Στην Ελλάδα η υδροπονία αναπτύσσεται μόλις τα τελευταία χρόνια, κυρίως σε θερμοκήπια όπου παράγονται κηπευτικά και άνθη. Σύμφωνα με τα διαθέσιμα στοιχεία από το Διεθνές Κέντρο Έρευνας και Εκπαίδευσης για την Βιωσιμότητα IRTC (International Research & Training Center for Sustainability), στην Ελλάδα καλλιεργούνται 1750 στρέμματα με υδροπονικές μεθόδους και αφορούν τόσο στην καλλιέργεια κηπευτικών όσο και ανθέων. Συγκεκριμένα, καλλιεργούνται 1450 στρέμματα με κηπευτικά και 300 με άνθη. Δεδομένου ότι το σύνολο των καλλιεργούμενων εκτάσεων στην Ελλάδα ανέρχεται σε 36.600 στρέμματα (αροτραίες καλλιέργειες, κηπευτική γη και μόνιμες καλλιέργειες), (ΕΛ.ΣΤΑΤ., 2018), οι υδροπονικές καλλιέργειες καλύπτουν το 5% περίπου των καλλιεργούμενων εκτάσεων. Από αυτές 400 περίπου στρέμματα καλλιεργούνται στη Βόρεια Ελλάδα, 150 στρέμματα στην Κεντρική Ελλάδα, 300 στρέμματα στην Αττική και τα Νησιά, 450 στρέμματα στην Πελοπόννησο, 100 στρέμματα στη Δυτική Ελλάδα και 350 στρέμματα στην Κρήτη. Τα στοιχεία αυτά φαίνονται αναλυτικά στον παρακάτω πίνακα και το αντίστοιχο διάγραμμα.

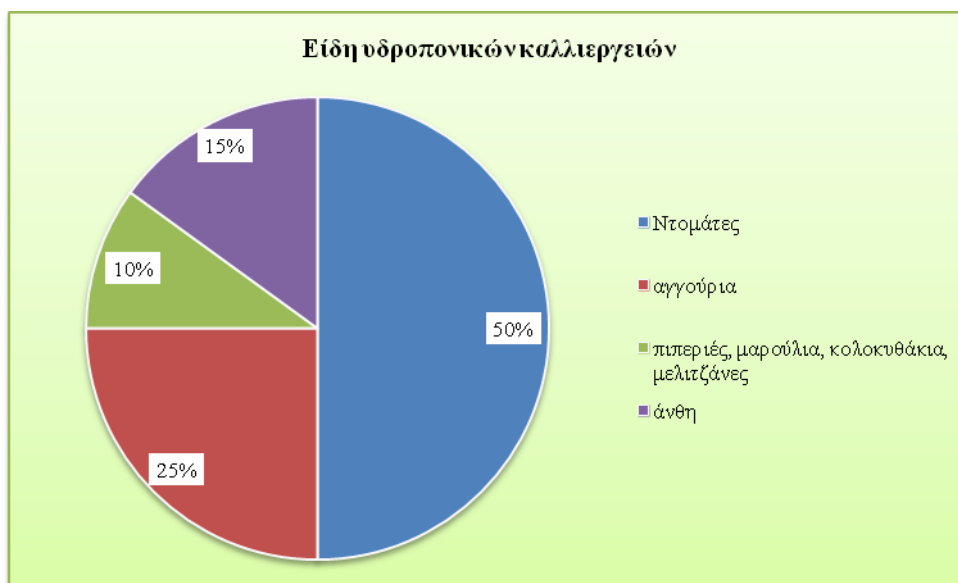
Οι υδροπονικές καλλιέργειες στην Ελλάδα (σε στρέμματα)	
Περιοχή	Αριθμός στρεμμάτων
Βόρεια Ελλάδα	400
Κεντρική Ελλάδα	150
Αττική & Νησιά	300
Πελοπόννησος	450
Δυτική Ελλάδα	100
Κρήτη	350
<b>Σύνολο</b>	<b>1750</b>

Πηγή: [www.luciafarm.gr](http://www.luciafarm.gr) (2018)



Οι υδροπονικές καλλιέργειες στην Ελλάδα σε στρέμματα

Όσο αφορά στα είδη των φυτών που καλλιεργούνται, η ντομάτα αποτελεί το κατεξοχήν κηπευτικό υδροπονικής καλλιέργειας, αφού καλύπτει τις μισές περίπου εκτάσεις. 25% των εκτάσεων περιλαμβάνουν καλλιέργειες αγγουριού, 10% των εκτάσεων περιλαμβάνουν πιπεριές, μαρούλια, κολοκύθια και μελιτζάνες ενώ το 15% των καλλιεργούμενων εκτάσεων καλύπτονται με άνθη (ζέρμπες, γαρύφαλλα, χρυσάνθεμα και γυσοφίλες), ([www.luciafarm.gr](http://www.luciafarm.gr), 2018).



Είδη υδροπονικών καλλιεργειών στην Ελλάδα

## 5.1 Επαγγελματικές καλλιέργειες

Στην Ελλάδα, υπάρχουν μεγάλες θερμοκηπιακές μονάδες ιδιωτών επαγγελματιών οι οποίες χρησιμοποιούν σύγχρονες μεθόδους υδροπονικής καλλιέργειας.

Συγκεκριμένα, τα οργανωμένα συγκροτήματα που παράγουν προϊόντα υδροπονικής καλλιέργειας με χρήση σύγχρονων μεθόδων είναι τα παρακάτω (yraithros.gr, 2017):

- **Όμιλος ΙΤΑ «Πιπερίες Δράμας»**

Η εταιρία έχει αναπτύξει ένα σύγχρονο και πρωτοποριακό έργο, μια Υαλόφρακτη μονάδα 100 στρεμμάτων για τη θέρμανση της οποίας χρησιμοποιείται ενσωματωμένος Σταθμός Συμπαράγωγής ηλεκτρισμού και θερμότητας με καύσιμο φυσικό αέριο (ita-sa.gr). Παράγονται διάφορες ποικιλίες πιπεριές που εξάγονται σε πάνω από 10 ευρωπαϊκές χώρες. Χρησιμοποιούνται υπερσύγχρονα, αυτοματοποιημένα συστήματα υδροκαλλιέργειας, η οποία γίνεται σε αδρανές υπόστρωμα. Το κόστος του έργου υπολογίζεται σε 19 εκατ. Ευρώ.



Εικόνες 31-33: Οι εγκαταστάσεις της επιχείρησης ΙΤΑ «Πιπερίες Δράμας»

- **Wonderplant**

Η επιχείρηση βρίσκεται στην Πετρούσα Δράμας και παράγει και συσκευάζει ντομάτες που προέρχονται από 329.000 ντοματιές σε 66.000 γραμμές φύτευσης. Για το σκοπό αυτό διαθέτει 120 στρέμματα υαλόφρακτου θερμοκηπίου ([www.wonderplant.gr](http://www.wonderplant.gr)). Η χρήση της υδροπονικής μεθόδου επιτρέπει την παραγωγή για εννέα μήνες το χρόνο, ενώ εξοικονομούνται σημαντικές ποσότητες νερού. Η επιχείρηση αξιοποιεί τη θερμική ενέργεια και τα καυσαέρια διοξειδίου του άνθρακα του φυσικού αερίου που χρησιμοποιεί ως καύσιμο. Η επένδυση της επιχείρησης ανέρχεται σε 30 εκατ. ευρώ.



Εικόνες 34-36: Οι εγκαταστάσεις της επιχείρησης Wonderplant

- **Lucia farm**

Η επιχείρηση Lucia Farm βρίσκεται στην Αλεξάνδρεια Ημαθίας. Καλλιεργεί ντομάτες σε γυάλινο θερμοκήπιο 100 στρεμμάτων με τη μέθοδο της υδροπονίας ([www.luciafarm.gr](http://www.luciafarm.gr)). Η καλλιέργεια γίνεται σε αδρανή υποστρώματα



υαλοβάμβακα. Αναπτύσσονται με αυτή τη μέθοδο 500.000 φυτά και παράγονται 5.200 τόνοι ντομάτας ετησίως. Στο θερμοκήπιο χρησιμοποιείται σύστημα συμπαραγωγής ηλεκτρισμού και θερμότητας ενώ το διοξείδιο του άνθρακα που παράγεται καταναλώνεται από τα φυτά και δεν ρυπαίνει το περιβάλλον. Η ηλεκτρική ενέργεια που παράγεται χρησιμοποιείται για τις ανάγκες της κωμόπολης.



Εικόνες 37-39: Οι εγκαταστάσεις & τα προϊόντα της επιχείρησης Lucia Farm

#### ▪ **Θερμοκήπια Θράκης**

Πρόκειται για μια επιχείρηση που διαθέτει 140 στρέμματα σύγχρονων θερμοκηπίων όπου, από το 2013 καλλιεργούνται κηπευτικά με μεθόδους ολοκληρωμένης διαχείρισης. Η επιχείρηση χρησιμοποιεί τη γεωθερμία για τη θέρμανση των εγκαταστάσεων, ενώ με τη μέθοδο της υδροπονίας παράγει τα προϊόντα σε αυτόνομους καλλιεργητικούς θαλάμους και εναλλάσσει τις καλλιέργειες ανά εποχή καταφέροντας να έχει παραγωγή όλο το χρόνο. Αξίζει να σημειωθεί ότι στη Θράκη και γενικότερα στη Βόρεια Ελλάδα, υπάρχουν γεωθερμικά πεδία που η

χρησιμοποίησή τους βοηθά στην εξοικονόμηση ενέργειας. Πρόκειται για μια ανανεώσιμη πηγή ενέργειας που η χρήση της έχει αντικαταστήσει το πετρέλαιο και συμβάλλει στην προστασία του περιβάλλοντος και την αειφόρο ανάπτυξη. Τα Θερμοκήπια Θράκης λειτουργούν εξολοκλήρου με εκμετάλλευση της γεωθερμίας ([www.thracegreenhouses.com](http://www.thracegreenhouses.com)).

Τα προϊόντα που παράγει η επιχείρηση είναι διάφορες ποικιλίες ντομάτας και αγγουριού.



Εικόνες 40-42: Οι εγκαταστάσεις της επιχείρησης Θερμοκήπια θράκης

#### ▪ **Selecta-One**

Η Selecta One είναι μια γερμανική επιχείρηση που πρόσφατα, σε συνεργασία με δύο ελληνικές επιχειρήσεις, ξεκίνησε την παραγωγή ανθοκομικών στη Χρυσούπολη Καβάλας. Η επιχείρηση χρησιμοποιεί τη γεωθερμία και έχει αναπτύξει 35 στρέμματα θερμοκηπίων όπου παράγονται έρριζα μοσχεύματα καλλωπιστικών φυτών που εξάγονται σχεδόν εξολοκλήρου στην Ιταλία – κυρίως – αλλά και σε άλλες χώρες ([www.selecta-one.com](http://www.selecta-one.com)). Η επιχείρηση χρησιμοποιεί υπερσύγχρονες μεθόδους παραγωγής και έχει ήδη επενδύσει 7 εκατ.ευρώ.



Εικόνες 43-45: Οι εγκαταστάσεις της επιχείρησης Selecta One

- **Γεωργική Ανάπτυξη ΑΕΕ**

Η επιχείρηση Γεωργική Ανάπτυξη ΑΕΕ βρίσκεται στην Πελοπόννησο, στα Φιλιατρά, και διαθέτει θερμοκήπια 45 στρεμμάτων όπου, από το 2009, παράγει ντομάτες και αγγούρια με τη μέθοδο της υδροπονίας σε τεχνικά υποστρώματα πετροβάμβακα. Η ετήσια παραγωγή φτάνει τους 1.800 τόνους. Η επιχείρηση επίσης παράγει επίσης περίπου 3 εκατ. σπορόφυτα κηπευτικών και λαχανικών για υπαίθριες και θερμοκηπιακές καλλιέργειες το χρόνο ενώ χρησιμοποιεί σύγχρονες, πιστοποιημένες μεθόδους παραγωγής (geoana.gr).



Εικόνες 46-49: Οι εγκαταστάσεις της επιχείρησης Γεωργική Ανάπτυξη ΑΕΕ

- **ΑΓΑΝ ΜΟΝΟΠΡΟΣΩΠΗ ΕΠΕ**

Πρόκειται για μια σύγχρονη επιχείρηση που ιδρύθηκε το 2012 και βρίσκεται στη Μεσσήνη Μεσσηνίας και διαθέτει 43 στρέμματα θερμοκηπιακής καλλιέργειας ντομάτας με τη μέθοδο της υδροπονίας. Χρησιμοποιούνται υποστρώματα πετροβάμβακα, ενώ η επικονίαση των καρπών γίνεται με τη χρήση βομβίνων, με φυσικό τρόπο. η επιχείρηση χρησιμοποιεί σύγχρονα υδροπονικά συστήματα, όπως το πότισμα με σταλάκτες που γίνεται αυτόματα και επιτρέπει τη λήψη των κατάλληλων ποσοτήτων νερού από τα φυτά. Επίσης, το νερό ανακυκλώνεται έτσι ώστε να γίνεται η ελάχιστη κατανάλωση. Η συγκομιδή γίνεται δύο φορές την εβδομάδα ([www.greektomato.gr](http://www.greektomato.gr)).



Εικόνες 50-52: Οι εγκαταστάσεις & τα προϊόντα της επιχείρησης ΑΓΑΝ

- **FraoulaBest**

Πρόκειται για ένα σύστημα υδροπονικής καλλιέργειας φράουλας το οποίο είναι πρωτοποριακό διεθνώς και έχει βραβευτεί ([gr.fraoulabest.com](http://gr.fraoulabest.com)). Το σύστημα αυτό χρησιμοποιείται από μονάδες παραγωγής στη Μανωλάδα, τη Ρόδο, την Πιερία και την Κρήτη. Οι φράουλες αναπτύσσονται ένα μέτρο πάνω από το έδαφος ενώ χρησιμοποιούνται υποστρώματα πετροβάμβακα και γίνεται εξοικονόμηση περίπου 30% στη χρήση του νερού.



Εικόνες 53-57: Υδροπονικές καλλιέργειες φράουλας με τη μέθοδο Fraoulabest

#### ▪ Επιχειρήσεις στην Κρήτη

Στην Κρήτη, ιδιαίτερα στην Ιεράπετρα αλλά και σε άλλες περιοχές η καλλιέργεια σε θερμοκήπια είναι ευρέως διαδεδομένη. Το κλίμα της περιοχής επιτρέπει την χαμηλή κατανάλωση ενέργειας αλλά και την καλλιέργεια όλο το χρόνο. Τα τελευταία χρόνια αναπτύσσονται στο νησί υδροπονικές καλλιέργειες κηπευτικών και σπορόφυτων με σύγχρονες μεθόδους. Κάποιες αξιόλογες προσπάθειες αναφέρονται ενδεικτικά.

*Ταμπάκης Α.Ε.Η* επιχείρηση βρίσκεται στην Ιεράπετρα της Κρήτης και διαθέτει 50 στρέμματα υδροπονικών καλλιεργειών κηπευτικών (ντομάτα, αγγούρι, πιπεριά, μελιτζάνα) σε υποστρώματα. Χρησιμοποιούνται σύγχρονες καλλιεργητικές μέθοδοι ενώ η εταιρία διαθέτει σχετικές πιστοποιήσεις ([www.tampakisveg.gr](http://www.tampakisveg.gr)).



Εικόνες 58-61: Υδροπονικές εγκαταστάσεις & προϊόντα της επιχείρησης Ταμπάκης

*Χατζάκης.* Η υδροπονική μονάδα του κ. Χατζάκη βρίσκεται στην Ιεράπετρα της Κρήτης και είναι από τις παλαιότερες, αφού ασχολείται με την υδροπονική καλλιέργεια σε πετροβάμβακα από το 1998 ([www.agronews.gr](http://www.agronews.gr)).



Εικόνα 62: Υδροπονικές εγκαταστάσεις της επιχείρησης Χατζάκης

*Σιαμαντούρος Α.Ε.* Πρόκειται για μια σύγχρονη υδροπονική εγκατάσταση στο Ν. Ηρακλείου που καλύπτει 25 στρέμματα κηπευτικών και ανθοκομικών. Κυρίως καλλιεργούνται ντομάτες σε κλειστό κύκλωμα υδροπονίας όπου οι απορροές του θρεπτικού διαλύματος επαναχρησιμοποιούνται εξοικονομώντας σημαντικές ποσότητες νερού, κάτι που είναι πολύ σημαντικό για το νησί. Η επένδυση είναι ύψους 1,5 εκατ. ευρώ ([www.agronews.gr](http://www.agronews.gr)).



Εικόνες 63-64: Υδροπονικές εγκαταστάσεις & προϊόντα της επιχείρησης Σιαμαντούρος ΑΕ

*AGRIS AE*. Πρόκειται για μονάδα παραγωγής σπορόφυτων στην Ιεράπετρα της Κρήτης. Η επένδυση για τη δημιουργία των υδροπονικών εγκαταστάσεων ανέρχεται σε 1,7 εκατ. ευρώ.



Εικόνες 65-67: Υδροπονικές εγκαταστάσεις & προϊόντα της επιχείρησης AGRIS AE

- **Ελληνικά Θερμοκήπια ΑΕ (Tomaccini)**

Πρόκειται για μια πρωτοπόρα ιδέα που προωθεί την κατανάλωση της ντομάτας ως σνακ. Η επιχείρηση βρίσκεται στη Σάμο και παράγει τοματίνια με τη μέθοδο της υδροπονικής καλλιέργειας προωθώντας τα ως «το ιδανικό σνακ» για τα παιδιά και τους ενήλικες ([www.tomaccini.gr](http://www.tomaccini.gr)). Πρόκειται για μικρόκαρπη, υδροπονική ντομάτα της ποικιλίας *angel* που παράγεται για πρώτη φορά στην Ελλάδα.



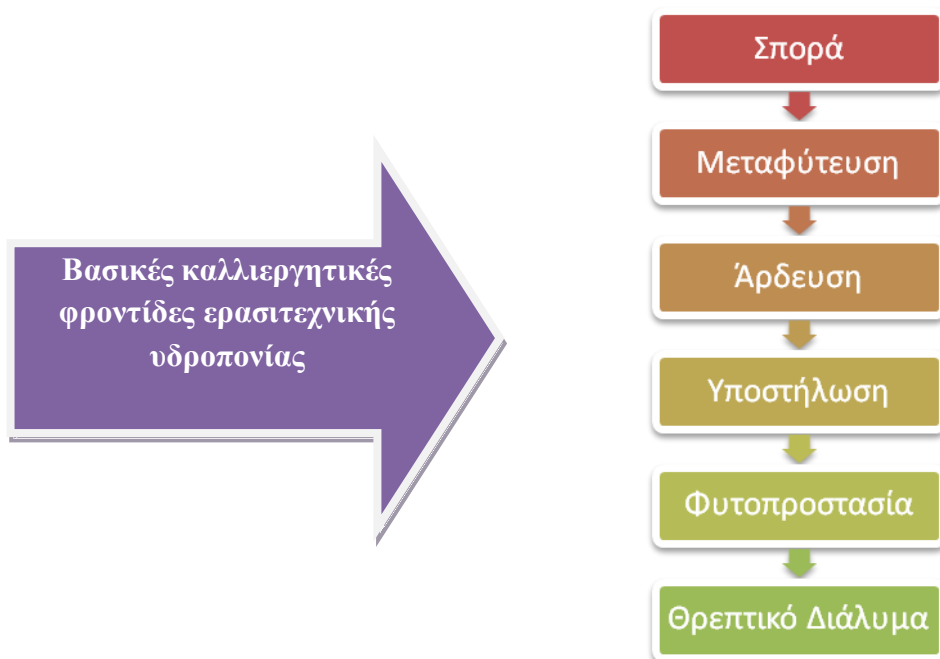
Εικόνες 68-70: Τα προϊόντα tomaccini της επιχείρησης Ελληνικά θερμοκήπια ΑΕ

Παραπάνω έγινε μια προσπάθεια παρουσίασης των κυριότερων επιχειρήσεων στην Ελλάδα που έχουν αναπτύξει υδροπονικές καλλιέργειες. Γίνεται φανερό ότι στη χώρα μας οι μεγάλες επενδύσεις έχουν γίνει κυρίως στη Βόρεια Ελλάδα όπου η γεωθερμία επιτρέπει τη εξοικονόμηση ενέργειας και τη χρήση Ολοκληρωμένων μεθόδων διαχείρισης. Η Πελοπόννησος και η Κρήτη αποτελούν επίσης δύο περιοχές όπου υπάρχουν υδροπονικές καλλιέργειες.

## **5.2 Ερασιτεχνικές Υδροπονικές καλλιέργειες**

Τα τελευταία χρόνια οι υδροπονικές καλλιέργειες κερδίζουν έδαφος. Η ερασιτεχνική υδροπονία αφορά σε καλλιέργειες μικρής κλίμακας που αναπτύσσονται σε μπαλκόνια, ταράτσες ή άλλα μέρη ιδιωτικής χρήσης. Στην ερασιτεχνική υδροπονική καλλιέργεια χρησιμοποιούνται έτοιμα θρεπτικά διαλύματα ενώ διατίθεται στην αγορά απλά συστήματα που ελέγχουν το pH, την ηλεκτρική αγωγιμότητα, το οξυγόνο κ.α. ([www.υδροπονία.gr](http://www.υδροπονία.gr)). Οι βασικές καλλιεργητικές φροντίδες που απαιτούνται στην ερασιτεχνική υδροπονία φαίνονται στο παρακάτω σχήμα:

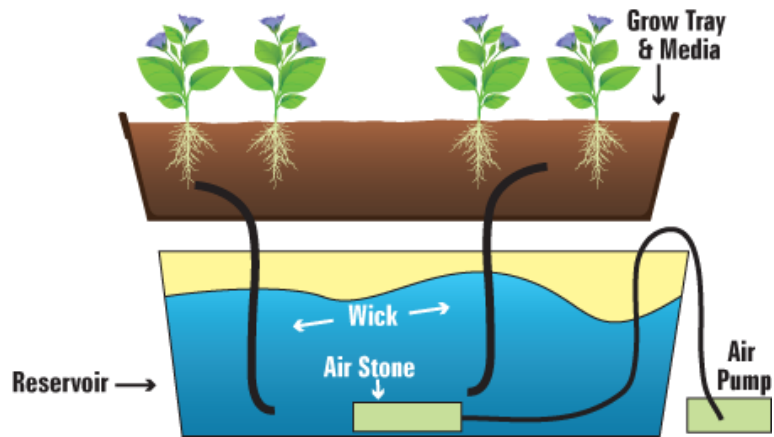




Τα υδροπονικά συστήματα που χρησιμοποιούνται στην ερασιτεχνική υδροπονία μοιάζουν με αυτά που χρησιμοποιούν οι επαγγελματίες, αλλά είναι πολύ πιο απλά και αναπτύσσονται σε μικρότερη έκταση. Συγκεκριμένα, τα συστήματα που χρησιμοποιούνται είναι τα ακόλουθα (Sorenson & Relf, 1996):

- **Παθητικό σύστημα με κορδόνια:**

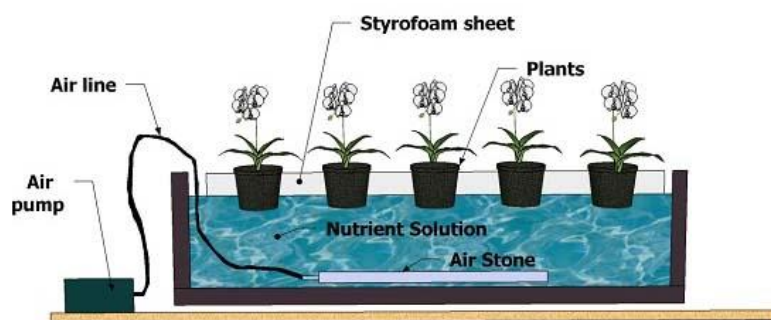
Πρόκειται για ένα απλό σύστημα που αποτελείται από μια δεξαμενή στο κάτω μέρος, όπου βρίσκεται το θρεπτικό διάλυμα, και το υπόστρωμα που βρίσκεται πάνω από τη δεξαμενή. Τα κορδόνια διοχετεύουν το θρεπτικό διάλυμα στο υπόστρωμα.



Εικόνα 71: Παθητικό σύστημα ερασιτεχνικής υδροπονίας με κορδόνια

- *Σύστημα επιπλέουσας υδροπονίας:*

Πρόκειται για ένα σύστημα που μπορεί να φτιαχτεί χρησιμοποιώντας ένα απλό ενυδρείο. Είναι ένα υδροπονικό σύστημα κλειστού τύπου όπου τα φυτά αναπτύσσονται σε ένα αφρώδες υλικό που επιπλέει πάνω στο θρεπτικό διάλυμα. Με τη βοήθεια μια αντλίας αέρα δημιουργούνται στο θρεπτικό διάλυμα φυσαλίδες που παρέχουν το οξυγόνο που χρειάζονται οι ρίζες, το σύστημα αυτό είναι ιδανικό για την καλλιέργεια μαρουλιού.



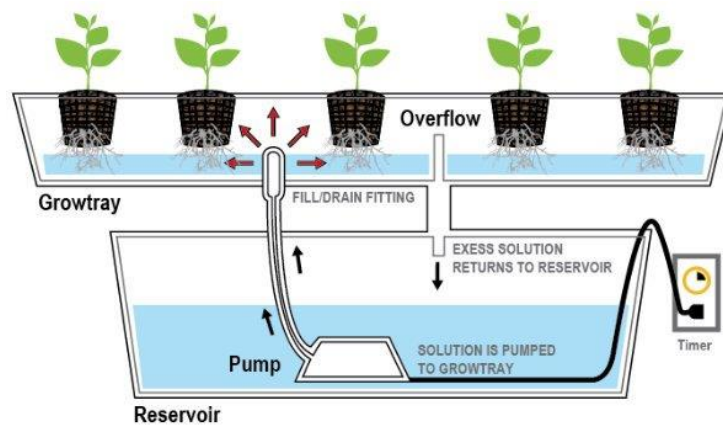
Εικόνα 72: Ερασιτεχνικό σύστημα επιπλέουσας υδροπονίας



Εικόνα 73: Ερασιτεχνικό σύστημα επιπλέουσας υδροπονίας σε ενυδρείο

- **Σύστημα πλημμυρίδας και άμπωτης:**

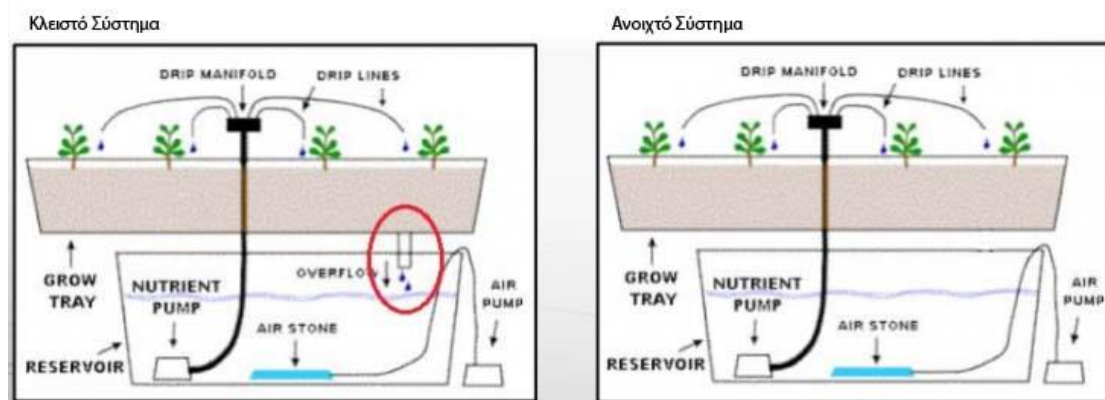
Πρόκειται για ένα σύστημα όπου ο χώρος ανάπτυξης των φυτών υπερχειλίζει με θρεπτικό διάλυμα, ώστε να τραφούν τα φυτά, και ύστερα το διάλυμα επιστρέφει στη δεξαμενή που βρίσκεται κάτω από τα φυτά, τα οποία με τη σειρά τους αναπτύσσονται σε αδρανή υποστρώματα. Συνήθως, χρησιμοποιούνται μικροί υποδοχείς, ο καθένας με το κατάλληλο υπόστρωμα.



Εικόνα 74: Ερασιτεχνικό σύστημα υδροπονίας πλημμυρίδας και άμπωτης

- **Χρήση στερεών υποστρωμάτων με στάγδην άρδευση**

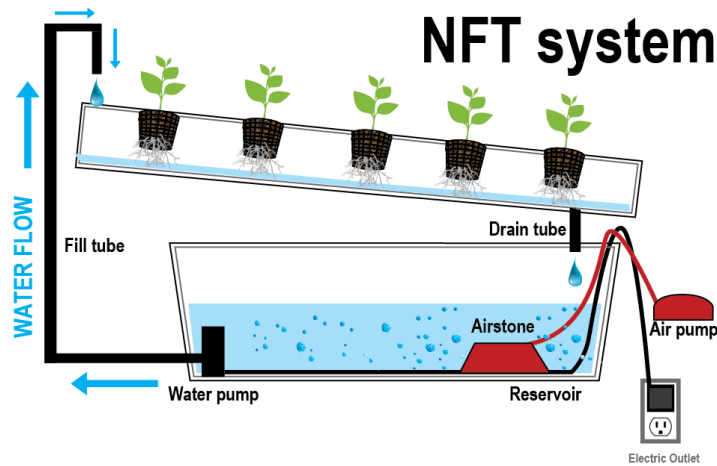
Στην περίπτωση του συστήματος αυτού το θρεπτικό διάλυμα βρίσκεται πάλι σε μια δεξαμενή κάτω από το υπόστρωμα και με τη βοήθεια ενός χρονοδιακόπτη και μιας υποβρύχιας αντλίας χορηγείται το θρεπτικό διάλυμα στα φυτά, σε τακτά χρονικά διαστήματα. Το σύστημα αυτό μπορεί να είναι ανοιχτό ή κλειστό.



Εικόνες 74 -75: Κλειστό & ανοιχτό ερασιτεχνικό σύστημα υδροπονίας με τη χρήση στερεών υποστρωμάτων με στάγδην άρδευση

- **Καλλιέργεια σε NTF**

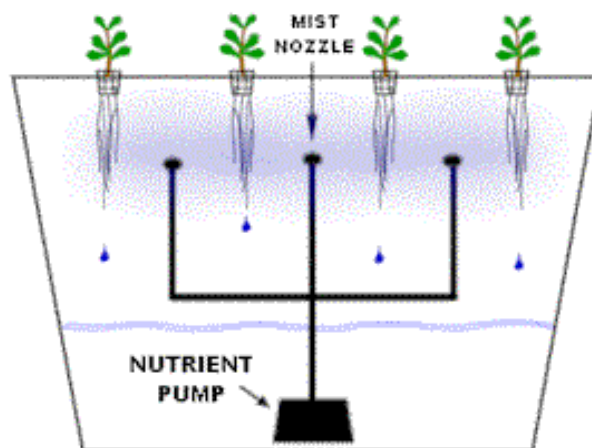
Η καλλιέργεια σε λεπτό στρώμα θρεπτικού διαλύματος είδαμε ήδη ότι χρησιμοποιείται ευρέως στην επαγγελματική υδροπονία. Στην περίπτωση της ερασιτεχνικής υδροπονίας το σύστημα είναι πιο απλοποιημένο, έχει όμως την ίδια φιλοσοφία. Πρόκειται για ένα κλειστού τύπου σύστημα όπου η ροή του θρεπτικού διαλύματος είναι συνεχής. Συγκεκριμένα, χρησιμοποιείται μια αντλία που προωθεί συνεχώς το θρεπτικό διάλυμα στις ρίζες, ενώ ο χώρος ανάπτυξης των φυτών έχει μικρή κλίση για να διευκολύνει τη συνεχή ροή του διαλύματος. Στη μέθοδο αυτή δεν χρησιμοποιείται υπόστρωμα.



Εικόνα 76: Ερασιτεχνικό σύστημα υδροπονίας σε NFT

- *Αεροπονία:*

Πρόκειται για το πιο εξελιγμένο σύστημα που μπορεί κάποιος να χρησιμοποιήσει στην ερασιτεχνική υδροπονία. Στην περίπτωση αυτή, όπως έχει ήδη αναφερθεί, οι ρίζες κρέμονται στον αέρα και η θρέψη γίνεται μέσω ενός νέφους θρεπτικού διαλύματος, ανά τακτά χρονικά διαστήματα λίγων λεπτών. Η θρέψη διαρκεί για δευτερόλεπτα ενώ ένας χρονοδιακόπτης και μια αντλία αέρα χρησιμοποιούνται για την παροχή του νέφους διαλύματος.



Εικόνα 77: Ερασιτεχνικό σύστημα αεροπονίας

## ***Εξοπλισμός***

Ο εξοπλισμός που χρησιμοποιείται για τις ανάγκες της ερασιτεχνικής υδροπονικής καλλιέργειας εξαρτάται από το σύστημα που επιλέγει ο καλλιεργητής. Όταν χρησιμοποιούνται στερεά υποστρώματα αυτά μπορούν να τοποθετηθούν σε δοχεία μιας ή παραπάνω θέσεων. Επίσης, χρησιμοποιούνται δεξαμενές ανάμιξης των διαλυμάτων. Για τις υδατοκαλλιέργειας και την αεροπονία χρησιμοποιείται ανάλογος εξοπλισμός, προσαρμοσμένος στις ανάγκες του χώρου αλλά και τη μέθοδο που χρησιμοποιείται κάθε φορά ([www.aeroponics.gr](http://www.aeroponics.gr)).



Εικόνα 78: Εξοπλισμός ερασιτεχνικής υδροπονίας

Στην Ελλάδα η ερασιτεχνική υδροπονία δεν είναι διαδεδομένη αν και υπάρχουν προσπάθειες αρκετών ιδιωτών τα τελευταία χρόνια προς αυτή την κατεύθυνση ([www.hydroponics.teikal.gr](http://www.hydroponics.teikal.gr)). Εξάλλου, το κλίμα της χώρας ευνοεί τέτοιες προσπάθειες.



Εικόνες 79-82: Ερασιτεχνικές υδροπονικές καλλιέργειες

### 5.3 Βιωσιμότητα

Η βιωσιμότητα αποτελεί στις μέρες μας βασική απαίτηση της κοινωνίας των πολιτών. Η υπερεκμετάλλευση των φυσικών πόρων, η χρήση χημικών ουσιών στις καλλιέργειες, η υπερκατανάλωση νερού, η μόλυνση του υδροφόρου ορίζοντα είναι κάποια μόνο από τα προβλήματα που έχει δημιουργήσει η ανθρώπινη δραστηριότητα. Έτσι, στις μέρες μας υπάρχει μια αυξανόμενη τάση, τόσο των επιχειρήσεων όσο και των πολιτών προς τη χρήση μεθόδων καλλιέργειας που να σέβονται το περιβάλλον και τον άνθρωπο. Έτσι χρησιμοποιούνται όλο και περισσότερο συστήματα και μέθοδοι που συμβάλλουν στη βιωσιμότητα και την αειφόρο ανάπτυξη.

Η υδροπονία αποτελεί μια μέθοδο που είναι σύμφωνη με τις αρχές της βιωσιμότητας. Όπως φάνηκε τόσο από την ανάλυση των συστημάτων των υδροπονικών καλλιεργειών αλλά και από την παρουσίαση των επιχειρήσεων που εφαρμόζουν την

υδροπονία, η βιωσιμότητα αποτελεί βασική αρχή. Οι πρακτικές που συνδέονται με την υδροπονία και συμβάλλουν στη βιωσιμότητα είναι οι εξής:

- Χρήση όσο το δυνατό μικρότερων ποσοτήτων νερού. Η υδροπονία, ως μέθοδος, χρησιμοποιεί ελάχιστες ποσότητες νερού, σε σχέση με τις συμβατικές καλλιέργειες. Στην περίπτωση, μάλιστα, των κλειστών κυκλωμάτων όπου το θρεπτικό διάλυμα επαναχρησιμοποιείται, η εξοικονόμηση νερού είναι μεγαλύτερη.
- Στην Ελλάδα, οι επιχειρήσεις, όπως αναφέρθηκε παραπάνω, χρησιμοποιούν πηγές ενέργειας, όπως η γεωθερμία ενώ σε πολλές περιπτώσεις παράγουν επιπλέον ενέργεια, συμβάλλοντας έτσι σημαντικά στην εξοικονόμηση της.
- Όταν η υδροπονία χρησιμοποιείται σωστά, με τη συμβολή επιστημόνων και την κατάλληλη τεχνολογία, αποτελεί έναν τρόπο καλλιέργειας που απαιτεί μικρότερες ποσότητες λίπανσης, αφού αποφεύγονται πολλές ασθένειες που προέρχονται από το έδαφος ή την μη καλή οξυγόνωση των ριζών, κάτι που συμβαίνει στις συμβατικές καλλιέργειες.
- η επικονίαση γίνεται με φυσικές μεθόδους, συνήθως με τη χρήση μελισσών, κάτι που επίσης αποτελεί φυσική μέθοδο και συμβάλλει στη βιωσιμότητα.
- Η υδροπονία μπορεί να χρησιμοποιηθεί και από τους ιδιώτες, αφού αποτελεί μια μέθοδο εύκολη στην εφαρμογή της. Έτσι, μπορούν οι καταναλωτές να παράγουν μόνοι τους τα κηπευτικά που καταναλώνουν αλλά και να δημιουργούν ανθόκηπους.



## Κεφάλαιο 6<sup>ο</sup>: Συμπεράσματα – Προτάσεις

Στην παρούσα εργασία έγινε μια προσπάθεια να παρουσιαστεί η υδροπονία, η οποία αποτελεί τα τελευταία χρόνια μια μέθοδο καλλιέργειας που κερδίζει έδαφος παγκοσμίως και στην Ελλάδα. Αρχικά δόθηκε ο ορισμός και παρουσιάστηκαν οι βασικές έννοιες της μεθόδου. Η υδροπονία είναι μια μέθοδος καλλιέργειας που ξεκίνησε πειραματικά στην Ευρώπη, αναπτύχθηκε στην Αμερική και αργότερα στην Αγγλία, ώσπου να διαδοθεί σιγά - σιγά διεθνώς. Τα υδροπονικά συστήματα διακρίνονται σε ανοιχτά και κλειστά, ανάλογα με τον τρόπο διαχείρισης των απορροών τους. Ανάλογα με το μέσο ανάπτυξης του συστήματος των ριζών τους ταξινομούνται σε υδατοκαλλιέργειες, καλλιέργειες σε ρηχό θρεπτικό διάλυμα, αεροπονία και καλλιέργειες σε υποστρώματα (αδρανή, οργανικά ή τεχνητά).

Σκοπός της εργασίας, πέρα από τις μεθόδους της υδροπονικής καλλιέργειας ήταν να παρουσιαστούν τα πλεονεκτήματα και μειονεκτήματα της καλλιέργειας καθώς και οι σχετικές προσπάθειες στην Ελλάδα. Τα πλεονεκτήματα από τη χρήση αυτής της μεθόδου είναι πολλά, τόσο για τους καλλιεργητές όσο και για τους καταναλωτές και το περιβάλλον. Οι καλλιεργητές μπορούν να παράγουν με μεγάλες αποδόσεις, σχεδόν όλο το χρόνο και να εφαρμόσουν υδροπονικές καλλιέργειες ακόμη και σε μέρη όπου το έδαφος δεν είναι κατάλληλο ή η άρδευση δεν είναι επαρκής για συμβατικές καλλιέργειες. Ιδιαίτερα στην Ελλάδα, όπου οι καλλιεργήσιμες εκτάσεις είναι περιορισμένες και σε πολλές περιοχές υπάρχουν έντονα προβλήματα άρδευσης, η υδροπονία αποτελεί τη λύση για την ανάπτυξη ποιοτικών και κερδοφόρων καλλιεργειών. Για τους καταναλωτές, το βασικό πλεονέκτημα της υδροπονίας είναι το γεγονός ότι, όταν χρησιμοποιούνται ορθές πρακτικές, παράγονται ποιοτικά προϊόντα με τη χρήση ελάχιστων λιπασμάτων και χημικών. Για το περιβάλλον τα πλεονεκτήματα είναι πολλά αφού γίνεται ορθολογική χρήση και ανακύκλωση του νερού, αποφεύγεται η μόλυνση του υδροφόρου ορίζοντα ενώ συνήθως η θερμότητα που απαιτείται εξασφαλίζεται με φυσικούς τρόπους, όπως η γεωθερμία στην περίπτωση των υδροπονικών εγκαταστάσεων στην Βόρεια Ελλάδα.

Όσο αφορά την ανάπτυξη της υδροπονίας στην Ελλάδα αυτή γίνεται τα τελευταία χρόνια με γοργούς ρυθμούς, αν και προς το παρόν οι υδροπονικές καλλιέργειες αποτελούν το 5% των αγροτικών εκτάσεων που καλλιεργούνται στην Ελλάδα. Συγκεκριμένα, υπάρχουν κάποιες αξιόλογες προσπάθειες, μεγάλης έκτασης, που αφορούν σε μεγάλες επενδύσεις και οδηγούν σε μεγάλες αποδόσεις. Κατά τα άλλα, μικροί καλλιεργητές, ιδιαίτερα αυτοί που έχουν ήδη θερμοκήπια, στρέφονται στην υδροπονία προκειμένου να βελτιώσουν την παραγωγικότητά τους αλλά και να ανταποκριθούν στις απαιτήσεις για βιωσιμότητα και αειφόρο ανάπτυξη.

Το σημαντικότερο ίσως μειονέκτημα των υδροπονικών καλλιεργειών, όταν αφορούν σε επαγγελματική ενασχόληση, είναι το υψηλό κόστος της εγκατάστασης και η ανάγκη σχετικής γνώσης. Ωστόσο, δεδομένων των πλεονεκτημάτων που αφορούν στη συγκεκριμένη μέθοδο, χρειάζεται να προωθηθεί η ανάπτυξή της. Κάποιες κινήσεις που θα μπορούσαν να συμβάλλουν στη διάδοση και αύξηση των υδροπονικών καλλιεργειών σε επαγγελματικό επίπεδο είναι οι παρακάτω:

Καταρχάς, η πολιτεία χρειάζεται να συμβάλλει στη ενημέρωση των αγροτών αλλά και την επιμόρφωσή τους. Μπορούν να οργανωθούν σεμινάρια και ενημερωτικές εκδηλώσεις, όπου, με τη συμμετοχή επιστημόνων αλλά και καλλιεργητών που έχουν σχετική εμπειρία, να παρουσιάζονται τα πλεονεκτήματα της μεθόδου και να γίνεται ενημέρωση για τους τρόπους καλλιέργειας και τις απαιτήσεις. Επίσης, μπορεί η πολιτεία να παρέχει στήριξη στους αγρότες με τη δημιουργία ενός δικτύου γεωπόνων που θα μπορούν να συμβουλεύουν τους καλλιεργητές. Ακόμη χρειάζεται η ευαισθητοποίηση του κοινού ώστε να κατανοήσουν τη συμβολή της υδροπονίας στην βιωσιμότητα αλλά και το γεγονός ότι τα υδροπονικά προϊόντα που καλλιεργούνται με ορθές πρακτικές είναι ποιοτικά, ώστε να τα προτιμούν. Το ίντερνετ έχει πλέον μπει στη ζωή όλων μας και μπορεί να αποτελέσει εργαλείο διάδοσης της υδροπονικής καλλιέργειας και των προϊόντων της. Τέλος, η ερασιτεχνική υδροπονία αποτελεί μία ακόμη πρακτική που δεν είναι αναπτυγμένη στη χώρα μας. Και στην περίπτωση αυτή, η ευαισθητοποίηση των πολιτών μπορεί να γίνει μέσω της διοργάνωσης σχετικών εκδηλώσεων, όπως φεστιβάλ και γιορτές όπου να συμμετέχουν ιδιώτες παραγωγοί και να ανταλλάσσουν τις εμπειρίες τους. Εξάλλου, και στην περίπτωση της ερασιτεχνικής υδροπονίας το ίντερνετ μπορεί να αποτελέσει πηγή πληροφοριών αλλά και ανταλλαγής απόψεων.

Γίνεται φανερό από τα παραπάνω ότι η υδροπονία αποτελεί μια πρακτική που μπορεί να χρησιμοποιηθεί από τους ιδιώτες αλλά κυρίως τους παραγωγούς στην Ελλάδα και να οδηγήσει στην αύξηση της αγροτικής παραγωγής, στηρίζοντας τη βιωσιμότητα και την αειφόρο ανάπτυξη που αποτελούν βασική απαίτηση της σύγχρονης κοινωνίας.

## **Βιβλιογραφία**

Βασιλάκης Δ., 1994. Υδροπονικές καλλιέργειες. Μπορούν να δώσουν λύσεις. Γεωργική Τεχνολογία 9: σελ.65-68

Κίττας Κ., (2002). Υδροπονία και υδροπονικές καλλιέργειες. Σημειώσεις. Πανεπιστημιακές Εκδόσεις Θεσσαλίας

Μανιός, Β., (1993), Υποστρώματα και συστήματα θερμοκηπιακών καλλιεργειών εκτός εδάφους. Εκδόσεις ΤΕΙ Ηρακλείου

Μαυρογιαννόπουλος Γ.Ν., (2005). Θερμοκήπια. Εκδόσεις Σταμούλη, Αθήνα

Μαυρογιαννόπουλος Γ.Ν., (2006). Υδροπονικές εγκαταστάσεις. Εκδόσεις Σταμούλη, Αθήνα

Ολύμπιος Χ.Μ., (2001). Η τεχνική της καλλιέργειας κηπευτικών στα θερμοκήπια. Εκδόσεις Σταμούλη, Αθήνα

Σάββας Δ., (2007). Η υδροπονική καλλιέργεια της τομάτας στο θερμοκήπιο. ΓΕΩΡΓΙΑ ΚΤΗΝΟΤΡΟΦΙΑ 10, σ. 42-56

Τζωρτζάκης Ν, (2008). Καλλιέργειες εκτός εδάφους. Σημειώσεις θεωρίας. Σχολή Τεχνολογίας Γεωπονίας, ΤΕΙ Κρήτης

Van Os E. A., (2000). The 15th workshop on Agricultural structures and ACESYS (Automation, Culture, Environment & System) IV Conference, 81-91.

Sorenson, R. and Relf, D. (1996), Home Hydroponics, Virginia Tech Publication 426-084

## **Ιντερνέτ**

Διάρθρωση της αγροτικής παραγωγής και σύνολο καλλιεργούμενων εκτάσεων, (2018), ΕΛ.ΣΤΑΤ, Ετήσια Γεωργική Στατιστική Έρευνα, 2015, διαθέσιμο στο: [www.statistics.gr](http://www.statistics.gr)

ΜΕΘΟΔΟΙ ΑΠΟΛΥΜΑΝΣΗΣ ΑΝΑΚΥΚΛΟΥΜΕΝΟΥ ΘΡΕΠΤΙΚΟΥ ΔΙΑΛΥΜΑΤΟΣ ΑΠΟΡΡΟΗΣ, Γεωπονικό Πανεπιστήμιο Αθηνών, (2017), διαθέσιμο στο: <https://www.aua.gr/ekk/wp-content/uploads/2017/01/6>

Νέα project υδροπονίας στην Κρήτη, <http://www.agronews.gr/ekmetaleuseis/modela-paragogis-/arthro/87582/nea-project-udroponias-stin-kriti/>

[www.aeroponics.gr](http://www.aeroponics.gr)

[www.agronews.gr](http://www.agronews.gr)

<http://www.alagro.gr>

<http://dalkafoukis.gr/elafropetra/el/view/elafropetra>

[gr.fraoulabest.com](http://gr.fraoulabest.com)

<http://geoana.gr>

[www.greektomato.gr](http://www.greektomato.gr)

[ita-sa.gr](http://ita-sa.gr)

[www.luciafarm.gr](http://www.luciafarm.gr)

[www.selecta-one.com](http://www.selecta-one.com)

[www.tampakisveg.gr](http://www.tampakisveg.gr)

[www.thracegreenhouses.com](http://www.thracegreenhouses.com)

[www.tomaccini.gr](http://www.tomaccini.gr)

[www.wonderplant.gr](http://www.wonderplant.gr)

[www.υδροπονία.gr](http://www.υδροπονία.gr)