

Τεχνολογικό Εκπαιδευτικό Ίδρυμα Καλαμάτας
Σχολή: Τεχνολογίας Γεωπονίας
Τμήμα: Θερμοκηπιακών Καλλιεργειών και Ανθοκορίας



**Γεωργική Εκμετάλλευση 10 στρεμμάτων υδροπονικής καλλιέργειας
πιπεριάς**

Σπουδάστρια : Λίβα Παναγιώτα

**Επιβλέποντες καθηγητές : Λυναρδόπουλος Χρήστος
Κώτσιρας Αναστάσιος**

Καλαμάτα 2005

Γεωργική Εκμετάλλευση 10 στρεμμάτων

Υδροπονικής Καλλιέργειας Πιπεριάς

ΕΥΧΑΡΙΣΤΙΕΣ

Η παρούσα εργασία ασχολείται με τη μελέτη γεωργικής εκμετάλλευσης 10 στρεμμάτων υδροπονικής καλλιέργειας πιπεριάς.

Θα ήθελα να ευχαριστήσω ιδιαίτερα τους κυρίους Λιναρδόπουλο Χρήστο και Κώτσιρα Αναστάσιο, καθηγητές του τμήματος Θερμοκηπιακών Καλλιεργειών και Ανθοκομίας της Σχολής Τεχνολογίας Γεωπονίας του ΤΕΙ Καλαμάτας για την εμπιστοσύνη που έδειξε για την ανάθεση του θέματος και την επικοδομητική συνεργασία, τη βοήθεια και τη συνεχή καθοδήγησή τους καθόλη τη διάρκεια της εκπόνησης της εργασίας.

	Σελ.
ΠΡΟΛΟΓΟΣ	5
Κεφάλαιο 1 - Γενική αναφορά στην Υδροπονία	7
1.1 Εισαγωγή	7
1.2 Ιστορική αναδρομή	8
1.3 Φυτά κατάλληλα για υδροπονικές καλλιέργειες	9
1.4 Μειονεκτήματα υδροπονικών καλλιεργειών	9
1.5 Πλεονεκτήματα υδροπονικών καλλιεργειών	10
1.6 Συστήματα υδροπονικών καλλιεργειών	12
1.7 Άρδευση υδροπονικών καλλιεργειών	13
1.8 Άρδευση υδροπονικών καλλιεργειών σε καθαρό θρεπτικό διάλυμα	14
1.9 Άρδευση υδροπονικών καλλιεργειών που αναπτύσσονται σε στέρεο υπόστρωμα	14
Κεφάλαιο 2 - Θρεπτικά διαλύματα	15
2.1 Εισαγωγή	15
2.2 Λιπάσματα που χρησιμοποιούνται στην παρασκευή θρεπτικών διαλυμάτων	15
2.3 Κατάρτιση σύνθεσης θρεπτικών διαλυμάτων	16
2.4 Σύνθεση θρεπτικού διαλύματος	17
2.5. Χαρακτηριστικά θρεπτικών διαλυμάτων	17
Κεφάλαιο 3 - Εξοπλισμός υδροπονικών εγκαταστάσεων	19
3.1 Σύστημα παρασκευής του θρεπτικού διαλύματος	19
3.2 Σύστημα αυτόματου ελέγχου	20
3.3. Σύστημα παροχής του θρεπτικού διαλύματος	21
3.4 Υποδοχείς φυτών και υποστρωμάτων	21
3.5. Υπόστρωμα υδροπονίας	22
Κεφάλαιο 4 - Στερεά υποστρώματα υδροπονικών καλλιεργειών	24
4.1 Περλίτης	24
4.2 Βερμικουλίτης	25
4.3 Άμμος	25
4.4 Χαλίκια	26
4.5 Ελαφρόπετρα	26
4.6 Τύρφη	27
4.7 Cocosoil	27
4.8 Πετροβάμβακας	28
Κεφάλαιο 5 - Γενικά στοιχεία για την πιπεριά	30
5.1 Εισαγωγή	30
5.2 Βοτανικοί χαρακτήρες	30
5.3 Είδη - Ποικιλίες	33
Κεφάλαιο 6 - Ρύθμιση συνθηκών περιβάλλοντος θερμοκηπίου	36
6.1 Θερμοκρασία - Φωτισμός	36

6.2	Σχετική υγρασία	37
6.3	Διοξείδιο του άνθρακα (CO ₂)	37
Κεφάλαιο 7 - Ρόλος των θρεπτικών στοιχείων		38
7.1	Άζωτο	38
7.2	Φώσφορος	38
7.3	Κάλιο	38
Κεφάλαιο 8 - Φυτοπροστασία		40
8.1	Φυσιολογικές παθήσεις	40
8.1.1	Εγκαύματα από τον ήλιο	40
8.1.2	Ξηρή κορυφή	40
8.1.3	Αλατούχο νερό	40
8.1.4	Άλλες αλλοιώσεις	41
8.2	Εχθροί	41
8.2.1	Αφίδες	41
8.2.2	Ακάρεα	42
8.2.3	Αλευρώδεις	42
8.2.4	Φυλλορύκτες	42
8.2.5	Θρίπας	42
8.3	ΙΟΙ	43
8.3.1	Μωσαϊκό της μηδικής	43
8.3.2	Μωσαϊκό της αγγουριάς	43
8.3.3	Κηλιδωτός μαρασμός της τομάτας	43
8.3.4	Μωσαϊκό καπνού και της τομάτας	44
8.3.5	Ιός Υ της πατάτας	44
8.4	Μυκητολογικές ασθένειες των φύλλων και των καρπών	44
8.4.1	Στεμφύλιο	44
8.4.2	Ωίδιο	45
8.4.3	Ανδράκωση	45
8.4.4	Βοτρύτης ή τεφρά σήψη	45
Κεφάλαιο 9 - Τεχνοοικονομική Ανάλυση Γεωργικής Εκμετάλλευσης		47
10 στρεμμάτων Υδροπονικής Καλλιέργειας Πιπεριάς		
9.1.	Χαρακτηριστικά τεχνοοικονομικής καλλιέργειας	47
9.2.	Τεχνοοικονομική ανάλυση καλλιέργειας πιπεριάς σε σάκους πετροβάμβακα	48
9.2.1	Έπενδεδυμένα κεφάλαια	48
9.2.2	Υπολογισμός δαπάνης εργασίας	48
9.2.3	Υπολογισμός δαπανών υλικών	49
9.2.4	Υπολογισμός αποσβέσεων	49
9.2.5	Υπολογισμός κόστους παραγωγής κατά συντελεστές	49
9.2.6	Υπολογισμός σταθερών και μεταβλητών δαπανών	50
9.2.7	Καταβαλλόμενες και τεκμαρτές δαπάνες	51
9.2.8	Κέρδος, Ακαθάριστο κέρδος, Γεωργικό εισόδημα	52
ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ		53
ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ		54

ΠΡΟΛΟΓΟΣ

Σκοπός της εργασίας είναι η περιγραφή της υδροπονικής καλλιέργειας πιπεριάς (υποστρώματα, τεχνικές, συστήματα υδροπονίας, τεχνοοικονομική ανάλυση).

Στο πρώτο κεφάλαιο αναφέρονται γενικά στοιχεία για τη μέθοδο της υδροπονίας, την προέλευση του όρου, τη χρήση της μεθόδου κ.α. Επίσης γίνεται μια ιστορική αναδρομή που αφορά στην εξέλιξη της και γίνεται αναφορά στα φυτά που είναι κατάλληλα να καλλιεργηθούν με αυτή τη μέθοδο. Στη συνέχεια αναφέρονται τα πλεονεκτήματα και τα μειονεκτήματα της υδροπονίας, τα υποστρώματα που χρησιμοποιούνται περισσότερο, τα συστήματα υδροπονικών καλλιεργειών και η άρδευση, στις περιπτώσεις που η καλλιέργεια αναπτύσσεται σε καθαρό θρεπτικό διάλυμα ή σε στερεό υπόστρωμα.

Στο δεύτερο κεφάλαιο γίνεται περιγραφή των θρεπτικών διαλυμάτων. Αναφέρονται οι μορφές των λιπασμάτων που θα χρησιμοποιηθούν για την παρασκευή του θρεπτικού διαλύματος και στη συνέχεια αναλύεται η σύνθεσή τους. Τέλος περιγράφονται τα χαρακτηριστικά των θρεπτικών διαλυμάτων, όπως η ηλεκτρική αγωγιμότητα και το pH.

Στο τρίτο κεφάλαιο περιγράφεται ο εξοπλισμός εγκατάστασης υδροπονικού συστήματος, όπως το σύστημα παρασκευής θρεπτικού διαλύματος, το σύστημα αυτόματου ελέγχου, το σύστημα παροχής θρεπτικού διαλύματος, οι υποδοχείς φυτών και υποστρωμάτων και τέλος τα υποστρώματα. Επεξηγούνται τα στοιχεία που αποτελούν ένα σύστημα παρασκευής θρεπτικού διαλύματος, το είδος των λιπασμάτων και ο τρόπος ανάμειξής τους κ.α. Αναφέρονται οι συνιστώσες του συστήματος αυτόματου ελέγχου, όπως οι μίκτες και τα δοχεία που είναι εφοδιασμένο. Στη συνέχεια, περιγράφεται η διαδικασία διοχέτευσης του θρεπτικού διαλύματος στα φυτά και η διάταξη των υποδοχέων των φυτών και των υποστρωμάτων. Τέλος γίνεται αναφορά στα υποστρώματα και στα χαρακτηριστικά τους.

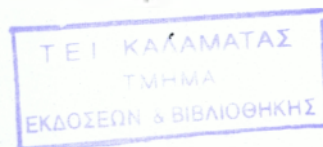
Το τέταρτο κεφάλαιο περιγράφει τα στερεά υποστρώματα που χρησιμοποιούνται στην υδροπονία, όπως ο περλίτης, η άμμος, ο βερμικουλίτης, τα χαλίκια, η ελαφρόπετρα, η τύρφη, το cocosoil και ο πετροβάμβακας.

Στο πέμπτο κεφάλαιο αναφέρονται στοιχεία καλλιέργειας της πιπεριάς (βοτανικοί χαρακτήρες, είδη και ποικιλίες), ενώ στο επόμενο κεφάλαιο περιγράφονται οι απαιτήσεις του φυτού σε θερμοκρασία, φωτισμό, σχετική υγρασία και CO₂. Αναφέρονται οι συνθήκες που συνιστάται να επικρατούν στο θερμοκήπιο, κατά τη διάρκεια της ημέρας και κατά τη διάρκεια της νύκτας, ώστε να προσφέρουν άριστο περιβάλλον για την ανάπτυξη του φυτού. Αναλύεται η επίδραση της αύξησης, της ποσότητας και της ποιότητας

των καρπών σε σχέση με τη θερμοκρασία και το φωτισμό. Τέλος, αναφέρονται τα επίπεδα σχετικής υγρασίας και πως επηρεάζεται η καλλιέργεια με τον εμπλουτισμό του θερμοκηπίου με CO₂.

Στο έβδομο και το όγδοο κεφάλαιο περιγράφεται ο ρόλος των θρεπτικών στοιχείων και καταγράφονται οι εχθροί και οι ασθένειες που προσβάλουν το φυτό, αντίστοιχα. Στο τελευταίο κεφάλαιο, πραγματοποιείται η τεχνοοικονομική ανάλυση της καλλιέργειας πιπεριάς σε υπόστρωμα πετροβάμβακα.

Η εργασία ολοκληρώνεται με συμπεράσματα που αφορούν στην υδροπονική καλλιέργεια στον Ελληνικό χώρο.



Γενική αναφορά στην Υδροπονία

1.1 Εισαγωγή

Με τον όρο, υδροπονία, εννοείται η χρήση οποιασδήποτε μεθόδου καλλιέργειας φυτών που δεν έχει σχέση με το φυσικό έδαφος ή με ειδικά μείγματα εδάφους. Αναφέρεται και ως χημική καλλιέργεια, τεχνητή καλλιέργεια, ανέδαφος γεωργία και υδροκαλλιέργεια. Ο πιο γνωστός και διαδεδομένος όρος, διεθνώς, είναι η ελληνική λέξη υδροπονία.

Με τη μέθοδο της υδροπονίας, τα φυτά καλλιεργούνται είτε πάνω σε αδρανή υποστρώματα, στα οποία προστίθεται θρεπτικό διάλυμα ή σε σκέτο θρεπτικό διάλυμα. Γενικά, για τη σωστή ανάπτυξη των φυτών είναι απαραίτητο στη ρίζα τους να υπάρχει άφθονο οξυγόνο και ταυτόχρονα άφθονο νερό, που να έχει διαλυμένα τα απαραίτητα ανόργανα θρεπτικά στοιχεία, στη σωστή τους αναλογία. Στη συμβατική καλλιέργεια εδάφους, είναι δύσκολο να επιτευχθεί ο συνδυασμός αυτός. Στο φυσικό έδαφος, στις περισσότερες περιπτώσεις, όσο περισσότερο νερό υπάρχει, τόσο λιγότερο οξυγόνο μένει και αντίστροφα, με αποτέλεσμα εναλλακτικά είτε το νερό είτε το οξυγόνο να βρίσκεται σε έλλειψη. Στο έδαφος, σημαντικό είναι το πρόβλημα της διαθεσιμότητας των ανόργανων θρεπτικών στοιχείων για τη ρίζα του φυτού. Μπορεί να προστίθενται ανόργανα θρεπτικά στοιχεία στο έδαφος, αλλά αυτά δεν είναι πάντα άμεσα διαθέσιμα, γιατί δεσμεύονται στα συστατικά του εδάφους ή δύσκολα μετακινούνται στη περιοχή της ρίζας. Στις υδροπονικές καλλιέργειες, τα προβλήματα αυτά λύνονται με τη ρύθμιση της τροφοδοσίας του θρεπτικού διαλύματος και τη χρησιμοποίηση (σε όσες περιπτώσεις χρησιμοποιείται στερεό υπόστρωμα) υλικών με πολύ υψηλό πορώδες.

Στις μέρες μας, η υδροπονική καλλιέργεια είναι μια διαρκώς επεκτεινόμενη δραστηριότητα, διότι με τη καλύτευση του περιβάλλοντος της ρίζας του φυτού αυξάνεται η απόδοσή του και βελτιώνεται η ποιότητα των παραγόμενων προϊόντων. Επιπλέον, παρέχεται η δυνατότητα να καλλιεργηθούν φυτά σε περιοχές με εδάφη πολύ κακής ποιότητας (αλατούχα, συνεκτικά κ.λ.π.) ή σε θέσεις χωρίς καθόλου φυσικό έδαφος.

Η υδροπονική καλλιέργεια, ιδιαίτερα όταν γίνεται στο θερμοκήπιο (όπως συνήθως συμβαίνει) απαιτεί μεγάλο βαθμό τεχνικής επιδεξιότητας και καλή γνώση της θρέψης των φυτών.

Οι περιποιήσεις των φυτών που καλλιεργούνται υδροπονικά, διαφέρουν από αυτές των φυτών που καλλιεργούνται στο έδαφος, ως προς τη διαμόρφωση του περιβάλλοντος της ρίζας. Είναι όμως ίδιες ως προς τη δημιουργία του περιβάλλοντος της κόμης, καθώς και στις καλλιεργητικές εργασίες, όπως το κλάδεμα, τη γονιμοποίηση και τις καταπολεμήσεις παρασίτων της κόμης.

Εν συγκρίσει με την κλασσική μέθοδο καλλιέργειας, η υδροπονική καλλιέργεια δε διαφέρει στην πρόσδοση αρώματος και γεύσης των τελικών

προϊόντων. Πράγματι, περιέχουν ανόργανα στοιχεία και βιταμίνες ακριβώς στην ίδια ποσότητα, με τα υψηλής ποιότητας προϊόντα εδάφους.¹

1.2 Ιστορική αναδρομή

Η αρχή της υδροπονικής καλλιέργειας εντοπίζεται στον 17^ο αιώνα, με πρώτη γνωστή εμπειρία αυτή του Yan Helmont στα 1620, που κατόρθωσε να διατηρήσει ένα κλάδο ιτιάς μέσα σε νερό, συμπεραίνοντας ότι το νερό δημιούργησε όλη τη φυτική ύλη που παράχθηκε σε αυτό το διάστημα, από τον κλάδο της ιτιάς. Η δοκιμασία επαναλήφθηκε το 1966 από τον Woodward. Το 1758 ο Duhamel Monceau συνέχισε την ιδέα της εκτός εδάφους καλλιέργειας.

Το 19^ο αιώνα, εξαιτίας του Γάλλου Boyssingault, που ανέπτυξε ένα σύστημα καλλιέργειας στην άμμο, χρησιμοποιώντας και διάλυμα ανόργανων στοιχείων, η επιστημονική κοινότητα της φυσιολογίας φυτών και της γεωπονίας κατόρθωσε να εξερευνήσει σε βάθος τον τομέα της θρέψης των φυτών. Οι Γερμανοί Knor και Sach, μελέτησαν την επίδραση των διαφόρων στοιχείων στη θρέψη των φυτών.

Την εποχή που η νέα αυτή μέθοδος καλλιέργειας μελετάται στην Ευρώπη, οι Αμερικάνοι ερευνητές αρχίζουν να τη βελτιώνουν τεχνικά, ώστε να μπορέσουν να την μεταφέρουν σε πρακτικό επίπεδο.

Το 1921 οι Pender και Adams εκτελούν δοκιμές καλλιέργειας γαριφάλου σε θερμοκήπιο πάνω σε πάγκους.

Το 1928 στο σταθμό του New Jersey, γίνονται εμπορεύσιμα τα πρώτα ανθοκομικά προϊόντα που προέρχονταν από καλλιέργειες σε υπόστρωμα χωρίς χώμα.

Το 1929 ο Gericke επιχειρεί στην Καλιφόρνια να καλλιεργήσει φυτά μέσα σε νερό και ονομάζει το είδος της καλλιέργειας ως "υδροπονική" μέθοδος καλλιέργειας. Οι πρώτες επιχειρηματικές καλλιέργειες πάνω σε άμμο και χαλίκια, πραγματοποιούνται το 1936 στο Ohio και στο νησί Wake στον Ειρηνικό Ωκεανό. Στη συνέχεια κατά τη διάρκεια του Β' παγκοσμίου πολέμου, οι Αμερικάνοι χρησιμοποιούν αυτή την μέθοδο καλλιέργειας για τη διατροφή των στρατευμάτων τους στα νησιά του Ειρηνικού.

Στις αρχές της δεκαετίας του 1960 παρατηρείται στη Γαλλία μια υπερβολική αισιοδοξία για τέτοιου είδους καλλιέργειες. Η έκδοση του βιβλίου 'καλλιέργειες χωρίς χώμα' σημείωσε πολύ μεγάλη επιτυχία. Την ίδια περίοδο επίσης γίνονται οι πρώτες του μελέτες πάνω σ' αυτό το αντικείμενο και συγκεκριμένα στη χρήση πλαστικών υλικών αντικατάσταση των δοχείων από τσιμέντο, ξύλο, ασφαλτο, τούβλα κ.λ.π. που χρησιμοποιούσαν μέχρι τότε. Τα αποτελέσματα των ερευνών μετεξέλιξαν την υδροπονική σε μη δαπανηρή μέθοδο καλλιέργειας φυτών, αρκετά απλά στην εγκατάστασή της σε αντίθεση με την υπάρχουσα μέθοδο.

Παράλληλα με τις ανωτέρω εξελίξεις, σημαντικές προσπάθειες γίνονταν στη Γαλλία, Γερμανία, στις Σκανδιναβικές χώρες και στις ΗΠΑ, τελειοποιώντας όλο και περισσότερο τα συστήματα, χρησιμοποιώντας για την παρασκευή υποστρωμάτων κυρίως την τύρφη, τον περλίτη και το

βερμικουλίτη.

Το 1955 με την ευκαιρία του 19ου συνεδρίου φυτολογίας στο Scheveningen, όλοι οι ερευνητές που ασχολούνταν με την υδροπονία, συμφώνησαν για την ίδρυση του International Working Group on Soilless Culture (I.W.G.S.C.), έδρα του οποίου ορίστηκε το Naaldwijk και έχει ως αντικείμενο τη διερεύνηση των ερωτημάτων της υδροπονίας σε διεθνή κλίμακα και την επίσπευση της διαδικασίας για την εφαρμογή των τότε αποκτηθέντων γνώσεων, με την αμοιβαία ανταλλαγή πειραματικών αποτελεσμάτων και τη συναρμογή των δοκιμαστικών προγραμμάτων.⁸

1.3 Φυτά κατάλληλα για υδροπονικές καλλιέργειες

Βασικό ρόλο στις υδροπονικές καλλιέργειες έχει το κόστος παραγωγής. Φυτά που καλλιεργούνται για το υπόγειο μέρος τους όπως καρότα, πατάτες, έχει αποδειχθεί ότι δεν συμφέρει να καλλιεργηθούν με αυτή τη μέθοδο. Αντίθετα, φυτά με μεγάλο εναέριο βλαστικό τμήμα όπως φασολάκι, πιπεριά, αγγούρι, τομάτα, μαρούλι, μελιτζάνα κ.α., ενδείκνυται να καλλιεργηθούν υδροπονικά. Αυτού του είδους φυτά έχουν σχετικά μικρό ριζικό σύστημα, το οποίο τροφοδοτεί μεγάλο βλαστικό τμήμα. Αποτέλεσμα είναι η υψηλή παραγωγή προϊόντων.

Επιπλέον, φυτά κατάλληλα για υδροπονική καλλιέργεια είναι τα ανθοκομικά διότι η ποιότητά τους είναι καλύτερη απ' την καλλιέργειά τους στο έδαφος.

Τα φυτά που μπορούν να συγκαλλιεργηθούν σε κλίνες τοποθετημένες ενδιάμεσα των γραμμών της κύριας καλλιέργειας όπως μαρούλι, σπανάκι, φρέσκο κρεμμύδι, είναι επίσης κατάλληλα.

Επιπροσθέτως, μπορούν να καλλιεργηθούν φυτά που παρουσιάζουν προβλήματα στο ριζικό σύστημα, λόγω ευαισθησίας σε ασθένειες του εδάφους. Σε υδροπονική καλλιέργεια, τέτοιου είδους φυτά, προσαρμόζονται καλύτερα, επειδή δεν υπάρχει κίνδυνος μόλυνσης ή αν υπάρξει, θα είναι κατά πολύ ελαττωμένος απ' τις καλλιέργειες στο έδαφος.⁶

1.4 Μειονεκτήματα υδροπονικών καλλιεργειών

Αν και η μέθοδος της υδροπονίας είναι αρκετά απλή, στη πράξη παρουσιάζονται αρκετά προβλήματα κατά την εφαρμογή της. Αυτό συμβαίνει γιατί στη πραγματικότητα έρχεται ο άνθρωπος να αντικαταστήσει τη φύση, που σημαίνει ότι είναι αναγκασμένος να ρυθμίσει όλους τους παράγοντες που επηρεάζουν την ανάπτυξη των φυτών.

Τα κυριότερα προβλήματα που παρουσιάζει η υδροπονία και αποτελούν μειονεκτήματα της μεθόδου είναι :

✧ η μικρή ικανότητα προσαρμογής σε σύγκριση με την καλλιέργεια στο έδαφος: η έλλειψη του νερού δεν μπορεί να αναπληρωθεί, ενώ το pH και η ηλεκτρική αγωγιμότητα μεταβάλλονται απότομα. Μια απόκλιση του pH και

της ηλεκτρικής αγωγιμότητας, έστω και για πολύ μικρό χρονικό διάστημα, μπορεί να έχει καταστρεπτικά αποτελέσματα για την καλλιέργεια.

✧ η μεγάλη ακρίβεια στη σύνθεση του θρεπτικού διαλύματος, όταν δεν είναι υπαρκτή: εντονότερο είναι το πρόβλημα ρύθμισης των ποσοτήτων των ιχνοστοιχείων, τα οποία προστίθενται σε ποσότητα λίγων ppm. Η ποσότητα αυτών αν αποκλίνει έστω και για λίγο, μετατρέπει το θρεπτικό διάλυμα σε τοξικό ή προκαλεί τροφοπενίες στα φυτά.

✧ η απαίτηση αυτοματισμών και μηχανισμών για τη ρύθμιση της σωστής κυκλοφορίας του θρεπτικού διαλύματος όπως αυτόματο πότισμα κ.λπ.

✧ η αδυναμία προσαρμογής της μεθόδου σε όλα τα λαχανοκομικά είδη, ώστε να προκύπτει θετικό οικονομικό αποτέλεσμα.

✧ το αυξημένο αρχικό κόστος εγκατάστασης το κόστος προκύπτει από την αγορά των παγίων εγκαταστάσεων, παρασκευής και τροφοδοσίας του θρεπτικού διαλύματος και στην αγορά του υποστρώματος καλλιέργειας.

✧ η εξειδίκευση του ανθρώπινου δυναμικού: σε μια υδροπονική καλλιέργεια, το άτομο που θα την επιβλέπει, πρέπει να είναι εξειδικευμένο και καλά εκπαιδευμένο στο αντικείμενο αυτό, ώστε να είναι δυνατή η αντιμετώπιση ενδεχόμενων προβλημάτων. Βέβαια είναι απαραίτητη η ύπαρξη κατάλληλης τεχνικής υποστήριξης από ειδικευμένο σύμβουλο - γεωπόνο.

✧ ο κίνδυνος μόλυνσης της καλλιέργειας σε κλειστά υδροπονικά συστήματα. Τα κλειστά συστήματα στηρίζονται στην ανακύκλωση του θρεπτικού διαλύματος στα φυτά οπότε υπάρχει κίνδυνος μετάδοσης παθογόνων. Ακόμα κι αν μία μόνο ρίζα μολυνθεί μεταφέρονται τυχόν σπόρια και στις υπόλοιπες ρίζες. Αυτό όμως αντιμετωπίζεται αν απομακρυνθούν αμέσως τα μολυσμένα φυτά. Γι' αυτό θα ήταν καλό κάθε φορά το διάλυμα που συλλέγεται μετά την απορροή, πριν ανακυκλωθεί, να απολυμαίνεται.^{6,19}

1.5 Πλεονεκτήματα υδροπονικών καλλιεργειών

Τα παραπάνω μειονεκτήματα, μπορεί να θεωρήσει κανείς, ότι δρουν ανασταλτικά στην επέκταση της υδροπονίας. Στην πραγματικότητα, σε αρκετές χώρες παρατηρείται ακριβώς το αντίθετο, εξαιτίας των πολλών πλεονεκτημάτων της:

✧ Η εγκατάσταση της καλλιέργειας μπορεί να γίνει σε περιοχές, όπου τα φυτά δεν μπορούν να αναπτυχθούν, λόγω δυσκολιών σε συνθήκες περιβάλλοντος ή σε εδαφολογικά προβλήματα. Τέτοιες δυσκολίες είναι περιοχές με ξηρικό κλίμα (έρημος) ή μολυσμένα εδάφη από παθογόνους για τα φυτά μικροοργανισμούς (νηματώδης κ.λπ.).

✧ Σύμφωνα με την υδροπονική μέθοδο, το υπόστρωμα καλλιέργειας είναι αποστειρωμένο και δεν υπάρχει περίπτωση μόλυνσης των φυτών από κάποιο παθογόνο με αποτέλεσμα τη δυνατότητα ριζικής αντιμετώπισης των προβλημάτων από τις μεταδιδόμενες μέσω του εδάφους ασθένειες (φουζάριο, πύθιο, βερτισιλιο, φυτόφθορα, νηματώδεις έντομα εδάφους κ.λπ.). Βέβαια, δεν αποκλείεται η ενδεχόμενη εμφάνιση ορισμένων απ' τα παραπάνω σε μια

υδροπονική καλλιέργεια, αλλά μειώνονται δραστικά οι πιθανότητες σε σχέση με μια καλλιέργεια στο έδαφος.

✧ Στην υδροπονική καλλιέργεια, η άρδευση γίνεται αυτόματα, άρα έχουμε μείωση της ανθρώπινης εργασίας. Με τη χρήση αυτοματισμών, πετυχαίνεται εξοικονόμηση και σωστή τροφοδοσία με νερό. Επιπλέον, μπορεί να χρησιμοποιηθεί νερό με υψηλά ποσοστά αλατότητας.

✧ Η μέση στρεμματική απόδοση στις υδροπονικές καλλιέργειες είναι υψηλότερη εν συγκρίσει με την καλλιέργεια εδάφους. Η παραγωγή είναι καλύτερη ποιοτικά και ποσοτικά, αποτέλεσμα της σωστής θρέψης των φυτών.

✧ Ο τρόπος ροής του θρεπτικού διαλύματος και η ανάπτυξη των ριζών στο εσωτερικό του πλαστικού καναλιού, εξασφαλίζει άριστο αερισμό στο ριζικό σύστημα. Ακόμα εξασφαλίζεται ομοιομορφία κατανομής του θρεπτικού διαλύματος με συνέπεια να επιτυγχάνεται ομοιόμορφη φυτεία.

✧ Στην καλλιέργεια στο έδαφος υπάρχει ανάγκη για απολύμανση του εδάφους. Κατά την απολύμανση γίνεται εφαρμογή χημικών απολυμαντικών υψηλής τοξικότητας, όπως το βρωμιούχο μεθύλιο, το οποίο εγκυμονεί σοβαρούς κινδύνους για την υγεία των παραγωγών και των καταναλωτών. Ακόμα, μειώνεται η ανάγκη εφαρμογής φυτοφαρμάκων για την αντιμετώπιση εδαφολογικών ασθενειών. Στις υδροπονικές καλλιέργειες το χώμα δεν έρχεται καθόλου σε επαφή με το φυτό και ιδιαίτερα με τις ρίζες του, οπότε δεν υπάρχει ανάγκη απολύμανσης.

✧ Με την υδροπονία λύνεται το πρόβλημα χαμηλής γονιμότητας που εμφανίζουν πολλά εδάφη θερμοκηπίου, λόγω των συνεχόμενων μονοκαλλιεργειών ή λόγω δυσμενών φυσικών ιδιοτήτων του εδάφους (βαριά ή ελαφρά, χαμηλή περιεκτικότητα σε οργανική ουσία κ.τ.λ.).

✧ Στις καλλιέργειες εδάφους απαιτούνται πολύ υψηλές θερμοκρασίες κατά τη διάρκεια του χειμώνα, διότι η θερμοκρασία στον εναέριο χώρο, πρέπει να είναι σε υψηλά επίπεδα, για να θερμανθεί το έδαφος. Στην περίπτωση αυτή, πρέπει να εγκατασταθούν επιδαπέδια ή υπόγεια συστήματα θέρμανσης εδάφους. Αντίθετα, στην υδροπονία, οι ρίζες των φυτών αναπτύσσονται μέσα στο υπόστρωμα το οποίο είναι τοποθετημένο πάνω απ' την επιφάνεια του εδάφους. Συνεπώς, το όφελος είναι διπλό καθώς η αύξηση της θερμοκρασίας στο χώρο του ριζοστρώματος επιτυγχάνεται αφενός γρηγορότερα κατά τη διάρκεια της ημέρας και αφετέρου με χαμηλότερη δαπάνη.

✧ Στην υδροπονία, η δειγματοληψία, ο έλεγχος και η διόρθωση των στοιχείων του θρεπτικού διαλύματος είναι ευκολότερη σε σχέση με την καλλιέργεια στο έδαφος, επειδή είναι ομογενοποιημένο. Επίσης, η προσθήκη των στοιχείων που είναι ελλιπή στο θρεπτικό διάλυμα, είναι ευκολότερη.

✧ Η καλλιέργεια φυτών στο έδαφος αναγκάζει τον καλλιεργητή να προβεί σε ενέργειες όπως το όργωμα, το φρεζάρισμα, τη βασική λίπανση, με αποτέλεσμα να είναι μειωμένες οι ανάγκες σε ανθρώπινη εργασία.

✧ Σημαντικό πλεονέκτημα της υδροπονίας και ιδιαίτερα κατά τα κλειστά συστήματα, είναι η προστασία του περιβάλλοντος. Με τη συνεχή ανακύκλωση του θρεπτικού διαλύματος, όλα τα λιπάσματα που χρησιμοποιούνται, αξιοποιούνται από τα φυτά με συνέπεια να μην διαφεύγουν ορισμένες ποσότητες στο περιβάλλον. Ορισμένες περιοχές, όπου το πόσιμο νερό είναι

επιφανειακό ή προέρχεται από μικρό βάθος, δε μολύνονται με λιπάσματα.

✧ Η μεταφύτευση στην υδροπονία, γίνεται ευκολότερα, χωρίς να ταλαιπωρούνται τα φυτάρια.

✧ Υπάρχει δυνατότητα για πυκνή φύτευση, επομένως αξιοποιείται καλύτερα ο χώρος του θερμοκηπίου.

✧ Για τους γνώστες της υδροπονίας, η υδροπονική καλλιέργεια είναι ευκολότερη υπόθεση.

✧ Εξασφαλίζεται οικονομία νερού μέχρι 60%, καθώς και λιπασμάτων πάνω από 50% σε κλειστά συστήματα, λόγω ανακύκλωσης του θρεπτικού διαλύματος.

✧ Δημιουργείται ευχάριστο περιβάλλον για τον εργαζόμενο, με την απομόνωση του εδάφους και επομένως την απουσία οσμών και σκόνης. ^{6,19}

1.6 Συστήματα υδροπονικών καλλιεργειών

Στην υδροπονία χρησιμοποιούνται διάφορα συστήματα, ανάλογα το μέσο στο οποίο αναπτύσσεται το ριζικό σύστημα των φυτών και διακρίνονται στις εξής κατηγορίες:

i) Αεροπονία.

Σε αυτή τη μέθοδο καλλιέργειας, οι ρίζες των φυτών είναι ελεύθερες στο περιβάλλον εντός ειδικά κατασκευασμένων κλινών, οι οποίες ψεκάζονται με το θρεπτικό διάλυμα υπό μορφή λεπτών σταγονιδίων ή νέφους, ώστε η ατμόσφαιρα γύρω απ' τις ρίζες να είναι κορεσμένη από υγρασία.

ii) Υδατοκαλλιέργεια.

Οι ρίζες στην υδατοκαλλιέργεια αναπτύσσονται ελεύθερες στο υδατικό διάλυμα, ενώ ο βλαστός αναρτάται και στηρίζεται με μεταλλικό σύρμα (σε κορδόνια από σχοινί) ή με πλαστικό (σε πασσάλους).

iii) Καλλιέργεια επί χαλικιών.

Σε αυτό το σύστημα τα φυτά στηρίζονται με τις δικές τους ρίζες, χωρίς υποστήριξη. Το ριζικό σύστημα αναπτύσσεται σε χαλικώδες υπόστρωμα ή σε υπόστρωμα από αφρώδες πλαστικό.

v) Καλλιέργεια σε αδρανή υλικά.

Τα αδρανή υλικά μπορεί να είναι χαλαζιακή ή ποταμίσις άμμος, βερμικουλίτης, περλίτης, κύβοι από πετροβάμβακα. Το θρεπτικό διάλυμα συγκρατείται ανάμεσα στους πόρους των σωματιδίων του υποστρώματος, όπου κινείται ελεύθερα.

iv) Καλλιέργεια επί συνθετικών μειγμάτων ή οργανικών υλικών.

Σε αυτού του είδους καλλιέργεια, το υπόστρωμα μπορεί να είναι τύρφη, άχυρο, υπολείμματα καλλιεργειών, μείγματα τύρφης ή κοπριάς με αδρανή υλικά (περλίτης, βερμικουλίτης, κέρατα ζώων, άμμος), φλοιοί δέντρων.

Ανάλογα αν το θρεπτικό διάλυμα ανακυκλώνεται ή απορρέει στο περιβάλλον, υπάρχουν δύο είδη υδροπονικών συστημάτων:

A) Ανοιχτό

Το ανοιχτό σύστημα είναι το πρώτο σύστημα που αναπτύχθηκε και που έχει λιγότερες απαιτήσεις. Ανοιχτό υδροπονικό σύστημα θεωρείται το σύστημα, κατά το οποίο το πλεονάζον θρεπτικό διάλυμα απορρέει από το χώρο των ριζών και αφήνεται να χαθεί στο περιβάλλον (συνήθως απορροφάται από το έδαφος του θερμοκηπίου). Το γεγονός αυτό έχει ως αποτέλεσμα αυξημένες απώλειες λιπασμάτων με την απορροή, τη μόλυνση του εδάφους αλλά και του υπόγειου υδροφόρου ορίζοντα. Οι λόγοι αυτοί οδήγησαν στην ανάπτυξη των κλειστών συστημάτων υδροπονίας.

B) Κλειστό

Κλειστό υδροπονικό σύστημα θεωρείται το σύστημα, κατά το οποίο το θρεπτικό διάλυμα που απορρέει, ανακυκλώνεται και επαναχρησιμοποιείται σε μεγάλο ποσοστό. Το διάλυμα απορροής που συλλέγεται μετά από κάθε πότισμα, συμπληρώνεται με νερό και επιπλέον θρεπτικά στοιχεία και επαναχρησιμοποιείται, με αποτέλεσμα την οικονομία στην κατανάλωση λιπασμάτων και σημαντική μείωση της ρύπανσης. Σε αυτό το σύστημα, μειονέκτημα αποτελεί η εύκολη εξάπλωση ασθενειών σε όλα τα φυτά της καλλιέργειας και το υψηλό κόστος επένδυσης, σε εξοπλισμό απολύμανσης του θρεπτικού διαλύματος που ανακυκλοφορεί.^{6,19}

1.7 Άρδευση υδροπονικών καλλιεργειών

Η άρδευση των υδροπονικών καλλιεργειών γίνεται μέσω του θρεπτικού διαλύματος, δεδομένου ότι η παροχή του νερού συνδέεται άμεσα με τη χορήγηση λιπασμάτων. Για το λόγο αυτό, δε γίνεται ποτέ χρήση καθαρού νερού κατά την άρδευση. Σκοπός της χορήγησης του θρεπτικού διαλύματος είναι να καλυφθούν οι ανάγκες των φυτών σε νερό.

Στις υδροπονικές καλλιέργειες, ο όγκος του υποστρώματος και συνεπώς του θρεπτικού διαλύματος, που αντιστοιχεί σε κάθε φυτό, είναι μειωμένος σε σύγκριση με το έδαφος. Συνεπώς, για να υπάρχει ικανοποιητική άρδευση, πρέπει να χορηγείται πολύ πιο συχνά θρεπτικό διάλυμα, ενώ παράλληλα η αρδευτική δόση κάθε φορά είναι αναλόγως μειωμένη. Η διοχέτευση μεγάλης ποσότητας θρεπτικού διαλύματος, ιδίως όταν το υδροπονικό σύστημα είναι ανοιχτό, οδηγεί σε κατασπατάληση νερού και λιπάσματος με βλαπτικές επιδράσεις στο περιβάλλον.

Στην υδροπονία, ανάλογα με το είδος του υποστρώματος και τον όγκο του ριζοστρώματος κάθε φυτού, η συχνότητα άρδευσης εξαρτάται από την ηλιοφάνεια, το ζεστό καιρό, την ηλικία του φυτού, από το στάδιο ανάπτυξης.

Συχνότερη εφαρμογή άρδευσης δε συνεπάγεται και κατανάλωση σε θρεπτικό διάλυμα, γιατί η δόση άρδευσης είναι μικρότερη σε σχέση με τις

καλλιέργειες εδάφους. Η ανάγκη συχνής χορήγησης νερού στα φυτά που αναπτύσσονται υδροπονικά απαιτεί ύπαρξη κατάλληλου εξοπλισμού ώστε να είναι δυνατή η αυτοματοποίηση της άρδευσης, διαφορετικά το κόστος σε εργατικά είναι μεγάλο.⁸

1.8 Άρδευση υδροπονικών καλλιεργειών σε καθαρό θρεπτικό διάλυμα

Γενικά τέτοιου είδους υδροπονικά συστήματα είναι κατά κανόνα κλειστά και η παροχή του θρεπτικού διαλύματος είναι συνεχής, μιας και δεν υπάρχει πρόβλημα απωλειών, διότι το θρεπτικό διάλυμα που περισσεύει συλλέγεται και αφού εμπλουτιστεί με τα θρεπτικά στοιχεία που του λείπουν επανατροφοδοτείται στα φυτά.

Στην περίπτωση που έχουμε στάσιμο διάλυμα, η χορήγηση του διαλύματος στα επιμέρους δοχεία ελέγχεται με πλωτήρα. Σε αυτά, η ποσότητα και συχνότητα άρδευσης εξαρτάται πλήρως από την κατανάλωση των φυτών.⁸

1.9 Άρδευση υδροπονικών καλλιεργειών που αναπτύσσονται σε στέρεο υπόστρωμα

Τα υδροπονικά συστήματα που αναπτύσσονται σε στερεά υποστρώματα έχουν το κοινό γνώρισμα, ότι το υπόστρωμα είναι σε θέση να συγκρατεί μια ποσότητα νερού, το μεγαλύτερο μέρος της οποίας, είναι διαθέσιμο στα φυτά. Σε κάθε άρδευση, η παροχή του θρεπτικού διαλύματος πρέπει να φτάνει τουλάχιστον την υδατοϊκανότητα του υποστρώματος. Εάν η άρδευση είναι μικρότερη υπάρχει κίνδυνος μη επαρκούς τροφοδοσίας με θρεπτικό διάλυμα μέχρι την επόμενη άρδευση.⁸

Θρεπτικά διαλύματα

2.1 Εισαγωγή

Η λίπανση και η ανόργανη θρέψη των φυτών που καλλιεργούνται υδροπονικά γίνονται αποκλειστικά μέσω του θρεπτικού διαλύματος. Βασικοί παράμετροι των διαλυμάτων αποτελούν η σύνθεση τους, η διαδικασία παρασκευής τους και ο τρόπος χορήγησης τους στα φυτά καθώς και η εποπτεία και ο έλεγχος του θρεπτικού διαλύματος στο χώρο του ριζοστρώματος. Με τον τρόπο αυτό, γίνεται εύκολη η έγκαιρη διάγνωση κάθε προβλήματος, που πιθανόν να υπάρξει και οι διορθωτικές παρεμβάσεις, σε περίπτωση που οι ιδιότητες του διαλύματος εμφανίσουν αποκλίσεις από τις επιθυμητές τιμές (όπως το pH, τις απόλυτες συγκεντρώσεις θρεπτικών στοιχείων κ. α.).⁸

2.2 Λιπάσματα που χρησιμοποιούνται στην παρασκευή θρεπτικών διαλυμάτων

Τα λιπάσματα που χρησιμοποιούνται για την παρασκευή των θρεπτικών διαλυμάτων επιλέγονται με βάση τα τεχνικά τους χαρακτηριστικά, όπως η διαλυτότητα, η καθαρότητα και το κόστος τους.

Σύνθετα πλήρη υδατοδιαλυτά λιπάσματα που περιέχουν μίγμα απλών λιπασμάτων δε συνίσταται να χρησιμοποιούνται. Συγκεκριμένα, τα λιπάσματα δε δύνανται να περιέχουν όλα τα απαραίτητα θρεπτικά στοιχεία π.χ. εάν περιέχουν φώσφορο και θείο δεν είναι δυνατό να περιέχουν ταυτόχρονα και ασβέστιο. Κάτι τέτοιο θα είχε ως αποτέλεσμα την κατακρήμνιση αλάτων φωσφορικού ασβεστίου και θειικού ασβεστίου, που θα δημιουργούσαν πρόβλημα στην τροφοδοσία του φυτού με τα παραπάνω θρεπτικά στοιχεία. Επίσης, η χρήση ενός σύνθετου λιπάσματος κάνει δύσκολη την προσαρμογή της θρέψης στις εκάστοτε καλλιεργητικές απαιτήσεις και δυσκολεύει την πραγματοποίηση διορθωτικών επεμβάσεων.

Τα λιπάσματα που χρησιμοποιούνται στην υδροπονία είναι απλά υδατοδιαλυτά και αποτελούνται από μια χημική ένωση (με εξαίρεση το νιτρικό ασβέστιο), συνοδευόμενη συνήθως και από νερό, είτε σε κρυσταλλική μορφή (άλατα), είτε ως διαλύτη. Όλα σχεδόν τα λιπάσματα, ως πηγές μακροστοιχείων κατά την παρασκευή των θρεπτικών διαλυμάτων, αποτελούνται από δύο ιόντα θρεπτικών στοιχείων, ένα κατιόν και ένα ανιόν. Τα υδατοδιαλυτά άλατα αυτών, ενώ το ένα ιόν είναι θρεπτικό μακροστοιχείο και το άλλο όχι, δε χρησιμοποιούνται ως λιπάσματα μακροστοιχείων στην υδροπονία. Αυτό συμβαίνει καθώς υπάρχει ο κίνδυνος της επιβάρυνσης του θρεπτικού διαλύματος με ένα ανεπιθύμητο ιόν σε υψηλές σχετικά συγκεντρώσεις με επιβλαβή αποτελέσματα στα φυτά στα οποία θα χορηγηθεί ένα τέτοιο θρεπτικό διάλυμα.⁸

Απλά υδατοδιαλυτά λιπάσματα που χρησιμοποιούνται για την παρασκευή θρεπτικών διαλυμάτων, είναι τα εξής:

- ◇ Βόρακας ($\text{Na}_2\text{B}_4\text{O}_7 \times 10\text{H}_2\text{O}$)
- ◇ Βορικό οξύ (H_3BO_3)
- ◇ Δισόξινο φωσφορικό αμμώνιο ($\text{NH}_4\text{H}_2\text{PO}_4$)
- ◇ Δισόξινο φωσφορικό κάλιο (KH_2PO_4)
- ◇ Επταμολυβδαινικό αμμώνιο ($(\text{NH}_4)_6\text{MO}_7\text{O}_{24}$)
- ◇ Θειικό κάλιο (K_2SO_4)
- ◇ Θειικό μαγγάνιο ($\text{MnSO}_4 \times \text{H}_2\text{O}$)
- ◇ Θειικό μαγνήσιο ($\text{MgSO}_4 \times 7\text{H}_2\text{O}$)
- ◇ Θειικός ψευδάργυρος ($\text{ZnSO}_4 \times 7\text{H}_2\text{O}$)
- ◇ Θειικός χαλκός ($\text{CuSO}_4 \times 5\text{H}_2\text{O}$)
- ◇ Μολυβδαινικό νάτριο ($\text{Na}_2\text{MO}_4 \times 2\text{H}_2\text{O}$)
- ◇ Όξινο ανθρακικό κάλιο (KHCO_3)
- ◇ Νιτρικό αμμώνιο (NH_4NO_3)
- ◇ Νιτρικό ασβέστιο ($5[\text{Ca}(\text{NO}_3)_2 \times 2\text{H}_2\text{O}]\text{NH}_4\text{NO}_3$)
- ◇ Νιτρικό κάλιο (KNO_3)
- ◇ Νιτρικό μαγνήσιο ($\text{Mg}(\text{NO}_3)_2 \times 6\text{H}_2\text{O}$)
- ◇ Νιτρικό οξύ (HNO_3)
- ◇ Φωσφορικό οξύ (H_3PO_4)
- ◇ Χηλικός σίδηρος (Διαφόρων τύπων)
- ◇ Solubor ($\text{Na}_2\text{B}_8\text{O}_{13} \times 4\text{H}_2\text{O}$).⁶

2.3 Κατάρτιση σύνθεσης θρεπτικών διαλυμάτων

Η σύνθεση των θρεπτικών διαλυμάτων, μπορεί να μεταβληθεί ανάλογα αφενός με το ύψος των συγκεντρώσεων των επιμέρους θρεπτικών στοιχείων αφενός, και αφετέρου με τις αναλογίες μεταξύ των συγκεντρώσεων αυτών. Οι αλλαγές αυτές στη σύνθεση του θρεπτικού διαλύματος εξαρτώνται από τις διαφορετικές ανάγκες που έχουν τα διάφορα φυτικά είδη. Επίσης, αλλαγές στη σύνθεση του θρεπτικού διαλύματος μπορεί να καταστούν αναγκαίες στα διάφορα στάδια ανάπτυξης των φυτών. Τέλος, σημαντική παράμετρος στη σύνθεση του θρεπτικού διαλύματος αποτελούν οι εξωγενείς παράγοντες (κλιματολογικές συνθήκες).

Συγκεκριμένα η κατάρτιση της σύνθεσης ενός θρεπτικού διαλύματος πρέπει να βασίζεται στις εξής αρχές:

Η σύνθεση του θρεπτικού διαλύματος πρέπει να προσαρμόζεται στο είδος και το στάδιο ανάπτυξης του καλλιεργούμενου φυτού, καθώς και τις καιρικές συνθήκες που επικρατούν την εποχή που χρησιμοποιείται. Σε ορισμένες περιπτώσεις εξαρτάται και από το υπόστρωμα καλλιέργειας που χρησιμοποιείται.

Για κάθε συγκεκριμένη σύνθεση διαλύματος, η συνολική συγκέντρωση αλάτων στο θρεπτικό διάλυμα πρέπει να καθορίζεται με ειδικά κριτήρια όπως το είδος του φυτού, το στάδιο ανάπτυξης, οι καιρικές συνθήκες και το είδος

του χρησιμοποιούμενου νερού. Η συνολική συγκέντρωση αλάτων στην πράξη εκφράζει την ηλεκτρική αγωγιμότητα του θρεπτικού διαλύματος.⁸

2.4 Σύνθεση θρεπτικού διαλύματος

Τα θρεπτικά διαλύματα που εφαρμόζονται στην υδροπονία, είναι υδατικά διαλύματα που περιέχουν ανόργανα θρεπτικά στοιχεία, τα οποία είναι απαραίτητα για την ανάπτυξη των φυτών. Το μόνο στοιχείο που δεν υπάρχει στα διαλύματα, είναι ο άνθρακας (C), γιατί το φυτό τον προσλαμβάνει από την ατμόσφαιρα ως διοξείδιο του άνθρακα (CO₂). Το υδρογόνο και το οξυγόνο τα προσλαμβάνει από το νερό, ενώ το οξυγόνο το προσλαμβάνει και από τον ατμοσφαιρικό αέρα. Το χλώριο (Cl) εμπεριέχεται σχεδόν πάντα ως χλωριούχο ανιόν στο νερό.

Συνεπώς, μόνο τα 12 από τα 16 χημικά στοιχεία είναι απαραίτητα για την ανάπτυξη του φυτού, συγκεκριμένα άζωτο (N), φώσφορο (P), θείο (S), κάλιο (K), ασβέστιο (Ca) και μαγνήσιο (Mg) ως μακροστοιχεία ενώ τα ιχνοστοιχεία ψευδάργυρος (Zn), μολυβδαίνιο (Mo), μαγγάνιο (Mn), βόριο (B), σίδηρος (Fe), και χαλκός (Cu) πρέπει να προστίθενται στο νερό από τον παρασκευαστή του θρεπτικού διαλύματος.

Το φυτό τα προσλαμβάνει τα παραπάνω στοιχεία μέσω των λιπασμάτων. Τα λιπάσματα που χρησιμοποιούνται είναι ορισμένα ως οξέα, ως υδατοδιαλυτά άλατα, ενώ ο σίδηρος (Fe) χορηγείται σε μορφή οργανομεταλλικών συμπλόκων (χηλικές ενώσεις).¹⁹

2.5. Χαρακτηριστικά θρεπτικών διαλυμάτων

α) Ηλεκτρική αγωγιμότητα – Electrical Conductivity (EC)

Η ηλεκτρική αγωγιμότητα (EC), σαν φυσικό μέγεθος είναι το αντίστροφο της ειδικής ηλεκτρικής αγωγιμότητας ενός υλικού. Μονάδα μέτρησης της ηλεκτρικής αγωγιμότητας είναι διεθνώς το dS/m.

Η ηλεκτρική αγωγιμότητα ενός υδατικού διαλύματος, σε συγκεκριμένη θερμοκρασία, είναι ανάλογη της συγκέντρωσης των ιόντων που βρίσκονται διαλυμένα σ' αυτό. Από την ηλεκτρική αγωγιμότητα πληροφορούμαστε για τη συγκέντρωση των αλάτων που περιέχονται και όχι για το είδος τους. Στην υδροπονική πράξη, ο προσδιορισμός της EC είναι εύκολος και γίνεται καθημερινά.

Κατά τον έλεγχο της ηλεκτρικής αγωγιμότητας, ένδειξη τιμών χαμηλότερων από το κατώτερο όριο, δηλώνει ότι η περιεκτικότητα του διαλύματος σε ορισμένα θρεπτικά στοιχεία είναι ανεπαρκής. Ενώ αν βρεθούν τιμές πολύ υψηλές, πάνω από το ανώτατο όριο, δηλώνουν ότι η συνολική περιεκτικότητα του διαλύματος σε άλατα είναι τόσο μεγάλη, ώστε τα φυτά να υφίστανται αλατούχο καταπόνηση.

Οι τιμές της ηλεκτρικής αγωγιμότητας ενός διαλύματος κυμαίνονται

συνήθως μεταξύ 2 έως 3 σπανιότερα 4 dS/m.

Σε περιόδους που επικρατεί ζεστός καιρός και ηλιοφάνεια και γενικά συνθήκες που ευνοούν υψηλούς ρυθμούς διαπνοής, οι τιμές της ηλεκτρικής αγωγιμότητας θα πρέπει να τείνουν στα κατώτερα όρια. Αντίθετα, σε συνθήκες χαμηλών ρυθμών διαπνοής, συννεφιά, υγρό καιρό και χαμηλές τιμές θερμοκρασίας, ενδείκνυνται τιμές κοντά στα ανώτερα όρια που συνιστούνται στο συγκεκριμένο φυτό και στο στάδιο καλλιέργειας. Μικρές αυξήσεις στην τιμή της ηλεκτρικής αγωγιμότητας μπορούν να πετύχουν ομοιόμορφη ανύψωση της συγκέντρωσης όλων των θρεπτικών στοιχείων, που περιέχονται στο διάλυμα, έτσι ώστε οι μεταξύ τους αναλογίες να παραμένουν σταθερές.

β) Το pH των θρεπτικών διαλυμάτων

Το pH του θρεπτικού διαλύματος (ως μέτρο της περιεκτικότητας σε ιόντα υδρογόνου) έχει καθοριστική σημασία σε μια καλλιέργεια. Το pH πρέπει να κυμαίνεται σε επίπεδα ανάλογα με τις απαιτήσεις των φυτών και συγκεκριμένα για την πιπεριά από 5,5 έως 6. Όταν αυτό είναι χαμηλότερο ή υψηλότερο από τη κατάλληλη τιμή, ορισμένα θρεπτικά στοιχεία καθίστανται δυσδιάλυτα (κυρίως ο σίδηρος (Fe) και ο φώσφορος (P)). Στην περίπτωση που το pH κυμαίνεται σε υψηλά επίπεδα, οπότε η απορρόφησή τους από τα φυτά δυσχεραίνεται, ενώ άλλα στοιχεία απορροφούνται πιο γρήγορα (όπως το αργίλιο (Al) και το μολυβδαίνιο (Mo) όταν το pH είναι χαμηλό). Αποτέλεσμα είναι οι διαταραχές που εμφανίζονται στη θρέψη του φυτού, όπως τροφopenίες και τοξικότητες.¹⁹

Εξοπλισμός υδροπονικών εγκαταστάσεων

Η εγκατάσταση με τη βοήθεια της οποίας πραγματοποιείται η υδροπονική καλλιέργεια των φυτών, από άποψη εξοπλισμού, αποτελείται από τέσσερα επιμέρους τμήματα: α) το σύστημα παρασκευής του θρεπτικού διαλύματος β) το σύστημα παροχής του θρεπτικού διαλύματος στα φυτά, γ) τους υποδοχείς των φυτών και των υποστρωμάτων στο θερμοκήπιο και δ) το υπόστρωμα της καλλιέργειας.

3.1 Σύστημα παρασκευής του θρεπτικού διαλύματος

Πρωταρχική συνιστώσα για την κατασκευή του συστήματος παρασκευής του θρεπτικού διαλύματος αποτελεί η εγκατάσταση παροχής νερού, δηλαδή το αρδευτικό δίκτυο μέσα από το οποίο διέρχεται νερό καλής ποιότητας. Το νερό διέρχεται μέσα από ειδικά φίλτρα, έτσι ώστε να συγκρατούνται ξένες ουσίες και να καθαρίζεται. Για την παρασκευή του θρεπτικού διαλύματος με το οποίο τροφοδοτούνται τα φυτά, χρησιμοποιούνται λιπάσματα που διοχετεύονται σε μεγάλα δοχεία χωρητικότητας 120 και 80 λίτρων του οξέος. Τα λιπάσματα που χρησιμοποιούνται είναι πλήρως υδατοδιαλυτά. Οι ποσότητες των λιπασμάτων μέσα στο δοχείο, είναι πολλαπλάσιες αυτών που χρειάζονται τα φυτά. Επομένως τα διαλύματα που προκύπτουν είναι πυκνά μητρικά διαλύματα. Για τα δοχεία η αραιώση είναι 1:100. Επειδή πρέπει να δημιουργηθούν διάφορα επίπεδα στις συγκεντρώσεις του θρεπτικού διαλύματος, χρησιμοποιούνται πολλά δοχεία έτσι ώστε να εξασφαλιστούν οι ακριβείς συγκεντρώσεις θρεπτικών στοιχείων στο εκάστοτε θρεπτικό διάλυμα.

Όπως έχει αναφερθεί στο κεφάλαιο 2, ορισμένα λιπάσματα δεν μπορούν να τοποθετηθούν μαζί στο ίδιο δοχείο πυκνών διαλυμάτων και να αναμιχθούν μεταξύ τους. Για το λόγο αυτό πρέπει να χρησιμοποιούνται περισσότερα από ένα τέτοια δοχεία, δεδομένου ότι το νιτρικό ασβέστιο δεν μπορεί να τοποθετηθεί στο ίδιο δοχείο με φωσφορικά και θειικά λιπάσματα, σε μεγάλες συγκεντρώσεις. Σε αντίθετη περίπτωση συνεπάγεται κατακρήμνιση αλάτων φωσφορικού ασβεστίου και θειικού ασβεστίου, λόγω της χαμηλής διαλυτότητας που έχουν αυτά τα δύο άλατα. Συνήθως, το δοχείο στο οποίο τοποθετείται το οξύ είναι ξεχωριστό. Οι ποσότητες λιπασμάτων που πρέπει να προστεθούν στο νερό για την παρασκευή ορισμένου όγκου πυκνών διαλυμάτων αποτελούν τη λεγόμενη υδροπονική πράξη, συνταγή παρασκευής θρεπτικού διαλύματος.

Τα δοχεία πυκνών μητρικών διαλυμάτων, συνδέονται με ένα σύστημα μίξης, το οποίο αραιώνει ισότοπα τα μητρικά διαλύματα. Η αναλογία αραιώσης είναι τόση όσες φορές πιο πυκνά έχουν παρασκευασθεί τα μητρικά διαλύματα, αναφορικά με το αραιό διάλυμα, με το οποίο θα τροφοδοτηθούν τα φυτά.

Μονάδα αραιώσης πυκνών διαλυμάτων

Η μονάδα αραιώσης πυκνών διαλυμάτων καθορίζεται μέσω ενός αυτόματου μίκτη λιπασμάτων, ειδικά κατασκευασμένου για χρήση στις υδροπονικές καλλιέργειες.

Αραιώση πυκνών διαλυμάτων με αυτόματο μίκτη λιπασμάτων

Οι περισσότερες υδροπονικές μονάδες, χρησιμοποιούν πολύπλοκες εγκαταστάσεις για την αραιώση των πυκνών διαλυμάτων, τους αυτόματους μίκτες λιπασμάτων, οι οποίοι εργάζονται με μεγαλύτερη ακρίβεια και προσφέρουν περισσότερη ευελιξία, ως προς τους χειρισμούς του θρεπτικού διαλύματος, ενώ είναι σημαντικά αυξημένες και οι δυνατότητες αυτοματισμού που περιέχουν.

Ο αυτόματος μίκτης περιλαμβάνει:

- 1) Ένα δοχείο στο οποίο γίνεται η ανάμιξη του νερού με τα πυκνά διαλύματα.
- 2) Ένα πλωτήρα για τον έλεγχο της στάθμης του νερού στο δοχείο αυτό.
- 3) Ένα σωλήνα εισόδου του νερού του δικτύου, στον κάδο ανάμιξης.
- 4) Ένα σωλήνα επιστροφής στον κάδο ανάμιξης του χρησιμοποιούμενου θρεπτικού διαλύματος, που επανασυλλέγεται σε περίπτωση που έχουμε ανακύκλωση του θρεπτικού διαλύματος (κλειστό υδροπονικό σύστημα).
- 5) Σωλήνες εισαγωγής των πυκνών διαλυμάτων στον κάδο ανάμιξης, σε αριθμό ίσο με τον αριθμό των μητρικών διαλυμάτων.
- 6) Ηλεκτροβάνες για τον έλεγχο εισαγωγής του νερού του δικτύου και των πυκνών διαλυμάτων στον κάδο ανάμιξης, από μια για κάθε σωλήνα εισαγωγής. Οι ηλεκτροβάνες αυτές λειτουργούν και σαν βάνες αντεπιστροφής στην περίπτωση που περιέχουν μεγαλύτερο μέρος από το μητρικό διάλυμα που απαιτείται για την παρασκευή του θρεπτικού διαλύματος, ένα μέρος από το πυκνό μητρικό διάλυμα που περισσεύει οδηγείται πίσω στο μητρικό βαρέλι και αποθηκεύεται.
- 7) Από το σωλήνα εξαγωγής του έτοιμου διαλύματος από τον κάδο ανάμιξης προς τα φυτά.
- 8) Αισθητήρες για τη μέτρηση του pH και της EC του διαλύματος μέσα στον κάδο ανάμιξης και κατά την έξοδο του από αυτό το σωλήνα εξαγωγής του έτοιμου διαλύματος.

Η έγχυση των πυκνών διαλυμάτων και των οξέων στον κάδο ανάμιξης ελέγχεται από ηλεκτροβάνες και μικροαντλίες οι οποίες με τη σειρά τους είναι συνδεδεμένες με το σύστημα αυτόματου ελέγχου του μίκτη λιπασμάτων.⁸

3.2 Σύστημα αυτόματου ελέγχου

Το σύστημα αυτόματου ελέγχου αποτελείται από πολυδύναμους μίκτες λιπασμάτων εφοδιασμένους με πολλά δοχεία. Ο μίκτης λιπασμάτων έχει τόσες ηλεκτροβάνες και μικροαντλίες εισαγωγής πυκνών διαλυμάτων στον κάδο ανάμιξης όσα και τα βαρέλια μητρικών διαλυμάτων. Η όλη λειτουργία της

μονάδας ελέγχεται από κεντρικό ηλεκτρονικό υπολογιστή. Με τον τρόπο αυτό δίνεται η δυνατότητα επίτευξης άπειρων συνδιασμών στις συγκεντρώσεις των επιμέρους θρεπτικών στοιχείων στο θρεπτικό διάλυμα, μέσω κατάλληλου προγραμματισμού του ηλεκτρονικού υπολογιστή και μόνο, οπότε δεν απαιτείται η παρασκευή νέων πυκνών διαλυμάτων κάθε φορά που είναι απαραίτητη κάποια τροποποίηση στην ιοντική σύνθεση του περιεχομένου στα φυτά διαλύματος.⁸

3.3. Σύστημα παροχής του θρεπτικού διαλύματος

Για την μεταφορά του θρεπτικού διαλύματος στα φυτά, είναι απαραίτητη κατ' αρχήν μια αντλία κατάλληλης παροχής, η οποία είναι ενσωματωμένη πάνω στο μίκτη λιπασμάτων και είναι συνδεδεμένη με την έξοδο του αραιού διαλύματος από τον κάδο ανάμιξης. Επειδή η καλλιέργεια γίνεται σε κανάλια και κάθε κανάλι τροφοδοτείται με διαφορετικό θρεπτικό διάλυμα, υπάρχει ένας πίνακας με ηλεκτροβάνες, έτσι ώστε η κάθε ηλεκτροβάνη να αντιστοιχεί και σε ένα κανάλι. Έτσι αυτόματα μέσω ηλεκτρονικού υπολογιστή, υπολογίζεται η συγκέντρωση του θρεπτικού διαλύματος και το κανάλι που τροφοδοτείται με αυτό.

Τα φυτά αναπτύσσονται σε στέρεο υπόστρωμα, η ανώτερη επιφάνεια του οποίου δε βρίσκεται στο ίδιο επίπεδο σε όλο το μήκος των γραμμών των φυτών, είναι η πιο συνηθισμένη στην υδροπονική πράξη.

Η μεταφορά του διαλύματος στα φυτά γίνεται μέσω ενός δικτύου εύκαμπτων σωλήνων από μαύρο πλαστικό πολυαιθυλένιο κατάλληλης διατομής, όμοιο με τις συνηθισμένες εγκαταστάσεις στάγδην άρδευσης οι οποίες χρησιμοποιούνται σε καλλιέργειες εδάφους. Ο κεντρικός αγωγός που ξεκινάει από το μίκτη λιπασμάτων διαμέτρου Φ-20, συνδέεται με τον πίνακα με τις ηλεκτροβάνες και συνεχίζει πάλι με αγωγό διαμέτρου Φ-20, έως τα κανάλια της υδροπονίας.

Κάθε αγωγός τροφοδοτεί με θρεπτικό διάλυμα, μια γραμμή φυτών. Οι αγωγοί αυτοί φέρουν μικροσωλήνες (μακαρονάκια) σε κάθε θέση φυτού, μέσω των οποίων γίνεται η διανομή του θρεπτικού διαλύματος. (Στην περίπτωση μας εκτός από τους μικροσωλήνες χρησιμοποιούνται και σταλάκτες, που υπάρχουν στο τέλος των μικροσωλήνων, για να έχουμε μείωση των απωλειών λόγω της έκπλυσης του θρεπτικού διαλύματος που δίνουν οι σταλάκτες αυτοί να επαρκεί και να είναι ομοιόμορφη σε όλη τη γραμμή άρδευσης).⁸

3.4 Υποδοχείς φυτών και υποστρωμάτων

Το έδαφος του θερμοκηπίου ισοπεδώνεται πλήρως διότι η υδροπονία χρησιμοποιείται επί μονίμου βάσεως. Το έδαφος έχει στρωθεί με μπετόν, ώστε να μην υπάρχουν ανομοιομορφίες στο έδαφος, με αποτέλεσμα να διευκολύνεται ο καλλιεργητής. Πάνω στο μπετό εγκαθίσταται ένα σύστημα παράλληλης τοποθέτησης υδρορροών (καναλιών), μέσα στις οποίες θα

τοποθετηθεί το υπόστρωμα καλλιέργειας, έτσι ώστε να μπορεί να συγκεντρώνεται το θρεπτικό διάλυμα που απορρέει από το υπόστρωμα, σε περίπτωση που το σύστημα λειτουργήσει ως κλειστό υδροπονικό. Οι υδρορροές είναι κατασκευασμένες από γαλβανισμένες μεταλλικές λαμαρίνες, έχουν πλάτος 25-30 εκ. και το μήκος που μπορεί να μεταβάλλεται ανάλογα με τις απαιτήσεις.

Για να είναι δυνατή η φυσική ροή του διαλύματος που απορρέει, οι υδρορροές τοποθετούνται πάνω σε ειδικά στηρίγματα, ώστε να έχουν κλίση γύρω 1,5-2% κατά μήκος. Πάνω στις υδρορροές στρώνονται φύλλα πλαστικού πολυαιθυλενίου, τα οποία καλύπτουν όλη την υδρορροή.

Τα πλαστικά φύλλα πολυαιθυλενίου είναι συνήθως 3 χιλιοστά πάχους και έχουν μαύρο χρώμα στην κάτω επιφάνεια, που έρχεται σε επαφή με το μέταλλο της υδρορροής και λευκό γαλακτώδες στην πάνω επιφάνεια. Με τον τρόπο αυτό, αφενός μεν δεν έχουμε διάβρωση του μετάλλου, λόγω των αλάτων του θρεπτικού διαλύματος και δημιουργία αλγών, και αφετέρου η ηλιακή ακτινοβολία ανακλάται πάνω στη λευκή άνω επιφάνεια του πλαστικού και διαχέεται μέσα στο θερμοκήπιο, αυξάνοντας τη φωτεινότητα στα κατώτερα τμήματα των φυτών, γεγονός που είναι ιδιαίτερα χρήσιμο κατά τις φτωχές σε ηλιοφάνεια περιόδους. Τέλος, πάνω στο πλαστικό φύλλο τοποθετούνται τα υπόλοιπα υλικά της εγκατάστασης, από τα οποία σπουδαιότερο είναι το υπόστρωμα καλλιέργειας. Πάνω σ' αυτό, σε συγκεκριμένες αποστάσεις τοποθετούνται τα φυτά, ανάλογα με τις απαιτήσεις του είδους που καλλιεργείται κάθε φορά. ⁸

3.5. Υπόστρωμα υδροπονίας

Στις υδροπονικές καλλιέργειες το υπόστρωμα αποτελεί ένα υποκατάστατο του εδάφους και επομένως πρέπει να είναι σε θέση να επιτελεί όλες τις λειτουργίες που γίνονται από το χώμα και μάλιστα με τον καλύτερα δυνατό τρόπο. Μόνο όταν πληρείται αυτή η προϋπόθεση, είναι οικονομικά σκόπιμη η χρήση υποστρώματος, αντί της καλλιέργειας στο έδαφος.

Η χρησιμότητα του εδάφους για τα φυτά συνίσταται στην εξασφάλιση της ανόργανης θρέψης τους και στην παροχή μηχανικής υποστήριξης. Πρόβλημα στήριξης των φυτών όμως δεν υφίσταται στις υδροπονικές καλλιέργειες στις οποίες γίνεται χρήση υποστρώματος, καθώς και τα χαμηλής ανάπτυξης φυτά, όπως το μαρούλι, στηρίζονται ικανοποιητικά από το υπόστρωμα. Η βασική λειτουργία που καλούνται επομένως να επιτελέσουν επιτυχώς τα υποστρώματα είναι η εξασφάλιση καλής και ισορροπημένης θρέψης.

Για να είναι σε θέση ένα υπόστρωμα να επιτελεί με τον καλύτερο τρόπο το ρόλο για τον οποίον προορίζεται πρέπει να έχει τα εξής χαρακτηριστικά:

- 1) Σταθερή δομή, ώστε να μην αποσυντίθεται εύκολα,
- 2) Ικανοποιητική αναλογία μεταξύ νερού και αέρα στην κατάσταση της υδατοϊκανότητας
- 3) Ομοιομορφία στη σύσταση, την εμφάνιση και τη συμπεριφορά από άποψη θρέψης

- 4) Απαλλαγμένο από παθογόνα, ζωικούς εχθρούς και σπόρους ζιζανίων,
- 5) Εύκολο στη χρήση του και γενικά στους καλλιεργητικούς χειρισμούς,
- 6) Σχετικά χαμηλό κόστος
- 7) Να είναι χημικά αδρανές.⁸

Στερεά υποστρώματα υδροπονικών καλλιεργειών

4.1 Περλίτης

Ο περλίτης είναι ηφαιστειακό υαλώδες πέτρωμα που έχει σχέση με την όξινη λάβα που εκχύθηκε επιφανειακά ή υποθαλάσσια και η οποία ψύχθηκε και στερεοποιήθηκε ταχύτατα. Οι συνθήκες ψύξης και στερεοποίησής του ήταν τέτοιες όπου δεν επέτρεψαν στα άτομά του, να τοποθετηθούν σε σχηματισμούς κρυσταλλικού πλέγματος, γεγονός που έδωσε τον υαλώδη ιστό του περλίτη.



Εικ. 1 : Καλλιέργεια σε περλίτη

Ακόμα, η παρουσία νερού και διαφόρων αερίων που παγιδεύτηκαν στη μάζα του τη στιγμή της ψύξης και της στερεοποίησής του, επέδρασε και αυτό σημαντικά στο σχηματισμό του. Ο περλίτης περιέχει 2-6 % κρυσταλλικό νερό. Όταν θερμανθεί γρήγορα στους 1200-1300 °C, διογκώνεται σε μια αφρώδη μάζα, τουλάχιστον 10-20 φορές μεγαλύτερη από το αρχικό της όγκο. Γι' αυτό και χρησιμοποιείται από τη Βιομηχανία, για τη δημιουργία ενός κοκκώδους υλικού με πλούσιο πορώδες, το οποίο έχει μεγάλη ικανότητα συγκράτησης νερού. Το νερό

συγκρατείται στους μικρούς πόρους, ενώ στους μεγάλους παραμένει αέρας, ακόμα και μετά από τη διαβροχή του.

Κοιτάσματα περλίτη, υπάρχουν στα νησιά Αντίπαρο, Κω, Μήλο, Νίσυρο αλλά προέρχεται κυρίως από τη Μήλο. Ο διογκωμένος περλίτης είναι πολύ ελαφρύς, με μόριο και πυκνότητα 0,9 και 0,1 gr/cm³, αντίστοιχα. Το μέγεθος των κόκκων που χρησιμοποιείται στην υδροπονία είναι 0,1-0,3mm (διάμετρο). Το ολικό πορώδες του περλίτη ανέρχεται στο 95%, η ικανότητα συγκράτησης νερού σε 200-450% του βάρους του και το ειδικό του βάρος 40-150 Kgr/m³. Ο περλίτης συνδυάζεται πολύ καλά με την τύρφη, βελτιώνοντας το πορώδες του μίγματος. Δεν περιέχει άλατα, δε συγκρατεί θρεπτικά στοιχεία και έχει ουδέτερο pH (7-7,5). Δεν έχει καμία ρυθμιστική ικανότητα και δεν περιέχει καθόλου μεταλλικές θρεπτικές ουσίες.

Όταν το pH είναι χαμηλό, υπάρχει κίνδυνος τοξικής απελευθέρωσης Al στο θρεπτικό διάλυμα.

Ο περλίτης μετά από τη χρήση του, μπορεί να ξανααστεριωθεί με την εφαρμογή ατμού, ενώ η σταθερότητά του, δεν επηρεάζεται πολύ από την επίδραση οξέων ή μικροοργανισμών. 1,19

4.2 Βερμικουλίτης

Ο βερμικουλίτης είναι μαρμαρυγιακό υλικό, το οποίο θερμαίνεται στους 1000°C και διογκώνεται. Το νερό μετατρέπεται σε υψηλές θερμοκρασίες στο φούρνο και ωθεί τα στρώματα, το ένα μακριά από το άλλο. Κατά συνέπεια, ο διογκωμένος βερμικουλίτης αποτελείται από κόκκους που μοιάζουν με ακορντεόν. Είναι ελαφρύς και έχει υψηλό πορώδες. Έχει pH 7-7,2, χαμηλή EC και Ικανότητα Ανταλλαγής Κατιόντων (ΙΑΚ) 65-140 meq/lit. Αυτό δηλώνει ότι ο βερμικουλίτης μπορεί να αποθηκεύει θρεπτικά στοιχεία.

Επίσης, προσροφά ιόντα, όπως το φωσφορικό άλας. Αυτό οφείλεται στην μεγάλη επιφάνεια του και σε μερικές θετικά φορτισμένες περιοχές στις άκρες της αργίλου.

Όταν ο βερμικουλίτης γίνει μίγμα με τύρφη, μπορεί να συγκρατήσει αλλά και να αποδώσει μεγάλες ποσότητες νερού (ακόμα και το 35% του βάρους του σε νερό). Παρόλα αυτά, όταν αναμιχθεί με τύρφη αλλά και με άμμο, μειώνει την απώλεια αζώτου, φωσφόρου και καλίου λόγω απορροής.

Το ολικό του πορώδες είναι 96%, και το ειδικό του βάρος 0,9-1,4 Kgr/m³. Μπορεί να χρησιμοποιηθεί σε 1 ή 2 καλλιεργητικές περιόδους.

Τα μειονεκτήματα του βερμικουλίτη είναι ότι έχει μικρή διάρκεια ζωής, καταστρέφεται εύκολα, έχει υψηλό κόστος και η απολύμανσή του, παρουσιάζει πρακτικές δυσκολίες.

Ο βερμικουλίτης είναι αρχικά αποστειρωμένο προϊόν, καθώς παράγεται σε πολύ υψηλές θερμοκρασίες. Εντούτοις, δεν μπορεί να αποστειρωθεί με ατμό, γιατί αποσυντίθεται κατά τη διάρκεια της θέρμανσης. Είναι ευαίσθητος στη μηχανική συμπίεση, η οποία μπορεί να αλέσει τα μόριά του σε σκόνη. 1,4,6

4.3 Άμμος

Η άμμος που χρησιμοποιείται στην υδροπονία προέρχεται συνήθως από την κοίτη των ποταμών (κρυσταλλική άμμος). Η άμμος της θάλασσας αποφεύγεται στις καλλιέργειες γιατί περιέχει πολλά άλατα. Εξαιρετικό υπόστρωμα αποτελεί η χαλαζιακή άμμος, όμως είναι πολύ ακριβή και γι' αυτό χρησιμοποιείται μόνο για σκοπούς μελέτης φαινομένων φυσιολογίας του φυτού.

Για να χρησιμοποιηθεί η άμμος πρέπει πρώτα να κοσκινιστεί έτσι ώστε να απομακρυνθούν τα σωματίδια διαμέτρου μικρότερη των 0,2 mm, γιατί αυτά προκαλούν προβλήματα ασφυξίας στις ρίζες των φυτών.

Η άμμος έχει διάμετρο 0,5-2 mm. Η ικανότητα ανταλλαγής κατιόντων της άμμου είναι μικρή. Οι κόκκοι της άμμου έχουν μικρό ως μηδαμινό πορώδες και δεν συγκρατούν νερό στο εσωτερικό τους. Η άμμος σαν σύνολο σχηματίζει εκτεταμένο πορώδες στα μεσοδιαστήματα μεταξύ των κόκκων. Επειδή όμως οι πόροι της άμμου έχουν διάμετρο 0,2-4,0 mm, κατά το μεγαλύτερο ποσοστό των κόκκων δεν μπορούν να συγκρατήσουν νερό. Γι' αυτό και η άμμος χαρακτηρίζεται με χαμηλή ικανότητα συγκράτησης υγρασίας, οπότε για να διατηρείται συνεχώς υγρή πρέπει να ποτίζεται πολύ

τακτικά (πολλές φορές την ημέρα). Το συχνό πότισμα έχει ως αποτέλεσμα σημαντικές απώλειες σε θρεπτικό διάλυμα και νερό, όταν χρησιμοποιείται η άμμος σε ανοιχτό σύστημα υδροπονίας.

Η πυκνότητα της άμμου είναι υψηλή (1,48 και 1,80 g/cm⁻³ για την λεπτόκοκκη και για την χονδρόκοκκη άμμο αντίστοιχα). Πλεονέκτημα της καλλιέργειας σε άμμο είναι ο καλός αερισμός του ριζικού συστήματος, το φθινό κόστος και απεριόριστη διάρκεια ζωής του. Για να αποφεύγονται όμως η εξάπλωση εδαφογενών ασθενειών, είναι καλύτερα να απολυμαίνεται πριν από την έναρξη κάθε νέας καλλιεργητικής περιόδου.

Η άμμος πλέον δεν χρησιμοποιείται σαν υπόστρωμα στις υδροπονικές καλλιέργειες. ^{4,6,19}

4.4 Χαλίκια

Τα χαλίκια χρησιμοποιούνται ως υπόστρωμα σε υδροπονικές καλλιέργειες από το 1970. Τα χαλίκια είναι χονδρόκοκκο υπόστρωμα και προτιμούνται αυτά με στρογγυλοποιημένη την περιμέτρο τους, διότι σε αντίθετη περίπτωση τραυματίζονται τα φυτά στην κλίση. Το πάχος των χαλικιών στην κλίση είναι περίπου 18-20cm.

Χρησιμοποιούνται συνήθως τα χαλίκια βασάλτη ή γρανίτη και τα χαλίκια ποταμών. Αποφεύγονται τα χαλίκια από μάρμαρο ή ασβεστόλιθο. Χαλίκια από πορώδη υλικά όπως η λάβα προτιμούνται περισσότερο από τα χαλίκια άλλων υλικών, γιατί έχουν μεγαλύτερη ικανότητα συγκράτησης του νερού. Αυτό έχει μεγαλύτερη αξία στις νότιες περιοχές γιατί το ξηροθερμικό κλίμα ευνοεί την εξατμισοδιαπνοή και οι απώλειες του νερού είναι πολύ μεγαλύτερες.¹⁹

4.5 Ελαφρόπετρα

Η ελαφρόπετρα είναι το κοινό όνομα του ορυκτού κιζιρίτη. Είναι ένα αργιλοπυριτικό ηφαιστειογενές ορυκτό όπου δεν έχει τη συμπαγή υφή των άλλων πετρωμάτων αλλά χαρακτηρίζεται από εκτεταμένο πορώδες σε όλη του την μάζα. Σε αυτό οφείλεται και το όνομά της «ελαφρόπετρα». Το εκτεταμένο



Εικ. 2 : Καλλιέργεια σε ελαφρόπετρα

πορώδες της, την καθιστά ένα πέτρωμα με χαμηλό ειδικό βάρος. Το πορώδες στην ελαφρόπετρα, οφείλεται στη διαφυγή ηφαιστειακών αερίων μέσα από την μάζα της κατά το χρόνο που γινόταν η ψύξη της λάβας.

Στη φύση, η ελαφρόπετρα βρίσκεται σε μορφή μεγάλων πλακών ή τεμαχίων. Γι' αυτό και συναντάται στα λατομεία, όπου εκεί θρυμματίζεται σε μικρούς κόκκους μεγέθους 4 ή 8 mm. (Η ελαφρόπετρα χρησιμοποιείται και

σαν οικοδομικό υλικό). Κοιτάσματα ελαφρόπετρας υπάρχουν στα νησιά του Αιγαίου (Κυκλάδες και Δωδεκάνησα), αλλά τα σημαντικότερα αποθέματα βρίσκονται στη Νίσυρο και στη Μήλο.

Η ελαφρόπετρα έχει καταστεί ως ένα πολύ ενδιαφέρον υπόστρωμα για τις υδροπονικές καλλιέργειες. Αυτό γιατί έχει αρκετά πλεονεκτήματα. Η τιμή της ελαφρόπετρας είναι αρκετά χαμηλή (2-3 φορές χαμηλότερη από την τιμή του περλίτη). Αν συγκριθεί με την τιμή αγοράς άλλων υποστρωμάτων όπως του πετροβάμβακα, η δαπάνη αγοράς της είναι θεαματικά χαμηλότερη. Εκτός αυτού, η ελαφρόπετρα έχει επιδείξει άριστη συμπεριφορά σε πειράματα αλλά και στις δοκιμές που έχουν γίνει μέχρι σήμερα στην τομάτα, πιπεριά, γαρύφαλλο και άλλα. ¹⁹

4.6 Τύρφη

Η τύρφη είναι το πιο συνηθισμένο οργανικό υπόστρωμα για την καλλιέργεια εκτός εδάφους. Η τύρφη είναι φυσικό υλικό. Προέρχεται από ελώδεις περιοχές και γενικότερα από υγρότοπους, μετά από την αποδόμηση της υδρόχαρους βλάστησης. Σε τέτοιες περιοχές, με την πάροδο του χρόνου έχουν σχηματιστεί ολόκληρα κοιτάσματα από τα οποία η τύρφη εξορύσσεται, υφίσταται κάποιες επεξεργασίες όπως απολύμανση, άλεσμα, ομογενοποίηση κτλ, και συσκευάζεται σε βιομηχανική κλίμακα.

Υπάρχουν δύο τύποι τύρφης

✧ Η ξανθιά τύρφη, έχει ινώδη υφή και η δομή της είναι πιο σταθερή από της μαύρης. Το ειδικό της βάρος είναι 50-100 gr/lit. Προέρχεται από τις Βαλτικές χώρες. Έχει πορώδες 90-95% του όγκου της με καλή αναλογία μεταξύ μικρών και μεγάλων πόρων, με μεγάλη ικανότητα συγκράτησης νερού και αέρα. Η διαβροχή της γίνεται τουλάχιστον 1-2 ημέρες πριν χρησιμοποιηθεί. Είναι φτωχή σε θρεπτικά στοιχεία και έχει pH 3,5-4,0. Γι' αυτό το λόγο πρέπει απαραίτητα να προσθέτουμε μικρή ποσότητα ανθρακικού ασβεστίου (CaCO₃) σε ποσότητα 4-6 Kgr/m³ έτσι ώστε να ρυθμιστεί το pH της όταν χρησιμοποιηθεί σαν υπόστρωμα στην υδροπονία είτε αμιγής είτε σε μείγματα.

✧ Η μαύρη τύρφη είναι σε πιο προχωρημένο στάδιο αποσύνθεσης από την ξανθιά. Δεν έχει σταθερή δομή, έχει όμως μεγαλύτερο ειδικό βάρος από την ξανθιά (120-200 gr/lit), και με πιο μικρό πορώδες, οπότε η ικανότητα συγκράτησης νερού είναι ελαφρώς μικρότερη, συνεπώς και η αεροπερατότητά της χαμηλότερη. Η ικανότητα ανταλλαγής κατιόντων είναι μεγαλύτερη από την ξανθιά. Κοιτάσματα μαύρης τύρφης υπάρχουν στην Ελλάδα με πιο σημαντικά αποθέματα των Φιλιππων στην Ανατολική Μακεδονία. ¹⁹

4.7 Cocosoil

Το cocosoil, χρησιμοποιείται και αυτό για εκτός εδάφους καλλιέργειες. Είναι φυτόχωμα, που προέρχεται από την αποσύνθεση των περιβλημάτων της

ινδικής καρύδας. Είναι πλούσιο σε οργανική ουσία, με καλή ικανότητα συγκράτησης νερού και αεροπερατότητα. Έχει χαμηλή ικανότητα ανταλλαγής κατιόντων, οπότε συμπεριφέρεται ως αδρανές υπόστρωμα. Το μειονέκτημά του είναι ότι σε δεδομένη χρονική στιγμή αρχίζει να αποσυντίθεται, οπότε αρχίζει να συμπεριφέρεται ως χημικά πολύ ενεργό υλικό. 19

4.8 Πετροβάμβακας

Ο πετροβάμβακας είναι ένα ανόργανο ινώδες υλικό που θεωρείται το πιο διάδεδομένο υλικό για τις υδροπονικές καλλιέργειες. Παράγεται με θερμική επεξεργασία ενός μίγματος που αποτελείται από 60% διαβάση, 20% άνθρακα και 20 % ασβεστόλιθο. Το μίγμα θερμαίνεται και όταν η θερμοκρασία φτάσει τους 1600 °C, το μίγμα ρευστοποιείται και οδηγείται σε ένα περιστρεφόμενο τύμπανο, από το οποίο εξέρχεται σε μορφή λεπτών βελονών διαμέτρου 0,005 mm και μήκους 3 mm. Στη συνέχεια, οι βελόνες αυτές συμπλέκονται και συγκολλούνται μεταξύ τους σε μια χαλαρή πλέξη με τη βοήθεια μιας συνδετικής ρητινικής ουσίας που ονομάζεται βακελίτης, οπότε προκύπτει ένα προϊόν ελαφρύ και πορώδες με βαμβακώδη εμφάνιση.

Ο πετροβάμβακας έχει πορώδες 92-96 % και ειδικό βάρος 60-100 Kgr/m³. Είναι το μόνο υπόστρωμα που χρησιμοποιείται αρκετά σε υδροπονικές καλλιέργειες. Είναι κατασκευασμένο από τον άνθρωπο ανόργανο υλικό, που μπορεί να χρησιμοποιηθεί υπό μορφή πλακών ή κύβων ως αδρανές υπόστρωμα για την παραγωγή καλλιεργειών είτε σε ανοικτά είτε κλειστά υδροπονικά συστήματα.

Στις Σκανδιναβικές χώρες, ο πετροβάμβακας χρησιμοποιήθηκε σε καλλιέργειες στις αρχές της δεκαετίας του '70. Από το 1975, ο πετροβάμβακας έχει χρησιμοποιηθεί και από τους καλλιεργητές της Ολλανδίας. Ο λόγος της αλλαγής χρήσης του χώματος από πετροβάμβακα, βρίσκεται στα πολύ καλά αποτελέσματα που έδωσε σε διάφορες καλλιέργειες. Υποκινήθηκε περαιτέρω από την ανάγκη να μειωθεί η δυσκολία και το κόστος της αποστείρωσης. Μια καλλιέργεια φυτών σε πετροβάμβακα, αποτελείται από σειρές πλακών του, που εσωκλείουν τους καλυμμένους με επίστρωμα πολυαιθυλενίου σάκους, που τοποθετούνται πάνω από φύλλα πολυστυρολίου πάχους 2,5 cm, οι οποίοι τοποθετούνται έτσι ώστε να διαμορφώσουν μια κλίση στο θερμοκήπιο. Το πολυστυρόλιο, χρησιμοποιείται για λόγους μόνωσης καθώς και για την κατασκευή των καναλιών, που τοποθετούνται οι σωλήνες θέρμανσης της ριζικής ζώνης. Η θέρμανση της ρίζας, μπορεί επίσης να επιτευχθεί με τη θέρμανση του θρεπτικού διαλύματος σε 20°C, το πολύ προτού να εφαρμοστεί στη συγκομιδή.

Οι πλάκες μπορούν να έχουν 90-100 cm μήκος, 15-30 cm πλάτος και 7,5cm βάθος, ενώ και η χρήση στενών πλακών (15-20 cm), έχει βελτιώσει πολύ την οικονομική δυνατότητα ορισμένων θερμοκηπιακών καλλιεργειών.

Εναλλακτικά, οι πλάκες πετροβάμβακα τοποθετούνται στο τέλος των διπλών σειρών στην πλαστική ταινία. Το πλαστικό είναι 30 cm πλατύτερο από την πλάκα, οι άκρες του είναι διπλωμένες στην πλευρά και πάνω από την



πλάκα και κρατείται στη θέση του με καρφιά. Πριν από τη χρήση οι πλάκες πρέπει να είναι πλήρως διαποτισμένες με το συνιστώμενο διάλυμα λιπάσματος. Η συχνότητα άρδευσης ποικίλλει από 1 έως 20 φορές ανά ημέρα ανάλογα με το στάδιο ανάπτυξης και τον τύπο των φυτών.

Οι σχισμές για την αποστράγγιση γίνονται στις πλευρές των σάκων μακριά από τους διαδρόμους. Οι τρύπες δημιουργούνται με διατρητική μηχανή μόνο, στο πάτωμα του πολυαιθυλενίου και καλύπτουν οποιοδήποτε σημείο στο οποίο συσσωρεύεται το διάλυμα. 8,19

Γενικά στοιχεία για την πιπεριά

5.1 Εισαγωγή

Η πιπεριά είναι λαχανοκομικό φυτό, το οποίο ανήκει στο γένος *Capsicum* της Οικογένειας των Σολανιδών (*Solanaceae*). Κατάγεται από τη Ν. Αμερική, όπου την καλλιεργούσαν ιθαγενείς πριν γίνει γνωστή στον υπόλοιπο κόσμο. Στην Ευρώπη καλλιεργείται από τα τέλη του 15^{ου} αιώνα και συγκεκριμένα από το 1542, όπου ήταν γνωστές μόνο 3 ποικιλίες. Το 1611 καλλιεργούσαν 13 ποικιλίες. Έπειτα από 29 χρόνια (το 1640) έγιναν γνωστές 7 ακόμα ποικιλίες. Έπειτα από 59 χρόνια (το 1699) καλλιεργούνταν συνολικά 35 ποικιλίες.

Καλλιεργείται κυρίως σε τροπικές και υποτροπικές περιοχές. Η Ελλάδα ευνοεί την καλλιέργεια της πιπεριάς, αφού το κλίμα της είναι θερμό. Η εξάπλωσή της είναι μεγάλη σε πολλές περιοχές του κράτους μας. Καλλιεργείται σε μεγάλες εκτάσεις σε ανοιχτό χώρο καλλιέργειας, αλλά και σε υπό κάλυψη. Ωστόσο, η καλλιέργειά της συναντάται και σε μικρούς σπιτικούς λαχανόκηπους.

Συγκεκριμένα, στην Ελλάδα έχει καταγραφεί να καλλιεργείται σε έκταση μεγαλύτερη από 35.000 στρ. ενώ πάνω από 4.000 στρέμματα καλλιεργούνται για την παραγωγή του γνωστού «μαύρου πιπεριού», του εμπορίου, αλλά και για μικρόκαρπες ποικιλίες που προορίζονται για τουρσί.⁵

5.2 Βοτανικοί χαρακτήρες

Το φυτό χαρακτηρίζεται σαν πολυετές στις τροπικές χώρες, ενώ στην Ευρώπη σαν μονοετές. Κατά τη διάρκεια της ανάπτυξής του, οι βλαστοί είναι τρυφεροί και όσο το φυτό μεγαλώνει, ξυλοποιούνται. Το ύψος του φτάνει τα 60-75 cm και στηρίζεται από μόνο του.

Στη λαχανοκομία, η συνήθης καλλιεργούμενη ποικιλία της πιπεριάς είναι η *Capsicum annuum*. Είναι φυτό μονοετές, πολύκλαδο, πώδες, με βλαστούς στη βάση, αρχικά τρυφερούς οι οποίοι ξυλοποιούνται στη συνέχεια της ανάπτυξής τους. Φέρει φύλλα ελλειπτικά και άνθη συνήθως μονήρη στη βάση της κάθε διακλάδωσης. Το άνθος αποτελείται από: κάλυκα με 5 σέπαλα, από στεφάνη με 5 πέταλα και από 5 στήμονες, με ανθήρες ιώδους απόχρωσης.^{3,5,9,12,13,18}

α) Ρίζα

Η ρίζα έχει ήδη σχηματιστεί από το σπορόφυτο. Αρχικά είναι πασσαλώδης, η οποία μπορεί να εισχωρήσει σε βάθος 60-120 cm. Όμως κατά τη μεταφύτευση του φυτού από το σπορείο στο υπόστρωμα, η κεντρική ρίζα κόβεται, με αποτέλεσμα να αναπτύσσεται περισσότερο οι δευτερογενείς (πλάγιες) ρίζες, οπότε η κεντρική ρίζα με σχήμα πασσάλου μετατρέπεται σε θύσανο (θύσανώδες ριζικό σύστημα).

β) Βλαστός

Ο βλαστός είναι στην αρχή τρυφερός και στη συνέχεια ξυλοποιείται, οπότε δε χρειάζεται στήριξη. Στην αρχή της ανάπτυξής του, όταν είναι 20-30 cm, είναι μονοστέλεχος, ενώ στη συνέχεια διακλαδώνεται, λόγω της διακοπής της ανάπτυξης του κορυφαιού μεριστώματος. Το σημείο όπου σταματάει η ανάπτυξη του κορυφαιού μεριστώματος, λέγεται κόμβος και οι βλαστοί που αναπτύσσονται από τους πλάγιους οφθαλμούς, λέγονται βλαστοί πρώτης τάξης. Ο πρώτος ανθοφόρος οφθαλμός που θα δώσει τον πρώτο καρπό καλείται βασικός οφθαλμός.

Στη συνέχεια ο βλαστός πρώτης τάξης θα διακλαδιστεί σε δύο βλαστούς (βλαστούς 2ης τάξης) και στο σημείο της δεύτερης διακλάδωσης θα σχηματιστούν νέοι ανθοφόροι οφθαλμοί. Η ανάπτυξη συνεχίζεται μέχρι να φθάσει στο τελικό του ύψος.

Η πιπεριά έχει ένα κεντρικό στέλεχος μέχρι τα 30 cm και στη συνέχεια χωρίζεται στα δύο, γι' αυτό και ο συγκεκριμένος τύπος βλάστησης λέγεται διχάσιο.

γ) Φύλλα

Τα φύλλα είναι απλά, ωοειδή, λογχοειδή ή ελλειψοειδή, τρυφερά, λεία, χωρίς χνούδι, με ανοιχτό πράσινο χρώμα και στις δύο πλευρές του ελάσματος, τα οποία εκφύονται ένα ανά γόνατο εναλλάξ. Είναι πλούσια σε στομάτια στην κάτω επιφάνεια του ελάσματος, ενώ στην επάνω επιφάνεια είναι αρκετά λιγότερα (περίπου το 1/3 από την κάτω). Αποτέλεσμα, είναι οι μεγάλες απαιτήσεις του φυτού σε νερό, λόγω της έντονης εξατμισοδιαπνοής.



Εικ. 3: Φύλλα και καρποί πιπεριάς

δ) Άνθος

Τα άνθη της πιπεριάς είναι μονήρη, σπάνια ενωμένα ανά 2 ή 3. Εκφύονται στους κόμβους και φέρουν ποδίσκο μέχρι 1,5 cm.

Ο κάλυκας είναι κωδωνοειδής, συστέπαλος με 5 σέπαλα που περιβάλλουν τη βάση του άνθους. Συνήθως ο κάλυκας παραμένει προσκολλημένος στον ώριμο καρπό. Η στεφάνη είναι στρογγυλή και αποτελείται από 5 ή 6 πέταλα χρώματος λευκού ή λευκοπράσινου ή ιώχρου, ενωμένα μεταξύ τους στο σημείο της βάσης. Σε ορισμένες ποικιλίες, η στεφάνη πέφτει όταν γονιμοποιηθεί το θηλυκό μέρος του άνθους. Αντίθετα σε άλλες ποικιλίες, παραμένει μέχρι η ίδια η αύξηση του καρπού να προκαλέσει την πτώση της.

Το θηλυκό μέρος του άνθους, ο ύπερος, αποτελείται από ένα τριχωτό στόλο, που φέρει το στίγμα (το οποίο είναι κολλώδες για να κολλήσει επάνω του η γύρη) και την ωοθήκη. Η ωοθήκη αποτελείται από 2 ή 3 χώρους (δίχωρη

ή τρίχωρη).

Το αρσενικό μέρος του άνθους αποτελείται από 5 σπάνια 6 ή 7 στήμονες που βρίσκονται κοντά στη βάση της στεφάνης. Ο κάθε στήμονας αποτελείται από το νήμα και από δίοβο ανθήρα, πλούσιο σε γύρη. Συνήθως οι στήμονες είναι πιο κοντοί από το στίγμα του υπέρου.

Τα άνθη είναι ερμαφρόδιτα και συνήθως αυτογονιμοποιούμενα, λόγω του γεγονότος ότι, ο ποδίσκος στρέφεται προς τα κάτω, οπότε ο στύλος και το στίγμα βρίσκονται πιο χαμηλά από τους ανθήρες. Έτσι, όταν γίνει η διάρρηξη των γυρεοσάκκων, οι γυρεόκοκκοι πέφτουν πάνω στο στίγμα του υπέρου. Παρόλα αυτά, συναντάται και το φαινόμενο της σταυρεπικονίασης με τη μεσολάβηση των εντόμων (*Bombus terrestris*) και του ανέμου.



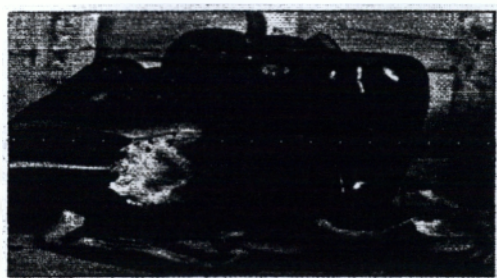
Εικ. 4 : Άνθος πιπεριάς

Η άνθηση πραγματοποιείται σταδιακά για πολλούς μήνες με ευνοϊκές καλλιεργητικές συνθήκες. Όταν όμως το φυτό υποβληθεί σε stress που οφείλεται σε τροφοπενίες, χαμηλές θερμοκρασίες, περιορισμένο φωτισμό, η άνθηση σταματά.

Το άνοιγμα του άνθους γίνεται κατά τις πρώτες πρωινές ώρες, αμέσως μετά την ανατολή του ήλιου, διακόπτεται τις ζεστές ώρες της ημέρας και ξαναρχίζει με μικρότερη όμως ένταση, τις απογευματινές ώρες και σταματά με το ηλιοβασίλεμα.

ε) Καρπός

Όταν η ωοθήκη ωριμάσει, μετατρέπεται σε μια σαρκώδη ράγα, με ομφαλό στη βάση, με μεγάλα κενά διαμερίσματα στο εσωτερικό, όπου βρίσκονται οι σπόροι. Οι σπόροι είναι στρογγυλοί (νεφροειδείς), πιεσμένοι,



Εικ. 5: Καρποί πιπεριάς

και συγκρατούνται από τον πλακούντα. Το χρώμα στα αρχικά στάδια της ανάπτυξης του καρπού, είναι πράσινο - πρασινοειδές και όταν ωριμάσει μετατρέπεται σε κόκκινο, καστανοκόκκινο, κίτρινο, κιτρινοπράσινο, πορτοκαλί, ιώδες. Το χρώμα του καρπού οφείλεται σε μίγμα καροτονοειδών ουσιών, με κυριότερη την καψανθίνη και σε μικρότερο βαθμό τα α' και β' καροτίνη, την ξανθοφύλλη, την ζεαξανθίνη και την κτοπτοξανθίνη. Η γεύση είναι γλυκιά ή πικάντικη, ανάλογα την περιεκτικότητα της καψικίνης ή καψαϊκίνη. Η καψικίνη είναι μια αλκαλοειδής πτητική ουσία με οξεία γεύση. Η καψικίνη συγκεντρώνεται περισσότερο στα χωρίσματα και στον πλακούντα, λιγότερο στους σπόρους και στα τοιχώματα του καρπού.

5.3 Είδη - Ποικιλίες

Η πιπεριά ανήκει στο γένος *Capsicum* και στην οικογένεια των Σολανωδών (*Solanaceae*). Πέντε είδη πιπεριάς χρησιμοποιούνται για τη διατροφή του ανθρώπου:

⊗ *Capsicum baccatum*: Καλλιεργείται κυρίως στη Νότια Αφρική. Είναι ένα είδος που προσαρμόζεται εύκολα και στο δικό μας κλίμα. Η στεφάνη του άνθους είναι κίτρινη με καφέ στίγματα και τα σέπαλα του κάλυκα είναι ευδιάκριτα.

⊗ *Capsicum annuum*: Είναι το πιο διαδεδομένο το οποίο περιλαμβάνει γλυκιές και καυτερές πιπεριές. Οι πιπεριές αυτού του είδους προορίζονται για την παραγωγή της μαγειρικής σκόνης «πάπρικα». Χαρακτηρίζεται από υψηλή βλαστική ικανότητα των σπόρων και ζωηρή ανάπτυξη των φυτών. Έχει όμως μειωμένη αντοχή στις ασθένειες. Τα φυτά έχουν μικρό κάλυκα, στεφάνη με λευκά πέταλα και ιώδεις ανθήρες. Οι πιπεριές του είδους *Capsicum annuum* είναι μονοετή και ελάχιστα διετή ποώδη. Καλλιεργούμενος τύπος πιπεριάς είναι ο άγριος (*Capsicum annuum var. Minimum*), αντίθετα με την *Capsicum annuum var. annuum*.

⊗ *Capsicum pubescens*: Προέρχεται από τις Άνδεις, αντέχει σε πολύ χαμηλές θερμοκρασίες και έχει ευδιάκριτα μορφολογικά χαρακτηριστικά. Οι βλαστοί και τα φύλλα έχουν χνούδι. Το άνθος αποτελείται από κόκκινη στεφάνη, ο καρπός έχει παχιά σάρκα και οι σπόροι του έχουν σκούρο χρώμα. Το περισπέρμιο του σπόρου είναι ζαρωμένο, ενώ τα άλλα είδη έχουν λείο περισπέρμιο και ο σπόρος κίτρινου χρώματος.

⊗ *Capsicum frutescens*: Καλλιεργείται σε περιοχές με υψηλές θερμοκρασίες. Η ανάπτυξη του φυτού είναι αργή, γεγονός που κάνει το φυτό να χαρακτηρίζεται σαν πολυετές. Σε κάθε κόμβο εμφύονται 2 άνθη με πρασινοκίτρινόλευκη στεφάνη και ιώδεις ανθήρες. Στις τροπικές περιοχές της Ν. Αμερικής, με χαμηλό υψόμετρο, συναντάμε τον άγριο τύπο του *Capsicum frutescens*.

⊗ *Capsicum sinense*: Καλλιεργείται στις περιοχές του Αμαζονίου, ενώ οι άγριοι τύποι καλλιεργούνται στην τροπική ζώνη της Ν. Αμερικής. Ακόμα καλλιεργείται και στην Αφρική, μόνο που οι καρποί εκεί θεωρούνται οι πιο καυστικοί όλων των άλλων ειδών. Τα άνθη εκφύονται 3 με 5 σε κάθε

διακλάδωση και φέρουν στένωση κάτω από τον κάλυκα.

Στο είδος *Capsicum annuum* περιλαμβάνονται (βάσει ταξινόμησης Irich) επτά βοτανικές ποικιλίες με μονοετή βιολογικό κύκλο:

A) Καρποί λεπτοί και επιμήκεις

1) κάλυκας συνήθως περιβάλλει τη βάση του καρπού:

- i) Καρποί όρθιοι, πολύ καυτεροί, κωνοειδείς ή επιμήκεις, μήκους μέχρι 4 cm: var. *conoides* Irich.
- ii) Καρποί όρθιοι και λεπτοί, μήκους 7-8 cm με καυτερή γεύση. Οι καρποί, αλλά και τα φύλλα φέρονται κατά δέσμες: var. *fasciculatum* Irich.
- iii) Καρποί όρθιοι ή κρεμασμένοι, πιο χοντροί από αυτούς της προηγούμενης ποικιλίας: var. *acuminatum* Irich.

2) Ο κάλυκας δεν περιβάλλει τη βάση του καρπού.

- i) Καρποί όρθιοι ή κρεμασμένοι, που το μήκος τους φτάνει τα 30 cm: var. *longum* Sendt.

B) Καρποί χοντροί, τρίλοβοι ή τετράλοβοι, με μεγάλο μέγεθος, με αυλακώσεις και σάρκα γλυκιά: var. *grossum* Sendt.

Γ) Καρποί διαφόρων σχημάτων (κωνοειδείς ή ωοειδείς), με επιφάνεια ανώμαλη και αυλακωτή. Το μήκος τους φτάνει μέχρι 5 cm: var. *abbrevianum* Fingh.

Δ) Καρποί σε μορφή σφαίρας, πολύ μικρού μεγέθους (1-3 cm), όρθιοι ή κρεμασμένοι, λείοι και καυτεροί: var. *cerasiforme* Irich.⁵

Οι βασικές διαφορές μεταξύ των παραπάνω ποικιλιών είναι:

- Η θέση του καρπού επάνω στο φυτό,
- Η γεύση του καρπού,
- Η μορφή των φύλλων και των ανθέων,
- Το σχήμα του κάλυκα,
- Η μορφή και το χρώμα της ράγας.

Από τις κυριότερες ποικιλίες που καλλιεργούνται στην Ελλάδα είναι:

1. **Η τσουσκα:** Έχει σχήμα στρογγυλό, με ανώμαλη επιφάνεια, σαρκώδη και κιτρινοπράσινο καρπό μήκους 14-20 cm. Καλλιεργείται κυρίως σε θερμοκήπιο, ως πρώιμη, για εξαγωγή στο εξωτερικό.
2. **Η πράσινη Νέας Μαγνησίας:** Καλλιεργείται στη Θεσσαλονίκη. Είναι γλυκιά, με σαρκώδη καρπό τρίλοβο ή τετράλοβο. Το μήκος της είναι 8-10 cm.
3. **Το πιπερούδι:** Είναι όψιμη ποικιλία, μικρής ανάπτυξης και καρπούς μικρού μήκους 4-8 cm. Η γεύση της είναι γλυκιά, ελαφρά καυτερή. Η συγκομιδή των καρπών γίνεται όταν οι καρποί είναι πράσινοι και χρησιμοποιούνται μόνο για τουρσί.
4. **Κίτρινη Πυπεριά Κουφαλιών ή ντολράς:** Καλλιεργείται στη Θεσσαλία και στη Μακεδονία. Είναι πρώιμη ποικιλία, λίγο πιο πρώιμη απ' την πράσινη Νέας Μαγνησίας. Η γεύση της είναι γλυκιά και ο καρπός είναι τρίλοβος ή τετράλοβος, κιτρινοπράσινου χρώματος.
5. **Πυπεριά Μπαχόβου ή Φλωρίνης:** Καλλιεργείται στην περιοχή

Αριδαίας για να παρασκευαστεί το κόκκινο πιπέρι, αλλά και για κονσερβοποίηση. Τα φυτά δεν χαρακτηρίζονται από έντονη ανάπτυξη. Ο καρπός έχει κωνική μορφή, μέτριο μέγεθος, γλυκός ή καυτερός και η συγκομιδή τους γίνεται όταν αποκτήσουν κόκκινο χρώμα.

6. **Η κίτρινη μακρουλή Ασπρου (κατσίκια):** όπου καλλιεργείται στα χωριά των Γιαννιτσών.
7. **Η Νέας Αρτάκης:** που καλλιεργείται στη Νότια Ελλάδα με καρπούς πράσινους.

Ρύθμιση συνθηκών περιβάλλοντος θερμοκηπίου

Για να είναι επιτυχής μια υδροπονική καλλιέργεια πιπεριάς, εκτός της καλής τροφοδοσίας με νερό, οξυγόνο και θρεπτικά στοιχεία στο χώρο του ριζοστρώματος, θα πρέπει οι συνθήκες, με κυριότερες τα επίπεδα θερμοκρασίας και φωτισμού που δρουν στην κόμη του φυτού, να βρίσκονται σε ένα άριστο συνδυασμό.

6.1 Θερμοκρασία - Φωτισμός

Η πιπεριά είναι φυτό αρκετά ευαίσθητο στη θερμοκρασία και στο φωτισμό. Κατά τη φάση βλάστησης του σπόρου και κατά την καρπόδεση, απαιτείται ιδιαίτερη προσοχή από πλευράς χειρισμών. Τα επίπεδα θερμοκρασίας κατά τη διάρκεια της ημέρας πρέπει να κυμαίνονται από 22 - 26°C και κατά τη διάρκεια της νύχτας από 16 - 18°C.

Όταν το φυτό βρίσκεται στη φάση της ανθοφορίας και ακολουθεί το ξεκίνημα της καρπόδεσης, εάν η θερμοκρασία πέσει στους 0°C έστω και για μικρή διάρκεια, προκαλούνται μικρά έλκη στην επιδερμίδα των ήδη σχηματισμένων καρπών. Όσο θα μεγαλώνει ο καρπός, τα έλκη θα διακρίνονται καλύτερα, γιατί προσλαμβάνουν μορφή κάθετων, δακτυλιωτών πληγών.

Η αύξηση, η ποσότητα και η ποιότητα των καρπών επηρεάζονται θετικά από έντονο φωτισμό και από μεγάλες ημέρες ενώ ο περιορισμένος φωτισμός, σταματάει την έκπτυξη του άνθους και μειώνει τη γονιμότητα της γύρης. Ο μεγαλύτερος αριθμός λουλουδιών παρατηρείται στους 25 - 40 °C. Το μέγιστο της καρπόδεσης παρατηρείται σε ημερήσιες θερμοκρασίες 26 - 32 °C και σε νυκτερινές, όχι κάτω από 16 °C. Για μια καλή και πλούσια άνθιση, τα φυτά χρειάζονται θερμοκρασίες μεταξύ 26 °C - 30 °C.

Το φως και η θερμοκρασία επηρεάζουν τη γονιμοποίηση, καθορίζουν την παραγωγή του σπόρου και την εγκατάστασή του στο εσωτερικό του καρπού. Σε άριστες συνθήκες (ελάχιστη θερμοκρασία 16°C και μέγιστη στους 30°C) κάθε καρπός παράγει από 100-250 σπόρους. Όταν οι καρποί αναπτύσσονται σε μειωμένες θερμοκρασίες και περιορισμένο φωτισμό, παρατηρείται έλλειψη ή πολύ μειωμένος αριθμός σπόρων (παρθενοκαρπία). Σ' αυτή την περίπτωση ο πλακούντας είναι μειωμένος ή λείπει και ο καρπός είναι στενός με επιφανειακές παραμορφώσεις και μειωμένο πάχος της σάρκας, γεγονός που υποβαθμίζει την ποιότητα του καρπού.

Μειωμένος φωτισμός, ακόμα και αν συνοδεύεται από άριστες θερμοκρασίες, ωθεί το φυτό στο ψήλωμα, μειώνει το ποσοστό άνθισης, την πρωίμιση, την απόδοση και προξενεί ανθόρροια.^{5,18}

6.2 Σχετική υγρασία

Η σχετική υγρασία, θεωρείται σημαντικός παράγοντας για την ανάπτυξη της πιπεριάς. Η σχετική υγρασία ανάλογα τα επίπεδα στα οποία κυμαίνεται, επηρεάζει το φυτό, τη διασπορά της γύρης, την επικινδυνότητα των μολυσμάτων και την ανάπτυξη των παθογόνων.

Τα επίπεδα της σχετικής υγρασίας σε θερμοκήπιο, σε μια καλλιέργεια πιπεριάς, είναι μεταξύ 70 - 75 %. Η ελάχιστη σχετική υγρασία που μπορούν να ανεχθούν τα φυτά είναι μέχρι 65% και η μέγιστη μέχρι 80%. Σε περίπτωση που η σχετική υγρασία πέσει κάτω από 60%, παρατηρούνται χαμηλές αποδόσεις και υποβαθμισμένη ποιότητα του καρπού. ⁵

6.3 Διοξείδιο του άνθρακα (CO₂)

Τα οφέλη που προκύπτουν από τον εμπλουτισμό μιας θερμοκηπιακής καλλιέργειας πιπεριάς με CO₂ 800-1000 ppm είναι:

1. Πρωίμηση της παραγωγής, λόγω του αυξημένου ρυθμού ανάπτυξης των φυτών
2. Πρωίμηση της παραγωγής
3. Αύξηση του ποσοστού καρπόδεσης
4. Αύξηση του μεγέθους των καρπών
5. Αύξηση στις αποδόσεις που κυμαίνονται από 10-70%, με μέσους όρους από 15-55%. ⁵

Ρόλος των θρεπτικών στοιχείων

7.1 Άζωτο

Το άζωτο είναι βασικό στοιχείο και απαραίτητο σε μια καλλιέργεια πιπεριάς. Μετά από χορήγηση αζώτου στη πιπεριά, σχηματίζεται ένα εύρωστο υπέργειο τμήμα και ένα πλούσιο ριζικό σύστημα, πριν την καρπόδεση.

Ορθές δόσεις αζώτου εξασφαλίζουν αρκετό αριθμό λουλουδιών, υψηλότερο ποσοστό καρπόδεσης με αυξημένες αποδόσεις, άρα και αύξηση της παραγωγής. Αντίθετα υπερβολικές δόσεις αζώτου, προκαλούν ανθόρροια, καρπόπτωση, υπερβολική βλάστηση, οψίμιση της άνθισης και αύξηση της παραγωγής. Ακόμα προκαλεί μεγαλύτερη ευαισθησία στις προσβολές των παθογόνων.

Κατά τη χορήγηση του αζώτου, το μεγαλύτερο ποσοστό του αφομοιώσιμου αζώτου εναποτίθεται στους καρπούς, συνεπώς, αυτός είναι ο λόγος της αύξησης της παραγωγής μετά από χορήγηση του αζώτου.

Επιπρόσθετες επεμβάσεις με άζωτο, πρέπει να γίνονται μετά το δέσιμο των καρπών, το ξεκίνημα αύξησης του μεγέθους των καρπών και τη συλλογή, έτσι ώστε να ευνοηθεί η καλή βλαστική δραστηριότητα, για τη συνέχιση της καρπόδεσης και την αύξηση των καρπών.¹⁸

7.2 Φώσφορος

Ο ρόλος του φωσφόρου στη καλλιέργεια της πιπεριάς είναι σημαντικός κατά την παραγωγική απόδοση. Ευνοεί την πρωίμιση της καρποφορίας και την αύξηση της παραγωγής στα πρώτα χέρια συλλογής.

Όταν ο φώσφορος είναι σε χαμηλή περιεκτικότητα, μειώνεται η απορρόφηση του αζώτου. Βέβαια παρατηρούνται αλληλοεπιδράσεις και με άλλα στοιχεία, όπως το μαγνήσιο. Υπερβολικές ποσότητες φωσφόρου μειώνουν την απορρόφηση του μαγνησίου, μπλοκάρουν την απορρόφηση του σιδήρου, δημιουργώντας αδιάλυτα φωσφορικά του σιδήρου. Ακόμα προκαλούν τροφopenίες χαλκού, μαγγανίου και καθίζηση του ψευδαργύρου στους ιστούς του φυτού.

Βασικό στάδιο το οποίο χρήζει ανθρώπινης επέμβασης είναι το ξεκίνημα της ανθοφορίας όπου με χορήγηση φωσφόρου, είναι δυνατόν να έκπτυχθούν περισσότερα άνθη και να υπάρξει μεγαλύτερη καρπόδεση.¹⁸

7.3 Κάλιο

Στοιχείο που επιδρά στη παραγωγή πιπεριάς, είναι το κάλιο. Φαίνεται ότι

η χορήγηση του δεν επιδρά στην παραγωγή τόσο ποσοτικά, όσο επιδρά ποιοτικά. Το κάλιο είναι στοιχείο που παραμένει μέσα στο χυμό των ιστών, σε αντίθεση με το άζωτο και το φώσφορο, τα οποία λαμβάνουν μέρος στην κατασκευή των οργάνων του φυτού. Εν τω μεταξύ, το κάλιο απορροφάται αρκετά στα πρώτα στάδια του βιολογικού κύκλου του φυτού.

Επίσης συμβάλλει στην πρωίμιση της παραγωγής, στη βελτίωση της γείωσης, στην αύξηση του ποσοστού σακχάρων, της καρωτίνης, των βιταμινών, το γέμισμα των σπόρων, στον καλό χρωματισμό του καρπού και στην ικανότητα διατήρησης.

Τα ποσοστά περιεκτικότητας του καλίου στο φυτό είναι : 47% στους καρπούς, 34% στα φύλλα και 16% στα στελέχη.¹⁸

Φυτοπροστασία¹⁸

8.1 Φυσιολογικές παθήσεις

Πρόκειται για μη παρασιτικές ασθένειες που εκδηλώνονται στους καρπούς της πιπεριάς.

8.1.1 Εγκαύματα από τον ήλιο

Τα εγκαύματα από τον ήλιο εμφανίζονται στους πράσινους και ώριμους καρπούς, όταν η επιδερμίδα του καρπού εκτίθεται στον ήλιο, όταν μάλιστα είναι απότομη μετά από παρατεταμένες συνεφιασμένες μέρες.

Εμφανίζεται με αποχρωματισμένες, μαλακές βαθιές κηλίδες, με σαφή περιθώρια, οι οποίες ξεραίνονται προσλαμβάνοντας χάρτινη υφή. Πρόκειται για την καταστροφή των ιστών του επικαρπίου, τα κύτταρα του οποίου νεκρώνονται.



Εικ. 8 : Σοβαρά εγκαύματα από τον ήλιο

8.1.2 Ξηρή κορυφή

Οφείλεται στα ακατάστατα και ακανόνιστα ποτίσματα και στην έλλειψη Ca. Η ξηρή κορυφή είναι η τυπική αλλοίωση της ράγας. Οι υπερβολικές αζωτούχες λιπάσεις και οι ζημιές στο ριζικό σύστημα που προκαλούνται με το φρεζάρισμα και το σκάλισμα, συμβάλλουν στην επιδείνωση των συμπτωμάτων αυτής της πάθησης.

Η πάθηση εμφανίζεται με μια σπογγώδη, πιεσμένη περιοχή, που αφορά το τμήμα της κορυφής. Συνέπεια της ανεπαρκούς αγγειακής λειτουργίας και της έλλειψης του ασβεστίου, είναι η απώλεια της σπαργής και η αλλοίωση των ιστών, που αρχικά καθίστανται μαλακοί και στη συνέχεια ξεραίνονται, προσλαμβάνοντας δερματώδη υφή και σκούρο ανοιχτό χρωματισμό.

Ακόμα στην αλλοίωση της ξηρής κορυφής, εγκαθίστανται σαπροφυτικά, μύκητες που συνήθως προσβάλλουν το νεκρό ιστό, δίνοντάς του πιο σκούρο χρώμα και οδηγούν σε πλήρη αποσύνθεση τη ράγα.

8.1.3 Αλατούχο νερό

Ανάμεσα στις φυσιολογικές παθήσεις αναφέρονται και τα συμπτώματα, που οφείλονται στην υψηλή αλατότητα του νερού της άρδευσης και στην υψηλή συγκέντρωση αλάτων στο θρεπτικό διάλυμα, λόγω της υπερβολικής

χορήγησης λιπασμάτων.

Η υψηλή αλατότητα διακόπτει την ανάπτυξη των φυτών, λόγω νέκρωσης των ριζών και ξήρανση της υποκοτύλης.

8.1.4 Άλλες αλλοιώσεις

Άλλες μη παρασιτικές ασθένειες είναι οι χρωματικές αλλοιώσεις (χλωρώσεις) και νεκρωτικές κηλιδώσεις, οι οποίες παρατηρηθούν στα περιθώρια και στις νευρώσεις των ελασμάτων των φύλλων. Οι αλλοιώσεις οφείλονται σε χημικά ή τοξικά εγκαύματα, λόγω υπερβολικών δόσεων ή ακατάλληλης χρήσης φυτοφαρμάκων ή και ζημιές από ζιζανιοκτόνα.

Οι αλλοιώσεις που δημιουργούνται από τις ζημιές των ζιζανιοκτόνων, είναι λευκές-σκούρες, κυκλικές, μικρές κηλίδες, διαμέτρου μικρότερης από 3mm οι οποίες μπορούν να προκαλέσουν φυλλόπτωση. Συνήθως δημιουργούνται, όταν γίνονται γειτονικοί ψεκασμοί σε άλλες καλλιέργειες, όπου συνορεύουν με την πιπεριά.

Επίσης προκαλούνται σχίσμο του φύλλου, προεξέχουσες νευρώσεις, ανώμαλη ανάπτυξη των πλάγιων ριζών και πτώση του άνθους λόγω, ορμονικών ζιζανιοκτόνων που ψεκάστηκαν σε διπλανή καλλιέργεια.

8.2 Εχθροί

Είναι ζωικοί εχθροί που προσβάλλουν το φυτό.

8.2.1 Αφίδες

Η προσβολή από αφίδες, όταν αυτή είναι έντονη, μπορεί να προκαλέσει γενική χλώρωση και πτώση των φύλλων, με αποτέλεσμα το κάψιμο και το μειωμένο μέγεθος των καρπών. Αλλά και μια πιο μικρή προσβολή, μόνο από τα τσιμπήματα των αφίδων, δημιουργούνται παραμορφώσεις και κηλιδώσεις στα νεαρά φύλλα, στο έλασμα το οποίο παίρνει τη μορφή του "κουταλιού", λόγω κάμψης του περιθωρίου. Ακόμα οι αφίδες προκαλούν την παραγωγή μελιτώδους εκκρίματος, το οποίο δημιουργεί τις ιδανικές συνθήκες, για την εγκατάσταση της καπνιάς στην επιφάνεια των φύλλων και των καρπών.



Εικ. 6 : Αποτελέσματα από νύγματα αφίδων στα φύλλα

8.2.2 Ακάρεα (*Tetranychus urticae*, *Polyphagotarsonemus latus*)

Τα συμπτώματα σε μια προσβολή από ακάρεα, παρουσιάζονται συνήθως στα φύλλα, λόγω των νυγμάτων των ακαρέων. Το έλασμα κάμπτεται προς τα κάτω, αποκτά μπρούτζινο χρωματισμό και σχίζεται. Τα φύλλα χοντραίνουν και καθίστανται εύθραυστα, ενώ η επιφάνεια των καρπών εμφανίζεται σκωριόχρωμη, παραμορφωμένη και φελλοποιημένη.



Εικ. 7 : Προσβολή φύλλου πιπεριάς από ακάρεα

Η παρουσία του κόκκινου τετράνουχου, παρατηρείται στο χωράφι κατά τη διάρκεια των θερμών μηνών και όταν η καλλιέργεια της πιπεριάς βρίσκεται κοντά σε καλλιέργειες από βαμβάκι, οι οποίες αποτελούν εστίες μόλυνσης. Τα συμπτώματα της προσβολής είναι πυκνά, ακανόνιστου σχήματος κιτρινίσματα πέρα από τις μπρούτζινες κηλίδες και τους αποχρωματισμούς.

8.2.3 Αλευρώδεις (*Trialeurodes vaporariorum*, *Bemisia tabaci*)

Η θερμοκρασία και η υγρασία που επικρατούν στο θερμοκήπιο, ευνοούν την ανάπτυξη των δύο αλευρώδων, οι οποίοι εναποθέτουν τα ωά στην κάτω επιφάνεια των φύλλων. Απ' αυτά, εξέρχονται νεανίδες και ακμαία που με τα τσιμπήματα τους προκαλούν κιτρινίσματα και φυλλόπτωση. Μια δευτερογενής επίδραση του αλευρώδη, είναι η ανάπτυξη καπνιάς που λερώνει τα φύλλα και τους καρπούς.

8.2.4 Φυλλορύκτες (*Liriomyza brioniae* και *Liriomyza trifolii*)

Τους φυλλορύκτες, τους συναντάμε στο θερμοκήπιο αλλά και στο χωράφι. Οι φυλλορύκτες δημιουργούν οφιοειδείς στοές στην πάνω επιφάνεια του ελάσματος του φύλλου. Οι στοές αφορούν το μεσόφυλλο, που σκάβουν οι προνύμφες. Τα ακμαία τρέφονται από το νέκταρ του άνθους και από τους χυμούς που εξέρχονται από τις πληγές που προκαλούν στην περιοχή του μίσχου και στον παρεγγυματικό ιστό στη διάρκεια της ωοθεσίας. Σε θερμοκρασίες πάνω από 30°C εμποδίζεται η ανάπτυξη των προνομφών σε ακμαία.

8.2.5 Θρίπας (*Frankliniella occidentalis*)

Ο θρίπας όταν βρίσκεται σε περιορισμένο αριθμό στο θερμοκήπιο, ευνοεί την επικονίαση. Ενώ όταν βρίσκεται σε μεγάλο αριθμό, είναι ιδιαίτερα επιζήμιοι, λόγω ότι δημιουργεί παραμορφώσεις που προκαλούνται από τα τσιμπήματα στα καρπιδία. Ο έλεγχος των θρίπων είναι δύσκολος γιατί φωλιάζουν μέσα στα άνθη, από τα οποία μπορούν να εξέλθουν με ζαχαρούχα μίγματα.

8.3 ΙΟΙ

Πρόκειται για ιούς που προσβάλλουν τη πιπεριά. Οι ιοί μεταδίδονται στα φυτά από έντομα όπως αφίδες, θρίπες και από την επαφή, με μολυσμένα υλικά

8.3.1 Μωσαϊκό της μηδικής (*Alfalfa mosaic virus, AMV*)

Ο ιός αυτός μεταδίδεται με τις αφίδες. Προσβάλλει τη μηδική και άλλα φυτά που ανήκουν στην οικογένεια Fabaceae. Εμφανίζεται στην πιπεριά σε μικρή συχνότητα, χωρίς να προκαλεί σοβαρή μείωση στην παραγωγή, όταν αυτή καλλιεργείται κοντά σε μηδική, τριφύλλι και άλλα ψυχανθή. Ο ιός, στην καλλιέργεια της πιπεριάς, εμφανίζεται το πρώτο μήνα του καλοκαιριού. Τα συμπτώματα εξασθενούν στη διάρκεια των θερινών μηνών και οξύνονται πάλι το φθινόπωρο. Παρουσιάζονται περισσότερο στα νεαρά φύλλα, μεγάλες λευκές ή κίτρινες λαμπερές κηλίδες, ενώ στα φυτά μεγαλύτερης ηλικίας, εμφανίζονται νεκρώσεις στο σημείο των νευρώσεων και χλωρωτικές μωσαϊκώσεις.

Οι καρποί υφίστανται ελαττώματα στο χρωματισμό και παραμορφώσεις. Η φυλλική επιφάνεια δεν υφίσταται αλλοιώσεις στη μορφή, μολονότι το φυτό εμφανίζει ανάσχεση στην ανάπτυξη.

8.3.2 Μωσαϊκό της αγγουριάς (*Cucumber mosaic virus, CMV*)

Ο ιός μεταδίδεται από τις αφίδες. Είναι ένας απ' τους ιούς που προκαλεί τις μεγαλύτερες ζημιές. Η μετάδοση του πραγματοποιείται και μέσω του σπόρου.

Τα συμπτώματα που δημιουργεί φαίνονται στη φυλλική επιφάνεια. Το φύλλο προσλαμβάνει δερματώδη όψη και πράσινο-ανοιχτό σκιερή απόχρωση. Το φυτό υφίσταται μια γενικευμένη αναστολή, όπως βραχυγονάτωση, και βράχυνση των διακλαδώσεων, γι' αυτό προσλαμβάνει συμμαζεμένη μορφή

Στα φύλλα που χαρακτηρίζονται από κοματοειδείς νευρώσεις, εμφανίζονται συγκεντρικές κηλίδες υπό μορφή δακτυλίου, χλωρωτικές, νεκρωτικές με κιτρινίσματα και περιθώριο, υπό μορφή φύλλου βελανιδιάς και κουρέλιασμα.

Στους καρπούς τα συμπτώματα εκδηλώνονται με χλωρωτικούς ή νεκρωτικούς δακτυλίους που αφορούν την επιδερμίδα αλλά και τη σάρκα. Δηλαδή σκληραίνει η επιδερμίδα, αποκτά γκριζα απόχρωση και διάσπαρτες παραμορφώσεις με αποτέλεσμα την εμπορική υποβάθμιση του προϊόντος.

8.3.3 Κηλιδωτός μαρασμός της τομάτας (*Tomato spotted wilt virus, TSWV*)

Ο παραπάνω ιός μεταδίδεται με το θρίπα.. Προσβάλλει εκτός από την πιπεριά, το μαρούλι, την τομάτα και το καπνό. Τα μολυσμένα φυτά

παρουσιάζουν μωσαϊκώσεις στα φύλλα. Δημιουργεί χλωρωτικές και νεκρωτικές κηλίδες και γενικευμένη παραμόρφωση. Ενώ στις πιο ευαίσθητες ποικιλίες παρατηρείται νέκρωση των κορυφαίων βλαστών και πτώση των φύλλων.

Σε περίπτωση που η μόλυνση συμβεί σε πρώιμο στάδιο ανάπτυξης των φυτών, αυτά, μολονότι σταματούν την ανάπτυξη τους, καταφέρνουν να επανέλθουν και να παράξουν μια σχεδόν κανονική βλάστηση, με ορισμένες παραμορφώσεις.

Στους παραμορφωμένους και κακοσχηματισμένους καρπούς εμφανίζονται χλωρωτικές και νεκρωτικές κηλίδες στην επιδερμίδα.

8.3.4 Μωσαϊκό καπνού και της τομάτας (*Tobacco mosaic virus*, TMV και *Tomato mosaic virus*, TMV)

Οι ιοί αυτοί μεταδίδονται με την επαφή. Προσβάλλουν κυρίως το φύλλο, στο οποίο εμφανίζονται μωσαϊκώσεις σε ζώνη, χλωρώσεις και νεκρώσεις των νεύρων και στο σημείο του μίσχου. Αποτέλεσμα αυτού είναι να οδηγηθεί γρήγορα το φυτό στην αποφύλλωση, με ανάσχεση της ανάπτυξης του φυτού.

Στους καρπούς εκδηλώνονται φλυκταινώδεις παραμορφώσεις και νεκρωτικές κηλιδώσεις, όπου αυτές εκτείνονται σε κάθετες γραμμές. Η πρόληψη βασίζεται στην καταστροφή κάθε εστίας μόλυνσης και στην απολύμανση των εργαλείων των ενδυμάτων.

8.3.5 Ιός Υ της πατάτας (*Potato virus Y*, PVY)

Ο ιός Υ της πατάτας μεταδίδεται με τις αφίδες. Παρουσιάζεται περισσότερο στα θερμά κλίματα. Μολύνει όχι μόνο την πιερίδα, αλλά την πατάτα, τον καπνό και την τομάτα.

Τα συμπτώματα είναι, η μωσαϊκωση του φυλλώματος, το μαύρισμα και η νέκρωση των νεύρων αλλά και των κορυφαίων διακλαδώσεων. Για παράδειγμα κατασρώνουν τα φύλλα, που βρίσκονται στις κορυφές των βλαστών. Το φυτό παρουσιάζει γενετική δυσκολία στην ανάπτυξη του, και στη μεγέθυνση των καρπών. Στους καρπούς εμφανίζονται επιδερμικές μωσαϊκώσεις και παραμορφώσεις.

8.4 Μυκητολογικές ασθένειες των φύλλων και των καρπών

8.4.1 Στεμφύλιο (*Stemphylium solani*)

Η ασθένεια προσβάλλει συνήθως τα φύλλα, τον κορμό, τους μίσχους αλλά και τους καρπούς σε κάθε στάδιο. Στα φύλλα εμφανίζονται κυκλικές κηλίδες διαμέτρου μικρότερης των 3mm, όπου το κέντρο τους είναι λευκό με στενό σκούρο περιθώριο. Όταν η προσβολή γίνει πιο σοβαρή, προκαλούνται κιτρινίσματα και πτώση των φύλλων.

8.4.2 Ωίδιο (*Leveillula taurica*)

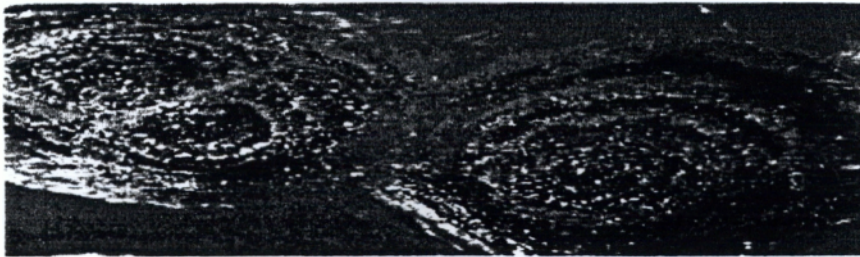
Το παθογόνο αυτό δεν παρουσιάζεται μόνο στη πιπεριά, αλλά στη μελιτζάνα και την τομάτα. Ο μύκητας προτιμεί τα θερμά κλίματα. Χαρακτηριστικό και έκδηλο σύμπτωμα της ασθένειας, είναι η πτώση των φύλλων (πρώτα τα πιο παλιά και μετά τα πιο νέα φύλλα).

Στην αρχή εμφανίζονται στρογγυλές χλωρωτικές περιοχές και κηλίδες στην πάνω επιφάνεια του ελάσματος του φύλλου, οι οποίες μετά από χρόνο νεκρώνονται. Οπότε αποκτούν καφέ χρώμα που επεκτείνονται και στην κάτω επιφάνεια του ελάσματος. Συνήθως παρουσιάζονται εκεί καλυμμένες από μια κονιώδη εξάνθιση, λευκή-γκριζωπή, τα κονίδια του μύκητα.

Όταν επεκταθεί η προσβολή του μύκητα, προκαλείται γενική χλώρωση του φύλλου (φυλλόπτωση) και έπειτα ακολουθεί μείωση της ανάπτυξης του φυτού, του αριθμού και του μεγέθους των καρπών. Έτσι οι καρποί ζημιώνονται γιατί εκτίθενται στον ήλιο.

8.4.3 Ανδράκωση (*Colletotrichum coccodes*)

Η ασθένεια αυτή προσβάλλει όλα τα μέρη του φυτού. Τα συμπτώματά της είναι κηλίδωση στα φύλλα, νέκρωση των βλαστών και βαθιές φελλοποιημένες κηλίδες στους καρπούς.



Εικ. 10 : Κονίδια σε σχήμα δακτυλίου

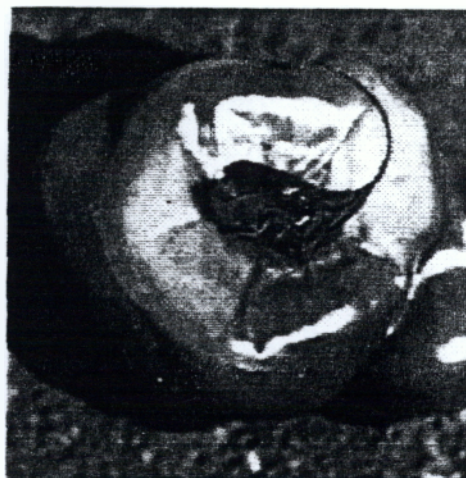
Οι καρποί προσβάλλονται ακόμα και όταν είναι άγουροι, αλλά τα συμπτώματα καθίστανται φανερά στη φάση του γυαλισματος, όταν ο καρπός αρχίζει να προσλαμβάνει το τελικό χρώμα. Οι κηλίδες έχουν διάμετρο 3 - 4 cm, είναι βαθιές πιεσμένες και μπορεί να είναι από κόκκινο ανοιχτό έως κόκκινο σκούρο χρώμα, με μπρούτζινες αποχρώσεις. Χαρακτηρίζονται από την παρουσία κονιδίων που φαίνονται μαζεμένα σε συγκεντρικούς σωρούς ποικίλου χρώματος, από ροζ αστραφτερό σε ροζ ανοιχτό.

8.4.4 Βοτρυτής ή τεφρά σήψη (*Botrytis cinerea*)

Το παθογόνο αυτό εμφανίζεται στη καλλιέργεια της πιπεριάς κατά τη διάρκεια του χειμώνα. Προσβάλλει κυρίως το υπέργειο τμήμα του φυτού, σε όλα τα στάδια ανάπτυξης, όπως τα νεαρά φύλλα, το στέλεχος, τους βλαστούς και τα άνθη.

Κατά τη προσβολή εκδηλώνονται νεκρωτικές αλλοιώσεις στα φύλλα και κατά το μήκος της περιφέρειας, όπου εξελίσσονται σε φελλώδεις κηλίδες διαφορετικού σχήματος και αφορούν ολόκληρη την περιφέρεια του κορμού και των βλαστών. Έτσι τα νεαρά φυτά και οι βραχίονες των παλιών φυτών, οδηγούνται στη νέκρωση.

Οι καρποί προσβάλλονται σπάνια, παρά μόνο όταν το φύλλωμα ή τα άνθη έχουν ήδη προσβληθεί από το μύκητα και έρχονται σε επαφή με τους καρπούς. Η επιδερμίδα του καρπού αποκτά πρώτα, ανοιχτή ελαιοπράσινη απόχρωση. Στη συνέχεια εμφανίζονται συγκεντρικές κηλίδες, ελαφρώς πιεσμένες και τέλος εκτεταμένες σήψεις με μια γκρίζα μούχλα, που την αποτελούν τα κονίδια.



Εικ. 9 : Προσβολή βοτρυτή σε καρπό πτεριάς

Τεχνοοικονομική Ανάλυση Γεωργικής Εκμετάλλευσης 10 στρεμμάτων Υδροπονικής Καλλιέργειας Πιπεριάς

9.1. Χαρακτηριστικά τεχνοοικονομικής καλλιέργειας

Στην παρούσα μελέτη, το κτήμα της εκμετάλλευσης είναι συνολικής έκτασης 10 στρεμμάτων και περιλαμβάνει:

- Δύο θερμοκήπια συνολικής έκτασης 10 στρεμμάτων.
- Δύο κτίσματα (βοηθητικοί χώροι και γραφείο) 100 m².

Η γεωργική εκμετάλλευση της πιπεριάς διαρκεί 6 μήνες.

Το κτήμα της εκμετάλλευσης βρίσκεται στη Μεσσήνη Μεσσηνίας, είναι ιδιόκτητο και το ενοίκιο του εδάφους είναι τεκμαρτό με 260 € / στρ. / χρόνο.

Η μέση στρεμματική απόδοση στην καλλιέργεια της πιπεριάς είναι 9 τόνους / στρ. και η τιμή χονδρικής πώλησης είναι 1,5 € / κιλό.

Η παραγωγή προορίζεται τόσο για την τοπική αγορά του νομού Μεσσηνίας όσο και αυτή των Αθηνών.

Μεθοδολογία

Στην εκτίμηση του μεμονωμένου κόστους παραγωγής, απαιτούνται οικονομικά στοιχεία υψηλής αξιοπιστίας από την συγκεκριμένη γεωργική εκμετάλλευση. Έτσι, για την εξασφάλιση της προϋπόθεσης αυτής εφαρμόστηκε η παρακάτω οικονομική ανάλυση και κοστολόγηση όπου παρατίθενται και οι εξής πίνακες:

- α) Επενδεδυμένα κεφάλαια,
- β) Υπολογισμός δαπάνης εργασίας,
- γ) Υπολογισμός δαπάνης υλικών και λοιπά,
- δ) Υπολογισμός αποσβέσεων κεφαλαίου,
- ε) Υπολογισμός κόστους παραγωγής κατά συντελεστές,
- στ) Υπολογισμός σταθερών και μεταβλητών δαπανών,
- ζ) Υπολογισμός καταβαλλόμενων και τεκμαρτών δαπανών,
- η) Υπολογισμός κέρδους, ακαθάριστου κέρδους, γεωργικού εισοδήματος.

9.2. Τεχνοοικονομική ανάλυση καλλιέργειας πιπεριάς σε σάκους πετροβάμβακα

9.2.1 Επενδεδυμένα κεφάλαια

Στον πίνακα 1 εμφανίζεται η κεφαλαιακή συγκρότηση της γεωργικής εκμετάλλευσης.

ΠΙΝΑΚΑΣ 1. - ΕΠΕΝΔΕΔΥΜΕΝΑ ΚΕΦΑΛΑΙΑ

1. ΚΤΙΡΙΑ		
α. Θερμοκήπιο	A	B
- Μπετό	5.000	5.000
- Σκελετός θερμοκηπίου	40.000	40.000
- Πλαστικό κάλυμμα	8.800	8.800
- Ηλεκτρολογικά	8.000	8.000
β. Γραφεία - Αποθήκη	15.000	
2. ΕΓΓΕΙΕΣ ΒΕΛΤΙΩΣΕΙΣ	10.000	
3. ΜΗΧΑΝΗΜΑΤΑ		
- θερμαντήρας	20.000	
- Λιπαντήρας	5.000	
- Κουρτίνες	1.000	1.000
ΣΥΝΟΛΟ	175.600	

9.2.2. Υπολογισμός δαπάνης εργασίας

Στον πίνακα 2 εμφανίζονται οι διαθέσιμες ώρες οικογενειακής εργασίας αλλά και των τρίτων, όπου δουλεύουν εκεί κατά τη διάρκεια του έτους.

ΠΙΝΑΚΑΣ 2.

A/a	Είδος εργασίας	Ημερ/σθια οικογένειας	Ώμερ/σθια Ξένα	Αμοιβή εργατών €	Σύνολο Οικογένειας €	Σύνολο ξένα €
1	Εγκατάσταση σάκων πετρ/κα	4	11	25	100	275
2	Φύτευση	4	9	25	100	225
3	Κλάδεμα	10	16	25	250	400
4	Συγκομιδή	65	150	25	1.625	3.750
5	Συσκευασία	55	140	25	1.375	3.500
6	Λοιπές εργασίες	2	3	25	50	75
	ΣΥΝΟΛΟ	140	323		3.500	8.225

Η συνολική δαπάνη εργασίας είναι : 23.450 € (7.000+ 16.450)

Η οικογενειακή εργασία είναι : 3.500 €

Συνολική οικογενειακή εργασία : 3.500 * 2 = 7.000 €

Η δαπάνη εργασίας τρίτων είναι : 8.225

Συνολική δαπάνη εργασίας τρίτων : 8.225 * 2 = 16.450 €

9.2.3. Υπολογισμός δαπανών υλικών

Στον πίνακα 3 που ακολουθεί φαίνονται τα διάφορα υλικά και μέσα παραγωγής που χρησιμοποιούνται κατά την παραγωγική διαδικασία.

ΠΙΝΑΚΑΣ 3.

A/a	Είδος υλικού	Ποσότητα	Τιμή €	Δαπάνη
1	Λιπάσματα			1.250
2	Φυτοφάρμακα			1.450
3	Σάκοι πετροβάμβακα	2100	3.80	7.980
4	Λοιπά υλικά			2.900
	ΣΥΝΟΛΟ			13.580

9.2.4. Υπολογισμός αποσβέσεων

ΠΙΝΑΚΑΣ 4.

A/a	Είδος	Χρόνος ζωής	Συνολική αξία	Απόσβεση
1	Μόνιμη εγκατάσταση	15	131.000	8.735
2	Μηχανικός εξοπλισμός	20	27.000	1.350
3	Κάλυψη θερμοκηπίου	5	17.600	3.520
	ΣΥΝΟΛΟ			13.605

9.2.5. Υπολογισμός κόστους παραγωγής κατά συντελεστές

A. Έδαφος

1. Ενοίκιο εδάφους 10 στρέμματα X 260 € = 2.600 €

Σύνολο 2.600 €

B. Εργασία

1. Αμοιβή οικογενειακής εργασίας = 3.500 €

2. Αμοιβή ξένης εργασίας = 8.225 €

Σύνολο : 11.725 * 2 = 23.450 23.450 €

Γ. Κεφάλαιο

1. Αναλώσιμα = 13.580 €

Σύνολο : 13.580 * 2 = 27.160 € 27.160 €

Γενικό σύνολο 53.210 €

9.2.6. Υπολογισμός σταθερών και μεταβλητών δαπανών

I. Σταθερές δαπάνες

1. Ενοίκιο εδάφους (10 στρ* 260 €)	2.600 €
2. Αμοιβή οικογενειακής εργασίας	7.000 €
3. Απόσβεση κεφαλαίων	13.605 €
4. Συντήρηση κεφαλαίων	
μόνιμο (πλην εδάφους)	
131.000 € * 2%	2.620 €
ημιμόνιμο	
27.000 € * 3%	810 €
5. Ασφάλιστρα	
μόνιμο (πλην εδάφους)	
131.000 € * 1%	1.310 €
ημιμόνιμο	
27.000 * 1%	270 €
6. Τόκοι κεφαλαίων	
- μόνιμο (πλην εδάφους)	
131.000 € * 10%	13.100 €
- ημιμόνιμο	
27.000 * 10 %	2.700 €
7. Αμοιβή οικογενειακής εργασίας	
7.000 * 10 % επί εξαμήνου	350 €
8. Συντήρηση	
(2.620 + 810) * 10 % επί εξαμήνου	343 €
9. Ασφάλιστρα	
(1.310 + 270) * 10% επί εξαμήνου	158 €
<hr/>	
Σύνολο σταθερών δαπανών	44.866 €

II. Μεταβλητές δαπάνες

1. Αξία αναλώσιμων	27.160 €
2. Αξία εργασιών τρίτων	16.450 €
3. Τόκοι μεταβλητών δαπανών	
43.610 € * 2.5 % επί εξαμήνου	1.100 €
<hr/>	
Σύνολο μεταβλητών δαπανών	44.710 €

Σύνολο παραγωγικών δαπανών 89.576 €

Σταθερές δαπάνες (% του συνόλου)
(44.866 / 89.576) * 100 = 50,1 %

Μεταβλητές δαπάνες (% του συνόλου)
(44.710 / 89.576) * 100 = 49,9 %

9.2.7. Καταβαλλόμενες και τεκμαρτές δαπάνες

I. Καταβαλλόμενες δαπάνες

1. Αμοιβή εργασίας σε τρίτους	16.450 €
2. Αξία αναλωσίμων	27.160 €

Σύνολο καταβαλλόμενων δαπανών	43.610 €
--------------------------------------	-----------------

II. Τεκμαρτές δαπάνες

1. Ενοίκιο	2.600 €
2. Αμοιβή οικογενειακής εργασίας	7.000 €
3. Απόσβεση κεφαλαίων	13.605 €
4. Συντήρηση κεφαλαίων	
- μόνιμου	2.620 €
- ημιμόνιμου	810 €
5. Ασφάλιστρα	
- μόνιμου	1.310 €
- ημιμόνιμου	270 €
6. Τόκοι κεφαλαίων	15.800 €

Σύνολο τεκμαρτών δαπανών	44.866 €
---------------------------------	-----------------

Σύνολο παραγωγικών δαπανών	88.476 €
-----------------------------------	-----------------

Καταβαλλόμενες δαπάνες (% του συνόλου):

$$(43.610 / 88.476) * 100 = 49,3 \%$$

Τεκμαρτές δαπάνες (% του συνόλου) :

$$(44.866 / 88.476) * 100 = 50,7 \%$$

9.2.8. Κέρδος, Ακαθάριστο κέρδος, Γεωργικό εισόδημα

I. Κέρδος

Κέρδος = ακαθάριστη πρόσοδος- παραγωγικές δαπάνες

Απ = ακαθάριστη αξία παραγωγής + ασφαλιστικές αποζημιώσεις

Ααπ = εισπράξεις + ιδιοκατανάλωση

Εισπράξεις = 135.000 (10 στρέμματα * 9.000 κιλά * 1.5 € / κιλό)

Ιδιοκατανάλωση = 0

Παραγωγικές δαπάνες = 88.476 €

Ασφαλιστικές αποζημιώσεις = 0

Ααπ = 135.000 + 0 = 135.000

Απ = 135.000 + 0 = 135.000

Κέρδος = 135.000 - 88.476 = 46.524 €

II. Ακαθάριστο κέρδος

Ακαθάριστο κέρδος = ακαθάριστη πρόσοδος-μεταβλητές δαπάνες

135.000 - 44.710 = 90.290 €

III. Γεωργικό εισόδημα

Γεωργικό εισόδημα = αμοιβή οικογενειακής εργασίας + τόκοι τεκμαρτών
κεφαλαίων + κέρδος

7.000 + 15.800 + 46.524 = 69.324 €

ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ

Στην παρούσα εργασία, σύμφωνα με τα αποτελέσματα της τεχνοοικονομικής ανάλυσης, προκύπτει ότι το οικονομικό αποτέλεσμα από την υδροπονική καλλιέργεια πιπεριάς σε υπόστρωμα πετροβάμβακα κρίνεται ως αρκετά ικανοποιητικό δεδομένου της απόδοσης σε τελικά προϊόντα και την ποιότητα αυτών. Σημαντικό στοιχείο αποτελεί η αυξημένη τιμή πώλησης του προϊόντος το οποίο και καθιστά την καλλιέργειά της προσιτή στους παραγωγούς.

Η Ελλάδα διαθέτει άριστες κλιματικές συνθήκες για την ανάπτυξη θερμοκηπιακών, υδροπονικών καλλιεργειών. Η μετάβαση στις υδροπονικές καλλιέργειες και η σωστή διαχείρισή τους έχει μεγάλη σημασία προκειμένου να μπορέσει η χώρα να συμβαδίσει με τους συνεχώς αυξανόμενους ρυθμούς των απαιτήσεων της αγοράς, η οποία λειτουργεί σε ανταγωνιστική βάση.

Το ενδιαφέρον των παραγωγών για τις υδροπονικές καλλιέργειες στην Ελλάδα αυξάνεται συνεχώς τα τελευταία χρόνια. Οι λόγοι που συντηγορούν σε αυτό, σχετίζονται με το ότι οι σύγχρονες τάσεις των εντατικών θερμοκηπιακών καλλιεργειών είναι η αξιοποίηση της υψηλής τεχνολογίας, με απώτερο σκοπό, αφενός την εξοικονόμηση ενέργειας και αφετέρου, την προστασία του περιβάλλοντος. Επίσης, η μειωμένη γονιμότητα των εδαφών, οι ασθένειες που προέρχονται από τα παθογόνα του εδάφους, η αύξηση της αλατότητας του εδάφους, οδηγούν τους παραγωγούς στις υδροπονικές καλλιέργειες, αποβλέποντας στη βελτίωση της ποιότητας και την αύξηση της παραγωγής.

Η ετήσια ηλιοφάνεια και η θερμοκρασία βρίσκονται σε υψηλά επίπεδα που επιτρέπουν την εφαρμογή καλλιεργειών με περιορισμένες απαιτήσεις σε θέρμανση. Τα στοιχεία αυτά είναι πολύ σημαντικά γιατί μπορούν να καταστήσουν την Ελλάδα ανταγωνιστική σε ποιότητα, ποσότητα και τιμή προϊόντων, με άλλες χώρες οι οποίες έχουν σήμερα το προβάδισμα, λόγω σωστής διαχείρισης και εντατικοποίησης των υδροπονικών καλλιεργειών, ενώ υστερούν σε κλιματικές συνθήκες. Οι βόρειες ευρωπαϊκές χώρες, με χρήση υδροπονικών συστημάτων, επιτυγχάνουν, πολλές φορές, τη διπλάσια παραγωγή και καλό χρονισμό παραγωγής.

ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

1.	Αναστασιάδου Ρ., Υδροπονία και περιβάλλον, Πτυχιακή εργασία τμήματος ΘΕ.ΚΑ., ΤΕΙ Καλαμάτας, 2003
2.	Βόγγλη Β., Αναστασίου Α., Υδροπονικά συστήματα καλλιέργειας και έλεγχος της θρέψης, Το σύγχρονο θερμοκήπιο και ο εξοπλισμός του, εκδόσεις Γεωργική Τεχνολογία, Θερμοκήπιο 2000, σελ 84-92
3.	Δημητρακάκης Κ., Λαχανοκομία, Εκδόσεις Αγρότυπος, σελ. 207-223
4.	Θεοδοσιάδου Ε., Εδαφικά υποστρώματα, SOS δεν υπάρχει νερό, εκδόσεις Γεωργική Τεχνολογία, τεύχος Απριλίου 1990, σελ.58-65
5.	Κανάκης Α., Καλλιέργεια Λαχανικών στο θερμοκήπιο, Τόμος Α, ΤΕΙ Καλαμάτας
6.	Κανάκης Α., Σημειώσεις Λαχανοκομίας (Εκτός εδάφους καλλιέργεια), ΤΕΙ Καλαμάτας, 1998
7.	Κατσάνος Χ., Υδροπονία σε πετροβάμβακα Grodan, Κηπευτικά 2000, εκδόσεις Γεωργική Τεχνολογία
8.	Κουσουρή Ε., Υδροπονική καλλιέργεια μαρουλιού, Πτυχιακή εργασία τμήματος ΘΕ.ΚΑ., ΤΕΙ Καλαμάτας, 2004
9.	Ciufolini C., Λαχανοκομία Κηπευτική και Ειδική, Εκδόσεις Ψυχάλου, σελ. 202-205
10.	Μέλλου Γ., Σύστημα υδροπονίας Grodan, Γεωργία και Ανάπτυξη, εκδόσεις Αγροτικές, τεύχος Μαΐου-Ιουνίου 1992, σελ.26-28
11.	Παρασκευόπουλος Α., Η ολοκληρωμένη καταπολέμηση στην πράξη, Υβρίδια λαχανικών, εκδόσεις Γεωργική Τεχνολογία, τεύχος Ιουνίου 1993, σελ.55-62
12.	Παρασκευόπουλος Κ., Σύγχρονη Λαχανοκομία, Εκδόσεις Ψυχάλου, σελ. 101-103
13.	Σπάρτης Ν, Καλτσίκης Παντ., Ανθοκηπευτικές καλλιέργειες - Κηπευτικές καλλιέργειες, Τόμος Α, σελ.61-67
14.	Τζαμαλής Π., Εγκατάσταση συστημάτων υδροπονίας σε θερμοκηπιακές καλλιέργειες ανθοκομικών και κηπευτικών, Υδροπονικές καλλιέργειες, εκδόσεις Ζευς, ετήσια έκδοση, σελ.114-122

15.	Τσαμερτζής Θ., Παγκαλάκης Δ., Η νέα πρόταση στις υδροπονικές καλλιέργειες, Υδροπονικές καλλιέργειες, εκδόσεις Ζευς, ετήσια έκδοση, σελ 128-134
16.	Χαρίτος Ν., Υδροπονικές καλλιέργειες στο θερμοκήπιο, Υδροπονικές καλλιέργειες, εκδόσεις Γεωργική Τεχνολογία, τεύχος Μαΐου 1989, σελ.58-72
17.	Χουδάλης Τ., Λίπανση και άρδευση με χρήση ηλεκτρονικού υπολογιστή, Υδροπονία Grodan, εκδόσεις Γεωργική Τεχνολογία, τεύχος Φεβρουαρίου 1994, σελ.104
18.	, Όλα για την πιπεριά, Κηπευτικά μελιτζάνα-πιπεριά, εκδόσεις Ζευς, 2001, σελ.40-85
19.	Αγροτικά Θέματα στα Ελληνικά και Αλβανικά Κατασκευασμένα , www.daedalus.math.uoi.gr/agrotica/