

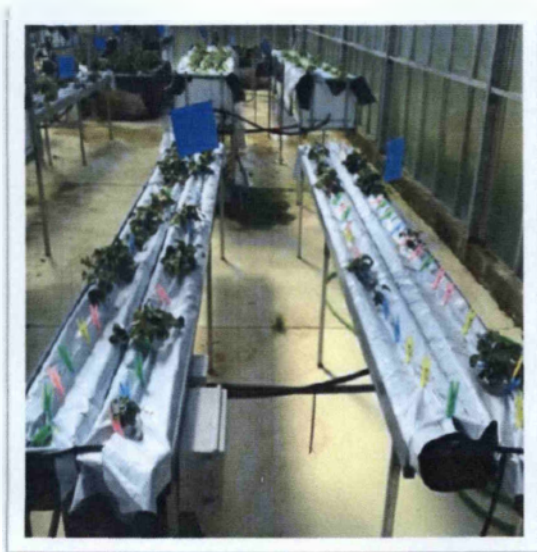


**ΣΧΟΛΗ ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΑΣ ΓΕΩΠΟΝΙΑΣ**

**ΤΜΗΜΑ ΒΙΟΛΟΓΙΚΩΝ ΚΑΛΛΙΕΡΓΕΙΩΝ ΚΑΙ ΑΝΘΟΚΟΜΙΑΣ**

**ΠΤΥΧΙΑΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ**

**«ΣΥΓΚΡΙΤΙΚΗ ΜΕΛΕΤΗ ΤΗΣ ΥΔΡΟΠΟΝΙΚΗΣ ΚΑΛΛΙΕΡΓΕΙΑΣ  
ΦΡΑΟΥΛΑΣ ΣΕ ΥΔΡΟΠΟΝΙΚΑ ΣΥΣΤΗΜΑΤΑ ΕΠΙΠΛΕΥΣΕΩΣ ΚΑΙ  
NFT»**



**ΣΠΟΥΔΑΣΤΗΣ: Ανάγνος Χαράλαμπος**

**A.M.: 2005-036**

**ΕΠΙΒΛΕΠΩΝ: Αναστάσιος Κώτσιρας Επίκουρος Καθηγητής**

**ΚΑΛΑΜΑΤΑ**

**ΙΟΥΝΙΟΣ 2013**



**ΣΧΟΛΗ ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΑΣ ΓΕΩΠΟΝΙΑΣ**

**ΤΜΗΜΑ ΒΙΟΛΟΓΙΚΩΝ ΚΑΛΛΙΕΡΓΕΙΩΝ ΚΑΙ ΑΝΘΟΚΟΜΙΑΣ**

**ΠΤΥΧΙΑΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ**

**«ΣΥΓΚΡΙΤΙΚΗ ΜΕΛΕΤΗ ΤΗΣ ΥΔΡΟΠΟΝΙΚΗΣ ΚΑΛΛΙΕΡΓΕΙΑΣ  
ΦΡΑΟΥΛΑΣ ΣΕ ΥΔΡΟΠΟΝΙΚΑ ΣΥΣΤΗΜΑΤΑ ΕΠΙΠΛΕΥΣΕΩΣ ΚΑΙ  
NFT»**

**ΣΠΟΥΔΑΣΤΗΣ: Ανάγνος Χαράλαμπος**

**A.M.: 2005-036**

**ΕΠΙΒΛΕΠΩΝ: Αναστάσιος Κώτσιρας Επίκουρος Καθηγητής**

**ΚΑΛΑΜΑΤΑ**

**ΙΟΥΝΙΟΣ 2013**

## Περιεχόμενα

ΠΡΟΛΟΓΟΣ.....	6
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 1 <sup>ο</sup> ΦΡΑΟΥΛΑ.....	7
1.1 Ιστορική αναδρομή .....	7
1.2 Βοτανική ταξινόμηση.....	7
1.3 Κριτήρια επιλογής καλλιεργούμενων ποικιλιών.....	8
1.4 Καλλιεργούμενες ποικιλίες .....	8
1.4.1 Οι κατάλληλες ποικιλίες για καλλιέργεια υπό κάλυψη είναι οι εξής: .....	8
1.4.2 Ποικιλίες μεσοπρώιμες κατάλληλες για υπαίθρια καλλιέργεια και υπό προϋποθέσεις για κάλυψη. ....	10
1.4.3 Ποικιλίες κατάλληλες μόνο για υπαίθρια καλλιέργεια .....	11
1.4.4 Πολύφορες ποικιλίες.....	11
1.5 Στατιστικά στοιχεία.....	12
1.5.1 Αποδόσεις – καλλιεργούμενες εκτάσεις .....	12
1.5.2 Εισαγωγές Φράουλας .....	18
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 2 <sup>ο</sup> ΦΡΑΟΥΛΑ ΚΑΙ ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝ.....	23
2.1 Κλίμα και γεωγραφία .....	23
2.2 Αντοχή σε χαμηλές θερμοκρασίες .....	23
2.3 Κλιματικοί παράγοντες .....	24
2.4 Φωτοπερίοδος .....	24
2.5 Στόλωνες .....	25
2.5.1 Σχηματισμός στολώνων .....	25
2.5.1. Παραγωγή στολώνων .....	25
2.6 Θερμοκρασία.....	26
2.7 Υγρασία.....	26
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 3 <sup>ο</sup> ΚΑΛΛΙΕΡΓΗΤΙΚΗ ΤΕΧΝΙΚΗ .....	28
3.1 Πολλαπλασιασμός.....	28
3.1.1 Εγγενής πολλαπλασιασμός .....	28
3.1.2 Αγενής πολλαπλασιασμός.....	28
3.2 Πολλαπλασιαστικό υλικό.....	29
3.2.1 Φυτά ψυγείου .....	29
3.2.2 Νωπά φυτά .....	30
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 4 <sup>ο</sup> ΕΧΘΡΟΙ ΚΑΙ ΑΣΘΕΝΕΙΕΣ.....	31

4.1 Ζωϊκοί εχθροί .....	31
4.1.1 Έντομα .....	31
4.1.2 Νηματώδεις σκώληκες .....	31
4.1.3 Λοιποί εχθροί .....	32
4.2 Ασθένειες .....	32
4.2.1 Μυκητολογικές.....	32
4.2.2 Βακτηριακές.....	33
4.2.3. Ιώσεις .....	33
<b>ΚΕΦΑΛΑΙΟ 5° ΚΑΡΠΟΔΕΣΗ – ΣΥΓΚΟΜΙΔΗ ΚΑΙ ΜΕΤΑΣΥΛΕΚΤΙΚΟΙ ΧΕΙΡΙΣΜΟΙ..</b>	<b>34</b>
5.1 Καρπόδεση .....	34
5.2 Ποιοτικά χαρακτηριστικά .....	35
5.2.1 Εξωτερικά ποιοτικά χαρακτηριστικά .....	35
5.2.2 Εσωτερικά ποιοτικά χαρακτηριστικά.....	35
5.3 Συγκομιδή - κριτήρια ωρίμανσης.....	35
5.4 Χρήσεις .....	38
<b>ΚΕΦΑΛΑΙΟ 6° ΥΔΡΟΠΟΝΙΑ .....</b>	<b>39</b>
6.1 Υδροπονία .....	39
6.1.1 Πλεονεκτήματα Υδροπονίας.....	39
6.1.2 Μειονεκτήματα Υδροπονίας.....	40
6.2 Συστήματα και μέθοδοι υδροπονικών καλλιεργειών .....	40
6.2.1 Ταξινόμηση υδροπονικών συστημάτων.....	41
6.3 Υποστρώματα υδροπονίας .....	41
6.3.1. Περιγραφή στερεών υποστρωμάτων.....	42
6.3.2 Υδατοκαλλιέργειες.....	45
6.4 Λίπανση - Θρέψη .....	48
6.4.1 Εξοπλισμός για την Παρασκευή των θρεπτικών διαλυμάτων .....	49
6.4.2. Άρδευση και εξοπλισμός.....	50
<b>ΚΕΦΑΛΑΙΟ 7° ΠΕΙΡΑΜΑΤΙΚΟ ΜΕΡΟΣ .....</b>	<b>52</b>
7.1 Υλικά και μέθοδοι.....	52
7.1.1 Σκοπός της εργασίας .....	52
7.1.2 Φυτικό υλικό .....	52
7.1.3. Φύτευση .....	53
7.2 Περιγραφή των υδροπονικών συστημάτων .....	56

7.2.1 Σύστημα Επιπλεύσεως .....	56
7.2.2 Σύστημα NFT .....	57
7.2.3 Κεφαλή υδρολίπανσης .....	58
7.2.4 Δοχείο Παρασκευής του Θρεπτικού Διαλύματος .....	59
7.2.5 Αντλία κεφαλής υδρολιπάνσεως .....	59
7.2.6 Αισθητήρες κεφαλής υδρολιπάνσεως .....	59
7.2.7 Παρελκόμενα κεφαλής υδρολιπάνσεως .....	59
7.3 Μετρήσεις .....	60
7.3.1 Παραγωγή.....	60
7.3.2 Ανάπτυξη.....	61
<i>Πηγή: προσωπικό αρχείο .....</i>	<i>62</i>
Εικόνα 7.4 Μέτρηση μήκους και διαμέτρου .....	62
7.3.2 Θρεπτικά διαλύματα.....	62
7.4 Αποτελέσματα .....	63
7.4.1 Πρώτη δειγματοληψία φυτών (83 ημέρες από την φύτευση) .....	63
7.4.2 Δεύτερη δειγματοληψία φυτών (182 ημέρες από την φύτευση).....	65
7.5 Παραγωγή και ποιότητα .....	66
7.6 Συμπεράσματα.....	67
<b>ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ.....</b>	<b>69</b>

## **ΑΦΙΕΡΩΣΗ**

*Η παρούσα πτυχιακή εργασία είναι αφιερωμένη στην οικογένεια μου και ιδιαίτερα στην μνήμη του πατέρα μου Παναγιώτη Ανάγγο.*

## ΠΡΟΛΟΓΟΣ

Η παρούσα πειραματική πτυχιακή εργασία έχει σκοπό την πειραματική μελέτη και την διερεύνηση της ανταπόκρισης της ποικιλίας *Camarosa* σε διαφορετικά υδροπονικά συστήματα και πιο συγκεκριμένα σε NFT και σε επίπλευση.

Στο πρώτο κεφάλαιο γίνεται αναφορά στην ιστορική αναδρομή της φράουλας, τις καλλιεργούμενες ποικιλίες και σε στατιστικά στοιχεία. Το δεύτερο κεφάλαιο αναφέρεται στις κλιματικές συνθήκες. Στο τρίτο κεφάλαιο γίνεται λόγος για τον πολλαπλασιασμό της φράουλας. Το τέταρτο κεφάλαιο αναφέρεται στους κυριότερους εχθρούς και τις ασθένειες της φράουλας. Στο πέμπτο κεφάλαιο γίνεται αναφορά για την καρπόδεση, την συγκομιδή και τις χρήσεις της φράουλας. Το έκτο κεφάλαιο αναφέρεται στις υδροπονικές καλλιέργειες, σε υδροπονικά συστήματα, υδροπονικά υποστρώματα και στην θρέψη. Στο έβδομο, και τελευταίο κεφάλαιο της μελέτης, παρουσιάζονται τα υλικά και οι μέθοδοι του πειράματος, οι μετρήσεις και τέλος τα αποτελέσματα και συμπεράσματα της μελέτης

Τέλος θέλω να ευχαριστήσω, την τεχνολόγο γεωπόνο Θώδη Νικολέτα που με βοήθησε καθ' όλη την διάρκεια του πειράματος, τους συμφοιτητές μου Παπασταθόπουλο Ιωάννη και Παναγιωτόπουλο Νίκο για την πολύτιμη και άψογη συνεργασία μας σε όλη την διάρκεια της πρακτικής μας άσκησης και κατά την διάρκεια του πειράματος. Ιδιαίτερες ευχαριστίες θα ήθελα να εκφράσω στους καθηγητές μου, κ. Αναστάσιο Κώτσιρα που με βοήθησε στο μέγιστο για να ολοκληρωθεί η παρούσα εργασία, για τις πολύτιμες γνώσεις που μου πρόσφερε και την άψογη συνεργασία μας σε όλη την διάρκεια της πρακτικής μου άσκησης, τον κ. Μουρούτογλου Χρήστο για την βοήθεια του σε θέματα άρδευσης και τον κ. Νυφάκο Καλλίμαχο για την πολύτιμη συμβολή του σε όλη στην διάρκεια του πειράματος. Όλοι τους αποτελούν κομμάτι της συγκεκριμένης εργασίας.

## ΚΕΦΑΛΑΙΟ 1<sup>ο</sup> ΦΡΑΟΥΛΑ

### 1.1 Ιστορική αναδρομή

Η φράουλα ή χαμαικέρασος είναι φυτό δικοτυλήδονο και ανήκει στο γένος *Fragaria* και υπάγεται στην οικογένεια των Ροδιδών. Η ονομασία που προέρχεται από το λατινικό *Fragans* και σημαίνει άρωμα το οποίο είναι χαρακτηριστικό στους καρπούς της φράουλας.

Το όνομα χαμαικέρασος χρησιμοποιείτε από τον Διοσκορίδη αλλά είναι μάλλον πιθανό ότι εκείνος για άλλο φυτό ομιλεί, ίσως η φράουλα να μην ήταν στους αρχαίους Έλληνες. Ο Πλίνιος αναφέρει τη φράουλα με το όνομα *Fraga terrestrial* και ο De Candolle λέει ότι η καλλιέργεια της ξεκίνησε στην Γαλλία τον 14ο αιώνα. Η καλλιέργεια της φράουλας άρχισε να αποκτά καλλιεργητικό ενδιαφέρον από τα μέσα του 17<sup>ου</sup> αιώνα μετά την εισαγωγή στην Ευρώπη αμερικάνικων μεγαλόκαρπων ποικιλιών (Δημητράκης, 1998).

### 1.2 Βοτανική ταξινόμηση

Από τις αρχικές φυτείες του 14ου αιώνα και μετά από ατομική επιλογή και διασταύρωση με άλλα είδη φράουλας προέκυψαν με την πάροδο του χρόνου και την ενασχόληση χιλιάδων γενετιστών και βελτιωτών σ' όλο τον κόσμο οι καλλιεργούμενοι σήμερα και εκείνοι που αποσύρθηκαν γονότυποι. Στο γένος *Fragaria* ανήκουν περίπου 12 αυτοφυή είδη τα οποία κατάγονται από τις παρακάτω γεωγραφικές περιοχές:

- i. **Αυτοφυή της Ευρώπης:** *Fragaria vesca*, *Fragaria viridis*, *Fragaria moschata* και *Fragaria sempiflorens*.
- ii. **Αυτοφυή της Ασίας:** *Fragaria daltoniana*, *Fragaria nubicola*, *Fragaria nilgerrensis*, *Fragaria orientalis* και *Fragaria moupinensis*.
- iii. **Αυτοφυή της Αμερικής:** *Fragaria chiloensis*, *Fragaria virginiana* και *Fragaria ovalis*.



### 1.3 Κριτήρια επιλογής καλλιεργούμενων ποικιλιών

Οι περισσότεροι γενότυποι της καλλιεργούμενης φράουλας είναι πολλαπλά υβρίδια τα οποία στη βιβλιογραφία αναφέρονται ως ποικιλίες για το λόγο ότι πολλαπλασιάζονται αγενώς και συνεπώς διατηρούν το γονιδίωμα τους σταθερό από γενεά σε γενεά. Για την επιλογή μιας ποικιλίας λαμβάνονται υπόψη τα παρακάτω:

- i. Ο εγκλιματισμός της στην περιοχή.
- ii. Η καταλληλότητα της ως προς το σύστημα καλλιέργειας (υπαίθρια ή υπό κάλυψη).
- iii. Η εποχή καρποφορίας (πρώιμη, μεσοπρώιμη, όψιμη και πολύ όψιμη)
- iv. Ο τρόπος καρποφορίας (μιας σοδειάς, δίφορη και πολύφορη).
- v. Η παραγωγικότητα της.
- vi. Το μέγεθος και η ποιότητα του καρπού.
- vii. Η αντοχή του καρπού στις μεταφορές και τους χειρισμούς.
- viii. Τα αγρονομικά της χαρακτηριστικά και η αντοχή της στις ασθένειες

### 1.4 Καλλιεργούμενες ποικιλίες

#### 1.4.1 Οι κατάλληλες ποικιλίες για καλλιέργεια υπό κάλυψη είναι οι εξής:

##### i) Πρώιμες ποικιλίες

- **Aliso:** Είναι αμερικάνικη ποικιλία πολύ πρώιμη και πολύ παραγωγική.
- **Belle et Bonne:** Παράγει μεγάλους, στρογγυλούς και αρωματικούς καρπούς.
- **Cambridge Prizewinner:** Τα φυτά είναι μετρίου μεγέθους, οι καρποί της αρχικά είναι μεγάλοι αλλά στην συνέχεια χάνουν το μέγεθος του καθώς προχωράει η συγκομιδή, είναι ποικιλία μέτριας παραγωγικότητας.
- **Chandler:** Είναι αμερικάνικη ποικιλία υψηλής παραγωγικότητας και εισάχθηκε στην χώρα μας τα τελευταία χρόνια.
- **Douglas:** Είναι αμερικάνικη ποικιλία αρκετά διαδεδομένη στην χώρα μας τα τελευταία χρόνια.

- **Hummi Grande:** Τα φυτά είναι εύρωστα, παραγωγικά και οι καρποί της είναι αρκετά μεγάλοι.
- **Marie France:** Είναι πολύ πρώιμη γαλλική ποικιλία όχι διαδεδομένη στην Ελλάδα.
- **Pazaro:** Είναι αμερικάνικη μεγαλόκαρποι ποικιλία.
- **Pocahontas:** Ποικιλία με μεγάλους καρπούς ελάχιστα διαδεδομένη στην Ελλάδα.
- **Selva:** Καλλιεργείται στην Ελλάδα, έχει κωνικούς καρπούς που χαρακτηρίζονται για την επιμήκυνση τους.
- **Senga Pantagruella:** Ποικιλία υψηλής παραγωγικότητας με επιμήκεις καρπούς και έντονο χρώμα.
- **Senga Precosana:** Παραγωγική ποικιλία εύκολης προσαρμοστικότητας σε διάφορες περιοχές
- **Sequoia:** Είναι ποικιλία με εύρωστα φυτά, φέρει αρωματικούς και χυμώδης καρπούς.
- **Toro:** Είναι ποικιλία με ζωνρά φυτά και μεγάλους καρπούς.
- **Tufts:** Ποικιλία μεγάλης παραγωγικότητας με παραγωγή μεγάλης διάρκειας που φτάνει με τα τέλη Ιουνίου.
- **Surprise des Halles:** Ποικιλία πολύ πρώιμη με υψηλή παραγωγικότητα. Φέρει κωνικούς και στρογγυλεμένους καρπούς στην κορυφή.

#### ii) Μεσοπρώιμες ποικιλίες

- **Belrudi:** Καλλιεργείται ελάχιστα στην χώρα μας, έχει μεγάλους και ομοιόμορφους καρπούς.
- **Cambridge favourite:** Είναι βρετανική ποικιλία με μεγάλα και ζωνρά φυτά με ανοιχτή βλάστηση.
- **Cambridge Vigour:** Είναι βρετανική ποικιλία, φέρει κωνικούς καρπούς και φυτά μεγάλης ανάπτυξης.
- **Gorella:** Ολλανδική ποικιλία παραγωγική και φυτά μέτριας ανάπτυξης με αραιή βλάστηση.
- **Frenso:** Ποικιλία με αρκετά καλή προσαρμοστικότητας, φέρει καρπούς σφαιρικούς με έντονο χρώμα.
- **Montose:** Είναι σκοτσέζικη ποικιλία πολύ παραγωγική. Οι καρποί είναι μετρίου μεγέθους.

- **Redgauntlet:** Είναι σκοτσέζικη ποικιλία μέτριας παραγωγικότητας, τα φυτά είναι ζωηρά με υψηλή βλάστηση και αραιό φύλλωμα, φέρει αρκετά μεγάλους καρπούς.
- **Sivetta:** Είναι πολύ παραγωγική ποικιλία και οι καρποί της είναι μετρίου μεγέθους και κωνικού σχήματος.
- **Tamella:** Είναι ολλανδική ποικιλία με υψηλή παραγωγικότητα.
- **Tantilon:** Σκοτσέζικη ποικιλία πολύ παραγωγική, ανθεκτική με καρπούς μεγάλου μεγέθους
- **Tioga:** Είναι αμερικανική ποικιλία πολύ πρόιμη, πολύ παραγωγική και πολύ διαδεδομένη στην Ελλάδα.

#### 1.4.2 Ποικιλίες μεσοπρώιμες κατάλληλες για υπαίθρια καλλιέργεια και υπό προϋποθέσεις για κάλυψη.

Οι παρακάτω ποικιλίες αυτής της κατηγορίας καλλιεργούνται σπανίως ή ελάχιστα στην Ελλάδα και είναι οι εξής:

- **Marmion:** Είναι αποδοτική ποικιλία με καρπούς μεγάλου μεγέθους και κωνικού σχήματος.
- **Merton Princess:** Είναι ποικιλία υψηλής απόδοσης με καρπούς πολύ μεγάλου μεγέθους, έχουν χυμώδη και αρωματική σάρκα.
- **Merton Dawn:** Παραγωγική ποικιλία με εύρωστα φυτά και καρπούς σχήματος σφαιρικού.
- **Senga Dulcita:** Ποικιλία εύρωστη και πολύ παραγωγική με καρπούς πολύ μεγάλου μεγέθους, αρωματικούς και συνεκτική σάρκα που αντέχει στις μεταφορές.
- **Senga Fructana:** Φέρει καρπούς αρκετά μεγάλους με ανοιχτό κόκκινο χρώμα και αρωματική σάρκα.
- **Sebga Gigana:** Είναι παραγωγική ποικιλία με καρπούς πολύ μεγάλου μεγέθους σκούρου κόκκινου χρώματος και με χυμώδης σάρκα.
- **Tenira:** Είναι ποικιλία πολύ μεγάλης παραγωγικότητας. Οι καρποί είναι μεγάλου μεγέθους και συγκομίζονται εύκολα.

### 1.4.3 Ποικιλίες κατάλληλες μόνο για υπαίθρια καλλιέργεια

#### i) Όψιμες ποικιλίες

- **Hummi Ferma:** Παραγωγική ποικιλία με καρπούς μετρίου μεγέθους και κωνικού σχήματος.\
- **Senga Sengana:** Παραγωγική ποικιλία οι καρποί της έχουν βαθύ κόκκινο χρώμα και πλούσιο άρωμα.
- **Senga Tigua:** Παραγωγική ποικιλία με εύρωστα φυτά, μεγάλους καρπούς και σκληρή σάρκα.
- **Talisman:** Είναι σκοτσέζικη ποικιλία οι καρποί της είναι μετρίου μεγέθους ωριμάζουν με αργό ρυθμό και η συγκομιδή διαρκεί αρκετά.

#### ii) Πολύ όψιμες ποικιλίες

- **Domanil:** Είναι ποικιλία βέλγικης προέλευσης, υψηλής παραγωγικότητας, τα φυτά είναι πολύ ζωνηρά με υψηλή και πυκνή βλάστηση.
- **Madame Moutot:** Ήταν η πιο διαδεδομένη ποικιλία στις υπαίθριες καλλιέργειες στην βόρεια Ελλάδα.
- **Famil:** Είναι πολύ παραγωγική ποικιλία με ζωνηρή βλάστηση και καρπούς μεγάλου μεγέθους και έντονου κόκκινου χρώματος.

### 1.4.4 Πολύφορες ποικιλίες

Πολύφορες είναι οι ποικιλίες που έχουν την δυνατότητα να παράγουν καρπούς δύο ή περισσότερες φορές το χρόνο ή εκείνες που αρχίζουν την παραγωγή καρπών την άνοιξη και συνεχίζουν μέχρι το φθινόπωρο.

Όμως οι πολύφορες ποικιλίες μπορεί να υπάρξει ενδιαφέρον για την παραγωγή καρπών σε εποχές που οι τιμές στην αγορά διαμορφώνονται σε υψηλά επίπεδα με πιθανό το καλύτερο οικονομικό αποτέλεσμα. Οι ποικιλίες αυτές είναι οι εξής:

- **Arommel:** Είναι βρετανικής προέλευσης ποικιλία με φυτά μέτριας ζωηρότητας και καρπούς μετρίου μεγέθους.
- **Gento:** Είναι γερμανική ποικιλία με καρπούς μετρίου έως μικρού μεγέθους.
- **Hummi Gento:** Γερμανική ποικιλία μέτριας παραγωγικότητας, φέρει ομοιόμορφους και ανθεκτικούς καρπούς.
- **Ostara:** Είναι ολλανδική ποικιλία με φυτά μετρίου ύψους και άνθη μικρού μεγέθους.
- **Profusion:** Είναι εύρωστη ποικιλία με σάρκα ανοιχτού χρώματος όχι ιδιαίτερα ελκυστική.
- **Rabunda:** Είναι ολλανδική ποικιλία μετρίου ύψους με πυκνή βλάστηση και μετρίου μεγέθους καρπούς.
- **Revada:** Είναι ποικιλία καλής παραγωγικότητας, δεν είναι πολύ ανθεκτικά στις κυριότερες ασθένειες και καρπούς μετρίου μεγέθους.
- **Sans Rivales:** Ποικιλία καλής παραγωγικότητας με φυτά που καρποφορούν συνεχώς από Μάιο μέχρι τον Οκτώβριο. Έχει καρπούς μετρίου μεγέθους (Κανάκης, 2004).

## 1.5 Στατιστικά στοιχεία

Στην συνέχεια παρουσιάζονται στατιστικά στοιχεία που αφορούν την στρεμματική απόδοση, την συγκομιδή και τις καλλιεργούμενες εκτάσεις φράουλας στην Ευρώπη και την Τουρκία.

### 1.5.1 Αποδόσεις – καλλιεργούμενες εκτάσεις

Πίνακας 1. Στρεμματική απόδοση (100 κιλά / εκτάριο)

ΕΟ/ΤΙΜΕ	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012
European Union (EU6-972, EU9-80, EU10-85, EU12-94, EU15-04, EU25-	186,6	:	:	:	:	:	:	:	:	:	:	:	:

2006, EU27)													
Belgium	330	295	307,7	372,7	400	381,8	238,2	241,2	241,3	213	225,8	241,9	:
Bulgaria	:	74,3	65	44,8	57,5	60	62,8	48,1	71,7	432,1	83	70	:
Czech Republic	42,8	48,2	46,7	27,5	45	32	46,7	41,4	53,9	53,9	69,8	42,7	43,6
Denmark	40	40	50	45,6	46	64,4	67,8	:	:	63,1	60,5	70,2	:
Germany until 1990 (former territory of the FRG)	108,5	112,4	106,4	91,6	101,2	109,3	121,9	121,9	115,8	122,2	115	111,5	:
Estonia	24,6	23,3	14,3	11,7	16	24	18	22,5	26,7	:	16,7	26,7	:
Ireland	60	:	:	:	:	:	:	:	:	:	:	:	:
Greece	180	180	170	295	332,5	264	250	335,7	317,1	:	342,6	379,4	:
Spain	331	321,5	313	290,3	434,9	368,9	402	333,2	393,4	371,4	394	749,6	:
France	149,5	140,3	136,1	128,1	148,3	151,6	146,3	142,9	145	:	161,9	1.663,4	:
Italy	280,7	255	235,8	249,8	270,5	253,1	251,4	267,7	238,7	181,9	256,8	:	:
Cyprus	170	170	184,2	163,3	166,5	190,7	181,5	209,8	194,9	373,2	558,8	334,2	:
Latvia	57,5	32,5	26,4	30	36,7	57,1	44	46,7	50	23,3	20	20	:
Lithuania	17,5	21,8	18,2	21,4	20	34	18,9	27,6	31,7	33,3	21	28,9	:
Luxembourg	:	:	:	:	:	:	115	115	65	95	85	95	:
Hungary	:	:	92	53,3	53,8	55,7	132	84,1	108,3	113,9	70,8	85,5	:
Malta	:	:	:	:	:	:	:	:	:	:	530,8	586,2	:
Netherlands	245	242,9	251,4	239,3	228,1	243,8	230,3	252,8	260,7	263	262,3	284,5	276,1
Austria	164,2	153,3	140,9	146,4	160	148,2	131,8	128,3	150,7	136,5	131	112,4	78,3
Poland	27,6	36,8	40,3	29,9	35,4	33,5	34,8	33,4	37,1	37,1	34,2	34,6	32,2
Portugal	226,8	229,7	218,6	218,9	:	:	:	:	:	:	:	233	:
Romania	48,8	102,2	93,9	78,4	85,3	81,8	92,2	56,5	83,3	87	80	71,1	71,4
Slovenia	190	190	130	120	170	:	196,9	161,7	151	186,7	:	:	:
Slovakia	25,6	50	20	30	30	30	23,6	21,7	28,9	61,3	72	35,9	:
Finland	24,8	28,9	28,3	21,1	26,9	28,9	266,8	29	34,8	35,4	31,1	37,9	:
Sweden	46,7	49	44,6	41,8	57,5	50,4	56,2	70,5	58,6	61,5	61,8	72	:
United Kingdom	109,4	107,4	124,2	142,7	149,7	176,1	164,2	198,2	:	:	257,5	:	:
Iceland	:	:	:	:	:	:	:	:	:	:	:	:	:
Liechtenstein	:	:	:	:	:	:	:	:	:	:	:	:	:
Norway	:	:	:	:	71,3	59,4	66,3	60,7	66	:	:	:	:
Switzerland	:	:	:	:	:	:	:	:	:	:	:	:	:
Croatia	110	110	130	94,2	98,1	102,2	94,9	91,5	80,4	88,1	88,4	124,2	:

Former Yugoslav Republic	86,7	55	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	58,4	⋮	⋮
Turkey	⋮	120,6	145	144,2	158,2	200	203	229,6	237,3	⋮	⋮	251,7	270,8
Bosnia and Herzegovina	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	75,3	67,3

\* (:) = Μη Διαθέσιμο

Πηγή: Υπουργείο Αγροτικής Ανάπτυξης, 2013

**Πίνακας 2. Συγκομιδή (1000 τόνοι)**

ΕΟ/ΤΙΜΕ	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012
European Union (EU6-972, EU9-80, EU10-85, EU12-94, EU15-04, EU25-06, EU27)	899	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮
Belgium	42,9	41,3	40	41	44	42	40,5	41	37,4	33	35	37,5	⋮
Bulgaria	⋮	15,6	15,6	11,2	11,5	6,6	8,8	6	8,6	8,6	5,7	7	⋮
Czech Republic	12,4	10,6	1,4	1,1	1,8	1,6	2,8	2,6	3,8	3,8	3,5	2,2	2
Denmark	4	4,4	4	4,1	4,6	5,8	6,1	⋮	⋮	5,9	5,9	7,1	⋮
Germany (until 1990 former territory of the FRG)	104,2	110,1	105,3	95,3	119,4	146,5	173,2	158,7	150,9	158,6	156,9	154,4	⋮
Estonia	2,7	1,4	1	0,7	0,8	1,2	0,9	0,9	0,8	⋮	0,5	0,8	⋮
Ireland	0,6	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮
Greece	9	9	8,5	11,8	13,3	13,2	12,5	23,5	22,2	⋮	42,5	43,7	⋮

Spain	354,2	315,1	278,6	264,2	334,9	320,9	333,5	269,1	267,5	263,7	275,4	514	‡
France	59,8	54,7	51,7	47,4	53,4	57,6	51,2	44,3	43,5	‡	46,6	492,5	‡
Italy	196,5	173,4	150,9	154,9	167,7	146,8	143,3	160,6	143,2	56,4	153,9	‡	‡
Cyprus	1,7	1,7	1,8	1,6	1,7	1,9	1,9	1,9	1,7	1,6	1,8	1,2	1,4
Latvia	4,6	3,9	2,9	3,3	3,3	4	2,2	1,4	2	0,7	0,6	0,8	‡
Lithuania	1,4	2,4	2	3	2,8	10,2	3	4,3	4,3	4,3	2,1	2,6	‡
Luxembourg	0,1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	‡
Hungary	12	12,7	4,6	3,2	4,3	3,9	6,6	4,6	6,7	6,6	3,8	4,3	‡
Malta	0,5	0,4	0,5	0,5	0,3	0,4	0,4	0,4	0,5	0,5	0,7	0,8	‡
Netherlands	34,3	34	35,2	35,9	36,5	39	39,2	43	42,2	43	42	47	49
Austria	19,7	18,4	15,5	16,1	17,6	16,3	14,5	14,4	19,4	17,1	16,4	14,2	9,9
Poland	171,3	242,1	153,1	131,3	185,6	184,6	193,7	174,6	200,7	198,9	176,7	‡	‡
Portugal	13,1	12,9	11,5	12,1	‡	‡	‡	‡	‡	‡	‡	12,7	‡
Romania	11,7	18,4	16,9	14,9	14,5	18	21,2	16,4	21,1	21,8	21,3	18,8	18,1
Slovenia	1,9	1,9	1,3	1,2	1,7	2,2	2	1,8	1,9	2,1	0	0	0
Slovakia	4,6	0,5	0,4	0,6	0,9	0,6	0,6	0,6	0,7	1,2	1,4	0,8	‡
Finland	11,9	13	11,6	8	9,7	10,1	10,4	9,7	11,2	11,6	10,3	12,8	‡
Sweden	12,6	9,3	9,8	9,2	11,5	12,1	11,7	13	11,7	11,7	11,5	12,9	‡
United Kingdom	36,1	36,5	38,5	47,1	52,4	66,9	73,9	87,2	‡	‡	103	‡	‡
Iceland	‡	‡	‡	‡	‡	‡	‡	‡	‡	‡	‡	0	‡
Liechtenstein	‡	‡	‡	‡	‡	‡	‡	‡	‡	‡	‡	‡	‡
Norway	‡	‡	‡	‡	11,4	9,5	10,6	9,1	9,9	‡	‡	‡	‡
Switzerland	‡	‡	‡	‡	‡	‡	‡	‡	‡	‡	‡	‡	‡
Croatia	1,1	1,1	1,3	1,4	1,5	2,2	2,6	1,2	1,3	1,5	1,8	2	‡



Former Yugoslav Republic of Macedonia, the	5,2	3,3	:	:	:	:	:	:	:	:	4	:	:
Turkey	:	117	145	150	155	200	211,1	250,3	261	276	:	302	352
Albania	:	:	:	:	:	:	:	:	:	:	:	:	:
Bosnia and Herzegovina	:	:	:	:	:	6,8	8,4	:	:	:	:	8,8	8,7

\* (:)= Μη Διαθέσιμο

Πηγή: Υπουργείο Αγροτικής Ανάπτυξης, 2013

**Πίνακας 3. Περιοχή Καλλιέργειας (1000 εκτάρια)**

ΕΘ/ΤΙΜΕ	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012
European Union (EU6-72, EU9-30, EU10-35, EU12-34, EU15-24, EU25-26, EU27)	48,2	46,4	44,1	44,4	:	:	:	:	:	:	:	:	:
Belgium	1,3	1,4	1,3	1,1	1,1	1,1	1,7	1,7	1,6	1,5	1,6	1,6	:
Bulgaria	:	2,1	2,4	2,5	2	1,1	1,4	1,2	1,2	0,2	0,7	1	:
Czech Republic	2,9	2,2	0,3	0,4	0,4	0,5	0,6	0,6	0,7	0,7	0,5	0,5	0,5
Denmark	1	1,1	0,8	0,9	1	0,9	0,9	:	:	0,9	1	1	:
Germany until 1990 former territory of	9,6	9,8	9,9	10,4	11,8	13,4	14,2	13	13	13	13,6	13,8	:

the FRG)													
Estonia	1,1	0,6	0,7	0,6	0,5	0,5	0,5	0,4	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3
Ireland	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1
Greece	0,5	0,5	0,5	0,4	0,4	0,5	0,5	0,7	0,7	1,2	1,2	1,2	1,2
Spain	10,7	9,8	8,9	9,1	7,7	8,7	8,3	8,1	6,8	7,1	7	6,9	6,9
France	4	3,9	3,8	3,7	3,6	3,8	3,5	3,1	3	2,9	2,9	3	3
Italy	7	6,8	6,4	6,2	6,2	5,8	5,7	6	6	3,1	6	6	6
Cyprus	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0	0	0	0
Latvia	0,8	1,2	1,1	1,1	0,9	0,7	0,5	0,3	0,4	0,3	0,3	0,3	0,4
Lithuania	0,8	1,1	1,1	1,4	1,4	3	1,6	1,6	1,4	1,3	1	0,9	1
Luxembourg	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Hungary	0,5	0,5	0,5	0,6	0,8	0,7	0,5	0,5	0,6	0,6	0,5	0,5	0,6
Malta	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0	0	0
Netherlands	1,4	1,4	1,4	1,5	1,6	1,6	1,7	1,7	1,6	1,6	1,6	1,7	1,8
Austria	1,2	1,2	1,1	1,1	1,1	1,1	1,1	1,1	1,3	1,3	1,3	1,3	1,3
Poland	62	65,8	38	43,9	52,4	55,1	55,6	52,3	54,2	53,6	51,7	45,7	45,7
Portugal	0,6	0,6	0,5	0,6	0,6	0,6	0,6	2	0,6	0,6	0,6	0,5	0,5
Romania	2,4	1,8	1,8	1,9	1,7	2,2	2,3	2,9	2,5	2,5	2,7	2,6	2,5
Slovenia	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0	0	0
Slovakia	1,8	0,1	0,2	0,2	0,3	0,2	0,3	0,3	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2
Finland	4,8	4,5	4,1	3,8	3,6	3,5	0,4	3,3	3,2	3,3	3,3	3,4	3,5
Sweden	2,7	1,9	2,2	2,2	2	2,4	2,1	1,8	2	1,9	1,9	1,8	1,8
United Kingdom	3,3	3,4	3,1	3,3	3,5	3,8	4,5	4,4	4,4	4	4	4	4
Iceland	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0	0

Lichtenstein	:	:	:	:	:	:	:	:	:	:	:	:	:
Norway	:	:	:	:	1,6	1,6	1,6	1,5	1,5	:	:	:	:
Switzerland	:	:	:	:	:	:	:	:	:	:	:	:	:
Croatia	0,1	0,1	0,1	0,1	0,2	0,2	0,3	0,1	0,2	0,2	0,2	0,2	:
Former Yugoslav Republic of Macedonia, the	0,6	0,6	:	:	:	:	:	:	:	:	0,7	:	:
Turkey	:	9,7	10	10,4	9,8	10	10,4	10,9	11	:	:	12	13
Albania	:	:	:	:	:	:	:	:	:	:	:	:	:
Bosnia and Herzegovina	:	:	:	:	:	:	:	:	:	:	:	1,2	1,3

\* (:)= Μη Διαθεσιμο

Πηγή: Υπουργείο Αγροτικής Ανάπτυξης, 2013

### 1.5.2 Εισαγωγές Φράουλας

Στους παρακάτω πίνακες παρουσιάζεται η αξία σε ευρώ των εισαγωγών και εξαγωγών φράουλας στις χώρες της Ευρώπης, τη Ρωσία, το Καζακστάν, το Κατάρ, τη Τουρκία και την Αίγυπτο.

**Πίνακας 4. Εισαγωγές Φράουλας 2007 – 2012 (αξία σε ευρώ)**

Χώρα	2007	2008	2009	2010	2011	2012
Αίγυπτος	219.684	242.694	151.858	80.902	52.399	11.778
Αλβανία	0	0	0	0	0	0

<b>Αυστρία</b>	0	0	0	0	1.728	0
<b>Βέλγιο</b>	15.615	2.795	189.706	62.295	168.543	84.224
<b>Βοσνία-Ερζεγοβίνη</b>	0	0	0	0	0	0
<b>Βουλγαρία</b>	0	10.243	15.333	1.600	0	4.106
<b>Γαλλία</b>	31.326	773	32.951	0	53.453	0
<b>Γερμανία</b>	12	0	0	1.460	22.726	20.350
<b>Δανία</b>	0	0	0	0	0	0
<b>Εσθονία</b>	0	0	0	0	0	0
<b>Ηνωμένο Βασίλειο</b>	19.087	0	0	0	0	23
<b>Ισπανία</b>	6.092	0	6.006	0	1.286	0
<b>Ιταλία</b>	31.867	22.972	16.347	147.956	19.907	155.136
<b>Καζακστάν</b>	0	0	0	0	0	0
<b>Κατάρ</b>	0	0	0	0	0	0
<b>Κροατία</b>	0	0	0	0	0	0
<b>Κύπρος</b>	2.673	9.859	31.823	26.751	387.909	509
<b>Λετονία</b>	0	0	0	0	0	0
<b>Λευκορωσία</b>	0	0	0	0	0	0
<b>Μαυροβούνιο</b>	0	0	0	0	0	0
<b>Μολδαβία</b>	0	0	0	0	0	54.912
<b>Ολλανδία</b>	1.650.433	1.553.625	1.808.703	1.744.834	1.414.384	1.480.952
<b>Ουγγαρία</b>	0	50.632	0	122.096	0	0
<b>Ουκρανία</b>	0	0	0	0	0	0
<b>ΠΓΔΜ</b>	0	0	0	0	0	0
<b>Πολωνία</b>	2.250	7.108	39.016	31.460	0	9.412

Ρουμανία	0	0	0	0	0	0
Ρωσία	0	0	0	0	3.840	235.069
Σερβία	0	0	0	0	0	0
Σλοβακία	0	0	0	0	0	0
Σλοβενία	0	0	0	0	0	0
Τουρκία	447	3.447	3.376	5.588	250	0
Τσεχία	0	0	0	0	23.267	563
<b>ΣΥΝΟΛΟ</b>	<b>1.979.486</b>	<b>1.904.148</b>	<b>2.295.119</b>	<b>2.224.942</b>	<b>2.149.692</b>	<b>2.057.034</b>

Πηγή: Ελληνική Στατιστική Αρχή, 2013

**Πίνακας 5. Εξαγωγές Φράουλας 2007 – 2012 (αξία σε ευρώ)**

Χώρα	2007	2008	2009	2010	2011	2012
Αίγυπτος	0	0	0	0	0	0
Αλβανία	27.658	42.793	64.656	71.650	39.613	15.902
Αυστρία	0	0	15.633	3.120	10.448	155.541
Βέλγιο	0	11.885	0	9.139	16.217	7.324
Βοσνία-Ερζεγοβίνη	0	0	410	3.423	8.382	56.336
Βουλγαρία	402.153	834.458	1.107.727	1.655.940	2.012.324	2.581.301
Γαλλία	0	0	0	0	0	2.052
Γερμανία	1.776.472	870.551	2.487.928	1.548.816	1.591.354	364.308
Δανία	0	13.110	0	22.192	0	158.063
Ελβετία	4.709	0	3.687	0	0	0

Εσθονία	0	0	0	68.068	224.640	5.214
Ηνωμένο Βασίλειο	44.581	0	0	0	51.299	1.122
Ισπανία	4.428	0	0	34	0	0
Ιταλία	535.135	583.973	1.210.102	2.830.799	5.818.554	1.851.786
Καζακστάν	0	0	0	40.504	1.209	0
Κατάρ	0	0	0	0	1.332	0
Κροατία	0	50.682	70.784	58.632	452.870	399.001
Κύπρος	57.941	289.671	140.831	28.074	79.020	149.422
Λετονία	68.136	55.330	0	378.518	11.720	226.887
Λευκορωσία	0	0	0	0	22.131	105.539
Λιθουανία	9.966	0	25.829	57.490	0	112.675
Μαυροβούνιο	0	0	0	9.424	16.448	11.904
Μολδαβία	32.688	0	858.896	5.082.005	2.928.750	2.854.917
Ολλανδία	16.292	0	28.875	73.802	15.710	37.570
Ουγγαρία	303.376	240.295	559.120	1.161.939	1.615.480	1.539.472
Ουκρανία	0	0	121.062	193.612	399.003	810.097
ΠΓΔΜ	38.792	56.173	65.726	554.985	649.706	634.415
Πολωνία	28.257	401.885	641.636	1.521.538	1.410.305	678.382
Ρουμανία	633.762	1.084.244	1.590.091	1.046.232	1.014.836	1.117.027
Ρωσία	2.130.820	6.153.532	6.347.508	5.687.013	15.247.387	22.686.282
Σερβία	17.857	66.158	184.290	163.043	395.705	1.321.709
Σλοβακία	13.448	8.664	4.627	50.845	111.948	294.246
Σλοβενία	0	33.848	65.793	428.315	278.682	56.459

<b>Σουηδία</b>	0	0	0	0	0	1.024
<b>Τουρκία</b>	0	0	0	0	0	0
<b>Τσεχία</b>	166.383	57.119	271.564	377.769	934.345	1.117.882
<b>ΣΥΝΟΛΟ</b>	<b>6.312.854</b>	<b>10.854.371</b>	<b>15.866.775</b>	<b>23.126.921</b>	<b>35.359.418</b>	<b>39.353.859</b>

*Πηγή: Ελληνική Στατιστική Αρχή, 2013*

## ΚΕΦΑΛΑΙΟ 2<sup>ο</sup> ΦΡΑΟΥΛΑ ΚΑΙ ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝ

### 2.1 Κλίμα και γεωγραφία

Τα φυτά της φράουλας χαρακτηρίζονται από τη μεγάλη προσαρμοστικότητα τους στις περιβαλλοντικές συνθήκες. Η φράουλα είναι ανθεκτική στις χαμηλές θερμοκρασίες αν και οι μεγάλες πτώσεις της θερμοκρασίας μπορούν να προκαλέσουν σοβαρές ζημιές στα άνθη και τους καρπούς της. Προσαρμόζονται εύκολα σε ποικίλες κλιματικές συνθήκες και μπορεί να καλλιεργηθεί ακόμα και σε υψόμετρο 1.000 με 1.100 μέτρων πάνω από το επίπεδο της θάλασσας. Προτιμά τις δροσερές περιοχές στις οποίες οι βροχοπτώσεις την άνοιξη και μέχρι τα μέσα του καλοκαιριού είναι μέτριας έντασης και κανονικής κατανομής και αυτός είναι ο λόγος για τον οποίο η καλλιέργεια της έχει διαδοθεί περισσότερο στη Β. Ελλάδα. Περιοχές με μειωμένες βροχοπτώσεις την άνοιξη μπορεί να επιλεγούν για πρόωμη καλλιέργεια φράουλας μόνο με την προϋπόθεση ότι είναι εξασφαλισμένο το νερό άρδευσης. Οι βροχοπτώσεις επιδρούν ευνοϊκά στην ανάπτυξη των βλαστών και την παραγωγή στολώνων, όμως όταν αυτές είναι μεγάλης έντασης ή και διάρκειας προκαλούν προβλήματα στην ανθοφορία και στην καρποφορία, επειδή συμβάλουν στο μαλάκωμα και το σάπισμα των καρπών.

Όλα τα παραπάνω έχουν μεγάλη σημασία για την υπαίθρια καλλιέργεια της φράουλας. Για τις θερμοκηπιακές καλλιέργειες όπου οι συνθήκες, τουλάχιστον μέχρι την εποχή ολοκλήρωσης της συγκομιδής, η σημασία του κλίματος είναι μικρότερη.

### 2.2 Αντοχή σε χαμηλές θερμοκρασίες

Η φράουλα αντέχει στις χαμηλές θερμοκρασίες του χειμώνα αφού η καταστροφή των ανθέων και του φυλλώματος προκαλείται σε θερμοκρασίες από τους -2 °C έως τους -7 °C. Όταν όμως το φυτό εισέλθει σε λήθαργο το ριζικό σύστημα μπορεί να αντέξει παγετούς της τάξης των -40 °C έως -51 °C. Αυτό σημαίνει ότι αντέχει το χιόνι και μάλιστα δεν διατρέχει κίνδυνο όταν το ριζικό σύστημα καλύπτεται από φύλλο πλαστικού. Κινδυνεύει μόνο από τους όψιμους παγετούς της άνοιξης, όταν ο βλαστός της έχει αναπτυχθεί αρκετά και φέρει άνθη και καρπούς. Η ελάχιστη βιολογική θερμοκρασία για την φράουλα είναι 6 °C, η άριστη



θερμοκρασία ημέρας είναι 22-23 °C, η άριστη θερμοκρασία νύχτας 10-13°C και η άριστη θερμοκρασία εδάφους είναι 12-15 °C.

### **2.3 Κλιματικοί παράγοντες**

Από τους περιβαλλοντικούς παράγοντες η θερμοκρασία και το φως είναι εκείνοι που επηρεάζουν περισσότερο το φυτό της φράουλας, χωρίς βεβαίως αυτό να σημαίνει ότι οι άλλοι παράγοντες (ξηρασία, σχετική υγρασία) μπορούν να παραγνωριστούν (Κανάκης, 2004)

### **2.4 Φωτοπερίοδος**

Η φράουλα ανήκει στα φυτά μικρής ημέρας. Κάθε ποικιλία έχει ιδιαίτερες απαιτήσεις σε θερμοκρασία και φως προκειμένου να εκδηλωθεί η μέγιστη ανάπτυξη των φυτών. Αυτό σχετίζεται με την επίδραση αυτών των παραγόντων στη φωτοσύνθεση, την αναπνοή και την διαπνοή, εφόσον και οι λοιποί παράγοντες (υγρασία εδάφους, σχετική υγρασία, περιεκτικότητα της ατμόσφαιρας σε CO<sub>2</sub>, θρέψη, άνεμος, κτλ.) βρίσκονται σε ικανοποιητικά επίπεδα. Το πώς η φωτοπερίοδος επηρεάζει την ανάπτυξη των φυτών της φράουλας δεν έχει ακόμα αποσαφηνιστεί πλήρως. Κάθε ποικιλία ή ακόμη και κλώνος αντιδρά διαφορετικά στο μήκος της ημέρας. Οι ίδιοι οι κλώνοι σε συνθήκες θερμοκηπίου εκδηλώνουν τη μεγαλύτερη ανάπτυξης τους στο καθεστώς της μεγαλύτερης ημέρας αλλά δείχνουν επίσης αρκετά ζωηρή ανάπτυξη και στο καθεστώς της μικρότερης ημέρας. Αν και η φωτοπερίοδος παίζει το σημαντικότερο ρόλο στην ανάπτυξη των φυτών, δεν πρέπει να παραβλέπεται και ο ρόλος της έντασης του φωτός, η οποία επηρεάζει άμεσα την φωτοσύνθεση. Γεγονός είναι ότι η ένταση του φωτός επηρεάζει περισσότερο τις πολύφορες ποικιλίες, οι οποίες καρποφορούν συνήθως σε καθεστώς μεγάλης φωτοπεριόδου.

## 2.5 Στόλωνες

### 2.5.1 Σχηματισμός στολώνων

Οι στόλωνες είναι ετήσιοι βλαστοί που εκπύσσονται 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 νέος βλαστός. Σχηματίζεται έτσι μια έρριξη παραφυάδα. Από το βλαστό αυτό παράγεται ένας νέος στόλωνας, ο οποίος θα δώσει γέννηση σε μια νέα έρριξη παραφυάδα και νέο στόλωνα. Η διαδικασία αυτή διαρκεί όλο το καλοκαίρι εφόσον οι συνθήκες θερμοκρασίας, φωτοπεριόδου και θρέψης είναι κατάλληλες. Οι στόλωνες που παράγονται από το μητρικό φυτό καλούνται πρωτοταγείς. Απ' αυτούς παράγονται οι δευτεροταγείς κ.ο.κ., έτσι τελικά σχηματίζεται ένας τάπητας από αρκετές δεκάδες ή εκατοντάδες θυγατρικούς στόλωνες και αντίστοιχος αριθμός θυγατρικών φυτών. Όταν τα φυτά των στολώνων αποκτήσουν πλούσιο ριζικό σύστημα αποκόπτονται από το μητρικό φυτό και μπορούν να μεταφερθούν και μεταφυτευτούν σε άλλη θέση. Εάν τα φυτά που παράγονται από τους στόλωνες δεν αποκοπούν από το μητρικό φυτό και δεν μεταφερθούν σε άλλη θέση, με την έλευση του χειμώνα καταστρέφεται το υπέργειο τμήμα τους καθώς και ο στόλωνας από το οποίο προήλθαν. Παραμένει όμως ζωντανό το υπόγειο μέρος, το οποίο την επόμενη άνοιξη δίνει ένα αυτόνομο φυτό. Με τον τρόπο αυτό η φράουλα αυτοπολλαπλασιάζεται αγενώς (Κανάκης, 2004).

#### 2.5.1. Παραγωγή στολώνων

Η παραγωγή στολώνων γίνεται μόνο όταν το μήκος της ημέρας είναι τουλάχιστον 12 ώρες και η θερμοκρασία του περιβάλλοντος κοντά στους 10 °C. Η παραγωγή στολώνων αυξάνεται όσο αυξάνεται η διάρκεια της ημέρας κοντά στις 15 ώρες. Φαίνεται ότι ένα καθεστώς φωτοπεριόδου 15 ωρών σε συνδυασμό με θερμοκρασία 22-23 °C είναι το καλύτερο για την ταχύτερη ανάπτυξη των παραγόμενων στολώνων. Όταν το μήκος της ημέρας είναι πολύ μικρό δεν ευνοεί την παραγωγή των στολώνων ή όταν είναι πολύ μεγάλο το μήκος της ημέρας δεν ευνοεί την παραγωγή ανθοφόρων οφθαλμών. Ο χρόνος έναρξης της παραγωγής στολώνων την άνοιξη σχετίζεται άμεσα με τον αριθμό των ανθέων στο φυτό. Έτσι τα φυτά

που δεν φέρουν άνθη παράγουν στόλωνες νωρίτερα εκείνων που ανθοφορούν και από τα ανθοφορούντα φυτά εκείνα που φέρουν τα λιγότερα άνθη παράγουν στόλωνες νωρίτερα από εκείνα που φέρουν τα περισσότερα άνθη. Έτσι σε φυτείες που προορίζονται για την παραγωγή αγενούς πολλαπλασιαστικού υλικού μέσω στολώνων επιβάλλεται η απομάκρυνση ανθέων ευθύς μόλις παρουσιαστούν στο φυτό (Κανάκης 2004).

## 2.6 Θερμοκρασία

Ένας από τους σπουδαιότερους παράγοντες στην καλλιέργεια της φράουλας είναι η θερμοκρασία. Τα φυτά της φράουλας αναπτύσσουν μια κατάσταση λήθαργου το φθινόπωρο, την οποία πρέπει να ξεπεράσουν με τις χαμηλές θερμοκρασίες του χειμώνα. Οι χαμηλές θερμοκρασίες, αυτές που θα υποβληθούν τα φυτά, πρέπει να είναι κάτω από τους 7 °C για το ξεπέρασμα αυτού του λήθαργου. Οι θερμοκρασίες της ατμόσφαιρας που απαιτούνται στις διάφορες φυσιολογικές ανάγκες της φράουλας είναι οι εξής:

- Ελάχιστη θερμοκρασίας ατμόσφαιρας: 5-6 °C
- Άριστη θερμοκρασία ανάπτυξης την ημέρα: 12-22 °C
- Άριστη θερμοκρασία την νύχτα: 10-13 °C
- Μέγιστη θερμοκρασία ατμόσφαιρας: 30 °C
- Η άριστη θερμοκρασία εδάφους στο θερμοκήπιο: 12-15 °C
- Η ελάχιστη θανατηφόρος θερμοκρασία στο θερμοκήπιο: (-2)-0 °C
- Η κυκλοφορία των χυμών στο φυτό αρχίζει στους: 6-7 °C

## 2.7 Υγρασία

Το νερό επιδρά στην ανάπτυξη και την παραγωγή της φράουλας με δύο τρόπους:

1. Ατμοσφαιρική υγρασία
2. Απαιτούμενο νερό για την ανάπτυξη και παραγωγή

Η ατμοσφαιρική υγρασία παίζει ένα δευτερεύοντα ρόλο στον σχηματισμό ανθοφόρων οφθαλμών, ο οποίος εξαρτάται από την εποχή και την ποικιλία. Η σχετική υγρασία επηρεάζει

επίσης την παραγωγή. Για την λήψη ικανοποιητικής παραγωγής απαιτείται χαμηλή σχετική υγρασία αέρα τον προηγούμενο της παραγωγής Αύγουστο και Σεπτέμβριο. Σχετικά χαμηλές - υγρασίες αέρα κατά τις αρχές Μαΐου ευνοούν υψηλές παραγωγές, ενώ από τα μέσα Μαΐου-Ιουνίου αυξημένη σχετική υγρασία και τροφοδοσία με νερό αυξάνουν την παραγωγή. Μειωμένη τροφοδοσία με νερό τον Σεπτέμβριο ευνοεί τον σχηματισμό ανθοφόρων οφθαλμών. Η φράουλα θεωρείται γενικά φυτό αρκετά απαιτητικό σε νερό για την λήψη ικανοποιητικής παραγωγής.

Η ποσότητα του νερού εξαρτάται:

- Από την ποικιλία
- Από το στάδιο ανάπτυξης
- Από τον τύπο του εδάφους
- Από το σύστημα φύτευσης
- Από τον τρόπο άρδευσης

Υπολογίζεται ότι η φράουλα κατά την βλαστική περίοδο έχει ανάγκη 600-900 m<sup>3</sup> νερού/στρ από τα οποία τα 200m<sup>3</sup> χρειάζονται από τα μέσα Ιουνίου μέχρι τα μέσα Ιουλίου. Η ποιότητα του νερού χρειάζεται να ελεγχθεί για την άρδευση της φράουλας. Το νερό πρέπει να περιέχει μικρές συγκεντρώσεις σε Na, Cl και B. Συγκεντρώσεις νερού πάνω από 900 ppm σε ολικά άλατα χρειάζεται ιδιαίτερη προσοχή γιατί μπορεί να προκαλέσουν συγκεντρώσεις αλάτων σε τοξικά επίπεδα. Σημαντικό ρόλο για την ανάπτυξη ενός φυτού παίζει η σχετική υγρασία της ατμόσφαιρας όπου για την καλλιέργεια της φράουλας είναι 60% η ελάχιστη, 65% η άριστη και 75% η μέγιστη. Μεγαλύτερα ποσοστά σχετικής υγρασίας ευνοούν την ανάπτυξη μυκήτων και κυρίως του βοτρυτή.

## ΚΕΦΑΛΑΙΟ 3° ΚΑΛΛΙΕΡΓΗΤΙΚΗ ΤΕΧΝΙΚΗ

### 3.1 Πολλαπλασιασμός

Η φράουλα πολλαπλασιάζεται με σπόρο, στόλωνες, διαχωρισμό των βλαστικών αξόνων μαζί με τμήμα ρίζας, καθώς και με ιστοκαλλιέργεια. Ο πολλαπλασιασμός με σπόρο εφαρμόζεται συνήθως μόνο σε βελτιωτικές εργασίες, για την παραγωγή υβριδίων. Στην πράξη το φυτό πολλαπλασιάζεται αγενώς και κυρίως με στόλωνες.

#### 3.1.1 Εγγενής πολλαπλασιασμός

Εγγενής είναι ο πολλαπλασιασμός με σπόρο. Εφαρμόζεται από του βελτιωτές και τους γενετιστές προκειμένου να δημιουργήσουν νέες ποικιλίες και υβρίδια. Για την απόκτηση του σπόρου συλλέγονται ώριμοι καρποί από τα καλύτερα φυτά της καλλιέργειας. Από τους ώριμους καρπούς, συνήθως με πολτοποίηση σε νερό, αποχωρίζονται τα άχαινα από το συγκάρπιο. Αφού πλένονται στεγνώνουμε στη σκιά και έτσι μπορούν να διατηρηθούν για κάποιο χρονικό διάστημα σε μέρος που αερίζεται. Η χρησιμοποίηση του σπόρου δεν πρέπει να καθυστερήσει γιατί η βλαστική του ικανότητα διαρκεί μόνο 1-3 χρόνια. Η σπορά γίνεται την άνοιξη. Αυτός ο τρόπος πολλαπλασιασμού δεν έχει καμία πρακτική αξία για την δημιουργία φυτείας με παραγωγική κατεύθυνση.

#### 3.1.2 Αγενής πολλαπλασιασμός

Είναι η κατεξοχήν 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 παραφυάδες, που αναπτύσσονται από τους στόλωνες (βλ. σελ. 9-10) είτε από *in vitro* καλλιέργειες στο εργαστήριο. Για την παραγωγή πολλαπλασιαστικού υλικού εγκαθίστανται ειδικές φυτείες, στις οποίες ο έλεγχος των φυτών φράουλας τόσο για την υγιεινή κατάστασή τους όσο και για

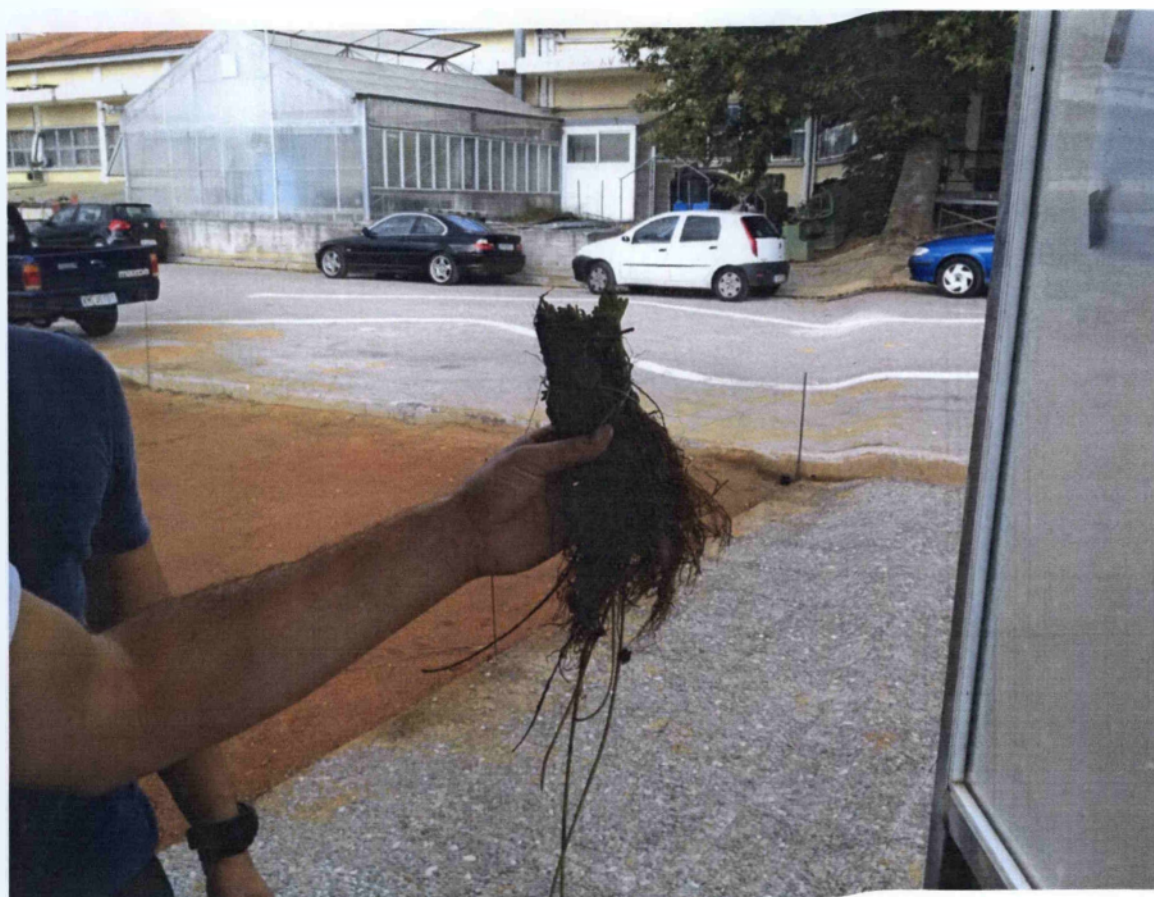
τη γονοτυπική τους ταυτότητα είναι συνεχής, ενδεδεχής και αξιόπιστος. Ανάλογα με την κάθε ποικιλία μπορεί κανείς να περιμένει 6 έως 25 καλά φυτά από κάθε μητρικό φράουλας. Από τις φυτείες αυτές εξάγονται έρριζα φρέσκα φυτάρια τους μήνες Αύγουστο μέχρι τον επόμενο Μάρτιο (ανάλογα με την περιοχή και την ζήτηση) είτε έρριζα μοσχεύματα ψυγείου τους μήνες Δεκέμβριο-Ιανουάριο και σπανιότερα στον Φεβρουάριο (περίοδος λήθαργου). (Κανάκης, 2004)

### **3.2 Πολλαπλασιαστικό υλικό**

Η παραγωγή του πολλαπλασιαστικού υλικού γίνεται σύμφωνα με τις πρόνοιες εθνικής νομοθεσίας, που είναι πλήρως εναρμονισμένη με το Κοινοτικό κεκτημένο, με βάση την οποία ολοκληρωμένη η διαδικασία παραγωγής παρακολουθείται και ελέγχεται από τους Εξουσιοδοτημένους Επιθεωρητές Φυτικού Πολλαπλασιαστικού Υλικού του Τμήματος Γεωργίας. Όλοι οι έλεγχοι που διενεργούνται έχουν σκοπό την παραγωγή υγιούς πολλαπλασιαστικού υλικού. Το πολλαπλασιαστικό υλικό παράγεται και διατίθεται από εγκεκριμένους αδειούχους προμηθευτές οι οποίοι λαμβάνουν όλα τα αναγκαία μέτρα ώστε το υλικό, που τελικά διατίθεται προς πώληση, να είναι υγιές και ταυτοποιημένο.

#### **3.2.1 Φυτά ψυγείου**

Η ονομασία των φυτών ψυγείου οφείλεται στο γεγονός ότι τα φυτά της φράουλας τοποθετούνται κατά την περίοδο του χειμερινού τους λήθαργου μέσα σε ψυγεία. Τα νέα φυτά αφού απαλλαγούν από το φύλλωμά τους και ξεπλυθούν καλά οι ρίζες τους, ώστε εκδιωχθούν τα χώματα, συσκευάζονται σε κιβώτια και διατηρούνται στο ψυγείο σε θερμοκρασία από τους  $-1\text{ }^{\circ}\text{C}$  έως  $-1,7\text{ }^{\circ}\text{C}$  μέχρι και τον επόμενο Ιούνιο-Ιούλιο (και σπανίως μέχρι τον Σεπτέμβριο), οπότε αποψύχονται σταδιακά κάτω συνθήκες περιβάλλοντος και ακολούθως φυτεύονται στην οριστική τους θέση. Με την τεχνική αυτή, εξασφαλίζουμε υψηλή παραγωγή. 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.



*Πηγή: Προσωπικό αρχείο*

**Εικόνα 3.1 Φυτά Ψυγείου**

### **3.2.2 Νωπά φυτά**

Τα νωπά φυτά, φυτεύονται το φθινόπωρο, Σεπτέμβριο με Οκτώβριο, ώστε να εξασφαλίσουν, κατά την διάρκεια του χειμώνα τις χαμηλές θερμοκρασίες που είναι απαραίτητες για την ανάπτυξη και την καρποφορία τους. Τα φυτά αυτά μπορούν να καλλιεργηθούν σε περιοχές όπου η θερμοκρασία είναι χαμηλή, όχι όμως κάτω από τους 0 °C. Τα αυτά 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 μικρότερη παραγωγή.

## ΚΕΦΑΛΑΙΟ 4° ΕΧΘΡΟΙ ΚΑΙ ΑΣΘΕΝΕΙΕΣ

### 4.1 Ζωϊκοί εχθροί

#### 4.1.1 Έντομα

Τα έντομα που προκαλούν τις σημαντικότερες ζημιές στη φράουλα είναι:

- **Αφίδες:** Πολλά είδη αφίδων προσβάλλουν την φράουλα, τα κυριότερα είναι, η αφίδα της φράουλας (*Chaetosiphon fragaefolii*) και η αφίδα του κρεμμυδιού (*Myzus ascalonicus*). Μολονότι δεν προκαλούν μεγάλες ζημιές στα φυτά από την αποζύμησή τους, είναι φορείς των καταστροφικών ιώσεων που προκαλούν: α) το κιτρίνισμα των φύλλων και β) το ζάρωμα των φύλλων.
- **Κόκκινος τετράνυχος (*Tetranychus urticae*):** Μεγάλοι πληθυσμοί συγκεντρώνονται στην κάτω επιφάνεια των φύλλων, την οποία και απομυζούν.
- **Καραφατμέ (*Agrotis spp*):** Προκαλεί ζημιές κυρίως στο λαιμό των φυτών με την μορφή προνύμφης.
- **Μηλολόνη (*Melolontha melolontha*):** Ζημιές στο ρίζωμα της φράουλας προκαλούνται από τις προνύμφες.
- **Σιδηροσκώληκες (*Agriotes spp*):** Προσβάλλουν τις ρίζες.
- **Γρυλλοτάλη (*Gryllotalpa gryllotalpa*):** Ανοίγει στοές στο έδαφος και κατατρώει τις ρίζες.
- **Ταρσόμενος ή άκαρι της φράουλας (*Tarsonemus fragariae*):** Προσβάλλει τα φύλλα, στα οποία προκαλεί μεταχρωματισμό, στρίψιμο και ξήρανση.
- **Ανθονόμος (*Anthonomus rubi*):** Προσβάλλει τα άνθη.

#### 4.1.2 Νηματώδεις σκώληκες

Είναι μικροσκοπικά σκουλήκια τα οποία προκαλούν ζημιές στις ρίζες, τα φύλλα και την κεφαλή.



- **Νηματώδεις των φύλλων:** Εδώ ανήκουν τα είδη *Aphelenchoides fragariae* και *A. Ritzemabosi* τα οποία τρέφονται από τα νεαρά της άνοιξης και τους οφθαλμούς της κεφαλή. Προκαλούν ανάσχεση της βλάστησης και καταστροφή της κεφαλής με αποτέλεσμα την κατακόρυφη μείωση της παραγωγής.
- **Νηματώδεις του βλαστού (*Ditylenchus dipsaci*):** Προσβάλλει όλα τα μέρη του υπέργειου τμήματος του φυτού.
- **Ελεύθεροι νηματώδεις του εδάφους:** Εδώ ανήκουν τα είδη *Xiphinema devirsicaudatum*, *Longidorus elongates* και *Platylenchus penetrans*. Προσβάλλουν και παρασιτούν τις ρίζες.

#### 4.1.3 Λοιποί εχθροί

Άλλοι ζωικοί που προκαλούν σοβαρές ζημιές, κυρίως στις υπαίθριες καλλιέργειες, είναι τα πουλιά. Τέλος υπάρχουν και τα σαλιγκάρια που κατατρώνε τα φύλλα.

## 4.2 Ασθένειες

### 4.2.1 Μυκητολογικές

- **Φυτόφθορα ή σηψιρριζία:** Οφείλεται στο μύκητα *Phytophthora fragariae*, ο οποίος ζει στο έδαφος και προσβάλλει τις ρίζες στις οποίες προκαλεί την σήψη τους.
- **Βερτιτσιλίωση:** Η ασθένεια αυτή οφείλεται στους μύκητες *Verticillium albo-atrum* και *Verticillium dahliae*, οι οποίοι ζουν στο έδαφος και προσβάλλουν τα φυτά μέσω του ριζικού συστήματος και προκαλούν μαρασμό.
- **Βοτρύτης ή σταχτόχρους μούχλα:** Οφείλεται στο μύκητα *Botrytis cinerea*, προσβάλλει τα άνθη και προκαλεί την πτώση τους και τους καρπούς (ώριμους και ανώριμους) στους οποίους προκαλεί τη σήψη, περιορίζοντας τους σε μία μαλακή μάζα καλυπτόμενη από τα σταχτιά σπόρια, τα οποία μοιάζουν σε σκόνη τέφρας.

- **Ωίδιο:** Οφείλεται στον μύκητα *Sphaerotheca humuli*. Προσβάλλει τα φύλλα, τα άνθη, τους ποδίσκους των ανθέων και τους καρπούς όπου προκαλεί την επικάλυψη τους αρχικά με άσπρη αλευρώδη μούχλα και αργότερα με συστροφή του ελάσματος και καστανές κηλίδες στα φύλλα.

Μικρότερης σπουδαιότητας μυκητολογικές ασθένειες της φράουλας είναι η **σήψη της κεφαλής** (*Phytophthora cactorum*), **σήψη λαιμού και των ριζών** (*Armillaria sp.*, *Fusarium sp.*, *Pythium sp.* Κτλ.), **κηλίδωση των φύλλων** (*Mycosphaerella fragaria*) και **σήψη καρπών** (*Mucor mucedo*).

#### 4.2.2 Βακτηριακές

Η **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 ανάπτυξή τους.

#### 4.2.3. Ιώσεις

Η φράουλα προσβάλλεται από πολλούς ιούς, οι περισσότεροι των οποίων προκαλούν μόνο ελαφρά ή και καθόλου συμπτώματα. Όμως η ταυτόχρονη παρουσία στο ίδιο φυτό περισσότερων του ενός ιών έχει ως αποτέλεσμα τη σοβαρή μείωση της ανάπτυξης και της παραγωγής. Τα πιο συνηθισμένα συμπτώματα των ιώσεων είναι τα εξής:

- Κατσάρωμα
- Νανισμός
- Η χλωρωτική κηλίδωση
- Ελαφρό κιτρίνισμα της περιφέρειας των φύλλων (Κανάκης, 2004)

## ΚΕΦΑΛΑΙΟ 5° ΚΑΡΠΟΔΕΣΗ – ΣΥΓΚΟΜΙΔΗ ΚΑΙ ΜΕΤΑΣΥΛΕΚΤΙΚΟΙ ΧΕΙΡΙΣΜΟΙ

### 5.1 Καρπόδεση

Η φράουλα είναι αυτογόνιμο είδος και το άνθος της εν μέρει είναι αυτεπικονιαζόμενο. Καθώς οι ανθήρες ανοίγουν, μέρος της γύρης εκτινάσσεται και επικονιάζει το άνθος. Τα ρεύματα του αέρα βοηθούν στην επικονίαση, όμως τα έντομα και κυρίως η μέλισσα, συμβάλλουν σημαντικά στην επικονίαση και γονιμοποίηση του άνθους. Σε θερμοκηπιακές καλλιέργειες για χειμερινή παραγωγή καρπών επιβάλλεται η τοποθέτηση κυψελών. Σε καλλιέργειες εκτός εποχής συχνά παρατηρείται το φαινόμενο των νεκρών ανθέων (άνθη με μαύρους ύπερους). Το φαινόμενο αυτό παρατηρείται όταν τα φυτά καρποφορήσουν υπερβολικά υπό συνθήκες χαμηλής έντασης φωτός (καλλιέργεια σε θερμοκήπιο κατά την χειμερινή περίοδο). Αποτέλεσμα του σχηματισμού πολλών νεκρών ανθέων είναι η μικρή απόδοση ανά φυτό. Η αύξηση του καρπού αρχίζει με μετά την γονιμοποίηση των ύπερων και τον σχηματισμό αχαινίων. Τα αχαινία είναι απαραίτητα για την ομαλή ανάπτυξη της φράουλας διότι αυτά σχηματίζουν ορμόνες, οι οποίες προσελκύουν θρεπτικά συστατικά που είναι απαραίτητα για την αύξηση του καρπού. Το μέγεθος του καρπού συσχετίζεται απόλυτα με τον αριθμό των ύπερων του άνθους, οι οποίοι θα γίνουν αχαινία. Ένα άνθος με μικρό αριθμό ύπερων δεν μπορεί να δώσει μεγάλο καρπό. Ο καρπός αυξάνεται σταθερά μέχρι λίγο πριν την ωρίμανση υπό συνθήκες θερμοκρασίες 20 °C και απαιτούνται περίπου 30 ημέρες για να αποκτήσει ο καρπός το τελικό του μέγεθος και να ωριμάσει. Σε θερμοκρασίες υψηλότερες των 20 °C απαιτούνται 20 ημέρες περίπου, ενώ υπό χαμηλές θερμοκρασίες χρειάζονται περίπου 40 ημέρες. Ο χρωματισμός του καρπού οφείλεται σε ανθοκυάνες και ανάλογα με την ποικιλία επηρεάζεται και από την θερμοκρασία και την φωτοπερίοδο. Πάντοτε η έναρξη του σχηματισμού των ανθοκυανών αρχίζει από την φωτιζόμενη πλευρά του καρπού και στην συνέχεια επεκτείνεται στον υπόλοιπο καρπό. Καθώς ο καρπός ωριμάζει γίνεται περισσότερο μαλακός πιο γλυκός και πιο αρωματικός.

## **5.2 Ποιοτικά χαρακτηριστικά**

Τα χαρακτηριστικά που συνθέτουν την ποιότητα της φράουλας είναι τόσο **εξωτερικά** όσο και **εσωτερικά**.

### **5.2.1 Εξωτερικά ποιοτικά χαρακτηριστικά**

- Χρώμα
- Σχήμα
- Μέγεθος
- Βάρος
- Στιλπνότητα
- Σχίσσιμο των καρπών

### **5.2.2 Εσωτερικά ποιοτικά χαρακτηριστικά**

- Αρωμα
- Οξέα
- Περιεκτικότητα σε σάκχαρα
- Ύπαρξη κενού ή όχι στο εσωτερικό του καρπού
- Σκληρότητα στις σάρκας
- Βιταμίνη C
- Χημική σύσταση-Διαιτητική αξία

## **5.3 Συγκομιδή - κριτήρια ωρίμανσης**

Η συγκομιδή της φράουλας στα θερμοκήπια ή στα χαμηλά σκέπαστρα αρχίζει στην Κρήτη από τον Φεβρουάριο, στην Πελοπόννησο από τα μέσα Μαρτίου και στη βόρεια Ελλάδα από τα μέσα άνοιξης. Στις υπαίθριες καλλιέργειες η συγκομιδή αρχίζει περίπου 25 με 30 ημέρες αργότερα για κάθε περιοχή (Κανάκης, 2004).

Ο χρωματισμός του καρπού αποτελεί το βασικό κριτήριο ωρίμανσης για συγκομιδή. Ανώριμες φράουλες είναι χρώματος ροζ, έχουν σκληρή σάρκα, έχουν λίγο άρωμα και είναι ξινές. Υπερώριμες φράουλες έχουν έντονο κόκκινο χρώμα, είναι αρκετά γλυκές, έχουν πλούσιο άρωμα, είναι αρκετά μαλακές και αυτό έχει ως αποτέλεσμα να τραυματίζονται εύκολα. Η φράουλα για να καταναλωθεί πρέπει να είναι σχεδόν ώριμη ή ώριμη. Οι φράουλες πρέπει να συγκομίζονται στο σωστό στάδιο ωρίμανσης **ροζ-κόκκινες**, δηλαδή πρέπει να είναι ώριμες αλλά σκληρές και πρέπει να τις μεταχειριζόμαστε με μεγάλη προσοχή. Οι καρποί συγκομίζονται με τον κάλυκα προσκολλημένο επάνω τους. Όταν προορίζονται για κοντινές αγορές συγκομίζονται σχεδόν ώριμες με πλήρως αναπτυγμένο το χρωματισμό τους. Όταν προορίζονται για μακρινές αγορές συλλέγονται προτού ωριμάσουν τελείως, όταν το 50-75% της επιφάνειάς τους έχουν αποκτήσει κόκκινο χρώμα. Η συγκομιδή της φράουλας γίνεται τις πρωινές ώρες ή αργά το απόγευμα, πρέπει να συλλέγονται εντελώς στεγνοί, πρέπει επίσης να είναι καθαρές από ξένες ύλες και να συλλέγονται με το χέρι με μεγάλη προσοχή, ώστε να μην πληγωθούν οι μαλακοί καρποί.



*Πηγή: Προσωπικό αρχείο*

**Εικόνα 5.1 Συγκομιδή φράουλας**

## 5.4 Χρήσεις

Ο εμπορικός καρπός μετά την ωρίμανση του χρησιμοποιείται ως επιτραπέζιο φρούτο αλλά και στη βιομηχανία για την Παρασκευή μαρμελάδας, χυμού και πηχτής. Επίσης χρησιμοποιείται στη ζαχαροπλαστική και την αρωματοποιία. Ο χυμός του είναι στυπτικός, ηρεμιστικός και δροσιστικός και γι' αυτό και χρησιμοποιείται ως αναψυκτικό. Λέγεται ότι η χρήση του κάνει καλό ως αντίδοτο στις αιμορραγίες, τη διάρροια και τη στηθάγχη (Κανάκης, 2004).

## ΚΕΦΑΛΑΙΟ 6° ΥΔΡΟΠΟΝΙΑ

### 6.1 Υδροπονία

**Υδροπονία** ή **εκτός εδάφους καλλιέργεια** καλείται κάθε μέθοδος καλλιέργειας φυτών των οποίων το ριζικό σύστημα αναπτύσσεται εκτός του φυσικού εδάφους. Αναφέρεται μερικές φορές και ως τεχνητή καλλιέργεια και ανέδαφος γεωργία. Με τη μέθοδο της υδροπονίας τα φυτά καλλιεργούνται είτε πάνω σε πορώδη αδρανή υποστρώματα στα οποία προστίθεται θρεπτικό διάλυμα ή σε σκέτο θρεπτικό διάλυμα. Το θρεπτικό διάλυμα είναι ένα αραιό υδατικό διάλυμα όλων των θρεπτικών στοιχείων που είναι απαραίτητα για τα φυτά. Στις σύγχρονες καλλιέργειες εκτός εδάφους, τροφοδότηση των φυτών με νερό και θρεπτικά στοιχεία βασίζεται στην χορήγηση ενός τεχνητά παρασκευασμένου θρεπτικού διαλύματος, μέσα στο οποίο αναπτύσσεται η ρίζα. Στόχος της υδροπονίας είναι η δημιουργία ενός ιδανικού περιβάλλοντος για την ρίζα, βελτιστοποίηση των αποδόσεων των φυτών και βελτίωση της ποιότητας των παραγόμενων προϊόντων.

#### 6.1.1 Πλεονεκτήματα Υδροπονίας

- Δεν είναι απαραίτητη η ύπαρξη εδάφους.
- Στις υδροπονικές καλλιέργειες, η αποδοτικότητα της χρήσης του νερού είναι μεγάλη.
- Το περιβάλλον εργασίας διατηρείται καθαρό και οι εργαζόμενοι στο χώρο δεν έρχονται σε καμία επαφή με το έδαφος
- Αποφεύγονται οι βαριές αγροτικές εργασίες
- Είναι δυνατή η αδιάλειπτη καλλιέργεια, χωρίς πολλές καλλιεργητικές εργασίες προετοιμασίας σε διαδοχικές καλλιέργειες, ενώ παράλληλα παρέχεται η δυνατότητα επιμήκυνσης του χρόνου διεξαγωγής της καλλιέργειας.
- Αποφεύγεται η προσβολή από παθογόνα του εδάφους.
- Επιτυγχάνεται πρωίμιση της παραγωγής.
- Επιτυγχάνεται σημαντική αύξηση της ποσότητας και βελτίωση της ποιότητας των παραγόμενων προϊόντων.



- Ακριβής έλεγχος της θρέψης των φυτών.
- Η ομοιομορφία και ο περιορισμένος όγκος των υποστρωμάτων προσφέρουν δυνατότητες καλύτερου ελέγχου της θρέψης.
- Παρέχεται η δυνατότητα καλλιέργειας αρκετά μεγάλου αριθμού φυτικών ειδών (λαχανοκομικών, ανθοκομικών, φαρμακευτικών κλπ).
- Περιορίζεται στο ελάχιστο η απώλεια νερού και θρεπτικών διαλυμάτων.
- Αξιοποίηση των απορροών.
- Παρέχεται η δυνατότητα θέρμανσης του θρεπτικού διαλύματος, γεγονός το οποίο σε συνδυασμό με τον περιορισμένο όγκο του υποστρώματος προάγει την καλύτερη ανάπτυξη του ριζικού συστήματος.
- Παρέχεται η δυνατότητα προγραμματισμού της παραγωγής με αποτέλεσμα την καλύτερη διαχείριση των προϊόντων.
- Οι υδροπονικές καλλιέργειες στις οποίες το θρεπτικό διάλυμα ανακυκλώνεται είναι φιλικές προς το περιβάλλον.
- Επιτυγχάνονται μεγαλύτερες πυκνότητες φυτεύσεως.
- Τα παραγόμενα προϊόντα είναι καθαρά χωρίς προσμίξεις από το έδαφος.

### **6.1.2 Μειονεκτήματα Υδροπονίας**

- Απαιτούνται σχετικά υψηλές δαπάνες κατά την αρχική εγκατάσταση της καλλιέργειας.
- Απαιτείται αρκετά υψηλή επιστημονική κατάρτιση.
- Η λειτουργία του συστήματος έχει υψηλές απαιτήσεις σε ενέργεια.
- Σε περιπτώσεις που η θερμοκρασία του θρεπτικού διαλύματος ανέλθει σε υψηλά επίπεδα μπορεί να δημιουργηθούν σοβαρά προβλήματα με συνέπεια τη μείωση των αποδόσεων

## **6.2 Συστήματα και μέθοδοι υδροπονικών καλλιεργειών**

Η επιλογή του υδροπονικού συστήματος που θα εγκατασταθεί θα πρέπει να γίνει με επίσκεψη λαμβάνοντας υπ' όψη τους εξής παράγοντες:

- Την αναμενόμενη παραγωγή.
- Την επιθυμητή ποιότητα των προϊόντων.
- Τον διαθέσιμο καλλιεργήσιμο χώρο.
- Την διαθεσιμότητα του κατάλληλου υποστρώματος.
- Την διαθέσιμη τεχνική και επιστημονική υποστήριξη.
- Την ταυτόχρονη καλλιέργεια διαφορετικών φυτικών ειδών.
- Τις προοπτικές επέκτασης της μονάδας.

### **6.2.1 Ταξινόμηση υδροπονικών συστημάτων**

Η ταξινόμηση των υδροπονικών συστημάτων γίνεται με δύο τρόπους

α) Με κριτήριο το μέσο ανάπτυξης του ριζικού συστήματος το οποίο διαχωρίζεται σε:

- Υδατοκαλλιέργειες και σε
- Καλλιέργειες σε στερεά υποστρώματα

β) Με κριτήριο τον τρόπο διαχείρισης των απορροών.

- Με ανακύκλωση του θρεπτικού διαλύματος ή **κλειστά υδροπονικά συστήματα**.
- Χωρίς ανακύκλωση του θρεπτικού διαλύματος ή **ανοικτά υδροπονικά συστήματα**

### **6.3 Υποστρώματα υδροπονίας**

Ως υπόστρωμα δεν θα πρέπει να θεωρείται μόνο το στερεό μέσο εντός του οποίου αναπτύσσεται το ριζικό σύστημα, αλλά το σύνολο των τριών φάσεων που συμμετέχουν στη συγκρότησή του:

- Το στερεό υπόστρωμα
- Το θρεπτικό διάλυμα (υδατικό διάλυμα)
- Ο διαλυμένος αέρας

### 6.3.1. Περιγραφή στερεών υποστρωμάτων

#### i) Αδρανή υποστρώματα

- **Άμμος:** Η άμμος που χρησιμοποιείται στις υδροπονικές καλλιέργειες προέρχεται κυρίως από ποτάμια. Θα πρέπει να είναι απαλλαγμένη από άργιλο, ανθρακικό ασβέστιο και χλωριούχα άλατα (η χρήση της άμμου συνιστάται μόνο για κλειστά συστήματα).
- **Περλίτης:** Ο περλίτης συνήθως χρησιμοποιείται σε σάκους ή σε κανάλια είτε αυτούσιος είτε ως συστατικό μειγμάτων κυρίως με τύρφη.
- **Ελαφρόπετρα:** Χρησιμοποιείται σε σάκους ή σε κανάλια καλλιέργειας χωρίς καμία ιδιαίτερη επεξεργασία.
- **Διογκωμένη άργιλος:** Χρησιμοποιείται κυρίως σε ερασιτεχνικά συστήματα.
- **Πετροβάμβακας:** Είναι ένα από τα πλέον διαδεδομένα υποστρώματα σε παγκόσμια κλίμακα με πολύ καλά αποτελέσματα σε κηπευτικές καλλιέργειες

#### ii) Ενεργά υποστρώματα

- **Βερμικουλίτης:** Χρησιμοποιείται αμιγής κυρίως σε σπορεία κι σε τραπέζια ριζοβολίας μοσχευμάτων. Είναι δυνατό να χρησιμοποιηθεί σε 1 ή 2 καλλιεργητικές περιόδους.
- **Οργανικά υποστρώματα:** Υπάρχει μεγάλος αριθμός οργανικών υποστρωμάτων ανάλογα με την προέλευση και τις ιδιότητές τους. Τα σπουδαιότερα από αυτά είναι η *τύρφη*, ο *κοκκοφοίνικας*, *υπολείμματα ξύλου* και *υπολείμματα ελαιουργίας*.



(Πηγή: <http://horticulture.com>)

**Εικόνα 6.1 Πλάκες πετροβάμβακα**



Πηγή: Προσωπικό αρχείο

**Εικόνα 6.2 Σάκος περλίτη**



*Πηγή: Προσωπικό αρχείο*

**Εικόνα 6.3 Σάκος ελαφρόπετρας**



*Πηγή: Προσωπικό αρχείο*

**Εικόνα 6.4 Διογκωμένη άργιλος**

### 6.3.2 Υδατοκαλλιέργειες

- Καλλιέργεια σε λεπτή μεμβράνη θρεπτικού διαλύματος (*Nutrient Film Technique*): Το NFT είναι ένα σύστημα υδατοκαλλιέργειας όπου το ριζικό σύστημα των φυτών αναπτύσσεται σε μία πολύ λεπτή μεμβράνη θρεπτικού διαλύματος πάχους περίπου 0,5 mm. Το θρεπτικό διάλυμα είναι υπό συνεχούς ροής μέσα σε ειδικά κανάλια τα οποία επιστρώνονται με πολυαιθυλένιο διπλής όψης. Το μέγιστο μήκος των καναλιών είναι 5 – 10 m ενώ η κλίση τους πρέπει να είναι μεταξύ 1 – 2% για την παθητική ροή του θρεπτικού διαλύματος. Η παροχή ρυθμίζεται στα 2 – 3 l/min (σε συνάρτηση με το μήκος του καναλιού).



Πηγή: Προσωπικό αρχείο

Εικόνα 6.5 NFT

- **Συστήματα επίπλευσης (*Floating technique*):** Αποτελούν τα πλέον εξελιγμένα συστήματα υδατοκαλλιέργειών και είναι κυρίως για την καλλιέργεια φυλλωδών λαχανικών (όλα τα είδη μαρουλιού, ρόκα και διάφορα αρωματικά). Τα φυτά καλλιεργούνται σε επιπλέουσες “σχεδίες” που είναι κατασκευασμένες από ελαφρά συνθετικά υλικά. Οι σχεδίες αυτές επιπλέουν στο θρεπτικό διάλυμα μέσα σε ειδικά κατασκευασμένες δεξαμενές. Οι δεξαμενές στεγανοποιούνται με φύλλα πολυαιθυλενίου και γεμίζονται με θρεπτικό διάλυμα και το ύψος της δεξαμενής κυμαίνεται συνήθως από 5 – 25 cm. Όταν τα φυτά φτάσουν το στάδιο της μεταφύτευσης, τοποθετούνται στις σχεδίες στις οποίες έχουν δημιουργηθεί οι αντίστοιχες υποδοχές. Οι σχεδίες αποτελούν ουσιαστικά το μέσο στήριξης των φυτών και οι ρίζες των φυτών “κρέμονται” προς το θρεπτικό διάλυμα. Με αυτό τον τρόπο οι ρίζες βρίσκονται σε ένα περιβάλλον ιδανικής σύνθεσης και επομένως το φυτό παρουσιάζει μία αλματώδη ανάπτυξη.



*Πηγή: Προσωπικό αρχείο*

**Εικόνα 6.6 Floating technique**

- **Αεροπονία:** Αποτελεί επίσης ένα από τα πλέον εξελιγμένα συστήματα υδατοκαλλιέργειας. Τα φυτά τοποθετούνται σε ειδικές οπές σε φύλλα πολυστυρενίου και το ριζικό σύστημα αναπτύσσεται στον αέρα κάτω από τα φύλλα πολυστυρενίου. Οι ρίζες ψεκάζονται με θρεπτικό διάλυμα υπό μορφή πολύ λεπτών σταγονιδίων. Ο ψεκασμός διαρκεί λίγα δευτερόλεπτα και επαναλαμβάνεται κάθε 2-3 λεπτά. Η εφαρμογή της αεροπονίας έχει σαν αποτέλεσμα την παραγωγή φυτών με καθαρό ριζικό σύστημα.



*Πηγή: Προσωπικό αρχείο*

**Εικόνα 6.7 Ριζικό σύστημα φράουλας Αεροπονία**



## 6.4 Λίπανση - Θρέψη

Τα ανώτερα φυτά έχουν ανάγκη από 16 χημικά στοιχεία για να είναι σε θέση να αναπτυχθούν και να ολοκληρώσουν τον βιολογικό τους κύκλο. Από τα στοιχεία αυτά 9 είναι απαραίτητα σε μεγάλες ποσότητες και ονομάζονται μικροστοιχεία ενώ τα υπόλοιπα 7 είναι απαραίτητα μόνο σε ίχνη γι' αυτό ονομάζονται ιχνοστοιχεία. Τα μακροστοιχεία είναι ο άνθρακας (C), το οξυγόνο (O), το υδρογόνο(H), το άζωτο(N), ο φώσφορος(P), το θείο(S), το κάλιο(K), το ασβέστιο(Ca) και το μαγνήσιο(Mg). Τα ιχνοστοιχεία είναι ο σίδηρος(Fe), το μαγγάνιο(Mn), ο ψευδάργυρος(Zn), ο χαλκός(Cu), το βόριο(B), το μολυβδαίνιο(Mo) και το χλώριο.

Εκτός από τον άνθρακα όλα τα θρεπτικά στοιχεία που είναι απαραίτητα στα φυτά περιέχονται σε διαλυμένη μορφή στο νερό του εδάφους και από κει προσλαμβάνονται από τις ρίζες. Αν όλα τα απαραίτητα θρεπτικά στοιχεία προστεθούν σε νερό σε κατάλληλες ποσότητες, προκύπτει ένα υδατικό διάλυμα το οποίο καλείται θρεπτικό διάλυμα.

Τα θρεπτικά διαλύματα πρέπει να περιέχουν όλα τα ανόργανα θρεπτικά στοιχεία που θεωρούνται απαραίτητα για την ανάπτυξη του φυτού, εκτός από τον άνθρακα που προσλαμβάνεται από την ατμόσφαιρα ως διοξείδιο του άνθρακα(CO<sub>2</sub>). Το υδρογόνο και το οξυγόνο είναι συστατικά του νερού, ενώ το οξυγόνο προσλαμβάνεται και από την ατμόσφαιρα για τις ανάγκες της αναπνοής. Τα θρεπτικά στοιχεία εφόσον περιέχουν όλα τα θρεπτικά στοιχεία που χρειάζονται τα φυτά για να αναπτυχθούν και να συμπληρώσουν το βιολογικό τους κύκλο, μπορούν να υποκαθιστούν πλήρως το έδαφος ως μέσων παροχής θρεπτικών στοιχείων στις καλλιέργειες (Σάββας, 2012).

Τα λιπάσματα που χρησιμοποιούμε σε ένα θρεπτικό διάλυμα είναι:

1. Νιτρική αμμωνία
2. Νιτρικό ασβέστιο
3. Νιτρικό κάλιο
4. Νιτρικό μαγνήσιο
5. Νιτρικό οξύ
6. Φωσφορικό μονοαμμώνιο
7. Φωσφορικό μονοκάλιο
8. Φωσφορικό οξύ

9. Θεικό μαγνήσιο
10. Θειϊκό κάλιο
11. Χηλικός σίδηρος
12. Θεικό μαγγάνιο
13. Θεικός ψευδάργυρος
14. Θεικός χαλκός
15. Βόρακας
16. Βορικό οξύ
17. οκταβορικό νάτριο
18. επταμολυβδαινικό αμμώνιο
19. μολυβδαινικό νάτριο

#### 6.4.1 Εξοπλισμός για την Παρασκευή των θρεπτικών διαλυμάτων

Η σύνθεση του θρεπτικού διαλύματος προκύπτει από την αραιώση, με το νερό άρδευσης, πυκνότερων διαλυμάτων που έχουν παρασκευαστεί προηγούμενος και περιέχουν την απαραίτητη αναλογία ανόργανων θρεπτικών στοιχείων

Τα πυκνά διαλύματα παρασκευάζονται συνήθως έτσι, ώστε η αναλογία των θρεπτικών στοιχείων να είναι ίδια με αυτή του διαλύματος που θα οδηγηθεί στα φυτά. Τα διαλύματα αυτά παρασκευάζονται συνήθως 100 φορές πυκνότερα από το τελικό διάλυμα που οδηγείται στη ρίζα και ονομάζονται μητρικά διαλύματα.

Τα διαλύματα αυτά τοποθετούνται σε τρία δοχεία συνήθως. Το πρώτο δοχείο περιέχει τα οξέα νιτρικό και φωσφορικό για τη ρύθμιση του pH, το δεύτερο δοχείο περιέχει το νιτρικό ασβέστιο και μια ποσότητα από κάποιο άλλο νιτρικό άλας, ή και χηλικό σίδηρο, τέλος το τρίτο δοχείο περιέχει όλα τα αλάτα στοιχειά. Το νιτρικό ασβέστιο δεν τοποθετείται μαζί με τα αλάτα. Διότι σε πυκνό διάλυμα το ασβέστιο δημιουργεί αδιάλυτα άλατα με τα θειικά και φωσφορικά ιόντα. Το μέγεθος των δοχείων υπολογίζοντας την επιθυμητή συχνότητα παρασκευής των διαλυμάτων, τον αριθμό των φυτών που καλλιεργούνται και την πυκνότητα των διαλυμάτων. Τα δοχεία αυτά πρέπει να έχουν βαλβίδα καθαρισμού. Στην παρακάτω εικόνα8 έχουμε σύστημα με δοχεία ξεχωριστά για κάθε πυκνό διάλυμα (Μαυρογιαννόπουλος, 2006).



*Πηγή: Προσωπικό αρχείο*

**Εικόνα 6.8 Δοχεία συμπλήρωσης θρεπτικού διαλύματος**

#### **6.4.2. Άρδευση και εξοπλισμός**

Για την εγκατάσταση ενός συστήματος άρδευσης πρώτα θα πρέπει να γίνει μια σωστή μελέτη, λαμβάνοντας υπόψη τις απαιτήσεις των φυτών, την ποσότητα του νερού, τη μέθοδο της υδροπονικής καλλιέργειας και τις κατασκευαστικές δυνατότητες.

Στις περιπτώσεις που η διαθέσιμη παροχή του νερού είναι περιορισμένη, είναι αναγκαία η δημιουργία δεξαμενής αποθήκευσης νερού. Συνήθως χρησιμοποιούνται πλαστικοί σωλήνες PVC διότι είναι φτηνότεροι από τους μεταλλικούς. Μόνιμη επιδίωξη είναι η εξασφάλιση θρεπτικού διαλύματος στα φυτά. Οι κεντρικές σωληνώσεις μέσα στο χώρο του θερμοκηπίου τοποθετούνται υπόγεια για την αποφυγή σκίασης. Οι υπόλοιπες σωληνώσεις τοποθετούνται επί του εδάφους.

Οι διακόπτες παροχής θρεπτικού διαλύματος είναι συνήθως ηλεκτροβάνες. Η κίνηση του θρεπτικού διαλύματος στις ηλεκτροβάνες διακόπτεται ή επιτρέπεται με την κίνηση μιας

ηλεκτρομαγνητικής βαλβίδας που βρίσκεται στο επάνω μέρος .στο εσωτερικό τις ηλεκτροβάνας.



*Πηγή: Προσωπικό αρχείο*

**Εικόνα 6.9** Σύστημα άρδευσης με σταλάκτες

Για την προσαγωγή του θρεπτικού διαλύματος και την καλύτερη και αποτελεσματικότερη χρήση του αρδευτικού συστήματος χρειαζόμαστε τα εξής:

- Σταλάκτες
- Φίλτρα
- Αυτοματισμοί άρδευσης
- Αισθητήρες EC, PH, ηλιακής ακτινοβολίας, υγρασίας υποστρώματος, οξυγόνου,



**Εικόνα 6.10:** Πεχάμετρο



**Εικόνα 6.11:** Αγωγιμόμετρο

## ΚΕΦΑΛΑΙΟ 7<sup>ο</sup> ΠΕΙΡΑΜΑΤΙΚΟ ΜΕΡΟΣ

### 7.1 Υλικά και μέθοδοι

#### 7.1.1 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 NFT και σε επίπλευση.

#### 7.1.2 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.

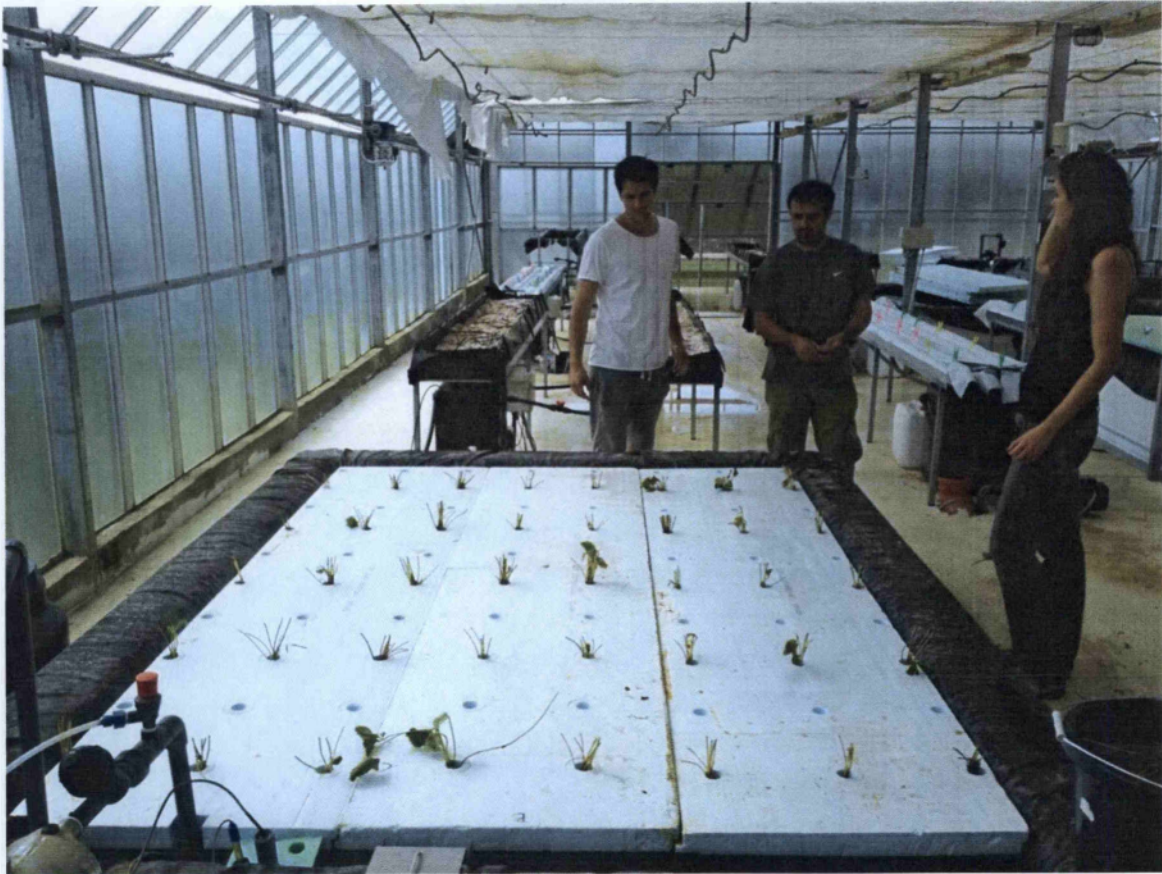
### 7.1.3.Φύτευση

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 ζωνρά, 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 «*Camarosa*» 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 «*Camarosa*» 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.



*Πηγή: Προσωπικό αρχείο*

**Εικόνα 7.1: Φύτευση σε δεξαμενές επιπλεύσεως**



*Πηγή: Προσωπικό αρχείο*

**Εικόνα 7.2: Προγραμματιζόμενος ελεγκτής (PLC)**



## 7.2 Περιγραφή των υδροπονικών συστημάτων

### 7.2.1 Σύστημα Επιπλεύσεως

Στο θερμοκήπιο που πραγματοποιήθηκε η εργασία, είναι εγκατεστημένα 3 όμοια συστήματα επιπλεύσεως 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. **Εγχυτές αέρος** (αερόπετρες) εντός του πυθμένα της λεκάνης καλλιέργειας οι οποίοι ήταν συνδεδεμένοι με κεντρική αεραντλία δυνατότητας παροχής 40 L αέρα/ min/  $m^3$  διαλύματος.

## 7.2.2 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.

### 7.2.3 Κεφαλή υδρολίπανσης

1. 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.
2. Ο **χρόνος παρασκευής** κάθε διαλύματος, είναι περίπου 15 λεπτά, συμπεριλαμβανομένου και του **χρόνου διορθώσεως του pH**.
3. Οι **αναλογίες της μίξης**, καθώς και το **επιθυμητό pH** επιλέγονται αυτόματα βάσει εξισώσεων.
4. 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 επιλεύσεως.
5. 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.

#### **7.2.4 Δοχείο Παρασκευής του Θρεπτικού Διαλύματος**

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

Το παρασκευαζόμενο θρεπτικό διάλυμα συμπλήρωσεως 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).

#### **7.2.5 Αντλία κεφαλής υδρολιπάνσεως**

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

#### **7.2.6 Αισθητήρες κεφαλής υδρολιπάνσεως**

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

#### **7.2.7 Παρελκόμενα κεφαλής υδρολιπάνσεως**

1. 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.
2. Δεξαμενή 500 λίτρων για την τροφοδότηση της κεφαλής υδρουδρολιπάνσεως με νερό, με φλοτέρ πλήρωσης.
3. 6 ξεχωριστές ηλεκτροβαλβίδες για τη μεταφορά των 6 θρεπτικών διαλυμάτων συμπλήρωσεως στα 6 πειραματικά τεμάχια του θερμοκηπίου.

#### 4. Σύστημα αναδύσεως (με εισαγωγή αέρα) του παρασκευαζόμενου θρεπτικού διαλύματος



*Πηγή: προσωπικό αρχείο*

**Εικόνα 7.3** Κεφαλή υδρολίπανσης και δοχεία πυκνών λιπασμάτων

### 7.3 Μετρήσεις

#### 7.3.1 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 εκφράστηκε 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  $p=0,05$ ).

### 7.3.2 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 υπόγειο 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



Πηγή: προσωπικό αρχείο

**Εικόνα 7.4 Μέτρηση μήκους και διαμέτρου**

### 7.3.2 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 7.1).

**Πίνακας 7.1** Σύσταση του νερού αρδεύσεως και του θρεπτικού διαλύματος (οι συγκεντρώσεις των μακροστοιχείων δίνονται σε mg/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

## 7.4 Αποτελέσματα

### 7.4.1 Πρώτη δειγματοληψία φυτών (83 ημέρες από την φύτευση)

Πίνακας 7.2 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 ns	2,00 ns
NFT	12,27 b	4,00 ns	2,13 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 7.2 ο αριθμός των φύλλων ανά φυτό είναι σημαντικά μεγαλύτερος στην επίπλευση σε σχέση με το NFT, ενώ ο αριθμός των καρπών και των ανθέων δεν επηρεάζεται από το υδροπονικό σύστημα. Τονίζεται ότι ο αριθμός των ανθέων και των καρπών ανά φυτό αφορούν την μέτρησή τους κατά τη στιγμή της δειγματοληψίας.

**Πίνακας 7.3 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>	141,87 a	49,92 a	0,44 b	31,94 a
<b>NFT</b>	53,54 b	15,60 b	1,93 a	14,47 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 7.3 το νωπό βάρος του φυτού (υπέργειο και υπόγειο τμήμα), καθώς και το νωπό βάρος φύλλων και ρίζας ανά φυτό είναι σημαντικά μεγαλύτερα στην επίπλευση σε σχέση με το NFT. Αντίθετα, το νωπό βάρος των ανθέων ανά φυτό είναι σημαντικά μεγαλύτερο στο NFT σε σχέση με την επίπλευση (μέτρηση κατά την δειγματοληψία των φυτών).

**Πίνακας 7.4 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
<b>Επίπλευση</b>	21,78 ns	10,06 ns	16,50 ns	11,72 b
<b>NFT</b>	23,96 ns	11,21 ns	29,83 ns	15,63 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 7.4 η % ξηρά ουσία φύλλων, καρπών και ανθέων δεν επηρεάζεται από το υδροπονικό σύστημα, σε αντίθεση με την % ξηρά ουσία των ριζών η οποία είναι σημαντικά μεγαλύτερη στο NFT σε σχέση με την επίπλευση.

#### 7.4.2 Δεύτερη δειγματοληψία φυτών (182 ημέρες από την φύτευση)

Πίνακας 7.5 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 ns	19,47 a	6,80 ns
NFT	21,00 ns	12,73 b	5,40 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 7.5 ο αριθμός των καρπών ανά φυτό είναι σημαντικά μεγαλύτερος στην επίπλευση σε σχέση με το NFT ενώ αντιθέτως ο αριθμός των ανθέων και των φύλλων ανά φυτό δεν επηρεάζεται από το υδροπονικό σύστημα.

Πίνακας 7.6 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	241,07 a	66,74 a	0,81 ns	32,00 a
NFT	127,77 b	30,31 b	0,50 ns	19,98 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 7.6 το νωπό βάρος του φυτού (υπέργειο και υπόγειο τμήμα), καθώς και το νωπό βάρος των φύλλων και της ρίζας είναι σημαντικά μεγαλύτερα στην επίπλευση σε σχέση με το NFT. Αντιθέτως, το νωπό βάρος των ανθέων δεν δείχνει να επηρεάζεται σημαντικά από το υδροπονικό σύστημα.

**Πίνακας 7.7 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

\* 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 7.7 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.

## 7.5 Παραγωγή και ποιότητα

**Πίνακας 7.8 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)
<b>Επίπλευση</b>	613,5 ns	511,2 ns	102,3 ns	39,3 ns	32,6 ns
<b>NFT</b>	385,0 ns	314,5 ns	67,6 ns	38,4 ns	32,6 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 7.8 η συνολική απόδοση σε καρπούς (εμπορεύσιμοι και μη εμπορεύσιμοι), η απόδοση σε εμπορεύσιμους και μη εμπορεύσιμους καρπούς, καθώς και το μήκος 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.

## 7.6 Συμπεράσματα

Στην επίπλευση φαίνεται ότι η αύξηση των φυτών είναι αρκετά μεγαλύτερη σε σχέση με το NFT. Στην επίπλευση η θερμοκρασία στο περιβάλλον της ρίζας ήταν υψηλότερη από ότι στο NFT 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) 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 στο οποίο η θερμοκρασία του ρέοντος θρεπτικού διαλύματος ήταν αρκετά χαμηλότερη. 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. Οι πιθανές εξηγήσεις αυτών των αποτελεσμάτων είναι οι εξής:

- Ο μεγάλος όγκος θρεπτικού διαλύματος στο σύστημα επίπλευσης παρέχει μεγάλη ρυθμιστική ικανότητα με αποτέλεσμα σταθερότερα επίπεδα:
  1. pH,
  2. EC και
  3. Θερμοκρασίας
- Η διατήρηση θερμοκρασίας στο χώρο της ριζόσφαιρας σε υψηλότερα επίπεδα από το NFT 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. Οι υδατοκαλλιέργειες είναι γνωστό ότι αποτελούν ένα από τα πλέον εξελιγμένα συστήματα καλλιέργειας φυλλωδών λαχανικών. Η καλλιέργεια σ' αυτά τα συστήματα ειδών όπως η φράουλα θα παρουσίαζε ιδιαίτερο ενδιαφέρον σε θερμοκηπιακές ή και υπαίθριες μονάδες στην Ελλάδα για την καλλιεργητική πράξη.

Σε ότι αφορά το σύστημα της επίπλευσης, 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.

## ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

- Δημητράκης Κ.Γ., (1998), «Λαχανοκομία», τόμος Β, Εκδόσεις ΑγρόΤυπος Α.Ε, Αθήνα.
- Κανάκης Γ.Α., (2004), «Καλλιέργεια λαχανικών στο θερμοκήπιο», τόμος Β, εκδόσεις Σταμούλη Α.Ε., Αθήνα.
- Κώτσιρας Α., (2011), Σημειώσεις εργαστηρίου υδροπονικών καλλιεργειών, Τ.Ε.Ι. Καλαμάτας,
- Μαυρογιαννόπουλος Ν.Γ., (2006), «Υδροπονικές Εγκαταστάσεις», Β έκδοση, εκδόσεις Σταμούλη Α.Ε., Αθήνα.
- Σάββας Δ., (2012), «Καλλιέργειες εκτός εδάφους – Υδροπονία, Υποστρώματα», Εκδόσεις ΑγρόΤυπος Α.Ε., Αθήνα.