

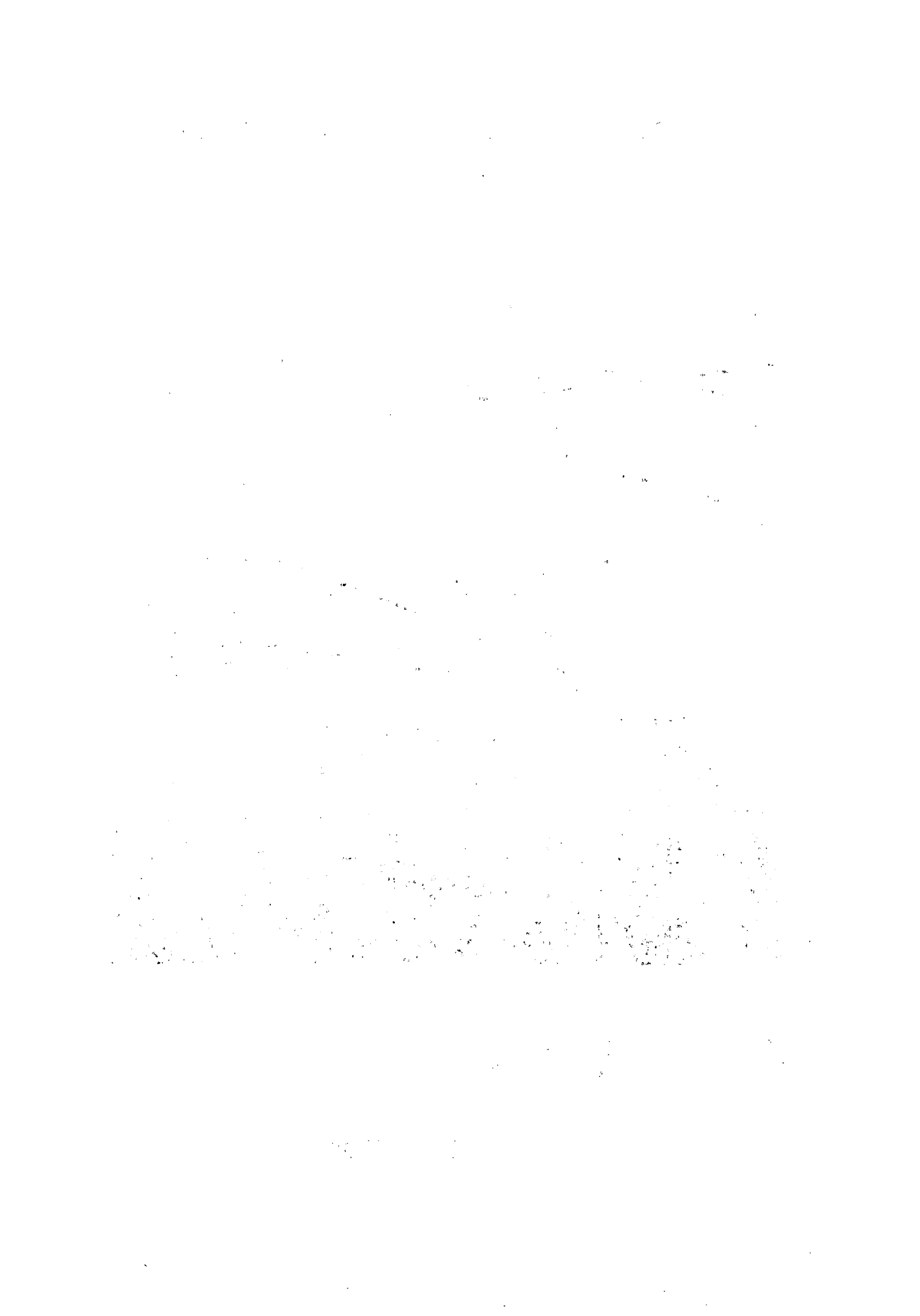
# ΥΔΡΟΠΟΝΙΚΗ ΚΑΛΛΙΕΡΓΕΙΑ ΜΑΡΟΥΛΙΟΥ



Εισηγητής: Γκλιάνης Τάσος  
Επίβλεψη: κ. Σαλάχας Γεώργιος

Τ.Ε.Ι. ΜΕΣΟΛΟΓΓΙΟΥ  
2002





*Αφιερώνεται στην μητέρα μου και τον παππού μου για τη συμπαράστασή τους κατά τη διάρκεια των φοιτητικών χρόνων καθώς και στον αγαπημένο φίλο και καθηγητή κ. Σαλάχα, για τη συνεργασία μας καθ' όλη τη διάρκεια της ακαδημαϊκής μου πορείας.*

# **ΤΙ ΕΙΝΑΙ ΥΔΡΟΠΟΝΙΑ** **ΚΑΙ** **ΠΡΟΟΠΤΙΚΕΣ ΑΝΑΠΤΥΞΗΣ ΣΤΗ ΧΩΡΑ ΜΑΣ**

Η υδροπονία είναι ένας εξειδικευμένος κλάδος γεωργικής παραγωγής, που σχετίζεται με τη χρήση οποιασδήποτε μεθόδου ανάπτυξης φυτών, χωρίς τη συμμετοχή φυσικού χώματος ή άλλου ειδικού χώματος.

Υδροπονία σημαίνει κυριολεκτικά «εργασία ύδατος» ή «δραστηριότητα ύδατος», πράγμα που φανερώνει ότι τα φυτά που αναπτύσσονται με αυτή την τεχνική στηρίζουν τον εφοδιασμό τους με ανόργανα στοιχεία στα υδατικά διαλύματα.

Η θεωρία και η εφαρμογή της υδροπονίας βασίζονται σε επιστημονικές αρχές φυσιολογίας φυτών, χημείας, γεωπονίας και οικονομίας.

Η υδροπονική καλλιέργεια σαν τεχνική εφαρμόζεται σε εμπορική κλίμακα από τη δεκαετία του '70 και σήμερα είναι ιδιαίτερα διαδεδομένη σε πολλές χώρες του κόσμου και ιδιαίτερα στη Β. Ευρώπη. Στην Ελλάδα, η υδροπονία δεν έχει ακολουθήσει τους ρυθμούς ανάπτυξης της υπόλοιπης Ευρώπης, με αποτέλεσμα σήμερα να παραμένει πρακτικά εφαρμόσιμη σε πολύ μικρό ποσοστό του συνόλου των θερμοκηπιακών καλλιεργειών της χώρας.

Το ενδιαφέρον των παραγωγών για τις υδροπονικές καλλιέργειες στην Ελλάδα αυξάνεται συνεχώς τα τελευταία χρόνια. Οι λόγοι που συνηγορούν σ' αυτό σχετίζονται με τη συνεχώς μειωμένη γονιμότητα των εδαφών, τις ασθένειες που προέρχονται από τα παθογόνα του εδάφους, την αύξηση της αλατότητας του εδάφους καθώς και την ανάγκη των παραγωγών για βελτίωση της ποιότητας των προϊόντων.

Η Ελλάδα διαθέτει άριστες κλιματικές συνθήκες για την ανάπτυξη των θερμοκηπιακών υδροπονικών καλλιεργειών. Η είσοδος στις υδροπονικές καλλιέργειες και η σωστή διαχείρισή τους έχει μεγάλη σημασία προκειμένου να μπορεί η χώρα να συμβαδίσει με τους συνεχώς αυξανόμενους ρυθμούς των απαιτήσεων της αγοράς και τον ανταγωνισμό.

Η ετήσια ηλιοφάνεια και θερμοκρασία βρίσκονται σε υψηλά επίπεδα που επιτρέπουν την εφαρμογή καλλιεργειών με περιορισμένες απαιτήσεις σε θέρμανση.

Τεχνητός φωτισμός δεν είναι απαραίτητος στις δικές μας συνθήκες, με εξαίρεση φυτά με ιδιαίτερες απαιτήσεις. Τα στοιχεία αυτά είναι πολύ σημαντικά, διότι μπορούν να καταστήσουν την Ελλάδα ανταγωνιστική σε ποιότητα, ποσότητα και σε τιμή προϊόντων με άλλες χώρες, οι οποίες έχουν σήμερα το προβάδισμα λόγω σωστής διαχείρισης και εντατικοποίησης των υδροπονικών καλλιεργειών, ενώ υπολείπονται σε κλιματικές συνθήκες. Οι Βόρειες Ευρωπαϊκές χώρες, με χρήση υδροπονικών συστημάτων, επιτυγχάνουν υπερδιπλάσια παραγωγή και καλό χρονισμό παραγωγής, ενώ έχουν απαλλαγεί από προβλήματα απολύμανσης του εδάφους, τα οποία αυξάνουν το κόστος και μειώνουν την παραγωγή και την ποιότητα. Επίσης μπορούν να αξιοποιηθούν εγχώριες πρώτες ύλες (ελαφρόπετρα) ή προϊόντα (περλίτης) σαν υπόστρωμα υδροπονικών καλλιεργειών.

## **ΠΛΕΟΝΕΚΤΗΜΑΤΑ ΥΔΡΟΠΟΝΙΑΣ**

1. Μεγαλύτερη πυκνότητα φύτευσης, που σημαίνει αύξηση της παραγωγικότητας, καθώς και μεγαλύτερη δυνατότητα ελέγχου της ανάπτυξης του φυτού, σχετικά με την πρόσληψη θρεπτικών στοιχείων.
2. Ριζική αντιμετώπιση των προβλημάτων που προκαλούν στις θερμοκηπιακές καλλιέργειες οι μεταδιδόμενες μέσω του εδάφους ασθένειες (φουζάριο, βερτισίλλιο, πύθιο, έντομα εδάφους, νηματώδεις και ορισμένα βακτήρια) και μεγαλύτερες δυνατότητες ελέγχου της φυτοϋγιεινής του μέσου με τη χρησιμοποίηση διάφορων χημικών προϊόντων που δεν μπορούν να χρησιμοποιηθούν στο έδαφος.
3. Εφ' όσον στις υδροπονικές καλλιέργειες το χώμα δεν έρχεται καθόλου σε επαφή με το φυτό και ιδιαίτερα με τις ρίζες του, δεν υφίσταται ανάγκη για απολύμανση του εδάφους. Αποφεύγεται επομένως η εφαρμογή χημικών απολυμαντικών υψηλής τοξικότητας όπως το βρωμιούχο μεθύλιο, η χρήση των οποίων εγκυμονεί σοβαρούς κινδύνους για την υγεία τόσο των παραγωγών όσο και των καταναλωτών.
4. Μέσω της μεταπήδησης στην υδροπονία λύνεται ριζικά το πρόβλημα της χαμηλής γονιμότητας που εμφανίζουν πολλά εδάφη θερμοκηπίου, είτε λόγω της υπερεντατικής τους εκμετάλλευσης και της μονοκαλλιέργειας είτε λόγω δυσμενών φυσικών ιδιοτήτων.
5. Αισθητή μείωση της κατανάλωσης του  $H_2O$ . Έτσι η τεχνική αυτή είναι ιδιαίτερα προτιμητέα, όπου το νερό είναι λίγο ή χαμηλής ποιότητας και έχει υψηλή περιεκτικότητα σε άλατα.
6. Σε ένα θερμοκήπιο που καλλιεργείται υδροπονικά η εξάτμιση του νερού από το έδαφος είναι πρακτικά αμελητέα, δεδομένου ότι αυτό είναι πλήρως καλυμμένο με φύλλο πλαστικού πολυαιθυλενίου. Συνεπώς οι ανάγκες σε ενέργεια για τη θέρμανση του αέρα μειώνονται. Επίσης μειωμένες δαπάνες για θέρμανση προκύπτουν και από το γεγονός ότι η καλλιέργεια παύει να εξαρτάται από τη θερμοκρασία του εδάφους του θερμοκηπίου.

7. Έχει αποδειχθεί επανειλημμένα στην πράξη ότι η καλλιέργεια τόσο πάνω σε καλής ποιότητας υποστρώματα όσο και σε καθαρό θρεπτικό διάλυμα, επιφέρει σημαντική προώμιση της πρώτης συγκομιδής που είναι σε θέση να διαμορφώσει τη μέση τιμή του προϊόντος.
8. Στις υδροπονικές καλλιέργειες η θρέψη των φυτών είναι πολύ πιο ακριβής, μπορεί να ελέγχεται και να εποπτεύεται καλύτερα και με μεγαλύτερη αξιοπιστία κι επίσης μπορεί να διορθώνεται ευκολότερα και ταχύτερα σε περίπτωση που έχει διαπραχθεί κάποιο λάθος.
9. Η καλλιέργεια των φυτών εκτός εδάφους απαλλάσσει τον καλλιεργητή από τις εργασίες της προετοιμασίας του εδάφους με αποτέλεσμα αφ' ενός μεν να μειώνονται οι ανάγκες σε εργατικά και αφ' ετέρου να είναι δυνατή η φύτευση νέας καλλιέργειας αμέσως μετά την απομάκρυνση της προηγούμενης.
10. Οι καλύτερες φυσικοχημικές ιδιότητες των υποστρωμάτων σε σύγκριση με το έδαφος, η αριστοποίηση της θρέψης και η διατήρηση υψηλότερων θερμοκρασιών στο ριζόστρωμα κατά τη διάρκεια της ψυχρής εποχής του έτους έχουν σαν τελικό αποτέλεσμα την αύξηση των αποδόσεων. Σύμφωνα με μελέτες ερευνητών οι αποδόσεις των υδροπονικών καλλιεργειών είναι κατά μέσο όρο γύρω στο 15-20% υψηλότερες, συγκρινόμενες με καλλιέργειες που λαμβάνουν χώρο σε γόνιμα, καλής ποιότητας εδάφη.
11. Ανώτερα ποιοτικά χαρακτηριστικά στους σχηματιζόμενους καρπούς, καθώς και στο περιεχόμενο σε θρεπτικά στοιχεία. Έτσι το προϊόν χαίρει μεγαλύτερης αγοραστικής αξίας.
12. Ένα άλλο πλεονέκτημα της υδροπονίας είναι οι αυξημένες δυνατότητες μηχανοποίησης και αυτοματοποίησης των καλλιεργητικών εργασιών.
13. Η προστασία του περιβάλλοντος όταν η καλλιέργεια λαμβάνει χώρα σε κλειστό υδροπονικό σύστημα. Χάρη στη δυνατότητα συνεχούς ανακύκλωσης του θρεπτικού διαλύματος, όλα τα λιπάσματα που χορηγούνται στην καλλιέργεια αξιοποιούνται από τα φυτά με συνέπεια να μη μένουν κάποιες ποσότητες αναξιοποίητες και επιβαρύνουν το περιβάλλον.

## **ΜΕΙΟΝΕΚΤΗΜΑΤΑ ΥΔΡΟΠΟΝΙΚΗΣ ΚΑΛΛΙΕΡΓΕΙΑΣ**

Τα κυριότερα μειονεκτήματα της υδροπονικής καλλιέργειας είναι τα εξής:

1. Σχετικά υψηλό κόστος εγκατάστασης παραγωγικής μονάδας. Το κόστος αυτό συνίσταται κυρίως στη δαπάνη αγοράς των πάγιων εγκαταστάσεων παρασκευής και τροφοδοσίας του θρεπτικού διαλύματος, καθώς και στα έξοδα προμήθειας του υποστρώματος καλλιέργειας καθώς και υψηλό κόστος συντήρησης και απόσβεσης.
2. Η εμφάνιση των δυσμενών επιδράσεων ενός λανθασμένου χειρισμού είναι πιο γρήγορη και συχνά πιο έντονη στις υδροπονικές καλλιέργειες.
3. Η εφαρμογή υδροπονίας σε μια θερμοκηπιακή μονάδα προϋποθέτει ότι ο επικεφαλής της επιχείρησης θα πρέπει να διαθέτει ένα ελάχιστο μορφωτικό επίπεδο.
4. Στα κλειστά υδροπονικά συστήματα υφίσταται κίνδυνος εύκολης εξάπλωσης μιας μόλυνσης μέσω του ανακυκλούμενου θρεπτικού διαλύματος εφ' όσον προσβληθεί ένα φυτό.
5. Ορισμένοι παραγωγοί παραπονούνται ότι στα ανοιχτά υδροπονικά συστήματα η κατανάλωση λιπασμάτων είναι αυξημένη σε σύγκριση με το έδαφος. Είναι γεγονός ότι στην υδροπονία ο καλλιεργητής θα πρέπει να χορηγεί όλα τα απαραίτητα θρεπτικά στοιχεία στα φυτά ενώ αντίθετα στις καλλιέργειες εδάφους, ορισμένα θρεπτικά στοιχεία όπως το ασβέστιο και τα περισσότερα ιχνοστοιχεία χορηγούνται σπάνια μέσω της λίπανσης, δεδομένου ότι περιέχονται σε επαρκείς ποσότητες στο χώμα.
6. Έξοδα για εργαστήριο χημικής ανάλυσης, αν θεωρείται αναγκαίο.



## **ΕΓΚΑΤΑΣΤΑΣΗ ΥΔΡΟΠΟΝΙΚΩΝ ΣΥΣΤΗΜΑΤΩΝ**

Η κάθε θερμοκηπιακή μονάδα αποτελεί ιδιαίτερη περίπτωση. Πριν την εφαρμογή και την εγκατάσταση του συστήματος υδροπονίας οι τεχνικοί της κατασκευάστριας εταιρείας επισκέπτονται το χώρο του θερμοκηπίου και στη συνέχεια μετά από συζητήσεις με τον παραγωγό επιλέγεται ο βέλτιστος τρόπος εφαρμογής.

Συγκεκριμένα επιλέγεται και σχεδιάζεται:

1. Ο τρόπος καλλιέργειας
2. Η διάταξη της φυτείας
3. Το δίκτυο άρδευσης (κεντρικοί αγωγοί, δίκτυο διανομής, ηλεκτροβάνες, κ.λ.π.)
4. Το πανί εδαφοκάλυψης
5. Σύστημα ροής και απομάκρυνσης του θρεπτικού διαλύματος, όπως επίσης και στήριξης της φυτείας
6. Το μηχάνημα αυτόματης άρδευσης-λίπανσης
7. Οι δεξαμενές λιπασμάτων
8. Το σύστημα αυτόματης πλήρωσης, ανάδευσης και οξυγόνωσης των λιπασμάτων στις δεξαμενές
9. Η εγκατάσταση αυτοματισμού έναρξης της άρδευσης σύμφωνα με τις ανάγκες της καλλιέργειας σε θρεπτικά διαλύματα
10. Η εγκατάσταση αντλίας φρέσκου νερού με βάση τις απαιτήσεις του αναμίκτη
11. Το σύστημα προθέρμανσης του φρέσκου νερού
12. Η εγκατάσταση συστημάτων ασφαλείας που διαφυλάσσουν τη λειτουργία της άρδευσης-λίπανσης και κατά συνέπεια εξασφαλίζουν την υδροπονική καλλιέργεια
13. Το υπόστρωμα υδροπονίας
14. Η εγκατάσταση ειδικών αισθητήρων μέτρησης και ελέγχου μιας σειράς παραμέτρων που επιδρούν στην καλλιέργεια
15. Η εγκατάσταση συστήματος ελέγχου κλίματος στο θερμοκήπιο.

## **ΤΥΠΟΙ ΥΔΡΟΠΟΝΙΚΩΝ ΣΥΣΤΗΜΑΤΩΝ**

Τα υδροπονικά συστήματα διαχωρίζονται σε ανοιχτά και σε κλειστά (με ανακύκλωση) συστήματα.

Τα ανοιχτά συστήματα είναι τα πιο απλά και τα πρώτα που αναπτύχθηκαν. Είναι τα πλέον διαδεδομένα καθώς έχουν ικανοποιητικά αποτελέσματα και λιγότερες απαιτήσεις. Στα ανοιχτά συστήματα, το θρεπτικό διάλυμα δεν ανακυκλώνεται, αλλά απομακρύνεται. Το γεγονός αυτό έχει σαν αποτελέσματα αυξημένες απώλειες λιπασμάτων με την απορροή, τη μόλυνση του εδάφους και του υπόγειου υδροφόρου ορίζοντα. Οι δύο αυτοί λόγοι οδήγησαν στην έρευνα και στην ανάπτυξη των συστημάτων με ανακύκλωση του θρεπτικού διαλύματος, που σε λίγα χρόνια θα διαδεχθούν τα ανοιχτά.

Στα συστήματα με ανακύκλωση το διάλυμα της απορροής ανακυκλώνεται και επαναχρησιμοποιείται σε μεγάλο ποσοστό. Με τον τρόπο αυτό, επιτυγχάνεται οικονομία στην κατανάλωση λιπασμάτων και σημαντική μείωση της περιβαντολογικής επιβάρυνσης. Τα συστήματα με ανακύκλωση είναι πιο ευαίσθητα και σημαντικά μειονεκτήματά τους είναι αφ' ενός μεν η ενδεχόμενη εξάπλωση ασθενειών σε όλα τα φυτά της καλλιέργειας, γεγονός που καθιστά απαραίτητο τον εξοπλισμό απολύμανσης του θρεπτικού διαλύματος και αφ' ετέρου η διαφοροποιημένη σύσταση του ανακυκλούμενου θρεπτικού διαλύματος σε συνάρτηση των απαιτήσεων των φυτών και των κλιματολογικών συνθηκών που καθιστά απαραίτητη τη συχνή ανάλυση του θρεπτικού διαλύματος και αντίστοιχα τον καθορισμό ανάλογων συνταγών λίπανσης.

Η χρήση και εγκατάσταση των υδροπονικών συστημάτων με ανακύκλωση προβλέπεται ότι θα επεκταθεί τα αμέσως επόμενα χρόνια, καθώς η τεχνολογία εμφανίζεται πιο ώριμη και προσιτή και η νομοθεσία που αφορά την προστασία του περιβάλλοντος καθίσταται αυστηρότερη.

## **ΣΥΣΤΗΜΑΤΑ ΥΔΡΟΚΑΛΛΙΕΡΓΕΙΑΣ**

### **1) ΚΑΛΛΙΕΡΓΕΙΑ ΣΕ ΔΟΧΕΙΑ ΓΕΜΙΣΜΕΝΑ ΜΕ ΘΡΕΠΤΙΚΟ ΔΙΑΛΥΜΑ**

Τα φυτά αναπτύσσονται είτε σε μικρά είτε συνηθέστερα σε μεγάλα φυτοδοχεία τα οποία είναι γεμισμένα με θρεπτικό διάλυμα κατάλληλης σύστασης. Το θρεπτικό διάλυμα που καταναλώνεται από τα φυτά συμπληρώνεται σε τακτικά χρονικά διαστήματα μέσω προσθήκης νέου διαλύματος. Παράλληλα, μέσω τακτικών μετρήσεων του pH και της ηλεκτρικής αγωγιμότητας γίνεται και χορήγηση οξέων και ενδεχομένως και πυκνών λιπασμάτων, με στόχο οι τιμές των δύο αυτών παραμέτρων να διατηρούνται σταθερές. Σε συγκεκριμένα χρονικά διαστήματα θα πρέπει να γίνεται χημική ανάλυση του διαλύματος και αναπροσαρμογή της σύνθεσής του με βάση τα αποτελέσματα της ανάλυσης. Ο ανεπαρκής αερισμός και συνεπώς η έλλειψη οξυγόνου έχει σα συνέπεια να δυσχεραίνεται η λειτουργία της αναπνοής με αποτέλεσμα να προκαλούνται σήψεις και καταστροφές στο ριζικό σύστημα των φυτών. Σήμερα τέτοιου είδους υδροπονικά συστήματα καλλιέργειας εφαρμόζονται μόνο σε επιστημονικά εργαστήρια σε βραχυχρόνια πειράματα διατροφής φυτών.

### **2) ΣΥΣΤΗΜΑ NFT**

Το σύστημα NFT είναι μια υδροπονική μέθοδος καλλιέργειας φυτών, στην οποία δε γίνεται καθόλου χρήση στερεού υποστρώματος. Οι ρίζες των φυτών αναπτύσσονται μέσα σε καθαρό θρεπτικό διάλυμα, το οποίο όμως είναι τρεχούμενο. Το NFT είναι ένα κλειστό υδροπονικό σύστημα, δεδομένου ότι το θρεπτικό διάλυμα ανακυκλώνεται συνεχώς και επαναχρησιμοποιείται. Μια εγκατάσταση NFT αποτελείται από ένα σύστημα παράλληλα τοποθετημένων υδρορροών, μέσα στις οποίες κυλάει θρεπτικό διάλυμα με ρυθμό ροής περίπου 1-2 λίτρα ανά ώρα, από το σύστημα παρασκευής και διανομής του θρεπτικού διαλύματος στις υδρορροές, καθώς και από τις εγκαταστάσεις συλλογής του διαλύματος από τις υδρορροές και ανακύκλωσής του. Μέσα σε κάθε υδρορροή τοποθετούνται τα νεαρά φυτά του μαρουλιού σε αποστάσεις 30-40 cm μεταξύ τους. Οι αποστάσεις μεταξύ των παράλληλα τοποθετημένων υδρορροών αντιστοιχούν στις αποστάσεις μεταξύ των γραμμών φύτευσης που επιλέγονται να εφαρμοσθούν στην εκάστοτε καλλιέργεια. Για να είναι δυνατή η ροή του διαλύματος μέσα στις υδρορροές αυτές θα πρέπει να

έχουν μια μικρή κλίση γύρω στο 1,5-2% κατά μήκος. Το θρεπτικό διάλυμα, από την κεντρική εγκατάσταση παρασκευής του, μεταφέρεται αρχικά στο χώρο ανάπτυξης των φυτών μέσω σωλήνων κατάλληλης διατομής και στη συνέχεια διανέμεται σε μικρότερους σωλήνες οι οποίοι το οδηγούν στην αρχή κάθε υδρορροής.

Αφού εισαχθεί στις υδρορροές, χάρη στην κλίση τους το διάλυμα αρχίζει να ρέει μέσα στην κοίτη τους. Κατά τη διάρκεια της ροής του το διάλυμα βρέχει τις ρίζες των φυτών κι ένα μέρος του απορροφάται από αυτές παρέχοντάς τους νερό και θρεπτικά στοιχεία. Το υπόλοιπο μέρος του διαλύματος διατρέχει όλη την υδρορροή κατά μήκος και αφού φθάσει στο τέλος της, απορρέει και μέσω ειδικά τοποθετημένων σωλήνων ή υδρορροών συλλέγεται και συγκεντρώνεται όλο μαζί σε κάποιο ειδικό δοχείο συγκέντρωσης. Από το δοχείο αυτό το διάλυμα οδηγείται ξανά στην κεντρική μονάδα παρασκευής και διανομής του διαλύματος είτε μέσω μιας αντλίας είτε μέσω ελεύθερης ροής, εφ' όσον υπάρχει υψομετρική διαφορά. Εκεί το επιστραφέν διάλυμα συμπληρώνεται με νερό και θρεπτικά στοιχεία ώστε να αποκτήσει ξανά τις επιθυμητές τιμές pH και ηλεκτρικής αγωγιμότητας και ξαναχρησιμοποιείται .

Η εφαρμογή αυτού του συστήματος βρίσκει μεγάλη εφαρμογή στην καλλιέργεια μικρών φυλλωδών λαχανικών, όπως το μαρούλι και το γογγύλι.

### 3) ΑΕΡΟΠΟΝΙΑ

Η αεροπονία είναι μια παραλλαγή της υδροπονίας σε καθαρό, θρεπτικό διάλυμα χωρίς τη χρήση υποστρώματος. Στις αεροπονικές μεθόδους καλλιέργειας το θρεπτικό διάλυμα ψεκάζεται με ακροφύσια πάνω στο αναπτυσσόμενο μέσα σε κενά κιβώτια ή φυτοδοχεία ριζικό σύστημα, έτσι ώστε ο χώρος να είναι συνεχώς κορεσμένος σε υγρασία. Κατ' αυτόν τον τρόπο η ρίζα του φυτού παραμένει συνεχώς υγρή και μπορεί να απορροφά από το διάλυμα που ψεκάζεται πάνω της τις απαιτούμενες ποσότητες νερού και θρεπτικών στοιχείων.

Η ύπαρξη και ανοιχτών αεροπονικών συστημάτων είναι δυνατή. Στην περίπτωση αυτή όμως είναι αναπόφευκτη η σπατάλη νερού και λιπασμάτων. Γι' αυτό το θρεπτικό διάλυμα που δεν απορροφάται από τις ρίζες των φυτών αλλά αποστραγγίζει μετά από κάθε ψεκασμό, συνήθως συλλέγεται και ανακυκλώνεται. Η συλλογή του απορρέοντος διαλύματος γίνεται με τη βοήθεια υδρορροών, οι οποίες το οδηγούν σε

μιαν κεντρική δεξαμενή συγκέντρωσης. Από εκεί μπορεί είτε να επαναπροωθείται απ' ευθείας στα φυτά αφού πρώτα συμπληρωθεί και ανανεωθεί είτε να αποστέλλεται με τη βοήθεια μιας αντλίας στην κεντρική μονάδα παρασκευής και διανομής του θρεπτικού διαλύματος, όπου αφού συμπληρωθεί και ανανεωθεί, ανακυκλώνεται.

#### 4) ΕΠΙΔΑΠΕΔΙΑ ΥΔΡΟΠΟΝΙΑ

Όταν πρόκειται να εγκατασταθεί σύστημα επιδαπέδιας υδροπονίας αρχικά το έδαφος του θερμοκηπίου θα πρέπει να ισοπεδωθεί επιμελημένα ώστε να μην υπάρχουν κοιλότητες και να αποκτήσει μια κλίση γύρω στο 1:50 έως 1:75. Στη συνέχεια το έδαφος καλύπτεται σε όλη του την επιφάνεια με φύλλο πλαστικού πολυαιθυλενίου. Πάνω από το φύλλο πλαστικού πολυαιθυλενίου και σε όλη του την έκταση που καταλαμβάνει αυτό επιστρώνεται ένα λεπτό φύλλο από ένα απορροφητικό υλικό με τριχοειδείς ιδιότητες. Το απορροφητικό φύλλο σκεπάζεται από πάνω σε όλη του την επιφάνεια με ένα κάλυμμα από πλαστικό πολυαιθυλένιο. Το πλαστικό φύλλο θα πρέπει να είναι ασπρόμαυρο με τη λευκή πλευρά από πάνω, ώστε να αντανακλά μέρος του ηλιακού φωτός που πέφτει πάνω του. Αφού γίνει αυτό, στο ανώτερο φύλλο του πλαστικού πολυαιθυλενίου ανοίγονται μικρές τρύπες κατά μήκος νοητών γραμμών που πρόκειται να αποτελέσουν τις γραμμές φύτευσης, σε αποστάσεις ανάλογες με την πυκνότητα φύτευσης που επιδιώκεται.

Στις τρύπες αυτές τοποθετούνται τα σπορόφυτα κατά τη μεταφύτευση, αφού πρώτα το απορροφητικό υλικό έχει διαβραχεί με θρεπτικό διάλυμα.

## **ΥΠΟΣΤΡΩΜΑΤΑ ΠΟΥ ΧΡΗΣΙΜΟΠΟΙΟΥΝΤΑΙ** **ΣΤΙΣ ΥΔΡΟΠΟΝΙΚΕΣ ΚΑΛΙΕΡΓΕΙΕΣ**

### **1. ΥΔΡΟΠΟΝΙΚΟΣ ΠΕΡΛΙΤΗΣ**

Ο ορυκτός ακατέργαστος περλίτης είναι ένα υαλώδες ηφαιστειακό πέτρωμα που σχηματίστηκε από έκχυση επιφανειακής ή θαλάσσιας όξινης λάβας που ψύχθηκε απότομα και περιέχει εγκλωβισμένο 3-4% κρυσταλλικό νερό.

Η επεξεργασία του εξορυχθέντος περλίτη συνίσταται στο σπάσιμό του σε κόκκους, στη λειοτρίβηση και ξήρανσή τους, καθώς και στο διαχωρισμό των κόκκων κατά μεγέθη. Παράγεται μηχανικά, χωρίς χημικές προσμίξεις, με θέρμανση της πρώτης ύλης στους 1000<sup>o</sup>C, θερμοκρασία στην οποία διογκώνεται.

Το διογκωμένο προϊόν υπόκειται σε περαιτέρω επεξεργασία, με σκοπό την τελειοποίηση των ιδιοτήτων του και στη συνέχεια συσκευάζεται.

Ο υδροπονικός περλίτης αποτελείται από κόκκους διαμέτρου 0,5 – 2,5 mm. Είναι πολύ ελαφρύς (60-80 κιλά/κυβικό μέτρο) κι έχει πολύ υψηλή ικανότητα συγκράτησης νερού. Το ολικό πορώδες του είναι περίπου 95%. Ανεξάρτητα από τη χημική του σύσταση, ο υδροπονικός περλίτης είναι χημικώς και βιολογικώς εντελώς αδρανής, με την ιοντοεναλλακτική του ικανότητα να είναι μηδενική (δεν κατακρατά, ούτε αποδεσμεύει δηλαδή στα φυτά καμιά ποσότητα ιόντων). Έχει ουδέτερο pH (7,0) που παραμένει σταθερό καθ' όλη τη διάρκεια ζωής του. Είναι εντελώς απαλλαγμένος ασθενειών και σπόρων ζιζανίων, ενώ είναι και σταθεροποιητής της θερμοκρασίας. Δεν σαπίζει, ούτε λιώνει κι έχει απεριόριστη διάρκεια ζωής.

Ο συνδυασμός της κατάλληλης ποιότητας περλίτη, της σωστής ποσότητας περλίτη ανά φυτό και της παράλληλης συσκευασίας μας δίνει το ιδανικό υπόστρωμα υδροπονίας που υπερέχει σε όλα τα σημεία, έναντι οποιουδήποτε άλλου υποστρώματος, προσφέροντας:

- α) ιδανική αναλογία νερού-αέρα ανά λίτρο υποστρώματος
- β) ιδανική ποσότητα ολικού συγκρατούμενου νερού ανά φυτό
- γ) ελαχιστοποίηση απωλειών νερού από τη ριζόσφαιρα, λόγω εξάτμισης.

## 2) ΚΑΛΛΙΕΡΓΕΙΑ ΣΕ ΑΜΜΟ

Συνήθως χρησιμοποιείται κρυσταλλική άμμος προερχόμενη από την κοίτη ποταμών, η οποία έχει περιεκτικότητα άνω του 50% σε διοξείδιο του πυριτίου και μηδενική πρακτικά ανταλλακτική ικανότητα.

Οι κόκκοι της άμμου έχουν μικρό έως μηδαμινό πορώδες και επομένως δεν συγκρατούν νερό στο εσωτερικό τους. Εξ' αιτίας της χαμηλής ικανότητας συγκράτησης υγρασίας η άμμος πρέπει να ποτίζεται πολύ τακτικά για να διατηρείται συνεχώς αρκετά υγρή για την ανάπτυξη των ριζών. Αυτό όμως συνεπάγεται σημαντικές απώλειες σε θρεπτικό διάλυμα και νερό σε περίπτωση που το διάλυμα δεν ανακυκλώνεται, λόγω απορροής σημαντικού μέρους του διαλύματος σε κάθε πότισμα.

Τα πλεονεκτήματα της άμμου ως υποστρώματος υδροπονίας είναι ο καλός αερισμός του ριζικού συστήματος, το φθινό κόστος κτήσης της και η θεωρητικά απεριόριστη διάρκεια ζωής της.

Χρησιμοποιείται μόνο για ερευνητικούς σκοπούς, λόγω της υψηλής τιμής της στο εμπόριο.

## 3) ΚΑΛΛΙΕΡΓΕΙΑ ΣΕ ΔΙΟΓΚΩΜΕΝΗ ΑΡΓΙΛΛΟ

Η διογκωμένη άργιλλος παράγεται μετά από θέρμανση σχιστόλιθου στους 1200°C. Η διάρκεια ζωής της σαν υπόστρωμα καλλιέργειας είναι πολύ μεγάλη και συμπεριφέρεται σαν αδρανές υλικό. Οι λόγοι που ώθησαν τους παραγωγούς να τη δοκιμάσουν για υπόστρωμα καλλιέργειας ήταν η μεγάλη διάρκεια ζωής της. Η διογκωμένη άργιλλος έχει μεγάλη ικανότητα συγκράτησης υγρασίας και αέρα. Τα μόνα μειονεκτήματα που παρουσιάζει είναι το σχετικά υψηλό κόστος του και η αναγκαιότητα καθαρισμού και απολύμανσης κάθε χρόνο πριν από κάθε νέα καλλιέργεια.

#### 4) ΧΑΛΙΚΙΑ

Φυσικά χαρακτηριστικά: μέγεθος κόκκων 2-15 mm, πορώδες μέγιστο 85% του όγκου, ικανότητα απορρόφησης νερού 45%.

Χημική σύσταση:  $SiO_2$  : 50 – 75%,  $K_2O$  : 4 – 7%,  $CaO$  : 1 – 2%,  
 $Fe_2O_3$  : 2 – 3%,  $Na_2O$  : 3 – 6%,  $MgO$  : 0,3 – 0,5%

Από το υπόστρωμα καθορίζει επίσης τη συγκέντρωση P, Fe, Mg, Ba. Οι Ilrath και Manshard μελέτησαν την ικανότητα των χαλικιών να απορροφούν αυτά τα στοιχεία κι έκριναν αναγκαία τη βελτίωση των χημικών τους ιδιοτήτων, πριν τη χρήση. Οι Ellis και Swaney συνιστούν την εμβάπτιση των χαλικιών για 24 ώρες, σ' ένα διάλυμα υπερφωσφορώδους άλατος και μετά πρόσθεση 100 έως 200 ml συμπυκνωμένο νιτρικό οξύ, για κάθε m<sup>3</sup> διαλύματος.

Ακολουθεί πλύσιμο των χαλικιών έως ότου το νερό του πλυσίματος να μην περιέχει ίχνη οξέος.

Πριν τη χρήση τα χαλίκια διαποτίζονται με ένα κατάλληλο τροφοδοτημένο διάλυμα με ιχνοστοιχεία για να αποφύγουμε πενίες Fe, Mn, B.

#### 5) ΚΕΡΑΜΙΚΑ ΘΡΥΜΜΑΤΑ

Για να χρησιμοποιηθεί αυτό το υλικό χρειάζεται κάποια προεργασία για να πάρουμε κατάλληλο μέγεθος κόκκων και πορώδες. Το μέγεθος των πεπιεσμένων κόκκων πρέπει να είναι 2-15 mm μακροπορώδες 60% και μέγιστη ικανότητα απορρόφησης 15%.

Από βιολογική άποψη τα υλικά αυτά εμφανίζουν εγγυήσεις λόγω του τρόπου παρασκευής τους. Πράγματι υπάρχει η σιγουριά ότι το υλικό θα είναι απαλλαγμένο από κάθε είδους παράσιτα.

Στην αρχή της χρήσης τα τούβλα μπορούν να κατακρατήσουν ή να αποβάλλουν διάφορες ενώσεις, όπως  $H_3PO_4$ . Συνιστάται λοιπόν να υποβάλλουμε το υλικό στην ίδια διαδικασία που αναφέραμε για τα χαλίκια. Σήμερα στην αγορά υπάρχει η διογκούμενη άργιλλος με μέγεθος κατάλληλο για διάφορους τύπους καλλιεργειών.



## 6) ΒΕΡΜΙΚΟΥΛΙΤΗΣ

Είναι ένα ορυκτό που έχει τη δομή του μαρμαρυγία και περιέχει αργίλιο, μαγνήσιο και σίδηρο. Ο Knickman καθόρισε την ακόλουθη σύνθεση:

Πυριτικό οξύ : 39,4%, Mg : 23%, Mn : 0,3%,  
Αργίλος : 12,1%, K : 23%

Οι Allison και Manschard μελέτησαν την ικανότητα απορρόφησης του βερμικουλίτη. Πριν τη χρήση υποβάλλεται σε θερμοκρασία 1.000<sup>0</sup> C. Έτσι, επειδή η φύση του μοιάζει με του μαρμαρυγία, αυξάνει το χώρο των διαφόρων στρωμάτων. Γι' αυτό ο όγκος ο πορώδης αυξάνεται 10-15 φορές. Το τελικό προϊόν ζυγίζει 140 έως 150 gr/lit.

Ένα άλλο χαρακτηριστικό του βερμικουλίτη είναι ότι θρυμματίζεται εύκολα και γίνεται σκόνη. Ο βερμικουλίτης σαν υπόστρωμα στην υδροπονία δίνει άριστα αποτελέσματα, μα πολύ συχνά το υψηλό κόστος παρεμποδίζει τη χρήση του. Σε μερικά ευρωπαϊκά κράτη το κόστος του αποκλείει τη χρήση του.

Δεν συνιστάται να χρησιμοποιείται μόνος, γιατί εύκολα αποσχιζεται και καθιζάνει. Σε περίπτωση όμως χρήσης του, θα πρέπει να ακολουθήσουμε τις παρακάτω συνταγές:

1. 2-5 εκμ. Χαλίκι, 2-5 εκμ. Άμμο, 15 εκμ. Βερμικουλίτη
2. 2 μέρη λεπτής άμμου, 1 μέρος βερμικουλίτη.

## 7) ΑΛΛΑ ΥΠΟΣΤΡΩΜΑΤΑ

Όποιος θέλει να ασχοληθεί με την Υδροπονία πρέπει να αναζητά υλικά που μπορούν να βρεθούν εύκολα στην περιοχή του. Ο βασάλτης είναι ένα υλικό που εμφανίζει διαπιστωμένα, αποτελεσματικότητα στην υδροπονία.

α. Βασάλτης συμπαγής: φυσικά χαρακτηριστικά του είναι το μέγεθος κόκκων 2-12 mm και η ικανότητα ενυδάτωσής του 8,87

β. Βασάλτης πορώδης: φυσικά χαρακτηριστικά του είναι το μέγεθος κόκκων 2-14 mm και η ικανότητα ενυδάτωσής του 20,65% του βάρους.

## 8) ΚΑΛΛΙΕΡΓΕΙΑ ΣΕ ΠΕΤΡΟΒΑΜΒΑΚΑ

Είναι η πλέον διαδεδομένη υδροπονική μέθοδος καλλιέργειας σήμερα. Η μεγάλη της εξάπλωση κατ' αρχήν οφείλεται στην ύπαρξη πετροβάμβακα σε αφθονία στις χώρες που πρώτες αναγκάστηκαν να μεταπηδήσουν στην υδροπονία για εμπορική καλλιέργεια κηπευτικών και ανθοκομικών φυτών σε μεγάλη κλίμακα (Ολλανδία-Δανία). Εξίσου σπουδαίο ρόλο έπαιξαν βέβαια και οι άριστες ιδιότητες του πετροβάμβακα που το καθιστούν ιδεώδες υπόστρωμα για την καλλιέργεια αυτών.

Ο πετροβάμβακας είναι ένα ανόργανο ινώδες υλικό. Παράγεται με θερμική επεξεργασία ενός μείγματος που αποτελείται κατά 60% από διαβάση, 20% από ασβεστόλιθο και 20% από άνθρακα. Το μείγμα αυτό θερμαίνεται στους 1600°C. Ο άνθρακας χρησιμεύει κυρίως σαν καύσιμη ύλη για την επίτευξη αυτής της θερμοκρασίας. Για χρήση στην γεωργία σαν υπόστρωμα καλλιέργειας συνήθως χρησιμοποιούνται είτε κύβοι (για προβλάστηση και παραγωγή σποροφύτων για μεταφύτευση) είτε ορθογώνιες πλάκες (για καλλιέργεια των φυτών μετά τη μεταφύτευση).

Το μήκος και το πλάτος των πλακών και των κύβων επιλέγονται ανάλογα με τη διάταξη των φυτών στο θερμοκήπιο (αποστάσεις φύτευσης, μονές ή διπλές γραμμές φυτών κ.λ.π.) και κυρίως ανάλογα με τον όγκο υποστρώματος ανά φυτό που επιδιώκεται για κάθε καλλιεργούμενο είδος.

Η ικανότητα που διακρίνει τους τύπους πετροβάμβακα με σχετικά μεγάλο ειδικό βάρος να συγκρατούν περισσότερο νερό οφείλεται στην πυκνότερη πλέξη των ινών του η οποία έχει σαν συνέπεια οι πόροι του να είναι κατά μέσο όρο μικρότεροι σε μέγεθος. Χάρη στην ιδιότητά τους αυτή οι μεγάλοι ειδικού βάρους πετροβάμβακες παρέχουν στις καλλιέργειες μεγαλύτερη προστασία από τον κίνδυνο να διψάσουν κάποια στιγμή τα φυτά λόγω πρόωρης εξάντλησης του νερού στην περιοχή του ριζοστρώματος ως αποτέλεσμα της έντονης διαπνοής που χαρακτηρίζει τα μεσογειακά κλήματα. Επιπλέον, η ικανότητα συγκράτησης περισσότερου νερού ανά μονάδα όγκου δίνει τη δυνατότητα διεξαγωγής της καλλιέργειας με μικρότερη κατανάλωση νερού και λιπασμάτων λόγω περιορισμού των απωλειών νερού κατά τα ποτίσματα. Οι απώλειες αυτές προέρχονται από την απορροή μέρους του χορηγούμενου διαλύματος. Απορροή εμφανίζεται εφόσον ο πετροβάμβακας κορεσθεί με διάλυμα πριν ακόμη τελειώσει το πότισμα.

## ΚΑΛΛΙΕΡΓΕΙΑ ΜΑΡΟΥΛΙΟΥ

### ΚΑΤΑΓΩΓΗ – ΙΣΤΟΡΙΚΟ ΤΟΥ ΦΥΤΟΥ

Το καλλιεργούμενο μαρούλι (*Lactuca sativa* L.) θεωρείται ότι κατά πάσα πιθανότητα προήλθε από το άγριο μαρούλι *Lactuca serriola* ή *scariola* L., το οποίο συναντάται ως ζιζάνιο σε πολλές περιοχές της Ευρώπης, ή κατόπιν διασταυρώσεων με τα άγρια είδη *L. saligna* και *L. virosa*. Υπάρχουν πάνω από εκατό είδη στο γένος *Lactuca*. Το μαρούλι ανήκει στη μεγαλύτερη βοτανική οικογένεια των φυτών, τα σύνθετα (Compositae) και στην υποδιαίρεση *Liguliflorae*, στην οποία τα ανθίδια έχουν χαρακτηριστικό σχήμα που μοιάζει σαν λουρί, και στους βλαστούς και τα φύλλα σχηματίζεται ένας γαλακτώδης χυμός (latex). Συγγενικά είδη με το μαρούλι είναι το κιχώριο (*chicory*), το αντίδι, κ.α. (Ryder and Whitaker, 1976).

Το μαρούλι τύπου Cos πιστεύεται ότι έχει διαδοθεί από την Ελλάδα και το όνομα του τύπου προέρχεται από τη νήσο Κω, που βρίσκεται στο Αιγαίο Πέλαγος. Επίσης, χώροι προέλευσης του μαρουλιού θεωρούνται οι περιοχές της Ανατολικής Μεσογείου, Μικράς Ασίας, Καυκάσου, Περσίας και Τουρκιστάν. Στην Ελλάδα, όπως αναφέρει ο Καββαδάς (1956), αυτοφύονται 9 είδη του γένους *Lactuca*.

Ζωγραφιές του μαρουλιού τύπου Cos έχουν βρεθεί σε επιτύμβιες πλάκες στην Αίγυπτο από το 4.500 π.Χ. και είναι γνωστό ότι το μαρούλι χρησιμοποιείται πάρα πολύ στη διατροφή του ανθρώπου πάνω από 2.000 χρόνια. Πολύ πριν από τη χρήση του σαν τροφή χρησιμοποιείτο για τις φαρμακευτικές του ιδιότητες (έχει ναρκωτικές και παυσίπονες ιδιότητες).

Ο χυμός του ήμερου μαρουλιού *L. sativa* καθώς και των *L. virosa* (λακτούκη η τοξική) και *L. capitata*, είναι φαρμακευτικός, λαμβάνεται δε από τομές που γίνονται στον ανθοφόρο βλαστό του φυτού. Φαρμακευτικό είναι επίσης και το «θριδάκινον ύδωρ», το οποίο λαμβάνεται μετά από απόσταξη των φύλλων του μαρουλιού. Τέλος, με σύνθλιψη του ανθοφόρου βλαστού λαμβάνεται η «θριδακία» (γαλλ. *tridace*), η οποία χρησιμοποιείται στην κατασκευή του φημισμένου σαπουνιού «*tridace*» (Γεννάδιος, 1959).

Αναφέρεται ότι οι Πέρσες το καλλιεργούσαν τον 6<sup>ο</sup> π.Χ. αιώνα. Επίσης, ήταν γνωστό στους Αρχαίους Έλληνες και Ρωμαίους και αναφέρεται από τους Ηρόδοτο,

Θεόφραστο, Διοσκουρίδη κ.α. με το όνομα «Θρίδαξ» ή «Θριδακίνη», ενώ οι Κύπριοι το ονόμαζαν «Βρένθις». Ο Θεόφραστος το περιγράφει σαν λαχανικό «επίσπορο», ότι δηλ. μπορεί να σπαρεί πολλές φορές μέσα σε ένα έτος και μάλιστα περιγράφει τέσσερα διαφορετικά είδη. Στην Κίνα μεταφέρθηκε το 900 μ.Χ.

Στην Αγγλία αναφέρεται για πρώτη φορά το κεφαλωτό μαρούλι το 1543. Στη Γαλλία, και ιδιαίτερα στην περιοχή του Παρισιού, για εκατοντάδες χρόνια εφαρμοζόταν μια εξειδικευμένη μέθοδος καλλιέργειας μαρουλιού σε «τζάκια» με θερμοστρωμένες από ζυμούμενη κοπριά.

## **ΣΗΜΕΡΙΝΗ ΕΞΑΠΛΩΣΗ ΤΗΣ ΚΑΛΛΙΕΡΓΕΙΑΣ**

Σήμερα το μαρούλι, σε αντίθεση με πολλά άλλα λαχανικά που καλλιεργούνται σε εξειδικευμένες περιοχές, έχει διαδοθεί και καλλιεργείται σχεδόν σε όλα τα γεωγραφικά πλάτη και μήκη της υφελίου ως ετήσιο λαχανικό.

Στην Ασία παράγεται το 50% περίπου της παγκόσμιας παραγωγής, ενώ το 27% και 20% στη Β. & Κ. Αμερική και Ευρώπη αντίστοιχα. Η Κίνα και οι Η.Π.Α. είναι οι κυριότερες χώρες παραγωγής σε διεθνές επίπεδο, ενώ η Ιταλία, η Ισπανία και η Γαλλία σε ευρωπαϊκό επίπεδο.

Όσον αφορά τη διακίνηση (εισαγωγές-εξαγωγές) μαρουλιού στην Ευρώπη, Β. Αφρική και Μέση Ανατολή, φαίνεται ότι η Γερμανία και το Ηνωμένο Βασίλειο εισάγουν μεγάλες ποσότητες, ενώ η Ισπανία και η Ολλανδία εξαγωγουν τις μεγαλύτερες ποσότητες.

Στην Ελλάδα το μαρούλι καλλιεργείται κυρίως σαν υπαίθρια καλλιέργεια σχεδόν όλη τη διάρκεια του χρόνου, αλλά κυρίως από νωρίς το φθινόπωρο μέχρι αργά την άνοιξη. Το καλοκαίρι η παραγωγή περιορίζεται σημαντικά, λόγω των προβλημάτων που δημιουργούνται (σχηματισμός ανθικών στελεχών) από τις υψηλές θερμοκρασίες και το μεγάλο μήκος ημέρας, πρόβλημα που γίνονται προσπάθειες να ξεπεραστεί με την επιλογή ποικιλιών ανθεκτικών στον πρώιμο σχηματισμό ανθικών στελεχών. Η ζήτηση μαρουλιού είναι πάρα πολύ μεγάλη και το καλοκαίρι. Εκτός από τις υπαίθριες καλλιέργειες τα τελευταία χρόνια καλλιεργείται μαρούλι και στα θερμοκήπια κατά τη διάρκεια του χειμώνα, γιατί η ανάπτυξη γίνεται πιο γρήγορα, παράγεται προϊόν πολύ καλής ποιότητας και εκτός από την καλλιέργεια στο έδαφος του θερμοκηπίου παρέχεται η δυνατότητα της ανάπτυξης των φυτών σε υδροπονικές καλλιέργειες και κυρίως στο NFT (θρεπτικό διάλυμα λεπτής στοιβάδας). Το μαρούλι καλλιεργείται σε όλες τις περιοχές της Ελλάδας, οι μεγαλύτερες όμως εκτάσεις συγκεντρώνονται γύρω από τα μεγάλα αστικά κέντρα όπου βρίσκονται και οι περισσότεροι καταναλωτές.

Το παραγόμενο μαρούλι καταναλίσκεται αποκλειστικά στη ντόπια αγορά. Εξαγωγές δεν γίνονται, θα μπορούσε όμως να καλλιεργηθεί (οι τύποι που προτιμώνται) και για εξαγωγές στις χώρες της Β. Ευρώπης κατά το χειμώνα, λόγω των πλεονεκτημάτων που παρουσιάζει η χώρα (κλίμα κ.λ.π.).

	Εισαγωγή		Εξαγωγή	
	Ποσότητα ΜΤ	Αξία \$ 1000*	Ποσότητα ΜΤ	Αξία \$ 1000*
<b>Ευρώπη</b>				
Γερμανία	256.673	351.326	3.592	4.312
Ηνωμένο Βασίλειο	122.385	144.974	4.988	5.138
Γαλλία	47.958	46.757	64.427	119.360
Ολλανδία	41.713	51.179	113.282	160.761
Αυστρία	39.538	37.449	731	906
Ελβετία	39.076	65.373	11	20
Βέλγιο - Λουξεμβούργο	26.998	39.240	76.864	123.738
Σουηδία	26.654	37.323	221	277
Ιταλία	22.123	33.470	117.936	147.797
Φινλανδία	12.428	11.658	146	368
Δανία	10.928	14.624	590	851
Σλοβενία	8.760	10.523	33	9
Ισπανία	7.203	6.887	326.832	272.491
Ιρλανδία	5.880	10.181	290	684
Νορβηγία	4.027	6.692	93	212
Κροατία	2.075	2.501	38	30
Δημοκρατία της Τσεχίας	1.582	1.912	5	22
Πολωνία	1.860	1.166	180	661
Πορτογαλία	1.405	2.734	395	1.238
Ελλάδα	804	806	62	86
<b>Χώρες Β. Αφρικής &amp; Μ. Ανατολής</b>				
Σαουδική Αραβία	13.875	5.679	1.118	579
Κουβέιτ	7.073	4.358	0	0
Μπαχρέιν	5.781	2.508		
Κατάρ	2.395	574		
Αίβανος			14.000	4.800
Ιορδανία			11.424	1.629

Πηγή: FAO Trade Yearbook (1996)

ΜΤ: Μετρικοί Τόνοι

\* Αξία: Αξία σε χιλιάδες δολάρια

	Έκταση × 1000 στρ	Παραγωγή × 1000 ΜΤ	% του συνόλου της παραγωγής
Παγκόσμια	6.887	15.263	100
<b>Κατά Ηπειρό</b>			
Αφρική	94	200	1,3
Β. & Κ. Αμερική	1.269	4.205	27,6
Ν. Αμερική	112	134	0,9
Ασία	4.049	7.456	49,4
Ευρώπη	1.299	3.124	20,5
Ωκεανία	63	144	0,9
<b>Κυριότερες Χώρες Παραγωγής</b>			
1. Κίνα	2.200	5.500	36,0
2. Η.Π.Α.	1.136	3.949	25,9
3. Ισπανία	350	950	6,2
4. Ιταλία	481	851	5,6
5. Ινδία	1.160	765	5,0
6. Ιαπωνία	270	550	3,6
7. Γαλλία	180	480	3,1
8. Τουρκία	130	225	1,5
9. Ηνωμένο Βασίλειο	74	219	1,4
10. Κορέα	94	19	0,1
<b>Χώρες Ε.Ε.</b>			
			Μέση απόδοση (τον./στρ.)
1. Ισπανία	350	950	2,7
2. Ιταλία	481	851	1,8
3. Γαλλία	180	480	2,7
4. Ηνωμένο Βασίλειο	74	219	3,0
5. Βέλγιο & Λουξεμβούργο	25	173	6,3
6. Γερμανία	58	137	2,3
7. Ελλάδα	40	85	2,1
8. Ολλανδία	18	80	4,5
9. Πορτογαλία	14	32	2,3
10. Αυστρία	5,9	15	2,5
11. Σουηδία	6	13	2,2
12. Ιρλανδία	-	10	-
13. Δανία	2,5	6,7	2,7

Πηγή: FAO Production Yearbook (1998)

(1) Περιλαμβάνει την έκταση και παραγωγή τόσο της υπαίθριας καλλιέργειας όσο και της καλλιέργειας από κάλυψη.

\* ΜΤ: Μετρικοί Τόνοι

## **ΟΙΚΟΝΟΜΙΚΗ ΣΗΜΑΣΙΑ ΜΑΡΟΥΛΙΟΥ**

Το μαρούλι είναι το σημαντικότερο φυλλώδες λαχανικό που χρησιμοποιείται νωπό σε σαλάτα στην Ελλάδα, κυρίως από το φθινόπωρο μέχρι την άνοιξη. Σημαντικό επίσης είναι σε πάρα πολλές χώρες του κόσμου όπως οι Η.Π.Α., οι χώρες της Κ. Ευρώπης, η Αυστραλία, η Νέα Ζηλανδία, η Ιαπωνία. Είναι κατά κανόνα υπαίθρια καλλιέργεια, αλλά καλλιεργείται και σε θερμοκήπια, σε χώρες όπου ο χειμώνας είναι πάρα πολύ ψυχρός, όπως και στις Β. χώρες της Ευρώπης, στον Καναδά, στη Β. Αμερική κ.λ.π. Η ζήτηση και κατανάλωση μαρουλιού έχει σχέση με τις καιρικές συνθήκες που επικρατούν. Για παράδειγμα, καλός καιρός προτρέπει τους καταναλωτές να φτιάχνουν σαλάτες, με αποτέλεσμα η ζήτηση να ανέρχεται, και αντίστροφα. Οι εκτάσεις και η παραγωγή υπαίθριας και θερμοκηπιακής καλλιέργειας μαρουλιού στην Ελλάδα την περίοδο 1980-97 δίνονται παρακάτω και η κατανομή κατά γεωγραφικό διαμέρισμα υπαίθριας καλλιέργειας σε υψηλά θερμοκήπια και χαμηλά σκέπαστρα δίνεται παρακάτω.

Σύμφωνα με στοιχεία της Εθνικής Στατιστικής Υπηρεσίας κατά τη διάρκεια του 1999 εισήχθησαν από χώρες της Ε.Ε. και τρίτες χώρες 1.444 τον. μαρουλιού, ενώ παράλληλα την αντίστοιχη περίοδο εξήχθησαν 142 τον.

Η μέση μηνιαία τιμή χονδρικής πώλησης/κεφαλή μαρουλιού τύπου «Κως» ή «Ρωμάνο» και τύπου «Σαλάτα» στην κεντρική λαχαναγορά Αθηνών κατά τη διάρκεια των ετών 1995-98, παρουσιάζεται παρακάτω.



	Θερμοκήπια		Υπαίθρια		Ολικά	
	Έκταση (στρ.)	Παραγωγή (τόν.)	Έκταση (στρ.)	Παραγωγή (τόν.)	Έκταση (στρ.)	Παραγωγή (τόν.)
1980	100	210	27.200	54.910	27.300	55.020
1981	400	840	25.970	53.830	26.370	54.670
1982	600	1.520	26.190	55.300	26.790	56.820
1983	650	1.610	27.590	56.960	28.240	58.570
1984	240	460	28.230	57.860	28.470	58.320
1985	370	710	26.980	57.360	27.350	58.070
1986	400	810	28.450	58.120	28.850	58.930
1987	460	980	31.640	67.290	32.100	68.270
1988	600	750	29.260	56.750	29.860	57.800
1989	560	500	31.080	61.890	31.640	62.390
1990	450	1.110	30.960	60.770	31.410	61.880
1991	560	1.380	32.180	62.390	32.740	63.770
1992	1.090	2.130	34.350	69.400	35.540	71.530
1993	1.010	1.989	33.630	69.220	34.440	71.020
1994	670	1.470	35.780	74.070	36.450	75.540
1995	700	1.680	32.980	63.900	33.680	65.580
1996	740	2.420	35.330	67.030	36.070	69.450
1997	1.420	4.020	32.810	61.540	34.230	65.560

Πηγή: Στατιστική Υπηρεσία Υπουργείου Γεωργίας

Έκταση και παραγωγή μαρουλιού σε θερμοκήπια κατά γεωγραφικό διαμέρισμα στην Ελλάδα, κατά τις καλλιεργητικές περιόδους 1992-1993 και 1996-1997.

Γεωγραφικό Διαμέρισμα	1993			1997		
	Έκταση (στρ.)	Παραγωγή (τόν.)	Αποδόσεις (τόν/στρ.)	Έκταση (στρ.)	Παραγωγή (τόν.)	Αποδόσεις (τόν/στρ.)
Α. Μακεδονία - Θράκη	263	617	2,35	253	588	2,32
Δ. κ' Κ. Μακεδονία	490	830	1,69	735	920	1,25
Ήπειρος	71	136	1,91	64	100	1,56
Θεσσαλία	78	110	1,41	46	72	1,56
Πελοπόννησος						
Δ. Στερεά	25	95	3,80	39	83	2,13
Αττική - Νήσοι	83	201	2,42	286	2.259	7,90*
ΣΥΝΟΛΟ ΧΩΡΑΣ	1.010	1.989		1.423	4.022	

Πηγή: Στατιστική Υπηρεσία Υπουργείου Γεωργίας

\* Η μέση παραγωγή στην περιοχή Αττικής και Νήσων ήταν υψηλή λόγω της υψηλής εντατικοποίησης της καλλιέργειας με υδροπονικές και άλλες μεθόδους.

## **ΘΡΕΠΤΙΚΗ ΑΞΙΑ ΜΑΡΟΥΛΙΟΥ**

Το μαρούλι τύπου Cos ή Romaine είναι πιο θρεπτικό από τους κεφαλωτούς τύπους μαρουλιού, γιατί έχει υψηλότερη περιεκτικότητα σε βιταμίνες A και C. Το μαρούλι επίσης είναι μια καλή πηγή Ca και P. Η περιεκτικότητα των διαφόρων τύπων μαρουλιού σε διάφορα στοιχεία παρουσιάζεται παρακάτω.

*Κατά προσέγγιση περιεκτικότητα σε 100 g φαγώσιμου προϊόντος (φύλλα)*

<b>Στοιχεία</b>	<b>Κεφαλωτό (Butterhead)</b>	<b>Τύπος μαρουλιού Ρωμάνα (Cos or Romaine)</b>	<b>Κατσαρό κεφαλωτό (Crisphead)</b>
Ενέργεια (θερμίδες)	11	16	11
Νερό (g)	96	94	95
Πρωτεΐνες (g)	1,2	1,6	0,8
Λίπη (g)	0,2	0,2	0,1
Υδατάνθρακες (g)	1,2	2,1	2,3
Βιταμίνη A (IU)	1200	2600	300
B1 (mg)	0,07	0,10	0,07
B2 (mg)	0,07	0,10	0,03
C (mg)	9	24	5
Νιασίνη (mg)	0,4	0,5	0,3
Άλατα Ca (mg)	40	36	13
Fe (mg)	1,1	1,1	1,5
Mg (mg)	16	6	7
P (mg)	31	45	25

## **ΟΜΑΔΕΣ – ΤΥΠΟΙ ΜΑΡΟΥΛΙΟΥ**

Τα μαρούλια που καλλιεργούνται σήμερα, ανάλογα με τη μορφή και τη διάταξη των φύλλων τους στον κοντό βλαστό και το σχηματισμό ή απουσία κεφαλής, διακρίνονται στις ακόλουθες ομάδες:

### **(i) Κως ή Ρωμάνα (Cos or Romaine) *Lactuca sativa var. romana D.C.***

Φυτό όρθιο, υψηλό, με λεπτή μικρή επιμήκη κεφαλή στο εσωτερικό και λεπτά μακριά φύλλα στο εξωτερικό, με χρώμα συνήθως σκούρο πράσινο. Υπάρχουν ποικιλίες με διάφορες αποχρώσεις του πράσινου χρώματος. Είναι το μαρούλι που προτιμάται στην Ελλάδα, τη Μέση Ανατολή και Β. Αφρική.

### **(ii) Λείο, κεφαλωτό (Butterhead) *Lactuca sativa var. capitata D.C.***

Το φυτό σχηματίζει σφαιρική περίπου κεφαλή, τα φύλλα είναι μαλακά και το χρώμα ποικίλλει από ελαφρύ μέχρι βαθύ πράσινο. Είναι ο πιο συνηθισμένος τύπος μαρουλιού στην Κεντρική και Βόρεια Ευρώπη.

### **(iii) Κατσαρό κεφαλωτό (Crisphead, Iceberg ή Curly) *Lactuca sativa var. Capitata D.C.***

Το φυτό σχηματίζει σφαιρική περίπου κεφαλή, τα φύλλα είναι κυματοειδή (σγουρά) τραγανά και εύθραυστα. Το χρώμα ποικίλλει από ελαφρύ μέχρι βαθύτερο πράσινο. Είναι η ποικιλία που καλλιεργείται κυρίως στις Η.Π.Α. και τον Καναδά.

### **(iv) «Χαλαρό ανοικτό φύλλωμα» (Looseleaf)**

Τα φυτά αναπτύσσουν τα φύλλα τους ελεύθερα. Δεν σχηματίζουν κεφάλι. Τα φύλλα είναι κυματοειδή-κατσαρά και το χρώμα τους ποικίλλει στις διάφορες αποχρώσεις του πράσινου και πολλές φορές, τα εξωτερικά κυρίως φύλλα, φέρουν απόχρωση κοκκινωπή.

Υπάρχουν και μερικοί άλλοι τύποι μαρουλιού, όπως το Κινέζικο (Celtuce) *Lactuca sativa var. angustana*, το οποίο καλλιεργείται στην Κίνα και Taiwan, τόσο για το σαρκώδες στέλεχος του (stem-lettuce), το οποίο χρησιμοποιείται νωπό ή μαγειρεμένο, όσο και για τα τρυφερά του φύλλα. Το Ινδικό μαρούλι (*Lactuca indica L.*) ενδημεί στην Κίνα, είναι πολυετές και καλλιεργείται για τα σαρκώδη φύλλα του, τα οποία χρησιμοποιούνται νωπά ή μαγειρεμένα.

## **ΣΥΝΘΗΚΕΣ ΚΑΙ ΠΕΡΙΠΟΙΗΣΕΙΣ ΣΤΟ ΣΠΟΡΕΙΟ**

Στην Ελλάδα χρησιμοποιούνται διάφορα υποστρώματα για την ανάπτυξη των φυτών στο σπορείο, τα οποία είτε εισάγονται από το εξωτερικό ή παρασκευάζονται από ντόπιες εταιρείες. Η σύνθεση των υποστρωμάτων ποικίλλει όσον αφορά τα κύρια συστατικά και όσον αφορά τα κύρια θρεπτικά στοιχεία, τα ιχνοστοιχεία, το pH και την αγωγιμότητα.

Η άριστη θερμοκρασία για τη βλάστηση των σπόρων του μαρουλιού κυμαίνεται μεταξύ 15-21<sup>0</sup>C. Οι απαιτήσεις βέβαια των διαφόρων ποικιλιών ποικίλλουν και κατά τη διάρκεια ανάπτυξης των νεαρών φυταρίων στο φυτώριο. Για παράδειγμα, συνιστάται θερμοκρασία νύκτας από 10-13<sup>0</sup> C για την Grand Rapids και 13-15<sup>0</sup> C για την Bibb. (Wittwer and Honma, 1979)

Όπως έχει ήδη αναφερθεί, η θερμοκρασία βλάστησης του σπόρου του μαρουλιού πρέπει να κυμαίνεται γύρω στους 21<sup>0</sup> C, αλλά καλά αποτελέσματα εξασφαλίζονται και με επίπεδα θερμοκρασίας 18<sup>0</sup> C ή και 15<sup>0</sup> C. Όταν κατά τη σπορά επικρατούν υψηλότερες θερμοκρασίες τότε στο μαρούλι παρουσιάζεται ο λήθαργος υψηλής θερμοκρασίας, δηλ. ο σπόρος παρουσιάζει προβλήματα στη βλάστηση ή δεν βλαστάνει καθόλου. Για να αποφευχθεί στην πράξη το πρόβλημα που προκαλεί ο λήθαργος υψηλών θερμοκρασιών, συνιστάται οι καλλιεργητές να ακολουθούν τις πιο κάτω πρακτικές:

- (α)** Επιλογή του πιο ψυχρού σημείου της εκμετάλλευσης για τη βλάστηση του μαρουλιού.
- (β)** Ψύξη του υποστρώματος με τη χρησιμοποίηση νερού, του οποίου η θερμοκρασία είναι χαμηλή.
- (γ)** Η σπορά να γίνεται το απόγευμα προς το βράδυ, οπότε η θερμοκρασία είναι χαμηλότερη, έτσι το κρίσιμο οκτάωρο μετά τη σπορά να συμπίπτει με τις χαμηλές θερμοκρασίες της νύκτας.
- (δ)** Κάλυψη των θέσεων σποράς με πλάκες από φελιζόλ ή με χονδρό κυματοειδές χαρτόνι για μόνωση και προστασία από υψηλές θερμοκρασίες.
- (ε)** Όταν η κάλυψη των θέσεων σποράς γίνεται με λεπτό χαρτί ή με «μη υφαντό αραχνοειδές πλαστικό», γίνεται προσπάθεια να διατηρηθεί υγρό το υλικό με συχνό ψεκασμό με νερό.

**(Ζ)** Κάλυψη του σπορείου μέσα στο θερμοκήπιο ή κάλυψη ολόκληρου του θερμοκηπίου-φυτωρίου με δίκτυ, για σκίαση και μείωση της θερμότητας που προκαλεί η άμεση ηλιακή ακτινοβολία.

### **Φως**

Όταν χρησιμοποιείται φρέσκος σπόρος, η παρουσία φωτός μετά τη σπορά είναι σημαντική για την ομοιόμορφη βλάστηση.

### **Τεχνητός φωτισμός στο σπορείο**

Πρόσθετος τεχνητός φωτισμός στο σπορείο εφαρμόζεται όταν ο φυσικός φωτισμός την περίοδο της σποράς και ανάπτυξης των νεαρών φυτών στο φυτώριο είναι πολύ περιορισμένος. Στις ελληνικές συνθήκες δεν φαίνεται να χρειάζεται η εφαρμογή του. Στις χώρες της Β. Ευρώπης υπάρχουν περίοδοι τον χειμώνα, όπου η ένταση του φωτός είναι περιορισμένη και ο πρόσθετος τεχνητός φωτισμός στο σπορείο είναι συνηθισμένη καλλιεργητική πρακτική. Το θέμα του τεχνητού φωτισμού αντιμετωπίζεται με δύο μεθόδους:

**Μέθοδος Α:** Εφαρμογή συνεχούς φωτισμού για 72 ώρες (3 ημέρες) με ένταση 5.400 Lux μόλις αρχίσουν να βλαστάνουν οι σπόροι, για να ετοιμαστούν φυτάρια (στάδιο κοτυληδόνων) για μεταφύτευση.

**Μέθοδος Β:** Εφαρμογή φωτισμού για μεγαλύτερο χρονικό διάστημα ή μέχρι τα φυτά να αποκτήσουν μέγεθος κατάλληλο για μεταφύτευση στο έδαφος του θερμοκηπίου (3-5 φύλλα). Ο φωτισμός αυτός είναι αναγκαίος σε χώρες όπου ο φυσικός φωτισμός κατά τη διάρκεια της βλάστησης στο σπορείο είναι πολύ φτωχός. Η πρακτική που ακολουθείται είναι η εξής:

- Σπορά για βλάστηση σε θερμοκρασία 21<sup>0</sup> C
- Συνεχής φωτισμός για 7-8 ημέρες με ένταση 5.400 Lux σε γλαστράκια ή κύβους εδάφους διαμέτρου 4 εκ.

Από τα μέχρι στιγμής δεδομένα δεν φαίνεται να υπάρχει πρόβλημα ενθάρρυνσης σχηματισμού ανθικού στελέχους από τον συνεχή φωτισμό στα φυτά μαρουλιού, ακόμη και μέχρι εφαρμογής φωτισμού διάρκειας 14 ημερών σε επίπεδα έντασης 5.400 Lux.

Οι κατάλληλοι λαμπτήρες για τον τεχνητό φωτισμό στο σπορείο είναι:

Λαμπτήρες φθορισμού, λαμπτήρες υδραργύρου φθορισμού (400 ή 1000 Watts), λαμπτήρες υψηλής πίεσεως νατρίου HPS/U και λαμπτήρες χαμηλής πίεσεως νατρίου (SOX180 Watts).

Ανάλογα με την εποχή του έτους, η εφαρμογή τεχνητού φωτισμού στα φυτώρια μπορεί να εξοικονομήσει μέχρι 10 ημέρες λιγότερης παραμονής των φυταρίων σε αυτά, γεγονός που συμβάλλει στην καλύτερη αξιοποίηση του χώρου του φυτωρίου και που σε τελική ανάλυση αποτελεί και το κριτήριο και την δικαιολογία της εφαρμογής του πρόσθετου φωτισμού.

## **ΣΥΝΘΗΚΕΣ ΣΤΟ ΘΕΡΜΟΚΗΠΙΟ**

### **Θερμοκρασία**

Το μαρούλι είναι φυτό ψυχρής εποχής και αναπτύσσεται ικανοποιητικά σε σχετικά χαμηλές θερμοκρασίες (αντέχει μέχρι  $-5^{\circ}\text{C}$ ). Οι άριστες θερμοκρασίες στο θερμοκήπιο τόσο κατά τη διάρκεια της ημέρας όσο και κατά τη διάρκεια της νύκτας ποικίλλουν ανάλογα με τον τύπο του μαρουλιού και την ποικιλία, την ηλικία του φυτού, την εποχή, την ένταση του φωτισμού και το επίπεδο του  $\text{CO}_2$ .

Υψηλές θερμοκρασίες ευνοούν τη γρήγορη ανάπτυξη των φυτών και νωρίς το φθινόπωρο ή αργά την άνοιξη συχνά ενθαρρύνουν την παραγωγή αδύνατων λεπτών φυτών με μικρό βάρος. Όταν οι υψηλές θερμοκρασίες επικρατούν κατά τη διάρκεια των πρώτων σταδίων ανάπτυξης των φυτών έχουν μικρότερη καταστρεπτική επίδραση, απ' ό,τι στην περίπτωση που τα φυτά είναι μεγαλύτερα. Η θερμοκρασία πρέπει να είναι όσο το δυνατόν πιο χαμηλή, και κοντά στο άριστο επίπεδο όταν τα φυτά πλησιάζουν την ωρίμανση, για να εξασφαλίζεται η καλύτερη δυνατή ποιότητα. Γενικά τα μαρούλια, και ιδίως τα «κεφαλωτά», απαιτούν, κατά την περίοδο κυρίως που σχηματίζουν τις κεφαλές, χαμηλές θερμοκρασίες, διαφορετικά ενθαρρύνονται για σχηματισμό ανθοφόρων βλαστών πριν από το σχηματισμό της κεφαλής ή εάν σχηματίσουν κεφαλή, αυτή είναι μάλλον χαλαρή και τα φύλλα αποκτούν υπόπικρη γεύση. Υψηλές θερμοκρασίες νωρίς την άνοιξη, ακόμη και για σύντομο χρονικό διάστημα, πολύ συχνά προκαλούν κάψιμο του άκρου των φύλλων ή της περιφέρειάς τους. Είναι γεγονός ότι η κίνηση του αέρα μεταξύ των φυτών είναι περιορισμένη όταν τα φυτά μεγαλώσουν. Για το λόγο αυτό, είναι ανάγκη να εξασφαλίζεται ικανοποιητικός εξαερισμός στα θερμοκήπια, ώστε να εμποδίζεται αυτή η φυσιολογική ανωμαλία.

Γενικά συνιστάται η θερμοκρασία κατά τη διάρκεια της νύκτας να κυμαίνεται από  $5-7^{\circ}\text{C}$  πιο χαμηλά από την αντίστοιχη θερμοκρασία της ημέρας και η θερμοκρασία στο σπορείο, όπου τα φυτάρια είναι μικρά, να κυμαίνεται μεταξύ  $2-3^{\circ}\text{C}$  πιο υψηλά από τη θερμοκρασία στον κύριο χώρο ανάπτυξης, όπου τα φυτά είναι μεγαλύτερα.

Για τα «κεφαλωτά» μαρούλια συνιστώνται οι θερμοκρασίες:

Θερμοκρασία νύκτας: 15<sup>0</sup> C

- » ημέρας (α) με συννεφιά 17-20<sup>0</sup> C
- » » (β) ηλιόλουστη 21-24<sup>0</sup> C

Για τα «κατσαρά κεφαλωτά» μαρούλια (Iceberg) συνιστώνται οι θερμοκρασίες:

Θερμοκρασία νύκτας: 10-15<sup>0</sup> C

- » ημέρας: 13-21<sup>0</sup> C

Η διακύμανση της θερμοκρασίας, που παρατηρείται πιο πάνω, συνδέεται με την ένταση του φωτισμού. Όσο πιο υψηλή είναι η ένταση του φωτισμού που επικρατεί τόσο υψηλότερη πρέπει να είναι η θερμοκρασία και αντίστροφα.

Μετά από πότισμα με καταιονισμό, όταν το φύλλωμα είναι υγρό, είναι σημαντικό να διατηρείται η θερμοκρασία μερικούς βαθμούς πιο χαμηλά σε αντίθεση με την περίπτωση που στο φύλλωμα η υγρασία είναι χαμηλή.

Πολλές ποικιλίες που ανήκουν στους διάφορους τύπους μαρουλιού έχουν ικανότητα ευρείας προσαρμογής σε διάφορες θερμοκρασίες και έτσι μπορούν να καλλιεργηθούν και σε διάφορες εποχές. Όμως, καλό είναι, οι ποικιλίες να διαχωρίζονται και να καλλιεργούνται την εποχή (φθινόπωρο, χειμώνα, άνοιξη, καλοκαίρι) ανάλογα με τις πραγματικές απαιτήσεις τους σε θερμοκρασία, ώστε να εξασφαλίζεται η ποιότητα του προϊόντος.

## **Φως**

Το φως είναι ένας σημαντικός παράγοντας που πρέπει να προσεχτεί ιδιαίτερα όταν η καλλιέργεια γίνεται στο θερμοκήπιο. Ακόμη και όταν το υλικό κάλυψης έχει τα καλύτερα χαρακτηριστικά περατότητας στο φως, μόνο το 70% της συνολικής ποσότητας που φτάνει στην επιφάνεια του υλικού το διαπερνά και από την ποσότητα που έχει περάσει μόνο το 70% αξιοποιείται από τα φυτά.

Όταν, επομένως το φως, το χειμώνα είναι περιορισμένο δεν χρειάζονται υψηλές θερμοκρασίες, γιατί δεν μπορεί να τις αξιοποιήσει η καλλιέργεια. Όταν όμως συμβαίνει το αντίθετο (αυξημένη ένταση φωτισμού) τότε και οι θερμοκρασίες πρέπει να ανεβαίνουν και ο εμπλουτισμός με CO<sub>2</sub> αποδίδει σημαντικό όφελος και το πότισμα



πρέπει να διαμορφώνονται ανάλογα, ώστε όλοι μαζί οι παράγοντες αυτοί να συμβάλουν στην αύξηση του ρυθμού και του τελικού μεγέθους των φυτών.

Σήμερα η ρύθμιση των πιο πάνω παραγόντων μπορεί να γίνει με ένα πρόγραμμα Η/Υ, το οποίο μετρά την ακτινοβολία, μετρά και ρυθμίζει τη θερμοκρασία, την υγρασία και ανάλογα ρυθμίζει το ποσό και τη συχνότητα χορήγησης του θρεπτικού διαλύματος.

### **Διοξείδιο του άνθρακα (CO<sub>2</sub>)**

Αναφέρεται ότι το μαρούλι είναι από τα φυτά που αντιδρούν περισσότερο στην αύξηση του CO<sub>2</sub> στο θερμοκήπιο. Η περιεκτικότητα σε CO<sub>2</sub> της ατμόσφαιρας του θερμοκηπίου το χειμώνα, κατά τη διάρκεια της ημέρας όταν παραμένει κλειστό, παρουσιάζεται χαμηλότερη από το κανονικό. Ως γνωστό, η φυσική περιεκτικότητα του αέρα σε CO<sub>2</sub> είναι 300 ppm και με μια έντονα αναπτυσσόμενη καλλιέργεια στο θερμοκήπιο γρήγορα πέφτει κάτω από 200 ppm. Έχει δειχθεί ότι τεχνητή αύξηση της συγκέντρωσης του CO<sub>2</sub> στα 1.000-2.000 ppm:

- α)** επιταχύνει το ρυθμό ανάπτυξης
- β)** προωμίζει την παραγωγή
- γ)** αυξάνει την παραγωγή

Τα αποτελέσματα από εφαρμογή εμπλουτισμού της ατμόσφαιρας του θερμοκηπίου με CO<sub>2</sub> σε εμπορική κλίμακα έχουν δείξει ότι το μαρούλι είναι ιδανικό φυτό για μια τέτοια τεχνική. Έχει καλή ανάπτυξη το χειμώνα και με χαμηλό φωτισμό και με χαμηλές θερμοκρασίες.

Τα πλεονεκτήματα από τη χρήση του CO<sub>2</sub> μπορούν να συνοψιστούν στα εξής:

- (i)** Επιταχύνεται η ωρίμανση κατά 10 ημέρες μέχρι μερικές εβδομάδες. Πρακτικό αποτέλεσμα του γεγονότος αυτού είναι ότι μπορεί να αυξηθεί ο αριθμός των καλλιεργειών (σοδειών) τη δεδομένη καλλιεργητική περίοδο στον ίδιο χώρο.
- (ii)** Οι αποδόσεις αυξάνονται κατά 40-100% όταν παράγοντες όπως η θερμοκρασία, η διατροφή, το πότισμα ρυθμίζονται στα άριστα δυνατά

επίπεδα, ώστε η καλλιέργεια να μπορέσει να εκμεταλλευτεί την προσθήκη του CO<sub>2</sub>.

- (iii) Το CO<sub>2</sub> υποκαθιστά τη δυσμενή επίδραση της μειωμένης έντασης φωτισμού. Μπορούν να εξασφαλιστούν υψηλές αποδόσεις το χειμώνα, ακόμα και όταν η ένταση φωτισμού αποτελεί περιοριστικό παράγοντα για την ανάπτυξη των φυτών.

## **ΜΕΤΑΦΥΤΕΥΣΗ**

Τα φυτάρια μεταφυτεύονται όταν αποκτήσουν 3-5 φύλλα. Πριν την μεταφύτευση των φυτών όταν αυτά θα αναπτυχθούν σε σύστημα NFT οι υδρορροές επιστρώνονται σε όλο το μήκος τους με μια λεπτή ταινία υλικού με τριχοειδείς ιδιότητες ώστε να εξασφαλίζεται ομοιόμορφη κατανομή του ρέοντος διαλύματος σε όλο το πλάτος της υδρορροής.

## **ΣΥΣΤΑΣΗ ΘΡΕΠΤΙΚΟΥ ΔΙΑΛΥΜΑΤΟΣ**

Η σύσταση του θρεπτικού διαλύματος που χρησιμοποιείται για την άρδευση και θρέψη των φυτών στις υδροπονικές καλλιέργειες μαρουλιού παρουσιάζει αρκετές διαφορές σε σύγκριση με τα διαλύματα που χορηγούνται στα καρποθετικά λαχανικά. Οι διαφορές αυτές εντοπίζονται κυρίως στη συνολική συγκέντρωση αλάτων στο θρεπτικό διάλυμα καθώς και στην αναλογία K:Ca. Στα θρεπτικά διαλύματα που χρησιμοποιούνται για τη θρέψη του μαρουλιού η συνιστώμενη αναλογία N:K είναι ίση με 2,0 σε όλη τη διάρκεια της καλλιέργειας. Όσον αφορά τις αναλογίες μεταξύ των κατιόντων στο διάλυμα, η σχέση K:Ca θα πρέπει να διατηρείται γύρω στο 1,1 ενώ η αναλογία Ca:Mg στο 3,0. Ένα θρεπτικό διάλυμα με ηλεκτρική αγωγιμότητα μεταξύ 1,5-1,8 dS/m περίπου, κατάλληλο για υδροπονική καλλιέργεια μαρουλιού με ανακύκλωση του διαλύματος θα πρέπει σύμφωνα με τους Sonneveld και Straver να έχει την εξής σύσταση:

### **Μακροστοιχεία**

NO <sub>3</sub> -N:	9,50 Meq/l	(133 ppm N)
H <sub>2</sub> PO <sub>4</sub> -Q:	1,00	(31 ppm P)
SO <sub>4</sub> -S:	2,25	(36 ppm S)
NH <sub>4</sub> -N:	0,50	(7 ppm N)
K:	5,00	(185 ppm K)
Ca:	4,50	(90 ppm Ca)
Mg:	1,50	(18 ppm Mg)

### **Ιχνοστοιχεία**

Fe:	35 μmol	(2,00 ppm Fe)
Mn:	5 μmol	(0,28 ppm Mn)
Zn:	3,00 μmol	(0,20 ppm Zn)
Cu:	0,50 μmol	(0,03 ppm Cu)
B:	20 μmol	(0,22 ppm B)
Mo:	0,50 μmol	(0,05 ppm Mo)

Όσον αφορά το άζωτο, παρά το γεγονός ότι τα φυλλώδη λαχανικά, όπως το μαρούλι, χρησιμοποιούν μεγάλες ποσότητες, η υπερβολική χρήση του δημιουργεί υδαρή φυτά, ευπαθή στις ασθένειες και τα κεφαλωτά μαρούλια μπορεί να συμπεριφέρονται όπως τον τύπο Cos, δηλ. να μην σχηματίζουν κεφαλή.

Είναι γνωστό ότι στα φυλλώδη λαχανικά αύξηση της περιεκτικότητας των φύλλων σε άζωτο, αποτέλεσμα αυξημένων ποσοτήτων αζώτου στο έδαφος (υπερλίπανση με N) ή το μέσο ανάπτυξης του ριζικού συστήματος (NFT, περλίτης κ.λ.π. σε υδροπονικά συστήματα), δημιουργεί προβλήματα στον ανθρώπινο οργανισμό, γιατί τα νιτρικά μετατρέπονται σε νιτρώδη, τα οποία μπορούν να αντιδράσουν με τις αμίνες και να σχηματίσουν νιτροσαμίνες, οι οποίες θεωρούνται καρκινογόνες ουσίες. Σε πειράματα που έγιναν στο μαρούλι, κατά τη χειμερινή περίοδο, έχει βρεθεί ότι η αυξημένη ένταση φωτισμού την περίοδο του χειμώνα στην Ελλάδα, σε συνδυασμό με τις σχετικά υψηλές θερμοκρασίες που επικρατούν, έχουν σαν αποτέλεσμα την περιορισμένη συγκέντρωση νιτρικών στα φύλλα του μαρουλιού, σε σύγκριση με τις συγκεντρώσεις που αναφέρονται ότι υπάρχουν στις χώρες της Κ. και Β. Ευρώπης την αντίστοιχη περίοδο. Το πλεονέκτημα αυτό θα πρέπει να αξιοποιηθεί για την προώθηση των εξαγωγών μαρουλιού, κατά τη διάρκεια του χειμώνα, από την Ελλάδα προς τις Βόρειες χώρες.

Η Ευρωπαϊκή Ένωση με την οδηγία 864/99 έχει καθορίσει τη μέγιστη αποδεκτή συγκέντρωση νιτρικών στο φρέσκο μαρούλι, για την περίοδο από 1/10 – 31/3 σε 4.500 και για την περίοδο 1/4 - 30/9 σε 3.500 χιλιοστά του γραμμαρίου ανά κιλό φρέσκου μαρουλιού. Επίσης η παγκόσμια οργάνωση υγείας έχει καθορίσει την ημερήσια επιτρεπτή ποσότητα πρόσληψης κατά άτομο νιτρικών σε 3,75 χιλιοστά του γραμμαρίου και για τα νιτρώδη σε 0,13 χιλιοστά του γραμμαρίου ανά κιλό σωματικού βάρους.

Η κυβέρνηση της Ολλανδίας έχει θεσπίσει μέγιστη επιτρεπτή περιεκτικότητα σε νιτρικά στο μαρούλι κατά τη διάρκεια του χειμώνα σε 4.500 χιλιοστά του γραμμαρίου ανά κιλό νωπού βάρους μαρουλιού.

Η περιεκτικότητα του μαρουλιού σε νιτρικά επηρεάζεται από την ένταση του φωτισμού (χαμηλή ένταση την αυξάνει) από τα επίπεδα της θερμοκρασίας που αναπτύσσονται τα φυτά (υψηλή θερμοκρασία σε συνδυασμό με υψηλή ένταση

φωτισμού μειώνει την συγκέντρωση), γενετικούς παράγοντες (μεγάλες διαφορές μεταξύ ποικιλιών) καθώς επίσης και από τη χρήση ρυθμιστών ανάπτυξης. Υψηλές αποδόσεις σε συνδυασμό με την καλύτερη ποιότητα και τη χαμηλότερη περιεκτικότητα σε νιτρικά έχουν εξασφαλιστεί με τη χρήση 150 ppm  $\text{NO}_3\text{-N}$  με ταυτόχρονη χρήση γιββερελλίνης ( $\text{GA}_3$ ) σε συγκέντρωση 100 ppm ή με γιββερελλίνη και κινετίνη 200 + 20 ppm αντίστοιχα σε συνθήκες υψηλού φωτισμού και υψηλής θερμοκρασίας.

Το μαρούλι είναι ευαίσθητο φυτό σε αυξημένη συγκέντρωση αλάτων (υψηλή αγωγιμότητα), έχει όμως αυξημένες ανάγκες σε ασβέστιο. Είναι πολύ ευαίσθητο σε όξινο έδαφος δηλ. χαμηλό pH < 6,0, γεγονός που, εάν συμβαίνει, συνιστάται η προσθήκη ασβεστίου, ώστε το pH να φθάσει στο 6,0-7,0, επίπεδο που δεν πρέπει να ξεπεράσει γιατί προκαλούνται τροφοπενίες Mn.

Επίσης πρέπει να σημειωθεί ότι δεν προτιμάται και το πολύ αλκαλικό περιβάλλον στο οποίο το μαρούλι μπορεί να παρουσιάσει χλώρωση.

## **ΑΡΔΕΥΣΗ**

Η απόφαση πότε θα εφαρμοσθεί πότισμα και πόσο νερό θα δοθεί αποτελεί ένα από τα διαρκή προβλήματα της υδροπονικής καλλιέργειας του μαρουλιού. Πριν τη μεταφύτευση το υπόστρωμα πρέπει να ποτιστεί και να φτάσει στο σημείο της υδατοϊκανότητάς του.

Η τροφοδοσία του θρεπτικού διαλύματος στα φυτά γίνεται με σταλάκτες, ένας σταλάκτης παροχής 1-2 λίτρων την ώρα για κάθε φυτό. Για να αποφευχθούν τα φραξίματα, στους σταλάκτες είναι απαραίτητο να έχει τοποθετηθεί στην αρχή του δικτύου ένα πολύ καλό σύστημα φιλτραρίσματος του διαλύματος. Τα υλικά που χρησιμοποιούνται για το σύστημα τροφοδοσίας, όπως σωλήνες, εξαρτήματα, αντλίες, δεξαμενές κ.λ.π. θα πρέπει να είναι ανθεκτικά στα οξέα, γι' αυτό συνήθως χρησιμοποιούνται τα κατασκευασμένα από πλαστικό.

Η άρδευση ελέγχεται συνήθως με χρονοδιακόπτη ή με πιο ακριβή μέσα, όπως ολοκληρωτές ηλιακής ακτινοβολίας ή όργανα μέτρησης της εξατμισοδιαπνοής. Σε όλες τις περιπτώσεις είναι αναγκαίος ο έλεγχος κατά τακτά χρονικά διαστήματα και η ρύθμιση των οργάνων αυτών, ώστε η ηλεκτρική αγωγιμότητα στο σάκκο να κρατιέται σταθερή.

Γενικά, η ηλεκτρική αγωγιμότητα του διαλύματος στο σάκκο πρέπει να βρίσκεται 100-300  $\mu\text{S}$  υψηλότερα από αυτήν του διαλύματος τροφοδοσίας, όταν αυτή υπερβαίνει το πάνω όριο σημαίνει ότι πρέπει να αυξηθεί η συχνότητα του ποτίσματος, ενώ όταν είναι κάτω από το κάτω όριο να μειωθεί.

Καθημερινός έλεγχος απαιτείται επίσης και στους σταλάκτες για να διαπιστωθεί ότι δεν έχουν βουλώσει από αδιάλυτα άλατα ή άλλα σώματα που μπορούν να υπάρξουν στο νερό.

Τις θερμές ηλιόλουστες ημέρες η ηλεκτρική αγωγιμότητα του διαλύματος τροφοδοσίας καλά είναι να κυμαίνεται μεταξύ 2.0 και 2.5 mS. Σε μικρές εντάσεις φωτισμού μπορεί να φθάσει μέχρι και 3.5 αν χρειασθεί. Το pH του διαλύματος τροφοδοσίας πρέπει να κυμαίνεται μεταξύ 5.0 και 6.0.

Το pH και η ηλεκτρική αγωγιμότητα του διαλύματος τροφοδοσίας ελέγχονται και αυτά κάθε μέρα την ίδια ώρα σε 5-10 δείγματα ανά στρέμμα ώστε να διαπιστωθεί η καταλληλότητα του διαλύματος.

## **ΣΥΓΚΟΜΙΔΗ – ΑΠΟΔΟΣΕΙΣ**

Η συγκομιδή γίνεται όταν τα φυτά αποκτήσουν εμπορεύσιμο μέγεθος, σύμφωνα με τις απαιτήσεις της αγοράς και ανάλογα με τον τύπο του μαρουλιού και της ποικιλίας. Επίσης, η τιμή του προϊόντος στην αγορά καθορίζει και το στάδιο συγκομιδής.

Στο μαρούλι τύπου «Ρωμάννα», η συγκομιδή γίνεται όταν εμφανιστεί η μικρή κεφαλή στο κέντρο του φυτού. Ο εργάτης κόβει το φυτό κοντά ή λίγο πιο κάτω από την επιφάνεια του εδάφους με μαχαίρι ή με ειδικό εργαλείο, στη συνέχεια αφαιρούνται τα εξωτερικά κατεστραμμένα φύλλα και τοποθετούνται σε πλαστικές διάτρητες σακούλες ή τοποθετούνται ως έχουν, σε πλαστικά ή ξύλινα κιβώτια όταν προορίζονται για τη ντόπια αγορά ή σε χάρτινα κιβώτια για τη ντόπια αγορά και για εξαγωγή.

Στα «κεφαλωτά» μαρούλια η συγκομιδή αρχίζει όταν η κεφαλή αποκτήσει το χαρακτηριστικό μέγεθος της ποικιλίας και ταυτόχρονα αποκτήσει καλή συνεκτικότητα.

Σε καλλιέργειες στα θερμοκήπια, και όταν ακολουθείται η διαδικασία της μεταφύτευσης σε κύβους εδάφους ή σε υποστρώματα σε δίσκους, η ανάπτυξη του φυτού είναι ομοιόμορφη και η συγκομιδή γίνεται ταυτόχρονα.

Ο χρόνος που παραμένουν τα φυτά στο υπόστρωμα του θερμοκηπίου (μεταφύτευση-συγκομιδή) και η εποχή συγκομιδής εξαρτώνται από την εποχή μεταφύτευσης, την ποικιλία, την εποχή. Γενικά, μπορεί να λεχθεί ότι στην Ελλάδα απαιτούνται 1,5-3,0 μήνες. Καθυστερήση στη συγκομιδή προκαλεί υποβάθμιση της ποιότητας.

Η συγκομιδή πρέπει να γίνεται όταν η θερμοκρασία είναι χαμηλή και τα φυτά στεγνά. Αμέσως μετά, τα φυτά θα πρέπει να τοποθετούνται σε χαμηλές θερμοκρασίες (ψυγεία) μέχρι να μεταφερθούν στην αγορά.

Εάν πρόκειται να συσκευαστούν για εξαγωγή τότε πρέπει να προσεχτούν ιδιαίτερα οι θερμοκρασίες κατά τη μεταφορά στο συσκευαστήριο (αυτοκίνητο-ψυγείο), και η αποφυγή ζημιών στα φυτά κατά τη μεταφορά και τη συσκευασία. Η διαλογή και συσκευασία γίνεται σύμφωνα με τις προδιαγραφές της Ε.Ε. Στην Αμερική, το προϊόν αμέσως μετά τη συγκομιδή και τη συσκευασία ψύχεται το προϊόν

όσο το δυνατόν πιο σύντομα στη θερμοκρασία 1<sup>0</sup>C και να εξασφαλίζεται η διατήρηση της ποιότητας του προϊόντος. Η δε μεταφορά στους τόπους κατανάλωσης γίνεται πάλι με αυτοκίνητα-ψυγεία ή τρένα-ψυγεία. Το μαρούλι είναι πολύ ευπαθές λαχανικό, αποτέλεσμα της υψηλής περιεκτικότητάς του σε νερό. Δεν διατηρείται για μεγάλο χρονικό διάστημα μετά τη συγκομιδή. Η υποβάθμιση της ποιότητας αυξάνεται με την αύξηση της θερμοκρασίας αποθήκευσης. Διατηρεί την ποιότητά του καλή για 10-14 ημέρες σε θερμοκρασία αποθήκευσης 1<sup>0</sup>C και 95-97% Σ.Υ.

Η ποιότητα στο μαρούλι καθορίζεται από την εμφάνιση, την απουσία συμπτωμάτων από εχθρούς, ασθένειες και τις φυσιολογικές ανωμαλίες, την απουσία ξένων ουσιών (χώμα, υπολείμματα φυτοφαρμάκων, κ.α.), τη γεύση (γλυκιά όχι πικρή) και τα φύλλα πρέπει να είναι τρυφερά και τραγανά.

### **Αποδόσεις**

Οι αποδόσεις κυμαίνονται ανάλογα με τις αποστάσεις φύτευσης, την εποχή καλλιέργειας, τον τύπο, την ποικιλία, το μέγεθος/κεφαλή κατά τη στιγμή της συγκομιδής, από 2-4 τον/στρ. Σε εξαιρετικές περιπτώσεις μπορεί να είναι και μεγαλύτερες.



## **ΕΧΘΡΟΙ ΚΑΙ ΑΣΘΕΝΕΙΕΣ**

### **Μυκητολογικές ασθένειες**

#### **Τήξη σπορείων, *Pythium sp.*, *Rhizoctonia solani* κ.α.**

Οι μύκητες αυτοί προσβάλλουν τα πολύ νεαρά φυτά στο σπορείο και προκαλούν σημαντικές ζημιές. Οι μύκητες αναπτύσσονται στο λαιμό των φυταρίων με αποτέλεσμα τη σήψη, το μαρασμό και την καταστροφή τους.

Για την πρόληψη της ασθένειας συνιστάται η χρησιμοποίηση πάντοτε νέου υποστρώματος στο σπορείο, η απολύμανση τόσο του υποστρώματος όσο και όλων των μέσων που χρησιμοποιούνται στο σπορείο, η χρησιμοποίηση υγιούς σπόρου, η αποφυγή υπερβολικής υγρασίας και σχετικά αραιή σπορά. Θεραπευτικά, μόλις εμφανιστεί η ασθένεια, μπορεί να γίνει ριζοπότισμα στο σπορείο με Thiram 15 g/10 λίτρα νερού ή Captan 10 g/10 λίτρα νερό ή Zinep 10 g/10 λίτρα νερό. Επίσης, μπορεί να γίνει συνδυασμός των φαρμάκων αυτών με Benlate ή Topsin M., για καλύτερο έλεγχο των παθογόνων, στο υπόστρωμα.

Η ασθένεια μπορεί να προσβάλει τα φυτά και στο χωράφι. Η προσβολή εμφανίζεται αρχικά στα κατώτερα φύλλα, υπό μορφή καστανών κηλίδων και στη συνέχεια το φυτό ξηραίνεται. Για την πρόληψη ή θεραπεία ακολουθούνται οι συστάσεις που δόθηκαν για την περίπτωση των σπορείων.

#### **Περνόςπορος, *Bremia lactuca***

Ο μύκητας αυτός προκαλεί στο μαρούλι χλωρωτικές κηλίδες στα κάτω φύλλα, όταν επικρατούν συνθήκες υψηλής υγρασίας, και στη συνέχεια προκαλείται σήψη των φύλλων. Στην κάτω επιφάνεια των κηλίδων εμφανίζεται λευκό επίχρισμα που είναι τα κονίδια του μύκητα, τα οποία μεταφέρονται στη συνέχεια με τον αέρα σε άλλα φυτά και φύλλα και με την υψηλή υγρασία που υπάρχει διαιωνίζεται η ασθένεια. Μπορεί να περιοριστεί ή και να προληφθεί με αραιή φύτευση, περιορισμό των αρδεύσεων, αερισμό των θερμοκηπίων και με ψεκασμούς με χαλκούχα ή καρβαμιδικά μυκητοκτόνα, όπως ο οξυχλωριούχος χαλκός, Zinep, Antracol, Miltox, Captan κ.α. στις κατάλληλες αναλογίες.

### **Βοτρυτής (φαιά σήψη), *Botrytis cinerea***

Ο μύκητας προσβάλλει το μαρούλι σε όλα τα στάδια της ανάπτυξής του και προκαλεί σοβαρές ζημιές ιδιαίτερα στις καλλιέργειες του φθινοπώρου και της άνοιξης. Στην αρχή η προσβολή εμφανίζεται σαν στίγματα σκούρου χρώματος (καφέ) στα κάτω φύλλα, εξελίσσεται σε μαλακή σήψη και στη συνέχεια εμφανίζεται η γκριζοκαφέ καρποφορία του μύκητα και το φυτό μαραίνεται και καταστρέφεται. Η ασθένεια προλαμβάνεται ή περιορίζεται με τον καλό εξαερισμό του θερμοκηπίου, την αποφυγή διαβροχής των φυτών για μεγάλα χρονικά διαστήματα και με χημική κάλυψη με φυτοφάρμακα όπως το Rovral, Dichloran, Ronilan.

### **Ωίδιο, *Erysiphe cichoracearum***

Ο μύκητας εμφανίζεται υπό μορφή κηλίδων στα φύλλα με το χαρακτηριστικό λευκό επάνθισμα των ωιδίων. Η πιθανότητα προσβολής εντείνεται όταν επικρατούν υψηλά επίπεδα υγρασίας και θερμοκρασίας. Θα πρέπει να γίνεται προσπάθεια αποφυγής των συνθηκών που ευνοούν την ανάπτυξη του μύκητα και, επίσης, με την εμφάνιση των συμπτωμάτων, να γίνεται ψεκασμός με ωιδιοκτόνα παρασκευάσματα όπως, Super Milkerp, Afugan, κ.α.

### **Εντομολογικές προσβολές**

#### **Αφίδες**

Οι αφίδες εμφανίζονται και πολλαπλασιάζονται πάνω στα νεαρά κυρίως φύλλα του μαρουλιού. Το μεγαλύτερο πρόβλημα που προκαλούν είναι η συμβολή τους στην μετάδοση των ιώσεων, κυρίως η πράσινη αφίδα *Myzus persicae*. Καταπολεμούνται με ειδικά αφιδοκτόνα, όπως το Pirimor ή με εντομοκτόνα όπως το Lanate, Decis, Malathion κ.α. Επίσης με την εφαρμογή βιολογικής καταπολέμησης.

### **Αλευρώδης, *Trialeurodes vaporariorum***

Στα θερμοκήπια προβλήματα δημιουργεί και ο αλευρώδης, του οποίου οι προνύμφες και τα τέλεια εγκαθίστανται στην κάτω επιφάνεια των φύλλων και μυζούν. Η παρουσία τους κατά τη συγκομιδή υποβαθμίζει την ποιότητα του προϊόντος. Καταπολεμείται με κίτρινες παγίδες με ψεκασμούς χημικών

παρασκευασμάτων και με βιολογική καταπολέμηση. Η καταστροφή των φυτών ξενιστών μέσα και γύρω από τα θερμοκήπια συμβάλλει στον περιορισμό του προβλήματος.

### **Θρίπας, *Frankliniella occidentalis***

Τελευταία παρατηρείται μια έξαρση προσβολής φυτών μαρουλιού από τον θρίπα. Αντιμετωπίζεται με ψεκασμούς με κατάλληλα εντομοκτόνα με κολλητικές παγίδες μπλε χρώματος.

### **Κοχλίες – σαλιγκάρια**

Προκαλούν ζημιές γιατί τρώγουν τα φύλλα των φυτών. Καταπολεμούνται με δολώματα μεταλδεύδης.

### **Ϊώσεις**

Η πιο σημαντική ίωση που προσβάλλει τα μαρούλια είναι το «μωσαϊκό του μαρουλιού» (LMV=Lettuce Mosaic Virus), η οποία μεταφέρεται με το σπόρο και διαδίδεται με τις αφίδες (*Myzus persicae*). Τα συμπτώματα της ίωσης είναι η μωσαϊκή σπικτή εμφάνιση των φύλλων από πράσινα και κίτρινα στίγματα, η παραμόρφωση των φύλλων και η καθυστέρηση στην ανάπτυξη των φυτών. Για την πρόληψη της ίωσης, συνιστάται η χρησιμοποίηση υγιούς σπόρου, απαλλαγμένου ιώσεων, ο οποίος να προέρχεται από υγιή σποροπαραγωγικά φυτά, η έγκαιρη απομάκρυνση από την καλλιέργεια των προσβεβλημένων φυτών και η άμεση και αποτελεσματική καταπολέμηση των αφίδων.

Επίσης, μία άλλη ίωση που προκαλεί ζημιές στο μαρούλι είναι η "Lettuce big vein" = μεγαλονεύρωση ή ασθένεια των διογκωμένων νεύρων του μαρουλιού.

## **ΦΥΣΙΟΛΟΓΙΚΕΣ ΑΝΩΜΑΛΙΕΣ**

Στις φυσιολογικές ανωμαλίες του μαρουλιού περιλαμβάνονται το «φυσιολογικό κάψιμο των φύλλων», το «περιθωριακό κάψιμο των φύλλων» και η «υάλωση» ή «κάψιμο των νεύρων των φύλλων», ανωμαλίες οι οποίες υποβαθμίζουν την ποιότητα του προϊόντος και βοηθούν στην ανάπτυξη παθογόνων μικροοργανισμών που επισπεύδουν την καταστροφή των φυτών.

### **«Φυσιολογικό» και «περιθωριακό» κάψιμο φύλλων (*Tipburn*)**

Και στις δυο μορφές καψίματος των φύλλων, μικρό ή μεγαλύτερο μέρος των κορυφών των φύλλων μαραίνονται και ξηραίνονται.

#### **Φυσιολογικό κάψιμο**

Επηρεάζονται τα νεαρά φύλλα γύρω από την κεφαλή. Τα φύλλα μαραίνονται και τα κύτταρα στην περιφέρεια των φύλλων αποκτούν καφέ χρωματισμό και ξηραίνονται. Στη συνέχεια, στις νεκρές περιοχές αναπτύσσονται μαλακές μούχλες.

#### **Περιθωριακό κάψιμο**

Επηρεάζονται τα παλαιά φύλλα και επειδή η κίνηση του αέρα στην εξωτερική περιφέρεια του φυτού γίνεται πιο αποτελεσματική, τα άκρα (περιθώρια) των φύλλων ξηραίνονται.

Η ανωμαλία (ζημιά) προκαλείται όταν τα φύλλα χάνουν νερό στην ατμόσφαιρα με πιο γρήγορους ρυθμούς απ' ό,τι είναι σε θέση να το αναπληρώσουν από το ριζικό σύστημα.

Το πιο συνηθισμένο αίτιο που προκαλεί το κάψιμο των φύλλων είναι η απότομη αλλαγή της ατμοσφαιρικής υγρασίας, αλλά και κάθε παράγοντας που προκαλεί ταχεία απώλεια νερού ή εμποδίζει την απορρόφηση νερού από το ριζικό σύστημα μπορεί να προκαλέσει κάψιμο. Στα αίτια αυτά περιλαμβάνονται:

- Οι πολύ υψηλές θερμοκρασίες κατά τη διάρκεια ηλιόλουστων ημερών
- Τα χαμηλά επίπεδα ατμοσφαιρικής υγρασίας
- Η πνοή ξηρών ανέμων
- Η χαμηλή υγρασία εδάφους
- Η πολύ χαμηλή θερμοκρασία εδάφους
- Η υψηλή περιεκτικότητα του εδάφους σε διαλυτά άλατα
- Ο ακανόνιστος μεταβολισμός του ασβεστίου
- Το φτωχό ριζικό σύστημα, αποτέλεσμα εδαφικών ή παθογενών ή γενετικών ή άλλων παραγόντων.

Τα συμπτώματα τις πιο πολλές φορές εμφανίζονται την άνοιξη όταν επικρατούν συχνές και απότομες αλλαγές του καιρού και όταν τα φυτά βρίσκονται στο τελευταίο στάδιο της ανάπτυξής τους.

Για την αποφυγή του καψίματος των φύλλων θα πρέπει να λαμβάνονται μέτρα, ώστε να αποφεύγονται ή περιορίζονται στο ελάχιστο τα αίτια που το προκαλούν. Τα μέτρα αυτά περιλαμβάνουν:

- Κανονικά ποτίσματα για να διατηρείται το έδαφος υγρό.
- Εφαρμογή ποτίσματος με τη μέθοδο του καταιονισμού ώστε να αυξάνεται και η υγρασία της ατμόσφαιρας.
- Η ηλεκτρική αγωγιμότητα του εδάφους δεν πρέπει να υπερβαίνει τα 3mshhos. Χρειάζεται προσοχή στην εφαρμογή των χημικών λιπασμάτων.
- Πρέπει να ελέγχεται το ριζικό σύστημα εάν έχει προσβληθεί από εχθρούς και ασθένειες και να λαμβάνονται μέτρα προστασίας ή θεραπείας.

Υπάρχουν γενετικές διαφορές όσον αφορά την ευαισθησία του μαρουλιού στο κάψιμο των φύλλων, για το λόγο αυτό σε περιοχές όπου εμφανίζεται το πρόβλημα θα πρέπει να επιλέγονται ποικιλίες και υβρίδια που εμφανίζουν ανθεκτικότητα.

## **«Υάλωση» ή «κάψιμο των νεύρων των φύλλων» (Glassiness or veinal tipburn)**

Είναι φυσιολογική ανωμαλία, η οποία εμφανίζεται όταν τα φύλλα αδυνατούν να χάσουν με τη διαπνοή ικανοποιητική υγρασία. Το πρόβλημα αυτό παρατηρείται όταν η ατμόσφαιρα είναι κορεσμένη ή βρίσκεται πολύ πλησίον του κορεσμού με υγρασία. Είναι ανωμαλία που εμφανίζεται με μεγαλύτερη συχνότητα στις καλλιέργειες θερμοκηπίου και λιγότερο στις καλλιέργειες υπαίθρου.

Τα συμπτώματα της φυσιολογικής αυτής ανωμαλίας παρουσιάζονται στα άκρα κυρίως των φύλλων, τα οποία παρουσιάζονται υδαρή και έχουν υαλώδη εμφάνιση. Τα τραυματισμένα φύλλα είναι εύκολο στη συνέχεια να προσβληθούν από βοτρυτίδα, βακτήρια κ.α. παθογόνα.

Συχνά τα συμπτώματα εκλαμβάνονται σαν ζημιές που προκαλούνται από παγετό λόγω της υδαρούς εμφάνισης που παρουσιάζουν τα φύλλα. Το πρόβλημα εμφανίζεται πιο συχνά όταν επικρατούν συνθήκες υψηλής ατμοσφαιρικής υγρασίας και χαμηλής έντασης φωτισμού, όπου το φυτό απορροφά νερό, αλλά δεν μπορεί να το αποβάλλει, γιατί η διαπνοή είναι περιορισμένη λόγω της υψηλής ατμοσφαιρικής υγρασίας.

Μέτρα για την αντιμετώπιση του προβλήματος δεν είναι δυνατόν να εφαρμοστούν στις καλλιέργειες υπαίθρου, εκτός από τον περιορισμό του νερού άρδευσης και αποφυγή άρδευσης με τη μέθοδο του καταιονισμού.

## ΚΟΣΤΟΣ ΚΑΙ ΚΕΡΔΗ

---

Αμερικάνοι καλλιεργητές υποστηρίζουν ότι η Υδροπονική καλλιέργεια είναι φθηνότερη από την κλασσική στο χώμα. Πειράματα εξάλλου, σε διάφορες χώρες, απέδειξαν ότι αυτό είναι αλήθεια. Δοκιμές στο Κολοράντο A και M College, Fort Collins U.S.A. απέδειξαν ότι τα έξοδα ήταν 28% λιγότερα στην Υδροπονική καλλιέργεια. Για να γίνει μία δίκαιη σύγκριση μεταξύ μίας Υδροπονικής εγκατάστασης και μίας παραδοσιακής, θα πρέπει να συγκριθούν τα έξοδα της Υδροπονικής με τα έξοδα που θα καταστήσουν ένα «παρθένο» αγρό καλλιεργήσιμο.

Η οικονομία στην εργασία είναι ένας ακόμη αξιοσημείωτος παράγοντας. Έχει υπολογιστεί ότι 40 ώρες εργασίας μηνιαίως, αρκούν για τη λειτουργία υδροπονικής εγκατάστασης δύο στρεμμάτων. Περιστασιακά βέβαια προσλαμβάνονται εργάτες για έκτακτες εργασίες, όπως συλλογή, και συσκευασία της παραγωγής, εργασίες όμως που χρειάζονται και στις συνηθισμένες καλλιέργειες.

Επίσης στην Υδροπονία καταναλώνονται πολύ μικρότερες ποσότητες λιπασμάτων από ότι στις καλλιέργειες στο χώμα, γιατί εκλείπουν απώλειες από τους μικροοργανισμούς και από την άρδευση.

Στην Υδροκαλλιέργεια χρησιμοποιούνται επίσης πολύ μικρότερες ποσότητες νερού, καθώς και χημικών σκευασμάτων, για την απολύμανση μίας έκτασης.

Τέλος σημαντικό οικονομικό στοιχείο είναι ότι μία Υδροπονική εγκατάσταση διαρκεί αρκετά χρόνια, ενώ μία παραδοσιακή καλλιέργεια κάθε χρόνο απαιτεί διάφορες τεχνικές βελτιώσεις και γεωργικές εργασίες.

### Διαμόρφωση εξόδων

Έχοντας υπόψη τις ιδιαιτερότητες κάθε περιοχής της γης, δεν μπορεί να υπάρξει κάποιος προϋπολογισμός εγκατάστασης, σταθερός, που να περιλαμβάνει και έσοδα και αποσβέσεις.

Επίσης κάθε υπολογισμός μπορεί να αποδειχθεί εσφαλμένος, λόγω παγκόσμιου ή τοπικού πληθωρισμού. Κανονικά το δαπανώμενο κεφάλαιο για την εγκατάσταση υδροπονικής μονάδας θα πρέπει να αποσβάζεται με τα λειτουργικά έσοδα δύο περίπου ετών.

Βέβαια μπορούμε να προσεγγίσουμε το σχετικό κόστος κατασκευής, με τις επιφυλάξεις που δημιουργούνται από υποτιμήσεις ή ανατιμήσεις. Έτσι το κόστος, εγκατάστασης και λειτουργίας υδροπονικής επιχείρησης, διαχωρίζεται σε κόστος εγκατάστασης και κόστος εκμετάλλευσης.

#### **α. Κόστος κατασκευής**

Το κόστος εγκατάστασης μπορεί να προσεγγισθεί, με τη βοήθεια του παρακάτω πίνακα, που εμφανίζει τη συμμετοχή των διαφόρων συντελεστών εγκατάστασης στο ολικό κόστος.

**ΠΙΝΑΚΑΣ 1**

<b>α/α</b>	<b>ΔΙΑΦΟΡΑ ΥΛΙΚΑ</b>	<b>% του ολικού κόστους</b>
1	Θερμοκηπιακός ψευδαργυρομένος σκελετός	32
2	Γυαλί για τα θερμοκήπια με έξοδα τοποθέτησης	14
3	Ενδεχόμενοι μηχανισμοί για άνοιγμα-κλείσιμο των παραθύρων	6
4	Ό,τι έχει σχέση με σωληνώσεις ή αυλάκια με κεραμίδια ή σκυρόδεμα, συστήματα εκροών αποστράγγισης	3
5	Εγκατάσταση θέρμανσης χαμηλής πίεσης με αερόθερμα και αυτόματη λειτουργία	17
6	Περιτοίχιση βοηθητικών χώρων	2,5
7	Υδραυλική εγκατάσταση και καλλιεργητικά δοχεία και πάγκοι	19
8	Υλικό αδρανές για το υπόστρωμα	4
9	Ηλεκτρική εγκατάσταση	1
10	Διάφορα	0,5



Ένας άλλος πίνακας, με πιο συγκεκριμένα στοιχεία, όσον αφορά το κόστος κατασκευής θερμοκηπίου για την Υδροπονική εκμετάλλευση, ακολουθεί στη συνέχεια.

ΠΙΝΑΚΑΣ 2: Κόστος κατασκευής θερμοκηπίου και κόστος εξοπλισμού του κατά στρέμμα (σε χιλιάδες δραχμές).

ΤΥΠΟΠΟΙΗΜΕΝΑ		ΕΞΟΠΛΙΣΜΟΣ	
ΕΙΔΟΣ	ΑΞΙΑ	ΕΙΔΟΣ	ΑΞΙΑ
Μεταλλικό θερμοκήπιο γυάλινο	2.700 – 3.300	Σύστημα άρδευσης, υδρολίπανσης μικρών παροχών	50-120
		Σύστημα θέρμανσης με κυκλοφορία ζεστού νερού	600-800
		Σύστημα θέρμανσης με αερόθερμα	300-500
		Σύστημα θερμομόνωσης (θερμοκουρτίνες)	300-500
		Σύστημα αποστράγγισης	100-150
Πηγή: Αγροτική Τράπεζα Ελλάδας, 1985.			

## β. Κόστος εκμετάλλευσης

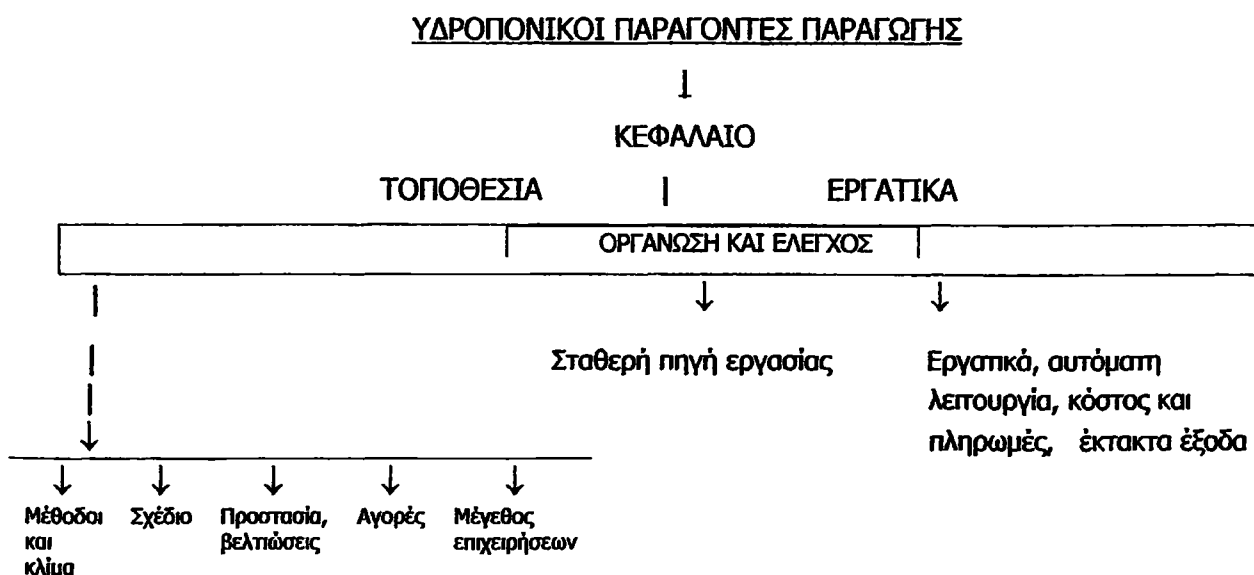
Για τη λειτουργία της Υδροπονικής δραστηριότητας χρειάζονται έξοδα, που περιγράφονται στον επόμενο πίνακα. Αυτά τα έξοδα συγκρίνονται με τα αντίστοιχα μιάς παραδοσιακής καλλιέργειας και παρατίθεται η σχετική απόδοση των δύο παραγωγικών τεχνικών.

Τα στοιχεία που προέκυψαν από τη σύγχρονη καλλιέργεια του ίδιου φυτού και με τις δύο τεχνικές.

ΠΙΝΑΚΑΣ 3

Εργασίες		Παραδοσιακή καλλιέργεια	Υδροπονική καλλιέργεια
1	Διάφορες καλλιεργητικές εργασίες	17,8%	12%
2	Λιπάσματα	1,6%	15,5%
3	Απολύμανση	5,2%	2,8%
4	Θέρμανση	13,6%	9,2%
5	Εμπορικές εργασίες	27,8%	25,4%
6	Απόσβεση εγκαταστάσεων	30,3%	31,5%
7	Διάφορα	3,6%	3,7%

Εδώ είναι χρήσιμο να αναφερθούν σχηματικά οι παράγοντες, που ελέγχουν τη μελέτη και το σχεδιασμό μιας υδροπονικής επιχείρησης.



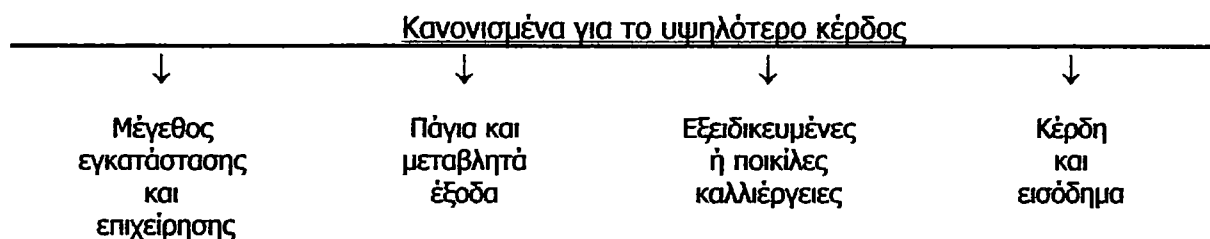
## Έσοδα

Αδιαφορώντας για τις διακυμάνσεις κόστους και εσόδων σε διάφορα κράτη, μπορεί με βεβαιότητα να ειπωθεί, ότι γενικά όποιος επενδύσει στην υδροπονία πρέπει λογικά να εισπράττει τα διπλάσια απ' ό,τι ετήσια ξοδεύει. Αυτό σημαίνει ότι το κέρδος της επένδυσης, μετά από υπολογισμούς για μια κανονική απόσβεση κεφαλαίου, πρέπει να είναι μεταξύ 25 και 40%.

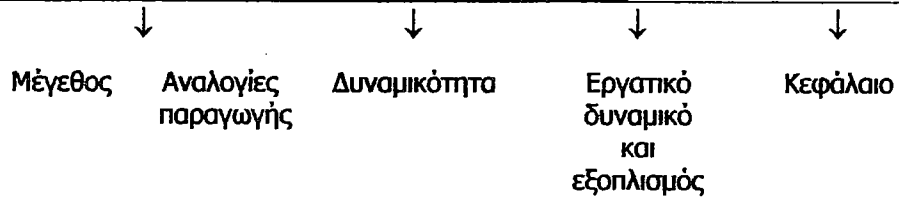
## Οργάνωση και έλεγχος Υδροπονικής επιχείρησης

Βασικά σημεία για την παρακολούθηση και τον έλεγχο κόστους και εσόδων.

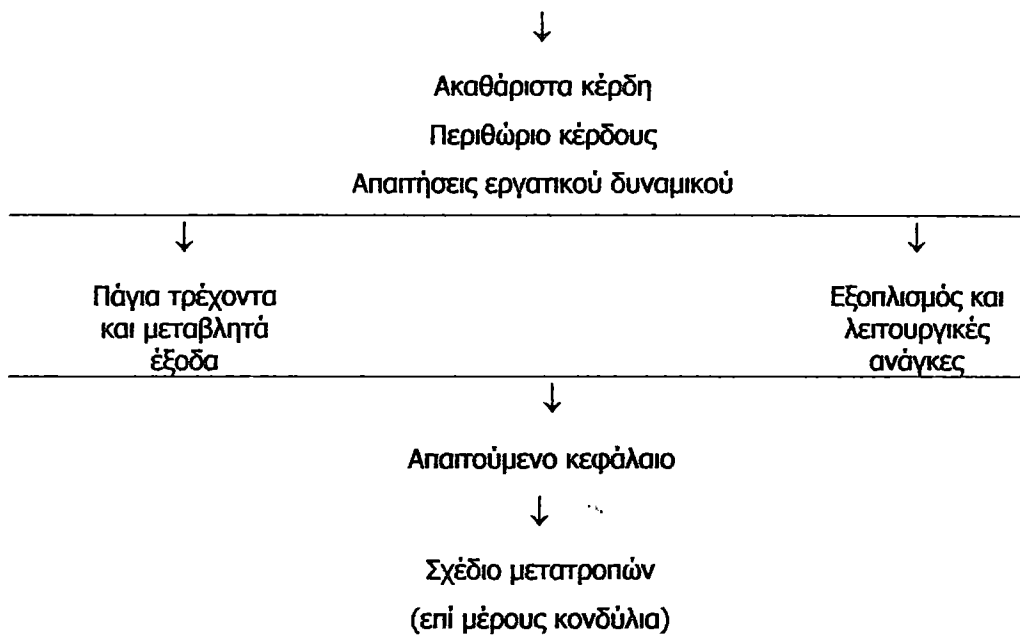
### **ΟΡΓΑΝΩΣΗ ΔΟΜΗΣ**



## **ΜΕΘΟΔΟΣ ΟΡΓΑΝΩΣΗΣ**



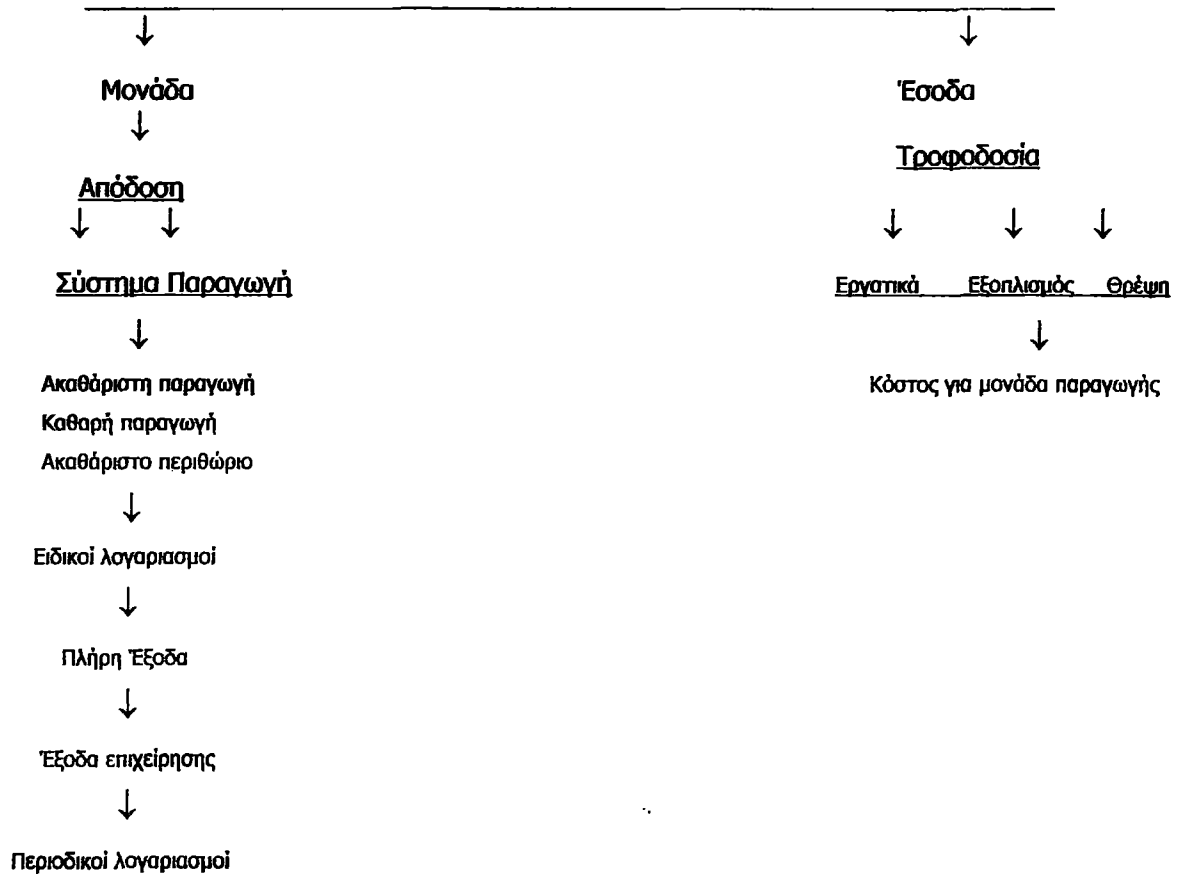
## **ΣΧΕΔΙΑΣΜΟΣ**



# ΕΛΕΓΧΟΣ ΛΕΙΤΟΥΡΓΙΑΣ



## ΣΥΝΗΘΙΣΜΕΝΟΙ ΛΟΓΑΡΙΑΣΜΟΙ



ΑΝΑΛΥΣΗ → ΕΠΙΧΕΙΡΗΣΗ → ΠΑΓΙΑ ΕΞΟΔΑ → ΕΛΕΓΧΟΣ

Αγροτικό ημερολόγιο → Σοδειές  
Απόδοση  
Τροφοδοσία  
Παραγωγή

ΚΟΣΤΟΣ → ΠΩΛΗΣΕΙΣ → ΚΕΡΑΗ ΕΙΣΟΔΗΜΑΤΟΣ → ΕΛΕΓΧΟΙ



Ημερολόγια  
Αρχεία

Έξοδα εργατικού δυναμικού και συντήρηση  
μηχανημάτων και εξοπλισμού

## ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΑ

1)	Τι είναι υδροπονία και προοπτικές ανάπτυξης στην Ελλάδα	1
2)	Πλεονεκτήματα της υδροπονίας	3
3)	Μειονεκτήματα της υδροπονίας	5
4)	Εγκατάσταση υδροπονικών συστημάτων	6
5)	Τύποι υδροπονικών συστημάτων	7
6)	Συστήματα υδροκαλλιέργειας	8
7)	Καταγωγή – Ιστορικό του φυτού	16
8)	Σημερινή εξάπλωση της καλλιέργειας	18
9)	Οικονομική σημασία του μαρουλιού	19
10)	Θρεπτική αξία του μαρουλιού	20
11)	Ομάδες – Τύποι μαρουλιού	21
12)	Συνθήκες και περιποιήσεις στο σπορείο	22
13)	Συνθήκες στο θερμοκήπιο	25
14)	Σύσταση θρεπτικού διαλύματος	29
15)	Άρδευση της υδροπονικής του μαρουλιού	32
16)	Συγκομιδή – Αποδόσεις	33
17)	Εχθροί και Ασθένειες	35
18)	Φυσιολογικές ανωμαλίες	38
19)	Κόστος και κέρδη για την εγκατάσταση της υδροπονικής καλλιέργειας	41