

**ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΙΩΑΝΝΙΝΩΝ
ΣΧΟΛΗ ΘΕΤΙΚΩΝ ΕΠΙΣΤΗΜΩΝ
ΤΜΗΜΑ ΧΗΜΕΙΑΣ**

**ΤΕΙ ΗΠΕΙΡΟΥ
ΣΧΟΛΗ ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΑΣ ΓΕΩΠΟΝΙΑΣ**

ΜΕΤΑΠΤΥΧΙΑΚΗ ΔΙΑΤΡΙΒΗ

**ΥΔΡΟΠΟΝΙΚΗ ΚΑΛΛΙΕΡΓΕΙΑ ΛΑΧΑΝΟΚΟΜΕΙΚΩΝ ΕΙΔΩΝ.
ΥΦΙΣΤΑΜΕΝΗ ΚΑΤΑΣΤΑΣΗ ΚΑΙ ΠΡΟΟΠΤΙΚΕΣ ΑΝΑΠΤΥΞΗΣ ΣΤΗΝ
ΕΛΛΑΔΑ**

ΒΑΣΣΗ ΑΘΑΝΑΣΙΑ

ΙΩΑΝΝΙΝΑ 2013



Διατμηματικό του Τμήματος Χημείας (Διοικ. Υπευθ.), συνεργαζόμενο με το Τμήμα Βιολογικών Εφαρμογών και Τεχνολογιών του Πανεπιστημίου Ιωαννίνων σε σύμπραξη με τα Τμήματα Ανθοκομίας-Αρχιτεκτονικής Τοπίου, Φυτικής Παραγωγής, Ζωϊκής Παραγωγής και Ιχθυοκομείας-Αλιείας της Σχολής Γεωπονίας του Τ.Ε.Ι. Ηπείρου.

ΔΙΑΤΜΗΜΑΤΙΚΟ ΠΡΟΓΡΑΜΜΑ ΜΕΤΑΠΤΥΧΙΑΚΩΝ ΣΠΟΥΔΩΝ

Αγροχημεία και βιολογικές καλλιέργειες

ΕΠΙΒΛΕΠΩΝ ΚΑΘΗΓΗΤΗΣ : ΚΑΡΙΠΙΔΗΣ ΧΑΡΑΛΑΜΠΟΣ

ΜΕΤΑΠΤΥΧΙΑΚΗ ΔΙΑΤΡΙΒΗ

**ΥΔΡΟΠΟΝΙΚΗ ΚΑΛΛΙΕΡΓΕΙΑ ΛΑΧΑΝΟΚΟΜΕΙΚΩΝ ΕΙΔΩΝ.
ΥΦΙΣΤΑΜΕΝΗ ΚΑΤΑΣΤΑΣΗ ΚΑΙ ΠΡΟΟΠΤΙΚΕΣ ΑΝΑΠΤΥΞΗΣ ΣΤΗΝ
ΕΛΛΑΔΑ**

ΒΑΣΣΗ ΑΘΑΝΑΣΙΑ

ΙΩΑΝΝΙΝΑ 2013



ΠΡΟΛΟΓΟΣ

Η παρούσα εργασία έγινε στα πλαίσια του μεταπτυχιακού προγράμματος «Αγροχημεία και Βιολογικές καλλιέργειες» που πραγματοποιήθηκε στο Πανεπιστημίου Ιωαννίνων από τα τμήμα Χημείας και Βιολογικών Εφαρμογών και από τα τμήματα Φυτικής Παραγωγής, Ζωικής Παραγωγής και Ανθοκομίας & Αρχιτεκτονικής Τοπίου του ΤΕΙ Ηπείρου.

Η επιλογή του θέματος έγινε σε συνεργασία με τον επιβλέποντα καθηγητή κ. Χαράλαμπο Καριτίδη και με βάση την επιθυμία του γράφοντα.

Η προσπάθεια για την τροποποίηση του φυτικού περιβάλλοντος και την επίτευξη άριστων συνθηκών ανάπτυξης των φυτών, με στόχο την μεγιστοποίηση της παραγωγής και την βελτίωση της ποιότητας, οδήγησε στην καλλιέργεια των φυτών σε ελεγχόμενο περιβάλλον. Ο έλεγχος αυτός μπορεί να επιτευχθεί σε κατασκευές υπό κάλυψη, τα θερμοκήπια, στα οποία δίνεται η δυνατότητα για ελεγχόμενη ανάπτυξη του υπόγειου και υπέργειου τμήματος των φυτών με την ρύθμιση της θερμοκρασίας, του φωτός και της θρέψης. Προς την κατεύθυνση αυτή αποβλέπει και η καλλιέργεια φυτών σε υδροπονικά συστήματα, που τα τελευταία χρόνια αποκτά ολοένα και μεγαλύτερο ενδιαφέρον. Η υδροπονική μέθοδο καλλιέργειας εφαρμόζεται σε ολοένα και περισσότερες θερμοκηπιακές εκτάσεις στις οποίες καλλιεργούνταν κηπευτικά (τομάτα, αγγούρι κ.α.) και ανθοκομικά προϊόντα (Morard, 1995).

Είναι μέθοδο η οποία συγκεντρώνει αρκετά πλεονεκτήματα σε σχέση με την παραδοσιακή καλλιέργεια στο έδαφος. Τα τελευταία χρόνια αναπτύσσεται συνεχώς, υποσχόμενη μεγαλύτερες στρεμματικές αποδόσεις και ταυτόχρονα ευκολότερη και αποτελεσματικότερη καταπολέμηση και αποφυγή εχθρών και ασθενειών.

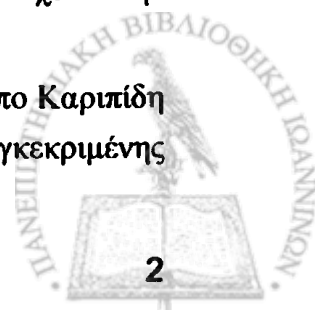
Σκοπός αυτής της εργασίας είναι να γίνει μια γνωριμία των υδροπονικών συστημάτων και των υποστρωμάτων που υπάρχουν, περιγράφοντας καθένα από αυτά τα συστήματα και υποστρώματα καθώς επίσης να αναφερθούμε σε ένα σημαντικό παράγοντα επιτυχίας μιας υδροπονικής καλλιέργειας που είναι η θρέψη των φυτών.

Κάθε υπόστρωμα έχει και τις δικές του απαιτήσεις όσον αφορά τη θρέψη – λίπανση. Πρίν την εγκατάσταση του συστήματος θα πρέπει να γίνει ανάλυση του νερού για να διαπιστωθεί κατά πόσο αυτό είναι κατάλληλο για την καλλιέργεια σε υδροπονία.

Μετά την εγκατάσταση του όποιου συστήματος με αναλύσεις κατά τη διάρκεια της καλλιεργητικής περιόδου μπορούν να γίνουν διορθώσεις στο διάλυμα θρέψης.

Επειδή στην υδροπονία απαιτείται ακρίβεια στις μετρήσεις – αναλύσεις και στην πρόταση λίπανσης, είναι αναγκαία η συνεργασία με εργαστήρια που έχουν την τεχνολογία, την γνώση αλλά και την εμπειρία.

Θα ήθελα να ευχαριστήσω θερμά τον επιβλέποντα καθηγητή κ. Χαράλαμπο Καριτίδη χωρίς τη βοήθεια του οποίου θα ήταν αδύνατη η εκπόνηση της συγκεκριμένης



εργασίας. Τον ευχαριστώ ιδιαίτερος για την ανάθεση της συγκεκριμένης εργασίας, την πολύτιμη καθοδήγηση και την αμέριστη βοήθεια καθ, όλα τα στάδια διεκπεραίωσής της.

Τέλος από τα βάθη της ψυχής μου, θα ήθελα να ευχαριστήσω την οικογένεια μου που ήταν πάντα αρωγός και συμπαραστάτης των προσπαθειών μου.



ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΑ

	Σελίδες
ΜΕΡΟΣ ΠΡΩΤΟ	
1.ΕΙΣΑΓΩΓΗ.....	12
1.1. Ορισμός υδροπονίας.....	15
1.2. Ιστορική αναδρομή.....	16
1.3. Στατιστικά στοιχεία υδροπονικής καλλιέργειας.....	18
ΜΕΡΟΣ ΔΕΥΤΕΡΟ	
2. ΤΑΞΙΝΟΜΗΣΗ ΣΥΣΤΗΜΑΤΩΝ ΚΑΛΛΙΕΡΓΕΙΑΣ ΕΚΤΟΣ ΕΔΑΦΟΥΣ.....	20
2.1.Ταξινόμηση με κριτήριο τον τρόπο διαχείρισης των απορροών.....	20
Ανοιχτά συστήματα.....	20
Κλειστά συστήματα.....	20
2.2. Ταξινόμηση εκτός εδάφους καλλιέργειας σε υποστρώματα με κριτήριο τα υλικά και την αρχιτεκτονική της κατασκευής τους	22
2.2.1 Συστήματα υδροκαλλιέργειας.....	22
NFT.....	22
Αεροπονία.....	26
2.2.2 Συστήματα στα οποία το ριζικό σύστημα αναπτύσσεται σε ένα στερεό πορώδες υλικό.....	27
Καλλιέργεια εκτός εδάφους σε σάκους.....	27
Καλλιέργεια εκτός εδάφους σε κανάλια.....	28
Καλλιέργεια εκτός εδάφους Κάθετη.....	29
2.2.3. Ταξινόμηση συστημάτων καλλιέργειας εκτός εδάφους με κριτήριο το μέσο ανάπτυξης του ριζικού συστήματος	30
2.2.3.1. Υδροπονική καλλιέργεια σε χημικά αδρανή υποστρώματα.....	30
Καλλιέργεια σε πυριτική άμμο.....	30
Καλλιέργεια σε πλάκες πετροβάμβακα (rockwool).....	31
Καλλιέργεια σε περλίτη.....	36
Καλλιέργεια σε ελαφρόπετρα.....	37
Καλλιέργεια σε χαλίκι (gravel culture).....	40
Καλλιέργεια σε τύρφη.....	40



Καλλιέργεια σε coco soil.....	41
-------------------------------	----

ΜΕΡΟΣ ΤΡΙΤΟ

3. ΕΞΟΠΛΙΣΜΟΣ ΘΕΡΜΟΚΗΠΙΟΥ.....	43
3.1. Δεξαμενές.....	43
3.2. Σύστημα αυτόματης ανάμειξης πυκνών διαλυμάτων.....	44
3.3. Όργανα μέτρησης του pH και της ηλεκτρικής αγωγιμότητα.....	45
3.4. Σύστημα άρδευσης-παροχής θρεπτικού διαλύματος.....	46
3.5. Υποδοχείς υποστρωμάτων.....	46
3.6. Διάφοροι αυτοματισμοί.....	46

ΜΕΡΟΣ ΤΕΤΑΡΤΟ

4.1. ΛΙΠΑΝΣΗ-ΘΡΕΨΗ ΦΥΤΩΝ.....	48
4.2. Το θρεπτικό διάλυμα, η παρασκευή του και ο τρόπος εφαρμογής του στα φυτά.....	49
4.2.1. Διαδικασία υπολογισμού των μακροστοιχείων.....	55
4.2.2. Υπολογισμός ενός θρεπτικού διαλύματος τροφοδοσίας με υψηλότερη ηλεκτρική αγωγιμότητα.....	57
4.2.3. Υπολογισμός ενός θρεπτικού διαλύματος τροφοδοσίας για νερό που περιέχει ιόντα.....	58
4.2.4. Διαδικασία υπολογισμού των ιχνοστοιχείων.....	59
4.2.5. Παρασκευή των θρεπτικών διαλυμάτων.....	62
4.2.6. Υπερβολική ποσότητα κάποιου μακροστοιχείου στο νερό.....	63
4.2.7. Έλεγχος και αναπροσαρμογή των θρεπτικών διαλυμάτων.....	64

ΜΕΡΟΣ ΠΕΜΠΤΟ

5. ΚΑΛΛΙΕΡΓΗΤΙΚΕΣ ΤΕΧΝΙΚΕΣ ΑΝΤΙΠΡΟΣΩΠΕΥΤΙΚΩΝ ΛΑΧΑΝΟΚΟΜΙΚΩΝ ΕΙΔΩΝ.....	67
5.1. Τομάτα <i>Lycopersicon-Lycopersicum</i>	67
5.1.1 Περιβάλλον.....	67
5.1.2. Καλλιεργητικές φροντίδες.....	68
Αποστάσεις φύτευσης.....	68
Λίπανση-Θρέψη.....	68



Κλάδεμα.....	72
5.2. Αγγούρι (Cucumis Sativus).....	74
5.2.1. Περιβάλλον.....	74
5.2.2. Καλλιεργητικές φροντίδες.....	75
Εποχή-Αποστάσεις φύτευσης.....	75
Άρδευση.....	76
Λίπανση-Θρέψη.....	77
Υποστύλωση.....	81
Κλάδεμα.....	81
5.3. Πιπεριά Capsicum annuum L.	82
5.3.1. Περιβάλλον.....	82
5.3.2. Καλλιεργητικές φροντίδες.....	84
Εποχή σποράς-Αποστάσεις φύτευσης.....	84
Λίπανση-Θρέψη.....	84
Υποστύλωση-Κλάδεμα.....	84
5.4. Μαρούλι (Lactuca sativa L.).....	89
5.4.1 Περιβάλλον.....	89
5.4.2. Καλλιεργητικές φροντίδες.....	91
Πυκνότητα φύτευσης.....	91
Άρδευση.....	91
Λίπανση-Θρέψη.....	91
5.5. Μαϊντανός Petroselinum crispum L.....	95
5.5.1. Περιβάλλον.....	95
5.5.2. Καλλιεργητικές φροντίδες.....	95
Τρόπος πολλαπλασιασμού.....	95
Άρδευση.....	96
Λίπανση-Θρέψη.....	96
5.6. Παντζάρι Beta vulgaris	97
5.6.1. Περιβάλλον.....	97
5.6.2. Καλλιεργητικές φροντίδες.....	97
Εποχή σποράς.....	97
Άρδευση.....	97

Λίπανση-Θρέψη.....	98
5.7. Σταμναγκάθι <i>Cichorium spinosum</i> L.	99
5.7.1. Περιβάλλον.....	99
5.7.2. Καλλιεργητικές φροντίδες.....	99
Αποστάσεις φύτευσης.....	100
Λίπανση-Θρέψη.....	101
5.8. Φασόλι.....	102
5.8.1. Περιβάλλον	102
5.8.2. Καλλιεργητικές φροντίδες.....	103
Αποστάσεις φύτευσης.....	103
Υποσύλωση.....	103
Λίπανση-Θρέψη.....	104

ΜΕΡΟΣ ΕΚΤΟ

6.1. Ο Ελληνικός θερμοκηπιακός χάρτης.....	105
6.2. Υφιστάμενη κατάσταση της υδροπονίας στην χώρα μας και προοπτικές της	107
6.3. Συμπεράσματα.....	109
Παράρτημα.....	111

Πίνακας Εικόνων

Εικόνα 1. Ριζικό σύστημα αεροπονίας όπου υποδοχέας είναι πλάκες φελιζόλ.....	26
Εικόνα 2. Πλαστικοί σάκοι grow bagw.....	28
Εικόνα 3. Κάθετη καλλιέργεια σε σάκους.....	29
Εικόνα 4. Κάθετη καλλιέργεια σε γλάστρες.....	30
Εικόνα 5. Πετροβάμβακας για σποροβλάστηση και καλλιέργεια φυτών.....	32
Εικόνα 6. Διάφορες κοκκομετρίες περλίτη.....	36
Εικόνα 7. Ελαφρόπετρα προοριζόμενη για υπόστρωμα καλλιέργειας.....	38
Εικόνα 8. Τυρφώδη έκταση στη Φιλανδία.....	41
Εικόνα 9. Σύστημα αυτόματης ανάμειξης.....	44
Εικόνα 10. Δεξιά όργανο μέτρησης pH (pH –μετρο) και αριστερά όργανο μέτρησης Ec.....	45
Εικόνα 11. Υδροπονική καλλιέργεια τομάτας σε υπόστρωμα τύρφης.....	67
Εικόνα 12. Υδροπονική καλλιέργεια αγγουριού σε υπόστρωμα ελαφρόπετρας...	74
Εικόνα 13. Τρόπος αρδευσης αγγουριάς σε υδροπονική καλλιέργεια GRODAN	76
Εικόνα 14. Άνθος και βλαστός πιπεριάς.....	82
Εικόνα 15. Καλλιέργεια μαρουλιού σε σύστημα NET.....	89
Εικόνα 16. Βοτανικά χαρακτηριστικά μαιντανού.....	95
Εικόνα 17. Φυτό παντζαριού με πλήρη ανάπτυξη γογγυλόριζας.....	97
Εικόνα 18. Φυτό σταμναγκαθιού.....	99
Εικόνα 19. Σπορόφυτα σταμναγκαθιού τοποθετημένα μέσα στα πέντε ανοίγματα, ανά σάκο υποστρώματος.....	100
Εικόνα 20. Φυτό φασολιού.....	102

Κατάλογος Πινάκων

Πίνακας 1. Ιστορική εξέλιξη καλλιεργειών εκτός εδάφους.....	17
Πίνακας 2 . Υδροπονικές εκτάσεις σε χώρες της Ευρώπης.....	19
Πίνακας 3. Πυκνότητα φύτευσης (φυτά/στρ.).....	34
Πίνακας 4. Χημική σύσταση της ελαφρόπετρας.....	39
Πίνακας 5. Απλά υδατοδιαλυτά λιπάσματα	51
Πίνακας 6. Όρια άριστων συγκεντρώσεων θρεπτικών στοιχείων.....	54
Πίνακας 7. Υπολογισμό ενός θρεπτικού διαλύματος αγγουριού.	55
Πίνακας 8. Υπολογισμός ενός θρεπτικού διαλύματος τροφοδοσίας με υψηλή ηλεκτρική αγωγιμότητα.....	58
Πίνακας 9. Πίνακας υπολογισμού θρεπτικού διαλύματος για νερό που περιέχει ιόντα HCO^{3-} , Ca^{++} και Mg^{++}	59
Πίνακας 10. Υπολογισμός ιχνοστοιχείων θρεπτικού διαλύματος	60
Πίνακας 11. Υπολογισθέντα ιχνοστοιχεία για το θρεπτικό διάλυμα αγγουριού.....	61
Πίνακας 12. Θρεπτικό διάλυμα υδροπονικής καλλιέργειας τομάτας.....	69
Πίνακας 13. Θρεπτικό διάλυμα υδροπονικής καλλιέργειας τομάτας	70
Πίνακας 14. Θρεπτικό διάλυμα τομάτας στο στάδιο ανάπτυξης	71
Πίνακας 15. Θρεπτικό διάλυμα τομάτας στο στάδιο της καρπόδεσης	72
Πίνακας 16. Καλλιεργητικές περίοδοι	75
Πίνακας 17. Παρασκευή θρεπτικού διαλύματος υδροπονικής καλλιέργειας αγγουριού.....	78
Πίνακας 18. Παρασκευή θρεπτικού διαλύματος υδροπονικής καλλιέργειας αγγουριού	79
Πίνακας 19. Παρασκευή ενός θρεπτικού διαλύματος αγγουριού σε διάφορα στάδια ανάπτυξης	80
Πίνακας 20. Παρασκευή ενός θρεπτικού διαλύματος (mg/l) ή μητρικού διαλύματος (Kg/m^3) αγγουριού με βρόχινο νερό.....	80
Πίνακας 21. Αριθμός φυτών ανά ποικιλία στο θερμοκήπιο	84
Πίνακας 22. Παρασκευή θρεπτικού διαλύματος υδροπονικής καλλιέργειας πιπεριάς.....	85
Πίνακας 23. Παρασκευή θρεπτικού διαλύματος υδροπονικής καλλιέργειας πιπεριάς.....	86



Πίνακας 24. Σύνθεση θρεπτικού διαλύματος καλλιέργειας μαρουλιού σε πετροβάμβακα.....	87
Πίνακας 25. Σύσταση θρεπτικού διαλύματος σε υδροπονικό σύστημα επίπλευσης (Floating system).....	92
Πίνακας 26. Παρασκευή θρεπτικού διαλύματος υδροπονικής καλλιέργειας μαιντανού σε NFT.....	93
Πίνακας 27. Σύσταση πλήρες θρεπτικού διαλύματος υδροπονίας σε μακροστοιχεία καλλιέργειας παντζαριού	94
Πίνακας 28. Σύσταση πλήρες θρεπτικού διαλύματος υδροπονίας σε ιχνοστοιχεία.....	96
Πίνακας 29. Παρασκευή θρεπτικού διαλύματος σταμναγκαθιού σε υπόστρωμα περλίτη.....	98
Πίνακας 30. Θρεπτικό διάλυμα υδροπονικής καλλιέργειας φασολιού σε υπόστρωμα περλίτη.....	98
Πίνακας 31. Παρασκευή θρεπτικού διαλύματος σταμναγκαθιού σε υπόστρωμα περλίτη.....	101
Πίνακας 32. Θρεπτικό διάλυμα υδροπονικής καλλιέργειας φασολιού σε υπόστρωμα περλίτη.....	104

Κατάλογος Σχημάτων

Σχήμα 1. Καλλιέργεια σε σάκους με υπόστρωμα	20
Σχήμα 2. Απεικόνιση ενός κλειστού συστήματος καλλιέργειας εκτός εδάφους.....	21
Σχήμα 3. Απεικόνιση συστήματος NFT.....	22
Σχήμα 4. Εξέλιξη των θερμοκηπίων στην Ελλάδα.....	106
Σχήμα 5. Αγροκλιματικές ζώνες στην Ελλάδα.....	106

ΜΕΡΟΣ ΠΡΩΤΟ

1. ΕΙΣΑΓΩΓΗ

Εδώ και πάρα πολλά χρόνια, άρχισαν παράλληλα με την καλλιέργεια φυτών στο έδαφος, να δοκιμάζονται διάφορες τεχνικές και για την καλλιέργεια φυτών εκτός εδάφους. Πρώτος ο Geriëcke (1937), όπως μνημονεύεται από τον Σαννα (2002) εισήγαγε τον όρο υδροπονία, προκειμένου να περιγράψει τις μεθόδους ανάπτυξης φυτών σε υγρά θρεπτικά διαλύματα για εμπορικό σκοπό. Ο όρος υδροπονία περιλαμβάνει την μέθοδο καλλιέργειας φυτών εκτός εδάφους, σύμφωνα με την οποία οι ρίζες των φυτών αναπτύσσονται πάνω σε στερεό υπόστρωμα εμποτισμένο με τεχνητό θρεπτικό διάλυμα ή μέσα σε καθαρό θρεπτικό διάλυμα, από το οποίο τα φυτά εφοδιάζονται με τις απαραίτητες για την ανάπτυξη τους ποσότητες νερού και θρεπτικών στοιχείων.

Στη συνέχεια όμως και ως τις μέρες μας η υδροπονία βελτιώθηκε, τόσο ως προς την εγκατάσταση και τον εξοπλισμό, όσο και στη δημιουργία κατάλληλων θρεπτικών διαλυμάτων, για τη μέγιστη απόδοση των φυτών.

Είναι γεγονός, ότι η υδροπονία είναι μια μέθοδος, που εκπληρεί τις προϋποθέσεις για την μέγιστη απόδοση των φυτών. Αυτό συμβαίνει λόγω του ότι, τα φυτά (ρίζες και υπέργειο τμήμα) μπορούν να αναπτύσσονται σε ελεγχόμενες συνθήκες ατμόσφαιρας, αλλά κυρίως διότι μέσω του θρεπτικού διαλύματος τα φυτά έχουν τη δυνατότητα να εφοδιάζονται με τις απαραίτητες ποσότητες όλων των ιχνοστοιχείων και μακροστοιχείων στις ακριβείς ποσότητες που αυτά απαιτούν στα διαφορετικά στάδια ανάπτυξης τους. Η θρέψη λοιπόν στην καλλιέργεια «εκτός εδάφους» είναι ακριβής και ελεγχόμενη, ενώ εποπτεύεται καλύτερα και με μεγαλύτερη αξιοπιστία. Με αυτά τα δεδομένα υπάρχει η δυνατότητα για άμεση διορθωτική παρέμβαση στην περίπτωση λάθους, εξασφαλίζοντας υψηλές αποδόσεις για τις καλλιέργειες.

Η καλλιέργεια της υδροπονίας ξεκίνησε από τις Βόρειες χώρες της Ευρώπης, αλλά συνεχώς επεκτείνεται σε όλα τα γεωγραφικά μήκη και πλάτη. Στην Ελλάδα, τα τελευταία χρόνια, οι εκτάσεις των θερμοκηπίων που φιλοξενούν υδροπονικές καλλιέργειες συνεχώς αυξάνονται.

Το αρχικό κίνητρο που οδήγησε τους καλλιεργητές θερμοκηπίου στην υδροπονία ήταν η επείγουσα ανάγκη αντιμετώπισης των συνεχώς αυξανόμενων προβλημάτων που σχετίζονταν με το έδαφος. Από τη μια, η παρουσία εδαφογενών παθογόνων, που προσβάλλουν την καλλιέργεια από τα πρώτα της στάδια και από την άλλη η καταστροφή της δομής και γονιμότητας του εδάφους, εξαιτίας της συνεχούς μονοκαλλιέργειας, οδηγούν

συχνά σε αδιέξοδο τους παραγωγούς.

Η υδροπονία με την αποδέσμευση της καλλιέργειας από το έδαφος, συνέβαλλε στη ριζική αντιμετώπιση των προβλημάτων που προκαλούν στις θερμοκηπιακές καλλιέργειες οι μεταδιδόμενες μέσω του εδάφους ασθένειες (φουζάριο, βερτισίλλιο, έντομα εδάφους, νηματώδη κτλ.)

Επιπλέον δεν υφίσταται ανάγκη για απολύμανση του εδάφους εφόσον στις υδροπονικές καλλιέργειες το χώμα δεν έρχεται καθόλου σε επαφή με το φυτό και ιδιαίτερα με τις ρίζες του. Έτσι, μπορούν να χρησιμοποιηθούν εκτάσεις όπου τα εδάφη είναι ακατάλληλα για καλλιέργεια, όπως εδάφη χαμηλής γονιμότητας, αλατούχα και προβληματικά.

Ένα ακόμη βασικό πλεονέκτημα της υδροπονίας, είναι ότι η χρήση αυτής της μεθόδου απαλλάσσει τον καλλιεργητή από τις εργασίες της προετοιμασίας του εδάφους (όργωμα, φρεζάρισμα, κλπ.) με αποτέλεσμα αφενός μεν να μειώνονται οι ανάγκες σε εργατικά και αφετέρου να είναι δυνατή η φύτευση νέας καλλιέργειας αμέσως μετά την απομάκρυνση της προηγούμενης.

Το σύστημα της υδροπονίας δίνει αυξημένες δυνατότητες μηχανοποίησης και αυτοματοποίησης των καλλιεργητικών εργασιών, ενώ στην « ανοικτή » μορφή (υδροπονικό σύστημα όπου δεν γίνεται ανακύκλωση του νερού άρδευσης), είναι ιδιαίτερα χρήσιμο στις περιπτώσεις όπου το χρησιμοποιούμενο για άρδευση νερό έχει υψηλή περιεκτικότητα σε άλατα ($> 1,5 \text{ ds/m}$).

Επειδή τα φυτά στις «εκτός εδάφους» καλλιέργειες αναπτύσσονται πάνω από το έδαφος, είναι ευκολότερη η άνοδος της θερμοκρασίας στη ριζόσφαιρα, συγκριτικά με την άνοδο της θερμοκρασίας του εδάφους, με αποτέλεσμα την πρωίμιση της πρώτης συγκομιδής.

Τέλος η αριστοποίηση της θρέψης που μπορεί να επιτευχθεί μέσω της υδροπονίας έχει ως αποτέλεσμα να έχουμε φυτά καλύτερης ποιότητας (μεγαλύτερο μέγεθος, μείωση της περιεκτικότητας σε νιτρικά, ομοιόμορφο χρώμα, κλπ), ενώ συχνά παρατηρείται αύξηση των αποδόσεων έως και 20% συγκριτικά με τις καλλιέργειες εδάφους. Επίσης πρέπει να σημειωθεί ότι τα παραγόμενα προϊόντα είναι απαλλαγμένα από υπολείματα εδάφους.

Αξιοσημείωτη είναι ακόμη η δυνατότητα της χρήσης των υδροπονικών συστημάτων για αποτελεσματικότερη προστασία του περιβάλλοντος, ειδικά σε καλλιέργειες που λαμβάνουν χώρα σε κλειστά υδροπονικά συστήματα, όπου λόγω της συνεχούς ανακύκλωσης του θρεπτικού διαλύματος, σχεδόν όλα τα λιπάσματα αξιοποιούνται από τα φυτά και δεν επιβαρύνουν το περιβάλλον.

Εκτός από τα πλεονεκτήματα, τα υδροπονικά συστήματα παρουσιάζουν και



κάποια μειονεκτήματα.

Είναι γεγονός ότι το κόστος της αρχικής εγκατάστασης μιας υδροπονικής μονάδας είναι σημαντικό, όπως αξιολογημένο είναι και το κόστος που προκύπτει από την ανάγκη λιπασμάτων υψηλής ποιότητας. Επιπλέον η εφαρμογή της εν λόγω μεθόδου προϋποθέτει γνώση και εμπειρία, αφού η εμφάνιση των δυσμενών επιδράσεων ενός λανθασμένου χειρισμού είναι πιο γρήγορη και πιο έντονη στις υδροπονικές καλλιέργειες. Στα κλειστά υδροπονικά συστήματα υπάρχει επίσης κίνδυνος εύκολης εξάπλωσης μιας μόλυνσης, εφόσον ένα φυτό προσβληθεί, λόγω της ανακύκλωσης του θρεπτικού διαλύματος. Στην πράξη όμως ο κίνδυνος αυτός είναι σχετικά μικρός εάν απομακρυνθούν αμέσως τα μολυσμένα φυτά και δεν υπάρχουν άλλες ευνοϊκές προϋποθέσεις όπως πληγή ριζών, κλπ.

Η αυξημένη κατανάλωση λιπασμάτων στα ανοιχτά υδροπονικά συστήματα θεωρείται μειονέκτημα από τους καλλιεργητές αφού θα πρέπει να χορηγούν όλα τα απαραίτητα θρεπτικά στοιχεία, σε αντίθεση με καλλιέργεια στο έδαφος όπου ορισμένα από αυτά όπως το ασβέστιο και τα ιχνοστοιχεία περιέχονται στο έδαφος. Στην πραγματικότητα όμως δεν υφίσταται υπαρκτό πρόβλημα αφού οι ποσότητες ιχνοστοιχείων που χορηγούνται στο θρεπτικό διάλυμα είναι μικρές. Επίσης οι ποσότητες αζώτου, φωσφόρου και καλίου δεν ξεπερνούν κατά πολύ αυτές που θα πρέπει να χορηγηθούν και σε μια συμβατική καλλιέργεια εδάφους. Επομένως η διαφορά εντοπίζεται κυρίως στα λιπάσματα ασβεστίου, αλλά και σε αυτήν την περίπτωση η διαφορά δεν είναι μεγάλη, γιατί το χρησιμοποιούμενο νερό περιέχει ασβέστιο σε σημαντικές συγκεντρώσεις οι οποίες πολλές φορές είναι υψηλότερες από το μισό της περιεκτικότητας που απαιτείται στο θρεπτικό διάλυμα.

Μια υδροπονική εγκατάσταση από άποψη εξοπλισμού, χρειάζεται το σύστημα παρασκευής του θρεπτικού διαλύματος, το σύστημα παροχής του θρεπτικού διαλύματος στα φυτά, τους υποδοχείς των φυτών και των υποστρωμάτων καθώς και τα υποστρώματα.

Το σύστημα παρασκευής του θρεπτικού διαλύματος περιλαμβάνει την εγκατάσταση παροχής νερού και τα φίλτρα καθαρισμού του νερού τα οποία είναι απαραίτητα για την απομάκρυνση μικροοργανισμών, άμμου, κλπ. προς αποφυγή προβλημάτων στο σύστημα παροχής του διαλύματος.

Απαραίτητη κρίνεται η παρουσία δοχείων πυκνών διαλυμάτων τα οποία πρέπει να είναι από υλικό που δεν διαβρώνεται από τα πυκνά διαλύματα και δεν οξειδώνεται. Τα δοχεία αυτά πρέπει να είναι μεγάλης χωρητικότητας και να φέρουν σύστημα ανάδευσης για την καλύτερη διάλυση των λιπασμάτων καθώς και να είναι περισσότερα του ενός, διότι ορισμένα λιπάσματα δεν μπορούν να τοποθετηθούν μαζί. Ένα ακόμη δοχείο είναι επίσης απαραίτητο για την τοποθέτηση του που ρυθμίζει το pH.

Επίσης περιλαμβάνει τη μονάδα αραίωσης πυκνών διαλυμάτων η οποία γίνεται με δοσομετρικές αντλίες ή με αυτόματο μείκτη λιπασμάτων. Τέλος το σύστημα αυτόματου ελέγχου, το οποίο υπάρχει μόνο στους μείκτες λιπασμάτων και στην απλούστερη μορφή του είναι ένας ηλεκτρονικός πίνακας εφοδιασμένος με πλήκτρα ή κοχλίες μέσω των οποίων γίνεται η ρύθμιση του pH και της αγωγιμότητας. Υπάρχουν επίσης ένας ή περισσότεροι χρονοδιακόπτες για τον καθορισμό της συχνότητας και του χρόνου παροχής θρεπτικού διαλύματος στα φυτά. Το σύστημα παροχής του θρεπτικού διαλύματος χρησιμοποιείται για τη μεταφορά του θρεπτικού διαλύματος από τον μείκτη λιπασμάτων μέχρι τα φυτά, της διανομής του σ' αυτά και ενδεχομένως της επιστροφής του από τα φυτά πίσω στον μείκτη αν το σύστημα είναι κλειστό. Το σύστημα αυτό μπορεί να διαφέρει σημαντικά ανάλογα με το είδος του υδροπονικού συστήματος και το χρησιμοποιούμενο υπόστρωμα καλλιέργειας.

Σε μια υδροπονική καλλιέργεια απαραίτητη είναι και η τοποθέτηση των υποδοχέων φυτών και υποστρωμάτων. Πάνω στο ισοπεδωμένο έδαφος του θερμοκηπίου στρώνονται φύλλα πλαστικού πολυαιθυλενίου, τα οποία καλύπτουν, είτε όλη την καλλιεργούμενη επιφάνεια είτε μόνο τις γραμμές φύτευσης. Κατόπιν τοποθετείται το υπόστρωμα και στη συνέχεια τα φυτά. Ο τρόπος εγκατάστασης των υποδοχέων καθώς και των υποστρωμάτων διαφοροποιείται στα διάφορα υδροπονικά συστήματα π.χ. εγκατάσταση σε κανάλια κλπ (Αναστασίου, Παπαγεωργίου, 1999).

Τα υποστρώματα που χρησιμοποιούνται στην υδροπονία μπορεί να είναι ανόργανα (χημικώς αδρανή) ή οργανικά (χημικώς ενεργά). Υπάρχει μεγάλη πληθώρα υποστρωμάτων με διαφορετικές ιδιότητες και κόστος. Τέτοια υλικά είναι ο περλίτης, ο πετροβάμβακας, η άμμος, το χαλίκι, η ελαφρόπετρα κ.α (Hanger B, 1993).

Συνηθισμένη επίσης είναι και η καλλιέργεια χωρίς χρήση υποστρώματος, με την τεχνική του ρέοντος θρεπτικού διαλύματος υπό μορφή λεπτής στοιβάδας NFT (nutrient film technique). Είναι μια τεχνική πιο οικονομική, κατά το κόστος αγοράς υποστρώματος και ενδείκνυται στην περίπτωση της καλλιέργειας του μαρουλιού, που δεν αναπτύσσεται πολύ σε ύψος και δεν χρειάζεται υποστήριξη.

1.1. Ορισμός υδροπονίας

Η υδροπονία είναι μέθοδος καλλιέργειας φυτών εκτός εδάφους, σύμφωνα με την οποία οι ρίζες των φυτών αναπτύσσονται είτε σε στερεά υποστρώματα εμποτισμένα με τεχνητό θρεπτικό διάλυμα είτε απευθείας στο θρεπτικό διάλυμα από το οποίο τα φυτά απορροφούν τις απαραίτητες για την ανάπτυξή τους ποσότητες νερού και θρεπτικών στοιχείων. Με την πλατιά έννοια του όρου, υδροπονία ή χωρίς έδαφος καλλιέργεια είναι η χρήση οποιασδήποτε μεθόδου καλλιέργειας φυτών που δεν έχει σχέση με το φυσικό έδαφος ή με ειδικά μείγματα εδάφους.



Αναφέρεται μερικές φορές και ως τεχνητή καλλιέργεια και ανέδαφος (Soiless) γεωργία. Ο τελευταίος όρος χρησιμοποιείται ιδιαίτερα, όταν χρησιμοποιούνται οργανικά ή άλλα μη αδρανή υποστρώματα. Ο πιο γνωστός όμως και διαδεδομένος όρος, διεθνώς, είναι η ελληνική λέξη υδροπονία (Hydroponics).

1.2. Ιστορική αναδρομή

Η πρώτη προσέγγιση τέτοιων συστημάτων καλλιέργειας έγινε το 1860. Το 1860 ο Sachs στη Γερμανία ετοίμασε μια ολοκληρωμένη φόρμουλα για υδροπονική καλλιέργεια φυτών. Το 1861 ο Κνορ περιέγραψε μια βελτιωμένη φόρμουλα η οποία χρησιμοποιήθηκε εκείνη την περίοδο. Στα τέλη του 19^{ου} αιώνα και τις πρώτες δεκαετίες του αιώνα μας έγινε μια σοβαρή προσπάθεια βελτίωσης του υδροπονικού συστήματος καλλιέργειας. Τα έξι βασικά μακροστοιχεία και ο σίδηρος είχαν προσδιοριστεί από το 1844, τα υπόλοιπα μικροστοιχεία προσδιορίστηκαν αυτή την περίοδο. Η σπουδαιότητα του αερισμού και της περιοδικής αντικατάστασης του διαλύματος δεν είχαν εντοπιστεί. Παρόλα αυτά, αυτή την περίοδο η καλλιέργεια σε αδρανή υλικά παρέμεινε μια τεχνική για ερευνητικούς σκοπούς.

Το 1929 στις Η.Π.Α. επιχειρήθηκε το εμπορικό ενδεχόμενο των υδατοκαλλιεργειών. Ο Cegiecke το 1929 έκτισε μια πειραματική δεξαμενή θρεπτικού διαλύματος την οποία κάλυψε με συρματοπλέγμα, λινάτσα και 1,3 cm από άμμο.

Ακολούθησαν 10 στρέμματα εμπορικής καλλιέργειας φυτών.

Η καλλιέργεια σε άμμο ξεκίνησε από μελέτες του Count Salm Horstmar (1849) ο οποίος εισήγαγε τη ιδέα της καλλιέργειας σε άμμο αντί άλλου αδρανούς υλικού. Η εμπορική ώθηση έγινε το 1916 στην Αμερική από τον Mc Call και αναδείχθηκαν τα πλεονεκτήματα στο αερισμό και τον εφοδιασμό που εξασφαλιζόνταν από την άμμο. Το 1928 ο Robins καλλιέργησε σε άμμο μια σειρά φυτών ενώ το 1931 ο Laurie υπέδειξε το εμπορικό ενδεχόμενο τέτοιων καλλιεργειών. Το 1935 στον Αγροτικό Πειραματικό Σταθμό του New Jersey καλλιεργήθηκαν γαρούφαλλα. Ακολούθησαν βελτιώσεις: Eaton (1936), Withrow and Biebel (1936), Shine and Robins (1937), Carman and Liebig (1938). Η αμερικάνικη τεχνολογία αντιγράφηκε και προήχθηκε στην Αγγλία το 1938 από τους Templeton and Watson όπως αναφέρεται στους Hewitt.E.J. 1966, Κατσούλας Ν. και Κίττας Κ. 2011.

Η επόμενη αρκετά εκτεταμένη εφαρμογή της καλλιέργειας σε αδρανή υλικά ήρθε κατά την διάρκεια του δεύτερου παγκοσμίου πολέμου, όταν η Ιαπωνία και οι Ηνωμένες Πολιτείες χρησιμοποίησαν τις καλλιέργειες σε άμμο και χαλίκι για να παράγουν φρέσκα λαχανικά για τις ανάγκες του πολέμου.

Πίνακας 1. Ιστορική εξέλιξη καλλιιεργειών εκτός εδάφους

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

Πηγή: Σάββας Δημήτριος, 2007

Η πρώτη Αμερικάνικη εγκατάσταση έγινε το 1945 στο Ascension Island, ένα νησί σχεδόν χωρίς χώμα. Επιπλέον εγκαταστάσεις έγιναν στην Βρετανία.



Στην ίδια περίοδο η Ιαπωνία κατασκεύασε 20 στρέμματα σε γυάλινο θερμοκήπιο, 20 στρέμματα υπαίθρια στο Chofu και 100 στρέμματα υπαίθρια στο Otsu. Αυτές οι εγκαταστάσεις χρησιμοποιήθηκαν αργότερα από τον Αμερικανικό στρατό κατά την διάρκεια του πολέμου στην Κορέα.

Οι Hoagland and Arnon (1950) ανέπτυξαν το γνωστό διάλυμα το οποίο χρησιμοποιείται ακόμα και σήμερα στην έρευνα και σε εμπορικές καλλιέργειες. Χρησιμοποιώντας αυτό το διάλυμα βρήκαν ότι η ανάπτυξη των φυτών της ντομάτας ήταν ίδια στο έδαφος, σε άμμο, σε νερό και η χρησιμοποίηση του της συστήματος ή του άλλου υπαγορεύεται από οικονομικούς παράγοντες.

Για να κρατηθούν τα χαλίκια χρησιμοποιήθηκαν υδατοστεγή κρεβάτια ή πάγκοι. Το θρεπτικό διάλυμα που χρησιμοποιήθηκε ήταν πολύ κοντά με το προτεινόμενο από τον Hoagland το οποίο περνούσε μέσα από τα χαλίκια με δοσμένη ταχύτητα, 1 έως 4 φορές την ημέρα, λιγότερο συχνά στην άμμο, πράγμα που εξαρτάται από την εποχή και το μέγεθος της καλλιέργειας. Γινόταν περιοδική ανάλυση του διαλύματος και ρύθμιση όσον αφορά τον όγκο, το pH και την περιεκτικότητα σε θρεπτικά στοιχεία. Το ίδιο διάλυμα, χωρίς αντικατάσταση, χρησιμοποιείται για της εβδομάδες. Ο αερισμός δεν είναι πρόβλημα καθ' όσον το άθροισμα των πόρων είναι γεμάτοι με θρεπτικό διάλυμα μόνο για μικρή περίοδο. Προβλήματα προέκυψαν πρακτικά με τη ρύθμιση των ιχνοστοιχείων και τη μετάδοση των ασθενειών.

1.3. Στατιστικά στοιχεία υδροπονικής καλλιέργειας

Ακριβή στοιχεία για τη συνολική έκταση που καταλαμβάνουν οι υδροπονικές καλλιέργειες στον κόσμο δεν υπάρχουν. Ωστόσο, σχετικά με την εξάπλωση της είναι γνωστά τα παρακάτω.

Στην Ολλανδία (1995) και στο Βέλγιο (1994), η καλλιέργεια λαχανικών σε θερμοκήπια καταλαμβάνει 44.980 και 10.160 στρ., αντίστοιχα. Από αυτά, το 75% περίπου (33.735 και 7.620 στρ.) καταλαμβάνουν οι καλλιέργειες τομάτας, πιπεριάς που στην πλειοψηφία της καλλιεργούνται σε υδροπονικά συστήματα.

Στην Ιαπωνία (1995), η καλλιέργεια λαχανικών σε θερμοκήπια καταλαμβάνει 510.110 στρ. από τα οποία το 1,5% περίπου (7.630 στρ.) γίνεται σε υδροπονικά συστήματα. Η τομάτα είναι η σπουδαιότερη καλλιέργεια (34%) και το κυριότερο υδροπονικό σύστημα είναι η καλλιέργεια σε πετροβάμβακα (44% της συνολικής υδροπονικής καλλιέργειας).

Της χώρας της Β. Ευρώπης (με εξαίρεση την Ολλανδία), η καλλιεργούμενη έκταση με λαχανικά σε υδροπονικά συστήματα εκτιμάται περίπου στα 5.000 στρέμματα ενώ της χώρας της Ν. Ευρώπης περίπου στα 5.700 στρ., από τα οποία τα 350 στρ. περίπου στη χώρα της.

Πίνακας 2 . Υδροπονικές εκτάσεις σε χώρες της Ευρώπης

Υδροπονικές εκτάσεις σε χώρες της Ευρώπης		
Χώρα	Ανοιχτά	Κλειστά
Ολλανδία	15000	35000
Βέλγιο	9000	1000
Ισπανία	28500	1500
Ιταλία	1710	190
Γαλλία	10800	1200
Ελλάδα	880	220

Πηγή: Κατσούλας Ν., Κίττας Κ.

ΜΕΡΟΣ ΔΕΥΤΕΡΟ

2. ΤΑΞΙΝΟΜΗΣΗ ΣΥΣΤΗΜΑΤΩΝ ΚΑΛΛΙΕΡΓΕΙΑΣ ΕΚΤΟΣ ΕΔΑΦΟΥΣ

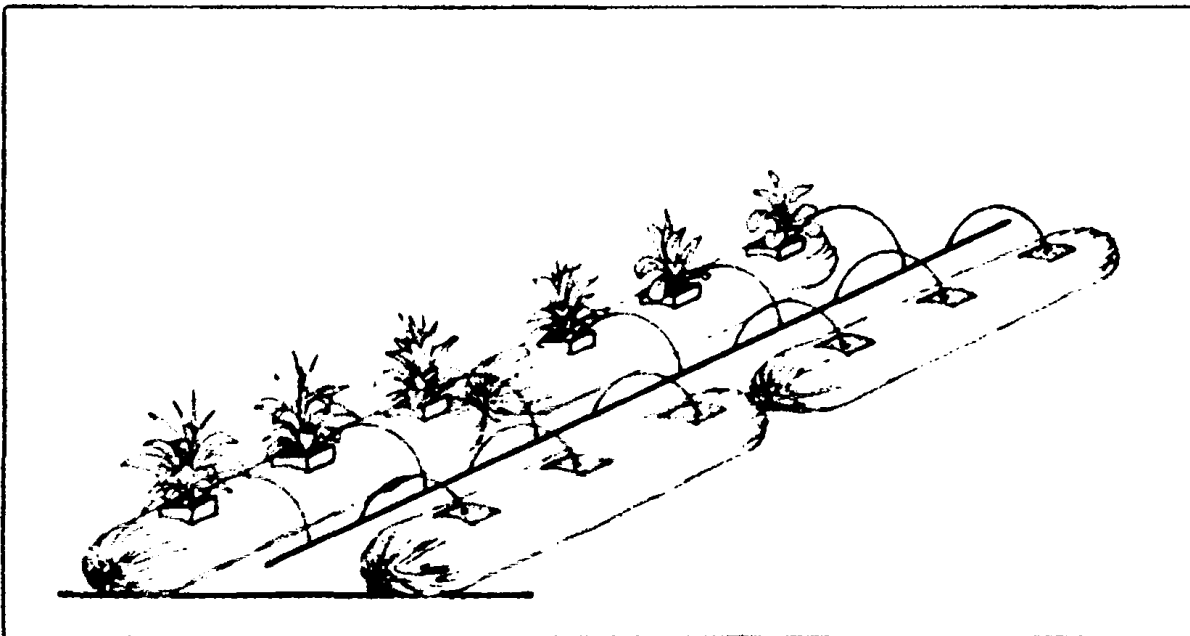
Τα υδροπονικά συστήματα ταξινομούνται ως εξής:

2.1. Ταξινόμηση με κριτήριο τον τρόπο διαχείρισης των απορροών

Με βάση την επαναχρησιμοποίηση ή μη του θρεπτικού διαλύματος δυο είναι οι κατηγορίες υδροπονικών συστημάτων (Seymour, 1993):

- Τα ανοιχτά συστήματα
- Τα κλειστά συστήματα

Ανοιχτά, στα οποία το πλεονάζον θρεπτικό διάλυμα που απορρέει μετά από την άρδευση, δεν επαναχρησιμοποιείται, αλλά συνήθως απορροφάτε από το έδαφος του θερμοκηπίου, ή συλλέγεται και οδηγείται έξω από το χώρο του θερμοκηπίου.

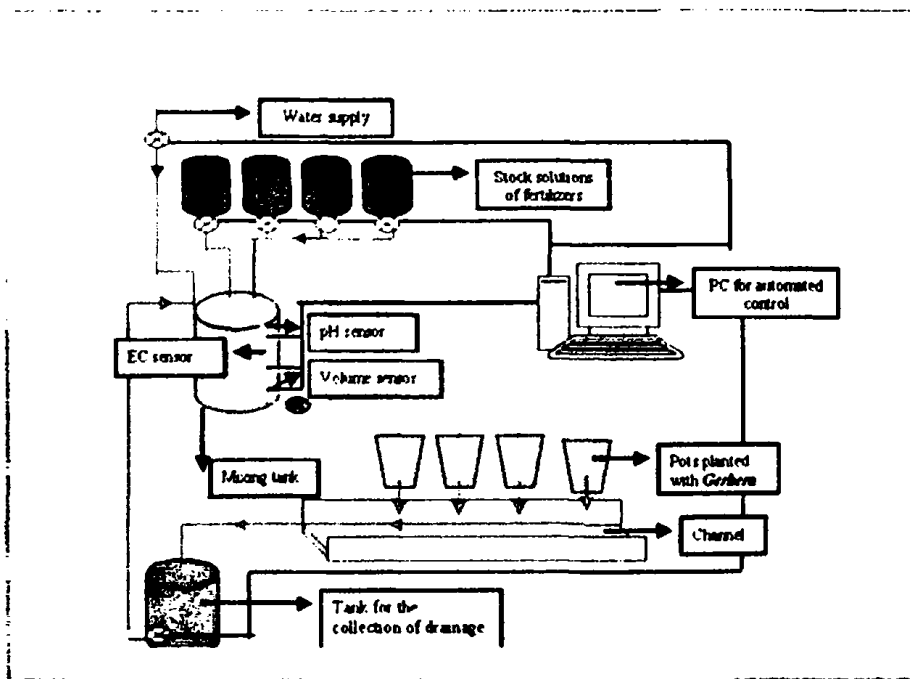


Σχήμα 1. Καλλιέργεια σε σάκους με υπόστρωμα οι οποίοι είναι τοποθετημένοι στο δάπεδο του θερμοκηπίου με συνέπεια το απορρέον θρεπτικό διάλυμα να χάνεται στο έδαφος (ανοιχτό υδροπονικό σύστημα Σάββας, 2007).

Τα ανοιχτά συστήματα έχουν το πλεονέκτημα ότι το θρεπτικό διάλυμα που χορηγείται στα φυτά έχει συνεχώς σταθερή την επιθυμητή σύσταση. Επιπλέον, στα συστήματα αυτά, η σύσταση του θρεπτικού διαλύματος που χορηγείται στα φυτά μπορεί να τροποποιείται άμεσα και πολύ εύκολα, καθώς αυτό προκύπτει από ανάμειξη πυκνών διαλυμάτων των ανόργανων αλάτων στο νερό άρδευσης. Τα ανοικτά συστήματα παρουσιάζουν μικρότερη ευαισθησία στη σύσταση και το είδος του υποστρώματος, καθώς επίσης και στην αλατότητα του νερού που

χρησιμοποιείται σε σχέση με τα κλειστά. Σημαντικό μειονέκτημα τους όμως είναι το γεγονός ότι η ποσότητα του θρεπτικού διαλύματος (περίπου το 20-30% της χορηγούμενης ποσότητας σε κάθε άρδευση) απορρέει προς το έδαφος, επιβαρύνοντας οικονομικά τον παραγωγό και ρυπαίνοντας το περιβάλλον.

Κλειστά, στα οποία το πλεονάζον θρεπτικό διάλυμα που απορρέει μετά από την άρδευση συγκεντρώνεται ξανά στη δεξαμενή και επαναχρησιμοποιείται. Στα κλειστά συστήματα με την επαναχρησιμοποίηση του θρεπτικού διαλύματος αντιμετωπίζονται τα προβλήματα που αναφέρθηκαν για τα ανοιχτά συστήματα, συγχρόνως όμως δημιουργούνται άλλα. Η συγκέντρωση και επαναχρησιμοποίηση του θρεπτικού διαλύματος δημιουργεί τον κίνδυνο ταχύτερης εξάπλωσης σε όλη την έκταση του συστήματος διαφόρων μυκητολογικών και ιολογικών παθογόνων. Έτσι, προκύπτει η ανάγκη για αποστείρωση του θρεπτικού διαλύματος που επαναχρησιμοποιείται και η οποία προκαλεί οικονομική επιβάρυνση. Η θέρμανση του θρεπτικού διαλύματος στους 95 °C για 30 δευτερόλεπτα βρέθηκε ότι είναι πρακτική μέθοδος και συγχρόνως αποτελεσματική για την καταπολέμηση όλων των παθογόνων. Η οικονομική επιβάρυνση για την αποστείρωση του θρεπτικού διαλύματος είναι πολύ υψηλή στα υγρά συστήματα με συνεχή ροή (π.χ NFT), καθώς οι χρησιμοποιούμενες ποσότητες του θρεπτικού διαλύματος είναι πολύ μεγάλες, σε σχέση με τα συστήματα που χρησιμοποιούν υπόστρωμα.



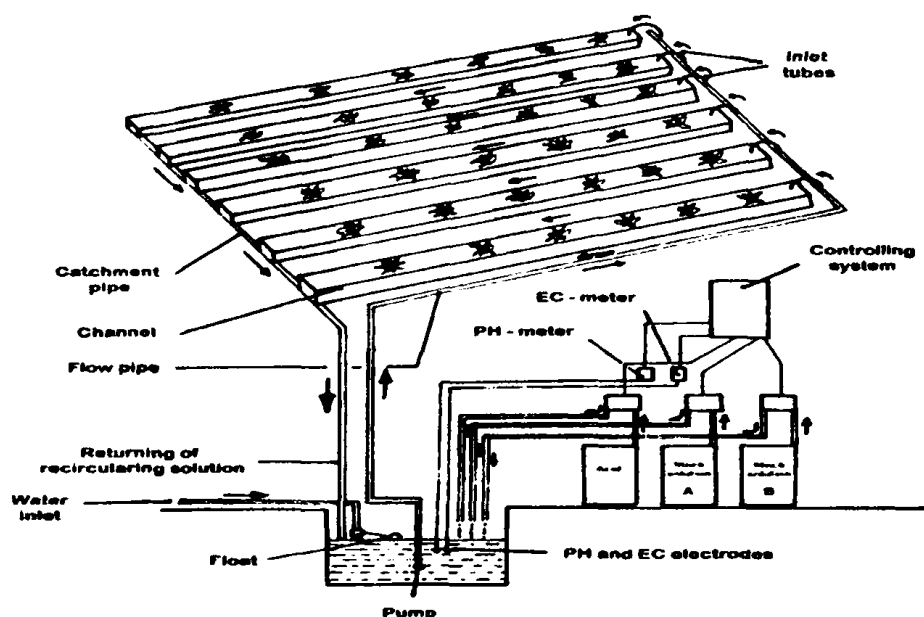
Σχήμα 2. Απεικόνιση ενός κλειστού συστήματος καλλιέργειας εκτός εδάφους.

2.2. Ταξινόμηση εκτός εδάφους καλλιέργειας σε υποστρώματα με κριτήριο τα υλικά και την αρχιτεκτονική της κατασκευής τους

2.2.1 Συστήματα υδροκαλλιέργειας

• Nutrient Film Technique (NFT)

Πολλές βελτιώσεις έγιναν στο NFT από το 1973 που ο Allan Cooper το εισήγαγε, οι βασικές αρχές του όμως παρέμειναν οι ίδιες. Το θρεπτικό διάλυμα σε συνεχή ροή λεπτής στοιβάδας (πάχους περίπου 1cm) σ' ένα κανάλι διαβρέχει το ριζικό σύστημα των φυτών. Το σύστημα είναι κλειστό και το θρεπτικό διάλυμα, αφού περάσει από το κανάλι συλλέγεται σε μια δεξαμενή, από την οποία μεταφέρεται με αντλία ξανά στα κανάλια (Σχ. 3).



Σχήμα 3. Απεικόνιση συστήματος NFT.

Το NFT εφαρμόστηκε σε εμπορική κλίμακα στην Μ. Βρετανία το 1974 και επεκτάθηκε γρήγορα και σε άλλες χώρες. Στην εξάπλωση του βοήθησε και η παραγωγή του συστήματος σε βιομηχανική κλίμακα, που καθιερώθηκε σε δίπλωμα ευρεσιτεχνίας από την εταιρεία Nutrient Film Technology Ltd, η οποία όμως ανάστειλε τη λειτουργία της το 1989. Σήμερα, το NFT χρησιμοποιείται σε εμπορική κλίμακα σε πολλές χώρες, μεταξύ των οποίων Ιαπωνία, Η.Π.Α, Αυστραλία, Ν. Ζηλανδία, Βέλγιο, Γαλλία, Γερμανία κ.α. Ικανοποιητική κλήση (1-3%) θα πρέπει να εξασφαλίζεται στα κανάλια, τα οποία δε θα πρέπει να ξεπερνούν σε μήκος τα 20m, ώστε να εξασφαλίζεται επαρκής συγκέντρωση οξυγόνου. Τα κανάλια μπορεί να είναι από διάφορα υλικά, συνήθως όμως είναι από πολυαιθυλένιο δύο στρώσεων, την εσωτερική μαύρου χρώματος και την εξωτερική λευκού χρώματος για να αποφεύγεται

η απορρόφηση θερμότητας και η αύξηση της θερμοκρασίας στο περιβάλλον του ριζικού συστήματος, ιδιαίτερα στη διάρκεια ημερών με υψηλή ηλιοφάνεια, αλλά και για να αυξάνεται η ποσότητα της ανακλώμενης ηλιακής ακτινοβολίας. Τα κανάλια συνήθως είναι τριγωνικά σε κάθετη τομή και το πλάτος τους ποικίλει ανάλογα με το είδος της καλλιέργειας. Για τα περισσότερα είδη, το πλάτος είναι συνήθως 22 cm, ενώ για αυτά που απαιτούν καλύτερο αερισμό (π.χ. πεπόνι), μπορεί να είναι μεγαλύτερο (25-30cm).

Τα κανάλια που κατασκεύαζε η Nutrient Film Technology Ltd ήταν από γαλβανισμένη λαμαρίνα πάχους 1-2cm, είχαν πλάτος 25-30cm και μήκος 2-3m. Τα κανάλια έμπαιναν το ένα μετά από το άλλο, σχηματίζοντας μια συνεχή γραμμή, όπου τοποθετούνταν στη συνέχεια το φύλλο πλαστικού για το σχηματισμό της λεκάνης καλλιέργειας των φυτών. Η επιθυμητή κλίση επιτυγχάνονταν με τοποθέτηση των καναλιών επάνω σε ειδικά στηρίγματα με αυξομειούμενο ύψος.

Η αντλία θα πρέπει να εξασφαλίζει τουλάχιστον μια παροχή από 2 lit/ λεπτό σε κάθε κανάλι. Μια εφεδρική αντλία θα πρέπει να υπάρχει οπωσδήποτε, καθώς ακόμη και μικρής διάρκειας διακοπή στην παροχή του θρεπτικού διαλύματος προς τα φυτά μπορεί να έχει καταστροφικές συνέπειες. Αυτό για παράδειγμα μπορεί να συμβεί, σε συνθήκες έντονης ηλιοφάνειας μετά από δυο ώρες σε φυτά τομάτας.

Η απαιτούμενη ποσότητα θρεπτικού διαλύματος/φυτό ποικίλει, ανάλογα με το είδος της καλλιέργειας, το στάδιο ανάπτυξης, τις συνθήκες του περιβάλλοντος κ.λ.π.. Στις συνθήκες της χώρας μας, για καλλιέργεια τομάτας απαιτείται ποσότητα 3-4 lit/ φυτό. Υπολογίζοντας 2-3.000 φυτά / στρ., το θρεπτικό διάλυμα θα πρέπει να είναι 6-10m³ / στρέμμα. Αντίθετα, στις συνθήκες της Μ. Βρετανίας, υπολογίζεται ποσότητα 1-2 lit/ φυτό και συνολικά 1-1,5 m³/ στρ.

Σύμφωνα με ορισμένους ερευνητές, η συνεχής παροχή του θρεπτικού διαλύματος δεν είναι απαραίτητη, ιδιαίτερα σε ορισμένες κλιματικές συνθήκες. Έτσι, στη Μ. Βρετανία εφαρμόζεται παροχή του θρεπτικού διαλύματος για 15 λεπτά κάθε 30 λεπτά στη διάρκεια της ημέρας και 15 λεπτά κάθε 2 ώρες στη διάρκεια της νύχτας. Ωστόσο, οι συνθήκες αυτές μπορεί να μην είναι ιδανικές για θερμότερες κλιματικές συνθήκες.

Το NFT δίνει τη δυνατότητα για ικανοποιητικό έλεγχο της θερμοκρασίας στο περιβάλλον του ριζικού συστήματος. Ανάλογα με τις συνθήκες, το θρεπτικό διάλυμα μπορεί να θερμαίνεται ή να ψύχεται, ώστε η θερμοκρασία στο περιβάλλον του ριζικού συστήματος να είναι υψηλότερη ή χαμηλότερη σε σχέση με τη θερμοκρασία του αέρα. Όμως, ο έλεγχος της θερμοκρασίας με αυτόν τον τρόπο είναι δυνατός μόνο όταν η παροχή του θρεπτικού διαλύματος είναι συνεχής και όχι διακοπτόμενη. Η θερμοκρασία στο περιβάλλον του ριζικού συστήματος έχει ιδιαίτερη σημασία σε ορισμένα είδη. Για παράδειγμα, είναι γνωστό ότι στο μαρούλι παρατηρείται



πρόωρη έκπτυξη ανθικού στελέχους στα φυτά, όταν η θερμοκρασία στο περιβάλλον του ριζικού συστήματος είναι υψηλότερη από 20°C.

Με τη συνεχή επανακυκλοφορία του διαλύματος εξασφαλίζεται ο ικανοποιητικός αερισμός και εμπλουτισμός του με οξυγόνο κυρίως κατά την πτώση του στη δεξαμενή.

Η δεξαμενή καλύπτεται από αδιαφανές υλικό για την παρεμπόδιση ανάπτυξης φυκιών με τον περιορισμό του φωτός. Ένα κρίσιμο σημείο του συστήματος είναι η ποιότητα της αντλίας η οποία θα πρέπει να λειτουργεί συνεχώς χωρίς διακοπή, για όλη τη διάρκεια της καλλιέργειας. Της ίδια ποιότητας θα πρέπει να είναι και η εφεδρική αντλία.

Το νερό και τα θρεπτικά στοιχεία που απορροφούνται από τα φυτά θα πρέπει να αναπληρώνονται, ώστε και ο όγκος και η σύσταση του θρεπτικού διαλύματος να είναι σταθερά.

Αυτό το πετυχαίνουμε για το νερό με ένα φλοτέρ στη δεξαμενή συνδεδεμένο με δίκτυο υπό πίεση. Όσον αφορά στα θρεπτικά στοιχεία, που προστίθενται με μορφή πυκνών διαλυμάτων, η προσθήκη γίνεται είτε αυτόματα με ηλεκτρονικά ελεγχόμενη ειδική δοσομετρική αντλία ή και με το χέρι.

Το κόστος εγκατάστασης και λειτουργίας του συστήματος περιορίζει την εφαρμογή του, κυρίως σε καλλιέργειες υψηλής αξίας. Η πιο διαδεδομένη καλλιέργεια λαχανικών στο NFT είναι η καλλιέργεια της τομάτας.

Σε μια παραλλαγή του συστήματος NFT, για κάθε γραμμή καλλιέργειας υπάρχουν δύο κανάλια, στα οποία κυκλοφορούν θρεπτικά διαλύματα διαφορετικής σύστασης και το ριζικό σύστημα των φυτών μοιράζεται και στα δύο κανάλια.

Πλεονεκτήματα του συστήματος NFT

Σαν πλεονεκτήματα του συστήματος NFT, σε σχέση με άλλες μορφές υδροπονικής καλλιέργειας, μπορούμε συνοπτικά να αναφέρουμε:

1. Επιτρέπει τον πλήρη έλεγχο της θρέψης των φυτών και πολύ εύκολα σε σύγκριση με τα λοιπά υδροπονικά συστήματα.
2. Ομοιογένεια της υδρολίπανσης (δηλαδή της διανομής του θρεπτικού διαλύματος) σ' όλη την καλλιέργεια.
3. Εξάλειψη του φαινομένου του μαρασμού που συχνά παρατηρείται σε φυτά καλλιεργούμενα σε στερεό υπόστρωμα, μεταξύ δύο αρδευτικών διαστημάτων
4. Δεν απαιτούνται υπολογισμοί όσον αφορά την αρδευτική δόση και τη συχνότητα άρδευσης.

5. Το ριζικό σύστημα μπορεί να διατηρείται θερμό πολύ εύκολα, ιδιαίτερα στο δικό μας κλίμα.
6. Επιτρέπει τη χρησιμοποίηση φυσικής μεθόδου με χαμηλό λειτουργικό κόστος (υπεριωδών ακτινών) για έλεγχο των παθογόνων μικροοργανισμών του ριζικού συστήματος.
7. Επιτρέπει την άμεση διαδοχή της καλλιέργειας από την επόμενη.
8. Έχει ελάχιστο λειτουργικό κόστος (απουσία υποστρωμάτων κ.λ.π.).

Μειονεκτήματα του συστήματος NFT

1. Απαιτείται σημαντική δαπάνη για την αρχική εγκατάσταση
2. Απαιτεί εξασφάλιση συνεχούς κυκλοφορίας του θρεπτικού διαλύματος, αυτό όμως αντιμετωπίζεται με την εγκατάσταση ηλεκτρογεννήτριας και εφεδρικής αντλίας.
3. Στο δικό μας κλίμα η εξασφάλιση της ελάχιστης θερμοκρασίας του διαλύματος (15 °C) είναι εύκολη, χρειάζεται όμως εμπειρία κατά τον αρχικό σχεδιασμό της εγκατάστασης για την προστασία από υπερθέρμανση του διαλύματος (>32 °C) από το Μάρτιο και μετά.
4. Η απουσία στερεού αδρανούς υλικού για την ανάπτυξη της ρίζας επηρεάζει ψυχολογικά αρνητικά τους άπειρους καλλιεργητές για την αποδοχή αυτού του νέου συστήματος.

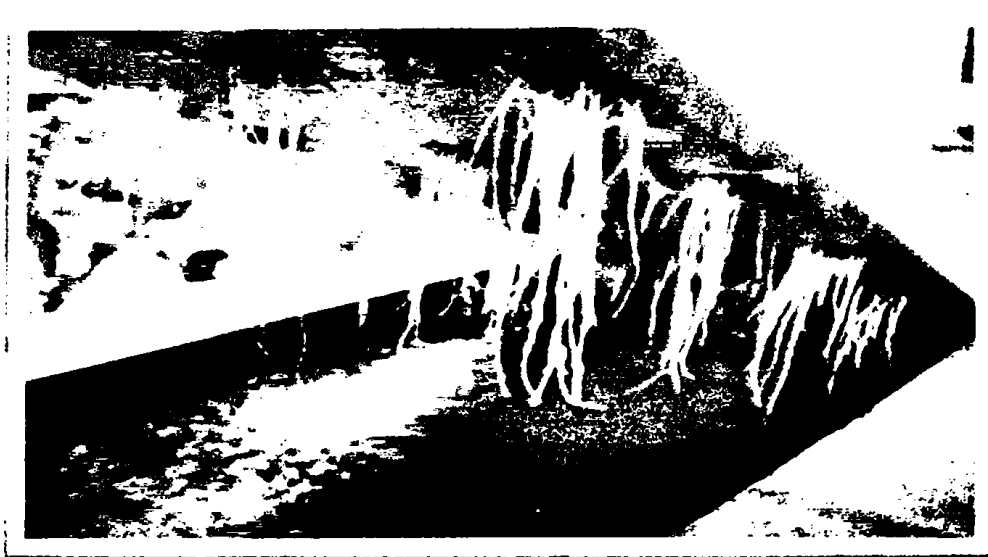
• Παραλλαγές NFT

Πολλές βελτιώσεις-τροποποιήσεις έχουν γίνει στα παραπάνω συστήματα, με αποτέλεσμα να έχουν προκύψει διάφορες παραλλαγές.

Στη Σκοτία για παράδειγμα, έχει αναπτυχθεί μια παραλλαγή του NFT, στην οποία τα κανάλια γεμίζονται με περλίτη και στη βάση τους κυκλοφορεί συνεχώς το θρεπτικό διάλυμα. Έτσι, το υπόστρωμα επιφανειακά αερίζεται συνεχώς, χωρίς όμως να στερούνται ποτέ τα φυτά το θρεπτικό διάλυμα.

Σε μια πιο πρόσφατη παραλλαγή που αναπτύχθηκε στη Δ. Ευρώπη έγινε συνδυασμός της καλλιέργειας σε NFT και πετροβάμβακα σε κλειστό σύστημα. Τα φυτά φυτεύονταν σε μικρές πλάκες πετροβάμβακα, που ήταν τοποθετημένες στα κανάλια του NFT, όπου κυκλοφορούσε συνεχώς το θρεπτικό διάλυμα. Στο σύστημα αυτό η ποσότητα του πετροβάμβακα που χρησιμοποιούταν ήταν κατά πολύ μικρότερη, σε σχέση με το κλασικό σύστημα. Ο πετροβάμβακας λειτουργεί ως δεξαμενή θρεπτικών στοιχείων και προστατεύει να φυτά για κάποιο χρονικό διάστημα, σε περίπτωση βλάβης της αντλίας.

- **Αεροπονία**



Εικόνα 1. Ριζικό σύστημα αεροπονίας όπου υποδοχέας είναι πλάκες φελιζόλ.

Στο σύστημα αυτό, τα φυτά καλλιεργούνται με το ριζικό τους σύστημα να αιωρείται μέσα σε κενά κιβώτια ή άλλες κατασκευές που εξασφαλίζουν προστασία από το φως. Το θρεπτικό διάλυμα ψεκάζεται στο ριζικό σύστημα σε τακτά χρονικά διαστήματα (για μερικά δευτερόλεπτα κάθε 3-4 λεπτά), έτσι ώστε ο χώρος να είναι συνεχώς κορεσμένος σε υγρασία και το ριζικό σύστημα των φυτών να είναι συνεχώς υγρό, ώστε να απορροφά τα θρεπτικά στοιχεία.

Το πρώτο σύστημα αεροπονίας αναπτύχθηκε από τον F. Massantini στο Πανεπιστήμιο της Πίζα, στην Ιταλία το 1970 για καλλιέργεια φράουλας. Στη συνέχεια, παρόμοιο σύστημα αναπτύχθηκε από τον M. H. Jensen το 1999 στην Αριζόνα των Η.Π.Α. για καλλιέργεια μαρουλιού και σπανακιού, καθώς επίσης και τομάτας, με διαφορετικού όμως σχήματος κατασκευή.

Η ύπαρξη ανοιχτών αεροπονικών συστημάτων είναι δυνατή. Στην περίπτωση αυτή όμως είναι αναπόφευκτη η σπατάλη νερού και λιπασμάτων. Γι' αυτό, το θρεπτικό διάλυμα που δεν απορροφάτε από τις ρίζες των φυτών αλλά αποστραγγίζει μετά από κάθε ψεκάσμο, συνήθως συλλέγεται και ανακυκλώνεται. Η συλλογή του απορρέοντος διαλύματος γίνεται με τη βοήθεια υδρορροών, οι οποίες το οδηγούν σε μία κεντρική δεξαμενή συγκέντρωσης. Από εκεί μπορεί είτε να επαναπροωθείται απευθείας στα φυτά αφού πρώτα συμπληρωθεί και ανανεωθεί είτε να αποστέλλεται με τη βοήθεια μίας αντλίας στην κεντρική μονάδα παρασκευής και διανομής του θρεπτικού διαλύματος, όπου αφού συμπληρωθεί και ανανεωθεί ανακυκλώνεται.

Εφόσον εφαρμόζεται ανακύκλωση, η αεροπονία έχει όλα τα μειονεκτήματα των κλειστών υδροπονικών συστημάτων, δηλαδή αναγκαιότητα συχνών αναλύσεων και εκτεταμένων αναπροσαρμογών στη σύνθεση του μετά από κάθε ανάλυση, συσσώρευση ιόντων Na^+ και Cl^- σε περίπτωση που το χρησιμοποιούμενο νερό έχει αυξημένη περιεκτικότητα στα δύο αυτά ιόντα, κ.λ.π. Όπως και με το σύστημα NFT, η έλλειψη ενός στερεού υποστρώματος αυξάνει σημαντικά το ρίσκο της καταστροφής της καλλιέργειας σε περίπτωση που είτε η αντλία, είτε ο μεικτήρας των λιπασμάτων, είτε κάποια ακροφύσια ψεκασμού παρουσιάσουν βλάβη, με συνέπεια να διακοπεί για σημαντικό χρονικό διάστημα ο ψεκασμός των ριζών των φυτών με θρεπτικό διάλυμα. Όπως σε όλα τα κλειστά υδροπονικά συστήματα, έτσι και στην αεροπονία είναι αυξημένος ο κίνδυνος εξάπλωσης παθογόνων σε όλη την καλλιέργεια μέσω του ανακυκλωμένου θρεπτικού διαλύματος σε περίπτωση που προσβληθεί έστω και ένα φυτό από κάποιο παθογόνο. Γι' αυτό το λόγο, όταν τα φυτά καλλιεργούνται σε αεροπονικό σύστημα στο οποίο εφαρμόζεται ανακύκλωση, είναι σκόπιμη η χρησιμοποίηση κάποιας εγκατάστασης για την απολύμανση του επαναχρησιμοποιούμενου θρεπτικού διαλύματος.

Η αεροπονία προς το παρόν εφαρμόζεται σε πειραματική κλίμακα και μόνο από ερασιτέχνες εφαρμόζεται στην πράξη. Ωστόσο, θα μπορούσε να εφαρμοστεί και σε εμπορική κλίμακα, ιδιαίτερα στο μαρούλι, για το οποίο τα αποτελέσματα από τις πειραματικές εφαρμογές είναι εντυπωσιακά, καθώς με κατασκευές σχήματος Δ, η επιφάνεια φύτευσης είναι πολλαπλάσια από αυτήν στο έδαφος και συνεπώς και η απόδοση είναι σημαντικά υψηλότερη.

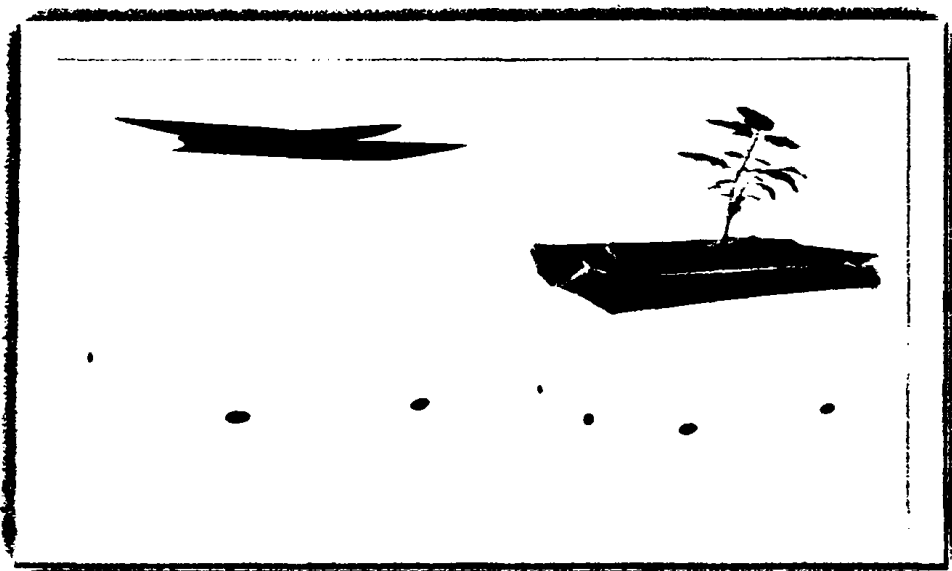
2.2.2 Συστήματα στα οποία το ριζικό σύστημα αναπτύσσεται σε ένα στερεό πορώδες υλικό

- **Καλλιέργεια εκτός εδάφους σε σάκους**

Στο σύστημα αυτό το υπόστρωμα (συνήθως περλίτης ή ελαφρόπετρα) περιέχεται σε πλαστικούς σάκους, οι οποίοι τοποθετούνται στο έδαφος του θερμοκηπίου, ώστε να σχηματίζουν τις γραμμές καλλιέργειας, σε αποστάσεις ανάλογες με το είδος της καλλιέργειας. Πριν από την τοποθέτηση των σάκων, το έδαφος διαμορφώνεται με την κατάλληλη κλίση και καλύπτεται με πλαστικό, ώστε να διευκολύνεται η συγκέντρωση του θρεπτικού διαλύματος που απορρέει, και να επαναχρησιμοποιείται (στα κλειστά συστήματα) ή να οδηγείται εκτός θερμοκηπίου (στα ανοικτά συστήματα), για να αποφεύγεται η αύξηση της σχετικής υγρασίας στο περιβάλλον του θερμοκηπίου.

Οι σάκοι είναι κατασκευασμένοι συνήθως από πολυαιθυλένιο ανθεκτικό στην υπεριώδη ακτινοβολία και να έχουν εσωτερικά μαύρο και εξωτερικά λευκό

χρώμα, για να αποφεύγεται η υπερθέρμανση ριζικού συστήματος και επιπλέον να αξιοποιείται καλύτερα η προσπίπτουσα ηλιακή ακτινοβολία.



Εικόνα 2. Πλαστικοί σάκοι grow bagw.

Μεγάλη ποικιλομορφία υπάρχει στο σχήμα και το μέγεθος των σάκων. Σε ορισμένες περιπτώσεις, οι σάκοι έχουν τη μορφή σωλήνα διαμέτρου 25cm και τοποθετούνται οριζόντια στο έδαφος, ή και κατακόρυφα με κατάλληλη υποστήριξη. Στην περίπτωση αυτή το σύστημα χαρακτηρίζεται ως κάθετη υδροπονική καλλιέργεια σε περλίτη, καθώς ο περλίτης είναι το υπόστρωμα που χρησιμοποιείται σχεδόν αποκλειστικά.

- **Καλλιέργεια εκτός εδάφους σε κανάλια**

Στην προσπάθεια για βελτίωση του αερισμού στο περιβάλλον του ριζικού συστήματος, αναπτύχθηκαν σχετικά πρόσφατα εναλλακτικά υδροπονικά συστήματα, στα οποία η καλλιέργεια των φυτών γίνεται σε κανάλια ή αυλάκια.

Το υπόστρωμα καλλιέργειας τοποθετείται σε κανάλια που υπάρχουν πάνω από την επιφάνεια του εδάφους ή σε αυλάκια που ανοίγονται στο έδαφος. Και στις δύο περιπτώσεις, το υπόστρωμα απομονώνεται από το έδαφος του θερμοκηπίου με κάποιο στεγανό τρόπο. Όταν τα αυλάκια ανοίγονται στο έδαφος, μπορεί να κατασκευάζονται από τσιμέντο και για εξασφάλιση στεγανότητας να καλύπτονται με πολυαιθυλένιο πάχους τουλάχιστον 0,1mm.

Το πλάτος των καναλιών ή των αυλακιών καθορίζεται από το είδος της καλλιέργειας. Έτσι, για την τομάτα θα πρέπει να έχουν πλάτος περίπου 80cm, ώστε να μπορούν να φυτευτούν σε δύο σειρές φυτών. Το βάθος τους μπορεί να ποικίλει, ανάλογα με το χρησιμοποιούμενο υπόστρωμα, αλλά στις περισσότερες

περιπτώσεις, τα 25cm έχει βρεθεί ότι είναι το ελάχιστο. Το μήκος τους μπορεί να περιορίζεται μόνο από το σύστημα άρδευσης και θα πρέπει να είναι τέτοιο, ώστε να εξασφαλίζεται ομοιόμορφη κατανομή του θρεπτικού διαλύματος σε όλα τα φυτά. Κλίση 0,5-1% είναι αρκετή για να εξασφαλίζεται η στράγγιση και η απορροή του πλεονάζοντος θρεπτικού διαλύματος.

Λόγω της κατασκευής των υποδοχέων, ως υπόστρωμα μπορούν να χρησιμοποιηθούν διάφορα υλικά, ακόμα και αυτά που το βάρος τους είναι απαγορευτικός παράγοντας, για τη χρησιμοποίησή τους σε άλλα υδροπονικά συστήματα (όπως χαλίκι, άμμος, ελαφρόπετρα κ.α.).

Το σύστημα συνήθως είναι ανοικτό και χαρακτηρίζεται από το μικρό κόστος για την κατασκευή των υποδοχέων του υποστρώματος.

- **Καλλιέργεια εκτός εδάφους Κάθετη**

Οι υποδοχείς που χρησιμοποιούνται για την τοποθέτηση του υποστρώματος ανάπτυξης των φυτών και την διαμόρφωση των κατακόρυφων στηλών είναι δύο τύπων.

Ο ένας τύπος είναι μαλακοί πλαστικοί σωλήνες πολυαιθυλενίου, διαμέτρου γύρω στα 16cm, με γαλακτώδες χρώμα εξωτερικά και μαύρο εξωτερικά. Το πάχος πολυαιθυλενίου είναι συνήθως γύρω στα 200 μ. (0,2 mm).



Εικόνα 3. Κάθετη καλλιέργεια σε σάκους

Ο άλλος τύπος είναι γλάστρα από διογκωμένη πολυστερίνη, τετράγωνης διατομής, με ακμή κορυφής εξωτερικά 10,75cm, πάτους 12,30cm και ύψους 20,50cm. Το πάχος των τοιχωμάτων της πολυστερίνης είναι 2cm.



Εικόνα 4. Κάθετη καλλιέργεια σε γλάστρες.

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

2.2.3.1. Υδροπονική καλλιέργεια σε χημικά αδρανή υποστρώματα

- Καλλιέργεια σε πυριτική άμμο

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. Η άμμος τοποθετείται σε ατομικά ή ομαδικά φυτοδοχεία, σε σάκους ή σε υδρορροές, σε ποσότητα 15-20 λίτρα ανά φυτό. Εναλλακτικά, η άμμος μπορεί να διασκορπισθεί σε ολόκληρη την καλλιεργούμενη επιφάνεια του θερμοκηπίου, αν υπάρχει σε αφθονία στην περιοχή που λαμβάνει χώρα η καλλιέργεια. Σε αυτή την περίπτωση, το έδαφος του θερμοκηπίου αφού ισοπεδωθεί επικαλύπτεται με ένα πλαστικό φύλλο πολυαιθυλενίου εφοδιασμένο με ανοίγματα αποστράγγισης, ομοιόμορφα καταναμημένα σε όλη του την επιφάνεια, πάνω στο οποίο απλώνεται η άμμος σε ένα στρώμα πάχους περίπου 5-10cm περίπου.

Τα φυτά τροφοδοτούνται με θρεπτικό διάλυμα μέσω ενός συνηθισμένου συστήματος στάγδην άρδευσης. Η παροχή του διαλύματος στα φυτά γίνεται είτε με μικροσωλήνες (spaghetti tubes) είτε με ενσωματωμένους σταλάκτες εφόσον η άμμος είναι απλωμένη στην επιφάνεια του θερμοκηπίου ή κατά μήκος



υδρορροών. Συνήθως υπάρχει ένας σταλάκτης ανά φυτό. Συχνή όμως είναι και η χρησιμοποίηση δύο σταλακτών ανά φυτό με στόχο την καλύτερη διαβροχή του υποστρώματος αλλά και την προστασία από αποφράξεις σταλακτών.

Το θρεπτικό διάλυμα που εξέρχεται από κάθε σταλάκτη, εισέρχεται στην άμμο, όπου διηθείται κατακόρυφα προς τα κάτω δια μέσου του υποστρώματος. Ένα μικρό μέρος του διαλύματος παραμένει στο πορώδες της άμμου, ενώ το υπόλοιπο στραγγίζει και τελικά απορρέει από το χώρο των ριζών μέσω οπών ή σχισμών που έχουν ανοιχθεί στον πυθμένα του δοχείου, του σάκου ή του πλαστικού επιστρώματος που περιέχουν ή υποστηρίζουν την άμμο. Το σύστημα μπορεί να είναι κλειστό ή ανοιχτό, ανάλογα με το αν το διάλυμα που απορρέει μέσω των σχισμής των οπών αποστράγγισης συλλέγεται και επαναχρησιμοποιείται ή χάνεται στο έδαφος.

Οι κόκκοι της άμμου έχουν μικρό έως μηδαμινό πορώδες και επομένως δεν συγκρατούν νερό στο εσωτερικό τους. Η άμμος ως σύνολο σχηματίζει εκτεταμένο πορώδες στα μεσοδιαστήματα μεταξύ των κόκκων. Επειδή όμως η άμμος είναι ένα σχετικά χονδρόκοκκο υλικό (0,2 - 4,0 mm) οι πόροι αυτοί στο μεγαλύτερο ποσοστό τους είναι μεγάλου μεγέθους, με συνέπεια να μην μπορούν να συγκρατήσουν νερό. Γι' αυτό η άμμος παρουσιάζει μικρή ικανότητα συγκράτησης υγρασίας, συγκρινόμενη με άλλα υποστρώματα. Εξαιτίας της χαμηλής ικανότητας συγκράτησης υγρασίας η άμμος πρέπει να ποτίζεται πολύ τακτικά (πολλές φορές κατά τη διάρκεια μιας ημέρας) 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. Αυτές οι απώλειες βέβαια μπορούν κατά ένα μέρος να αποφευχθούν μέσω της μείωσης του χρόνου παροχής διαλύματος σε κάθε πότισμα. Για να μειωθούν δραστικά όμως οι μεγάλες απώλειες σε νερό και λιπάσματα που παρατηρούνται στις υδροπονικές καλλιέργειες σε άμμο η πλέον αποτελεσματική λύση είναι η ανακύκλωση του θρεπτικού διαλύματος που απορρέει από το χώρο των ριζών.

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. Για την αποφυγή εξάπλωσης εδαφογενών ασθενειών όμως, η άμμος θα ήταν καλύτερα να απολυμαίνεται πριν από την έναρξη κάθε νέας καλλιεργητικής περιόδου. Η απολύμανση της άμμου μπορεί να γίνει εύκολα και αποτελεσματικά με ατμό.

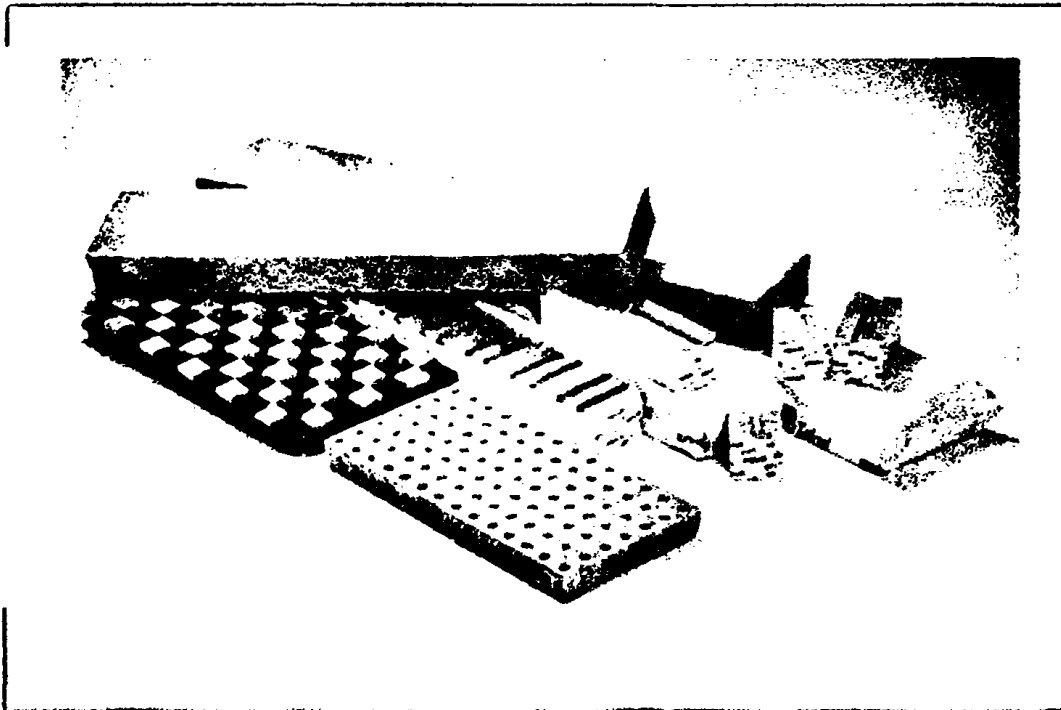
- **Καλλιέργεια σε πλάκες πετροβάμβακα (rockwool)**

Η χρησιμοποίηση του ως υπόστρωμα υδροπονικής καλλιέργειας επεκτάθηκε πολύ γρήγορα, αν και αρχικά χρησιμοποιήθηκε ως μονωτικό υλικό.



Στην υδροπονία χρησιμοποιούνται διάφορα προϊόντα του πετροβάμβακα, όπως κύβοι για την παραγωγή σπορόφυτων, κύβοι ανάπτυξης για απ' ευθείας σπορά (π.χ αγγουριού) και πλάκες (De Jaeger P. 1987).

Οι κύβοι για την παραγωγή σποροφύτων έχουν διαστάσεις (μήκος x πλάτος x ύψος) 25x25x40, 36x36x40, 40x40x40 και 50x50x40 mm, ενώ οι κύβοι ανάπτυξης είναι μεγαλύτεροι και οι διαστάσεις τους είναι 75x75x65 και 100x100x65 mm και είναι τυλιγμένες σε ανθεκτικό στις υπεριώδεις ακτίνες πλαστικό.



Εικόνα 5. Πετροβάμβακας για σποροβλάστηση και καλλιέργεια φυτών.

Οι πλάκες έχουν διαστάσεις 900x150x75 και 900x200x75mm για τα λαχανοκομικά είδη, ενώ για τα ανθοκομικά οι διαστάσεις τους είναι 900x200x75, 900x250x75 και 900x300x75mm και είναι τυλιγμένες σε ανθεκτικό στις υπεριώδεις ακτίνες πλαστικό. Το ύψος των 75mm είναι ιδιαίτερα σημαντικό στην επιτυχή χρησιμοποίησή αυτού του υλικού στην υδροπονία, καθώς εξασφαλίζει στο ριζικό σύστημα κλιμακούμενη μεταβολή της υγρασίας και ως εκ τούτου αντίστροφη κλιμακούμενη μεταβολή αερισμού (δηλαδή, με 100% κορεσμένη με νερό τη βάση και 100% αερισμό στην επιφάνεια της πλάκας).

Πρόσφατα έχουν κατασκευαστεί πλάκες με κάθετη διεύθυνση των ινών που εξασφαλίζουν καλύτερη κατανομή του νερού και καλύτερο αερισμό. Στις πλάκες αυτές προσαρμόζεται καλύτερα η καλλιέργεια του αγγουριού. Επίσης, έχουν κατασκευαστεί και πλάκες με διαβαθμισμένη πυκνότητα ινών (χαμηλότερη στη βάση της πλάκας), ώστε να δημιουργείται ιδεώδης κατανομή του νερού και να

περιορίζεται ο κίνδυνος από το υπερβολικό πότισμα.

Για την εγκατάσταση της καλλιέργειας, το έδαφος ισοπεδώνεται, δίνεται ελαφρά κλίση προς τη μία κατεύθυνση του θερμοκηπίου (η μέγιστη επιτρεπτή κλίση είναι 1,5%) και ανοίγονται τα αυλάκια για τη συγκέντρωση του διαλύματος απορροής. Αν η κλίση του εδάφους είναι μεγαλύτερη, δημιουργούνται προβλήματα ανομοιόμορφης παροχής κατά μήκος του συστήματος άρδευσης, αλλά και ανομοιόμορφης κατανομής του διαλύματος μέσα στις πλάκες. Στη συνέχεια, το έδαφος καλύπτεται με πλαστικό πάχους 0,07-0,2mm (μαύρο στην κάτω επιφάνεια και λευκό στην επάνω) ή λινάτσα. Το πλαστικό απομονώνει το υπόστρωμα από το έδαφος. Έτσι, αποφεύγονται οι μολύνσεις από εδαφογενή παθογόνα, περιορίζονται οι πληθυσμοί εντόμων (όπως θρίπας και λυριόμιζα), τα οποία ολοκληρώνουν το βιολογικό τους κύκλο στο έδαφος (νύμφες), εμποδίζεται η ανάπτυξη ζιζανίων και επιπλέον αυξάνεται η ένταση του φωτός στο περιβάλλον του θερμοκηπίου. Στη συνέχεια, εγκαθίσταται το σύστημα άρδευσης και το σύστημα θέρμανσης, εάν αυτό είναι επιδαπέδιο.

Στις γραμμές καλλιέργειας τοποθετούνται πλάκες από φελιζόλ πάχους 2cm και οριζόντιων διαστάσεων (μήκος και πλάτος) παρόμοιων με αυτών της πλάκας του πετροβάμβακα, ώστε να εξασφαλίζεται μόνωση του υποστρώματος από τις μεταβολές της θερμοκρασίας του εδάφους. Επάνω στο φελιζόλ τοποθετούνται οι πλάκες του πετροβάμβακα, συνήθως με το σύστημα των διδύμων γραμμών. Ανά δύο σε μικρή απόσταση μεταξύ τους (περίπου 40cm), όπου είναι και το αυλάκι απορροής και μεγαλύτερη απόσταση μεταξύ των διδύμων γραμμών, ώστε να υπάρχει αρκετός διάδρομος για διευκόλυνση των καλλιεργητικών φροντίδων και των άλλων εργασιών.

Οι καινούργιες πλάκες είναι εντελώς ξερές, γι' αυτό μετά την τοποθέτηση τους στην οριστική θέση στο θερμοκήπιο, θα πρέπει να ποτιστούν μέχρι το σημείο του κορεσμού. Έτσι, πριν από την εγκατάσταση των φυτών, οι πλάκες ποτίζονται με νερό ή και με θρεπτικό διάλυμα σε ποσότητα περίπου 0,8 lit ανα πετροβάμβακα. Μετά από 24 ώρες δημιουργούνται 2-3 τρύπες απορροής, στο κάτω μέρος της πλάκας (Μαυρογιαννόπουλος Γ.Ν., 1994).

Τα φυτά που θα καλλιεργηθούν στον πετροβάμβακα παράγονται με σπορά σε κύβους από το ίδιο υλικό. Όταν τα φυτά είναι έτοιμα για μεταφύτευση, οι κύβοι τοποθετούνται επάνω στις πλάκες σε καθορισμένες θέσεις, αφού δημιουργηθούν αντίστοιχα ανοίγματα στο πλαστικό που καλύπτει τις πλάκες και σε κάθε θέση τοποθετείται ένα σωληνάκι άρδευσης.

Τις πρώτες ημέρες μετά τη εγκατάσταση των φυτών, το θρεπτικό διάλυμα χορηγείται με μεγάλη συχνότητα (περίπου 15 φορές / 24ωρο) και στη συνέχεια με μικρότερη συχνότητα (περίπου 10 φορές / 24ωρο). Το πότισμα διαρκεί μέχρι να αρχίσει η απορροή του θρεπτικού διαλύματος από τις πλάκες. Η πυκνότητα των

λαχανοκομικών καλλιεργειών σε πετροβάμβακα εξαρτάται κυρίως από το είδος του θερμοκηπίου (ύψος, δυνατότητα αερισμού, σύστημα θέρμανσης κ.λ.π.), το είδος και την ποικιλία, την εποχή καλλιέργειας κ.α (Πίνακας 3.).

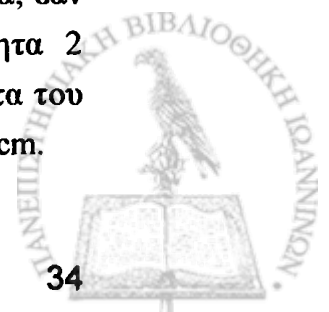
Πίνακας 3. Πυκνότητα φύτευσης (φυτά/στρ.) ορισμένων λαχανοκομικών ειδών σε υδροπονική καλλιέργεια με υπόστρωμα πετροβάμβακα.

Τομάτα	2.600-4.000
Πιπεριά	2.500-2.700
Αγγούρι	1.400-2.000
Πεπόνι	1.700-2.000
Φασολάκι	4.000-9.000

Πηγή: Δρίμτζας, 1995

Αργότερα, όταν τα φυτά έχουν αναπτυχθεί αρκετά, το θρεπτικό διάλυμα θεωρητικά θα πρέπει να χορηγείται όταν το υπόστρωμα χάσει το 20% του νερού που συγκρατεί στην κατάσταση της υδατοϊκανότητας. Όμως, είναι δύσκολο να προσδιορίζεται συνεχώς η ποσότητα που χάνεται από το υπόστρωμα (απορροφάται από το φυτά ή εξατμίζεται), καθώς αυτή επηρεάζεται από πολλούς παράγοντες, όπως το είδος της καλλιέργειας, το στάδιο ανάπτυξης των φυτών, τις συνθήκες του περιβάλλοντος κ.α. Έτσι, στην πράξη για τον προσδιορισμό της συχνότητας και της διάρκειας των αρδεύσεων λαμβάνονται υπόψη τα εξής (Σιώμος, 2002):

- Οι ανάγκες σε νερό των φυτών της καλλιέργειας. Το είδος της καλλιέργειας, το στάδιο ανάπτυξης και οι κλιματικές συνθήκες καθορίζουν τις ανάγκες των φυτών σε νερό. Για παράδειγμα, ένα φυτό αγγουριού σε πλήρη ανάπτυξη και κάτω από συνθήκες έντονης ηλιοφάνειας μπορεί να χρειάζεται περίπου 3 lit νερό ημερησίως. Με τη χρησιμοποίηση συστήματος άρδευσης με μακαρόνια (spaghetti) με παροχή 3,5 lit/h και λαμβάνοντας υπόψη την απορροή (15%) τότε υπολογίζεται ότι χρειάζονται 20 ποτίσματα διάρκειας 3 λεπτών. Οι αρδεύσεις θα πρέπει να είναι συχνότερες κατά τις ώρες της ημέρας που οι απαιτήσεις των φυτών σε νερό είναι μεγαλύτερες (δηλαδή, στη διάρκεια του μεσημεριού).
- Η αγωγιμότητα του θρεπτικού διαλύματος στο υπόστρωμα θα πρέπει να είναι κατά 0,5 έως το πολύ 1,5 mS/cm υψηλότερη από την ηλεκτρική αγωγιμότητα του θρεπτικού διαλύματος που χορηγείται με την άρδευση. Για παράδειγμα, εάν το θρεπτικό διάλυμα που χρησιμοποιείται έχει ηλεκτρική αγωγιμότητα 2 mS/cm, τότε άρδευση θα πρέπει να γίνεται, όταν η ηλεκτρική αγωγιμότητα του θρεπτικού διαλύματος στο υπόστρωμα ξεπεράσει 2,5 ή το πολύ τα 3,5 mS/cm.



- Το ποσοστό του διαλύματος που απορρέει. Σε κάθε πότισμα θα πρέπει το 15-20% της χορηγούμενης ποσότητας του διαλύματος να απορρέει. Η απορροή στη διάρκεια κάθε άρδευσης είναι απαραίτητη, για να διατηρείται η επιθυμητή συγκέντρωση των θρεπτικών στοιχείων στο περιβάλλον του ριζικού συστήματος. Εάν δεν υπάρχει απορροή, τότε η συγκέντρωση στο υπόστρωμα των στοιχείων που απορροφούνται από τα φυτά σε μεγαλύτερες ποσότητες (όπως N, K, P) θα ελαττωθεί, ενώ συγχρόνως, η συγκέντρωση των στοιχείων που απορροφούνται σε μικρότερο ποσοστό (όπως S, Na, Cl) θα αυξηθεί. Αυτό θα έχει ως αποτέλεσμα τη μεταβολή της σύστασης του θρεπτικού διαλύματος στο υπόστρωμα, την αύξηση της ηλεκτρικής αγωγιμότητας και την αύξηση της συγκέντρωσης ορισμένων στοιχείων (όπως Na, Cl, B), που μπορεί να προκαλέσουν φυτοτοξικότητα.

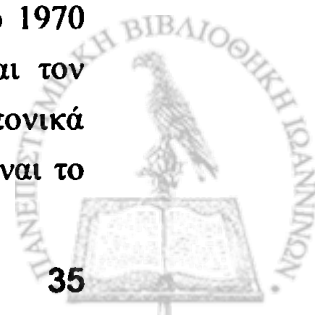
Μια φορά την εβδομάδα θα πρέπει να γίνεται πότισμα μόνο με νερό, για το ξέπλυμα των αλάτων που πιθανόν έχουν συσσωρευτεί στις πλάκες.

Στη διάρκεια της καλλιέργειας θα πρέπει να παίρνονται δείγματα του θρεπτικού διαλύματος από το περιβάλλον του ριζικού συστήματος, για έλεγχο του pH και της αγωγιμότητας. Συνήθως, επιδιώκεται το pH να διατηρείται στο εύρος 5-6,2 και η ηλεκτρική αγωγιμότητα μεταξύ 1,5 και 2 mS/cm. Ωστόσο, στην τομάτα έχει βρεθεί ότι σε υψηλότερες τιμές ηλεκτρικής αγωγιμότητας βελτιώνεται η ποιότητα των καρπών (αύξηση της οξύτητας των καρπών, μεγαλύτερη διατηρησιμότητα κ.α.).

Το pH στις πλάκες ελέγχεται με τη ρύθμιση του pH του θρεπτικού διαλύματος που χορηγείται στα φυτά. Ωστόσο, εάν βρεθούν τιμές pH στις πλάκες έξω από τα επιθυμητά όρια τότε γίνεται πότισμα με νερό, στο οποίο έχει προστεθεί KHCO_3 (για αύξηση του pH), είτε $\text{NH}_4\text{-N}$ (για μείωση του pH). Οι ενώσεις αυτές δεν θα πρέπει να προστίθενται στο θρεπτικό διάλυμα, γιατί το μεν KHCO_3 ανεβάζει το pH, το δε $\text{NH}_4\text{-N}$ δεν είναι η επιθυμητή μορφή αζώτου, αλλά θα πρέπει να εφαρμόζεται ξεχωριστά στις πλάκες με μια μικρή ποσότητα νερού.

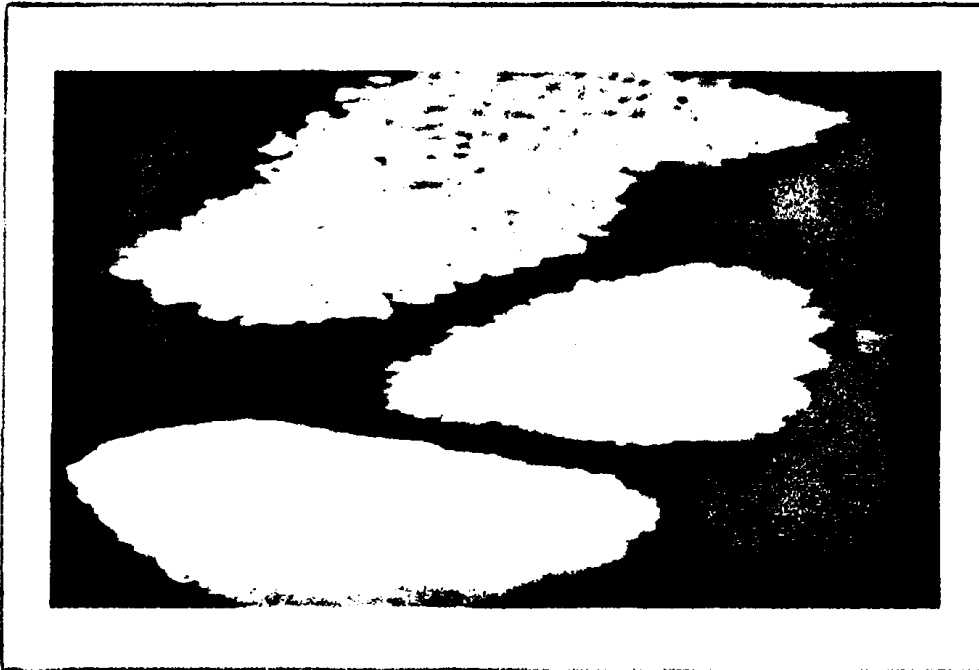
Οι πλάκες του πετροβάμβακα χρησιμοποιούνται για περισσότερες από μια καλλιέργειες (συνήθως 4-6) αφού απολυμανθούν (με ατμό). Συνήθως, χρησιμοποιούνται στην αρχή για μία έως τρεις καλλιέργειες αγγουριού και στη συνέχεια για καλλιέργεια τομάτας ή άλλων λαχανοκομικών ειδών. Αυτή η τακτική ακολουθείται γιατί ο αερισμός στην πλάκα περιορίζεται μετά από τη χρησιμοποίησή της, λόγω των υπολειμμάτων, του ριζικού συστήματος των προηγούμενων καλλιεργειών. Τα φυτά του αγγουριού έχουν μεγαλύτερες απαιτήσεις σε αερισμό του ριζικού συστήματος, σε σύγκριση με τα φυτά της τομάτας (Σιώμος, 2002).

Η καλλιέργεια σε πετροβάμβακα ξεκίνησε στη Δανία στη δεκαετία του 1970 και επεκτάθηκε γρήγορα την Ολλανδία, τη Γερμανία, τη Μ. Βρετανία και τον Καναδά και αργότερα σε όλες τις χώρες που καλλιεργούν σε υδροπονικά συστήματα. Σήμερα, η καλλιέργεια σε πετροβάμβακα σε ανοιχτό σύστημα είναι το



πλέον διαδεδομένο υδροπονικό σύστημα σε παγκόσμια κλίμακα, καταλαμβάνοντας το 70% περίπου των υδροπονικών καλλιεργειών. Η τομάτα και το αγγούρι είναι οι κυριότερες καλλιέργειες.

- Καλλιέργεια σε περλίτη



Εικόνα 6. Διάφορες κοκκομετρίες περλίτη.

Ο περλίτης είναι πυριτικό ορυκτό ηφαιστιογενούς προέλευσης. Κατά την επεξεργασία του, το ορυκτό σπάζεται, θερμαίνεται στους 1000 °C για 1 λεπτό και αμέσως ψύχεται. Κατά τη θέρμανση του ορυκτού, το κρυσταλλικό νερό που περιέχει διογκώνεται και δημιουργεί αφρώδη μάζα, η οποία έχει όγκο μεγαλύτερο από τον αρχικό κατά 10-12 φορές. Το προϊόν που προκύπτει από την επεξεργασία, διαχωρίζεται σε κατηγορίες, με βάση το μέγεθος των κόκκων (0,5-5mm).

Στην Ελλάδα υπάρχουν σημαντικά κοιτάσματα περλίτη στα νησιά Μήλο, Αντίπαρο, Νίσυρο, Κω, κ.λ.π.. Σήμερα ο ελληνικός διογκωμένος περλίτης προέρχεται κυρίως από τη Μήλο.

Ο περλίτης έχει πυκνότητα 40-150 kg/m³, ανάλογα με το μέγεθος των κόκκων του και είναι ελαφρύτερος από το αρχικό υλικό κατά 10-20 φορές. Είναι αδρανές υλικό με pH ουδέτερο και πολύ χαμηλή ηλεκτρική αγωγιμότητα.

Συγκρατεί μεγάλες ποσότητες εύκολα διαθέσιμου νερού (250-300 lit/m³) στην επιφάνεια των κόκκων και στο χώρο μεταξύ των κόκκων.

Από πειράματα και από την μέχρι σήμερα καλλιεργητική εμπειρία έχει αποδειχθεί ότι μια ποσότητα 4-5 lit περλίτη ανά φυτό είναι επαρκής για την καλλιέργεια, των κυριότερων καρποδοτικών κηπευτικών (τομάτα, πιπεριά,



αγγούρι κ.λ.π.). Ειδικά για καλλιέργεια αγγουριού η ποσότητα περλίτη ανά φυτό θα μπορούσε, ίσως να είναι λίγο μεγαλύτερη. Ο περλίτης μπορεί να τοποθετηθεί είτε σε σάκους είτε σε γλάστρες είτε σε άλλα φυτοδοχεία. Μπορεί επίσης να απλωθεί χύδην μέσα σε υδρορροές οι οποίες στη συνέχεια καλύπτονται από πάνω με φύλλο πλαστικού πολυαιθυλενίου. Το τελευταίο αυτό σύστημα ομοίως παρουσιάζει ορισμένα μειονεκτήματα, κυριότερο από τα οποία είναι η ανάγκη χρησιμοποίησης μεγαλύτερων ποσοτήτων περλίτη ανά φυτό.

Η πιο συνηθισμένη μέθοδος καλλιέργειας κηπευτικών σε περλίτη είναι η προβλάστηση των σποροφύτων σε κύβους τύρφης ή πετροβάμβακα ή άλλου αποστειρωμένου υλικού και η τοποθέτηση τους κατά τη μεταφύτευση πάνω στους σάκους ή στα φυτοδοχεία με τον περλίτη. Φυτά τα οποία είναι ανθεκτικά στη μεταφυτρωτική διαταραχή όπως η τομάτα μπορούν εναλλακτικά να σπαρθούν ομαδικά σε κιβώτια σποράς με περλίτη και αργότερα, μόλις φθάσουν σε ηλικία κατάλληλη για μεταφύτευση, να μεταφυτευτούν μόνιμα πάνω στο υπόστρωμα που περιέχεται στους σάκους ή στις γλάστρες. Αντίθετα, φυτά ευαίσθητα στη μεταφυτευτική διαταραχή όπως το αγγούρι, θα πρέπει κατά προτίμηση να σπέρνονται απευθείας σε ατομικά κυβάρια. Η παρασκευή και η παροχή του θρεπτικού διαλύματος στα φυτά δεν παρουσιάζει καμία ιδιαιτερότητα σε σχέση με τα άλλα υδροπονικά συστήματα πάνω σε αδρανή υποστρώματα. Σημαντικό είναι βέβαια, κατά τον καθορισμό της ποσότητας και της συχνότητας παροχής θρεπτικού διαλύματος, να λαμβάνεται υπόψη η ικανότητα συγκράτησης νερού του περλίτη σε συνδυασμό με την ποσότητα υποστρώματος ανά φυτό ώστε να μην διψούν τα φυτά στα μεσοδιαστήματα μεταξύ των ποτισμάτων με θρεπτικό διάλυμα.

Ο περλίτης δεν μπορεί κατά κανόνα να χρησιμοποιηθεί για δεύτερη και πολύ περισσότερο για τρίτη καλλιέργεια γιατί οι κόκκοι του γρήγορα θρυμματίζονται. Αυτό έχει σαν αποτέλεσμα να υποβαθμίζεται το πορώδες του και να μειώνεται έτσι η ικανότητα του για συγκράτηση του αέρα στις επιθυμητές για την ανάπτυξη των φυτών αναλογίες. Σε γενικές γραμμές η συμπεριφορά του σαν υπόστρωμα για μια καλλιέργεια είναι ικανοποιητική, αρκεί η θρέψη να είναι η ενδεδειγμένη. Το μεγάλο πλεονέκτημα του περλίτη όμως σε σχέση με τα άλλα υποστρώματα είναι το φθινό κόστος του.

Στη Σκωτία είναι το κυριότερο υπόστρωμα για την καλλιέργεια τομάτας και αγγουριού. Χρησιμοποιείται επίσης και σε άλλες Ευρωπαϊκές χώρες (Ισπανία, Ιταλία) σε μικρότερη όμως κλίμακα, ενώ στη χώρα μας έχει χρησιμοποιηθεί κυρίως σε ερευνητικό επίπεδο και ελάχιστα στην πράξη.



Εικόνα 7. Ελαφρόπετρα προοριζόμενη για υπόστρωμα καλλιέργειας.

Η ελαφρόπετρα είναι ορυκτό που προκύπτει από την ηφαιστειακή δράση. Το πορώδες του υλικού οφείλεται στα κενά που δημιουργούνται από τη διαφυγή ατμού κατά τη ψύξη της λάβας.

Πρόκειται για ένα αργιλλοπυριτικό ηφαιστειογενές ορυκτό το οποίο δεν έχει την συμπαγή υφή άλλων πετρωμάτων αλλά φέρει εκτεταμένο πορώδες σε όλη του τη μάζα. Η ύπαρξη ενός τόσο εκτεταμένου πορώδους καθιστά την ελαφρόπετρα ένα πέτρωμα με χαμηλό ειδικό βάρος. Σε αυτήν ακριβώς την φυσική της ιδιότητα οφείλει και το όνομά της. Ο σχηματισμός των πόρων στην ελαφρόπετρα οφείλεται στην διαφυγή ηφαιστειακών αερίων μέσα από την μάζα της κατά τον χρόνο που ελάμβανε χώρα η ψύξη της λάβας. Στην φύση η ελαφρόπετρα συναντάται σε μορφή μεγάλων πλακών ή τεμαχίων. Για να χρησιμοποιηθεί για καλλιέργεια φυτών θα πρέπει να θρυμματίζεται σε λατομεία σε μικρούς κόκκους μεγέθους μέχρι 4 ή το πολύ μέχρι 8mm.

Στην Ελλάδα υπάρχουν εκτεταμένα κοιτάσματα ελαφρόπετρας στα νησιά του Αιγαίου (Κυκλάδες, Δωδεκάνησα) από τα οποία τα σημαντικότερα βρίσκονται στην Νίσυρο. Ως εκ τούτου, η εξεύρεση της είναι εύκολη σε ποσότητες που ξεπερνούν κατά πολύ την όποια ζήτηση αναμένεται να δημιουργηθεί για χρήση σε υδροπονικές καλλιέργειες στη χώρα μας.

Το μεγάλο πλεονέκτημα που έχει η ελαφρόπετρα είναι η πολύ χαμηλή τιμή της η οποία είναι σημαντικά χαμηλότερη ακόμη και από αυτή του περλίτη (2-3 φορές χαμηλότερη). Σε σύγκριση μάλιστα με το κόστος αγοράς διαφόρων

εισαγομένων υποστρωμάτων (πετροβάμβακας, διογκωμένη άργιλλος, κ.λπ.) η δαπάνη αγοράς ελαφρόπετρας είναι θεαματικά μικρότερη. Εκτός όμως από την χαμηλή τιμή της η ελαφρόπετρα έχει επιδείξει άριστη καλλιεργητική συμπεριφορά στις δοκιμές και τα πειράματα που έχουν γίνει μέχρι σήμερα με τομάτες, τριαντάφυλλο, γαρίφαλο, χρυσάνθεμο, κ.λπ.. Γι' αυτούς τους λόγους, τα τελευταία χρόνια η ελαφρόπετρα έχει καταστεί ένα πολύ ενδιαφέρον υπόστρωμα για υδροπονικές καλλιέργειες, τόσο στην Ελλάδα όσο και διεθνώς.

Η ελληνική ελαφρόπετρα έχει φαινόμενο ειδικό βάρος (F.E.B.) 0,6-0,8 Kg/L. Το ολικό πορώδες της ελληνικής ελαφρόπετρας κυμαίνεται γύρω στο 70-75% (το κοσκίνισμα και το ξέπλυμα τείνουν να το αυξήσουν) και το pH στο 7,3. Η ελαφρόπετρα έχει χαμηλή ικανότητα ανταλλαγής κατιόντων με συνέπεια να συμπεριφέρεται σχεδόν ως χημικά αδρανής.

Είναι αδρανές υλικό και η σύσταση της είναι σταθερή (Πίνακας 4.). Η πυκνότητα όγκου της ξηρής ουσίας είναι 700 kg/m^3 , με συνέπεια να έχει μεγάλο βάρος. Αυτό αποτελεί και το σημαντικότερο μειονέκτημα της ελαφρόπετρας, σε σχέση με τα άλλα υλικά που χρησιμοποιούνται ως υποστρώματα.

Πίνακας 4. Χημική σύσταση της ελαφρόπετρας.

SiO ₂	70,55 %
Al ₂ O ₃	12,24 %
Fe ₂ O ₃	0,89 %
CaO	2,36 %
MgO	0,10 %
SO ₃	0,03 %
Na ₂ O	3,49 %
K ₂ O	4,21 %

Πηγή: Μανιός, 1999

Η πιο κατάλληλη κοκκομετρία ελαφρόπετρας για χρήση σε υδροπονική καλλιέργεια κηπευτικών θεωρείται η 0-8mm αλλά η καλλιεργητική της συμπεριφορά εξαρτάται και από το πρόγραμμα άρδευσης που θα εφαρμοστεί.

Πιο συγκεκριμένα, τόσο το ύψος των φυτών όσο και ο αριθμός των μεσογονατίων και των φύλλων των φυτών παρουσίασαν σημαντική μείωση όταν η παροχή ύδατος μειώθηκε κατά 20 και 40 % με την μεγαλύτερη μείωση να παρουσιάζεται στο 40 % .

- **Καλλιέργεια σε χαλίκι (gravel culture)**

Το χαλίκι είναι ένα χονδρόκοκκο υπόστρωμα. Η χημική του σύσταση ποικίλλει και εξαρτάται από το μητρικό πέτρωμα από το οποίο προέρχεται. Η διάμετρος των διαφόρων κοκκομετριών χαλικιού που χρησιμοποιούνται στην υδροπονία κυμαίνεται μεταξύ 5 και 20mm. Σαν υπόστρωμα έχει πρακτικά μηδενική ικανότητα ανταλλαγής κατιόντων και αμελητέα ικανότητα συγκράτησης νερού (πολύ πιο μικρή από την αντίστοιχη της άμμου). Γι' αυτό η καλλιέργεια σε χαλίκι συνιστάται μόνο ως κλειστό υδροπονικό σύστημα.

Η τεχνική της εγκατάσταση μίας υδροπονικής καλλιέργειας σε χαλίκι είναι σε γενικές γραμμές ανάλογη με αυτή που ακολουθείται στις καλλιέργειες σε άμμο. Ανάλογα επίσης με αυτά της άμμου είναι και τα πλεονεκτήματα που χαρακτηρίζουν τις υδροπονικές καλλιέργειες σε χαλίκι. Σαν μειονέκτημα, εκτός από την έλλειψη ικανότητας συγκράτησης νερού πρέπει ακόμη να αναφερθεί και το υψηλό ειδικό του βάρος το οποίο καθιστά τη μεταφορά του σε μεγάλες αποστάσεις προβληματική και τους χειρισμούς κατά την εγκατάσταση της καλλιέργειας δύσκολους και επίπονους και επομένως αρκετά δαπανηρή.

- **Καλλιέργεια σε τύρφη**

Το πιο συνηθισμένο οργανικό υπόστρωμα που χρησιμοποιείται για την καλλιέργεια φυτών εκτός εδάφους είναι η τύρφη. Η τύρφη είναι φυσικό υλικό. Προέρχεται από την αποδόμηση της υδροχαρούς βλάστησης που φύεται σε ελώδεις περιοχές και γενικότερα σε υγρότοπους. Σε τέτοιες περιοχές, με την πάροδο του χρόνου έχουν σχηματισθεί ολόκληρα κοιτάσματα, από τα οποία η τύρφη εξορύσσεται, υφίσταται κάποια επεξεργασία (απολύμανση, άλεσμα, ομογενοποίηση, κ.λπ.) και συσκευάζεται σε βιομηχανική κλίμακα. Γενικά υπάρχουν δύο τύποι τύρφης, η ξανθιά και η μαύρη τύρφη.

Η ξανθιά τύρφη έχει ινώδη υφή και δομή σταθερότερη από αυτή της μαύρης δεδομένου ότι η υδροχαρής βλάστηση από την οποία προέρχεται είναι νεώτερης ηλικίας σε σύγκριση με την τελευταία και συνεπώς έχει υποστεί αποσύνθεση (χουμοποίηση) σε μικρότερο βαθμό από αυτή. Το φαινόμενο ειδικό βάρος της κυμαίνεται μεταξύ 50-100 g/l. Προέρχεται κυρίως από την Ρωσία και τις βαλτικές χώρες αλλά και από αρκετές άλλες βορειοευρωπαϊκές χώρες. Έχει εκτεταμένο πορώδες (90-95 % του όγκου της) με καλή αναλογία μεταξύ μικρών και μεγάλων πόρων με συνέπεια να διακρίνεται από μεγάλη ικανότητα συγκράτησης νερού και αέρα.



Εικόνα 8. Τυρφώδη έκταση στη Φιλανδία

Διαβρέχεται όμως δύσκολα και γι' αυτό θα πρέπει να ποτίζεται με νερό τουλάχιστον 1-2 ημέρες πριν την χρησιμοποίησή της. Έχει ικανοποιητική ικανότητα ανταλλαγής κατιόντων, όμως στην φυσική της κατάσταση τα αρνητικά φορτία των κolloειδών είναι κορεσμένα κυρίως με ιόντα υδρογόνου, με συνέπεια να είναι φτωχή σε θρεπτικά στοιχεία και να έχει χαμηλό pH (3,5-4,0). Γι' αυτό η ξανθιά τύρφη, πριν χρησιμοποιηθεί ως υπόστρωμα καλλιέργειας φυτών εκτός εδάφους είτε αμιγής είτε σε μείγματα, θα πρέπει απαραίτητα να αναμειγνύεται με μία μικρή ποσότητα ανθρακικού ασβεστίου (CaCO_3) σε ποσότητα 4-6 kg/m^3 για την ρύθμιση του pH της.

Η μαύρη τύρφη βρίσκεται σε πιο προχωρημένο στάδιο αποσύνθεσης από την ξανθιά τύρφη και γι' αυτό δεν έχει τόσο σταθερή δομή. Σε σύγκριση με την ξανθιά τύρφη έχει μεγαλύτερο φαινόμενο ειδικό βάρος (120-200 g/l) και πιο περιορισμένης έκτασης πορώδες, με συνέπεια η ικανότητα συγκράτησης νερού να είναι ελαφρώς μικρότερη και η αεροπερατότητά της σαφώς χαμηλότερη. Αντίθετα, η ικανότητα ανταλλαγής κατιόντων της μαύρης τύρφης είναι πολύ μεγάλη (300-500 meq/l). Κοιτάσματα μαύρης τύρφης υπάρχουν και στην Ελλάδα, με πιο σημαντικά αυτά των Φιλιππων στην Ανατολική Μακεδονία.

- **Καλλιέργεια σε coco soil**

Ένα άλλο οργανικό υλικό που άρχισε τελευταία να χρησιμοποιείται ως υπόστρωμα είναι το κοκκόχωμα (γνωστό και ως cocosoil). Το κοκκόχωμα στην

πραγματικότητα είναι ένα φυτόχωμα που προέρχεται από την αποσύνθεση των περιβλημάτων της ινδικής καρύδας. Είναι πλούσιο σε οργανική ουσία και παρουσιάζει πολύ καλή συμπεριφορά τόσο όσον αφορά στις φυσικές του ιδιότητες (ικανότητα συγκράτησης νερού, αεροπερατότητα, κ.λπ.) όσο και όσον αφορά την θρέψη των φυτών. Σε αυτό το τελευταίο συμβάλλει κυρίως το γεγονός ότι έχει χαμηλή ικανότητα ανταλλαγής κατιόντων με συνέπεια, πρακτικά να συμπεριφέρεται ως αδρανές υπόστρωμα.

ΜΕΡΟΣ ΤΡΙΤΟ

3. ΕΞΟΠΛΙΣΜΟΣ ΘΕΡΜΟΚΗΠΙΟΥ

Ένα υδροπονικό σύστημα καλλιέργειας φυτών απαρτίζεται από δύο μέρη. Το πρώτο, σχετίζεται με την παρασκευή του θρεπτικού διαλύματος, τον έλεγχο και την ρύθμισή του και αποτελείται από: δεξαμενή παρασκευής και ανακύκλωσης του θρεπτικού διαλύματος, δοχεία αποθήκευσης των πυκνών διαλυμάτων, σύστημα ελέγχου, σύστημα ρύθμισης και αντλίες τροφοδοσίας. Το δεύτερο, περιλαμβάνει τον χώρο εγκατάστασης και ανάπτυξης των φυτών και αποτελείται από: τους αγωγούς τροφοδοσίας του θρεπτικού διαλύματος, τις υδρορροές ή κανάλια ανάπτυξης των φυτών και τα συστήματα για επίτευξη των άριστων κλιματικών παραμέτρων εντός του θερμοκηπίου. Ο εξοπλισμός των συστημάτων περιλαμβάνει επίσης την εγκατάσταση παροχής νερού και τα φίλτρα καθαρισμού του νερού. Σύμφωνα με τον Σιώμο (2002), ο εξοπλισμός των υδροπονικών καλλιεργειών απαρτίζεται από τα παρακάτω μέρη:

3.1. Δεξαμενές

Σε όλα τα υδροπονικά συστήματα, η ύπαρξη δεξαμενών είναι απαραίτητη για την τοποθέτηση των πυκνών διαλυμάτων των ανόργανων αλάτων (λιπασμάτων) και των οξέων, ενώ στα κλειστά συστήματα, η ύπαρξη μίας επιπλέον δεξαμενής είναι απαραίτητη για τη συγκέντρωση και επαναχρησιμοποίηση του θρεπτικού διαλύματος, που απορρέει μετά από κάθε άρδευση.

Η δεξαμενή θα πρέπει να είναι κατασκευασμένη ή καλυμμένη από αδιαφανές υλικό, ώστε να εμποδίζεται η ανάπτυξη φυκιών από την επίδραση του φωτός.

Η χωρητικότητα των δεξαμενών είναι ανάλογη με την έκταση της υδροπονικής καλλιέργειας. Επιπλέον, οι δεξαμενές με μικρή χωρητικότητα μας υποχρεώνουν σε συχνότερη παρασκευή των πυκνών διαλυμάτων.

Η ύπαρξη δύο τουλάχιστον δεξαμενών είναι υποχρεωτική, για να διαχωρίζονται τα ανόργανα άλατα του ασβεστίου από τα θειϊκά και φωσφορικά, ώστε να αποφεύγεται ο σχηματισμός ιζημάτων, λόγω του ότι τα διαλύματα είναι πυκνά και οι συγκεντρώσεις ιόντων είναι υψηλές. Πολλές φορές χρησιμοποιείται και τρίτη δεξαμενή για την τοποθέτηση οξέος, που είναι απαραίτητο για τη ρύθμιση του pH του θρεπτικού διαλύματος. Εάν δεν υπάρχει τρίτη δεξαμενή, τότε οξύ προστίθεται σε μια από τις δυο δεξαμενές ή και στις δύο ισόποσα.

Σε όλες τις υδροπονικές καλλιέργειες, μια αντλία είναι απαραίτητη για την παροχή



του νερού από την γεώτρηση προς τη δεξαμενή ανάμειξης.

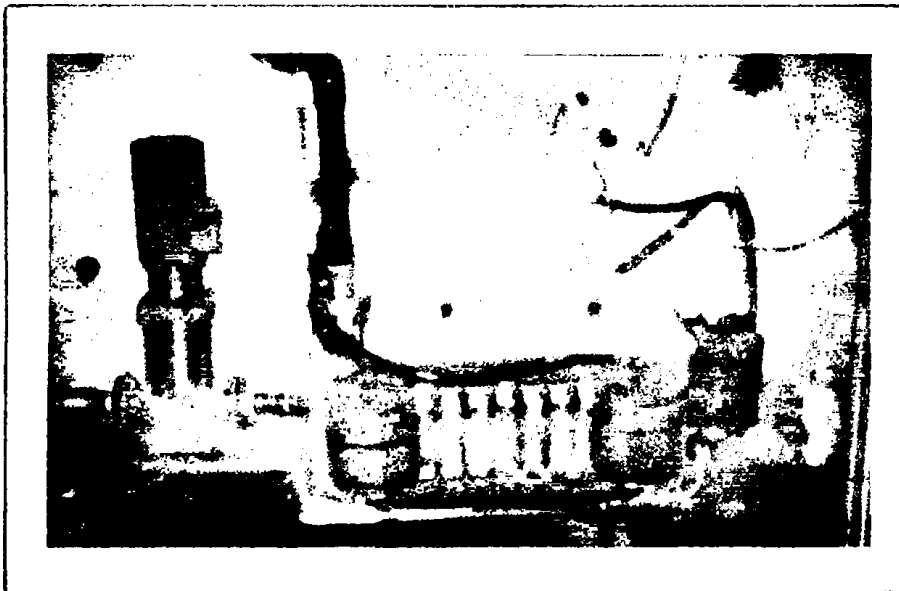
Επίσης, ένα σύστημα αντλιών είναι απαραίτητο για την παροχή των πυκνών διαλυμάτων των ανόργανων αλάτων και του οξέως, από τις αντίστοιχες δεξαμενές προς τη δεξαμενή ανάμειξης.

Μια επιπλέον αντλία είναι απαραίτητη για την παροχή του θρεπτικού διαλύματος από τη δεξαμενή ανάμειξης και μέσω του συστήματος άρδευσης προς τα φυτά.

Η διακοπή της άντλησης και της παροχής του θρεπτικού διαλύματος προς τα φυτά για μεγάλο χρονικό διάστημα, θα προκαλέσει την καταστροφή τους. Το γεγονός αυτό αποτελεί το ευαίσθητο σημείο των υδροπονικών συστημάτων και επιβάλλει την ανάγκη για ύπαρξη εφεδρικών αντλιών, για την εξασφάλιση συνεχούς λειτουργίας του συστήματος, σε περίπτωση βλάβης κάποιας αντλίας.

3.2. Σύστημα αυτόματης ανάμειξης πυκνών διαλυμάτων

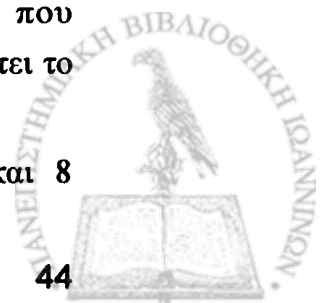
Υψηλής τεχνολογίας ηλεκτρομηχανολογικός εξοπλισμός χρησιμοποιείται σήμερα ευρύτατα στα υδροπονικά συστήματα και με την αξιοπιστία του δίνει τη δυνατότητα για πλήρη έλεγχο της θρέψης των φυτών.



Εικόνα 9. Σύστημα αυτόματης ανάμειξης

Τα σύγχρονα συστήματα αυτόματης ανάμειξης πυκνών διαλυμάτων αποτελούν τη νέα γενεά δοσομετρικών συστημάτων λίπανσης-άρδευσης. Τα συστήματα αυτά έχουν ενσωματωμένο ηλεκτρονικό υπολογιστή που εξασφαλίζει την ακριβή ανάμειξη νερού και διαλυμάτων, ώστε να προκύπτει το θρεπτικό διάλυμα με την επιθυμητή σύσταση, pH και ηλεκτρική αγωγιμότητα.

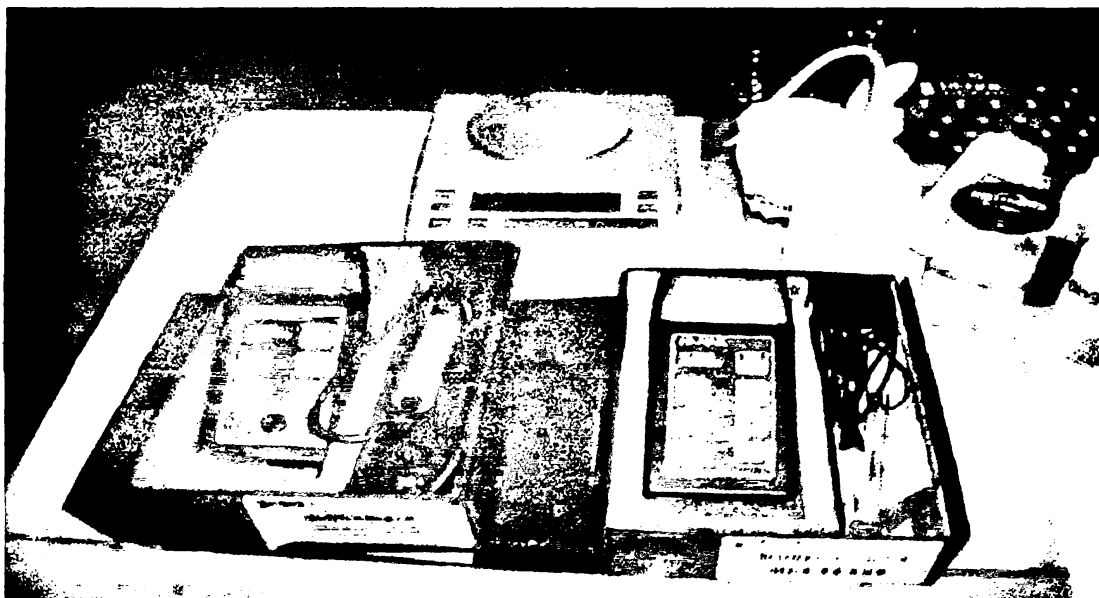
Τα συστήματα αυτά έχουν τη δυνατότητα να τροφοδοτούν μέχρι και 8



καλλιέργειες με διαφορετικής σύστασης θρεπτικό διάλυμα (διαφορετικές καλλιέργειες ή καλλιέργειες σε διαφορετικά στάδια ανάπτυξης με διαφορετικές απαιτήσεις σε θρεπτικό διάλυμα). Επιπλέον, κατά τη διάρκεια της ημέρας, έχουν τη δυνατότητα αυτόματης προσαρμογής της ηλεκτρικής αγωγιμότητας του θρεπτικού διαλύματος που παρέχεται στα φυτά, ανάλογα με την ηλιακή ακτινοβολία.

3.3.Όργανα μέτρησης του pH και της ηλεκτρικής αγωγιμότητα Ec

Ο έλεγχος του θρεπτικού μπορεί να γίνει καθημερινώς με φορητά όργανα, το πεχάμετρο και το αγωγιμόμετρο.



Εικόνα 10. Δεξιά όργανο μέτρησης pH (pH –μετρο) και αριστερά όργανο μέτρησης Ec.

Στις μικρής έκτασης υδροπονικές μονάδες, ο έλεγχος γίνεται συνήθως από τον παραγωγό με το χέρι, χρησιμοποιώντας φορητά όργανα, το πεχάμετρο και το αγωγιμόμετρο. Στις μεγάλης έκτασης μονάδες, ο έλεγχος γίνεται με αυτόματο σύστημα ηλεκτροδίων, που υπάρχει στο σύστημα ανάμειξης πυκνών διαλυμάτων. Με βάση τις μετρήσεις αυτές, η διόρθωση του pH και της ηλεκτρικής αγωγιμότητας του θρεπτικού διαλύματος γίνεται αυτόματα με ένα σύστημα αντλιών, που προσθέτουν ανάλογα, πυκνό διάλυμα για αύξηση της ηλεκτρικής αγωγιμότητας ή νερό για μείωση της ηλεκτρικής αγωγιμότητας, είτε οξύ για μείωση του pH.

Ο έλεγχος του θρεπτικού διαλύματος όταν γίνεται με το χέρι είναι καθημερινός, ενώ όταν γίνεται αυτόματα είναι συνεχής και εξασφαλίζονται με μεγάλη ακρίβεια οι επιθυμητές τιμές pH και ηλεκτρικής αγωγιμότητας.

3.4. Σύστημα άρδευσης-παροχής θρεπτικού διαλύματος.

Το θρεπτικό διάλυμα παρέχεται στα φυτά συνήθως με σωληνάκια (μακαρόνια ή spaghetti), με μια παροχή ανά φυτό. Επίσης μπορούν να χρησιμοποιηθούν συστήματα στάγδην άρδευσης και σπανιότερα συστήματα με μικροεκτοξευτήρες (μπεκάκια).

3.5. Υποδοχείς υποστρωμάτων

Σε αυτούς τοποθετείται το υπόστρωμα (στα συστήματα βέβαια που κάνουν χρήση κάποιου υποστρώματος) και εξασφαλίζουν τη συγκράτηση του υποστρώματος, την απομόνωση του από το έδαφος, την απορροή του πλεονάζοντος θρεπτικού διαλύματος μέσω της κατάλληλης κλίσης που τους δίνεται και τη διατήρηση καλύτερων συνθηκών για την σωστή ανάπτυξη του ριζικού συστήματος του φυτού. Οι υποδοχείς αυτοί μπορεί να έχουν την μορφή σάκου, τη μορφή φυτοδοχείων και την μορφή κάποιας υδρορροής, δηλαδή ενός καναλιού ή ενός αυλακιού.

3.6. Διάφοροι αυτοματισμοί.

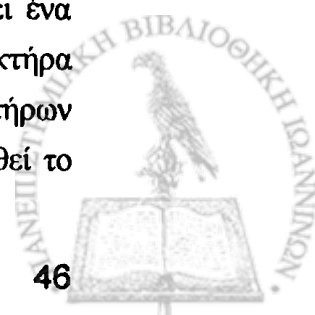
Οι αυτοματισμοί στα υδροπονικά συστήματα αναφέρονται στο προγραμματισμό των αρδεύσεων καθώς και στον έλεγχο και την ρύθμιση του pH και της ηλεκτρική αγωγιμότητας του διαλύματος που χορηγείται στα φυτά.

Εκτός των παραπάνω, απαιτείται και η εφαρμογή εδαφοκάλυψης στο έδαφος θερμοκηπίου. Η εδαφοκάλυψη σε μια υδροπονική καλλιέργεια, αναμφισβήτητα, αποτελεί ένα από τα πιο κύρια σημεία στην φιλοσοφία της υδροπονίας. Η κάλυψη του εδάφους με πλαστικό φιλμ αποσκοπεί στην απομόνωσή του από την καλλιέργεια.

Με την απομόνωση αυτή, αποτρέπεται η βλάστηση των ζιζανίων, αντιμετωπίζονται ριζικά οι ασθένειες (φουζάριο, βερτισίλλιο, πύθιο, πυρηνοχαΐτης) οι οποίες μεταδίδονται μέσω του εδάφους και η προσβολή από έντομα εδάφους (νηματώδεις, ορισμένα βακτήρια, κ.λ.π.) , ενώ μειώνονται στο ελάχιστο οι εργατοώρες για βοτάνισμα και σκάλισμα του εδάφους.

Ένα αυτόματα ελεγχόμενο σύστημα χρησιμοποιεί αναμικτήρες λιπάσματος που αναμειγνύουν συγκεκριμένα ποσά θρεπτικού διαλύματος στο νερό άρδευσης.

Το ιδιαίτερο πυκνό θρεπτικό διάλυμα προετοιμάζεται σε δύο χωριστά μείγματα, ένα που περιέχει τα νιτρικά άλατα ασβεστίου και το σίδηρο και το άλλο που περιέχει τις υπόλοιπες διαλυμένες χημικές ουσίες. Με αυτόν τον τρόπο, αποφεύγεται ο συνδυασμός του νιτρικού άλατος ασβεστίου με το θειικό άλας του μαγνησίου, που σχηματίζει ένα ίζημα του θειικού άλατος ασβεστίου. Αυτή η ρύθμιση απαιτεί τη χρήση ενός αναμικτήρα διπλής ή τριπλής κεφαλής. Ο ρυθμός έγχυσης από τις κεφαλές των αναμικτήρων καθορίζει τη συγκέντρωση του θρεπτικού διαλύματος. Είναι απαραίτητο να ελεγχθεί το



σύνολο των διαλυμένων αλάτων του θρεπτικού διαλύματος που πραγματικά εφαρμόζεται στα φυτά δυο φορές κάθε εβδομάδα. Είναι επίσης σημαντικό να ελεγχθούν οι αντλίες αναμικτήρων χωριστά, για να είναι βέβαιο ότι λειτουργούν σωστά (Arvanitis et al, 2000).

ΜΕΡΟΣ ΤΕΤΑΡΤΟ

4.1. ΛΙΠΑΝΣΗ-ΘΡΕΨΗ ΦΥΤΩΝ

Όλα τα ανώτερα φυτά για την ανάπτυξη και την συμπλήρωση του βιολογικού τους κύκλου, έχουν ανάγκη από 16 χημικά στοιχεία, τα οποία προσλαμβάνουν από την ατμόσφαιρα ή από το θρεπτικό διάλυμα, που είναι διαθέσιμο στο χώρο των ριζών (Αναλογίδης, 2000). Η προσθήκη θρεπτικών στοιχείων επομένως είναι απαραίτητη για την αναπλήρωση αυτών που απορροφούνται από τα φυτά κατά την ανάπτυξή τους. Η εφαρμογή ενός προγράμματος λίπανσης θα πρέπει να βασίζεται στη ζήτηση της καλλιέργειας, ανάλογα με το στάδιο ανάπτυξης των φυτών. Ανάλυση θρεπτικού διαλύματος και φυτικών ιστών βέβαια, είναι η ασφαλέστερη μέθοδος για τον υπολογισμό του ακριβούς ποσού και είδους λιπασμάτων που χρειάζεται να χορηγηθούν. Προσθήκη λιπασμάτων, πέραν των αναγκών της καλλιέργειας, προκαλεί αύξηση της αλατότητας, φυτοτοξικές επιπτώσεις στην ανάπτυξη των φυτών, αυξημένο κίνδυνο μόλυνσης των υπόγειων νερών, καθώς και απώλεια εισοδήματος, λόγω του αυξημένου κόστους των λιπασμάτων, χωρίς αντίστοιχη αύξηση της παραγωγής.

Το άζωτο είναι από τα πλέον απαραίτητα στοιχεία για την ανάπτυξη των φυλλωδών λαχανικών, όπως το μαρούλι δεδομένου ότι τέτοια λαχανικά χρησιμοποιούν μεγάλες ποσότητες αζώτου. Ωστόσο, υπερβολική προσθήκη αζώτου, προκαλεί σχηματισμό υδαρών ιστών με ευπάθεια στις ασθένειες, ενώ είναι δυνατόν στους κεφαλωτούς τύπους μαρουλιού να εμποδίζεται ο σχηματισμός κεφαλής (Ολύμπιος, 1994). Στέρση αζώτου επηρεάζει σημαντικά το μέγεθος και την ποιότητα του μαρουλιού, ενώ καθυστερεί την συγκομιδή. Το μαρούλι ανταποκρίνεται θετικά σε υψηλή περιεκτικότητα φωσφόρου όπως και άλλα λαχανοκομικά είδη. Έλλειψη φωσφόρου προκαλεί το τυπικό σύμπτωμα του ερυθρού χρωματισμού στα φύλλα. Αλλά προκαλεί σημαντική παρεμπόδιση της ανάπτυξης, της αύξησης του ξηρού βάρους και της συγκέντρωσης σακχάρων και οργανικών οξέων (Buwalda and Warmenhoven 1999).

Το κάλιο χορηγείται συνήθως στα φυτά με τη βασική λίπανση, όταν δεν πρόκειται για υδροπονική καλλιέργεια όπου η χορήγηση όλων των στοιχείων είναι συνεχής, μέσω του θρεπτικού διαλύματος. Υπερβολική προσθήκη καλίου, ειδικά όταν έχουμε υψηλά επίπεδα αλατότητας, μπορεί να έχει αρνητική επίδραση για το φυτό διότι αυξάνει την ηλεκτρική αγωγιμότητα του εδάφους. Το ασβέστιο είναι επίσης ένα από τα βασικά στοιχεία για την ομαλή ανάπτυξη του μαρουλιού και των άλλων κηπευτικών. Η έλλειψή του σχετίζεται με την εμφάνιση φυσιολογικών ανωμαλιών, όπως το περιφερειακό κάψιμο στα φύλλα του φυτού.

Επάρκεια και στα στοιχεία τόσο του θείου, όσο και του μαγνησίου είναι απαραίτητη. Το μαγνήσιο είναι ζωτικής σημασίας στοιχείο και συμμετέχει στην χλωροφύλλη, η οποία καθορίζει την φωτοσυνθετική δραστηριότητα του φυτού. Καθοριστικό για την ομαλή ανάπτυξη του φυτού είναι η επάρκεια όλων των απαραίτητων ιχνοστοιχείων (Mn, Fe, Cu, Mo, B, Zn). Ο σίδηρος παίζει σημαντικό ρόλο στη σύνθεση της χλωροφύλλης. Ιόντα σιδήρου είναι δυνατόν να αποθηκεύονται στα φύλλα και στη συνέχεια να χρησιμοποιούνται για την ανάπτυξη των πλασματιδίων και κατ' επέκταση στην διαδικασία της φωτοσύνθεσης. Επιπλέον ο σίδηρος συμμετέχει στα ένζυμα που παίζουν ενεργό ρόλο στη μεταφορά των ηλεκτρονίων κατά τη φωτοσύνθεση και την αναπνοή (Καράταγλης Σ., 1999).

Το μαγγάνιο (Mn) που υπάρχει κυρίως στους χλωροπλάστες, ελέγχει διάφορους οξειδωτικούς μηχανισμούς και παίζει ρόλο στη δέσμευση του οξυγόνου κατά την φωτοσύνθεση.

Ο χαλκός (Cu) είναι βασικό συστατικό μιας ομάδας ενζύμων, γνωστή σαν οξειδάσες, οι οποίες ευθύνονται για την οξείδωση των χημικών ενώσεων και καταλύουν τις αντιδράσεις της αναπνοής.

Ο ψευδάργυρος (Zn) πιστεύετε ότι αποτελεί βασικό συστατικό αρκετών φυτικών ενζύμων, ενώ δεν είναι πλήρως διευκρινισμένο εάν συμμετέχει στην σύνθεση της αυξίνης.

Το βόριο (B) διευκολύνει την μεταφορά των σακχάρων μέσω της κυτταρικής μεμβράνης και συμμετέχει στο μεταβολισμό των υδατανθράκων.

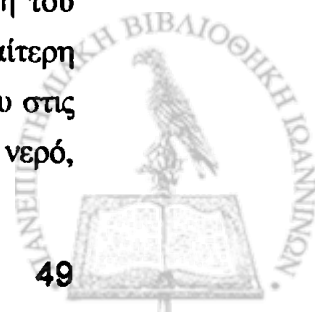
Το μολυβδαίνιο (Mo) είναι βασικό συστατικό δύο σημαντικών ενζύμων, που επηρεάζουν τη συσσώρευση του αζώτου στα φυτά.

Τέλος το χλώριο (Cl), παρόλη τη τάση του για συσσώρευση από τα φυτά, στη πραγματικότητα απαιτείται σε πολύ χαμηλές συγκεντρώσεις από αυτά κυρίως διότι ενεργοποιεί τα ενζυμικά συστήματα παραγωγής οξυγόνου κατά την φωτοσύνθεση.

4.2. Το Θρεπτικό διάλυμα η παρασκευή του και ο τρόπος εφαρμογής στα φυτά

Η θρέψη των φυτών, σε όλα τα υδροπονικά συστήματα, γίνεται αποκλειστικά και μόνο με θρεπτικά διαλύματα, λόγω έλλειψης εδάφους. Ως θρεπτικό διάλυμα, ορίζεται μια ποσότητα νερού, στην οποία έχουμε διαλύσει τα κατάλληλα θρεπτικά στοιχεία στις ακριβείς ποσότητες και αναλογίες που χρειάζονται για την σωστή ανάπτυξη του κάθε φυτού και μάλιστα για κάθε στάδιο της ανάπτυξής του διαφορετικά.

Τα ποιοτικά στοιχεία του νερού που θα χρησιμοποιηθεί για την παρασκευή του θρεπτικού διαλύματος πρέπει να είναι γνωστά, για αυτό και πρώτα από όλα, γίνεται ανάλυση του νερού. Η περιεκτικότητα του νερού σε οξυανθρακικά ιόντα (HCO_3) έχει ιδιαίτερη σημασία, γιατί η συγκέντρωσή τους αποτελεί μέτρο της ρυθμιστικής ικανότητας του στις μεταβολές του pH. Όσο υψηλότερες ποσότητες οξυανθρακικών περιέχονται στο νερό,



τόσο μεγαλύτερες ποσότητες οξέος απαιτούνται για την εξουδετέρωσή τους, ώστε να ρυθμίζεται το pH στην επιθυμητή τιμή (Σιώμος, 2002). Το θρεπτικό διάλυμα, ανάλογα με το υδροπονικό σύστημα που χρησιμοποιούμε, μπορεί να είναι μίας χρήσης ή ανακυκλώσιμο.

Εφόσον η θρέψη των φυτών στην υδροπονία γίνεται με θρεπτικά διαλύματα αυτά πρέπει να είναι πλήρη, δηλαδή να περιέχουν όλα τα απαραίτητα για την ανάπτυξη των φυτών ανόργανα θρεπτικά στοιχεία. Εξαιρούνται, ο άνθρακας, τον οποίο τα φυτά τον προσλαμβάνουν ως διοξείδιο του άνθρακα (CO_2) από την ατμόσφαιρα, το υδρογόνο και το οξυγόνο, που είναι συστατικά του νερού, ενώ οξυγόνο προσλαμβάνεται και από τον ατμοσφαιρικό αέρα για τις ανάγκες της αναπνοής. Τα θρεπτικά στοιχεία που χρειάζονται τα φυτά τα προσλαμβάνουν από το διάλυμα στο οποίο προστίθενται απλά υδατοδιαλυτά άλατα και ορισμένα οξέα, ενώ ειδικά ο σίδηρος χορηγείται σε μορφή οργανομεταλλικών συμπλόκων (χηλικές ενώσεις σιδήρου). Ορισμένα ανόργανα άλατα και οξέα που χρησιμοποιούνται κατά την παρασκευή θρεπτικών διαλυμάτων για υδροπονικές καλλιέργειες παρατίθενται στον πίνακα 5.

Πίνακας 5. Απλά υδατοδιαλυτά λιπάσματα που χρησιμοποιούνται για την παρασκευή θρεπτικών διαλυμάτων στην υδροπονία.

<u>Ανόργανα άλατα (λιπάσματα) και οξέα</u>	<u>Χημικός τύπος</u>	<u>Διαλυτότητα στο νερό</u>	<u>Περιεκτικότητα σε μακροστοιχεία και ινοστοιχεία</u>
Νιτρικό κάλιο	KNO ₃	1:4	13.8% NO ₃ - 38.6% K
Νιτρικό ασβέστιο	Ca(NO ₃) ₂	1:1	14.4% NO ₃ - 1.1% NH ₄ - 19%Ca
Νιτρική αμμωνία	NH ₄ NO ₃	1:1	17.5% NO ₃ - 17.5% NH ₄
Νιτρικό μαγνήσιο	Mg(NO ₃) ₂ ·6H ₂ O		11% NO ₃ - 9.9% Mg
Νιτρικό οξύ 67%	HNO ₃	Πυκνό διάλυμα	
Θειική αμμωνία	(NH ₄) ₂ SO ₄	1:2	20.5% NH ₄
Μονοόξεινη φωσφορική αμμωνία	(NH ₄) ₂ HPO ₄	1:2	12% NH ₄ - 22% P
Δισόξεινη φωσφορική αμμωνία	NH ₄ H ₂ PO ₄	1:4	12% NH ₄ - 27% P
Φωσφορικό μονοασβέστιο	Ca(H ₂ PO ₄) ₂ ·2H ₂ O	1:60	
Φωσφορικό μονοκάλιο	KH ₂ PO ₄	1:3	22.7% P - 28.5% K
Τριπλό υπερφωσφορικό	Ca(H ₂ PO ₄) ₂	1:300	40% P - 5% Ca
Φωσφορικό οξύ 85%	H ₃ PO ₄	Πυκνό διάλυμα	
Θειικό κάλιο	K ₂ SO ₄	1:15	41.5% K - 18.4% SO ₄
Χλωριούχο κάλιο	KCl	1:3	49% K
Θειικό μαγνήσιο	MgSO ₄ ·7H ₂ O	1:2	9.3% Mg - 13% SO ₄
Χλωριούχο ασβέστιο	CaCl ₂ ·6H ₂ O	1:1	20% Ca
Θειικό ασβέστιο (γύψος)	CaSO ₄ ·2H ₂ O	1:500	22%Ca - 18% SO ₄
Θειικός σίδηρος	FeSO ₄ ·7H ₂ O	1:4	
Χλωριούχος σίδηρος	FeCl ₃ ·6H ₂ O	1:2	
Χηλικός σίδηρος	Fe-EDTA	Πολύ υψηλή	6% Fe
Βορικό οξύ	H ₃ BO ₃	1:20	14% B
Τετραβορικό νάτριο (βόρακας)	Na ₂ B ₄ O ₇ ·10H ₂ O	1:25	11% B
Θειικός χαλκός	CuSO ₄ ·5H ₂ O	1:5	25% Cu
Θειικό μαγγάνιο	MnSO ₄ ·H ₂ O	1:2	27.3% Mn
Χλωριούχο μαγγάνιο	MnCl ₂ ·H ₂ O	1:2	
Χηλικό μαγγάνιο	MnEDTA	Πολύ υψηλή	
Θειικός ψευδάργυρος	ZnSO ₄ ·7H ₂ O	1:3	22.7% Zn
Χλωριούχος ψευδάργυρος	ZnCl ₂	1:1.5	
Χηλικός ψευδάργυρος	Zn-EDTA	Πολύ υψηλή	
Μολυβδαινικό αμμώνιο	(NH ₄) ₆ Mo ₇ O ₂₄ ·4H ₂ O	1:2.3	57.3% Mo
Μολυβδαινικό νάτριο			39.6% Mo

Πηγή: Resh 1981, Δριμτζιας 1995

Κατά την κατάρτιση της σύνθεσης ενός θρεπτικού διαλύματος θα πρέπει να λαμβάνονται υπόψη ορισμένες αρχές:

α) Η σύνθεση του θρεπτικού διαλύματος θα πρέπει να προσαρμόζεται στο είδος του καλλιεργούμενου φυτού, στο στάδιο ανάπτυξής του και στις καιρικές συνθήκες που επικρατούν την εποχή που χρησιμοποιείται.

β) Η συνολική συγκέντρωση αλάτων στο θρεπτικό διάλυμα θα πρέπει να έχει καθορισμένη τιμή, η οποία διαφέρει ανάλογα με το είδος του καλλιεργούμενου φυτού, το στάδιο ανάπτυξής του και τις καιρικές συνθήκες που επικρατούν την εποχή εκείνη. Η συνολική συγκέντρωση αλάτων στο θρεπτικό διάλυμα εκφράζεται ως **ηλεκτρική αγωγιμότητα** αυτού.

γ) Η απόλυτη συγκέντρωση ενός εκάστου από τα θρεπτικά στοιχεία στο διάλυμα δεν είναι τόσο σημαντική, όσο οι **αμοιβαίες αναλογίες** μεταξύ των συγκεντρώσεων.

δ) Το pH του θρεπτικού διαλύματος θα πρέπει να κυμαίνεται εντός δεδομένων ορίων.

Όταν λοιπόν καθορίζεται η σύνθεση του διαλύματος για μία συγκεκριμένη καλλιέργεια, θα πρέπει αρχικά να καθορίζονται πρώτον, το ύψος της συνολικής συγκέντρωσης αλάτων σ' αυτό (meq/l) και δεύτερον, οι αναλογίες συγκεντρώσεως μεταξύ των θρεπτικών στοιχείων και συγκεκριμένα οι σχέσεις K:N, K:Ca:Mg και N:S:P. Αφού καθορισθούν οι τιμές αυτών των παραμέτρων είναι εύκολο πλέον να υπολογισθούν και οι απόλυτες συγκεντρώσεις του καθενός από τα ιόντα των έξι κύριων θρεπτικών στοιχείων ξεχωριστά (NO_3^- , NH_4^+ , H_2PO_4^- , SO_4^{--} , K^+ , Ca^{++} , Mg^{++}). Οι συγκεντρώσεις των ιχνοστοιχείων στα θρεπτικά διαλύματα είναι αμελητέες σε σύγκριση με αυτές των μακροστοιχείων, οπότε δεν παίζουν πρακτικά κανένα ρόλο στο ύψος της συνολικής συγκέντρωσης αλάτων σ' αυτά (η συνολική συγκέντρωση ιχνοστοιχείων είναι περίπου το 1/500 αυτής των μακροστοιχείων). Γι' αυτό, κατά τον καθορισμό της σύνθεσης ενός θρεπτικού διαλύματος, οι συγκεντρώσεις των ιχνοστοιχείων καθορίζονται ανεξάρτητα από αυτές των μακροστοιχείων. Σημειώνεται ότι η περιεκτικότητα του διαλύματος σε ιόντα αμμωνίου δεν θα πρέπει να υπερβαίνει τα 0,5 meq/l στην περιοχή του ριζοστρώματος, γιατί σε μεγαλύτερες συγκεντρώσεις εμφανίζονται τοξικές επιδράσεις στην ανάπτυξη των ριζών.

Οι συνθέσεις θρεπτικών διαλυμάτων που προτείνονται από διάφορες βιβλιογραφικές πηγές, μπορούν να χρησιμοποιηθούν αυτούσιες για τον υπολογισμό των απαιτούμενων ποσοτήτων λιπασμάτων μόνο εάν το νερό που χρησιμοποιείται είναι απιονισμένο ή βρόχινο με μηδενική πρακτικά συγκέντρωση αλάτων. Τα χρησιμοποιούμενα για την παρασκευή θρεπτικών διαλυμάτων νερά όμως, τα οποία συνήθως προέρχονται από γεωτρήσεις, φράγματα ή φυσικές πηγές, περιέχουν σημαντικές ποσότητες ανόργανων ιόντων. Συγκεκριμένα, από τα θρεπτικά μακροστοιχεία, το νερό περιέχει ασβέστιο, μαγνήσιο, θείο (SO_4^{--}) και σπανιότερα άζωτο (NO_3^-) σε σημαντικές ποσότητες. Ενώ από τα ιχνοστοιχεία, εκτός από το χλώριο, μπορεί να υπάρχουν ο σίδηρος (είναι όμως μη αφομοιώσιμος για τα φυτά), το μαγγάνιο, ο ψευδάργυρος, ο χαλκός και το βόριο. Γι' αυτό από τις ποσότητες λιπασμάτων θα έπρεπε να προστεθούν σε απεσταγμένο νερό για να προκύψει θρεπτικό διάλυμα μιας δεδομένης σύστασης θα πρέπει να αφαιρούνται οι ποσότητες των θρεπτικών στοιχείων οι οποίες περιέχονται στο νερό άρδευσης που πρόκειται να χρησιμοποιηθεί. Αυτό σημαίνει, ότι οι συνθήκες θρεπτικών διαλυμάτων που προτείνονται στη βιβλιογραφία θα πρέπει πριν



χρησιμοποιηθούν να εξατομικεύονται στην εκάστοτε καλλιέργεια, ανάλογα με τη σύσταση του χρησιμοποιούμενου κάθε φορά νερού σε ανόργανα ιόντα, όπως και πραγματικά γίνεται στην υδροπονική πρακτική. Εκτός όμως από τη χημική σύσταση του χρησιμοποιούμενου νερού, οι προτεινόμενες στη βιβλιογραφία συνθέσεις θρεπτικών διαλυμάτων (βασικές συνθέσεις) θα πρέπει να προσαρμόζονται και σε ορισμένα άλλα χαρακτηριστικά της συγκεκριμένης καλλιέργειας, όπως το στάδιο ανάπτυξης των φυτών, τις κλιματικές συνθήκες, το υπόστρωμα καλλιέργειας, το μήκος της ημέρας αλλά και τα επίπεδα φωτός. Επομένως, οι βασικές συνθέσεις συχνά χρησιμοποιούνται απλώς ως ενδεικτικές για τις συνιστώμενες για κάθε φυτό αμοιβαίες αναλογίες μεταξύ των θρεπτικών στοιχείων. Οι τελικές συνθέσεις που προκύπτουν μετά την προσαρμογή στα δεδομένα της συγκεκριμένης καλλιέργειας καλούνται **τροποποιημένες συνθέσεις**.

Επομένως για την παρασκευή θρεπτικού διαλύματος για μία συγκεκριμένη υδροπονική καλλιέργεια δεν αρκεί μόνο να αποφασισθεί ποια θα είναι η σύνθεση του, αλλά είναι απαραίτητο να είναι γνωστή και η περιεκτικότητα του νερού άρδευσης σε ιόντα ανόργανων αλάτων, εκτός από τα ιόντα των θρεπτικών στοιχείων. Άλλα ιόντα, που περιέχονται σε σημαντικές ποσότητες στα συνηθισμένα νερά άρδευσης και η παρουσία τους πρέπει να λαμβάνεται υπόψη κατά την παρασκευή του θρεπτικού διαλύματος, είναι το νάτριο και τα οξυανθρακικά (HCO_3^-).

Συγκεκριμένα, το μεν νάτριο λαμβάνεται υπόψη κατά τον υπολογισμό της συνολικής συγκέντρωσης αλάτων στο διάλυμα, ενώ τα οξυανθρακικά κατά τον υπολογισμό της συγκέντρωσης οξέος που απαιτείται να προστεθεί για τον έλεγχο του pH. Οι συγκεντρώσεις των ιχνοστοιχείων (Fe, Mn, Zn, Cu, B, Mo) καθορίζονται λαμβάνοντας υπόψη τα απόλυτα επιτρεπτά όρια καθώς και τις αναλογίες μεταξύ τους (π.χ. Fe/Mn) που συνιστούνται στη βιβλιογραφία. Οι βασικές γνώσεις μας σχετικά με τις κατάλληλες συγκεντρώσεις ιχνοστοιχείων στα θρεπτικά διαλύματα βασίζονται κυρίως στις κλασσικές εργασίες των γερμανών φυσιολόγων φυτών Knop (1989) και Sachs (1859, 1861) καθώς και σε νεώτερες αμερικανών ερευνητών όπως ο McCall (1916), ο Laurie (1931), οι Arnon και Hoagland (1940). κ.λ.π. Τα αποτελέσματα αυτών των ερευνών καθώς και άλλων από την επιστήμη της διατροφής των φυτών χρησιμοποιήθηκαν από τους Hoagland και Arnon (1952) για την κατάστρωση συνθέσεων θρεπτικών διαλυμάτων τόσο για την καλλιεργητική πράξη όσο και για ερευνητικούς σκοπούς, στις οποίες συμπεριλαμβάνονταν συγκεκριμένες συστάσεις για τις συγκεντρώσεις όλων των απαραίτητων ιχνοστοιχείων. Οι γνώσεις μας βέβαια από τότε έχουν διευρυνθεί και με αρκετές νεότερες εργασίες όπως αυτή του Jacobson (1951) που



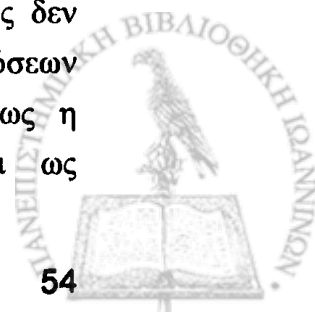
άνοιξε το δρόμο στη χρήση χηλικού σιδήρου λύνοντας έτσι ένα σημαντικό πρόβλημα της υδροπονίας, όπως αναφέρεται από Κατσούλα Ν. και Κίττα Κ. (2011) καθώς επίσης και οι νεότερες του Sonneveld (2000).

Είναι γνωστή η ικανότητα εκλεκτικής απορρόφησης θρεπτικών στοιχείων που διακρίνει τα φυτά όταν οι ρίζες τους αναπτύσσονται μέσα σε θρεπτικά διαλύματα. Χάρη στην ιδιότητα αυτή των φυτών, η συγκέντρωση των διαφόρων θρεπτικών στοιχείων στο θρεπτικό διάλυμα μπορεί να κυμαίνεται σε ευρέα όρια χωρίς να εμφανίζονται διαταραχές θρέψης στην καλλιέργεια. Στον πίνακα 6 δίνονται τα ασφαλή όρια συγκεντρώσεων των θρεπτικών στοιχείων στο διάλυμα που ισχύουν για την καλλιέργεια των συνηθισμένων λαχανοκομικών ειδών σε υδροπονία.

Πίνακας 6. Όρια άριστων συγκεντρώσεων θρεπτικών στοιχείων (mg/l) που επιζητούνται σε ένα θρεπτικό διάλυμα κατάλληλο για καλλιέργεια κηπευτικών σε υδροπονία. Τα δεδομένα προέρχονται από τον Steiner (1984)

Θρεπτικό στοιχείο	Όρια συγκέντρωσης (mg/l)	Θρεπτικό στοιχείο	Όρια συγκέντρωσης (mg/l)
Άζωτο (N)	100-300	Σίδηρος (Fe)	0,50-2,00
Φώσφορος (P)	30-60	Μαγγάνιο (Mn)	0,20-2,00
Θείο (S)	15-160	Ψευδάργυρος (Zn)	0,10-0,60
Κάλιο (K)	200-600	Χαλκός (Cu)	0,01-0,06
Ασβέστιο (Ca)	120-320	Βόριο (B)	0,20-0,60
Μαγνήσιο (Mg)	25-60	Μολυβδαίνιο (Mo)	0,04-0,06

Βέβαια, οι διαταραχές θρέψης δεν προέρχονται μόνο από υπέρβαση των απολύτων ορίων αλλά και από ανισορροπίες στις αναλογίες συγκεντρώσεων των θρεπτικών στοιχείων μεταξύ τους. Γι' αυτό η προηγούμενη διαπίστωση περί μεγάλου επιτρεπτού εύρους διακύμανσης των απολύτων συγκεντρώσεων δεν θα πρέπει να μας οδηγήσει στο συμπέρασμα ότι η σύνθεση του θρεπτικού διαλύματος δεν είναι τόσο σημαντική στην υδροπονία. Άλλωστε σκοπός μιας υδροπονικής καλλιέργειας δεν είναι η επιβίωση και η αναπαραγωγή των φυτών αλλά η επίτευξη υψηλών αποδόσεων και η βελτίωση της ποιότητας των συγκομιζομένων προϊόντων. Επομένως η χρησιμοποίηση θρεπτικού διαλύματος κατάλληλης σύνθεσης θεωρείται ως



άνοιξε το δρόμο στη χρήση χηλικού σιδήρου λύνοντας έτσι ένα σημαντικό πρόβλημα της υδροπονίας, όπως αναφέρεται από Κατσούλα Ν. και Κίττα Κ. (2011) καθώς επίσης και οι νεότερες του Sonneveld (2000).

Είναι γνωστή η ικανότητα εκλεκτικής απορρόφησης θρεπτικών στοιχείων που διακρίνει τα φυτά όταν οι ρίζες τους αναπτύσσονται μέσα σε θρεπτικά διαλύματα. Χάρη στην ιδιότητα αυτή των φυτών, η συγκέντρωση των διαφόρων θρεπτικών στοιχείων στο θρεπτικό διάλυμα μπορεί να κυμαίνεται σε ευρέα όρια χωρίς να εμφανίζονται διαταραχές θρέψης στην καλλιέργεια. Στον πίνακα 6 δίνονται τα ασφαλή όρια συγκεντρώσεων των θρεπτικών στοιχείων στο διάλυμα που ισχύουν για την καλλιέργεια των συνηθισμένων λαχανοκομικών ειδών σε υδροπονία.

Πίνακας 6. Όρια άριστων συγκεντρώσεων θρεπτικών στοιχείων (mg/l) που επιζητούνται σε ένα θρεπτικό διάλυμα κατάλληλο για καλλιέργεια κηπευτικών σε υδροπονία. Τα δεδομένα προέρχονται από τον Steiner (1984)

Θρεπτικό στοιχείο	Όρια συγκέντρωσης (mg/l)	Θρεπτικό στοιχείο	Όρια συγκέντρωσης (mg/l)
Αζωτο (N)	100-300	Σίδηρος (Fe)	0,50-2,00
Φώσφορος (P)	30-60	Μαγγάνιο (Mn)	0,20-2,00
Θείο (S)	15-160	Ψευδάργυρος (Zn)	0,10-0,60
Κάλιο (K)	200-600	Χαλκός (Cu)	0,01-0,06
Ασβέστιο (Ca)	120-320	Βόριο (B)	0,20-0,60
Μαγνήσιο (Mg)	25-60	Μολυβδαίνιο (Mo)	0,04-0,06

Βέβαια, οι διαταραχές θρέψης δεν προέρχονται μόνο από υπέρβαση των απολύτων ορίων αλλά και από ανισορροπίες στις αναλογίες συγκεντρώσεων των θρεπτικών στοιχείων μεταξύ τους. Γι' αυτό η προηγούμενη διαπίστωση περί μεγάλου επιτρεπτού εύρους διακύμανσης των απολύτων συγκεντρώσεων δεν θα πρέπει να μας οδηγήσει στο συμπέρασμα ότι η σύνθεση του θρεπτικού διαλύματος δεν είναι τόσο σημαντική στην υδροπονία. Άλλωστε σκοπός μιας υδροπονικής καλλιέργειας δεν είναι η επιβίωση και η αναπαραγωγή των φυτών αλλά η επίτευξη υψηλών αποδόσεων και η βελτίωση της ποιότητας των συγκομιζόμενων προϊόντων. Επομένως η χρησιμοποίηση θρεπτικού διαλύματος κατάλληλης σύνθεσης θεωρείται ως

παράγοντας πρωταρχικής σημασίας για την επιτυχία μιας υδροπονικής καλλιέργειας. Πρέπει δε να τονισθεί ότι η κατάρτιση της σύνθεσης που θα έχει το θρεπτικό διάλυμα σε μία υδροπονική καλλιέργεια είναι μία αρκετά λεπτή και εξειδικευμένη εργασία, η οποία δεν θα πρέπει να γίνεται εμπειρικά αλλά να βασίζεται στα σχετικά πορίσματα της επιστημονικής έρευνας.

Ο υπολογισμός της σύνθεσης των θρεπτικών διαλυμάτων μπορεί να χωριστεί σε δυο μέρη. Το πρώτο μέρος αφορά στον υπολογισμό των μακροστοιχείων όπου με την προσθήκη μιας ποσότητας λιπάσματος θα πρέπει να υπολογιστούν οι μεταβολές δυο ή περισσότερων θρεπτικών στοιχείων, π.χ. η προσθήκη νιτρικού καλίου (KNO_3) στο διάλυμα για την αύξηση της συγκέντρωσης του καλίου έχει ως συνέπεια και την ταυτόχρονη μεταβολή της συγκέντρωσης των νιτρικών. Το δεύτερο μέρος των υπολογισμών αφορά τα ιχνοστοιχεία. Σ' αυτή την περίπτωση οι υπολογισμοί είναι πολύ απλούστεροι, γιατί το κάθε άλας με το οποίο γίνεται η προσθήκη ιχνοστοιχείων δεν περιέχει άλλα ιχνοστοιχεία παρά σε ασήμαντη μόνο ποσότητα. Επίσης η ποσότητα του άλατος που προστίθεται στο θρεπτικό διάλυμα είναι, συγκριτικά με τα μακροστοιχεία, πολύ μικρή και επομένως η προσθήκη τυχόν μακροστοιχείου από το άλας των ιχνοστοιχείων στο διάλυμα είναι αμελητέα.

4.2.1. Διαδικασία υπολογισμού των μακροστοιχείων.

Στον πίνακα 7 αναφέρεται ένα παράδειγμα υπολογισμού των μακροστοιχείων του θρεπτικού διαλύματος τροφοδοσίας, χρησιμοποιώντας βρόχινο ή απιονισμένο νερό.

Πίνακας 7. Για τον υπολογισμό ενός θρεπτικού διαλύματος (αγγουριού). Η βασική σύνθεση δίνεται σε mmol/l

Βασική Σύνθεση								
	mmol/l	NO_3^-	$H_2PO_4^-$	SO_4^-	NH_4^+	K^+	Ca^{++}	Mg^{++}
		11,75	1,25	1,00	0,50	5,50	3,50	1,00
$Ca(NO_3)_2$	3,5	7					3,5	
$Mg SO_4$	1			1				1
$Mg(NO_3)_2$	-	-						-
K_2SO_4	-			-		-		
NH_4NO_3	0,50	0,50			0,50			
H_3PO_4	-		-					
KH_2PO_3	1,25		1,25			1,25		
KNO_3	4,25	4,25				4,25		
HNO_3	-	-						

Πηγή: Νικολετάκης Μηνάς

Για να μπορεί να χρησιμοποιηθεί αυτή η βασική σύνθεση στη παρασκευή θρεπτικών διαλυμάτων θα πρέπει το άθροισμα των αρνητικά φορτισμένων ιόντων σε

meq/l να είναι ίσο με το άθροισμα των θετικά φορτισμένων. Σ' αυτή την περίπτωση:

$$(11,75 \text{ mmol/l NO}_3^- \times 1) + (1,25 \text{ mmol/l H}_2\text{PO}_4^- \times 1) + (1,00 \text{ mmol/l SO}_4^{2-} \times 2) = (0,5 \text{ mmol/l NH}_4^+ \times 1) + (5,5 \text{ mmol/l K}^+ \times 1) + (3,5 \text{ mmol/l Ca}^{++} \times 2) + (1 \text{ mmol/l Mg}^{++} \times 2) = 15 \text{ meq/l.}$$

Στις στήλες κάτω από κάθε ιόν αναγράφεται η ποσότητα του ιόντος που θα καλυφθεί από το κάθε λίπασμα. Στη δεύτερη στήλη του πίνακα αναγράφεται η προκύπτουσα ποσότητα σε mmol του λιπάσματος που απαιτείται.

Η διαδικασία υπολογισμών είναι η εξής:

α) Συνήθως ξεκινάμε τους υπολογισμούς με την απαιτούμενη προσθήκη ασβεστίου, που σχεδόν πάντα προστίθεται με τη μορφή νιτρικού ασβεστίου.

β) Ακολουθεί κατά τον ίδιο τρόπο ο υπολογισμός της προσθήκης μαγνησίου, με τη μορφή θεικού μαγνησίου. Παράλληλα με τα ιόντα μαγνησίου που προστίθενται στο διάλυμα, με το λίπασμα αυτό, προστίθενται και θεικά ιόντα. Στη περίπτωση αυτή, όσα είναι τα mmol/l Mg⁺⁺ που προστίθενται, άλλα τόσα είναι και τα mmol/l SO₄²⁻.

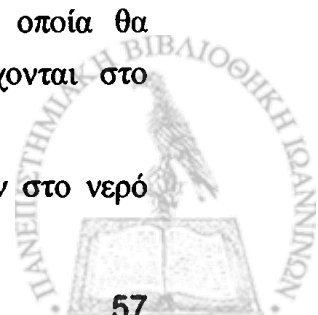
Όταν η επιθυμητή συγκέντρωση Mg⁺⁺ σε mmol/l είναι μεγαλύτερη αυτής των SO₄²⁻ σε mmol/l, τότε προστίθενται τόσα mmol/l θεικού μαγνησίου όσα τα απαιτούμενα mmol/l SO₄²⁻, το υπόλοιπο μέρος της συγκέντρωσης Mg⁺⁺ προστίθεται με τη μορφή νιτρικού μαγνησίου. Στη περίπτωση που χρησιμοποιηθεί νιτρικό μαγνήσιο, το λίπασμα περιέχει και προστίθενται μαζί, εκτός του μαγνησίου και νιτρικά, τα οποία σε mmol/l, είναι διπλάσια των mmol/l μαγνησίου.

Αντίθετα όταν η επιθυμητή συγκέντρωση SO₄²⁻ υπερβαίνει αυτή των ιόντων μαγνησίου, τότε προστίθενται τόσα mmol/l θεικού μαγνησίου όσα τα απαιτούμενα mmol/l Mg⁺⁺, το υπόλοιπο μέρος της συγκέντρωσης SO₄²⁻ προστίθεται με τη μορφή θεικού καλίου. Στη περίπτωση του θεικού καλίου προστίθεται και κάλι, η προσθήκη K⁺, σε mmol/l, είναι διπλάσια των mmol/l SO₄²⁻.

γ) Η διαδικασία συνεχίζεται με τη προσθήκη των ιόντων αμμωνίου με τη μορφή νιτρικής αμμωνίας και σπανιότερα με τη μορφή φωσφορικού αμμωνίου. Παράλληλα με τα ιόντα αμμωνίου που προστίθενται στο διάλυμα, με το λίπασμα της νιτρικής αμμωνίας, προστίθενται και νιτρικά ιόντα. Όσα είναι τα mmol/l NH₄⁺ που προστίθενται, άλλα τόσα είναι και τα mmol/l NO₃⁻.

δ) Έπεται η προσθήκη του φωσφόρου. Όπου είναι δυνατό για να καλυφθούν οι απαιτήσεις σε φωσφόρο προτιμάται η μορφή του φωσφορικού οξέος, γιατί το φωσφορικό οξύ είναι η φθηνότερη πηγή φωσφόρου. Στη πράξη θεωρούμε ότι όσα mmol/l H₂PO₄⁻ προστίθενται, άλλα τόσα mmol/l H⁺ προστίθενται, τα οποία θα εξουδετερώσουν αντίστοιχες ποσότητες όξινων ανθρακικών που περιέχονται στο αρδευτικό νερό.

Στις περιπτώσεις όμως που η περιεκτικότητα οξυανθρακικών ιόντων στο νερό



είναι πολύ μικρή ή μηδενική (όπως σε αυτό το παράδειγμα), ο φωσφόρος δεν είναι δυνατό να δοθεί με τη μορφή φωσφορικού οξέος (γιατί θα παρασκευαστεί πολύ όξινο διάλυμα), και δίνεται με τη μορφή φωσφορικού μονοκαλίου. Στη περίπτωση του KH_2PO_4 πλύν του φωσφόρου γίνεται και προσθήκη K^+ η συγκέντρωση του οποίου σε mmol/l είναι όση και των H_2PO_4^- .

Στη περίπτωση που το αμμώνιο έχει χορηγηθεί υπό μορφή $\text{NH}_4\text{H}_2\text{PO}_4$, τότε η συγκέντρωση σε mmol/l του H_3PO_4^- ή του KH_2PO_4 θα πρέπει να μειώνεται κατά την ποσότητα σε mmol/l του H_2PO_4^- που έχει προστεθεί στο διάλυμα με τη προσθήκη του $\text{NH}_4\text{H}_2\text{PO}_4$.

ε) Ακολουθεί η προσθήκη του καλίου με τη μορφή νιτρικού καλίου. Τα mmol/l νιτρικού καλίου που πρέπει να προστεθούν είναι όσα τα mmol/l K^+ που απαιτούνται, αφού αφαιρεθούν οι συγκεντρώσεις K^+ που, τυχόν, έχουν χορηγηθεί προηγουμένως υπό μορφή φωσφορικού μονοκαλίου και θειικού καλίου.

Παράλληλα με τα ιόντα καλίου που προστίθενται στο διάλυμα, προστίθενται και νιτρικά ιόντα. Όσα είναι τα mmol/l K^+ που προστίθενται, άλλα τόσα είναι και τα mmol/l NO_3^- .

ζ) Τέλος συμπληρώνεται η συγκέντρωση των νιτρικών με την προσθήκη νιτρικού οξέος. Τα mmol/l νιτρικού οξέος που πρέπει να προστεθούν είναι όσα τα mmol/l NO_3^- που απαιτούνται, αφού αφαιρεθούν η συγκέντρωση των NO_3^- , που έχουν χορηγηθεί υπό μορφή νιτρικού ασβεστίου, νιτρικού μαγνησίου, νιτρικής αμμωνίας και νιτρικού καλίου.

Μετά τη συμπλήρωση του πίνακα αθροίζονται οι τιμές της κάθε στήλης, όλων των ιόντων, για να γίνει η επαλήθευση με τις τιμές της βασικής σύνθεσης. Από τα meq/l που υπολογίστηκαν προηγουμένως για τη βασική σύνθεση, μπορεί να γίνει η εκτίμηση της ηλεκτρικής αγωγιμότητας (EC) που πρέπει να έχει το θρεπτικό διάλυμα τροφοδοσίας, ώστε τα απαιτούμενα ιόντα να βρίσκονται στις επιθυμητές συγκεντρώσεις:

$$\text{EC} \approx 15 \text{ meq/l} / 10 \approx 1,5 \text{ dS/m.}$$

4.2.2. Υπολογισμός ενός θρεπτικού διαλύματος τροφοδοσίας με υψηλότερη ηλεκτρική αγωγιμότητα

Αν θέλουμε να χρησιμοποιήσουμε υψηλότερης αγωγιμότητας θρεπτικό διάλυμα τροφοδοσίας, από αυτό που προκύπτει με τη βασική σύνθεση, τότε αυξάνουμε κατά το αντίστοιχο ποσοστό τη ποσότητα των ιόντων της βασικής σύνθεσης και μετά υπολογίζεται η ποσότητα των λιπασμάτων που απαιτούνται για να δημιουργηθεί το διάλυμα. Γενικά όταν χρησιμοποιείται υψηλότερη συγκέντρωση θρεπτικών στοιχείων στο διάλυμα τροφοδοσίας, τότε καλά είναι να μην αυξάνεται αντίστοιχα η ποσότητα των όξινων φωσφορικών και των αμμωνιακών διότι μεγάλες συγκεντρώσεις θεωρείται ότι έχουν αρνητική επίδραση στην ανάπτυξη των φυτών. Σε αυτή τη περίπτωση το ποσοστό αύξησης των αμμωνιακών προστίθεται στα νιτρικά ώστε να μην μεταβληθεί η σχετική

αναλογία του αζώτου στο διάλυμα. Για να γίνει εξισορρόπηση των meq/l ανιόντων κατιόντων λόγω των λιγότερων φωσφορικών και αμμωνιακών αυξάνονται όσο χρειάζεται τα θεικά ώστε τα meq/l των ανιόντων να είναι όσα αυτά των κατιόντων.

Στον **πίνακα 8** παρουσιάζεται ένα παράδειγμα υπολογισμού των μακροστοιχείων του θρεπτικού διαλύματος, όταν πρόκειται να χρησιμοποιηθεί διάλυμα τροφοδοσίας με υψηλότερη ηλεκτρική αγωγιμότητα.

Πίνακας 8. Για τον υπολογισμό ενός θρεπτικού διαλύματος τροφοδοσίας με υψηλότερη ηλεκτρική αγωγιμότητα.

Βασική Σύνθεση								
	mmol/l	NO ₃ ⁻	H ₂ PO ₄ ⁻	SO ₄ ⁻	NH ₄ ⁻	K ⁻	Ca ⁻	Mg ⁻
		11.75	1.25	1.00	0.50	5.50	3.50	1.00
Διόρθωση για υψηλότερη EC 40%								
Λίπασμα	mmol/l	16.65	1.25	1.45	0.50	7.70	4.90	1.40
Ca(NO ₃) ₂	4.90	9.80					4.90	
Mg SO ₄	1.40			1.40				1.40
Mg(NO ₃) ₂	-							
K ₂ SO ₄	0.05			0.05		0.10		
NH ₄ NO ₃	0.50	0.50			0.50			
H ₃ PO ₄	-							
KH ₂ PO ₄	1.25		1.25			1.25		
K NO ₃	6.35	6.35				6.35		
HNO ₃	-							

Πηγή: Νικολετάκης Μηνάς

Στο παράδειγμα του πίνακα 7 η ηλεκτρική αγωγιμότητα που πρέπει να έχει το θρεπτικό διάλυμα τροφοδοσίας υπολογίστηκε σε 1,50 dS/m. Αν όμως στις συνθήκες που γίνεται η καλλιέργεια μας πρέπει να τροφοδοτούμε τα φυτά με θρεπτικό διάλυμα υψηλότερης ηλεκτρικής αγωγιμότητας π.χ. 2,08 dS/m θα πρέπει να πολλαπλασιάσουμε τις ποσότητες της βασικής σύνθεσης της δεύτερης γραμμής του πίνακα 7 (πλην των φωσφορικών και των αμμωνιακών) με τον συντελεστή διόρθωσης 2,08/1,50=1,4.

4.2.3. Υπολογισμός ενός θρεπτικού διαλύματος τροφοδοσίας για νερό που περιέχει ιόντα

Στα προηγούμενα παραδείγματα (για τους υπολογισμούς του πίνακα 7 και 8), θεωρήθηκε ότι το νερό που θα χρησιμοποιηθεί για το θρεπτικό διάλυμα τροφοδοσίας θα είναι βρόχινο και δεν περιέχει ιόντα.

Στην πράξη επειδή συνήθως τα νερά που προέρχονται από γεωτρήσεις περιέχουν διάφορες ποσότητες ιόντων, η ποσότητα των ιόντων που θα πρέπει να προστεθεί τελικά,

από τα λιπάσματα στο νερό, είναι αυτή που θα προκύψει μετά τη διόρθωση της βασικής σύνθεσης.

Στις περισσότερες περιπτώσεις στο νερό που χρησιμοποιείται για την παρασκευή των θρεπτικών διαλυμάτων περιέχονται τα ιόντα HCO_3^- , Ca^{++} και Mg^{++} . Για την εξουδετέρωση του HCO_3^- προστίθενται οξέα (ίσες ποσότητες H_3O^+). Συνήθως όταν το νερό περιέχει HCO_3^- , περιέχει και ανάλογες ποσότητες Ca^{++} ή Mg^{++} οι οποίες θα πρέπει να αφαιρούνται από τη βασική σύνθεση. Αν το νερό περιέχει και SO_4^- ή άλλο μακροστοιχείο αφαιρείται και η ποσότητα των μακροστοιχείων αυτών.

Στον (πίνακα 9.) δίνεται ένα παράδειγμα υπολογισμού ενός θρεπτικού διαλύματος για την καλλιέργεια τομάτας ($\text{EC} \approx 1,65 \text{ dS/m}$). Στους υπολογισμούς έχει ληφθεί υπόψη ότι το νερό περιέχει 3 mmol HCO_3^- , 1 mmol Ca^{++} και 0,5 mmol Mg^{++}/l .

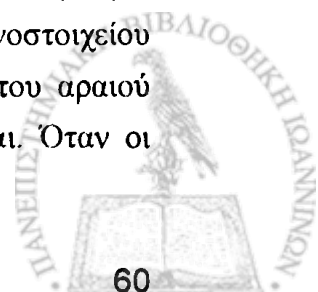
Πίνακας 9. Σχήμα για τον υπολογισμό θρεπτικού διαλύματος για νερό που περιέχει ιόντα HCO_3^- , Ca^{++} και Mg^{++}

Βασική σύνθεση									
Λίπασμα	mmol/l	NO_3^-	H_2PO_4^-	SO_4^-	H_3O^-	NH_4^-	K^+	Ca^{++}	Mg^{++}
		10,5	1,5	2,25	-	0,5	7,0	3,5	1,0
Διόρθωση									
Νερό					-3,0			1,0	0,5
Προσθήκη									
		10,5	1,5	2,25	3,0	0,5	7,0	2,5	0,5
$\text{Ca}(\text{NO}_3)_2$	2,5	5,0						2,5	
MgSO_4	0,5			0,5					0,5
$\text{Mg}(\text{NO}_3)_2$	-								
K_2SO_4	1,75			1,75			3,5		
NH_4NO_3	0,5	0,5				0,5			
H_3PO_4	1,5		1,5		1,5				
KH_2PO_4	-								
KNO_3	3,5	3,5					3,5		
HNO_3	1,5	1,5			1,5				

Πηγή: Νικολετάκης Μηνάς

4.2.4. Διαδικασία υπολογισμού των ιχνοστοιχείων

Για να υπολογιστούν οι ποσότητες των λιπασμάτων που περιέχουν τα ιχνοστοιχεία ώστε να παρασκευαστεί δεδομένος όγκος πυκνού διαλύματος ιχνοστοιχείων, μπορεί απλώς να πολλαπλασιαστεί η επιζητούμενη συγκέντρωση του εκάστοτε ιχνοστοιχείου (μmol/l) με το μοριακό βάρος του λιπάσματος και του όγκου σε λίτρα του αραιού διαλύματος, στα οποία αντιστοιχεί το πυκνό διάλυμα που παρασκευάζεται. Όταν οι



διαλύματος που χρησιμοποιούμε, τα ιόντα του σιδήρου σχηματίζουν το αδιάλυτο υδροξείδιο του σιδήρου (Fe(OH)₃).

Οι ποσότητες των χημικών ενώσεων που απαιτούνται για την παρασκευή του διαλύματος των ιχνοστοιχείων αναφέρονται στον πίνακα 11.

Πίνακας 11. Υπολογισθέντα ιχνοστοιχεία για το θρεπτικό διάλυμα αγγουριού

Λίπασμα	g/mol	μmol/l	Θρεπτικό διάλυμα mg/l	Μητρικό διάλυμα kg/m ³
Χηλικός Σίδηρος	621,0	35	21,74	2174
Θεικό Μαγγάνιο	169,0	20	3,38	338
Θεικός Ψευδάργυρος	287,0	3,5	1,01	100
Βόρακας	381,0	18,4	1,72	172
Θεικός χαλκός	249,7	0,5	0,12	12
Μολυβδαινικό νάτριο	241,9	0,5	0,12	12

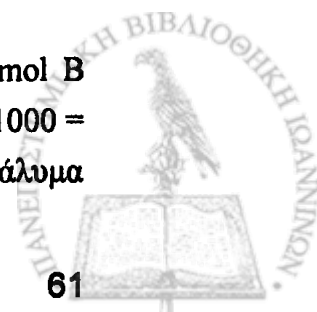
Οι τιμές υπολογίζονται ως ακολούθως:

$35 \mu\text{mol/l Fe} = 35 \times 621 \text{ g/mol Fe-DTPA (330 Fe)} = 21735/1000 = 21,74 \text{ mg/l Fe-DTPA (330 Fe)}$. Τα $21,74 \text{ mg/l} = 21,74 \text{ g/m}^3$. Το 100 φορές συμπυκνωμένο μητρικό διάλυμα ανά m³ περιέχει $21,74 \text{ g/m}^3 \times 100 = 2174 \text{ g/m}^3 \text{ Fe-DTPA (330 Fe)}$.

$20 \mu\text{mol/l Mn} = 20 \times 169 \text{ μg MnSO}_4 \cdot \text{H}_2\text{O} = 3380/1000 = 3,38 \text{ mg/l MnSO}_4 \cdot \text{H}_2\text{O}$. Τα $3,38 \text{ mg/l} = 3,38 \text{ g/m}^3$. Το 100 φορές συμπυκνωμένο μητρικό διάλυμα ανά m³ περιέχει $3,38 \text{ g/m}^3 \times 100 = 338 \text{ g/m}^3 \text{ Θεικό μαγγάνιο}$.

Με παρόμοιο τρόπο υπολογίζονται και τα υπόλοιπα ιχνοστοιχεία.

Σημειώστε ότι $1 \text{ mol Na}_2\text{B}_4\text{O}_7 \cdot 10\text{H}_2\text{O}$ (Βόρακα) δίδει 4 mol B . Έτσι για $18 \mu\text{mol B}$ απαιτούνται: $1/4 \times 18 = 4,5 \mu\text{mol Na}_2\text{B}_4\text{O}_7 \cdot 10\text{H}_2\text{O}$. $4,5 \mu\text{mol} \times 381,2 \text{ μg/l} = 1715/1000 = 1,72 \text{ mg/l} = 1,72 \text{ g/m}^3 \text{ Na}_2\text{B}_4\text{O}_7 \cdot 10\text{H}_2\text{O}$. Το 100 φορές συμπυκνωμένο μητρικό διάλυμα



ανά m^3 πρέπει να περιέχει $1,72 \text{ g/m}^3 \times 100 = 172 \text{ g/m}^3$ Βόρακα.

4.2.5. Παρασκευή των θρεπτικών διαλυμάτων

Αρχικά τα λιπάσματα τοποθετούνται σε, μεγάλα δοχεία, (βαρέλια) των 100-1000 λίτρων σε πολλαπλάσιες συγκεντρώσεις (συνήθως 100πλάσιες η 200πλάσιες) από αυτές που πρέπει να υφίστανται στο διάλυμα με το οποίο τροφοδοτούνται τα φυτά. Τα διαλύματα που περιέχονται στα βαρέλια αυτά λέγονται μητρικά ή απλώς πυκνά διαλύματα. Το διάλυμα που φτάνει στα φυτά προκύπτει από την αραιώση των πυκνών αυτών διαλυμάτων με νερό. Το αραιωμένο διάλυμα που παρέχεται στα φυτά ονομάζεται απλώς αραιό διάλυμα. Πρέπει απαραίτητα να χρησιμοποιούνται δύο τουλάχιστον δοχεία πυκνών διαλυμάτων, γιατί το νιτρικό ασβέστιο δεν μπορεί να τοποθετηθεί στο ίδιο δοχείο με φωσφορικά και θειικά λιπάσματα σε τόσο μεγάλες συγκεντρώσεις. Κάτι τέτοιο θα είχε σαν συνέπεια την κατακρήμνιση $\text{Ca}_3(\text{H}_2\text{PO}_4)_2$ και CaSO_4 , λόγω της χαμηλής διαλυτότητας που έχουν αυτά τα δυο άλατα. Συνήθως χρησιμοποιείται και ένα τρίτο βαρέλι μητρικού διαλύματος, στο οποίο τοποθετείται αποκλειστικά και μόνο οξύ (κατά κανόνα HNO_3), για τον έλεγχο του pH του διαλύματος. Οι ποσότητες λιπασμάτων που πρέπει να προστεθούν στο νερό για την παρασκευή ορισμένου όγκου πυκνών διαλυμάτων αποτελούν τη λεγόμενη στην υδροπονική πράξη "συνταγή παρασκευής του θρεπτικού διαλύματος".

Στο πρώτο δοχείο πυκνού διαλύματος (δοχείο Α) προστίθεται οπωσδήποτε το νιτρικό ασβέστιο και συνήθως ακόμη το νιτρικό αμμώνιο, ένα μέρος του νιτρικού καλίου και ο σίδηρος. Στο δεύτερο δοχείο (βαρέλι Β) προστίθεται οπωσδήποτε το θειικό κάλιο, το θειικό μαγνήσιο, το φωσφορικό μονοαμμώνιο, το φωσφορικό μονόκάλιο, το φωσφορικό οξύ και τα υπόλοιπα ιχνοστοιχεία εκτός του σιδήρου. Το νιτρικό μαγνήσιο (αν πρόκειται να γίνει χρήση του) μπορεί να προστεθεί σε οποιοδήποτε από τα δύο δοχεία πυκνών διαλυμάτων. Αν δεν υπάρχει ξεχωριστό βαρέλι για το οξύ, τότε το νιτρικό οξύ μπορεί να προστεθεί είτε στο δοχείο Α, είτε στο δοχείο Β, είτε ισόποσα και στα δύο.

Τα δοχεία των πυκνών διαλυμάτων συνδέονται με ένα σύστημα μίξης, το οποίο αραιώνει ισόποσα τα δύο μητρικά διαλύματα Α και Β με νερό.

Η αναλογία αραιώση είναι τόση, όσες φορές πιο πυκνά έχουν παρασκευασθεί τα μητρικά διαλύματα σε σχέση με το αραιό διάλυμα, με το οποίο θα τροφοδοτηθούν τα φυτά. Οι συνήθειες αναλογίες συγκέντρωσης των θρεπτικών στοιχείων μεταξύ των αρχικών και των μητρικών διαλυμάτων στην υδροπονία είναι 1/100 ή 1/200. Μεγαλύτερη συμπύκνωση των πυκνών διαλυμάτων συνήθως δεν είναι εφικτή εξαιτίας των ορίων που θέτει η διαλυτότητα των χρησιμοποιούμενων λιπασμάτων. Το αραιό διάλυμα που προκύπτει οδηγείται με



τη βοήθεια μιας αντλίας στο χώρο ανάπτυξης των φυτών. Αν υπάρχει ειδικό δοχείο για το οξύ, το σύστημα μείξης των πυκνών διαλυμάτων διοχετεύει την απαιτούμενη κάθε φορά ποσότητα οξέος στο αραιό διάλυμα είτε αυτόματα είτε μετά από ρύθμιση, ώστε το pH να συγκρατείται μεταξύ 5,5 και 6,0.

Σπάνια (και μόνο σε συστήματα με επανακυκλοφορία του διαλύματος) μπορεί να είναι απαραίτητο κι ένα τέταρτο βαρέλι με KHCO_3 , ή KOH για την ανύψωση του pH όποτε παρίσταται ανάγκη.

Η διαλυτότητα των αλάτων που χρησιμοποιούνται ως λιπάσματα ιχνοστοιχείων είναι πάντοτε πολύ μεγαλύτερη από τις συγκεντρώσεις που επιδιώκονται στο αραιό διάλυμα. Γι' αυτό στην πράξη συνήθως παρασκευάζεται ένα υπέρπυκνο διάλυμα με όλα τα ιχνοστοιχεία εκτός του σιδήρου. Η συγκέντρωση των ιχνοστοιχείων στο υπέρπυκνο αυτό διάλυμα συνήθως είναι 10.000 έως 25.000 φορές μεγαλύτερη από αυτή που επιζητείται στο αραιό διάλυμα, με το οποίο τροφοδοτούνται τα φυτά. Κάθε φορά λοιπόν που πρέπει να παρασκευασθούν πυκνά διαλύματα Α και Β, στο δοχείο με τα θειικά και φωσφορικά λιπάσματα (δοχείο Β) προστίθεται και μια ποσότητα υπέρπυκνου διαλύματος ιχνοστοιχείων σε αναλογία 1/100 έως 1/250 αντίστοιχα.

Έτσι η τελική διάλυση των ιχνοστοιχείων στο αραιό διάλυμα το οποίο προκύπτει μετά την περαιτέρω αραιώση των πυκνών διαλυμάτων σε αναλογία π.χ. 1/100 θα είναι 1/10.000 έως 1/25.000 αντίστοιχα και επομένως θα προκύπτουν οι συγκεντρώσεις που επιζητούνται.

4.2.6. Υπερβολική ποσότητα κάποιου μακροστοιχείου στο νερό.

Αν η ποσότητα κάποιου μακροστοιχείου που περιέχει το νερό είναι λίγο μεγαλύτερη από την απαιτούμενη στη βασική σύνθεση, για τον υπολογισμό του θρεπτικού διαλύματος, διαιρείται πρώτα η ποσότητα του στοιχείου που υπάρχει στο νερό με την απαιτούμενη ποσότητα που αναφέρεται στη βασική σύνθεση και με το πηλίκο (ποσοστό υπερβολής) πολλαπλασιάζονται τα στοιχεία της βασικής σύνθεσης (πλην φωσφορικών και αμμωνιακών), ώστε να αυξηθεί η ποσότητα τους στο ανάλογο ποσοστό (Το ποσοστό αύξησης των αμμωνιακών προστίθεται στα νιτρικά και αυξάνονται λίγο περισσότερο τα θειικά για την εξισορρόπηση των φωσφορικών και αμμωνιακών) όπως και στην περίπτωση της αυξημένης αγωγιμότητας. Η νέα βασική σύνθεση που βρέθηκε χρησιμοποιείται για να γίνουν οι υπολογισμοί.

Εξυπακούεται ότι η νέα αυξημένη βασική σύνθεση επιβάλλει τη χρησιμοποίηση μεγαλύτερης ηλεκτρικής αγωγιμότητας στο θρεπτικό διάλυμα τροφοδοσίας που θα χρησιμοποιηθεί στην άρδευση. Η ηλεκτρική αγωγιμότητα



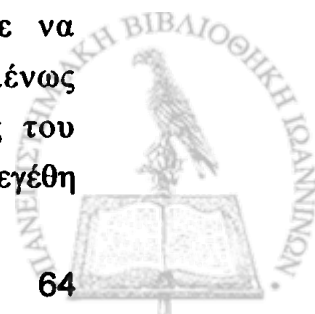
είναι αυξημένη κατά το ποσοστό υπερβολής. Με αυτό τον τρόπο η ποσότητα των θρεπτικών στοιχείων στο διάλυμα αυξάνει αλλά η αναλογία των περισσότερων θρεπτικών στοιχείων μεταξύ τους παραμένει η ίδια.

4.2.7. Έλεγχος και αναπροσαρμογή των θρεπτικών διαλυμάτων

Όπως αναφέρθηκε πιο πάνω, η υδροπονία βασίζεται στην τροφοδότηση των φυτών με θρεπτικά στοιχεία μέσω ενός τεχνητού θρεπτικού διαλύματος. Είναι γνωστό ότι και τα φυτά που καλλιεργούνται στο έδαφος εφοδιάζονται με θρεπτικά στοιχεία από ένα θρεπτικό διάλυμα, φυσικό όμως, το εδαφικό διάλυμα. Τόσο όμως στην περίπτωση που χρησιμοποιούνται υποστρώματα όσο και στην περίπτωση της καλλιέργειας σε αμιγές θρεπτικό διάλυμα, ο συνολικός όγκος του χώρου στον οποίο αναπτύσσεται η ρίζα και συνεπώς και ο όγκος του θρεπτικού διαλύματος ανά φυτό είναι δραστικά μειωμένος σε σχέση με τους αντίστοιχους όγκους που υφίστανται σε καλλιέργειες φυτών του ίδιου είδους στο έδαφος.

Για παράδειγμα, ένα φυτό αγγουριάς, το οποίο αναπτύσσεται στο έδαφος θερμοκηπίου σε καλλιέργεια με πυκνότητα φύτευσης 2500 φυτά ανά στρέμμα (0,4 m²/φυτό) και με δεδομένο ένα βάθος ριζοστρώματος περί τα 0,5 m εκμεταλλεύεται έναν όγκο εδάφους περίπου 200 lit. Αν θεωρηθεί μια συνήθης περιεκτικότητα του εδάφους σε υγρασία γύρω στα 30 %, τότε αυτό το φυτό έχει περίπου 60 lit εδαφικού διαλύματος στη διάθεση του όταν είναι ποτισμένο. Στην καλλιέργεια σε πετροβάμβακα όπως για παράδειγμα, αντιστοιχούν μόνο 3,75 lit υπόστρωμα ανά φυτό αγγουριάς (3 φυτά ανά πλάκα πετροβάμβακα διαστάσεων 100x15x7,5 cm). Με δεδομένη μια περιεκτικότητα του πετροβάμβακα σε θρεπτικό διάλυμα γύρω στα 75 % σε κατάσταση κορεσμού, κάθε φυτό έχει στη διάθεση του περίπου 2-2,8 lit θρεπτικό διάλυμα. Σε ένα σύστημα NFT αντιστοιχούν συνήθως 2 lit διαλύματος ανά φυτό (Graves 1983). Ποσότητα 2-2,8 lit διαλύματος καλύπτει τις ανάγκες ενός καρποφορούντος φυτού αγγουριάς σε νερό και θρεπτικά στοιχεία μόνο για 1-2 μέρες ενώ τα 60 lit επαρκούν για 25-50 μέρες. Είναι φυσικά ευνόητο, ότι όταν ο όγκος του διαλύματος, από το οποίο τρέφεται ένα φυτό είναι μόνο 2-3 lit, οι μεταβολές στις συγκεντρώσεις των θρεπτικών ιόντων και στις μεταξύ τους αναλογίες σαν συνέπεια της εκλεκτικής απορρόφησης αυτών από το φυτό είναι πολύ πιο γρήγορες και πολύ πιο έντονες.

Από το παραπάνω παράδειγμα γίνεται φανερό πόσο ακριβής πρέπει να είναι η σύσταση του θρεπτικού διαλύματος στην υδροπονία και πόσο τακτική η παροχή του στο χώρο ανάπτυξης του ριζικού συστήματος, ώστε να εξασφαλίζεται η καλή θρέψη και ανάπτυξη των φυτών. Είναι επομένως απαραίτητο να ελέγχεται τακτικά η σύσταση και οι άλλες ιδιότητες του θρεπτικού διαλύματος στο χώρο των ριζών και όποτε υπάρχει ανάγκη τα μεγέθη



αυτά να αναπροσαρμόζονται πάλι στα αρχικά, επιθυμητά επίπεδα.

Από την άλλη πλευρά όμως, η αριστοποίηση της σύστασης του διαλύματος με το οποίο τρέφονται τα φυτά αλλά και η επέμβαση προς διόρθωση ανισορροπιών που τυχόν εμφανίζονται είναι πολύ πιο εύκολη στην υδροπονία, αφού σε κάθε φυτό αντιστοιχεί ένας τόσο μικρός όγκος ριζοστρώματος και θρεπτικού διαλύματος, το οποίο εύκολα και γρήγορα μπορεί να ανανεώνεται.

Πριν γίνει συγκεκριμένη αναφορά στους ελέγχους και τις αναπροσαρμογές που πρέπει να γίνονται στο θρεπτικό διάλυμα ώστε να εξασφαλίζεται σε όλα τα στάδια της καλλιέργειας η ισόρροπη θρέψη και ανάπτυξη των φυτών, θα πρέπει πρώτα να διευκρινισθεί ότι αυτό θα πρέπει να γίνεται τόσο στο νωπό θρεπτικό διάλυμα που φτάνει στα φυτά μέσω του συστήματος παροχής, όσο και σε αυτό που υπάρχει στο χώρο των ριζών.

Στην περίπτωση των ανοιχτών υδροπονικών συστημάτων, η σύσταση του διαλύματος με το οποίο τροφοδοτούνται τα φυτά δεν είναι η ίδια με αυτή του διαλύματος που υπάρχει στο χώρο του ριζικού συστήματος, δηλαδή μέσα στο υπόστρωμα. Πράγματι, το διάλυμα που παρέχεται στα φυτά είναι καινούργιο και στο βαθμό που παρασκευάζεται σωστά θα έχει γνωστές και δεδομένες συγκεντρώσεις θρεπτικών στοιχείων και επομένως θα χαρακτηρίζεται από τις επιθυμητές τιμές pH και ηλεκτρικής αγωγιμότητας. Έτσι, στα ανοικτά συστήματα το μόνο που χρειάζεται να γίνεται για να εξασφαλίζεται η καλή ποιότητα του διαλύματος που παρέχεται στα φυτά, είναι να ελέγχεται σε, τακτά χρονικά διαστήματα (κάθε δύο ή τρεις μέρες) αν οι τιμές του pH και της ηλεκτρικής αγωγιμότητας είναι αυτές που προβλέπονται από το σχήμα θρέψης που εφαρμόζεται. Οι μετρήσεις αυτές γίνονται εύκολα και γρήγορα με απλά φορητά όργανα και αποσκοπούν στην έγκαιρη διάγνωση και διόρθωση ενδεχομένων λαθών ή βλαβών στο σύστημα μείξης και παροχής του διαλύματος.

Αντίθετα, τόσο οι συγκεντρώσεις σε θρεπτικά στοιχεία, όσο και οι τιμές του pH και της ηλεκτρικής αγωγιμότητας του διαλύματος που βρίσκεται στο χώρο ανάπτυξης των ριζών δεν είναι ούτε δεδομένες ούτε σταθερές. Οι μεταβολές που υφίστανται προσδιορίζονται από τρεις παράγοντες:

- α) από το έδαφος και την ποσότητα του διαλύματος που φτάνει στο χώρο του ριζοστρώματος μέσω του συστήματος παροχής (νέο διάλυμα με τη συνιστώμενη σύνθεση και θρεπτικά στοιχεία και τις επιθυμητές τιμές pH και αγωγιμότητας).
- β) από την πρόσληψη νερού και θρεπτικών στοιχείων από το φυτό (ποσότητες και αναλογίες μεταξύ τους) και
- γ) από την έκταση της απορροής διαλύματος από το χώρο των ριζών (δηλαδή από



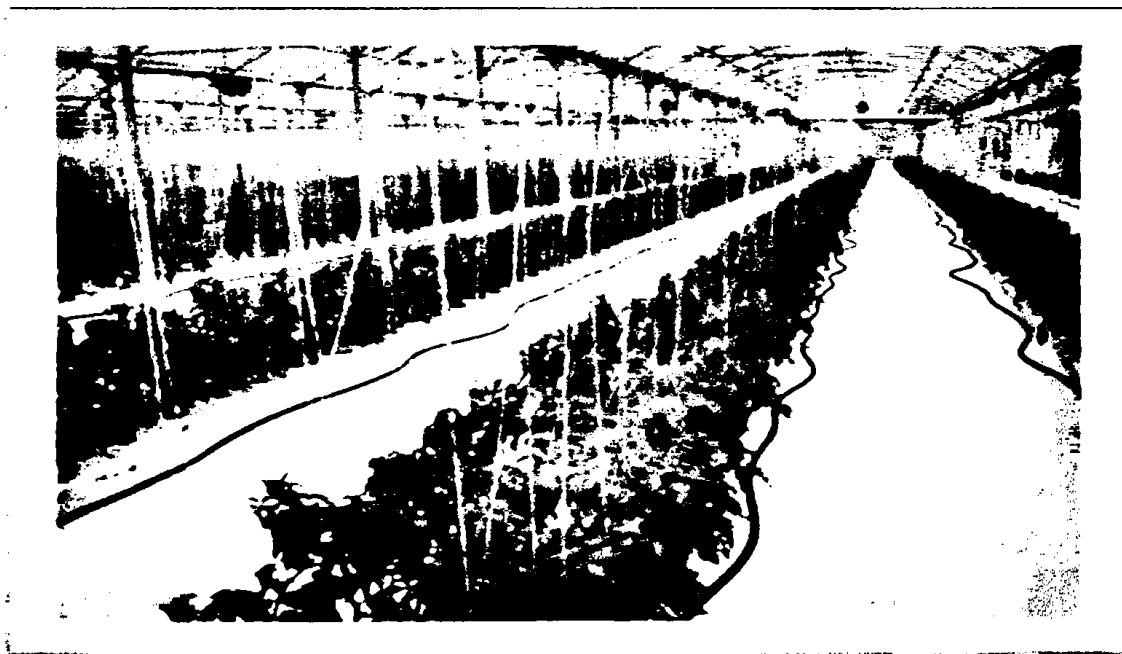
ΜΕΡΟΣ ΠΕΜΠΤΟ

ΚΑΛΛΙΕΡΓΗΤΙΚΕΣ ΤΕΧΝΙΚΕΣ ΑΝΤΙΠΡΟΣΩΠΕΥΤΙΚΩΝ ΛΑΧΑΝΟΚΟΜΙΚΩΝ ΕΙΔΩΝ

5.1. Τομάτα *Lycopersicon - Lycopersicum*

Η τομάτα είναι φυτό της κεντρικής και νότιας Αμερικής. Ανήκει στην οικογένεια solanaceae, και η απόδοσή της στην Ελλάδα, για την περίοδο συγκομιδής από 3 έως 6 μήνες, κυμαίνεται μεταξύ 6 και 20 τόνων ανά στρέμμα. Οι καλλιεργούμενοι γενότυποι είναι υβρίδια F-1, παράγονται στο εξωτερικό και τα χαρακτηριστικά που έχουν είναι ότι, παράγουν καρπούς καλής ποιότητας, είναι ανθεκτικά στις ασθένειες, προωμίζουν την παραγωγή και δίνουν υψηλές αποδόσεις.

Ειδικά, όταν εφαρμόζεται υδροπονική καλλιέργεια τομάτας σε θερμοκήπια, οι αποδόσεις είναι δυνατό να αυξηθούν από 20 έως 50%.



Εικόνα 11. Υδροπονική καλλιέργεια τομάτας σε υπόστρωμα τύρφης.

5.1.1. Περιβάλλον

Η άριστη θερμοκρασία για την ανάπτυξη της ρίζας είναι 20-25 °C όλη την καλλιεργητική περίοδο. Αυτό επιτυγχάνεται με τον σωλήνα θέρμανσης που τοποθετείται κάτω από το υπόστρωμα καλλιέργειας.

Όταν η θερμοκρασία της ρίζας αφήνεται να πέσει χαμηλότερα από 15 °C,

αυτό έχει σαν αποτέλεσμα την αύξηση της πιθανότητας προσβολής από είδη μυκήτων *Pythium* και γενικά την μείωση της παραγωγής.

Το ιδανικό εύρος της θερμοκρασίας που πρέπει να διατηρείται στον εσωτερικό χώρο του θερμοκηπίου, εξαρτάται από την ποικιλία και την ένταση του φωτισμού. Γενικά, οι ιδανικές θερμοκρασίες κατά την διάρκεια της ημέρας είναι μεταξύ 20 και 26 °C με ανώτερη ανεκτή τιμή τους 30 °C, ενώ κατά την διάρκεια της νύχτας κυμαίνονται από 16 έως 18 °C με κατώτερη ανεκτή τιμή τους 12 °C.

Την περίοδο της γονιμοποίησης, θερμοκρασίες μεγαλύτερες από το μεσημέρι ευνοούν την γονιμοποίηση των ανθέων, όπως επίσης και η μείωση της σχετικής υγρασίας με τον εξαερισμό.

Μετά την έναρξη της συγκομιδής οι θερμοκρασίες μπορεί να είναι κατώτερες, αλλά επιδιώκεται ένας καλός εξαερισμός του θερμοκηπίου την περίοδο αυτή που τα φυτά είναι πιο μεγάλα ώστε να μειωθεί η σχετική υγρασία και να βελτιωθεί ο ρυθμός διαπνοής των φυτών. Αυτό βοηθά στη διατήρηση ενός υγιεινού περιβάλλοντος για τα φυτά αλλά και της ισορροπίας μεταξύ βλαστικής και αναπαραγωγικής ανάπτυξης.

5.1.2. Καλλιεργητικές φροντίδες

- **Αποστάσεις φύτευσης**

Μεταξύ των σειρών οι αποστάσεις είναι 1 m και η απόσταση μεταξύ των φυτών της ίδιας σειράς είναι 0,33 m.

- **Λίπανση - θρέψη**

Το θρεπτικό διάλυμα πρέπει να προσφέρει στην καλλιέργεια τις ιδανικές ποσότητες θρεπτικών στοιχείων ανάλογα με το στάδιο ανάπτυξής της. Έτσι, τα όρια του pH πρέπει να κυμαίνονται από 5.5 έως 6.0, ενώ η ηλεκτρική αγωγιμότητα επιδιώκεται να έχει εύρος από 2.5 έως 2.8.

Η συνταγή λίπανσης συντάσσεται από τον τεχνικό σύμβουλο (γεωπόνο) και πρέπει να δίνεται στον παραγωγό σε απλή μορφή. Η βάση για τον σχεδιασμό του προγράμματος λίπανσης είναι η χημική ανάλυση του νερού άρδευσης.

Στους παρακάτω πίνακες καταγράφονται ενδεικτικές συνταγές θρεπτικών διαλυμάτων υδροπονικής καλλιέργειας τομάτας, ανάλογα με την ποιότητα νερού άρδευσης, το είδος υποστρώματος και το στάδιο ανάπτυξης του φυτού.

Πίνακας 12. Θρεπτικό διάλυμα υδροπονικής καλλιέργειας τομάτας 100 φορές πιο συμπυκνωμένο διάλυμα, τα λιπάσματα διαλύονται σε 1 m³ νερό το οποίο έχει την εξής σύσταση

Ποιότητα νερού άρδευσης	
HCO₃⁻	0,50 mmol/l
Ca⁺⁺	0,25 mmol/l
EC	1,65 dS/m
ΔΟΧΕΙΟ Α	
Νιτρικό ασβέστιο	58,8 Kg
Νιτρικό κάλιο	15,4 Kg
Νιτρική αμμωνία	4,0 Kg
Χηλικός σίδηρος DTPA 9%	2,2 Kg
ΔΟΧΕΙΟ Β	
Νιτρικό μαγνήσιο	24,6 Kg
Νιτρικό κάλιο	20,0 Kg
Φωσφορικό μονοκάλιο	13,6 Kg
Θεικό κάλιο	21,8 Kg
Θεικό μαγνήσιο	24,6 Kg
Βόρακας	238 g
Θεικός ψευδάργυρος	115 g
Θεικός χαλκός	12 g
Μολυβδαινικό νάτριο	12 g
ΔΟΧΕΙΟ Γ	
Νιτρικό οξύ	--
Φωσφορικό οξύ	5,8 Kg

Πηγή: Νικολετάκης Μηνάς

Πίνακας 13. Θρεπτικό διάλυμα υδροπονικής καλλιέργειας τομάτας 100 φορές πιο συμπυκνωμένο διάλυμα, τα λιπάσματα διαλύονται σε 1 m³ και το νερό έχει την εξής σύσταση

Ποιότητα νερού άρδευσης	
HCO ₃ ⁻	5 mmol/l
Ca ⁺⁺	2 mmol/l
EC	1,65 dS/m

Σχέση K/N 0,6 mol/mol 1,8 w/w.

ΔΟΧΕΙΟ Α	
Νιτρικό ασβέστιο	27,2 Kg
Νιτρικό κάλιο	25,4 Kg
Νιτρική αμμωνία	4,0 g
Χηλικός σίδηρος DTPA 9%	2,2 g
ΔΟΧΕΙΟ Β	
Νιτρικό μαγνήσιο	24,6 Kg
Νιτρικό κάλιο	20,0 Kg
Φωσφορικό μονοκάλιο	13,6 Kg
Θεικό κάλιο	21,8 Kg
Θεικό μαγνήσιο	24,6 Kg
Βόρακας	238 g
Θεικός ψευδάργυρος	115 g
Θεικός χαλκός	12 g
Μολυβδαινικό νάτριο	12 g
ΔΟΧΕΙΟ Γ	
Νιτρικό οξύ	--
Φωσφορικό οξύ	5,8 Kg

Πηγή: Νικολετάκης Μηνάς



Πίνακας 14. Θρεπτικό διάλυμα υδροπονικής καλλιέργειας τομάτας στο στάδιο ανάπτυξης και ανθοφορίας.

ΣΥΝΤΑΓΗ ΘΡΕΨΗΣ (ανάπτυξη- ανθοφορία)			
ΥΓΡΑΣΙΑ Slab	70-75%		
WC(%)			
pH Slab	5.0 - 6.5		
EC(mS·cm) Slab	2.5 - 3.5		
pH άρδευσης	5.5 - 6.0		
EC(mS·cm) άρδευσης	2.5		
Λίπασμα		Περιεκτικότητα σε μικροστοιχεία και ιχνοστοιχεία	Ποσότητα σε γραμμάρια
Νιτρικό κάλιο	KNO_3	13.8% NO_3^- - 38.6% K	430
Νιτρικό ασβέστιο	$Ca(NO_3)_2$	14.5% NO_3^- - 1% NH_4^+ - 19%Ca	470
Νιτρική αμμωνία	NH_4NO_3	17.5% NO_3^- - 17.5% NH_4^+	20
Νιτρικό μαγνήσιο	$Mg(NO_3)_2$	11% NO_3^- - 9.9% Mg	160
Φωσφορικό μονοκάλιο	KH_2PO_4	23.5% P - 28.% K	200
Θεικό κάλιο	K_2SO_4	40.5% K - 18% SO_4	85
Θεικό μαγνήσιο	$MgSO_4$	9.3% Mg - 13% SO_4	235
Χηλικός σίδηρος	Fe-EDTA	6% Fe	20
Νιτρικό οξύ 67%	HNO_3		
ΙΧΝΟΣΤΟΙΧΕΙΑ			
Τετραβορικό νάτριο (βόρακας)	$Na_2B_4O_7$	11.3% B	2.125
Θεικός χαλκός	$CuSO_4$	25% Cu	0.2
Θεικό μαγγάνιο	$MnSO_4$	27.3% Mn	2.925
Θεικός ψευδάργυρος	$ZnSO_4$	22% Zn	0.6
Μολυβδανικό νάτριο		39.6% Mo	0.065

Πηγή: Ντίνας Γεώργιο

Πίνακας 15. Θρεπτικό διάλυμα υδροπονικής καλλιέργειας τομάτας στο στάδιο της καρπόδεσης.

ΣΥΝΤΑΓΗ ΘΡΕΨΗΣ (καρπόδεση)			
ΥΓΡΑΣΙΑ Slab WC(%)	65 - 70%		
pH Slab	5.0 - 6.5		
EC(mS/cm) Slab	2.8 - 3.5		
pH άρδευσης	5.5 - 6.0		
EC(mS/cm) άρδευσης	2.8		
Λίπασμα		Περιεκτικότητα σε μικροστοιχεία και ιχθυοστοιχεία	Ποσότητα σε γραμμάρια
Νιτρικό κάλιο	KNO ₃	13.8% NO ₃ - 38.6% K	630
Νιτρικό ασβέστιο	Ca(NO ₃) ₂	14.5% NO ₃ - 1% NH ₄ - 19%Ca	575
Νιτρική αμμωνία	NH ₄ NO ₃	17.5% NO ₃ - 17.5% NH ₄	10
Νιτρικό μαγνήσιο	Mg(NO ₃) ₂	11% NO ₃ - 9.9% Mg	160
Φωσφορικό μονοκάλιο	KH ₂ PO ₄	23.5% P - 28.% K	200
Θεικό κάλιο	K ₂ SO ₄	40.5% K - 18% SO ₄	45
Θεικό μαγνήσιο	MgSO ₄	9.3% Mg - 13% SO ₄	290
Χηλικός σίδηρος	Fe-EDTA	6% Fe	20
Νιτρικό οξύ 67%	HNO ₃		
ΙΧΘΥΟΣΤΟΙΧΕΙΑ			
Τετραβορικό νάτριο (βόρακας)	Na ₂ B ₄ O ₇	11.3% B	2.125
Θεικό-γαλκός	CuSO ₄	25% Cu	0.2
Θεικό μαγνήσιο	MnSO ₄	27.3% Mn	2.925
Θεικό ψευδάργυρος	ZnSO ₄	22% Zn	0.6
Μολυβδαινικό νάτριο		39.6% Mo	0.065

Πηγή: Ντίνας Γεώργιος

• Κλάδεμα φυτών

Στο θερμοκήπιο εφαρμόζεται κατακόρυφη ανάπτυξη των κεντρικών βλαστών των φυτών, που κρέμονται από την οροφή του θερμοκηπίου και απαιτούν συνεχή αφαίρεση των πλευρικών βλαστών, τύλιγμα του φυτού στο σπάγκο στήριξης και χαμήλωμα και γύρισμα των φυτών ώστε το επάκριο μερίστωμα να μην υπερβαίνει σε ύψος το σύρμα στήριξης του σπάγκου.

Πριν το χαμήλωμα των φυτών γίνεται αφαίρεση των χαμηλών φύλλων, έτσι ώστε το φυτό να διατηρεί φύλλα σε μήκος 1 -12 m η μέχρι την ταξικαρπία που πρόκειται να συλλεχθεί. Έτσι διευκολύνεται η κυκλοφορία του αέρα στο χώρο του θερμοκηπίου και αποφεύγεται η ανάπτυξη ασθενειών, επίσης διευκολύνεται και η

συλλογή των καρπών.

Η γονιμοποίηση των ανθέων είναι ουσιώδους σημασίας για το μέγεθος της παραγωγής, αλλά και για την ποιότητα των καρπών.

Την περίοδο του χειμώνα και όταν η ένταση του φωτός είναι μικρή, είναι απαραίτητο να γίνεται προσεκτική δόνηση των ανθοταξιών με ηλεκτρικό δονητή τουλάχιστον τρεις φορές την εβδομάδα. Την περίοδο αυτή όταν εμφανιστούν ηλιόλουστες ημέρες, γίνεται δόνηση επιπλέον από τις προγραμματισμένες. Την περίοδο που το φως είναι επαρκές, αραιώνουν οι δονήσεις.

Η χρησιμοποίηση εντόμων, όπως οι Bumble Bees για γονιμοποίηση, δίνουν πολύ καλά αποτελέσματα στα θερμαινόμενα θερμοκήπια και το χειμώνα και μετά.

5.2. Αγγούρι (*Cucumis Sativus*)

Η αγγουριά ανήκει στην οικογένεια Cucurbitaceae (κολοκυνθοειδή). Το βοτανικό της όνομα είναι *Cucumis sativus*, L.. Είναι ετήσιο φυτό, το οποίο όταν αναπτύσσεται υπό φυσικές συνθήκες χωρίς να υποστρώνεται και χωρίς να κλαδεύεται είναι έρπον ή αναρριχώμενο. Από άποψη φωτοπεριόδου είναι ουδέτερο και επομένως η διάρκεια της ημέρας δεν παίζει κανένα ρόλο στην ανθοφορία του και στην καρπόδεση.

Η αγγουριά είναι επιτολαιόριζο φυτό. Το ριζικό της σύστημα αναπτύσσεται κυρίως οριζόντια, και μάλιστα σε αρκετή ακτίνα γύρω από την κεντρική πασσαλώδη ρίζα.

5.2.1 Περιβάλλον



Εικόνα 12. Υδροπονική καλλιέργεια αγγουριού σε υπόστρωμα ελαφροπετρας.

Η άριστη θερμοκρασία ρίζας είναι 20 – 25 °C για όλη την περίοδο καλλιέργειας και επιτυγχάνεται με τη χρήση του σωλήνα θέρμανσης κάτω από το υπόστρωμα καλλιέργειας. Κατά την περίοδο της φυτεύσης είναι πολύ σημαντικό να υπάρχει αυτή η θερμοκρασία στο υπόστρωμα καλλιέργειας, ώστε να αναπτυχθεί γρήγορα το ριζικό σύστημα. Όταν η θερμοκρασία της ρίζας είναι χαμηλότερη από αυξάνεται η πιθανότητα προσβολής από είδη των μυκήτων και υπάρχει τάση για μείωση της παραγωγής..

Η άριστη θερμοκρασία του αέρα του θερμοκηπίου εξαρτάται από την ένταση του φωτός, το υβρίδιο και την εποχή φύτευσης. Η θερμοκρασία μαζί με την σχετική υγρασία στο χώρο του θερμοκηπίου ελέγχουν τον τρόπο ανάπτυξης των φυτών και την προσβολή από ασθένειες.

Στα πρώτα στάδια ανάπτυξης του φυτού η μέση θερμοκρασία 24ώρου προσδιορίζει την ταχύτητα ανάπτυξης των φυτών. Όσο χαμηλότερη είναι η μέση θερμοκρασία του 24ώρου, τόσο πιο ρωμαλέα είναι η ανάπτυξη με χονδρό στέλεχος και κοντά μεσογονάτια διαστήματα. Όσο υψηλότερη είναι η θερμοκρασία, τόσο πιο λεπτό γίνεται το στέλεχος και μακρύτερα τα μεσογονάτια διαστήματα. Γενικά η θερμοκρασία ημέρας κυμαίνεται μεταξύ 21 – 23 °C ενώ η νυκτερινή 18 - 19 °C Με μικρή πυκνότητα φωτισμού η θερμοκρασία πρέπει να είναι μικρότερη, γιατί αλλιώς δημιουργούνται λεπτά, αδύνατα φυτά, χωρίς το έντονο πράσινο χρώμα των ρωμαλέων φυτών. Από την έναρξη της συγκομιδής η θερμοκρασία συνήθως μειώνεται, ρυθμίζοντας έτσι την παραγωγή καρπών σε σχέση με τη βλαστική ανάπτυξη των φυτών.

Στο αγγούρι και οι υψηλές, αλλά και οι χαμηλές σχετικά υγρασίες πρέπει να αποφεύγονται. Η χαμηλή σχετική υγρασία δημιουργεί συνήθως προβλήματα όταν γίνεται η φύτευση στο θερμοκήπιο και την θερμή περίοδο τις μεσημβρινές ώρες. Με την υψηλή σχετική υγρασία, ιδιαίτερα το βράδυ, παρουσιάζονται πολλά φυτοπαθολογικά προβλήματα, όπως βοτρυτής και ωίδιο.

5.2.2. Καλλιεργητικές φροντίδες

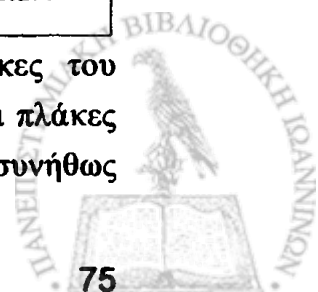
- Εποχή-Αποστάσεις φύτευσης

Η καλλιέργεια αγγουριάς περιλαμβάνει τρεις καλλιεργητικές περιόδους όπως φαίνεται και στο πίνακα 16.

Πίνακας 16. Καλλιεργητικές περίοδοι.

ΚΑΛΛΙΕΡΓΗΤΙΚΗ ΠΕΡΙΟΔΟΣ	ΕΝΑΡΞΗ	ΛΗΞΗ	ΠΕΡΙΟΧΕΣ
1	Οκτώβριος	Ιούνιος	Ιεράπετρα, Περιοχές Ηρακλείου
2	Ιανουάριος	Αύγουστος	Σ' όλη την Ελλάδα
3	Αύγουστος	Ιανουάριος	Σ' όλη την Ελλάδα

Στις υδροπονικές καλλιέργειες αγγουριού σε πετροβάμβακα οι πλάκες του υποστρώματος έχουν διαστάσεις είτε 7,5x15x100 είτε 7,5x20x100 cm. Οι πλάκες με πλάτος 20 cm παρέχουν μεγαλύτερη ασφάλεια στην καλλιέργεια και συνήθως

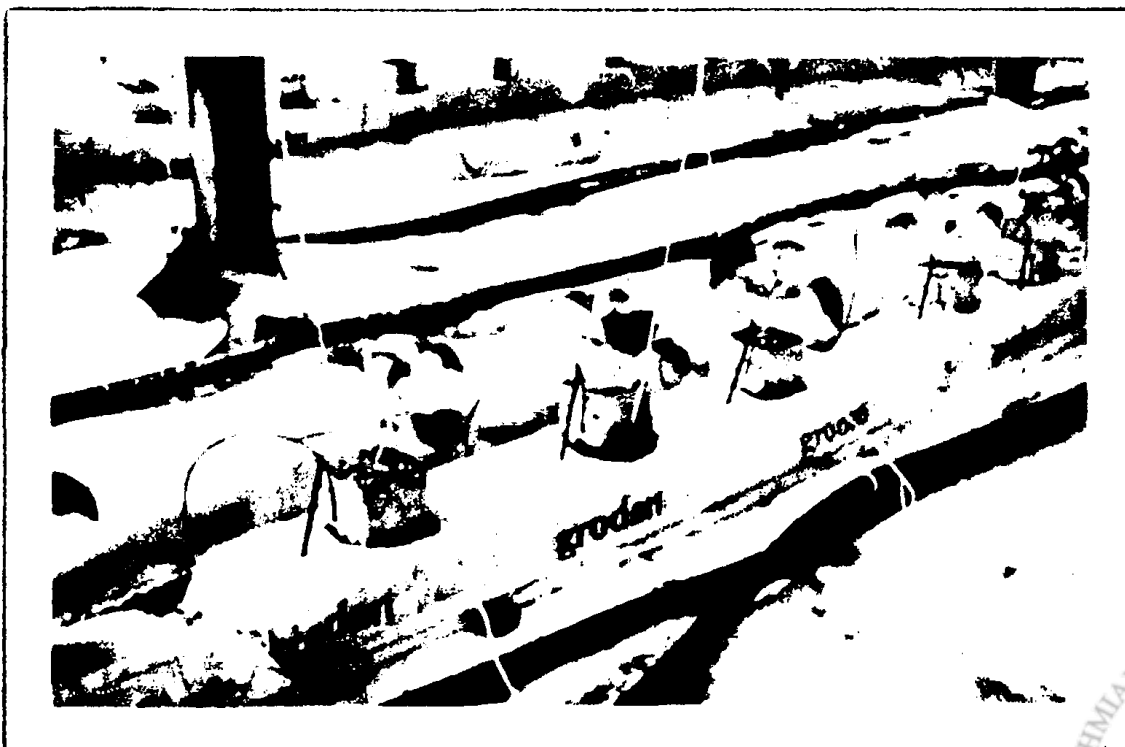


δίνουν και ελαφρώς καλύτερες αποδόσεις. Μειονεκτούν όμως από άποψη κατά 30% περίπου, με συνέπεια πολλοί παραγωγοί να προτιμούν τις πλάκες πετροβάμβακα πλάτους 15 cm. Στην Ελλάδα μάλιστα, αυτή η επιλογή είναι ο κανόνας.

Βασικός παράγοντας για τον υπολογισμό αυτό είναι το είδος της καλλιέργειας και η κατασκευή του θερμοκηπίου. Όσο πιο σύγχρονη είναι η θερμοκηπιακή μονάδα (ύψος θερμοκηπίου, δυνατότητα αερισμού, σύστημα θέρμανσης αν υπάρχει) τόσο καλύτερα μπορούμε να εκμεταλλευτούμε το χώρο (μεγαλύτερη πυκνότητα φυτών). Παραθέτουμε την πυκνότητα φύτευσης υδροπονικών καλλιεργειών σε πετροβάμβακα που εφαρμόζονται στον ελληνικό χώρο με επιτυχία: 1400-2000 φυτά/στρέμμα.

- **Αρδευση**

Το αγγούρι είναι είδος που απαιτεί μια μόνιμη δροσιά εδάφους. Τα φυτά που υποφέρουν από ξηρασία εκτός του ότι έχουν μειωμένη απόδοση, δίνουν καρπούς πικρούς ακόμα και αν πρόκειται για ποικιλίες χωρίς πικράδα. Σύμφωνα με Γάλλους συγγραφείς, υπολογίζεται ότι ένα φυτό αγγουριού, σε πλήρη βλάστηση, καταναλώνει 2,3 λίτρα νερό την ημέρα. Έτσι λοιπόν στα πρώτα στάδια ανάπτυξης των φυτών, το πότισμα γίνεται κάθε δεύτερη ή τρίτη ημέρα για ένα λεπτό ενώ καθώς το φυτό μεγαλώνει, τόσο η συχνότητα, όσο και ο χρόνος παροχής θρεπτικού διαλύματος αυξάνεται σταδιακά.



Εικόνα 13. Τρόπος αρδευσης αγγουριάς σε υδροπονική καλλιέργεια GRODAN.

Λίπανση - θρέψη

Πριν την εγκατάσταση της καλλιέργειας θα πρέπει να έχει προηγηθεί χημική ανάλυση για τον προσδιορισμό της περιεκτικότητας του νερού άρδευσης σε ιόντα ανόργανων αλάτων. Με βάση τα αποτελέσματα της ανάλυσης νερού καταρτίζεται στη συνέχεια η σύνθεση του διαλύματος με το οποίο θα τροφοδοτηθεί η καλλιέργεια. Όπως σε όλες τις καλλιέργειες εκτός εδάφους, το θρεπτικό διάλυμα που θα χρησιμοποιηθεί για τη θρέψη μιας υδροπονικής καλλιέργειας αγγουριού θα πρέπει να έχει σύνθεση κατάλληλη για το συγκεκριμένο φυτικό είδος.

Η αναλογία N:K (meq/meq) στα θρεπτικά διαλύματα που χρησιμοποιούνται για τη θρέψη του αγγουριού θα πρέπει να είναι πιο υψηλή στα αρχικά στάδια ανάπτυξης του φυτού (μέχρι να αρχίσουν να δένουν οι πρώτοι καρποί) και ακολούθως να μειώνεται. Συγκεκριμένα, κατά το αρχικό, δηλαδή το βλαστικό στάδιο ανάπτυξης συνιστάται συνήθως μια αναλογία N:K ίση με 2,5. Με την έναρξη της καρπόδεσης η αναλογία αυτή θα πρέπει να μειώνεται στο 2,0. Όσον αφορά τη σχέση K:Ca στο θρεπτικό διάλυμα, όταν πρόκειται για καλλιέργεια αγγουριού αυτή συνήθως διατηρείται στο 0,8. Τέλος, η αναλογία Ca:Mg στο θρεπτικό διάλυμα συνιστάται να παραμένει σταθερή ίση με 3,5.

Σε περιόδους με χαμηλή ηλιοφάνεια καθώς και στα αρχικά στάδια της καλλιέργειας (μέχρι την έναρξη του δεσίματος των πρώτων καρπών που αφήνονται να αναπτυχθούν στα φυτά) το διάλυμα θα πρέπει να έχει μεγαλύτερη συνολική συγκέντρωση αλάτων (μεγαλύτερη ηλεκτρική αγωγιμότητα) από την τιμή 1,7-2,0 dS/m που αναφέρθηκε παραπάνω. Η ηλεκτρική αγωγιμότητα σε αυτές τις περιπτώσεις μπορεί να ανυψωθεί μέχρι 2,8-3,3 dS/m. Η ανύψωση της ηλεκτρικής αγωγιμότητας πάνω από το βασικό επίπεδο των 1,7-2,0 dS/m που αναφέρθηκε παραπάνω επιτυγχάνεται είτε με επιπλέον χορήγηση νιτρικών αλάτων καλίου, ασβεστίου και μαγνησίου είτε με την προσθήκη NaCl είτε με συνδυασμό και των δύο μεθόδων. Οι ποσότητες που θα προστεθούν όμως θα πρέπει να διατηρούν αμετάβλητες τις παραπάνω αναφερόμενες αναλογίες μεταξύ των ιόντων K^+ , Ca^{++} , Mg^{++} , NO_3^- στο διάλυμα. Το pH του διαλύματος που βρίσκεται στο χώρο ανάπτυξης των ριζών θα πρέπει να μην ξεπερνά το 6,0-6,5. Για να επιτευχθεί αυτό, το θρεπτικό διάλυμα με το οποίο τροφοδοτούνται τα φυτά θα πρέπει να έχει pH όχι μεγαλύτερο από 5,5-5,7.

Στους παρακάτω πίνακες καταγράφονται διάφορες ενδεικτικές συνταγές θρεπτικών διαλυμάτων υδροπονικής καλλιέργειας αγγουριού ανάλογα με την σύσταση του νερού άρδευσης, το είδος υποστρώματος και το στάδιο ανάπτυξης του φυτού.

Πίνακας 17. Θρεπτικό διάλυμα υδροπονικής καλλιέργειας αγγουριού 100φορές πιο συμπυκνωμένο διάλυμα. Τα λιπάσματα διαλύονται σε 1m³ και το νερό έχει την εξής σύσταση

Ποιότητα νερού άρδευσης	
HCO₃⁻	
Ca⁺⁺	
EC	
Νιτρικό ασβέστιο	58,8 Kg
Νιτρικό κάλι	18,0 Kg
Νιτρική αμμωνία	4,0 Kg
Χηλικός σίδηρος DTPA 9%	2,2 Kg
ΔΟΧΕΙΟ Β	
Νιτρικό κάλι	30,0 Kg
Φωσφορικό μονοκάλι	10,2 Kg
Θεικό κάλιο	
Μαγνήσιο	24,6 Kg
Νιτρικό μαγνήσιο	
Θεικό μαγγάνιο	338 g
Θεικός ψευδάργυρος	115 g
Βόρακας	190 g
Μολυβδαινικό νάτριο	12 g
Θεικός χαλκός	12 g
ΔΟΧΕΙΟ Γ	
Νιτρικό οξύ 68%	
Φωσφορικό οξύ 85%	5,8 Kg

Πηγή: Νικολετάκης Μηνάς

Πίνακας 18. Παρασκευή θρεπτικού διαλύματος υδροπονικής καλλιέργειας αγγουριού 100 φορές πιο συμπυκνωμένο διάλυμα. Τα λιπάσματα διαλύονται σε 1 m³ και έχουμε την εξής σύσταση νερού

Ποιότητα νερού άρδευσης	
HCO₃⁻	5,00 mmol/l
Ca⁺⁺	2.00 mmol/l
EC Σχέση K/N 0,5 mol/mol 1,3 w/w.	1,5 dS/rn
ΔΟΧΕΙΟ Α	
Νιτρικό ασβέστιο	27,2 Kg
Νιτρικό κάλι	20,5 Kg
Νιτρική αμμωνία	4,0 Kg
Χηλικός σίδηρος DTPA 9%	2,2 Kg
ΔΟΧΕΙΟ Β	
Νιτρικό οξύ 68%	34,7 Kg
Φωσφορικό οξύ 85%	14,4 Kg
Θεικό κάλιο	8,7 Kg
Μαγνήσιο	12,3 Kg
Νιτρικό μαγνήσιο	
Θεικό μαγγάνιο	338 g
Θεικός ψευδάργυρος	115 g
Βόρακας	190 g
Μολυβδαινικό νάτριο	12 g
Θεικός χαλκός	12 g
ΔΟΧΕΙΟ Γ	
Νιτρικό οξύ 68%	34,7 Kg
Φωσφορικό οξύ 85%	14,4 Kg

Πηγή: Νικολετάκης Μηνάς.

Πίνακας 19. Παρασκευή θρεπτικού διαλύματος υδροπονικής καλλιέργειας αγγουριού σε διάφορα στάδια ανάπτυξης του φυτού

ΦΑΣΗ	ΤΥΠΟΣ	ΟΝΟΜΑΣΙΑ	ΠΟΣΟΤΗΤΑ
Α΄ ΦΑΣΗ Μέχρι το 5 πραγματικό φύλλο	13-0-46 33-0-0 12-61-0 0-0-0	Νιτρικό κάλι Νιτρική αμμωνία Φωσφορικό μονοαμμώνιο Θεικό Μαγγνήσιο	1 κιλό 0,5 κιλά 1 κιλό 0,5 κιλά
Β΄ ΦΑΣΗ Μεχρι το 10 πραγματικό φύλλο	13-0-46 33-0-0 12-61-0 0-0-0	Νιτρικό κάλι Νιτρική αμμωνία Φωσφορικό μονοαμμώνιο Θεικό Μαγγνήσιο	2 κιλά 2 κιλά 0,5 κιλά 1 κιλό
Γ΄ ΦΑΣΗ Μεχρι τέλος της καλλιεργ/κης περιόδου	13-0-46 33-0-0 12-61-0 0-0-0	Νιτρικό κάλι Νιτρική αμμωνία Φωσφορικό μονοαμμώνιο Θεικό Μαγγνήσιο	2,5 κιλά 2,5 κιλά 0,5 κιλά 1 κιλό

Πηγή: Γιαλιάς Στέφανος,

Πίνακας 20. Μακροστοιχεία για την παρασκευή ενός θρεπτικού διαλύματος (mg/l) ή μητρικού διαλύματος (Kg/m³) αγγουριού με βρόχινο νερό.

Λίπασμα	g/mol	Mmol/l	Θρεπτικό Διάλυμα Τροφοδοσίας Mg/l	Μητρικό Διάλυμα Kg/m ³
Νιτρικό ασβέστιο	181	4,90	887	88,7
Μαγνησιο	246,3	1,40	345	34,5
Θεικό κάλιο	174,3	0,05	9	0,9
Νιτρική αμμωνία	80	0,50	40	4,0
Μονοφωσφορικό κάλιο	136,1	1,25	170	17,0
Νιτρικό κάλιο	101,1	6,35	642	64,2

Πηγή: Νικολετάκης Μηνάς

- **Υποστύλωση αγγουριάς**

Στις θερμοκηπιακές καλλιέργειες η αγγουριά συνήθως υποστυλώνεται κατακόρυφα με σπάγκο που στερεώνεται στη βάση του φυτού. Στη συνέχεια ο σπάγκος περιτυλίσσεται γύρω από το κεντρικό στέλεχος του φυτού, και τελικά δένεται στο σύρμα υποστύλωσης που βρίσκεται πάνω από κάθε γραμμή φυτών. Κάθε μία έως δύο εβδομάδες ο σπάγκος λύνεται από το σύρμα υποστύλωσης και περιτυλίσσεται γύρω από το κορυφαίο τμήμα, του στελέχους, το οποίο σχηματίστηκε στο ενδιάμεσο χρονικό διάστημα που μεσολάβησε από την τελευταία φορά που είχε γίνει αυτή η εργασία και ξαναδένεται πάλι εκεί όπου ήταν στερεωμένος και πριν. Μετά το κορφολόγημα του κεντρικού στελέχους παύει πλέον να γίνεται και η εργασία του περιτυλίγματος του με το σπάγκο κάθε μια η δύο εβδομάδες, δεδομένου ότι δεν συντελείται πλέον περαιτέρω επιμήκυνση του.

- **Κλάδεμα**

Το κλάδεμα στις αγγουριές θερμοκηπίου αποσκοπεί κατ' αρχήν στη μεγιστοποίηση του βαθμού εκμετάλλευσης του χώρου του θερμοκηπίου μέσω της επίτευξης του επωφελέστερου για το σκοπό αυτό σχήματος διαμόρφωσης της κόμης. Παράλληλα όμως μέσω του κλαδέματος επιδιώκεται και η ρύθμιση της ισορροπίας μεταξύ των βλαστικών (φύλλα, στελέχη) και των αναπαραγωγικών (καρποί) οργάνων του κάθε φυτού, έτσι ώστε αυτό σε όλη τη διάρκεια παραμονής τους στο θερμοκήπιο να παράγει συνεχώς πολλούς και μεγάλους καρπούς καλής ποιότητας.

Στην αγγουριά, σε αντίθεση με τα σολανώδη, όποιο σύστημα διαμόρφωσης της κόμης και αν επιλεγεί, επιδιώκεται η ανάπτυξη ισχυρών πλάγιων βλαστών .

Αιτία γι' αυτό είναι η ιδιότητα της αγγουριάς, όπως και πολλών άλλων ειδών της οικογένειας Cucurbitaceae, να σχηματίζουν περισσότερα θηλυκά άνθη και να δίνουν περισσότερους και καλύτερης ποιότητας καρπούς στους πλάγιους βλαστούς, απ' ότι στο κεντρικό στέλεχος.

5.3. Πιπεριά *Capsicum annuum* L.

Η καλλιεργούμενη πιπεριά (*Capsicum annuum* var. *Annuum* L.) ανήκει στην οικογένεια *Capsicum* spp. από το ελληνικό κάπτω =καυτερός, καυστικός. Κατάγεται από διάφορες περιοχές της τροπικής και υποτροπικής Αμερικής. Είναι φυτό μονοετές ή διετές ποώδες με κορμό και βλαστούς ελαφρά ξυλώδεις στη βάση διακλαδίζεται αρκετά και έχει την τάση να αναπτύσσεται προς τα πάνω.

5.3.1. Περιβάλλον



Εικόνα 14. Υδροπονική καλλιέργεια πιπεριάς σε υπόστρωμα τύρφης .

Η καλλιέργεια της πιπεριάς είναι αποδοτική μόνο σε περιβάλλον με ήπιο κλίμα δεδομένου ότι πρόκειται για φυτό ευπαθές στο ψύχος δηλαδή σε θερμοκρασία μικρότερης των 12 °C, περίπου. Για ικανοποιητική εκμετάλλευση του παραγωγικού δυναμικού του φυτού απαιτείται μακρά βλαστική περίοδο με ευνοϊκές θερμοκρασίες, δεδομένου ότι τα φυτά των πρώιμων ποικιλιών αρχίζουν να συγκομίζονται περίπου 3-4 μήνες μετά την σπορά και των όψιμων ποικιλιών μετά 4-5 μήνες, ενώ η περίοδο των διαδοχικών συγκομιδών συνεχίζεται για πολλές εβδομάδες.

Άριστη αύξηση και ανάπτυξη της πιπεριάς επιτυγχάνεται σε θερμοκρασίες ημέρας 20-25 °C και νύχτας 16-20 °C. Όταν η θερμοκρασία της νύχτας ξεπερνά τους 20 °C η καρπόδεση είναι φτωχή. Σε θερμοκρασίες κάτω από 15-16 °C και πάνω από 30-32 °C είτε δεν γονιμοποιούνται τα άνθη, λόγω έλλειψης γόνιμης γύρης οπότε παρατηρείται ανθόπτωση, είτε απορρίπτονται οι νεαροί καρποί λόγω θερμικής

καταπόνησης του φυτού.

Άριστες θερμοκρασίες για έπικονίαση και γονιμοποίηση είναι 20-25 °C.

Στις ακραίες θερμοκρασίες περιβάλλοντος περισσότερο ευαίσθητες είναι οι μεγαλόκαρπες ποικιλίες, οι οποίες παράγουν τόσο παραμορφωμένους καρπούς λόγω ελλιπούς γονιμοποίησης.

Ανθόπτωση και καρπόπτωση συμβαίνει επίσης σε συνθήκες ξηρασίας εδάφους και αέρα ή υπερβολικής υγρασίας. Σε χαμηλές θερμοκρασίες υποβαθμίζεται η γεύση και το χρώμα των παραγόμενων καρπών. Σύμφωνα με ορισμένα πειραματικά δεδομένα οι άριστες θερμοκρασίες για την σύνθεση των ερυθρών χρωστικών είναι 18-24 °C ενώ δεν απαιτείται φως.

Η ελάχιστη θερμοκρασία για την βλάστηση του σπόρου είναι 15 °C και η άριστη 25-30 °C. Η πιπεριά είναι φωτοπεριοδικά ουδέτερο φυτό. Ευδοκμεί σε ελαφριά εδάφη (αμμοπηλώδη ή και πηλώδη) πλούσια σε οργανική ουσία με pH 5,5-6,8. Αργιλώδη εδάφη είναι ακατάλληλα.

Η υψηλή απόδοση στα ελαφριά εδάφη εξαρτάται όμως και από την επαρκή οργανική και ανόργανη λίπανση. Σε υδροπονική καλλιέργεια πιπεριάς σημαντικό ρόλο παίζει τόσο η συχνότητα των υδρολίπανσεων όσο και η ποσότητα του θρεπτικού διαλύματος η οποία διοχετεύεται στα φυτά. Σε πειράματα βρέθηκε ότι η συχνότητα υδρολίπανσης σε φυτά πιπεριάς επηρεάζει τόσο την παραγωγή όσο και το κόστος παραγωγής. Έτσι υπολογίστηκε ότι με 12-16 υδρολίπανσεις ανά ημέρα των 74 ml/υδρολίπανση επιτεύχθηκε απόδοση 9 Kg/m² (Jovicich et al., 2003ac). Αντίθετα οι Jovicich et al., 2003 ανέφεραν ότι με μείωση των υδρολίπανσεων από 62 σε 6 ανά ημέρα η απόδοση των εμπορεύσιμων καρπών μειώθηκε από 9,1 σε 3,7 Kg/m².

Από τις σημαντικότερες εργασίες που εκτελούνται με μεγάλη συνέπεια στο θερμοκήπιο καθημερινά και καθ' όλη την καλλιεργητική περίοδο είναι οι υδρολίπανσεις. Αυτές ξεκινούν με 10 ποτίσματα ανά ημέρα την περίοδο Αυγούστου-Σεπτεμβρίου, συνεχίζουν με 5 ποτίσματα ανά ημέρα την χειμερινή περίοδο, τον Απρίλιο αυξάνονται στα 20 ποτίσματα/ημέρα και καταλήγουν στα 40 ποτίσματα/ημέρα από τον Μάιο έως την λήξη της καλλιεργητικής περιόδου. Με την

άρδευση γίνεται και η λίπανση σε συγκεκριμένες αναλογίες θρεπτικών στοιχείων ανάλογα με την χρονική περίοδο και το στάδιο ανάπτυξης των φυτών.

5.3.2 Καλλιεργητικές φροντίδες

- **Εποχή σποράς-Αποστάσεις φύτευσης**

Η σπορά για την Νότιο Ελλάδα γίνεται σε δύο φάσεις, η πρώτη γίνεται τέλος Ιουλίου με αρχές Αυγούστου και η μεταφύτευση αρχές Σεπτεμβρίου η δεύτερη Οκτώμβριο-Νοέμβριο και η μεταφύτευση τον Δεκέμβριο.

Για την Βόρειο Ελλάδα η σπορά γίνεται Δεκέμβριο-Ιανουάριο και η μεταφύτευση τον Φεβρουάριο-Μάρτιο (Ντόγρας, 2008). Ο αριθμός φυτών ανά ποικιλία παρουσιάζεται παρακάτω (Πίνακας 21)

Πίνακας 21. Αριθμός φυτών ανά ποικιλία στο θερμοκήπιο

ΠΟΙΚΙΛΙΑ	ΑΡΙΘΜΟΣ ΦΥΤΩΝ
FERRARI	47748
DERBY	
GLORY	28239
KELLY	19030
VIPER	18338
RED SPIDER	82310

Η φύτευση γίνεται συνήθως σε ζεύγη δίδυμων γραμμών που απέχουν μεταξύ τους 100-150 cm. Οι δίδυμες γραμμές απέχουν μεταξύ τους 60 - 80 cm. Και τα φυτά απέχουν επί της γραμμής περίπου 50 cm

Λίπανση - Θρέψη

Από τις σημαντικότερες εργασίες που εκτελούνται με μεγάλη συνέπεια στο θερμοκήπιο



καθημερινά και καθ' όλη την καλλιεργητική περίοδο είναι οι υδρολιπάνσεις. Στους παρακάτω πίνακες καταγράφονται ενδεικτικές συνταγές θρεπτικών διαλυμάτων υδροπονικής καλλιέργειας πιπεριάς ανάλογα με την σύσταση του νερού άρδευσης, το είδος υποστρώματος και το στάδιο ανάπτυξης του φυτού.

Πίνακας 22. Παρασκευή θρεπτικού διαλύματος υδροπονικής καλλιέργειας πιπεριάς 100 φορές πιο συμπυκνωμένο διάλυμα, τα λιπάσματα διαλύονται σε 1m³ νερό με την εξής σύσταση νερού

Ποιότητα νερού άρδευσης	
HCO₃⁻	0,50 mmol/l
Ca⁺⁺	0,25 mmol/l
Mg⁺⁺	0,00 mmol/l
ΔΟΧΕΙΟ Α	
Νιτρικό ασβέστιο	58,8 Kg
Νιτρικό κάλι	23,1 Kg
Νιτρική αμμωνία	
Χηλικός σίδηρος DTPA 9%	2,2 Kg
ΔΟΧΕΙΟ Β	
Νιτρικό κάλι	35,0 Kg
Φωσφορικό μονοκάλι	10,2 Kg
Θεικό κάλιο	
Μαγνήσιο	30,8 Kg
Νιτρικό μαγνήσιο	
Θεικό μαγγάνιο	422 g
Θεικός ψευδάργυρος	115 g
Βόρακας	190 g
Μολυβδαινικό νάτριο	12 g
Θεικός χαλκός	12 g
ΔΟΧΕΙΟ Γ	
Φωσφορικό οξύ 85%	5,8 Kg

Πηγή: Νικολετάκης Μηνάς .

Πίνακας 23. Παρασκευή θρεπτικού διαλύματος υδροπονικής καλλιέργειας πιπεριάς 100 φορές πιο συμπυκνωμένο διάλυμα, τα λιπάσματα διαλύονται σε 1m³ και το νερό έχει την εξής σύσταση

Ποιότητα νερού άρδευσης	
HCO₃⁻	5,0 mmol/l
Ca⁺⁺	2,0 mmol/l
Mg⁺⁺	0,5 mmol/l
EC του διαλύματος που οδηγείται στα φυτά 1,6 dS/m. Σχέση K/N 0,5mol/mol 1,3 w/w	
ΔΟΧΕΙΟ Α	
Νιτρικό ασβέστιο	27,2 Kg
Νιτρικό κάλι	25,6 Kg
Νιτρική αμμωνία	
Χηλικός σίδηρος DTPA 9%	2,2Kg
ΔΟΧΕΙΟ Β	
Νιτρικό κάλι	30,0 Kg
Φωσφορικό μονοκάλι	
Θεικό κάλιο	8,7 Kg
Μαγνήσιο	18,5 Kg
Νιτρικό μαγνήσιο	
Θεικό μαγγάνιο	422 g
Θεικός ψευδάργυρος	115 g
Βόρακας	190 g
Μολυβδαινικό νάτριο	12 g
Θεικός χαλκός	12 g
ΔΟΧΕΙΟ Γ	
Νιτρικό οξύ 68%	34,7 Kg
Φωσφορικό οξύ 85%	14,4 Kg

Πηγή: Νικολετάκης Μηνάς

Πίνακας 24. Παρασκευή θρεπτικού διαλύματος υδροπονικής καλλιέργειας πιπεριάς.

ΔΟΧΕΙΟ Α	
Νιτρικό ασβέστιο	100 Kg
Νιτρικό κάλι	40 Kg
Νιτρική αμμωνία	9 Kg
Χηλικός σίδηρος DTPA 9%	4,5 Kg
ΔΟΧΕΙΟ Β	
Νιτρικό κάλι	30, Kg
Φωσφορικό μονοκάλι	45 Kg
Θεικό κάλιο	8,7 Kg
Μαγνήσιο	18,5 Kg
Νιτρικό μαγνήσιο	12 Kg
Θεικό μαγγάνιο	400 g
Θεικός ψευδάργυρος	250 g
Βόρακας	550 g
Μολυβδαινικό νάτριο	26,4 g
Θεικός χαλκός	55 g
Νιτρικό οξύ 68%	34,7 Kg

Πηγή: Κωνσταντίνος Πετρίδης.

- **Υποστύλωση - κλάδεμα**

Η πιπεριά θερμοκηπίου διαμορφώνεται συνήθως σε σχήμα με 2 4στελέχη (βλαστούς) τα οποία στηρίζονται σε κατακόρυφους σπάγκους. Σε ορισμένες καλλιέργειες μπορεί να μη γίνεται συστηματικό κλάδεμα στα φυτά αλλά να αφήνονται 8 10 βλαστοί που στηρίζονται σε οριζόντια πλέγματα από πλαστικό ή σύρμα με μεγάλα ανοίγματα π.χ 20X20 cm. Τα πλέγματα τοποθετούνται διαδοχικά καθώς αναπτύσσονται τα φυτά σε ύψος 50 60 cm το πρώτο και στις ίδιες κατακόρυφες αποστάσεις το δεύτερο και το τρίτο. Ο λόγος που εφαρμόζεται κλάδεμα στα φυτά γλυκιάς πιπεριάς θερμοκηπίου είναι για την διευκόλυνση της

εισχώρησης του φωτός σε ολόκληρη τη επιφάνεια του φυλλώματος για υψηλότερη απόδοση.

Η απουσία κλαδέματος προκαλεί τη δημιουργία πολύ πυκνής βλάστησης που δυσκολεύει τη συγκομιδή και ευνοεί την ανάπτυξη ασθενειών (Ντόγρας, 2008).

Οι Guo et al., (1990) ανέφεραν υψηλότερη απόδοση σε καλλιέργεια γλυκιάς πιπεριάς στην οποία εφαρμόσθηκε κλάδεμα 2 βλαστών με 4,5 φυτά/m² σε σχέση με φυτά 4 βλαστών και 2,25 φυτά/m².

Επίσης αναφέρθηκε ότι υψηλότερη απόδοση εμφάνιζαν φυτά τα οποία είχαν 1 βλαστό για ανάπτυξη και 8 φυτά/m² ή 4 φυτά/m² με 2 βλαστούς (Cebula, 1995).

Για την ενίσχυση της αρχικής βλαστικής ανάπτυξης του φυτού που έχει ως αποτέλεσμα την αύξηση της απόδοσης ανά φυτό, οι παραγωγοί συνήθως αφαιρούν τα πρώτα 1 έως 3 άνθη στο φυτό, (που βρίσκονται στις δύο πρώτες διακλαδώσεις των βλαστών) ώστε να καθυστερήσει η καρποφορία προς όφελος της βλαστικής ανάπτυξης. Στην Ολλανδία αφαιρούν μέχρι και τα 10 πρώτα άνθη για τον ίδιο σκοπό (Bakker 1989).

5.4. Μαρούλι (*Lactuca sativa* L.)

Το μαρούλι ανήκει στην κατηγορία των δικοτυλήδων και συγκεκριμένα στην οικογένεια Asteraceae. Σε κανονικές συνθήκες είναι φυτό μακράς ημέρας, π σημαίνει ότι δεν παράγει ανθικό στέλεχος και άνθη, εφόσον η διάρκεια της ημέρας δεν ξεπεράσει κατά πολύ τις 12 ώρες φωτός (Ολύμπιος, 2001).

Το καλλιεργούμενο μαρούλι είναι φυτό ποώδες και μονοετές με ρίζα πασσαλώδη.



Εικόνα 15. Καλλιέργεια μαρουλιού σε σύστημα NET

5.4.1 Περιβάλλον

Είναι φυτό ψυχρής εποχής και αναπτύσσεται καλά σε θερμοκρασίες γύρω στους 20 °C την ημέρα και 10 °C τη νύχτα, ενώ αντέχει έως τους -5 °C. Υψηλές θερμοκρασίες, ειδικά κατά την τελευταία περίοδο ανάπτυξης, επηρεάζουν αρνητικά το βάρος των κεφαλών, ενώ αυτές γίνονται χαλαρές με πιθανών

την καλύτερη ανάπτυξη του φυτού. Αντίθετα, μεγάλες διακυμάνσεις της υγρασίας του εδάφους λόγω ακανόνιστων ποτισμάτων μπορεί να προκαλέσουν πίκρισμα των φύλλων. Η υπερβολική υγρασία του εδάφους δεν είναι επιθυμητή, ιδιαίτερα κατά την εποχή που σχηματίζεται η κεφαλή, γιατί μπορεί να οδηγήσει στον σχηματισμό χαλαρών κεφαλών.

5.4.2. Καλλιεργητικές φροντίδες

Η καλλιεργητική πρακτική στο μαρούλι περιλαμβάνει την πυκνότητα και την εποχή φύτευσης, την άρδευση, τη λίπανση, καθώς και τον έλεγχο των ζιζανίων, εντόμων και ασθενειών

- **Πυκνότητα φύτευσης**

Στο θερμοκήπιο τα φυτά φυτεύονται σε ζεύγη γραμμών με απόσταση γραμμών ζεύγους 0,5 m απόσταση φυτών επί της γραμμής 0,25m και πλάτος διαδρομής 1,2m.

- **Άρδευση**

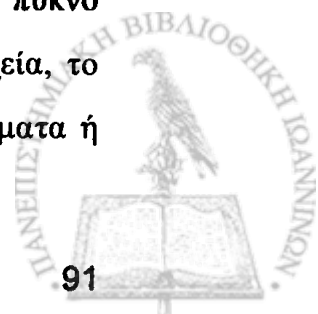
Η συχνότητα, αλλά και ο χρόνος της κάθε άρδευσης εξαρτάται από την ηλικία των φυτών και τις επικρατούσες καιρικές συνθήκες. Στα πρώτα στάδια ανάπτυξης των φυτών γίνεται κάθε δεύτερη ή τρίτη ημέρα για ένα λεπτό ενώ καθώς το φυτό μεγαλώνει, τόσο η συχνότητα, όσο και ο χρόνος παροχής θρεπτικού διαλύματος αυξάνεται σταδιακά.

- **Λίπανση - θρέψη**

Στις περισσότερες σύγχρονες φυτείες τα χημικά λιπάσματα χρησιμοποιούνται με διάφορες μορφές για να καλύψουν τις θρεπτικές ανάγκες των φυτών. Η βασική λίπανση περιλαμβάνει και τα τρία σημαντικά στοιχεία, N,P και K. Το N γίνεται όλο και περισσότερο σημαντικό κατά την διάρκεια ανάπτυξης των φυτών.

Στους παρακάτω πίνακες απεικονίζονται διάφορες ενδεικτικές συνταγές θρεπτικών διαλυμάτων υδροπονικής καλλιέργειας ντομάτας ανάλογα με την ποιότητα νερού άρδευσης, το είδος υποστρώματος και το στάδιο ανάπτυξης του φυτού.

Για τις θρεπτικές ανάγκες της καλλιέργειας, χρησιμοποιήθηκε βασικό πυκνό (1/100) θρεπτικό υδροπονικό διάλυμα το οποίο διαχωριζόταν σε δύο δοχεία, το δοχείο A και το δοχείο B χωρητικότητας 30 lit έκαστο. Τα χημικά λιπάσματα ή



στοιχεία τα οποία χρησιμοποιήθηκαν για την Παρασκευή του θρεπτικού διαλύματος ήταν για το δοχείο Α' Νιτρικό ασβέστιο, Νιτρικό κάλιο, Νιτρικό αμμώνιο, Χηλικός σίδηρος και για το δοχείο Β' Νιτρικό κάλιο, Θεικό μαγνήσιο, Νιτρικό μαγνήσιο, Θεικό κάλιο, Φωσφορικό οξύ, Θεικό μαγγάνιο, Θεικός ψευδάργυρος, Θεικός χαλκός, Βορικό οξύ, Αμμωνιακό μολυβδαίνιο, Νιτρικό οξύ. Επομένως το βασικό θρεπτικό διάλυμα θα έχει την παρακάτω σύσταση

Πίνακας 25. Σύσταση θρεπτικού διαλύματος σε τοποθέτηση σποροφύτων στο σύστημα NFT με επιθυμητή τιμή pH 6 και EC 1,5 dS/gn.

NO₃⁻N	14,29 mM
K	10,23 mM
PO₄⁻P	0,97 mM
Ca	3,74 mM
Mg	2,88 mM
SO₄⁻S	1,56 μM
Na	1,30 μM
B	18,52 μM
Mn	18,21 μM
Cu	4,72 μM
Zn	1,53 μM
Mo	0,52 μM
Fe	71,56 μM

Πηγή: Χριστουλάκη Μαρία-Ειρήνη

Πίνακα 26. Σύσταση θρεπτικού διαλύματος σε υδροπονικό σύστημα επίπλευσης (Floating system) την περίοδο Απρίλιο-Μάιο 2009.

K	430 ppm
PO₄P	62 ppm
Mg	24 ppm
SO₄S	32 ppm
B	324 ppb
Mn	275 ppb
Cu	48 ppb
Zn	262 ppb
Mo	48 ppb
Fe	2236 ppb

Πηγή: Στυλιανός Νεβεσκιώ.

Πίνακας 27. Σύνθεση θρεπτικού διαλύματος καλλιέργειας μαρουλιού σε πετροβάμβακα.

NO₃⁻	9,5 mM
H₂PO₄	1.0 mM
SO₄	0,5 mM
NH₄⁺	0,5 mM
Ca⁺⁺	3,07 mM
K⁺	9,75 mM
Mg⁺⁺	1,26 mM
Fe	35,0 μM
Mn	5,0 μM
Zn	3,0 μM
B	20,0 μM
Cu	0,5 μM
Mo	0,5 μM

Πηγή: Κωνσταντοπούλου Ελένη.

5.5. Μαϊντανός *Petroselinum crispum* L.

Ο μαϊντανός ανήκει στη οικογένεια των σκιαδανθών. Είναι διετές φυτό, με ατρακτοειδείς ρίζες και τον πρώτο χρόνο έχει πολλούς τρυφερούς βλαστούς, αυλακωτούς, γυαλιστερούς που φέρουν σύνθετα φύλλα, είναι φυτό εύκρατης ζώνης.

5.5.1 Περιβάλλον



Εικόνα 16. Υδροπονική καλλιέργεια μαϊντανού.

Ο μαϊντανός είναι φυτό ψυχρής εποχής, αρκετά σληραγωγημένος στο κρύο. Η ιδανική θερμοκρασία για την ανάπτυξή του είναι 15-18 °C. Σε πολύ χαμηλές θερμοκρασίες (κάτω από 0 °C) το εναέριο φυτό καταστρέφεται. Η παρατεταμένη έκθεση του φυτού σε χαμηλές θερμοκρασίες (7 °C ή και χαμηλότερη) μπορεί να προκαλέσει εαρινοποίηση δηλαδή πρόωρη άνθηση η οποία οδηγεί στην μείωση της ποιότητας και παραγωγής ριζών.

Είναι φυτό ουδέτερο ως προς την αντίδρασή του στην φωτοπερίοδο και μπορεί να καλλιεργηθεί σε ημισκιερά μέρη ή σε μέρη με πλήρη φωτισμό.

5.5.2 Καλλιεργητικές φροντίδες

- Τρόπος πολλαπλασιασμού

Πολλαπλασιάζετε με σπόρο . Η βλάστηση των σπόρων απαιτεί συνήθως 10-15

ημέρες, σε 25 °C, ενώ σε χαμηλές θερμοκρασίες μπορεί να πάρει 4-6 εβδομάδες.

- **Αρδευση**

Το έδαφος κατά την διάρκεια της καλλιέργειας πρέπει να διατηρείται κοντά στον κορεσμό με συχνές αρδεύσεις ανάλογα με τις κλιματικές συνθήκες που επικρατούν, αλλά πρέπει να είναι και καλά αποστραγγιζόμενο.

- **Λίπανση - θρέψη**

Τα χημικά λιπάσματα που χρησιμοποιούνται για την παρασκευή του θρεπτικού διαλύματος είναι για το δοχείο Α: Νιτρικό ασβέστιο, Νιτρικό κάλιο, Νιτρικό αμμώνιο, Χηλικός σίδηρος και για το δοχείο Β: Νιτρικό κάλιο, Θεικό μαγνήσιο, Νιτρικό μαγνήσιο, Θεικό κάλιο, Φωσφορικό οξύ - 86% κ.ο, Θεικό μαγγάνιο, Θεικός ψευδάργυρος, Αμμωνιακό μολυβδαίνιο και Βορικό οξύ, Θεικός χαλκός και Νιτρικό οξύ. Επομένως το θρεπτικό διάλυμα θα έχει την σύσταση του παρακάτω πίνακα .

Πίνακας 28. Παρασκευή θρεπτικού διαλύματος υδροπονικής καλλιέργειας μαϊντανού σε NFT

NO₃N	13,29
K	5,12
PO₄P	0,97
Ca	3,07
Mg	2,78
SO₄S	1,56
Na	1,30
B	18,52
Mn	18,21
Cu	4,72
Zn	1,53
Mo	0,52
Fe	71,56

Πηγή: Χονδράκη Σοφία



Εικόνα 17. Φυτό παντζαριού με πλήρη ανάπτυξη γογγυλόριζας.

5.6.1 Περιβάλλον

Το παντζάρι μπορεί να καλλιεργηθεί σε όλες τις κλιματολογικές συνθήκες αρκετά ανθεκτικό στο ψύχος, τόσο στο υπέργειο τμήμα του φυτού ό γογγυλόριζα. Το χρώμα της γογγυλόριζας είναι πιο έντονο κόκκινο σε πε πολύ κρύο σε σύγκριση με περιοχές με υψηλότερη θερμοκρασία. Το έδαφ να είναι βαθύ, μέσης σύστασης και καλά αποστραγγιζόμενο. Το ΡΗ τοι πρέπει να έχει τιμές 6-6.8.

5.6.2. Καλλιεργητικές φροντίδες

- **Εποχή σποράς**

Η σπορά πρέπει να γίνει τους μήνες Ιούλιο-Αύγουστο για παραγωγή το φ και το χειμώνα. Ακόμα μπορεί να γίνει το τρίμηνο Φεβρουάριο-Απ παραγωγή την άνοιξη και το καλοκαίρι.

- **Άρδευση**

Το παντζάρι έχει ανάγκη από ικανοποιητική υγρασία σε όλη την διά καλλιέργειας. Η υπερβολική υγρασία του εδάφους δημιουργεί προβλήμ



ανάπτυξη της γογγυλόριζας, ενώ η έλλειψη του νερού κάνει τις γογγυλόριζες ινώδεις.

- Λίπανση – θρέψη

Πίνακας 29. Σύσταση πλήρες θρεπτικού διαλύματος υδροπονίας σε μικροστοιχεία καλλιέργειας παντζαριού σε υπόστρωμα περλίτη

Μακροστοιχεία	mM
KNO ₃	8
Ca(NO ₃) ₂	4
MgSO ₄	2
KH ₂ PO ₄	1
MgCl ₂	4
NaFe- EDTA	0,4

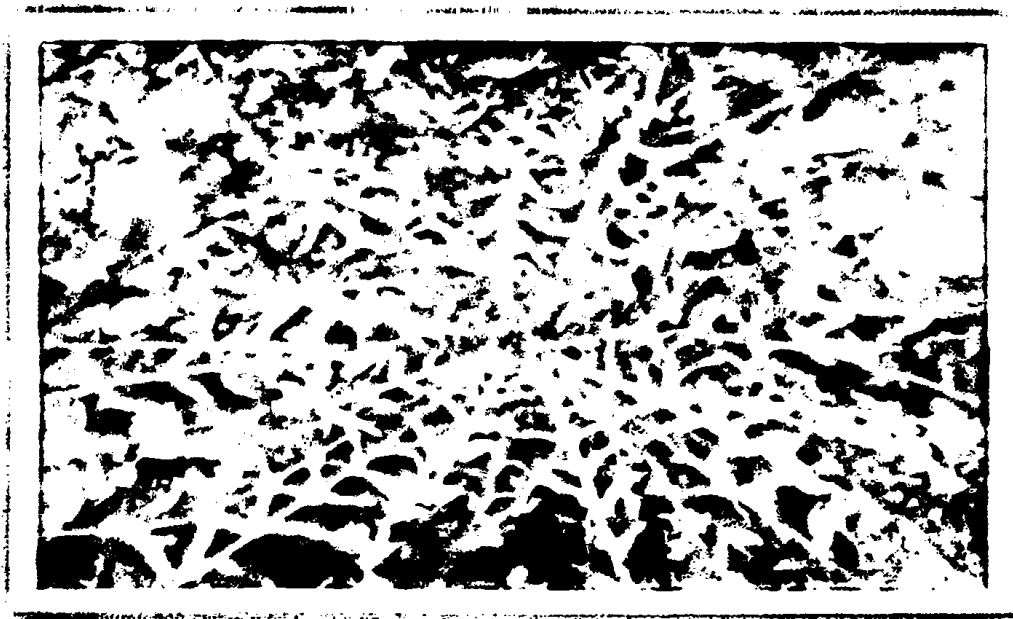
Πίνακας 30. Σύσταση πλήρες θρεπτικού διαλύματος υδροπονίας σε ιχνοστοιχεία

Ιχνοστοιχεία	μM
H ₃ BO ₃	45
MnCl ₂	9
ZnSO ₄	0,7
CuSO ₄	0,3
MoNa ₂ O ₄	0,1

5.7. Σταμναγκάθι *Cichorium spinosum* L.

Το σταμναγκάθι είναι ένα πολυετές φυτό που τα αγκάθια του είναι πρόνοια της φύσεως γιατί διαφορετικά θα ήταν δύσκολη η επιβίωσή του. Πιο συγκεκριμένα οι βλαστοί του είναι κοντοί, διακλαδισμένοι από τη βάση ύψους 4 - 18 εκατοστών. Το φυτό αυτό είναι ελαφρά τριχωτό, λείο με ρίζα που μοιάζει με αυτή του καρότου. Τα φύλλα του είναι λοβωτά και οδοντωτά και σχηματίζουν σφαιρικό ρόδακα. Τα άνθη του, στις μασχάλες του διακλαδιζόμενου όρθιου βλαστού ή των φύλλων, ανοίγουν το πρωί και αποτελούνται από γλωσσοειδή ανθίδια και το χρώμα τους είναι κυρίως έντονο γαλανό με μπλε στήμονες.

Οι ρίζες του περιέχουν ένα γαλακτώδες, πικρό υγρό που προσδίδει στο φυτό σημαντικές ιδιότητες.



Εικόνα 18. Φυτό σταμναγκαθιού.

5.7.1. Περιβάλλον

Η φύση έχει βάλει όλη της την τέχνη και όλη της την σοφία για να δημιουργήσει αυτό το φυτό με τέτοιο τρόπο ώστε να μπορεί να επιβιώσει στις περισσότερες αντίξοες καιρικές συνθήκες, αλλά και από τις ορέξεις των χορτοφάγων θηλαστικών της γης.

Έτσι, το σταμναγκάθι μπορεί να βρεθεί σε χιονισμένα δύσβατα μέρη των ορεινών όγκων του νομού Χανίων, αλλά και σε απόκρημνες ακρογιαλιές να το χτυπάει το

κύμα και να το θρέψει η αλμύρα της θάλασσας.

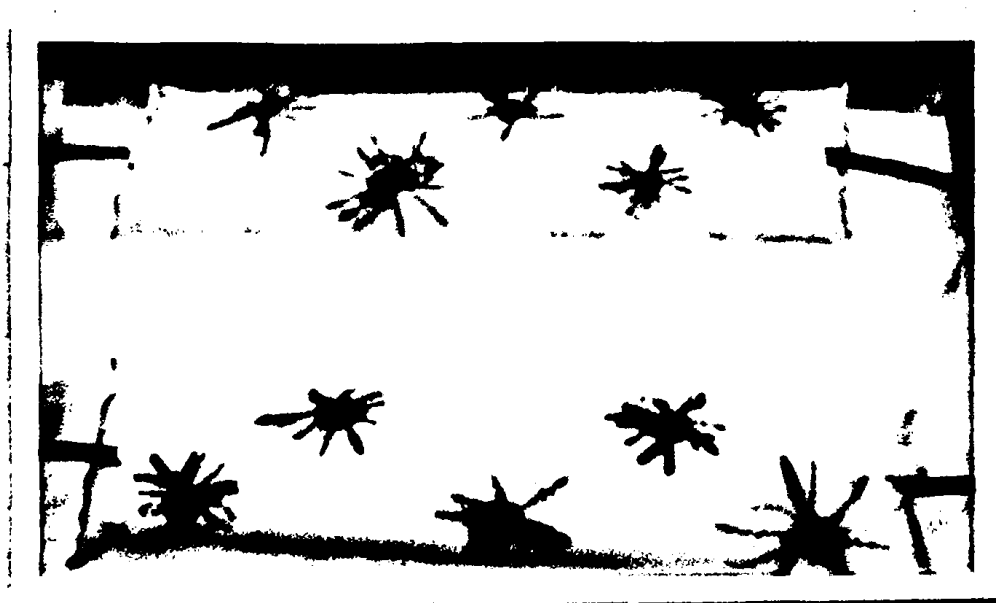
Με άλλα λόγια, ένας βιότοπος να το σταμναγκάθι είναι η παραθαλάσσια ή παραλιακή ζώνη η οποία επηρεάζεται από την θαλασσινή αλμύρα και τον αέρα. Το <<άγριο ράδι<> απαντάται τόσο στις αμμώδες περιοχές όσο και στις απόκρημνες βραχώσεις και προσαρμόζεται στις ειδικές οικολογικές συνθήκες που δημιουργούνται από τη θαλασσινή αλμύρα και υγρασία (Σταυριδάκης 2006).

Εκτός από τη θάλασσα το βλέπουμε και σε βουνά και οροπέδια πάνω από 1000m υψόμετρο (Αλιμπέρτης 1994). Μάλιστα έχει βρεθεί σταμναγκάθι στη κορυφή του βουνού.

5.7.2. Καλλιεργητικές φροντίδες

- Αποστάσεις φύτευσης

Όταν η φύτευση γίνεται σε σάκους ανοίγονται σε κάθε έναν από τους σάκους πέντε τρύπες με περίπου 6cm διάμετρο/τρύπα (βλ. Εικόνα 22.), τρεις από την αριστερή πλευρά σε αποστάσεις των 20 cm, των 40 cm, και των 60 cm και από την δεξιά πλευρά σε αποστάσεις των 30 cm και των 50 cm. Η απόσταση των φυτών μεταξύ τους ήταν 20 cm, εφαρμόζοντας μερικώς το ρομβικό σύστημα εγκατάστασης φυτών.



Εικόνα 19. Σπορόφυτα σταμναγκαθιού τοποθετημένα μέσα στα πέντε ανοίγματα διαμέτρους 6 cm έκαστο, ανά σάκο υποστρώματος.

- Λίπανση - θρέψη

Πίνακας 31. Παρασκευή θρεπτικού διαλύματος σταμναγκαθιού σε υπόστρωμα περλίτη

NO₃⁻N	14,19
K	9,21
PO₄⁻P	0,97
Ca	3,74
Mg	2,88
SO₄⁻S	1,56
Na	1,30
B	18,52
Mn	18,21
Cu	4,72
Zn	1,53
Mo	0,52
Fe	71,56

Πηγή: Κλάδος Εμμανουήλ.

5.8. Φασόλι

Τα φυτά είναι ποώδεις, ετήσια και διακρίνονται σε νάνα (25 - 40 cm) ημιαναρριχώμενα (25 - 120 cm) και αναρριχώμενα (>120cm). Τα τελευταία έχουν λίγες διακλαδώσεις και αναρριχώνται με δεξιόστροφη περιέλιξη.

Η ρίζα είναι πασσαλώδης και όταν αναπτύσσεται στο έδαφος φιλοξενεί το αζωτοβακτήριο *Bacterium radicola*. Τα φύλλα είναι σύνθετα, τρίλοβα με ανοικτό πράσινο χρώμα (Ολύμπιος 2001).



Εικόνα 20. Φυτό φασολιού

Τα άνθη εμφανίζονται σε μασχαλιαίες ταξιανθίες, φέρουν πενταμερή κάλυκα κοστεφάνη. Ο καρπός είναι λεπτός, επιμήκης, συνήθως κυρτός.

5.8.1. Περιβάλλον

Το φασόλι είναι φυτό θερμής εποχής, ευπαθές στο ψύχος, που δεν αντέχει σε θερμοκρασίες κάτω από -1°C ενώ, πολύ υψηλές θερμοκρασίες και ξηρασί προκαλούν ανθόρροια. Φωτοπεριοδικά οι ποικιλίες που καλλιεργούνται στις εύκρατες περιοχές έχουν επιλεγεί ώστε να είναι ουδέτερες. Τα φυτά αναπτύσσονται σε ποικίλα εδάφη, για υψηλές αποδόσεις όμως απαιτούνται γόνιμα, πλούσια σε οργανική ουσία εδάφη που δεν κρατούν νερό (Ολύμπιος 2001).

Για την βλάστηση του σπόρου η άριστη θερμοκρασία αέρα κυμαίνεται μεταξύ 20 – 30° C και η θερμοκρασία εδάφους μεταξύ 18 – 29° C. Σπορά σε έδαφος όπου οι θερμοκρασίες είναι κάτω από 14 – 15° C έχει σαν αποτέλεσμα καθυστέρηση στη βλάστηση των σπόρων και φτωχή ανάπτυξη των φυτών..

Μετά τη βλάστηση η άριστη θερμοκρασία αέρα κατά τη διάρκεια της ημέρας κυμαίνεται μεταξύ 25 και 28° C, η μέγιστη είναι 30° C και η ελάχιστη 12° C. Κατά τη διάρκεια της νύχτας η άριστη θερμοκρασία αέρα κυμαίνεται μεταξύ 15 και 18° C, ενώ ελάχιστη είναι 10° C (Ολύμπιος 2001). Η θερμοκρασία εδάφους για την καλύτερη δυνατή ανάπτυξη των φυτών και την μεγαλύτερη παραγωγή πρέπει να κυμαίνεται μεταξύ 24 και 29° C (Singh and Mack 1966).

Η σχετική υγρασία γύρω στο 70% θεωρείται η καταλληλότερη για την καλλιέργεια φασολιού. Υψηλότερα επίπεδα Σ.Υ. αυξάνουν τον κίνδυνο ασθενειών, ενώ χαμηλότερα μπορεί να προκαλέσουν ανθόρροια (Ολύμπιος 2001). Το φασόλι είναι ευαίσθητο στην αλατότητα και συνεπώς απαιτεί καλής ποιότητας νερό άρδευσης. Οι συνολικές ανάγκες σε νερό των φυτών ανέρχονται σε 450 m³/στρ. περίπου (Ολύμπιος 1994).

Ο χρόνος που μεσολαβεί από τη σπορά μέχρι την έναρξη της συγκομιδής εξαρτάται από τις συνθήκες θερμοκρασίας και φωτισμού. Τα φυτά που φυτεύτηκαν στο τέλος Νοεμβρίου σε θερμαινόμενο θερμοκήπιο άνθησαν 35 ημέρες μετά τη σπορά και η πρώτη συγκομιδή πραγματοποιήθηκε 31 ημέρες μετά την άνθηση (Ολύμπιος 2001). Οι λοβοί συγκομίζονται κάθε 2 – 5 ημέρες με κύριο κριτήριο το μέγεθος του λοβού. Γενικά, λόγω του ότι η άνθηση και η καρποφορία του φασολιού γίνεται κατά κύματα, όσο πιο συχνά γίνεται η συγκομιδή τόσο πιο ομοιόμορφα κατανεμημένη είναι η παραγωγή (Ολύμπιος 2001).

5.8.2. Καλλιεργητικές φροντίδες

- **Αποστάσεις φύτευσης**

Τα φυτά, στο θερμοκήπιο, μπορούν να φυτευτούν σε διάφορες αποστάσεις, ανάλογα το εγκατεστημένο σύστημα άρδευσης, ένα ή δύο ανά θέση, με μέγιστη πυκνότητα (δύο φυτά ανά θέση) 12,5 φυτά/m² (Ολύμπιος 1994).

- **Υποστύλωση**

Στις θερμοκηπιακές καλλιέργειες η φασολιά συνήθως υποστυλώνεται



κατακόρυφα με σπάγκο που στερεώνεται στη βάση του φυτού. Στη συνέχεια ο σπάγκος περιτυλίσσεται γύρω από το κεντρικό στέλεχος του φυτού, και τελικά δένεται στο σύρμα υποστήλωσης που βρίσκεται πάνω από κάθε γραμμή φυτών.

- **Λίπανση - θρέψη**

Το φασόλι προτιμά ελαφρώς όξινα εδάφη (pH 5,5-6,5) αλλά αναπτύσσεται και σε pH 5,5-7,0. Στα αλκαλικά όμως εδάφη δεν μπορεί να ευδοκιμήσει, ιδίως όταν παρατηρείται έλλειψη Mn (Σπάρτη Ν. 1987, Δημητράκης Κ. 1982).

Πίνακας 32. Θρεπτικό διάλυμα υδροπονικής καλλιέργειας φασολιού σε υπόστρωμα περλίτη

Μακροστοιχεία	Συγκέντρωση Mmol⁻¹
NH₃	1,0
K	5,5
Mg	1,25
H₂PO₄	1,25
SO₄	1,125
Ca	3,25
NO₃	12,0
Ιχνοστοιχεία	Συγκέντρωση μmol l⁻¹
B	20
Mn	10
Zn	4
Cu	0,5
Mo	0,5
Fe	10

Πηγή: Sonneveld and Straver, 1994.

ΜΕΡΟΣ ΕΚΤΟ

6.1. Ο Ελληνικός θερμοκηπιακός χάρτης

Η Ελλάδα βρίσκεται στο νοτιότερο άκρο της Ευρώπης, με την αγροτική ενασχόληση να φτάνει περίπου το 20% του συνολικού πληθυσμού της χώρας. Ο τομέας των θερμοκηπίων τείνει να εισέλθει δυναμικά στη γεωργική παραγωγή, εκμεταλλευόμενος τις ευνοϊκές καιρικές συνθήκες που επικρατούν στη χώρα. Το μεγάλο πλεονέκτημα των θερμοκηπίων είναι ότι παράγουν κηπευτικά και ανθοκομικά προϊόντα εκτός εποχής. Ανήκουν στις εντατικές εκμεταλλεύσεις όσον αφορά την ελληνική γεωργία, με αποτέλεσμα μεγάλες στρεμματικές αποδόσεις, ενώ συμβάλλουν σημαντικά στη διαμόρφωση του εισοδήματος, όσο και στην ενίσχυση του εθνικού εισοδήματος. Συγκεκριμένα, τα κηπευτικά καταλαμβάνουν το 25% της συνολικής ακαθάριστης αξίας της φυτικής παραγωγής, είναι δηλαδή μια από τις πιο συμπαντικές καλλιέργειες στη χώρα μας. Η αξία των κηπευτικών στα θερμοκήπια αντιπροσωπεύει το 15% της αξία του συνόλου των κηπευτικών (Υπουργείο Γεωργίας 2001). Η αύξηση των θερμοκηπιακών εκτάσεων στην Ελλάδα από την δεκαετία 1960 έως την δεκαετία 1990 ήταν εντυπωσιακή όπως απεικονίζεται και στο Σχήμα 4.

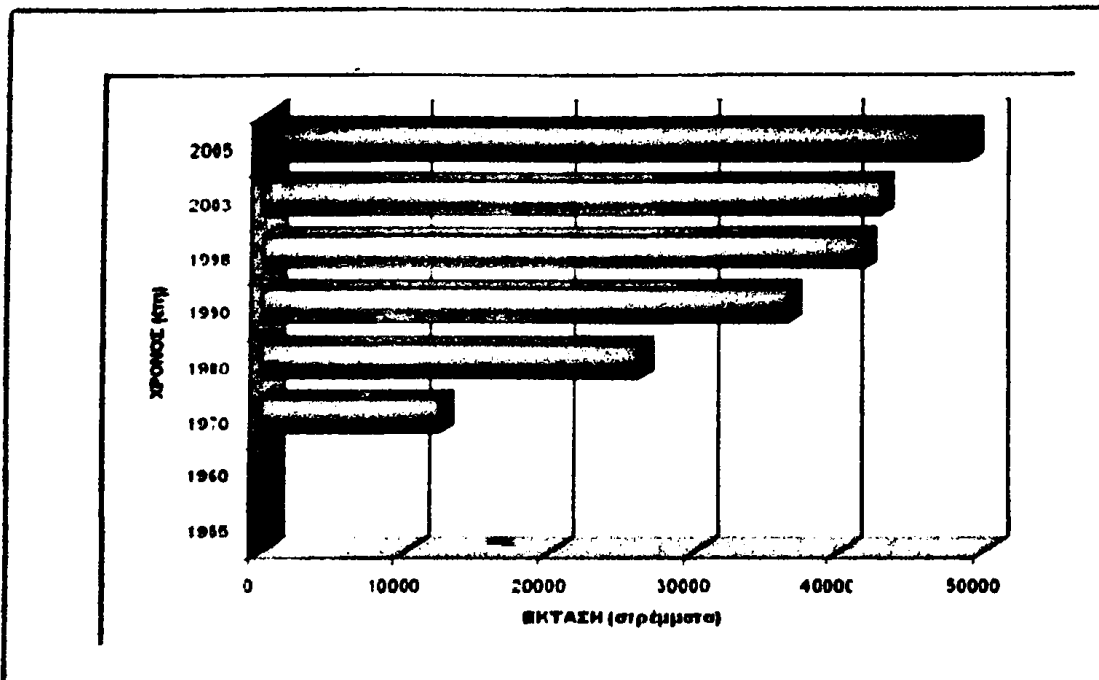
Από τότε μέχρι σήμερα όμως παρατηρείται μια προοδευτική στασιμότητα αν και ο κλάδος των θερμοκηπίων θεωρείται κλάδος με συγκριτικό πλεονέκτημα για τη χώρα μας, εξαιτίας κυρίως των ευνοϊκών κλιματικών συνθηκών που επικρατούν (Ινστιτούτο Ανάπτυξης και Διαχείρισης Φυσικών Πόρων, 1994).

ΜΕΡΟΣ ΕΚΤΟ

6.1. Ο Ελληνικός θερμοκηπιακός χάρτης

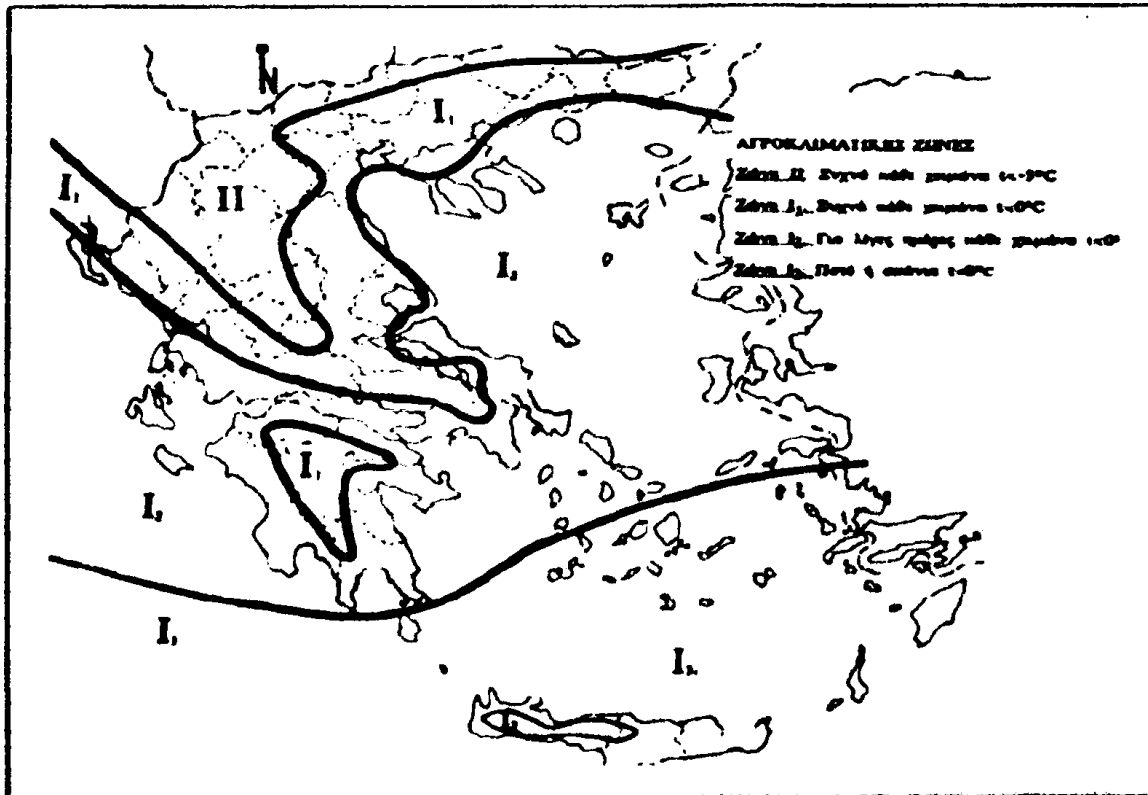
Η Ελλάδα βρίσκεται στο νοτιότερο άκρο της Ευρώπης, με την αγροτική ενασχόληση να φτάνει περίπου το 20% του συνολικού πληθυσμού της χώρας. Ο τομέας των θερμοκηπίων τείνει να εισέλθει δυναμικά στη γεωργική παραγωγή, εκμεταλλευόμενος τις ευνοϊκές καιρικές συνθήκες που επικρατούν στη χώρα. Το μεγάλο πλεονέκτημα των θερμοκηπίων είναι ότι παράγουν κηπευτικά και ανθοκομικά προϊόντα εκτός εποχής. Ανήκουν στις εντατικές εκμεταλλεύσεις όσον αφορά την ελληνική γεωργία, με αποτέλεσμα μεγάλες στρεμματικές αποδόσεις, ενώ συμβάλλουν σημαντικά στη διαμόρφωση του εισοδήματος, όσο και στην ενίσχυση του εθνικού εισοδήματος. Συγκεκριμένα, τα κηπευτικά καταλαμβάνουν το 25% της συνολικής ακαθάριστης αξίας της φυτικής παραγωγής, είναι δηλαδή μια από τις πιο συμπαντικές καλλιέργειες στη χώρα μας. Η αξία των κηπευτικών στα θερμοκήπια αντιπροσωπεύει το 15% της αξία του συνόλου των κηπευτικών (Υπουργείο Γεωργίας 2001). Η αύξηση των θερμοκηπιακών εκτάσεων στην Ελλάδα από την δεκαετία 1960 έως την δεκαετία 1990 ήταν εντυπωσιακή όπως απεικονίζεται και στο Σχήμα 4.

Από τότε μέχρι σήμερα όμως παρατηρείται μια προοδευτική στασιμότητα αν και ο κλάδος των θερμοκηπίων θεωρείται κλάδος με συγκριτικό πλεονέκτημα για τη χώρα μας, εξαιτίας κυρίως των ευνοϊκών κλιματικών συνθηκών που επικρατούν (Ινστιτούτο Ανάπτυξης και Διαχείρισης Φυσικών Πόρων, 1994).



Σχήμα 4. Εξέλιξη των θερμοκηπίων στην Ελλάδα κατά την περίοδο 1995-2005 (Υπουργείο Γεωργίας, 2005)

Όπως φαίνεται στο σχήμα 5, η γεωργική κατανομή των θερμοκηπίων στην Ελλάδα ποικίλει λόγω των κλιματολογικών συνθηκών που επικρατούν



Σχήμα 5. Αγροκλιματικές ζώνες στην Ελλάδα (Κυρίτσης, 1989)

. Σε περιοχές όπου ο χειμώνας είναι ήπιος και δεν έχουμε παγετούς, Κρήτη, Αττική, Κυκλάδες, Νοτιοανατολική Πελοπόννησο, Χαλκιδική, παρατηρούμε αυξημένη συγκέντρωση θερμοκηπίων, γιατί δεν υπάρχουν μεγάλες ανάγκες σε θέρμανση.

Τα κυριότερα κηπευτικά είδη που καλλιεργούνται στα θερμοκήπια είναι η τομάτα και το αγγούρι. Σε μικρότερη έκταση βρίσκονται η πιπεριά, το κολοκυθάκι, η μελιτζάνα, η φράουλα, το φασολάκι, το μαρούλι και το καρπούζι.

6.2. Υφιστάμενη κατάσταση της υδροπονίας στην χώρα μας και προοπτικές.

Μπορεί να έχουν γραφτεί πολλά μέχρι τώρα για την καλλιέργεια της υδροπονίας και όλοι να έχουν αποδεχτεί ότι αυτή η μέθοδο καλλιέργειας λύνει πολλά προβλήματα στον τομέα των κηπευτικών, όμως μέχρι τώρα δεν έχουμε μια σαφή εικόνα για το ποια είναι η κατάσταση στη χώρα μας στον τομέα της υδροπονίας.

Βάση λοιπόν, αυτών των στοιχείων, πληροφορούμαστε ότι η υδροπονική καλλιέργεια στην Ελλάδα καλύπτει 1.750 στρέμματα περίπου και πλέον η μέθοδο αυτή δεν εφαρμόζεται μόνο για την παραγωγή κηπευτικών προϊόντων, αλλά έχει επεκταθεί και στην ανθοκομία. Έτσι από τα 1.750 συνολικά στρέμματα, στα 1.450 έχει αναπτυχθεί η καλλιέργεια των κηπευτικών και στα υπόλοιπα 300 η ανθοκομία. Ενδιαφέρον, όμως, είναι να πληροφορηθούμε πως έχουν κατανεμηθεί στην χώρα μας τα παραπάνω στρέμματα της υδροπονικής καλλιέργειας.

Βάση λοιπόν, των στοιχείων που έχουν στην διάθεση τους τόσο ο IRTC όσο και ο Χρήστος Κατσάνος παρατηρούμε ότι στην Βόρεια Ελλάδα η υδροπονική καλλιέργεια έχει αναπτυχθεί σε έκταση 400 στρεμμάτων, στην Κεντρική Ελλάδα στα 150 στρέμματα, στην Αττική και στα νησιά στα 300 στρέμματα, στην Πελοπόννησο στα 450 στρέμματα, στην Δυτική Ελλάδα στα 100 στρέμματα και τέλος στην Κρήτη η υδροπονία καλύπτει έκταση 350 στρεμμάτων.

Σχετικά τώρα με το μέγεθος που έχουν οι υδροπονικές μονάδες στην χώρα μας, πληροφορούμαστε ότι υπάρχουν 3 μονάδες που έχουν έκταση 100 στρεμμάτων και πάνω, 15 μονάδες που έχουν έκταση 20-50 στρ., ενώ από 3-20 στρ. υπάρχουν 115 μονάδες. Εντύπωση, ωστόσο, μας προκαλεί το στοιχείο ότι δεν υπάρχουν στην χώρα μας υδροπονικές μονάδες 50-100 στρ. (IRTC, Χρήστος Κατσάνος).

Ένα ακόμα χρήσιμο στοιχείο που αντλήσαμε από την βάση της IRTC είναι οι καλλιέργειες που έχουν αναπτυχθεί σε αυτές. Έτσι βλέπουμε ότι στο 50% των υδροπονικών μονάδων έχει αναπτυχθεί η καλλιέργεια της τομάτας όλων των ποικιλιών (beef, cluster, cherry κ.λ.π.), στο 25% η καλλιέργεια του αγγουριού ενώ στο 10% καλλιεργούνται πιπεριές, μαρουλιού, κολοκυθάκι, μελιτζάνα. Τέλος στο υπόλοιπο 15% της συνολικής υδροπονικής έκτασης έχει αναπτυχθεί η ανθοκομία με δημοφιλή είδη προς καλλιέργεια να είναι η ζέρμπερα, το γαρύφαλλο το χρυσάνθεμο το ανθούριο και η γυψοφίλη.

Όπως είναι ήδη γνωστό ο κλάδος της Λαχανοκομίας αποτελεί έναν από τους σπουδαιότερους και δυναμικότερους τομείς της ελληνικής γεωργίας από άποψη εξασφάλισης εισοδήματος, απασχόλησης και εισαγωγής συναλλάγματος.

Οι εξαγωγές στα λαχανοκομικά είδη είναι μεγάλες και μόνο για το αγγούρι από την περιοχή της Ιεράπετρας εξάγονται 20,000 ton. ετησίως κυρίως προς Γερμανία. (Ενδεικτικά αναφέρουμε την περιοχή της Ιεράπετρας λόγω του ότι είναι το μεγαλύτερο κέντρο παραγωγής λαχανοκομικών ειδών στην Ελλάδα). Η καλλιεργούμενη με λαχανοκομικά είδη έκταση στην Ελλάδα υπολογίζεται στα 40,000 στρ. ενώ αυτά που καλλιεργούνται σε υδροπονική καλλιέργεια φτάνουν τα 800 εκ των οποίων το 70% είναι σε πετροβάμβακα.

Η Ελλάδα θα πρέπει να εκμεταλλευθεί το συγκριτικό πλεονέκτημα που της παρέχουν οι κλιματολογικές συνθήκες, έναντι των άλλων Ευρωπαϊκών χωρών, για την παραγωγή λαχανοκομικών προϊόντων στα θερμοκήπια με χαμηλότερο συγκριτικά κόστος και καλύτερη ποιότητα. Παρ' ότι όμως η λαχανοκομία στην Ελλάδα είναι ένας από τους πιο δυναμικούς τομείς της αγροτικής οικονομίας, αντιμετωπίζει σοβαρά προβλήματα που σήμερα είναι εντονότερα και οι απαιτήσεις για εκσυγχρονισμό του κλάδου είναι μεγαλύτερες. Υπάρχουν προβλήματα παραγωγής και χαμηλής παραγωγικότητας σαν αποτέλεσμα της χαμηλής τεχνολογικής και επιστημονικής στάθμης των λαχανοκομικών μονάδων, καθώς επίσης και έλλειψη προγραμματισμού, τόσο από πλευράς ποιότητας όσο και παραγόμενων ειδών. Οι σπουδαιότερες προϋποθέσεις που πρέπει να ικανοποιηθούν για να αναπτυχθεί ο τομέας της λαχανοκομίας και να αποδώσει ουσιαστικά είναι η

μείωση της συμμετοχής εργασίας στο κόστος παραγωγής, με επενδύσεις σε αυτοματισμούς και ανάπτυξη όσον αφορά την έρευνα αγοράς. Τέλος η οργάνωση του συστήματος εμπορίας και διακίνησης των προϊόντων που είναι η διεθνοποίηση τους και η αύξηση των εμπορικών ανταλλαγών.

Όσον αφορά τις υδροπονικές καλλιέργειες, τα πλεονεκτήματα που παρουσιάζουν έναντι των συμβατικών καλλιεργειών είναι πολλά και ήδη γνωστά. Στην χώρα μας τα τελευταία χρόνια έγινε μια σημαντική προσπάθεια για την εφαρμογή της μεθόδου και τα αποτελέσματα μέχρι στιγμής είναι αρκετά ικανοποιητικά. Όμως ο μικρός αριθμός των στρεμμάτων που καλλιεργούνται με υδροπονικά συστήματα δείχνει ότι η εφαρμογή της μεθόδου βρίσκεται ακόμη σε εμβρυακή κατάσταση.

6.3. Συμπεράσματα

Από τα παραπάνω συμπεραίνουμε ότι το μέλλον της υδροπονίας φαίνεται να είναι ευοίωνο αφού μπορεί να εφαρμοστεί σε περιοχές με προβλήματα στην καλλιέργεια του εδάφους όπως ξερικές και ημιξηρικές περιοχές και άγονα εδάφη, σε εδάφη προβληματικά λόγω αλάτωσης ή επιμόλυνσης με ασθένειες.

Επίσης η υδροπονία συμβάλλει στη μείωση του κόστους παραγωγής που επιτυγχάνεται με τον ακριβή έλεγχο της θρέψης, τη μείωση της λίπανσης λόγω άριστης χρήσης των ποσοτήτων που χρησιμοποιούνται και τη μείωση των δαπανών για φυτοπροστασία λόγω των ελεγχόμενων συνθηκών που περιορίζουν την εξάπλωση των εχθρών και των μυκητολογικών ασθενειών.

Τα πλεονεκτήματα της υδροπονίας προσδίδουν ισχυρό προβάδισμα έναντι των συμβατικών μεθόδων παραγωγής, γι' αυτό και προβλέπεται ότι η διάδοση της υδροπονίας θα είναι ευρεία. Στις υπόλοιπες ευρωπαϊκές χώρες η υδροπονία χρησιμοποιείται κατά κόρον και η εφαρμογή της έχει εντυπωσιακά αποτελέσματα.

Σίγουρα τα **κλειστά συστήματα** υδροπονίας υπερτερούν έναντι των ανοικτών γιατί με αυτά επιτυγχάνεται προστασία του περιβάλλοντος λόγω της ανακύκλωσης των λιπασμάτων που απορρέουν, ενώ ταυτόχρονα κάνουμε οικονομία χρημάτων και λιπάσματος αφού τα λιπάσματα που συλλέγουμε από τις απορροές τα εμπλουτίζουμε με τις ποσότητες των στοιχείων που λείπουν και τα



επαναδιοχετεύουμε στην καλλιέργεια.

Από τα συστήματα που παρουσιάσαμε μπορούμε να ξεχωρίσουμε αυτό του N.F.T. σε σχέση με οποιοδήποτε άλλο που χρησιμοποιεί κάποιο υπόστρωμα. Αυτό γιατί τα υποστρώματα έχουν πολύ μικρή διάρκεια ζωής σε αντίθεση με το N.F.T. με αποτέλεσμα μετά από 3-5 χρόνια να χρειάζονται αντικατάσταση. Αυτό όμως για τον παραγωγό μεταφράζεται ως δαπάνη χρήματος για αφαίρεση του παλιού υποστρώματος, προμήθεια και εγκατάσταση νέου ανά τακτά χρονικά διαστήματα που τα καθιστούν ασύμφορα πάντα σε σχέση με το N.F.T.

Ο αριθμός των μονάδων που εξειδικεύονται στην υδροπονία είναι πολύ μικρός αλλά αναμένεται σημαντική αύξηση του στα επόμενα χρόνια.

Το υψηλό κόστος εγκατάστασης μιας καλλιέργειας με υδροπονικό σύστημα, η ανάγκη για απόκτηση. Τα αποτελέσματα όμως που έχει να παρουσιάσει η υδροπονία είναι θεαματικά για αυτό και η ανάπτυξη της προβλέπεται να είναι μεγάλη.

Η υψηλή επενδυτική δαπάνη που απαιτείται για την ενασχόληση με υδροπονικές καλλιέργειες είναι ένας ανασταλτικός παράγοντας. Το υψηλό λειτουργικό κόστος όμως αναφέρεται μόνο κατά τα πρώτα έτη όπου οι αποσβέσεις είναι πολύ ψηλές. Με το πέρασμα του χρόνου οι σταθερές δαπάνες μειώνονται αισθητά και το λειτουργικό κόστος μειώνεται δραστικά. Ο ΕΣΑ αποδεικνύει ότι η επένδυση στην υδροπονία αναμένεται να είναι συμφέρουσα παρά το υψηλό κόστος εγκατάστασης και λειτουργίας.

Η υδροπονία λοιπόν αποτελεί απάντηση στα προβλήματα που συσσωρεύτηκαν από τα συμβατικά γεωργικά συστήματα ενώ συγχρόνως συμβάλλει στην αύξηση της παραγωγής και στην βελτίωση της ποιότητας. Τα πλεονεκτήματα που προσφέρει μακροχρόνια είναι πολύ περισσότερα από τα μειονεκτήματα της και προβιβάζει τους παραδοσιακούς γεωργούς σε επιχειρηματίες- παραγωγούς όπως απαιτούν σήμερα οι ανταγωνιστικές συνθήκες που επικρατούν στην παγκόσμια αγορά.

Τέλος σε κάθε περίπτωση συνίσταται η επίβλεψη κάποιου εξειδικευμένου γεωτεχνικού-σύμβουλου ο οποίος θα καθοδηγεί τον παραγωγό και θα επιβλέπει την πορεία της καλλιέργειας.



ΕΠΙΣΤΗΜΟΝΙΚΟ ΚΕΝΤΡΟ ΕΡΕΥΝΑΣ ΚΑΙ ΠΡΟΒΛΕΨΗΣ
ΤΗΣ ΟΙΚΟΝΟΜΙΑΣ ΚΑΙ ΤΗΣ ΑΓΡΟΤΙΚΗΣ ΠΡΟ-
ΔΟΞΙΑΣ ΚΑΙ ΤΗΣ ΑΝΑΠΤΥΞΗΣ ΤΗΣ
ΠΕΡΙΟΧΗΣ ΤΗΣ ΚΡΗΤΗΣ
ΕΡΕΥΝΗΤΙΚΟ ΠΡΟΓΡΑΜΜΑ 2017

ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ

Στο «ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ» εμφανίζονται πίνακες με αντιπροσωπευτικές συνταγές Λίπανση-θρέψης καλλιέργειας Ντομάτας, Αγγουριού, Μαρουλιού κ.α. λαχανοκομικών, που εφαρμόστηκαν ευρέως με επιτυχία και με άριστες αποδόσεις σε θερμοκηπιακές μονάδες υδροπονίας σε διάφορες περιοχές της χώρας (Γ. Γιαννόπουλος, 2012).

DATE	27/01/05	CROP	TOMATA	APPROX Ec OF SOLUTION	2,55									
NAME	ΑΝΟΥΣΑΚΗΣ	BICARBONATE IN RAW WATER													
FERTILIZER		N	N-NO ₃	N-NH ₄	P	K	Ca	Mg	SO ₄ -S	Na	Cl	Fe	Mn	H ₂ PO ₄	
OPTIMUM(mg/l)		233,33			40	280	169,70	46,67	30						
RAW WATER		0													
		229,61													
		233,3													
KNO ₃	5,40	74,58				208,61									K/N= 1,200
Ca(NO ₃) ₂	5,77	89,49	83,72	5,77			109,7								K/Ca= 1,65
NH ₄ NO ₃	0,11	3,72	1,86	1,86											K/Mg= 6
MgSO ₄	0,00							0,00							
Mg(NO ₃) ₂	2,39	26,30						23,67							
K ₂ SO ₄	0,54					22,55									NH ₄ -N%= 3,38
KH ₂ PO ₄	1,78				40,00	48,83									
(NH ₄) ₂ HPO ₄															
H ₂ PO ₄	0,00														0
HNO ₃	1,89	39,25													
Σc	2,55														
NH ₄ -N%= K/N= 1,2 K/Ca= 1,65 K/Mg= 6															



ΣΥΝΤΑΓΗ ΘΡΕΨΗΣ

ΚΑΛΛΙΕΡΓΕΙΑ: ΤΟΜΑΤΑ ΗΜΕΡ/ΝΙΑ: 27/01/05 ΟΝΟΜΑ: ΑΝΟΥΣΑΚΗΣ ΚΩΝ/ΝΟΣ

ΔΙΑΛΥΣΗ 1:100

	ΣΥΝΤΑΓΗ Νο 1	ΣΥΝΤΑΓΗ Νο 2
PH =	5,5 - 6,0	PH= 5,5 - 6,0
Ec =	2,55	Ec =2.00 - 2.30
ΔΟΧΕΙΟ Α	ΚΙΛΑ ΣΕ 100 ΛΙΤΡΑ ΝΕΡΟΥ	ΚΙΛΑ ΣΕ 100 ΛΙΤΡΑ ΝΕΡΟΥ
ΝΙΤΡΙΚΟ ΑΣΒΕΣΤΙΟ 19%Ca ,14,5% NO3-N, 1% NH4	5,77	
ΝΙΤΡΙΚΟ ΚΑΛΙΟ 38,6% K,13,8% NO3-N	0,00	
ΝΙΤΡΙΚΗ ΑΜΜΩΝΙΑ 17,5% NO3,17,5% NH4-N	0,11	
ΝΙΤΡΙΚΟ ΜΑΓΝΗΣΙΟ 9,9% Mg, 11% NO3-N	2,39	
ΟΥΡΙΑ 46% N	0	
ΧΗΛΙΚΟΣ ΣΙΔΗΡΟΣ 6% Fe	0,2	

ΔΟΧΕΙΟ Β	ΚΙΛΑ ΣΕ 100 ΛΙΤΡΑ ΝΕΡΟΥ	ΚΙΛΑ ΣΕ 100 ΛΙΤΡΑ ΝΕΡΟΥ
ΝΙΤΡΙΚΟ ΚΑΛΙΟ 38,6% K,13,8% NO3-N	5,40	
ΘΕΙΪΚΟ ΜΑΓΝΗΣΙΟ 9,3% Mg, 13%SO4-S	0,00	
ΦΩΣΦΟΡΙΚΟ ΜΟΝΟΚΑΛΙΟ 21,3% P, 28,2 % K	1,73	
ΘΕΙΪΚΟ ΚΑΛΙΟ 41,5 % K , 18,4 % SO4-S	0,54	
ΦΩΣΦΟΡΙΚΟ ΟΞΥ 85% (λίτρα)	0,00	
ΝΙΤΡΙΚΟ ΟΞΥ 67% (λίτρα)		
ΔΙΑΛΥΜΑ ΙΧΝΟΣΤΟΙΧΕΙΩΝ (1)	1 Lit	

ΔΟΧΕΙΟ ΟΞΕΩΝ	ΚΙΛΑ ΣΕ 100 ΛΙΤΡΑ ΝΕΡΟΥ	ΚΙΛΑ ΣΕ 100 ΛΙΤΡΑ ΝΕΡΟΥ
ΦΩΣΦΟΡΙΚΟ ΟΞΥ 85% (λίτρα)		
ΝΙΤΡΙΚΟ ΟΞΥ 67 % (λίτρα)	1,89	

ΣΥΝΤΑΓΗ ΘΡΕΨΗΣ

ΚΑΛΛΙΕΡΓΕΙΑ: ΤΟΜΑΤΑ ..ΗΜΕΡ/ΝΙΑ: 27/01/05 ΟΝΟΜΑ: ΑΝΟΥΣΑΚΗΣ ΚΩΝ/ΝΟΣ

ΔΙΑΛΥΜΑ ΙΧΝΟΣΤΟΙΧΕΙΩΝ ΟΓΚΟΥ 20 ΛΙΤΡΩΝ

ΘΕΙΪΚΟ ΜΑΓΓΑΝΙΟ ($MnSO_4$, 27,3% Mn)	0,600 κιλά
ΒΟΡΙΟ (ΒΟΡΑΚΑ 11,28 %)	0,500 κιλά
ΘΕΙΪΚΟ ΧΑΛΚΟ ($CuSO_4$, 25 % Cu)	0,040 κιλά
ΘΕΙΪΚΟ ΨΕΥΔΑΡΓΥΡΟ ($ZnSO_4$, 22,7 % Zn)	0,320 κιλά
ΜΟΛΥΒΔΑΙΝΙΚΟ ΝΑΤΡΙΟ (SODIUM MOLYBDATE , 39,6 % Mo)	0,030 κιλά

DATE 03/02/06 CROP ΑΙΤΟΥΠΙ APPROX EC OF SOLUTION 2,50

NAME BONITIZOCT BICARBONATE IN RAW WATER

FERTILIZER	N	P	K	Ca	Mg	SO4-S	Na	Cl	Fe	Mn	
OPTIMUM(mg/l)	254,24	40	300	240,00	42,86	30					
RAW WATER	0										
	229,79										
	254,2										
KNO ₃	6,04	83,35		233,13							K/N= 1,180
Ca(NO ₃) ₂	4,21	65,26	61,05	4,21		80					K/Ca= 1,25
NH ₄ NO ₃	0,69	24,45	12,23	12,23							K/Mg= 7
MgSO ₄	0,00				0,00						NH ₄ -N%= 6,91
Mg(NO ₃) ₂	2,91	32,06			28,86						
K ₂ SO ₄	0,43			18,04							
KH ₂ PO ₄	1,73		40,00	48,83							
(NH ₄) ₂ H ₂ PO ₄											
H ₃ PO ₄	0,00										
HNO ₃	2,36	49,11									
Zn	1,50										

NH₄-N% = 6,91 K/N = 1,18 K/Ca = 1,25 K/Mg = 7



ΣΥΝΤΑΓΗ ΘΡΕΨΗΣ

ΚΑΛΙΕΡΓΕΙΑ: ΑΓΓΟΥΡΙ ΜΕΓΑΛΟ ..ΗΜΕΡ/ΝΙΑ: 03/02/06 ΟΝΟΜΑ: ΒΟΝΤΙΤΣΟΣ ΓΙΑΝΝΗΣ

ΔΙΑΛΥΣΗ 1:100

	ΣΥΝΤΑΓΗ Νο 1	ΣΥΝΤΑΓΗ Νο 2
PH =	5,5 - 6,0	PH= 5,5 - 6,0
Ec =	2,30	Ec =2.00 - 2.30
ΔΟΧΕΙΟ Α	ΚΙΛΑ ΣΕ 100 ΛΙΤΡΑ ΝΕΡΟΥ	ΚΙΛΑ ΣΕ 100 ΛΙΤΡΑ ΝΕΡΟΥ
ΝΙΤΡΙΚΟ ΑΣΒΕΣΤΙΟ 19%Ca ,14,5% NO3-N, 1% NH4	3,37	
ΝΙΤΡΙΚΟ ΚΑΛΙΟ 38,6% K,13,8% NO3-N	0,48	
ΝΙΤΡΙΚΗ ΑΜΜΩΝΙΑ 17,5% NO3,17,5% NH4-N	1,04	
ΝΙΤΡΙΚΟ ΜΑΓΝΗΣΙΟ 9,9% Mg, 11% NO3-N	2,12	
ΟΥΡΙΑ 46% N	0	
ΧΗΛΙΚΟΣ ΣΙΔΗΡΟΣ 6% Fe	0,2	

ΔΟΧΕΙΟ Β	ΚΙΛΑ ΣΕ 100 ΛΙΤΡΑ ΝΕΡΟΥ	ΚΙΛΑ ΣΕ 100 ΛΙΤΡΑ ΝΕΡΟΥ
ΝΙΤΡΙΚΟ ΚΑΛΙΟ 38,6% K,13,8% NO3-N	5,04	
ΘΕΪΚΟ ΜΑΓΝΗΣΙΟ 9,3% Mg, 13%SO4-S	0,00	
ΦΩΣΦΟΡΙΚΟ ΜΟΝΟΚΑΛΙΟ 21,3% P, 28,2 % K	1,73	
ΘΕΪΚΟ ΚΑΛΙΟ 41,5 % K , 18,4 % SO4-S	0,43	
ΦΩΣΦΟΡΙΚΟ ΟΞΥ 85% (λίτρα)	0,00	
ΝΙΤΡΙΚΟ ΟΞΥ 67% (λίτρα)		
ΔΙΑΛΥΜΑ ΙΧΝΟΣΤΟΙΧΕΙΩΝ (1)	1 Lit	

ΔΟΧΕΙΟ ΟΞΕΩΝ	ΚΙΛΑ ΣΕ 100 ΛΙΤΡΑ ΝΕΡΟΥ	ΚΙΛΑ ΣΕ 100 ΛΙΤΡΑ ΝΕΡΟΥ
ΦΩΣΦΟΡΙΚΟ ΟΞΥ 85% (λίτρα)		
ΝΙΤΡΙΚΟ ΟΞΥ 67 % (λίτρα)	2,36	

ΣΥΝΤΑΓΗ ΘΡΕΨΗΣ

ΚΑΛΛΙΕΡΓΕΙΑ: ΑΓΓΟΥΡΙ ΜΕΓΑΛΟ ..ΗΜΕΡ/ΝΙΑ: 03/02/06 ΟΝΟΜΑ: ΒΟΝΤΙΤΣΟΣ ΓΙΑΝΝΗΣ

ΔΙΑΛΥΜΑ ΙΧΝΟΣΤΟΙΧΕΙΩΝ ΟΓΚΟΥ 20 ΛΙΤΡΩΝ

ΘΕΙΙΚΟ ΜΑΓΓΑΝΙΟ ($MnSO_4$, 27,3% Mn)	0,600 κιλά
ΒΟΡΙΟ (ΒΟΡΑΚΑ 11,28 %)	0,500 κιλά
ΘΕΙΙΚΟ ΧΑΛΚΟ ($CuSO_4$, 25 % Cu)	0,040 κιλά
ΘΕΙΙΚΟ ΨΕΥΔΑΡΓΥΡΟ ($ZnSO_4$, 22,7 % Zn)	0,320 κιλά
ΜΟΛΥΒΔΑΙΝΙΚΟ ΝΑΤΡΙΟ (SODIUM MOLYBDATE , 39,6 % Mo)	0,030 κιλά

DATE: 06/03/09 CROP: ΦΑΣΟΛΑΚΙ APPROX Ec OF SOLUTION 3,11

NAME: ΑΡΥΜΟΣΕΙΤΕ

BICARBONATE IN RAW WATER

FERTILIZER		N	N-NO ₃	N-NH ₄	P	K	Ca	Mg	SO ₄ -S	Na	Cl	Fe	Mn	H ₃ PO ₄	
OPTIMUM(mg/l)		189,19			40	280	266,67	116,67	300						
RAW WATER		0													
		144,46													
		189,2													
KNO ₃	5,81	80,23				224,4									K/N= 1,480
Ca(NO ₃) ₂	1,14	17,68	16,54	1,14			21,667								K/Ca= 1,050
NH ₄ NO ₃	1,27	44,73	22,37	22,37											
MgSO ₄	0,00							0,00							
Mg(NO ₃) ₂	1,58	17,41						15,67							K/Mg= 2
K ₂ SO ₄	0,16					6,77									
KH ₂ PO ₄	1,73				40,00	48,83									NH ₄ -N%= 14,19
(NH ₄)H ₂ PO ₄															
H ₃ PO ₄	0,00													0	
HNO ₃	1,40	29,15													
Ec	3,11														

NH₄-N%= KN= 1,48 K/Ca= 1,05 K/Mg= 2,4



ΣΥΝΤΑΓΗ ΘΡΕΨΗΣ

ΚΑΛΛΙΕΡΓΕΙΑ: ΦΑΣΟΛΑΚΙ ..ΗΜΕΡ/ΝΙΑ: 06/03/09 ΟΝΟΜΑ: ΔΡΥΜΟΣ ΕΠΕ

ΔΙΑΛΥΣΗ 1:100

	ΣΥΝΤΑΓΗ Νο 1	ΣΥΝΤΑΓΗ Νο 2
PH =	5,5 - 6,0	PH= 5,5 - 6,0
Ec =	3,11	Ec =2.00 - 2.30
ΔΟΧΕΙΟ Α	ΚΙΛΑ ΣΕ 100 ΛΙΤΡΑ ΝΕΡΟΥ	ΚΙΛΑ ΣΕ 100 ΛΙΤΡΑ ΝΕΡΟΥ
ΝΙΤΡΙΚΟ ΑΣΒΕΣΤΙΟ 19%Ca , 14,5% NO ₃ -N, 1% NH ₄	1,14	
ΝΙΤΡΙΚΟ ΚΑΛΙΟ 38,6% K, 13,8% NO ₃ -N	1,76	
ΝΙΤΡΙΚΗ ΑΜΜΩΝΙΑ 17,5% NO ₃ , 17,5% NH ₄ -N	1,27	
ΝΙΤΡΙΚΟ ΜΑΓΝΗΣΙΟ 9,9% Mg, 11% NO ₃ -N	1,58	
ΟΥΡΙΑ 46% N	0,86	
ΧΗΛΙΚΟΣ ΣΙΔΗΡΟΣ 6% Fe	0,2	

ΔΟΧΕΙΟ Β	ΚΙΛΑ ΣΕ 100 ΛΙΤΡΑ ΝΕΡΟΥ	ΚΙΛΑ ΣΕ 100 ΛΙΤΡΑ ΝΕΡΟΥ
ΝΙΤΡΙΚΟ ΚΑΛΙΟ 38,6% K, 13,8% NO ₃ -N	4,06	
ΘΕΪΚΟ ΜΑΓΝΗΣΙΟ 9,3% Mg, 13% SO ₄ -S	0,00	
ΦΩΣΦΟΡΙΚΟ ΜΟΝΟΚΑΛΙΟ 21,3% P, 28,2 % K	1,73	
ΘΕΪΚΟ ΚΑΛΙΟ 41,5 % K , 18,4 % SO ₄ -S	0,16	
ΦΩΣΦΟΡΙΚΟ ΟΞΥ 85% (λίτρα)	0,00	
ΝΙΤΡΙΚΟ ΟΞΥ 67% (λίτρα)		
ΔΙΑΛΥΜΑ ΙΧΝΟΣΤΟΙΧΕΙΩΝ (1)	1 Lit	

ΔΟΧΕΙΟ ΟΞΕΩΝ	ΚΙΛΑ ΣΕ 100 ΛΙΤΡΑ ΝΕΡΟΥ	ΚΙΛΑ ΣΕ 100 ΛΙΤΡΑ ΝΕΡΟΥ
ΦΩΣΦΟΡΙΚΟ ΟΞΥ 85% (λίτρα)		
ΝΙΤΡΙΚΟ ΟΞΥ 67 % (λίτρα)	1,40	



ΣΥΝΤΑΓΗ ΘΡΕΨΗΣ

ΚΑΛΛΙΕΡΓΕΙΑ: ΦΑΣΟΛΑΚΙ ..ΗΜΕΡ/ΝΙΑ: 06/03/09 ΟΝΟΜΑ: ΔΡΥΜΟΣ ΕΠΕ

ΔΙΑΛΥΜΑ ΙΧΝΟΣΤΟΙΧΕΙΩΝ ΟΓΚΟΥ 20 ΛΙΤΡΩΝ

ΘΕΙΪΚΟ ΜΑΓΓΑΝΙΟ (MnSO ₄ , 27,3% Mn)	0,600 κιλά
ΒΟΡΙΟ (ΒΟΡΑΚΑ 11,28 %)	0,500 κιλά
ΘΕΙΪΚΟ ΧΑΛΚΟ (CuSO ₄ , 25 % Cu)	0,040 κιλά
ΘΕΙΪΚΟ ΨΕΥΔΑΡΓΥΡΟ (ZnSO ₄ , 22,7 % Zn)	0,320 κιλά
ΜΟΛΥΒΔΑΙΝΙΚΟ ΝΑΤΡΙΟ (SODIUM MOLYBDATE , 39,6 % Mo)	0,030 κιλά

DATE: 23/03/06 CROP: TOMATA chery APPROX Ec OF SOLUTION 2,82

NAME: ΑΡΥΜΟΣ ΕΠΕ

BICARBONATE IN RAW WATER

FERTILIZER		N	N-NO ₃	N-NH ₄	P	K	Ca	Mg	SO ₄ -S	Na	Cl	Fe	Mn	H ₃ PO ₄
OPTIMUM(mg/l)		216,00			40	270	257,14	90,00	235					
RAW WATER		0												
		184,31												
		216												
KNO ₃	6,70	92,5				258,72								
Ca(NO ₃) ₂	4,06	62,93	58,87	4,06		77,143								
NH ₄ NO ₃	0,90	31,69	15,85	15,85										
MgSO ₄	0,00							0,00						
Mg(NO ₃) ₂	2,02	22,22						20,00						
K ₂ SO ₄	0,27					11,28								
KH ₂ PO ₄	0,00				0,00	0,00								
(NH ₄)H ₂ PO ₄														
H ₃ PO ₄	1,23												49,803	
HNO ₃	0,32	6,656												
Ec	2,82													

K/N= 1,250
K/Ca= 1,05
K/Mg= 3
NH₄-N%= 10,15

NH₄-N%= K/N= 1,25 K/Ca= 1,05 K/Mg= 3



ΣΥΝΤΑΓΗ ΘΡΕΨΗΣ

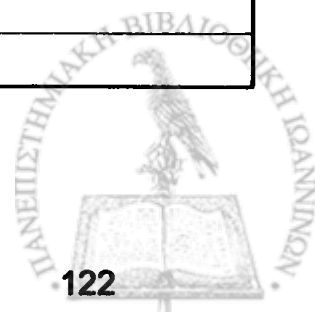
ΚΑΛΛΙΕΡΓΕΙΑ: ΤΟΜΑΤΑ chery ..ΗΜΕΡ/ΝΙΑ: 23/03/06 ΟΝΟΜΑ: ΔΡΥΜΟΣ ΕΠΕ

ΔΙΑΛΥΣΗ 1:100

	ΣΥΝΤΑΓΗ Νο 1	ΣΥΝΤΑΓΗ Νο 2
PH =	5,5 - 6,0	PH= 5,5 - 6,0
Ec =	2,82	Ec =2.00 - 2.30
ΔΟΧΕΙΟ Α	ΚΙΛΑ ΣΕ 100 ΛΙΤΡΑ ΝΕΡΟΥ	ΚΙΛΑ ΣΕ 100 ΛΙΤΡΑ ΝΕΡΟΥ
ΝΙΤΡΙΚΟ ΑΣΒΕΣΤΙΟ 19%Ca , 14,5% NO3-N, 1% NH4	4,06	
ΝΙΤΡΙΚΟ ΚΑΛΙΟ 38,6% K, 13,8% NO3-N	0,00	
ΝΙΤΡΙΚΗ ΑΜΜΩΝΙΑ 17,5% NO3, 17,5% NH4-N	0,90	
ΝΙΤΡΙΚΟ ΜΑΓΝΗΣΙΟ 9,9% Mg, 11% NO3-N	2,02	
ΟΥΡΙΑ 46% N	0	
ΧΗΛΙΚΟΣ ΣΙΔΗΡΟΣ 6% Fe	0,2	

ΔΟΧΕΙΟ Β	ΚΙΛΑ ΣΕ 100 ΛΙΤΡΑ ΝΕΡΟΥ	ΚΙΛΑ ΣΕ 100 ΛΙΤΡΑ ΝΕΡΟΥ
ΝΙΤΡΙΚΟ ΚΑΛΙΟ 38,6% K, 13,8% NO3-N	6,70	
ΘΕΙΪΚΟ ΜΑΓΝΗΣΙΟ 9,3% Mg, 13% SO4-S	0,00	
ΦΩΣΦΟΡΙΚΟ ΜΟΝΟΚΑΛΙΟ 21,3% P, 28,2 % K	0,00	
ΘΕΙΪΚΟ ΚΑΛΙΟ 41,5 % K , 18,4 % SO4-S	0,27	
ΦΩΣΦΟΡΙΚΟ ΟΞΥ 85% (λίτρα)	1,23	
ΝΙΤΡΙΚΟ ΟΞΥ 67% (λίτρα)		
ΔΙΑΛΥΜΑ ΙΧΝΟΣΤΟΙΧΕΙΩΝ (1)	1 Lit	

ΔΟΧΕΙΟ ΟΞΕΩΝ	ΚΙΛΑ ΣΕ 100 ΛΙΤΡΑ ΝΕΡΟΥ	ΚΙΛΑ ΣΕ 100 ΛΙΤΡΑ ΝΕΡΟΥ
ΦΩΣΦΟΡΙΚΟ ΟΞΥ 85% (λίτρα)		
ΝΙΤΡΙΚΟ ΟΞΥ 67 % (λίτρα)	0,32	



ΣΥΝΤΑΓΗ ΘΡΕΨΗΣ

ΚΑΛΛΙΕΡΓΕΙΑ: ΤΟΜΑΤΑ chery ..ΗΜΕΡ/ΝΙΑ: 23/03/06 ΟΝΟΜΑ: ΔΡΥΜΟΣ ΕΠΕ

ΔΙΑΛΥΜΑ ΙΧΝΟΣΤΟΙΧΕΙΩΝ ΟΓΚΟΥ 20 ΛΙΤΡΩΝ

ΘΕΙΪΚΟ ΜΑΓΓΑΝΙΟ (MnSO ₄ , 27,3% Mn)	0,600 κιλά
ΒΟΡΙΟ (ΒΟΡΑΚΑ 11,28 %)	0,500 κιλά
ΘΕΙΪΚΟ ΧΑΛΚΟ (CuSO ₄ , 25 % Cu)	0,040 κιλά
ΘΕΙΪΚΟ ΨΕΥΔΑΡΓΥΡΟ (ZnSO ₄ , 22,7 % Zn)	0,320 κιλά
ΜΟΛΥΒΔΑΙΝΙΚΟ ΝΑΤΡΙΟ (SODIUM MOLYBDATE , 39,6 % Mo)	0,030 κιλά

DATE 040607 CROP ΑΙΤΟΥΜΕΝ ΑΠΡΟΧ. ΕC OF SOLUTION 2,00

NAME ΚΑΝΑΚΗΣ

BICARBONATE IN RAW WATER

FERTILIZER		N	NO ₃	NH ₄	P	K	Ca	Mg	SO ₄ +S	Na	Cl	Fe	Mn	H ₂ PO ₄
OPTIMUM(mg/l)		236,36			40	260	148,57	32,50	30					
RAW WATER		0												
		226,20												
		236,4												
KNO ₃	4,42	60,98				170,57								
Ca(NO ₃) ₂	5,61	86,94	81,33	5,61			106,57							
NH ₄ NO ₃	0,29	10,16	5,08	5,08										
MgSO ₄	0,00							0,00						
Mg(NO ₃) ₂	2,17	23,89						21,50						
K ₂ SO ₄	0,98					40,60								
KH ₂ PO ₄	1,73			40,00		48,83								
(NH ₄) ₂ HPO ₄														
H ₂ PO ₄	0,00													0
HNO ₃	2,62	54,39												
Σc	2,00													

KN= 1,100
 K/Ca= 1,75
 K/Mg= 8
 NH₄-N%= 4,74

NH₄-N%= KN= 1,1 K/Ca= 1,75 K/Mg= 8



ΣΥΝΤΑΓΗ ΘΡΕΨΗΣ

ΚΑΛΙΕΡΓΕΙΑ: ΑΓΓΟΥΡΙ ΜΕΓ ..ΗΜΕΡ/ΝΑΙ: 04/06/07 ΟΝΟΜΑ: ΚΑΝΑΚΗΣ

ΔΙΑΛΥΣΗ 1:100

	ΣΥΝΤΑΓΗ Νο 1	ΣΥΝΤΑΓΗ Νο 2
PH =	5,5 - 6,0	PH= 5,5 - 6,0
Ec =	2,00	Ec =2.00 - 2.30
ΔΟΧΕΙΟ Α	ΚΙΛΑ ΣΕ 100 ΛΙΤΡΑ ΝΕΡΟΥ	ΚΙΛΑ ΣΕ 100 ΛΙΤΡΑ ΝΕΡΟΥ
ΝΙΤΡΙΚΟ ΑΣΒΕΣΤΙΟ 19%Ca ,14,5% NO3-N, 1% NH4	5,61	
ΝΙΤΡΙΚΟ ΚΑΛΙΟ 38,6% K,13,8% NO3-N	0,00	
ΝΙΤΡΙΚΗ ΑΜΜΩΝΙΑ 17,5% NO3,17,5% NH4-N	0,29	
ΝΙΤΡΙΚΟ ΜΑΓΝΗΣΙΟ 9,9% Mg, 11% NO3-N	2,17	
ΟΥΡΙΑ 46% N	0	
ΧΗΛΙΚΟΣ ΣΙΔΗΡΟΣ 6% Fe	0,2	

ΔΟΧΕΙΟ Β	ΚΙΛΑ ΣΕ 100 ΛΙΤΡΑ ΝΕΡΟΥ	ΚΙΛΑ ΣΕ 100 ΛΙΤΡΑ ΝΕΡΟΥ
ΝΙΤΡΙΚΟ ΚΑΛΙΟ 38,6% K,13,8% NO3-N	4,42	
ΘΕΙΪΚΟ ΜΑΓΝΗΣΙΟ 9,3% Mg, 13%SO4-S	0,00	
ΦΩΣΦΟΡΙΚΟ ΜΟΝΟΚΑΛΙΟ 21,3% P, 28,2 % K	1,73	
ΘΕΙΪΚΟ ΚΑΛΙΟ 41,5 % K , 18,4 % SO4-S	0,98	
ΦΩΣΦΟΡΙΚΟ ΟΞΥ 85% (λίτρα)	0,00	
ΝΙΤΡΙΚΟ ΟΞΥ 67% (λίτρα)		
ΔΙΑΛΥΜΑ ΙΧΝΟΣΤΟΙΧΕΙΩΝ (1)	1 Lit	

ΔΟΧΕΙΟ ΟΞΕΩΝ	ΚΙΛΑ ΣΕ 100 ΛΙΤΡΑ ΝΕΡΟΥ	ΚΙΛΑ ΣΕ 100 ΛΙΤΡΑ ΝΕΡΟΥ
ΦΩΣΦΟΡΙΚΟ ΟΞΥ 85% (λίτρα)		
ΝΙΤΡΙΚΟ ΟΞΥ 67 % (λίτρα)	2,62	

ΣΥΝΤΑΓΗ ΘΡΕΨΗΣ

ΚΑΛΛΙΕΡΓΕΙΑ: ΑΓΓΟΥΡΙ ΜΕΓ ..ΗΜΕΡ/ΝΑΙ: 04/06/07 ΟΝΟΜΑ: ΚΑΝΑΚΗΣ

ΔΙΑΛΥΜΑ ΙΧΝΟΣΤΟΙΧΕΙΩΝ ΟΓΚΟΥ 20 ΛΙΤΡΩΝ

ΘΕΪΚΟ ΜΑΓΓΑΝΙΟ ($MnSO_4$, 27,3% Mn)	0,600 κιλά
ΒΟΡΙΟ (ΒΟΡΑΚΑ 11,28 %)	0,500 κιλά
ΘΕΪΚΟ ΧΑΛΚΟ ($CuSO_4$, 25 % Cu)	0,040 κιλά
ΘΕΪΚΟ ΨΕΥΔΑΡΓΥΡΟ ($ZnSO_4$, 22,7 % Zn)	0,320 κιλά
ΜΟΛΥΒΔΑΙΝΙΚΟ ΝΑΤΡΙΟ (SODIUM MOLYBDATE , 39,6 % Mo)	0,030 κιλά

DATE 10/03/05 CROP TOMATA APPROX Ec OF SOLUTION 1,81

NAME ΖΑΓΑΡΗΣ BICARBONATE IN RAW WATER

FERTILIZER	N	NO ₃ -N	NH ₄ -N	P	K	Ca	Mg	SO ₄ -S	Na	Cl	Fe	Mn	H ₂ PO ₄
OPTIMUM(mg/l)	228,81		40	270	163,64	33,75	20						
RAW WATER	0												
	217,77												
	228,8												
KNO ₃	5,15	71,01			198,61								
Ca(NO ₃) ₂	6,19	95,97	89,78	6,19		117,64							
NH ₄ NO ₃	0,31	11,04	5,52	5,52									
MgSO ₄	0,00						0,00						
Mg(NO ₃) ₂	2,80	30,83					27,75						
K ₂ SO ₄	0,54				22,55								
KH ₂ PO ₄	1,73		40,00	48,83									
(NH ₄) ₂ HPO ₄													
H ₂ PO ₄	0,00												0
HNO ₃	0,96	19,97											
Ec	1,81												

KN= 1,180
K/Ca= 1,65
K/Mg= 8
NH₄-N%= 5,39

NH₄-N= **KN= 1,18** **K/Ca= 1,65** **K/Mg= 8**



ΣΥΝΤΑΓΗ ΘΡΕΨΗΣ

ΚΑΛΛΙΕΡΓΕΙΑ: ΤΟΜΑΤΑ ..ΗΜΕΡ/ΝΙΑ: 10/03/05 ΟΝΟΜΑ:
ΖΑΓΑΡΗΣ

ΔΙΑΛΥΣΗ 1:100

	ΣΥΝΤΑΓΗ Νο 1	ΣΥΝΤΑΓΗ Νο 2
PH =	5,5 - 6,0	PH= 5,5 - 6,0
Ec =	1,81	Ec =2.00 - 2.30
ΔΟΧΕΙΟ Α	ΚΙΛΑ ΣΕ 100 ΛΙΤΡΑ ΝΕΡΟΥ	ΚΙΛΑ ΣΕ 100 ΛΙΤΡΑ ΝΕΡΟΥ
ΝΙΤΡΙΚΟ ΑΣΒΕΣΤΙΟ 19%Ca , 14,5% NO3-N, 1% NH4	6,19	
ΝΙΤΡΙΚΟ ΚΑΛΙΟ 38,6% K, 13,8% NO3-N	0,00	
ΝΙΤΡΙΚΗ ΑΜΜΩΝΙΑ 17,5% NO3, 17,5% NH4-N	0,31	
ΝΙΤΡΙΚΟ ΜΑΓΝΗΣΙΟ 9,9% Mg, 11% NO3-N	2,80	
ΟΥΡΙΑ 46% N	0	
ΧΗΛΙΚΟΣ ΣΙΔΗΡΟΣ 6% Fe	0,2	

ΔΟΧΕΙΟ Β	ΚΙΛΑ ΣΕ 100 ΛΙΤΡΑ ΝΕΡΟΥ	ΚΙΛΑ ΣΕ 100 ΛΙΤΡΑ ΝΕΡΟΥ
ΝΙΤΡΙΚΟ ΚΑΛΙΟ 38,6% K, 13,8% NO3-N	5,15	
ΘΕΙΪΚΟ ΜΑΓΝΗΣΙΟ 9,3% Mg, 13%SO4-S	0,00	
ΦΩΣΦΟΡΙΚΟ ΜΟΝΟΚΑΛΙΟ 21,3% P, 28,2 % K	1,73	
ΘΕΙΪΚΟ ΚΑΛΙΟ 41,5 % K , 18,4 % SO4-S	0,54	
ΦΩΣΦΟΡΙΚΟ ΟΞΥ 85% (λίτρα)	0,00	
ΝΙΤΡΙΚΟ ΟΞΥ 67% (λίτρα)		
ΔΙΑΛΥΜΑ ΙΧΝΟΣΤΟΙΧΕΙΩΝ (1)	1 Lit	

ΔΟΧΕΙΟ ΟΞΕΩΝ	ΚΙΛΑ ΣΕ 100 ΛΙΤΡΑ ΝΕΡΟΥ	ΚΙΛΑ ΣΕ 100 ΛΙΤΡΑ ΝΕΡΟΥ
ΦΩΣΦΟΡΙΚΟ ΟΞΥ 85% (λίτρα)		
ΝΙΤΡΙΚΟ ΟΞΥ 67 % (λίτρα)	0,96	

ΣΥΝΤΑΓΗ ΘΡΕΨΗΣ

ΚΑΛΛΙΕΡΓΕΙΑ: ΤΟΜΑΤΑ ..ΗΜΕΡ/ΝΙΑ: 10/03/05 ΟΝΟΜΑ:
ΖΑΓΑΡΗΣ

ΔΙΑΛΥΜΑ ΙΧΝΟΣΤΟΙΧΕΙΩΝ ΟΓΚΟΥ 20 ΛΙΤΡΩΝ

ΘΕΙΪΚΟ ΜΑΓΓΑΝΙΟ ($MnSO_4$, 27,3% Mn)	0,600 κιλά
ΒΟΡΙΟ (ΒΟΡΑΚΑ 11,28 %)	0,500 κιλά
ΘΕΙΪΚΟ ΧΑΛΚΟ ($CuSO_4$, 25 % Cu)	0,040 κιλά
ΘΕΙΪΚΟ ΨΕΥΔΑΡΓΥΡΟ ($ZnSO_4$, 22,7 % Zn)	0,320 κιλά
ΜΟΛΥΒΔΑΙΝΙΚΟ ΝΑΤΡΙΟ (SODIUM MOLYBDATE , 39,6 % Mo)	0,030 κιλά

DATE: 0108/05 CROP: TOMATA APPROX. Ec OF SOLUTION 2,63

NAME: IBAN TOMA BICARBONATE IN RAW WATER

FERTILIZER		N	NO ₃	NH ₄	P	K	Ca	Mg	SO ₄ S	Na	Cl	Fe	Mn	H ₂ PO ₄
OPTIMUM(mg/l)		200,00			50	270	186,21	100,00	40					
RAW WATER		0												
		171,79												
		200												
KNO ₃	4,95	68,26				190,92								
Ca(NO ₃) ₂	1,59	24,64	23,05	1,59		30,207								
NH ₄ NO ₃	0,80	28,21	14,11	14,11										
MgSO ₄	0,00							0,00						
Mg(NO ₃) ₂	0,81	8,89						8,00						
K ₂ SO ₄	0,43					18,04								
KH ₂ PO ₄	2,16				50,00	61,04								
(NH ₄)H ₂ PO ₄														
H ₃ PO ₄	0,00													0
HNO ₃	3,37	70												
Ec	2,63													

K/N= 1,350
 K/Ca= 1,45
 K/Mg= 3
 NH₄-N%= 8,52

NH₄-N%= 8,52 KN= 1,35 K/Ca= 1,45 KMg= 2,7



ΣΥΝΤΑΓΗ ΘΡΕΨΗΣ

ΚΑΛΛΙΕΡΓΕΙΑ: ΤΟΜΑΤΑ ..ΗΜΕΡ/ΝΑΙ: 0108/05 ΟΝΟΜΑ: ΙΒΑΝ ΤΟΜΑ

ΔΙΑΛΥΣΗ 1:100

	ΣΥΝΤΑΓΗ Νο 1	ΣΥΝΤΑΓΗ Νο 2
PH =	5,5 - 6,0	PH= 5,5 - 6,0
Ec =	2,63	Ec =2.00 - 2.30
ΔΟΧΕΙΟ Α	ΚΙΛΑ ΣΕ 100 ΛΙΤΡΑ ΝΕΡΟΥ	ΚΙΛΑ ΣΕ 100 ΛΙΤΡΑ ΝΕΡΟΥ
ΝΙΤΡΙΚΟ ΑΣΒΕΣΤΙΟ 19%Ca ,14,5% NO3-N, 1% NH4	1,59	
ΝΙΤΡΙΚΟ ΚΑΛΙΟ 38,6% K,13,8% NO3-N	2,07	
ΝΙΤΡΙΚΗ ΑΜΜΩΝΙΑ 17,5% NO3,17,5% NH4-N	0,80	
ΝΙΤΡΙΚΟ ΜΑΓΝΗΣΙΟ 9,9% Mg, 11% NO3-N	0,81	
ΟΥΡΙΑ 46% N	0,61	
ΧΗΛΙΚΟΣ ΣΙΔΗΡΟΣ 6% Fe	0,2	

ΔΟΧΕΙΟ Β	ΚΙΛΑ ΣΕ 100 ΛΙΤΡΑ ΝΕΡΟΥ	ΚΙΛΑ ΣΕ 100 ΛΙΤΡΑ ΝΕΡΟΥ
ΝΙΤΡΙΚΟ ΚΑΛΙΟ 38,6% K,13,8% NO3-N	2,87	
ΘΕΙΪΚΟ ΜΑΓΝΗΣΙΟ 9,3% Mg, 13%SO4-S	0,00	
ΦΩΣΦΟΡΙΚΟ ΜΟΝΟΚΑΛΙΟ 21,3% P, 28,2 % K	2,16	
ΘΕΙΪΚΟ ΚΑΛΙΟ 41,5 % K , 18,4 % SO4-S	0,43	
ΦΩΣΦΟΡΙΚΟ ΟΞΥ 85% (λίτρα)	0,00	
ΝΙΤΡΙΚΟ ΟΞΥ 67% (λίτρα)		
ΔΙΑΛΥΜΑ ΙΧΝΟΣΤΟΙΧΕΙΩΝ (1)	1 Lit	

ΔΟΧΕΙΟ ΟΞΕΩΝ	ΚΙΛΑ ΣΕ 100 ΛΙΤΡΑ ΝΕΡΟΥ	ΚΙΛΑ ΣΕ 100 ΛΙΤΡΑ ΝΕΡΟΥ
ΦΩΣΦΟΡΙΚΟ ΟΞΥ 85% (λίτρα)		
ΝΙΤΡΙΚΟ ΟΞΥ 67 % (λίτρα)	3,37	

ΣΥΝΤΑΓΗ ΘΡΕΨΗΣ

ΚΑΛΛΙΕΡΓΕΙΑ: ΤΟΜΑΤΑ ..ΗΜΕΡ/ΝΑΙ: 0108/05 ΟΝΟΜΑ: ΙΒΑΝ ΤΟΜΑ

ΔΙΑΛΥΜΑ ΙΧΝΟΣΤΟΙΧΕΙΩΝ ΟΓΚΟΥ 20 ΛΙΤΡΩΝ

ΘΕΙΪΚΟ ΜΑΓΓΑΝΙΟ ($MnSO_4$, 27,3% Mn)	0,600 κιλά
ΒΟΡΙΟ (ΒΟΡΑΚΑ 11,28 %)	0,500 κιλά
ΘΕΙΪΚΟ ΧΑΛΚΟ ($CuSO_4$, 25 % Cu)	0,040 κιλά
ΘΕΙΪΚΟ ΨΕΥΔΑΡΓΥΡΟ ($ZnSO_4$, 22,7 % Zn)	0,320 κιλά
ΜΟΛΥΒΔΑΙΝΙΚΟ ΝΑΤΡΙΟ (SODIUM MOLYBDATE , 39,6 % Mo)	0,030 κιλά

DATE 15/10/08 CROP MAPOYAI APPROX Ec OF SOLUTION 1,96

NAME KANAKHE

BICARBONATE IN RAW WATER

FERTILIZER		N	N-NO ₃	NH ₄	P	K	Ca	Mg	SO ₄ -S	Na	Cl	Fe	Mn	H ₂ PO ₄
OPTIMUM(mg/l)		173,69			40	200	80,00	83,33	40					
RAW WATER		0												
		173,69												
		162,6												
KNO ₃	2,28	31,47				88,017								
Ca(NO ₃) ₂	2,63	40,79	38,16	2,63		50								
NH ₄ NO ₃	0,00	0,00	0,00	0,00										
MgSO ₄	0,00							0,00						
Mg(NO ₃) ₂	0,44	4,81						4,33						
K ₂ SO ₄	1,52					63,15								
KH ₂ PO ₄	1,73			40,00		48,83								
(NH ₄)H ₂ PO ₄														
H ₃ PO ₄	0,00													0
HNO ₃	4,65	96,62												
Ec	1,96													

KN= 1,151
 K/Ca= 2,5
 K/Mg= 2
 NH₄-N%= 1,54

NH₄-N%= KN= 1,23 K/Ca= 2,5 K/Mg= 2,4



ΣΥΝΤΑΓΗ ΘΡΕΨΗΣ

ΚΑΛΙΕΡΓΕΙΑ: ΜΑΡΟΥΛΙ ..ΗΜΕΡ/ΝΙΑ: 15/10/08 ΟΝΟΜΑ:

ΔΙΑΛΥΣΗ 1:100

	ΣΥΝΤΑΓΗ Νο 1	ΣΥΝΤΑΓΗ Νο 2
PH =	5,5 - 6,0	PH= 5,5 - 6,0
Ec =	1,96	Ec =2.00 - 2.30
ΔΟΧΕΙΟ Α	ΚΙΛΑ ΣΕ 100 ΛΙΤΡΑ ΝΕΡΟΥ	ΚΙΛΑ ΣΕ 100 ΛΙΤΡΑ ΝΕΡΟΥ
ΝΙΤΡΙΚΟ ΑΣΒΕΣΤΙΟ 19%Ca ,14,5% NO3-N, 1% NH4	2,63	
ΝΙΤΡΙΚΟ ΚΑΛΙΟ 38,6% K,13,8% NO3-N	1,13	
ΝΙΤΡΙΚΗ ΑΜΜΩΝΙΑ 17,5% NO3,17,5% NH4-N	0,00	
ΝΙΤΡΙΚΟ ΜΑΓΝΗΣΙΟ 9,9% Mg, 11% NO3-N	0,44	
ΟΥΡΙΑ 46% N	0	
ΧΗΛΙΚΟΣ ΣΙΔΗΡΟΣ 6% Fe	0,2	

ΔΟΧΕΙΟ Β	ΚΙΛΑ ΣΕ 100 ΛΙΤΡΑ ΝΕΡΟΥ	ΚΙΛΑ ΣΕ 100 ΛΙΤΡΑ ΝΕΡΟΥ
ΝΙΤΡΙΚΟ ΚΑΛΙΟ 38,6% K,13,8% NO3-N	1,15	
ΘΕΙΪΚΟ ΜΑΓΝΗΣΙΟ 9,3% Mg, 13%SO4-S	0,00	
ΦΩΣΦΟΡΙΚΟ ΜΟΝΟΚΑΛΙΟ 21,3% P, 28,2 % K	1,73	
ΘΕΙΪΚΟ ΚΑΛΙΟ 41,5 % K , 18,4 % SO4-S	1,52	
ΦΩΣΦΟΡΙΚΟ ΟΞΥ 85% (λίτρα)	0,00	
ΝΙΤΡΙΚΟ ΟΞΥ 67% (λίτρα)		
ΔΙΑΛΥΜΑ ΙΧΝΟΣΤΟΙΧΕΙΩΝ (1)	1 Lit	

ΔΟΧΕΙΟ ΟΞΕΩΝ	ΚΙΛΑ ΣΕ 100 ΛΙΤΡΑ ΝΕΡΟΥ	ΚΙΛΑ ΣΕ 100 ΛΙΤΡΑ ΝΕΡΟΥ
ΦΩΣΦΟΡΙΚΟ ΟΞΥ 85% (λίτρα)		
ΝΙΤΡΙΚΟ ΟΞΥ 67 % (λίτρα)	4,65	



ΣΥΝΤΑΓΗ ΘΡΕΨΗΣ

ΚΑΛΛΙΕΡΓΕΙΑ: ΤΟΜΑΤΑ ..ΗΜΕΡ/ΝΙΑ: 25/09/06 ΟΝΟΜΑ: ΒΟΝΤΙΤΣΟΣ ΓΙΑΝΝΗΣ

ΔΙΑΛΥΜΑ ΙΧΝΟΣΤΟΙΧΕΙΩΝ ΟΓΚΟΥ 20 ΛΙΤΡΩΝ

ΘΕΙΪΚΟ ΜΑΓΓΑΝΙΟ ($MnSO_4$, 27,3% Mn)	0,600 κιλά
ΒΟΡΙΟ (ΒΟΡΑΚΑ 11,28 %)	0,500 κιλά
ΘΕΙΪΚΟ ΧΑΛΚΟ ($CuSO_4$, 25 % Cu)	0,040 κιλά
ΘΕΙΪΚΟ ΨΕΥΔΑΡΓΥΡΟ ($ZnSO_4$, 22,7 % Zn)	0,320 κιλά
ΜΟΛΥΒΔΑΙΝΙΚΟ ΝΑΤΡΙΟ (SODIUM MOLYBDATE , 39,6 % Mo)	0,030 κιλά

DATE: 04/06/07 CROP: AITOPYI MET APPROX Ec OF SOLUTION 2,00

NAME: KANAKHE

BICARBONATE IN RAW WATER

FERTILIZER		N	NO ₃	N-NH ₄	P	K	Ca	Mg	SO ₄ -S	Na	Cl	Fe	Mn	H ₃ PO ₄
OPTIMUM(mg/l)		236,36			40	260	148,57	32,50	30					
RAW WATER		0												
		226,20												
		236,4												
KNO ₃	4,42	60,98				170,57								
Ca(NO ₃) ₂	5,61	86,94	81,33	5,61			106,57							
NH ₄ NO ₃	0,29	10,16	5,08	5,08										
MgSO ₄	0,00							0,00						
Mg(NO ₃) ₂	2,17	23,89						21,50						
K ₂ SO ₄	0,98					40,60								
KH ₂ PO ₄	1,73				40,00	48,83								
(NH ₄)H ₂ PO ₄														
H ₃ PO ₄	0,00													0
HNO ₃	2,62	54,39												
Ec	2,00													

K/N= 1,100

K/Ca= 1,75

K/Mg= 8

NH₄-N%= 4,74

NH₄-N%=

K/N= 1,1

K/Ca= 1,75

K/Mg= 8



ΣΥΝΤΑΓΗ ΘΡΕΨΗΣ

ΚΑΛΙΕΡΓΕΙΑ: ΑΓΓΟΥΡΙ ΜΕΓ ..ΗΜΕΡ/ΝΑΙ: 04/06/07 ΟΝΟΜΑ: ΚΑΝΑΚΗΣ

ΔΙΑΛΥΣΗ 1:100

	ΣΥΝΤΑΓΗ Νο 1	ΣΥΝΤΑΓΗ Νο 2
PH =	5,5 - 6,0	PH= 5,5 - 6,0
Ec =	2,00	Ec =2.00 - 2.30
ΔΟΧΕΙΟ Α	ΚΙΛΑ ΣΕ 100 ΛΙΤΡΑ ΝΕΡΟΥ	ΚΙΛΑ ΣΕ 100 ΛΙΤΡΑ ΝΕΡΟΥ
ΝΙΤΡΙΚΟ ΑΣΒΕΣΤΙΟ 19%Ca ,14,5% NO3-N, 1% NH4	5,61	
ΝΙΤΡΙΚΟ ΚΑΛΙΟ 38,6% K,13,8% NO3-N	0,00	
ΝΙΤΡΙΚΗ ΑΜΜΩΝΙΑ 17,5% NO3,17,5% NH4-N	0,29	
ΝΙΤΡΙΚΟ ΜΑΓΝΗΣΙΟ 9,9% Mg, 11% NO3-N	2,17	
ΟΥΡΙΑ 46% N	0	
ΧΗΛΙΚΟΣ ΣΙΔΗΡΟΣ 6% Fe	0,2	

ΔΟΧΕΙΟ Β	ΚΙΛΑ ΣΕ 100 ΛΙΤΡΑ ΝΕΡΟΥ	ΚΙΛΑ ΣΕ 100 ΛΙΤΡΑ ΝΕΡΟΥ
ΝΙΤΡΙΚΟ ΚΑΛΙΟ 38,6% K,13,8% NO3-N	4,42	
ΘΕΙΪΚΟ ΜΑΓΝΗΣΙΟ 9,3% Mg, 13%SO4-S	0,00	
ΦΩΣΦΟΡΙΚΟ ΜΟΝΟΚΑΛΙΟ 21,3% P, 28,2 % K	1,73	
ΘΕΙΪΚΟ ΚΑΛΙΟ 41,5 % K , 18,4 % SO4-S	0,98	
ΦΩΣΦΟΡΙΚΟ ΟΞΥ 85% (λίτρα)	0,00	
ΝΙΤΡΙΚΟ ΟΞΥ 67% (λίτρα)		
ΔΙΑΛΥΜΑ ΙΧΝΟΣΤΟΙΧΕΙΩΝ (1)	1 Lit	

ΔΟΧΕΙΟ ΟΞΕΩΝ	ΚΙΛΑ ΣΕ 100 ΛΙΤΡΑ ΝΕΡΟΥ	ΚΙΛΑ ΣΕ 100 ΛΙΤΡΑ ΝΕΡΟΥ
ΦΩΣΦΟΡΙΚΟ ΟΞΥ 85% (λίτρα)		
ΝΙΤΡΙΚΟ ΟΞΥ 67 % (λίτρα)	2,62	



ΣΥΝΤΑΓΗ ΘΡΕΨΗΣ

ΚΑΛΛΙΕΡΓΕΙΑ: ΑΓΓΟΥΡΙ ΜΕΓ ..ΗΜΕΡ/ΝΑΙ: 04/06/07 ΟΝΟΜΑ: ΚΑΝΑΚΗΣ

ΔΙΑΛΥΜΑ ΙΧΝΟΣΤΟΙΧΕΙΩΝ ΟΓΚΟΥ 20 ΛΙΤΡΩΝ

ΘΕΙΪΚΟ ΜΑΓΓΑΝΙΟ ($MnSO_4$, 27,3% Mn)	0,600 κιλά
ΒΟΡΙΟ (ΒΟΡΑΚΑ 11,28 %)	0,500 κιλά
ΘΕΙΪΚΟ ΧΑΛΚΟ ($CuSO_4$, 25 % Cu)	0,040 κιλά
ΘΕΙΪΚΟ ΨΕΥΔΑΡΓΥΡΟ ($ZnSO_4$, 22,7 % Zn)	0,320 κιλά
ΜΟΛΥΒΔΑΙΝΙΚΟ ΝΑΤΡΙΟ (SODIUM MOLYBDATE , 39,6 % Mo)	0,030 κιλά

DATE 16/06/06 CROP ΑΙΤΟΥΠΙ-ΚΟΑ ΜΙΚ APPROX Ec OF SOLUTION 2,14

NAME ΚΑΝΑΚΗΣ

BICARBONATE IN RAW WATER

FERTILIZER		N	NO ₃	NO ₂	P	K	Ca	Mg	SO ₄ S	Na	Cl	Fe	Mn	B	Zn
OPTIMUM(mg/l)		247,77			50	260	157,58	47,27	25						
RAW WATER		0													
		247,77													
		247,6													
KNO ₃	4,39	60,65				169,64									
Ca(NO ₃) ₂	6,14	95,10	88,97	6,14			116,58								
NH ₄ NO ₃	0,00	0,00	0,00	0,00											
MgSO ₄	0,00							0,00							
Mg(NO ₃) ₂	3,46	38,08					34,27								
K ₂ SO ₄	0,71					29,32									
KH ₂ PO ₄	2,16				50,00	61,04									
(NH ₄) ₂ HPO ₄															
H ₃ PO ₄	0,00														0
HNO ₃	2,59	53,93													
Ec	2,14														

KN= 1,049
 K/Ca= 1,65
 K/Mg= 6
 NH₄-N%= 2,54

NH₄-N%= KN= 1,05 K/Ca= 1,65 K/Mg= 5,5



DATE: 04/03/08 CROP: ΑΙΤΟΥΡΙ APPROX. E. OF SOLUTION: 2,08

NAME: ΚΟΛΙΤΣΗΣ ΠΙΩΡΤΟΣ

BICARBONATE IN RAW WATER

FERTILIZER	N	NO ₃	NH ₄	P	K	Ca	Mg	SO ₄ S	Na	Cl	Fe	Mn	B-PO ₄
OPTIMUM(mg/l)	245,45			50	270	180,00	45,00	35					
RAW WATER	0												
	218,36												
	245,5												
KNO ₃	4,54	62,61			175,13								
Ca(NO ₃) ₂	3,26	50,58	47,32	3,26		62							
NH ₄ NO ₃	0,77	27,09	13,55	13,55									
MgSO ₄	0,00						0,00						
Mg(NO ₃) ₂	1,11	12,22					11,00						
K ₂ SO ₄	0,82				33,83								
KH ₂ PO ₄	2,16			50,00	61,04								
(NH ₄) ₂ HPO ₄													
H ₃ PO ₄	0,00												0
HNO ₃	4,47	92,95											
Ec	2,06												

K/N= 1,100
K/Ca= 1,500
K/Mg= 6
NH₄-N%= 7,35

NH₄-N%= K/N= 1,1 K/Ca= 1,5 K/Mg= 6



ΣΥΝΤΑΓΗ ΘΡΕΨΗΣ

ΚΑΛΛΙΕΡΓΕΙΑ: ΑΓΓΟΥΡΙ ..ΗΜΕΡ/ΝΙΑ: 04/03/08 ΟΝΟΜΑ: ΚΟΛΙΤΣΗΣ ΓΙΩΡΓΟΣ

ΔΙΑΛΥΣΗ 1:100

	ΣΥΝΤΑΓΗ Νο 1	ΣΥΝΤΑΓΗ Νο 2
PH =	5,5 - 6,0	PH= 5,5 - 6,0
Ec =	2,06	Ec =2.00 - 2.30
ΔΟΧΕΙΟ Α	ΚΙΛΑ ΣΕ 100 ΛΙΤΡΑ ΝΕΡΟΥ	ΚΙΛΑ ΣΕ 100 ΛΙΤΡΑ ΝΕΡΟΥ
ΝΙΤΡΙΚΟ ΑΣΒΕΣΤΙΟ 19%Ca ,14,5% NO3-N, 1% NH4	3,26	
ΝΙΤΡΙΚΟ ΚΑΛΙΟ 38,6% K,13,8% NO3-N	1,09	
ΝΙΤΡΙΚΗ ΑΜΜΩΝΙΑ 17,5% NO3,17,5% NH4-N	0,77	
ΝΙΤΡΙΚΟ ΜΑΓΝΗΣΙΟ 9,9% Mg, 11% NO3-N	1,11	
ΟΥΡΙΑ 46% N	0,00	
ΧΗΛΙΚΟΣ ΣΙΔΗΡΟΣ 6% Fe	0,2	

ΔΟΧΕΙΟ Β	ΚΙΛΑ ΣΕ 100 ΛΙΤΡΑ ΝΕΡΟΥ	ΚΙΛΑ ΣΕ 100 ΛΙΤΡΑ ΝΕΡΟΥ
ΝΙΤΡΙΚΟ ΚΑΛΙΟ 38,6% K,13,8% NO3-N	3,45	
ΘΕΪΚΟ ΜΑΓΝΗΣΙΟ 9,3% Mg, 13%SO4-S	0,00	
ΦΩΣΦΟΡΙΚΟ ΜΟΝΟΚΑΛΙΟ 21,3% P, 28,2 % K	2,16	
ΘΕΪΚΟ ΚΑΛΙΟ 41,5 % K , 18,4 % SO4-S	0,82	
ΦΩΣΦΟΡΙΚΟ ΟΞΥ 85% (λίτρα)	0,00	
ΝΙΤΡΙΚΟ ΟΞΥ 67% (λίτρα)		
ΔΙΑΛΥΜΑ ΙΧΝΟΣΤΟΙΧΕΙΩΝ (1)	1 Lit	

ΔΟΧΕΙΟ ΟΞΕΩΝ	ΚΙΛΑ ΣΕ 100 ΛΙΤΡΑ ΝΕΡΟΥ	ΚΙΛΑ ΣΕ 100 ΛΙΤΡΑ ΝΕΡΟΥ
ΦΩΣΦΟΡΙΚΟ ΟΞΥ 85% (λίτρα)		
ΝΙΤΡΙΚΟ ΟΞΥ 67 % (λίτρα)	4,47	

ΣΥΝΤΑΓΗ ΘΡΕΨΗΣ

ΚΑΛΛΙΕΡΓΕΙΑ: ΑΓΓΟΥΡΙ ..ΗΜΕΡ/ΝΙΑ: 04/03/08 ΟΝΟΜΑ: ΚΟΛΙΤΣΗΣ ΓΙΩΡΓΟΣ

ΔΙΑΛΥΜΑ ΙΧΝΟΣΤΟΙΧΕΙΩΝ ΟΓΚΟΥ 20 ΛΙΤΡΩΝ

ΘΕΙΪΚΟ ΜΑΓΓΑΝΙΟ (MnSO ₄ , 27,3% Mn)	0,600 κιλά
ΒΟΡΙΟ (ΒΟΡΑΚΑ 11,28 %)	0,500 κιλά
ΘΕΙΪΚΟ ΧΑΛΚΟ (CuSO ₄ , 25 % Cu)	0,040 κιλά
ΘΕΙΪΚΟ ΨΕΥΔΑΡΓΥΡΟ (ZnSO ₄ , 22,7 % Zn)	0,320 κιλά
ΜΟΛΥΒΔΑΙΝΙΚΟ ΝΑΤΡΙΟ (SODIUM MOLYBDATE , 39,6 % Mo)	0,030 κιλά

DATE: 02/03/06 CROP: TOMATA APPROX Ec OF SOLUTION 2,85

NAME: KOYTEAYTAKHE A

BICARBONATE IN RAW WATER

FERTILIZER		N	N-NO ₃	N-NH ₄	P	K	Ca	Mg	SO ₄ S	Na	Cl	Fe	Mn	B ₂ O ₃
OPTIMUM(mg/l)		231,87			60	300	265,49	51,72	38					
RAW WATER		0												
		231,87												
		230,8												
KNO ₃	5,70	78,65				219,99								
Ca(NO ₃) ₂	4,71	73,00	68,29	4,71			89,487							
NE ₄ NO ₃	0,00	0,00	0,00	0,00										
MgSO ₄	0,00							0,00						
Mg(NO ₃) ₂	2,60	28,58						25,72						
K ₂ SO ₄	0,16						6,77							
KH ₂ PO ₄	2,60			60,00	73,25									
(NH ₄) ₂ PO ₄														
H ₃ PO ₄	0,00													0
HNO ₃	2,48	51,64												
Ec	2,85													

KN= 1,294
 K/Ca= 1,13
 K/Mg= 6
 NH₄-N%= 2,07

NH₄-N% = 2,07 KN= 1,3 K/Ca= 1,13 K/Mg= 5,8



ΣΥΝΤΑΓΗ ΘΡΕΨΗΣ

ΚΑΛΛΙΕΡΓΕΙΑ: ΤΟΜΑΤΑ ..ΗΜΕΡ/ΝΙΑ: 02/03/06 ΟΝΟΜΑ:ΚΟΥΤΣΑΥΤΑΚΗΣ ΔΙΟΝΥΣΗΣ

ΔΙΑΛΥΣΗ 1:100

	ΣΥΝΤΑΓΗ Νο 1	ΣΥΝΤΑΓΗ Νο 2
PH =	5,5 - 6,0	PH= 5,5 - 6,0
Ec =	2,85	Ec =2.00 - 2.30
ΔΟΧΕΙΟ Α	ΚΙΛΑ ΣΕ 100 ΛΙΤΡΑ ΝΕΡΟΥ	ΚΙΛΑ ΣΕ 100 ΛΙΤΡΑ ΝΕΡΟΥ
ΝΙΤΡΙΚΟ ΑΣΒΕΣΤΙΟ 19%Ca ,14,5% NO3-N, 1% NH4	4,71	
ΝΙΤΡΙΚΟ ΚΑΛΙΟ 38,6% K,13,8% NO3-N	0,48	
ΝΙΤΡΙΚΗ ΑΜΜΩΝΙΑ 17,5% NO3,17,5% NH4-N	0,00	
ΝΙΤΡΙΚΟ ΜΑΓΝΗΣΙΟ 9,9% Mg, 11% NO3-N	2,60	
ΟΥΡΙΑ 46% N	0	
ΧΗΛΙΚΟΣ ΣΙΔΗΡΟΣ 6% Fe	0,2	

ΔΟΧΕΙΟ Β	ΚΙΛΑ ΣΕ 100 ΛΙΤΡΑ ΝΕΡΟΥ	ΚΙΛΑ ΣΕ 100 ΛΙΤΡΑ ΝΕΡΟΥ
ΝΙΤΡΙΚΟ ΚΑΛΙΟ 38,6% K,13,8% NO3-N	5,22	
ΘΕΙΙΚΟ ΜΑΓΝΗΣΙΟ 9,3% Mg, 13%SO4-S	0,00	
ΦΩΣΦΟΡΙΚΟ ΜΟΝΟΚΑΛΙΟ 21,3% P, 28,2 % K	2,60	
ΘΕΙΙΚΟ ΚΑΛΙΟ 41,5 % K , 18,4 % SO4-S	0,16	
ΦΩΣΦΟΡΙΚΟ ΟΞΥ 85% (λίτρα)	0,00	
ΝΙΤΡΙΚΟ ΟΞΥ 67% (λίτρα)		
ΔΙΑΛΥΜΑ ΙΧΝΟΣΤΟΙΧΕΙΩΝ (1)	1 Lit	

ΔΟΧΕΙΟ ΟΞΕΩΝ	ΚΙΛΑ ΣΕ 100 ΛΙΤΡΑ ΝΕΡΟΥ	ΚΙΛΑ ΣΕ 100 ΛΙΤΡΑ ΝΕΡΟΥ
ΦΩΣΦΟΡΙΚΟ ΟΞΥ 85% (λίτρα)		
ΝΙΤΡΙΚΟ ΟΞΥ 67 % (λίτρα)	2,48	

ΣΥΝΤΑΓΗ ΘΡΕΨΗΣ

ΚΑΛΛΙΕΡΓΕΙΑ: ΤΟΜΑΤΑ ..ΗΜΕΡ/ΝΙΑ: 02/03/06 ΟΝΟΜΑ: ΚΟΥΤΣΑΥΤΑΚΗΣ ΔΙΟΝΥΣΗΣ

ΔΙΑΛΥΜΑ ΙΧΝΟΣΤΟΙΧΕΙΩΝ ΟΓΚΟΥ 20 ΛΙΤΡΩΝ

ΘΕΙΪΚΟ ΜΑΓΓΑΝΙΟ (MnSO ₄ , 27,3% Mn)	0,600 κιλά
ΒΟΡΙΟ (ΒΟΡΑΚΑ 11,28 %)	0,500 κιλά
ΘΕΙΪΚΟ ΧΑΛΚΟ (CuSO ₄ , 25 % Cu)	0,040 κιλά
ΘΕΙΪΚΟ ΨΕΥΔΑΡΓΥΡΟ (ZnSO ₄ , 22,7 % Zn)	0,320 κιλά
ΜΟΛΥΒΔΑΙΝΙΚΟ ΝΑΤΡΙΟ (SODIUM MOLYBDATE , 39,6 % Mo)	0,030 κιλά

DATE: 03/07/06 CROP: TOMATA cherry APPROX Ec OF SOLUTION 2,15

NAME: AEBENTHE A BICARBONATE IN RAW WATER

FERTILIZER		N	NH ₄ -N	P	K	Ca	Mg	SO ₄ -S	Na	Cl	Fe	Mn	H ₂ PO ₄
OPTIMUM(mg/l)		220,34		50	260	200,00	47,27	30					
RAW WATER		0											
		191,33											
		220,3											
KNO ₃	4,75	65,49			183,17								
Ca(NO ₃) ₂	2,95	45,68	42,74	2,95		56							
NH ₄ NO ₃	0,82	29,01	14,51	14,51									
MgSO ₄	0,00						0,00						
Mg(NO ₃) ₂	1,34	14,75					13,27						
K ₂ SO ₄	0,38				15,79								
KH ₂ PO ₄	2,16			50,00	61,04								
(NH ₄) ₂ HPO ₄													
H ₃ PO ₄	0,00												0
HNO ₃	3,14	65,41											
Ec	2,15												

K/N= 1,180
 K/Ca= 1,3
 K/Mg= 6
 NH₄-N%= 8,60

NH₄-N%= K/N= 1,18 K/Ca= 1,3 K/Mg= 5,5



ΣΥΝΤΑΓΗ ΘΡΕΨΗΣ

ΚΑΛΛΙΕΡΓΕΙΑ: ΤΟΜΑΤΑ cherry ..ΗΜΕΡ/ΝΙΑ: 03/07/06 ΟΝΟΜΑ: ΛΕΒΕΝΤΗΣ ΔΗΜΗΤΡΗΣ

ΔΙΑΛΥΣΗ 1:100

	ΣΥΝΤΑΓΗ Νο 1	ΣΥΝΤΑΓΗ Νο 2
PH =	5,5 - 6,0	PH= 5,5 - 6,0
Ec =	2,15	Ec =2.00 - 2.30
ΔΟΧΕΙΟ Α	ΚΙΛΑ ΣΕ 100 ΛΙΤΡΑ ΝΕΡΟΥ	ΚΙΛΑ ΣΕ 100 ΛΙΤΡΑ ΝΕΡΟΥ
ΝΙΤΡΙΚΟ ΑΣΒΕΣΤΙΟ 19%Ca , 14,5% NO3-N, 1% NH4	2,95	
ΝΙΤΡΙΚΟ ΚΑΛΙΟ 38,6% K, 13,8% NO3-N	0,99	
ΝΙΤΡΙΚΗ ΑΜΜΩΝΙΑ 17,5% NO3, 17,5% NH4-N	0,82	
ΝΙΤΡΙΚΟ ΜΑΓΝΗΣΙΟ 9,9% Mg, 11% NO3-N	1,34	
ΟΥΡΙΑ 46% N	0	
ΧΗΛΙΚΟΣ ΣΙΔΗΡΟΣ 6% Fe	0,2	

ΔΟΧΕΙΟ Β	ΚΙΛΑ ΣΕ 100 ΛΙΤΡΑ ΝΕΡΟΥ	ΚΙΛΑ ΣΕ 100 ΛΙΤΡΑ ΝΕΡΟΥ
ΝΙΤΡΙΚΟ ΚΑΛΙΟ 38,6% K, 13,8% NO3-N	3,76	
ΘΕΙΪΚΟ ΜΑΓΝΗΣΙΟ 9,3% Mg, 13% SO4-S	0,00	
ΦΩΣΦΟΡΙΚΟ ΜΟΝΟΚΑΛΙΟ 21,3% P, 28,2 % K	2,16	
ΘΕΙΪΚΟ ΚΑΛΙΟ 41,5 % K , 18,4 % SO4-S	0,38	
ΦΩΣΦΟΡΙΚΟ ΟΞΥ 85% (λίτρα)	0,00	
ΝΙΤΡΙΚΟ ΟΞΥ 67% (λίτρα)		
ΔΙΑΛΥΜΑ ΙΧΝΟΣΤΟΙΧΕΙΩΝ (1)	1 Lit	

ΔΟΧΕΙΟ ΟΞΕΩΝ	ΚΙΛΑ ΣΕ 100 ΛΙΤΡΑ ΝΕΡΟΥ	ΚΙΛΑ ΣΕ 100 ΛΙΤΡΑ ΝΕΡΟΥ
ΦΩΣΦΟΡΙΚΟ ΟΞΥ 85% (λίτρα)		
ΝΙΤΡΙΚΟ ΟΞΥ 67 % (λίτρα)	3,14	

ΣΥΝΤΑΓΗ ΘΡΕΨΗΣ

ΚΑΛΛΙΕΡΓΕΙΑ: ΤΟΜΑΤΑ cherry ..ΗΜΕΡ/ΝΙΑ: 03/07/06 ΟΝΟΜΑ: ΛΕΒΕΝΤΗΣ ΔΗΜΗΤΡΗΣ

ΔΙΑΛΥΜΑ ΙΧΝΟΣΤΟΙΧΕΙΩΝ ΟΓΚΟΥ 20 ΛΙΤΡΩΝ

ΘΕΙΪΚΟ ΜΑΓΓΑΝΙΟ (MnSO ₄ , 27,3% Mn)	0,600 κιλά
ΒΟΡΙΟ (ΒΟΡΑΚΑ 11,28 %)	0,500 κιλά
ΘΕΙΪΚΟ ΧΑΛΚΟ (CuSO ₄ , 25 % Cu)	0,040 κιλά
ΘΕΙΪΚΟ ΨΕΥΔΑΡΓΥΡΟ (ZnSO ₄ , 22,7 % Zn)	0,320 κιλά
ΜΟΛΥΒΔΑΙΝΙΚΟ ΝΑΤΡΙΟ (SODIUM MOLYBDATE , 39,6 % Mo)	0,030 κιλά

ΣΥΝΤΑΓΗ ΘΡΕΨΗΣ

ΚΑΛΙΕΡΓΕΙΑ: ΠΙΠΕΡΙΑ -ΑΓΓΟΥΡΙ-ΤΟΜΑΤΑ ..ΗΜΕΡ/ΝΙΑ: 04/02/05
 ΟΝΟΜΑ:ΜΑΚΑΡΟΥΝΑΣ ΣΚΕΥΟΣ.....

ΔΙΑΛΥΣΗ 1:100

	ΤΟΜΑΤΑ-ΑΓΓΟΥΡΙ	ΠΙΠΕΡΙΑ
	ΣΥΝΤΑΓΗ No 1	ΣΥΝΤΑΓΗ No 2
PH =	5,5 - 6,0	PH= 5,5 - 6,0
Ec =	2,28	Ec =2.00 - 2.30
ΔΟΧΕΙΟ Α	ΚΙΛΑ ΣΕ 100 ΛΙΤΡΑ ΝΕΡΟΥ	ΚΙΛΑ ΣΕ 100 ΛΙΤΡΑ ΝΕΡΟΥ
ΝΙΤΡΙΚΟ ΑΣΒΕΣΤΙΟ 19%Ca , 14,5% NO3-N, 1% NH4	5,98	6,22
ΝΙΤΡΙΚΟ ΚΑΛΙΟ 38,6% K, 13,8% NO3-N	0,26	0
ΝΙΤΡΙΚΗ ΑΜΜΩΝΙΑ 17,5% NO3, 17,5% NH4-N	0,44	0,19
ΝΙΤΡΙΚΟ ΜΑΓΝΗΣΙΟ 9,9% Mg, 11% NO3-N	1,58	1,11
ΟΥΡΙΑ 46% N	0	0
ΧΗΛΙΚΟΣ ΣΙΔΗΡΟΣ 6% Fe	0,2	0,2

ΚΟΙΝΟ

ΔΟΧΕΙΟ Β	ΚΙΛΑ ΣΕ 100 ΛΙΤΡΑ ΝΕΡΟΥ	ΚΙΛΑ ΣΕ 100 ΛΙΤΡΑ ΝΕΡΟΥ
ΝΙΤΡΙΚΟ ΚΑΛΙΟ 38,6% K, 13,8% NO3-N	5,70	5,44
ΘΕΙΪΚΟ ΜΑΓΝΗΣΙΟ 9,3% Mg, 13%SO4-S	0,00	
ΦΩΣΦΟΡΙΚΟ ΜΟΝΟΚΑΛΙΟ 21,3% P, 28,2 % K	1,73	1,73
ΘΕΙΪΚΟ ΚΑΛΙΟ 41,5 % K , 18,4 % SO4-S	0,27	0,27
ΦΩΣΦΟΡΙΚΟ ΟΞΥ 85% (λίτρα)	0,00	
ΝΙΤΡΙΚΟ ΟΞΥ 67% (λίτρα)		
ΔΙΑΛΥΜΑ ΙΧΝΟΣΤΟΙΧΕΙΩΝ (1)	1 Lit	

ΔΟΧΕΙΟ ΟΞΕΩΝ	ΚΙΛΑ ΣΕ 100 ΛΙΤΡΑ ΝΕΡΟΥ	ΚΙΛΑ ΣΕ 100 ΛΙΤΡΑ ΝΕΡΟΥ
ΦΩΣΦΟΡΙΚΟ ΟΞΥ 85% (λίτρα)		
ΝΙΤΡΙΚΟ ΟΞΥ 67 % (λίτρα)	1,40	

ΣΥΝΤΑΓΗ ΘΡΕΨΗΣ

ΚΑΛΛΙΕΡΓΕΙΑ: ΠΙΠΕΡΙΑ -ΑΓΓΟΥΡΙ-ΤΟΜΑΤΑ ..ΗΜΕΡ/ΝΙΑ: 04/02/05
ΟΝΟΜΑ:ΜΑΚΑΡΟΥΝΑΣ ΣΚΕΥΟΣ.....

ΔΙΑΛΥΜΑ ΙΧΝΟΣΤΟΙΧΕΙΩΝ ΟΓΚΟΥ 20 ΛΙΤΡΩΝ

ΘΕΙΪΚΟ ΜΑΓΓΑΝΙΟ (MnSO ₄ , 27,3% Mn)	0 ,600 κιλά
ΒΟΡΙΟ (ΒΟΡΑΚΑ 11,28 %)	0,500 κιλά
ΘΕΙΪΚΟ ΧΑΛΚΟ (CuSO ₄ , 25 % Cu)	0,040 κιλά
ΘΕΙΪΚΟ ΨΕΥΔΑΡΓΥΡΟ (ZnSO ₄ , 22,7 % Zn)	0,320 κιλά
ΜΟΛΥΒΔΑΙΝΙΚΟ ΝΑΤΡΙΟ (SODIUM MOLYBDATE , 39,6 % Mo)	0,030 κιλά

Για όλες τις παραπάνω συνταγές ισχύουν τα παρακάτω:

ΠΡΟΣΘΕΤΟΥΜΕ 200ML ΝΙΤΡΙΚΟ ΟΞΥ
ΠΡΟΣΟΧΗ ΣΤΗ ΔΙΑΛΥΣΗ
ΝΑ ΑΝΑΤΑΡΑΣΣΕΤΑΙ ΤΟ ΔΟΧΕΙΟ ΠΡΙΝ ΑΠΟ ΚΑΘΕ ΧΡΗΣΗ

ΣΗΜΕΙΩΣΗ: Ένα (1) λίτρο από το δοχείο αντιστοιχεί σ' ένα λίτρο ιχνοστοιχεία της συνταγής.

ΠΡΟΣΟΧΗ: ΤΑ ΠΥΚΝΑ ΔΙΑΛΥΜΑΤΑ ΤΩΝ ΟΞΕΩΝ ΕΙΝΑΙ ΚΑΥΣΤΙΚΑ ΚΑΙ ΕΠΙΚΙΝΔΥΝΑ .
ΚΑΤΑ ΤΗΝ ΧΡΗΣΗ ΤΟΥΣ ΝΑ ΦΟΡΑΤΕ ΓΥΑΛΙΑ ΚΑΙ ΓΑΝΤΙΑ.
ΔΙΑΛΥΟΥΜΕ ΠΑΝΤΑ ΤΑ ΟΞΕΑ ΜΕΣΑ ΣΤΟ ΝΕΡΟ ΚΑΙ ΟΧΙ ΤΟ ΝΕΡΟ ΜΕΣΑ ΣΤΑ
ΟΞΕΑ.

BIBΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

Arvanitis K.G., Paraskevopoulos P.N., Vernardos A.A., 2000. Multirate adaptive temperature control of greenhouses, *Comput. Electron. Agric.* 26, 303-320.

Bakker, J. C. (1989). *Journal of Horticulture Science*, 64(1): 41-46

Buwalda, F.; Warmenhoven, M. 1999. Growth-limiting phosphate nutrition suppresses nitrate accumulation in greenhouse lettuce. *Journal of Experimental Botany* 50: 813-821.

Cebula, S. 1995. Optimization of plant and shoot spacing in greenhouse production of sweet pepper. *Acta Horticulturae* 412: 321- 328.

Cooper, A.J., 1973. Rapid crop turn-round is possible with experimental nutrient film technique. *Grower*, 79: 1048-1052.

De Jaeger P. 1987. Tuinbouw zonder grond. *Landbouwk Tijdschrift* 2, 13-15.

Glenn, E. P. 1984. Seasonal effects of radiation and temperatures on growth of greenhouse lettuce in a high isolation desert environment. *Scientific Horticulture*. 22:9-21

Graves C.J., 1983. The nutrient film technique. *Hortic. Rev.* 5: 1-44

GUO F., FUJIME Y., HIROSE T., KATO T., 1990. Effects of the number of training shoots, raising period of seedlings and planting density on growth, fruiting and yield of sweet peppers. *J Japan Soc Hort Sci* 59, 763-770.

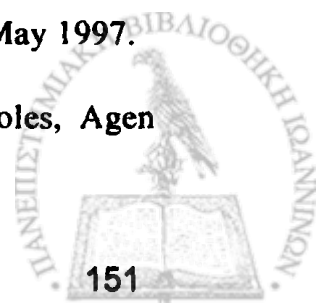
Hanger B. 1993. Hydroponics: The world Australian and South Pacific Islands Scene. In *Commercial Hydroponicw in Australasia, A Guide for Growers* pro-set Pty Ltd. Hobart

Hewitt E.J., 1966. Sand and water cultyure methode used in the study of plant nutrition. *Commonwealth Agricultural Bureaux*.

Hoogland, D.R. and Arnon D.S, 1950. The water culture method for growing plants without soil. *Col Agr. Exp. Stn. Cirs* 374.

Jensen M.H., 1999. Hydroponics worldwide. In *proceedings International symposium on Growing Media and hydroponics, Ontario Canada 19-26 May 1997*.

Morard P., 1995. Les cultures Vegetales hors sol. *Publication agricoles, Agen France*.



Nelson, P.V. 1991. Greenhouse operation and management, 4th ed. Prentice-Hall, Englewood Cliffs, New Jersey. 612 pp.

Nonnecke, I.L. 1989. Vegetable production. AVI – Von Nostrand Reinhold, New York.

Savvas D., 2002. Nutrient solution recycling. In: Savvas D., Passam H.C. (Eds) Hydroponic production of vegetables and Ornamentals. Embryo Publications, Athens Greece, pp. 299-343.

Seymour, 1993. Review of commercial Hydroponic crop Production Systems in commercial hydroponics in Australasia. A Guide for Growers, pro-set Pty Ltd. Hobart

Singh J.N. and H.J. Mack, 1966. Effects of soil temperatures on growth, fruiting and mineral composition of snap beans. Proc. Amer. Soc. Hort. Sci. 88: 378-383

Sonneveld C. 2000. Effects of salinity on substrate grown vegetables and ornamentals in greenhouse horticulture. Ph.D. Thesis University of Wageningen. The Netherlands.

Sonneveld C., Straver N.B., 1994. Nutrient solution for vegetables and flowers grown in water or substrates. Voedingsoplossingen glastijnbouw 8: 1-33.

Steiner, A.A. 1984. The Universal Nutrient Solution, Proceedings of IWOSC 1984 6th International Congress of Soilless Culture, pp 633-650, ISSN 9070976048, Wageningen, The Netherlands, Apr 29-May 5

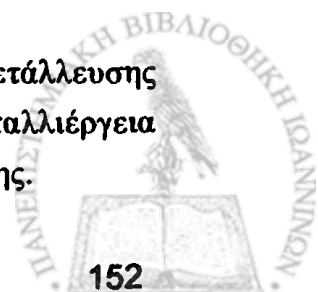
Αγγελόπουλος Θ., 1991. Συγκριτική καλλιέργεια τεσσάρων ποικιλιών φράουλας σε κατακόρυφο υδροπονικό σύστημα.

Αναλογίδης Δ., 2000. Έδαφος, θρεπτικά στοιχεία και φυτική παραγωγή. Αγρότυπος, Αθήνα

Αναστασίου και Παπαγεωργίου, 1999. Υδροπονικά συστήματα καλλιέργειας και έλεγχος της θρέψης. Γεωργία και Κτηνοτροφία 9, 60-74

Γεωργία – Κτηνοτροφία, 2003. Το υδροπονικό σύστημα επίπλευσης για την παραγωγή σποροφύτων.

Γιαλιάς Στέφανος Γάτος Ελευθέριος Ηράκλειο 2003. «Σχέδιο εκμετάλλευσης πέντε στρεμμάτων υαλόφρακτου θερμοκηπίου με υδροπονική καλλιέργεια αγγουριού». Πτυχιακή εργασία Τεχνολογικό Εκπαιδευτικό Ίδρυμα Κρήτης.



- Γιαννόπουλος Γ. 2012.** Τεχνικός Σύμβουλος παρασκευής θρεπτικών διαλυμάτων. Υπουργείο Αγροτικής Ανάπτυξης και Τροφίμων.
- Δρίμτζιας Ε., 1993** «Υδροπονική καλλιέργεια σε πετροβάμβακα GRODAN», Γεωργία και Ανάπτυξη, Μάρτιος.
- Δρίμτζιας Ε., 1995** `` Υδροπονική καλλιέργεια σε υπόστρωμα GRODAN `` , Γεωργία και Κτηνοτροφία, Τεύχος 6.
- Δρίμτζιας Ε., 1995,** «ΥΔΡΟΛΙΠΑΝΣΗ ΣΤΗΝ ΥΔΡΟΠΟΝΙΑ», Γεωργική Τεχνολογία, Αφιέρωμα ΛΙΠΑΝΣΗ - ΘΡΕΨΗ
- Θανόπουλος Χαράλαμπος 2008.** Τεχνικές καλλιέργειας Παντζαριού. Γεωπονικό Πανεπιστήμιο Αθηνών
- Καράταγλης Σ., 1999.** Φυσιολογία φυτών. 3^η έκδοση. Εκδόσεις Art of text. Θεσσαλονίκη
- Καταπόδης Η. 2004.** Καλλιέργεια σε σάκους περλίτη. Καλλιέργεια σε κύβους πετροβάμβακα.
- Κατσάνος Χρήστος, 2012.** Ημερίδα ΤΕΙ Ηπείρου – Εμπορικό Επιμελητήριο Άρτας. <http://www.dkggroup.com/>
- Κατσούλας Ν. και Κίττας Κ., 2011.** Παραδόσεις του μαθήματος: «Συστήματα υδροπονικών καλλιεργειών και ελέγχου περιβάλλοντος». Εργαστήριο Θερμοκηπιακών κατασκευών. Γεωπονική Σχολή. Πανεπιστήμιο Θεσσαλίας.
- Κούκου Α., 1998.** Πρώιμη υδροπονική καλλιέργεια τομάτας σε groth bags με διάφορα κλάσματα ελαφρόπετρας.
- Κυρίτσης Σ., 1989.** Η Ενέργεια στην Ελληνική Γεωργία και οι Δυνατότητες της Ηλιακής Τεχνολογίας. Ελληνική Λιθογραφία ΕΠΕ. Αθήνα
- Κωνσταντινοπούλου Ε., 2008.** Μελέτη της επίδρασης της καλλιεργητικής τεχνικής στην περιεκτικότητα του μαρουλιού σε νιτρικά καθώς και στην μετασυλλεκτική συμπεριφορά και ποιότητα του προϊόντος. Γεωπονικό Πανεπιστήμιο Αθηνών.
- Κλάδος Ε., 2009.** Επίδραση υποστρώματος και αλατότητας σε υδροπονική καλλιέργεια σταμναγκαθιού. Πτυχιακή εργασία Σχολή Τεχνολογίας Γεωπονίας. ΑΤΕΙ Κρήτης
- Λιονουδάκης Μ., 2006.** Υδροπονική καλλιέργεια – Τα προτερήματα της



χρησιμοποίησης υδροπονίας: www.hydrofit.gr

Μανιός Θ., 2007. Υποστρώματα και συστήματα θερμοκηπιακών καλλιεργειών εκτός εδάφους. Σχολή Τεχνολογίας Γεωπονίας. ΑΤΕΙ Κρήτης

Μανιός Θ., 2006. Εργαστήριο υποστρωμάτων και συστημάτων καλλιεργειών εκτός εδάφους. Σχολή Τεχνολογίας Γεωπονίας. ΑΤΕΙ Κρήτης

Μανιός Θ., 1999. Υποστρώματα και συστήματα θερμοκηπιακών καλλιεργειών εκτός εδάφους. Σχολή Τεχνολογίας Γεωπονίας. ΑΤΕΙ Κρήτης

Μαυρογιαννόπουλος Γ., 1994. Υδροπονικές καλλιέργειες και θρεπτικά διαλύματα. Εκδόσεις Α. Σταμούλη. Αθήνα

Νικολετάκης Μηνάς, 2008. «Η τεχνική της υδροπονίας και η εφαρμογή της μέσα από διάφορα συστήματα». Πτυχιακή εργασία Τεχνολογικό Εκπαιδευτικό Ίδρυμα Κρήτης

Ντίνας Κ. Γ., 2007. Έλεγχος περιβάλλοντος σε θερμοκήπιο με ηλιακό σύστημα εξοικονόμησης ενέργειας συνδυασμένο με υδρορροή Υδροπονίας. Μεταπτυχιακή Διατριβή. Γεωπονική Σχολή, ΑΠΘ.

Ντόγρας, Κ. 2001. Καλλιέργεια Λαχανικών σε Θερμοκήπιο. Μέρος Α. Τμήμα εκδόσεων Πανεπιστημιακό Τυπογραφείο Θεσσαλονίκης

Ντόγρας, Κ. 2008. Καλλιέργεια Λαχανικών σε Θερμοκήπιο. Τμήμα εκδόσεων Πανεπιστημιακό Τυπογραφείο Θεσσαλονίκης

Νεβεσκιώτης Σ., 2011. Ημερήσια διακύμανση των αντιοξειδωτικών και των νιτρικών σε φυτά μαρουλιού σε σχέση με τη λίπανση με άζωτο και ασβέστιο. Μεταπτυχιακή Διατριβή Γεωπονική Σχολή ΑΠΘ.

Ολύμπιος Χ., 1994. Στοιχεία Γενικής Λαχανοκομίας. Πανεπιστημιακές εκδόσεις. Γ.Π.Α. Αθήνα.

Ολύμπιος Χ., 2001. Η τεχνική της καλλιέργειας των κηπευτικών στα θερμοκήπια. Εκδόσεις Αθ. Σταμούλη. Αθήνα.

Παπαχρήστου Π., 1991. Υδροπονική καλλιέργεια ανθοκομικών φυτών σε rockwool.

Πετρίδης Κωνσταντίνος 2010. «Εκτίμηση παραγωγικού δυναμικού και



σταθερότητας της συμπεριφοράς εμπορικών ποικλιών πιπεριάς σε καλλιέργεια θερμοκηπίου (*Capsicum annuum* L). Μεταπτυχιακή Διατριβή Γεωπονική Σχολή ΑΠΘ. Εργαστήριο γενετικής και βελτίωσης των φυτών. Θεσσαλονίκη

Σάββας Δ., 2003. Γενική ανθοκομία. Τμήμα Α.Α.Τ. Σχολή Τεχνολογίας Γεωπονίας. ΤΕΙ Ηπείρου

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

Σιώμος Α.Σ. 2002. Καλλιέργεια λαχανικών στο θερμοκήπιο. Μέρος Β'. Τμήμα εκδόσεων Πανεπιστημιακό τυπογραφείο ΑΠΘ. Θεσσαλονίκη.

Υπουργείο Αγροτικής Ανάπτυξης & Τροφίμων: www.minagric.gr

Χονδράκη Σ., 2009. Επίδραση αλατότητας και εμπλουτισμού ασβεστίου σε υδροπονική καλλιέργεια μαϊντανού σε σύστημα NFT. Πτυχιακή εργασία Τμήμα Φυτικής παραγωγής ΤΕΙ Κρήτης.

Χριστουλάκη Μαρία-Ειρήνη, 2010. Αξιολόγηση υποστρωμάτων με μίγματα ανόργανων υλικών και πριονίδι σε υδροπονική καλλιέργεια μαρουλιού. Πτυχιακή εργασία. Τμήμα Φυτικής παραγωγής ΤΕΙ Κρήτης.