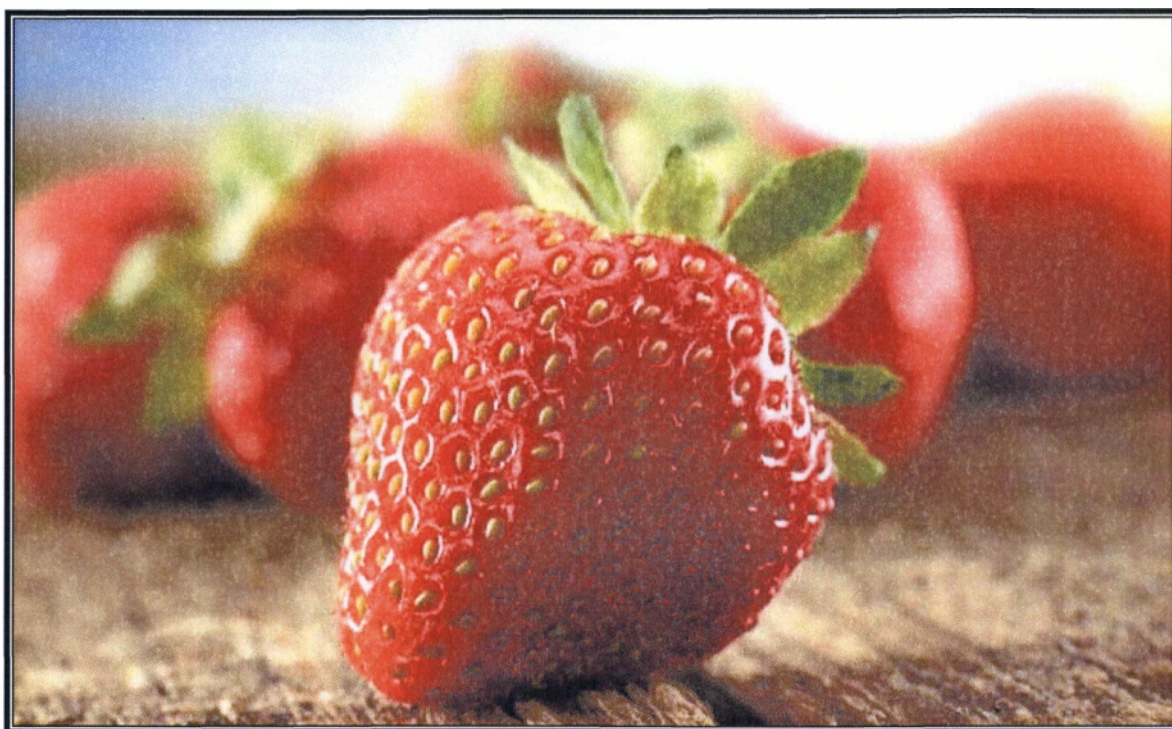




Ανώτατο Τεχνολογικό Εκπαιδευτικό Ίδρυμα Καλαμάτας  
Τμήμα Βιολογικών Θερμοκηπιακών Καλλιεργειών και Ανθοκομίας

Θέμα Πτυχιακής Εργασίας:

«Συγκριτική μελέτη της ανάπτυξης και παραγωγής της φράουλας σε υδροπονικά συστήματα επιπλεύσεως, NFT και περλίτη»



Επιμέλεια Εργασίας: Κατσόγιαννη Μαρία (Α.Μ. 2004061)

Επιβλέπων Καθηγητής: Κώτσιρας Αναστάσιος  
Επικ. Καθηγητής

Καλαμάτα, Ιούνιος 2013

## Ευχαριστίες

Για τη διεκπεραίωση της παρούσας πειραματικής μελέτης και την ολοκλήρωση των σπουδών μου στο Α.Τ.Ε.Ι. Σχολή Τεχνολογίας Γεωπονίας Καλαμάτας θα ήθελα να εκφράσω τις θερμές ευχαριστίες μου σε όλους όσους βρέθηκαν δίπλα μου και με στήριξαν όλο αυτό το διάστημα, ο καθένας με τον δικό του τρόπο. Ευχαριστώ θερμά, τους καθηγητές μου και ιδιαίτερα τον κύριο Αναστάσιο Κώτσιρα, που με την καθοδήγηση, τις προτάσεις, την υποστήριξη και την ενθάρρυνση, με βοήθησαν για την ολοκλήρωση της πειραματικής μου μελέτης. Κλείνοντας, θα ήθελα να ευχαριστήσω τους γονείς μου, που με βοηθούν και μου συμπαραστέκονται σε κάθε μου βήμα.

## Περιεχόμενα

Πρόλογος .....	5
ΘΕΩΡΗΤΙΚΟ ΜΕΡΟΣ .....	6
Κεφάλαιο 1. Η Φράουλα.....	7
1.1 Ιστορική Αναδρομή .....	7
1.2 Στατιστικά Στοιχεία .....	8
1.2.1 Παγκόσμια παραγωγή φράουλας .....	8
1.2.2 Παραγωγή φράουλας στην Ελλάδα .....	8
1.3 Βοτανική Ταξινόμηση .....	9
1.4 Περιγραφή του φυτού .....	10
1.4.1 Φυτό .....	10
1.4.2 Ρίζα .....	10
1.4.3 Βλαστός .....	10
1.4.4 Στόλωνες.....	10
1.4.5 Φύλλα.....	11
1.4.6 Ταξιανθία .....	11
1.4.7 Άνθος .....	12
1.4.8 Καρπός.....	12
1.5 Καλλιεργούμενοι τύποι φράουλας.....	13
1.5.1. Δασική – αλπική φράουλα.....	14
1.5.2. Μούστο – φράουλες ( <i>Fragaria moschata</i> ) .....	14
1.5.3. ΜΟΝΤΕΡΝΑ ΦΡΑΟΥΛΑ Η ΚΑΛΛΙΕΡΓΟΥΜΕΝΗ .....	14
Κεφάλαιο 2. Κλιματικές και εδαφικές απαιτήσεις .....	15
2.1. Κλίμα .....	15
2.2. Έδαφος.....	15
Κεφάλαιο 3. Πολλαπλασιασμός και Πολλαπλασιαστικό υλικό .....	16
3.1 Εγγενής πολλαπλασιασμός .....	16
3.2.Αγενής πολλαπλασιασμός .....	16
3.2.1 Πολλαπλασιαστικό υλικό .....	17
Κεφάλαιο 4. Εχθροί και ασθένειες .....	18
4.1. Εχθροί .....	18
4.1.1 Έντομα .....	18
4.1.2. Νηματώδεις σκόληκες.....	19
4.1.3. Σαλιγκάρια και έλικες.....	20
4.1.4. Λοιποί εχθροί.....	20
4.2. Ασθένειες .....	20
4.2.1 Μυκητολογικές ασθένειες.....	20
4.2.2. Φυσιολογικές Ασθένειες.....	25
4.2.3. Βακτηριακές ασθένειες.....	25
4.2.4. Ιώσεις της φράουλας.....	26
Κεφάλαιο 5. Υδροπονία.....	27
5.1. Πλεονεκτήματα και μειονεκτήματα της υδροπονίας .....	28
5.1.1 Πλεονεκτήματα Υδροπονίας .....	28
5.1.2 Μειονεκτήματα Υδροπονίας.....	30
5.2. Υδροπονικά συστήματα.....	30
5.2.1. Υδροπονικά συστήματα με υπόστρωμα .....	30
5.2.2 Υδροπονικά συστήματα χωρίς υπόστρωμα .....	31
5.2.3. Αεροπονία .....	32
5.3 Εξοπλισμός εγκαταστάσεων για καλλιέργειες εκτός εδάφους.....	32

5.3.1. Εγκαταστάσεις παρασκευής θρεπτικού διαλύματος .....	32
5.3.2. Σύστημα μεταφοράς θρεπτικού διαλύματος .....	34
5.3.3 Υποδοχείς υποστρωμάτων και θρεπτικού διαλύματος .....	35
5.4. Καλλιέργεια φράουλας σε υδροπονικό σύστημα .....	35
5.4.1.Εγκατάσταση της καλλιέργειας .....	35
5.4.2 Λίπανση και θρέψη .....	36
<i>ΠΕΙΡΑΜΑΤΙΚΟ ΜΕΡΟΣ</i> .....	38
Κεφάλαιο 6. Υλικά και μέθοδοι.....	39
Σκοπός της εργασίας.....	39
6.1. Φυτικό υλικό.....	39
6.2. Φύτευση .....	40
6.3. Μονάδα προγραμματιζόμενου ελεγκτή (PLC) .....	42
6.4. Περιγραφή των Υδροπονικών Συστημάτων .....	42
6.4.1 Σύστημα Επιπλεύσεως.....	42
6.4.2 Σύστημα NFT.....	43
6.4.3. Σύστημα στερεών υποστρωμάτων .....	45
6.4.4 Δοχείο Παρασκευής του Θρεπτικού Διαλύματος.....	46
6.4.5 Κεφαλή υδρολίπανσης.....	47
6.4.6 Αντλία κεφαλής υδρολίπανσεως.....	48
6.4.7 Αισθητήρες κεφαλής υδρολίπανσεως.....	48
6.4.8 Παρελκόμενα κεφαλής υδρολίπανσεως.....	48
6.5 Μετρήσεις .....	49
6.5.1. Παραγωγή .....	49
6.5.2 Ανάπτυξη .....	50
6.6 Θρεπτικά διαλύματα .....	50
6.7 Αποτελέσματα.....	51
6.8 Παραγωγή και Ποιότητα.....	56
Συμπεράσματα .....	57
Βιβλιογραφία .....	59
Ηλεκτρονική Βιβλιογραφία .....	59

## Πρόλογος

Στην ακόλουθη εργασία θα ασχοληθούμε με τα αποτελέσματα της πειραματικής διαδικασίας που αφορά την συγκριτική μελέτη της ανάπτυξης και της παραγωγής της φράουλας σε υδροπονικά συστήματα επιπλεύσεως, NFT και περλίτη. Για την εξέλιξη του πειράματός μας χρησιμοποιήθηκαν φυτά ψυγείου της ποικιλίας Camarosa. Στο σύστημα της επιπλεύσεως τα φυτά τοποθετήθηκαν σε πλάκες εξηλασμένης πολυστερίνης (Styrofoam) όπου είχαν δημιουργηθεί οι αντίστοιχες υποδοχές διαμέτρου 3 cm στις οποίες είχαν τοποθετηθεί τα ειδικά διάτρητα ποτηράκια φύτευσης. Στο σύστημα NFT τα φυτά τοποθετήθηκαν στα πλαστικά κανάλια (μήκους 3.5 m και πλάτους 0,30 m). Ενώ στον περλίτη, χρησιμοποιήθηκε υδροπονικός περλίτης της εταιρείας Perliflor ο οποίος τοποθετήθηκε χύδην στα πλαστικά κανάλια (μήκους 3.5 m και πλάτους 0,30 m). Αφού χρησιμοποιήσαμε τα τρία αυτά συστήματα παρακολουθήσαμε την εξέλιξη των φυταρίων, όπου και καταλήξαμε στο συμπέρασμα ότι στο σύστημα της επίπλευσης φαίνεται να έχουμε αρκετά μεγαλύτερη ανάπτυξη των φυταρίων σε σχέση με τα συστήματα NFT και περλίτη.

---

# **ΘΕΩΡΗΤΙΚΟ ΜΕΡΟΣ**

---

## Κεφάλαιο 1. Η Φράουλα

### 1.1 Ιστορική Αναδρομή

Η φράουλα γνωστή από αρχαιοτάτων χρόνων καλλιεργείται σε πολλά μέρη του κόσμου για τον εύγευστο καρπό της αλλά και για τα μεταποιημένα προϊόντα της. Ο καρπός της είναι πλούσιος σε άρωμα, γεύση και βιταμίνη C.

Αξίζει να σημειωθεί ότι η φράουλα δεν αναφέρεται από κανέναν προχριστιανικό συγγραφέα, ωστόσο είναι ένα φυτό που υπάρχει εδώ και 2.200 χρόνια. Φράουλες άγριες μεγαλώνουν στην Ιταλία πολύ πριν το 234 π.Χ και ανακαλύφθηκαν στη Βιρτζίνια από τους Ευρωπαίους το 1588. Στην Ελλάδα είναι γνωστή από τα αρχαία χρόνια όπου είναι αυτοφυής. Η περιγραφή του Διοσκουρίδη για ένα ποώδες φυτό με την ονομασία χαμαικέρασος δεν ταιριάζει με τα βοτανικά χαρακτηριστικά της φράουλας, είναι όμως παραπλήσια.

Η συστηματική καλλιέργεια της φράουλας σε αγρούς άρχισε μόλις τον 14<sup>ο</sup> αιώνα μ.Χ. στη Γαλλία με τη χρησιμοποίηση φυτών του είδους *Fragaria vesca*, το οποίο είναι το πιο διαδεδομένο είδος σήμερα στην Ευρώπη είναι το με μικρούς και νόστιμους καρπούς και προέκυψε από τη διασταύρωση των ειδών *F. chiloensis* και *F. virginiana*. Έντονο καλλιεργητικό ενδιαφέρον αποκτά από τα μέσα του 17<sup>ου</sup> αιώνα, έπειτα από την εισαγωγή μεγαλόκαρπων ποικιλιών αμερικανικής προέλευσης. Το 1534 εισήχθη η φράουλα της Virginia από την Αμερική στη Γαλλία, Αγγλία, Ολλανδία και σε άλλα μέρη της Ευρώπης. Οι καρποί ήταν αξιοπρόσεκτοι για την πρωιμότητα, το μεγάλο μέγεθος, τη γλυκιά και αρωματική γεύση.

Η Χιλιανή φράουλα, η οποία ενδημούσε στις νότιες παραλίες της Χιλής και της Χαβάης, είναι άλλος ένας γονέας της σημερινής φράουλας και μεταφέρθηκε στη Γαλλία, Αγγλία, Ολλανδία, Βέλγιο και Γερμανία.

## 1.2 Στατιστικά Στοιχεία

### 1.2.1 Παγκόσμια παραγωγή φράουλας

Η φράουλα καλλιεργείται σε όλες τις ηπείρους, πράγμα που δείχνει ότι είναι φυτό με ευρεία προσαρμοστικότητα. Το 2005 υπήρξαν περισσότερα από 600.000 στρέμματα και 3,9 εκατομμύρια τόνοι φράουλες που παρήχθησαν παγκόσμια. Περισσότερο από το ήμισυ των εκτάσεων ήταν στην Ευρώπη, με την Πολωνία, τη Σερβία και το Μαυροβούνιο, τη Γερμανία, την Ουκρανία και την Ιταλία να είναι οι παραγωγοί. Στην πραγματικότητα, 40% της επιφάνειας στην Ευρώπη είναι στην Πολωνία.

Η ζήτηση υψηλής ποιότητας νωπής φράουλας είναι ισχυρή καθ' όλη τη διάρκεια του χρόνου. Φρέσκες φράουλες παράγονται στη νότια Ισπανία και την Ιταλία από το Φεβρουάριο μέχρι το Μάρτιο και εξάγονται στις χώρες της κεντρικής και βόρειας Ευρώπης.

Η αμέσως επόμενη χώρα με τη μεγαλύτερη παραγωγή φράουλας είναι η Ασία, όπου το 65% της έκτασης είναι στη ρωσική ομοσπονδία, 14% στην Κορέα και την Ιαπωνία και το 5% στο Καζακστάν. Οι Ηνωμένες Πολιτείες είχαν 51,595 στρέμματα και 1,1 εκατομ. τόνους με αποτέλεσμα να είναι ο μεγαλύτερος παραγωγός στη βόρεια Αμερική.

Στο Μεξικό παρήχθησαν 165,632 τόνοι φράουλας σε 13,378 στρέμματα. Συνήθως εξάγει περίπου 30.000 τόνους/έτος εκ των οποίων το 70 % πηγαίνει σε επεξεργασία και το 30 % νωπό. Οι περισσότερες από τις εξαγωγές είναι στις Η.Π.Α αλλά στέλνονται επίσης και στον Καναδά, την Ιαπωνία και την Ευρώπη.

Περισσότερο από το 72 % της παράγωγης φράουλας στη Μ. Ανατολή έχει καλλιεργηθεί στην Τουρκία. Άλλες χώρες παράγωγης είναι το Ιράν ( 21 % ), το Ισραήλ ( 3 % ), το Λίβανο, η Παλαιστίνη, η Κύπρος και η Ιορδανία. Η Αίγυπτος και το Μαρόκο αντιπροσωπεύουν σε παραγωγή φράουλας το 84 % της

συνολικής έκτασης της Αφρικής. Στη Ν. Αμερική φυτεύεται φράουλα στη Χιλή ( 27 % της επιφάνειας), στο Περού (24 % ), στην Κολομβία (13 % ), στη Βενεζουέλα και τη Βραζιλία ( 7 % ), στην Παραγουάη ( 5 % ) και στο Εκουαδόρ ( 3 % ). Υπάρχει και στην Κ. Αμερική παραγωγή φράουλας κυρίως στη Γουατεμάλα, στην Κόστα Ρίκα και στην Ωκεανία με 17 % της έκτασης στην Αυστραλία.

### 1.2.2 Παραγωγή φράουλας στην Ελλάδα

Η φράουλα στην Ελλάδα καλλιεργείται από πολύ παλαιά ως υπαίθρια πολυετής καλλιέργεια, ενώ τα τελευταία χρόνια ως μονοετής ή διετής καλλιέργεια.



Τα στοιχεία του πίνακα 3 φανερώνουν ότι τα σπουδαιότερα κέντρα καλλιέργειας φράουλας στην Ελλάδα το 1998 είναι η Μακεδονία (46% των εκτάσεων ) που παράγει το 30 % των καρπών, η Πελοπόννησος (29,5% των εκτάσεων) που παράγει 42,5 % των καρπών και η Στερεά Ελλάδα (11,7% των εκτάσεων) με το 13,5% της παραγωγής. Σπουδαιότεροι νομοί της χώρας μας σε ότι αφορά την παραγωγή φράουλας είναι ο νομός Ηλείας, Λακωνίας, Θεσσαλονίκης, Ηρακλείου, Αχαΐας, Αιτωλοακαρνανίας και Λάρισας. Σύμφωνα με τα όσα έγιναν γνωστά, κανείς δεν μπορούσε να προβλέψει τη ζήτηση που θα η φράουλα στις διεθνείς αγορές. Η ελληνική φράουλα πέτυχε φέτος να βρεθεί στα ράφια των σούπερ μάρκετ της Γερμανίας, της Ιταλίας, της Ελβετίας, της Δανίας, της Ουγγαρίας και της Τσεχίας, ενώ χαρακτηριστικό της φετινής χρονιάς είναι η εντυπωσιακή ζήτηση που εκδηλώνεται από τη Ρωσία, τη Ρουμανία και την Πολωνία. (Περιοδικό Φρουτονέα, 2005)

### **1.3 Βοτανική Ταξινόμηση**

Άθροισμα: Σπερματοφύτα

Υποάθροισμα: Αγγειόσπερμα

Κλάση: Δικοτυλήδονα

Υποκλάση: Rosidae

Τάξη: Rosales

Οικογένεια: Rosaceae

Γένος : *Fragaria*

Είδος: sp.

Κ. ονομασία: Φράουλα

Η φράουλα είναι φυτό αγγειόσπερμο, δικότυλο και ανήκει στο γένος *Fragaria*, ονομασία που προέρχεται από το λατινικό *Fragrans* και σημαίνει άρωμα, το οποίο είναι χαρακτηριστικό στους καρπούς της φράουλας. Ανήκει στην τάξη ροδώδη και στην οικογένεια των Ροδιδών (*Rosaceae*). Οι περισσότερες φράουλες ανήκουν σε 11 είδη, με διάφορα εύροι ποικιλομορφίας. Από τα είδη αυτά, καλλιεργητικό ενδιαφέρον παρουσιάζουν τα *F. vesca*, *F. viridis*, *F. dalmatonia*, *F. Virginiana*, *F. Chiloensis* και *F. Moscata*.

## **1.4 Περιγραφή του φυτού**

### **1.4.1 Φυτό**

Είναι πολυετής πτόα μικρού μεγέθους, της οποίας τα φύλλα ξηραίνονται και απορρίπτονται κάθε φθινόπωρο. Το υπέργειο τμήμα σε φυσικές συνθήκες περιβάλλοντος αναγεννιέται κάθε άνοιξη.

### **1.4.2 Ρίζα**

Το μέγεθος της ποικίλλει ανάλογα με το είδος της φράουλας και εξαρτάται πρωτίστως από την τάση που έχει κάθε φυτό να σχηματίζει μικρό ή μεγάλο αριθμό στολώνων, επειδή τα νέα φυτά παράγονται από αυτούς. Όταν υπάρχουν λίγοι στόλωνες ανά φυτό, τότε το ριζικό σύστημα που παράγεται σε κάθε φυτό του στόλωνα είναι μεγαλύτερο και πλουσιότερο. Στο ριζικό σύστημα διακρίνονται οι πρωτογενείς και οι δευτερογενείς ρίζες.

### **1.4.3 Βλαστός**

Είναι βραχύτατος με μεσογονάτια διαστήματα ελάχιστου μήκους και καλείται κεφαλή ή ρόδακας (crown). Το ύψος του ρόδακα είναι μερικά μόνο εκατοστά, στα περισσότερα είδη, και μπορεί να φθάσει μέχρι και τα 50-60cm (*F. Chiloensis*).

### **1.4.4 Στόλωνες**

Είναι ετήσιοι βλαστοί που εκπτύσσονται από τους μασχαλιαίους οφθαλμούς και εκτείνονται πλαγίως έρποντας επί του εδάφους. Ο βλαστός αυτός έχει δύο γόνατα. Το δεύτερο γόνατο όταν ακουμπήσει σε υγρό (έδαφος) ριζοβολεί και παράγεται ταυτόχρονα ένας βλαστός. Σχηματίζεται έτσι μια έρριζη παραφυάδα. Από το βλαστό αυτό παράγεται νέος στόλωνας, ο οποίος θα δώσει γέννηση σε καινούργια έρριζη παραφυάδα και νέο στόλωνα. Η διαδικασία αυτή είναι συνεχής και διαρκεί όλο το καλοκαίρι εφόσον οι συνθήκες θερμοκρασίας, φωτοπεριόδου και θρέψης είναι κατάλληλες. Οι στόλωνες που παράγονται από το μητρικό φυτό καλούνται πρωτοταγείς (πρώτης τάξης). Απ' αυτούς παράγονται οι δευτεροταγείς (δεύτερης τάξης), έπονται οι τριτοταγείς (τρίτης τάξης) κ.ο.κ., έτσι που τελικά σχηματίζεται ένας τάπητας από αρκετές δεκάδες ή εκατοντάδες θυγατρικούς στόλωνες και αντίστοιχος αριθμός θυγατρικών φυτών. Οι ρίζες που παράγονται απευθείας

από τους βλαστούς των στολώνων είναι πρωτοταγείς και απ' αυτές παράγονται αργότερα οι δευτεροταγείς και τα ριζικά τριχίδια, έτσι που τελικά σχηματίζεται ένα θυσανώδες ριζικό σύστημα. Όταν τα φυτά των στολώνων αποκτήσουν πλούσιο ριζικό σύστημα αποκόπτονται από το μητρικό φυτό, οπότε καθίστανται αυτόνομα και μπορούν να μεταφερθούν και να μεταφυτευθούν σε άλλη θέση.

#### **1.4.5 Φύλλα**

Η διάταξη των φύλλων επί της κεφαλής είναι σπειροειδής σε φυλλοταξία 2/5, που σημαίνει ότι ακριβώς στην ίδια κάθετη γραμμή βρίσκονται το 1<sup>ο</sup> και 6<sup>ο</sup> φύλλο. Η διάταξη αυτή επιτρέπει τη μέγιστη έκθεση του φυτού στον ήλιο. Στα περισσότερα είδη και ποικιλίες φράουλας το φύλλο είναι σύνθετο και αποτελείται από τρία φυλλάρια, ωοειδή, οδοντωτά, έμμισχα. Υπάρχουν και ποικιλίες στις οποίες τα φύλλα φέρουν τέσσερα ή πέντε φυλλάρια. Στη βάση του μίσχου υπάρχουν δύο παράφυλλα, τα οποία προστατεύουν το μασχαλιαίο οφθαλμό. Το πάχος του ελάσματος των φύλλων διαφέρει ανάλογα με το είδος. Ο μίσχος των φύλλων είναι συνήθως μακρύς και καλύπτεται από πλήθος αστεροειδών τριχών. Λευκές τρίχες φέρει και η κάτω επιφάνεια του ελάσματος. Η διάρκεια ζωής του κάθε φύλλου κυμαίνεται από 1 έως 3 μήνες. Η πτώση των φύλλων είναι σταδιακή και σύμφωνη με το χρόνο εμφάνισης του καθενός.

#### **1.4.6 Ταξιανθία**

Νωρίς την άνοιξη από διαφοροποιημένους το προηγούμενο φθινόπωρο οφθαλμούς αναπτύσσεται το ανθοφόρο στέλεχος, το οποίο σχηματίζει μία κορυμβόμορφη ταξιανθία. Το ανθοφόρο στέλεχος προέρχεται από το μασχαλιαίο οφθαλμό ενός βράκτιου φύλλου, το οποίο σε μια ανεπτυγμένη ταξιανθία παραμένει στη βάση του κύριου στελέχους. Το κύριο στέλεχος σε κάποιο ύψος διχάζεται σε δύο δεύτερης τάξης βραχίονες. Στο σημείο διχασμού (κόμβος), το οποίο είναι το ανώτερο σημείο του κύριου στελέχους, υπάρχει το πρώτης τάξης άνθος. Οι δεύτερης τάξης βραχίονες σε κάποιο ύψος διχάζονται και αυτοί (νέος κόμβος) δίδοντας τους τρίτης τάξης βραχίονες, ενώ στο σημείο διχασμού υπάρχει το δεύτερης τάξης άνθος.

#### **1.4.7 Άνθος**

Κανονικά το άνθος της φράουλας είναι τέλειο, δηλαδή ερμαφρόδιτο. Έχει στεφάνη με πέντε λευκά ωοειδή πέταλα, κάλυκα με 10 λοβούς τακτοποιημένους σε δύο σπονδύλους, από τους οποίους (λοβούς) οι τρεις είναι εξωτερικοί, μικρότεροι σε μέγεθος και συνιστούν ένα είδος υποκάλυκα. Οι στήμονες είναι πολυάριθμοι, συνήθως πολλαπλάσιοι του 5 (20-35), τοποθετούμενοι σε τρεις (Dagrow 1966) ή κατ' άλλους σε δύο σπόνδουλους (σπείρες). Οι στήμονες διαφέρουν μεταξύ τους στο μήκος και στο πάχος του νήματος και έχουν ένα χρυσαφί χρώμα όταν περιέχουν αρκετή ποσότητα γύρης. Υπάρχουν και στήμονες οι οποίοι δεν έχουν καλή ανάπτυξη και ονομάζονται "στημονοειδή". Σε άνθος μπορεί να υπάρχουν καλοσηματισμένοι, κανονικοί στήμονες και στημονοειδή. Η γύρη ωριμάζει πριν ακόμη ανοίξει ο ανθήρας ή το άνθος, αλλά συνήθως ο ανθήρας διαρρηγνύεται μετά το άνοιγμα των ανθέων, οπότε και επέρχεται μερική αφύγρανσή του. Η απελευθερωμένη γύρη αρχικά είναι βαριά και κολλώδης, αργότερα όμως αποξηραίνεται και μπορεί να μεταφερθεί και με τα ρεύματα του αέρα. Σε κανονικές συνθήκες η γύρη παραμένει ζωτική για αρκετές ημέρες και αν αποξηραθεί ελαφρώς διατηρείται στο ψυγείο για αρκετές εβδομάδες.

Οι ύπεροι είναι πολυάριθμοι και τακτοποιημένοι σε σπειροειδή διάταξη επί της ανθοδοχής. Κάθε ύπερος έχει μία ωοθήκη, το στύλο και το στίγμα. Η ωοθήκη περιέχει ένα μόνο ωάριο. Το στίγμα είναι τραχύ και κολλώδες. Όταν γονιμοποιηθεί το ωάριο και παραχθεί το έμβρυο, η ωοθήκη μετατρέπεται σε αχαίνιο, που είναι ο κανονικός καρπός, αλλά συνήθως αποκαλείται σπέρμα. Εκτός από τα τέλεια άνθη, απαντώνται και ατελή (αρσενικά και θηλυκά). Τέτοια άνθη φέρουν τα πολυπλοειδή αυτοφυή είδη (εξαπλοειδή και οκταπλοειδή) αλλά και οι καλλιεργούμενες ποικιλίες που προέκυψαν από αυτά.

#### **1.4.8 Καρπός**

Μετά τη γονιμοποίηση του ωαρίου, αναπτύσσεται γρήγορα η ωοθήκη και ταυτόχρονα αρχίζει η διόγκωση των γύρω ιστών και μάλιστα εκείνων της ανθοδόχης. Με τη γονιμοποίηση όλων των ωοθηκών, η διόγκωση των ιστών

της ανθοδόχης γίνεται σ' όλη την επιφάνειά της, γεγονός που οδηγεί ως το σχηματισμό του μούρου ή μιμαίκυλου, στην επιφάνεια του οποίου είναι σφηνωμένα τα αχάινια. Το μούρο είναι το εμπορεύσιμο προϊόν της φράουλας.

Το μέγεθος του μούρου ποικίλλει από μικρό έως πολύ μεγάλο, ανάλογα με το είδος, την ποικιλία, τη θέση του στο ανθικό στέλεχος και τις συνθήκες θρέψης.

Το σχήμα του καρπού ποικίλλει από κανονικό κωνικό, ωσειδές, σφαιροκωνικό, σφαιρικό, επιμήκες κωνικό με λαιμό προς τη βάση του, κωνικό με διευρυμένη κορυφή, σφαιροκωνικό με περισσότερες κορυφές έως ανώμαλο. Το χρώμα του μούρου ποικίλλει από λευκορόδινο, ρόδινο, ανοιχτό κόκκινο μέχρι και έντονο άλικο ή σκούρο κόκκινο, ανάλογα με το γονότυπο.

Οι εμπορεύσιμοι καρποί της φράουλας χαρακτηρίζονται από το άρωμά τους και τις οργανοληπτικές ιδιότητές τους, οι οποίες εξαρτώνται κυρίως από τη σύνθεση της σάρκας τους σε διαλυτά σάκχαρα και οργανικά οξέα. Θεωρούνται πλούσιοι σε βιταμίνη C.

**Πίνακας 1. Μέση χημική σύνθεση 100 γρ. καρπού (μούρου) της φράουλας.**

Συστατικό	Περιεκτικότητα	Συστατικό	Περιεκτικότητα
Νερό	89,9g	Νάτριο	1,0mg
Ενέργεια	37	Κάλιο	164,0mg
Πρωτεΐνες	0,7g	Βιταμίνη Α	60 ΔΜ
Λίπη	0,5g	Θειαμίνη	0,03mg
Υδατάνθρακες	8,4g	Νιασίνη	0,07mg
Ασβέστιο	21mg	Ριβοφλαβίνη	0,60mg
Φώσφορος	21mg	Ασκορβικό οξύ (βιταμίνη C)	59,0mg
Σίδηρος	1mg		

*Πηγή: Παπανικολάου, Γ. (1983) και Watt and Merrill (1963)*

Κανάκης Α. (2004), Καλλιέργεια λαχανικών στο θερμοκήπιο, Αθήνα

### **1.5 Καλλιεργούμενοι τύποι φράουλας**

### 1.5.1. Δασική – αλπική φράουλα

Είναι η Κοινή Ευρωπαϊκή ή δασική φράουλα ( *Fragaria vesca* ) που καλλιεργούνταν στην Ευρώπη μέχρι τον 17<sup>ο</sup> αιώνα και σήμερα συναντάται παντού στον κόσμο.

Ο Αλπικός τύπος ο οποίος ενδημούσε στις νότιες πλαγιές των Άλπεων ήταν η πιο γνωστή και δημοφιλή φράουλα η οποία ξεχώριζε από τη μακρά καρπική περίοδο. Η φράουλα αυτή ήταν πολύ αγαπητή, ιδιαίτερα στην Ευρώπη, πριν εισαχθεί η μοντέρνα φράουλα.

Το είδος *F. vesca*, που παράγει μικρό καρπό και μαλακό αλλά πολύ αρωματικό, είναι ένα από τα πιο ευρέως διαδεδομένα είδη φράουλας στον κόσμο ( Ευρώπη, Β. Ασία, Β. και Ν. Αμερική και Β. Αφρική ).<sup>1</sup>

### 1.5.2. Μούστο – φράουλες (*Fragaria moschata* )

Η *F. moschata* απαντάται στις περιοχές της Κεντρικής και Ανατολικής Ευρώπης, των Σκανδιναβικών χωρών, στη Ρωσία και στη Σιβηρία. Είναι είδος που αναπτύσσεται στα δάση.

Ο καρπός της έχει μέγεθος λίγο μεγαλύτερο από εκείνο της *F. vesca* με χρώματα από ξανθό ανοιχτό μέχρι σκούρο καφέ ή ανοιχτό ιώδες.

Το χαρακτηριστικό του καρπού αυτής της ποικιλίας είναι ότι τα αχάινια είναι υπερυψωμένα και εξέχουν της επιφάνειας του καρπού. Έχουν γεύση αρωματώδη και έντονα οινόπνευματώδη.

Η *F. moschata* ήταν γνωστή και με το όνομα *capron* ή *capiton*. Καλλιεργούνταν στο Βέλγιο από τον 16<sup>ο</sup> αιώνα για το χαρακτηριστικό άρωμα και τη γεύση της.



Εικόνα 1 : Φυτό φράουλας *F. moschata*

### 1.5.3. ΜΟΝΤΕΡΝΑ ΦΡΑΟΥΛΑ Η ΚΑΛΛΙΕΡΓΟΥΜΕΝΗ

Η μοντέρνα φράουλα *Fragaria x ananassa Duchesne* δημιουργήθηκε στην Ευρώπη στα μέσα του 18<sup>ου</sup> αιώνα. Η διασταύρωση έγινε μεταξύ της *F.*

*virginiana Duchesne* από την Β. Αμερική και της *F. chilioensis* από τη Ν. Αμερική. (Ταλαγάνη Γ., 2004)

## **Κεφάλαιο 2. Κλιματικές και εδαφικές απαιτήσεις**

### **2.1. Κλίμα**

Τα φυτά της φράουλας έχουν μεγάλη προσαρμοστικότητα στις περιβαλλοντικές συνθήκες και μπορούν να καλλιεργηθούν σε πολλές και διαφορετικές περιοχές. Η φράουλα αντέχει σε χαμηλές θερμοκρασίες του χειμώνα, όμως η ελάχιστη βιολογική είναι στους 6° C, η άριστη ημέρας 22-23° C, η άριστη νύχτας 10-13° C, η άριστη εδάφους 12-15° C και η μέγιστη βιολογική 30° C. Σε ότι αφορά τον φωτοπεριορισμό η φράουλα ανήκει στα φυτά μικρής ημέρας. Η φράουλα προτιμά δροσερές περιοχές στις οποίες οι βροχοπτώσεις την άνοιξη και μέχρι τα μέσα του καλοκαιριού είναι μέτριας έντασης και κανονικής κατανομής. Σε περιοχές με μειωμένες βροχοπτώσεις την άνοιξη μπορεί να επιλεγούν για πρώιμη καλλιέργεια φράουλας.

### **2.2. Έδαφος**

Η φράουλα προτιμά εδάφη ελαφρά έως μέσης σύστασης, δηλαδή αμμοπηλώδη έως αμμοαργιλώδη, τα οποία να είναι γόνιμα, πλούσια σε οργανική ουσία, αρδευόμενα και καλά αποστραγγιζόμενα. Τα αμμώδη και πολύ ελαφρά εδάφη, που δεν συγκρατούν υγρασία, μπορεί να προωκίζουν την παραγωγή την άνοιξη, αλλά δημιουργού σοβαρά προβλήματα στα φυτά τη θερινή περίοδο, επειδή το ριζικό σύστημα είναι αβαθές και δεν μπορεί να εκμεταλευτεί το νερό που βρίσκεται σε βαθύτερα στρώματα του εδάφους.

Όποιας σύστασης και να είναι το έδαφος, εκείνο που έχει μεγάλη σημασία είναι η περιεκτικότητά του σε ασβέστιο η οποία πρέπει να βρίσκεται σε χαμηλά επίπεδα, επειδή η φράουλα θεωρείται ασβεστόφοβο φυτό. Η χημική σύσταση του εδάφους πρέπει να είναι μέτρια έως ελαφρώς όξινη ή ουδέτερη, με PH να κυμαίνεται μεταξύ 5,5 και 6,5. Τα φυτά της φράουλας είναι επίσης ευαίσθητα στη συγκέντρωση αλάτων και η ηλεκτρική αγωγιμότητα πρέπει να διαμορφώνεται σε επίπεδα 1 – 1,2 mmhos/cm. (Κανάκης Α., 2004)

## **Κεφάλαιο 3. Πολλαπλασιασμός και Πολλαπλασιαστικό υλικό**

Ο πολλαπλασιασμός της φράουλας γίνεται με στόλωνες, με σπόρο, με διαχωρισμό των βλαστικών αξόνων μαζί με τμήμα της ρίζας και με μικροπολλαπλασιασμό.

### **3.1 Εγγενής πολλαπλασιασμός.**

Είναι ο πολλαπλασιασμός με σπόρο. Εφαρμόζεται από τους γενετιστές και τους βελτιωτές προκειμένου να δημιουργήσουν νέες ποικιλίες και υβρίδια. Στη φράουλα δεν χρησιμοποιείται συχνά γιατί είναι δύσκολος και εφαρμόζεται μόνο για ποικιλίες οι οποίες δεν σχηματίζουν στόλωνες και σαν ένας από τους τρόπους για την απόκτηση φυτών απαλλαγμένων από ιώσεις.

### **3.2.Αγενής πολλαπλασιασμός**

Είναι η κατ' εξοχήν μέθοδος πολλαπλασιασμού της φράουλας, η οποία εξασφαλίζει το φυτικό υλικό που θα χρησιμοποιηθεί για την εγκατάσταση μιας νέας παραγωγικής φυτείας. Τα αγενώς παραγόμενα φυτά μπορεί να προέρχονται είτε φυσικά από καταβολάδες, είτε από *in vitro* καλλιέργειες στο εργαστήριο.

Τα φυτά της φράουλας την περίοδο με μεγάλο μήκος ημέρας παράγουν στόλωνες. Οι βλαστοί αυτοί έρπουν στο έδαφος και σε κάθε κόμβο δημιουργούν φυλλαράκια. Για να διευκολύνουμε την εμφάνιση των βλαστών, αφαιρούμε τα άνθη αφήνοντας 5-6 βλαστούς σε κάθε φυτό, οι οποίοι θα κορφολογηθούν, όταν φτάσουν στις γειτονικές γραμμές. Κάθε φυτό φράουλας μπορεί να δώσει 10-15 στόλωνες με 5-6 κόμβους, δηλαδή 50-70 νέα φυτά. Από τα θυγατρικά αυτά φυτά που θα πάρουμε πρέπει να διαλέξουμε τα πιο ζωηρά. Θα πρέπει να έχουν φύλλα με λαμπερό χαρακτηριστικό πράσινο χρώμα και λευκό ριζικό σύστημα. Τα νεαρά αυτά φυτά μπορεί να χρησιμοποιηθούν για τον πολλαπλασιασμό νωπά ή διατηρημένα σε ψυγείο.



### **3.2.1 Πολλαπλασιαστικό υλικό**

#### **A. Φυτά ψυγείου**

Είναι φυτά που αποσπώνται από το φυτώριο την εποχή που βρίσκονται σε λήθαργο τους μήνες Δεκέμβριο με Ιανουάριο. Τα φυτά αυτά καθαρίζονται, συσκευάζονται σε σάκους πολυαιθυλενίου περίπου 50-500 φυτά και τοποθετούνται σε χάρτινα ή ξύλινα κιβώτια. Αυτά τοποθετούνται σε ψυκτικό θάλαμο όπου διατηρούνται για επτά μήνες σε θερμοκρασίες -2 έως 1° C. Τα ψυχοδιατηρούμενα φυτά προτιμούνται από τους παραγωγούς στην κάθετη καλλιέργεια. Πλεονεκτούν γιατί δίνουν υψηλές στρεμματικές αποδόσεις σαν μονοετής καλλιέργεια και αυτό οφείλεται στο ότι έχει διαφοροποιηθεί μεγάλος αριθμός οφθαλμών σε σχέση με τα νωπά φυτά.

Ακόμα, ο παραγωγός έχει αρκετό χρόνο στη διάθεσή του πριν την εγκατάσταση των φυτών για να διαπραγματευτεί και να εξασφαλίσει την προμήθειά τους. Συνήθως τα φυτά αυτά προέρχονται από τις χώρες του εξωτερικού ( Γαλλία, Ιταλία ).

Με την τεχνική, αυτή εξασφαλίζουμε υψηλή παραγωγή, την αμέσως επόμενη άνοιξη. Και επειδή κατά κανόνα, οι καλύτεροι καρποί σχηματίζονται όταν τα φυτά είναι νέα, η τεχνική της χρησιμοποίησης φυτών ψυγείου, μας εξασφαλίζει και παραγωγή εξαιρετικής ποιότητας.

#### **B. Νωπά φυτά**

Είναι φυτά φράουλας και αποσπώνται από το φυτό τον Αύγουστο. Είναι εγχώρια και θα πρέπει να προμηθεύονται από εξειδικευμένο και αξιόπιστο φυτοριούχο. Φυτεύονται το φθινόπωρο, Σεπτέμβριο με Οκτώβριο, ώστε να εξασφαλίσουν, κατά τη διάρκεια του χειμώνα τις χαμηλές θερμοκρασίες που είναι απαραίτητες για την ανάπτυξη και καρποφορία τους. Τα φυτά αυτά μπορούν να καλλιεργηθούν σε περιοχές όπου η θερμοκρασία είναι χαμηλή όχι όμως μικρότερη από 0° C. Είναι διετή, έτσι έχουν ένα βασικό μειονέκτημα, ότι η όψιμη φύτευση δεν τους επιτρέπει να συγκεντρώσουν μέχρι το χειμώνα τις απαραίτητες θρεπτικές ουσίες και γι' αυτό την άνοιξη που ακολουθεί δίνουν πάντα μικρή παραγωγή. Έτσι η κανονική τους παραγωγή έρχεται τη δεύτερη χρονιά (Παρασκευόπουλος Κ., 2003)

## Κεφάλαιο 4. Εχθροί και ασθένειες

### 4.1. Εχθροί

#### 4.1.1 Έντομα

Τα έντομα που προκαλούν τις σημαντικότερες ζημιές στη φράουλα είναι:

1. **Αφίδες:** Πολλά είδη αφίδων προσβάλλουν την φράουλα, αλλά οικονομικό ενδιαφέρον παρουσιάζουν η αφίδα της φράουλας (*Chaetosiphon fragaefolii*) και η αφίδα του κρεμμυδιού (*Myzus ascalonicus*).
2. **Κόκκινος Τετράνυχος:** (*Tetranychus urticae*). Μεγάλοι πληθυσμοί του τετράνυχου συγκεντρώνονται στην κάτω επιφάνεια των φύλλων, την οποία και απομυζούν. Σε μια καλλιεργητική περίοδο μπορεί να εμφανιστούν μέχρι και επτά επικαλυπτόμενες γενεές. Υψηλοί πληθυσμοί τετράνυχου μπορούν να εμφανιστούν από το Μάρτιο ή τον Απρίλιο. Ο τετράνυχος είναι ένας εχθρός που προσβάλλει πολλές καλλιέργειες. Η μεγάλη αναπαραγωγική ικανότητα που έχει, του επιτρέπει να προκαλεί ανυπολόγιστη ζημιά σε πολύ μικρό χρονικό διάστημα. Σε πολλές καλλιέργειες υπό κάλυψη, ο τετράνυχος των θερμοκηπίων *Tetranychus urticae* είναι ο πιο σπουδαίος εχθρός. Στις έξω καλλιέργειες και άλλα είδη τετρανύχων μπορούν να προκαλέσουν ζημιά.

Συμπτώματα προσβολής: Ένα από τα χαρακτηριστικά του τετρανύχου είναι ο ιστός αράχνης, ο οποίος παράγεται από τις νύμφες και τα τέλεια. Αν υπάρχει μεγάλος αριθμός τετρανύχων, το φυτό μπορεί να καλυφθεί πλήρως από ιστούς αράχνης.

Η ζημιά στο φυτό προκαλείται από τις προνύμφες, τις νύμφες και τα τέλεια. Ο τετράνυχος τρέφεται από την κάτω επιφάνεια των φύλλων και προκαλεί κίτρινες κηλίδες στα φύλλα. Η ζημιά μπορεί να γίνει πολύ σοβαρή με τη μείωση της ανάπτυξης και της παραγωγής του φυτού. Η καλλιέργεια μπορεί να καταστραφεί από αυτό.

3. **Καραφατμέ** (*Agrotis* spp.). Προκαλεί ζημιές κυρίως στο λαιμό των φυτών με τη μορφή της προνύμφης του (γκρίζο σκουλήκι).
4. **Μηλολόνη** (*Melolontha melolontha*). Ζημιές στο ρίζωμα της φράουλας προκαλούνται από τις προνύμφες της (άσπρα δακτυλιωτά σκουλήκια).
5. **Σιδηροσκώληκες** (*Agriotes* spp.). Προσβάλλουν τις ρίζες.
6. **Γρυλλοτάπη** (*Gryllotalpa gryllotalpa*).
7. **Ταρσόνεμος ή άκαρι της φράουλας** (*Tarsonemus fragariae*). Προσβάλλει τα φύλλα, στα οποία προκαλεί μεταχρωματισμό, στρίψιμο και ξήρανση.
8. **Ανθονόμος** (*Anthonomus rubi*). Προσβάλλει τα άνθη.

**Μικρότερης σημασίας είναι οι ζημιές που προκαλούνται από τα παρακάτω έντομα:**

9. **Φυλλοδέτες** (*Acrelis comariana*, *Clepsis spectrana* κ.τ.λ.)
10. **Λεπιδόπτερα** (*Herpialus humuli* και *H. lupyliana*)
11. **Σκαθάρι των σπόρων** (*Harpalus rufipes*)
12. **Άπτερες ψείρες** (Ωτορύγχοι): *Otiorynchus sulcatus*, *O. rugosostriatus* και *O. clavipes*.
13. **Ρυγχίτης** (*Caenorhinus germanicus*)
14. **Τζιτζικάκια** (*Aphrodes* spp. και *Euscelis* spp.).

#### **4.1.2. Νηματώδεις σκώληκες**

Είναι μικροσκοπικά σκουλήκια τα οποία προκαλούν ζημιές στις ρίζες, τα φύλλα και την κεφαλή. Τα συμπτώματα που εκδηλώνονται στα φύλλα και στην κεφαλή εύκολα συγχέονται με εκείνα που οφείλονται σε προσβολές από την αφίδα του κρεμμυδιού.

- Νηματώδεις των φύλλων
- Νηματώδεις του βλαστού (*Ditylenchus dipsaci*)
- Ελεύθεροι νηματώδεις του εδάφους

Αξιοσημείωτες ζημιές προκαλούνται μόνο όταν υπάρχουν μεγάλοι πληθυσμοί σκωλήκων. Όμως είναι φορείς του ιού της φράουλας και συνεπώς καθίστανται πολύ επικίνδυνοι εμμέσως.

#### 4.1.3. Σαλιγκάρια και έλικες

Κατατρώγουν τα φύλλα. Καταπολεμούνται με δολώματα μεταλδεϋδης.

#### 4.1.4. Λοιποί εχθροί

Άλλοι ζωικοί εχθροί που μπορεί να προκαλέσουν ζημιές, ειδικότερα στις υπαίθριες και πολυετείς φυτείες, είναι τα πουλιά (μαυροπούλια, τσίχλες, σπίνοι κτλ.). εναντίον τους χρησιμοποιούνται εκφοβιστικές επινοήσεις, όπως για παράδειγμα τα «κανονάκια», τα σκιάχτρα, τα κινούμενα ομοιώματα.

### 4.2. Ασθένειες

#### 4.2.1 Μυκητολογικές ασθένειες

##### α) Μύκητες που προσβάλλουν το ριζικό σύστημα

**Βερτισιλίωση** : οφείλεται στο μύκητα *Verticillium dahliae*. Προσβάλλει το αγγειώδες σύστημα των φυτών. Κατά τη διάρκεια ζεστού καιρού, τα φυτά μαραίνονται και τα εξωτερικά φύλλα ξεραίνονται και παίρνουν καστανό χρώμα. Πολλές φορές η ασθένεια εμφανίζεται και με μορφή ημιπληγίας.

**Ριζοκτόνια**: ο μύκητας *Rhizoctonia fragariae* προκαλεί σηψιρριζία υπό συνθήκες υπερβολικής υγρασίας. Τα φυτά ξαφνικά καταρρέουν πριν ή κατά την πρώτη περίοδο καρποφορίας κατά τη διάρκεια του θέρους στα φυτώρια. Η κάτω επιφάνεια γίνεται ιώδης και το έλασμα του φύλλου συστρέφεται προς τα κάτω.

**Φουζαρίωση** ( *Fusarium oxysporum* ) : είναι ασθένεια των αγγείων και προκαλεί μάρανση των φυτών ή κιτρίνισμα.

**Φυτόφθορα ριζών ( *Phytophthora fragariae* )** : προσβάλλει τις ρίζες οι οποίες εξωτερικά παίρνουν χρώμα ιώδες. Τα φυτά μαραίνονται πριν και κατά τη διάρκεια της καρποφορίας.

**Φυτόφθορα στελεχών και κεφαλής της φράουλας ( *P.cactorum* )** : προσβάλλει τα στελέχη και την κεφαλή του φυτού. Χαρακτηριστικό της ασθένειας είναι έντονο καφέτισμα και τελική αποσύνθεση των αγωγών ιστών των βλαστών του φυτού.

**Ανθράκωση** : είδη των *Colletotrichum* και *Gleosporium*. Πολλά είδη των μυκήτων αυτών προσβάλλουν τον καρπό, τα φύλλα και την κεφαλή του φυτού.

**Σήψη κεφαλής φράουλας από βοτρυτίδα ( *Botrytis cinerea* )** : προκαλεί σήψη νεαρών φυτών σε θερμοκήπια μαζί με τη φυτόφθορα.

***Sclerotinia sclerotiorum*** : προκαλεί σήψη της κεφαλής.



**Εικόνα 2: *Sclerotinia sclerotiorum***

## **β) Μύκητες που προσβάλλουν τα φύλλα**

**Ωίδιο ( *Oidium fragariae* )** : προσβάλλει φύλλα, άνθη και καρπούς.



Εικόνα 3: Ωίδιο (*Oidium fragariae*)

Ιώδης κηλίδωση φύλλων : κηλίδες στην επιφάνεια των φύλλων.

***Phomopsis obscurans*** : κηλίδες στα φύλλα οβάλ – τριγωνικές, κόκκινου – καφετί χρώματος.



Εικόνα 4: *Phomopsis obscurans*

***Gnomonia comari*** : γωνιακή κηλίδωση.



**Εικόνα 5: *Gnomonia comari***

**Αλτερναρίωση ( *Altmaria alternate* )** : κόκκινες - καφέ στρογγυλές κηλίδες.

**Κηλίδωση φύλλων από Κερκόσπορα ( *Cercospora fragariae* )**



**Εικόνα 6: Κηλίδωση φύλλων από Κερκόσπορα ( *Cercospora fragariae* )**

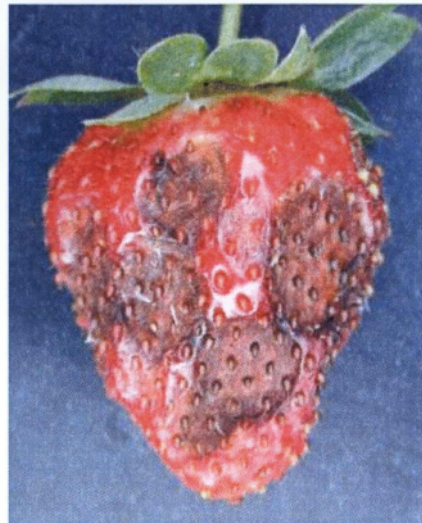
**γ) Μύκητες που προσβάλουν άνθη και καρπούς**

**Βοτρύτης ( *Botrytis cinerea* ) - γκριζα μούχλα** : Είναι η πιο σοβαρή ασθένεια. Η προσβολή αρχίζει συνήθως από τα άνθη και τους πράσινους καρπούς, ιδιαίτερα σε ζημιωμένους από παγετό ποδίσκους και κάλυκες.



**Εικόνα 7: βοτρύτης**

**Ανθράκνωση ( *Golletotrichum acutatum* )** : Εμφανίζονται κηλίδες στον καρπό ανοιχτού καφέ χρώματος.



**Εικόνα 8: Ανθράκνωση ( *Golletotrichum acutatum* )**

**Rhizopus** ( *Rhizopus stoloniter* ) : Προκαλεί πολύ μαλακιά σήψη, ο προσβεβλημένος ιστός αποδιοργανώνεται και εκρέει χυμός από τον καρπό.



**Εικόνα 9: Rhizopus ( *Rhizopus stoloniter* )**

**Δερματώδης σήψη ( *Phytophthora cactorum* )** : Προσβάλει και άλλα μέρη του φυτού. Ελαφρύ μαλάκωμα της προσβληθείσας επιφάνειας του καρπού από εσωτερικό και εξωτερικό μεταχρωματισμό και πικρή γεύση.





## Εικόνα 10: Δερματώδης σήψη ( *Phytophthora cactorum* )

### 4.2.2. Φυσιολογικές Ασθένειες

**Ατελώς ανεπτυγμένοι - μη εμπορεύσιμοι καρποί :** Κάθε παράγοντας που εμποδίζει τη γονιμοποίηση των ύπερων έχει ως αποτέλεσμα την αδυναμία σχηματισμού αχαιίνου και κατ' επέκταση αδυναμία του σχηματισμού ανθοδόχης.

**Πεπλατυσμένοι καρποί με πολλές κορυφές :** Άνθη που αναπτύσσονται κάτω από συνθήκες βραχείας φωτοπεριόδου ή χαμηλών θερμοκρασιών σχηματίζουν καρπούς πεπλατυσμένους και με περισσότερες της μιας περιοχές.

**Τερατομορφία :** Όταν εμφανίζονται ένα ή περισσότερα ανθίδια στις κορυφές της ανθοδόχης τα οποία παραμένουν πράσινα.

**Τοξικότητα και τροφοπενίες :** Τοξικότητα από υπερβολική συγκέντρωση αλάτων είναι η πιο συνηθισμένη από τη χρήση ακατάλληλου νερού άρδευσης. Η χλώρωση των φύλλων εξαιτίας έλλειψης σιδήρου είναι η πλέον συνηθισμένη τροφοπενία.

### 4.2.3. Βακτηριακές ασθένειες

Ασθένεια της ανθοκράμβης. Είναι η σπουδαιότερη βακτηριακή ασθένεια της φράουλας και οφείλεται στο βακτήριο *Corynebacterium fascians*, το οποίο προσβάλλει την κεφαλή του φυτού της φράουλας όπου προκαλεί την ανάπτυξη πολυάριθμων πλευρικών κεφαλών. Οι κεφαλές αυτές είναι καχεκτικές με παραμορφωμένα φύλλα και γρήγορα αναστέλλουν την περαιτέρω ανάπτυξη τους. Έτσι σχηματίζεται μια πυκνή θυσανώδης βλάστηση η οποία μοιάζει με την κεφαλή του κουνουπιδιού, εξού και η ονομασία της ασθένειας. Ο τύπος αυτός της βλάστησης χαρακτηρίζεται από το σχηματισμό υποτυπωδών οργάνων (άνθη, καρποί) τα οποία δεν παράγουν καρπούς και συνεπώς οι συνέπειες επί της παραγωγής είναι σοβαρές.

Για την αντιμετώπιση της ασθένειας γίνεται επιλογή απαλλαγμένου από το βακτήριο χωραφιού, χρησιμοποιείται υγιές πολλαπλασιαστικό υλικό, εφαρμόζεται σύστημα αμειψισποράς όπου η φράουλα επανέρχεται μετά την πάροδο 2-3 ετών. Θεραπευτικά χρησιμοποιούνται χαλκούχα μυκητοκτόνα και σε εξαιρετικές περιπτώσεις ειδικά βακτηριοκτόνα φάρμακα (αντιβιοτικά). (Βασιλακάκης Δ.Μ., 1997)

#### 4.2.4. Ιώσεις της φράουλας

Οι ιολογικές ασθένειες που προσβάλλουν τις φράουλες είναι αναρίθμητες. Διεθνώς οι ποικιλίες έχουν υψηλό βαθμό ανθεκτικότητας στους περισσότερους ιούς, αλλά ένας συνδυασμός ιών προκαλούν μείωση της σταθερότητας των φυτών και της παραγωγής.

Είναι σημαντικό, να χρησιμοποιείται υψηλής ποιότητας φυτωριακό υλικό και να προτιμούνται υγιή φυτά. Για να εξασφαλιστεί η τροφοδοσία με υγιή φυτά στα περισσότερα φυτώρια καλλιεργούνται υγιή φυτά σε απομονωμένες θέσεις. Έτσι παράγονται φυτά με ικανοποιητική ποιότητα.

Οι κυριότερες ιώσεις είναι η μωσαϊκωση, ο ίκτερος, το κατσάρωμα, η φυλλωδία και ο νανισμός. Επειδή οι ιώσεις δεν καταπολεμούνται συνίσταται τα εξής μέτρα:

α) να μη γίνεται εγκατάσταση της φυτείας κοντά σε παλαιές καλλιέργειες φράουλας, λαχανοκομικών και καλλωπιστικών φυτών.

β) καταπολέμηση των ζιζανίων και της άγριας φράουλας που μπορεί να είναι ξενιστές.

γ) καταπολέμηση των εντόμων, των νηματωδών και των ακάρεων που είναι φορείς των ιώσεων.

δ) χρήση υγιούς πολλαπλασιαστικού υλικού. Είναι το πιο σημαντικό μέτρο, γιατί οι ιώσεις αποτελούν περιοριστικό παράγοντα στην παραγωγή της φράουλας.

Οι ερευνητές της γεωργικής φράουλας έθεσαν αυτό το πρόβλημα κάτω από έλεγχο, με την δημιουργία νέων ανθεκτικών ποικιλιών με την θερμοθεραπεία και το μεριστρωματικό πολλαπλασιασμό των υγιών φυτών. (Παλάτος Γ., 2009)

## Κεφάλαιο 5. Υδροπονία

Υδροπονία ή ανέδαφος καλλιέργεια είναι η μέθοδος καλλιέργειας φυτών σε θρεπτικό διάλυμα με την χρήση αρδανούς υποστρώματος. Στη διεθνή βιβλιογραφία οι μέθοδοι υδροπονικής καλλιέργειας συνήθως αναφέρονταν ως «καλλιέργειες εκτός εδάφους», (soil less culture), «υδροπονία» (hydroponics), «υδροκαλλιέργεια» (water culture, hydroculture). Στην ελληνική όμως γλώσσα όλοι οι παραπάνω όροι είναι ταυτόσημοι.

Οι πρώτες γραπτές αναφορές σε υδροπονική καλλιέργεια αφορούν τους κρεμαστούς κήπους της Βαβυλώνας οι οποίοι χτίστηκαν περίπου το 910 π.Χ από τον Ναβουχοδονόσωρ το Β'. Ωστόσο η εφαρμογή της τεχνικής της υδροπονίας ως εργαλείο για ακαδημαϊκή έρευνα ξεκίνησε μετά τον 18<sup>ο</sup> αιώνα. Σε πρακτική κλίμακα άρχισε να εφαρμόζεται κατά την διάρκεια του δευτέρου παγκοσμίου πολέμου, για να καλύψει τις ανάγκες σε λαχανικά των πληρωμάτων πολεμικών πλοίων των Η.Π.Α.. σε εμπορική καθιερώθηκε την δεκαετία του '70 στην Μ.Βρετανία από τον A.Cooper με την ανάπτυξη της τεχνικής του "μεμβράνη θρεπτικού διαλύματος" (Nutrient Film Technique, NFT) που πήρε γρήγορα σημαντική εξάπλωση. Το 1976, Μ.Βρετανία και Δανία χρησιμοποίησαν ως υπόστρωμα καλλιέργειας τον πετροβάμβακα, ένα αδρανές υλικό το οποίο αποτελεί μέχρι και σήμερα την περισσότερο χρησιμοποιούμενη εμπορική μέθοδο στην Β. Ευρώπη. Στην Ελλάδα, το Εθνικό Ίδρυμα Αγροτικής Έρευνας (ΕΘΙΑΕ) άρχισε ερευνητική δραστηριότητα το 1986, με στόχο την αξιολόγηση των διάφορων συστημάτων και υλικών υδροπονικής καλλιέργειας στις συνθήκες στην χώρας μας, καθώς και την ανάπτυξη ελληνικής τεχνολογίας και τεχνογνωσίας.

Σήμερα η τεχνική αυτή αποτελεί πραγματικότητα για τους καλλιεργητές θερμοκηπίων σε όλον τον κόσμο και είναι μία διαρκώς επεκτεινόμενη δραστηριότητα.

Υπάρχουν δύο μορφές υδροπονικών συστημάτων:

α) Υγρά συστήματα (water culture) στα οποία δεν γίνεται η χρήση υποστρώματος και οι ρίζες των φυτών αναπτύσσονται σε στάσιμο ή ρέον θρεπτικό διάλυμα

β) Σύστημα με αδρανές υπόστρωμα (inert substrate culture) στα οποία γίνεται χρήση κάποιου αδρανούς υλικού για την ανάπτυξη και τη στήριξη του ριζικού συστήματος των φυτών.

Μία άλλη η διάκριση μεταξύ των διαφόρων μεθόδων υδροπονικής καλλιέργειας, είναι αυτή μεταξύ ανοιχτών και κλειστών υδροπονικών συστημάτων.

α) Ανοιχτά είναι τα υδροπονικά συστήματα στα οποία πλεονάζον μέρος του θρεπτικού διαλύματος που απορρέει από το χώρο των ριζών, δεν επαναχρησιμοποιείται αλλά αφήνεται να χαθείς στο περιβάλλον (είτε απορροφάται από το έδαφος ου θερμοκηπίου, είτε συλλέγεται και οδηγείται έξω από αυτό.

β) κλειστά είναι τα υδροπονικά συστήματα, στα οποία το πλεονάζον θρεπτικό διάλυμα συγκεντρώνεται και επαναχρησιμοποιείται μετά από απαραίτητη ανανέωση και συμπλήρωση. Στα κλειστά έχουμε μία συνεχή κυκλική ροή του διαλύματος (ανακύκλωση). (Παλάτος Γ. 2009)

## **5.1. Πλεονεκτήματα και μειονεκτήματα της υδροπονίας**

### **5.1.1 Πλεονεκτήματα Υδροπονίας**

1. Σημαντικό πλεονέκτημα της υδροπονίας είναι η ριζική αντιμετώπιση των προβλημάτων που προκαλούν στις θερμοκηπιακές καλλιέργειες οι μεταδιδόμενες μέσω του εδάφους ασθένειες (φουζάριο, βερπιτάλλιο, πύθιο, πυρηνοχαίτη, έντομα εδάφους, νηματώδεις ορισμένα βακτήρια και φυτοίιοι, κ.λπ.)
2. Η υδροπονία λύνει ριζικά το πρόβλημα της χαμηλής γονιμότητας που εμφανίζουν πολλά εδάφη θερμοκηπίου, είτε λόγω της υπερεντατικής τους εκμετάλλευσης και της μονοκαλλιέργειας, είτε λόγω δυσμενών φυσικών ιδιοτήτων.
3. Ιδιαίτερα χρήσιμη είναι η υδροπονία στις περιπτώσεις εκείνες που το χρησιμοποιούμενο για άρδευση νερό έχει υψηλή περιεκτικότητα σε άλατα. Στις περιπτώσεις αυτές η υδροπονία είναι ίσως ο μόνος τρόπος αντιμετώπισης του προβλήματος.

4. Στις υδροπονικές καλλιέργειες το κόστος θέρμανση είναι μειωμένο. Όπως είναι γνωστό η εξάτμιση νερού συνοδεύεται πάντοτε από κατανάλωση ενέργειας υπό μορφή λανθάνουσας θερμότητας.
5. Έχει αποδειχτεί επανειλημμένα στην πράξη ότι η καλλιέργεια τόσο σε καλής ποιότητας υπόστρωμα, όσο και σε καθαρό θρεπτικό διάλυμα (π.χ. NFT), προωμίζει σημαντικά την πρώτη συγκομιδή
6. Στις υδροπονικές καλλιέργειες, η θρέψη των φυτών είναι πολύ πιο ακριβής, μπορεί να ελέγχεται και να εμποπτεύεται καλύτερα και με μεγαλύτερη αξιοπιστία και επίσης μπορεί να διορθώνεται ευκολότερα και ταχύτερα σε περίπτωση που έχει διαπραχθεί κάποιο λάθος.
7. Η καλλιέργεια των φυτών εκτός εδάφους απαλλάσσει τον καλλιεργητή από τις εργασίες της προετοιμασίας του εδάφους (όργωμα, φρεζάρισμα, βασική λίπανση) με αποτέλεσμα, αφενός μεν να μειώνονται οι ανάγκες σε εργατικά και αφετέρου να είναι δυνατή η φύτευση νέας καλλιέργειας αμέσως μετά την απομάκρυνση της προηγούμενης.
8. Οι καλύτερες φυσικοχημικές ιδιότητες των υποστρωμάτων σε σύγκριση με το έδαφος, η αριστοποίηση της θρέψης και η διατήρηση υψηλότερων θερμοκρασιών στο ριζόστρωμα κατά την διάρκεια της ψυχρής εποχής του έτους έχουν σαν τελικό αποτέλεσμα την αύξηση των αποδόσεων στις υδροπονικές καλλιέργειες.
9. Ένα άλλο πλεονέκτημα της υδροπονίας είναι οι αυξημένες δυνατότητες μηχανοποίησης και αυτοματοποίησης των καλλιεργητικών εργασιών.
10. Τελευταίο πλεονέκτημα της υδροπονίας είναι η δυνατότητα αποτελεσματικότερης προστασίας του περιβάλλοντος, όταν η καλλιέργεια λαμβάνει χώρα σε κλειστό υδροπονικό σύστημα.

### **5.1.2 Μειονεκτήματα Υδροπονίας**

1. Το κόστος της αρχικής εγκατάστασης μίας υδροπονικής μονάδας είναι υψηλότερο σε σύγκριση με το αντίστοιχο κόστος μιας καλλιέργειας εδάφους.
2. Η εμφάνιση των δυσμενών επιδράσεων ενός λανθασμένου χειρισμού είναι πιο γρήγορη και συχνά πιο έντονη στις υδροπονικές καλλιέργειες, είναι μια ιδιότητα που είναι όμως πλεονέκτημα και μειονέκτημα μαζί.
3. Στα κλειστά υδροπονικά συστήματα υφίσταται κίνδυνος εύκολης εξάπλωσης μιας μόλυνσης μέσω του ανακυκλούμενου θρεπτικού διαλύματος εφόσον προσβληθεί ένα φυτό.
4. Η εφαρμογή υδροπονίας σε μια θερμοκηπιακή μονάδα προϋποθέτει εξειδίκευση και τεχνογνωσία.
5. Ορισμένοι παραγωγοί παραπονιούνται ότι στα ανοιχτά υδροπονικά συστήματα η κατανάλωση λιπασμάτων είναι αυξημένη σε σύγκριση με το έδαφος. Είναι γεγονός ότι στη υδροπονία, ο καλλιεργητής θα πρέπει να χορηγεί όλα τα θρεπτικά στοιχεία στα φυτά ενώ αντίθετα, στις καλλιέργειες εδάφους, ορισμένα θρεπτικά στοιχεία όπως το ασβέστιο και τα περισσότερα ιχνοστοιχεία χορηγούνται σπάνια μέσω της υδρολίπανσης, διότι περιέχονται επαρκείς στο χώμα.

Σάββας Δ.,(2011), Καλλιέργειες εκτός εδάφους: Υδροπονία, Υποστρώματα, Αθήνα

## **5.2. Υδροπονικά συστήματα**

### **5.2.1.Υδροπονικά συστήματα με υπόστρωμα**

Τα υποστρώματα τα οποία μπορούν να χρησιμοποιηθούν στις υδροπονικές καλλιέργειες μπορούν να είναι τεχνητά υλικά τα οποία προέρχονται από την επεξεργασία πετρωμάτων ή φυσικές πρώτες ύλες οι οποίες υπόκεινται ειδική επεξεργασία. Στην Ελλάδα τα πιο διαδεδομένα υποστρώματα είναι τα εξής:

**α) πετροβάμβακας (rockwool,stonewool)** . Ο πετροβάμβακας αποτελεί ένα από τα πιο διαδεδομένα υποστρώματα παγκοσμίως. Είναι ένα φυσικό προϊόν προερχόμενο από ηφαιστειογενή πετρώματα που με ειδική επεξεργασία δίνουν το τελικό προϊόν. Εξαιτίας των υψηλών θερμοκρασιών που χρησιμοποιούνται, το υλικό που παράγεται έχει πλήρως αποστειρωθεί και απαλλαγθεί από φυτοπαθογόνους και μη οργανισμούς. Βασικό πλεονέκτημα του είναι η συγκράτηση μεγάλων ποσοτήτων θρεπτικού διαλύματος επειδή οι πόροι του καταλαμβάνουν σχεδόν το 96% του όγκου του, κάτι το οποίο οδηγεί στην μικρότερη κατανάλωση νερού απο οποιοδήποτε άλλο υπόστρωμα.

**β) ελαφρόπετρα.** Είναι ένα αργιλοπυριτικό ηφαιστειογενές ορυκτό, χημικά αδρανές υλικό. Το pH της ελαφρόπετρας είναι περίπου 7,3. Χρησιμοποιείται ως έχει αλλά και κοσκινισμένο ώστε να απομακρυνθεί η σκόνη και να ξεπλυθεί. Συνήθως χρησιμοποιείται σε σάκους φύτευσης ή σε κανάλια καλλιέργειας.

**γ) περλίτης.** Προέρχεται από επεξεργασμένο ορυκτό περλίτη, ένα υαλώδες ηφαιστειακό πέτρωμα που παράγεται στην Μήλο. Είναι χημικά αδρανές και έχει ουδέτερο pH. Ο περλίτης συνήθως χρησιμοποιείται σε σάκους ή σε κανάλια καλλιέργειας.

**δ) τύρφη.** Είναι το πιο συνηθισμένο οργανικό υπόστρωμα για την καλλιέργεια εκτός εδάφους. Προέρχεται από ελώδεις περιοχές και γενικότερα απο υγράτοπους μετά από αποδόμηση της υδροχαρούς βλάστησης. Από εκεί η τύρφη εξορύσσεται, υφίσταται επεξεργασία (απολύμανση, άλεσμα, ομογενοποίηση) για να συσκευαστεί σε βιομηχανική κλίμακα.

<https://sites.google.com/site/kpeponakis/arhra-1/eisagoge-sten-ydroponia>

## **5.2.2 Υδροπονικά συστήματα χωρίς υπόστρωμα**

Στα συστήματα αυτά οι ρίζες των φυτών αναπτύσσονται σε κανάλια συνεχούς ή μη συνεχούς ροής θρεπτικού διαλύματος. Τα πιο γνωστά είναι το NFT ( Nutrient Film Technique ) και η επιπλέουσα υδροπονία.

Στο NFT οι ρίζες των φυτών αναπτύσσονται σε κανάλια μεγάλου μήκους μέσα στα οποία ρέει το θρεπτικό διάλυμα. Τα κανάλια είναι συνήθως

επενδεδυμένα με πλαστικό, άσπρου χρώματος εξωτερικά και μαύρου εσωτερικά.

Στην επιπλέουσα υδροπονία δεν έχουμε συνεχή ροή θρεπτικού διαλύματος, γιατί το διάλυμα βρίσκεται σε μεγάλες δεξαμενές, μέσα στις οποίες αναπτύσσονται τα φυτά. Απαραίτητη είναι η οξυγόνωση του διαλύματος. Τέτοια συστήματα χρησιμοποιούνται σε καλλιέργειες χαμηλών λαχανικών. Τα φυτά τοποθετούνται σε ειδικές οπές που έχουν ανοιχτεί σε δίσκους φελιζόλ. Αφού τα φελιζόλ επιπλέουν οι ρίζες των φυτών βρίσκονται συνεχώς μέσα στο θρεπτικό διάλυμα.

### **5.2.3. Αεροπονία**

Είναι μια μέθοδος καλλιέργειας κατά την οποία το ριζικό σύστημα αιωρείται στον αέρα, εντός ειδικά κατασκευασμένων κλινών. Στις ρίζες ψεκάζεται με μορφή σταγονιδίων ή νέφους το θρεπτικό διάλυμα ώστε η γύρω από την ρίζα ατμόσφαιρα να είναι μονίμως κορεσμένη με υγρασία.

## **5.3 Εξοπλισμός εγκαταστάσεων για καλλιέργειες εκτός εδάφους.**

Μια εγκατάσταση καλλιέργειας φυτών εκτός εδάφους από άποψη εξοπλισμού περιλαμβάνει τρία βασικά τμήματα τα οποία υπάρχουν υποχρεωτικά σε όλα τα συστήματα καλλιέργειας αυτού του τύπου:

- α) τις εγκαταστάσεις παρασκευής του θρεπτικού διαλύματος,
- β) το σύστημα μεταφοράς και διανομής του θρεπτικού διαλύματος,
- γ) τους υποδοχείς των υποστρωμάτων ή του θρεπτικού διαλύματος και των φυτών.

Εκτός από τα παραπάνω, πολλές εγκαταστάσεις καλλιέργειας των φυτών εκτός εδάφους περιλαμβάνουν και ειδικά συστήματα αυτοματισμών καθώς και εξοπλισμό για την συλλογή και την ανακύκλωση των απορροών.

### **5.3.1. Εγκαταστάσεις παρασκευής θρεπτικού διαλύματος**



Οι πιο συνηθισμένες εγκαταστάσεις παρασκευής θρεπτικού διαλύματος που χρησιμοποιούνται στις υδροπονικές καλλιέργειες αποτελούνται από τα εξής μέρη:

**α) Εγκατάσταση παροχής νερού.** Η εγκατάσταση παροχής νερού μπορεί να είναι είτε μία γεώτρηση είτε μία σύνδεση με ένα τοπικό δίκτυο άρδευσης είτε μία εγκατάσταση μεταφοράς νερού από ένα πηγάδι ή μία πηγή. Το νερό πρέπει να είναι καλής ποιότητας όσον αφορά την περιεκτικότητα σε άλατα. Επίσης, τα υλικά εγκατάστασης (σωληνώσεις κ.λπ.) θα πρέπει να μην απελευθερώνουν στο νερό ουσίες ή ιόντα (π.χ. Ζn) σε ποσότητες που μπορούν να οδηγήσουν σε τοξικότητες τα φυτά.

**β) Δοχεία πυκνών διαλυμάτων.** Τα λιπάσματα που χρησιμοποιούνται για την Παρασκευή θρεπτικού διαλύματος στις υδροπονικές καλλιέργειες αρχικά τοποθετούνται σε δοχεία χωρητικότητας 50-100 λίτρων ή και μεγαλύτερα. Μέσα στα δοχεία αυτά προστίθεται φυσικό νερό από την πηγή άρδευσης σε ποσότητα ανάλογη με την χωρητικότητά τους. Τα λιπάσματα που χρησιμοποιούνται στις καλλιέργειες εκτός εδάφους χαρακτηρίζονται από υψηλή υδατοδιαλυτότητα συνεπώς να διαλύονται πλήρως μέσα στο νερό των δοχείων και να προκύπτει ένα υγρό διάλυμα λιπασμάτων. Οι ποσότητες των λιπασμάτων που τοποθετούνται μέσα στα γεμισμένα νερό δοχεία όμως είναι πολλαπλάσιες από αυτές που απαιτούνται για να προκύψουν οι επιθυμητές για τη θρέψη των φυτών συγκεντρώσεις θρεπτικών στοιχείων. Τα διαλύματα λιπασμάτων ονομάζονται **πυκνά ή μητρικά διαλύματα** ενώ τα δοχεία που τα περιέχουν δοχεία **πυκνών (ή μητρικών) διαλυμάτων**.

**γ) Μονάδα αυτόματης αραιώσης πυκνών διαλυμάτων.** Η μονάδα αυτόματης αραιώσης των πυκνών διαλυμάτων (κεφαλή υδρολίπανσης) μπορεί να είναι είτε ένα αυτοσχέδιο σύστημα αποτελούμενο από μία ή περισσότερες ανεξάρτητες μεταξύ τους δοσομετρικές αντλίες είτε μία προκατασκευασμένη εγκατάσταση. Οι κεφαλές υδρολίπανσης αραιώνουν αυτόματα τα πυκνά διαλύματα των υδατοδιαλυτών λιπασμάτων και αφού παρασκευάσουν το αραιωμένο θρεπτικό διάλυμα το αποστέλλουν στα φυτά μέσω του συστήματος άρδευσης.

### 5.3.2. Σύστημα μεταφοράς θρεπτικού διαλύματος

Στις περιπτώσεις που δεν υπάρχει στερεό υπόστρωμα, οι ρίζες των φυτών αναπτύσσονται σε καθαρό θρεπτικό διάλυμα όπου και ανακυκλώνεται. Το θρεπτικό διάλυμα αφού φτάσει στο χώρο ανάπτυξης των φυτών, είτε εισάγεται και παραμένει μέσα στις λεκάνες καλλιέργειας, είτε ρέει σε υδρορροές (NFT) ή πάνω στο καλυμμένο και κατάλληλα διαμορφωμένο δάπεδο θερμοκηπίου (plant plane hydroponics), είτε ψεκάζεται μέσα σε κλειστά δοχεία (αεροπονία).

Ένα τυπικό σύστημα διακίνησης του θρεπτικού διαλύματος από και προς τα φυτά αποτελείται από:

**α) το δίκτυο τροφοδοσίας με θρεπτικό διάλυμα.** το δίκτυο των σωληνώσεων που μεταφέρει το θρεπτικό διάλυμα στην καλλιέργεια είναι παρόμοιο με αυτά της τοπικής άρδευσης στις κοινές καλλιέργειες στο έδαφος. Ένα τέτοιο σύστημα μεταφοράς του θρεπτικού διαλύματος αποτελείται από τους κύριους, τους δευτερεύοντες και τους πλευρικούς σωλήνες.

**β) διανεμητές θρεπτικού διαλύματος.** Πάνω στους πλευρικούς αγωγούς φέρονται οι διανεμητές, μέσω των οποίων γίνεται η διανομή του θρεπτικού διαλύματος στα φυτά. Συνήθως σε κάθε θέση φύτευσης αντιστοιχεί ένας διανεμητής.

**γ) δίκτυο επιστροφής ανακυκλούμενου θρεπτικού διαλύματος.** Η ύπαρξη του δικτύου ανακύκλωσης έχει σκοπό στην συλλογή του θρεπτικού διαλύματος που περισσεύει και απορρέει από το ριζόστρωμα των φυτών και στην επιστροφή του πίσω στην εγκατάσταση παρασκευής αυτού, με στόχο την επαναχρησιμοποίηση του. Το δίκτυο ανακύκλωσης του θρεπτικού διαλύματος από: α) τους υδρορροείς, β) τους αγωγούς συλλογής του διαλύματος απορροής, γ) την δεξαμενή συγκέντρωσης, δ) ένα σύστημα απολύμανσης του διαλύματος απορροής, ε) τη ν δεξαμενή αποθήκευσης του μετά την απολύμανση και στ) αντλίες και αγωγούς μεταφοράς που συνδέουν τα παραπάνω στοιχεία μεταξύ τους καθώς και την κεφαλή υδρολίπανσης.

### **5.3.3 Υποδοχείς υποστρωμάτων και θρεπτικού διαλύματος**

Οι υποδοχείς των υποστρωμάτων ή του θρεπτικού διαλύματος τοποθετούνται πάνω στο ισοπεδωμένο έδαφος του θερμοκηπίου το οποίο νωρίτερα έχει καλυφθεί με φύλλα πλαστικού πολυαιθυλενίου πάχους 0.07mm. Το χρώμα των πλαστικών φύλλων κάλυψης του εδάφους είναι μαύρο στην κάτω επιφάνεια και λευκό στην πάνω επιφάνεια. Οι υποδοχείς των υποστρωμάτων τοποθετούνται είτε απευθείας πάνω στο καλυμμένο έδαφος είτε πάνω σε πάγκους ή σε άλλα στηρίγματα, με σκοπό την διευκόλυνση των καλλιεργητικών εργασιών εφόσον το καλλιεργούμενο φυτικό είδος δεν αναπτύσσεται σε ύψος. Οι υποδοχείς μπορούν να είναι είτε υδρορροές, είτε φυτοδοχεία, είτε σάκοι, είτε πλαστικά περιτυλίγματα.

## **5.4. Καλλιέργεια φράουλας σε υδροπονικό σύστημα**

### **5.4.1.Εγκατάσταση της καλλιέργειας**

Η καλλιεργούμενη φράουλα (*Fragaria x ananassa Duchesne*) ανήκει στην οικογένεια Rosaceae. Σήμερα οι περισσότερες καλλιεργούμενες ποικιλίες προέρχονται από διασταύρωση των ειδών *F. chiloensis* και *F. virginiana* ή αυτών με άλλα είδη. Για καλλιεργητικούς σκοπούς η φράουλα πολλαπλασιάζεται αγενώς με στόλωνες, οι οποίοι είναι έρποντες βλαστοί παραγόμενοι από μητρικά φυτά σε συνθήκες μεγάλης ημέρας. Οι κόμβοι των στολώνων ριζοβολούν όταν έρχονται σε επαφή με υγρό χώμα, οπότε καθένας από αυτούς μπορεί να αναπτυχθεί ως ανεξάρτητο φυτό αν αποκοπεί από τους άλλους.

Σε γενικές γραμμές, η εκτός εδάφους καλλιέργεια της φράουλας οδηγεί σε αύξηση των αποδόσεων και συνεπώς μπορεί να παράσχει σημαντικό οικονομικό πλεονέκτημα. Οι αποδόσεις της φράουλας εξαρτώνται από τον αριθμό των καρπών ανά φυτό, το μέσο βάρος των καρπών ανά φυτό και την πυκνότητα φύτευσης. Οι καλύτερες συνθήκες που επιτυγχάνονται στο χώρο των ριζών στις καλλιέργειες εκτός εδάφους (έναρξη καλλιέργειας χωρίς παθογόνα, καλύτερες συνθήκες αερισμού, διαθεσιμότητας νερού και θερμοκρασίας ρίζας) αυξάνουν τόσο τον αριθμό όσο και το μέσω μέγεθος των

καρπών. Σε αυτά τα συστήματα τα φυτά μπορούν να τοποθετούνται πάνω σε πάγκους ή υπερυψωμένα κανάλια, ώστε να διευκολύνονται οι καλλιεργητικές εργασίες και να μειώνονται τα εργατικά. Επίσης ένα επιπλέον πλεονέκτημα είναι οι παραγωγή καρπών υψηλότερης ποιότητας λόγω της μη επαφής με το έδαφος και της υγρασίας αυτού, καθώς και του καλύτερου αερισμού τους. Έτσι προσβάλλονται σε μικρότερο βαθμό από προσυλλεκτικές ή μετασυλλεκτικές σήψεις οφειλόμενες σε βοτρυτή ή άλλους μικροοργανισμούς.

Επειδή η φράουλα εκκρίνει ουσίες με αυτοτοξική δράση από τις ρίζες της, σε καλλιέργεια κλειστού υδροπονικού συστήματος, το ανακυκλούμενο θρεπτικό διάλυμα θα πρέπει να απορρίπτεται τακτικά για να μην συσσωρεύονται αυτές οι ουσίες στις ρίζες της.

Σε αυτού του είδους τις καλλιέργειες, η φύτευση της φράουλας γίνεται είτε σε σάκους είτε απευθείας σε κανάλια με υπόστρωμα. Φύτευση της φράουλας σε κανάλια, υπερυψωμένα ή μη, γίνεται και στη ν υδροκαλλιέργεια (συστήματα NFT). Ακόμη η φράουλα καλλιεργείται επιτυχώς και σε αεροπονικά συστήματα αλλά και σε συστήματα επίπλευσης. Η φύτευσή της μπορεί να γίνεται σε απλές, διπλές ή πολλαπλές γραμμές. Η πυκνότητα φύτευσης κυμαίνεται γύρω στα 10 φυτά/m<sup>2</sup>, όταν τα φυτά είναι τοποθετημένα στο ίδιο επίπεδο. Αντίθετα αν είναι κάθετη η καλλιέργεια ή κεκλιμένου επιπέδου επιτρέπονται πυκνότητες που φτάνουν τα 24 φυτά/ m<sup>2</sup> ή και μεγαλύτερες.

#### **5.4.2 Λίπανση και θρέψη**

Η φράουλα είναι ένα ευαίσθητο φυτό στην αλατότητα. Δεν χρειάζεται υψηλές συγκεντρώσεις θρεπτικών στοιχείων στο θρεπτικό διάλυμα όταν καλλιεργείται εκτός εδάφους. Στα φυτά της φράουλας το Ca συσσωρεύεται κυρίως στα φύλλα, ενώ οι καρποί περιέχουν πολύ λίγο. Αντίθετα από το Ca, το K και το N περιέχονται σε υψηλότερες συγκεντρώσεις στους καρπούς ενώ το Mg περιέχεται σε ίδιες συγκεντρώσεις τόσο στα φύλλα όσο και στους καρπούς.

Η παροχή μέρους του αζώτου δίνει υψηλότερη παραγωγή στις καλλιέργειες φράουλας εκτός εδάφους. Η αύξηση του αμμωνιακού αζώτου σε ποσοστό μέχρι 20% του συνολικού N στο θρεπτικό διάλυμα τροφοδοσίας αυξάνει σημαντικά την παραγωγή της φράουλας στις καλλιέργειες εκτός εδάφους. Μεγαλύτερη αύξηση της παροχής NH<sub>4</sub>-N σε ποσοστό μέχρι 30%

του συνολικού N όμως οδηγεί σε σημαντική μείωση της παραγωγής. Επίσης το  $\text{NH}_4\text{-N}$  μπορεί να προκαλέσει τοξικότητα στην φράουλα όταν η θερμοκρασία στο περιβάλλον της ρίζας είναι υψηλότερη από 28 βαθμούς C. Γι' αυτό, όταν επικρατούν υψηλές θερμοκρασίες περιβάλλοντος η παροχή  $\text{NH}_4\text{-N}$  πρέπει να διατηρείται σε αρκετά χαμηλότερα επίπεδα από το 20% του συνολικού αζώτου.

Τέλος, η φράουλα επωφελείται από την παροχή πυριτίου μέσω του θρεπτικού διαλύματος τροφοδοσίας. Αρχικά, η παροχή Si αυξάνει την γονιμότητα της γύρης της φράουλας και την καρπόδεση, με συνέπεια να οδηγεί σε υψηλότερη παραγωγή. Επιπλέον, η παροχή Si στην φράουλα μειώνει σημαντικά τις προσβολές από ωίδιο. Από την άλλη πλευρά όμως, όταν η χορήγηση Si σε συγκεντρώσεις που υπερβαίνουν τα  $0,55 \text{ mmol L}^{-1}$  (σε μορφή  $\text{K}_2\text{SiO}_3$ ) μπορούν να αυξήσουν εμφάνιση καρπών με αλμπινισμό (καρποί λευκού χρώματος). Για να αποφευχθεί αυτή η παρενέργεια, η συγκέντρωση Si στα θρεπτικά διαλύματα που παρέχονται στην φράουλα συνιστάται να μην υπερβαίνει το επίπεδο των  $0,5 \text{ mmol L}^{-1}$ . (Σάββας Δ., 2011)

---

# ***ΠΕΙΡΑΜΑΤΙΚΟ ΜΕΡΟΣ***

---

## Κεφάλαιο 6. Υλικά και μέθοδοι

### Σκοπός της εργασίας

Σε μη θερμαινόμενο υαλόφρακτο θερμοκήπιο του εργαστηρίου λαχανοκομίας του Α.Τ.Ε.Ι. Καλαμάτας πραγματοποιήθηκε υδροπονική καλλιέργεια φυτών φράουλας (ποικιλία Camarosa) από τις 24 Οκτωβρίου έως τις 10 Ιουνίου του 2013. Σκοπός της πειραματικής μελέτης ήταν η διερεύνηση της ανταπόκρισης της ποικιλίας «Camarosa» σε διαφορετικά υδροπονικά συστήματα και πιο συγκεκριμένα σε περλίτη, NFT και σε επίπλευση.

### 6.1. Φυτικό υλικό

Χρησιμοποιήθηκαν φυτά ψυγείου της ποικιλίας Camarosa η οποία επιλέχθηκε γιατί καλλιεργείται ευρέως τα τελευταία χρόνια στην Ελλάδα. Τα χαρακτηριστικά της είναι τα παρακάτω:

Η ποικιλία Camarosa αναπτύχθηκε και εισήχθη στην αγορά το 1993 από το πανεπιστήμιο της Καλιφόρνιας. Χαρακτηριστικό της ποικιλίας αυτής είναι ότι η παραγωγή καρπών γίνεται σε τρεις περιόδους το χρόνο:

**πρώιμη, μεσαία και όψιμη.** Παράγει καρπούς μεγάλους, κωνικούς, ομοιόμορφα πεπλατυσμένους με ομοιόμορφο εξωτερικό και εσωτερικό χρώμα επίσης ο καρπός είναι αρκετά ανθεκτικός στη βροχή. Τα φυτά παρουσιάζουν μέτρια ευαισθησία στο μύκητα *Xanthomonas* και στον περονόσπορο. Η ποικιλία Camarosa προσαρμόζεται καλύτερα στις νοτιότερες περιοχές, παράγοντας σταθερά υψηλότερες σοδειές μεγάλων και καλής ποιότητας καρπών. Η ποικιλία αυτή προσαρμόζεται στα φυτώρια καλύτερα από κάθε άλλη ποικιλία που έχει δοκιμαστεί. Η όψιμη παραγωγή, οι υψηλές σοδειές, οι μεγάλοι καρποί και η καλή συνεκτικότητα την κάνουν ελκυστική τόσο στους παραγωγούς όσο και στους εμπόρους. Η συνεκτικότητα των καρπών

επιτρέπει καλύτερη ευελιξία στο χρόνο συγκομιδής των καρπών και καλύτερη κατανομή αυτών στην αγορά.

## 6.2. Φύτευση

Η φύτευση πραγματοποιήθηκε στις 24/10/2013. Η προμήθεια των φυταρίων έγινε μέσω της εταιρείας "Αρβανιτάκης". Από τα φυτάρια ψυγείου, επιλέχθηκαν τα πλέον ομοιόμορφα και ζωηρά, και τοποθετήθηκαν στα δυο υδροπονικά συστήματα ως εξής:

1. Σε ότι αφορά την επίπλευση τα φυτά τοποθετήθηκαν σε πλάκες εξηλασμένης πολυστερίνης (Styrofoam) αφού είχαν δημιουργηθεί οι αντίστοιχες υποδοχές διαμέτρου 3 cm στις οποίες είχαν τοποθετηθεί τα ειδικά διάτρητα ποτηράκια φύτευσης.

Χρησιμοποιήθηκαν φυτά της ποικιλίας «Camargosa» τα οποία τοποθετήθηκαν σε πυκνότητα 16 φυτών/m<sup>2</sup>. Σε ότι αφορά τον σχεδιασμό του πειράματος, το κάθε υδροπονικό σύστημα είχε τρεις επαναλήψεις σε τυχαία σημεία του θερμοκηπίου. Από την κάθε επανάληψη των συστημάτων, ελαμβάνοντο μετρήσεις από 5 φυτά, ενώ υπήρχαν και αρκετά φυτά περιθωρίου.

2. Σε ότι αφορά το NFT τα φυτά τοποθετήθηκαν στα πλαστικά κανάλια μήκους 3.5 m και πλάτους 0,30 m. Όπως και στην επίπλευση, χρησιμοποιήθηκαν φυτά της ποικιλίας «Camargosa» τα οποία τοποθετήθηκαν σε πυκνότητα 16 φυτών/m<sup>2</sup>. Σε ότι αφορά τον σχεδιασμό του πειράματος, το κάθε υδροπονικό σύστημα είχε τρεις επαναλήψεις σε τυχαία σημεία του θερμοκηπίου. Από την κάθε επανάληψη των συστημάτων, ελαμβάνοντο μετρήσεις από 5 φυτά, ενώ υπήρχαν και αρκετά φυτά περιθωρίου.

3. Σε ότι αφορά τον περλίτη, χρησιμοποιήθηκε υδροπονικός περλίτης της εταιρείας Perloflor ο οποίος τοποθετήθηκε χύδην στα πλαστικά κανάλια μήκους 3.5 m και πλάτους 0,30 m. Όπως και στην επίπλευση, χρησιμοποιήθηκαν φυτά της ποικιλίας «Camargosa» τα οποία τοποθετήθηκαν σε πυκνότητα 16 φυτών/m<sup>2</sup>. Σε ότι αφορά τον σχεδιασμό του πειράματος, το κάθε υδροπονικό σύστημα είχε τρεις επαναλήψεις σε τυχαία σημεία του

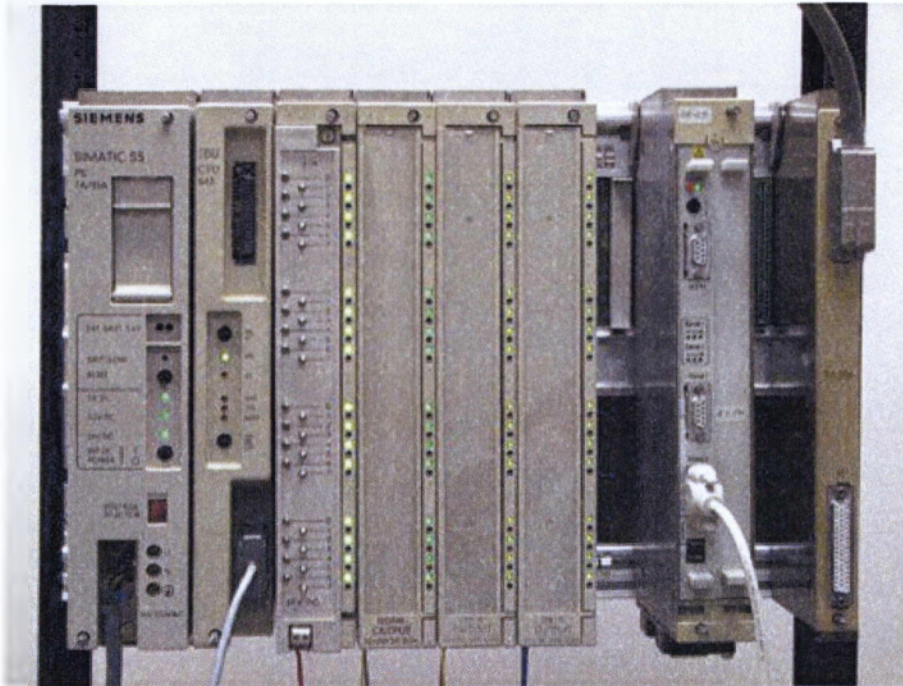


θερμοκηπίου. Από την κάθε επανάληψη των συστημάτων, ελαμβάνοντο μετρήσεις από 5 φυτά, ενώ υπήρχαν και αρκετά φυτά περιθωρίου.



Εικόνα 11: υδροπονικό σύστημα επίπλευσης της φράουλας

### 6.3. Μονάδα προγραμματιζόμενου ελεγκτή (PLC)



Εικόνα 12: Προγραμματιζόμενος ελεγκτής (PLC)

## 6.4. Περιγραφή των Υδροπονικών Συστημάτων

### 6.4.1 Σύστημα Επίπλευσεως

Στο θερμοκήπιο που πραγματοποιήθηκε η εργασία, είναι εγκατεστημένα 3 όμοια συστήματα επίπλευσεως των οποίων τα κατασκευαστικά στοιχεία είναι τα εξής:

1. **Λεκάνη καλλιέργειας** μήκους 3.5 m, πλάτους 2 m και ωφέλιμου ύψους 35 cm. Το πλαίσιο της λεκάνης καλλιέργειας θα είναι από υλικό ανθεκτικό στα φορτία πίεσης που θα αναπτύσσονται από τον όγκο του

- θρεπτικού διαλύματος. Το εσωτερικό της ΛΚ να είναι επενδυμένο με κατάλληλη μεμβράνη (αδιάβροχη και μη τοξική για τα φυτά).
2. **Αισθητήρες μετρήσεως της στάθμης** εντός της λεκάνης καλλιέργειας (άνω και κάτω στάθμη). Για την πραγματοποίηση της καλλιέργειας της φράουλας επιλέχθηκε η στάθμη των 25 εκ.
  3. **Διάτρητοι σωλήνες** στον πυθμένα της λεκάνης καλλιέργειας μέσω των οποίων αναρροφάται το θρεπτικό διάλυμα από μία εξωτερική αντλία η οποία ανακυκλώνει (αναδεύει) το αναρροφώμενο θρεπτικό διάλυμα, ώστε να δημιουργείται παφλασμός αλλά και μετακίνηση του διαλύματος για την καλύτερη οξυγόνωση.
  4. **Αισθητήρας μέτρησης pH και δοχείο οξέος** για την τακτική και άμεση ρύθμιση του pH στη λεκάνη καλλιέργειας
  5. **Αισθητήρες μετρήσεως** α) της ηλεκτρικής αγωγιμότητας και β) της θερμοκρασίας και γ) αισθητήρας μέτρησης της συγκέντρωσης  $O_2$  του θρεπτικού διαλύματος (εντός της λεκάνης καλλιέργειας).
  6. **Εγγυτές αέρος** (αερόπετρες) εντός του πυθμένα της λεκάνης καλλιέργειας οι οποίοι ήταν συνδεδεμένοι με κεντρική αεραντλία δυνατότητας παροχής 40 L αέρα/ min/  $m^3$  διαλύματος.

#### 6.4.2 Σύστημα NFT

Στο θερμοκήπιο που πραγματοποιήθηκε η εργασία, είναι εγκατεστημένα 3 όμοια συστήματα NFT των οποίων τα κατασκευαστικά στοιχεία είναι τα εξής:

1. **Κανάλια:** Το κάθε σύστημα αποτελείται από 2 κανάλια μήκους 3.5 m και πλάτους 0,30 m. Η απόσταση μεταξύ του κάθε ζεύγους καναλιών είναι 0,6 m.
2. **Πλαίσια στηρίξεως:** Τα κανάλια είναι τοποθετημένα πάνω σε πλαίσια ανοξείδωτου υλικού διαστάσεων 3,5 m x 0,30 m x 1,0 m (μήκος x πλάτος x ύψος).
3. **Δοχείο διαλύματος συμπλήρωσης:** Σε κάθε ένα από τα 3 συστήματα αντιστοιχεί και ένα δοχείο με διάλυμα συμπλήρωσης στο οποίο

μεταφέρεται το έτοιμο θρεπτικό διάλυμα από την κεφαλή υδρολίπανσης.

4. **Αισθητήρας μέτρησης της στάθμης:** Σε κάθε δοχείο συμπλήρωσης υπάρχει και αισθητήρας στάθμης για την συμπλήρωση του δοχείου με φρέσκο διάλυμα.
5. **Δοχείο διαλύματος τροφοδοσίας:** Το δοχείο αυτό βρίσκεται κάτω από τα πλαίσια στηρίξεως και τροφοδοτεί τα δύο κανάλια του συστήματος με θρεπτικό διάλυμα. Στο δοχείο αυτό, αφ' ενός συλλέγεται το θρεπτικό διάλυμα απορροής και αφ' ετέρου προστίθεται έτοιμο διάλυμα από το δοχείο συμπλήρωσης. Η στάθμη του θρεπτικού διαλύματος μέσα στο δοχείο διατηρείται στα επιθυμητά επίπεδα με την βοήθεια ενός αισθητήρα στάθμης.
6. **Αντλίες** που ήταν τοποθετημένες στην κορυφή του κάθε καναλιού (2 αντλίες ανά σύστημα) για την εξασφάλιση συνεχούς ροής του θρεπτικού διαλύματος τροφοδοσίας των 3 καναλιών του πειραματικού τεμαχίου. Το θρεπτικό διάλυμα τροφοδοσίας, ρέει κατά μήκος των καναλιών και επιστρέφει στο δοχείο τροφοδοσίας. Η επιστροφή του θρεπτικού διαλύματος πραγματοποιείται μέσω κατάλληλων κλειστών αγωγών υπό την επίδραση της βαρύτητας.
7. **Εγχυτές αέρος** εντός του πυθμένα του δοχείου τροφοδοσίας οι οποίοι είναι συνδεδεμένοι με κεντρική αεραντλία δυνατότητας παροχής 40 L αέρα/ min/ m<sup>3</sup> διαλύματος (όπως και στο σύστημα επιπλεύσεως).
8. **Αισθητήρας μέτρησης pH και δοχείο οξέος** για την τακτική και άμεση ρύθμιση του pH στο δοχείο τροφοδοσίας.
9. **Αισθητήρες μέτρησης** α) της ηλεκτρικής αγωγιμότητας και β) της θερμοκρασίας μέσα στο δοχείο τροφοδοσίας.
10. **Συλλογή απορροής.** Το δοχείο τροφοδοσίας είναι συνδεδεμένο με μία αντλία η οποία παρέχει θρεπτικό διάλυμα στο δίκτυο άρδευσης κάθε καναλιού. Το διάλυμα απορροής από τα υποστρώματα ρέει κατά μήκος των καναλιών κινούμενο προς την κατώτερη άκρη τους. Εκεί συλλέγεται και μέσω καταλλήλων σωληνώσεων επιστρέφει στο δοχείο τροφοδοσίας με την επίδραση της βαρύτητας.

11. Ο σωλήνας συλλογής του διαλύματος απορροής έχει διπλή έξοδο, μία προς το δοχείο τροφοδοσίας και μία προς το σύστημα αποχέτευσης του θερμοκηπίου για απόρριψη του διαλύματος απορροής όταν η εφαρμογή ανακύκλωσης δεν είναι επιθυμητή. Η κατεύθυνση της κίνησης και εξόδου του διαλύματος απορροής από τον σωλήνα συλλογής ρυθμίζεται χειρωνακτικά μέσω κατάλληλης βάνας.
12. Αισθητήρας μέτρησης της συγκέντρωσης  $O_2$  σε κάθε πειραματικό τεμάχιο στο θρεπτικό διάλυμα τροφοδοσίας.

#### 6.4.3. Σύστημα στερεών υποστρωμάτων

Στο θερμοκήπιο που πραγματοποιήθηκε η εργασία, είναι εγκατεστημένα 3 όμοια συστήματα για τη χρήση στερεών υποστρωμάτων. Ως στερεό υπόστρωμα επιλέχθηκε ο περλίτης που θεωρείται ένα από τα πλέον διαδεδομένα υποστρώματα στην Ελλάδα. Τα κατασκευαστικά στοιχεία είναι τα εξής:

1. **Κανάλια:** Το κάθε σύστημα αποτελείται από 2 κανάλια μήκους 3,5 m και πλάτους 0,30 m. Η απόσταση μεταξύ των καναλιών είναι 0,6 m
2. **Πλαίσια στηρίξεως:** Τα κανάλια είναι τοποθετημένα πάνω σε πλαίσια ανοξείδωτου υλικού διαστάσεων 3,5 m x 0,30 m x 1,0 m (μήκος x πλάτος x ύψος).
3. **Δοχείο διαλύματος συμπλήρωσης:** Σε κάθε ένα από τα 3 συστήματα αντιστοιχεί και ένα δοχείο με διάλυμα συμπλήρωσης στο οποίο μεταφέρεται το έτοιμο θρεπτικό διάλυμα από την κεφαλή υδρολίπανσης.
4. **Αισθητήρας μέτρησης της στάθμης:** Σε κάθε δοχείο συμπλήρωσης υπάρχει και αισθητήρας στάθμης για την συμπλήρωση του δοχείου με φρέσκο διάλυμα.
5. **Δοχείο διαλύματος τροφοδοσίας:** Το δοχείο αυτό βρίσκεται κάτω από τα πλαίσια στηρίξεως και τροφοδοτεί τα δύο κανάλια του συστήματος με θρεπτικό διάλυμα. Στο δοχείο αυτό, αφ' ενός συλλέγεται το θρεπτικό διάλυμα

απορροής και αφ' ετέρου προστίθεται έτοιμο διάλυμα από το δοχείο συμπλήρωσης. Η στάθμη του θρεπτικού διαλύματος μέσα στο δοχείο διατηρείται στα επιθυμητά επίπεδα με την βοήθεια ενός αισθητήρα στάθμης.

**6. Εγχυτές αέρος** εντός του πυθμένα του δοχείου τροφοδοσίας οι οποίοι είναι συνδεδεμένοι με κεντρική αεραντλία δυνατότητας παροχής 40 L αέρα/ min/ m<sup>3</sup> διαλύματος (όπως και στο σύστημα επιπλεύσεως).

**7. Αισθητήρας μέτρησης pH και δοχείο οξέος** για την τακτική και άμεση ρύθμιση του pH στο δοχείο τροφοδοσίας.

**8. Αισθητήρες μέτρησης** α) της ηλεκτρικής αγωγιμότητας και β) της θερμοκρασίας μέσα στο δοχείο τροφοδοσίας.

**9. Συλλογή απορροής.** Το δοχείο τροφοδοσίας είναι συνδεδεμένο με μία αντλία η οποία παρέχει θρεπτικό διάλυμα στο δίκτυο άρδευσης κάθε καναλιού. Το διάλυμα απορροής από τα υποστρώματα ρέει κατά μήκος των καναλιών κινούμενο προς την κατώτερη άκρη τους. Εκεί συλλέγεται και μέσω καταλλήλων σωληνώσεων επιστρέφει στο δοχείο τροφοδοσίας με την επίδραση της βαρύτητας. Οι αντλίες οδηγούνται από καταλλήλους ρυθμιστές στροφών (inverters) για την ελεγχόμενη αυξομείωση της παροχής.

**10. Ο σωλήνας συλλογής του διαλύματος απορροής** έχει διπλή έξοδο, μία προς το δοχείο τροφοδοσίας και μία προς το σύστημα αποχέτευσης του θερμοκηπίου για απόρριψη του διαλύματος απορροής όταν η εφαρμογή ανακύκλωσης δεν είναι επιθυμητή. Η κατεύθυνση της κίνησης και εξόδου του διαλύματος απορροής από τον σωλήνα συλλογής ρυθμίζεται χειρωνακτικά μέσω κατάλληλης βάνας.

**11. Αισθητήρας μέτρησης της συγκέντρωσης O<sub>2</sub>** σε κάθε πειραματικό τεμάχιο να υπάρχει ένας στο θρεπτικό διάλυμα τροφοδοσίας.

#### **6.4.4 Δοχείο Παρασκευής του Θρεπτικού Διαλύματος**

Το δοχείο παρασκευής του θρεπτικού Διαλύματος, είναι χωρητικότητας 100 λίτρων.

Το παρασκευαζόμενο θρεπτικό διάλυμα συμπληρώσεως αναδεύεται με έγχυση αέρος μεγάλης ταχύτητας ροής.

**Η είσοδος των πυκνών διαλυμάτων** γίνεται μέσω 13 ανοιγμάτων (12 για τα πυκνά διαλύματα και 1 για την είσοδο του καθαρού νερού). Η πλήρωση του δοχείου παρασκευής γίνεται μέσω κατάλληλης ηλεκτροβαλβίδας πλήρωσης.

**Η έξοδος του θρεπτικού διαλύματος συμπλήρωσης** γίνεται μέσω σωλήνα που ξεκινάει από τον πυθμένα του δοχείου ώστε να μην μένει καθόλου υπόλοιπο διάλυμα μετά την ολοκλήρωση της παρασκευής του και την μεταφορά του στο αντίστοιχο πειραματικό τεμάχιο. Για τον καθαρισμό του δοχείου χρησιμοποιούνται επιπλέον 2 ηλεκτροβαλβίδες έκπλυσης (είσοδος – έξοδος νερού).

#### **6.4.5 Κεφαλή υδρολίπανσης**

- Η **κεφαλή υδρολίπανσης**, έχει την δυνατότητα παρασκευής 12 διαφορετικών θρεπτικών διαλυμάτων, τα οποία παρασκευάζονται από την μίξη νερού, 12 πυκνών διαλυμάτων λιπασμάτων και ενός πυκνού διαλύματος οξέως.
- Ο **χρόνος παρασκευής** κάθε διαλύματος, είναι περίπου 15 λεπτά, συμπεριλαμβανομένου και του **χρόνου διορθώσεως του pH**.
- Οι **αναλογίες της μίξης**, καθώς και το **επιθυμητό pH** επιλέγονται αυτόματα βάσει εξισώσεων.
- Το **παραγόμενο τελικό διάλυμα συμπλήρωσης**, οδηγείται μέσω αντλίας και 6 καταλλήλων ηλεκτροβαλβίδων στα αντίστοιχα 3 δοχεία συμπλήρωσης στην περίπτωση των στερεών υποστρωμάτων και στις 3 λεκάνες καλλιέργειας στην περίπτωση της επιπλεύσεως.

- Η παροχή πυκνών διαλυμάτων λιπασμάτων και οξέος, πραγματοποιείται με την χρήση 13 περισταλτικών δοσομετρικών αντλιών για τη μεγαλύτερη δυνατή ακρίβεια έγχυσης (12 για τα πυκνά δ/τα και 1 για την είσοδο του καθαρού νερού). Η παροχή τους είναι 60 l/h σε πίεση 3 bar.

#### **6.4.6 Αντλία κεφαλής υδρολιπάνσεως**

Η αντλία της κεφαλής υδρολιπάνσεως είναι παροχής 10m<sup>3</sup>/h σε πίεση 3 bar.

#### **6.4.7 Αισθητήρες κεφαλής υδρολιπάνσεως**

Δύο (2) αισθητήρες αγωγιμότητας, δύο (2) αισθητήρες pH και ένας (1) αισθητήρας μετρήσεως στάθμης της δεξαμενής παρασκευής του θρεπτικού διαλύματος

#### **6.4.8 Παρελκόμενα κεφαλής υδρολιπάνσεως**

- 12 δεξαμενές όγκου 100 λίτρων για την αποθήκευση των πυκνών διαλυμάτων λιπασμάτων και οξέος (1 δεξαμενή για κάθε δοσομετρική αντλία) με σωλήνωση προς την κεφαλή.
- Δεξαμενή 500 λίτρων για την τροφοδότηση της κεφαλής υδρουδρολιπάνσεως με νερό, με φλοτέρ πλήρωσης.
- 6 ξεχωριστές ηλεκτροβαλβίδες για τη μεταφορά των 6 θρεπτικών διαλυμάτων συμπληρώσεως στα 6 πειραματικά τεμάχια του θερμοκηπίου.
- Σύστημα αναδεύσεως (με εισαγωγή αέρα) του παρασκευαζόμενου θρεπτικού διαλύματος.



## 6.5 Μετρήσεις

### 6.5.1. Παραγωγή

Η πρώτη συγκομιδή καρπών έγινε στις 16-1-2013 (83 ημέρες από την φύτευση) και η τελευταία στις 6-6-2013 (222 ημέρες από την φύτευση). Οι μετρήσεις στους καρπούς αφορούσαν τις εξής παραμέτρους:

- Αριθμός μη εμπορεύσιμων καρπών/φυτό.
- Βάρος μη εμπορεύσιμων καρπών/φυτό.
- Αριθμός εμπορεύσιμων καρπών/φυτό.
- Βάρος εμπορεύσιμων καρπών/φυτό (η απόδοση σε καρπούς εκφράσθηκε και σε kg/ m<sup>2</sup>).
- Μεγάλη διάμετρος καρπών
- Μήκος καρπών

**Ως μη εμπορεύσιμοι καρποί** θεωρήθηκαν αυτοί με βάρος μικρότερο των 10 g, οι παραμορφωμένοι λόγω χαμηλών ή υψηλών θερμοκρασιών καθώς και οι προσβεβλημένοι από βοτρυτή.

**Ως εμπορεύσιμοι** θεωρήθηκαν οι καλοσχηματισμένοι και υγιείς καρποί άνω των 10 g.

Η μέγιστη διάμετρος καθώς και το μήκος των καρπών μετρήθηκε με παχύμετρο.

Η ανάλυση της παραλλακτικότητας και η σύγκριση των μέσων όρων πραγματοποιήθηκε μέσω του προγράμματος Statistica (κριτήριο ΕΣΔ σε επίπεδο σημαντικότητας  $p=0,05$ ).

### 6.5.2 Ανάπτυξη

Πραγματοποιήθηκαν 2 δειγματοληψίες φυτών στα παρακάτω στάδια:

- 1<sup>η</sup> δειγματοληψία φυτών στην έναρξη ωρίμανσης των πρώτων καρπών 16-01-2013 (83 ημέρες από την φύτευση).
- 2<sup>η</sup> δειγματοληψία φυτών 26-4-2013 (182 ημέρες από την φύτευση).

Μετρήθηκαν τα εξής:

- Συνολικό νωπό βάρος φυτών (υπέργειο και υπογείο τμήμα)
- Αριθμός φύλλων
- Νωπό βάρος φύλλων
- % Ξηρά ουσία φύλλων
- Νωπό βάρος ριζών
- % Ξηρά ουσία ριζών
- Αριθμός ανθέων
- Νωπό βάρος ανθέων
- % Ξηρά ουσία ανθέων
- % Ξηρά ουσία ώριμων καρπών
- % Ξηρά ουσία ανώριμων καρπών

### 6.6 Θρεπτικά Διαλύματα

Η σύσταση των θρεπτικών διαλυμάτων που εφαρμόστηκαν (μετά την ανάλογη προσαρμογή στο νερό αρδεύσεως) περιγράφεται στον παρακάτω πίνακα. Η ηλεκτρική αγωγιμότητα διατηρήθηκε στο 1.9-2.0mS/cm και το pH στο 5.8-6.0 με την ανάλογη προσθήκη νιτρικού οξέος (Πίνακας 2).

**Πίνακας 2.** Σύσταση του νερού αρδεύσεως και του θρεπτικού διαλύματος (οι συγκεντρώσεις των μακροστοιχείων δίνονται σε meq/l και των ιχνοστοιχείων σε μmol/l)

	Σύσταση νερού αρδεύσεως	Σύσταση θρεπτικού διαλύματος
NO <sub>3</sub>	0,00	12,10
H <sub>2</sub> OP <sub>4</sub> <sup>-</sup>	-	1,20
SO <sub>4</sub> <sup>2-</sup>	2,25	1,65
Cl	1,55	1,55
NH <sub>4</sub> <sup>+</sup>	-	1,30
Ca <sup>2+</sup>	5,11	7,20
K <sup>+</sup>	0,07	4,70
Mg <sup>2+</sup>	2,63	3,00
Na <sup>+</sup>	1,09	1,09
Fe μmol/l	-	20,00
Mn	-	10,00
Zn	1,07	7,00
B	5,56	25
Cu	-	0,80
Mo	-	0,50
HCO <sub>3</sub> meq/L	4,85	0,79
Αγωγιμότητα	0,67 dS/m	1,9-2,0
pH	7,78	5,6-5,7

## 6.7 Αποτελέσματα

## 1. Πρώτη δειγματοληψία φυτών (83 ημέρες από την φύτευση)

**Πίνακας 3.** Επίδραση του υποστρώματος στον αριθμό φύλλων, καρπών, ανθέων και καρπών ανά φυτό

Υπόστρωμα	Αριθμός φύλλων ανά φυτό	Αριθμός καρπών ανά φυτό	Αριθμός ανθέων ανά φυτό
Επίπλευση	26,00 a	5,20 a	2,00 a
NFT	12,27 b	4,00 ab	2,13 a
Περλίτης	9,73 b	2,53 b	0,87 b

\*Τιμές που ακολουθούνται από το ίδιο γράμμα στην ίδια στήλη, δεν διαφέρουν σημαντικά σύμφωνα με το κριτήριο LSD ( $p=0,05$ ).

Με βάση τα αποτελέσματα του πίνακα 3, ο αριθμός των φύλλων ανά φυτό είναι σημαντικά μεγαλύτερος στην επίπλευση σε σχέση με το NFT και τον περλίτη, ο αριθμός των καρπών είναι μεγαλύτερος στην επίπλευση σε σύγκριση με τον περλίτη ενώ μεταξύ του NFT και του περλίτη δεν υπάρχει σημαντική διαφορά. Ο αριθμός των ανθέων ανά φυτό είναι μεγαλύτερος στην επίπλευση και στο NFT σε σύγκριση με τον περλίτη. Τονίζεται ότι ο αριθμός των ανθέων και των καρπών ανά φυτό αφορούν την μέτρησή τους κατά τη στιγμή της δειγματοληψίας.

**Πίνακας 4.** Επίδραση του υποστρώματος στο νωπό βάρος του φυτού (υπέργειο και υπόγειο τμήμα), καθώς στο νωπό βάρος φύλλων, ανθέων και ρίζας ανά φυτό

Υπόστρωμα	Νωπό βάρος φυτού (g)	Νωπό βάρος φύλλων ανά φυτό (g)	Νωπό βάρος ανθέων ανά φυτό (g)	Νωπό βάρος ρίζας ανά φυτό
Επίπλευση	141,87 a	49,92 a	0,44 b	31,94 a
NFT	53,54 b	15,60 b	1,93 a	14,47 b
Περλίτης	57,2 b	11,47 b	0,12 b	10,76 c

\* Τιμές που ακολουθούνται από το ίδιο γράμμα στην ίδια στήλη, δεν διαφέρουν σημαντικά σύμφωνα με το κριτήριο LSD ( $p=0,05$ ).

Με βάση τα αποτελέσματα του πίνακα 4, το νωπό βάρος του φυτού (υπέργειο και υπόγειο τμήμα) και το νωπό βάρος των φύλλων ανά φυτό είναι σημαντικά μεγαλύτερα στην επίπλευση σε σχέση με το NFT και τον περλίτη. Το νωπό βάρος των ανθέων ανά φυτό είναι σημαντικά μεγαλύτερο στο NFT σε σχέση με την επίπλευση και τον περλίτη μεταξύ των οποίων δεν παρατηρούνται σημαντικές διαφορές. Το νωπό βάρος της ρίζας ανά φυτό είναι μεγαλύτερο στην επίπλευση σε σχέση με αυτό στο NFT, ενώ στον περλίτη παρατηρείται η μικρότερη τιμή σε σχέση και με τα δυο συστήματα υδατοκαλλιέργειας.

**Πίνακας 5.** Επίδραση του υποστρώματος στην % ξηρά ουσία φύλλων, καρπών (ώριμων-ανώριμων), ανθέων και ριζών

Υπόστρωμα	% Ξηρά ουσία φύλλων	% Ξηρά ουσία ανώριμων καρπών	% Ξηρά ουσία ανθέων	% Ξηρά ουσία ριζών
Επίπλευση	21,78 ns	10,06 ns	16,50 ns	11,72 c
NFT	23,96 ns	11,21 ns	29,83 ns	15,63 b
Περλίτης	23,33 ns	13,99 ns	16,58 ns	22,34 a

\* Τιμές που ακολουθούνται από το ίδιο γράμμα στην ίδια στήλη, δεν διαφέρουν σημαντικά σύμφωνα με το κριτήριο LSD ( $p=0,05$ ).

Σύμφωνα με τα αποτελέσματα του πίνακα 5, η % ξηρά ουσία φύλλων, ανώριμων καρπών και ανθέων δεν επηρεάζεται από το υδροπονικό σύστημα,

σε αντίθεση με την % ξηρά ουσία των ριζών η οποία είναι σημαντικά μεγαλύτερη στον περλίτη σε σχέση και με τα δυο συστήματα υδατοκαλλιέργειας, ενώ η μικρότερη τιμή παρατηρείται στην επίπλευση.

## 2. Δεύτερη δειγματοληψία φυτών (182 ημέρες από την φύτευση)

**Πίνακας 6.** Επίδραση του υποστρώματος στον αριθμό φύλλων, καρπών, ανθέων και καρπών ανά φυτό

Υπόστρωμα	Αριθμός φύλλων ανά φυτό	Αριθμός καρπών ανά φυτό	Αριθμός ανθέων ανά φυτό
Επίπλευση	34,07 a	19,47 a	6,80 ns
NFT	21,00 ab	12,73 b	5,40 ns
Περλίτης	15,73 b	8,13 b	3,53 ns

\* Τιμές που ακολουθούνται από το ίδιο γράμμα στην ίδια στήλη, δεν διαφέρουν σημαντικά σύμφωνα με το κριτήριο LSD ( $p=0,05$ ).

Σύμφωνα με τα αποτελέσματα του πίνακα 6, ο αριθμός των φύλλων είναι σημαντικά μεγαλύτερος στην επίπλευση σε σχέση με τον περλίτη, μεταξύ του οποίου και του NFT δεν παρατηρούνται σημαντικές διαφορές. Ο αριθμός των καρπών ανά φυτό είναι μεγαλύτερος στην επίπλευση σε σχέση με το NFT και τον περλίτη, μεταξύ των οποίων δεν υφίσταται σημαντική διαφορά. Αντιθέτως, ο αριθμός των ανθέων ανά φυτό δεν επηρεάζεται από το υδροπονικό σύστημα.

**Πίνακας 7.** Επίδραση του υποστρώματος στο νωπό βάρος του φυτού (υπέργειο και υπόγειο τμήμα), καθώς στο νωπό βάρος φύλλων, ανθέων και ρίζας ανά φυτό

Υπόστρωμα	Νωπό βάρος φυτού (g)	Νωπό βάρος φύλλων ανά φυτό (g)	Νωπό βάρος ανθέων ανά φυτό (g)	Νωπό βάρος ρίζας ανά φυτό
<b>Επίπλευση</b>	241,07 a	66,74 a	0,81 ns	32,00 a
<b>NFT</b>	127,77 b	30,31 b	0,50 ns	19,98 b
<b>Περλίτης</b>	103,89 b	32,34 b	0,48 ns	17,58 b

\* Τιμές που ακολουθούνται από το ίδιο γράμμα στην ίδια στήλη, δεν διαφέρουν σημαντικά σύμφωνα με το κριτήριο LSD ( $p=0,05$ ).

Με βάση τα αποτελέσματα του πίνακα 7, το νωπό βάρος του φυτού (υπέργειο και υπόγειο τμήμα), το νωπό βάρος των φύλλων και της ρίζας ανά φυτό είναι σημαντικά μεγαλύτερα στην επίπλευση σε σχέση με το NFT και τον περλίτη, μεταξύ των οποίων δεν υφίσταται σημαντική διαφορά. Αντιθέτως, το νωπό βάρος των ανθέων ανά φυτό δεν δείχνει να επηρεάζεται από το υδροπονικό σύστημα.

**Πίνακας 8.** Επίδραση του υποστρώματος στην % ξηρά ουσία φύλλων, καρπών (ώριμων-ανώριμων), ανθέων και ριζών

Υπόστρωμα	% Ξηρά ουσία φύλλων	% Ξηρά ουσία ώριμων καρπών	% Ξηρά ουσία ανώριμων καρπών	% Ξηρά ουσία ανθέων	% Ξηρά ουσία ριζών
<b>Επίπλευση</b>	21,76 ns	11,41 ns	10,86 ns	18,21 ns	12,81 b
<b>NFT</b>	24,70 ns	11,09 ns	11,86 ns	23,07 ns	15,77 a
<b>Περλίτης</b>	23,61 ns	13,36 ns	11,90 ns	20,68 ns	13,75 b

\* Τιμές που ακολουθούνται από το ίδιο γράμμα στην ίδια στήλη, δεν διαφέρουν σημαντικά σύμφωνα με το κριτήριο LSD ( $p=0,05$ ).

Με βάση τα αποτελέσματα το πίνακα 8, η % ξηρά ουσία φύλλων, καρπών, και ανθέων δεν επηρεάζεται σημαντικά από το υδροπονικό σύστημα, ενώ αντιθέτως η % ξηρά ουσία των ριζών είναι σημαντικά μεγαλύτερη στο NFT σε σύγκριση με την επίπλευση και τον περλίτη μεταξύ των οποίων δεν υπάρχει σημαντική διαφορά.

## 6.8 Παραγωγή και Ποιότητα

**Πίνακας 9.** Επίδραση του υποστρώματος στην παραγωγή και τα χαρακτηριστικά των καρπών

Υπόστρωμα	Σύνολο απόδοσης (g)	Απόδοση σε εμπορ.	Απόδοση σε μη εμπορ.	Μήκος (mm)	Διάμετρος (mm)
Επίπλευση	613,5 a	511,2 a	102,3 ns	39,3 a	32,6 ns
NFT	385,0 ab	314,5 b	67,6 ns	38,4 ab	32,6 ns
Περλίτης	279,74 b	194,37 b	85,32 ns	37,41 b	32,7 ns

\* Τιμές που ακολουθούνται από το ίδιο γράμμα στην ίδια στήλη, δεν διαφέρουν σημαντικά σύμφωνα με το κριτήριο LSD ( $p=0,05$ ).

Με βάση τα αποτελέσματα του πίνακα 9, η συνολική απόδοση σε καρπούς (εμπορεύσιμοι και μη εμπορεύσιμοι), καθώς και το μήκος των καρπών είναι μεγαλύτερα στην επίπλευση σε σχέση μόνο με τον περλίτη, μεταξύ του οποίου και του NFT δεν παρατηρείται σημαντική διαφορά. Η απόδοση σε εμπορεύσιμους καρπούς είναι μεγαλύτερη στην επίπλευση σε σχέση με τον περλίτη και το NFT μεταξύ των οποίων δεν υπάρχει σημαντική διαφορά. Η απόδοση σε μη εμπορεύσιμους καρπούς και η διάμετρος των καρπών δεν εμφανίζουν σημαντικές διαφορές σε σχέση με το χρησιμοποιούμενο υδροπονικό σύστημα. Στο σημείο αυτό θα πρέπει να τονισθεί ότι παρ' όλο που σε ότι αφορά την απόδοση οι τιμές στην επίπλευση είναι αρκετά μεγαλύτερες σε σχέση με αυτές του NFT, οι μέσοι όροι δεν διαφέρουν στατιστικά μεταξύ τους λόγω μεγάλης διασποράς των τιμών. Η επανάληψη του πειράματος με καλύτερη απομόνωση των πηγών παραλλακτικότητας (διακοπές ρεύματος, δυσλειτουργία αντλιών από φραξίματα, κλπ) είναι βέβαιο ότι θα εξασφάλιζε καλύτερα αποτελέσματα ιδιαίτερα στην περίπτωση του NFT.



## Συμπεράσματα

Στην επίπλευση φαίνεται ότι η αύξηση των φυτών είναι αρκετά μεγαλύτερη σε σχέση με το NFT και τον περλίτη.

Στην επίπλευση η θερμοκρασία στο περιβάλλον της ρίζας ήταν υψηλότερη από ό,τι στο NFT και τον περλίτη λόγω της μεγαλύτερης θερμοχωρητικότητας του νερού (και κατά συνέπεια του θρεπτικού διαλύματος), με αποτέλεσμα την καλύτερη ανάπτυξη των ριζών κατά την διάρκεια της ψυχρής περιόδου. Αντιθέτως, κατά την θερμή περίοδο (από τα μέσα Μαΐου μέχρι το τέλος του πειράματος κατά το πρώτο δεκαήμερο του Ιουνίου) οι σταθερά υψηλότερες θερμοκρασίες του θρεπτικού διαλύματος στην επίπλευση (πάνω από 24<sup>o</sup> C) είχαν σαν αποτέλεσμα την μείωση της αναπτύξεως των φυτών και την σταδιακή κατάρρευσή τους πιθανότατα λόγω:

- Αυξημένης αναπνευστικής δραστηριότητας των ριζών
- Αύξησης της συγκεντρώσεως CO<sub>2</sub> και μείωσης του O<sub>2</sub>.
- Μείωσης της πρόσληψης νερού και θρεπτικών στοιχείων

Με βάση την εποχή καλλιέργειας φαίνεται ότι η επίπλευση πλεονεκτεί το χειμώνα έναντι του NFT και του περλίτη στα οποία οι θερμοκρασίες του ρέοντος θρεπτικού διαλύματος και του στερεού υποστρώματος αντίστοιχα ήταν αρκετά χαμηλότερες. Το γεγονός αυτό δημιουργεί συγκριτικό πλεονέκτημα στην επίπλευση και μεταφράζεται με καλύτερη ανάπτυξη του ριζικού συστήματος και πιθανότατα με αυξημένη απορρόφηση θρεπτικών στοιχείων. Τα φυτά της φράουλας στο σύστημα NFT δείχνουν να ανέχονται καλύτερα τις συνθήκες υποξίας που δημιουργούνται στο θρεπτικό διάλυμα σε σχέση με τα φυτά στην επίπλευση (μακροσκοπική παρατήρηση) κατά την περίοδο του Μαΐου-Ιουνίου.

Με βάση τα αποτελέσματα της παρούσας εργασίας παρουσιάζονται θεαματικές διαφορές στο νωπό βάρος του υπέργειου τμήματος και της ρίζας υπέρ της επίπλευσης, ενώ δεν συμβαίνει το ίδιο και στα παραγωγικά δεδομένα σε σύγκριση με το NFT. Τα παραγωγικά δεδομένα στην περίπτωση του περλίτη είναι σαφώς μικρότερα σε σχέση με την επίπλευση επίσης. Οι πιθανές εξηγήσεις αυτών των αποτελεσμάτων είναι οι εξής:

- Ο μεγάλος όγκος θρεπτ. διαλύματος στο σύστημα επίπλευσης παρέχει μεγάλη ρυθμιστική ικανότητα με αποτέλεσμα σταθερότερα επίπεδα:
  - pH,
  - EC και
  - Θερμοκρασίας
- Η διατήρηση θερμοκρασίας στο χώρο της ριζόσφαιρας σε υψηλότερα επίπεδα από το NFT και τον περλίτη αποτελεί πλεονέκτημα κατά την εποχή που επικρατούν σχετικά χαμηλές θερμοκρασίες λόγω της μεγάλης θερμοχωρητικότητας του νερού.
- Το μεγαλύτερο ριζικό σύστημα που παρατηρείται στα φυτά που αναπτύχθηκαν στην επίπλευση πιθανότατα ευνοεί την ταχύτερη ανάπτυξη των φυτών λόγω της απορρόφησης μεγαλύτερων ποσοτήτων νερού και θρεπτικών στοιχείων (παρατηρήθηκε μεγαλύτερη συγκέντρωση αρκετών θρεπτικών στοιχείων στο σύστημα επίπλευσης)

Ο έλεγχος των συνθηκών του περιβάλλοντος του θερμοκηπίου, καθώς και της θερμοκρασίας του θρεπτικού διαλύματος κυρίως κατά τις θερμές περιόδους θα συμβάλλουν στην μεγαλύτερη και πιο ομοιόμορφη παραγωγή χωρίς προβλήματα. Η καλλιέργεια της φράουλας σε συστήματα υδατοκαλλιεργειών θα παρουσίαζε ιδιαίτερο ενδιαφέρον σε θερμοκηπιακές ή και υπαίθριες μονάδες στην Ελλάδα για την καλλιεργητική πράξη.

Σε ότι αφορά το σύστημα της επίπλευσης, η οικονομικότερη εγκατάσταση, οι αυξημένες αποδόσεις, η δυνατότητα της μεγάλης πυκνότητας φύτευσης σε συνδυασμό με την μεγάλη αξιοποίηση της καλλιεργούμενης επιφάνειας του θερμοκηπίου (έως και 95%) μπορεί να αποτελέσει μεγάλο πλεονέκτημα στην αύξηση της παραγωγής.

## Βιβλιογραφία

Βασιλάκης Δ. Μ., 1997, Μικρά οπωροφόρα, Θεσσαλονίκη, Εκδόσεις Γ. Δεδούση

Βασιλάκης Κ. Γ., 1998, *Λαχανοκομία*, Αθήνα, Εκδόσεις Αγρότυπος Α.Ε.

Κανάκης Ανδρέας, 2004, *Καλλιέργεια λαχανικών στο θερμοκήπιο*, Τόμος Β', Αθήνα, Εκδόσεις Σταμούλη

Κοσμάς Π. Παρασκευόπουλος, 2003, *Σύγχρονη Λαχανοκομία*, Αθήνα, Εκδόσεις Ψύχαλου

Κώτσιρας Ι. Αναστάσιος, 2009, *Υδροπονικές καλλιέργειες*, Σημειώσεις λαχανοκομίας IV ΤΕΙ Καλαμάτας, Καλαμάτα.

Μαυρογιαννόπουλος Ν. Γεωργίου, 1994, *Υδροπονικές καλλιέργειες και θρεπτικά διαλύματα*, Εκδόσεις Α. Σταμούλης, Αθήνα-Πειραιάς.

Παλάτος Γεώργιος, 2009, Μεταπτυχιακή Διατριβή "Μελέτη χρησιμοποίησης ζεόλιθου, βερμικουλίτη, υγρής και ιπτάμενης τέφρας ως εδαφοβελτιωτικών υλικών για την ανάπτυξη και τα αγρονομικά χαρακτηριστικά καλλιεργούμενων φυτών", Διατμηματικό Πρόγραμμα Μεταπτυχιακών Σπουδών: "Περιβάλλον & Νέες Τεχνολογίες", Πανεπιστήμιο Ιωαννίνων, Αλεξάνδρειο Τεχνολογικό Εκπαιδευτικό Ίδρυμα Θεσσαλονίκης, Θεσσαλονίκη

Σάββας Δημήτριος, 2011, *Καλλιέργειες εκτός Εδάφους: Υδροπονία, Υποστρώματα*, Αθήνα, Εκδόσεις ΑγροΤύπος

Ταλαγάνη Γλυκερία, 2004, Πτυχιακή Εργασία *Η καλλιέργεια της φράουλας στο θερμοκήπιο*, Καλαμάτα

Darrow G.M., 1966, *The Strawberry: History, breeding and Physiology*, Holt, Rinehart and Winston (eds), New York, Chicago, San Francisco

## Ηλεκτρονική Βιβλιογραφία

<http://www.bostanistas.gr/?i=bostanistas.el.article&id=839>

<https://sites.google.com/site/kreponakis/arthra-1/eisagoge-sten-ydroponia>

<http://www.rotise.gr/erotisi/ydroponiki-kalliergeia-methodos.html>

<http://www.fraisesdesbois.com/varieties.htm>

<http://www.foodreference.com/html/a-strawberry-history.html>